

1999

MOD. 579

RAPPORT 1



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

FLANDERS HYDRAULICS

HAVEN VAN OOSTENDE TOEGANKELIJKHEID HUIDIGE SITUATIE

DEEL 1 - VERSLAG SIMULATORONDERZOEK

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Leefmilieu en Infrastructuur
Administratie Waterwegen en zeewezen
Afdeling Waterwegen Kust



Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Leefmilieu en Infrastructuur
Administratie Waterwegen en Zeewezen
Afdeling Waterwegen Kust

Model 579-1

HAVEN VAN OOSTENDE

Rapport 1

Toegankelijkheid huidige situatie

Deel 1

Verslag simulatoronderzoek

Mei 1999

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE.....	i
LIJST VAN DE TABELLEN.....	iii
LIJST VAN DE FIGUREN.....	iv
LIJST VAN DE BIJLAGEN.....	viii
0 SAMENVATTING.....	1
1 INLEIDING.....	3
1.1 Situering onderzoek.....	3
1.2 De haven.....	3
1.3 Doel van het onderzoek.....	4
2 VOORAFGAANDE BESCHOUWINGEN.....	5
2.1 Manoeuvres.....	5
2.2 Conditie.....	5
2.3 Sleepboten.....	5
2.3.1 Cargoschip.....	5
2.3.2 Roro-ferry.....	6
2.4 Autopilot.....	6
2.5 Procedure vaarten in real time.....	6
3 CONDITIES.....	7
3.1 Manoeuvres.....	7
3.1.1 Cargoschip.....	7
3.1.2 Roro-ferry.....	7
3.1.3 Cruiseschip.....	7
3.2 Bodemgegevens.....	7
3.3 Getij.....	8
3.4 Windgegevens.....	8
3.4.1 Windconditie.....	8
3.4.2 Vlagerigheid.....	8
3.5 Sleepboten.....	8
3.6 Hindernissen.....	9
3.6.1 Ander verkeer.....	9
3.6.2 Afgemeerde schepen.....	9
3.7 Lichten (nautische hulpmiddelen).....	9
3.8 Oeverzuiging.....	9
3.9 Schepen.....	9
3.9.1 Cargoschip.....	9
3.9.2 Roro-ferry.....	9
3.9.3 Cruiseschip.....	10

4	STATISTISCHE VERWERKINGSMETHODE	11
4.1	Gebruik stuurmiddelen.....	11
4.2	Vaarbaanbreedte.....	11
5	VAARPROEVEN MET HET CARGOSCHIP.....	13
5.1	Vaarten in real time.....	13
5.1.1	Resultaat	13
5.1.2	Moeilijkheidsgraad.....	13
5.1.3	Opmerkingen en ervaringen van de loodsen.....	14
5.1.4	Statistische analyse.....	14
5.2	Vaarten met autopilot.....	15
5.2.1	Verkenningstvaarten	16
5.2.2	Verkenningstvaarten met alternatieve aanloop	16
5.2.3	Verkenningstvaarten met alternatieve havengeul	17
5.2.4	Evaluatie autopilot	17
5.3	Analyse.....	17
6	VAARPROEVEN MET HET RORO-FERRY.....	19
6.1	Vaarten in real time.....	19
6.1.1	Resultaat	19
6.1.2	Moeilijkheidsgraad.....	19
6.1.3	Globale beoordeling door de loodsen.....	19
6.1.4	Statistische analyse.....	20
6.2	Vaarten met autopilot.....	22
6.2.1	Verkenningstvaarten	22
6.2.2	Verkenningstvaarten met alternatieve aanloop en havengeul.....	23
6.2.3	Evaluatie autopilot	23
6.3	Analyse.....	24
6.4	Bijkomende proefvaarten in samenwerking met Cobelfret	25
7	VAARPROEVEN MET HET CRUISESCHIP	26
8	MOGELIJKE VERBETERING VAN DE HAVENINGANG.....	27
8.1	Suggesties van de loodsen/kapiteins	27
8.2	Suggesties na analyse van de proefvaarten.....	28
9	BESLUITEN	29
9.1	Vaststellingen.	29
9.2	Aanbevelingen.....	30

TABELLEN

FIGUREN

BIJLAGE A

BIJLAGE B

LIJST VAN DE TABELLEN

Tabel 1 : Pilot sheet van het gesimuleerde cargoschip.....	T 1
Tabel 2 : Pilot sheet van het gesimuleerde ro-ro-ferry	T 2
Tabel 3 : Pilot sheet van het gesimuleerde cruiseschip.....	T 3
Tabel 4 : Overzicht van de reële windcondities.....	T 4
Tabel 5 : Overzicht van de uitgevoerde vaarten	T 5
Tabel 6 : Overzicht van het resultaat van de uitgevoerde vaarten, volgens de loodsen	T 6
Tabel 7 : Overzicht van de moeilijkheidsgraad van de uitgevoerde vaarten, volgens de loodsen	T 7
Tabel 8 : Overzicht Autopilot vaarten met cargoschip.....	T 8
Tabel 9 : Overzicht Autopilot vaarten met cargoschip met aangepaste geul op zee.	T10
Tabel 10 : Overzicht Autopilot vaarten met cargoschip met rechtgetrokken haveningang	T11
Tabel 11 : Overzicht verkenningsvaarten met de ro-ro-ferry.....	T12
Tabel 12 : Overzicht evaluatievaarten met ro-ro-ferry in de huidige situatie	T17
Tabel 13 : Overzicht evaluatie vaarten met de ro-ro-ferry met aangepaste geul op zee	T19
Tabel 14 : Overzicht Evaluatie vaarten met de ro-ro-ferry rechtgetrokken haveningang	T21

LIJST VAN DE FIGUREN

- Figuur 1 Situatieschets huidige situatie.
- Figuur 2 Situatieschets situatie met alternatieve aanloop.
- Figuur 3 Situatieschets situatie met rechtgetrokken invaartraject.
- Figuur 4 Stroming gemiddeld springtij. 5 uur voor hoogwater; tijstand GLLWS + 0.58m
- Figuur 5 Stroming gemiddeld springtij. 2 uur voor hoogwater; tijstand GLLWS + 3.31m
- Figuur 6 Stroming gemiddeld springtij. 1 uur voor hoogwater; tijstand GLLWS + 4.65m
- Figuur 7 Stroming gemiddeld springtij. 1 uur na hoogwater tijstand GLLWS + 4.84m
- Figuur 8 Bovenzicht cargoschip met positie radar en kluizen.
- Figuur 9 Bovenzicht roro-ferry met positie radar en kluizen.
- Figuur 10 Bovenzicht cruiseschip met positie radar en kluizen.
- Figuur 11 Tijkromme en snelheidsverloop in Oostende.
- Figuur 12 Afstanden langs vaarbaan bij opvaart.
- Figuur 13 Ligging raaien voor statistische verwerking vaarbaanbreedte
- Figuur 14 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte. Invaart met cargoschip , 5 uur voor HW.
- Figuur 15 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte. Invaart met cargoschip , 5 uur voor HW.
- Figuur 16 Statistische verwerking: Koers en roerhoek. Invaart met cargoschip , 5 uur voor HW.
- Figuur 17 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef. Invaart met cargoschip , 5 uur voor HW.
- Figuur 18 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte. Invaart met cargoschip , 1 uur voor HW.
- Figuur 19 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte. Invaart met cargoschip , 1 uur voor HW.
- Figuur 20 Statistische verwerking: Koers en roerhoek. Invaart met cargoschip , 1 uur voor HW.
- Figuur 21 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef. Invaart met cargoschip , 1 uur voor HW.
- Figuur 22 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte. Invaart met cargoschip , 1 uur na HW.
- Figuur 23 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte. Invaart met cargoschip , 1 uur na HW.
- Figuur 24 Statistische verwerking: Koers en roerhoek. Invaart met cargoschip , 1 uur na HW.
- Figuur 25 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef. Invaart met cargoschip , 1 uur na HW.
- Figuur 26 Statistische verwerking: Koers en roerhoek. Evaluatievaart met cargoschip, huidige situatie.
- Figuur 27 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef. Evaluatievaart met cargoschip, huidige situatie.
- Figuur 28 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.

- Evaluatievaart met cargoschip, alternatieve aanloop.
Figuur 29 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
- Evaluatievaart met cargoschip, alternatieve aanloop.
Figuur 30 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
- Evaluatievaart met cargoschip, alternatieve havengeul.
Figuur 31 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
- Evaluatievaart met cargoschip, alternatieve havengeul.
Figuur 32 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met cargoschip , 5 uur voor HW.
- Figuur 33 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met cargoschip , 5 uur voor HW.
- Figuur 34 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Autopilot-invaart met cargoschip , 5 uur voor HW.
- Figuur 35 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Autopilot-invaart met cargoschip , 5 uur voor HW.
- Figuur 36 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met cargoschip , 1 uur voor HW.
- Figuur 37 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met cargoschip , 1 uur voor HW.
- Figuur 38 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Autopilot-invaart met cargoschip , 1 uur voor HW.
- Figuur 39 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Autopilot-invaart met cargoschip , 1 uur voor HW.
- Figuur 40 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met cargoschip , 1 uur na HW.
- Figuur 41 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met cargoschip , 1 uur na HW.
- Figuur 42 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Autopilot-invaart met cargoschip , 1 uur na HW.
- Figuur 43 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Autopilot-invaart met cargoschip , 1 uur na HW.
- Figuur 44 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry , wind NO 6.
- Figuur 45 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, wind NO 6.
- Figuur 46 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Invaart met roro-ferry, wind NO 6.
- Figuur 47 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Invaart met roro-ferry, wind NO 6.
- Figuur 48 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, wind NW 6.
- Figuur 49 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, wind NW 6.
- Figuur 50 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Invaart met roro-ferry, wind NW 6.
- Figuur 51 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Invaart met roro-ferry, wind NW 6.
- Figuur 52 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, wind ZW 6.
- Figuur 53 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, wind ZW 6.

- Figuur 54 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Invaart met roro-ferry, wind ZW 6.
- Figuur 55 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Invaart met roro-ferry, wind ZW 6.
- Figuur 56 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, 5 uur voor HW.
- Figuur 57 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, 5 uur voor HW.
- Figuur 58 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Invaart met roro-ferry, 5 uur voor HW.
- Figuur 59 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Invaart met roro-ferry, 5 uur voor HW.
- Figuur 60 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, 1 uur voor HW.
- Figuur 61 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, 1 uur voor HW.
- Figuur 62 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Invaart met roro-ferry, 1 uur voor HW.
- Figuur 63 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Invaart met roro-ferry, 1 uur voor HW.
- Figuur 64 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, 1 uur na HW.
- Figuur 65 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Invaart met roro-ferry, 1 uur na HW.
- Figuur 66 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Invaart met roro-ferry, 1 uur na HW.
- Figuur 67 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Invaart met roro-ferry, 1 uur na HW.
- Figuur 68 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Evaluatievaart met roro-ferry, huidige situatie.
- Figuur 69 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Evaluatievaart met roro-ferry, huidige situatie.
- Figuur 70 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Evaluatievaart met roro-ferry, alternatieve aanloop.
- Figuur 71 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Evaluatievaart met roro-ferry, alternatieve aanloop.
- Figuur 72 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Evaluatievaart met roro-ferry, alternatieve havengeul.
- Figuur 73 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Evaluatievaart met roro-ferry, alternatieve havengeul.
- Figuur 74 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 5 uur voor HW.
- Figuur 75 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 5 uur voor HW.
- Figuur 76 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 5 uur voor HW.
- Figuur 77 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 5 uur voor HW.
- Figuur 78 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 1 uur voor HW.
- Figuur 79 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 1 uur voor HW.

- Figuur 80 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 1 uur voor HW.
- Figuur 81 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 1 uur voor HW.
- Figuur 82 Statistische verwerking: gebruikte vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 1 uur na HW.
- Figuur 83 Statistische verwerking: extrapolatie vaarbaanbreedte.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 1 uur na HW.
- Figuur 84 Statistische verwerking: Koers en roerhoek.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 1 uur na HW.
- Figuur 85 Statistische verwerking: Snelheid en toerental schroef.
Autopilot-invaart met roro-ferry, 1 uur na HW.

LIJST VAN DE BIJLAGEN

Bijlage A	Loodsinstructies
Bijlage B	Evaluatieformulier

0 SAMENVATTING

Vandaag worden in Oostende alle schepen langer dan 125m of met een diepgang groter dan 6.1m, als bovenmaats gemerkt. Op vraag van de Haven Oostende kreeg het laboratorium de opdracht de grenzen voor het aanlopen met grotere schepen wetenschappelijk te onderzoeken. Met name voor volgende schepen : cargoschepen tot 150m (ontwerpmaat voor de geplande nieuwe sluis in de achterhaven), roro-ferries en cruiseschepen tot 220m.

Omdat aan de westkant van de haven werken zullen uitgevoerd worden om het strand uit te breiden en omdat het oosterstaketsel dient vervangen te worden, wil de afdeling Waterwegen Kust van de gelegenheid gebruik maken om het hele ontwerp van de haveningang te herbekijken. Het onderzoek van de huidige situatie dient daartoe zich eveneens te richten naar de 'bottle necks' en het formuleren van adviezen voor het verbeteren van de nautische toegankelijkheid. Wanneer het nieuwe ontwerp van de havenmond klaar is, zal het opnieuw beproefd worden in de simulator.

Heden werd de toegankelijkheid onderzocht, met de nadruk op de haalbaarheid van het invaren van de haven bij verschillende omstandigheden. Een eerste reeks vaarten en een groot aantal vaarten met autopilot werden gebruikt om de moeilijkste omstandigheden uit het groot aantal mogelijke combinaties van tij en wind te selecteren. Voor de moeilijkste manoeuvres werden vaarten in reële tijd uitgevoerd. De statistische verwerking van deze simulatievaarten geeft enig inzicht in de minimale afmetingen.

De 160 simulatorvaarten werden uitgevoerd in zware omstandigheden: maximum eb-stroming of vloedstroming in combinatie met windkracht 6 Beaufort. Er werd gevaren met een cargoschip van 144m lengte, 20.4m breedte, 6.5m diepgang, met een roro-ferry (bijvoorbeeld Clementine) van 160m lengte, 25.2m breedte, 6.5m diepgang en met een cruiseschip (bijvoorbeeld Maasdam) van 220m lengte, 30m breedte en 7.5m diepgang.

Daarnaast werden met dezelfde schepen 800 vaarten uitgevoerd met een autopilot.

Uit het onderzoek konden volgende besluiten getrokken worden.

De moeilijkheidsgraad voor het invaren met beide schepen, ligt voornamelijk in de korte opéénvolging van vier manoeuvres, te weten:

- bochten van de geul in zee naar de lichtenlijn;
- de overgang van sterke dwarsstroming naar de beschutting in de havengeul;
- bochten in de havengeul;
- afremmen van het schip voor de zwaairom.

De timing van elk manoeuvre is essentieel, mede omdat er weinig tijd en ruimte in reserve is, om afwijkingen recht te zetten alvorens het volgende manoeuvre in te zetten. Deze timing is erg afhankelijk van het schip, zodat een goede samenwerking tussen de bemanning (kennis van het schip) en de loods (lokale kennis) onmisbaar is. Om de nautische toegankelijkheid te verbeteren dient men in de eerste plaats te denken aan vereenvoudigen van de invaart. (rechttrekken, verlengen van de remweg) Daarnaast

zou het geheel of gedeeltelijk verbreden van de toegang welgekomen extra reserve ruimte creëren.

Het invaren met het onderzochte **cargoschip** wordt beoordeeld als **veilig uitvoerbaar** in de praktijk, mits de stromingssnelheid lager is als 0.75m/s. Om een veilige vaart in de haven te verzekeren, dient het schip uitgerust te zijn met een krachtige boegschroef of beroep kunnen doen op sleepboothulp, voornamelijk om de besturing te verzekeren bij het afremmen van het schip en het verhalen. De loodsen willen de manoeuvres in de haven eveneens uittesten op de simulator alvorens een uitspraak over de haalbaarheid te doen.

De invaarten met de onderzochte **roro-ferry** zijn op dermate verschillende wijzen uitgevoerd, dat er geen éénduidige conclusies kunnen getrokken worden. Afgaande op het oordeel van de loodsen, stellen we dat de invaarten **veilig uitvoerbaar** zijn tot windkracht 6 Beaufort. Afgaande op onze observaties en gesprekken met de betrokkenen, lijkt het ons niet aangewezen een toegangsbeleid uit te stippelen voor schepen zoals de onderzochte roro-ferry op basis van de klassieke criteria zoals maximum maten, tijvensters,... Voor deze schepen dienen eveneens een aantal kwaliteitseisen gesteld. Zo is het essentieel dat degene die het manoeuvre uitvoert zowel het schip als de haven goed kent. Daarnaast is het evident dat zowel de uitrusting aan boord als de bemanning efficiënt en betrouwbaar dienen te zijn. Voor schepen die regelmatig de haven van Oostende aandoen kan overwogen worden de scheepsofficieren simulator-training met medewerking van het loodswezen aan te bieden.

Om een veilige vaart te verzekeren en in het kader van verder onderzoek is het aangewezen dat een éénduidige strategie voor het aanlopen van de haven van Oostende met roro-ferries wordt uitgewerkt.

Zowel bij het uitwerken van een strategie, als bij de opleiding van loodsen en dekofficieren kan de scheepsmanoeuvresimulator een waardevol instrument zijn.

Vanaf windkracht 6 Beaufort is sleepboothulp **nodig** om de onderzochte roro-ferry veilig te zwaaien en af te meren.

Gezien de resterende twijfels rond het veilig invaren met de onderzochte roro-ferry, werden geen grotere schepen onderzocht.

De effecten van achteropkomende golven op de besturing van een schip kunnen belangrijk zijn. Deze zijn niet gemodelleerd in de simulator.

Een verkeersregeling moet er blijven voor zorgen dat tijdens de manoeuvres geen ander verkeer toegelaten wordt.

Het zwaaien zou vereenvoudigd worden door bijkomende signalisatie om de loodsen toe te laten hun positie in de zwaairom beter in te schatten.

Wanneer grote schepen, zoals de Maasdam, afgemeerd worden aan de cruiseterminal ontstaat een heel nieuwe situatie met een aanzienlijk kleinere doorvaartbreedte naar de voorhaven. Dit dient nader onderzocht.

1 INLEIDING

1.1 Situering onderzoek

Het Autonoom Gemeentebedrijf Haven Oostende wordt geconfronteerd met een schaalvergroting van de schepen die de haven van Oostende willen aanlopen. In het bijzonder speelt ook de wens om de Oostendse haven te laten uitgroeien tot een volwaardige cruisehaven. Daarom wil AGHO de huidige toegangsmogelijkheden maximaal uitbuiten en tevens een inzicht verwerven in de toekomstige maritieme toegankelijkheid en welke infrastructuur- en/of baggerwerken hiervoor vereist zijn.

Deze vragen zijn zeer actueel, mede door de noodzaak beide havenstaketsels aan te passen, het Ooststaketsel wegens betonrot, het Weststaketsel in het kader van de strandheraanleg.

Het doel van AGHO is om schepen met een lengte tot ca. 220m te kunnen ontvangen, waarbij op deze lengtemaat een marge kan zitten afhankelijk van het type schip. Meer bepaald heeft AGHO volgende schepen weerhouden:

- Roro-ferry (LBT) 147m x 21.0m x 5.3m voorbeeld Undine van Cobelfret
- Roro-ferry (LBT) 162m x 25.6m x 6.5m voorbeeld Clementine van Cobelfret
- Cruiseschip (LBT) 219m x 30.8m x 7.5m voorbeeld Maasdam van HAL
- Vrachtschip (LBT) 150m x 21.0m x 9.0m voorbeeld Pantelis van ESAL

De Berichten aan Zeevarenden, uitgegeven door het Loodswezen in 1981, geeft voor de haven van Oostende als bovenmaats schip aan: de schepen met een lengte over alles van meer dan 125m en /of een diepgang groter dan 6.1m. Deze regeling is verouderd door de wijzigingen aan de haven sinds 1981. Daarenboven houdt deze uniforme regeling geen rekening met de lokale situaties en verschillende diepgangen in de Oostendse haven. De Afdeling Scheepvaartbegeleiding wenst in haar functie van nautische autoriteit een nieuwe normering van bovenmaats schip af te leiden uit de resultaten van vaarsimulaties.

In dit verslag komt vooral de haalbaarheid van het invaren met verschillende schepen aan bod, met name vanuit het oogpunt van de toegankelijkheid van de haven. Een aantal 'realtime' vaarten werd, tezamen met een groot aantal vaarten met autopilot, besteed aan verkenning van de moeilijkheden bij het invaren, waarbij de evaluatie van deze vaarten vooral op het oordeel van de loodsen en dekofficieren wordt gesteund. Op basis van de verkenningsvaarten werden 18 situaties geselecteerd voor gedetailleerd onderzoek. Een statistische verwerking van deze simulatievaarten geeft inzicht in het gebruik van de stuurmiddelen van het schip en het ruimtebeslag op de vaarweg.

1.2 De haven

Het onderzoek betreft de huidige situatie. Daarmee wordt de situatie bedoeld zoals deze ontstaat na het voltooien van alle werken die in 1998 werden gepland:

- De aanleg van een zwaairom van 300 m diameter.
- Voltooiing van het Zeewezendok.
- Het afbreken van brug 2 en 3 van de 'RMT' en de aanleg van de cruiseterminal.
- Het verdiepen van de haven tot 8m onder GLLWS.

Reeds vroeg in het onderzoek bleek dat de moeilijkheid bij het invaren voornamelijk te wijten is aan de snelle opeenvolging van vier manoeuvres; namelijk:

- het bochten van de gebaggerde geul naar de lichtenlijn;
- de overgang van de volle stroming naar de stromingsvrije havengeul;
- de bocht in de havengeul;
- het afremmen van het schip, afhankelijk van de bestemming tot een aanvaardbare snelheid om de afgemeerde schepen (voornamelijk de Seacat) te passeren of tot stilstand in de zwaairom.

De timing van elk manoeuvre is essentieel, mede omdat er weinig tijd en ruimte in reserve is om afwijkingen recht te zetten alvorens het volgende manoeuvre in te zetten. Daarom werden in een eerste fase twee alternatieve aanlooptrajecten, louter op nautische overwegingen geselecteerd en geëvalueerd met de autopilot:

- **alternatieve aanloop:** de aanloopgeul op zee wijzigen zodat deze in lijn is met de lichtenlijn; overigens bleken de loodsen weinig rekening te houden met deze gebaggerde geul (zie figuur 2).
- **alternatieve havengeul:** de bocht in de havengeul rechttrekken en de aanloopgeul op zee in lijn met de havengeul (zie figuur 3).

1.3 Doel van het onderzoek

- Nagaan onder welke beperkingen de haven van Oostende voor bovenvermelde schepen veilig toegankelijk is.
- Nagaan welke de beperkende factoren zijn voor de veilige toegang, en op welke manier de nautische toegankelijkheid van de haven kan verbeterd worden.

2 VOORAFGAANDE BESCHOUWINGEN

Tijdens overleg met de stuurgroep voor de aanpassing van de haven van Oostende met vertegenwoordigers van AGHO, afdeling Waterwegen Kust en afdeling Scheepvaartbegeleiding, werden volgende bemerkingen gemaakt.

2.1 Manoeuvres

Gezien dat:

- Het onderzoek zich toespitst op de mogelijke aanpassing van de haveningang
- De omstandigheden in de haven niet wezenlijk verschillen van andere havens met vergelijkbare afmetingen

werd beslist het onderzoek te beperken tot invaarmanoeuvres.

2.2 Conditie

- Windkracht: omdat we zoeken naar de beperkingen bij het invaren voor de verschillende schepen, voorzien we een bereik van windkracht 3 tot 7.
- Windrichting: windcondities werden voorbereid uit Noord, Noordwest, West, Zuidwest, Zuid, Oost en Noordoost. Op basis van ervaring van de loodsen en ferrykapiteins werden volgende windrichtingen als de moeilijkste aangeduid:
 - Zuidwest (haaks op de havengeul), een veel voorkomende windrichting;
 - Noordwest (recht in de havengeul), moeilijk, voornamelijk vanwege de extra snelheid die het schip krijgt door de achterlijke wind;
 - Noordoost (haaks op de havengeul), moeilijk, vooral bij laag water.
- Strooming: omdat we zoeken naar de beperkingen bij het invaren voor de verschillende schepen, voorzien we zowel de situatie bij kentering (2 uur voor HW), vloed (1 uur na HW), maximum vloed (1 uur voor HW) en maximum eb (5 uur voor HW) voor onderzoek.

2.3 Sleepboten

Tijdens de proefvaarten werden geen sleepboten ingezet, omdat tijdens het invaren de verwachte snelheden te hoog zijn voor de sleepboten om effectief te helpen.

Dit wil niet zeggen dat er in de haven geen sleepboothulp nodig zal zijn voor deze schepen.

2.3.1 Cargoschip

Rekening houdend met de relatief beperkte breedte in de haven, zal het cargoschip bijkomende middelen nodig hebben om het schip te besturen bij het afremmen, het

verhalen van de diepwaterkaai naar de zwaairom en het zwaaien. Deze stuurhulp kan bestaan uit een krachtige boegschroef of sleepboothulp.

2.3.2 Roro-ferry

Wanneer het schip geen voorwaartse snelheid heeft kan het zijdelingse krachten opbrengen met de boegschroef (ca. 18 ton) en met een combinatie van roeren en schroeven (ca. 12 ton). In totaal dus ca. 30 ton.

Rekening houdend met het zijdelings oppervlak van 2615m², ondervindt het schip bij een dwarse windsnelheid van 14.6m/s eveneens 30 ton zijdelingse kracht. Vanaf windkracht 6 beaufort heeft dit schip dus assistentie nodig bij het zwaaien en afmeren. Dit wordt ook bevestigd door de praktijk met dit schip in Zeebrugge.

2.4 Autopilot

De autopilot is een eenvoudige routine die op basis van het wiskundig model met de bekende gegevens verschillende alternatieven van roer en telegraafstand gaat uittesten. Om zo dicht mogelijk bij de realiteit te blijven, mag de autopilot niet voortdurend bijsturen, maar slecht beslissingen nemen met een instelbaar interval (2 intervallen, één voor roeropdrachten, één voor machineopdrachten).

Het principe is dat de autopilot tracht om met minimale voortstuwing en in tweede instantie met minimale roerhoeken de baan te volgen zodat het schip een minimale snelheid aanhoudt.

De autopilot wijzigt de roerhoek in stappen van 5° met een maximum van 10° per opdracht en de telegraaf maximaal één stap, te kiezen uit Dead Slow, Slow, Half of Vol Vooruit. De autopilot zal enkel toeren verhogen indien maximum roer gevraagd wordt. Indien de gewenste roerhoek kleiner is als 30° zal de autopilot overwegen de telegraaf te minderen.

Het evaluatiecriterium is de verwachte afwijking van de pregedefinieerde baan op een punt dat zal bereikt worden na een instelbare 'vooruitkijklengte'. Daarnaast zal meer machine gegeven worden indien de snelheid onder de gevraagde snelheid komt voor het betrokken baanstuk.

Daarnaast dient opgemerkt dat de autopilot niet beschikt over toekomstige gegevens, zoals de vlagerigheid van de wind. Dit geldt evenzeer voor de loodsen.

De parameters **rekeninterval** en **vooruitkijklengte** zijn instelbaar om zo goed mogelijk het menselijk gedrag na te bootsen. Na een reeks 'tuningsvaarten' werd voor deze proefvaarten een rekeninterval van 5 seconden voor de roeropdrachten, een rekeninterval van 10 seconden voor de telegraafopdrachten en een vooruitkijklengte van 50 seconden gekozen.

2.5 Procedure vaarten in real time

De officieren ontvingen een document met toelichting, en instructies bij uitvoering van de manoeuvres (Bijlage A).

Na elke vaart werd de loods onmiddellijk gevraagd zijn indrukken vast te leggen: succes, moeilijkheidsgraad en eventuele opmerkingen (Bijlage B).

3 CONDITIES

3.1 Manoeuvres

Volgende manoeuvres werden weerhouden voor het onderzoek:

3.1.1 *Cargoschip*

Het schip vanaf een punt, tussen de Buitenstroombank-boei en de Binnenstroombank-boei, in de gebaggerde geul de haven invaren, richting voorhaven tot voorbij de zwaai-kom. Het schip vertragen zodat voorbij de zwaai-kom de snelheid lager is als 4 knopen. De snelheid van het schip bij het starten van de vaart is 14 knopen, koers en driftsnelheid zijn afhankelijk van de stroming bepaald zodat het schip initieel ten opzichte van de grond, een rechte lijn naar de haven volgt.

3.1.2 *Roro-ferry*

Het schip vanaf een punt, tussen de Buitenstroombank-boei en de Binnenstroombank-boei, in de gebaggerde geul de haven invaren tot in de zwaai-kom. Het schip vertragen zodat de zwaai-kom wordt ingevaren met een snelheid lager als 3-4 knopen. De snelheid van het schip bij het starten van de vaart is 16 knopen, koers en driftsnelheid zijn afhankelijk van de stroming bepaald zodat het schip initieel ten opzichte van de grond, een rechte lijn naar de haven volgt.

3.1.3 *Cruiseschip*

Het schip vanaf een punt, tussen de Buitenstroombank-boei en de Binnenstroombank-boei, in de gebaggerde geul de haven invaren naar de cruiseterminal, kaaien 103-104. Het schip vertragen tot stilstand voor de cruiseterminal. De snelheid van het schip bij het starten van de vaart is 14 knopen, koers en driftsnelheid zijn afhankelijk van de stroming bepaald zodat het schip initieel ten opzichte van de grond, een rechte lijn naar de haven volgt.

Opmerking:

Bij een aantal vaarten met de roro-ferry werd eveneens gezwaaid tot voor het Zeewezendok en het dok ingevaren.

3.2 Bodemgegevens

De gebruikte bodemgegevens werden gevonden op de kaarten Oostende-Stroombank en Oostende-Haven, opgemaakt door de tijdelijke vereniging NoordZee en Kust voor de Afdeling Waterwegen Kust. Voor deze kaarten werden lodingen uitgevoerd met het meetvaartuig OOSTENDE XI op 22 april 1998.

3.3 Getij

Gezien het grote belang van de stroming bij het invaren van de haven, werd op vraag van het laboratorium een volledige tijcyclus gemeten. Grote aandacht werd daarbij besteed aan de stromingsgradiënt volgens de as van de baan, met andere woorden de precieze overgang tussen volle stroming op zee en 'stromingsarme' haven.

Omdat de grenzen dienen gezocht voor het invaren met de verschillende schepen zijn vier tijdstippen uit de metingen uitgewerkt voor de simulaties, namelijk :

- 5 uur voor hoog water (maximum ebstroming)
- 2 uur voor hoog water(kentering)
- 1 uur voor hoog water(maximum vloedstroming)
- 1 uur na hoog water(gematigde vloedstroming)

Voor de vaarproeven zijn de waarden gebruikt voor springtij, zoals gemeten op 11 augustus 1998. De stroomsnelheid en richting werden op elke positie gemeten in functie van de diepte met een interval van een halve meter. In de simulator wordt de gemiddelde snelheid over de diepgang van het schip gebruikt. De snelheidsvelden voor de verschillende momenten worden getoond in figuur 4 tot en met 7.

3.4 Windgegevens

3.4.1 Windconditie

De windkracht die hier gehanteerd wordt is de gemiddelde synoptische wind. Daartoe wordt de windsnelheid (en richting) gedurende 10 minuten geregistreerd, acht maal per etmaal. De synoptische wind is een gemiddelde over die tijdsperiode van 10 minuten.

Windwaarnemingen in Middelkerke tussen 1963 en 1972, waarvan een samenvatting is opgenomen in tabel 4, tonen dat de gemiddelde windkracht 6 Beaufort of meer voorkomt gedurende 5.8% van de tijd. Gemiddelde windkracht 7 Beaufort of meer komt slechts 1,15 % van de tijd voor. Systematische proeven voor statistische verwerking werden daarom uitgevoerd bij maximaal 6 Beaufort, goed voor bijna 99% van de tijd.

3.4.2 Vlagerigheid

De wind die nagebootst wordt is een vlagerige wind. De vlagerigheid die optreedt binnen een synoptische meetperiode van 10 minuten wordt nagebootst met het von Karman spectrum. Deze turbulenties maken dat tijdens de simulaties de wind gedurende 5% van de tijd tot 2 Beaufort klassen hoger kan zijn dan de nominale wind.

3.5 Sleepboten

Tijdens het invaren van de haven zijn geen sleepboten gebruikt.

3.6 Hindernissen

3.6.1 Ander verkeer

In de simulatie kunnen situaties met andere schepen ingebouwd worden. Dit is niet nodig voor dit onderzoek, vermits de haven wordt afgesloten voor alle verkeer wanneer grotere schepen in - of uitvaren.

3.6.2 Afgemeerde schepen

Na overleg werden enkele schepen afgemeerd, een seacat aan kaai 101, een sleepboot aan kaai 603 en in een aantal gevallen een roro-ferry in het Zeewezendok .

3.7 Lichten (nautische hulpmiddelen)

Enkel de bestaande lichtenlijn en bebakening werden tijdens de simulatievaarten gebruikt.

3.8 Oeverzuiging

Voor het nabootsen van de oeverzuiging werden de formuleringen van Norbinn¹ gebruikt. Deze krachten zijn omgekeerd evenredig met de afstand tot de oever en evenredig met het kwadraat van de scheepssnelheid.

3.9 Schepen

3.9.1 Cargoschip

Het schip, gebruikt voor de simulaties, is een general cargo schip (SD14 Liberty) van 15000 ton deadweight, geladen tot 10000 ton, met een lengte van 144m, een breedte van 20.4m en diepgang van 6.5m. Het wiskundig model is beschikbaar bij 20 en 100% kielspeling.

De voornaamste kenmerken van het schip zijn samengevat in Tabel 1, een bovenzicht van het schip met positie van kluizen wordt getoond in figuur 8.

3.9.2 Roro-ferry

Het schip, gebruikt voor de simulaties, is gebaseerd op de Clementine van Cobelfret. Het schip heeft een lengte van 162m, een breedte van 25.2m en diepgang van 6.5m. Het wiskundig model is beschikbaar bij 20 en 100% kielspeling.

Twee boegschroeven van 800kW, met maximum toerental van 450rpm, leveren een maximum stuwkracht van 180kN bij stilliggend schip. Bij een vaarsnelheid van 1m/s wordt de stuwkracht tot de 80% herleid, bij 2 m/s tot 33% en boven 2,5m/s hebben de boegschroeven geen effect meer.

¹ N.H. Norrbinn, Bank clearance and optimal section shape for ship canals. *Int. Navigation Congress, SI - 1*; p 167-178. Brussel 1985.

De voornaamste kenmerken van het schip zijn samengevat in Tabel 2, een bovenzicht van het schip met positie van kluizen en boegschroef wordt getoond in figuur 9.

3.9.3 Cruiseschip

Het schip, gebruikt voor de simulaties, is gebaseerd op de Maasdam van Holland America Lines. Het schip heeft een lengte van 221m, een breedte van 30.8m en diepgang van 7.5m. Het wiskundig model is beschikbaar bij 20 en 100% kielspeling.

Het schip heeft twee boegschroeven en één hekschroef van 1720kW elk, bij een maximum toerental van 450rpm. Tezamen leveren deze dwarsschroeven een maximum stuwkracht van 580kN bij stilliggend schip. Bij een vaarsnelheid van 1 m/s wordt de stuwkracht tot de 80% herleid, bij 2 m/s tot 33% en boven 2,5m/s hebben de dwarsschroeven geen effect meer.

De voornaamste kenmerken van het schip zijn samengevat in Tabel 3, een bovenzicht van het schip met positie van kluizen en dwarsschroeven wordt getoond in figuur 10.

4 STATISTISCHE VERWERKINGSMETHODE

Voor de acht volledig onderzochte condities, zijn het gebruik van de stuurmiddelen en de vaarbaanbreedte statistisch geanalyseerd:

4.1 Gebruik stuurmiddelen

De registratie van de vaarten wordt per vaarconditie verwerkt tot grafieken met daarin de gemiddelde waarden van het schroeftoerental, de roerhoek, de snelheid en de koers, dit alles weergegeven in functie van de afstand langs een "baan". Zie figuur 12 voor de gebruikte baanafstanden.

In ieder van de figuren worden er twee diagramma's getekend. In elk diagram is de gemiddelde waarde en de standaardafwijking weergegeven. De standaardafwijking is een maat voor de spreiding tussen de verschillende vaarten. Indien de standaardafwijking klein is, lijken de vaarten erg op elkaar. Als de standaardafwijking groot is, heeft het gemiddelde ook minder betekenis als waardemeter voor het manoeuvre.

Zeer Langzaam Vooruit (Dead Slow; DS) komt ongeveer overeen met 25%. Dit betekent dat als het gemiddelde kleiner is dan 25% voor sommige vaarten de motor stilstond. Als de schroef niet (vooruit) draait oefent het roer weinig effect uit.

4.2 Vaarbaanbreedte

Voor de analyse van de voor het varen benodigde breedte worden eerst de doorgangen van het schip door elk der raaien van figuur 13 bepaald.

Voor deze berekening is het schip in het horizontale vlak geschematiseerd door een omschreven rechthoek. Daar deze figuur vooral bij de boeg, maar ook aan de achtersteven, groter is dan het werkelijke schip, zijn de uiterste lijnen van de vaarbaanbreedte soms niet terug te vinden in de vaarbaanplots. Dit valt vooral op bij vaarten waar de boeg erg dicht bij de oever of een afgemeerde schip kwam. Dit extra ruimtebeslag, dat op deze wijze aan het schip wordt toegeschreven, kan als een kleine extra veiligheid beschouwd worden.

Voor elke conditie worden deze grenspunten raai per raai statistisch verwerkt in twee figuren:

Een *eerste* figuur met

- de uitersten over alle vaarten van de conditie ("max. swept path"): hierbinnen liggen **alle** vaarten van dezelfde conditie; deze grenzen zijn aangegeven met een streeplijn;
- de op één na grootst gebruikte vaarbaanbreedte (" (max-1) swept path"), aangegeven met een streep-puntlijn;

Een *tweede* figuur met de statistische extrapolatie van de ligging van deze vaarbaangrenzen voor waarschijnlijkheden van overschrijding van 10% en 1%, tezamen met de gemiddelde ligging van het centrum van het schip.

Bij het uitvoeren van de statistische analyse is uitgegaan van een normaalverdeling voor het schatten van de spreiding. Het is geweten dat deze verdeling nabij de grenzen van het vaarwater een te pessimistische prognose geeft van de overschrijdingskansen (voor een betere statistische benadering zijn er evenwel minstens 25 vaarten per conditie nodig). Een enkele uitschieter in een raai geeft een grote statistische spreiding en zal bij extrapolatie aanleiding geven tot een grote vaarbaanbreedte. Een grote spreiding in de ligging van de vaarbanen betekent evenwel nog niet dat het schip zich naar de oever toe beweegt.

Bij de statistische verwerkingen zijn de gewenningsvaarten en de vaarten met belangrijke schade niet meegerekend.

In de figuren werden de grenzen van het beschikbare vaarwater dieptelijn op GLLWS - 8m. Bij de proeven bij eb kan slechts een kleine overschrijding getolereerd worden, bij vloed (GLLWS + 4.3m) is de marge uiteraard groter.

Bij de bespreking van de extrapolatie van de vaarbaanbreedte wordt de 1% lijn beschouwd. De afstand tussen de 1% en de 10% lijn geeft een indruk van de onzekerheid waarmee de ligging van deze 1% lijn voorspeld wordt.

5 VAARPROEVEN MET HET CARGOSCHIP

De vaarproeven werden door kustloodsen uitgevoerd in januari en februari 1999. De officieren ontvingen een document met toelichting en instructies bij uitvoering van de manoeuvres (Bijlage A).

Na elke vaart werd de loods onmiddellijk gevraagd zijn indrukken vast te leggen: succes, moeilijkheidsgraad en eventuele opmerkingen (Bijlage B).

Nadat elke groep loodsen zijn reeks proefvaarten had afgewerkt, werd in een korte nabespreking de globale indruk van de loodsen en hun oordeel besproken.

Er werden 65 simulatievaarten uitgevoerd. Er waren 10 gewenningsvaarten, 63 vaarten werden succesvol beëindigd, tijdens 2 vaarten ontstond er schade.

Een overzicht van de uitgevoerde vaarten is aangegeven in Tabel 5.

De vaarbanen zijn weergegeven in Deel 2 van dit verslag.

Daarnaast werden 215 'fasttime' vaarten uitgevoerd met een autopilot. Een overzicht van deze vaarten is weergegeven in Tabel 7, 8 en 9. Er werden 125 vaarten uitgevoerd in voorbereidende fase voor de evaluatie van de condities en twee alternatieve in-vaarttrajecten; 90 vaarten werden uitgevoerd in de, door de loodsen gevaren, condities ter validatie van de autopilot.

5.1 Vaarten in real time

5.1.1 Resultaat

In Tabel 6 zijn de scores voor de vaarten gegeven, uit deze tabel kan men enkele vrij duidelijke tendensen afleiden:

- het invaren bij maximum vloed is beduidend minder succesvol, voornamelijk omdat men weinig reserve in stuurcapaciteit heeft bij het invaren van de havengeul.
- de windrichting heeft weinig invloed op het resultaat.

5.1.2 Moeilijkheidsgraad

In Tabel 7 wordt de moeilijkheidsgraad voor de verschillende vaarten weergegeven, zoals aangevoeld door de loodsen. Ook hier blijkt dat de moeilijkheidsgraad in de eerste plaats bepaald wordt door de stroming, met name het manoeuvre bij maximum vloed wordt als beduidend moeilijker ervaren.

Algemeen is er weinig verschil in de waardering van de moeilijkheidsgraad en het succesvol zijn van het manoeuvre. Dit komt omdat er duidelijk een 'goede lijn' is voor de manoeuvres. Zogauw de loods deze lijn ontdekt heeft en zolang hij erin slaagt deze te volgen, gaan de manoeuvres zeer vlot en 'gemakkelijk'. Eens van de lijn af, wordt het manoeuvre erg moeilijk door de beperkte ruimte. Een goede uitvoering wordt dan ook als gemakkelijk ervaren, een slechte uitvoering als moeilijk.

5.1.3 Opmerkingen en ervaringen van de loodsen

Hierna de globale opinie van de loodsen na elke reeks:

<ul style="list-style-type: none"> – <i>wind is niet echt bepalend voor het resultaat</i> – <i>invaren bij maximum vloed te vermijden</i> – <i>in de haven een sleepboot nodig voor afstoppen en besturing, tenzij een krachtige boegschroef beschikbaar is</i>
<ul style="list-style-type: none"> – <i>invaren enkel mogelijk bij kentering van de tij</i> – <i>sleepboothulp nodig in de haven</i>
<ul style="list-style-type: none"> – <i>heeft boegschroef nodig: zou een voorwaarde moeten zijn, want als je in de zwaai-kom dit schip wil stoppen moet je naar de muur naast het zeewezendok sturen (om het rechtse schroefeffect op te vangen), de kapitein zal dat niet leuk vinden. Bij doorvaren naar achterhaven is dit probleem minder, maar de snelheid moet er toch uit voor de seacat en andere schepen in de haven.</i> – <i>effect deining ontbreekt: maakt sturen moeilijk bij invaren koppen, golven achteraan duwen schip voort.</i> – <i>bij Noordwestelijke wind: wachten tot na HW om de afremming van de ledigingsstroom te benutten.</i>
<ul style="list-style-type: none"> – <i>tijvenster nodig, niet tussen -1 en +1 uur</i>

5.1.4 Statistische analyse

Gezien bovenstaande vaststelling, dat de windrichting van weinig invloed is op het resultaat van de vaart, zijn voor de statistische verwerking de vaarten per tijconditie bij elkaar genomen, zodat er steeds minimaal 10 vaarten in elke verwerking worden gebruikt.

a) Invaren 5 uur voor HW, maximale ebstroming

Figuur 14-17; 20 vaarten verwerkt.

Op zee wordt weinig roer gebruikt bij een telegraafstand Dead Slow, zodat de snelheid langzaam afneemt tot 7-8 knopen aan het staketsel. Bij het invaren wordt korte tijd maximum SB roer gebruikt en gemiddeld halve kracht vooruit om de overgang uit de stroming op te vangen en de bocht in te zetten. De bocht wordt geleidelijk ingezet met een gemiddelde roerhoek van 20° (spreiding van 10°) en minimale machine. Vanaf 4800m wordt de zwaai van het schip met BB roer gestut terwijl de motor gestopt of achteruit gezet wordt om verder af te remmen. De gemiddelde snelheid in de zwaai-kom bedraagt 4 knopen.

Bij dit manoeuvre is er bijgevolg nog een kleine reserve aan stuurcapaciteit, al is de snelheid aan de hoge kant, indien een schip afgemeerd ligt aan kaai 101.

Bij de analyse van de vaarbaanbreedte is het eerste dat opvalt de grote spreiding voor het traject op zee. Het gekozen traject blijkt zeer persoonsgebonden, vele loodsen houden ook geen of weinig rekening met de gebaggerde geul. Op één vaart na blijken alle uitgevoerde vaarten binnen de beschikbare ruimte te vallen. De oostelijke 1% lijn

ligt over heel de lengte buiten de 8.0m lijn, maar dit is aanvaardbaar voor een schip met 6.5m diepgang bij een waterstand van 0.58m. Dus kunnen we besluiten dat er net voldoende ruimte beschikbaar is in deze conditie.

b) Invaren 1 uur voor HW, maximale vloedstroming

Figuur 18-21; 18 vaarten verwerkt.

Op zee wordt weinig roer gebruikt en een telegraafstand Dead Slow zodat de snelheid langzaam afneemt tot 8 knopen aan het staketsel. Bij het invaren worden kort na elkaar grote stuurboord en bakboord roerhoeken gebruikt met een sterke 'kick' vooruit met de machine om de overgang uit de stroming op te vangen en de bocht in te zetten. De bocht wordt geleidelijk ingezet met een gemiddelde roerhoek van 20° (spreiding van 10°) en minimale machine. Vanaf 4800m voorbij de bocht komt er een grote spreiding in roer- en motorgebruik afhankelijk van de situatie en positie bij het uitkomen van de bocht. De gemiddelde snelheid in de zwaai kom bedraagt 5 knopen.

Bij dit manoeuvre is er nagenoeg geen reserve aan stuurcapaciteit, ook de snelheid is te hoog, indien een schip afgemeerd ligt aan kaai 101.

De vaarbaanbreedte: ook in deze situatie stellen we een grote spreiding vast in de keuze voor het traject op zee. De oostelijke 1% lijn ligt hier niet alleen buiten de 8.0m lijn, maar ook buiten de rij palen in de havengeul. Vermits de loodsen erin slaagden bij alle vaarten vrij te blijven van deze palen, besluiten we dat er net voldoende ruimte beschikbaar is in deze conditie.

c) Invaren 1 uur na HW, vloedstroming

Figuur 22-25; 20 vaarten verwerkt.

Op zee wordt weinig roer gebruikt en een telegraafstand Dead Slow zodat de snelheid langzaam afneemt tot 7-8 knopen aan het staketsel. Bij het invaren wordt korte tijd maximum BB roer gebruikt en gemiddeld halve kracht vooruit om de overgang uit de stroming op te vangen. De bocht wordt geleidelijk ingezet met een gemiddelde roerhoek van 15° (wel een spreiding van 15°) en minimale machine. Vanaf 4800 m wordt de bocht met BB roer gestut en motor gestopt of achteruit gezet om verder af te remmen. De gemiddelde snelheid in de zwaai kom bedraagt 4 knopen.

Bij dit manoeuvre is er bijgevolg nog een kleine reserve aan stuurcapaciteit, al is de snelheid aan de hoge kant, indien een schip afgemeerd ligt aan kaai 101.

De vaarbaanbreedte: de 1% lijnen liggen gedeeltelijk buiten de 8.0m lijn, maar dit is aanvaardbaar voor een schip met 6.5m diepgang bij een waterstand van 4.65m. Vermits ook alle uitgevoerde vaarten binnen de beschikbare ruimte werden gevaren, besluiten we dat er voldoende ruimte beschikbaar is in deze conditie.

5.2 Vaarten met autopilot

Voor elke vaart worden volgende resultaten weergegeven in de tabel:

- snelheid bij einde van de vaart, midden in de zwaai kom
- gemiddelde afwijking van de gevraagde baan (loodrecht op de baan)
- gemiddelde afwijking van de gevraagde baan (van baanpunt 4000 m tot 5200 m)
- gemiddelde absolute roerhoek (van baanpunt 4000 m tot 5200 m)

- gemiddeld machinegebruik (van baanpunt 4000 m tot 5200 m)

5.2.1 Verkenningstvaarten

In tabel 8 zijn de resultaten van de verkenningstvaarten weergegeven. Er werden proefvaarten uitgevoerd in 3 tijcondities (5 uur voor HW, 1 uur voor HW en 1 uur na HW) met wind uit 5 richtingen (Noordwest, West, Oost, Noord en Zuidwest) met een kracht variërend tussen 3 en 7 Beaufort. Twee vaarten bij maximumvloed en westelijke wind mislukten.

Rekening houdend met de werking van de autopilot, kijken we vooral naar de afwijking van de baan en het gebruik van de machine in de beoordeling van de condities:

- 5 uur voor HW : er zijn weinig verschillen tussen verschillende windcondities
- 1 uur voor HW : bij alle condities zijn de afwijkingen beduidend groter
- 1 uur na HW: de afwijkingen zijn minder groot als bij maximumvloed
- Bij alle stromingscondities blijken de condities met dwarse wind grotere afwijkingen op te leveren. Dit is niet abnormaal gezien de logica van de autopilot, die enkel rekening houdt met de toekomstige positie om zijn strategie te bepalen, en dus "verrast" wordt door de fluctuaties in de windkracht. Men kan verwachten dat de loodsen dit beter opvangen.

In figuur 26 en 27 staat de statistische analyse van roergebruik en machinegebruik bij de invaarten met maximum vloed. We zien dat een korte periode bij het invaren, tussen de koppen, maximum machine en maximum roer gebruikt worden. Er blijkt dus geen reserve aan stuurvermogen. Daarnaast zien we de uitgesproken wisseling van gemiddeld 20° roer SB (overgang van de geul op zee naar de lichtenlijn) tot maximum roer BB (overgang uit de vloedstroming) en opnieuw maximum roer SB (het inzetten van de bocht in havengeul). Het inzetten van zoveel stuurvermogen met dergelijke sterke wisselingen liet ons vermoeden dat deze conditie niet haalbaar is met dit schip. Tevens blijkt hier het grote belang van de perfecte timing van de opeenvolgende manoeuvres. We zullen deze resultaten gebruiken bij het evalueren van de alternatieve havenlayout.

5.2.2 Verkenningstvaarten met alternatieve aanloop

Een eerste alternatief dat is onderzocht is een aanloop in de lichtenlijn, om de eerste bocht voor het invaren tussen de staketsels overbodig te maken (zie figuur 2).

In tabel 9 zijn de resultaten van de verkenningstvaarten met de alternatieve aanloop weergegeven. Er werden proefvaarten uitgevoerd met maximum vloed (1 uur voor HW) met wind uit 5 richtingen (Noordwest, West, Oost, Noord en Zuidwest) met een kracht variërend tussen 3 en 7 Beaufort. Een vaart bij noordwestelijke wind mislukte.

De afwijkingen en het motorgebruik zijn iets minder als in de huidige situatie, maar nog steeds erg belangrijk.

In figuur 28 en 29 staat de statistische analyse van roergebruik en machinegebruik bij deze invaarten. We zien dat een korte periode bij het invaren tussen de koppen nog steeds maximum machine en maximum roer gebruikt worden. Er blijkt dus geen reserve aan stuurvermogen. Daarnaast zien we dat, vergeleken met de huidige situatie, de uitgesproken roerwisselingen beperkt zijn tot éénmaal maximum roer BB en éénmaal maximum roer SB.

5.2.3 *Verkenningstvaarten met alternatieve havengeul*

Een tweede alternatief dat werd onderzocht is een rechtgetrokken aanloop en havengeul, om het invaren zoveel mogelijk te vereenvoudigen door de bochten te elimineren (zie figuur 3).

In tabel 10 zijn de resultaten van de verkenningstvaarten met de alternatieve aanloop weergegeven. Er werden proefvaarten uitgevoerd met maximum vloed (1 uur voor HW) met wind uit 5 richtingen (Noordwest, West, Oost, Noord en Zuidwest) met een kracht variërend tussen 3 en 7 Beaufort. Een vaart bij noordwestelijke wind mislukte.

De afwijkingen en het motorgebruik zijn opnieuw minder dan in de bovenstaande situaties, maar nog steeds belangrijk.

In figuur 30 en 31 staat de statistische analyse van roergebruik en machinegebruik bij deze invaarten. We zien dat nu slechts een zeer korte periode bij het invaren maximum machine en maximum roer gebruikt worden. Er blijkt nu een reserve aan stuurvermogen. Daarnaast zien we dat, vergeleken met de vorige situaties, de uitgesproken roerwisselingen niet langer nodig zijn. De grotere spreiding op de roerhoek, geeft tevens aan dat de verschillende krachten meer van gelijke grote zijn.

5.2.4 *Evaluatie autopilot*

Om de werking van de autopilot te evalueren, werden 90 vaarten uitgevoerd in dezelfde omstandigheden als deze waarin de loodsen de vaarten in reële tijd hebben uitgevoerd.

In figuur 32-43 zijn de resultaten van de statistische verwerking van deze vaarten opgenomen. Als we deze vergelijken met de figuren 14-25 van de vaarten in reële tijd, stellen we vast dat :

- er een veel kleinere spreiding op de resultaten is, wat ook logisch is omdat de autopilot steeds dezelfde tactiek toepast
- het roergebruik en machinegebruik goed overeenstemmen. De autopilot kan dus zinvol gebruikt worden om de grenzen en de reserves in het stuurvermogen in te schatten.
- er een groot verschil is in de gebruikte breedte en dus ook de geëxtrapoleerde vaarbaanbreedte. De autopilot modelleert dus onvoldoende de spreiding in de invaarbanen.

5.3 **Analyse**

Op basis van de verkenningstvaarten werd vermoed dat :

- noch de windkracht, noch de windrichting de bepalende factor zijn bij het invaren
- invaren met maximumvloed wellicht kan, maar slechts met zeer kleine marges

Daarom werd besloten de real time vaarten uit te voeren bij een relatieve hoge windsnelheid (gemiddeld 6 Beaufort, hogere windsnelheden komen slecht 1.5% van de tijd voor) bij maximum vloed, maximum eb en een beperkte vloedstroming.

De real time vaarten bevestigen dat invaren bij vloedstroming met snelheden boven 0.75m/s niet aangewezen is met het cargoschip.

In de andere omstandigheden lijkt invaren mogelijk met aanvaardbare reserves. Een eventuele complicatie kan een hoge golfslag uit het Noordwesten zijn. De effecten van

achteropkomende golven op de besturing van een schip kunnen belangrijk zijn, maar deze zijn heden niet voorzien in de simulator.

Alhoewel enkel het invaren echt onderzocht werd, blijkt dat dit schip in de haven sleepboothulp nodig heeft om de besturing bij het afstoppen te verzekeren, tenzij een krachtige boegschroef aanwezig. Ook de verhaling van de diepwaterkaai naar de zwaikom en het zwaaien zelf, zal volgens de loodsen in alle gevallen sleepboothulp vereisen.

6 VAARPROEVEN MET HET RORO-FERRY

De vaarproeven werden door kustloodsen en ferry-kapiteins uitgevoerd tussen december 1998 en februari 1999. De officieren ontvingen een document met toelichting, en instructies bij uitvoering van de manoeuvres (Bijlage A).

Er werden 80 simulatievaarten uitgevoerd met de roro-ferry. Er waren 16 gewenningsvaarten, 67 invaarten werden succesvol beëindigt, tijdens 13 invaarten ontstond er schade.

Een overzicht van de uitgevoerde vaarten is aangegeven in Tabel 5.

De vaarbanen zijn weergegeven in Deel 2 van dit verslag.

Daarnaast werden 470 vaarten uitgevoerd met een autopilot.

6.1 Vaarten in real time

6.1.1 Resultaat

In Tabel 6 zijn de scores voor de vaarten gegeven.

Uit Tabel 6 kan men geen duidelijke tendensen afleiden, noch een windrichting, noch een stromingsconditie is beduidend beter of slechter.

6.1.2 Moeilijkheidsgraad

In Tabel 7 wordt de moeilijkheidsgraad voor de verschillende vaarten weergegeven, zoals aangevoeld door de loodsen. We zien hier dat vooral maximum vloed en wind uit het Noordwesten leidt tot een moeilijker invaarmanoeuvre.

Algemeen is er weinig verschil in de waardering van de moeilijkheidsgraad en het succesvol zijn van het manoeuvre. Dit komt voornamelijk doordat de ruimte erg beperkt is. Zolang de loods erin slaagt het midden van de vaargeul aan te houden, gaan de manoeuvres zeer vlot en 'gemakkelijk'. Eens dicht bij één van de oevers, wordt het manoeuvre erg moeilijk door de beperkte ruimte. Heel dikwijls zien we bij deze laatste manoeuvres dat er gemakkelijk een 'overreactie' uitgevoerd wordt, waardoor men moeite heeft vrij te blijven van de overzijde. Een goede uitvoering wordt dan ook als gemakkelijk ervaren, een slechte uitvoering als moeilijk.

6.1.3 Globale beoordeling door de loodsen

Hierna is de globale beoordeling van de loodsen opgenomen na elke reeks:

- *wind is de belangrijkste factor bij het invaren van de haven*
- *moeilijkheid: de timing voor het bochten is cruciaal en laat weinig marge voor fouten*
- *haalbaar zonder stroming bij maximum wind van 4 Beaufort*

<ul style="list-style-type: none"> – invaren mogelijk in geteste omstandigheden, vertrouwd zijn met schip is noodzaak – moeilijkheid is dat er geen tijd/ruimte is tot corrigeren tussen de verschillende stappen van het invaren
<ul style="list-style-type: none"> – tot windkracht 5 haalbaar, vanaf 6 Beaufort sleepboten nodig in de haven om drift op te vangen – wind is de bepalende factor in de moeilijkheidsgraad
<ul style="list-style-type: none"> – moeilijkheidsgraad wordt bepaald door combinatie van omstandigheden en de onbekendheid met type schip – haalbaarheid moeilijk in te schatten, loodsen zijn niet overtuigd dat wat hier lukte ook in de praktijk zo zal lopen, mede door gebrek aan ervaring met dit type schip
<ul style="list-style-type: none"> – ok als die dikwijls komt, niet als dat zelden gebeurt – NO6 is steeds problematisch – laatste paal is er wat te veel aan – als dit schip als vast lijnschip komt: zorgen dat het aankomstuur op het juiste moment van de dag valt, zodat het schip nooit op max vloed (bij springtij) binnen moet. Best mikken op 2 u voor of na HW.
<ul style="list-style-type: none"> – tijvenster nodig, niet tussen -1 en +1 uur – bij laag water geen problemen – wind beneden 6 Beaufort aub – wind uit ZW gevaarlijkst ivm de palen in de geul: aanbeveling: palen verwijderen en geul verbreden (volle diepte) – lichtenlijn beter meer centraal – de lichtenlijn op de simulator is beter zichtbaar dan in werkelijkheid – op lichtenlijn varen kan enkel bij eb, bij vloed moet je voor stroom varen en dan is het gunstig dat je een bocht naar SB kan nemen

6.1.4 Statistische analyse

Per onderzochte conditie zijn er een vijftal vaarten beschikbaar, dit is meestal te weinig voor een betrouwbare statistische verwerking. Dat bleek ook uit een poging op deze gegevens, mede door de grote spreiding in de uitvoering van de vaarten. Niettegenstaande de vraag in de instructies aan de loodsen, om zoveel mogelijk een éénvormig manoeuvre uit te voeren met het oog op de statistische verwerking, blijken er grote individuele verschillen in de aanpak van de manoeuvres.

Uitgaande van het oordeel van de loodsen dat de wind de doorslaggevende factor is in de bepaling van de moeilijkheidsgraad, is een analyse uitgevoerd per windconditie. Daarnaast is net als voor het cargoschip een analyse per stromingsconditie uitgevoerd.

De resultaten staan in figuren 44-67.

Omdat de resultaten van de statistische verwerking slechts kleine verschillen vertonen per conditie, en gezien de grote spreiding op de meeste resultaten, moeten we deze met de grootste omzichtigheid interpreteren. Daarom ook slechts een globale bespreking.

a) Geregistreerde vaarbaanbreedte

Ook hier zien we aan de breedte van de gebruikte zone de grote spreiding tussen de verschillende vaarten. Doordat zowel de max. swept path als de (max -1) swept path een grote breedte aangeven weten we dat de grote breedte niet veroorzaakt wordt door een enkele afwijkende vaart, maar wel degelijk op een grote spreiding wijst.

De stroming heeft duidelijk een bepalende invloed op het gekozen traject op zee. Wanneer de scheepssnelheid onder de 6 knopen komt, bepaalt hoofdzakelijk de wind aan welke kant van de havengeul men meer ruimte gebruikt. Alhoewel slechts tijdens enkele vaarten de beschikbare ruimte overschreden werd, kunnen we gezien de grote spreiding geen conclusie afleiden m.b.t. de nodige breedte uit deze proefresultaten.

b) Geëxtrapoleerde vaarbaanbreedte

Het grote verschil tussen de 1% lijn en de 10% lijn wijst opnieuw op een grote spreiding in de geregistreerde vaarten. De afgeleide lijnen zijn dan ook weinig betrouwbaar.

De ligging van de 1% lijn, duidt erop dat de beschikbare breedte onvoldoende is. Maar vanwege de grote spreiding en omdat de geregistreerde breedte aanzienlijk minder is kunnen we deze conclusie niet weerhouden.

c) Roergebruik

Op zee wordt weinig roer gebruikt. Bij het invaren worden korte tijd belangrijke roerhoeken (tot ca 25°) gebruikt, hoofdzakelijk afhankelijk van de stroming.

De gemiddelde roerhoek over de vaarten is zeer klein, maar opnieuw met een grote spreiding. Het roergebruik werd derhalve niet zozeer bepaald door de omgevingscondities, maar voornamelijk door actuele positie bij het invaren.

De kleine gemiddelde roerhoeken duiden op een ruime reserve in stuurcapaciteit, maar omdat deze gemiddelden grote wisselende roerhoeken verbergen is het niet mogelijk een uitspraak te doen over de reserve in stuurcapaciteit.

d) Machinegebruik

Op zee wordt gemiddeld een 50% van de maximale pitch gebruikt zodat de snelheid langzaam afneemt tot 8-9 knopen aan het staketsel. Na het nemen van de bocht wordt gemiddeld 50% pitch achteruit gegeven om het schip af te remmen. De gemiddelde snelheid bij het invaren van de zwaikom bedraagt 4 knopen.

Bij het invaren met dit schip blijkt er een ruime reserve in propulsievermogen, en dus wel degelijk ook in stuurcapaciteit.

e) Boegschroefgebruik

Omdat de snelheid tot het invaren van de zwaairom hoger is dan 5 knopen, heeft het weinig zin de boegschroef in te zetten.

6.2 Vaarten met autopilot

Er werden 470 vaarten met de autopilot uitgevoerd, 200 ter verkenning van de mogelijkheden en moeilijkheden bij het invaren van de haven; 180 ter evaluatie van 2 alternatieve invaartbanen en 90 ter evaluatie van de autopilot.

Voor de eerste 380 vaarten worden volgende resultaten weergegeven in de tabel:

- snelheid bij einde van de vaart, midden in de zwaairom
- gemiddelde afwijking van de gevraagde baan (loodrecht op de baan)
- gemiddelde afwijking van de gevraagde baan (van baanpunt 4000m tot 5200m)
- gemiddelde absolute roerhoek (van baanpunt 4000m tot 5200m)
- gemiddeld machinegebruik (van baanpunt 4000m tot 5200m)

6.2.1 Verkenningstvaarten

In tabel 11 zijn de resultaten van de verkenningstvaarten weergegeven. Er werden proefvaarten uitgevoerd in 2 tijcondities (5 uur voor HW en 1 uur na HW) met wind uit 4 richtingen (Zuidwest, West, Oost en Noord) met een kracht variërend tussen 3 en 7 Beaufort. Alle vaarten verliepen goed tot in de zwaairom, daarna bleek de snelheid te laag voor de gebruikte autopilot, deze liet het schip teveel afdrijven bij een dwarswind, sterker dan 6 Beaufort.

Bij het bekijken van de resultaten valt op dat condities met hogere windsnelheden niet noodzakelijk lastiger blijken, zoals men logischer wijze verwacht. De verklaring is dat de opgegeven windkracht steeds verwijst naar de gemiddelde windkracht. Door de vlagerigheid die in het wiskundig model van de simulator is ingebouwd, kan de effectieve windkracht tijdens de vaart aanzienlijk verschillen.

Rekening houdend met de werking van de autopilot, kijken we vooral naar de afwijking van de baan en het gebruik van de machine in de beoordeling van de condities, ook de eindsnelheid is een maat voor het machinegebruik :

- in geen van de onderzochte gevallen wordt de autopilot echt in verlegenheid gebracht, er blijkt ruim voldoende stuurvermogen aanwezig
- cruciaal blijkt de timing van de opdrachten: Het beslissingsinterval van de autopilot verlengen leidt snel tot veel slechtere resultaten zoals bleek bij het inregelen van de autopilot.

In tabel 12 staat een overzicht van de vaarten met maximum vloed die ook gebruikt werden om de alternatieve aanlooptrajecten te evalueren. In figuur 69-73 staat de statistische analyse van roergebruik en machinegebruik bij deze invaarten.

We zien dat de autopilot weliswaar grote roerhoeken gebruikt, maar slecht uitzonderlijk meer dan Dead Slow machine vraagt. Er blijkt dus een belangrijke reserve in stuurvermogen. Daarnaast zien we opnieuw de uitgesproken grote wisselingen in roerhoek bij de opeenvolgende manoeuvres tijdens het invaren, met een zeer grote spreiding op

het moment van de wisseling. We zien dat hoewel er meer dan voldoende stuurvermogen aanwezig is, de perfecte timing cruciaal is voor een goede afloop.

6.2.2 *Verkenningstvaarten met alternatieve aanloop en havengeul*

Een eerste alternatief dat is onderzocht is een aanloop in de lichtenlijn, om de eerste bocht voor het invaren tussen de staketsels overbodig te maken (zie figuur 2).

Een tweede alternatief dat is onderzocht is een rechtgetrokken aanloop en havengeul, om het invaren zoveel mogelijk te vereenvoudigen door de bochten te elimineren (zie figuur 3).

In respectievelijk tabel 13 en 14 zijn de resultaten van de verkenningstvaarten voor beide alternatieven weergegeven. Er werden voor iedere situatie 60 proefvaarten uitgevoerd met maximum vloed (1 uur voor HW) met wind uit 3 richtingen (Noordwest, West en Oost) met een kracht variërend tussen 3 en 7 Beaufort. Alle vaarten verliepen succesvol.

De afwijkingen en het gemiddeld motorgebruik zijn niet beduidend verschillend in de verschillende situaties, wat erop wijst dat er geen belangrijke verschillen zijn in vereist stuurvermogen in de onderzochte alternatieven.

In figuur 68-73 staat de statistische analyse van roergebruik en machinegebruik bij deze invaarten. Het machinegebruik is iets minder in beide alternatieven dan in de huidige situatie. Slechts in het tweede alternatief is ook het roergebruik aanzienlijk minder en vooral eenvoudiger. Er blijkt dus een ruime reserve aan stuurvermogen in alle situaties. De winst van de alternatieven is voornamelijk de vereenvoudiging.

6.2.3 *Evaluatie autopilot*

Om de werking van de autopilot te evalueren, werden 90 vaarten uitgevoerd in dezelfde omstandigheden als deze waarin de loodsen de vaarten in reële tijd hebben uitgevoerd.

In figuur 74-85 zijn de resultaten van de statistische verwerking van deze vaarten opgenomen. Als we deze vergelijken met de figuren 56-67 van de vaarten in reële tijd, stellen we vast dat :

- er een veel kleinere spreiding op de resultaten van de autopilot vaarten is, dit is ook logisch omdat de autopilot steeds dezelfde tactiek toepast
- het roergebruik en machinegebruik stemmen redelijk overeen met de acties van de loodsen. De autopilot kan dus zinvol gebruikt worden om de grenzen en de reserves in het stuurvermogen in te schatten.
- er wel een verschil is in de gebruikte breedte en dus ook de geëxtrapoleerde vaarbaanbreedte. Houden we eveneens rekening met de vaststellingen in 5.2.4 dan zien we
 - dat in de 'real time' vaarten zowel met het cargoschip als de roro-ferry de beschikbare breedte vrijwel volledig benut wordt, in alle condities.
 - dat er in de autopilot vaarten wel een flink verschil is in de gebruikte breedte, afhankelijk van het schip.

