

opdrachtgever
Rijkswaterstaat (RIKZ)

Kustlocatie

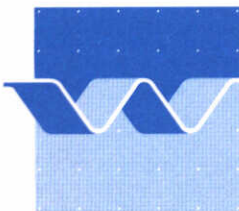
Morfologische berekeningen

december 1996

Kustlocatie

Morfologische berekeningen

J. Bosboom
S.G.J. Aarninkhof
J.A. Roelvink
D.J.R. Walstra



waterloopkundig laboratorium | WL

Samenvatting

Inleiding

Door het RIKZ worden op dit moment studies uitgevoerd naar de waterloopkundige en morfologische effecten van de aanleg van een "Kustlocatie" tussen Hoek van Holland en Scheveningen. Door een afstudeerder van de TU DELFT, R. van den Bout, worden in opdracht van RIKZ en in samenwerking met WL berekeningen uitgevoerd met het DELFT2D-MOR pakket. Het RIKZ heeft WL opdracht verleend tot het uitvoeren van additionele berekeningen en het afronden van de gehele studie. Dit onderzoek is uitgevoerd in de periode oktober tot en met november 1996.

Het doel van de studie is het leveren van een advies omtrent de morfologische en hydrodynamische aspecten van de geplande kustlocatie. Voor het onderzoeken van de voorgestelde ingrepen is het modellenstelsel DELFT2D-MOR ingezet.

In de eerste fase van het project zijn initiële berekeningen uitgevoerd, waarna de bodemveranderingen op $t = 0$ zijn opgeschaald naar 1 jaar. In de tweede fase zijn morfodynamische berekeningen met een tijdhorizon van een jaar uitgevoerd. Naast deze DELFT2D-MOR berekeningen zijn nog aanvullende berekeningen gedaan met het profiel model UNIBEST-TC, om de verliezen ten gevolge van de aanleg van het versteilde Balotra profiel af te schatten.

Overzicht DELFT2D-MOR berekeningen

Bij de DELFT2D-MOR berekeningen is onderscheid gemaakt tussen vier verschillende gebiedsconfiguraties:

- T0 huidige situatie
- T1 Maasvlakte II (MV2) + bijbehorende zandwinning
- T2 kustlocatie + bijbehorende zandwinning, ontwerpprofiel volgens Balotra, Maasvlakte II + bijbehorende zandwinning
- T3 kustlocatie + bijbehorende zandwinning, Delflandse vooroever, Maasvlakte II + bijbehorende zandwinning

Voor iedere configuratie worden verschillende randvoorwaarden onderscheiden:

- R2 gemiddeld getij, golven en bijbehorende wind uit 5 richtingen
- R3 springtij (hoog), extreme golven behorende bij storm ZW, wind 15 m/s
- R4 springtij (hoog), extreme golven behorende bij storm NW, wind 15 m/s

In tabel 1.1 is aangegeven welke berekeningen door WL zijn uitgevoerd; de resultaten van deze berekeningen worden gepresenteerd in dit rapport. De modelbodems voor deze berekeningen worden getoond in figuur 3.6 (T0) en figuur 3.10 (T2). De getijrandvoorwaarden voor het kustlocatie-model, die worden verkregen uit het RIJMAMO model van RIKZ, worden geleverd door R. van den Bout (Van den Bout, 1996). De stormcondities R3 en R4 en de representatieve golfcondities voor de morfologische berekeningen (R2) zijn afgeleid van golfparameters gemeten in de periode 1979-1993 vanaf het Europlatform (Roskam, 1995). Voor R2 is dit golfklimaat op een zodanige manier geanalyseerd dat vijf golfcondities resulteren die tezamen een vergelijkbaar jaarlijks zandtransport geven als wanneer alle voorkomende golfcondities zouden zijn beschouwd.

	Initieel			Morfodynamisch
	R2	R3	R4	R2
T0	WL			WL
T1				
T2	WL	WL	WL	WL
T3				

Tabel 1.1 Overzicht uitgevoerde berekeningen

Bij de beoordeling van de resultaten van de berekeningen voor de kustlocatie (T2) zijn als leidraad gebruikt:

- de resultaten van een literatuurstudie zoals gerapporteerd in hoofdstuk 2;
- de berekeningen voor de huidige situatie T0
- de resultaten van de recent door WL uitgevoerde Maasvlakte II- studie (Steijn, 1996).

Resultaten DELFT2D-MOR berekeningen

De morfodynamische simulaties ondersteunen in grote lijnen het gekozen ontwerp voor de kustlocatie. De erosie op het centrale kustvak van de kustlocatie ten gevolge van langstransportgradiënten blijft beperkt. Uit geïntegreerde langstransporten en kuberingen blijkt dat de situatie met de kustlocatie geen wezenlijk ander gedrag vertoont dan de huidige situatie. Wel zijn de langstransportgradiënten enigszins groter dan in de huidige situatie. Dit geldt voornamelijk dicht bij de kopdam respectievelijk noorddam.

Aangezien het zand dat verloren gaat uit het centrale kustvak net voorbij de noorddam op diep water sedimenteert krijgen de Scheveningse haven en geul waarschijnlijk niet te kampen met zandoverlast. Ook de kust ten noorden van Scheveningen ondervindt nauwelijks negatieve gevolgen van de aanleg van de kustlocatie. De toegenomen erosie rond de koppen van de havenhoofden van Scheveningen en de kustlocatie dammen vraagt wel om extra aandacht.

Vooral de kopdam en het kustvak dat van de kopdam terugbuigt naar het oude land is onderhevig aan extra erosie. Verder wordt juist aanzanding gevonden bij de zuidelijke begrenzing van dit laatste kustvak. De oriëntatie van dit kustvak wijkt sterk af van de evenwichtsoriëntatie en zal daarom alleen met grote onderhoudsinspanningen in deze vorm gehandhaafd kunnen worden. Grote stroomsnelheden ten gevolge van een grootschalige neer achter de Noorderdam vormen een directe bedreiging voor de kopdam. Deze bezwaren zouden grotendeels ondervangen kunnen worden door te kiezen voor een gewijzigd ontwerp; aanbevelingen hiervoor worden genoemd in paragraaf 7.3.

UNIBEST-TC modellering

Aangezien in de DELFT2D-MOR berekeningen geen dwarstransportprocessen zijn meegenomen is het profielmodel UNIBEST-TC ingezet om de verliezen door dwarstransport ten gevolge van de versteilde aanleg (Balotra profiel) af te schatten. In deze studie is als verlies door dwarstransport aangemerkt het zand dat door de versteilde aanleg extra over de -5 m lijn verdwijnt. Deze lijn ligt dicht bij de maatgevende lijn voor de bepaling van de Momentane Kustlijn, en is tevens de lijn waar beide profielen van elkaar af beginnen te wijken.

De vervorming van het geschematiseerde "evenwichtsprofiel" en het "ontwerpprofiel" volgens Balotra is berekend met UNIBEST-TC en onderling vergeleken. De randvoorwaarden

hiervoor zijn apart geschematiseerd uit dezelfde basisgegevens van het Europlatform, die gebruikt zijn t.b.v. het golfklimaat voor de mv2 studie. Het model is met deze randvoorwaarden over een periode van 10 jaar gedraaid voor beide profielen. De simulaties met een lengte van 10 jaar laten zien dat het ingevoerde evenwichtsprofiel inderdaad zeer dicht bij een evenwichtssituatie is. Het ontwerpprofiel is hiervan nog ver verwijderd.

Over het gehele kustvak bedragen de verliezen door dwarstransport ca. 3 Mm³ in het eerste jaar, en ca. 7.5 Mm³ over de eerste 10 jaar. Hoewel dit aanzienlijk meer is dan de geschatte 150000 m³/jaar uit het Balotra-rapport, moet toch gesteld worden, dat in de eerste 10 jaar nog maar 30 % van de besparing door uitgestelde aanleg (ca. 1700 m³/m') extra aangevuld zal moeten worden. Hiermee blijft uitgestelde aanleg door een te steil profiel op te brengen waarschijnlijk een economisch aantrekkelijke optie.

De schattingen van de toename van het langstransport t.g.v. de versteilde profielvorm lopen uiteen van een geringe invloed tot maximaal 50 %. Met de huidige stand van de techniek kan deze schatting niet verder aangescherpt worden.

Tot slot

De resultaten van dit onderzoek kunnen worden gebruikt bij het verder vormgeven van de Kustlocatie. In paragraaf 7.3 worden aanbevelingen gedaan ten aanzien van het ontwerp. Op een aantal punten is nader onderzoek nodig; aanbevelingen hiervoor worden gedaan in paragraaf 7.4.

Inhoud

Samenvatting
Lijst van tabellen
Lijst van figuren

1	Inleiding	1-1
1.1	Probleemstelling en opdracht	1-1
1.2	Uitgevoerde berekeningen	1-2
1.3	Uitgangspunten	1-2
1.4	Overzicht rapportage	1-3
2	Literatuuronderzoek	2-1
2.1	Inleiding	2-1
2.2	Delflandse kust	2-1
2.2.1	Natuurlijke processen	2-1
2.2.2	Menselijke ingrepen	2-2
2.2.3	Sedimentatie- en erosiepatronen.....	2-3
2.2.4	Sediment transporten	2-5
2.3	Kustlocatie	2-8
2.3.1	Uitbreidingsplannen.....	2-8
2.3.2	Morfologische ontwikkelingen; een voorbeschouwing.....	2-9
3	Opzet model.....	3-1
3.1	Beschrijving Delft-2D-MOR systeem	3-1
3.2	Conventies en definities.....	3-1
3.3	Ruimtelijke begrenzing en bodemgeometrie.....	3-2
3.4	Schematisatie modelrandvoorwaarden	3-4
3.4.1	Getij	3-4
3.4.2	Debieten	3-5
3.4.3	Golven (normale condities)	3-5
3.4.4	Windgedreven stromingen (normale condities)	3-8
3.4.5	Golven en wind (stormcondities)	3-10
3.5	Opzet getijmodel.....	3-10
3.6	Opzet golvenmodel.....	3-12
3.7	Opzet sedimenttransportmodel en bodemmodule	3-14
3.8	Opzet morfodynamische simulaties.....	3-16

4	Initiële berekeningen.....	4-1
4.1	Inleiding	4-1
4.2	Huidige situatie	4-2
4.3	Kustlocatie (Balotra profiel)	4-7
	4.3.1 Normale condities	4-7
	4.3.2 Extreme condities.....	4-9
5	Morfodynamische berekeningen.....	5-1
5.1	Inleiding	5-1
5.2	Huidige situatie	5-1
5.3	Kustlocatie (Balotra profiel)	5-3
5.4	Het effect van de kustlocatie op de morfologie van de Hollandse kust.....	5-3
6	Verliezen door dwarstransport t.g.v. versteilde aanleg	6-1
6.1	Aanpak.....	6-1
6.2	Modelbeschrijving UNIBEST-TC	6-1
6.3	Gekozen uitgangprofielen.....	6-2
6.4	Randvoorwaarden.....	6-2
6.5	Overige parameters	6-3
6.6	Resultaten	6-3
6.7	Conclusies	6-4
7	Conclusies en aanbevelingen	7-1
7.1	Inleiding	7-1
7.2	Conclusies	7-1
7.3	Aanbevelingen t.a.v. het ontwerp.....	7-3
7.4	Aanbevelingen t.a.v. nader onderzoek	7-3

Referenties**Tabellen****Figuren**

Lijst van tabellen

Tabel 1.1*	Overzicht uitgevoerde berekeningen
Tabel 2.1*	Bijdrage van de verschillende hydrodynamische processen aan de grootte van het dwarstransport
Tabel 2.2*	Volume veranderingen op basis van Jarkus bestanden
Tabel 2.3*	Verplaatsingen van dieptelijnen
Tabel 3.1	Kans van voorkomen van golfhoogten per golfrichtingssector
Tabel 3.2*	Windsnelheden bij enkele golfhoogten (alle richtingen)
Tabel 3.3	Schematisatie van het getij ten behoeve van de golfschematisatie
Tabel 3.4	Langstransport ("CERC") voor elke golfconditie
Tabel 3.5	Coëfficiënt evenredig met het Bijker Transport op 15 m waterdiepte
Tabel 3.6	Coëfficiënt evenredig met het Bijker Transport op 10 m waterdiepte
Tabel 3.7	Gewogen "langstransport"
Tabel 3.8	Gewogen Bijker Transport op 15 m waterdiepte
Tabel 3.9	Gewogen Bijker Transport op 10 m waterdiepte
Tabel 3.10	Percentage van de tijd dat elke conditie moet duren om een representatief jaarlijks (CERC) langstransport te geven
Tabel 3.11	Percentage van de tijd dat elke conditie moet duren om een representatief jaarlijks (CERC) transport te geven op 15 m waterdiepte
Tabel 3.12	Percentage van de tijd dat elke conditie moet duren om een representatief jaarlijks (CERC) transport te geven op 10 m waterdiepte
Tabel 3.13	Samenvatting resultaten golfschematisatie
Tabel 3.14	Resultaten windschematisatie ten behoeve van het stromingsmodel
Tabel 3.15	Windsnelheden bij golfhoogten voor 4 richtingsklassen
Tabel 3.16	Indeling rekenroosters HISWA
Tabel 3.17*	Geschematiseerde karakteristieken van het sediment
Tabel 3.18	Indeling morfodynamische runs met wisselende golf- en windcondities
Tabel 6.1*	Profielen UNIBEST-TC simulaties
Tabel 6.2	Gecombineerde kansverdeling van waterstand, golfhoogte en golfrichting Europlatform, vertaald naar 730 gebeurtenissen
Tabel 6.3*	Parameters en coëfficiënten UNIBEST-TC

* Deze tabellen zijn voor de leesbaarheid van het verhaal tussen de tekst geplaatst

Lijst van figuren

- Figuur 1.1 Modelbodem 1995, Maasvlakte-II variant parallel + zandwinning.
- Figuur 2.1 Golfroos Europlatform, Sea + Swell - All Year.
Figuur 2.2 Trendgegevens kustlijn Zuid- en Noord-Holland periode 1985-1995.
Figuur 2.3 Cross-shore bottom slope along the central Dutch coast.
Figuur 2.4 Yearly-averaged net cross-shore transport along the central Dutch Coast.
Figuur 2.5 Yearly-averaged net longshore transport in the surf zone along the central Dutch coast.
- Figuur 2.6 Principe kustverdediging kustlocatie. Het Duindamconcept.
Figuur 2.7 Ontwerp kustlocatie. Het strand-duin profiel.
- Figuur 3.1 Model kustlocatie, algemene opzet DELFT-2MOR.
Figuur 3.2 HISWA roosters voor de verschillende golfrichtingen.
Figuur 3.3 Model kustlocatie, TRISULA-rooster, huidige situatie
Figuur 3.4 Model kustlocatie, TRISULA-rooster situatie met MV2
Figuur 3.5 Model kustlocatie, TRISULA-rooster situatie MV2 en kustlocatie
Figure 3.6 Model kustlocatie
Initiële bodemligging, huidige situatie
Figure 3.7 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam
Intitiele bodemligging, huidige situatie
Figuur 3.8 Model kustlocatie, detailgebied Delfland
Initiële bodemligging, huidige situatie
Figuur 3.9 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen
Initiële bodemligging, huidige situatie
Figuur 3.10 Model kustlocatie
Initiële bodemligging kustlocatie Balotra
Figuur 3.11 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam
Initiële bodemligging kustlocatie Balotra
Figuur 3.12 Model kustlocatie, detailgebied Delfland
Initiële bodemligging kustlocatie Balotra
Figuur 3.13 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen
Initiële bodemligging kustlocatie Balotra
Figuur 3.14 Model kustlocatie, proces boomstructuur morfodynamische simulatie.
- Figuur 4.1 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven ZW
Figuur 4.2 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven W
Figuur 4.3 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven W
Figuur 4.4 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven W
Figuur 4.5 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven W
Figure 4.6 Model kustlocatie, huidige situatie,
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - HW, golven W
Figuur 4.7 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - HW, golven W
Figuur 4.8 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - HW, golven W

- Figuur 4.9 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - HW, golven W
- Figuur 4.10 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven WNW
- Figuur 4.11 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven NNW
- Figuur 4.12 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven N
- Figuur 4.13 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven ZW
- Figuur 4.14 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven ZW
- Figuur 4.15 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven ZW
- Figuur 4.16 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven ZW
- Figuur 4.17 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven ZW
- Figuur 4.18 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld reststroming - golven ZW
- Figuur 4.19 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld reststroming - golven ZW
- Figuur 4.20 Model kustlocatie, detailgebied Schevingen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld reststroming - golven ZW
- Figuur 4.21 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven W
- Figuur 4.22 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven W
- Figuur 4.23 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven W
- Figuur 4.24 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven W
- Figuur 4.25 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven W
- Figuur 4.26 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven W
- Figuur 4.27 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven W
- Figuur 4.28 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven W
- Figuur 4.29 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven W
- Figuur 4.30 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven W
- Figuur 4.31 Model kustlocatie detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven W
- Figuur 4.32 Model kustlocatie detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven W
- Figuur 4.33 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven WNW
- Figuur 4.34 Model kustlocatie detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven WNW
- Figuur 4.35 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven WNW

- Figuur 4.36 Model kustlocatie detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven WNW
- Figuur 4.37 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven WNW
- Figuur 4.38 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven WNW
- Figuur 4.39 Model kustlocatie detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven WNW
- Figuur 4.40 Model kustlocatie detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven WNW
- Figuur 4.41 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven NNW
- Figuur 4.42 Model kustlocatie detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven NNW
- Figuur 4.43 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven NNW
- Figuur 4.44 Model kustlocatie detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven NNW
- Figuur 4.45 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven NNW
- Figuur 4.46 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven NNW
- Figuur 4.47 Model kustlocatie detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven NNW
- Figuur 4.48 Model kustlocatie detailgebied Scheveningendam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven NNW
- Figuur 4.49 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven N
- Figuur 4.50 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven N
- Figuur 4.51 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven N
- Figuur 4.52 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven N
- Figuur 4.53 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven N
- Figuur 4.54 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven N
- Figuur 4.55 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven N
- Figuur 4.56 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven N
- Figuur 4.57 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven ZW
- Figuur 4.58 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven ZW
- Figuur 4.59 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven ZW
- Figuur 4.60 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven W
- Figuur 4.61 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven W
- Figuur 4.62 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven W

- Figuur 4.63 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven WNW
- Figuur 4.64 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven WNW
- Figuur 4.65 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven WNW
- Figuur 4.66 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven NNW
- Figuur 4.67 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven NNW
- Figuur 4.68 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven NNW
- Figuur 4.69 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven N
- Figuur 4.70 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven N
- Figuur 4.71 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat getijgemiddeld transportveld - golven N
- Figuur 4.72 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat resttransport gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.73 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat resttransport gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.74 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat resttransport gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.75 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat resttransport gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.76 Geïntegreerde langstransporten per conditie en gewogen totaal, T0 situatie
- Figuur 4.77 Model kustlocatie huidige situatie
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.78 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam huidige situatie
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.79 Model kustlocatie, detailgebied Delfland huidige situatie
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.80 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen huidige situatie
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.81 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologische golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven ZW
- Figuur 4.82 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologische golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven W
- Figuur 4.83 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven W
- Figuur 4.84 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven W
- Figuur 4.85 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - LW, golven W
- Figuur 4.86 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - HW, golven W
- Figuur 4.87 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - HW, golven W
- Figuur 4.88 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - HW, golven W
- Figuur 4.89 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverdeling - HW, golven W

- Figuur 4.90 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverderling - LW, golven WNW
- Figuur 4.91 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverderling - LW, golven NNW
- Figuur 4.92 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat golfhoogteverderling - LW, golven N
- Figuur 4.93 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven ZW
- Figuur 4.94 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven ZW
- Figuur 4.95 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven ZW
- Figuur 4.96 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven ZW
- Figuur 4.97 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven ZW
- Figuur 4.98 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven ZW
- Figuur 4.99 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven ZW
- Figuur 4.100 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven ZW
- Figuur 4.101 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven W
- Figuur 4.102 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven W
- Figuur 4.103 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven W
- Figuur 4.104 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven W
- Figuur 4.105 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven W
- Figuur 4.106 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven W
- Figuur 4.107 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven W
- Figuur 4.108 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven W
- Figuur 4.109 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven W
- Figuur 4.110 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven W
- Figuur 4.111 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven W
- Figuur 4.112 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven W
- Figuur 4.113 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW,- golven WNW
- Figuur 4.114 Model kustlocatie detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, HW- golven WNW
- Figuur 4.115 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW,- golven WNW
- Figuur 4.116 Model kustlocatie detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW,- golven WNW

- Figuur 4.117 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven WNW
- Figuur 4.118 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven WNW
- Figuur 4.119 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven WNW
- Figuur 4.120 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven WNW
- Figuur 4.121 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven NNW
- Figuur 4.122 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven NNW
- Figuur 4.123 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven NNW
- Figuur 4.124 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven NNW
- Figuur 4.125 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven NNW
- Figuur 4.126 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld reststroming - golven NNW
- Figuur 4.127 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld reststroming - golven NNW
- Figuur 4.128 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld reststroming - golven NNW
- Figuur 4.129 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven N
- Figuur 4.130 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - LW, golven N
- Figuur 4.131 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven N
- Figuur 4.132 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld - HW, golven N
- Figuur 4.133 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven N
- Figuur 4.134 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven N
- Figuur 4.135 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven N
- Figuur 4.136 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat snelheidsveld, reststroming - golven N
- Figuur 4.137 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven ZW
- Figuur 4.138 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven ZW
- Figuur 4.139 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven ZW
- Figuur 4.140 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven W
- Figuur 4.141 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven W
- Figuur 4.142 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven W
- Figuur 4.143 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven WNW

- Figuur 4.144 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven WNW
- Figuur 4.145 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven WNW
- Figuur 4.146 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven NNW
- Figuur 4.147 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven NNW
- Figuur 4.148 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven NNW
- Figuur 4.149 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven N
- Figuur 4.150 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven N
- Figuur 4.151 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat Getijgemiddeld transportveld - golven N
- Figuur 4.152 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat resttransport gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.153 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat restransport gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.154 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat resttransport gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.155 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat resttransport gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.156 Geïntegreerde langstransporten per conditie en gewogen totaal, T2 situatie
- Figuur 4.157 Geïntegreerde langstransporten gewogen gemiddelde.
Vergelijking T0 en T2
- Figuur 4.158 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.159 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.160 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.161 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, gewogen na 1 jaar
- Figuur 4.162 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Springtij, storm ZW golfhoogteverdeling - HW
- Figuur 4.163 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Springtij, storm NW golfhoogteverdeling - HW,
- Figuur 4.164 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW snelheidsveld - HW,
- Figuur 4.165 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW snelheidsveld - HW,
- :Figuur 4.166 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW snelheidsveld - HW
- :Figuur 4.167 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW snelheidsveld - HW
- Figuur 4.168 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW snelheidsveld, reststroming
- Figuur 4.169 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW snelheidsveld, reststroming
- Figuur 4.170 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Springtij storm NW snelheidsveld - LW

- Figuur 4.171 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Springtij storm NW snelheidsveld - LW
- Figuur 4.172 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Springtij storm NW snelheidsveld - HW
- Figuur 4.173 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Springtij storm NW snelheidsveld - HW
- Figuur 4.174 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Springtij storm NW snelheidsveld - reststroming
- Figuur 4.175 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Springtij storm NW snelheidsveld reststroming
- Figuur 4.176 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW Getijgemiddeld transportveld
- Figuur 4.177 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW Getijgemiddeld transportveld
- Figuur 4.178 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Springtij storm NW Getijgemiddeld transportveld
- Figuur 4.179 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Springtij, storm NW Getijgemiddeld transportveld
- Figuur 4.180 Geïntegreerde langstransporten voor extreme condities (m^3/dg)
Vergelijking R3 en R4
- Figuur 4.181 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Springtij storm ZW, sedimentatie/erosie gewogen na 10 dagen
- Figuur 4.182 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Springtij storm NW, sedimentatie/erosie gewogen na 10 dagen
- Figuur 5.1 Model kustlocatie, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, dynamisch 1 jaar
- Figuur 5.2 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, dynamisch 1 jaar
- Figuur 5.3 Model kustlocatie, detailgebied Delfland, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, dynamisch 1 jaar
- Figuur 5.4 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen, huidige situatie
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, dynamisch 1 jaar
- Figuur 5.5 Volumeveranderingen (m^3/m^1) en gemiddelde langstransporten (m^3/jr)
T0 situatie na 1 jaar
- Figuur 5.6 Volumeveranderingen (m^3/m^1) en gemiddelde langstransporten (m^3/jr)
T0 situatie detail Scheveningen
- Figuur 5.7 Model kustlocatie, kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, dynamisch 1 jaar
- Figuur 5.8 Model kustlocatie, detailgebied Noorderdam kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, dynamisch 1 jaar
- Figuur 5.9 Model kustlocatie, detailgebied Delfland kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, dynamisch 1 jaar
- Figuur 5.10 Model kustlocatie, detailgebied Scheveningen kustlocatie Balotra
Morfologisch golfklimaat sedimentatie/erosie, dynamisch 1 jaar
- Figuur 5.11 Volumeveranderingen (m^3/m^1) en gemiddelde langstransporten (m^3/jr)
T2 situatie detail Scheveningen
- Figuur 5.12 Volumeveranderingen (m^3/m^1) en gemiddelde langstransporten (m^3/jr)
T2 situatie, na 1 jaar

- Figuur 6.1 Ontwikkeling evenwichtsprofiel en ontwerpprofiel
Gemiddelde golfhoogte H_{rms} ; T0 en T2 situatie, na 1 jaar
- Figuur 6.2 Evenwichtsprofiel en ontwerpprofiel, gemiddelde transporten
T0 en T2 situatie, na 1 jaar
- Figuur 6.3 Ontwikkeling volumina in de tijd.
Boven: evenwichtsprofiel (T0) en ontwerpprofiel (T2).
Onder: verschil, boven en beneden NAP -5m

I Inleiding

I.1 Probleemstelling en opdracht

Door het RIKZ worden op dit moment studies uitgevoerd naar de effecten van de aanleg van een "Kustlocatie" tussen Hoek van Holland en Scheveningen. Het betreft hierbij met name de waterloopkundige en morfologische effecten. Deze studies bevinden zich in een eerste oriënterende fase, waarin de genoemde effecten globaal worden geschat. Door een afstudeerder van de TU DELFT, R. van den Bout, worden in opdracht van RIKZ en in samenwerking met WL berekeningen uitgevoerd met het DELFT2D-MOR pakket.

Het RIKZ heeft in zijn brief RIKZ/966462 d.d. 10-7-1996 aangegeven dat deze afstudeerfase te kort is om tot een gedegen, afgeronde oriënterende studie te komen en WL verzocht om een offerte uit te brengen voor het uitvoeren van enkele additionele berekeningen en het afronden van de gehele studie. De uit te voeren werkzaamheden zijn beschreven in werkdocument RIKZ/AB-96.113X. Op 13-08-1996 heeft WL in zijn schrijven MCM21201B/Z2142/DR/ARH offerte uitgebracht voor dit werk. Opdracht voor het uitvoeren van de ingediende offerte is door RIKZ verleend in zijn brief RIKZ/ABE/967067.

Het doel van de studie is het leveren van een advies omtrent de morfologische en hydrodynamische aspecten van de geplande kustlocatie. De aandachtsgebieden binnen het kustgebied zijn :

- de transportpatronen in en voor het geplande haventje van Hoek van Holland en Scheveningen
- mogelijke erosie rond de koppen van de havenhoofden ten noorden en zuiden van de kustlocatie
- erosie op de kustlocatie
- mogelijke lij-effecten
- effect van de sterk versteilde onderwateroever op suppletiehoeveelheden

Voor het onderzoeken van de voorgestelde ingrepen is het modellensysteem DELFT2D-MOR ingezet. De eerste fase van de werkzaamheden bestaat uit het opzetten van het model en initieel rekenen. Deze fase omvat een kwalitatieve analyse van de morfologische processen in het studiegebied, het operationaliseren van het veldmodel en het uitvoeren van initiële berekeningen. In de tweede fase worden morfodynamische berekeningen van een jaar uitgevoerd. Op basis daarvan wordt een indicatie gegeven van de verwachte morfologische ontwikkelingen. Een overzicht van de uitgevoerde berekeningen wordt gegeven in paragraaf 1.2. Naast deze DELFT2D-MOR berekeningen zijn nog aanvullende berekeningen gedaan met het profiel model UNIBEST-TC.

De studie is door WL uitgevoerd met de volgende projectbemanning:

ir. S.G.J. Aarninkhof
ir. J. Bosboom
dr. ir. J.A. Roelvink
ir. D.J.R. Walstra

presentatie modelresultaten en rapportage
modelberekeningen DELFT 2D-MOR en rapportage
projectleiding, interpretatie en UNIBEST-TC modellering
modelberekeningen DELFT-2D-MOR

1.2 Uitgevoerde berekeningen

In de studie worden vier gebiedsconfiguraties onderscheiden:

- T0 huidige situatie
- T1 Maasvlakte II (MV2) + bijbehorende zandwinning
- T2 kustlocatie + bijbehorende zandwinning, ontwerpprofiel volgens Balotra, Maasvlakte II + bijbehorende zandwinning
- T3 kustlocatie + bijbehorende zandwinning, Delflandse vooroever, Maasvlakte II + bijbehorende zandwinning

Randvoorwaarden waarvoor berekeningen moeten worden uitgevoerd zijn:

- R2 gemiddeld getij, golven en bijbehorende wind uit 5 richtingen
- R3 springtij (hoog), extreme golven behorende bij storm ZW, wind 15 m/s
- R4 springtij (hoog), extreme golven behorende bij storm NW, wind 15 m/s

Zowel de initiële als morfodynamische berekeningen voor T1 en T3 worden uitgevoerd door R. van de Bout. WL heeft de berekeningen voor T2 uitgevoerd. In tegenstelling tot de opdracht heeft WL ook de morfodynamische berekening voor T0 en de initiële berekeningen voor T0 met randvoorwaarde R2 voor zijn rekening genomen. Om deze reden worden de resultaten van deze berekeningen voor T0 in dit rapport gepresenteerd. Een overzicht van de door WL uitgevoerde berekeningen is gegeven in tabel 1.1.

	Initieel			Morfodynamisch
	R2	R3	R4	R2
T0	WL			WL
T1				
T2	WL	WL	WL	WL
T3				

Tabel 1.1 Overzicht uitgevoerde berekeningen

De getijrandvoorwaarden voor het kustlocatie-model, die worden verkregen uit het RIJMAMO model van RIKZ, worden geleverd door R. van den Bout

1.3 Uitgangspunten

Aan het onderzoek hebben een aantal belangrijke uitgangspunten ten grondslag gelegen. Kort samengevat komen deze op het volgende neer:

- De studie richt zich op het Delflandse kustgebied; de kust ten Noorden van Hoek van Holland tot ruwweg Wassenaar (km 118 tot km 97), inclusief het zeegebied rondom Loswal Noord.
- In de studie wordt aangenomen dat de uitbreiding van de Maasvlakte (MV2) aanwezig is op moment van aanleg van de kustlocatie. Het betreft dan de variant "evenwijdige kustlijn" met bijbehorende verlenging van de Noorderdam en zandwinning (zie figuur 1.1, overgenomen uit Steijn, 1996). Merk op dat de zeezandwinningsgebieden in deze figuur afwijken van wat is gebruikt in deze studie (zie Van den Bout, 1996). Noorderdam wordt verondersteld 5 km verlengd te worden bij aanleg van de MV2.

- In het onderzoek wordt verondersteld dat de kustlocatie "ineens" wordt gerealiseerd en wel op de zeebodem zoals deze in 1990 was. In werkelijkheid zal er bij een gefaseerde aanleg sprake zijn van een veel langere aanlegperiode.
- Het morfodynamisch onderzoek richt zich op een tijdhorizon van 1 jaar. Aan de hand van de interpretaties van de resultaten van de morfodynamische simulaties voor deze periode wordt een kwalitatieve inschatting gemaakt van de gevolgen op langere termijn.
- Typische drie-dimensionale processen (zoals bijvoorbeeld dichtheidseffecten, coastal up- en downwelling, quasi-3D stroming) worden niet in het onderzoek meegenomen. Ook de modellering van slibtransport valt buiten de opzet van deze studie. Evenmin worden typische dwarstransportprocessen meegenomen (zoals bijvoorbeeld zandtransport door golfasymmetrie). Wel worden aanvullende berekeningen uitgevoerd met een profiel model om dwarstransporten af te schatten in het huidige Delflandse profiel en in het sterk versteilde Balotra profiel.
- De randvoorwaarden voor het getijmodel worden toegeleverd door R. van de Bout. Deze randvoorwaarden vormen een uitgangspunt voor de studie.
- Het morfologische golfklimaat en bijbehorende windcondities kunnen worden overgenomen uit de recent door WL uitgevoerde studie naar de grootschalige invloed van de tweede Maasvlakte (MV2) op de morfodynamica van de Nederlandse kustzone (het project Grootschalig Morfodynamisch Onderzoek; Steijn, 1996). Onder een morfologisch golfklimaat wordt verstaan een set golfcondities die qua golfhoogten en richtingen representatief is voor het totale jaarlijkse golfklimaat en een vergelijkbaar jaarlijks zandtransport (noordgaand, zuidgaand en netto) geeft als wanneer alle voorkomende golfcondities zouden worden beschouwd. In de MV2-studie is gebruik gemaakt van het golfklimaat voor het Europlatform over de meetperiode 1979-1993. Ten behoeve van de schematisering van het jaarlijkse golfklimaat in een aantal representatieve condities is uitgegaan van een kust met een normaal in de richting 310 °N. Aangezien dit globaal de kustoriëntatie van Delfland is kan de golfschematisatie van de MV2-studie direct worden overgenomen.

1.4 Overzicht rapportage

Dit rapport doet verslag van de algemene opzet van het kustlocatie model voor alle uit te voeren berekeningen en geeft de resultaten van de berekeningen voor de huidige situatie T0 en de kustlocatie met het Balotra profiel T2.

In verband met de overzichtelijkheid is de set van figuren in dit rapport een selectie uit het grote aantal aanwezige figuren. Voor de westelijke golf- en windconditie wordt het merendeel van de beschikbare figuren getoond, voor de overige condities slechts een beperkt gedeelte. Voor de presentatie is onderscheid gemaakt tussen het volledige kustlocatiemodel en de volgende drie deelgebieden: het centrale kustvak, Scheveningen en Hoek van Holland.

In hoofdstuk 2 wordt een kwalitatieve analyse gegeven van de morfologische processen in het studiegebied, op basis van een literatuurstudie (paragraaf 2.2). Ook wordt op basis van deze algemene hypothesen en kennis over de morfologische processen een indicatie gegeven van de verwachte gevolgen van de aanleg van de Kustlocatie (paragraaf 2.3).

Hoofdstuk 3 gaat in op de opzet van het modelleninstrumentarium. Een beschrijving wordt gegeven van het gebruikte DELFT2D-MOR systeem. Vervolgens wordt de opzet van de verschillende modelcomponenten voor golven, getij, sedimenttransport en bodemveranderingen beschreven. Een belangrijk onderdeel hiervan is de generatie en schematisatie van de modelrandvoorwaarden. Ook de opzet van de morfodynamische simulaties wordt behandeld.

Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van de initiële berekeningen voor T0 en T2, terwijl hoofdstuk 5 ingaat op de resultaten van de morfodynamische simulaties voor deze configuraties. In hoofdstuk 6 worden resultaten van het profielmodel UNIBEST-TC gepresenteerd. Het doel van deze laatste berekeningen is het geven van een schatting van de verwachte verliezen in dwarsrichting ten gevolge van de aanleg van het Balotra profiel dat steil is ten opzichte van het huidige Delflandse evenwichtsprofiel.

Hoofdstuk 7 tenslotte bevat de conclusies en aanbevelingen ten aanzien van zowel het ontwerp als vervolgonderzoek .

2 Literatuuronderzoek

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk betreft een kwalitatieve analyse van de morfologische processen in het studiegebied op basis van literatuuronderzoek. Naast een analyse van de huidige situatie, zal een voorbeschouwing worden gegeven van de verwachte effecten van de aanleg van de Kustlocatie.

Allereerst wordt in paragraaf 2.2 een overzicht gegeven van de relevante kustprocessen en de sedimenthuishouding voor het Delflandse kustvak. In paragraaf 2.2.1 wordt nader ingegaan op de relevante fysische processen in het studiegebied. Paragraaf 2.2.2 geeft een overzicht van de verschillende menselijke ingrepen in het studiegebied, die relevant zijn voor de morfologische kenmerken van het gebied. Paragraaf 2.2.3 en 2.2.4 geven een overzicht van de resultaten van verschillende studies uitgevoerd met als doel de kwantificering van de sedimentatie- en erosiepatronen (paragraaf 2.2.3) en sediment transporten (2.2.4) langs de Delflandse kust.

In de tekst wordt de volgende naamgeving gebruikt voor de verschillende kustsecties in het Delflandse kustvak:

- Scheveningen: km 97 - 108
- Ter Heijde: km 108 - 112
- Hoek van Holland km 112 - 118

2.2 Delflandse kust

2.2.1 Natuurlijke processen

De ontwikkeling van de Delflandse kust is in sterke mate bepaald door getij, wind, golven en rivierafvoer.

Nabij Hoek van Holland is het verschil tussen hoog en laag water tijdens springtij ongeveer 1,8 m; bij doodtij ongeveer 1,4 m. Getijstromen langs de kust hebben een belangrijke invloed op de kustprocessen, vooral in dieper water waar de stroomsnelheden het grootst zijn. De noordwaarts gerichte vloedstromen hebben maximale waarden van circa 0,8 m/s terwijl de zuidgaande ebstromen lagere maximale waarden hebben (circa 0,7 m/s), wat getijgemiddeld resulteert in een noordgaande reststroming van ongeveer 0,1 m/s. De bijdrage van de getijstroom aan het langstransport in de brandingszone (globaal tot -8 m NAP) is klein ten opzichte van het transport door de golfgedreven langstroom. Buiten de brandingszone, neemt de relatieve invloed van het getij toe. Gevoeligheidsberekeningen van Van Rijn (1995a/b) voor Noordwijk laten zien dat het verwaarlozen van de getijgedreven stromingen slechts ongeveer 20% reductie geeft van het langstransport in de brandingszone. Eenzelfde reductie van het langstransport werd gevonden bij verwaarlozing van de windgedreven stromingen.

Doordat de getijstroom rond de kop van de Noorderdam gedwongen wordt, wordt een reststroompatroon gevonden waarbij de stroom convergeert bovenstrooms van de dam en

divergeert benedenstrooms van de dam. Bovendien wordt benedenstrooms van de dam een grootschalige neer aangedreven ten gevolge van de vloedstroom.

Het golfklimaat langs de Nederlandse kust wordt gedomineerd door golven uit zuidwestelijke en noordelijke richting. Het door het RIKZ samengestelde golfklimaat voor Europlatform over de meetperiode 1979-1993 is grafisch weergegeven in figuur 2.1 (Roskam, 1995).

Door de interferentie van de zoete rivierafvoer via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet en de kustparallele (getij-) stroom ontstaat een gecompliceerd patroon van dichtheidsstromingen. Op zee, voor de kust van Delfland en Rijnland, ontstaan als gevolg hiervan gecompliceerde driedimensionale stroompatronen, waarbij ronddraaiende cellen met relatief zoet water zich langs de Hollandse kust noordwaarts verplaatsen en langzaam mengen met zeewater.

Door dwarstransportprocessen vindt dwars op de kust een permanente herverdeling van sediment plaats, waarbij het profiel streeft naar het bereiken van een evenwichtssituatie. Golf asymmetrie, Longuet Higgins streaming en dichtheidsgradiënten leveren een netto kustgericht transport. Een netto zeewaarts gericht transport vindt plaats ten gevolge van lange golven en de undertow onder brekende golven. Gevoeligheidsberekeningen (Van Rijn, 1995a/b) voor een profiel bij Noordwijk geven een indruk van de bijdrage van de verschillende hydrodynamische processen aan het dwarstransport over de -20 m NAP contour en de -8 m NAP contour (tabel 2.1).

Process	Contribution to cross-shore transport rate (in m ³ /m ¹ /year)	
	depth = 20m	depth = 8m
wave velocity asymmetry effect	0	15
bound long wave effect	0	-10
Longuet-Higgins streaming effect	0	10
return current effect (related to breaking waves)	0	-25
fluid density-gradient effect	5-15	5

+ onshore ; - offshore

Tabel 2.1 Bijdrage van de verschillende hydrodynamische processen aan de grootte van het dwarstransport (uit Van Rijn, 1995b)

2.2.2 Menselijke ingrepen

Menselijke ingrepen hebben door de jaren heen een aanzienlijke invloed gehad in het studiegebied. De volgende menselijke ingrepen kunnen worden genoemd voor het Delflandse kustvak:

- aanleg (1860-1880) en verlenging (1968-1972) van de Noorderdam als meest Noordelijke begrenzing van de Euro-Maasgeul;
- aanleg Maasvlakte 1 (1967-1971);
- aanleg Slufterdam (1986);
- verschillende zandsuppleties ten behoeve van het kustonderhoud;
- het opspuiten van de van Dixhoorn driehoek (1971-1972) met overtollig zand afkomstig van Maasvlakte I;
- de Delflandse hoofden, de strandhoofden tussen ruwweg de pier van Scheveningen en de noordelijke grens van de van Dixhoorn driehoek;
- de havenhoofden van de haven van Scheveningen (inclusief onderhoudsbaggerwerkzaamheden in de toegangseul naar deze haven);

- Loswal Noord, een stortlocatie voor gebaggerd sediment uit de haven van Rotterdam;
- afsluiting Haringvliet (1970);
- zandwinning in de vaargeul naar de Rotterdamse haven ten behoeve van de aanleg van de Maasvlakte I;
- diverse zandsuppleties in het Delflandse kustvak.

De Noorderdam werd gebouwd in de periode 1860-1880 en had destijds een lengte van 1800 m. In de periode 1968-1972 werd de dam verlengd tot de huidige 4200 m.

Over de periode 1991 tot en met 1995 is in het Delflandse kustvak 4,4 Mm³ zand gesuppleerd. Dit is gemiddeld 210.000 m³ per strekkende kilometer.

2.2.3 Sedimentatie- en erosiepatronen

De meeste studies betrekking hebbend op de Hollandse kust zijn gebaseerd op de JARKUS databestanden. Deze databestanden bevatten bodemprofiel data, voor voornamelijk de strand- en brandingszone, ten opzichte van NAP vanaf 1964. Sedimentatie -en erosie patronen zijn bestudeerd in onder andere de volgende studies:

- Bakker en De Vroeg (1988)
- Kohsiek (1988)
- De Ruig (1989)
- Knoester (1990)
- Van Vessem en Stolk (1990)
- Kops en Van de Graaff (1993)
- Wijnberg en Terwindt (1994)
- Van Rijn (1995b)

Uit deze studies volgt onder andere dat het Delflandse kustvak onderhevig is aan kustachteruitgang. De kustachteruitgang wordt beperkt dankzij de beschermende werking van de Delflandse hoofden en zandsuppleties. Relatief grote aanzanding werd geobserveerd in de duin- en strandzone en erosie in de brandingszone en vooroeverzone met als resultaat een aanzienlijke versteiling van de profielen. Het netto resultaat is een structurele erosie van het Delflandse kustvak. Hieronder worden enkele resultaten van de verschillende studies nader belicht.

Een opmerkelijk resultaat van de studies van De Ruig (1989) en Van Vessem en Stolk (1990) is de perfecte balans tussen erosie en sedimentatie volumes (exclusief suppleties) op de schaal van de hele Hollandse kust.

Uit de Kustlijnkaarten 1995 (RWS, 1995) gebaseerd op JARKUS bestanden blijkt dat langs de Delflandse kust afwisselend landwaartse en zeewaartse trends in de kustlijnbeving voorkomen. Direct ten Noorden van Scheveningen is een behoorlijke landwaartse trend te bespeuren (erosie), terwijl direct ten Noorden van Hoek van Holland (figuur 2.2) een aanzienlijke zeewaartse trend (aangroei) aanwezig is. De regelmatige suppleties bij Hoek van Holland leveren een aanzienlijke bijdrage aan deze aangroei. Daarnaast is het erg waarschijnlijk dat er in dit gedeelte van dit kustvak sprake is van een netto zuidgaand transport. Dit blijkt onder andere uit het feit dat ook na de bouw van de Noorderdam in de periode 1860-1880 sprake bleek te zijn van een aanzienlijke kustaangroei over de eerste 2 km ten noorden van deze dam. Algemeen wordt verondersteld dat een noordgaand transport optreedt in het Delflandse kustvak, met uitzondering van het meest zuidelijke deel door de afscherming veroorzaakt door de Noorderdam. Er lijkt dus sprake te zijn van een omkeerpunt in de richting van de langstransporten dat zich naar verwachting op enkele

kilometers ten zuiden van Ter Heijde bevindt. Dit idee is ook bevestigd in de recente studie naar de morfologische gevolgen van de aanleg van de MV2 (Steijn, 1996). Ter plaatse van de Van Dixhoorn driehoek wordt verondersteld dat lokaal een noordwaarts transport aanwezig is.

In Van Rijn (1995b) worden op basis van JARKUS bestanden over de periode 1964-1992 volumeveranderingen (inclusief gesuppleerde volumes) afgeleid voor 4 zones in het kustprofiel. Tabel 2.2 geeft de resultaten van deze analyse. De verplaatsingen van de dieptelijnen in dezelfde periode staan in tabel 2.3.

Sectie (in km van Den Helder)	Jaarlijks gemiddelde erosie en sedimentatie (in x1000 m ³ /jaar)			
	duinzone	strandzone	brandingszone	vooroeverzone
	10 m - 3 m	3 m - -1m	-1 m - -8m	-8 m - -12 m
97 - 108 (Scheveningen)	-5	45	20	-100
108 - 112 (Ter Heijde)	5	0	-5	-80
112 - 118 (Hoek van Holland)	35	65	40	-150

Tabel 2.2 Volume veranderingen op basis van Jarkus bestanden

Sectie (in km van Den Helder)	Verplaatsing van contourlijnen in m per jaar				
	3 m	-1 m	-4 m	-8 m	-12 m
97 - 108 (Scheveningen)	0.5	1	1	-2	-1.4
108 - 112 (Ter Heijde)	0.5	0.6	1.7	-2	-1
112 - 118 (Hoek van Holland)	0.7	2.4	0.5	-2	*

Tabel 2.3 Verplaatsingen van dieptelijnen (+ zeewaarts, - landwaarts, * niet voldoende data beschikbaar)

Geconcludeerd kan worden dat de kustprofielen aanzienlijk versteilen, door zeevaartse migratie van de -1 m NAP contour en landwaartse migratie van de -8 m NAP contour. Een belangrijke bijdrage aan de zeevaartse migratie van de -1 m NAP contour wordt geleverd door de regelmatige zandsuppleties in het kustvak. Het proces van versteiling is het sterkst bij Hoek van Holland. Opgemerkt moet worden dat de resultaten bij Hoek van Holland gebaseerd zijn op de waarnemingen in de periode van 1975-1992. Knoester (1990) vindt een aanzienlijk grotere zeevaartse migratie van de -3 m NAP en de -1 m NAP contour op basis van waarnemingen in de periode 1964-1986, waarbij derhalve de grootschalige strand suppleties bij Hoek van Holland (van Dixhoorn driehoek, 19 Mm³ in 1971-1972) ook worden meegenomen.

De gemiddelde jaarlijkse verliezen (periode 1964-1992) tussen Hoek van Holland en Scheveningen bedragen volgens Van Rijn (1995b) circa 330.000 m³ in de vooroeverzone van -8 m NAP tot -12 m NAP. De toename van het zandvolume in de brandings- en strandzone van -8 m NAP tot +3 m NAP bedraagt gemiddeld 165.000 m³ per jaar. Het totale volume tussen -12 m NAP en +3 m NAP neemt dus jaarlijks af met gemiddeld 165.000 m³. De Ruig (1989) schat de gemiddelde jaarlijkse erosie voor Delfland op 250.000 m³.

In 1983 werd door de Werkgroep Kustmorfologie (Stuurgroep Kustuitbreiding ten noorden van de Nieuwe Waterweg) verkennende studies gepresenteerd op basis van numerieke modellen om de haalbaarheid van het plan Waterman te onderzoeken. Hierin werd ook een schatting gegeven van de volumeveranderingen in het kustvak en het verloop van de sedimenttransporten over het kustvak, waarbij gebruik gemaakt is van JARKUS bestanden. Het jaarlijks verlies uit het kustvak van km 105 tot km 115 van de RSP lijn tot de -6 à -7 m NAP lijn werd geschat op 200.000 m³ per jaar. Dit komt niet overeen met de bevindingen van Van Rijn (1995b) die in de strand- en brandingszone zone tot -8 NAP juist een zandwinst vindt ter plaatse van Scheveningen en Hoek van Holland en een verlies in de brandingszone bij Ter Heijde (zie tabel 2.2)

De toename van het zandvolume van de duin- en strandzone lijkt voor een belangrijk deel toe te schrijven aan de regelmatige suppleties in het Delflandse kustvak. Daarnaast kunnen naar de kust gerichte golfgedreven dwarstransporten een belangrijke bijdrage leveren. De verschillen tussen de drie secties kunnen mede worden verklaard uit de verschillen in langstransportgradiënten langs het kustvak. Een belangrijke oorzaak van de versteiling bij Hoek van Holland lijkt bovendien de erosie van de vooroever (De Ruig, 1989). Van Rijn (1995b) geeft aan dat deze erosie van de vooroever waarschijnlijk het gevolg is van de aanwezigheid van de Delflandse hoofden en de Noorderdam. Door deze constructies wordt de golfgedreven stroming en getijstroom naar dieper water gedwongen; de Noorderdam dwingt de getijstroom verder uit de kust, terwijl de aanwezigheid van de Delflandse hoofden de golfgedreven stroming uit de kust houdt. Ten gevolge van deze toename van de langssnelheden op dieper water neemt de transportcapaciteit van de stroom toe.

De van Dixhoorn driehoek bij Hoek van Holland die in 1971 en 1972 is opgespoten met circa 19 Mm^3 zand afkomstig uit de aanleg van de havenbekkens op de Maasvlakte, erodeert in de omgeving van de Noorderdam met gemiddeld 200.000 m^3 per jaar. Tegelijkertijd vindt een aanzanding plaats van gelijke omvang ter hoogte van de Noordelijke grens van het oorspronkelijk opgespoten deel. Het lijkt zeer aannemelijk dat hier sprake is van een lokale herverdeling van zand ten gevolge van een noordwaarts gericht langstransport.

De helling van de profielen, gedefinieerd als de helling van de lijn tussen de -1 m and -8 m NAP contouren langs de Hollandse kust in 1992 is gegeven in figuur 2.3, overgenomen uit Van Rijn (1995b). De Delflandse kusthelling is het grootst ter plekke van Ter Heijde en neemt dan af richting zowel Hoek van Holland als Scheveningen.

De Kustlijnkaarten (figuur 2.2) laten een zeevaartse trend van de kustlijn zien net ten zuiden (km 102 tot km 103) van de haven van Scheveningen, en een landvaartse trend ten noorden van de haven, ter plaatse van de Scheveningse boulevard (km 97.8 tot km 101.6). Het is aannemelijk dat dit wordt veroorzaakt door de (gedeeltelijke) obstructie van het noordgaande langstransport en de selectieve afscherming door de havendammen.

2.2.4 Sediment transporten

Bestaande studies

Vergelijking van diverse studies, die zijn uitgevoerd met als doel de kwantificering van de sediment transporten in het kustgebied, laat zien dat er nog veel onzekerheid bestaat over de grootte van de transporten (onzekerheidsmarges bedragen al snel 50 tot 100%). Over het algemeen wordt bij deze studies de sedimentbalans voor diverse kustvakken gereconstrueerd op basis van netto volume veranderingen voor bepaalde controle gebieden, die volgen uit databestanden voor de Hollandse kust (JARKUS en vaklodingen) gecombineerd met transportberekeningen met numerieke rekenmodellen en al dan niet gegevens over suppletievolumes. Bij deze berekeningen wordt overigens geen rekening gehouden met de aanwezigheid van de Delflandse hoofden en typische 2-dimensionale effecten, zoals de selectieve afscherming van zuidwestelijke golven door de Noorderdam en het effect van Loswal Noord op de getijstroom vlak onder de kust. Indirect worden deze effecten wel meegenomen doordat de resultaten van de numerieke modellen worden gecalibreerd met behulp van de JARKUS gegevens.

De op deze manier bepaalde transporten variëren sterk per studie, over het algemeen als gevolg van de sterk variërende aannames c.q. berekeningen voor de grootte van de dwarstransporten over de zeevaartse begrenzingen van de controle gebieden. Wat betreft het langtransport is de algemene teneur van de studies dat er een netto noordgaand transport optreedt in het Delflandse kustvak, met uitzondering van het zuidelijke deel (globaal ten zuiden van Ter Heijde).

Figuren 2.4 en 2.5, overgenomen uit Van Rijn (1995b) geven een vergelijking van de dwarstransporten respectievelijk langtransporten zoals gevonden in een aantal studies. Merk op dat de zeevaartse begrenzing van de beschouwde zones varieert per studie. De verschillen tussen de langtransporten volgens Van Rijn en volgens Stive en Eysink (1989) kunnen worden verklaard uit de verschillende schattingen van de netto dwarstransporten over de -8 m NAP contour als gevolg van het toepassen van verschillende numerieke modellen voor de berekening van deze dwarstransporten (zie ook Van Rijn, 1995b) en het gebruiken van een verschillende hindcast periode; Stive en Eysink hebben lang termijn veranderingen gebruikt zoals geobserveerd in de perioden 1850-1870 en 1850-1985. In de studie van Stroo en Van de Graaff (1991) is in de langtransportberekeningen de getijstroom verwaarloosd. De netto dwarstransporten zijn gebruikt als sluitpost. Voor Delfland geldt dat de resultaten van Van Rijn en Stroo en van de Graaff goed overeenkomen, aangezien daar het effect van de getijstroom op het brandingstransport relatief klein is.

Langtransporten

Globaal kan op basis van de diverse studies gesteld worden dat het langtransport in de zone tot -8 m NAP zich opbouwt van circa 50.000 m³ per jaar ter plaatse van Ter Heijde tot 100 à 200.000 m³ per jaar ten zuiden van Scheveningen. Ten zuiden van Ter Heijde wordt een noordwaarts transport voorspeld in plaats van het verwachte zuidwaartse transport zoals hierboven is beredeneerd. Het is aannemelijk dat dit het gevolg is van het feit dat de invloed van de afscherming door de Noorderdam van zuidwestelijke golven niet in de langtransportberekeningen is meegenomen. Wel komt deze invloed indirect terug in de calibratiefase op basis van databestanden. Op basis van observaties van de zeevaartse trend in de sectie Hoek van Holland wordt hier over het algemeen verondersteld dat het langtransport naar het zuiden is gericht. Ter plekke van de van Dixhoorn driehoek vindt als gevolg van een lokale herverdeling van sediment juist een noordwaarts gericht transport plaats. Ook de grootschalige neer achter de Noorderdam is van belang voor dit noordwaarts gerichte transport.

Globaal 50 à 70 % van het totale langtransport in de brandingszone vindt plaats in het bovenste gedeelte (globaal tot -3 m NAP) Gevoeligheidsanalyses van Van Rijn (1995a/b) hebben aangetoond dat de relatieve invloed van de getijstroom op dit langtransport in de brandingszone beperkt is. Op het diepere gedeelte van de brandingszone en buiten de brandingszone neemt de relatieve invloed van de getijstroom toe en kan van belang zijn voor de ontwikkeling van de vooroever. Voor het voornamelijk getij-gedomineerde langtransport geeft Van Rijn waarden van 5-25 m³/m'/jaar noordgaand op circa 20 m waterdiepte en 30-80 m³/m'/jaar op circa 10 m waterdiepte.

De Werkgroep kustmorfologie (1983) concludeert uit langtransportberekeningen in de brandingszone dat over het hele kustvak van Hoek van Holland tot Scheveningen een noordwaarts gericht transport plaatsvindt met een waarde van 100.000 m³ bij Hoek van Holland tot 200.000 m³ per jaar bij Scheveningen en verder toenemend ten noorden van Scheveningen. Dit komt redelijk overeen met andere studies.

Dwarstransporten

Hoewel de geschatte dwarstransporten sterk variëren in de verschillende studies (zie ook figuur 2.4) is de teneur voor Delfland een netto kustgericht dwarstransport over de -8 m NAP contour. Volgens Van Rijn (1995b) is dit een van de oorzaken van de versteiling van de profielen (zie ook paragraaf 2.2.3). Daarnaast spelen bij Hoek van Holland gradiënten in het langstransport ten gevolge van de Noorderdam en de regelmatige suppleties een rol.

Invloed Delflandse hoofden

De 53 Delflandse hoofden, in lengte variërend tussen de 100 en 300 m, liggen op onderlinge afstanden van 200 tot 500 m. Deze strandhoofden hebben als belangrijkste doel om de langstransporten dicht onder de kust te reduceren. Gezien het betrekkelijk stabiele karakter van dit kustvak mag verwacht worden dat ze het langstransport in de eerste 200 à 300 m van het natte profiel daadwerkelijk significant reduceren. De schattingen voor de reductie van het langstransport door de Delflandse hoofden lopen uiteen van 10% tot 50% van het totale langstransport. De Werkgroep Kustmorfologie (1983) schat zelfs dat de reductie in het langstransport door de Delflandse hoofden 150.000 à 200.000 m³ per jaar bedraagt.

Invloed Noorderdam

De Euro-Maasgeul wordt middels baggeren op diepte gehouden; het baggerwerk is dus vrijwel gelijk aan de sedimentatie. Allersma en Ribberink (1992) geven een totaal baggervolume van 6,6 Mton/jaar (zand en slib samen) voor de belangrijkste baggergebieden (de Euro-Maasgeul (km 5-20), de Maasgeul (km 0-5), de Maasmond en het Caland/Beerkanaal). Hiervan bestaat circa 2,5 Mton/jaar uit zand. De per lengte-eenheid grootste zandafzettingen vinden plaats in de eerste 5 km van de Maasgeul. De aanzanding in de eerste vijf km van de Maasgeul wordt in Allersma en Ribberink (1992) geschat op 0,6 Mton/jaar, wat overeenkomt met ongeveer 230.000 m³/jaar (zand). In Harris (1995) worden de jaarlijkse zandafzettingen in de eerste 5 km van de Maasgeul geschat op 300.000 m³/jaar. Gebruik makend van het rekenmodel SUTRENCH, schatten Allersma en Ribberink dat het totale doorgaande noordgaande zandtransport over de totale lengte van de Euro-Maasgeul 0,8 Mton/jaar (0-20 km) bedraagt, wat overeenkomt met ongeveer 300.000 m³/jaar. Vanwege de grote lengte van de raai waarover dit transport zou optreden, zal dit zandvolume zeker niet volledig ten goede komen aan de Delflandse kust.

Invloed Loswal Noord

Per 1-7-1996 is Loswal Noord verder noordwaarts verplaatst. Eerdere studies (RWS, 1993 en WL, 1993) hebben aangetoond dat het effect hiervan op de verontreinigingssituatie van de Noordzee gering is. In de onderhavige studie is uitgegaan van de oude locatie.

De baggerspecie die gestort wordt in het gebied Loswal Noord (jaarlijks circa 13 Mton, bestaande uit 44% zand en 56% slib), is behalve uit de Euro-Maasgeul afkomstig uit het westelijk havengebied van Rotterdam. Voor de oude locatie geldt dat circa 50% hiervan op de loslocatie blijft liggen, circa 25% wordt door de netto noordgaande reststroming langs de Hollandse kust in de richting van de Waddenzee verspreid en circa 25% wordt weer meegevoerd naar de Rijnmond. Dit laatste is het gevolg van een restcirculatie rondom en in de monding van de Nieuwe Waterweg, aangedreven door dichtheidsgradiënten, die bij de bodem van Loswal Noord naar de monding van de Nieuwe Waterweg is gericht (RWS, 1993 en WL, 1993). De baggerspecie die door de noordwaartse reststroming wordt meegevoerd in de richting van de Waddenzee bestaat voor vrijwel 100% uit slib.

2.3 Kustlocatie

2.3.1 Uitbreidingsplannen

Voorgeschiedenis

Het eerste integrale plan voor een kustuitbreiding tussen Hoek van Holland en Scheveningen om tegemoet te komen aan de groeiende ruimtebehoefte in de Randstad werd in 1980 gepresenteerd in de nota "Naar een integraal kustbeleid voor Zuid-Holland", bekend geworden als het Plan Waterman. Op dit plan is een groot aantal andere initiatieven en onderzoeken gevolgd, zoals bijvoorbeeld de onderzoeken van de Stuurgroep Tjalma, naar de technische en financiële haalbaarheid, de Stuurgroep Borgman (1987), waarin drie alternatieven voor de kustuitbreiding werden gepresenteerd en de studie van de in 1991 op initiatief van het bedrijfsleven opgerichte Stichting Nieuw Holland, waarin een gemeenschappelijk model voor de kustuitbreiding werd gepresenteerd. In december 1994 is door de Stuurgroep Haalbaarheidsonderzoek Kustlocatie het initiatief genomen tot een nieuwe haalbaarheidsstudie, die in 1995 onder de titel "Ruimte voor de Kust" is aangeboden aan de ministers van VROM en V&W. Dit planconcept is gemaakt door Kuiper Compagnons in samenwerking met DHV Milieu & Infrastructuur en Coopers & Lybrand. De morfologische effecten samenhangend met dit concept is het onderwerp van de huidige studie van WL.

Concept "Ruimte voor de kust"

De voorgestelde kustlocatie (zie figuur 2.6, overgenomen uit Stuurgroep Kustlocatie, 1995) bestaat uit acht nieuwe dorpen in zee, achter een beschermende, nieuw opgespoten duinenrij voor de 17 km lange kuststrook van Hoek van Holland tot Scheveningen. Om verwarring te voorkomen, is in deze figuur de benaming van de diverse dammen aangegeven.

De zeerand van de nieuwe duinenrij, de "duindam", bevindt zich gemiddeld 2,5 km van de huidige Delflandse kuststrook, rond de huidige -12 m NAP dieptelijn. De kustlocatie wordt feitelijk los van de oude kustlijn aangelegd (het concept voorziet in een zout binnenmeer). De duindam wordt verbonden met het oude land door middel van een aantal bruggen. De duindam wordt als eerste, al dan niet gefaseerd, aangelegd, waarna vervolgens in de luwte van de duindam de resterende landaanwinning kan worden voltooid.

De duindam wordt aan de noordzijde opgesloten door een stortstenen dam (lengte ongeveer 3,5 km) in zuidwestelijke richting, die aansluit bij de bestaande zuidelijke dam van de haven van Scheveningen. In de bestaande havendam wordt een doorgang gecreëerd, die toegang geeft tot een geplande jachthaven in het binnenwater en als inlaatkanaal voor vers zeewater fungeert.

Aan de zuidzijde van de kustlocatie sluit de duindam niet aan bij de Noorderdam, maar buigt af naar het oude land, zodat Hoek van Holland een open verbinding met de zee behoudt. In de baai die zo ontstaat kan een jachthaven worden ontwikkeld. Aan de kop van de duindam wordt een dam aangebracht met een lengte van circa 1,1 km om de kop tegen erosie te beschermen. De binnendam, noodzakelijk voor de realisatie van de jachthaven, is circa 2,5 km lang. In deze binnendam wordt een uitlaatsluis gecreëerd.

Voor de gemiddelde verblijfstijd van het water in het binnenmeer, dat een inlaatsluis heeft bij Scheveningen en een uitlaatsluis bij Hoek van Holland, wordt twee maanden aangehouden.

Het conceptontwerp voor het strand-duin profiel is overgenomen uit de studie van de Stuurgroep Kustlocatie 1983, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen het evenwichtsprofiel, het ontwerpprofiel en het aanlegprofiel (zie figuur 2.7). Het evenwichtsprofiel is vrijwel gelijk aan het huidige (gemiddelde) Delflandse profiel. Het ontwerp profiel is gelijk aan het evenwichtsprofiel, met dien verstande dat het flauwe talud van de diepe vooroever (1:150) is vervangen door een relatief steil talud van 1:15. Hierdoor is de inhoud van dit profiel circa 1700 m³ per strekkende meter minder, zodat initieel aanzienlijk op aanlegkosten wordt bespaard; op termijn zal door extra zandsuppleties (naast reguliere onderhoudssuppleties) deze hoeveelheid moeten worden aangevuld. Het aanlegprofiel, dat hetzelfde volume heeft als het ontwerpprofiel, is om uitvoeringstechnische redenen steiler opgezet.

Zoals in de introductie aangegeven, wordt in deze studie verondersteld dat de eventuele uitbreiding van de Maasvlakte (MV2) aanwezig is bij aanleg van de Kustlocatie. Het betreft hier het alternatief "evenwijdige kustlijn" inclusief de bijbehorende verlenging van de Noorderdam met 5 km en zandwinning (zie figuur 1.1). Voor de 800 Mm³ die benodigd is voor MV2 is voorzien in een verdieping van de Euro-Maasgeul met 5 m tot NAP -31 m (opbrengst 500 Mm³) en een verdieping van het gebied ten noorden van de Euro-Maasgeul met 3 m (opbrengst 300 Mm³). Ten behoeve van de Kustlocatie is 400 Mm³ zand nodig, dat verkregen kan worden door het laatste gebied een extra 2 m te verdiepen.

Kustmorfologische overwegingen in ontwerp

De volgende overwegingen van kustmorfologische aard hebben gespeeld in het ontwerp:

- de zuidwestelijke oriëntatie van de dam die het noordelijke gedeelte van de kustuitbreiding omsluit beperkt de schaduwwerking en daarmee samenhangende neervorming en lij-erosie voor het Scheveningse strand.
- deze dam wordt doorgezet tot aan de teen van het ontwerpprofiel om zandverlies aan de kop van de kustlocatie te voorkomen c.q. beperken.
- de doorstroming van het binnenwater vindt plaats van noord naar zuid zodat minder slibrijk zeewater het binnenwater zal binnenkomen.
- de lichte (holle) kromming van de kustlijn beperkt het zandverlies uit de kustlocatie
- de kopdam voorkomt erosie van de uitstekende zuidkop

2.3.2 Morfologische ontwikkelingen; een voorbeschouwing

Centrale kustvak

Voor het huidige kustvak van Delfland kan globaal gesteld worden dat van Ter Heijde tot Scheveningen de langstransporten toenemen van circa 50.000 m³ per jaar tot 100.000 à 200.000 m³ per jaar ten zuiden van Scheveningen. Ten zuiden van Ter Heijde lijkt het aannemelijk dat een zuidwaarts gericht transport optreedt door de afscherming van zuidwestelijke golven door de Noorderdam. Hierdoor zal ter plaatse van Ter Heijde een verlies c.q. geringere winst op treden van zand in de brandingszone en strandzone in vergelijking met Scheveningen en Hoek van Holland.

Door aanleg van de kustlocatie zal dit patroon kwalitatief waarschijnlijk niet noemenswaardig veranderen aangezien de oriëntatie van de kustlijn (van het centrale kustvak van de kustlocatie) nauwelijks verandert. Wel zullen veranderingen in de grootte van de erosie en sedimentatie en/of verschuivingen van het erosie - en sedimentatiepatroon optreden ten gevolge van veranderingen in het lokale golf- en stroombeeld. Dichter bij Hoek van Holland, bij de zuidpunt van de duindam en de aansluiting met het oude land, zal het patroon wel significant gaan afwijken van het huidige patroon door de sterk gewijzigde kustoriëntatie.

Door de enigszins holle kustlijn zullen de transportcapaciteiten naar de kopdam (zuidgaand transport) respectievelijk noorddam (noordgaand transport) toe iets afnemen, zodat het verlies van zand uit het kustvak wordt beperkt.

Daarnaast kan een verschuiving worden verwacht van het "omkeerpunt" door de grotere afscherming door de Noorderdam. De verlenging van de Noorderdam ten behoeve van MV2 zal circa 5 km bedragen. Aangezien bij aanleg van de kustlocatie de kustlijn 2,5 km zeewaarts wordt verplaatst zal ten opzichte van de Delflandse kustlijn de Noorderdam zich circa 2,5 km verder zeewaarts uitstrekken. Daardoor zal het "omkeerpunt" en bijbehorende erosie verder noordwaarts verschuiven.

De kopdam zal deze sedimentaanvoer niet volledig blokkeren indien de dam inderdaad wordt doorgezet tot de teen van het ontwerpprofiel in plaats van tot de teen van het evenwichtsprofiel. Om dezelfde reden kan verwacht worden dat de noorddam het noordgaande langtransport niet volledig zal blokkeren.

Door de zeevaartse uitbreiding richting de oude locatie van Loswal Noord zal het zuidelijke gedeelte van het centrale kustvak dat door de afschermende werking van de Noorderdam voornamelijk wordt blootgesteld aan golven uit westelijke tot noordelijke richtingen, een relatief ondiepe vooroever krijgen. Refractie van de inkomende golven over deze ondiepte zal leiden tot lokale concentratie en deconcentratie van golfenergie landwaarts van de ondiepe vooroever, met als gevolg veranderingen in de transportcapaciteit. In de 2D modelstudie zal hieraan aandacht worden besteed.

Als gevolg van de diverse ingrepen (MV2, verlenging Noorderdam, zandwinning, kustlocatie, verplaatsing Loswal Noord) is het waarschijnlijk dat het complexe stroompatroon als gevolg van dichtheidsgradiënten aanzienlijk verandert. De invloed hiervan op de kustlocatie zal in een ander kader moeten worden onderzocht.

In het planconcept wordt de kust opgesloten tussen de kopdam en de noorddam zonder verdere voorziening voor handhaving van de kustlijn. Relatief geringe veranderingen in het golf- en stroompatroon kunnen leiden tot een verandering van de evenwichtsoriëntatie van de kust.

Hierboven werd de vergroting van het schaduwgebied door de verlenging van de Noorderdam al genoemd. Daarnaast zal de verlenging en de eventuele opsluiting van de noordpunt van MV2 met een dam een reductie van de aanvoer van sediment tot gevolg hebben, waardoor extra erosie kan optreden van de Delflandse vooroever. Hierbij speelt ook de verdieping van de Euro-Maasgeul ten behoeve van zandwinning een belangrijke rol aangezien dit gebied als zandvang kan gaan fungeren. Bovendien zal de noordgaande getijgemiddelde reststroom zeewaarts verplaatsen en zal de grootschalige neer ten noorden van de Noorderdam over een grotere lengte van het kustvak aanwezig zijn. De invloed hiervan op de sedimentatie- en erosiepatronen zal in de modelstudie nader worden onderzocht.

Scheveningen

De kop van de huidige zuidelijke dam van de Scheveningse haven ligt op circa -5 m NAP. Door de geringe lengte zal het getijgedreven transport nauwelijks gehinderd worden. Een belangrijk deel van het golfgedreven transport zal wel geblokkeerd worden, gezien de huidige de aanzanding ten zuiden van de Scheveningse haven en de lij-erosie. Bij de huidige lengte van de kopdam, die doorgezet wordt (tot de teen van het ontwerpprofiel of tot -6 m in het evenwichtsprofiel) hoeft op de lange duur de hoeveelheid sediment die om de kop wordt getransporteerd niet noemenswaardig te veranderen. Direct achter de dam neemt de diepte sterk toe tot circa -13 m NAP en zal de transportcapaciteit door golven tot een minimum worden beperkt. Ook het getijgedreven transport zal afnemen door de toenemende diepte en de divergentie van de stroomlijnen, zodat verwacht kan worden dat het grootste gedeelte van het sediment op diep water bezinkt.

Door de reductie van de noordwaarts gerichte zandaanvoer en de toename van de afscherming door de noorddam van de kustlocatie, zal naar verwachting ten noorden van de Scheveningse haven de erosie toenemen en bovendien iets verder noordwaarts optreden. In de modelstudie zal dit gebied in detail moeten worden beschouwd.

Zuidpunt van duindam

De zuidpunt van de duindam, die vanaf de kopdam afbuigt naar het nieuwe land kan aanleiding geven tot aanzienlijke erosie als gevolg van de oriëntatie ten opzichte van de dominante golfrichtingen (west tot noord) in dit schaduwgebied. Verder kunnen hier complexe stroompatronen ontstaan die aanleiding kunnen geven tot extra erosie. Dit gebied zal nader onderzocht moeten worden.

Slib

Door getij en dichtheidsstromen wordt slibrijk materiaal vanuit het Rotterdamse havengebied, de Euro-Maasegul en de oude Loswal Noord locatie verspreid. Door veranderingen van het stroompatroon zullen de slibstromen aanzienlijk veranderen en het is zeker niet ondenkbaar dat de verbinding van Hoek van Holland met zee te maken krijgt met een aanzienlijke sliboverlast. De stroomsnelheden van het water dat wordt uitgelaten via de uitlaatsluis bij Hoek van Holland zijn te gering (debiet orde $10 \text{ m}^3/\text{s}$) om deze overlast significant te reduceren.

Gefaseerde aanleg

Voorals de duindam gefaseerd wordt aangelegd kunnen lokaal grote verstoringen ontstaan, die een versnelde erosie van delen van de duindam kunnen veroorzaken. In dit geval moeten maatregelen worden getroffen om te sterke erosie te voorkomen.

De aanleg van het steile ontwerpprofiel ten opzichte van het huidige Delflandse evenwichtsprofiel zal de erosie uit het kustvak versterken. Initieel zal een zeewaarts gericht transport optreden vanuit het ondiepe deel naar de diepere vooroever, terwijl in de huidige situatie sprake is van een netto landwaarts gericht transport over de -8 m dieptelijn (orde $150.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$, Van Rijn (1995a/b)). In het rapport van de Stuurgroep Kustlocatie (1995) wordt voor het zandverlies een waarde van $150.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ genoemd. Met het WL profielmodel UNIBEST-TC zal het verwachte verlies in dwarsrichting worden geschat. Naast deze verliezen in dwarsrichting zal door het steile profiel het langtransport enigszins toenemen als gevolg meer geconcentreerde golfdissipatie. De extra zandverliezen die zo ontstaan zullen door onderhoudssuppleties moeten worden aangevuld.

3 Opzet model

3.1 Beschrijving Delft-2D-MOR systeem

Voor het onderzoeken van de voorgestelde ingrepen is het modellensysteem DELFT2D-MOR ingezet. DELFT2D-MOR is een volledig geïntegreerd modellensysteem voor golven, stromingen, sedimenttransporten en morfologische ontwikkelingen. Dit systeem, een onderdeel van het DELFT3D-pakket van WL, is ontwikkeld om de morfodynamische processen in rivieren, estuaria en zeeën te simuleren, op tijdschalen van enkele dagen tot een aantal jaren.

Het systeem is opgebouwd rond de simulatiemodellen die binnen WL zijn ontwikkeld of in gebruik zijn, zoals TRISULA en HISWA. TRISULA is het waterbewegingsmodel binnen het morfodynamische systeem. Het lost de ondiep-watervergelijkingen op. TRISULA vormt de basis voor het morfodynamische modelsysteem. HISWA is het spectrale golfvoortplantingsmodel en is eigendom van de Technische Universiteit Delft. Voor de simulatie van morfologische processen is een nieuw model ontwikkeld dat de totale functionaliteit van de eerder bij WL ontwikkelde pakketten (COMOR, DELMOR, SUSTR) omvat. Centraal in het systeem staat het kromlijnige rooster, waarmee ook in grote modellen voldoende resolutie bereikt wordt waar dit nodig is (bijvoorbeeld in de brandingszone).

Een overzicht van de systeemcomponenten is te zien in figuur 3.1. Er is een flexibele koppeling tussen de golven- en stromingsmodule, waardoor binnen dit systeem golfgedreven stromingen en het effect van waterstanden en stromingen op de golfvoortplanting meegenomen kunnen worden. Hiermee wordt het eenvoudig mogelijk het effect van golfgedreven stromingen op de morfologie mee te nemen.

Typerend voor morfologische problemen zijn de vele interacties tussen de deelmodellen. Dit vereist een flexibele sturing van de modellen, en een goed gedefinieerd protocol voor de uitwisseling van gegevens.

De stuurmodule regelt de volgorde van aanroepen van de verschillende processen, de duur van iedere aanroep, en het tijdsverloop, dat door de verschillende processen wordt beïnvloed. Via een aparte invoerfile kunnen zo van eenvoudige 'stand-alone' berekeningen tot zeer complexe morfodynamische simulaties uitgevoerd worden.

De uitwisseling van gegevens gebeurt via een communicatiefile, die door alle modulen te lezen en te beschrijven is. Als standaard topologie waarop de informatie wordt overgedragen is het kromlijnige, gestaggerde rooster gekozen, dat zowel in het WL-model TRISULA als in het SIMONA systeem van RWS gehanteerd wordt. Modulen met een afwijkend rooster, zoals het golvenmodel HISWA, zijn voorzien van een schil waarin alle conversies tussen de verschillende roosters worden verzorgd.

Voor een beschrijving van de verschillende modelcomponenten en de processen die worden gemodelleerd wordt verwezen naar Roelvink en Wang (1996).

3.2 Conventies en definities

Bij de berekeningen zijn de volgende conventies en definities toegepast:

Eenheden

Alle parameters en variabelen hebben eenheden volgens internationale SI-conventies.

Coördinaten systeem

Het coördinaten systeem zoals gebruikt bij het genereren van het rekengrid en bij alle andere horizontale positioneringen is volgens 'Parijse' coördinaten. Alle coördinaten zijn in meters.

Vertikale referentie

De diepte informatie van bodemligging en dergelijke is relatief ten opzichte van NAP. Alle dieptes zijn in meters.

Richtingen

De stroomrichtingen refereren aan de richting waarin het water stroomt. De richtingen van de stroom zijn klokgewijs ten opzichte van het noorden. De eenheid is graden, waarbij de volledige cirkel 360 graden beslaat.

De golfrichtingen refereren aan de richting (in graden ten opzichte van het noorden) waaruit de golf afkomstig is.

3.3 Ruimtelijke begrenzing en bodemgeometrie

Zoals hierboven beschreven staat in het DELFT-2D-MOR systeem het TRISULA model centraal. De terugkoppeling tussen hydrodynamica, sediment transporten en bodemveranderingen vindt plaats binnen de begrenzingen van het TRISULA model. Dit model moet dus ruimschoots het aandachtsgebied (van ruwweg Hoek van Holland tot Wassenaar) bevatten.

Voor de modellering is gekozen voor een model met een noordelijke begrenzing ter hoogte van Katwijk aan Zee (km 84.00), ongeveer 5 km ten noorden van Wassenaar, zodat eventuele randverstoringen geen invloed zullen hebben op de resultaten bij Wassenaar. Bovendien is uit de MV2-studie gebleken dat de invloed van de aanleg van de MV2 op de hydrodynamica merkbaar zal zijn tot aan ruwweg Katwijk.

Voor de modellering van de huidige situatie (T0) wordt de zuidelijke begrenzing gelegd ter hoogte van de kop van de Maasvlakte I (MV1). Deze zuidrand ligt hiermee ongeveer 4 km ten Zuiden van Hoek van Holland. Voor de overige gebiedsconfiguraties (T1, T2, T3) waarbij de MV2 (evenwijdige variant) wordt verondersteld aanwezig te zijn, wordt de met 5 km verlengde Noorderdam (km 118.00) als zuidelijke (dichte) begrenzing gekozen.

De zeevaartse begrenzing van het model wordt op diep water (NAP - 20 m) gelegd, nl. 7 km uit de huidige Delflandse kust. De landwaartse begrenzing is gekozen langs de kust tot NAP +2 m, zoals deze uit de JARKUS gegevens volgt.

Naast het centrale TRISULA model, wordt een serie HISWA modellen die het TRISULA model omsluiten ingezet voor de golfvoortplantingsberekeningen. De oriëntatie van de HISWA grids varieert afhankelijk van de golfcondities (zie figuur 3.2)

Bij het samenstellen van de bodemgeometriën voor de verschillende rekenmodellen moet bodeminformatie beschikbaar zijn voor een gebied dat alle rekenmodellen omvat. Tevens moet de informatie voldoende resolutie hebben in de gebieden waar de bodemhellingen relatief groot zijn, zoals bijvoorbeeld langs de kust tot circa NAP -8 m.

In deze studie zijn er meerdere modelrekenbodems nodig, bodems voor de drie HISWA modellen en één bodem voor het TRISULA en morfodynamische model (zie figuur 3.2 en 3.3 tot en met 3.5 voor een overzicht van de verschillende modellen). Dit is noodzakelijk omdat de modellen verschillende rekenroosters gebruiken en verschillende gebieden omvatten. De verschillende modelrekenbodems zijn wel gebaseerd op dezelfde basisgegevens. Het DELFT-2D model is zo opgezet dat de HISWA berekeningen de modelbodem van TRISULA overnemen in het TRISULA modelgebied. Op deze manier worden de berekende bodemveranderingen zoals deze met het morfodynamische model worden berekend meegenomen in de golfberekeningen. Buiten het TRISULA-gebied wordt de bodem dus niet aangepast, maar dit heeft geen consequenties voor de betrouwbaarheid van de berekeningen in het morfodynamische modelgebied.

Uit verschillende informatiebronnen is een bodem samengesteld die representatief is voor de bodem anno 1990. Bij het samenstellen van de 1990-bodem is de bodem van het RIJMAMO model (RWS, RIKZ) als uitgangspunt gebruikt. Deze bodem betreft eveneens een samenstelling uit bodemgegevens die dateren van peilingen uit verschillende jaren en kan representatief worden gesteld voor de bodem anno 1990. Verder zijn JARKUS-profielen uit 1990 en vaklodingen in de periode 1989-1990 gebruikt. De JARKUS-profielen worden jaarlijks gemeten met een resolutie van 5 tot 10 m langs de meetraai. De profielen starten boven de hoogste hoogwaterlijn en eindigen ongeveer 1 km uit de kust. Iedere 250 meter wordt een profiel gemeten; elke km wordt een doorloding gemaakt wat inhoudt dat het profiel tot circa 2.5 km uit de kust wordt gepeild.

De gevolgde procedure om tot de juiste modelbodems te komen was als volgt. Als basis voor de bodemschematisatie diende de bodem van het RIJMAMO van RIKZ. De JARKUS-gegevens (1990) zijn vervolgens hier "overheen" geschreven om zodoende in de kustzone een goede resolutie en datering van de 1990-bodem te krijgen. Ditzelfde is gedaan met de gegevens uit de vaklodingen in de hierboven genoemde gebieden. Het op deze manier verkregen bestand aan diepte-informatie is vervolgens bi-lineair geïnterpoleerd naar de verschillende rekenroosters.

Handmatige correctie van de geïnterpoleerde waarden is onontkoombaar, speciaal in gebieden met steile bodemgradiënten of in gebieden waar bodeminformatie ontbreekt. Voor de representatie van de geul bij Scheveningen is gebruikt gemaakt van een basisloding door de Havendienst Scheveningen d.d. 30-07-1996. Deze geul wordt door baggeren op een diepte van -8 m NAP gehouden.

De modelbodem 1990, zoals deze in het morfodynamische model voor de huidige situatie T0 is gebruikt wordt getoond in figuren 3.6 tot en met 3.9. Deze bodem heeft als uitgangspunt gediend voor het creëren van de bodem voor T2 (figuren 3.10 tot en met 3.13).

De MV2 en zandwinning ten behoeve van MV2 en kustlocatie vallen buiten de begrenzingen van het TRISULA model, maar binnen de begrenzingen van het eerste geneste HISWA model. In de bodem van het laatste model zijn beide dan ook gerepresenteerd. Ook de bodem van

het RIJMAMO model dat is gebruikt voor het genereren van getijrandvoorwaarden voor het TRISULA model is aangepast voor MV2 en zandwinning. De bodem voor het grootste HISWA model (overall model), dat buiten de begrenzings van het RIJMAMO model valt is overgenomen uit de MV2-studie. In deze studie is voor het samenstellen van deze bodem gebruikt gemaakt van dezelfde gegevens als hierboven genoemd met dien verstande dat in plaats van de RIJMAMO bodem de bodem uit het grotere kuststrook model (RWS, RIKZ) is gebruikt.

De op bovenstaande wijze gecreëerde bodem voor T0 is het uitgangspunt voor de bodems voor gebiedsconfiguraties T2 en T3 waarin de kustlocatie met het Balotra respectievelijk het (afgesnuite) Delflandse profiel wordt meegenomen. Bij de noordelijke en zuidelijke begrenzing van de kustlocatie waar een harde wering wordt toegepast is de bodem niet aangepast; een talud is hier dus niet aanwezig. Ter plaatse van de duindam is handmatig het Balotra respectievelijk (afgesnuite) Delflandse profiel aangebracht. De toegang tot de zuidelijke haven van de kustlocatie is op een diepte van NAP -5 m gebracht.

Voor een uitgebreide verslaglegging van de bodemschematisatie wordt verwezen naar de rapportage van R. van den Bout.

3.4 Schematisatie modelrandvoorwaarden

3.4.1 Getij

De schematisatie van het getij betreft het selecteren van een enkele representatieve HW-LW getij cyclus en het discretiseren van deze cyclus in een beperkt aantal tijdstippen voor morfologische berekeningen.

Het getij is een harmonisch verschijnsel dat kan worden beschreven door een groot aantal getij componenten elk met zijn eigen hoeksnelheid, amplitude en fasehoek. Alhoewel er jaarlijkse en meer-jaarlijkse variaties bestaan in de getij condities, wordt de meeste aandacht besteed aan een correcte schematisatie van een gemiddelde springtij-doodtij cyclus.

Hierbij wordt een 'iets sterker' dan gemiddeld getij genomen als zijnde representatief voor getij gedreven sediment transporten. Dit is met name noodzakelijk vanwege niet-lineaire interacties tussen getijstroming en sediment transport. Met andere woorden: het springtij draagt relatief meer bij aan het gemiddelde sediment transport dan het doortij.

Voor het Kustlocatie model zijn door R. van den Bout de randvoorwaarden voor R2, R3 en R4 bepaald aan de hand van berekeningen met het RIJMAMO model van RIKZ (zie Van den Bout, 1996). Deze berekeningen zijn gedaan voor de verschillende gebiedsconfiguraties T0, T1 en T2. Voor T3 zijn de randvoorwaarden identiek genomen aan de randvoorwaarden voor T2. Op basis van iedere hindcast met het RIJMAMO model is als representatief getij gekozen een getij waarbij het getijverschil ca 10% sterker is dan gemiddeld.

Teneinde een cyclische representatie te verkrijgen is een Fourier-analyse uitgevoerd, waarbij 7 componenten zijn meegenomen. De gemiddelde waterstanden ('middenvlak'= A0 component uit de analyse) van de randvoorwaarden zijn meegenomen in de aansturing van het kustlocatie model. In de aansturing van het RIJMAMO model echter, is het middenvlak niet meegenomen, om te corrigeren voor dichtheidseffecten in deze randen.

De discretisatie van de getijcyclus ten behoeve van de morfologische berekeningen is gedaan in 37 equidistante tijdstappen. Dit aantal is ruimschoots voldoende voor een goede representatie van de condities tijdens het getij (Steijn, 1989)

De discretisatie van de getijcyclus ten behoeve van de golfberekeningen is gedaan in drie tijdstappen. Deze representeren respectievelijk HW, LW-1 (begin agger), en LW-2 (eind agger). De golfgegevens welke bij de stromingsberekeningen en de transportberekeningen nodig zijn worden voor tussen gelegen tijdstippen lineair geïnterpoleerd. Het vergroten van het aantal 'getij-stappen' bij de golfberekeningen geeft weliswaar een betere benadering; echter, de benodigde rekeninspanning weegt niet op tegen de winst in nauwkeurigheid.

3.4.2 Debieten

Bij de monding van Haringvliet en Nieuwe Waterweg zijn debietranden opgelegd (voor details zie Van den Bout, 1996). Deze debieten zijn gegenereerd met behulp van het ZEEDELTA model (RWS, RIKZ) waarbij bij Lobith een constante bovenafvoer van 2144 m³/s is opgelegd en voor de Haringvlietsluizen het huidige spuiregime is aangenomen (code LPH84). Voor de diverse riviertakken gelden dan de volgende debieten:

- Rijn - Lobith 2144 m³/s
- Lek - Hagestein 379 m³/s
- Waal - Tiel 411 m³/s
- Maas - Lith 351 m³/s

3.4.3 Golven (normale condities)

De representatieve golfcondities voor de morfologische berekeningen zijn overgenomen uit de MV2-studie. Voor de leesbaarheid van dit rapport wordt de beschrijving van de gevolgde procedure hier herhaald.

Het golfklimaat is afgeleid van golfparameters gemeten in de periode 1979-1993 vanaf het Europlatform (Roskam, 1995). Tot 1986 betrof het hier alle relevante golfparameters, zoals hoogte en periode, echter geen golfrichtingen. Na 1986 werden met een toenemende frequentie ook de golfrichtingen gemeten. Dit in tegenstelling tot het meetstation Lichteiland Goeree waar golfrichtingen niet zijn gemeten. RIKZ heeft aan de hand van de gemeten golfrichtingen uit de periode na 1986 voor elke windrichtingsklasse en golfhoogteklasse een schatting gemaakt van de golfrichtingen over de hele periode 1979-1993. Op deze manier is een golfklimaat verkregen waarbij de grotere betrouwbaarheid van gemeten golfrichtingen en de statistische betrouwbaarheid van een lange meetduur (ruim 13 jaar) zijn gecombineerd.

Het in de MV2-studie gebruikte golfklimaat is het door RIKZ samengestelde golfklimaat voor Europlatform over de hele meetperiode 1979-1993, zoals dit in tabel 3.1 wordt gegeven. De golfgegevens worden in tabel 3.1 gegeven per 10° richtingsklassen, waarbij de gegeven richting de gemiddelde waarde is van de beschouwde richtingsklasse (225° staat dus voor 220°-230°N). Dezelfde informatie staat in figuur 2.1 grafisch weergegeven per 30° richtingsklassen.

Relatie tussen golfhoogte en golfperiode

Uit de door RIKZ toegeleverde gegevens zijn de volgende relaties afgeleid tussen de significante golfhoogte H_s (in m) en de golfperiode T_{m02} (in s):

$$\begin{aligned} T_{m02} &= 3.3 + 0.695 \cdot H_s, \text{ voor golfrichtingen } < 290^\circ \text{N}, \\ T_{m02} &= 3.5 + 0.690 \cdot H_s, \text{ voor golfrichtingen tussen } 290^\circ \text{N en } 330^\circ \text{N}, \\ T_{m02} &= 3.7 + 0.736 \cdot H_s, \text{ voor golfrichtingen } > 330^\circ \text{N}. \end{aligned}$$

Hieruit blijkt dat, gemiddeld, golven uit noordelijke richtingen een iets langere golfperiode hebben dan golven uit het de zuid-westelijke hoek. Dit is gegeven de grotere strijklengten vanuit het noorden ook aannemelijk.

RIKZ geeft tevens de gemiddelde waarde van de piekperiode T_p voor elke T_{m02} -klasse. Dit heeft geleid tot de volgende relatie tussen T_p en T_{m02} :

$$T_p = 1.36 \cdot T_{m02} - 0.45 \text{ (s)} \quad (3.1)$$

De bovenstaande relaties zijn gebruikt om voor elke golfhoogteklasse per golfrichting een piekperiode te berekenen.

Relatie tussen windsnelheid en golfhoogte

De relatie tussen de actuele windsnelheid en de (significante) golfhoogte is afgeleid uit het overschrijdingspercentage van de windsnelheid per golfhoogte en golfperiode, voor elke golfrichtingssector (zuid-west, west, noord-west en noord). De windsnelheid bij een bepaalde golfconditie komt daarbij overeen met die windsnelheid die gedurende een zelfde percentage van voorkomen van die golfconditie wordt overschreden. Ter illustratie worden in de onderstaande tabel 3.2 windsnelheden gegeven voor enkele karakteristieke significante golfhoogten. Dit blijkt voor alle golfrichtingen min of meer hetzelfde te zijn.

H_s (m)	Windsnelheid (m/s)
0.8	4.0
1.6	7.0
2.4	10.0
3.2	13.0

Tabel 3.2 Windsnelheden bij enkele golfhoogten (alle richtingen)

Keuze van representatieve golfcondities

Het golfklimaat is op een zodanige manier geanalyseerd dat vijf golfcondities resulteren die tezamen een vergelijkbaar jaarlijks zandtransport geven als wanneer alle voorkomende golfcondities zouden zijn beschouwd. In Steijn (1992) wordt beargumenteerd dat elk zandtransportmechanisme, vanwege de unieke afhankelijkheid van dat zandtransport van de lokale golfcondities, een eigen representatieve set golfcondities oplevert. Omdat voor de morfodynamische ontwikkelingen in dit gebied het langtransport nabij de kust en de opwoeling en transport op dieper water het meest van belang zijn (en ook in het model worden meegenomen) worden deze transportmechanismen bij de golfschematisatie gebruikt.

Voor het berekenen van de morfologische gevolgen van de tweede Maasvlakte en de kustlocatie is de golfrichting van bijzonder belang, omdat dit bepalend is voor de omvang van de "schaduwgebieden". Om deze reden is besloten om de golfcondities te schematiseren in vijf afzonderlijke golfrichtingssectoren, zoals deze zijn aangegeven in tabel 3.1. De golfschematisatie is er op gericht om in elk van de vijf "blokken" één representatieve golfconditie te selecteren. Ten behoeve van deze golfschematisatie zijn de volgende parameters berekend:

- het langstransport voor een kust met de normaal in de richting van 310° N (dat is globaal de kustoriëntatie van de kust van Delfland) wordt berekend door gebruik te maken van de CERC formulering uit de Shore Protection Manual (SPM, 1984). Ten behoeve van deze berekening is een vertaalslag gemaakt (met een eenvoudige refractie-benadering) van de golfhoogte en golfrichting van diep water naar het punt van breken; één en ander in overeenstemming met de aanbevelingen uit de Shore Protection Manual (SPM). Hierbij is overigens geen rekening gehouden met waterstandsvariaties als gevolg van het getij, omdat dit niet tot een wezenlijk andere golfschematisatie zal leiden. Als gevolg van de waterstandsvariaties zal weliswaar de breedte van de gemiddelde brandingszone toenemen, maar een merkbaar effect op de transportcapaciteiten heeft dit niet.
- een coëfficiënt evenredig met de absolute waarde van het transport volgens de Bijker transportformule over een volledige getijcyclus op een waterdiepte van NAP - 10 m.
- idem, maar nu op een waterdiepte van NAP -15 m.

Een kritische kanttekening die hier geplaatst moet worden betreft de nauwkeurigheid van de beschikbare golfgegevens. Omdat vooral de golfrichtingen niet op 10° nauwkeurig bekend zijn, is het weinig zinvol om een al te grote verdere verfijning in geschematiseerde golfrichtingen na te streven.

Berekening wegingsfactoren

De coëfficiënt evenredig met het Bijker transport op dieper water is berekend door vermenigvuldiging van de bodemschuifspanning die hoort bij elke (gecombineerde) golf- en getijconditie met de dieptegemiddelde stroomsnelheid voor elke fase van het getij. Hier is wel rekening gehouden met berekende waterstandsvariaties als gevolg van het getij. Deze waarden zijn vervolgens vermenigvuldigd met de relatieve duur van de desbetreffende fase uit het getij en vervolgens opgeteld, hetgeen resulteert in gemiddelde transport (per golfconditie) over de gehele getijcyclus. In tabel 3.3 worden de waterstanden en stroomsnelheden gegeven zoals deze door RIKZ zijn toegeleverd ten behoeve van de MV2-studie (uit het ZEEDELTA model van RIKZ), inclusief bijbehorende gewichtspercentage.

Het langstransport volgens de CERC formule is een functie van de golfhoogte, golfperiode en relatieve golfrichting (relatief wil in dit verband zeggen ten opzichte van de normaal op de kust). Het "Bijker" transport op dieper water is een functie van de lokale golfhoogte, de lokale golfperiode, waterdiepte en de stroomsnelheid. Dit impliceert dat het "Bijker" transport op dieper water afhangt van de golfhoogte, -periode, en -richting, omdat de lokale diep-water golfhoogte afhangt van de beschouwde golfrichting. De golfperiode is gebaseerd op de gemiddelde relaties tussen golfperiode en golfhoogte, zoals deze hierboven zijn afgeleid.

De resultaten van de voorgaande berekeningen worden gepresenteerd in tabel 3.4 tot en met tabel 3.6.

De bijdrage van elke golfconditie aan het jaarlijkse transport voor elk van de drie hier beschouwde transportmechanismen (CERC langtransport en Bijker transport op 10 en 15 m waterdiepte), kan vervolgens worden berekend door vermenigvuldiging van de transportcoëfficiënten uit de tabellen 3.4 tot en met 3.6 met het percentage van voorkomen van elk van de golfcondities. Het resultaat van deze exercitie wordt gegeven in de tabellen 3.7 tot en met 3.9.

Vervolgens zijn voor elk van de transportmechanismen tabellen geproduceerd waarin staat aangegeven welk percentage van de tijd de desbetreffende golfconditie moet duren om hetzelfde totale transport te krijgen als de totale set van golfconditie in het beschouwde blok. Deze "gewichtsfactoren" worden gegeven in de tabellen 3.10 tot en met 3.12.

Met behulp van deze tabellen is een set representatieve golfcondities afgeleid, inclusief het daarbij horende gewichtspercentage. Deze keuze is gemaakt door rekening te houden met de volgende criteria:

- de gewichtsfactor moet voor elk van de drie transportmechanismen ongeveer hetzelfde zijn. Dit is noodzakelijk om een representatief beeld te krijgen van het jaarlijkse transportbeeld in zowel de brandingszone als op dieper water.
- de gewichtsfactor moet ongeveer gelijk zijn aan het totale percentage van voorkomen van de golfcondities uit de beschouwde golfrichtingsklasse. Dit zorgt ervoor dat het transport dat puur door het astronomisch getij wordt veroorzaakt correct wordt weergegeven.

De resultaten van de golfschematisatie worden gegeven in tabel 3.13. In deze tabel staat in de meest rechtse kolom de gewichtsfactor voor elk van de vijf golfcondities. De drie kolommen links van deze kolom geven de feitelijk vereiste gewichtsfactoren aan zoals deze bij de drie transportmechanismen horen. De afwijkingen van de uiteindelijk door middeling verkregen gewichtsfactoren ten opzichte van deze vereiste waarden, alsmede de afwijking van de gewichtsfactoren met het percentage van voorkomen van elk van de golfrichtingsklassen is acceptabel.

Uit tabel 3.13 blijkt voorts dat de vijf golfcondities tezamen slechts 74.4% van de tijd per jaar aanwezig hoeven te zijn, om als set representatief te zijn. Dit betekent dat 25.6% van het jaar er geen transport optreedt. Dit is bij benadering juist, omdat getij zonder de aanwezigheid van golven een orde lagere zandtransporten genereert dan met de aanwezigheid van golven. Dit is in andere studies bij herhaling aangetoond (zie bijvoorbeeld Steijn en Hartsuiker, 1992).

3.4.4 Windgedreven stromingen (normale condities)

Inleiding

Windgedreven stromingen spelen voor de Nederlandse kust een belangrijke rol in het bepalen van de getijgemiddelde reststromingen en resttransporten. Deze invloed komt ook tot uiting in het jaarlijks gemiddelde sedimenttransport, ten gevolge van de overheersende zuidwestenwind.

Om realistische resttransportpatronen te verkrijgen, met name op dieper water, moeten deze stromingen dan ook adequaat worden weergegeven. Per golfconditie is een bijbehorend stationair en uniform windveld opgelegd. Net als in het RIJMAMO model (zie Van den Bout, 1996) wordt alleen een puur kustlangse windschuifspanning opgelegd. Voor deze

kustlangse schuifspanning is de schematisatie als gebruikt in de MV2-studie is overgenomen. De achtergronden van de ten behoeve van de MV2-studie gebruikte schematisatie worden hier herhaald.

Uitwerking

Om het effect van de wind op het resttransport goed te schematiseren moet bekeken worden welke parameter op jaarbasis correct moet worden weergegeven.

Aangezien getij en golven het sediment opwoelen en de reststroom slechts transporteert, is het transport lineair afhankelijk van de reststroomsnelheid.

De versterking van de bodemschuifspanning t.g.v. de reststroom is eveneens lineair afhankelijk van de reststroomsnelheid.

De rest-bodemschuifspanning is bij benadering gelijk aan de kustlangse component van de windschuifspanning.

Hieruit volgt, dat het resttransport lineair afhankelijk is van de kustlangse component van de windschuifspanning. Indien de laatste dus op jaarbasis goed vertegenwoordigd is, wordt ook het effect op het jaarlijks resttransport goed weergegeven.

De jaarlijks gemiddelde kustlangse windschuifspanning kan nu worden berekend uit (zie Verlaan en Groenendijk, 1993):

$$\tau_{langs} = \sum_{i=1}^n (p_i C_{d,i} \rho_a W_i^2 \cos(\pi + \phi_{kust} - \phi_{wind,i})) \quad (3.2)$$

waarin:

τ_{langs}	=	jaarlijks gemiddelde kustlangse windschuifspanning
p_i	=	kans van voorkomen van een windrichting/golfhoogte combinatie
$C_{d,i}$	=	ruwheidscoëfficiënt voor deze combinatie
	=	$(0.63 + 0.066 W_i) * 10^{-3}$
ρ_a	=	dichtheid van de lucht ($\approx 1.25 \text{ kg} / \text{m}^3$)
W	=	gemiddelde windsnelheid in m/s voor deze combinatie
ϕ_{kust}	=	globale oriëntatie van de kustlijn ($\approx 40^\circ$ t.o.v. N)
$\phi_{wind,i}$	=	gemiddelde windrichting voor deze combinatie

In Roskam (1996, pers. comm.) wordt per windrichtingssector van 30° en per golfhoogteklasse van 50 cm het percentage van voorkomen en de gemiddelde windsnelheid gegeven. Op basis van deze gegevens kan de jaarlijks gemiddelde kustlangse windschuifspanning berekend worden; ook de individuele bijdrage van iedere sector kan apart berekend worden.

Dit is uitgevoerd voor de windrichtingssectoren 165° - 255° , 255° - 285° , 285° - 315° , 315° - 345° en 345° - 165° . Deze windrichtingssectoren komen ruwweg overeen met de gekozen sectoren voor de golfschematisatie. Per sector is de gewogen kustlangse schuifspanning bekend. Door deze te delen door het gewicht van de sector, zoals dat uit de golvenschematisatie volgt (paragraaf 3.4.3), wordt de kustlangse windschuifspanning verkregen die bij de betreffende conditie moet worden opgelegd.

Een kleine complicatie is nu nog gelegen in het feit, dat in het stromingsmodel niet de windschuifspanning, maar de windsnelheid wordt opgelegd.

In werkelijkheid volgt de kustlangse schuifspanning uit:

$$\tau_{langse} = C_d(|W|)\rho_a|W|W_{langse} \quad (3.3)$$

In deze uitdrukking speelt ook de kustdwarse component van de windsnelheid een belangrijke rol, vooral als de kustlangse component relatief klein is. Als nu de kustlangse component als "de" windvector wordt opgegeven in het stromingsmodel, resulteert bij gelijke C_d -waarde een te kleine schuifspanning. Dit kan verholpen worden door de C_d -waarde kunstmatig zo groot te kiezen, dat wel de juiste schuifspanning wordt verkregen.

In tabel 3.14 zijn de resultaten van de zo uitgevoerde windschematisatie weergegeven. Vetgedrukt zijn de waarden die in het stromingsmodel zijn toegepast.

3.4.5 Golven en wind (stormcondities)

De representatieve golfhoogte onder stormcondities (windsnelheden van 15 m/s uit resp. ZW en NW) is afgeleid uit de metingen van golfhoogte, golfrichting en windsnelheid op het Europlatform gedurende de periode 1986-1993. Uit deze metingen is een tabel samengesteld, waarbij per golfklasse van 20 cm de gemiddeld gemeten windsnelheid bepaald is (tabel 3.15). Dit is gebeurd voor vier verschillende richtingsectoren (NO, ZO, ZW en NW).

Uit de tabel blijkt windsnelheden van 15 m/s uit ZW corresponderen met golfhoogtes van 3.7 m, terwijl eenzelfde storm uit NW aanleiding geeft tot golven van 4.4 m. Gegeven de langere strijklengte van wind uit NW is dit een verklaarbaar resultaat. Vervolgens zijn bijbehorende piekperiodes T_p bepaald met behulp van de relaties tussen golfhoogte en golfperiode zoals beschreven in paragraaf 4.3.3. Dit levert een piekperiode van 7.5 s voor stormconditie ZW, en 8.2 s voor stormconditie NW.

In geval van de stormcondities is het RIJMAMO-model gedraaid zonder de zogenaamde A0-correctie op de rand, vanwege de beschikbaarheid van het volledige windveld. Om deze reden was het mogelijk het schuifspanningsveld voor het kustlocatie-model rechtstreeks over te nemen uit het RIJMAMO-model, zonder de noodzaak tot ontbinding in een kustlangse en een kustdwarse component en verwaarlozing van de laatste. Voor de C_d -waarden zijn de waarden uit het RIJMAMO-model overgenomen, namelijk 0.0015 voor beide stormcondities..

3.5 Opzet getijmodel

Het echte 'bouwen' van een 2-dimensionaal numeriek model begint met het vaststellen van de grenzen van het model. Daarna worden de posities van de open en gesloten randen geselecteerd. In Paragraaf 3.2 is reeds beschreven dat het Kustlocatie model een gebied van circa $35 \times 7 \text{ km}^2$ weergeeft. Hierbij wordt langs de kust het kustgedeelte tussen Katwijk en de kop van de eerste Maasvlakte gerepresenteerd voor het model voor de huidige situatie (T0) en tussen Katwijk en Hoek van Holland voor de overige modellen (T1 en T2/T3).

Rekenrooster

De volgende stap is het ontwerp en generatie van een kromlijng-orthogonaal rekengrid. Hier wordt kort ingegaan op de karakteristieken van de drie verschillende roosters, te weten voor de huidige situatie (T0), voor de tweede Maasvlakte (T1) en voor mv2 + kustlocatie (T2/T3); hoewel de bodems voor T2 en T3 verschillend zijn kan in de berekeningen hetzelfde rekenrooster worden gebruikt.

Bij het ontwerpen van een grid zijn de volgende zaken van belang:

- de gebieden waarin het grid moet worden verdicht;
- de orthogonaliteit van de individuele cellen;
- de ruimtelijke variatie in de afmetingen van de cellen.

Voor de Kustlocatie rekenmodellen is als eis gesteld dat met name de golfgedreven brandingsstroming goed kan worden weergegeven. Hiertoe wordt het rooster lokaal verfijnd tot roosterafstanden dwars op de kust van orde 50 m (orde 15 roosterpunten in de brandingszone tot NAP -8 m). Dit geldt voor zowel de huidige Delflandse kust als de Kustlocatie-kust. Ook voor het gebied voor de haven van Scheveningen en de baai voor de zuidelijke haven van de kustlocatie is het rooster lokaal verfijnd.

Het uiteindelijk ontworpen grid volgt zo goed mogelijk de contouren van de relevante kustgedeelten. Figuren 3.3 tot en met 3.5 geven het totale rekengrid voor respectievelijk T0, T1 en T2/T3.

De orthogonaliteit, uitgedrukt in de cosinus-waarde van de ingesloten hoek, heeft een maximale waarde van 0,1. Deze waarde moet idealiter kleiner zijn dan 0,2 voor voldoende orthogonaliteit. De mate van ruimtelijke variatie in de afmetingen van de cellen is gedefinieerd als de verhouding in roosterafmeting tussen twee opeenvolgende waarden en is voor het Kustlocatiestrooster maximaal 1,29 in N-richting (evenwijdig aan de kust) en 1,21 in M-richting (dwars op de kust).

Enkele kentallen van de ontworpen rekenroosters zijn:

- het T0 grid bevat 275×80 (N x M) = 22000 punten, waarvan ca 20600 actief;
- de overige grids bevatten 256×80 (N x M) = 20480 punten, waarvan ca 19000 actief voor T1 en 15300 voor T2/T3;
- de kleinste en de grootste afmetingen van een enkele rekencel zijn respectievelijk $50 \times 40 \text{ m}^2$ (kust van Delfland) en $200 \times 130 \text{ m}^2$ (aan de zeevaartse rand van het model);
- de overall afmetingen van de grids zijn respectievelijk circa 38 km x 7,5 km voor T0, 35 km x 7,5 km voor T1 en 35 km x 5 km (ter hoogte van de kustlocatie) voor T2/T3.

De 'bouw' van het model is vervolgens voltooid door de volgende elementen in te voeren:

- schematisatie van Delflandse hoofden (ten zuiden van Scheveningen alleen voor T0 en T1) door middel van 'schotjes' (= blokkering in een bepaalde rekenrichting). Deze schotjes hebben overigens alleen een effect op de stroming. Het golfmodel HISWA rekent feitelijk "dwars door" deze schotjes heen, zodat het effect van de Delflandse Hoofden op het golfpatroon niet wordt berekend.

- schematisatie van de Noorderdam (alleen voor T0) en havenhoofden van Scheveningen door middel van 3 respectievelijk 2 rijen droge (inactieve) punten. De representatie door middel van droge punten geeft te brede dammen hetgeen echter vanwege de interpolatie naar HISWA roosters onvermijdelijk is. Voor het grootschalige stromingspatroon heeft deze manier van schematisatie van de Noorderdam geen merkbaar gevolg. Voor de varianten T1, T2 en T3 ligt de Noorderdam op de gesloten zw-rand van het model en hoeft niet expliciet door middel van droge punten te worden ingevoerd.
- schematisatie van de kustlocatie dammen door middel van 2 rijen droge punten tot de NAP -6 m lijn (teen van het ontwerpprofiel).

Bodem

Als resultaat van de gridgeneratie komen coördinaatwaarden beschikbaar voor ieder rekenpunt. De diepte waarden voor de individuele rekenpunten zijn bepaald met een interpolatieprogramma met invoer van de digitale bodemligging (X, Y en Z-waarden) en invoer van de rekenpunten (X en Y-waarden). Voor de beschrijving van deze bodems wordt verwezen naar paragraaf 3.2.

Randvoorwaarden

Voor het simuleren van de stromingen in het model zijn een aantal open randsecties gedefinieerd:

- waterstandsranden langs de open zee-randen aan de zw-kant (alleen voor T0, voor de overige varianten is dit een dichte rand), nw-kant en no-kant van het model
- debietranden ter plaatse van de spuisluis in het Haringvliet (alleen voor T0) en in de mond van de Nieuwe Waterweg ter plaatse van Hoek van Holland.

De opgelegde randvoorwaarden, zijnde waterstanden en debieten, zijn afgeleid van berekeningen met het RIJMAMO model (zie Paragraaf 3.4.1).

Bij de berekeningen is in verticale richting één laag toegepast.

3.6 Opzet golvenmodel

Het golvenmodel binnen DELFT2D-MOR bestaat uit een schil rondom het standaard HISWA model, waarbinnen achtereenvolgens het volgende geregeld wordt voor een aantal tijdstippen binnen een getijcyclus en voor een aantal geneste berekeningen:

- inlezen bodem-, waterstands- en/of snelheidsveld van de communicatiefile;
- interpoleren van deze informatie naar het betreffende HISWA invoerrooster;
- schrijven van de HISWA invoerfiles voor de betreffende berekening;
- uitvoeren van de HISWA berekening;
- de resultaten inlezen en interpoleren naar het kromlijngige rooster van het getijmodel.

Na alle geneste berekeningen voor een tijdstip wordt de informatie op het kromlijngige rooster naar de communicatiefile geschreven.

Het geheel van deze activiteiten wordt door een enkele invoerfile ("md-wave"-file) aangestuurd. De golvenmodule zelf kan vanuit de stuurmodule meerdere malen worden aangeroepen.

Hoewel bij een dergelijke golvenrun de golfhoogte op de rand in principe in de tijd kan variëren, is voor deze optie niet gekozen; er worden vijf golfcondities apart doorgerekend. Wel kan de stuurmodule een scenario van golven-invoerfiles afwerken. Hiervan wordt in deze studie gebruik gemaakt.

Schematisatie bodemroosters golvenmodellen

Bij het dimensioneren van de bodemroosters moet rekening gehouden worden met de volgende eisen:

- De resolutie van het rooster moet in overeenstemming zijn met die van het bijbehorende rekenrooster;
- De interessante details van de bodem uit het morfologiemodel moeten goed worden weergegeven;
- Waar mogelijk moeten de bodemgegevens overgenomen kunnen worden uit het morfologisch model;
- Daarbuiten moeten geschikte waarden gezet zijn. Voor gebieden die buiten de zeeranden van het model liggen geldt, dat goede diepte-informatie moet zijn ingevoerd. Voor gebieden binnen het morfologische domein geldt juist, dat een negatieve (dummy) waterdiepte moet worden gegeven. Zo wordt verzekerd, dat niet actieve gebieden in het morfologische model ook automatisch in het golvenmodel worden drooggezet.
- De afmetingen en ligging van het bodemrooster moeten zodanig zijn, dat voor het rekenrooster genoeg informatie beschikbaar is. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de extrapolatie-optie in HISWA.

De uitwerking van deze eisen leidt tot de volgende keuzen:

- Een overall bodemrooster en een serie van twee geneste bodemroosters;
- Het overall bodemrooster en een bodemrooster voor het eerste geneste model die ook buiten het gebied van het morfologische model met reële dieptewaarden gevuld zijn (inclusief Loswal Noord, de MV1 en MV2 met bijbehorende zandwinning (voor T1, T2 en T3)
- Het bodemrooster voor het tweede geneste model is gevuld met negatieve "dummy" waterdiepten.

Schematisatie rekenroosters

Bij de rekenroosters zijn de volgende eisen gehanteerd:

- Het buitenste rooster ondervindt op de zijranden randverstoringen, en moet dus het morfologisch model ruim omvatten;
- De hoek tussen golfvoortplantingsrichting en oriëntatie van het rekenrooster moet niet meer dan ca. 30° bedragen, omdat anders de numerieke eisen aan de resolutie in rekenrichting te extreem worden. Dit betekent dat het overall rooster en het eerste geneste rooster per (golf-) conditie gedraaid moet worden. Voor het tweede geneste rooster geldt dat de golven hier door refractie genoeg zijn bijgedraaid om met een enkel rooster (vrijwel parallel aan de kust) te volstaan.
- Om relatief grote hoeken tussen voortplantingsrichting en roosteroriëntatie toe te kunnen staan wordt in de meeste gevallen een sector van 150° toegepast, en een verhouding tussen resolutie in x- en y-richting van 1:3 tot 1:10.
- Om in de brandingszone de golfdissipatie met voldoende resolutie te beschrijven wordt hier een stapgrootte van 20 m toegepast.

- In het algemeen komt het domein van de detailroosters overeen met de overeenkomstige bodemroosters.
- Alle detailroosters ontvangen hun randvoorwaarden rechtstreeks uit het overall model.
- Voor zover rekenroosters overlappen "wint" de laatste.

In tabel 3.16 en figuur 3.2 zijn de rekenroosters weergegeven.

Getijinformatie

Uitgaande van een cyclisch getij met een periode van 740 minuten hoeven slechts binnen één getijperiode berekeningen te worden uitgevoerd en opgeslagen. Zoals bij de schematisatie is beschreven wordt de variatie van de golfvelden t.g.v. het getij weergegeven in 3 tijdstippen; twee rond LW en één bij HW.

Op deze momenten wordt het waterstandsveld overgedragen, naast de actuele bodemligging. Waar geen resultaten van het stromingsmodel beschikbaar zijn worden uniforme "default" waarden aangehouden.

Model parameters

Voor de meeste modelparameters zijn default waarden zoals opgegeven in de HISWA handleiding gehanteerd. Deze worden hier niet verder besproken. Een belangrijke afwijking van meer gangbare waarden is toegepast bij de parameters van de golfdissipatie. Op grond van onderzoek van Beijer (1994) is een parameterinstelling gehanteerd waarbij de fractie van brekende golven beter wordt benaderd, en waarbij de dissipatie enigszins geleidelijker verloopt. Dit laatste heeft als bijkomend (numeriek) voordeel dat de golfgedreven stroming en transporten wat rustiger worden aangedreven. Dit wordt bereikt door de waarde van GAMS (criterium breken op ondiepte) relatief laag te stellen, op 0.70, en de parameter ALFA (coëfficiënt energiedissipatie) op 0.5 (i.p.v. de gebruikelijke 1.0).

3.7 Opzet sedimenttransportmodel en bodemmodule

Aanpak

Bij de opzet van deze studie is, gezien de schaal van het probleem en de harde eis van robuust en voorspelbaar gedrag, gekozen voor het gebruik van de Bijker formule voor het bodemtransport en het evenwichts-suspensietransport. In deze formulering is het effect van golven op de opwoeling van sediment goed weergegeven. Recentere formuleringen zoals Van Rijn / Ribberink kunnen meer gedetailleerd golf-gerelateerde transporten beschrijven, maar zijn aanzienlijk gevoeliger en vereisen wezenlijk kleinere tijdstappen.

Het verschil tussen beide aanpakken is eenvoudig uit te drukken: in de "Bijker"-aanpak wordt aangenomen dat, door de enorme dynamiek in dwarsrichting, kustprofielen in het algemeen redelijk in evenwicht zijn en blijven. Daarentegen wordt in de Van Rijn / Ribberink aanpak deze dynamiek juist beschreven en dient hieruit juist dat bijna-evenwicht te volgen.

Om toch het verlies aan sediment in dwarsrichting te kunnen afschatten ten gevolge van de aanleg van het Balotra profiel, dat door zijn steilheid bij aanleg zeker niet in evenwicht is,

worden aanvullende berekeningen gedaan met het profielmodel UNIBEST-TC (zie hoofdstuk 6)

Naast de keuze voor een transportformulering is een keuze gemaakt voor het toepassen van een volledige advectie-diffusie aanpak, waarin de najling van de dieptegemiddelde concentratie bij afnemende of toenemende stroomsnelheid wordt meegenomen. Op deze manier wordt dus de vertraagde respons van het sediment op stroomversnellingen respectievelijk stroomvertragingen meegenomen.

Het transportmodel bevat een diffusie-achtige term, die zowel diffusie- als dispersieprocessen representeert. Hierdoor kan een transport ontstaan loodrecht op de stroomrichting door gradiënten in de sedimentconcentratie in deze richting; dwarsgradiënten in het langstransport leiden dus tot een dwarsuitwisseling van sediment. Dit wordt in het vervolg aangeduid met de benaming "laterale menging".

Randvoorwaarden

Aan de bodem wordt een concentratie-randvoorwaarde opgelegd, en wel de evenwichts-bodemconcentratie die volgt uit de Bijker formulering.

De verticale verdeling van de sedimentconcentratie wordt benaderd via een algebraïsche relatie. Een numerieke integratie is eveneens mogelijk, maar levert tegen veel meer inspanning vergelijkbare resultaten.

Vaste lagen worden niet geacht voor te komen.

Aan de instroomranden wordt de evenwichtsconcentratie als randvoorwaarde opgelegd. Aan de uitstroomranden wordt de concentratie op de rand gelijk gesteld aan die bovenstrooms van de rand. Het programma bepaalt zelf of sprake is van in- of uitstroming.

Voor de bodemveranderingsmodule wordt op alle instroomranden de bodemligging constant gehouden.

Modelparameters

Met spiraalstromings- en hellingseffecten wordt gezien de schaal van het probleem geen rekening gehouden.

Zowel golven als stromingen worden meegenomen in de transportberekeningen. Als tijdstap wordt 10 minuten gehanteerd, hetgeen leidt tot 74 stappen in een getijcyclus. De stromingsinformatie is beschikbaar op 37 tijdstappen binnen een cyclus terwijl de golf informatie beschikbaar is op 3 tijdstippen in een cyclus; daartussen wordt lineair geïnterpoleerd.

Voor de laterale menging wordt met een in het gebied constante waarde van $1 \text{ m}^2/\text{s}$ gerekend, wat een gangbare waarde is voor de brandingszone..

Ten behoeve van de berekening van bodemveranderingen wordt het transportveld gemiddeld over de 74 stappen in de getijcyclus.

Als numeriek schema wordt voor de bodemmodule een Lax-Wendroff type expliciet schema gehanteerd, waarbij bij iedere tijdstap net zoveel diffusie wordt toegevoegd als nodig is om (negatieve) numerieke diffusie op te vangen.

Er wordt gewerkt met een automatische tijdstap, gebaseerd op een maximum Courant-getal in het gebied van 0.9. De berekening van het Courant-getal wordt gebaseerd op de grootte van het bodemtransport .

De sedimentparameters zijn afgeleid van informatie toegezonden door de Rijks Geologische Dienst ten behoeve van de mv2-studie. De gekozen sedimentparameters zijn (zie Steijn, 1996):

D ₅₀ korreldiameter	0.200 mm
D ₉₀ korreldiameter	0.380 mm
valsnelheid bodemmateriaal	0.023 m/s
valsnelheid suspensiemateriaal	0.017 m/s
ruwheid	0.05 m
porositeit	0.4

Tabel 3.17: Geschematiseerde karakteristieken van het sediment

3.8 Opzet morfodynamische simulaties

De rekenmodules voor golven, stroom, sedimenttransport en bodemveranderingen worden door de morfologische stuurmodule aangeroepen. Dit wordt geregeld via de morfologie-invoerfile. In deze "morf" file stelt de gebruiker een hiërarchische boomstructuur van processen samen. De plaats van "knopen" in deze structuur bepaalt de volgorde van aanroepen. Bij iedere knoop hoort een "controller", die bepaalt of het bijbehorende proces wel of niet geactiveerd moet worden.

Een "proces" bestaat op het elementaire niveau uit een aanroep van één of meerdere rekenmodules, voor een bepaald tijdsinterval. Deze elementaire processen kunnen vervolgens gecombineerd worden tot meer abstracte processen, met hun eigen sturing.

In figuur 3.14 is een proces-boomstructuur weergegeven voor een morfodynamische simulatie van één jaar, met vijf verschillende golf- en windcondities.

Per golfconditie wordt allereerst een golvensimulatie over een getij uitgevoerd. Hierna volgt een berekening van de gecombineerde getij-, wind- en golfgedreven stroming. Op basis van deze golf- en stroomgegevens wordt een aantal sedimenttransport- en bodemberekeningen uitgevoerd. Hierbij wordt na iedere stap (die op zich een simulatie over het getij inhoudt) de bodem lokaal aangepast d.m.v. de zogenaamde continuïteitscorrectie. Het maximum aantal continuïteitsstappen is op 20 gesteld.

De stromings- en waterstandsvelden die worden gebruikt in de golvenmodule zijn afkomstig uit de voorgaande getijsimulatie. Om initieel hiermee van start te kunnen wordt voorafgaande aan de morfologische run een enkele getijsimulatie uitgevoerd.

De controller van de golfconditie (knopen 16 t/m 20) heeft als criterium een vast tijdstip tot waar de conditie moet worden doorgerekend. Is na 20 continuïteitsstappen deze tijd nog niet bereikt, dan wordt opnieuw volledig teruggekoppeld naar de golf- en stromingsmodellen.

De tijd die iedere conditie duurt is in overeenstemming met de gewichtsfactor van de desbetreffende golfconditie. Vanwege de beperkte morfologische activiteit in het gebied is de volgorde van voorkomen van de condities binnen een jaar niet van wezenlijk belang.

Per conditie wordt met een andere golven- en stromings-invoerfile gewerkt. De rechtstreekse invoer voor de transport- en bodemmodule wordt niet beïnvloed door de verschillende wind- en golfcondities. Uiteraard laat zich die invloed wel gelden via de gewijzigde golf- en stroomvelden.

Voor de lengte van de simulaties is gekozen voor een jaar.

In tabel 3.18 wordt een overzicht gegeven van de tijdsintervallen waarover de effecten van de verschillende golf- en windcondities zijn uitgevoerd.

Het stramien van de simulaties is voor iedere door te rekenen gebiedsconfiguratie hetzelfde. De initiële bodem-file en grid-file en de op te leggen randvoorwaarden verschillen voor de verschillende gebiedsconfiguraties. Hierdoor kan het doorrekenen en presenteren van de verschillende varianten tot in hoge mate geautomatiseerd worden, van het klaarzetten van invoerfiles tot en met het afdrucken van plots van resultaten.

4 Initiële berekeningen

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de initiële berekeningen voor de huidige situatie (T0) en de kustlocatie met Balotra profiel (T2) beschreven. De initiële berekeningen voor de huidige situatie (T0) spelen een belangrijke rol bij de calibratie van de diverse modelcomponenten en als referentie situatie. Hoewel de initiële berekeningen voor de huidige situatie (T0) formeel geen deel uitmaken van het takenpakket van WL, worden deze daarom hier toch meegenomen.

Calibratie

De calibratie van de diverse modellen is geen 'echte' calibratie waarbij op uitgebreide schaal een variatie van modelparameters en/of randvoorwaarden is toegepast. De getijrandvoorwaarden voor de diverse golfcondities (met bijbehorende wind) zijn bepaald aan de hand van resultaten voor de verschillende windcondities van het afgeregelde RIJMAMO model, dat op zijn beurt zijn randvoorwaarden betreft uit het afgeregelde KUSTSTROOK model. Hierdoor is de calibratie van het kustlocatie model in principe niet meer dan een controle op de reproductie van RIJMAMO resultaten. De instellingen van de belangrijkste fysische en numerieke parameters zijn zoals bij het RIJMAMO model en MV2-model. Bij de beoordeling van het gedrag van het model is voornamelijk gelet op het globale stromingspatroon (rondstromingen op de randen) en de overeenkomst met RIJMAMO resultaten voor de situatie zonder wind en golven. Op dit laatste zal hier slechts kort worden ingegaan; een uitgebreide beschrijving kan worden gevonden in Van den Bout (1996).

Wat betreft het golvenmodel geldt dat de schematisatie van de golftrandvoorwaarden en de instellingen van de fysische parameters voor de normale condities zijn gebaseerd op het afgeregelde MV2-model. De 'calibratie' beperkt zich daarom tot een (kwalitatieve) beoordeling van de golfhoogteverdeling nabij de kustzone en de afschermingseffecten door de Noorderdam en de haven van Scheveningen. Voor de extreme golfcondities zijn dezelfde parameters aangehouden, met dien verstande dat instellingen als de C_d -waarde zijn overgenomen uit het RIJMAMO model.

Opzet beschrijving resultaten

Per gebiedsconfiguratie zullen achtereenvolgens de rekenresultaten wat betreft golfhoogten, stromingen, sedimenttransporten en bodemveranderingen besproken worden. Dit gebeurt voor T0 voor de normale condities (paragraaf 4.2) en voor T2 voor zowel normale condities (paragraaf 4.2.2) als stormcondities (paragraaf 4.2.3).

De beschrijving van de resultaten voor T2 zal zoveel mogelijk gericht zijn op vergelijking met de huidige situatie. Verder worden zandtransporten en erosie- en sedimentatiepatronen vergeleken met de gegevens zoals bekend uit de literatuur (hoofdstuk 2). Ook wordt regelmatig vergeleken met de MV2-studie (Steijn, 1996).

4.2 Huidige situatie

Golfhoogten

De golfhoogteverdeling voor het gehele gebied voor laag water is gegeven in figuren 4.1 en 4.2 en 4.10 t/m 4.12 voor de vijf golf- en windcondities. Hierin is duidelijk te zien dat het afschermingseffect van de Noorderdam en de MV1 bij Scheveningen goed wordt gerepresenteerd; er is sprake van een duidelijke afscherming van de ZW-golfrichting door de Noorderdam en MV1 en het patroon van golfdoordringing in het schaduwgebied (door richtingsverspreiding) ziet er betrouwbaar uit. Verder laten alle condities de beperkte golfdoordringing in de geul zien. De invloed van de niet-uniforme bodemgeometrie is ook duidelijk merkbaar, vooral de concentratie en deconcentratie van golfenergie ten gevolge van de ondiepte ter plaatse van Loswal Noord zijn goed zichtbaar voor de hogere W-WNW- en NNW-condities.

