

# Bewaarplanner voor hardfruit in koelhuizen

## Ervaringen met de ontwikkeling, de toepassing en de aanpassing van een planningsondersteunend systeem

A.P.H. Saedt & R.C.W.M. Peters

ATO-DLO

Postbus 17, 6700 AA Wageningen

Telefoon 08370-75311/75301/75000

Telefax 08370-12260

Email: a.p.h.saedt@ato.agro.nl

### Referaat

Hardfruit (appels en peren) wordt vanaf de oogst in september en oktober op grote schaal ingeslagen en maandenlang in speciale koelhuizen bewaard. Een koelhuis van enige omvang beschikt over meer dan honderd koelcellen. De koelhuismanager staat elk seizoen voor de taak om deze cellen toe te wijzen aan de duizenden partijen, die voor bewaring worden aangeboden.

Bij het Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO) is een geautomatiseerd planningsondersteunend systeem Bewaarplanner ontwikkeld om de helpende hand te bieden bij deze taak. Ervaringen met de ontwikkeling, de toepassing en de aanpassing worden beschreven.

Trefwoorden: planning, management, bewaring, appel, peer.

### Inleiding

Hardfruit (appels en peren) wordt vanaf de oogst, die vanaf eind augustus tot begin november plaats vindt, op grote schaal in speciaal daartoe ingerichte koelhuizen bewaard. De bewaartermijn kan daarbij variëren van een maand tot bijna een heel jaar. Een koelhuis van enige omvang beschikt over meer dan honderd koelcellen. De koelhuischef staat elk seizoen voor de taak om deze cellen toe te wijzen aan honderden partijen appels en peren, die voor bewaring worden aangeboden. Deze bewaarpartijen worden voor een bepaalde datum schriftelijk of telefonisch aangemeld op grond waarvan een bewaarplan wordt opgesteld.

Het probleem waar de koelhuisbeheerder voor staat is zeer omvangrijk. Omdat tussentijds openen van een cel tijdens de bewaring ongewenst, is moet hij de cellen zien te vullen met (delen van) opgavepartijen, die qua klimaatbehoefte en gewenste uitslagperiode zoveel mogelijk overeenstemmen. Hij moet daarbij tegelijkertijd zoveel mogelijk rekening houden met bestaande contractverplichtingen, met specifieke telerswensen, met eisen vanuit het produkt en met beperkingen ten aanzien van het koelen en conditioneren van de cellen.

Om het bovengeschetste probleem adequaat aan te pakken is in het kader van het SPACEproject een geautomatiseerd planningsondersteunend systeem "Bewaarplanner" ontwikkeld.

De Bewaarplanner is gerealiseerd als een op praktijkschaal getest voorbeeldsysteem. Aan het ontwikkeltraject naar commerciële exploitatie door het particuliere bedrijfsleven wordt zeer veel aandacht besteed. Een belangrijke taak voor een exploitant is de koppeling tussen de Bewaarplanner en het lokale administratieve systeem van het koelhuis. Voorts moet door de exploitant worden voorzien in onderhoud, versiebeheer, verdere ontwikkeling, begeleide instructie en een helpdesk voor het planningspakket.

In een eerdere publicatie in dit tijdschrift is een meer gedetailleerde beschrijving te vinden van de gang van zaken bij bewaarplanning, het rekenmodel en de toegepaste rekenprocedures. In het huidige artikel wordt de nadruk gelegd op ervaringen met de ontwikkeling en de toepassing van het gerealiseerde voorbeeldsysteem.

### Beschrijving van de Bewaarplanner

De Bewaarplanner voor Hardfruit bestaat uit een *plangenerator* en uit een *planneditor*. Het planningsseizoen start gedurende

de laatste dagen van augustus. Gedurende die periode wordt alle informatie omtrent de opgavepartijen verzameld en wordt een compleet tactisch plan opgesteld met behulp van de plangenerator. De uitvoering van dit plan vindt plaats gedurende de maanden september en oktober waarin de opgavepartijen bij het koelhuis aangevoerd worden. Tijdens de uitvoering blijkt het tactische plan door nieuwe onverwachte informatie aangepast te moeten worden. De planeditor ondersteunt kleine aanpassingen van het plan door middel van suggesties en bij het handmatig doorvoeren van een verandering door middel van (uitschakelbare) waarschuwingen. In het geval dat de invoergegevens tijdens de uitvoering ingrijpend gewijzigd zijn kan de plangenerator gebruikt worden om de nog herroepelijke beslissingen van het tactische plan geheel of gedeeltelijk opnieuw te bepalen.

### Bewaarplan

In een bewaarplan wordt *per cel* aangegeven wanneer de bewaring in deze cel begint en eindigt en onder welke klimaatomstandigheden de bewaring plaats vindt. Voorts wordt *per opgavepartij* bepaald hoe hij precies over de cellen wordt verdeeld en welk gedeelte van de opgavepartij niet geplaatst kan worden.

