

HET IMAG PRODUCTIE PLANNING SYSTEEM (IPP)

Een toepassing van OR technieken in de tuinbouw

E. Annevelink

In dit artikel wordt allereerst globaal ingegaan op de ontwikkelingen op het gebied van gebied van geautomatiseerde planning in de tuinbouw en de eisen die aan geautomatiseerde planning gesteld kunnen worden. Vervolgens wordt het IMAG Productie Planningsysteem (IPP) besproken, een planningsmodel voor de glastuinbouw, dat gebruik maakt van optimaliseringstechnieken. Hierbij komen zaken aan de orde als de opzet van het model, het gebruik van Lineaire Programmering, de wisselwerking tussen optimalisatie en simulatie en het gebruik van heuristische technieken. Ten slotte worden een aantal voorwaarden voor introductie van het IPP in de praktijk genoemd.

Geautomatiseerde planning in de tuinbouw

Geautomatiseerde planning in de tuinbouw staat de laatste jaren volop in de belangstelling van het landbouwkundig onderzoek. Eén van de redenen voor deze interesse is de duidelijke behoefte die in de tuinbouwpraktijk blijkt te bestaan aan geautomatiseerde planning en optimalisering (van Horssen, 1989). Deze behoefte wordt mede veroorzaakt door het feit dat er de laatste jaren op de bedrijven steeds meer gegevens beschikbaar komen, die in de planning gebruikt kunnen worden. Voor een aantal produkten (met name potplanten) waren tot voor kort weinig teeltgegevens algemeen bekend, o.a. door de enorme diversiteit van de produkten en de neiging van de telers om de teeltgegevens uit concurrentie overwegingen niet algemeen vrij te geven. De benodigde uitganggegevens voor de planning komen nu echter op bedrijfsniveau steeds meer in een nauwkeurige vorm ter beschikking door een uitgebreide bedrijfsregistratie. Deze is de laatste jaren bij veel bedrijven handmatig uitgevoerd, terwijl op het moment een groot aantal bedrijven overgaat op geautomatiseerde bedrijfsregistratiesystemen.

De resultaten van het onderzoek naar geautomatiseerde planning zijn in overleg met de LUW, onderzoeksinstituten en proefstations vastgelegd in het gedetailleerde informatiemodel voor de glastuinbouw, en met name in de cluster "Tactische en strategische planning" (SITU, 1989). Hierin wordt een beschrijving gegeven, die als basis kan dienen voor de ontwikkeling van geautomatiseerde planningsystemen op tactisch (en strategisch) niveau.

Wanneer we de resultaten van het onderzoek bekijken vallen er twee stromingen te ontdekken: modellen die gebruik maken van simulatie en heuristische technieken ("gezond verstand" methoden) en aan de andere kant modellen die gebruik maken van optimaliseringstechnieken. In Zweden heeft Hakansson (1987) bij voorbeeld een productieplanningsysteem ontworpen, dat gebaseerd is op simulatie, terwijl in Denemarken (Lippert, 1983) veel on-

derzoek is verricht naar het gebruik van optimalisatie. In Nederland worden deze stromingen vertegenwoordigd door de vakgroep informatica van de Landbouw Universiteit in Wageningen en het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG).

Bij de vakgroep Informatica wordt sinds 1985 gewerkt aan het teeltplanningsysteem PROPLAN (Professioneel Planningsysteem), dat gebaseerd is op heuristische regels. Hiermee worden de partijen van het teeltplan voor het komende jaar bepaald en tegelijkertijd wordt de exacte locatie van deze partijen vastgesteld (Hofstede, 1990). Een belangrijk criterium, dat binnen PROPLAN gebruikt wordt bij het opstellen van zowel het teeltplan als het plaatsingsplan is de transportafstand (ofwel de transportkosten) bij het wijderzetten tijdens de teelt.

