

# Ontwerpen en stroken met PIAS-Fairway

De computermethoden die tot nu toe algemeen gebruikt worden voor het ontwerpen en vastleggen van scheepsvormen hebben een aantal intrinsieke nadelen, waardoor een nauwkeurige vormvastlegging en het stroken met produktienauwkeurigheid in het algemeen niet mogelijk zijn, en het vormontwerpproces inflexibel is.

**Fairway, een nieuwe module van het PIAS-pakket, is gebaseerd op alternatieve technologie waarbij die nadelen niet optreden. Fairway koppelt een flexibele ontwerpmethodode aan de mogelijkheid tot produktiestroken.**

*De heer Koelman is werkzaam bij het Scheepsbouwkundig Advies en Researchcentrum (SARC) te Bussum. SARC is producent en leverancier van het PIAS ontwerpsysteem.*

## Inleiding

Sinds het begin van het computertijdperk zijn er vele methoden ontwikkeld om de rompvorm van een schip in de computer vast te leggen ten behoeve van berekeningen, manipulaties en tekeningen. De wiskundige beschrijvingen die aan die methoden ten grondslag liggen zijn in de loop van de tijd geëvolueerd van eenvoudige functies (zoals polynomen) tot betrekkelijk complexe formuleringen die uit de CAD wereld stammen, zoals de Beziercurve, de B-spline en de modieuze NURBS.

Met name de laatste twee hebben een grote sprong voorwaarts betekend, en zijn in het afgelopen decennium geïmplementeerd in een groot aantal CAD systemen, ook op scheepsbouwkundig gebied. Het scheepsbouwkundige computerprogramma van SARC, genaamd PIAS (wat staat voor Programma voor de Integrale Aanpak van het Scheepsontwerp), maakt vanaf 1984 gebruik van B-spline lijnen en oppervlakken, wat destijds al in "Schip & Werf" beschreven is.

Gaandeweg is echter duidelijk geworden dat deze beschrijvingen ook hun beperkingen kennen, met name op de gebieden van flexibel vormontwerp en stroken. Deze beperkingen zijn inherent aan de gebruikte wiskundige formules en komen dus in alle daarop gebaseerde systemen voor; softwareleveranciers die de beperkingen ontkennen doen dat òf uit commercieel oogpunt, òf omdat ze hun eigen produkt niet goed kennen!

Na een bespreking van die beperkingen wordt in het navolgende een beeld geschetst van het nieuwe PIAS programma "Fairway" en worden met Fairway gemaakte voorbeelden gepresenteerd.

## Populaire bestaande methoden van scheepsvormbeschrijving

De bestaande methoden zijn te rangschikken in twee hoofdgroepen, namelijk lijnmethoden en oppervlaktemethoden.

Met de lijnmethoden worden lijnen,

zoals spanten of waterlijnen, op het scheepsoppervlak gedefinieerd, die tezamen impliciet het oppervlak vastleggen. Het belangrijkste voordeel van een lijnmethode is de eenvoudige vastlegging van bestaande scheepsvormen. Met de vlakmethoden wordt het gehele scheepsoppervlak gedefinieerd in één of meer netwerken van definierende lijnen, die zich over het gehele oppervlak uitstrekken, zoals in de eerste figuur het oppervlak links wordt bepaald door het netwerk aan de rechterzijde. Manipulatie van het oppervlak vindt plaats door manipulatie van de snijpunten van de definierende lijnen.

Het belangrijkste voordeel van een oppervlaktemethode is de mogelijkheid er andere lijnen, zoals spanten of waterlijnen, uit af te leiden.

## Beperkingen van de bestaande methoden

In de loop van de tijd is gebleken dat de beschreven methoden ten principale de volgende nadelen hebben:

- Er is éénrichtingsverkeer op de weg van vlakken naar lijnen.

Het is namelijk wel mogelijk om uit de vlakken specifieke lijnen af te leiden, maar het is in z'n algemeenheid niet mogelijk om uit een willekeurig samenstel van lijnen de vlakken af te leiden.

