



Rollen staal en cradles. Foto: Lankhorst Mouldings

OPTIMAAL ONTWERP VOOR HET BESCHIKBARE VLOEROPPervlak DOOR EEN SLIMME COMBINATIE VAN OPTIMALISATIE EN SIMULATIE

DAAN MERKESTEIN & STEVO AKKERMAN

Grote investeringsvraagstukken in het bedrijfsleven gaan vaak gepaard met grote onzekerheden. Voor logistieke projecten hebben deze onzekerheden veelal betrekking tot de afhankelijkheden tussen verschillende onderdelen in de logistiek. Ook zijn aankomstpatronen van entiteiten in de praktijk niet mooi volgens een exponentiële verdeling, is er variabiliteit over de tijd in de processen en heeft men te maken met pieken en stringen van apparatuur.

Een model van het logistieke proces kan duidelijkheid scheppen in deze onzekerheid door het gehele proces, met alle afhankelijkheden en relevante onderdelen van de logistiek, te simuleren.

Een mooi voorbeeld van het toepassen van een simulatiemodel is de bouw van de nieuwe opslaghal door staalproducent Tata Steel in IJmuiden¹. In samenwerking met Systems Navigator² is Tata Steel begin 2018 begon-

nen met de bouw van een simulatiemodel om de logistiek van de nieuw te bouwen zogeheten LA-hal te analyseren en te optimaliseren.

Slim indelen

Tata Steel is continu bezig met het verbeteren van zijn (logistieke) processen. De bouw van een nieuwe opslaghal voor rollen hoogwaardig staal, de LA-hal, is onderdeel van dit verbeterproces. De LA-hal zal gebruikt worden voor de tijdelijke opslag van staalrollen. De afgewerkte rollen komen binnen in de hal via treinen en worden opgeslagen in de hal tot er een uitgaand transport beschikbaar is naar de klant. Om het aantal manuele handelingen te minimaliseren worden de rollen binnen de hal vervoerd door twee automatische kranen, die worden aangestuurd door een *warehouse* managementsysteem.

Voor de efficiëntie en de opslagcapaciteit van de hal is de indeling erg belangrijk. Deze halindeling, een zogeheten *cradle set-up*, is het vraagstuk waar de focus op ligt in dit artikel. Een *cradle* is de wieg waar een staalrol op staat in de opslaghal en zorgt ervoor dat de rol niet wegrolt. Een bepaalde *cradle* kan alleen gebruikt worden door rollen die aan bepaalde voorwaarden voldoen qua breedte, diameter en gewicht. Het is niet verstandig om elke *cradle* voor elke rol geschikt te maken, aangezien elk *cradle* dan geschikt moet zijn voor de grootste rollen, waardoor ruimte verloren gaat als er een kleine rol op gelegd wordt. Er mogen, onder bepaalde voorwaarden betreffende de breedte, het gewicht en de diameter met de te stapelen rol, ook rollen gestapeld worden op de rollen die op de *cradles* liggen. Hierbij is het een voordeel als er rollen met ongeveer dezelfde dimensies naast elkaar liggen, want dit zorgt voor een grotere kans op een stapelmogelijkheid voor een derde rol bovenop/tussen de twee rollen op de *cradles*.

Omdat het aanpassen van de halindeling inhoudt dat de hele hal leeggehaald moet worden en alle operaties stilgelegd moeten worden om veiligheidsredenen, is het belangrijk om de halindeling zo slim mogelijk op te zetten. Hierbij moet ook gekeken worden naar mogelijke veranderingen in de karakteristieken van de rollen die opgeslagen zullen worden en de variabiliteit van de inkomende stroom rollen. Er moet gestreefd worden naar een halindeling waarin zoveel mogelijke potentiële binnenkomende stromen met verschillende types rollen kunnen worden voorzien.

Waarom simuleren?

Er zijn vele factoren die de kwaliteit van een halindeling beïnvloeden. Denk bijvoorbeeld aan de volgorde van binnenkomst van de rollen of de beschikbaarheid van treinen en medewerkers in de hal. Maar ook de variatie in het soort rollen dat de hal binnenstroomt, de modaliteit waarmee deze rollen weer vertrekken en de prioritering van de kranen. Daarnaast wordt de optimale halindeling bereikt door de juiste keuzes te maken in de afmetingen van de verschillende *cradles*, het aantal van deze *cradles*, de plaatsing van *cradles* in de hal en in welke volgorde/batches de rollen de hal binnenkomen. Een probleem met dermate veel complexe variabelen en factoren optimaliseren is een schier onmogelijke taak.