Het IMAG verricht al enige jaren onderzoek naar Beslissings Ondersteunende Systemen in de glastuinbouw, waarbij zowel optimalisatie als simulatie een rol spelen. In het vervolg van dit artikel zal nader worden ingegaan op een geautomatiseerd teeltplanningsysteem dat bij het IMAG ontwikkeld is, waarbij gebruik gemaakt wordt van de optimaliseringstechniek Lineaire Programmering (LP). Deze techniek beschrijft een probleem in de vorm van een wiskundig model. Lineair houdt in dat alle wiskundige functies in dit model lineair dienen te zijn. Programmering duidt niet op het gebruik van computers maar is een synoniem voor planning. Lineaire programmering omhelst het plannen van activiteiten met als doel een optimaal resultaat te bereiken in een situatie van beperkte hulpmiddelen en verschillende alternatieven voor de activiteiten. Voor een exacte beschrijving van de techniek wordt verwezen naar Hillier en Lieberman (1986).

Eisen vanuit de praktijk aan geautomatiseerde planning

Een eerste vereiste voor het gebruik van geautomatiseerde planningsystemen is dat men voorheen ook al werkte met een zekere vorm van planning. Als men niet gewend is planmatig te denken en volgens een bepaald (teelt)plan te werken, biedt alleen automatiseren geen oplossing en heeft dan ook weinig kans van slagen.

In het algemeen kan men een aantal eisen stellen aan geautomatiseerde planningsystemen voor de tuinbouw:

- om de hardware voor het individuele tuindersbedrijf betaalbaar te houden, dient een planningsysteem te draaien op een Personal Computer;
- de kosten van een planningpakket mogen niet te hoog zijn;
- het moet betrouwbare resultaten leveren, die de gebruiker op hun waarde kan inschatten;
- het opvragen van de benodigde gegevens dient op een gebruikersvriendelijke wijze te gebeuren waarbij het

systeem bij voorbeeld zelf moet controleren of alle benodigde data aanwezig zijn;

- eventuele optimaliseringstechnieken moet buiten het zicht gehouden worden van de eindgebruiker;
- de gebruikte technieken dienen een acceptabele reken-tijd te hebben: enkele minuten is vaak niet te voorkomen, maar meer dan een uur wordt onwerkbaar;
- een grafische weergave van de resultaten verhoogt de kwaliteit van de interactie met de gebruiker;
- binnen het systeem moeten meerdere plannen bewaard kunnen worden en met elkaar vergeleken kunnen worden;
- een systeem moet voldoende capaciteit bezitten om een reëel probleem op te kunnen lossen (aantal produkten, afdelingen, perioden etc.);
- er dient een goede handleiding en introductie cursus voorhanden te zijn.

Deze lijst is zeker niet volledig, maar geeft een beeld van de zaken die mee kunnen spelen bij het ontwerp van een geautomatiseerd planningsysteem.

Het IMAG Productie Planningsysteem (IPP)

Een bedrijf in de potplantensector werkt met een teeltplan, een tactisch plan voor het komende jaar. Hierin zijn partijen vastgelegd die men wil starten. Een partij is een bepaald produkt gestart in een bepaalde afdeling van het bedrijf, in een bepaalde periode en in een bepaalde hoeveelheid. Een voorbeeld van een partij is: 3000 Areca's, gestart in periode 90-4 in afdeling 2.

Om de tuinder te assisteren bij het opstellen van een teeltplan is het IMAG Productie Planningsysteem ontworpen (Saedt, 1988 en Annevelink, 1989). Dit biedt allereerst de mogelijkheid om handmatig een teeltplan op te stellen en dit vervolgens via simulatie door te rekenen om het financieel bedrijfsresultaat te bepalen en de consequenties op het gebied van de ruimte- en arbeidsbehoefte. Complicerende factoren bij de handmatige teeltplanning vormen onder andere de grote hoeveelheid mogelijke produkten, de prijsverschillen tussen deze produkten in de verschillende perioden van afleveren en de variabele ruimtebehoefte van een produkt gedurende het teeltproces ten gevolge van het wijderzetten. Dit maakt handmatige teeltplanning al snel tot een onoverzichtelijk en moeilijk probleem.

