

## Summary

The main goal of this research is the design and creation of a simulation tool which help in calculating the degree in which homogenization of bulk material takes place during bulk carrier loading and unloading. J van der Geest started this research in 2010 and made good progress. This particular assignment focuses on improving and verifying and validating the simulation tool.

The steps performed by van der Geest are repeated and if necessary improved. It is assumed that the bulk material can be modeled as a finite number of discrete elements. These elements are placed inside the ship, which is represented by a 3-d matrix with the ship's cargo hold dimensions. The load and unloading equipment and the material behavior are modeled to represent reality.

Delphi/TOMAS is used for the simulation software. The model generates the appropriate amount of elements and places them in the ship. After removal by grab, the homogenization efficiency is calculated. Several variables can be varied in order to determine the impact of different loading/unloading strategies.

Results from visual validation, theoretical verification and experiments all match with the expectations. They also shown an improvement in the behavior of the modeled material and it surroundings. The final conclusion; the model has been improved and is working according to expectations. Nonetheless, there are still improvements possible, further research should indicate whether these should be made.

### Summary (in dutch)

Het hoofddoel van dit onderzoek kan als volgt verwoord worden; "Het ontwerpen en programmeren van een simulatietool, welke helpt bij het bepalen van de mate waarin homogenisatie plaats vind gedurende het in en uitladen van bulkschepen". In 2010 heeft J. van der Geest een start gemaakt met dit onderzoek. In dit rapport is er gefocust op het verbeteren, verifiëren en indien mogelijk valideren van het simulatiemodel.

De stappen uitgevoerd door van der Geest zijn hiervoor herhaald en indien nodig verbeterd. Hierbij wordt er aangenomen dat het te laden bulk materiaal gesimuleerd kan worden als een eindige hoeveelheid discrete elementen, welke in het schip geladen worden. Het schip is op haar beurt gesimuleerd als een 3-d matrix met de dimensies van het laadruim. De in en uitlaad apparatuur en het materiaal is op dusdanige wijze gemodelleerd, dat hun gedrag de werkelijk zo goed mogelijk benaderd.

Delphi/TOMAS is gebruikt als simulatiesoftware. Het model genereerd het benodigde aantal elementen en plaats deze in het schip, nadat het schip is uitgeladen met een grijper, wordt de homogenisatie efficiëntie berekend.

De resultaten van de visuele validatie, de theoretische verificatie en de uitgevoerde experimenten komen allemaal overeen met de verwachte resultaten. De resultaten laten ook een verbetering zien in het materiaalgedrag en de processen waarmee het materiaal te maken heeft. Geconcludeerd kan worden dat het model verbeterd is en naar verwachting werkt. Desalniettemin zijn er nog steeds verbeteringen mogelijk, verder onderzoek zal moeten aantonen of deze aangebracht moeten worden.