

Juryrapport
Nederlandse Gasindustrieprizen 2022

1^e Prijs: R.R. (Riddhi) Kapoor MSc, TU Delft

Evaluation of Carbon Reduction Options for Industrial Combined Heat and Power Plants

The first prize for the Nederlandse Gasindustrieprizen 2022 goes to Riddhi Kapoor from Delft University of Technology for her MSc thesis “Evaluation of Carbon Reduction Options for Industrial Combined Heat and Power Plants”.

This work concerns the potential sustainability of industrial combined heat and power plants (CHP) and was done in collaboration with Dow Chemical and the Institute for Sustainable Process Technology. In the Netherlands, such combined plants are important and efficient producers of electricity and heat (steam), but by burning natural gas they are also major emitters of carbon dioxide, a potent greenhouse gas. Riddhi Kapoor’s study aimed specifically at ways to reduce their carbon output. She used an advanced software system for thermodynamic modelling with which various scenarios for partial or total decarbonisation can be investigated. These options included various ways of CO₂ sequestration, the use of hydrogen and the use of oxy-fuel, an oxygen-enriched gas.

These scenarios were systematically and step-wise analysed for their efficiencies and, in a second phase, for their economics. Various designs were considered, also with an eye to the flexibility of variable electricity production of the CHPs in order to balance the one provided by wind and solar electricity installations. By comparing the various scenarios it turned out that modifying the existing CHPs into oxy-fuel-based systems appeared to be an attractive option. In such a system the CO₂ would be sequestered and/or recirculated. However, it turned out that the current turbine design is not optimal for such a fuel and that for an efficient and economically positive result the turbines should be engineered in a different way.

Because of this, an additional analysis was carried out to evaluate if the existing air-based gas turbines could be used for CO₂ operations. It was concluded that this is possible by vastly increasing the gas inflow temperature and by increasing the inlet nozzle. Unfortunately, however, such modifications would lead to an important efficiency deterioration.

The thesis is very well written and systematically structured, with clear objectives of the study outlined in the introduction. The illustrations are clear and well explained. The jury was impressed by the amount and outstanding quality of the work and therefore bestows the first prize to this thesis.

2^e Prijs: J.C. (Juliette) Verschoor MSc, Utrecht University

Carbon functionalization and its effects on carbon-supported nickel catalysts for CO₂ hydrogenation

De tweede prijs voor de Nederlandse Gasindustrieprizen 2022 gaat naar Juliette Verschoor van de Universiteit Utrecht, voor haar scriptie “Carbon functionalization and its effects on carbon-supported nickel catalysts for CO₂ hydrogenation”.

Het werk beschreven in de scriptie betreft het onderzoek naar het ontwerpen en maken van nikkel nanodeeltjes die gebruikt kunnen worden als katalysator om op efficiënte wijze koolstofdioxide en waterstof om te zetten naar "synthetisch aardgas". Deze omzetting staat momenteel sterk in de belangstelling, omdat wanneer koolstofdioxide uit de lucht en duurzaam geproduceerd waterstof als reactanten gebruikt worden, het geproduceerde aardgas volledig groen is. Het op deze wijze geproduceerde gas kan gebruikt worden in de gasinfrastructuur die reeds aanwezig is en voor dezelfde toepassingen van aardgas, maar is volledig circulair. Immers, de bij verbranding vrijkomende koolstofdioxide kan weer worden gebruikt voor het maken van aardgas met duurzame waterstof.

Een belangrijke uitdaging in het proces om direct koolstofdioxide en groene waterstof om te zetten in aardgas is de efficiëntie en de levensduur van de katalysator (kleine nikkeldeeltjes) en daarmee de stabiliteit en kostenefficiëntie van het proces. Het werk gedaan door Juliette en beschreven in de scriptie betreft een nieuw ontwerp van het dragermateriaal waar de katalytisch actieve nikkeldeeltjes op worden vastgezet. Het modificeren van de koolstofdrager door een voorbehandeling leidde ertoe dat specifieke chemische groepen op het koolstofoppervlak konden worden aangebracht, waardoor de levensduur van de katalysatoren aanzienlijk werd verlengd. Bovendien waren de nikkeldeeltjes kleiner, wat leidt tot aanzienlijke besparingen van kosten en materialen.