Die laatste mogelijkheid zou zeer gewenst zijn, omdat het dan mogelijk zou worden via het vlak andere lijnen (zoals extra waterlijnen of tussenspanen) af te leiden uit een lijnensamenstel.

- De definierende lijnen van het netwerk uit de oppervlaktemethode lopen in het algemeen niet evenwijdig aan

één van de drie hoofdvlakken van het schip.

De gebruiker moet dus werken met min of meer willekeurige lijnen over het scheepsoppervlak. Voor het ontwerp van scheepsachtige objecten hoeft dat geen bezwaar te zijn, de literatuur kent genoeg voorbeelden van objecten die sterk op een echt schip lijken, maar het net niet zijn. Wil men echter nauw aansluiten bij een bestaand ontwerp, of wil men met grote nauwkeurigheid te werk gaan, dan is het gebruik van waterlijnen, spanten, verticalen en senten essentieel.

De huidige PIAS-vormgeneratie module heeft op dit terrein nog een voordeel boven andere software omdat we er bij het ontwikkelen destijds in geslaagd zijn definierende lijnen te laten samenvallen met spanten. Voor waterlijnen en verticalen bleek dat echter onmogelijk te zijn, zodat in langsricting gebruik moet worden gemaakt van de min of meer willekeurige lijnen, die we 'allongaties' gedoopt hebben.

- Het netwerk van de vlakmethoden is te rigide.

Elke definierende lijn moet over het gehele oppervlak lopen, waardoor lokale verfijningen of toevoegingen onmogelijk zijn.

- Vlakmethoden zijn geschikt om schepen te ontwerpen (vormgeneratie)

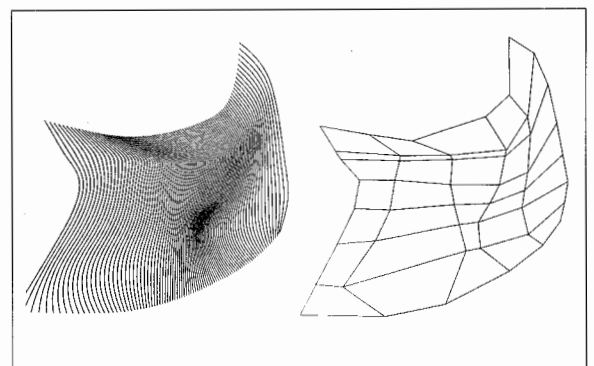


Fig. 1. Netwerk van definierende lijnen.

aspect), maar het is niet mogelijk om met een ruw handmatig ingevoerd lijnenstelsel te beginnen.

- Noch met lijnmethoden, noch met vlakmethoden is het mogelijk om het schip te stroken.

Onder 'stroken' wordt hier verstaan het planmatig opzuiveren van een willekeurige scheepsvorm tot produktie nauwkeurigheid, inclusief lokale verfijningen, zoals bulbvorm of afrondingen van steven of tunnelbuis. Men moet er rekening mee houden dat het scheepsbouwkundige strookbegrip afwijkt van het wiskundige. De scheepsbouwer ziet in het grootspant bijvoorbeeld graag een rechte bodem, een cirkelvormige kim, en vervolgens een rechte zijde. De daarbij optredende discontinuïteit in kromming tussen de rechte stukken (zonder kromming) en het cirkelsegment (met een constante kromming) zijn strijdig met de wiskundige strookdefinitie.

De lijnmethoden zijn voor stroken ongeschikt omdat de samenhang tussen de diverse lijnen niet gegarandeerd is, waardoor het toevoegen van extra lijnen zeer moeizaam gaat. De vlakmethoden zijn ongeschikt omdat ze niet aan kunnen sluiten bij de scheepsbouwkundige strookopvatting. Daarnaast leidt de reeds genoemde rigiditeit tot een onhandelbaar dicht netwerk, indien de lokale verfijningen meegenomen moeten worden.

