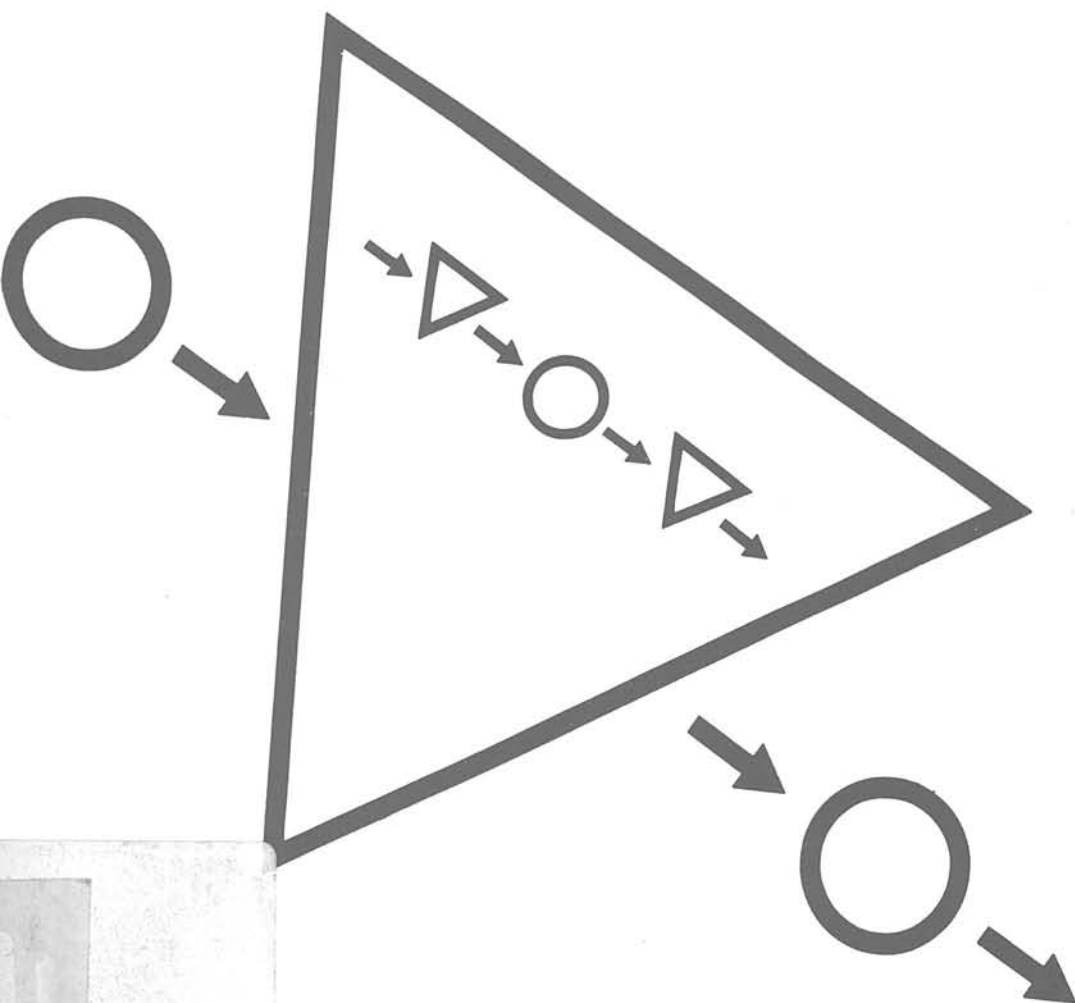


Logistiek & Automatisering in de Transporttechniek

Transportkunde Symposium
15 december 1988





793054

Logistiek & Automatisering
in de Transporttechniek

Bibliotheek TU Delft



C 0003813800

2413
200
1



Logistiek & Automatisering in de Transporttechniek

Bijdragen lustrumsymposium

bijeengebracht door
Prof. ir. C. Spaans

ter gelegenheid van

35 jaar
Dispuut Transportkunde
Technische Universiteit Delft

30 jaar
Laboratorium voor Transporttechniek
Technische Universiteit Delft

15 jaar
Afdeling Transportkunde
Koninklijk Instituut van Ingenieurs

December 1988

Delft University Press

Uitgegeven en gedistribueerd door:

Delftse Universitaire Pers
Stevinweg 1
2628 CN Delft
Tel. (015) 78 32 54

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK DEN HAAG

ISBN 90-6275-513-5

Copyright © 1988 by the authors.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means, without permission from Delft University Press.

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING.....	1
Prof.Ir. C. Spaans Hoogleraar vakgroep Transporttechnologie Technische Universiteit Delft	
SIMULATIE ALS HULPMIDDEL BIJ ONTWERP EN BEHEERSING VAN.....	9
TRANSPORTSYSTEMEN. Dr.Ir. J.A. Ottjes Universitair hoofddocent vakgroep Transporttechnologie Technische Universiteit Delft	
ONTWIKKELING VAN EEN SIMULATIEPAKKET TER ONDERSTEUNING VAN HET MAGAZIJNONTWERP.....	23
Ir. J.J.M. Peyster A.I.O. vakgroep Transporttechnologie Technische Universiteit Delft en Ir. M. den Heijer A.I.O. vakgroep Transporttechnologie Technische Universiteit Delft	
LOGISTIEK ALS SCHAKEL TUSSEN PRODUCTIE EN MARKT.....	39
Ir. J.G. Vogtländer Hoofd afdeling Logistiek en Fabricagetechniek Ingenieursbureau Tebodin Den Haag	
AUTOMATISERING IN BULKTERMINALS.....	51
Ing. J. van Ladesteijn Manager Conculancy Department divisie Energie & Milieu ESTS IJmuiden	
DE ROL VAN SIMULATIES BIJ HET ONTWERP VAN DE ECT/SEALAND DELTA... TERMINAL	69
Ir. R.Th. van der Ham Manager Operations Research ECT Rotterdam	
FUNCTIONEEL GEBRUIK VAN VERSCHILLENDE ORDER-PICKING SYSTEMEN....	81
C.R. van Prooyen Manager Distributiecentrum Breda AKZO Sikkens	
NAWOORD KIVI.....	87
Ir. L.J. Sneep Voorzitter Transportkunde KIVl	
NAWOORD DISPUUT.....	89
W. de Bont Voorzitter Dispuut Transportkunde T.U.Delft	

SAMENVATTING

Deelprocessen van een industriële activiteit als winning, productie, transport en distributie zullen in de naaste toekomst als gelijkwaardige partners binnen één meer of minder geautomatiseerd, geïntegreerd systeem functioneren. Die ontwikkeling is nu reeds onmiskenbaar aanwezig.

De logistiek maakt een dergelijk systeem beheersbaar. Automatisering van het gehele systeem, of separate delen ervan, noopt tot communicatie tussen de subsystemen. Een informatiestroom begeleidt de goederenstroom.

Computersimulatie is een hulpmiddel bij het ontwerpen van systemen en optimalisatie van automatiseringsprocessen.

In dit symposium wordt aandacht besteed aan het logistieke- en automatiseringsaspect van magazijnen en terminals, plaatsen waar vervoersmodaliteiten en goederenstromen elkaar ontmoeten en goederen worden overgeslagen, opgeslagen en gedistribueerd. Zowel bij de operationele fase als in de ontwerpfase van de werktuigen en van het al of niet geautomatiseerde systeem speelt simulatie een steeds belangrijker rol.

Distributiemagazijnen, distributiecentra, bulkterminals en container terminals worden behandeld.

Inleiding

Prof.Ir. C. Spaans



Prof.Ir. C. Spaans, geboren in 1926, is sinds 1980 hoogleraar in de Transporttechniek. Nu prof.ir. G.C. Meeuse met emeritaat is, is hij tevens verantwoordelijk voor de opleiding in de Technische Logistiek.

INLEIDING

prof.ir. C. Spaans

Het Transport geniet veler belangstelling, terecht en soms onterecht. Universiteiten, hogere beroepsopleidingen en onderwijsinstituten beijveren zich - terecht - met het verzorgen van cursussen over "vervoer en transport", "vervoer en logistiek", "informatica en vervoer" en dergelijke goed in de markt liggende onderwerpen en - onterecht - soms met het doel de te grote onderwijs capaciteit te benutten.

Vanwaar die grote belangstelling? Waarom doet transport het zo goed? De ontwikkelingen in het transport liepen in het verleden nogal eens achter ten opzichte van die in de industrie, terwijl nu de technische en logistieke ontwikkelingen synchroon lopen en veelal spectaculair zijn.

Prof. ir G.C.Meeuse poneerde jaren geleden reeds de stelling dat transport niet enkel dienstverlening is aan de overige industriële activiteiten, maar dat transport gelijkwaardig is aan de productie en winning en verwerking van grondstoffen en dat de transportkundige zich niet passief-dienstverlenend maar actief anticiperend met de andere partners uit de transportketen moet verstaan. Heden constateren we dat de ontwikkelingen in het transport synchroon lopen met die in de industrie en dat winning, productie, transport en distributie gelijkwaardige partners zijn binnen één geïntegreerd systeem met als enig doel het leveren - op economisch verantwoorde wijze - van goederen, d.w.z. die producten op de markt aanbieden, die op een zeker moment en op een bepaalde plaats in trek zijn.

Spraken wij in het verleden van een transportketen bestaande uit aaneengeschakelde transportwerktuigen met ieder een eigen functie, het is nu relevant te spreken van systemen voor "productie, transport en distributie".

In het Delftse spraakgebruik duidt **systeem** op een verzameling elementen die onderling en met de buitenwereld relaties hebben en waarbij niet de sub-optimalisatie, maar de besturing en de optimalisatie van het gehele systeem centraal staan. In het systeem zijn subsystemen te onderkennen zoals productiebedrijven, transportwerktuigen en transportactiviteiten. Het bijzondere van de **technische logistiek** is dat het zowel een subsysteem als een aspectstelsel betreft.

Transport van energie, materie en informatie is een fysisch gebeuren zonder welke het leven van mensen, dieren en planten niet mogelijk is. Transport was er sinds menscheit, transport zal er altijd zijn, tenzij...!

Het technische transport waarbij de verplaatsingsenergie niet door mens en dier geleverd wordt, is van de laatste tientallen jaren. De elektronische informatieoverdracht is in opkomst. De ontwikkelingen in het Transport zullen dan ook gaan in de richting van een integrale benadering van productie, transport en informatie. De transportindustrie en de gebruikers zullen, naar ik hoop in samenwerking met onderzoekteams van de Technische Universiteiten, technische innovaties realiseren. Economische, juridische en beleidskundige disciplines spelen daarin geen rol.

Het is dan ook geen wonder dat het thema van dit symposium gaat over "Automatisering en magazijnen". Een subsysteem, belicht vanuit een aantal gezichtspunten.

Het **Dispuut Transportkunde** viert haar zevende lustrum. De gemiddelde leeftijd van haar leden schat ik op 22 jaar en de gemiddelde duur van het lidmaatschap is 1,8 jaar. Dat een zo frequente rotatie van leden geen bedreiging is voor het voortbestaan van het dispuut is een compliment voor de achtereenvolgende studentengeneraties en ook wel voor het milieu waarin het dispuut functioneert.

Het **Laboratorium voor Transporttechniek** was de naam van een hal waarin onderzoek werd gepleegd en waarin studenten mochten vertoeven en meewerken aan dat onderzoek. Bedoeld was met die naam een

groep onderzoekers aan te duiden, belast met het geven van onderwijs en het doen van onderzoek op het gebied van de transporttechniek. Dat onderwijs en onderzoek kreeg dertig jaar geleden kennelijk een zo krachtige impuls dat vijfjaarlijks dat feit met een lustrumfeest wordt herdacht.

Het laboratorium is vijf jaar jonger dan het dispuut. Velen die destijds participeerden in die nieuwe start zijn nu nog aanwezig. Helaas is het zo dat de overheid een beleid voert dat tot gevolg heeft dat de gemiddelde leeftijd van de vaste staf ieder jaar met bijna een jaar stijgt. De natuurlijke afvloeiing wordt veelal bepaald door de pensioengerechtigde leeftijd, soms treden leden van de universitaire gemeenschap vervroegd uit. Aanwas van jongere leden is nagenoeg uitgesloten.

De **Afdeling Transportkunde** van het KIVI verkeert in goede doen. De instroom van afgestudeerde ingenieurs is groter dan de natuurlijke afvloeiing. Het vergrijzingsproces is nog niet begonnen.

Tot besluit enige informatie over het onderwijs en onderzoek aan de Technische Universiteit Delft.

Bij het vorige lustrum spraken we nog van de Technische Hogeschool en van wetenschappelijke medewerkers. Nu spreken we van een Technische Universiteit en van docenten. Vijf jaar geleden dachten we dat de overheid de gemeenschap een **twee fasen structuur** in het universitaire onderwijs had toegezegd. Nu weten we dat de overheid bedoelde een vierjarige opleiding met, naar het zich laat aanzien, gedurende maximaal zes jaar een studietoelage en de mogelijkheid voor welgestelde studenten om onbeperkt te studeren. Geen ingangselectie, wel de druk van de overheid voor een ongehoord hoog slaagpercentage. Voor enkele getalenteerde studenten is een vervolgopleiding, voor twee of vier jaar, weggelegd als **assistent in opleiding**.

Bij het verlaten van de Universitaire gemeenschap in 1986 schonk Professor Meeuse aan het dispuut Transportkunde, dus aan de studentengemeenschap, twee personal computers. Een duidelijke hint om het gebruik van de PC bij het universitaire onderwijs ingang te doen vinden.

Ter gelegenheid van het emeritaat van professor Prins in 1988 schonk het bedrijfsleven aan de vakgroep Transporttechnologie een display met portable PC voor projectiedoeleinden ten dienste van het onderwijs. Een hint aan de wetenschappelijke staf meer gebruik te maken van de computer bij het onderwijs?

Ondanks de krappe financiële middelen zijn er de laatste jaren enkele belangrijke investeringen gedaan. De faculteit heeft de vakgroep vier krachtige minicomputers ter beschikking gesteld en de vakgroep heeft uit eigen middelen, de derde geldstroom, drie extra werkstations aangeschaft. Daarnaast beschikken de secties transporttechniek en logistiek over een twintigtal personal computers met software op het gebied van simulatie, eindige elementen, compilers en CAD. Alle studenten maken tenminste één ontwerp op de computer. De aversie van een deel van de studenten tegen de tekenplank heeft nu plaats gemaakt voor de uitdaging en het plezier dat de computer levert.

De hal voor het laboratorium voor Transporttechniek heeft inmiddels plaats gemaakt voor het laboratorium voor Grondverzet en Bulktransport. In aanbouw is een circuit voor het transport van stortgoed, bestaande uit een aantal bandtransporteurs en een zelfgravende elevator. Eén van de transporteurs is een telescoperende glijband, de tweede is een door rollen ondersteunde bandtransporteur en de derde een glijbandtransporteur. Het circuit zal geheel met een PLC worden bestuurd, zodat volledig geautomatiseerde transportsystemen kunnen worden nagebootst, met een schaal één op één als het het lossen van een binnenschip zou betreffen.

Het experimentele wetenschappelijke onderzoek aan staalkabels, waarin de referentie machine - de Refma - een centrale plaats inneemt is nu gevestigd in de hal van het laboratorium voor Voertuigtechniek.

Het gebouw van de lifttoren is uiterlijk onveranderd gebleven. De installatie is gemoderniseerd, het onderzoek geïntensiveerd.

Het is niet moeilijk te voorspellen dat bij het volgende lustrum geen leden van de wetenschappelijke staf in dienst van de TUD zullen zijn die, vijfendertig jaar geleden, reeds bij de Technische Hogeschool, in dienst waren . Bij het volgende lustrum zal óf geen, óf een grotendeels vernieuwde en sterk verjongde wetenschappelijke staf de secties transporttechniek en technische logistiek bevolken. Het aantal hoofdvakstudenten per hoogleraar zal groter zijn dan in het recente verleden gebruikelijk was. Dat aantal ligt nu reeds een factor vier hoger. Het aantal medewerkers per hoogleraar zal drastisch worden beperkt, zeker die van het ondersteunend personeel. Het ware wenselijk dat dan de omvang van het personeelsbestand van het Ministerie van Onderwijs geringer zal zijn dan de huidige en dat evenredig daarmee de omvang en het aantal van de vele onzinnige maatregelen en de onbegrijpelijke voorschriftenstroom zal zijn gereduceerd.

Mogelijk is er dan meer tijd en ruimte voor onderzoek en onderwijs op universitair niveau.

Naar wij hopen zijn bij het volgende lustrum de hoogleraren Technische Logistiek en Transporttechniek ruim vier jaren in dienst van de Faculteit, en zullen zij mede omringd zijn en ondersteund worden door een groep jonge enthousiaste wetenschappelijke assistenten.

De infrastructuur is vernieuwd en de plannen van de Faculteit der Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek duiden op een goede wil. De drie participanten van dit lustrum rekenen op een gunstig klimaat tijdens hun tocht naar het volgende lustrum. Halve wind en een stevige bries zou daarbij welkom zijn!

De lustrumfeestcommissie kent vele leden. Een bijzonder grote inzet bij de voorbereiding en de organisatie van het lustrumfeest en bijdrage aan het lustrumboek hebben gehad de heren ir. M. den Heijer, ir. J.J.M. Peyster en ir. T.R. Stein. Wij zijn hen er zeer erkentelijk voor!



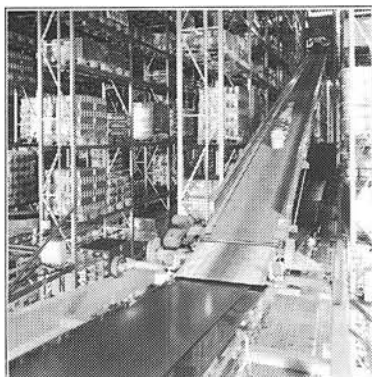
GEM Europoort Terminals I en II

**Het Europese distributiecentrum
voor granen, oliezaden en vee-
voedergrondstoffen**

GRAAN ELEVATOR MAATSCHAPPIJ (G.E.M.) B.V.

gem
ROTTERDAM

Ieder produkt stelt specifieke eisen aan een efficiënt logistiek systeem



Een logistiek systeem is altijd gebaseerd op maatwerk en efficiëncy. Daarom is hoogwaardige kennis en brede ervaring noodzakelijk. Teseamen met innovatie en kwaliteit vormt die ervaring een sterk punt bij Rapistan Lande.

Vanuit een uitvoerige dialoog worden systemen ontworpen voor integrale logistiek, compleet met management informatie en geavanceerde sorteertechniek. Met deskundige systeemanalisten, CAD ontwerpsystemen en uitgekende simulaties wordt zowel in ontwerp-stadium als bij produktie en realisatie niets aan het toeval overgelaten.

Rapistan Lande
een brede basis voor logistiek



Rapistan Lande

Rapistan van der Lande B.V.
Postbus 18
5460 AA Veghel
Tel. 04130 - 85515, Fax 04130 - 62910, Telex 74750

Met eigen vestigingen in België - Duitsland - Frankrijk - Groot Brittannië en Hong Kong.

Simulatie als hulpmiddel bij ontwerp en beheersing van transportsystemen

Dr.Ir. J.A. Ottjes



Dr.ir. J.A. Ottjes behaalde in 1970 het diploma Natuurkundig ingenieur aan de TH Delft en is sinds 1973 als wetenschappelijk medewerker verbonden aan de vakgroep Transporttechnologie van de TU Delft. Naast een promotieonderzoek op het gebied van pneumatisch transport van korrelvormig materiaal heeft hij zich hoofdzakelijk beziggehouden met onderzoek op het gebied van modelbouw en simulatie van transport- en productiesystemen en de begeleiding van afstudeerprojecten. In de periode 1983- 1986 was hij op dit terrein deeltijds als consultant verbonden aan het adviesbureau Siereberg & de Gans b.v. Vanaf 1986 is hij als universitair hoofddocent full time aan de TU Delft verbonden.

Simulatie als hulpmiddel bij ontwerp en beheersing van Transportsystemen.

1. Inleiding

Sinds jaar en dag worden wiskundige hulpmiddelen gebruikt voor het analyseren en optimaliseren van transport- en productieprocessen. Een vakgebied dat zich daarmee bezighoudt wordt Operations Research (OR) genoemd. Simulatie heeft altijd enigszins als buitenbeentje aan de OR gehangen. Het was een handig hulpmiddel om wachttijdproblemen mee op te lossen en om wachttijdtheoretische formules te evalueren. In de literatuur werd simulatie wel afgeschilderd als een soort laatste redmiddel: "When all else fails..." (Wagner, Principles of Operations research). En "all else" betekende in dit verband dan alle andere OR-technieken.

In het laatste decennium is simulatie echter dit wat stiefmoederlijk imago ontgroeid. Het blijkt een uitstekend hulpmiddel te zijn bij het analyseren van transport- en productiesystemen. Dit groeiproces was enerzijds het gevolg van toenemende behoefte aan flexibele gereedschappen voor het ontwerp van dergelijke systemen en anderzijds het gevolg van het beschikbaar komen van geavanceerde simulatietalen en -pakketten, eerst op main frame computers en later op PC's.

Op het terrein van de logistieke besturing van transport- en productiesystemen vindt momenteel een duidelijke verandering plaats. Tot dusver werden de diverse schakels in goederenstroomketens ontkoppeld door voorraden of buffers en stond het ontwerp van de schakel centraal. Door een aantal oorzaken, onder meer het streven naar grotere flexibiliteit in productie en distributie, worden lage voorraden noodzakelijk en ontstaat er behoefte aan automatisering op allerlei nivo's. Daardoor wordt de dynamische afstemming van schakels steeds actueler en de noodzaak van een integrale goederenstroombesturing steeds groter. Er is daarom behoefte aan methoden en hulpmiddelen voor het ontwerpen en beheersen van dergelijke grootschalige en complexe systemen. In analogie met bijvoorbeeld spanningsberekeningen aan mechanische constructies kunnen we stellen dat er behoefte is aan middelen om het dynamisch gedrag van een logistiek systeem te bepalen. Voor complexe mechanische constructies zijn eindige elementen modellen belangrijke hulpmiddelen. Voor logistieke systemen kan die rol, in ieder geval voor een deel, worden vervuld door simulatiemodellen.

In beide gevallen is de modelvorming van groot belang. In het geval van de eindige elementenmethode wordt de constructie verdeeld in elementen, waarvan de eigenschappen bekend zijn. Door simultaan de bewegingsvergelijkingen van alle elementen op te lossen wordt het dynamische gedrag van de gehele constructie bepaald.

Een modelbouwmethode die hier een zekere analogie mee vertoont en zeer geschikt is voor het modelleren van logistieke systemen is de proces-interactie- of de procesbeschrijvingsmethode.

2. Modelbouw en simulatie.

Doorgaans zullen bij een (simulatie)project mensen van verschillende disciplines betrokken zijn, bijvoorbeeld ontwerpers en/of gebruikers van het te onderzoeken systeem en modelbouwers.

Er zijn dan twee zaken van belang: Deskundigheid m.b.t. het te onderzoeken systeem en modelbouwkennis. In feite is het eerste het belangrijkste. Zonder diepgaande kennis van het systeem is het maken van een goed model onmogelijk.

Een simulatieproject dient dan ook te beginnen met een grondige systeemanalyse. Het resultaat daarvan kan worden opgevat als een eerste "verbaal" model van het systeem. Ideaal zou het zijn als alle betrokkenen in dit verband dezelfde "modeltaal" zouden spreken. Belangrijk is verder de formulering van het doel van het projekt. Het met de modelvorming beoogde doel zal meestal in algemene zin wel bekend zijn. (optimale magazijnindeling, bepalen beste orderpick-strategie, behalen zo hoog mogelijk rendement, verkorting doorlooptijden,...). Toch is het zeer gewenst het doel van de modelbouwexercitie in een vroeg stadium zo expliciet mogelijk vast te stellen en in meetbare grootheden te vertalen.

In het volgende zal kort een modelbouwmethode worden belicht die wel bekend staat als de procesbeschrijvingsmethode of de proces-interactiemethode.

2.1. Een modelbouwmethode

Een zeer algemene manier om van een systeem een model te maken is de volgende:

- Verdeel het systeem in logische stukjes, stukjes die een eigen taak of identiteit hebben. We noemen die stukjes componenten. (In de literatuur ook wel elementen of items genoemd, lit.1)
- Bepaal de karakteristieke eigenschappen of kenmerken van de componenten. We zullen die eigenschappen in het vervolg attributen noemen.