### Beperkingen

Bij het ontwerpen van een bewaarplan gelden de volgende beperkingen.

- Het bewaarplan moet voldoen aan contractminima.

In een eventueel bewaarcontract staat beschreven hoeveel een teler gerechtigd is om minimaal te laten bewaren. Dit is in principe altijd mogelijk wanneer het totaal van alle contractminima de beschikbare celcapaciteit niet te boven gaat, anders gezegd: wanneer er geen sprake is van overboeking.

- De totale aanvoer van een teler mag niet teveel in een cel geconcentreerd worden.

Op deze wijze kan rekening gehouden worden met de gewenste risicospreiding en met de beperkte verwerkingscapaciteit van de teler tijdens de uitslagperiode.

- Een cel mag in bepaalde gevallen alleen gebruikt worden als hij tenminste voor circa 90% gevuld kan worden. Deze beperking houdt verband met het handhaven van de gewenste luchtsamenstelling.
- Bij een volledige vulling van de cellen mag geen enkele scrubber te zwaar belast worden. Een scrubber is een apparaat dat een groep van ongeveer tien daarop aangesloten cellen (scrubgroep) op een juiste luchtsamenstelling kan houden. Bepaalde rassen, bijvoorbeeld Cox's OP, kunnen een scrubber zeer zwaar belasten en mogen ten hoogste in een of twee cellen van een scrubgroep voorkomen.

### Plangenerator

Bij het ontwerpen van een bewaarplan streeft de plangenerator de volgende doelen na.

- De opgavepartijen worden door de koelhuischef zoveel mogelijk geplaatst overeenkomstig de opgegeven uitslagperioden.
- Van de opgavepartijen van elke teler wordt zo min mogelijk geweigerd, ook al is door het accepteren van eerdere opgaven reeds volledig voldaan aan het bewaarcontract van betreffende teler.
- De kosten van koelen en scrubben worden zo laag mogelijk gehouden.
- In het geval dat het koeluiscomplex over meerdere uiteenliggende locaties is verspreid, worden de kosten van transport zo laag mogelijk gehouden.

Bij het opstellen van een bewaarplan maakt de plangenerator eerst op basis van de aangemelde partijen een *bestemmingsplan* voor de cellen. Voor elke cel wordt vastgesteld welk ras of welke combinatie van rassen daarin bewaard gaat worden. Het bestemmingsplan resulteert in groepen van cellen die hetzelfde ras of dezelfde combinatie van rassen gaan bevatten.

Vervolgens wordt in een *plaatsingsplan* aangegeven hoe elke opgavepartij in een of meer plaatsingspartijen over de cellen

worden verdeeld en wanneer elke cel zal worden geopend.

De plangenerator werkt op een manier, die veel overeenkomst vertoont met de praktijk. Bij de bepaling van het bestemmingsplan wordt eveneens de verhouding tussen beschikbare en benodigde celruimte voor alle rassen zoveel mogelijk gelijk gehouden. Plaatsing van opgavepartijen geschiedt vervolgens per ras of per toegelaten combinatie van rassen.

In eerste instantie probeert de plangenerator zoveel mogelijk enkelvoudig (een ras per cel) te plaatsen. Vervolgens wordt de mogelijkheid toegelaten om in een beperkt aantal cellen meer rassen tegelijk onder te brengen.

Voorafgaand aan het inzetten van de plangenerator kan een gedeelte van het bewaarplan handmatig gefixeerd worden. Het komt altijd voor dat de koelhuismanager bepaalde rassen of partijen in bepaalde (groepen van) cellen wil bewaren. De plangenerator houdt bij het opstellen van het totale bewaarplan rekening met het gefixeerde gedeelte, uiteraard zonder dit te veranderen.

### Planeditor

De planeditor biedt aan de gebruiker de mogelijkheid om het bewaarplan op een verantwoorde wijze handmatig te veranderen. De verandering in plaatsingspercentages, geweigerde hoeveelheden, koel en scrubkosten en transportkosten kan bij elke handmatig verrichte planverandering worden opgevraagd. Tevens wordt desgewenst gemeld in welke mate bepaalde beperkingen eventueel worden overschreden.

De planeditor geeft ook suggesties over mogelijke aanpassingen. Moet bijvoorbeeld een nieuw aangemelde opgavepartij ingepland worden, dan geeft het systeem aan waar nog geschikte celruimte voor de betreffende opgavepartij beschikbaar is.

## Projectuitvoering

Het SPACE-project is gestart met het verichten van interne consultaties binnen ATO-DLO en literatuuronderzoek met betrekking tot het toepassingsgebied.

