

# CONTACT

Kalkers rolling contact model

[www.kalkersoftware.org](http://www.kalkersoftware.org)



## Afstudeeropdracht

### Multi-Grid voor CONTACT's normal contact probleem

#### Achtergrond

Treinen sturen doordat hun wielen licht taps gevormd zijn. Als een wielset iets uit zijn middenstand is geplaatst dan rijdt het ene wiel met een iets grotere omtrek dan het andere, en stuurt de wielset terug naar zijn middenstand. Van cruciaal belang voor het precieze gedrag zijn de krachten die hierbij ontstaan in het contactoppervlak. Die zijn sterk niet-lineair in de geometrie (wiel/rail-profielen) en kinematica.

CONTACT is een model voor het berekenen van de krachten die optreden tussen treinwielen en -rails. Het is oorspronkelijk ontwikkeld door Prof. Kalker van de TU Delft en is wereldwijd toonaangevend. Maar voor de simulatie van hele treinstellen is het te traag omdat er dan voor miljoenen tijdstappen voor alle wielen contactproblemen moeten worden opgelost. Daarom moet CONTACT tenminste duizend maal worden versneld.

De CONTACT-programmatuur wordt door VORtech op de markt gebracht. In samenwerking met de TU Delft werkt VORtech aan verdere uitbreidingen en verbeteringen van de programmatuur. Hierbij moeten allerlei kleine stappen en deelonderzoeken worden uitgevoerd. Daarom zijn er op dit gebied meerdere stage- en afstudeermogelijkheden.

#### Opdrachtomschrijving

Deze afstudeeropdracht op master-niveau gaat over het uitwerken van een Multi-Grid methode voor het eerste deel van het contactmodel. In dit gedeelte wordt de normaalcomponent van de krachten bepaald.

In CONTACT wordt het contactvlak tussen wiel en rail in rechthoekige elementen verdeeld. Voor ieder element moet dan de normaalkracht bepaald worden die tussen de lichamen ontstaat. De vergelijkingen die hiervoor moeten worden opgelost stellen dat

1. buiten het contactgebied is de kracht nul en de afstand tussen de vervormde oppervlakken groter dan nul,
2. in het contactgebied is de afstand precies nul en de kracht groter dan nul.

Onderdeel van het probleem is te bepalen welke elementen in het contactgebied liggen en welke niet. Daarvoor moet er gekeken worden naar de vervorming van de lichamen. Die vervorming wordt bepaald via een integraal over het contactgebied. Daarin is de invloed van een punt in het ene lichaam op een punt in het andere lichaam kleiner naarmate de afstand tussen de twee punten groter is.

Het toepassen van Multi-Grid voor de oplossen van de vergelijkingen is niet triviaal. Twee speciale aspecten van het contactprobleem zijn als volgt:

1. Het contactgebied is niet rechthoekig. De benadering heeft daarmee niet dezelfde vorm op de verschillende grids,
2. Het probleem bestaat niet enkel uit (lineaire) vergelijkingen, maar ook uit ongelijkheden voor de contactcondities.

Er zijn gedachtes over hoe Multi-Grid kan worden toegepast, maar die moeten nog worden getoetst en verder worden uitgewerkt. In het verlengde van deze Multi-Grid methode kan de integraal over het contactgebied worden aangepast, zodat bijdragen van verder weg grover worden gediscretiseerd. Hiermee wordt een verdere versnelling van de methode bereikt.

#### Stagebedrijf

VORtech ([www.vortech.nl](http://www.vortech.nl)) is een wiskundig ingenieursbureau dat gespecialiseerd is in (numerieke) simulatie en grootschalige berekeningen. Het is in 1996 opgericht en telt op dit moment 15 vaste medewerkers. VORtech combineert een diepgaande kennis van toegepaste wiskunde met de vaardigheid om op professionele manier betrouwbare programmatuur te maken. Onze klanten komen uit zeer diverse toepassingsgebieden zoals waterbeheer, verkeersmanagement, chemie en milieu.

#### Meer informatie

Voor meer informatie kun je contact opnemen met Edwin Vollebregt ([edwin.vollebregt@vortech.nl](mailto:edwin.vollebregt@vortech.nl), 015-285 01 28).