### Opzet van Fairway

Fairway is een hybride methode, die de voordelen van de lijn- en vlakmethoden combineert, zonder de nadelen te erven. In Fairway werkt men met (vrij te kiezen) lijnen, die automatisch een ge-

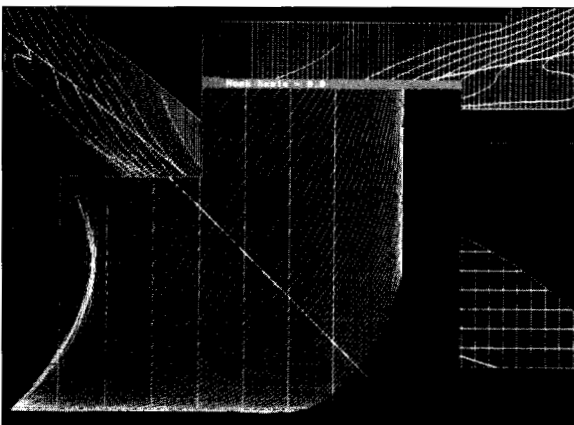


Fig. 2. Verschillende aanzichten van hetzelfde model.

sloten oppervlak definiëren. Het netwerk dat aan het oppervlak ten grondslag ligt bestaat alleen intern en is voor de gebruiker dus onzichtbaar, terwijl de beperkende rigiditeit is opgeheven. Enerzijds kan een gebruiker dus werken met de vertrouwde lijnen, zoals span-



Fig. 3. De bediening van Fairway is eenvoudig.

ten, waterlijnen, verticalen en senten, terwijl anderzijds nieuwe doorsneden automatisch kunnen worden aangemaakt, omdat intern een compleet 3D oppervlak beschikbaar is.

Geëigende technieken garanderen dat de scheepsvorm altijd consistent is; binnen Fairway is het eenvoudigweg uitgesloten dat de maten van elkaar snijdende lijnen op het snijpunt niet overeenstemmen.

Het stroken van lijnen kan binnen Fairway zowel interactief als automatisch plaatsvinden. Bij het automatische stroken geeft de gebruiker een tolerantie op, waarna de lijn zover opgestrookt wordt tot het gemiddelde van de afwijkingen tussen de gestrookte lijn en de oorspronkelijke lijn gelijk aan die opgegeven tolerantie is. Daarnaast kunnen bepaalde punten van de lijn die niet mogen wijzigen worden vastgezet.

De bediening van Fairway kan op twee manieren plaatsvinden :

- Menugestuurd en alfanumeriek, dus door het intikken van getallen
- Grafisch, muisgestuurd, interactief in windows (niet MS-Windows), waarbij ieder window een ander aanzicht van hetzelfde 3D model geeft. Bij wijziging van het schip in één window worden de andere aanzichten in andere windows dus automatisch aangepast.

### Werkwijze met Fairway

Laten we bij wijze van voorbeeld aannemen dat in een voorontwerp stadium een schetsmatig lijnenplan beschikbaar is, dat ongeveer 10 spanten bevat, het hartschipcontour en de deklijn. De werkwijze om deze vorm dan met Fairway verder in te vullen en op te stroken is dan als volgt :

- Met de digitizer of door het intikken van coördinaten worden de spanten ingevoerd.