De verzameling componenten geeft de inhoud van het systeem weer. De waarde van de attributen bepaalt de toestand waarin een systeem op een zeker moment verkeert.

Een auto heeft als componenten onder meer een motor, remsysteem en een elektrisch systeem.

Een haven heeft als componenten schepen, terminals, loodsen, sleepboten, havenbureau, etc.

Een flessen-afvullijn in een brouwerij heeft als componenten machines, bufferbanen, flessen en voorraadtanks.

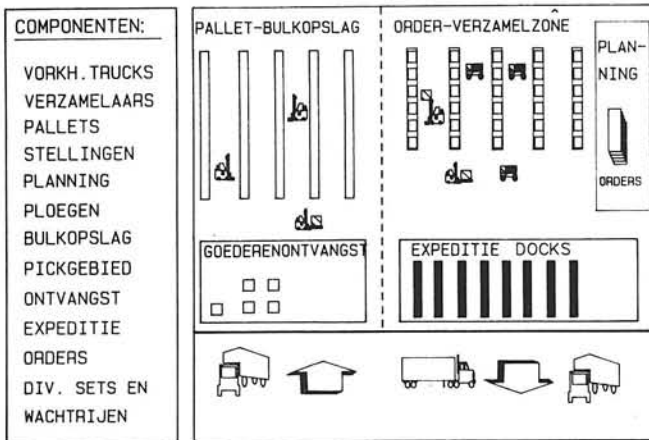
Elk van deze componenten kan op zijn beurt als subsysteem worden opgevat.

We spreken van verschillende aggregatienivo's.

Een motor bestaat uit een huis, krukas, zuigers, etc.

Een terminal in een haven is onder te verdelen in los- en laadkaden, werktuigen (kranen, vorheftrucks, bandtransporteurs stackers, reclaimers,...) opslagruimte en zeer belangrijk, een planbureau. Een bufferbaan in een bottelarij bestaat uit een band plus aandrijving, een besturingssysteem bestaande uit switches langs de baan en een PLC die op grond van de toestand van switches besturingsopdrachten geeft.

In figuur 1 is schematisch een distributiecentrum weergegeven met een aantal te onderscheiden componenten. Welke componenten daadwerkelijk in een model moeten worden meegenomen hangt af van het beoogde doel van het modelonderzoek.



Figuur 1. Distributiecentrum met mogelijke componenten.

Met het onderscheid van de componenten is impliciet al de streefomgrens bepaald. Belangrijk is echter om bewust onderscheid te maken tussen het te bestuderen systeem en de omgeving. De omgeving van een systeem is de rest van de wereld. De omgeving kan wel het systeem beïnvloeden, maar het systeem niet de omgeving.

Het verstandig kiezen van aggregatieniveau, het onderscheiden van componenten van het systeem en het onderkennen van systeemgrens is essentieel bij de modelbouw.

Processen en relaties

Met het onderkennen van de componenten in het systeem en hun attributen is het systeem statisch gedefinieerd. Weer in analogie met het beschrijven van een mechanische constructie kunnen we stellen dat we een tekening met een stuklijst hebben samengesteld. We weten echter nog niet of alle onderdelen, bijvoorbeeld bij dynamische belasting, sterk genoeg zijn of misschien overgedimensioneerd.

Gaat het bijvoorbeeld om een kraan dan wordt het dynamische gedrag van de kraan beschreven met behulp van een mathematisch model, bestaande uit een stelsel differentiaalvergelijkingen. Door deze vergelijkingen op te lossen wordt de werking van de kraan als functie van de tijd gesimuleerd. Als modelinvoer kan bijvoorbeeld een verwacht belastingspatroon worden aangeboden. Het resultaat is dan inzicht in het spanningsverloop op verschillende punten van de kraan. Hieruit kunnen dan weer conclusies getrokken worden m.b.t. eventuele vermoeiings- verschijnselen, die met dat belastingspatroon te verwachten zijn.

We hebben de kraan dynamisch doorgerekend.

Het transportsysteem, dat we m.b.v. componenten en attributen hebben gedefinieerd, willen we nu ook op zijn werking onderzoeken. Daartoe is het nodig de activiteiten van de diverse componenten als functie van de tijd te beschrijven en hun onderlinge relaties vast te leggen. Om te beginnen moet daarom eerst onderscheid gemaakt worden tussen componenten die actief een functie vervullen, die "iets doen" in het systeem en componenten die niet "een eigen leven" leiden. In het laatste geval fungeert de component slechts als drager van informatie (de waarde van z'n attributen).

We voegen daarom een derde stap toe in het modelbouwproces:

- Beschrijf de processen van de componenten, voorzover deze een actieve rol in het systeem vervullen. In deze procesbeschrijvingen komen de relaties tussen de verschillende componenten tot uitdrukking.

De analogie doortrekkend kunnen we zeggen dat de procesbeschrijvingen dezelfde rol vervullen als de bewegingsvergelijkingen in het kraanmodel.

Een schip is in het algemeen een "levende" of dynamische component. Zijn toestand verandert als functie van de tijd. Het verschijnt (uit de omgeving) op de rede, gaat eventueel voor anker, wacht op een loods, vaart de haven binnen, meert af aan de loskade, wacht tijdens lossen en laden en vaart weer weg. Een loskade daarentegen, voert niet zelf activiteiten uit. Wel bevat een component loskade informatie als lengte, toegestane diepgang, verwijzingen naar kranen en opslagfaciliteiten.

De reeks van activiteiten van een levende component kan worden vastgelegd in een activiteitenbeschrijving of een procesbeschrijving. Van iedere levende component in het systeem dient dus een procesbeschrijving te worden gemaakt.

Een proces kan enkelvoudig zijn, bijv. dat van een schip, maar ook repeterend: een havenkraan krijgt een schip in behandeling, lost, wacht op het volgende schip en begint dan weer van voren af aan met z'n proces. Een meer gecompliceerde vorm van een proces is die, waarbij de volgorde van door de component uit te voeren handelingen afhangt van de toestand van het systeem op elk moment, bijvoorbeeld dat van een terminal operator.

Een deel van de verbale procesbeschrijving van een orderverzamelaar in het distributiecentrum van figuur 1 kan bijvoorbeeld luiden:

Nieuwe lijst nemen:

- Neem nieuwe orderpicklijst van de picklijststapel.
- Neem een lege pallet.
- Doe voor iedere orderregel op de orderpicklijst steeds hetvolgende:
 - . Rijd naar de picklocatie.
 - . Als de pickvoorraad op is waarschuw aanvltruck en wacht af
 - . Verzamel de gevraagde colli.
- Rijd naar de expeditie
- Plaats de volle pallet op juiste dock
- Rijd naar de orderuitgifte-locatie
- Begin opnieuw met dit proces vanaf "Nieuwe Lijst Nemen".

In dit model wacht een verzamelaar dus braaf ter plaatse op aanvulling als een picklocatie leeg is. In het proces van een aanvltruck moet dan ook een opdracht voorkomen om een eventueel wachtende verzamelaar uit zijn passieve toestand op te wekken en weer aan het werk te zetten.

Uit de procesbeschrijvingen van de diverse componenten in het systeem volgen de relaties tussen de componenten. Of, omgekeerd, om de procesbeschrijvingen te kunnen maken moeten de relaties bekend zijn.

Een moeilijkheid is, dat in processen, waarin de mens een rol speelt (beslissings- of planningsprocessen) het vaak niet duidelijk is op grond van welke criteria welke beslissingen worden genomen. Een beschrijving van een dergelijk proces is in de regel moeilijk op te stellen. De grenzen van de modelbouw liggen dan ook vaak in het modelleren van dit soort processen.

2.2. Dynamisch gedrag van Transportsystemen.

Door op de beschreven wijze een systeem te modelleren, wordt een goed inzicht verkregen in de inhoud, de structuur en de werking van dat systeem. Soms geeft een dergelijke analyse al zoveel inzicht en informatie dat verdere uitwerking van het model niet nodig is. In het algemeen echter zal er onvoldoende inzicht bestaan in het dynamisch functioneren van het systeem. Nodig is daarvoor het systeem a.h.w. "levend" te maken. Als tijd en financiën het toelaten kan natuurlijk met het echte systeem, zo dat al bestaat, worden geëxperimenteerd, maar in veel gevallen zal dit niet mogelijk zijn.

Een andere oplossing is dan om met behulp van een computer, een model van het systeem dynamisch door te rekenen. Daartoe moet het model in de computer worden gerepresenteerd.

Coderen van een model in een computertaal.

In principe is een model in elke computertaal om te zetten. Programmeren van simulatieproblemen in algemene programmeertalen is echter doorgaans tijdrovend en leidt tot complexe, niet flexibele programma's.

Een snellere manier is om gebruik te maken van speciale simulatie-software. Globaal zijn twee typen te onderscheiden:

- Algemene simulatietalen. Een belangrijk verschil van deze talen met algemene programmeertalen is dat ze uitgerust zijn met een zgn. sequentiemechanisme, dat zorgt voor het afhandelen van parallelle (gelijktijdig verlopende) processen. Daarnaast bevatten ze algemene simulatiehulpmiddelen als wachtrijen en statistische, grafische en animatiefaciliteiten. Algemene simulatietalen zijn voor een brede categorie van problemen bruikbaar. Bijzondere aandacht verdienen talen die zeer nauw aansluiten bij de hiervoor beschreven modelbouwtechniek. D.w.z. in het computermodel vindt men de componenten met attributen en procesbeschrijvingen terug. We noemen computertalen, die dergelijke modelbouw ondersteunen, procesbeschrijvingstalen. Enkele procesbeschrijvingstalen zijn: Personal-Prosim, Must, Simula, S84 en Simscript.
- Simulatiepakketten. Deze vaak grafisch georiënteerde pakketten zijn gemaakt voor deelgebieden, vaak in de produktiesfeer (bijv. assemblage-industrie). Voordeel is dat de modelcodering zeer snel kan gaan, mits het te modelleren systeem inclusief de gewenste in- en uitvoer zich laat beschrijven met de in het pakket voorkomende bouwstenen. Is dat niet het geval dan moeten vaak "trucs" worden bedacht om het gewenste resultaat te verkrijgen, of moet in de onderliggende programmeertaal worden gewerkt.

In lit.2-6 wordt verwezen naar een serie artikelen waarin een aantal aspecten van simulatie en een aantal talen worden belicht.

2.4. Invoer en uitvoer van een simulatiemodel.

De modelbouwfase is het meest creatieve deel van het geheel. Het gaat erom juist genoeg van de werkelijkheid in het model op te nemen om het beoogde doel te kunnen bereiken. Door de keuze van de systeemgrens en de mate van detaillering van het model wordt ook de aard en de omvang van de benodigde modelinvoer vastgelegd. Andersom kan het niet (tijdig) beschikbaar zijn van bepaalde invoergegevens de aard van het model beïnvloeden. In het algemeen neemt de gedetailleerdheid en de omvang van de benodigde invoer toe met detaillering van het model.

De inspanning die verricht moet worden om invoer voor een simulatiemodel samen te stellen is in de praktijk veelal vergelijkbaar met de inspanning nodig voor het vervaardigen van het model zelf. Vaak is de benodigde informatie "wel ergens" opgeslagen maar niet volledig en slecht toegankelijk en soms moeten er, speciaal voor de simulatie, metingen aan het werkelijke systeem worden gedaan.

Als het model een voorspellende functie vervult, zullen invoergegevens in de regel berusten op prognoses.

In de praktijk is het niet zelden zo dat de invoer later beschikbaar komt dan het simulatiemodel zelf, hetgeen remmend werkt op de voortgang van het project.

Naast de modelinvoer dienen de meetgrootheden te worden gedefinieerd waarmee de uitkomsten van het model kunnen worden beoordeeld.

2.5. Modelgebruik, experimenteren.

Een simulatiemodel is een vereenvoudigde weergave van een werkelijk systeem. Een model is vergelijkbaar met een proefopstelling in een laboratorium. We kunnen dan ook met recht spreken van experimenteren met het simulatiemodel. Om te kunnen experimenteren moeten er invoerparameters worden gevarieerd en moeten de effecten daarvan worden gemeten. Een eis waaraan een goed model dan ook moet voldoen is dat er eenvoudig mee geexperimenteerd kan worden. Door het simuleren van een bekende situatie kan worden nagegaan in hoeverre het model de werkelijkheid benadert. We noemen dit modelvalidatie. Validatie van logistieke systemen is in de praktijk vaak moeilijk wegens gebrek aan voldoende en betrouwbare gegevens.

Het zal duidelijk zijn dat hoe meer het model structureel op het werkelijke systeem lijkt, des te betrouwbaarder de uitkomsten zijn. We spreken dan van structurele validiteit.

Ter illustratie is in figuur 2 een stukje Personal Prosim source code gegeven dat betrekking heeft op het proces van de verzamelaar zoals dat hiervoor verbaal is beschreven.

De vetgedrukte woorden zijn taalgebonden, de andere zijn door de modelbouwer gekozen namen. "<-" betekent "wordt gelijk aan".

Duidelijk is de processtructuur te herkennen.

NIEUWE LIJST:

```
PICKLIJST <- FIRST OF PICKLIJSTSTAPEL
PALLET <- NEW LEGE_PALLET
REMOVE PICKLIJST FROM PICKLIJSTSTAPEL
WHILE PICKLIJST IS NOT EMPTY
DO
  REGEL <- FIRST OF PICKLIJST
  HOLD RIJTIJD NAAR PICKLOCATIE
  IF PICKLOCATIE OF REGEL IS LEEG THEN
    ACTIVATE FIRST OF AANVULTRUCKRIJ IF
    AANVULTRUCKRIJ IS NOT EMPTY
    PASSIVATE
  END
  HOLD VERZAMELTIJD OF REGEL
  (updaten van aantal colli op picklocatie)
  (bijvoorbeeld geprogrammeerd in een MACRO)
END
HOLD RIJTIJD NAAR_EXPEDITIE
JOIN PALLET TO DOCK OF PICKLIJST
HOLD RIJTIJD NAAR_ORDERUITGIFTE
REPEAT FROM NIEUWE_LIJST
```

Figuur 2. Deel van de procesbeschrijving van een component VERZAMELAAR gecodeerd in Personal Prosim.

Gebruik is gemaakt van SET's: Dit zijn wachtrijen of verzamelingen van componenten. In dit geval bestaan er SET's voor picklijsten (PICKLIJSTSTAPEL), aanvultrucks (AANVULTRUCKRIJ) en volle pallets (DOCK). VERZAMELTIJD is bijv. een attribuut van component REGEL.

Belangrijk is verder de term HOLD, die het proces van de verzamelaar gedurende de diverse rijtijden onderbreekt en de term PASSIVATE, waarmee een verzamelaar, die een lege picklocatie aantreft, zichzelf op non-actief zet.

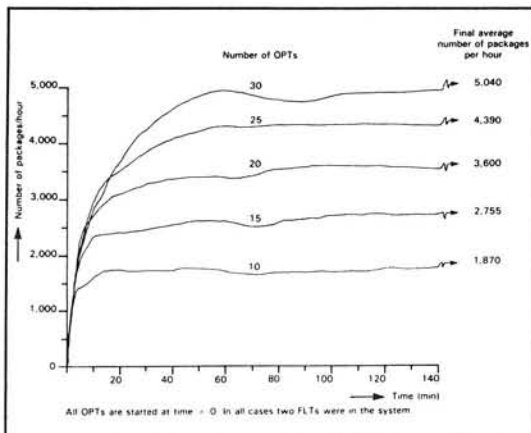
De diverse rijtijden kunnen eventueel steeds worden berekend op basis van de positie van de verzamelaar. Een in de taal ingebouwd sequentiemechanisme zorgt ervoor dat alle verzamelaars in het systeem dit proces gelijktijdig, maar zelfstandig in hun eigen tempo, volgen. Het stukje code komt dan ook maar eenmaal in het programma voor ongeacht het aantal verzamelaars in het systeem. Zo heeft iedere componentklasse z'n eigen procesbeschrijving.

Doel van het simulatie-onderzoek kan bijv. zijn de bepaling van het aantal benodigde aanvultrucks of de bepaling van de beste wijze van orderverzamelen.

Als invoer heeft dit model in ieder geval een stroom orders nodig en eventueel, afhankelijk van waar de systeemgrens is getrokken, gegevens over aankomsten van vrachtauto's die voor aan- en afvoer van goederen zorgen.

Dat deze invoer een goede afspiegeling van de werkelijkheid moet zijn behoeft geen betoog. Een trend is om simulatiemodellen, in plaats van uit statistische verdelingen getrokken invoergegevens, te voeden met direct in de praktijk gemeten gegevens, bijvoorbeeld met de werkelijke orders van de afgelopen week. Een dergelijke aanpak opent in principe de mogelijkheid om, als het model gedetailleerd genoeg is, simulatie op de werkvloer te gebruiken door van dag tot dag vooruit te kijken om alternatieven te onderzoeken of om eventuele knelpunten op te sporen.

In figuur 3 is een resultaat gegeven van een simulatierun met een model van een distributiecentrum, waarbij het verloop van de productie in de tijd is uitgezet als functie van het aantal ingezette order pick trucks (OPT's). Een bijzonderheid van dit model is dat er rekening wordt gehouden met congestie in de gangen van het DC.



Figuur 3. Aantal verzamelde colli als functie van het aantal ingezette orderpick trucks (OPT's) en vorkheftrucks (FLT's) voor het aanvullen van de picklocaties in een distributiecentrum van AHOLD (lit.7).

3. Ontwikkelingen.

3.1. Simulatiesoftware.

Een belangrijke eis die aan simulatiesoftware kan worden gesteld is de mogelijkheid om snel en betrouwbaar een model van de "werkelijkheid" in een computermodel te vertalen met de mogelijkheid dit model flexibel aan te passen aan veranderde inzichten en behoeften.

De factor tijd is hier van groot belang omdat de simulatieresultaten vaak op korte termijn nodig zijn en een korte ontwikkeltijd natuurlijk ook de ontwikkelkosten beperkt.

Met betrouwbaar wordt bedoeld dat er zekerheid moet bestaan dat het model werkt zoals de modelbouwer dat bedoeld heeft. Een "lopend" computerprogramma is daar allerm minst een garantie voor. Daarom wordt veel aandacht besteed aan trace faciliteiten nl. de mogelijkheid om tijdens een (test)run dynamisch te controleren of het model functioneert.

We kunnen onderscheid maken in trace-uitvoer in tekstvorm, waarbij per gebeurtenis een aantal gegevens in tekstvorm worden geproduceerd en grafische trace, waarbij tijdens de run grafische uitvoer verschijnt, bijvoorbeeld in de vorm van bewegende componenten of een histogram dat wordt gevuld.

In deze tracefaciliteiten kan verder onderscheid worden gemaakt tussen standaardtrace en usertrace. De benaming spreekt al voor zich: standaard tracefaciliteiten zijn ingebouwd in de taal en kunnen door de gebruiker eenvoudig aan- of uitgeschakeld worden. In algemene simulatietalen vindt tracing tot nu toe meestal plaats in tekstvorm. De kracht van grafisch geïntegreerde simulatiepakketten is dat de trace in grafische vorm plaatsvindt, hetgeen in het algemeen sneller een overzicht geeft van de werking van een model.

Verwacht wordt dat ook in algemene simulatietalen steeds meer grafische tracefaciliteiten zullen worden ingebouwd.

Een usertrace moet door de gebruiker zelf worden verzorgd en zal voornamelijk bij algemene simulatietalen mogelijk zijn.

Goede tracefaciliteiten kunnen de ontwikkeltijd van modellen sterk reduceren. Naast de testfunctie heeft grafische trace -in sommige gevallen ook wel animatie genoemd- het grote voordeel dat snel inzicht kan worden verkregen in de werking van een gemodelleerd systeem en dat het als verkoopondersteuning kan dienen.

3.2. Toepassing van simulatie.

Tot nu toe wordt simulatie veelal gebruikt voor beslissingsondersteuning vooraf. Vragen als: welke lay-out, hoeveel werktuigen met welke capaciteit, hoeveel voorraad, ..., worden dan met behulp van simulatie zo goed mogelijk beantwoord alvorens een investeringsbeslissing te nemen. In de toepassing van simulatie is een tendens te bespeuren van het puur dimensioneren van systemen naar het bepalen van ook de besturings- en regelsystemen op diverse niveaus. Met name in technische automatiseringsprojecten kan simulatie een belangrijke versnelling in het ontwerp en een grotere betrouwbaarheid van het eindproduct opleveren. In dat licht moet worden gezien de principiële mogelijkheid om met simulatie ontwikkelde besturingssoftware direkt in het werkelijke systeem te gebruiken, of met andere woorden de gesimuleerde werktuigen te vervangen door de werkelijke werktuigen. Voordeel daarvan is dat het besturingssysteem

van tevoren helemaal uitgetest kan worden en dat er bespaard wordt op ontwikkeltijd en kosten van de besturingssoftware.

Een andere mogelijke ontwikkeling is om in bepaalde gevallen simulatiemodellen te vervaardigen die geschikt zijn om in de dagelijkse werksituatie te gebruiken, bijvoorbeeld voor het snel doorrekenen van alternatieven en het van tevoren bepalen van knelpunten. De genoemde trend om directe praktijkgegevens als input te gebruiken is te zien als een stap in die richting.

Simulatie kan een belangrijk hulpmiddel zijn bij het ontwerpen en beheersen van logistieke systemen. Nodig is echter is een verdere ontwikkeling van modelbouwtheorie en -techniek met daaraan gekoppeld softwareontwikkeling. Een combinatie met CAD lijkt in dit verband voor de hand te liggen.

Literatuur.

- /1/ J. in 't Veld. Analyse van organisatieproblemen, Agon Elsevier Amsterdam/Brussel.
- /2/ Averill M. Law, A tool for analysing complex systems Simulation Series part 1. Industrial Engineering, vol 18, no.5, may 1986 pp. 46-64
- /3/ John S. Carson, Convincing Users of a model's Validity Simulation Series part 2. Industrial Engineering, vol 18, no.6, may 1986 pp. 46-64
- /4/ S. Wali Hurder and Jerry Banks, Products for analyzing manufacturing systems. Simulation Series part 3. Industrial Engineering, vol 18, no.7, july 1986 pp. 98-103
- /5/ John W. Grant, Factors in choosing a graphically animated simulation system. Simulation Series part 4. Industrial Engineering, vol 18, no.9, september 1986 pp. 74-85.
- /6/ W. David Keltun, Statistical issues in manufacturing systems. Simulation Series part 5. Industrial Engineering, vol 18, no.6, may 1986 pp. 46-64
- /7/ J.A. Ottjes and E. Hoogenes, Order picking and traffic simulation in distribution centres. Int. Journal of Physical Distribution and Materials Management. vol.18 no 4, 1988 pp. 14-21.

J.A.Ottjes
december 1988

DHV

DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV

ALS HET OM
LOGISTIEK GAAT
LEIDEN VELE
WEGEN
NAAR DHV

Onze adviesgebieden zijn: planologie, logistiek
materials management, fysieke distributie,
installaties en verkeer.

DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV

Laan 1914 nr. 35, postbus 85,
3800 AB Amersfoort
tel. 033 - 68 23 91 fax 033 - 61 50 47



Lid Orde van Nederlandse
Raadgevende ingenieurs.

NELCON

- CONTAINER LOSBRUGGEN
- CONTAINER STAPELKANEN
- STRADDLE CARRIERS
- HAVENKRANEN
- MOBIELE KRANEN
- GRIJPER LOSBRUGGEN
- GRIJPER TOPKRANEN
- COMPLETE BULK OVERSLAGSYSTEMEN
- SCHEEPSWERF KRANEN
- LOOPKRANEN

Levering en montage over de gehele wereld

NELCON B.V.
Postbus 5303 3008 AH Rotterdam
Telefoon (010) 4297955
Telefax (010) 4291748
Telex 28003 nelcn nl

NELCON

Fokker en vliegtuigen... identieke begrippen.

Fokker en vliegtuigen... In feite al vanaf 1919; de oprichting van de N.V. Nederlandsche Vliegtuigen-fabriek Fokker Amsterdam. Achter deze ouderwetse spelling gaat nu zo'n 69 jaar vernieuwing schuil. Technologische vernieuwing. De Fokker 50 en Fokker 100 staan nu in het middelpunt van de belangstelling. Wereldwijd zijn hiervan inmiddels ruim 130 toestellen verkocht.