De vaarten met de autopilot geven misschien wel een indicatie van een technisch, minimaal vereiste ruimte, maar geven geen bruikbaar idee van het ruimtegebruik door 'menselijke' bevelvoerders.

6.3 Analyse

De verkenningsvaarten met de ferry gaven geen aanleiding tot moeilijke situaties bij het invaren van de haven. De autopilot gebruikte zelden meer dan Dead Slow om het schip binnen te loodsen, wat wijst op een grote reserve in stuurvermogen. Evenwel bleek het grote belang van de timing: de autopilot met een langer stuurinterval geeft veel slechtere resultaten.

De real-time vaarten daarentegen geven een zeer verdeeld beeld, door de erg verscheiden aanpak van de loodsen.

Het grote probleem bij het invaren blijkt de complexiteit: in een korte tijd moeten verschillende manoeuvres uitgevoerd, zonder veel ruimte en tijd voor correcties.

Een gedegen kennis van, en ervaring met dit schip is onmisbaar om de reacties van het schip voldoende goed in te schatten. Deze ervaring bleek onvoldoende aanwezig bij de groep loodsen die deelnam aan het onderzoek.

Daarnaast merken we op dat de Prins Filip vele jaren de haven ingevaren is bij alle omstandigheden, zonder incidenten. De belangrijkste verschillen tussen de Prins Filip en het onderzocht schip met betrekking tot het invaren zijn:

Prins Filip	onderzochte ro-ro-ferry
meer motorvermogen	blijkt geen handicap want niet echt nodig
veel groter windoppervlak	voordeel want minder windgevoelig
bemanning die schip en haven door en door kennen	groot nadeel voor de loodsen vermits zij nooit de kans krijgen een schip en zijn bemanning zo goed te leren kennen, zij moeten ook steeds afwachten hoe bekwaam de bemanning is
schip af te stoppen aan kaai 105	schip af te stoppen in de zwaikom, dus een aanzienlijk kortere remweg

Omdat bovenstaande wetenschappelijke benaderingen tot weinig bevredigende resultaten leiden, willen wij ook volgende indrukken ter overweging meegeven. Laat duidelijk zijn dat het volgende louter gebaseerd is op observaties en gesprekken met een aantal betrokkenen, en zeker niet op metingen.

Technisch gesproken kan dit soort schepen de haven veilig aanlopen, in schier alle omstandigheden, maar onder een aantal kwaliteitsvoorwaarden:

- de uitrusting van het schip moet in orde zijn en efficiënt te gebruiken
- de bemanning moet snel en juist reageren op hun instructies
- de bevelvoerder dient het schip grondig te kennen om de reacties ervan voldoende accuraat te kunnen inschatten
- de bevelvoerder dient eveneens de haven goed te kennen

Op de Prins Filip waren al deze voorwaarden vervuld.

De loodsen krijgen doorgaans niet de kans een schip voldoende te leren kennen, of zelfs maar de betrouwbaarheid in te schatten alvorens zij aan het echte werk dienen te beginnen. De loodsen maken terecht voorbehoud voor de toestand van schip en bemanning. Een loods met een willekeurig dergelijk schip de haven laten aanlopen zal slechts mogelijk zijn, onder een aantal beperkingen.

Het lijkt ons echter wel mogelijk dergelijke schepen onbeperkte toegang tot de haven van Oostende te verlenen, mits bovenstaande voorwaarden vervuld zijn. Praktisch zal dit enkel mogelijk zijn voor schepen die een regelmatige dienst op Oostende varen.

6.4 Bijkomende proefvaarten in samenwerking met Cobelfret

Na analyse van de proefvaarten met de roro-ferry en bespreking van de resultaten met de verschillende betrokken afdelingen, werd besloten een aantal vaarten te laten uitvoeren door de loodsen, samen met de kapitein van de Clementine.

Bij het evalueren van deze vaarten, uitgevoerd op 6/4/99, stellen we vast dat er vier vaarten met ernstige schade waren. De schade ontstond steeds na het invaren, bij het zwaaien bij windkracht 6. Dit bevestigt wat reeds eerder werd gesteld, namelijk dat de Clementine op eigen kracht geen positie kan houden tegen windkracht 6. (gemiddeld over 10 min). Eigenlijk had men deze zwaai manoeuvres enkel mogen proberen met sleepboothulp. Dat dit niet gebeurde is hoofdzakelijk te wijten aan een onderschatting van de windkracht, gebaseerd op enige verwarring in de terminologie betreffende de windkracht. Praktijkmensen lijken dikwijls de piekwaarden te hanteren in het beschrijven van de windkracht, terwijl in het laboratorium steeds de gemiddelde waarde over 10 minuten wordt gebruikt.

Bij drie invaarten ontstond lichte schade door het raken van de palen.

Bij de analyse van machine- en roergebruik, stellen we vast dat de vaarten reeds vlotter verliepen (minder nood-ingrepen). Ook de variatie in de invaartstrategie is minder, zij het nog steeds belangrijk. Alles bij elkaar bevestigen deze bijkomende proefvaarten ons aanvoelen, zoals reeds hierboven geformuleerd, dat degene die het manoeuvre uitvoert zowel de haven als het schip goed dient te kennen. Door de samenwerking van loodsen en kapitein was reeds meer ervaring met het schip aanwezig, wat leidde tot meer eenvormige, betere vaarten.

7 VAARPROEVEN MET HET CRUISESCHIP

De vaarproeven werden door kustloodsen en ferry-kapiteins uitgevoerd tussen december 1998 en februari 1999.

Er werden 4 simulatievaarten uitgevoerd met het cruiseschip. Het waren allen gewenningsvaarten, die succesvol werden beëindigd.

Een overzicht van de uitgevoerde vaarten is aangegeven in Tabel 5.

De vaarbanen zijn weergegeven in Deel 2 van dit verslag.

De vaarten werden succesvol uitgevoerd, maar geen van de officieren is bereid dit manoeuvre in realiteit te proberen vanwege de veel te kleine marges. De vaarbaanplots tonen overduidelijk hoe klein de marges zijn.

8 MOGELIJKE VERBETERING VAN DE HAVENINGANG

8.1 Suggesties van de loodsen/kapiteins

Hierna zijn de suggesties van de loodsen/kapiteins opgenomen voor de verbetering van de nautische toegang:

<ul style="list-style-type: none"> – <i>haven verbreden</i> – <i>bocht rechtekken</i> – <i>bijkomende lichtenlijn om de bocht beter te markeren</i>
<ul style="list-style-type: none"> – <i>breedte tussen de koppen vergroten tot soort trechter</i> – <i>windzakken met licht, zie haven van Calais</i>
<ul style="list-style-type: none"> – <i>rechtekken en verbreden</i> – <i>bijkomende lichtenlijn om bocht beter markeren</i>
<ul style="list-style-type: none"> – <i>rechtekken</i>
<ul style="list-style-type: none"> – <i>aanpassen geul:</i> – <i>bocht flauwer, of recht</i> – <i>zeer belangrijk is dat de overgang tussen stroming en stroomloos duidelijk vast ligt,</i> – <i>en NIET met de hoogwaterstanden verandert. Liefst zo ver mogelijk in zee.</i> – <i>opvulling strand: positief: dan komt er een grotere lengte voor uitlopen beschikbaar</i>
<ul style="list-style-type: none"> – <i>vaargeul: oostelijk wat verbreden, maar niet te veel. het Oostelijk staketsel in het verlengde van de palen,</i> – <i>er is nog gesproken over het plaatsen van een lichtpaal voor de verlengde krib(gepland voor het ophogen van het strand)</i>

8.2 Suggesties na analyse van de proefvaarten

Er werden geen specifieke "bottle necks" vastgesteld. Voor het verbeteren van de nautische toegang moet men in de eerste plaats denken aan vereenvoudigen:

- zomogelijk één of twee van de nodige manoeuvres overbodig maken;
- extra ruimte (tijd) creëren tussen de verschillende manoeuvres;
- extra reserve ruimte creëren voor het opvangen van fouten.

Vanuit nautische oogpunt ligt het voor de hand de haveningang recht te trekken. Helaas wordt daardoor ook de beschutting van de haven verminderd.

Omdat de palen in de havengeul dikwijls werden aangevaren, werd door een aantal mensen voorgesteld deze te verwijderen. Evenwel moet men zich realiseren dat de palen op vraag van de RMT werden geplaatst uit de redenering, dat men liever 'zacht' tegen of langs de palen liep, dan vast te lopen op de oever. Het wegnemen van de palen zou de vaargeul niet wezenlijk verbreden, wel zou de markering van de rand van de geul verdwijnen. Het al of niet wegnemen van de palen dient dan ook grondig overwogen te worden met alle betrokkenen.

9 BESLUITEN

9.1 Vaststellingen.

1. De moeilijkheidsgraad voor het invaren met beide schepen, ligt voornamelijk in de korte opéénvolging van de manoeuvres. De timing van elk manoeuvre is essentieel, mede omdat er weinig tijd en ruimte in reserve is, om afwijkingen recht te zetten alvorens het volgende manoeuvre in te zetten. Deze timing is erg afhankelijk van het schip, zodat een goede samenwerking tussen de bemanning (kennis van het schip) en de loods (lokale kennis) essentieel is.
2. Het invaren met het onderzochte cargoschip wordt beoordeeld als **veilig uitvoerbaar** in de praktijk, mits de stromingssnelheid lager is als 0.75 m/s.
3. Een goede evaluatie van de verdere vaart in de haven met het cargoschip vraagt volgens de loodsen bijkomend onderzoek. In ieder geval zijn de manoeuvres in de haven slechts veilig uitvoerbaar mits het schip uitgerust is met een krachtige boegschroef of mits sleepboothulp beschikbaar is, voornamelijk om de besturing te verzekeren bij het afremmen van het schip en het verhalen.
4. De invaarten met de onderzochte roro-ferry zijn op dermate verschillende wijzen uitgevoerd, dat er geen éénduidige conclusies kunnen getrokken worden. Afgaande op het oordeel van de loodsen, stellen we dat de invaarten **veilig uitvoerbaar** zijn tot windkracht 6 Beaufort.
5. Afgaande op onze observaties en gesprekken met de betrokkenen, lijkt het ons niet mogelijk een toegangsbeleid uit te stippelen voor schepen zoals de onderzochte roro-ferry op basis van de klassieke criteria zoals maximum maten, tijvensters,... Voor deze schepen dienen eveneens een aantal kwaliteitseisen gesteld. Zo is het essentieel dat degene die het manoeuvre uitvoert zowel het schip als de haven goed kent. Het is evident dat zowel de uitrusting aan boord als de bemanning efficiënt en betrouwbaar dienen te zijn.
6. Het varen met schepen zoals de onderzochte roro-ferry in de haven van Oostende, blijkt voor veel loodsen vrij onbekend terrein. Dit blijkt voornamelijk uit de erg diverse aanpak.
7. Vanaf windkracht 6 Beaufort is sleepboothulp nodig om de onderzochte roro-ferry veilig te zwaaien en af te meren.
8. Gezien de resterende twijfels rond het veilig invaren met de onderzochte roro-ferry, werden geen grotere schepen onderzocht.
9. De effecten van achteropkomende golven op de besturing van een schip kunnen belangrijk zijn. Deze zijn niet gemodelleerd in de simulator.
10. Volgende elementen verhogen de risico's en de druk op de gezagvoerder:
 - de aanwezigheid van toeschouwers op het staketsel
 - het afmeren van een zeer kwetsbare catamaran in de zwaairom

- de aanwezigheid van andere schepen in de havengeul en de haven.

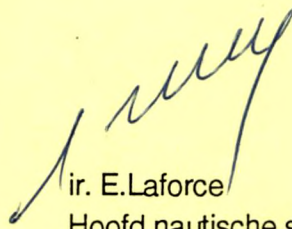
9.2 Aanbevelingen

1. Het uitwerken van een éénduidige strategie voor het aanlopen van de haven van Oostende met ro-ro-ferries, is aangewezen om een veilige vaart te verzekeren. De scheepsmanoeuvresimulator kan hierbij een waardevol instrument zijn, evenals de ondersteuning door mensen met ervaring op dit type schepen, zoals bijvoorbeeld de Prins Filip of de Cobelfret schepen.
2. Voor schepen die regelmatig de haven van Oostende aandoen kan overwogen worden de scheepsofficieren simulatortraining met medewerking van het loodswen aan te bieden.
3. Een verkeersregeling moet er blijven voor zorgen dat tijdens de manoeuvres geen ander verkeer toegelaten wordt.
4. Het zwaaien zou vereenvoudigd worden door bijkomende signalisatie om de loodsen toe te laten hun positie in de zwaai kom beter in te schatten.
5. Wanneer grote schepen, zoals de Maasdam, afgemeerd worden aan de cruise-terminal ontstaat een heel nieuwe situatie met een aanzienlijk kleinere doorvaartbreedte naar de voorhaven. Dit dient nader onderzocht.
6. Om bij verder simulatoronderzoek van bijvoorbeeld de nieuwe mogelijke situaties, een zinvolle statistische evaluatie van de onderzoeksvaarten te kunnen maken is het nodig dat er een éénduidige strategie voor het invaren wordt gevolgd door de betrokken loodsen.

Borgerhout, mei 1999.

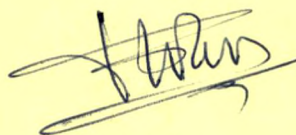


ir. K. Lasure
Projectingenieur



ir. E. Laforce
Hoofd nautische studies

Gezien



ir. F. Wens
Hoofd Waterbouwkundig Laboratorium

Tabel 1 : Pilot sheet van het gesimuleerde cargoschip

Main dimensions		Engine	
Length over all	144.0 m	Type	Sulzer 5RLB56
Beam	20.4 m	Power	5514 kW
Draft fully loaden	8.87 m	max revs	170 rpm
Draft (simulation)	6.50 m	Bowthruster	---
Displacement	17 931 ton		
Dead weight tonnage	ton		

Telegraph	rpm	Speed kn	Crash stop		
			Distance	Time	
HARBOUR FULL	120	11.4	mile	min	sec
HALF	95	9.0			
SLOW	70	6.6	0.374	3	36
DEAD SLOW	45	4.3			

Turning circles						
Telegraph	Rudder	ADVANCE	TRANSFER	TIME		TACT. DIAM.
		Mile	Mile	min	sec	Mile
HARB FULL	35 P	0.266	0.137	1	56	0.240
	20 P	0.299	0.159	2	04	0.339
DEAD SLOW	35 P	0.250	0.145	4	52	0.265
	20 P	0.405	0.163	5	20	0.342

Tabel 2 : Pilot sheet van het gesimuleerde ro-ro-ferry

Main dimensions		Engine	
Length over all	165.0 m	Type	Diesel-CPP
Beam	25.2 m	Power	2x4920 kW
Draft fully loaden	6.5 m	max revs	165 rpm
Displacement	18.000 ton	Bowthruster	2x800kW
Dead weight tonnage	11.800 ton		

Telegraph	rpm	Speed Kn	Crash stop		
			Distance	Time	
FULL	165	17.0	mile	min	sec
HALF	117	12.4			
SLOW	79	7.7	0.49	3	17
DEAD SLOW	58	3.1			

Turning circles						
Telegraph	Rudder	ADVANCE	TRANSFER	TIME		TACT. DIAM.
		Mile	Mile	min	sec	Mile
SEA FULL	SB	0.25	0.11	1	18	0.25
	P	0.26	0.12	1	20	0.26
HALF	SB	0.24	0.12	1	45	0.25
	P	0.24	0.12	1	46	0.25

Tabel 3 : Pilot sheet van het gesimuleerde cruiseschip

Main dimensions		Engine	
Length over all	219.3 m	Type	Diesel-CPP
Beam	30.8 m	Power	2x12000 kW
Draft fully loaden	7.5 m	max revs	140 rpm
Displacement	31338. ton	Bowthruster	2x1720 kW
Dead weight tonnage	6600. ton	Hekschroef	1720 kW

Telegraph	rpm	Speed kn	Crash stop		
			Distance	Time	
FULL	140	20.0	mile	min	sec
HALF			0.51	4	0
SLOW					
DEAD SLOW					

Turning circles						
Telegraph	Rudder	ADVANCE	TRANSFER	TIME to 270 °		TACT. DIAM.
		Mile	Mile	min	sec	Mile
SEA FULL	SB	0.28	0.13	4	06	0.30
	P	0.28	0.13	4	06	0.30
HALF	SB					
	P					

Tabel 4 : Overzicht van de reële windcondities

Frequentie van de windkracht op jaarbasis uitgedrukt in %

windkracht (Beaufort)	<=1	2	3	4	5	6	>=7
% voorkomen	6.85	18.4	28.85	29.7	10.4	4.65	1.15

Frequentie van elke windrichting op jaarbasis uitgedrukt in %

Geen	0.7
Var	1
Noord	7.5
NoordNoordOost	9.7
OostNoordOost	7.5
Oost	5.9
OostZuidOost	3.9
ZuidZuidOost	5.4
Zuid	10
ZuidZuidWest	10.1
WestZuidWest	12.4
West	12
WestNoordWest	7.7
NoordNoordWest	6.2

Frequentie van de windkracht per windrichting op jaarbasis uitgedrukt in %

windkracht (Beaufort)	1	2	3	4	5	6	7
windrichting							
Noord	5.2	16.0	32.9	32.8	9.4	3.4	0.3
NoordNoordOost	2.7	10.6	24.7	44.9	14.4	2.6	0.1
OostNoordOost	3.9	18.1	37.1	32.8	7.0	1.1	0
Oost	8.8	30.9	38.4	18.7	2.7	0.5	0
OostZuidOost	11.2	41.2	30.9	15.5	1.1	0.1	0
ZuidZuidOost	8.2	26.5	38.5	23.0	3.1	0.7	0
Zuid	6.3	24.6	31.8	26.7	7.6	2.5	0.5
ZuidZuidWest	4.1	20.3	36.1	27.1	8.0	3.8	0.6
WestZuidWest	3.2	8.3	16.2	32.4	21.5	14.4	4.0
West	3.0	8.9	20.3	40.0	17.5	7.3	3.0
WestNoordWest	4.4	12.8	24.9	33.1	14.6	7.9	2.3
NoordNoordWest	4.9	17.2	26.2	29.2	12.4	8.0	2.1

Gegevens gebaseerd op metingen te Middelkerke, elke 3 uur het gemiddelde over 10 minuten, in de periode 1963-1972, zoals weergegeven in De Windsnelheid en Windrichting in België door A. Boduex, KMI.

Tabel 5 : Overzicht van de uitgevoerde vaarten

Cargoschip 144m x 20m x 6.5m										
Conditie	Vaarten									
5 uur voor HW - NO 6	41	67	93	121	147					
5 uur voor HW - NW 6	33	44	59	70	85	99	113	124	139	151
5 uur voor HW - ZW 6	36	62	88	116	142					
2 uur voor HW - ZW 6	31 G	57 G	83 G	111 G	137 G					
1 uur voor HW - NO 6	34	45	60	71	86	100	114	125	140	152
1 uur voor HW - NW 6	37	63	89	117	143					
1 uur voor HW - ZW 6	42	68	94	122	149					
1 uur na HW - NO 6	35	61	87	115	141					
1 uur na HW - NW 6	40	66	92	120	148					
1 uur na HW - ZW 6	32 G	43	58 G	69	84 G	98	112 G	123	138 G	150
Roro-ferry 162m x 25m x 6.5m										
Conditie	Vaarten									
5 uur voor HW - NO 6	47	73	96	127	154	167				
5 uur voor HW - NW 6	50	76	102	130	157	175				
5 uur voor HW - ZW 6	53	79	105	133	160					
1 uur voor HW - NO 6	24	51	77	103	131	158	172			
1 uur voor HW - NW 6	5	21	22	54	80	106	134	161	162	173
	174	176								
1 uur voor HW - ZW 6	48	74	97	128	155	168	169			
1 uur na HW - NO 6	52	78	104	132	159					
1 uur na HW - NW 6	46	72	95	126	146	153	165	166		
1 uur na HW - ZW 6	49	75	101	129	156	170	171			
2 uur voor HW	1 G	2 G	7 G	8 G	14 G	15 G	38 G	39 G	64 G	65 G
	90 G	91 G	118 G	119 G	144 G	145 G	163 G	164		
Diverse condities	3	4	6	9	10	11	12	13	16	17
	18	19	20	25						
Cruiseschip 219m x 30.8m x 7.5m										
Conditie	Vaarten									
Diverse condities	23 G	26 G	107 G	108 G						

23 G	Gewenningsvaart
6	Vaart met lichte schade bij het invaren, voornamelijk palen in de havengeul geraakt
16	Vaart met goede invaart, maar mislukt zwaaimanoeuvre
146	Vaart met ernstige schade of opgegeven

Tabel 6 : Overzicht van het resultaat van de uitgevoerde vaarten, volgens de loodsen

Vaarten met het cargoschip

1n HW NO6	1n HW NW6	1n HW ZW6	1v HW NO6	1v HW NW6	1v HW ZW6	5 v HW NO6	5 v HW NW6	5 v HW ZW6
1	2	3	3	5	2	2	2	2
3	2	2	3	2	2	2	3	2
1	1	2	2	1	2	1	2	1
1	1	2	2	2	2	1	1.5	1
2	2	2	2	3	4	2	1	2
		1	2			2	1	
		1	2				1	
		1	2				1	
		2	2				2	
		2	2				2	
1.60	1.60	1.80	2.20	2.60	2.40	1.67	1.65	1.60

Vaarten met de roro-ferry

1n HW NO6	1n HW NW6	1n HW ZW6	1v HW NO6	1v HW NW6	1v HW ZW6	5 v HW NO6	5 v HW NW6	5 v HW ZW6
2	2	3	1	2	3	2	2	2
2	3	2	2	5	2	3	2	2
2.5	2	3	3	2	2	2.5	2	2
2	4	2	1	3	2	2	2	2
2	5	2	2	2	1	2	2	5
			2	2.5				
				2				
				4				
				2				
2.10	3.20	2.40	1.83	2.72	2.00	2.30	2.00	2.60

Tabel 7 : Overzicht van de moeilijkheidsgraad van de uitgevoerde vaarten, volgens de loodsen

Vaarten met het cargoschip

1n HW NO6	1n HW NW6	1n HW ZW6	1v HW NO6	1v HW NW6	1v HW ZW6	5 v HW NO6	5 v HW NW6	5 v HW ZW6
2	3	4	5	5	5	3	3	1
3	3.5	2	5	3	3.5	4	5	4
1	1	3	5	1	2	1	2.5	1
2	2	4.5	3	2	2	1	2	2
4	5	2	3	4	4	3	1	1
		1	2			3	1	
		1	3				2	
		2	2				2	
		3	4				2	
		1	3				3	
2.40	2.90	2.35	3.50	3.00	3.30	2.50	2.35	1.80

Vaarten met de ro-ro-ferry

1n HW NO6	1n HW NW6	1n HW ZW6	1v HW NO6	1v HW NW6	1v HW ZW6	5 v HW NO6	5 v HW NW6	5 v HW ZW6
3	4	5	1	5	5	4	4	3
4	2	4.5	5	5	5	5	1	4
3	3	1	5	4	4	4	5	2
3	4	2	3	5	2	2	3	3
3	6	3	3	1	4	3	2.5	5
			2	5				
				4				
				2				
				5				
3.20	3.80	3.10	3.17	4.00	4.00	3.60	3.10	3.40

Tabel 8 : Overzicht Autopilot vaarten met cargoschip

Vaart	Stroming	Wind	snelheid	afwijking	tijdens het invaren van de haven		
					afwijking	roer	motor
CARG001	5 voor HW	nw3	2.4	5.31	4.44	14.07	42.12
CARG002	5 voor HW	nw4	2.41	5.21	4.53	14.75	41.96
CARG003	5 voor HW	nw5	2.44	5.39	4.75	16.01	42.02
CARG004	5 voor HW	nw6	2.44	5.82	5.26	18.32	40.65
CARG005	5 voor HW	nw7	2.56	6.25	5.33	21.53	39.89
CARG006	5 voor HW	w3	2.38	5.08	4.37	14.25	42.10
CARG007	5 voor HW	w4	2.35	5.38	4.40	14.76	41.63
CARG008	5 voor HW	w5	2.45	5.47	5.33	16.57	40.16
CARG009	5 voor HW	w6	2.47	6.20	6.00	18.42	39.70
CARG010	5 voor HW	w7	2.74	5.92	6.23	19.81	42.13
CARG011	5 voor HW	o3	2.31	5.83	5.16	13.46	42.82
CARG012	5 voor HW	o4	2.26	5.92	5.39	13.77	43.58
CARG013	5 voor HW	o5	2.11	7.09	7.35	14.00	43.98
CARG014	5 voor HW	o6	1.99	8.11	8.99	14.90	44.88
CARG015	5 voor HW	o7	2.21	8.56	9.64	16.10	51.53
CARG016	5 voor HW	n3	2.33	5.45	4.86	14.58	40.46
CARG017	5 voor HW	n4	2.36	5.39	4.80	15.04	40.62
CARG018	5 voor HW	n5	2.49	5.98	5.17	15.99	42.97
CARG019	5 voor HW	n6	2.54	6.65	5.63	17.17	43.70
CARG020	5 voor HW	n7	2.47	7.96	6.48	24.30	39.65
CARG021	5 voor HW	zw3	2.33	5.09	4.19	13.75	42.20
CARG022	5 voor HW	zw4	2.28	5.26	4.51	14.66	41.86
CARG023	5 voor HW	zw5	2.41	6.09	6.23	15.09	41.26
CARG024	5 voor HW	zw6	2.42	6.52	7.43	16.44	41.55
CARG025	5 voor HW	zw7	2.4	6.74	8.93	18.60	41.66
CARG026	1 voor HW	nw3	2.45	11.71	10.69	12.96	41.61
CARG027	1 voor HW	nw4	2.38	12.07	11.37	14.84	36.14
CARG028	1 voor HW	nw5	2.37	12.89	12.53	17.64	34.14
CARG029	1 voor HW	nw6	2.49	12.49	12.20	19.33	35.28
CARG030	1 voor HW	nw7	2.69	11.88	12.14	20.77	39.61
CARG031	1 voor HW	w3	2.45	11.81	10.78	12.71	40.22
CARG032	1 voor HW	w4	2.43	12.16	11.51	14.66	40.21
CARG033	1 voor HW	w5	2.49	12.75	12.29	16.70	41.61
CARG034	1 voor HW	w6	2.76	31.51	46.28	24.96	53.88
CARG035	1 voor HW	w7	2.77	21.74	27.79	27.05	55.73
CARG036	1 voor HW	o3	2.31	12.26	11.33	11.61	40.84
CARG037	1 voor HW	o4	2.27	12.29	12.39	10.97	41.16
CARG038	1 voor HW	o5	2.06	14.29	15.71	11.47	41.73
CARG039	1 voor HW	o6	1.88	15.33	17.74	13.39	42.61
CARG040	1 voor HW	o7	2.28	13.31	16.56	14.15	50.47

Tabel 8 (vervolg) : Overzicht Autopilot vaarten met cargoschip

Vaart	Stroming	Wind	snelheid	afwijking	tijdens het invaren van de haven		
					afwijking	roer	motor
CARG041	1 voor HW	n3	2.44	11.55	10.40	12.47	40.64
CARG042	1 voor HW	n4	2.45	11.65	10.77	12.66	39.52
CARG043	1 voor HW	n5	2.49	10.93	10.90	13.48	39.54
CARG044	1 voor HW	n6	2.34	11.57	12.40	17.14	34.82
CARG045	1 voor HW	n7	2.44	9.66	10.90	23.24	30.19
CARG046	1 voor HW	zw3	2.39	12.11	11.15	12.47	40.16
CARG047	1 voor HW	zw4	2.33	12.57	12.21	14.89	41.20
CARG048	1 voor HW	zw5	2.44	13.40	13.15	15.33	41.95
CARG049	1 voor HW	zw6	2.46	14.81	14.66	18.43	43.59
CARG050	1 voor HW	zw7	2.81	18.18	18.09	22.10	52.19
CARG051	1 na HW	nw3	2.31	9.15	8.23	11.21	39.42
CARG052	1 na HW	nw4	2.34	9.36	8.43	12.06	39.29
CARG053	1 na HW	nw5	2.39	9.35	8.39	13.70	38.85
CARG054	1 na HW	nw6	2.41	9.55	9.17	15.84	38.72
CARG055	1 na HW	nw7	2.58	9.34	9.84	18.78	38.73
CARG056	1 na HW	w3	2.3	9.11	8.46	11.78	39.71
CARG057	1 na HW	w4	2.3	9.40	8.76	12.61	39.42
CARG058	1 na HW	w5	2.45	9.80	9.47	14.48	41.13
CARG059	1 na HW	w6	2.47	11.05	10.67	18.05	42.41
CARG060	1 na HW	w7	2.65	11.66	11.12	21.43	43.64
CARG061	1 na HW	o3	2.21	9.93	9.33	10.18	40.27
CARG062	1 na HW	o4	2.19	9.80	10.09	9.33	42.60
CARG063	1 na HW	o5	2.04	11.15	12.00	9.97	43.03
CARG064	1 na HW	o6	1.81	13.16	15.11	12.67	43.57
CARG065	1 na HW	o7	2.3	10.94	13.35	12.87	53.25
CARG066	1 na HW	n3	2.29	9.20	8.52	11.87	39.41
CARG067	1 na HW	n4	2.32	9.43	8.73	11.62	39.12
CARG068	1 na HW	n5	2.43	8.92	8.41	11.33	40.45
CARG069	1 na HW	n6	2.45	8.17	8.55	12.67	39.71
CARG070	1 na HW	n7	2.43	7.57	9.82	16.99	35.14
CARG071	1 na HW	zw3	2.26	9.32	8.49	11.36	39.69
CARG072	1 na HW	zw4	2.21	9.69	9.25	12.23	39.82
CARG073	1 na HW	zw5	2.42	11.45	11.24	13.71	42.67
CARG074	1 na HW	zw6	2.41	12.55	12.27	15.71	43.26
CARG075	1 na HW	zw7	2.68	16.73	17.29	21.82	48.43

Tabel 9 : Overzicht Autopilot vaarten met cargoschip met aangepaste geul op zee

Vaart	Stroming	Wind	snelheid	afwijking	tijdens het invaren		
					afwijking	roer	motor
CARG076	1 voor HW	nw3	2.44	11.71	10.11	11.43	39.73
CARG077	1 voor HW	nw4	2.45	12.35	10.65	13.38	38.33
CARG078	1 voor HW	nw5	2.4	12.46	10.94	16.71	35.98
CARG079	1 voor HW	nw6	2.5	14.11	13.48	22.25	38.98
CARG080	1 voor HW	nw7	2.45	226.97	270.14	26.63	47.12
CARG081	1 voor HW	w3	2.44	12.36	10.29	11.60	39.74
CARG082	1 voor HW	w4	2.43	12.92	11.35	14.10	39.27
CARG083	1 voor HW	w5	2.48	12.76	11.64	15.71	40.22
CARG084	1 voor HW	w6	2.49	14.09	12.77	19.42	39.31
CARG085	1 voor HW	w7	2.76	15.05	12.75	22.77	42.77
CARG086	1 voor HW	o3	2.33	12.01	10.32	10.59	39.66
CARG087	1 voor HW	o4	2.23	12.13	11.38	10.34	39.60
CARG088	1 voor HW	o5	2.05	13.43	13.67	11.08	40.27
CARG089	1 voor HW	o6	1.92	14.44	15.92	12.17	41.25
CARG090	1 voor HW	o7	2.25	12.40	15.20	13.01	47.97
CARG091	1 voor HW	n3	2.45	11.91	9.93	11.23	39.74
CARG092	1 voor HW	n4	2.44	12.03	10.37	13.05	39.18
CARG093	1 voor HW	n5	2.49	11.22	9.82	12.68	39.10
CARG094	1 voor HW	n6	2.46	10.96	10.00	16.71	35.45
CARG095	1 voor HW	n7	2.47	11.05	10.78	21.50	28.13
CARG096	1 voor HW	zw3	2.37	12.16	10.83	12.41	39.98
CARG097	1 voor HW	zw4	2.33	12.88	11.58	13.48	40.62
CARG098	1 voor HW	zw5	2.41	13.70	12.64	15.23	41.28
CARG099	1 voor HW	zw6	2.51	15.46	14.41	17.60	43.41
CARG100	1 voor HW	zw7	2.63	18.06	16.67	21.87	46.90

Tabel 10 : Overzicht Autopilot vaarten met cargoschip met rechtgetrokken haveningang

Vaart	Stroming	Wind	snelheid	afwijking	tijdens het invaren		
					afwijking	roer	motor
CARG101	1 voor HW	nw3	2.46	9.79	8.38	10.98	39.17
CARG102	1 voor HW	nw4	2.49	9.52	7.98	11.54	39.08
CARG103	1 voor HW	nw5	2.4	9.40	7.70	14.00	34.31
CARG104	1 voor HW	nw6	2.38	11.37	10.54	18.43	30.28
CARG105	1 voor HW	nw7	2.56	10.91	9.50	22.21	32.38
CARG106	1 voor HW	w3	2.45	9.58	7.74	11.13	39.41
CARG107	1 voor HW	w4	2.44	9.99	8.06	11.88	39.58
CARG108	1 voor HW	w5	2.49	11.67	10.88	13.35	42.15
CARG109	1 voor HW	w6	2.55	12.77	12.52	17.30	39.74
CARG110	1 voor HW	w7	2.82	14.03	13.68	22.10	45.38
CARG111	1 voor HW	o3	2.35	11.35	10.99	10.16	38.74
CARG112	1 voor HW	o4	2.25	13.51	14.46	11.88	39.15
CARG113	1 voor HW	o5	2.05	15.48	16.74	11.07	41.78
CARG114	1 voor HW	o6	1.88	15.94	18.25	12.49	41.84
CARG115	1 voor HW	o7	1.8	17.85	21.04	15.40	46.50
CARG116	1 voor HW	n3	2.46	10.15	9.02	10.72	38.87
CARG117	1 voor HW	n4	2.48	10.55	9.80	11.05	38.61
CARG118	1 voor HW	n5	2.35	11.64	11.65	15.10	32.77
CARG119	1 voor HW	n6	2.33	11.67	11.99	18.64	28.51
CARG120	1 voor HW	n7	2.51	11.08	11.54	18.71	29.69
CARG121	1 voor HW	zw3	2.4	10.00	8.26	11.09	39.65
CARG122	1 voor HW	zw4	2.34	10.78	9.07	11.87	40.79
CARG123	1 voor HW	zw5	2.41	13.60	13.15	13.16	45.61
CARG124	1 voor HW	zw6	2.51	16.20	17.00	15.67	48.41
CARG125	1 voor HW	zw7	2.67	20.21	21.65	21.23	52.01

Tabel 11 : Overzicht verkenningsvaarten met de roro-ferry

Vaart	Stroming	Wind	snelheid	afwijking	tijdens invaren van de haven		
					afwijking	roer	motor
AUTO001	1 na HW	zw3	2.95	8.78	11.92	10.15	24.97
AUTO002	1 na HW	zw4	2.96	7.99	11.67	9.99	25.78
AUTO003	1 na HW	zw5	2.92	8.76	12.13	10.15	25.74
AUTO004	1 na HW	zw6	2.63	16.84	17.34	11.73	26.03
AUTO005	1 na HW	zw7	2.64	21.58	18.04	15.41	32.47
AUTO006	1 na HW	w3	2.99	7.72	12.03	11.38	24.51
AUTO007	1 na HW	w4	3.01	8.60	12.81	10.20	24.54
AUTO008	1 na HW	w5	3.02	8.88	11.30	11.92	24.57
AUTO009	1 na HW	w6	3.01	9.23	11.10	13.41	24.14
AUTO010	1 na HW	w7	2.86	11.49	12.84	18.26	24.18
AUTO011	1 na HW	o3	2.98	5.75	6.33	13.04	27.29
AUTO012	1 na HW	o4	2.98	6.23	6.20	13.40	27.62
AUTO013	1 na HW	o5	2.96	8.28	9.31	12.14	29.48
AUTO014	1 na HW	o6	2.79	9.44	10.68	14.56	28.64
AUTO015	1 na HW	o7	2.85	9.38	11.61	16.89	30.00
AUTO016	1 na HW	n3	2.93	8.78	13.36	12.31	24.42
AUTO017	1 na HW	n4	3.05	5.35	5.74	14.58	26.75
AUTO018	1 na HW	n5	3.26	3.16	4.65	10.36	26.80
AUTO019	1 na HW	n6	3.19	3.45	5.70	13.29	26.23
AUTO020	1 na HW	n7	3.15	8.19	9.79	20.55	26.65
AUTO021	5 voor HW	zw3	3.04	7.03	10.88	19.45	33.45
AUTO022	5 voor HW	zw4	2.95	5.71	9.11	16.47	31.18
AUTO023	5 voor HW	zw5	2.95	8.62	14.41	18.70	31.62
AUTO024	5 voor HW	zw6	2.66	6.85	6.72	17.51	29.86
AUTO025	5 voor HW	zw7	2.68	5.79	6.34	17.27	28.36
AUTO026	5 voor HW	w3	3.21	5.81	9.15	19.45	34.14
AUTO027	5 voor HW	w4	3.14	6.83	11.68	20.36	33.19
AUTO028	5 voor HW	w5	3.04	6.65	9.04	18.21	30.22
AUTO029	5 voor HW	w6	2.92	7.33	11.33	21.73	30.07
AUTO030	5 voor HW	w7	3.01	7.21	11.64	21.34	30.07
AUTO031	5 voor HW	o3	3.03	8.49	14.56	19.54	33.26
AUTO032	5 voor HW	o4	3.19	6.93	10.93	19.14	36.78
AUTO033	5 voor HW	o5	3.08	8.04	13.01	25.00	39.44
AUTO034	5 voor HW	o6	2.90	8.20	12.38	25.50	42.95
AUTO035	5 voor HW	o7	2.94	7.38	11.60	23.57	39.02
AUTO036	5 voor HW	n3	3.13	6.61	11.45	20.27	33.91
AUTO037	5 voor HW	n4	3.09	6.94	12.28	19.96	32.29
AUTO038	5 voor HW	n5	3.09	10.43	15.67	25.11	34.36
AUTO039	5 voor HW	n6	3.30	7.81	12.06	23.17	36.18
AUTO040	5 voor HW	n7	3.47	10.27	12.00	29.10	41.69

Tabel 11 (vervolg) : Overzicht verkenningstvaarten met de ro-ro-ferry

AUTO041	1 na HW	zw3	2.93	8.87	12.51	10.32	24.93
AUTO042	1 na HW	zw4	2.93	8.52	12.65	9.62	25.00
AUTO043	1 na HW	zw5	2.87	9.92	12.68	10.40	25.50
AUTO044	1 na HW	zw6	2.78	13.56	15.46	10.63	26.33
AUTO045	1 na HW	zw7	2.55	19.54	19.49	14.01	26.16
AUTO046	1 na HW	w3	2.99	7.60	12.10	10.56	24.36
AUTO047	1 na HW	w4	3.03	8.03	12.03	10.67	24.57
AUTO048	1 na HW	w5	3.03	8.63	10.76	11.66	24.57
AUTO049	1 na HW	w6	3.01	10.11	11.90	13.27	24.39
AUTO050	1 na HW	w7	2.85	11.42	12.64	19.02	23.95
AUTO051	1 na HW	o3	2.88	7.84	12.69	11.80	25.31
AUTO052	1 na HW	o4	3.03	5.90	5.08	12.10	28.66
AUTO053	1 na HW	o5	3.03	6.42	5.58	10.10	29.13
AUTO054	1 na HW	o6	2.92	9.04	10.10	13.04	29.41
AUTO055	1 na HW	o7	2.77	10.24	12.12	16.16	29.41
AUTO056	1 na HW	n3	2.95	8.78	13.81	12.65	24.75
AUTO057	1 na HW	n4	3.07	5.35	5.28	14.31	27.21
AUTO058	1 na HW	n5	3.24	3.57	4.68	10.87	26.94
AUTO059	1 na HW	n6	3.16	4.06	7.29	13.71	26.18
AUTO060	1 na HW	n7	3.27	6.45	5.38	18.50	27.23
AUTO061	5 voor HW	zw3	3.17	6.53	9.63	18.47	34.29
AUTO062	5 voor HW	zw4	2.99	7.22	10.15	19.94	33.48
AUTO063	5 voor HW	zw5	2.91	6.38	9.62	16.81	30.86
AUTO064	5 voor HW	zw6	2.73	7.76	11.14	17.03	28.61
AUTO065	5 voor HW	zw7	2.67	5.95	4.92	17.53	29.34
AUTO066	5 voor HW	w3	3.26	6.29	9.26	19.10	34.77
AUTO067	5 voor HW	w4	3.05	7.68	13.04	19.01	30.79
AUTO068	5 voor HW	w5	3.02	6.01	8.62	18.52	30.07
AUTO069	5 voor HW	w6	2.95	6.12	8.39	20.22	29.52
AUTO070	5 voor HW	w7	3.01	5.60	7.20	21.88	29.66
AUTO071	5 voor HW	o3	3.11	7.07	12.38	19.52	35.19
AUTO072	5 voor HW	o4	3.19	6.48	10.78	19.40	36.78
AUTO073	5 voor HW	o5	3.00	6.75	11.04	22.38	37.10
AUTO074	5 voor HW	o6	3.16	6.49	11.17	24.40	42.58
AUTO075	5 voor HW	o7	2.89	8.49	12.56	26.72	43.55
AUTO076	5 voor HW	n3	3.23	6.52	11.54	19.92	35.26
AUTO077	5 voor HW	n4	3.11	8.49	13.50	20.77	32.88
AUTO078	5 voor HW	n5	3.29	9.05	14.12	22.15	36.32
AUTO079	5 voor HW	n6	3.24	7.91	11.07	25.13	35.93
AUTO080	5 voor HW	n7	3.58	10.58	12.55	28.49	43.40
AUTO081	1 na HW	zw3	2.94	8.71	12.52	10.29	24.48
AUTO082	1 na HW	zw4	2.93	8.54	12.13	9.67	25.74

Tabel 11 (vervolg) : Overzicht verkenningstvaarten met de ro-ro-ferry

AUTO083	1 na HW	zw5	2.88	9.70	12.44	9.97	25.28
AUTO084	1 na HW	zw6	2.64	17.01	17.82	11.92	26.25
AUTO085	1 na HW	zw7	2.64	17.21	17.87	12.40	26.25
AUTO086	1 na HW	w3	3.00	7.90	12.21	11.09	24.85
AUTO087	1 na HW	w4	3.03	8.22	11.93	9.75	24.57
AUTO088	1 na HW	w5	3.03	8.40	11.13	11.96	24.89
AUTO089	1 na HW	w6	2.97	10.29	12.22	14.85	24.09
AUTO090	1 na HW	w7	2.99	9.88	11.91	14.67	24.36
AUTO091	1 na HW	o3	2.87	7.88	12.73	11.67	25.13
AUTO092	1 na HW	o4	2.96	5.71	5.70	13.17	28.03
AUTO093	1 na HW	o5	3.04	6.06	5.66	8.71	28.67
AUTO094	1 na HW	o6	2.96	8.27	9.46	12.44	29.41
AUTO095	1 na HW	o7	2.57	13.75	17.89	18.00	30.61
AUTO096	1 na HW	n3	2.94	9.98	14.35	12.75	24.72
AUTO097	1 na HW	n4	2.94	8.82	13.98	12.59	24.27
AUTO098	1 na HW	n5	3.24	3.51	4.80	10.79	26.51
AUTO099	1 na HW	n6	3.21	3.42	5.43	12.01	26.46
AUTO100	1 na HW	n7	3.28	4.49	5.23	14.59	26.94
AUTO101	5 voor HW	zw3	3.00	9.46	14.04	17.59	30.38
AUTO102	5 voor HW	zw4	3.14	6.09	9.16	19.50	34.04
AUTO103	5 voor HW	zw5	2.95	6.73	9.85	18.09	32.20
AUTO104	5 voor HW	zw6	2.72	6.39	9.61	16.99	28.56
AUTO105	5 voor HW	zw7	2.49	6.61	4.37	18.48	28.52
AUTO106	5 voor HW	w3	3.14	6.23	9.05	20.07	33.53
AUTO107	5 voor HW	w4	3.04	7.03	12.24	19.91	31.89
AUTO108	5 voor HW	w5	2.97	7.26	13.41	22.15	32.23
AUTO109	5 voor HW	w6	2.89	6.20	9.29	20.89	28.44
AUTO110	5 voor HW	w7	3.04	6.00	8.79	20.50	30.15
AUTO111	5 voor HW	o3	3.26	6.36	10.90	20.10	36.80
AUTO112	5 voor HW	o4	3.19	7.01	11.07	19.74	36.26
AUTO113	5 voor HW	o5	3.09	6.60	10.97	20.44	37.13
AUTO114	5 voor HW	o6	3.19	6.58	11.46	24.02	41.43
AUTO115	5 voor HW	o7	2.89	8.06	12.05	26.35	43.14
AUTO116	5 voor HW	n3	3.11	6.75	10.02	20.16	32.98
AUTO117	5 voor HW	n4	3.07	9.75	15.23	22.01	32.79
AUTO118	5 voor HW	n5	3.17	7.91	12.81	22.20	35.20
AUTO119	5 voor HW	n6	3.39	9.22	13.83	25.55	38.44
AUTO120	5 voor HW	n7	3.51	12.88	13.72	31.21	43.54
AUTO121	1 na HW	zw3	2.98	7.84	11.80	9.60	24.82
AUTO122	1 na HW	zw4	2.96	7.80	11.91	9.97	25.04
AUTO123	1 na HW	zw5	2.88	9.82	13.03	9.99	24.97
AUTO124	1 na HW	zw6	2.65	17.22	17.14	11.97	27.52

Tabel 11 (vervolg) : Overzicht verkenningstvaarten met de ro-ro-ferry

AUTO125	1 na HW	zw7	2.54	18.69	19.54	13.25	26.12
AUTO126	1 na HW	w3	2.99	7.97	11.93	11.46	24.82
AUTO127	1 na HW	w4	3.02	8.01	11.68	10.26	24.54
AUTO128	1 na HW	w5	3.03	8.57	12.05	11.40	24.57
AUTO129	1 na HW	w6	2.95	10.68	12.93	15.18	24.06
AUTO130	1 na HW	w7	2.96	10.37	12.57	15.50	24.33
AUTO131	1 na HW	o3	2.97	7.13	6.14	12.52	27.57
AUTO132	1 na HW	o4	3.01	5.54	5.44	12.39	28.20
AUTO133	1 na HW	o5	2.99	7.17	6.64	12.05	28.54
AUTO134	1 na HW	o6	2.73	9.88	11.47	15.69	28.36
AUTO135	1 na HW	o7	2.94	8.82	10.26	13.53	29.41
AUTO136	1 na HW	n3	2.95	8.58	13.14	11.79	24.45
AUTO137	1 na HW	n4	3.09	5.28	5.31	13.93	26.79
AUTO138	1 na HW	n5	3.22	3.58	4.59	10.49	26.42
AUTO139	1 na HW	n6	3.17	4.01	6.65	13.39	26.18
AUTO140	1 na HW	n7	3.24	5.06	8.19	14.66	27.23
AUTO141	5 voor HW	zw3	3.07	7.71	11.55	20.67	34.37
AUTO142	5 voor HW	zw4	2.92	9.22	14.29	16.65	30.07
AUTO143	5 voor HW	zw5	2.82	5.35	8.11	17.15	30.47
AUTO144	5 voor HW	zw6	2.71	4.99	5.81	16.50	29.46
AUTO145	5 voor HW	zw7	2.51	9.07	5.66	19.15	29.91
AUTO146	5 voor HW	w3	3.09	8.06	14.19	20.48	33.86
AUTO147	5 voor HW	w4	3.04	7.38	12.62	19.92	31.89
AUTO148	5 voor HW	w5	3.00	6.98	8.58	18.17	29.52
AUTO149	5 voor HW	w6	3.05	5.49	8.09	21.14	31.20
AUTO150	5 voor HW	w7	2.99	5.34	6.61	23.30	28.98
AUTO151	5 voor HW	o3	3.04	7.96	13.67	19.24	32.21
AUTO152	5 voor HW	o4	3.22	7.10	11.57	19.67	36.91
AUTO153	5 voor HW	o5	2.89	7.25	11.21	23.41	39.79
AUTO154	5 voor HW	o6	3.12	6.62	11.07	24.62	42.74
AUTO155	5 voor HW	o7	3.07	7.35	12.05	22.75	39.96
AUTO156	5 voor HW	n3	3.22	6.57	12.17	20.10	35.26
AUTO157	5 voor HW	n4	3.17	7.44	12.25	21.01	34.73
AUTO158	5 voor HW	n5	3.30	7.80	12.64	21.89	36.45
AUTO159	5 voor HW	n6	3.29	8.13	11.65	24.38	37.38
AUTO160	5 voor HW	n7	3.24	10.31	12.22	29.72	39.21
AUTO161	1 na HW	zw3	2.94	8.36	11.99	9.48	25.46
AUTO162	1 na HW	zw4	2.96	7.93	11.85	9.70	25.31
AUTO163	1 na HW	zw5	2.82	11.10	13.55	10.20	25.70
AUTO164	1 na HW	zw6	2.78	12.89	15.02	11.28	25.66
AUTO165	1 na HW	zw7	2.56	19.16	19.09	13.97	27.65
AUTO166	1 na HW	w3	3.00	7.93	12.27	10.21	24.36

Tabel 11 (vervolg) : Overzicht verkenningstvaarten met de ro-ro-ferry

AUTO167	1 na HW	w4	3.01	8.64	12.57	10.45	24.54
AUTO168	1 na HW	w5	3.02	7.91	11.15	12.01	24.57
AUTO169	1 na HW	w6	3.01	10.19	12.11	13.34	24.45
AUTO170	1 na HW	w7	2.97	13.56	16.30	17.86	26.28
AUTO171	1 na HW	o3	2.87	7.77	12.45	11.63	25.13
AUTO172	1 na HW	o4	2.97	6.40	5.43	13.48	27.57
AUTO173	1 na HW	o5	3.00	7.96	8.22	10.22	29.13
AUTO174	1 na HW	o6	2.83	9.35	10.47	14.22	29.35
AUTO175	1 na HW	o7	2.76	10.36	12.80	16.57	29.60
AUTO176	1 na HW	n3	3.04	5.01	6.21	13.60	26.70
AUTO177	1 na HW	n4	3.14	4.34	4.74	12.41	26.84
AUTO178	1 na HW	n5	3.17	4.07	4.36	11.89	26.37
AUTO179	1 na HW	n6	3.15	4.63	8.02	14.60	26.37
AUTO180	1 na HW	n7	3.27	9.26	7.78	21.45	28.24
AUTO181	5 voor HW	zw3	3.02	6.92	10.16	19.12	32.79
AUTO182	5 voor HW	zw4	2.93	6.09	9.08	16.94	30.54
AUTO183	5 voor HW	zw5	2.79	8.46	12.49	16.99	29.38
AUTO184	5 voor HW	zw6	2.76	5.93	8.70	17.12	29.53
AUTO185	5 voor HW	zw7	2.15	15.57	16.33	19.46	24.22
AUTO186	5 voor HW	w3	3.12	6.47	9.21	20.05	33.43
AUTO187	5 voor HW	w4	3.05	7.43	12.58	19.06	30.79
AUTO188	5 voor HW	w5	3.05	7.42	8.77	17.91	30.15
AUTO189	5 voor HW	w6	2.90	6.05	8.62	20.36	28.98
AUTO190	5 voor HW	w7	3.00	5.87	7.31	22.42	28.57
AUTO191	5 voor HW	o3	3.14	6.55	11.29	19.45	35.31
AUTO192	5 voor HW	o4	3.17	6.83	10.92	19.94	36.26
AUTO193	5 voor HW	o5	2.98	6.92	10.93	21.81	36.94
AUTO194	5 voor HW	o6	3.13	6.59	11.14	23.88	42.23
AUTO195	5 voor HW	o7	2.91	8.69	12.44	25.79	42.80
AUTO196	5 voor HW	n3	3.22	7.40	12.62	20.15	35.26
AUTO197	5 voor HW	n4	3.12	8.60	14.73	21.93	33.65
AUTO198	5 voor HW	n5	3.16	8.17	13.45	22.32	34.47
AUTO199	5 voor HW	n6	3.33	8.82	13.49	23.28	36.58
AUTO200	5 voor HW	n7	3.38	10.92	12.26	30.17	40.39

Tabel 12 : Overzicht evaluatievaarten met roro-ferry in de huidige situatie

Vaart	Stroming	Wind	snelheid	afwijking	tijdens invaren van de haven		
					afwijking	roer	motor
AUTO201	1 voor HW	nw3	3.16	8.54	11.73	11.43	23.63
AUTO202	1 voor HW	nw4	3.19	8.41	11.46	11.55	23.65
AUTO203	1 voor HW	nw5	3.24	9.63	12.21	12.32	23.68
AUTO204	1 voor HW	nw6	3.29	10.18	12.72	12.95	23.70
AUTO205	1 voor HW	nw7	3.38	7.32	9.64	15.02	23.81
AUTO206	1 voor HW	w3	3.17	8.92	10.98	10.88	24.11
AUTO207	1 voor HW	w4	3.17	9.35	12.06	11.62	24.11
AUTO208	1 voor HW	w5	3.16	9.43	11.93	13.15	24.42
AUTO209	1 voor HW	w6	3.12	10.02	11.87	15.28	24.08
AUTO210	1 voor HW	w7	3.14	13.08	16.03	17.68	25.15
AUTO211	1 voor HW	o3	3.22	7.50	9.91	7.90	25.47
AUTO212	1 voor HW	o4	3.12	7.15	9.07	9.04	26.28
AUTO213	1 voor HW	o5	3.02	6.81	7.88	10.35	26.47
AUTO214	1 voor HW	o6	2.92	6.87	6.43	11.94	26.78
AUTO215	1 voor HW	o7	2.88	11.54	13.52	13.87	29.16
AUTO216	1 voor HW	nw3	3.18	8.19	11.95	11.35	23.68
AUTO217	1 voor HW	nw4	3.19	8.24	10.77	11.53	23.65
AUTO218	1 voor HW	nw5	3.29	9.15	12.08	10.62	24.04
AUTO219	1 voor HW	nw6	3.32	9.73	12.10	12.48	23.76
AUTO220	1 voor HW	nw7	3.34	8.77	11.90	15.00	22.75
AUTO221	1 voor HW	w3	3.27	9.11	11.84	9.63	24.74
AUTO222	1 voor HW	w4	3.16	9.52	12.45	12.26	24.11
AUTO223	1 voor HW	w5	3.14	8.76	10.57	12.59	23.63
AUTO224	1 voor HW	w6	3.12	9.73	12.04	14.79	24.08
AUTO225	1 voor HW	w7	3.13	12.81	15.86	17.40	24.84
AUTO226	1 voor HW	o3	3.19	7.62	9.86	8.54	25.43
AUTO227	1 voor HW	o4	3.13	6.92	8.85	8.67	25.63
AUTO228	1 voor HW	o5	3	6.82	7.18	10.07	26.11
AUTO229	1 voor HW	o6	2.92	7.22	6.64	12.20	26.78
AUTO230	1 voor HW	o7	2.89	11.90	13.79	13.83	29.17
AUTO231	1 voor HW	nw3	3.17	8.11	11.76	11.39	23.65
AUTO232	1 voor HW	nw4	3.19	8.46	11.50	11.65	23.65
AUTO233	1 voor HW	nw5	3.29	9.23	12.13	10.63	24.04
AUTO234	1 voor HW	nw6	3.34	8.38	10.21	12.51	23.79
AUTO235	1 voor HW	nw7	3.34	9.39	12.80	15.14	22.77
AUTO236	1 voor HW	w3	3.28	8.68	11.04	9.49	24.74
AUTO237	1 voor HW	w4	3.19	9.02	11.35	10.78	24.14
AUTO238	1 voor HW	w5	3.15	9.28	11.31	13.09	24.11
AUTO239	1 voor HW	w6	3.14	9.04	11.10	14.28	24.11
AUTO240	1 voor HW	w7	3.12	12.32	15.28	18.14	25.11

Tabel 12 (vervolg) : Overzicht evaluatievaarten met ro-ro-ferry in de huidige situatie

AUTO241	1 voor HW	o3	3.21	7.58	9.93	7.14	25.43
AUTO242	1 voor HW	o4	3.13	6.92	8.90	8.61	25.82
AUTO243	1 voor HW	o5	3.02	6.98	7.89	10.27	26.47
AUTO244	1 voor HW	o6	2.92	7.00	7.14	12.27	26.83
AUTO245	1 voor HW	o7	2.92	10.15	11.11	13.92	29.28
AUTO246	1 voor HW	nw3	3.21	7.96	11.52	10.66	23.70
AUTO247	1 voor HW	nw4	3.27	8.48	11.14	9.80	24.04
AUTO248	1 voor HW	nw5	3.28	9.53	12.29	10.89	24.01
AUTO249	1 voor HW	nw6	3.34	9.59	11.91	12.06	23.76
AUTO250	1 voor HW	nw7	3.34	9.99	13.24	14.50	23.24
AUTO251	1 voor HW	w3	3.24	8.58	11.09	9.48	24.20
AUTO252	1 voor HW	w4	3.19	8.89	11.82	10.82	24.14
AUTO253	1 voor HW	w5	3.15	9.41	11.61	13.17	24.08
AUTO254	1 voor HW	w6	3.12	9.84	11.82	15.01	24.08
AUTO255	1 voor HW	w7	3.16	12.06	14.43	16.81	24.87
AUTO256	1 voor HW	o3	3.23	7.57	10.27	7.42	25.47
AUTO257	1 voor HW	o4	3.15	6.95	9.05	8.57	25.82
AUTO258	1 voor HW	o5	2.98	6.61	7.29	10.62	26.38
AUTO259	1 voor HW	o6	2.96	6.85	6.46	11.75	26.88
AUTO260	1 voor HW	o7	2.91	11.26	13.06	13.45	29.29

Tabel 13 : Overzicht evaluatie vaarten met de roro-ferry met aangepaste geul op zee

Vaart	Stroming	Wind	snelheid	afwijking	tijdens invaren van de haven		
					afwijking	roer	motor
AUTO261	1 voor HW	nw3	3.01	9.43	13.59	21.46	16.66
AUTO262	1 voor HW	nw4	3.04	9.40	13.25	20.15	17.59
AUTO263	1 voor HW	nw5	3.13	10.10	13.86	18.94	18.33
AUTO264	1 voor HW	nw6	3.29	8.81	11.91	15.09	21.44
AUTO265	1 voor HW	nw7	3.35	10.45	13.06	15.17	22.73
AUTO266	1 voor HW	w3	3.02	9.20	13.39	20.21	17.50
AUTO267	1 voor HW	w4	2.97	9.27	14.11	19.46	19.06
AUTO268	1 voor HW	w5	3.06	10.45	13.65	18.22	18.96
AUTO269	1 voor HW	w6	2.93	11.01	13.57	20.03	20.27
AUTO270	1 voor HW	w7	3.13	14.45	17.52	16.84	24.58
AUTO271	1 voor HW	o3	3	8.62	12.37	16.47	18.03
AUTO272	1 voor HW	o4	2.94	7.31	10.63	16.60	18.60
AUTO273	1 voor HW	o5	2.92	5.28	5.69	18.26	21.27
AUTO274	1 voor HW	o6	2.92	7.13	7.92	17.43	24.22
AUTO275	1 voor HW	o7	2.89	12.65	12.37	15.58	28.51
AUTO276	1 voor HW	nw3	3.02	9.45	13.75	20.79	17.01
AUTO277	1 voor HW	nw4	3	9.67	14.00	21.29	17.12
AUTO278	1 voor HW	nw5	3.16	8.56	11.68	19.13	17.65
AUTO279	1 voor HW	nw6	3.19	11.67	16.09	17.75	19.98
AUTO280	1 voor HW	nw7	3.34	11.97	15.59	16.12	22.71
AUTO281	1 voor HW	w3	2.98	10.90	16.05	21.16	17.84
AUTO282	1 voor HW	w4	2.96	10.31	13.60	19.71	18.87
AUTO283	1 voor HW	w5	2.95	10.69	14.07	18.94	19.58
AUTO284	1 voor HW	w6	2.97	10.76	13.43	19.49	20.45
AUTO285	1 voor HW	w7	3.11	14.65	17.24	18.89	24.55
AUTO286	1 voor HW	o3	2.99	7.84	11.00	20.09	17.37
AUTO287	1 voor HW	o4	2.94	7.14	10.56	17.32	18.28
AUTO288	1 voor HW	o5	2.73	5.99	8.43	17.64	19.74
AUTO289	1 voor HW	o6	2.92	6.14	6.68	17.83	24.15
AUTO290	1 voor HW	o7	2.85	12.83	12.21	16.04	28.51
AUTO291	1 voor HW	nw3	3.02	8.93	12.53	21.27	16.66
AUTO292	1 voor HW	nw4	3.03	9.37	13.34	21.45	16.89
AUTO293	1 voor HW	nw5	3.13	9.84	13.55	18.63	18.33
AUTO294	1 voor HW	nw6	3.13	10.88	15.09	18.90	19.37
AUTO295	1 voor HW	nw7	3.3	12.00	15.23	16.23	22.21
AUTO296	1 voor HW	w3	2.99	8.78	12.91	19.92	18.59
AUTO297	1 voor HW	w4	2.95	9.37	13.53	20.30	18.53
AUTO298	1 voor HW	w5	2.95	9.52	12.68	18.67	19.18
AUTO299	1 voor HW	w6	2.92	10.25	12.82	20.72	19.50
AUTO300	1 voor HW	w7	3.1	14.79	17.31	18.92	24.55

Tabel 13 (vervolg) : Overzicht evaluatie vaarten met de ro-ro-ferry met aangepaste geul op zee

AUTO301	1 voor HW	o3	3.1	8.19	11.47	15.68	18.30
AUTO302	1 voor HW	o4	2.96	7.24	10.70	15.87	18.94
AUTO303	1 voor HW	o5	2.8	6.08	8.86	17.12	19.95
AUTO304	1 voor HW	o6	2.9	6.22	6.17	18.31	23.66
AUTO305	1 voor HW	o7	2.87	11.72	11.41	14.80	28.46
AUTO306	1 voor HW	nw3	2.99	9.40	13.60	21.39	16.89
AUTO307	1 voor HW	nw4	3.01	9.71	14.08	21.06	17.12
AUTO308	1 voor HW	nw5	3.02	9.96	13.88	20.22	18.52
AUTO309	1 voor HW	nw6	3.15	11.61	16.15	17.99	20.05
AUTO310	1 voor HW	nw7	3.36	10.44	12.90	15.87	22.71
AUTO311	1 voor HW	w3	3.04	8.81	12.99	20.01	17.13
AUTO312	1 voor HW	w4	2.97	8.82	13.30	19.44	18.95
AUTO313	1 voor HW	w5	3.01	10.16	13.07	18.19	18.88
AUTO314	1 voor HW	w6	2.95	10.59	13.18	19.37	20.22
AUTO315	1 voor HW	w7	3.07	14.45	16.14	19.74	24.21
AUTO316	1 voor HW	o3	3.06	8.21	11.68	15.97	18.20
AUTO317	1 voor HW	o4	2.93	7.22	10.48	16.14	18.84
AUTO318	1 voor HW	o5	2.89	5.23	5.55	18.14	21.88
AUTO319	1 voor HW	o6	2.98	6.48	7.23	17.27	24.18
AUTO320	1 voor HW	o7	2.86	13.18	13.32	15.21	28.51

Tabel 14 : Overzicht Evaluatie vaarten met de roro-ferry rechtgetrokken haveningang

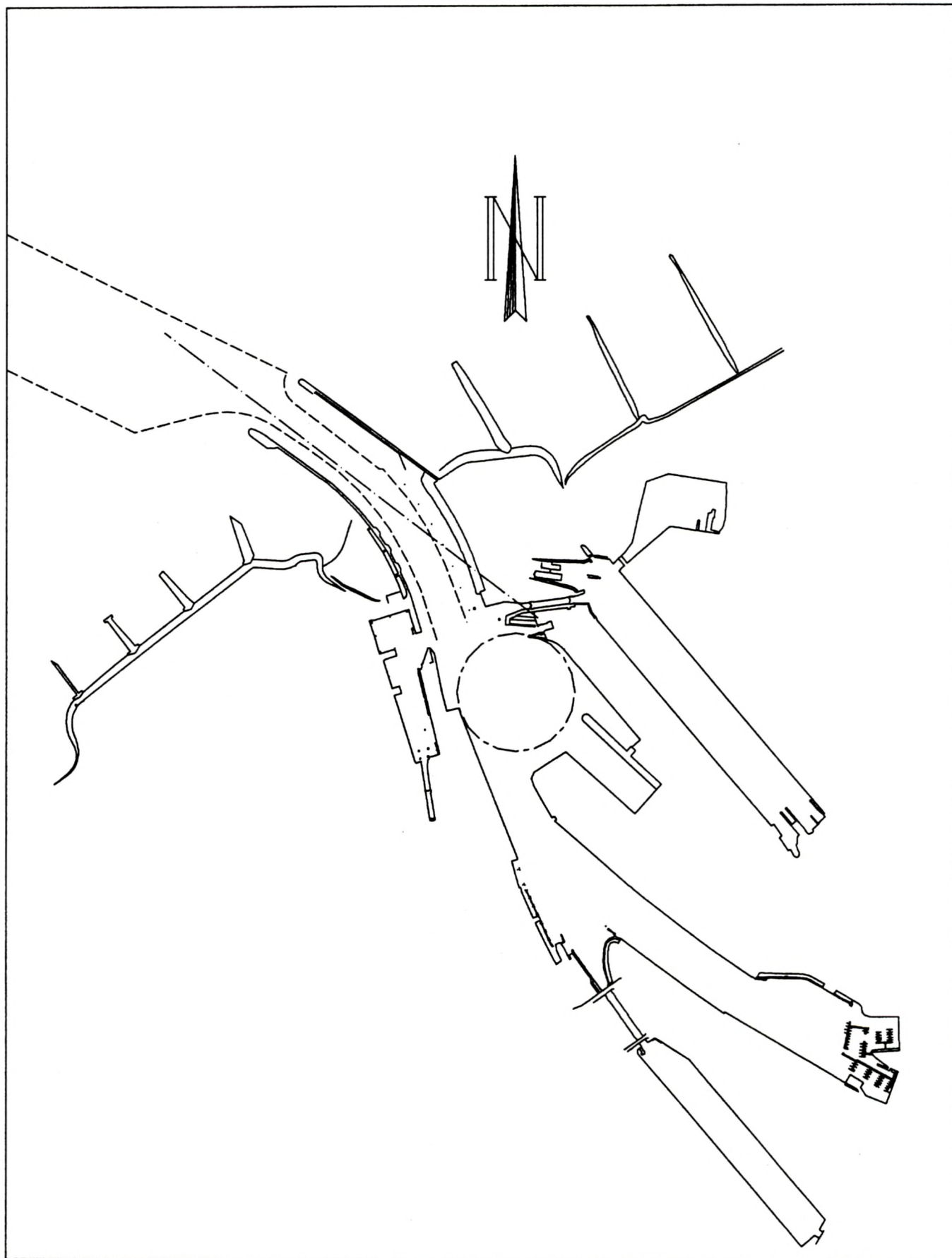
Vaart	Stroming	Wind	snelheid	afwijking	tijdens invaren van de haven		
					afwijking	roer	motor
AUTO321	1 voor HW	nw3	3.12	7.97	12.86	22.49	23.47
AUTO322	1 voor HW	nw4	3.27	5.29	6.74	21.21	21.65
AUTO323	1 voor HW	nw5	3.41	5.63	6.85	17.74	20.74
AUTO324	1 voor HW	nw6	3.3	8.07	12.07	21.35	20.65
AUTO325	1 voor HW	nw7	3.38	8.49	11.05	25.62	23.24
AUTO326	1 voor HW	w3	2.96	12.52	18.56	20.31	22.32
AUTO327	1 voor HW	w4	2.96	12.41	19.25	20.85	22.49
AUTO328	1 voor HW	w5	3.22	8.42	10.33	21.93	21.09
AUTO329	1 voor HW	w6	3.1	10.81	12.99	23.82	22.38
AUTO330	1 voor HW	w7	3.16	13.68	12.80	22.96	27.65
AUTO331	1 voor HW	o3	2.96	9.93	13.71	19.73	20.40
AUTO332	1 voor HW	o4	2.99	6.67	8.21	19.21	21.83
AUTO333	1 voor HW	o5	2.95	6.88	8.23	15.69	23.29
AUTO334	1 voor HW	o6	2.99	8.87	9.30	13.03	26.14
AUTO335	1 voor HW	o7	2.77	14.25	10.61	17.17	27.25
AUTO336	1 voor HW	nw3	3.12	8.41	13.40	22.36	23.47
AUTO337	1 voor HW	nw4	3.28	5.80	7.41	20.77	21.65
AUTO338	1 voor HW	nw5	3.54	5.86	7.79	13.78	18.85
AUTO339	1 voor HW	nw6	3.28	7.96	12.13	23.27	20.62
AUTO340	1 voor HW	nw7	3.4	7.91	10.75	24.08	24.31
AUTO341	1 voor HW	w3	2.96	11.78	17.56	20.05	22.37
AUTO342	1 voor HW	w4	3.43	6.18	8.94	13.39	18.73
AUTO343	1 voor HW	w5	3.22	8.22	9.71	20.74	20.58
AUTO344	1 voor HW	w6	3.15	10.48	12.31	23.38	21.48
AUTO345	1 voor HW	w7	3.15	13.38	13.40	24.95	26.58
AUTO346	1 voor HW	o3	2.98	7.82	10.29	20.02	20.34
AUTO347	1 voor HW	o4	3.03	6.92	8.74	16.88	22.57
AUTO348	1 voor HW	o5	2.9	7.08	7.74	16.00	23.59
AUTO349	1 voor HW	o6	2.81	7.43	6.59	16.94	23.97
AUTO350	1 voor HW	o7	2.77	14.66	10.66	17.07	27.29
AUTO351	1 voor HW	nw3	3.13	14.38	21.35	16.69	25.22
AUTO352	1 voor HW	nw4	3.29	5.51	6.72	20.22	21.65
AUTO353	1 voor HW	nw5	3.54	7.55	10.26	12.98	21.17
AUTO354	1 voor HW	nw6	3.31	7.26	10.41	20.84	20.00
AUTO355	1 voor HW	nw7	3.4	8.09	10.18	24.14	23.60
AUTO356	1 voor HW	w3	2.96	13.84	19.41	19.75	22.46
AUTO357	1 voor HW	w4	3.44	5.51	7.53	14.74	19.22
AUTO358	1 voor HW	w5	3.26	8.56	10.81	18.60	21.61
AUTO359	1 voor HW	w6	3.15	10.66	13.95	22.58	21.15
AUTO360	1 voor HW	w7	3.15	13.56	13.27	24.68	26.72

