

Econometrie ondersteunt containeroverslag in de Rotterdamse haven

Rommert Dekker en Patrick Meersmans

De groei van de wereldhandel is sterk afhankelijk van containertransport. Containerisatie en automatisering leiden tot productiviteitsgroei en steeds verdergaande reductie in transportkosten. ECT in de Rotterdamse haven, één van de grootste container overslagbedrijven van de wereld, loopt bij de laatste ontwikkelingen op dit gebied sterk voorop. In dit artikel wordt de problematiek met betrekking tot containeroverslag uit de doeken gedaan. Er wordt ingegaan op een onderzoeksproject, genaamd FAMAS; in het bijzonder op het deelproject Newcon, dat als doel heeft een besturings-systeem te ontwikkelen.

Transporttrends

Europe Combined Terminals (ECT) is één van de grootste containeroverslag-bedrijven van de wereld. Zo'n 4 miljoen containers werden in 1998 overgeslagen, hetgeen 10% meer is dan het jaar daarvoor. Deze groei wordt al jaren volgehouden en maakt dat er nieuwe terminals bijgebouwd worden, zeer waarschijnlijk op de Tweede Maasvlakte. Het is een bekend feit dat de groei van containertransport die van de wereldhandel overstijgt. Ieder procent groei in bruto nationaal produkt vertaalt zich in een forsere groei in de wereldhandel. We kunnen het ook andersom stellen: zonder containertransport zou de wereldhandel lang niet zo snel groeien. De steeds verdergaande reductie in transportkosten, één van de drijfveren achter globalisatie, is voor een groot deel te danken aan containerisatie. Containers hebben het voordeel dat ze opslag en overslag standaardiseren, waardoor er een sterke productiviteitsgroei te verwezenlijken is. Een groei die nog verder gestimuleerd wordt door automatisering. ECT loopt hierbij sterk voorop. Waren het vroeger sterke ruwe mannen die het beeld van de haven bepaalden, tegenwoordig zijn het veelal de witteboorden mannen die met computers de goederenstromen regelen. Wie zeg, dat transport een low-tech omgeving is, heeft het daarmee bij het verkeerde eind (kijk ook maar eens bij KLM).

Behandelingsproces van een container

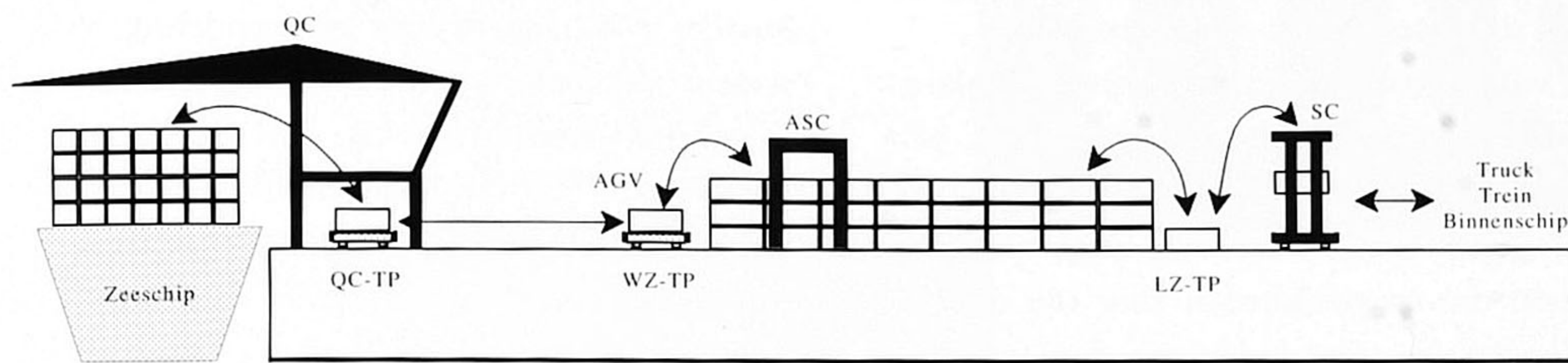
Het unieke van ECT is voorts dat zij voor de meest recente terminals gekozen heeft voor een geautomatiseerde op- en overslag van containers. Men kan zich dit proces als volgt indenken. Een groot containerschip meert af in een haven, zeg de Amazonehaven op de Maasvlakte. Grote bemande kadekranen (QC's) hijsen de containers uit het schip en

laden ze op een transferpunt (QC-TP) op Automatisch Geleide Voertuigen (AGV's) die ze vervolgens naar een Automatische Stacking Kraan (ASC) brengen. Deze brengt ze naar een opslagplaats in de stack.