- Met de automatische strookfunctie worden de spanten opgestrookt.
- Automatisch wordt door de beginpunten van de spanten de stevenlijn getrokken, en door de eindpunten de deklijn. Deze lijnen worden in het grafische scherm zodanig bewerkt tot zij overeenstemmen met het schetsmatig lijnenplan (inclusief lokale zaken zoals b.v. details van de stevenhak) en goed stroken. Als daarvoor spantpunten moeten worden aangepast dan moet een commando gegeven worden waardoor die gewijzigde spanten weer automatisch opgestrookt worden.
- Als het schip van knikken voorzien is, worden die knikken door middel van aanwijzen op het grafisch scherm met elkaar verbonden, en worden aldus de kniklijnen vastgelegd.
- Nu geeft de gebruiker het commando om automatisch één langslijn aan te maken. Welke lijn daarvoor gebruikt wordt is aan de gebruiker, maar het is handig om een lijn te kiezen die zoveel mogelijk loodrecht op het scheepsoppervlak staat. Bij een V-vormig voorschip zou de constructiewaterlijn gebruikt kunnen worden, en bij een praamvormig achterschip een verticaal. De lijnen kunnen zich ook over slechts een gedeelte van het schip uitstrekken.
- Als deze lijn gegenereerd is wordt zij opnieuw gestrookt. Als daardoor punten van deze lijn gewijzigd worden, dan worden die wijzigingen automatisch in de betrokken spanten ook doorgevoerd. Het kan dus nodig zijn sommige spanten na wijziging opnieuw te stroken, waarbij de punten op steven, langslijn en dek natuurlijk vastgezet worden.
- Alle lijnen die nodig zijn om het schip voldoende steun te geven worden op analoge wijze gegenereerd en gestrookt.
- Uit een bibliotheek van beschikbare afrondingsvormen (cirkelvormig, parabolisch, elliptisch) wordt een keus gemaakt voor de eventuele afrondingen aan stevens en knikken.
- Ten slotte worden alle door de gebruiker gewenste waterlijnen, senten en verticalen gegenereerd, en de spanten naar keuze op bouwspantafstand of op ordinaatafstand.
- Ter visualisering kunnen perspectivische tekeningen op scherm, printer of plotter worden gemaakt. Daarnaast kan een lijnenplan in een door de gebruiker gespecificeerde layout worden getekend.

De tijd die nodig is voor deze gehele cyclus varieert, afhankelijk van de ervaring van de gebruiker, de complexiteit van het schip en de gewenste mate van

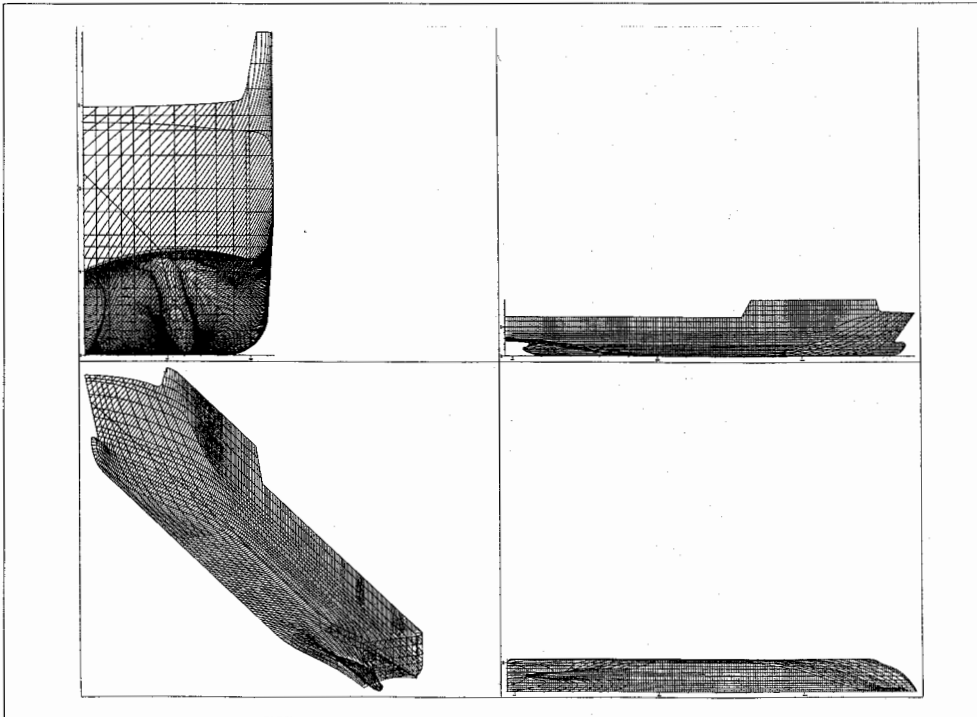


Fig.4. Aanzichten uit vier richtingen op een Fairway schip.

