

Statistische analyse van horizontale
scheepsbewegingen in een toegangsgeul
naar een haven

René Boeters

Technische Hogeschool Delft
Afdeling der Civiele Techniek
Vakgroep Kustwaterbouwkunde

**Statistische analyse van horizontale scheepsbewegingen
in een toegangseul naar een haven**

**Afstudeerverslag
van René Boeters
Begeleider :
prof.ir. J.W. Sieben
oktober 1984**

Inhoudsopgave	bladzijde
Inleiding	4
Samenvatting	6
Hoofdstuk 1 Het doel van de studie; realisatie van de gestelde doeleinden	7
1.1 Het doel van de studie	7
1.2 De realisatie van de gestelde doeleinden	7
Hoofdstuk 2 Het cijfermateriaal	8
2.1 Inleiding	8
2.2 De manoeuvreersimulator	8
2.3 Beschrijving van het schip en de omgeving	9
2.4 Bewerking van de gebruikte parameters	13
2.5 Verdere bewerkingen van de gegevens	15
Hoofdstuk 3 Het stochastisch model	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Een vaart als stochastisch proces	17
Hoofdstuk 4 Statistische analyse : Variantie- en Regressieanalyse	19
4.1 Inleiding variantieanalyse	19
4.2 Resultaten variantieanalyse	19
4.3 Bepaling van β_j ; Regressieanalyse	21
Hoofdstuk 5 Statistische analyse : Tijdreeksanalyse	27
5.1 Inleiding; Doel van de analyse	27
5.2 De gevolgde procedure bij de analyse	27
5.3 Resultaten van de analyse	28
5.4 Conclusies n.a.v. de analyse	35
Hoofdstuk 6 De berekening van de kans op geulrandoverschrijding	38
6.1 Inleiding	38
6.2 Berekening van de kans op basis van een extreme waarden verdeling per vaart	38
6.3 Andere methoden voor de berekening van de kans op geulrandoverschrijding	41

Hoofdstuk 7 Conclusies en aanbevelingen voor nader onderzoek	51
7.1 Conclusies	51
7.2 Aanbevelingen voor nader onderzoek	52
Lijst met gebruikte symbolen	53
Overzicht literatuurverwijzingen	54
Bijlagen A t/m E	

Inleiding

Wanneer voor een nieuwe haven een toegangseul ontworpen dient te worden, of wanneer bij een bestaande haven de toegangseul aangepast moet worden aan de eisen die de steeds groter wordende schepen aan een dergelijke geul stellen, dan doet zich bij de vaststelling van de breedte van de geul het probleem voor dat er geen prototype gegevens beschikbaar zijn die van toepassing zijn op de beschouwde situatie, omdat de prototype situatie alleen nog op papier bestaat.

Om toch te kunnen beschikken over de benodigde gegevens, i.c. de horizontale bewegingen van een voor het ontwerp kenmerkend geacht schip in de nieuwe geul, wordt vaak gebruik gemaakt van resultaten die verkregen zijn bij onderzoek met een manoeuvreersimulator, waarin de bewegingen van het "ontwerpschip" in de nieuwe situatie op een tamelijk nauwkeurige wijze kunnen worden nagebootst.

Deze werkwijze is al vaak toegepast en heeft geleid tot allerlei "generaties" van simulatoren. Zo bestaan er simulatoren waarin op een zo realistisch mogelijke manier de te bestuderen situatie is nagebootst, door de brug van het schip zo goed mogelijk na te bouwen, en door projecties van de omgeving door de ramen van de brug te laten zien. Een voorbeeld van een dergelijke simulator is de grote manoeuvreersimulator van MARIN in Wageningen. Het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst beschikt over een kleinere simulator waarbij de projectie van de omgeving achterwege is gelaten en waarin alleen op de radar gevaren kan worden. Ook in deze simulator is de brug van het schip zo realistisch mogelijk nagebouwd. Een derde vorm van simulatoren die tegenwoordig gebruikt worden bestaat alleen nog maar uit een of twee beeldschermen waarop de situatie wordt geprojecteerd plus een toetsenbord waarmee de loods zijn commando's aan de regelende computer door kan geven. Hydronamic heeft een dergelijke simulator.

Ondanks de grote verscheidenheid aan simulatoren en de toenemende frequentie waarmee hiervan gebruik wordt gemaakt, (overigens ook voor de training van loodsen in reeds bestaande situaties), bestaan er nog steeds onzekerheden aangaande de juiste proefopzet bij het simulatoronderzoek en de correcte methode van verwerking en analyse van de verkregen proefresultaten. Witt stelt dit probleem in [1] aan de orde door

vijf verschillende analysemethoden voor simulatorgegevens te beschrijven die alle vijf een verschillend resultaat opleveren met betrekking tot de verantwoorde geulbreedte. Met zijn artikel heeft Witt een discussie willen beginnen over de juiste methode voor de bepaling van een verantwoorde geulbreedte op basis van simulatoronderzoek.

Dit verslag is bedoeld als een bijdrage aan deze discussie. In dit verslag is een aantal vaarten met een manoeuvreersimulator, (die van het Waterloopkundig Laboratorium), grondig bestudeerd en geanalyseerd. Hierbij is niet direkt met een mogelijke manier van berekening van de kans op geulrandberoering op basis van de verkregen resultaten begonnen, zoals bij vele vroegere onderzoeken wel het geval is. Allereerst is een mogelijk model geformuleerd voor de vaarten (per loods-roerganger combinatie) en is dit model getoetst middels een aantal statistische analyses waarbij eveneens is gekeken naar de bijdragen van verschillende factoren, die een rol spelen bij de simulatorproeven, aan de gevonden uitkomsten. Op die manier is getracht te komen tot een beschrijving van de vaarten met de simulator door een bepaalde loods-roerganger combinatie middels een bepaald model. Naar aanleiding van de uitkomsten van de verschillende analyses is tenslotte een methode uitgewerkt voor de berekening van de kans op geulrandberoering, welke kans van belang is bij de bepaling van een verantwoorde geulbreedte.

Overigens is met dit verslag de discussie niet gesloten. Gerealiseerd wordt dat, mede door de beperktheid van de hoeveelheid gegevens die ter beschikking stond, nog niet alle relevante analyses zijn uitgevoerd, waardoor van een definitieve methode nog geen sprake kan zijn. Wel wordt de hoop geuit dat met dit verslag een stap in de goede richting is gezet en een zinnige bijdrage is geleverd aan de discussie.

Samenvatting

In hoofdstuk 1 wordt het doel van de studie geformuleerd en wordt de wijze aangeduid waarop getracht is de doeleinden te realiseren.

Hoofdstuk 2 behandelt het bij deze studie gebruikte cijfermateriaal en de totstandkoming ervan. Allereerst wordt de simulator waarmee de proeven zijn uitgevoerd beschreven. Vervolgens komt de beschouwde situatie aan de orde alsmede het schip dat in de simulator is nagebootst. Tenslotte worden enkele bewerkingen besproken die zijn toegepast op de geregistreeerde waarnemingen.

In hoofdstuk 3 wordt een mogelijk stochastisch model voor de simulatorvaarten geïntroduceerd en worden de parameters van dit model besproken.

Hoofdstuk 4 beschrijft de toepassing van variantie- en regressieanalyse op de simulatorgegevens, ter toetsing van het in hoofdstuk drie geformuleerde model.

In hoofdstuk 5 wordt nog een andere analysemethode beschreven, die toegepast is op de gegevens, namelijk de Box-Jenkins tijdreeksanalyse. Voor een loods-roerganger combinatie wordt een tweede orde autoregressief tijdreeksmodel vastgesteld. Hierna wordt een gewijzigd stochastisch model geformuleerd voor de vaarten door de bewuste loods-roerganger combinatie.

Hoofdstuk 6 bevat beschrijvingen van een aantal methoden om kansen op geulrandoverschrijding te berekenen. De twee meest bruikbaar geachte methoden worden verder uitgewerkt voor de beschouwde situatie. Eén van deze twee maakt gebruik van het in hoofdstuk 5 geformuleerde stochastische model.

In hoofdstuk 7 zijn de conclusies en aanbevelingen voor nader onderzoek vermeld.

Bijlagen A en B bevatten een korte uitleg over wat variantieanalyse, respectievelijk Box-Jenkins tijdreeksanalyse ongeveer inhouden.

Hoofdstuk 1 Het doel van de studie; Realisatie van de gestelde doeleinden

1.1 Het doel van de studie

De bij deze studie gestelde doeleinden zijn hieronder vermeld :

- a. Het vinden van een verantwoorde methode voor de verwerking en analyse van de gegevens die bij een simulatoronderzoek verkregen zijn.
- b. Het vinden van een correcte manier om de kans van geulrandberoering te bepalen bij een gegeven situatie, op basis van de registraties, die verkregen zijn bij het simulatoronderzoek.
- c. Het vinden van mogelijkheden om adviezen te geven omtrent de proefopzet bij simulatoronderzoek.

1.2 De realisatie van de gestelde doeleinden

De wijze waarop getracht is de gestelde doeleinden te realiseren heeft bestaan uit de volgende onderdelen :

- De bestudering en verwerking van gegevens die verkregen zijn bij een aantal vaarten met een manoeuvreersimulator.
- Het opstellen van een mogelijk stochastisch model voor deze gegevens.
- Het toepassen van een aantal statistische analyses op de gegevens en de evaluatie daarvan met betrekking tot het veronderstelde model.
- De bestudering en evaluatie van een aantal publikaties aangaande hetzelfde onderwerp.

Hoofdstuk 2 Het cijfermateriaal

2.1 Inleiding

Bij deze studie is gebruik gemaakt van gegevens die verkregen zijn bij eenendertig vaarten met de manoeuvreersimulator van het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst. Hierbij is de situatie bij de haven van Paramaribo nagebootst. Deze haven is gelegen aan de monding van de Surinamerivier, die uitkomt in de Atlantische Oceaan.

2.2 De manoeuvreersimulator

De manoeuvreersimulator van het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst bestaat uit een zo realistisch mogelijk nagebouwde brug van een schip plus een computer/regelkamer (zie fig.2.1).

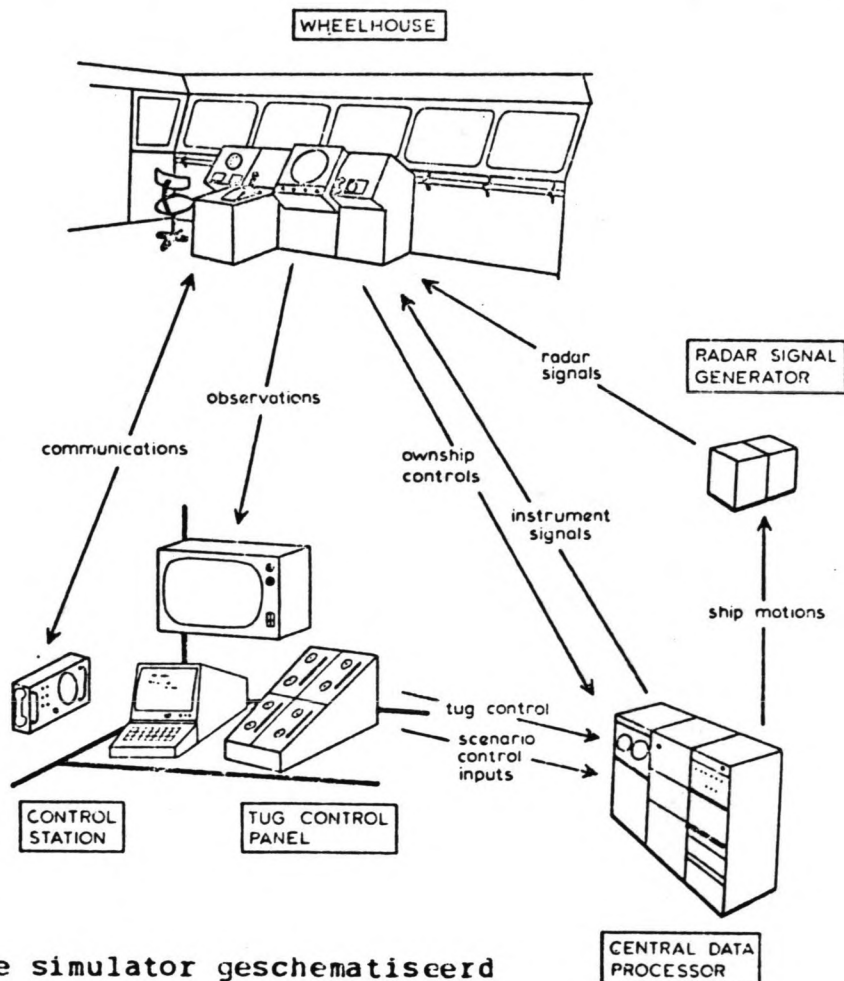


fig. 2.1 De simulator geschematiseerd

De brug, die alle gebruikelijke apparatuur bevat, zoals een stuurinrichting, een telegraaf, radar, kaarttafel etc., heeft geblindeerde ramen, er is dus geen mogelijkheid tot projectie van de omgeving. Hierdoor wordt de situatie gesimuleerd dat het mist of donker is en er dient dus op de radar gevaren te worden.

De regelende en registrerende computer maakt gebruik van het speciaal voor deze simulator opgestelde programma SHIPMA. In dit programma kan gewerkt worden met onder andere de volgende invoergegevens :

- de manoeuvreercoëfficiënten van het betreffende schip
- de lay-out van de toegangseul met de omgeving
- de diepte van de toegangseul
- het stromingsveld ter plaatse
- de verdeling van de wind
- het golfklimaat

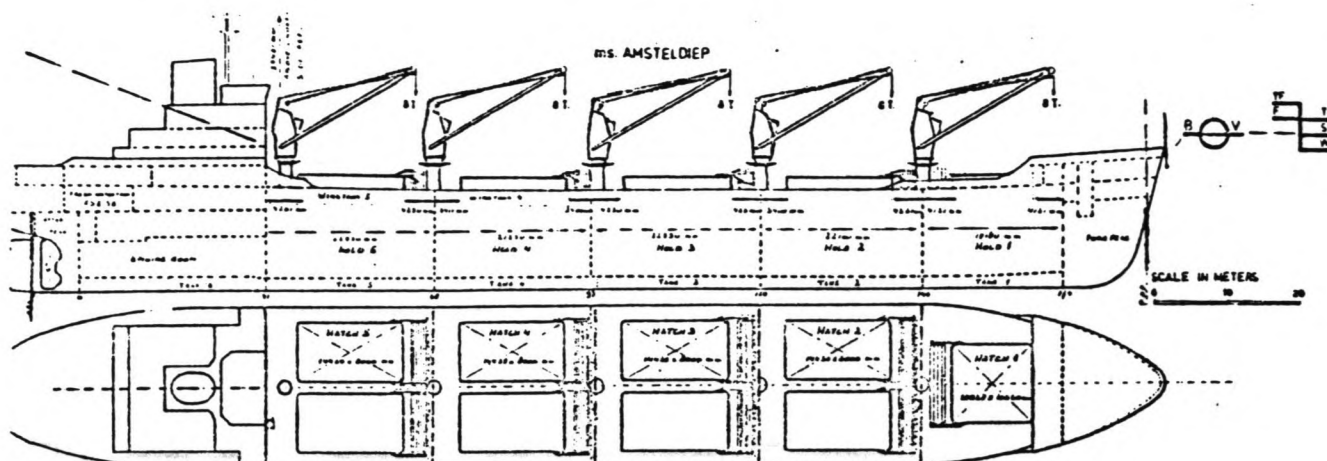
De uitvoergegevens, die om de 2.5 seconden vastgelegd worden, bevatten registraties van o.a. de volgende parameters :

- de tijd
- de afgelegde weg van het zwaartepunt van het schip
- de afwijking van het zwaartepunt t.o.v. de geulas, loodrecht erop
- de hoek die het schip maakt met de geulas
- snelheid van het schip, zowel in de vaarrichting als loodrecht erop
- de stroomsnelheid in twee richtingen

Deze gegevens worden op schijf opgeslagen en worden tevens om de 50 seconden afgedrukt.

2.3 Beschrijving van het schip en de omgeving

De beschouwde haven wordt voornamelijk aangedaan door vrachtschepen die bauxieterts uit Suriname komen halen. In de simulator zijn dan ook van dergelijk schip, de "Amsteldiep", een 20.000 DWT vrachtschip, zie fig. 2.2, de parameters ingevoerd die het vaargedrag bepalen.



General dimensions			
length overall	Lo.a	(m)	160,05
length between perpendiculars	Lp.p	(m)	151,12
beam	B	(m)	21,76
summer draught	T	(m)	9,95
actual draught forward	T _f	(m)	6,80
actual draught aft	T _a	(m)	6,80
deadweight	DWT	(t)	20.000
displacement	Δ	(m ³)	25.900

fig. 2.2 Het bij de simulatie beschouwde schip,
de "Amsteldiep"

Alle vaarten zijn gemaakt in zeevaartse richting, de haven uit dus, onder telkens dezelfde, voor deze situatie meest ongunstig geachte omstandigheden. Deze omstandigheden zijn gekarakteriseerd in de simulator middels het stromingsveld in zee ter plaatse van de havenmond, zie fig. 2.3. In de figuur zijn tevens de contouren van de omgeving te zien alsmede de ligging van de boeien die de reeds bestaande geul markeren.

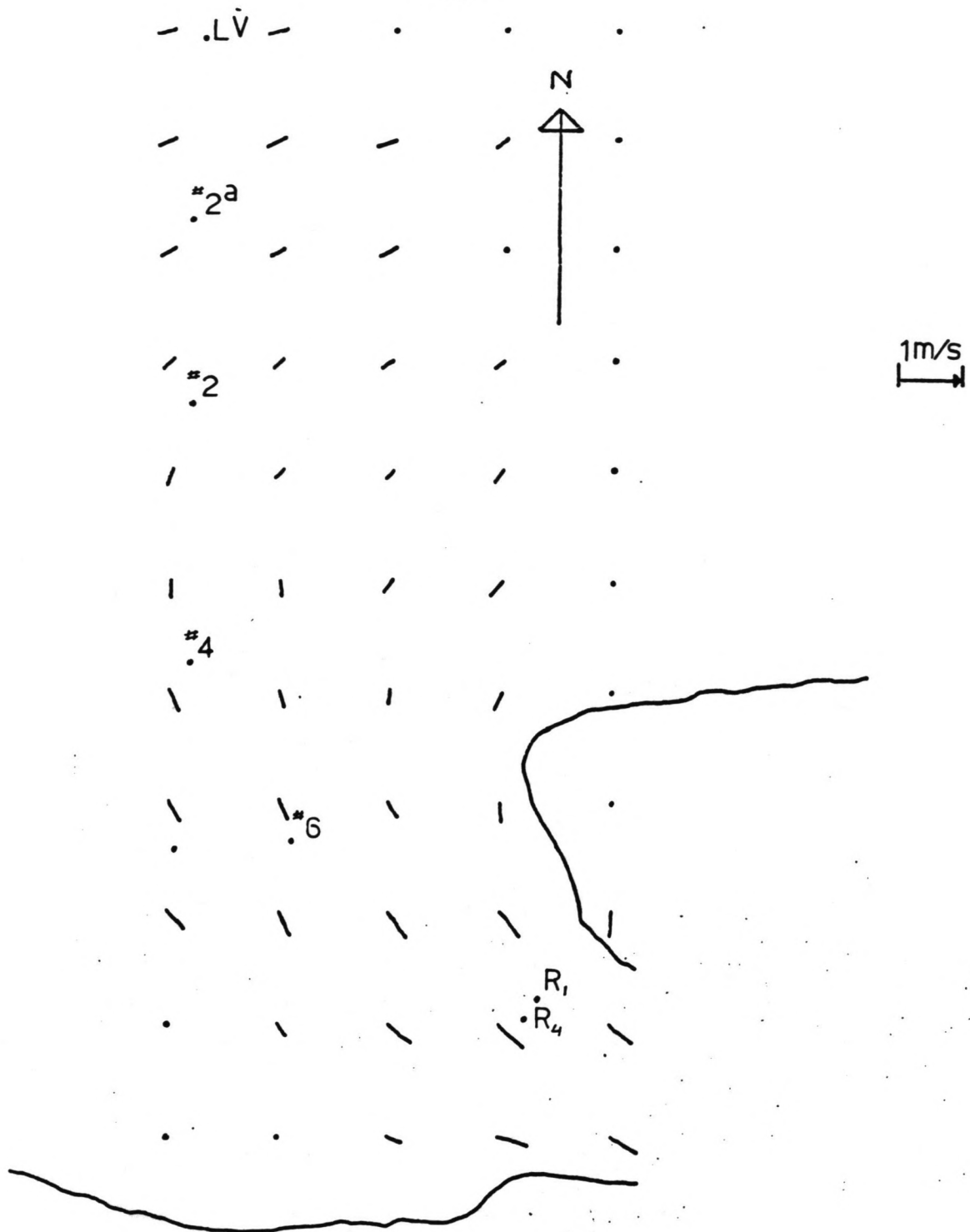


fig. 2.3 Het stromingsveld voor de havenmonding

Wind - en golfinvloeden zijn niet in beschouwing genomen.
In de bestaande situatie is nauwelijks sprake van een
toegangsgeul naar de haven, vandaar dat er een geul gekozen is,
die geprojecteerd is tussen de aanwezige boeien, zie fig. 2.4.

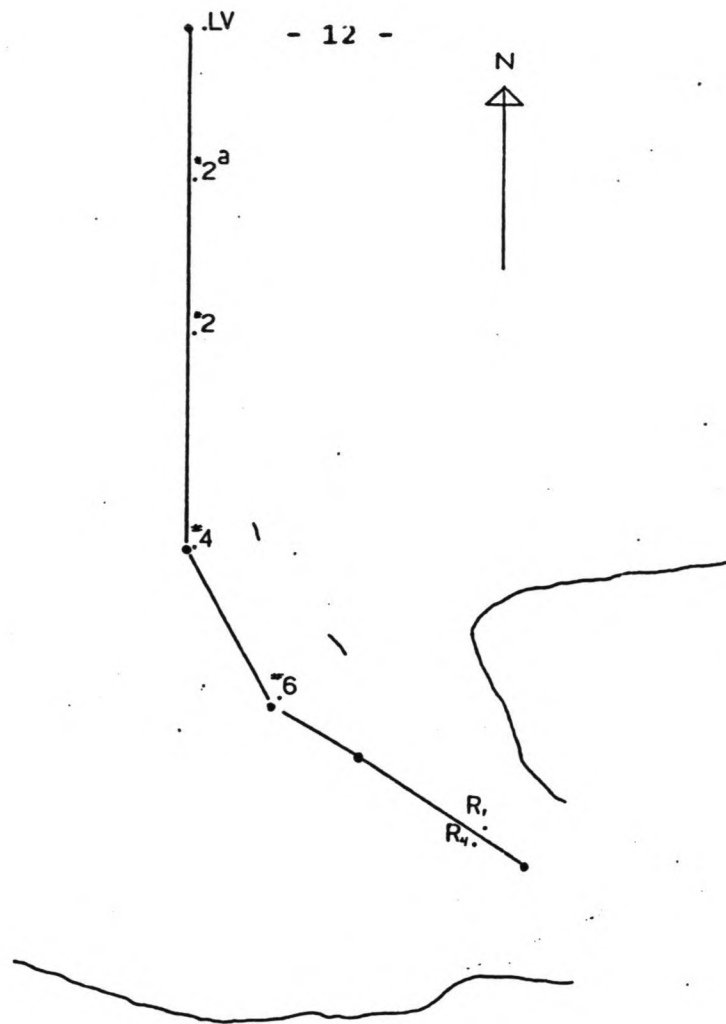


fig. 2.4 De ligging van de gekozen geul tussen de boeien

De gekozen geul is ongeveer 16 kilometer lang, 140 meter breed en 7.40 meter diep. (Overigens is de invloed van de diepte hier niet zo groot vanwege het op de bodem aanwezige slingmud, waar gemakkelijk doorheen te varen is. De invloed van de breedte op de loods heeft zich tijdens de simulatorvaarten beperkt tot een signaal dat gegeven werd bij overschrijding van de geulrand.) Bij de vaarten met de simulator is met behulp van de radar uitsluitend op de boeien gevaren, de ligging van de geulas was niet aangegeven en een zogenaamde "left - right indicator" was niet beschikbaar.

De vaarten zijn uitgevoerd door één loods, een ex - gezagvoerder op de grote vaart. Deze gezagvoerder was nog niet eerder in aanraking geweest met de situatie bij de haven van Paramaribo. Hij heeft ervaring op kunnen doen via een aantal proefvaarten. Twee roergangers hebben de loods tijdens de vaarten geassisteerd, beiden waren onervaren aangezien zij nog niet eerder aan het roer van een schip hadden gestaan. Eén roerganger heeft 26 vaarten gestuurd, de andere heeft 5 vaarten aan het roer gestaan.

2.4 Bewerking van de gebruikte parameters

Van de tijdens de vaarten geregistreerde parameters, zijn er twee gebruikt bij de verdere analyse van de vaarten.

Per vaart is gekeken naar de uitwijking van het midden (in dit geval hetzelfde als het zwaartepunt) van het schip ten opzichte van de geulas en naar de hoek die de lengteas van het schip maakt met de geulas, op hetzelfde moment, beide als functie van de tijd.