Tabel 14 (vervolg) : Overzicht Evaluatie vaarten met de roro-ferry rechtgetrokken haveningang

AUTO361	1 voor HW	o3	2.96	10.19	13.73	18.85	20.40
AUTO362	1 voor HW	o4	2.97	6.64	8.01	19.13	21.82
AUTO363	1 voor HW	o5	2.86	7.90	8.56	16.37	24.00
AUTO364	1 voor HW	o6	2.94	9.54	8.32	13.78	26.14
AUTO365	1 voor HW	o7	2.79	13.93	10.03	16.89	27.29
AUTO366	1 voor HW	nw3	3.01	12.23	17.50	19.67	23.02
AUTO367	1 voor HW	nw4	3.26	5.76	7.69	21.59	21.65
AUTO368	1 voor HW	nw5	3.01	11.48	17.00	21.00	21.95
AUTO369	1 voor HW	nw6	3.31	7.30	10.77	20.26	20.00
AUTO370	1 voor HW	nw7	3.36	7.89	10.55	26.10	21.72
AUTO371	1 voor HW	w3	2.95	13.36	20.19	19.80	22.74
AUTO372	1 voor HW	w4	2.95	12.09	18.47	20.40	22.66
AUTO373	1 voor HW	w5	3.3	7.26	9.09	17.79	21.40
AUTO374	1 voor HW	w6	3.09	11.13	14.56	24.06	21.72
AUTO375	1 voor HW	w7	3.26	14.30	14.44	24.32	27.18
AUTO376	1 voor HW	o3	2.99	9.14	11.96	18.30	20.70
AUTO377	1 voor HW	o4	2.93	7.42	9.44	18.24	21.57
AUTO378	1 voor HW	o5	2.93	6.49	7.66	15.67	24.12
AUTO379	1 voor HW	o6	3.02	8.49	8.70	12.95	25.72
AUTO380	1 voor HW	o7	2.84	11.69	7.25	16.09	27.30



SITUATIESCHETS - HUIDIGE SITUATIE

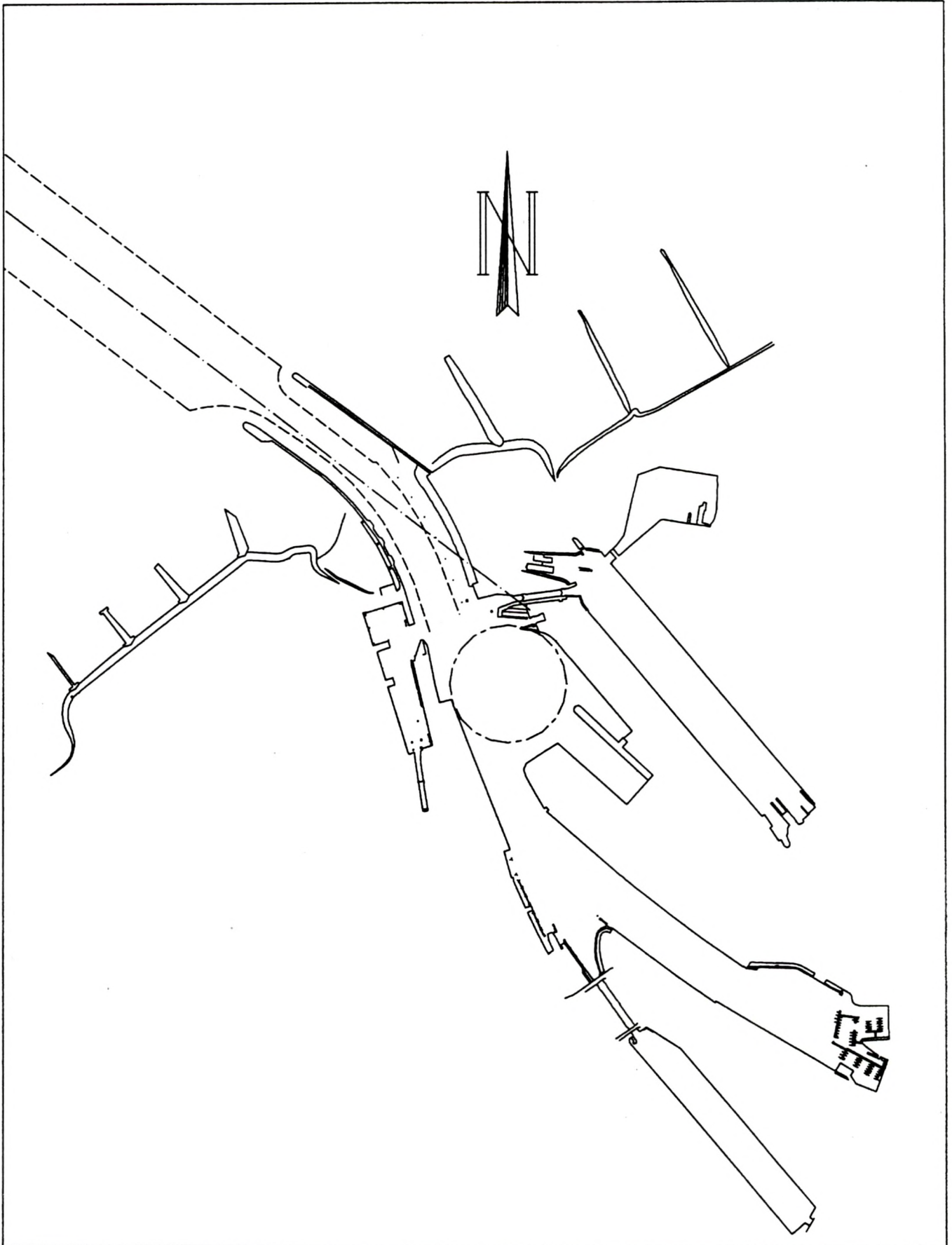


Plotinterval 0.0 s

Schaal 1:/14000



SITUATIESCHETS - SITUATIE MET ALTERNATIEVE AANLOOP

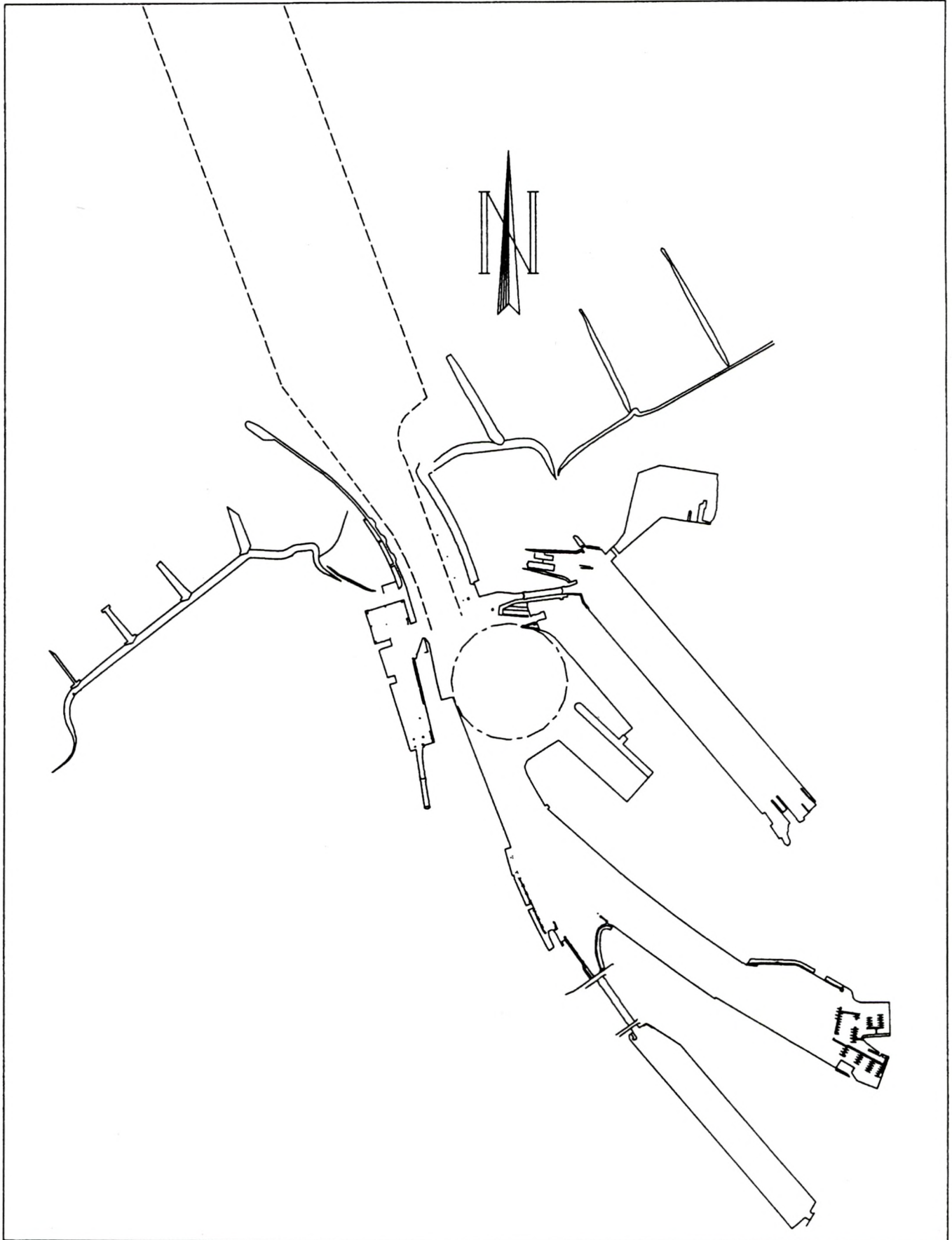


Plotinterval 0.0 s

Schaal 1:/14000



SITUATIESCHETS - SITUATIE MET RECHTGETROKKEN
INVAARTTRAJECT

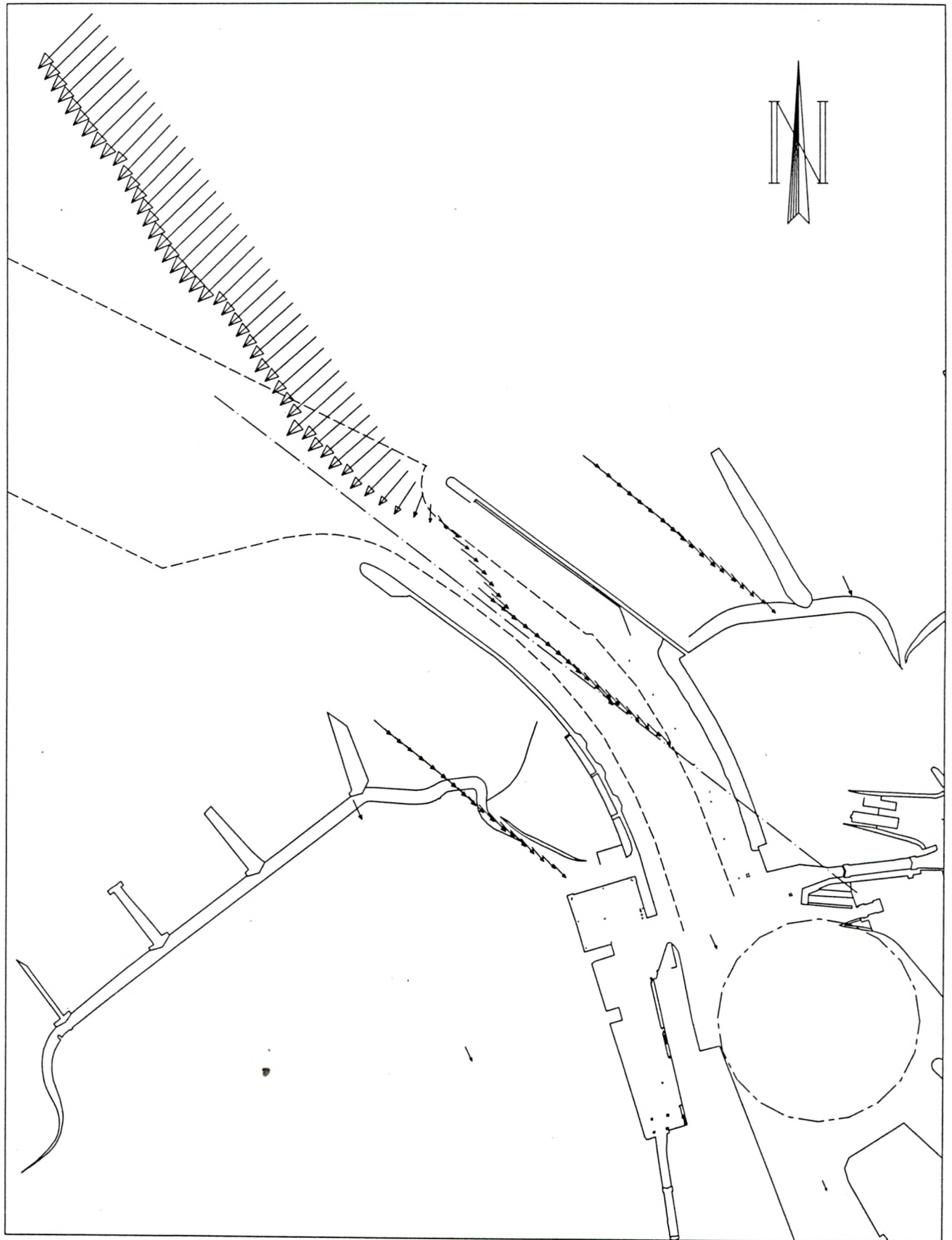


Plotinterval 0.0 s

Schaal 1:14000



STROMING GEMIDDELD SPRINGTIJ - 5 UUR VOOR HW
TIJSTAND GLLWS + 0.58 m

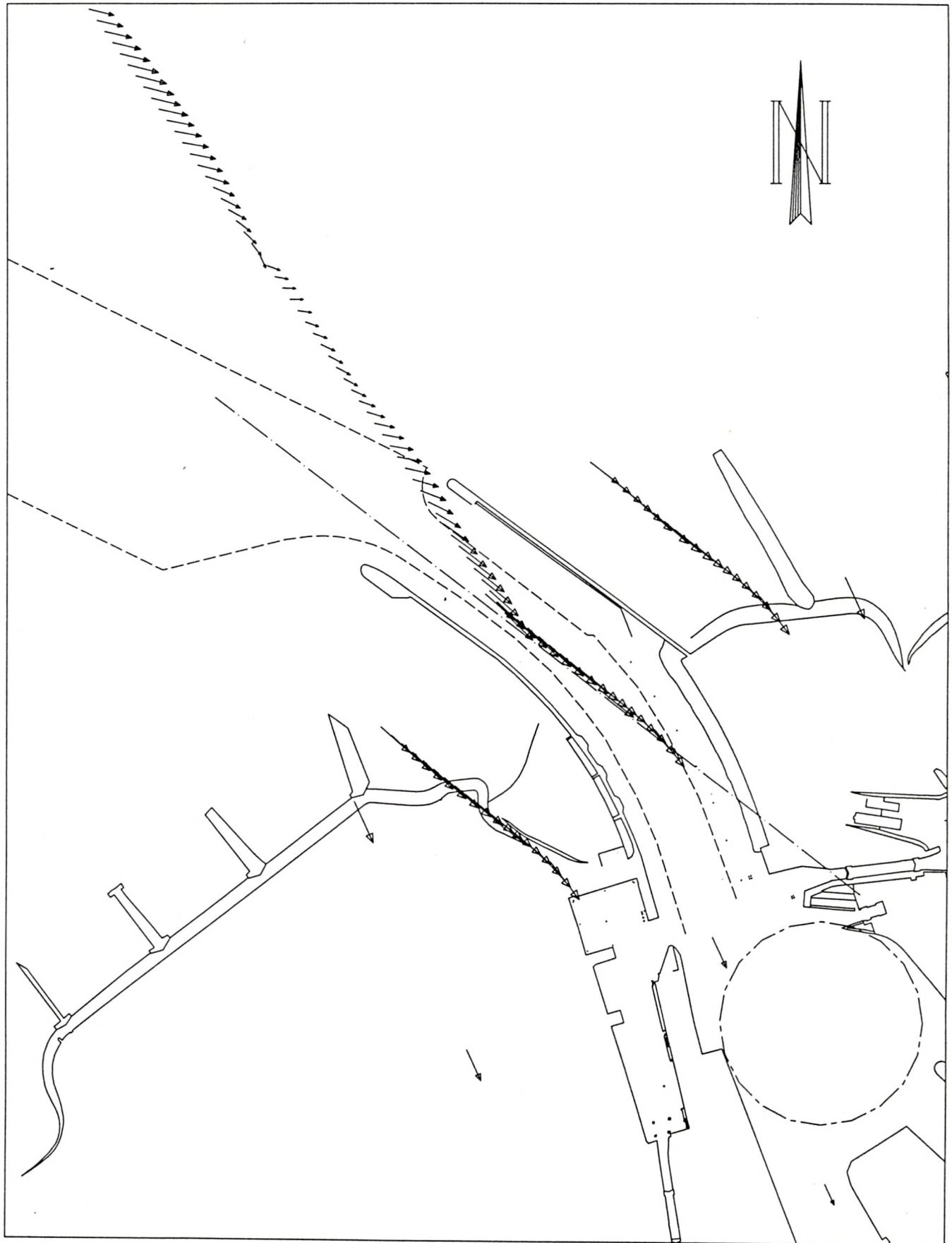


1 cm = 0.33 m/s

Schaal 1 : 8000.



STROMING GEMIDDELD SPRINGTIJ - 2 UUR VOOR HW
TIJSTAND GLLWS + 3.31 m

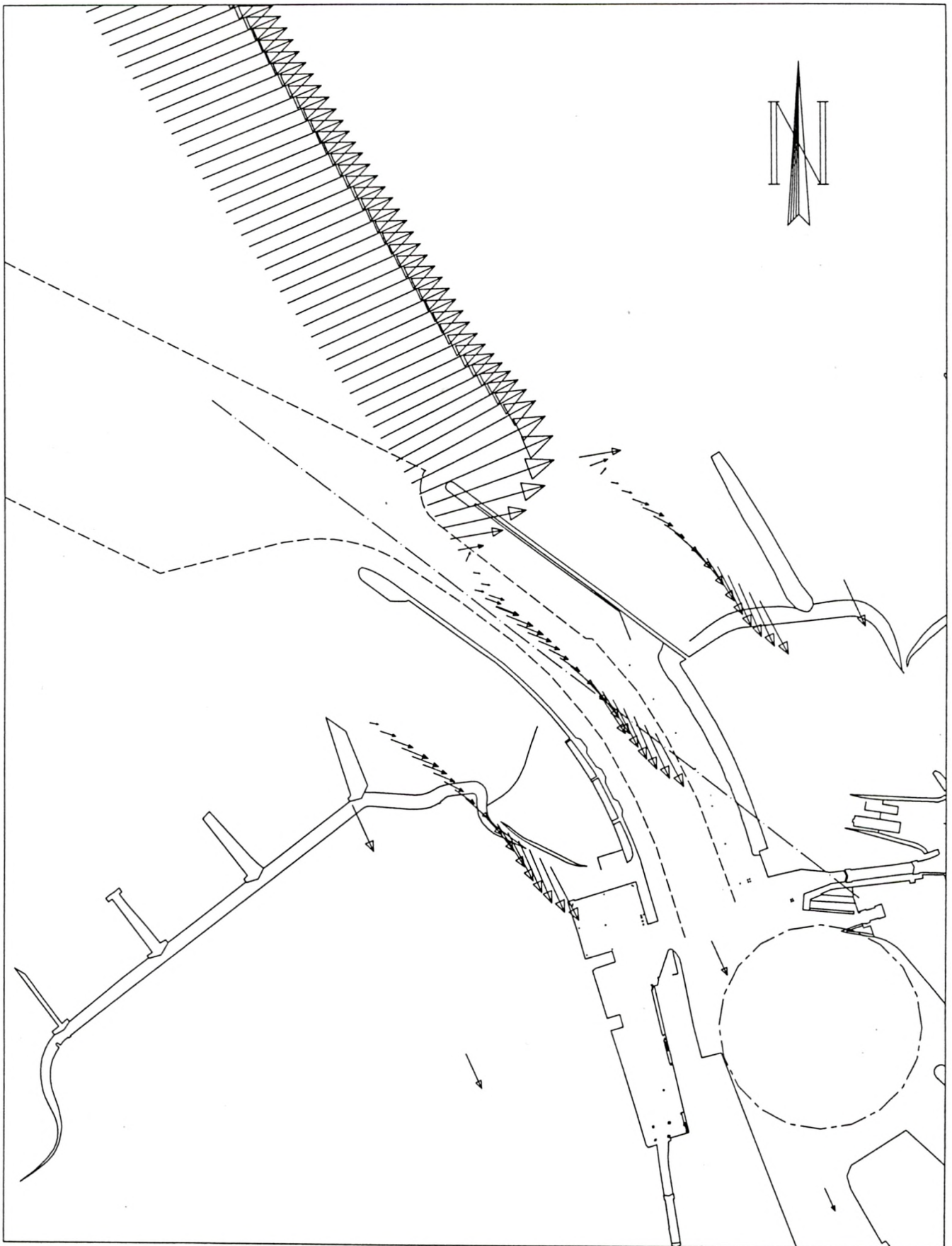


1 cm = 0.33 m/s

Schaal 1 : 8000.



STROMING GEMIDDELD SPRINGTIJ - 1 UUR VOOR HW
TIJSTAND GLLWS + 4,65m

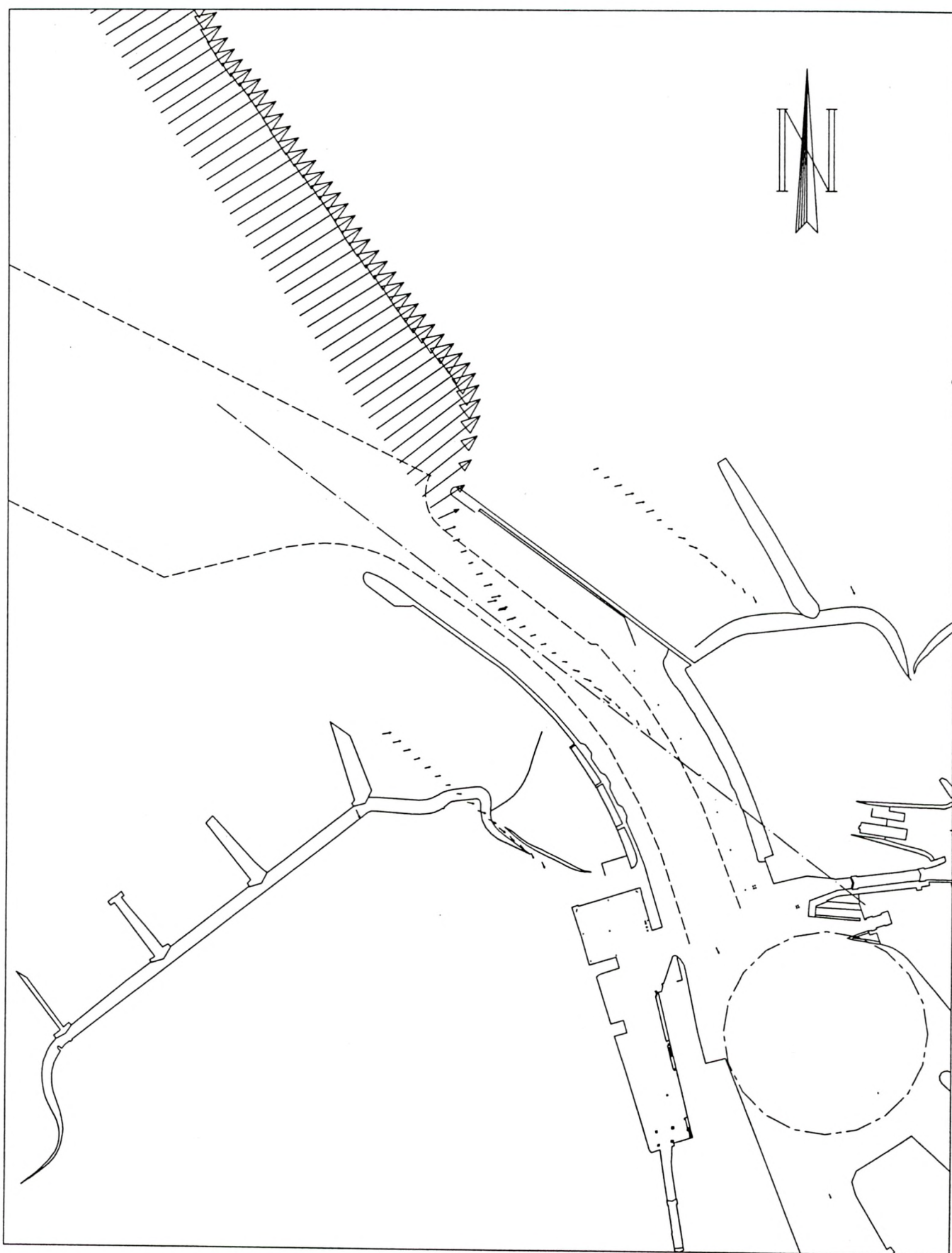


1 cm = 0.33 m/s

Schaal 1 : 8000.



STROMING GEMIDDELD SPRINGTIJ - 1 UUR NA HW
TIJSTAND GLLWS + 4,84 m

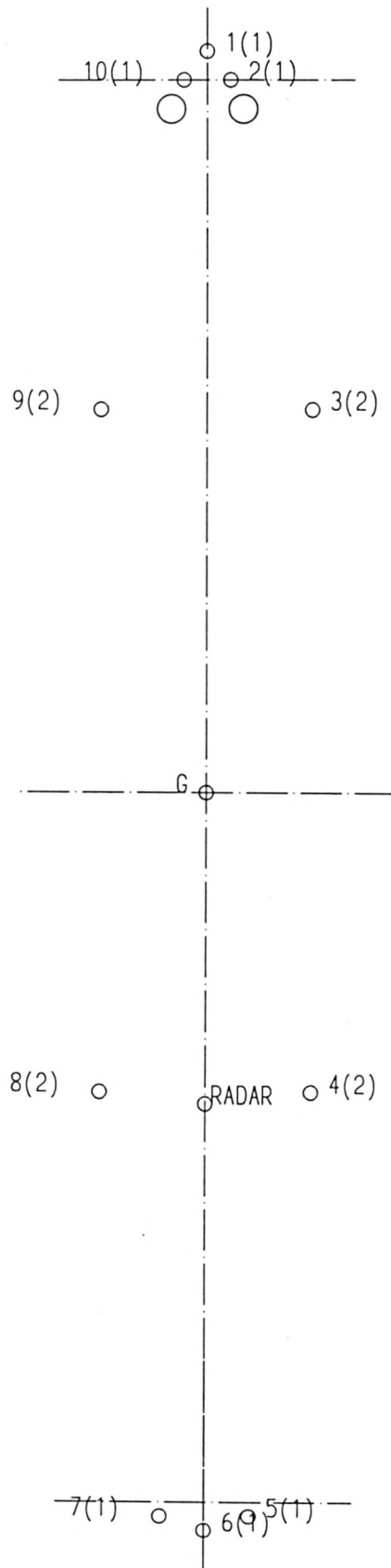


1 cm = 0.33 m/s

Schaal 1 : 8000.



BOVENZICHT CARGOSCHIP MET POSITIE RADAR
EN KLUIZEN

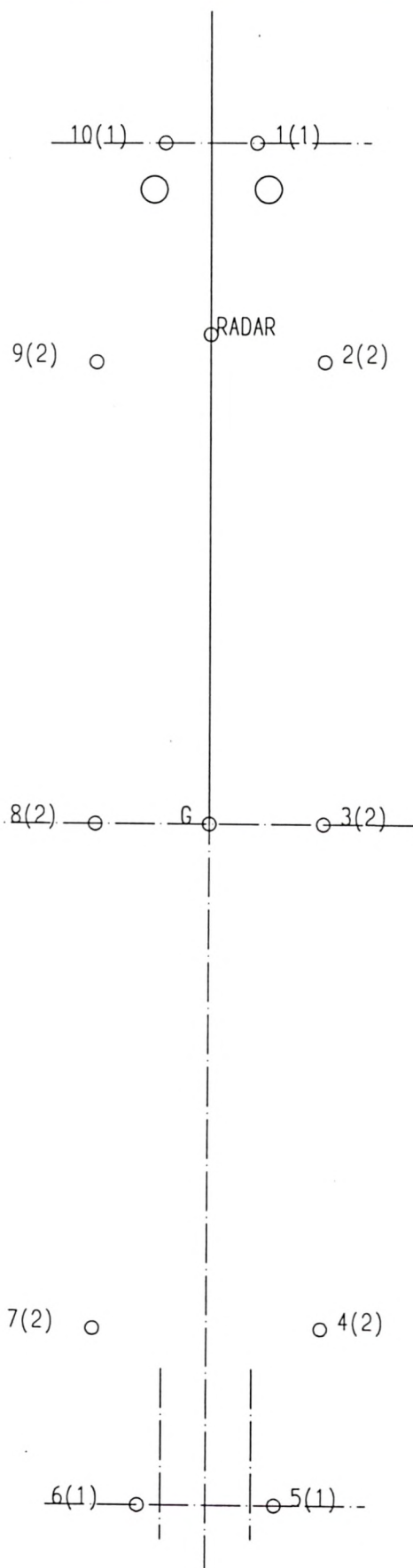


Lpp = 137.50 m
B = 20.42 m
T = 6.50 m
m = 13140000. kg
Izz = 0.1552E+11 kgm²
XG = 0.00 m
Afront = 294.00m²
Alater = 1000.00m²
Dieselmotor met FPP
Eq_number = 1261.
G_Anker = 37111. N
L_Ketting = 259. m
G_Ketting = 440. N/m
zKluis = 6.50 m



BOVENZICHT RORO-FERRY MET POSITIE RADAR
EN KLUIZEN

BOEGSCHROEF



$L_{pp} = 150.00 \text{ m}$

$B = 25.20 \text{ m}$

$T = 6.50 \text{ m}$

$m = 18000000. \text{ kg}$

$I_{zz} = 0.2530E+11 \text{ kgm}^2$

$XG = 0.00 \text{ m}$

$A_{front} = 650.00\text{m}^2$

$A_{later} = 2615.00\text{m}^2$

Dieselmotor met CPP

$Eq_number = 2117$

$G_Anker = 62303. \text{ N}$

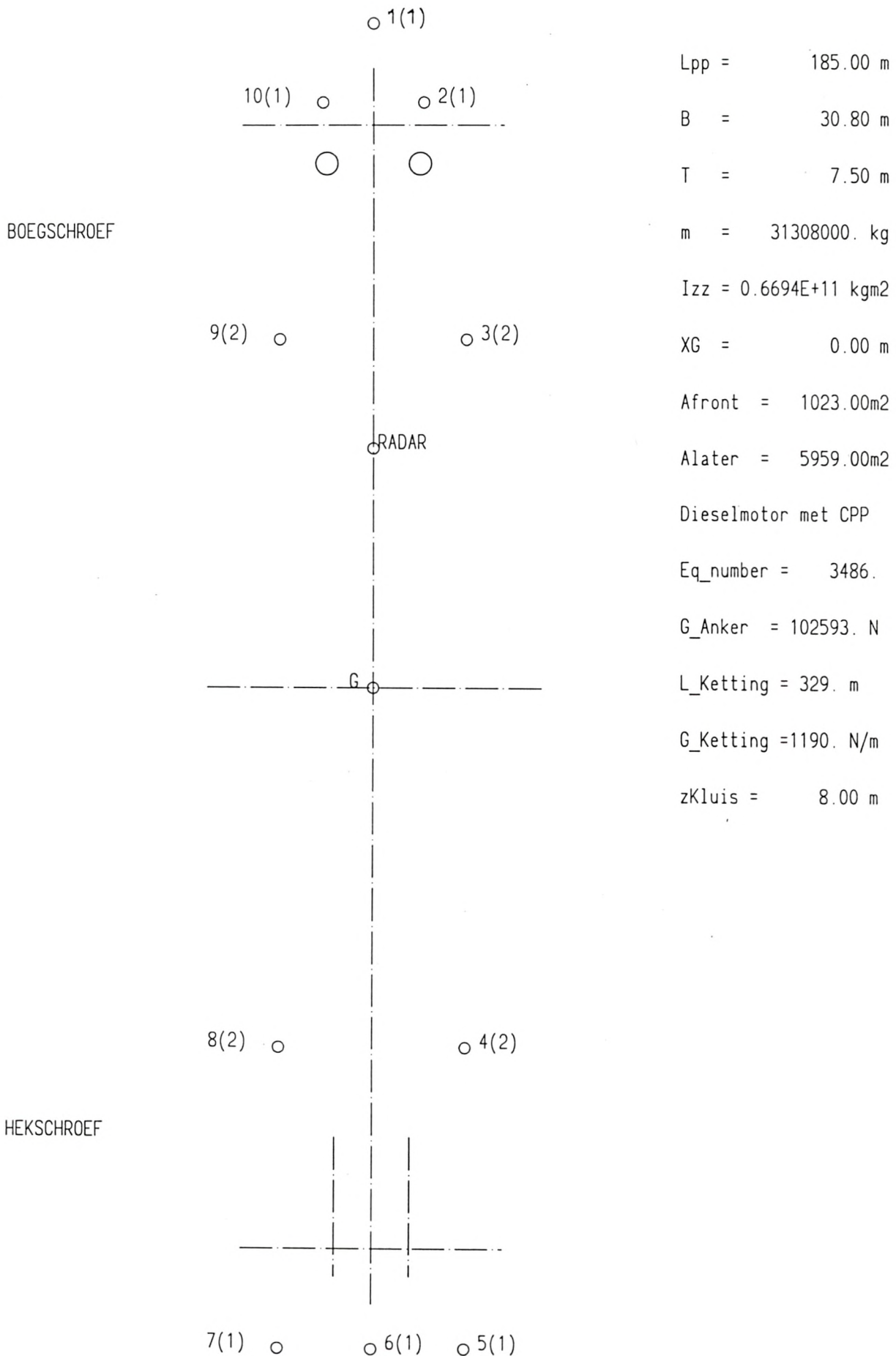
$L_Ketting = 295. \text{ m}$

$G_Ketting = 728. \text{ N/m}$

$zKluis = 8.00 \text{ m}$

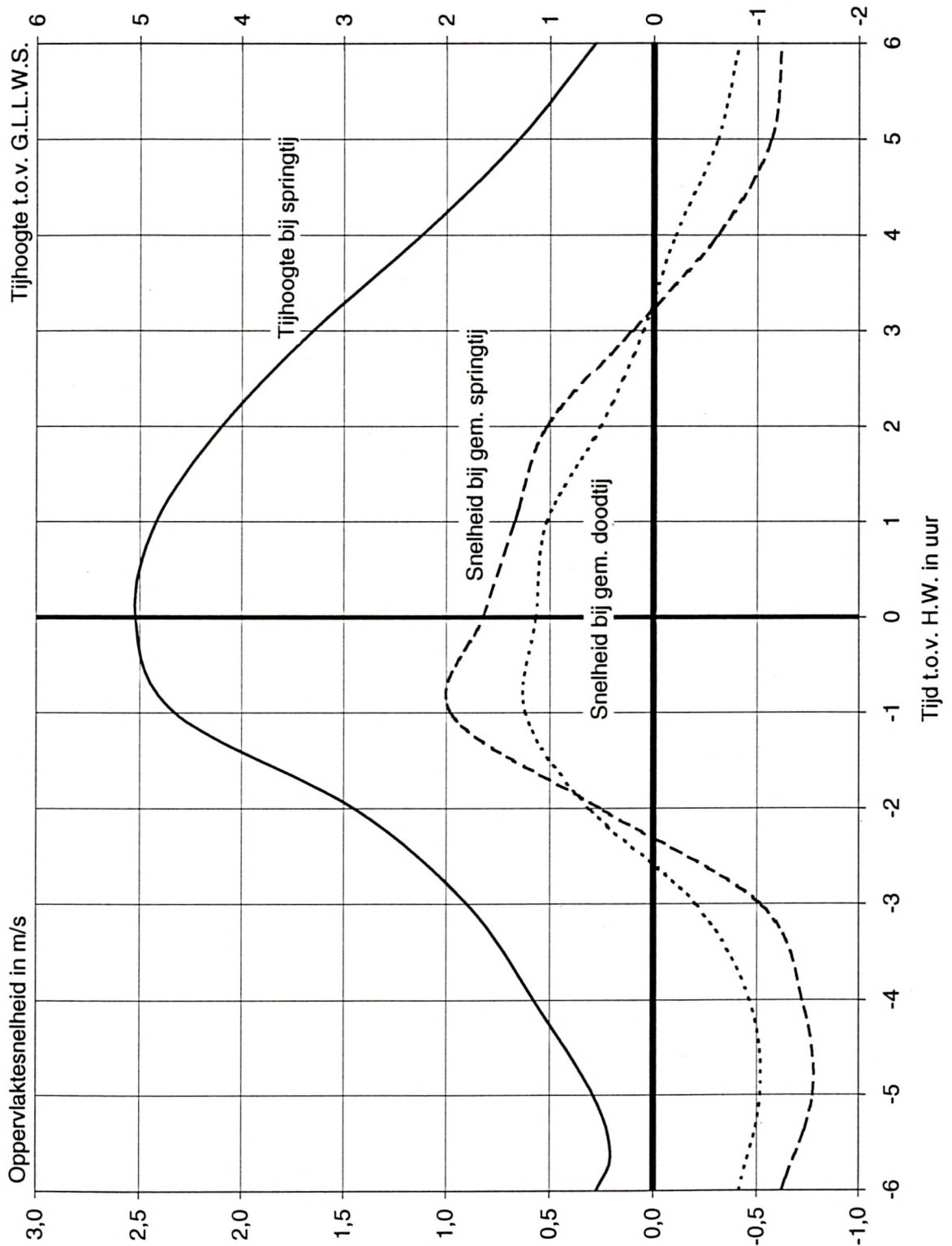


BOVENZICHT CRUISESCHIP MET POSITIE RADAR
EN KLUIZEN



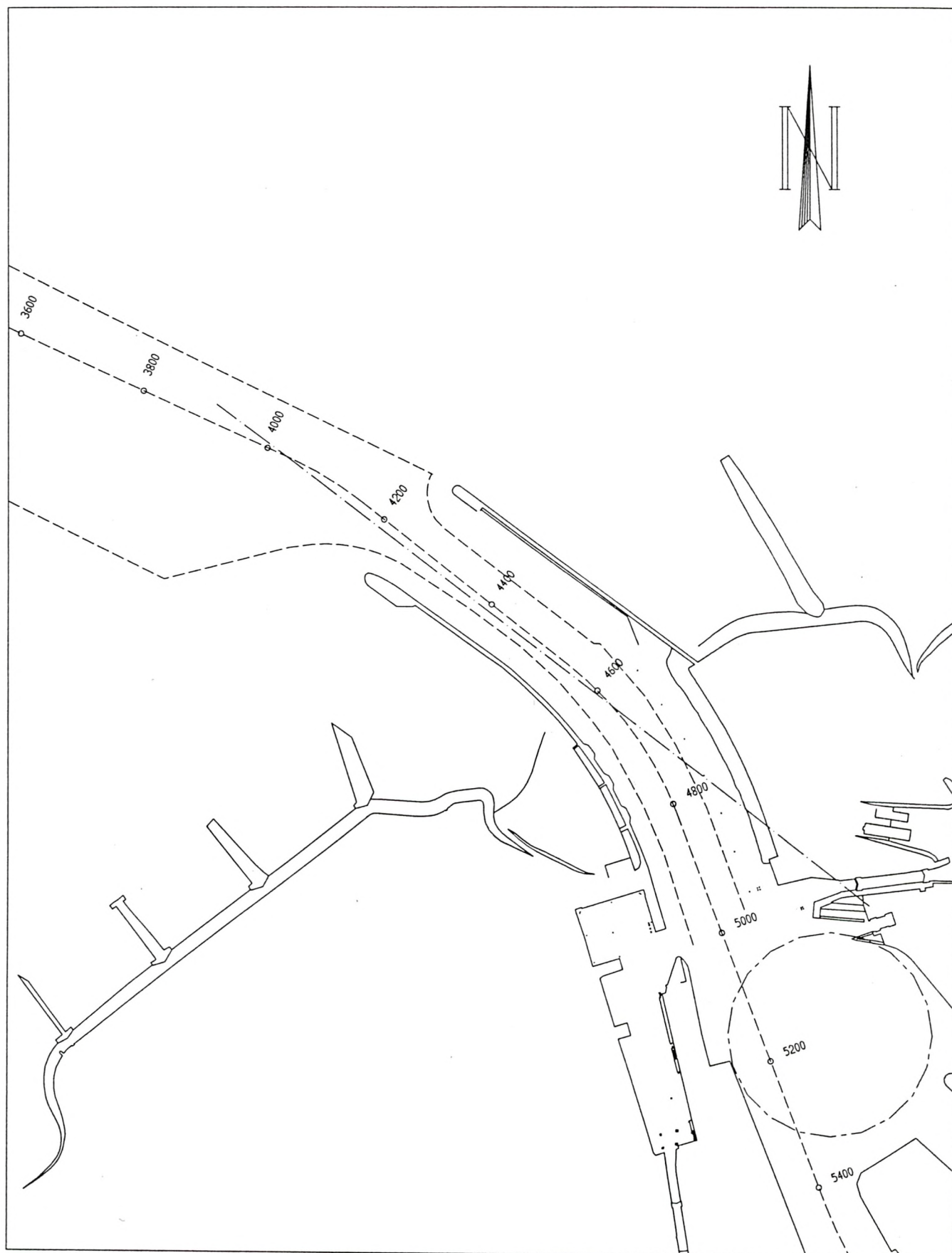


TIJKROMME EN SNELHEIDSVERLOOP IN OOSTENDE





AFSTANDEN LANGS VAARBAAN BIJ OPVAART

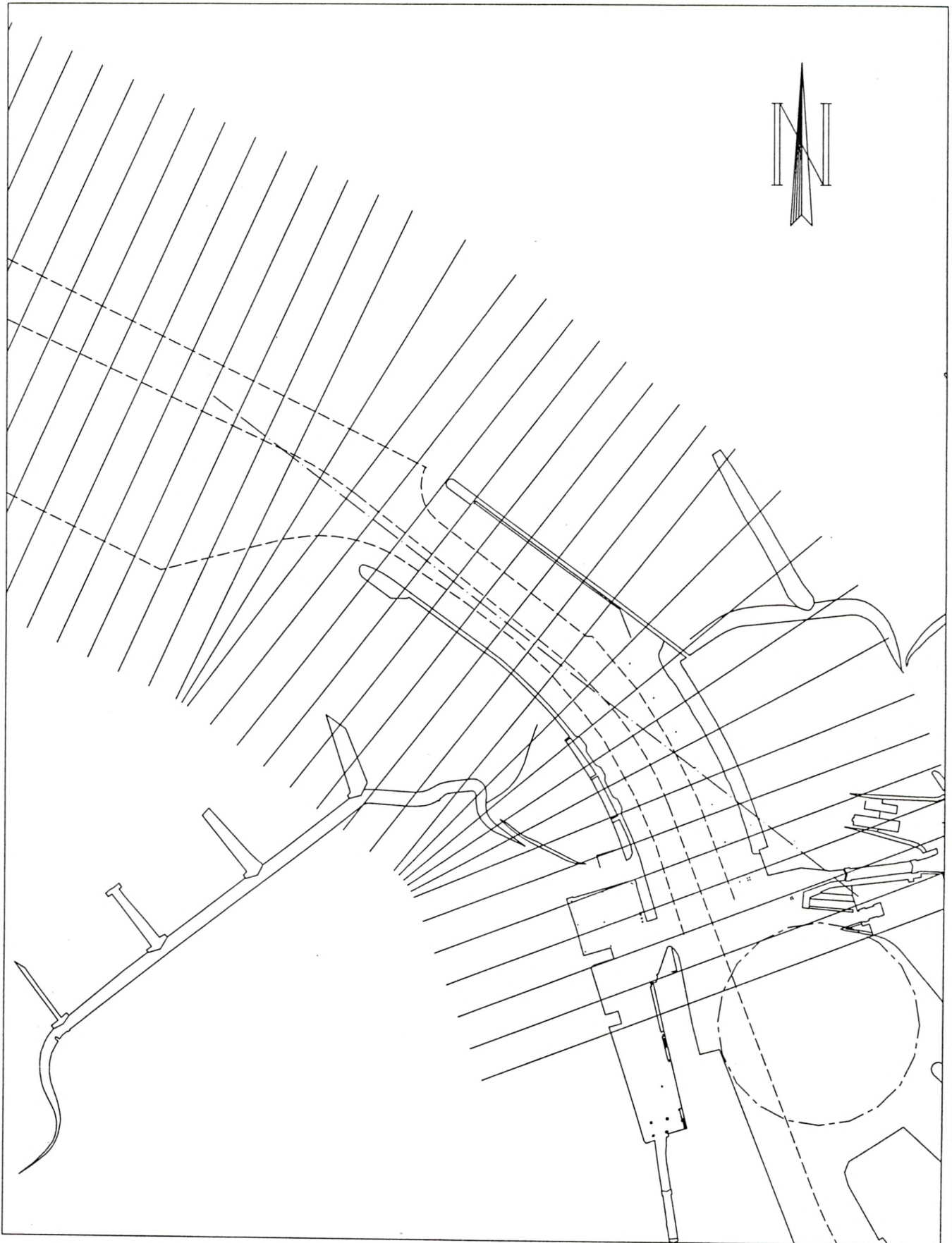


AFSTAND IN METER (m)

Schaal 1 : 8000.



LIGGING RAAIEN VOOR STATISTISCHE VERWERKING
VAARBAANBREEDTE

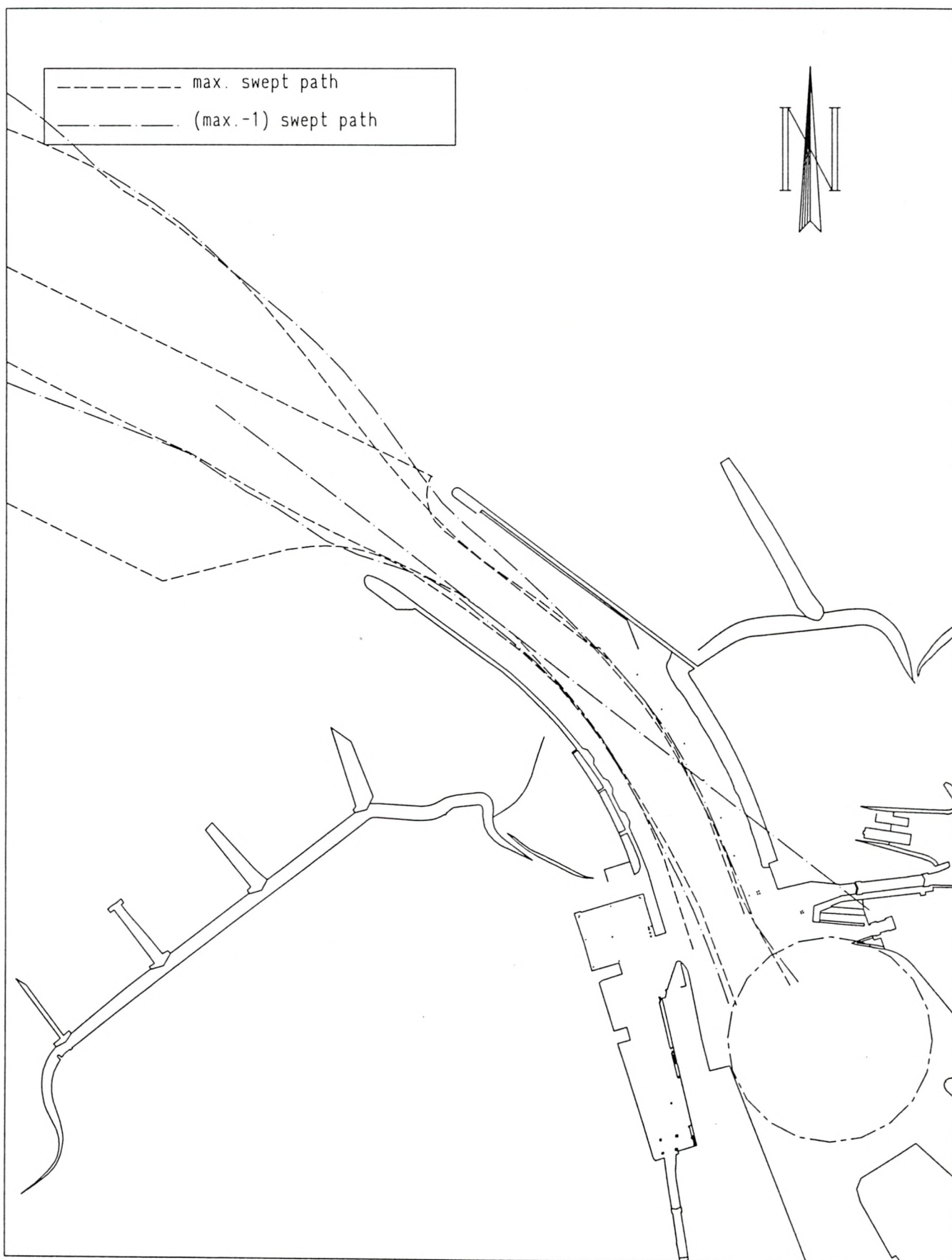


Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET CARGOSCHIP - 5 UUR VOOR HW

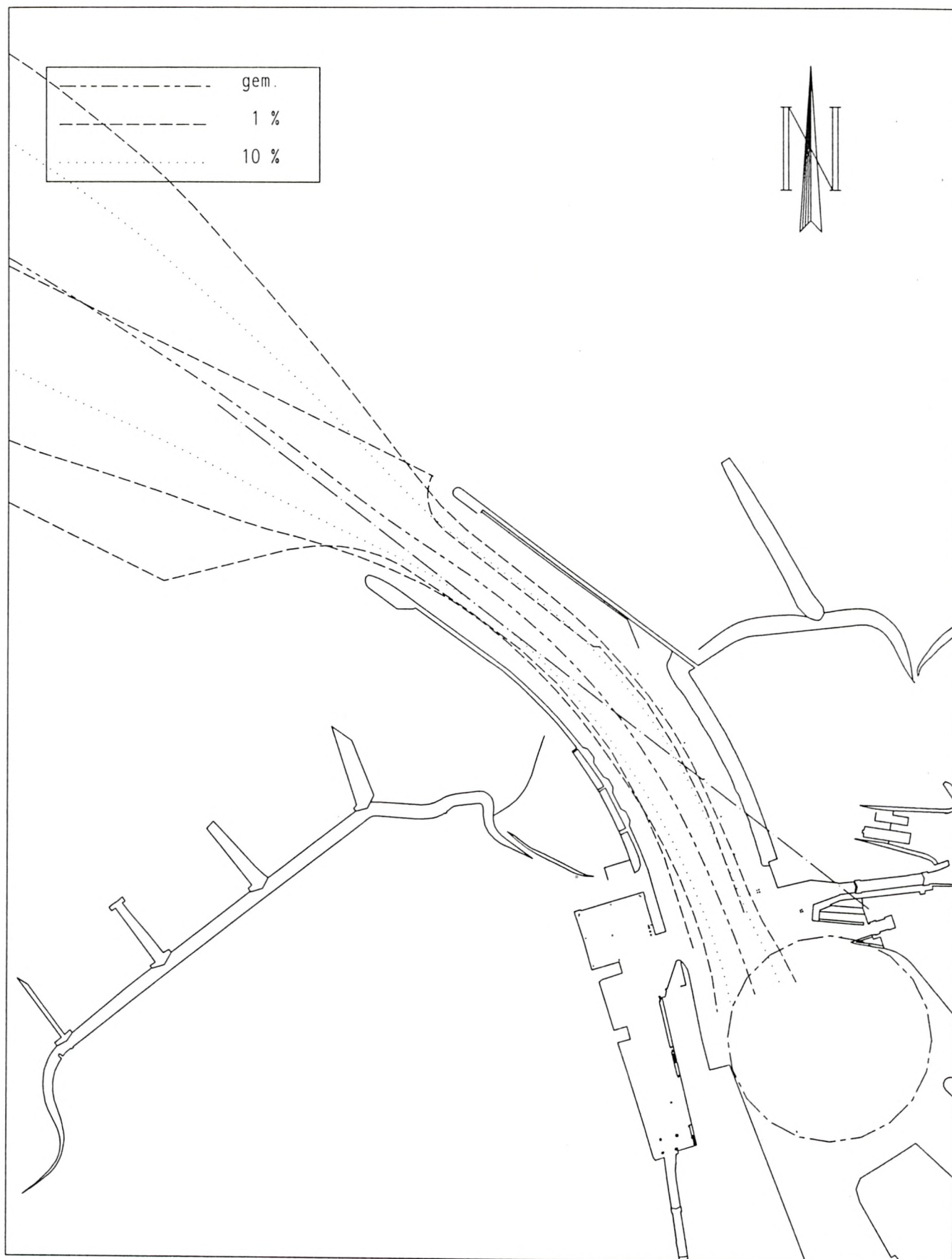


Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET CARGOSCHIP - 5 UUR VOOR HW



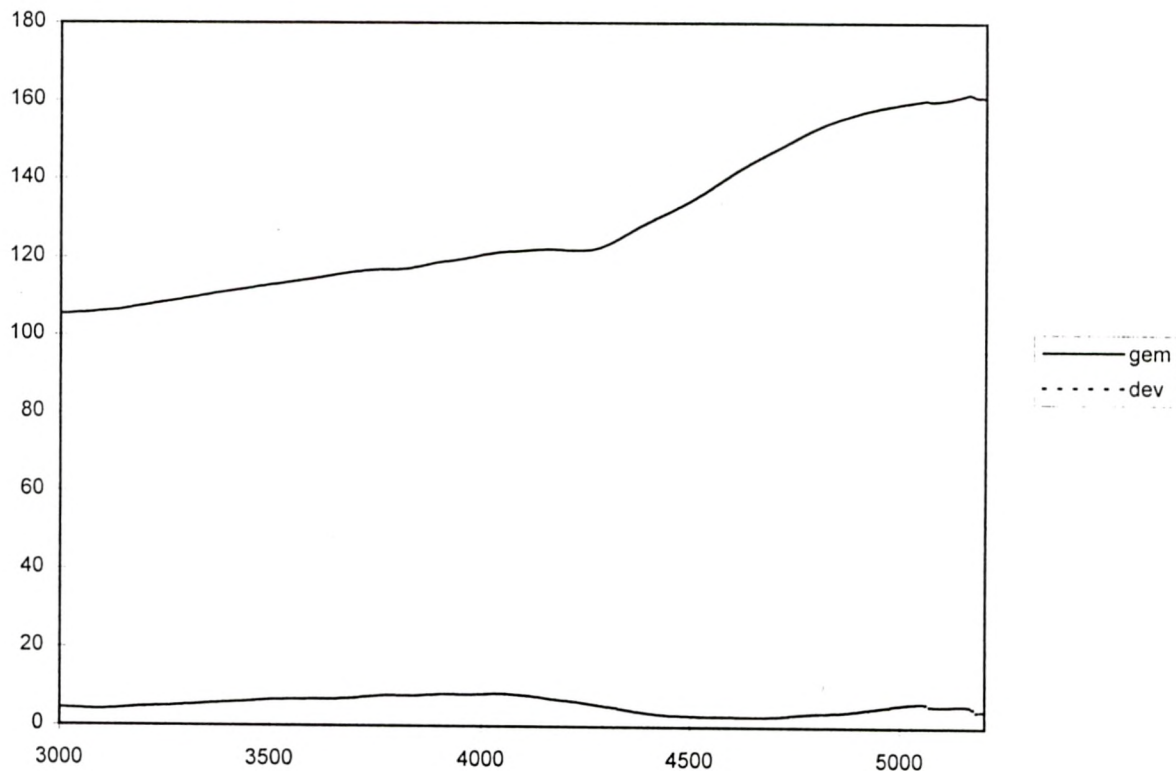
Schaal 1: / 8000.



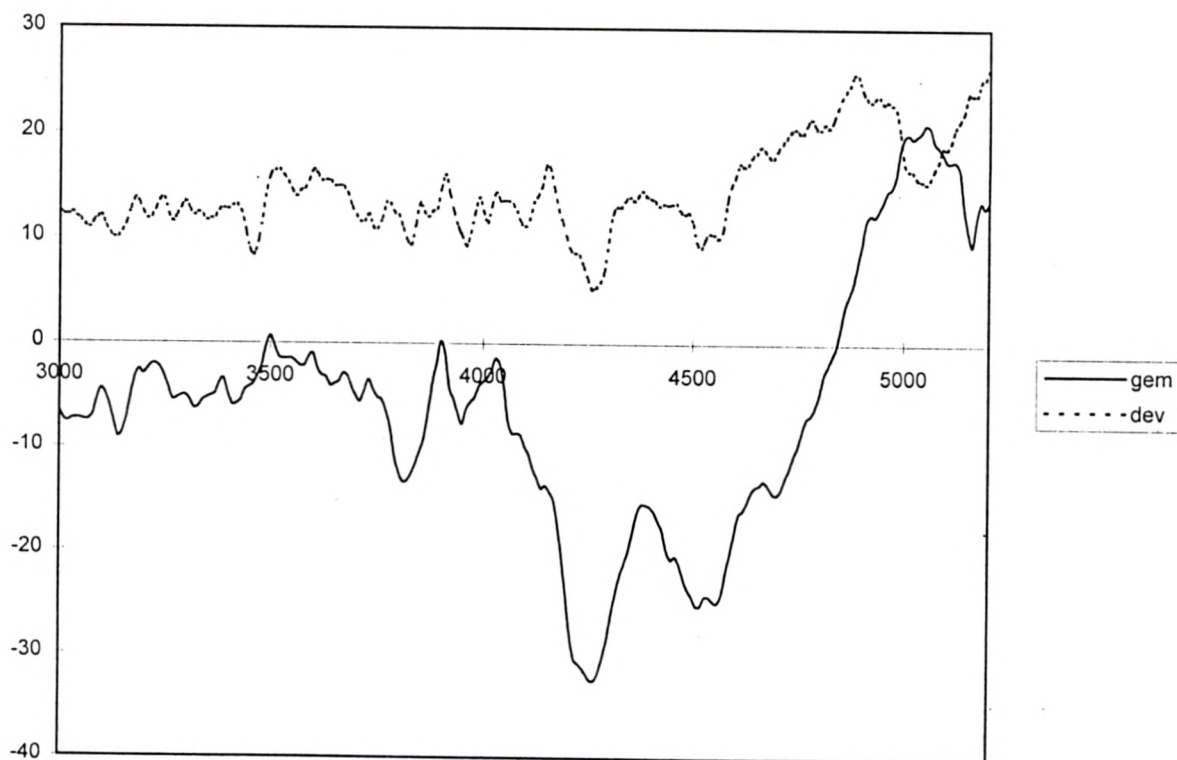
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET CARGOSCHIP - 5 UUR VOOR HW

koers (°)



roergebruik (°)

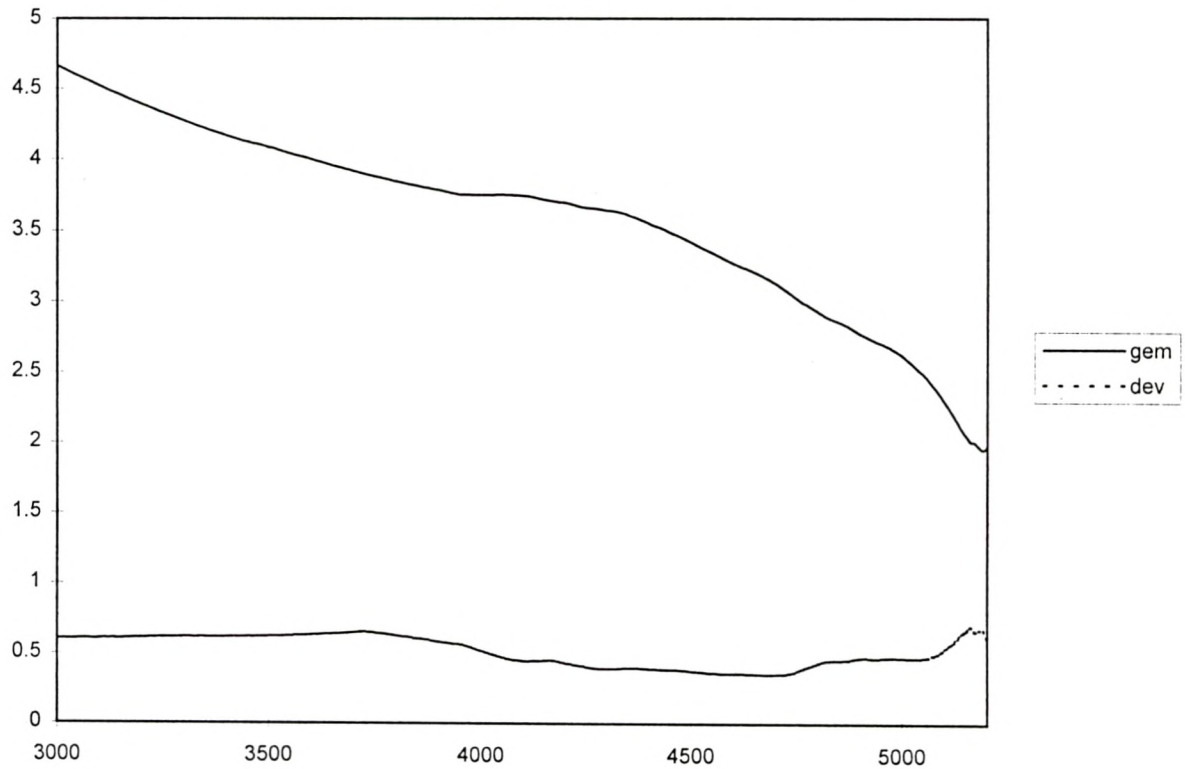




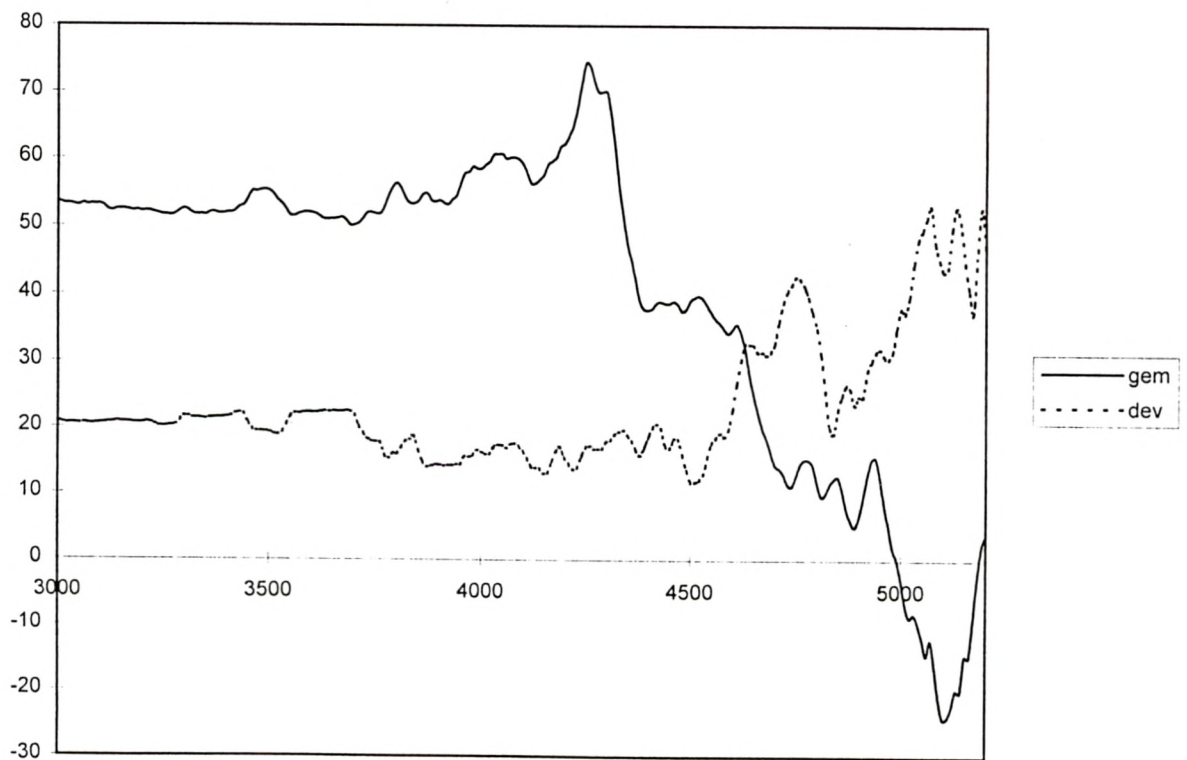
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET CARGOSCHIP - 5 UUR VOOR HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

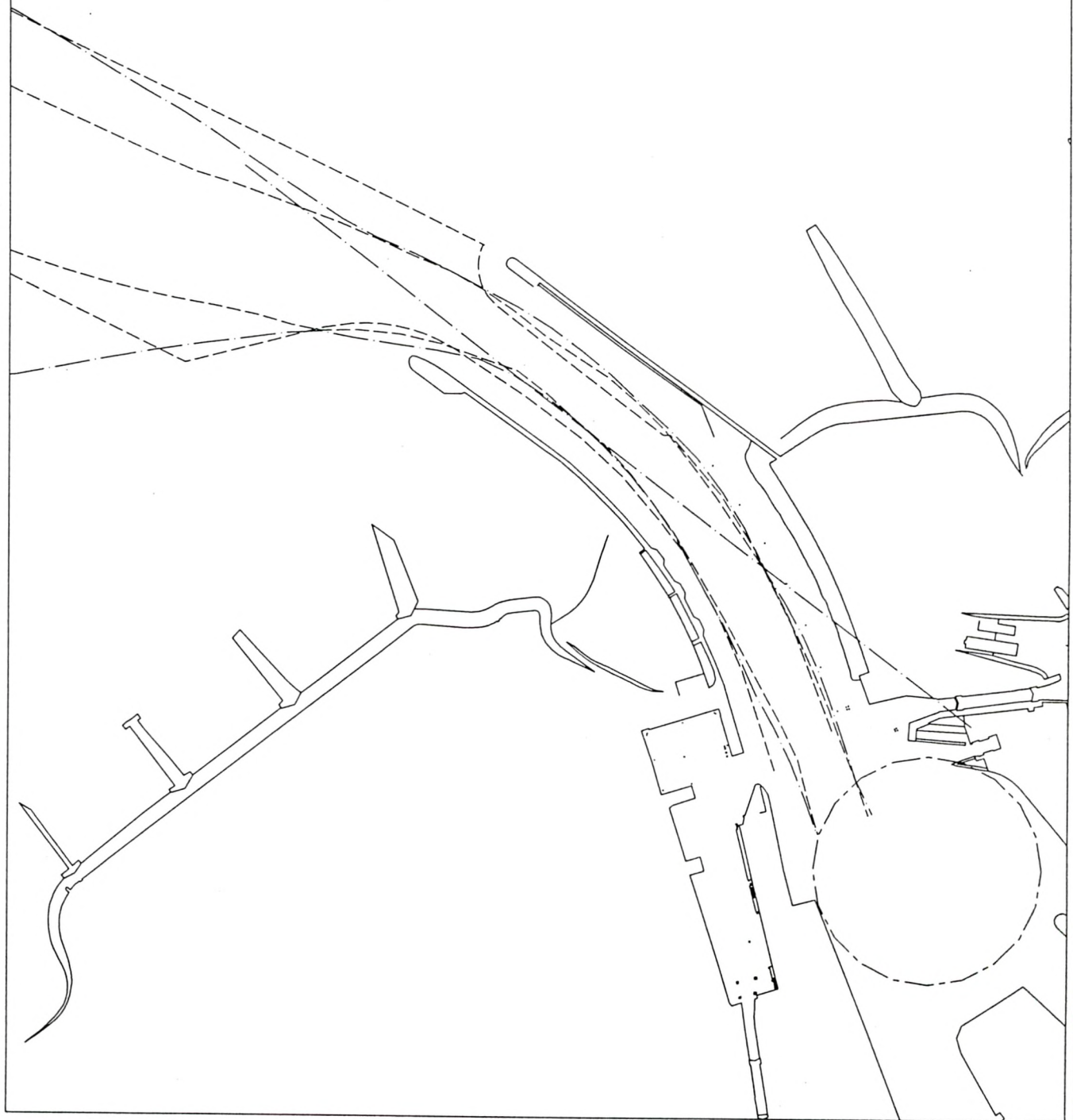
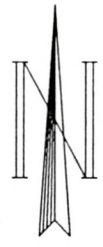




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR VOOR HW

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path



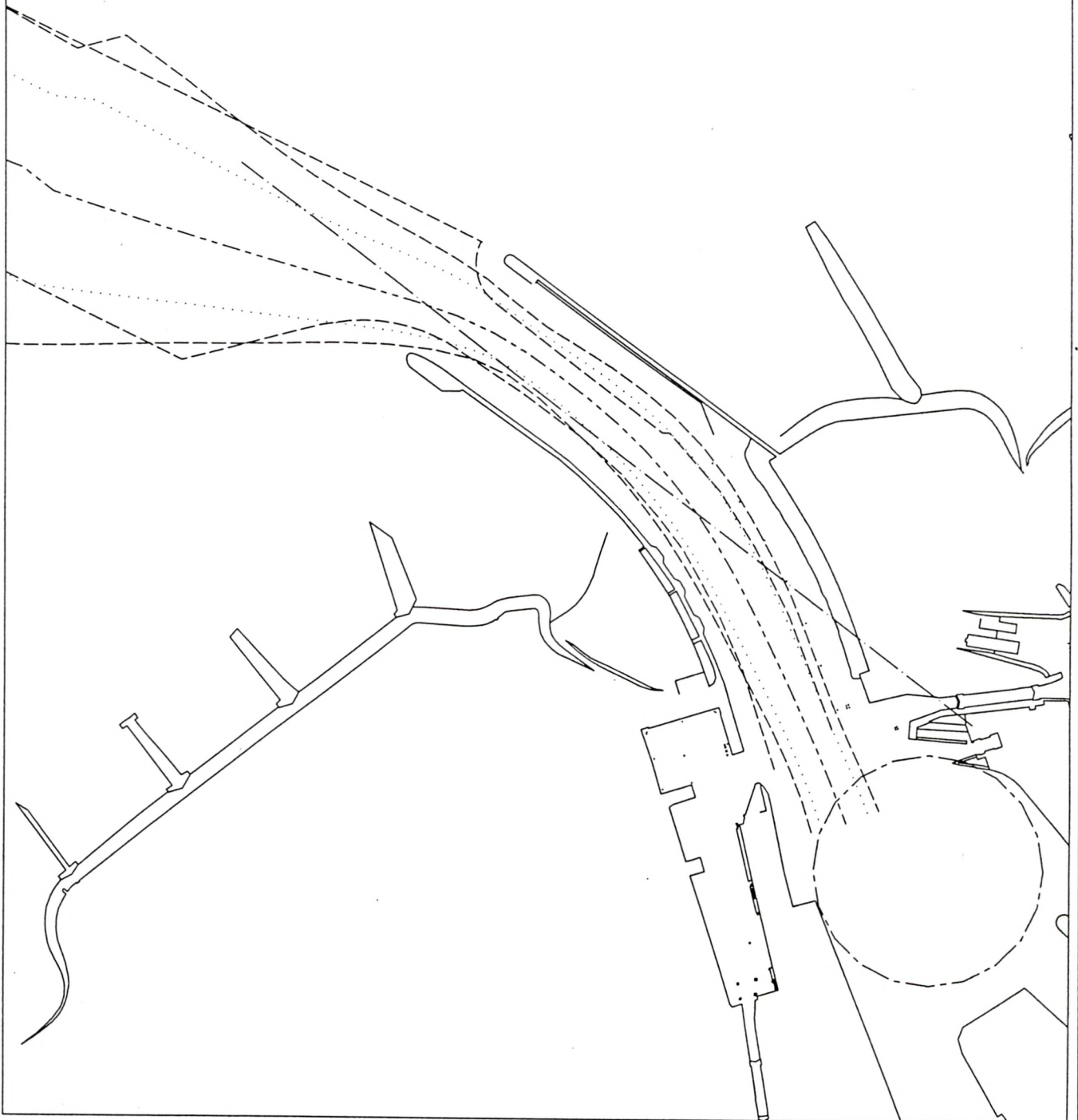
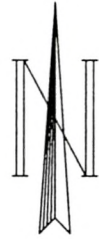
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR VOOR HW

-----	gem.
- - - - -	1 %
.....	10 %



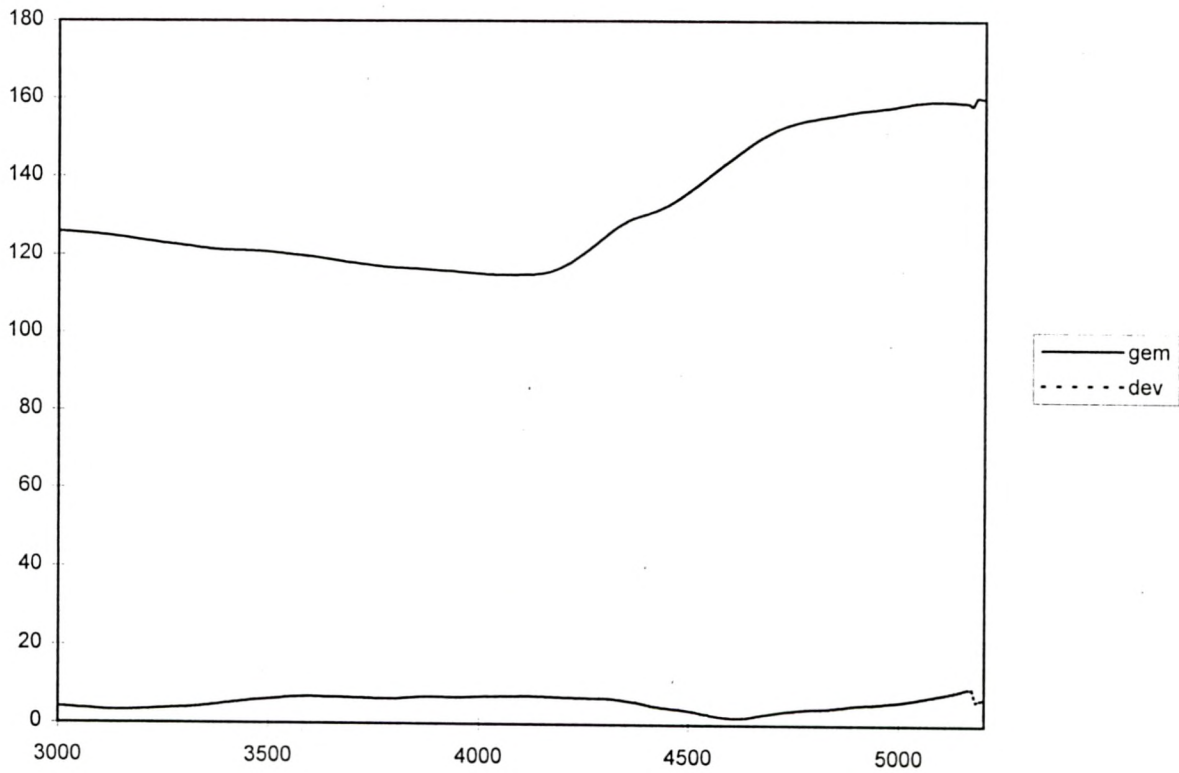
Schaal 1: / 8000.



