

# GRIP

## Grafisch-interactieve software voor optimalisatie van detailplanning

*ir. Egon de Waart, product manager.*

Fygir logistic information systems,  
Polakweg 23, 2288 GG Rijswijk,  
Telefoon 070-3368330, telefax 070-3951548  
E-mail: [egon@fygir.nl](mailto:egon@fygir.nl).

### Referaat

Dit artikel beschrijft het softwarepakket GRIP gericht op de ondersteuning van de detailplanning in de semi-procesindustrie. Detailplanning is van vitaal belang voor industrie-typen die afhankelijk zijn van een hoge bezettingsgraad van procesapparatuur om efficiënt te produceren. GRIP wordt toegepast als aanvulling op de veel toegepaste logistieke systemen gebaseerd op Materials Requirements Planning (MRP I) of Manufacturing Resource Planning (MRP II). Deze systemen gaan voorbij aan de behoefte aan planning tegen eindige capaciteit. GRIP lost dit wiskundig complexe probleem op door een combinatie van automatische scheduling heuristische en interactieve planningsfuncties.

Trefwoorden: planning, finite capacity scheduling, voedingsmiddelenindustrie

### Introductie

In de jaren tachtig hebben veel bedrijven in de semi-procesindustrie geïnvesteerd in flexibele multi-purpose procesapparatuur en geautomatiseerde procesbesturing. De voedingsmiddelenindustrie en agroindustrie zijn hiervan een duidelijk voorbeeld. Deze ontwikkeling heeft het mogelijk gemaakt om een grotere variëteit aan producten te maken binnen één fabriek. Tegelijkertijd is hiermee echter de behoefte ontstaan aan geavanceerdere methoden voor detailplanning. Deze methoden moeten gericht zijn op een hogere benuttingsgraad van de dure procesapparatuur en een beheersing van de complexiteit die samenhangt met kleinere productiecharges (batches) en veel produkt-wisselingen.

De behoefte aan computer-ondersteuning komt ook voort uit praktische problemen die bestaan bij een handmatige planningsmethode. Voorbeelden hiervan zijn: slechte communicatie van planning en voortgang tussen verschillende afdelingen, onverwachte tekorten aan materialen en tijdgebrek van de planner bij het opstellen en aanpassen van planningsplannen.

### Ontwikkelingsproject

Tussen 1986 en 1989 heeft Nutricia, leverancier van zuivelproducten, babyvoeding en medische producten, een ontwikkelingsproject gefinancierd dat gericht was op de ontwikkeling van een systeem ter ondersteuning van de detailplanning in de semi-procesindustrie. Dit project is uitge-

