

Operationele logistieke diagnose

Citation for published version (APA):

Boer, den, A. A. A. (1993). Operationele logistieke diagnose. *B&id*, 5(6), 27-30.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1993

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Operationele logistieke diagnose

..... Dr ir Arien A.A. den Boer

Operationele logistiek is een dynamisch proces waar menselijke en logistieke factoren in interactie de prestatie bepalen. Voor het opsporen en oplossen van bedrijfskundige problemen is goed inzicht nodig in samenhang tussen deze factoren.

De prestatie (P) van elk logistiek proces is - volgens ons model - het directe resultaat van twee factoren: het beslisgedrag van de logistieke bestuurders (B), en de eigenschappen van de logistieke omgeving (O).

De prestatie omvat de kosten waarmee een zekere servicegraad wordt gerealiseerd. Het beslisgedrag betreft de wijze waarop de bestuurder logistieke parameters - onder andere seriegrootte, voorraad en doorlooptijd - al dan niet effectief beïnvloedt. Met logistieke omgeving bedoelen we de eigenschappen van het te besturen proces en systeem, zoals: verstoringen in de aanvoer en afvoer, het aantal componenten, het type leveranciers en klanten.

De structuur van het diagnosemodel is in figuur 1 weergegeven. Uit dit model volgen twee belangrijke vragen:

- In welke mate bepaalt het beslisgedrag de prestatie?
- Waarop is het beslisgedrag feitelijk gebaseerd?

EEN CASE

Een afdeling Materiaalverwerving in een automobiefabriek in Nederland is met behulp van het OBP-diagnosemodel doorgelicht. Op deze afdeling werkten ten tijde van het onderzoek ruim twintig materiaalplanners. Een materiaalplanner (MP) is individueel verantwoordelijk voor het beschikbaar hebben van de juiste grondstoffen en halfabrikaten, op de juiste plaats en tijd tegen zo laag mogelijke voorraadkosten. De MP's besturen een pakket van zo'n 400 artikelen en werken onafhankelijk van elkaar. Ze beslissen zelfstandig over de instelling van de logistieke parameters: bestelfrequentie, veiligheidstijd en veiligheidsvoorraad. Het diagnosemodel is in overleg met het management concreet ingevuld voor het bedrijf. In totaal zijn er twee prestatie-maten (P) en drie besturingsparameters waarover de MP beslist (B), geoperationaliseerd. Vervolgens zijn vier belangrijke

systeem- en drie proceskenmerken van de logistieke omgeving (O) gemeten. De metingen zijn gedurende drie maanden wekelijks uitgevoerd. Voor de data-analyses zijn de gemiddelden waarden van de grootheden over de gemeten perioden bepaald. Deze datapunten geven een goed inzicht in de stationaire verschillen tussen de MP's. In de volgende alinea's worden de onderzochte grootheden, hun relaties en de geconstateerde problematiek nader toegelicht.

DE PRESTATIE

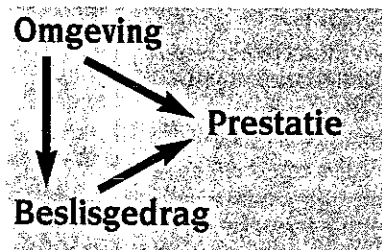
De besturingsprestatie is in deze case geoperationaliseerd met behulp van twee variabelen:

P1 run-outs als maat voor de servicegraad-prestatie.

P2 omloopsnelheid als maat voor de kostenprestatie.

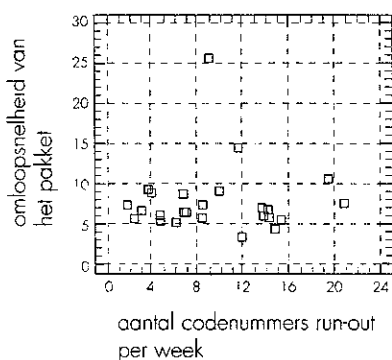
Een goede besturingsprestatie van een MP kenmerkt zich door een grote doeltreffendheid, dat wil zeggen nauwelijks materiaaltekorten ofwel geen run-outs (P1) en een grote efficiency (lage voorraadkosten - P2). Een artikel is 'run-out' indien er op het

Den Boer is als consultant werkzaam bij Lighthouse Consulting Group te Eindhoven en parttime als wetenschappelijk onderzoeker bij de faculteit Technische Bedrijfskunde van de TU Eindhoven.