Aan de hand van deze twee gegevens en de afmetingen van het schip is telkens de maximale uitwijking berekend ten opzichte van de geulas, d.w.z. de afstand tussen het verst van de geulas gelegen punt van het schip en de geulas, aan stuurboord- (+) of aan bakboordzijde (-) van de geulas. De berekening van de maximale uitwijkingen is op de volgende wijze gebeurd, zie fig. 2.5.

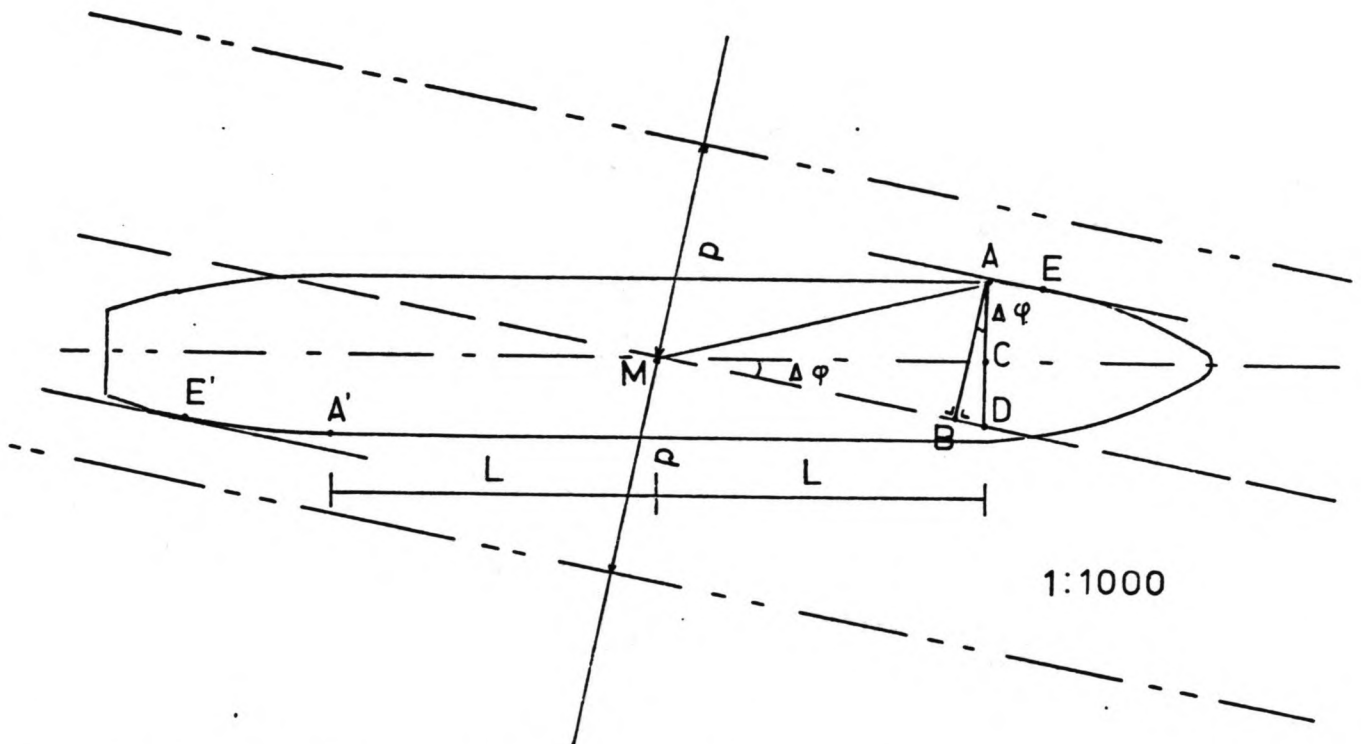


fig. 2.5 Schematisatie voor de berekening van de maximale uitwijkingen

In de figuur is een geschematiseerd bovenaanzicht getekend van het schip, dat een hoek φ maakt met de geulas. Bij de berekening van de maximale uitwijkingen hebben de volgende overwegingen een rol gespeeld :

1. De contouren van het schip onderwater zijn niet goed bekend.

2. De hoek phi is klein.

Deze overwegingen hebben geleid tot de volgende aannamen en vereenvoudigingen :

- a. De maximale uitwijking t.o.v. de geulas wordt voor de voorsteven steeds gevonden bij het punt A, ter plaatse van de overgang van het rechte gedeelte van de scheepswand naar het gebogen gedeelte.
- b. Omwille van de eenvoud wordt de maximale uitwijking voor de achtersteven steeds verondersteld op te treden bij het punt A', dat op dezelfde afstand L van het midden van het schip (M) gelegen is als het punt A. Hiermee is het geheel symmetrisch gemaakt en kan er volstaan worden met één formule voor de berekening van de maximale uitwijking.

De uitdrukking voor de maximale uitwijking luidt als volgt :

$$m.u. = d + AB \quad (2.1)$$

Hierin is m.u. de maximale uitwijking, d de uitwijking van het midden van het schip en AB de term voor het aandeel dat veroorzaakt wordt door de hoek phi en de breedte van het schip (b).

Voor de term AB geldt :

$$AB = (AC + CD) \cos (\text{phi}) \quad (2.2)$$

AC is de halve breedte van het schip, 10.9 meter in dit geval.

$$CD = L \tan (\text{phi}) \quad (2.3)$$

L wordt bepaald via opmeting uit de op schaal uitgevoerde tekening. L blijkt in dit geval 44.5 meter te zijn.

AB wordt nu dus :

$$AB = (b/2 + L \tan (\text{phi})) \cos (\text{phi}) \quad (2.4)$$

$$= b/2 \cos (\text{phi}) + L \sin (\text{phi}) \quad (2.5)$$

$$= 10.9 \cos (\text{phi}) + 44.5 \sin (\text{phi}) \quad (2.6)$$

Hieruit volgt nu voor m.u. :

$$m.u. = d + 10.9 \cos (\phi) + 44.5 \sin (\phi) \quad (2.7)$$

De waarden van d en phi zijn bekend aan de hand van de door de computer gemaakte registraties.

Omdat het geheel symmetrisch gemaakt is, geldt deze formule dus voor zowel de voorsteven als voor de achtersteven. Het teken van de maximale uitwijking wordt bepaald door het teken van d. Is d negatief bijvoorbeeld (aan bakboordzijde van de geulas gelegen), dan is de maximale uitwijking eveneens negatief, ook wanneer d slechts gering is, omdat vanwege de symmetrie de orientatie van phi er niet meer toe doet.

Er wordt benadrukt dat telkens op tijdstip t een waarde voor de maximale uitwijking bepaald wordt, die aan stuurboord- of aan bakboordzijde van de geulas gelegen kan zijn. Het is dus niet zo dat op het tijdstip t de maximale uitwijking aan een bepaalde kant van de geulas is berekend plus de daarbijbehorende uitwijking aan de andere kant van de geulas.

2.5 Verdere bewerkingen van de gegevens

De op de bovenstaande wijze per vaart berekende maximale uitwijkingen, als functie van de tijd, zijn ten behoeve van de in deze studie verrichte analyses op de hierna volgende manieren verder bewerkt.

Allereerst zijn voor alle vaarten de maximale uitwijkingen bepaald in 17 loodrecht op de geulas georiënteerde doorsneden (raaien), gelegen op een onderlinge afstand van 1000 meter. Hoewel de registraties in de tijd en niet over de afstand gemaakt zijn, was dit op een voldoende nauwkeurige wijze mogelijk door de geringe grootte van 2.5 seconde van het bemonsteringsinterval. De nu verkregen getalcombinaties (vaart, raai, maximale uitwijking) zijn verzameld voor de twee loods-roerganger combinaties afzonderlijk. Zo zijn voor de eerste loods-roerganger combinatie 26 (vaarten) keer 17 (raaien) waarden voor de maximale uitwijking verzameld, voor de tweede combinatie 5 keer 17 waarden. In bijlage C zijn deze waarden vermeld. Deze verzamelingen van getallen zijn als invoer gebruikt voor een

programma waarmee variantieanalyse uitgevoerd kan worden, het "Manova"-programma, dat onderdeel uitmaakt van het SPSS-pakket. Met behulp van "Manova" is een analyse voor een gekruiste tweewegclassificatie uitgevoerd met de parameters Vaart en Raai als factoren en de maximale uitwijkingen als de te verklaren variabelen. In hoofdstuk 4 en bijlage A wordt verder op de variantieanalyse en de resultaten ervan ingegaan.

Bij de tweede bewerking zijn uit de lange reeksen van de, om de 2.5 seconden geregistreerde, maximale uitwijkingen, voor elke vaart nieuwe, kortere reeksen samengesteld. De samenstelling hiervan is geschied door bij de lange reeksen telkens 10 registraties over te slaan, alvorens er één in de nieuwe reeks op te nemen. Zo bestaat de nieuwe reeks dus telkens uit de elfde, de eenentwintigste, de eenendertigste etc registratie van de oude reeks, waarbij het tijdsinterval tussen de registraties nu 25 seconden is geworden. De reeksen zijn vermeld in bijlage D. De nieuwe reeksen van registraties zijn ieder afzonderlijk als invoer gebruikt voor het "Box-Jenkins"tijdreeksanalyse programma, dat eveneens onderdeel uitmaakt van het SPSS-pakket. In hoofdstuk 5 en bijlage B komt deze tijdreeksanalyse verder aan de orde.

Hoofdstuk 3 Het stochastisch model

3.1 Inleiding

Een statistische analyse van experimentele gegevens en een goede proefopzet om die gegevens te verzamelen zijn alleen op een verantwoorde manier te realiseren als men van tevoren een statistisch model voor de waarnemingen heeft geformuleerd. Hieronder volgt een statistisch model voor de uitwijkingen van een schip bij een gesimuleerde vaart door de toegangsgoed naar een haven. Daarbij zal worden uitgegaan van de uitkomsten van de in hoofdstuk 2 besproken simulatorvaarten door de toegangsgoed naar de haven van Paramaribo.

3.2 Een vaart als stochastisch proces.

Het ligt voor de hand om de reeks afwijkingen van de geulas, die verkregen zijn tijdens een vaart van het schip met een bepaalde loods-roerganger combinatie, te beschouwen als een realisatie van een stochastisch proces waarvoor de formulering luidt :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + Z_{ij} , \quad (3.1)$$

waarin i de vaart aangeeft en j het tijdstip van de waarneming. Het model is zeer bekend uit de variantieanalyse (zie bijlage A en hoofdstuk 4) en de parameters μ , α_i , β_j en γ_{ij} hebben gemakkelijk interpreteerbare betekenissen. Door μ wordt de gemiddelde uitwijking aangegeven van alle vaarten (en alle tijdstippen) die de betreffende loods-roergangercombinatie zou kunnen maken en door α_i in hoeverre bij de i -de vaart van dat gemiddelde wordt afgeweken. De α_i 's van het experiment kunnen worden beschouwd als een steekproef uit een populatie van α_i 's. Van die populatie is het gemiddelde 0 en de variantie is σ_α^2 . De grootheid $\beta_j + \gamma_{ij}$ geeft aan hoeveel op tijdstip j van het "vaartgemiddelde" wordt afgeweken. Als de γ_{ij} 's allemaal gelijk zijn aan 0 is die afwijking voor elke vaart dezelfde, als ze dat niet zijn heeft elke vaart zijn eigen patroon. De grootheden Z_{ij} zijn stochastisch en hebben derhalve een of andere verdeling. In het vervolg zal worden aangenomen dat de verwachting van de Z_{ij} 's

gelijk is aan 0, terwijl hun variantie constant is en gelijk aan σ^2 , een uit de gegevens te schatten parameter. Verder worden de Z_{ij} 's binnen een vaart, dus bij constante i , geacht een stationair stochastisch proces (stationaire tijdreeks, zie Battjes [2]) te vormen, waarvan de relevante parameters voor elke vaart dezelfde zijn. Dit laatste is natuurlijk niet meer dan een veronderstelling, hetgeen eveneens geldt voor eventuele aannames voor de aard van de verdeling, bijvoorbeeld dat die normaal zou zijn.

Natuurlijk zijn de componenten γ_{ij} en de stochastische componenten Z_{ij} niet onderscheidbaar. Als men uit het experiment schattingen heeft gemaakt voor μ , de α_i 's en de β_j 's, kan men het "residu" van elke waarneming naar willekeur over γ_{ij} en Z_{ij} verdelen. Met het model is daarom alleen te werken als aan bepaalde veronderstellingen is voldaan. Als zodanig kan gelden de bovengenoemde aanname van de onafhankelijkheid van het stochastische proces Z_{ij} van de vaart, maar ook de veronderstelling dat de β_j 's als functie van de tijd (j) te beschrijven zijn door een of andere mathematische functie, die dan voor de verschillende vaarten wel van dezelfde aard zou moeten zijn maar mogelijkerwijs andere waarden zou kunnen hebben voor de parameters. In hoofdstuk 4 zal daarop en op de andere aspecten van het model nader worden ingegaan.

De juistheid van het geformuleerde model en de kennis van de parameters hierin zijn van belang voor de bepaling van de kans op overschrijding van de geulrand. Methodes voor de berekening van deze kans zullen in hoofdstuk 6 aan de orde komen.

Hoofdstuk 4 Statistische analyse : Variantie- en Regressieanalyse

4.1 Inleiding variantieanalyse

Op de gegevens van de vaarten met de simulator, gerangschikt op de wijze zoals in hoofdstuk 2 beschreven is, is voor de twee loods-roerganger combinaties afzonderlijk variantieanalyse toegepast (zie bijlagen A en C). Hierbij is er vanuit gegaan dat de gegevens voor de raaien, die zich op een afstand van 1000 meter van elkaar bevinden, per vaart onafhankelijk zijn. Deze veronderstelling wordt gesteund door de bij de Box-Jenkins tijdreeksanalyse gevonden autocorrelatiefuncties, zie hoofdstuk 5.

De bedoeling van de variantieanalyse is om vast te stellen of er significante verschillen zijn tussen de uitwijkingen bij de vaarten en/of de raaien en of er gesproken kan worden van een bepaalde interactie tussen de vaarten en de raaien.

Er is een analyse voor een gekruiste tweewegklassifikatie uitgevoerd, waarbij de vaarten als stochastische factoren zijn beschouwd en de raaien als vaste factoren. Omdat er maar één waarneming per combinatie vaart-raai is, kan er in eerste instantie geen interactie vastgesteld worden. Echter door de aanname van een model voor deze interactie zal het toch mogelijk blijken vast te stellen of er sprake is van interactie. Hier wordt bij de bespreking van de resultaten van de analyse nog op teruggekomen.

4.2 Resultaten Variantieanalyse

De resultaten van de analyse zijn vermeld in de tabellen 4.1 en 4.2.

Variatie	KS	VG	GKS	F	sign. van F
Residuen	378011.1	400	945.0	-	
Constante	84052.8	1	84052.8	88.94	0.0
Vaart	139250.3	25	5570.0	5.89	0.0
Raai	86961.6	16	5435.1	5.75	0.0

Tabel 4.1 Variantieanalyse tabel voor loods-roerganger
combinatie 1, 26 x 17 gegevens

Variatie	KS	VG	GKS	F	sign. van F
Residuen	50532.1	64	789.6	-	
Constante	1411.6	1	1411.6	1.79	0.186
Vaart	15411.4	4	3852.8	4.88	0.002
Raai	31401.8	16	1962.6	2.49	0.005

Tabel 4.2 Variantieanalyse tabel voor loods-roerganger
combinatie 2, 5 x 17 gegevens

Hierbij staat KS voor Kwadratensom, VG voor Vrijheidsgraden, GKS voor Gemiddelde Kwadratensom en sign. van F voor significantie van F.

Uit de tabellen volgt dat er in beide gevallen sprake is van significante verschillen tussen de uitwijkingen, zowel voor de vaarten als voor de raaien. Dit blijkt uit de kolom 'sign. van F', waarin de overschrijdingskans van de F-toets is vermeld; een overschrijdingskans van kleiner dan 0.05 (5%) duidt op significantie.

Naar aanleiding van deze tabellen kunnen de volgende conclusies getrokken worden :

a. Voor wat de vaarten betreft kan gesteld worden dat de beide loods-roerganger combinaties elke vaart gemiddeld op een andere manier uitvoeren. Met andere woorden, het stochastische vaareffekt α_i , (zie hoofdstuk 3 en bijlage A), moet als reëel worden beschouwd, als bijdrage per vaart aan het gemiddelde μ . De grootheid σ_α^2 kan per loods-roerganger combinatie geschat worden via :

$$\sigma_\alpha^2 = (\text{GKS}(\text{vaart}) - \text{GKS}(\text{residuen})) / 17 \quad (4.1)$$

$$\Rightarrow \sigma_{\alpha_1}^2 = 272.1 \quad (4.2)$$

$$\sigma_{\alpha_2}^2 = 180.2 \quad (4.3)$$

b. Omdat er sprake is van significante verschillen tussen de raaien kan er niet gesproken worden van een volkomen willekeurig vaargedrag, omdat in dat geval te verwachten is dat de uitwijkingen bij elke raai ongeveer op dezelfde manier "random" verdeeld zijn (d.w.z. om een bepaald gemiddelde gegroepeerd zijn). Dit blijkt niet uit de F-toets en vandaar de bovenstaande constatering.

De bovenstaande conclusies zijn alleen geldig als er geen interactie is tussen vaart en raaien, dus als het patroon van de β_j 's voor elke vaart hetzelfde is. Zoals hierboven al is gesteld is het niet mogelijk met behulp van de variantieanalyse uit te maken of die veronderstelling juist is. In de volgende paragraaf zal worden beschreven hoe met behulp van regressie-analyse getracht kan worden β_j als een functie van j weer te geven. Als nu voor elke vaart per loods-roerganger combinatie dezelfde relatie gevonden wordt is er geen sprake van interactie, anders wel.

4.3 Bepaling van β_j ; Regressieanalyse

Om voor β_j een relatie vast te kunnen stellen is er allereerst gekeken naar het patroon van de vaarten afzonderlijk en naar het patroon van het gemiddelde van de vaarten per loods-roerganger combinatie. Deze "gemiddelde vaart" is alleen bepaald voor de loodsroergangercombinatie die 26 vaarten heeft uitgevoerd. De "gemiddelde vaart" is tot stand gekomen op basis van 21 van deze

26 vaarten, de 5 overige vaarten bleken niet geschikt voor de middeling i.v.m. afwijkende startpunten. In bijlage E zijn de uitwijkingen van de "gemiddelde vaart" getekend. Met de vaarten die beschouwd zijn worden de verkorte reeksen van uitwijkingen bedoeld, die verkregen zijn op de manier die in hoofdstuk 2 beschreven is.

Het blijkt dat de patronen allemaal ongeveer hetzelfde beeld te zien geven : de uitwijkingen, als functie van de tijd, slingeren zich om een, voor alle vaarten verschillende, gemiddelde waarde. Dit heeft geleid tot de aanname dat β_j beschreven zou kunnen worden door een cosinus- (of sinus-) functie, met een bepaalde amplitude A, frequentie f en fasehoek ϕ . Ofwel :

$$\beta_j = A \cos (f j + \phi) \quad (4.4)$$

Hierin staat j voor het tijdstip, $j = 1, \dots, n$, met n is ongeveer 160 in alle gevallen. (De "gemiddelde vaart" is overigens vastgesteld voor $j = 1, \dots, 157$, omdat dit het minimum aantal tijdstappen is waarbinnen iedere vaart zich heeft afgespeeld. Een tijdstap stelt 25 seconden voor.) De waarden f en ϕ kunnen voor iedere vaart verschillend zijn, hetgeen een interactie tussen de vaarten en de raaien zou inhouden.

Om meer concreet te kunnen zijn over de waarde van f is allereerst de "gemiddelde vaart" nader geanalyseerd. Hiertoe is β_j als volgt uitgeschreven :

$$\beta_j = A [\cos f j \cos \phi - \sin f j \sin \phi] \quad (4.5)$$

$$\beta_j = (A \cos \phi) \cos f j + (-A \sin \phi) \sin f j \quad (4.6)$$

$$\beta_j = C \cos f j + S \sin f j \quad (4.7)$$

Het model voor de waarnemingen is dan dus te schrijven als :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + C \cos f j + S \sin f j + Z_{ij} , \quad (4.8)$$

dat voor de gemiddelden als :

$$\bar{Y}_j = \mu + \bar{\alpha} + C \cos f j + S \sin f j + Z_{ij} \quad (4.9)$$

Dit alles weer onder de veronderstelling dat er geen interactie is. Van de parameters $(\mu + \bar{\alpha})$, C en S kunnen dan uit de

"gemiddelde vaart" met behulp van de kleinste kwadratenmethode schattingen $\hat{\mu}$, \hat{C} , \hat{S} worden gevonden. De mate waarin het model passend gemaakt kan worden, wordt gegeven door de restkwadratensom. Er is nu eerst vastgesteld hoe groot de restkwadratensom is wanneer van de totale kwadratensom van alle uitwijkingen y_j alleen n maal de gemiddelde waarde in het kwadraat is afgetrokken: $\sum_1^{157} (y_j - \bar{y})^2$. Vervolgens is gekeken naar de afname van deze restkwadratensom indien ook de cosinus- en sinustermen in de som meegenomen worden:

$\sum_1^{157} (y_j - \mu - C \cos fj - S \sin fj)^2$. De restkwadratensom is nu een functie van f geworden. De waarde van f die de grootste vermindering van de restkwadratensom oplevert wordt als de meest aannemelijke waarde van f beschouwd in de uitdrukking voor β_j , in ieder geval voor wat betreft de gemiddelde vaart.

Het resultaat van deze restkwadratensom-analyse is weergegeven in fig. 4.1. De waarde van f is gevarieerd van 0.01, ongeveer de kleinst mogelijke waarde van $f = n/T$, dus $n=2$ (N.B. $T=157$), tot 0.20, ofwel $n \approx 31$. In de figuur is vertikaal uitgezet de "fractie verklaarde variatie", ofwel R^2 (is gelijk aan $1 - \text{restkwadratensom} / \sum_1^{157} (y_j - \bar{y})^2$), tegen de frequentie f .

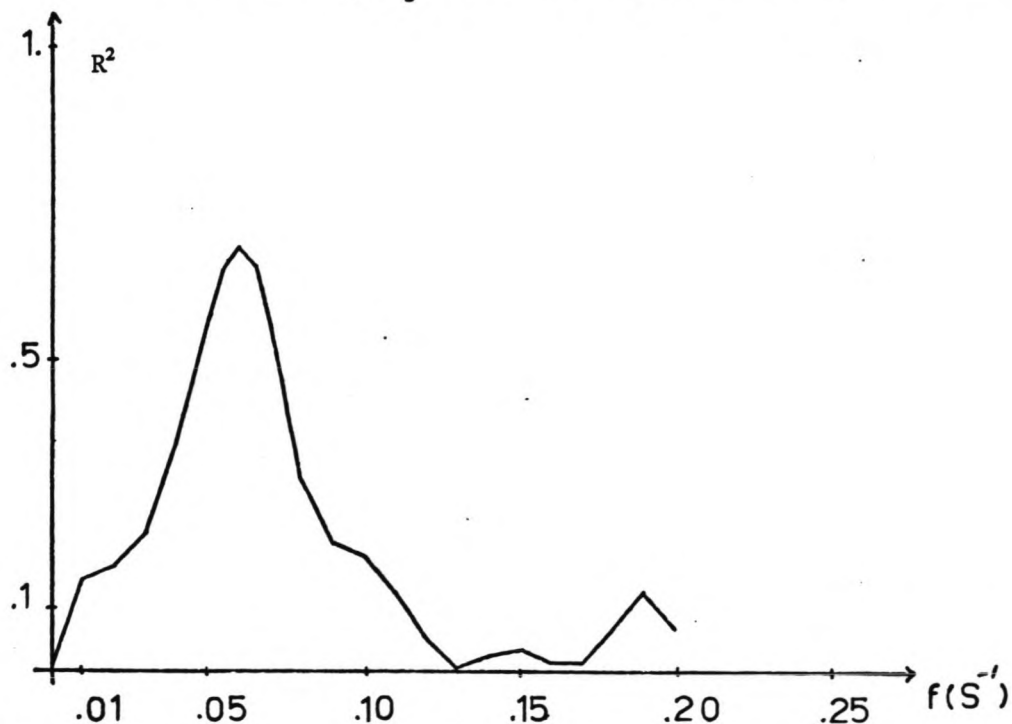


fig. 4.1 Verloop van R^2 als functie van f

Uit de figuur blijkt overduidelijk dat voor $f = 0.06$ de grootste "fractie verklaard" gevonden wordt (en dus de grootste reductie van de restkwadratensom optreedt). De waarde 0.06 wordt dus beschouwd als een goede schatting voor f in vergelijking (4.4),

wat betreft de "gemiddelde vaart".

Voor de 21 vaarten afzonderlijk is vervolgens m.b.v. deze gevonden waarde van f en het model voor β_j een volgende regressieanalyse uitgevoerd om te testen of deze f ook voor de afzonderlijke vaarten voldoet en om de coëfficiënten C en S te bepalen. Het regressiemodel hierbij luidt dus :

$$Y_{ij} = \mu_i + C \cos 0.06j + S \sin 0.06j \quad (4.10)$$

Hierin is Y_{ij} de uitwijking voor vaart i ($i = 1, \dots, 21$) op tijdstip j ($j = 1, \dots, 157$); μ_i is de gemiddelde uitwijking voor vaart i ; $C = A \cos \phi$ en $S = -A \sin \phi$ zijn de regressiecoëfficiënten. De resultaten zijn vermeld in tabel 4.3.