Wanneer de tijd is aangebroken voor vervoltransport van de container, hetzij per weg, spoor, binnenvaart of short-sea ship vindt dit proces in omgekeerde richting weer plaats, waarbij straddle carriers (SC's, een voertuig dat containers kan opheffen), multi-trailer systems (een trekker met een vijftal containertrailers) en portaalkranen samenwerken om de container op de juiste plek te brengen. Hoewel containers verregaand gestandaardiseerd zijn, is het laden en lossen een secuur werk, waarvoor de mens op dit moment onmisbaar is op de kadekraan. Het opslaan in de stack en het vervoeren van de container op de terminal kan daarentegen wel automatisch gebeuren. De ontwikkeling van de benodigde techniek bij ECT heeft vele jaren gekost. Ook in andere havens, zoals Singapore, wordt gewerkt aan verdergaande vormen van mechanisering en automatisering, maar geen van de havens heeft het niveau van ECT al bereikt.

Hoe wordt het proces aangestuurd?

Bij het gehele laad-, los- en opslag proces moeten voortdurend beslissingen genomen worden, zoals: hoe worden de havenkranen ingezet (welke ruimen worden achtereenvolgens door welke kranen behandeld), waar moet elke geloste container in de stack geplaatst worden en in welke volgorde moeten weer andere containers in het schip geladen worden? Een efficiënte terminal weet deze beslissingen goed te nemen. Het spreekt vanzelf dat zo'n veelheid aan beslissingen alleen met behulp van computers genomen kan worden. De uiteindelijke sturing van de AGV's en ASC's wordt zelfs volledig door computers gedaan, terwijl de straddle carrier



figuur 1. Schematische weergave containeroverslag-proces (bron: R vd Meer et al)