Een tweede mogelijkheid binnen het IPP is dan ook dat men gebruik maakt van de optimaliseringstechniek Lineaire Programmering om een optimaal teeltplan te berekenen. Hiervoor is een model ontworpen, waarin het financieel bedrijfsresultaat gemaximaliseerd wordt, onder nevenvoorwaarde van de beschikbare ruimte, vaste- en losse arbeid. Dit sluit aan bij de strategie van de tuinder: het bereiken van een zo hoog mogelijk financieel bedrijfsresultaat binnen de voorwaarden van de gegeven produktiemiddelen (waaronder ruimte en arbeid).

Binnen het IPP wordt, in tegenstelling tot het elders in dit nummer door Hofstede (1990) beschreven PROPLAN, duidelijk onderscheid gemaakt tussen twee planningsniveaus, namelijk het tactische planningsniveau (het zojuist genoemde teeltplan) en het operationele planningsniveau (het nog te bespreken plaatsingsplan). Eén van de redenen

hiervoor is, dat er op die manier een duidelijke fasering in de planning wordt aangebracht. Het tactische teeltplan geeft de planning op een wat langere termijn (van b.v. een jaar) weer, werkt met perioden van 2 tot 4 weken en optimaliseert het bedrijfsresultaat via LP. Het operationele plaatsingsplan is vervolgens een verdere verfijning van de planning op een wat kortere termijn (enkele maanden). Het werkt met perioden van een week (of korter) en kijkt naar zaken als minimalisatie van de interne transportkosten, via een aantal heuristische technieken. Hierbij wordt uitgegaan van de gedachte dat het wel nuttig is om te weten welke partijen men over een jaar moet starten, maar dat het weinig zin heeft om ook reeds een jaar van te voren precies te bepalen op welke plaats in de kas een bepaalde partij moet staan. Andere redenen voor de fasering zijn de sterke groei van het aantal beslissingsvariabelen en de introductie van een schijnnaauwkeurigheid bij een tactische planning op weekniveau.

Het planningsmodel voor optimalisatie van het teeltplan

Een voorselectie uit de mogelijke produkten, kan men maken met behulp van een kostprijsberekeningmodule, die op het moment in ontwikkeling is. Hierop zal in dit artikel niet verder worden ingegaan. In het te optimaliseren LP-model wordt de som van de dekkingsbijdragen van alle partijen uit het plan minus de kosten van extra ruimte en arbeid gemaximaliseerd. De dekkingsbijdrage van een partij wordt gevormd door het aantal eenheden planten dat men start vermenigvuldigd met een bepaalde coëfficiënt, het LP-saldo per eenheid te starten produkt. Het LP-saldo van een bepaalde teelt van een produkt is gelijk aan de verwachte verkoopprijs minus de variabele kosten (zoals materiaal- en afleverkosten). Bij het doorrekenen van het LP-model wordt binnen de gestelde randvoorwaarden die combinatie van partijen gekozen, die een maximaal resultaat oplevert, het optimum. De ruimte en de vaste arbeid bepalen mede het resultaat van de optimalisatie door capaciteitsrestricties.

De beslissingsvariabelen in het model zijn:

- de grootte en startperiode van partijen van ieder mogelijk produkt;
- de benodigde hoeveelheid extra ruimte in iedere periode;
- de benodigde hoeveelheid losse arbeid in iedere periode.

De doelfunctie:

- maximaliseer
- de som van de dekkingsbijdrage van alle partijen uit het teeltplan;
- minus
- de kosten van extra ruimte;
- minus
- kosten van het huren van extra arbeid.

Onder de nevenvoorwaarden van:

- de beschikbare ruimte per afdeling per periode;
- de beschikbare vaste arbeid per periode;

- een maximaal te starten aantal produkt per jaar;
- een maximaal te starten aantal produkt per periode;
- een minimaal te starten aantal produkt per periode.