'n Fokker produkt is een hoogwaardig produkt; het resultaat van het denken en doen van velen. Specialisten in tal van vakrichtingen en op alle niveaus. Hiermee zijn we weer terug anno 1988. Voelt u iets voor een vlucht door de fascinerende wereld van Fokker? Er ligt een brochure voor u klaar op het volgende adres: Fokker Aircraft B.V., Werving Hoger Personeel, Postbus 12222, 1100 AE Amsterdam-Zuidoost.

Fokker is een begrip in Nederland en in de wereld. Meer dan 1.000 Fokker F27 en F28 vliegtuigen zijn op alle continenten verkocht. Momenteel staan de nieuwe types, Fokker 50 en Fokker

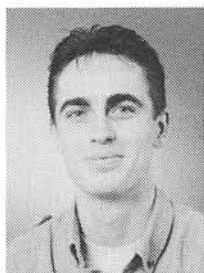
100, in het middelpunt van de belangstelling. Het hoofdkantoor van Fokker Aircraft B.V. is gevestigd te Amsterdam-Zuidoost, elders in het land bevinden zich vier productiebedrijven.



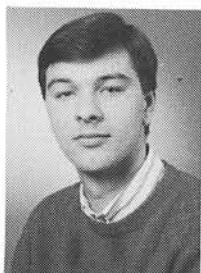
**FOKKER
AIRCRAFT B.V.**

Ontwikkeling van een simulatiepakket ter ondersteuning van het magazijnontwerp.

Ir.J.J.M. Peyster en Ir.M. den Heijer



Ir. J.J.M. Peyster studeerde in maart 1988 af bij de vakgroep Transporttechnologie, afdeling Werktuigbouwkunde van de T.U.Delft. Als afstudeerwerk heeft hij zich bezig gehouden met trillings- en slijtage problemen van een verticale schroeftransporteur voor stortgoed. Momenteel is hij als A.I.O. bezig met een twee-jarige postdoctorale ontwerpersopleiding bij dezelfde vakgroep.



Ir. M. den Heijer deed in maart 1988 doctoraal examen bij de vakgroep Transporttechnologie, afdeling Werktuigbouwkunde van de T.U.Delft. Zijn afstudeerwerk betrof een onderzoek naar een concept voor een continue losinstallatie voor het lossen van stortgoed uit zeeschepen. Ook hij is als twee-jarige A.I.O werkzaam bij vakgroep Transporttechnologie van de T.U.Delft. Het thema van deze twee-jarige opleiding is Computer Aided Design.

Ontwikkeling van een simulatiepakket ter ondersteuning van het magazijnontwerp.

Inleiding

Het ontwerpen van een magazijn is een proces waarbij gezocht moet worden naar een opslagsysteem voor goederen dat optimaal functioneert tegen zo laag mogelijke kosten. Een probleem dat zich hierbij voor doet is dat de kosten en het functioneren van het magazijn door een groot aantal parameters worden bepaald, waarvan er velen afhankelijk zijn van elkaar. Deze afhankelijkheid leidt er toe dat het zo goed als onmogelijk is het magazijn op te splitsen in een aantal deelproblemen, die vervolgens afzonderlijk worden geoptimaliseerd. Dit zal immers leiden tot een aantal sub-optimalisaties, die gezamenlijk een situatie kunnen opleveren die verre van optimaal is. Het is dus noodzakelijk het systeem in zijn geheel te bekijken.

Tot op heden is het gebruikelijk een magazijn door te rekenen aan de hand van standaard formules. Voor zover mogelijk worden de parameters die de kosten en het functioneren van het magazijn beïnvloeden als variabelen ingevoerd. Door de variabelen andere waarden mee te geven kunnen verschillende situaties worden doorgerekend. De variabelen krijgen hierbij steeds gemiddeld verwachte waarden mee. Dit heeft tot gevolg dat het mathematische model slechts statische situaties kan doorrekenen. De invloed van fluctuaties op deze gemiddelde waarden, die zich in de praktijk altijd voordoen op vaak onvoorspelbare tijdstippen, is hiermee moeilijk af te schatten. De ontwerper blijft hierdoor deels in het duister tasten.

De problemen worden groter naarmate de toe te passen concepten voor de inrichting van het magazijn en de te volgen strategieën voor orderpicking, produktopslag en bestelwijze meer af gaan wijken van de reeds bestaande concepten. Het zoeken naar betere, maar minder voor de hand liggende concepten wordt dus enigszins geremd.

Een goed hulpmiddel om de dynamische aspecten in de berekening mee te nemen is computersimulatie. Nadat een model van een magazijn is opgesteld, kunnen alle processen die zich in een magazijn afspelen worden nagebootst. In een relatief korte tijd kan worden nagegaan hoe het magazijn zich gedurende een lang tijdsinterval gedraagt, of er bottlenecks optreden en wat hiervan de gevolgen zijn.

Een aantal simulatietaal is er voor handen om een simulatiemodel van een magazijn te maken. De ontwerper heeft hierbij een grote vrijheid voor wat betreft het opbouwen van het model. Een feit is echter dat de ontwerper veel kennis van en ervaring met modelbouw moet hebben om een goed model te kunnen maken. Bovendien gaat hier veel tijd in zitten.

Om dit probleem te ondervangen is men op de TU Delft bezig met de ontwikkeling van een simulatiepakket waarmee de ontwerper zeer snel een bepaalde opzet van een magazijn kan maken. Deze opzet wordt vervolgens dynamisch doorgerekend. In dit artikel zal een nadere beschrijving van opzet en mogelijkheden van dit simulatiepakket worden gegeven.

Doelstelling

De doelstelling van dit simulatiepakket is het leveren van een rekentug dat in staat is een door de ontwerper opgegeven magazijn-situatie op een dynamische wijze door te rekenen. De resultaten van de simulatie dienen door de ontwerper zelf te worden beoordeeld. De ontwerper zal dus ook zelf conclusies moeten trekken voor wat betreft het nemen van de volgende stap. Met dit simulatiepakket wordt het mogelijk op een interactieve wijze tot een zo goed mogelijke opzet van een magazijn te komen. Dit houdt in dat de ontwerper te allen tijde kennis van magazijnen behoort te hebben.

De ontwerper zal alleen de juiste conclusies kunnen trekken indien hij alle voor het ontwerproces relevante gegevens in de uitvoer kan terugvinden. De uitvoergegevens van dit simulatiepakket hebben betrekking op de volgende factoren:

- vullingsgraad van het magazijn
- bezettinggraad apparatuur
- doorlooptijden van de orders

Concept opbouw simulatiepakket

Het uitgangspunt bij de ontwikkeling van het simulatiepakket was dat het pakket, voor zover mogelijk, algemeen toepasbaar moet zijn. Dit houdt in dat de ontwerper met een grote vrijheid de layout van het magazijn en de toe te passen strategieën moet kunnen kiezen. Om dit te bereiken is het simulatiepakket opgebouwd uit een groot aantal modules, die aan elkaar kunnen worden gekoppeld. In elke module wordt een klein stukje van het magazijn beschreven. Door het kiezen van een bepaalde combinatie van modules wordt er als het ware een nieuw magazijn gecreëerd.

Door het schrijven van een aantal verschillende modules voor een bepaald aspect uit het magazijn ontstaat de mogelijkheid dit aspect op verschillende manieren uit te voeren. Als voorbeeld kan dienen de strategie voor het orderpicken. Hiervoor zijn o.a. de modules "één man voert een order uit" en "meer mensen voeren een order uit" geschreven. In principe worden er twee verschillende magazijnsituaties gecreëerd door beide orderpickmodules één keer in te passen.

Deze opbouw maakt het mogelijk het simulatiepakket zo ver uit te breiden als wenselijk is. Hiertoe dienen slechts een aantal nieuwe modules te worden toegevoegd. Het enige vereiste van een module is dat de in- en uitvoer van de modules die een bepaald aspect van het magazijn beschrijven overeenkomstig zijn.

Het schrijven van de modules kan ook door de gebruiker zelf worden gedaan. Dit kan wenselijk zijn in het geval de gebruiker een aantal speciale procedures in het simulatiemodel wil inpassen die niet standaard in het pakket zijn opgenomen. Het simulatiepakket is geschreven met "MUST 4.0", een simulatietaal die gebaseerd is op de programmatetaal "Turbo Pascal 4.0". Het uitgangsprincipe van deze simulatietaal is de procesbeschrijvingsmethode.

Systeemgrenzen

Het magazijn is een onderdeel van de totale werkelijkheid. Tussen het magazijn en "de rest van de wereld" bestaat een groot aantal interacties. Voor het verkrijgen van een 100% waterdicht model zou het dus nodig zijn een groot aantal aspecten die maar zijdelings met het magazijn te maken hebben in het model mee te nemen. Dit zou tot gevolg hebben dat het model volledig uit zijn jasje zou groeien en totaal onoverzichtelijk wordt. De grenzen van het model zijn daarom rond de muren van het magazijn getrokken. De orderstroom voor en de aanvulling van het magazijn worden door aparte generatoren bewerkstelligd. De orders die zijn uitgevoerd worden naar de "expeditie" gebracht, waar ze vervolgens uit de simulatie verdwijnen. Uiteraard zijn de generatoren zo flexibel, dat de orderstroom en de bestellingen zo veel mogelijk overeen komen met de werkelijke situatie. Invloeden als "de fabrikant kan het bestelde niet leveren" en "de chauffeurs kunnen de orders niet afvoeren" blijven dus buiten beschouwing.

Automatiserings- en mechanisatiegraad

De automatiseringsgraad van een magazijn wordt bepaald door de mate waarin informatiesystemen worden gebruikt voor het inwinnen en bijhouden van informatie voor het besturen en beheersen van het magazijnproces. Hierbij kan worden gedacht aan het voorraadbeheer en het samenstellen van de pickorders. Bij een magazijn met een hoge automatiseringsgraad zal op het moment dat een order binnen komt worden nagegaan wat voor maatregelen er moeten worden getroffen om de order zo efficiënt mogelijk uit te kunnen voeren. Het voorraadbeheer zal voor een groot deel worden gestuurd door de werkelijke orderstroom.

De mechanisatiegraad wordt bepaald door de mate waarin gebruik wordt gemaakt van gemechaniseerde hulpmiddelen om de orderstroom te kunnen verwerken. Het gebruik van geavanceerde werktuigen als AGV's en stellingbedieningsapparatuur zal altijd gepaard gaan met een zekere mate van automatisering, daar anders de besturing van deze werktuigen niet mogelijk is.

Met het simulatiepakket kan de mechanisatiegraad tussen 0 en 100% worden gevarieerd. Er zal echter altijd uit worden gegaan van een bepaalde mate van automatisering. Voor dat de orders worden uitgevoerd wordt er immers nagegaan of de order wel uitvoerbaar zijn. Indien dit niet het geval is, wordt de order in een "wachtkamer" geplaatst. De orderpicker gaat dus nooit tevergeefs het magazijn in. Bovendien wordt gedurende de hele simulatie de magazijnvoorraad bijgehouden.

Invoer voor de simulatie

In het invoergedeelte dienen alle gegevens te worden ingevoerd die voor de simulatie van belang zijn. Dit gebeurt aan de hand van een

vraag en antwoord spel. In figuur 1 is hiervan een klein voorbeeld gegeven. De invoer heeft betrekking op

- produktgegevens
- layout van het magazijn
- opslagstrategie
- ordersamenstelling
- orderpickstrategie
- bevoorradingsstrategie

Deze punten zullen afzonderlijk worden behandeld.

LAYOUT MAGAZIJN (1)	
AANTAL STELLINGEN
LENGTE STELLING
DIEPTE STELLING
HOOGTE STELLING
AANTAL ETAGES

figuur 1 Voorbeeld invoer

Produkten

Het magazijn kan worden gevuld met een groot aantal verschillende produkten, die tijdens de simulatie van elkaar te onderscheiden zijn. De begrenzing van het aantal produkttypen wordt gevormd door het RAM geheugen van de computer. Bij een computer met een RAM van 640 Kb kunnen ongeveer 1000 verschillende produkttypen worden ingevoerd. Indien het assortiment veel meer dan 1000 produkttypen beslaat, is het dus nodig verschillende produkttypen samen te voegen tot een produkttype. In de meeste gevallen zal dit tot weinig problemen leiden, daar bij een zeer groot assortiment bepaalde produkten bijna altijd in een vaste combinatie worden besteld (bouten en moeren).

Van elk produkttype zijn voor de simulatie de volgende gegevens van belang:

- volume
- vraagfrequentie
- aantal per order
- prijs

Met het volume van een produkt wordt bedoeld de kleinste (verpakte) eenheid die met een order op te vragen is. De vraagfrequentie van een produkt is het aantal keren per tijdseenheid dat een produkt door de klanten worden besteld.

Layout van het magazijn

In principe wordt er van uit gegaan dat een magazijn de volgende fysieke onderdelen kan bevatten:

- pickvoorraad
- bulkvoorraad
- orderuitgifte
- expeditie
- transportsysteem

Het pickmagazijn bestaat uit een aantal stellingen die op gelijke afstand van elkaar zijn geplaatst. De lengte, hoogte, diepte en het aantal etages in een stelling zijn vrij te kiezen. Bovendien kan de keuze worden gemaakt of een stelling aan twee kanten verschillende produkten bevat (de stelling is in lengterichting door een scheidingswand in twee delen gesplitst) of niet. In de huidige opzet kunnen er twee rijen stellingen naast elkaar worden geplaatst.

In veel gevallen bevindt de bulkvoorraad zich op een andere lokatie dan de pickvoorraad. Noodzakelijk is dit echter niet. Desgewenst kan de gehele voorraad op één lokatie worden opgeslagen.

De uitgifte van de orders kan plaats vinden vanuit een lokatie in het magazijn, maar kan ook worden gedecentraliseerd. Dit zal bijvoorbeeld het geval zijn indien orders worden opgesplitst naar gangen of sectoren in het magazijn. Iedere gang of sector kan dan zijn eigen orderuitgifte krijgen. Uiteraard wordt de aansturing van de gedecentraliseerde orderuitgiftes centraal geregeld.

Voor de expeditie geldt in feite het zelfde verhaal als voor de orderuitgifte. De in een sector verzamelde produkten kunnen aan de expeditie worden aangeboden die met die sector verbonden is. Een ander transportsysteem moet dan voor de distributie naar de centrale expeditie zorg dragen.

Opslag

In het gedeelte waarin de layout van een magazijn werd besproken werd al aangehaald dat de opslag van de in het magazijn aanwezige produkten verdeeld is over een bulkopslag en een pickopslag. Van deze twee is de pickopslag het moeilijkste gedeelte van het magazijn. Hierin vinden de meeste handelingen plaats, waardoor de manier van opslaan verstrekkende gevolgen kan hebben voor de kosten en het functioneren van het magazijn.

Er zijn verschillende strategieën om de produkten in opslag te brengen. Deze strategieën zijn er op gericht om de bestelde produkten zo efficiënt mogelijk op te kunnen halen. In het simulatiepakket worden in principe drie opslagstrategieën onderscheiden, te weten

- de produkttypen worden willekeurig over het magazijn verdeeld
- de produkttypen worden samengebracht in produktclusters
- de snelstlopende produkttypen worden op snel te bereiken posities geplaatst

Het vormen van produktclusters heeft tot doel de produkten die zeer vaak in de zelfde order voorkomen bij elkaar te zetten. In een autofabriek zou een produktcluster alle onderdelen van een bepaald type auto kunnen bevatten.

Het verdelen van de snelst lopende produkttypen over de snel te bereiken posities kan op zich weer op drie verschillen manieren worden bewerkstelligd

- snel lopende produkttypen voor in het magazijn
- snel lopende produkttypen aan het begin van de gangen
- snel lopende produkttypen onder in de stellingen

Welk van deze drie posities het snelst te bereiken zijn hangt sterk af van de dimensies van het magazijn. Bij een magazijn met zeer hoge stellingen zullen waarschijnlijk de snellopende produkttypen onder in de stellingen worden geplaatst.

De opslag in het pickmagazijn geschiedt aan de hand van een semi-vast lokatiesysteem. Het semi-vaste wordt hier bereikt door verschillende produkttypen in een opslaggroep bij elkaar te stoppen. Het zwaartepunt van de opslaggroep is de lokatie van de opslaggroep. De produkten kunnen zich binnen de opslaggroep op een willekeurige positie bevinden. Een opslaggroep is hierdoor te vergelijken met een vat waar de produkten in worden gestopt. Indien een produkttype wordt aangevuld, zal dit meestal gebeuren tot een maximaal voorraadniveau voor dat produkttype. Wanneer men streeft naar een hoge bezettingsgraad van het magazijn (weinig lege plaatsen in de stellingen), zal nooit van elk produkttype de maximale voorraad in het pickgedeelte kunnen worden opgeslagen. Doordat niet alle produkttypen in een produktgroep tegelijk worden aangevuld, zal bij een goed gedimensioneerd magazijn het vat zelden overvol raken. Indien dit wel het geval is, is het magazijn te klein gedimensioneerd.

Het is niet noodzakelijk dat een produkttype slechts op één lokatie in het pickmagazijn is opgeslagen. Voor veel gevraagde produkttypen is het vaak wenselijk deze over meer opslaglokaties in het magazijn te verdelen. In de huidige opzet is het mogelijk om de produkttypen over maximaal vier verschillende lokaties te verspreiden

Het opslagvolume dat een opslaggroep krijgt toegewezen is afhankelijk van het totaal aanwezige opslagvolume in de stellingen. Aan de hand van een verdeelsleutel wordt het aanwezige opslagvolume verdeeld over de opslaggroepen. De verdeelsleutel wordt als volgt bepaald.

Van elk produkttype dat in een opslaggroep zit wordt de maximaal wenselijke voorraad bepaald volgens de formule

$$N_{\max} = T_{\text{bestel}} * \text{VraagPT} * (1 + C_{\text{veiligheid}})$$

met N_{\max} = maximaal aantal produkten van een type
 T_{bestel} = tijd tussen 2 bestellingen
VraagPT = aantal gevraagde produkten per tijdseenheid
 $C_{\text{veiligheid}}$ = veiligheidscoëfficiënt

Het maximaal wenselijke opslagvolume per produkttype wordt nu

$$V_{\max} = N_{\max} * \text{VolumePerProdukttype}$$

Het maximaal wenselijke opslagvolume van een opslaggroep is de sommatie van de V_{\max} van de produkttypen in die opslaggroep. Voor het hele magazijn is het maximaal wenselijke opslagvolume de sommatie van V_{\max} van alle produkten in het magazijn (V_{\max_totaal}). Hieruit is de verdeelsleutel te bepalen volgens de formule

$$\text{verdeelsleutel} = \text{AanwezigOpslagvolume} / V_{\max_totaal}$$

Het opslagvolume dat een opslaggroep krijgt toegewezen is gelijk aan het maximaal gewenste opslagvolume voor die opslaggroep, vermenigvuldigd met de verdeelsleutel:

$$V_{\text{opslaggroep}} = V_{\max} * \text{verdeelsleutel}$$

De bulkvoorraad van het magazijn bevat veelal onaangebroken transport eenheden zoals pallets. Indien de pickvoorraad van een bepaald produkttype te laag wordt, zal er een pallet worden opgehaald. Het aantal handelingen dat in dit gedeelte van het magazijn wordt uitgevoerd is hierdoor een stuk lager dan in het pickmagazijn. Het volgens een speciale strategie opslaan van de pallets zal hier dus weinig nuttig effect tot gevolg hebben. Dit heeft er toe geleid dat de bulkopslag zeer eenvoudig wordt voorgesteld. Het bulkmagazijn wordt beschouwd als een groot vat waar alle pallets voor het bulkmagazijn in worden gestopt. De pallets staan op een willekeurige positie die niet van te voren wordt vastgesteld. Het totaal aanwezige opslagvolume is de enige beperking die aan de bulkvoorraad wordt opgelegd.

Orders

Een order is een opdracht die van buitenaf aan het magazijn wordt gegeven. Een order bestaat uit één of meer regels. Op elke regel staat het type produkt en het aantal colli van dit produkt dat moet worden opgehaald. Een ordergenerator zorgt voor de aanmaak van de orders. Hoe de orders door de ordergenerator worden samengesteld kan grotendeels in het invoergedeelte van het simulatieprogramma worden opgegeven.

Strategieën voor het orderpicken

Naast de manier van opslaan van de produkten is de strategie voor het ophalen van de bestelde produkten van grote invloed op de snelheid waarmee de orders worden uitgevoerd en de daarmee gepaard gaande kosten. In principe zijn er twee methodes om de produkten bij de expeditie te krijgen, te weten

- laat een man het produkt ophalen uit het pickmagazijn (man to goods)
- laat het produkt m.b.v. werktuigen naar de expeditie komen (goods to man)

Beide principes kennen verschillende uitvoeringsvormen. Deze zullen afzonderlijk van elkaar worden besproken.

- Man to goods

Bij de meeste magazijnen worden momenteel de orders verzameld volgens het "man to goods" principe. De uitvoeringsvormen variëren hierbij van vrij eenvoudig, met een zeer geringe mate van automatisering, tot bijzonder geavanceerd, met een hoge mate van automatisering. De beperking waar een orderpicker mee te maken krijgt is dat het gewicht c.q. het volume van de produkten die in een rit moeten worden opgehaald niet boven een bepaalde grens uit mag komen. Indien dit voor een order wel het geval is, zal de order moeten worden opgesplitst in kleinere deelorders. Hoe dit gebeurt hangt weer sterk af van de gekozen strategie. De volgende uitvoeringen zijn in het simulatiepakket opgenomen.

- Een man voert een order geheel uit. Indien de order zo groot is dat het nodig is om deelorders te maken, zullen ook deze deelorders door één man worden uitgevoerd. Dit is de meest eenvoudige methode om orders te verzamelen. De automatiseringsgraad kan hierbij laag zijn, daar de orders nooit door elkaar komen te zitten.
- Een man verzamelt meer orders te gelijk. Deze situatie doet zich vaak voor bij veel kleine orders. Deze verzamelstrategie is eigenlijk een uitbreiding van de hiervoor beschreven strategie. Indien de orderstroom ook enkele grote orders bevat, zullen deze orders worden opgesplitst in deelorders die ook weer door één man worden uitgevoerd. De organisatie die bij deze strategie nodig is, is echter wel uitgebreider. Door het samenvoegen van verschillende orders is aan het eind een sorteerslag noodzakelijk geworden.
- Vormen van nagenoeg gelijke ophaaleenheden op basis van gewicht of volume. Deze methode zal worden toegepast indien de meeste orders te groot of te zwaar zijn om in een keer te worden uitgevoerd. De orders worden opgesplitst in deelorders, die door verschillende orderpickers kunnen worden uitgevoerd. Het samenstellen van deelorders uit een grote order kan op twee verschillende manieren worden bereikt
 - een aantal regels uit een order worden bij elkaar genomen zonder te kijken waar de produkten zich in het magazijn bevinden.
 - de regels uit een order die zich in eenzelfde magazijnsectie bevinden worden bij elkaar gezet.

De tweede methode zal tot een meer efficiënte manier van order-picken leiden. Het is echter wel noodzakelijk dat bij het samenstellen van de deelorders reeds bekend is waar de produkten zich in het magazijn bevinden.

- **Opsplitsen van orders over magazijnsecties.** Bij deze manier van orderpicken zullen de orderregels van elke order worden gesorteerd naar de magazijnsectie waar het produkt zich bevindt. Een magazijnsectie kan hierbij één of meer gangen of een produktcluster zijn. Van de regels die op deze manier bij de zelfde sectie terecht komen worden weer orders gemaakt die door één orderpicker kunnen worden uitgevoerd. Hiermee is het mogelijk een gedecentraliseerde orderuitgifte te bewerkstelligen. Een vergaande mate van automatisering is bij deze manier van orderpicken onontbeerlijk. Zowel het uitsplitsen als het weer samenvoegen van de orders moet goed worden geregeld.

Als de orderuitgifte gedecentraliseerd is, is het mogelijk de orderpicker slechts in een magazijnsectie te laten werken. Dit opent de mogelijkheid voor het gebruik van stellingbedieningsapparatuur.