De scriptie is helder geschreven, heeft een duidelijke inleiding en een goede beschrijving van de onderzoeksvragen en doelen. De diversiteit aan experimenten is indrukwekkend en wordt op heldere wijze terug gekoppeld aan de onderzoeksvragen. De commissie was onder de indruk van de hoeveelheid werk en de diversiteit van analyses beschreven in de scriptie, en dat gecombineerd met de helderheid van de scriptie was het goed voor een tweede plaats.

3^e Prijs: M.H. (Maarten) Klijn MSc, TU Eindhoven

Computational efficient PEMFC catalyst degradation modelling for on-line mitigation applications

De derde prijs voor Nederlandse Gasindustrialprijzen 2022 gaat naar Maarten Klijn van de Technische Universiteit Eindhoven, voor zijn scriptie "Computational efficient PEMFC catalysts degradation modelling for on-line mitigation applications".

Brandstofcellen (Fuel Cells) spelen een grote rol in de verduurzaming van de maatschappij omdat daarmee gasvormige moleculen (waterstof, methaan) kunnen worden omgezet in elektriciteit. Zo spelen zij een cruciale rol in waterstofauto's. Het onderzoek beschreven in de scriptie van Maarten Klijn betreft "Proton Exchange Membrane Fuel Cells". Dit zijn brandstofcellen die bij lage temperaturen werken, waarbij een membraan die proton doorlaatbaar is een cruciale rol speelt. Proton Exchange Membrane Fuel Cells kunnen een belangrijke rol spelen binnen de vergroening van de zware automotieve industrie zoals vrachtvervoer, maar daarvoor moet echter de Total Cost of Ownership wel omlaag gebracht worden. Ze zijn nu simpelweg nog te duur. Een belangrijke manier om de TCO omlaag te brengen is het vergroten van de levensduur van Proton Exchange Membrane Fuel Cells. Dit kan door betere materialen in de Fuel Cell te gebruiken die minder slijten. Door het gebruik van de PEMFC te optimaliseren met betrekking tot de dynamische belasting (optrekken, afremmen, vermogensvraag), kan de levensduur worden verlengd. Hiervoor zijn snelle en

betrouwbare modellen nodig van de fysische werking van de Proton Exchange Membrane Fuel Cell.

Maarten Klijn heeft een snel en betrouwbaar model voor de slijtage van de platina katalysatorlaag in de Proton Exchange Membrane Fuel Cell ontworpen. Het voordeel van dit model ten opzichte van bestaande katalysatormodellen is de hoge rekensnelheid zonder dat daarbij verlies van de nauwkeurigheid optreedt. Andere modellen met dezelfde nauwkeurigheid zijn typisch zo'n 10-50 keer langzamer, afhankelijk van de dynamische belasting van de Fuel Cell. Deze hoge rekensnelheid maakt het gebruik van online controlestrategieën mogelijk om slijtage te verminderen. Met behulp van dit model kan TNO nu voertuigfabrikanten helpen met het verlagen van de kosten van het gebruik van de beoogde brandstofcellen door middel van zogenaamde degradatie minimaliserende controlestrategieën.

Het verslag van Maarten Klijn was in het format van een wetenschappelijk artikel geschreven. Het was duidelijk geschreven, met een heldere inleiding en een sectie over de structuur van het artikel. Naast een technische beschrijving en validatie van het model, is er ook een sectie in het artikel waar de implicaties en mogelijk gebruik van het model staan beschreven. Het is een helder artikel, en de commissie kent aan deze scriptie graag de derde prijs toe.

Prof. dr. S.M. (Stefan) Luthi, hoogleraar productiegeologie Technische Universiteit Delft

Prof. dr. J.N.H. (Joost) Reek, hoogleraar homogene en supramoleculaire katalyse Universiteit van Amsterdam

De jury vergaderde op 10 oktober 2022 via Zoom onder leiding van KHMW directeur Drs. B.R. (Bart) Combee. Daarnaast waren ter vergadering aanwezig Prof. dr. A.P. (Ad) IJzerman, secretaris natuurwetenschappen KHMW en E.I. (Édith) van Leerdam, secretariaat.