Op basis van deze interne voorbereiding zijn gesprekken aangegaan met enkele koelhuismanagers. Van alle gesprekken is een schriftelijk verslag gemaakt en gecommuniceerd met de betreffende koelhuismanagers. *Het is van het grootste belang om zich intern goed op deze externe gesprekken voor te bereiden. Zij leggen immers de basis voor de verdere samenwerking met de doelgroep.*

Vervolgens is een eerste rekenmodel ontwikkeld. Dit model heeft allereerst een analyse mogelijk gemaakt van de rekenbehoeften binnen een later te ontwikkelen systeem en het heeft onze gedachten geordend om in een tweede gespreksronde met de koelhuismanagers hele gerichte vragen te kunnen stellen in diepteinterviews. Berekeningen met het eerste model hebben slechts op "laboratoriumschaal" plaatsgevonden.

Na de diepteinterviews is een haalbaar rekenmodel ontworpen waarmee stapsgewijs een bewaarplan kan worden opgesteld. Aansluitend hierop is een eerste versie van het systeem Bewaarplanner ontwikkeld.

Het ontwikkelde systeem stelt ons voor de eerste keer in staat om testberekeningen te maken niet alleen in laboratoriumsituaties, maar ook in praktijksituaties. Bij drie grote koelhuizen zijn zogeheten toepassingsproeven uitgevoerd. Een van de drie koelhuizen heeft daarbij zijn koelcellen verspreid liggen over verschillende locaties. De bewaarplannen worden opgesteld op basis van historische gegevens. Daarbij wordt niet alleen getest of de Bewaarplanner zijn werk goed doet, maar ook of in de praktijk voldoende gegevens in de juiste vorm beschikbaar zijn om een dergelijke berekening mogelijk te maken.

De eerste toepassingsproeven hebben redelijke resultaten voor de enkellocatiebe-

drijven en een slecht resultaat voor het multilocatiebedrijf laten zien. Een ernstig struikelblok wordt gevormd door de matige kwaliteit van de invoergegevens van de betrokken bedrijven. Vaak blijken de gegevens niet consistent te zijn: er komen bijvoorbeeld geregistreerde aanvoerpartijen voor met een telernummer dat niet in het telbestand bestaat enzovoorts. De belangrijkste conclusie luidt: "In principe is het haalbaar, maar aan het inconsistentieprobleem en natuurlijk aan het multilocatie probleem moet gewerkt worden!"

De tijd wordt rijp geacht om alle koelhuismanagers uit te nodigen voor een eerste bijeenkomst waarin de Bewaarplanner wordt gedemonstreerd. Bij deze bijeenkomst blijkt de informatie uit de diepteinterviews gelukkig behoorlijk representatief te zijn voor de gehele doelgroep. Er zijn veel positieve reacties die ons stimuleren om op de ingeslagen weg door te gaan.

Vervolgens is naarstig gezocht naar middelen om de gesignaleerde problemen op te lossen. De oorzaak van het slechte resultaat bij de multilocatie toepassingsproef blijkt te liggen in een ongunstige verhouding tussen het aantal beschikbare cellen en het aantal aangeboden rassen per locatie. Bij een enkellocatie bedrijf ligt deze verhouding begrijpelijkerwijs veel hoger. Alle cellen zijn daar immers op dezelfde locatie gehuisvest. De oplossing wordt gezocht in het toestaan van bewaring van meer rassen per cel.

Het eerder genoemde consistentieprobleem wordt als zo ernstig opgevat dat de ontwikkeling van de eerste versie van de Bewaarplanner wordt gestopt. Hij heeft zijn dienst gedaan om de praktijk duidelijk te maken wat de mogelijkheden zijn.

Een tweede versie van de Bewaarplanner wordt geheel van de grond af aan opgebouwd door een nieuw in het project betrokken medewerker. De functionaliteit van de eerste versie moet tenminste gerealiseerd worden en consistentiebewaking vormt daarbij het centrale uitgangspunt.

Na ongeveer een half jaar ontwikkelingsinspanning is een gegevensconsistente Bewaarplanner beschikbaar met dezelfde functionaliteit als de eerste.

Vervolgens zijn model en systeem aangepast aan de mogelijkheid van gecombineerde bewaring van meer rassen per cel volgens de praktijkwens: "Zoveel mogelijk enkelvoudige bewaring, waar onvermijdelijk gecombineerde bewaring".

Na nog enkele kleinere aanpassingen in model en systeem zijn met de nieuwe Bewaarplanner toepassingsproeven verricht op dezelfde historische gegevens als waarop de oude Bewaarplanner is getest. Zowel bij het enkellocatie- als bij het multilocatieprobleem zijn de resultaten van dien aard dat een gegenereerd bewaarplan niet meer handmatig te verbeteren is.