- **Pick-to-belt.** Orderpicking volgens het pick-to-belt-systeem lijkt enigszins op de hiervoor beschreven pickstrategie. De orderregels worden ook gesorteerd naar magazijnsecties. Hier is een sectie echter altijd één gang. Het grootste verschil is nu echter dat de orderpicker niet meer opnieuw een order samenstelt uit de gesorteerde regels, maar dat een groot aantal regels achter elkaar worden uitgevoerd. Hierbij neemt de orderpicker een orderregel, gaat naar het desbetreffende produkt toe en zet de produkten op een transportband die voor het vervoer naar de expeditie zorgt. De orderpicker kan direkt doorgaan naar het volgende produkt.

De automatiseringsgraad zal bij deze methode hoog moeten zijn. De produktstroom die op deze manier op gang komt bestaat uit een groot aantal produkten uit een groot aantal orders. De sorteerslag waarbij de juiste produkten bij de juiste order terecht komen vereist naast de produktstroom een zeer uitgebreide informatiestroom.

- **Goods to man**

Het orderpicken volgens het goods-to-man principe is alleen mogelijk bij een hoge automatiseringsgraad. Op de positie van de orderuitgifte moet bekend zijn of de gevraagde produkten aanwezig zijn. Het transportsysteem moet vervolgens zelf nagaan waar de produkten zich bevinden en hoe ze naar de expeditie moeten worden gebracht.

De mogelijkheden voor het realiseren van een goods-to-man systeem zijn minder uitgebreid dan voor het man-to-goods systeem. In de huidige opzet van het simulatiepakket wordt uitgegaan van een opslag in vaste stellingen. Dit heeft tot gevolg dat stellingbedieningsapparatuur de produkten uit de stellingen haalt en naar de expeditie transporteert. Doordat dergelijke apparaten niet in staat zijn precies de juiste hoeveelheid produkten op te halen (vaak wordt een hele pallet of doos opgehaald), zal er vanuit de expeditie een retourstroom van teveel opgehaalde produkten naar het pickmagazijn ontstaan.

De orderregels worden altijd gesorteerd naar de gang waar het gevraagde produkt zich bevindt. De orderregels worden een voor een uitgevoerd. Twee methodes zijn hierbij voor handen

- pick-to-belt
- elke regel wordt apart opgehaald

De pick-to-belt methode in het goods-to-man principe vertoont veel overeenkomsten met de zelfde methode in het man-to-goods principe. Indien elke regel apart wordt uitgevoerd, kan een regel als een order worden beschouwd, die aan het begin van de gang wordt opgehaald en afgeleverd.

Strategieën voor het aanvullen van de voorraad

Indien het voorraadmiveau voor een bepaald produkttype te laag wordt is het noodzakelijk dit produkttype bij de leverancier bij te bestellen. De beheerder van het buffermagazijn is hiervoor veelal de verantwoordelijke persoon. Daar de leveranciers buiten de gekozen systeemgrens vallen, wordt aangenomen dat het gevraagde altijd kan worden geleverd.

Bij een magazijn met een groot assortiment produkten zal het bestellen van een enkel produkt niet vaak voorkomen. De kosten die met het doen van een bestelling gepaard gaan zullen hiermee bijzonder hoog worden. Meer voor de hand liggend is dat een beperkt aantal leveranciers het gehele assortiment aanleveren. Dit houdt in dat met een bepaald tijdsinterval een bestelling van een groep produkten bij een leverancier wordt geplaatst. De grootte van die groep is afhankelijk van de gekozen bestelstrategie.

In principe zijn vier verschillende bestelstrategieën mogelijk

- bestel met een vaste regelmaat een vaste hoeveelheid produkten
- bestel met een vaste regelmaat een variabele hoeveelheid
- bestel met een variabel tijdsinterval een vaste hoeveelheid
- bestel met een variabel tijdsinterval een variabele hoeveelheid

Het eerste alternatief is alleen mogelijk indien het orderpatroon zich na een vast tijdsinterval herhaalt of niet verandert in de tijd. De overige gevallen kunnen worden toegepast als het orderpatroon niet van te voren exact te voorspellen is. Hierbij wordt steeds geprobeerd de voorraad tot een maximaal niveau aan te vullen.

Indien het tijdstip waarop besteld wordt variabel is, zal toch een schatting van de beoogde tussenbesteltijd moeten worden opgegeven. Deze is namelijk nodig voor het afschatten van de maximaal gewenste voorraad. Gemiddeld genomen moet de maximale voorraad voldoende zijn om de beoogde tussenbesteltijd te kunnen overbruggen.

Beschrijving processen binnen een magazijn

Het beschrijven van de processen die zich in een magazijn afspelen is het best te doen aan de hand van een voorbeeld. In figuur 2 zijn in een stroomschema de proces in een bepaalde magazijnsituatie weergegeven.

Een order wordt door de ordergenerator aangemaakt en in het magazijn gebracht. Direkt wordt gekeken of de gevraagde produkten in de pickvoorraad aanwezig zijn. Is dit het geval, dan worden de gevraagde produkten afgeboekt in de administratie van de pickvoorraad en de order gaat naar de ordervoorbereiding. Als de pickvoorraad na de afboeking voor een aantal produkten te laag wordt, gaat er een aanvulopdracht naar het bulkmagazijn. In dit voorbeeld zijn er twee verschillende picksecties, waarbij de orderpickers hun picksectie niet verlaten. Bij de ordervoorbereiding wordt de order daarom opgesplitst over twee orderrijen. Nadat de gedeelde orders door de orderpickers zijn uitgevoerd worden ze weer samengevoegd tot één order. Op dit moment is de order gereed.

De orderpicker neemt de eerste deelorder uit zijn orderrij en sorteert de orderregels zodanig dat de produkten met de minste inspanning kunnen worden opgehaald. Zijn alle produkten uit de deelorder opgehaald, dan wordt de deelorder naar de expeditie gebracht. Vervolgens kijkt de orderpicker of er in zijn orderrij nog orders staan. Is dit niet het geval, dan gaat hij naar een wachtkamer en wacht daar tot er weer orders zijn.

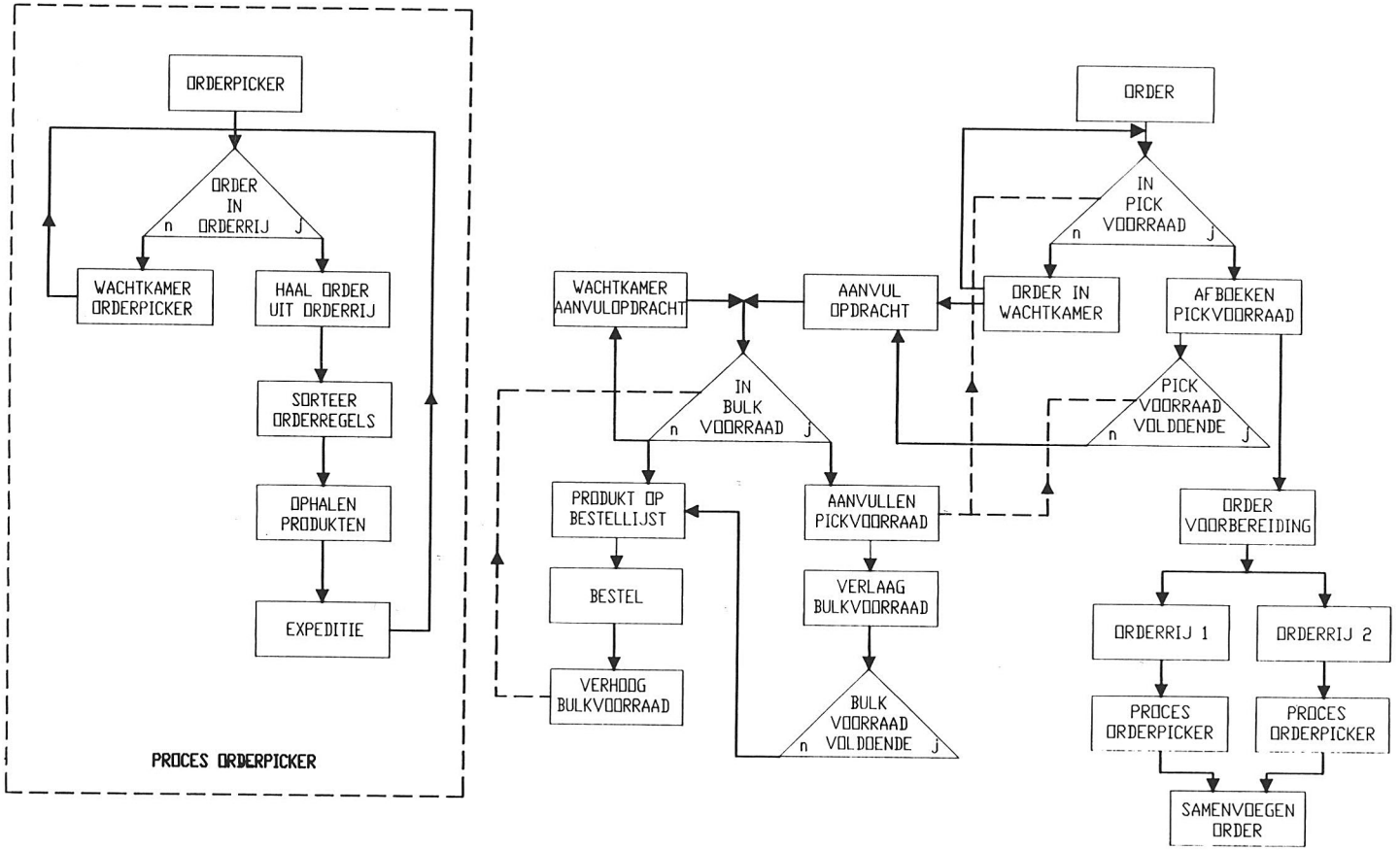
Het is echter ook mogelijk dat de order bij binnenkomst niet direkt kunnen worden uitgevoerd omdat niet alle produkten in het pickmagazijn voorradig zijn. De order wordt nu in een wachtkamer geplaatst en er wordt een aanvulopdracht aan het bulkmagazijn gegeven. Als de pickvoorraad weer op pijl is gebracht, wordt de order uit de wachtkamer gehaald en verder afgehandeld.

Als het bulkmagazijn een aanvulopdracht krijgt, wordt eerst gekeken of het gevraagde voorradig is. Is dit het geval, dan wordt het gevraagde afgeschreven van de bulkvoorraad en de pickvoorraad wordt aangevuld. Wordt door deze actie de bulkvoorraad van een produkt te laag, dan komt dit produkt op de bestellijst. Afhankelijk van de bestelstrategie wordt dit produkt in de loop der tijd besteld. Komt de bestelling binnen, dan wordt de bulkvoorraad opgehoogd.

Evenals het bij de order het geval was is het mogelijk dat de aanvulopdracht niet kan worden uitgevoerd omdat de gevraagde produkten niet meer voorradig zijn. Deze produkten worden op de bestellijst geplaatst en de aanvulopdracht komt in een wachtkamer te staan totdat de bulkvoorraad weer op pijl is gebracht.

In de procesbeschrijvingsmethode moet dit geheel van activiteiten in aparte processen worden beschreven. Hoe dit gerealiseerd is zal niet verder worden uitgewerkt.

Figuur 2 Stroomschema magazijnprocessen



Uitvoer

De uitvoer is het gedeelte van de simulatie waarin de resultaten na het doorrekenen van een bepaalde magazijnsituatie worden weergegeven. Dit gedeelte moet de ontwerper in staat stellen alle gewenste conclusies te trekken. De aspecten waarover in de uitvoer numerieke gegevens worden verstrekt zijn:

- totale doorlooptijd van de orders
- tijd nodig voor het orderpicken
- percentage orders dat niet direkt kan worden uitgevoerd
- bezettingsgraad orderpickers c.q. orderpickwerktuigen
- bezettingsgraad werktuigen bulkmagazijn
- vullingsgraad pickmagazijn
- vullingsgraad bulkmagazijn

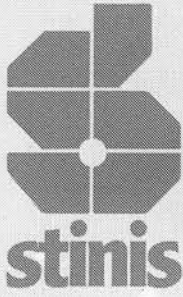
De gegevens met betrekking tot de doorlooptijd van de orders, orderpicktijd, vullingsgraad pickmagazijn en vullingsgraad bulkmagazijn worden in de vorm van een cumulatieve histogram worden weergegeven. Hieruit valt direkt af te lezen welk percentage van de orders binnen een bepaalde tijd is afgehandeld en hoe goed de beschikbare opslagruimte wordt benut. De overige gegevens zijn enkelvoudige numerieke waarden.

Het tijdsinterval dat bij een simulatierun wordt doorlopen kan door de ontwerper vrij worden opgegeven. De betrouwbaarheid van de uitvoer is van deze keuze sterk afhankelijk. Een simulatie heeft altijd te kampen met een aanloopperiode. De toestand van het magazijn bij aanvang van de simulatie is willekeurig gekozen en zal niet relevant zijn voor een magazijn dat al enige tijd in bedrijf is. De voorraad produkten is willekeurig gekozen en er bevinden zich nog geen orders in het proces. Om een situatie te krijgen die wel met de werkelijkheid overeen komt zal de simulatie dus enige tijd nodig hebben. Bij een te kort gekozen tijdsinterval voor de simulatie zullen de aanloopverschijnselen de uitvoer sterk beïnvloeden.

Om dit probleem enigszins te compenseren is de mogelijkheid aangebracht om pas tot registratie van alle relevante gegevens over te gaan als een door de ontwerper opgegeven tijdsinterval is verstreken. De ontwerper moet dan wel zelf inschatten wanneer de aanloopverschijnselen nagenoeg zijn uitgedempt.

Mogelijkheden tot schaalvergroting

Met het simulatiepakket zoals dat tot nu toe is ontwikkeld is het mogelijk een model van een magazijn te maken met een pickopslag en een bulkopslag. In sommige gevallen kan het wenselijk zijn een model te creëren dat meer sectoren voor pick- en bulkopslag kent. In principe is dit mogelijk door een dergelijk magazijn opgebouwd te zien uit een aantal deelmagazijnen van het type dat met het huidige pakket kan worden gemodelleerd. De in- en uitgangen van de deelmagazijnen moeten met elkaar in verbinding staan. Dit geldt zowel voor de fysieke in- en uitgangen als voor de in- en uitgangen voor de informatiestroom. Aan de realisering van deze schaalvergroting is op het ogenblik nog geen aandacht besteed. Met de opzet van het huidige pakket is een dergelijke uitbreiding echter wel mogelijk.



The Word is Spreading

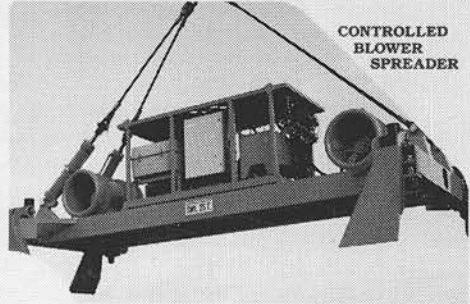
**ADAPTER
SPREADER**
20' and 40'48"



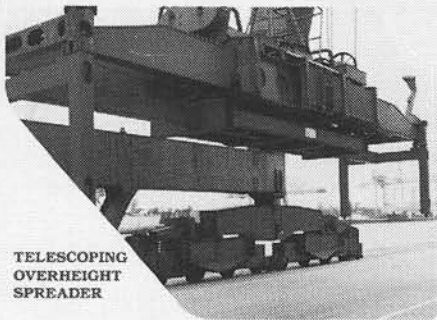
**TELESCOPING
SIDE SPREADER**



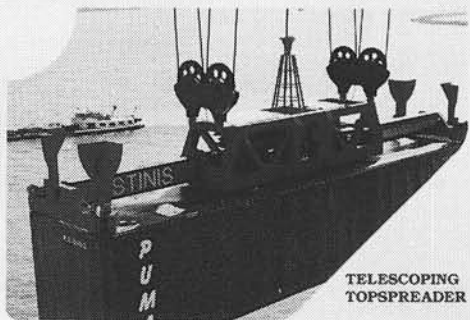
ROTATING TELESCOPING SPREADER



**CONTROLLED
BLOWER
SPREADER**



**TELESCOPING
OVERHEIGHT
SPREADER**



**TELESCOPING
TOPSPREADER**



Specialiteit :
 Ontwerpen en vervaardigen van
 complete installaties voor
 — Graan- en zaadbedrijven
 — Oerslag- en silo-bedrijven
 — Veevoedertabrieken
 — Mechanisch en pneumatisch transport

Specialities :
 Design and manufacturing of
 complete installations for
 — Grain- and seedplants
 — Transhipment- and siloplants
 — Animal feed plants
 — Mechanical and pneumatic conveying

TELEFOON 01680 25900
 TELEFAX 01680 25962
 TELEX 54274
 GIROREKENING 1073132
 BANK AMRO BANK N.V.
 ROOSENDAAL
 REK. NR 47 89 53 402
 FABRIEKEN TE
 ZEVENBERGEN EN BREDA

MACHINEFABRIEK
„BRABANT” D. v. OPSTAL B.V.
ZEVENBERGEN - HOLLAND

LOGISTIEK ALS SCHAKEL TUSSEN PRODUCTIE EN MARKT

Ir. J.G. Vogtländer



Ir. J.G. Vogtländer studeerde in 1971 cum laude af bij de T.U.D. als natuurkundig ingenieur. Na de militaire dienst als bedrijfsingenieur bij het Staatsbedrijf der Artillerie Inrichting Hembrug begon hij zijn loopbaan als projektingenieur bij de Nederlandse Melkunie (bouw van fabrieken voor speciaalprodukten). Daarna heeft hij bij ingenieursbureau Tebodin op vele gebieden gewerkt als technisch projectleider (eerst offshore projekten, daarna overslag terminals zoals K.L.M., vrachtgebouw 2). In 1981 werd hij hoofd van de afdeling systems engineering. Sinds 1986 is hij hoofd van de sector Logistiek en Fabricagetechniek van Tebodin. Onder deze sector vallen de afdelingen Economisch onderzoek, Transportkunde en Systeemontwikkelingen (informatica). Deze sector ontwerpt en bouwt zowel fabrieken voor stukgoed als distributie- en overslagcentra en geeft logistieke en bedrijfseconomische adviezen.

Logistiek als schakel tussen Productie en Markt

1. Marktgerichte logistiek

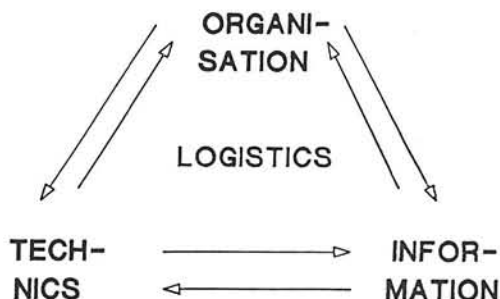
Van een aantal multinationale ondernemingen heeft ingenieursbureau Tebodin de opdracht om grote automatische hoogbouwmagazijnen voor het gereed product te ontwerpen. Een dergelijk magazijn dient als schakel tussen de productie en de (Europese) afzetmarkt. Wat zijn de argumenten voor een dergelijke investering? De algemene trend is immers het streven naar "zero stock" door order gerichte productie, en het integraal uitbesteden van opslag en distributie door "public warehousing".

Goed logistiek management kan een onderneming een goede concurrentiepositie ("competitive edge") verschaffen in de afzetmarkt, en daarmee de winst en continuïteit van de onderneming veilig stellen. Deze bewering geeft het hoofddoel van de moderne logistiek aan maar wijst nog geenszins de weg naar de verwezenlijking van dit doel. Enerzijds beginnen begrippen en methoden als KABAN, J.I.T., OPT, MRP-II al hun nieuwe glans te verliezen, anderzijds groeit de belangstelling van economen en accountants om de voordelen van goed logistiek management cijfermatig zichtbaar te maken.

Logistiek is synergie van organisatie, techniek en informatica (figuur 1). De stormachtige ontwikkelingen op het gebied van computers levert nu geheel nieuwe mogelijkheden en kansen.

2. De basisgedachte

De basisgedachte van logistiek in de onderneming is weergegeven in figuur 2. De onderste helft visualiseert de fysieke goederenstroom: van links naar rechts aanvoer en opslag van



Figuur 1. De synergie van logistiek

grondstoffen, productieproces, opslag en distributie van het gereed product. De bovenste helft geeft de organisatorische kant van het productieproces aan: van rechts naar links (in tegenstroom dus) orderontvangst, productieplanning en inkoop van materialen.

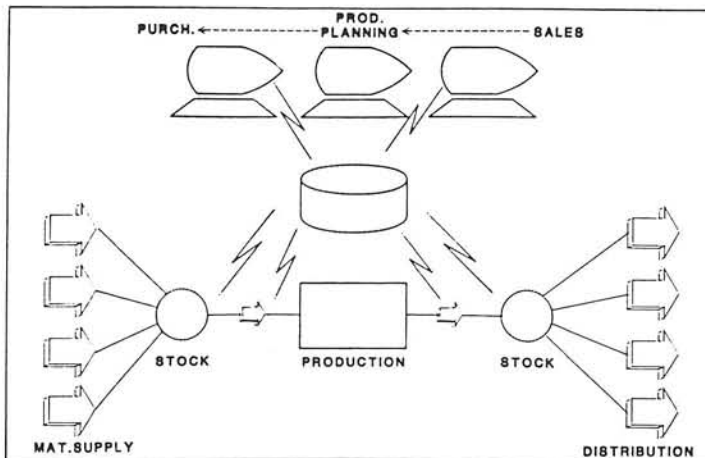
De processen in de onderste en bovenste helft van de figuur worden aan elkaar gekoppeld door een informatieverwerkend besturingssysteem, dat in het ideale geval verregaand is gecomputeriseerd om snelle informatieverwerking mogelijk te maken.

De corresponderende geldstroom loopt evenals de informatiestroom van rechts naar links. Deze geldstroom ijlt in de meeste gevallen na op de orderstroom en de productiestroom. Merk op dat de grootte van de geldstroom in eerste orde recht evenredig is met de grootte van de orderstroom en de productiestroom. De "verblijftijd" (1/omloopsnelheid) van geld in de onderneming heeft daarentegen slechts een zeer zwakke relatie met de verblijftijd van de goederen.

In de klassieke benadering van het logistieke beheer legt men in de Verenigde Staten geheel andere accenten dan in Japan. De basisfilosofie in de VS is gericht op de inkoopactiviteit in verband met de productieplanning (Manufacturing Resources Planning), gestuurd vanuit een verwacht voorraadniveau van het gereed product; kortom de nadruk ligt op het beheer van de linkerkant van figuur 2.

De basisfilosofie in Japan is dat men het product niet eerder maakt dan het moment waarop de gebruiker het nodig heeft ('Just in Time' bij een 'zero stock' van het gereed product).

De nadruk van logistiek beheer ligt in Japan dus op de rechterkant van figuur 2. Hier moet tevens worden opgemerkt



Figuur 2. Een integraal logistiek systeem, met in de bovenste helft de organisatorische kant van het productieproces en in de onderste helft de goederenstroom.

dat het kwaliteitsbewustzijn in Japan mede voortkomt uit deze logistieke basisfilosofie: afkeur van eindproduct leidt direct tot lastige logistieke problemen.

In Nederland ligt de nadruk momenteel op de Japanse benadering. Deze is sterk marktgericht en heeft als primaire doelstelling de klant aan zich te binden door een uitstekende dienstverlening. De strategie is om de marktpositie fundamenteel te verbeteren door levertijden met vooral een zeer hoge graad van leverbetrouwbaarheid (= levering precies op een vooraf afgesproken tijdstip).

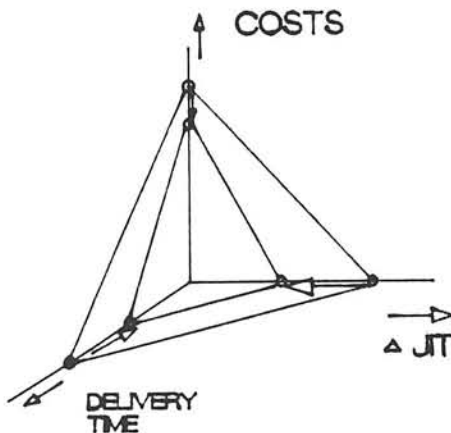
Meestal speelt de fysieke kwaliteit van het verpakte product ook een belangrijke rol. Bij de hoogwaardige producten die men levert (dikwijls enkele duizenden guldens per pallet), is het immers van belang dat het pallet schoon en onbeschadigd bij de klanten afgeleverd wordt. Nauwkeurig werken en kwaliteit gaan hand in hand. Beschadigingen en vergissingen bij de belading van vrachtauto's zijn uit den boze.