Voor de westelijke golf- en windcondities wordt daarnaast in figuur 4.6 de golfhoogteverdeling op hoogwater gegeven. Het is duidelijk dat bij hoogwater de golfhoogte afname meer geconcentreerd bij de kust plaatsvindt; bij hoog water is de brandingszone op zijn smalst. In figuren 4.3 t/m 4.5 en 4.7 t/m 4.9 wordt voor deze conditie voor zowel hoog als laag water de golfhoogteverdeling getoond voor de drie detailgebieden. Nu zijn ook duidelijk de effecten van de afscherming bij de Scheveningse haven te zien. Merk op dat de Delflandse hoofden niet in het golvenmodel zijn meegenomen (zie paragraaf 3.5); afschermingseffecten door deze hoofden worden dus niet genomen.

Stromingspatronen

Het stroombeeld tijdens laag en hoog water wordt getoond voor alle condities voor de detailgebieden Hoek van Holland en de centrale kust. Voor de W-conditie worden deze stroombeelden ook gegeven voor het overall gebied en detailgebied Scheveningen. Reststroompatronen worden gepresenteerd voor de vijf condities en voor het gehele model en de drie detail gebieden. De indeling is als volgt:

4.13 tot en met 4.20	resultaten ZW
4.21 tot en met 4.33	resultaten W
4.33 tot en met 4.40	resultaten WNW
4.41 tot en met 4.48	resultaten NNW
4.49 tot en met 4.56	resultaten N

In alle reststroombeelden is een randverstoring merkbaar aan de zeevaartse rand. Uit de laag en hoog water stroombeelden voor de verschillende conditie blijkt dat deze verstoring vooral aanwezig is bij hoog water. Dit is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van een niet optimale randafhandeling in TRISULA. Aangezien op deze rand enkel kustdwarse snelheden worden opgelegd zijn de kustlangse snelheden erg gevoelig voor kleine verstoringen in de randvoorwaarden. Uit de diverse figuren lijkt de invloed van de verstoring in deze rand beperkt te blijven tot een aantal roostercellen (maximaal 10 bij Hoek van Holland voor de ZW-conditie) van de rand. Om de invloed van deze randverstoring op het interessegebied te controleren zijn op diverse uitvoerpunten berekende snelheden en waterstanden vergeleken met resultaten van het RIJMAMO model. Deze vergelijking is gedaan voor simulaties zonder wind en voor een aantal punten in het model, inclusief punten bij Hoek van Holland dicht tegen de verstoorte rand aan. Voor de volledige resultaten van deze vergelijking wordt verwezen naar Van den Bout (1996); hier wordt slechts de conclusie van de vergelijking

genoemd. Het blijkt dat buiten de genoemde rand de waterstanden en snelheden van het kustlocatie model en het RIJMAMO model ruim voldoende overeenkomen.

Rond MV1 en de Noorderdam komen afwisselend vloed-gedomineerde en eb-gedomineerde gebieden voor. Deze patronen worden vooral door de geometrie en de daarmee samenhangende contractie-patronen en neren bepaald; in dit gebied is dit meer bepalend dan de windrichting en -sterkte. De precieze afmetingen van de restcirculaties zijn zeer gevoelig voor de resolutie van het rooster en de gekozen turbulentiemodellering. Verschillen met RIJMAMO en de MV2-studie zijn in dit gebied dan ook te verwachten.

Het valt buiten het kader van deze studie om de precieze locatie van de rest-circulaties af te regelen. Op dit moment is vooral van belang de orde van grootte van bodemveranderingen die het gevolg zijn van deze circulaties. Van deze orde van grootte kan op basis van de huidige simulaties een redelijk beeld worden verkregen..

Uit de figuren met stroombeelden en reststroom blijkt duidelijk de invloed van de ingestelde wind- en golfconditie. Bij hoog water wordt noordwaarts van de Noorderdam een neer aangedreven door de divergerende getijstroom. Ook de afbuiging van de getijstroom bij Scheveningen en de contractie bij de kop van de noordelijke havendam van Scheveningen is duidelijk zichtbaar. De ondiepte ter plekke van Loswal Noord leidt tot in langsricting niet-uniforme stroombeelden.

Er zijn weinig gegevens beschikbaar om de grootte van de reststromen te toetsen. In de MV2-studie is melding gemaakt van een aantal metingen (zie Van Rijn, 1995b) waaruit de volgende conclusies werden getrokken (zie MV2-studie: Steijn, 1996):

- de reststroom voor de meting bij Ter Heijde - zonder wind - geeft een netto zuidwaartse reststroom van ongeveer 4 cm/s;
- de reststroom voor de meting bij Noordwijk bij een windsnelheid van ongeveer 10 m/s uit nw geeft een niet meetbare tot geringe netto zuidwaartse reststroom van maximaal 2 cm/s;
- de reststroom voor de meting bij Noordwijk bij een windsnelheid van ongeveer 14 m/s uit zw geeft een netto noordwaartse reststroom van ongeveer 15 cm/s.

Vergelijken we dit vervolgens (globaal) met het berekende reststroombeeld zoals getoond in figuur 4.17 (ZW-conditie, 8,8 m/s wind uit 220°N) en figuur 4.45 (N-conditie 5,5 m/s wind uit 40°N) dan zijn de resultaten bemoedigend, ondanks het gegeven dat de verschillende windsnelheden van elkaar afwijken. De berekende reststroomsnelheden op diep water ter hoogte van Scheveningen bedragen voor de zw-wind ongeveer 5 cm/s netto noordwaarts; voor de n-wind is dit ongeveer 2 cm/s netto zuidwaarts. De richting en grootte van de berekende reststroomsnelheden komen goed overeen met de berekeningsresultaten in de MV2-studie; daar werd bijvoorbeeld voor de berekende reststroomsnelheden op diep water voor de zw-wind ongeveer 6 cm/s netto noordwaarts gevonden en voor de n-wind ongeveer 2 cm/s netto zuidwaarts. Voor de W-conditie en NNW-conditie wordt in deze studie voor de reststroom op diep water ter hoogte van Scheveningen 3 cm/s noordwaarts respectievelijk 1 cm/s zuidwaarts gevonden. Voor de WNW-conditie is de reststroomsnelheid verwaarloosbaar klein. Dicht bij Hoek van Holland is ook voor de noordelijke condities de vloedstroom dominant; voor alle condities is bij de kop van de Noorderdam de reststroom noordwaarts gericht

De snelheden in de brandingszone zijn voor de meest extreme condities maximaal ongeveer 0.4 m/s. Het is duidelijk zichtbaar dat de Delflandse hoofden de brandingsstroom uit de kust houden. Onafhankelijk van de ingestelde golfrichting is er een continu aanwezige noordgaande of zuidgaande brandingsstroming. De golfgedreven stroom blijkt voor de

golfrichtingen, uitgezonderd de WNW richting die min of meer loodrecht invalt, in staat om stroomkentering in de brandingszone te voorkomen. Dit blijkt onder andere uit de figuren 4.23 en 4.44, waarin het stroombeeld wordt getoond voor, respectievelijk, W-golven tijdens maximale zuidgaande ebstroom en NNW-golven tijdens maximale noordgaande vloedstroom (detailgebied Delfland). Hoewel een kwantitatieve vergelijking van berekende met gemeten brandingsstroomsnelheden niet mogelijk is lijkt het algemene beeld zowel in richting als in grootte acceptabel.

Sediment transporten

De controle van de resultaten van het zandtransportmodel betreft vooral een vergelijking van de berekeningsresultaten met de netto jaarlijkse zandtransporten zoals bekend uit de literatuur (zie hoofdstuk 2). De zandtransporten worden in essentie gestuurd door de hydrodynamica.

Getijgemiddelde transporten (resttransporten) voor de drie detailgebieden zijn voor de verschillende condities gegeven in:

4.57 tot en met 4.59	resultaten ZW
4.60 tot en met 4.62	resultaten W
4.63 tot en met 4.65	resultaten WNW
4.66 tot en met 4.68	resultaten NNW
4.69 tot en met 4.71	resultaten N

De resttransportvelden per golfconditie zijn opgeschaald naar de jaarbijdrage van de respectieve golfcondities en gesommeerd. Dit betekent dat de voor elke golfconditie berekende resttransportvelden (waarden per punt in m³/m/s) eerst worden vermenigvuldigd met (zie gewichtsfactor in tabel 3.13):

$$\begin{aligned} \text{zw-golf} & : \frac{30,0 (\%)}{100,0 (\%)} * 365 (\text{dagen/ jaar}) * 86400 (\text{s/ dag}) \\ \text{w-golf} & : \frac{6,3 (\%)}{100,0 (\%)} * 365 (\text{dagen/ jaar}) * 86400 (\text{s/ dag}) \\ \text{wnw-golf} & : \frac{5,5 (\%)}{100,0 (\%)} * 365 (\text{dagen/ jaar}) * 86400 (\text{s/ dag}) \\ \text{nw-golf} & : \frac{6,9 (\%)}{100,0 (\%)} * 365 (\text{dagen/ jaar}) * 86400 (\text{s/ dag}) \\ \text{n-golf} & : \frac{25,7 (\%)}{100,0 (\%)} * 365 (\text{dagen/ jaar}) * 86400 (\text{s/ dag}) \end{aligned}$$

De hiermee verkregen resttransportvelden (in m³/m/jaar) geven dan de respectieve jaarbijdragen van elk van de vijf beschouwde golfcondities. Sommatie van deze vijf vectorvelden geeft tenslotte het jaargemiddelde netto zandtransport in het modelgebied. Deze resultaten worden getoond in figuur 4.72 voor het hele gebied en in de figuren 4.73 tot en met 4.75 voor de drie detailgebieden.

Uit de figuren 4.72 tot en met 4.75 kan worden geconcludeerd dat het grootschalige transportpatroon er acceptabel uit ziet, afgezien van enkele punten zoals direct aan de

zeewaartse rand; er zijn geen onverklaarbare sediment transportpatronen en transportgrootten. De grootste transporten treden op in de brandingszone, zoals mag worden verwacht. Voor het centrale kustvak geldt dat het getijgedreven transport noordwaarts is voor de ZW- W- en WNW- condities en zuidwaarts voor de NNW en N conditie analoog aan de respectieve richtingen van de reststroom in dat gebied. Het gebied ten zuiden van de Noorderdam wordt beïnvloed door randeffecten; dit gebied ligt ook buiten het feitelijke interessegebied. Ter plekke van de Euro-Maasgeul nemen deze transporten door de toenemende diepte sterk af, waarna noordwaarts van de geul de transporten weer toenemen. Verder van de Noorderdam worden de transporten weer aanzienlijk gereduceerd door divergentie van de getijstroom. Het warrige transportveld in de brandingszone is een direct gevolg van de Delflandse hoofden. De onderbreking van het brandingstransport door de Scheveningse haven is duidelijk zichtbaar. Door de afbuiging van de brandingsstroom worden nog aanzienlijke transporten gevonden langs de havendam. Ter plekke van de geul van de haven nemen deze transporten door de grotere diepte aanzienlijk af.

Het netto jaarlijkse langstransport langs Delfland (figuur 4.74) heeft tussen de Noorderdam en een punt ter hoogte van Ter Heijde een netto zuidwaartse richting. Noordwaarts van Ter Heijde is het netto brandingstransport noordwaarts en neemt toe in grootte. Ook dit patroon is in overeenstemming met de heersende opvatting.

Het doorgaande sedimenttransport over de Maasgeul blijkt betrekkelijk klein te zijn. Dit patroon is in overeenstemming gegevens bekend uit de literatuur (zie hoofdstuk 2).

Ten behoeve van een kwantitatieve vergelijking van de berekeningsresultaten met netto jaarlijkse zandtransporten uit de literatuur (zie hoofdstuk 2) zijn over een groot aantal min of meer kustdwarse raaien, die lopen langs de gridlijnen, de netto jaarlijkse sedimenttransporten geïntegreerd van +1 m NAP tot -10 m NAP. Er is hier gekozen voor de -10 NAP contour als zeewaartse begrenzing aangezien de teen van het Balotra profiel op die diepte ligt. De resultaten van deze integratie worden gegeven in figuur 4.76. Opgemerkt dient te worden dat de transporten in figuur 4.76 geïntegreerd zijn langs een gridlijn en dus ten zuiden van het centrale kustvak geen echte langstransporten representeren.

Figuur 4.76 geeft voor elk van de raaien de geïntegreerde sedimenttransporten voor de vijf golf- en windcondities afzonderlijk (opgeschaald naar de jaarlijkse bijdrage van die conditie) en voor het totaal jaarlijkse beeld. Vergelijken we deze figuur en de jaargemiddelde transportvelden met de getallen die in de literatuur worden genoemd dan lijkt dit alleszins redelijk.

De langstransporten langs de kust van Delfland ten noorden van Ter Heijde nemen toe tot ruim 100,000 m³/jaar. Dicht bij Scheveningen worden de transporten weer enigszins kleiner. Lokale variaties zijn een direct gevolg van de niet-uniforme bodemgeometrie en de Delflandse hoofden. De orde grootte van de in deze studie gevonden transporten komt redelijk overeen met langstransportcapaciteiten zoals gevonden in eerdere studies (zie figuur 2.4); schattingen van de transportcapaciteiten in diverse studies lopen uiteen van globaal 100,000 tot 200,000 m³/jaar voor de zone tot de -8 m NAP contour. Daarbij dient opgemerkt te worden dat in deze studies veelal de transport reducerende werking van de Delflandse hoofden niet is meegenomen.

In de mv2-studie (Steijn, 1996) worden voor de Delflandse kust aanzienlijk kleinere transporten gevonden. Dit is een direct gevolg van de grotere schaal van het probleemgebied in de mv2-studie waardoor de resolutie van het rekenrooster in de Delflandse brandingszone noodzakelijkerwijs vrij laag was (orde 5 cellen in de brandingszone). In deze studie daarentegen is de resolutie aanzienlijk hoger (orde 15

cellen in de brandingszone) waardoor gradiënten in fysische grootheden nauwkeuriger kunnen worden weergegeven.

In overeenkomst met de verwachting is ten zuiden van Ter Heijde het transport zuidwaarts gericht en neemt geleidelijk toe tot 100,000 m³/jaar, om dan bij de Noorderdam weer teruggebracht te worden tot 0. Een noordwaarts gericht transport bij de Van Dixhoorn driehoek (zie hoofdstuk 2) wordt niet gevonden.

Algemeen wordt verondersteld dat het langtransport noordwaarts van Scheveningen toeneemt. Een dergelijke trend is niet te terug te vinden in figuur 4.76.

Bodemveranderingen

Als gevolg van ruimtelijke gradiënten in het sedimenttransport ontstaan lokale bodemveranderingen. Voor de initiële sommen geldt dat de bodemveranderingen zoals die op $t=0$ worden berekend naar een jaar worden geëxtrapoleerd.

In figuur 4.77 wordt voor het gehele modelgebied het berekende sedimentatie/erosiepatroon getoond zoals dit uit de initiële berekening volgt (1990-1991). Voor de drie detailgebieden wordt dezelfde informatie getoond in de figuren 4.78 tot en met 4.80. In deze en alle volgende figuren met berekende bodemveranderingen wordt erosie aangegeven met blauwtinten en sedimentatie met geel tot roodtinten. Bodemveranderingen kleiner dan 5 cm/ jaar worden niet getoond, omdat dit feitelijk als "ruis" moet worden beschouwd.

De berekende aanzanding in de Euro-Maasgeul bedraagt meer dan 2.5 m; dit komt goed overeen met resultaten van de MV2-studie.

Voor de kust van Delfland worden omvangrijke erosie - en aanzandingsgebieden berekend op dieper water ten noorden van de Noorderdam. De erosie op diep water na de Noorderdam is een direct gevolg van de sterk toenemende diepte na de geul. Ter plekke van Loswal-Noord wordt zowel erosie als sedimentatie gevonden als gevolg van lokale concentratie en deconcentratie van golfenergie door refractie over de ondiepte. Sedimentatie treedt verder op langs de Noorderdam en ten noorden daarvan. Hierbij speelt de grootschalige neer aangedreven door de vloedstroom en de divergentie van de vloedstroom een rol. Verder is een belangrijke oorzaak voor deze aanzanding gelegen in het feit dat de zuidwaartse ebstroom hier domineert over de noordgaande vloedstroom die immers door de Maasvlakte en de Noorderdam "uit de kust" wordt gehouden. Om dezelfde reden domineert de noord-westelijke golfrichting in dit deel van de kust, zodat een netto zuidwaarts brandingstransport resulteert.

De kust van Delfland vertoont een grillig patroon van aanzanding en erosie, veroorzaakt door de Delflandse hoofden. Absolute waarden van de (verticale) bodemveranderingen bedragen maximaal 1.50 m (per jaar) voor de initiële som. De grootschalige sedimentbalans voor de Delflandse kust (tot NAP -10 m) geeft een redelijk stabiel beeld met weinig netto zandverlies. Dit beeld past bij de waarnemingen voor dit kustvak.

Overeenkomstig de verwachting wordt direct ten zuiden van Scheveningen overwegend sedimentatie gevonden en direct ten noorden van Scheveningen erosie.

4.3 Kustlocatie (Balotra profiel)

4.3.1 Normale condities

Golfhoogten

De golfhoogteverdeling voor het gehele gebied voor laag water is gegeven in figuur 4.81 en 4.82 en figuur 4.90 t/m 4.92 voor de vijf golf- en windcondities. Voor de westelijke golf- en windcondities wordt daarnaast in figuur 4.83 tot en met 4.89 de golfhoogteverdeling voor de hoogwater gegeven en voor de drie detailgebieden. Voor de ZW- en W- conditie is duidelijk de vergroting van het afschermingseffect van de Noorderdam zichtbaar. De kustlocatie zelf geeft een aanzienlijke afscherming voor de ZW-golven ten noorden van Scheveningen. Voor de WNW- en NW- conditie is de invloed van concentratie van golfenergie ten gevolge van Loswal Noord nu tot vrij dicht op de kustlijn merkbaar. Verder kan gezien worden dat door het steile kustprofiel de dissipatie van golfenergie pas dichterbij de kust op gang komt.

Stromingspatronen

Het stroombeeld tijdens laag en hoog water wordt getoond voor alle condities voor de detailgebieden Hoek van Holland en de centrale kust. Voor de W-conditie worden deze stroombeelden ook gegeven voor het overall gebied en detailgebied Scheveningen. Reststroompatronen worden gepresenteerd voor de vijf condities en voor het gehele model en de drie detail gebieden. De indeling is als volgt:

- 4.93 tot en met 4.100 resultaten ZW
- 4.101 tot en met 4.112 resultaten W
- 4.113 tot en met 4.120 resultaten WNW
- 4.121 tot en met 4.128 resultaten NNW
- 4.129 tot en met 4.136 resultaten N

Net als bij de berekeningen voor de huidige situatie is bij de zeerand in het reststroom patroon een geringe lokale rondstroming te zien als gevolg van de opgelegde randvoorwaarden. Naar verwachting is dit echter niet relevant voor de morfologische ontwikkelingen voor het interessegebied. De residuele rondstroom rondom Loswal Noord (met de wijzers van de klok mee) is weer herkenbaar in de figuren.

Op dieper water, buiten de invloedzone van constructies en menselijke ingrepen, blijkt de reststroom erg gering te zijn; hooguit enkele cm/s. De zeevaartse verplaatsing van de getijstrooming door de grotere lengte van de Noorderdam ten opzichte van de kustlijn, heeft nauwelijks effect op de grootte van de getijsnelheden bij hoog en laag water en op de grootte en richting van de reststromingen (vergelijk bijvoorbeeld figuur 4.19 en 4.99). Hierdoor kan verwacht worden dat de kustlocatie weinig gevolgen heeft voor de morfologie op dieper water en op de vooroever, omdat daar de getijstrooming onder gemiddelde condities domineert over de golf-gedreven stroming. Wel blijkt dat vanwege het steile aanlegprofiel de getijstroom tot dichterbij de kust relatief sterk blijft.

Net ten noorden van de Noorderdam ontstaat een gecompliceerd stromingspatroon, waarbij vooral bij hoogwater een neer ontstaat die zorgt voor aanzienlijke stroomsnelheden rondom de kopdam. Ten zuiden van de kopdam ontstaat een relatief rustig gebied; de getijstroom dringt hier nauwelijks door. De kust ten zuiden van de kopdam is afgeschermd voor zw-

golven door de Noorderdam en voor N-golven door de kopdam. Door de oriëntatie van de kustlijn wordt in het geval van de W-, WNW en NNW- golven een sterke zuidwaarts gerichte brandingsstroom aangedreven, onafhankelijk van de getijfase.

De brandingsstroom in het centrale kustvak is een stuk minder grillig dan in de berekeningen voor de huidige situatie aangezien voor de kustlocatie geen strandhoofden zijn gemodelleerd. Dit blijkt bijvoorbeeld uit vergelijking van figuur 4.27 en 4.107. In het zuidelijke gedeelte van het centrale kustvak is de brandingsstroom beperkt voor de ZW- en W- conditie door de afscherming door de Noorderdam en neemt geleidelijk toe richting de noorddam. In het noordelijke gedeelte van het centrale kustvak is de orde grootte van de brandingsstromen vergelijkbaar met de huidige situatie.

De reststroombeelden laten zien dat de brandingsstroom wordt verstoord bij de noorddam; voor de ZW- W- en WNW conditie speelt vooral de stroomcontractie van de noordgaande stroom een rol, terwijl ten noorden van deze verlengde noorddam van de Scheveningse haven een grootschalige neer wordt aangedreven. Voor de noordelijke conditie daarentegen wordt langs de noorddam een aanzienlijke zuidwaarts gerichte stroming gevonden.

Sediment transporten

Getijgemiddelde transporten (resttransporten) voor de drie detailgebieden zijn voor de verschillende condities gegeven in:

- 4.137 tot en met 4.139 resultaten ZW
- 4.140 tot en met 4.142 resultaten W
- 4.143 tot en met 4.145 resultaten WNW
- 4.146 tot en met 4.148 resultaten NNW
- 4.149 tot en met 4.151 resultaten N

De resttransportvelden per golfconditie zijn vervolgens opgeschaald naar de jaarbijdrage van de respectieve golfcondities en gesommeerd. Het zo bepaalde jaargemiddelde transport is weergegeven in figuren 4.152 tot en met 4.155. Daarnaast zijn in figuur 4.156 de jaarlijkse sedimenttransporten per conditie en gesommeerd over alle condities weergegeven, geïntegreerd van +1 m NAP tot -10 m NAP. In 4.157 is het netto jaarlijkse sedimenttransport voor T2 en T0 samen uitgezet (vergelijk figuren 4.76 en 4.156).

Voor het kustvak ten zuiden van de kopdam wordt door de sterk gewijzigde oriëntatie van de kustlijn een sterk zuidwaarts gericht transport gevonden wat voornamelijk geïnduceerd is door de WNW-, NNW- en N- condities; voor de ZW- en W- conditie wordt dit kustvak effectief afgeschermd. Opgemerkt dient te worden dat de transporten in figuur 4.156, geïntegreerd zijn langs een gridlijn, in dit gebied dus geen echte langtransporten representeren.

Rondom de kopdam wordt een groot transport gegenereerd voornamelijk als gevolg van de dominante noordgaande vloedstroom rond de kop. Ook kan gezien worden dat langs het centrale kustvak het zuidgaande langtransport door de WNW-, NNW- en N-golven redelijk constant is. Lokale verschillen zijn het gevolg van een niet geheel uniforme bodemgeometrie, de enigszins holle kustlijn en lokale effecten als de lokale concentratie van golfenergie ten gevolge van Loswal Noord. Voor de ZW- en W- conditie zien we het transport langzaam toenemen. Globaal geldt dat het netto jaarlijkse langtransport voor de kustlocatie geleidelijk groeit tot orde 100,000 m³/jaar. Ten opzichte van de huidige situatie is het resultaat hiervan een kleiner transport over het grootste gedeelte van het centrale kustvak (figuur 4.157). Dit is niet alleen het gevolg van de afname van de noordwaarts gerichte transporten door de toegenomen afscherming door de Noorderdam voor de ZW- en

W- conditie maar ook van een toename van de zuidwaarts gerichte transporten voor de noordelijke condities. Dit laatste kan veroorzaakt worden door het steile Balotra profiel waardoor pas relatief dicht bij de kustlijn de golfhoogte in grootte gaat afnemen en waardoor de dissipatie van golfenergie meer geconcentreerd zal plaatsvinden. Het transport blijft echter overwegend noordwaarts gericht voor het centrale kustvak; zoals reeds genoemd treedt alleen ten zuiden van de kopdam een zuidwaarts gericht transport op.

De noorddam blokkeert een groot gedeelte van het brandingstransport; het getijtransport daarentegen wordt nauwelijks gehinderd. Rond de noorddam, zeewaarts van de Scheveningse haven, ontstaat een gecompliceerd stromingspatroon dat aanleiding geeft tot een transport langs de dam in de richting van de kopdam. Het transportbeeld rondom de Scheveningse haven lijkt slechts in geringe mate beïnvloed te worden door de kustlocatie. Globaal zijn ten noorden van Scheveningen de transporten van dezelfde orde van grootte als in de huidige situatie.

Bodemveranderingen

In figuur 4.158 wordt voor het gehele modelgebied het berekende sedimentatie/erosiepatroon getoond zoals dit uit de initiële berekening volgt (1990-1991). Voor de drie detailgebieden wordt dezelfde informatie getoond in de figuren 4.159 tot en met 4.161.

De volgende conclusies worden getrokken ten aanzien van de berekende bodemveranderingen en de verschillen ten opzichte van de huidige situatie:

- Rond de kopdam en de noorddam wordt erosie gevonden (orde 2 m/jaar)
- Het centrale kustvak is relatief stabiel wat te verwachten is gezien de langtransportverdeling die relatief weinig afwijkt van de verdeling voor de huidige situatie. Relatief veel erosie wordt gevonden in ondiep water, terwijl in dieper water juist sedimentatie wordt gevonden. Dit is een direct gevolg van laterale menging als gevolg sterke dwarsgradiënten in het langstransport (zie ook paragraaf 3.7).
- Uit de figuren blijkt dat ten noorden van de noorddam op dieper water sedimentatie optreedt ten gevolge van de afnemende stroomsnelheden. Dit zand lijkt onttrokken te zijn aan het centrale kustvak.
- De sedimentatie- en erosiepatronen rondom Scheveningen zijn vrijwel identiek aan wat werd gevonden voor de huidige situatie. Daar waar de noorddam aansluit bij de oude noorddam van de haven treedt lokaal erosie op.
- De zachte begrenzing tussen de kopdam en binnendam is ver van zijn evenwichtsoriëntatie verwijderd. Het voornamelijk golfgedomineerde zuidwaartse transport resulteert in sterke erosie bij de kopdam en sedimentatie bij de binnendam.

4.3.2 Extreme condities

Zoals aangegeven in paragraaf 3.4.5 worden twee extreme condities beschouwd, namelijk springtij gecombineerd met een ZW-storm en NW-storm, met $H_s = 3,7$ m respectievelijk 4,4 m. Bij het interpreteren van de resultaten moet worden bedacht dat typische stormeffecten als afslag niet worden gemodelleerd.

Golfhoogten

De golfhoogteverdeling bij laag water voor de ZW-storm en NW-storm wordt getoond in figuur 4.162 en 4.163 respectievelijk. Merk op dat deze figuren de H_{rms} weergeven. De afscherpende werking van de Noorderdam en de kustlocatie zelf voor golven uit ZW-richting is duidelijk zichtbaar en strekt zich uit tot ruim ten noorden van Scheveningen. De noordelijke hogere golf kan zich ongestoord voortplanten. Het resultaat hiervan op de verschillen in golfhoogte in het zeewaartse gedeelte van de brandingszone is aanzienlijk; terwijl voor de ZW-storm hier als maximale golfhoogtes wordt gevonden $H_{rms} = 1.25$, geeft de NW-storm aanleiding tot golfhoogtes tot $H_{rms} = 2.25$.

Stromingspatronen

De stroombeelden voor hoog en laagwater voor de twee stormcondities zijn weergegeven voor zowel het detailgebied Hoek van Holland als het centrale kustvak in de volgende set figuren:

4.164 tot en met 4.167: storm ZW
4.170 tot en met 4.173: storm NW

De reststroompatronen worden getoond in:

4.168 en 4.169: storm ZW
4.174 en 4.175: storm NW

Zoals verwacht wordt bij de ZW-storm bij zowel hoog als laag water een sterke noordgaande brandingsstroom gevonden. Door de afnemende afscherpende werking van de Noorderdam neemt deze brandingsstroom in noordwaartse richting in sterkte toe. Het gedeelte ten zuiden van de kopdam is zelfs volledig afgeschermd en zal aangezien ook de getijstroom hier minimaal is weinig morfologische activiteit vertonen. In de stroombeelden en reststroompatronen is verder de grotere vloeddinantie zichtbaar; de sterkere windgedreven stromingen zorgen voor een grotere asymmetrie dan bij de normale condities.

Doordat bij de vrijwel loodrecht invallende NW-golf conditie nauwelijks een brandingsstroom wordt aangedreven en de getijstroom uit de kust wordt gehouden door de kop- en noorddam, wordt een warrig reststroombeeld gevonden in de brandingszone van het centrale kustvak. Alleen in het zuidelijke gedeelte van dit kustvak is door de enigszins gewijzigde oriëntatie van de kustlijn zowel bij laag als hoog water een noordwaarts gerichte golfgedreven stroming aanwezig. Ten zuiden van de kopdam wordt juist een sterk zuidwaarts golfgedreven stroming gevonden bij zowel laag als hoog water. Bij de meest noordelijke punt van het centrale kustvak valt weer de neer op die ontstaat net achter de noorddam. Verder valt op dat vooral bij de NW-storm tijdens hoog water een sterke neer wordt aangedreven net ten noorden van de Scheveningse haven.

Sediment transporten

Getijgemiddelde transporten worden getoond in de volgende figuren:

4.176 en 4.177: storm ZW
4.178 en 4.179: storm NW

De invloed van de golven op het transport door de getijstroom is duidelijk zichtbaar wanneer de reststroompatronen worden vergeleken met de resttransporten; in tegenstelling tot de reststroming is het resttransport bij de NW-storm veel groter dan bij de ZW-storm. Dit is een direct effect van de grotere opwoelende werking van de golven bij de NW-storm waarbij over het gehele gebied duidelijk grotere golfhoogten worden gevonden.

Transporten geïntegreerd over de zone tot -10 m NAP zijn weergegeven in figuur 4.180 (in m^3/dag). Hier valt op dat voor de zone tot -10 m NAP de ZW-storm (r3) als gevolg van de sterkere golfgedreven stroming juist iets hogere transporten genereert. Voor het centrale kustvak worden langstransporten gevonden van gemiddeld $6.000 \text{ m}^3/\text{dag}$ (noordgaand) voor de ZW-conditie en $3.000 \text{ m}^3/\text{dag}$ (zuidgaand) voor de NW-conditie (4). Net ten noorden van de Scheveningse haven wordt voor beide condities lokaal een zuidgaand transport gevonden als gevolg van de neer direct achter de haven. Verder noordwaarts nemen de transporten weer toe; voor de ZW-storm wordt ten Noorden van Scheveningen een transport gevonden dat duidelijk hoger is ($10.000 \text{ m}^3/\text{dag}$) dan op de kustlocatie zelf. Dit laatste kan verklaard worden uit de afschermdende werking van de Noorderdam die zich uitstrekt tot voorbij Scheveningen. Verder speelt ook een rol dat de getijstroom door de kop-en noorddam uit het de kust van de kustlocatie wordt gedrukt. Dit laatste lijkt ook een rol te spelen bij de NW-storm waarbij de transporten ten Noorden van Scheveningen ook iets groter lijken te zijn dan op de kustlocatie. De sterke afname van het transport voor r4 bij de noordrand van het model moet worden beschouwd als een randverstoring.

Zoals verwacht wordt rond de kopdam een compleet verschillend beeld gevonden voor de ZW-storm en NW-storm. Voor de ZW-storm nemen neemt de transportcapaciteit langzaam af naar 0 vanaf globaal het midden van de kustlocatie tot de Noorderdam ten gevolge van de sterke afscherming. Voor de NW-storm resulteert de kustoriëntatie rond de kopdam in sterke transporten die aan weerszijden van de kopdam van de dam afgericht zijn. Er ontstaat hierdoor een omslagpunt in de transportrichting op het centrale kustvak; dicht bij de kopdam zijn de transporten noordwaarts gericht en verder noordwaarts ontstaat een zuidwaarts gericht transport.

Bodemveranderingen

Erosie- en sedimentatie patronen (figuur 4.181 en 4.182) worden getoond voor een totale stormduur van 10 dagen voor iedere conditie. Deze lengte is arbitrair gekozen; het aantal dagen heeft kwalitatief geen invloed op het patroon.

In figuur 4.181 valt op de impact van de ZW-storm marginaal is. Langs het centrale kustvak wordt lokaal enige erosie en sedimentatie gevonden. De meest structurele veranderingen zijn de aanzanding juist ten zuiden van de noorddam en de erosie ten noorden van Scheveningen. De aanzienlijk grotere effecten van de NW-storm worden hieronder slechts kort aangestipt aangezien kwalitatief geen andere effecten worden gevonden dan bij de normale condities:

- erosie rond de kopdam
- een warrig patroon van sedimentatie en erosie langs het centrale kustvak
- erosie net ten noorden van de kopdam door sterke noordgaande transport
- sedimentatie rond het omkeerpunt in de transportrichting
- erosie aan weerszijden van de kop van de noorddam en juist sedimentatie in de luwte van deze dam
- erosie over een strook die zich vanaf het zuidelijke havenhoofd van Scheveningen noordwaarts uitstrekt
- enige sedimentatie rond het noordelijke havenhoofd

5 Morfodynamische berekeningen

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten behandeld van de morfodynamische berekeningen, zoals die zijn uitgevoerd voor de huidige situatie (T0) en de kustlocatie volgens Balotra profiel (T2). Anders dan bij de initiële sommen vindt in geval van morfodynamisch rekenen wel terugkoppeling plaats tussen bodemveranderingen en hydrodynamica. Met andere woorden, het golf- en stromingsveld stelt zich in op de veranderde bodemgeometrie, waarna de nieuwe transporten bepaald worden. Op deze wijze worden erosie- en sedimentatie patronen berekend, die betrouwbaarder zijn dan de patronen verkregen via opschaling van getij-gemiddelde effecten.

Voor de morfodynamische sommen is gebruik gemaakt van dezelfde vijf golfcondities als voor de initiële sommen. Achtereenvolgens komen golven uit ZW (109.5 dagen), W (23 dagen), WNW (20 dagen), NNW (25 dagen) en N (94 dagen) aan bod. Op deze wijze worden de morfologische processen gedurende één jaar gesimuleerd. Vanwege de relatief geringe morfodynamische activiteit in het onderzoeksgebied is de volgorde waarin de vijf condities de revue passeren niet van belang. De procesboom van de morfodynamische simulatie is reeds beschreven in paragraaf 3.8.

In tegenstelling tot bij de initiële sommen zijn van de morfodynamische berekeningen geen golf-, stromings- en transportvelden beschikbaar. Uitvoerresultaten zijn beperkt tot erosie/sedimentatie plots. Via een kuberingstechniek zijn hieruit zogeheten zandbudgetten af te leiden. Zowel deze kuberingstechniek, als de resultaten per gebiedsconfiguratie zullen hieronder besproken worden.

5.2 Huidige situatie

Resultaten van de morfodynamische berekeningen voor gebiedsconfiguratie T0 zijn weergegeven in de figuren 5.1 tot en met 5.4. Blauwe tinten duiden op erosie, gele tot rode op sedimentatie. In kwalitatieve zin komen de resultaten zeer goed overeen met die van de initiële sommen. In kwantitatieve zin valt op dat de resulterende erosie en sedimentatie na één jaar als het ware 'afgevlakt' wordt. Dit is verklaarbaar vanuit het zelfcorrigerende karakter van het fysische proces: Sedimentatie leidt tot kleinere waterdiepten, derhalve grotere stroom snelheden en daarmee toename van de transportcapaciteit waardoor de sedimentatie afneemt. Een analoge redenering geldt in geval van erosie.

Rond de kop van MVI wordt erosie aangetroffen als gevolg van convergentie van de getijstroom. De maximale erosie ter plaatse is van de orde 0.5 m. Dit is beduidend minder dan de erosie die volgt uit de initiële berekeningen, waar maximale waarden tot 2 m voorkomen. De reductie is het grootst in de kustnabije zone, waar de verandering in waterdiepte ten gevolge van erosie/sedimentatie relatief het grootst is. Materiaal dat hier erodeert komt vanwege de noordwaarts gerichte restsnelheden terecht in de Maasgeul, waar sedimentatie op treedt als gevolg van de grotere waterdiepte. De Maasgeul fungeert als een zandvang, met als gevolg een sedimentatie van maximaal 1 m gedurende 1 jaar. Ook deze waarde steekt schril af bij de 2.5 m sedimentatie, die volgt uit de initiële berekening. Bovendien is het sedimentatie patroon in de geul wat gelijkmatiger. Noordwaarts van de geul, waar de transportcapaciteit toeneemt terwijl nauwelijks sediment wordt aangevoerd,

ligt een erosiegebied met bodemveranderingen van de orde 0.25 - 0.50 m (initieel 0.50 - 1.0 m).

Direct ten noorden van de Noorderdam treedt een sedimentatie van 0.25 m op, als gevolg van de afscherpende werking van de dam. Hierdoor wordt de noordwaartse vloedstroom uit de kust gehouden en kunnen golven vanuit ZW niet doordringen. De verschillen ten opzichte van de initiële som zijn kleiner. Dit komt doordat de optredende stroomsnelheden kleiner zijn dan rond de kop van MV1 en de kop van de Noorderdam. De opgeschaalde fout als gevolg van een discrepantie tussen initiële bodem en berekende stromingsveld (waarvoor morfodynamisch gecorrigeerd wordt) is hierdoor minder groot, waardoor beide berekeningen beter overeenkomen.

De Delflandse kust vertoont een wollig patroon van afwisselend erosie- en sedimentatiegebieden. Zowel erosie, als sedimentatie zijn van de orde 5-25 cm. Het variërende karakter wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van strekdammen langs de Delflandse kust. Rond de haven van Scheveningen treden effecten op, vergelijkbaar met die rond de haven van Rotterdam: Sedimentatie ten zuiden en in de geul, sedimentatie in een klein gebied direct noordwaarts van de noordelijke dam ten gevolge afschermingseffecten en erosie verderop noordwaarts ten gevolge van de onderbreking van het langtransport in de brandingszone, waardoor er geen aanvoer van sediment is. Wederom zijn de verschillen tussen initiële en morfodynamische som relatief groot: initieel bedragen maximale sedimentatie en erosie respectievelijk 2.5 en -2.5 m, terwijl morfodynamisch deze waarden beperkt zijn tot 1.5 en -1.5 m (zeer lokaal). Dit fenomeen is opnieuw verklaarbaar vanuit de relatief grote stroomsnelheden, die optreden.

Om de gevonden erosie/sedimentatie patronen te vertalen naar 'hoeveelheden per kustvak' is een kuberingstechniek toegepast. Deze houdt in dat kustdwarse raaien gedefinieerd worden, overeenkomstig het rekengrid. Aan de zeewaartse en de kustwaartse zijde worden deze raaien met elkaar verbonden, waardoor ze een gebied met bekende afmetingen omspannen. Zodoende kan uit de bodemveranderingen, die langs de dwarsraaien berekend zijn, een schatting gemaakt worden van het aangezande/geërodeerde zandvolume binnen dit gebied. Door te delen door de kustlangse afmeting van het gebied wordt een volume per eenheid kustlijn verkregen.

Het resultaat van de toepassing van deze methode voor T0 is weergegeven in de onderste helft van figuur 5.5 voor het gehele onderzoeksgebied, en figuur 5.6 voor detailgebied Scheveningen. Horizontaal is de afstand x , kustlangs in noordwaartse richting uitgezet, waarbij Hoek van Holland ligt rond $x = 6000$ m. Duidelijk zichtbaar is de sterke erosie direct noordwaarts van de Noorderdam, met een zandverlies van de orde $900 \text{ m}^3/\text{m}'$. Van Hoek van Holland tot Ter Heijde ($x = 12000$) is sprake van een netto verlies van zand: de gemiddelde sedimentatie over dit traject is kleiner dan nul. Deze bevinding stemt overeen met wat gevonden werd bij de initiële sommen: transporten in zuidwaartse richting bij Hoek van Holland (orde $100000 \text{ m}^3/\text{jr}$), die geleidelijk veranderen in transporten in noordwaartse richting bij Ter Heijde, eveneens van de orde $100000 \text{ m}^3/\text{jr}$. Ten zuiden van Scheveningen ($x = 18000$) valt het springerige karakter van de berekende zandvolumes op. Dit kan verklaard worden uit de aanwezigheid van de strekdammen, die aanleiding kunnen geven tot relatief grote morfologische activiteit. Uitgangspunt immers was een relatief vlakke bodem, verkregen uit interpolatie tussen JARKUS raaien. Dit profiel wijkt sterk af van het bodemprofiel dat zich onder natuurlijke condities instelt tussen strekdammen. Als zodanig geeft dit aanleiding tot relatief grote morfologische activiteit. Bovendien is vanuit veldmetingen bij Egmond bekend dat variaties tussen aangrenzende kustvakken van de orde $400 \text{ m}^3/\text{jr}$ mogelijk zijn; derhalve zijn de uitkomsten van de berekening zeer zeker acceptabel. Duidelijk zichtbaar is verder de aanzanding ten zuiden van de haven van Scheveningen (orde $200 \text{ m}^3/\text{m}'$), gevolgd door erosie van de orde $300 \text{ m}^3/\text{m}'$ ten noorden.

Nog verder noordwaarts is sprake van een stabiele kust, met nauwelijks netto zandwinst of verlies.

5.3 Kustlocatie (Balotra profiel)

Resultaten van de morfodynamische berekeningen voor gebiedsconfiguratie T2 zijn weergegeven in de figuren 5.7 tot en met 5.10. Vergelijking met de initiële sommen leert dat de overeenkomst in kwalitatieve zin opnieuw zeer goed is. Ook kwantitatief lopen de resultaten, afgezien van enkele zeer lokale effecten, niet ver uiteen.

Door de verlenging van de Noorderdam is een aanzienlijk schaduwgebied ontstaan direct ten noorden van de dam. De verwachte aanzanding in dit gebied treedt echter niet of nauwelijks op. Afgezien van een klein sedimentatie gebied direct ten zuiden van de kustlocatie (boderveranderingen van de orde 0.25 - 0.50 m) is er over het algemeen sprake van een erosie van ongeveer 0.25 m, met lokale uitschieters tot 1.0 m aan weerszijden van de zuidelijke dam van de kustlocatie.

Tussen de zuidelijke en de noordelijke dam van de kustlocatie wordt een stabiele, gesloten kust aangetroffen. Afgezien van de uiteinden vindt nergens een sterke netto aanzanding of erosie plaats, zoals blijkt uit de kuberingen (figuren 5.11 en 5.12, onderste helft). Merk op de x-as ('kustlangse afstanden') een andere oorsprong heeft, daar T2 gebruik maakt van een ander rekengrid en de lengte van de kustlijn toegenomen is door de aanleg van de kustlocatie. Doch in het bijzonder Scheveningen en de dammen van de kustlocatie zijn duidelijk herkenbaar. De sterke erosie rond de kop van de noordelijke dam (orde 1.0 m), alsmede de zware aanzanding in de meest noordelijke punt van het centrale kustvak (orde 2.0 m) stemmen overeen met de verwachting. Verder valt op het regelmatige patroon van sedimentatie rond de waterlijn, erosie in de brekerzone en wederom sedimentatie juist zeewaarts daarvan, dat langs de gehele landaanwinning aanwezig is. De oorzaak hiervan is gelegen in het relatief steile Balotra profiel, die de breedte van de brekerzone sterk reduceert. Hierdoor wordt in deze smalle brekerzone relatief veel golfenergie per m² gedissipeerd, waardoor kustdwars sterke gradiënten in sedimentconcentratie optreden. Door deze gradiënten wordt sediment zowel zeewaarts als landwaarts getransporteerd (zie paragraaf 3.7), hetgeen het waargenomen erosie/sedimentatie patroon verklaart.

In de luwte van de noordelijke dam van de kustlocatie, waar de noordgaande vloedstroom naar buiten gedreven wordt, ligt een gebied waar lichte sedimentatie verwacht kan worden (minder dan 0.25 m/jaar). Langs de noordelijke begrenzing van de kustlocatie is het transport vrijwel nul, waarschijnlijk als gevolg van de ligging in de luwte van de noordelijke dam en relatief loodrecht invallende golven uit de richtingen N en NNW. In de directe omgeving van Scheveningen is wederom een kleine aanzanding in de vaargeul en in het luwtegebied van de golfbrekers. Iets verder noordwaarts echter, waar de noordwaarts gerichte reststroom nauwelijks sediment aanvoert, wordt sterke erosie aangetroffen; waarden kunnen oplopen tot 2.0 m. Opmerkelijk is de goede kwantitatieve gelijkenis tussen initiële sommen en morfodynamische berekening.

5.4 Het effect van de kustlocatie op de morfologie van de Hollandse kust

In de paragrafen 5.2 en 5.3 is de morfologie van de Hollandse kust beschreven, respectievelijk zonder en met kustlocatie. Door beide situaties met elkaar te vergelijken kan een inschatting gemaakt worden van het effect van de kustlocatie op de morfologie van het gebied.

Vergelijking van figuur 5.1 en figuur 5.7 leert dat het effect relatief gering is: in grote lijnen is het erosie- en sedimentatiepatroon vergelijkbaar. Door de verlenging van de Noorderdam en de aanwezigheid van de kopdam wordt als het ware een gebiedje 'ingesloten', waar nauwelijks nog sprake is van getijstroming of transportcapaciteit. Alleen in de langs de zuidwestelijke begrenzing van de kustlocatie is sprake van een aanzienlijk langstransport, veroorzaakt door brekende golven uit noordelijke en westelijke richtingen. Dit geeft aanleiding tot erosie (1-2 m) bij de kopdam, en sedimentatie bij de zuidelijke begrenzing (1-1.5 m). Rond de uitstroming van de Nieuwe Waterweg zal het erosie/sedimentatie patroon in kwalitatieve zin weinig veranderen: sedimentatie in de geul en erosie aan weerszijden ervan. Daar de Noorderdam zich echter uitstrekt tot op dieper water zullen deze effecten in kwantitatieve zin afnemen. Een en ander valt helaas buiten de grenzen van het rekenrooster.

Wat opvalt is de toename van de morfologische activiteit ter plaatse van Loswal Noord: zowel de erosie aan de noordzijde, als de sedimentatie aan de zuidkant nemen toe met een factor 2. Bestudering van de stroombeelden en de reststroom patronen uit de initiële sommen leert dat het grootschalige stromingspatroon ook inderdaad beïnvloed wordt door de aanleg van de kustlocatie. De rondstroming ter plaatse van Loswal Noord lijkt zich in de toegenomen luwte van de Noorderdam en bij afwezigheid van de afvoer van de Nieuwe Waterweg wat sterker te kunnen ontwikkelen, waardoor de morfologische activiteit toe kan nemen. Nogmaals echter moet erop gewezen worden dat de randeffecten, zoals beschreven in hoofdstuk 4, de resultaten in dit gebied enigszins kunnen beïnvloeden.

Veel sterker dan in de huidige situatie speelt herverdeling van sediment als gevolg van laterale menging een rol langs de kust van de kustlocatie. Het regelmatige patroon van sedimentatie-erosie-sedimentatie in kustdwarse richting, zoals beschreven in paragraaf 5.3, volgt niet uit de T0 berekening. De relatief smalle brekerzone op het Balotra profiel zorgt voor sterke kustdwarse gradiënten in de langstransportcapaciteit, waardoor laterale menging zal optreden. Door herverdeling van sediment binnen het profiel zullen deze processen op termijn een afnemende rol van betekenis gaan spelen.

Rond Scheveningen en verder noordwaarts is het effect van aanleg van de kustlocatie op de huidige situatie echt 'meetbaar'. Om dit te kwantificeren is een verschilplot gemaakt tussen erosie/sedimentatie na 1 jaar morfodynamisch rekenen met T2, en het resultaat met T0 (figuur 5.13). Negatieve waarden duiden op een afnemende aanzanding, danwel toenemende erosie in het geval mét kustlocatie, positieve geven aan dat de sedimentatie toeneemt, of de erosie afneemt. Juist zeewaarts van de haven van Scheveningen is sprake van toenemende erosie rond de havenhoofden, en afnemende aanzanding in de geul, beide zo'n 25 cm. Dit resultaat stemt overeen met de bevinding dat het transport langs de noordzijde van de kustlocatie vrijwel nul is, waardoor nauwelijks nog sediment wordt aangevoerd. Een deel van dit zand sedimenteert vervolgens weer aan de noordzijde van Scheveningen, waar de transportcapaciteit iets afgenomen is ten opzichte van T0. Direct ten noorden van de haven, in de luwte van de havendam, is nauwelijks sprake van enige verandering. Nog verder noordwaarts is weliswaar sprake van een kleine verandering in de waargenomen erosie/sedimentatie patronen, echter deze zijn zeer gering (orde 15 cm). Er kan geconcludeerd worden dat de aanleg van de kustlocatie op de beschouwde termijn van 1 jaar een beperkte invloed heeft op de morfologie van de ongewijzigde Hollandse kust.

6 Verliezen door dwarstransport t.g.v. versteilde aanleg

6.1 Aanpak

Het is te verwachten dat het ontwerpprofiel volgens Balotra, dat vanaf 5 m beneden NAP onder een helling van 1:15 naar 10 m diepte loopt, sterk zal eroderen ten gevolge van verhoogde dwarstransporten. Om een schatting te kunnen maken van de verliezen in de kustnabije zone staan twee wegen open:

- direkt de dwarstransporten meenemen in het Kustlocatie-model.
- aparte berekeningen maken voor een representatief profiel met het profielmodel UNIBEST-TC

Om een goede schatting te kunnen maken van de profielvervormingen is het nodig dit profiel met veel rekenpunten te beleggen. Het aantal mogelijke punten in het Kustlocatiemodel is hiertoe ontoereikend. Daarnaast gedragen dwarstransportprocessen zich anders dan langstransportprocessen, waardoor een andere schematisatie van de randvoorwaarden noodzakelijk is. Het simultaan meenemen van dwarstransporten in het Kustlocatiemodel valt om deze redenen af.

De vervorming van het geschematiseerde "evenwichtsprofiel" en het "ontwerpprofiel" volgens Balotra wordt berekend met UNIBEST-TC en onderling vergeleken. De randvoorwaarden hiervoor zijn apart geschematiseerd uit dezelfde basisgegevens van het Europlatform, die gebruikt zijn t.b.v. het golfklimaat voor de MV2 studie.

6.2 Modelbeschrijving UNIBEST-TC

UNIBEST-TC is een door WL in samenwerking met Rijkswaterstaat ontwikkeld programma dat over een kustprofiel de verdeling van langs- en dwarstransporten berekent, en de gradiënten van het dwarstransport in rekening brengt om de vervorming van het profiel te berekenen. Het programma komt uit het research-model CROSTRAN (Stive, 1986; Roelvink en Stive, 1989), maar is op een aantal punten verder ontwikkeld:

- Het numerieke schema hanteert een zeer robuuste, impliciete oplostechniek;
- De effecten van schuin invallende golven worden meegenomen;
- Er is een consistente beschrijving van de verticale verdeling van langs- en dwarssnelheden;
- Bij het golfenergie-dissipatiemodel wordt rekening gehouden met roller-effecten en een niet-lokale respons van het breken op bodemverstoringen;
- De transportformuleringen van Ribberink en Van Rijn, ontwikkeld ten behoeve van de laatste Kustnota, worden toegepast.

Dit model is vooral ontwikkeld en gevalideerd in het kader van het Kustgenese-programma, de MAST-G6M en MAST-G8M programma's en het WL-validatiethema. Daarnaast is het uitgebreid gevalideerd aan de hand van prototype-metingen in het kader van het MAST-NOURTEC programma.

6.3 Gekozen uitgangsp profielen

Als uitgangsp profielen zijn het evenwichtsp rofiel en het ontwerp p rofiel volgens het Balotra-rapport gekozen. Deze profielen zijn opgebouwd als in onderstaande tabel vermeld.

T0 situatie	Evenwichtsp rofiel	T2 situatie	Ontwerp p rofiel
Afstand t.o.v. duinvoet (m)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Afstand t.o.v. duinvoet (m)	Hoogte t.o.v. NAP (m)
-6200	-20	-6200	-20
-1200	-10	-1200	-10
		-525	-10
-450	-5	-450	-5
-150	-1	-150	-1
-50	1	-50	1
0	3	0	3
24	9	24	9
154	9	154	9

Tabel 6.1 Profielen UNIBEST-TC simulaties

Het evenwichtsp rofiel is te zien als een in ruimte en tijd gemiddeld Delfland-p rofiel. Aan de berekeningen moet dan ook de eis gesteld worden, dat dit profiel bij een gemiddeld golfklimaat geen drastische veranderingen ondergaat.

6.4 Randvoorwaarden

De randvoorwaarden worden afgeleid uit een serie van 3-uurs waarnemingen van het Europlatform, over een periode van 10 jaar (Roskam, pers. comm.). Aangezien de UNIBEST-TC berekeningen toch met een tijdstap in de orde van een halve dag uitgevoerd moeten worden ligt het voor de hand, een gedetailleerde tijdreeks van randvoorwaarden op te leggen. Met deze tijdstap kan echter de waterstandsvariatie t.g.v. getij en windopzet niet goed worden meegenomen. Dit wordt opgelost door deze variatie als random te beschouwen; hetzelfde wordt gedaan voor golfhoogte en richting.

Om een representatieve tijdreeks van golfhoogte, richting, periode en waterstand te maken wordt nu de volgende procedure toegepast:

1. alle gebeurtenissen worden ingedeeld in vaste klassen van gecombineerde waterstand, golfhoogte en golfri chting;
2. per combinatie wordt de gemiddelde golfperiode berekend;
3. per combinatie wordt het aantal malen dat de combinatie voorkomt bijgehouden;
4. hieruit wordt de kans van voorkomen van iedere combinatie berekend.
5. gegeven een gewenst aantal gebeurtenissen (bijvoorbeeld 730 voor een jaar simulatie met een tijdstap van een halve dag) wordt per combinatie het aantal malen dat deze voorkomt berekend;
6. alle combinaties met aflandige golfri chtingen worden verwijderd;
7. de resterende combinaties worden in een willekeurige volgorde gezet en naar een geschikte randvoorwaarden-file geschreven.

In tabel 6.2 is de zo verkregen verdeling van gebeurtenissen weergegeven voor golfklassen en waterstandsklassen van 0.50 m, en richtingsklassen van 30 graden.

6.5 Overige parameters

Bij de overige parameters en coëfficiënten (tabel 6.3) is gebruik gemaakt van de instellingen zoals die bij het NOURTEC project gehanteerd zijn. Voor de volledigheid worden de meest gangbare parameters hieronder weergegeven. Voor niet vermelde parameters zijn defaultwaarden aangehouden.

UNIBEST-TC parameter	Beschrijving	Waarde
DT	tijdstap	0.5 dag
NT	aantal tijdstappen	525 / 5250
F_LAM	"breaker delay" parameter	2.0
TANPHI1, TANPHI2	coëfficiënt hellingseffect	0.1
FCVISC	viscositeitsparameterM	0.10
GAMMA	brekercoëfficiënt	0.60
ALFAC	coëfficiënt dissipatie door breken	1.00
FW	wrijvingscoëfficiëntgolven	0.01
RKVAL	ruwheid stromingsmodule	0.05 m
D50	D50 korreldiameter	0.000200 m
D90	D90 korreldiameter	0.000300 m
DSS	diameter suspensiemateriaal	0.000170 m
RC	stromingsgerelateerderuwheid transportmodel	0.01 m
RW	golferelateerderuwheid transportmodel	0.002 m

Tabel 6.3 Parameters en coëfficiënten UNIBEST-TC

6.6 Resultaten

Het model is met deze randvoorwaarden over een periode van 10 jaar gedraaid op het evenwichtsprofiel. Hetzelfde jaar van randvoorwaarden is hierbij steeds herhaald. Dit geeft een indruk van de mate waarin een dynamisch evenwicht bereikt wordt: na enige tijd moet het profielgedrag dan ongeveer periodiek worden met een periode van een jaar.

In figuur 6.1 wordt de ontwikkeling in het eerste jaar getoond van evenwichtsprofiel en ontwerpprofiel, met de daarbij berekende over het jaar gemiddelde golfhoogteverdelingen. De ontwikkeling van het ontwerpprofiel wijkt spectaculair af van die van het evenwichtsprofiel: het versteilde profiel heeft sterk de neiging in te zakken, door verhoogde dissipatie op de steile helling, en directe hellingseffecten. Daarnaast is er een significante verhoging van de golfhoogte op het profiel boven 5 m diepte, hetgeen ook daar direct tot verhoogde dwarstransporten aanleiding zal geven.

In figuur 6.2 worden bij deze profielontwikkelingen de over het eerste jaar gemiddelde langs- en dwarstransportverdelingen getoond. Voor het langstransport blijkt uit integratie van de langstransporten over het profiel dat het totale transport over het profiel met ca. 50% vergroot wordt. Een directe vergelijking van deze uitkomst met de resultaten van het 2DH

model is moeilijk te maken, aangezien in de T2 variant niet alleen het profiel maar ook de omgeving (Kustlocatie en MV2) verandert. Wel is bekend, dat de formulering van Van Rijn in het algemeen gevoeliger is voor de steilheid van het profiel dan de Bijker-formulering. Welke van deze twee in dit geval de waarheid het dichtst benadert is zonder verdere gegevens niet te zeggen. Aannemelijk is in ieder geval, dat de steilere profielvorm tot een aanzienlijke verhoging van het langstransport aanleiding zal geven.

Het dwarstransport neemt ten gevolge van het steile profiel enorm toe. Waar het evenwichtsprofiel inderdaad ongeveer in evenwicht is, bedraagt het maximale dwarstransport bij het ontwerpprofiel van 150 à 200 m³/m' over het eerste jaar.

Belangrijk is, in welke mate deze trend zich voortzet. Om dit te beoordelen zijn tevens simulaties met een duur van 10 jaar uitgevoerd. Ook over deze langere tijd verandert het evenwichtsprofiel maar weinig. Het profiel heeft op deze lokatie geen neiging tot bankvorming. Dit gegeven is interessant, in het licht van het feit dat bij Delfland de profielen inderdaad vrij glad zijn; bij soortgelijke instelling van modelparameters is bij Terschelling, waar grote zandbanken voorkomen, dit ook door het model goed weergegeven.

In figuur 6.3 wordt de langjarige ontwikkeling getoond aan de hand van de volumeveranderingen in de zones beneden de NAP -5 m dieptelijn en boven deze lijn. In deze volumeveranderingen zijn nog uitsluitend dwarstransporten verwerkt. Duidelijk is, dat het ingevoerde evenwichtsprofiel inderdaad in dit model zeer dicht bij een evenwichtssituatie is. Het ontwerpprofiel is hiervan nog ver verwijderd.

In 10 jaar neemt het volume boven de NAP -5 m lijn met ca. 500 m³/m' af in het ontwerpprofiel, terwijl dat bij het evenwichtsprofiel ongeveer constant blijft. De verliezen zijn het sterkst in het eerste jaar, 150 à 200 m³/m'.

Over het gehele kustvak bedragen de verliezen door dwarstransport ca. 3 Mm³ in het eerste jaar, en ca. 7.5 Mm³ over de eerste 10 jaar. Hoewel dit aanzienlijk meer is dan de geschatte 150000 m³/jaar uit het Balotra-rapport, moet toch gesteld worden, dat in de eerste 10 jaar nog maar 30 % van de besparing door uitgestelde aanleg (ca. 1700 m³/m') extra aangevuld zal moeten worden. Hiermee blijft uitgestelde aanleg door een te steil profiel op te brengen waarschijnlijk een economisch aantrekkelijke optie.

6.7 Conclusies

In deze studie wordt als verlies door dwarstransport aangemerkt het zand dat door de versteilde aanleg extra over de -5 m lijn verdwijnt. Deze lijn ligt dicht bij de maatgevende lijn voor de bepaling van de Momentane Kustlijn, en is tevens de lijn waar beide profielen van elkaar af beginnen te wijken. Hoewel de zo gedefinieerde verliezen door dwarstransport waarschijnlijk een orde groter zijn dan de schattingen uit het Balotra-rapport, bedragen deze in de eerste 10 jaar toch niet meer dan een geschatte 30 % van de besparing door de uitgestelde aanleg. Het verdient daarom zeker aanbeveling, deze optie nader technisch en economisch uit te werken.

De schattingen van de toename van het langstransport t.g.v. de versteilde profielvorm lopen uiteen van een geringe invloed tot maximaal 50 %. Met de huidige stand van de techniek kan deze schatting niet verder aangescherpt worden. Slechts gericht onderzoek in het veld of in een 3D laboratoriumfaciliteit kan hierin verbetering brengen.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de door WL uitgevoerde berekeningen samengevat en worden aanbevelingen gedaan ten aanzien van het ontwerp van de kustlocatie en nadere (detail)studies. Hierbij wordt alleen de invloed op de morfologie beschreven; voor de hydrodynamica wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

Bij de beschrijving van de relatieve invloed van de kustlocatie met Balotra profiel (T2) op de morfologie zal steeds een vergelijking worden gemaakt met de huidige situatie. De vergelijking met de huidige situatie betreft dus het gecombineerde effect van de aanleg van de Maasvlakte II en de kustlocatie met Balotra profiel. Het effect van de sterk versteilde vooroever bij het Balotra profiel op verliezen in dwarsrichting is aangegeven op basis van de UNIBEST-TC modellering (Hoofdstuk 6). Hoewel de morfodynamische berekening voor de kustlocatie met Delflandse vooroever in dit rapport niet is beschreven (zie van den Bout, 1996), kan toch een schatting worden gegeven van de toename van het langstransport t.g.v. de versteilde profielvorm op basis van deze UNIBEST-TC modellering.

De vergelijking met de overige configuraties, te weten de huidige situatie met Maasvlakte II (T1) en met Maasvlakte II en de kustlocatie met Delflandse vooroever (T3), zal in een latere fase moeten worden gedaan. Hierin zullen de conclusies volgend uit de berekeningen van den Bout en WL moeten worden gecombineerd, gevolgd door een uitgebreide interpretatieslag. Om die reden worden de conclusies en aanbevelingen in dit hoofdstuk beknopt gehouden.

7.2 Conclusies

Relatieve invloed van de kustlocatie op de morfologie

Vergelijking van figuren 5.1 en 5.7 geeft duidelijk de relatieve invloed van de gecombineerde aanleg van de Maasvlakte II en de kustlocatie met Balotra profiel aan. Zoals reeds beschreven in hoofdstuk 5, wordt tussen de zuidelijke en de noordelijke dam van de kustlocatie een stabiele kust aangetroffen. Afgezien van de uiteinden vindt nergens een sterke netto aanzanding of erosie plaats. De sterke erosie rond de kop van de noordelijke dam (orde 1.0 m), alsmede de zware aanzanding in de meest noordelijke punt van het centrale kustvak (orde 2.0 m) stemmen overeen met de verwachting. Juist zeewaarts van de haven van Scheveningen is sprake van toenemende erosie rond de havenhoofden, en afnemende aanzanding in de geul, beide zo'n 25 cm. Direct ten noorden van de haven, in de luwte van de havendam, is nauwelijks sprake van enige verandering. Nog verder noordwaarts is weliswaar sprake van een kleine verandering in de waargenomen erosie/sedimentatie patronen, echter deze zijn zeer gering (orde 15 cm).

Geconcludeerd kan worden dat de morfodynamische simulaties in grote lijnen het gekozen ontwerp voor de kustlocatie ondersteunen. De erosie op het centrale kustvak van de kustlocatie ten gevolge van langstransportgradiënten blijft beperkt. Uit de geïntegreerde langstransporten en de kuberingen blijkt dat de situatie met de kustlocatie geen wezenlijk ander gedrag vertoont dan de huidige situatie. Wel zijn de langstransportgradiënten

enigszins groter dan in de huidige situatie. Dit geldt voornamelijk dicht bij de kopdam respectievelijk noorddam. Ook zal de sterk versteilde onderwateroever de noodzaak tot extra onderhoudssuppleties vergroten, zoals hieronder zal worden toegelicht.

Aangezien het zand dat verloren gaat uit het centrale kustvak net voorbij de noorddam op diep water sedimenteert zal de Scheveningse haven en geul nauwelijks te kampen krijgen met zandoverlast. Ook de kust ten noorden van Scheveningen ondervindt nauwelijks negatieve gevolgen van de aanleg van de kustlocatie. De toegenomen erosie rond de koppen van de havenhoofden van Scheveningen en de kustlocatie dammen vraagt wel om extra aandacht.

Voor de kopdam en het kustvak dat van de kopdam terugbuigt naar het oude land is onderhevig aan extra erosie. Verder wordt juist aanzanding gevonden bij de zuidelijke begrenzing van dit laatste kustvak. De oriëntatie van dit kustvak wijkt sterk af van de evenwichtsoriëntatie en zal daarom alleen met grote onderhoudsinspanningen in deze vorm gehandhaafd kunnen worden. De grote stroomsnelheden in de grootschalige neer achter de Noorderdam vormen een directe bedreiging voor de kopdam. Deze bezwaren zouden grotendeels ondervangen kunnen worden door te kiezen voor een gewijzigde vormgeving; het doortrekken van de duindam parallel aan de huidige kustlijn en directe aansluiting bij de Noorderdam is vanuit morfologisch oogpunt een aanzienlijk betere optie. Andere opties ter stabilisering van dit kustvak worden in paragraaf 7.3 genoemd.

Dwarstransporten

Om een schatting te kunnen maken van de effecten van de versteilde vooroever (ontwerpprofiel volgens Balotra) zijn aparte berekeningen gemaakt met het profielmodel UNIBEST-TC; in de morfodynamische berekeningen zijn de dwarstransporten niet meegenomen.

De berekeningen laten zien dat de ontwikkeling van het ontwerpprofiel spectaculair afwijkt van die van het evenwichtprofiel: het versteilde profiel heeft sterk de neiging in te zakken, door verhoogde dissipatie op de steile helling, en directe hellingseffecten. Daarnaast is er een significante verhoging van de golfhoogte op het profiel boven 5 m diepte, hetgeen ook daar direct tot verhoogde dwarstransporten aanleiding zal geven. Waar het evenwichtprofiel inderdaad ongeveer in evenwicht is bedraagt het maximale dwarstransport bij het ontwerpprofiel 150 à 200 m³/m' over het eerste jaar.

De simulaties met een lengte van 10 jaar laten zien dat het ingevoerde evenwichtprofiel inderdaad zeer dicht bij een evenwichtssituatie is. Het ontwerpprofiel is hiervan nog ver verwijderd. In 10 jaar neemt het volume boven de NAP -5 m lijn met ca. 500 m³/m' af in het ontwerpprofiel, terwijl dat bij het evenwichtprofiel ongeveer constant blijft. De verliezen zijn het sterkst in het eerste jaar.

Over het gehele kustvak bedragen de verliezen door dwarstransport ca. 3 Mm³ in het eerste jaar, en ca. 7.5 Mm³ over de eerste 10 jaar. Hoewel dit aanzienlijk meer is dan de geschatte 150000 m³/jaar uit het Balotra-rapport, moet toch gesteld worden, dat in de eerste 10 jaar nog maar 30 % van de besparing door uitgestelde aanleg (ca. 1700 m³/m') extra aangevuld zal moeten worden. Hiermee blijft uitgestelde aanleg door een te steil profiel op te brengen waarschijnlijk een economisch aantrekkelijke optie. Het verdient daarom zeker aanbeveling, deze optie nader technisch en economisch uit te werken.

Voor het langstransport geldt dat het totale transport over het profiel met ca. 50 % vergroot wordt. Een directe vergelijking van deze uitkomst met de resultaten van het 2DH model is moeilijk te maken, aangezien in de T2 variant niet alleen het profiel maar ook de omgeving

(Kustlocatie en mv2) verandert. Wel is bekend, dat de formulering van Van Rijn in het algemeen gevoeliger is voor de steilheid van het profiel dan de Bijker-formulering. Welke van deze twee in dit geval de waarheid het dichtst benadert is zonder verdere gegevens niet te zeggen. Aannemelijk is in ieder geval, dat de steilere profielvorm tot een aanzienlijke verhoging van het langstransport aanleiding zal geven.

7.3 Aanbevelingen t.a.v. het ontwerp

Zoals hierboven werd genoemd is het ontwerp in grote lijnen gunstig vanuit morfologisch oogpunt. Enkele aspecten echter zouden kunnen worden geoptimaliseerd.

Zo zal er voor de zachte begrenzing tussen de kopdam en binnendam een grote onderhoudsbehoefte ontstaan doordat dit kustvak ver van zijn evenwichtsoriëntatie verwijderd is. Dit probleem kan ondervangen worden door de duindam door te trekken tot de Noorderdam, waardoor ook direct de noodzaak voor de kopdam wordt opgeheven. De directe verbinding van Hoek van Holland met de zee en de mogelijkheid tot een haven en uitlaatsluis bij Hoek van Holland gaan daarmee wel verloren. Om de open verbinding van Hoek van Holland met de zee te behouden zou er ook voor gekozen kunnen worden om de harde zuidelijke begrenzing van de kustlocatie te verlengen en de duindam door te trekken in het verlengde van de nu geplande duindam tot aan deze verlengde dam. Indien toch wordt gekozen voor behoud van het kustvak met de huidige oriëntatie zal de kopdam in een cirkelboog kunnen worden doorgetrokken in de richting van de Noorderdam zodat een spiraal strand ontstaat. Hierdoor zal de afscherming voor noordwestelijke en noordelijke golven vergroot worden en zal de evenwichtsoriëntatie van de kustlijn dichter liggen bij de geplande oriëntatie.

De centrale kust wordt in het huidige ontwerp opgesloten tussen de kopdam en de noorddam zonder verdere voorziening voor handhaving van de kustlijn. Een verandering van de evenwichtsoriëntatie van de kust ten gevolge van relatief geringe veranderingen in het golf- en stroompatroon kan grote consequenties hebben voor de effectiviteit van de opsluiting van de kust tussen kop- en noorddam. Het verdient aanbeveling nader onderzoek te doen naar de mate van variabiliteit van de kustlijn ten gevolge van variatie in de hydrodynamische condities en de eventuele consequenties voor de evenwichtsoriëntatie van de kust. Indien nodig kunnen dan maatregelen worden genomen om de maximale excursie van de kustlijn te beperken, bijvoorbeeld in de vorm van strandhoofden.

In het huidige ontwerp sluit de verlenging van de zuiddam van de haven van Scheveningen niet volledig aan bij de oude constructie. Het verdient aanbeveling deze overgang vloeiender te laten verlopen zodat een rustiger stroombeeld zal ontstaan.

Het principe van uitgestelde aanleg door een te steil profiel op te brengen lijkt een economisch aantrekkelijke optie. Het verdient daarom zeker aanbeveling, deze optie nader technisch en economisch uit te werken.

7.4 Aanbevelingen t.a.v. nader onderzoek

In deze studie is een aantal processen niet meegenomen. Dit betreft bijvoorbeeld het gecompliceerde patroon van dichtheidsstromen dat ontstaat door de interferentie van de zoete rivierafvoer via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet en de kustparallele (getij-) stroom. Ook de modellering van slibtransport valt buiten deze studie. Aangezien door veranderingen van het stroompatroon ook de slibstromen aanzienlijk zullen veranderen is het is zeker niet ondenkbaar dat de verbinding van Hoek van Holland met zee te maken

krijgt met een aanzienlijke sliboverlast. Het verdient aanbeveling om hierna in een ander kader aandacht te besteden.

In deze studie is er vanuit gegaan dat de kustlocatie ineens wordt aangelegd. In werkelijkheid zal er bij een gefaseerde aanleg sprake zijn van een veel langere aanlegperiode. Tijdens deze aanlegfase kunnen lokaal grote verstoringen ontstaan die kunnen leiden tot een versnelde erosie van de duindam. De te verwachten verstoringen tijdens de aanleg en eventuele maatregelen dienen nader onderzocht te worden.

In hoofdstuk 2 is al aangegeven dat er nog veel onzekerheid bestaat over de grootte van de langs- en dwarstransporten; de resultaten van verschillende studies uitgevoerd met als doel de kwantificering van de transportgrootten variëren sterk. Dit is mede een gevolg van de onzekerheidsmarges in de transportformuleringen; de toepassing van verschillende transportformules leidt al snel tot variaties van 50 %. Ook de gevoeligheid van de diverse formuleringen voor de profielvorm loopt sterk uiteen. In hoofdstuk 6 werd al aangegeven dat de schattingen van de toename van het langstransport ten gevolge van de versteilde profielvorm uiteen lopen van een geringe invloed tot maximaal 50 %. Met de huidige stand van de techniek kunnen deze schattingen niet verder worden aangescherpt. Het verdient aanbeveling hierin verbetering te brengen door gericht onderzoek in het veld of in een 3D laboratoriumfaciliteit.

Het doel van de Delflandse hoofden is het uit de kust houden van de golfgedreven stroming en daarmee het reduceren van de langstransportcapaciteit dicht onder de kust. De mate van effectiviteit echter is verre van onomstreden. De schattingen voor de reductie van het langstransport door de Delflandse hoofden lopen uiteen van 10% tot 50% van het totale langstransport. Ook de wijze van modellering van de Delflandse hoofden loopt uiteen. In een groot aantal uitgevoerde studies wordt geen rekening gehouden met de aanwezigheid van de Delflandse hoofden. In de MV2-studie zijn twaalf geschematiseerde Delflandse hoofden meegenomen. In de huidige studie worden de Delflandse hoofden al in redelijke mate van detail geschematiseerd; alle 53 Delflandse hoofden worden geschematiseerd door middel van 'schotjes' (= blokkering in een bepaalde rekenrichting). Deze schotjes hebben alleen een effect op de stroming; het golfmodel HISWA rekent feitelijk "dwars door" deze schotjes heen, zodat het effect van de Delflandse Hoofden op het golfpatroon niet wordt berekend. Bovendien steken de Delflandse hoofden in het model dus boven water uit, terwijl in werkelijkheid het grootste gedeelte onder water ligt (LW-lijn). Gericht onderzoek op kleine schaal in het veld of in een 3D laboratoriumfaciliteit is nodig om de kennis betreffende de werking en effectiviteit van strandhoofden uit te breiden. Het verdient ook aanbeveling in een dergelijk onderzoek aandacht te schenken aan de juiste wijze van modellering van de strandhoofden.

Referenties

- Allersma, E. en Ribberink, J.S. (1992). Zeezandwinning: analyse van de morfologische effecten van zeezandwinning: WL-rapport H1258, maart 1992
- Bakker, W.T. De Vroeg, J.H. (1988). Analyse van het gedrag van de Nederlandse kust gedurende de laatste 20 jaar. RWS-RIKZ, rapport GWAO 88.017
- Beijer, D. (1994). Energy dissipation in random breaking waves: the probability of breaking. Master Thesis, Technische Universiteit Delft/Universitat Politecnica de Catalunya, June 1994.
- Bout, R. van den (1996). Afstudeerverslag - *in voorbereiding*
- Harris (1995). Morfologische studie Uitbreiding Maasvlakte. Eindrapport van Frederic R. Harris, Den Haag, juni 1995.
- Knoester, D. (1990). Morfologie van de Hollandse kust. RWS-RIKZ, rapportnr. GWAO 90.010
- Kohsiek, L.H.M. (1988). Coastal retreat and accretion. RWS-RIKZ, rapportnr. GWAO 88.007
- Kops, A.J.G. en Van de Graaff, J. (1993). Analyse van JARKUS-data bij Egmond. Technische Universiteit Delft, Faculteit der Civiele Techniek.
- Rijkswaterstaat (1993). Sedimentbalansen Loswal Noord alternatieven. RWS-DGW. Rapportnr. GWWS-93.143.
- Rijkswaterstaat (1995). Kustlijkaarten. RWS-RIKZ. Rapportnr. RIKZ-95.028.
- Rijn van, L., A. Reniers, T. Zitman en J.S. Ribberink (1995a). Yearly-averaged sand transport at the -20 m and -8 m depth contours of the JARKUS-profiles 14, 40, 76 and 103. WL-rapport H1887, mei 1995.
- Rijn van, L. (1995b). Sand budget and coastline changes of the central coast of Holland between Den Helder and Hoek van Holland; period 1964-2040. WL-rapport H2129, augustus 1995.
- Roelvink, J.A en Stive, M.J.F. (1989). Bar generating cross-shore flow mechanisms on a beach. Journal of Geophysical Research 94-C4, 4785-4800
- Roelvink, J.A. en Wang, Z.B. (1996). Morphological model system definition study; evaluation of DELFT-2D-MOR. WL-rapport MCM22559/Z2064, oktober 1996
- Roskam, B., 1995. Golfklimaten bij EUR en LEG t.b.v. Maasvlakte, MER werkdocument RWS-RIKZ Rapportnr. RIKZ/OS-95.111.
- Ruig, J.H.M. de (1989). De zandbalans van de gesloten Hollandse kust, 1963-1986. RWS Dienst Getijdewateren, rapportnr GWAO-89-016.
- Steijn, R.C en Hartsuiker, G. (1992). Morphodynamic response of a tidal inlet after a reduction in basin area; numerical simulations of hydro- and morphodynamics of the mesotidal inlet "Het Friesche Zeegat". WL-rapport H480
- Steijn, R.C. (1989). Voordelta Morphological Study. Schematization of the natural conditions in multi-dimensional numerical models of coastal morphology. WL-rapport H526, februari 1989
- Steijn, R.C. (1996). Maasvlakte-2. Invloed van de vormgeving van Maasvlakte-2 op de grootschalige morfodynamica van de Nederlandse kust. WL-rapport H3059, oktober 1996
- Stive, M.J.F. (1986). A model for cross-shore sediment transport. In: Proc. 19th Int. Conf. Coastal Eng., Taipei. ASCE
- Stive, M.J.F. en Eysink, W.D. (1989). Voorspelling ontwikkeling kustlijn 1990-2090. Kustgenese deelrapport 3.1: dynamisch model voor het Nederlandse kuststelsel. WL-rapport H825 deel IV, maart 1989.
- Stroo, J. en Graaff, J. van de (1991). Interpretation sand balance Dutch coast. Technische Universiteit Delft, Faculteit der Civiele Techniek
- Stuurgroep kustlocatie (1995), Kuipers Compagnons in samenwerking met DFHV en Coopers en Lybrandt (1995). Ruimte voor de kust, Kustlocatie Den Haag/Hoek van Holland
- Verlaan, P.A.J. en F.C. Groenendijk (1993). Long term pressure gradients along the Belgian and Dutch coast. Rapport DGW-93.045, september 1993, MAST*G8M.
- Vessem, P. van en A. Stolk (1990). Sand budget of the Dutch coast. 22nd Int. Conf. Coastal Engineering, Delft, The Netherlands.
- Waterman, R.E. (1991). Naar een integraal kustbeleid via bouwen met de natuur, Waltman, Delft
- Wergroep Kustmorfologie (1983). Onderzoek naar de mogelijkheid van kustuitbreiding tussen Hoek van Holland en Scheveningen, september 1983
- Wijnberg, K.M. en Terwindt, J.H.J (1995). Extracting decadal morphological behaviour from high-resolution long-term bathymetric surveys along the Holland coast using eigen function analysis. Marine Geology 126
- WL (1993). MER Loswal Noord: verspreiding van toxische stoffen in de Noordzee en Waddenzee. WL-rapport T1139/T1211, november 1993.

Tabellen

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																					
H _i	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405	
0.25	0.5423	0.20	0.29	0.36	0.35	0.45	0.43	0.55	0.85	0.79	0.69	0.83	0.66	0.81	3.15	1.15	0.72	0.60	0.38	1.00	14.80
0.75	1.6954	1.00	1.41	1.33	1.25	1.38	1.16	1.10	1.20	1.16	1.11	1.14	1.31	1.65	3.69	2.22	1.72	1.45	0.94	2.45	30.36
1.25	1.5427	1.62	2.13	1.82	1.00	0.79	0.64	0.55	0.61	0.61	0.65	0.73	0.97	1.14	1.92	1.63	1.16	1.00	0.64	1.66	22.80
1.75	1.182	1.46	1.84	1.38	0.57	0.49	0.47	0.42	0.40	0.41	0.45	0.39	0.68	0.75	0.78	0.52	0.43	0.54	0.38	0.79	14.33
2.25	0.6424	1.13	1.38	0.74	0.35	0.28	0.25	0.27	0.33	0.26	0.22	0.25	0.46	0.41	0.33	0.23	0.18	0.19	0.15	0.37	8.43
2.75	0.3001	0.72	0.76	0.41	0.23	0.18	0.20	0.17	0.16	0.12	0.16	0.18	0.27	0.18	0.16	0.12	0.05	0.09	0.07	0.11	4.63
3.25	0.1237	0.35	0.44	0.21	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11	0.08	0.08	0.06	0.17	0.10	0.06	0.07	0.04	0.05	0.07	0.04	2.53
3.75	0.0553	0.15	0.17	0.12	0.07	0.08	0.07	0.09	0.06	0.04	0.04	0.06	0.06	0.08	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	1.28
4.25	0.0079	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.06	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.47
4.75	0.0026	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.28
5.25	0	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
5.75	0.0026	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
6.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
6.75	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL				31.66				10.61			10.77			13.48			33.48				100.00

Tabel 3.1 Kans van voorkomen van golfhoogten per golfrichtingssector

Stroomsnelheid (m/s)	Waterstand (m)	Gewichtsfactor
0.15	-0.33	0.05405
0.46	-0.76	0.05405
0.64	-0.62	0.05405
0.58	-0.7	0.05405
0.32	-0.62	0.05405
0.32	0.25	0.05405
0.79	1.2	0.05405
0.66	1.16	0.05405
0.39	0.78	0.05405
0.14	0.15	0.05405
0.47	-0.29	0.05405
0.64	-0.36	0.05405
0.55	-0.39	0.05405
0.32	-0.29	0.05405
0.18	0.11	0.05405
0.7	0.9	0.05405
0.69	1.04	0.05405
0.43	0.64	0.05405
0.19	0.17	0.271

Tabel 3.3 Schematisatie van het getij ten behoeve van de golfschematisatie

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																			
H _s	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395
0.25	0	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01
0.75	0	-0.09	-0.27	-0.41	-0.50	-0.53	-0.50	-0.41	-0.27	-0.09	0.09	0.27	0.42	0.51	0.55	0.51	0.42	0.27	0.10
1.25	0	-0.33	-0.96	-1.47	-1.80	-1.92	-1.80	-1.47	-0.97	-0.34	0.34	0.97	1.54	1.89	2.01	1.89	1.54	1.01	0.35
1.75	0	-0.79	-2.27	-3.48	-4.26	-4.54	-4.26	-3.48	-2.32	-0.81	0.81	2.32	3.72	4.56	4.85	4.56	3.72	2.43	0.84
2.25	0	-1.53	-4.40	-6.75	-8.28	-8.81	-8.28	-6.75	-4.51	-1.57	1.57	4.51	7.29	8.95	9.52	8.95	7.29	4.76	1.65
2.75	0	-2.64	-7.59	-11.63	-14.27	-15.19	-14.27	-11.63	-7.79	-2.71	2.71	7.79	12.64	15.50	16.50	15.50	12.64	8.25	2.87
3.25	0	-4.19	-12.08	-18.50	-22.70	-24.15	-22.70	-18.50	-12.39	-4.30	4.30	12.39	20.09	24.65	26.23	24.65	20.09	13.12	4.56
3.75	0	-6.28	-18.08	-27.70	-33.98	-36.16	-33.98	-27.70	-18.51	-6.43	6.43	18.51	29.98	36.77	39.13	36.77	29.98	19.57	6.80
4.25	0	-8.96	-25.81	-39.55	-48.51	-51.62	-48.51	-39.55	-26.36	-9.16	9.16	26.36	42.59	52.24	55.59	52.24	42.59	27.80	9.65
4.75	0	-12.31	-35.45	-54.32	-66.63	-70.91	-66.63	-54.32	-36.13	-12.55	12.55	36.13	58.18	71.37	75.95	71.37	58.18	37.97	13.19
5.25	0	-16.38	-47.18	-72.28	-88.66	-94.35	-88.66	-72.28	-47.97	-16.66	16.66	47.97	77.00	94.45	100.51	94.45	77.00	50.26	17.45
5.75	0	-21.23	-61.13	-93.65	-114.88	-122.26	-114.88	-93.65	-62.04	-21.55	21.55	62.04	99.26	121.76	129.57	121.76	99.26	64.79	22.50
6.25	0	-26.90	-77.45	-118.66	-145.56	-154.90	-145.56	-118.66	-78.46	-27.25	27.25	78.46	125.17	153.54	163.40	153.54	125.17	81.70	28.37
6.75	0	-33.29	-95.85	-146.84	-180.13	-191.69	-180.13	-146.84	-97.25	-33.77	33.77	97.25	154.89	190.00	202.20	190.00	154.89	101.10	35.11

- ten opzichte van kust normaal ± 310°N

Tabel 3.4 Langtransport ("CERC") voor elke golfconditie

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																				
H _s	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405
0.25	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38
0.75	0.435	0.46	0.48	0.50	0.51	0.52	0.52	0.53	0.62	0.62	0.62	0.62	0.82	0.82	0.80	0.77	0.75	0.68	0.61	0.56
1.25	0.812	0.96	1.04	1.11	1.17	1.19	1.20	1.21	1.34	1.34	1.34	1.34	1.57	1.57	1.53	1.49	1.45	1.33	1.21	1.09
1.75	1.362	1.58	1.70	1.83	1.96	1.99	2.01	2.04	2.24	2.24	2.24	2.24	2.60	2.60	2.52	2.44	2.37	2.12	1.88	1.65
2.25	2.022	2.42	2.64	2.86	3.10	3.15	3.20	3.26	3.52	3.52	3.52	3.51	3.99	3.98	3.85	3.72	3.59	3.17	2.78	2.40
2.75	2.871	3.50	3.85	4.22	4.59	4.68	4.76	4.85	5.15	5.15	5.16	5.14	5.72	5.71	5.51	5.31	5.11	4.48	3.87	3.30
3.25	3.899	4.82	5.34	5.88	6.43	6.56	6.68	6.81	7.12	7.13	7.13	7.11	7.76	7.74	7.45	7.17	6.90	6.00	5.15	4.35
3.75	5.071	6.34	7.05	7.79	8.55	8.73	8.90	9.08	9.40	9.41	9.42	9.39	10.08	10.05	9.67	9.29	8.93	7.73	6.60	5.54
4.25	6.377	8.03	8.96	9.93	10.94	11.17	11.40	11.64	11.96	11.97	11.97	11.94	12.65	12.61	12.12	11.64	11.17	9.63	8.19	6.83
4.75	7.8	9.88	11.06	12.29	13.57	13.86	14.15	14.45	14.76	14.77	14.78	14.74	15.44	15.40	14.79	14.19	13.61	11.70	9.91	8.23
5.25	9.333	11.89	13.34	14.85	16.42	16.78	17.14	17.50	17.79	17.80	17.81	17.76	18.45	18.40	17.66	16.93	16.22	13.91	11.75	9.73
5.75	10.953	14.01	15.75	17.56	19.45	19.88	20.32	20.75	21.03	21.04	21.05	20.99	21.65	21.58	20.71	19.84	19.00	16.26	13.69	11.30
6.25	12.658	16.25	18.29	20.43	22.66	23.16	23.68	24.19	24.45	24.46	24.48	24.41	25.02	24.94	23.92	22.91	21.93	18.73	15.74	12.96
6.75	14.403	18.54	20.90	23.37	25.95	26.54	27.13	27.73	28.03	28.04	28.06	27.98	28.55	28.47	27.29	26.13	24.99	21.32	17.88	14.68

Tabel 3.5 Coëfficiënt evenredig met het Bijker Transport op 15 m waterdiepte

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																				
0	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405
0.25	0.433	0.44	0.45	0.46	0.47	0.47	0.47	0.47	0.50	0.50	0.50	0.50	0.55	0.55	0.55	0.54	0.53	0.51	0.49	0.47
0.75	0.903	1.08	1.16	1.25	1.33	1.35	1.37	1.38	1.49	1.49	1.49	1.49	1.64	1.64	1.60	1.56	1.52	1.40	1.27	1.16
1.25	1.71	2.00	2.17	2.33	2.50	2.54	2.58	2.62	2.80	2.80	2.80	2.80	3.07	3.07	2.97	2.88	2.79	2.50	2.21	1.94
1.75	2.673	3.22	3.53	3.85	4.17	4.24	4.32	4.39	4.63	4.63	4.63	4.62	5.00	4.99	4.82	4.66	4.49	3.96	3.45	2.97
2.25	3.888	4.78	5.28	5.79	6.32	6.44	6.56	6.69	6.96	6.96	6.97	6.95	7.40	7.38	7.11	6.85	6.60	5.76	4.97	4.22
2.75	5.327	6.63	7.36	8.12	8.91	9.09	9.27	9.45	9.74	9.74	9.75	9.72	10.21	10.18	9.80	9.43	9.06	7.86	6.73	5.67
3.25	6.968	8.76	9.76	10.81	11.90	12.15	12.40	12.65	12.92	12.93	12.94	12.90	13.40	13.36	12.85	12.34	11.85	10.23	8.71	7.28
3.75	8.774	11.11	12.42	13.80	15.22	15.55	15.88	16.20	16.47	16.48	16.49	16.44	16.93	16.88	16.22	15.57	14.92	12.85	10.89	9.06
4.25	10.733	13.66	15.32	17.05	18.86	19.27	19.68	20.10	20.35	20.36	20.37	20.31	20.76	20.70	19.88	19.06	18.26	15.68	13.24	10.97
4.75	12.828	16.41	18.44	20.56	22.77	23.28	23.78	24.30	24.52	24.54	24.55	24.48	24.88	24.81	23.81	22.82	21.85	18.70	15.75	13.01
5.25	15.051	19.33	21.76	24.30	26.95	27.56	28.17	28.78	28.98	28.99	29.01	28.93	29.26	29.18	27.98	26.80	25.65	21.91	18.41	15.16
5.75	17.383	22.39	25.25	28.24	31.36	32.07	32.79	33.51	33.69	33.71	33.73	33.63	33.89	33.78	32.39	31.01	29.66	25.29	21.21	17.42
6.25	19.82	25.61	28.91	32.37	35.99	36.81	37.64	38.48	38.63	38.66	38.68	38.57	38.74	38.62	37.01	35.42	33.86	28.83	24.14	19.77
6.75	22.343	28.94	32.71	36.66	40.79	41.73	42.68	43.64	43.80	43.82	43.85	43.72	43.81	43.67	41.83	40.02	38.25	32.53	27.18	22.23

Tabel 3.6 Coëfficiënt evenredig met het Bijker Transport op 10 m waterdiepte

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																				
0	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405
0.25	0	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.11	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00
0.75	0	-0.09	-0.38	-0.54	-0.62	-0.73	-0.58	-0.45	-0.32	-0.11	0.10	0.31	0.55	0.85	2.02	1.14	0.72	0.40	0.09	0.00
1.25	0	-0.54	-2.04	-2.66	-1.80	-1.51	-1.15	-0.80	-0.60	-0.21	0.22	0.71	1.50	2.15	3.85	3.08	1.78	1.00	0.22	0.00
1.75	0	-1.15	-4.17	-4.80	-2.42	-2.22	-1.99	-1.45	-0.93	-0.33	0.36	0.90	2.53	3.40	3.77	2.38	1.61	1.32	0.32	0.00
2.25	0	-1.73	-6.07	-4.97	-2.92	-2.48	-2.09	-1.81	-1.49	-0.41	0.35	1.13	3.36	3.63	3.11	2.05	1.34	0.90	0.25	0.00
2.75	0	-1.89	-5.80	-4.72	-3.27	-2.76	-2.82	-1.99	-1.25	-0.33	0.42	1.39	3.36	2.86	2.61	1.80	0.63	0.76	0.20	0.00
3.25	0	-1.48	-5.34	-3.90	-2.69	-2.73	-2.69	-2.39	-1.34	-0.34	0.35	0.78	3.33	2.46	1.52	1.62	0.85	0.69	0.30	0.00
3.75	0	-0.93	-3.09	-3.35	-2.24	-3.04	-2.42	-2.55	-1.17	-0.29	0.27	1.17	1.82	2.91	1.75	0.68	0.55	0.41	0.11	0.00
4.25	0	-0.38	-1.02	-0.94	-0.77	-1.63	-2.30	-2.29	-1.46	-0.29	0.17	0.69	0.90	1.24	0.73	0.41	0.11	0.15	0.03	0.00
4.75	0	-0.16	-0.65	-1.15	-0.70	-0.94	-1.23	-1.72	-1.24	-0.20	0.17	0.29	2.30	0.94	0.20	0.00	0.15	0.60	0.03	0.00
5.25	0	-0.04	-0.25	-0.19	-0.47	-0.25	-0.93	-0.95	-0.25	0.00	0.04	0.12	0.41	0.50	0.53	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
5.75	0	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.25	0	0.00	-0.20	-0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.75	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 3.7 Gewogen "langtransport"

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																				
0	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405
0.25	0.20	0.07	0.11	0.13	0.13	0.17	0.16	0.21	0.32	0.30	0.26	0.31	0.26	0.32	1.22	0.45	0.28	0.23	0.15	0.38
0.75	0.74	0.46	0.68	0.66	0.64	0.71	0.60	0.58	0.74	0.72	0.69	0.71	1.08	1.35	2.94	1.71	1.29	0.98	0.58	1.36
1.25	1.25	1.56	2.20	2.01	1.18	0.94	0.77	0.66	0.82	0.82	0.86	0.98	1.53	1.79	2.93	2.42	1.68	1.32	0.77	1.81
1.75	1.61	2.31	3.13	2.53	1.11	0.97	0.94	0.86	0.90	0.92	1.01	0.87	1.77	1.93	1.96	1.27	1.03	1.15	0.72	1.31
2.25	1.30	2.74	3.64	2.11	1.09	0.89	0.81	0.87	1.16	0.92	0.79	0.88	1.84	1.61	1.26	0.85	0.66	0.60	0.42	0.89
2.75	0.86	2.51	2.94	1.71	1.05	0.85	0.94	0.83	0.83	0.62	0.80	0.92	1.52	1.05	0.87	0.61	0.26	0.41	0.28	0.37
3.25	0.48	1.70	2.36	1.24	0.76	0.74	0.79	0.88	0.77	0.56	0.58	0.45	1.29	0.77	0.43	0.47	0.29	0.32	0.34	0.18
3.75	0.28	0.93	1.21	0.94	0.56	0.73	0.63	0.84	0.59	0.42	0.40	0.59	0.61	0.79	0.43	0.17	0.16	0.16	0.10	0.00
4.25	0.05	0.34	0.35	0.24	0.17	0.35	0.54	0.67	0.66	0.38	0.22	0.31	0.27	0.30	0.16	0.09	0.03	0.05	0.02	0.00
4.75	0.02	0.13	0.20	0.26	0.14	0.18	0.26	0.46	0.50	0.23	0.20	0.12	0.61	0.20	0.04	0.00	0.04	0.18	0.03	0.00
5.25	0.00	0.03	0.07	0.04	0.09	0.04	0.18	0.23	0.09	0.00	0.05	0.05	0.10	0.10	0.09	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
5.75	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.25	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 3.8 Gewogen Bijker Transport op 15 m waterdiepte

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																				
0	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405
0.25	0.2348	0.09	0.13	0.16	0.16	0.21	0.20	0.26	0.42	0.40	0.34	0.42	0.36	0.45	1.72	0.62	0.38	0.30	0.19	0.47
0.75	1.5309	1.08	1.65	1.66	1.66	1.85	1.58	1.51	1.79	1.73	1.66	1.70	2.15	2.70	5.91	3.46	2.63	2.03	1.20	2.83
1.25	2.638	3.25	4.61	4.23	2.51	2.01	1.65	1.43	1.72	1.72	1.81	2.05	2.98	3.49	5.70	4.69	3.23	2.48	1.42	3.23
1.75	3.1595	4.70	6.48	5.31	2.37	2.08	2.01	1.84	1.85	1.89	2.09	1.79	3.41	3.72	3.74	2.43	1.95	2.15	1.33	2.35
2.25	2.4977	5.42	7.28	4.27	2.23	1.81	1.66	1.80	2.29	1.81	1.56	1.74	3.41	2.99	2.32	1.57	1.22	1.09	0.75	1.57
2.75	1.5986	4.75	5.62	3.29	2.04	1.65	1.83	1.62	1.56	1.18	1.51	1.74	2.71	1.88	1.55	1.09	0.45	0.72	0.48	0.63
3.25	0.8619	3.09	4.32	2.28	1.41	1.38	1.47	1.63	1.39	1.02	1.06	0.82	2.22	1.34	0.74	0.81	0.50	0.54	0.57	0.31
3.75	0.4852	1.64	2.13	1.67	1.00	1.31	1.13	1.49	1.04	0.74	0.69	1.04	1.03	1.33	0.73	0.29	0.27	0.27	0.17	0.00
4.25	0.0848	0.58	0.61	0.40	0.30	0.61	0.93	1.16	1.13	0.64	0.37	0.53	0.44	0.49	0.26	0.15	0.05	0.08	0.03	0.00
4.75	0.0334	0.22	0.34	0.43	0.24	0.31	0.44	0.77	0.84	0.39	0.32	0.19	0.98	0.33	0.06	0.00	0.06	0.30	0.04	0.00
5.25	0	0.05	0.12	0.06	0.14	0.07	0.30	0.38	0.15	0.00	0.08	0.08	0.16	0.15	0.15	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
5.75	0.0452	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.25	0	0.00	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.75	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 3.9 Gewogen Bijker Transport op 10 m waterdiepte

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																			
0	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395
0.25		13818	4877	3188	2591	1563	1661	2045	593	1682	-1682	2923	1840	1506	1402	1487	1817	2887	8180
0.75		901.2	311.7	203.7	166.2	100.14	106.56	130.64	37.66	108.52	-108.5	185.47	118.63	96.7	89.7	95.4	117.1	179.7	516.6
1.25		249.0	86.6	56.5	46.1	27.77	29.56	36.25	10.38	29.86	-29.86	51.14	32.26	26.30	24.41	25.97	31.85	48.79	140.64
1.75		105.2	36.6	23.9	19.4	11.72	12.47	15.30	4.36	12.54	-12.54	21.45	13.38	10.91	10.12	10.77	13.21	20.24	58.29
2.25		54.2	18.8	12.3	10.0	6.04	6.4	7.88	2.24	6.44	-6.44	11.01	6.81	5.55	5.15	5.49	6.73	10.31	29.69
2.75		31.4	10.9	7.1	5.8	3.50	3.73	4.57	1.30	3.73	-3.73	6.38	3.93	3.21	2.98	3.17	3.88	5.95	17.13
3.25		19.8	6.9	4.5	3.7	2.20	2.34	2.87	0.81	2.35	-2.35	4.01	2.47	2.02	1.87	1.99	2.44	3.74	10.78
3.75		13.2	4.6	3.0	2.4	1.47	1.56	1.92	0.55	1.57	-1.57	2.69	1.66	1.35	1.25	1.33	1.64	2.51	7.22
4.25		9.2	3.2	2.1	1.7	1.03	1.10	1.34	0.38	1.10	-1.10	1.89	1.17	0.95	0.88	0.94	1.15	1.77	5.08
4.75		6.7	2.3	1.5	1.2	0.75	0.80	0.98	0.28	0.80	-0.80	1.38	0.85	0.70	0.65	0.69	0.84	1.29	3.72
5.25		5.1	1.8	1.1	0.9	0.56	0.60	0.74	0.21	0.61	-0.61	1.04	0.65	0.53	0.49	0.52	0.64	0.98	2.81
5.75		3.9	1.4	0.9	0.7	0.43	0.46	0.57	0.16	0.47	-0.47	0.80	0.50	0.41	0.38	0.40	0.49	0.76	2.18
6.25		3.1	1.1	0.7	0.6	0.34	0.37	0.45	0.13	0.37	-0.37	0.63	0.40	0.32	0.30	0.32	0.39	0.60	1.73
6.75		2.5	0.9	0.6	0.5	0.28	0.30	0.36	0.10	0.30	-0.30	0.51	0.32	0.26	0.24	0.26	0.32	0.49	1.40

Tabel 3.10 Percentage van de tijd dat elke conditie moet duren om een representatief jaarlijks (CERC) langtransport te geven

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																				
0	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405
0.25	149.86	149.45	149.05	149.05	148.65	54.55	54.55	54.55	50.62	50.62	50.62	72.74	70.51	70.51	106.01	106.56	106.83	107.67	108.52	109.38
0.75	127.46	120.01	116.00	112.01	107.87	39.28	38.90	38.61	30.86	30.86	30.86	44.42	33.53	33.57	51.87	53.49	55.13	60.91	67.27	74.17
1.25	68.28	57.52	53.52	50.04	47.31	17.17	16.98	16.79	14.28	14.27	14.27	20.54	17.51	17.55	26.99	27.68	28.40	31.08	34.19	37.87
1.75	40.71	35.05	32.54	30.32	28.35	10.25	10.10	9.96	8.53	8.53	8.53	12.28	10.57	10.60	16.38	16.89	17.43	19.46	21.92	24.93
2.25	27.42	22.93	21.02	19.36	17.90	6.46	6.35	6.25	5.44	5.44	5.44	7.83	6.89	6.91	10.71	11.09	11.48	12.99	14.86	17.21
2.75	19.31	15.84	14.39	13.15	12.07	4.35	4.27	4.20	3.72	3.71	3.71	5.35	4.81	4.82	7.49	7.77	8.07	9.21	10.65	12.49
3.25	14.22	11.50	10.39	9.44	8.62	3.10	3.04	2.99	2.69	2.68	2.68	3.87	3.54	3.55	5.53	5.75	5.98	6.87	8.00	9.47
3.75	10.93	8.75	7.87	7.12	6.48	2.33	2.29	2.24	2.03	2.03	2.03	2.93	2.73	2.74	4.26	4.44	4.62	5.34	6.25	7.45
4.25	8.69	6.90	6.19	5.58	5.07	1.82	1.78	1.75	1.60	1.60	1.60	2.30	2.17	2.18	3.40	3.54	3.69	4.28	5.04	6.04
4.75	7.11	5.61	5.01	4.51	4.09	1.47	1.44	1.41	1.30	1.30	1.29	1.87	1.78	1.79	2.79	2.91	3.03	3.52	4.16	5.01
5.25	5.94	4.66	4.16	3.73	3.38	1.21	1.19	1.16	1.08	1.07	1.07	1.55	1.49	1.49	2.34	2.44	2.54	2.96	3.51	4.24
5.75	5.06	3.96	3.52	3.16	2.85	1.02	1.00	0.98	0.91	0.91	0.91	1.31	1.27	1.27	1.99	2.08	2.17	2.54	3.01	3.65
6.25	4.38	3.41	3.03	2.71	2.45	0.88	0.86	0.84	0.78	0.78	0.78	1.13	1.10	1.10	1.72	1.80	1.88	2.20	2.62	3.18
6.75	3.85	2.99	2.65	2.37	2.14	0.77	0.75	0.73	0.68	0.68	0.68	0.98	0.96	0.97	1.51	1.58	1.65	1.93	2.31	2.81

Tabel 3.11 Percentage van de tijd dat elke conditie moet duren om een representatief jaarlijks (Bijker) transport te geven op 15 m waterdiepte

Golfrichting (gemiddelde waarde van de beschouwde klasse)																				
0	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395	405
0.25	252.56	246.31	242.48	238.78	234.68	86.65	86.28	85.91	74.25	74.25	74.10	102.15	92.38	92.55	139.74	141.82	143.69	150.49	157.00	163.04
0.75	121.11	101.17	93.95	87.70	82.23	30.04	29.64	29.28	24.92	24.92	24.90	34.32	31.15	31.21	47.66	48.85	50.07	54.62	59.89	66.06
1.25	63.95	54.60	50.51	46.92	43.71	15.93	15.69	15.46	13.29	13.29	13.29	18.31	16.66	16.70	25.66	26.48	27.34	30.58	34.51	39.33
1.75	40.91	33.93	30.99	28.44	26.22	9.53	9.37	9.21	8.03	8.03	8.03	11.07	10.23	10.26	15.83	16.39	16.98	19.27	22.11	25.70
2.25	28.13	22.89	20.73	18.89	17.30	6.28	6.16	6.05	5.35	5.34	5.34	7.37	6.92	6.94	10.73	11.14	11.57	13.24	15.36	18.09
2.75	20.53	16.49	14.85	13.46	12.27	4.45	4.37	4.28	3.82	3.82	3.82	5.26	5.01	5.03	7.78	8.09	8.42	9.70	11.34	13.47
3.25	15.69	12.49	11.20	10.11	9.19	3.33	3.26	3.20	2.88	2.88	2.88	3.97	3.82	3.83	5.94	6.18	6.44	7.46	8.76	10.48
3.75	12.46	9.85	8.80	7.93	7.18	2.60	2.55	2.50	2.26	2.26	2.26	3.11	3.02	3.03	4.70	4.90	5.11	5.94	7.01	8.42
4.25	10.19	8.00	7.14	6.41	5.80	2.10	2.06	2.01	1.83	1.83	1.83	2.52	2.46	2.47	3.84	4.00	4.18	4.87	5.76	6.96
4.75	8.53	6.67	5.93	5.32	4.80	1.74	1.70	1.67	1.52	1.52	1.52	2.09	2.06	2.06	3.21	3.34	3.49	4.08	4.84	5.87
5.25	7.27	5.66	5.03	4.50	4.06	1.47	1.44	1.41	1.28	1.28	1.28	1.77	1.75	1.75	2.73	2.85	2.98	3.48	4.14	5.03
5.75	6.29	4.88	4.33	3.87	3.49	1.26	1.23	1.21	1.10	1.10	1.10	1.52	1.51	1.51	2.36	2.46	2.57	3.02	3.60	4.38
6.25	5.52	4.27	3.78	3.38	3.04	1.10	1.07	1.05	0.96	0.96	0.96	1.33	1.32	1.33	2.06	2.15	2.25	2.65	3.16	3.86
6.75	4.89	3.78	3.34	2.98	2.68	0.97	0.95	0.93	0.85	0.85	0.85	1.17	1.17	1.17	1.82	1.91	1.99	2.35	2.81	3.43

Tabel 3.12 Percentage van de tijd dat elke conditie moet duren om een representatief jaarlijks (Bijker) transport te geven op 10 m waterdiepte

Block	Richting	Heights	Voorkomen (%)	Representatieve golfconditie				CERC	Bijker 10 m	Bijker 15 m	Gewicht
				Hs	Richting ° N	Tp (s)	Wind (m/s)				
ZW	<260	All	31.7	1.75	240	6.0	7.3	28.8	29.6	31.4	30.
W	260-290	All	10.6	2.25	275	6.6	9.8	6.4	6.2	6.4	6.3
WNW	290-320	All	10.8	2.25	305	6.8	9.4	6.4	5.3	5.4	5.5
NNW	320-350	All	13.5	2.25	335	6.8	9.5	6.8	6.9	6.9	6.9
N	> 350	All	33.5	1.25	355	5.6	4.3	24.4	25.7	27.0	25.7
			100.1								74.4

Tabel 3.13 Samenvatting resultaten golfschematisatie

Windrichtingssector	165-255	255-285	285-315	315-345	345-165	Totaal	Eenheid
Gewogen kustl. schuifsp. (ber.)	0.0409	0.0065	0.0010	-0.0016	-0.0141	0.0327	N/m ²
Gewogen kustl. schuifsp. (sch.)	0.0409	0.0065	0.0010	-0.0016	-0.0141	0.0327	N/m ²
Gewicht	0.3000	0.0640	0.0570	0.0680	0.2570	0.7460	[-]
Kustl. schuifsp.	0.1363	0.1016	0.0176	-0.0235	-0.0549		N/m ²
Cd waarde (schematisatie)	0.0014	0.0020	0.0068	0.0032	0.0014		[-]
Windrichting (schem.)	220	220	220	40	40		° t.o.v. N
Kustl. windsnelheid	8.8	6.4	1.4	2.4	5.5		m/s
Gewogen kustl. schuifsp.	0.0409	0.0065	0.0010	-0.0016	-0.0141		N/m ²
Gewicht	0.3000	0.0640	0.0570	0.0680	0.2570		[-]
Kustlangse schuifspanning	0.1363	0.1016	0.0176	-0.0235	-0.0549		N/m ²
Schuifspanning	0.1363	0.1580	0.1011	0.0688	0.0716		N/m ²
Cd waarde	0.0012	0.0013	0.0012	0.0011	0.0011		[-]
Kustlangse windsnelheid	8.7875	6.3764	1.4396	-2.4215	-5.5156		m/s
Windsnelheid	9.3514	9.9199	8.2906	7.0801	7.2001		m/s
Repr. richting	220	270	300	330	360		gr.

Tabel 3.14 Resultaten windschematisatie ten behoeve van het stromingsmodel

Hm0 (m)/Dir (°N)	45	135	225 (ZW)	315 (NW)
0.1	3,3	3,8	3,1	2,4
0.3	3,7	4,0	3,4	2,8
0.5	4,3	4,3	4,1	3,3
0.7	4,9	5,1	4,9	3,8
0.9	5,5	5,7	5,7	4,4
1.1	6,1	6,6	6,6	5,2
1.3	6,9	7,6	7,4	5,9
1.5	7,5	8,5	8,2	6,4
1.7	8,3	9,7	9,1	7,0
1.9	9,0	10,4	9,7	7,6
2.1	9,8	11,3	10,4	8,5
2.3	10,4	11,7	11,1	9,1
2.5	10,8	12,8	11,8	9,7
2.7	11,5	13,6	12,3	10,4
2.9	11,8	14,0	12,8	10,9
3.1	12,6	16,3	13,3	11,7
3.3	12,7	14,8	14,0	12,4
3.5	13,6	16,5	14,7	12,8
3.7	13,9	16,5	15,1	13,0
3.9	14,9	16,2	15,9	13,4
4.1	9,8	20,5	16,3	13,9
4.3	0	0	16,7	14,7
4.5	15,5	0	17,5	15,5
4.7	14,3	0	18,8	15,4
4.9	12,7	0	18,6	15,8
5.1	14,0	0	18,3	16,4
5.3	0	0	19,0	16,9
5.5	0	0	19,0	16,5
5.7	0	0	22,3	16,8
5.9	0	0	0	16,5

Tabel 3.15 Windsnelheden (m/s) bij golfhoogten voor 4 richtingsklassen, geselecteerde waarden (voor ZW- en NW-storm) zijn vet omkaderd

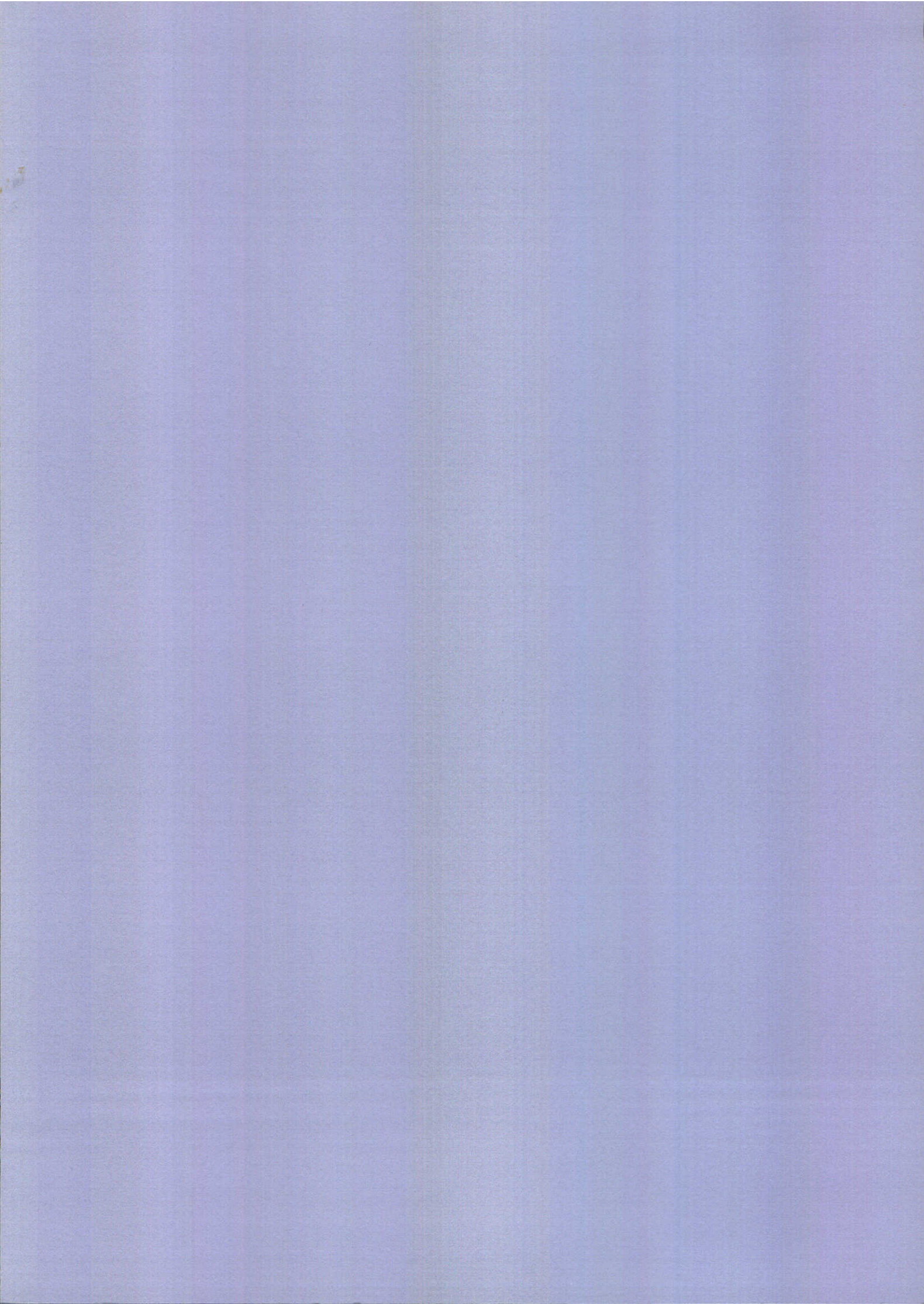
ZW/ZW-storm W WNW NNW/storm NW N			overall A, nest 1A, nest 2 overall A, nest 1A, nest 2 overall B, nest 1B, nest 2 overall C, nest 1C, nest 2 overall C, nest 1C, nest 2									
Code	X oorsprong (m)	Y oorsprong (m)	Alpa (gr)	Mx (-)	My (-)	M Θ (-)	dx (m)	dy (m)	d Θ (gr)	X lengte (m)	Y lengte (m)	Sector (gr)
Overall A	15000	390000	0	250	108	19	300	1000	7,5	75000	108000	142,5
Overall B	-22500	427500	-45	200	140	16	300	1000	7,5	60000	140000	120
Overall C	-22500	449500	-60	233	130	18	350	1000	7,5	69900	130000	150
Nest 1A	51000	445000	-18	467	168	20	60	250	7,5	28020	42000	150
Nest 1B	51000	445000	-33	317	180	20	60	250	7,5	19020	45000	150
Nest 1C	51000	445000	-45	250	196	20	60	250	7,5	15000	49000	150
Nest 2	62500	446000	-33	420	400	20	20	77,5	7,5	8400	3100	150

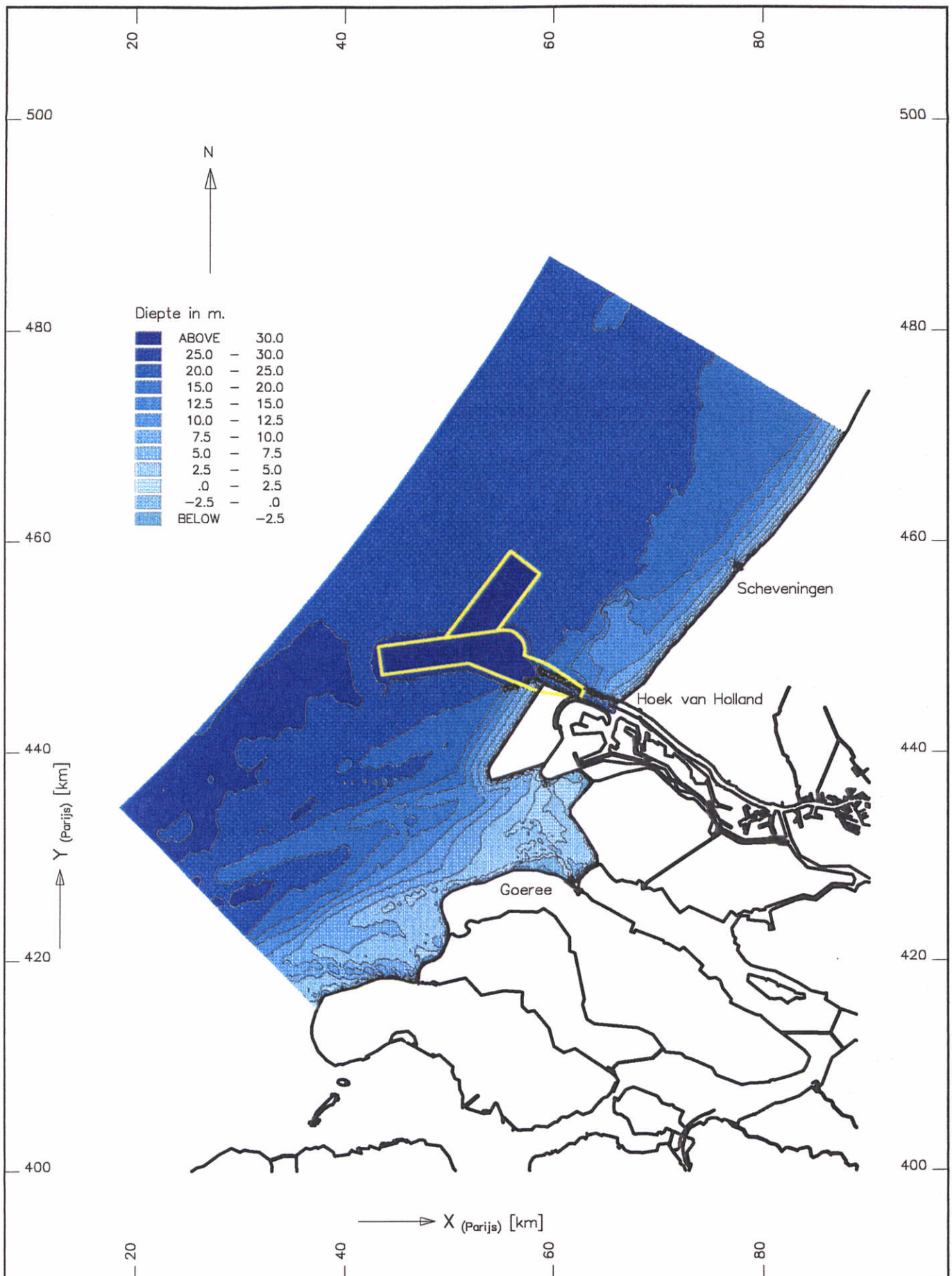
Tabel 3.16 Indeling rekenroosters HISWA

	md-wave			md-flow			morf		
Code	Golfrichting (°N)	H _s (m)	T _p (s)	Windrichting (°N)	Snelheid (m/s)	C _d (-)	Percentage	Starttijd (dgn)	Eindtijd (dgn)
ZW	240	1,75	6	220	8,8	0,0014	30	0	109,5
W	275	2,25	6,6	220	6,4	0,0020	6,4	109,5	132,9
WNW	305	2,25	6,8	220	1,4	0,0068	5,7	132,9	153,7
NNW	335	2,25	6,8	40	2,4	0,0032	6,8	153,7	178,5
N	355	1,25	5,6	40	5,5	0,0014	25,6	178,5	271,8

Tabel 3.18 Indeling morfodynamische runs met wisselende golf- en wind condities

Figuren





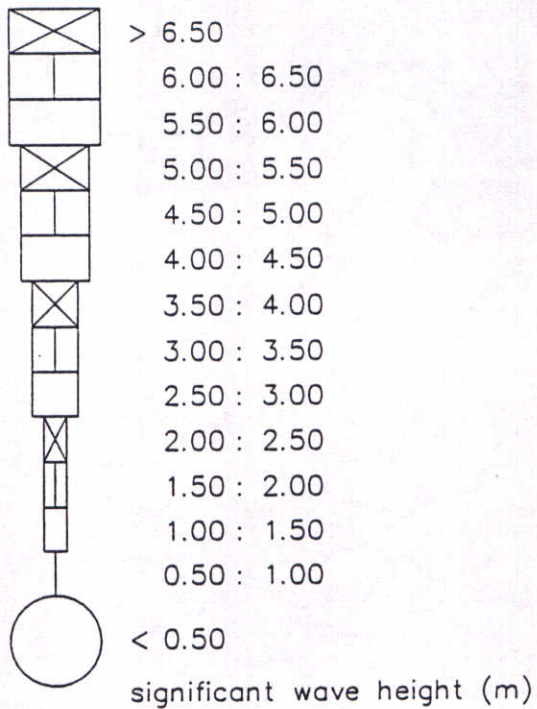
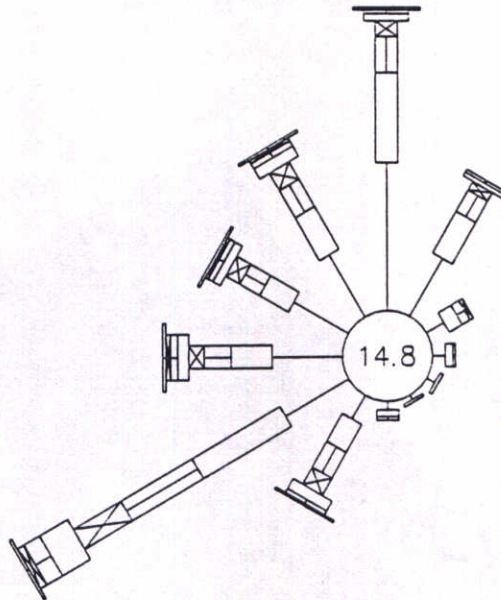
MODELBODEM 1995 MAASVLAKTE-2
 VARIANT PARALLEL + ZANDWINNING
 BRON: STUDIE MAASVLAKTE II, WL (1996)

schaal 1:500000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

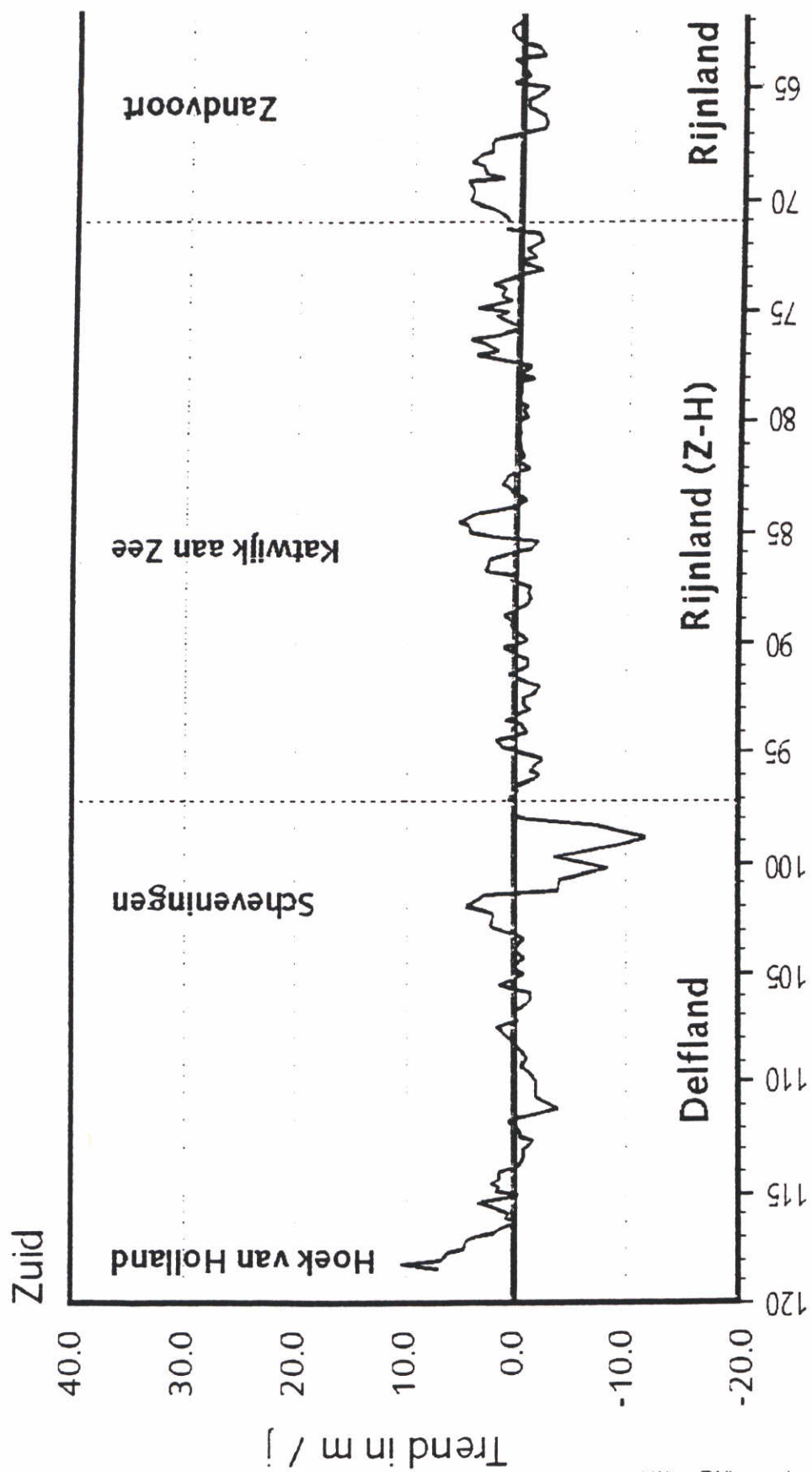
FIG. 1.1



EXPLANATION

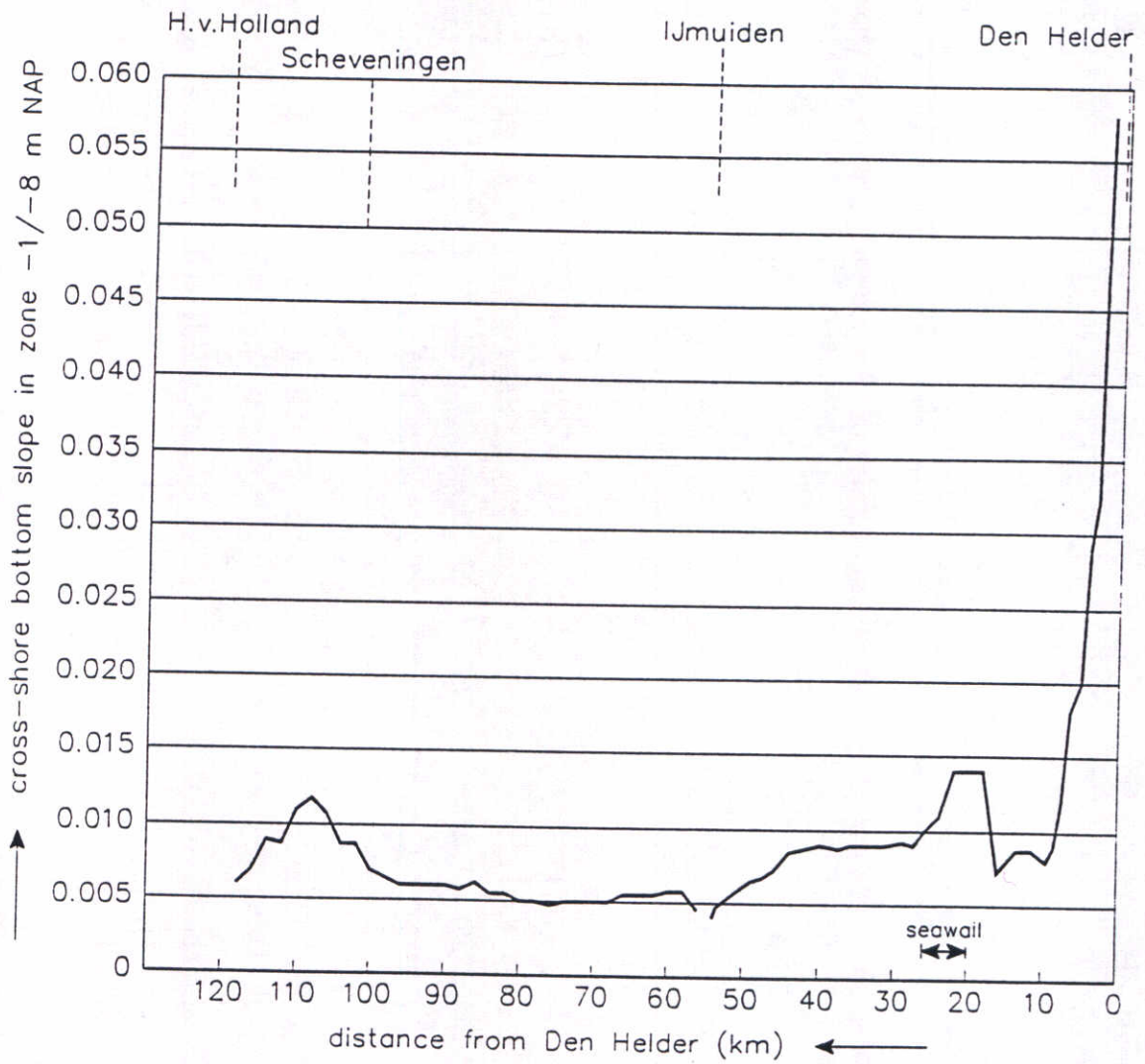
item:	represents:
type of bar	height/speed
direction of bar (to centre of rose)	direction
length of bar	occurrence (%)
number in centre of rose	occurrence (%) in lowest class