Figuur 1: het OBP-diagnosemodel.

tijdstip van meting onvoldoende voorraad is om aan de behoefte van het artikel te voldoen binnen een korte tijdsperiode, bijvoorbeeld van één dag of één week. De verwachting is dat de variatie in de run-out-prestatie hoofdzakelijk te verklaren zal zijn door de verschillen in de procesverstoringen per pakket en de wijze waarop de MP omgaat met de veiligheidsbuffers. Indien een MP optimaal veiligheidsniveaus in het proces instelt wordt er in het ideale geval geen significante relatie gevonden tussen procesverstoringen en run-outs. Voorraadkosten kunnen op verschillende manieren worden uitgedrukt. Een veelgebruikte maat, ook in het onderhavige bedrijf, is de relatieve 'omloopsnelheid'. De omloopsnelheid is het quotiënt van de totale omzetwaarde en voorraadwaarde van een artikelpakket. Een hoge omloopsnelheid betekent dat er in verhouding tot de omzetwaarde (prijs maal jaarverbruik), weinig voorraad wordt aangehouden. Dat is

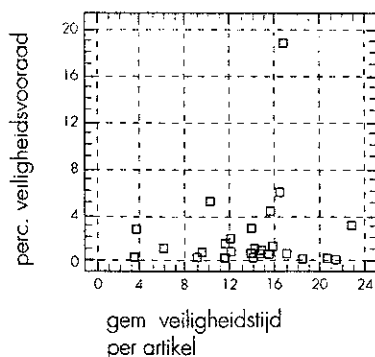


uit efficiency-oogpunt wenselijk. Een verwachting is dat de variatie in de omloopsnelheidsprestatie hoofdzakelijk te verklaren zal zijn door verschillen in de frequentie waarmee een MP materiaal bestelt. Een gemiddeld hoge bestelfre-

KORTOM

Een goede diagnose is essentieel vóór het herontwerpen en verbeteren van bestaande logistieke processen. Dit artikel beschrijft een kwantitatieve diagnose-aanpak die succesvol is toegepast in drie verschillende productiebedrijven. De resultaten tonen hoe, uitgaande van een eenvoudig model, de oorzaken en effecten van het logistiek beslisdgedrag in een complexe operationele situatie geanalyseerd kunnen worden. De logistieke prestatie is het gevolg van de wijze waarop de beslissers rekening houdt met de kenmerken van het te besturen proces en systeem. Het feitelijk geconstateerde beslisdgedrag blijkt voor het onderzochte bedrijf op belangrijke punten af te wijken van het gedrag dat het management verwacht.

Figuur 3: verschillen in het beslisdgedrag B2 en B3.



quentie betekent kleine bestelseries en een lage gemiddelde voorraad.

Figuur 2 toont de verschillen tussen 26 MP's wat betreft de structurele prestatie op beide besturingsgrootheden. Er zijn MP's te onderkennen die op beide, één of géén van de grootheden relatief goed presteren.

BESLISGEDRAG

Het structurele beslisdgedrag van de MP is geoperationaliseerd met behulp van drie belangrijke besturingsparameters die door de MP in dit bedrijf worden onderhouden, namelijk:

- B1 afroepfrequentie,
- B2 veiligheidstijd,
- B3 veiligheidsvoorraad.

Materiaal wordt per maand, week of dag besteld. De MP beslist hierover per artikel in zijn pakket, en stelt hiervoor een code in voor het betreffende artikel. Een hoge afroepfrequentie (B1) leidt tot een gemiddeld lagere voorraad en een gunstige (hoge) omloopsnelheid. Met behulp van B1 beïnvloedt de MP primair de voorraadkostenprestatie.

Procesverstoringen met betrekking tot de materiaal-aanvoer en materiaal-afvoer kunnen worden geaccepteerd of gecompenseerd. De MP beschikt over twee instrumenten waarmee hij de consequenties van verstoringen kan compenseren: veiligheidstijd en veiligheidsvoorraad. Hij kan voor elk artikel een aantal stuks extra voorraad neerleggen (B3) of de bestellingen steeds een aantal dagen eerder binnen laten komen dan strikt noodzakelijk is (B2). In beide situaties is een zekere voorraadbuffer gecreëerd waarmee

Figuur 4: verschillen in het beslisdgedrag B1 en B2.

verstoringen kunnen worden opgevangen. Met behulp van B2 en B3 beïnvloedt de MP primair de doelgrootte run-outs. Figuren 3 en 4 tonen de verschillen tussen de MP's wat betreft de instelling van de drie besturingsparameters. Elke instelling kost geld, zodat er plannings zijn te onderkennen die op alle drie, twee, een of geen van de grootheden relatief hoog scoren. Bij pakketten met veel procesverstoringen zal naar verwachting relatief meer veiligheidstijd of veiligheidsvoorraad zijn

ingesteld dan bij pakketten met weinig procesverstoringen. Bij artikelen met een hoge omzetwaarde zal naar verwachting frequenter worden afgeroepen, omdat dit absoluut gezien het meeste bijdraagt om de voorraadkosten te reduceren.