3. Marktgerichte logistiek nader toegelicht

De marktgerichte logistiek heeft in wezen 3 dimensies (figuur 3); wanneer we het aspect van de fysieke productkwaliteit even buiten beschouwing laten zijn dat dus:

- integrale transportkosten, incl. opslag;
- levertijd;
- "Just-In-Time" = betrouwbaarheid van levertijdstip.

Uiteraard streeft logistiek management na alle drie de aspecten te verbeteren.



Figuur 3. De 3 dimensies van logistiek, waarbij als doelstelling geldt naar het 0-punt te streven. (Δ J.I.T. en levertijd zijn essentieel voor continuïteit van de onderneming en hoge productprijzen in de markt).

Toch is het zaak om in ieder specifiek geval na te gaan welke van de drie aspecten nu van essentieel belang zijn om een betere marktpositie te verwerven. Dit om te weten welk doel het logistiek management primair moet nastreven. Zo geeft een korte levertijd van dure auto's (Mercedes, Rolls Royce) geen marktvoordeel op, want kennelijk is een dergelijke auto met een lange levertijd begeerlijk. Wanneer het echter onderdelen voor reparatie betreft, is een ultra-korte levertijd juist essentieel. Transportkosten zijn dan minder belangrijk. Voor auto's in de middenklasse is vooral de kostprijs van belang voor het verwerven van een goede marktpositie. Toeleverende bedrijven echter zijn gebaat bij een sterke klantenbinding en zullen daarom juist J.I.T. nastreven. Een voordeel van J.I.T. is ook dat betrouwbaarheid van levertijd-stip de vraag naar ultra korte levertijden kan verdringen bij een goede planning.

De branche en het marktsegment waarin men produceert is dus kennelijk van belang voor de te volgen logistieke strategie. Opvallend is dat uit een NEVEM enquête van 1987 onder Nederlandse ondernemers blijkt dat alleen de transportsector met logistiek management op de eerste plaats kostenreductie nastreeft. Bij de sectoren handel en industrie wordt levertijd en J.I.T.-levering belangrijker gevonden. In deze sectoren leeft dus de overtuiging dat het tevreden stellen van klanten meer oplevert (hogere verkoopprijs, groter marktaandeel) dan het besparen van de laatste dubbeltjes.

Dit is een opvallend verschil met tien jaar geleden, toen de belangrijkste strategie nog geld besparen was. Het is opvallend dat het strategisch begrip logistiek thans weer dicht benaderd wordt door de oorspronkelijke militaire inhoud van het woord: "bevoorrading der troepen". En dan gaat het erom dat het front der troepen op tijd bevoorraad wordt, de kosten van de bevoorrading doen er minder toe. Is dat in het "gevecht om de markt" niet ook aan de orde ?

Zo wordt het automatisch hoogbouwmagazijn - met een snelle levertijd - onderdeel van de strategie: "probeer de kwaliteit van het distributiesysteem te verbeteren onder voorwaarde van gelijkblijvende kosten".

4 Opslagkosten versus de versnelling van geldstroom

Toch gaan de logistieke succes stories bijna altijd over enorme kostenbesparingen in plaats van over strategische verbeteringen van de marktpositie. Enerzijds is dit logisch: kosten besparingen kan men immers cijfermatig uitdrukken, comparatieve marktvoordelen niet. Anderzijds is het oppassen geblazen met die besparingen van kosten: de belangrijkste component is meestal de vermindering van voorraden gereed product waarvan het financiële effect vaak te positief wordt ingeschat.

Wanneer men wezenlijk tot vermindering van voorraden wil komen, is het van essentieel belang de gehele transport / productie keten in beschouwing te nemen. Te vaak is het resultaat van een extreem "zero stock" streven dat voorraden naar een andere plaats in de logistieke keten worden verschoven.

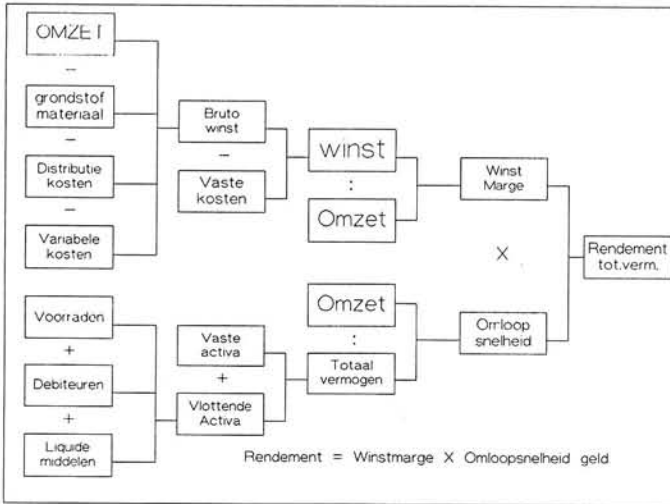
Verder moet men de geldstromen analyseren om te weten of er sprake is van reële besparingen. Juist bij bedrijven die een logistieke strategie hebben kan het zijn dat de adviseur situaties aantreft die meer te maken hebben met de klassieke waarderingsgrondslagen van accountants dan met reële besparingen. Voorbeelden:

- a. De logistieke manager zorgt voor een versnelde transport-planning juist voor het einde van de maand opdat het magazijn dan zo leeg mogelijk is. Niet prettig voor het transportbedrijf (piekbelasting) en niet prettig voor de afnemers. Het verlaagt natuurlijk wel de voorraadwaarde op de balans. Dit heeft meestal geen enkele invloed op de facturen en de betaling ervan, zodat de geldstroom niet wezenlijk beïnvloed wordt en de vermeende vermindering van rente niet reëel optreedt.
- b. De logistiek manager heeft de voorraad verlegd naar voorraad grondstoffen (gewaardeerd tegen inkooprijds). Bij een eenvoudig assemblageproces levert dit natuurlijk in reële termen weinig op, terwijl het doorgaans wel hogere productiekosten geeft vanwege de op te vangen productiepieken. Alleen een gedegen geldstroomanalyse brengt dit aan het licht.
- c. Door J.I.T. leveranties worden de voorraden grondstoffen verminderd, maar wat gebeurt er met de inkooprijds ? Is de voorraad slechts verschoven naar de toeleveranciers ? Pas als er een gezamenlijke planning (comakership) bestaat, kan er sprake zijn van een wezenlijke besparing.

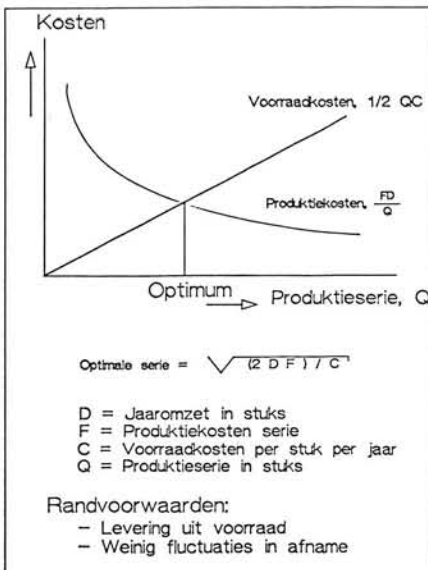
Kortom: een integrale benadering van de keten is geboden om tot wezenlijke efficiency te komen. Het zal duidelijk zijn dat alleen een goede integrale planning, gecombineerd met goede informatiesystemen (telematica) de efficiency door order-gerichte productie kan worden verhoogd. In bedrijfseconomische zin is het daarbij van belang de omloopsnelheid van de geldstroom te vergroten. Versnellen van de productie (meer maken met hetzelfde productieapparaat) is daarvoor vaak effectiever dan verlaging van voorraden. De omloopsnelheid van het geld is immers niet hetzelfde als de om- of doorloopsnelheid van het product, omdat de voorraden slechts een beperkt gedeelte van de bedrijfsactiva zijn (zie figuur 4).

5. Formule van Camp

In een recent nummer van het blad Bedrijfskunde (1988 nr. 1) geeft drs. Van der Veeke een uitstekende economische analyse van bovengenoemde problematiek.



Figuur 4. Vergroting van de omzet met dezelfde bedrijfsmiddelen geeft zowel een betere winstmarge als een hogere omloopsnelheid van het geld. De meest efficiënte benutting van het productierapparaat is dus het voornaamste logistieke doel.



Figuur 5. De formule van Camp.

Drs. Van der Veeke wijst terecht op het te gemakkelijk toepassen van de alom gebruikte formule van Camp voor het bepalen van de optimale seriegrootte (figuur 5) en stelt daarvoor in de plaats een zeer plausibel strategisch alternatief:

- "- bij overcapaciteit kiezen voor zo klein mogelijke series; meer omstellen verhoogt niet de arbeids- en machine-uitgaven, maar verlaagt de voorraden aan inkoop- en/of verkoopkant van de goederenstroom;
- bij knelpuntcapaciteit een afweging maken tussen de hogere uitgaven voor voorraad (rente + incurant) en de derving (door verlies aan omsteltijden) van de te ontvangen bruto marge."

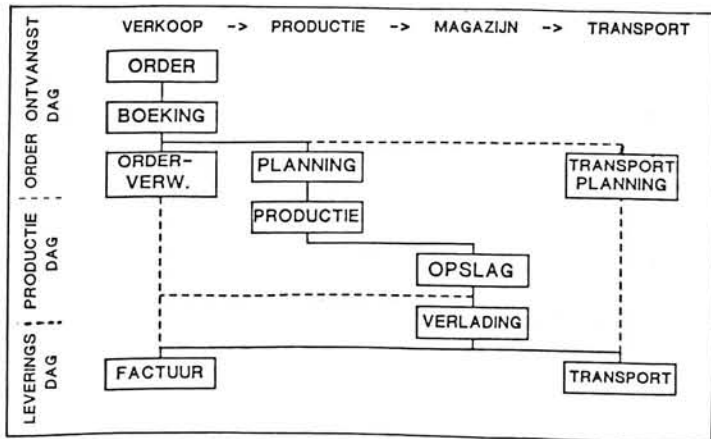
Het accent van het logistieke management verschuift dus van efficiency- en voorraadbepaling naar kwaliteit en levertijd bij een versnelde goederenstroom. Prof. dr. Theeuwes schrijft in hetzelfde blad:

" Een versnelling van de goederenstroom heeft een positieve invloed op de rentabiliteit van het werkkapitaal van een bedrijf. Hierdoor kunnen vaak grotere economische resultaten worden bereikt dan met een verbetering van materiaal- en arbeidsefficiëntie. "

6 Afwegingen bij de bouw van een automatisch (hoogbouw) magazijn

1. In een bedrijf waar sprake is van een efficiënt logistiek management kan men dus toch besluiten magazijnruimte bij te bouwen, met name in een markt met veel vraag en een goede bruto marge. Het doel is dan optimale benutting van de beschikbare productiecapaciteit.
2. Een moderne "real-time" administratie van de bewegingen in en uit het magazijn maakt het mogelijk om facturering gelijktijdig met de verzending te doen plaatsvinden ter versnelling van de geldstroom. Dit vanuit een vlotte, accurate orderverwerking (figuur 6). Voor productiebedrijven is het dikwijls een reden om eigen magazijnen te hebben in plaats van de opslag uit te besteden.
3. Automatische verwerking van goederen door automatische werktuigen verlaagt in principe de kans op beschadigingen en verzendfouten en verhoogt daarmee productkwaliteit. Met name deze laatste factor doet Japanse investeerders in Nederland dikwijls besluiten tot automatische hoogbouwmagazijnen, waar Europese en Amerikaans investeerders aarzelen vanwege een te lage ROI volgens de klassieke investeringstheorie.
4. Tenslotte nemen we de trend waar dat de transport-ondernemer in plaats van het productiebedrijf de lading klaar maakt voor verzending. Dit heeft zowel te maken met efficiency verbeteringen door integratie van transport- en verladingsplanning als met de verschillende arbeidsomstandigheden en -voorwaarden (zoals ploegdienst-roosters) bij productiebedrijven en transport-ondernemingen.

Op grond van bovenstaande overwegingen wordt er bij Tebodin voor diverse grote bedrijven gewerkt aan het ontwerp van een nieuw, groot automatisch hoogbouwmagazijn voor gereed product. Het marktgerichte logistieke denken en niet zozeer de directe besparingen heeft tot deze beslissing geleid.



Figuur 6. Een logistiek basisschema voor de verladings- en transportplanning.

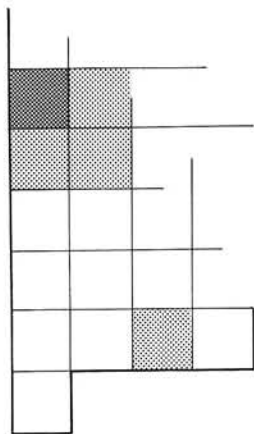


Tebodin is een onafhankelijk ingenieursbureau met vestigingen in Den Haag, Hengelo, Maastricht, Groningen, Spijkenisse, Beverwijk, Eindhoven, Arnhem, Abu Dhabi en Curacao. Ons werk loopt uiteen van het maken van haalbaarheidsstudies en probleemanalyses tot het realiseren van complete logistieke, industriële en utiliteitsprojecten.

Meer dan een frisse kijk alleen

Vooruitgang vraagt om oorspronkelijkheid, om inzicht en durf. Wie zich constructief op dit terrein beweegt ziet zich voortdurend geconfronteerd met vraagstukken waarvoor nog geen pasklaar antwoord bestaat en met problemen die nog nooit aan de orde zijn geweest.

Vanuit een brede ervaring werkt Tebodin aan een nieuwe toekomst voor haar opdrachtgevers. Bedrijfseconomen werken aan de onderbouwing van nieuwe bedrijfsstrategiën, computer experts werken aan betere informatie systemen, werktuigbouwers en bouwkundigen bouwen tastbare fabrieken. Logistieke adviseurs integreren organisatie, techniek en informatica.



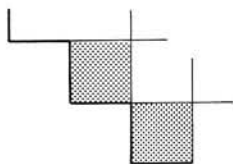
Personeel en kwaliteit

Het leveren van kwaliteit staat voorop. Het zijn de mensen bij Tebodin die kwaliteit maken: bij het aannemen van nieuwe medewerkers wordt zorgvuldig geselecteerd. Men moet creatief en kostenbewust zijn en oog hebben voor kwaliteit. Voor ieder individu zijn er ontplooiingskansen te over.

Laan van Nieuw Oost-Indie 25
Postbus 16029 2500 BA Den Haag
Telefoon (070) 480911
Telefax (070) 480645 Telex 31580

TEBODIN

Raadgevende
Ingenieurs



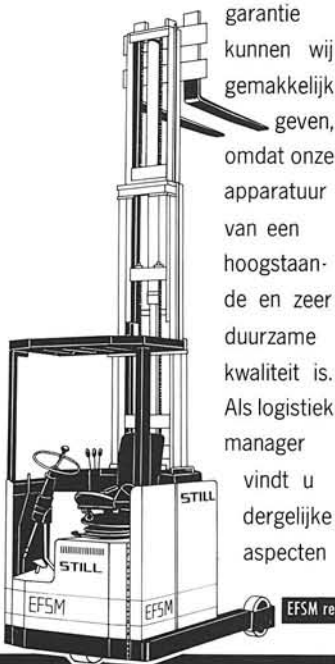
U WILT UW GO ZO EFFICIENT MO

Waar produkten worden gemaakt en/of opgeslagen, mag een goed logistiek management niet ontbreken.

De omvang van de onderneming geldt daarbij niet langer als criterium. Want ook kleinere bedrijven opereren flexibeler en voordeliger als hun interne goederenstroom zo optimaal mogelijk wordt beheerst. Groot of klein, u zou eens met ons moeten praten. Want Still tilt zwaar aan logistiek management en biedt een assortiment van A tot Z.

Een werkelijk duurzame oplossing.

De intern transportmiddelen van Still zijn zo ontwikkeld, dat een optimale bedrijfszekerheid kan worden gegarandeerd. Die unieke



garantie kunnen wij gemakkelijk geven, omdat onze apparatuur van een hoogstaande en zeer duurzame kwaliteit is. Als logistiek manager vindt u dergelijke aspecten

EFSM reachtruck

net zo belangrijk als de kosten.

Maar dat zijn niet de enige redenen waarom u voor Still kiest. U weet, dat u bij Still ook altijd kunt aankloppen voor professionele logistieke oplossingen, als u 't even niet meer weet. En da's toch een geruststellende gedachte.

De nieuwe generatie reachtrucks: capaciteit gecombineerd met zuinigheid.

De EFSM reachtruck generatie van Still laat zien hoe 't moet. Met hefvermogens van 1250 t/m 2500 kg. Met krachtige motoren die bij een laag toerental toch een opmerkelijk hoog draaimoment en daardoor een goede acceleratie hebben. Met een hoge rij-snelheid die voor een hoge

transportcapaciteit zorgt. Daárom lost de EFSM-serie in één klap alle voorkomende opslagproblemen effectief en economisch op.

Voor het bescheiden werk is er de elektrische pallettruck.



Rijdt elektrisch, heft elektrisch: De EGU pallettruck. Lasten van 1600 tot

3000 kg worden moeiteloos ge-heven en getransporteerd.

De EGU heeft drukknopbediening, is licht manoeuvreerbaar en heeft een zeer stabiele, robuuste uitvoering. Een bescheiden truck van formaat dus.

Eenvoud en vernuft hand-in-hand bij de EGV elektrische stapelaar.

Een universeel toepasbare machine die feilloos en moeiteloos lasten van

1250 tot zelfs 2000 kg heft en plaatst tot een hoogte van ruim 3,5 meter.

EGV elektrische stapelaar



DERENSTROOM ELIJK BEHEERSEN.



Werken op eenzame hoogte met de EKG orderverzamelaar.

Orderverzamelen vindt plaats in vele branches op verschillende manieren. Al naar gelang de artikelhoeveelheid en omzetsnelheid kan men op diverse niveaus orderverzamelen. De Still orderverzamelaar heeft een zeer stabiele mastconstructie, wat bij werken op grote hoogte een veilig gevoel geeft. Capaciteit 1000 en 1250 kg. Grijphoogte tot 8365 mm.

EKG orderverzamelaar

De EFG-X elektro hoogbouwtruck houdt van smalle gangen.

Met de EFG-X benut u uw beschikbare magazijnruimte optimaal. Door toepassing van zwenk- of telescoopvorken kunnen pallets moeiteloos zowel links als rechts in stellingen worden afgezet bij een gangpadbreedte vanaf 1350 mm.



EFG-X elektro hoogbouwtruck

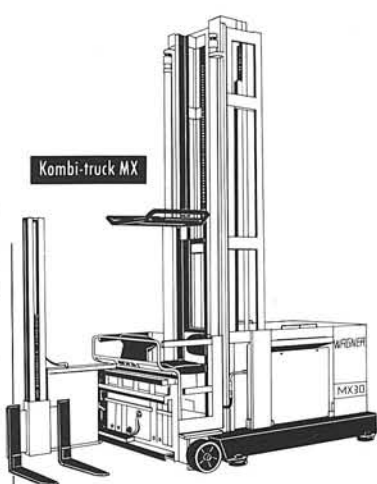
Hefvermogens variëren van 1000 tot 2000 kg. Maximale hefhoogte 12.500 mm.

Transportsystemen zonder chauffeur: economisch, flexibel en veelzijdig.

Deze systemen verhogen de produktiviteit en efficiency in een organisatie, omdat ze altijd in bedrijf zijn. Desgewenst kunnen ze ook bemand worden. Ze worden door ons op maat geleverd en aangepast aan uw specifieke wensen. Onze know-how staat daarbij garant voor een verantwoorde investering.



Transportsystemen onbemand



Kombi-truck MX

Stapelen en orderverzamelen met de Kombi-truck MX.

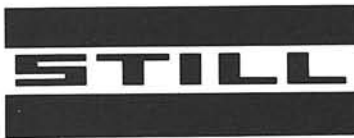
Voor gecombineerd stapelen en orderverzamelen is de MX de meest ideale oplossing. Voorzien van een volledig elektronische besturingstechniek en doordachte bediening. Ook aan het comfort van de bestuurder is gedacht met een hydraulisch afgeveerde en verstelbare zitplaats. Magazijntransport in z'n meest optimale vorm!

STILL TILT ZWAAR AAN LOGISTIEK MANAGEMENT.

Er staat 'n unieke organisatie achter.

Still Intern Transport biedt u kwaliteitsapparatuur en een specifieke oplossing van al uw logistieke problemen. U kunt bovendien vertrouwen op een uitstekende dienstverlening door een professionele service-organisatie die met 56 steunpunten in heel Nederland werkt.

Als u uw goederenstroom morgen dus zo efficiënt mogelijk wilt beheersen, neemt u nog vandaag contact met ons op. Still Intern Transport BV, Postbus 150, 3340 AD Hendrik-Ido-Ambacht, telefoon 01858-11911, telex 29160, fax 01858-19700.



Automatisering in bulkterminals

Ing. J. van Ladesteijn



Ing. J. van Ladesteijn behaalde in 1962 het diploma van elektrotechnisch ingenieur aan de HTS Haarlem. In de periode 1964 tot 1982 was hij werkzaam bij Hoogovens Groep B.V. Tevens deed hij enkele aanvullende opleidingen op wiskundig gebied (numerieke wiskunde, operation research). Vanaf 1982 is hij verbonden aan ingenieursbureau ESTS van Hoogovens Groep, waar hij zich meer bezig ging houden met de logistiek van kolen terminals. Momenteel is hij manager van het Consultancy Department van de divisie Energie & Milieu.

Automatisering in Bulkterminals

Inleiding

Automatisering omvat een breed terrein met vele toepassing. Een selectie is dan ook noodzakelijk.

In deze voordracht zal in het bijzonder aandacht worden besteed aan de randvoorwaarden, die voor de handling van kolen op een commerciële import terminal van toepassing zijn en aan de mogelijkheden om door introductie van nieuwe opslagwerktuigen te komen tot milieuvriendelijke opslagssystemen waarin de inslag en uitslag in hoge mate geautomatiseerd kan plaatsvinden. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de resultaten van de in 1985/1986 uitgevoerde studie "Omwalde Opslag". Deze studie is in een samenwerkingsverband van Ballast Nedam, ESTS, Gemeentelijk Havenbedrijf Amsterdam, Havenbedrijf der Gemeente Rotterdam, Kema, TNO en TU Delft, afdeling Transportkunde, uitgevoerd.

Doel van deze studie was vast te stellen of toepassing van nieuwe brugafgraafwerktuigen al dan niet in combinatie met geheel of gedeeltelijke omwalling van opslagvelden, zou kunnen leiden tot:

- * een milieuvriendelijker opslagsysteem voor kolen;
- * een goede beheersbaarheid van de uit te voeren activiteiten in de terminal;
- * verregaande automatisering van inslag- en uitslagfuncties;
- * technisch-economisch haalbare nieuwe opslagssystemen.

Bovenstaande in vergelijking met open opslagvelden waartussen gecombineerde wielgravers worden geïnstalleerd.

Voor het ontwerp van de nieuwe diepwater-terminal op de Maasvlakte heeft Frans Swarttouw in belangrijke mate gebruik gemaakt van de ideeën, die gedurende de studie "Omwalde Opslag" zijn ontwikkeld. Daardoor is het onderwerp opnieuw actueel.

De logistieke keten voor de aanvoer van kolen

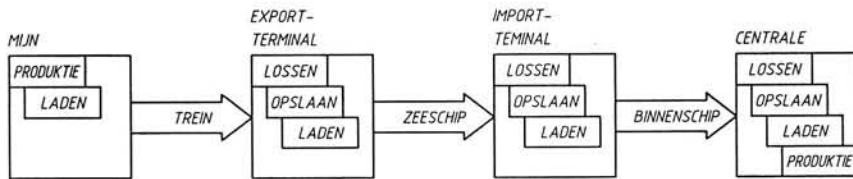
Algemeen

Verbruikers van kolen in Nederland zijn voor de inkoop van kolen grotendeels aangewezen op de landen waar kolen in economisch winbare hoeveelheden aanwezig zijn. Belangrijke exportlanden van kolen zijn nu en/of in de toekomst o.a. de Verenigde Staten, Canada, Australië, Polen, Columbia, Zuid-Afrika en China.