Vaart	R^2	F	sign.F	S	st.dev.S	C	st.dev.C
A0249	.32	36.1	.00	-21.79	2.59	3.30	2.48
0250	.44	60.2	.00	.41	1.94	20.29	1.85
0251	.12	10.5	.0001	- 8.71	2.87	9.44	2.74
0252	.04	3.1	.0479	- 6.77	2.87	- 2.13	2.74
0253	.04	2.8	.0656	-11.53	5.24	- 4.17	5.00
0254	.78	270.2	.00	-45.51	2.04	12.91	1.95
0255	.66	148.8	.00	-39.23	2.29	4.80	2.19
0256	.61	121.9	.00	-28.81	2.50	25.12	2.38
0258	.29	31.3	.00	-23.12	3.77	-17.85	3.59
0259	.24	24.7	.00	-18.55	3.49	15.40	3.33
0260	.13	11.1	.00	-12.89	3.28	8.17	3.13
0261	.18	16.7	.00	13.36	2.89	9.28	2.76
0262	.06	5.2	.0067	- 6.47	2.59	5.01	2.47
0263	.31	34.6	.00	- 1.03	3.08	24.43	2.94
0264	.72	193.9	.00	-16.92	1.89	31.75	1.81
0265	.16	15.1	.00	-18.83	3.44	- 1.50	3.28
0266	.18	16.7	.00	-23.10	4.00	.60	3.81
0267	.84	392.7	.00	-48.32	1.72	- .66	1.65
0276	.32	36.9	.00	-25.41	3.31	12.19	3.16
0278	.18	17.0	.00	9.79	2.39	9.45	2.29
0280	.08	6.8	.0015	- 9.54	2.95	4.95	2.82

Tabel 4.3 Resultaten Regressieanalyse

Het is zonder meer duidelijk dat de schattingen voor S en C van

vaart tot vaart sterk uiteenlopen, wat betekent dat ook de amplitude en de fasehoek van vaart tot vaart verschillen. Er is kennelijk geen sprake van dat de frequentie 0.06 voor elke vaart afzonderlijk ook de "beste" frequentie is. Dat blijkt ook uit de volgende figuur waarin het verloop van de "fractie verklaarde variatie", R^2 , als functie van de frequentie is weergegeven voor de vaarten A0253, A0267 en A0276.

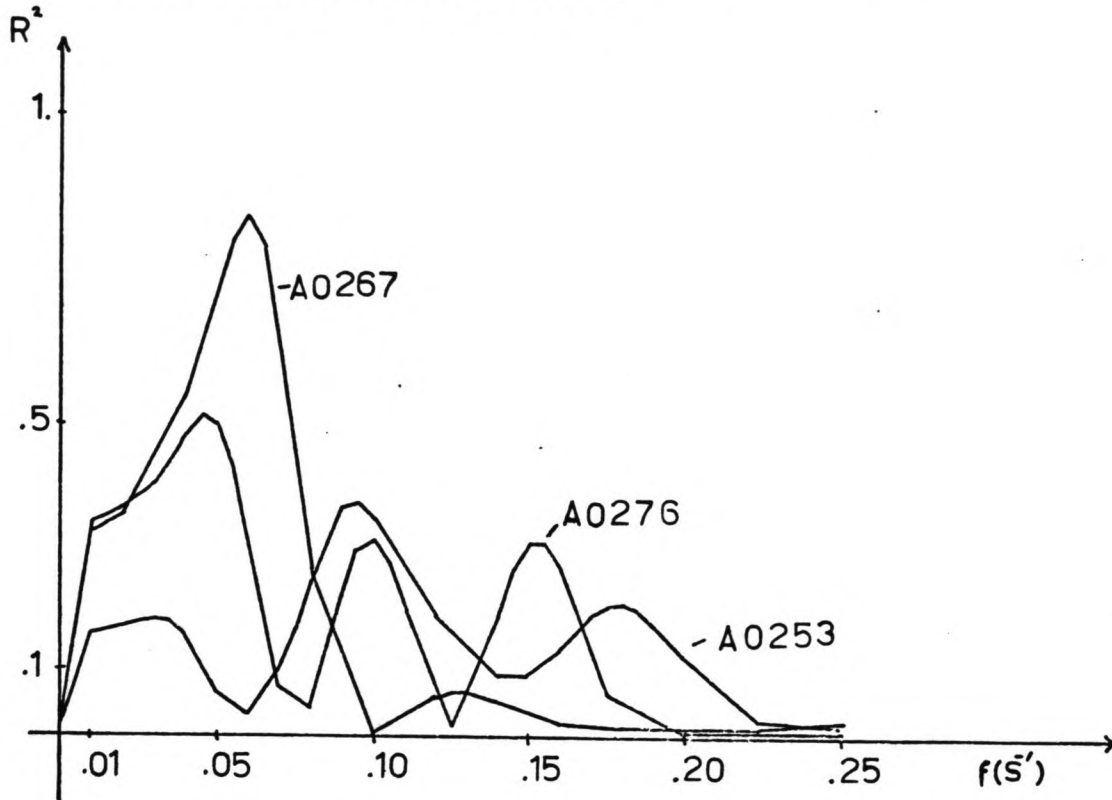


fig 4.2 Verloop van R^2 als functie van f , voor de vaarten A0253, A0267 en A0276

Uit bovenstaande berekeningen moge duidelijk zijn dat het niet goed mogelijk is achter de gegevens van elke vaart dezelfde periodieke functie te zetten. Er zijn dus wel degelijk interactiecomponenten in het model. Aangezien deze, in verband met het stochastisch zijn van de vaarten, een stochastisch karakter hebben, lijkt het de eenvoudigste oplossing om ze op te nemen in de andere stochastische component van het model en om daarin dan ook de componenten β_j op te nemen. Deze blijken namelijk geen reële betekenis te hebben. Het model wordt hiermee dus :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + Z_{ij} \quad (4.11)$$

Hierin is Z_{ij} het in hoofdstuk 3 genoemde stochastische proces.

Dit proces zal in het volgende hoofdstuk nader aan de orde komen.

Hoofdstuk 5 Statistische analyse : Tijdreeksanalyse

5.1 Inleiding; Doel van de analyse

Zoals in hoofdstuk 2 al is vermeld, zijn de verkorte reeksen uitwijkingen per vaart onderworpen aan een tijdreeksanalyse volgens de methode van Box - Jenkins.

De bedoeling hiervan is om ten eerste het vaargedrag per loods-roerganger combinatie nader te bestuderen, -waarbij vooral gekeken wordt naar de correlaties tussen de opeenvolgende uitwijkingen, de gemiddelde uitwijking per vaart en de standaardafwijking t.o.v. dat gemiddelde-, ten tweede om een poging te doen dit vaargedrag in een Box - Jenkins model vast te leggen, dus een model te vinden met parameters die voor alle vaarten door de betreffende loods-roerganger combinatie ongeveer hetzelfde zijn.

Wat het vaargedrag betreft is in hoofdstuk 3 al opgemerkt dat grote correlaties duiden op een regelmatig verlopende vaart met geleidelijke koersveranderingen (die natuurlijk ook voor een deel aan de eigenschappen van het schip te wijten zijn). De correlaties, het vaartgemiddelde en de standaardafwijking tezamen geven indicaties over de "in length" verdeling van de uitwijkingen per vaart.

Het bezit van een eenduidig model per loods-roerganger combinatie (N.B. voor de vaarten in de beschouwde situatie) kan van nut zijn bij de training en beoordeling (hoewel dit laatste met de grootst mogelijke voorzichtigheid en terughoudendheid dient te geburen) van loods-roerganger combinaties bij bestaande of nieuwe situaties.

5.2 De gevolgde procedure bij de analyse

De analyse is op de volgende wijze uitgevoerd :

Alle beschikbare vaarten, 23 voor loods-roerganger combinatie 1 en 2 voor loods-roerganger combinatie 2, zijn allereerst m.b.v. de SPSS-procedure "Box-Jenkins" geïdentificeerd, hetgeen wil zeggen dat aan de hand van de autocorrelatiefunctie en de partiële autocorrelatiefunctie bekeken is van welk model sprake kan zijn (zie bijlage B).

Het blijkt dat voor vrijwel alle vaarten sprake is van een autoregressief proces van de orde 2, een zgn. (2,0,0)-proces.

Vervolgens zijn 5 vaarten van loods-roerganger combinatie 1 nader bestudeerd, dat wil zeggen dat er voor die 5 vaarten modelparameters zijn geschat en dat deze parameters zijn getoetst volgens de methodes beschreven in bijlage B. Bij de selectie van de 5 vaarten is getracht zo verschillend mogelijke vaarten te nemen, afgaande op de verschillende typen autocorrelatiefuncties die gevonden zijn en op het aantal significant van nul verschillende partiële autocorrelatiecoëfficiënten.

5.3 Resultaten van de analyse

In fig. 5.1 zijn de twee typen autocorrelatiefuncties getekend, die voor de 25 vaarten gevonden zijn.

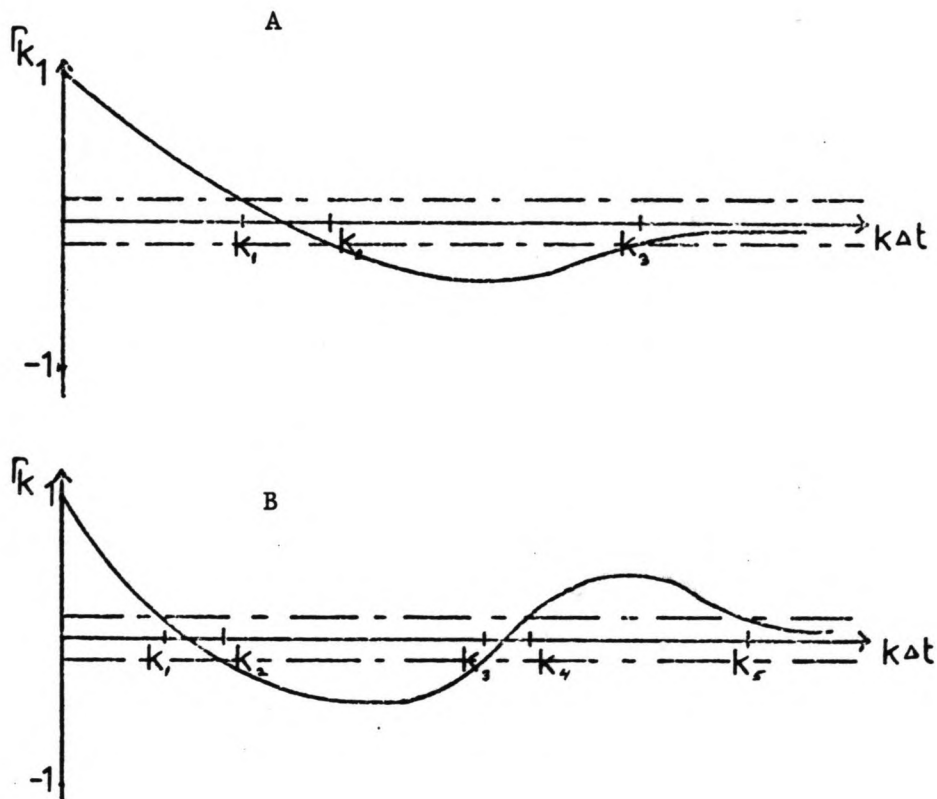


fig. 5.1 De twee gevonden typen autocorrelatiefuncties

In tabel 5.1 zijn de resultaten van de identifikatie verzameld. Vermeld zijn :

- a. Het vaartnummer
- b. Het gemiddelde en de standaardafwijking
- c. Welk type autocorrelatiefunctie de vaart heeft opgeleverd
- d. De waarden van de parameters k_i bij de getekende autocorrelatiefuncties (deze parameters geven aan wanneer de correlatie de grenzen van twee keer de standaardfout in r_k passeren, een streepje geeft aan dat de waarde voor k_i niet bereikt wordt)
- e. De waarden van de partiele autocorrelatiecoëfficiënten, die niet gelijk aan nul zijn

Vaart	Type	gem.	st.dev.	ϕ_{11}	ϕ_{22}	ϕ_{33}	k1	k2	k3	k4	k5
A0246	A	-39.8	35.69	.968	-.328	-	15	21	30		
247	B	-18.6	29.27	.933	-.207	-.215	8	11	25	29	43
249	A	-26.0	26.17	.946	-	-	10	18	-		
250	A	-32.0	22.46	.867	-	-	14	35	-		
251	A	-25.9	25.67	.928	-.228	-	8	12	24		
252	A	-22.8	25.93	.933	-.260	-	10	14	26		
253	A	- 2.0	46.87	.864	.272	-	11	17	30		
254	A	-22.4	37.31	.979	-.242	-	22	32	-		
255	A	- 7.6	33.09	.966	-	-	22	-	-		
256	A	-21.9	33.38	.942	-	-	23	29	-		
258	A	-23.6	40.16	.854	.342	-	15	22	-		
259	A	-14.2	33.50	.947	-.257	-.175	11	27	-		
260	B	-26.3	29.31	.945	-.346	-	8	11	27	35	-
261	B	16.5	27.27	.944	-.288	-	10	14	28	39	-
262	A	27.5	23.51	.912	-.278	-	8	38	-		
263	A	- .7	34.96	.767	.355	-	14	21	-		
264	A	-10.3	29.56	.969	-	-	20	26	-		
265	B	10.8	31.68	.952	-.238	-	15	-	-	29	-
266	A	-11.5	36.57	.959	-.526	-.188	8	27	-		
267	A	-12.3	35.20	.975	-.159	-	24	32	-		
276	A	- 4.4	33.69	.958	-	-	16	24	29		
277*	A	19.8	25.32	.943	-.240	-	18	-	-		
278	A	.8	22.11	.928	-	-	16	-	-		
279*	A	.5	30.56	.978	-.282	-	19	24	-		
280	A	26.7	25.77	.954	-.351	-	16	-	-		

* vaarten door loods-roerganger combinatie 2

Tabel 5.1 Resultaten Box-Jenkins identifikatie

Op basis van de resultaten in tabel 5.1 zijn de volgende 5 vaarten verder geanalyseerd : Vaart A0249, A0259, A0261, A0265 en A0276. Voor deze vaarten zijn de modelparameters geschat van de autoregressieve modellen $(2,0,0)$, $(3,0,0)$, $(1,1,0)$ en $(2,1,0)$. Dus niet alleen het veronderstelde $(2,0,0)$ -model is getoetst maar ook nog een hogere orde model en twee modellen met één differentie. De resultaten van de parameterschattingen en de toetsen zijn per vaart in een tabel weergegeven. In de tabel is telkens het model aangegeven, de bijbehorende parameters, het gemiddelde en de standaardafwijking van de residuen, het aantal van nul verschillende correlatiecoëfficiënten van de autocorrelatiefunctie van de residuen en de χ^2 -toets voor de 4 modellen (tabellen 5.2 t/m 5.6).

nr	model	parameters	gemiddelde residuen	stand.dev. residuen	aantal $r_k \neq 0$ (k=1,...,45)
I	(2,0,0)	$\phi_1 = 1.155$ $\phi_2 = -.184$	-.61	7.77	3
II	(3,0,0)	$\phi_1 = 1.130$ $\phi_2 = -.050$ $\phi_3 = -.111$	-.64	7.76	2
III	(1,1,0)	$\phi_1 = .169$	-.017	7.86	3
IV	(2,1,0)	$\phi_1 = .154$ $\phi_2 = .080$	$.2 \cdot 10^2$	7.86	2
χ^2 - diagnose					
k Δt :	χ^2 ;vrijheidsgraden				probability
k	I	II	III	IV	I | II | III | IV
6	5.4; 4	4.4; 3	5.1; 5	4.0; 4	.249 | .224 | .400 | .404
12	24.2; 10	22.9; 9	24.4; 11	23.1; 10	.007 | .006 | .011 | .010
18	27.3; 16	26.0; 15	27.6; 17	26.2; 16	.039 | .038 | .051 | .052
24	29.8; 22	28.6; 21	30.3; 23	28.9; 22	.123 | .125 | .141 | .148
30	31.1; 28	29.5; 27	31.7; 29	30.1; 28	.311 | .335 | .333 | .360
36	35.0; 34	33.3; 33	35.4; 35	33.6; 34	.421 | .455 | .451 | .487
42	39.0; 40	37.8; 39	39.1; 41	37.6; 40	.513 | .527 | .554 | .577
45	40.0; 43	38.5; 42	40.4; 44	38.7; 43	.600 | .624 | .628 | .657

Tabel 5.2 Resultaten nadere analyse vaart A0249

n	model	parameters	gemiddelde residuen	stand.dev. residuen	aantal $r \neq 0$ ($k=1, \dots, 45$)
I	(2,0,0)	$\phi_1 = 1.241$ $\phi_2 = -.286$	-.78	9.29	5
II	(3,0,0)	$\phi_1 = 1.190$ $\phi_2 = -.062$ $\phi_3 = -.184$	-.86	9.17	4
III	(1,1,0)	$\phi_1 = .266$	-.31	9.45	5
IV	(2,1,0)	$\phi_1 = .231$ $\phi_2 = .132$	-.27	9.40	4
χ^2 - diagnose					
kΔt:	χ^2 ;vrijheidsgraden				probability
k	I	II	III	IV	I | II | III | IV
6	12.4; 4	6.3; 3	11.0; 4	6.3; 4	.015 | .097 | .052 | .177
12	20.0; 10	12.9; 9	20.5; 11	15.0; 10	.029 | .165 | .039 | .132
18	23.9; 16	17.4; 15	24.8; 17	19.7; 16	.093 | .298 | .099 | .235
24	26.7; 22	20.7; 21	28.4; 23	23.6; 22	.223 | .478 | .200 | .368
30	34.1; 28	28.5; 27	35.5; 29	30.8; 28	.197 | .386 | .190 | .327
36	45.3; 34	36.1; 33	45.7; 39	38.2; 34	.093 | .325 | .107 | .284
42	54.6; 40	45.2; 39	54.9; 41	47.2; 40	.062 | .230 | .072 | .203
45	55.0; 43	46.2; 42	55.5; 44	48.2; 43	.104 | .302 | .115 | .270

Tabel 5.3 Resultaten nadere analyse vaart A0259

nr	model	parameters	gemiddelde residuen	stand.dev. residuen	aantal $r \neq 0$ ($k=1, \dots, 45$)
I	(2,0,0)	$\phi_1 = 1.262$ $\phi_2 = -.320$	.80	7.64	1
II	(3,0,0)	$\phi_1 = 1.238$ $\phi_2 = -.165$ $\phi_3 = -.118$	.90	7.60	2
III	(1,1,0)	$\phi_1 = .289$	.14	7.77	3
IV	(2,1,0)	$\phi_1 = .263$ $\phi_2 = .086$	.13	7.76	3
χ^2 - diagnose					
k Δt :	χ^2 ; vrijheidsgraden				probability
k	I	II	III	IV	I | II | III | IV
6	4.4; 4	1.8; 3	4.4; 5	2.9; 4	.351 | .609 | .496 | .570
12	9.0; 10	5.8; 9	8.5; 11	6.4; 10	.531 | .760 | .671 | .779
18	13.7; 16	10.2; 15	13.8; 17	11.6; 16	.625 | .811 | .681 | .770
24	23.1; 22	20.6; 21	23.5; 23	21.8; 22	.394 | .482 | .434 | .471
30	32.0; 28	29.5; 27	32.4; 29	30.9; 28	.274 | .338 | .301 | .321
36	34.3; 34	32.3; 33	35.0; 35	33.9; 34	.454 | .500 | .468 | .473
42	40.4; 40	38.6; 39	41.2; 41	40.3; 40	.452 | .490 | .460 | .459
45	44.0; 43	43.1; 42	45.1; 44	44.7; 43	.428 | .424 | .428 | .402

Tabel 5.4 Resultaten nadere analyse vaart A0261

nr	model	parameters	gemiddelde residuen	stand.dev. residuen	aantal $x_k \neq 0$ (k=1,...,45)
I	(2,0,0)	$\phi_1 = 1.217$ $\phi_2 = -.260$	.32	8.39	2
II	(3,0,0)	$\phi_1 = 1.214$ $\phi_2 = -.313$ $\phi_3 = .060$	.25	8.39	2
III	(1,1,0)	$\phi_1 = .230$	-.25	8.50	4
IV	(2,1,0)	$\phi_1 = .257$ $\phi_2 = -.106$	-.28	8.48	4
χ^2 - diagnose					
kΔt:	χ^2 ;vrijheidsgraden				probability
k	I	II	III	IV	I | II | III | IV
6	6.5; 4	5.4; 3	5.8; 5	4.4; 4	.166 | .146 | .328 | .355
12	11.0; 10	9.7; 9	12.1; 11	9.9; 10	.355 | .374 | .359 | .449
18	16.2; 16	14.8; 15	18.0; 17	15.8; 16	.438 | .465 | .388 | .464
24	20.4; 22	19.9; 21	23.1; 23	22.3; 22	.559 | .530 | .456 | .442
30	24.4; 28	24.7; 27	27.9; 29	28.2; 28	.659 | .594 | .524 | .456
36	34.7; 34	37.4; 33	37.8; 35	41.4; 34	.432 | .274 | .343 | .180
42	42.3; 40	44.4; 39	45.0; 41	47.6; 40	.373 | .253 | .309 | .192
45	42.7; 43	45.0; 42	45.2; 44	47.9; 43	.485 | .347 | .423 | .281

Tabel 5.5 Resultaten nadere analyse vaart A0265

nr	model	parameters	gemiddelde residuen	stand.dev. residuen	aantal $r_k \neq 0$ (k=1,...,45)
I	(2,0,0)	$\phi_1 = 1.152$ $\phi_2 = -.171$	-.47	7.46	2
II	(3,0,0)	$\phi_1 = 1.154$ $\phi_2 = -.119$ $\phi_3 = -.058$	-.45	7.46	2
III	(1,1,0)	$\phi_1 = .156$	-.48	7.49	3
IV	(2,1,0)	$\phi_1 = .147$ $\phi_2 = .057$	-.46	7.50	3
χ^2 - diagnose					
$k_{\Delta t}$	χ^2 ;vrijheidsgraden				probability
k	I	II	III	IV	I | II | III | IV
6	9.9; 4	9.0; 3	9.1; 5	8.2; 4	.043 | .029 | .104 | .085
12	16.0; 10	15.0; 9	14.9; 11	13.6; 10	.099 | .092 | .186 | .191
18	26.7; 16	26.1; 15	26.0; 17	25.3; 16	.045 | .037 | .075 | .065
24	29.3; 22	28.2; 21	28.6; 23	27.6; 22	.137 | .134 | .193 | .188
30	35.0; 28	33.4; 27	34.1; 29	32.8; 28	.171 | .183 | .235 | .242
36	46.4; 34	45.6; 33	45.8; 35	45.3; 34	.077 | .071 | .105 | .093
42	52.7; 40	51.6; 39	52.3; 41	51.6; 40	.086 | .085 | .111 | .104
45	52.9; 43	51.8; 42	52.5; 44	51.7; 43	.143 | .144 | .178 | .170

Tabel 5.6 Nadere analyse vaart A0276

5.4 Conclusies n.a.v. de analyse

Naar aanleiding van de resultaten van de Box - Jenkins analyse kunnen de volgende conclusies getrokken worden :

- a. Aangaande het vaartgemiddelde en de standaardafwijking :
 - Het vaartgemiddelde is voor elke vaart verschillend, doch

overwegend negatief. Het vaartgemiddelde voor loods roerganger combinatie 1 varieert van -39.80 tot 27.51 meter.

- De standaardafwijking is voor alle vaarten in de orde van 30 meter. Er is geen afname waar te nemen van de standaard afwijking tijdens het verloop van de proeven, van een leerproces is dus geen sprake.

b. Aangaande het model voor alle vaarten :

- Een (2,0,0)-model voor alle vaarten lijkt gerechtvaardigd, gezien het aantal partiële autocorrelatiecoëfficiënten ongelijk aan 0 en gezien de vorm van de autocorrelatie functies. Verder is er slechts een geringe variatie tussen de ϕ_{11} - en ϕ_{22} -waarden per vaart, hetgeen erop kan duiden dat er inderdaad sprake kan zijn van één model voor de vaarten door een loods-roerganger combinatie.

c. Aangaande de 5 nader bestudeerde vaarten :

- Een (2,0,0)-model lijkt goed te voldoen in alle gevallen, gezien de χ^2 -toets en de autocorrelatiefunctie van de residuen, te meer daar de overige modellen geen wezenlijke verbetering te zien geven, zowel wat betreft de χ^2 -toets als wat betreft de autocorrelatiefunctie van de residuen.

d. Aangaande een eenduidig model voor de loods-roerganger combinatie :

- Wanneer van de 5 nader geanalyseerde vaarten de waarden van ϕ_1 en ϕ_2 naast elkaar gezet worden, dan blijken deze niet veel te verschillen :

A0249 :	$\phi_1 = 1.155$	$\phi_2 = -.184$
A0259 :	$\phi_1 = 1.241$	$\phi_2 = -.286$
A0261 :	$\phi_1 = 1.282$	$\phi_2 = -.320$
A0265 :	$\phi_1 = 1.217$	$\phi_2 = -.260$
A0276 :	$\phi_1 = 1.152$	$\phi_2 = -.171$

Dit gevoegd bij het feit dat de eerste schattingen van ϕ_1 en ϕ_2 , ϕ_{11} en ϕ_{22} , voor de overige vaarten niet ver uiteenlopen maakt het toelaatbaar om voor de betreffende loods-roerganger combinatie het volgende model op te stellen, waarbij voor ϕ_1 en ϕ_2 de respectievelijke gemiddelde waarden zijn genomen van de ϕ_1 's en ϕ_2 's,

gevonden bij de 5 nader bestudeerde vaarten :

$$z_t = 1.209 z_{t-1} + (-.244) z_{t-2} + a_t \quad (5.1)$$

(Het blijkt dat het (2,0,0)-model van vaart A0265 vrijwel geheel aan dit model voldoet.)