DE OMGEVING

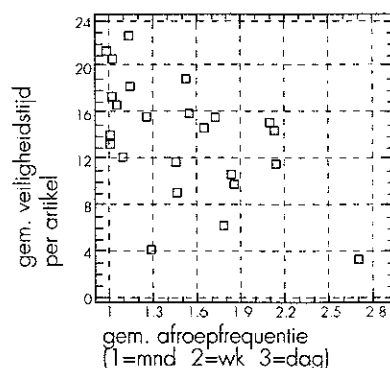
De toestand van het te besturen systeem is geoperationaliseerd met behulp van vier artikelpakketgebonden variabelen:

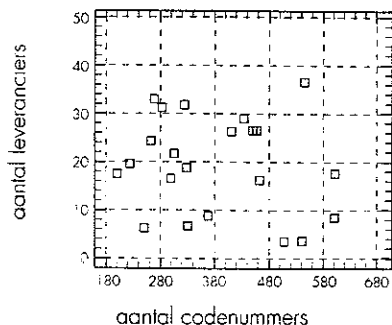
- O1 het aantal te besturen artikelen in het pakket,
- O2 het aantal leveranciers van het pakket,
- O3 de omzetwaarde van het pakket,
- O4 de wijzigingstermijn in het aanvoertraject.

Het aantal codenummers of artikelen O1 en het aantal leveranciers O2 in een pakket beïnvloeden de werkbelasting van een MP. Een (te) groot pakket zal moeilijk bestuurbaar zijn. Verwacht wordt dat de verschillen in pakketgrootte een (aanvullende) verklaring kunnen bieden voor verschillen in de besturingsprestatie.

De prijs en het materiaalverbruik per jaar van de artikelen zijn belangrijke eigenschappen. Goedkoop materiaal waarvan bovendien weinig nodig is kan relatief goedkoop op voorraad gehouden worden. Voor dure artikelen met een hoog verbruik is het wenselijk zo weinig mogelijk voorraad aan te houden. De waarde van een pakket is te definiëren met behulp van de omzetwaarde O3. De omzetwaarde is de totale som van de prijs vermenigvuldigd met het jaarverbruik van alle artikelen in het pakket. Naar verwachting wordt bij pakketten met een hoge omzetwaarde frequenter besteld, omdat dit financieel gezien het gunstigst is.

De figuren 5 en 6 tonen de verschillen tussen de pakketten van de afzonderlijke MP's wat betreft respectievelijk pakketgrootte en 'pakketwaarde'. Om een zo betrouwbaar mogelijke materiaal-aanvoer te garanderen zijn afspraken gemaakt met leveranciers. Een belangrijke afspraak is de zogenaamde 'wijzigingstermijn' (O4). Binnen een wijzigingstermijn kunnen eerder geplaatste bestellingen niet worden gewijzigd, buiten die termijn wel.





Een korte wijzigingstermijn van enkele dagen betekent dat de MP bij verstoringen snel kan reageren, bijvoorbeeld door het plaatsen van een spoedbestelling. De wijzigingstermijn is het resultaat van onderhandeling met de leverancier. De *verwachting* is dat een korte wijzigingstermijn meer flexibiliteit biedt voor de MP om gevolgen van verstoringen op te vangen en dat dientengevolge minder runouts zullen resulteren. Figuur 8 (de Y-as) toont de verschillen tussen de pakketten met betrekking tot de mate van flexibiliteit in het aanvoertraject.