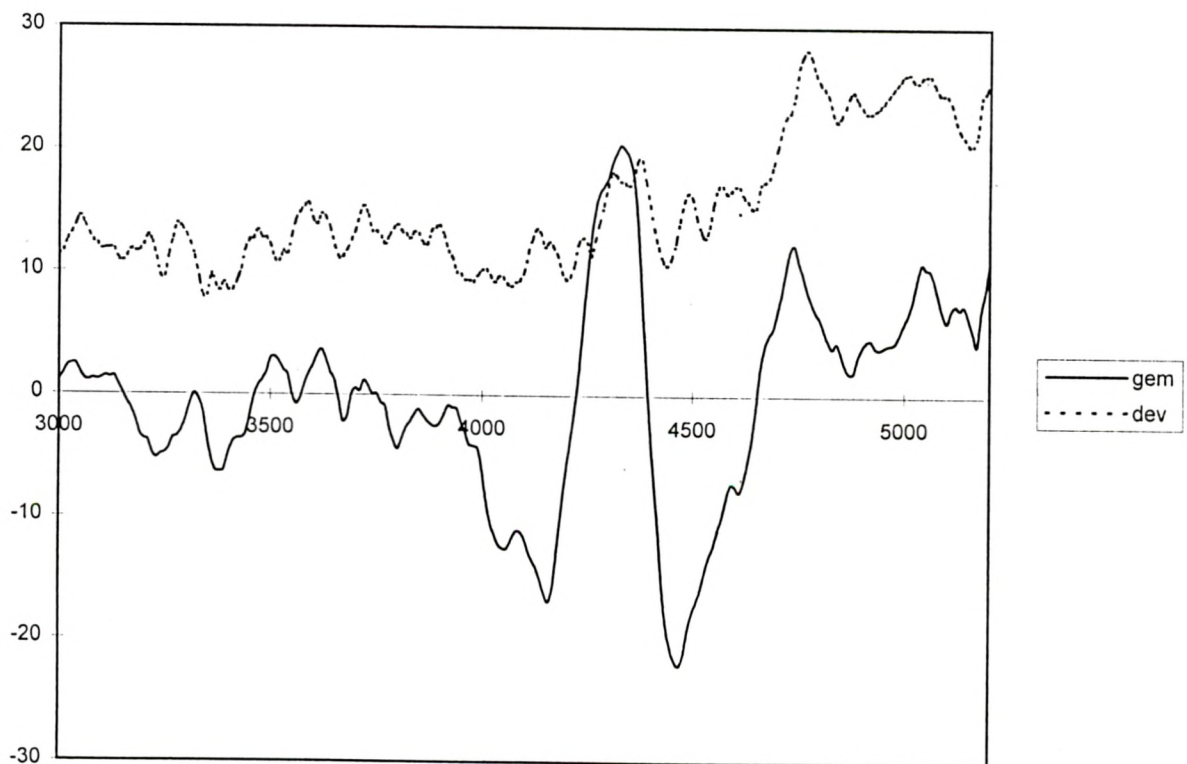
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR VOOR HW

koers (°)



roergebruik (°)

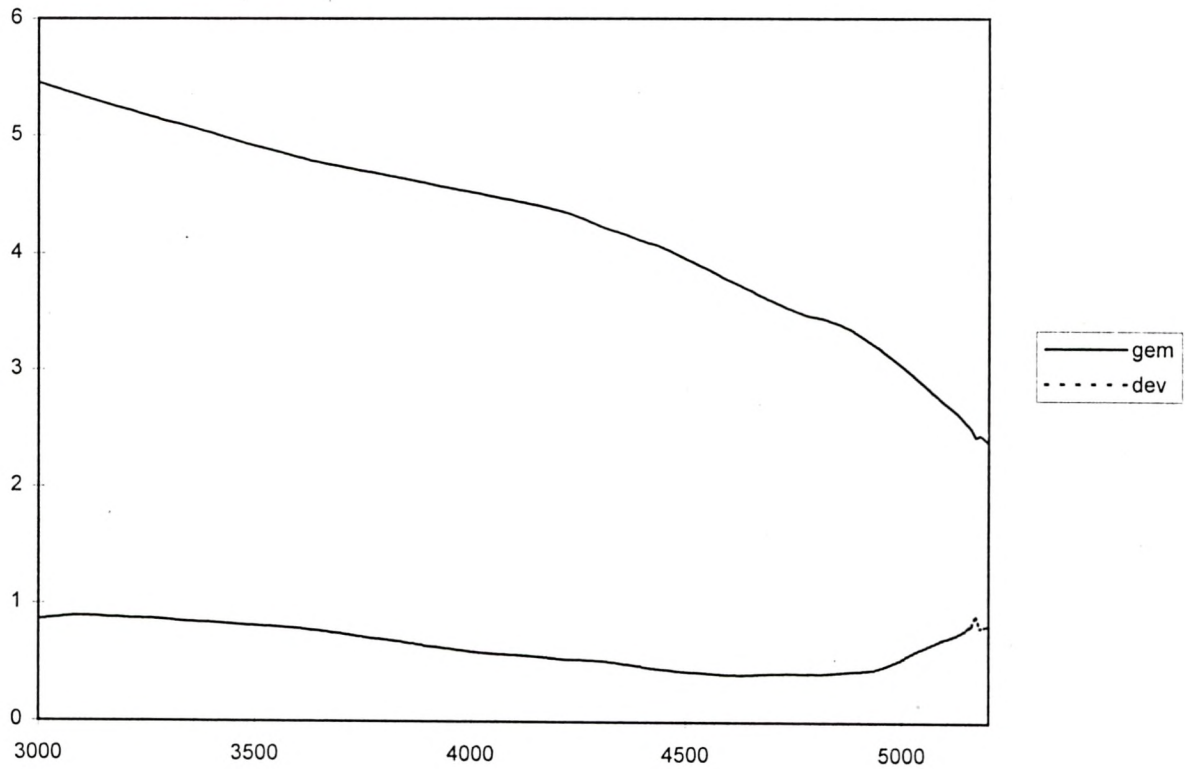




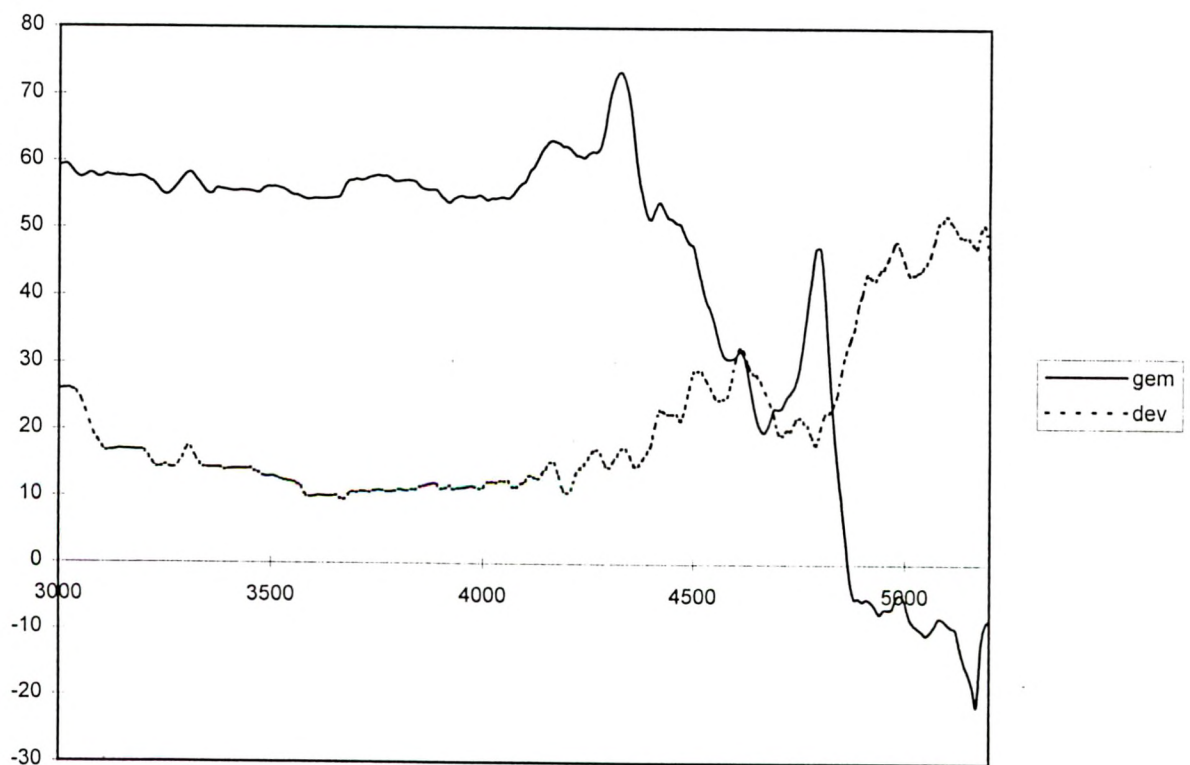
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR VOOR HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

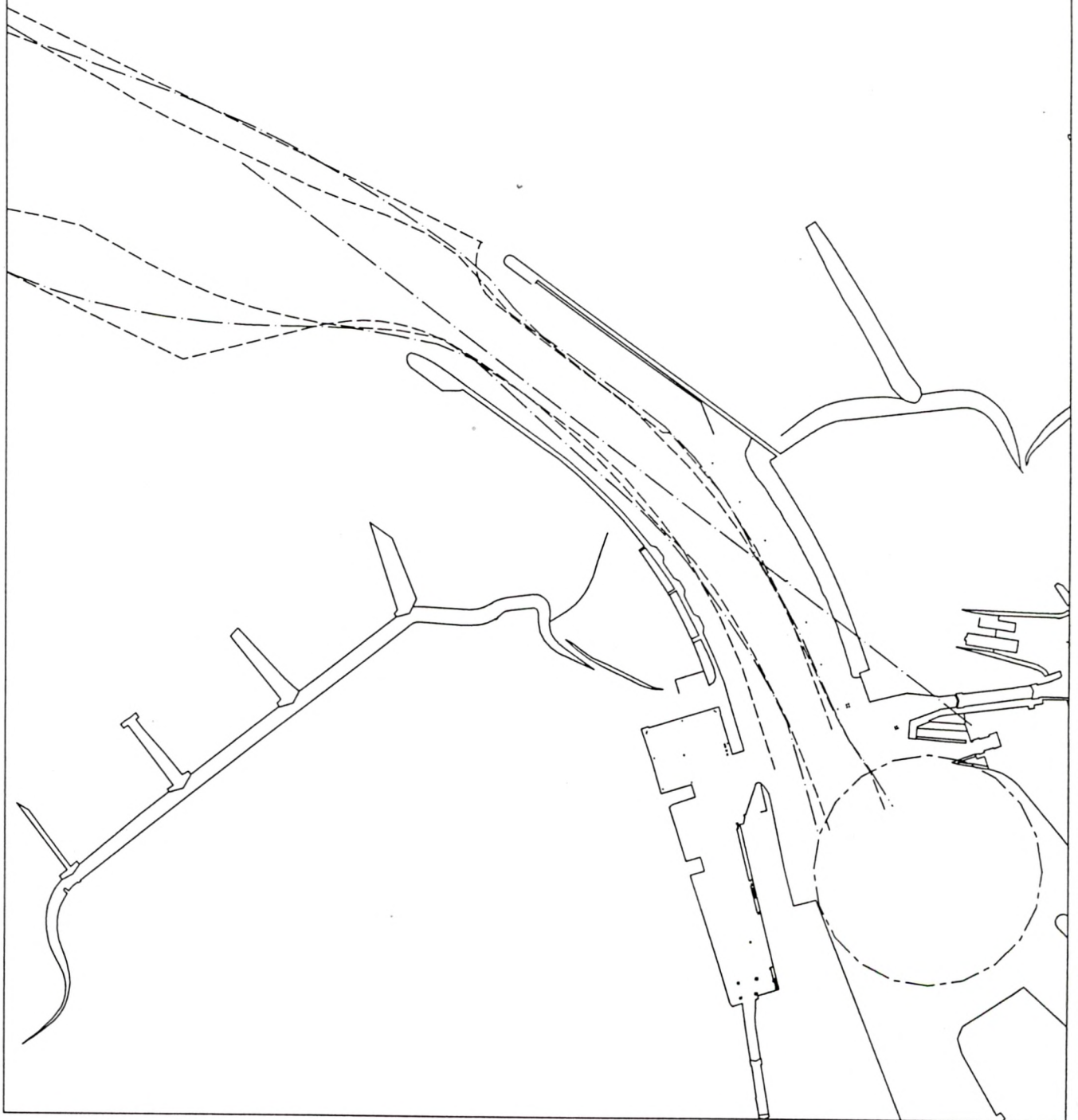
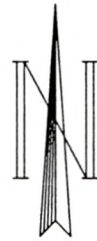




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR NA HW

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path



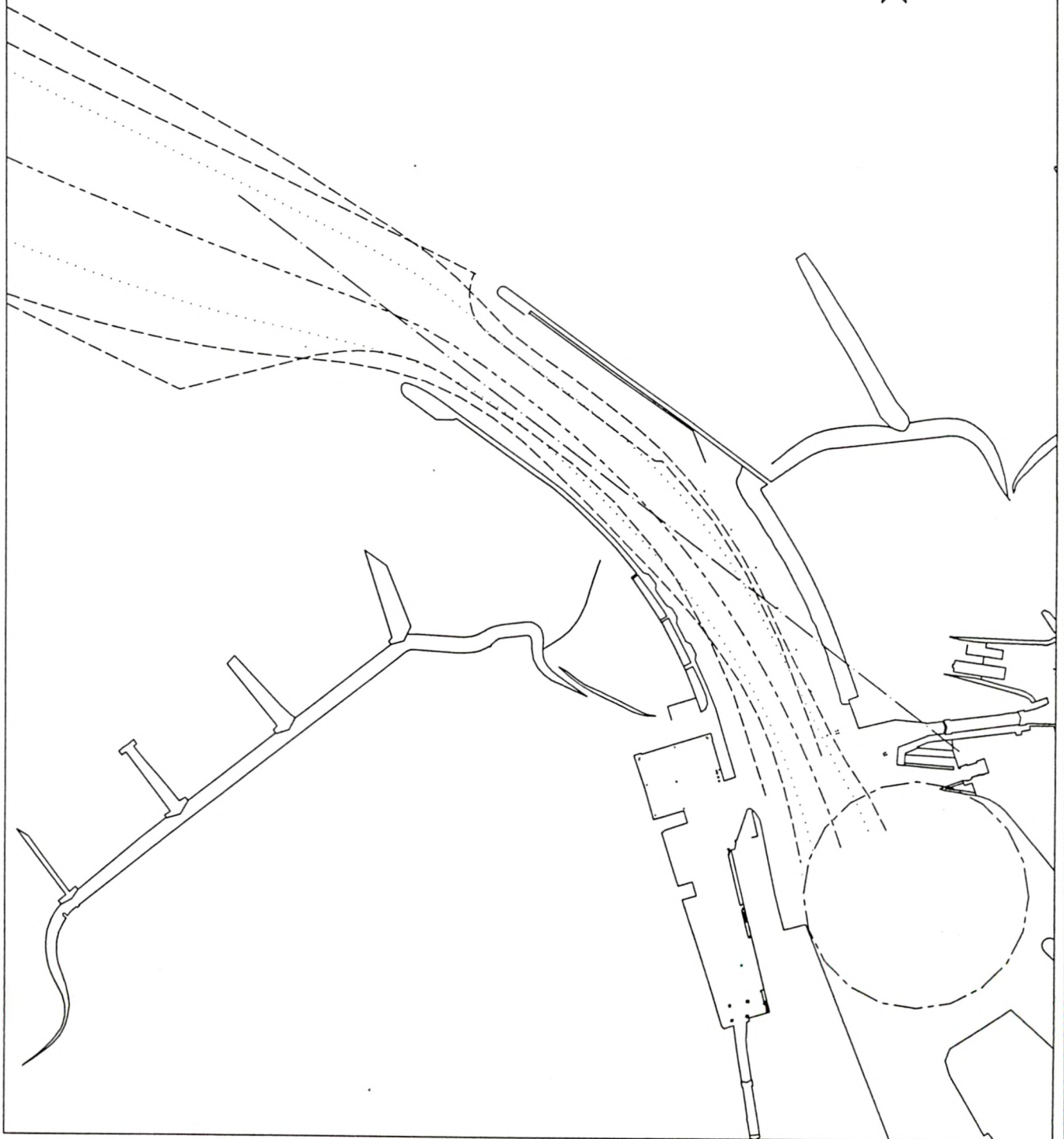
Schaal 1:/ 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR NA HW

-----	gem.
- - - - -	1 %
.....	10 %



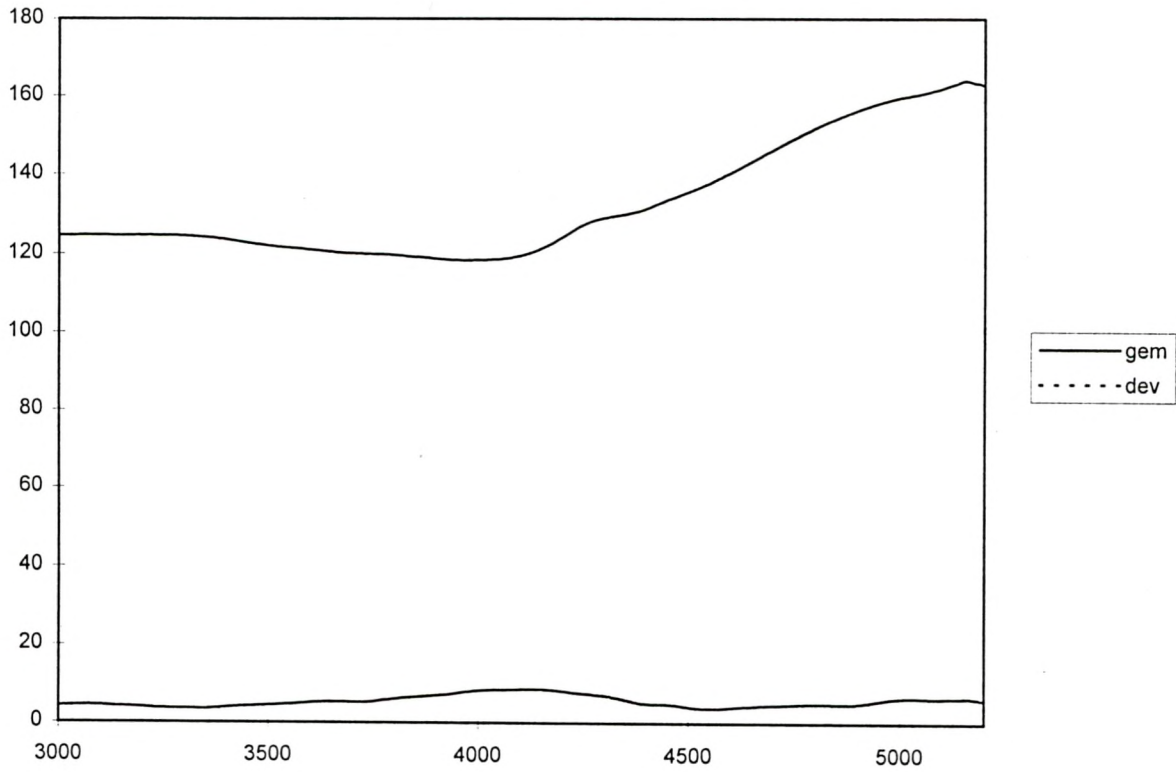
Schaal 1: / 8000.



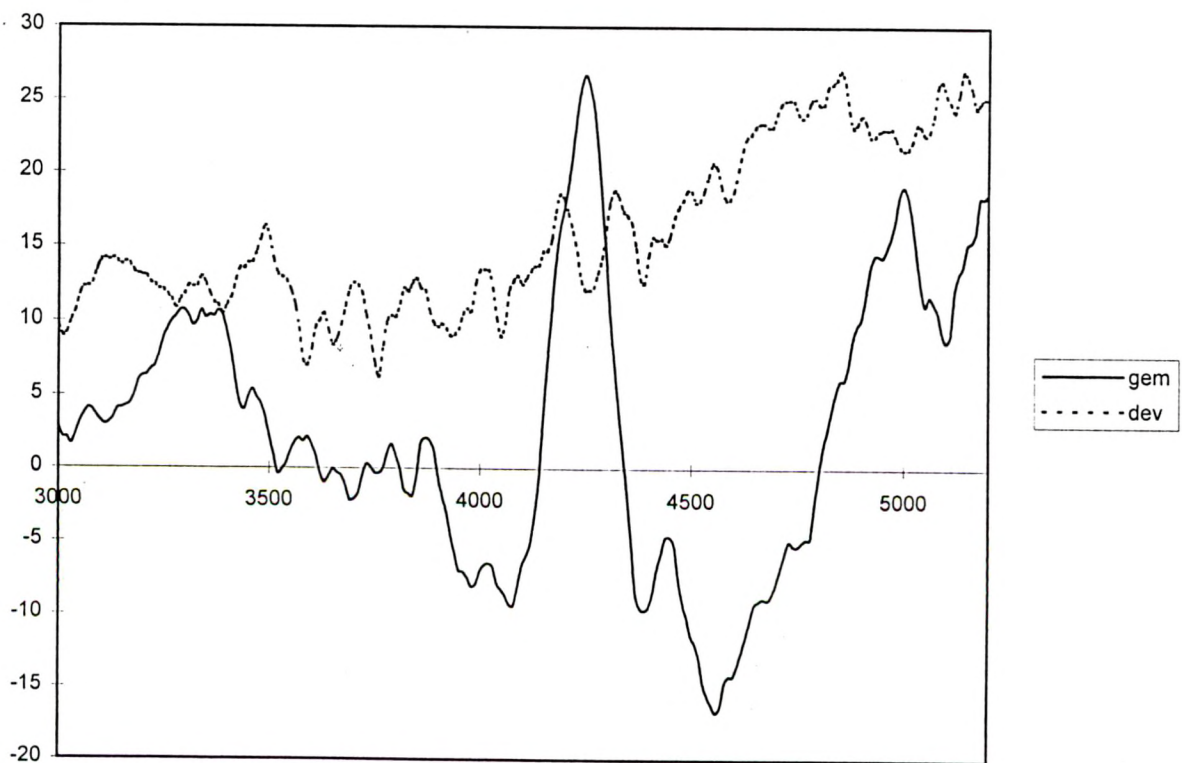
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR NA HW

koers (°)



roergebruik (°)

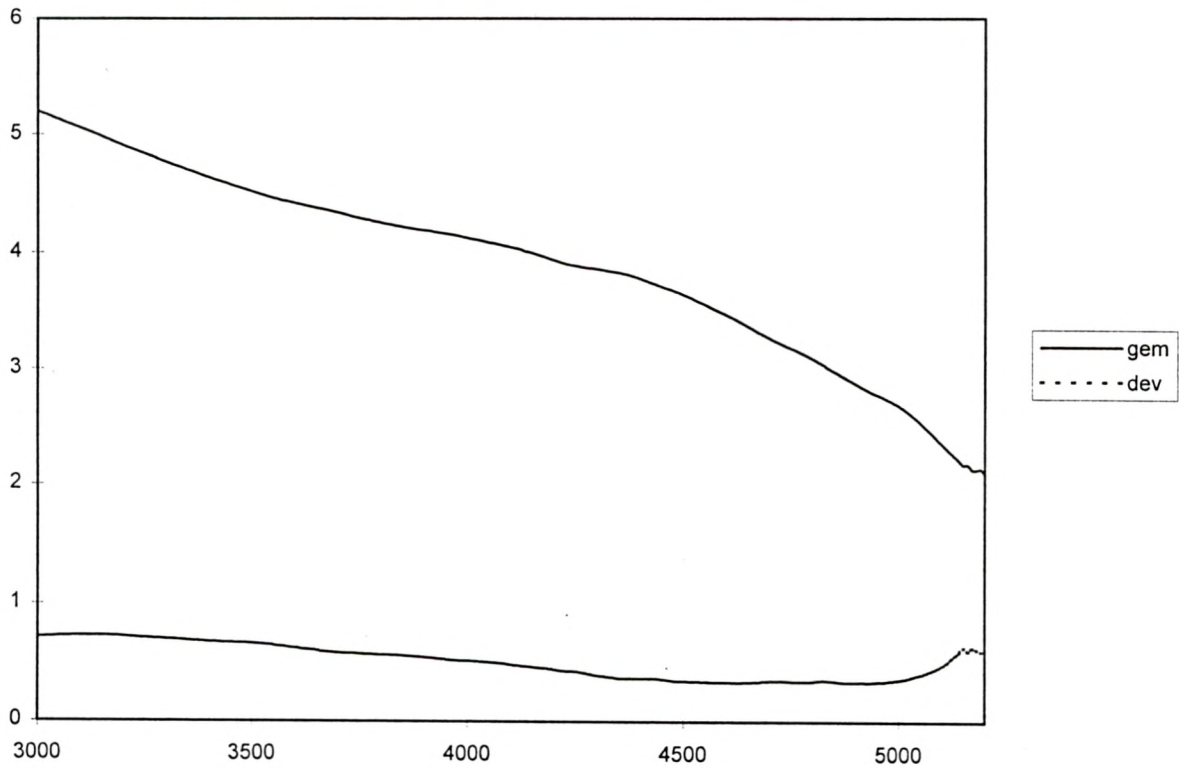




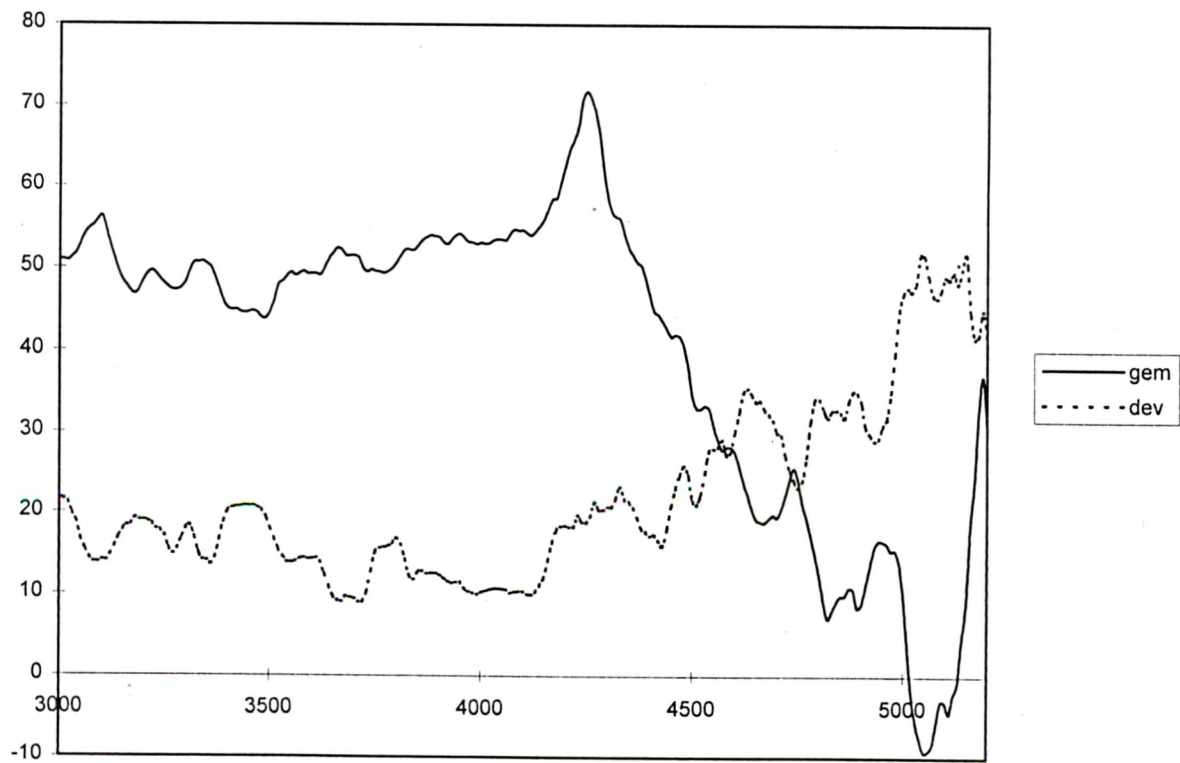
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR NA HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

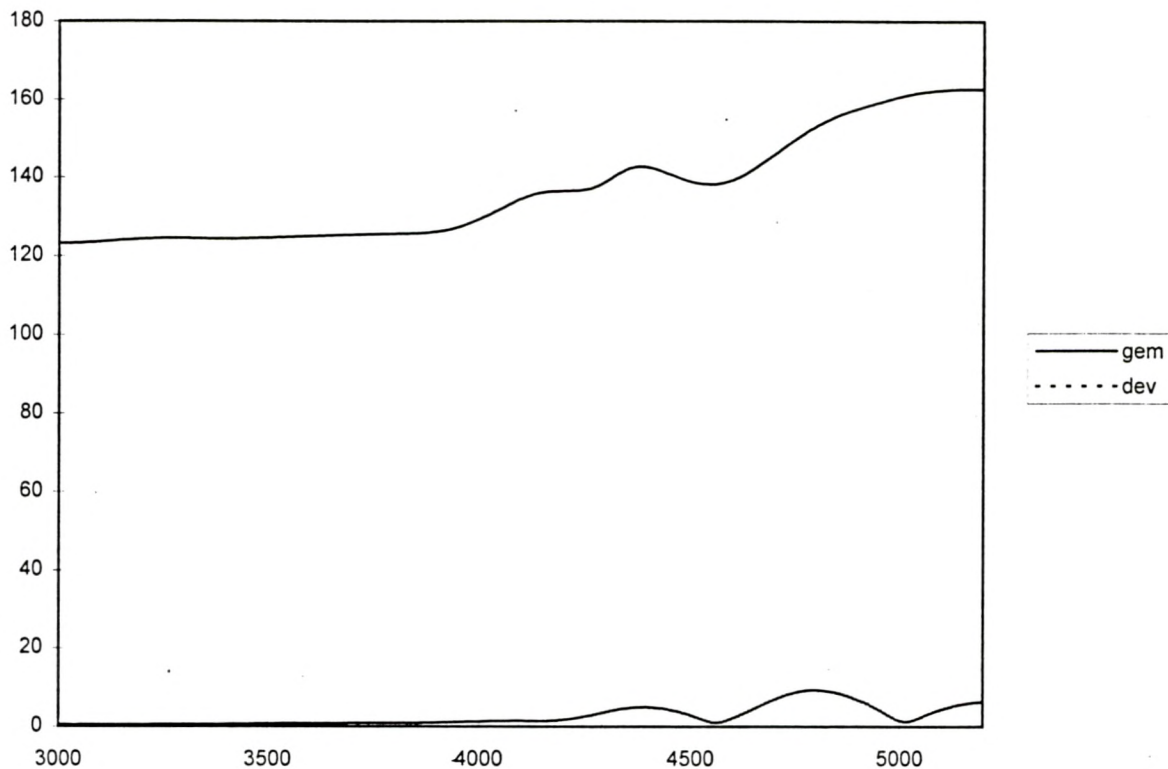




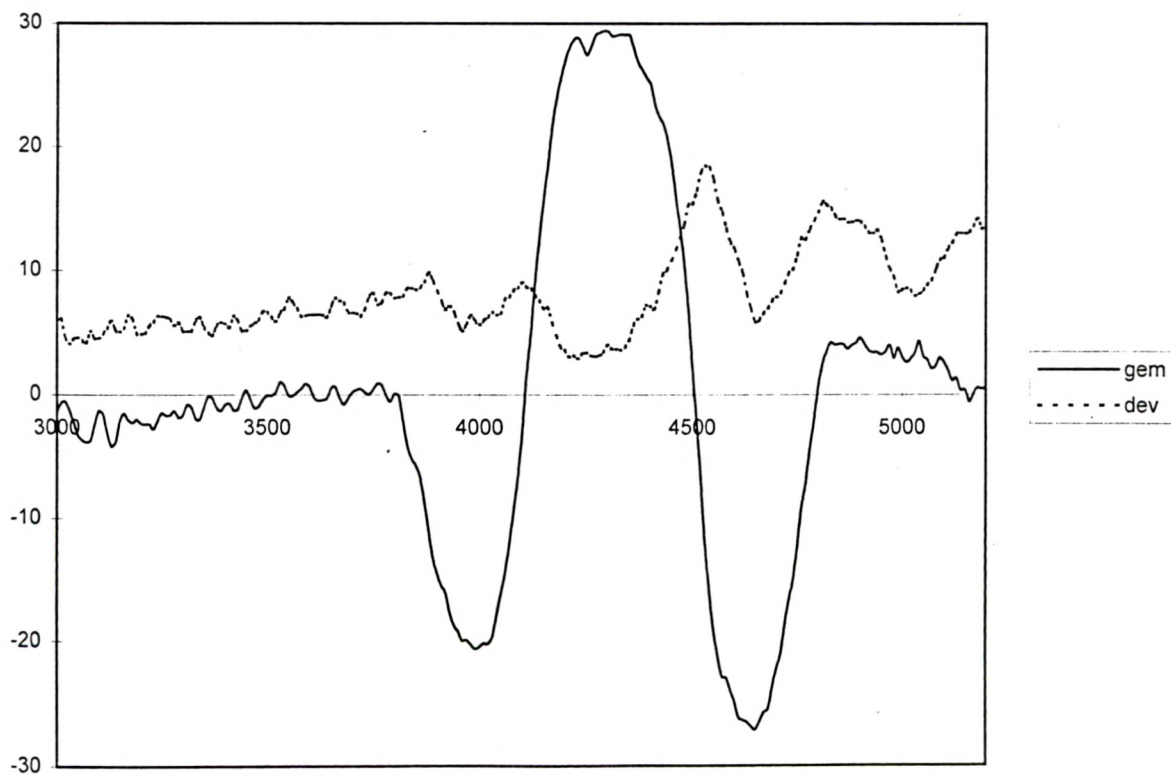
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
EVALUATIEVAART MET CARGOSCHIP - HUIDIGE SITUATIE

koers (°)



roergebruik (°)

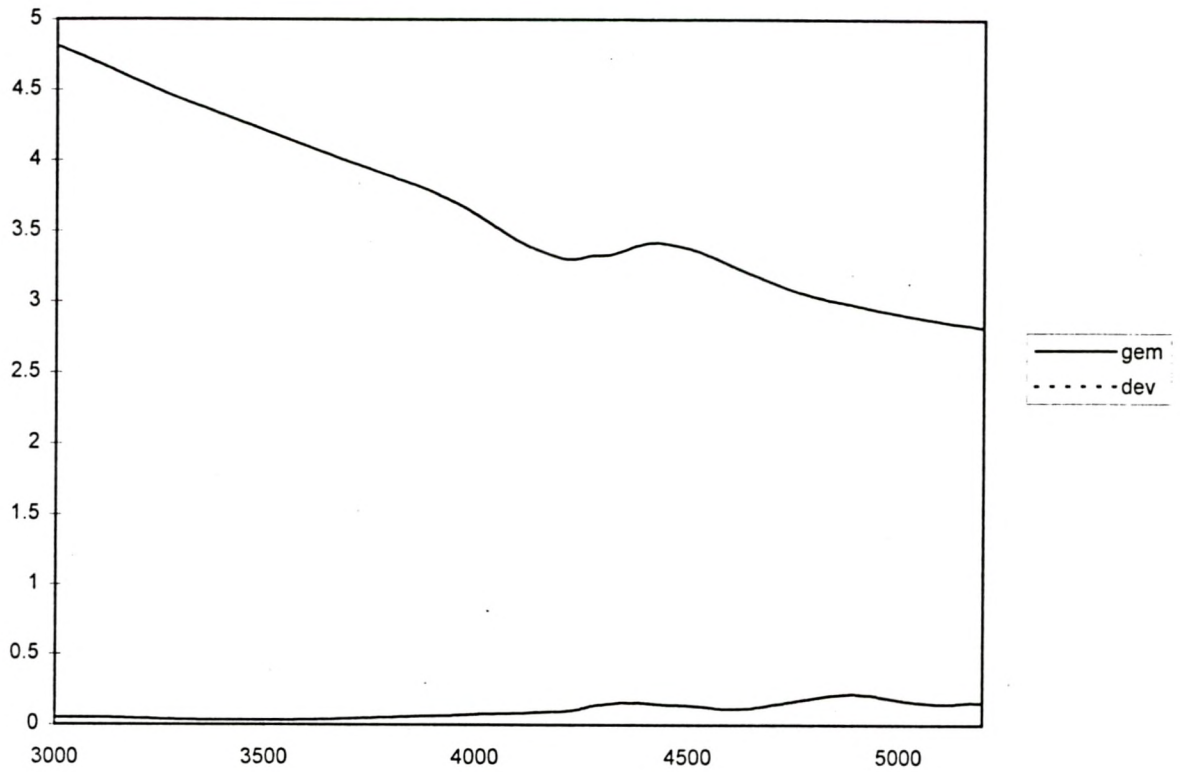




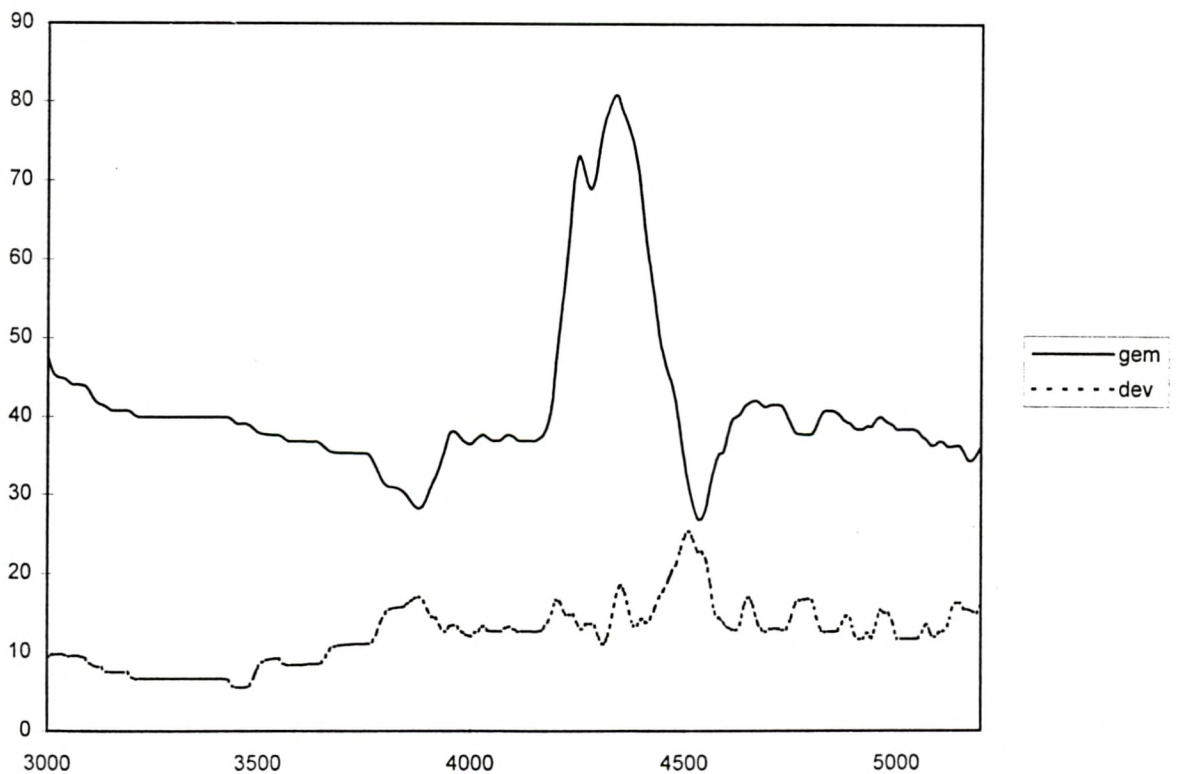
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
EVALUATIEVAART MET CARGOSCHIP - HUIDIGE SITUATIE

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

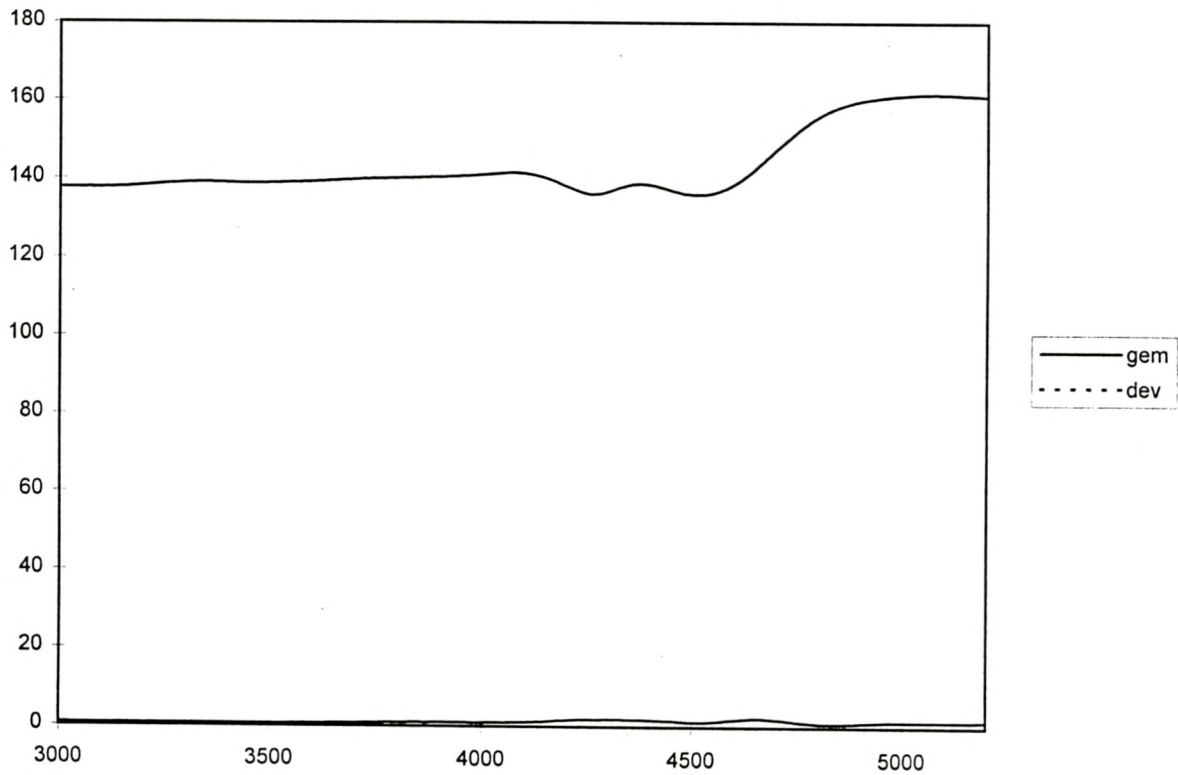




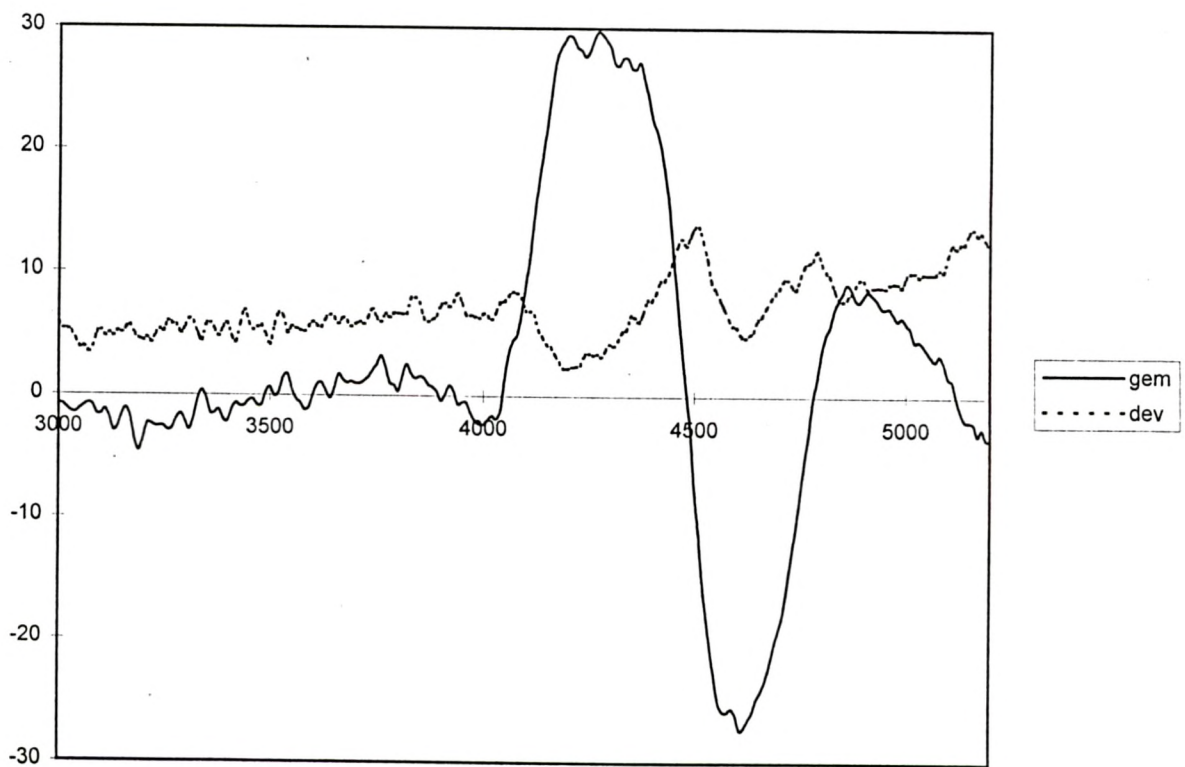
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK - EVALUATIEVAART
MET CARGOSCHIP - ALTERNATIEVE AANLOOP

koers (°)



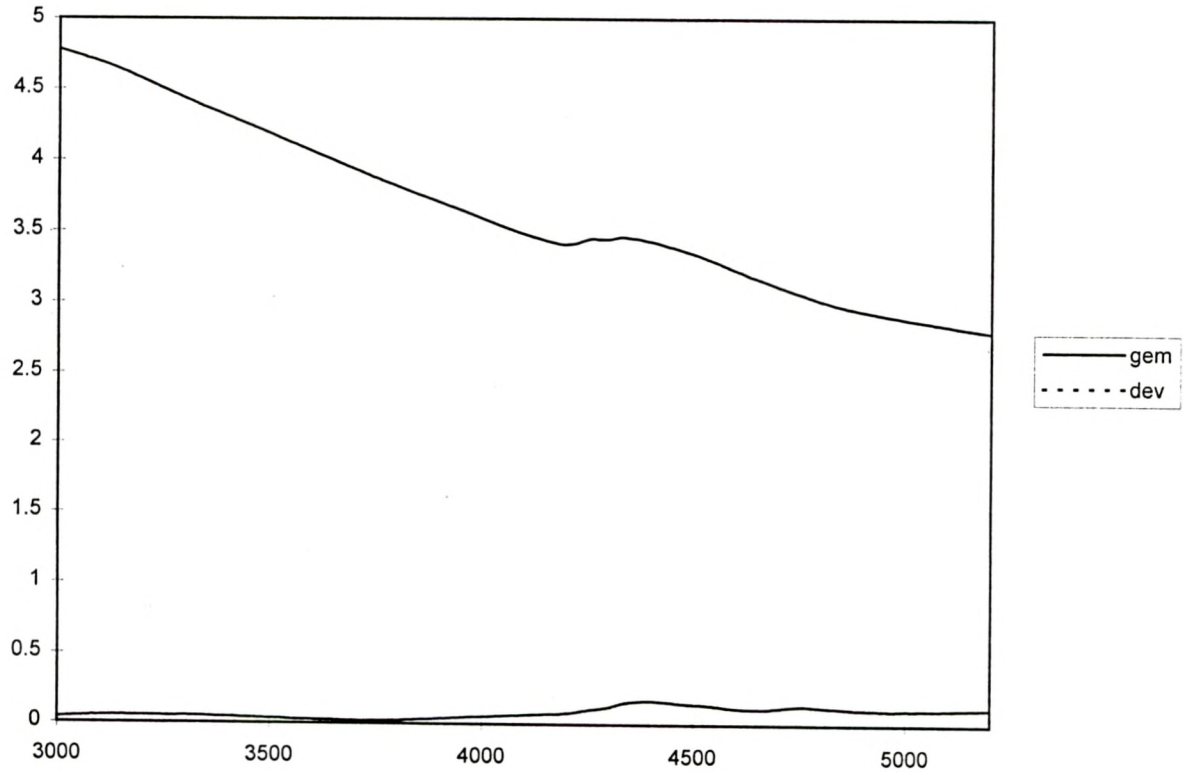
roergebruik (°)



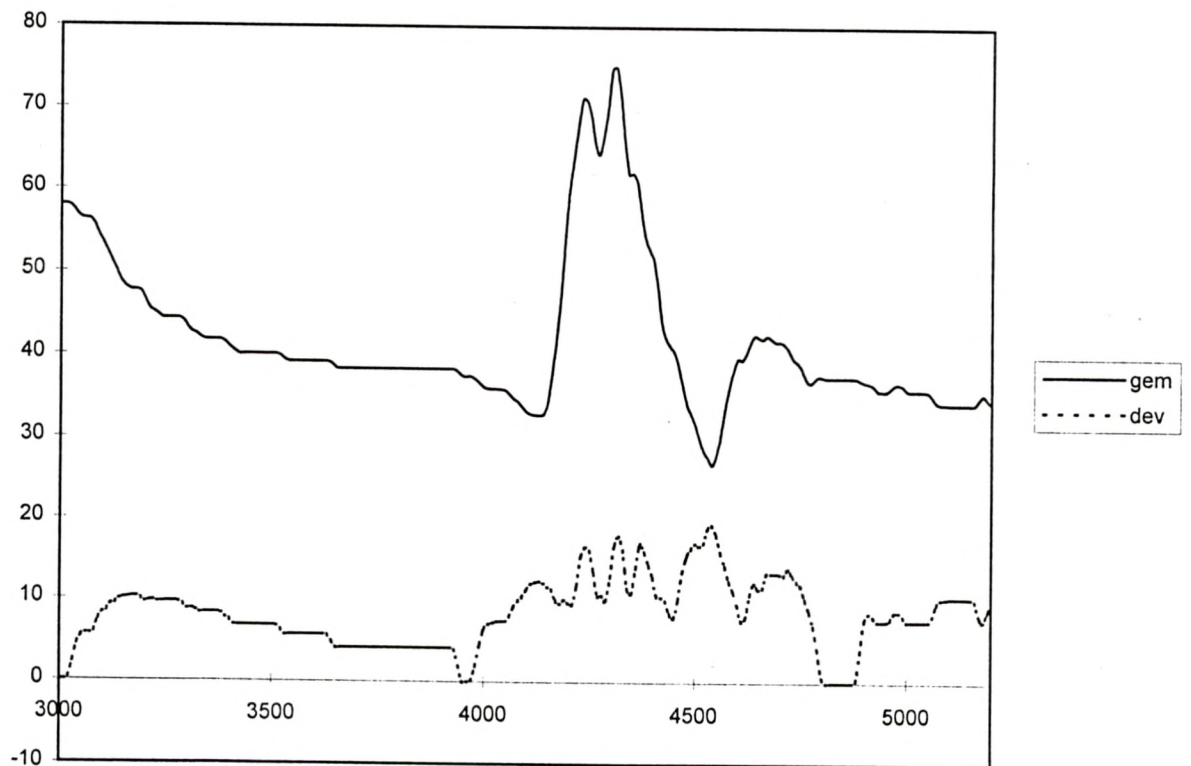
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF - EVALUATIEVAART
MET CARGOSCHIP - ALTERNATIEVE AANLOOP

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

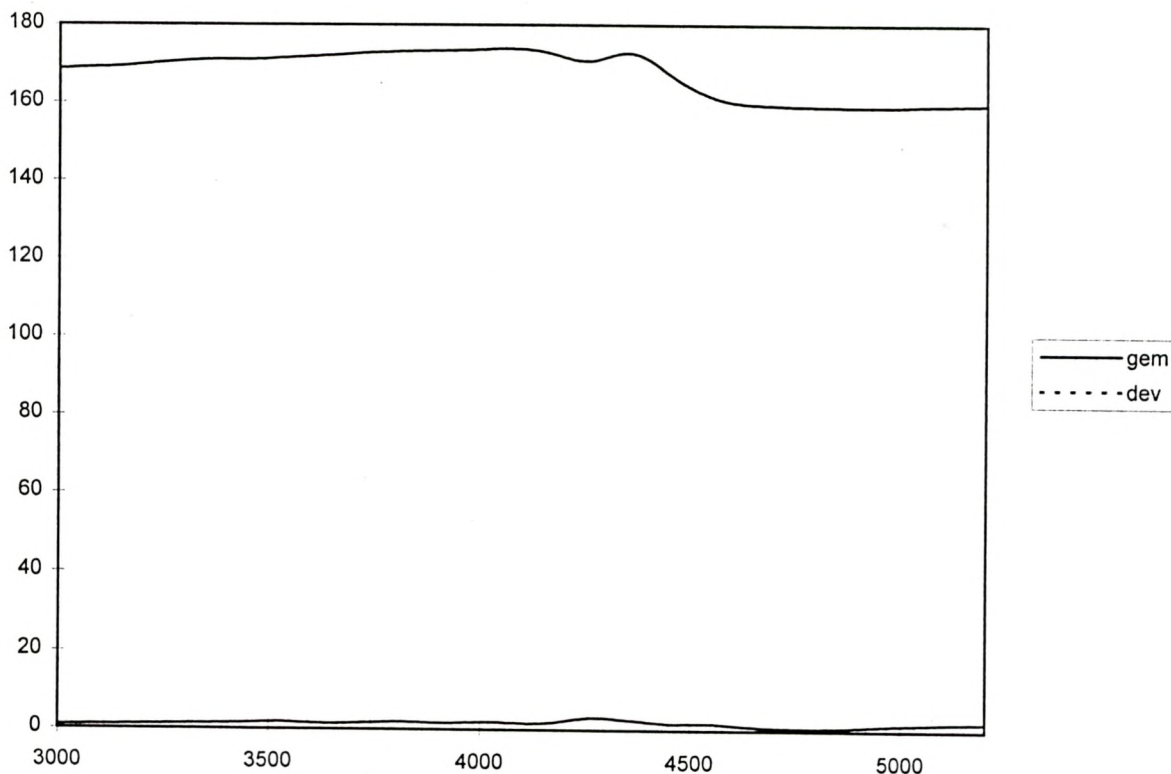




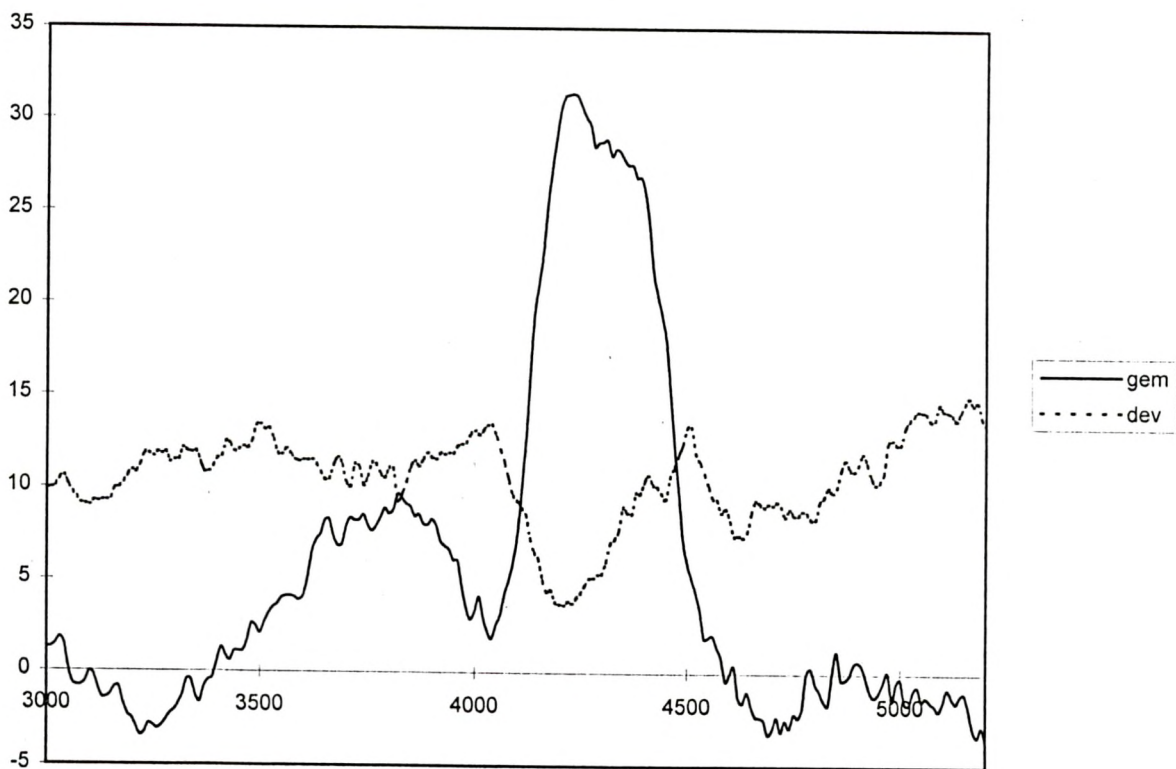
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK - EVALUATIEVAART
MET CARGOSCHIP - ALTERNATIEVE HAVENGEUL

koers (°)



roergebruik (°)