- e. Het bovenstaande model geldt voor de componenten Z_{ij} van het model uit hoofdstuk 3. Voor de waarnemingen Z_{ij} geldt dus uiteindelijk als voor deze loods-roerganger combinatie passend model :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + Z_{ij} \quad (5.2)$$

$$\text{met } Z_{ij} = 1.209 Z_{i,j-1} - 0.244 Z_{i,j-2} + a_{ij} \quad (5.3)$$

Hoofdstuk 6 De berekening van de kans op geulrandoverschrijding

6.1 Inleiding

De kans dat bij een vaart de geulrand gepasseerd wordt hangt natuurlijk af van de eigenschappen van het stochastische proces dat die vaart representeert. In de volgende paragrafen worden methoden behandeld die voor de berekening van de kans gebruikt kunnen worden of gebruikt zijn.

6.2 Berekening van de kans op basis van een extreme waarden verdeling per vaart

De kans dat bij een vaart geen geulrandberoering optreedt is de kans dat de minimale en maximale waarde van het proces tussen de door de geulrand gegeven grenzen blijven. De berekening ervan is dus een uiterste waarden probleem en kan bijvoorbeeld gebaseerd worden op de in Battjes [2] gegeven formule (5.48). De kans dat het maximum (d.w.z. de extreme uitwijking aan stuurboordzijde van de geulas) kleiner is dan een bepaalde waarde u is dan

$$P(u) = \exp \left[-\sqrt{m_2} / \sigma \cdot D \cdot \exp \left(- (u - \mu)^2 / (2 \sigma^2) \right) \right] \quad (6.1)$$

Hierin is μ het procesgemiddelde, σ de standaardafwijking van het proces, D de duur van de vaart in de bij de analyse gebruikte eenheden (in ons geval is dus $D \approx 160$) en m_2 is het tweede moment van het variantiespectrum van het proces. Het schatten van μ en σ levert geen enkel probleem op, de schatting van m_2 is wat gecompliceerder. Men kan daarvoor op twee manieren te werk gaan.

Bij de eerste methode wordt uitgegaan van het in hoofdstuk 5 als basis voor de vaarten gevonden autoregressieve proces van de orde 2. Bij dat proces zijn de auto-regressie constanten op 1.209 en - 0.244 geschat. Daarbij hoort de autocorrelatiefunctie (voor $t = \dots, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, \dots$)

$$1.0271 \cdot (0.953)^{|t|} - 0.0271 \cdot (0.256)^{|t|} \quad (6.2)$$

Als men de gebruikte gegevens beschouwt als een "sample" uit een continu stochastisch proces kan men de autocorrelatiefunctie ook

beschouwen als autocorrelatiefunctie van dat proces. Hij geldt dan voor alle reële waarden van t . Erbij hoort het spectrum (voor $-\infty < f < \infty$)

$$2 \pi A / [(2 \pi f)^4 + 2a (2 \pi f)^2 + b] \quad (6.3)$$

met $A = 0.0295$, $a = 0.9292$ en $b = 0.0043$.

Vermenigvuldiging met σ^2 levert het variantiespectrum en integratie van het produkt van f^2 en dat variantiespectrum geeft m_2 . Gevonden wordt

$$\sqrt{m_2} = 0.0408 \sigma \quad (6.4)$$

Dus

$$\sqrt{m_2} / \sigma D = 6.53 \quad (6.5)$$

Een andere mogelijkheid om $D \sqrt{m_2} / \sigma$ te bepalen is het tellen van het aantal doorgangen door het gemiddelde niveau (nuldoorgangen) van het proces. De verwachting daarvan is nl. (zie Battjes [2], par. 5.3) gelijk aan $D \sqrt{m_2} / \sigma$ en het over de vaarten gemiddelde aantal doorgangen moet dus een schatting van die grootheid opleveren. In ons geval is hij 8.0.

De bepaling van de kans dat het minimum (d.w.z. de extreme uitwijking aan de bakboordzijde van de geulas) groter is dan een bepaalde waarde v (ofwel kleiner dan de absolute waarde van v) is

$$P(v) = \exp [- D \sqrt{m_2} / \sigma \cdot \exp (-(v - \mu)^2 / (2 \sigma^2))] \quad (6.6)$$

En omdat bekend is dat minimum en maximum bij niet te kortdurende processen vrijwel onafhankelijk zijn is de kans op geulrandberoering (natuurlijk moet $v < u$)

$$P(u, v) = 1 - P(u) \cdot P(v) \quad (6.7)$$

Met de boven gevonden waarde van 6.53 voor $D \sqrt{m_2} / \sigma$ en met het vaartgemiddelde als schatting voor μ en voor $\sigma = 31.3$ is voor enkele combinaties van u en v $P(u, v)$ voor alle vaarten bepaald. De resultaten zijn vermeld in tabel 6.1

u = 95	u = 105	u = 115	u = 125
v = -115	v = -125	v = -135	v = -145
0.306	0.149	0.062	0.022
0.064	0.023	0.007	0.002
0.112	0.044	0.015	0.005
0.178	0.076	0.029	0.010
0.111	0.044	0.015	0.005
0.087	0.033	0.011	0.003
0.061	0.022	0.007	0.002
0.084	0.031	0.010	0.003
0.047	0.016	0.005	0.001
0.081	0.030	0.010	0.003
0.092	0.035	0.012	0.004
0.050	0.017	0.005	0.001
0.114	0.045	0.016	0.005
0.246	0.113	0.045	0.016
0.472	0.263	0.123	0.050
0.067	0.024	0.008	0.002
0.046	0.015	0.004	0.001
0.162	0.069	0.025	0.008
0.046	0.015	0.005	0.001
0.047	0.016	0.005	0.001
0.053	0.018	0.006	0.002
0.075	0.027	0.009	0.003
0.453	0.249	0.115	0.050
0.133	0.060	0.024	0.009
			Gemiddeld

Tabel 6.1 De overschrijdingskans per vaart door loods
-roerganger combinatie 1, bij verschillende
geulbreedten

De onder de kolommen in de tabel gegeven gemiddelden geven een goed inzicht in bij de gebruikte geulbreedten optredende risico's.

De hier geschetste methode heeft het voordeel dat hij direkt kansen produceert en aanknoopt bij de procesbeschrijving van de vorige hoofdstukken. Zijn nadelen zijn dat de berekende kansen bij uitvoeriger experimenten wat moeilijker te hanteren zijn in de statistische analyse en dat de berekening gebaseerd is op de veronderstelling van normaal verdeeld zijn van de waarnemingen

(dat geldt trouwens ook voor de andere, nog te behandelen methoden). De afhankelijkheid van het na de analyse gekozen model kan vermeden worden door de schatting van $D\sqrt{m_2}/\sigma$ te baseren op het aantal nuldoorgangen.

6.3 Andere methoden voor de berekening van de kans op geulrandoverschrijding

De tot nu toe meest gebruikte methoden waarmee de kans berekend wordt dat een schip de geulrand beroert, zijn onder te verdelen in twee soorten :

a. Methodes waarbij de kans berekend wordt op basis van verdelingen van uitwijkingen die gevonden zijn in een of meer raaien, die loodrecht op de geulas georiënteerd zijn.

b. Methodes waarbij de kans berekend wordt op basis van verdelingen van uitwijkingen over de gehele geullengte, zogenaamde "in length" verdelingen.

Op beide soorten van methodes zal ingegaan worden, zij het niet al te diepgaand. Begonnen wordt met de "raai-methodes".

Witt beschrijft in [1] een veel gebruikte methode, die erop neer komt dat in een aantal raaien van de beschouwde geul gekeken wordt naar de verdeling van de uitwijkingen van het "swept path" van het schip, die gevonden zijn bij een bepaald aantal vaarten. Per raai zijn er dus twee verdelingen voor de uitwijkingen van het schip : één voor de uiterste punt van het schip aan stuurboordzijde en één voor de uiterste punt aan bakboordzijde, t.o.v. de geulas. Zie fig. 6.1.

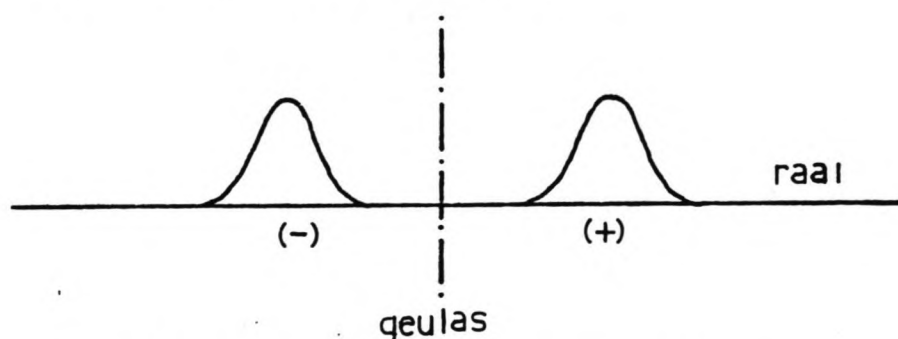


Fig. 6.1 De twee verdelingen per raai

Per raai kan nu, onder de aanname van het normaal zijn van de gevonden verdelingen en na vaststelling van schattingen voor het

gemiddelde μ en de standaardafwijking σ per verdeling, de kans bepaald worden dat het schip de geulrand, gelegen op een zekere afstand B van de geulas, overschrijdt. Dit kan voor zowel de geulrand gelegen aan bakboordzijde van de geulas als voor de rand gelegen aan stuurboordzijde. Andersom redenerend kan door gebruikmaking van de zgn. z -score de afstand B berekend worden, die vereist is bij een bepaalde geaccepteerde kans van overschrijding :

$$z_p = (B - \mu) / \sigma \quad (6.8)$$

waarbij z_p behoort bij de geaccepteerde kans p van overschrijden en volgt uit de tabellen van de standaard normale verdeling.

Bij deze methode is het dus mogelijk per raai "halve" geulbreedten te berekenen die een bepaalde geaccepteerde kans van overschrijden hebben, of voor een vastgestelde "halve" geulbreedte een kans van overschrijden te bepalen. (Benadrukt wordt dat het hier om "halve" geulbreedten gaat, die een zekere overschrijdingskans hebben. Het is onjuist bij de bepaling van de gehele geulbreedte in de raai de twee gevonden "halve" geulbreedten op te tellen en vervolgens te stellen dat de kans op overschrijden van één van de twee geulranden de som is van de twee afzonderlijke geaccepteerde kansen. Dit is vanwege het niet onafhankelijk zijn van de twee gevonden verdelingen. Tussen de waarnemingen van de twee afzonderlijke verdelingen zal zeker een negatieve correlatie zijn. Het zonder meer optellen van de afzonderlijke kansen is alleen geoorloofd indien de twee verdelingen onafhankelijk zijn.)

Geconcludeerd kan worden dat deze methode goed geschikt is voor de berekening van de kans op geulrandoverschrijding aan een van te voren vastgestelde kant van de geulas in een bepaalde raai, bijvoorbeeld in een bocht.

Voor de bepaling van de kans op overschrijding van de geulrand - aan bakboord- of aan stuurboordzijde van de geulas - voor de gehele geul is hij minder geschikt. Daarvoor zou het nodig zijn de kansen van overschrijding te bepalen in een aantal raaien, die zover van elkaar verwijderd zijn dat aangenomen kan worden dat de waarnemingen onafhankelijk zijn van elkaar. Hiervoor zou dus de autocorrelatiefunctie van de uitwijkingen bekend dienen te zijn (zie hoofdstuk 5). De overschrijdingskans voor de gehele geul zou dan berekend kunnen worden aan de hand van de binomiale kansverdeling

$$\binom{N}{x} p^x (1 - p)^{N-x}$$

(6.9)

Hierin is N het aantal raaien, x het aantal keren dat de geulrand overschreden wordt (hier dus gelijk aan 1 of meer) en p de kans op overschrijding van de geulrand per raai, die gemakshalve voor alle raaien gelijk is aangenomen. Merk op dat bij toenemende N de kans eveneens toeneemt.

Het ligt voor de hand om ook deze methode als ongeschikt te bestempelen, vooral gezien de afhankelijkheid van de kans van N .

Burgers en Peerlkamp in [3] en Burgers en Loman in [4] beschrijven eveneens een "raai"-methode zoals hierboven is weergegeven, die echter op een paar punten afwijkt.

Ook zij gaan uit van overschrijdingskansen die per raai gevonden zijn aan de hand van de "swept path"-verdelingen. (Zij doen daarbij de aanname dat de waarnemingen van de twee gevonden verdelingen wel onafhankelijk zijn. Dit is dus onjuist i.v.m. de negatieve correlaties tussen de waarnemingen.)

Vervolgens construeren zij, uitgaande van de gevonden verdelingen in een aantal raaien van de geul, lijnen die (met een zekere betrouwbaarheid) een bepaalde kans van overschrijden hebben. Uit de ligging van deze lijnen t.o.v. de geulas zou de breedte van de geul moeten volgen, met een overschrijdingskans die gelijk is aan de kans die voor de eerder genoemde lijnen is aangehouden.

In de huidige vorm dient deze methode onjuist geacht te worden. Ten eerste vanwege de verkeerde veronderstelling van onafhankelijkheid tussen de "swept path" verdelingen per raai, ten tweede vanwege het feit dat er geen rekening gehouden wordt met het afhankelijk zijn van de waarnemingen in opeenvolgende raaien (zie de opmerking hierover bij de bespreking van de methode die Witt in [1] beschrijft) en ten derde omdat de manier waarop het betrouwbaarheidsinterval van de "overschrijdingslijnen" bepaald wordt niet helemaal correct is. (Voor dit laatste wordt verwezen naar het boek "Introduction to statistical analysis" van W.J. Dixon en F.J. Massey, paragraaf 9.7 en tabel A.16, of naar het boek van A.Hald, "Statistical theory with engineering applications", paragraaf 11.10.)

Wat de aanpassing betreft van de "swept path" verdelingen, die Burgers en Loman in [4] toepassen, i.c. een correctie voor het mogelijk niet normaal zijn van deze verdelingen d.m.v. transformaties en correcties voor eventuele scheefheid en gepiekttheid, hiervan kan alleen gezegd worden dat het een bijzonder hachelijke zaak is om, afgaande op een beperkt aantal

waarnemingen, de veronderstelling te doen dat de verdelingen scheef zijn en dat het een nog hachelijker zaak is om uitgaande van die beperkte hoeveelheid gegevens de door hen genoemde correcties uit te voeren. Zij geven overigens niet duidelijk aan hoe die correcties tot stand komen.

Bij de tweede soort van methoden wordt, zoals reeds eerder opgemerkt, gebruik gemaakt van verdelingen over de gehele geul, waarbij vaarten afzonderlijk bekeken worden.

Oldenkamp beschrijft in [5] een dergelijke "in length" methode (zie ook [6]). Hierbij wordt uitgegaan van een normale verdeling ("in length") van de uitwijkingen van het schip t.o.v. de geulas of t.o.v. de gewenste koerslijn. De gemiddelde positie van het schip is dan gelijk aan deze gewenste koerslijn en de variatie om deze lijn wordt gegeven door de standaardafwijking. Vervolgens wordt er een verdeling bepaald voor de relatieve extreme uitwijkingen. Dit gebeurt via beschouwingen van het vaarproces en via berekeningen met behulp van de gemiddelde periode tussen nuldoorgangen en de gemiddelde periode tussen relatieve extremen. Deze methode kan heel goed gebruikt worden, zij het dat hij nog enige uitbreiding behoeft. Ten eerste dient er gekeken te worden naar de uitwijkingen van de uiterste punten van het schip, aan stuurboord- en bakboordzijde van de geulas. (Bij de methode zoals die door Oldenkamp beschreven wordt is niet geheel duidelijk of dit inderdaad gedaan wordt, of dat er gekeken wordt naar de uitwijkingen van het zwaartepunt van het schip.) Verder dient de kans op geulrand overschrijding niet bepaald te worden op basis van de verdeling van alle relatieve extremen, maar op basis van de extremen boven een bepaald niveau, X . Deze verdeling volgt uit de verdeling van de relatieve extremen en de waarde van het beschouwde niveau X (zie Battjes [2]). Wanneer de methode op bovenstaande wijze uitgebreid wordt vertoont hij een grote overeenkomst met de methode die beschreven is in paragraaf 6.2.

Een andere "in length" methode wordt gesuggereerd in het rapport "Schepen in dwarsstroom" [7]. Hierbij wordt elke vaart gekenmerkt door $100 \cdot$ de logaritme van de absolute waarde van de maximale uitwijking die een uiterst punt van het schip t.o.v. de geulas heeft gemaakt tijdens de vaart. Wanneer al de getransformeerde extreme waarden, behorende bij de vaarten gemaakt door een loods-roerganger combinatie, worden verzameld, kan empirisch een verdeling vastgesteld worden voor deze getransformeerde extremen.

Hiermee kan een kans op geulrandoverschrijding berekend kan worden, voor de vaarten gemaakt door de betreffende loods-roerganger combinatie. Deze empirische methode kan als heel bruikbaar beschouwd worden en zal daarom hieronder, in iets gewijzigde vorm, uitgewerkt worden. Hierbij zal gebruik gemaakt worden van de extreme uitwijkingen die gevonden zijn bij de vaarten die in de vorige hoofdstukken al uitgebreid besproken zijn.

Bij de methode die hier voorgesteld wordt, wordt elke vaart gekarakteriseerd door twee extreme waarden : de maximale uitwijking aan stuurboordzijde van de geulas en de maximale uitwijking aan bakboordzijde van de geulas. In tabel 6.2 zijn de beschouwde vaarten vermeld plus de extreme uitwijkingen.

Vaart	Stuurboordextreem (+)	Bakboordextreem (-)
A0246	30.91	- 138.42
247	46.18	- 73.09
249	26.63	- 81.10
250	23.60	- 82.86
251	30.61	- 75.94
252	40.17	- 81.21
253	87.43	- 106.38
254	77.25	- 77.77
255	55.49	- 59.85
256	78.07	- 64.39
258	63.49	- 79.57
259	60.88	- 85.91
260	44.30	- 96.27
261	62.49	- 70.75
262	64.10	- 43.24
263	53.26	- 70.61
264	44.69	- 58.30
265	71.58	- 41.47
266	61.85	- 115.69
267	55.25	- 60.73
276	42.29	- 82.37
278	46.95	- 34.69
280	51.70	- 41.03

Tabel 6.2 Extreme uitwijkingen bij de vaarten gemaakt door loods-roerganger combinatie 1

Aangenomen wordt nu dat wanneer de logaritme van de absolute waarde van de extremen wordt genomen, de getransformeerde extremen ongeveer normaal verdeeld zijn. (Ofwel dat de extreme waarden zelf ongeveer log-normaal verdeeld zijn.) Om deze aanname te controleren zijn de getransformeerde extremen op normaal verdeeld papier uitgezet, zie fig. 6.2.

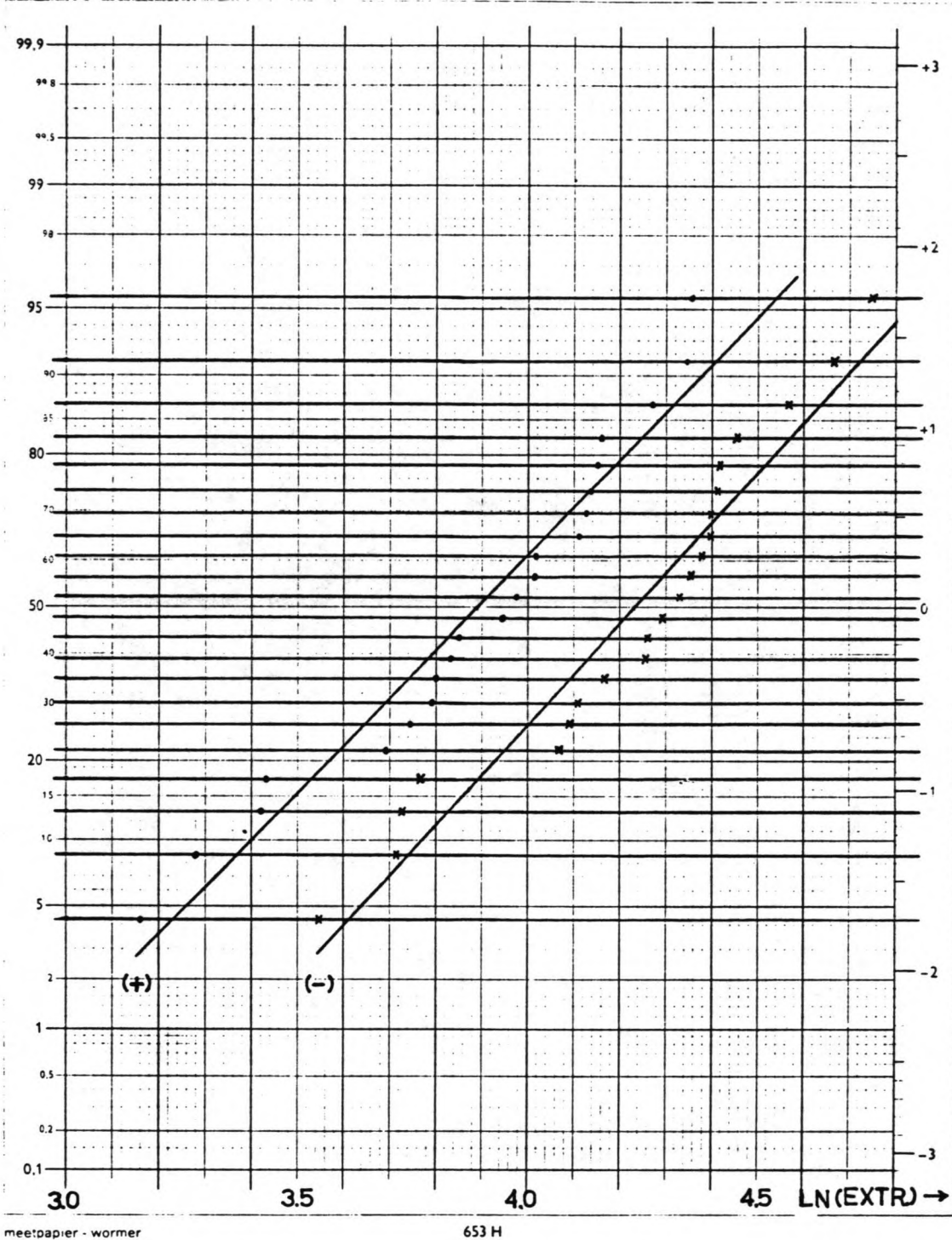


Fig. 6.2 De getransformeerde extreme uitwijkingen uitgezet op normaal verdeeld papier.

Daarvoor zijn allereerst de getransformeerde extremen in opklimmende grootte gerangschikt (voor de stuurboord- en de bakboordzijde afzonderlijk) en is er per extreem de onderschrijdingskans berekend volgens de formule $P(\text{onderschrijding}) = i/n$, met i is het rangnummer en n het aantal extremen, in dit geval 23. De rechte lijnen in fig. 6.2 zijn verkregen via lineaire regressie, nadat voor de onderschrijdingskansen de bijbehorende score u in de formule voor de standaard normale verdeling $\int_{-\infty}^u \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp(-x^2/2) dx$ is bepaald.

Voor de stuurboordextremen wordt de vergelijking van de lijn :

$$u = 2.621 x - 10.201, \text{ met } r = .973 \quad (6.10)$$

Voor de bakboordextremen :

$$u = 2.762 x - 11.687, \text{ met } r = .966 \quad (6.11)$$

Het gemiddelde en de standaardafwijking zijn voor de beide verdelingen te berekenen uit de gevonden vergelijkingen van de lijnen.

Voor de stuurboordextremen wordt gevonden : $\mu = 49.01, \sigma = 22.77$.

Voor de bakboordextremen : $\mu = 68.81, \sigma = 30.02$.

Om te toetsen of de beschouwde logaritmisch getransformeerde extremen inderdaad normaal verdeeld zijn, met gemiddelde en standaardafwijking zoals hierboven berekend, is de Kolmogorov-Smirnov test uitgevoerd. Hiervoor zijn de maximale afwijkingen tussen de kansen die gevonden zijn op basis van de aangenomen verdelingen en de empirisch vastgestelde kansen berekend (D_{\max}). Voor de verdeling van de stuurboordextremen is voor D_{\max} de waarde .1347 gevonden en voor de verdeling van de bakboordextremen de waarde .1804. Daarmee wordt de toetsingsgrootte $T(D) = D_{\max} (\sqrt{n} - .01 + .85/\sqrt{n})$ resp. .6686 en .8948. Deze waarden voor $T(D)$ geven geen aanleiding om de aanname te verwerpen dat de verdelingen inderdaad ongeveer normaal zijn.