Het gebruik van Lineaire Programmering binnen IPP

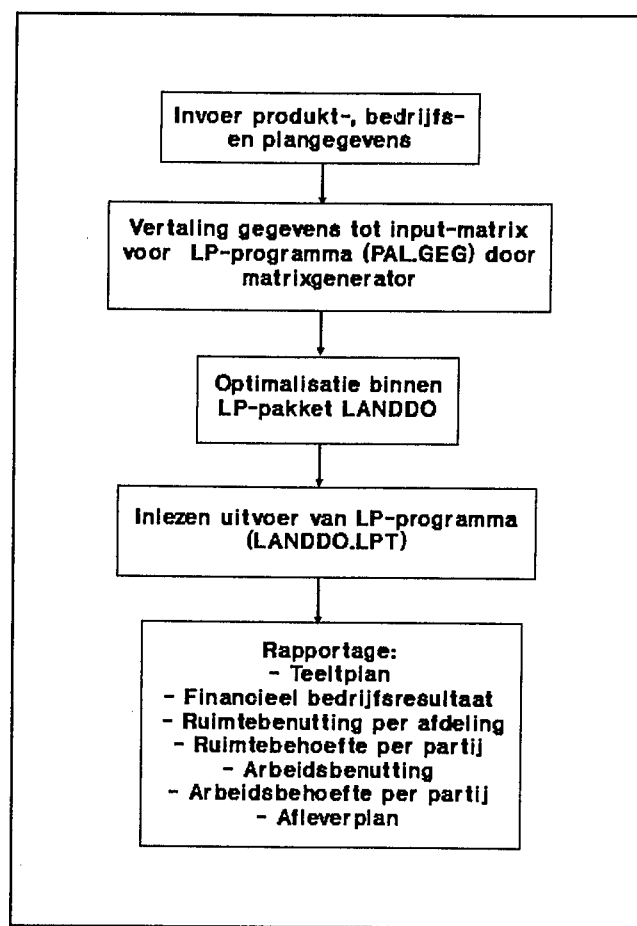
Voor Lineaire Programmering is bij het Mathematisch Centrum te Amsterdam het PC-pakket LANDDO ontwikkeld, dat volgens het simplex-algoritme werkt. Het pakket kan (mixed) integer en continue LP-problemen aan. De capaciteit van LANDDO is door het IMAG vergroot en er zijn verder nog enkele wijzigingen doorgevoerd. LANDDO vraagt invoer in de vorm van een ASCII-file (PAL.GEG) en produceert de uitvoer van de berekeningen eveneens in de vorm van een ASCII-file (LANDDO.LPT), zoals is aangegeven in figuur 1.

Om de eindgebruiker niet te belasten met het opstellen van de LP-invoer en het direct interpreteren van de LP-uitvoer, is er een gebruikersomgeving rond LANDDO geschreven m.b.v. het Data Base Management System DATAFLEX. Hierin worden de benodigde uitganggegevens aan de tuinder opgevraagd en gecontroleerd en vervolgens worden ze gecombineerd tot een LP-matrix, die als invoer voor LANDDO dient. Bij het IPP is dus sprake van een Matrix Generator (Hendrix, 1990) die geschreven is voor een specifiek planningsmodel. De omvang van het probleem (bepaald door het aantal afdelingen, het aantal verschillende produkten en het aantal mogelijke startperiodes per jaar) en de randvoorwaarden (zoals beschikbare ruimte en arbeid in iedere periode) kunnen aan het begin van iedere optimalisatie run door de gebruiker opnieuw worden vastgesteld. Het oplossingsmodel staat echter vast en kan alleen gewijzigd worden door de Matrix Generator aan te passen. De uitvoer van LANDDO wordt na de berekening omgevormd naar de binnen DATAFLEX gedefiniëerde gegevensstructuur. Vervolgens kunnen alle gewenste overzichten van de resultaten geproduceerd worden.

Via deze opzet is de optimaliseringstechniek afgeschermd van de eindgebruiker, zodat deze zich geen zorgen hoeft te maken over de opbouw van de LP-matrix en de interpretatie van de uitvoerfile. Voor ieder planningsprobleem wordt een nieuwe LP-matrix samengesteld en voorgelegd aan LANDDO, dat de optimale oplossing berekent.