20%

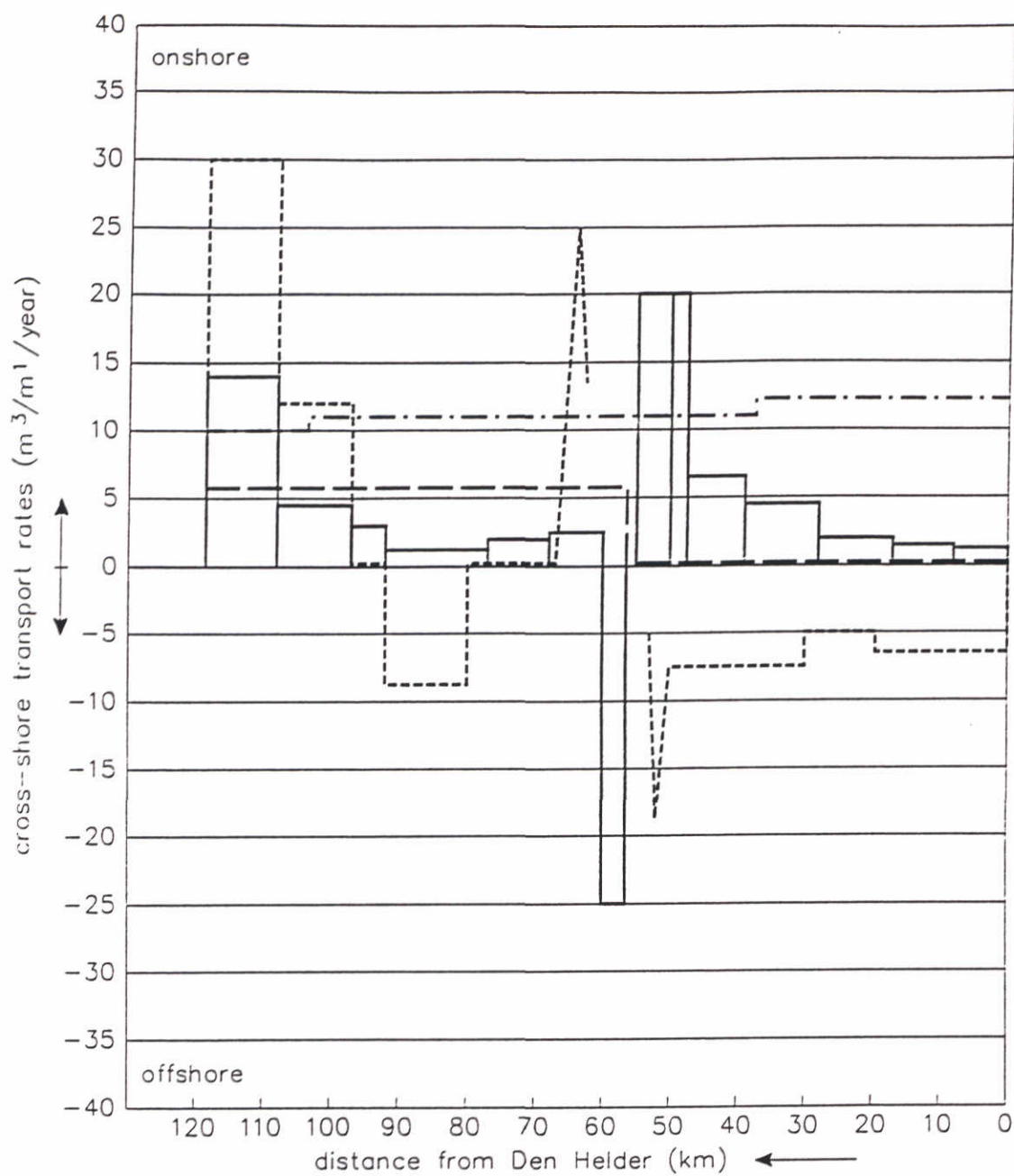


Uit: Rijkswaterstaat, 1995

TRENDGEGEVENS KUSTLIJN ZUID- EN NOORD-HOLLAND
 PERIODE 1985-1995
 BRON: RIJKSWATERSTAAT (1995)

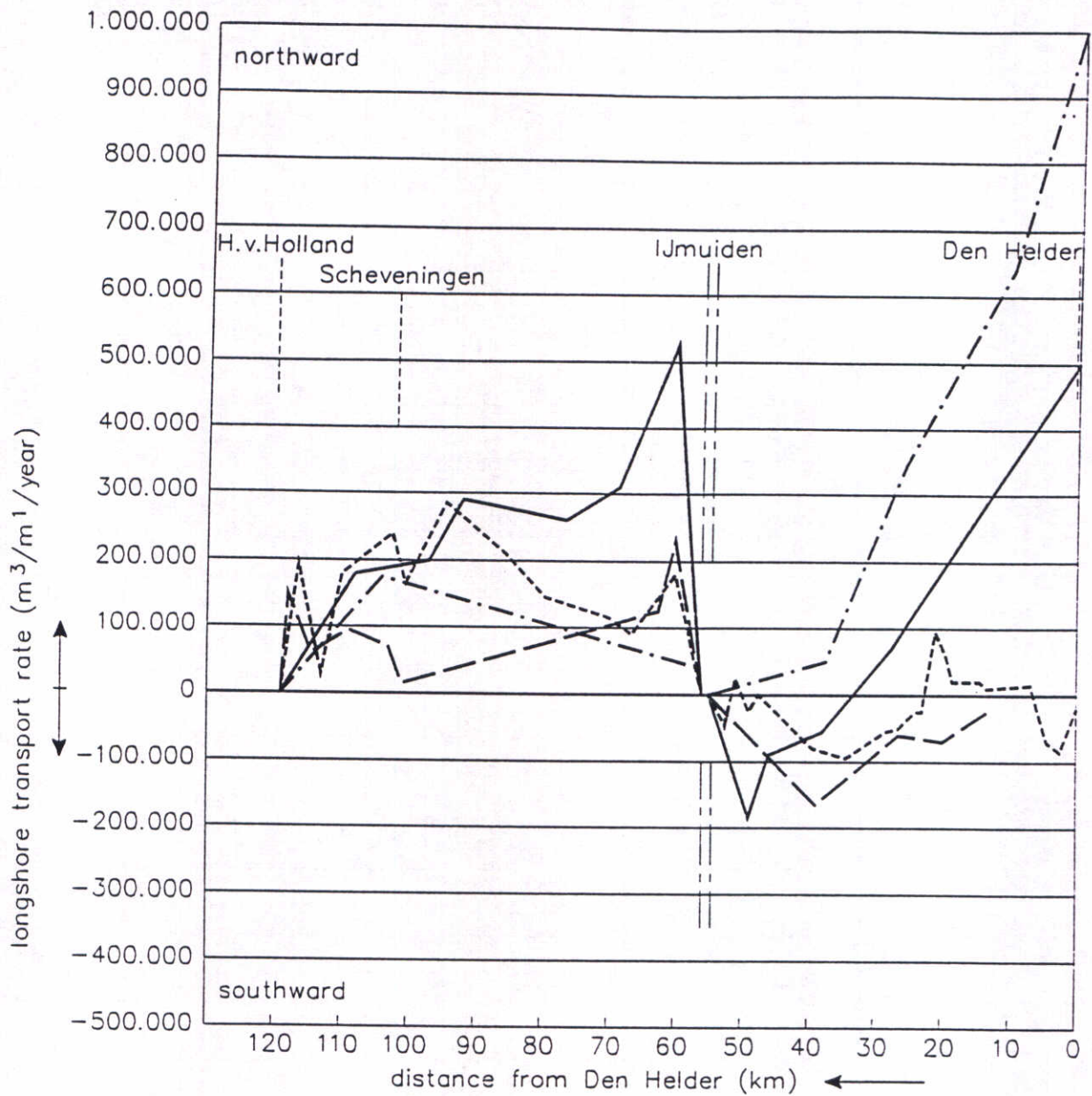


CROSS-SHORE BOTTOM SLOPE
 ALONG THE CENTRAL DUTCH COAST
 BRON: VAN RIJN (1995b)



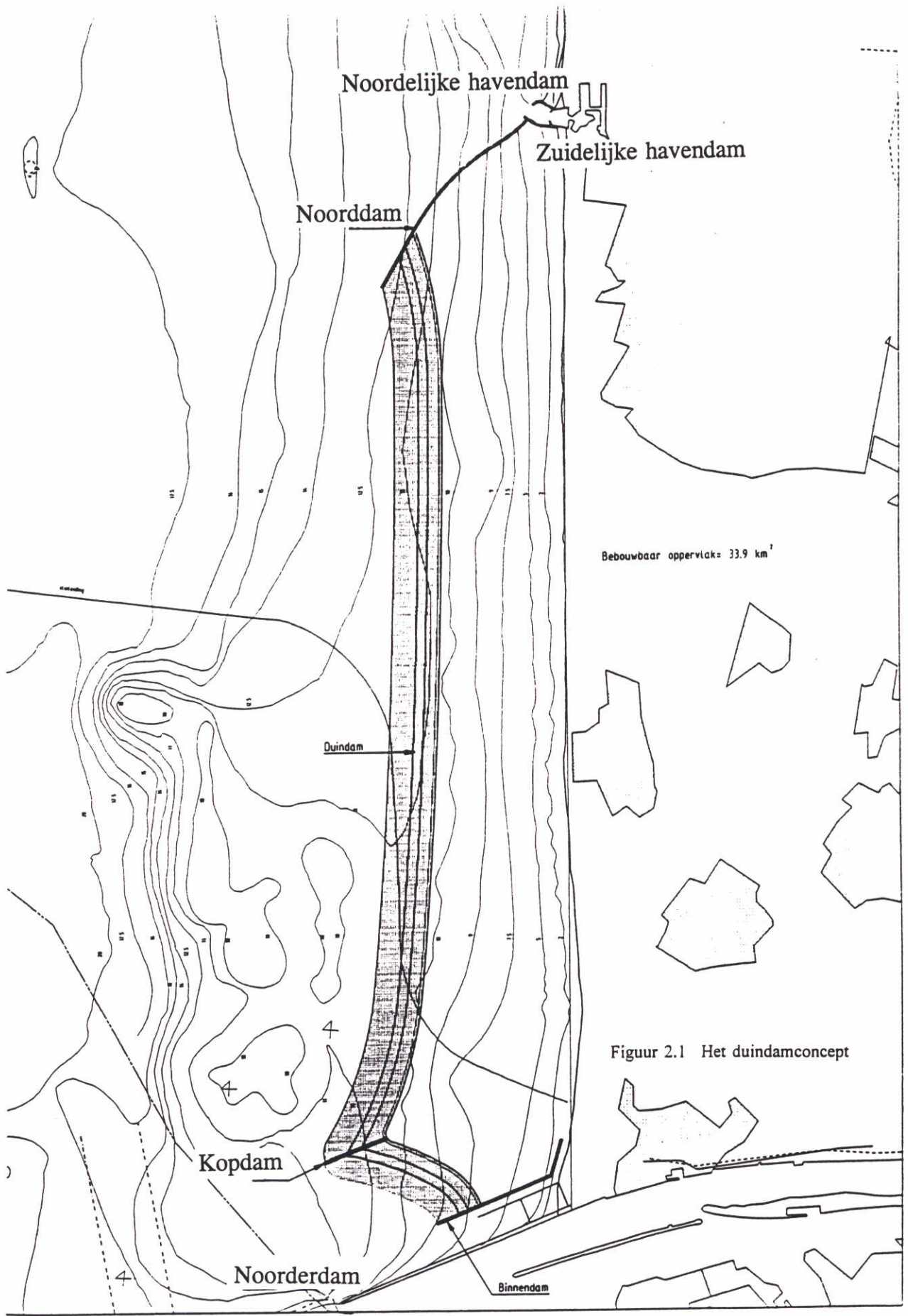
- - - - Bakker et al (1989) ; across -5m NAP
 Van de Graaff-Stroo (1991); across -6m NAP
 - . - . Stive and Eysink (1989) ; across -8m NAP
 _____ Van Rijn (1994) ; across -8m NAP (present study)
 all values including pores

YEARLY-AVERAGED NET CROSS-SHORE TRANSPORT
 ALONG THE CENTRAL DUTCH COAST
 BRON: VAN RIJN (1995b)



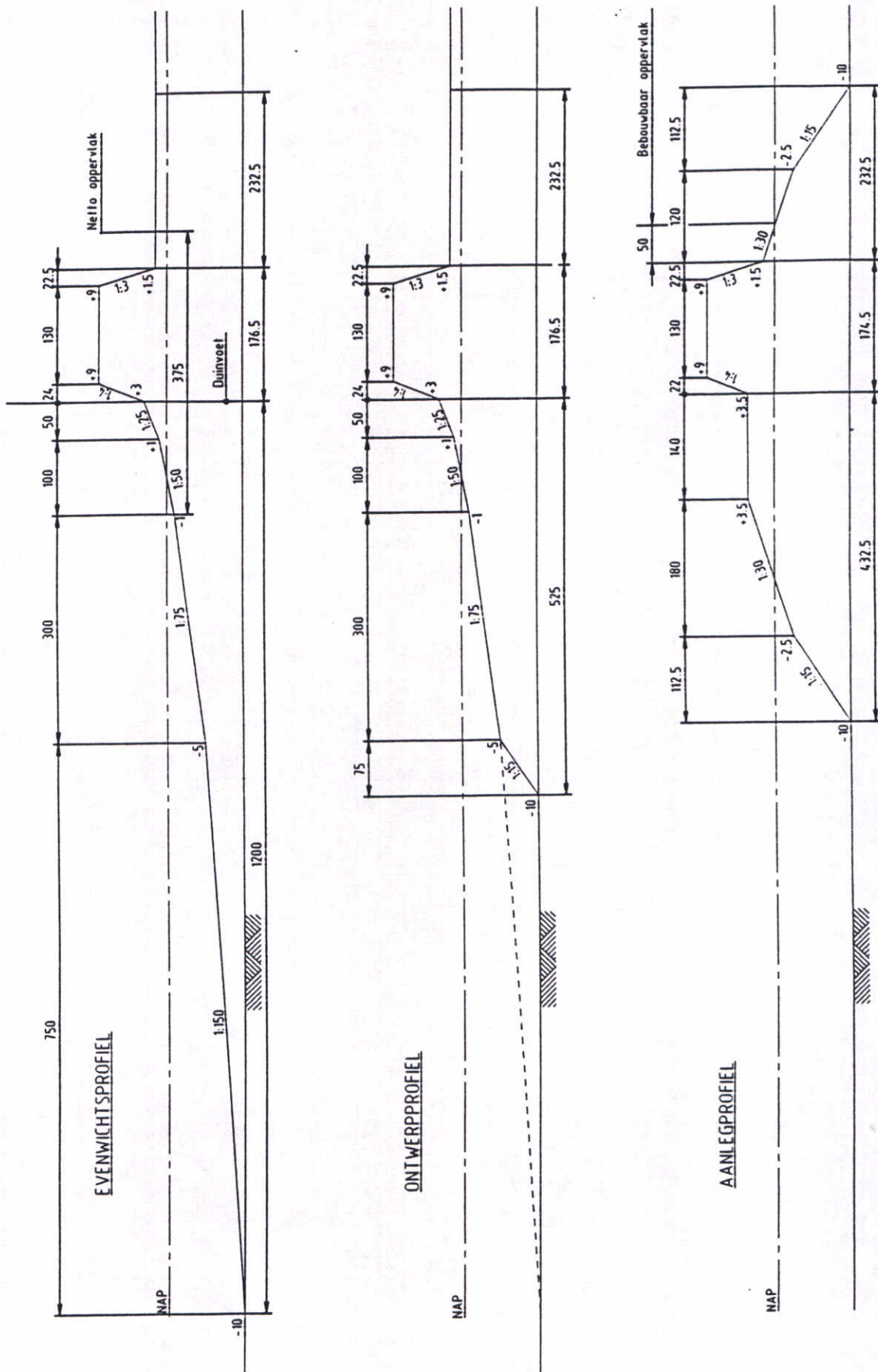
- Bakker et al (1989) ; zone upto -5m NAP
 - Van de Graaff-Stroo (1991); zone upto -6m NAP
 - . - . Stive and Eysink (1989) ; zone upto -8m NAP
 - Van Rijn (1994) ; zone upto -8m NAP (present study)
- all values including pores

YEARLY-AVERAGED NET LONGSHORE TRANSPORT IN SURF ZONE
ALONG THE CENTRAL DUTCH COAST
BRON: VAN RIJN (1995b)



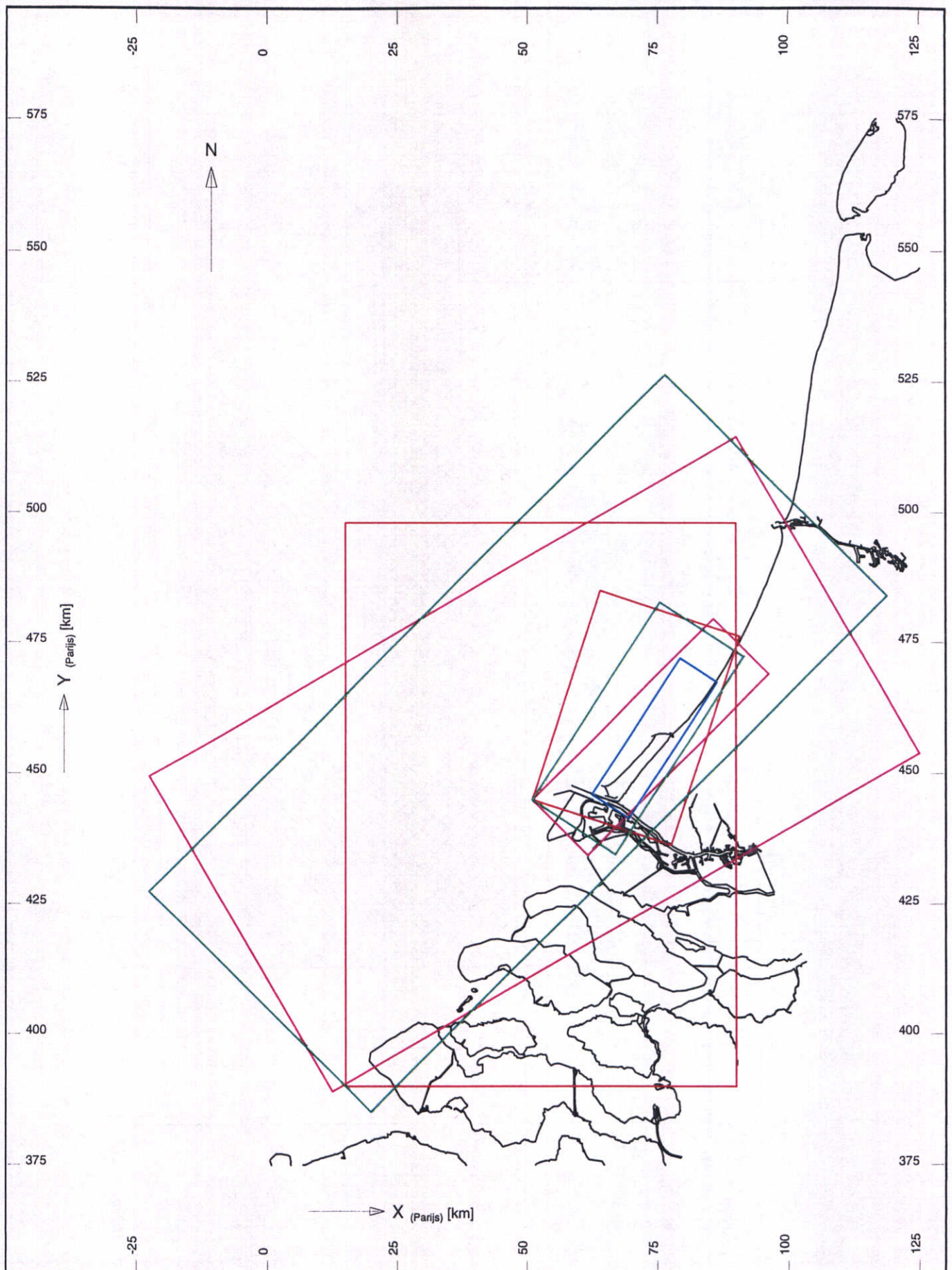
Figuur 2.1 Het duindamconcept

PRINCIPE KUSTVERDEDIGING KUSTLOCATIE
 HET DUINDAMCONCEPT
 BRON: STUURGROEP KUSTLOCATIE (1995)



Figuur 3.1 Strand-duin profiel

ONTWERP KUSTLOCATIE
 HET STRAND-DUIN PROFIEL
 BRON: WERKGROEP KUSTLOCATIE (1995)



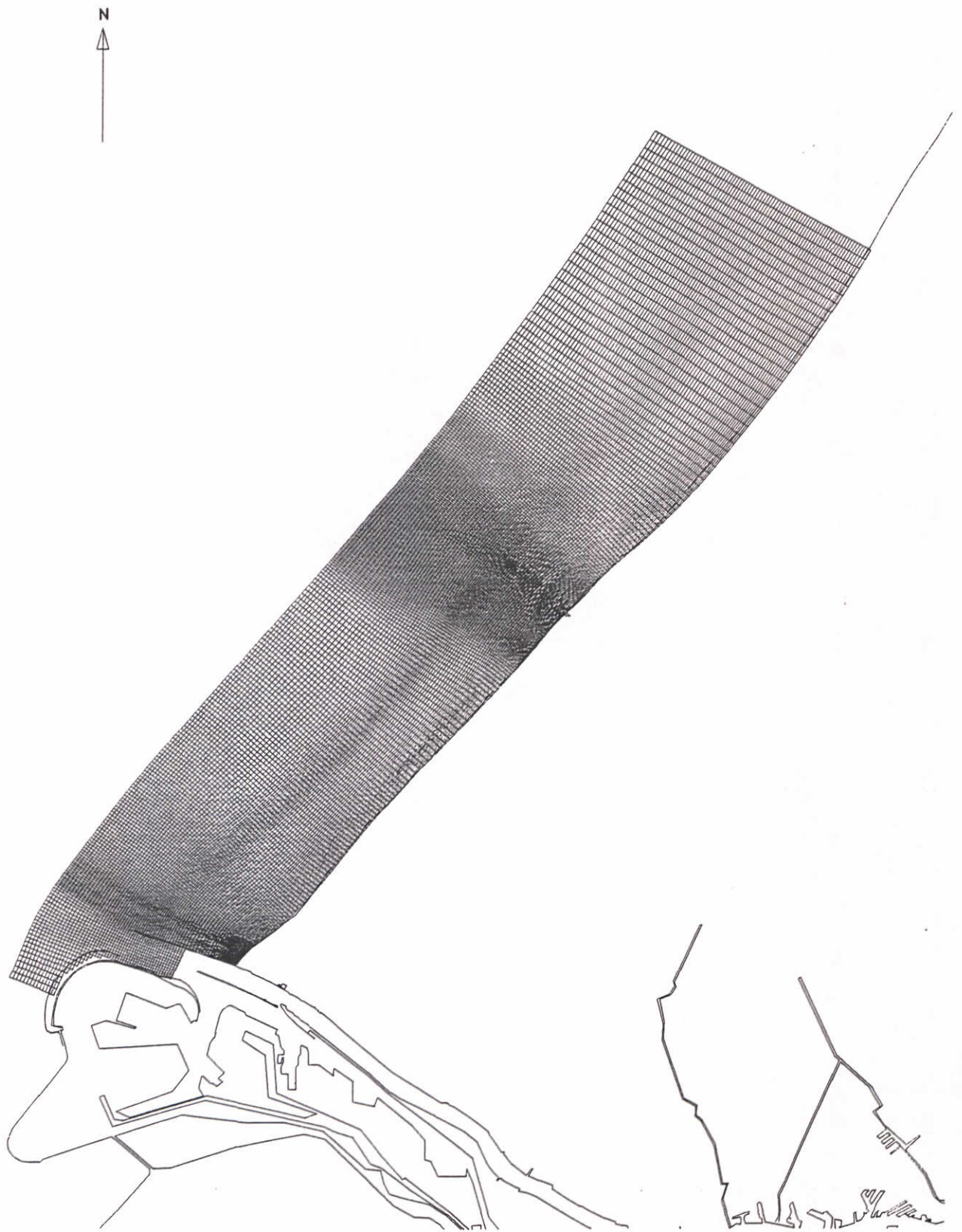
HISWA ROOSTERS VOOR DE VERSCHILLENDE GOLFRICHTINGEN
 ROOD: ZW EN W, GROEN: WNW, MAGENTA: NNW EN N,
 BLAUW: ALLE CONDITIES

schaal 1:1000000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 3.2



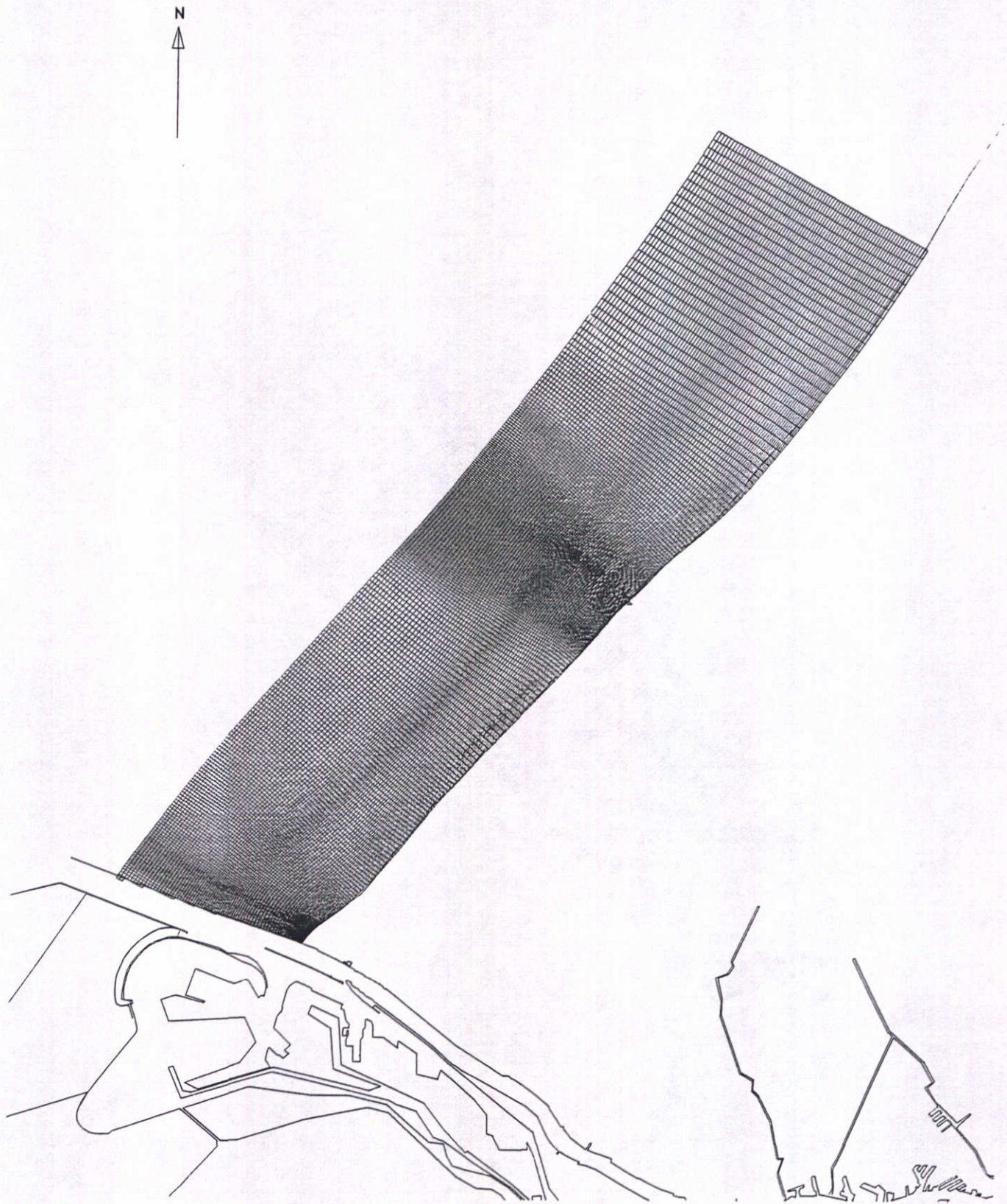
MODEL KUSTLOCATIE
 TRISULA-ROOSTER HUIDIGE SITUATIE

Conf. t0

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 3.3



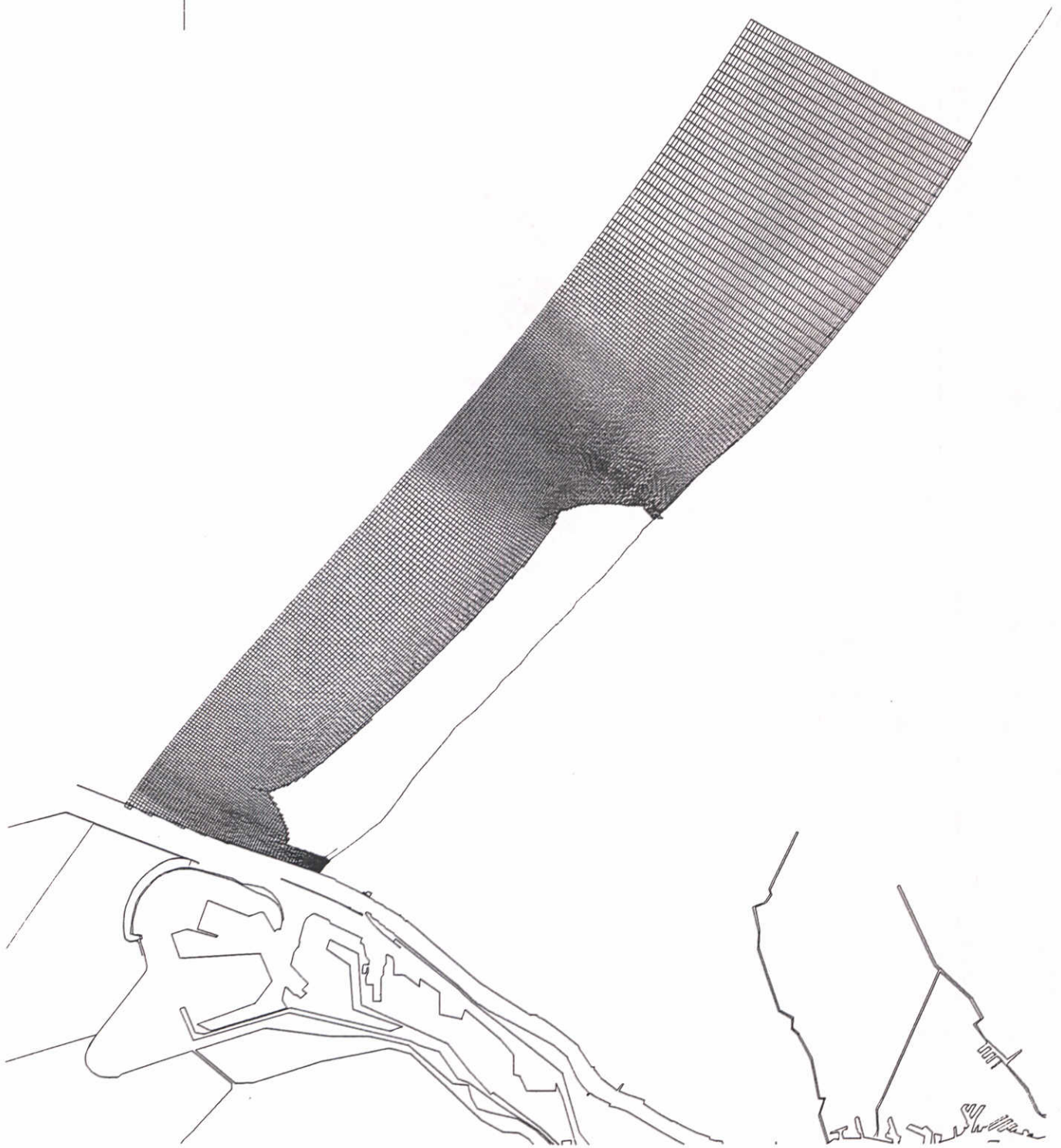
MODEL KUSTLOCATIE
 TRISULA-ROOSTER SITUATIE MET MV2

Conf. t1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 3.4



MODEL KUSTLOCATIE
TRISULA ROOSTER SITUATIE MV2 EN KUSTLOCATIE

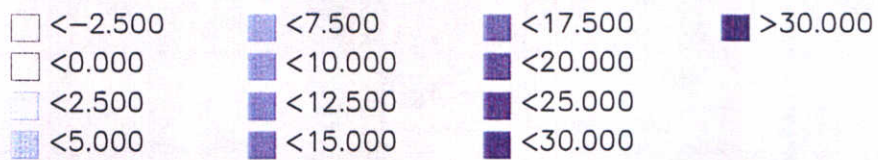
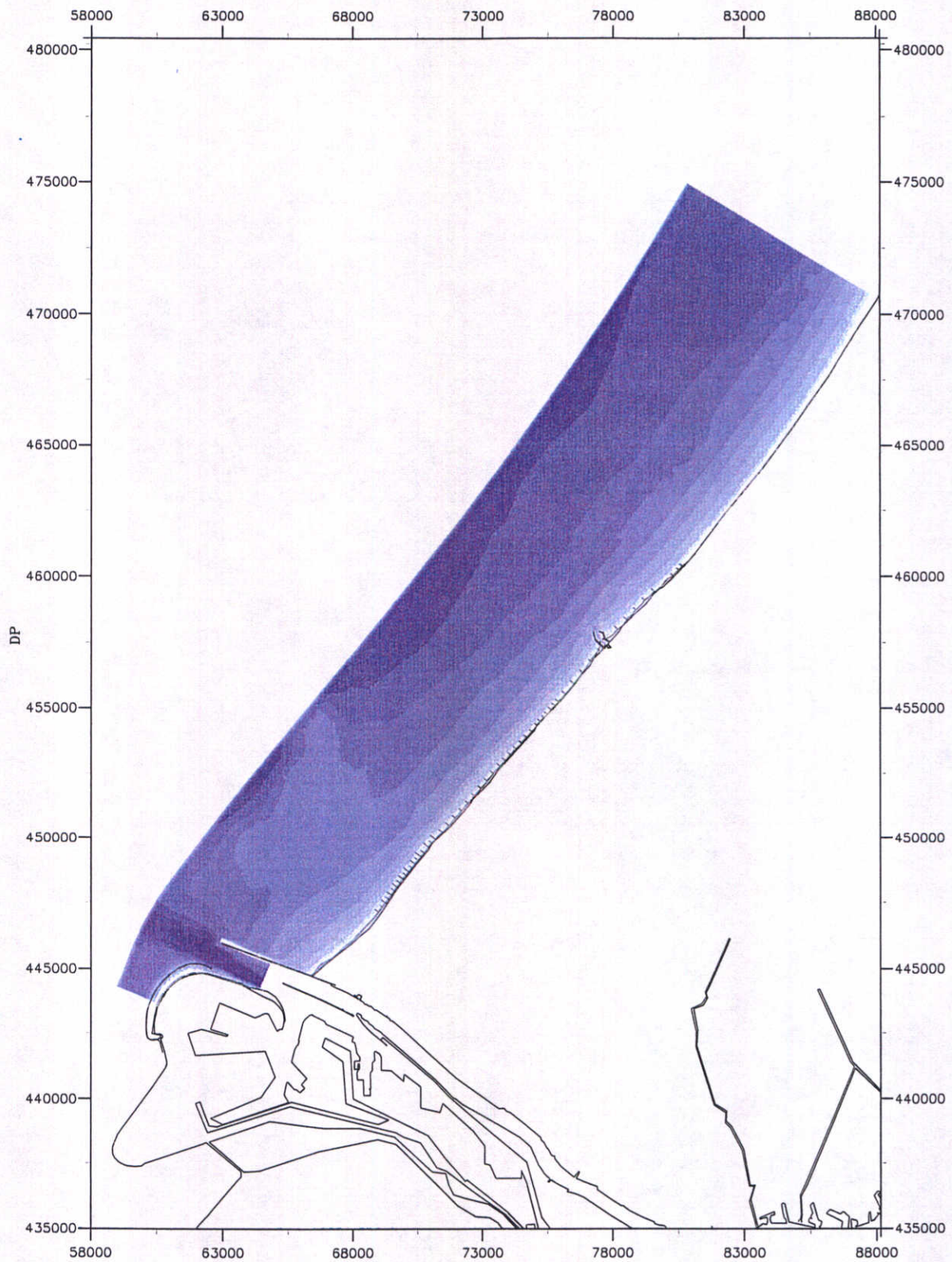
Conf. t2

Conf. t3

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 3.5



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE
 INITIELE BODEMLIGGING

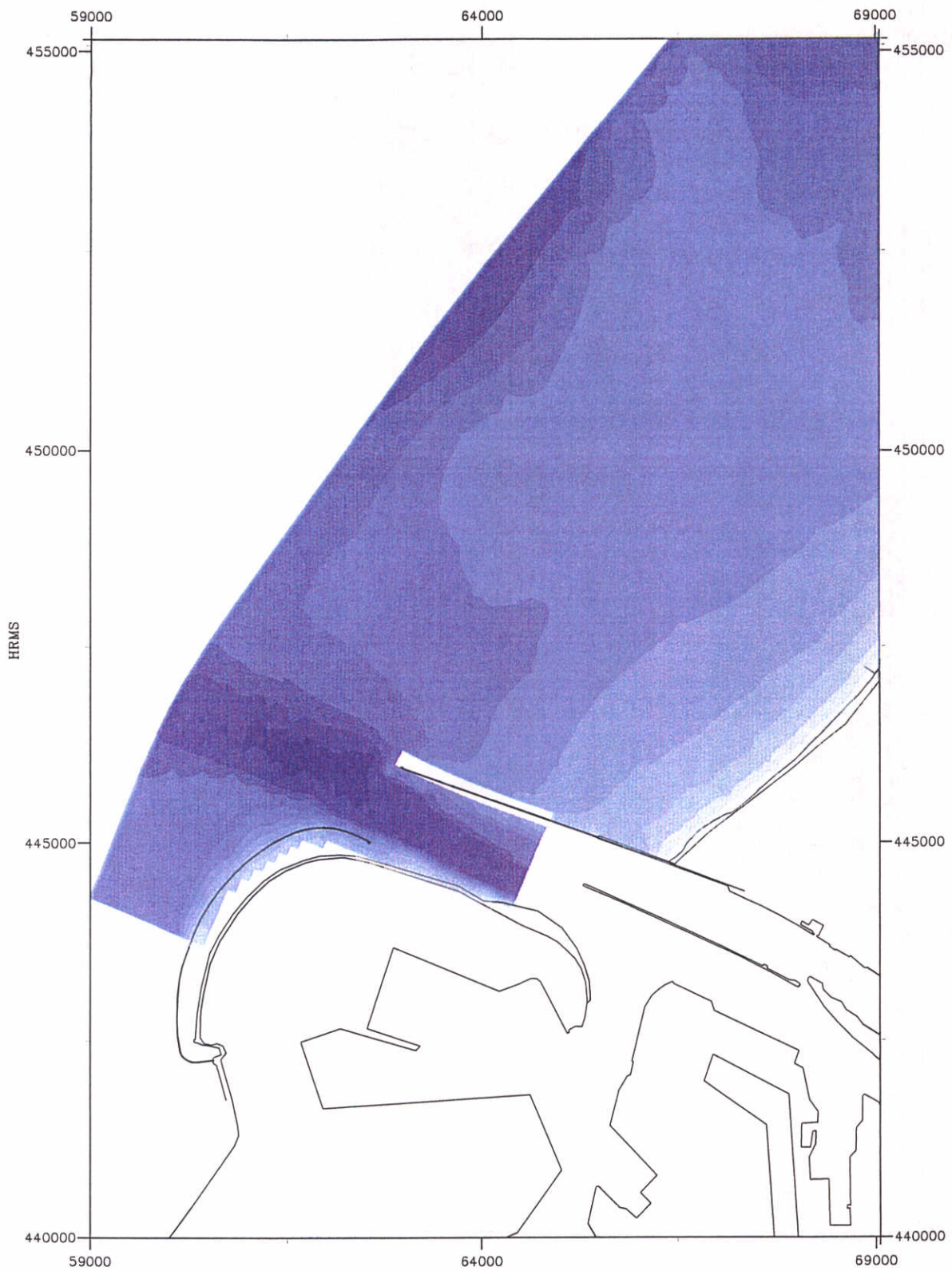
Conf. t0

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 3.6



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE
 INITIELE BODEMLIGGING

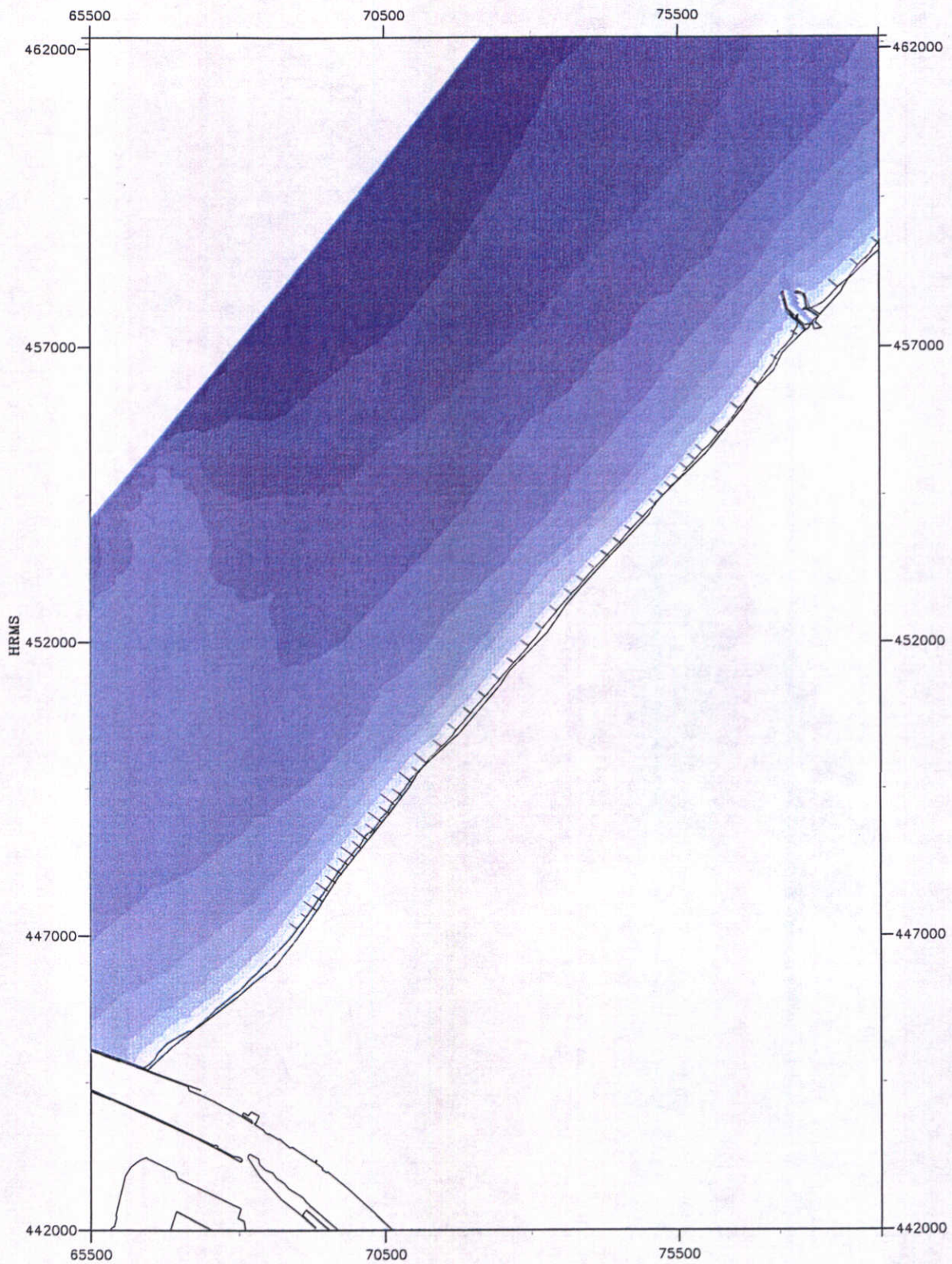
Conf. t0

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 3.7



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE
 INITIELE BODEMLIGGING

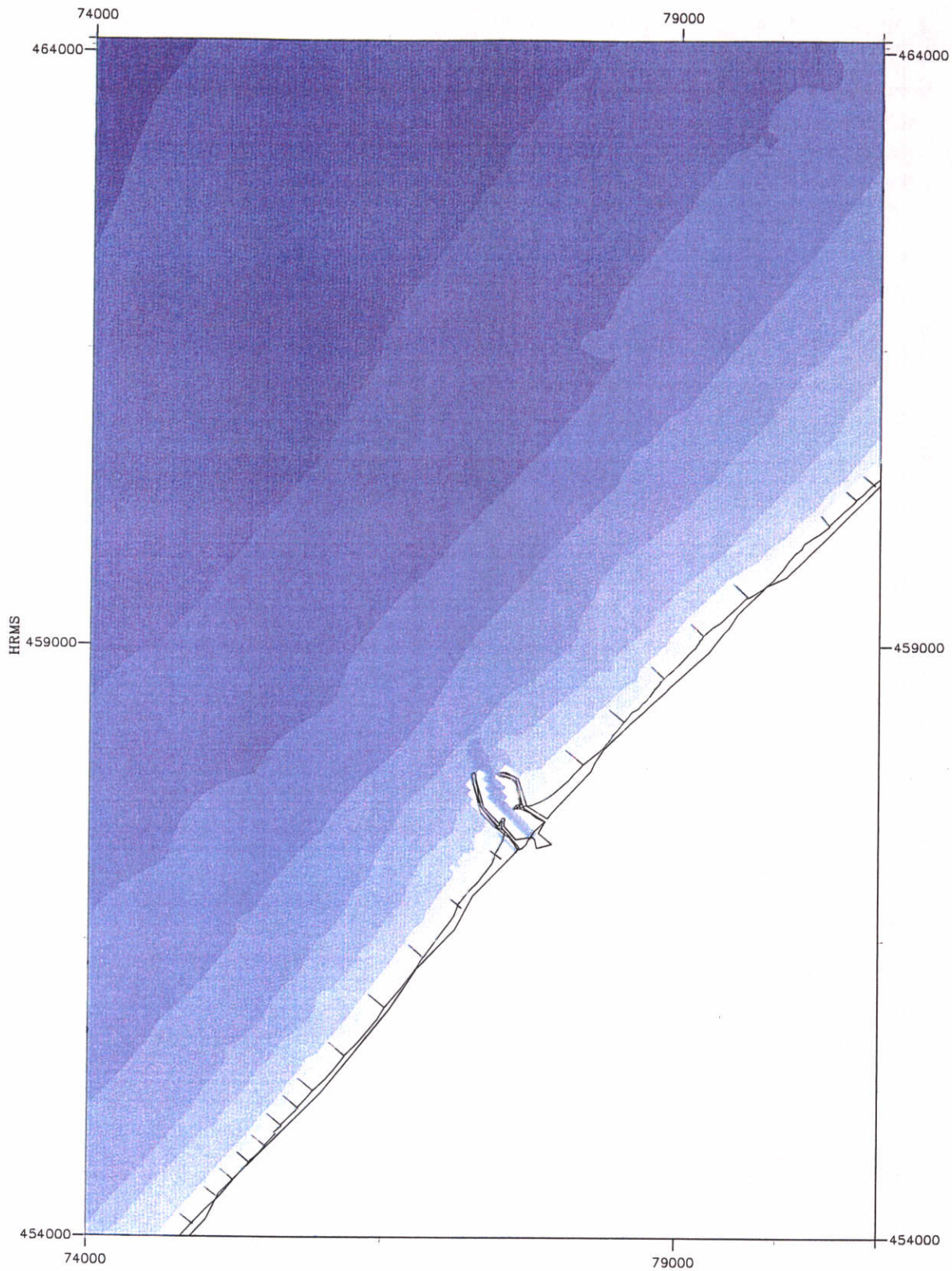
Conf. t0

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 3.8



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE
 INITIELE BODEMLIGGING

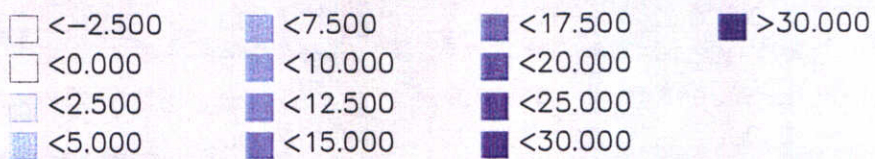
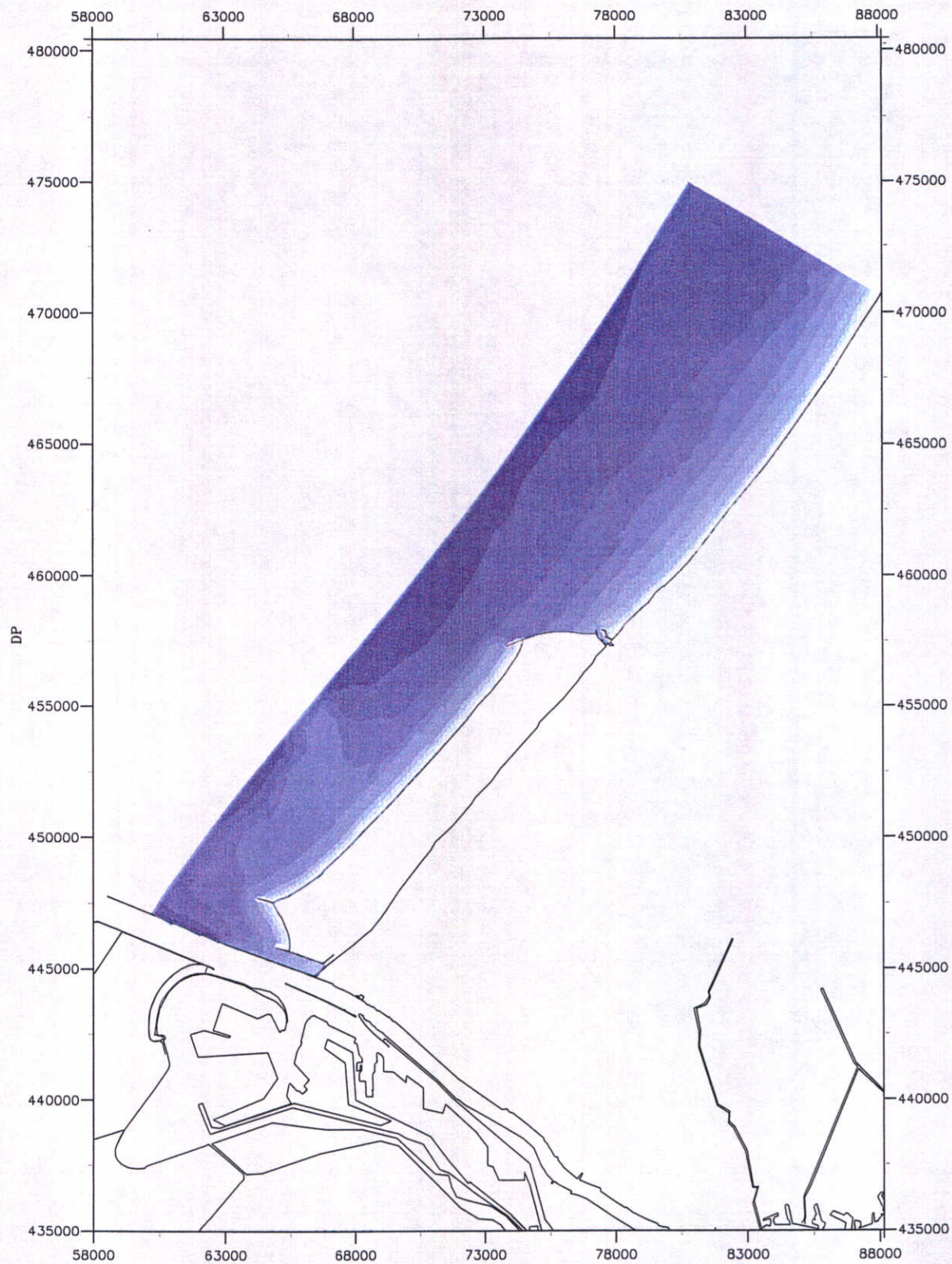
Conf. t0

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 3.9



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA
 INITIELE BODEMLIGGING

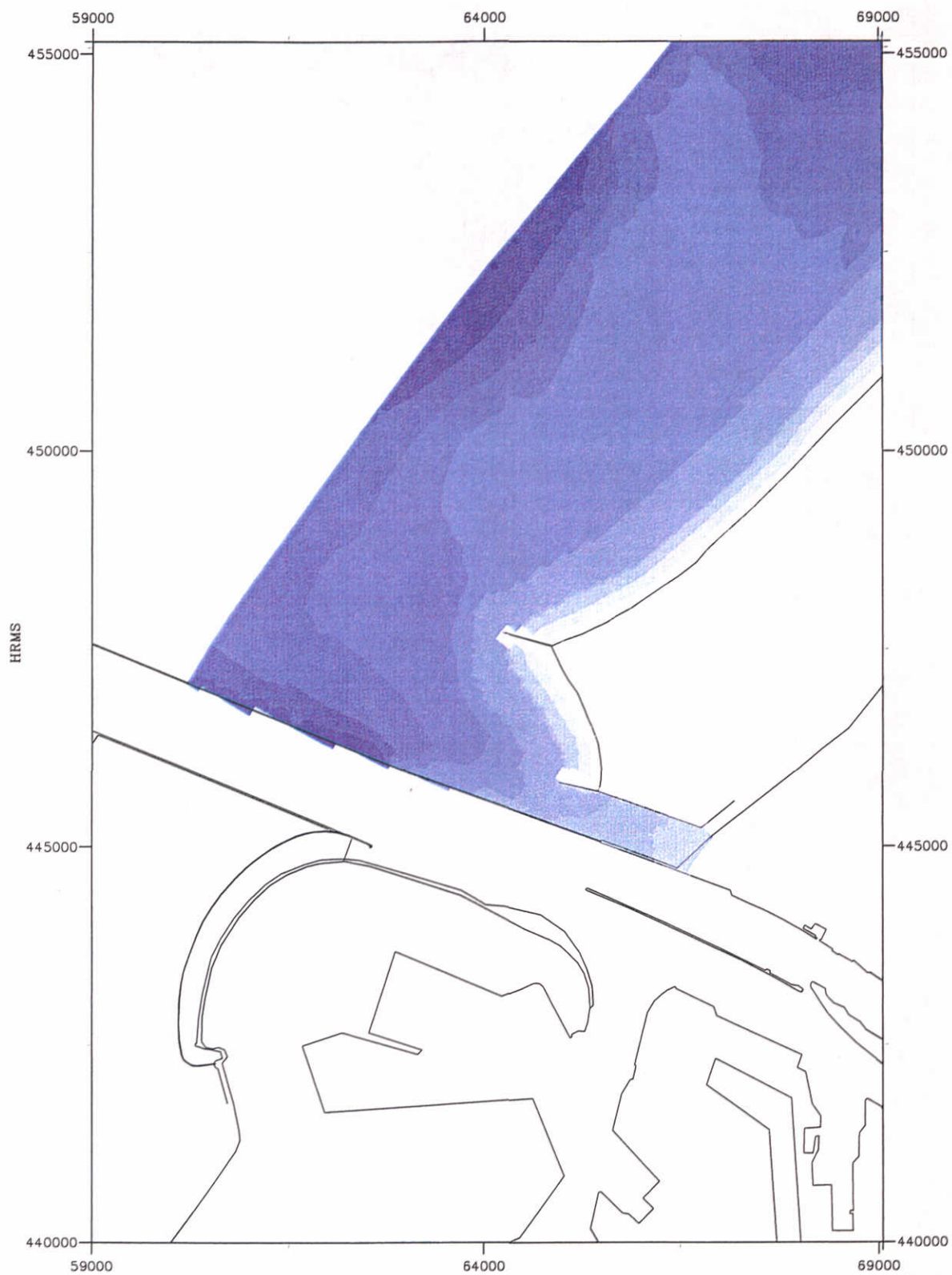
Conf. t2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 3.10



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA
 INITIELE BODEMLIGGING

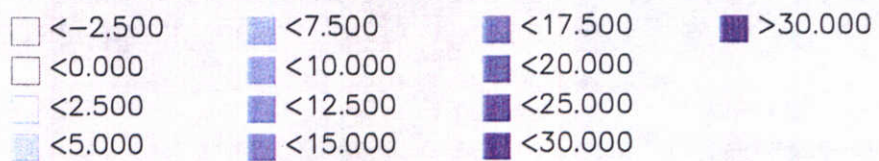
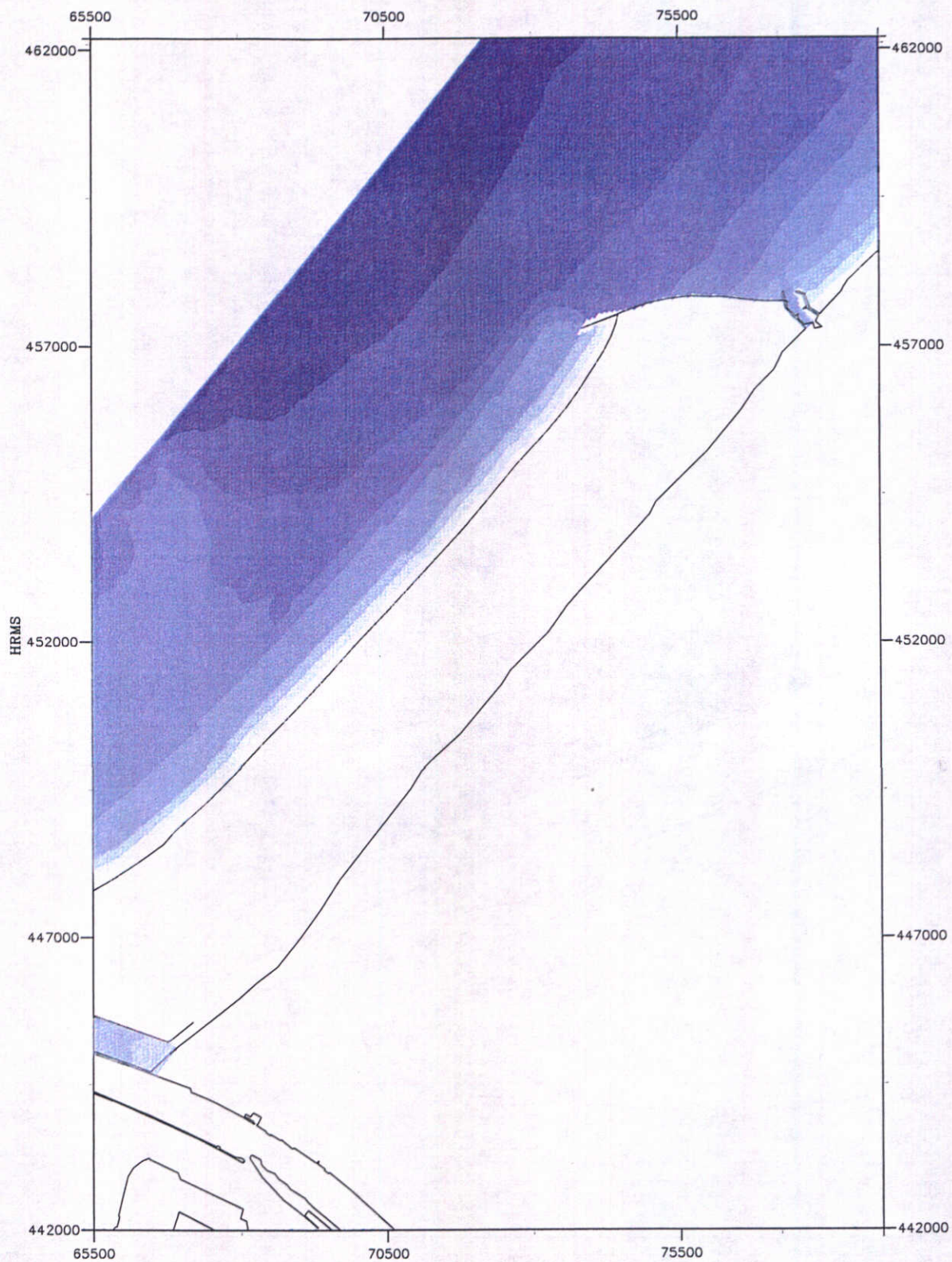
Conf. t2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 3.11



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA
 INITIELE BODEMLIGGING

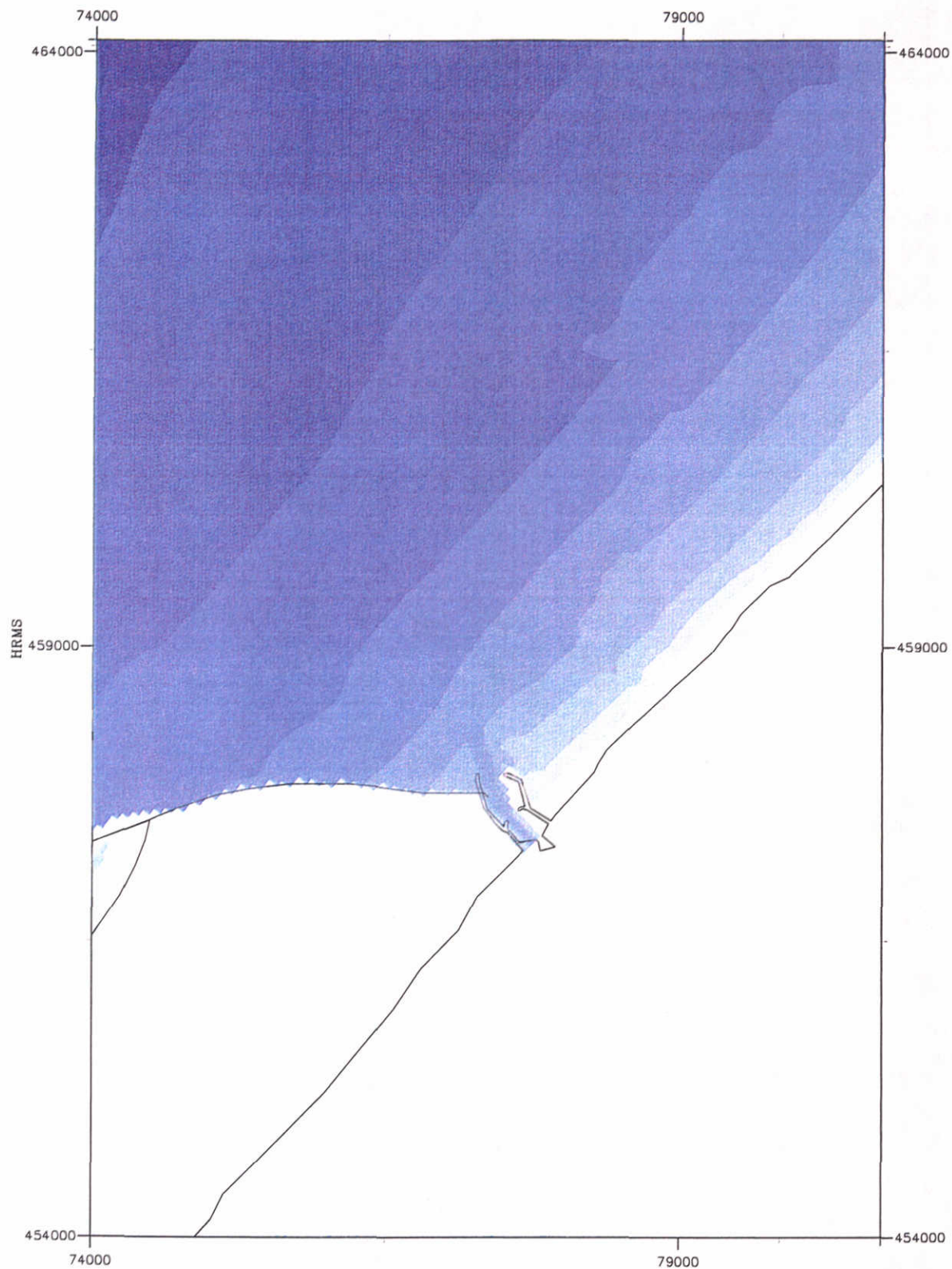
Conf. t2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 3.12



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA
 INITIELE BODEMLIGGING

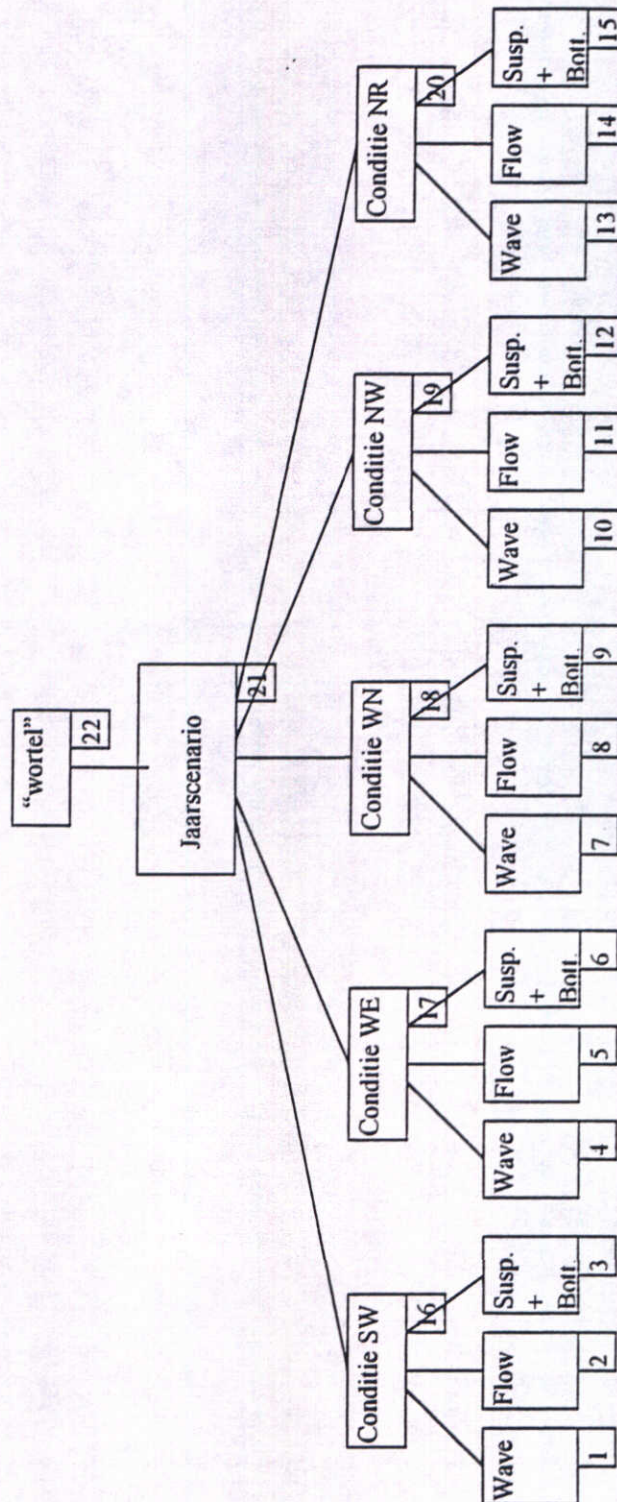
Conf. t2

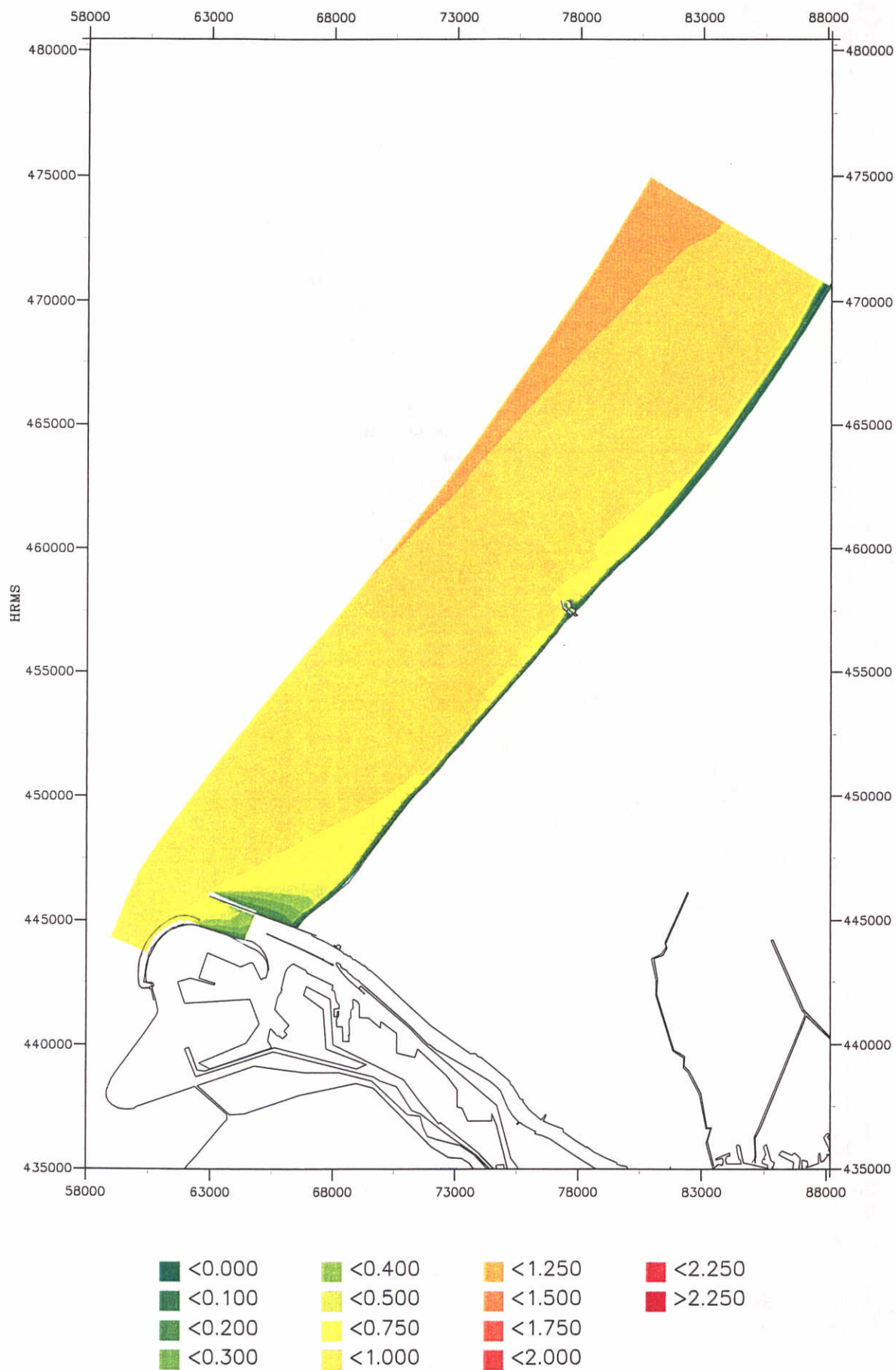
schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 3.13





MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN ZUIDWEST

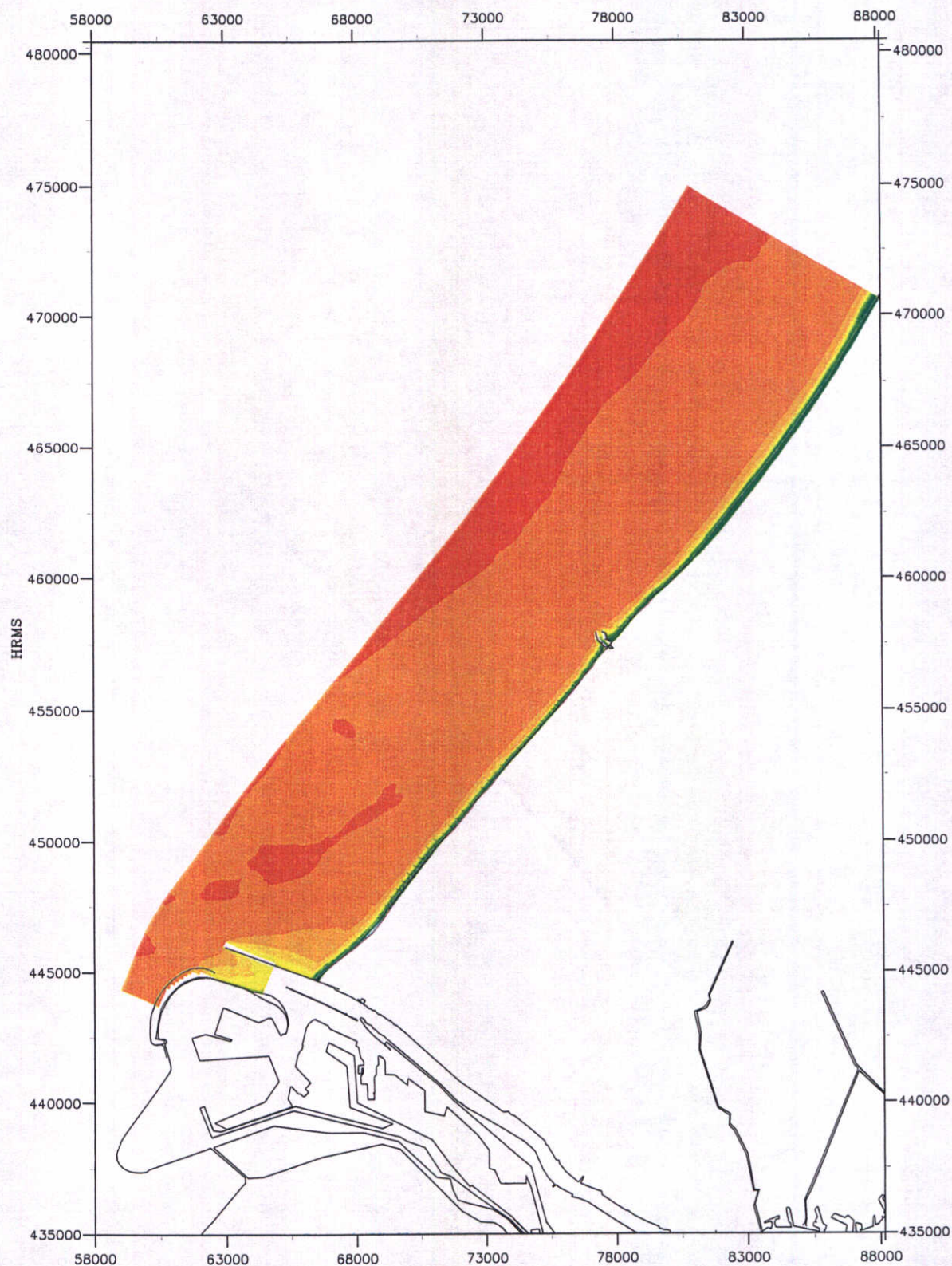
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.1



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WEST

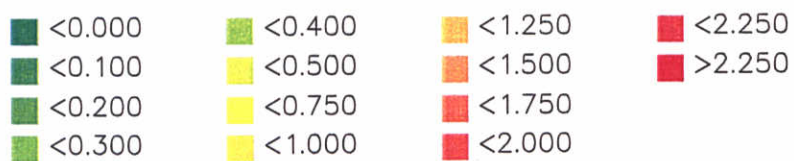
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.2



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WEST

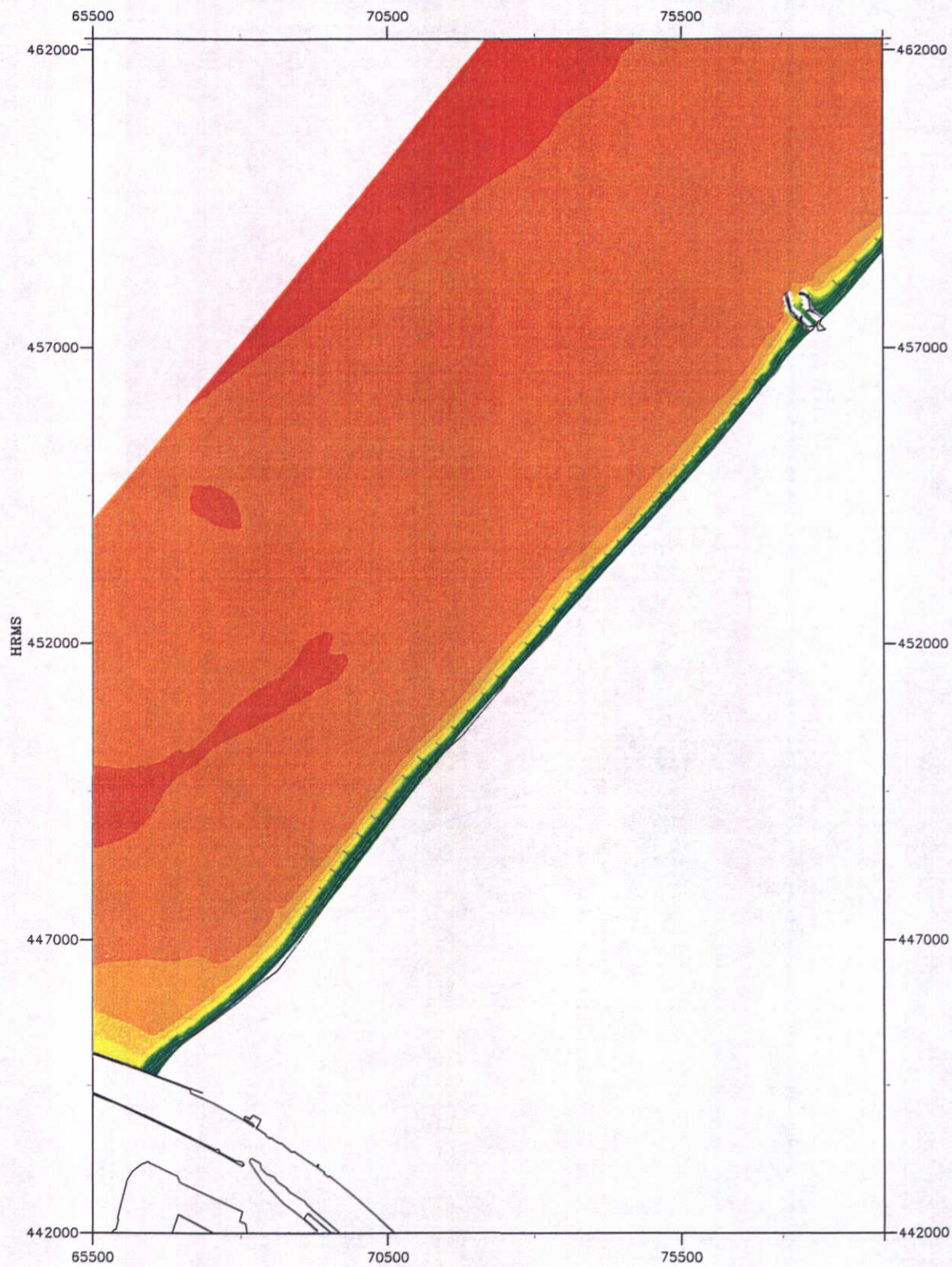
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.3



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WEST

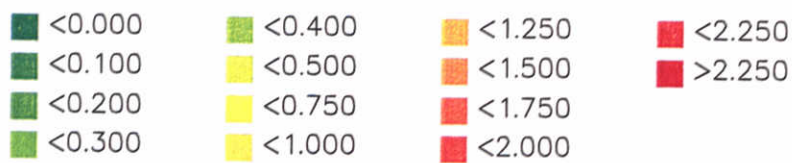
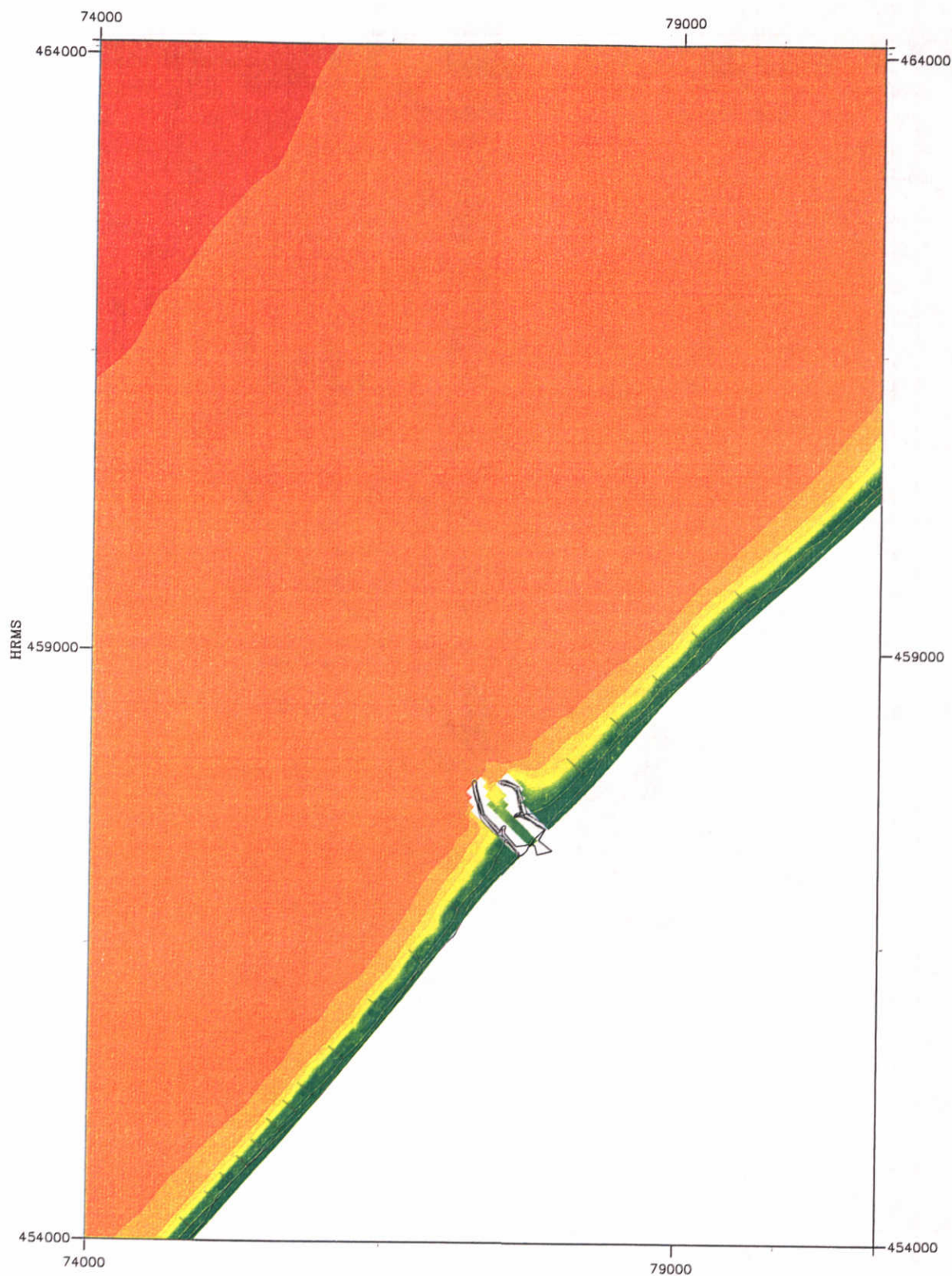
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.4



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WEST

Conf. t0

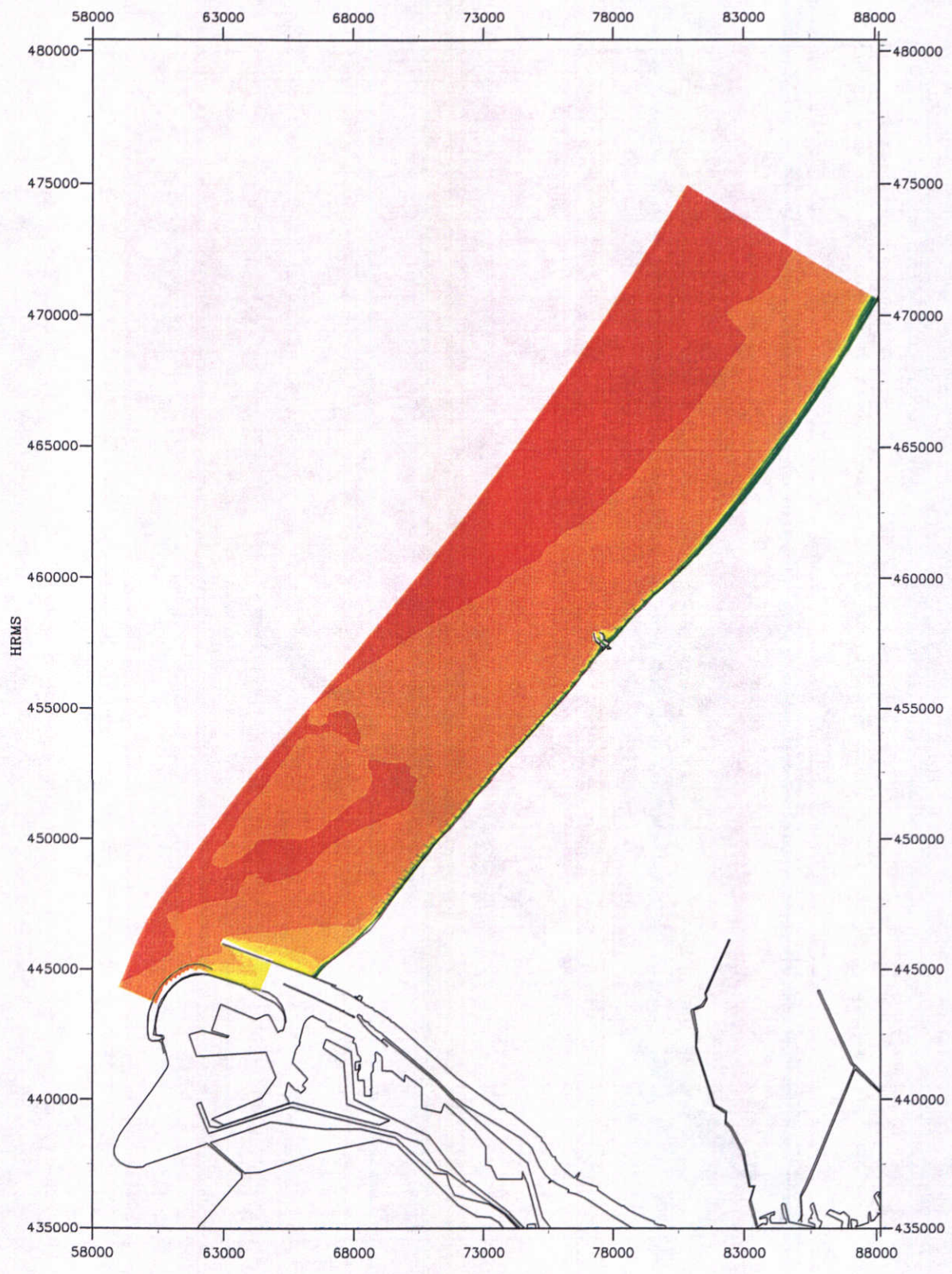
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.5

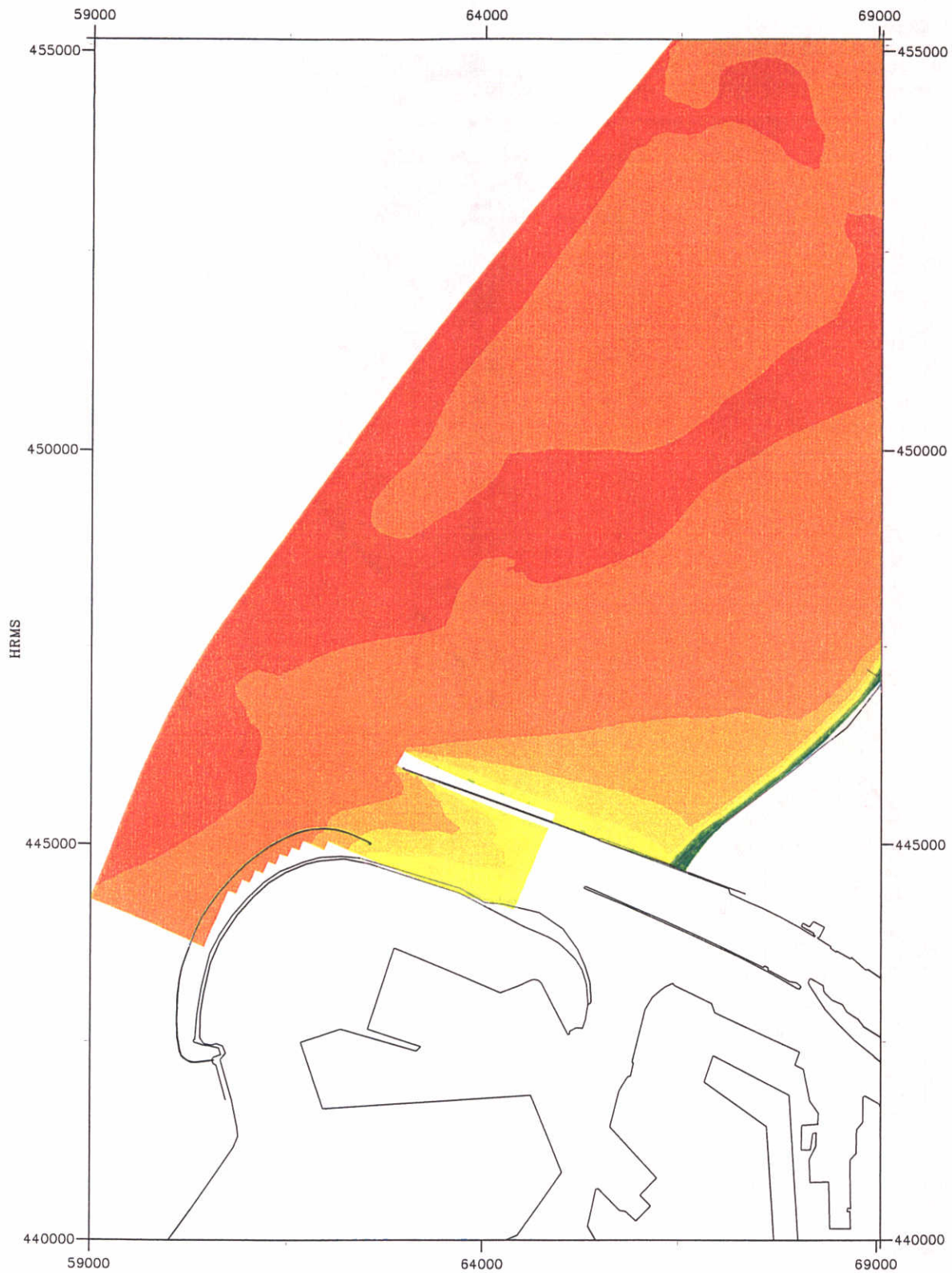


MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – HW; GOLVEN WEST

Conf. t0	Rvw. r2
schaal 1:225000	

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142	FIG 4.6
--------	---------



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – HW; GOLVEN WEST

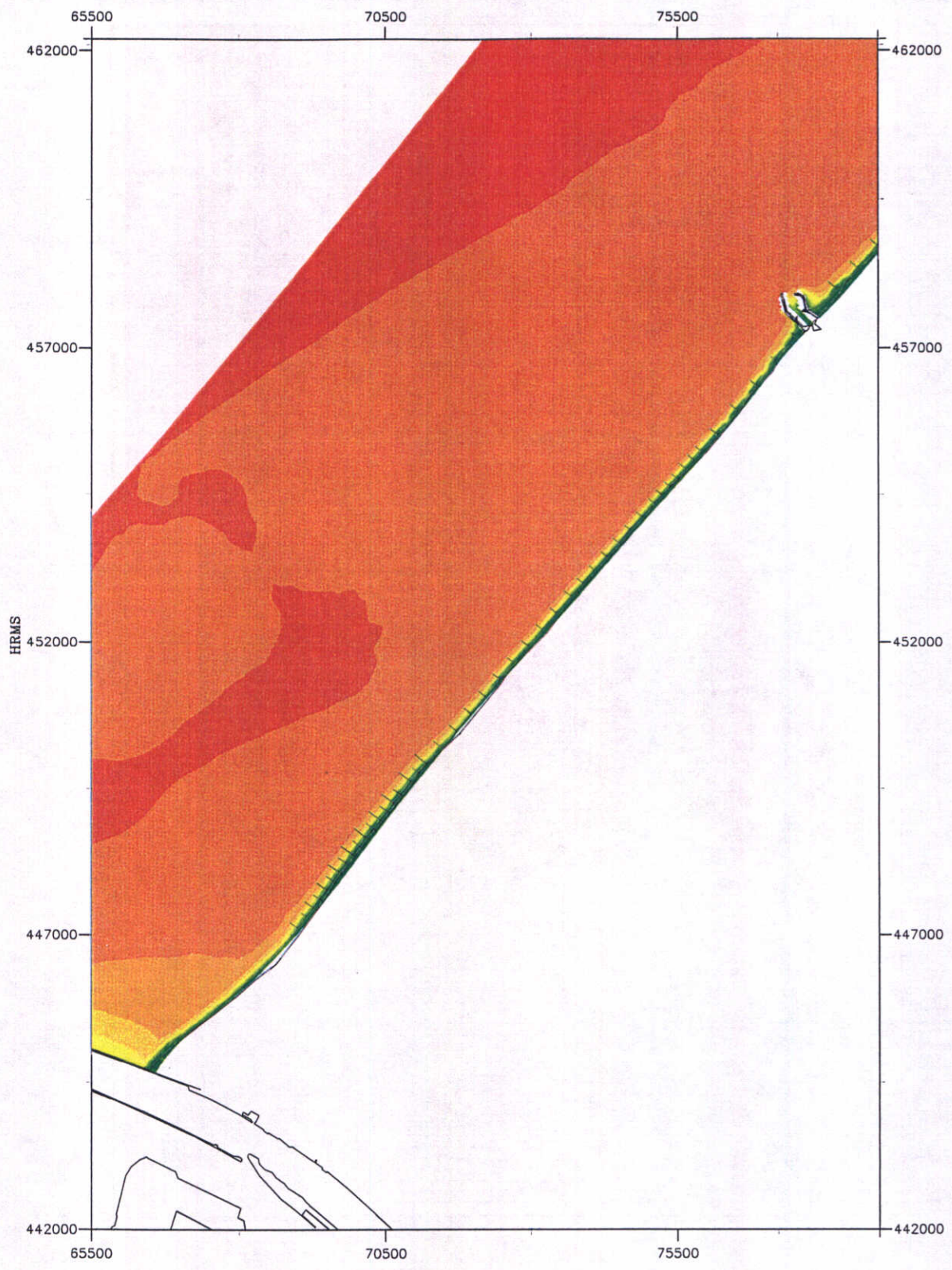
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.7



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – HW; GOLVEN WEST

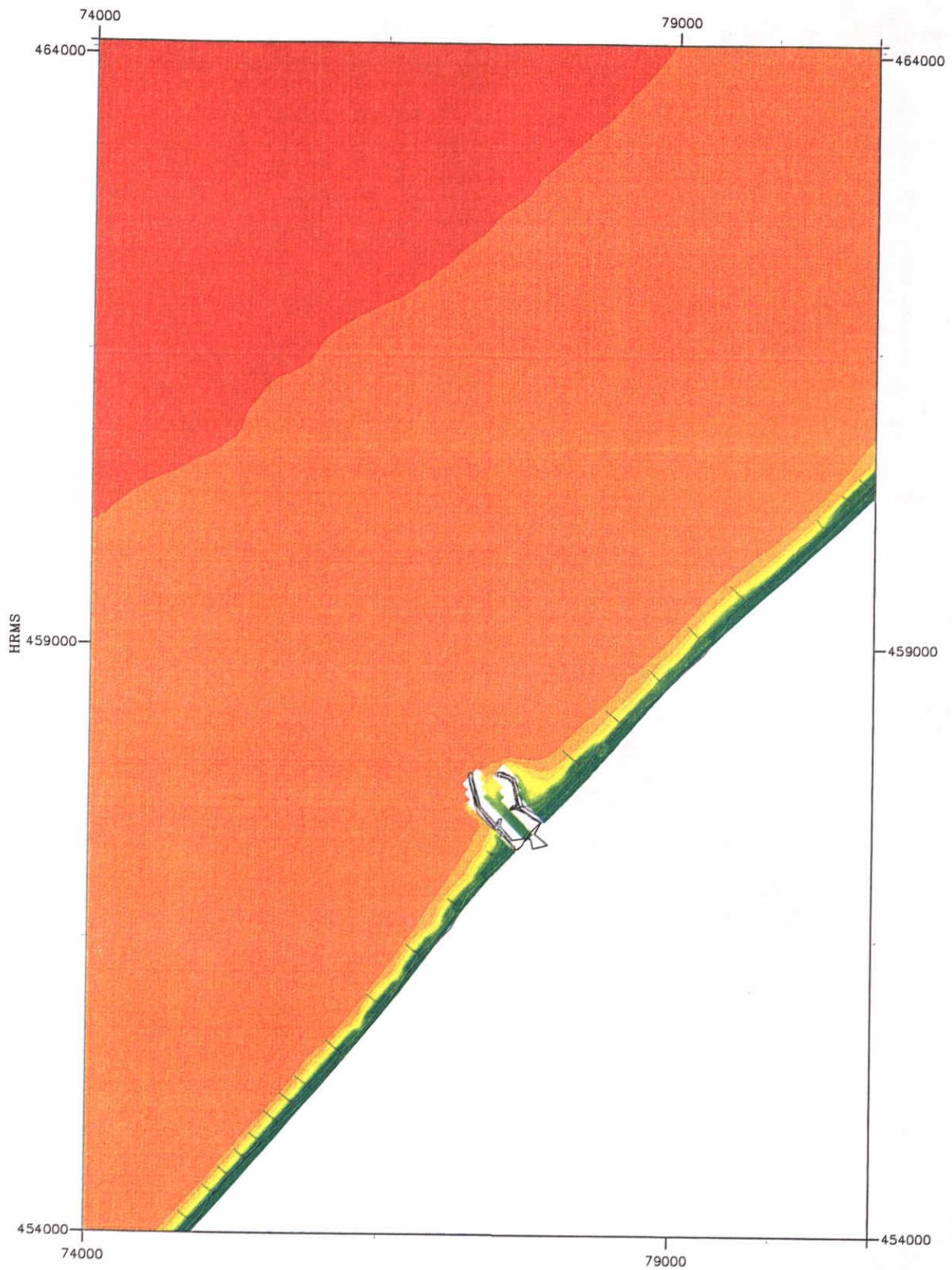
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.8



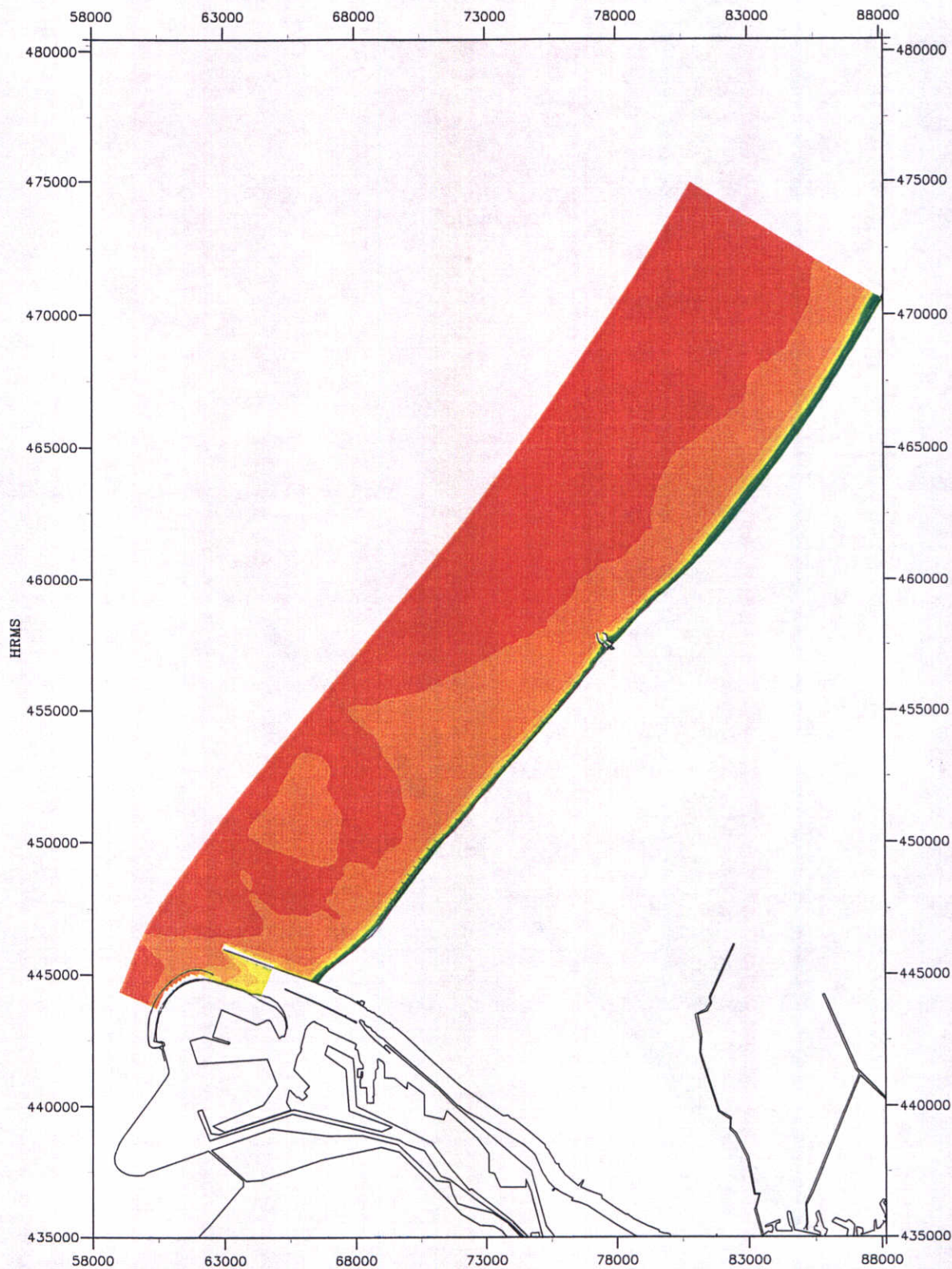
MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – HW; GOLVEN WEST

Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142 FIG 4.9



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WESTNOORDWEST

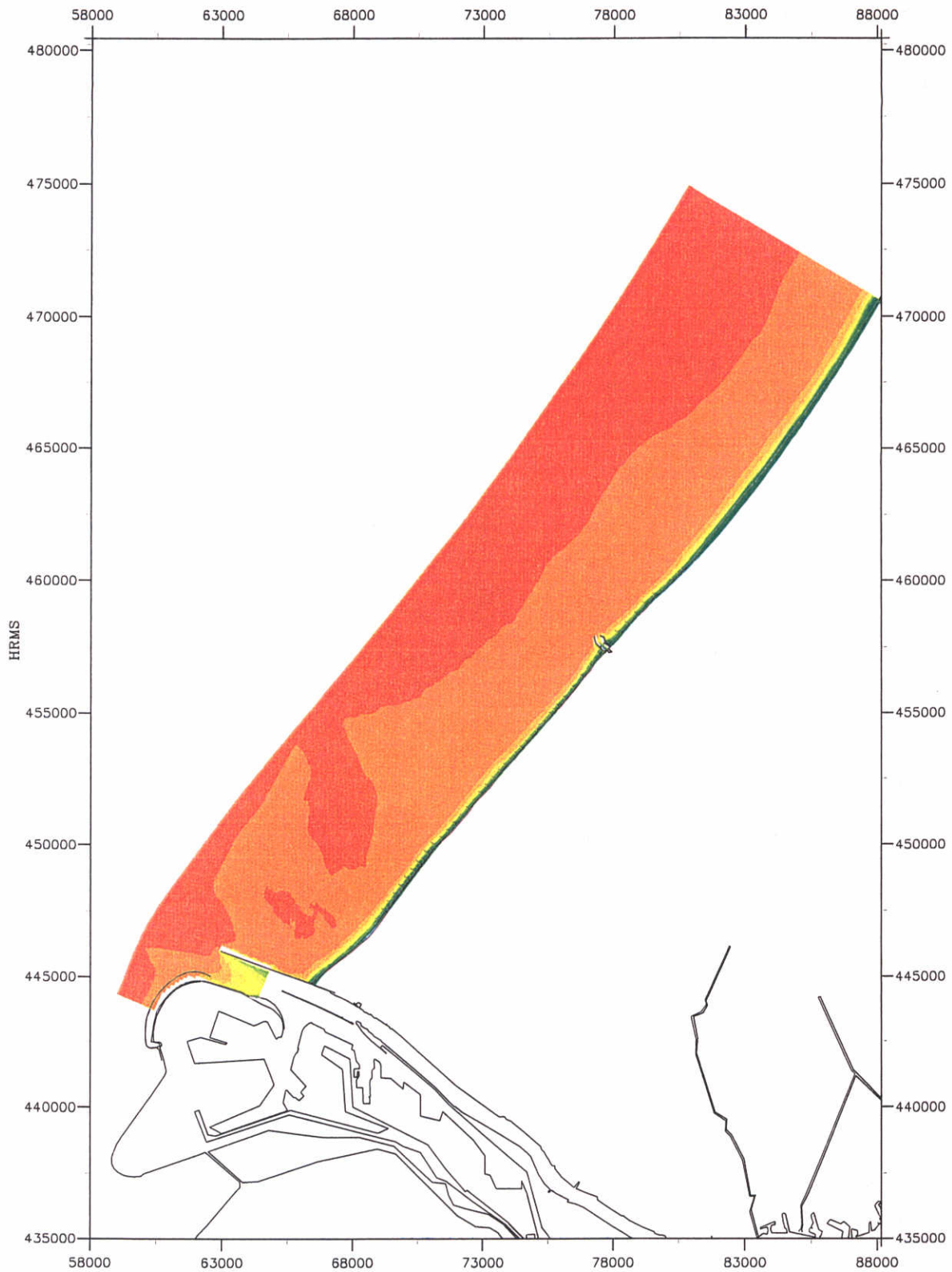
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.10



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

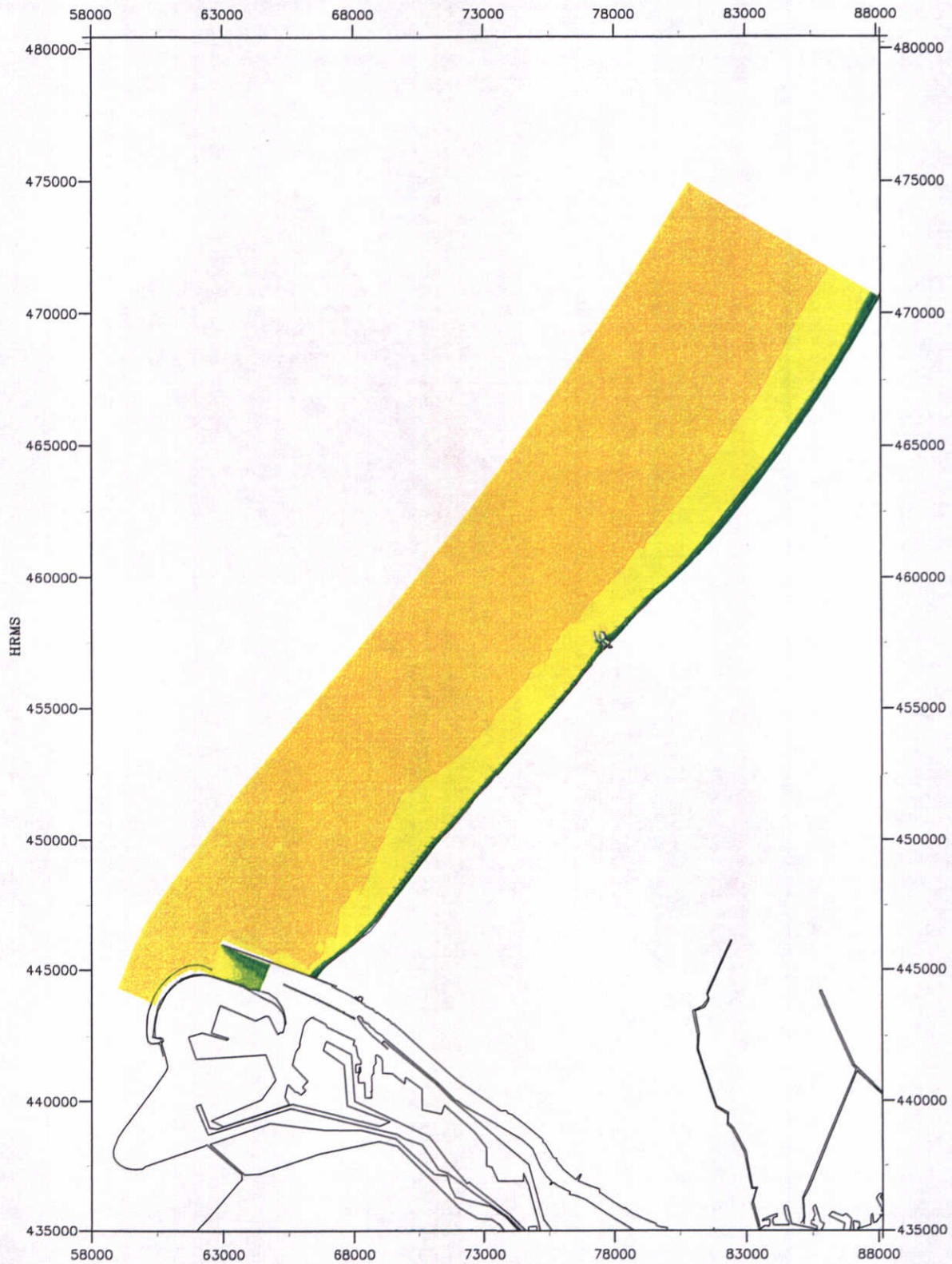
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.11



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN NOORD

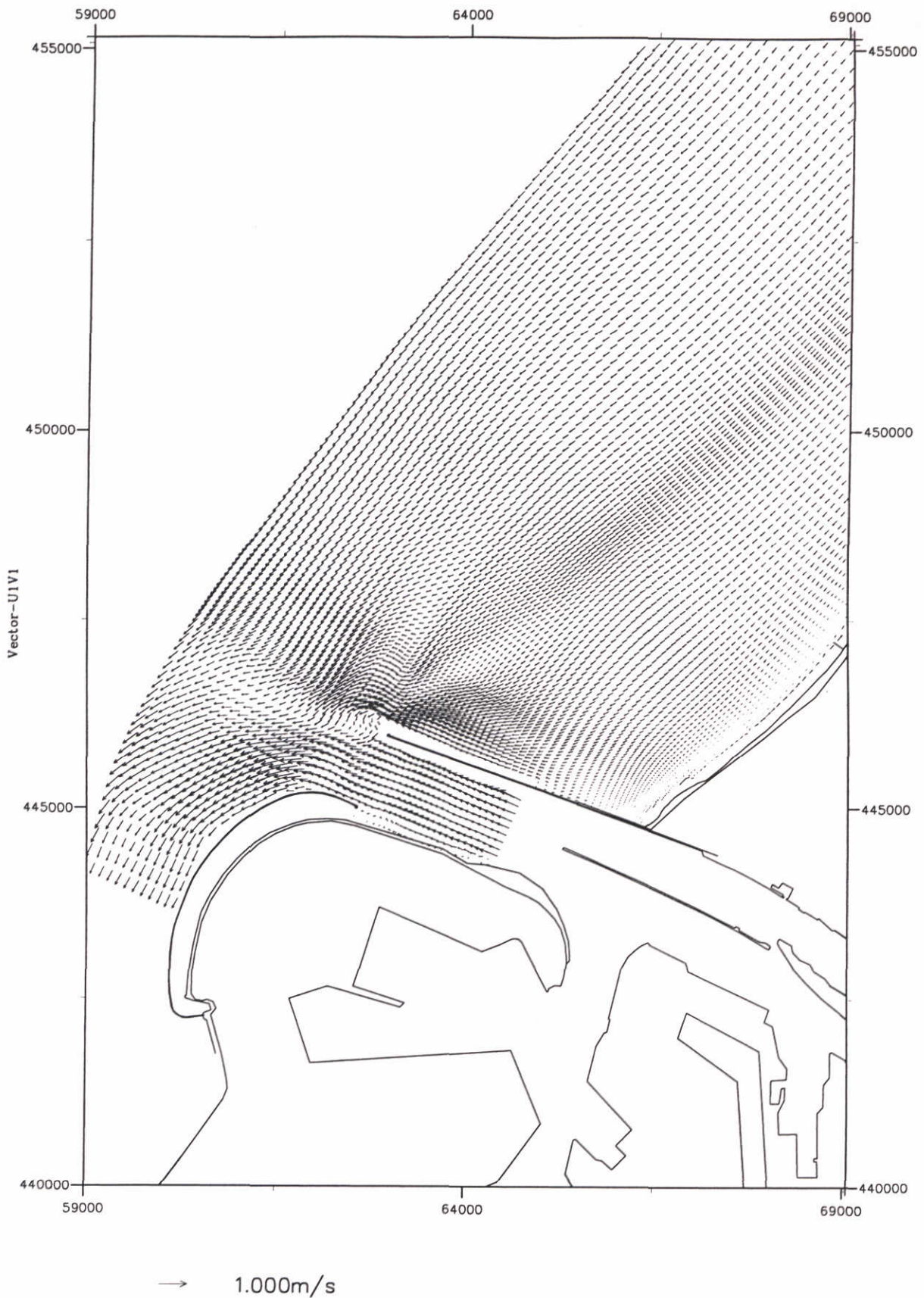
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.12



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

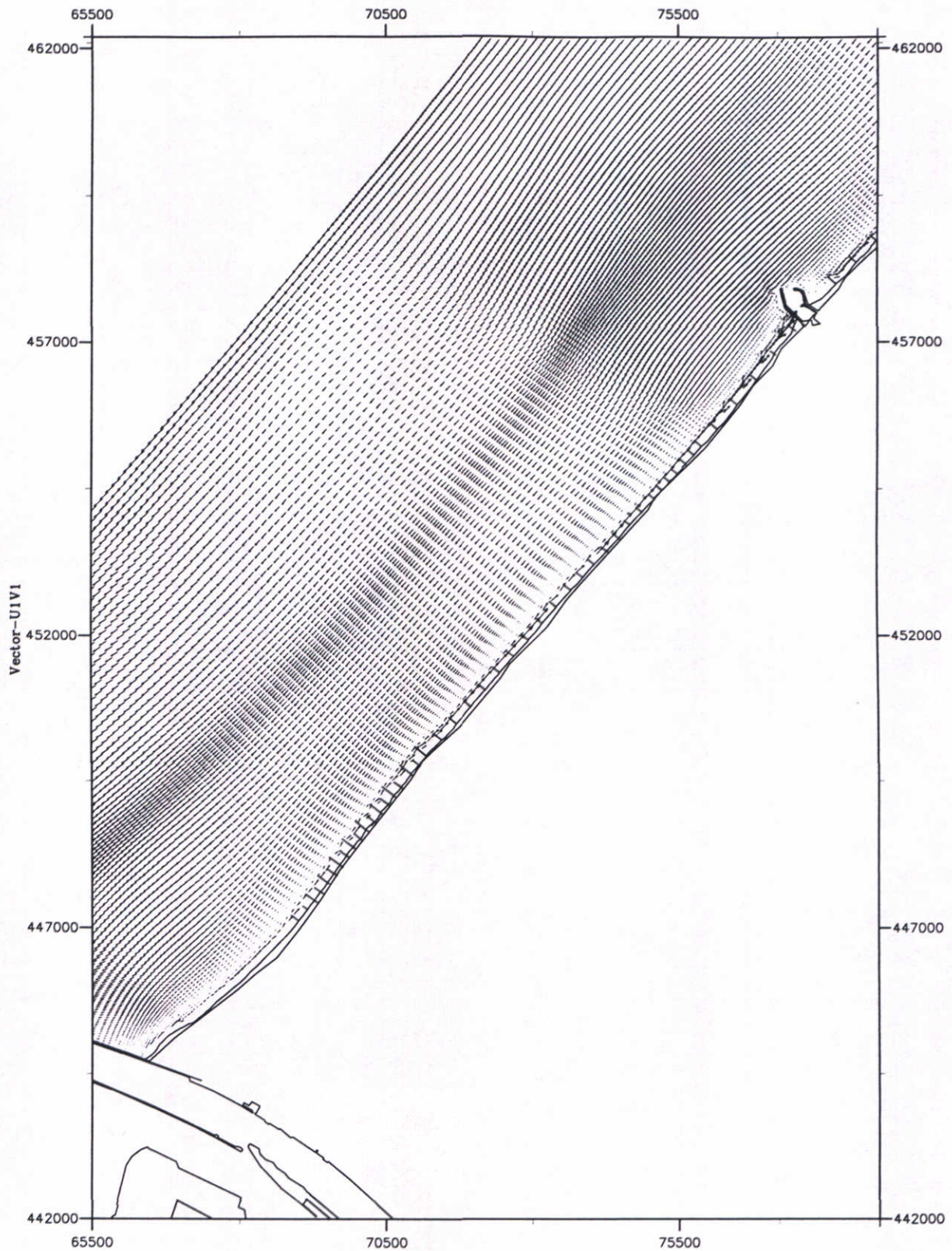
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.13



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

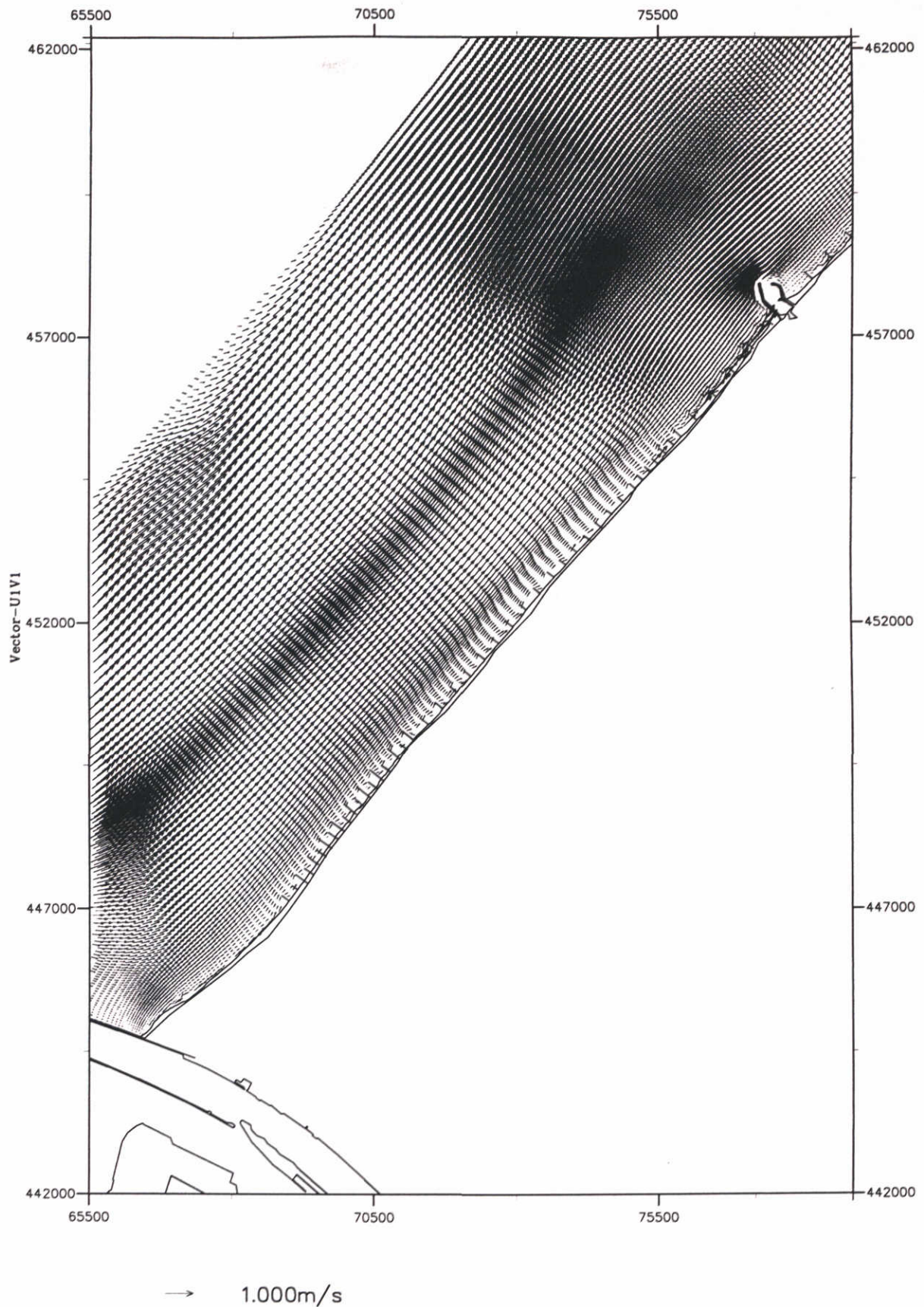
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.14



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

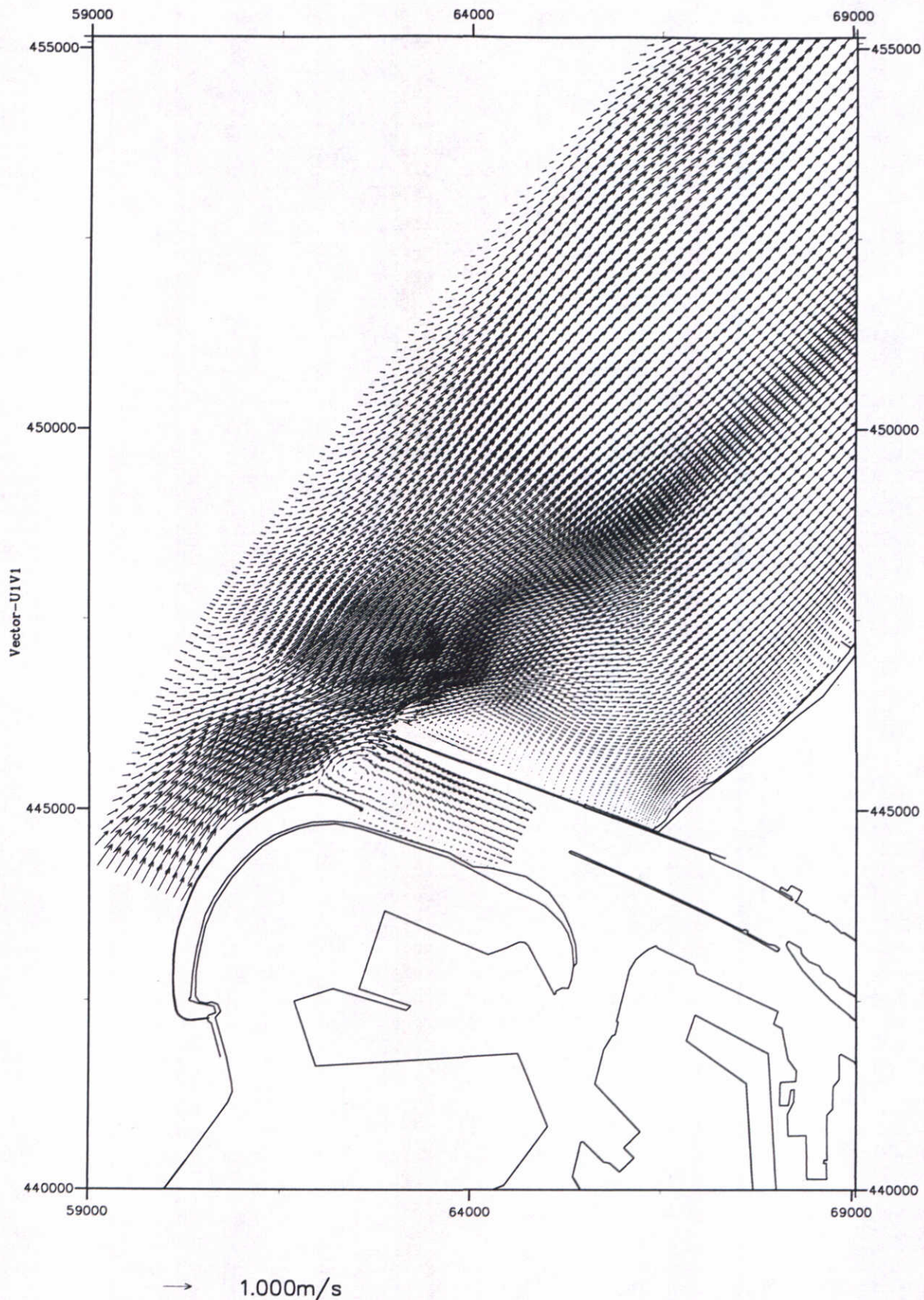
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.15



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

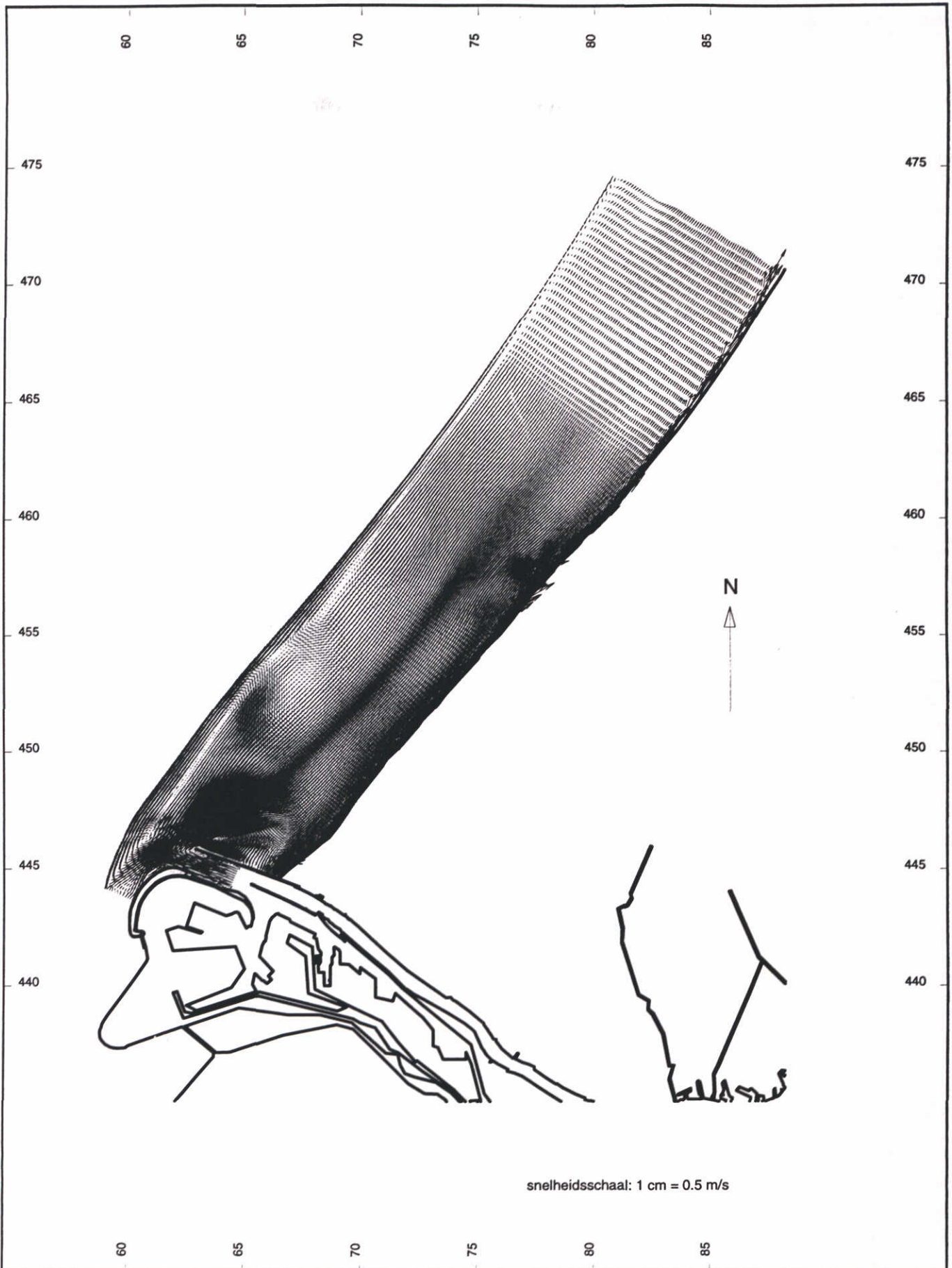
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.16