Het is nu mogelijk, uitgaande van de twee gevonden verdelingen voor de extreme uitwijkingen, geulbreedten te bepalen met een geaccepteerde overschrijdingskans. Dit is mogelijk omdat de twee verdelingen als onafhankelijk zijn te beschouwen. De extreme uitwijkingen zijn weliswaar telkens per paar voor elke vaart

bepaald, doch in het algemeen liggen de tijdstippen waarvoor het stuurboordextreem en het bakboordextreem gevonden zijn zo ver uit elkaar, dat er van onafhankelijke waarnemingen gesproken kan worden. In fig 6.3 wordt de juistheid van deze veronderstelling bevestigd : de puntenwolk die ontstaat wanneer de extremen gevonden per vaart tegen elkaar uitgezet worden toont duidelijk aan dat er geen enkel verband is tussen de gevonden extreme uitwijkingen.

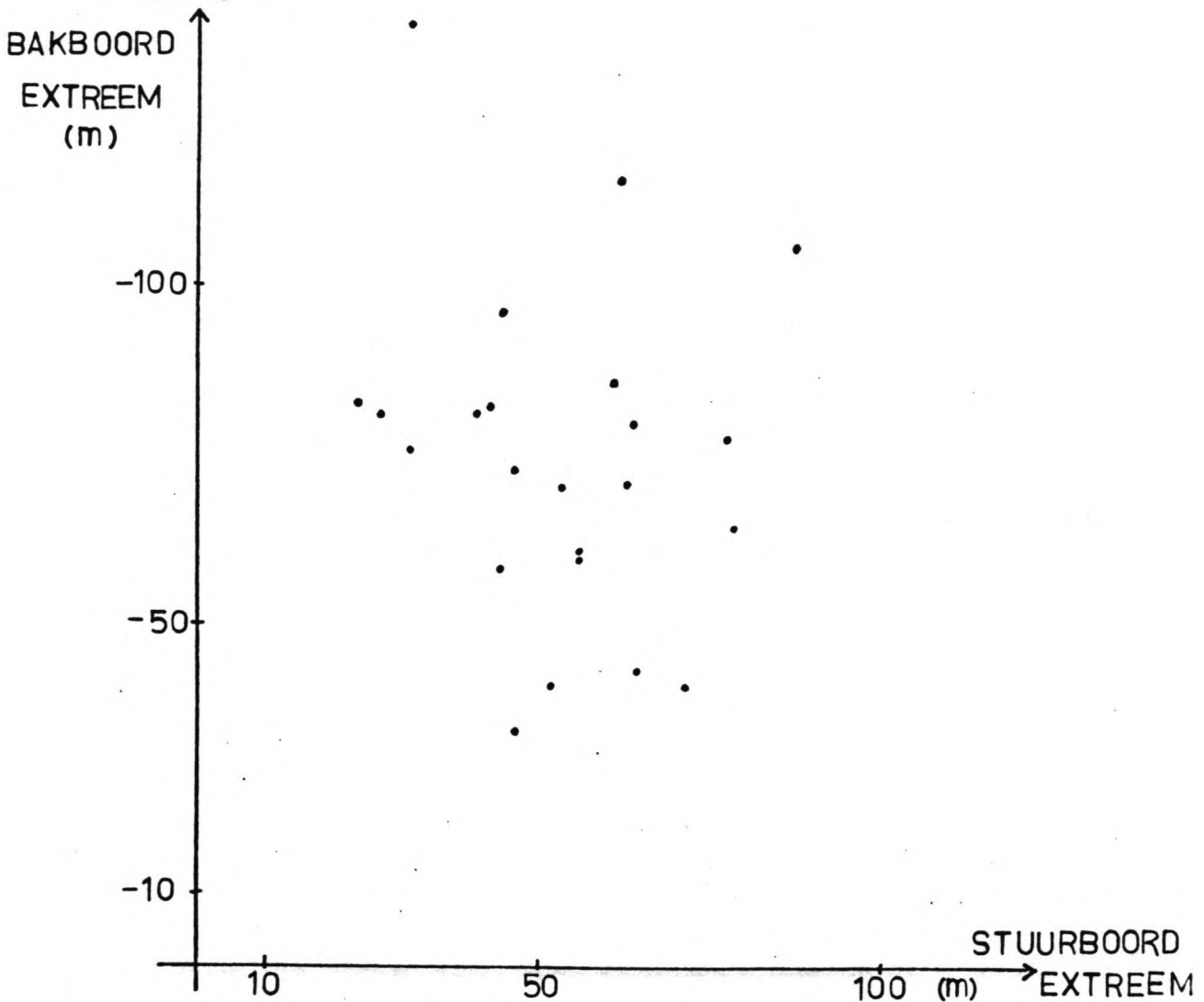


Fig. 6.3 De extreme uitwijkingen, gevonden per vaart, tegen elkaar uitgezet.

Vanwege de onafhankelijkheid kan formule (6.7) gebruikt worden, met $P(u)$ is de kans dat een bepaalde waarde u aan stuurboordzijde van de geulas niet wordt overschreden en $P(v)$ is de kans dat een bepaalde waarde v aan bakboordzijde van de geulas niet wordt overschreden. De berekening van de breedte van de geul met een geaccepteerde overschrijdingskans van 0.01 verloopt als volgt :

Uit de aanvaarde kans van 0.01 volgt dat de kans dat de geulbreedte niet overschreden wordt 0.99 moet zijn. Wanneer voor beide zijden van de geulas een gelijke kans van "niet overschrijden" wordt aangehouden, dan geldt dus dat deze kans $\sqrt{.99} = .995$ is. Met behulp van de tabel van de standaard normale verdeling volgt de waarde van de score u (niet te verwarren met de afstand u tussen de stuurboordgeulrand en de geulas) in de vergelijkingen (6.10) en (6.11). Deze blijkt 2.575 te zijn. Daaruit volgt dat de geulrand aan stuurboordzijde $\exp[(2.575 + 10.201)/2.621] = 131$ meter van de geulas verwijderd moet zijn. Voor de geulrand aan bakboordzijde bedraagt deze afstand $\exp[(2.575 + 11.687)/2.762] = 175$ meter. De geul dient, op basis van deze methode, dus in totaal 306 meter breed te zijn om een kans van 0.01 te hebben om overschreden te worden tijdens vaarten gemaakt door loods-roerganger combinatie 1.

Om een vergelijking te kunnen maken met de methode die beschreven is in paragraaf 6.2, is voor de geulbreedten die bepaald worden door de verschillende waarden van u en v die in tabel 6.1 zijn vermeld ook met deze methode de overschrijdingskansen berekend. De resultaten van beide methoden zijn vermeld in tabel 6.3.

	$u = 95$	$u = 105$	$u = 115$	$u = 125$
	$v = -115$	$v = -125$	$v = -135$	$v = -145$
kans via empirische methode	.116	.071	.044	.027
kans via methode paragraaf 6.2	.133	.060	.024	.009

Tabel 6.3 Overschrijdingskansen volgens empirische methode en volgens methode paragraaf 6.2

De uitkomsten lopen voor de hogere waarden van u en v wat uiteen. Desondanks vallen de verschillen mee. Immers, wanneer naar de geulbreedten gekeken wordt, berekend volgens de twee verschillende methoden, dan wordt voor de geulbreedte met een kans van overschrijden van 0.01 een breedte gevonden van 306 meter bij de empirische methode en een breedte van ongeveer 270 meter bij de methode van paragraaf 6.2. Dit is een verschil van

slechts 36 meter.

Concluderend kan gesteld worden dat de twee "in length" methoden, die hier uitvoerig zijn behandeld, goed bruikbaar zijn voor de bepaling van geulbreedten met een zekere geaccepteerde kans van overschrijden. Aan de empirische methode zou de voorkeur gegeven kunnen worden gezien de geringere hoeveelheid rekenwerk.

Hoofdstuk 7 Conclusies en aanbevelingen voor nader onderzoek

7.1 Conclusies

Naar aanleiding van de bij deze studie gevonden resultaten kunnen de volgende conclusies getrokken worden :

- Het lijkt verstandig om de uitkomsten van simulatorproeven eerst statistisch te analyseren voordat met de berekening van kansen op geulrandoverschrijding wordt begonnen. Deze kansen worden in sterke mate bepaald door het stochastische model dat de waarnemingen representeert. Met behulp van statistische analyses kan een dergelijk model vastgesteld worden.

- Vooral het toepassen van een tijdreeksanalyse op de uitkomsten van elke vaart met de simulator lijkt zinnig, omdat dan de mogelijkheid bestaat het vaargedrag van een loods of een loods-roerganger combinatie vast te leggen in een model. Voorts kan dan, op basis van de parameters van dit model, een kans van overschrijden berekend worden bij een bepaalde geulconfiguratie, voor de vaarten die gemaakt worden door de bewuste loods-roerganger combinatie.

- Voor de berekening van overschrijdingskansen over de gehele geullengte of voor de bepaling van de breedte van een geul met een geaccepteerde kans van overschrijden lijken de zogenoemde "raai-methoden" minder geschikt. Wel geschikt zijn zogenoemde "in length methoden" die gebruik maken van extreme waarden verdelingen, per vaart (de methode van paragraaf 6.2), of voor alle vaarten van een loods-roerganger combinatie (de "empirische" methode). Vooral deze laatste methode is heel aantrekkelijk, gezien de relatief geringe hoeveelheid rekenwerk.

- De twee hierboven genoemde "in length methoden" ontlopen elkaar niet veel wat betreft de gevonden geulbreedten bij een zekere overschrijdingskans. Dit in tegenstelling tot de vijf verschillende methoden die Witt in [1] heeft beschreven respektievelijk aangehaald.

- Aangaande de juiste wijze van het opzetten van simulatorproeven is geen uitspraak mogelijk geweest vanwege de beperkte hoeveelheid gegevens. Gezien de significante verschillen tussen de gevonden vaartgemiddelden is het gewenst verder onderzoek te doen naar de variatie tussen vaarten van een loods-roerganger combinatie en naar de variatie tussen vaarten van verschillende loods-roerganger combinaties. Deze variaties zijn zeer bepalend voor de opzet van de simulatorexperimenten.

7.2 Aanbevelingen voor nader onderzoek

- De invloed van de loods-roerganger combinatie op de uitkomsten van het simulatorexperiment is bij deze studie nauwelijks aan de orde kunnen komen. Het verdient aanbeveling om wanneer er bij simulatorproeven gegevens beschikbaar zijn van meerdere loods-roerganger combinaties per gegeven, vaste situatie, deze gegevens te analyseren op de wijze die in dit verslag aangegeven is. Op die manier kan de variatie tussen vaarten van verschillende loods-roerganger combinaties bepaald worden en kan het loodseffekt vastgesteld worden. Het is dan ook mogelijk te onderzoeken of voor elke loods-roerganger combinatie een Box-Jenkins tijdreeks model is op te stellen. Uiteindelijk zullen dan ook uitspraken gedaan kunnen worden over een juiste proefopzet.

- Een verder literatuuronderzoek op het gebied van extreme waarden verdelingen is op zijn plaats, omdat er wellicht andere extreme waarden verdelingen zijn die beter passen bij de extreme uitwijkingen die bij de simulatorvaarten gevonden zijn.

- Gezien de tendens om de huidige simulatoren steeds kleiner en eenvoudiger te maken, lijkt het interessant te onderzoeken of het mogelijk is een mobiele simulator samen te stellen. Deze simulator zou dan verplaatst kunnen worden naar de te onderzoeken lokaties, waardoor de simulatorproeven uitgevoerd kunnen worden met loodsen die op de betreffende lokaties werkzaam zijn of zullen zijn.

Het is goed mogelijk dat hierdoor reëlere resultaten worden gevonden.

Lijst met gebruikte symbolen

A	Amplitude ; faktor
a	faktor ; schatting hoofdeffekt
B	faktor ; afstand geulas tot geulrand
b	breedte ; faktor ; schatting hoofdeffekt
C	coëfficiënt
c	schatting interactie-effekt
D	Kolmogorov-Smirnov toetsingsgrootheid
d	Afstand zwaartepunt schip tot geulas
e	schatting voor residu
f	frequentie
i	vaartrangnummer
j	tijdstip ; raairangnummer
k	intervalteller ; aantal celwaarnemingen
L	lengte
m	schatting voor gemiddelde
n	aantal
N	aantal
P()	kans
p	gegeven kans
Q	toetsingsgrootheid bij tijdreeksanalyse
R ²	fractie verklaarde variatie
r	geschatte autocorrelatiecoëfficiënt
S	coëfficiënt
t	tijd
u	score ; afstand tot geulas (+)
v	afstand tot geulas (-)
Z	parameter stochastisch proces
z	score ; waarnemingsparameter
α	vaarteffekt
β	raaieffekt
γ	interactie
Δ	differentie
ϵ	residu
ϕ	hoek ; autoregressieve parameter
μ	gemiddelde
ρ	autocorrelatiecoëfficiënt
σ	standaarddeviatie
χ^2	chi-kwadraat
θ	moving average parameter

Overzicht literatuurverwijzingen

- [1] Witt, F.G.J. () : Analysis of simulated maneuvers;
- [2] Battjes, J.A. (1962) : Windgolven, handleiding college B 78 : Technische Hogeschool Delft
- [3] Burgers, A. en Peerlkamp, K. (1983) : On the determination of the width of harbour approach channels; an attempt at rational design : 8th International Harbour Congress, Antwerp, May 1983
- [4] Burgers, A. en Loman, G.J.A. (1984) : Statistical treatment of ship manoeuvring results for fairway design : PIANC Bulletin no. 45, juni 1984
- [5] Oldenkamp, I. (1973) : Statistical analysis of ship's manoeuvres : Preprints, Symposium on ship handling, Netherlands Ship Model Basin, Wageningen. The Netherlands
- [6] Bijker, E.W. e.a. (1980) : Coastal Engineering Vol. II, Harbor and beach problems : Delft University of Technology, The Netherlands
- [7] --- (1981) : notulen werkgroep ad hoc "Schepen in dwarsstroom", 12 oktober 1981
- [8] Vos, J.W.E. (1983) : Toegepaste Statistiek B, college diktaat A94 : Technische Hogeschool Delft
- [9] Nie, N.H. et al. (1981) : S.P.S.S. Update 7-9, New procedures and facilities for releases 7-9 : New York : McGraw-Hill
- [10] Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. (1976) : Time Series Analysis, Forecasting and Control. San Francisco : Holden-Day

Bijlage A Variantieanalyse

Variantieanalyse is een methode om op kwalitatieve wijze invloeden vast te stellen van een aantal grootheden op een variabele grootheid bij een bepaald proces.

Deze variabele grootheid wordt experimenteel vastgesteld, via metingen in de natuur of bij nabootsing van het beschouwde proces. De variabele heeft een (gedeeltelijk) stochastisch karakter door de onzekerheden t.a.v. de totstandkoming ervan en/of door onzekerheden betreffende de nauwkeurigheid van de metingen.

Hoe de invloeden van de verschillende grootheden bepaald worden, is het duidelijkst aan de hand van een eenvoudig geval van variantieanalyse aan te geven, te meer daar de variantieanalyse uitgevoerd in deze studie ongeveer van een dergelijke vorm is. Stel dat men de invloed van twee grootheden A en B op een variabele y vast wil stellen. A en B worden "factoren" genoemd en y de "te verklaren variabele". A en B hebben verschillende, vastliggende instellingen, deze instellingen worden "niveaus" genoemd. Stel het aantal niveaus van A is p en van B is q . De bepaling van de invloeden van A en B (beter gezegd, van de effecten van A en B) op y geschiedt aan de hand van het volgende model, dat voor elke realisatie van y , y_{ijk} , geldt. (Hierbij stelt i het aantal niveaus van A voor, $i=1, \dots, p$; j stelt het aantal niveaus van B voor, $j=1, \dots, q$; k is het aantal waarnemingen bij een instelling van A en B, $k=1, \dots, r$.)

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (A.1)$$

Hierin is y_i een realisatie van y , μ een algemeen gemiddelde van y , α_i het hoofdeffekt van A op niveau i , β_j het hoofdeffekt van B op niveau j , γ_{ij} een eventueel effect door interactie tussen A en B en ϵ_{ijk} het residu van y_{ijk} . Deze laatste term representeert het verder niet te verklaren, stochastische aandeel in y , alle ϵ_{ijk} worden onafhankelijk verondersteld, met verwachting 0 en variantie σ^2 .

Dit model geldt in het algemeen. Voor het experiment, dat een steekproef is uit alle realisaties van het beschouwde proces, wordt een soortgelijk model gehanteerd, dat zo goed mogelijke schatters bevat voor de termen μ , α_i , β_j , γ_{ij} en ϵ_{ijk} . Dit model luidt :

$$y_{ijk} = m + a_i + b_j + c_{ij} + e_{ijk} \quad (\text{A.2})$$

Door rangschikking van de waarnemingen y_{ijk} , per instelling van A of B of van A en B gezamenlijk, is het mogelijk kwadratensommen op te stellen (deze sommen volgen uit de methode van de kleinste kwadraten voor de bepaling van m, a_i, b_j, c_{ij}), waarmee het aandeel dat de verschillende factoren aan de totale variantie van y hebben, te schatten is.

Deze kwadratensommen zijn als volgt :

1. Voor het hoofdeffekt van A : $S_A = qr \sum_i (\bar{y}_{i.} - \bar{y})^2$
 $\bar{y}_{i.}$ is het gemiddelde van alle waarnemingen bij een instelling van A. \bar{y} is het gemiddelde van alle waarnemingen.
2. Voor het hoofdeffekt van B : $S_B = pr \sum_j (\bar{y}_{.j} - \bar{y})^2$
 $\bar{y}_{.j}$ is het gemiddelde van alle waarnemingen bij een instelling van B.
3. Voor de interactie A x B : $S_I = r \sum_i \sum_j (\bar{y}_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y})^2$
 \bar{y}_{ij} is het gemiddelde van de waarnemingen bij een instelling van A en B.
4. Voor het residu R : $S_R = \sum_i \sum_j \sum_k (y_{ijk} - \bar{y})^2$

Aan te tonen is dat deze kwadratensommen, gedeeld door het aantal bijbehorende vrijheidsgraden (voor S_A is dat bijv. $p-1$) zuivere schatters zijn voor het aandeel dat de verschillende effecten aan de variantie van y hebben. Deze schatters zijn :

$$s_A^2 = S_A / (p-1) \quad (\text{A.3})$$

$$s_B^2 = S_B / (q-1) \quad (\text{A.4})$$

$$s_I^2 = S_I / ((p-1)(q-1)) \quad (\text{A.5})$$

$$s_R^2 = S_R / (pq(r-1)) \quad (\text{A.6})$$

Tevens zijn de verwachtingen van deze schatters bekend :

$$Es_A^2 = \sigma^2 + qr / (p-1) \sum_i \alpha_i^2 \quad (\text{A.7})$$

$$Es_B^2 = \sigma^2 + pr/(q-1) \sum_j \beta_j^2 \quad (\text{A.8})$$

$$Es_I^2 = \sigma^2 + r/((p-1)(q-1)) \sum_i \sum_j \gamma_{ij}^2 \quad (\text{A.9})$$

$$Es_R^2 = \sigma^2 \quad (\text{A.10})$$

Hieruit blijkt dat de verwachting van het variantieaandeel van alle effecten bestaat uit de variantie van de residueterm ϵ_{ijk} plus een extra term die rechtstreeks door het effect zelf veroorzaakt wordt.

Om vast te kunnen stellen of een faktor of interactie een wezenlijk effect heeft op de totstandkoming van y , wordt getoetst of de variantieschatter behorende bij die faktor of interactie significant verschilt van de variantie van de residuen, s^2 . Dit gebeurt d.m.v. de zogenaamde F - toets voor gelijkheid van varianties.

Blijkt uit de toets dat de variantie voor een hoofdeffect van een faktor niet significant verschilt van de variantie van de residuen, dan neemt men aan dat die faktor geen wezenlijke invloed heeft op y bij het beschouwde proces.

In het geval dat er slechts een waarneming is bij elke instelling van A en B , ofwel wanneer $k = 1$, kan de kwadratensom voor het residu R , S_R , niet bepaald worden. Om die reden vindt de toetsing van de effecten nu plaats m.b.v. de kwadratensommen S_A , S_B , S_I , onder handhaving overigens van het model (A.1).

De verwachtingen van de variantieschatters blijven in dit geval gewoon gehandhaafd, zie vergl. (A.8) t/m (A.10). Echter de toetsing kan in dit geval alleen op een zinvolle manier plaatsvinden wanneer aangenomen wordt dat de term

$$r/((p-1)(q-1)) \sum_i \sum_j \gamma_{ij}^2$$

in Es_I^2 nul is. In dat geval is $Es_I^2 = \sigma^2$.

M.a.w. wanneer aangenomen wordt dat interactie ontbreekt, is het mogelijk om op bovenstaande wijze, gebruikmakend van de variantieschatters en de F - toets, te toetsen of de vaste factoren A en B wezenlijke invloed hebben bij de totstandkoming van y .

Tenslotte wordt opgemerkt dat, indien een van de factoren niet

vast is doch stochastisch, er wel iets verandert aan de verwachtingen van de variantieschatters. (Dit is eveneens het geval wanneer beide factoren stochastisch zijn, doch hier wordt verder niet op ingegaan.)

In dat geval worden de verwachtingen, wanneer faktor A vast is, faktor B stochastisch is en het aantal waarnemingen bij elke instelling van A en B één is :

$$Es_A^2 = \sigma^2 + r / ((p-1)(q-1)) \sum_i \sum_j \gamma_{ij}^2 + qr / (p-1) \sum_i \alpha_i^2 \quad (A.11)$$

$$Es_B^2 = \sigma^2 + pr / (q-1) \sum_j \beta_j^2 \quad (A.12)$$

$$Es_I^2 = \sigma^2 + r / ((p-1)(q-1)) \sum_i \sum_j \gamma_{ij}^2 \quad (A.13)$$

Het is duidelijk dat het effect van A zonder meer te toetsen is m.b.v. s_I^2 , dus zonder de aanname van ontbreken van interactie. Voor het toetsen van het effect van B blijft het noodzakelijk de aanname van ontbreken van interactie te doen.

In deze studie is juist sprake van deze laatste vorm van variantieanalyse.

De faktor Vaart is stochastisch, aangezien de vaarten met de simulator op te vatten zijn als het resultaat van een aselechte steekproef uit de verzameling van alle vaarten in deze situatie. Het aantal niveaus van de faktor Vaart is 26 resp. 5 voor de twee loods-roerganger combinaties.

De faktor Raai is vast, het aantal niveaus bedraagt 17.

Er is een waarneming per instelling van de factoren Vaart en Raai.

Hierboven is in het kort aangegeven wat Variantieanalyse ongeveer inhoudt. Voor een vollediger beschrijving wordt verwezen naar [8].

Voor de berekeningen die bij deze analyse uigevoerd moeten worden is bijvoorbeeld de Manova - procedure beschikbaar, die deel uitmaakt van het SPSS - pakket, zie [9].

Bijlage B Box-Jenkins Tijdreeksanalyse

Veel gegevens, die bij experimenten gevonden worden, komen voor in de vorm van een tijdreeks, d.w.z. een serie van waarnemingen in de tijd, welke waarnemingen onderling afhankelijk zijn. Bij tijdreeksanalyse volgens de methode van Box-Jenkins wordt de mate van afhankelijkheid tussen opeenvolgende waarnemingen onderzocht, waarna geprobeerd wordt aan de hand van de kennis van die afhankelijkheid een stochastisch model op te stellen dat de tijdreeks zo goed mogelijk weergeeft. Bij de Box-Jenkins methode worden discrete tijdreeksen bestudeerd, met een overal even groot tijdsinterval tussen de waarnemingen.

Het model dat voor een dergelijke tijdreeks wordt opgesteld, heeft de volgende algemene vorm :

$$\phi(B) \nabla^d z_t = \theta_0 + \theta(B) a_t \quad (B.1)$$

Hierin geldt :

- B is de "backward shift operator" met $Bz_t = z_{t-1}$
- ∇^d is de "backward difference operator" met $\nabla^d z_t = z_t - z_{t-d}$
- $\phi(B)$ is de "autoregressive operator" met $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$
- $\theta(B)$ is de "moving average operator" met $\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$
- a_t is een stochastische term die zich voordoet op tijdstip t

Een dergelijk model komt erop neer dat geprobeerd wordt een waarneming op tijdstip t, z_t (of een verschil van die waarneming met een eerder gedane waarneming, $\nabla^d z_t$), lineair uit te drukken in een aantal voorgaande waarnemingen (of in een aantal gelijksoortige voorgaande verschillen) plus een stochastische term die gelijktijdig optreedt en/of een aantal stochastische termen die al eerder opgetreden zijn.

Men gebruikt de verschillen tussen waarnemingen indien de serie niet stationair is. Dat is bijv. het geval wanneer het gemiddelde en/of de standaardafwijking van de tijdreeks niet constant zijn voor verschillende deelintervallen van de serie.