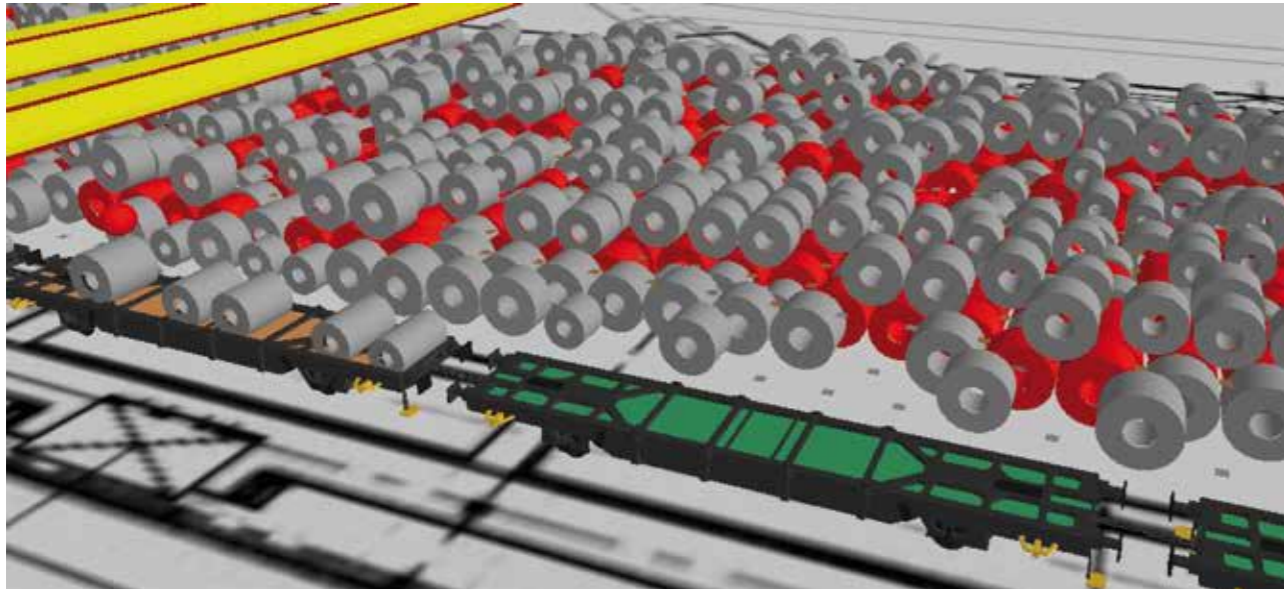
Daarom is er gekozen voor een aanpak met behulp van discrete event-simulatie. De oplossingsruimte van mogelijke halindelingen is doorzocht door telkens een set halindelingen met specifieke karakteristieken op te stellen en deze te vergelijken middels simulatie. In een simulatiemodel zijn de bovenstaande onzekere factoren goed mee te nemen. Uit een analyse van deze simulaties kan een conclusie worden getrokken waarmee de oplossingsruimte verkleind wordt.

Het simulatiemodel

Het simulatiemodel voor de LA-hal is gemaakt in het softwarepakket Simio. Simio werkt op basis van discrete event simulatie en is object-georiënteerd, waardoor de intelligente objecten met elkaar kunnen communiceren en op die manier hun informatie uitwisselen. Als bijvoorbeeld een rol opgepakt moet worden, communiceert hij met de kranen zijn oppak-verzoek. De kranen zullen daarna zelf onderling bepalen welke kraan de rol gaat oppakken. Er is dus geen overkoepelend proces nodig dat al deze aansturing doet. Simio werkt met een 3D-omgeving waar echte afstanden, tijden en snelheden worden meegenomen en er zo realistische object bewegingen en transporttijden worden gewaarborgd. Een voorbeeld van een 3D-animatie uit Simio wordt weergegeven in figuur 1.