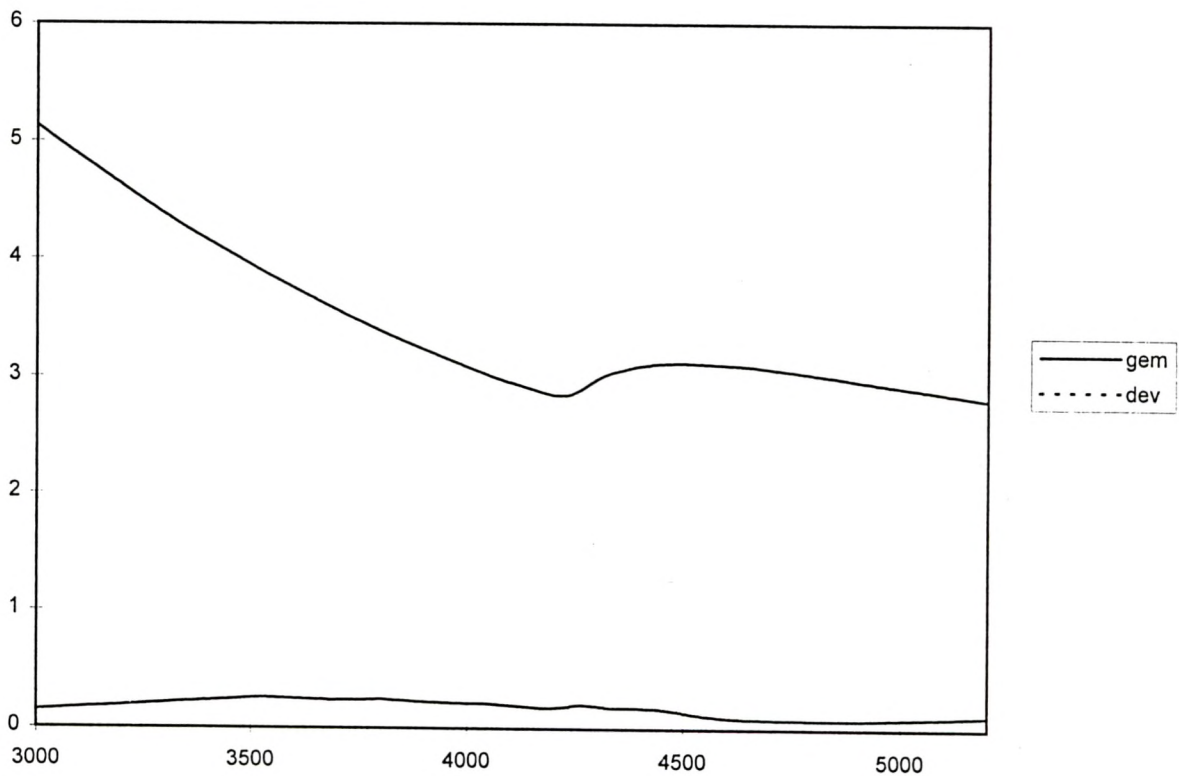




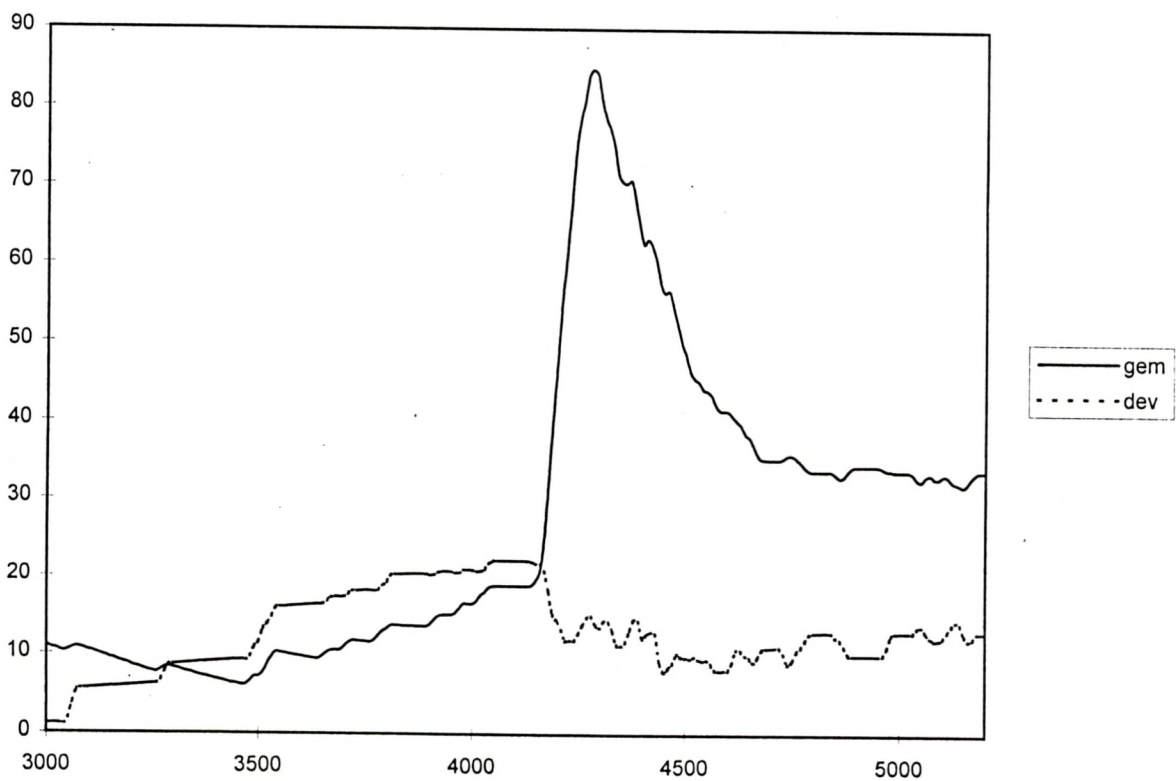
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF - EVALUATIEVAART
MET CARGOSCHIP - ALTERNATIEVE HAVENGEUL

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

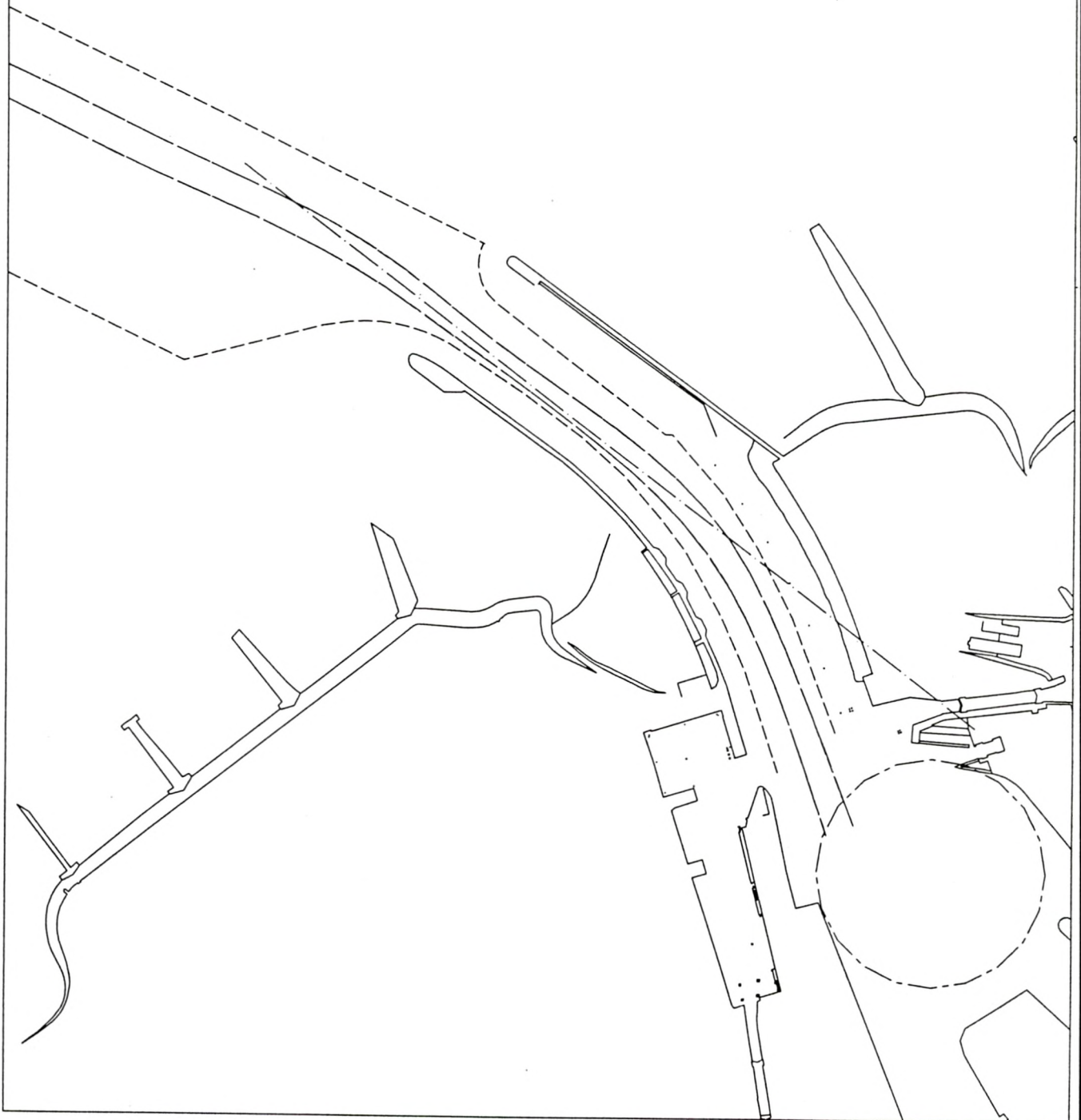




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 5 UUR VOOR HW

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path



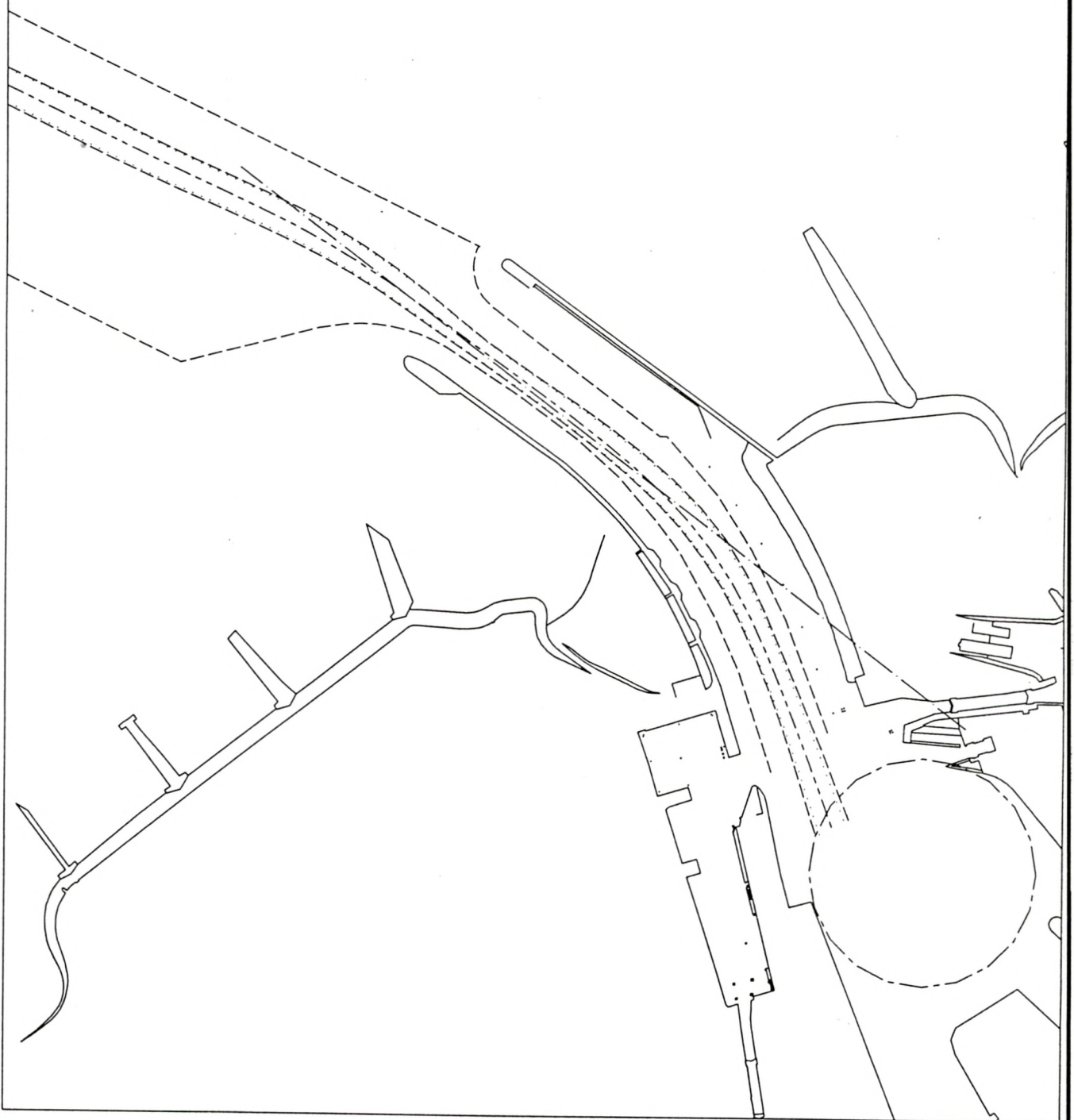
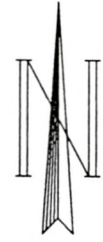
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 5 UUR VOOR HW

-----	gem.
- - - - -	1 %
.....	10 %



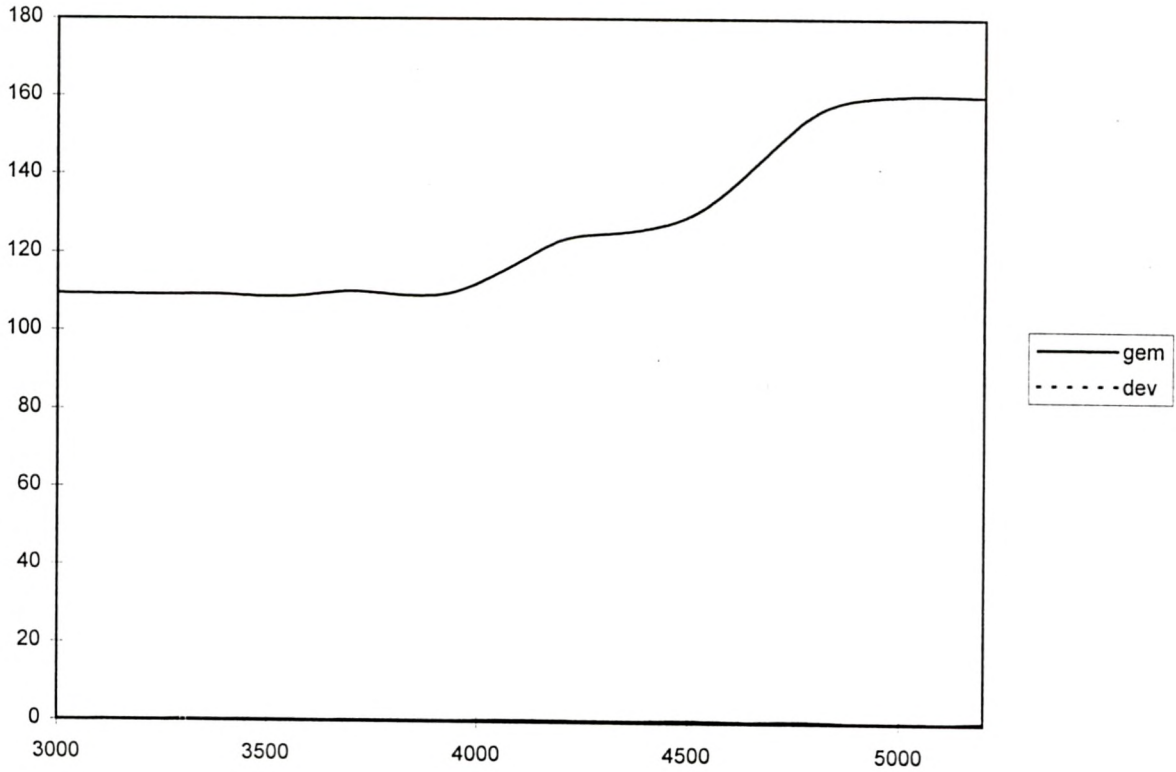
Schaal 1: / 8000.



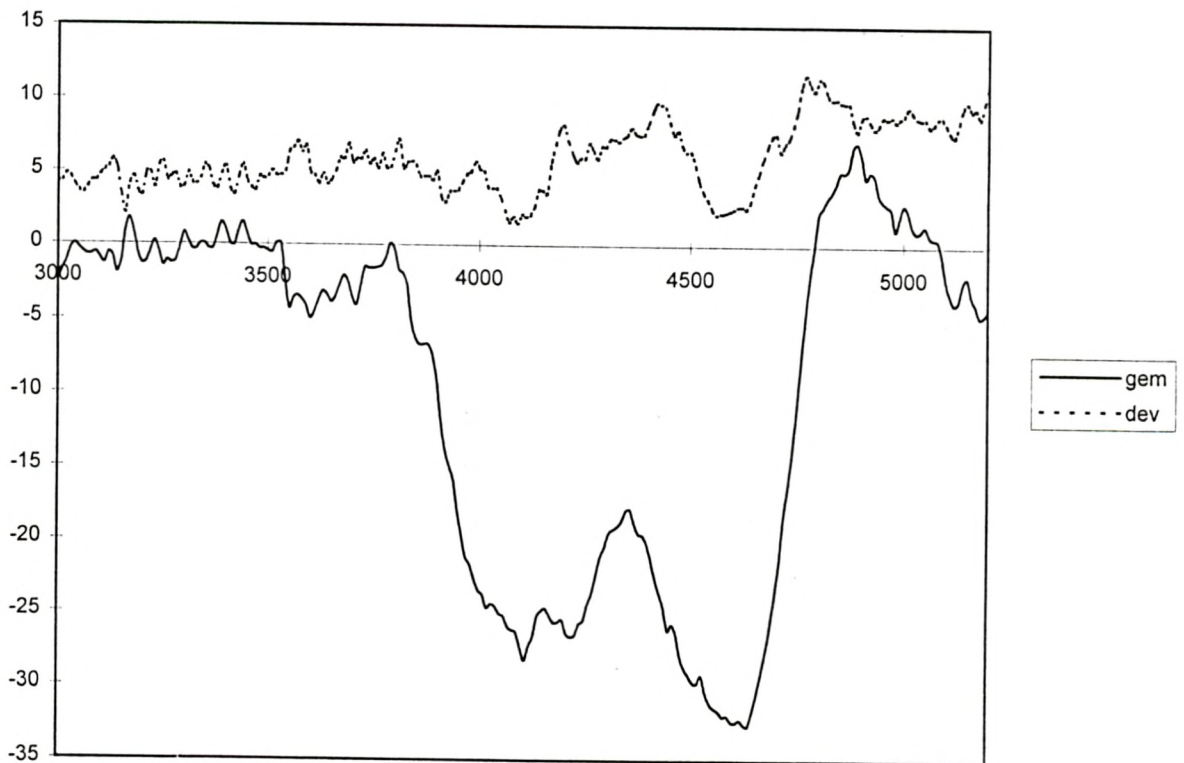
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 5 UUR VOOR HW

koers (°)



roergebruik (°)

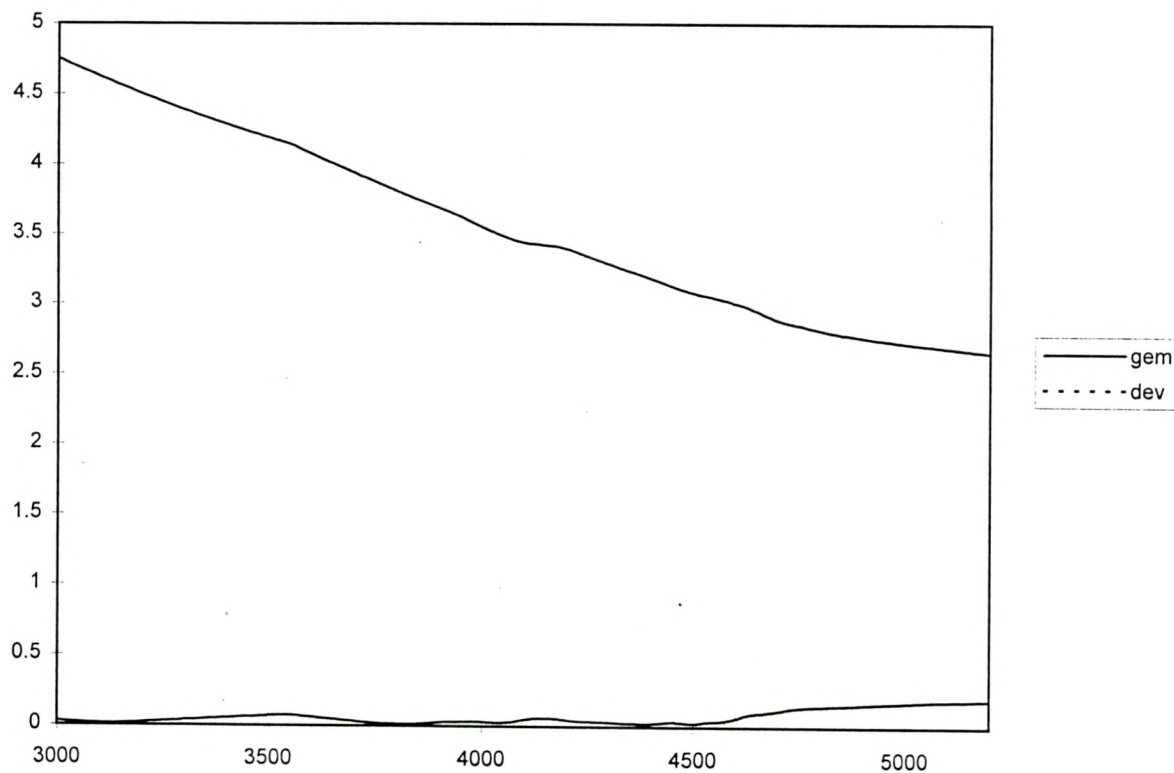




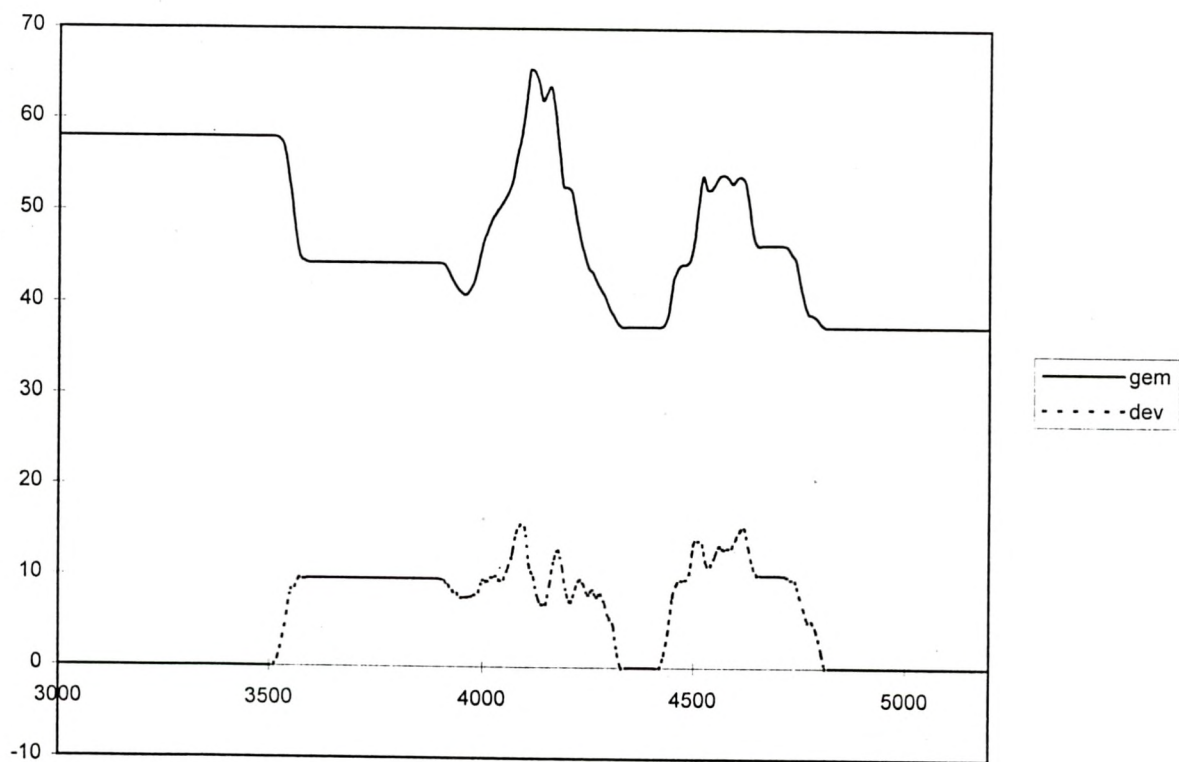
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 5 UUR VOOR HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

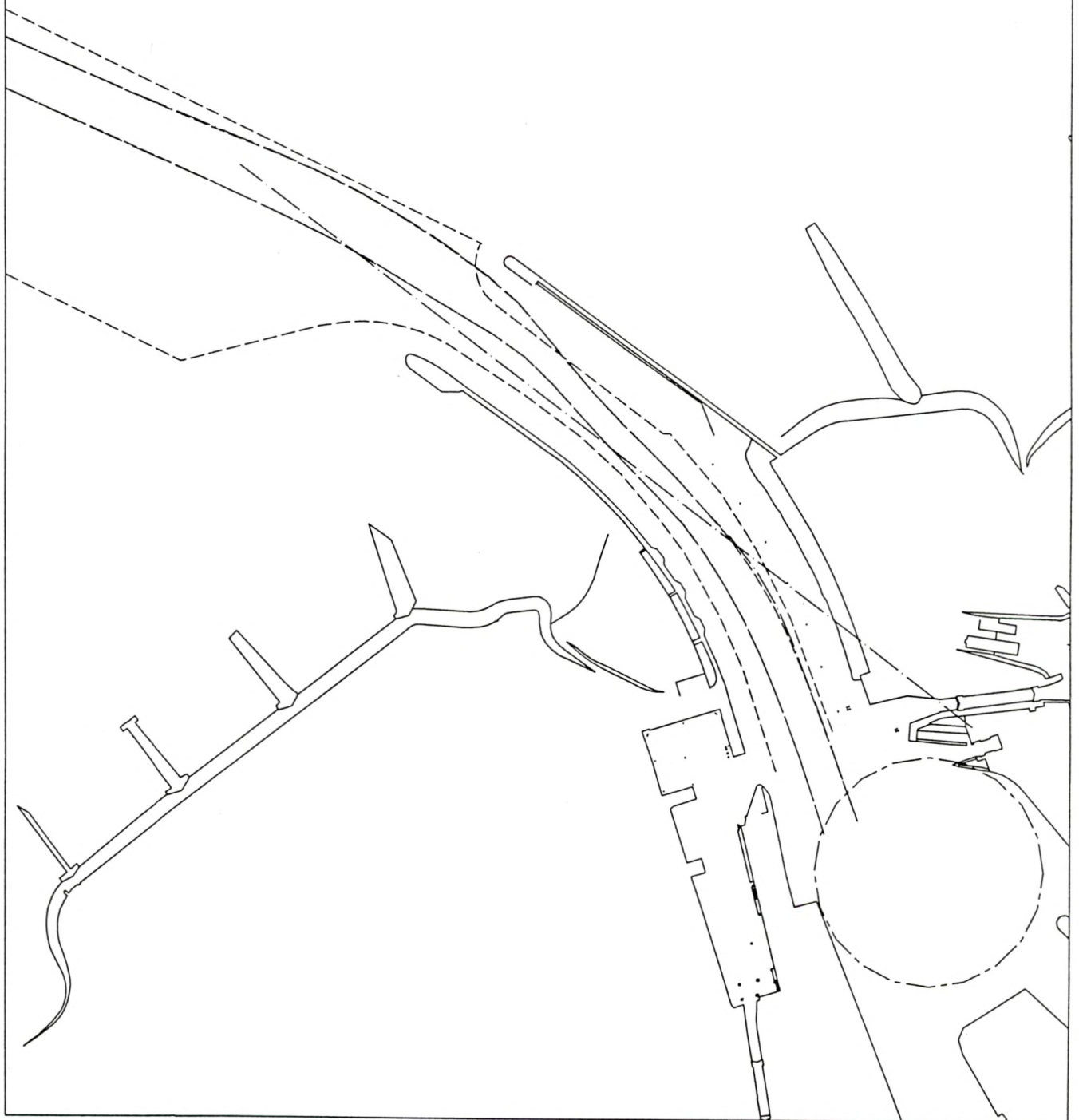
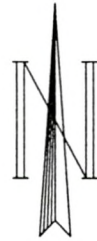




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR VOOR HW

----- max. swept path
- - - - - (max. -1) swept path



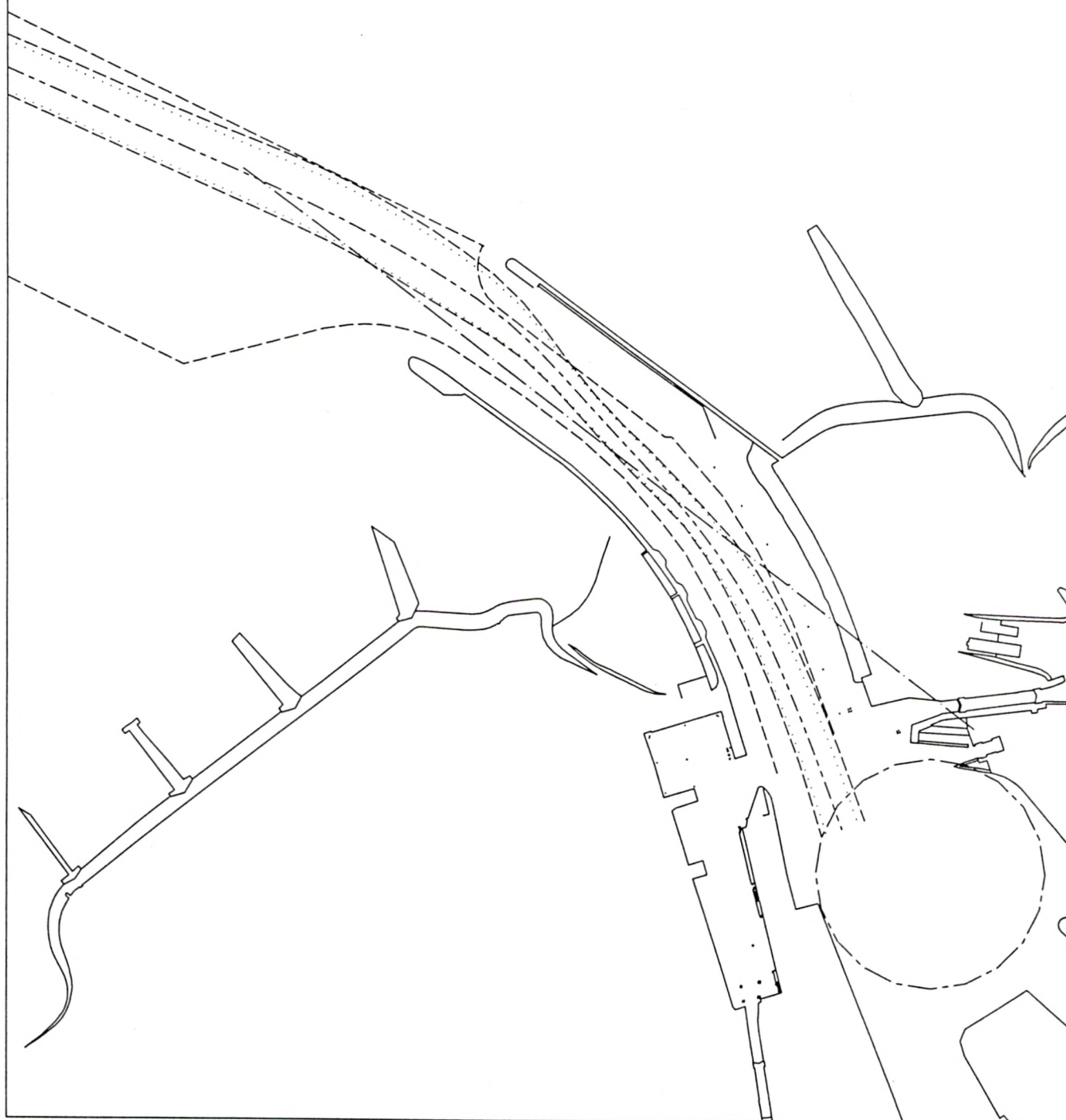
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR VOOR HW

-----	gem.
-----	1 %
.....	10 %



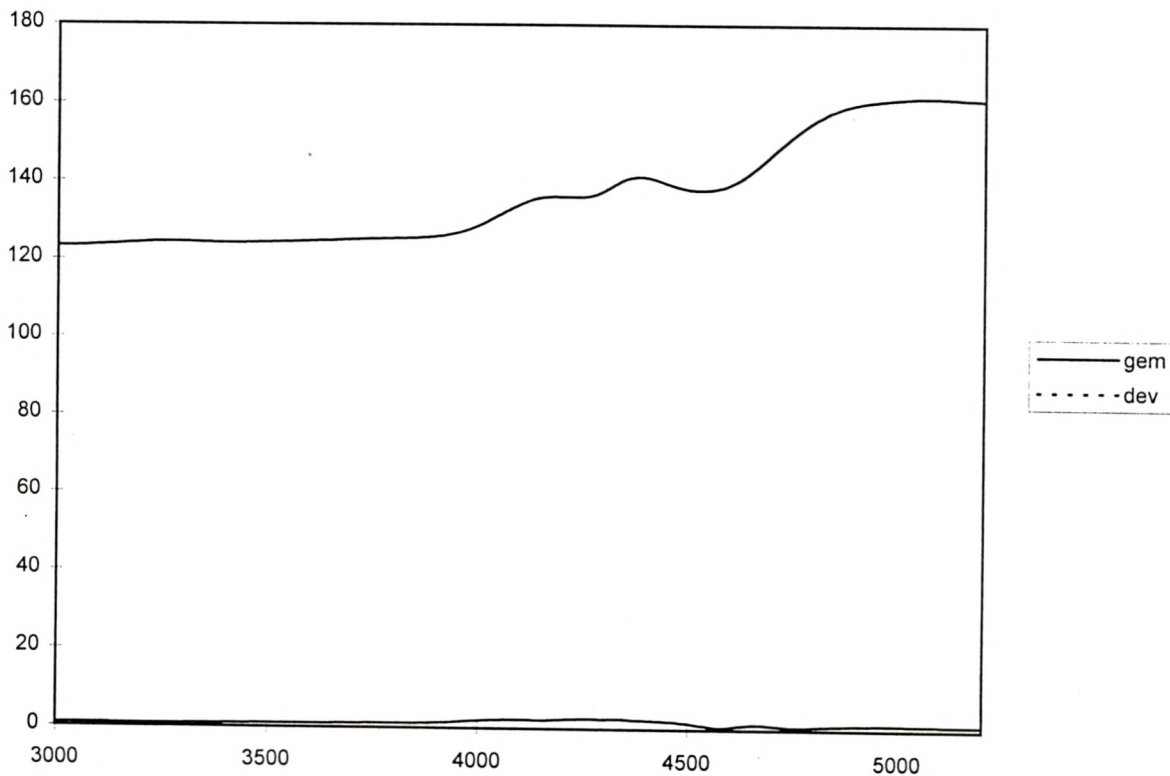
Schaal 1: / 8000.



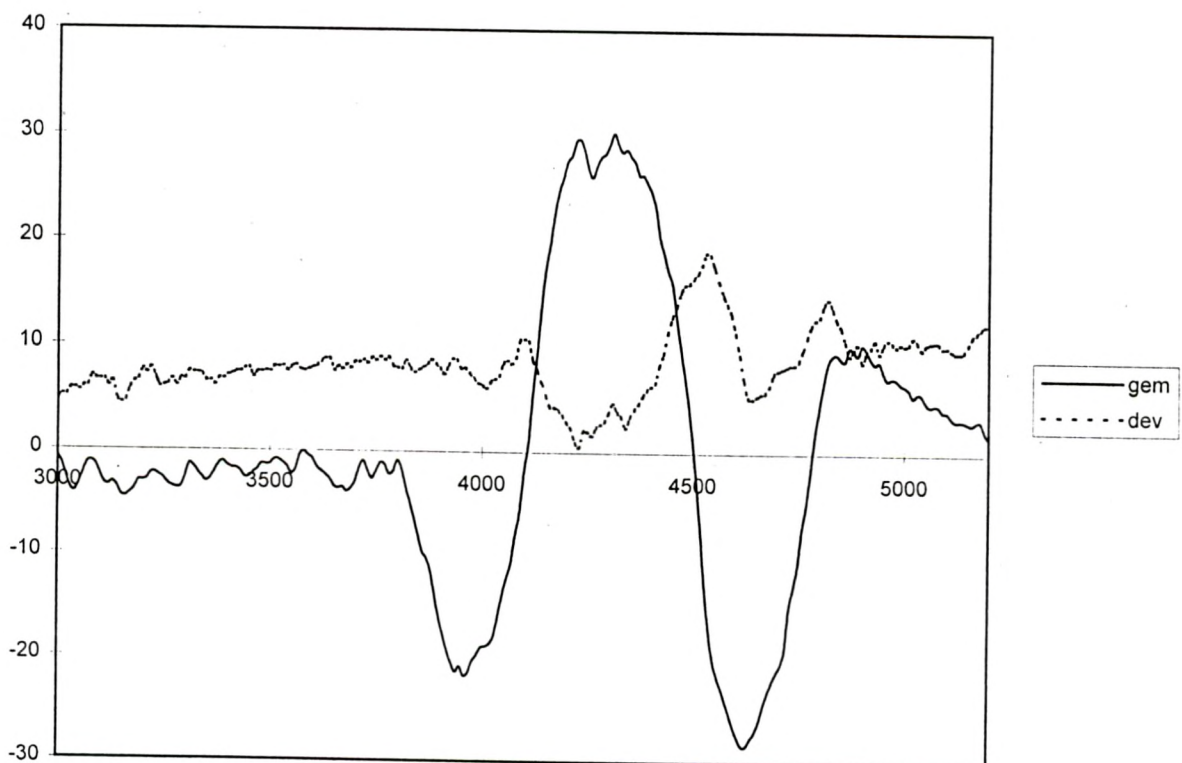
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR VOOR HW

koers (°)



roergebruik (°)

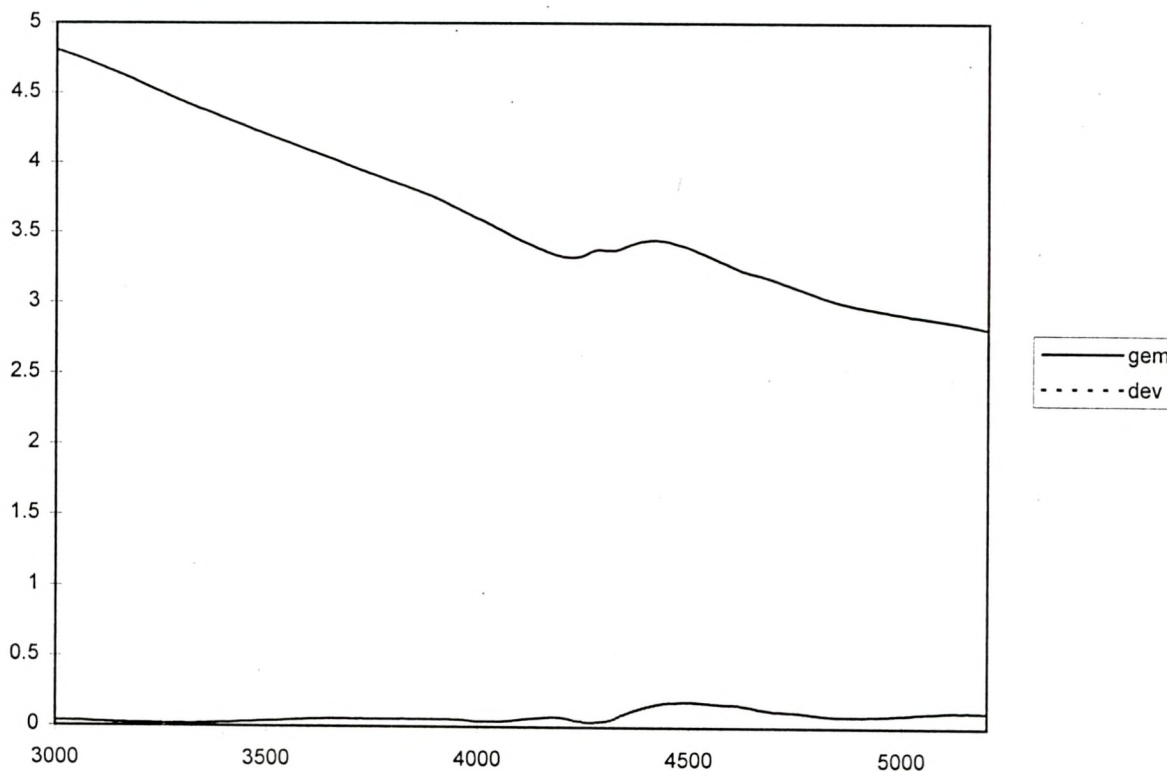




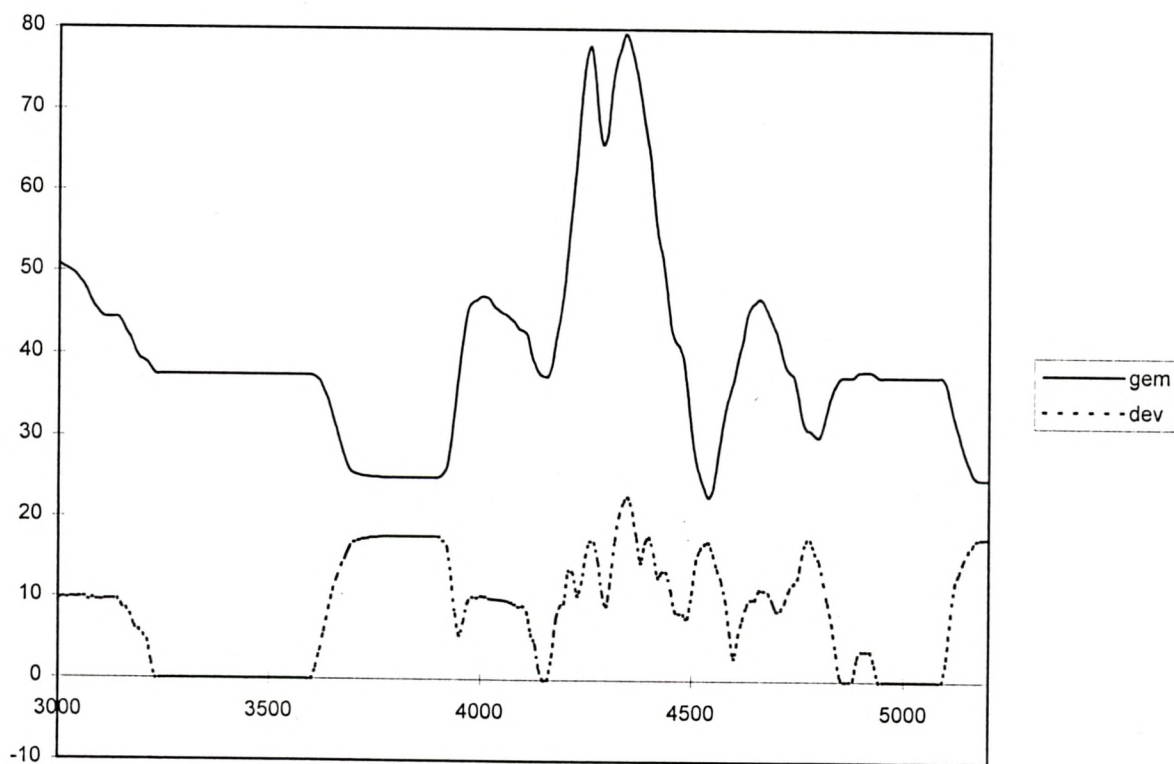
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
AUTOPILOT-INVAAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR VOOR HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

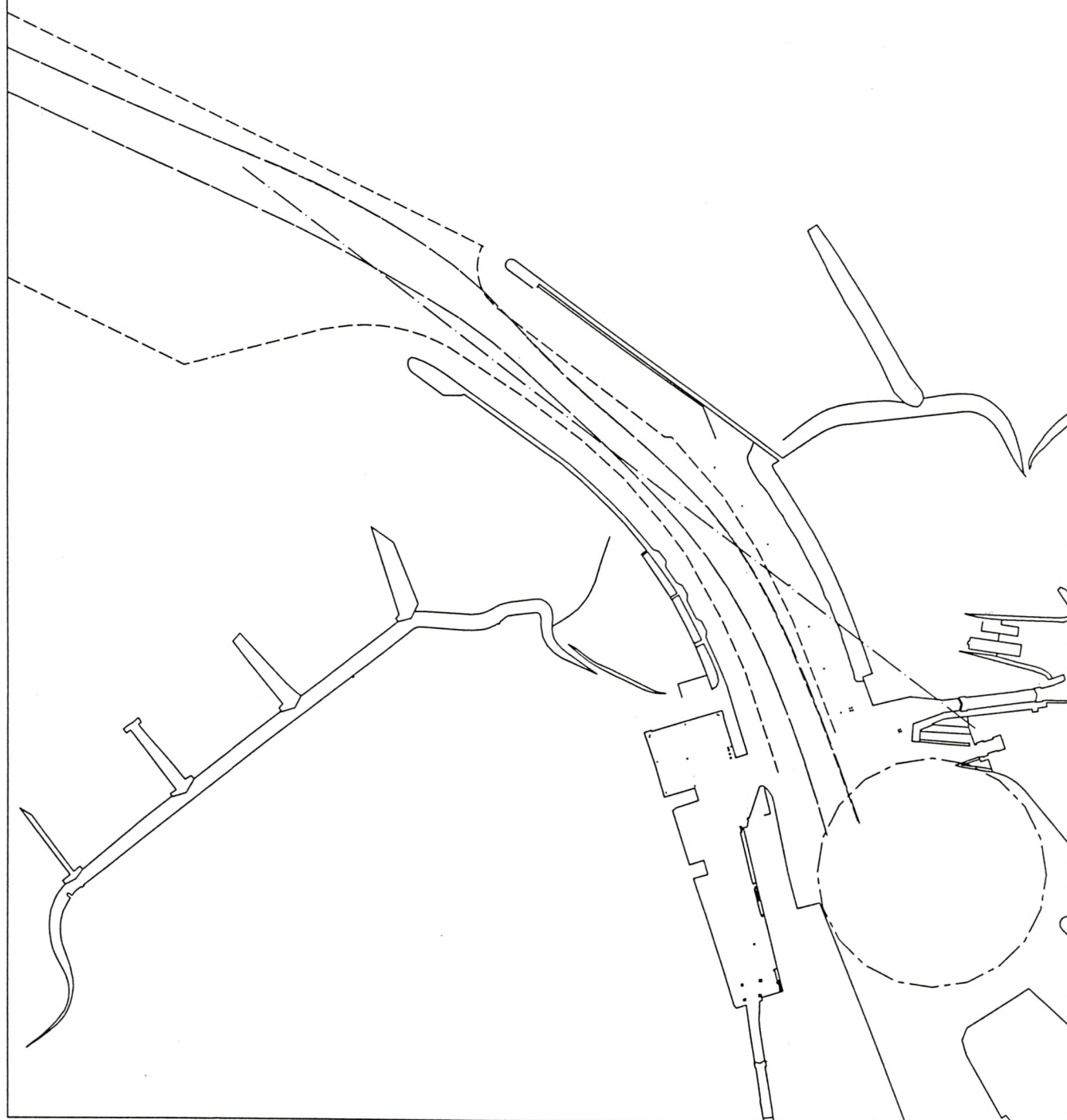




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR NA HW

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path



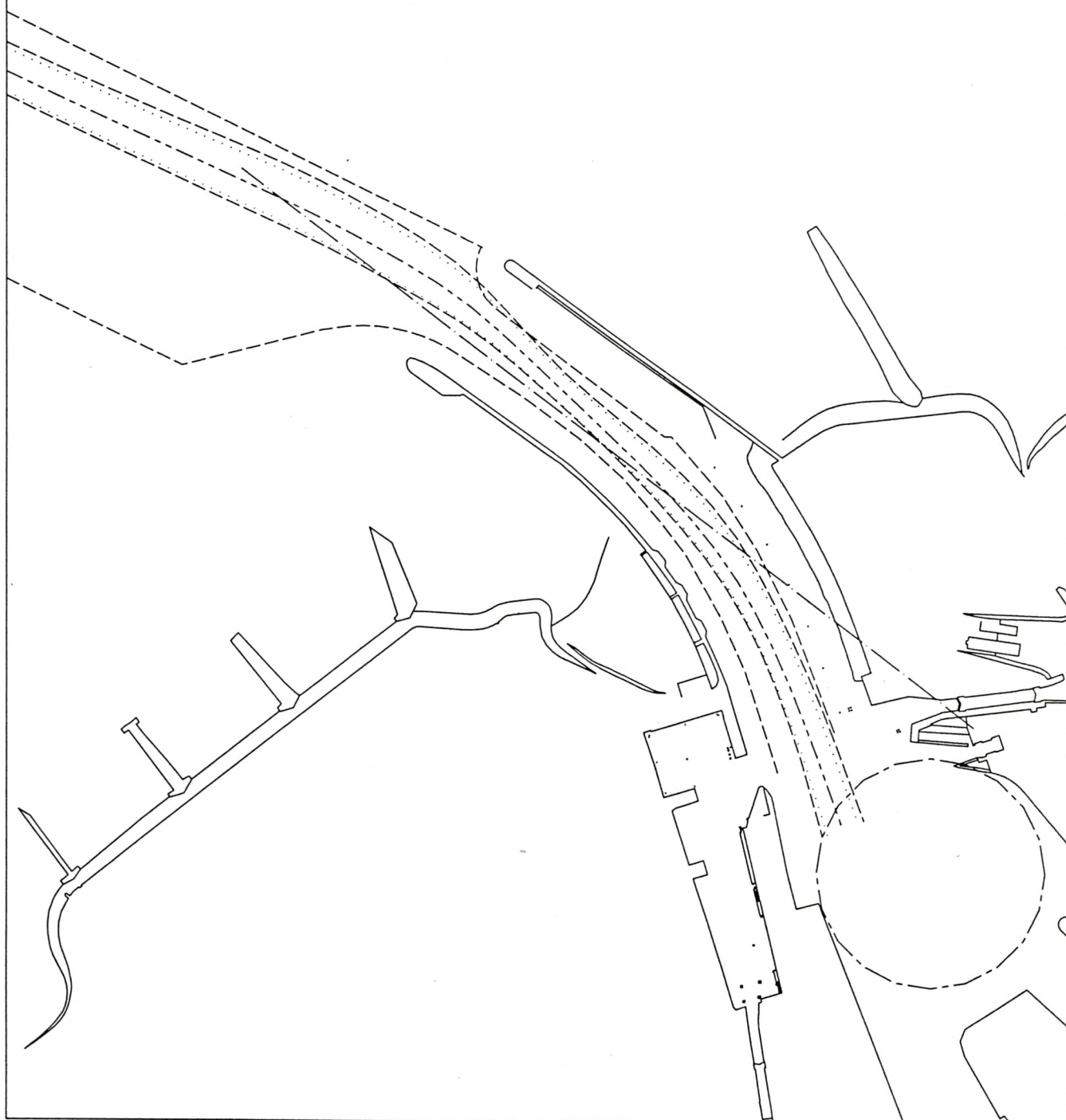
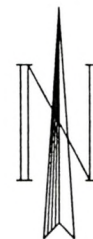
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR NA HW

-----	gem.
-----	1 %
.....	10 %



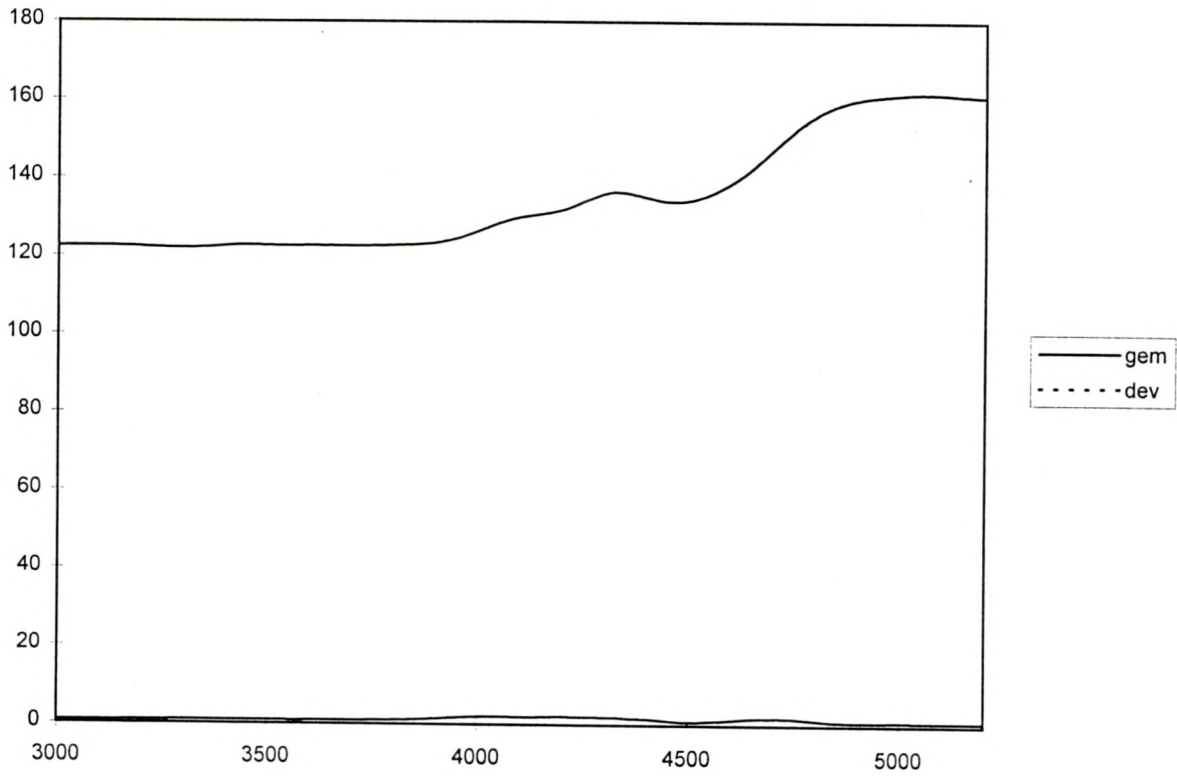
Schaal 1: / 8000.



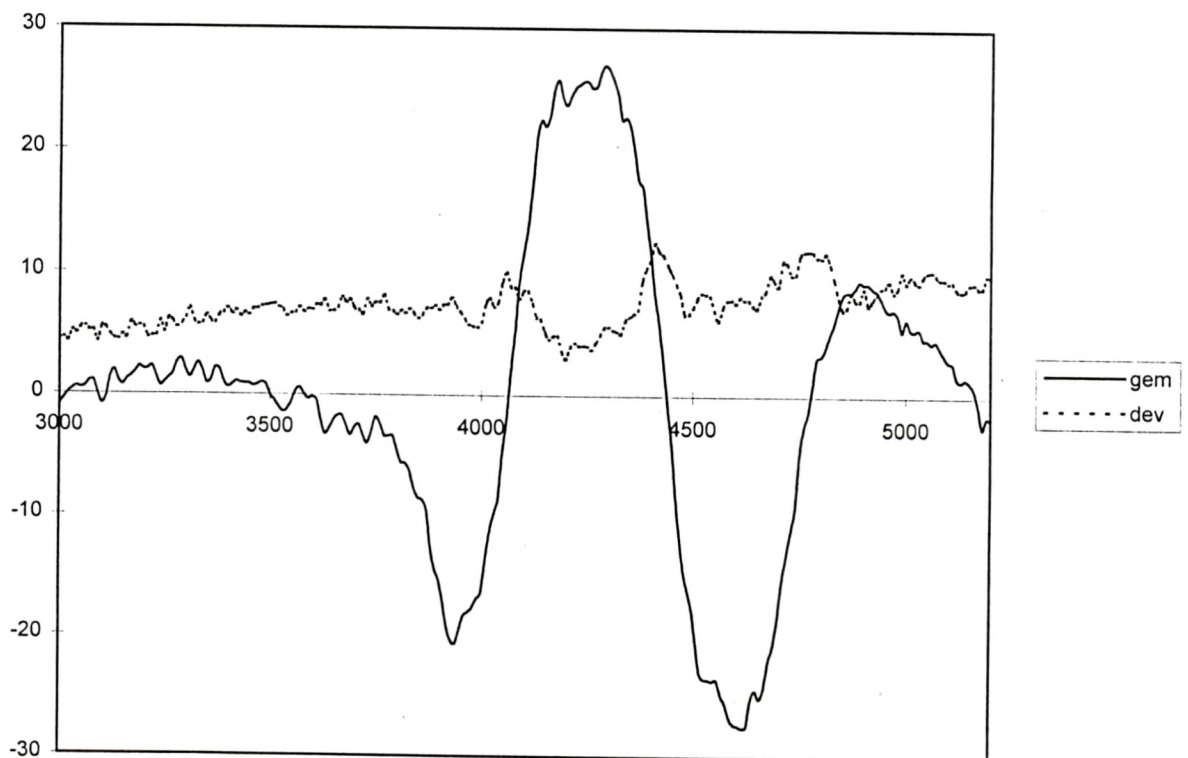
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR NA HW

koers (°)



roergebruik (°)

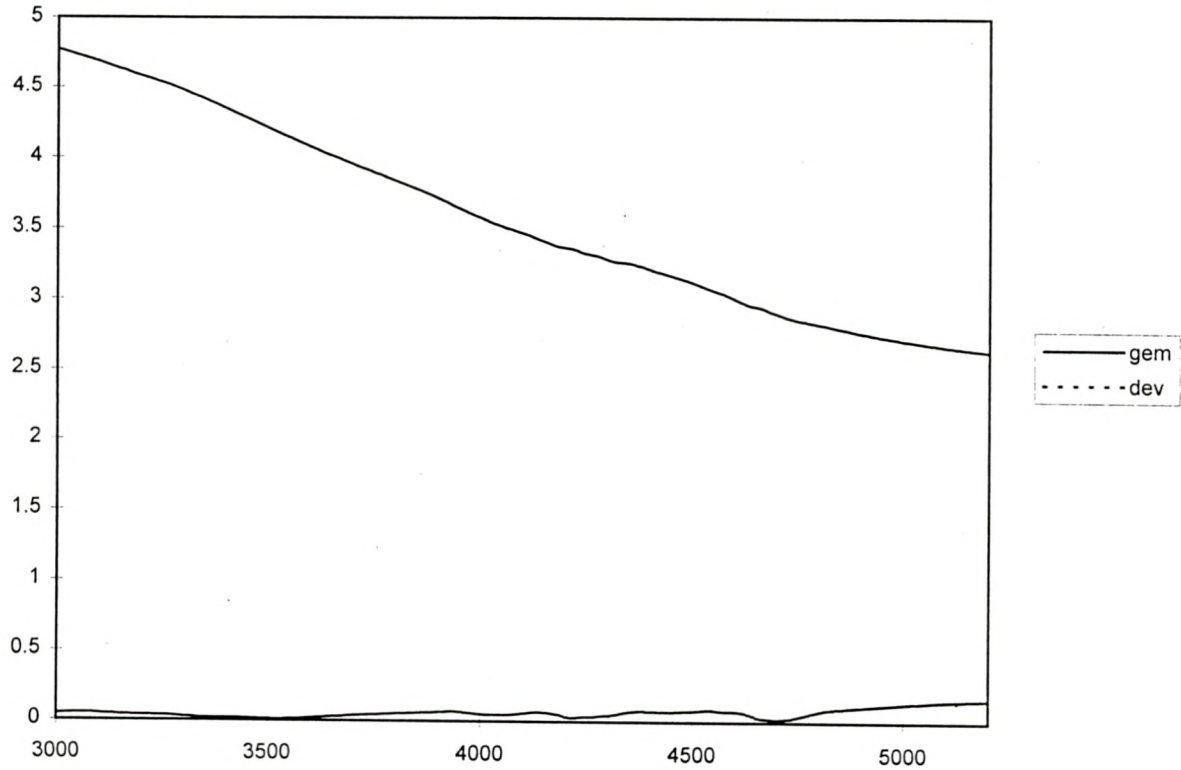




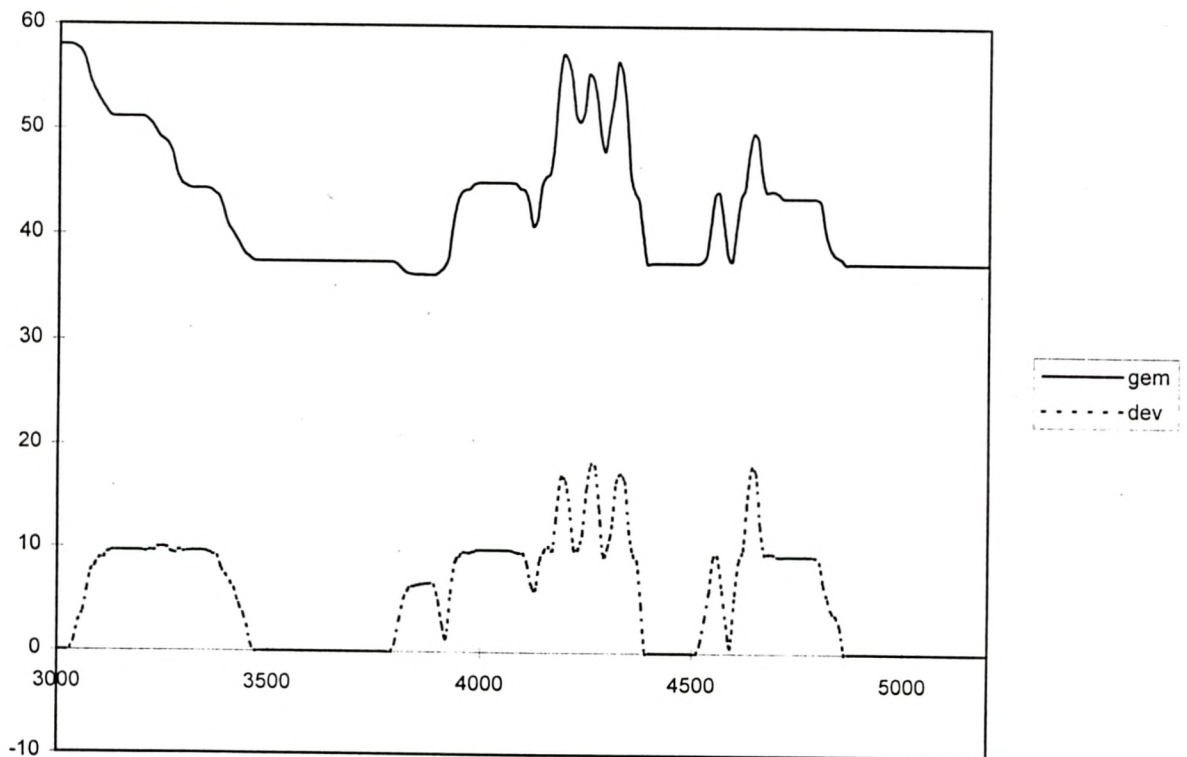
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
AUTOPILOT-INVAART MET CARGOSCHIP - 1 UUR NA HW

snelheid (m/s)



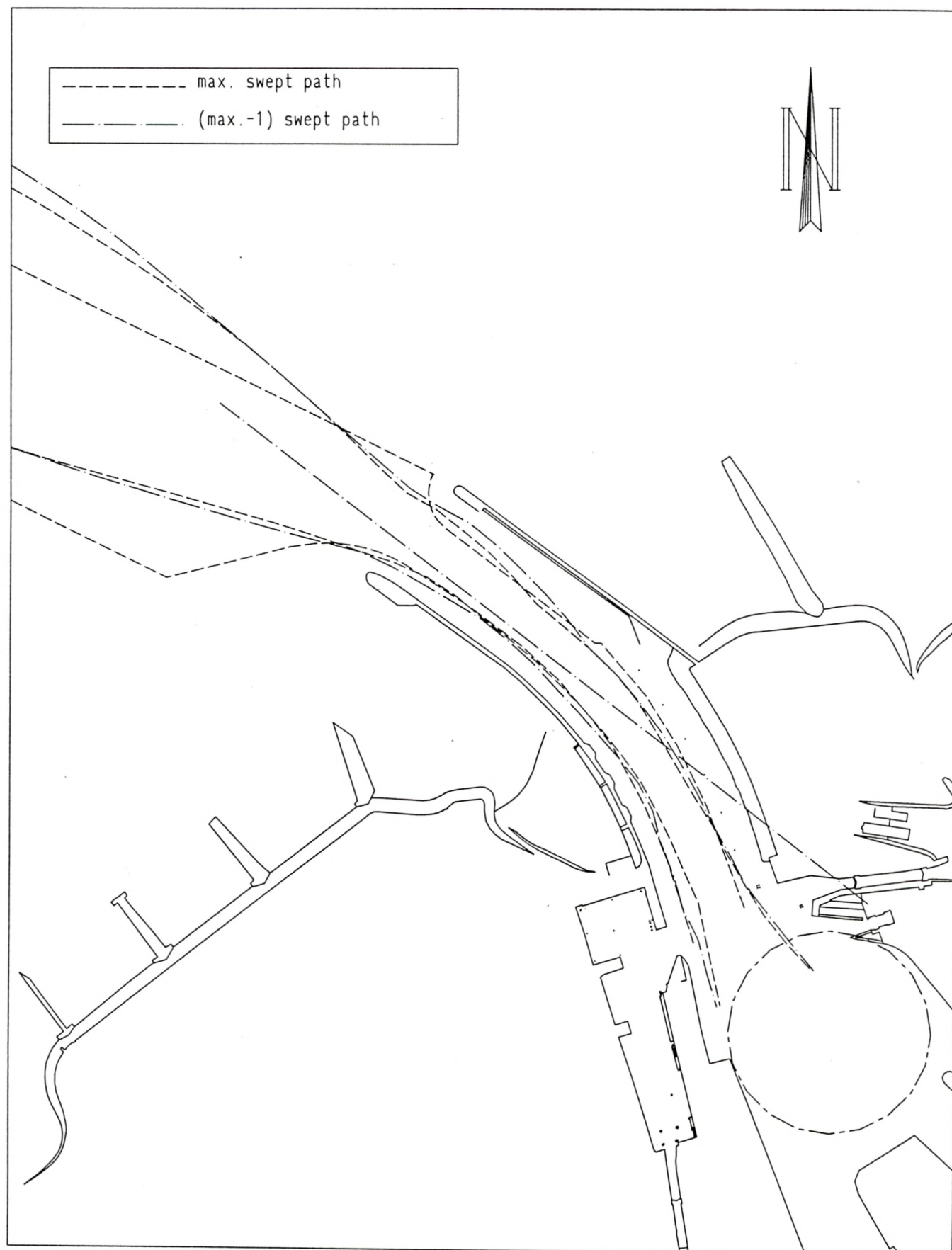
machinegebruik (%)





STATISTISCHE VERWERKING

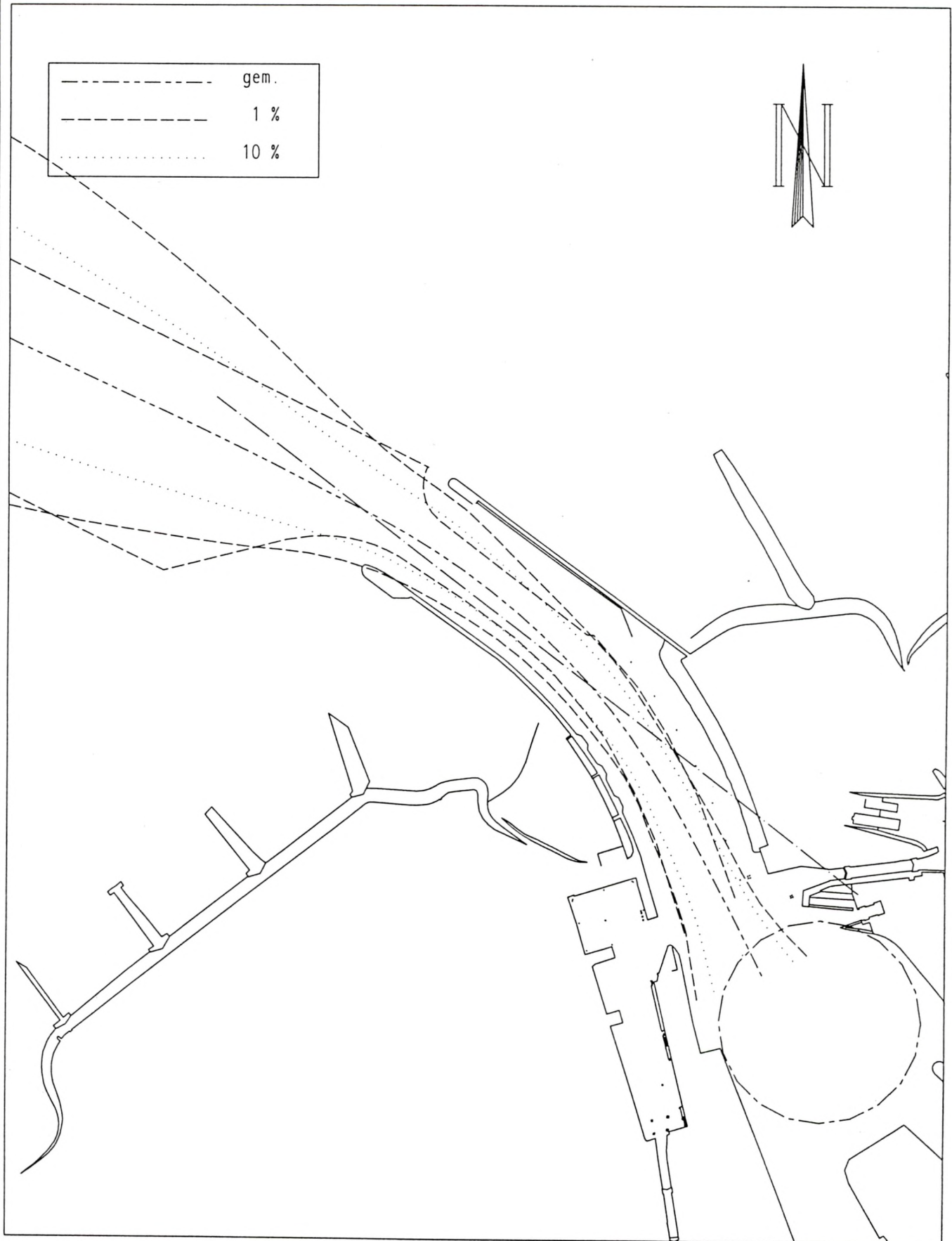
GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - WIND NO 6





STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - WIND NO 6

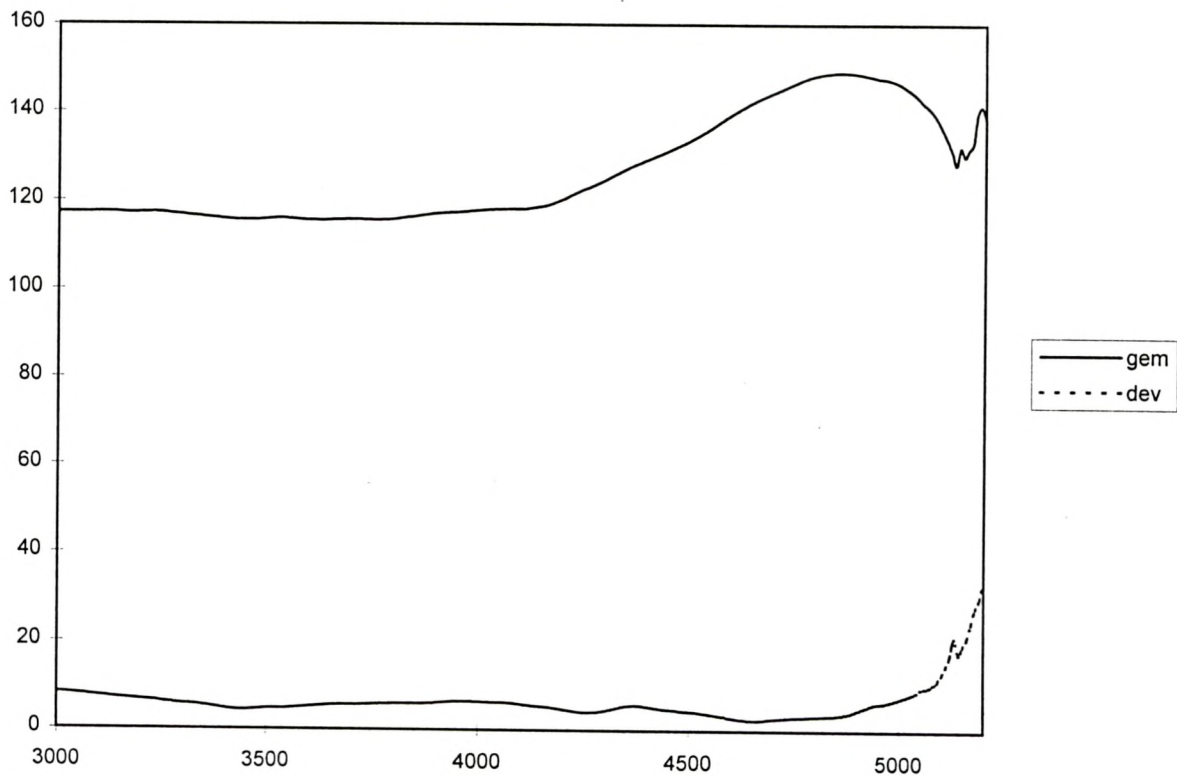




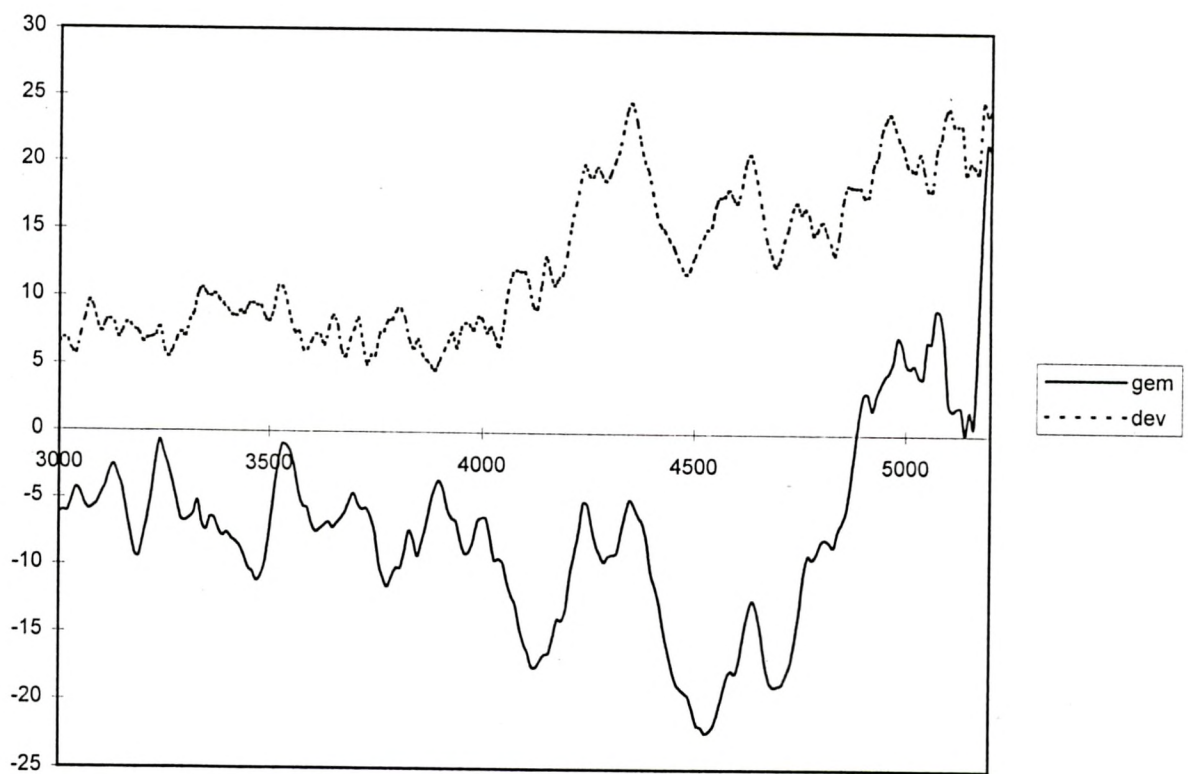
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET RORO-FERRY - WIND NO 6

koers (°)



roergebruik (°)

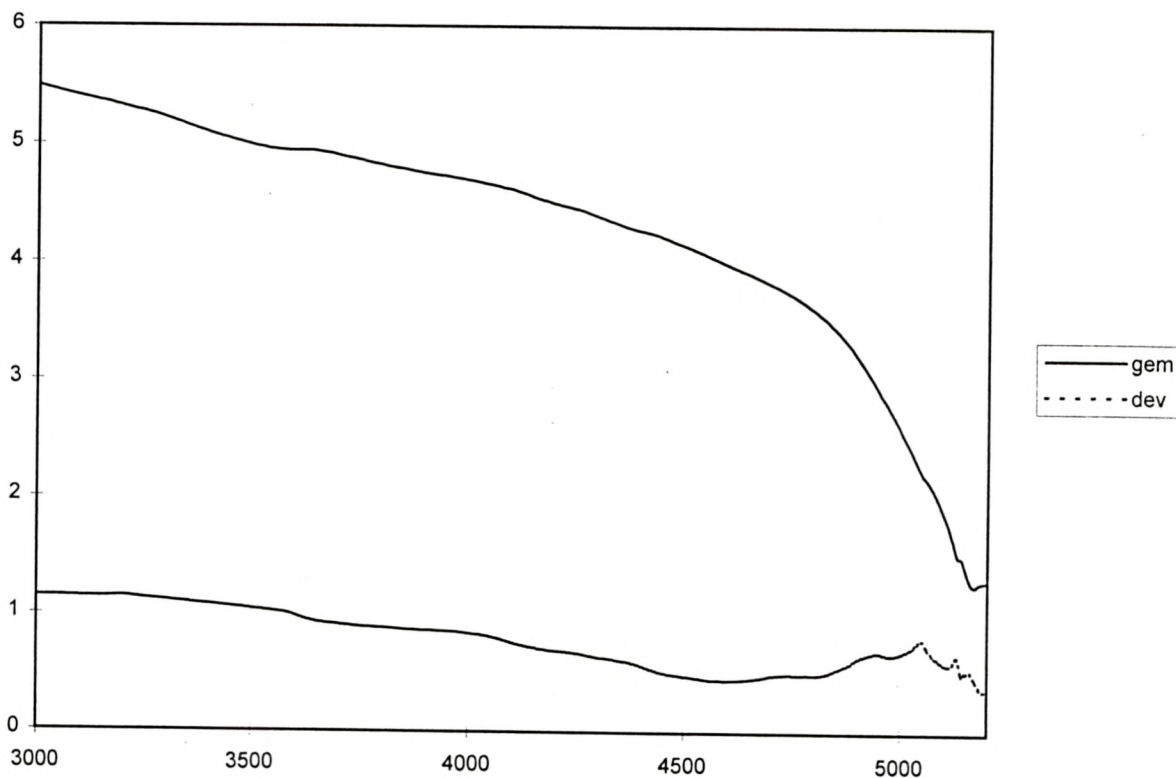




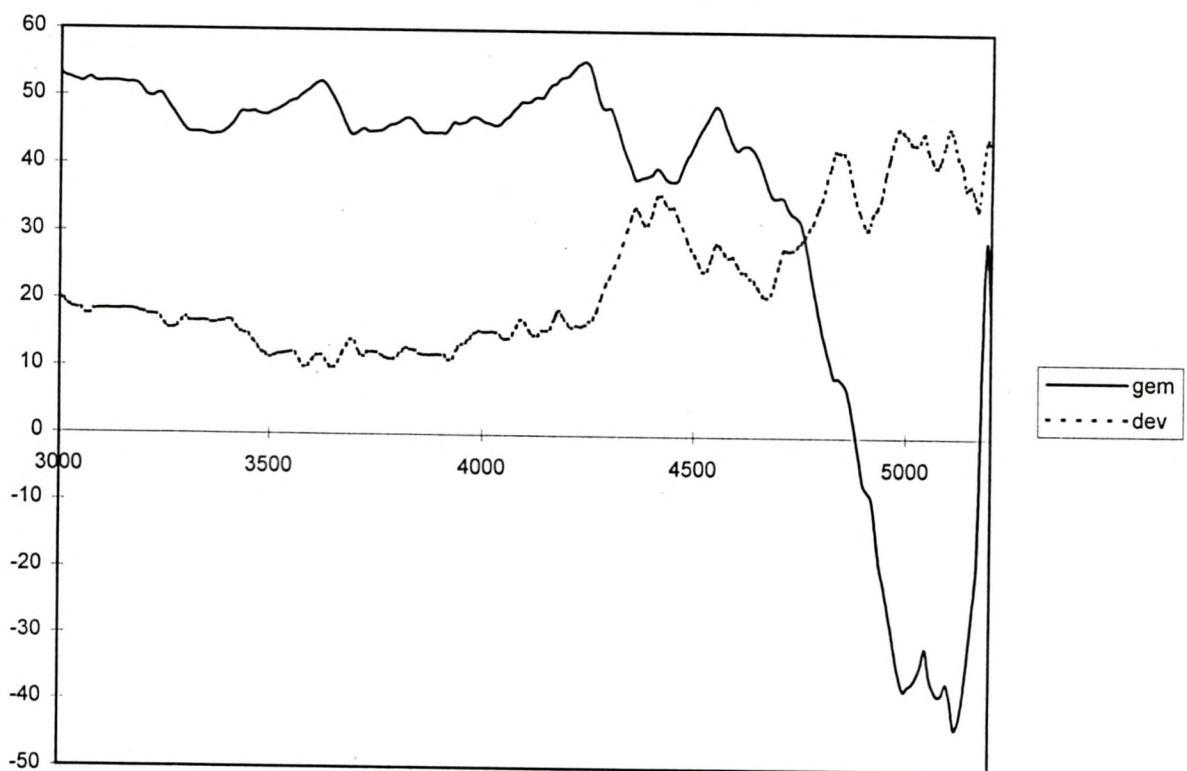
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET RORO-FERRY - WIND NO 6

snelheid (m/s)



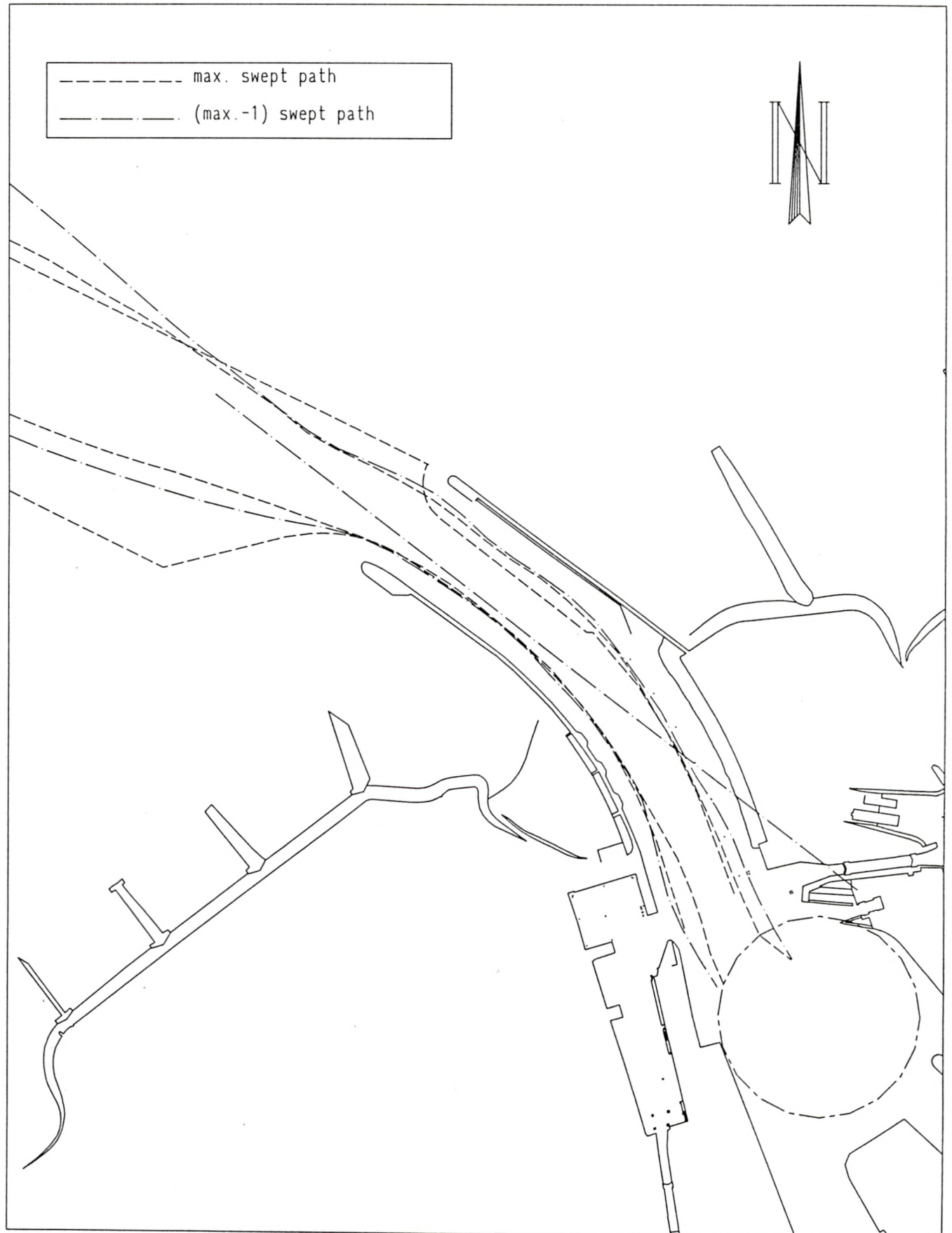
machinegebruik (%)





STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - WIND NW 6



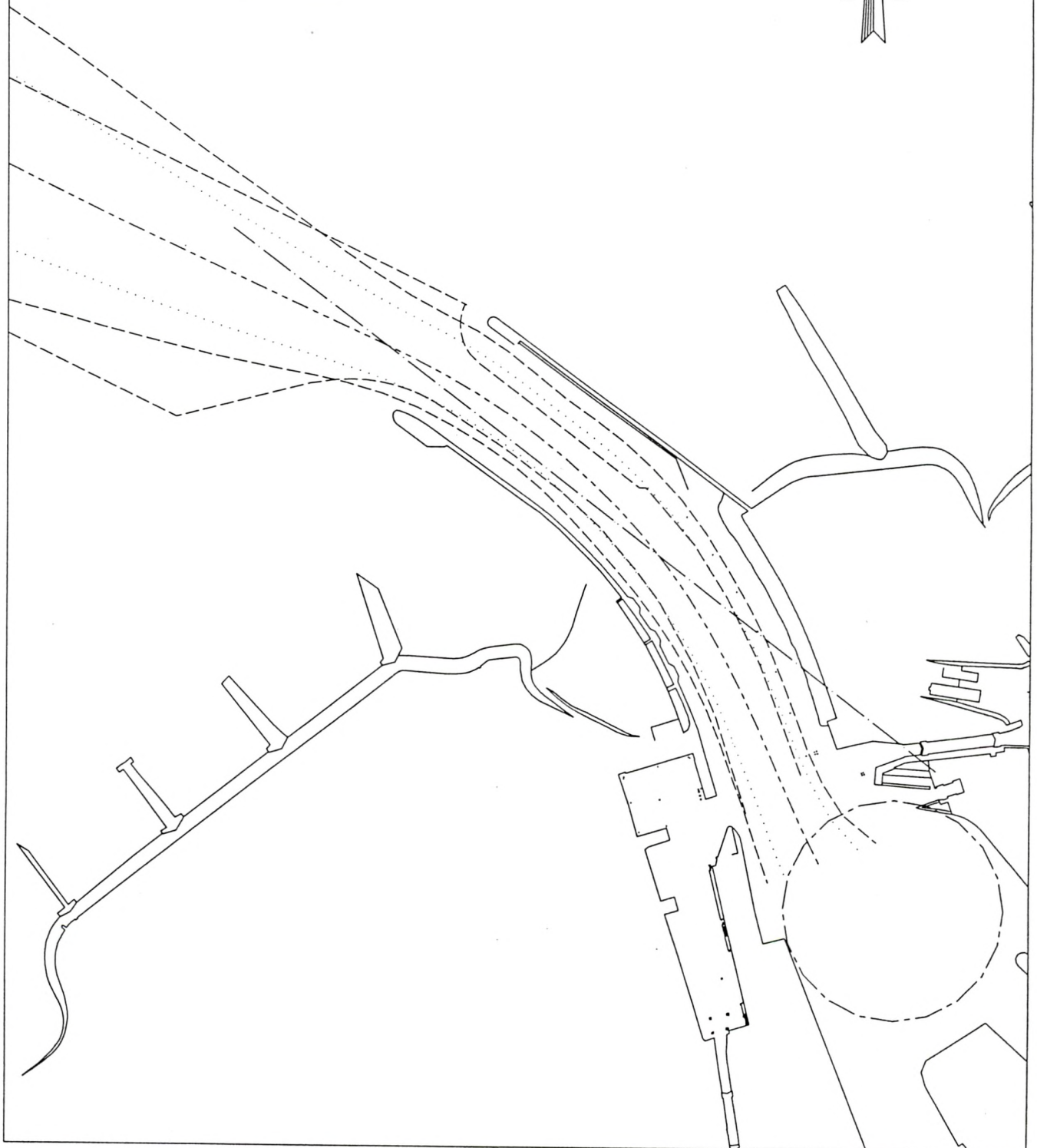
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - WIND NW 6

-----	gem.
-----	1 %
.....	10 %



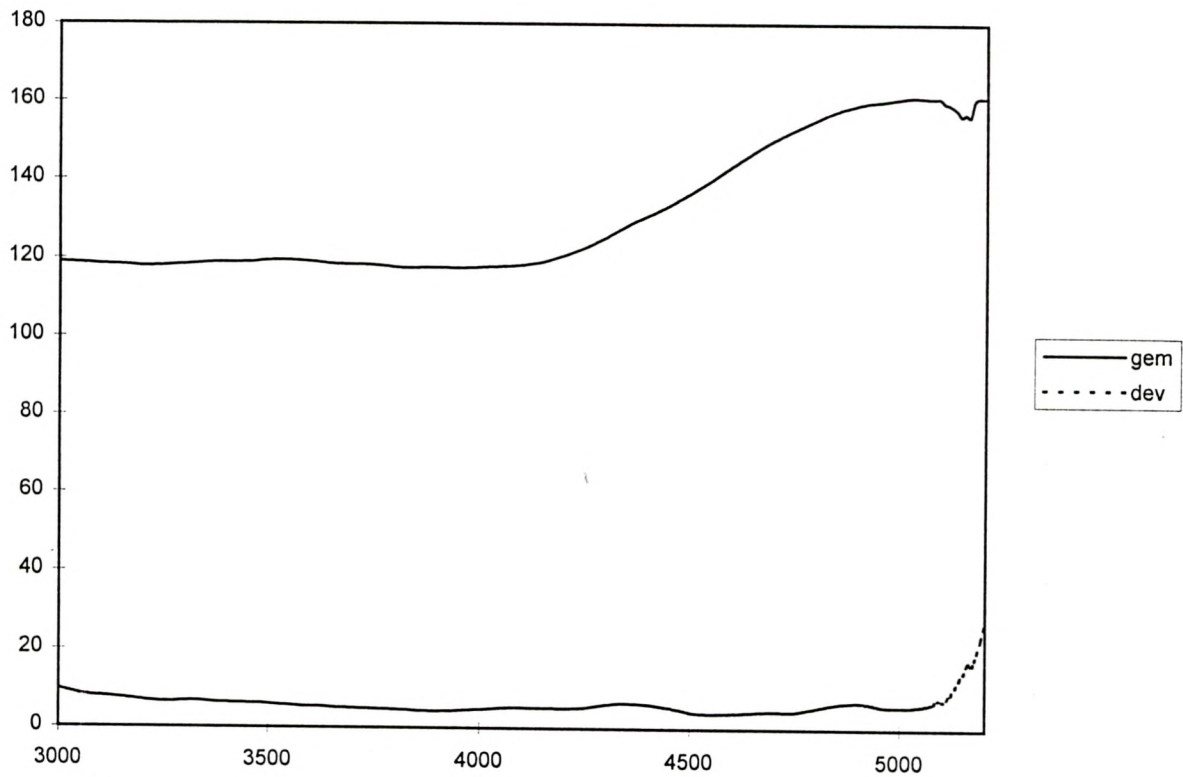
Schaal 1: / 8000.



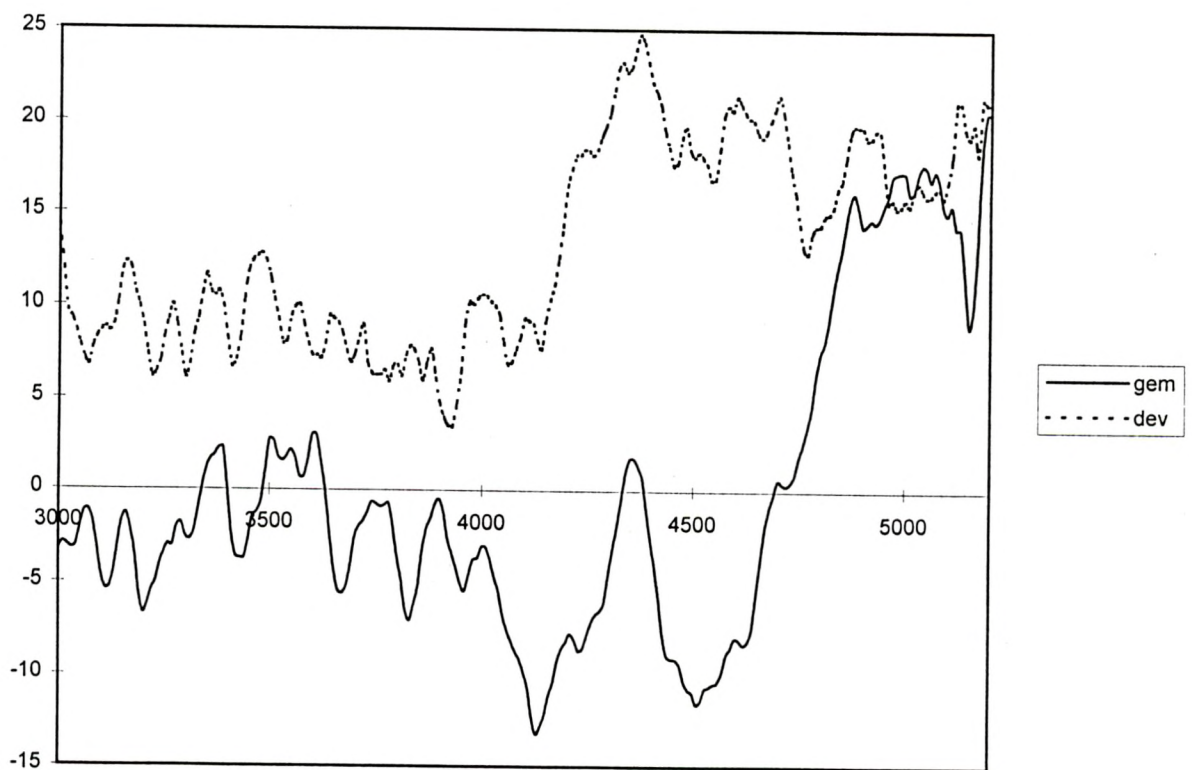
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET RORO-FERRY - WIND NW 6

koers (°)



roergebruik (°)

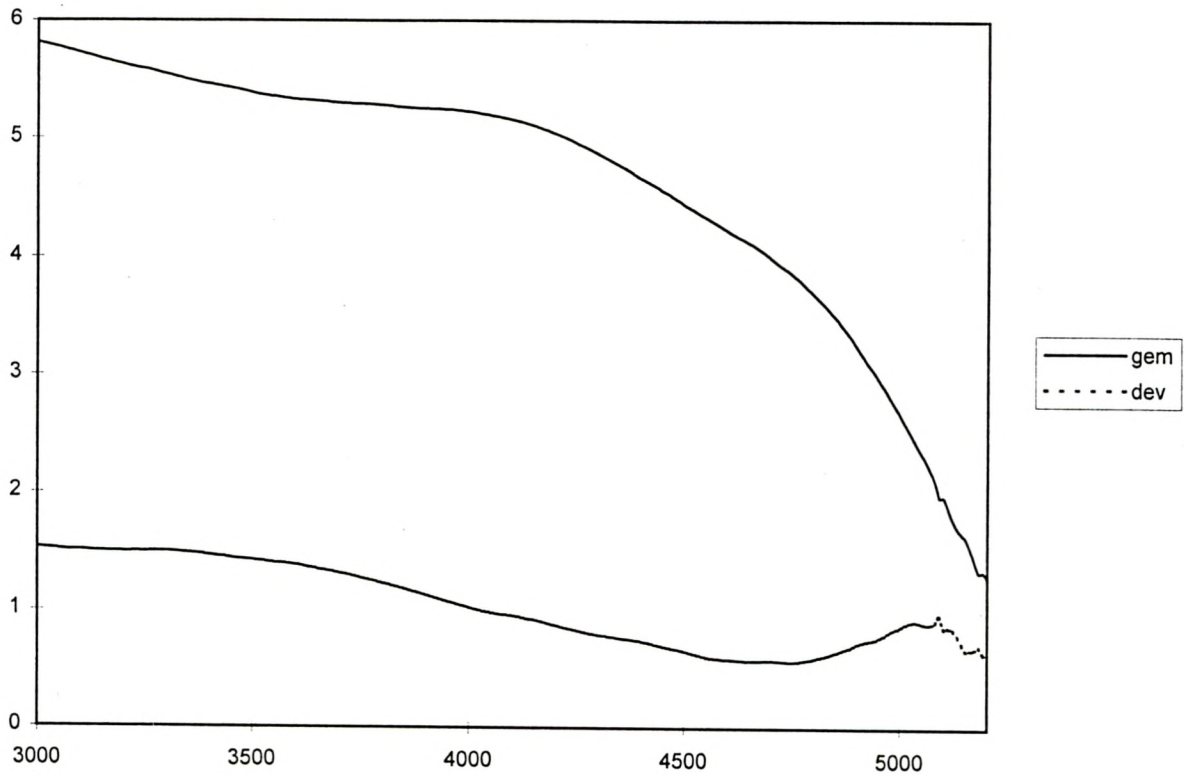




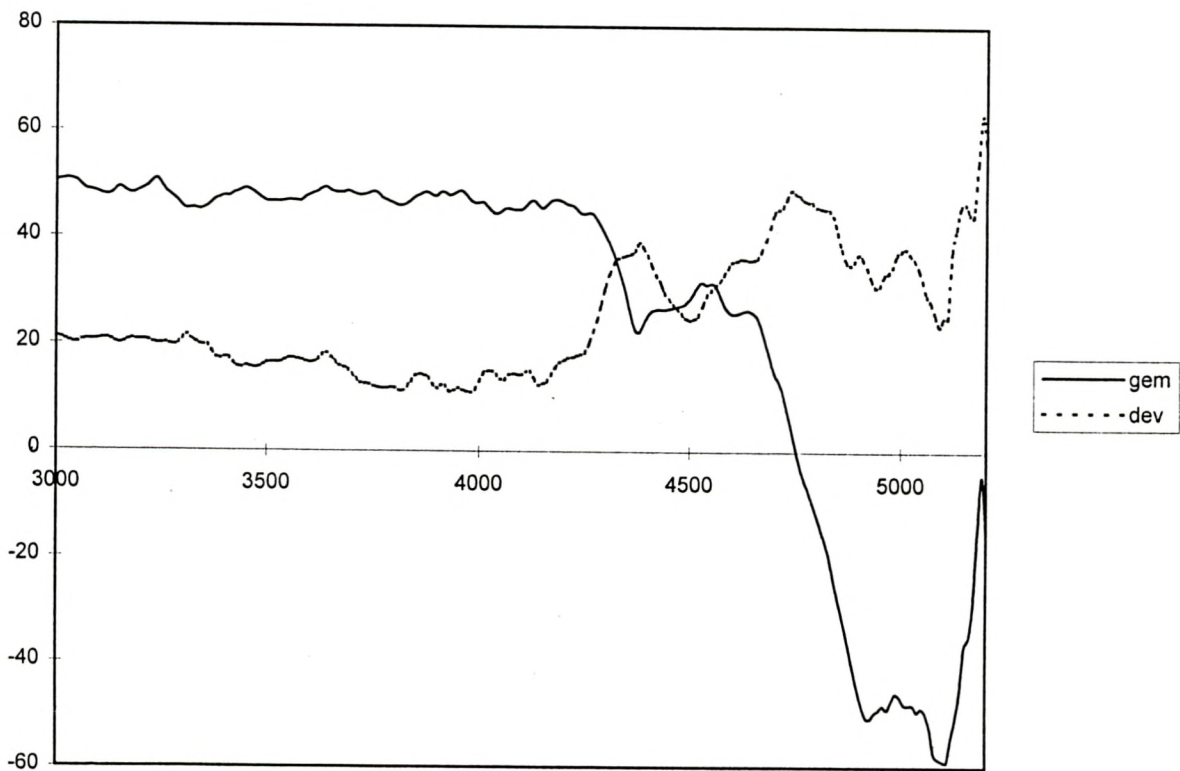
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET RORO-FERRY - WIND NW 6

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

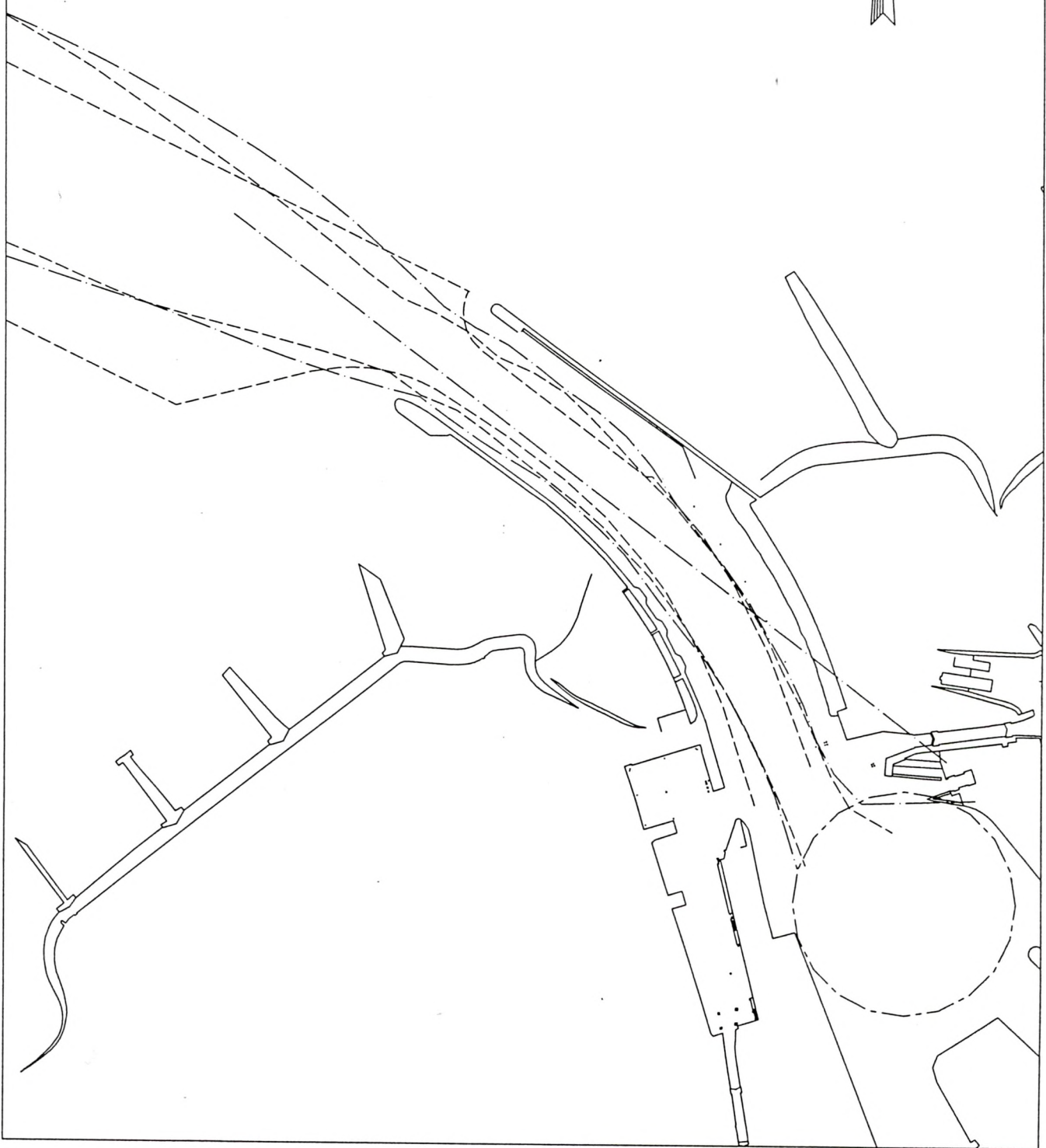




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - WIND ZW 6

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path



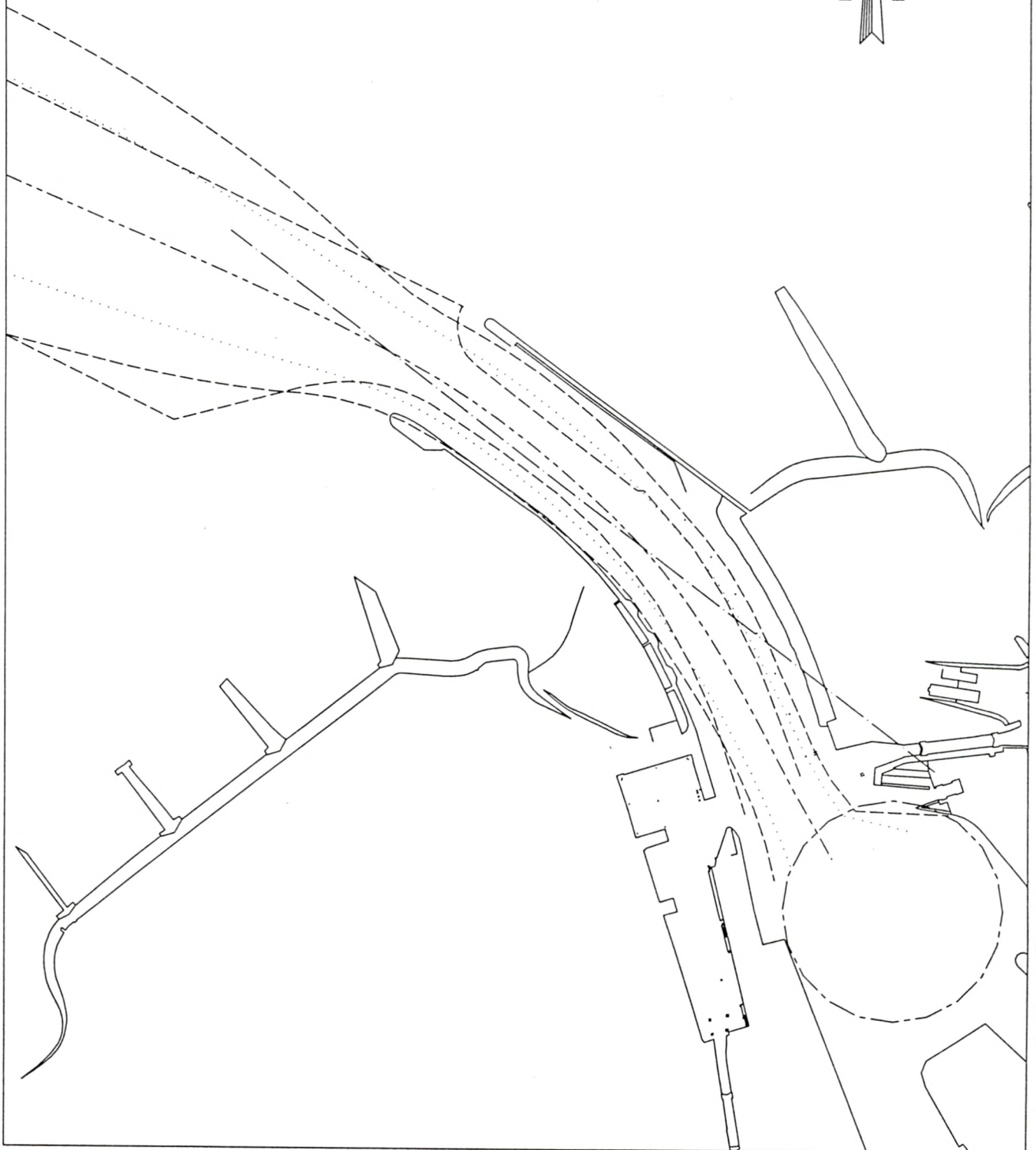
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - WIND ZW 6

-----	gem.
-----	1 %
.....	10 %



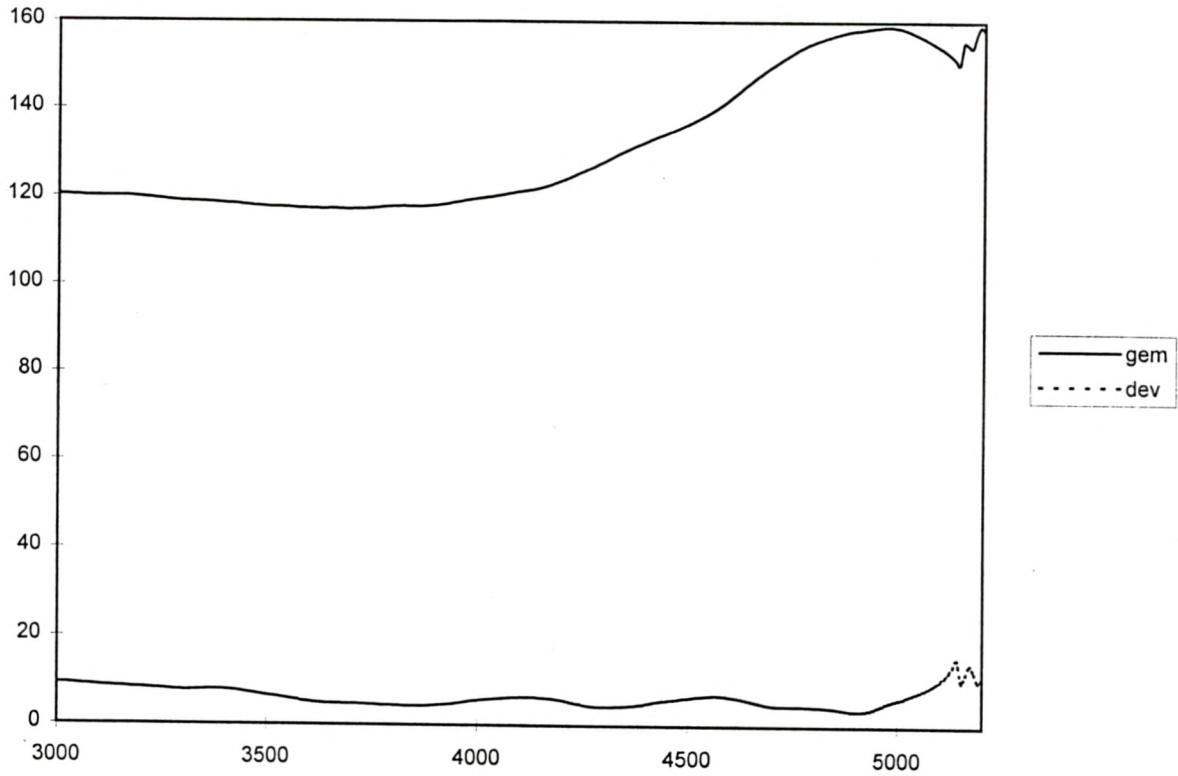
Schaal 1: / 8000.



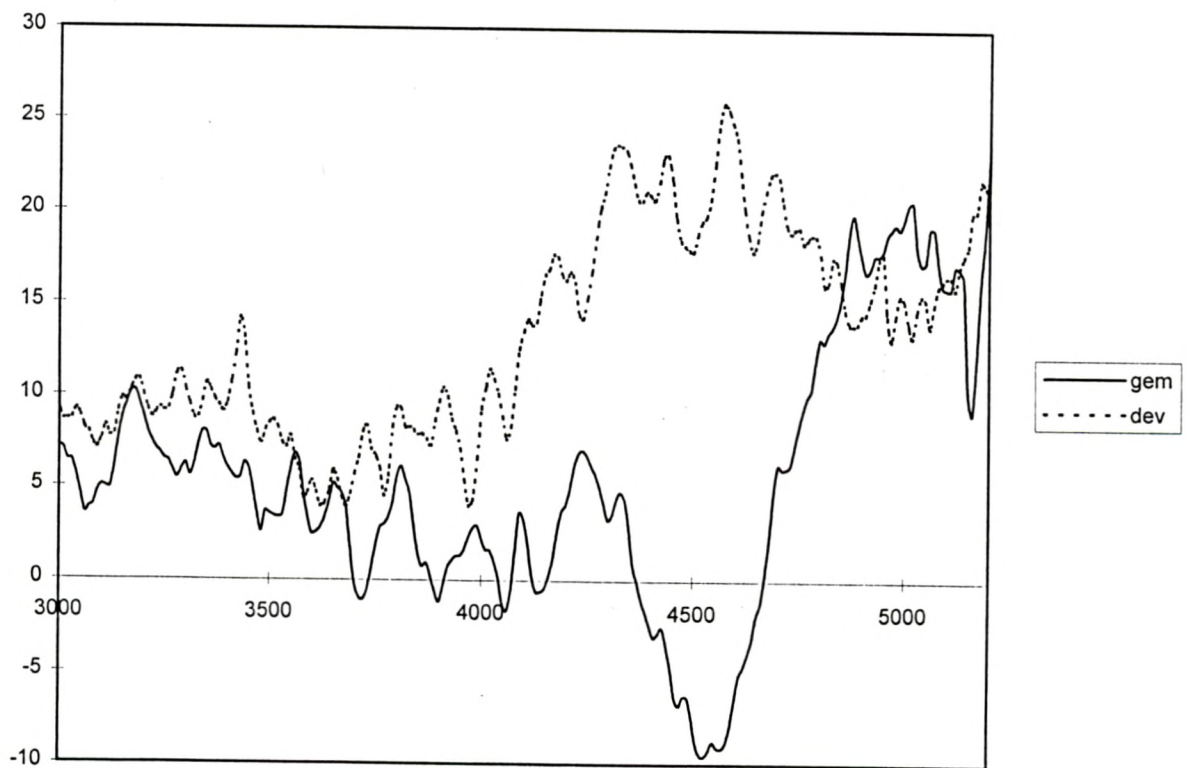
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET RORO-FERRY - WIND ZW 6

koers (°)



roergebruik (°)

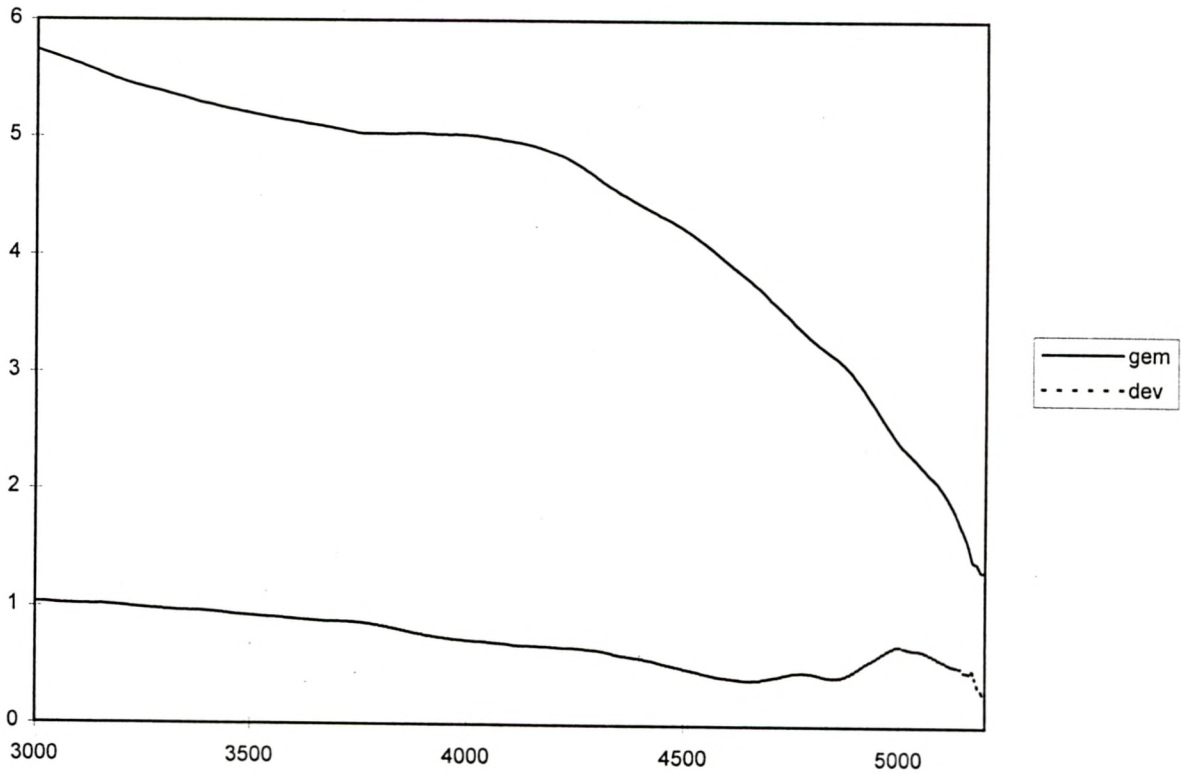




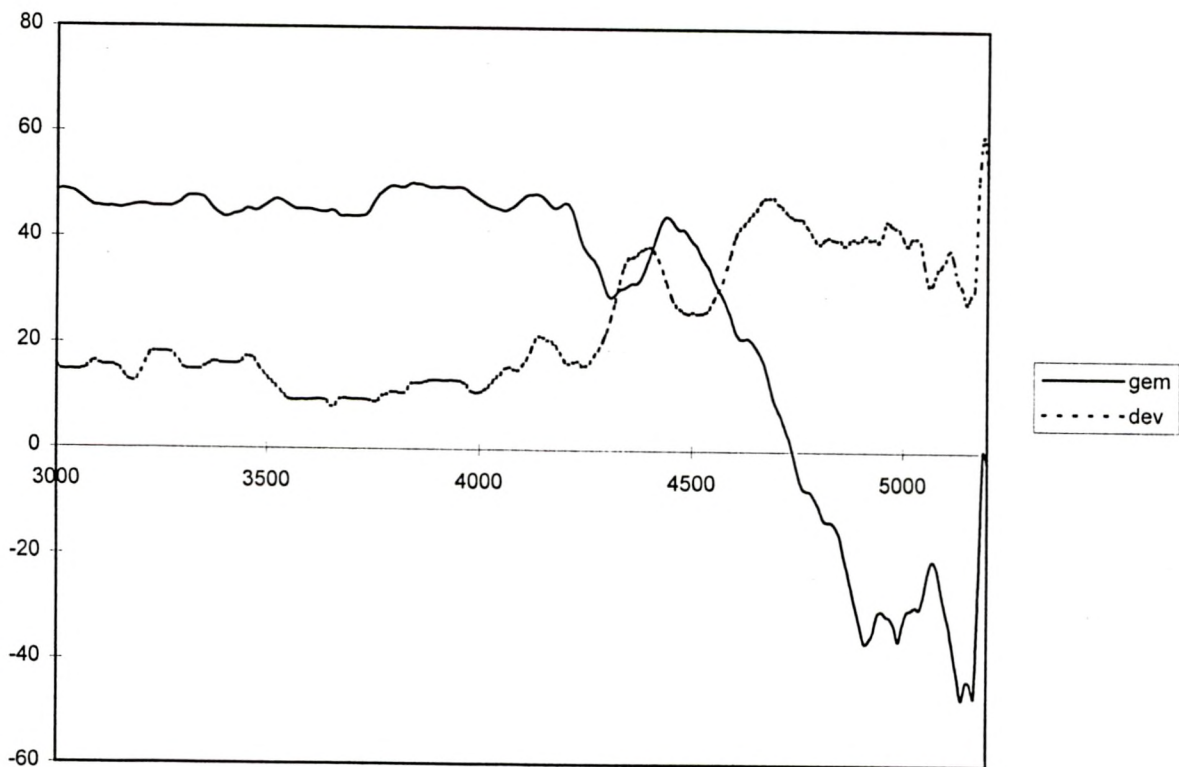
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET RORO-FERRY - WIND ZW 6

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

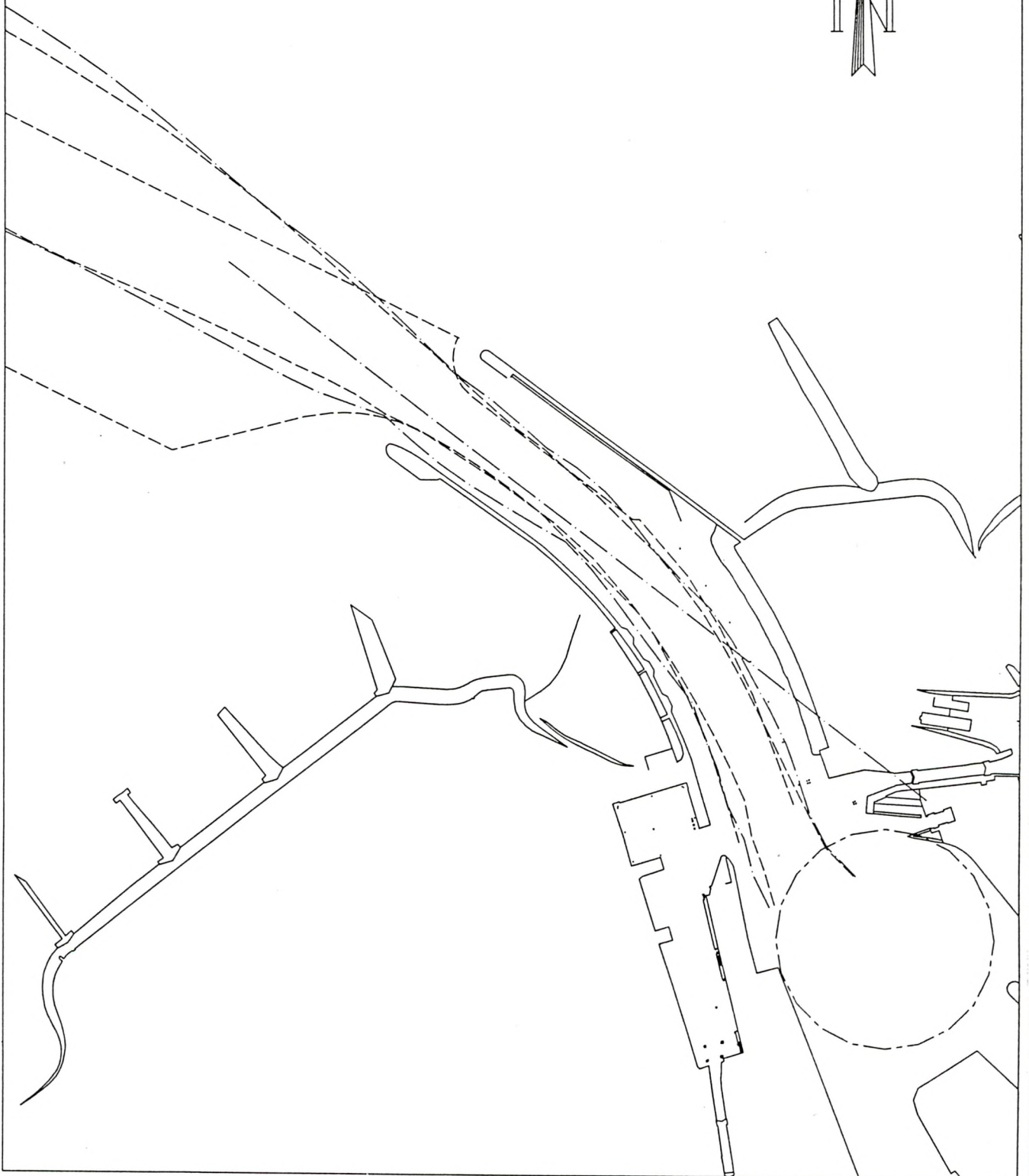
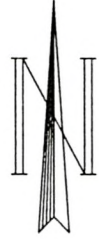




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - 5 UUR VOOR HW

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path

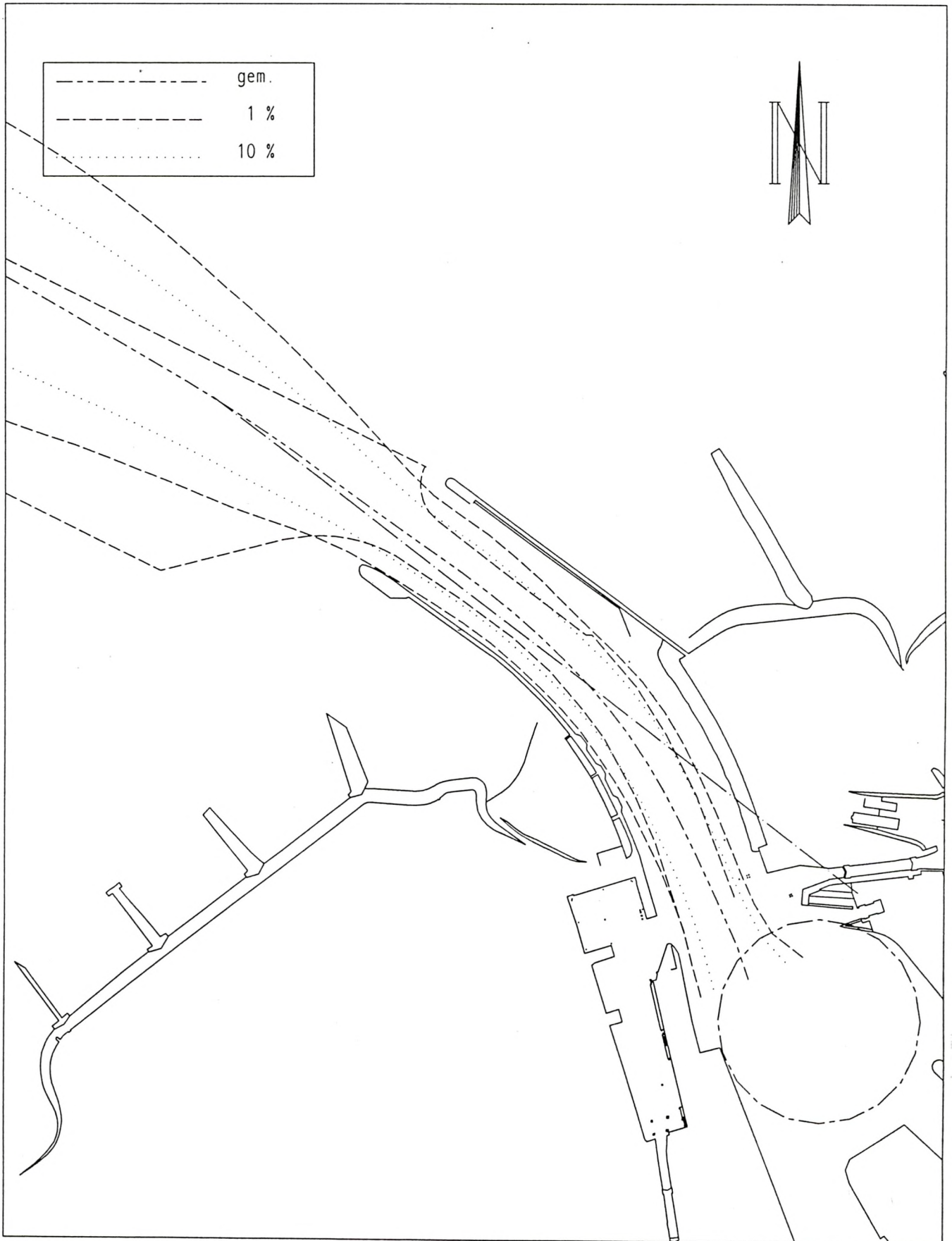


Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - 5 UUR VOOR HW



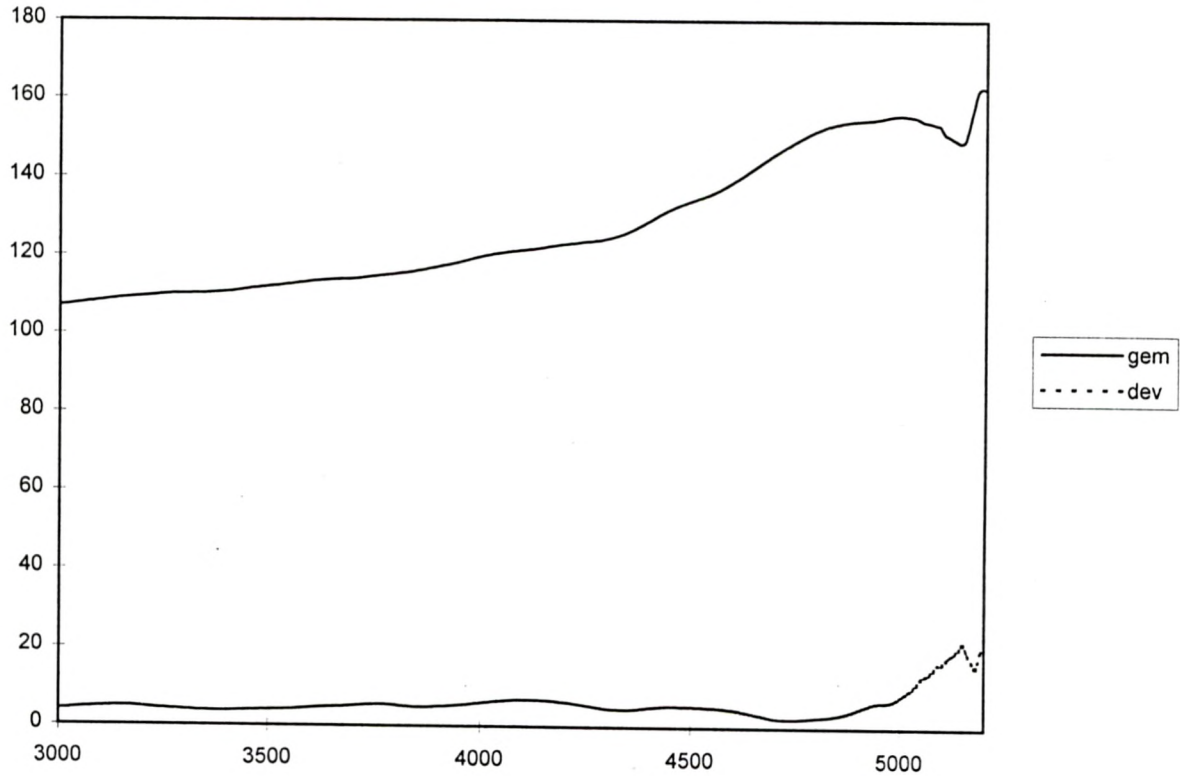
Schaal 1: / 8000.