De kolenwinning in dichtbij gelegen landen zoals Engeland en West-Duitsland is voornamelijk gericht op de lokale behoefte en wordt bovendien zwaar gesubsidieerd. In de negentiger jaren mag verwacht worden dat deze subsidies sterk zullen verminderen, waardoor ook de

import van kolen in deze landen sterk zal toenemen. Gezien de strategische ligging van de Nederlandse overslagbedrijven zal in dat geval ook de doorvoer van kolen stijgen.

Door de aanvoer van kolen vanuit verafgelegen winningsgebieden ontstaan complexe aanvoerketens met een lange doorlooptijd. In figuur 1 is een voorbeeld van een aanvoerketen opgenomen.



De gebruiker van de kolen zal de rekening van zowel de kolen zelf als van de gemaakte kosten voor handling-, opslag- en transportactiviteiten in de logistieke keten gepresenteerd krijgen. Binnen de randvoorwaarden die gelden voor de door de gebruiker gewenste kwaliteit, de kwantiteit en de gewenste beschikbaarheid van de kolen voor het productieproces, zal de gebruiker trachten de totale kosten per ton te minimaliseren.

Belangrijke activiteiten zijn:

Inkoop van kolen

Welke hoeveelheden uit de verschillende exportgebieden zullen worden gekocht, wordt bepaald door een aantal factoren zoals:

- * de gewenste kolenkwaliteit;
- * de relatie tussen kwaliteit en prijs;
- * de jaarlijkse hoeveelheid die van de mijnen kan worden afgenomen;
- * de kosten voor het vervoer, de handling en de opslag van de kolen vanaf de mijn tot de inzet van de kolen bij de gebruiker;
- * de gewenste risicospreiding waardoor niet alle kolen in één land zullen worden gekocht.

Een gebruiker kan de kolen bij de producent kopen, maar ook direct of via een handelaar op de vrije kolenmarkt.

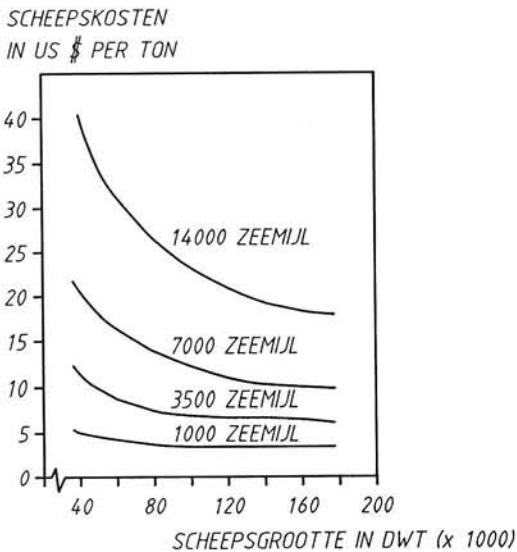
De termijn waarop kolen worden gekocht, kan variëren van incidentele spotaankopen op korte termijn tot inkoop van kolen op basis van langjarige contracten met de leverancier. In de meeste gevallen zullen grootverbruikers van kolen een gedeelte van de jaarlijkse behoefte inkopen op basis van langjarige contracten en het resterende gedeelte inkopen op de vrije markt.

Doordat de laatste jaren het aanbod op de kolenmarkt de vraag ver overtreft, is het voor verbruikers en handelaren bijzonder aantrekkelijk een belangrijk deel van de kolen (20-50%) op de vrije markt in te kopen.

Aanvoer van de kolen naar Nederland

Behoudens een kleine hoeveelheid kolen afkomstig uit Polen, moeten de kolen voor Nederlandse verbruikers worden aangevoerd vanaf verafgelegen mijnen. Voor het zeevervoer van goedkope stortgoederen zoals kolen en erts over grote afstanden worden grote bulk carriers toegepast. De zeevervoerskosten worden in belangrijke mate bepaald door de vaarafstand en de toegepaste scheepsgrootte.

In figuur 2 zijn de kosten per ton voor het zeevervoer opgenomen als functie van de vaarafstand en de toegepaste scheepsgrootte. De gekozen vaarafstanden komen redelijk overeen met de afstanden naar Nederland vanuit achtereenvolgens Polen (1000 zeemijl), USA Oostkust (3600 zeemijl), Zuid-Afrika (7000 zeemijl) en Australië (13.000 zeemijl).



Figuur 2: Vervoerskosten per ton als functie van scheepsgrootte en vaarafstand.

De in figuur 2 opgenomen krommes zijn vastgesteld op grond van de berekende kosten van de onderzochte scheepsgroottes voor de verschillende vaarafstanden.

De vrachtprijzen die op de internationale vrachtenmarkt worden afgesloten, zijn in de afgelopen jaren sterk beïnvloed door het teruglopen van het internationale vervoer van bulk goederen en de prijs van de olie. Doordat het aanbod van scheepsruimte de vraag ver overtrof, zijn de vrachtprijzen sterk gedaald.

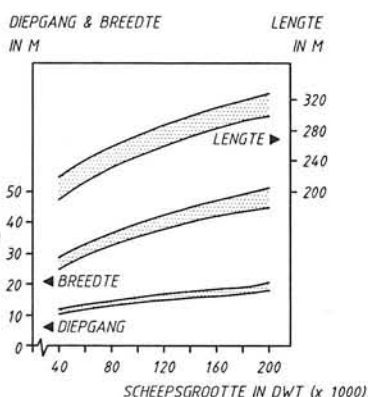
Voor de lange termijn-ontwikkeling moet er echter van worden uitgegaan dat de vrachtprijzen zich door een redelijk evenwicht tussen vraag en aanbod weer zullen instellen op een zodanig niveau dat de kosten voor schepen kunnen worden goedge maakt. Het herstel van de vrachtprijzen is nu reeds zichtbaar.

Uit figuur 2 kan worden opgemaakt dat op grond van de kosten voor verschillende scheepsgroottes het aantrekkelijk is grote schepen toe te passen; met name voor de grote vaarafstanden zijn de kostenverschillen voor het oceaans transport aanzienlijk.

De negatieve effecten van de inzet van grotere schepen op andere schakels in de logistieke keten aan export- als importzijde zijn:

- * meer diepgang in havens en toegangsroutes;
- * langere en zwaarder geconstrueerde kades;
- * grotere afmetingen van laad- en losapparatuur;
- * grotere afvoer- of aanvoerbatches resulterend in een hogere voorraad en hogere voorraad- en opslagkosten;
- * duurdere schepen, waardoor snellere belading en lossing vereist is.

In figuur 3 zijn ter illustratie daarvan de karakteristieke afmetingen van bulk carriers opgenomen.



Figuur 3: Karakteristieke afmetingen van bulk carriers.

Voor een kleinverbruiker zal het zelfstandig aanvoeren van kolen in een grote bulk carrier minder aantrekkelijk zijn vanwege de daardoor veroorzaakte voorraden en de kosten daarvan. In de praktijk zal via handelaren worden gekocht, die deelladingen voor meer verbruikers combineren in grote bulk carriers.

Dezelfde methode wordt gehanteerd door op het gebied van inkoop en/of aanvoer samenwerkende grootverbruikers, waardoor een sterk voorraadverlagend effect optreedt. Ondanks de negatieve aspecten als gevolg van toepassing van grote bulk carriers kan worden vastgesteld dat de grote kostenverschillen voor het oceaanschiptransport doorslaggevend zijn voor de keuze van de scheepsgrootte binnen de ontvangstmogelijkheden in de laad- en loshavens.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat de kolenaanvoer naar Nederland voor verbruikers in Nederland en daarbuiten wordt gekenmerkt door:

- * gebruik van grote bulk carriers tot ca. 180.000 DWT beladen met één of meer kolenkwaliteiten;
- * aanvoer vanuit veel laadhavens;
- * een grote variëteit in het aantal aangevoerde kolenkwaliteiten;
- * een grote spreiding in het aankomstpatroon van de schepen.

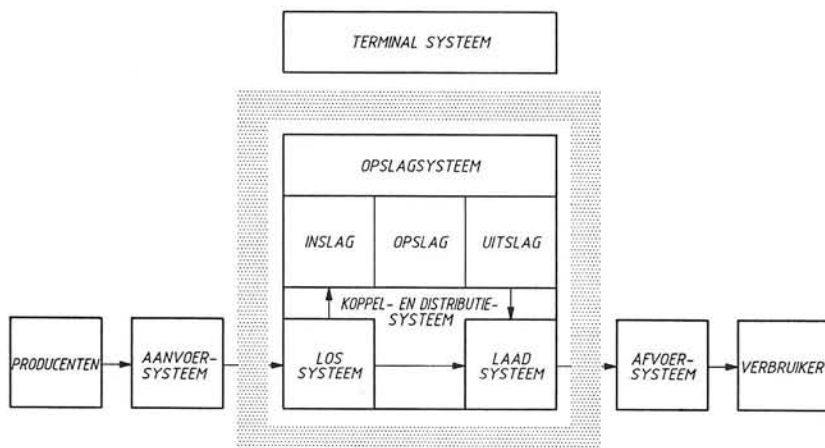
De commerciële import terminal

Een commerciële import terminal is een terminal waar in principe voor elke klant overslag en opslag plaatsvindt. De doorzet van de terminal kan zijn opgebouwd uit diverse stortgoederen. De kolen-doorzet als onderdeel daarvan wordt voornamelijk bepaald door de volgende aspecten:

- * de verbruikers in het natuurlijke achterland van de terminal;
- * de ontvangstmogelijkheden van grote bulk carriers;
- * de opslag- en afvoermogelijkheden;
- * de kwaliteit van dienstverlening aan gebruikers van het terminal systeem kan worden geboden;
- * het kunnen uitvoeren van bewerkingen zoals breken en zeven en het kunnen homogeniseren en samenstellen van aangevoerde kolenkwaliteiten aan klanten van de terminal kan worden geleverd;
- * aan diep water gelegen terminals met een groot achterland zijn de meest aangewezen locaties voor het opslaan van spotaankopen, waarvoor nog geen afnemer is gevonden. Hetzelfde geldt voor het opslaan van strategische voorraden.
- * de gehanteerde tarieven.

Commerciële import terminals, die gelegen zijn aan diepwater zijn voor de distributie van en naar West-Europa aangevoerde kolen een belangrijke schakel in de logistieke ketens van mijn en naar de verbruikers.

In figuur 4 is een prinsipeschema van de subsystemen in een import terminal weer gegeven. Daarnaast kunnen, zoals vermeld ook bewerkings- en mengsystemen voorkomen.



Figuur 4: Het terminal systeem.

Het los- en het laadsysteem moeten zijn aangepast aan respectievelijk de aan- en de afvoerstroam met hun karakteristieken. Het koppel- en distributiesysteem moet de overige subsystemen wat functies betreft op elkaar afstemmen en aansluiten, terwijl de capaciteiten van de subsystemen onderling op elkaar aangepast moeten zijn.

Uit het bovenstaande volgt dat de aan- en de afvoerstroam van de import terminal van invloed zijn op het opslagsysteem via respectievelijk het los- en het laadsysteem en via het koppel- en distributiesysteem. Het opslagsysteem dient dus te worden aangepast aan de verwachte aanvoerstroam en de verwachte afvoerstroam van de import terminal en dient tevens te passen in het gehele terminal systeem wat aantal functies en capaciteit betreft.

Het kolenopslagsysteem in de terminal

- De partijgrootte, die in opslag wordt genomen, hangt af van:
- * de scheepsgrootte en ladingsamenstelling.
 - * de directe afvoermogelijkheden naar verbruikers afhankelijk van beschikbare vervoerscapaciteit en de opslagruimte bij de verbruiker.

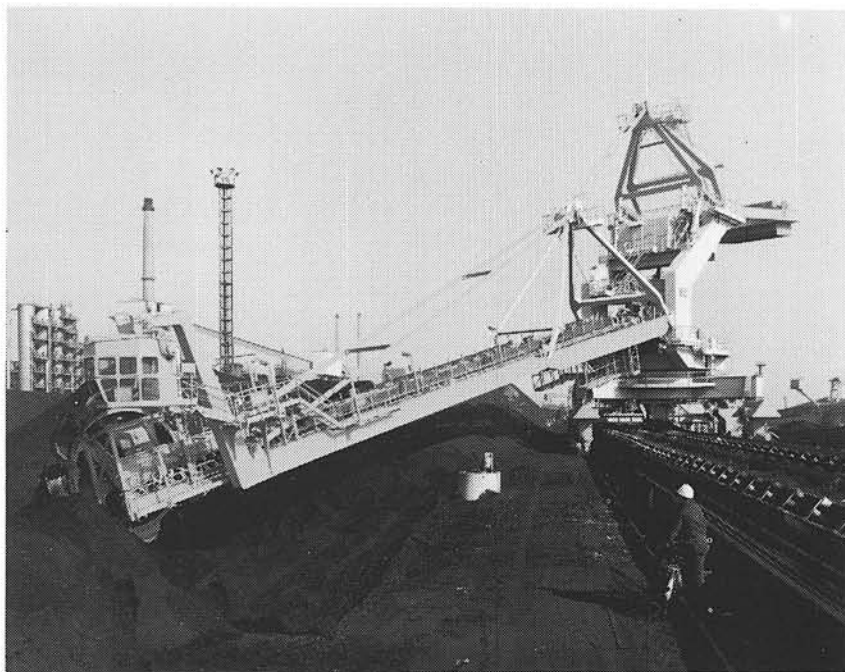
- * spotmarktactiviteiten en opslag van strategische voorraden.
- * doorvoermogelijkheden voor gelichte schepen.

Als gevolg van bovengenoemde aspecten zal de gemiddelde batch-grootte die in opslag wordt genomen aanzienlijk kleiner zijn dan de gemiddelde grootte van de scheepslading. De verblijftijden van de hopen in de terminal kan sterk variëren onder andere als gevolg van het afroeppatroon door verbruikers en onzekere ligtijden van nog niet verkochte partijen.

In de Nederlandse situatie wordt voor het vervoer van kolen vanaf de import terminal naar verbruikers in belangrijke mate gebruik gemaakt van binnenvaartschepen en duwbakeenheden. Daarnaast komt afvoer per band, auto, trein en zeeschip/coaster voor. Voor een import terminal is het goed benutten van de beschikbare opslagruimte en het efficiënt uitvoeren van de belading van de vele kleine afvoereenheden van essentieel belang voor het leveren van een goede service aan klanten.

Gecombineerde wielgravers in open opslagsystemen

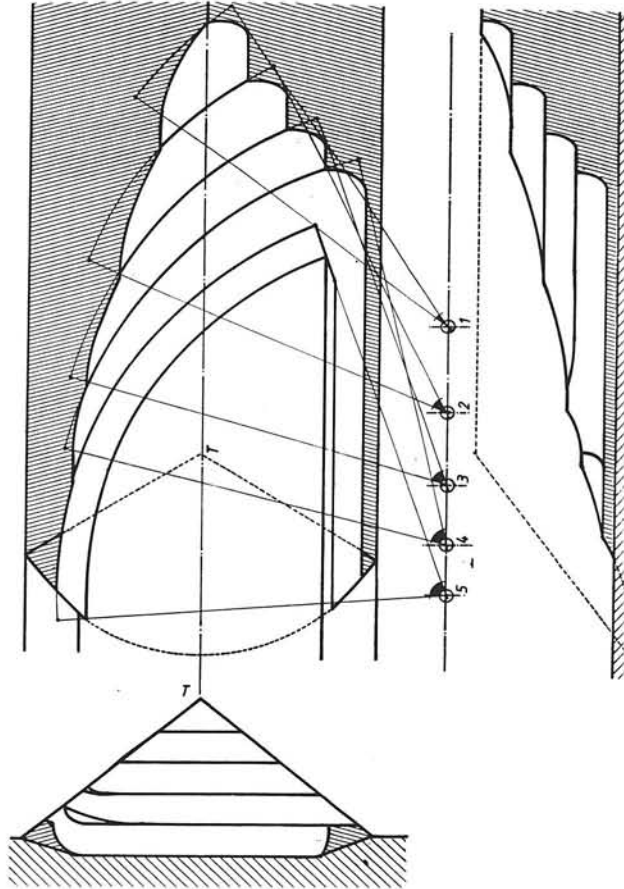
In het algemeen wordt in grote import terminals met een hoge kolendoorzet gebruik gemaakt van gecombineerde wielgravers (zie figuur 5) en open opslagvelden.



Nadelen van het gebruik van deze wielgravers zijn:

- * de afgraaffefficiëntie, waaronder wordt verstaan de verhouding tussen het gemiddelde afgraaf-tonnage per uur, gerekend over een lange periode op verschillende hopen en de maximale afgraaf-capaciteit over een korte periode, is uitgedrukt als percentage ca. 60%.

In figuur 6 is de methode weergegeven voor het afgraven van een smal opslagveld. Tijdens het graafproces moet het natuurlijk talud worden aangehouden om te voorkomen dat door instortverschijnselen de machine gevaar loopt. Voordat de in figuur 6 geschetste stationnaire toestand is bereikt is al een grote hoeveelheid afgegraven. Op kleine hopen zal de stationnaire toestand niet worden bereikt, met een lage graaffefficiëntie als gevolg.



Figuur 6:

- * Doordat de hopen in terrassen worden afgegraven, komt opnieuw te benutten opslagruimte pas vrij nadat een groot gedeelte van de hoop is afgegraven.
- * Het bereik van de wielgraver tijdens de inslag is groter dan het afgraafbereik, waardoor nog intensief gebruik moet worden gemaakt van mobiele apparatuur voor het bijschuiven van de kolen en het schoon opleveren van vrijgekomen opslagruimte met alle daaraan verbonden nadelen voor wat betreft stofemissie.
- * Door de complexe afgraafmethode en de per hoop sterk variërende afgraafcondities is het vaak niet mogelijk de gewenste hoeveelheid voor de belading van binnenvaartschepen nauwkeurig vast te stellen. Gevolgen daarvan zijn o.a. wachttijden dan wel overschotten in het traject van wielgraver naar scheepsbeladers.
- * Automatisering:
 Automatisering van het afgraafproces met behulp van een conventionele wielgraver is slechts zeer beperkt mogelijk. Belangrijkste overwegingen daarbij zijn:
 - de niet-voorspelbare aanvangssituatie voor afgraafactiviteiten door de wisselende vormen van de hoop als gevolg het al dan niet bereikt hebben van de stationnaire toestand, het uitzakken van de hoop, instortverschijnselen aan de rand van de terrassen en weersinvloeden;
 - de combinatie van verschillende bewegingen van het afgraafwiel, de uithouder en de machine zelf tijdens het graafproces;
 - het gevaar van instortverschijnselen tijdens het afgraafproces.

Nieuwe opslagmachines

De bovenvermelde bezwaren van conventionele wielgravers op commerciële import terminals treden in veel mindere mate op bij wielgravers, die de opslaghopen vanaf de kop over de totale breedte afgraven. Een voorbeeld van dit type uitslagwerktuig waarmee een langjarige ervaring in mengsystemen is opgebouwd en het afgraafproces volledig geautomatiseerd wordt uitgevoerd, is afgebeeld in figuur 7.



Tijdens de studie "Omwalde Opslag" is onderzocht of het technisch en economisch haalbaar zou kunnen zijn om een nieuw uitslagwerktuig toe te passen dat gebaseerd is op het principe van mengveldmachines en tevens zou kunnen voldoen aan de specifieke eisen binnen een commerciële import terminal. De belangrijkste voorwaarde daarbij is de mogelijkheid het uitslagwerktuig over de hopen te verplaatsen, zodat naar behoefte een willekeurige kolenhoop kan worden afgegraven. Op basis van uitgevoerd onderzoek werd gekozen voor een portaalconstructie met de hoog gelegeven afvoerband. Taludbeheersing en afgraaffunctie zijn analoog aan die bij mengveldmachines, waarbij voor de opvoer van het materiaal afkomstig van de graafwielen een schottenband wordt gebruikt.

Schottenband en afgraafwielen zijn gemonteerd op een gebalanceerde uithouderconstructie afgesteund op een op het portaal verrijdbare wagen. Door het optoppen van de uithouder is het passeren van hopen in het opslagveld mogelijk.

In een uitgebreide case-studie voor een fictieve kolen import terminal is een opslagsysteem op basis van open opslagvelden en conventionele wielgravers vergeleken met een geheel of gedeeltelijk

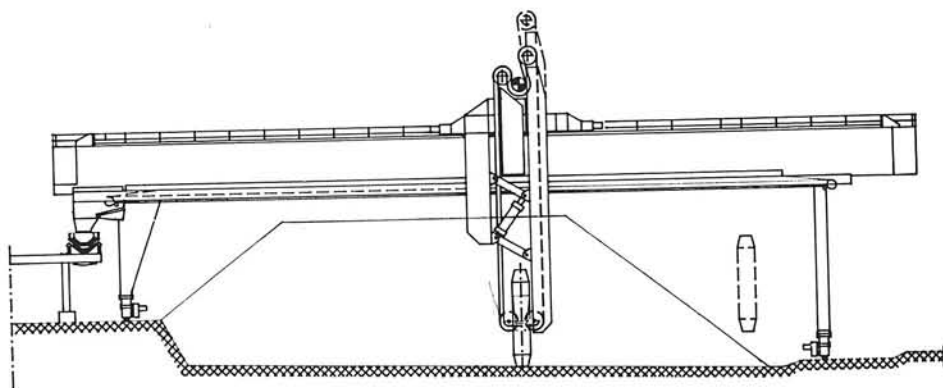
omwald opslagsysteem waarin nieuw ontwikkelde inslag- en uitslag-werktuigen zijn toegepast.

De belangrijkste conclusies waren:

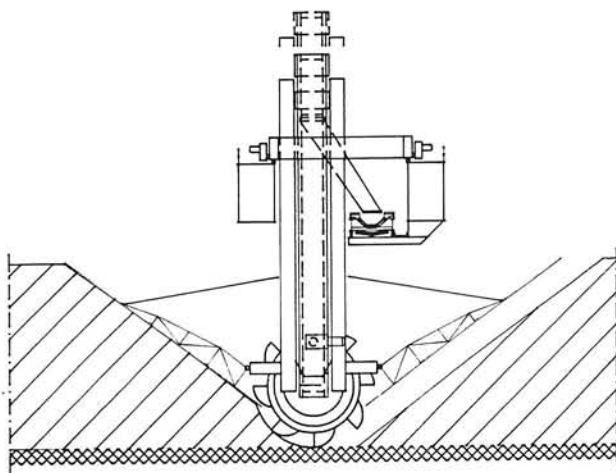
1. Toepassing van volledig omwalde opslagsystemen leidt tot onaanvaardbaar hoge investeringen die niet wordt goedge maakt door operationele voordelen.
2. Toepassing van gedeeltelijke omwalling van opslagvelden in combinatie met nieuw ontwikkelde opslagwerktuigen kan resulteren in een technisch en economisch haalbaar opslagsysteem als de doorzet voldoende hoog is om railgebonden in- en uitslag-werktuigen te motiveren.
3. Op grond van de karakteristieken van de nieuw ontwikkelde apparatuur zal introductie een duidelijke verbetering ten aanzien van de stofemissie en calorische verliezen tot gevolg hebben.
4. Automatisering van de inslag- en uitslagfunctie is mogelijk.
5. De nieuwe opslagwerktuigen zijn grotendeels gebaseerd op kenmerken van bestaande mengveldmachines en bieden dan ook goede mogelijkheden voor het mengen van aangevoerde kolensoorten, indien dat binnen een commerciële import terminal gewenst is. Toepassing van mengsystemen kan ertoe leiden dat maximaal geprofiteerd kan worden van het ruime aanbod van goedkope kolensoorten op de kolenmarkt en tevens kan worden voldaan aan de eisen die worden gesteld aan de inzet van de kolen in het productieproces.

Recente ontwikkelingen

Frans Swarttouw heeft het ontwerp van de nieuwe diepwater-terminal op de Maasvlakte in belangrijke mate gebaseerd op de ideeën, die zijn ontwikkeld tijdens de studie "Omwalde Opslag". Dit heeft er toe geleid dat tijdens de basic engineering van de terminal het ontwerp van de brugafgraafmachine nader is bestudeerd en verbeterd. In figuur 8 is het meest recente ontwerp weergegeven.