Zonder input geen output

Wat voor elk simulatie model geldt is dat de output niets waard is als de input niet correct en volledig is (*Garbage*



Figuur 1. 3D-animatie uit Simio

in, garbage out). Voor veel investeringsprojecten zijn er historische data aanwezig van een proces dat enigszins lijkt op het proces dat gesimuleerd wordt. Zo kunnen bijvoorbeeld historische scheepsaankomsten bij een olieterminal een prima representatie zijn voor de toekomstige scheepsaankomsten als deze terminal investeert in een extra kade of tank.

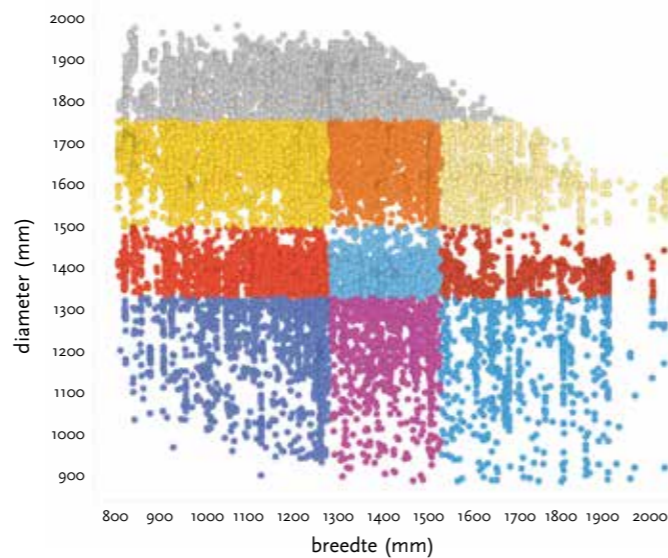
Voor de LA-hal is er gekeken naar een dataset van alle rollen die er in 2017 ergens op het terrein van Tata Steel in opslag hebben gelegen. Met deze dataset als basis is er door het projectteam gekeken naar de rollen die potentieel naar de LA-hal *gegaan zouden zijn* als de hal er in 2017 al geweest was. Op deze manier is er een representatieve set van 90.000 rollen samengesteld. Voor de overige parameters in het model is er onder andere gekeken naar technische specificaties van de hal, treinbeladingen, truckbeladingen en bijbehorende restricties en de vaarschema's richting de klanten van Tata Steel.

Het bepalen van de cradle-types

De cradles worden gemonteerd op rails met inkepingen waarin ze worden vastgezet. Hierdoor zijn er een bepaald aantal mogelijke cradle-types mogelijk, afhankelijk van het aantal inkepingen dat er tussen de cradle in wordt gelaten. De afstand tussen de twee rails bepaalt de mogelijke breedte van de cradle, hierin is meer vrijheid.

Uit de data-analyse kwam de scatterplot in figuur 2 van de breedte/diameter van de rollen uit de dataset: De

eerste stap was om vast te stellen welke opdeling in de afstelling van de breedte en diameter van de cradles het beste presteert. Een bepaalde afstelling van een groep cradles leidt tot een breedte- en diametergroep. Uiteindelijk is er gekozen om 6 verschillende combinaties van breedte/diameter afstellingen voor de cradles te analyseren. Deze combinaties onderscheiden zich van elkaar door het aantal groepen waarin de breedtes en de diameters verdeeld zijn.



Figuur 2. Scatterplot van de breedte/diameter van de rollen, met per kleur één cradle-type

Voor elke van deze 6 combinaties werden de optimale groepsafmetingen bepaald met behulp van het verwachte voorraadvolume van deze groepen. Door het minimaliseren van de lost space (de hoeveelheid die een rol kleiner is dan de grootste rol die op het cradle zou passen), werden de optimale afmetingen van de groepen, gegeven het aantal groepen, gevonden.