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

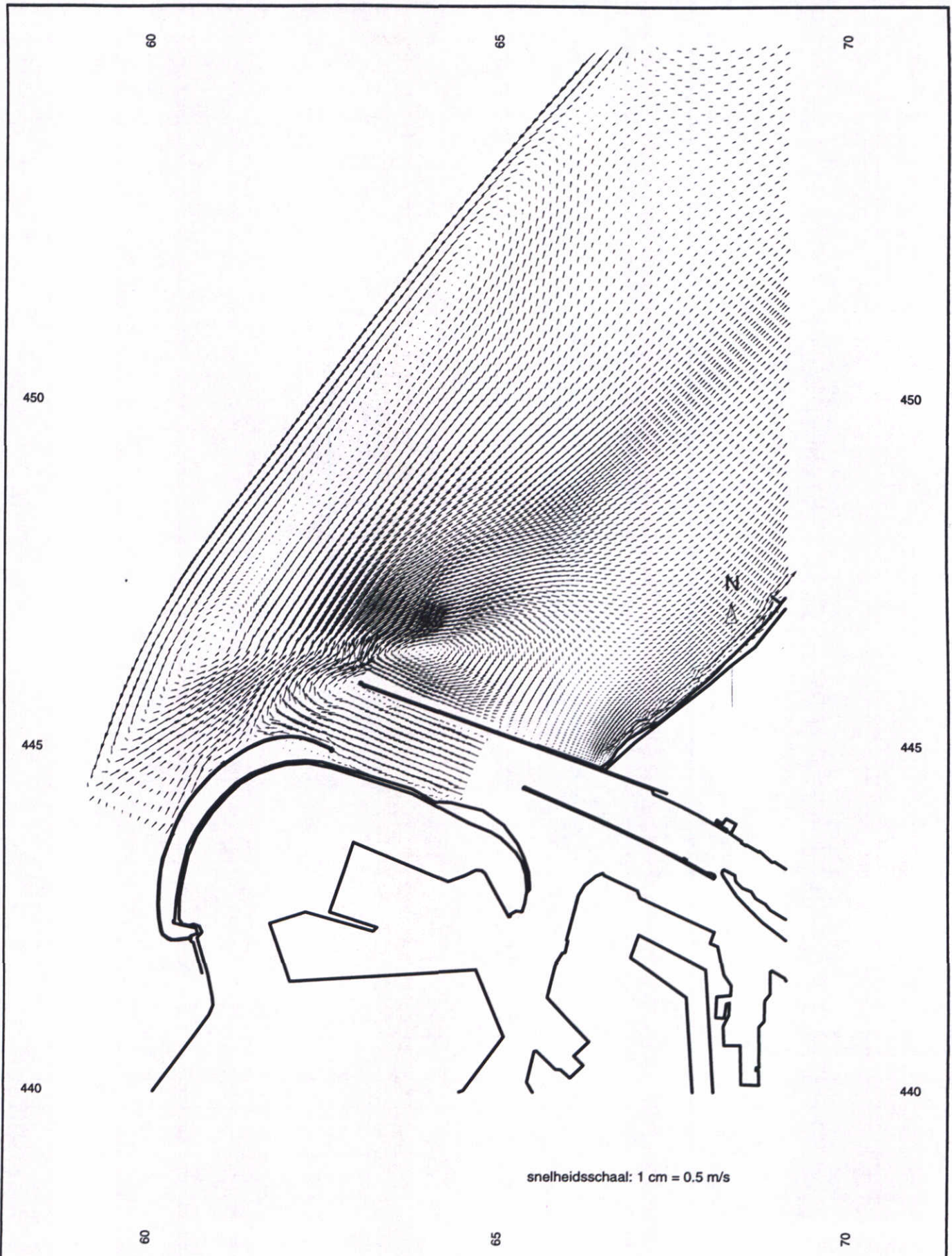
Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.17



snelheidsschaal: 1 cm = 0.5 m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

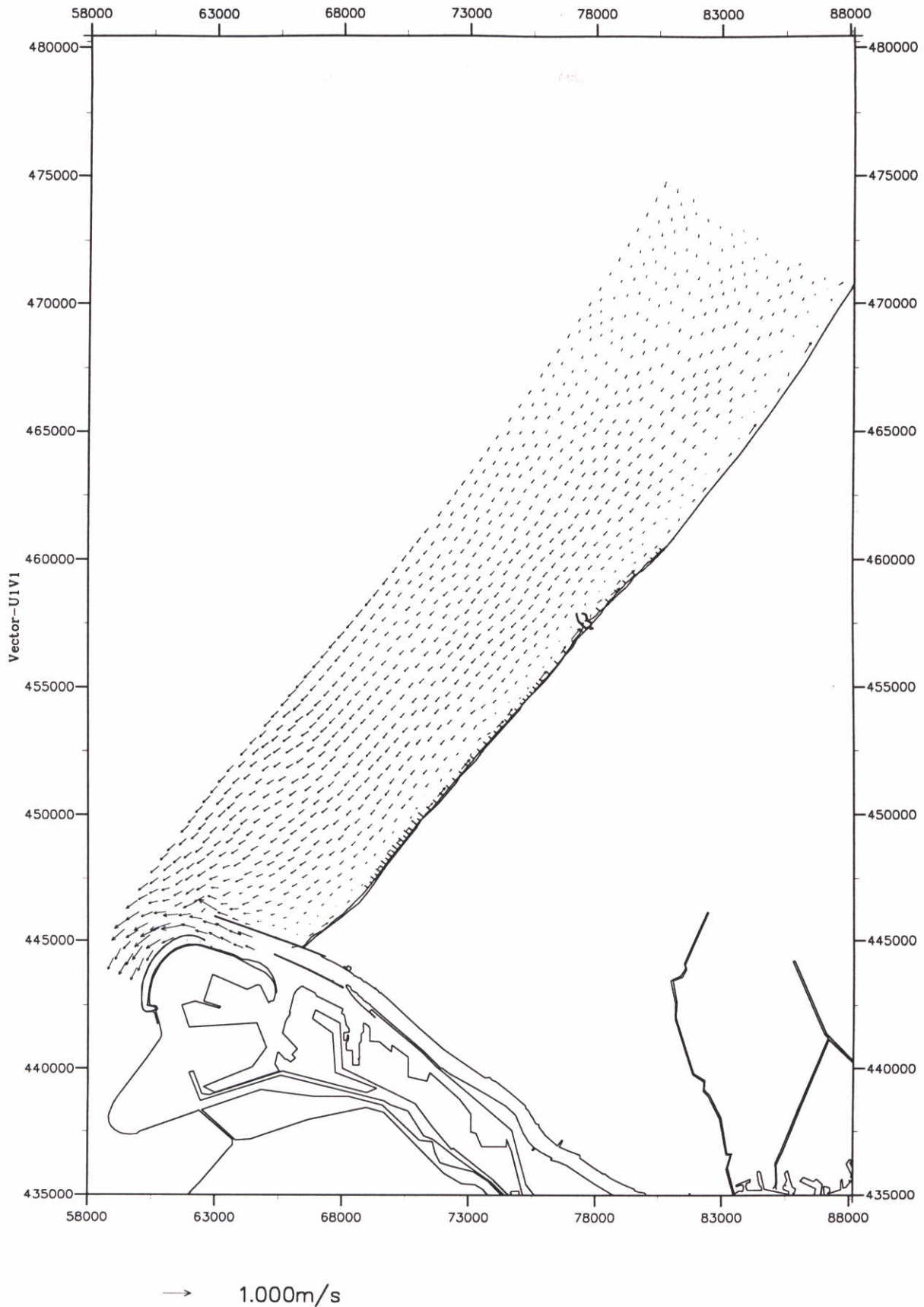
Rww. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.18



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WEST

Conf. t0

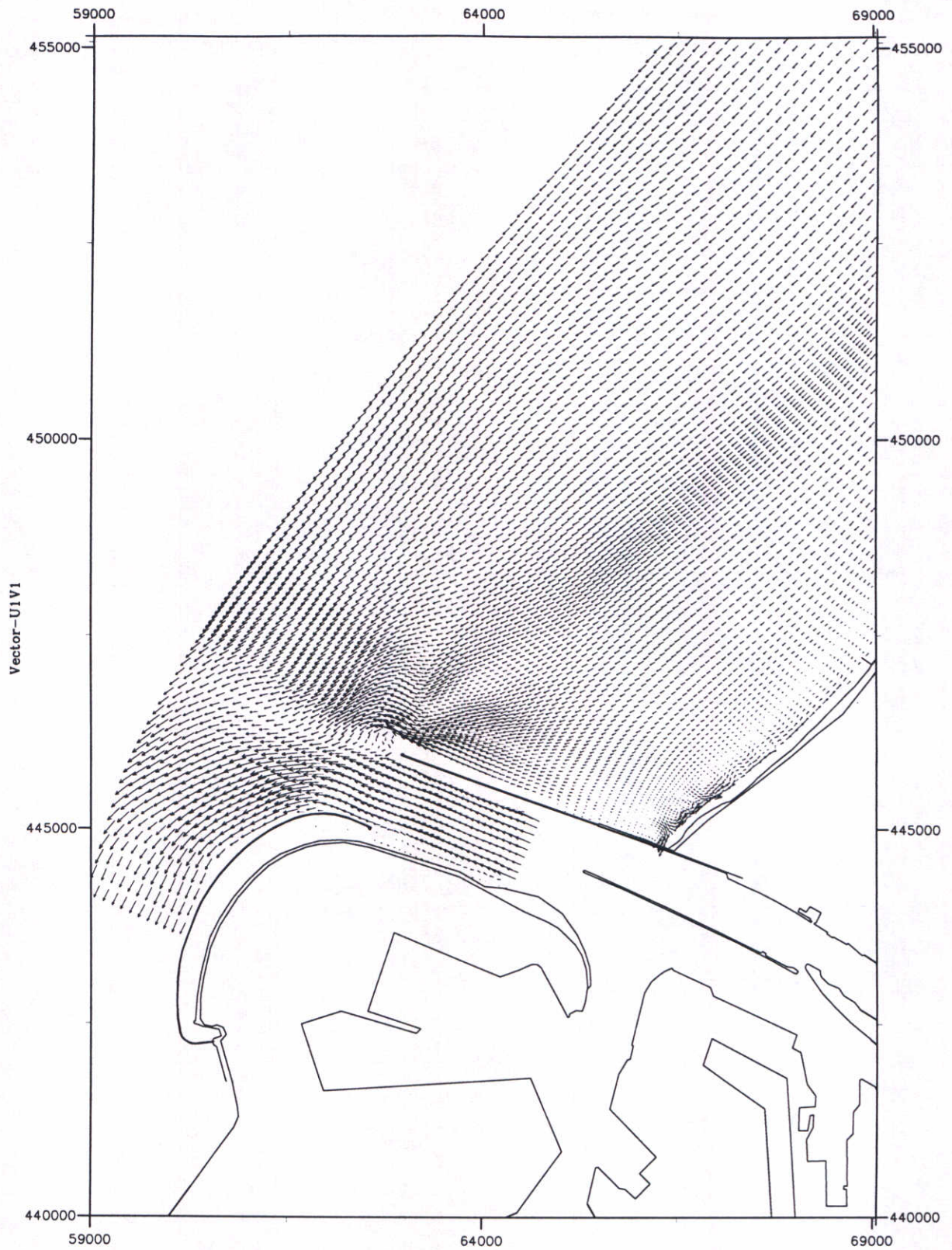
Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.21



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WEST

Conf. t0

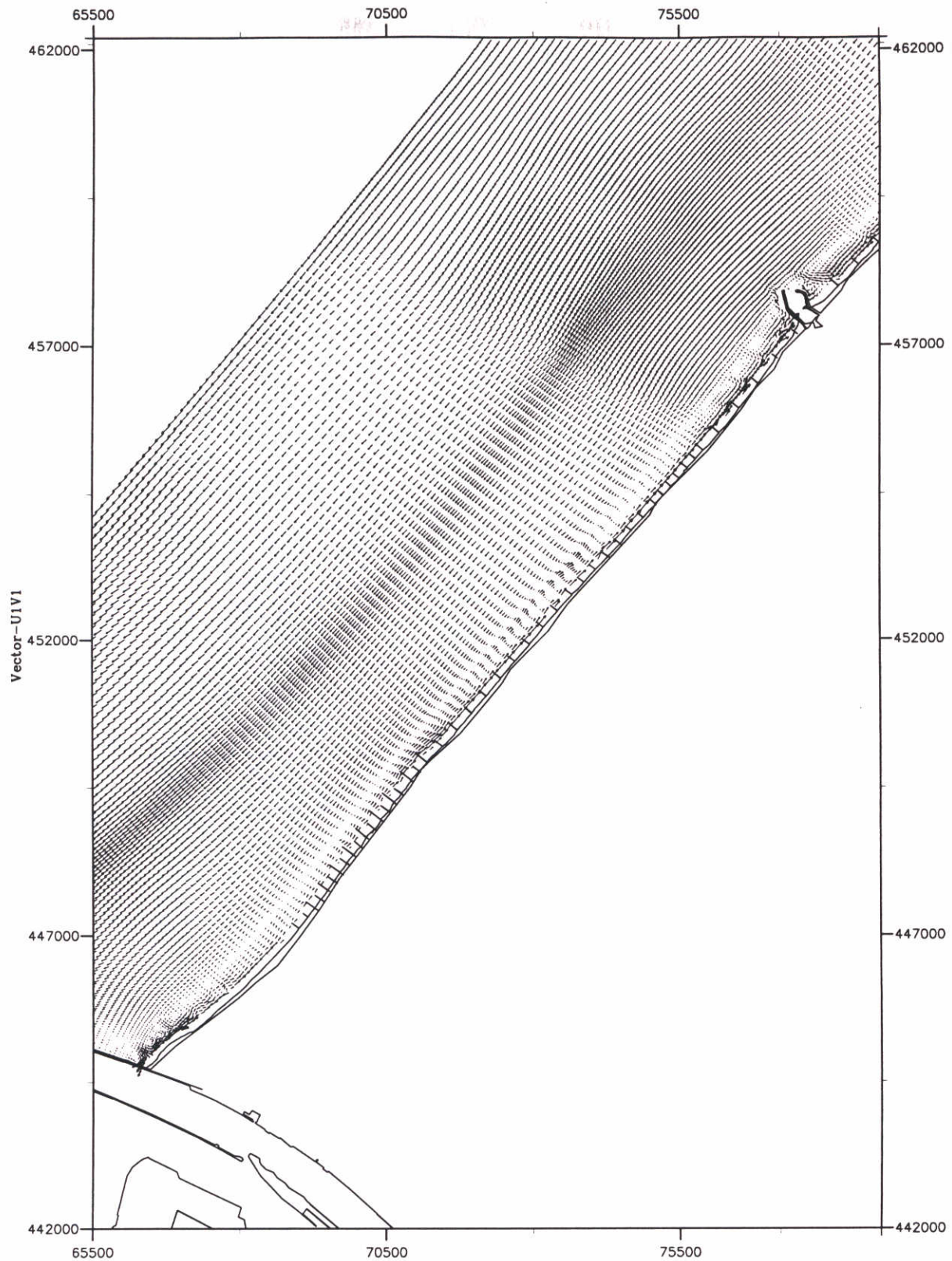
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.22



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WEST

Conf. t0

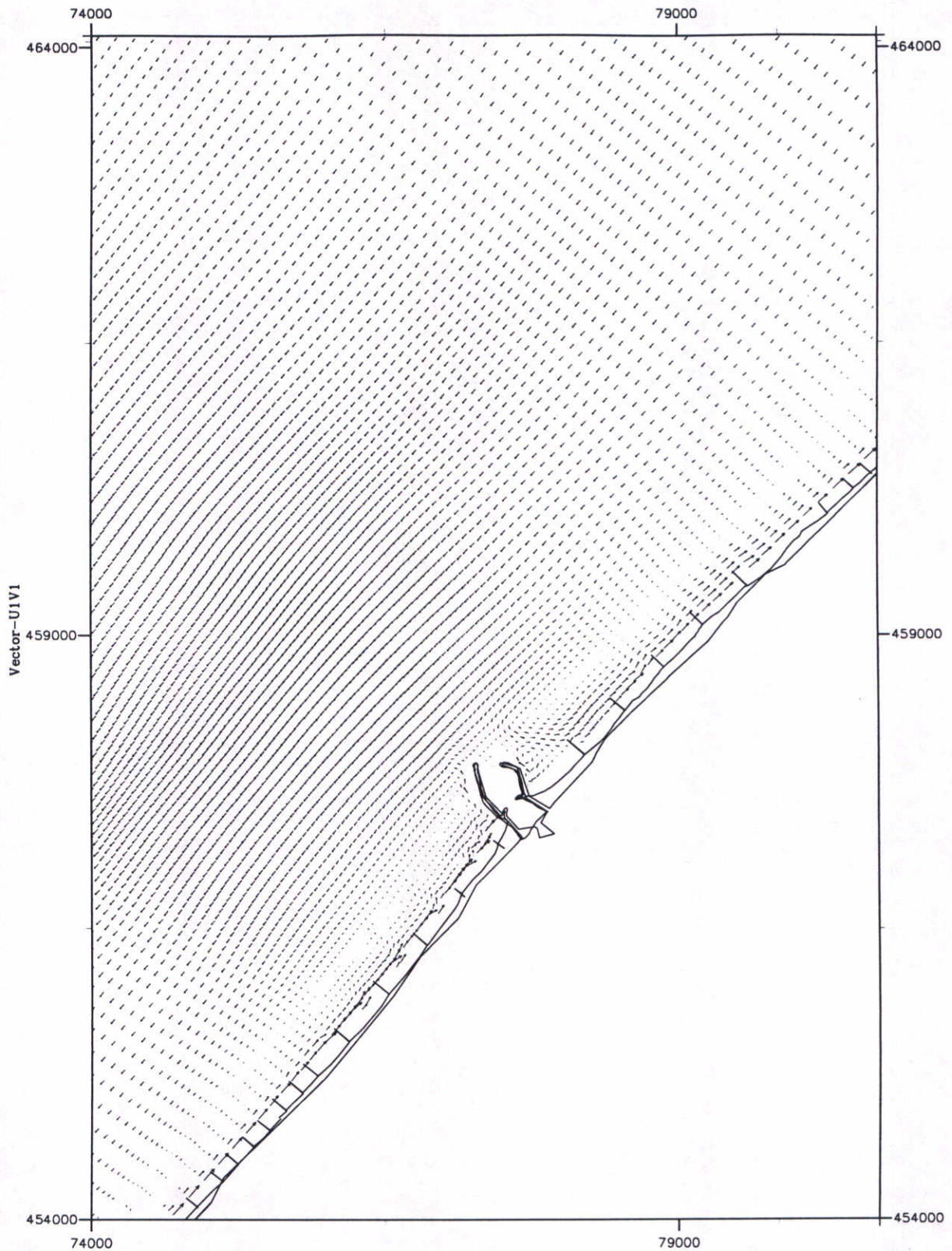
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.23



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WEST

Conf. t0

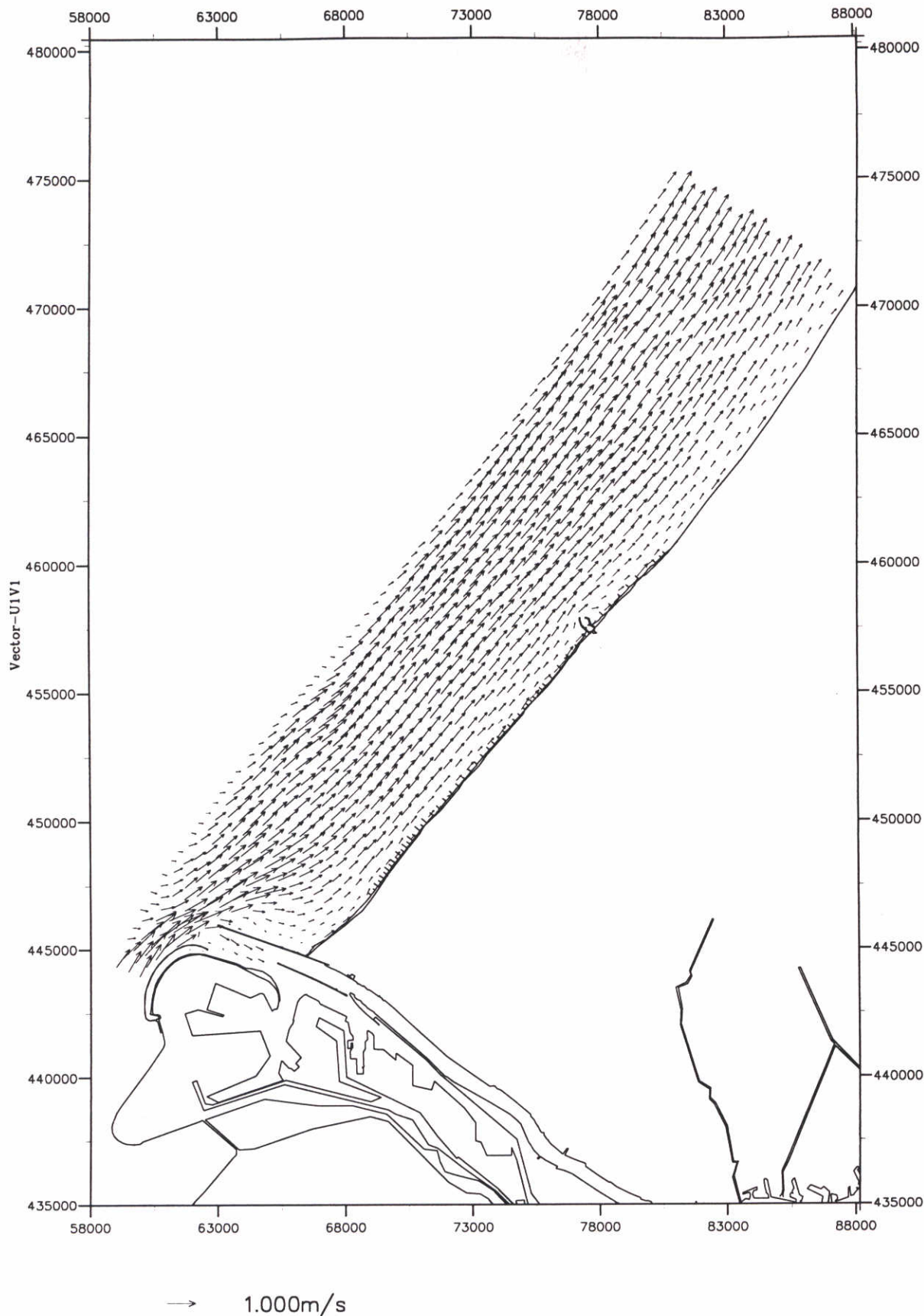
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.24



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WEST

Conf. t0

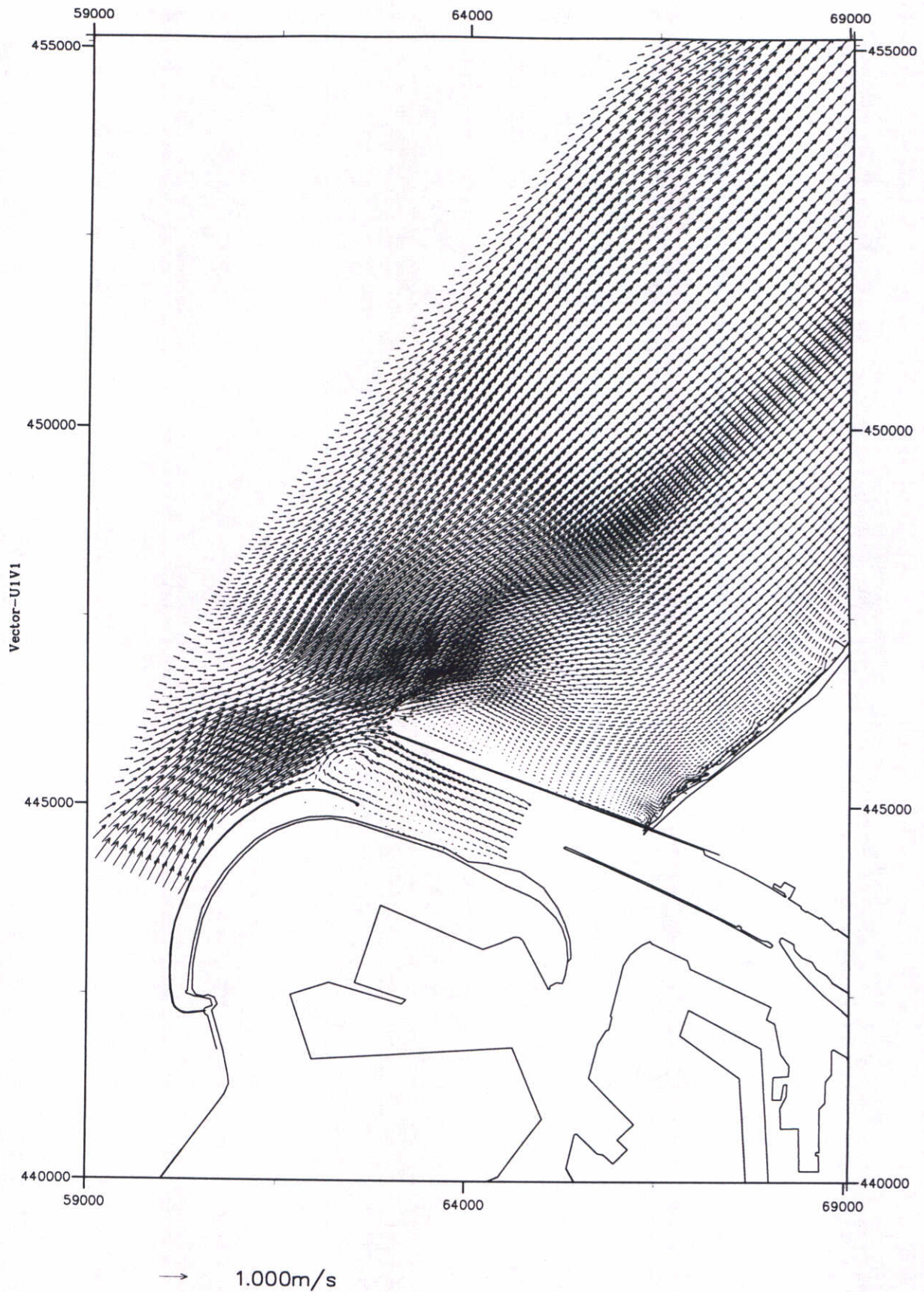
Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.25



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WEST

Conf. t0

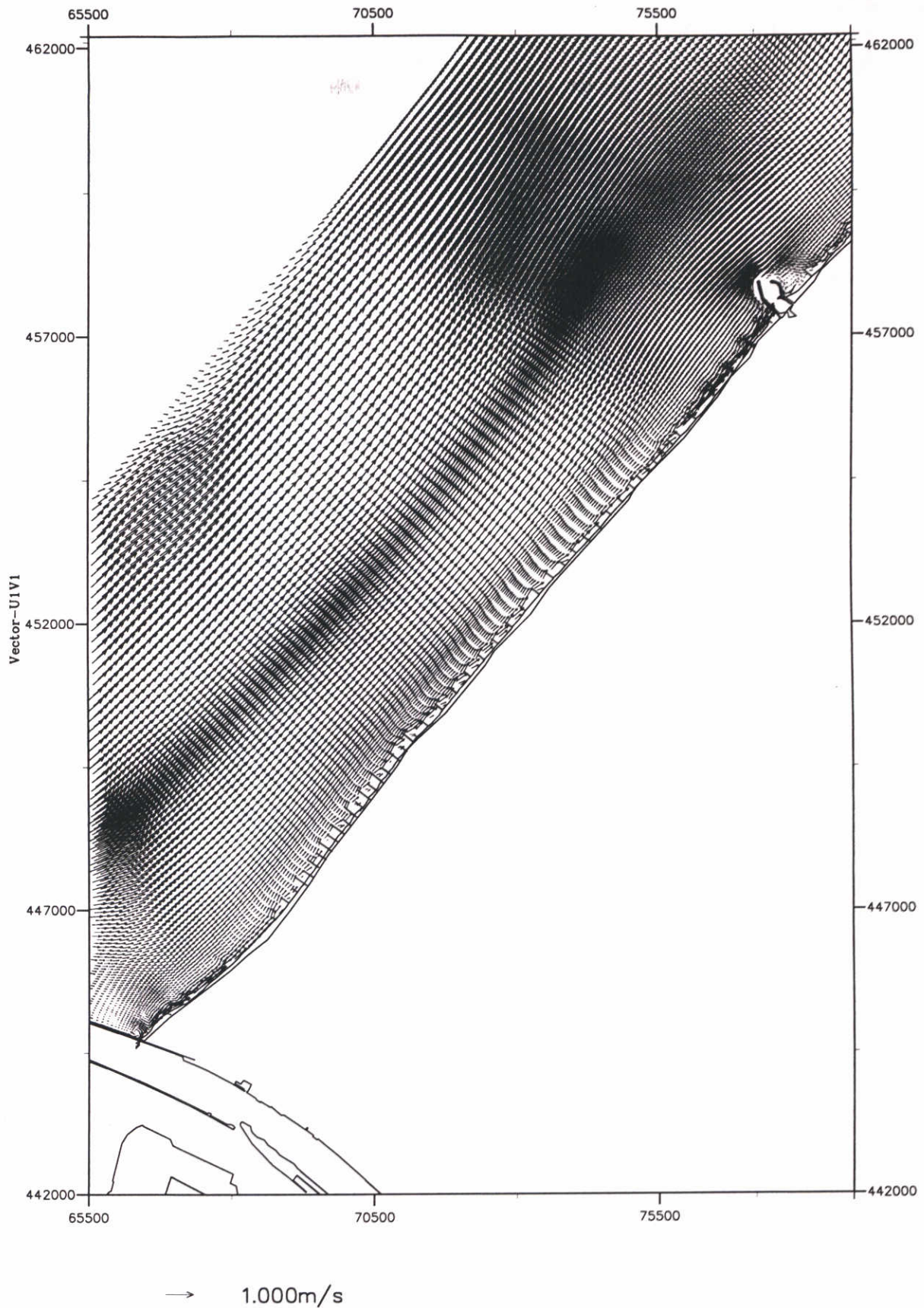
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.26



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WEST

Conf. t0

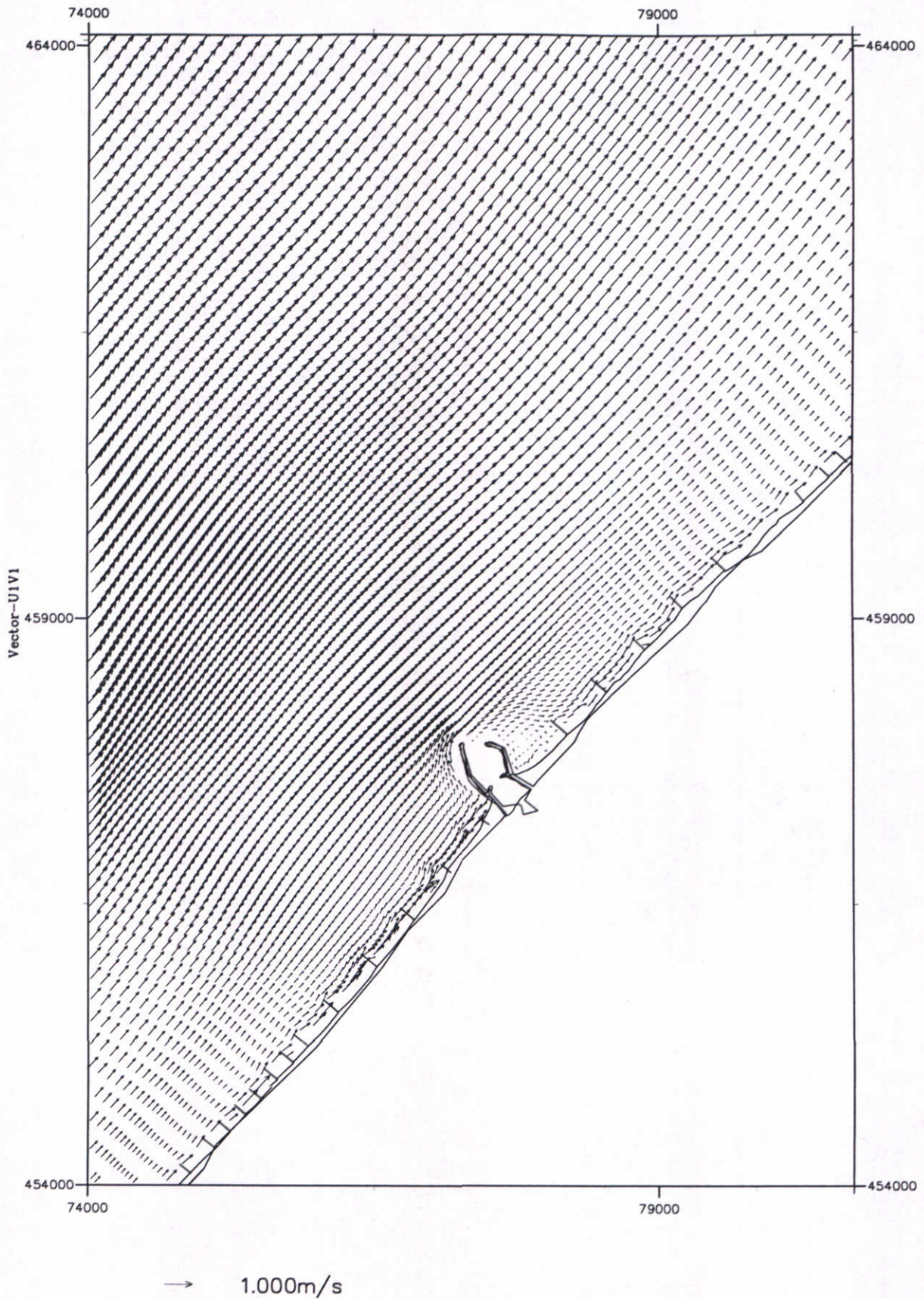
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.27



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WEST

Conf. t0

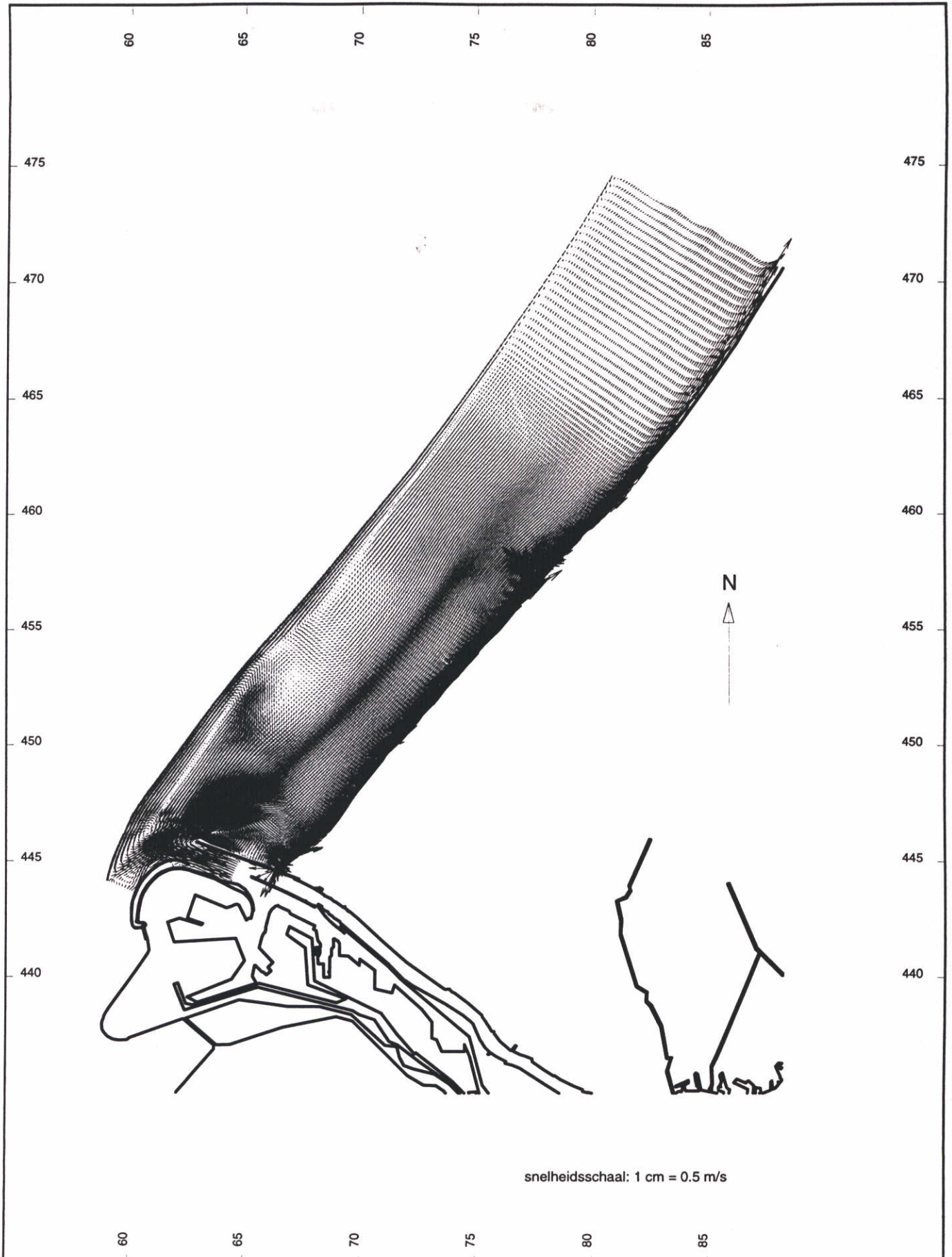
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.28



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WEST

Conf. t0

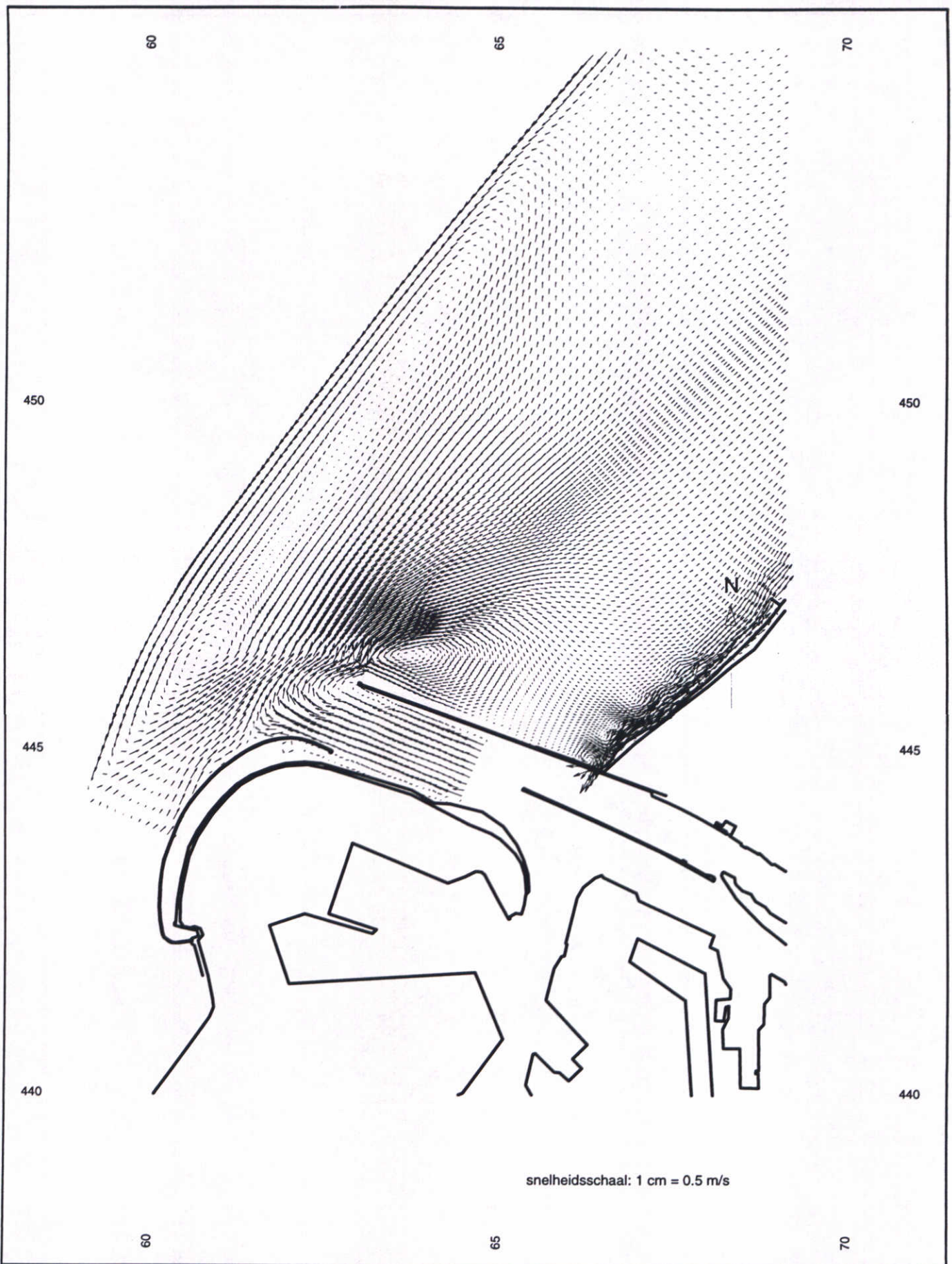
Rww. r2

schaal 1:225000

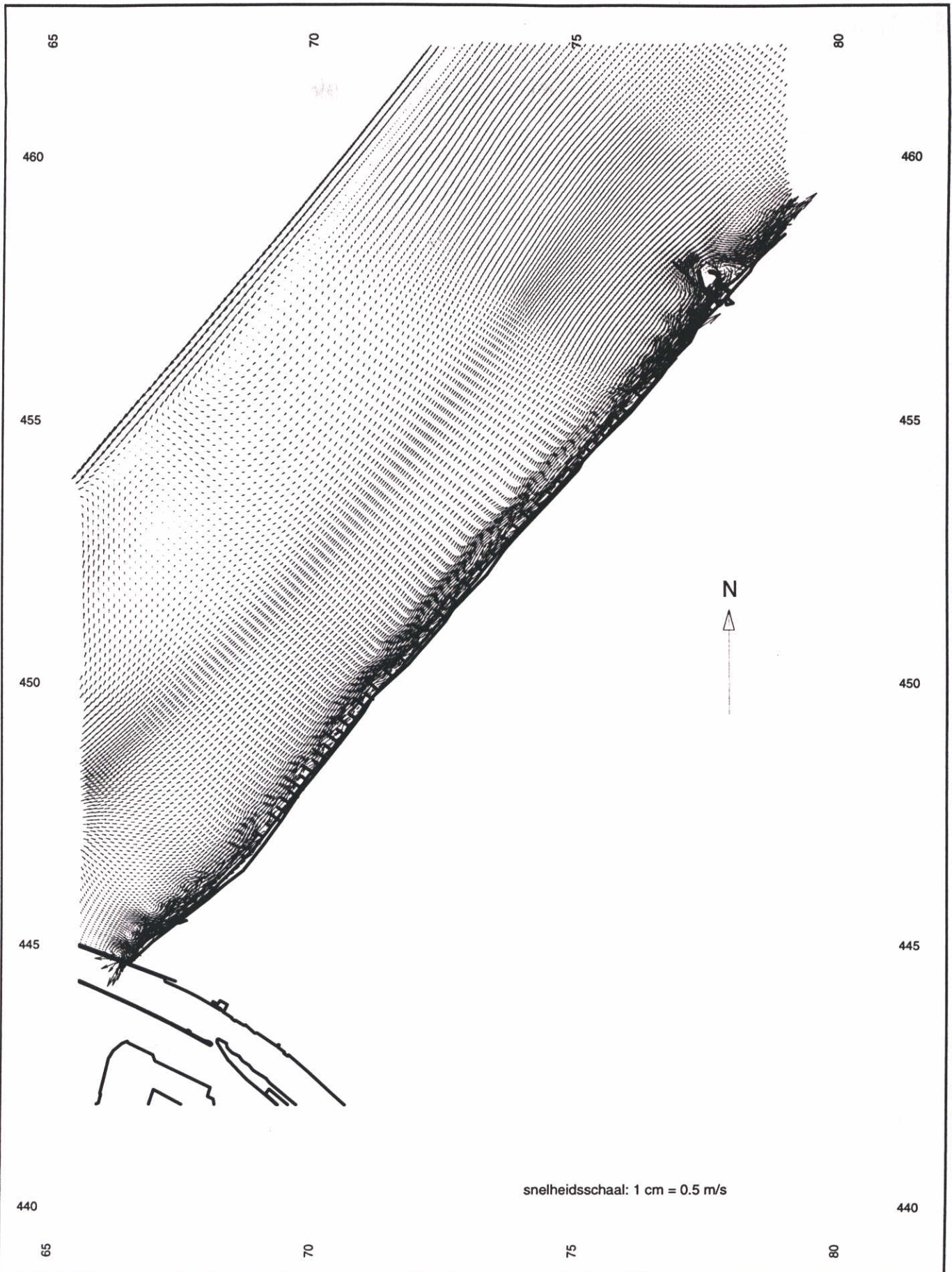
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.29



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WEST	Conf. t0	Rww. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.30



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WEST

Conf. t0

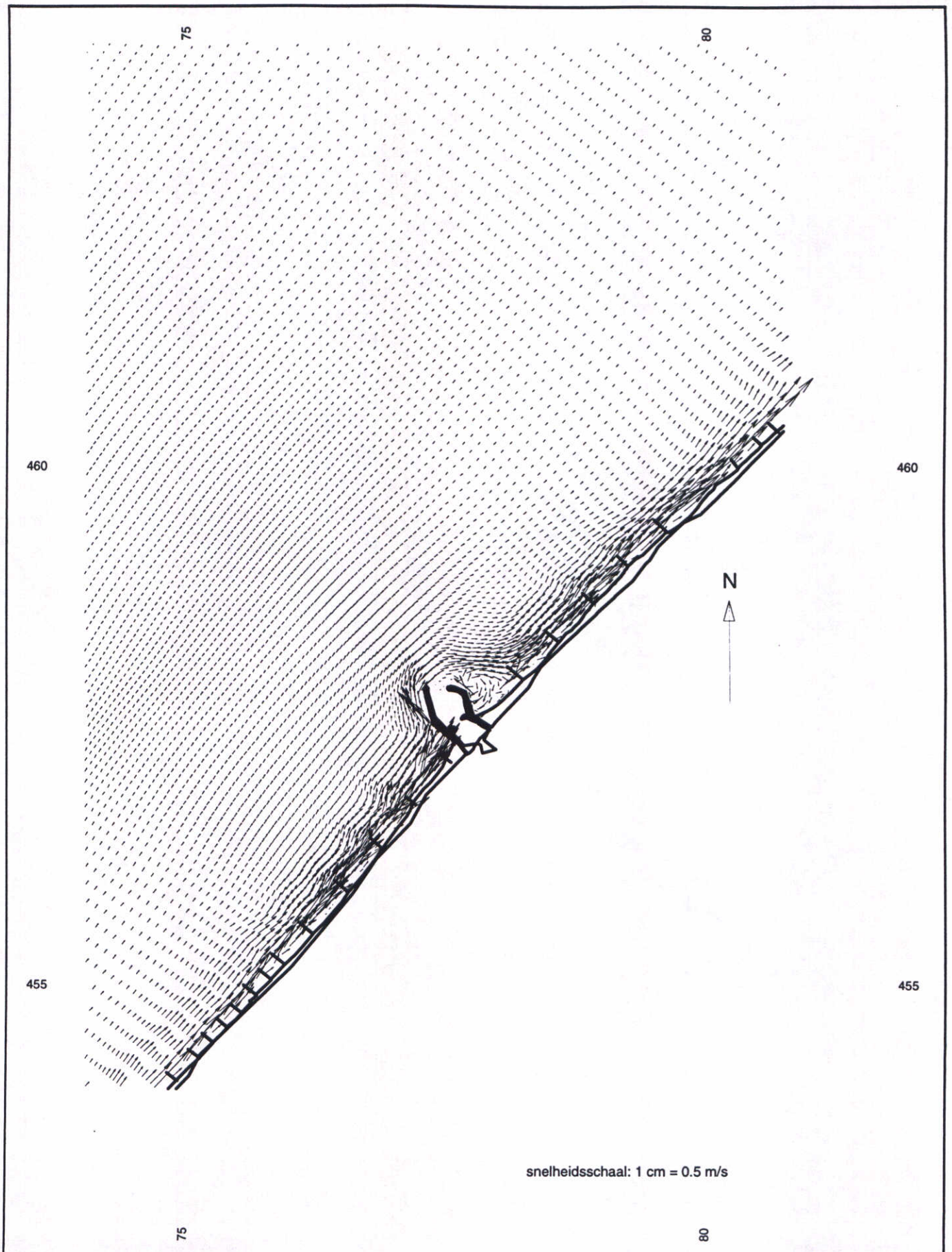
Rww. r2

schaal 1:100000

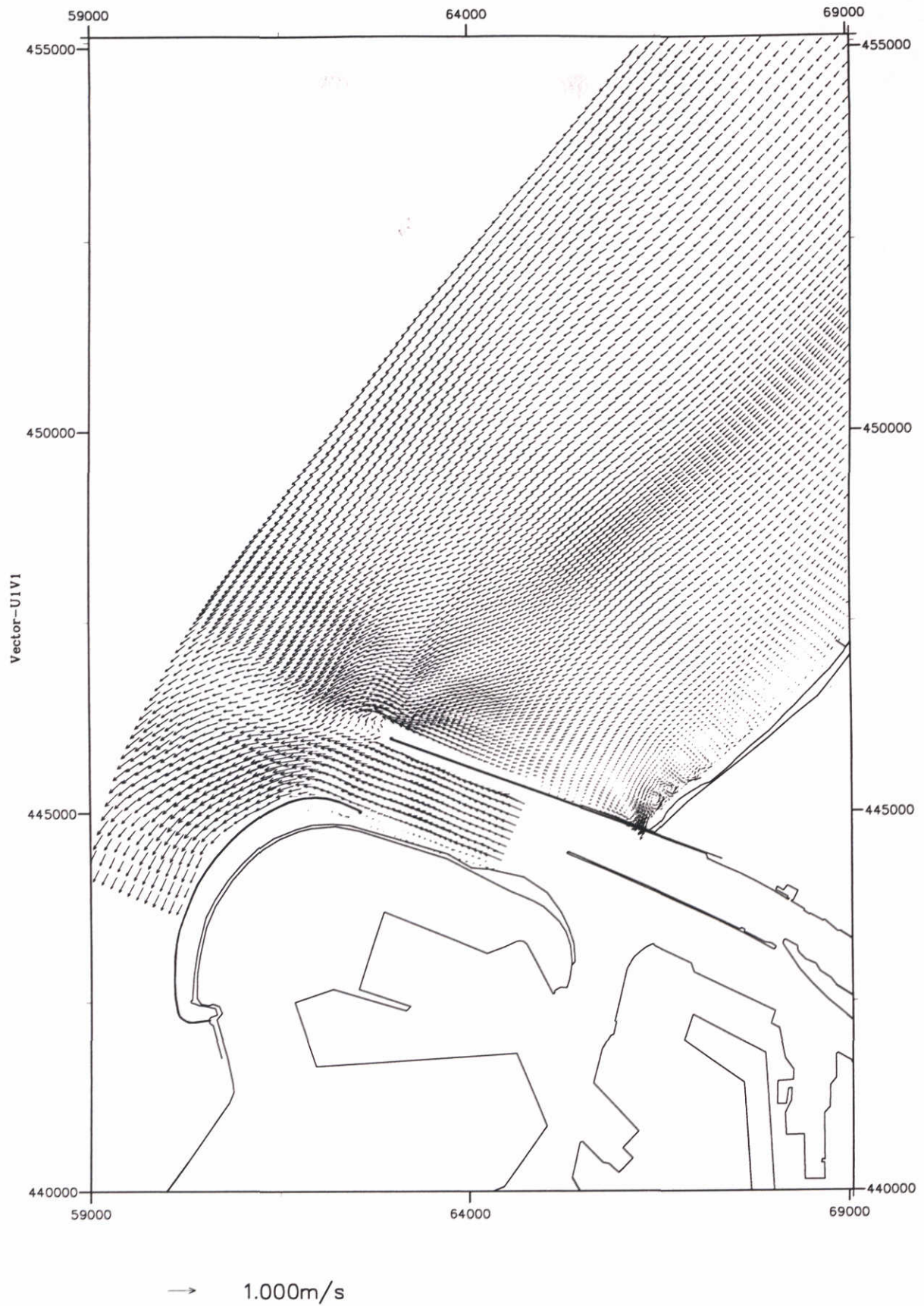
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.31



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WEST	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.32



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t0

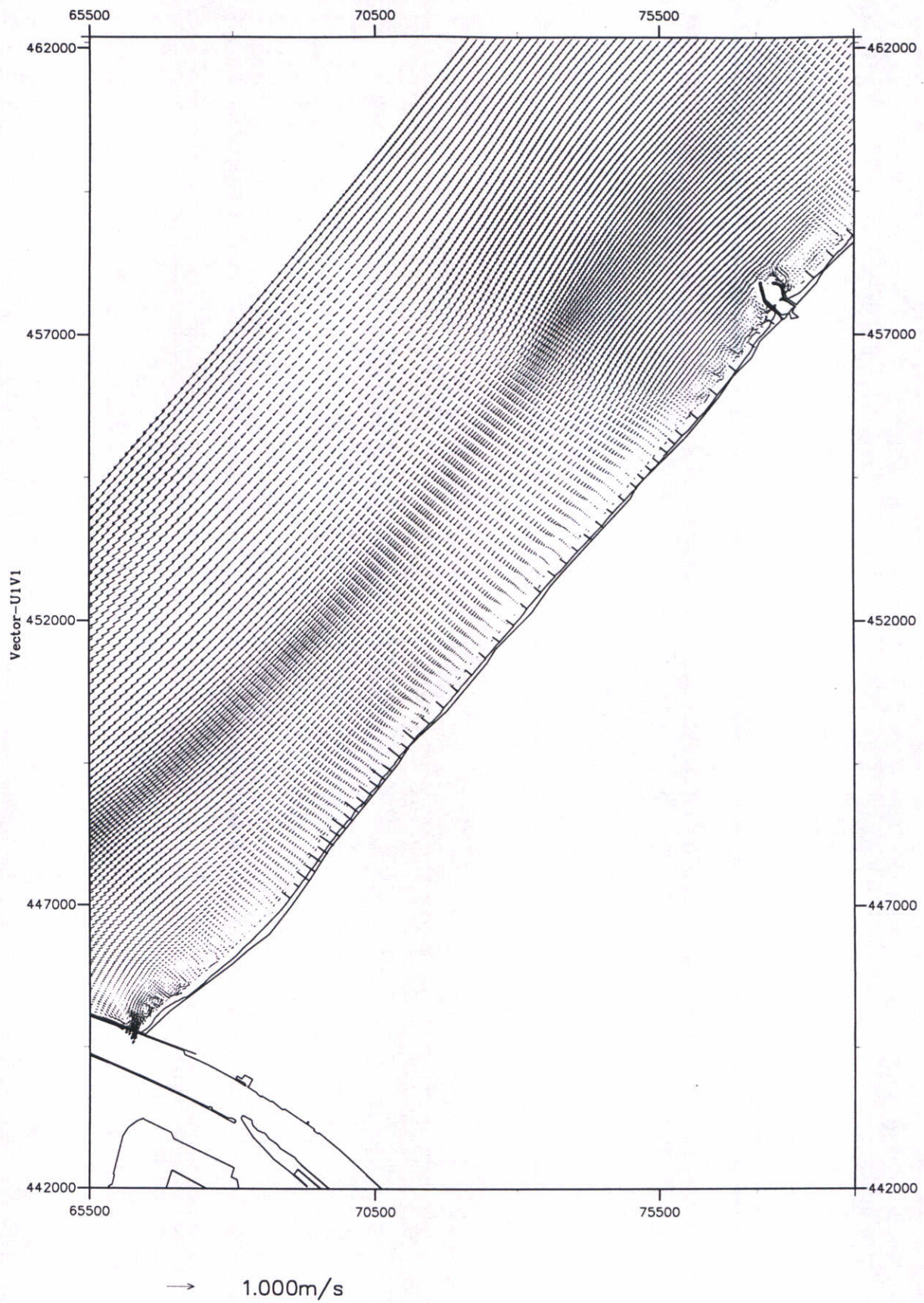
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.33



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WESTNOORDWEST

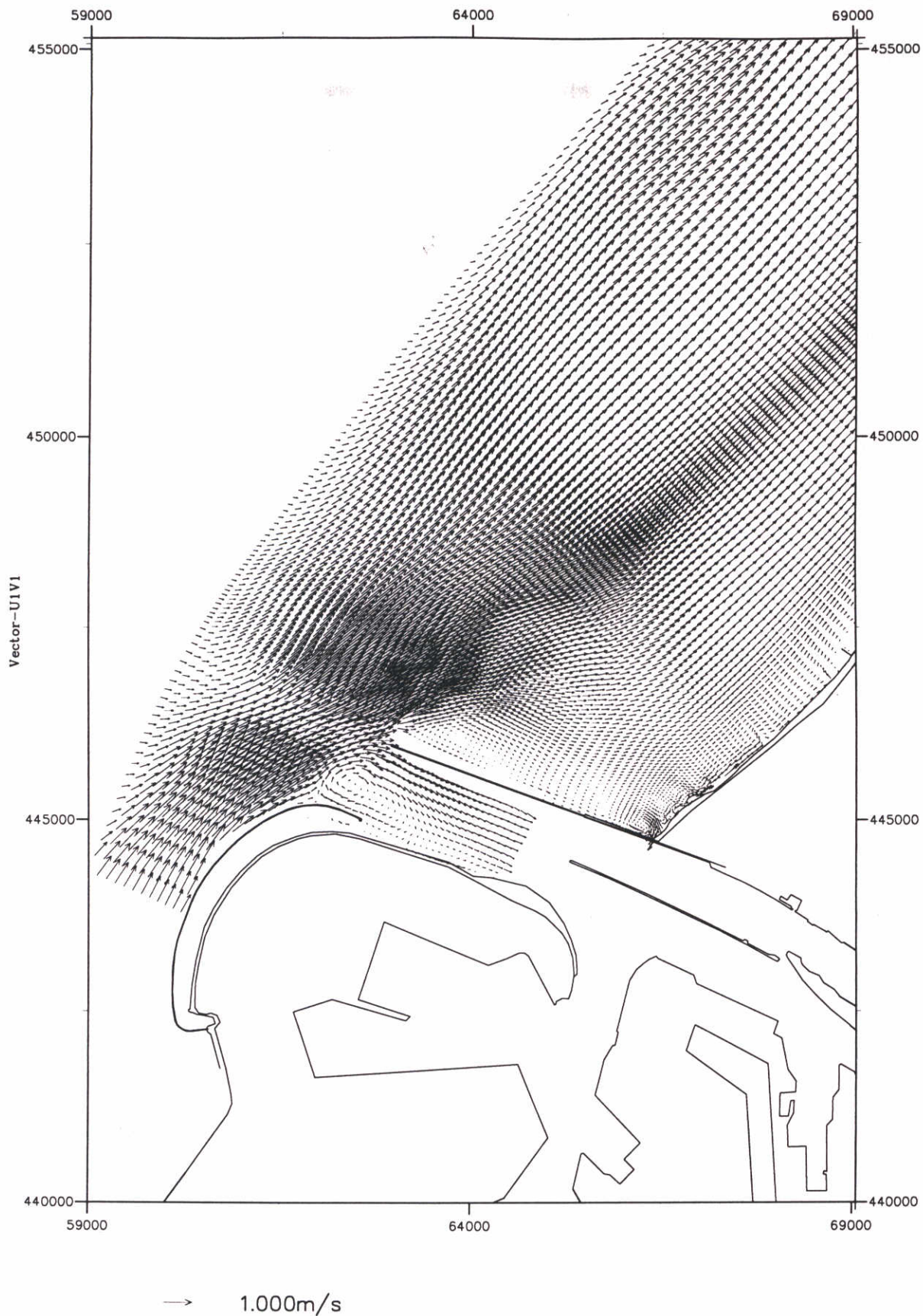
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.34



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t0

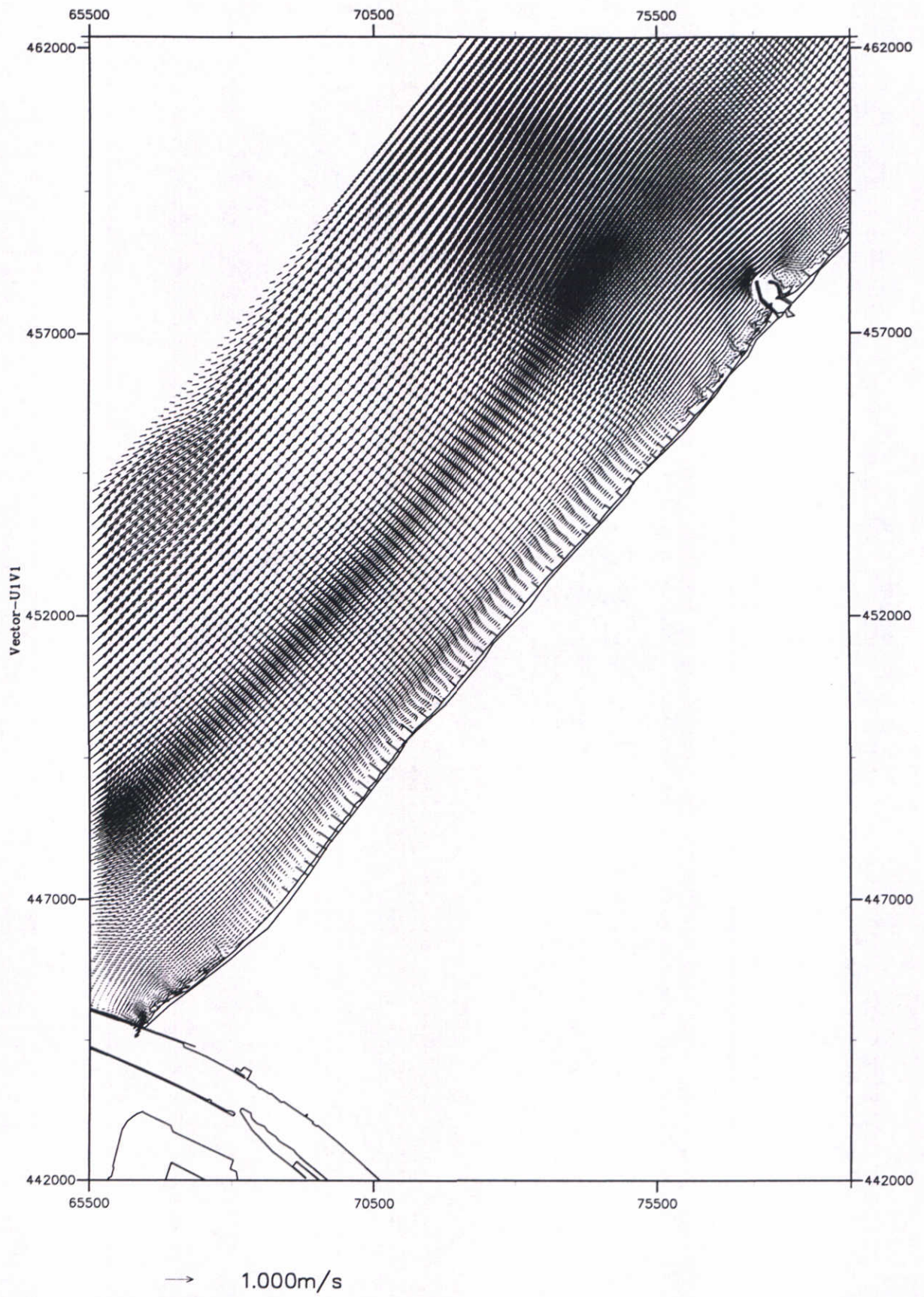
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.35



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WESTNOORDWEST

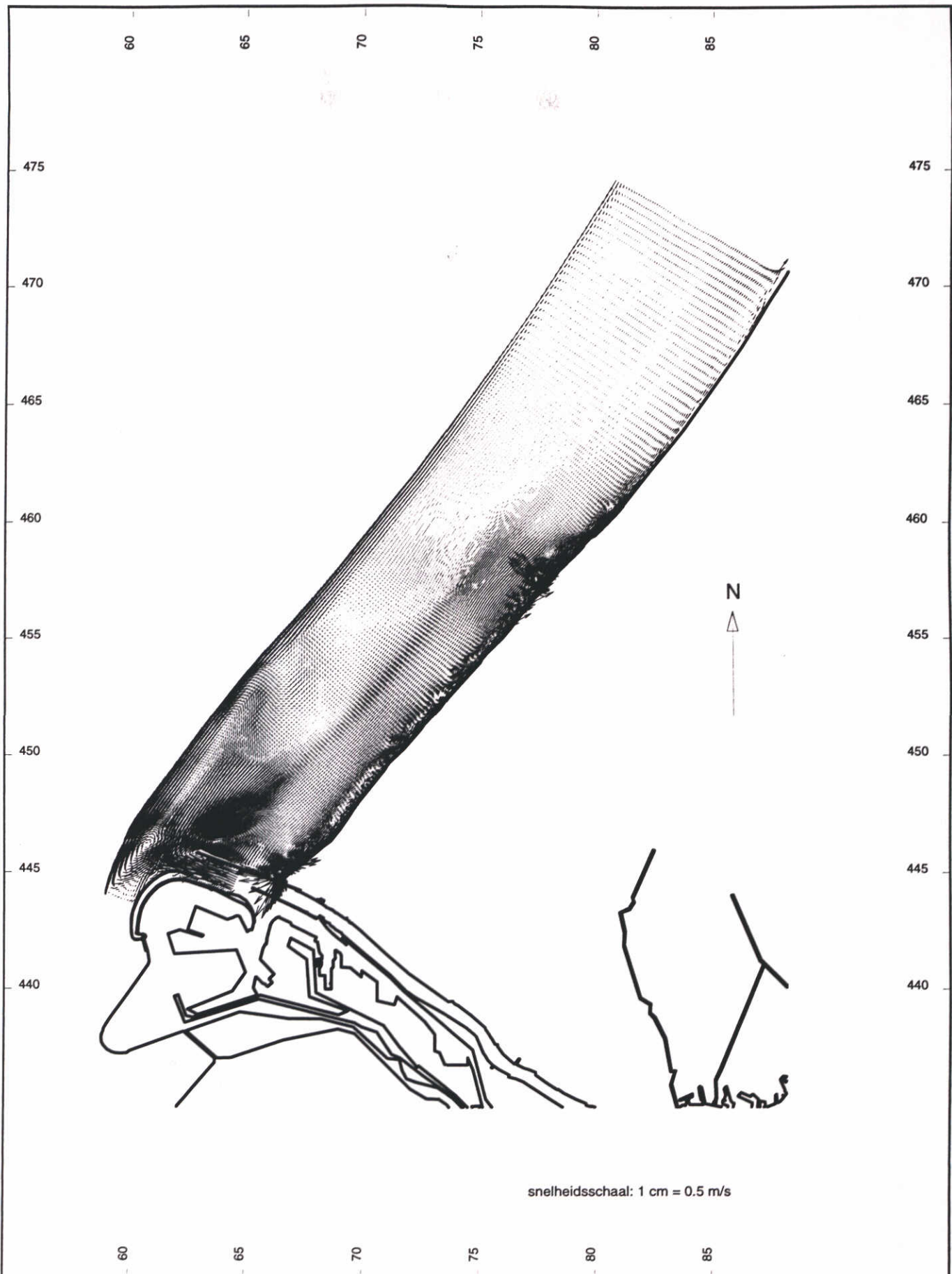
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

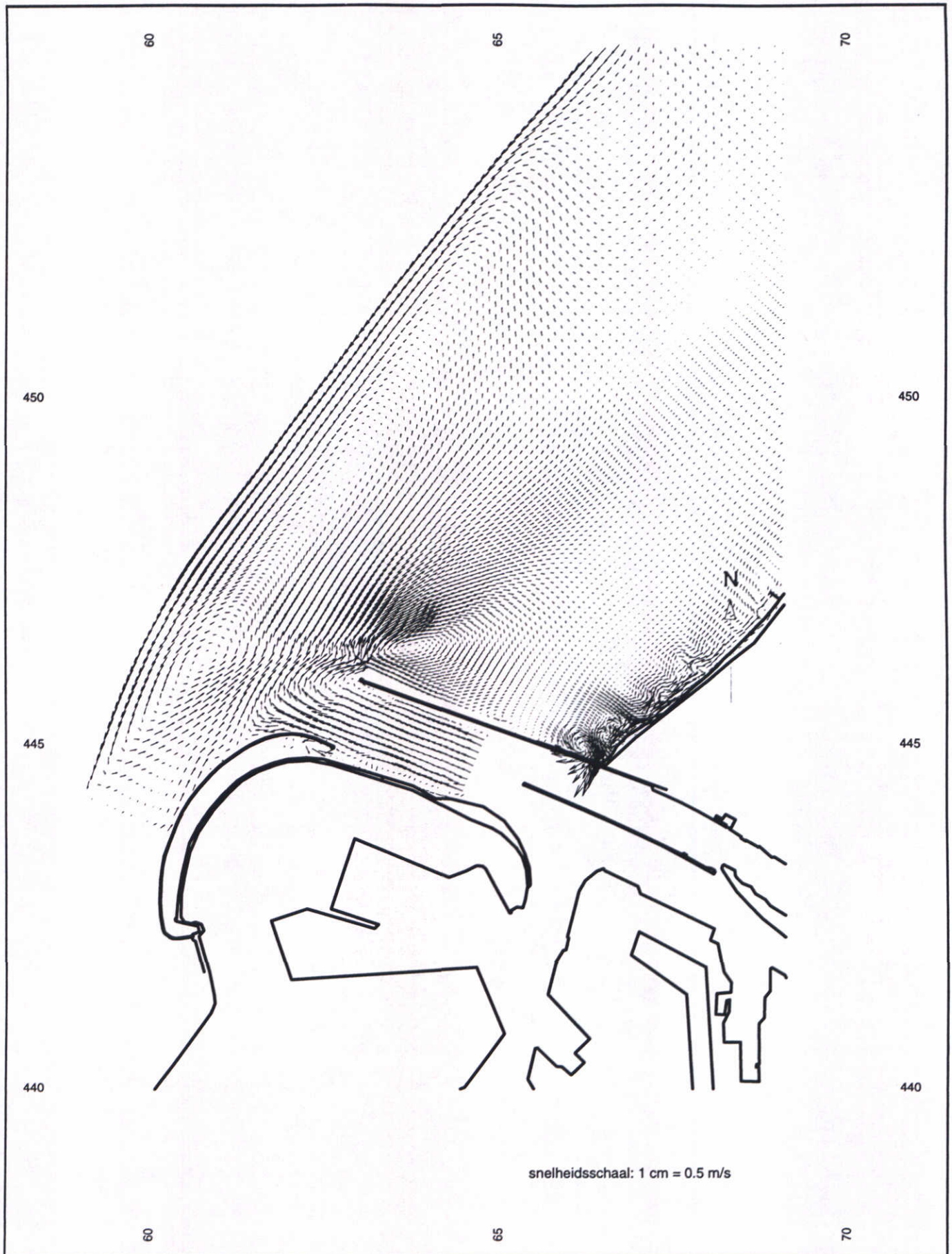
Z 2142

FIG. 4.36

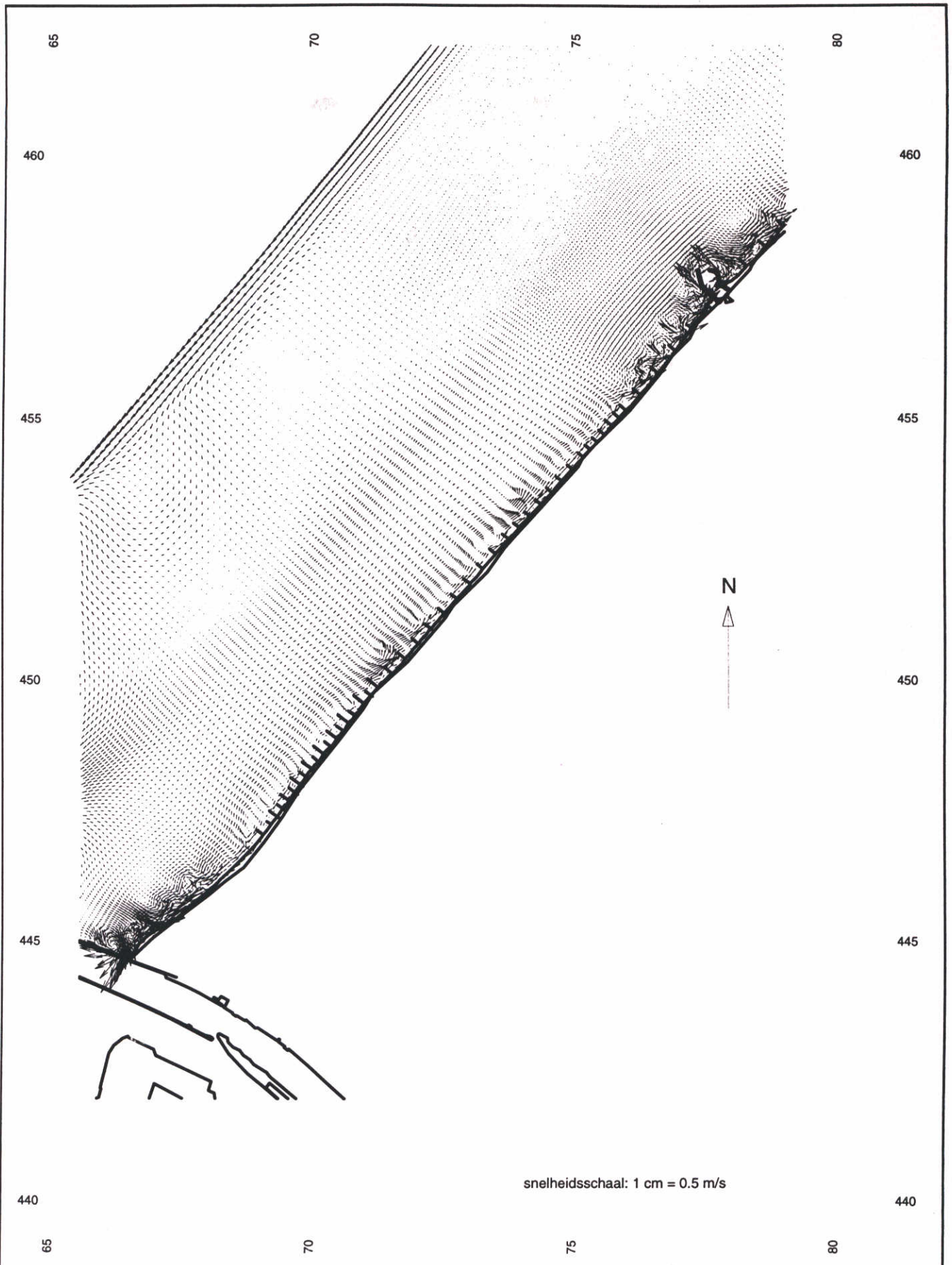


snelheidsschaal: 1 cm = 0.5 m/s

MODEL KUSTLOCATIE HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WESTNOORDWEST	Conf. t0	Rww. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.37



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WESTNOORDWEST	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.38



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t0

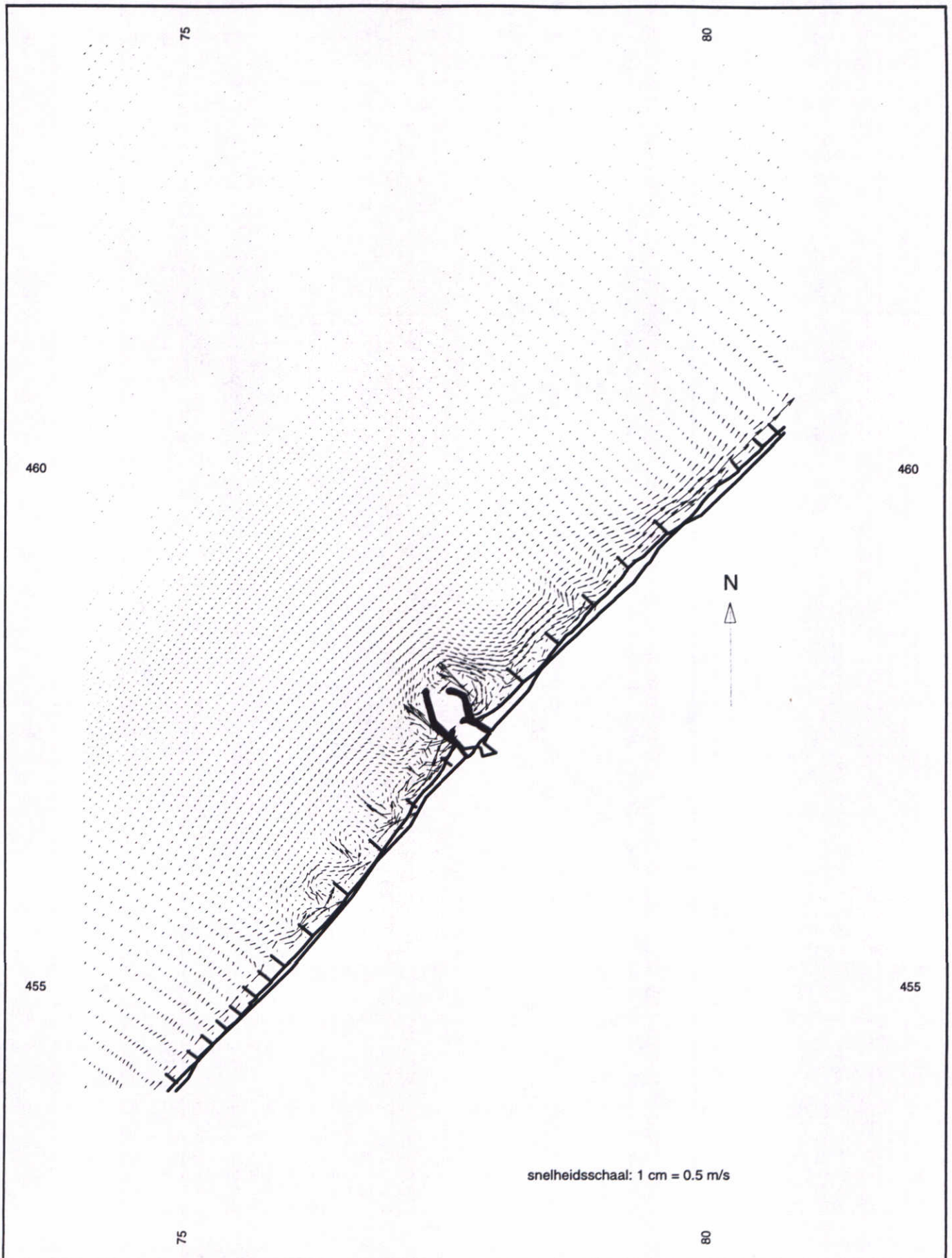
Rww. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.39



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t0

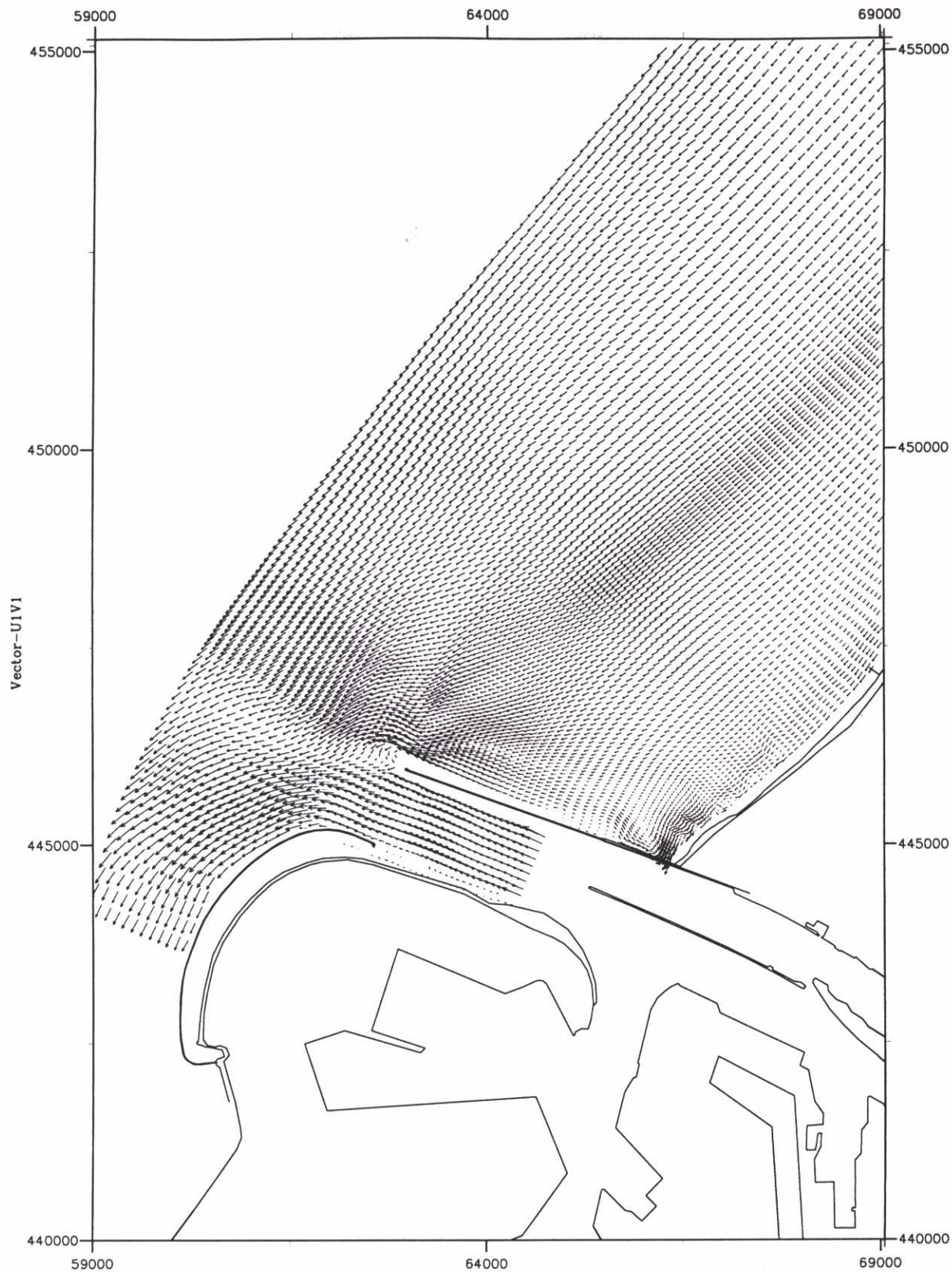
Rww. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.40



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

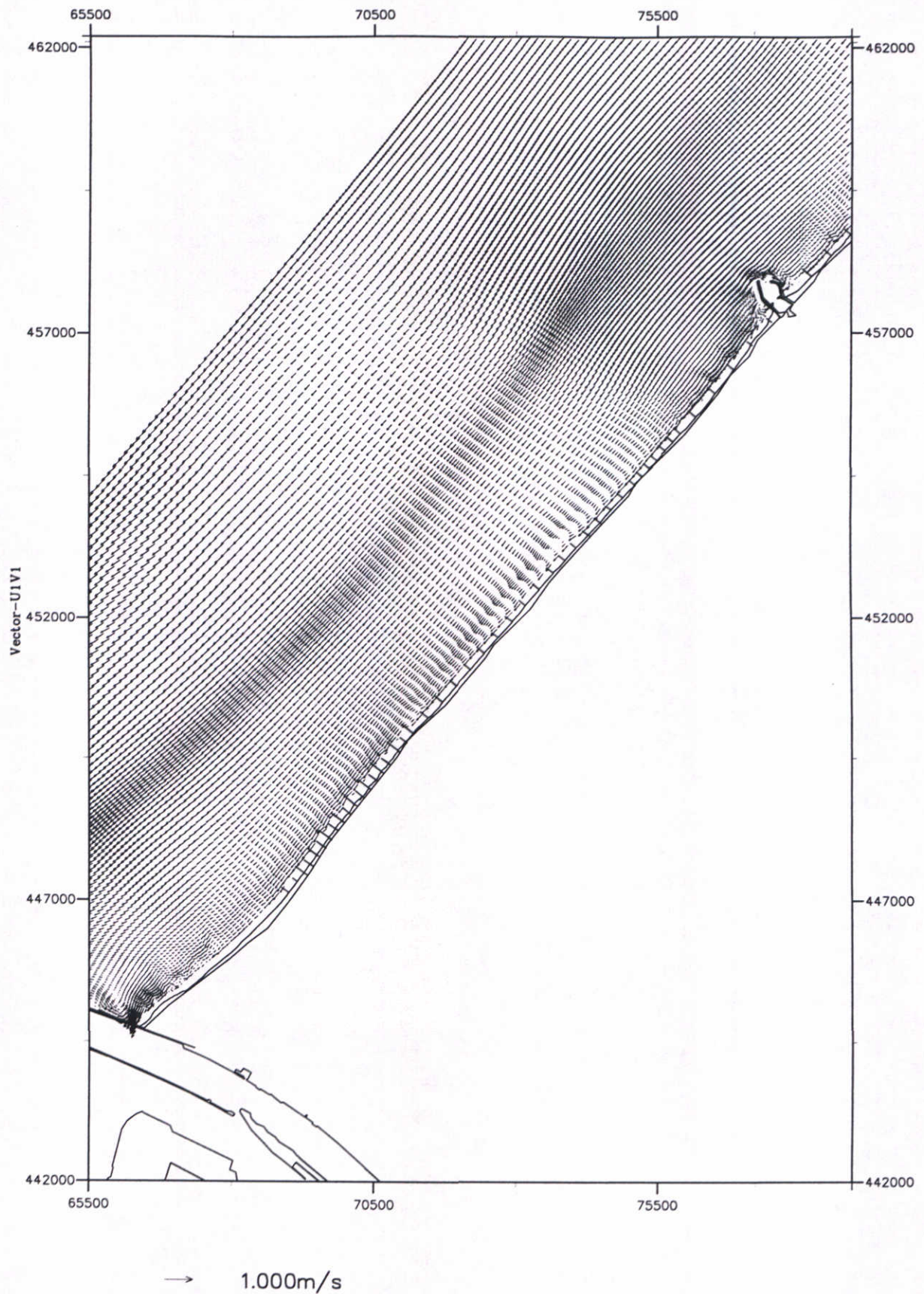
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.41



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

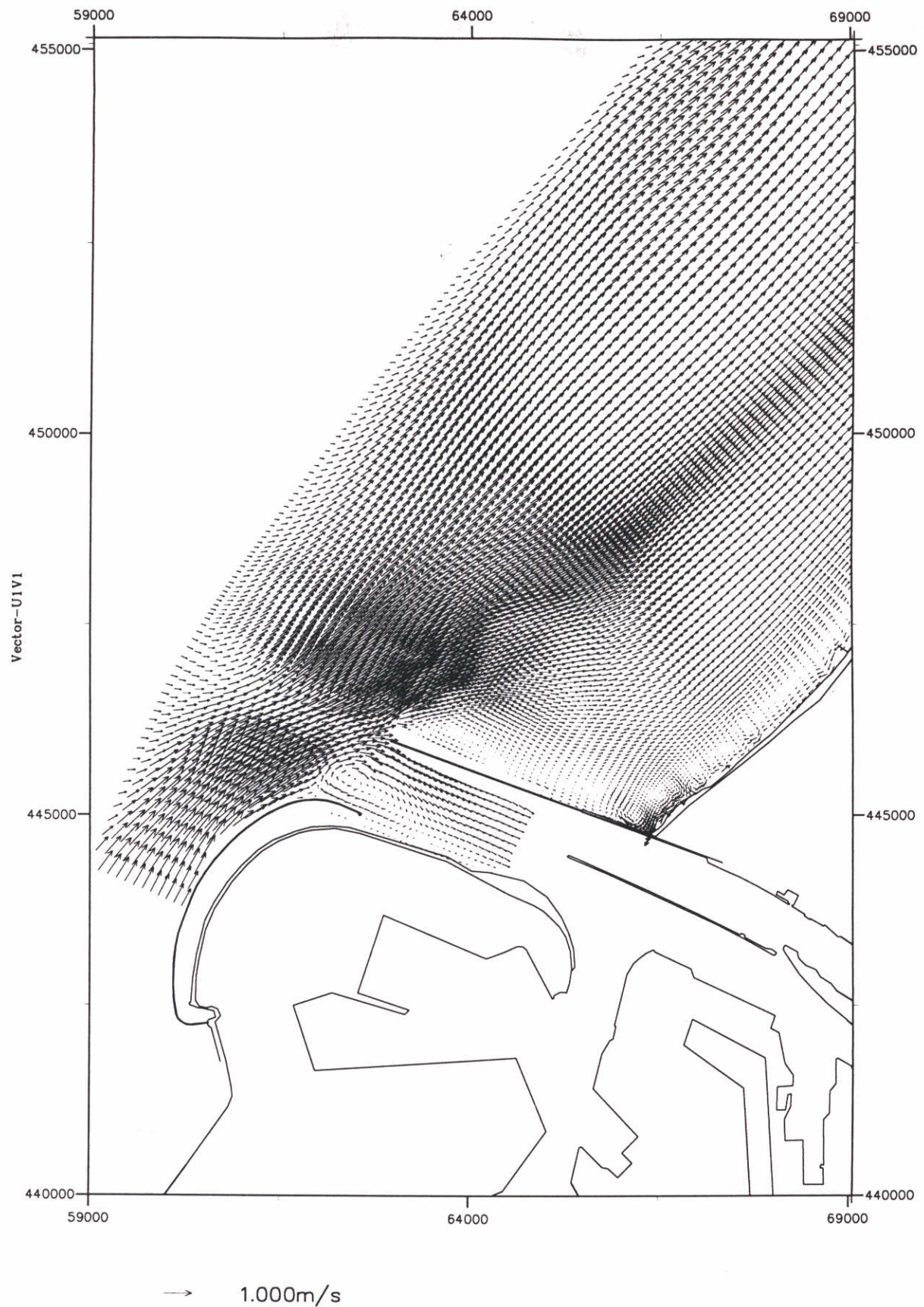
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.42



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

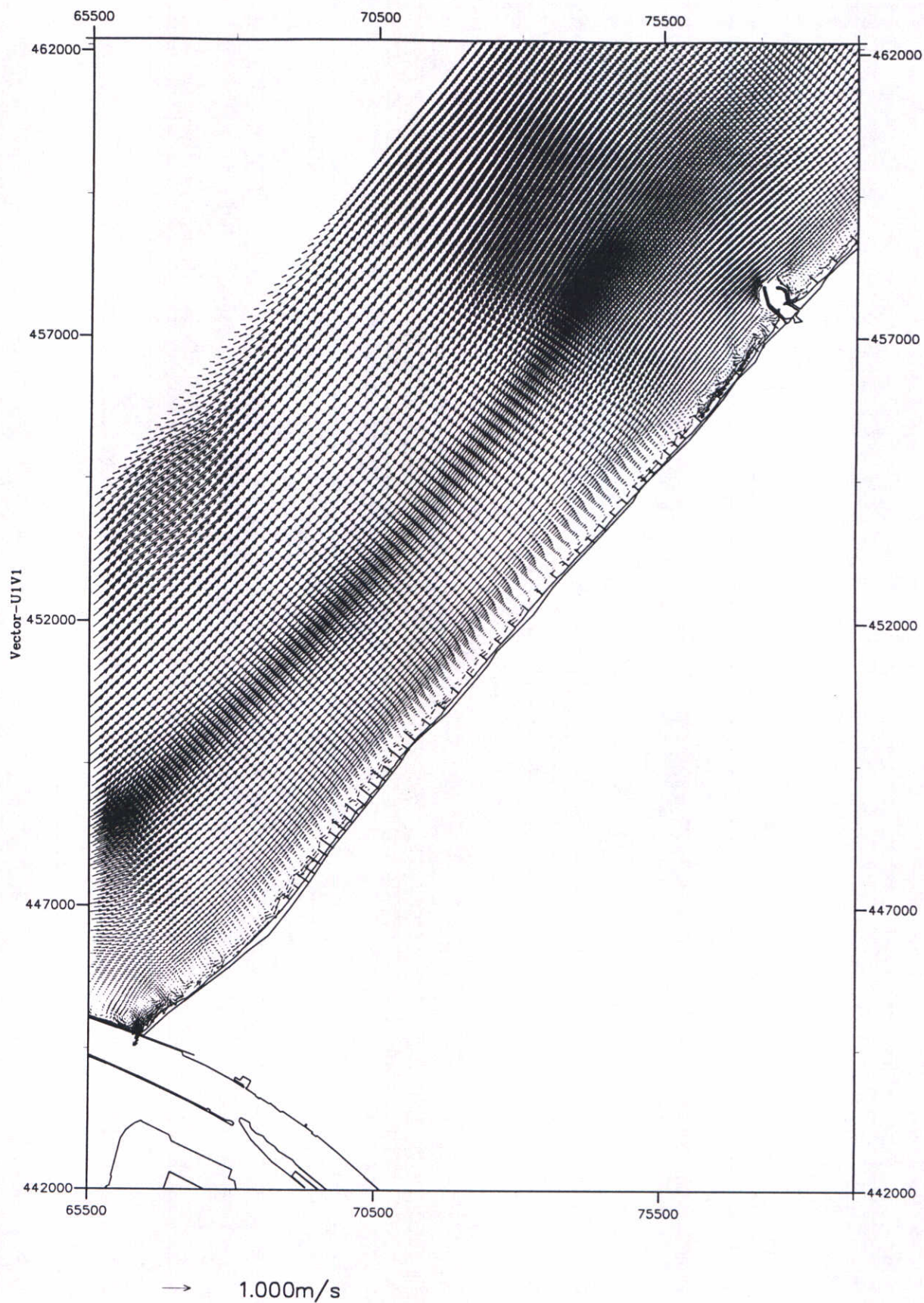
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.43



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

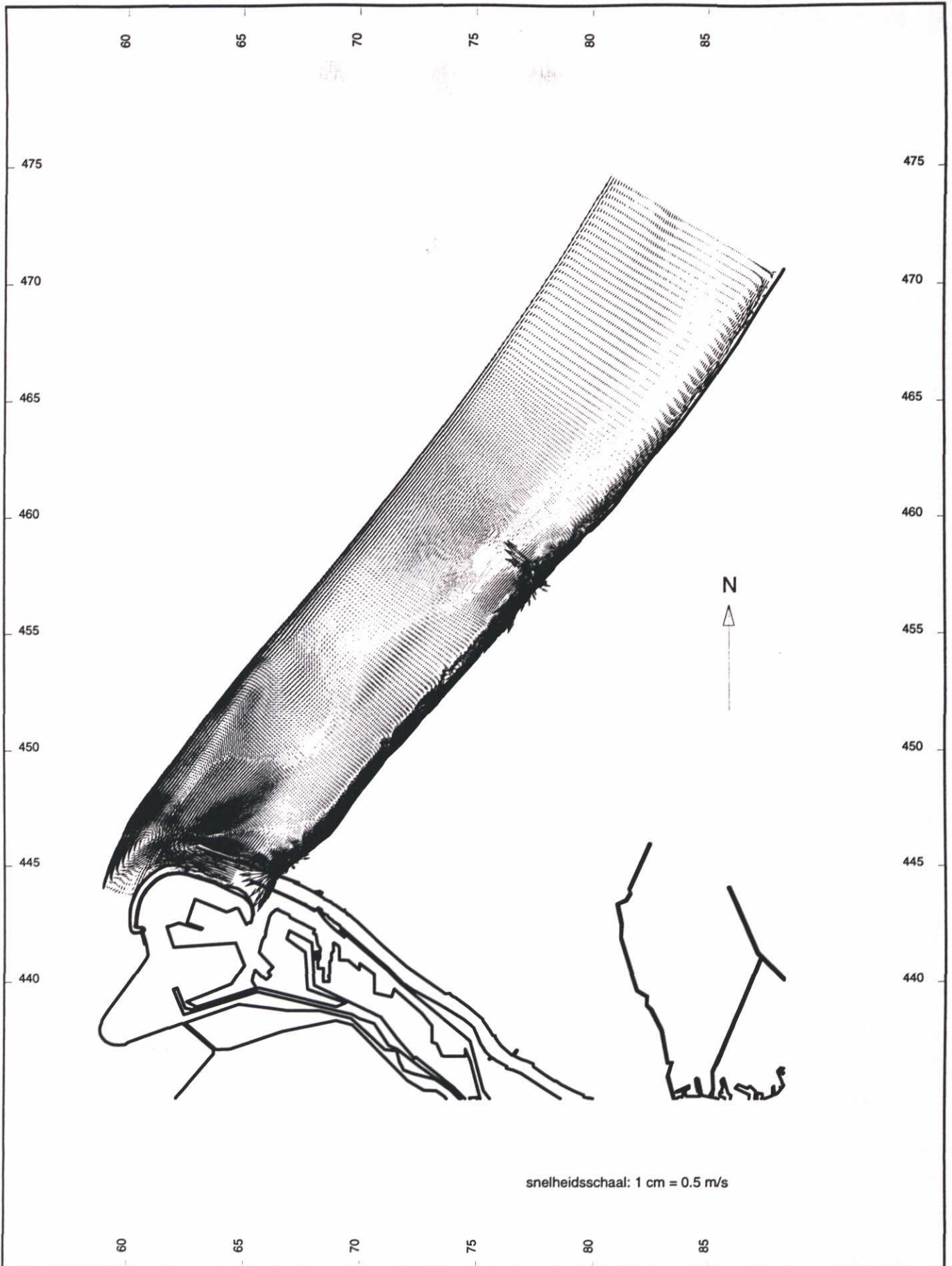
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.44



MODEL KUSTLOCATIE
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

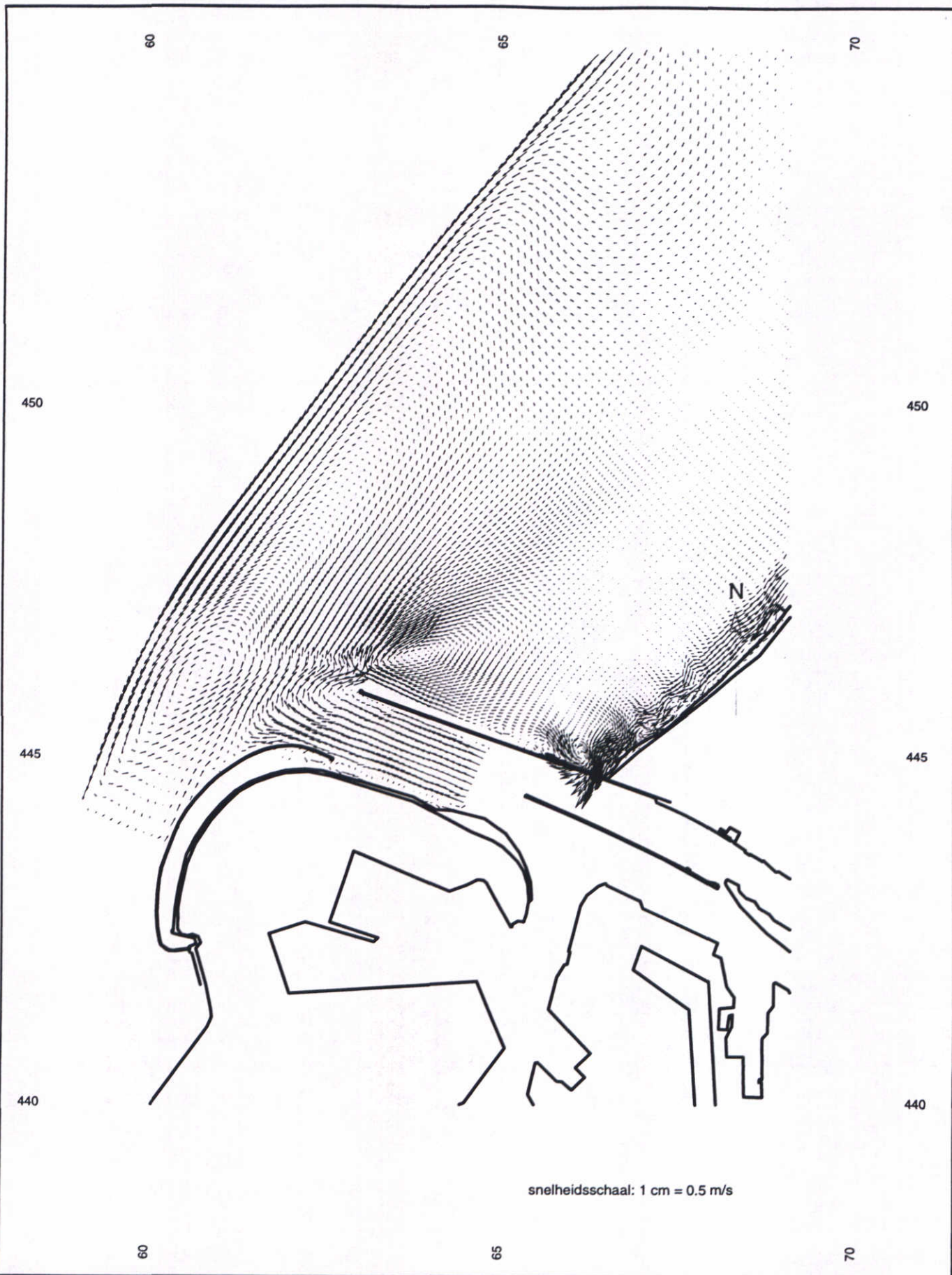
Rww. r2

schaal 1:225000

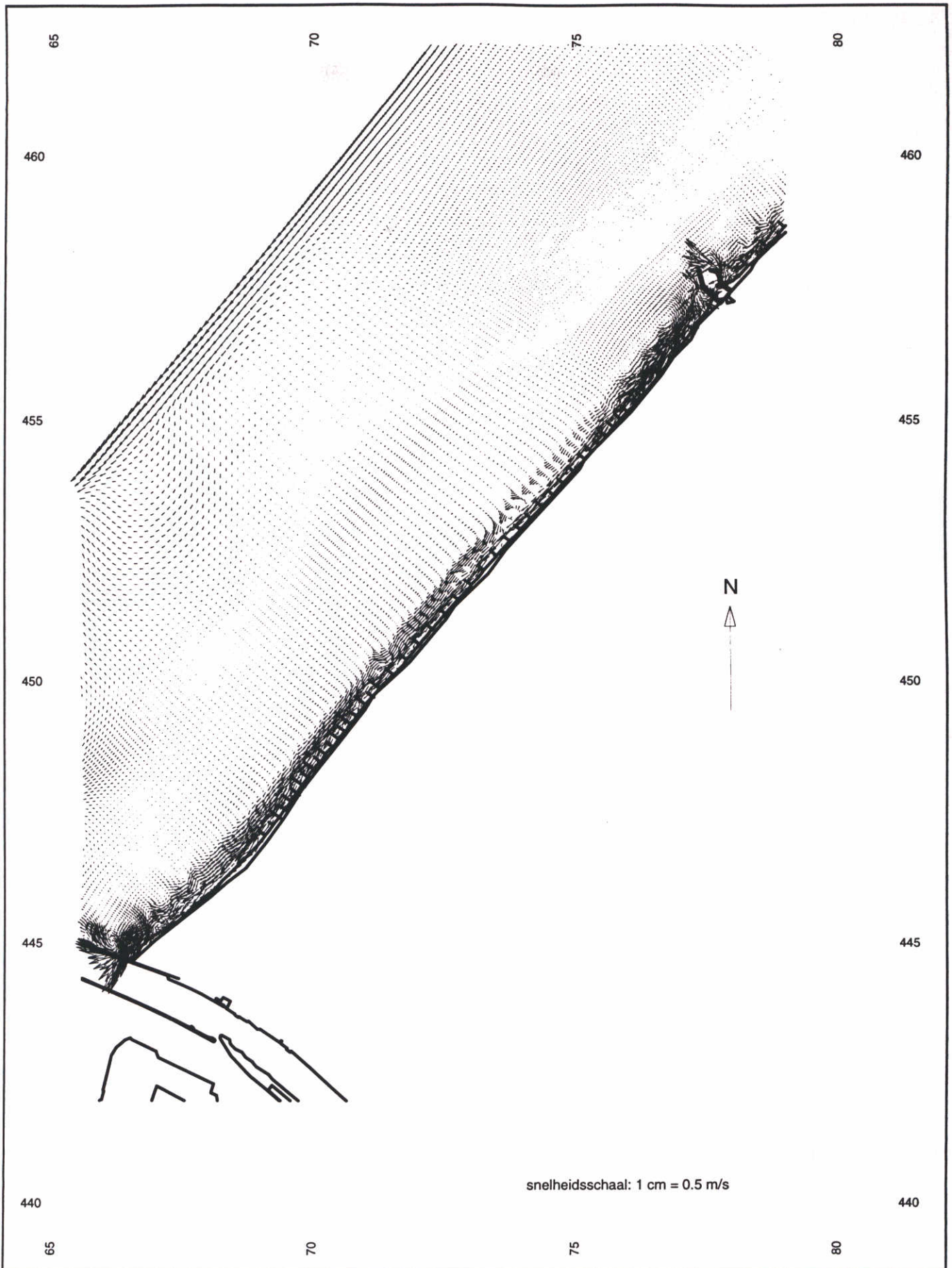
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.45



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORDNOORDWEST	Conf. t0	Rww. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.46



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

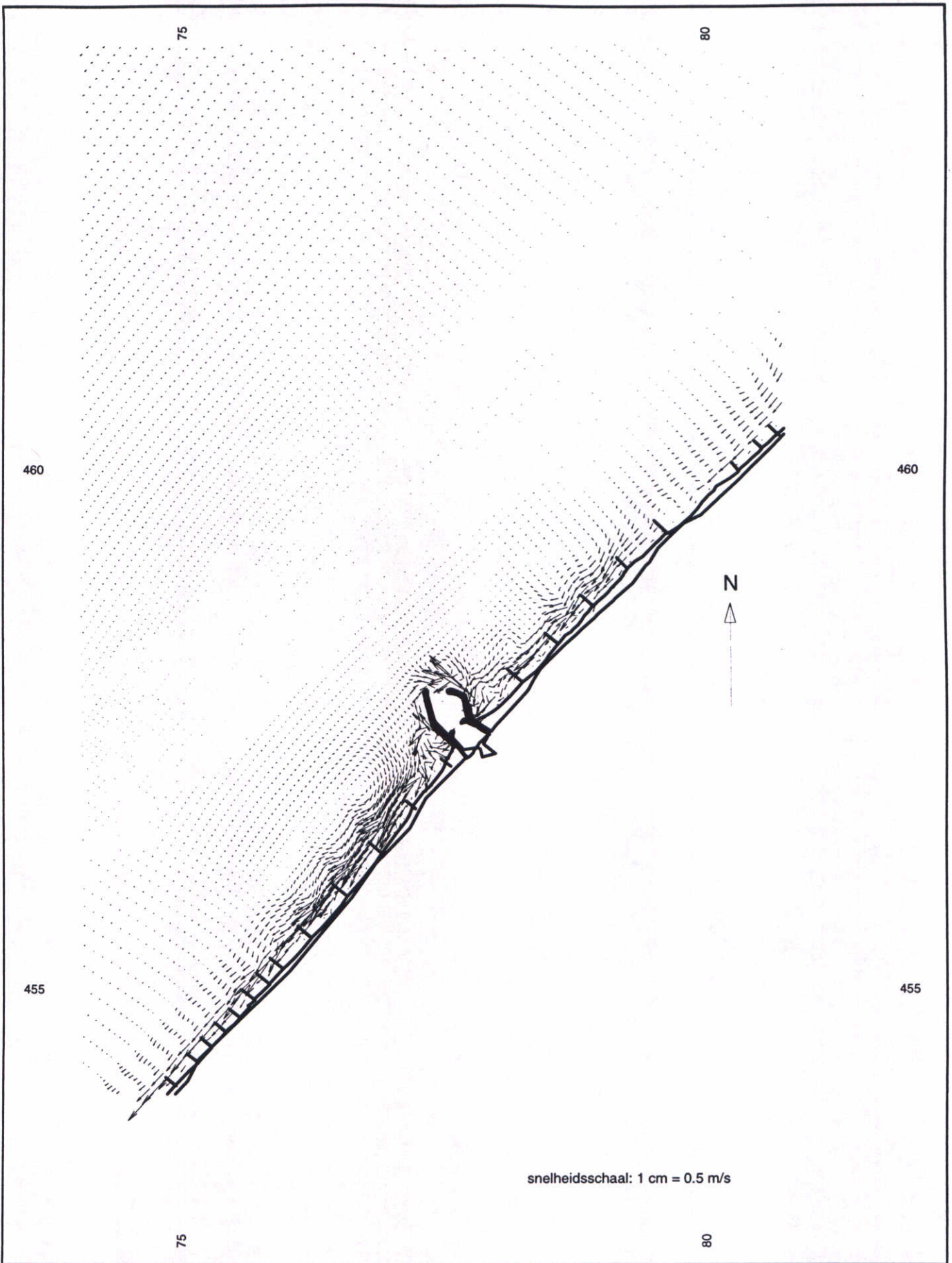
Rww. r2

schaal 1:100000

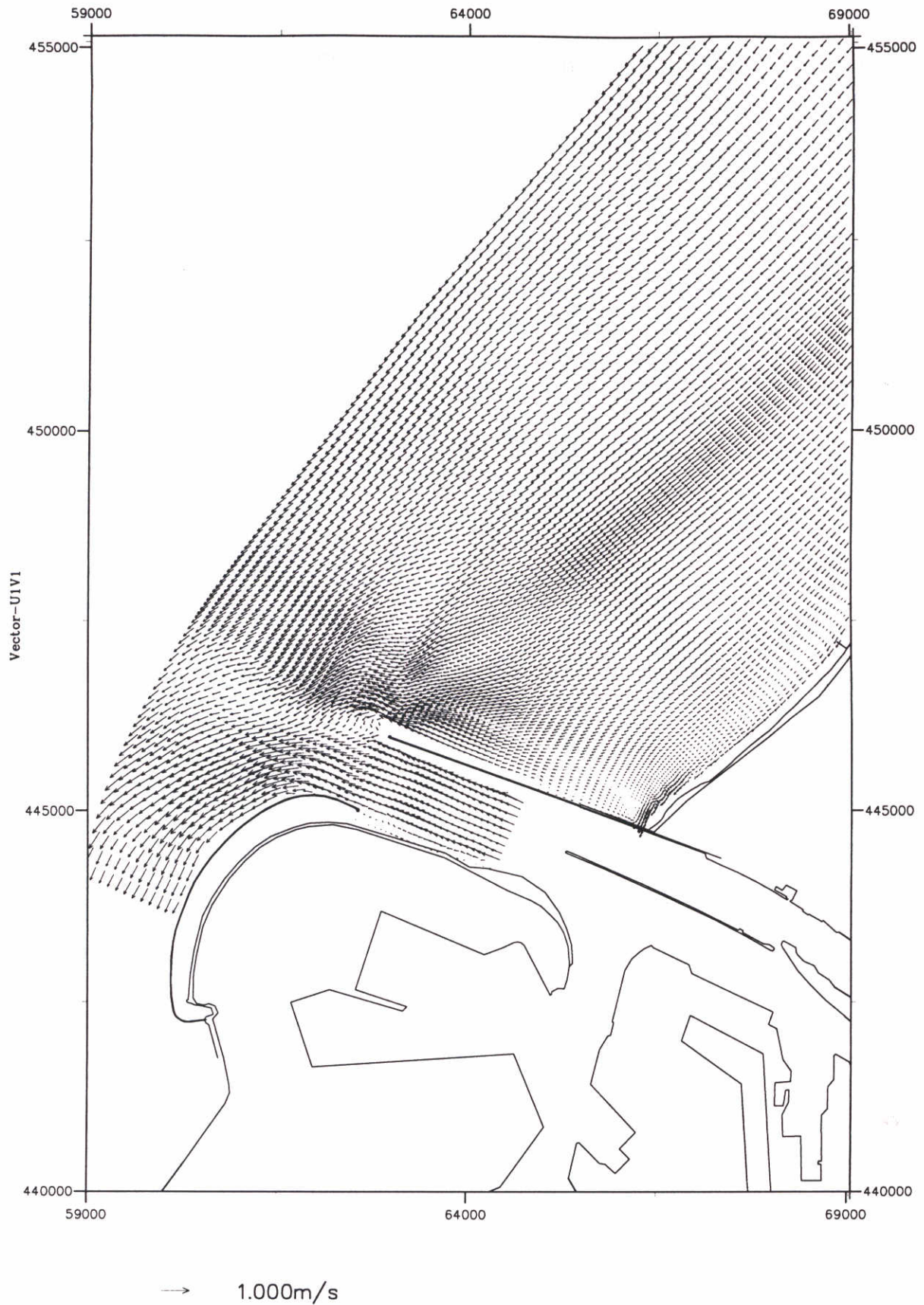
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.47



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORDNOORDWEST	Conf. t0	Rww. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.48



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN NOORD

Conf. t0

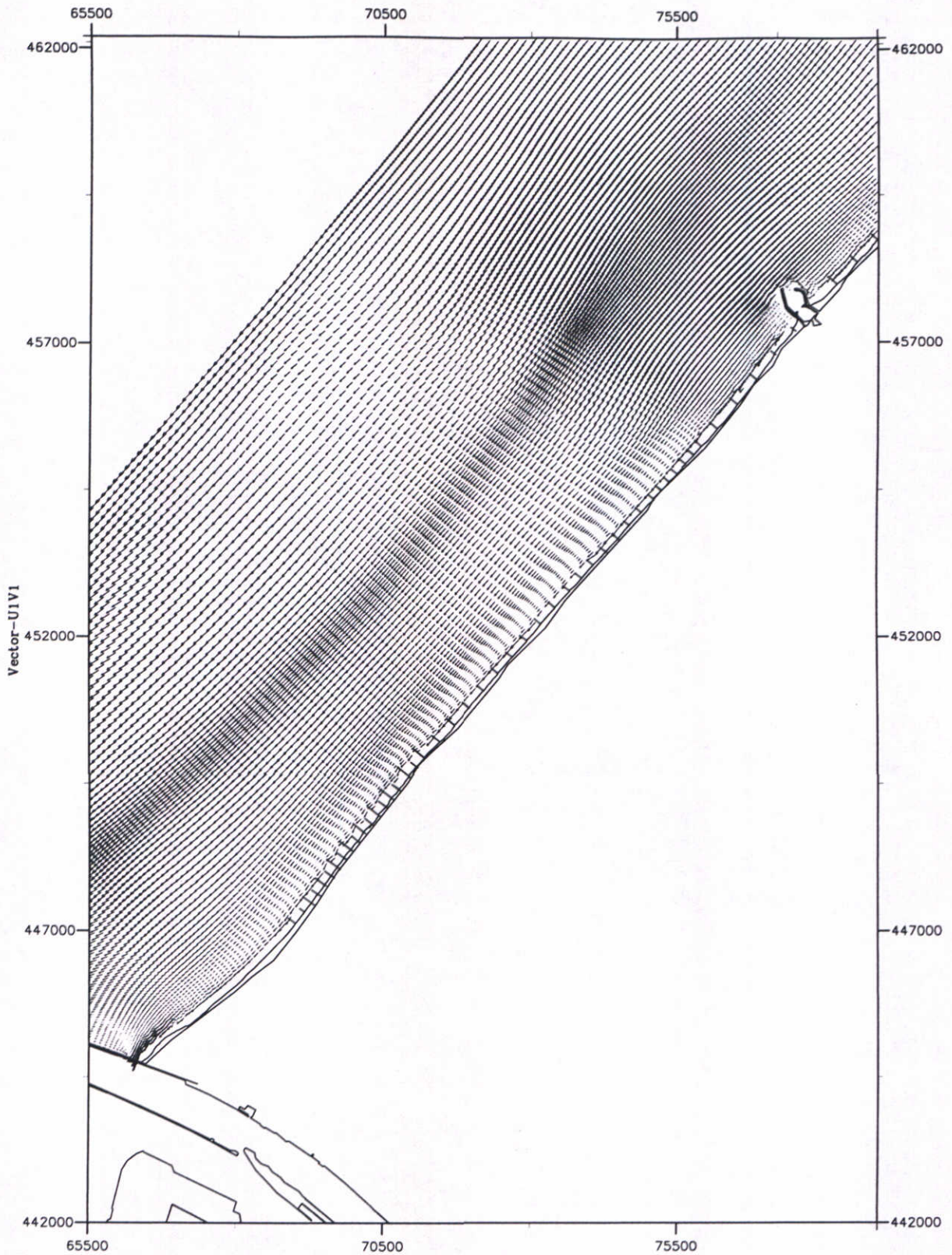
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.49



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN NOORD

Conf. t0

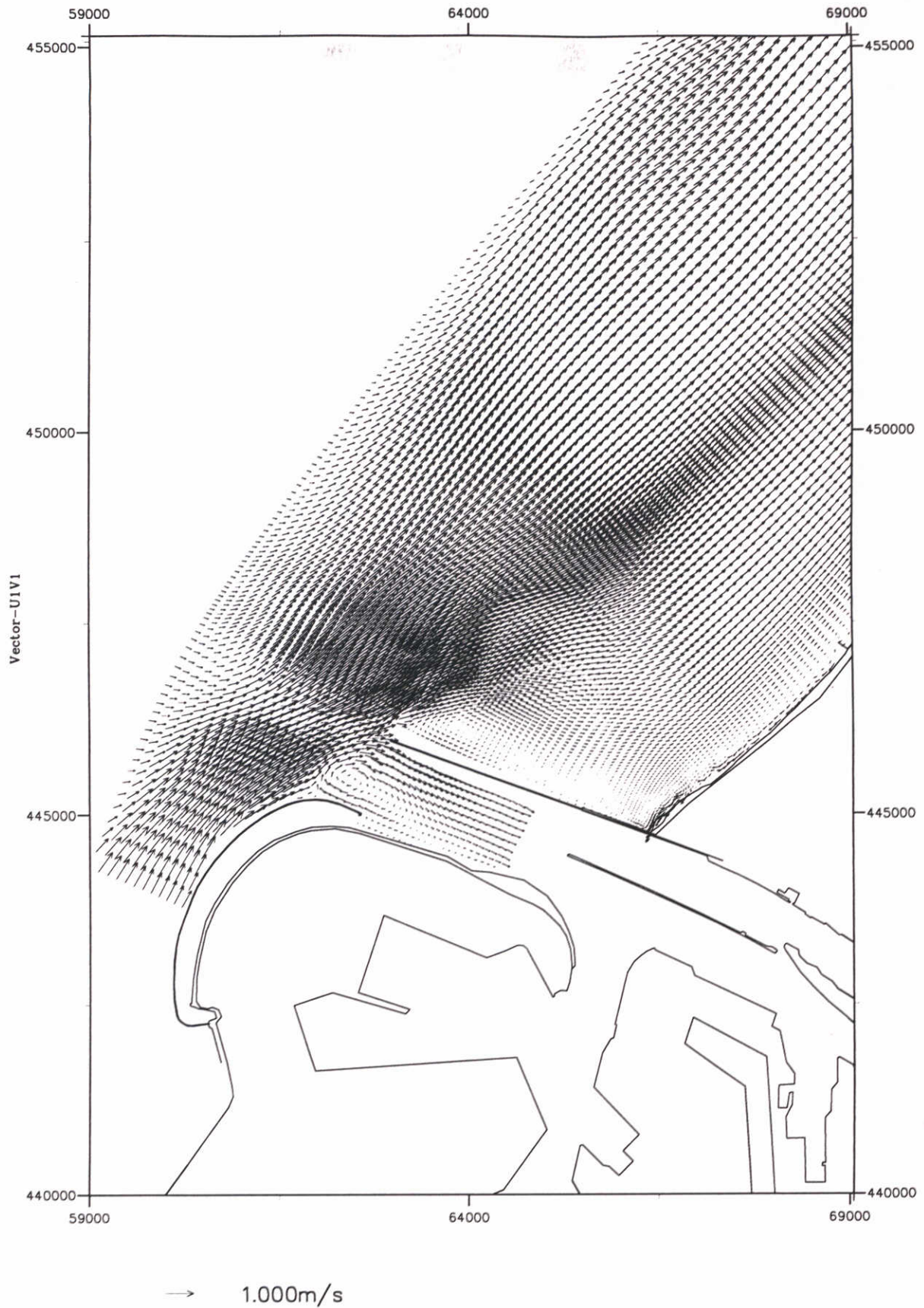
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.50



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN NOORD

Conf. t0

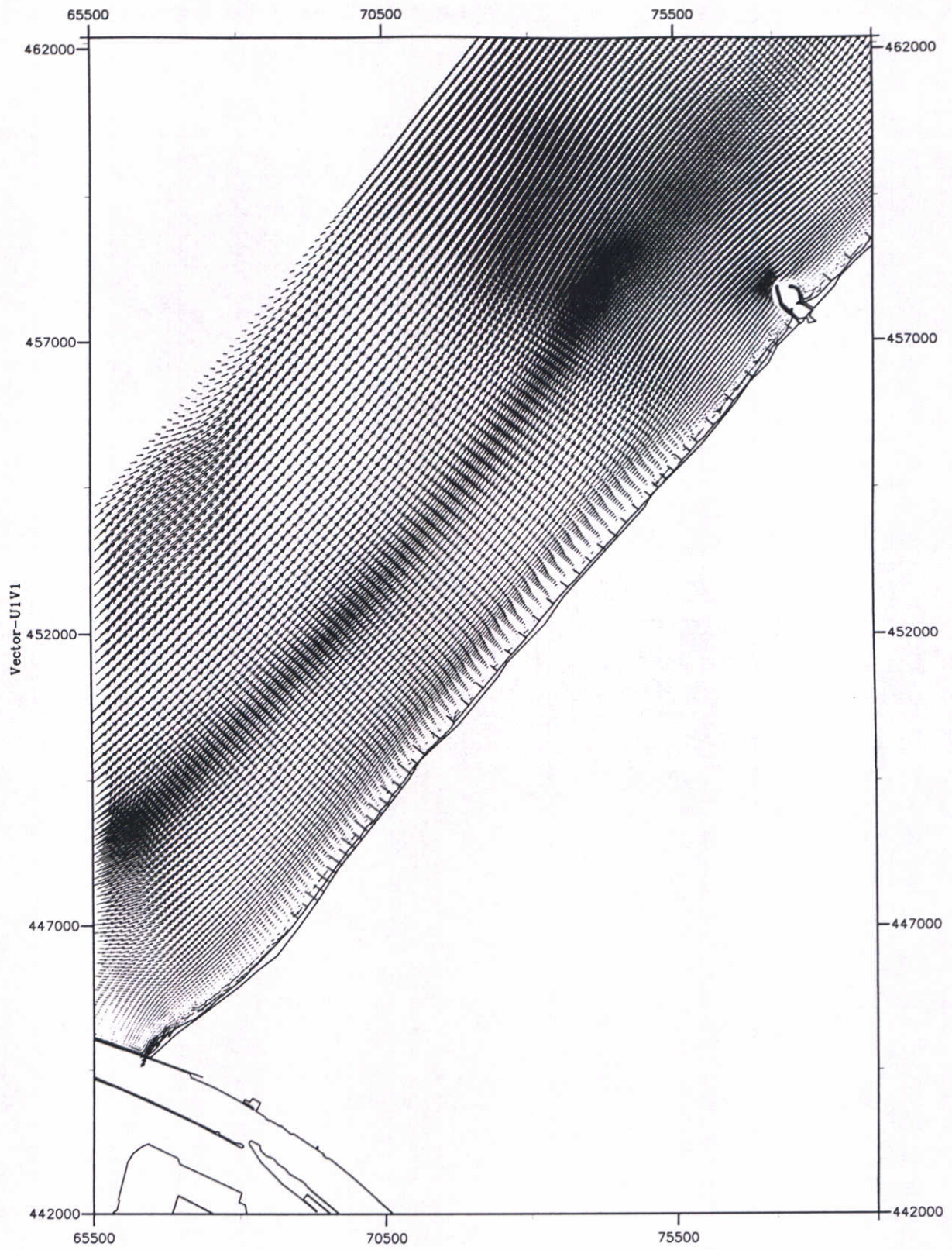
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.51



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN NOORD

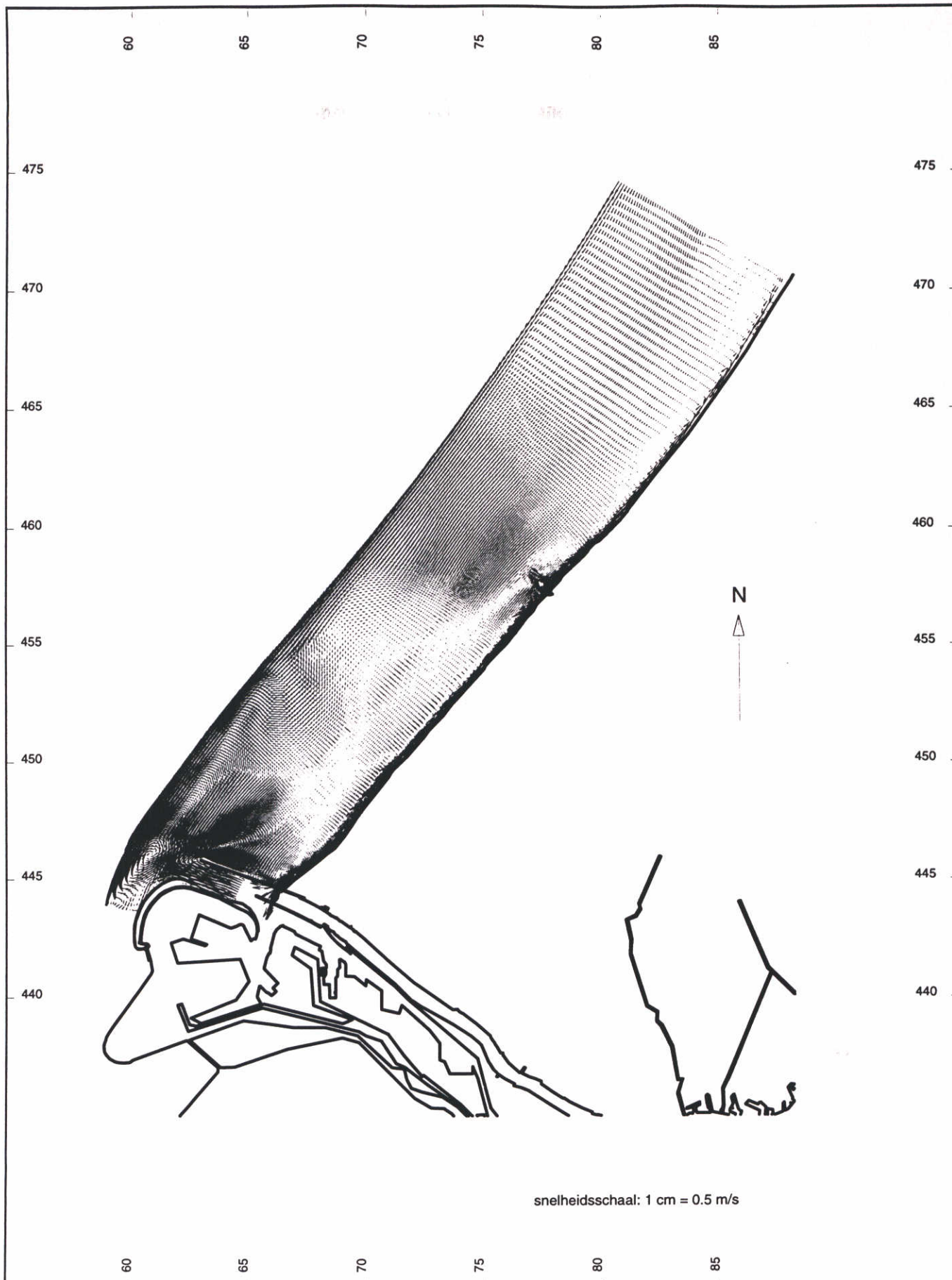
Conf. t0 Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