Figuur 8a: Vooraanzicht



Figuur 8b: Zijaanzicht.

Ten opzichte van het tijdens de studie "Omwalde Opslag" ontwikkelde uitslagwerktuigen is het ontwerp op de volgende punten verbeterd:

- * gekozen is voor een eenzijdige omwalling, waardoor een goede bereikbaarheid van het opslagveld in geval van broei of uit te voeren onderhoud kan worden gegarandeerd;
- * de eenzijdige omwalling maakt toepassing van één graafwiel in plaats van twee graafwielen mogelijk. Daardoor kan een vereenvoudigde constructie worden toegepast en kan tevens het passeren van opslaghopen worden vergemakkelijkt.

In figuur 9 is een artist impression opgenomen van de eerste fase van de nieuwe diepwater-terminal van Frans Swarttouw op de Maasvlakte. Het kolenopslagsysteem is gebaseerd op toepassing van nieuw ontwikkelde werktuigen.



Figuur 9: Diepwater-terminal van Frans Swarttouw.

Conclusies

Het geautomatiseerd uitvoeren van in- en uitslagactiviteiten binnen een bulk terminal kan worden nagestreefd door de introductie van complexe geavanceerde besturingssysteem voor conventionele opslagmachines. In de studie "Omwalde Opslag" en het ontwerp van het opslagsysteem voor de diepwater-terminal van Frans Swarttouw is gekozen voor het vereenvoudigen van de randvoorwaarden voor geautomatiseerd bedrijf door toepassing van nieuwe opslagwerktuigen, waardoor automatisering met behulp van simpele besturings-systemen mogelijk wordt.

Voor systemen, die gebaseerd zijn op toepassing van deze nieuwe werktuigen worden ten opzichte van conventionele opslagsystemen de volgende voordelen verwacht:

- * een goede beheersbaarheid van de materiaalstromen binnen de terminal;
- * een hoge efficiëntie voor het afgraven van opgeslagen hopen en voor het gebruik van het beschikbare opslagterrein;
- * het in hoge mate geautomatiseerd kunnen uitvoeren van in- en uitslagactiviteiten;
- * het verkrijgen van een nauwkeurig inzicht in hoeveelheden en locaties van hopen en de positie van opslagmachines. Informatie daarover in combinatie met gegevens van vervoersmiddelen maakt het mogelijk een goede planning van terminal activiteiten op korte en lange termijn te realiseren;
- * de keuze van in- en uitslagwerktuigen en de daarmee samenhangende configuratie van opslaghopen bieden goede mogelijkheden voor het homogeniseren en samenstellen van kolenkwaliteiten;
- * door een goede beheersing van inslag- en uitslagactiviteiten wordt de stofemissie beperkt.

Aan het introduceren van nieuwe systemen zijn altijd risico's verbonden, omdat de verwachte voordelen eerst in de praktijk kunnen worden aangetoond.

Gezien het feit dat de nieuwe uitslagwerktuigen een grote analogie vertonen met bestaande mengveldmachines en zijn opgebouwd uit bekende componenten, mag worden verwacht dat de technische risico's beperkt zullen zijn.

ESTS

Engineers and Consultants

ESTS is een internationaal opererend ingenieurbureau dat deel uitmaakt van de Hoogovens Groep.

DE ACTIVITEITEN ZIJN:

- * *Haalbaarheidsstudies*
- * *Basisontwerp*
- * *Logistieke analyse en simulatie*
- * *Proces- en produktiebewakingssystemen*
- * *Kwaliteitsbewakingssystemen*
- * *Systeem-specificaties*
- * *Software adviezen*
- * *Projectmanagement*
- * *Inkoop begeleiding*
- * *Ontwerpcoördinatie*
- * *Project-realisatie*
- * *Toezicht*
- * *Inbedrijfstellen en commissioning*
- * *Opleiding*

Een en ander op het gebied van:
Energie, Milieu, Industriële automatisering,
IJzer- en Staalindustrie, Havens,
Transport- en Opslagsystemen

ESTS B.V. POSTBUS 10.000 - 1970 CA IJMUIDEN
TELEFOON (02510) 98600, (02510) 99111.
TELEX 35211 HOVS. TELEFAX 02510-24989

Hoe stop ik in m'n model dat:
*Zodra de temperatuur hoger wordt dan 22 graden
alle ventilatoren in het magazijn aangezet
moeten worden voorzover ze nog niet aanstaan ???*



Nou, dat is toch simpel!

WAIT WHILE TEMPERATURE < 22
ACTIVATE EACH FAN IN STOREHOUSE THAT IS NOT ACTIVE

Dat heb je aardig in het engels vertaald,
maar ik wil weten hoe je zo iets programmeert!

Oh, je hebt dus geen PERSONAL PROSIM,
dan mis je nogal wat...

BENT U OOK BANG NOGAL WAT TE MISSEN?

BEL DAN:

 **sierenberg &
de gans bv**

01828 - 19444



HOLEC H



om welke kraanbeweging het ook gaat...

... het gaat doelmatiger
met een elektrisch
systeem van Holec,
zoals de
digitaal bestuurd
frequentieregeling
type ACG voor
draaistroommotoren

HOLEC H

HOLEC Machines en Apparaten BV, postbus 4050
2980 GB Ridderkerk, 074 - 465400

DE ROL VAN SIMULATIES BIJ HET ONTWERP VAN DE ECT/SEA-LAND DELTA
TERMINAL

Ir. R.Th. van der Ham



Ir. R.Th. van der Ham is manager Operations Research bij Europe
Container Terminus (ECT)

De rol van simulaties bij het ontwerp van de ECT/Sea-land Delta Terminal

Inleiding

In de bijna 25 jaar van haar bestaan heeft Europe Container Terminus een stormachtige groei doorgemaakt. Thans worden meer dan één miljoen containers per jaar overgeslagen voor een grote verscheidenheid van klanten en beschikt ECT over een drietal terminals:

- Home Terminal, gelegen aan de Waalhaven
- Delta Terminal, gelegen op de Maasvlakte
- Venlo Terminal, voor vervoer per trein

In 1987 heeft de containerrederij Sea-Land een langlopend kontrakt (tot 2013) gesloten voor de behandeling van haar containerschepen bij Europe Container Terminus. Een belangrijke eis is, dat de behandeling plaats zal vinden op een terminal, die tot in de 21e eeuw modern en efficiënt moet zijn.

Rotterdam vervult voor Sea-Land voor een groot deel de rol van doorvoerhaven. Dit betekent, dat het merendeel van de geloste containers over water wordt afgevoerd. Dit concept wordt 'Majority Sea to Sea (MSS)' genoemd. Mede hierdoor is de ligging van een terminal nabij zee zeer aantrekkelijk.

Om aan de doelstellingen te voldoen zal een geheel nieuwe, moderne terminal op de Maasvlakte worden gerealiseerd. De terminal zal in 1993 operationeel zijn. In figuur 1 wordt de ligging getoond.



Figuur 1. Ligging ECT/Sea-Land Delta Terminal

De operatie zal, in tegenstelling tot de huidige werkwijze, gedeeltelijk worden uitgevoerd met onbemande werktuigen. Dit betekent overigens geenszins, dat er sprake zal zijn van een onbemande terminal.

Voor het ontwerp is en wordt uitgebreid gebruik gemaakt van simulatietechnieken. Het betreft hier zowel de vaststelling van gewenste uitvoeringsvormen als onderzoek voor de bouw van het besturingsstelsel. Hieronder wordt aangegeven op welke wijze simulatie bij het ontwerp wordt gebruikt en welke oplossingen, mede op grond hiervan, zijn gekozen.

Projektorganisatie

In 1983 is ECT reeds begonnen met onderzoek naar gedeeltelijk geautomatiseerde container behandeling ten behoeve van het MSS systeem. In dit stadium zijn veel studies uitgevoerd naar zeer uiteenlopende uitvoeringsvormen. Nadat de beslissing tot de bouw van de ECT/Sea-Land Delta terminal werd genomen, is een projektorganisatie opgezet voor de realisatie. Daarin functioneren een aantal projektgroepen, welke ieder verantwoordelijk zijn voor een bepaald aspekt van de terminal: werktuigen, procesbesturingsstelsel, arbeidsorganisatie, operationele werkwijzen, simulaties, etc.

De groep simulaties is hierbij primair verantwoordelijk voor kwantitatief onderzoek ten behoeve van de nieuwe terminal.

Simulatietechnieken

Door het dynamische karakter van het bedrijf, is het in de meeste gevallen niet mogelijk met behulp van analytische technieken (wachtijd theorie, voorraadanalyse, etc.) betrouwbare antwoorden te geven op vragen betreffende capaciteit en besturing.

Binnen ECT wordt daarom reeds geruime tijd (vanaf 1975) gebruik gemaakt van simulatie modellen bij de ondersteuning van het beleid. In de meeste gevallen betreft het hier diskrete simulaties. In de beginjaren vond de ontwikkeling grotendeels plaats in mainframe Prosim. In Prosim wordt uitgegaan van een beschrijving van de diverse te onderscheiden processen. Hierdoor ontstaat een model, dat goed leesbaar en eenvoudig te onderhouden is. Het ontbreken van faciliteiten om de werking van de simulatie zichtbaar te maken, vormde een groot nadeel van deze ontwikkelomgeving. Met de komst van personal computers is het veel eenvoudiger geworden om simulatie modellen visueel te toetsen. Het is bovendien gebleken, dat aanmerkelijk goedkoper kan worden ontwikkeld op PC's dan op mainframes.

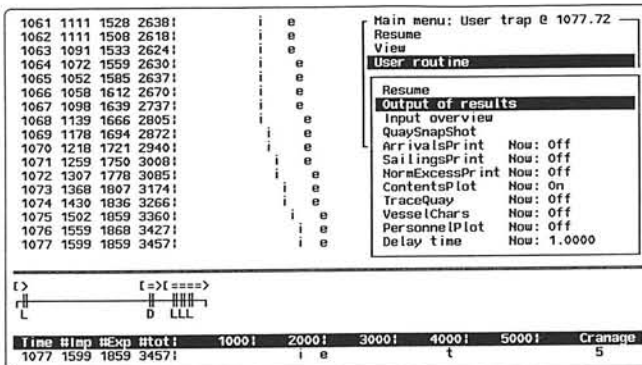
Sinds enige jaren wordt alle ontwikkeling van simulatie modellen op personal computers uitgevoerd. Daarbij werd gebruik gemaakt van zowel Personal Prosim als Must. Beide pakketten zijn gebaseerd op procesbeschrijvingen en bieden de mogelijkheid tot animatie van de gemodelleerde processen.

Binnen Must staan alle faciliteiten van Pascal ter beschikking van de gebruiker, zodat koppeling met andere pakketten (grafisch, database, numerieke technieken, etc.) op eenvoudige wijze kan plaatsvinden. Dit heeft er toe geleid, dat alle modelbouw thans plaatsvindt in Must.

Doordat één en ander draait op personal computers (van eenvoudig tot krachtig) is het tevens mogelijk om gebruik te maken van draagbare systemen. Hierdoor is ECT in staat gebleken bij diverse terminals op korte termijn ter plaatse simulatie onderzoek uit te voeren.

Vaststelling benodigde capaciteit

Voor de vaststelling van de benodigde capaciteit van kade en opslaggebied, is het door ECT ontwikkelde Container Terminal Simulation (CTS) pakket gebruikt. Met dit model kan de invloed van diverse klantkarakteristieken op de werking van de terminal worden onderzocht. In dit model worden geen individuele containers onderscheiden, maar wordt uitgegaan van stromen van containers. Door deze mate van aggregatie is het mogelijk diverse concepten zeer snel door te rekenen. Op grond van de simulatie studies is gekozen voor een terminal met 8 kranen en een opslagcapaciteit van ongeveer 10.000 TEU's (twenty-foot equivalent unit). Bovendien kon worden aangegeven, wat het effect is van verschuivingen in het aanbodpatroon op de mate van dienstverlening en opslagbehoefte. Het model heeft een aantal simpele animatie mogelijkheden. Figuur 2. toont het beeld tijdens één van de experimenten.



Figuur 2. Voorbeeld van CTS model

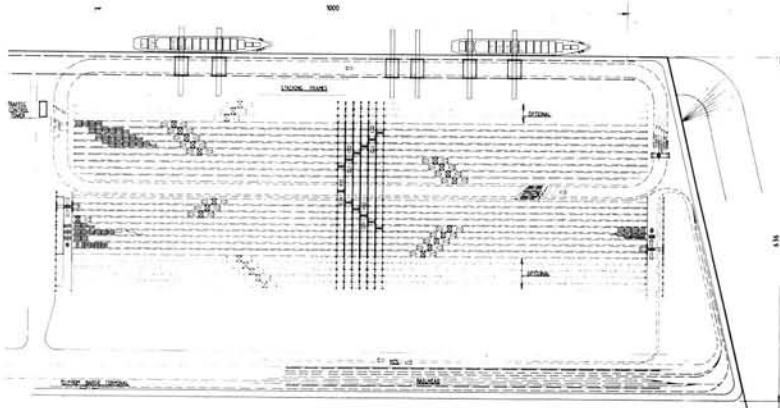
Alternatieven onderzoek

Voordat de definitieve keuze voor een operationeel systeem gemaakt werd zijn een groot aantal alternatieven onderzocht. Deze alternatieven zijn beoordeeld op technische en economische haalbaarheid. In alle gevallen betreft het onbemand transport van en naar de kadekraan, alsmede geautomatiseerde opslag van containers. Het aannemen en afleveren van containers (voornamelijk per schip of vrachtwagen) gebeurt in alle gevallen met bemand equipment.

Hieronder wordt een terminal systeem gepresenteerd, dat met behulp van simulaties is doorgerekend op haalbaarheid.

In dit zogenaamde matrixsysteem worden containers vanaf de kade met behulp van op rails rijdende treinen vervoerd naar een opslaggebied. In dit opslaggebied worden containers met behulp van een aantal bovenloopkranen uitgeslagen naar een transfergebied, waar kleine, snelle portaalkranen zorgen voor inslag in de stack. De koppeling met landzijdige activiteiten vindt plaats door middel van dezelfde portaal-kranen.

In figuur 3. wordt dit systeem getoond.



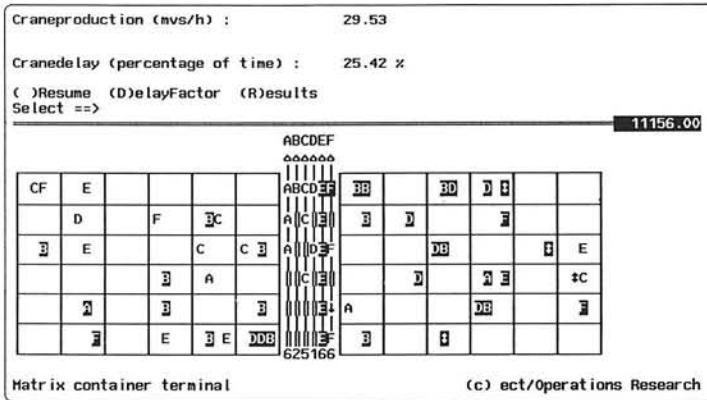
Figuur 3. Matrixsysteem

Voor het getoonde systeem is een gedetailleerd simulatiemodel gebouwd, waarmee het mogelijk is, de invloed van diverse parameters op de prestatie na te gaan. Er is hierbij onder andere gevarieerd met treinlengte, aantal bovenloopkranen, grootte van het transfergebied, snelheden. Met behulp van het model is door experimenten een goede balans van de diverse parameters gevonden.

De simulatie is voorzien van faciliteiten om de werking te tonen. In figuur 4. wordt een voorbeeld gegeven.

Naast dit systeem zijn nog diverse andere railgebonden transport systemen doorgerekend met simulaties. Voor het opslag systeem zijn eveneens verschillende varianten aan de orde geweest.

De keuze voor kadetransport is echter om diverse redenen niet gevallen op een railgebonden transport systeem, maar op een AGV systeem, zoals hieronder wordt aangegeven.



Figuur 4. Simulatie van het matrix systeem

Gekozen terminal systeem

Om een grote mate van flexibiliteit te garanderen is gekozen voor transport met behulp van automatic guided vehicles (AGV's) tussen kade en opslaggebied. De AGV's zijn free ranging, hetgeen wil zeggen, dat zij in principe iedere route op de kade kunnen volgen. Dit is noodzakelijk om de grote stroom van containers naar en van het schip te kunnen verwerken.

Het opslagsysteem wordt gevormd door 25 snelle portaalkranen, welke aan de waterzijde containers plaatsen op en afnemen van bovengenoemde AGV's. Aan de landzijde worden containers op de grond in een transfergebied geplaatst.

Figuur 5. toont een beeld van de nieuwe terminal.



Figuur 5. Artist impression van de kade activiteiten

Aan dit ontwerp liggen een groot aantal studies ten grondslag. Dit betreft zowel de technische (werktuigkundig, civieltechnisch), sociale commerciële als logistieke aspecten.

Op een aantal van deze aspecten is en wordt onderzoek gedaan met behulp van simulaties. Hieronder worden een aantal uitgevoerde modellen beknopt beschreven.

Modellen ten behoeve van dimensionering

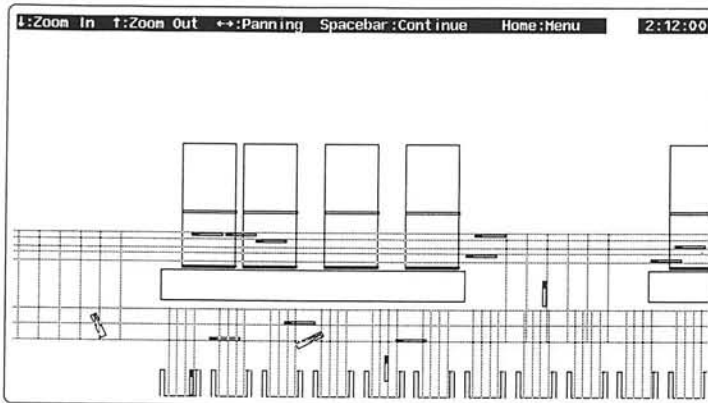
Met behulp van simulaties is onderzocht wat het effect op de service is van veranderingen in onder andere:

- het aantal AGV's
- snelheid en acceleratie van AGV's
- AGV routing
- het aantal portaalkranen
- snelheid en acceleratie van portaalkranen
- landzijdige afhandeling
- indeling en grootte van de opslaggebieden
- lay-out van het kadegebied

Voor het onderzoek zijn een aantal modellen gebouwd, welke uiteindelijk leiden tot antwoorden op de diverse vragen. Zo is er een model voor de routing van AGV's, dat werkt volgens een flexibel blokbeveiligingssysteem. Doordat in ruime mate gebruik is gemaakt van de mogelijkheden de processen te visualiseren is het mogelijk om de operatie in het kadegebied nauwkeurig te volgen.

Met behulp van allerlei statistische presentaties kunnen de resultaten numeriek worden vergeleken.

Figuur 6 laat een voorbeeld van de kadegebied simulatie zien.



Figuur 6. Kadegebied simulatie

De resultaten van de diverse deelstudies zijn gebruikt bij de invulling van een globaal terminal model. Met behulp van deze resultaten konden vervolgens de deelonderzoeken weer worden voorzien van meer betrouwbare gegevens. Deze interactie tussen de verschillende modellen is bijzonder waardevol gebleken om goede resultaten te kunnen bereiken.

Modellen ten behoeve van communicatie

In het MSS systeem wordt zowel de opdrachtverstrekking als de flexibele blokbeveiliging van AGV's met behulp van radio-datacommunicatie gerealiseerd. Uit de dimensioneringsmodellen kon de communicatielast worden bepaald.

Vervolgens is een zeer gedetailleerd model van het communicatie protocol gebouwd om na te gaan hoeveel kanalen benodigd zijn en hoe het één en ander uitgevoerd dient te worden. Voor de belanghebbenden heeft de animatie van het berichten verkeer zowel gewerkt om de overtuiging te krijgen, dat dit het model de werkelijkheid voldoende nauwkeurig beschrijft, als om aan te geven waar knelpunten liggen.

Modellen ten behoeve van betrouwbaarheid

Door ECT is een model gebouwd, waarmee de invloed van storingen in één of meer portaalkranen kan worden onderzocht. Er is hierbij met name gekeken naar de gevolgen van een storing op de operatie. Met dit model is het mogelijk aan te geven voor welke soort verstoring het systeem het meest gevoelig is en wat de invloed is van mogelijke back-up voorzieningen.

Het ligt in de bedoeling het onderzoek naar betrouwbaarheid in de toekomst uit te breiden naar overig equipment en het procesbesturings-systeem.

Modellen ten behoeve van besturing

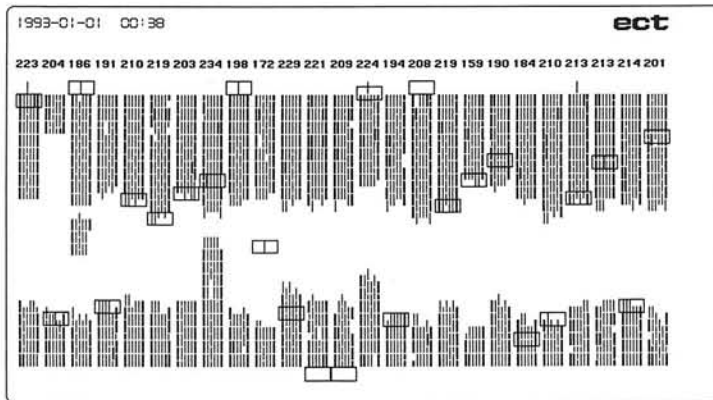
Het zal duidelijk zijn, dat het functioneren van de ontworpen terminal in belangrijke mate afhangt van de besturing. Het betreft hier zowel werktuiginzet, opdrachtuitgifte, wijze van opslag, routing, voortgangsbewaking, beladingsvolgorde, etc.

Simulatie is een uitstekend gereedschap om aan te geven, wat er gebeurt als gekozen wordt voor een bepaalde manier van besturing. De varianten kunnen geformuleerd zijn in de vorm van regels als 'Verkeer van rechts heeft voorrang', berekeningen of algoritmen (bijvoorbeeld ten aanzien van pooling).

De projectgroep, welke zich bezighoudt met simulaties is in dit geval ondersteunend voor de automatiseringsgroep, die het uiteindelijke besturingssysteem dient te ontwikkelen.

Op dit moment zijn diverse modellen in opbouw. Als voorbeeld wordt hier een model voor het onderzoek naar opslagstrategieën gepresenteerd. De plaats, waar containers in het opslaggebied worden gezet is van essentieel belang voor het functioneren van de terminal. Dit heeft niet alleen gevolgen voor de oppervlakte benutting van de terminal, maar raakt ook de prestaties van het opslagsysteem (portaalkranen) en

transportsysteem. Om een zo natuurgetrouwe afbeelding van de werkelijkheid te verkrijgen is bij het doorrekenen van de diverse stacking strategieën gebruik gemaakt van actuele gegevens uit de huidige operatie, welke worden aangepast om de gewenste belasting te realiseren. Het model verzorgt de plaatsingsbeslissing en berekent de bezettingsgraad van kranen, opslaggebieden, etc. Uiteindelijk wordt door onderlinge vergelijking een keuze gemaakt op basis van een aantal criteria. Hieronder (figuur 7.) wordt een voorbeeld van een mogelijke stacking strategie getoond.



Figuur 7. Opslag simulatie

Animaties

Door het gebruik van moderne hardware en software is het mogelijk om modellen te voorzien van (grafische) real-time presentaties. Het is onze ervaring, dat door toepassing van deze animatie technieken de kwaliteit en de acceptatie van de modellen sterk toeneemt.

Animatie dient een aantal doelen:

- Voor de modelbouwer biedt het de mogelijkheid reeds in een vroeg stadium, zonder dikke pakken papier door te werken, na te gaan of de simulatie volgens hem korrekt functioneert. Dit betekent tevens, dat animatie niet achteraf aan een model toegevoegd dient te worden, maar reeds vanaf de eerste bouw meegenomen wordt.
- Voor de gebruiker biedt het de mogelijkheid te zien of het model doet wat hij bedoeld heeft. Hierdoor zullen de resultaten van de geproduceerde modellen veel eerder worden vertrouwd, dan wanneer de uitvoer van het model beperkt blijft tot enkele cijfers en/of statistieken.
- Animaties kunnen gebruikt worden om geïnteresseerden te informeren over de werking van een systeem. Hierdoor gaat de simulatie de rol van 'levende tekening' vervullen.