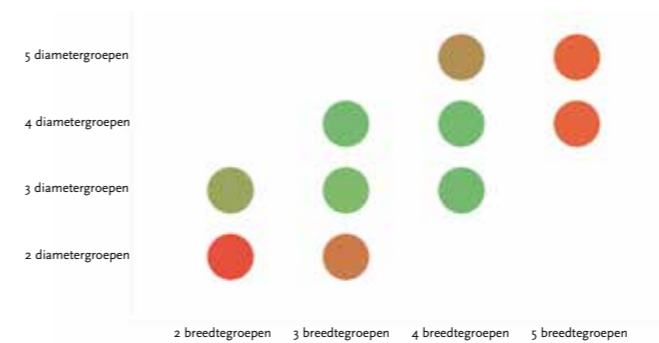
Om het verwachte voorraadvolume per breedte/diameter-afstelling te bepalen wordt er bij de analyse rekening gehouden met het aantal aankomsten en de verblijfsduur van de rollen in de opslag. Volgens de wet van Little geeft het product van deze twee waarden het verwachte gemiddelde benodigde voorraadvolume per cradle type. De uitkomsten van de simulatie analyseren we op verschillende gekozen prestatie-indicatoren, zoals het aantal rollen waar geen plek voor was, de gemiddelde halbelegging en de efficiëntie van de kranen. De resultaten worden weergegeven in figuur 3. Uit de analyse bleek dat een combinatie van 4 breedtegroepen x 3 diametergroepen de beste halindeling gaf. Dit resulteerde in 12 verschillende cradletypes.

Door deze strategie, het analyseren van de geoptimaliseerde halindelingen met specifieke cradletype en doorzet karakteristieken met behulp van het simulatiemodel, nog een aantal keer toe te passen, is de oplossingsruimte telkens te verkleinen. Na zo'n 10 iteraties van dit proces is er een optimaliseerde oplossing gevonden.

Voor het LA-hal-project is het advies opgeleverd in de vorm van een geoptimaliseerde cradle setup lay-out, welke nu een-op-een geplaatst kan worden door de leverancier.

Toegevoegde waarde

Om de toegevoegde waarde van het simulatiemodel te toetsen is de initiële cradle setup, gemaakt op basis van common sense en ervaring, ook gesimuleerd en geanaly-



Figuur 3. Prestatie van verschillende combinaties van breedte- en diametergroepen

seerd. Uit de resultaten kwam naar voren dat er in de geoptimaliseerde lay-out 50 cradles meer in de hal passen ten opzichte van de initiële setup. Door de geoptimaliseerde lay-out, met goede stapelmogelijkheden voor de rollen, kunnen nu ongeveer 7,5% meer rollen opgeslagen worden in de hal. Dit alles verhoogt de piek-opslagcapaciteit met 13,5%. Maar nog belangrijker; de uiteindelijke lay-out is ook beter in staat om de variabiliteit in aankomsten op te vangen en houdt rekening met een veranderend rolaanbod in de toekomst.

Conclusie

Het LA-hal-project heeft bewezen dat het gebruik van een simulatiemodel een goed middel is om bij investeringsprojecten van complexe logistieke systemen antwoorden en adviezen te verkrijgen, nog vóór dat de bouw van het project is gestart. Omdat het model generiek is opgezet, kan het in de toekomst worden gebruikt om andere opslaghallen binnen Tata Steel (opnieuw) in te delen. Momenteel wordt het model verder ontwikkeld zodat het gebruikt kan worden voor de ondersteuning van operationele planningsvraagstukken, zoals het toekennen van opstelplaatsen voor inkomende treinen, zetten van prioriteiten voor taken, de inzet van operationele medewerkers, alsmede de analyse van ruimtegebruik. Vergelijkbare studies zijn gedaan voor de opslag van groente en fruit, voor contactlenzen en voor een distributiecentrum voor postpakketten.

DAAN MERKESTEIN, afgestudeerd aan de VU (Econometrics & Operations Research) is consultant bij Systems Navigator in Delft. E-mail: daan.merkestein@systemsnavigator.com

STEVO AKKERMAN, afgestudeerd aan de VU (Econometrics & Operations Research) is manager logistieke projecten bij Tata Steel in IJmuiden. E-mail: stevo.akkerman@tatasteel.com

SYSTEMS NAVIGATOR is een software consultancy bedrijf uit Delft en is wereldleider op het gebied van geavanceerde beslissingsondersteunende technologie. Systems Navigator helpt zijn klanten bij het nemen van betere beslissingen omtrent investeringen, onder andere door middel van simulatie modellen die de impact van veranderingen demonstren.

TATA STEEL produceert, fabriceert en distribueert hoge kwaliteit staal voor producten in verscheidene industrieën, zoals automobiel, verpakkingen en bouw. Bij Tata Steel in IJmuiden werken ruim 9.000 werknemers aan een jaarlijkse productie van bijna 7 miljoen ton staal.