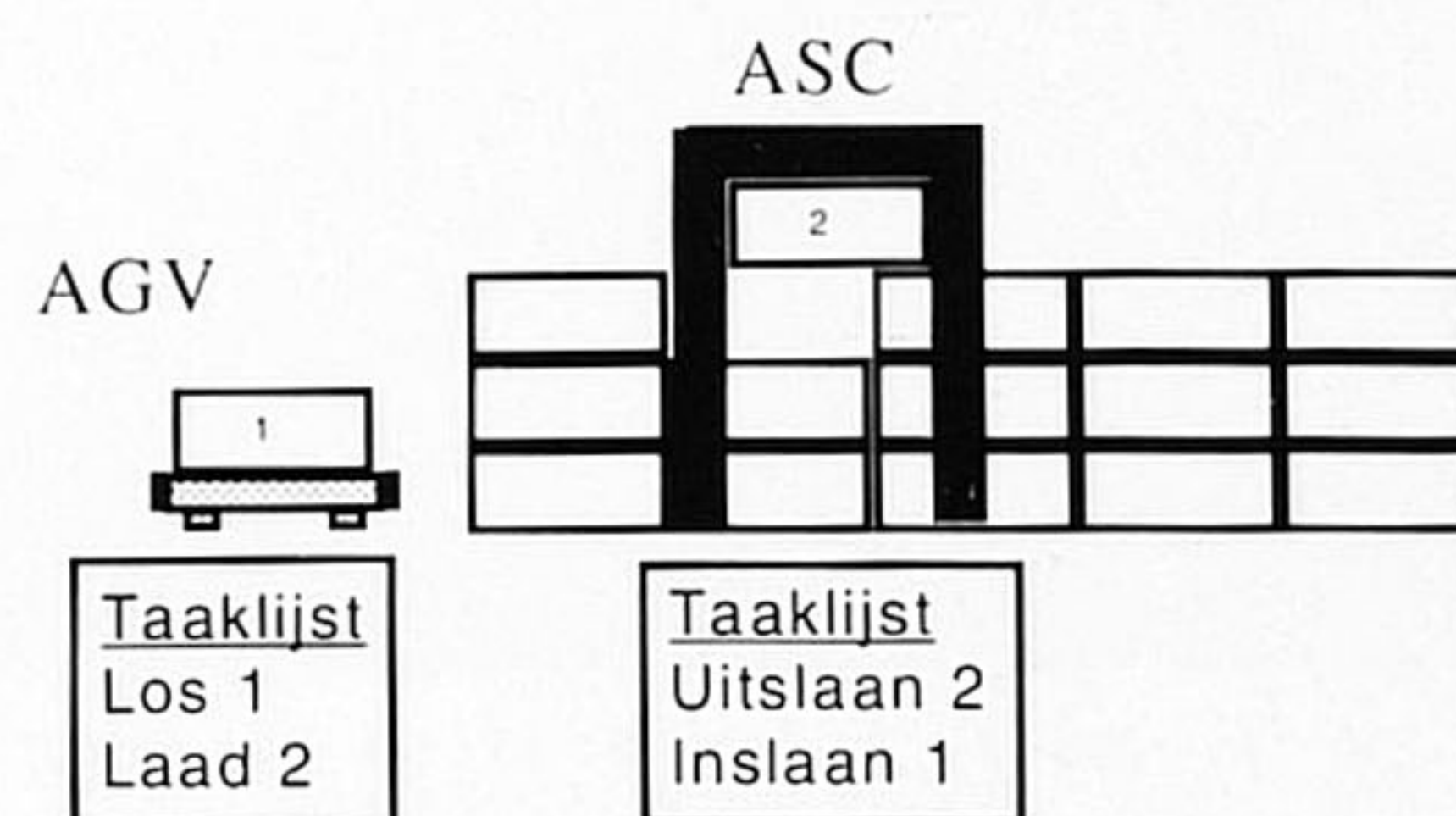
chauffeurs en kraanmachinisten continu door computers van adviezen worden voorzien. Hoewel het hiervoor geschetste overslagproces al vrij ideaal lijkt, valt er nog een hoop te verbeteren in de praktijk. Er is een voortdurende druk om de kosten verder te verlagen. Rederijen, zoals Maersk, springen hierop in door steeds grotere containerschepen te bouwen. De Regina Maersk, die deze zomer Rotterdam voor het eerst aandeed, kan zo'n 7000 TEU (twenty-foot equivalent) aan containers vervoeren. Voorspellingen voor de scheepsgrootte zijn er tot een omvang van zo'n 15.000 TEU (omdat dan een wezenlijke andere aandrijving nodig is). Een groter schip betekent wel goedkoper varen, maar het zou inefficiënt zijn als zo'n schip lang in een haven moet liggen. Vandaar is er een voortdurende druk van rederijen om de overslag techniek te verbeteren. Van de transportkosten van een container vanuit China naar zeg het Ruhrgebied gaat immers een vrij groot deel in de handling zitten. De Rotterdamse haven zit dan ook in een concurrentiepositie met Antwerpen en Hamburg. Efficiënte handling op een terminal is dus essentieel, net als in de luchtvaartwereld.

Het Centrum voor Transport Technologie (CTT) is nauw betrokken bij onderzoek met betrekking tot nieuwe op- en overslag technologie. In samenwerking met een consortium van bedrijven is, gesteund door overheidsgelden, door haar een onderzoeksproject opgestart naar een nieuwe generatie geautomatiseerde container terminals. Eén waarmee Rotterdam nog tot ruim in de 21e eeuw de toon kan aangeven, alswel ook één die naar het buitenland, i.h.b. het verre oosten verkocht kan worden. Het onderzoeksproject heeft de naam FAMAS gekregen, van First-All-Modes-All-Sizes, omdat het alle modaliteiten betreft van alle afmetingen. Het behandelen van het zeer grote containerschip staat echter centraal in het onderzoek. Naast bedrijven als ECT, Siemens, Nelcon (kranen), Frog Navigation Systems en Cap Gemini participeert ook de onderzoeksschool TRAIL. Deze school is een samenwerking van de TU Delft en de Erasmus Universiteit op het gebied van transport, infrastructuur en logistiek. Binnen FAMAS zijn diverse deelprojecten geformuleerd, waarvan Newcon er een is. Newcon heeft als doel om een (generiek) besturingssysteem te ontwikkelen. Binnen de EUR wordt er door de sectie Besliskunde van Econometrie aan gewerkt. Prof. Dekker is projectleider, gesteund door drs. P. Meersmans en P. Voogd, terwijl bij Bedrijfskunde prof. de Koster, drs. I. Vis en ing. A. Klop er aan werken. Daarnaast wordt er door de