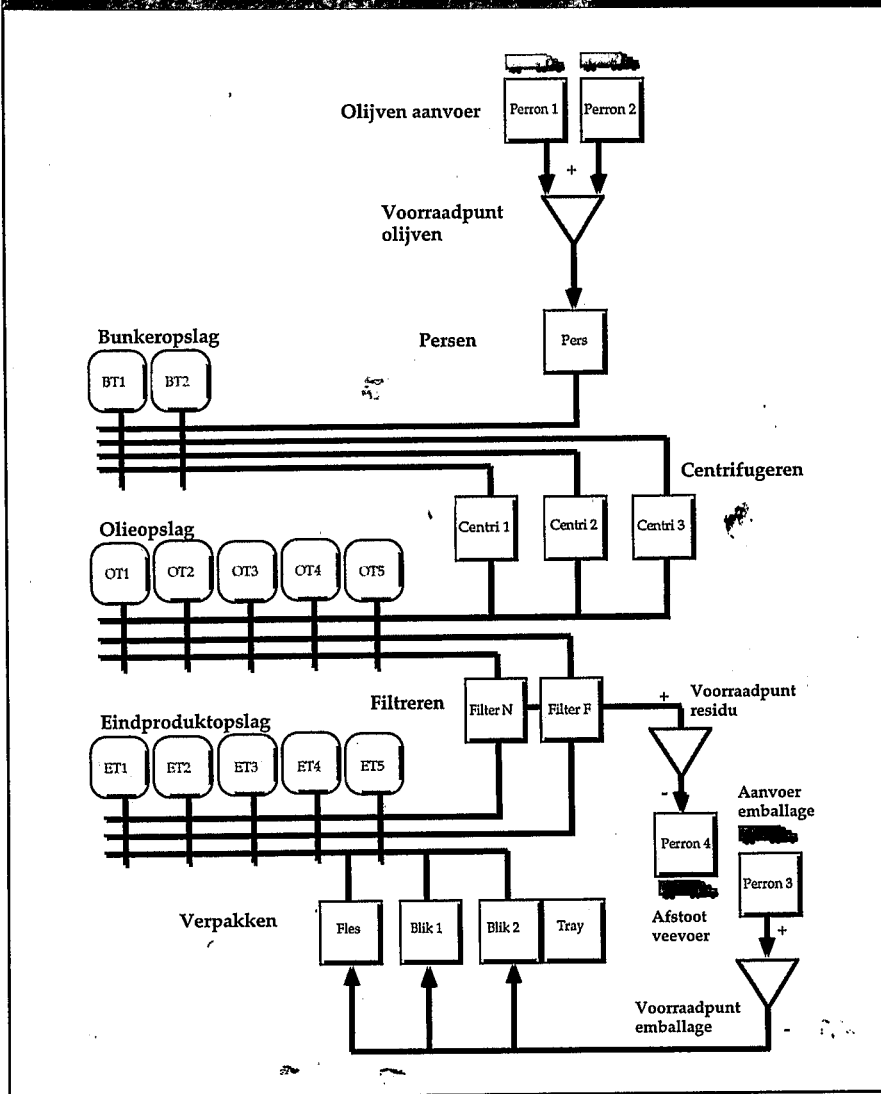
voerd door Fygir logistic information systems en de Faculteit Technische Wiskunde en Informatica van de Technische Universiteit Delft. Fygir is een Nederlandse softwareontwikkelaar, gespecialiseerd in planningssystemen, met vestigingen in Rijswijk en Londen. Het ontwikkelde softwarepakket GRIP is vanaf 1989 succesvol geïmplementeerd in de farmaceutische, chemische, kunststoffen-, voedingsmiddelen- en drankenindustrie, waarmee de algemene toepasbaarheid binnen de semi-procesindustrie is aangetoond.

### Achterliggende filosofie

Een puur algoritmische benadering van finite capacity scheduling (planning tegen eindige capaciteit) is meestal niet mogelijk omdat de meeste scheduling-problemen geclassificeerd worden als niet-polynomisch (NP-problemen), resulterend in rekkentijden die zelfs voor kleine problemen onacceptabel hoog zijn. Het uitgebreide onderzoek op dit terrein beperkt zich daarom nog vaak tot het oplossen van vereenvoudigde problemen. De praktijkproblemen zijn over het algemeen veel uitgebreider, waarbij het ook lastig blijkt om alle mogelijke randvoorwaarden (constraints) die zich kunnen voordoen op voorhand te achterhalen en te modelleren.

Daarom is de filosofie achter het ontwerp van GRIP dat de samenwerking tussen planner en computer leidt tot maximale flexibiliteit en optimale resultaten. Daarom is binnen GRIP grote aandacht besteed

Figuur 1. Fabriksschema GRIP demofabriek



aan de wijze waarop mens en computer op de meest efficiënte manier informatie uitwisselen. Het grafisch interactieve planbord van GRIP geeft plannings op een inzichtelijke manier weer en is een twee-weg communicatiemiddel bij het genereren en manipuleren van plannings. Plannings kunnen geheel automatisch gegenereerd worden aan de hand van optimalisatiefuncties met instelbare parameters. Tevens is het mogelijk om de opbouw van het plan stap voor stap te sturen, met eventuele tussentijdse interactieve aanpassingen. Het automatische plannen is in GRIP volledig geïntegreerd met het interactieve plannen, waardoor het gekarakteriseerd kan worden als een beslissingsondersteunend systems (BOS). Er is ruimte voor het meenemen van intuïtieve of op ervaring gebaseerde overwegingen van de planner zoals het afwegen van prioriteiten van verschillende klantorders of het afwegen van over-

werk-kosten tegen een betere leverprestatie.

## Systemarchitectuur

De GRIP software is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- planningsheuristieken;
- interactief planbord;
- constraint-propagatie mechanism;
- dynamische grafieken;
- rapportage-faciliteiten;
- on-line interfaces;
- relationeel database-model.