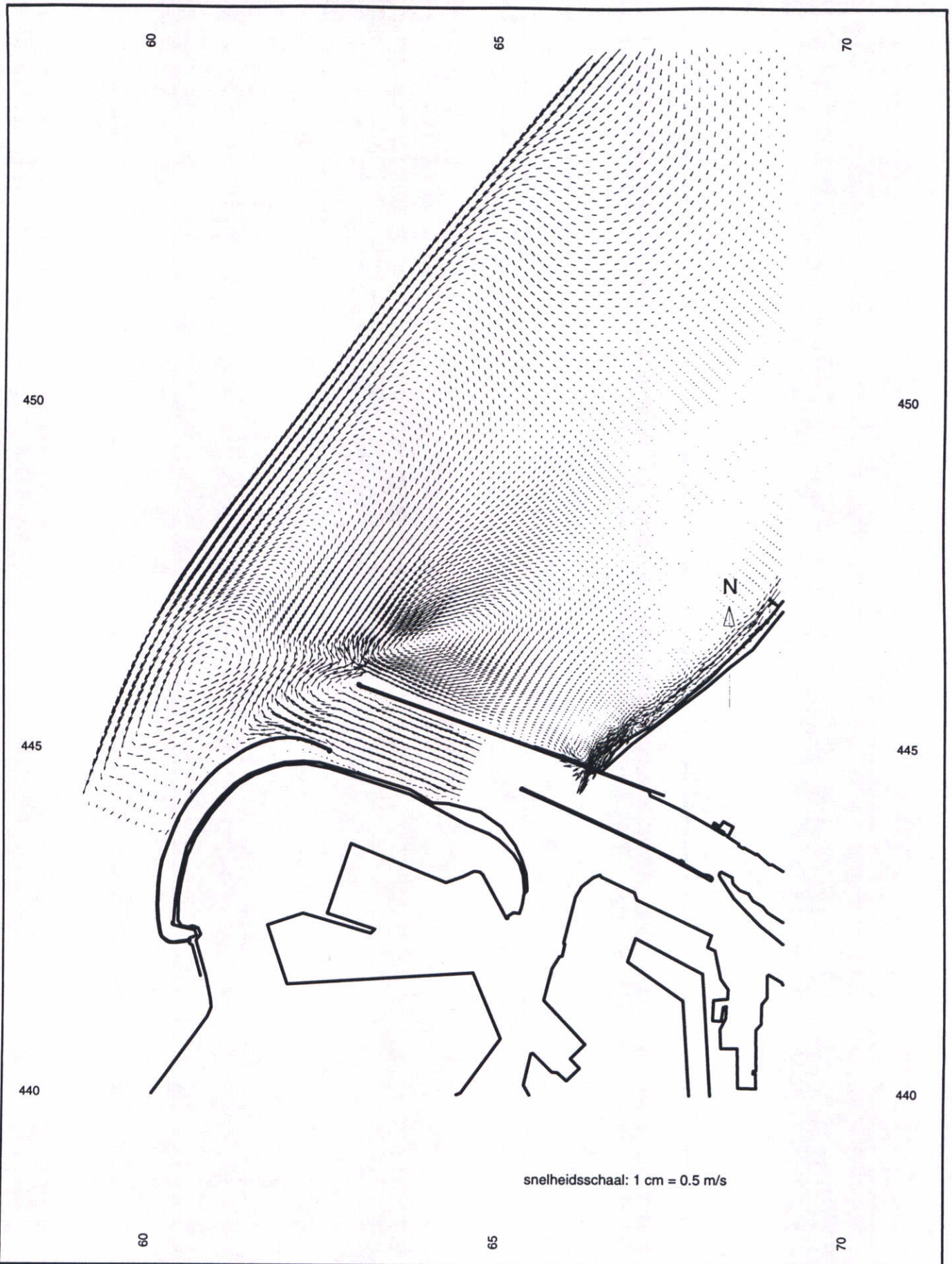
Z 2142

FIG 4.52

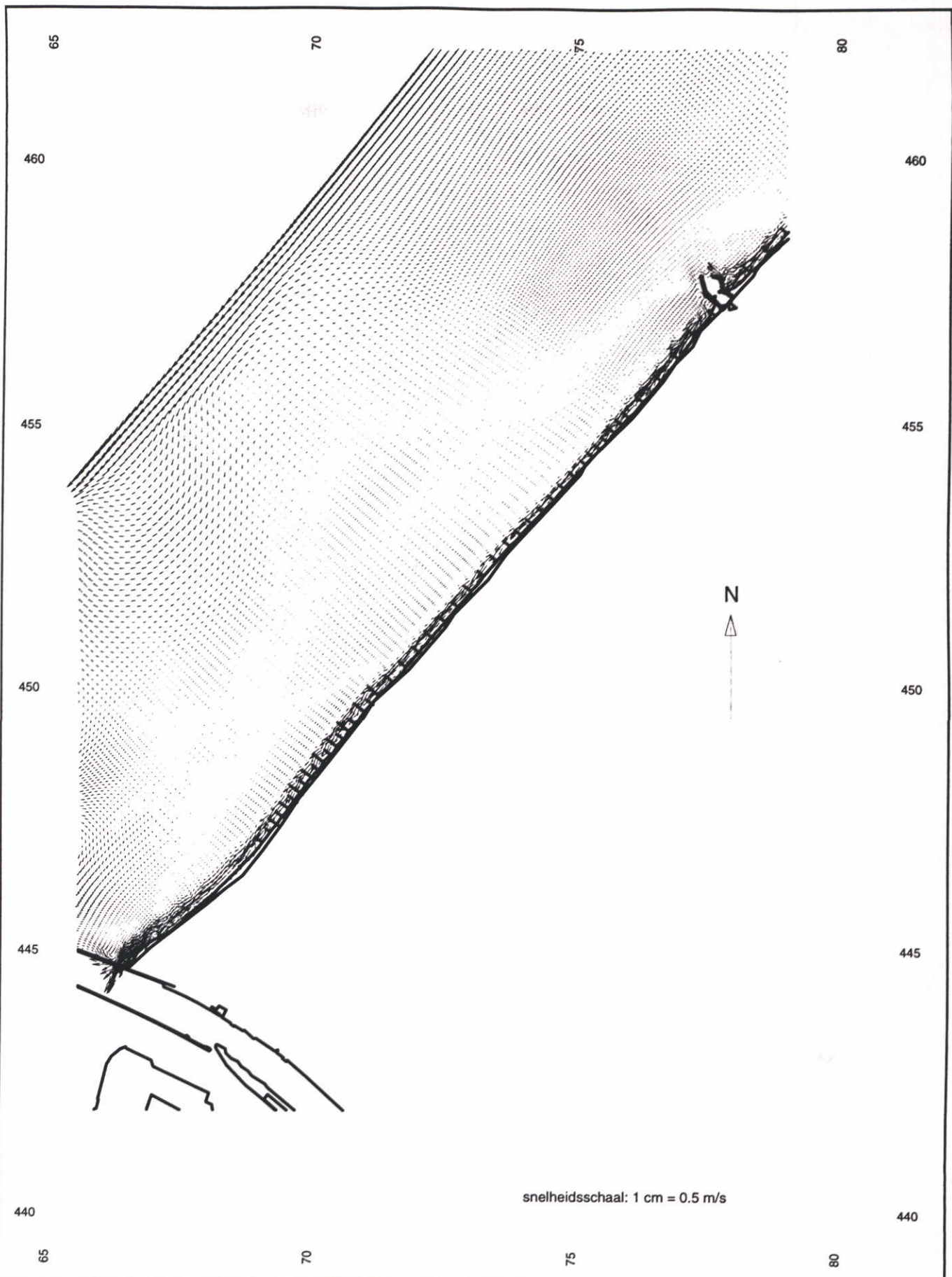


sneldheidschaal: 1 cm = 0.5 m/s

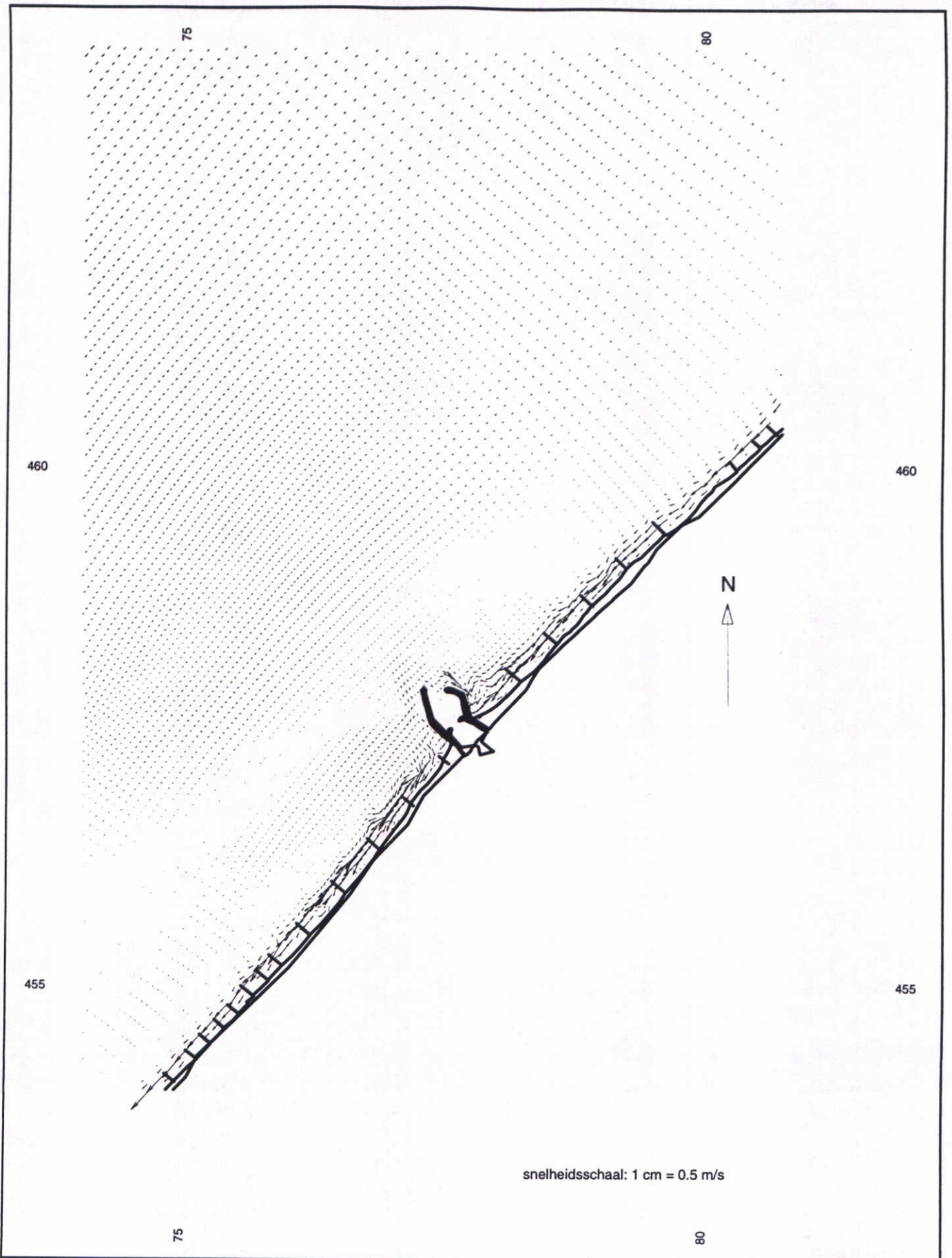
MODEL KUSTLOCATIE HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORD	Conf. t0	Rww. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.53



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORD	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.54



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORD	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:100000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.55



snelheidsschaal: 1 cm = 0.5 m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORD

Conf. t0

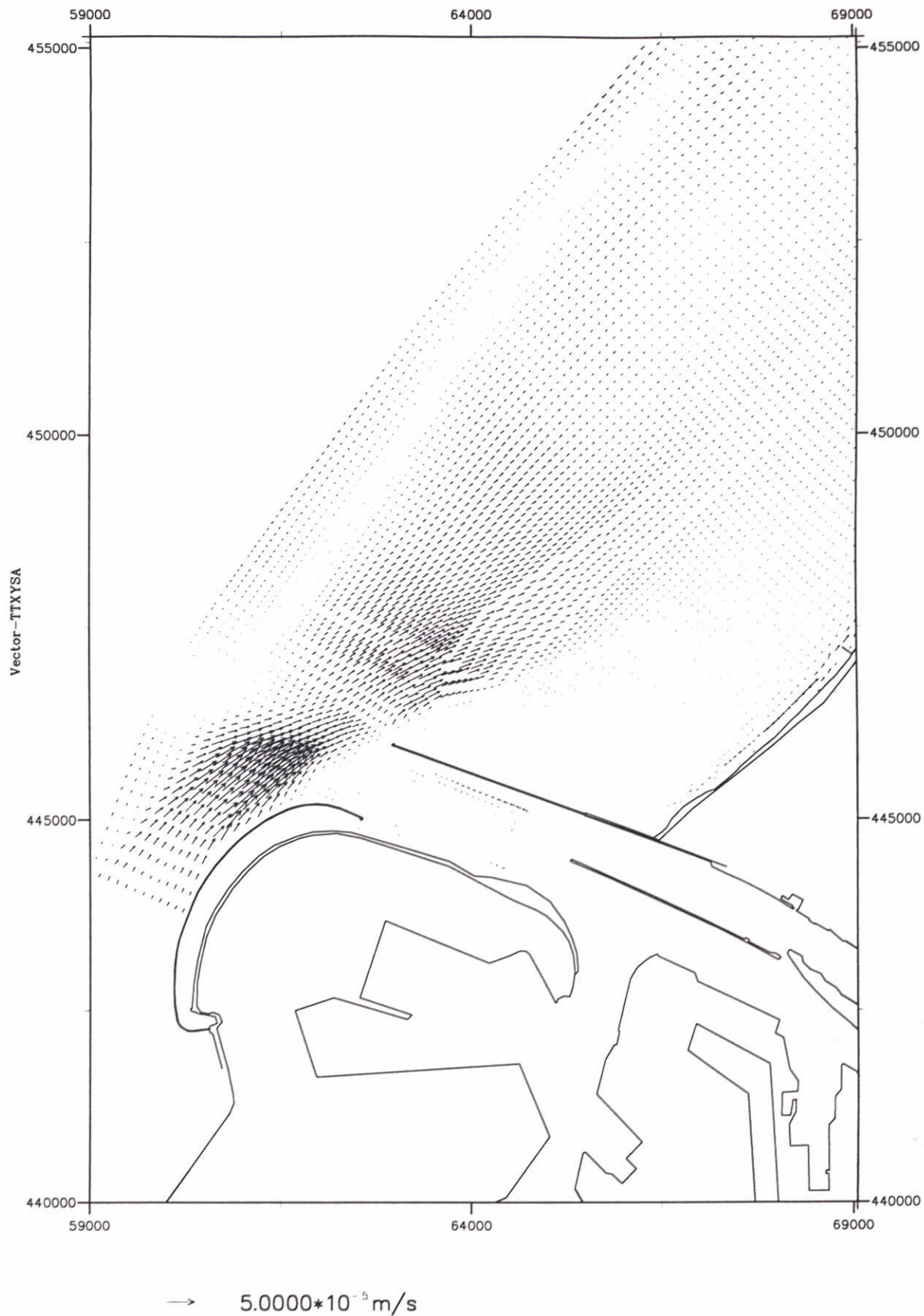
Rww. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.56



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

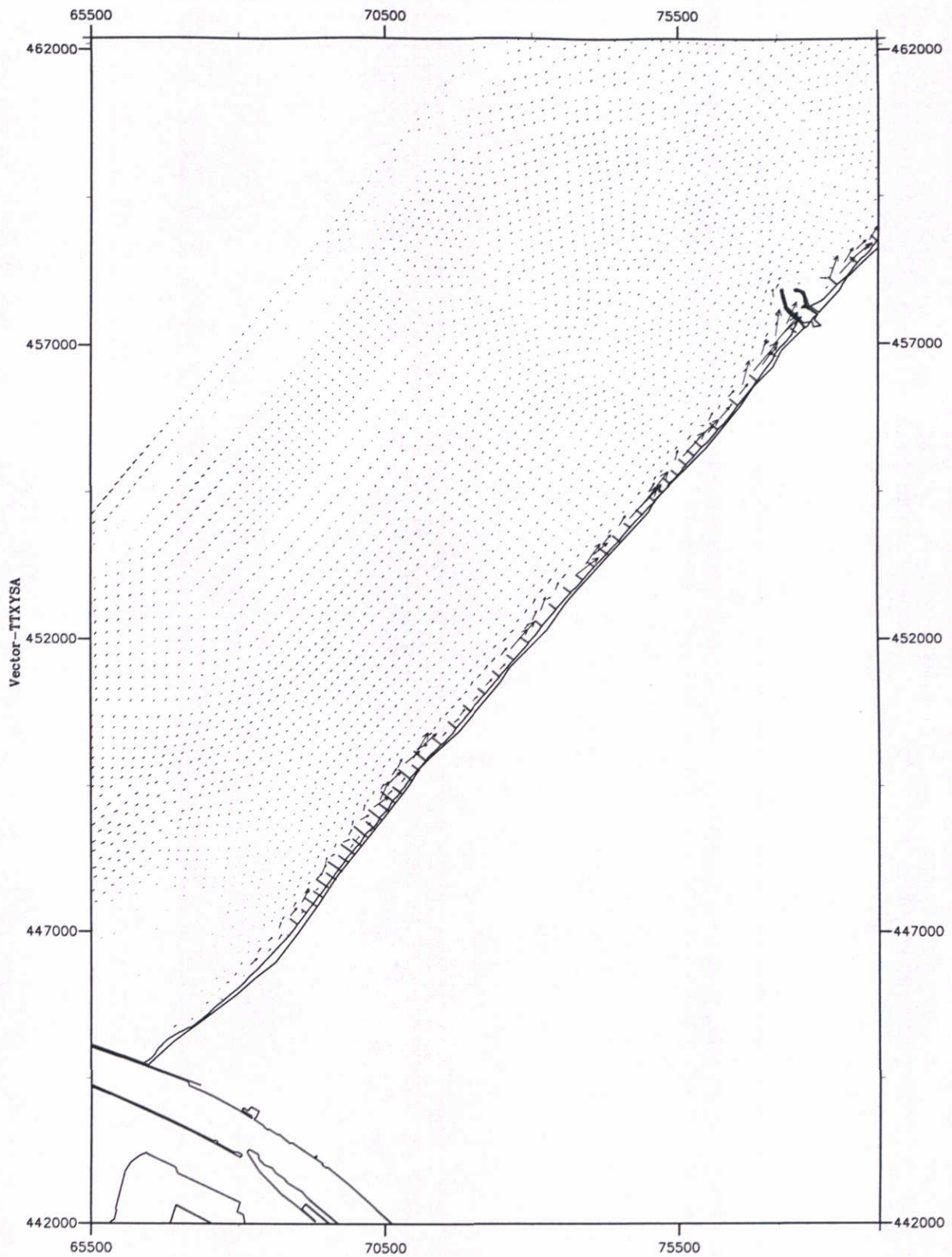
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.57



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

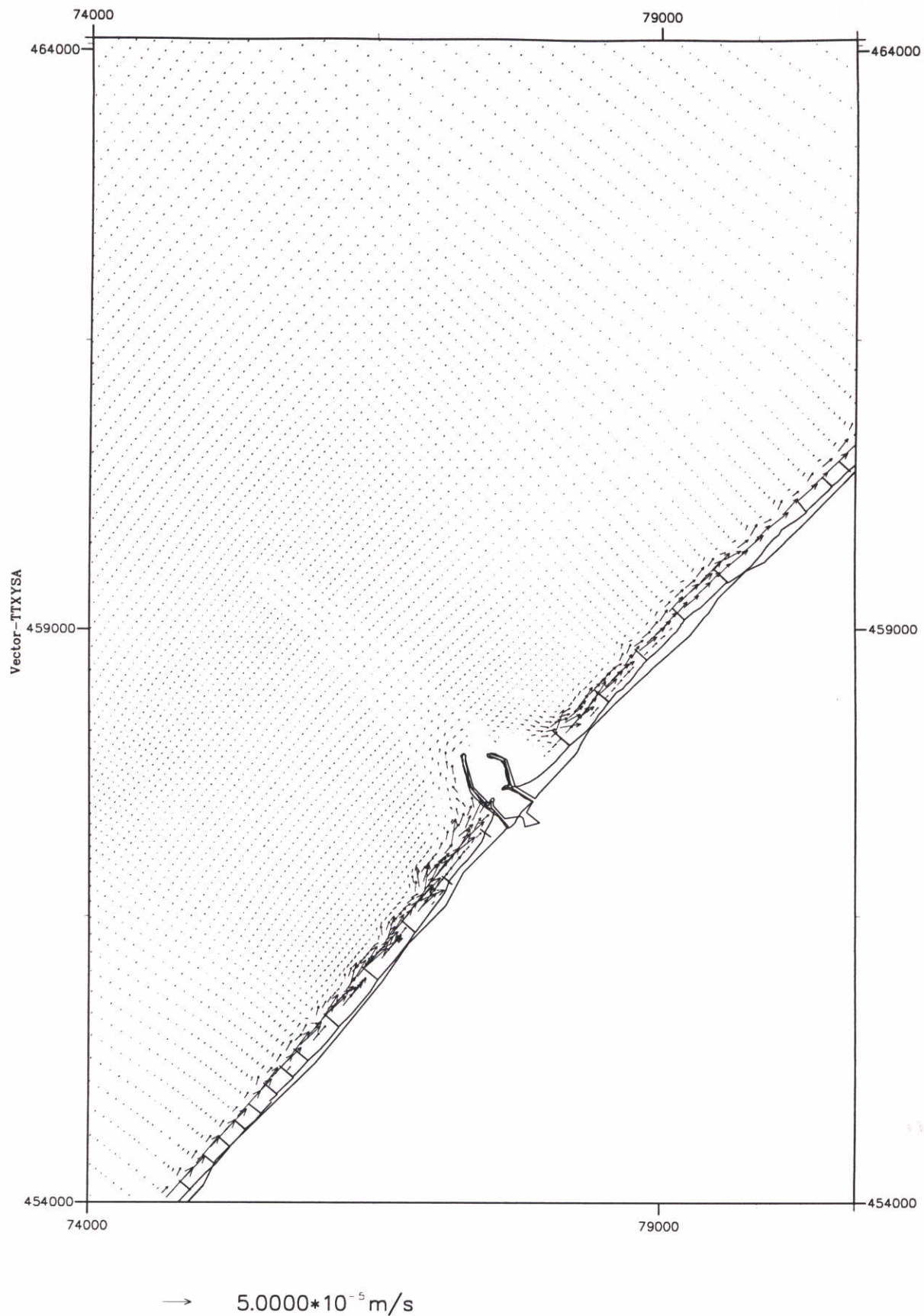
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.58



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t0

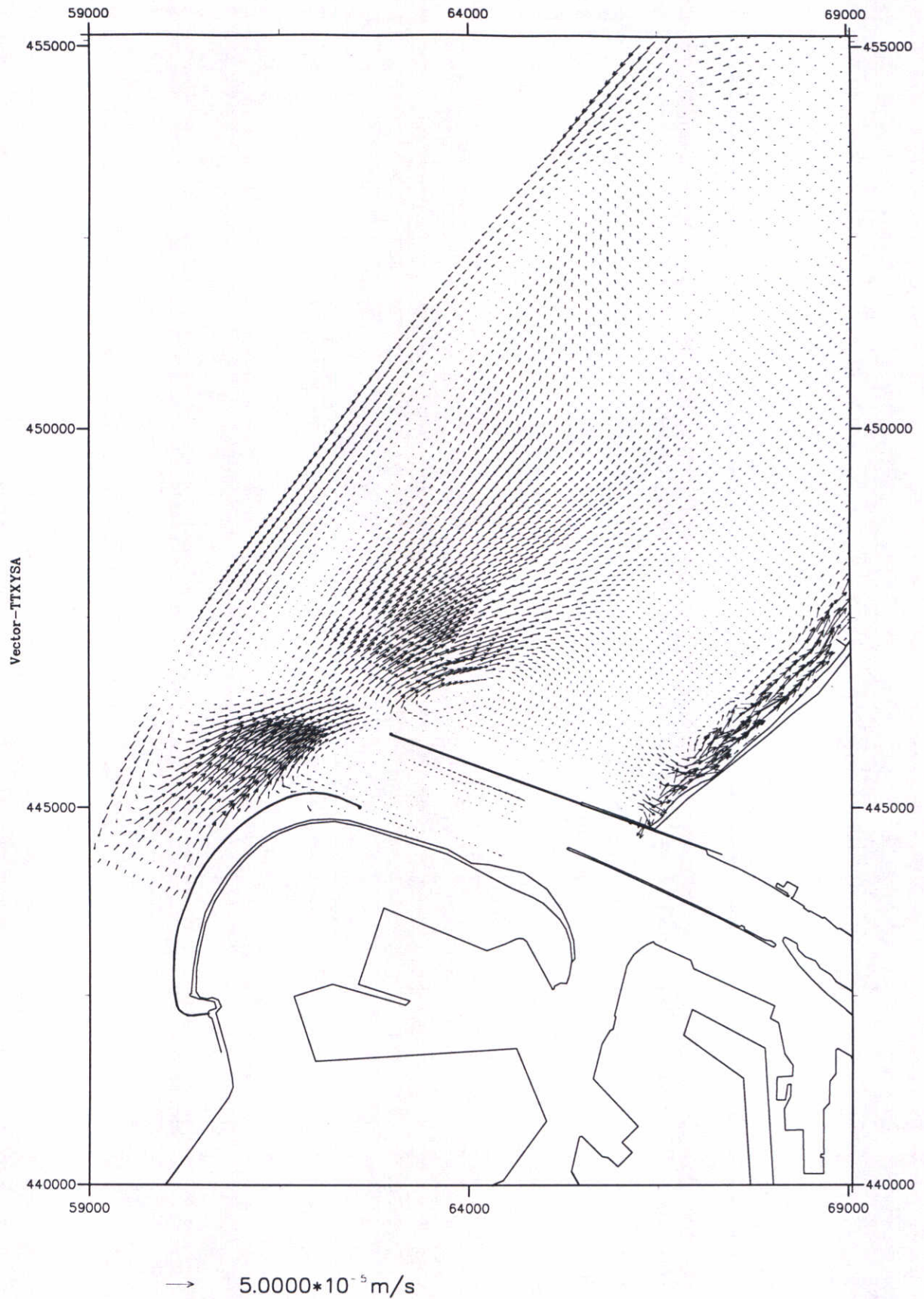
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.59



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WEST

Conf. t0

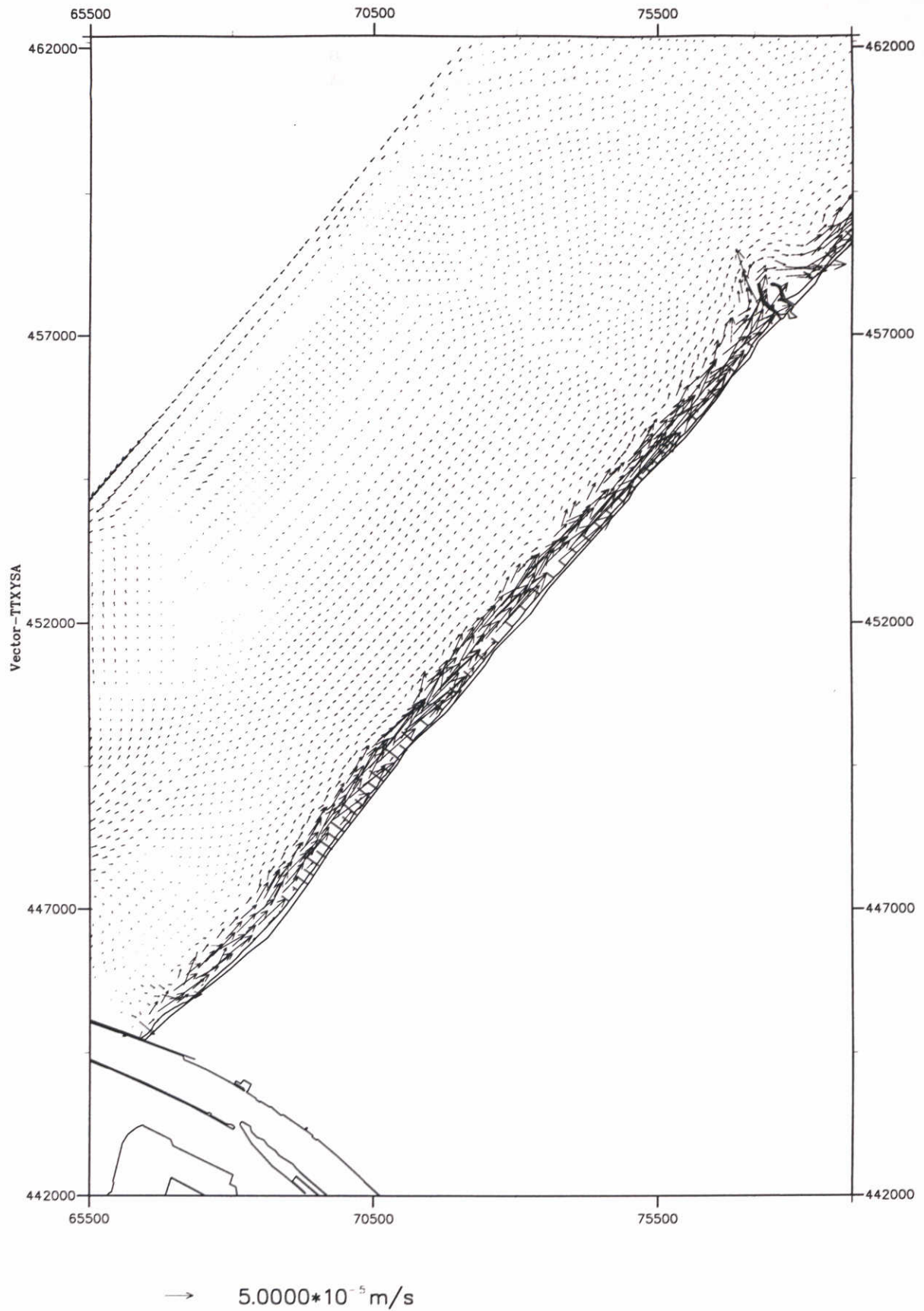
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.60



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WEST

Conf. t0

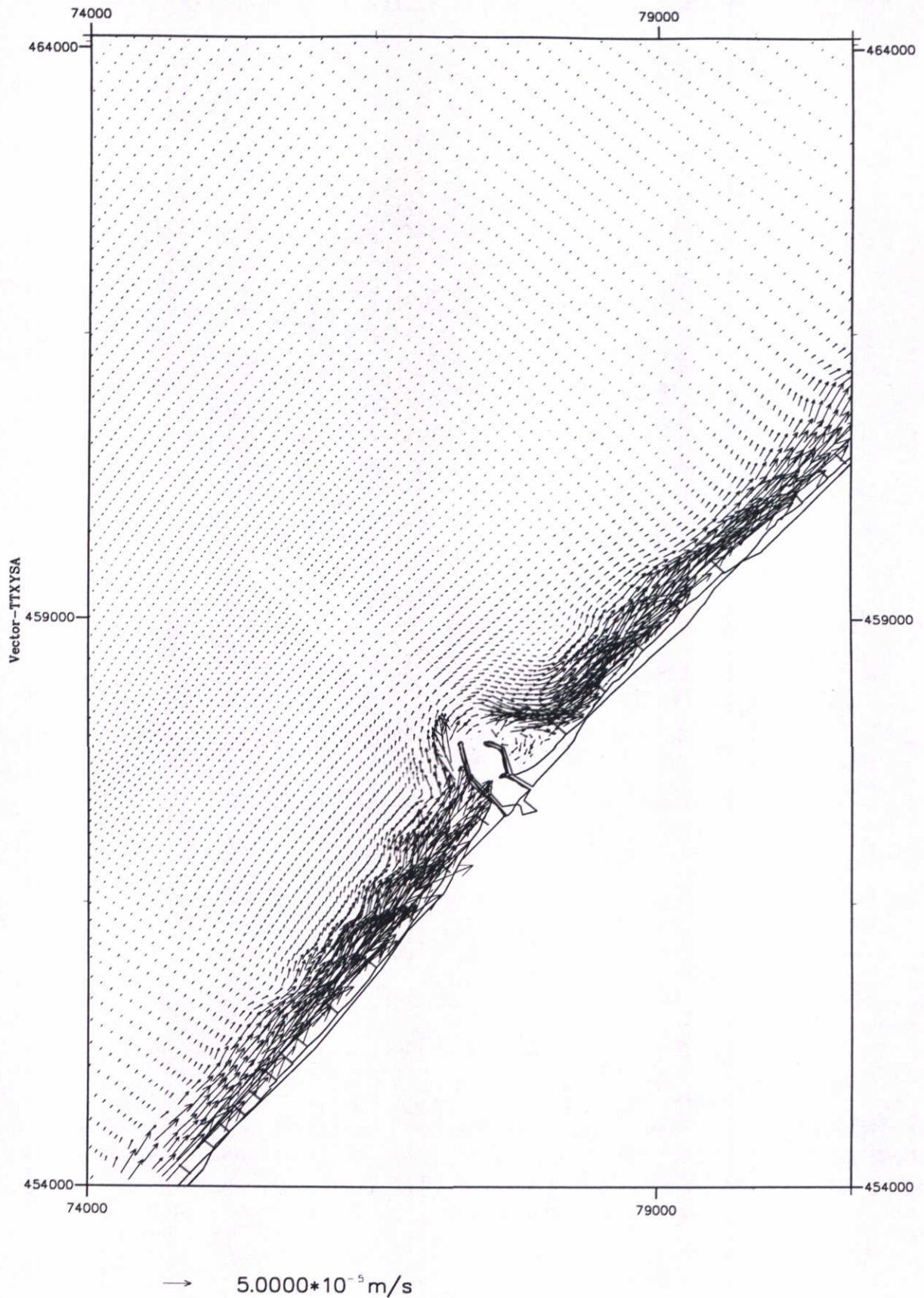
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.61



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WEST

Conf. t0

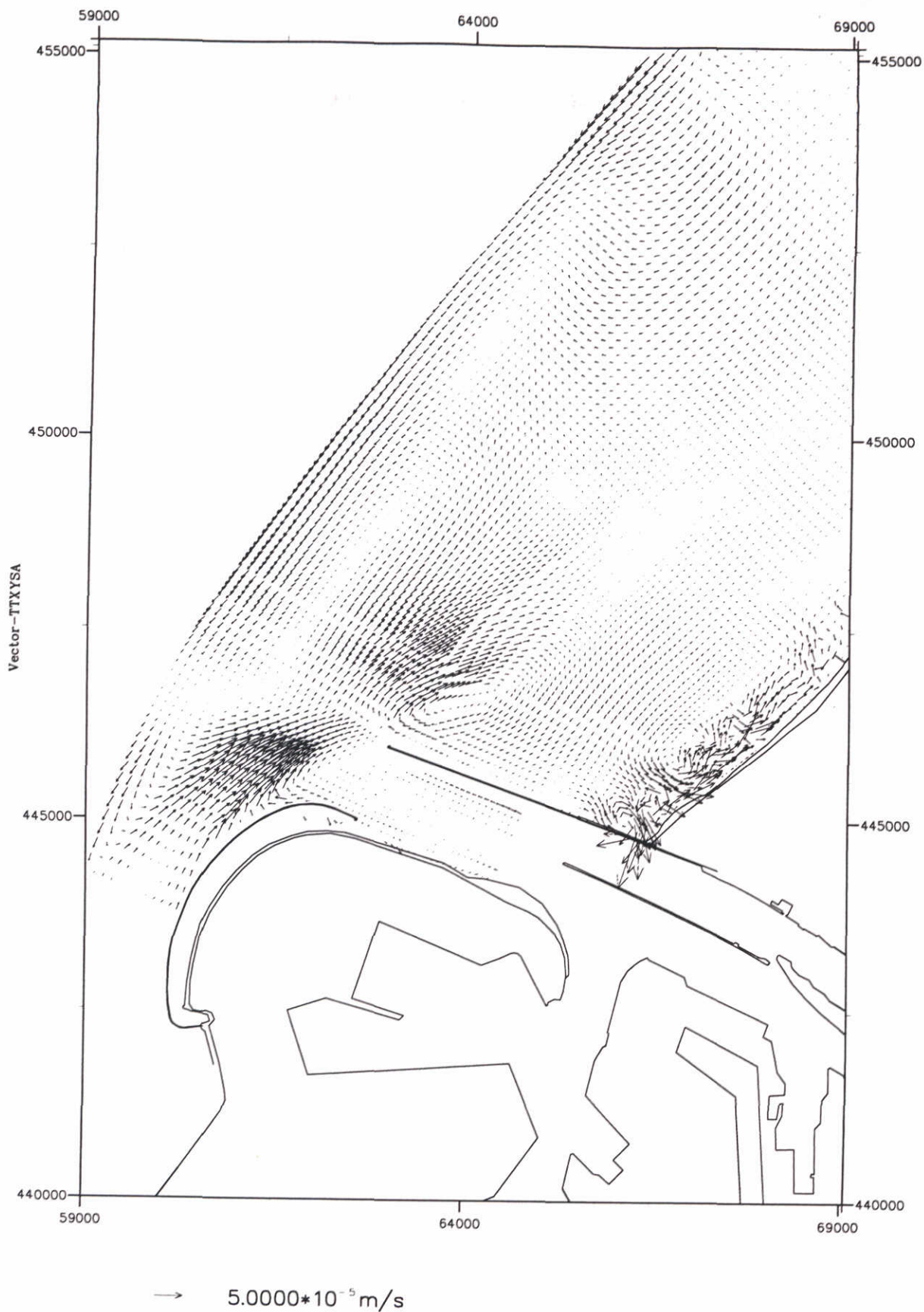
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.62



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t0

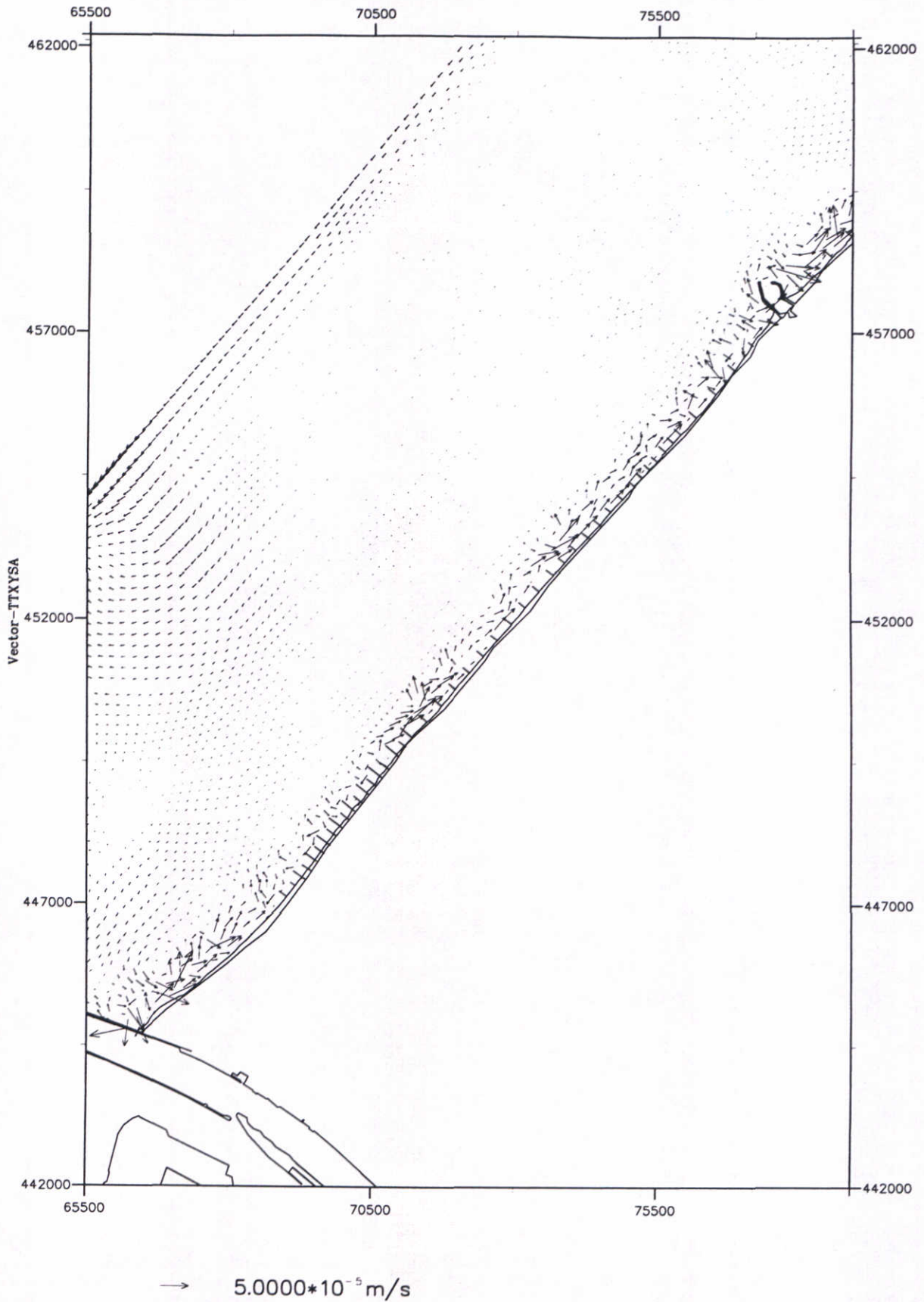
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.63



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t0

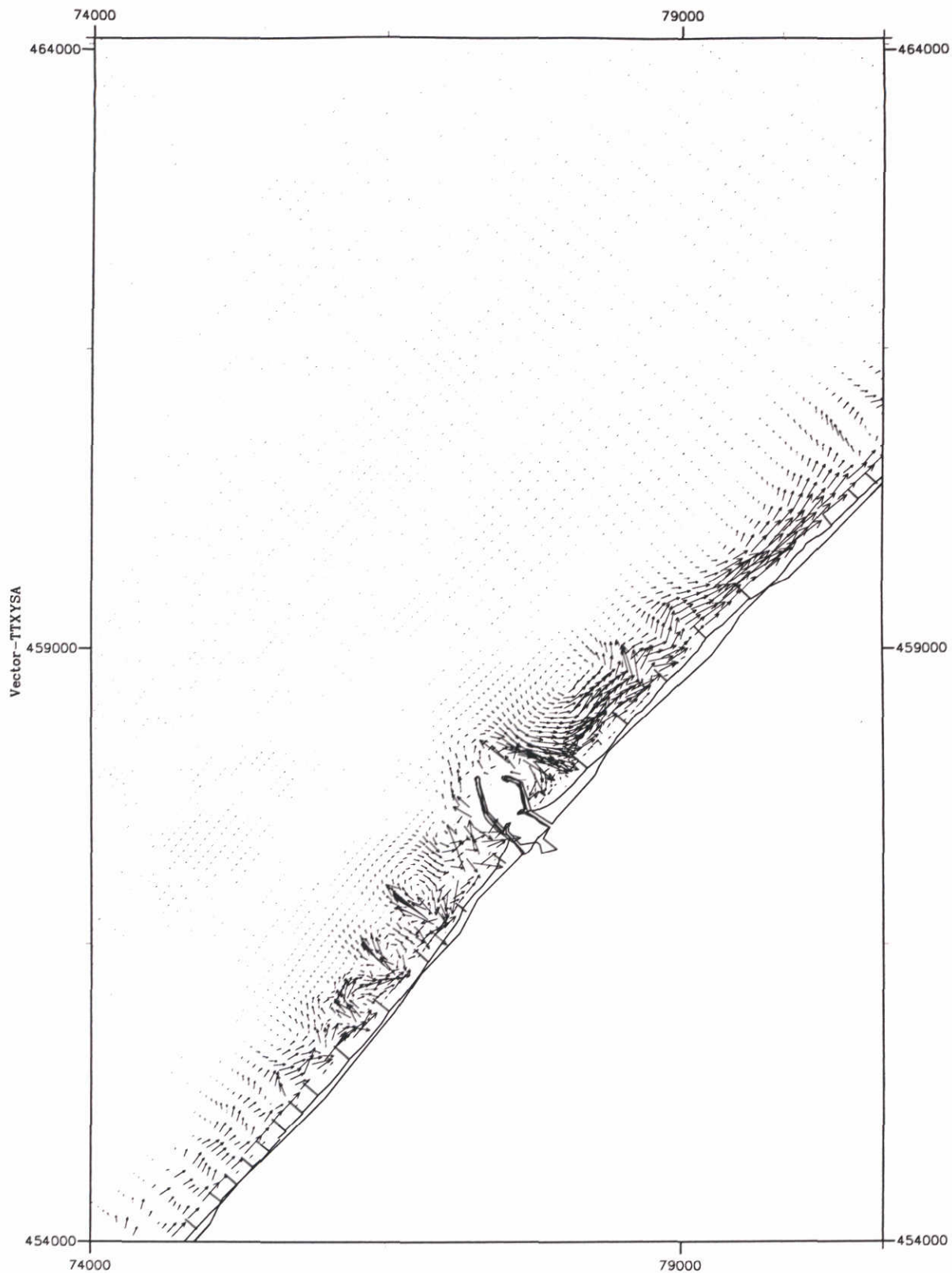
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.64



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t0

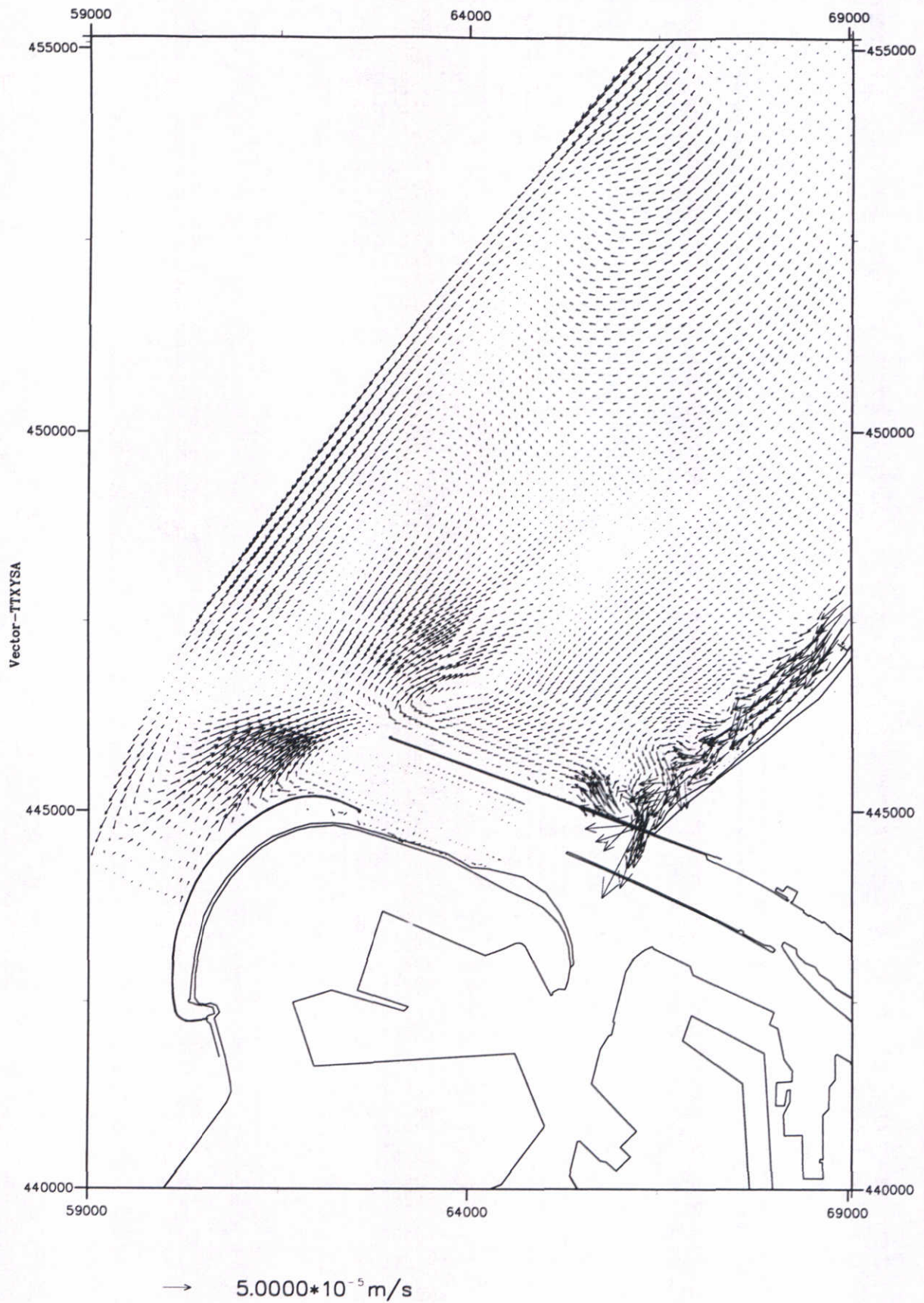
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.65



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

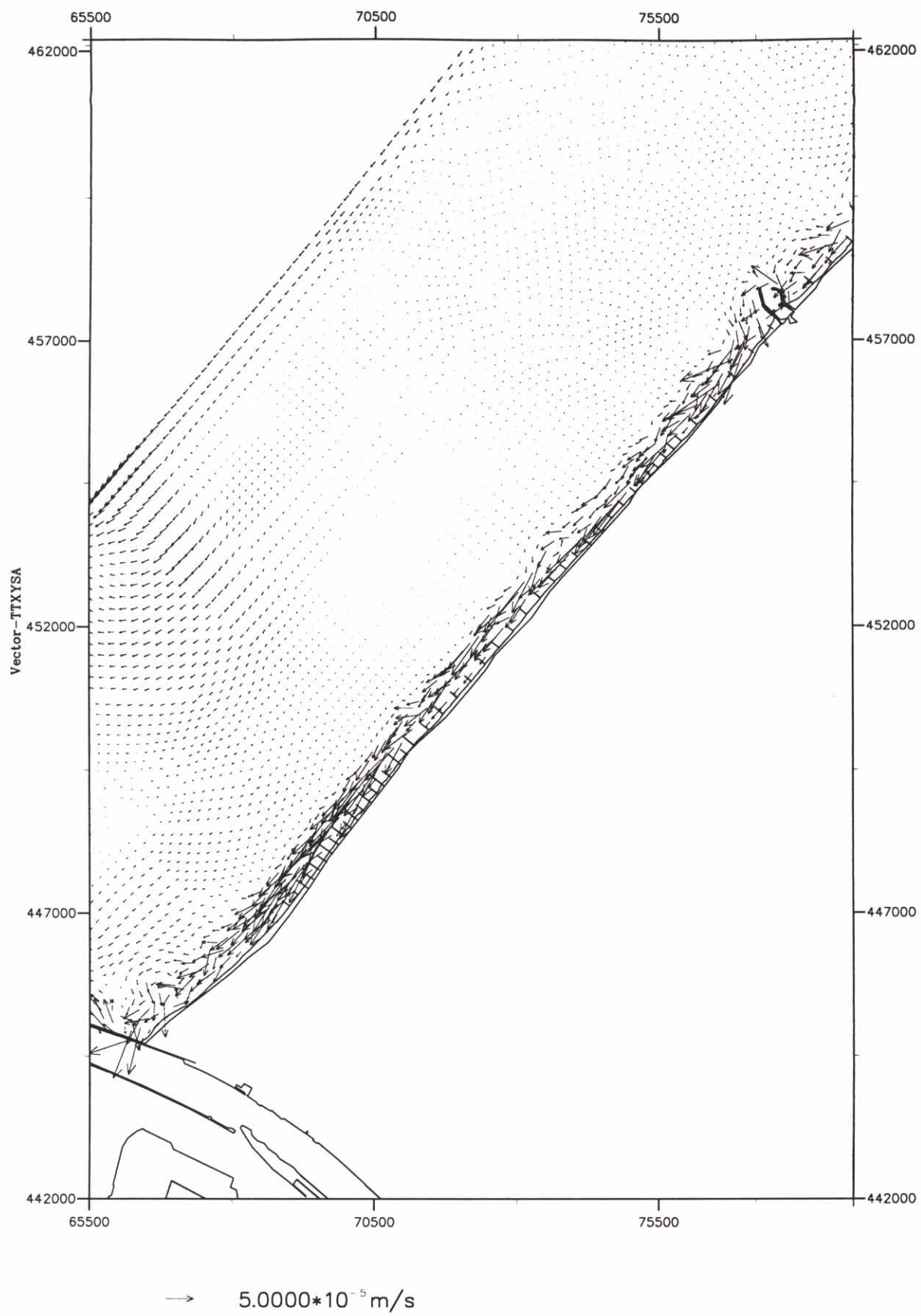
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.66



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

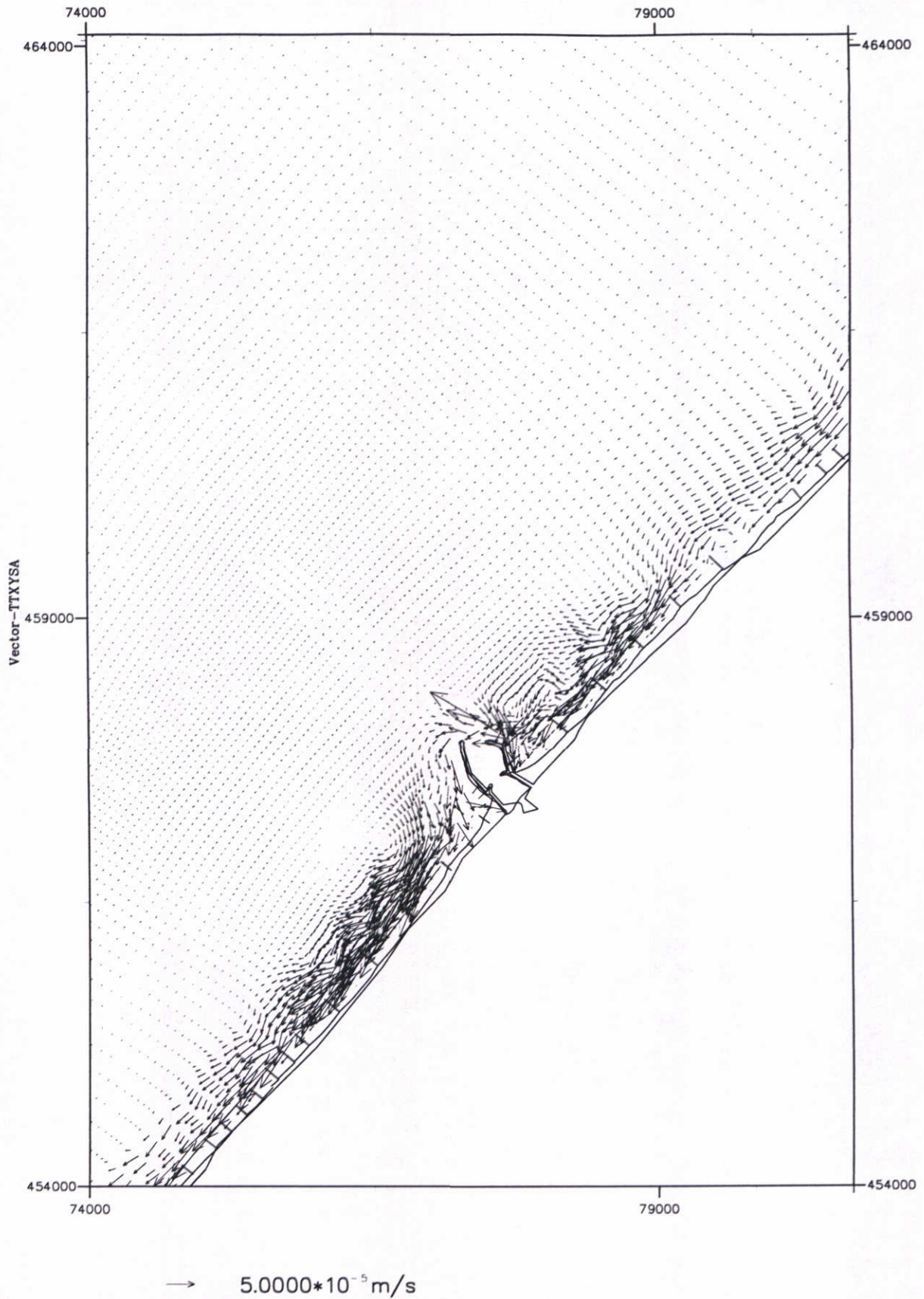
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.67



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t0

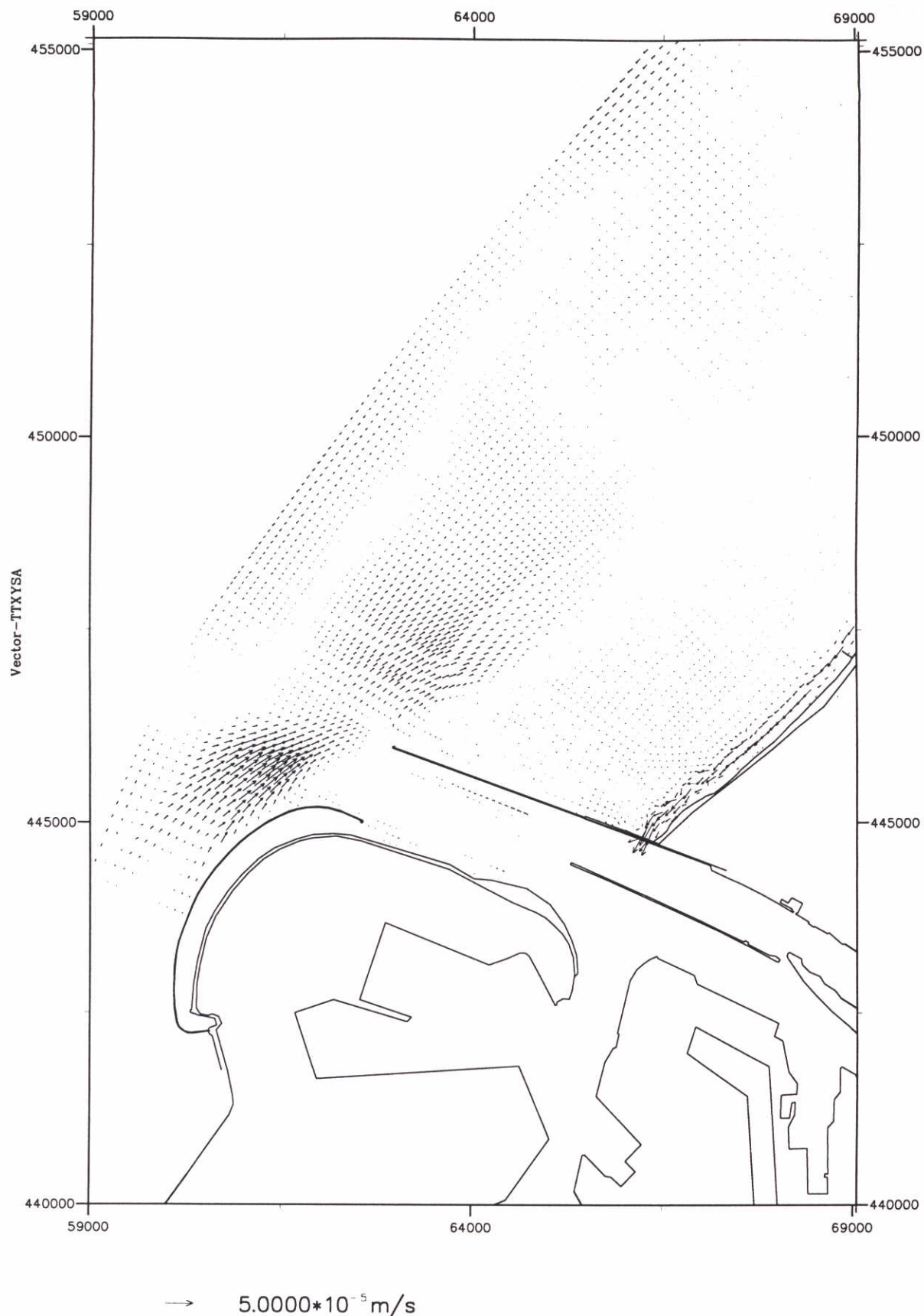
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.68



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORD

Conf. t0

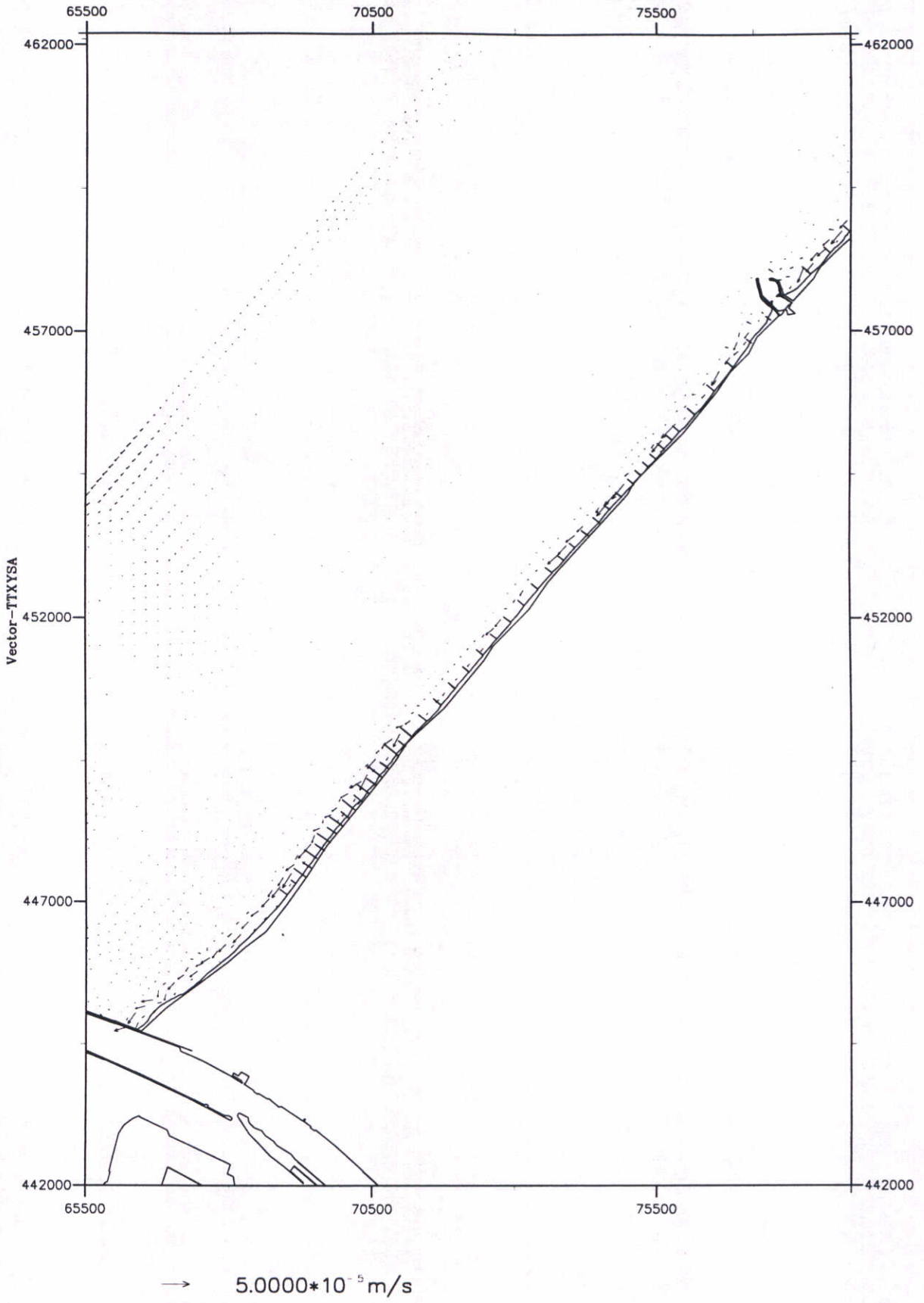
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.69



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORD

Conf. t0

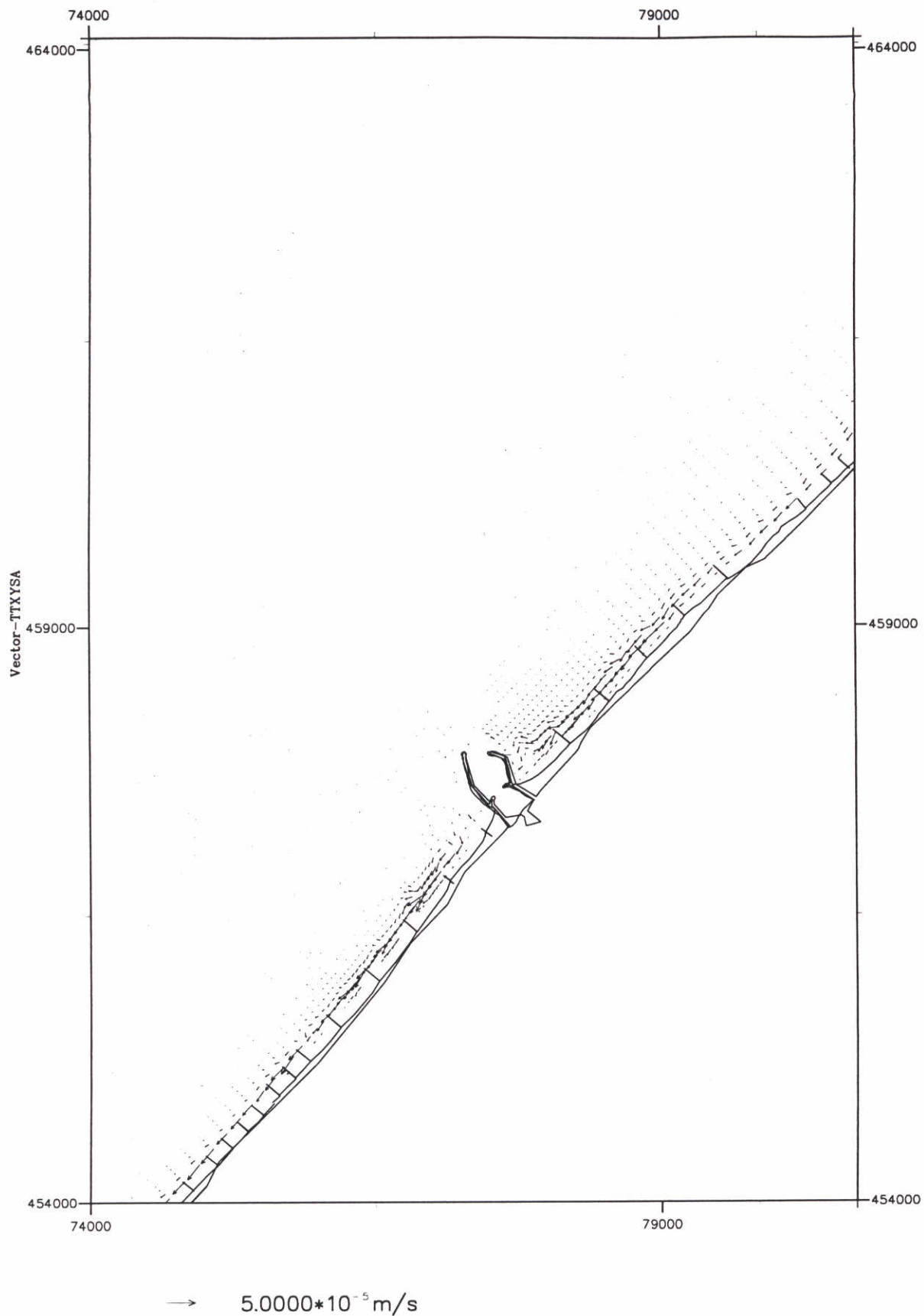
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG 4.70



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORD

Conf. t0

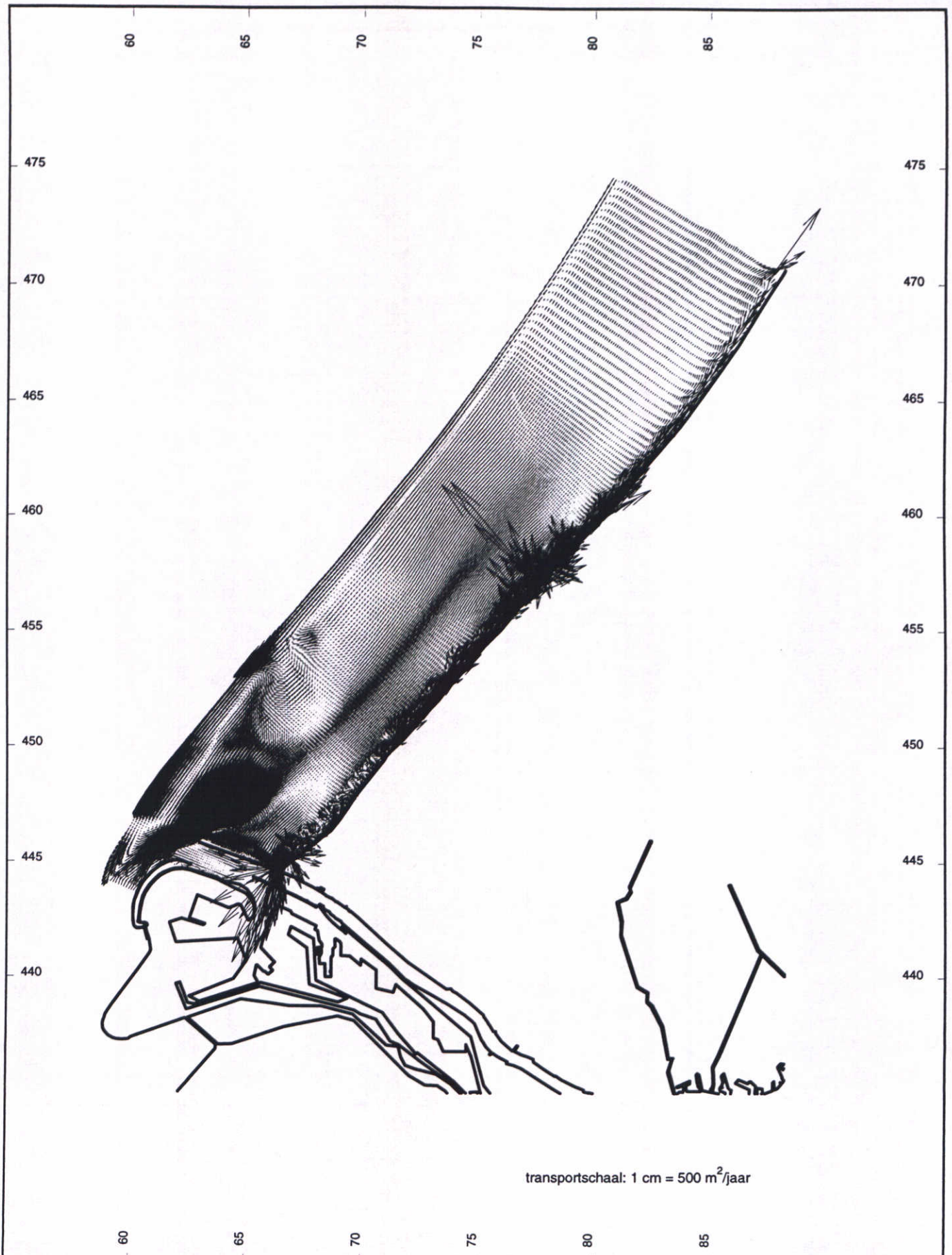
Rvw. r2

schaal 1:50000

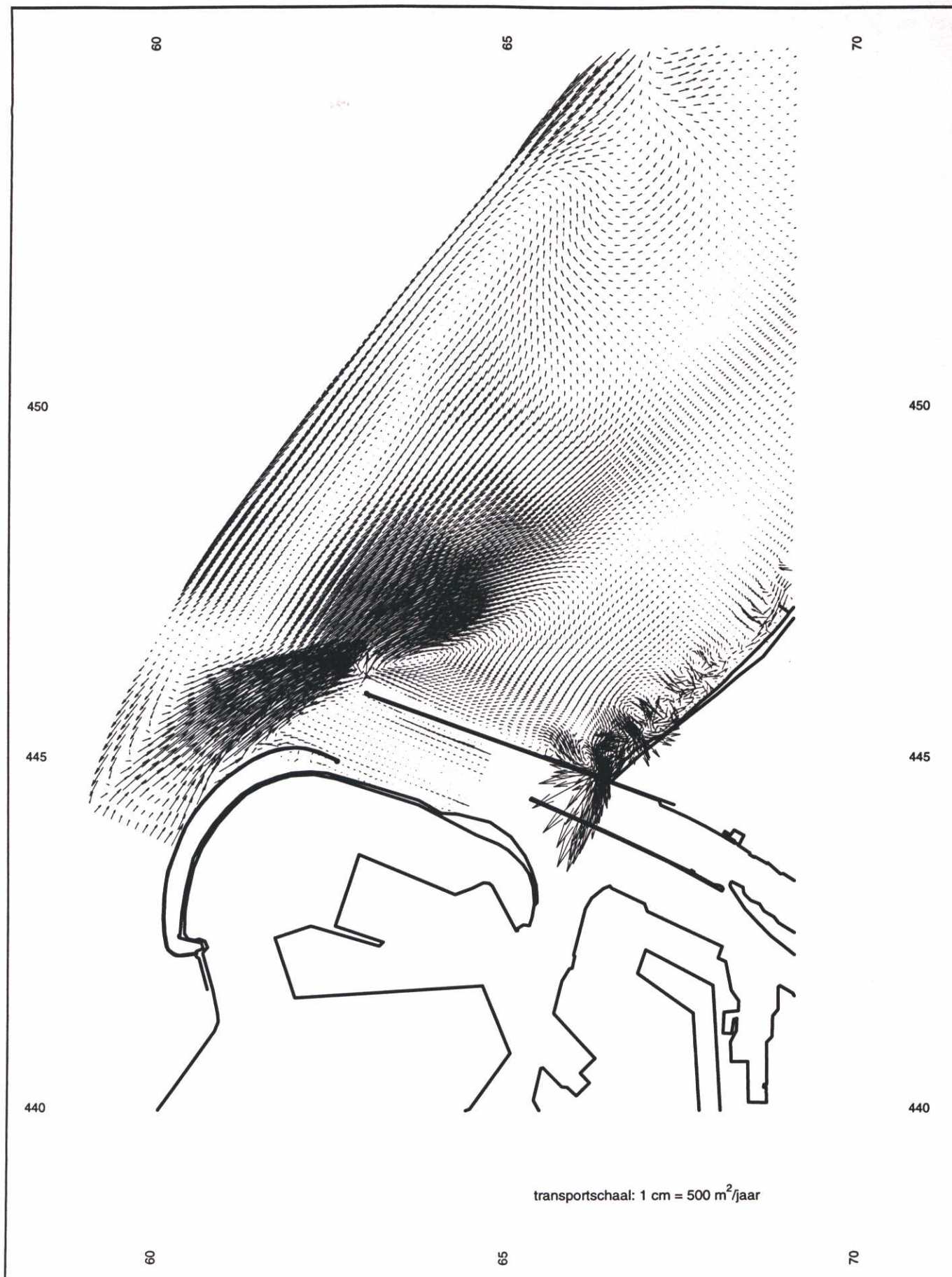
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

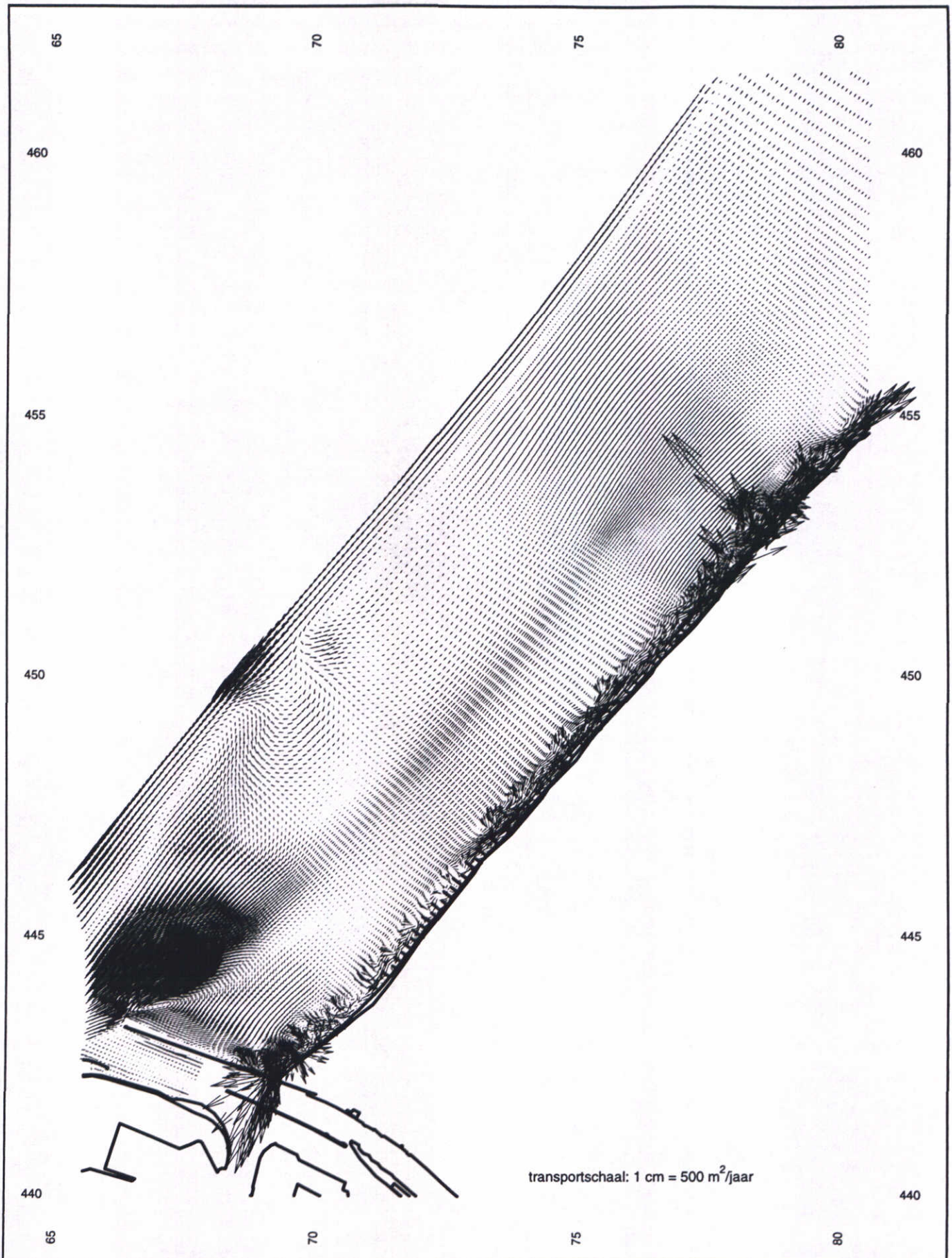
FIG 4.71



MODEL KUSTLOCATIE HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT RESTTRANSPORT GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t0	Rww. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.72



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIEMAAT RESTTRANSPORT GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t0	Rww. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.73



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT
 RESTTRANSPORT GEWOGEN NA 1 JAAR

Conf. t0

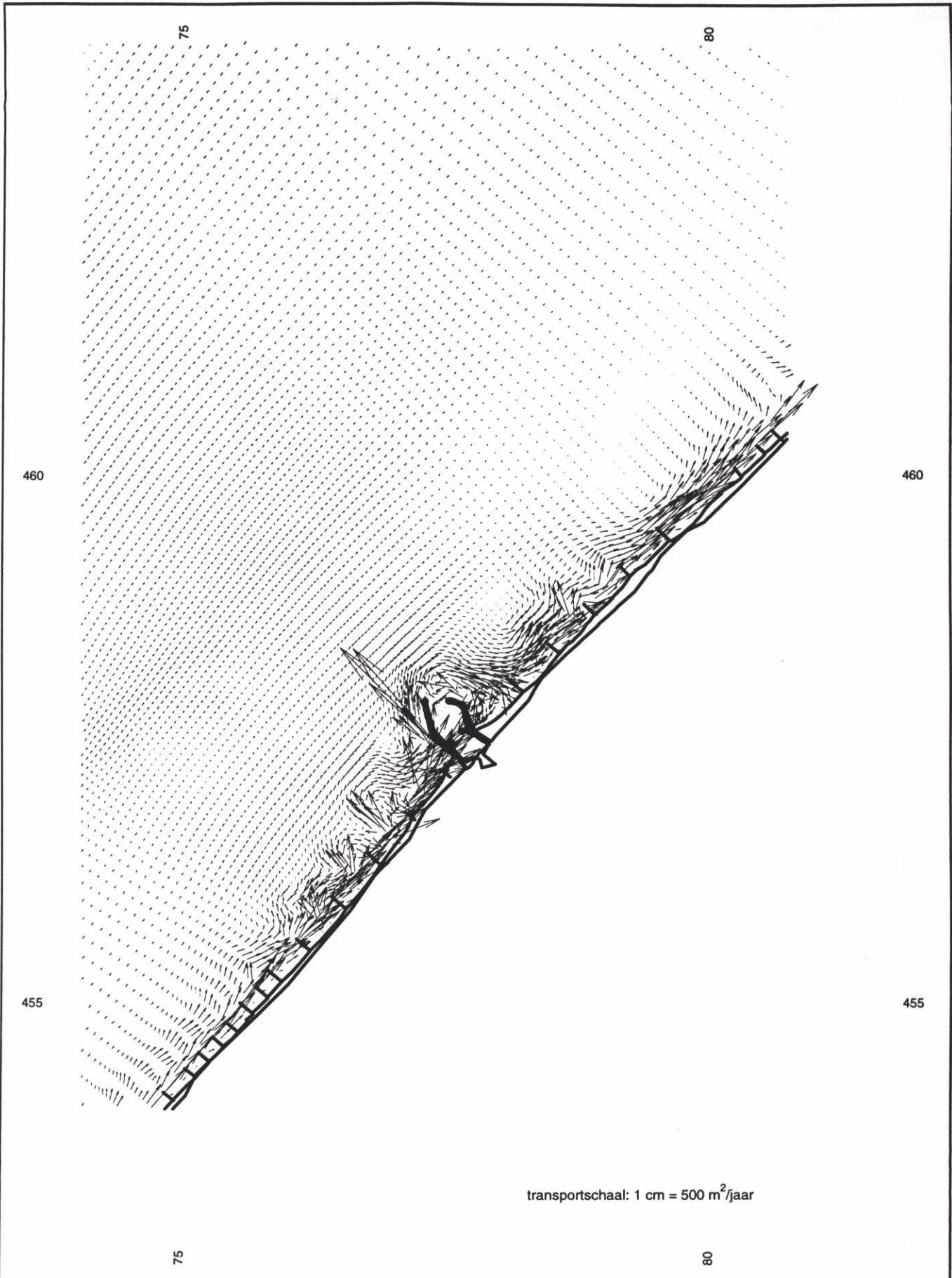
Rww. r2

schaal 1:100000

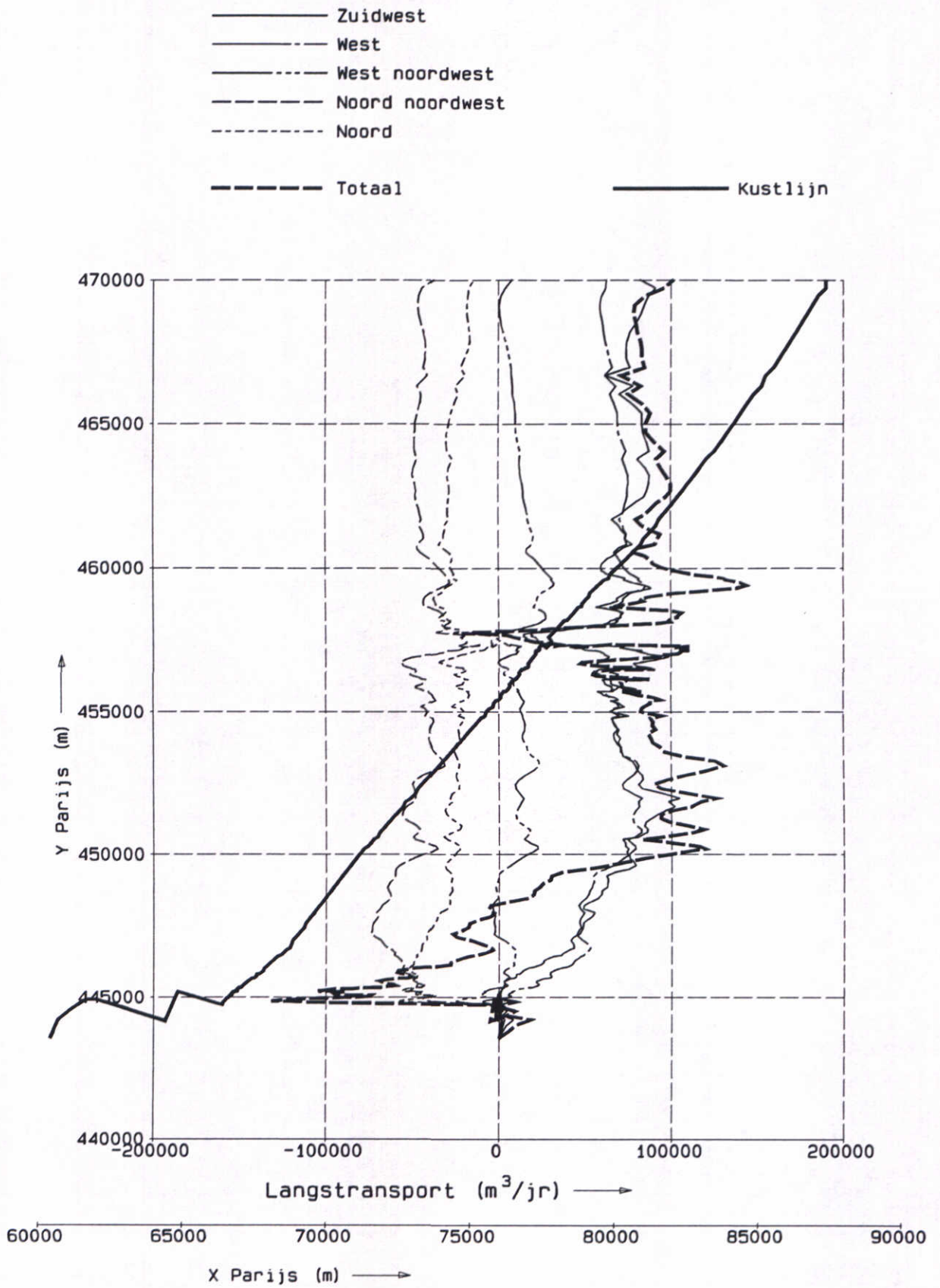
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.74



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT RESTTRANSPORT GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t0	Rww. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.75



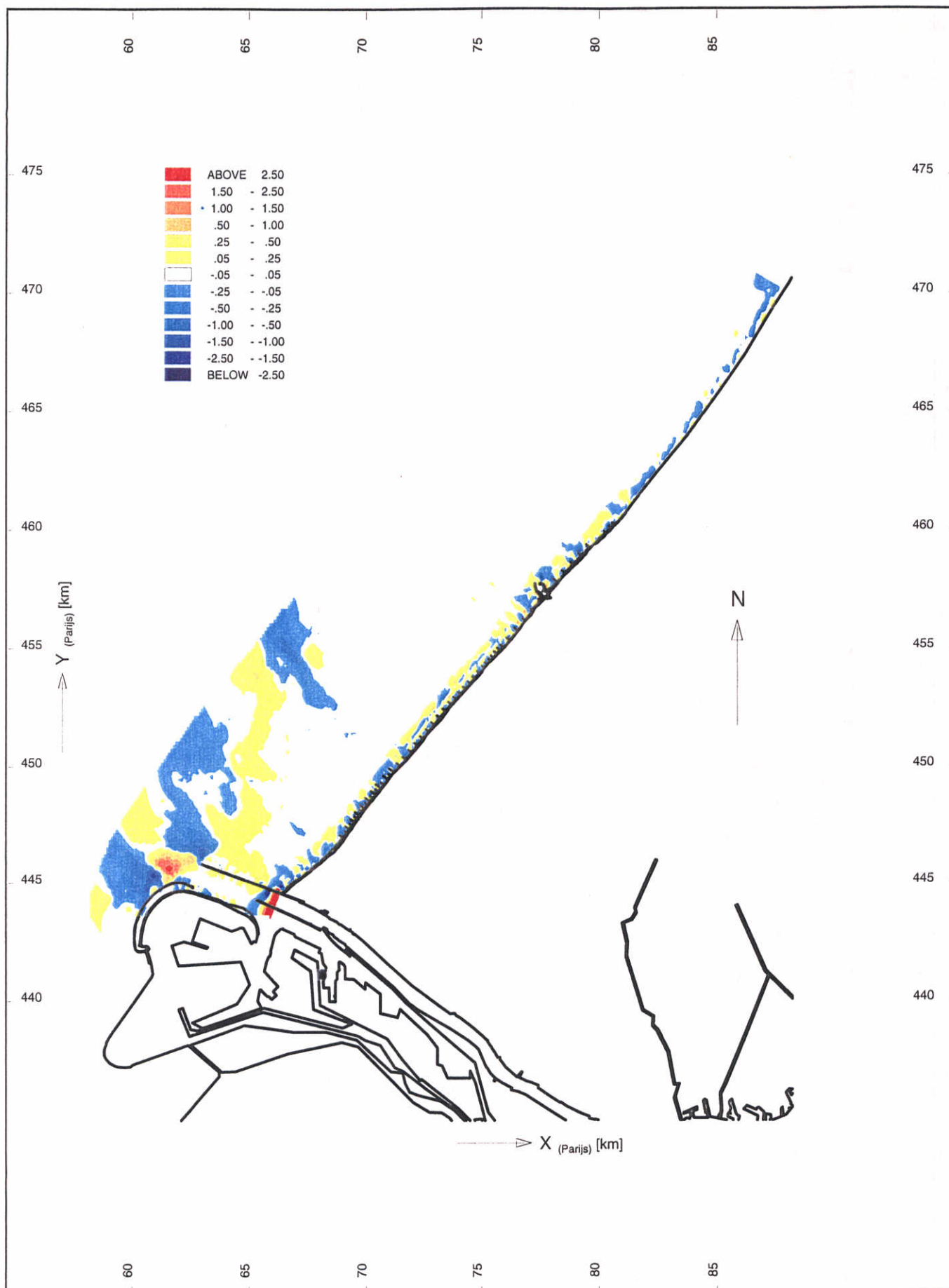
GEINTEGREERDE LANGSTRANSPORTEN
 PER CONDITIE EN GEWOGEN TOTAAL
 TO SITUATIE

Delft2D-MOR

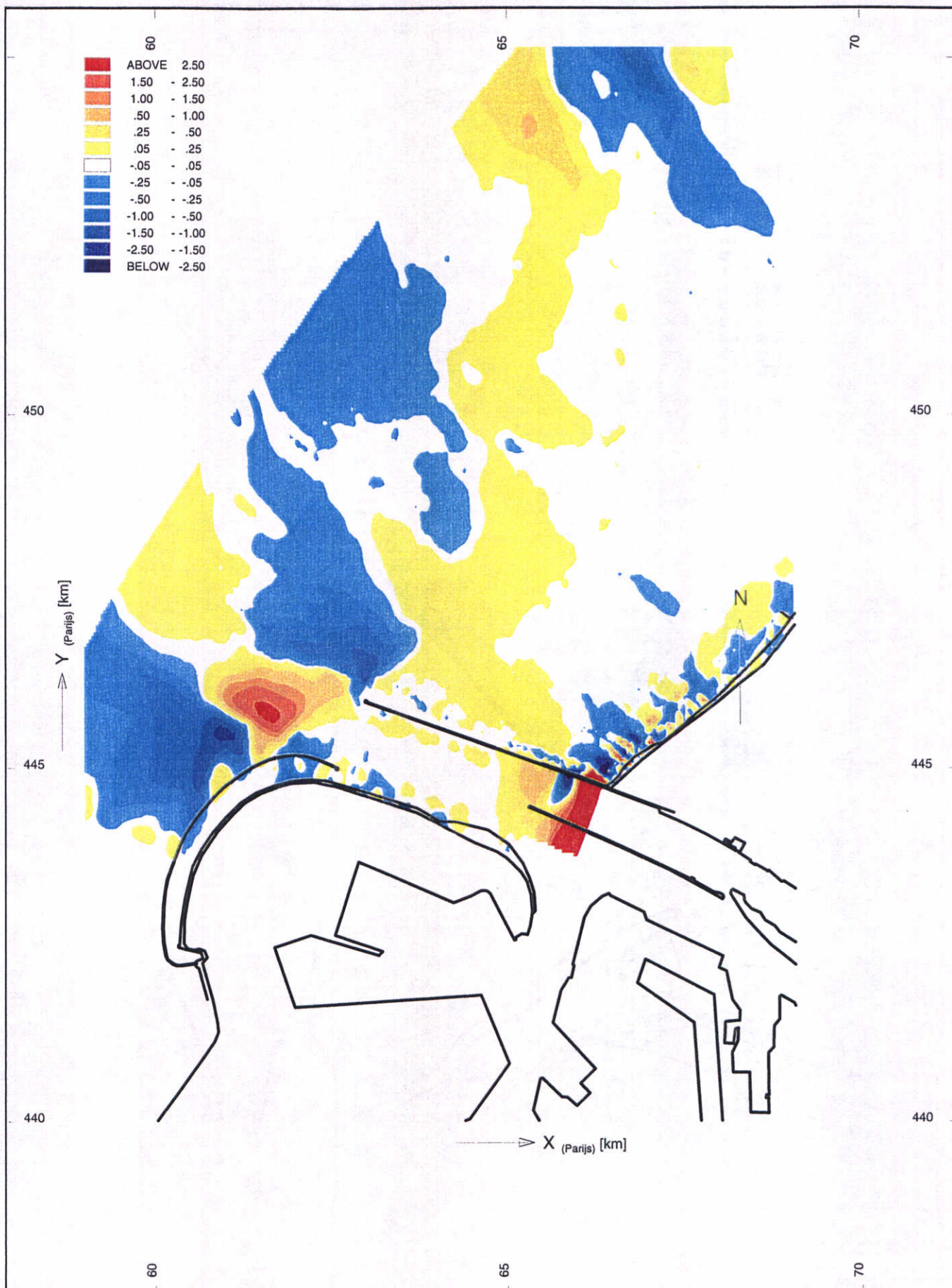
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

TO

FIG. 4.76



MODEL KUSTLOCATIE HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.77



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 1 JAAR

Conf. t0

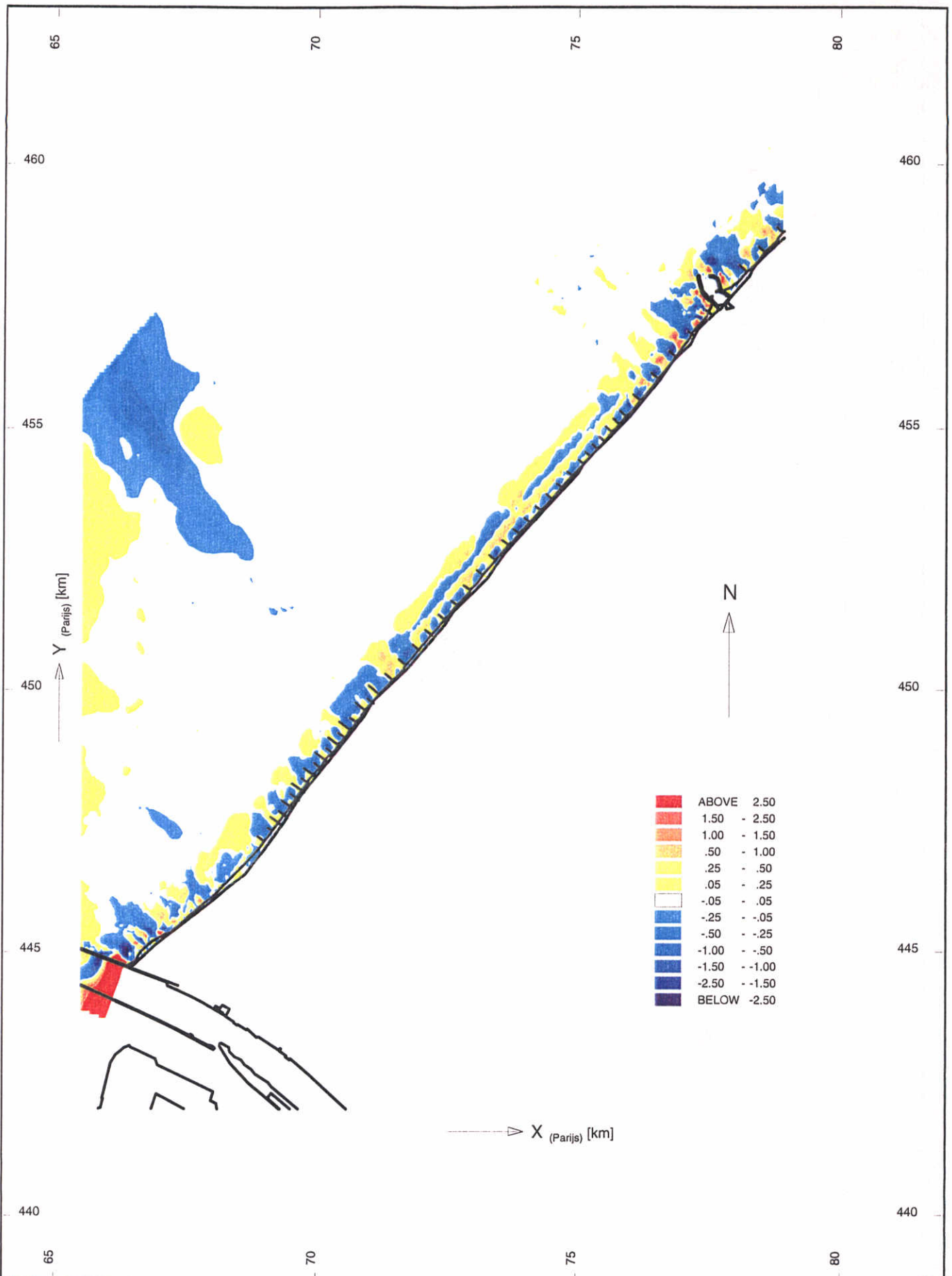
Rww. r2

schaal 1:75000

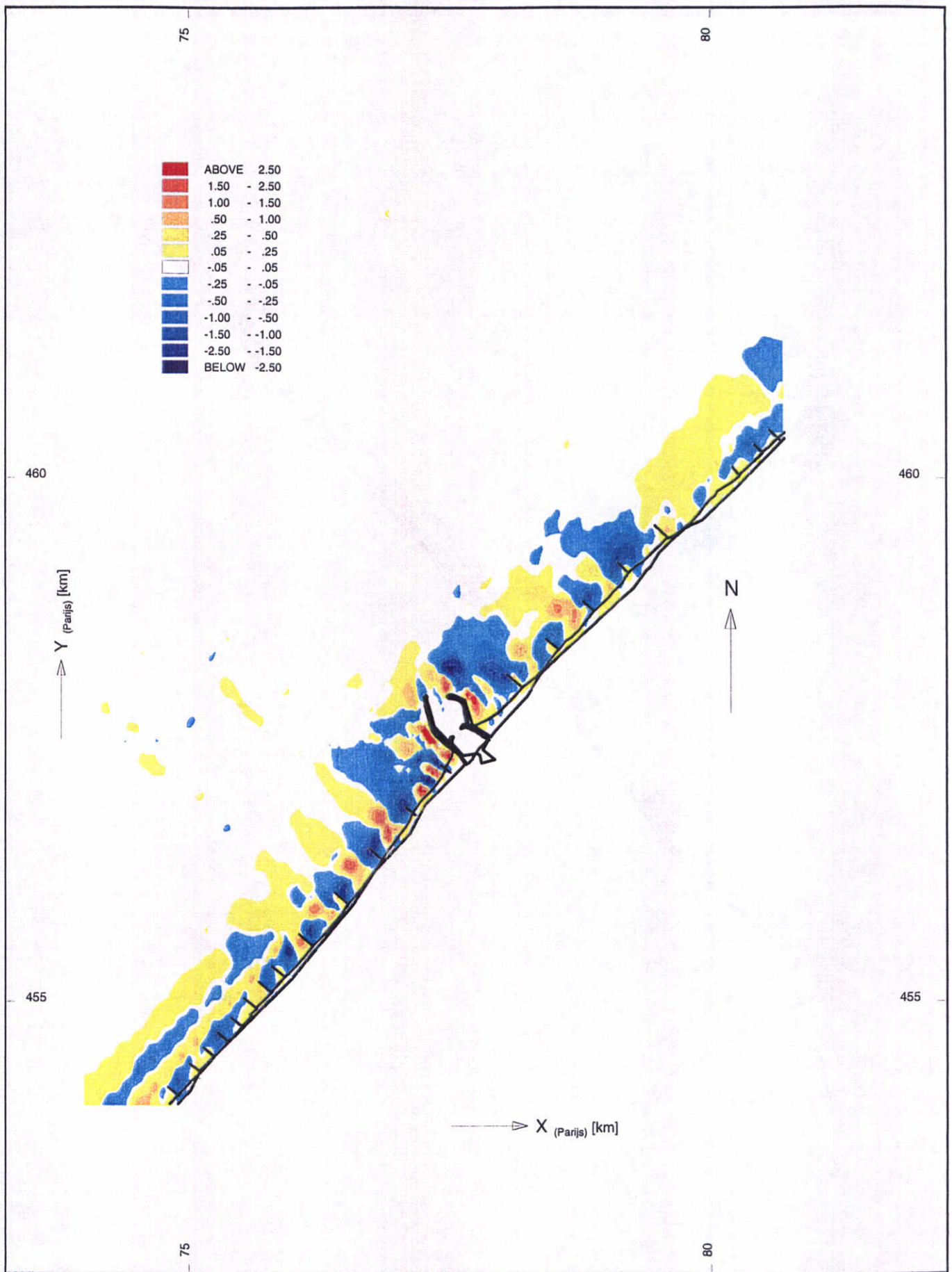
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.78



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:100000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.79



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.80



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN ZUIDWEST

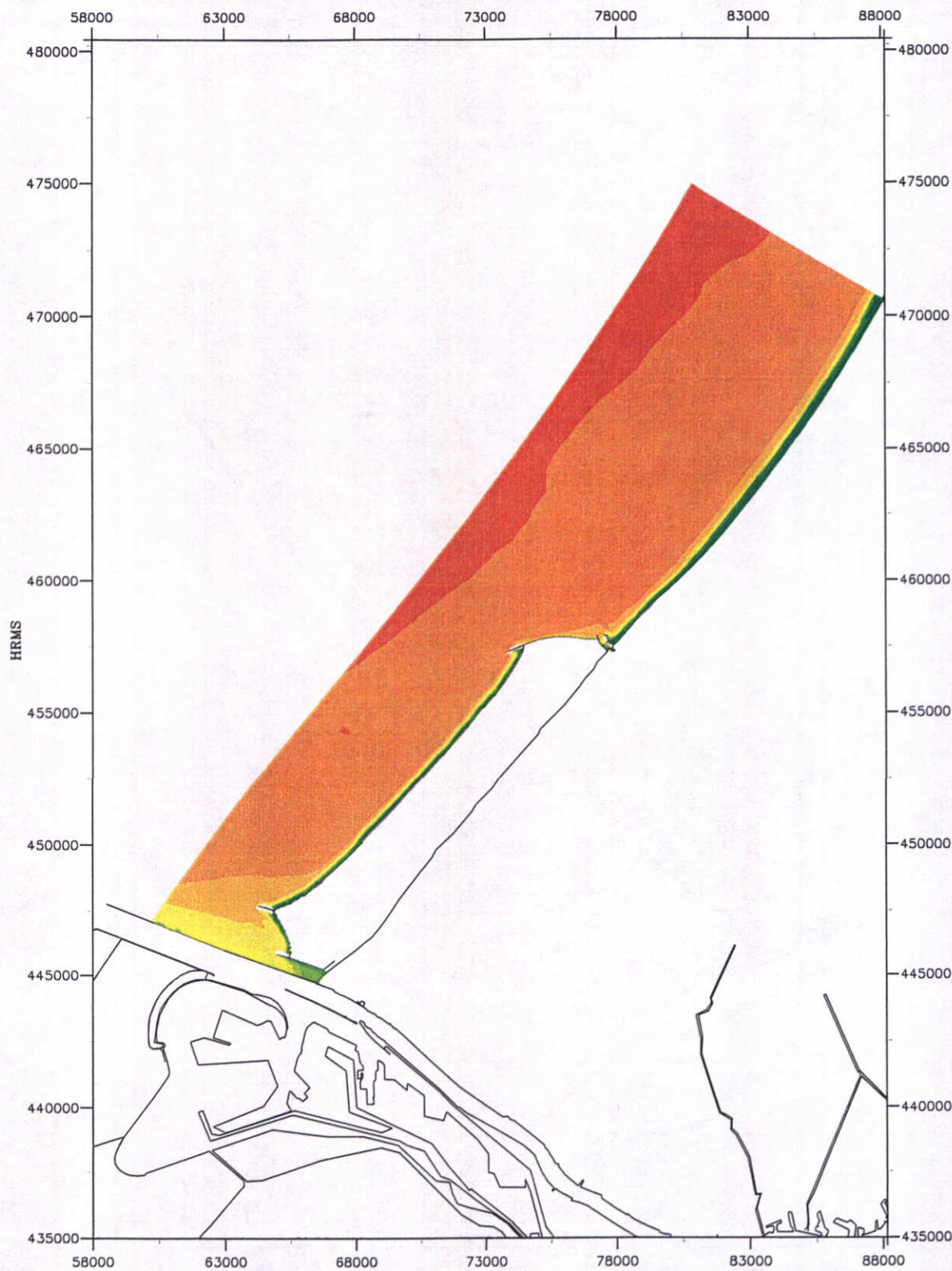
Conf. t2 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.81



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WEST

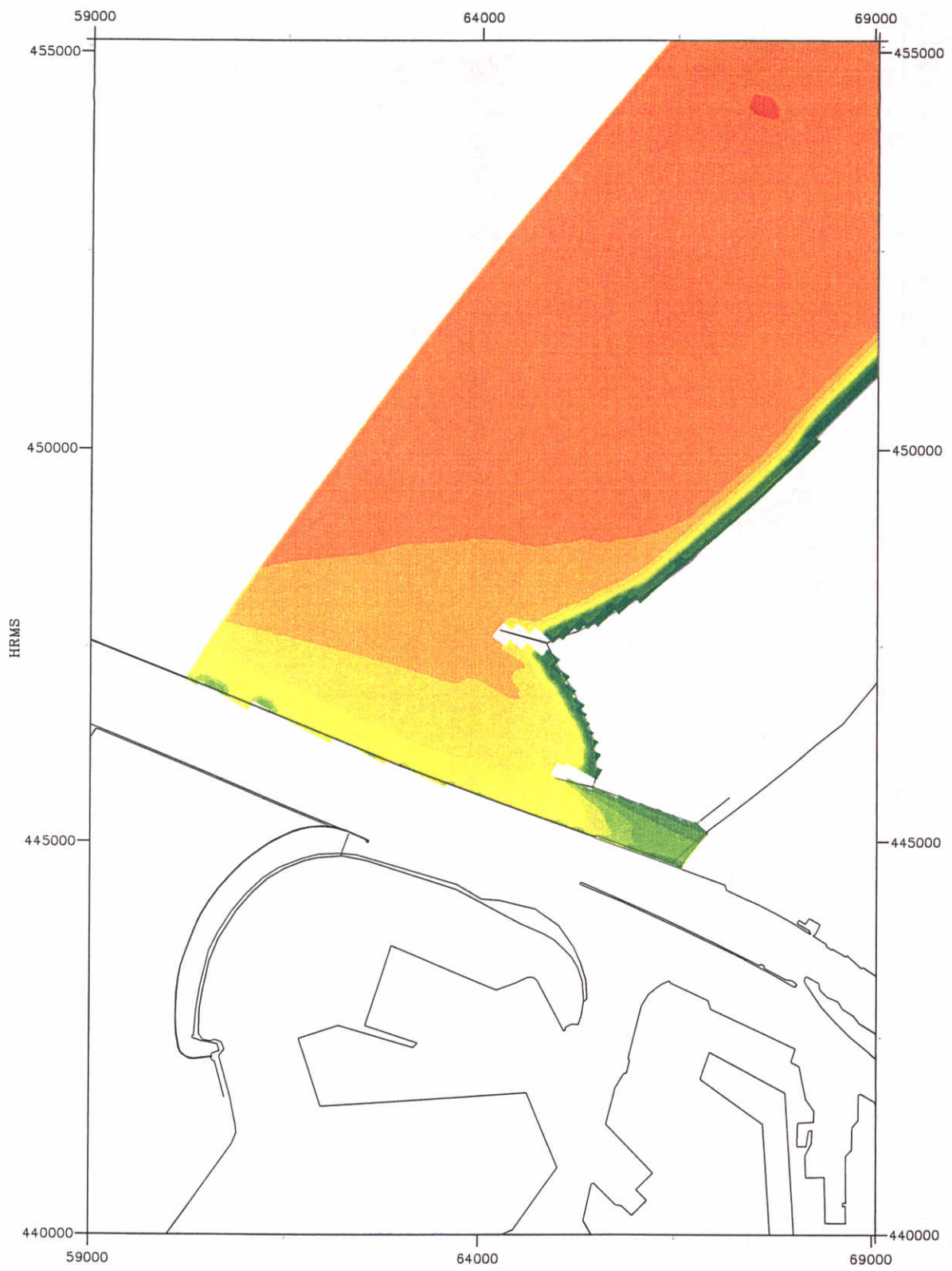
Conf. t2 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.82



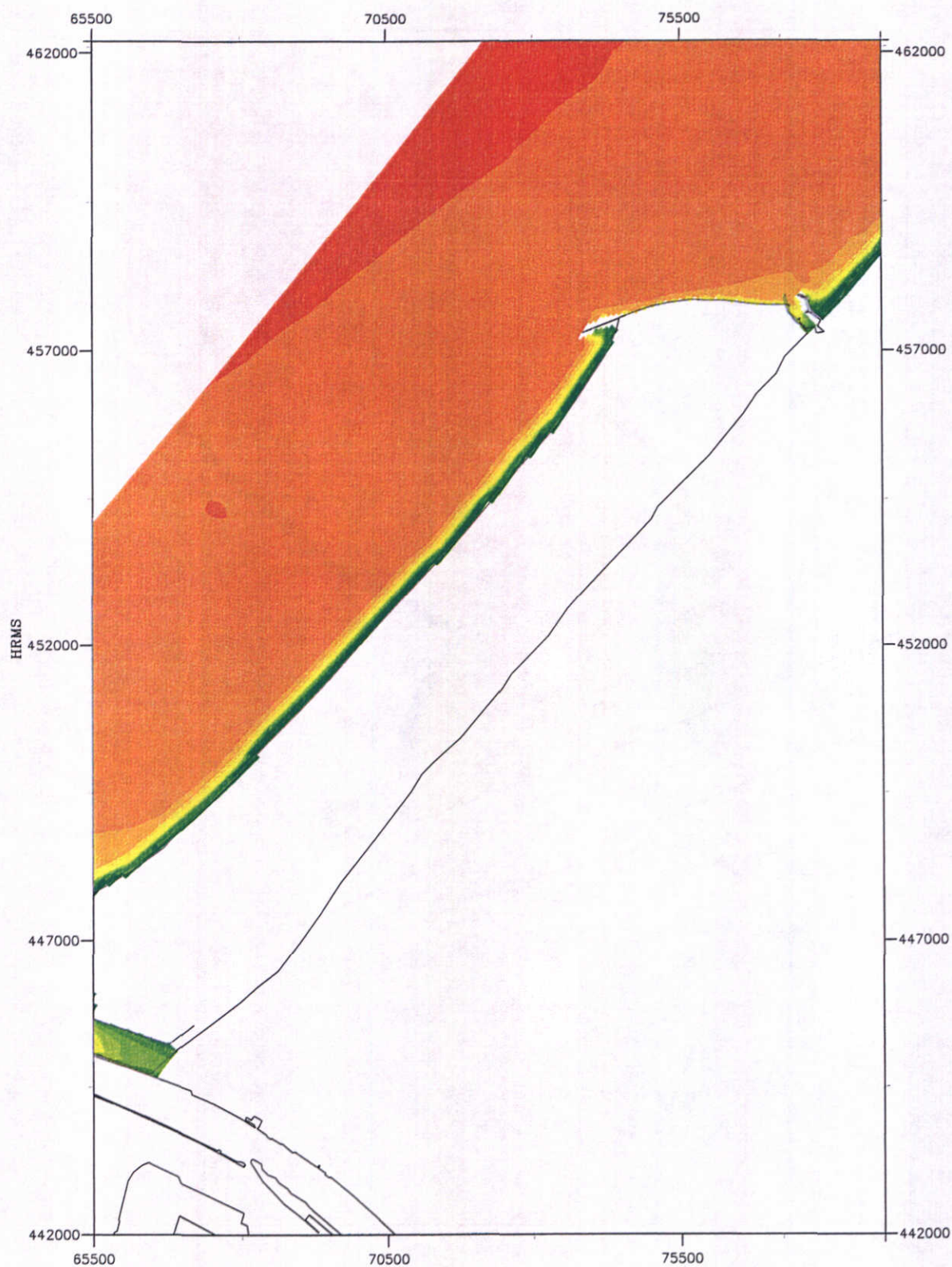
MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WEST

Conf. t2	Rvw. r2
----------	---------

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142	FIG. 4.83
--------	-----------



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WEST

Conf. t2

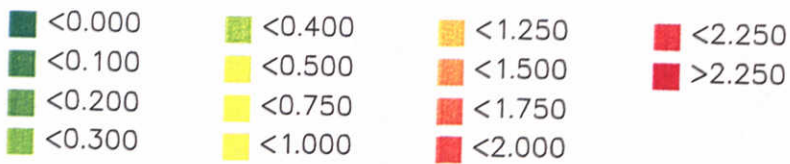
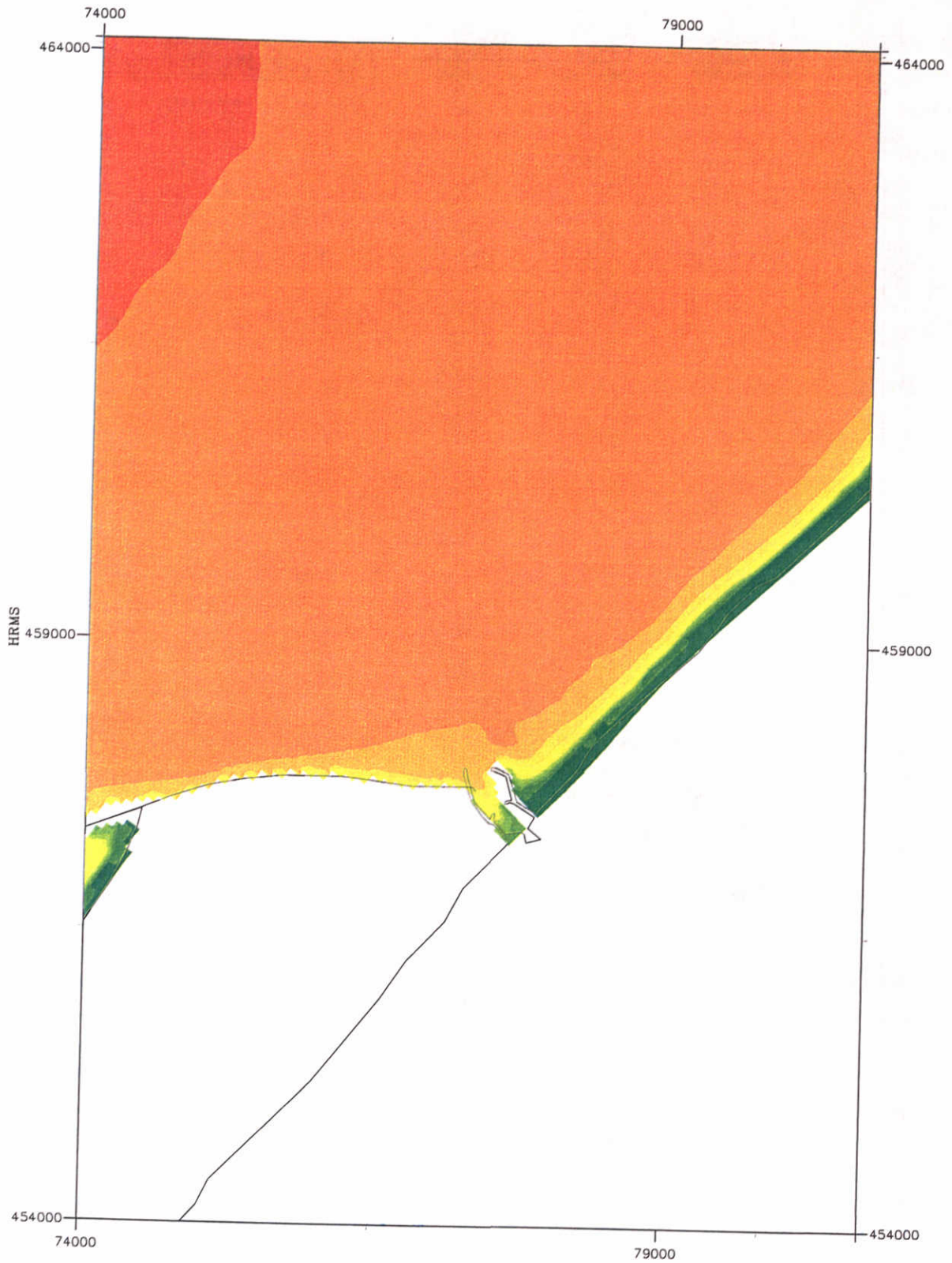
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.84



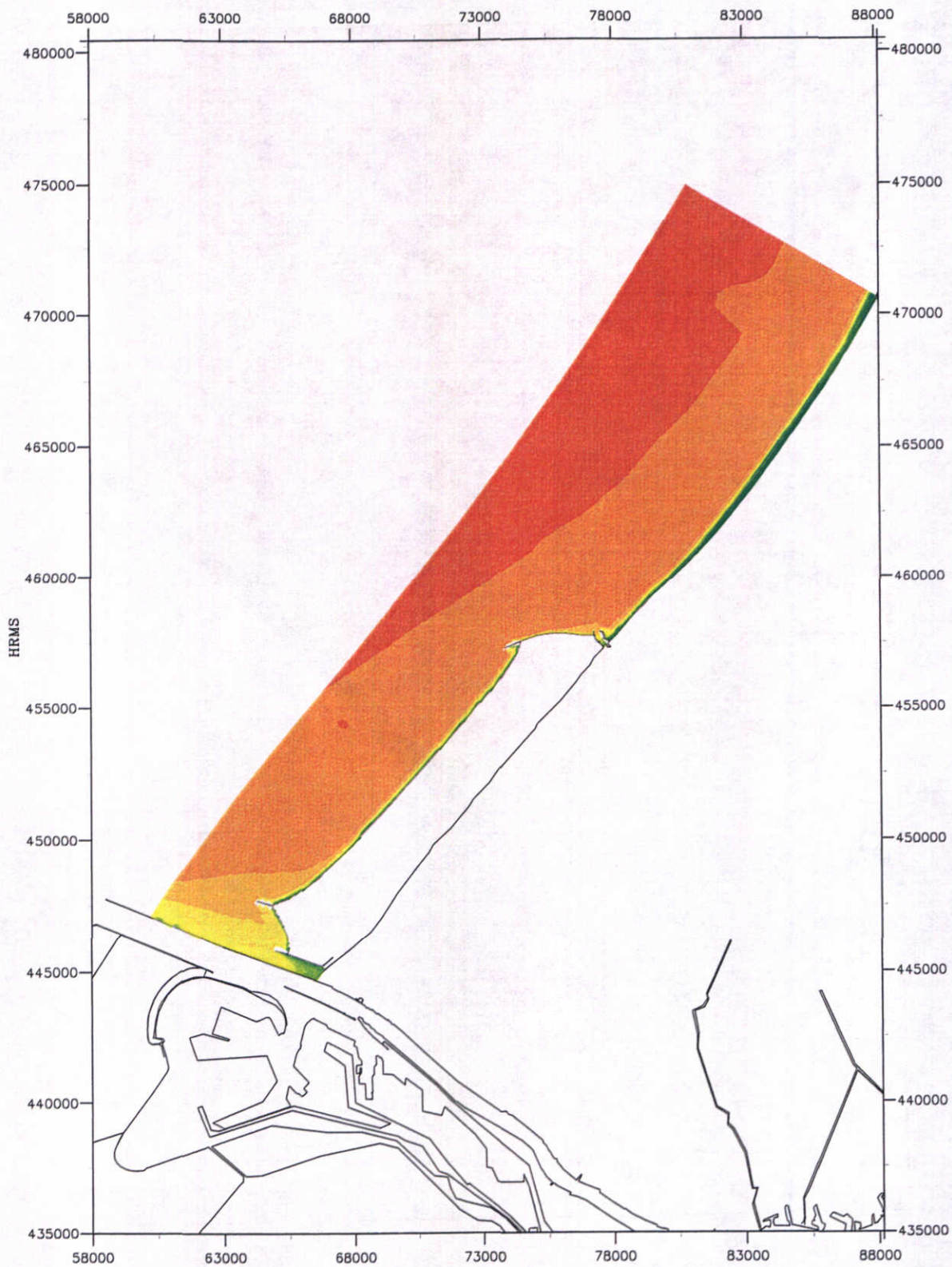
MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN WEST

Conf. t2 | Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142 | FIG. 4.85



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – HW; GOLVEN WEST

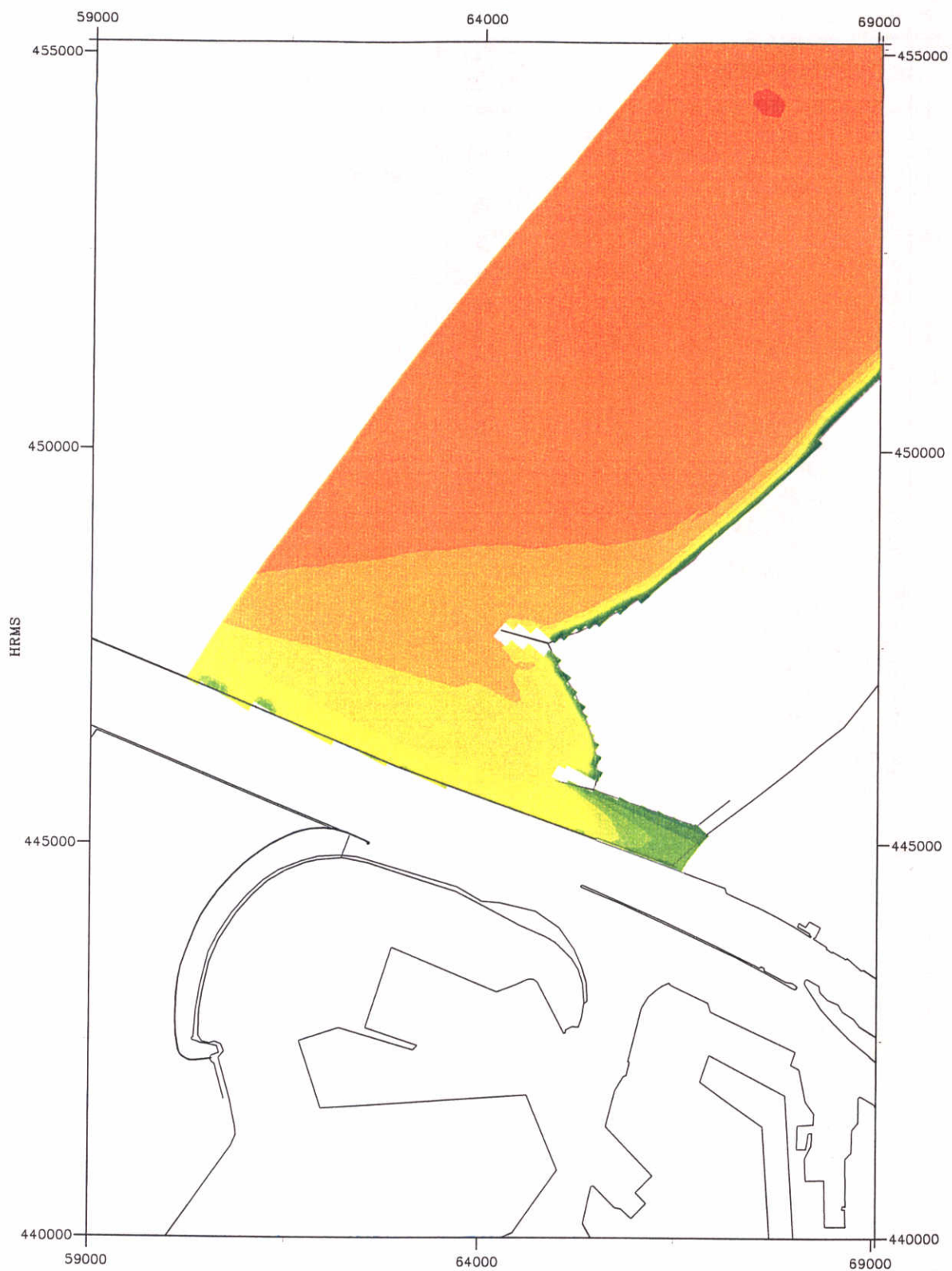
Conf. t2 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.86