Wisselwerking tussen optimalisatie en simulatie

De omschrijving Beslissings Ondersteunend Systeem die voor het IPP gebruikt wordt, geeft duidelijk het doel aan van het systeem: n.l. ondersteuning bij het nemen van beslissingen. Het systeem neemt dus niet zelf een beslissing, maar dient als hulpmiddel voor de gebruiker. Deze ondersteuning wordt binnen het IPP geleverd door een combinatie van optimalisatie en simulatie. Allereerst bepaalt men via optimalisatie de goede richting en vervolgens gaat men het "optimale" teeltplan via simulatie aanpassen. De reden voor deze werkwijze is het feit dat men in het LP-model altijd een keuze moet maken uit alle mogelijke randvoorwaarden die bij het probleem meespelen. Een berekend "optimaal" teeltplan is slechts optimaal



Figuur 1: Het gebruik van lineaire programmering binnen IPP.

binnen deze van te voren gekozen randvoorwaarden en het blijft steeds de opgave van de tuinder het berekende optimale teeltplan te beoordelen ten aanzien van andere overwegingen, die niet in het LP-model zijn meegenomen.

Wanneer men binnen het LP-model bepaalde randvoorwaarden gekozen heeft, kunnen deze op twee manieren veranderen: hetzij doordat de planner ze in de volgende optimalisatie run zelf bijstelt tijdens het opstellen van het teeltplan, hetzij doordat de realisatie tijdens de uitvoering gaat afwijken van de geplande situatie. In beide gevallen kan er opnieuw een teeltplan berekend worden.

De eerste mogelijkheid is dus dat de planner zelf de randvoorwaarden binnen het model een aantal malen bijstelt, tijdens het opstellen van het optimale teeltplan om zo een aantal alternatieve plannen te bepalen. Op die manier kan hij bij voorbeeld de gevoeligheid van een berekend optimaal teeltplan beter inschatten. Ook kan hij bij voorbeeld arbeidspieken in een teeltplan wegwerken, door de beschikbare arbeid in bepaalde perioden lager te stellen. Wanneer hij de keuze gemaakt heeft voor een bepaald "optimaal" plan zijn vervolgens nog (kleine) bijstellingen noodzakelijk om rekening te houden met de randvoorwaarden, die niet in het LP-model zijn opgenomen. Dit is in het IPP mogelijk binnen de optie "gegeven plan berekening", een vorm van simulatie. De planner schaaft op die manier het berekende optimale plan in een aantal iteratiestappen bij, zodat ook rekening gehouden wordt met de overige eisen die hij stelt. Na iedere wijziging wordt berekend hoeveel het door hem zelf aangepaste teeltplan af-

wijkt van het optimale plan, net zolang totdat er een acceptabel teeltplan gevonden is.

In het bovenstaande verandert de planner dus zelf de randvoorwaarden tijdens het opstellen van het teeltplan. De randvoorwaarden (en uitgangsgegevens) kunnen echter ook buiten de controle van de planner om veranderen, gedurende de uitvoering van het teeltplan, onder invloed van externe factoren. Deze afwijkingen kunnen een aantal oorzaken hebben. Eén reden voor afwijkende resultaten kunnen onverwachte schommelingen in de opbrengstprijzen van de produkten vormen. In de tactische planning wordt gewerkt met verwachte gemiddelde opbrengstprijzen die in sommige gevallen moeilijk in te schatten zijn. Dit is bij voorbeeld te wijten aan de grote prijsfluctuaties, die optreden wanneer er voor de klok geveild wordt. Wanneer men in het teeltplan mikt op produkten met hoge verwachte opbrengstprijzen en deze blijken tegen te vallen tijdens de uitvoering van het teeltplan dan kan het gerealiseerde financieel bedrijfsresultaat een stuk lager uitkomen dan volgens plan werd verwacht. Een andere afwijking vormen teelten met een langere teeltduur dan verwacht. Ze maken langer dan gepland aanspraak op de beschikbare ruimte, waardoor de volgende teelten niet op tijd gestart kunnen worden en het teeltplan verstoord wordt.