GRIP heeft een relationele database waarin alle gegevens over het productieproces en de planning worden bewaard. Dit maakt de gegevens toegankelijk voor andere informatiesystemen en allerlei soorten rapportages. De database bevat vier modellen:

### Het fabrieksmodel

Het fabrieksmodel omvat de beschrijving van de resources (productiemiddelen). Elk fysiek onderdeel van het productieproces dat op tijd beschikbaar moet zijn om te kunnen produceren kan in het model worden opgenomen als resource. Voorbeelden zijn: verpakkingsmachines, mixers, of specifieke gereedschappen. Het feit dat ook opslag- en transportmiddelen zoals tanks, containers, of pijpleidingen als resource gedefinieerd kunnen worden is voor de semi-procesindustrie van groot belang.

De beschrijving van een resource omvat een aantal parameters, zoals verwerkings-snelheid (produktafhankelijk), omstelmatrices (volgorde-afhankelijk) en minimaal of maximaal volume. Deze gegevens worden in de database ingevoerd via invoerschermen en kunnen gemakkelijk worden aangepast aan veranderingen in de fabriek.

### Het fasemodel

Het fasemodel definieert de overall structuur van het productieproces door voor iedere productgroep de stappen (fasen) te definiëren die doorlopen moeten of kunnen worden. Door het relateren van fasen kunnen divergente en convergente routes worden gemodelleerd. Fasen kunnen gekoppeld of ontkoppeld zijn, om productie-opvoorraad of productie-op-order (met volledige traceability) te modelleren. Voor iedere fase wordt aangegeven welke resources beschikbaar zijn.

