

Juryrapport
ASML Afstudeerprijs voor Wiskunde 2022

F.A.H. (Fleur) Theulen MSc

Solving Large Maximum Covering Location Problems with a GRASP Heuristic

Een van de Hollandsche Maatschappij Prijzen voor Jong Talent is de ASML Afstudeerprijs voor Wiskunde. Deze wordt jaarlijks toegekend aan een student die het afgelopen academisch jaar is afgestudeerd in de wiskunde en die naar de mening van de jury zich speciaal onderscheiden heeft, zowel wat het totale studieresultaat als wat het innovatieve karakter van de afstudeerscriptie of -opdracht betreft. De prijs bestaat uit een geldbedrag van 5.000 Euro, dat beschikbaar is gesteld door ASML.

Er werden dertien nominaties voor de ASML Afstudeerprijs voor Wiskunde ontvangen, afkomstig van elf verschillende Nederlandse universiteiten: twee inzendingen van de UvA en Groningen en telkens een inzending uit de universiteiten van Amsterdam (VU), Delft, Eindhoven, Leiden, Wageningen, Tilburg, Twente, Nijmegen en Utrecht.

De juryleden kweten zich voor de vergadering gedurende twee weken van de aangename taak om de nominaties nauwkeurig te bestuderen, de bijgesloten aanbevelingsbrieven te lezen en zich in de afstudeerverslagen te verdiepen. Zij hadden ook op voorhand een gedeelte van hun voorlopige bevindingen met elkaar gedeeld, en konden op die manier meer focus aanbrengen in het selectieproces.

Bij het begin van de vergadering werd met veel genoegen vastgesteld dat het niveau van de inzendingen zeer hoog was. Ieder van de genomineerden had een voortreffelijke masterproef afgelegd en daarenboven uitstekende studieresultaten behaald. De jury trof een breed scala aan diepzinnig werk, van zeer toegepaste wiskunde tot zuivere functionaalanalyse, alles van zeer hoog niveau. Dit bevestigt wederom het optimisme ten aanzien van de toekomst van de wiskunde in Nederland. Vrij snel werd duidelijk dat een tweetal scripties boven de anderen uitstak. Een verdere keuze tussen deze twee excellente werkstukken en hun makers was niet eenvoudig, maar na zorgvuldige overweging van diverse argumenten kon een bevredigende keuze worden gemaakt die door de voltallige commissie wordt onderschreven.

De jury heeft besloten F.A.H. (Fleur) Theulen MSc, afgestudeerd aan Tilburg University, voor te dragen voor de ASML afstudeerprijs voor Wiskunde 2022.

De titel van haar scriptie is Solving Large Maximum Covering Location Problems with a GRASP Heuristic: Case-study for stroke facility allocation in Vietnam

In deze scriptie wordt een oplossing gezocht van het beschikbaar zijn van medische faciliteiten in Vietnam. Per jaar zijn er 200.000 inwoners van Vietnam die een hartaanval krijgen. De helft van deze patiënten overlijdt hieraan. Een vijfde van het aantal sterfgevallen in Vietnam wordt veroorzaakt door een hartaanval. De herstel- en overlevingskansen nemen toe als de benodigde zorg snel geleverd kan worden. Op dit moment zijn er 80 gezondheidscentra in Vietnam, die geschikte hulp kunnen bieden. Voor een groot deel van de bevolking is de reistijd te hoog voor adequate hulp. De Vietnamese overheid wil het aantal centra verhogen om de

gezondheidszorg ten aanzien van hartfalen te verbeteren. Het doel van deze afstudeeropdracht was om de overheid te adviseren waar de nieuwe centra gebouwd moeten worden, zodat het aantal mensen dat de centra kan bereiken binnen de kritische tijd maximaal is. Wiskundig gezien staat dit bekend als een "maximum covering problem". Dit onderzoek is gedaan in samenwerking met de World Bank Group en het Analytics for a BetterWorld (ABW) initiatief.

Fleur heeft een literatuuronderzoek gedaan om dit probleem op te lossen. Het bleek dat bekende methoden niet gebruikt kunnen worden omdat dit probleem te veel onbekenden bevat, die opgelost moeten worden. Het computergeheugen is niet beschikbaar en de benodigde rekentijd te lang. Om dit op te lossen is er een heuristische methode ontwikkeld die deze grote problemen op kan lossen binnen een acceptabele tijd. De resultaten worden grafisch weergegeven, wat leidt tot meer inzicht van de opdrachtgever. Er is voor een getrapte aanpak gekozen, eerst een grove schatting van de mogelijke oplossing. Daarna wordt een nauwkeuriger algoritme gebruikt om de hoge kwaliteit oplossing te vinden. Als laatste is de methode ook geschikt om toe te passen op problemen van toenemende grootte.

Na de literatuurstudie is er een theoretische analyse gedaan om het probleem goed op te stellen en de gesuggereerde methode te kunnen begrijpen. Daarna is er een grondige analyse uitgevoerd hoe de beschikbare data gebruikt kan worden. Na deze stappen werd de ontwikkelde methode geïmplementeerd en vergeleken met problemen en methoden die in de literatuur beschreven waren. Als laatste werd de methode toegepast op het bepalen van optimale positie van de hartcentra in Vietnam.

Het werk dat gedaan is tijdens het afstuderen wordt nu verwerkt tot een wetenschappelijk artikel dat opgestuurd gaat worden naar een top-journal. Met de methode van Fleur zijn er wereldrecords bereikt voor wetenschappelijke benchmarks. Haar algoritme wordt nu door Analytics for a BetterWorld (ABW) gebruikt om soortgelijke problemen in andere landen op te lossen.

Fleur heeft haar afstudeerwerk gedaan aan de School of Economics and Management van Tilburg University. Voor dit studieonderdeel staan (maar) 18 ECTS studiepunten. In dit licht is de prestatie van Fleur nog indrukwekkender. Het cijfer van haar afstudeerwerk is een 9,5 en ook de andere studieresultaten van Fleur zijn uitstekend. Fleur is cum laude afgestudeerd met een gemiddelde cijfer 8,8.

*Prof. dr. A. (Arjen) Doelman, hoogleraar toegepaste analyse en dynamische systemen
Universiteit Leiden*

Prof. dr. ir. C. (Kees) Vuik, hoogleraar numerieke wiskunde Technische Universiteit Delft

De jury vergaderde op 18 oktober 2022 via Zoom onder leiding van KHMW-directeur Drs. M.M.G. (Marijke) Pubben. Tevens waren ter vergadering aanwezig Prof. dr. A.P. (Ad) IJzerman, secretaris natuurwetenschappen en Drs. S. (Saskia) van Manen, secretaris.