Al dit soort afwijkingen kunnen er aanleiding toe geven het teeltplan tijdens de uitvoering bij te stellen. Binnen het IPP moet men bij een afwijking van het teeltplan zelf beoordelen hoe ernstig deze is en welke bijstellingsmaatregelen er genomen dienen te worden. Men moet er voor waken een teeltplan niet te snel bij te sturen, aangezien dan het gevaar bestaat, dat men in een soort zigzagbeweging tussen zich steeds wijzigende doelen terecht komt.

Heuristische technieken

Hofstede betoogt elders in dit nummer dat optimaliseringstechnieken door hun formulering te ver van de prak-

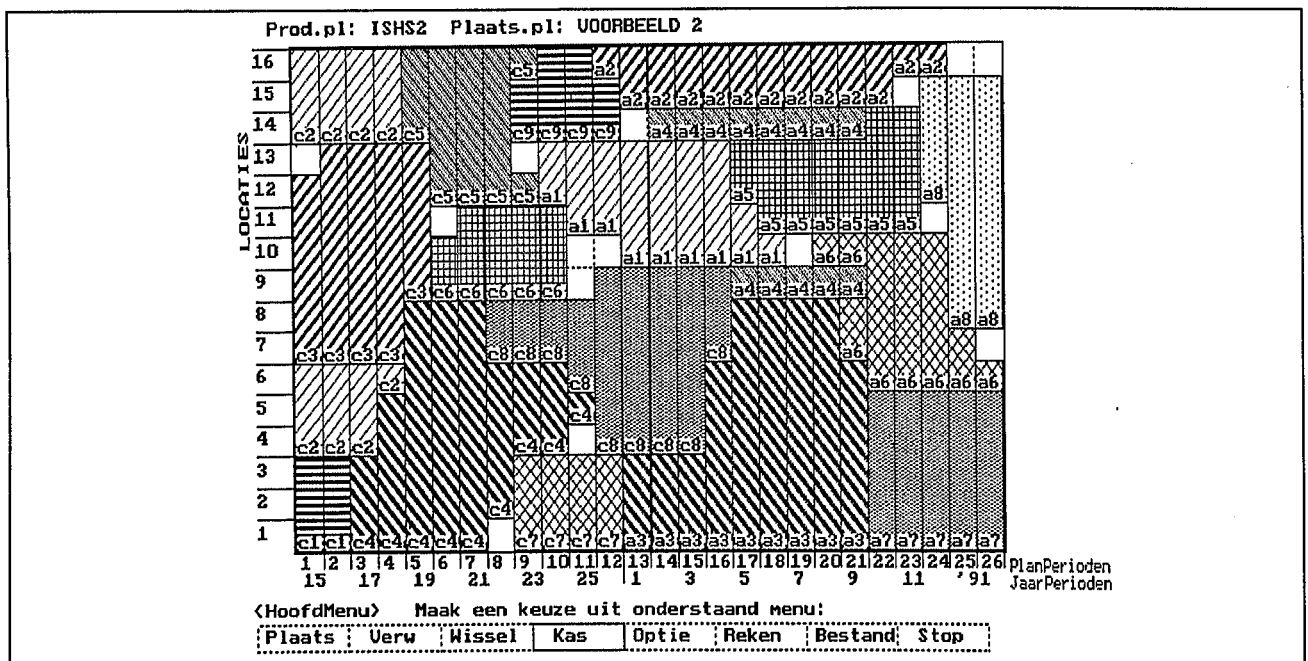
tijkproblemen af liggen en dat heuristische technieken hier uitkomst kunnen bieden. Deze opmerking is echter niet alleen van toepassing op optimaliseringstechnieken. Per definitie is ieder model een abstractie van de werkelijkheid. Dit houdt in, dat men bij het bouwen van een model bepaalde keuzen zal moeten maken, o.a. ten aanzien van het doel dat men met een model beoogt en de randvoorwaarden die men aan het model stelt. Deze beperking geldt ook voor heuristische technieken: men gebruikt vaak bepaalde vuistregels in het model die binnen bepaalde randvoorwaarden zeer krachtig werken, terwijl ze hierbuiten minder geschikt zijn.