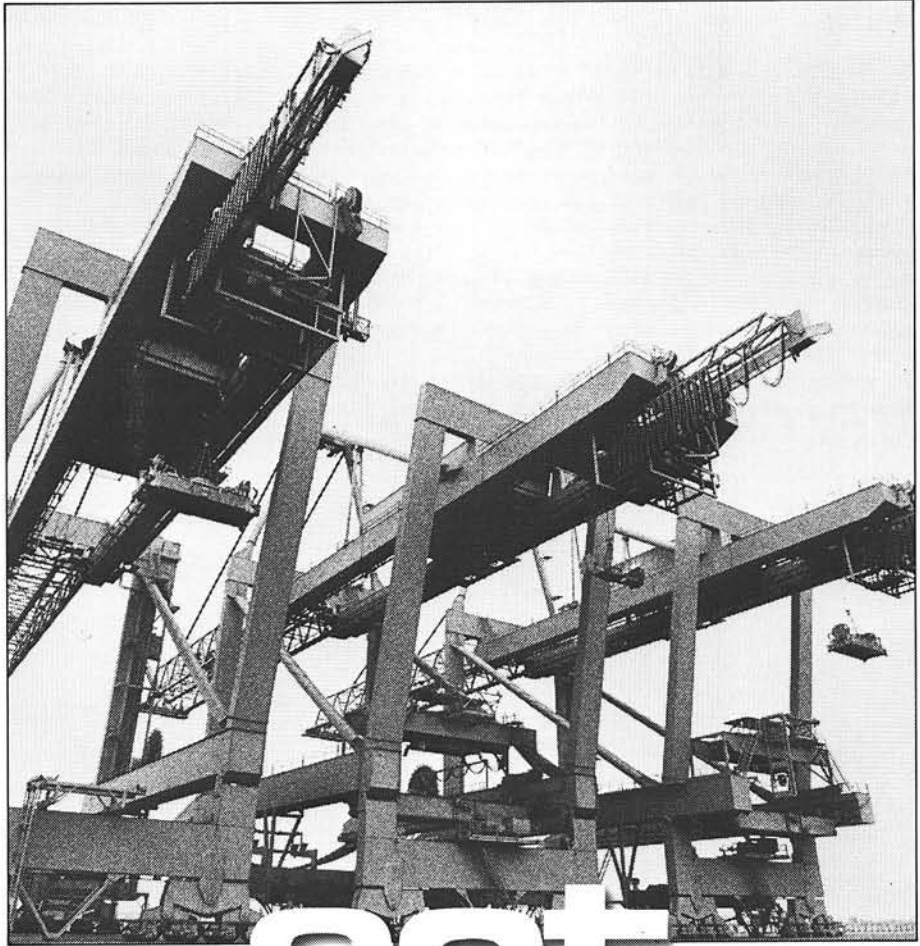
In de presentatie zal middels enkele demonstraties worden getoond hoe deze animaties functioneren.

Konklusie

In de afgelopen tijd heeft simulatie bewezen een waardevol instrument te zijn bij de voorbereiding van beslissingen op allerlei nivo's. Bij het ontwerp van de nieuw te bouwen ECT/Sea-Land Delta terminal is veelvuldig gebruik gemaakt van dit wiskundige modelbouw instrument. Naast de 'klassieke' dimensioneringsvraagstukken wordt simulatie thans uitgebreid gebruikt bij de keuze van besturingssystemen. Bovendien kan door toepassing van animaties reeds in een vroegtijdig stadium de geplande werkwijze worden getoond.

In de komende jaren zullen nog diverse modellen voor het detailontwerp worden ontwikkeld en benut. Tevens ligt het dan in de bedoeling de gehanteerde technieken te benutten voor verdere optimalisering van de operationele processen.

De gebruikte modellen kunnen tevens dienen als basis voor het ontwikkelen van diverse man-machine interfaces.



ect

EUROPE'S CONTAINER LOAD CENTER

ECT Rotterdam is located right in the center of Europe's finest container transport and physical distribution network. Countless connections are available each day between all major deepsea carriers, feeders, barges, trucks and trains.

Well trained, highly professional people deliver round-the-clock service, seven days a week, throughout the year.

ECT is facing the challenge of the eighties and nineties through constant innovation. Contributions providing the outstanding service that's needed both now and in the future.

ect home/control/venlo/delta terminal

Europe Container Terminus B.V., P.O. Box 7400, 3000 HK Rotterdam, The Netherlands. Phone: 010-4316911. Telex: 28056.

Must

simulation software

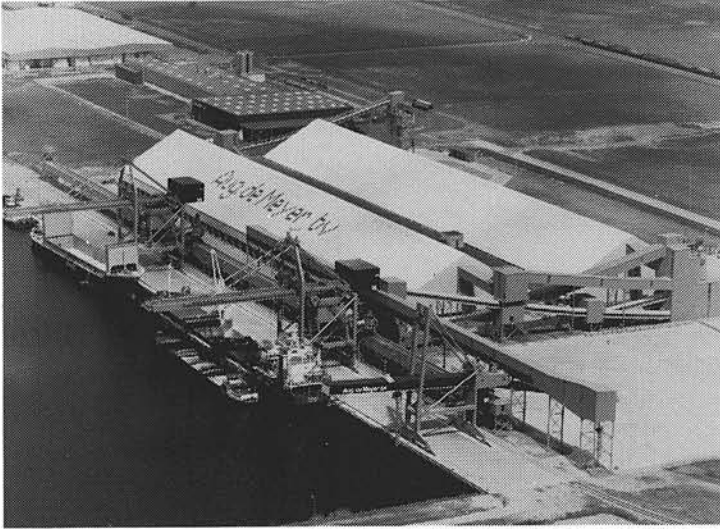
Het krachtige, flexibele, moderne, aantrekkelijk geprijsde alternatief voor al uw diskrete simulatie toepassingen.

Voor informatie: Upward Systems, P.C. Boutenslaan 40, 2283 GT Rijswijk, Tel. 070 960117, Fax 070 937940



Upward Systems

software engineers



CROESE ENGINEERING CONSULTANTS

Mechanical Handling and Storage Systems

Kerklaan 27, 3121 KC Schiedam — The Netherlands
Tel. 010-4702188 — Fax 010-4713604

FUNCTIONEEL GEBRUIK VAN VERSCHILLENDE ORDER-PICKING SYSTEMEN

Sikkens distributiecentrum te Breda toonbeeld van efficiency

Volgens Manager Physical Distribution drs T.C. Hulshof, die verantwoordelijk is voor de totale fysieke distributie van Sikkens, vervult het nieuwe Distributiecentrum (DC) te Breda een echte spilfunctie.

Hulshof: "Centraal bij het opbouwen van dit nieuwe distributiecentrum stonden de factoren bereikbaarheid, snelheid en kwaliteit. Vroeger wisten we weliswaar exact wat we wegstuurden, maar als er fouten werden geconstateerd konden we de oorzaak hiervan niet of slechts met moeite traceren. In de nieuwe situatie is in de eerste plaats het aantal fouten drastisch gedaald en bovendien kunnen we gemaakte fouten nu vrij eenvoudig traceren.

Fysieke distributiestroom

Sikkens onderscheidt met betrekking tot haar productie- en distributieplanning duidelijk twee vraagkarakteristieken. Enerzijds is er de zogeheten "anonieme vraag" afkomstig van onder andere winkeliers, doe-het-zelf centra, bouwmarkten en warenhuizen, voor welke laatste twee klanten-typen Sikkens ook private-label producten vervaardigt. De "anonieme vraag" wordt voornamelijk gedictieerd door de consument waarbij zeer duidelijk een seizoensinvloed is te ontdekken. Vooral aan het begin van het voorjaar (april/mei) ontstaan in de "anonieme vraag" forse pieken. De "niet anonieme vraag" wordt bepaald door specifieke, voornamelijk industriële afnemers zoals bijvoorbeeld de automobiel- en vliegtuigindustrie. Bekende producenten als Volvo, Ford en Fokker zijn in dit kader goede klanten.

Sikkens maakt deel uit van de Coatings Divisie van Akzo. Binnen Sikkens zijn verschillende productiebedrijven te onderscheiden. In Sassenheim, waar ook het hoofdkantoor van Sikkens is gevestigd, worden de auto-reparatielakken geproduceerd terwijl te Wapenveld de zogeheten "protective coatings" worden gefabriceerd. Eveneens tot deze Akzo-divisie behoren voorts de productievestigingen Flexa te Sneek (hoogglanslakken), de fabrieken van Ceta Bever te Beverwijk (beitsen) en Alpha in Alphen a/d Rijn (muurverven op waterbasis). Binnen de coatings divisies zijn ondergebracht Brink/Molyn (specifieke coatings), Koninklijke Talens (verfproducten voor artistieke toepassingen) en Synthese (speciale harsen). Akzo Coatings staat op de "wereldranglijst" van verfproducenten op de zesde plaats met een jaaromzet van ongeveer 2,5 miljard gulden. Circa de helft van de omzet van Sikkens wordt gerealiseerd in het buitenland. Sikkens

biedt werk aan 220 mensen.

Batch-productie

Alhoewel de fysieke distributie naar de afnemers van Sikkens hoofdonderwerp was tijdens ons gesprek met de heer Hulshof, gingen we, zij het summier ook even in op het fenomeen produktiebesturing. Door de produktie wordt immers de basis gelegd voor de wijze van verpakken en de hiermee direct in verband staande distributiemethode. Hulshof: "Op basis van die twee specifieke vraagkarakteristieken ("anoniem" en "niet-anoniem") worden produktieorders gegenereerd die als "input" dienen van de feitelijke produktieplanning. Voor de zo belangrijke coördinatie tussen de winstcentra en de verschillende produktievestigingen zorgt een drietal trajectmanagers die zich onder andere bezighouden met het opstellen van een zo gedetailleerd mogelijke vraagverwachting. Hierbij houdt men scherp rekening met seizoensinvloeden, het algemene marktbeeld, trends in kleur en materiaal, enz. Hier rollen, met inachtneming van actuele voorraad-situatie, specifieke produktie-opdrachten uit.

Ten aanzien van onze produktiebesturing hebben we te maken met twee bemoeilijkende factoren. Ten eerste is er het feit dat bepaalde produkten uit zowel de "anonieme" als "niet-anonieme" vraag een beslag doen op dezelfde produktiemiddelen en ten tweede praten we over een gedecentraliseerde produktie, verdeeld over vijf produktievestigingen hetgeen nogal hoge eisen stelt aan de coördinatie. Hiertoe hebben automatiseringsdeskundigen van Sikkens specifieke softwarepakketten ontwikkeld waarmee de Manufacturing Resource Planning (à la MRP II) wordt opgesteld. Let wel, we hebben het hier niet alleen over Materials Requirement Planning, onze plannings-systemen gaan behoorlijk veel verder en op dit punt onderscheiden ze zich dan ook duidelijk van de commerciële MRP-pakketten die voor een procesachtige batch-productie als de onze nauwelijks toepasbaar zijn."

Distributiecentra als "order-entry"

De distributiecentra van Sikkens te Breda en Zwolle vervullen een spilfunctie bij het registreren en uitleveren van de "anonieme vraag". De rol van het DC in Sassenheim is in deze zeer gering omdat dit distributiecentrum zich voornamelijk richt op export en uitlevering aan grotere (industriële) afnemers. De bulk, en dan praten we over bijna 8 miljoen colli per jaar, wordt dus door de DC's in Zwolle en Breda verwerkt waarbij het relatief nieuwe Bredase DC ongeveer tweederde van de totale Nederlandse distributie voor haar rekening neemt.

De klanten die in de categorie "anonieme markt" vallen, bellen naar het Sikkens distributiecentrum (of worden gebeld) waarbij iedere order direct wordt ingevoerd in

het computersysteem dat de specifieke vraag vergelijkt met de aanwezige voorraad. Zonodig rollen hier specifieke produktie-opdrachten uit naar een of meerdere fabrieken, maar in principe is alles wat er door de "anonieme markt" wordt besteld aanwezig, dit echter met uitzondering van speciale kleuren die met name door autospuiterijen worden gevraagd. Om ook aan deze specifieke behoefte te kunnen voldoen, beschikt Sikkens over veertig service-centra, verspreid over alle delen van Nederland waar Sikkens kleurenmengmachines staan opgesteld waarmee in principe iedere denkbare kleur verf is te maken. Deze Sikkens service-centra vervullen tevens de functie van afhaalcentrum voor professionele gebruikers. De order-entry wordt in het DC te Breda om 12.00 's middags afgesloten, waarna de computer de orders op basis van een route-coderingssysteem sorteert en uitprint op vellen met stickers. Deze bevatten de noodzakelijke informatie voor de order-pickers die de orders nog diezelfde middag verzamelen. De stickers, die eveneens een streepjescode bevatten, worden door de order-picker op de produkten geplakt en dienen als identificatie-etiket voor het automatische sorteersysteem aan het eind van het orderpick gebied. Dit zorgt ervoor dat de bestelling van een bepaalde afnemer automatisch wordt verzameld en op basis van de meest efficiënte rijroute op de juiste lokatie in de vrachtwagen terecht komt. Vanuit Breda vertrekken gemiddeld zo'n 60 wagens per dag naar zowel klanten als overslagpunten. Dit laatste geschiedt door middel van grote vrachtwagens. Vanuit deze overslagpunten, waarvan Sikkens er tactvol verspreid over ons land vijf in gebruik heeft, wordt met kleinere wagens de uiteindelijke levering aan afnemers in die bepaalde regio verzorgd. Dit alles om de totale vervoerskosten zo laag mogelijk te houden.

Hulshof: "Momenteel hebben we weliswaar nog een aantal vrachtwagens in eigen beheer, maar we streven er zeker naar om het totale vervoer in de toekomst in handen van derden te geven. We willen dus naar volledig "vreemd vervoer", waarbij we dit via de weg der natuurlijke afvloeiing realiseren. We zijn immers verffabrikant en geen transportonderneming hetgeen vooral bij het regelen van retourvrachten een rol speelt. Dit fenomeen kan door een onafhankelijk, zelfstandig transportbedrijf veel doelmatiger worden aangepakt."

DC Breda als middelpunt

Zonder meer indrukwekkend is de vanzelfsprekendheid waarmee dagelijks gemiddeld zo'n 20.000 colli door het moderne distributiecentrum te Breda stromen. Vanuit de produktievestigingen te Sassenheim, Wapenveld, Sneek, Alphen a/d Rijn en Beverwijk komen de goederen in een vrijwel continue stroom binnen bij het zogeheten "i-punt" (informatie-punt) van het Bredase DC dat dagelijks 400 pallets verwerkt. Door de "i-punt"-medewerker wordt de

zending nauwkeurig gecontroleerd op juistheid en ingevoerd in de computer. Deze voorziet de partij van een code waarin behalve de aard en aantal van de goederen ook gegevens worden verwerkt als produktiedatum (i.v.m. eventueel beperkte houdbaarheid), verpakkingsafmetingen, enz. Mede op grond van deze gegevens wordt door de computer de lokatie aangewezen in het buffermagazijn waar deze zending gaat worden opgeslagen.

Het lokatienummer wordt samen met de partijcode uitgeprint op een etiket en op de pallet geplakt. Op grond van deze informatie weet de ETX-chauffeur in het buffermagazijn exact op welke lokatie de pallet in het buffermagazijn weggezet moet worden. Momenteel geschiedt het afvoeren van het i-punt naar het buffermagazijn nog door middel van bemande heftrucks, maar dit zal binnen een jaar zijn geautomatiseerd, hetgeen eveneens geldt voor de ETX-hoogstapelaars in het buffermagazijn die momenteel reeds voor een deel geautomatiseerd zijn. De chauffeur rijdt, gedichteerd door de informatie op de sticker, de ETX naar de juiste stelling, waarna de inductiebesturing het afrondende werk voor haar rekening neemt door de lading op de exacte lokatie weg te zetten. In de toekomst zal ook dit hoogstapelen volledig onbemand gebeuren.

Verschillende order-pick systemen

Naast het buffermagazijn, dat plaats biedt aan circa 6500 pallets, beschikt het DC Breda over een geavanceerd, in verschillende afdeling onderverdeeld order-pick magazijn waar de "actieve goederenvoorraad" ligt opgeslagen. Deze voorraad beslaat zo'n 4500 pallets (totaal 4600 verschillende artikelen), terwijl de order-pick gebieden over in totaal 3000 goederen-verzamelplaatsen beschikken. Per dag worden er tussen de 12.000 en 28.000 pick-eenheden verwerkt, waarvoor het DC over verschillende order-pick systemen beschikt. De produkten met de hoogste omloopsnelheid staan opgesteld in het zogeheten "pick-to-belt" gebied dat in totaal acht niveaus beslaat met aan weerszijden van een transportband stellingen met produkten. Dit "pick-to-belt" gebied telt circa 750 verschillende produkten en verzorgt zo'n 80% van de totale order-pick behoefte. De minder snellopende produkten staan opgesteld in het zogeheten "pick-car" gebied waar de goederen (in totaal 1650 produkten) met behulp van een pick-car worden verzameld en via een aan de pick-car gekoppelde lopende band eveneens op de vezamelband van het pick-to-belt gebied uitkomen. Een derde systeem, voor de zogeheten "slow-movers" is het "plankvak" gebied met zo'n 2200 vakken. Op basis van de door de computer uitgedraaide order-pick lijsten met daarop de barcode-etiketten loopt een orderverzamelaar in het "pick-to-belt" gebied langs de stellingen waarbij de volgorde van de stickers exact die van de looprichting volgt. De order-picker hoeft dus niets anders te doen dan

het op het etiket aangegeven produkt uit de stelling te pakken, de betreffende collo-sticker erop te plakken en het op de transportband te plaatsen. Via een ingenieus systeem van kantelbare transportbanden komen de artikelen van de verschillende pick-to-belt niveaus automatisch op de verzamelband terecht. Op dat moment staan de bestellingen van verschillende afnemers in flarden door elkaar, dit mede veroorzaakt door het feit dat een andere orderpicker in het pick-car gebied op hetzelfde moment eveneens produkten voor diezelfde afnemer(s) aan het verzamelen kan zijn. Kortom, in het "order-pick" stadium is er nog geen relatie tussen de order-pick lijsten en bepaalde afnemers. Dit wordt aan het eind van het order-pick gebied echter feilloos opgelost door een automatisch sorteersysteem waarop de verzamelband uitkomt. De goederen lopen hiertoe langs een barcode-leesstation waarmee de informatie op het etiket wordt gedetecteerd en vergeleken met de bestelbonnen van de verschillende afnemers.

Dit met als resultaat dat de goederen automatisch per order worden verzameld op een van de vele eindpunten van het sorteersysteem dat in totaal zo'n 3600 colli per uur kan verwerken. Kortom, de snelheid van dit gecombineerde order-picking- en sorteersysteem is overweldigend en mede dankzij een knappe combinatie van automatiseringssystemen en transportbanden wordt de enorme produktenstroom van dagelijks 12.000 tot 28.000 colli in totaal door een variabele bezetting van slechts 60 tot 100 mensen verwerkt!

Bovenstaande is een interview uit het "Tijdschrift voor inkoop en logistiek".



KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS
Afdeling Transportkunde

secretariaat:
Ir. C.A. Zandvliet
De Weiden 1
2361 VX Warmond
tel. 01711 - 12145
kantooruren:
tel. 020 - 702179

Delft, 15 december 1988

L.S. ,

Het tweede lustrum, "Beheerst Vooruit", 1983 lijkt nog zo recent en het derde is er reeds weer. Na de oprichting in 1973 heeft de Afdeling Transportkunde van het KIVI zich mogen verheugen in een groeiend ledental (nu circa 570).

De vereniging houdt de leden op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen en trends in het vakgebied en bevordert onderlinge informatie-uitwisseling.

De gemeenschappelijke viering van de drie lustra geeft er blijk van, dat de contacten tussen onderzoekers (Technische Universiteiten) en toepassers/gebruikers (bedrijfsleven) tot het aandachtsveld van de vereniging behoren.

Het werkerterrein is uitgestrekt en omvat het integraal ontwerpen, besturen en beheersen van goederenstromen in de trajecten van grondstof tot produktie (materials management) en van produktie tot afnemer (physical distribution).

In de stroomversnellingen van de ontwikkelingen treden accentverschuivingen op in aandachtsgebieden. Logistieke organisatie en (flexibele) automatisering staan in deze tijden volop in de schijnwerpers. In de komende jaren blijven dit belangrijke onderwerpen.

Wij hebben het thema van dit lustrum eraan ontleend.

Aandacht wordt besteed aan:

- functioneel ontwerp van op- en overslagsystemen en werktuigen
- besturing van transport- en distributiesystemen (o.a. voorraadbeheer, produktieplanning, routeplanning)
- logistieke organisatie.

Ontwerp en constructie blijft eveneens een boeiend vakgebied. Ontwikkeling van nieuwe constructiematerialen (o.a. in de kunststofindustrie) biedt meer toepassingsmogelijkheden. Afgestemde en aangepaste ontwerpcriteria en constructies zijn voor goede toepassingen vereist. Ontwikkeling van nieuwe materialen en toepassing ervan houden in de praktijk echter

dikwijls geen gelijke tred (o.a. door gebrek aan kennis, het vertrouwd zijn met conventioneel ontwerpen en reeds aanwezige produktiemiddelen).

In de komende periode kan naast de logistiek en automatisering de "Technische Logistiek" (afstemming van ontwerp, materialen en produktiemiddelen) een aanvullend aandachtspunt vormen.

De afdeling blijft actief met het organiseren van lezingen, excursies en symposia in samenwerking met bedrijven, andere afdelingen van het KIVI, onderwijsinstellingen (T.U.'s) en organisaties (zoals NEVEM, EVO, Vereniging voor Technici op Havengebied e.a.).

Verder zal deelgenomen worden aan studies en studiegroepen en zullen de activiteiten van jonge leden of aspirantleden speciale aandacht genieten.

Wij hopen dat de deelnemers aan de viering van dit lustrum goede en zinvolle herinneringen zullen bewaren. Beheerst maar vol vertrouwen gaan we op weg naar het volgende lustrum.

Ir. L.J. Sneep
Voorzitter

Bestuur KIVI - Afdeling Transportkunde:

Ir. L.J. Sneep	- voorzitter
Ir. C.A. Zandvliet	- secretaris 1
Ir. J. Berends	- secretaris 2
Ir. T.R. Stein	- penningmeester
Ir. J.A. van der Velden	
Ir. H.M. Wijga	
Ing. J. Stigter	

Logistiek en Automatisering

Wat wisten de oprichters van het Transportkundedispuut van logistiek, laat staan van automatisering? Ik denk dat alleen de term bij die personen bekend was. Dat is slechts 35 jaar geleden.

Op 19 december 1953 om precies te zijn, werd door de studenten van de toen nog Technische Hogeschool Delft, sectie Hefwerktuigen en Transport-inrichtingen het dispuut opgericht. Het doel van het dispuut was het vergroten van de onderlinge contacten. Dit werd bereikt door het gezamenlijk bezoeken van bedrijven, lezingen en borrelavonden.

Als ik naar de afgelopen jaren kijk, blijkt dat die termen voor de studenten zijn gaan leven. Het aantal afstudeerders in de richting logistiek wordt steeds groter. Maar wat is de rol van het dispuut nu?

Eigenlijk is die rol niet veranderd. Nog steeds wordt geprobeerd de onderlinge band van de studenten te vergroten, al is het er niet eenvoudiger op geworden. Door de verkorte studieduur blijft een student nog maar $3/2$ jaar bij het dispuut. Maar neemt daardoor de behoefte aan het dispuut af? Integendeel, de laatste buitenlandexcursie laat zien dat er nog steeds leven in het dispuut zit.

Momenteel vormen de termen logistiek en automatisering een gericht aspect voor studie, maar bij welke aspecten staan we nu nog niet stil? Wat is het thema voor een symposium van morgen en wat zal dan de rol van het dispuut zijn?

Namens het bestuur van het Dispuut Transportkunde,
W.P.G.M. de Bont
h.t. Voorzitter