sectie Transporttechnologie van de faculteit der Ontwerp, Productie en Constructie in Delft aan gewerkt.

Twee problemen staan centraal voor de Rotterdammers, namelijk real-time planning en scheduling enerzijds en efficiënt stacking anderzijds. Real-time planning en scheduling behelst het bepalen van de volgorde en momenten van uitvoering van opdrachten voor de handling equipment in een dynamische omgeving. Het laatste houdt in dat gegevens, zoals uitvoeringsduren niet precies van te voren bekend zijn, maar pas bij realisatie. In de wetenschappelijke literatuur is al wel een hoop bekend over planning en scheduling in een statische omgeving, maar nog vrij weinig voor een stochastisch/dynamische setting. Een ander probleem is dat de planning van de voertuigen (AGV's) afgestemd moet worden op die van de kranen (ASC's) en omgekeerd, omdat anders deadlocks kunnen ontstaan. In een deadlock situatie staat equipment stil doordat het ene equipment een handeling niet kan afronden voordat het andere equipment een handeling heeft voltooid en omgekeerd. Figuur 2 illustreert een mogelijke deadlock. Terwijl de beladen AGV zijn container (container nummer 1) wil lossen bij de ASC en daarna bij de stack wacht om geladen te worden voor container 2, wil de met container 2 beladen ASC de container eerst uitslaan en dan container 1 van de AGV inslaan. Het probleem is niet dat de taken voor het containervervoer aan dat specifieke voertuig is toegewezen of dat de voertuigen aan elkaar zijn toegewezen, maar dat de taaklijsten onafhankelijk zijn gemaakt.

Zonder toelaatbaarheidstoets op de taaklijsten is een deadlock niet uit te sluiten. Een compleet geïntegreerd geheel, inclusief de taken van de kadekranen, landzijdige modaliteiten enz. kan het voorkomen van deadlocks beter vermijden. Echter, zulke procedures zijn enorm complex, zelfs als simpele besturingsregels worden aangehouden. Als er met complexere besturing wordt gewerkt om het containertransport nog efficiënter af te handelen, wordt het geheel



figuur 2. Voorbeeld van een deadlock situatie (bron: R vd Meer et al.)

wellicht onoverzichtelijk en wordt het misschien zelfs onmogelijk om fouten terug te vinden of te herstellen.

Deadlocks hebben we uitgebreid ervaren in onze simulatieprogramma's. Momenteel worden deadlocks bij ECT vermeden door maar één opdracht vooruit te plannen en alleen dan als het vrijwel zeker is dat deze ook uitgevoerd kan worden. Dit betekent dat mogelijkheden voor een dubbelspel, het brengen en daarna weer halen van containers bij dezelfde ASC, onbenut worden gelaten. Ook wordt er door de ASC's nauwelijks vooruitgewerkt: pas als de AGV bijna bij de ASC laan is om een container op te halen begint deze de container op te zoeken. Kortom, deadlocks worden in de praktijk vermeden door allerlei restricties in te bouwen die de effectieve capaciteit behoorlijk verminderen.