Drie belangrijke verstoringbronnen uit de procesomgeving zijn in de analyse betrokken, namelijk:

O5 de *leveronbetrouwbaarheid* in het aanvoertraject,

O6 de mate van *afkeur* in het proces,

O7 de frequentie van *telverschillen*

De leveronbetrouwbaarheid O5 van de leveranciers is gemeten aan de hand van het aantal niet op tijd geleverde bestellingen, ofwel achterstanden. Te laat geleverde bestellingen vormen een onvoorziene bedreiging voor de materiaalbeschikbaarheid op korte termijn. De afkeur in het proces O6 is gemeten met behulp van het aantal afkeurrapportages. Afkeur is eveneens een onvoorziene situatie waardoor plotseling gehele partijen kunnen worden afgekeurd. Het

aantal telverschillen O7 is een maat voor de onbetrouwbaarheid van de voorraad-informatie. Een telverschil betekent, dat de werkelijk voorraad in het magazijn afwijkt van de informatie op het beeldscherm. Een verstoring vormt een acuut risico voor de materiaalbeschikbaarheid van een artikel en leidt tot een runout-situatie indien er onvoldoende voorraad voorhanden is om aan de vraag te voldoen. De *verwachting* is dat de MP de instelling van de veiligheidstijd en veiligheidsvoorraad direct relateert aan de feitelijke procesverstoringen.

De figuren 7 en 8 tonen de verschillen tussen de pakketten wat betreft de mate van procesverstoringen. Er zijn MP's te onderkennen die met relatief veel procesverstoringen en een lage flexibiliteit in het proces worden geconfronteerd, en omgekeerd.

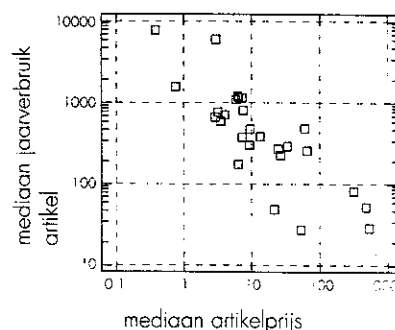
RESULTATEN

De samenhang tussen de variabelen Om inzicht te krijgen in hoe het beslisdgedrag en de kenmerken van de omgeving in interactie de besturingsprestatie bepalen, is eerst de statistische samenhang tussen de variabelen bepaald met de Pearson's produktmoment-correlatiecoëfficiënt (zie tabel 1). De correlatiematrix is als basis gebruikt voor nadere multiple-regressie analyses.

Met behulp van multiple-regressie is getracht de beide prestatie-maten te verklaren uit de O en B variabelen. In tabel 2a en 2b is de autonome bijdrage van de verklarende variabelen met een bèta-coëfficiënt weergegeven. De coëfficiënt kan variëren tussen 0 en 1. Hoe groter het bètagewicht hoe sterker de samenhang tussen de verklarende en de afhankelijke variabele. Het positieve of negatieve teken geeft de richting van samenhang aan.

De variatie in runout-prestatie tussen de planner-pakket-combinaties (PPC's) is voor

Figuur 5: verschillen in toestand van het systeem O1 en O2.



Figuur 6: verschillen in de opbouw van de omzetwaarde O3.

72 procent te verklaren uit de O en B factoren (zie tabel 2a). De multiple-correlatie van alle variabelen met de runout-prestatie is $R = .85$. De variatie in de omloopsnelheidsprestatie tussen de PPC's is voor 90 procent te verklaren uit de O en B factoren (zie tabel 2b). De multiple-correlatie van alle variabelen met de werkelijke omloopsnelheid is $R = .95$.

Verklaring van de run-out prestatie

Significant meer tekorten worden vastgesteld bij pakketten met relatief veel codenummers, een hogere mate van leveronbetrouwbaarheid, en relatief meer afkeur. De correlaties zijn respectievelijk $R = +.60, +.41$ en $+.45$ (zie één na laatste rij van tabel 1). Blijkbaar werken pakketverschillen en procesverschillen O betekenisvol door op de besturingsprestatie. Het management dient hier rekening mee te houden bij de prestatiebeoordeling van de individuele planners.

De drie procesverstoringen O5, O6 en O7 werken negatief door op de runout-prestatie - bèta is respectievelijk $+182, +356, +155$ in tabel 2a - terwijl eerder gesteld is dat een ideaal systeem geen significante relatie zou tonen tussen procesonzekerheden en runouts. Dit gegeven zou het management aan het denken kunnen zetten. Accepteren wij verstoringen meer dan we ze compenseren? Buffert de MP de verstoringen wel goed genoeg?

Uit de gegevens in beide tabellen is af te leiden dat de systeem- en proceskenmerken O de variatie in P1 (runouts) voor het overgrote deel verklaren. Verschillen in het beslisdgedrag B van de MP spelen een ondergeschikte rol bij de verklaring van de servicegraadprestatie. De effecten van de ingestelde veiligheidstijd en veiligheidsvoorraad zijn overigens geheel tegen de verwachting! Meer buffer leidt niet tot minder runouts, en minder buffer leidt niet tot meer runouts. Dit gegeven is verrassend, en stelt de effectiviteit van de huidige instelling van veiligheidsvoorraad ter discussie.