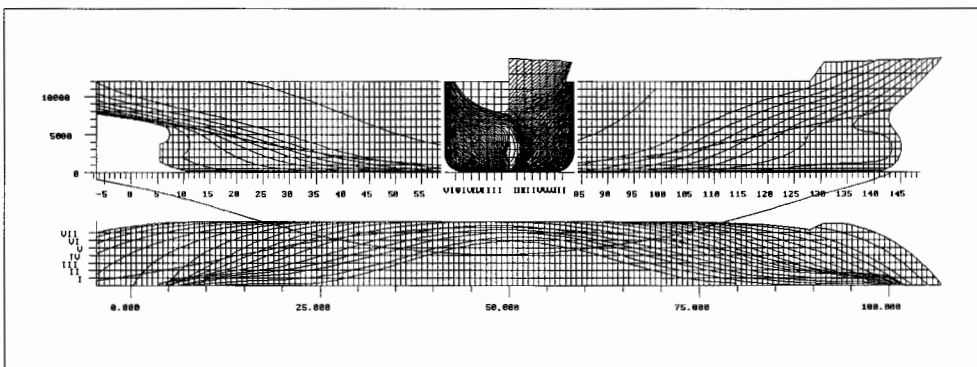


Fig.6. Voorbeeld van een lijnenplan uit Fairway.

stroken, van een halve dag tot 1 week. Deze geschetste werkwijze is een voorbeeld, het is geen vast stramien. Zo is het bijvoorbeeld ook mogelijk om helemaal zonder schetsmatig lijnenplan te werken, en de spanten direct op het beeldscherm te tekenen. Ook kan er begonnen worden met een aantal kniklijnen of waterlijnen, kortom met die lijnen die bepalend zijn voor het ontwerp.

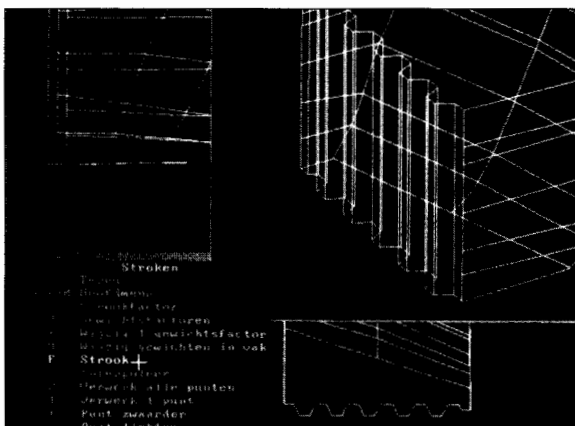


Fig.5. Een losse ladingtank gemodelleerd in Fairway.

#### Voordelen en mogelijkheden van Fairway

Het principiële voordeel van Fairway is dat de scheiding tussen lijnmethode en vlakmethode opgeheven is. Men heeft de flexibiliteit van een lijnmethode, en de samenhang en consistentie van een vlakmethode.

Om de praktische voordelen eens op een rij te zetten :

- Tussen vlakken en lijnen is tweerichtingsverkeer mogelijk. Enerzijds wordt namelijk het vlak gedefinieerd door naburige lijnen, anderzijds kunnen de lijnen uit het vlak afgeleid worden. Om in klassieke PIAS termen te spreken: Aan een met de module "invoer bestaande scheepsvorm" ingevoerde vorm kunnen automatisch (tussen-)spanten toegevoegd worden.
- De gebruiker is volstrekt vrij in de keuze van de lijnen waarmee gewerkt wordt. Spanten, waterlijnen, verticalen en senten kunnen gebruikt worden, evenals lijnen in door de gebruiker te definiëren vlakken en lijnen

die niet in enig vlak lopen, zoals knik- of deklijnen.

