

# EEN ONDERZOEK NAAR MIDDELLANGE TERMIJNPLANNING VAN PRODUCTIE EN AFZET

door Dr. K. Boskma

## 1 Inleiding

In dit artikel worden in kort bestek de belangrijkste resultaten besproken van een onderzoek naar de middellange termijnplanning van productie en afzet.<sup>1)</sup>

De invalshoek van het onderzoek is de mogelijke bijdrage van de planning aan het coördineren van beslissingen omtrent productie en afzet in organisaties. Er wordt uitgegaan van een concept van een hiërarchisch planningsstelsel, bestaande uit onderling samenhangende modellen welke verschillen met betrekking tot het niveau van aggregatie en de lengte van de beschouwde planperiode. Op een middenniveau van aggregatie worden met het stelsel van de middellange termijnplanning de alternatieven m.b.t. de productie, de capaciteit en de afzet in hoofdzaken beschreven en afgewogen en wordt bepaald hoe de activiteiten van de functionele gebieden kunnen worden gecoördineerd. De uitkomsten van deze planning vormen uitgangspunten voor het opstellen van meer gedetailleerde plannen per functioneel gebied.

Het onderzoek geeft een overzicht van verschillende dynamische modellen voor productieplanning uit de literatuur. Deze worden vergeleken op hun bruikbaarheid voor de middellange termijnplanning. Het onderzoek is toegespitst op het ontwerpen en het analyseren van ontwerpen van lineaire meerperioden modellen voor de middellange termijnplanning. Hierbij wordt in het bijzonder gelet op de wijze en de mate van aggregeren van variabelen.

## 2 Middellange termijnplanning

Als het toepassen van bepaalde procedures om tot een plan te komen o.a. het opstellen en het afwegen van alternatieven met behulp van formele modellen omvat, spreken wij van *modelmatig-ondersteunde* planning. Over deze wijze van planning gaat het volgende.

Middellange termijnplanning van productie en afzet wordt gedefinieerd als het opstellen en het afwegen van alternatieven met betrekking tot productie en afzet per subperiode van een planperiode die ligt tussen de korte en de lange termijn en op een middenniveau van aggregatie der variabelen. De planperiode en het aggregatieniveau der variabelen dienen zodanig te worden gekozen dat de middellange termijnplanning doelmatig is voor:

- het in hoofdzaken beschrijven en afwegen van de alternatieven met betrekking tot de productiehoeveelheden, de produktiewijzen, de mogelijke veranderingen van de capaciteit van produktiemiddelen, de afzet en het

---

<sup>1)</sup> Boskma, K., Modellen voor middellange termijnplanning van productie en afzet. Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen, 1979.

gebruik van marktinstrumenten, de hiermee samenhangende goederen- en geldstromen, alsmede het weergeven van de relaties met lange termijnplannen;

- het verkrijgen van gegevens voor het kunnen opstellen van doelmatige korte termijn- en detailplannen;
- het verkrijgen van gegevens ten behoeve van te nemen beslissingen die vanwege een verlooptijd pas na de korte termijn, doch binnen de middellange termijn kunnen worden gerealiseerd.

De *planperiode* van de middellange termijn zal minstens een volledige cyclus van veranderingen van de exogene variabelen (bijv. een seizoencyclus van de vraag) dienen te omvatten. Verder kan deze o.a. afhankelijk zijn van tijdvertragingen en doorlooptijd van activiteiten en de onzekerheid m.b.t. exogene variabelen.

De *aggregatiegraad* der variabelen zal moeten worden bepaald als een compromis tussen hetgeen wenselijk is voor het omschrijven en afwegen der alternatieven, en het verschaffen van de benodigde informatie enerzijds en het verkrijgen van een hanteerbaar model bij de planning anderzijds.

### **3 Een systeem van plannen**

Bij het ontwerpen van een model voor de middellange termijnplanning dient eerst de plaats te worden bepaald van dit model in een systeem van modellen en procedures voor de planning van de activiteiten. De activiteiten van de productie en de afzet beïnvloeden elkaar wederzijds en hebben verschillende en complexe effecten op de verschillende delen van de organisatie. Om deze redenen zullen bij de middellange termijnplanning de activiteiten van alle functionele afdelingen in hoofdzaken in de beschouwing dienen te worden betrokken. Het middellange termijnplan (verder MTP) zal de informatie moeten verschaffen die een basis kan vormen voor het coördineren van de activiteiten van alle functionele afdelingen.