Stacking is het tweede probleem dat bestudeerd wordt. In de praktijk worden containers bovenop elkaar gestapeld, waarbij een container steeds van boven opgepakt wordt. Een probleem ontstaat echter als er containers staan op diegene die nodig is. In dat geval moet men de bovenste containers verplaatsen (dit wordt verkassen genoemd). Dit kost tijd en wordt als onwenselijk ervaren. De kans op verkassen neemt sterk toe met de hoogte van stapeling. Bij de eerste geautomatiseerde stack (de Delta Sealand terminal uit 1992) werd er maar twee hoog gestapeld. Nu wordt al drie hoog gestapeld in de recent geopende Delta Dedicated East terminal en de uitdaging voor de nieuwe terminal is om vier of hoger te stapelen. Het stacking probleem heeft een belangrijk informatiecomponent: immers als men precies weet wanneer welke containers nodig zijn, dan kan men verkassers vermijden. In de praktijk wijzigt zich de informatie over een container soms of is de informatie nog niet precies bekend bij het moment van inslag (zoals de ladingsvolgorde). Vandaar moet men zich baseren op wat ruwere informatie, zoals het gewicht van een container en het schip dat hem mee neemt (men stapelt zware containers het liefst onderin een boot vanwege de stabiliteit). Een hoogbouw magazijn zou de mooiste oplossing zijn voor het stacking, maar is technisch gecompliceerd en buitengewoon kapitaalintensief.

Een nieuwe mogelijkheid in een geautomatiseerde stack is het zogenaamde herpositioneren. Momenteel gebeurt dat nauwelijks, waarschijnlijk als erfenis uit het verleden, omdat in bemande stacks elke containerhandeling geld kost.

Een geautomatiseerd systeem heeft weliswaar hoge kapitaalkosten, maar lage kosten per handeling. Als er tijden zijn waarop de stacking kranen weinig te doen hebben kunnen ze gebruikt worden om een deel van de containers beter te positioneren en verkassingen al reeds uit te voeren. Een andere te onderzoeken optie is om beter gebruik maken van de beschikbare informatie voor het bepalen van de plek waar containers moeten komen te staan.

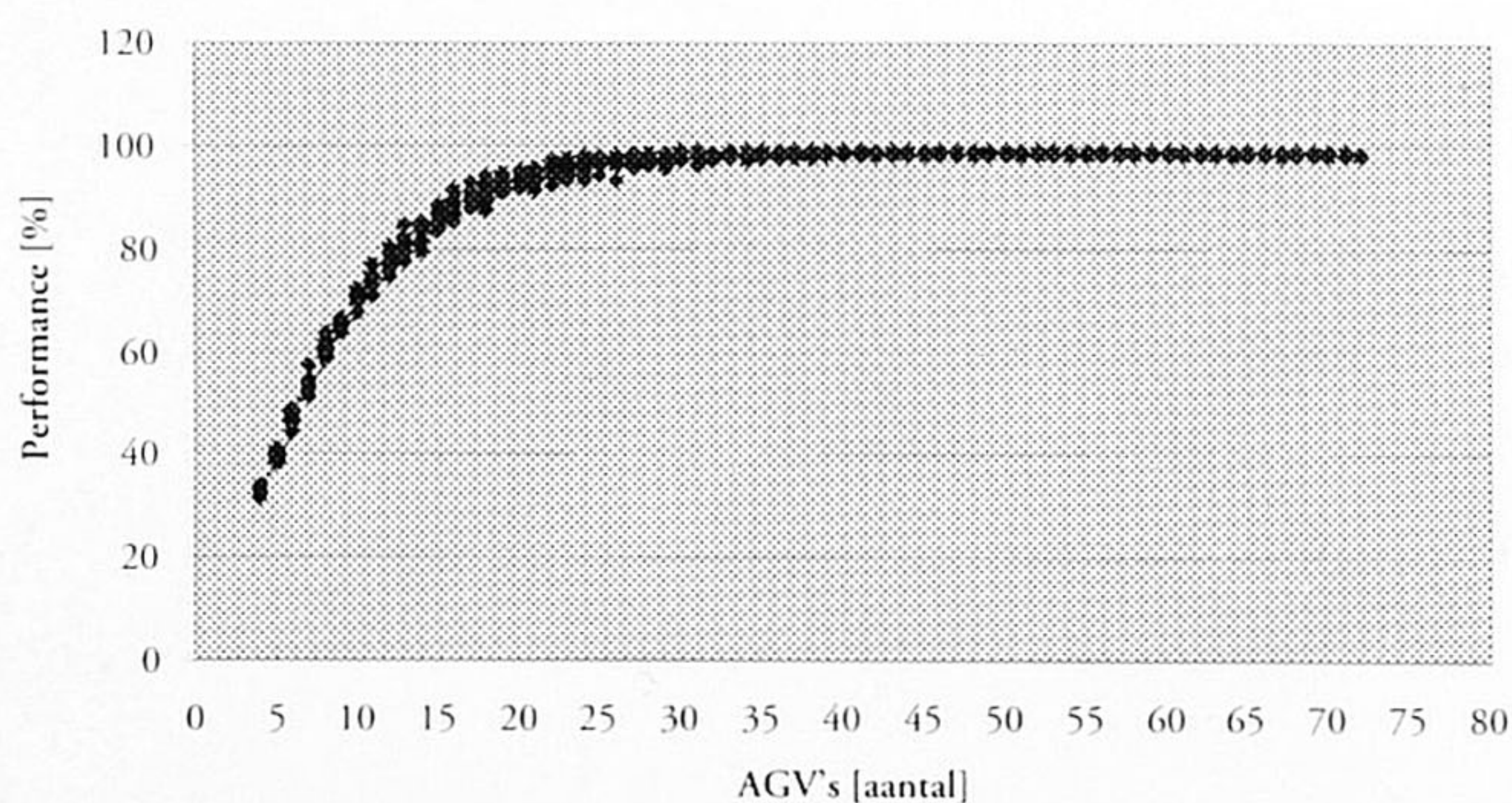
Het Newcon-project pakt deze problemen op de volgende wijze aan. Er wordt een aantal simulatieprogramma's ontwikkeld die de actuele praktijk met een redelijke nauwkeurigheid nabootsen. Binnen deze programma's worden dan allerlei geavanceerde algoritmes uitgeprobeerd in een veelheid van scenario's. Daarna worden er allerlei parameters gevarieerd om tot algemene uitspraken te komen.