- Het netwerk is volkomen flexibel, lijnen hoeven zich niet over het hele scheepsoppervlak uit te strekken, en kunnen een willekeurig aantal snijpunten met een willekeurig aantal andere lijnen hebben. De enige restrictie is dat de eindpunten van een lijn op een andere lijn moeten vallen.
- Vanwege de opgeheven scheiding tussen vlak- en lijnmethode kan een vormgeneratie sessie gestart worden met een handmatig ingevoerd lijnenstelsel. In PIAS termen: Een met "invoer bestaande scheepsvorm" ingevoerde vorm kan als basis voor vormgeneratie dienen.
- Schepen kunnen gestrookt worden met een nauwkeurigheid die voldoende is voor produktiedoelinden.

Fairway biedt uiteindelijk de volgende mogelijkheden :

- Definieren van bestaande scheepsvormen, door het intikken van coördinaten of met de digitizer.
  - Vormgeneratie, desgewenst uitgaande van een eerder gedefinieerde vorm. Het scheepsoppervlak kan verdeeld worden in dubbelgekromde en ontwikkelbare oppervlakken.
  - Toevoegen van extra, door de gebruiker te bepalen lijnen, zoals bijvoorbeeld het toevoegen van extra spanten.
  - Stroken van de rompvorm, met produktietolerantie.
  - Samenstellen van meerdere objecten tot 1 object, zoals bijvoorbeeld het aansnijden van een complex gevormde bulb aan een bulbloze romp.
  - Een beperkt aantal, krachtige uitvoerdefinities, waarmee de uitvoer van de scheepsvorm op flexibele wijze door de gebruiker vastgelegd kan worden. De wijze van tekenen van het lijnenplan en de diverse aanzichten is dus niet vast ingebouwd, maar kan door de gebruiker naar eigen voorkeur ingesteld worden.
  - Conversie van de beschrijvende lijnen (zoals bouwspanten en waterlijnen) van het gestrookte scheepsoppervlak naar algemene CAD systemen, zoals Microstation, Eagle of Autocad, en scheepsbouwkundige CAM-systemen, zoals NUPAS.
  - Daarnaast biedt de in Fairway gebruikte technologie de mogelijkheid om vele PIAS modules die met de scheepsvorm te maken hebben, zoals compartimentsdefinitie, lekberekeningen en graanberekeningen, op een andere leest te schoeien, waardoor nauwkeurigheid, gebruikersgemak en consistentie toe kunnen nemen.
- Ook voor het extraheren van vormin-

formatie voor het tekenen van algemeen plannen, of het aanmaken van een vlakverdeling ten behoeve van eindige elementen berekeningen of hydrodynamische omstromingsberekeningen biedt Fairway faciliteiten. Deze kwesties spelen echter pas op middellange termijn.

### Stand der ontwikkeling

Fairway is klaar, maar nooit af. Alle benodigde basistechnieken zijn afzonderlijk beschikbaar, en de essentialia en de user-interface zijn volledig in Fairway opgenomen en uitgebreid uitgetest. Hoewel details nog moeten worden aangebracht is Fairway zelfstandig goed bruikbaar voor alle beoogde doeleinden. Op het moment van schrijven (zomer 1995) zijn er reeds enkele werken en ontwerpers die Fairway bij hun werkzaamheden inzetten. Daarnaast heeft SARC in opdracht enkele schepen gestroomd.

### Recente andere uitbreidingen in PIAS

Hoewel de ontwikkeling van Fairway de laatste jaren onze meeste inspanning heeft gevergd, worden aan het gehele PIAS pakket voortdurend uitbreidingen en verbeteringen toegevoegd, vooral op integratie van gebruikers van PIAS. In het kader van de brede strekking van dit themanummer van "Schip & Werf de Zee" wil ik de belangrijkste daarvan niet onvermeld laten.