De verwachting was dat bij pakketten met een relatief hoge mate van leveronbetrouwbaarheid en/of afkeurgevoelige producten

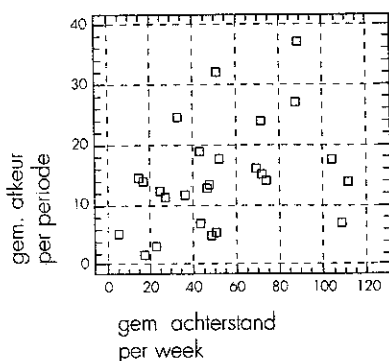
Tabel 1: produktmoment-correlatiematrix van de variabelen.

		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	B1	B2	B3	P1
artikelen	O1											
leveranciers	O2	-15										
omzetwaarde	O3	-23	+03									
wijzigingstermijn	O4	+03	+27	-30								
leveronbetrouwbaarheid	O5	+37	+14	+16	+01							
afkeur	O6	+19	+33	+18	+10	+40						
telverschillen	O7	+23	+25	-27	+50	-03	+21					
afroep frequentie	B1	+09	-48	-16	-31	-34	-20	-28				
veiligheidstijd	B2	+03	+60	-33	+52	+22	+11	+37	-60			
veiligheidsvoorraad	B3	-17	+34	+05	+00	-01	+24	+29	-09	+12		
runouts	P1	+60	+03	-27	-18	+41	+45	+24	+02	+10	+20	
omloopsnelheid	P2	+11	-34	+51	-74	-13	+05	-52	+48	-60	-09	+04

Toelichting op de tabel: $r > .388$ is significant op 5% niveau; $n = 26$.

+381	O1	artikelen	+331
-.090	O2	leveranciers	-.107
-.331	O3	omzetwaarde	+.525
-.443	O4	wijzigingstermijn	-.478
+182	O5	leveronbetrouwbaarheid	-.341
+.356	O6	afkeur	+.200
+.155	O7	telverschillen	-.225
+.016	B1	afroep frequentie	+.319
+.121	B2	veiligheidstijd	+.206
+.173	B3	veiligheidsvoorraad	-.004
verklaarde variantie: 72%		verklaarde variantie: 90%	
2a		2b	

meer veiligheidstijd zou zijn ingesteld. De realiteit laat een ander beeld zien. Slechts 5 procent van de variatie in de ingestelde veiligheidstijd is terug te voeren op deze procesonzekerheden. De gemiddelde prijs van de artikelen in een pakket verklaart



daarentegen meer dan 70 procent van de variatie tussen de MP's wat betreft de ingestelde veiligheidstijd. Planners baseren veiligheidstijd blijkbaar op de factor prijs en niet op de beoogde procesonzekerheden. In dat geval is het niet verwonderlijk dat uit tabel 2a blijkt dat bij pakketten met meer veiligheidstijd niet minder runouts worden geconstateerd. Een andere verwachting was dat bij pakketten met weinig telverschillen en weinig afkeur minder veiligheidsvoorraad zou worden aangehouden. De realiteit toont een ander beeld. Slechts 12 procent van de variatie in de ingestelde veiligheidsvoorraad is terug te voeren op deze procesonzekerheden. In tabel 2a ziet men dat bij pakketten waar relatief veel veiligheidsvoorraad is ingesteld, dit blijkbaar niet voldoende is om runouts mee op te vangen.

Verklaring van de omloopsnelheidsprestatie De verwachting was dat bij pakketten met een hoge omzetwaarde de meeste inspanning zou zijn geleverd om de afroep frequentie te vergroten. Dat werkt immers het sterkst door bij de verbetering

van de omloopsnelheid. De realiteit is anders. Pakketten met gemiddeld veel hoogverbruikartikelen en ook met dure artikelen worden gemiddeld genomen niet frequenter maar juist minder frequent besteld. De correlatie tussen de omzetwaarde van een pakket en de gemiddelde afroep frequentie is $-0,16$, geheel tegen de verwachting.