Aan het einde van de projectuitvoering zijn enkele geselecteerde automatiseringsbedrijven uitgenodigd om offerte uit te brengen op de exploitatie van de Bewaarplanner voor Hardfruit-koelhuizen.

Het eerste deel van de projectuitvoering is dus gekenmerkt geweest door het vormgeven aan functionaliteit en kan daarom worden aangemerkt als de ontwikkelingsfase. De systeemontwikkeling is vooral gericht geweest op aanbrengen van mogelijkheden overeenkomstig de geformuleerde behoeften zoals die in de interviews naar voren zijn gekomen. Bij het testen met gegevensbestanden uit de praktijk blijkt dat het ontwikkelde planningssysteem weliswaar over alle benodigde functionaliteit beschikt, maar dat het niet opgewassen is tegen het gebruik van grote invoerbestanden uit de praktijk. Deze bestanden zijn immers niet alleen omvangrijk maar ook voorzien van talrijke fouten en inconsistenties.

Tijdens het tweede deel van de projectuitvoering is daarom een geheel nieuwe versie van Bewaarplanner ontwikkeld waarin allerlei testen op consistentie zijn aangebracht. Deze fase is dus vooral gericht geweest op het correct en veilig functioneren van het voorbeeldsysteem en kan daarom worden aangemerkt als consolidatiefase.

Opschaling, praktische haalbaarheid en consistentiebewaking hebben in deze fase de meeste aandacht gehad.

## Resultaten en conclusies

Conform de uitgewerkte doelstelling van het SPACE-project is een "stand alone" voorbeeldsysteem vervaardigd waarmee ook voor het grootste veilingkoelhuis in Nederland (Geldermalsen) een bewaarplan berekend en bewerkt kan worden. Het systeem is ook geschikt gebleken voor het geval dat de koelcellen over meerdere locaties verspreid zijn (CHZ-Kapelle). In dat geval zijn ook de transportkosten mede bepalend voor het berekende bewaarplan.

De toepassingsproeven zijn grotendeels uitgevoerd op basis van historische gegevens. Met de gegevens van drie grote veilingkoelhuisen zijn diverse toepassingsproeven uitgevoerd. De resulterende bewaarplannen zijn door de koelhuismanagers positief gevalideerd. Hierbij is tevens aangetoond dat de aanwezige koelhuisadministraties over voldoende gegevens beschikken om de Bewaarplanner automatisch van de nodige invoergegevens te voorzien.

Een gedeeltelijke schaduwdraai heeft tijdens de inslagperiode van 1994 plaats gevonden bij het veilingkoelhuis van de Fruitveiling Utrecht. Halverwege de uitvoering is het bewaarplan toen eenmaal bijgesteld. Gebleken is dat een complete schaduwdraai pas mogelijk is wanneer de Bewaarplanner bij commerciële exploitatie volledig geïntegreerd is in de bestaande administratie.

Bij diverse gelegenheden is de Bewaarplanner aan de praktijk gedemonstreerd. De belangstelling is steeds intensief en positief kritisch geweest.

Uit een vooronderzoek door het CBT is gebleken dat tenminste vijf veilingen de Bewaarplanner op korte termijn willen laten installeren.

Voor de vaak kleinere particuliere koelhuisen is de drempel ten aanzien van het toepassen van de Bewaarplanner nog hoog. Er is interesse getoond om de Bewaarplanner wel als eerste stap in te zetten voor investeringsbeslissingen.

Het gebruik van een planningsondersteunend systeem als Bewaarplanner stelt hoge eisen aan de kwaliteit van de beschik-

bare gegevens. Door de ingebouwde consistentiecontroles worden de gegevens extra gecontroleerd. Hierdoor levert de Bewaarplanner als bijeffect een verbeterde administratie op.

De beslissing om terwille van de consistentieproblemen halverwege het project de Bewaarplanner opnieuw te laten ontwikkelen en niet de bestaande eerste versie telkens weer te laten aanpassen is van doorslaggevend belang gebleken voor het verrichten van geslaagde toepassingsproeven en daarmee voor een succesvolle afronding van het project. Consistentiebewaking is medebepalend voor de basisstructuur van een te ontwikkelen systeem en kan niet of nauwelijks aan een bestaand systeem toegevoegd worden.

De Bewaarplanner kan in de toekomst als basis dienen om afwijkend kwaliteitsverloop tijdens de bewaring tijdig te signaleren. Ook andere uitbreidingen zijn denkbaar. De ervaring leert dat de gebruikerswensen snel toenemen als een systeem eenmaal volop in gebruik is. Er zal dan ook nauwlettend gevolgd worden hoe dit proces verloopt zodat tijdig nieuwe ontwikkelingen kunnen worden geïnitieerd.