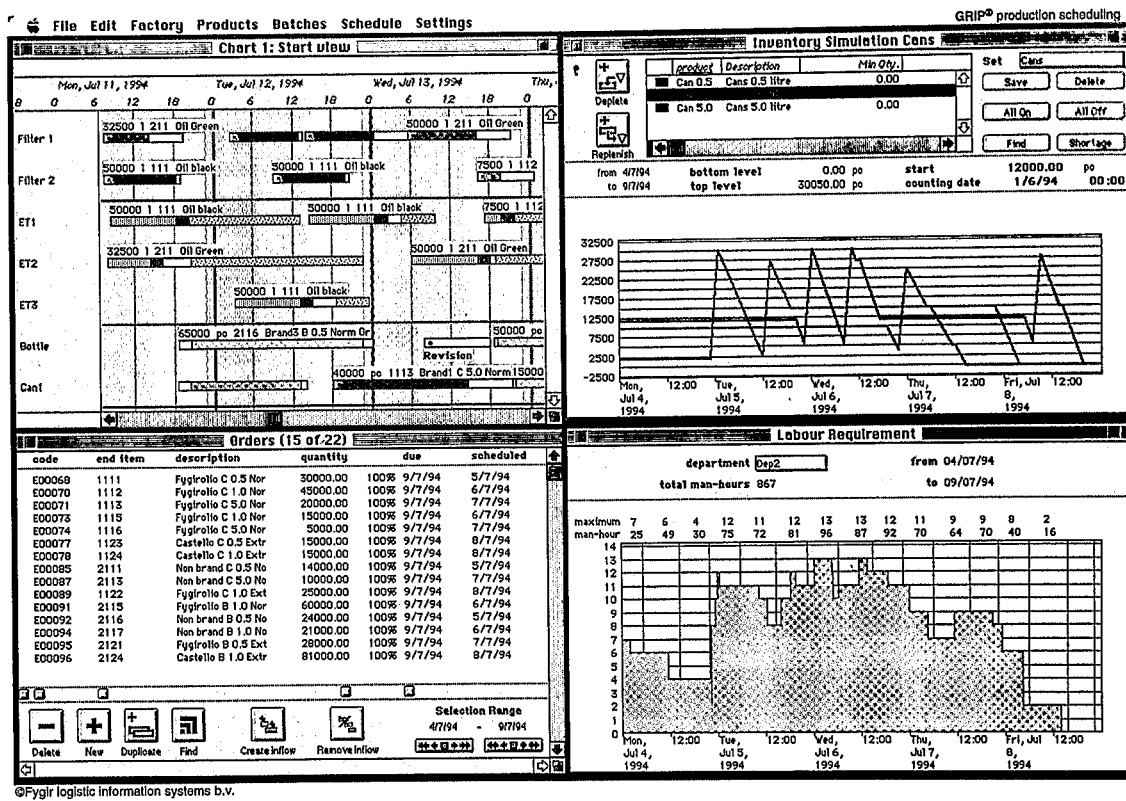
### Het produktmodel

Het produktmodel legt de produkt-specifieke gegevens binnen iedere fase vast. Dit gaat middels het definiëren van produkten en processtappen (operaties die een produkt opleveren). Een processtap definieert zowel de materiaalbehoefte als het resource-gebruik die nodig zijn voor de productie van een bepaald produkt. Deze wijze van representeren komt zeer goed overeen met de wijze waarop recepturen binnen de voedingsmiddelenindustrie vastgelegd worden.

### Het planningsmodel

Het planningsmodel wordt gebruikt om plannings van verschillende periodes op

Figuur 2 - Het grafische interactieve planbord van GRIP



agro informatica 8(2) / april 1995

te slaan. De charge (batch) is het centrale element in het planningsmodel. Een charge is de representatie van een activiteit die plaatsvindt tussen twee tijdstippen. Meestal betreft dit de bewerking of opslag van een gegeven hoeveelheid product.

In de meeste productieprocessen zien we een productstroom tussen charges in verschillende fasen van het proces. Dit resulteert in tijdsafhankelijkheden, omdat de opbrengst van een charge in de ene fase de behoefte moet dekken van een charge in een volgende fase. GRIP houdt deze afhankelijkheden bij in een netwerk. Op deze manier kunnen direkt de consequenties voor opvolgende bewerkingen bepaald worden van een verlate levering of productie-charge. Ook kan informatie over vroegste en uiterste start van iedere charge direkt aan de planner getoond worden tijdens het interactief plannen.

### Planningsheuristieken

GRIP beschikt over een groot aantal planningsheuristieken voor het creëren en schedulen van charges. Charges kunnen gecreëerd worden uitgaande van voorraad-

punten of uitgaande van orders die ingevoerd of ingelezen kunnen worden. Bij het bepalen van de chargegrootte onderzoekt GRIP de mogelijkheid om verschillende orders te combineren, indien zij vraag opleveren naar hetzelfde eindproduct of half-fabrikaat. Charges worden automatisch gesplitst indien ze de maximum chargegrootte of chargeduur overschrijden. GRIP houdt echter steeds het netwerk van gekoppelde charges bij, zodat steeds duidelijk is hoe de tijdsafhankelijkheden en productstromen verlopen.

Volgordebepaling kan in GRIP gedaan worden volgens verschillende prioriteitsregels zoals: vroegste start, uiterste start, voorgedefinieerde productievolgorde, chargegrootte of op basis van omsteltijden.

De tijdsplanning en allocatie (toewijzing) van charges aan resources kan eveneens volgens verschillende regels gedaan worden zoals: voorwaarts of achterwaarts plannen op basis van het kritieke pad, wel of niet rekening houden met eindige capaciteit, etcetera.