Het algemene model wordt vaak opgesplitst in twee afzonderlijke modellen, die veelvuldig voorkomen :

- a. Het "autoregressive" model : $\phi(B)\tilde{z}_t = a_t$
 Hierbij wordt $\tilde{z}_t = z_t - \mu$, de waarneming min het algemene gemiddelde, uitgedrukt als een lineaire combinatie van een aantal voorgaande waarnemingen, verminderd met het algemene gemiddelde, plus een stochastisch term a_t .

Een dergelijk model van de orde 1 luidt bijvoorbeeld

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + a_t \quad (\text{B.2})$$

- b. Het "moving average" model : $\theta(B)a_t = \tilde{z}_t$
 Hierbij wordt $\tilde{z}_t = z_t - \mu$, uitgedrukt in een gelijktijdig optredende stochastische term plus voorgaande stochastische termen.

Een dergelijk model van de orde 1 luidt bijvoorbeeld

$$\tilde{z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad (\text{B.3})$$

Dergelijke modellen kunnen ook opgesteld worden voor $\nabla^d z_t$.

De procedure om het soort model vast te stellen is als volgt : Allereerst wordt de serie geplot en worden het gemiddelde en de standaardafwijking bepaald van de waarnemingen.

Vervolgens wordt de discrete autocorrelatiefunctie r_k berekend. De reeks r_k -waarden is een schatting van de werkelijke autocorrelatiefunctie ρ_k . Er geldt :

$$r_k = c_k / c_0 \quad (\text{B.4})$$

Hierin is r_k de beste schatter voor de autocorrelatie ρ_k wanneer het aantal tijdsintervallen tussen de waarnemingen k is.

$$c_k = 1/N \sum_{t=1}^{N-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z}), \quad k = 1, \dots, K \quad (\text{B.5})$$

c_k is de beste schatter voor de autocovariantie γ_k

\bar{z} is het gemiddelde van de waarnemingen

N is het aantal waarnemingen.

Aan de hand van het verloop van de serie en van de

autocorrelatiefunctie kan een uitspraak gedaan worden over het soort model waar sprake van is. Formeel gesproken betreft het hier het verloop van ρ_k , doch aangezien r_k de beste schatter hiervoor is mag het verloop van r_k ook voor deze identificatie van de reeks gebruikt worden. Overigens dient dan wel rekening gehouden te worden met de standaardfout in r_k ,

$$\hat{\sigma}_k (r_k) \approx 1/n^5 [1 + 2(r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_q^2)]^{.5}, k > q \quad (B.6)$$

Vertoont de serie een duidelijke stijgende of dalende lijn, dan kan aangenomen worden dat de serie niet - stationair is. In dat geval dienen de differenties $\nabla^d z_t$ gebruikt te worden bij de verdere analyse. Dempt de autocorrelatiefunctie niet uit voor toenemende k , dan is dit eveneens een aanwijzing voor het niet - stationair zijn van de serie.

Wanneer het bovenstaande zich niet voordoet, of wanneer na het nemen van differenties een stationaire serie verkregen is, wordt er verder naar de autocorrelatiefunctie en de partiele autocorrelatiefunctie gekeken voor de vaststelling van het soort model.

De partiele autocorrelatiefunctie volgt uit een stelsel vergelijkingen voor de autocorrelatiecoëfficiënten ρ_k . Gesteld wordt :

$$\rho_j = \phi_{k-1} \rho_{j-1} + \dots + \phi_{k(k-1)} \rho_{j-k+1} + \phi_{kk} \rho_{j-k}, \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (B.7)$$

Uit dit stelsel kunnen de getallen ϕ_{kk} berekend worden, deze getallen vormen de discrete partiele autocorrelatiefunctie. Bij gebruik van de schattingen r_k voor ρ_k worden de schattingen $\hat{\phi}_{kk}$ gevonden voor de waarden ϕ_{kk} , door in vergelijking (B.7) r_k in te vullen i.p.v. ρ_k . Overigens is de standaardfout in de geschatte $\hat{\phi}_{kk}$ evenredig met $1/\sqrt{n}$.

De vorm en het verloop van de autocorrelatiefunctie en de partiele autocorrelatiefunctie geven aan van welk model men uit dient te gaan voor de beschouwde tijdreeks. In de tabel hieronder zijn een aantal modellen vermeld plus uitdrukkingen voor het verloop van de beide functies. Het model wordt uitgedrukt via de combinatie (p, d, q) , waarbij p staat voor het aantal autoregressieve parameters, q voor het aantal moving average parameters en d voor de mogelijke differenties :

Orde	a.c.f. ρ_k	p.a.c.f. ϕ_{kk}
(1,d,0)	exponentieele afname	alleen $\phi_{11} \neq 0$
(0,d,1)	alleen $\rho_1 \neq 0$	overheersend expn. afname
(2,d,0)	samenstelsel van expn. functies of gedempte sinusoiden	alleen ϕ_{11} en $\phi_{22} \neq 0$
(0,d,2)	alleen ρ_1 en $\rho_2 \neq 0$	overheersend een samenstelsel van expn. functies of gedempte sinusoiden
(1,d,1)	expn. afname vanaf eerste interval ($k=1$)	overheersend expn. afname vanaf eerste interval

Tabel 1 samenhang tijdreeksmodel en vorm a.c.f. en p.a.c.f.

Eenzelfde tabel kan voor de schattingen r_k en $\hat{\phi}_{kk}$ opgesteld worden, waarbij het van de standaardfouten afhangt of een waarde r_k of $\hat{\phi}_{kk}$ gelijk aan nul gesteld mag worden.

Is aan de hand van het verloop van de serie en de bovenstaande tabel duidelijk geworden welk model voor de tijdreeks gehanteerd kan worden, dan moeten vervolgens de parameters van het model berekend worden.

Een eerste schatting voor de parameters van het model wordt verkregen via de methode van de kleinste kwadraten. Met behulp van een andere, verfijndere techniek voor de berekening van de parameters, de techniek waarbij gebruik gemaakt wordt van de zogenaamde "maximum likelihood function" worden de definitieve waarden voor de parameters van het model berekend.

Na de berekening van de parameters staat het model vast. Het dient nu nog op zijn juistheid getoetst te worden. Hieronder volgen twee methodes voor deze toetsing: 1. Met behulp van het geconstrueerde model en de waarnemingen z_t kunnen de residuen \hat{a}_t berekend worden volgens

$$\hat{a}_t = \phi(B)\tilde{z}_t \quad (\text{of } \phi(B)\nabla^d\tilde{z}_t, \text{ als er differenties genomen zijn}) \quad (\text{B.6})$$

Is het model juist, dan dienen de residuen \hat{a} ongeveer witte ruis voor te stellen, d.w.z. dat de \hat{a} 's onafhankelijke stochastische termen zijn. Bij de controle van die onafhankelijkheid wordt gebruik gemaakt van de autocorrelaties $r_k(\hat{a})$ van de residuen \hat{a} . Bij onafhankelijkheid van alle \hat{a} 's dienen de $r_k(\hat{a})$'s nul te zijn, hetgeen erop neer komt dat de $r_k(\hat{a})$'s binnen het gebied van twee keer hun standaardfout $1/\sqrt{n}$ dienen te liggen.

2. Indien het model juist is dan kan worden aangetoond dat de term

$$Q = n \sum_{k=1}^K r_k^2(\hat{a}) \quad (\text{B.9})$$

ongeveer een χ^2 -verdeling heeft met $(K - p)$ vrijheidsgraden.

K is het aantal autocorrelaties $r_k(\hat{a})$ dat in de sommatie meegenomen wordt, n is gelijk aan het verschil $N - d$. Bij een model zonder differenties is n dus gelijk aan N .

Met behulp van Q kan dus een χ^2 -toets worden uitgevoerd. Is het model niet goed dan zullen de Q -waarden gemiddeld te hoog zijn, hetgeen tot uitdrukking komt in de toetsingstabel voor de χ^2 -toets middels te lage waarden voor waarschijnlijkheidsgedallen.

Hierboven is in het kort beschreven hoe de methode van Box - Jenkins voor de bepaling van modellen van tijdreeksen er ongeveer uitziet. Deze beschrijving pretendeert niet volledig te zijn, doch moet gezien worden als een eerste kennismaking met deze methode. Voor een volledige beschrijving wordt verwezen naar [10].

Voor de bij deze methode benodigde berekeningen is de Box - Jenkins procedure beschikbaar, die deel uitmaakt van het uitgebreide SPSS - pakket, zie daarvoor [9].

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 246 (1)
 Loods : 1
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-139.445	
2	14948.403	-3660.887	210.1	-61.668	
3	14447.371	-2795.461	"	-25.670	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-30.098	-Boort, aangewezen door boei 6
5	13042.604	-1459.097	241.2	-43.314	
6	12166.498	-976.979	"	-35.204	
7	11290.393	-494.859	"	-26.452	
8	10351.910	-225.00	270.0	-13.349	-Boort, aangewezen door boei 4
9	9351.910	"	"	20.536	
10	8351.910	"	"	-11.924	
11	7351.910	"	"	-23.229	
12	6351.910	"	"	-45.866	-Boei m. 2
13	5351.910	"	"	-50.423	
14	4351.910	"	"	-68.343	
15	3351.910	"	"	-75.313	-Boei m. 2a
16	2351.910	"	"	-43.488	
17	1351.910	"	"	-56.736	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 247 (2)
 Loods : 1
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-27.749	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-23.005	
3	14447.371	-2795.461	"	30.763	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-50.218	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-58.666	
6	12166.498	-976.979	"	16.028	
7	11290.393	-494.859	"	16.606	
8	10351.910	-225.00	270.0	-54.553	
9	9351.910	"	"	-17.125	
10	8351.910	"	"	-12.758	
11	7351.910	"	"	-26.695	
12	6351.910	"	"	-42.670	
13	5351.910	"	"	-63.814	
14	4351.910	"	"	-63.122	
15	3351.910	"	"	25.619	
16	2351.910	"	"	-19.198	
17	1351.910	"	"	-35.917	

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-51.966	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-44.237	
3	14447.371	-2795.461	"	-42.306	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-52.787	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-50.118	
6	12166.498	-976.979	"	-19.643	
7	11290.393	-494.859	"	21.052	
8	10351.910	-225.00	270.0	-22.672	
9	9351.910	"	"	11.342	
10	8351.910	"	"	-16.849	
11	7351.910	"	"	-26.983	
12	6351.910	"	"	-40.384	
13	5351.910	"	"	-69.642	
14	4351.910	"	"	-64.387	
15	3351.910	"	"	19.416	
16	2351.910	"	"	16.246	
17	1351.910	"	"	-29.932	

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-38.855	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-58.363	
3	14447.371	-2795.461	"	-55.557	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-66.343	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-50.974	
6	12166.498	-976.979	"	-28.047	
7	11290.393	-494.859	"	-36.295	
8	10351.910	-225.00	270.0	-35.484	
9	9351.910	"	"	-19.490	
10	8351.910	"	"	-14.402	
11	7351.910	"	"	-31.275	
12	6351.910	"	"	-17.102	
13	5351.910	"	"	-16.093	
14	4351.910	"	"	-17.022	
15	3351.910	"	"	-31.423	
16	2351.910	"	"	-71.688	
17	1351.910	"	"	-89.506	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 251 (C)
 Loods : 1
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-36.155	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-41.980	
3	14447.371	-2795.461	"	-59.493	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-67.190	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-25.766	
6	12166.493	-976.979	"	11.435	
7	11290.393	-494.859	"	30.082	
8	10351.910	-225.00	270.0	-97.425	
9	9351.910	"	"	-21.662	
10	8351.910	"	"	13.375	
11	7351.910	"	"	-18.298	
12	6351.910	"	"	-32.560	
13	5351.910	"	"	-23.144	
14	4351.910	"	"	-21.378	
15	3351.910	"	"	-24.306	
16	2351.910	"	"	-34.451	
17	1351.910	"	"	-46.357	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 252 (C)
 Loods : 1
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-26.304	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-25.720	
3	14447.371	-2795.461	"	-28.992	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-37.909	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-23.923	
6	12166.493	-976.979	"	36.951	
7	11290.393	-494.859	"	32.485	
8	10351.910	-225.00	270.0	-80.259	
9	9351.910	"	"	-39.253	
10	8351.910	"	"	-24.190	
11	7351.910	"	"	-16.029	
12	6351.910	"	"	-21.578	
13	5351.910	"	"	-23.292	
14	4351.910	"	"	-19.314	
15	3351.910	"	"	-28.504	
16	2351.910	"	"	-55.360	
17	1351.910	"	"	-76.223	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 253 (Y)
 Loods :
 Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-52.867	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-65.019	
3	14447.371	-2795.461	"	-37.976	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-23.043	
5	13042.604	-1459.097	241.2	21.357	
6	12166.498	-976.979	"	51.787	
7	11290.393	-494.859	"	88.241	
8	10351.910	-225.00	270.0	-106.257	
9	9351.910	"	"	-41.520	
10	8351.910	"	"	33.994	
11	7351.910	"	"	49.388	
12	6351.910	"	"	19.778	
13	5351.910	"	"	30.017	
14	4351.910	"	"	27.968	
15	3351.910	"	"	22.648	
16	2351.910	"	"	-15.652	
17	1351.910	"	"	-23.740	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 254
 Loods :
 Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-55.028	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-57.132	
3	14447.371	-2795.461	"	-66.631	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-41.517	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-18.960	
6	12166.498	-976.979	"	13.629	
7	11290.393	-494.859	"	28.045	
8	10351.910	-225.00	270.0	46.565	
9	9351.910	"	"	49.588	
10	8351.910	"	"	-22.349	
11	7351.910	"	"	-37.668	
12	6351.910	"	"	-45.875	
13	5351.910	"	"	-36.382	
14	4351.910	"	"	-33.275	
15	3351.910	"	"	-87.714	
16	2351.910	"	"	-49.231	
17	1351.910	"	"	-75.827	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 255 (?)
 Loods :
 Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-50.254	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-51.997	
3	14447.371	-2795.461	"	-27.650	
4	13905.801	-1957.370	228.8	16.716	
5	13042.604	-1459.097	241.2	29.808	
6	12166.498	-976.979	"	18.303	
7	11290.393	-494.859	"	-19.784	
8	10351.910	-225.00	270.0	51.589	
9	9351.910	"	"	43.907	
10	8351.910	"	"	36.965	
11	7351.910	"	"	-12.678	
12	6351.910	"	"	-44.722	
13	5351.910	"	"	-32.612	
14	4351.910	"	"	-29.054	
15	3351.910	"	"	-16.649	
16	2351.910	"	"	-41.866	
17	1351.910	"	"	-48.052	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 256
 Loods :
 Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-40.322	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-61.724	
3	14447.371	-2795.461	"	-58.370	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-67.090	
5	13042.604	-1459.007	241.2	-53.195	
6	12166.498	-976.979	"	-15.729	
7	11290.393	-494.859	"	-39.778	
8	10351.910	-225.00	270.0	75.107	
9	9351.910	"	"	16.413	
10	8351.910	"	"	18.933	
11	7351.910	"	"	-15.365	
12	6351.910	"	"	-44.088	
13	5351.910	"	"	-21.074	
14	4351.910	"	"	-18.290	
15	3351.910	"	"	-30.392	
16	2351.910	"	"	-17.980	
17	1351.910	"	"	-40.906	

Vaart : 258 (11)
 Loods :
 Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-26.954	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-49.101	
3	14447.371	-2795.461	"	-74.581	
4	13905.801	-1957.370	228.8	22.912	
5	13042.604	-1459.097	241.2	44.595	
6	12166.498	-976.979	"	44.801	
7	11290.393	-494.859	"	39.395	
8	10351.910	-225.00	270.0	52.408	
9	9351.910	"	"	-36.126	
10	8351.910	"	"	-35.528	
11	7351.910	"	"	-34.248	
12	6351.910	"	"	-24.070	
13	5351.910	"	"	31.871	
14	4351.910	"	"	36.480	
15	3351.910	"	"	26.359	
16	2351.910	"	"	-19.245	
17	1351.910	"	"	-37.410	

Vaart : 259 (12)
 Loods :
 Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-31.948	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-46.551	
3	14447.371	-2795.461	"	-56.955	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-67.135	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-54.136	
6	12166.498	-976.979	"	29.168	
7	11290.393	-494.859	"	-19.777	
8	10351.910	-225.00	270.0	58.535	
9	9351.910	"	"	-29.729	
10	8351.910	"	"	12.424	
11	7351.910	"	"	17.672	
12	6351.910	"	"	-38.907	
13	5351.910	"	"	-14.596	
14	4351.910	"	"	19.306	
15	3351.910	"	"	-18.095	
16	2351.910	"	"	-27.743	
17	1351.910	"	"	-47.007	

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-62.688	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-96.155	
3	14447.371	-2795.461	"	35.849	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-44.974	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-48.253	
6	12166.498	-976.979	"	-40.886	
7	11290.393	-494.859	"	-32.462	
8	10351.910	-225.00	270.0	25.091	
9	9351.910	"	"	12.711	
10	8351.910	"	"	-20.194	
11	7351.910	"	"	-21.458	
12	6351.910	"	"	-34.216	
13	5351.910	"	"	-34.109	
14	4351.910	"	"	-35.295	
15	3351.910	"	"	-42.955	
16	2351.910	"	"	-40.627	
17	1351.910	"	"	-49.294	

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	42.992	
2	14948.408	-3660.887	210.1	30.505	
3	14447.371	-2795.461	"	-15.892	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-24.802	
5	13042.604	-1459.097	241.2	14.422	
6	12166.498	-976.979	"	16.841	
7	11290.393	-494.859	"	24.910	
8	10351.910	-225.00	270.0	-71.990	
9	9351.910	"	"	-15.161	
10	8351.910	"	"	39.742	
11	7351.910	"	"	47.709	
12	6351.910	"	"	20.165	
13	5351.910	"	"	32.423	
14	4351.910	"	"	19.589	
15	3351.910	"	"	-21.878	
16	2351.910	"	"	36.655	
17	1351.910	"	"	64.908	

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	36.217	
2	14948.408	-3660.887	210.1	31.896	
3	14447.371	-2795.461	"	-21.397	
4	13905.801	-1957.370	228.8	52.493	
5	13042.604	-1459.097	241.2	52.291	
6	12166.498	- 976.979	"	43.413	
7	11290.393	- 494.859	"	33.971	
8	10351.910	- 225.00	270.0	37.098	
9	9351.910	"	"	23.304	
10	8351.910	"	"	19.150	
11	7351.910	"	"	60.090	
12	6351.910	"	"	46.068	
13	5351.910	"	"	26.406	
14	4351.910	"	"	19.904	
15	3351.910	"	"	39.821	
16	2351.910	"	"	-36.436	
17	1351.910	"	"	-44.601	

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	27.275	
2	14948.408	-3660.887	210.1	23.422	
3	14447.371	-2795.461	"	-47.200	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-58.309	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-48.243	
6	12166.498	- 976.979	"	-24.943	
7	11290.393	- 494.859	"	-17.071	
8	10351.910	- 225.00	270.0	35.820	
9	9351.910	"	"	41.931	
10	8351.910	"	"	21.047	
11	7351.910	"	"	-27.313	
12	6351.910	"	"	-22.447	
13	5351.910	"	"	23.788	
14	4351.910	"	"	24.945	
15	3351.910	"	"	18.486	
16	2351.910	"	"	-19.575	
17	1351.910	"	"	-18.793	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 264
 Loods :
 Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-16.876	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-29.720	
3	14447.371	-2795.461	"	-39.327	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-54.928	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-36.176	
6	12166.498	-976.979	"	-33.400	
7	11290.393	-494.859	"	-17.925	
8	10351.910	-225.00	270.0	35.373	
9	9351.910	"	"	39.425	
10	8351.910	"	"	36.937	
11	7351.910	"	"	18.644	
12	6351.910	"	"	-38.310	
13	5351.910	"	"	-29.912	
14	4351.910	"	"	-22.665	
15	3351.910	"	"	-30.533	
16	2351.910	"	"	-38.877	
17	1351.910	"	"	-30.239	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 265
 Loods :
 Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	27.795	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-17.366	
3	14447.371	-2795.461	"	-15.304	
4	13905.801	-1957.370	228.8	48.158	
5	13042.604	-1459.097	241.2	68.152	
6	12166.498	-976.979	"	40.473	
7	11290.393	-494.859	"	-27.118	
8	10351.910	-225.00	270.0	52.622	
9	9351.910	"	"	47.324	
10	8351.910	"	"	24.012	
11	7351.910	"	"	-17.948	
12	6351.910	"	"	-29.199	
13	5351.910	"	"	-19.387	
14	4351.910	"	"	-16.860	
15	3351.910	"	"	-20.467	
16	2351.910	"	"	-28.676	
17	1351.910	"	"	-30.239	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 267 (10)
Loods :
Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-43.968	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-48.366	
3	14447.371	-2795.461	"	-57.041	
4	13905.801	-1957.370	228.8	20.034	
5	13042.604	-1459.097	241.2	27.198	
6	12166.498	- 976.979	"	25.497	
7	11290.393	- 494.859	"	15.027	
8	10351.910	- 225.00	270.0	43.567	
9	9351.910	"	"	38.209	
10	8351.910	"	"	25.274	
11	7351.910	"	"	-25.408	
12	6351.910	"	"	-62.598	
13	5351.910	"	"	-47.727	
14	4351.910	"	"	-59.267	
15	3351.910	"	"	-25.904	
16	2351.910	"	"	-28.574	
17	1351.910	"	"	18.775	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 266 (10)
Loods :
Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-19.506	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-46.100	
3	14447.371	-2795.461	"	-15.409	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-45.024	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-22.606	
6	12166.498	- 976.979	"	46.307	
7	11290.393	- 494.859	"	27.729	
8	10351.910	- 225.00	270.0	52.551	
9	9351.910	"	"	-25.628	
10	8351.910	"	"	-33.108	
11	7351.910	"	"	-39.854	
12	6351.910	"	"	-34.505	
13	5351.910	"	"	-18.853	
14	4351.910	"	"	-17.842	
15	3351.910	"	"	-26.597	
16	2351.910	"	"	-33.025	
17	1351.910	"	"	-22.180	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 270
 Loods : 1
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-26.537	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-47.061	
3	14447.371	-2795.461	"	-67.368	
4	13905.801	-1957.370	228.8	43.272	
5	13042.604	-1459.097	241.2	47.930	
6	12166.498	- 976.979	"	36.941	
7	11290.393	- 494.859	"	15.485	
8	10351.910	- 225.00	270.0	-12.362	
9	9351.910	"	"	16.145	
10	8351.910	"	"	-22.929	
11	7351.910	"	"	12.756	
12	6351.910	"	"	-39.769	
13	5351.910	"	"	-21.357	
14	4351.910	"	"	16.810	
15	3351.910	"	"	-25.550	
16	2351.910	"	"	-36.910	
17	1351.910	"	"	-36.211	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 268
 Loods : 1
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	21.851	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-20.463	
3	14447.371	-2795.461	"	-41.479	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-39.169	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-29.584	
6	12166.498	- 976.979	"	-24.958	
7	11290.393	- 494.859	"	-20.168	
8	10351.910	- 225.00	270.0	- 37.331	
9	9351.910	"	"	-18.819	
10	8351.910	"	"	-19.426	
11	7351.910	"	"	-25.948	
12	6351.910	"	"	- 54.082	
13	5351.910	"	"	-47.463	
14	4351.910	"	"	-35.456	
15	3351.910	"	"	-33.091	
16	2351.910	"	"	20.013	
17	1351.910	"	"	-28.809	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 276
 Loods : 1
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-40.254	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-78.652	
3	14447.371	-2795.461	"	-32.026	
4	13905.801	-1957.370	228.8	26.506	
5	13042.604	-1459.097	241.2	14.767	
6	12166.498	-976.979	"	12.410	
7	11290.393	-494.859	"	21.007	
8	10351.910	-225.00	270.0	34.295	
9	9351.910	"	"	34.797	
10	8351.910	"	"	-13.773	
11	7351.910	"	"	-17.495	
12	6351.910	"	"	22.607	
13	5351.910	"	"	37.727	
14	4351.910	"	"	22.212	
15	3351.910	"	"	-28.156	
16	2351.910	"	"	-49.602	
17	1351.910	"	"	-73.500	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 272
 Loods : 1
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	18.274	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-23.226	
3	14447.371	-2795.461	"	-36.200	
4	13905.801	-1957.370	228.8	28.175	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-24.872	
6	12166.493	-976.979	"	-50.807	
7	11290.393	-494.859	"	-89.947	
8	10351.910	-225.00	270.0	20.528	
9	9351.910	"	"	20.218	
10	8351.910	"	"	-14.022	
11	7351.910	"	"	-25.418	
12	6351.910	"	"	-67.821	
13	5351.910	"	"	-56.125	
14	4351.910	"	"	-45.255	
15	3351.910	"	"	-49.789	
16	2351.910	"	"	-56.256	
17	1351.910	"	"	-52.980	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 280

Loods :

Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	20.156	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-26.515	
3	14447.371	-2795.461	"	-33.449	
4	13905.801	-1957.370	228.8	46.521	
5	13042.604	-1459.097	241.2	46.093	
6	12166.498	-976.979	"	40.459	
7	11290.393	-494.859	"	39.770	
8	10351.910	-225.00	270.0	-32.511	
9	9351.910	"	"	40.395	
10	8351.910	"	"	49.277	
11	7351.910	"	"	47.479	
12	6351.910	"	"	41.182	
13	5351.910	"	"	44.695	
14	4351.910	"	"	52.993	
15	3351.910	"	"	35.511	
16	2351.910	"	"	30.281	
17	1351.910	"	"	29.880	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 278