Wanneer de gebruiker echter niet alleen de mogelijkheden, maar ook de beperkingen van een model kent, kan hij hierop inspelen en kan ieder model op zijn eigen specifieke manier de gebruiker ondersteunen bij het nemen van beslissingen. Een combinatie van optimaliserende en heuristische OR-technieken in combinatie met het gezonde verstand van de gebruiker zal in veel gevallen dan ook de beste aanpak van een probleem zijn.

Het operationele plaatsingsplan

Nadat op het tactische planningsniveau een teeltplan is vastgesteld met behulp van optimalisatie, kan binnen het IPP op operationeel niveau een verdere verfijning plaatsvinden die leidt tot een zogenaamd plaatsingsplan. Hierin is per partij exact aangegeven op welke locaties in de kas de planten zich bevinden gedurende de teelt.

De gebruiker kan het plaatsingsplan geheel zelf opstellen, maar het is ook mogelijk assistentie te krijgen via bepaalde heuristieken. Deze houden bij voorbeeld rekening met de eis partijen zo min mogelijk te verplaatsen gedurende de teelt en met de eis de interne transportkosten zo laag mogelijk te houden. Aangezien het onderzoek naar deze heuristieken nog in volle gang is, zal hierop nu niet verder worden ingegaan. Op het moment is een goede visuele presentatie van het plaatsingsplan reeds gerealiseerd.



Figuur 2: Voorbeeld van een plaatsingsplan.

seerd. Via een grafisch, muisbestuurd systeem kan de gebruiker zeer snel een plaatsingsplan opstellen en wijzigen (figuur 2). In het plaatsingsplan zijn op de verticale as de locaties in de kas aangegeven en op de horizontale as de perioden van het plan. De partijen uit het teeltplan zijn op verschillende manieren gearceerd.

Voorwaarden voor introductie van het IPP

Het IPP is in de praktijk getest in een aantal toepassingsproeven bij tuinders. Hierbij bleek het systeem goed te voldoen, mits aan een aantal voorwaarden was voldaan, die hierna beschreven zullen worden.

De opleiding en achtergrond van een tuinder zijn van groot belang voor zijn interesse in de mogelijkheden van automatisering bij de bedrijfsplanning. Het opleidingsniveau van de jonge tuinbouwondernemers is de laatste jaren voldoende gestegen om op de hoogte zijn van de mogelijkheden en onmogelijkheden van een techniek als LP en de waarde van een productieplan te kunnen inschatten. Voor oudere ondernemers zou dit echter een belemmering kunnen vormen.

Voor een goede planning is het essentieel dat men over de juiste uitgangsgegevens beschikt. Wanneer de uitgangsgegevens van de planning onjuist en onbetrouwbaar zijn, kan ook via optimalisatie geen betrouwbaar teeltplan opgesteld worden. De gegevens kunnen zowel handmatig als geautomatiseerd verzameld en verwerkt worden. In de tuinbouw heeft men de laatste jaren ervaring opgedaan met een aantal geautomatiseerde registratiesystemen die de tuinder assisteren bij het verzamelen van de benodigde bedrijfseigen (plannings)gegevens. Hierbij zal het in de toekomst van uitermate groot belang worden dat deze registratiepakketten de gegevens in de juiste vorm kunnen aanleveren voor planningspakketten. Om hierin te sturen, wordt er door het SITU op het moment een vooronderzoek gedaan naar de mogelijkheden van een Management Beheersysteem Potplanten, waarin onder andere een interface gedefinieerd zou kunnen worden tussen registratie- en planningspakketten.