### Interactief planbord

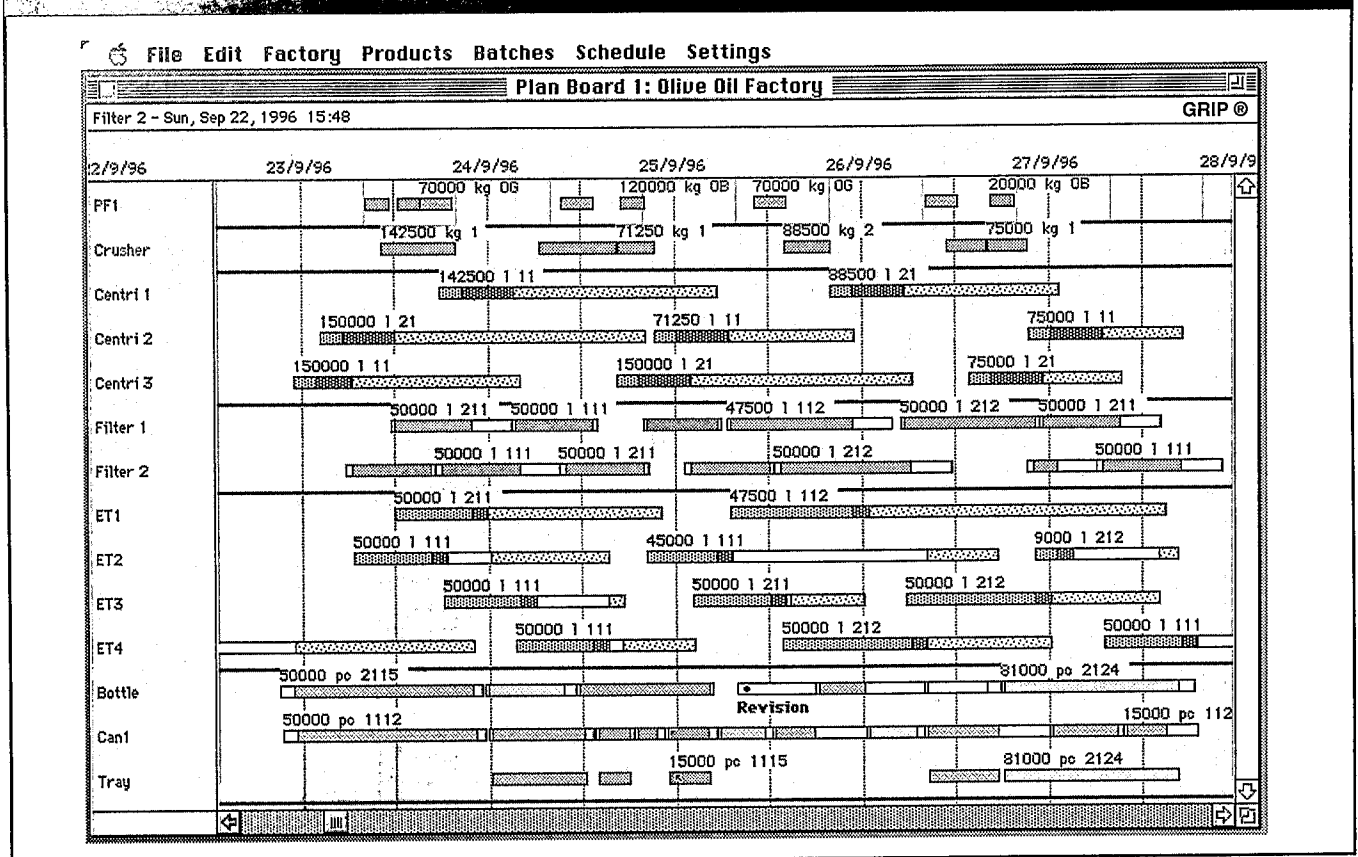
Het planbord heeft de lay-out van een Gantt chart (strokenplan) met op de horizontale as de tijd en op de verticale as de resources. De geselecteerde view en de gekozen planningshorizon bepalen het zichtbare deel van de fabriek en de tijdas. Planners kunnen verschillende instellingen definiëren en via het menu oproepen. Verschillende Gantt charts kunnen tegelijkertijd op het scherm getoond worden in verschillende windows, tezamen met andere grafieken en overzichten.

De muis wordt gebruikt om charges te verplaatsen in de tijd of tussen alternatieve machines. Het toetsenbord wordt alleen gebruikt om getalsmatige gegevens in te voeren, zoals afwijkende bewerkingstijden. De planner kan met de muis of met een zoek-commando groepen charges selecteren en deze laten herplannen met behulp van planningsfuncties uit de menu's.

### Constraint-propagatie mechanisme

Op basis van een event-gestuurd mechanisme wordt de planning steeds di-

Figuur 3 - Simultane weergave van verschillende overzichten en grafieken



agro informatica 8(2) / april 1995

rekt opnieuw doorgerekend en gecontroleerd op schending van bepaalde constraints, zoals tijdsrelaties of overlapping van charges. Afwijkingen kunnen tijdelijk worden toegestaan en worden met verschillende signaleringen gevisualiseerd voor de planner. Geconstateerde afwijkingen kunnen met de automatische planningsfuncties worden hersteld.