Loods :

Roerganger : 1

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	26.829	
2	14948.408	-3660.887	210.1	17.871	
3	14447.371	-2795.461	"	47.426	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-19.164	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-11.641	
6	12166.498	-976.979	"	14.338	
7	11290.393	-494.859	"	-35.927	
8	10351.910	-225.00	270.0	-32.978	
9	9351.910	"	"	-21.239	
10	8351.910	"	"	12.518	
11	7351.910	"	"	16.324	
12	6351.910	"	"	18.548	
13	5351.910	"	"	-14.198	
14	4351.910	"	"	-25.868	
15	3351.910	"	"	-22.974	
16	2351.910	"	"	-18.460	
17	1351.910	"	"	-31.736	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 269
 Loods : 2
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	-16.815	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-27.240	
3	14447.371	-2795.461	"	-58.508	
4	13905.801	-1957.370	228.8	-50.380	
5	13042.604	-1459.097	241.2	-53.060	
6	12166.498	-976.979	"	-60.687	
7	11290.393	-494.859	"	-58.683	
8	10351.910	-225.00	270.0	39.686	
9	9351.910	"	"	39.354	
10	8351.910	"	"	30.452	
11	7351.910	"	"	-14.071	
12	6351.910	"	"	-33.728	
13	5351.910	"	"	-27.622	
14	4351.910	"	"	-22.434	
15	3351.910	"	"	-18.600	
16	2351.910	"	"	17.539	
17	1351.910	"	"	19.739	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS

Vaart : 271
 Loods : 2
 Roerganger :

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	26.695	
2	14948.408	-3660.887	210.1	19.579	
3	14447.371	-2795.461	"	55.159	
4	13905.801	-1957.370	228.8	55.541	
5	13042.604	-1459.097	241.2	40.526	
6	12166.498	-976.979	"	13.509	
7	11290.393	-494.859	"	-25.696	
8	10351.910	-225.00	270.0	28.968	
9	9351.910	"	"	16.118	
10	8351.910	"	"	-21.878	
11	7351.910	"	"	-37.901	
12	6351.910	"	"	-50.664	
13	5351.910	"	"	-26.941	
14	4351.910	"	"	-26.037	
15	3351.910	"	"	-20.841	
16	2351.910	"	"	17.229	
17	1351.910	"	"	31.868	

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	22.172	
2	14948.408	-3660.887	210.1	-17.940	
3	14447.371	-2795.461	"	-25.798	
4	13905.801	-1957.370	228.8	25.006	
5	13042.604	-1459.097	241.2	11.135	
6	12166.498	- 976.979	"	-20.852	
7	11290.393	- 494.859	"	-25.891	
8	10351.910	- 225.00	270.0	48.046	
9	9351.910	"	"	52.263	
10	8351.910	"	"	48.656	
11	7351.910	"	"	35.546	
12	6351.910	"	"	-15.545	
13	5351.910	"	"	25.994	
14	4351.910	"	"	37.876	
15	3351.910	"	"	38.266	
16	2351.910	"	"	43.828	
17	1351.910	"	"	46.403	

Raai	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	26.971	
2	14948.408	-3660.887	210.1	19.773	
3	14447.371	-2795.461	"	-45.798	
4	13905.801	-1957.370	228.8	59.020	
5	13042.604	-1459.097	241.2	50.655	
6	12166.498	- 976.979	"	40.361	
7	11290.393	- 494.859	"	26.006	
8	10351.910	- 225.00	270.0	16.458	
9	9351.910	"	"	15.708	
10	8351.910	"	"	-17.970	
11	7351.910	"	"	-17.910	
12	6351.910	"	"	-26.699	
13	5351.910	"	"	17.527	
14	4351.910	"	"	37.876 26.210	
15	3351.910	"	"	29.973	
16	2351.910	"	"	30.916	
17	1351.910	"	"	38.246	

MAXIMALE UITWIJKING T.O.V. GEULAS					Vaart : 279
					Land : 2
					Roerzangere :
Radi	X-Coördinaat	Y-Coördinaat	Richting	Max. Uitwijking	Opmerkingen
1	15490.664	-4500.939	213.2	27.045	
2	14948.408	-3660.887	210.1	19.919	
3	14447.371	-2795.461	"	27.580	
4	13905.801	-1957.370	228.8	28.922	
5	13042.604	-1459.097	241.2	45.534	
6	12166.498	-976.979	"	23.665	
7	11290.393	-494.859	"	37.696	
8	10351.910	-225.00	270.0	23.617	
9	9351.910	"	"	32.803	
10	8351.910	"	"	31.033	
11	7351.910	"	"	16.904	
12	6351.910	"	"	37.593	
13	5351.910	"	"	64.561	
14	4351.910	"	"	49.260	
15	3351.910	"	"	34.304	
16	2351.910	"	"	19.984	
17	1351.910	"	"	19.190	

30.80	29.30	23.59	17.29	12.95	-18.78	-24.87	-27.07	-29.56	-34.56	
-36.64	-40.23	-42.26	-47.46	-51.87	-53.43	-55.60	-70.88	-81.05	-91.91	
-100.94	-107.50	-110.89	-117.90	-122.10	-125.94	-133.31	-138.42	-134.40	-122.47	A0246
-110.96	-100.54	-87.36	-79.37	-68.80	-59.61	-60.51	-59.71	-55.54	-54.69	
-46.75	-44.37	-39.50	-34.11	-31.60	-25.45	-23.10	-17.51	-15.08	-20.03	
23.69	27.81	30.91	22.52	-21.02	-36.83	-51.60	-59.62	-61.56	-54.38	
-39.79	-37.81	-41.42	-43.72	-43.74	-43.20	-40.20	-42.59	-40.12	-40.29	
-38.78	-36.67	-36.09	-35.14	-35.22	-34.52	-35.13	-33.05	-34.32	-31.24	
-27.65	-27.64	-24.49	-25.19	-21.14	-22.85	-19.55	-14.68	-16.67	-23.10	
-22.90	-18.95	-11.63	12.67	16.42	17.79	19.71	19.92	21.31	19.96	
21.67	20.29	20.91	20.40	18.00	18.23	16.09	17.52	16.35	11.70	
-12.16	-14.31	-13.47	-15.26	-18.38	-17.66	-21.79	-25.24	-24.27	-25.03	
-28.47	-33.36	-37.49	-38.57	-41.65	-45.31	-47.55	-45.34	-47.45	-45.87	
-49.38	-47.81	-50.12	-48.36	-51.43	-50.04	-51.43	-53.62	-50.97	-54.36	
-61.14	-64.31	-64.72	-65.13	-67.43	-67.12	-74.33	-75.93	-80.26	-74.52	
-75.40	-75.48	-69.65	-62.91	-60.45	-57.59	-54.16	-50.94	-49.54	-45.23	
-41.90	-43.35	-44.57	-47.27	-53.76	-56.85	-54.49	-57.52	-55.45	-58.72	
-61.53	-61.70	-62.31	-66.56	-65.60	-66.40	-62.55				

30.80	29.20	23.31	26.72	26.41	18.39	-17.89	-25.05	-27.31	-22.08	
19.33	19.31	22.82	22.71	14.45	-15.04	-19.02	-22.19	-30.02	-34.78	
-37.94	-35.92	-32.07	-29.36	-32.42	-32.85	-29.71	-29.31	-27.57	-28.40	A0247
-30.72	-29.33	-28.10	-30.10	-27.48	-26.25	-27.68	-23.11	15.07	21.01	
27.73	37.16	44.70	46.22	40.00	31.02	27.58	23.38	19.26	14.23	
-13.12	-19.40	-23.29	-28.30	-27.69	-46.94	-53.42	-61.66	-62.55	-55.75	
-56.75	-54.56	-56.68	-59.73	-60.97	-58.31	-49.84	-42.99	-35.91	-34.09	
-27.97	-21.61	-18.31	13.37	17.89	16.37	15.86	17.24	13.30	12.75	
14.92	14.06	15.99	18.60	17.42	18.61	16.77	-16.63	-30.12	-46.29	
-56.76	-56.24	-53.67	-40.99	-31.85	-30.70	-27.57	-24.51	-23.89	-24.57	
-22.95	-17.22	-17.05	-15.27	-12.72	-14.08	-13.41	11.57	-11.98	12.08	
-12.38	-15.37	-16.07	-13.27	-17.47	-20.33	-23.06	-21.29	-23.18	-25.65	
-23.99	-27.06	-29.23	-30.16	-33.01	-33.94	-38.56	-41.86	-41.73	-46.30	
-48.53	-51.62	-56.15	-55.59	-58.14	-62.71	-64.09	-69.84	-70.45	-70.73	
-73.05	-67.82	-67.90	-65.62	-57.76	-46.58	-39.79	-29.94	-21.45	21.83	
26.34	24.05	21.24	21.86	23.50	22.44	17.54	14.28	15.10	13.10	
-16.41	-16.23	-15.93	-19.28	-26.29	-27.87	-27.28	-27.56	-31.48	-37.12	
-37.41	-37.57	-41.47								

23.49	20.91	20.13	16.81	11.26	-14.83	-17.22	-20.75	-23.49	-23.66	
-28.27	-33.92	-38.11	-39.77	-41.10	-45.41	-45.24	-48.37	-50.26	-52.43	
-50.52	-48.33	-47.62	-43.99	-45.74	-46.54	-48.09	-43.41	-34.00	-26.51	A0249
-19.66	-23.17	-28.33	-36.66	-41.03	-41.73	-40.41	-45.31	-48.33	-49.65	
-54.43	-53.01	-46.50	-45.46	-46.70	-48.21	-49.38	-50.00	-45.11	-44.17	
-47.77	-47.45	-44.93	-46.09	-49.02	-49.76	-43.19	-40.57	-36.23	-36.52	
-31.46	-25.66	-22.61	-18.27	-18.61	-14.70	-12.92	16.30	19.00	21.16	
23.75	23.21	21.63	14.97	14.07	11.80	14.83	13.55	-16.54	-26.32	
-26.82	-22.80	-20.78	-17.83	-17.50	-15.94	-17.73	-16.89	-15.52	-13.23	
11.97	12.75	13.43	12.94	13.23	-11.61	-11.50	-13.04	11.55	-14.95	
-16.41	-16.94	-17.28	-16.49	-19.13	-23.03	-20.87	-23.18	-26.29	-27.93	
-26.57	-25.23	-28.73	-30.87	-31.55	-34.39	-36.49	-41.73	-42.64	-48.50	
-52.80	-56.29	-61.39	-63.60	-68.65	-69.44	-74.97	-79.25	-78.31	-81.13	
-75.34	-74.01	-65.97	-62.53	-54.76	-47.14	-43.03	-32.78	-24.28	-21.71	
-17.40	21.34	26.60	20.58	19.24	20.14	18.52	14.97	15.85	14.00	
-14.30	-19.24	-19.82	-25.75	-28.88	-30.59	-26.07	-26.02	-27.23	12.40	

23.59	19.92	15.65	14.29	-11.44	-14.65	-19.02	-20.62	-13.33	-13.87	
-17.11	-15.27	-14.83	-18.25	-18.52	-22.27	-26.73	-32.08	-35.40	-38.91	
-40.16	-45.51	-45.81	-49.38	-49.20	-51.10	-51.50	-58.66	-56.16	-57.11	A0250
-53.05	-51.08	-45.34	-43.50	-42.78	-49.90	-53.82	-53.76	-58.55	-58.77	
-58.25	-62.33	-60.49	-62.68	-61.34	-61.33	-61.89	-62.34	-61.36	-63.53	
-65.09	-59.99	-59.16	-60.18	-60.46	-56.30	-52.31	-40.94	-35.55	-26.23	
-19.36	-18.52	-22.95	-25.50	-25.95	-27.15	-27.15	-29.08	-30.40	-30.75	
-33.29	-33.58	-33.79	-36.02	-36.60	-38.90	-39.25	-37.78	-31.49	-30.77	
-35.75	-39.25	-37.40	-33.23	-30.62	-26.42	-24.38	-22.89	-23.40	-21.97	
-20.02	-16.30	-18.89	-19.93	-17.31	-17.00	-17.14	-16.25	-17.00	-13.63	
-15.73	-15.21	-19.41	-21.61	-20.24	-22.35	-25.85	-24.09	-25.82	-29.37	
-27.64	-21.63	-21.29	-21.20	-19.29	-16.20	-17.24	-15.90	-15.17	13.00	
-12.61	-16.45	-12.62	-14.02	-10.91	-15.91	-16.21	-15.60	-19.02	13.90	
15.71	-12.75	-19.96	-18.41	-13.10	16.37	17.09	11.90	-14.45	-15.17	
-22.00	-27.32	-26.74	-31.85	-45.12	-53.26	-59.35	-58.93	-60.13	-61.34	
-62.86	-66.05	-70.75	-72.02	-72.03	-78.71	-30.30	-82.08	-82.86	12.40	

23.50	20.65	13.30	-12.94	12.43	-12.99	-17.92	-19.77	-21.31	-27.49	
-33.35	-33.06	-29.08	-34.12	-31.50	-33.88	-35.88	-37.61	-34.33	-35.07	
-35.14	-33.38	-34.03	-37.05	-40.48	-44.51	-43.94	-44.88	-38.23	-34.41	A251
-34.45	-28.95	-25.32	-30.52	-30.14	-45.03	-52.87	-57.59	-54.55	-55.00	
-58.09	-65.47	-74.20	-75.96	-72.29	-68.54	-64.34	-59.29	-51.37	-50.70	
-47.71	-43.50	-37.24	-37.10	-32.25	-31.02	-25.59	-25.53	-21.77	-17.92	
-17.48	-12.36	-15.54	-13.73	-13.09	13.82	14.55	17.09	16.04	19.27	
21.18	20.26	24.27	29.37	29.88	30.59	28.58	27.15	-22.04	-45.83	
-71.63	-88.94	-95.44	-94.50	-89.74	-73.35	-52.56	-42.22	-42.27	-41.29	
-36.81	-31.45	-26.00	-21.02	-16.97	-15.56	14.34	13.92	11.92	13.11	
11.22	13.14	11.84	-12.42	-12.48	13.04	12.00	-13.96	-16.89	-15.08	
-17.25	-16.11	-19.25	-22.34	-24.47	-23.81	-27.23	-31.32	-31.58	-33.15	
-34.46	-27.81	-25.24	-22.66	-19.59	-13.75	-18.47	-21.23	-16.92	-18.07	
-17.61	-20.42	-19.67	-19.36	-22.52	-21.03	-19.50	-22.46	-23.07	-20.01	
-21.90	-25.32	-26.62	-22.19	-23.97	-21.58	-23.26	-27.14	-29.27	-29.75	
-32.83	-31.77	-33.73	-37.21	-37.03	-41.30	-45.97	-50.36	-55.10	-53.08	

23.45	20.71	16.72	-11.61	-14.49	-13.56	-14.30	-11.73	-15.16	-15.97
-20.72	-23.41	-26.33	-30.49	-30.13	-29.95	-26.40	-27.40	-25.74	-25.56
-24.42	-23.19	-25.54	-24.66	-28.29	-26.85	-29.40	-27.74	-28.53	-23.33
-18.17	-15.73	16.28	18.67	12.89	-16.03	-21.82	-22.02	-27.31	-29.06
-30.96	-34.80	-35.14	-39.65	-40.58	-37.72	-35.74	-33.74	-31.07	-27.84
-24.76	-24.54	-27.55	-28.58	-27.12	-29.65	-26.44	-21.46	-17.72	-18.62
-17.41	17.18	22.55	30.31	32.54	37.89	40.13	38.14	38.35	34.24
32.35	32.44	32.61	31.27	31.74	29.49	31.97	30.92	24.85	-25.59
-47.57	-69.56	-78.11	-77.58	-74.85	-62.91	-53.99	-54.64	-51.85	-50.18
-47.31	-43.11	-42.58	-38.41	-35.85	-33.77	-28.37	-30.28	-28.77	-25.01
-25.58	-21.52	-23.39	-21.28	-24.47	-24.14	-20.09	-22.34	-18.99	-20.06
-17.41	-15.69	-17.35	-16.31	-20.66	-13.57	-17.55	-20.94	-18.94	-24.45
-32.04	-35.83	-31.37	-30.76	-26.93	-26.30	-27.36	-23.39	-23.49	-25.11
-18.41	-19.43	-21.30	-19.49	-21.76	-20.52	-13.81	-18.55	-19.75	-20.49
-19.47	-20.92	-20.23	-26.28	-27.25	-29.00	-32.09	-38.79	-41.83	-41.42
-45.02	-51.21	-53.95	-53.56	-56.42	-55.17	-59.67	-64.05	-64.97	-70.89
-72.23	-79.57	-31.25							

A0252

23.52	19.68	17.96	15.06	12.03	-14.47	-17.55	-19.26	-22.70	-23.11
-28.46	-30.09	-32.54	-34.76	-37.14	-42.22	-44.23	-50.17	-52.47	-56.99
-58.42	-55.77	-57.79	-59.59	-60.53	-62.76	-65.52	-64.79	-61.12	-59.85
-53.46	-53.27	-47.63	-46.49	-43.69	-43.28	-38.52	-33.97	-34.58	-33.05
-33.79	-27.25	-27.26	-23.91	-21.59	-19.57	-15.80	-17.97	-21.18	-19.69
-19.67	-15.22	15.50	16.80	20.71	25.50	33.81	34.12	39.16	42.29
45.52	43.24	49.52	51.30	52.41	55.59	57.82	60.52	63.43	70.02
78.40	80.99	86.59	87.43	81.20	75.55	75.41	57.30	27.30	-54.22
-82.50	-99.49	-106.33	-105.71	-100.75	-88.22	-75.22	-65.26	-64.45	-55.23
-51.25	-44.97	-41.39	-32.46	-24.22	-14.27	-12.13	17.23	22.26	28.98
32.86	38.43	43.50	47.90	52.07	55.13	60.76	59.50	49.83	49.38
48.22	40.38	39.71	35.15	33.24	29.65	25.21	23.22	19.48	19.01
-11.78	-15.47	13.77	17.34	23.34	25.00	28.36	29.68	30.33	29.03
28.59	29.09	27.39	25.98	25.33	27.28	28.14	25.03	21.75	22.61
22.96	23.37	20.95	21.03	21.82	24.30	21.83	20.29	19.80	15.65
12.54	-17.04	-14.27	-17.08	-15.15	-19.96	-25.75	-26.92	-22.41	-23.94
-22.23	-17.36	-20.91	-212.05						

A0253

23.47	20.51	16.80	15.26	12.72	12.00	-13.18	-15.52	-20.24	-21.74
-23.94	-25.35	-24.59	-27.16	-28.34	-32.91	-37.01	-42.64	-45.98	-48.94
-54.10	-53.56	-57.16	-59.45	-54.93	-55.80	-53.04	-64.63	-63.24	-55.29
-54.69	-48.19	-43.31	-36.27	-43.24	-54.59	-61.03	-66.30	-66.16	-65.79
-67.20	-63.33	-58.53	-46.64	-45.25	-42.88	-40.84	-38.63	-35.79	-30.42
-31.55	-31.75	-26.43	-22.44	-20.50	-18.83	-14.72	-17.41	-16.82	12.28
13.62	12.76	14.66	15.06	16.99	15.66	12.68	15.44	17.41	21.93
21.46	12.67	23.71	25.90	27.45	25.79	27.70	26.93	35.78	40.68
41.15	41.39	37.24	43.75	46.71	54.20	59.98	67.61	70.71	73.32
76.35	77.25	70.15	54.38	46.69	33.21	15.02	-13.17	-14.85	-17.42
-15.35	-14.73	-18.02	-21.48	-21.17	-19.23	-25.95	-28.91	-32.32	-39.77
-42.27	-42.34	-34.64	-34.50	-46.70	-54.87	-59.61	-63.00	-59.85	-55.22
-50.03	-41.91	-43.35	-46.36	-43.62	-41.62	-37.73	-39.69	-39.33	-34.88
-35.32	-33.00	-35.49	-33.91	-34.05	-32.16	-32.66	-32.39	-33.13	-31.25
-32.75	-33.67	-33.54	-34.59	-35.00	-36.80	-39.37	-42.32	-40.96	-45.60
-47.27	-47.97	-46.62	-47.03	-46.13	-51.88	-60.21	-60.86	-62.06	-71.59
-73.39	-72.83	-74.52	-77.77	-71.10	-71.67	-68.97	-67.10		

A0254

23.54	20.37	14.46	-12.35	-14.63	-17.72	-23.41	-26.62	-24.92	-21.67
-23.80	-26.43	-29.47	-31.09	-33.02	-35.90	-36.19	-41.00	-43.44	-47.16
-50.28	-54.53	-59.92	-59.84	-54.33	-50.52	-50.51	-54.98	-55.13	-47.47
-47.30	-43.55	-44.35	-41.23	-35.00	-32.56	-27.58	-25.31	-23.58	-22.54
-23.94	-22.47	-23.83	-22.50	-16.36	17.17	19.74	22.35	24.99	27.19
26.39	24.01	26.39	27.08	27.05	29.19	28.40	29.25	27.64	26.32
25.69	23.66	23.65	20.14	19.38	18.63	19.01	15.59	14.43	14.66
-14.48	-17.04	-18.99	-19.34	-21.93	-22.82	19.26	34.60	44.07	49.18
50.95	55.00	50.55	52.66	55.50	54.14	50.99	47.91	43.53	46.49
43.33	43.99	47.34	48.10	44.83	43.09	40.59	42.49	41.17	36.83
36.58	31.53	26.87	28.37	25.97	20.16	20.78	17.62	11.68	-12.64
-15.76	-20.15	-21.77	-25.86	-30.51	-32.49	-36.60	-41.11	-44.29	-39.17
-40.05	-35.86	-31.74	-29.08	-35.60	-38.65	-31.55	-31.83	-32.55	-26.89
-31.45	-30.83	-24.93	-21.58	-23.74	-27.03	-23.26	-21.23	-22.47	-30.18
-29.54	-19.59	14.74	-14.25	-13.55	-20.11	-26.03	-21.56	-26.34	-34.28
-31.87	-34.38	-38.59	-33.00	-36.30	-35.05	-35.86	-43.51	-43.42	-49.53
-46.97	-49.30								

A0255

23.47	19.89	18.64	14.00	13.33	11.44	-13.18	-14.96	-20.13	-20.12
-16.70	-20.24	-21.89	-22.18	-26.45	-24.76	-29.21	-32.30	-36.85	-39.87
-40.60	-46.72	-48.09	-53.11	-59.72	-60.49	-64.09	-64.36	-53.75	-58.08
-57.23	-51.73	-50.01	-54.16	-58.27	-64.41	-60.49	-57.08	-58.96	-55.82
-64.13	-67.18	-65.51	-66.71	-65.65	-64.53	-62.95	-59.91	-57.74	-56.77
-56.80	-59.07	-55.69	-59.35	-59.82	-52.22	-51.54	-42.63	-38.63	-36.24
-26.24	-26.30	-21.09	-20.67	-21.87	-15.22	-15.45	12.16	-13.98	-14.70
-12.37	-12.70	-16.83	-27.75	-38.46	-41.59	-37.67	-23.31	45.00	66.30
76.37	78.10	70.51	71.64	73.07	66.36	51.62	43.39	42.59	32.15
16.90	13.99	16.14	21.20	23.94	23.56	-13.71	-15.58	14.76	20.21
19.73	13.58	16.93	20.38	19.74	17.36	16.05	-14.60	-14.55	-14.52
-18.20	-17.61	-26.56	-32.61	-35.95	-37.41	-43.97	-46.93	-49.94	-46.66
-39.15	-34.90	-34.31	-26.07	-25.69	-23.60	-19.64	-16.13	-19.72	-19.28
-22.56	-21.10	-18.43	-21.09	-19.36	-16.42	-15.79	-23.32	-24.27	-20.98
-27.14	-26.05	-27.97	-26.92	-28.76	-30.52	-35.06	-34.08	-36.17	-36.31
-32.94	-30.92	-32.44	-35.54	-33.26	-38.74	-36.22	-35.40	-33.49	-37.59
-33.06	-37.21	-81.25							