Om consistentie in de planning te bereiken zal het planningsysteem hiërarchisch moeten zijn. Het MTP zal uitgangspunt moeten zijn voor het opstellen van gedetailleerde plannen per functionele afdeling. In een rollende planning worden per functionele afdeling de gegevens van de eerstkomende subperiode(n) van het MTP, aangevuld met gegevens van de betrokken afdeling, gebruikt voor het opstellen van plannen waarin wordt gedissaggregeerd tot het nodige detail voor de afdeling. Afhankelijk van kenmerken van het productiesysteem kunnen de gegevens van het MTP in één of in enkele stappen worden gedissaggregeerd. Hier wordt verder eenvoudigheidshalve uitgegaan van twee niveaus van disaggregatie beneden het middellange termijnplan, n.l. korte termijnplannen (verder KTP's) en detailplannen (verder DEP's). In een KTP wordt gedissaggregeerd tot relatief korte subperioden (bijv. van maanden in het MTP tot weken in het KTP), van produktfamilies tot produkten, halffabrikaten en/of onderdelen en van capaciteitsklassen tot afzonderlijke produktiemiddelen, c.q. categorieën van (vrijwel) volledig substitueerbare produktiemiddelen. In een DEP wordt voor de eerstkomende subperiode(n) van het (als gegeven beschouwde) KTP bepaald aan welke produktiemiddelen en op welke tijdstippen de werkopdrachten zullen worden toegewezen, zodanig dat het DEP de richt-

lijn voor de uitvoering van de activiteiten kan zijn.

De middellange termijnplanning zal moeten uitgaan van de uitkomsten van de planning voor de lange termijn. De laatste zal niet alleen een langere planperiode en sterker geaggregeerde variabelen hebben dan de middellange termijnplanning, maar zal ook andere aspecten in de probleemstelling betrekken. Belangrijk zijn hier o.a. de relatieve positie van de huidige en van eventuele nieuwe produkten van de onderneming op de afzetmarkten op lange termijn, nieuwe investeringen en de financiering van de activiteiten.

Om de hiërarchische samenhang van de plannen van dit systeem en de consistentie tussen de plannen „top-down” te kunnen bewerkstelligen zullen de modellen van de verschillende aggregatieniveaus zo goed mogelijk moeten aansluiten in hun beschrijving der alternatieven. In het model voor het opstellen van het MTP zal een zodanige beschrijving van de keuzemogelijkheden omtrent productie en afzet met geaggregeerde variabelen moeten worden gegeven, dat bij de uitkomsten uitvoerbare en efficiënte korte termijn- en detailplannen kunnen worden opgesteld. De onvermijdelijke benadering van de op het detailniveau bestaande allocatiemogelijkheden bij het model voor het MTP heeft als gevolg, dat het altijd in een (klein) deel der gevallen kan voorkomen dat geen KTP en/of DEP kan worden gevonden dat een aanvaardbare „aansluiting” heeft bij het MTP. In deze gevallen zal langs iteratieve weg de specificatie van het model voor het MTP (in het algemeen die van het meer geaggregeerde model) moeten worden bijgesteld totdat een aanvaardbare „aansluiting” wordt verkregen.

Voor de lange termijn en de middellange termijn modellen geldt in principe hetzelfde t.a.v. de „aansluiting” als is besproken voor de modellen voor de middellange en de korte termijn.

Naast de voorraden eindprodukten zullen de voorraden prestatie-eenheden van duurzame produktiemiddelen, de aantallen direkt personeel en de marktpositie op de horizon van het MTP moeten worden beschreven aansluitend bij de LTP's.

#### **4 Welk model te gebruiken voor middellange termijnplanning?**

De vraag welk type van model het meest geschikt is voor de middellange termijnplanning is om redenen van theoretische en praktische aard niet gemakkelijk en éénduidig te beantwoorden.

In dit onderzoek zijn volgens een pragmatische methode de volgende dynamische modellen voor productieplanning uit de literatuur vergeleken:

(1) Modellen die gebruik maken van lineaire programmering; (2) modellen die lineaire decisieregels geven en de (algemenere) kwadratische programmeringsmodellen; (3) modellen met dynamische programmering; (4) modellen voor het afleiden van decisieregels uit gegevens omtrent beslissingen uit het verleden, aangeduid als management-coëfficiënten modellen; (5) verschillende simulatiemodellen.

De conclusie uit deze vergelijking is, dat aan lineaire meerperioden modellen, die met technieken van gemengd-geheeltallige lineaire programmering kun-

nen worden opgelost, bij de huidige stand van zaken de voorkeur dient te worden gegeven. Als tweede staan modellen waarbij gebruik wordt gemaakt van simulatie.

## 5 Het ontwerpen van het model en het aggregeren

Bij het ontwerpen van een model voor middellange termijnplanning zullen de alternatieven moeten worden beschreven met geaggregeerde variabelen. Aggregeren is een vorm van abstraheren, waarbij een verzameling variabelen die een bepaald kenmerk van een verzameling grootheden weergeeft (bijv. de produktie per produkt per subperiode) wordt vervangen door een andere verzameling variabelen met een kleiner aantal elementen van dezelfde dimensie (bijv. de produktie per produktfamilie per subperiode). Wij onderscheiden hier het aggregeren over drie klassen van variabelen:

- (1) over produkten tot produktfamilies;
- (2) over produktiemiddelen tot klassen van produktiemiddelen;
- (3) over de tijd door de activiteiten te definiëren op (relatief langere) tijdvakken.