Een voorbeeld van de resultaten wordt in figuur 3 gegeven. Hier wordt het aantal AGV's gevarieerd om te zien hoe dat de relatieve QC performance beïnvloedt. De performance is hier gedefinieerd als de tijd dat de QC werkt als percentage van de tijd dat deze werkt plus wacht op een AGV. Als er te weinig AGV's zijn dan moet de QC vaak wachten en heeft een lage performance. Elk blokje geeft de uitkomst van een simulatie run weer; soms zijn er meerdere runs uitgevoerd, waarbij de uitkomsten wat verschillen omdat er andere opdrachten gegenereerd worden. In het begin van de figuur stijgt de performance sterk om vervolgens een plafond te bereiken, hetgeen net iets lager ligt dan 100%. Hier ziet men dat dan andere bottlenecks naar voren komen, bijvoorbeeld gebrek aan ASC-capaciteit. Dit maakt het ontwerp van terminal ook zo moeilijk: als er niet een goede afstemming is tussen de capaciteit van de diverse equipment, dan kan het heel makkelijk dat een initieel goedkoop onderdeel later de beslissende bottleneck wordt. Ook is meer van het goede niet beter. Teveel AGV's heeft als gevolg dat er verkeersproblemen (en dus files) ontstaan op het kadeterrein. Daardoor arriveren de AGV's te laat bij hun opdrachten, waardoor de uiteindelijke doorzet lager kan uitvallen dan oorspronkelijk gepland. Dit probleem wordt echter door de Delftse onderzoekers aangepakt.

Referenties

H.P. Celen, R.J.W. Slegtenhorst, R.Th. van der Ham, A. Nagel, J. van den Berg, R. de Vos Burchart, J.J.M. Evers, D.G. Lindeijer, R. Dekker, P.J.M. Meersmans, M.B.M. de Koster, R. van der Meer, A.F.C. Carlebur and E.J.A.M. Nooijen, "FAMAS - NewCon: Fase 1 uitgangspunten, Fase 2: Architectuur integrerend informatiesysteem, CTT publicatiereeks 32, ISBN 90-76091-36-6.

R. van der Meer, R. de Koster, P. Meersmans en R. Dekker, "FAMAS/Newcon", bijdrage aan het SIM boek, te verschijnen bij Eburon, Delft.



figuur 3. QC performance als functie van het aantal aanwezige AGV's