Bij producten die redelijk nauwkeurig volgens een bepaald van te voren omschreven productieproces geteeld kunnen worden, heeft een strakke teeltplanning meer kans van slagen. Groene planten kunnen in het geval van een groeivertraging bij voorbeeld wel degelijk verkocht worden. Bij bloeiende planten is het echter onmogelijk ze te verkopen zonder dat ze bloemen dragen. Als het moeilijk is de exacte bloeidatum te voorspellen, loopt een teelt al snel uit en wordt het teeltplan verstoord.

De introductie van planningsystemen in de primaire sector vraagt veel begeleiding. In de industriële sector heeft men meestal de beschikking over een speciale planningsafdeling, waar de medewerkers zich full-time met planning m.b.v. dergelijke systemen kunnen bezighouden. In de primaire agrarische sector is dit meestal niet het geval. De ondernemer voert de planningstaak uit naast zijn andere dagelijkse besloomingen. Een alternatief voor het zelf opstellen van een teeltplan is het in beheer laten uitvoeren van de planning door een (particulier) bedrijfsbegeleider. Een voordeel hiervan is dat de begeleider beter

op de hoogte zal zijn van de sterke en zwakke kanten van een geautomatiseerd planningsysteem, aangezien hij in de loop der tijd meer gebruikservaring opdoet, dan een tuinder die het systeem slechts enkele malen per jaar gebruikt. Een nadeel is echter, dat men het teeltplan minder gemakkelijk kan bijstellen, omdat men hiervoor eerst contact op moet nemen met de bedrijfsbegeleider. De beste oplossing op langere termijn is dan ook het planningsysteem op het eigen bedrijf beschikbaar te hebben, mits er iemand is die voldoende tijd kan vrijmaken voor de planning.

Een vervolg op het opstellen van een teeltplan is de voortgangscntrole. Afhankelijk van de soort afwijkingen die optreden, zal op een bepaald moment besloten worden om het teeltplan bij te stellen. Deze voortgangscntrole dient op het moment nog handmatig te geschieden, maar een (gedeeltelijk) geautomatiseerd systeem is zeker gewenst.

Tot slot

Geautomatiseerde planningsystemen in de tuinbouw zullen in de nabije toekomst een steeds belangrijker hulpmiddel worden. Systemen die verschillende technieken, zoals optimalisatie, simulatie en heuristische combineren hebben de meeste kans van slagen.

Literatuur

Annevelink, E., 1989, *The IMAG Production Planning system (IPP) for glasshouse floriculture in its introduction phase*. Acta Horticulturae, no. 237, p. 37-45.

Hakansson, B., 1987, *A computer based system for production planning and budgeting in horticultural farms*. Acta Horticulturae, no. 203, p. 13-22.

Hendrix, E., 1990, *Sciconic als tool binnen het landbouwkundig onderzoek*. Agro-Informatica, jrg. 3, nr. 2.

Hillier, F.S. en G.S. Lieberman, 1986, *Introduction to operations research*. 4th ed., Oakland: Holden-Day, 888p.

Hofstede, G.J., 1990, *Wat heet optimaal? OR, probleemtypen en gebruikers*. Agro-Informatica, jrg. 3, nr. 2.

Horssen, F.P. van, 1989, *Toepassing van informatietechnologie op tuinbouwbedrijven*. VIAS Nieuwsbrief, jr 2, nr 3, april 1989, p. 8-11.

Lippert, L., 1983, *Linear programming, input and output*. Acta Horticulturae, no. 147, p. 117-124.

Saedt, A.P.H. en E. Annevelink, 1988, *A Decision Support System based upon a Transition Model for Production Planning in potplant nurseries*. Acta Horticulturae, no. 223, p. 234-241.

SITU, 1989, *Het gedetailleerde informatiemodel Glas-tuinbouw: Rapport cluster tactische en strategische planning*, Honselersdijk, 279 p. □

Ir E. Annevelink is werkzaam bij het Instituut voor Mechanisatie Arbeid en Gebouwen, afdeling organisatiekunde (IMAG, Postbus 43, 6700 AA Wageningen, Tel 08370-94325, Telefax 08370-94666) en is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van Beslissings Ondersteunende Systemen in de tuinbouw.