Het bepalen van de wijze en de mate van aggregeren bij het ontwerpen van een model voor middellange termijnplanning is niet primair een „technisch” probleem van het transformeren van variabelen. De aggregatie zal zo moeten worden gekozen, dat het betrokken model de informatie kan verschaffen die nodig is voor het systeem van planning in de organisatie. Tegelijk met het ontwerpen van de planningprocedures zal de organisatie zelf het verzamelen en vastleggen van gegevens zodanig kunnen (en moeten) inrichten, dat de voor de planning benodigde gegevens beschikbaar komen. Het aggregeren zal worden gebruikt als een wijze van abstraheren, gericht op het verkrijgen van een hanteerbaar model.

Het effect van het aggregeren van variabelen op de uitkomsten van een model is probleem-afhankelijk. Er is onderzoek verricht naar de effecten die de wijze en de mate van aggregeren van variabelen in een lineair meerperioden model hebben op de uitkomsten en op het hieruit af te leiden MTP. Eerst is kwalitatief nagegaan op welke wijze bij het beschrijven van de relaties met geaggregeerde variabelen rekening kan en moet worden gehouden met de mogelijkheden c.q. voorwaarden die er (op detailniveau) bestaan. Getoond wordt dat deze mogelijkheden in het algemeen bij benadering kunnen en moeten worden gespecificeerd door in de beschrijving met geaggregeerde variabelen additionele voorwaarden op te nemen en/of bepaalde correcties aan te brengen op coëfficiënten resp. exogene variabelen. Voor de aansluiting tussen modellen kunnen in bepaalde gevallen in het model van het lagere niveau de uitkomsten van het hogere aggregatieniveau als streefwaarden worden opgenomen in additionele vergelijkingen met verschilvariabelen die worden geminimaliseerd. Vervolgens wordt aangegeven hoe door numeriek experimenteren met een voorlopig model richtlijnen kunnen worden verkregen voor het aggregeren der variabelen bij het ontwerpen van het voor de middellange termijnplanning te gebruiken model.

Het blijkt dat door aggregeren over produkten tot produktfamilies met slechts een geringe achteruitgang van de kwaliteit van het plan (gemeten in relevante kosten van het plan) een grote verbetering van de hanteerbaarheid kan worden verkregen (gemeten in tijd van de centrale rekeneenheid: deze wordt verlaagd met 90 à 95%). In een casus met een sterk seizoenmatige vraag blijkt sterker aggregeren over de tijd tegen het eind dan in het begin van de planperiode, bij een gelijk aantal subperioden in totaal, minder vertekening van de benodigde gegevens tot gevolg te hebben dan gelijkmatig aggregeren over de hele planperiode. Voor een geval met serieproductie wordt geëxperimenteerd met modellen waarin het omstellen expliciet is beschreven in vergelijking met modellen waarin dit niet het geval is doch waarin een correctie op de capaciteit is aangebracht voor het omstellen. De discontinuïteiten van de serieproductie blijken grote invloed te hebben op de uitkomsten. Omdat de numerieke experimenten alleen het middellange termijnmodel hebben omvat is de geldigheid van de conclusies hiertoe beperkt.

## **6 Betekenis van het onderzoek**

Het onderzoek geeft richtlijnen voor het ontwerpen van een geaggregeerd lineair meerperioden model waarmee een aanvaardbare beschrijving en afweging van de alternatieven omtrent productie en afzet op middellange termijn kan worden verkregen en dat kan functioneren in een hiërarchisch systeem van plannen van verschillend aggregatieniveau. Het model kan, met inachtneming van de richtlijnen, worden opgelost en geanalyseerd met behulp van beschikbare technieken van gemengd-geheeltallige lineaire programmering. Om het model relatief snel, accuraat en flexibel te kunnen hanteren voor ondersteuning van de besluitvorming zal gebruik moeten worden gemaakt van (beschikbare) programmatuur met o.a. invoer- en reportgeneratoren.

Met het model kan informatie worden verkregen ten behoeve van het coördineren van productie en afzet op middellange termijn. Het aldus verkregen middellange termijnplan kan uitgangspunt zijn voor het opstellen van doelmatige korte termijn en detailplannen per functionele afdeling, zoals wordt aangegeven. Met het model kunnen gewenste of noodzakelijke veranderingen van o.a. productiehoeveelheden, voorraden, direkt personeel en machines in een relatief vroeg stadium „zichtbaar” worden gemaakt. Deze informatie kan ook van belang zijn bij overleg met o.a. ondernemingsraad, vakbonden, arbeidsbureaus en overheidsinstanties.

Verder onderzoek is o.a. nodig naar de dynamische afstemming van dit middellange termijnmodel met de andere modellen van het planningsstelsel en naar het functioneren van dit planningsstelsel bij implementatie onder verschillende omstandigheden.