Een interessante vraag is waarom het bovenstaande niet eerder in het bedrijf is opgemerkt. Dit heeft te maken met de wijze waarop de omloopsnelheid van een pakket nu wordt berekend. De omloopsnelheid is een aggregaatmaat, waarbij de voorraadwaarde van alle (zo'n 400) codenummers wordt opgeteld op een bepaald tijdstip. Deze totale voorraadwaarde wordt gerelateerd aan de omzetwaarde; het quotiënt is de omloopsnelheid. Een probleem is dat er geen rekening wordt gehouden met de verdeling van de omzetwaarde op artikelniveau. Deze is bij benadering negatief-exponentieel verdeeld. Ongeveer 10 procent van de artikelen vertegenwoordigt zo'n 70 procent van de totale omzetwaarde van het pakket. Pakketten waar relatief veel 'hoog-waarde' artikelen in zitten, zijn tevens de pakketten met een hoge totale omzetwaarde. Een MP die slechts een gering aantal 'hoog-waarde' artikelen in het pakket met aandacht stuurt en deze weinig op voorraad weet te houden, beïnvloedt toch de omloopsnelheid van het gehele pakket op een krachtige en gunstige manier, terwijl de gemiddelde bestelfrequentie aan de lage kant is. Het is dan ook niet vreemd dat zowel in tabel 1 als in tabel 2b blijkt, dat het pakkettenmerk omzetwaarde een sterk effect heeft op de omloopsnelheid: respectievelijk $R = +0,51$ en $\beta = +0,525$. Ook hier is de conclusie dat de pakkettenmerken dominant van invloed zijn op de (potentiële) prestatie. Het management zou een andere maat moeten hanteren om de omloopsnelheidsprestatie van de planners te vergelijken. De aggreg-

Tabel 2a: invloed van de O- en B-variabelen op de run-out prestatie P1.

Tabel 2b: invloed van de O- en B-variabelen op de omloopsnelheidsprestatie P2.

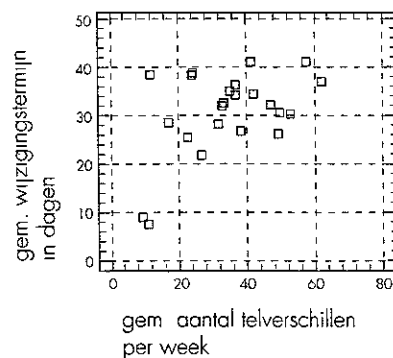
gaatprestatie maat disfunctioneert nu, omdat deze geen inzicht biedt hoe de MP omgaat met afzonderlijke artikelgroepen. Tot slot een opmerking over de sterke invloed van de wijzigingstermijn op zowel de omloopsnelheid ($\beta = -0,478$) als de runoutsituatie ($\beta = -0,443$). De verklaring is dat bij pakketten met veel inflexibiliteit (dus een lange wijzigingstermijn) gemiddeld genomen minder frequent wordt besteld en meer veiligheidstijd is ingesteld (de desbetreffende correlaties $R = -0,31$ en $+0,52$ uit tabel 1). Dit betekent dat bij die pakketten meer serievoorraad aanwezig is waarmee verstoringen kunnen worden opgevangen en run-outs worden voorkomen. Maar die voorraden betekenen wel extra voorraadwaarde en drukken dus de omloopsnelheid.

DIAGNOSE

De resultaten van de case tonen aan hoe, uitgaande van een eenvoudig model - het OBP diagnosemodel - de oorzaken en effecten van het logistiek beslissinggedrag in een complexe situatie kwantitatief kunnen worden doorgelicht. Knelpunten en oorzaken komen in de diagnose aan het licht. Het gehanteerde model en de aanpak zijn goed toepasbaar binnen de bedrijfskundige discipline, omdat de nadruk ligt op een integrale analyse van mens, systeem en primair proces. Het logistiek management wordt hiermee een praktisch diagnose-instrument aangereikt. Wat betreft de operationele logistieke besturing zijn in de behandelde case belangrijke afwijkingen gevonden tussen verwacht en feitelijk beslissinggedrag. De instelling van de afroep frequentie, veiligheidstijd en veiligheidsvoorraad bleek niet aantoonbaar logisch gerelateerd aan de bijbehorende proces-

Figuur 7: verschillen in procesomgeving O5 en O6.

Figuur 8: verschillen in het proces O7 en systeem O4.



en systeemkenmerken. Integendeel. Op basis van deze diagnose zijn concrete verbeteringen voorgesteld met betrekking tot de werkwijze van en informatiefeedback voor de materiaalplanners. Kortom, een goede diagnose gaat vooraf aan knelpuntenanalyse en advisering. De besproken diagnose-aanpak biedt hiertoe een praktische aanzet.