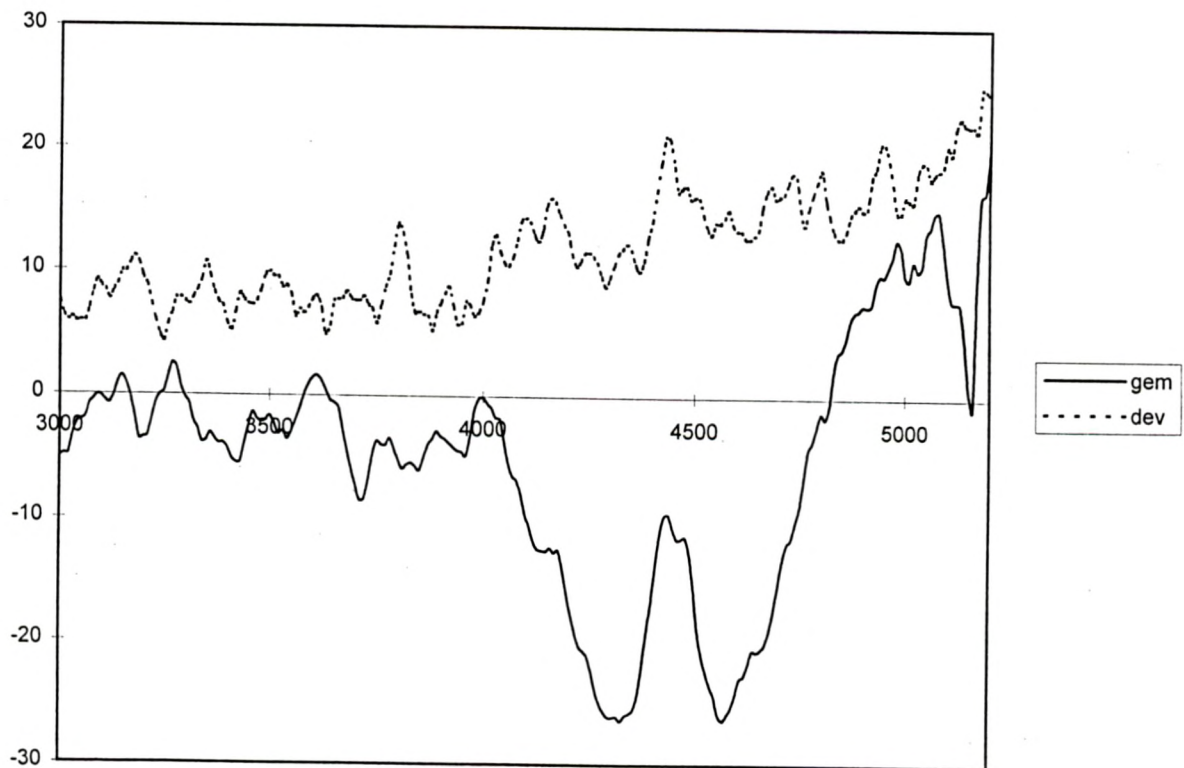
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET RORO-FERRY - 5 UUR VOOR HW

koers (°)



roergebruik (°)

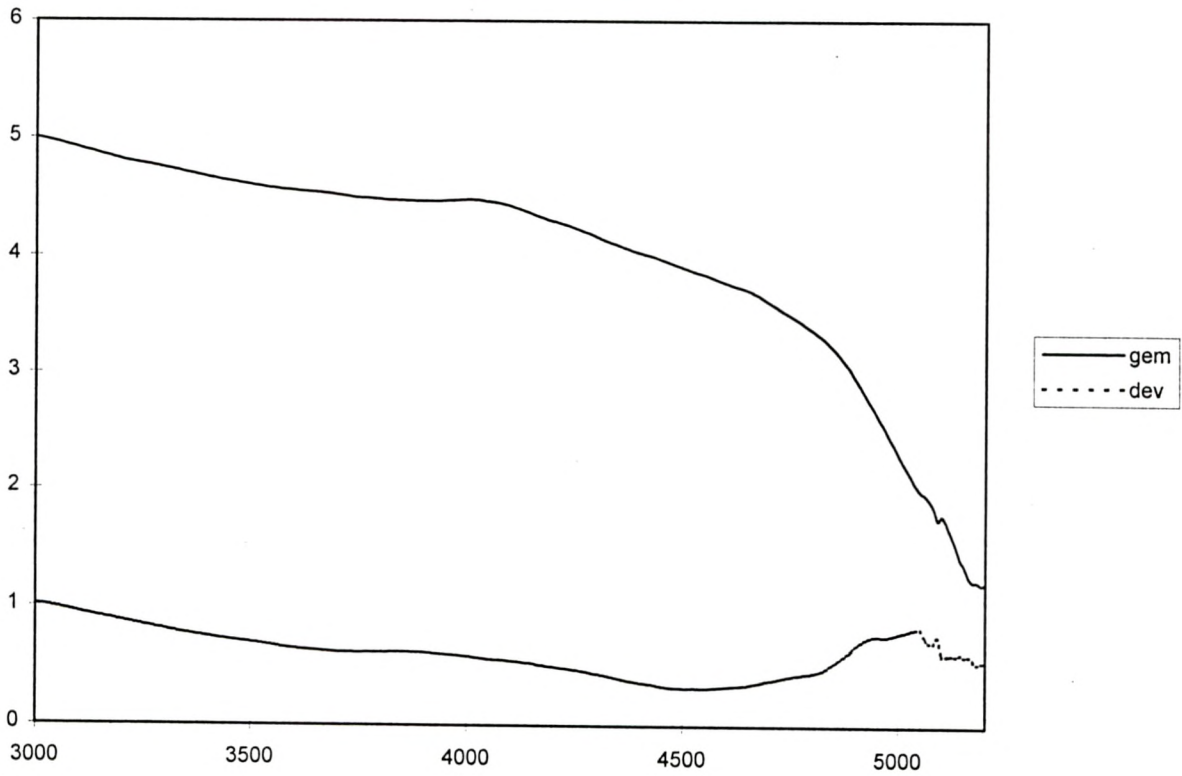




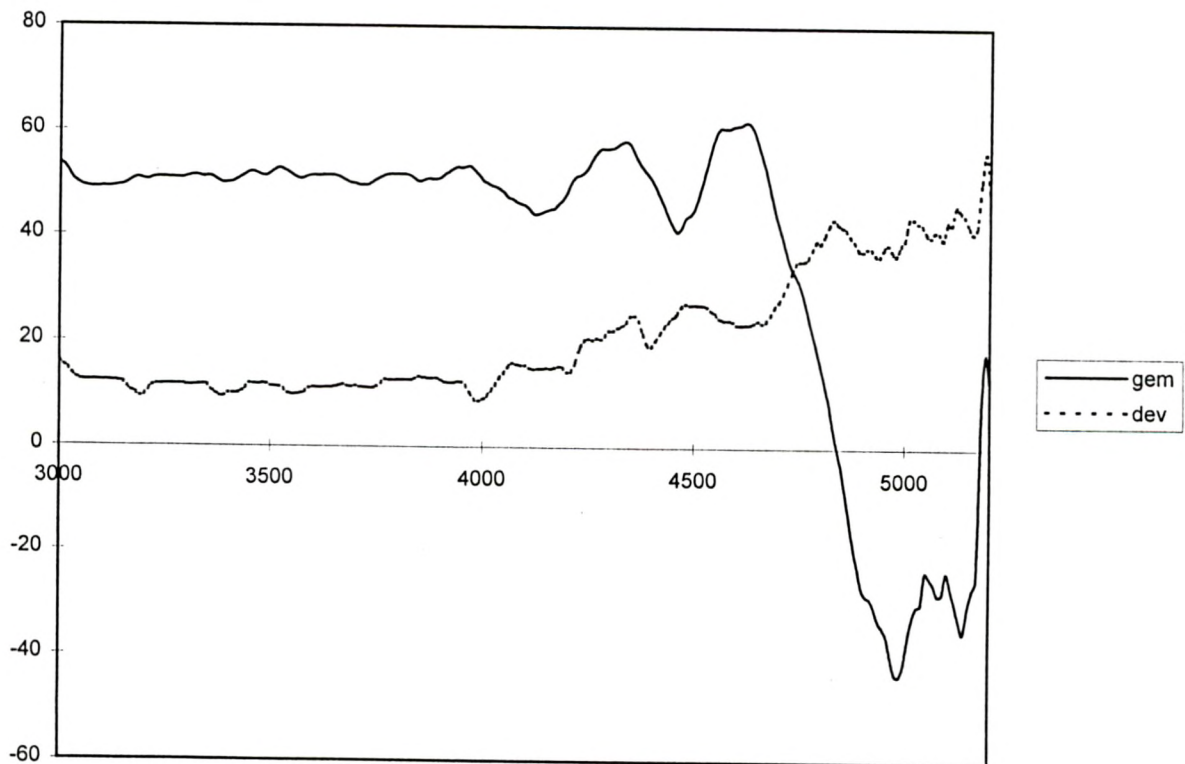
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET RORO-FERRY - 5 UUR VOOR HW

snelheid (m/s)



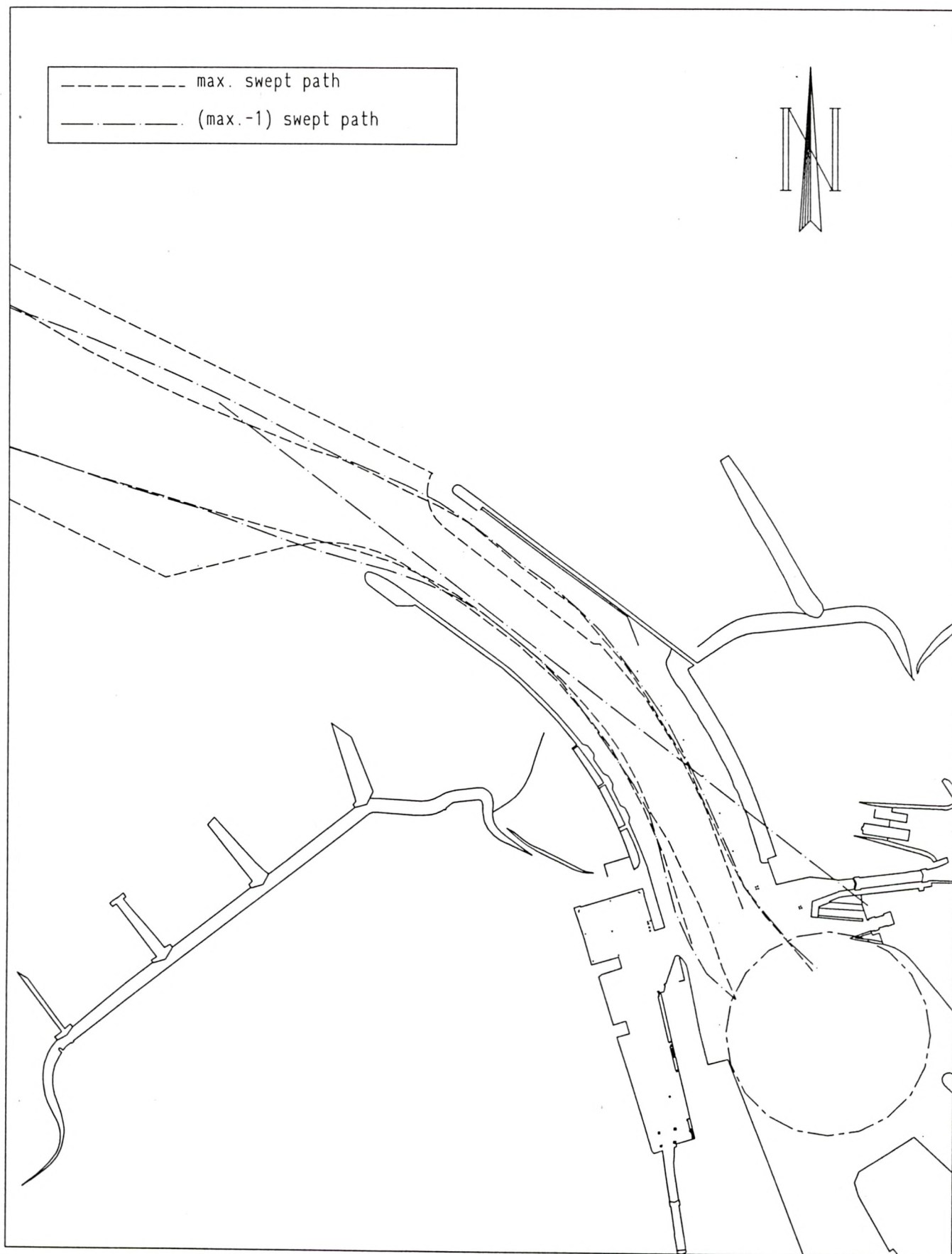
machinegebruik (%)





STATISTISCHE VERWERKING

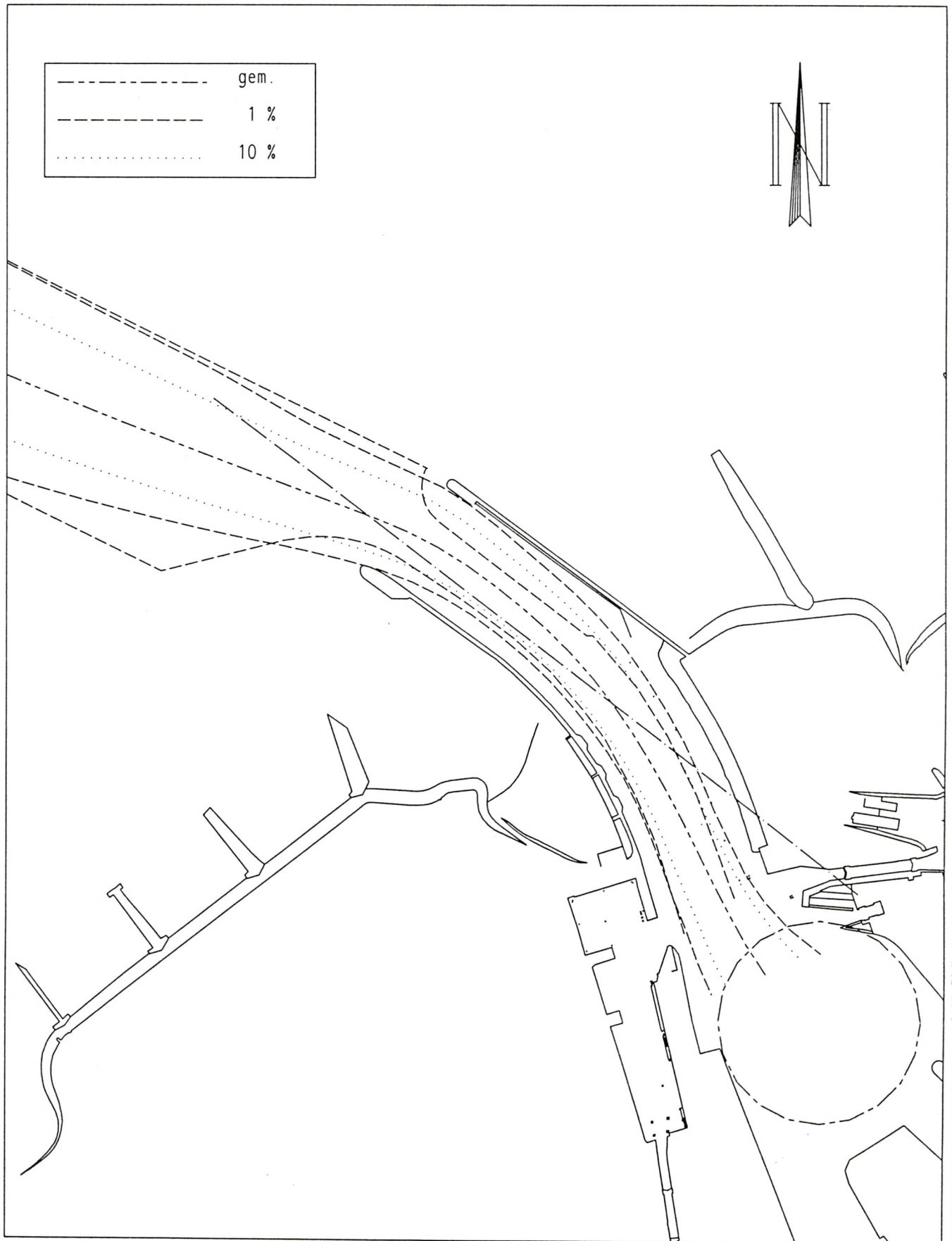
GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR VOOR HW





STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR VOOR HW



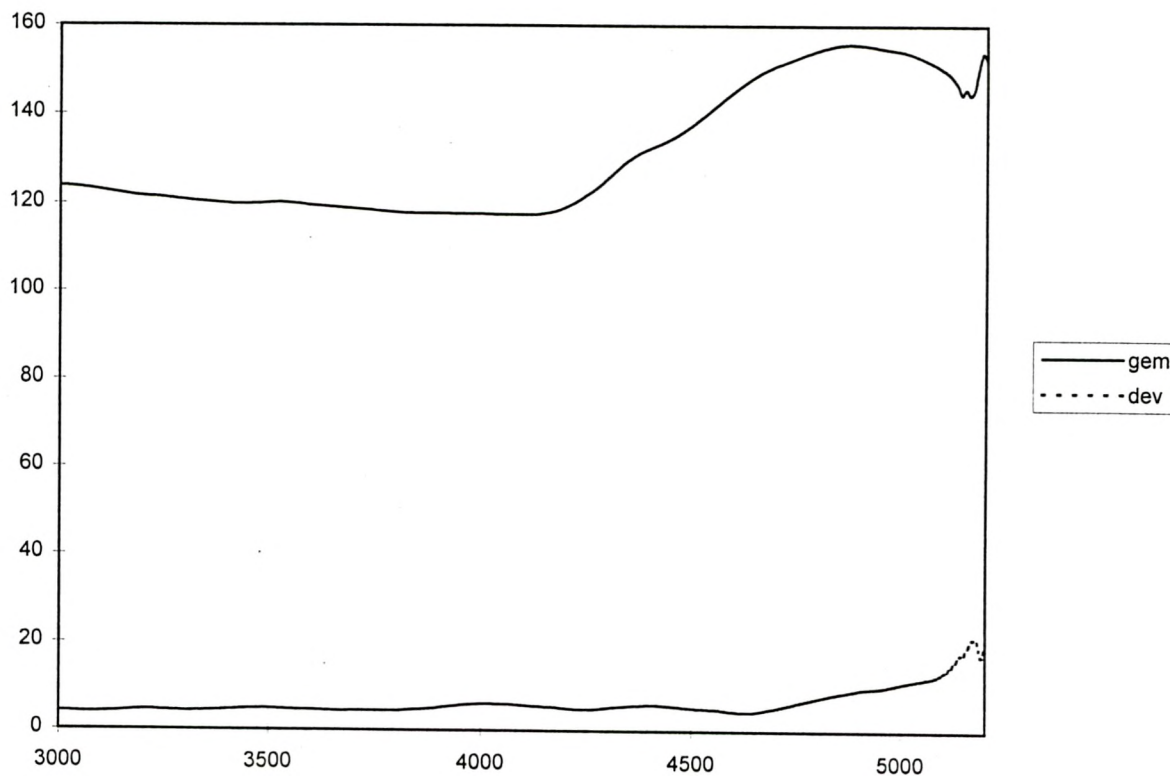
Schaal 1: / 8000.



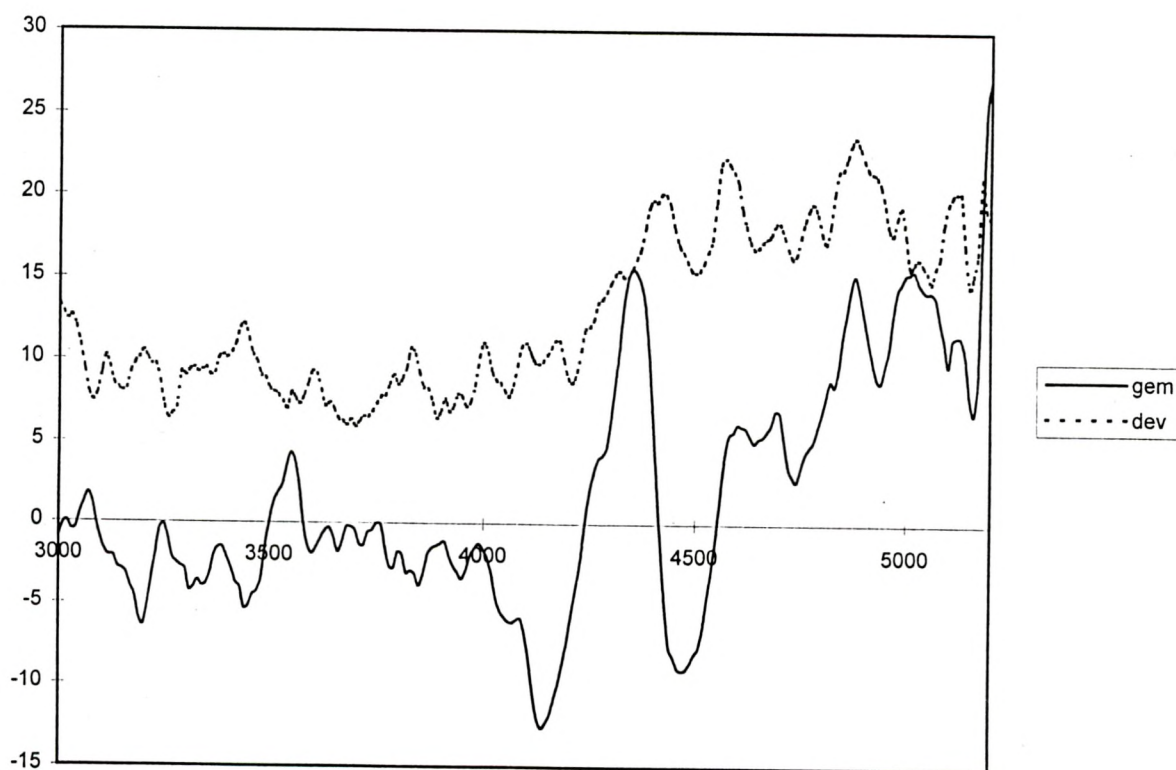
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR VOOR HW

koers (°)



roergebruik (°)

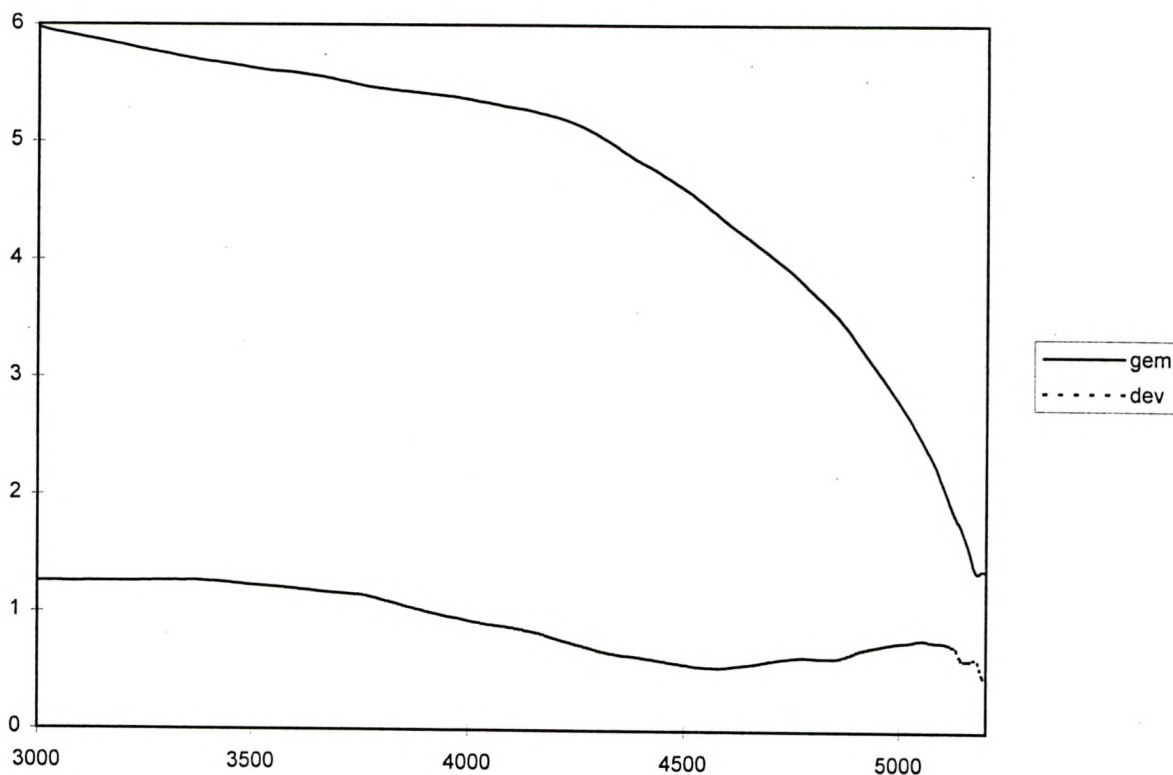




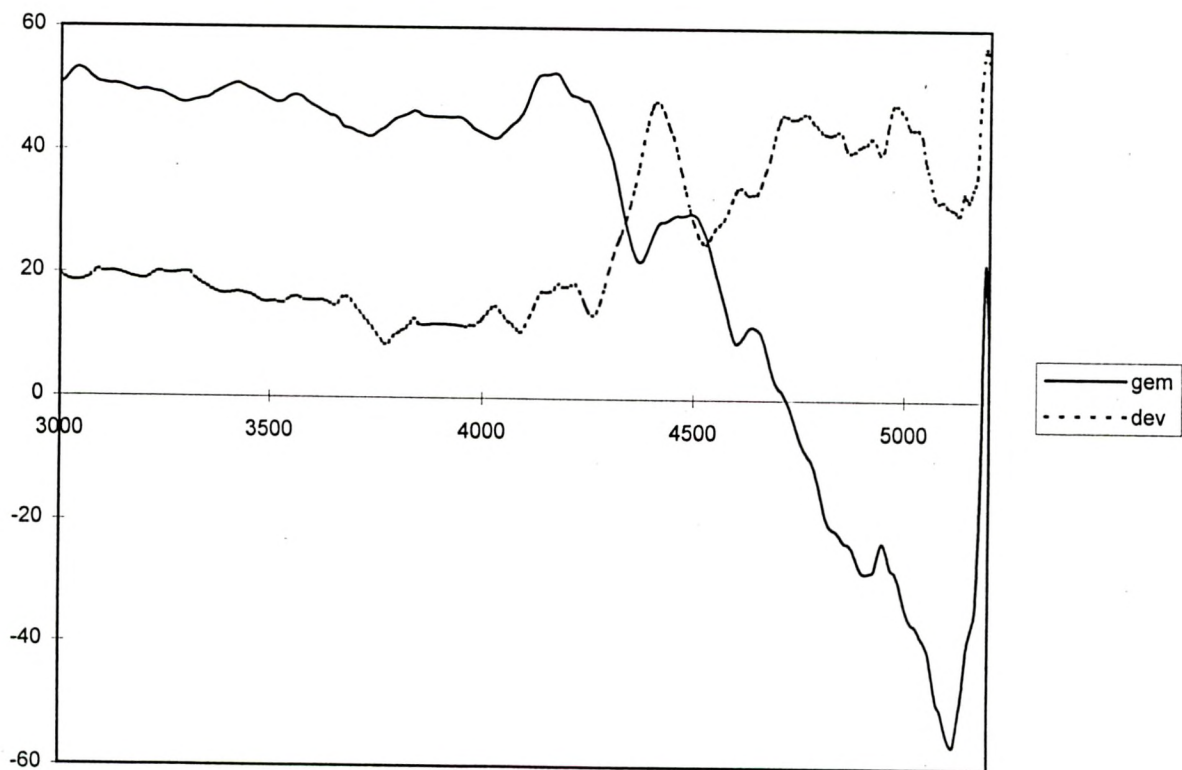
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR VOOR HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

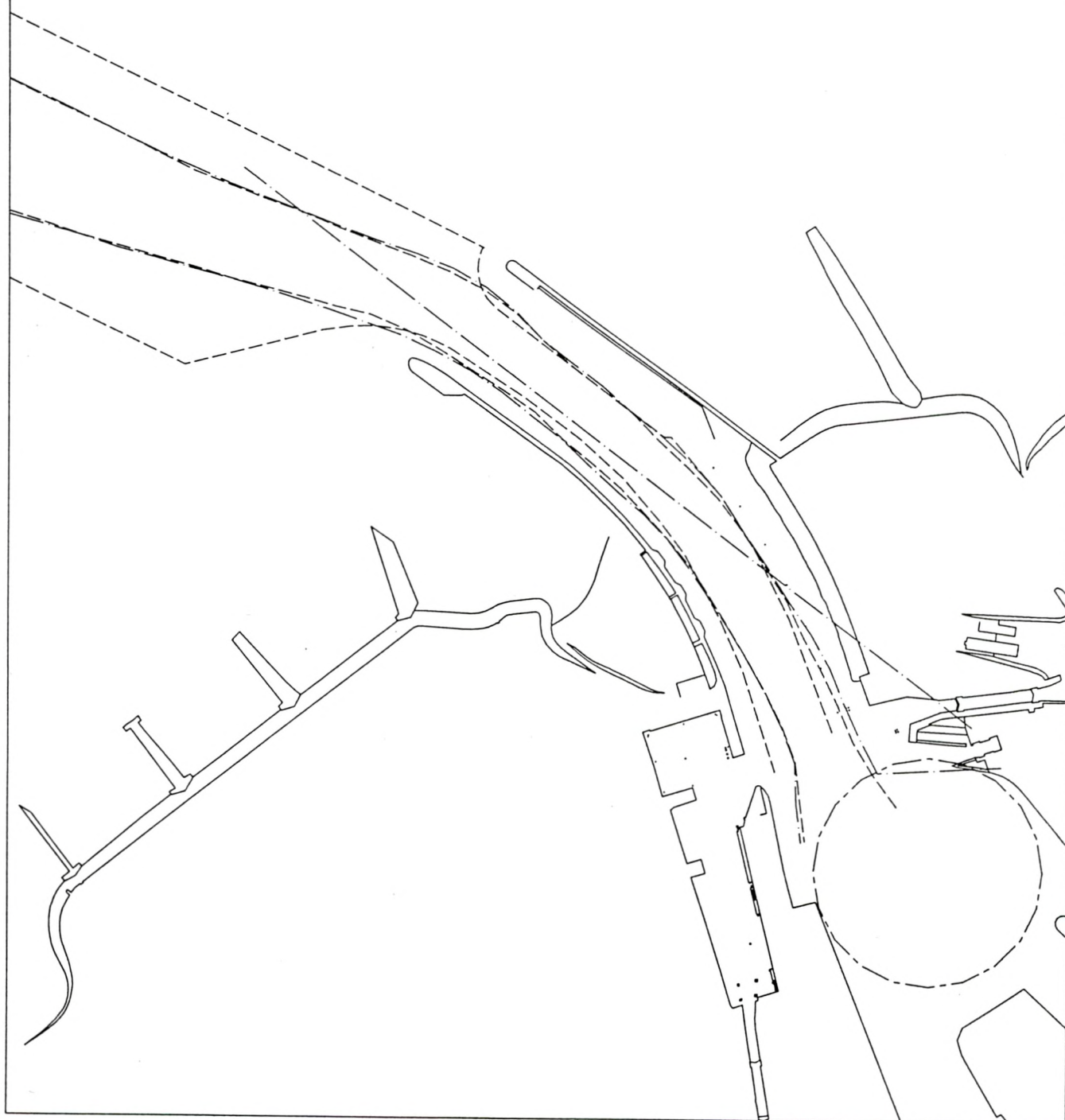




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR NA HW

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path



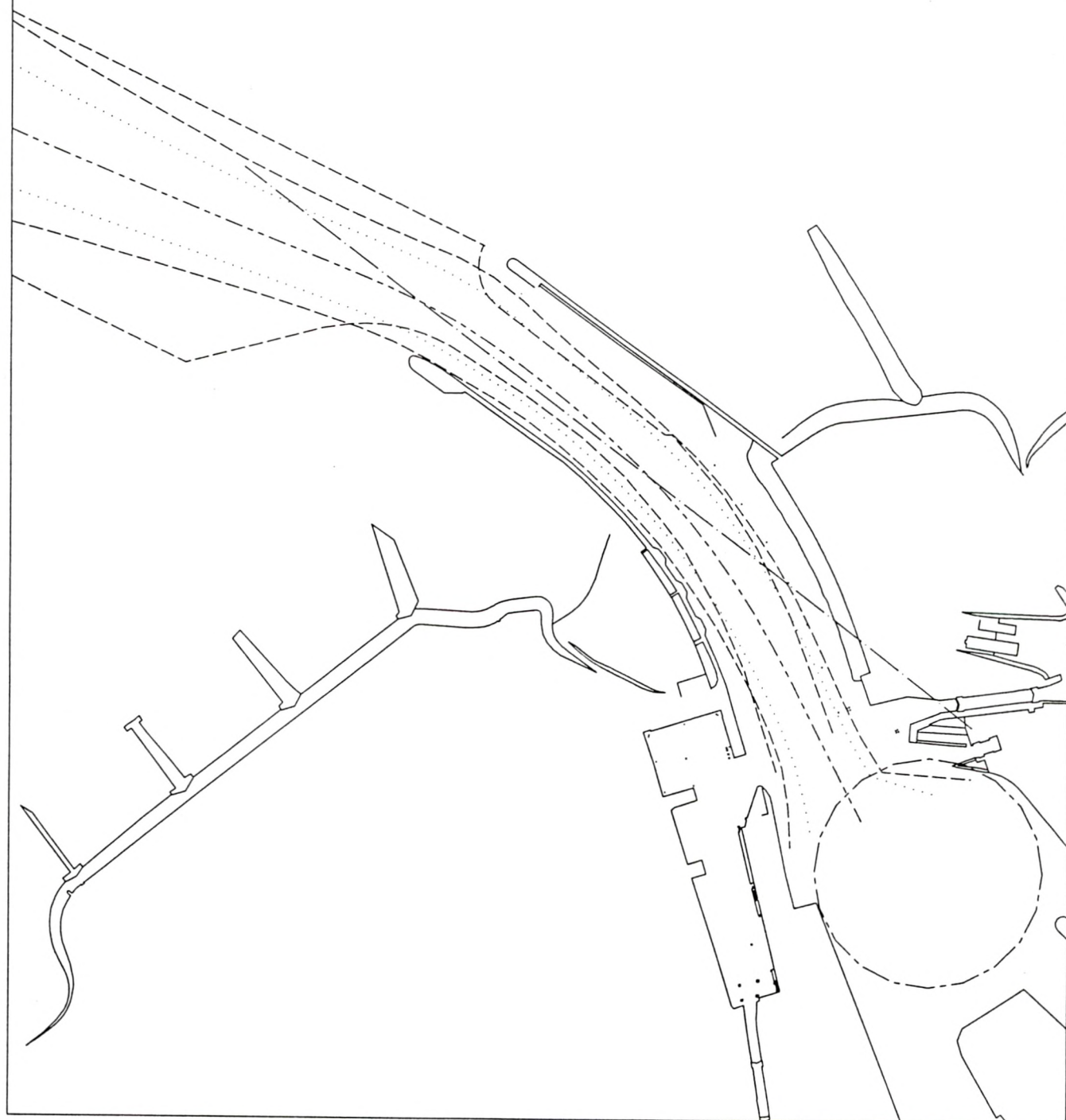
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR NA HW

-----	gem.
- - - - -	1 %
.....	10 %



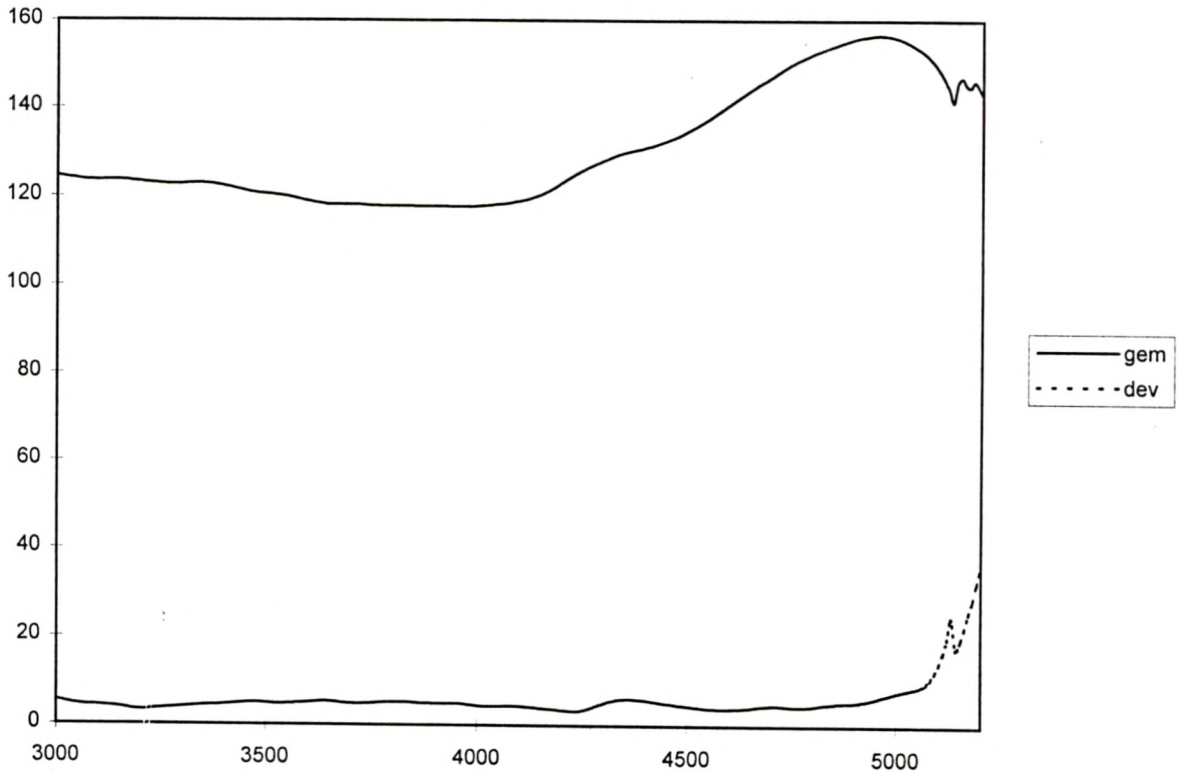
Schaal 1: / 8000.



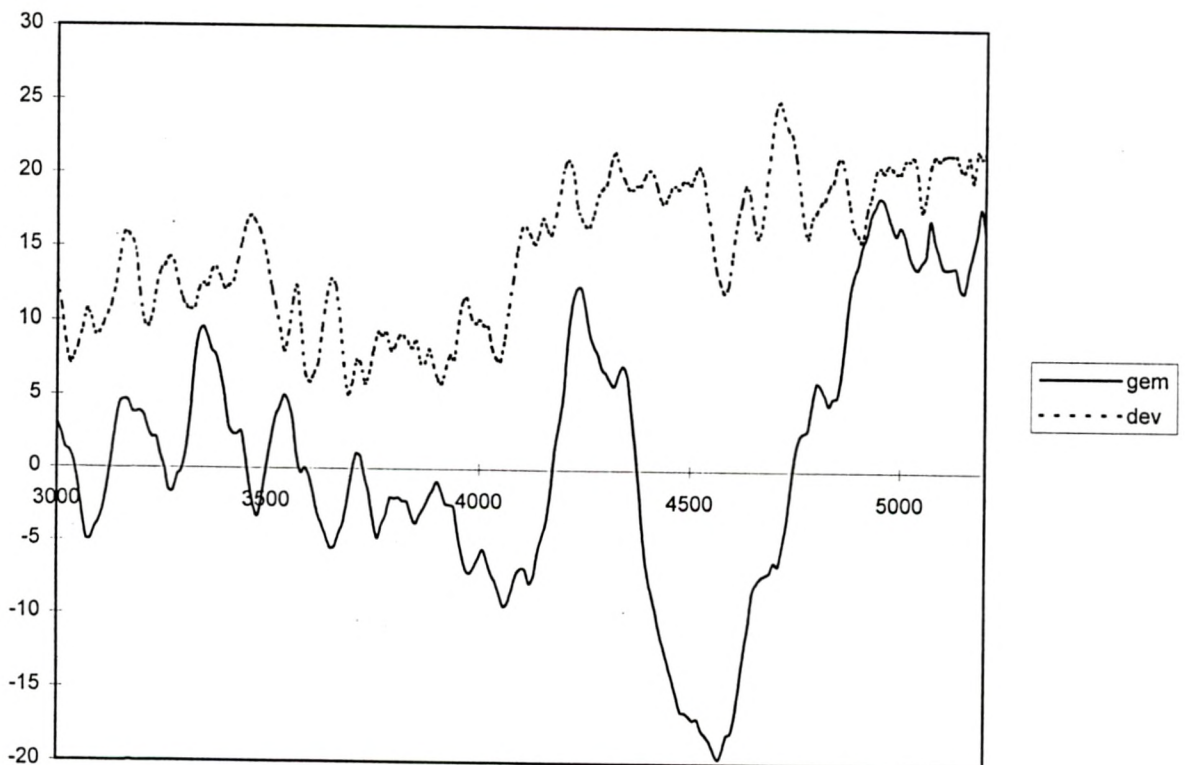
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR NA HW

koers (°)



roergebruik (°)

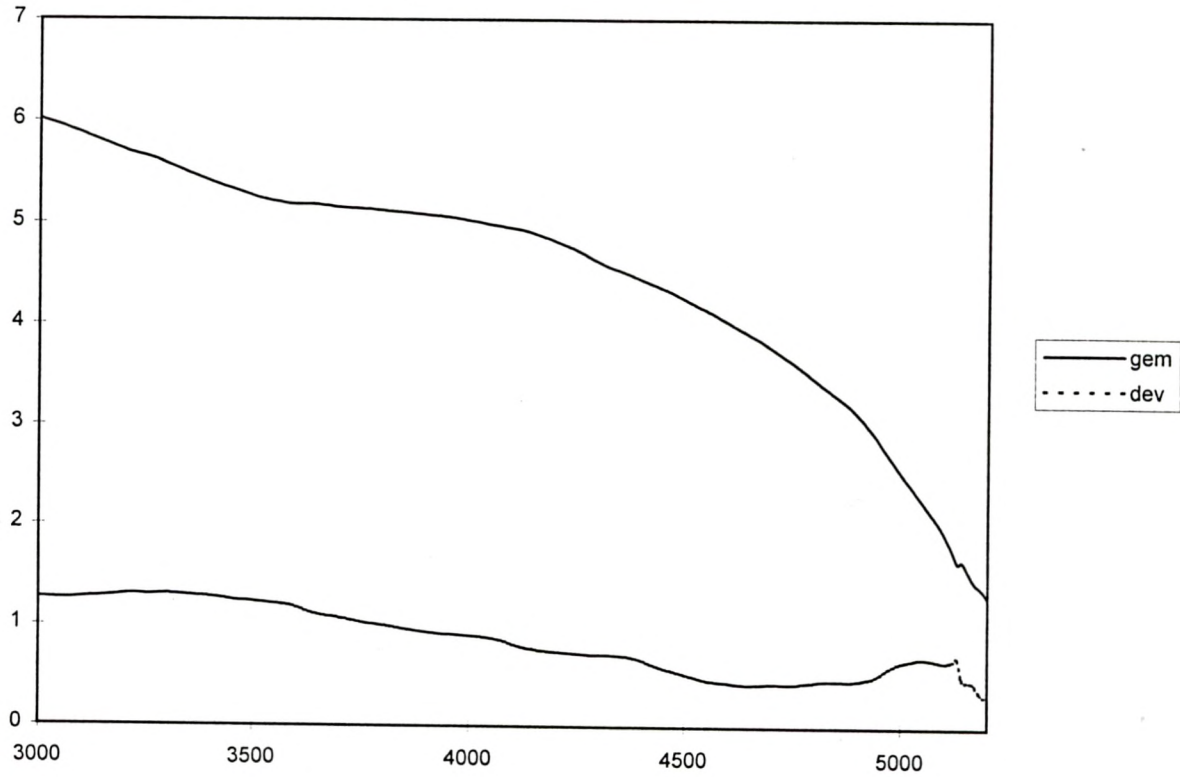




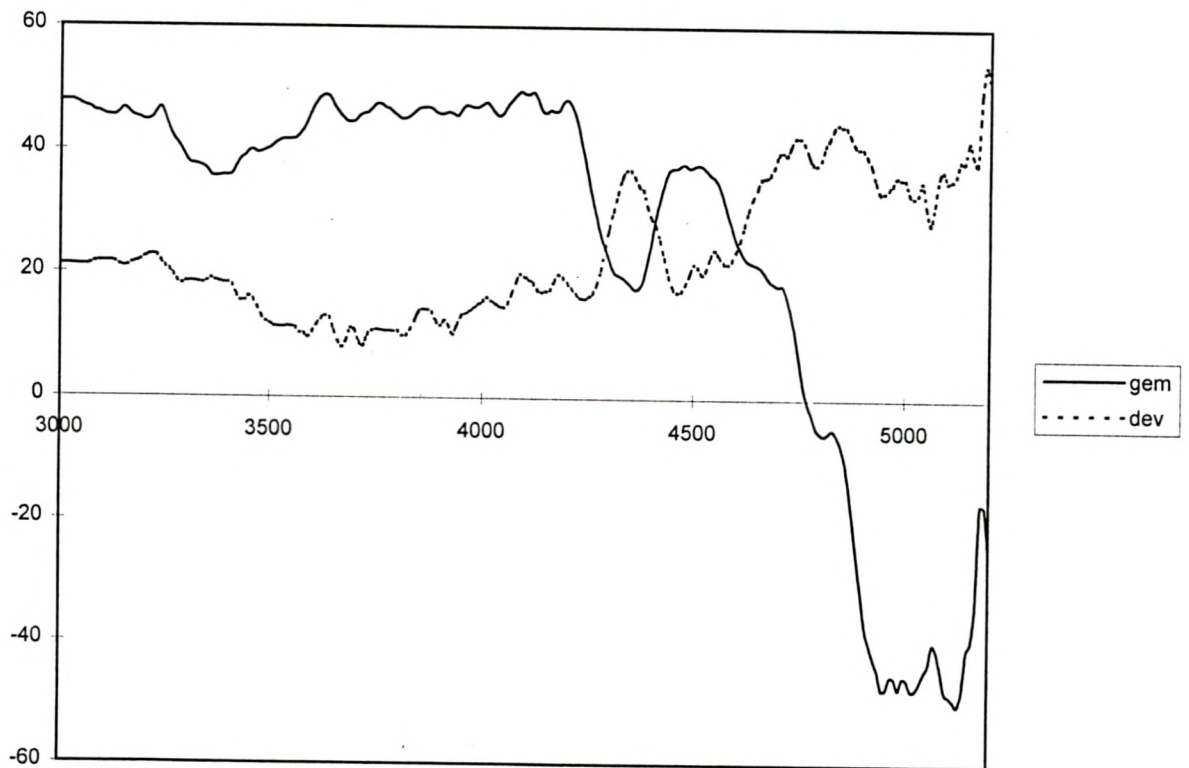
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR NA HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

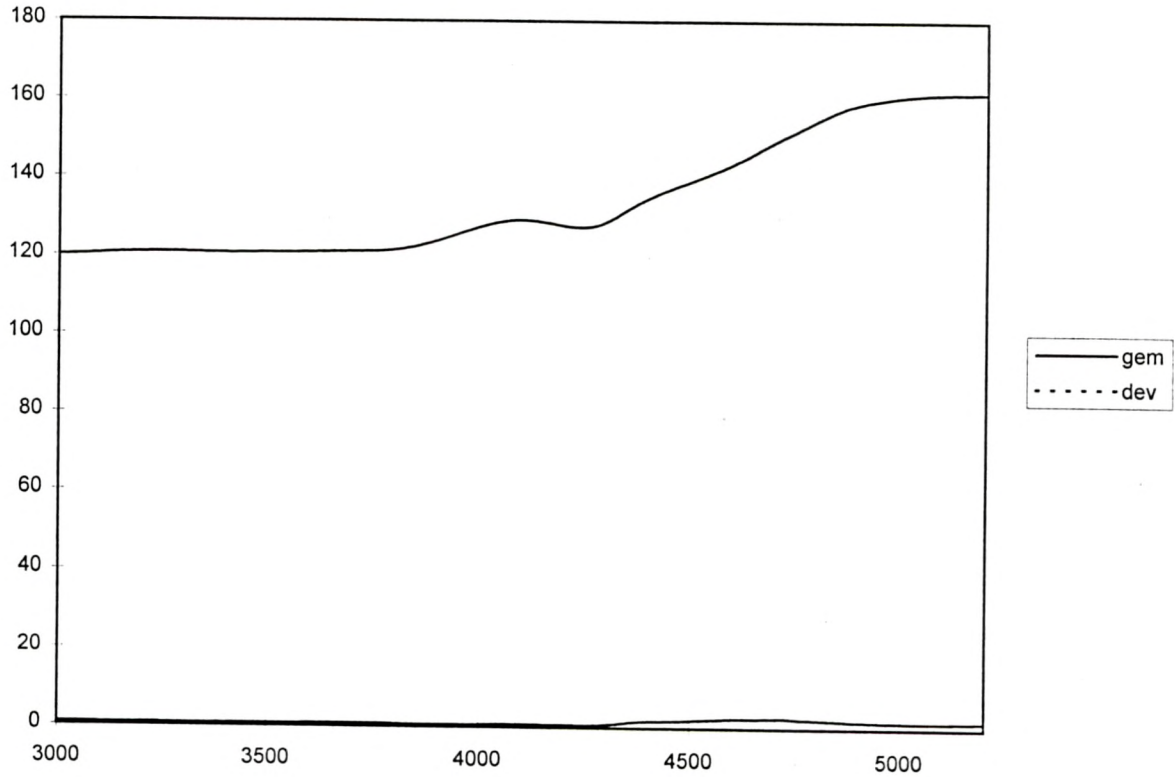




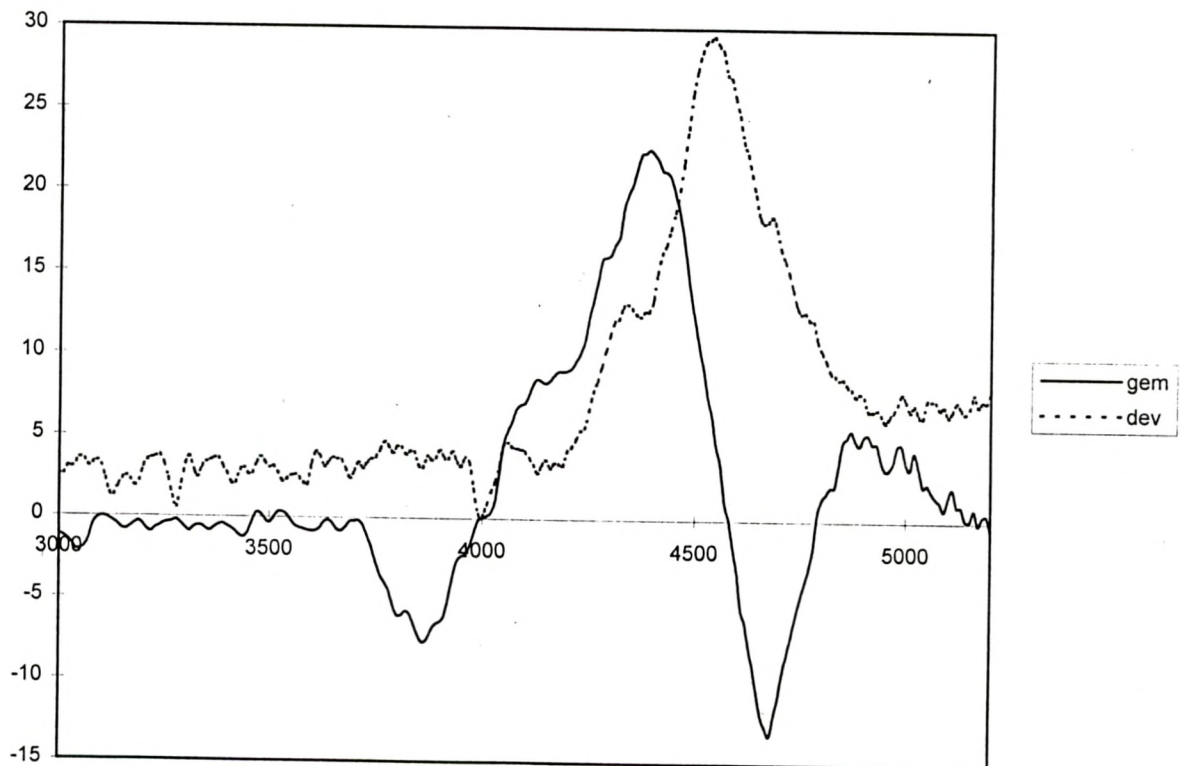
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
EVALUATIEVAART MET RORO-FERRY - HUIDIGE SITUATIE

koers (°)



roergebruik (°)

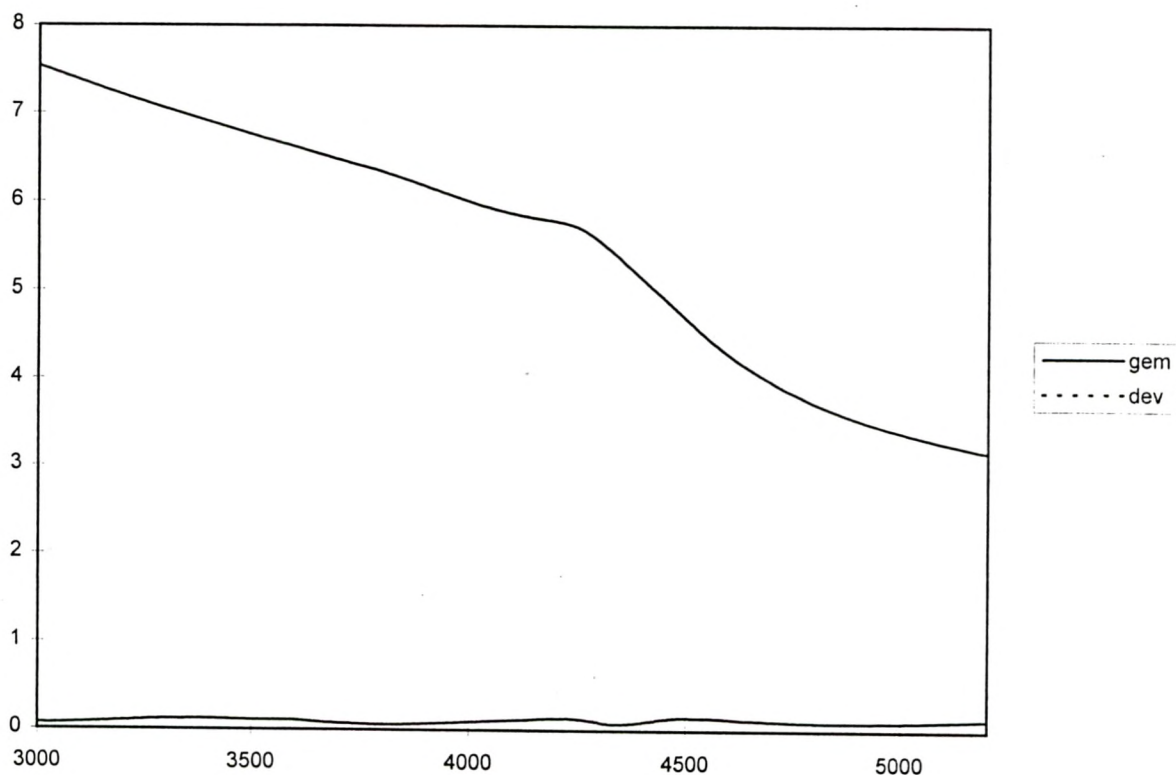




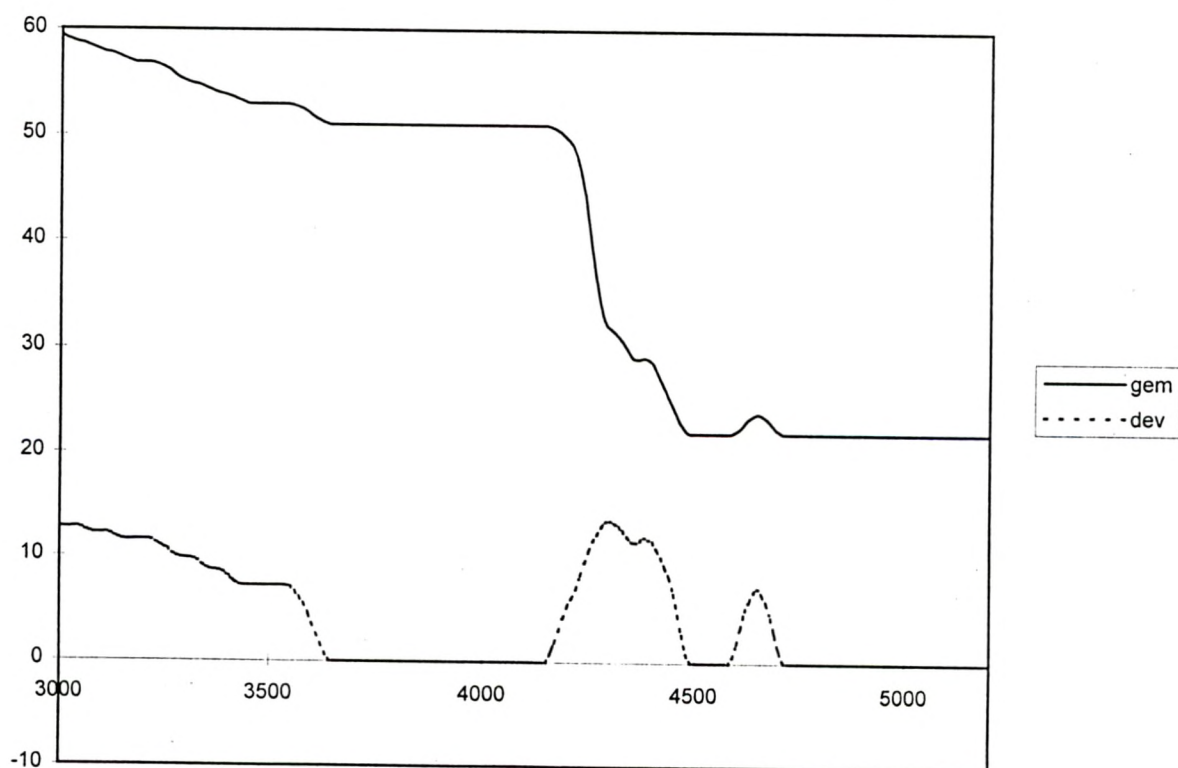
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
EVALUATIEVAART MET RORO-FERRY - HUIDIGE SITUATIE

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

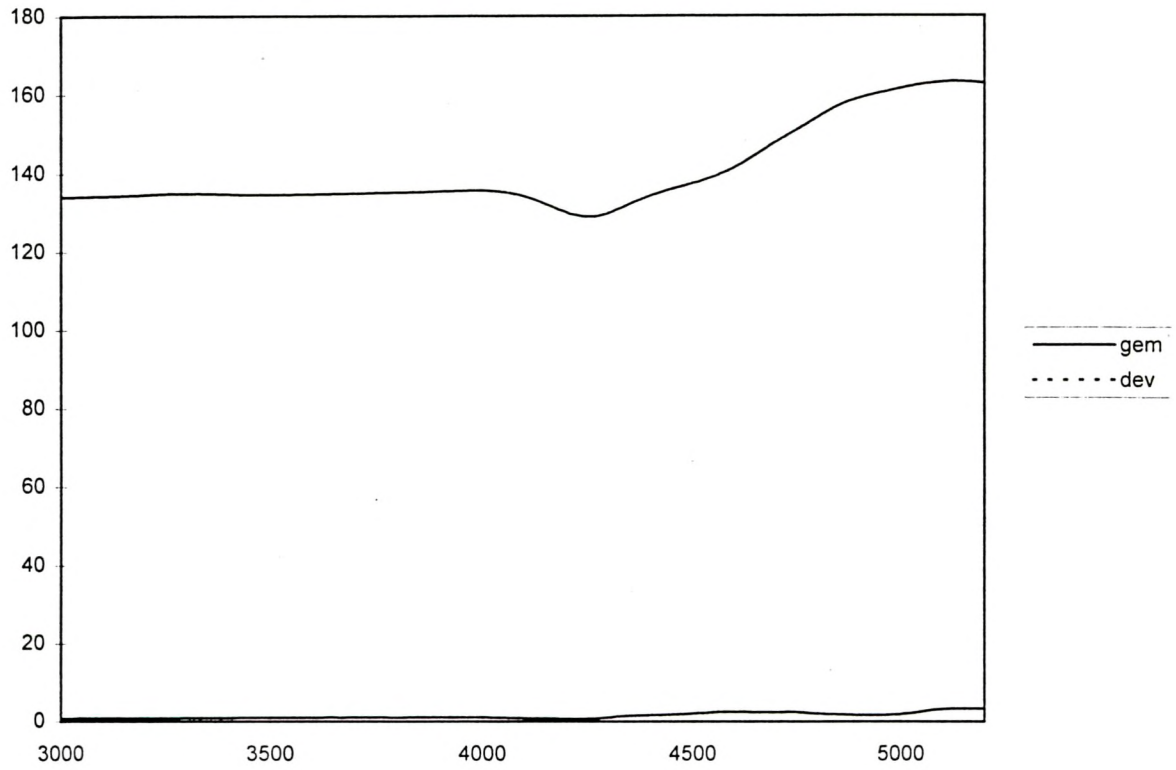




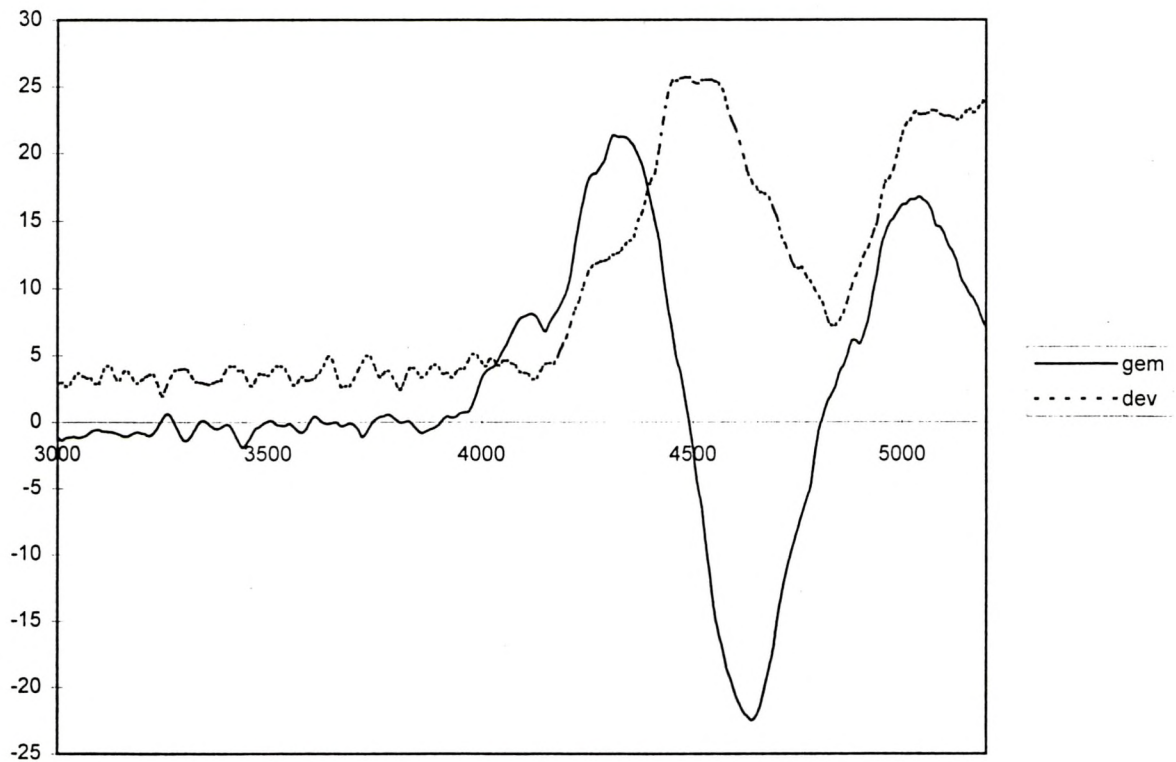
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK - EVALUATIEVAART
MET RORO-FERRY - ALTERNATIEVE AANLOOP

koers (°)



roergebruik (°)

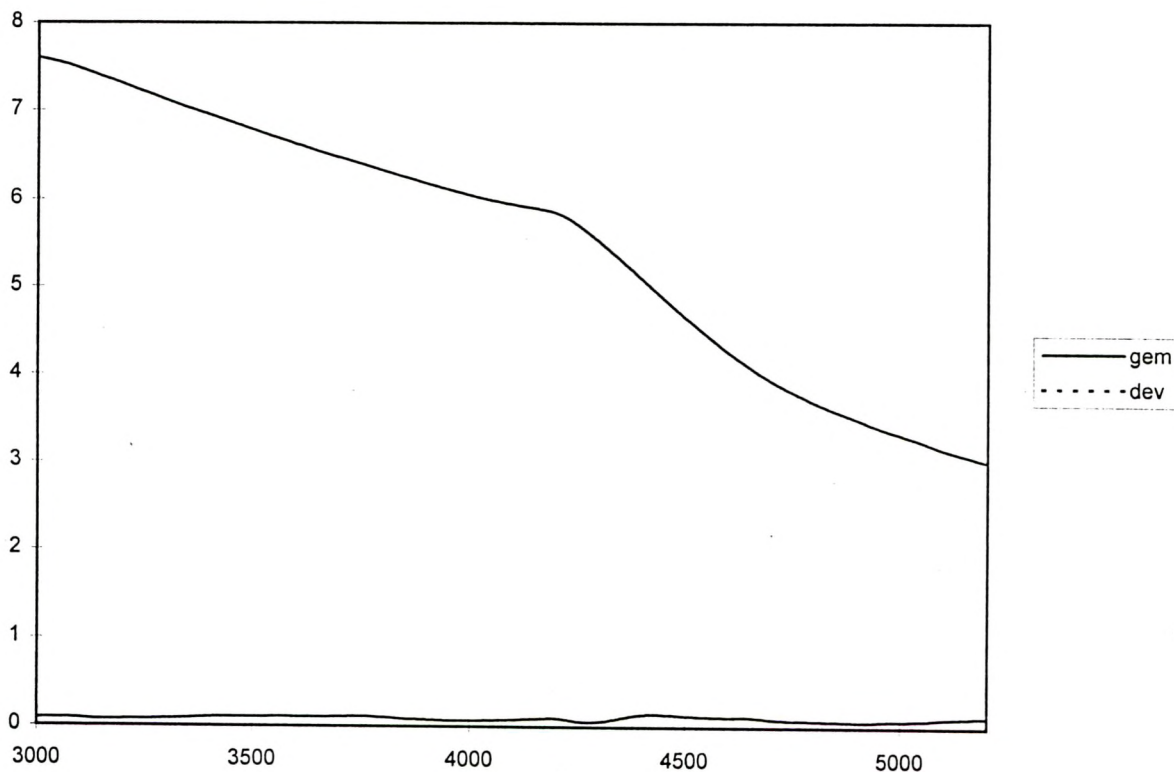




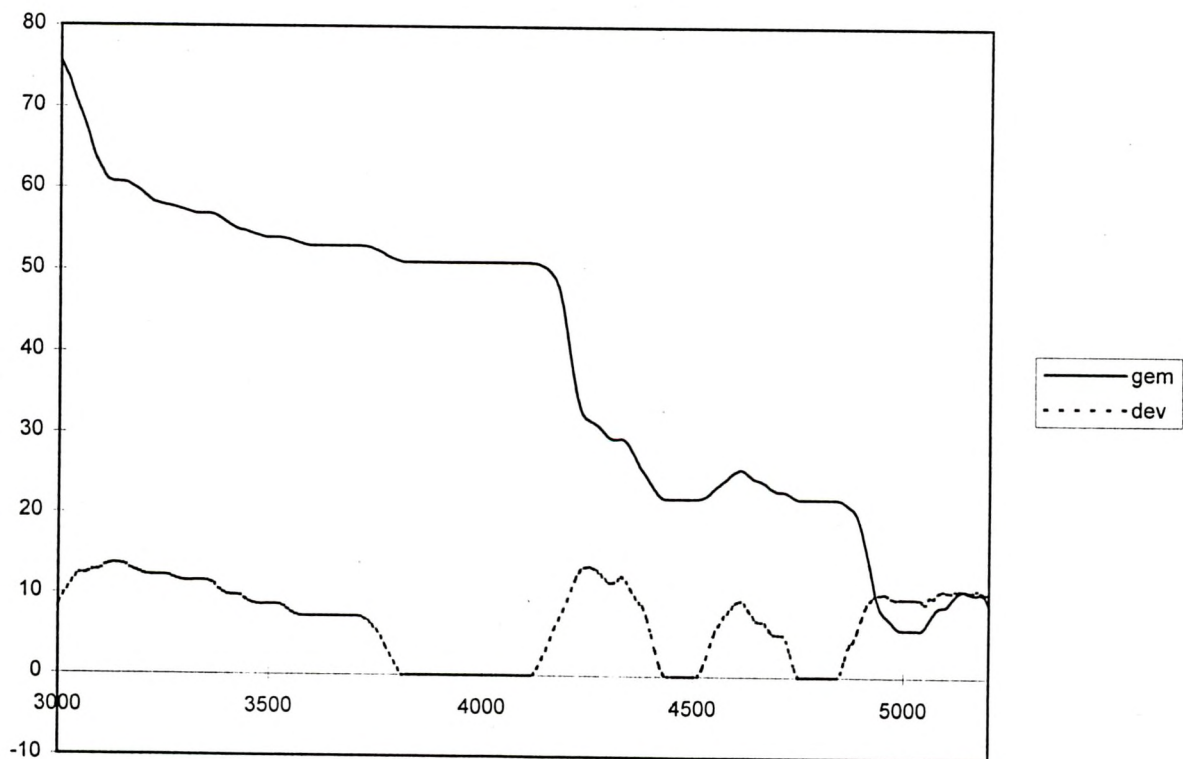
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF - EVALUATIEVAART
MET RORO-FERRY - ALTERNATIEVE AANLOOP

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

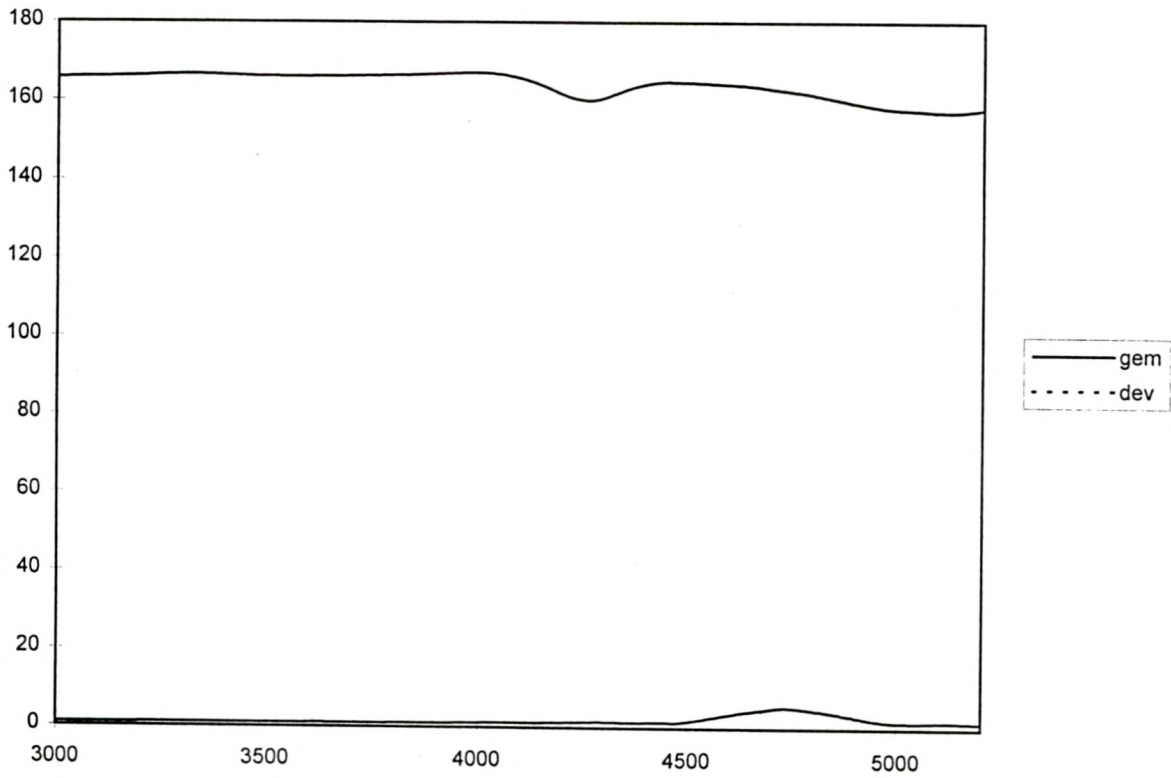




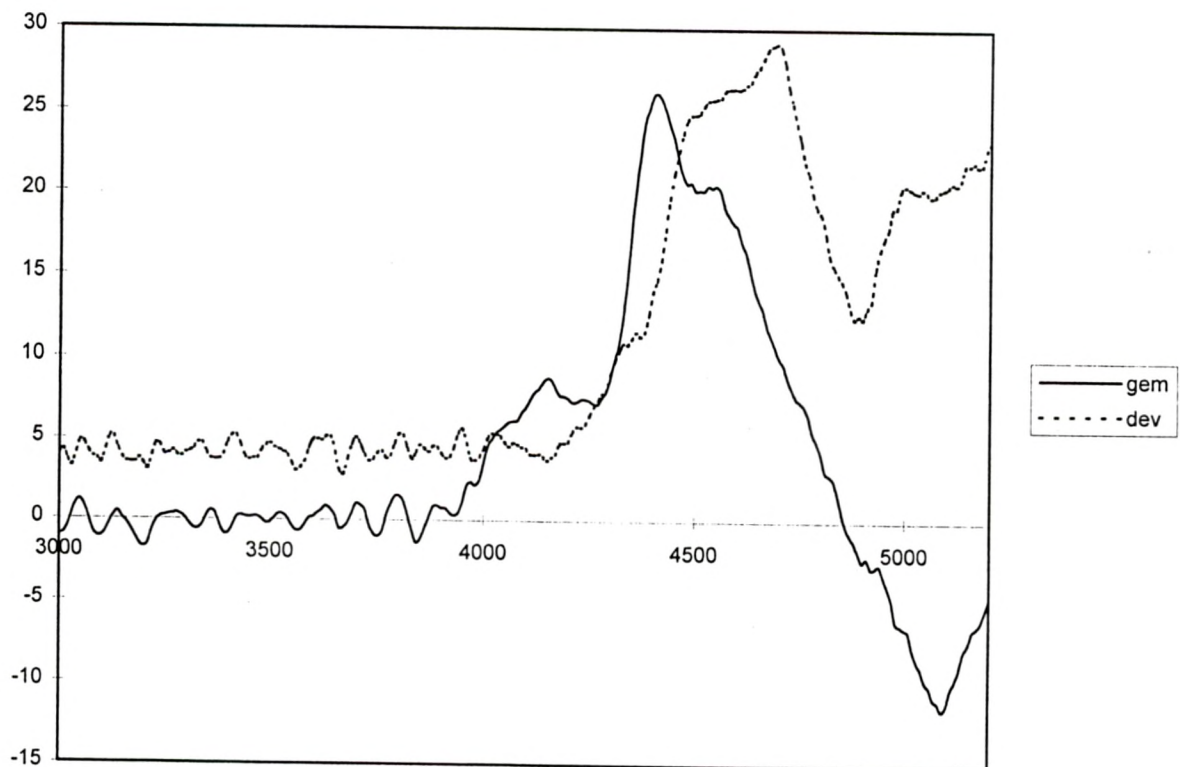
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK - EVALUATIEVAART
MET RORO-FERRY - ALTERNATIEVE HAVENGEUL

koers (°)



roergebruik (°)