### Dynamische grafieken

De belangrijkste grafiek is de Gantt chart die reeds is beschreven. Echter sommige informatie moet in een andere vorm worden weergegeven. Daarom kan met behulp van venster-representatie (windows) gelijktijdig een selectie van verschillende andere grafieken en overzichten worden getoond. Deze worden constant up-to-date gehouden door een multi-processing event-gestuurd mechanisme. Belangrijke grafieken die tijdens het plannen getoond kunnen worden zijn het voorraadverloop en de personeelsbehoefte. Beide worden direkt afgeleid uit het plan en kunnen als constraint worden meegenomen bij het plannen in het planbord.

### Rapportage-faciliteiten

De taken van een planner omvatten een groot aantal administratieve bezigheden. Deze bestaan voor een belangrijk deel uit het rapporteren van gegevens over de planning en productieproces in allerlei verschillende vormen. Deze rapporten dienen ter ondersteuning van operationele taken of management-beslissingen.

GRIP voorziet in een flexibele wijze van rapporteren van alle gewenste gegevens, met onder andere vrije selecties en sorteringen van data. Gantt charts en andere grafieken kunnen met GRIP in kleur en op zeer groot formaat worden afgedrukt, zodat deze in de fabriek gecommuniceerd kunnen worden. Ook kunnen alle rapporten naar een bestand worden gestuurd, zodat ze ingelezen en verder bewerkt kunnen worden door andere applicaties.

### On-line interfaces

Direkte knip-en-plak functionaliteit naar MS-Windows, Apple Macintosh en UNIX applicaties wordt geboden om bijvoorbeeld spreadsheets te gebruiken tijdens het plannen. Uitwisseling van data over orders, charges en voorraden kan wor-

den gedaan met de SQL communicatie-toolkit of de ASCII communicatie-toolkit van GRIP. Hiermee kunnen zonder programmering meerdere on-line interfaces worden gedefinieerd die gegevens uitwisselen via ASCII tekstfiles of direkt een SQL-database benaderen. Alle gewenste on-line interfaces kunnen tegelijkertijd actief zijn.

### Toepassingen van GRIP in de voedingsmiddelen en farmaceutische industrie

#### Nutricia, de eerste gebruiker van GRIP

In 1986 verrichtte Fygir op verzoek van Nutricia Zoetermeer een marktonderzoek naar planningsondersteunende systemen. Hieruit bleek dat er geen systemen verkrijgbaar waren die een geschikte oplossing boden voor de detailplanning in de semi-procesindustrie. Nutricia gaf Fygir vervolgens de opdracht een dergelijk systeem te ontwikkelen. In twee jaar werd door Fygir in samenwerking met de Technische Universiteit Delft en de planners van Nutricia GRIP ontwikkeld. Naast

de detailplanning heeft Nutricia ook van GRIP gebruik gemaakt bij het simuleren van een aantal fabrieksontwerpen in verschillende vestigingen.

### GRIP bij Unilever

Unilever, met ongeveer zestig productievestigingen één van de grootste voedingsmiddelenfabrikanten van Europa, heeft GRIP geselecteerd als aanbevolen schedulingpakket. Inmiddels vinden implementaties plaats bij Union Deutsche Lebensmittelwerke (UDL) in Kleve, Duitsland en Quest in Naarden. UDL produceert een verscheidenheid aan margarines en eetbare vetten, terwijl Quest smaakstoffen maakt voor de voedingsmiddelenindustrie.

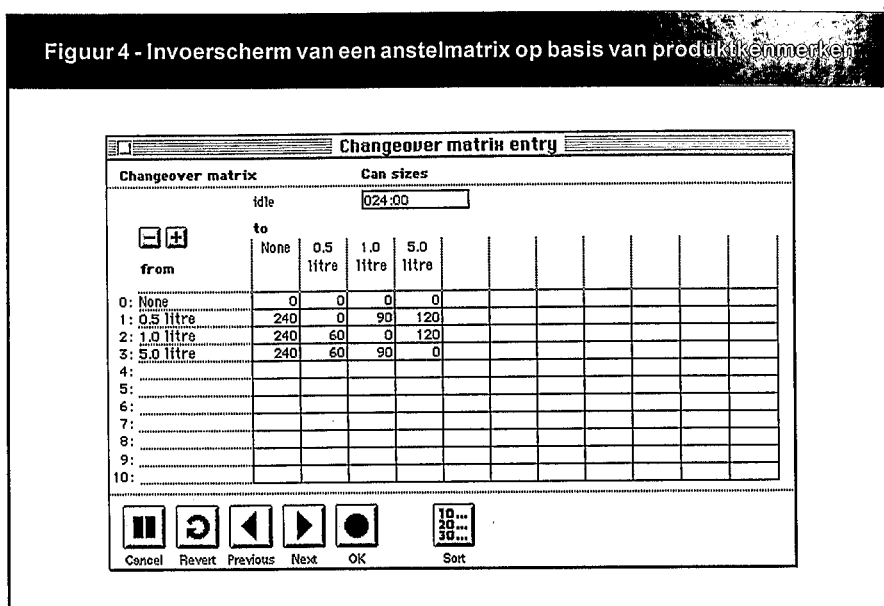
### GRIP standaard schedulingpakket bij Coberco