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – HW; GOLVEN WEST

Conf. t2

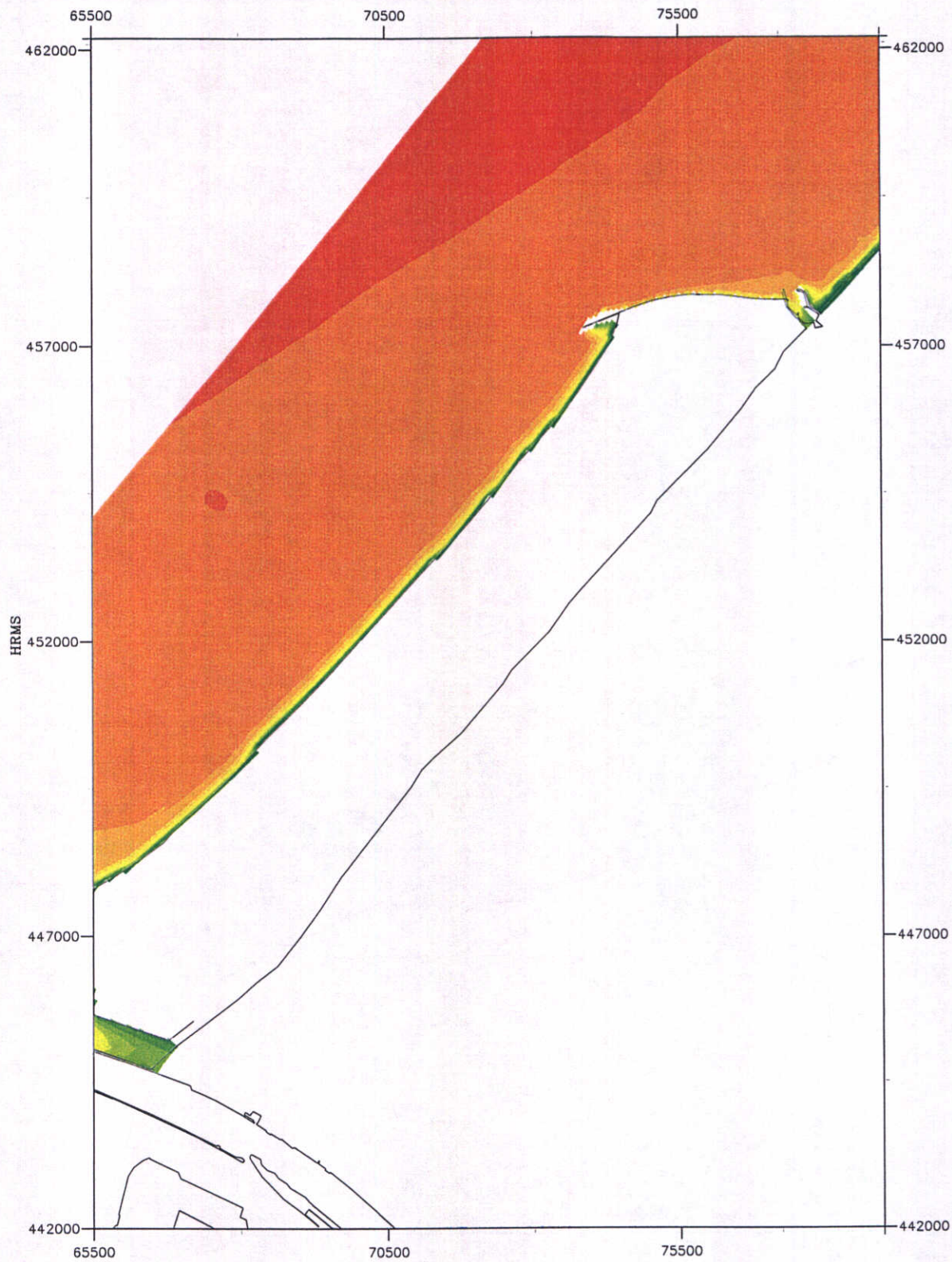
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.87



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – HW; GOLVEN WEST

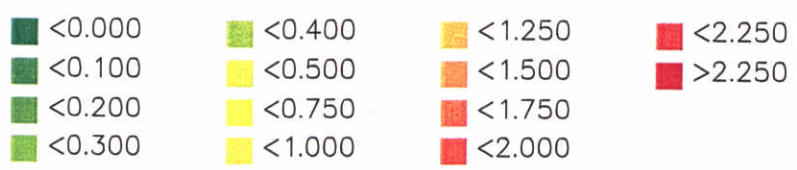
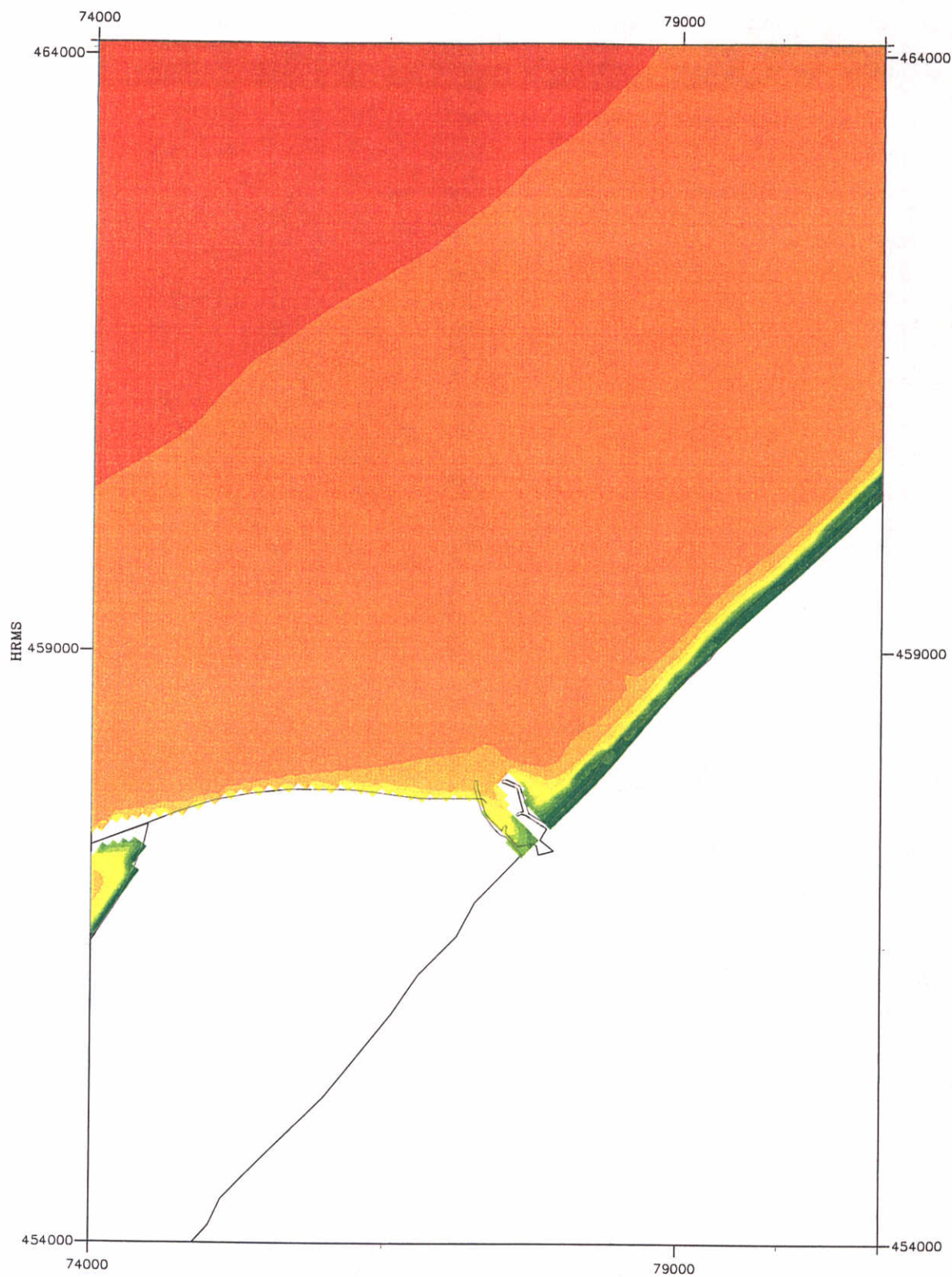
Conf. t2 Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.88



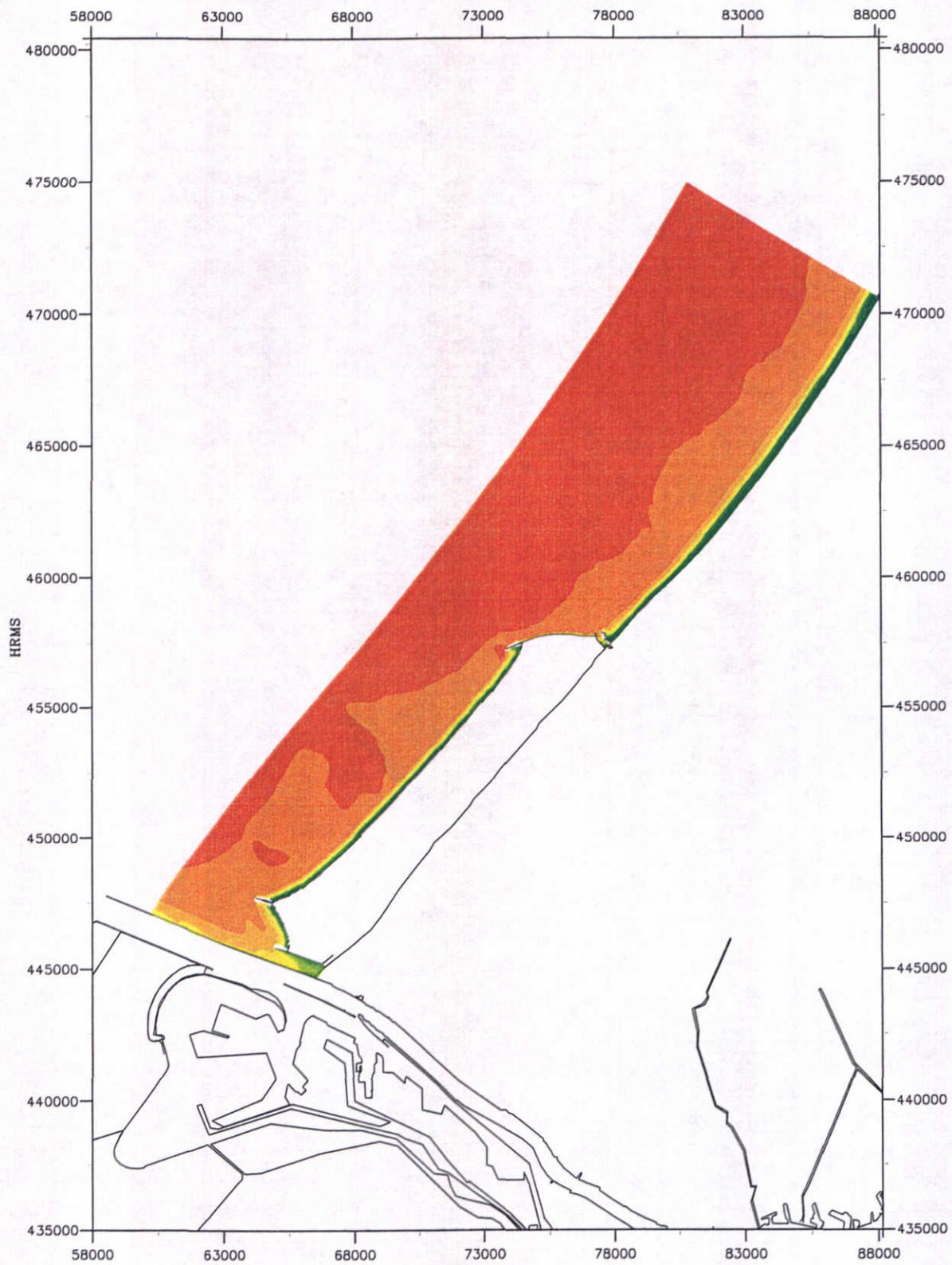
MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – HW; GOLVEN WEST

Conf. t2 Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142 FIG. 4.89



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GOLFHOOIJTEVERDELING – LW; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2 Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.90



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.91



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW; GOLVEN NOORD

Conf. t2

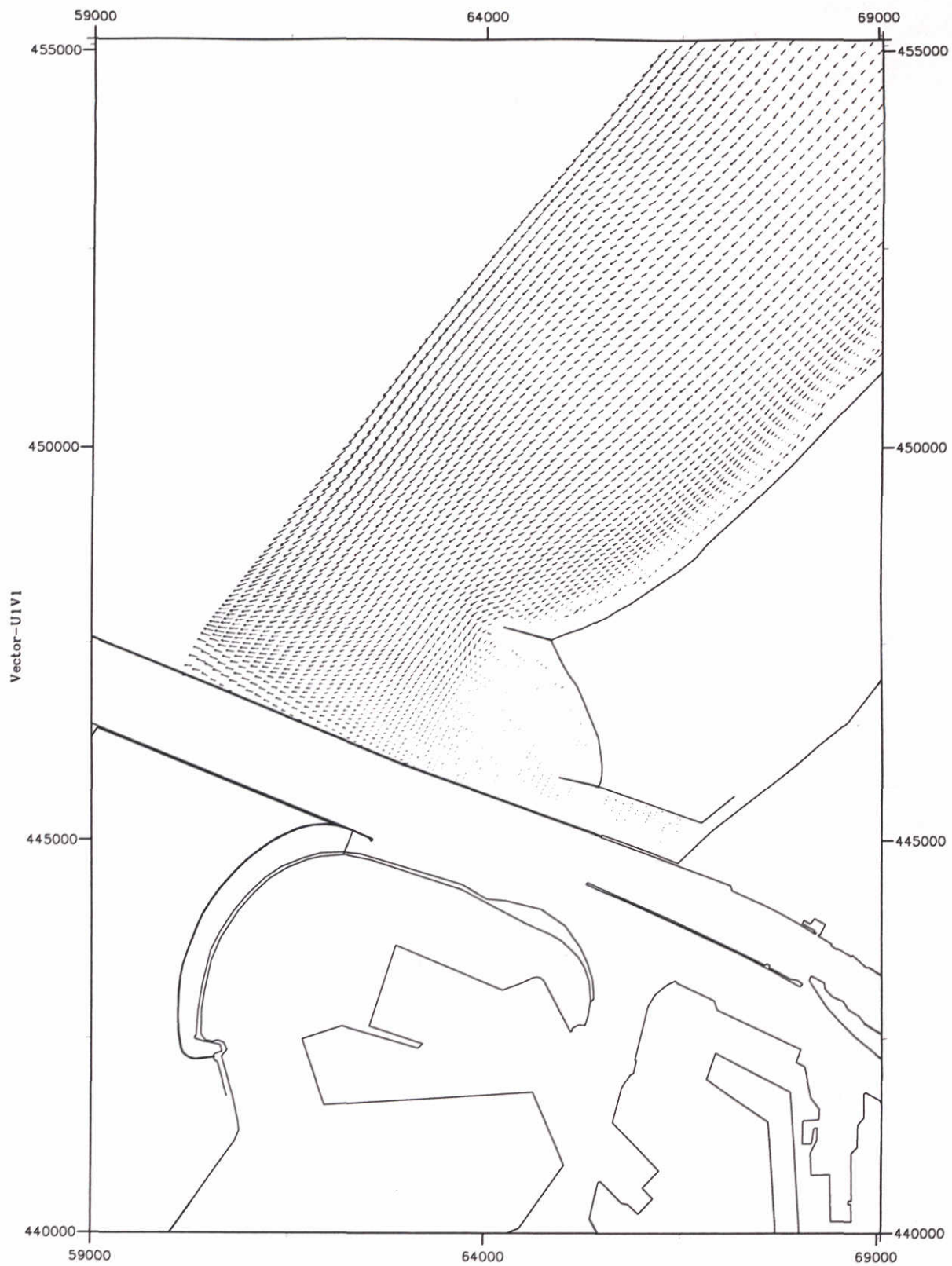
Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.92



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

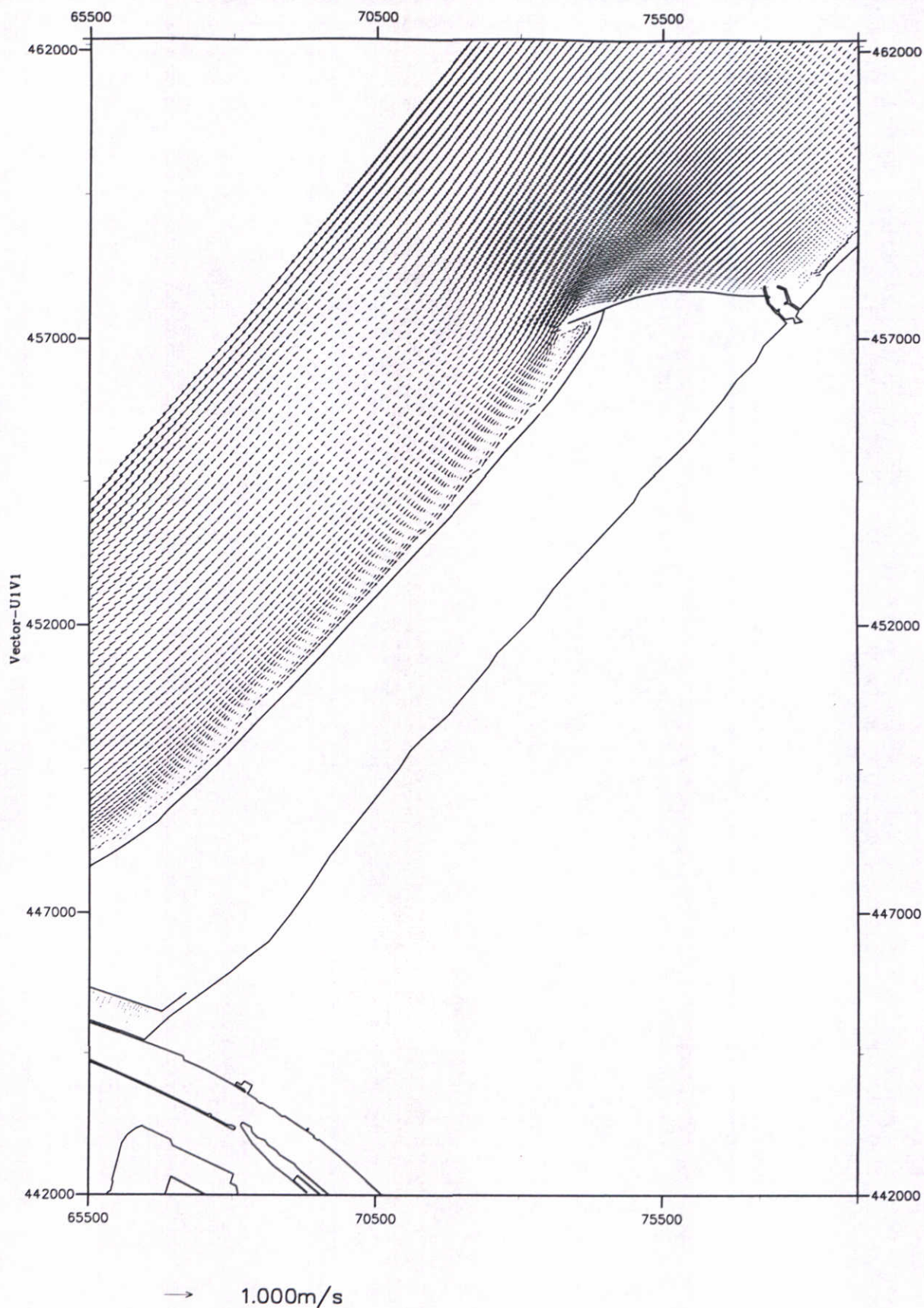
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.93



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

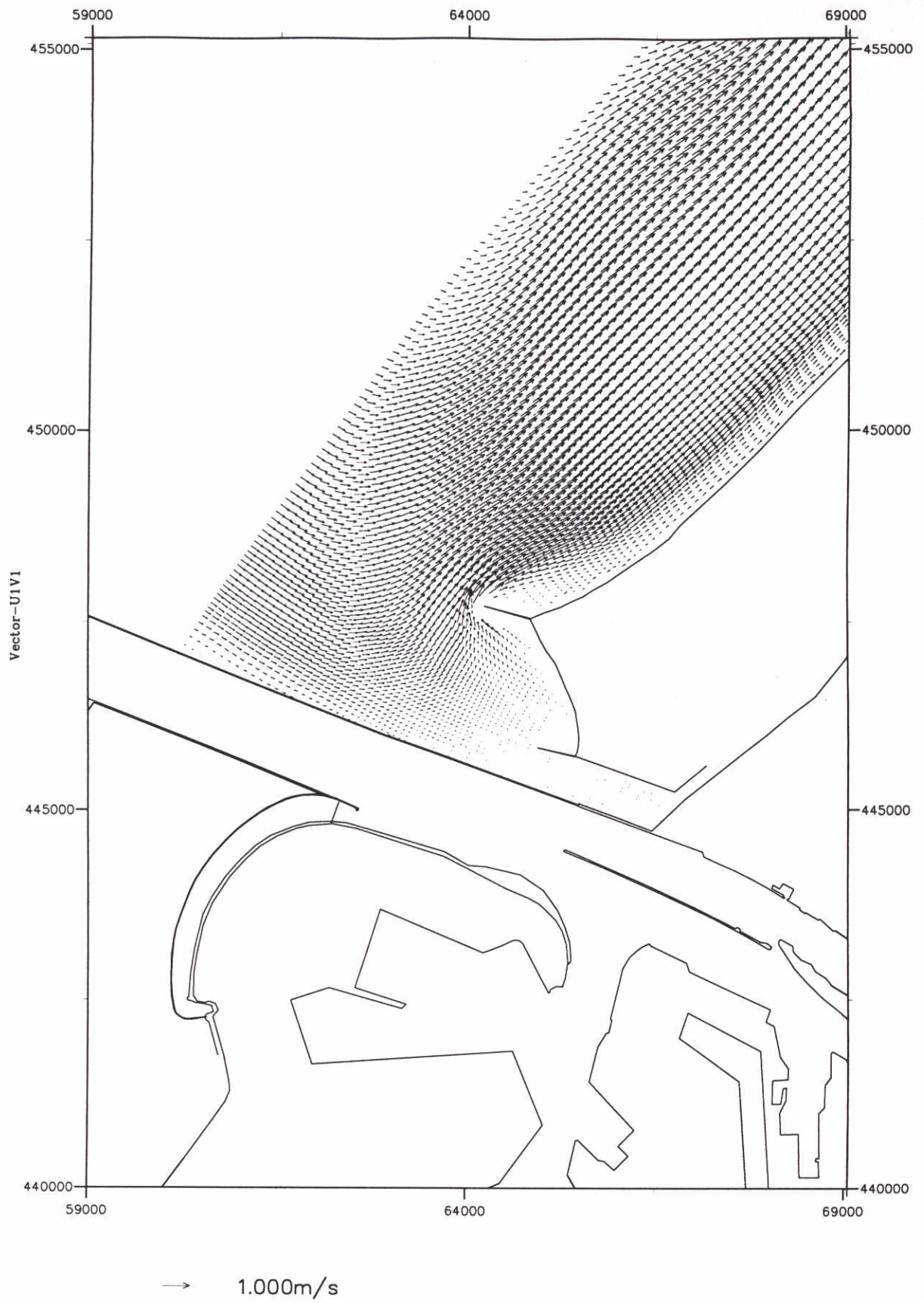
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.94



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN ZUIDWEST

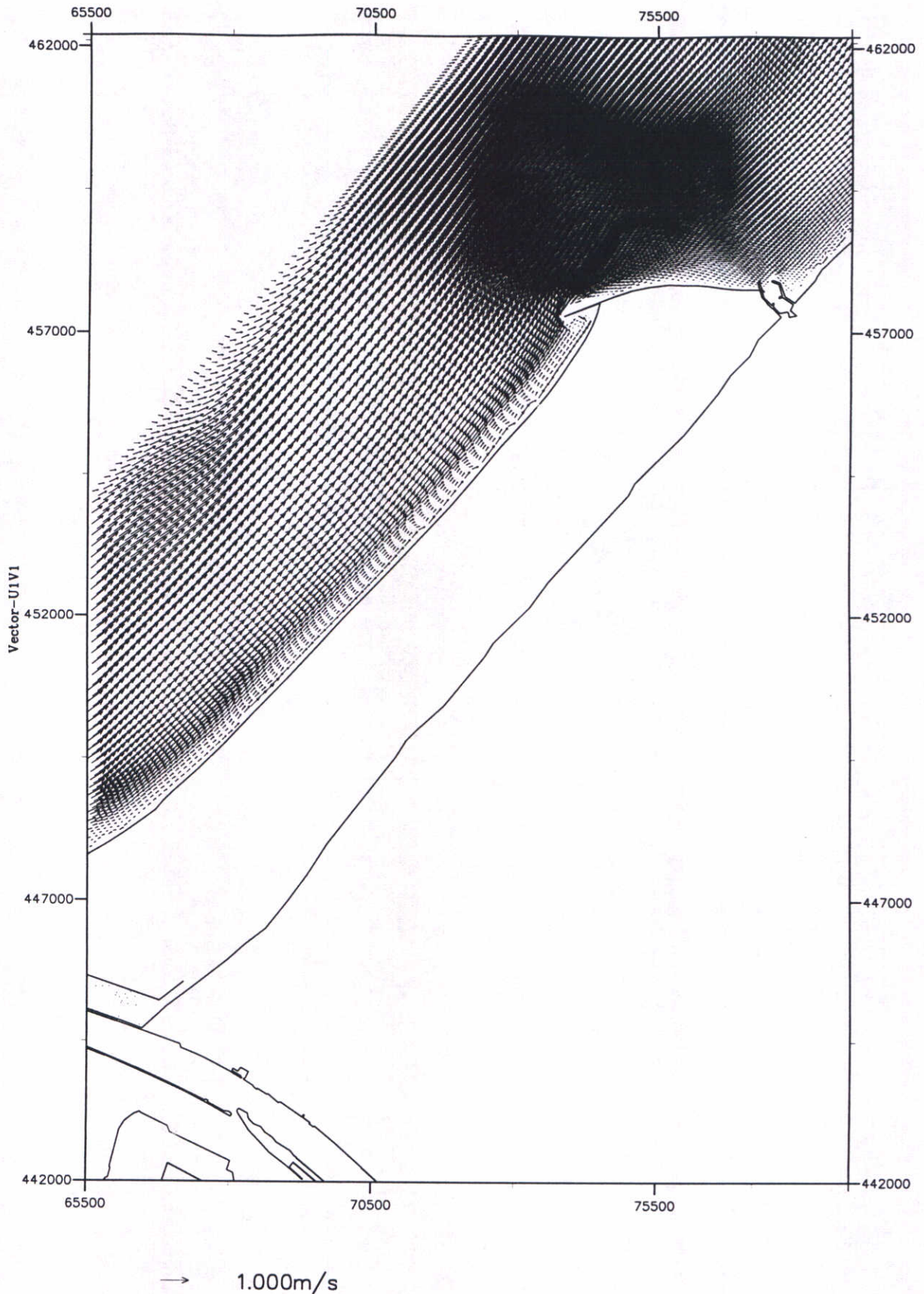
Conf. t2 Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.95



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

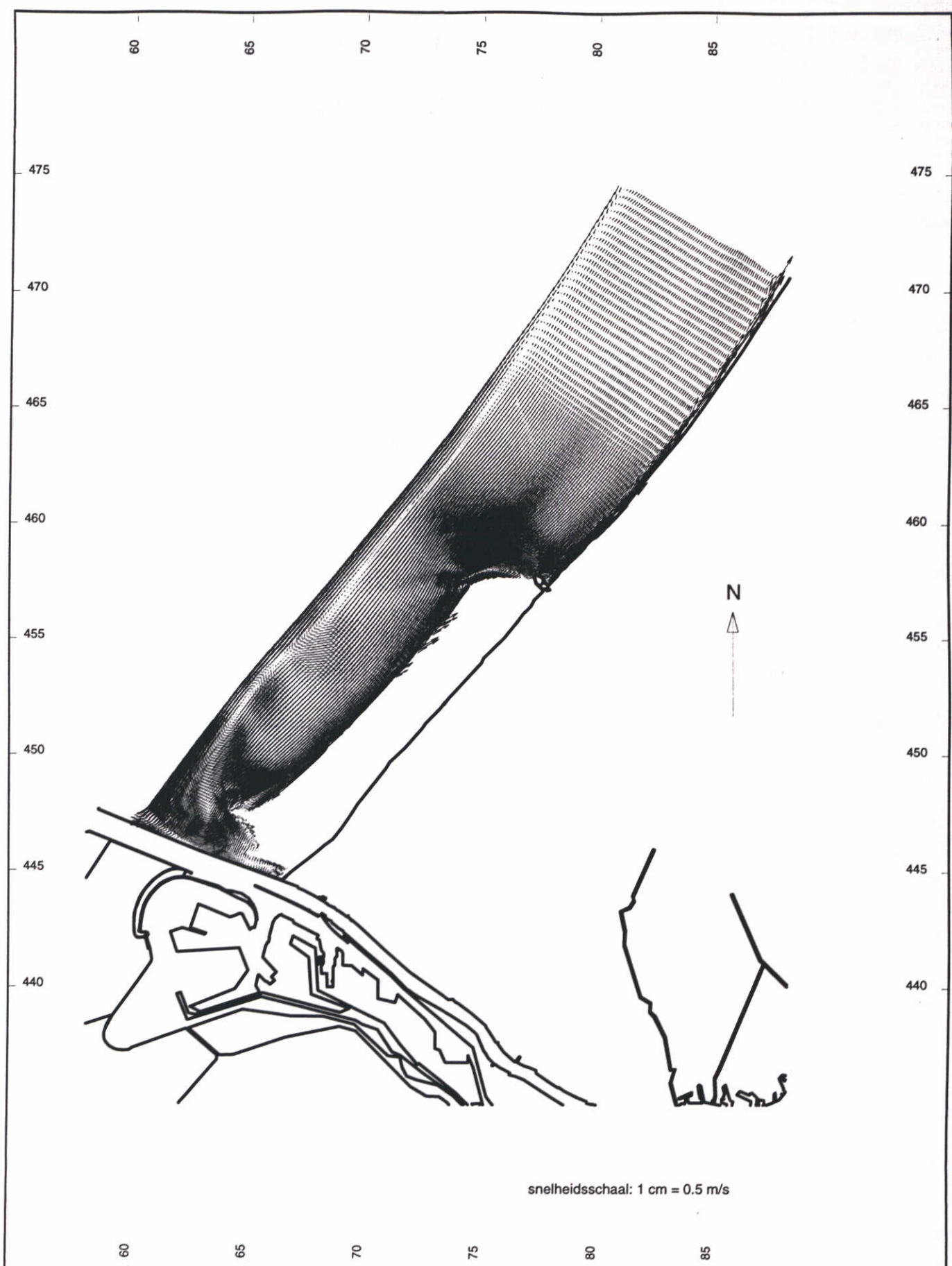
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.96



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

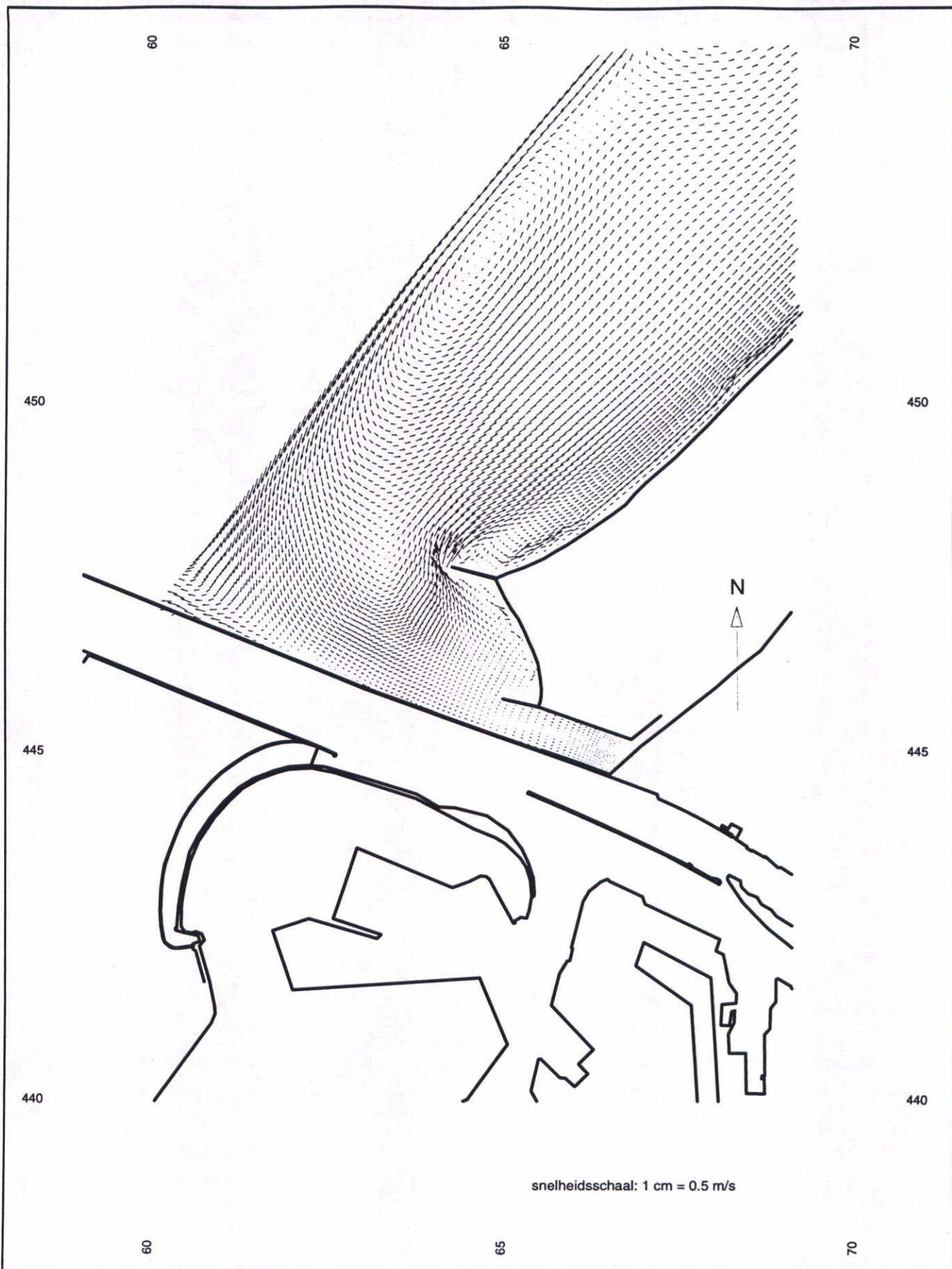
Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.97



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

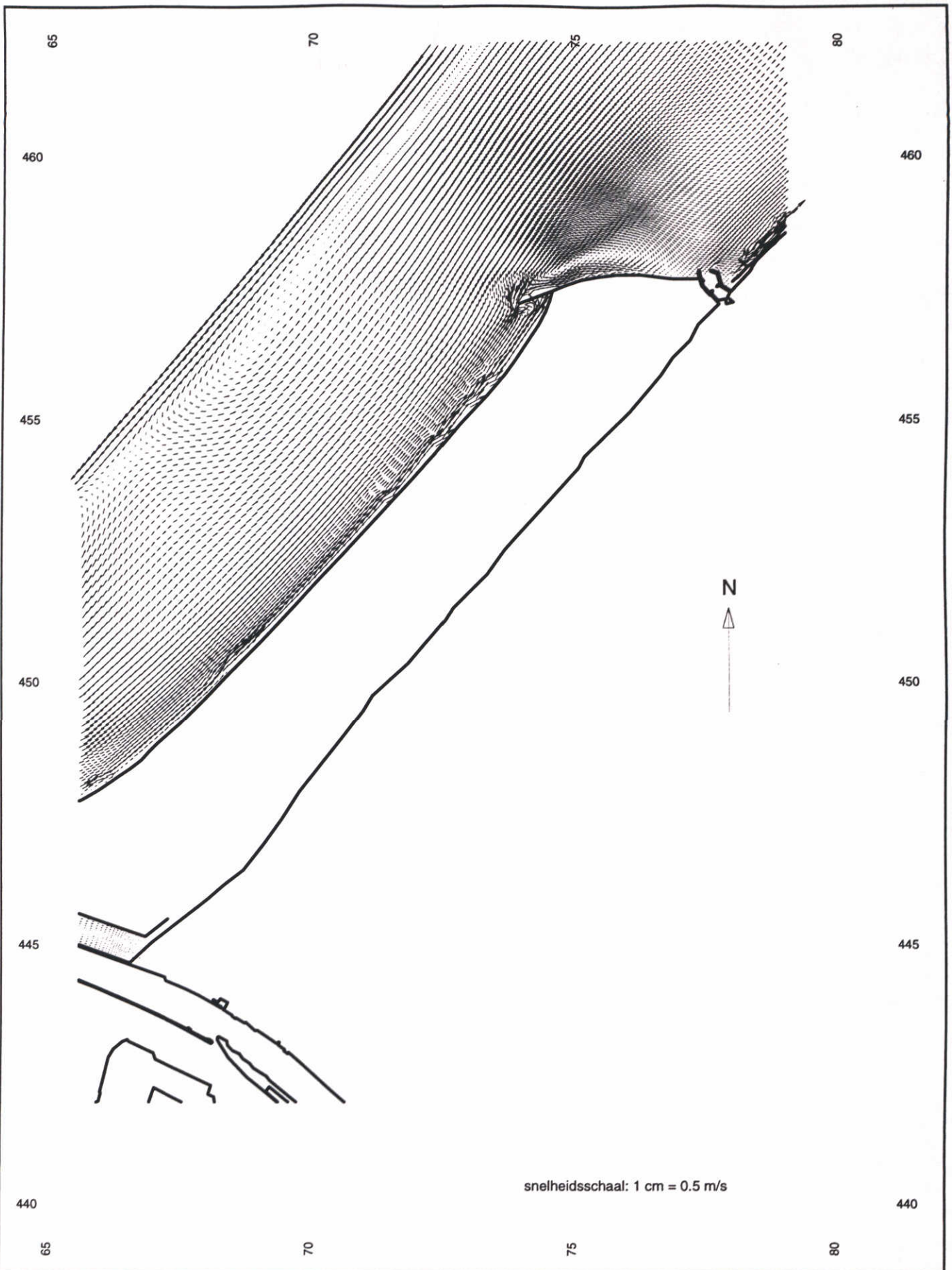
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.98



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIEMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

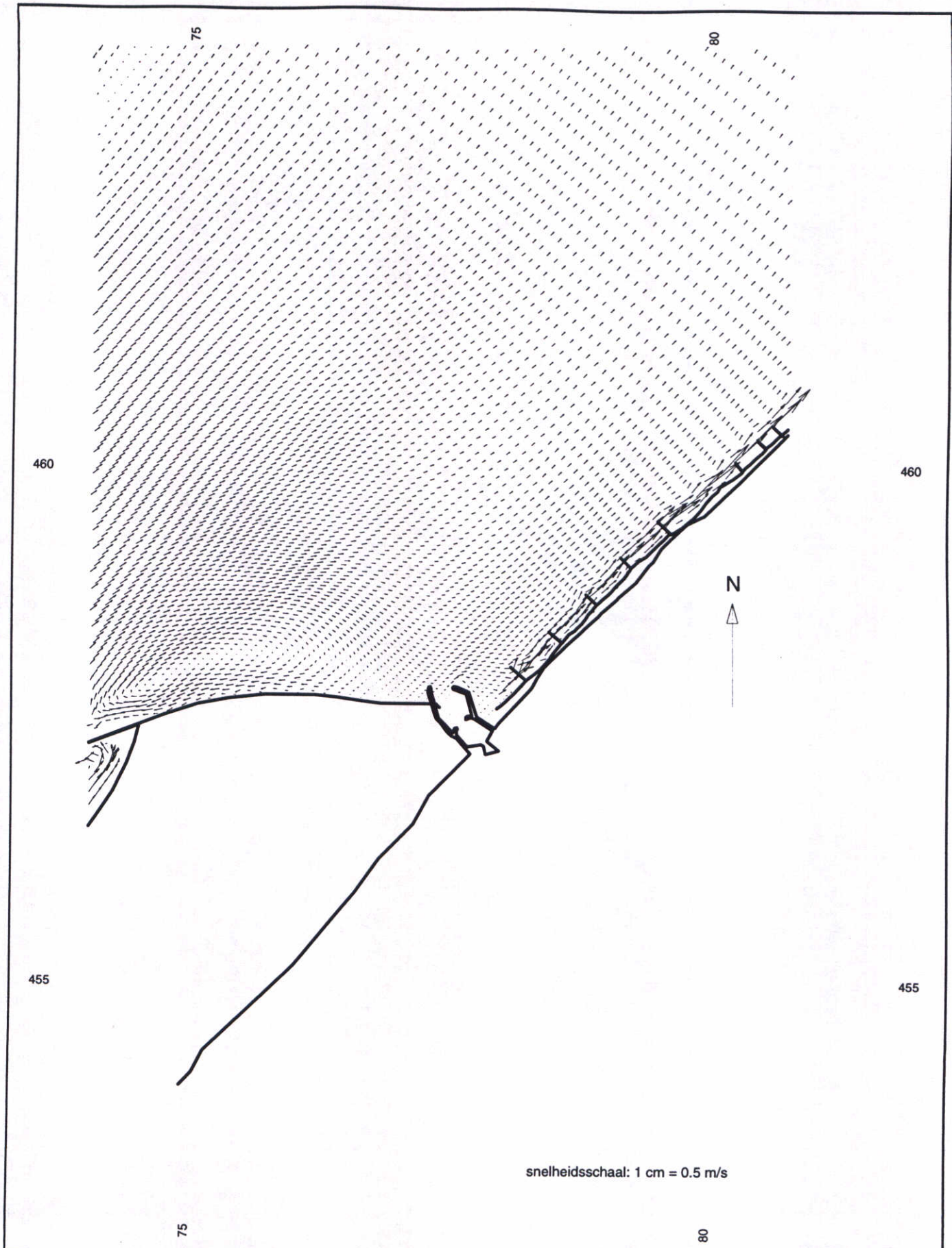
Rvw. r2

schaal 1:100000

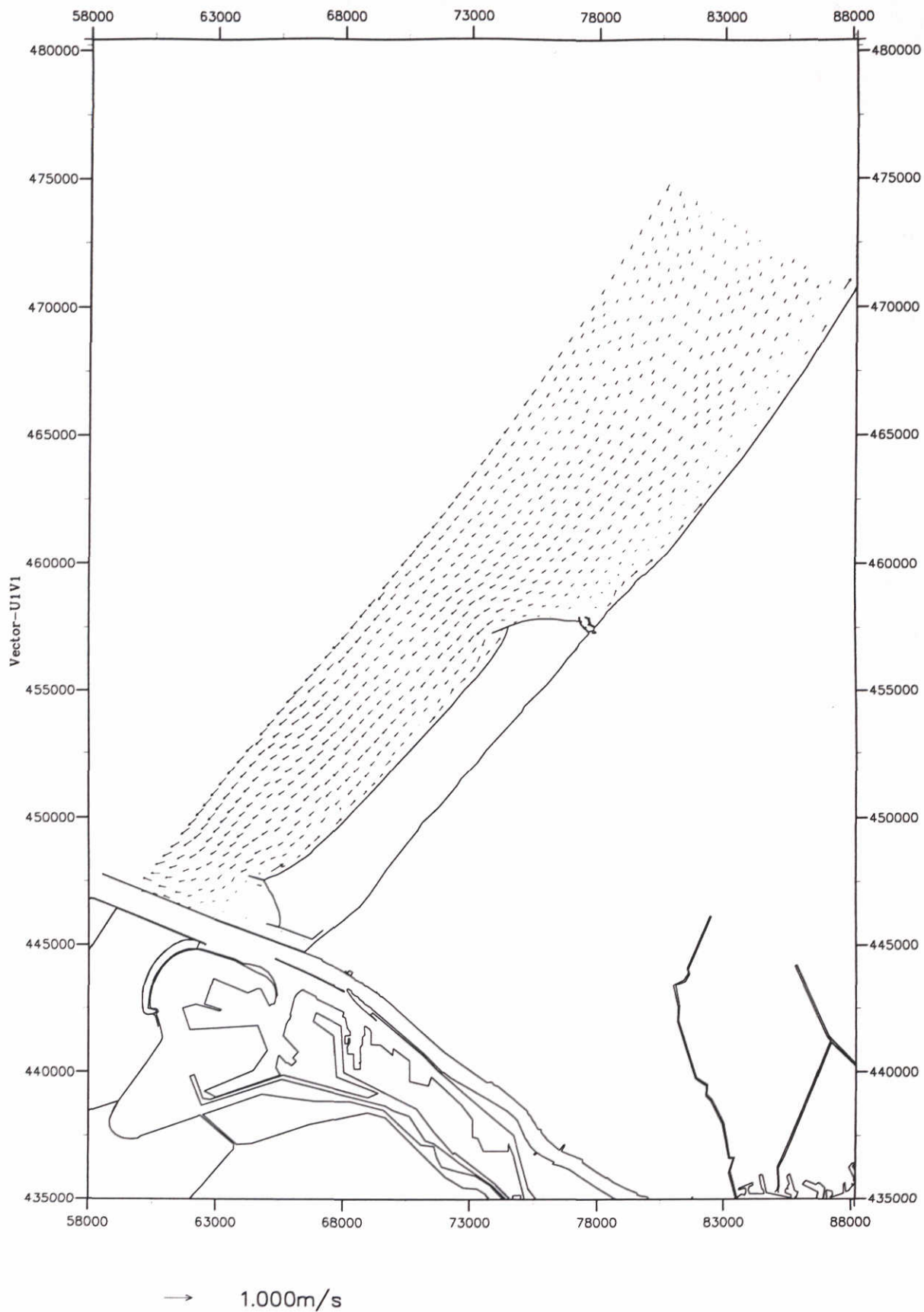
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.99



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN ZUIDWEST	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.100



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WEST

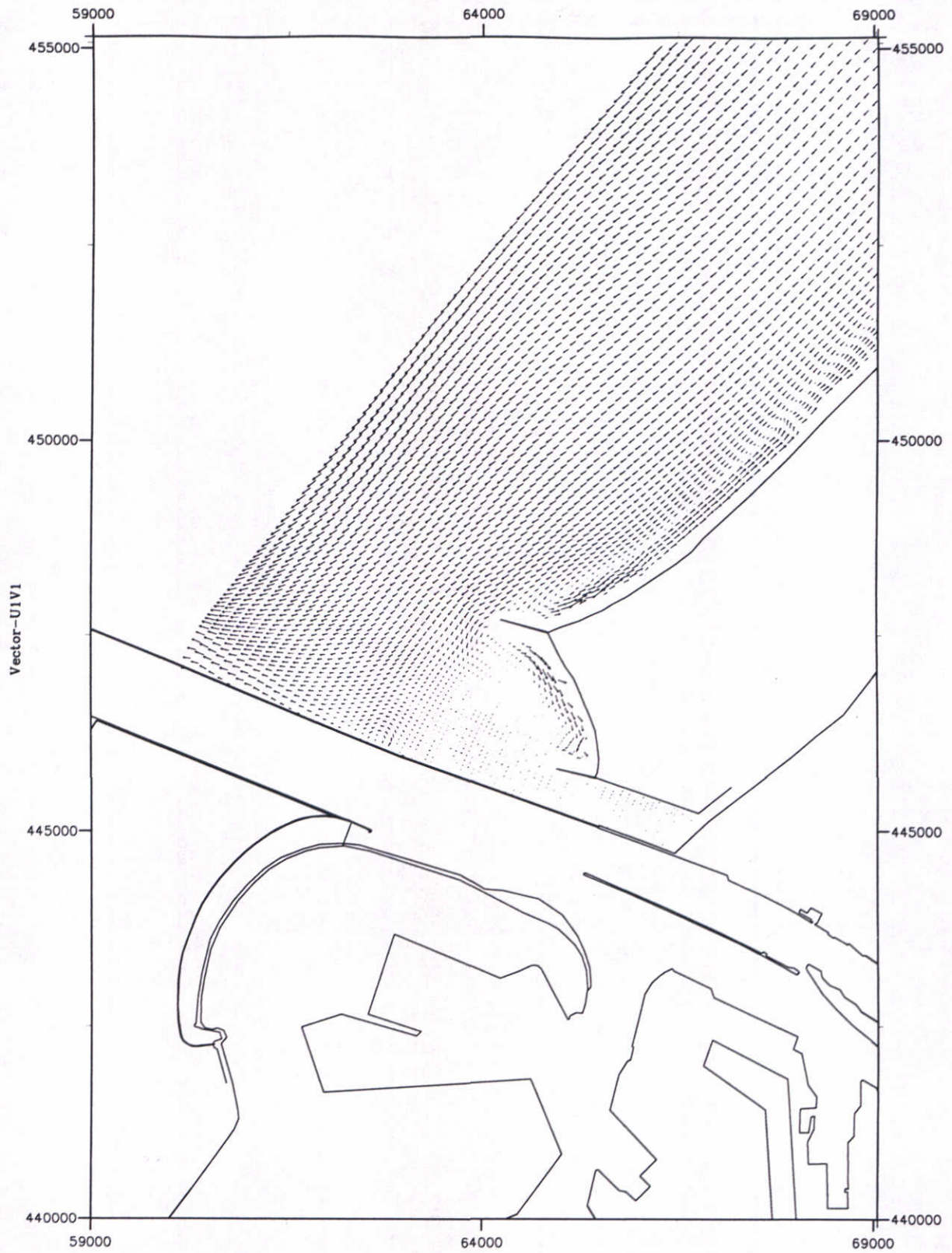
Conf. t2 | Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.101



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WEST

Conf. t2

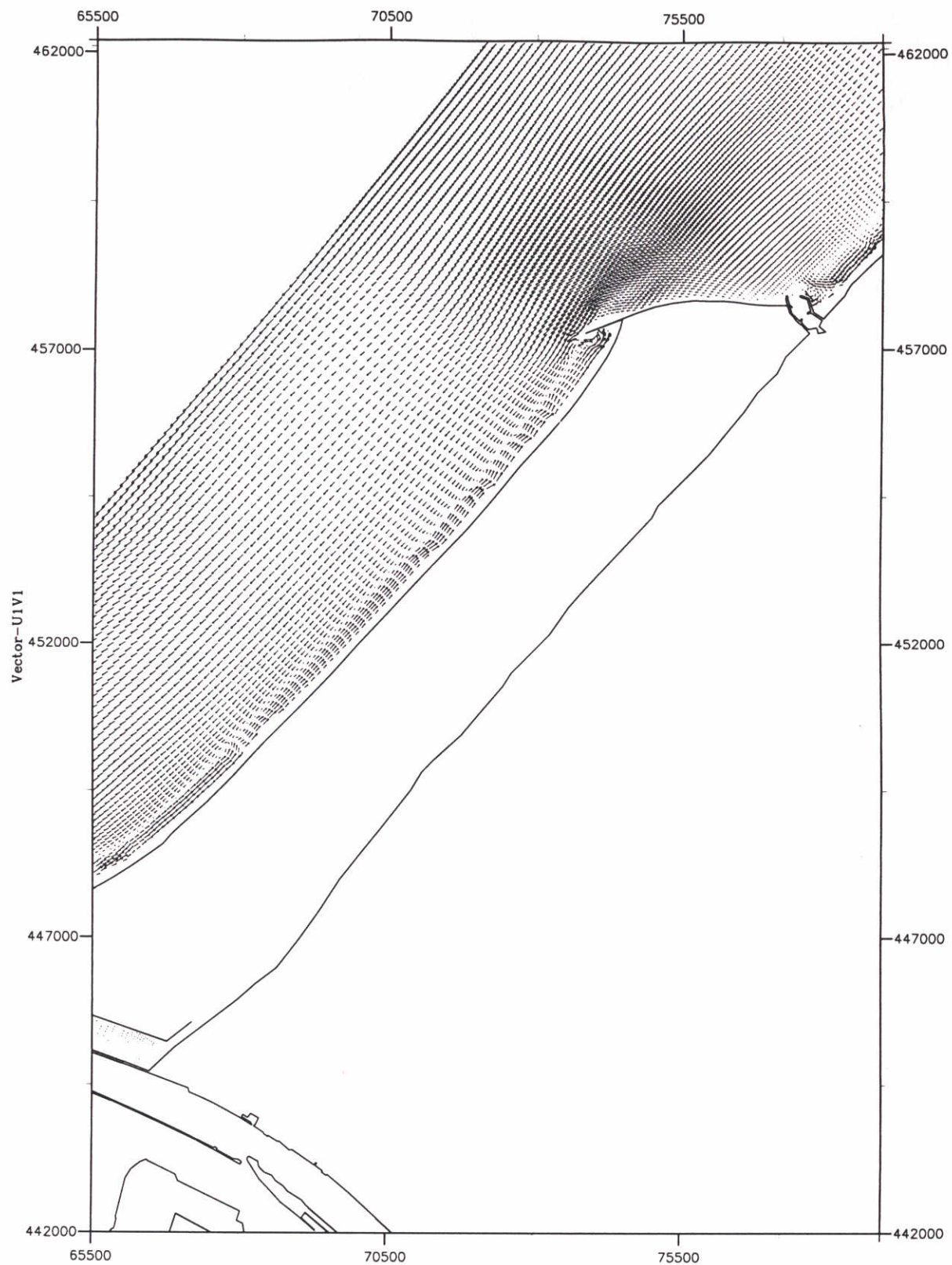
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.102



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WEST

Conf. t2

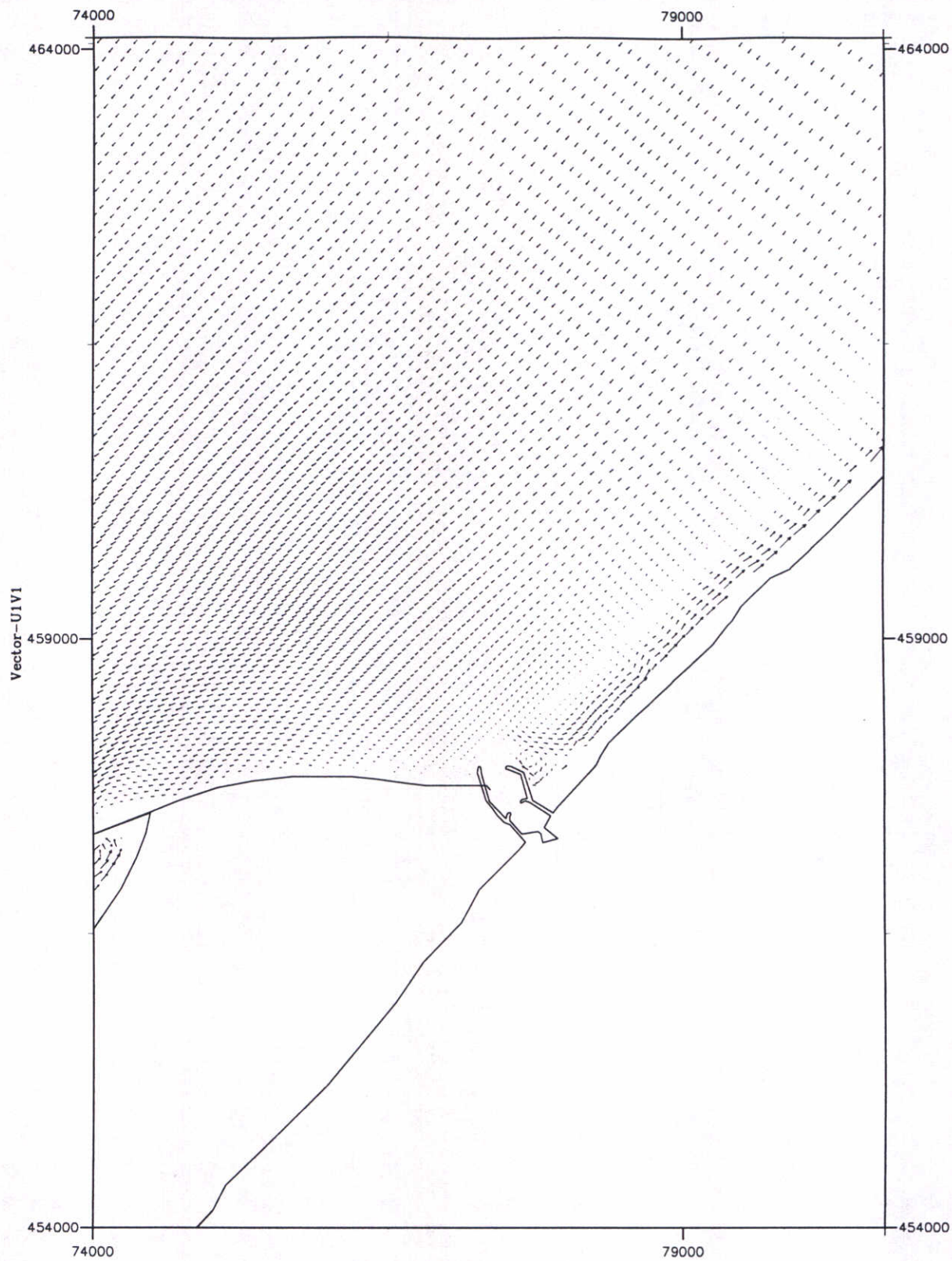
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.103



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WEST

Conf. t2

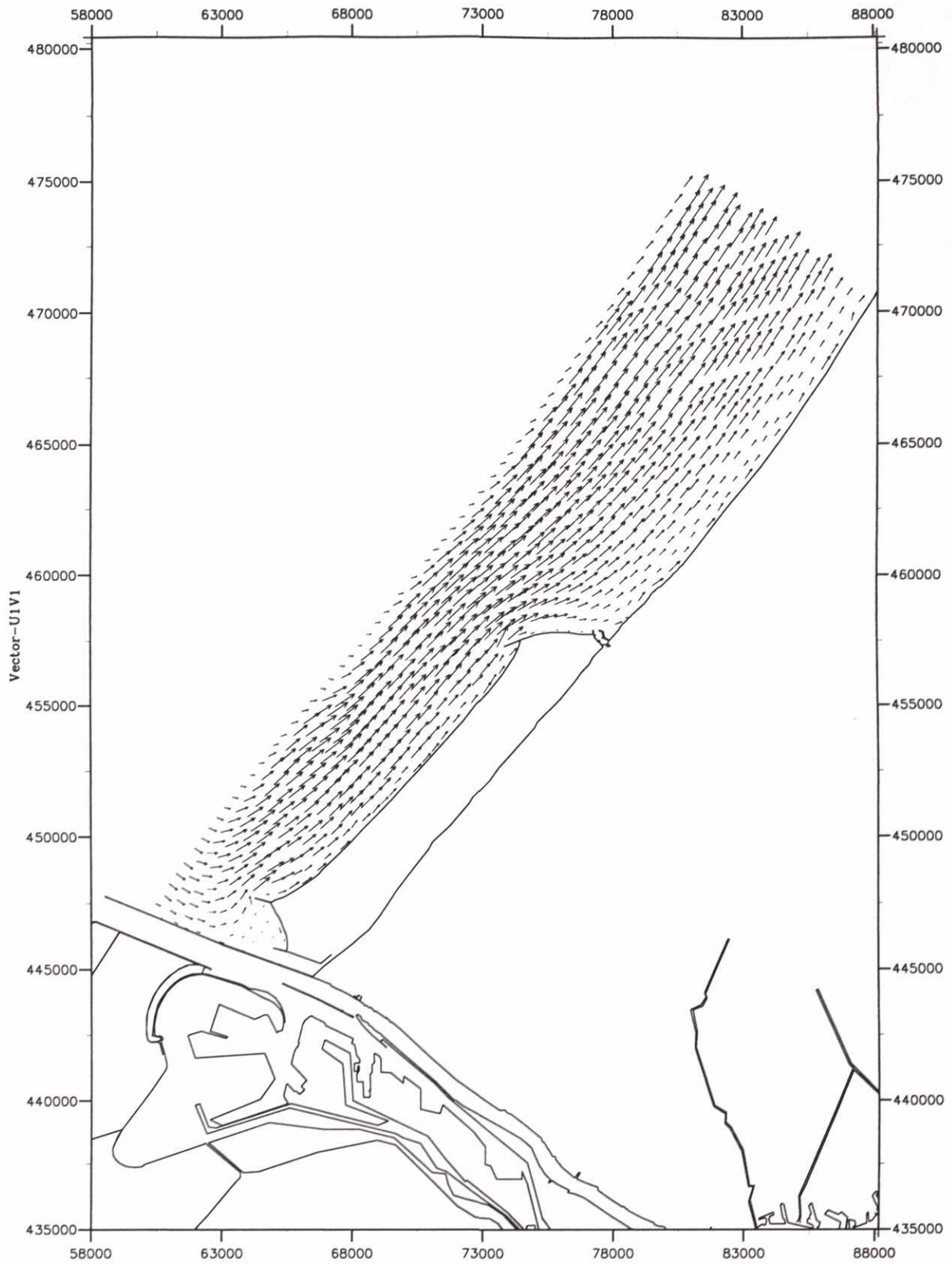
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.104



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WEST

Conf. t2

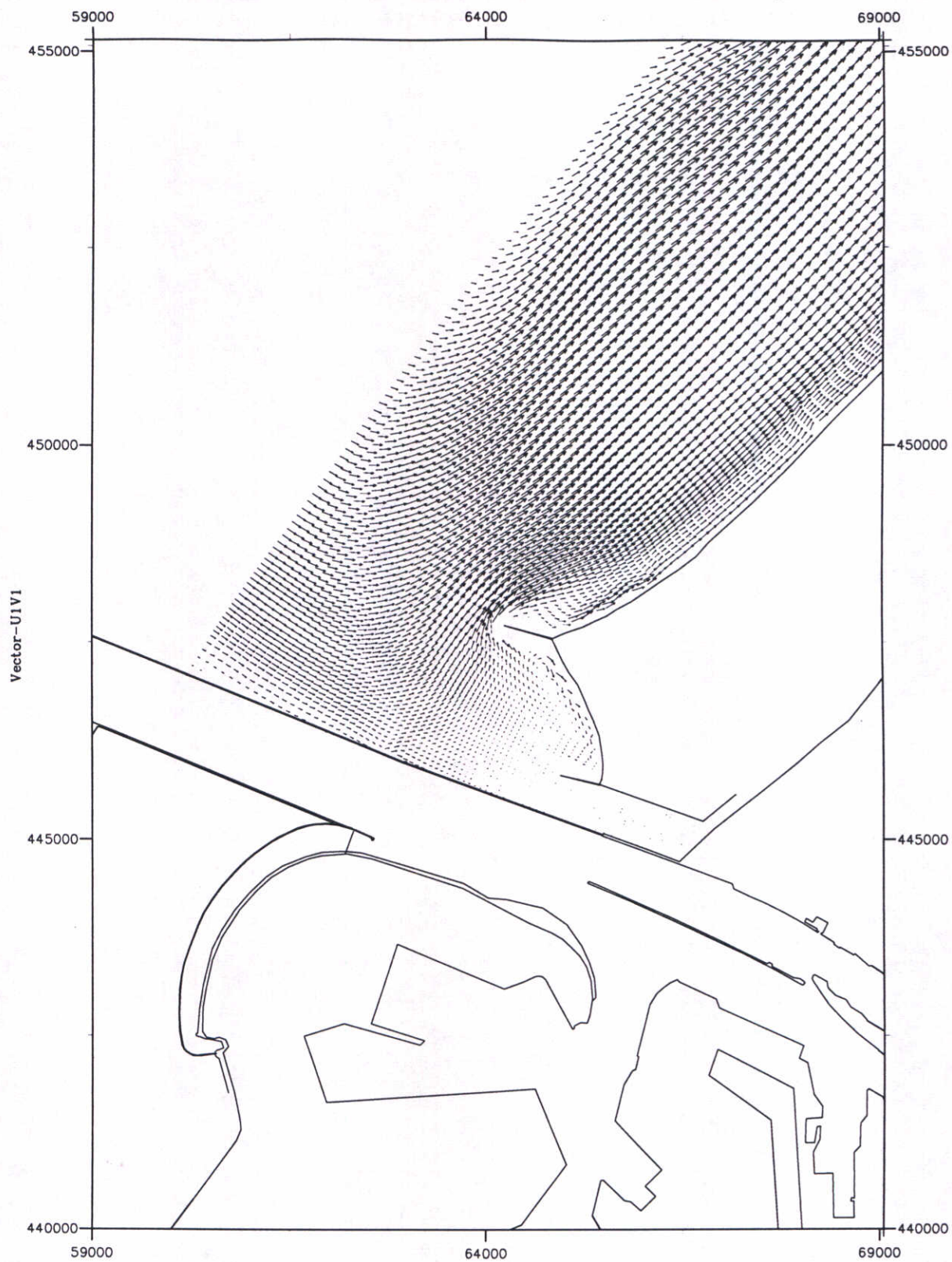
Rvw. r2

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.105



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WEST

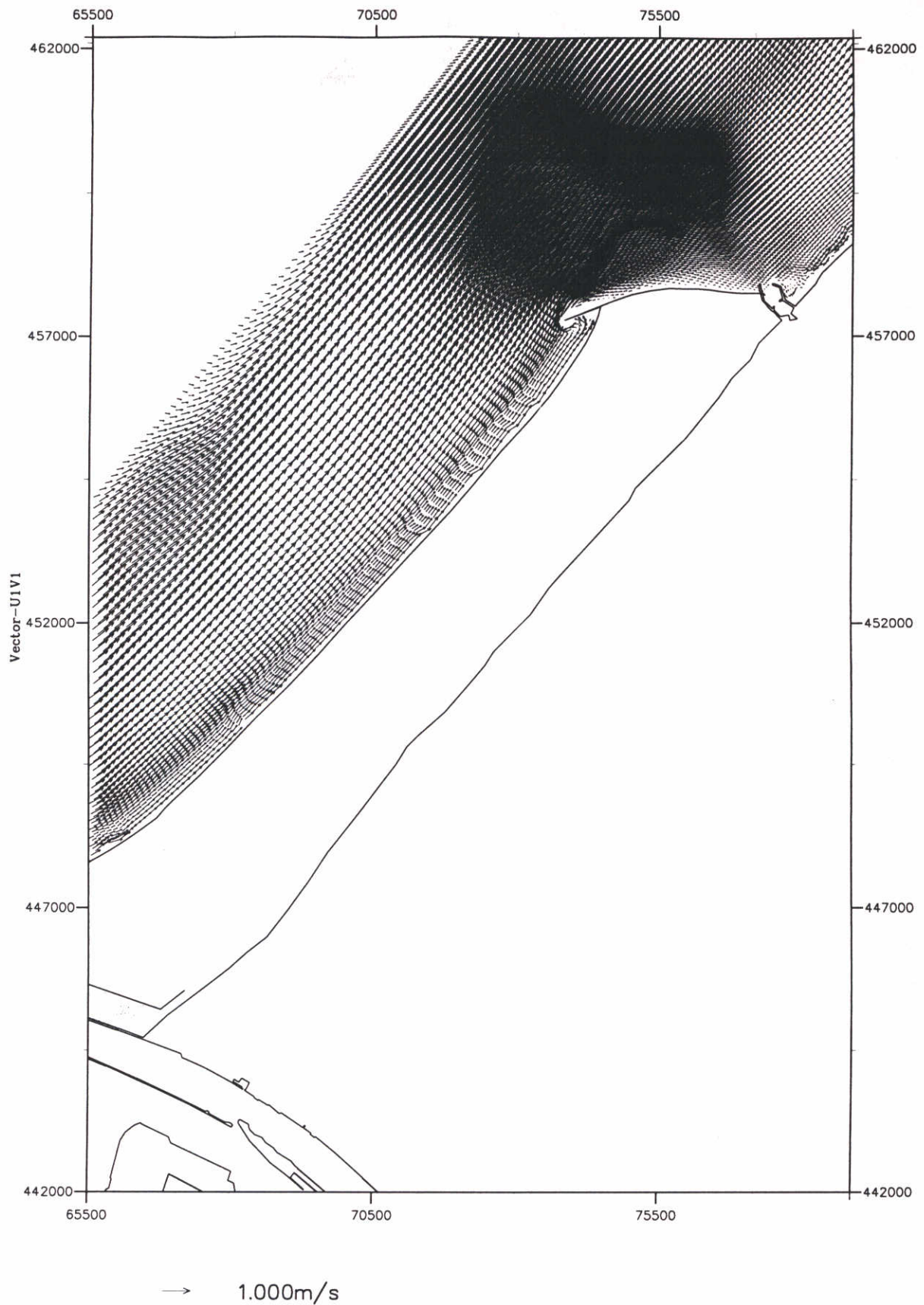
Conf. t2 Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.106



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WEST

Conf. t2

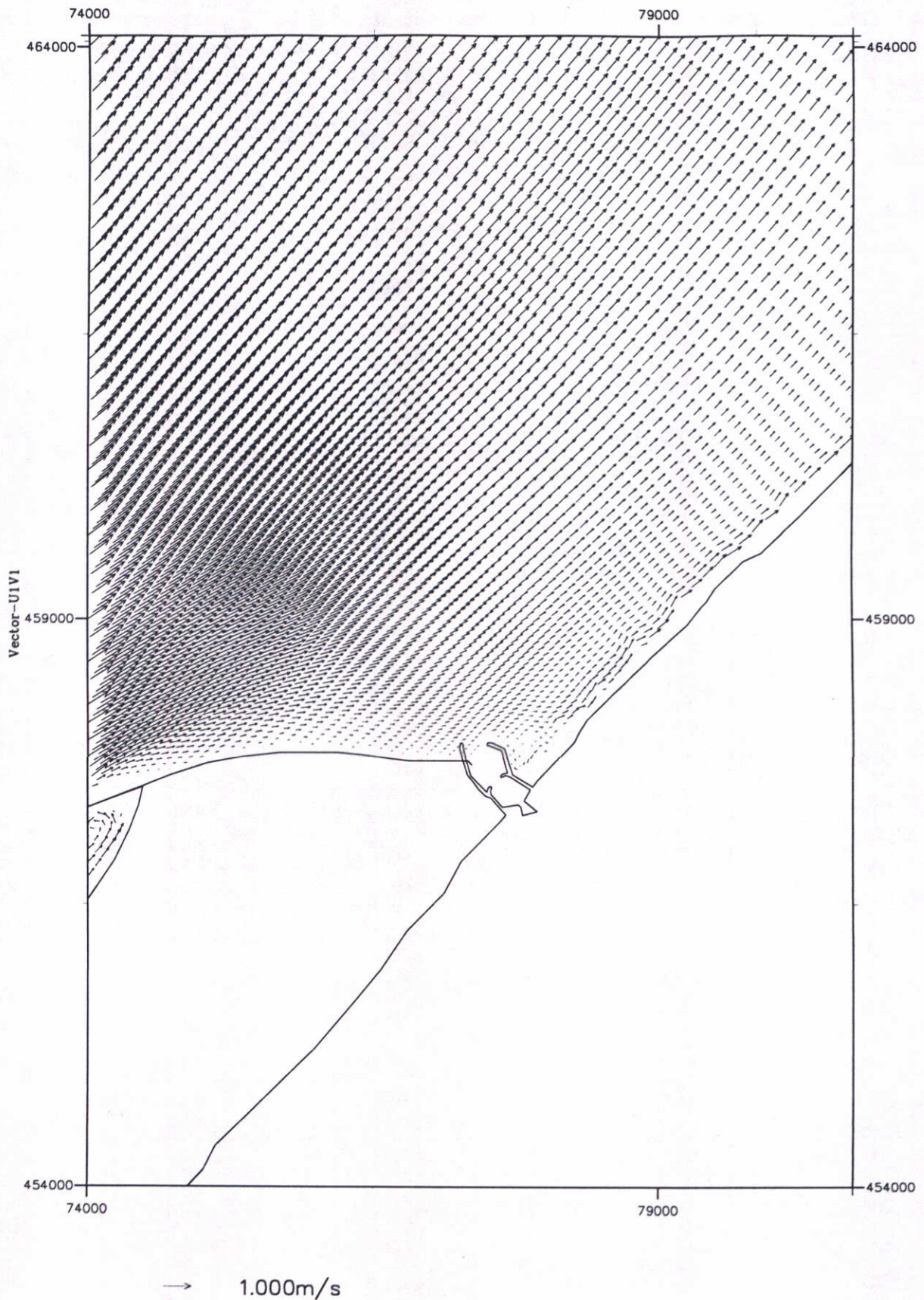
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.107



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WEST

Conf. t2

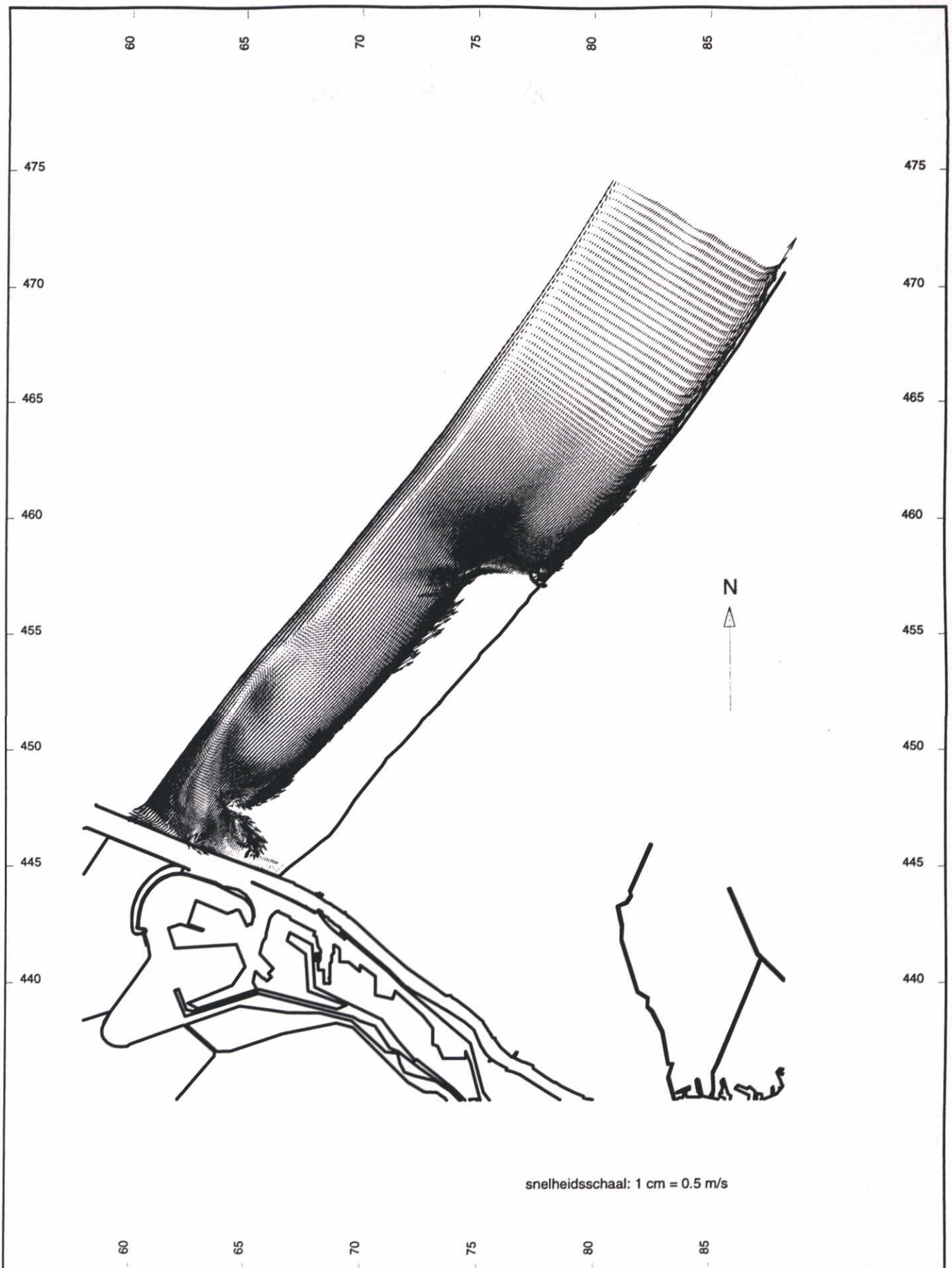
Rvw. r2

schaal 1:50000

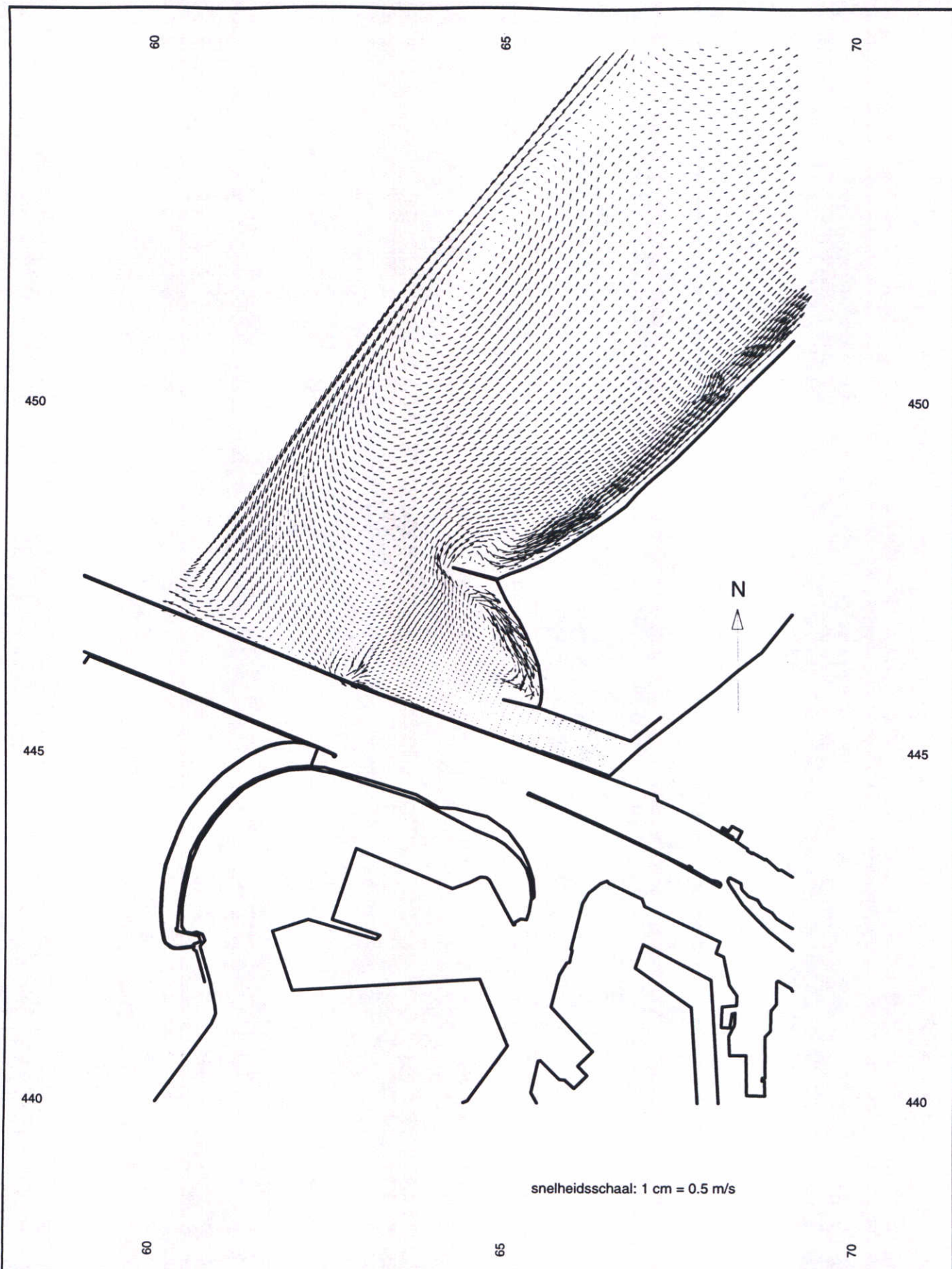
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

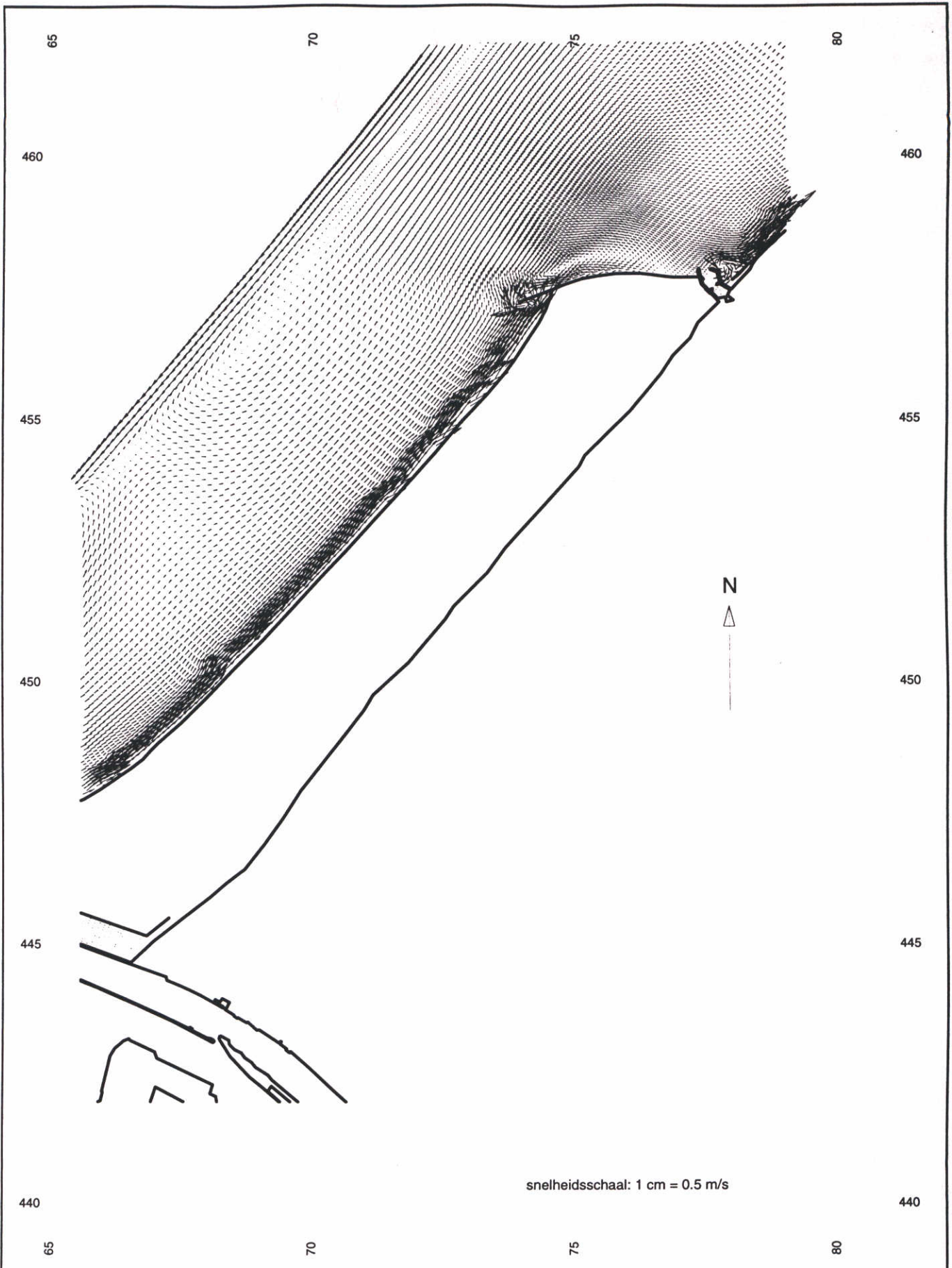
FIG. 4.108



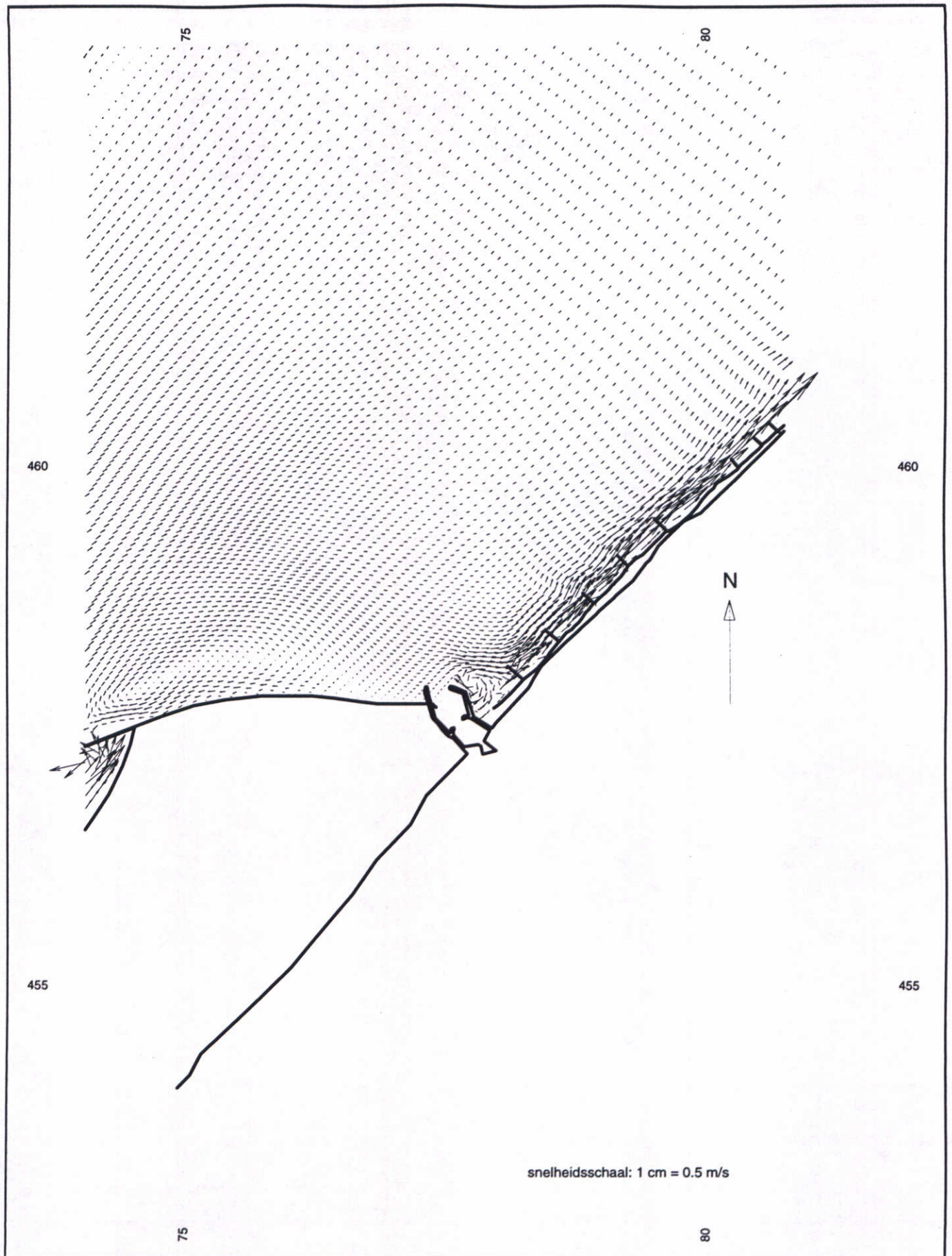
MODEL KUSTLOCATIE KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WEST	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.109



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WEST	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.110

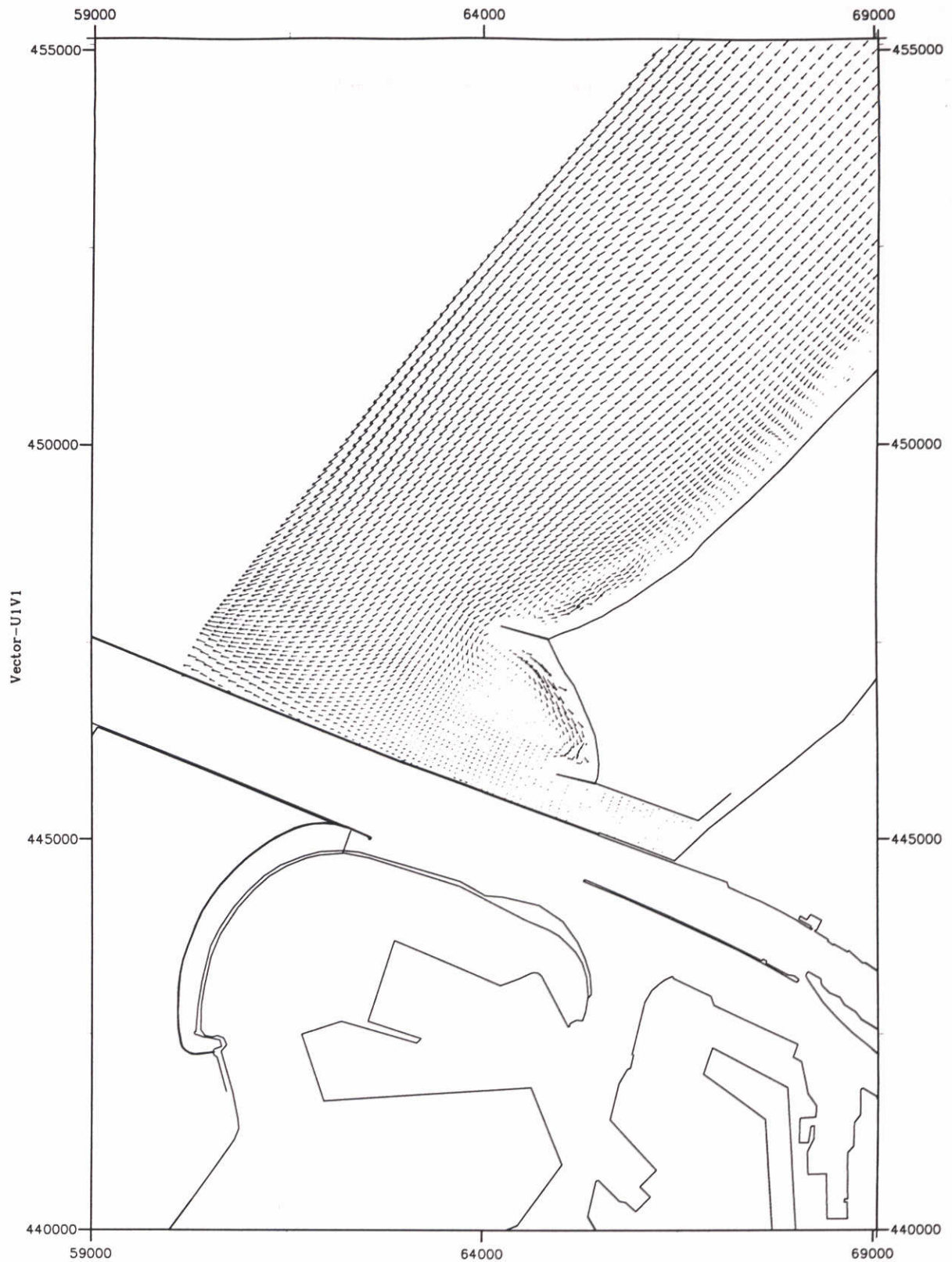


MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WEST	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:100000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.111



snelheidsschaal: 1 cm = 0.5 m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WEST	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.112



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2

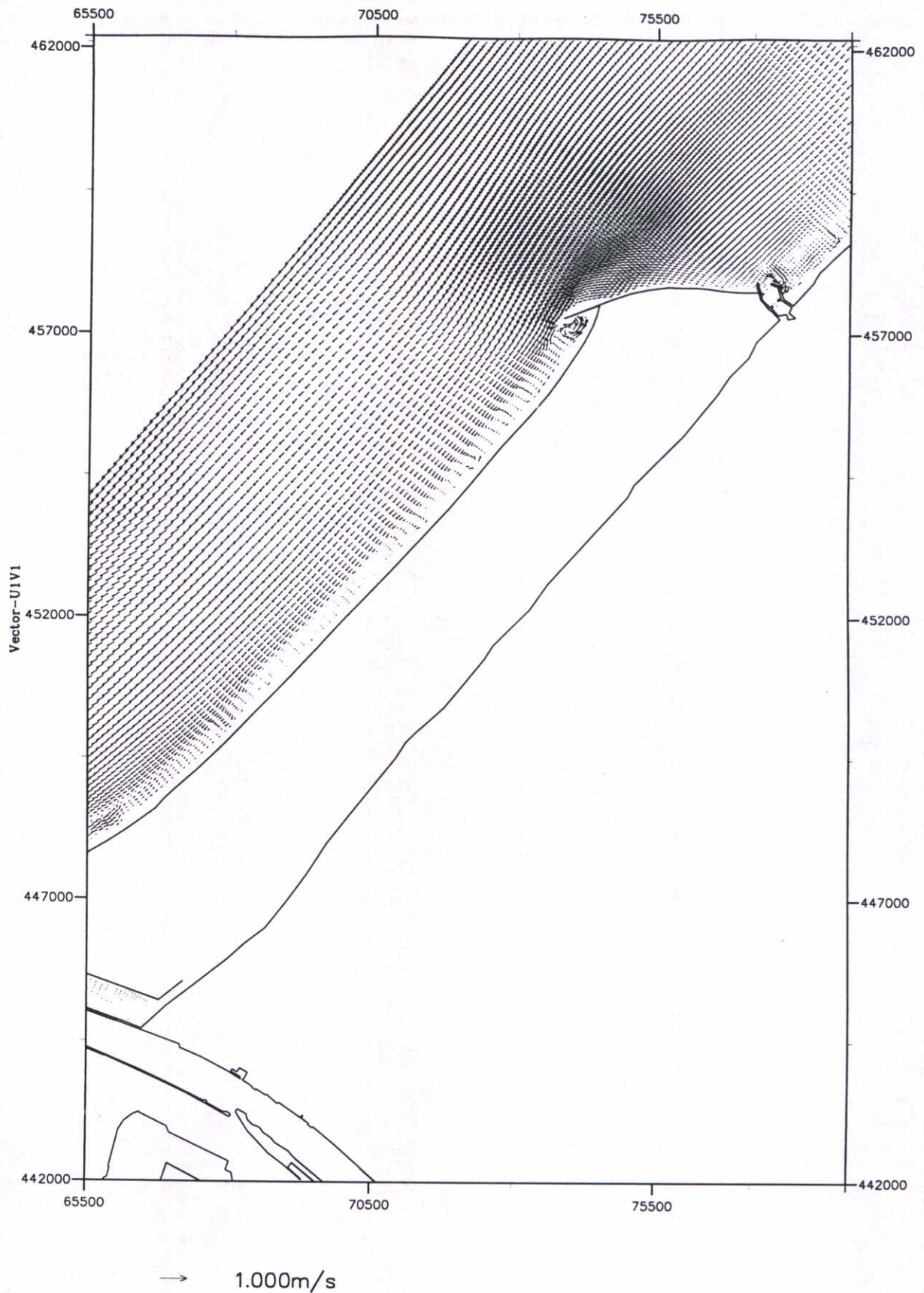
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.113



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2

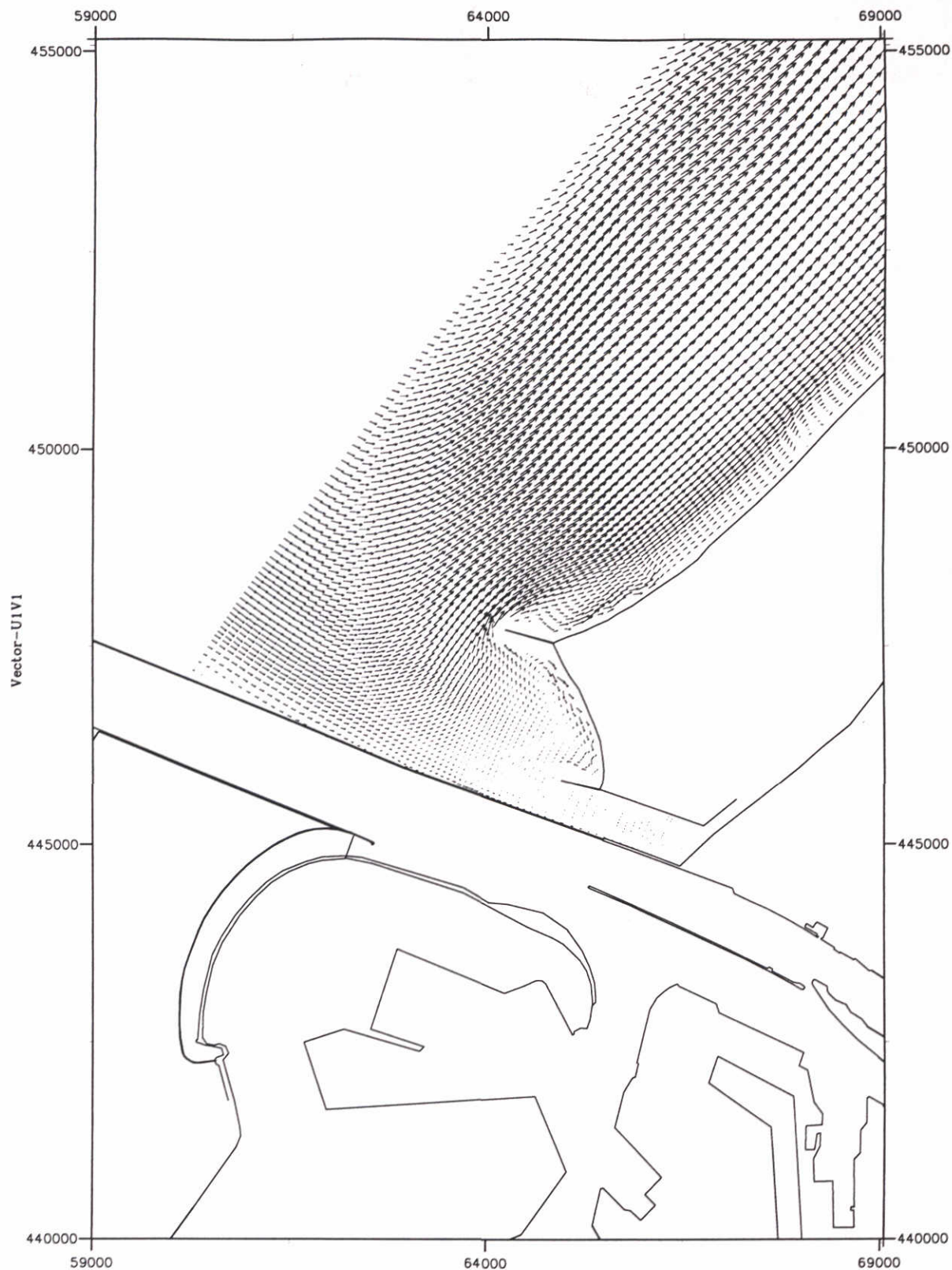
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.114



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2

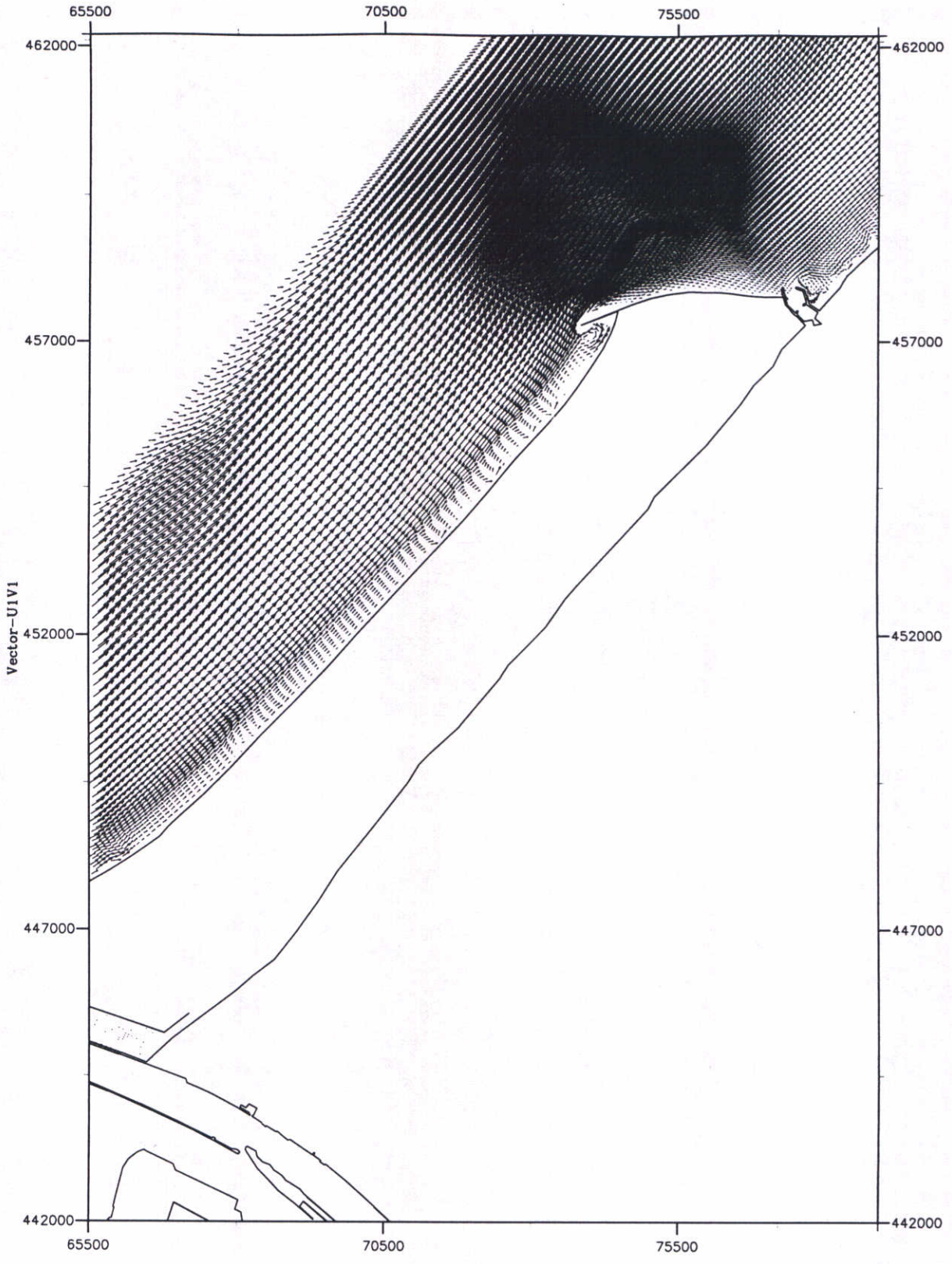
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.115



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2

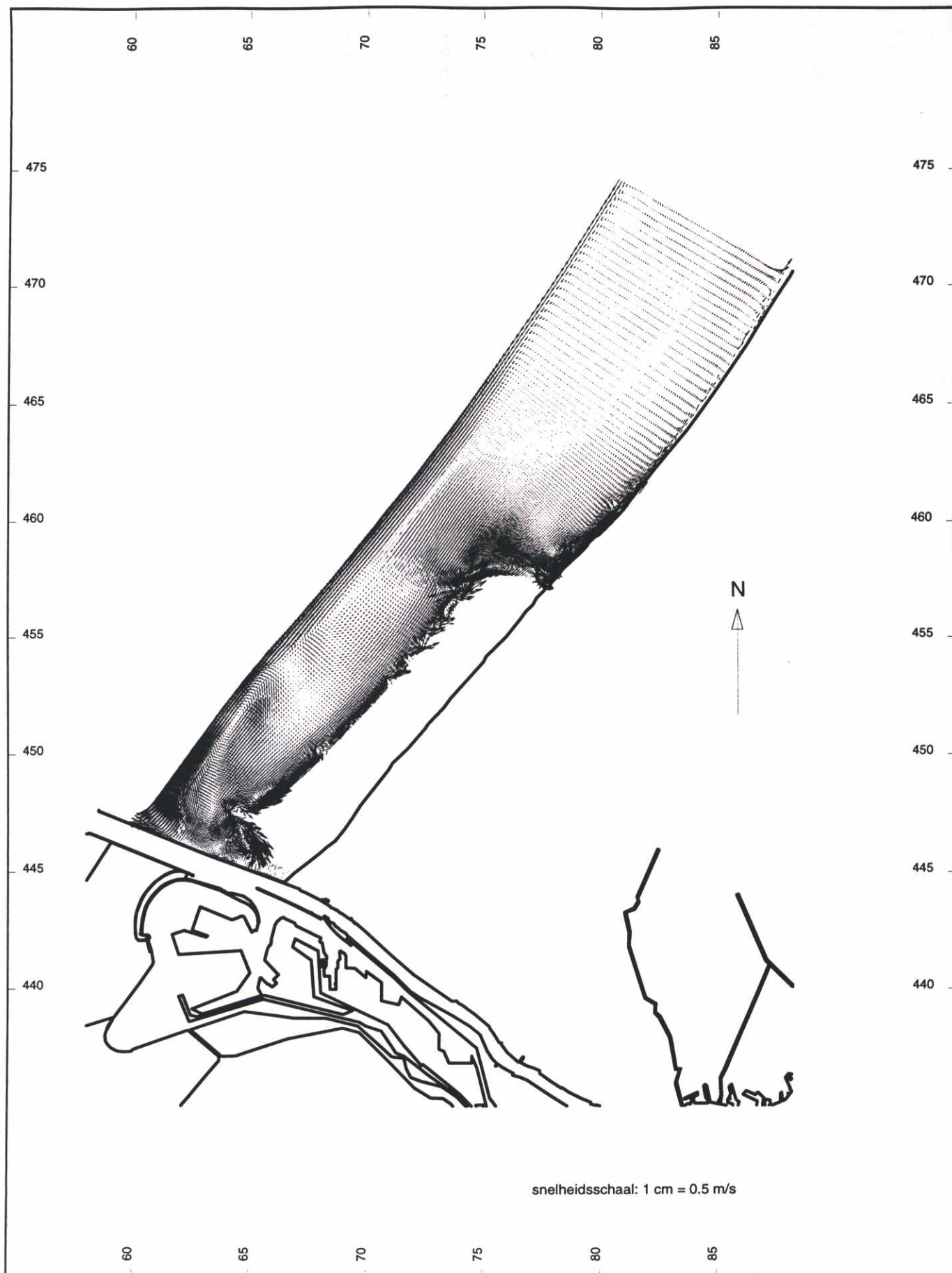
Rvw. r2

schaal 1:100000

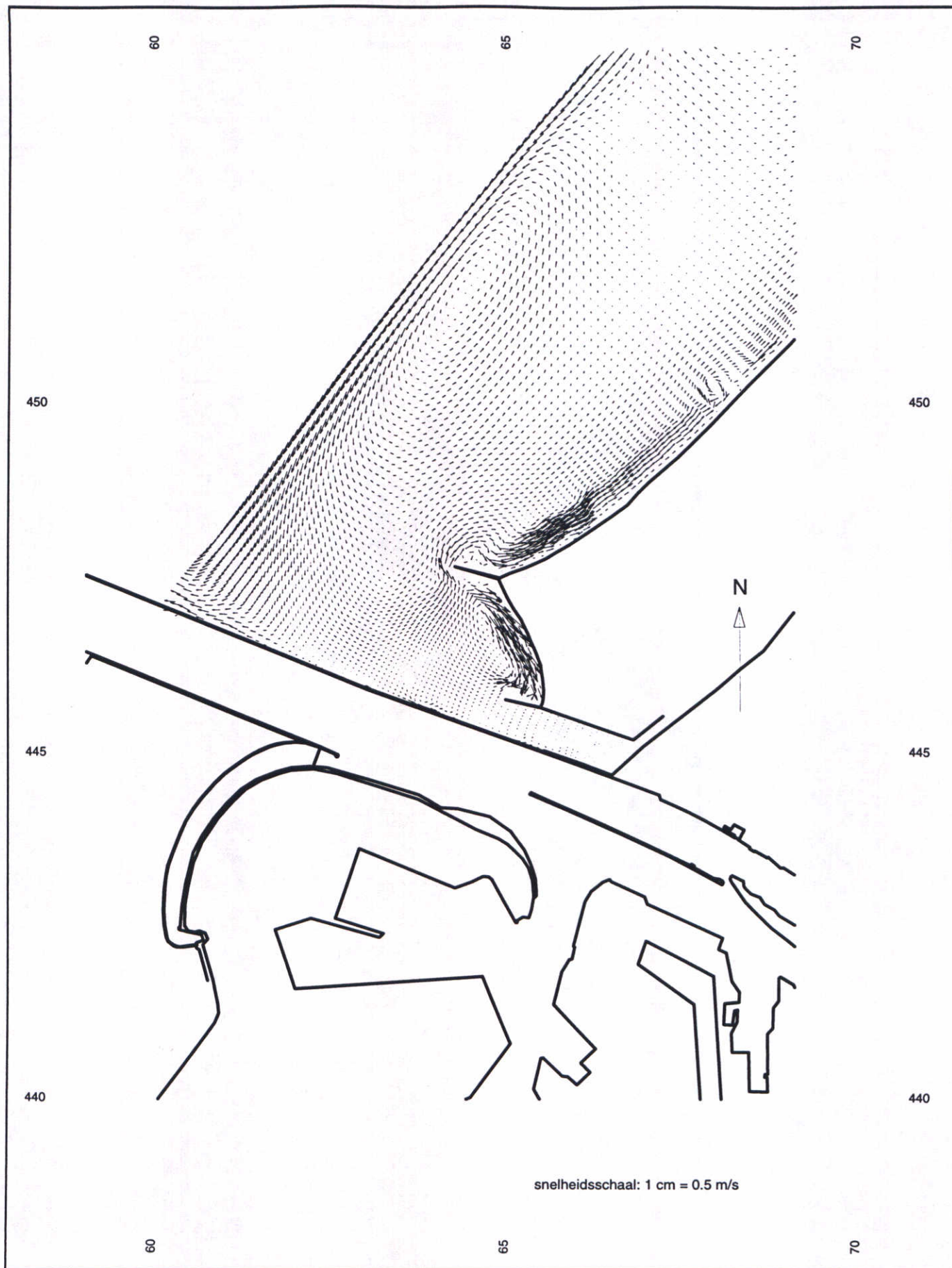
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

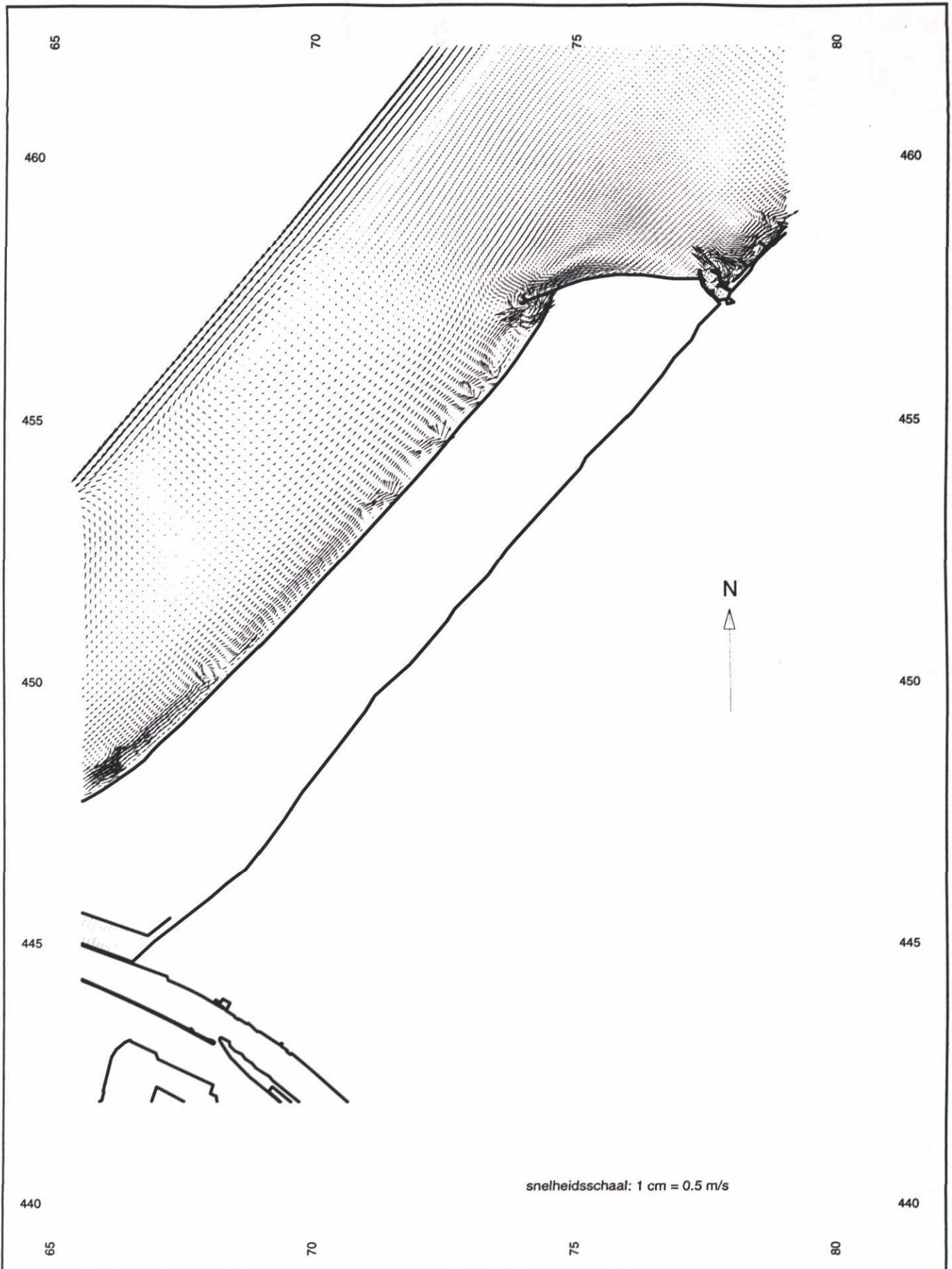
FIG. 4.116



MODEL KUSTLOCATIE KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WESTNOORDWEST	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.117



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WESTNOORDWEST	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.118



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2

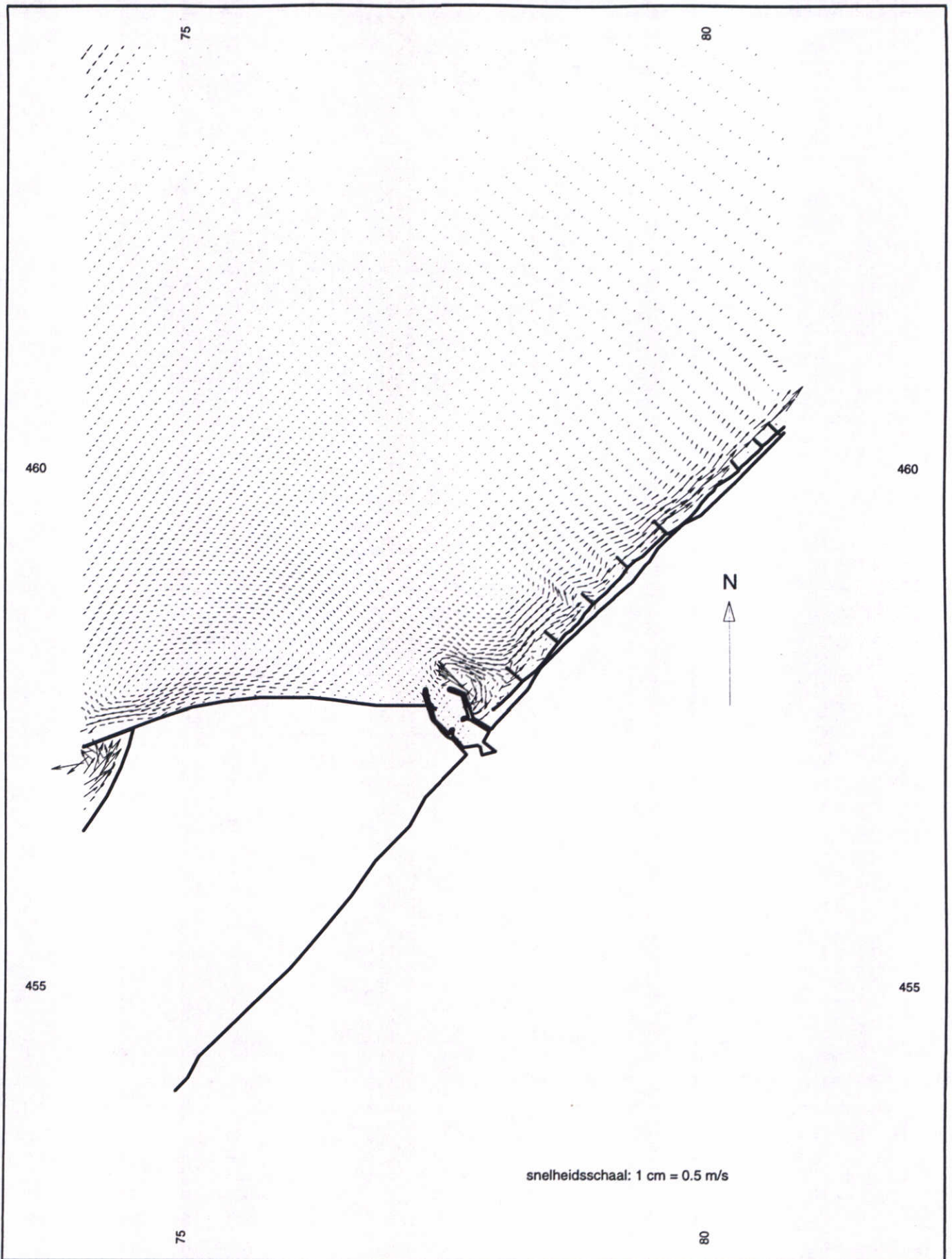
Rww. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

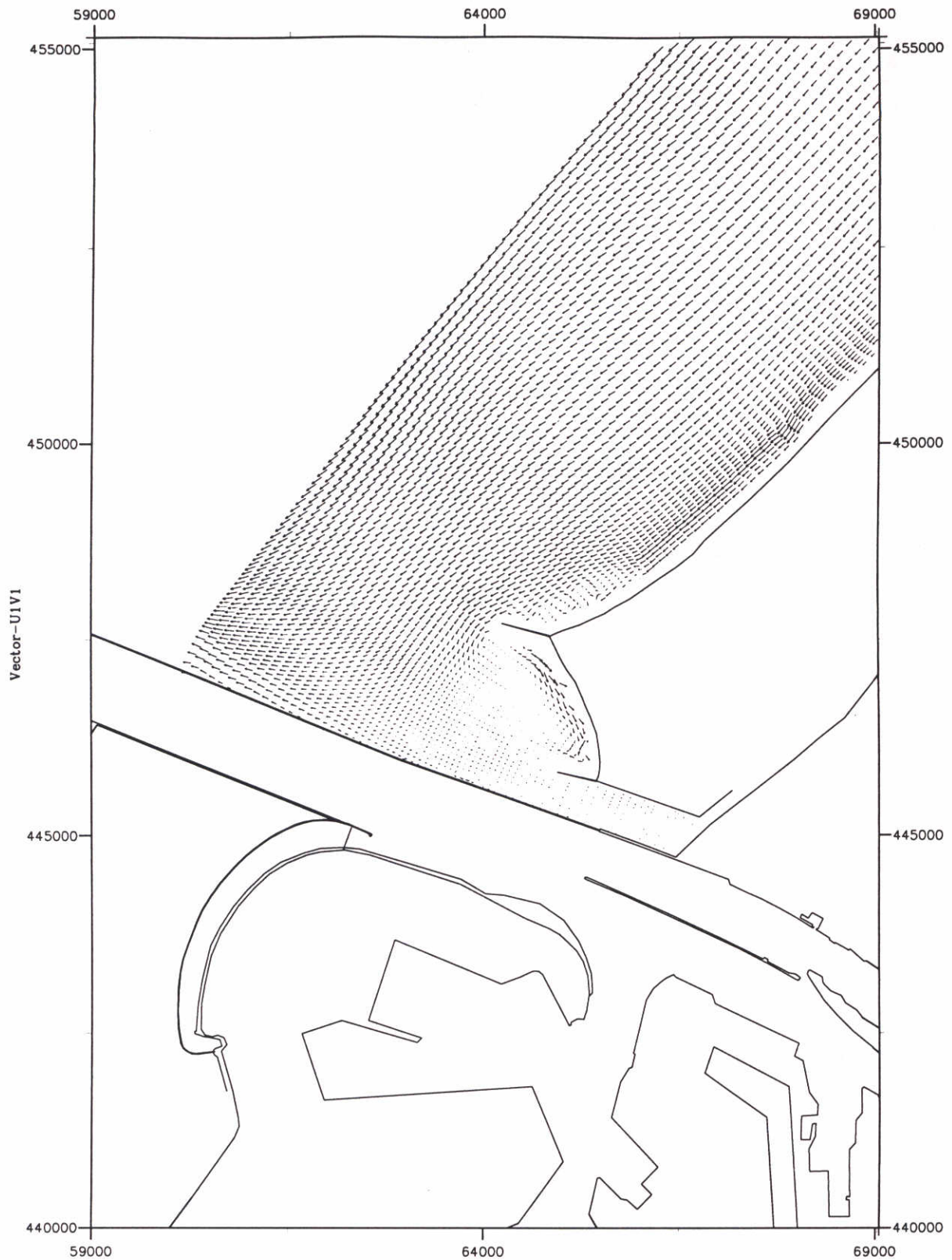
Z 2142

FIG. 4.119



snelheidsschaal: 1 cm = 0.5 m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN WESTNOORDWEST	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.120



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

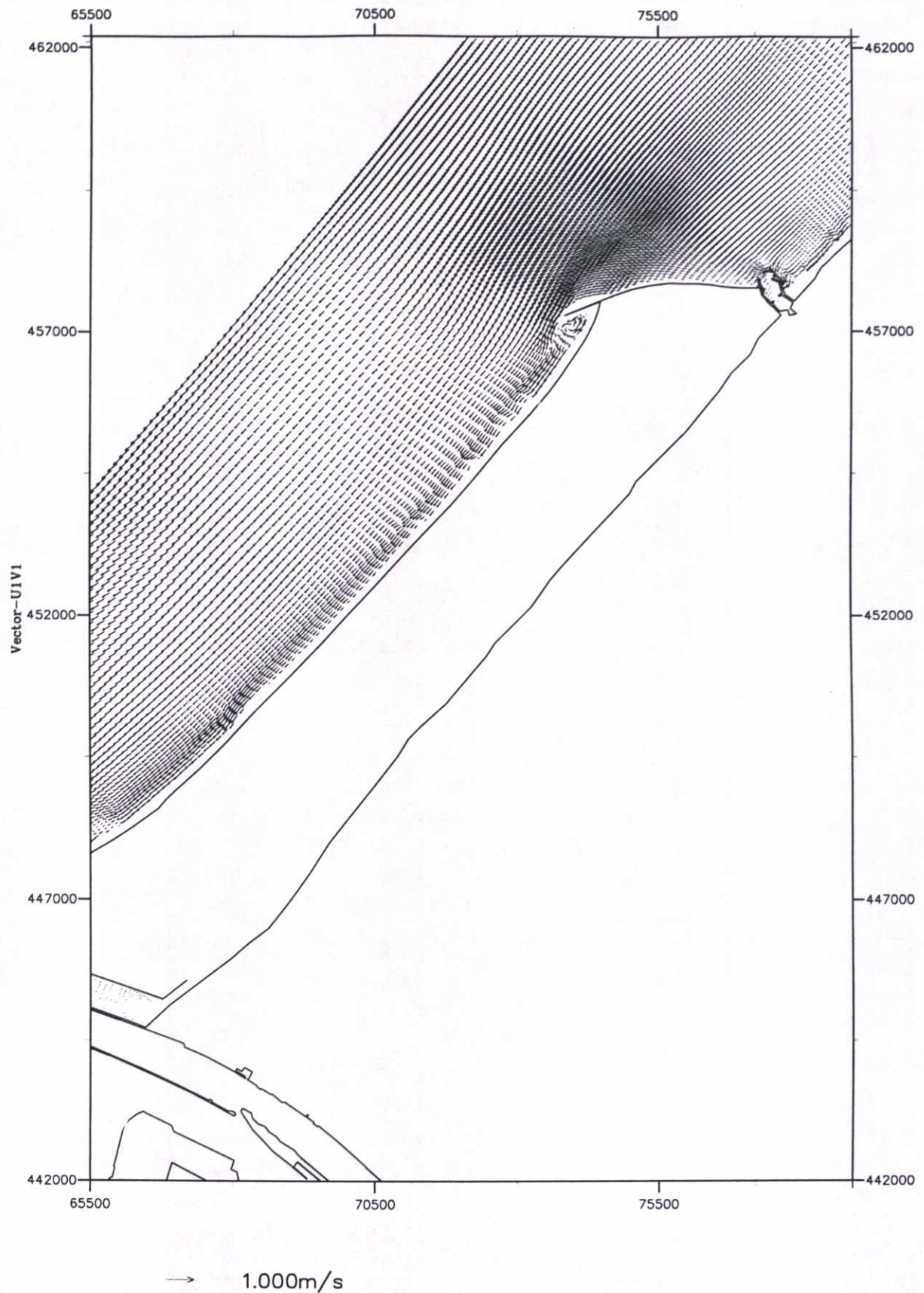
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.121



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

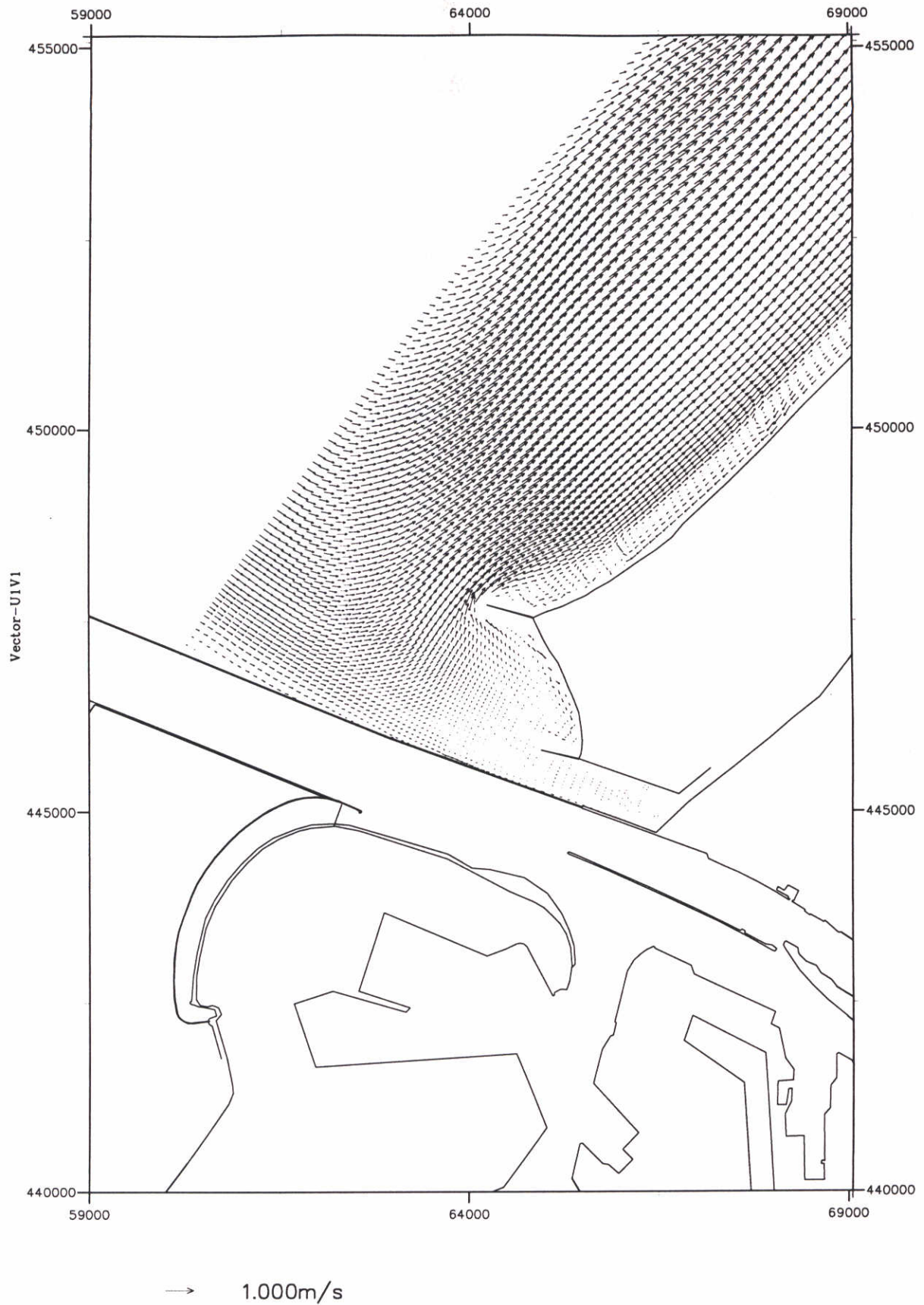
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.122