### Algemeen

- Integratie met het ontwerpsysteem L/GRAND. De achtergronden en details van L/GRAND zijn in dit blad eerder toegelicht.
- Aansturing van hoog resolutie grafische schermen, waarbij het type grafische kaart automatisch wordt gedetecteerd.

### Compartimenten en tanktabellen

- Naast de absolute definitie van de compartiments grenzen, is het nu mogelijk dit associatief, dat wil zeg-

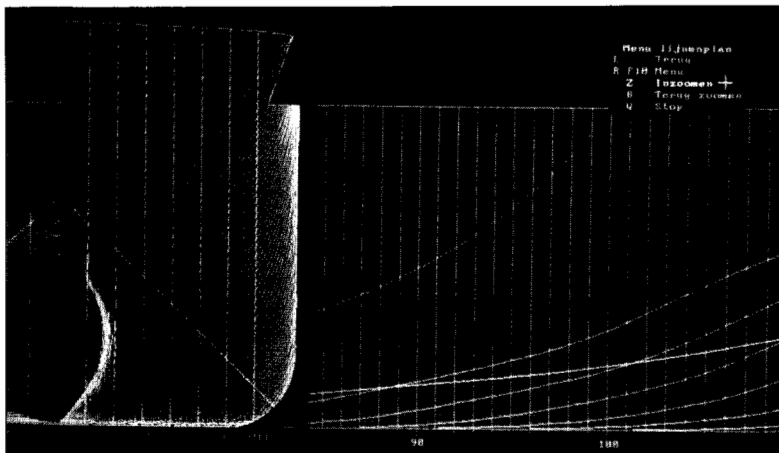


Fig.7. Detail van een lijnenplan op het beeldscherm.

gen ten opzichte van een bepaald vlak te doen.

- Afdrukken in tabelvorm van sounding tabellen op meerdere trimmen.
- Om de definitie van de complete compartimentering van een scheepsromp goed te kunnen controleren is naast de bestaande grafische controle een functie ingebouwd die het verschil tussen het rompvolume en het totale compartimenten volume weergeeft als functie van de lengte van het schip. Deze verschilfunctie wordt grafisch weergegeven.
- Tanksounding tabellen kunnen worden uitgebreid met specifieke punten voor bijvoorbeeld alarmsensors.
- Diepgang controle nu ook op de ijkmerken.

### Beladingsstoelstanden

- Directe toetsing van de beladingsstoestand aan de toepasselijke IMO voorschriften.
- Integratie van SOLAS graanberekening in de stabiliteitsberekening.

### Probabilistische lekberekening

- De schadegevallen-generator is uitgebreid met de automatische bepaling van zogenaamde 'minor damages'.
- Verbindingen tussen compartimenten, zoals pijpverbindingen, kunnen

worden opgegeven, waarna de effecten van deze verbindingen automatisch in de berekening worden verdisconteerd.

- De conceptvoorschriften voor schepen tussen 80 en 100 meter lengte, die naar verwachting in 1998 van kracht worden, zijn opgenomen.

### Nieuwe PIAS modules

- De Vormtransformatie module is uitgebreid, zodanig dat de transformatie tevens wordt doorgevoerd in de compartimenten, beladingsstoelstanden en andere geometrische gegevens.
- Nieuwe concept voorschriften van IMO zijn de aanleiding geweest tot de vervaardiging van een module ter voorspelling van het gedrag bij het manoeuvreren.

### LOCOPIAS

Voor gebruik aan boord is LOCOPIAS ontworpen, een beladingscomputer afgeleid van het PIAS ontwerpsysteem en uitgerust met dezelfde nauwkeurige rekentechnieken. LOCOPIAS kan worden uitgerust met intacte stabiliteit, lekstabiliteit, langsscheepse sterkte en graanstabiliteit. LOCOPIAS wordt vervaardigd volgens de voorschriften van de bekende klassebureaus en geleverd met goedgekeuring.