Zuivelcoöperatie Coberco heeft GRIP aangeschaft als standaard schedulingpakket voor al haar productievestigingen. Daarbij wordt gebruikt gemaakt van de open interface van GRIP met integrale logistieke pakketten. In dit geval is de koppeling gebruikt met ANSWER, die in samenwerking met Akzo Information Services is ontwikkeld. ANSWER verzorgt de planning op de meer globale niveaus tot aan de productie-orders. Deze productie-orders worden in GRIP met behulp van een SQL-koppeling naar Oracle voortdurend up-to-date gehouden. GRIP plant de charges in detail in op de beschikbare verpakkingsmachines, procesapparatuur en opslagtanks. De implementaties vinden plaats bij Riedel in Ede, bij Coberco Deventer en bij Coberco Zuivel in Arnhem en Nijkerk.

### GRIP bij Gist-brocades

Bij Gist-brocades wordt GRIP toegepast binnen de IPPD divisie die onder meer penicillines produceert. In verband met lange productie-cycles en campagnes wordt GRIP hier ook ingezet voor het maken van de kwartaalplanning.

Figuur 4 - Invoerscherm van een anstelmatrix op basis van productkenmerken



### GRIP met een optimalisatie-algoritme bij Akzo Nobel Pharma

Diosynth in Oss, en onderdeel van de Pharma Group van Akzo Nobel, gebruikt op vijf productie-locaties een speciale versie van GRIP. Hieraan is onder andere een optimalisatie-algoritme toegevoegd dat in samenwerking met de Technische Universiteit Delft is ontwikkeld. Na het automatisch genereren van een goed voorstel kan de planner het plan naar eigen inzicht aanpassen. Zo zijn de voordelen van het automatisch berekenen van een planning en de flexibiliteit van een grafisch interactief planbord optimaal gecombineerd.

### Specifieke projecten op basis van GRIP

Planning en forecasting van kort-houdbare producten bij Coberco Zuivel. In dit project wordt een systeem gebouwd waarin een forecast en een HoofdProductiePlan (HPP) tot op dagniveau opgesteld wordt, rekening houdend met kort-houdbare eindproducten. De planningen van de productieafdeling en de distributieafdeling zijn geïntegreerd. Het systeem ondersteunt onder andere het voorkomen van nee-verkoop en incurantie (te oude productie) en het aanhouden van een zo laag mogelijke voorraad.

### Resultaten

GRIP wordt door een groeiend aantal bedrijven in Nederland, België, Engeland en Duitsland gebruikt als standaard-pakket voor productieplanning en simulatiestudies. Een aantal projecten uit de voedingsmiddelen en aanverwante industrietypen worden in dit artikel kort beschreven. De verbeteringen die door deze bedrijven gerapporteerd worden zijn:

- Hogere bezettingsgraad van bestaande apparatuur, uitstel van investeringen.
- Handhaving van de efficiency in een fabriek die een vertienvoudiging van het aantal eindproducten (SKU'S) doorvoerde tijdens het gebruik van GRIP.
- Verkorte opleidingstijd van planners, waardoor voldoende back-up planners opgeleid konden worden.
- Minder fouten in planningen.
- Minder onverwachte gebeurtenissen tijdens productie door regelmatige actualisatie van planningen.
- Verbeterde communicatie tussen afdelingen door tijdige en leesbare rapportages.
- Sneller maken van planningen waardoor alternatieven afgewogen konden worden en beter gereageerd kon worden op storingen.