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

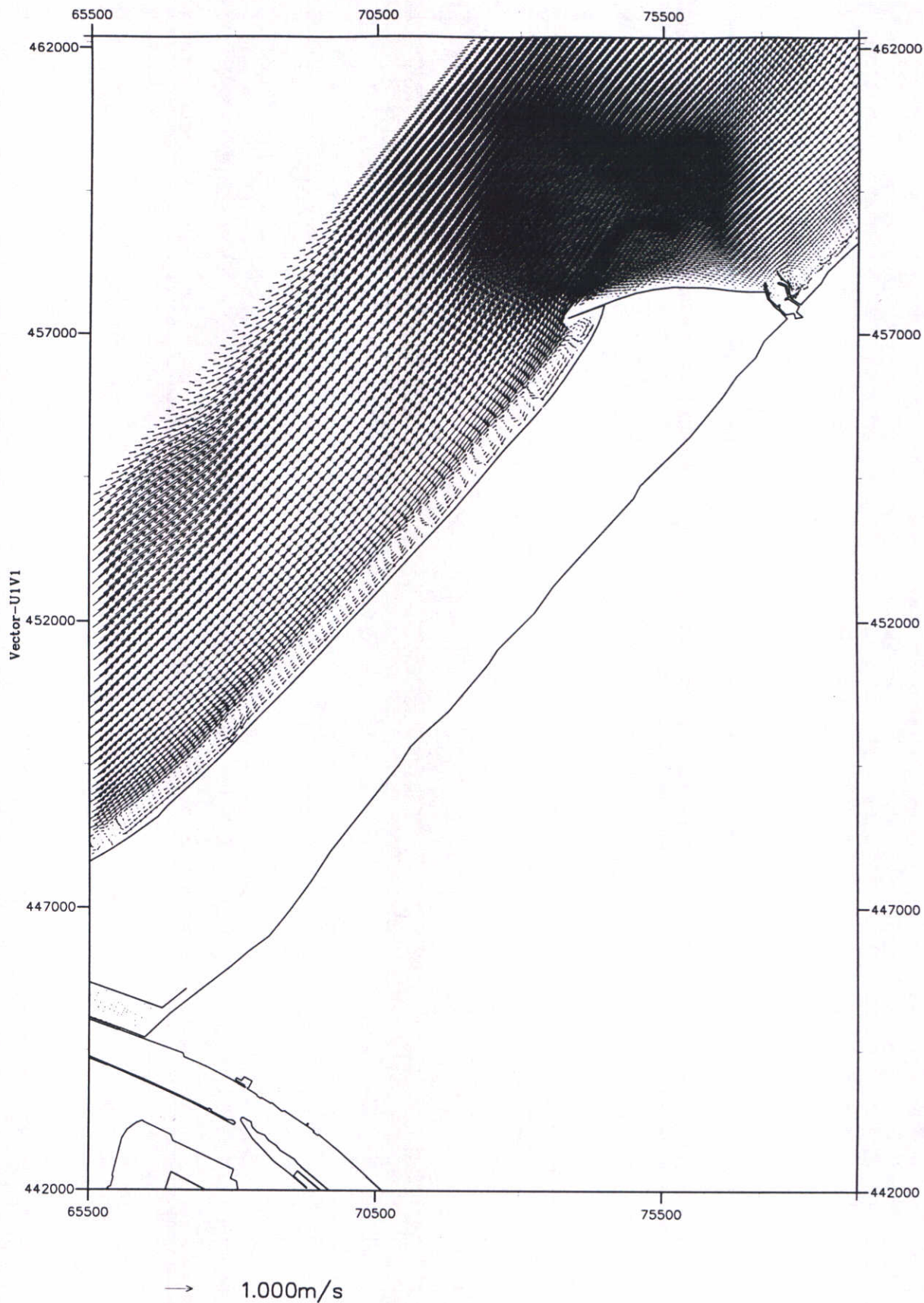
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.123



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

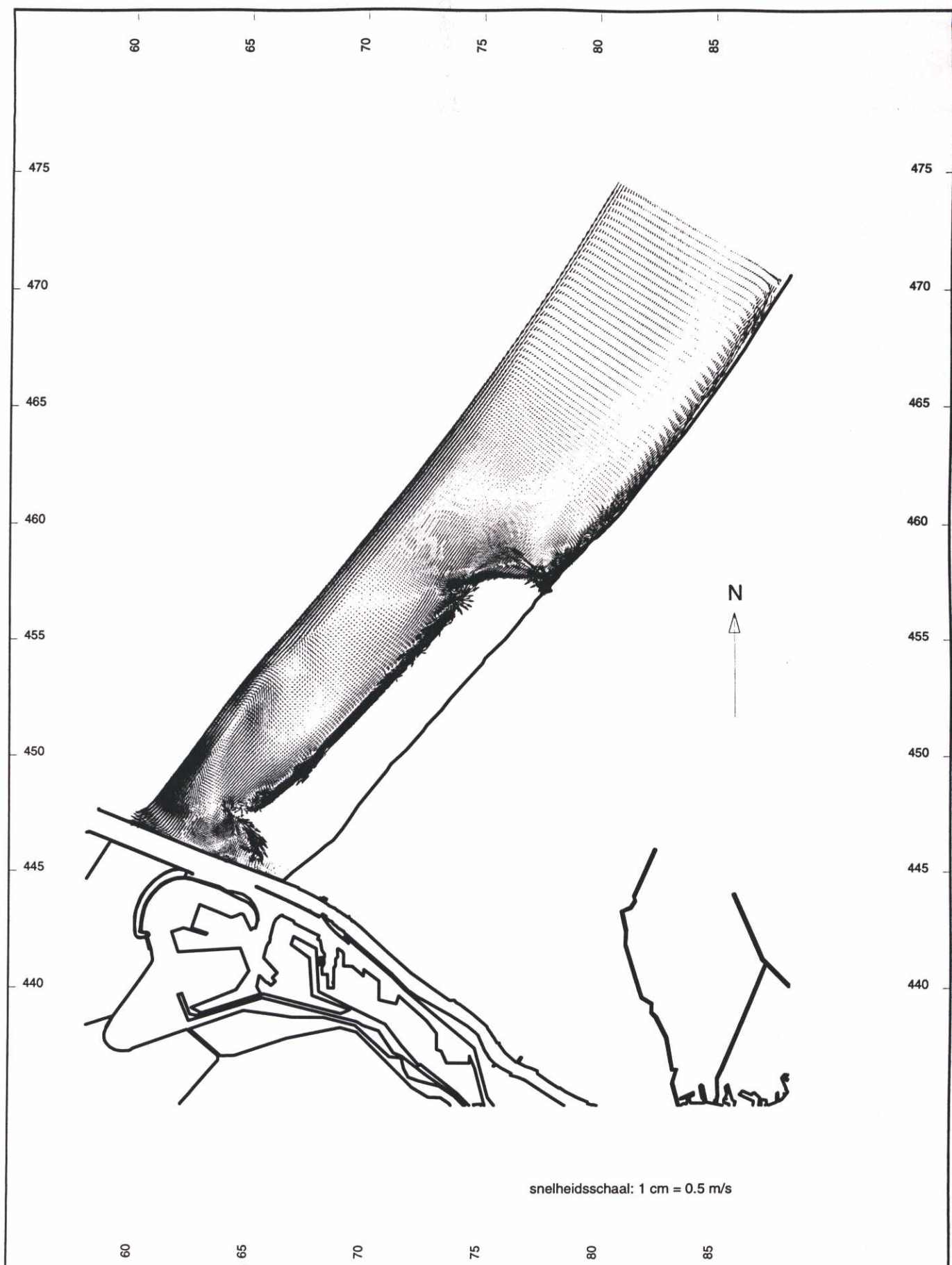
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

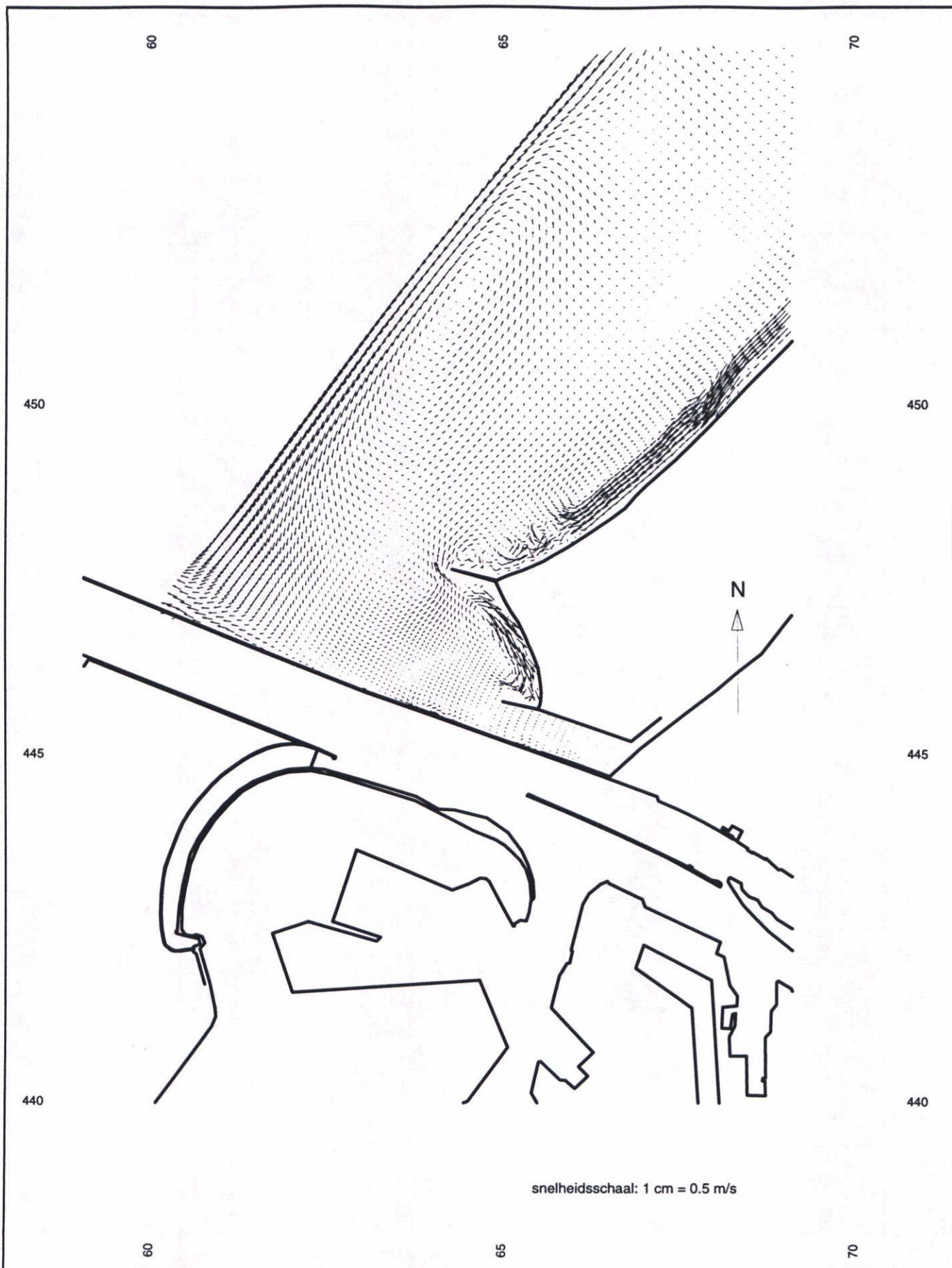
Z 2142

FIG. 4.124

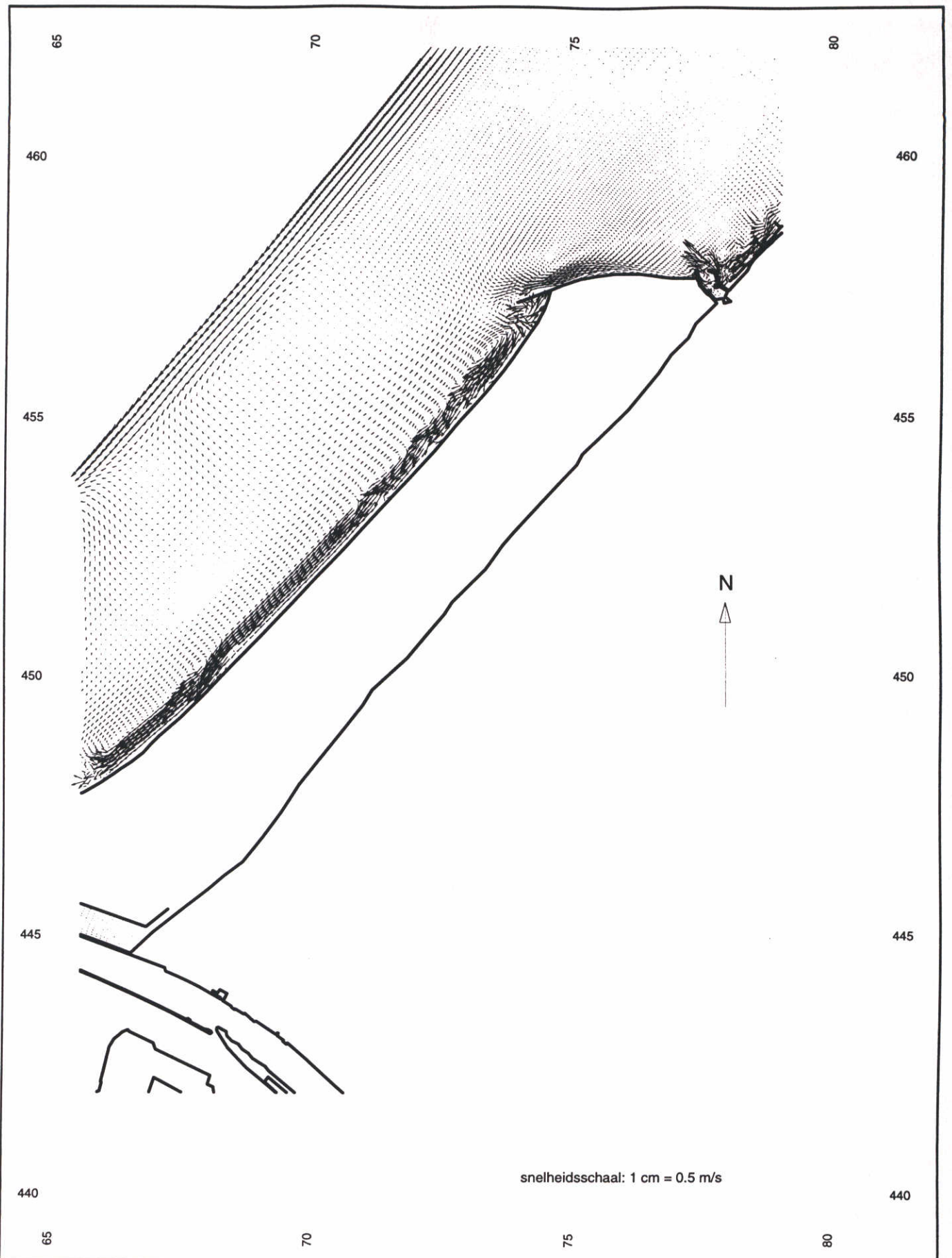


snelheidsschaal: 1 cm = 0.5 m/s

MODEL KUSTLOCATIE KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORDNOORDWEST	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.125



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORDNOORDWEST	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.126



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

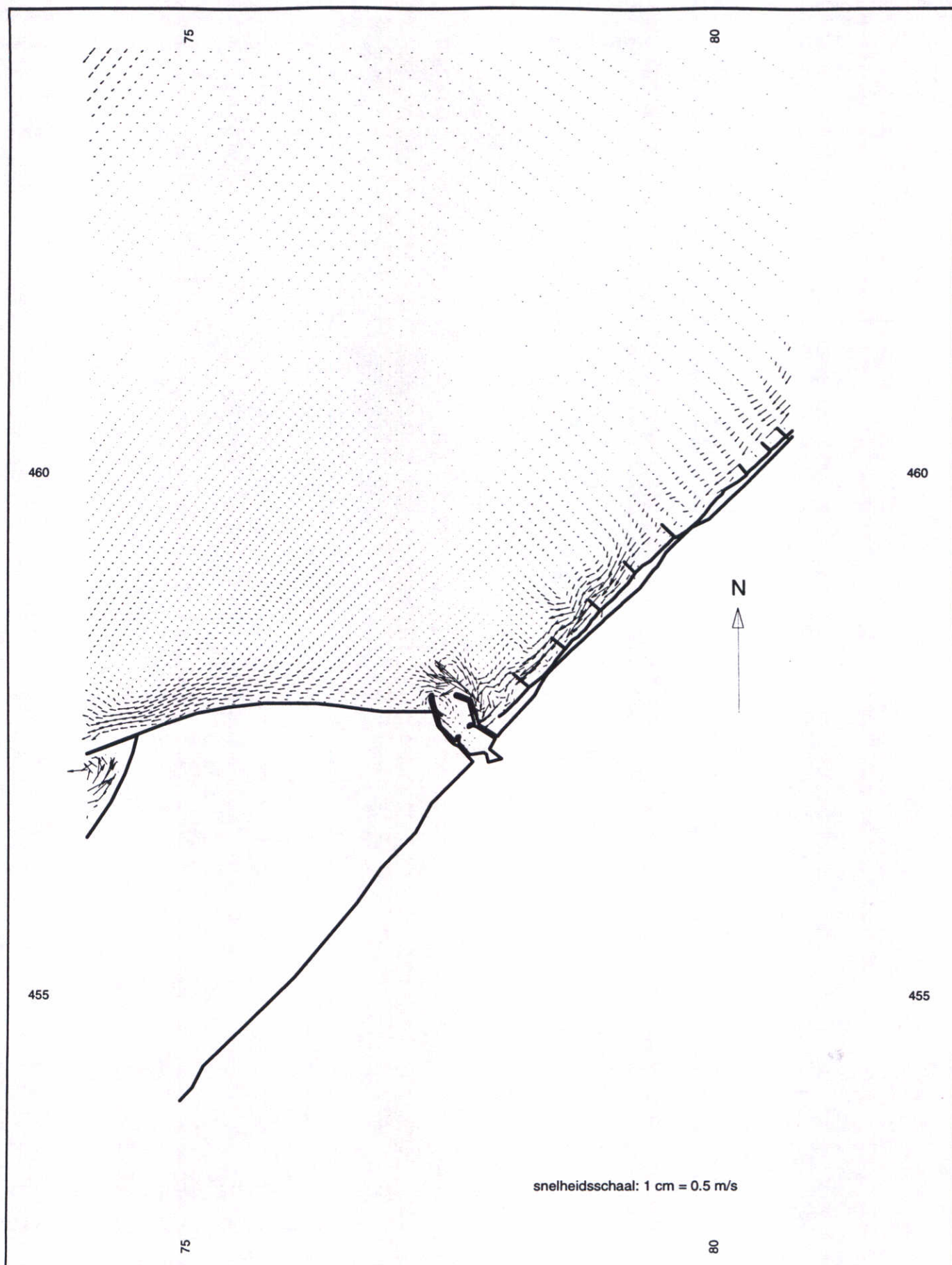
Rww. r2

schaal 1:100000

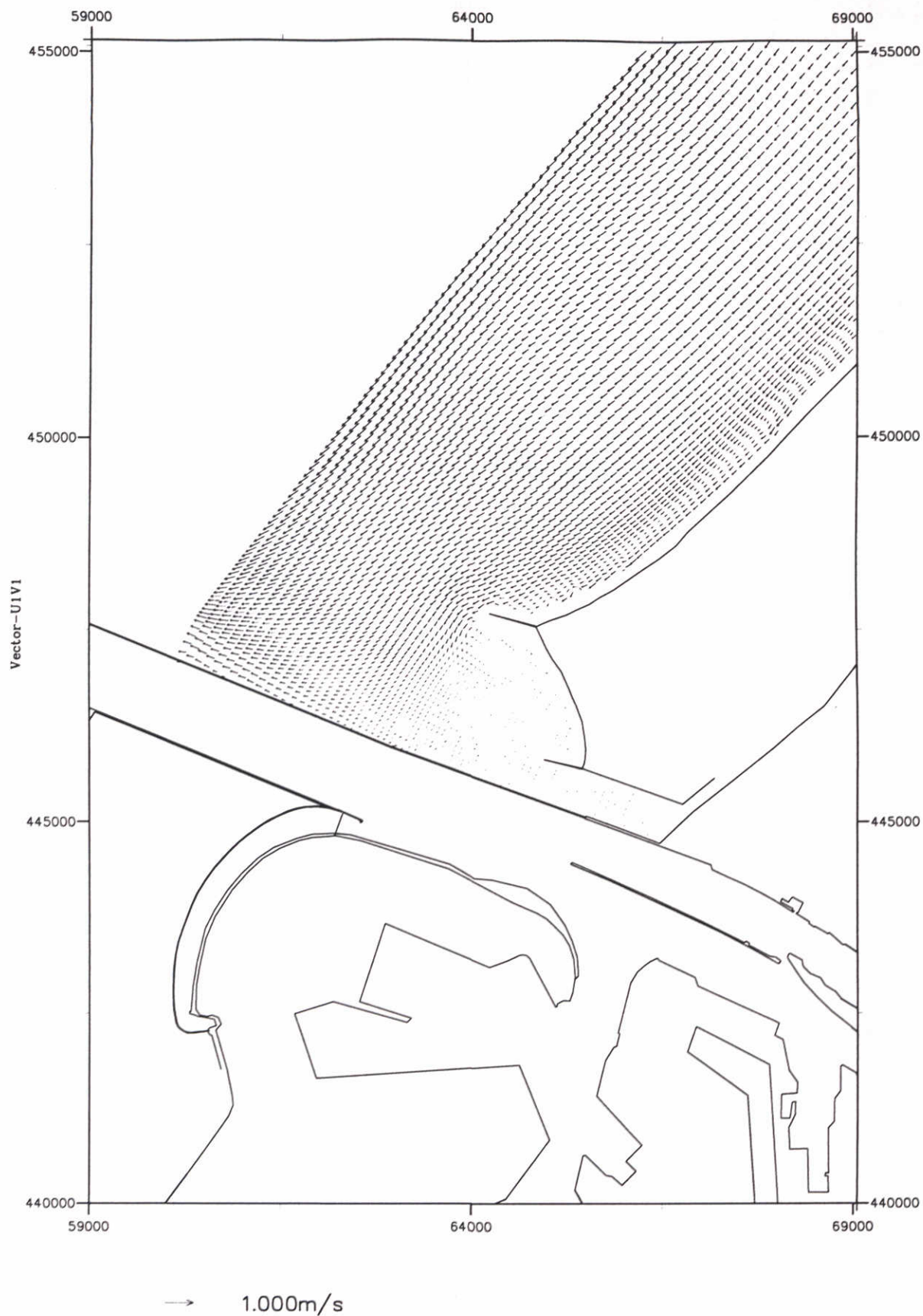
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.127



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORDNOORDWEST	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.128



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN NOORD

Conf. t2

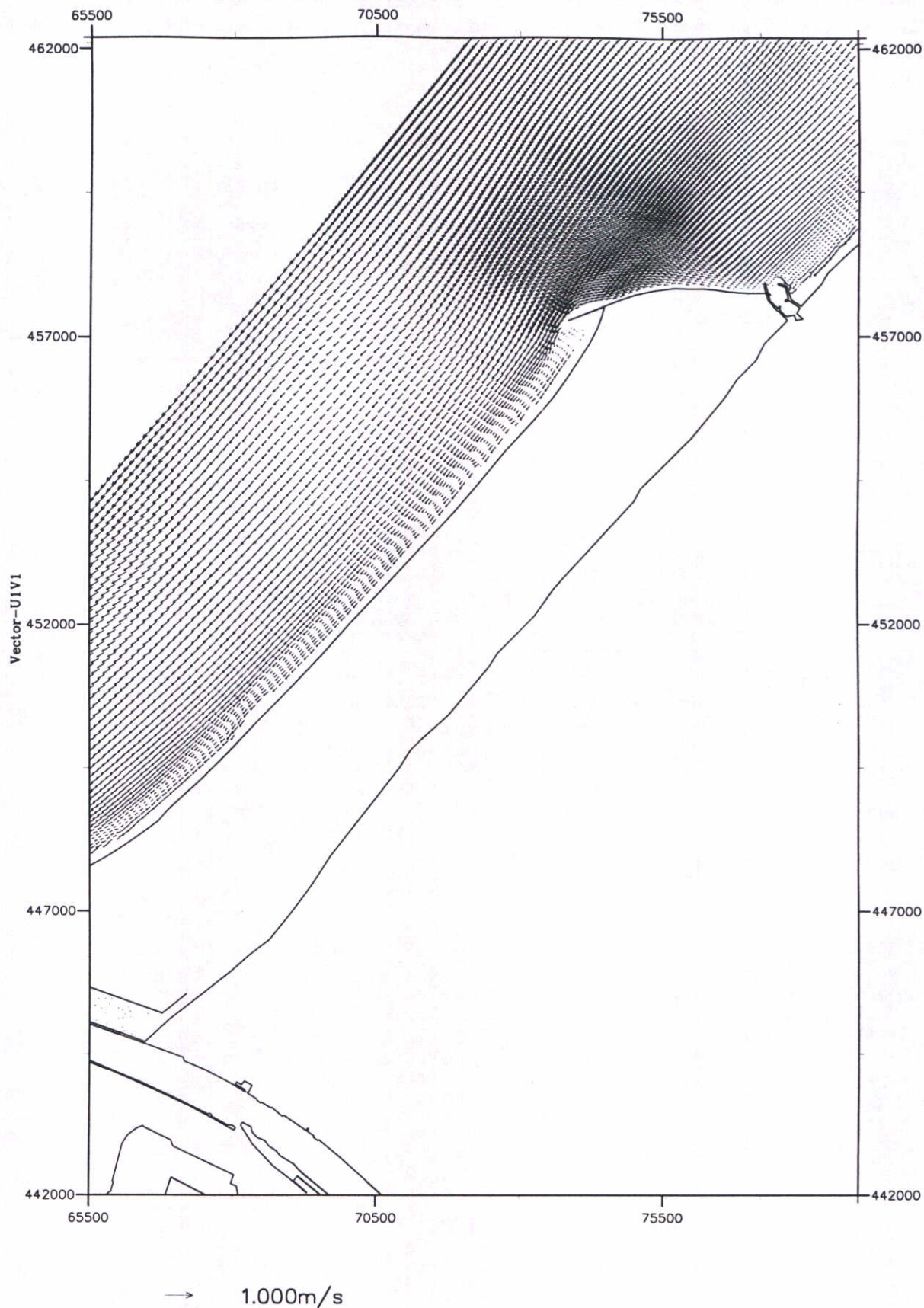
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.129



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - LW; GOLVEN NOORD

Conf. t2

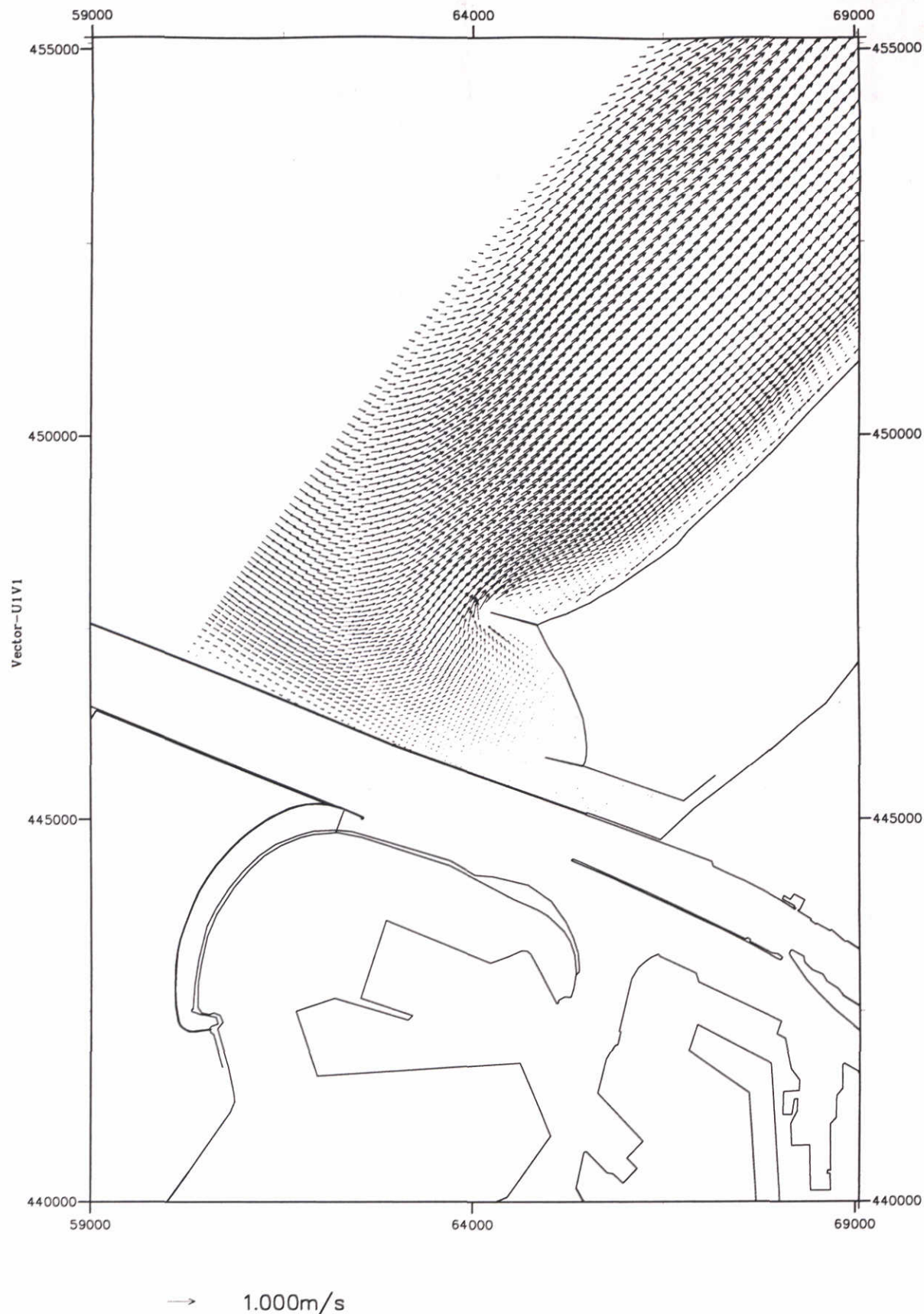
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.130



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN NOORD

Conf. t2

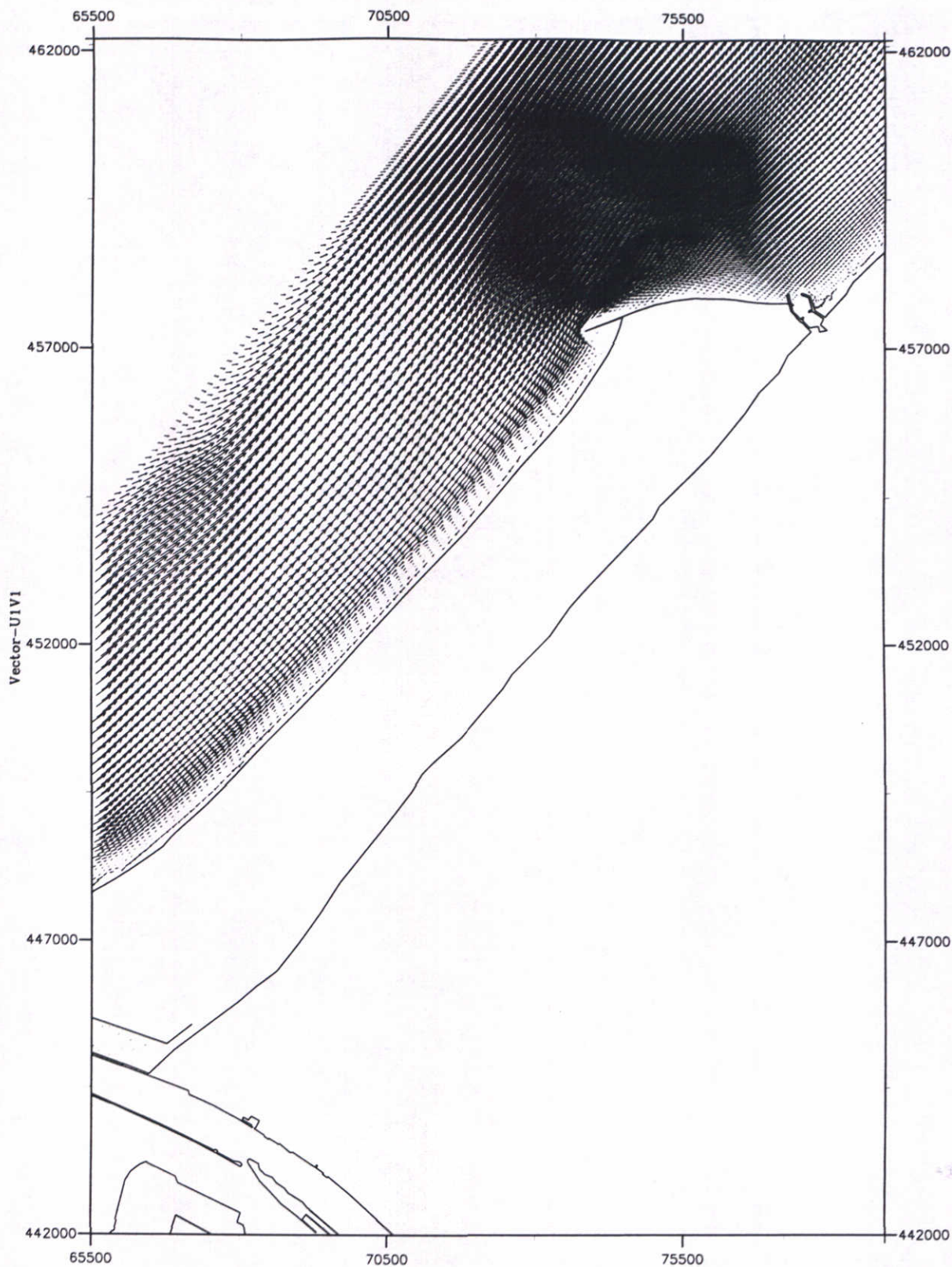
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.131



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SNELHEIDSVELD - HW; GOLVEN NOORD

Conf. t2

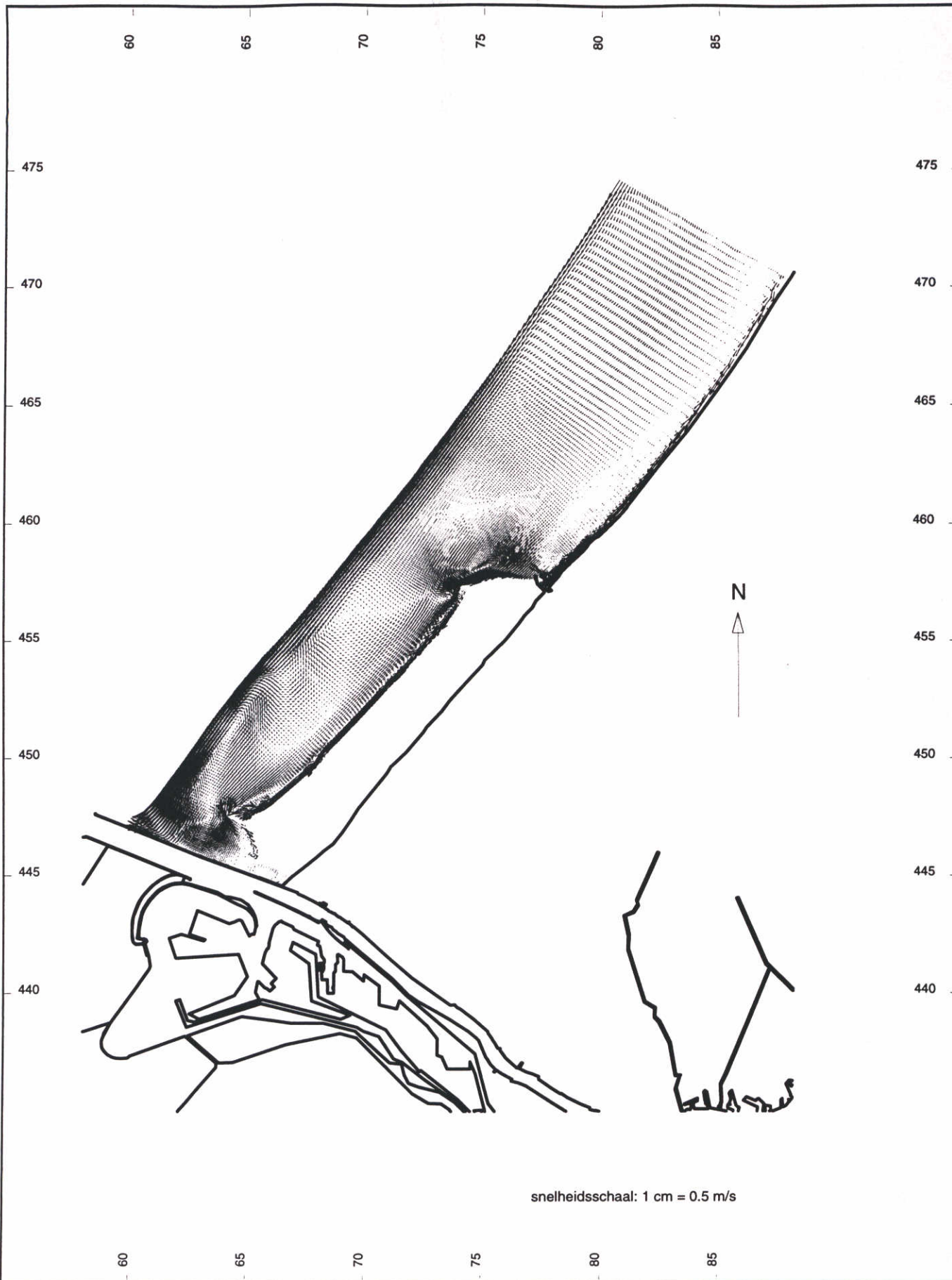
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.132



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORD

Conf. t2

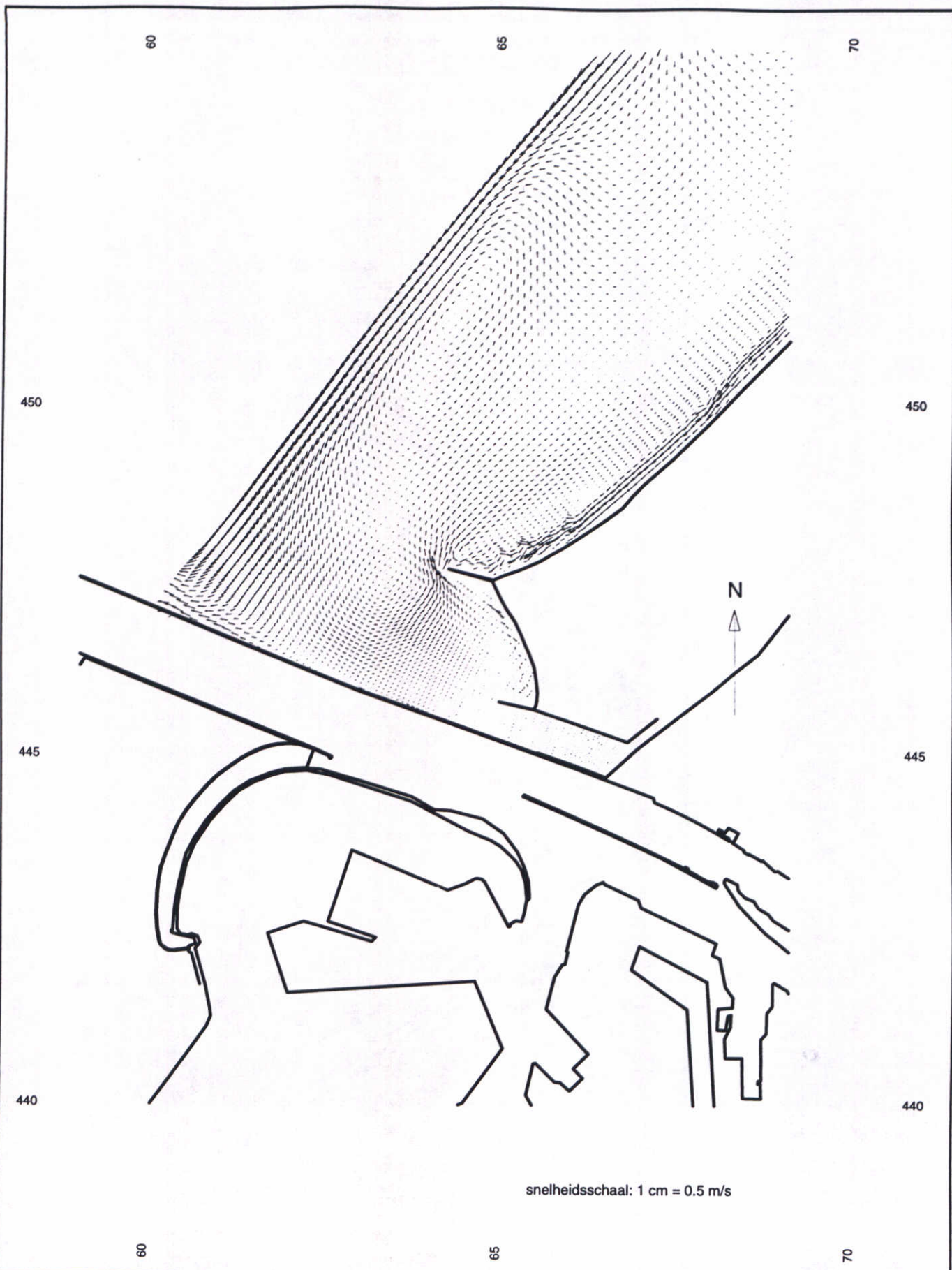
Rww. r2

schaal 1:225000

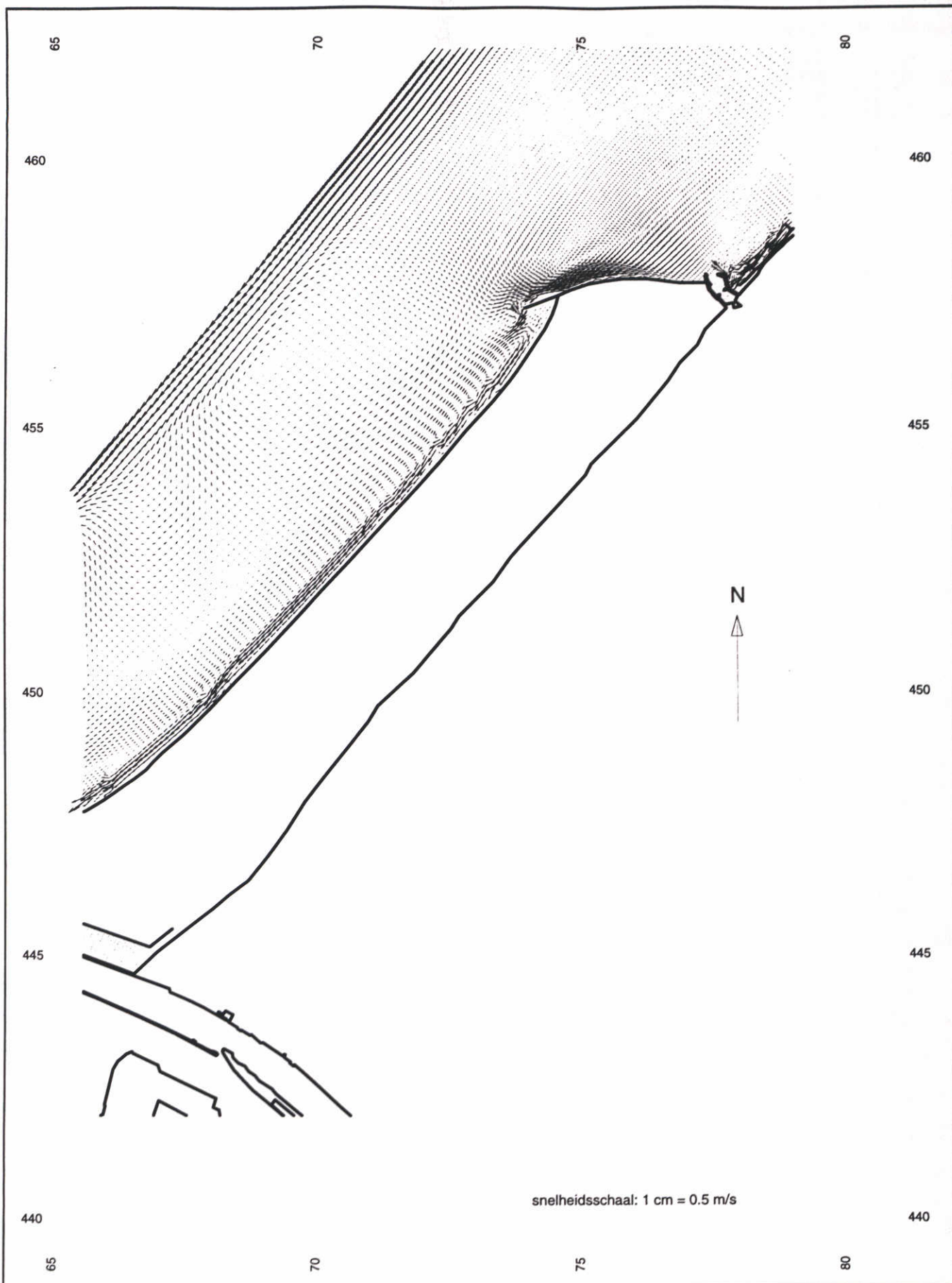
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.133



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORD	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.134



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORD

Conf. t2

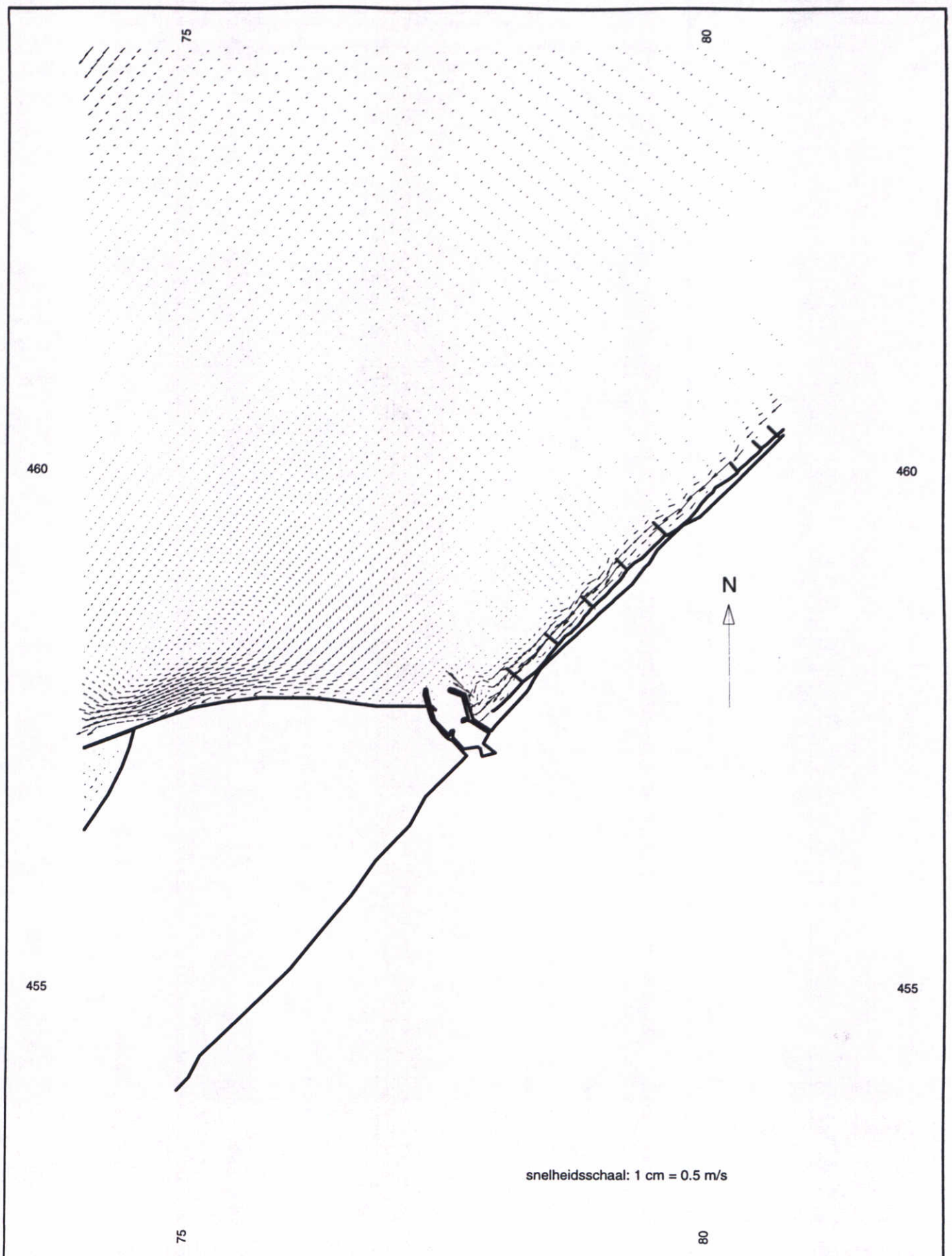
Rvw. r2

schaal 1:100000

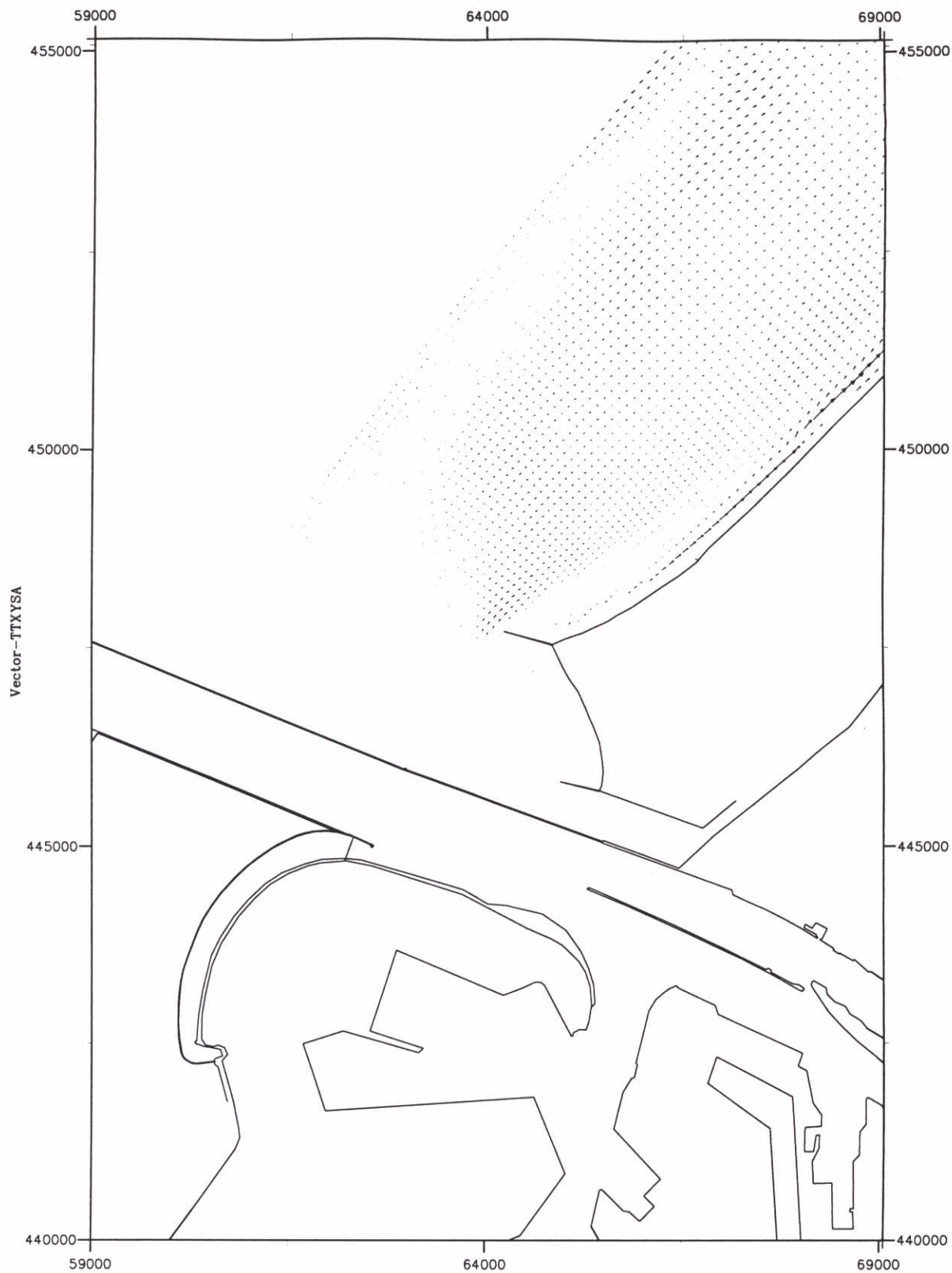
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.135



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING - GOLVEN NOORD	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.136



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

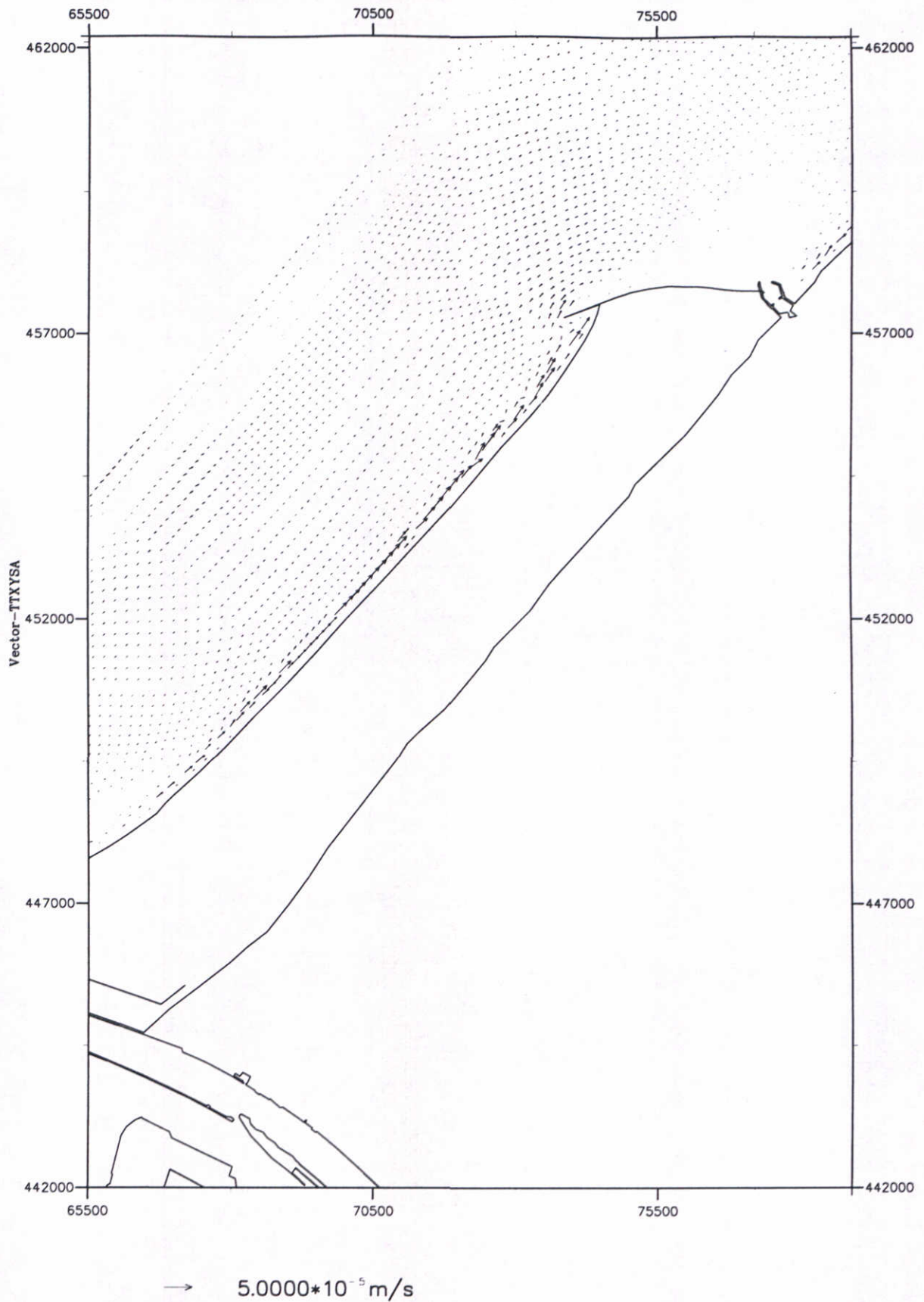
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.137



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

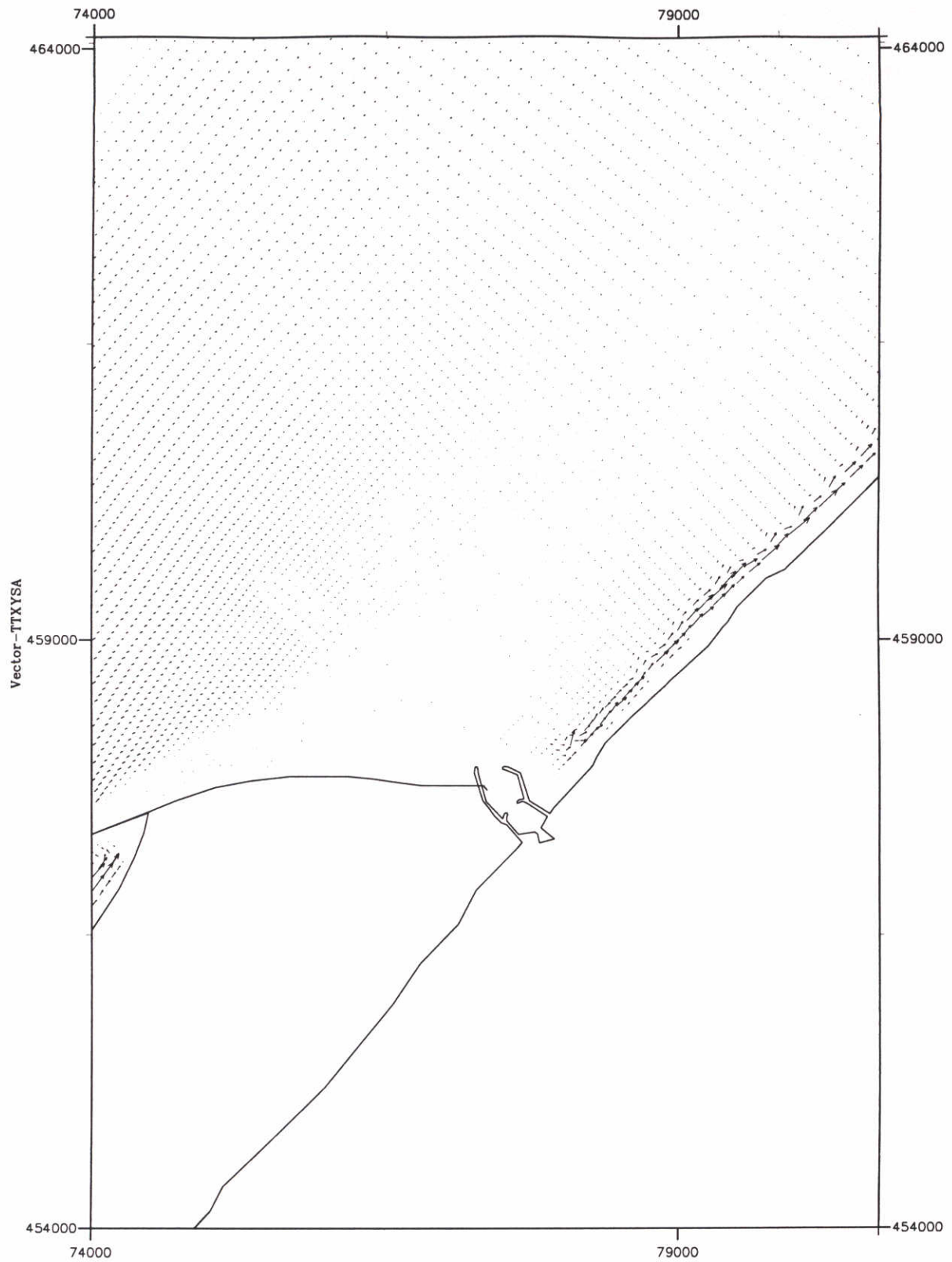
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.138



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN ZUIDWEST

Conf. t2

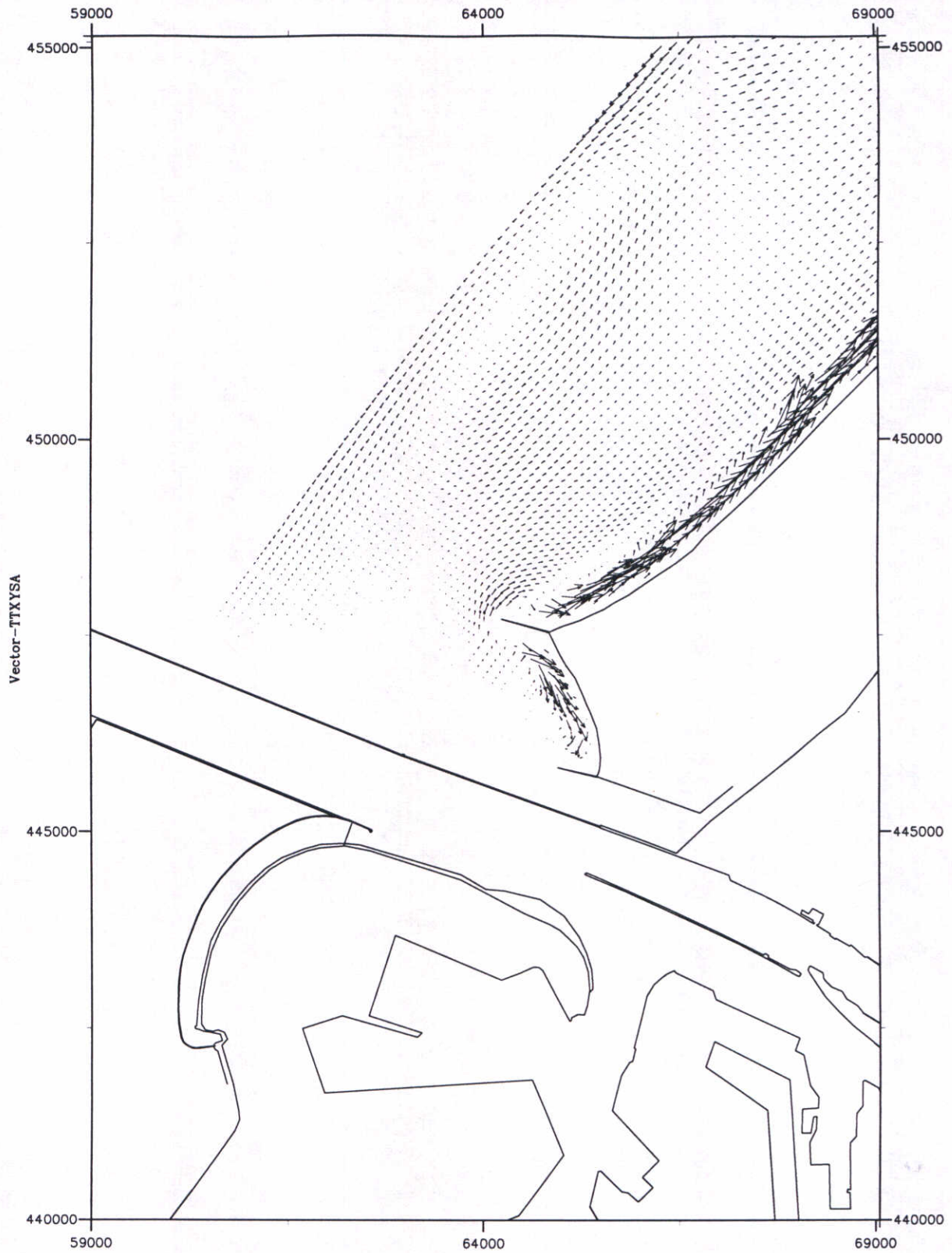
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.139



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WEST

Conf. t2

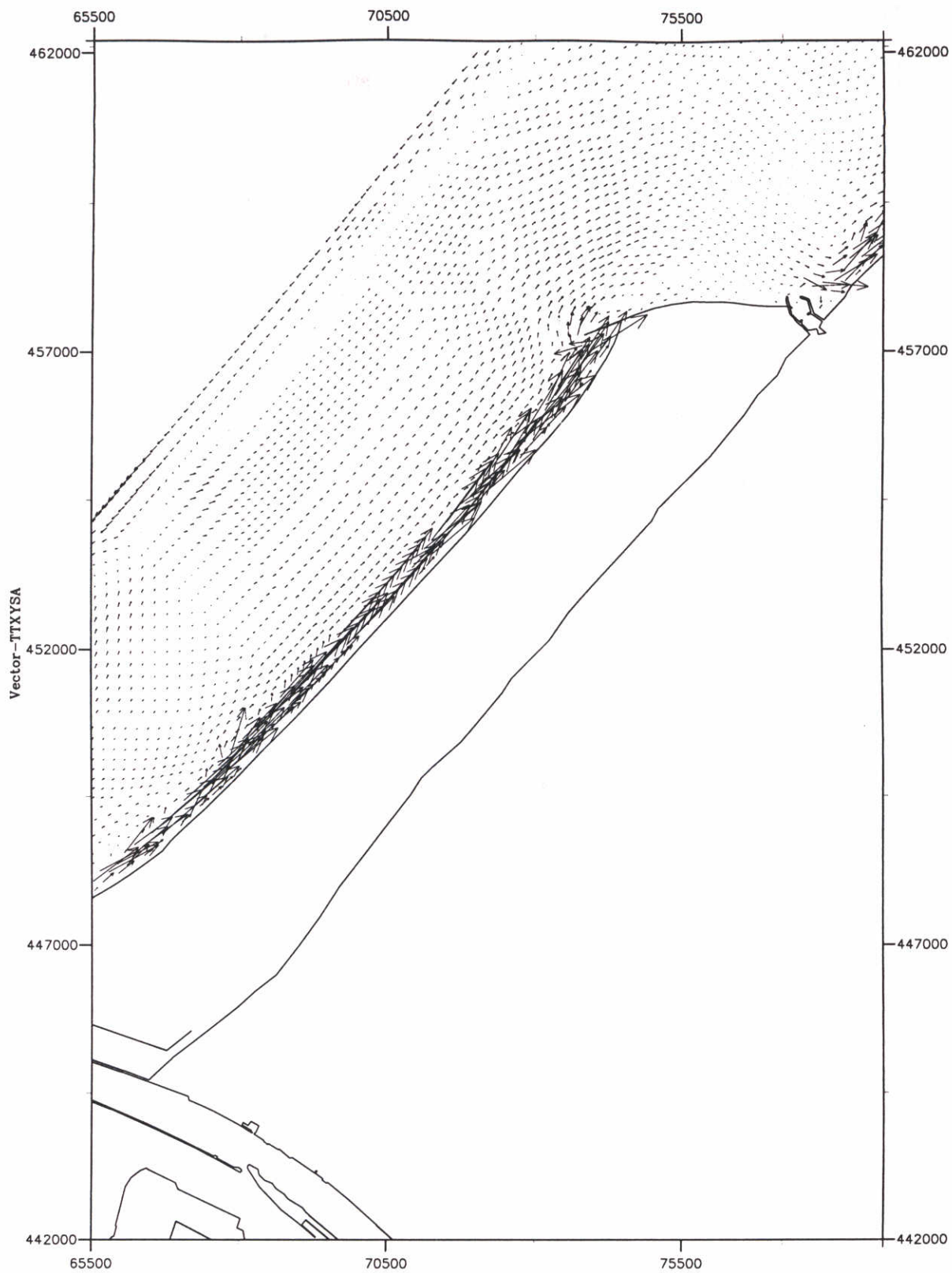
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.140



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WEST

Conf. t2

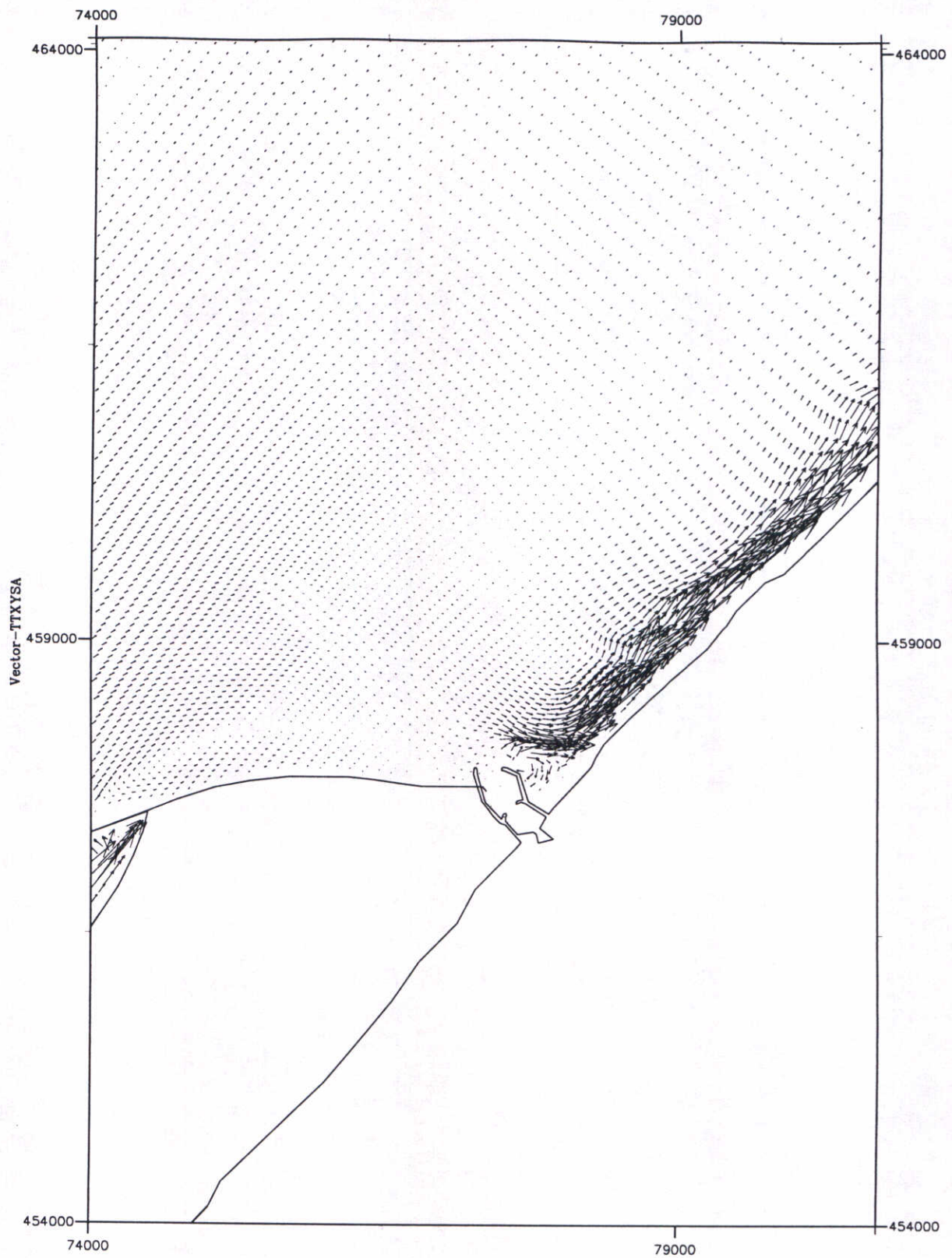
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.141



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WEST

Conf. t2

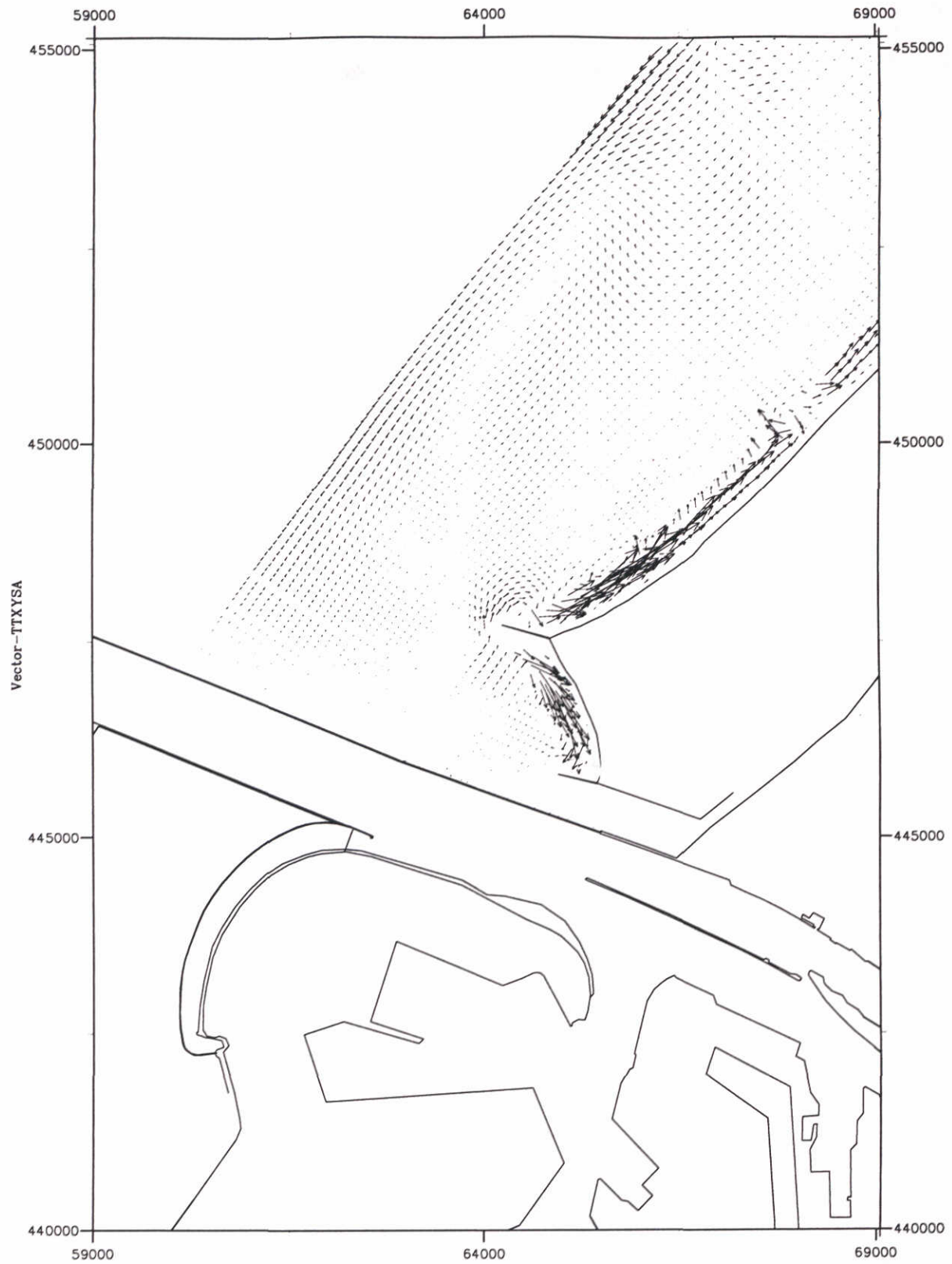
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.142



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2

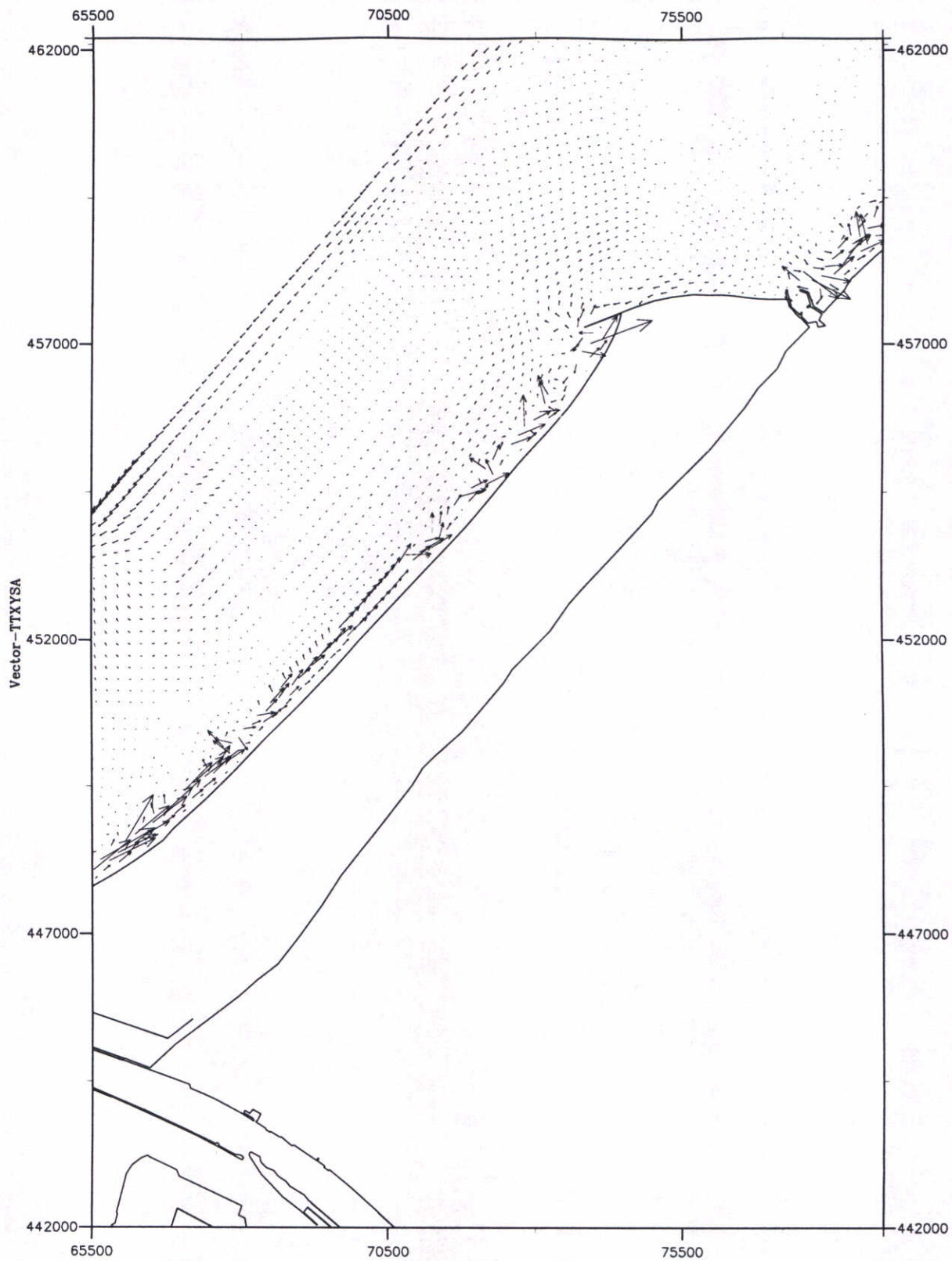
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.143



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2

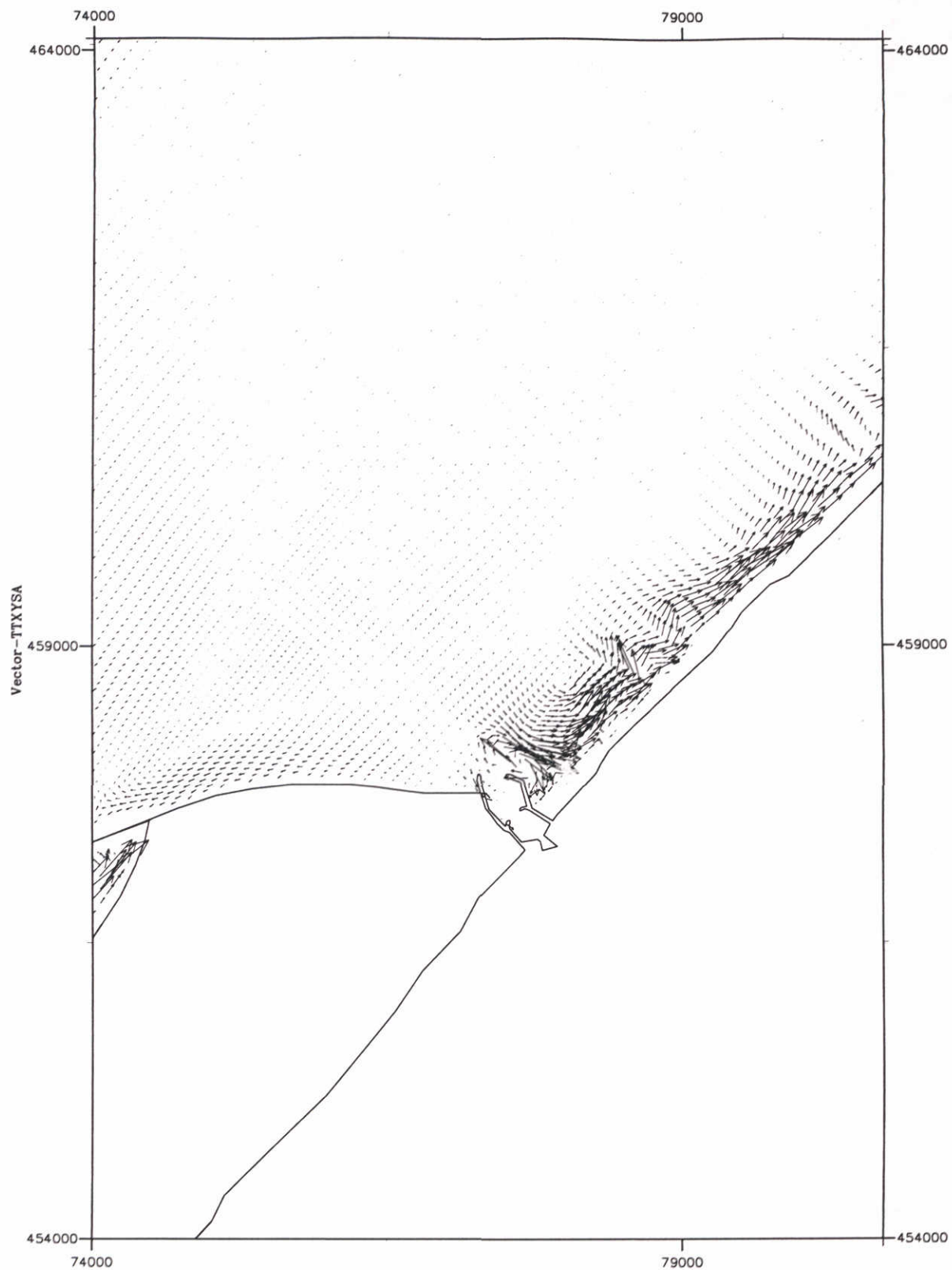
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.144



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN WESTNOORDWEST

Conf. t2

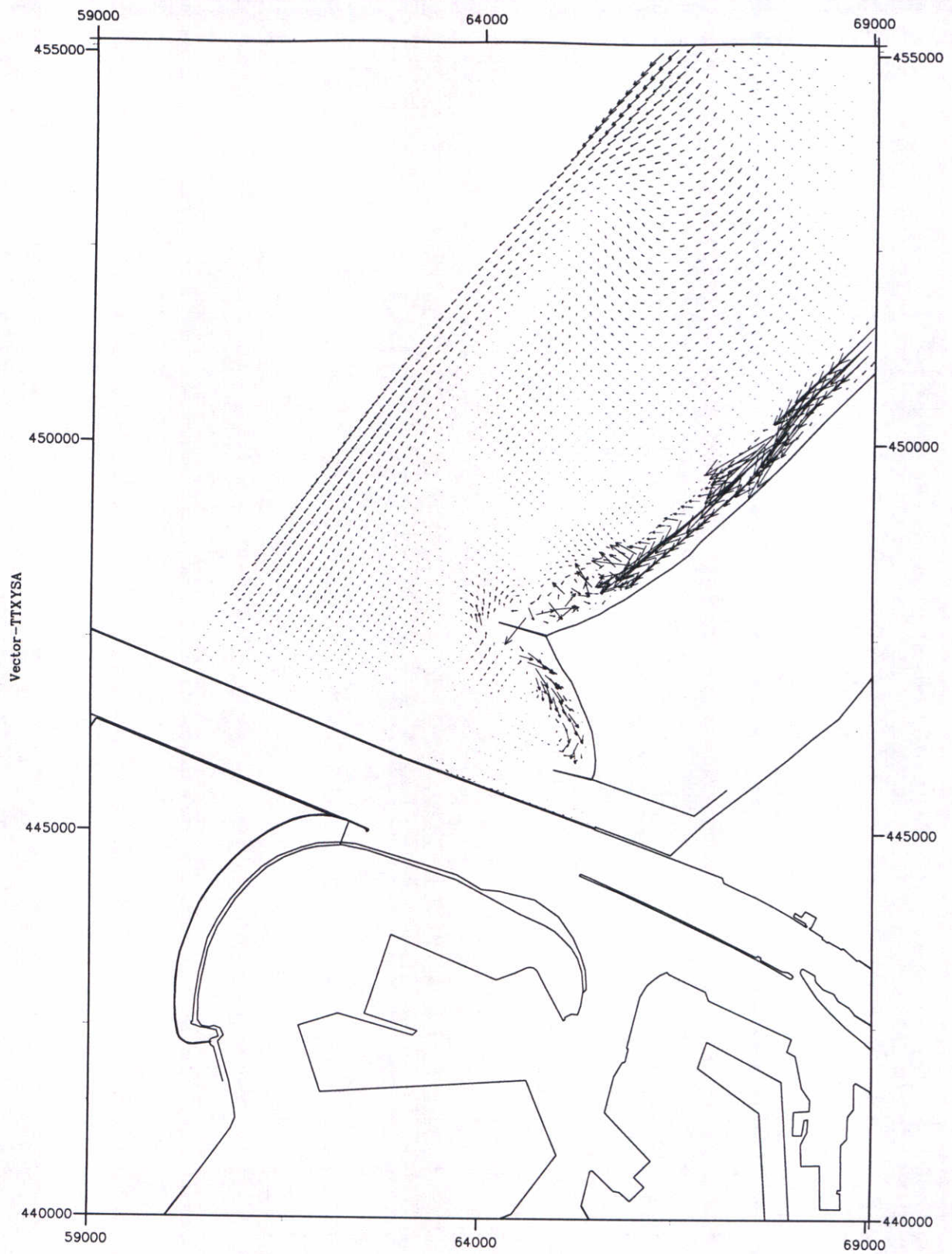
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.145



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

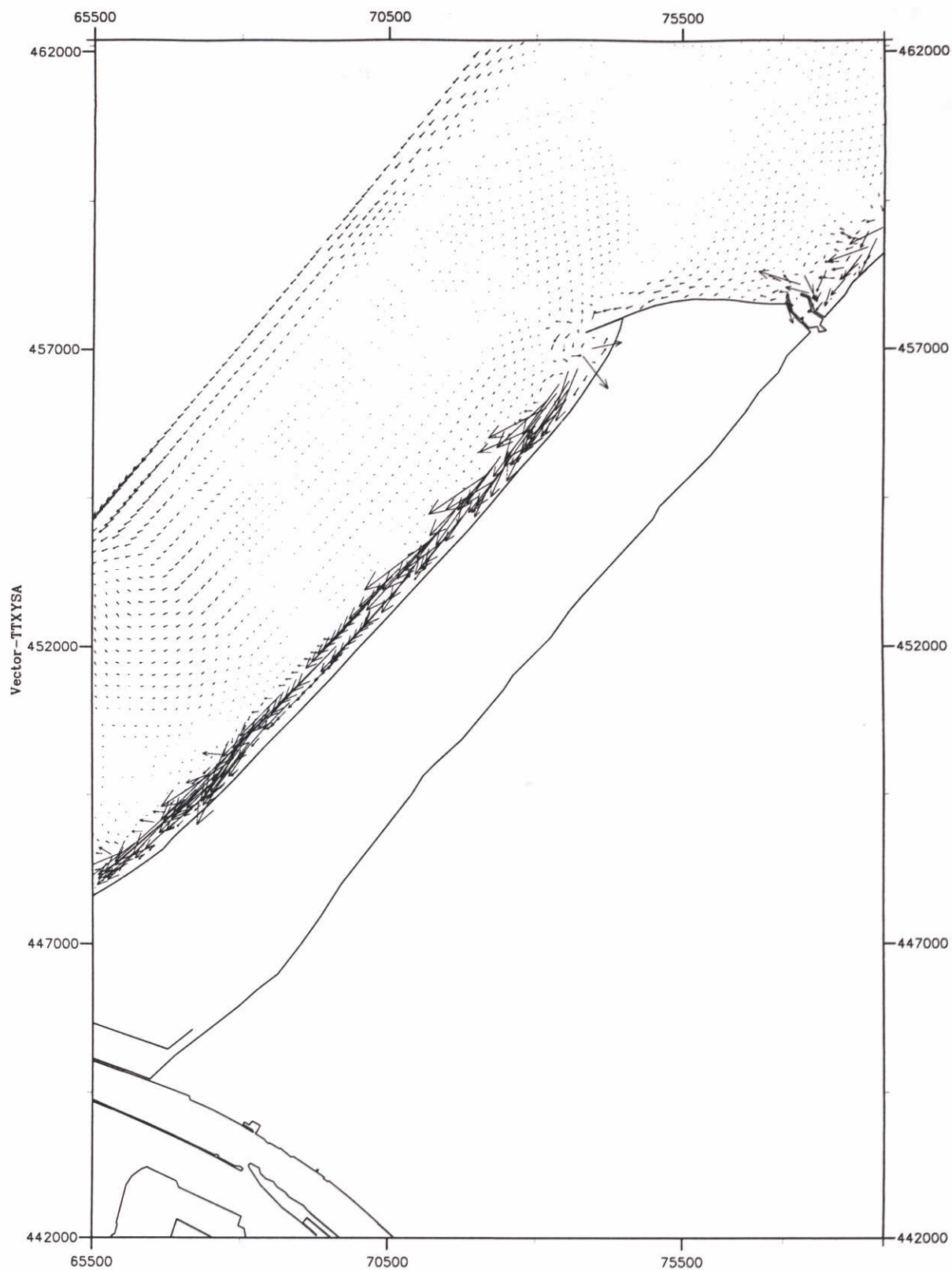
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.146



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.147



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORDNOORDWEST

Conf. t2

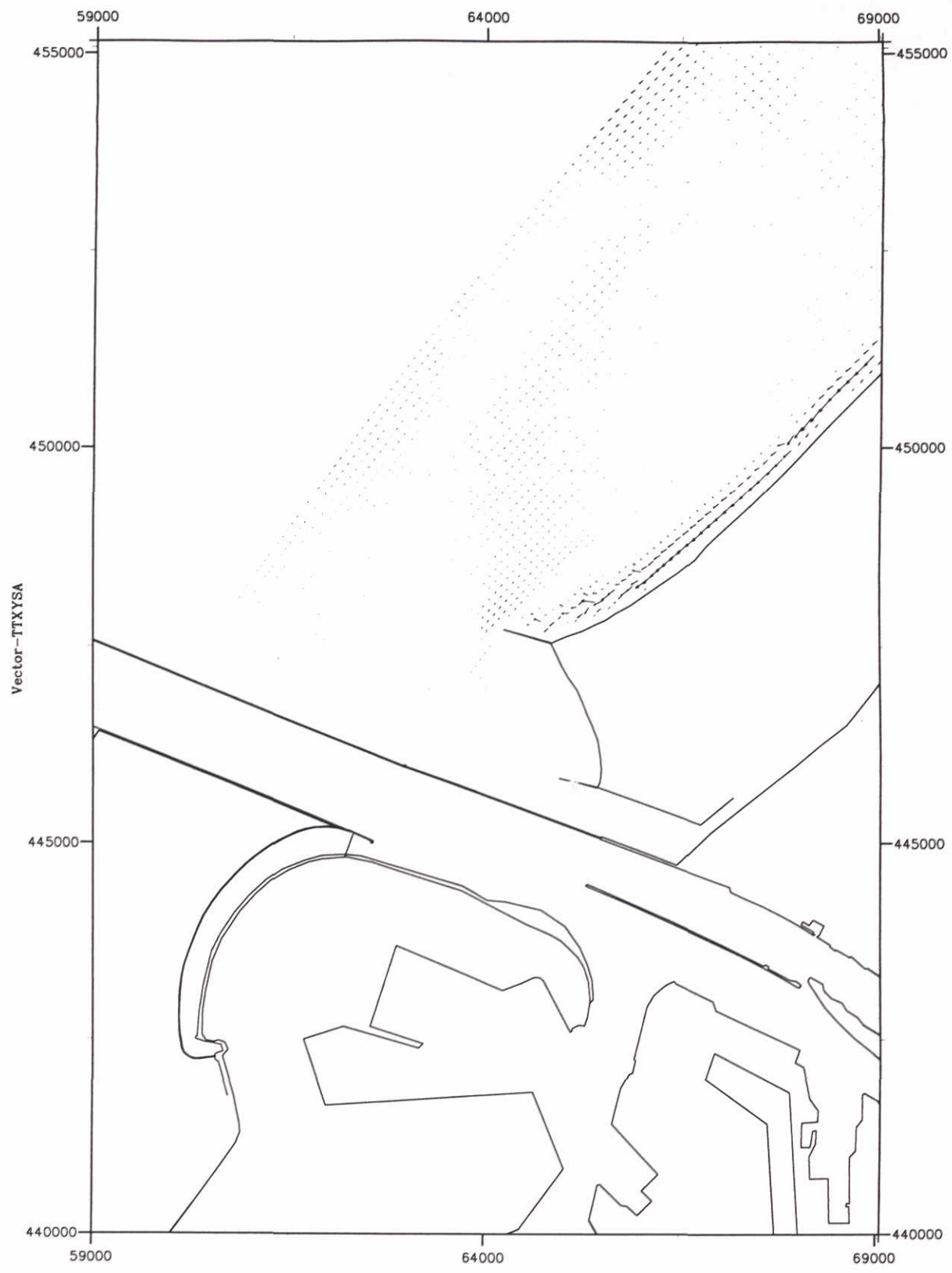
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.148



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORD

Conf. t2

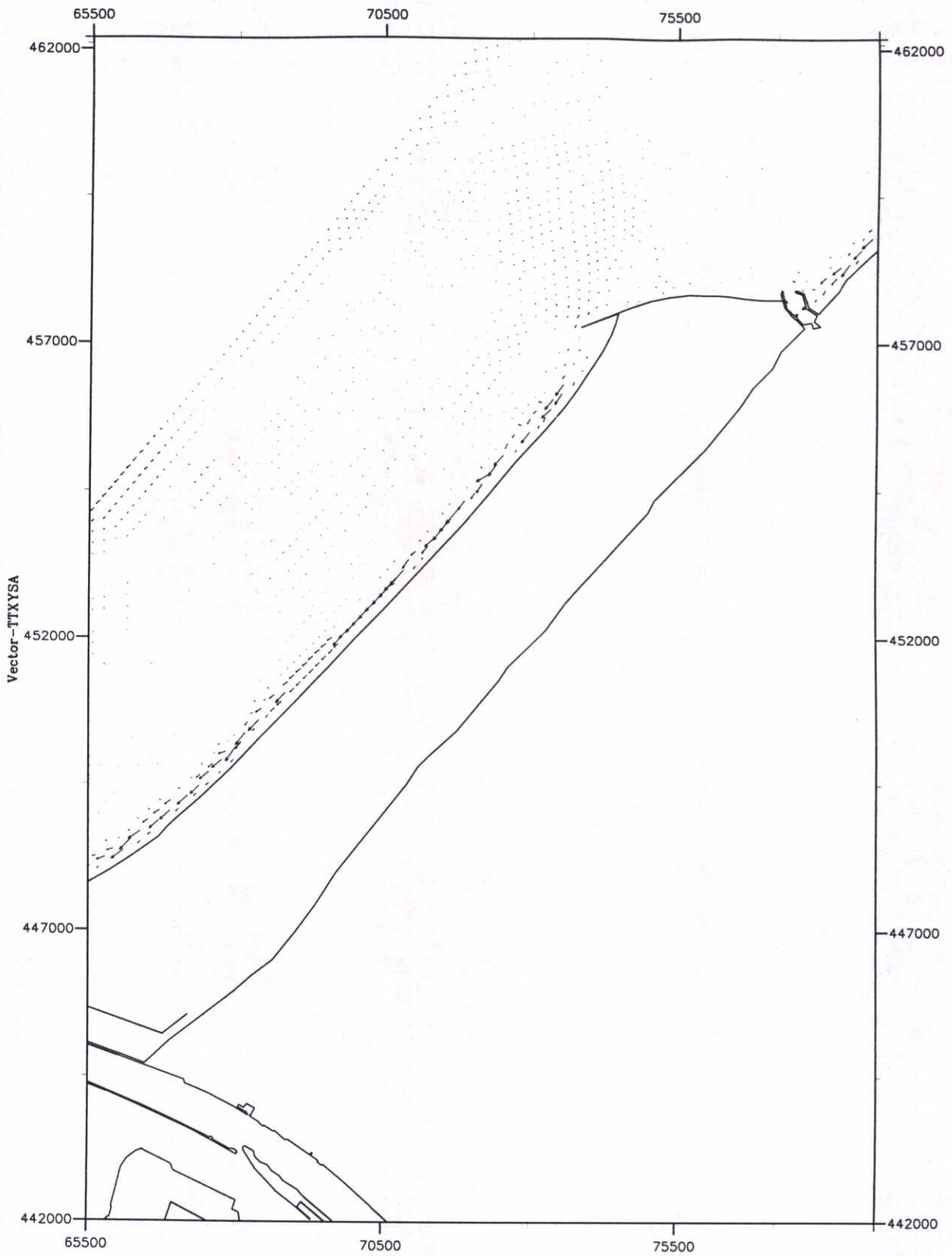
Rvw. r2

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.149



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORD

Conf. t2

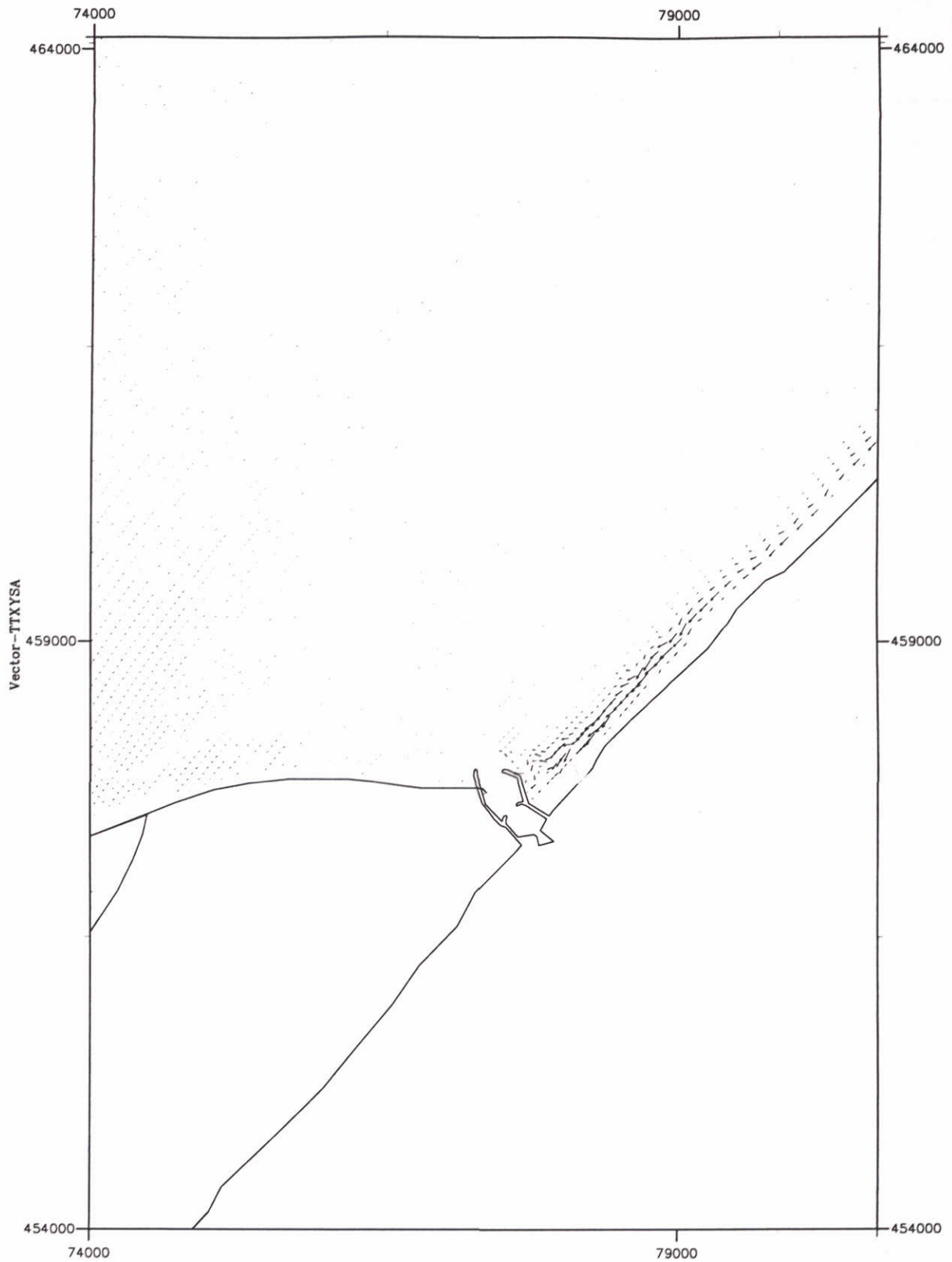
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.150



→ $5.0000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD; GOLVEN NOORD

Conf. t2

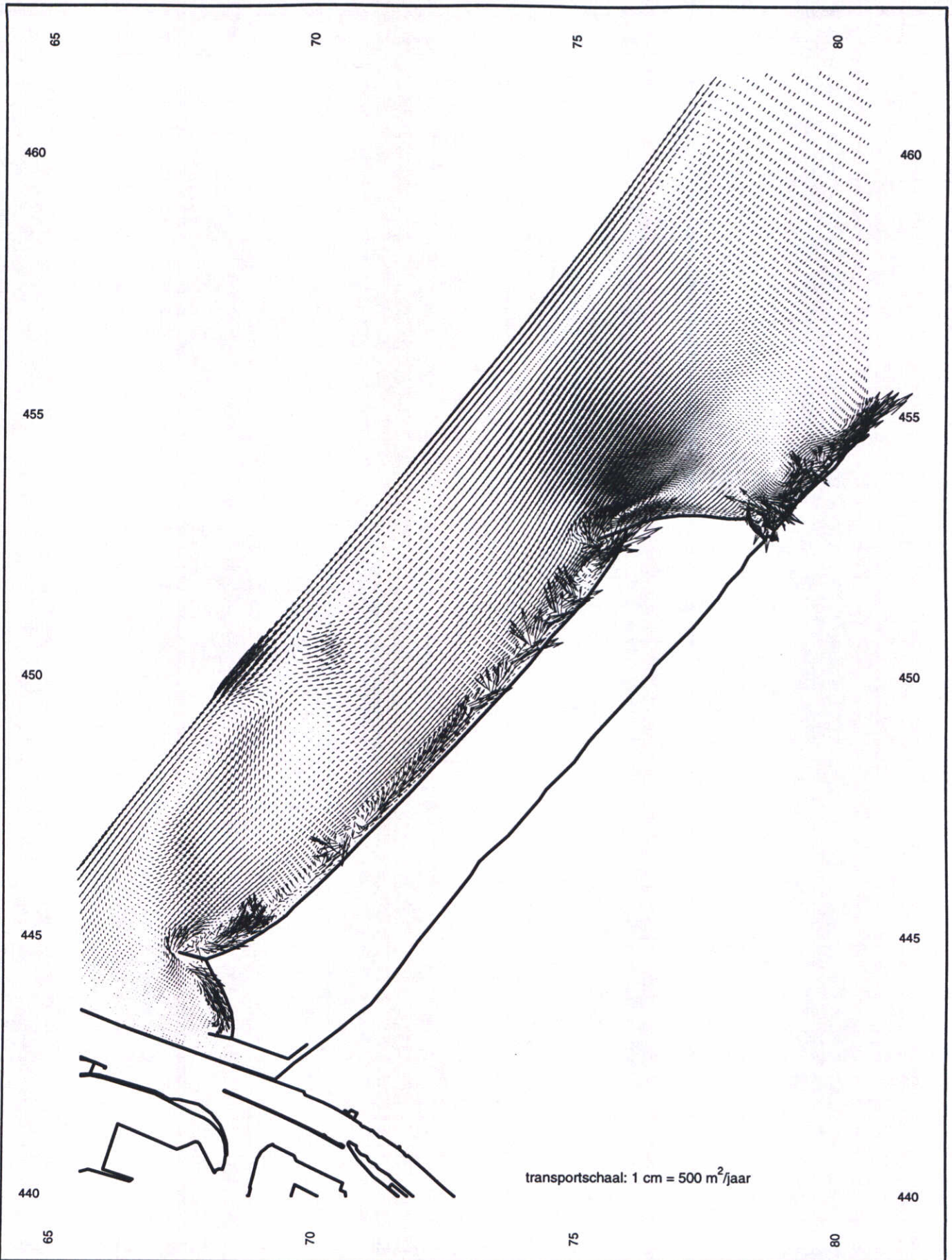
Rvw. r2

schaal 1:50000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.151



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT
 RESTTRANSPORT GEWOGEN NA 1 JAAR

Conf. t2

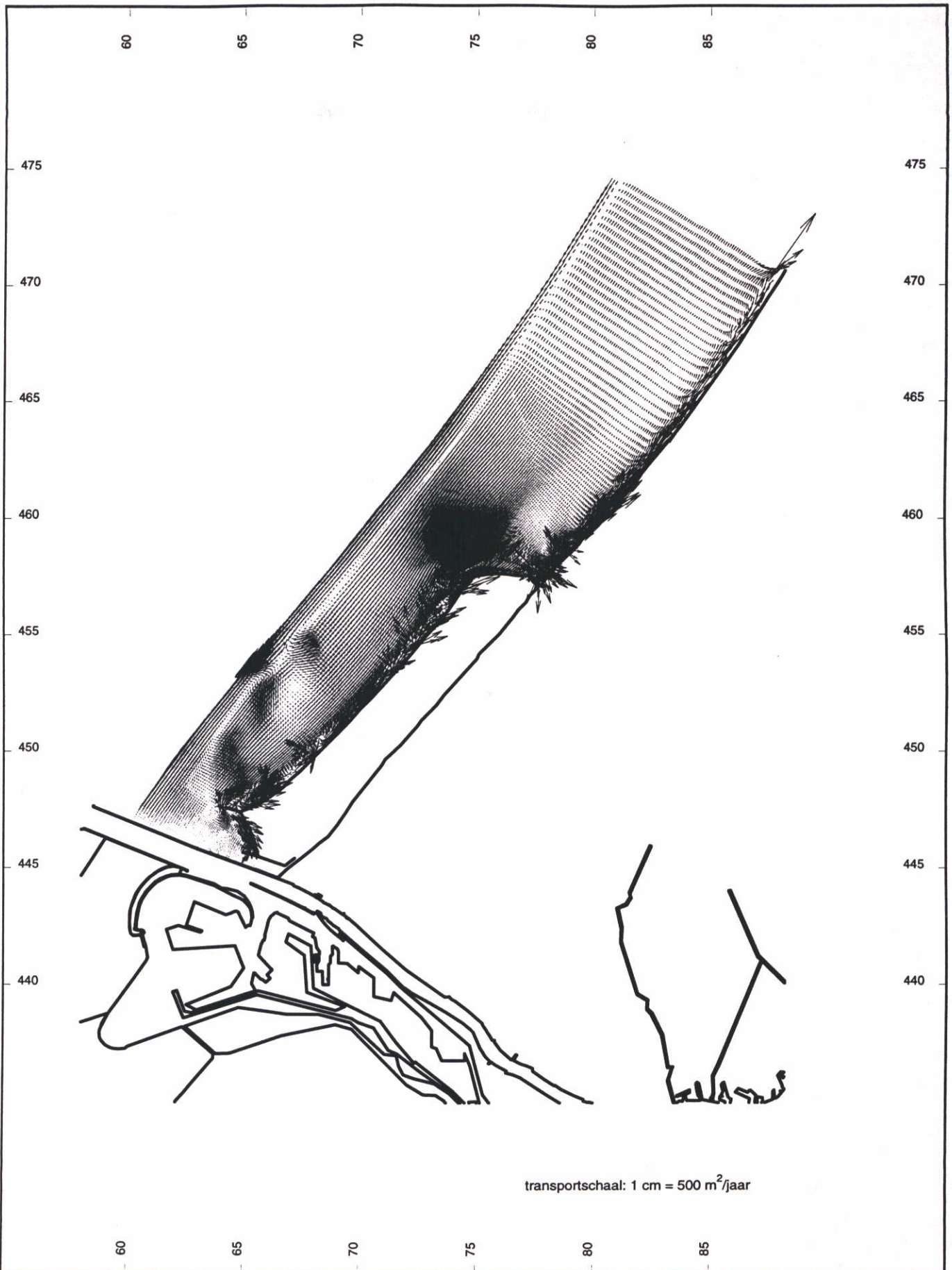
Rvw. r2

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.152



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 RESTTRANSPORT GEWOGEN NA 1 JAAR

Conf. t2

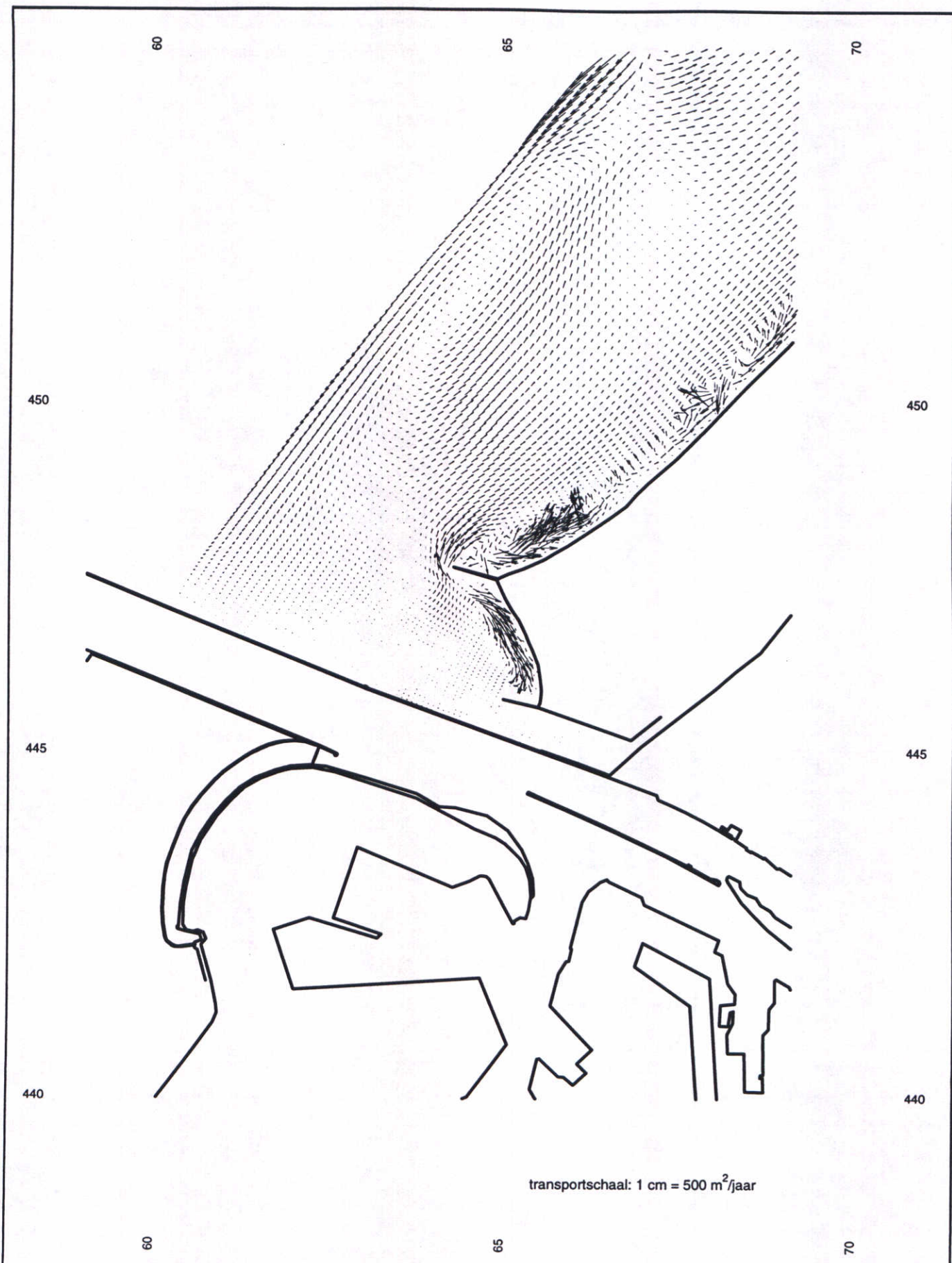
Rvw. r2

schaal 1:225000

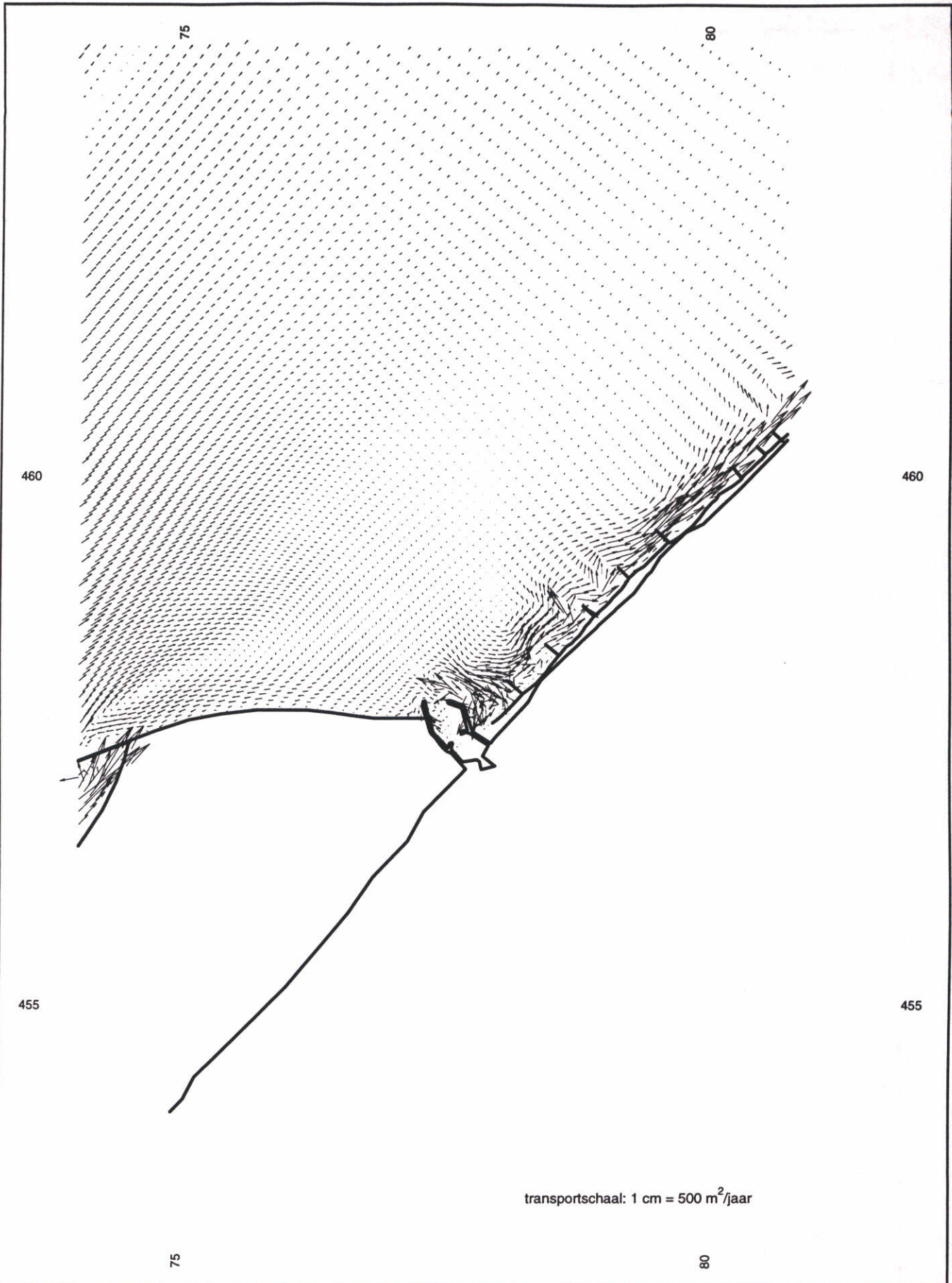
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

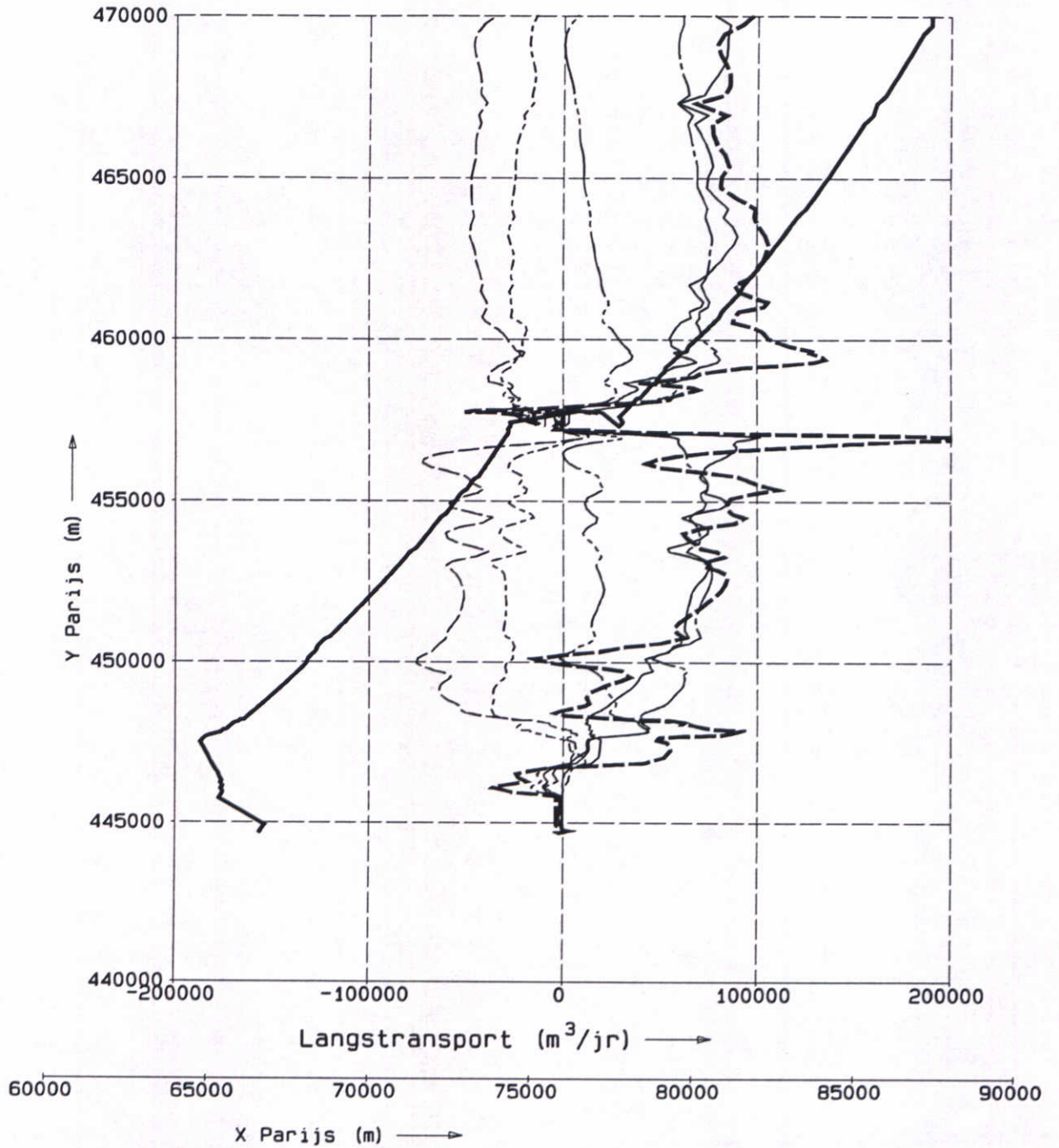
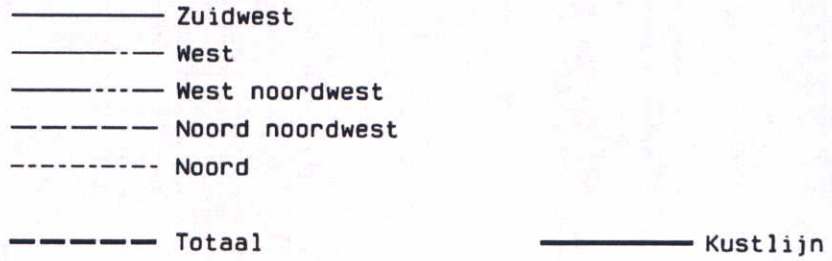
FIG. 4.153



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT RESTTRANSPORT GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.154



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT RESTTRANSPORT GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.155



GEINTEGREERDE LANGSTRANSPORTEN
 PER CONDITIE EN GEWOGEN TOTAAL
 T2 SITUATIE

Delft2D-MOR

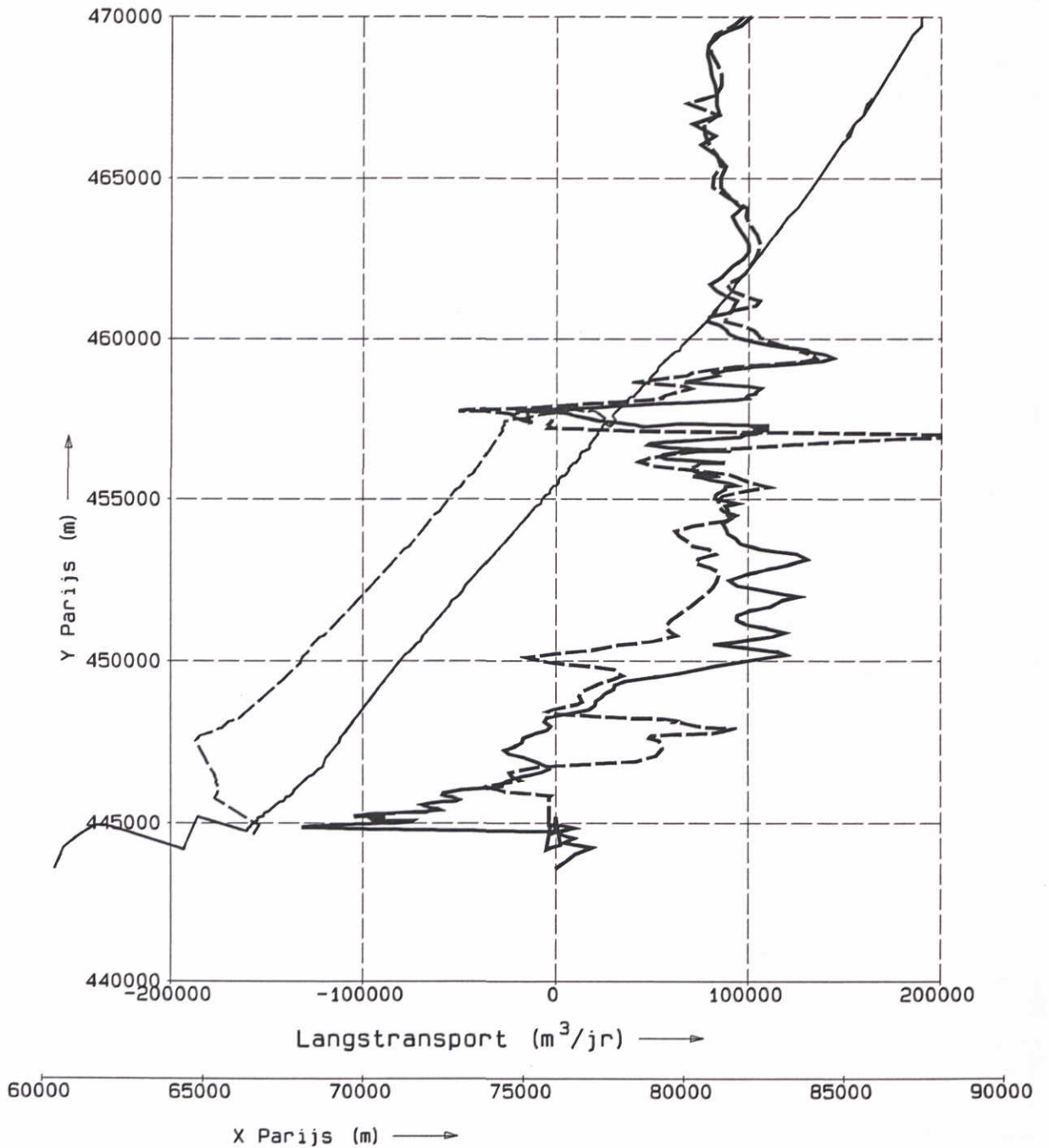
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

