

Automatisatie en optimalisatie van laadplanning voor tankers en bulkschepen: toekomstperspectief met “OptiLoading”

Het vervoer van goederen over zee is wereldwijd in volle expansie door de verhoogde vraag naar grondstoffen en energie. Een belangrijk deel van dit transport bestaat uit onverpakte goederen (bulkproducten of stortgoed, zoals graan, erts, steenkool) en vloeibare stoffen (petroleum, gas, scheikundige producten).

Vooraleer een schip voor een nieuwe reis geladen wordt stelt men een laadplan op. Hierbij wordt, voor elk deel van de vervoerde lading, beslist in welke tank of in welk deel van het ruim deze lading zal gestouwd worden. De manier waarop het schip geladen wordt, bepaalt in grote mate de stabiliteit en het gedrag van het schip tijdens de reis. Het is dus van groot belang voor de veiligheid van het schip, zijn bemanning en lading. Het laadplan beïnvloedt ook een aantal economische factoren zoals de hoeveelheid lading die kan vervoerd worden.

Een goed laadplan zoekt daarom steeds een evenwicht tussen de vele technische eisen (rond veiligheid, stabiliteit en belasting van het schip) en de economische belangen van de rederij en haar klanten. Door de grote complexiteit van het probleem is het opstellen van een aanvaardbaar laadplan een zeer tijdsintensieve taak. Voor het veilig en efficiënt uitvoeren ervan is bovendien veel kennis en ervaring vereist. Het opstellen van het laadplan wordt daarom aan de eerste stuurman toegewezen.

Bij tankers en bulkschepen hebben we te maken met onverpakte ladingen. Elk compartiment mag daarom slechts één soort lading bevatten. Momenteel wordt het laadplan voor tankers en bulkschepen manueel opgesteld en daarna gecontroleerd met een speciaal computerprogramma. De huidige laadprogramma's voor tank- en bulkschepen kunnen, vertrekkend van het ingegeven (manueel opgestelde) laadplan, de diepgangen, slagzij en trim (het verschil in diepgang van het schip voor- en achteraan), de stabiliteit en de belasting van het schip berekenen. Zij kunnen nagaan of aan alle technische eisen rond veiligheid voldaan is.

Aanvaardbare laadplannen zijn meestal niet uniek. Er bestaan steeds meerdere oplossingen die aan de minimale criteria voldoen. Eén oplossing kan echter duidelijke voordelen bieden. Een laadplan waarbij bijvoorbeeld 99 % van de maximaal toelaatbare belasting bereikt wordt, is perfect binnen de vooropgestelde criteria, maar in vele gevallen zullen “betere” oplossingen bestaan, waarbij de belasting op het schip een stuk lager ligt.

Op zoek gaan naar een beter laadplan, wanneer je al een aanvaardbaar laadplan in handen hebt, is in de huidige situatie niet vanzelfsprekend. Het manueel opstellen en berekenen van een ander laadplan is zeer tijdrovend en levert niet gegarandeerd de gewenste verbetering op. Het is ook praktisch onmogelijk om alle mogelijke oplossingen met elkaar te vergelijken om zo het best mogelijke laadplan te kiezen. In deze eindverhandeling zochten we daarom naar methodes om automatisch, met behulp van een computer, een zo goed mogelijk (optimaal) laadplan op te stellen, en de eerste officier dus te adviseren bij het uitvoeren van deze taak.

Automatische optimalisatie van het laadplan biedt een reeks duidelijke voordelen:

- De veiligheid van het schip en zijn opvarenden wordt verhoogd door een verbeterde stabiliteit.

- De gemiddelde belasting over de levensduur van het schip zal lager liggen waardoor de levensduur mogelijk verlengd wordt.
- Door optimaal gebruik te maken van de beschikbare compartimenten kan het aantal gebruikte compartimenten verlaagd worden. Hierdoor wordt de duur van een havenbezoek verkort en worden de kosten voor tankreiniging verlaagd.
- De taak van de eerste officier wordt gevoelig verlicht. Het door de computer opgestelde laadplan wordt best als advies beschouwd en dient steeds door de eerste officier gecontroleerd te worden voor het effectief gebruikt wordt. Zijn kennis en ervaring blijven noodzakelijk. Het meest tijdrovende deel van deze taak wordt echter door de computer uitgevoerd.

In de eerste plaats hebben we onderzocht of dit vraagstuk kan behandeld worden als een probleem van lineaire programmering. Hierbij wordt een laadplan, samen met alle randvoorwaarden rond stabiliteit en veiligheid, vertaald in een stel eenvoudige wiskundige vergelijkingen. Om twee laadplannen te vergelijken maken we gebruik van een “doelfunctie”. Dit is een wiskundige uitdrukking die op een objectieve manier tracht de “kwaliteiten” en “minpunten” van het laadplan te meten. Het opbouwen van deze functie vormt één van de grootste problemen bij het ontwikkelen van deze techniek. Het is immers moeilijk om objectief vast te leggen waarom het ene laadplan beter is dan het andere.

Eens het probleem van laadplanning in deze vorm beschreven is, reikt de wiskunde efficiënte technieken aan (het “simplexalgoritme”) voor het bepalen van het best mogelijke laadplan.

Om de voorgestelde optimalisatietechnieken in de praktijk te testen, werd een softwarepakket ontwikkeld: “Optiloding”. Dit programma gebruikt een eenvoudige beschrijving van de lading die moet worden gestouwd (gewenste hoeveelheid van elk product) en berekent zelf het best mogelijke laadplan. Praktische proeven met deze software wijzen uit dat met de lineaire programmering inderdaad zeer goede laadplannen bekomen worden. Naarmate het aantal verschillende ladingen toeneemt (wat vaak voorkomt bij chemicaliëntankers), neemt de rekentijd, nodig voor het bepalen van deze oplossingen, echter zodanig snel toe dat de methode praktisch onbruikbaar wordt.

In een tweede deel van dit werk hebben we daarom onderzocht of dit probleem ook kan aangepakt worden met andere optimalisatietechnieken. Hier hebben we ons gericht op “heuristische” methodes, waarbij geprobeerd wordt steeds betere laadplannen te vinden door telkens opnieuw kleine wijzigingen aan te brengen aan reeds gekende oplossingen. Vaak probeert men bij deze technieken een verbeteringsproces uit de natuur na te bootsen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij “genetische algoritmes”, die hun inspiratie putten uit de evolutietheorie.

Voor het verbeteren van laadplannen hebben we een methode ontwikkeld die gebruik maakt van “simulated annealing”, een optimalisatietechniek die inspiratie put uit een techniek voor het harden van metaal door langzame afkoeling.

Ook deze optimalisatietechniek werd geïntegreerd in het softwarepakket “Optiloding”. Bij proeven blijkt dat de heuristische methode sneller werkt, maar dat de oplossingen van een iets mindere kwaliteit zijn dan bij lineaire programmering. In vergelijking met manueel opgestelde laadplannen leiden beide optimalisatietechnieken echter tot een verbeterde laadconditie.

Rond dit onderzoeksproject werd tenslotte ook een website opgebouwd, www.optiloding.be.

Het programma “Optiloding” kan hier gedownload en uitgetest worden.