A0256

23.60	19.90	14.33	13.59	12.15	-12.98	-17.29	-16.55	-20.01	-17.49	
-17.51	-17.76	-17.72	-19.12	-21.01	-20.99	-22.65	-21.79	-24.63	-25.63	
-28.98	-28.53	-30.34	-32.51	-40.33	-45.52	-47.58	-47.89	-45.97	-45.41	A0258
-42.49	-42.33	-39.02	-46.27	-56.73	-71.13	-79.57	-79.43	-71.57	-71.29	
-62.65	-59.55	-55.52	-43.60	-26.92	-17.01	23.05	29.36	32.78	34.34	
39.18	44.43	43.87	42.98	42.31	41.81	44.86	44.16	44.45	43.91	
43.71	43.24	42.99	47.01	47.96	44.57	46.24	44.71	45.61	43.30	
35.33	38.15	40.37	38.64	38.80	36.26	44.55	57.95	63.49	62.55	
59.10	49.76	44.82	47.24	51.04	43.22	28.23	17.48	-29.55	-36.30	
-35.70	-36.97	-38.52	-32.65	-29.93	-32.00	-29.11	-29.94	-37.90	-41.85	
-39.38	-33.72	-34.47	-27.88	-27.99	-26.23	-27.40	-30.10	-30.09	-32.86	
-31.86	-34.18	-33.34	-34.23	-35.38	-33.27	-36.87	-39.58	-31.75	-23.37	
-21.37	-16.67	15.40	20.82	24.99	27.60	30.89	29.80	32.00	31.03	
28.26	31.53	33.43	33.61	35.69	36.01	39.35	37.93	40.38	38.95	
36.90	39.10	34.46	25.28	19.69	15.12	18.62	21.90	16.04	13.71	
-14.06	12.51	-16.99	-15.96	-21.51	-22.56	-25.11	-27.96	-32.21	-34.00	
-33.93	-190.71									
23.31	22.78	24.23	21.86	20.28	13.56	13.71	16.05	19.22	15.57	
-16.21	-17.72	-15.34	-15.05	-20.35	-18.83	-22.73	-19.45	-26.58	-33.57	
-33.72	-36.51	-38.59	-36.75	-40.20	-40.32	-46.26	-45.55	-44.25	-39.02	A0259
-38.93	-35.06	-33.76	-30.26	-37.47	-44.76	-53.33	-54.89	-54.15	-54.05	
-63.08	-63.82	-59.52	-49.13	-49.11	-54.82	-60.38	-65.42	-69.18	-70.16	
-70.13	-76.73	-78.35	-33.93	-85.93	-79.79	-62.09	-48.87	-42.69	-29.82	
-21.73	29.33	35.69	34.55	32.23	33.16	26.59	25.04	25.25	28.18	
32.10	30.47	25.52	17.72	-19.53	-20.81	-16.78	20.82	37.54	54.50	
60.27	60.86	60.11	57.18	57.40	54.87	42.26	25.51	-15.98	-26.46	
-36.15	-36.96	-33.12	-29.03	-31.13	-34.19	-35.63	-31.65	-24.54	-22.27	
-16.57	-15.83	12.53	11.57	13.04	12.74	15.43	16.31	14.89	17.94	
17.77	13.37	-14.92	-20.52	-23.35	-23.30	-27.77	-28.61	-33.80	-37.81	
-34.86	-28.10	-27.50	-24.98	-25.69	-22.43	-18.82	-17.60	-13.59	-15.12	
14.03	13.72	14.34	-12.79	16.25	17.92	17.03	18.46	15.95	16.71	
16.81	13.53	15.57	13.45	-15.38	-15.91	-15.15	-18.16	-19.70	-21.95	
-20.38	-24.55	-25.64	-28.37	-32.19	-30.27	-33.64	-40.02	-40.47	-43.08	
-45.01	-48.48									
23.55	19.79	19.91	16.76	12.72	12.22	-14.09	-17.05	-16.66	-23.06	
-26.72	-33.35	-39.05	-40.66	-44.00	-48.81	-49.14	-55.28	-61.05	-62.71	
-66.07	-71.05	-73.13	-79.53	-83.26	-89.69	-96.24	-92.97	-79.44	-58.41	A0260
-37.19	-21.26	28.15	37.71	38.39	34.97	34.90	39.66	44.33	38.77	
31.35	26.25	15.18	-18.10	-28.66	-38.57	-47.36	-54.79	-57.73	-57.57	
-56.32	-56.26	-53.64	-51.78	-49.25	-48.24	-49.25	-49.43	-45.16	-45.61	
-43.11	-42.87	-41.61	-39.27	-40.60	-36.73	-35.76	-39.93	-40.81	-35.77	
-32.45	-33.03	-31.29	-31.48	-29.13	-23.21	25.25	35.08	36.08	37.37	
28.53	22.50	23.69	21.67	18.43	16.26	-13.09	-12.92	-12.15	11.96	
13.12	-14.51	-16.70	-13.74	-13.66	-16.76	-20.55	-21.66	-22.85	-21.35	
-19.11	-21.62	-23.10	-20.89	-21.66	-21.75	-21.56	-22.82	-21.29	-24.32	
-24.31	-25.75	-28.78	-27.58	-30.97	-29.98	-32.64	-32.63	-32.39	-37.64	
-38.57	-39.95	-33.58	-29.88	-31.71	-34.13	-32.16	-27.13	-27.93	-29.56	
-34.66	-38.73	-35.07	-34.00	-30.73	-32.94	-35.30	-33.45	-33.52	-37.60	
-33.10	-41.04	-40.74	-40.21	-41.34	-38.47	-41.44	-42.67	-39.25	-38.81	
-39.43	-37.73	-40.07	-39.70	-42.39	-43.24	-45.78	-46.70	-47.94		
23.56	19.07	20.24	24.99	26.54	23.01	25.09	29.08	27.06	26.11	
30.78	34.21	37.76	34.55	37.96	44.24	43.28	41.73	43.65	46.18	
43.47	38.96	34.58	34.53	33.52	31.79	28.29	31.13	31.05	25.17	A0261
19.96	15.81	17.06	17.43	13.73	-14.98	-14.45	-15.72	-15.83	-23.02	
-24.24	-24.09	-30.78	-27.91	-25.05	-22.29	-19.13	-14.66	15.49	15.69	
14.34	11.40	-14.52	-15.85	-14.57	14.71	13.57	15.21	15.32	18.77	
19.43	16.00	17.25	15.99	18.80	18.24	22.76	25.75	23.69	26.00	
26.21	22.53	24.60	24.77	23.11	24.84	25.93	18.06	-33.71	-55.94	
-68.48	-70.73	-68.52	-51.72	-54.64	-45.81	-38.65	-36.33	-28.14	-25.90	
-17.74	-16.10	11.74	15.11	21.44	25.50	28.51	32.36	35.11	38.08	
39.40	41.45	44.73	42.78	41.10	45.39	47.07	45.19	47.95	48.26	
44.35	38.08	37.84	35.05	27.10	23.03	21.47	14.99	14.65	21.48	
22.17	26.93	30.82	33.24	34.52	30.12	27.02	24.00	22.87	23.94	
25.62	25.37	20.58	18.67	18.97	15.75	17.74	18.15	17.44	18.33	
13.75	-15.84	-18.02	-20.26	-18.31	18.47	17.99	23.28	29.62	31.58	
34.36	35.33	42.23	42.41	46.01	49.49	55.22	55.98	59.78	62.51	
60.04										
23.39	21.95	25.12	24.39	26.25	27.08	30.27	31.50	28.17	28.85	
30.63	32.74	35.42	36.05	38.22	37.44	33.77	34.20	34.14	30.31	
30.92	31.79	31.35	32.24	28.20	26.41	26.80	29.94	32.17	39.71	A0262
42.28	37.00	29.76	25.25	19.03	14.35	-16.12	-23.96	-27.62	-32.86	
-33.54	-29.25	22.15	39.55	50.63	56.33	55.72	51.97	51.94	52.64	
52.36	53.16	50.06	51.90	50.74	51.31	49.71	49.14	48.02	43.85	
45.69	44.68	43.38	42.97	42.36	42.48	37.67	37.93	36.41	37.99	
37.52	35.66	36.68	43.96	53.14	63.66	64.09	67.50	47.40	40.10	
40.51	35.30	36.39	33.16	29.63	27.36	21.68	21.28	22.39	22.09	
21.13	19.53	18.69	18.66	17.93	17.49	17.03	18.49	17.16	-14.09	
-16.49	19.23	29.44	37.35	46.99	52.64	61.24	61.95	57.30	56.93	
56.49	59.51	56.93	46.38	46.46	45.87	41.89	35.67	35.08	30.72	
27.22	27.05	24.44	24.34	21.33	22.50	19.13	16.85	15.34	17.12	
12.74	15.96	18.24	19.77	27.45	29.26	33.88	33.49	36.73	36.54	
37.52	31.56	24.91	25.47	24.76	27.96	25.03	13.03	-23.28	-32.19	
-34.89	-28.25	-17.79	-16.77	-23.54	-29.03	-34.86	-36.57	-43.25		

23.50	20.47	15.58	15.89	19.22	20.85	21.60	18.78	18.39	20.11
23.51	22.46	22.32	21.57	24.12	24.86	26.21	28.17	26.41	28.06
25.43	25.00	26.39	23.36	23.90	20.14	19.58	21.17	23.53	23.18
30.47	25.45	17.14	-17.99	-25.40	-30.72	-39.33	-44.43	-52.39	-56.44
-61.52	-66.34	-68.23	-70.61	-65.29	-60.74	-56.65	-51.98	-46.82	-44.14
-43.17	-44.56	-47.58	-48.68	-47.86	-49.82	-48.23	-41.26	-40.11	-34.65
-35.26	-32.37	-30.39	-28.93	-23.17	-23.84	-20.05	-17.98	-15.87	14.28
12.77	11.27	-14.35	-16.66	-15.00	14.65	18.19	25.30	25.15	24.61
19.44	14.82	26.23	33.36	42.40	48.85	53.26	51.13	42.50	38.19
39.84	-2.66	42.39	37.44	36.27	34.78	33.81	33.21	29.29	30.20
23.68	20.63	19.00	18.55	18.06	12.78	-14.76	-24.20	-30.09	-32.85
-27.03	-26.01	-25.98	-27.50	-31.56	-27.27	-28.95	-31.14	-24.17	-20.87
-15.76	13.94	18.71	19.12	19.78	23.77	22.48	26.57	26.09	24.66
25.34	21.74	22.76	20.69	21.80	22.87	21.68	25.53	24.65	21.58
19.52	16.64	18.78	16.66	18.16	16.21	15.09	14.99	-13.72	-13.55
-20.73	-24.03	-18.54	-20.78	-20.43	-21.56	-19.04	-18.25	-16.95	-19.56
-17.60	-213.15								

A0263

23.56	19.02	22.14	27.93	23.66	24.32	23.34	24.88	24.25	23.42
18.98	21.25	22.60	19.32	20.13	17.25	17.29	14.38	-14.25	-14.59
-11.96	-16.50	-16.42	-15.58	-22.87	-28.24	-28.51	-27.50	-22.28	-15.39
-15.31	18.46	13.98	-18.13	-25.75	-28.62	-33.34	-39.78	-41.52	-46.09
-45.55	-50.34	-58.34	-55.49	-53.34	-51.84	-50.11	-46.60	-45.97	-43.15
-40.74	-42.80	-41.23	-40.32	-37.64	-36.01	-37.62	-35.19	-36.12	-31.30
-31.45	-31.91	-33.13	-34.55	-32.70	-33.50	-32.81	-31.07	-24.46	-26.14
-23.70	-21.57	-20.56	-17.40	-17.95	-14.98	26.63	32.75	33.27	32.12
25.25	28.52	35.94	39.43	36.86	33.48	35.93	35.33	37.03	36.68
39.07	39.23	36.45	39.09	43.08	44.65	40.36	39.80	34.67	37.05
36.71	32.35	30.64	29.71	28.38	29.39	26.73	18.98	18.95	16.24
11.49	-15.77	-21.97	-25.14	-34.02	-39.75	-41.25	-36.73	-34.79	-31.02
-32.26	-28.34	-29.89	-27.26	-29.33	-28.52	-25.41	-28.20	-25.45	-25.60
-25.12	-21.71	-25.28	-22.95	-19.92	-21.92	-19.55	-21.43	-26.17	-22.27
-21.71	-27.15	-27.81	-29.15	-30.05	-35.55	-31.28	-33.58	-33.92	-34.10
-36.25	-34.10	-38.15	-34.19	-34.92	-28.52	-31.88	-30.83	-27.75	-27.22

A0264

23.40	23.09	27.12	24.44	24.12	24.54	25.09	26.31	23.93	25.86
26.38	25.51	29.37	29.73	24.76	25.27	27.26	26.57	30.56	28.92
25.08	21.45	15.73	16.08	18.43	13.66	-18.23	-16.24	18.65	25.27
25.28	23.73	18.58	15.21	15.16	12.76	-14.80	-14.63	-19.97	-18.48
-22.05	-23.04	24.18	37.38	46.64	54.37	60.75	64.75	66.52	64.20
63.79	68.73	71.56	69.20	66.62	67.21	62.34	56.73	54.02	51.34
48.53	46.89	41.69	41.12	34.88	28.99	23.28	13.80	-13.18	-16.71
-16.79	-19.65	-26.80	-30.18	-30.90	-22.62	26.16	33.85	36.71	37.56
42.77	49.62	52.15	51.69	52.69	46.59	51.59	61.11	64.51	60.33
50.54	46.25	39.29	36.89	30.75	29.35	27.23	30.34	30.19	24.87
21.10	17.96	19.16	17.37	-11.01	-12.60	-16.08	-15.40	-19.18	-24.64
-30.75	-37.94	-41.49	-34.28	-29.42	-31.05	-28.94	-27.44	-22.62	-21.68
-21.03	-17.90	-19.04	-15.20	-15.59	-17.85	-15.43	-16.35	-14.30	-12.24
-15.25	14.61	12.63	-14.85	-14.33	-14.76	-16.37	-13.47	-15.26	-16.04
-13.53	-18.32	-17.45	-20.08	-26.58	-24.39	-27.02	-30.82	-28.49	-25.45
-26.42	-24.46	-28.27	-26.99	-30.05	-28.73	-32.62	-36.36	-32.97	

A0265

23.64	19.25	16.40	19.04	17.25	17.07	18.06	16.41	17.48	15.10
15.56	17.04	20.52	20.17	13.43	-16.51	-18.30	-14.33	-14.53	-19.10
-19.32	-24.12	-29.15	-21.90	-33.95	-34.00	-41.59	-47.93	-43.03	-33.99
-33.46	-32.31	-26.02	-23.19	-23.50	-19.66	-17.86	16.75	18.19	20.32
19.37	21.34	30.25	31.62	24.03	-36.12	-63.76	-89.47	-107.91	-114.22
-115.65	-109.36	-96.22	-77.80	-60.71	-45.40	-25.50	25.15	45.21	57.39
61.43	61.89	55.69	50.42	49.35	44.31	44.06	42.29	42.86	40.80
38.83	35.12	33.22	27.96	26.45	24.83	30.06	41.32	45.71	45.96
45.19	43.05	48.01	50.67	49.31	36.72	26.51	19.39	-25.02	-35.97
-37.63	-35.02	-35.87	-29.45	-26.81	-26.78	-25.37	-27.45	-27.50	-26.10
-30.88	-32.95	-36.37	-39.82	-39.24	-43.17	-46.18	-43.17	-40.93	-41.16
-37.57	-44.55	-49.10	-46.89	-41.76	-42.62	-40.90	-37.74	-30.97	-18.85
-13.53	-17.14	-18.14	-22.13	-19.59	-17.76	-18.63	-16.93	-18.05	-14.97
-13.55	-13.76	-18.76	-16.79	-14.24	-16.44	-14.31	-17.86	-16.93	-20.95
-21.49	-22.96	-26.19	-26.33	-32.33	-32.82	-35.33	-42.89	-43.66	-38.26
-33.45	-30.97	-25.98	-25.65	-22.29	-19.55	-21.77	-20.56	-16.37	-18.74

A0266

23.51	20.06	14.14	-21.66	-29.76	-34.47	-32.23	-30.92	-34.72	-34.34
-31.06	-33.57	-35.91	-35.92	-35.79	-33.75	-37.42	-37.53	-38.37	-44.40
-45.11	-43.09	-43.85	-39.14	-40.76	-45.26	-44.39	-45.24	-51.74	-50.22
-45.50	-40.15	-32.19	-37.25	-46.23	-43.88	-48.54	-49.05	-49.31	-55.18
-56.85	-53.87	-48.73	-45.21	-43.43	-33.42	-21.77	21.00	29.06	34.91
37.89	38.49	34.33	27.10	27.89	28.51	25.15	27.96	28.22	27.61
28.87	26.54	25.05	26.03	24.55	25.27	23.75	23.92	20.67	21.77
21.57	19.24	20.92	20.05	15.54	16.58	24.99	29.44	53.95	55.21
54.68	48.40	43.44	45.39	42.56	41.23	39.50	35.67	35.13	36.91
37.60	36.70	38.43	35.77	33.58	29.42	32.41	32.11	28.06	28.15
28.04	24.22	19.32	19.63	12.62	-14.66	-15.50	-15.66	-20.77	-23.23
-29.83	-36.16	-39.33	-40.18	-44.82	-49.16	-49.33	-54.73	-60.00	-60.77
-53.07	-52.49	-49.98	-52.63	-50.90	-49.71	-49.45	-47.10	-51.98	-51.11
-56.04	-56.38	-52.78	-56.25	-58.24	-55.84	-47.56	-46.29	-42.11	-42.24
-37.90	-32.66	-29.79	-26.29	-21.29	-16.59	-18.32	-20.21	-19.54	-25.73
-22.82	-22.55	-27.34	-20.34	-17.76	-21.64	-20.97	-24.28	-21.68	15.66
-13.61	-17.59								

A0267

23.52	20.64	20.21	19.11	16.26	12.98	10.97	-14.82	-17.08	-19.57	
-22.59	-26.73	-30.13	-30.05	-33.74	-34.70	-38.47	-41.16	-46.07	-50.86	
-52.77	-57.40	-61.21	-67.50	-70.74	-75.86	-82.36	-77.86	-70.73	-65.76	A0276
-55.19	-46.97	-34.15	-24.86	-25.04	-25.13	-29.00	-31.53	-33.91	-36.58	
-36.66	-31.20	-19.05	27.67	28.01	23.30	17.26	-11.45	16.36	17.57	
18.21	18.46	15.41	15.47	14.50	15.12	13.36	12.89	11.89	-12.23	
-11.96	13.19	12.41	13.31	14.05	14.94	16.48	16.03	18.30	17.40	
19.15	20.22	22.40	23.78	27.73	35.41	35.32	36.28	28.63	21.53	
29.50	35.06	36.63	39.77	40.88	42.30	40.57	40.27	38.03	35.67	
33.30	30.25	28.13	22.89	21.94	18.18	15.73	-11.56	-14.38	-18.50	
-20.35	-21.30	-18.19	-17.51	-16.77	-15.93	-13.87	-12.83	14.38	15.85	
16.51	19.05	18.87	21.27	21.78	23.59	26.49	27.99	30.03	30.57	
33.48	33.40	35.36	36.42	33.65	34.14	31.77	29.26	26.73	23.45	
22.81	13.75	16.30	14.00	-13.55	-14.10	-17.61	-19.18	-22.74	-26.82	
-28.28	-34.43	-36.63	-36.02	-37.20	-41.82	-44.87	-44.75	-48.80	-50.44	
-53.26	-57.02	-58.92	-64.37	-66.59	-69.80	-71.59				
23.58	19.03	18.67	19.86	21.25	21.09	21.40	20.84	22.09	20.55	
20.17	20.70	20.50	20.79	20.90	22.06	20.59	21.07	19.31	17.39	
16.37	13.45	13.17	-12.74	-15.05	-17.91	-21.35	-16.17	15.58	20.27	A0277
21.56	21.26	18.94	11.59	-17.25	-20.48	-25.30	-31.95	-35.27	-41.49	
-42.67	-36.76	-23.45	22.26	26.68	26.41	24.34	18.90	16.97	16.31	
12.35	12.44	-11.10	-11.41	11.57	-12.27	-13.71	-13.54	-15.64	-17.22	
-17.89	-18.55	-19.82	-20.65	-21.94	-23.76	-24.64	-25.65	-25.66	-27.73	
-29.39	-23.97	20.35	30.89	41.59	45.32	45.21	43.46	38.33	43.94	
47.18	48.38	49.44	49.69	50.89	49.62	49.42	51.08	52.16	51.96	
50.20	49.41	48.57	48.89	48.14	47.85	48.67	47.93	48.33	46.81	
45.29	43.12	40.99	39.54	39.31	35.24	34.33	33.18	30.80	26.14	
23.71	21.12	17.19	12.99	-13.24	-13.60	-13.09	15.19	16.17	17.50	
20.02	22.57	25.25	27.23	28.17	30.23	32.47	33.30	34.57	35.85	
36.72	36.86	37.82	38.82	38.87	38.23	39.16	39.29	36.94	34.78	
33.92	34.09	35.97	36.59	37.30	39.32	41.60	42.12	43.67	44.17	
44.77	44.79	43.97	44.51	44.36	44.00					
23.58	19.49	18.41	17.56	20.85	21.79	23.73	25.94	27.67	30.11	
29.60	31.15	30.17	31.22	30.75	29.14	29.24	25.87	24.07	19.77	
18.34	18.26	18.56	17.07	14.31	14.61	16.07	20.80	24.90	25.35	A0278
33.08	35.47	40.71	44.36	46.95	44.63	38.12	33.54	27.56	23.76	
16.77	14.60	18.50	16.63	-11.59	-19.22	-26.86	-29.46	-26.23	-24.55	
-23.24	-18.23	-17.54	-15.31	-11.45	-12.11	14.20	13.27	14.06	14.73	
12.84	14.51	14.20	13.24	17.15	18.13	14.02	-15.60	-22.36	-26.28	
-32.01	-34.60	-33.20	-24.49	17.78	21.99	20.19	-16.96	-30.11	-32.74	
-31.29	-29.21	-23.71	-22.58	-18.37	-16.47	-14.15	-16.14	-16.40	-19.86	
-21.66	-20.77	-17.48	-16.36	-13.50	-14.71	-11.82	-13.69	13.97	14.43	
16.84	17.47	16.34	18.07	16.42	14.47	15.38	13.48	15.23	15.72	
15.93	17.81	16.96	18.65	17.92	17.09	16.83	13.57	13.55	12.07	
-14.22	-14.27	-14.39	-14.20	-13.92	-18.01	-17.96	-19.64	-20.12	-22.10	
-26.81	-25.93	-25.17	-26.90	-23.22	-23.43	-22.58	-19.78	-22.70	-23.54	
-21.31	-24.07	-25.68	-21.03	-17.59	-16.50	-18.32	-15.60	-16.82	-16.21	
-16.12	-19.31	-18.21	-20.07	-21.76	-24.94	-29.45	15.58			
23.95	26.19	26.46	26.65	27.82	28.25	26.97	26.88	27.52	27.72	
28.15	27.59	27.50	28.40	27.46	26.19	25.32	25.89	25.32	24.34	
24.71	23.51	21.90	21.16	13.88	16.46	17.97	21.54	26.02	29.05	A0279
32.27	34.57	31.57	29.00	27.89	25.53	21.58	18.83	16.86	14.60	
14.00	16.92	28.17	31.16	29.66	25.90	22.79	17.24	16.41	14.69	
11.89	-11.65	-13.15	-14.87	-15.97	-16.56	-17.62	-16.54	-19.33	-21.13	
-21.60	-22.88	-23.79	-23.84	-26.37	-27.08	-28.84	-29.99	-31.75	-32.98	
-33.71	-36.43	-35.32	-26.78	24.51	31.23	31.30	28.70	22.69	22.76	
22.90	24.13	24.34	26.56	28.24	28.56	28.72	29.82	32.50	32.64	
32.96	34.31	34.47	32.74	32.95	31.92	30.37	30.34	28.85	25.93	
24.38	22.78	20.58	18.47	18.03	15.74	12.78	-12.05	-14.75	-17.19	
-21.49	-24.59	-28.50	-33.37	-38.03	-42.73	-46.08	-49.90	-55.07	-58.67	
-64.23	-67.57	-64.13	-63.60	-63.61	-58.90	-56.64	-53.50	-50.57	-49.60	
-48.48	-45.98	-43.51	-41.83	-40.99	-38.33	-37.38	-33.93	-32.89	-30.07	
-26.49	-25.55	-22.51	-20.96	-20.55	-18.93	-17.85	-17.55	-15.77	14.04	
14.98	16.85	16.71	16.78	17.07	16.97					
23.58	18.75	19.44	20.90	13.08	16.25	16.38	18.14	19.26	20.44	
21.41	20.91	21.94	20.36	20.35	17.39	17.50	18.77	16.59	15.38	
12.52	-15.19	-16.27	-16.11	-20.27	-21.51	-26.70	-24.73	-20.87	-18.11	A0280
-19.19	-24.03	-24.75	-25.10	-28.40	-28.18	-32.30	-35.57	-34.77	-38.53	
-41.07	-34.82	22.34	27.32	48.38	50.65	47.51	42.55	43.40	42.53	
43.55	42.18	43.65	45.77	45.17	43.59	43.89	41.47	41.15	41.12	
43.04	41.73	41.22	43.35	42.00	43.37	44.28	43.97	43.83	39.84	
39.28	41.14	40.99	43.94	47.94	46.19	37.18	20.17	-30.12	-31.11	
-28.64	-20.14	-16.75	18.66	25.73	27.71	32.77	35.97	39.18	41.37	
43.29	45.25	47.33	49.54	48.32	50.25	49.14	49.52	50.10	49.87	
51.57	49.87	50.47	48.68	47.89	47.18	46.76	46.70	44.87	44.61	
44.14	43.72	42.37	41.77	39.45	38.54	40.78	41.16	43.38	43.78	
43.90	43.30	44.24	44.81	44.12	46.86	48.01	50.82	50.38	51.66	
51.39	51.15	51.56	50.01	49.97	44.70	40.58	36.17	34.29	29.77	
28.27	25.50	25.24	26.87	25.72	25.76	27.97	23.56	28.13	29.05	
29.83	29.78	28.75	28.63	27.56	27.37	15.63				