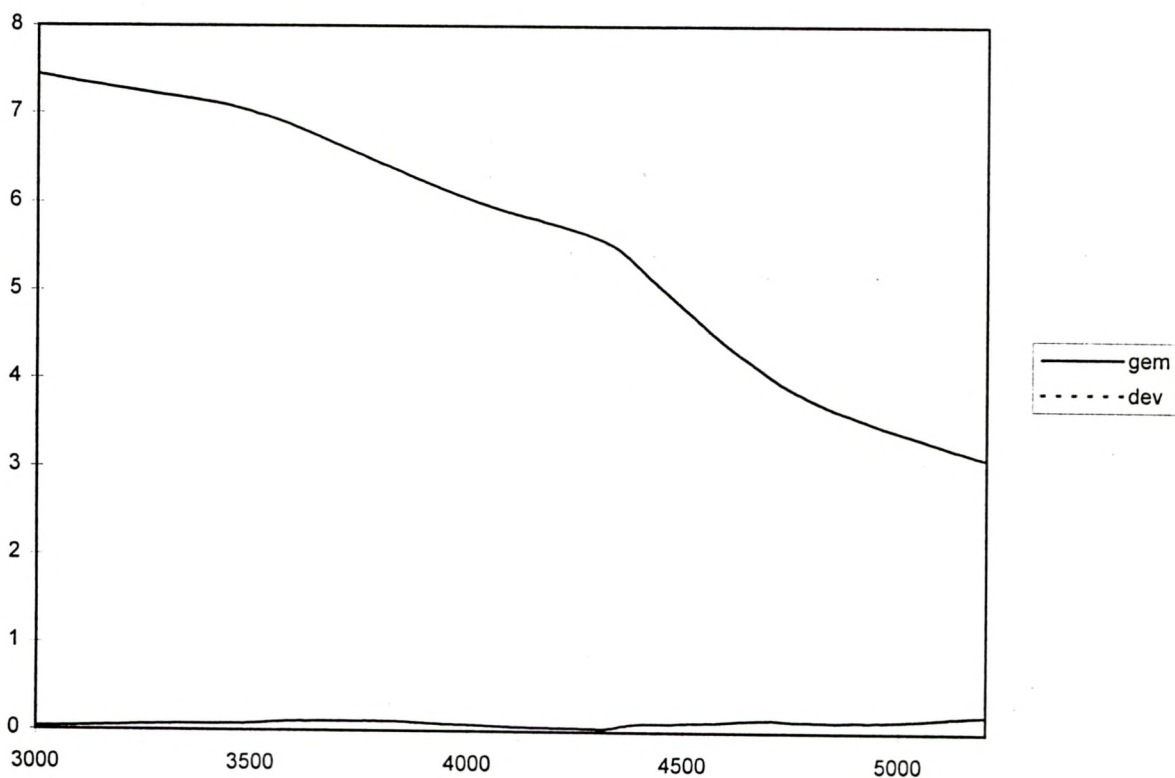




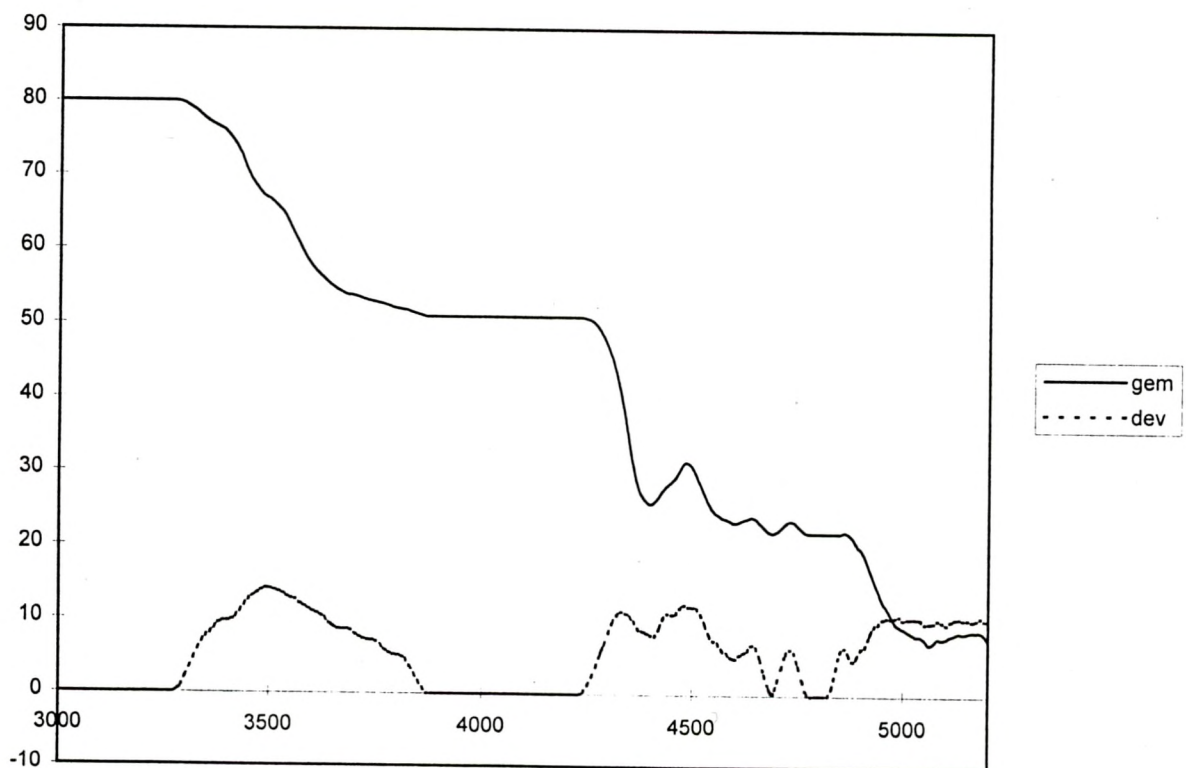
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF - EVALUATIEVAART
MET RORO-FERRY - ALTERNATIEVE HAVENGEUL

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

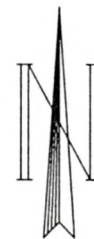




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 5 UUR VOOR HW

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path



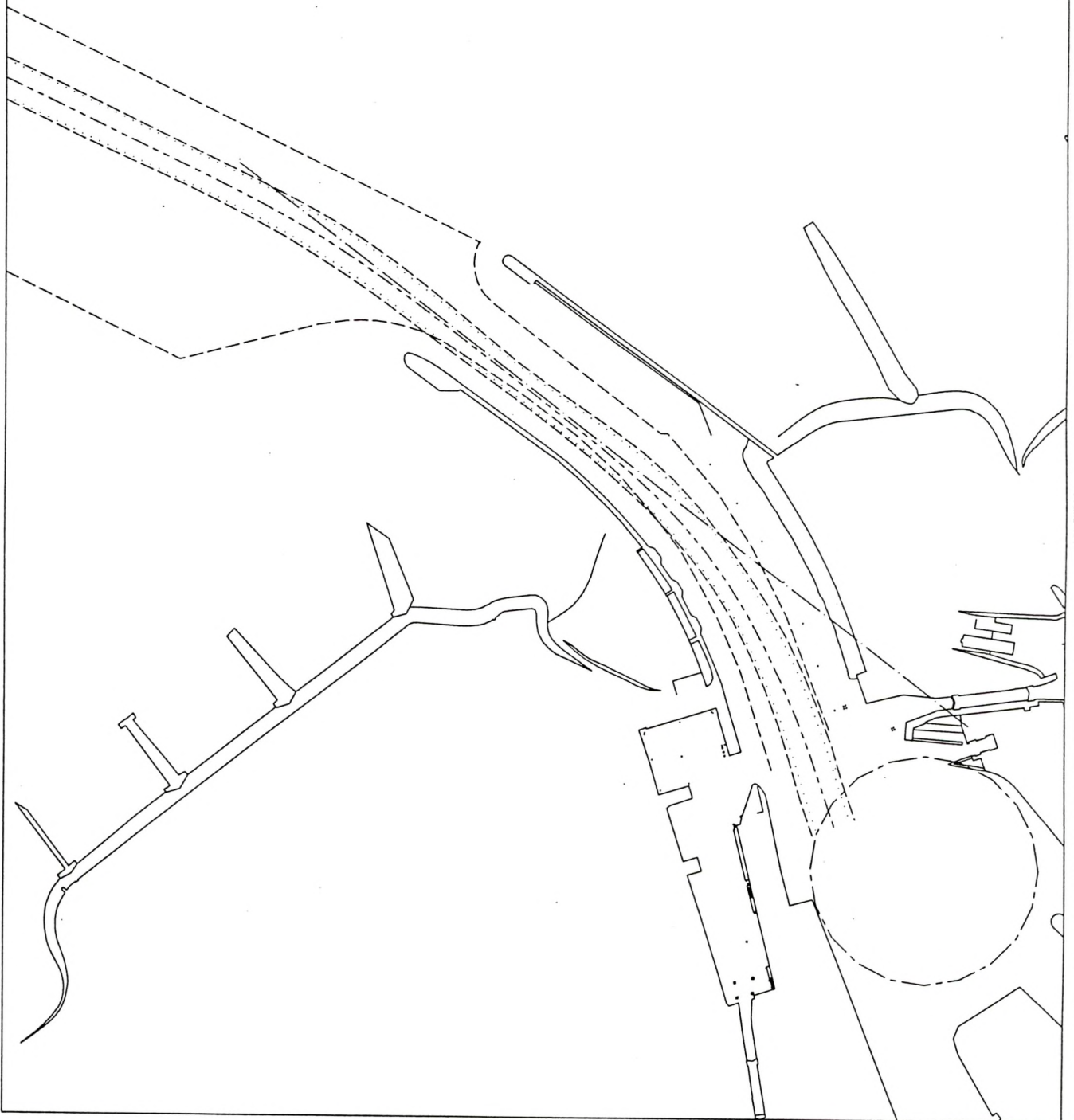
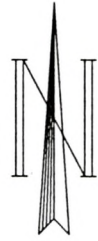
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAAART MET RORO-FERRY - 5 UUR VOOR HW

-----	gem.
-----	1 %
.....	10 %



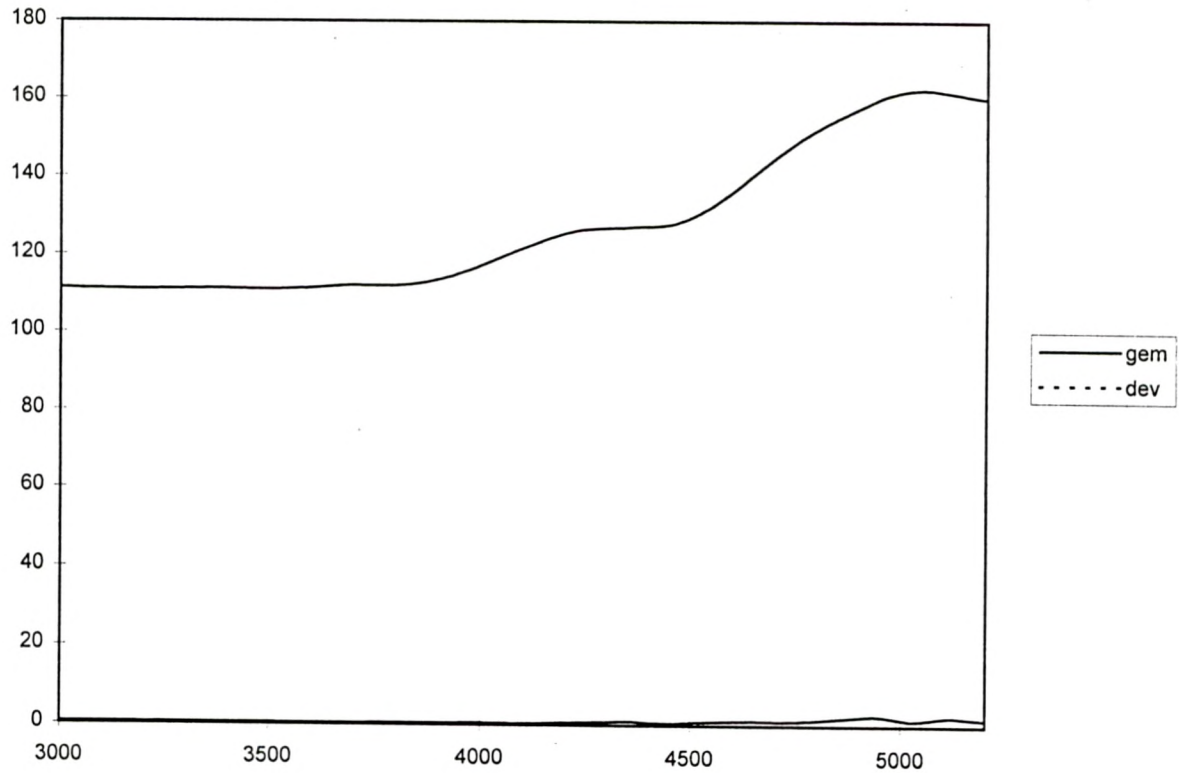
Schaal 1: / 8000.



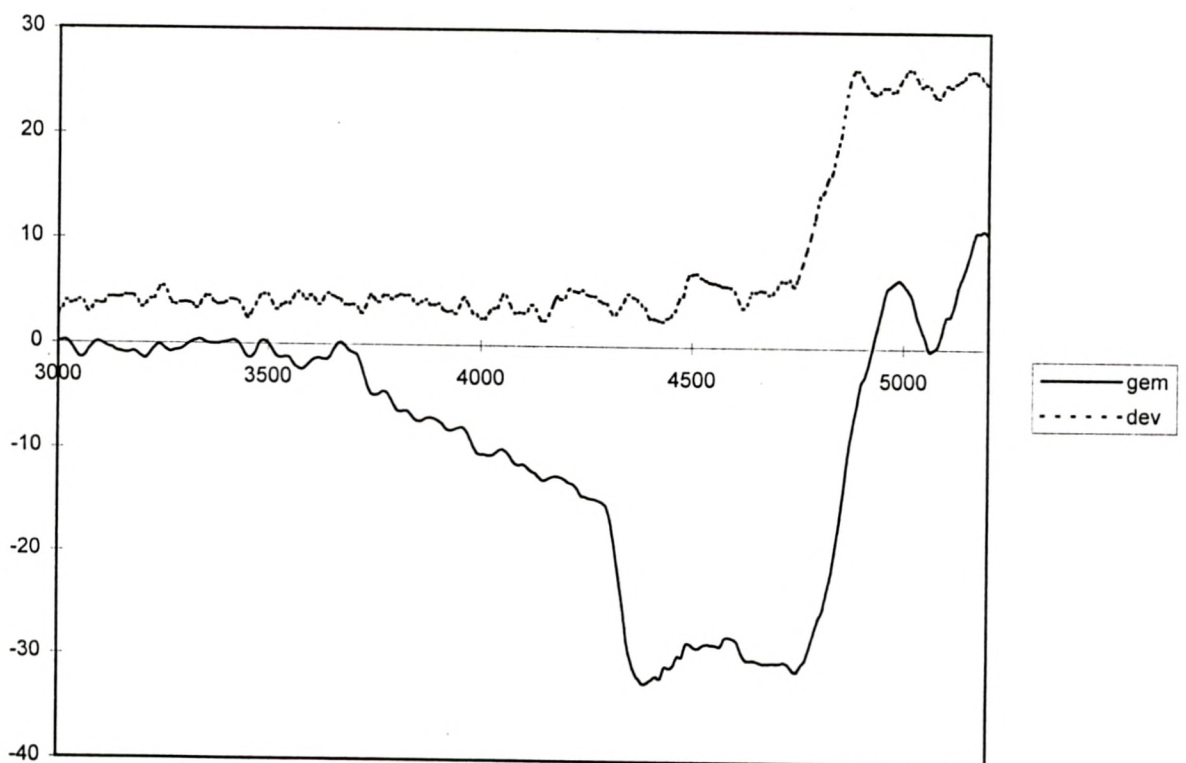
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 5 UUR VOOR HW

koers (°)



roergebruik (°)

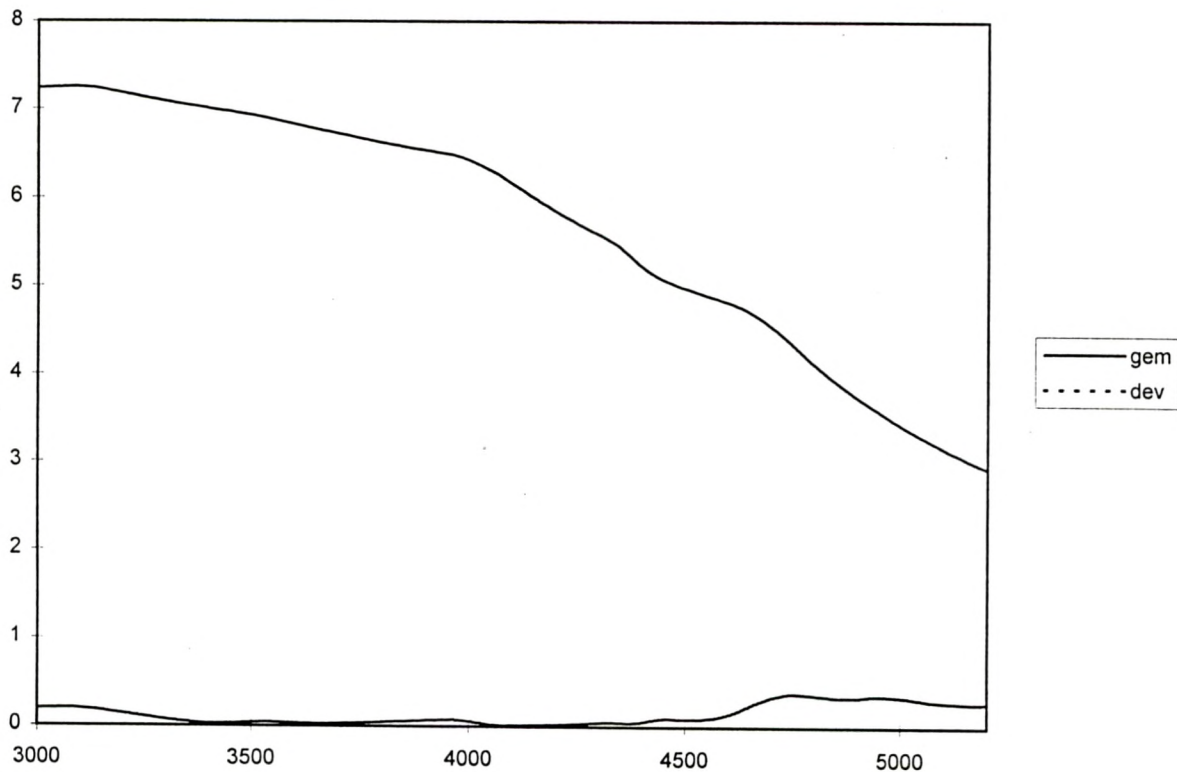




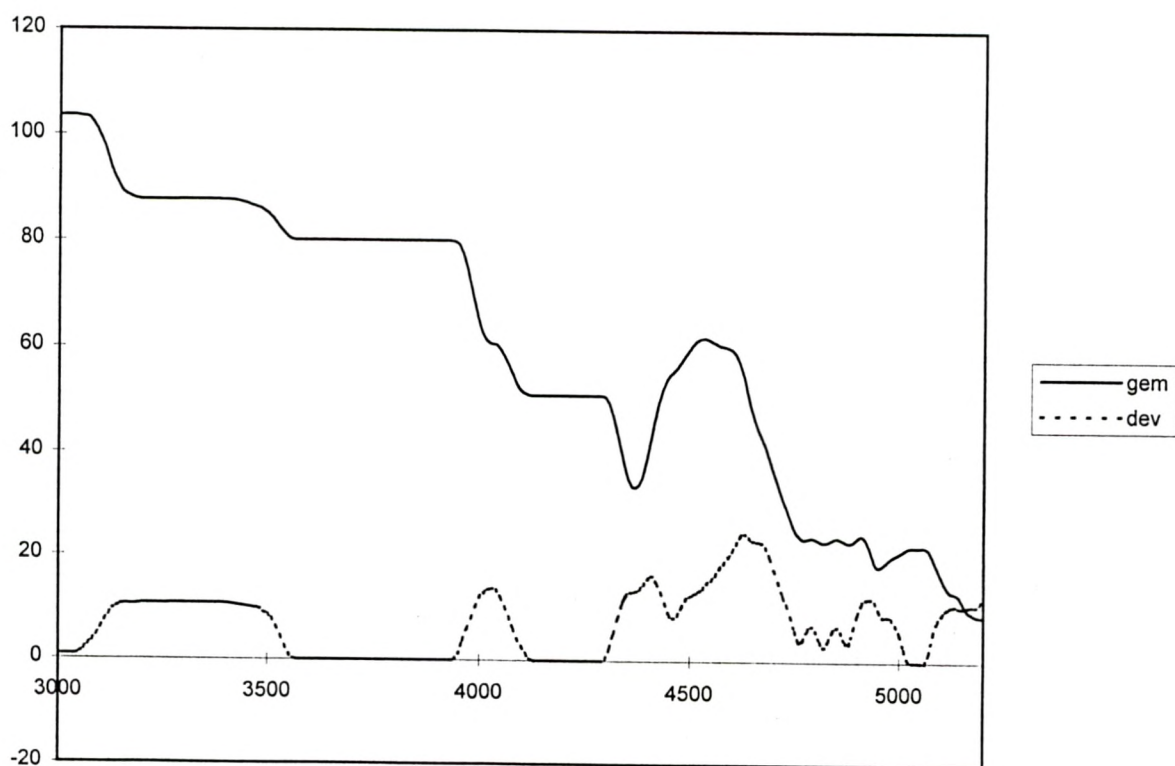
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 5 UUR VOOR HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

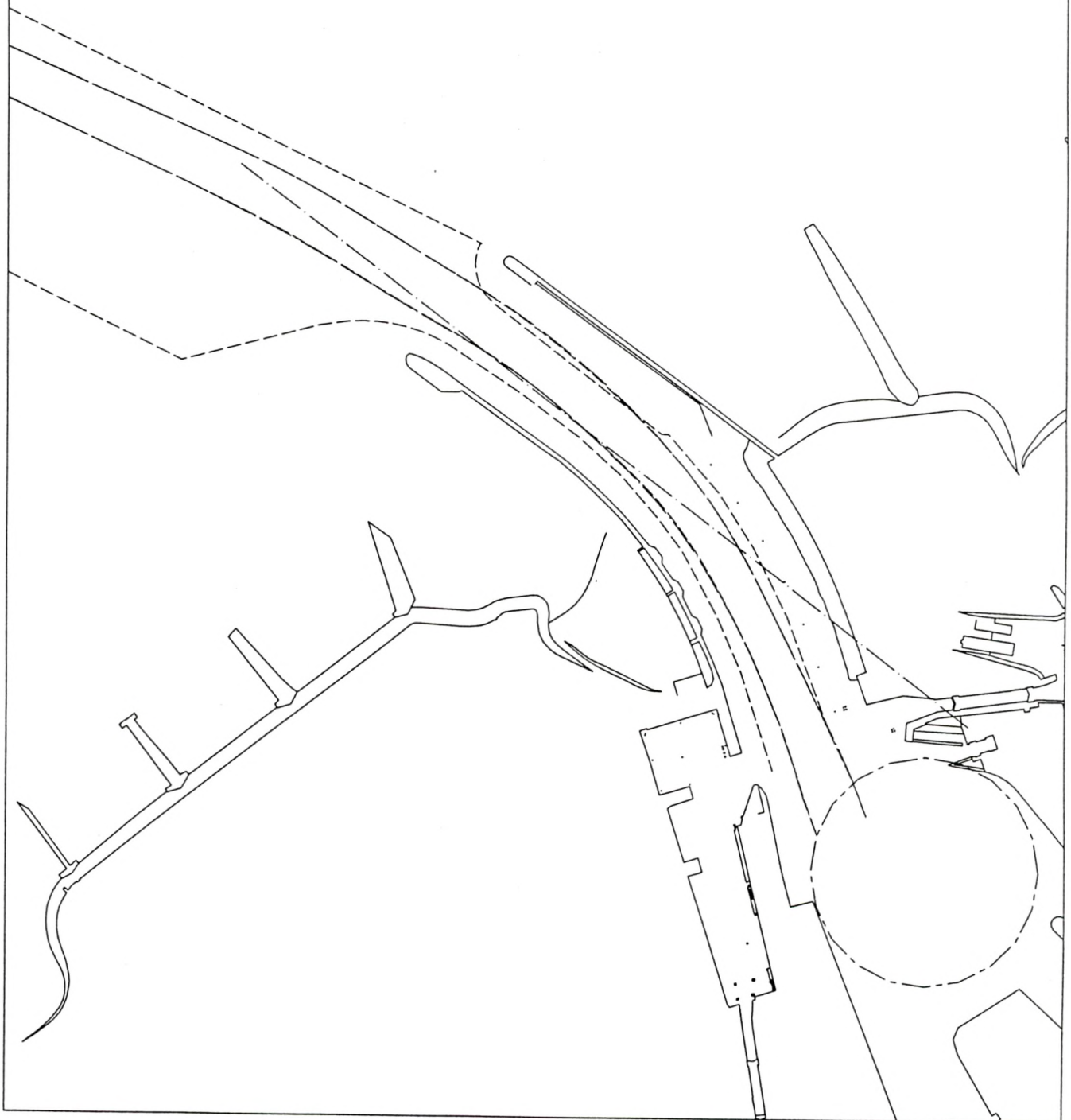




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR VOOR HW

----- max. swept path
———— (max.-1) swept path



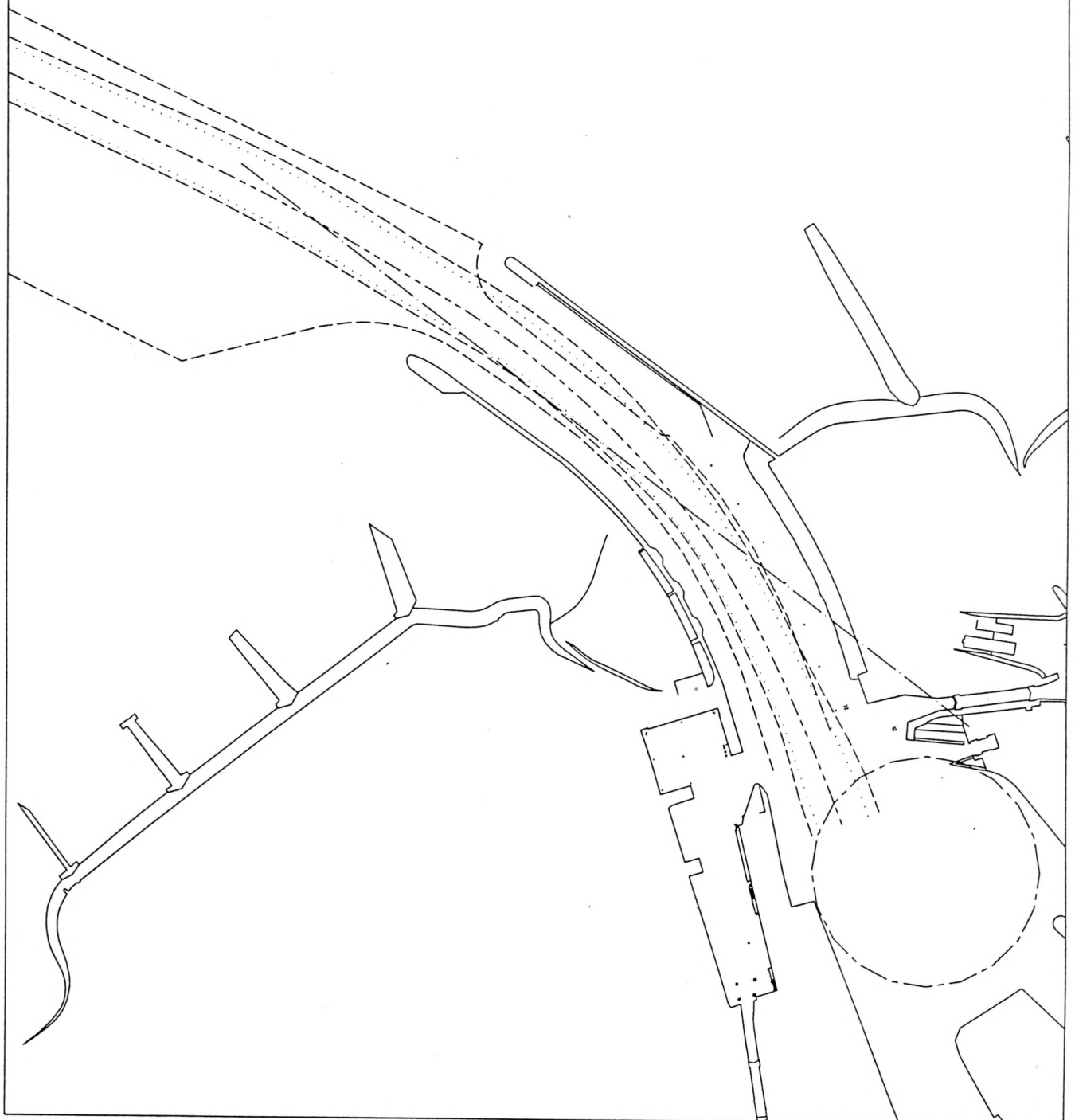
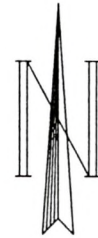
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR VOOR HW

-----	gem.
-----	1 %
.....	10 %



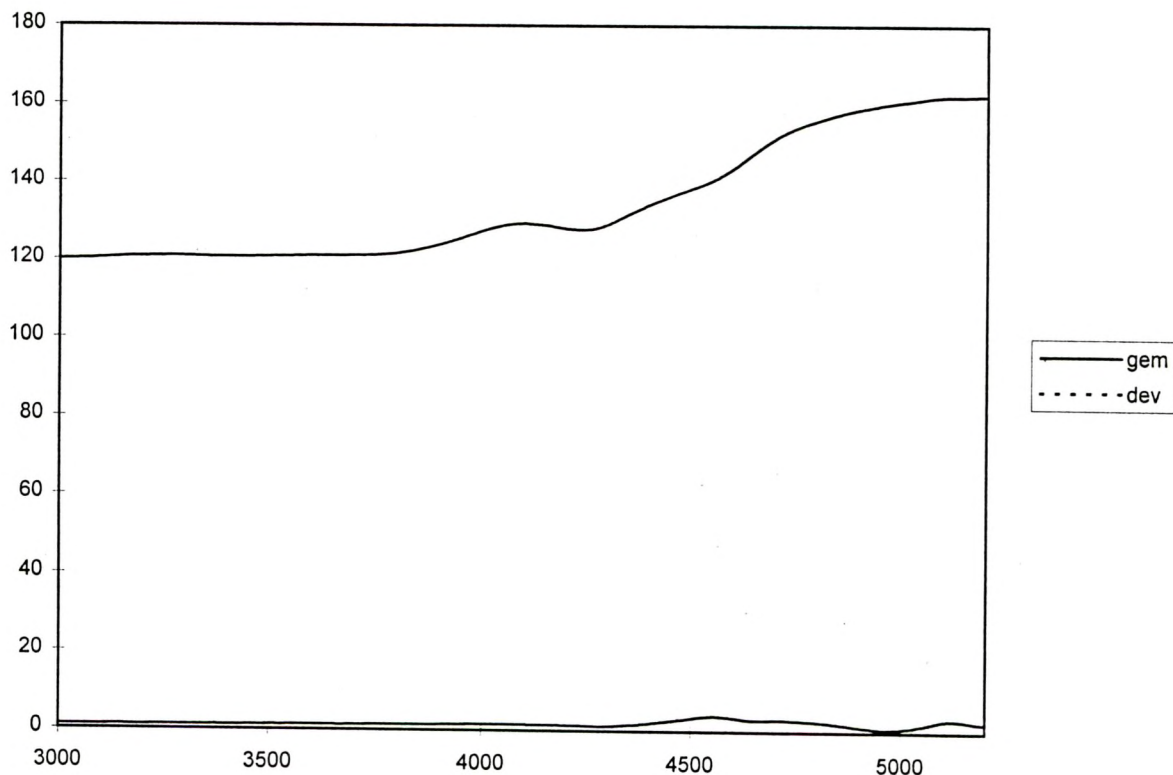
Schaal 1: / 8000.



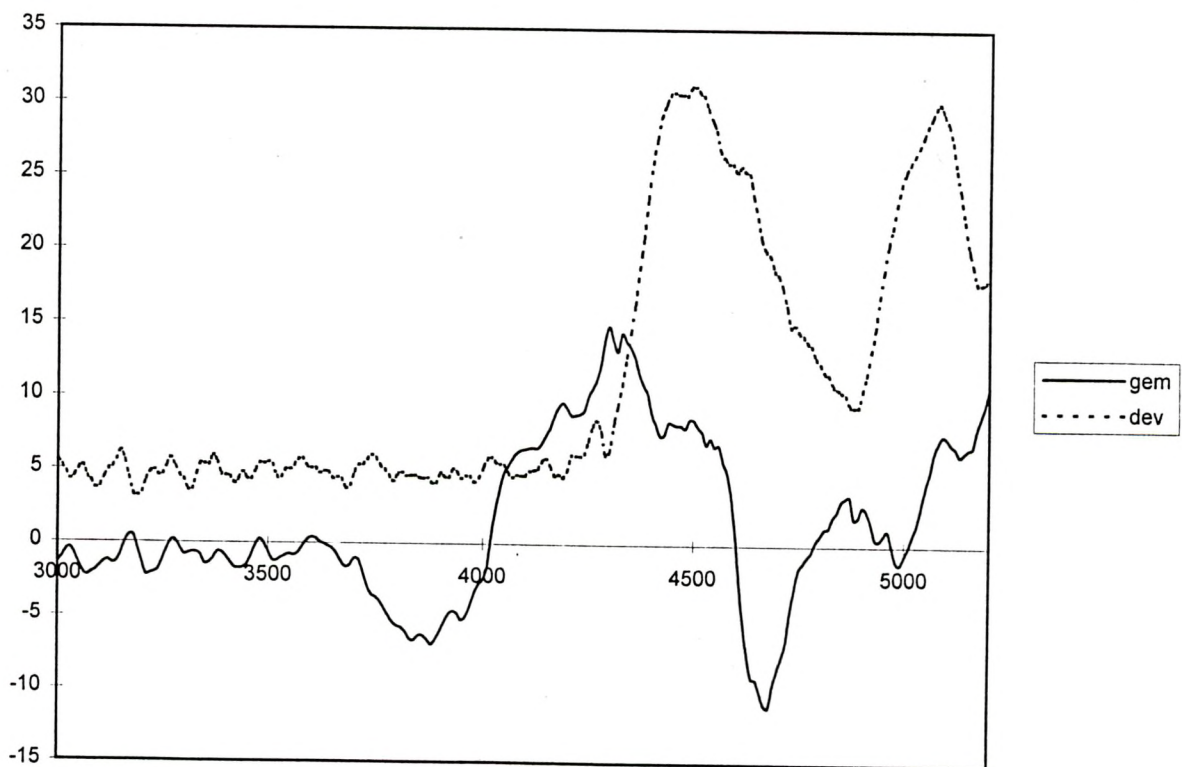
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR VOOR HW

koers (°)



roergebruik (°)

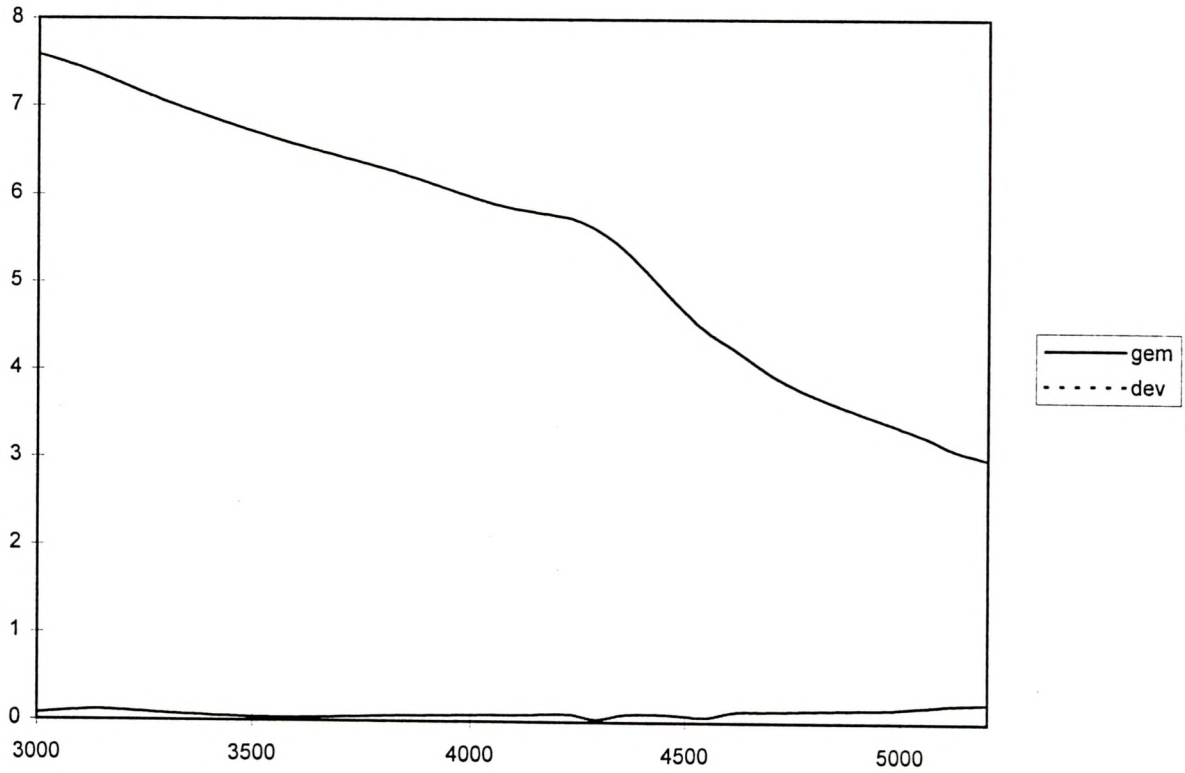




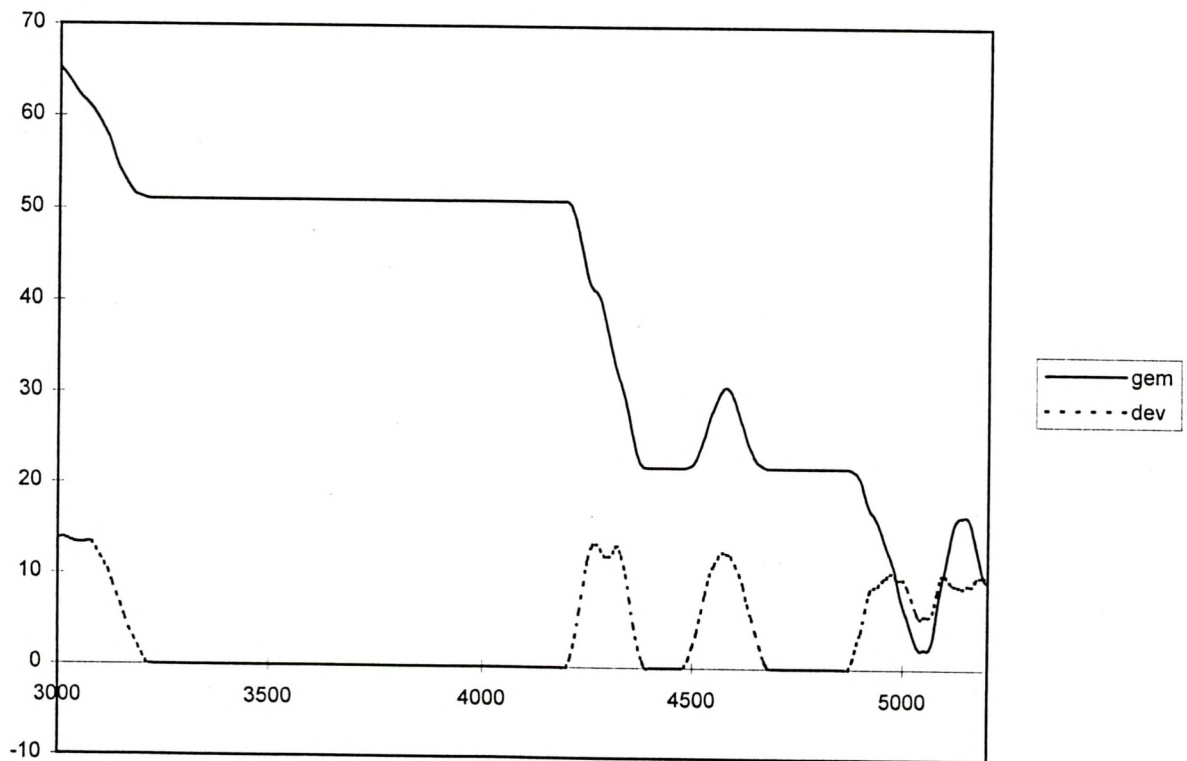
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
AUTOPILOT-INVAAART MET RORO-FERRY - 1 UUR VOOR HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)

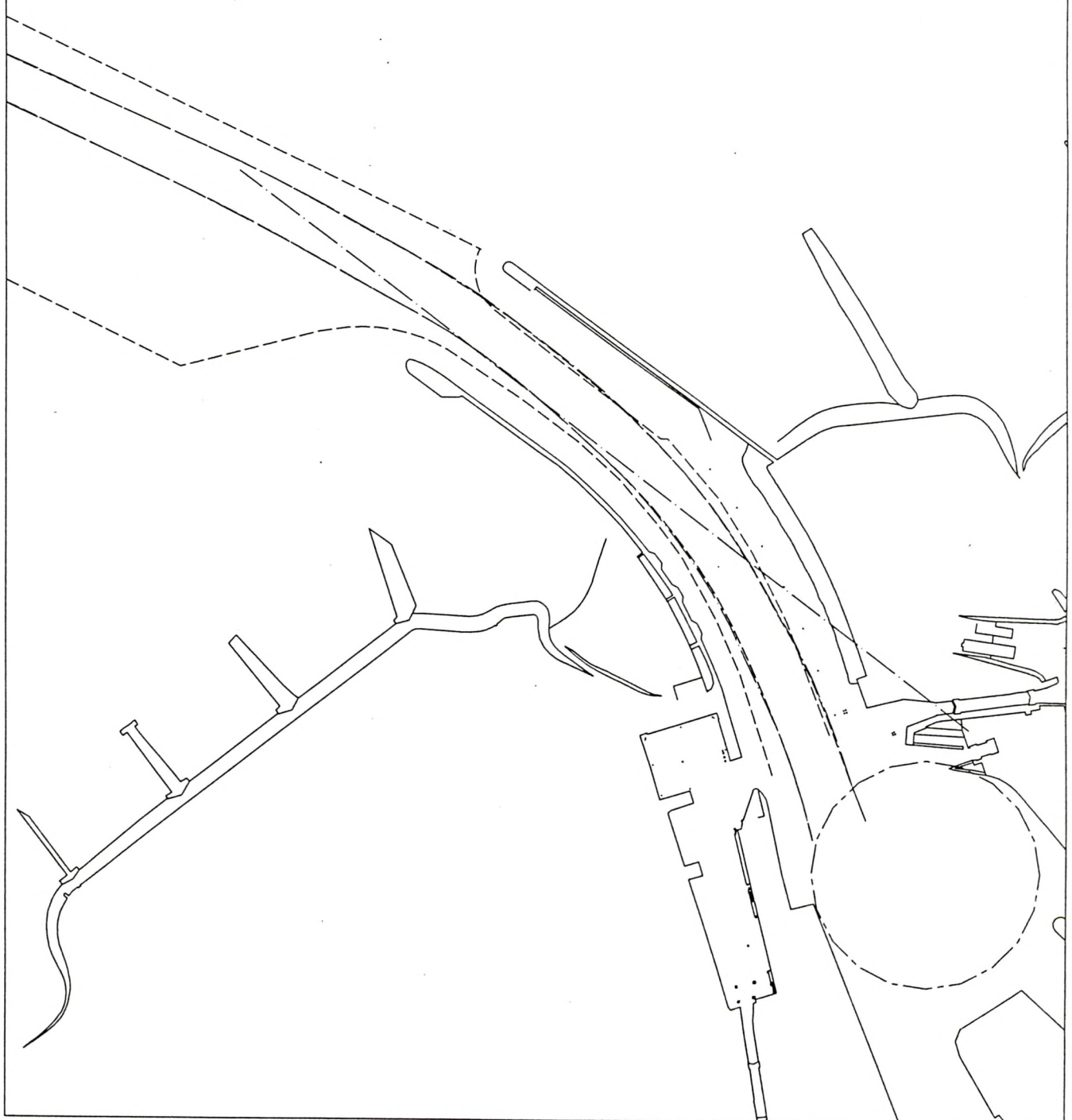
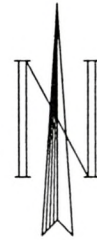




STATISTISCHE VERWERKING

GEBRUIKTE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR NA HW

----- max. swept path
- - - - - (max.-1) swept path



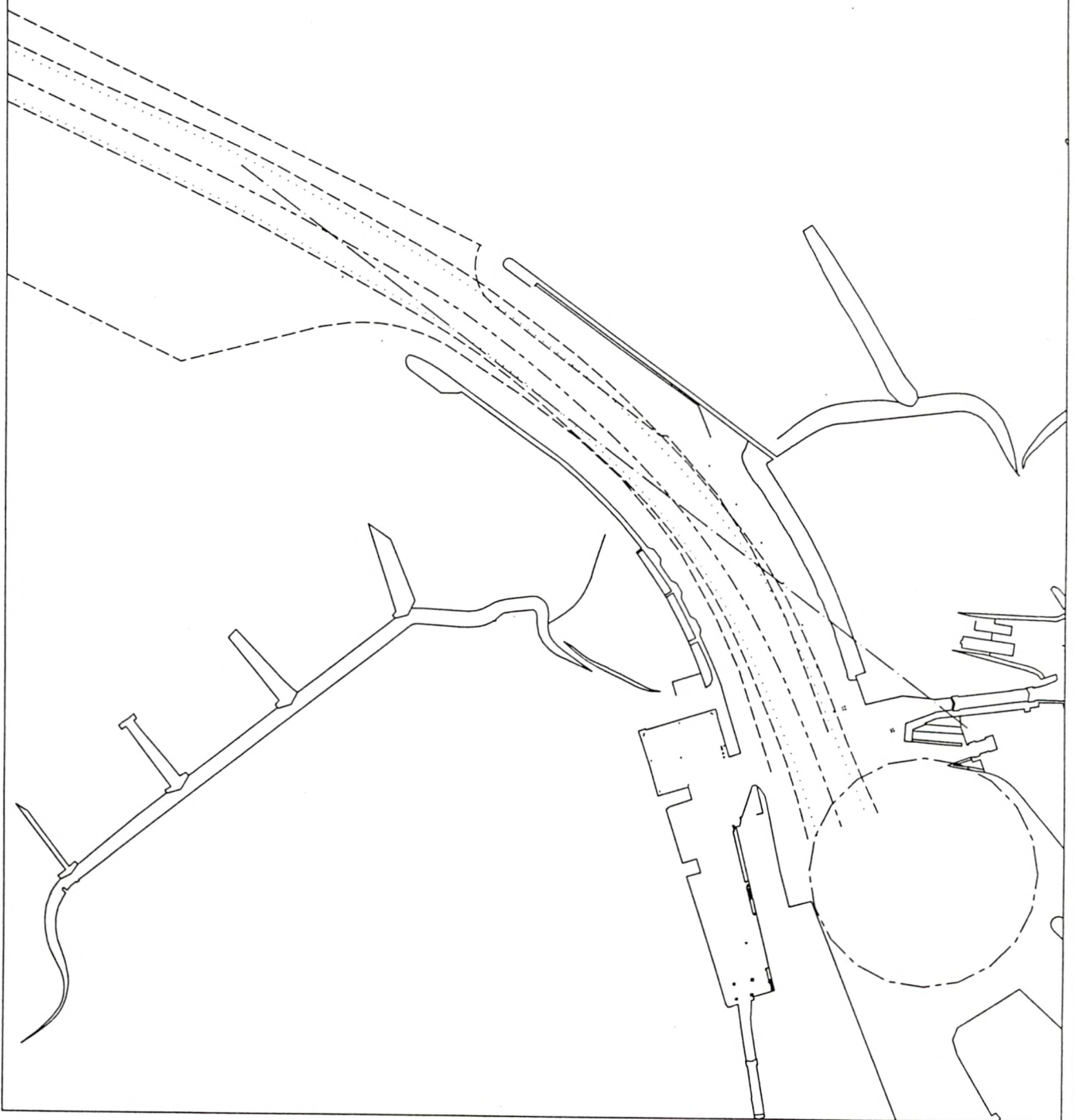
Schaal 1: / 8000.



STATISTISCHE VERWERKING

EXTRAPOLATIE VAARBAANBREEDTE
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR NA HW

-----	gem.
-----	1 %
.....	10 %



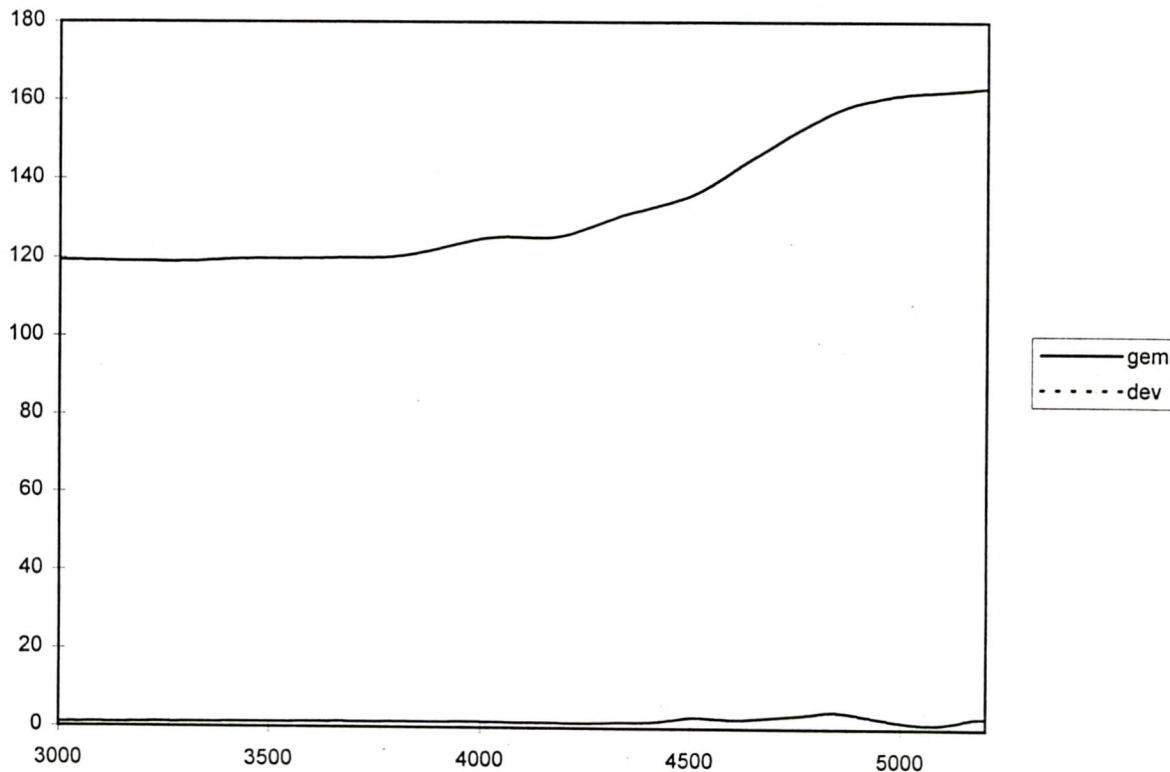
Schaal 1: / 8000.



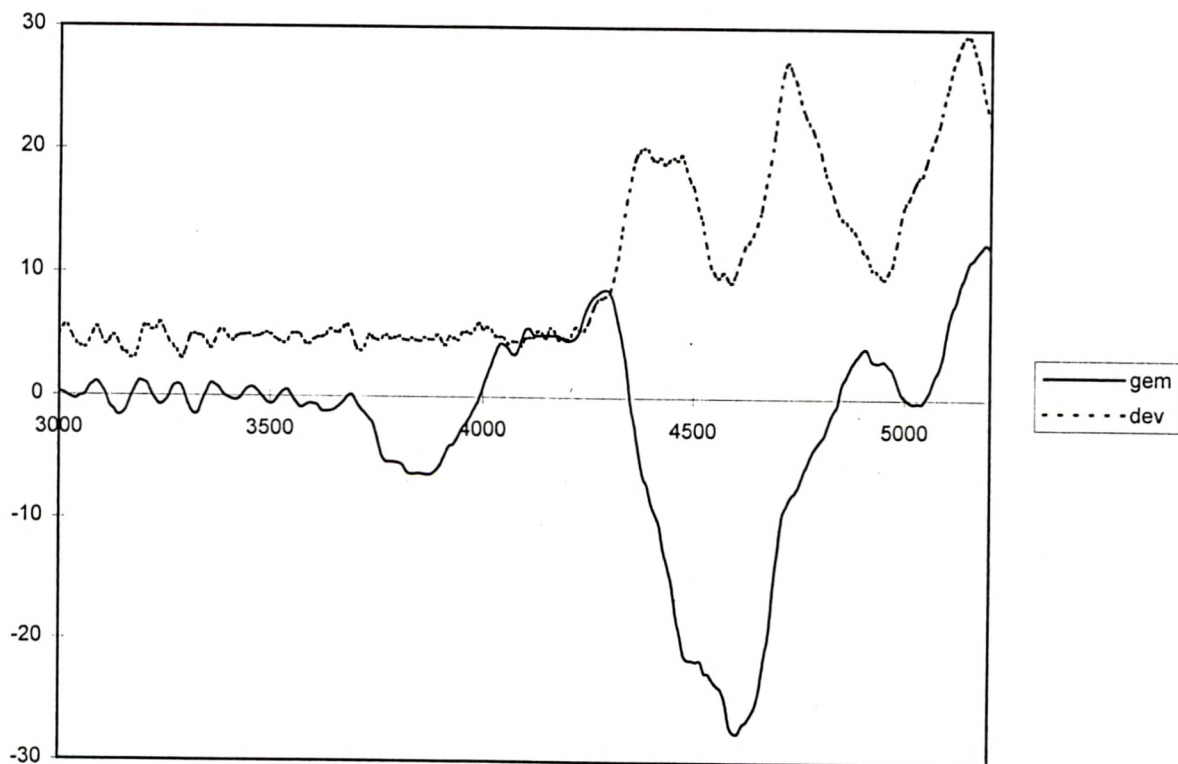
STATISTISCHE VERWERKING

KOERS EN ROERHOEK
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR NA HW

koers (°)



roergebruik (°)

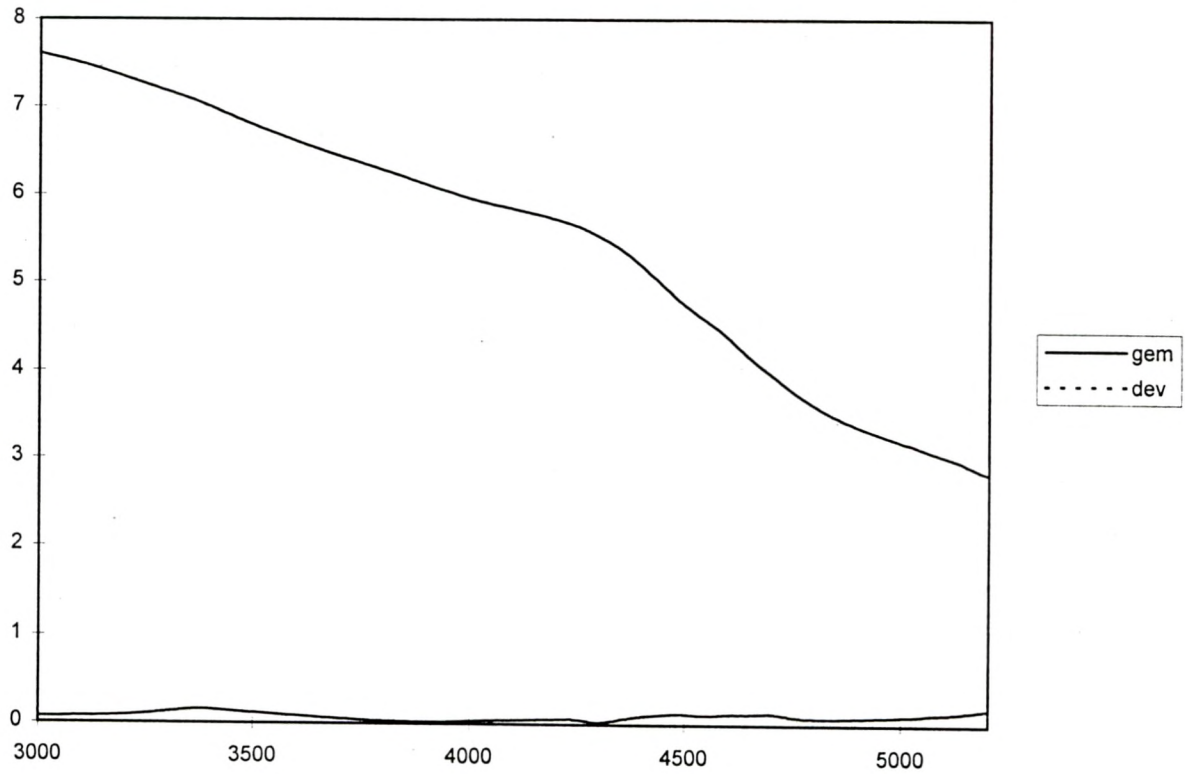




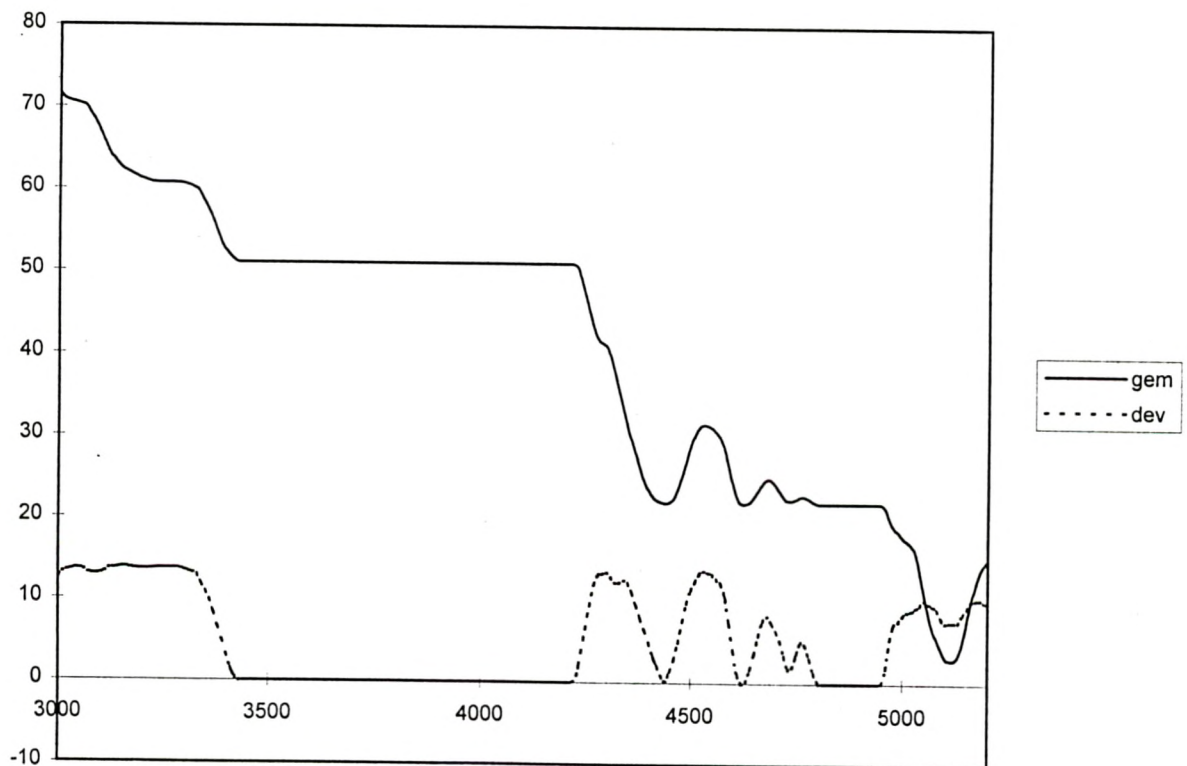
STATISTISCHE VERWERKING

SNELHEID EN TOERENTAL SCHROEF
AUTOPILOT-INVAART MET RORO-FERRY - 1 UUR NA HW

snelheid (m/s)



machinegebruik (%)



BIJLAGE A : LOODSINSTRUCTIES

SITUERING ONDERZOEK

Bij het aanlopen van Oostende door schepen langer dan 125m of met een diepgang groter dan 6,1m worden deze schepen als "bovenmaats" beschouwd. Het toelatingsbeleid voor deze schepen dient op een objectieve wijze vastgelegd met wetenschappelijke ondersteuning. Hierdoor ontstaat de gewenste duidelijkheid voor de (potentiële) klanten van deze haven.

DOELSTELLING VAN HET ONDERZOEK

De afdeling WWK vraagt advies door middel van simulatoronderzoek over de nautische capaciteit van de haven van Oostende. Uit dit onderzoek moet blijken:

- welke de maximale scheepsafmetingen zijn rekening houdend met de huidige aanlooproute en haveninfrastructuur;
- welke operationele maatregelen (zoals sleepbootassistentie, tijvensters, beperking qua windkracht, manoeuvreerbaarheid van het schip) vereist zijn om de toegangsmogelijkheden maximaal te benutten;
- welke knelpunten er zijn die verhinderen om grotere schepen met een lengte tot 200 m te ontvangen.

Dit onderzoek zal verder gezet worden in het kader van het project voor de aanpassing van de havenmond..

MANOEUVRES

De volgende manoeuvres zullen onderzocht worden:

- invaren met roro-ferries voor het Zeewezendok en cruiseschepen voor de cruiseterminal tot de zwaairom met als doel in de zwaairom te stoppen of de zwaai in te zetten. Indien het niet mogelijk is te stoppen in de zwaairom, verdient het de voorkeur door de varen tot de voorhaven, liever dan het manoeuvreer op te geven. Dit manoeuvreer zal uitgevoerd worden bij verschillende tijcondities en windsnelheden. Het manoeuvreer wordt beëindigd wanneer de zwaairom bereikt is (of voorbij gevaren) en de snelheid lager is als 3 knopen.
- invaren met een algemene ladingsschip naar de voorhaven. Het manoeuvreer wordt beëindigd wanneer het schip voor kaai 104 is. (het achterschip voorbij de hoek van het Zeewezendok.

SLEEPBOTEN

De simulator laat toe 4 sleepboten in te zetten, maar bij het invaren is in eerste instantie geen sleepboothulp voorzien. Er zijn indien gewenst 4 sleepboten van 35 ton bollard pull beschikbaar

GETIJ en STROMING

Volgende tijcondities zijn gemodelleerd

- maximum vloed stroming: 1 uur na hoog water
- maximum eb stroming : 5 uur voor hoog water
- kentering: 2 uur voor hoog water
- vloed stroming 1 uur voor hoog water

Deze condities zijn gemodelleerd voor springtij, op basis van stromingsmetingen in augustus.

OPDRACHT

Van de proefvarende loodsen wordt verwacht dat zij de manoeuvres naar best stuurmansschap uitvoeren, en daarna commentaar en advies geven bij de uitgevoerde manoeuvres. Daartoe vragen we dat U:

- na de vaart een kort evaluatieformulier invult met uw indrukken onmiddellijk na het manoeuvre, voordat deze beïnvloed zijn door latere ervaringen en andere condities.
- na een reeks proefvaarten een korte bespreking bijwoont waarbij we samen een evaluatie van de vaarten proberen te maken.

Deze vaarproeven zijn niet vrijblijvend, de besluiten die tengevolge deze proeven genomen kunnen worden hebben ernstige consequenties. Er wordt dan ook gevraagd tijdens deze proeven geen experimenten uit te voeren die U op de rivier in geen geval zou uitvoeren. Aangezien uit wetenschappelijke eerlijkheid **alle** uitgevoerde vaarten (uitgezonderd gewenningsvaarten) worden meegerekend, kan een uitzonderlijk manoeuvre de uitkomst van deze studie sterk beïnvloeden.

Om een prognose te maken van de overschrijdingskansen van de beschikbare ruimte zullen de vaarten statistisch verwerkt moeten worden. Als U de ene keer de bakboord kant kiest en de volgende keer de stuurboord kant van geul of dok, zullen de resultaten van de analyse niet betrouwbaar zijn. Daarom is het belangrijk om na de eerste vaarten met uw collega of collega's een standaard methode af te spreken. Bij voorkeur blijft U zoveel mogelijk in de as van de vaargeul en van het dok, met uitzondering uiteraard voor het zwaaimanoeuvre en voor het geval de situatie U dwingt uit de as te varen. Als U evenwel zelf kan kiezen, zonder dat dit nadelige gevolgen heeft voor het manoeuvre, blijf dan zoveel mogelijk in de as.

Goede vaart, veel succes! en alvast onze hartelijke dank voor uw medewerking.

BIJLAGE B : EVALUATIEFORMULIER

EVALUATIE

loods nr/naam	vaart nr	Conditie nr

Conditie

SCHIP	GETIJ	WIND	MANOEUVER

Succes?

Wat vond U van het manoeuver? Werd de opdracht uitgevoerd zoals gepland?. Zo niet: waarom niet?

- gelukt met veel reserve
- gelukt met weinig reserve
- ten einde gebracht met incidenten (geen schade)
- niet gelukt/opgegeven
- niet gelukt met schade

Commentaar:

Moeilijkheidsgraad

- het werd vlot uitgevoerd
- het werd normaal uitgevoerd
- meer dan normale moeilijkheid
- het was moeilijk
- het was uiterst moeilijk, riskant
- onuitvoerbaar

Commentaar:



Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Leefmilieu en Infrastructuur
Administratie Waterwegen en Zeewezen
Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium
en Hydrologisch Onderzoek

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

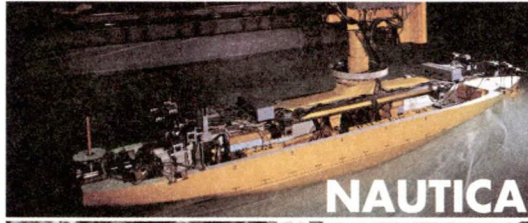
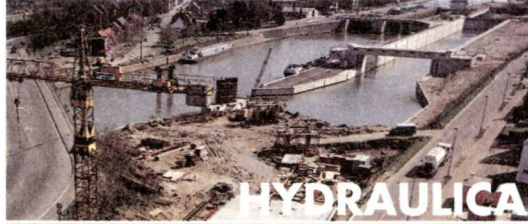
Berchemlei 115
B- 2140 BORGERHOUT (Antwerpen)
tel. 32(0)3/236 18 50
fax 32(0)3/235 95 23
e-mail: flanders.hydraulics@lin.vlaanderen.be
watlab@lin.vlaanderen.be

<http://watlab.lin.vlaanderen.be>

FLANDERS HYDRAULICS

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

FLANDERS HYDRAULICS



ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
departement Leefmilieu en Infrastructuur
administratie Waterwegen en Zeewezen
afdeling Waterbouwkundig Laboratorium