T2

FIG. 4.156

——— Transport T0
 - - - - - Transport T2

——— Kustlijn T0
 - - - - - Kustlijn T2



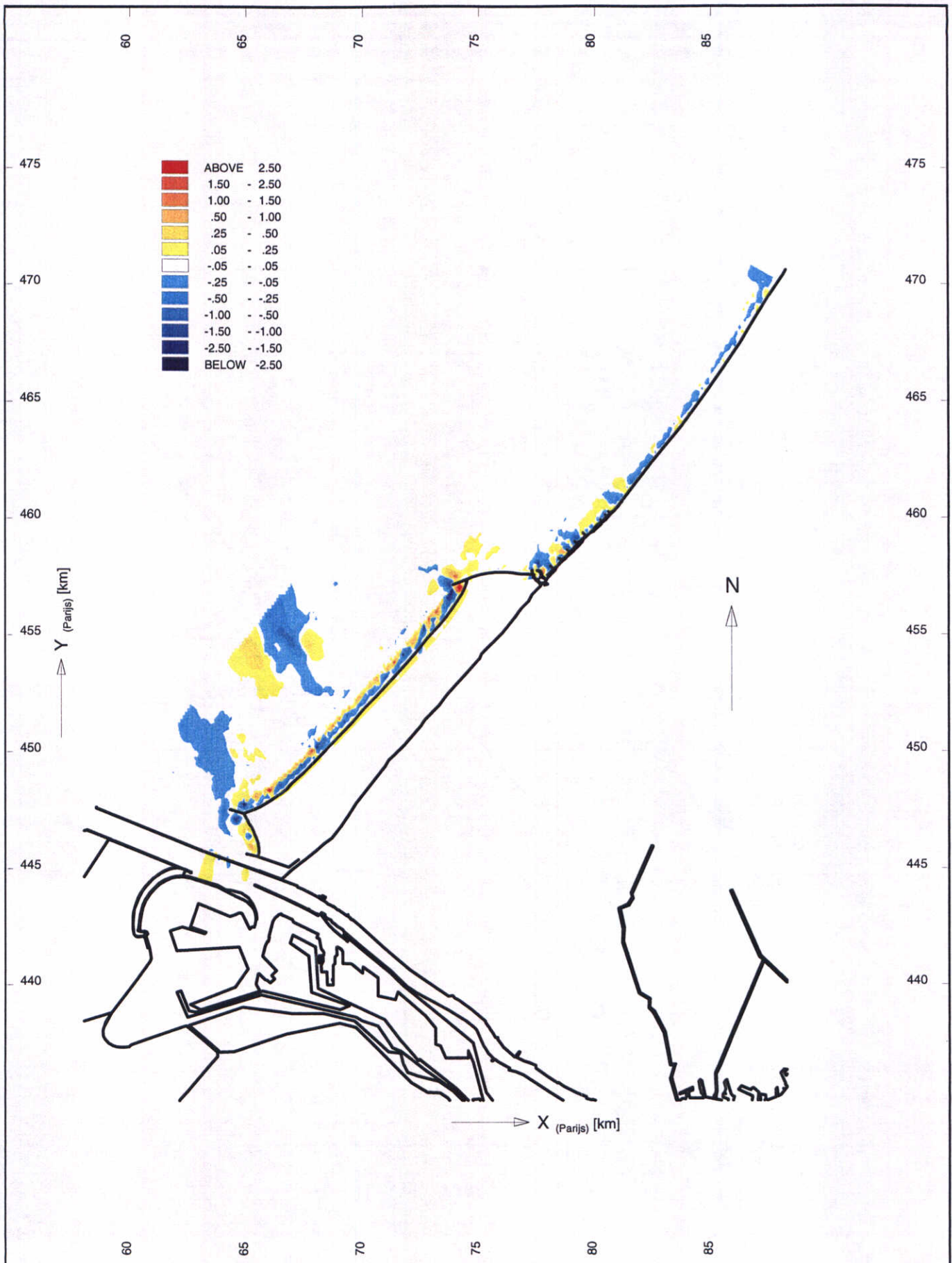
GEINTEGREERDE LANGSTRANSPORTEN
 GEWOGEN GEMIDDELDE
 VERGELIJKING T0 EN T2

Delft2D-MOR

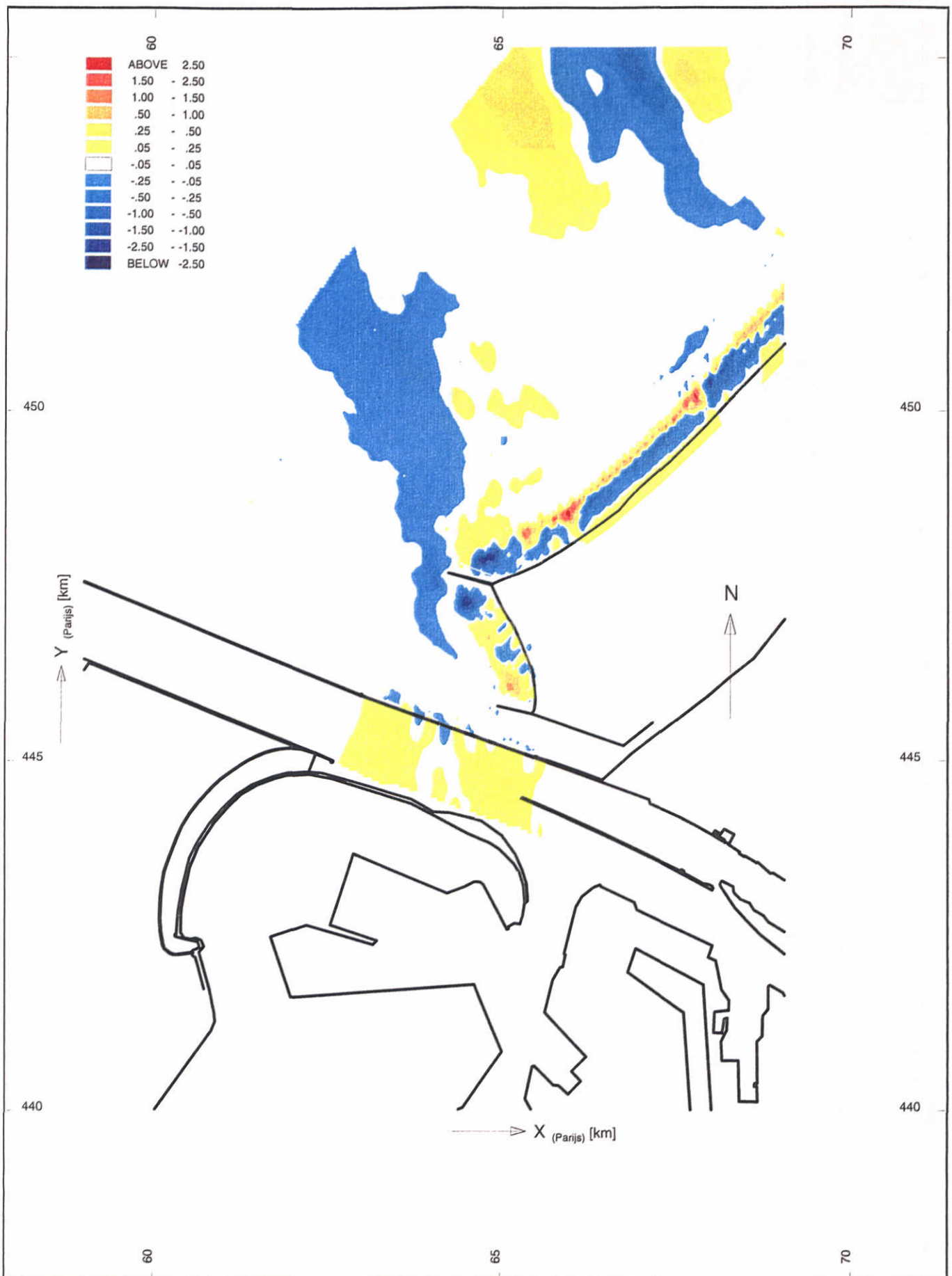
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

T0

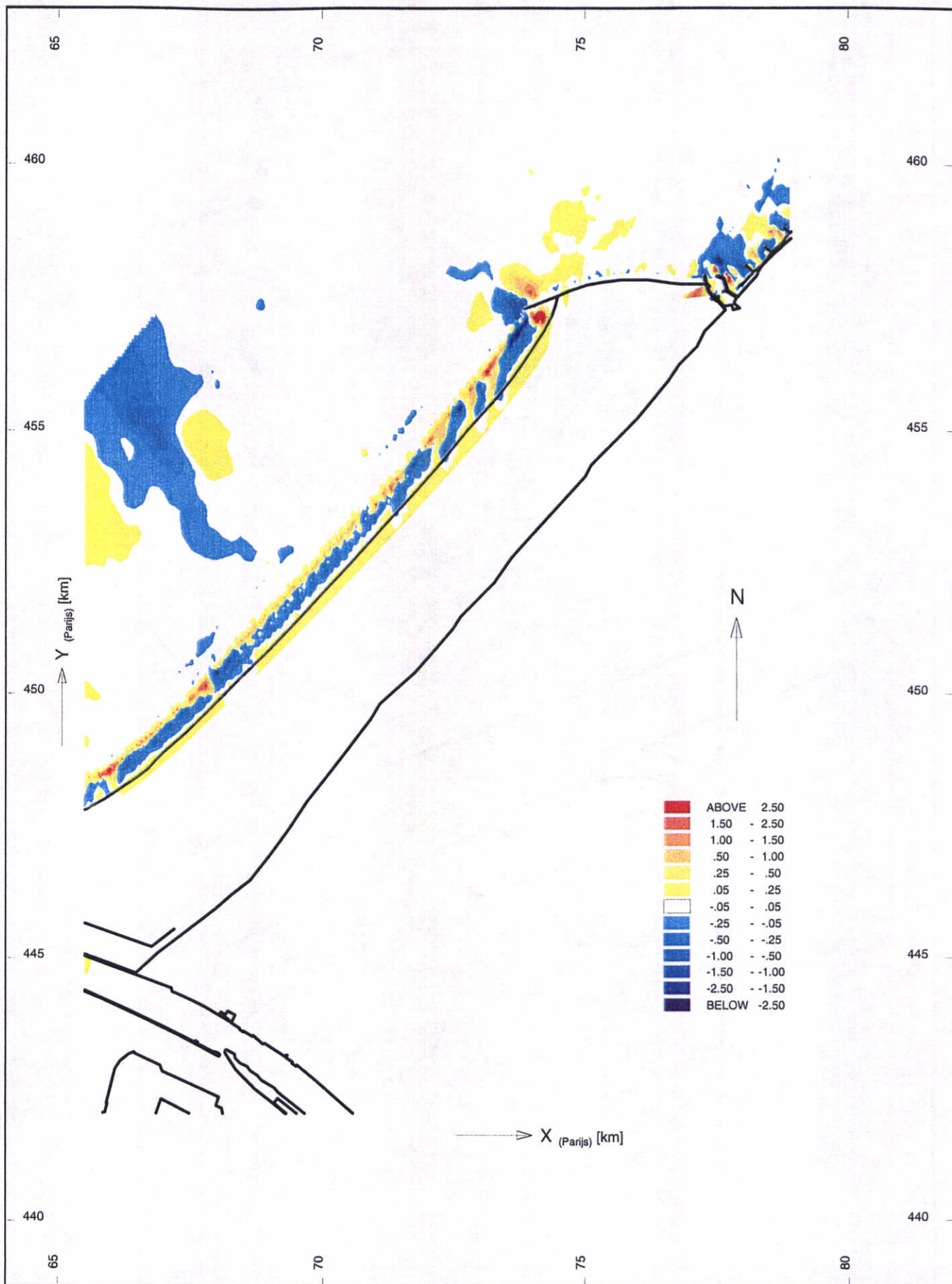
FIG. 4.157



MODEL KUSTLOCATIE KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.158



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.159



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 1 JAAR

Conf. t2

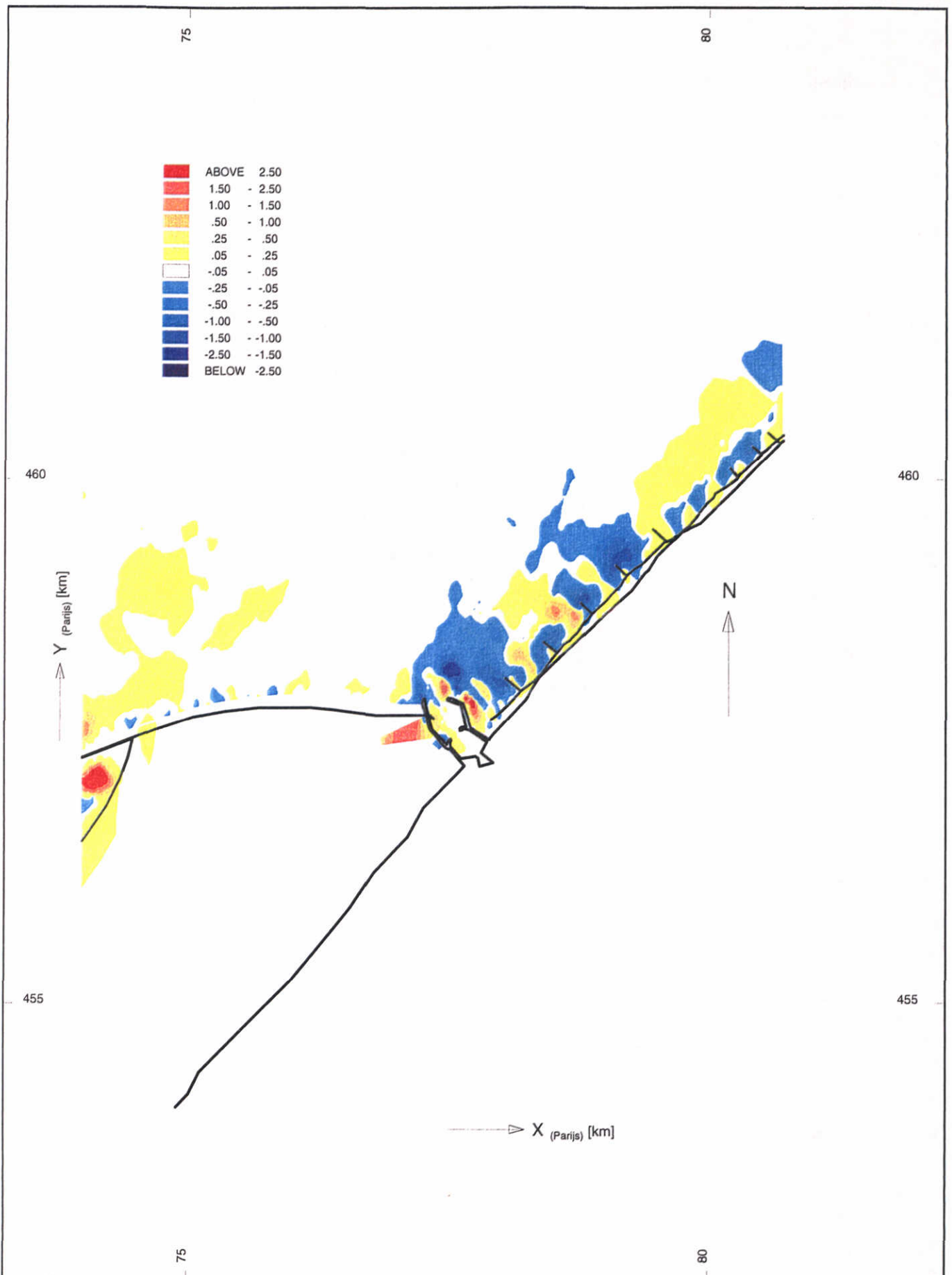
Rvw. r2

schaal 1:100000

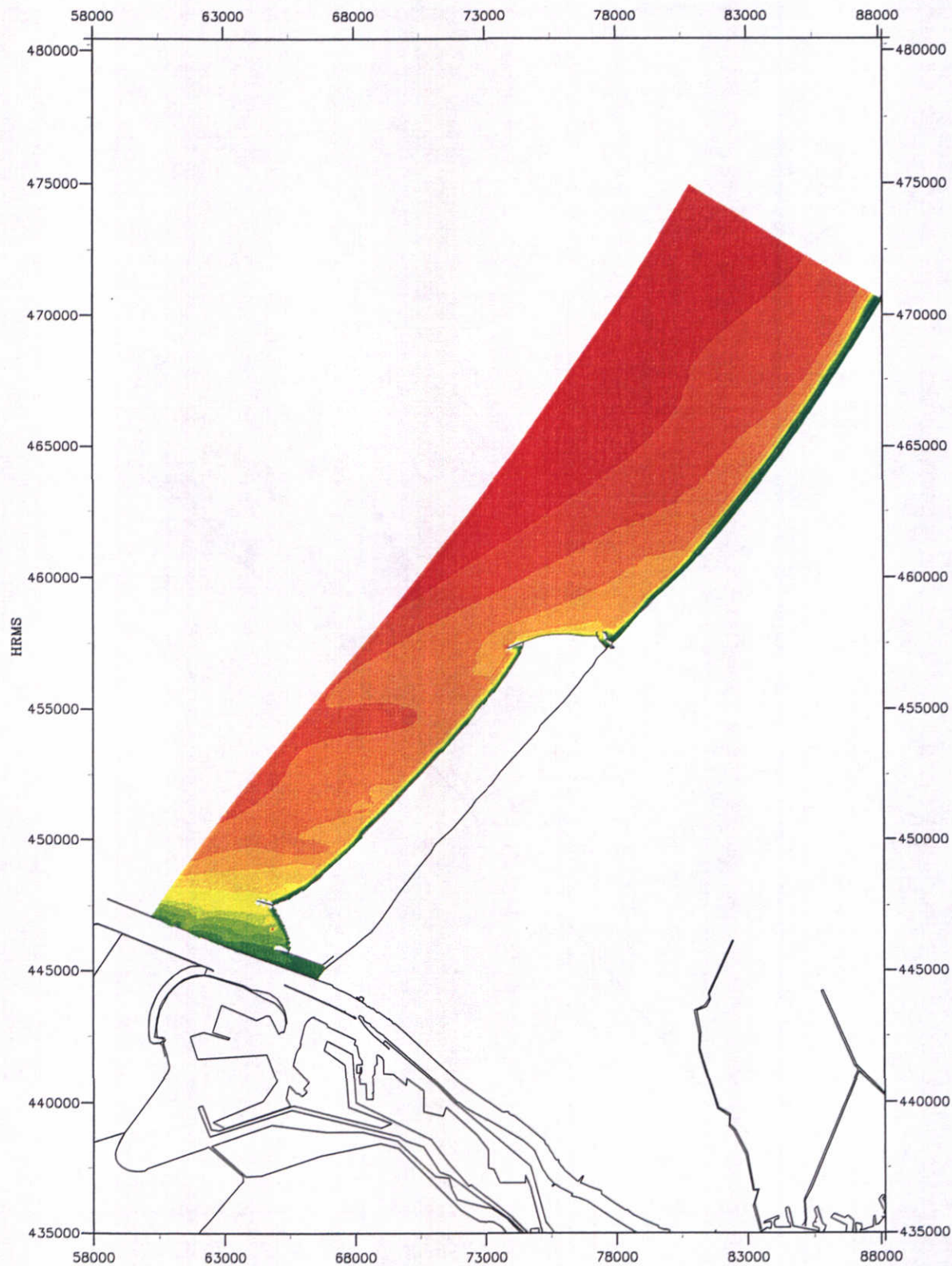
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.160



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 1 JAAR	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.161



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW
 GOLFHOOGTEVERDELING - LW;

Conf. t2

Rvw. r3

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.162



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 GOLFHOOGTEVERDELING – LW;

Conf. t2

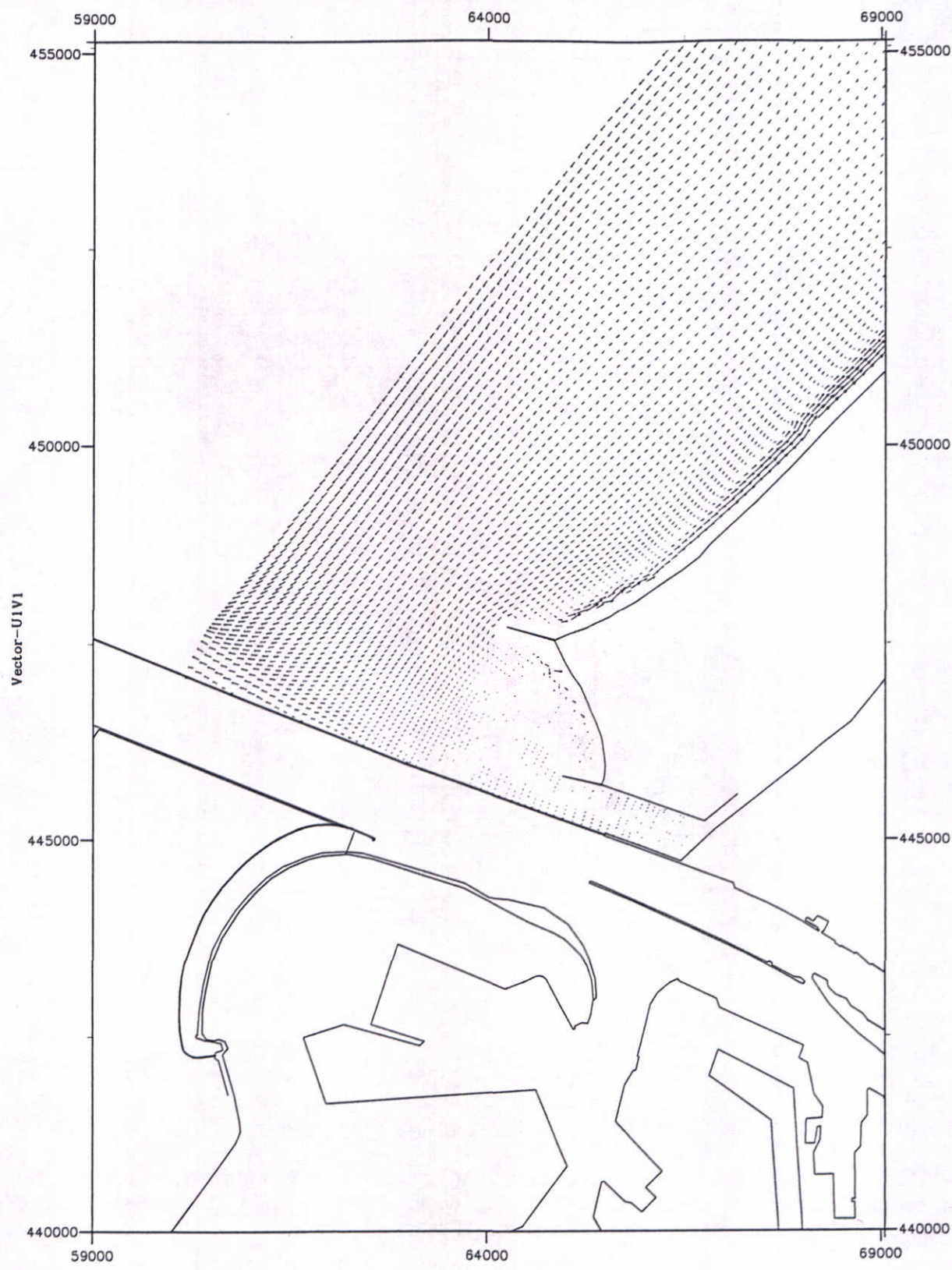
Rvw. r4

schaal 1:225000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.163



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW
 SNELHEIDSVELD - LW;

Conf. t2

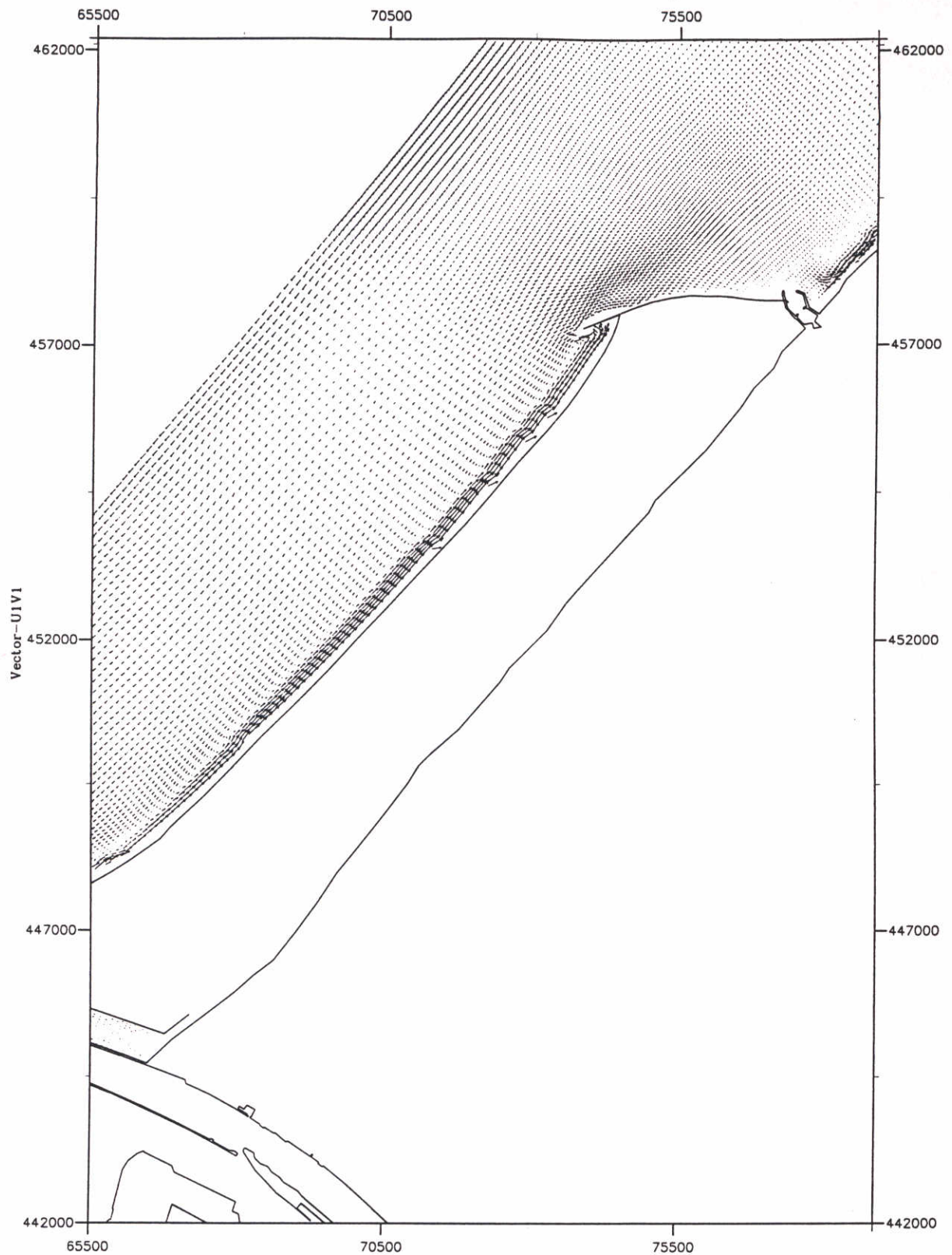
Rvw. r3

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.164



→ 1.000m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW
 SNELHEIDSVELD - LW;

Conf. t2

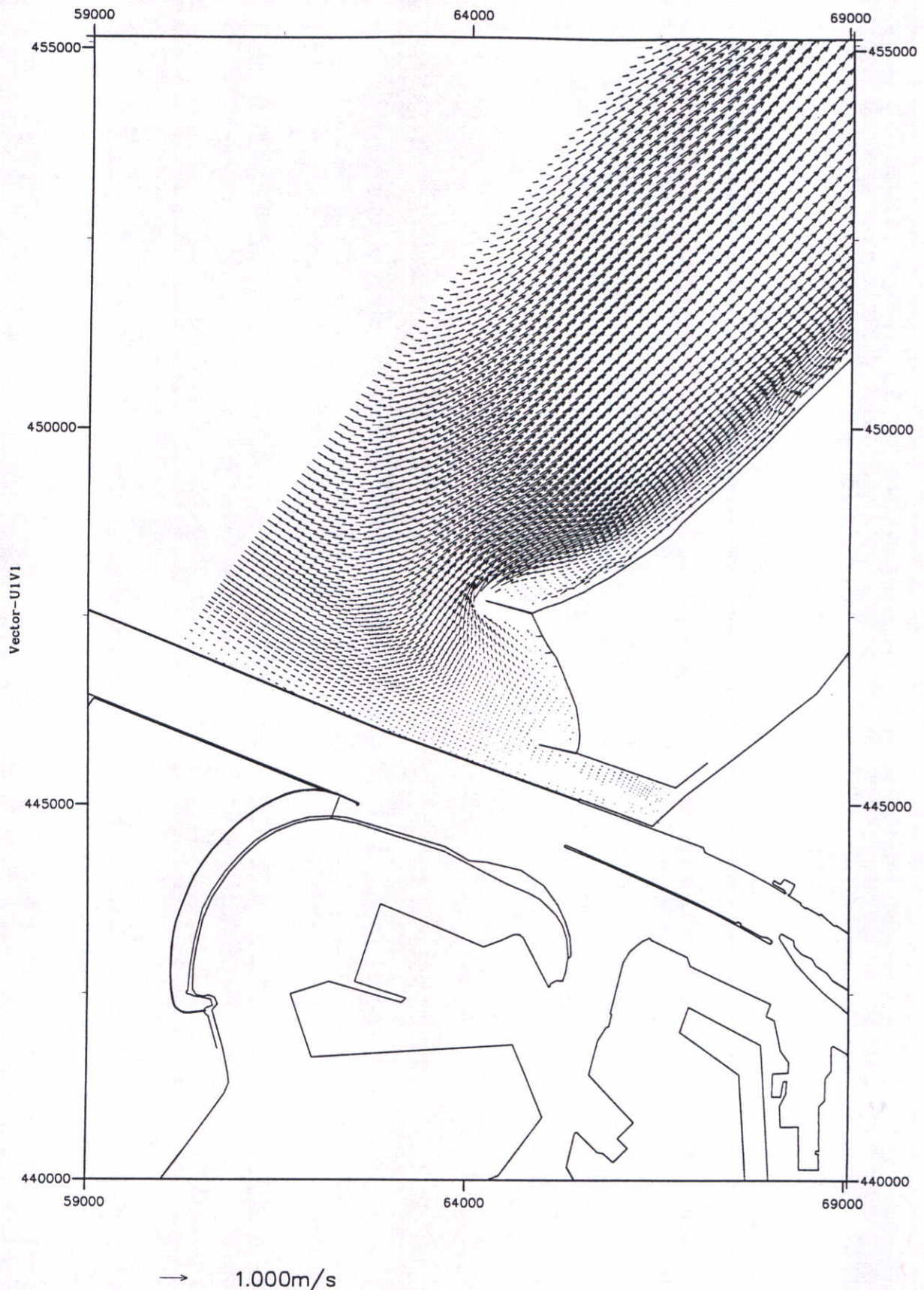
Rvw. r3

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.165



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW
 SNELHEIDSVELD - HW;

Conf. t2

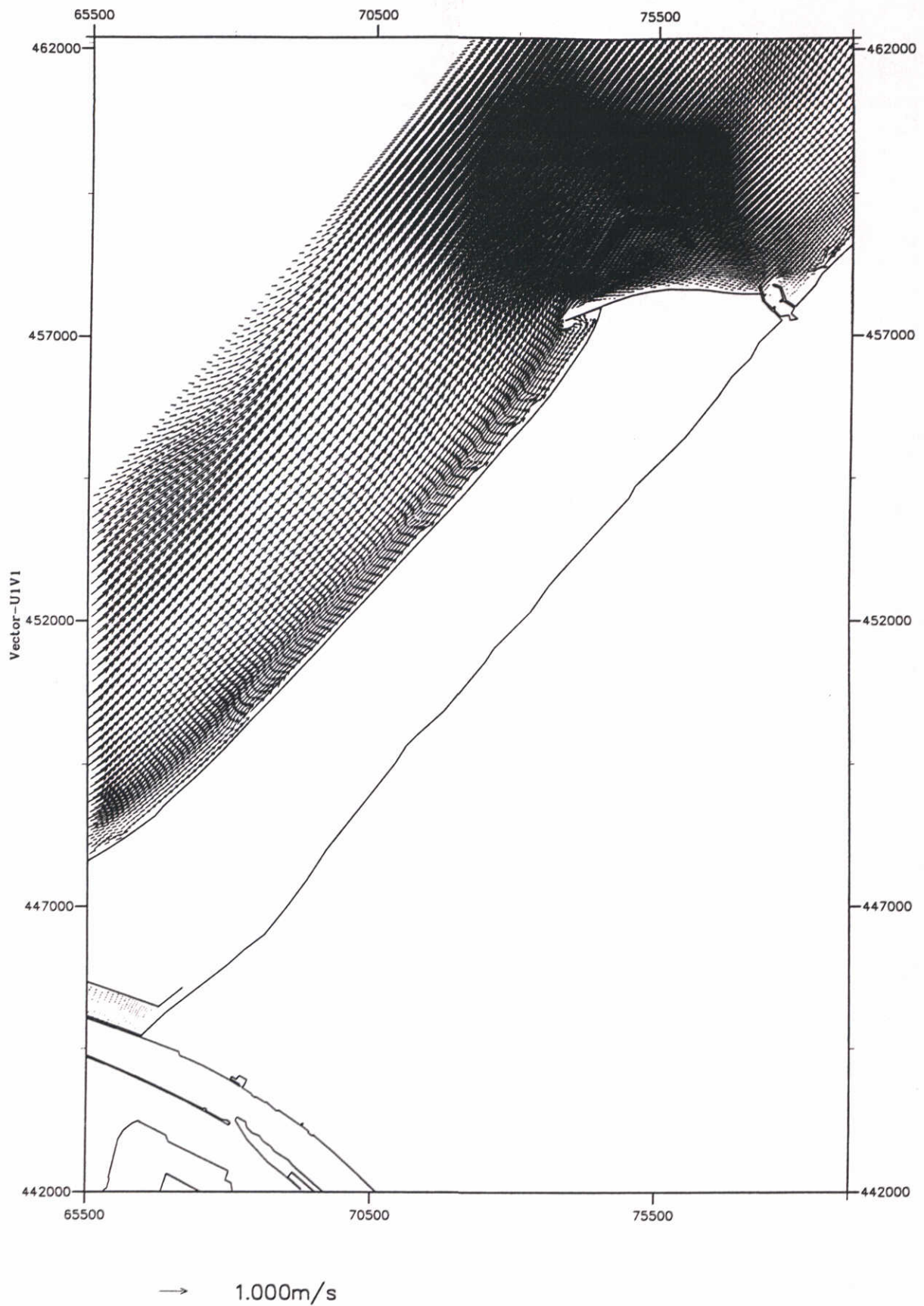
Rvw. r3

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.166



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW
 SNELHEIDSVELD - HW;

Conf. t2

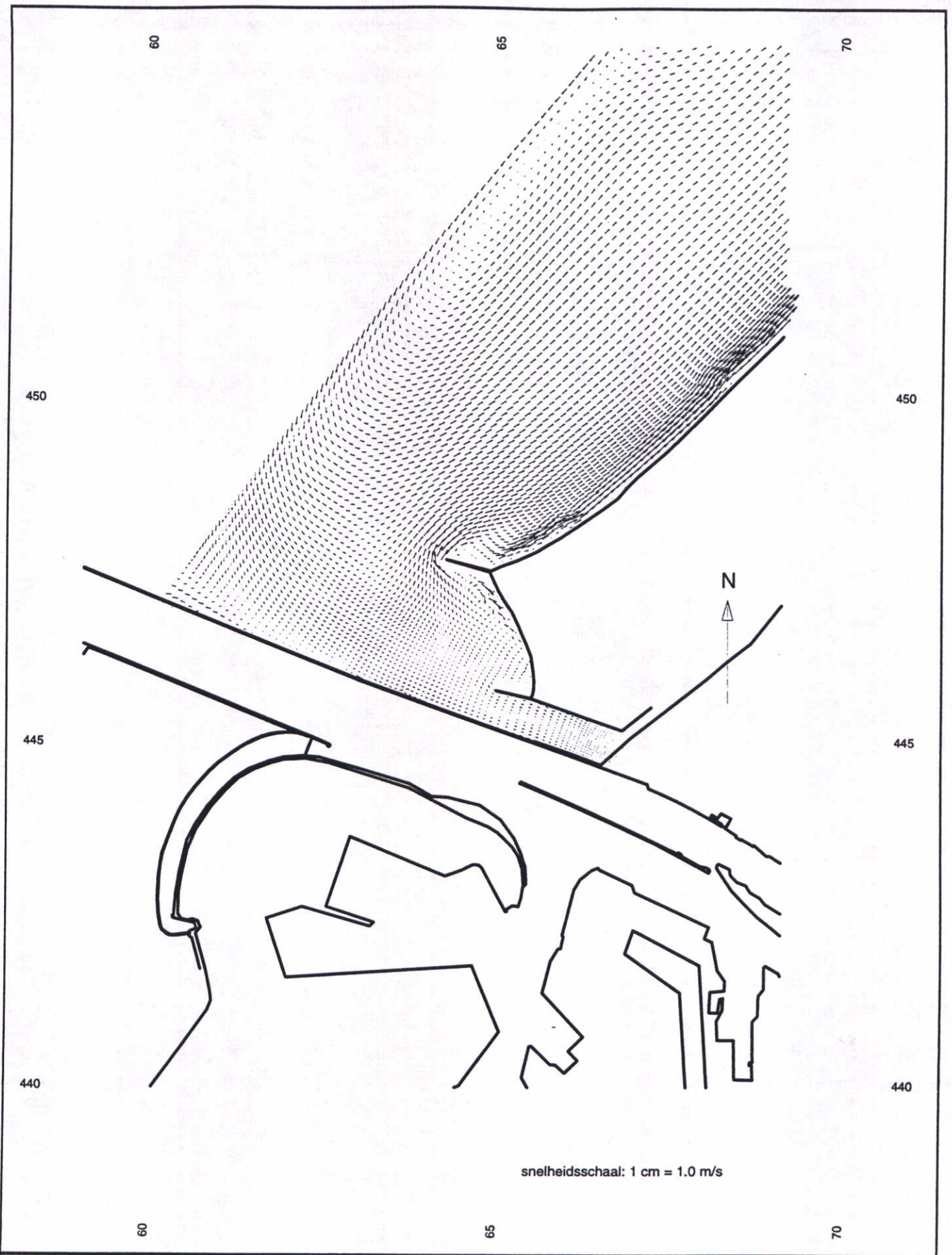
Rvw. r3

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.167



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING -

Conf. t2

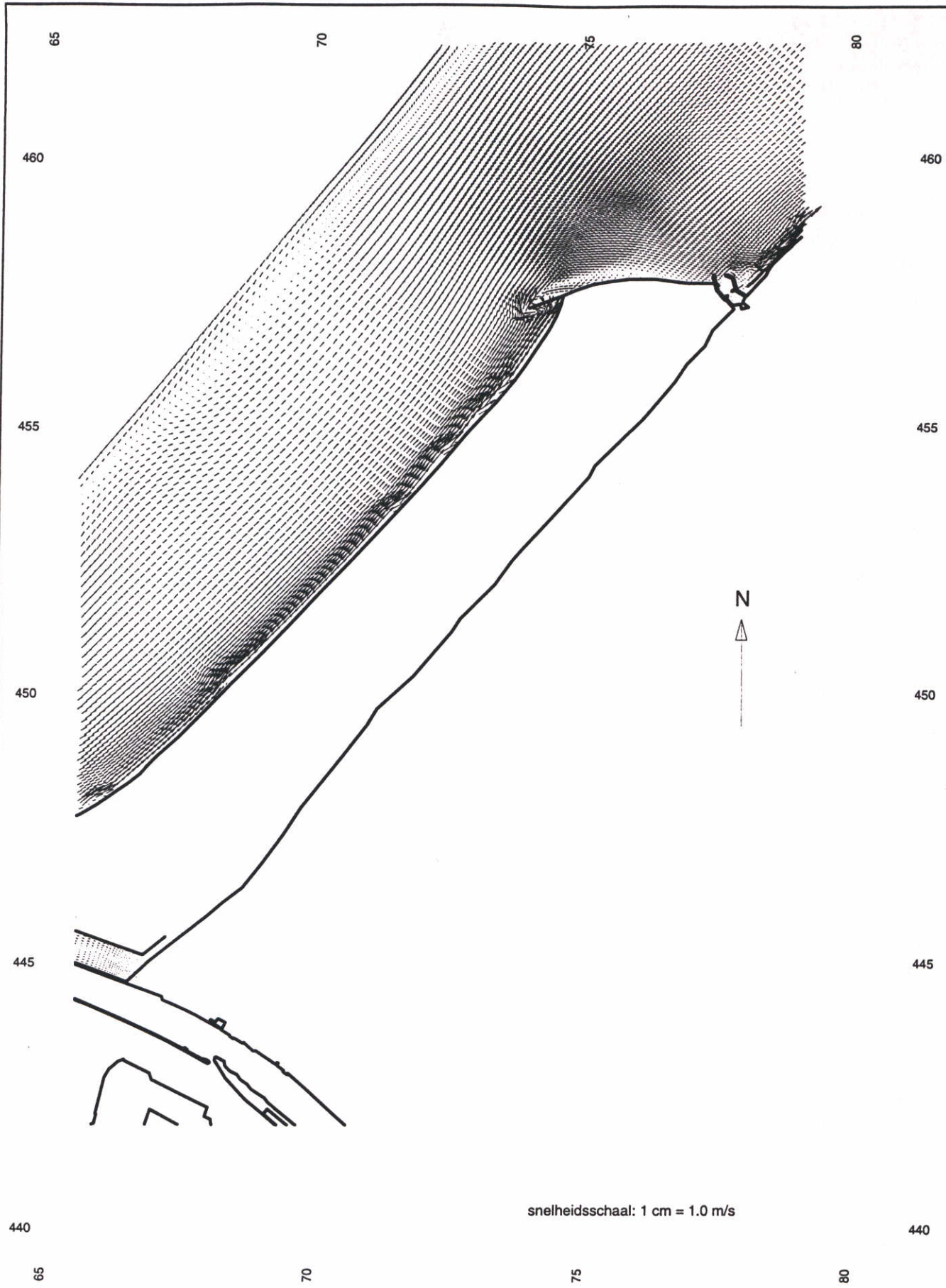
Rww. r3

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

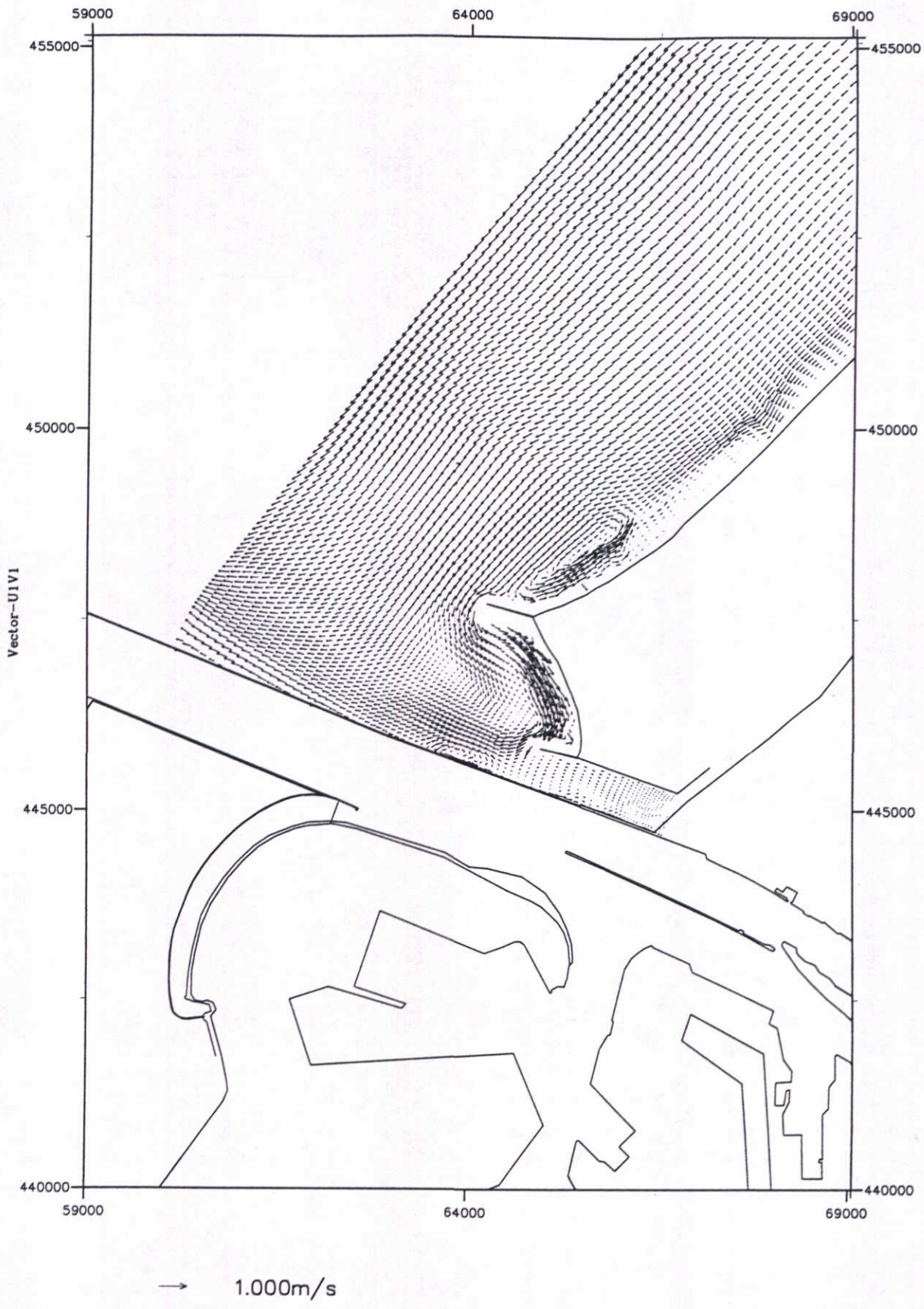
Z 2142

FIG. 4.168



snelheidsschaal: 1 cm = 1.0 m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING -	Conf. t2	Rww. r3
	schaal 1:100000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.169



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 SNELHEIDSVELD - LW;

Conf. t2

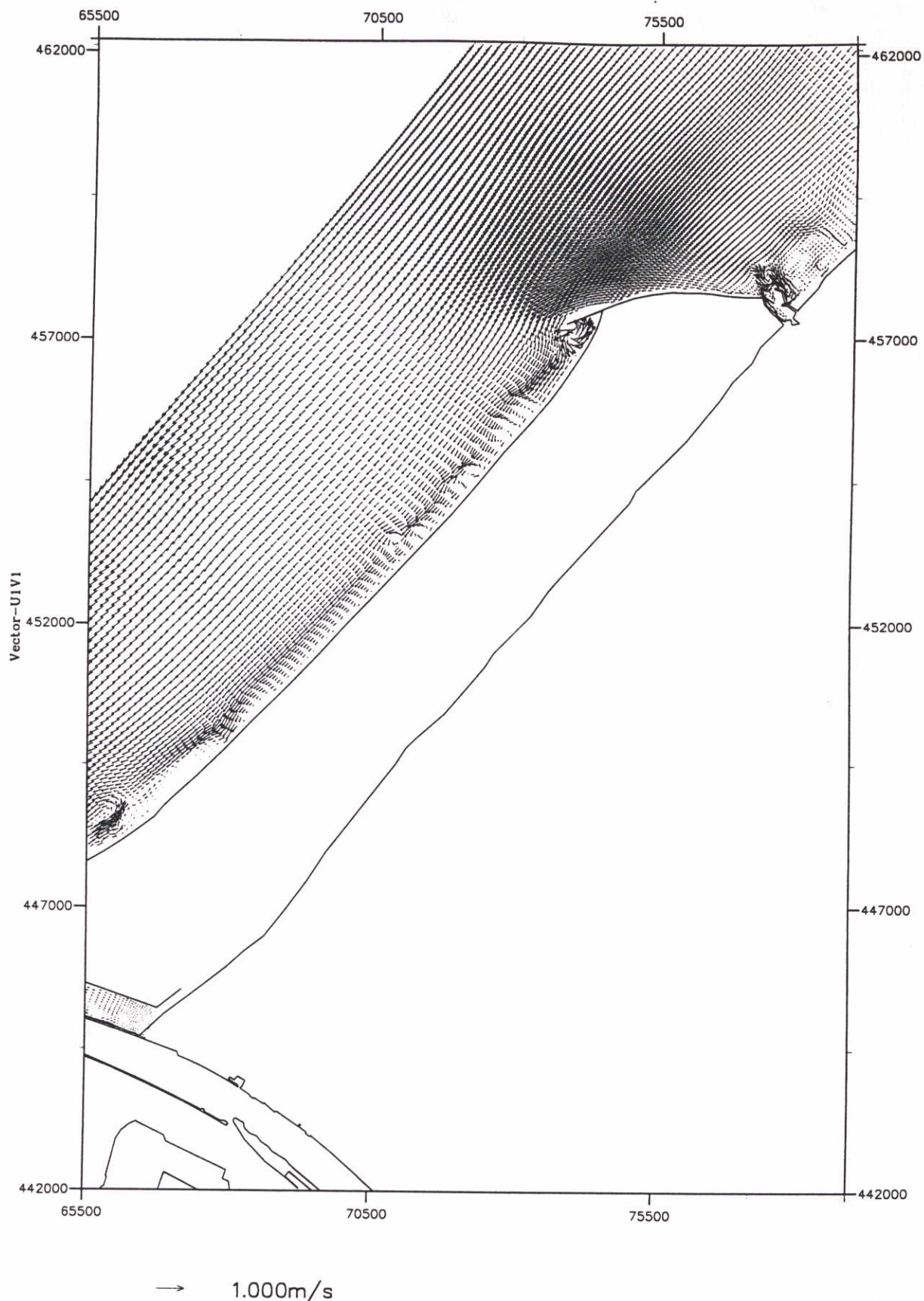
Rvw. r4

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.170



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 SNELHEIDSVELD - LW;

Conf. t2

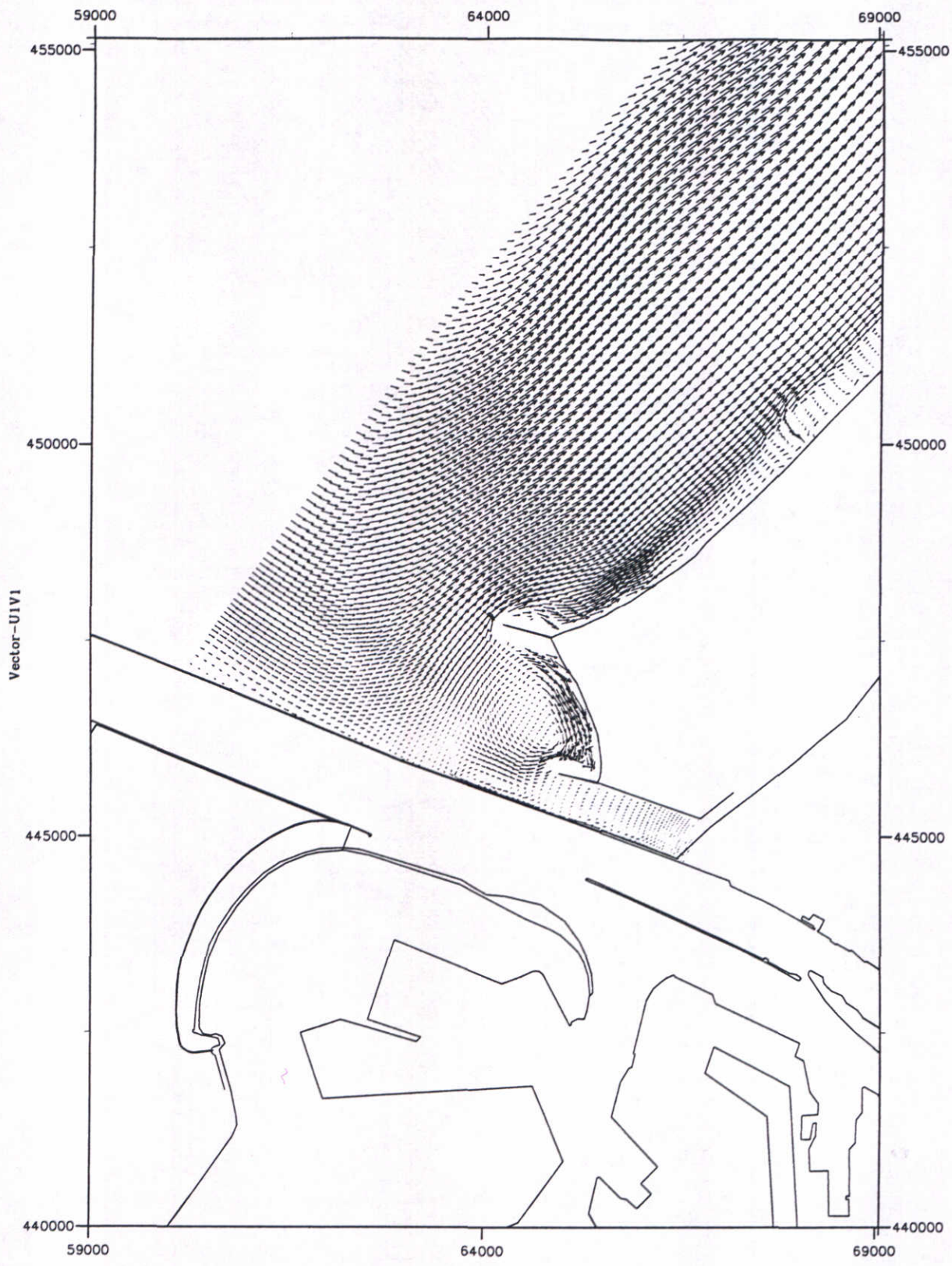
Rvw. r4

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.171



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 SNELHEIDSVELD - HW;

Conf. t2

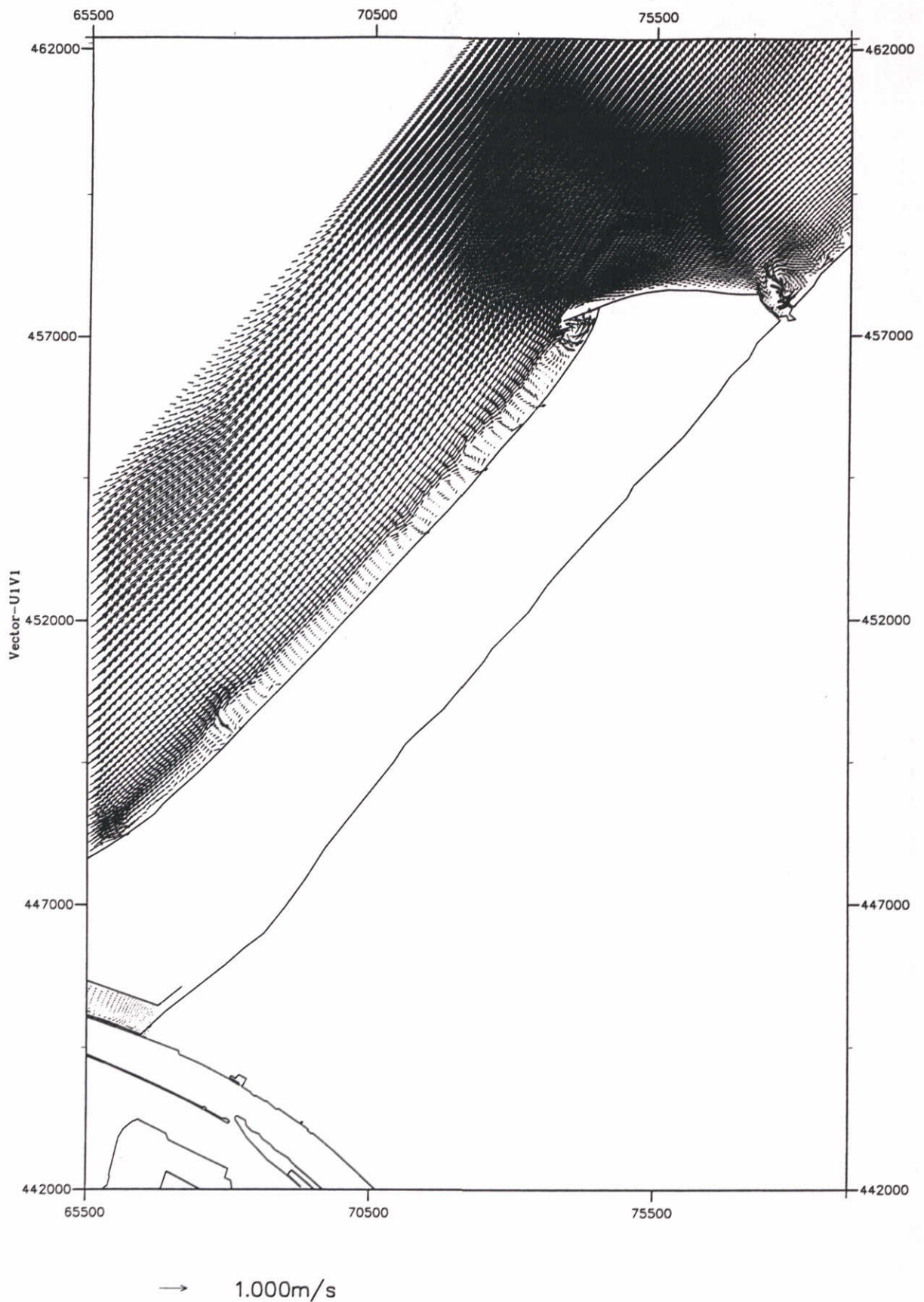
Rvw. r4

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.172



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 SNELHEIDSVELD - HW;

Conf. t2

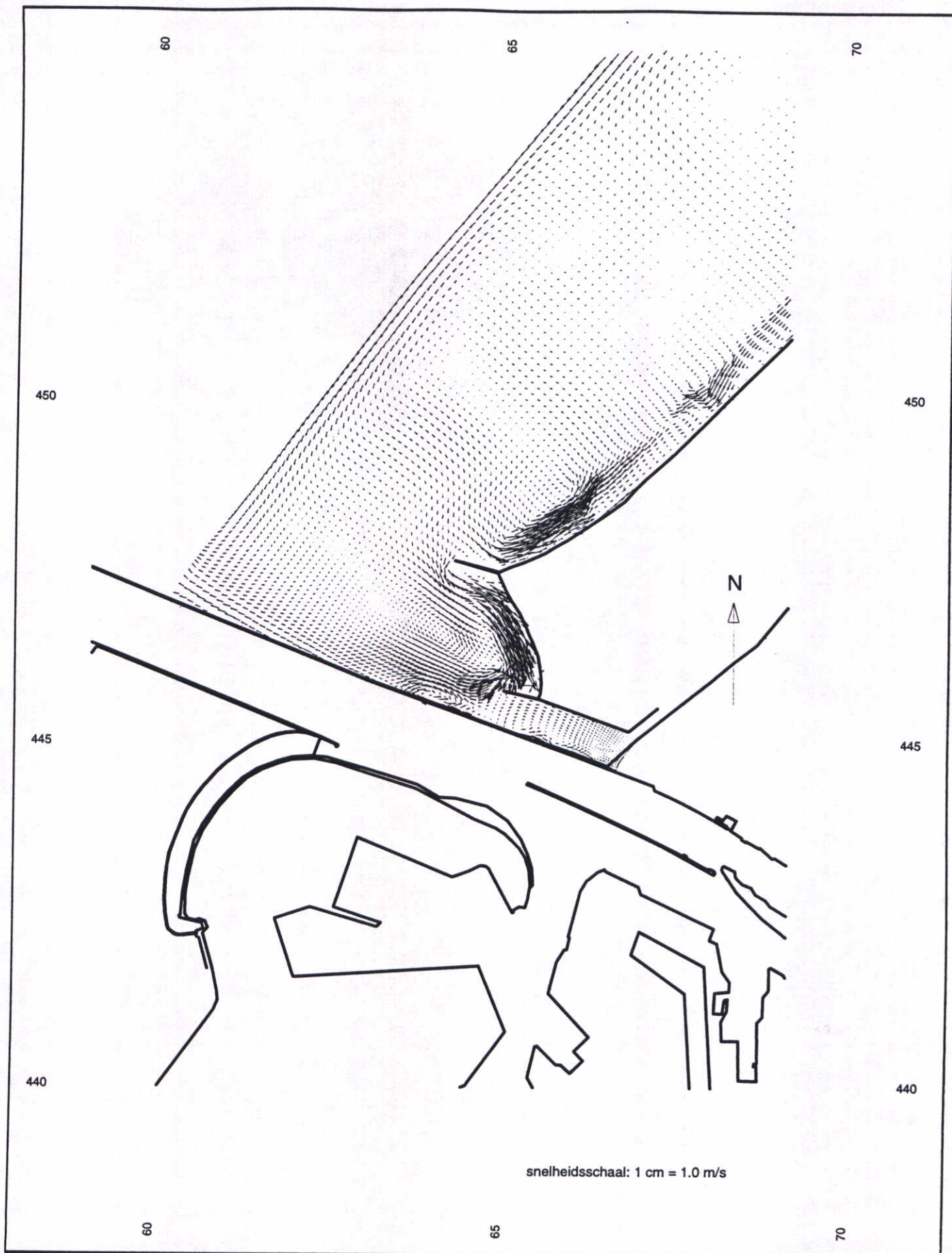
Rvw. r4

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.173



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING -

Conf. t2

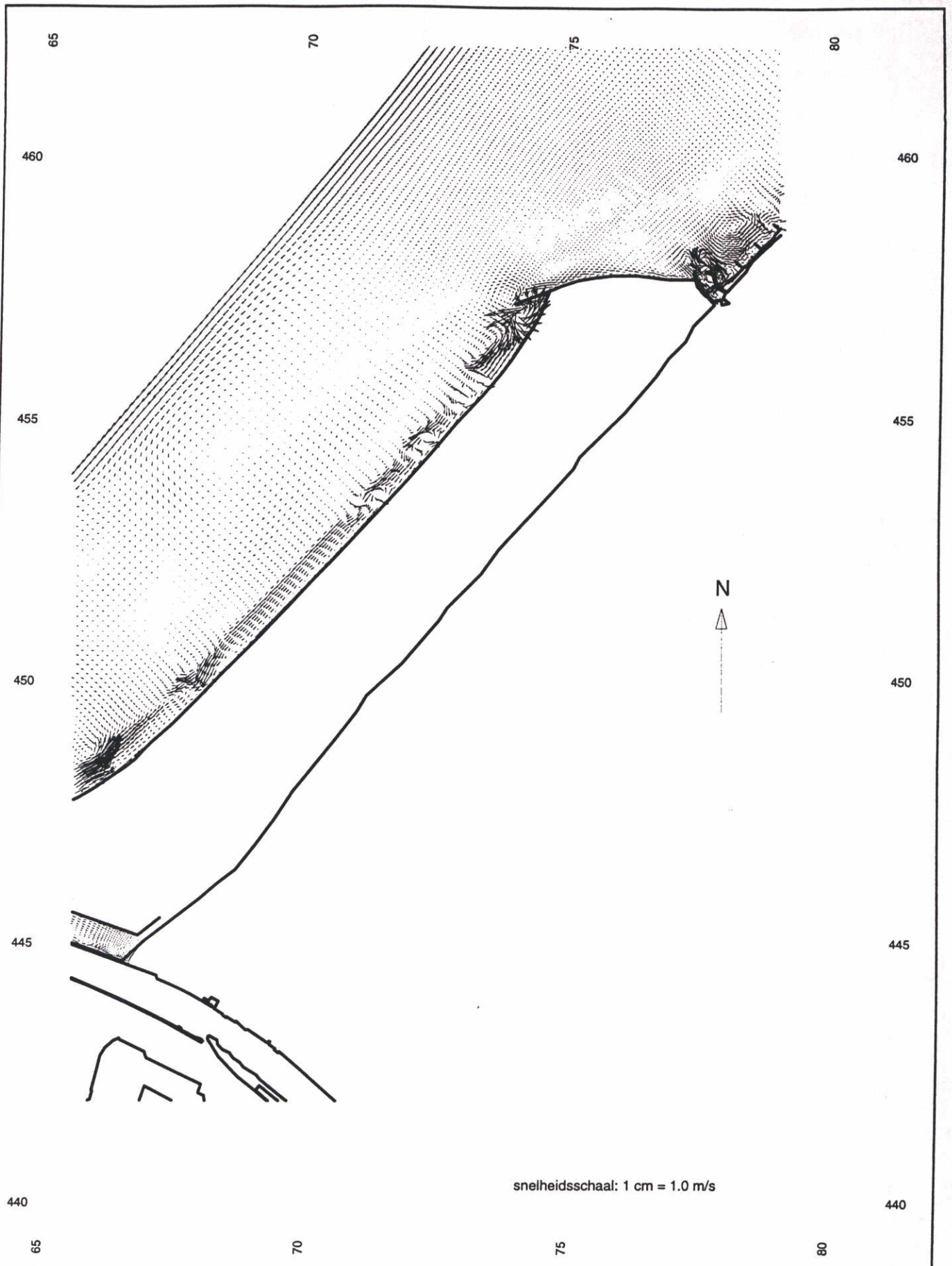
Rww. r4

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.174



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 SNELHEIDSVELD, RESTSTROMING -

Conf. t2

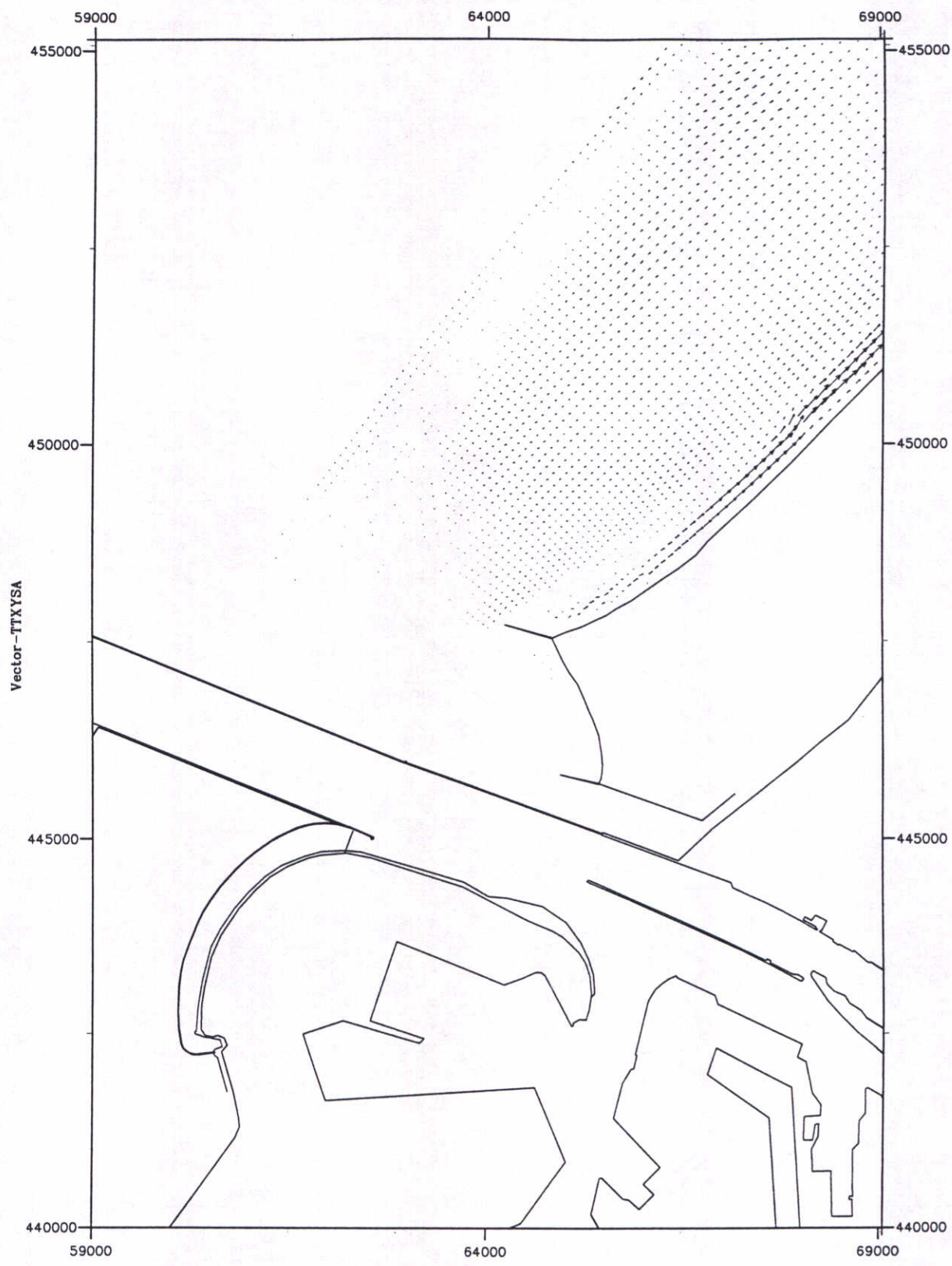
Rvw. r4

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.175



→ 2.0000*10⁻⁴ m/s

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD;

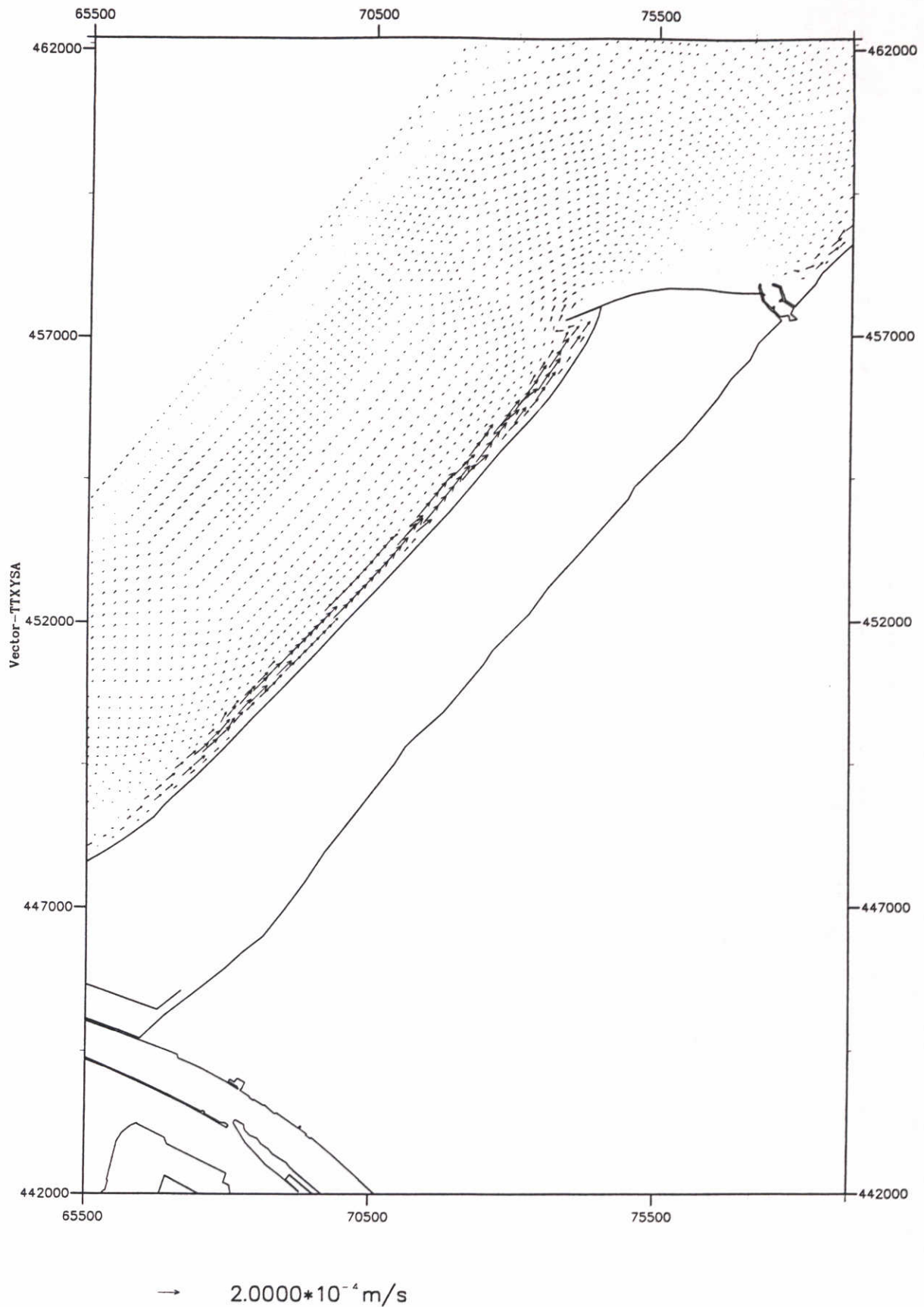
Conf. t2 Rvw. r3

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.176



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM ZW
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD;

Conf. t2

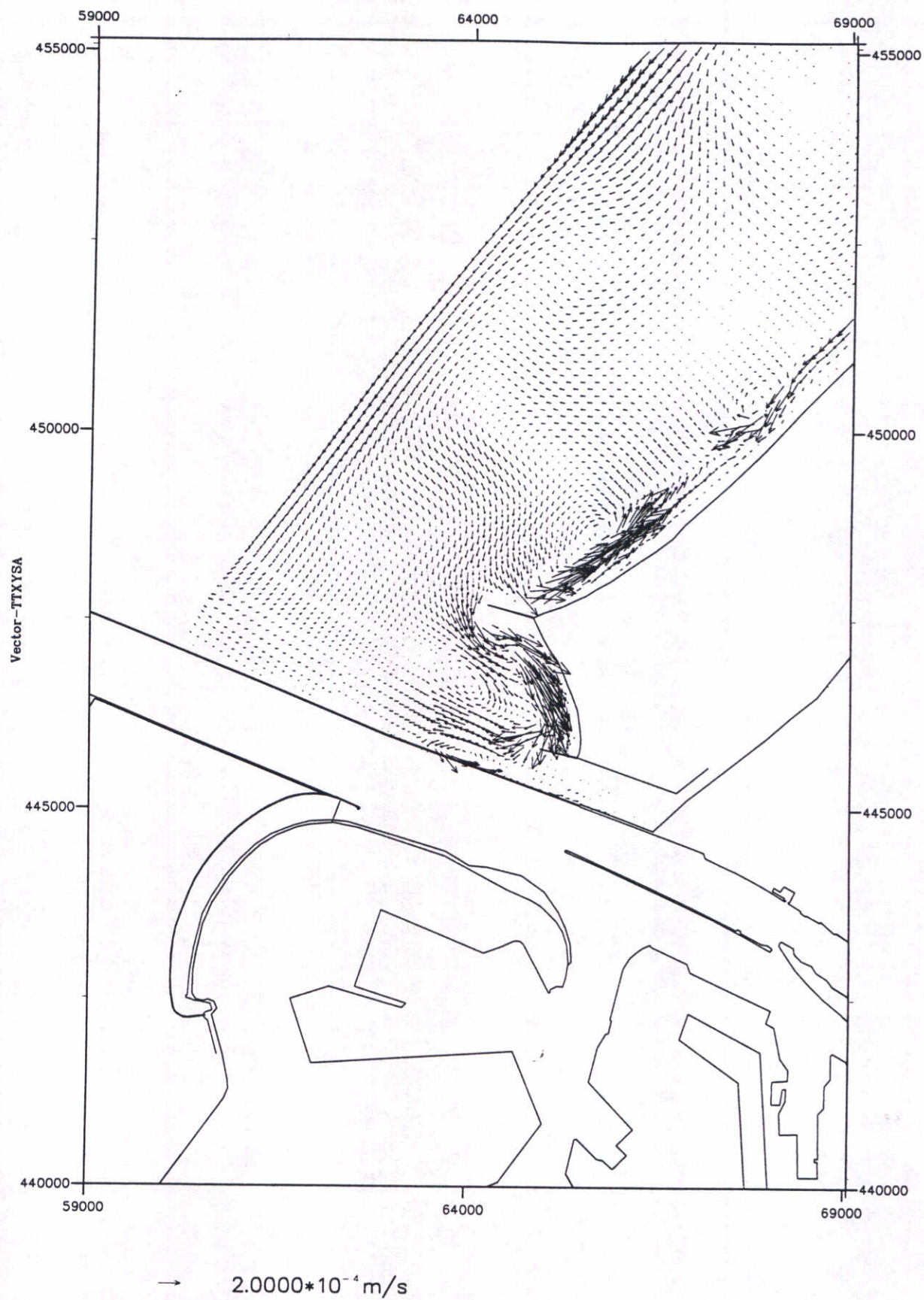
Rvw. r3

schaal 1:100000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.177



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD;

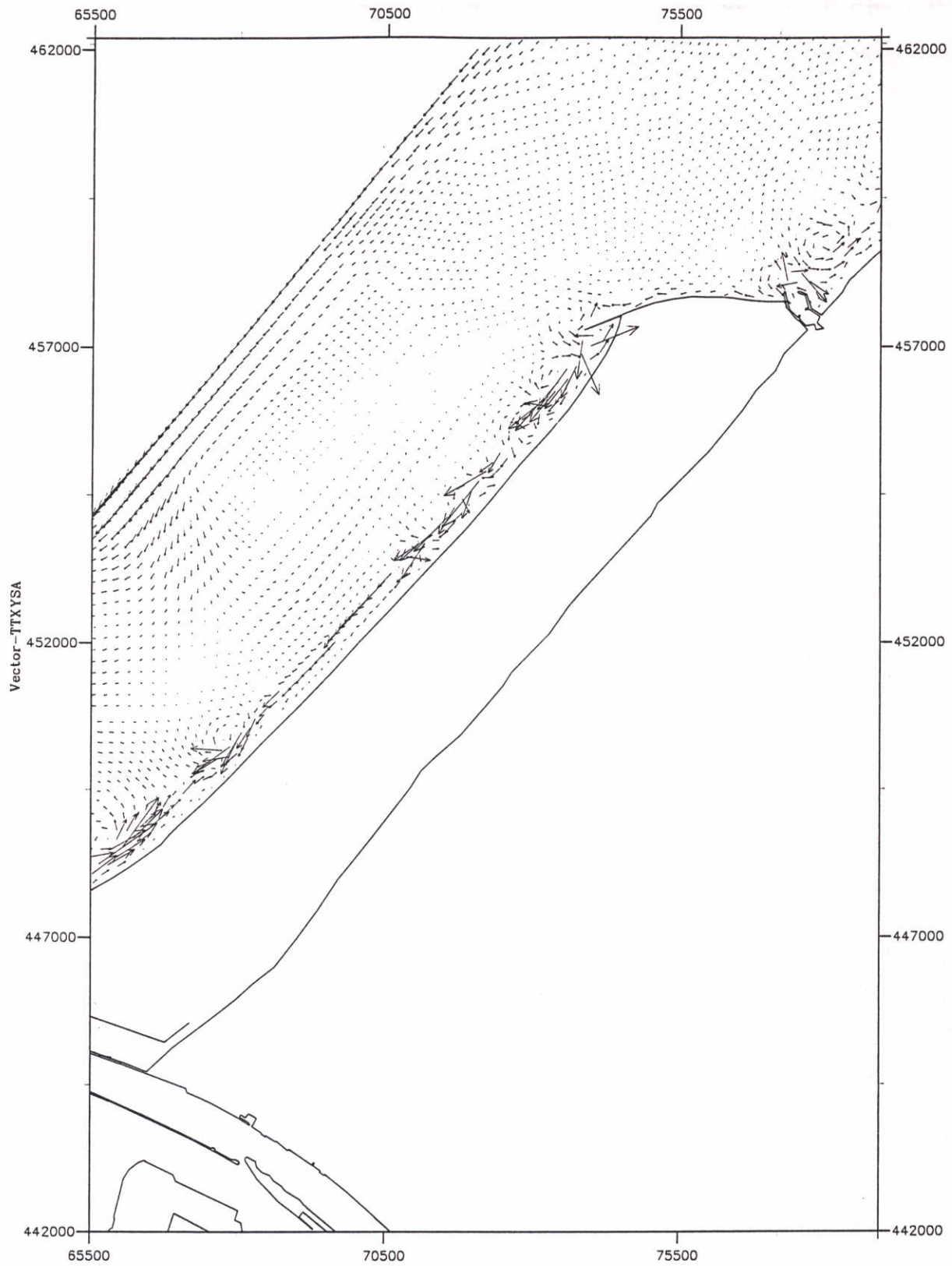
Conf. t2 Rvw. r4

schaal 1:75000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

FIG. 4.178



→ $2.0000 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND
 KUSTLOCATIE BALOTRA, SPRINGTIJ, STORM NW
 GETIJGEMIDDELD TRANSPORTVELD;

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

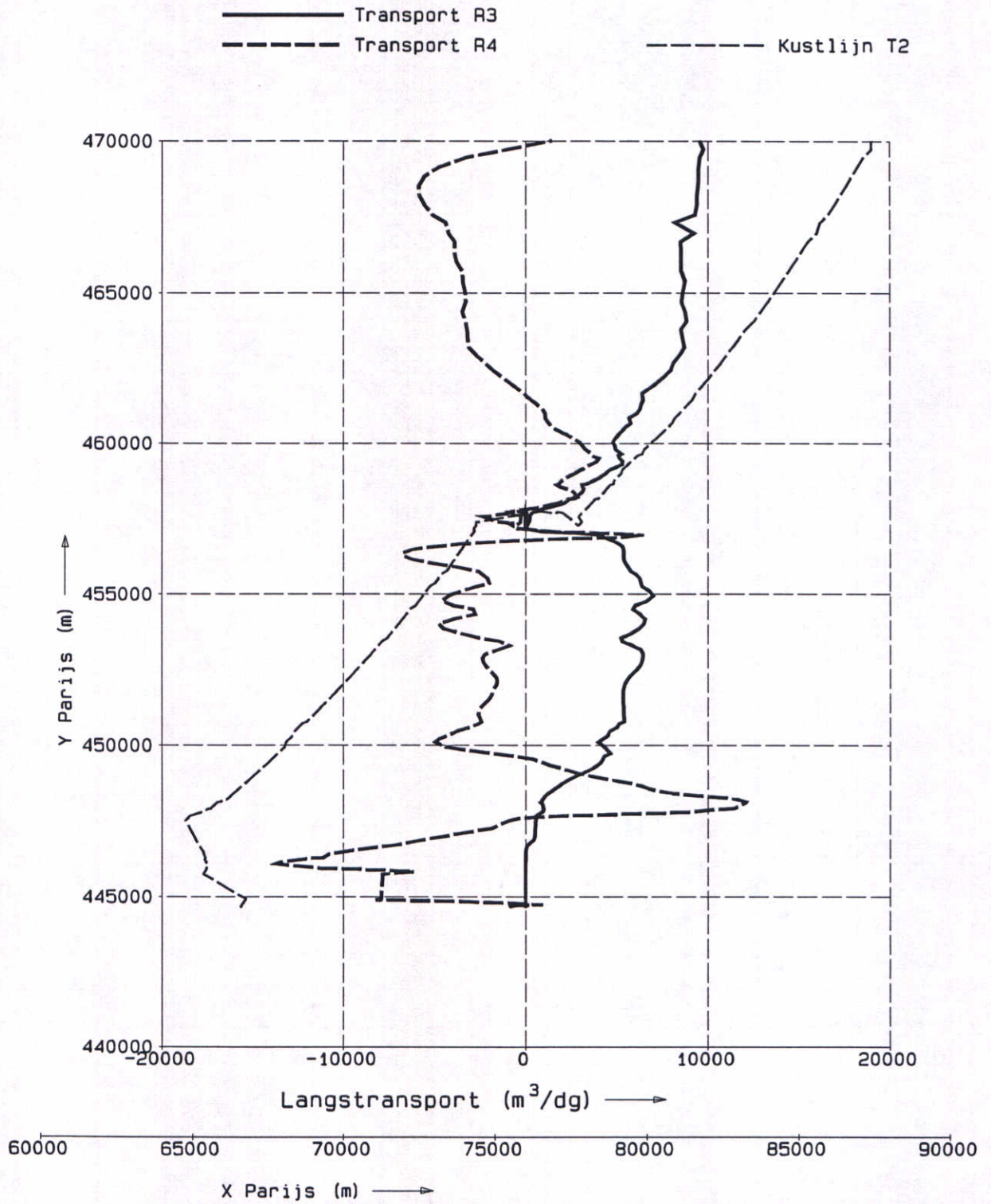
Conf. t2

Rvw. r4

schaal 1:100000

Z 2142

FIG. 4.179



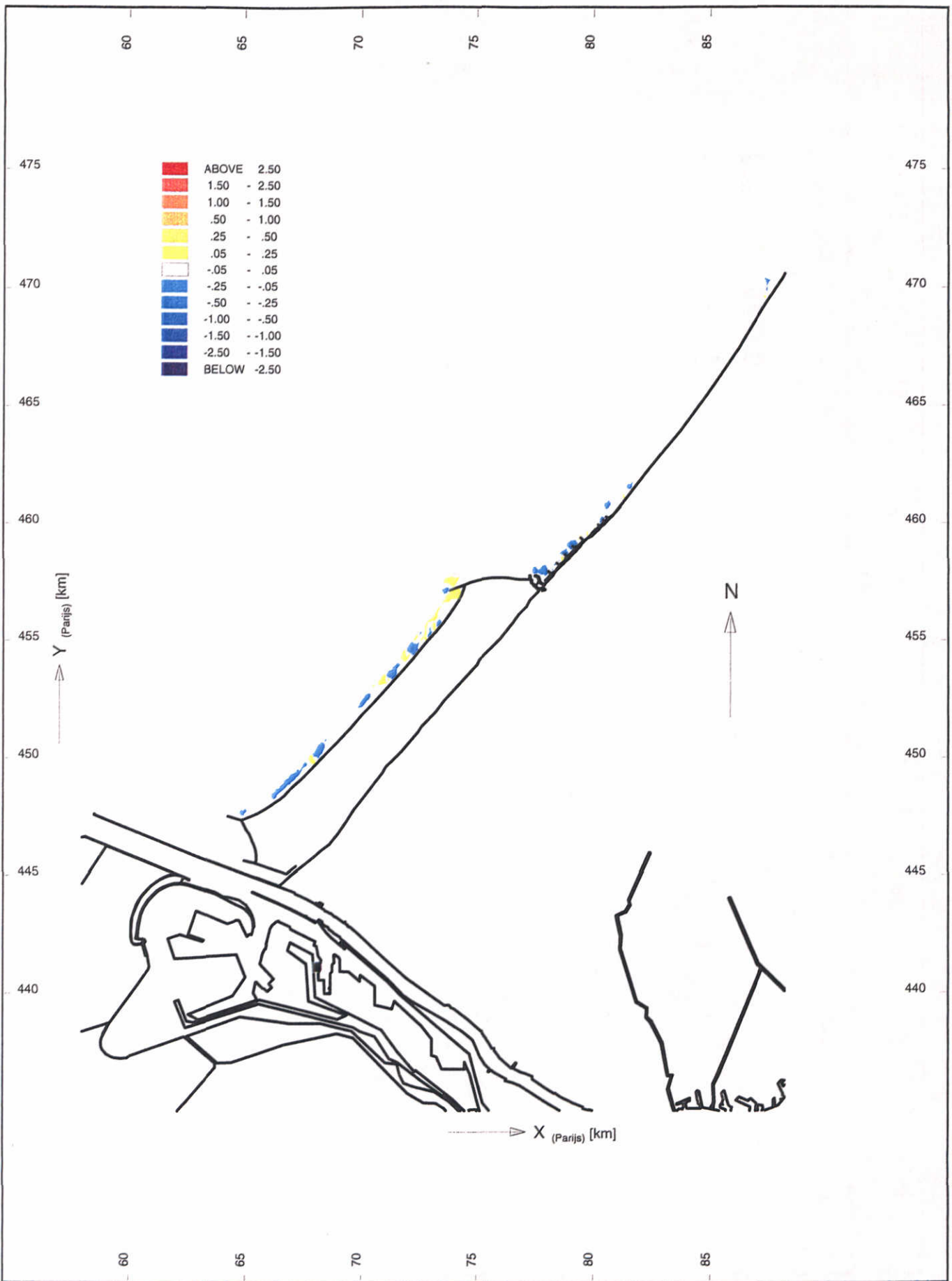
GEINTEGREERDE LANGSTRANSPORTEN
 VOOR EXTREME CONDITIES (m³/dg)
 VERGELIJKING R3 EN R4

Delft2D-MOR

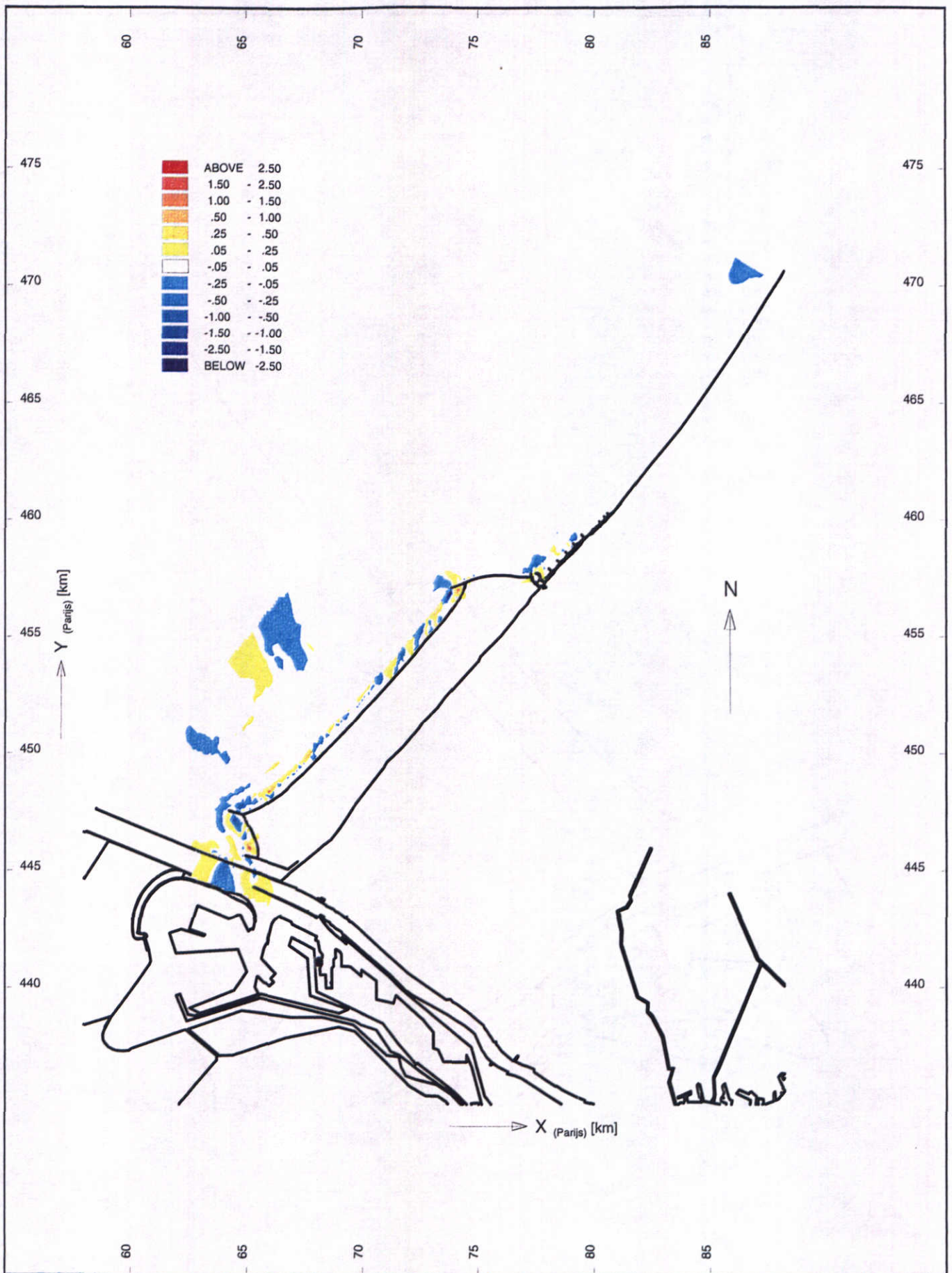
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

T2

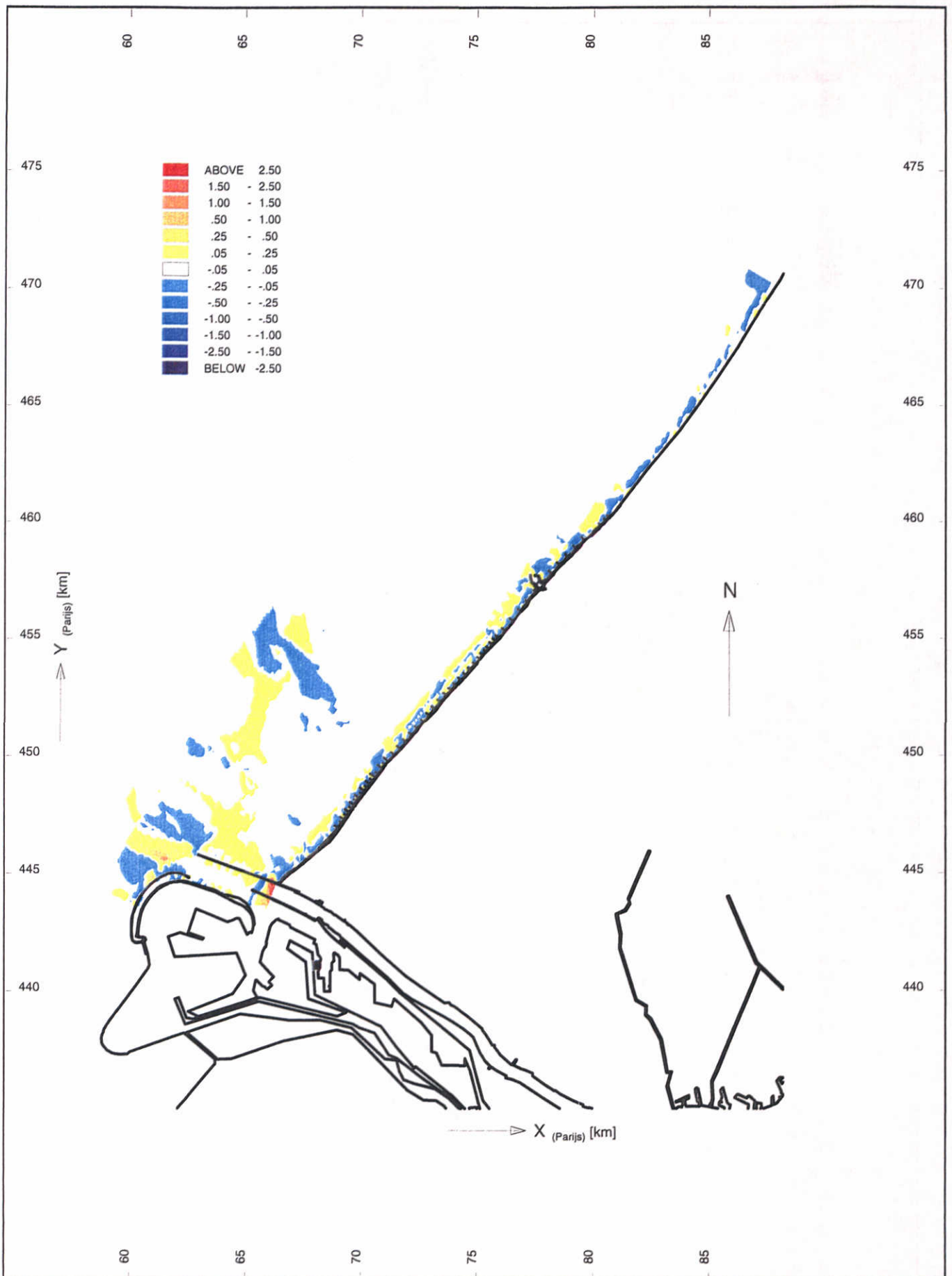
FIG. 4.180



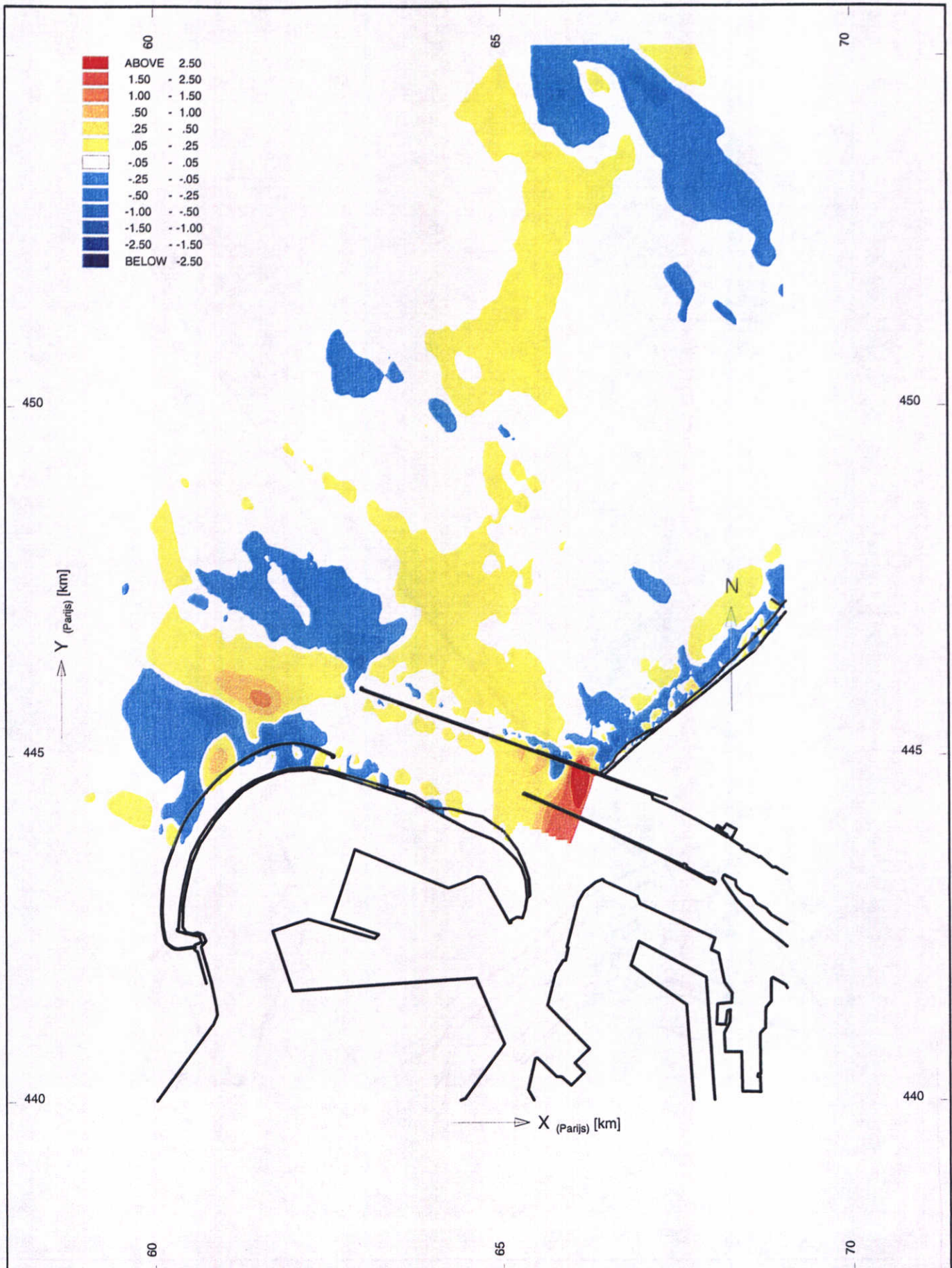
MODEL KUSTLOCATIE KUSTLOCATIE BALLOTRA, SPRINTGTIJ STORM ZW SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 10 DAGEN	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.181



MODEL KUSTLOCATIE KUSTLOCATIE BALLOTRA, SPRINGTIJ STORM NOORDWEST SEDIMENTATIE/EROSIE, GEWOGEN NA 10 DAGEN	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 4.182



MODEL KUSTLOCATIE HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, DYNAMISCH 1 JAAR	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:225000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 5.1



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM
 HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT
 SEDIMENTATIE/EROSIE, DYNAMISCH NA 1 JAAR

Conf. t0

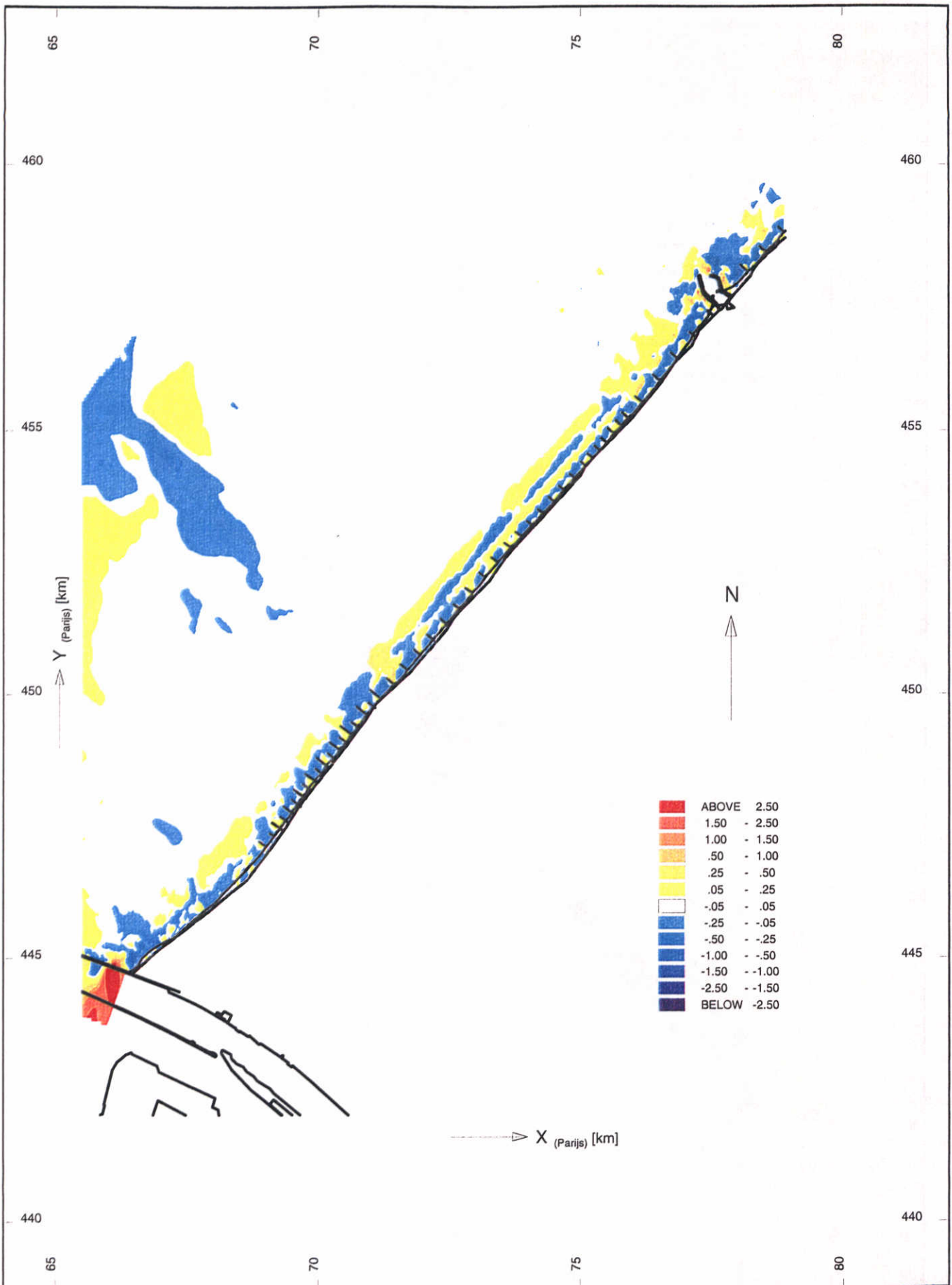
Rww. r2

schaal 1:75000

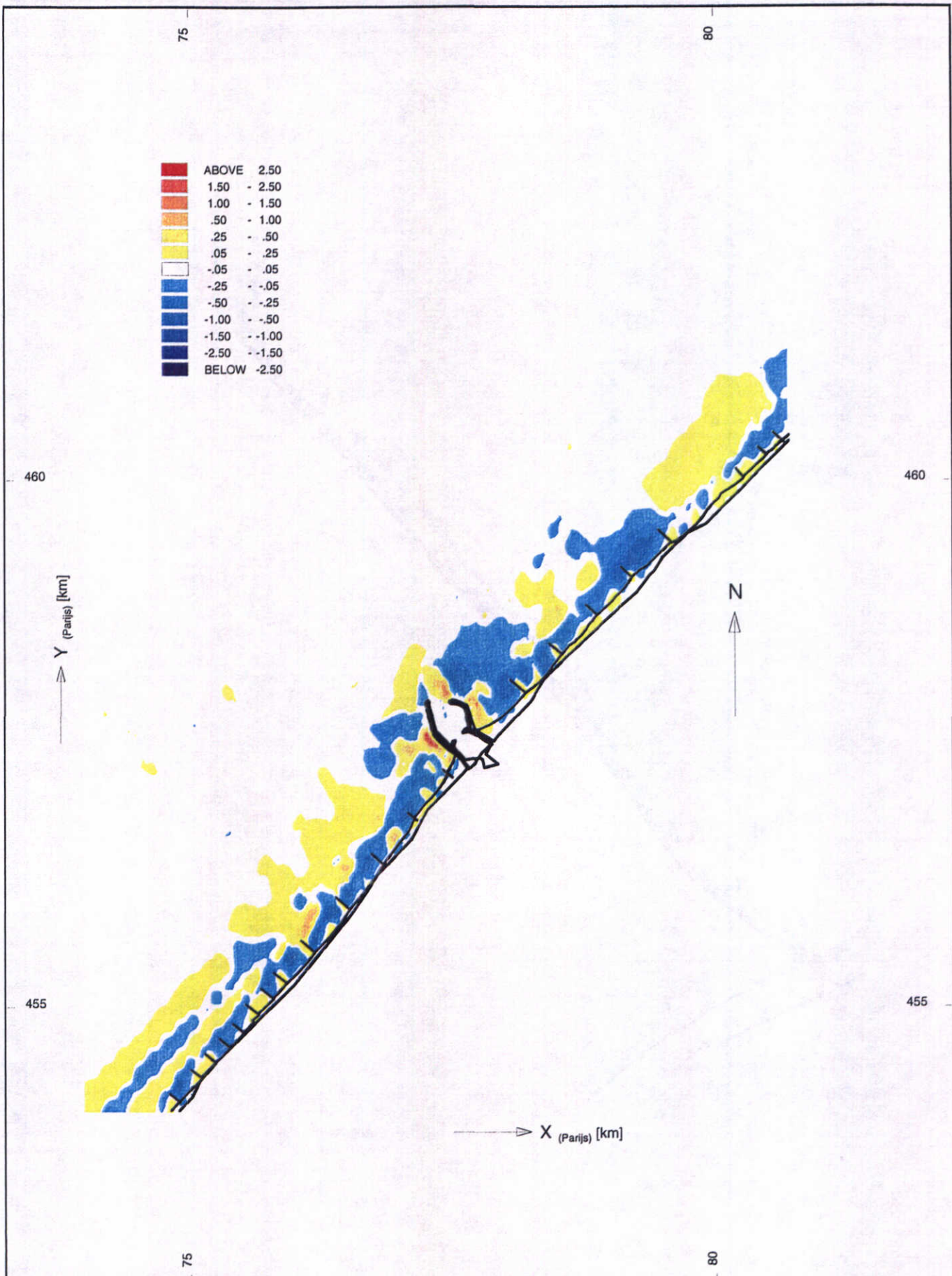
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

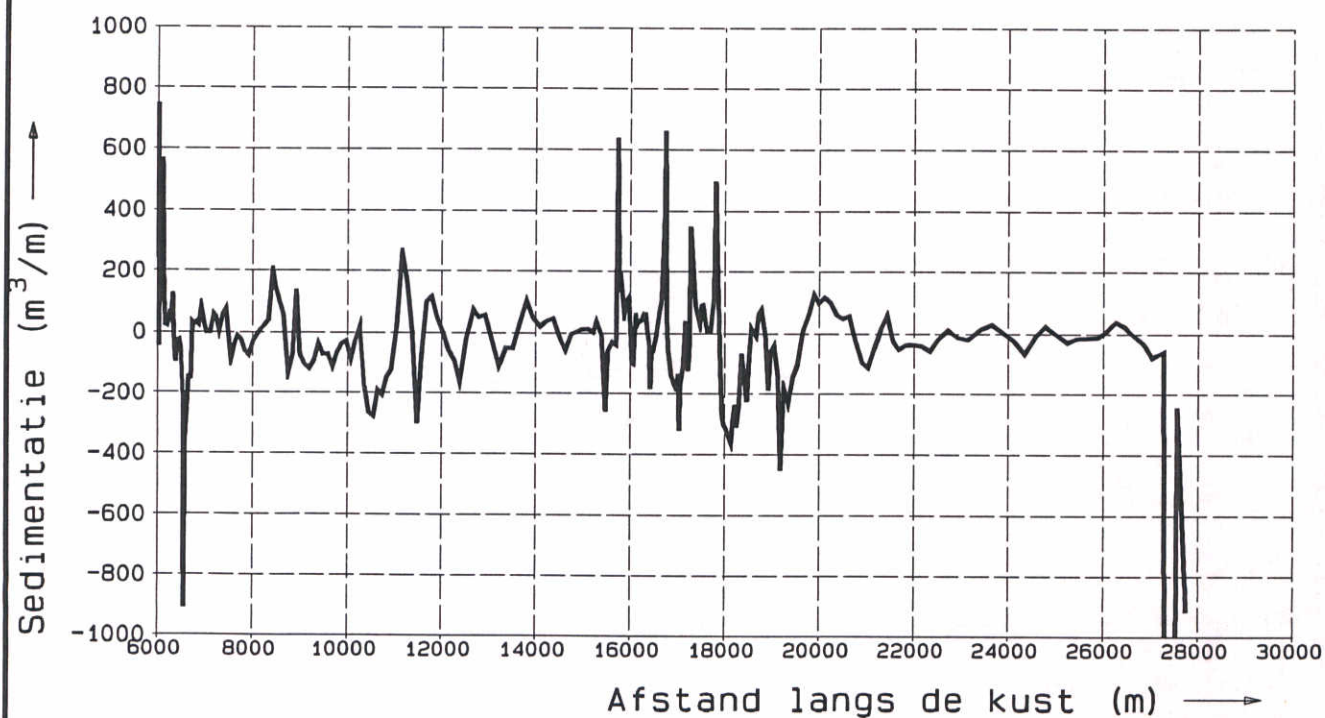
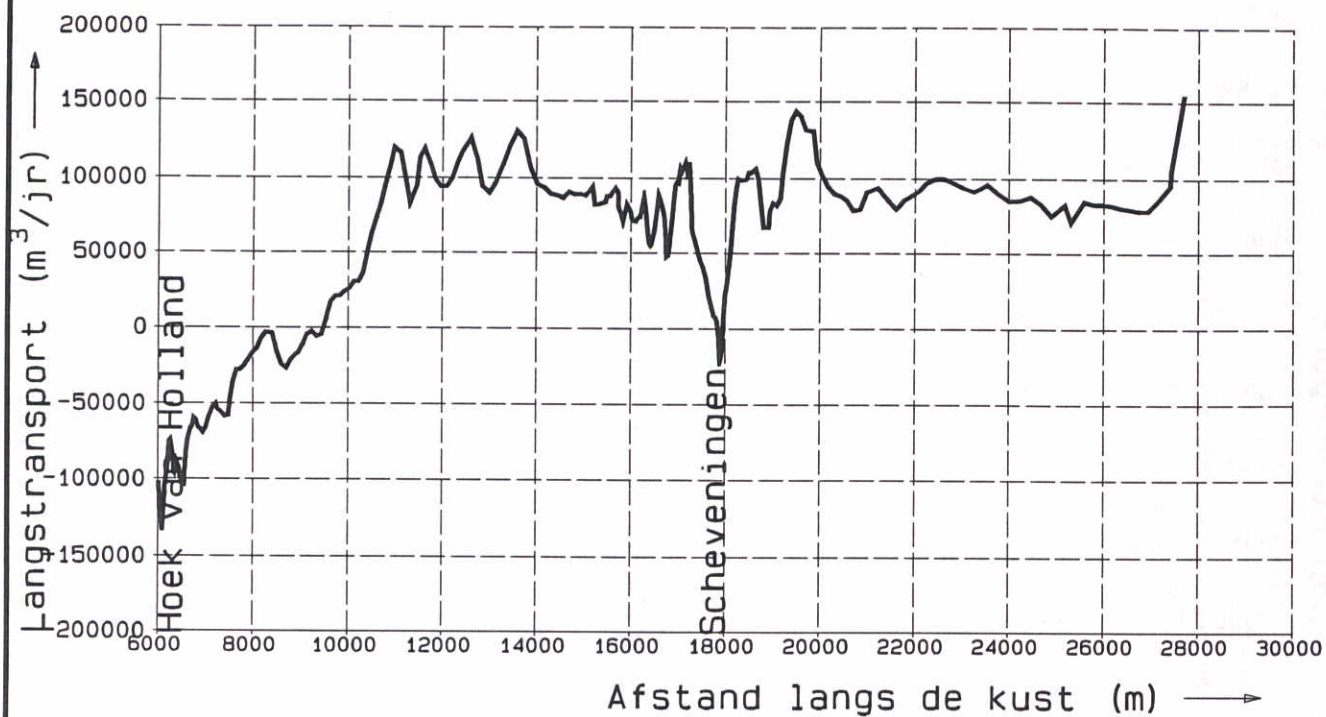
FIG. 5.2



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, DYNAMISCH NA 1 JAAR	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:100000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 5.3



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN HUIDIGE SITUATIE, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, DYNAMISCH NA 1 JAAR	Conf. t0	Rvw. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 5.4



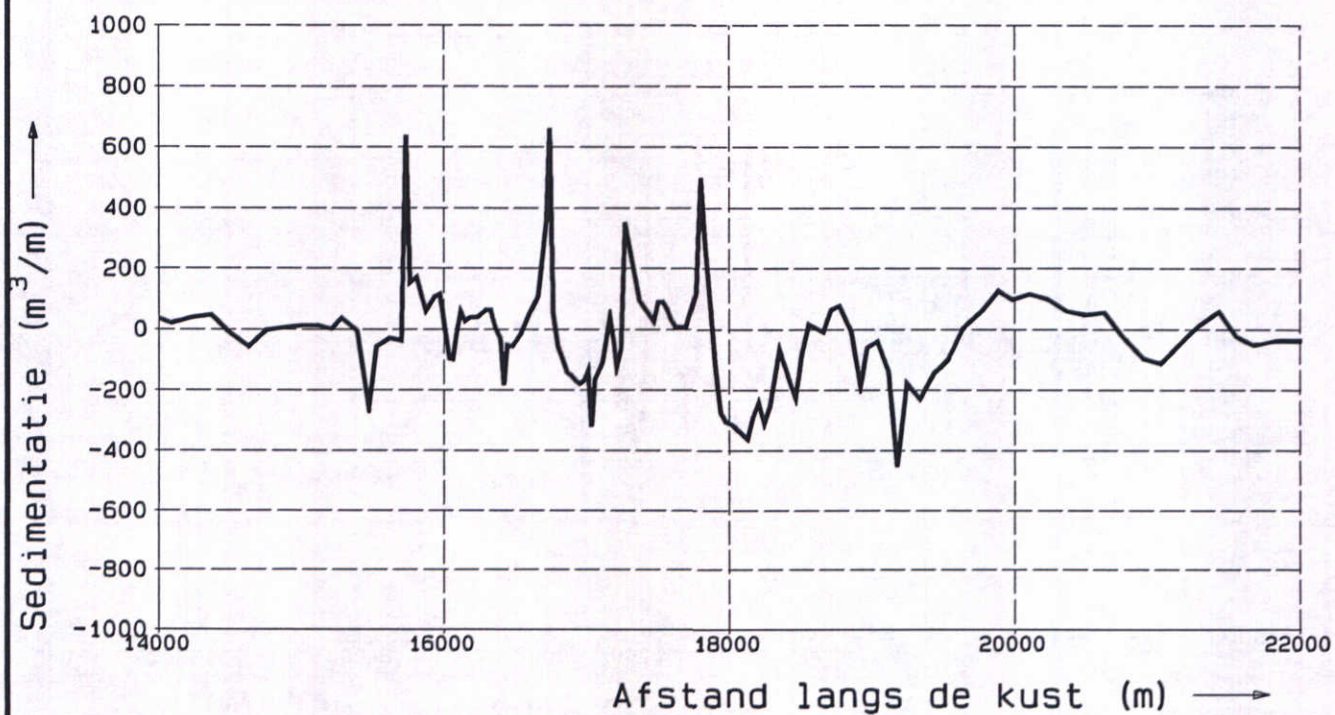
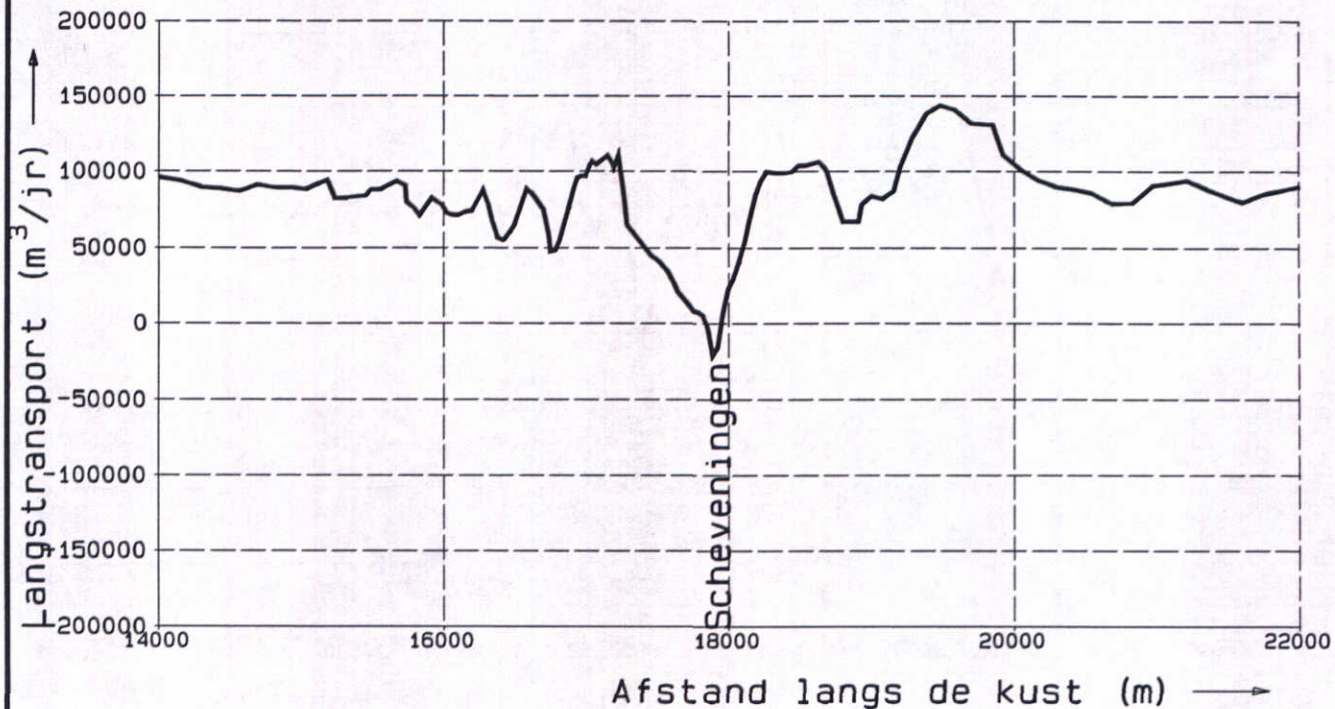
VOLUMEVERANDERINGEN (M^3/M') EN
 GEM. LANGSTRANSPORTEN (M^3/JR)
 TO SITUATIE, NA 1 JAAR

Delft2D-MOR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

t0

FIG. 5.5



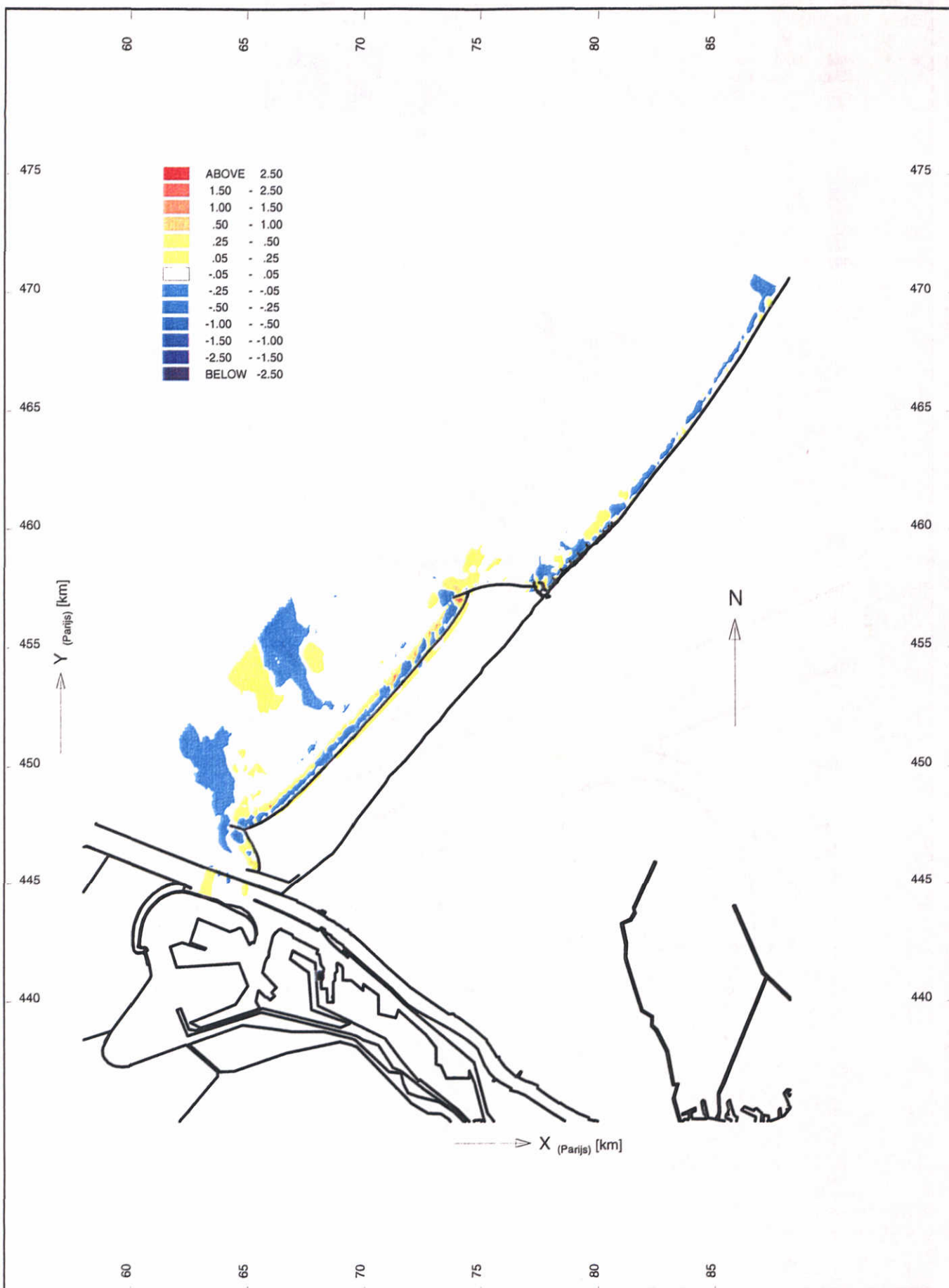
VOLUMEVERANDERINGEN (M^3/M') EN
 GEM. LANGSTRANSPORTEN (M^3/JR)
 TO SITUATIE, DETAIL SCHEVENINGEN

Delft2D-MOR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

t0

FIG. 5.6



MODEL KUSTLOCATIE
 KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIAMAAT
 SEDIMENTATIE/EROSIE, DYNAMISCH 1 JAAR

Conf. t2

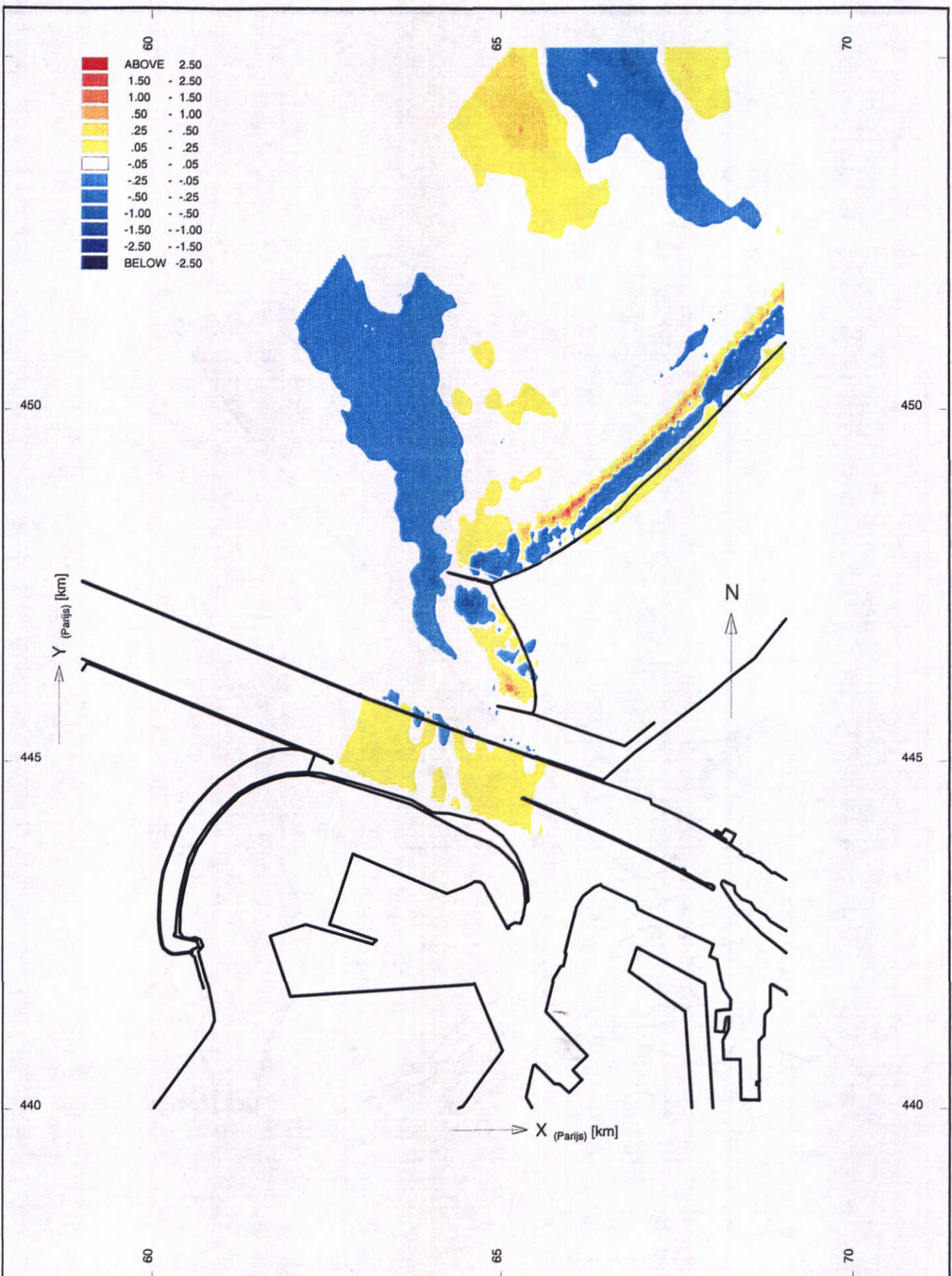
Rvw. r2

schaal 1:225000

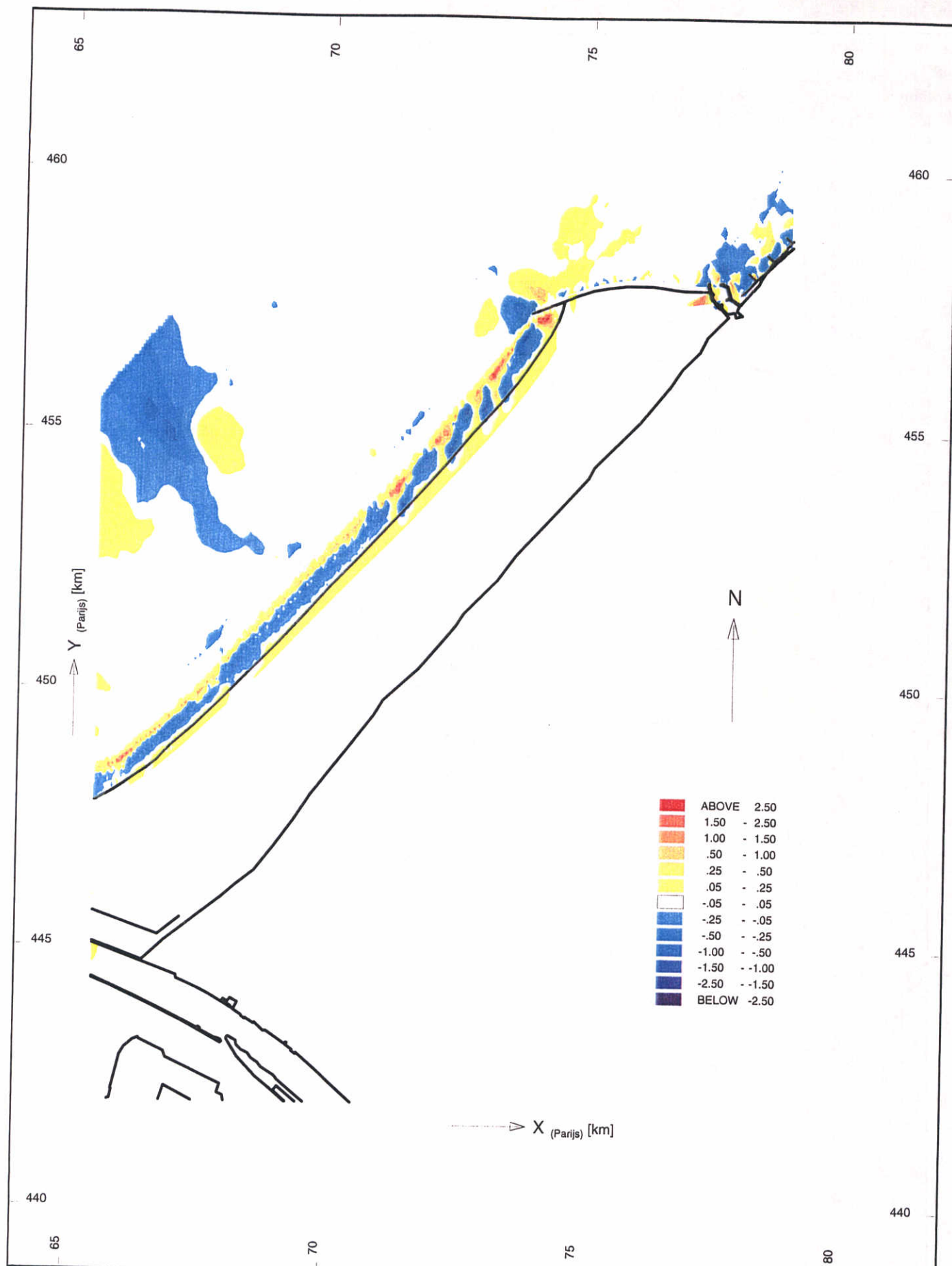
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z 2142

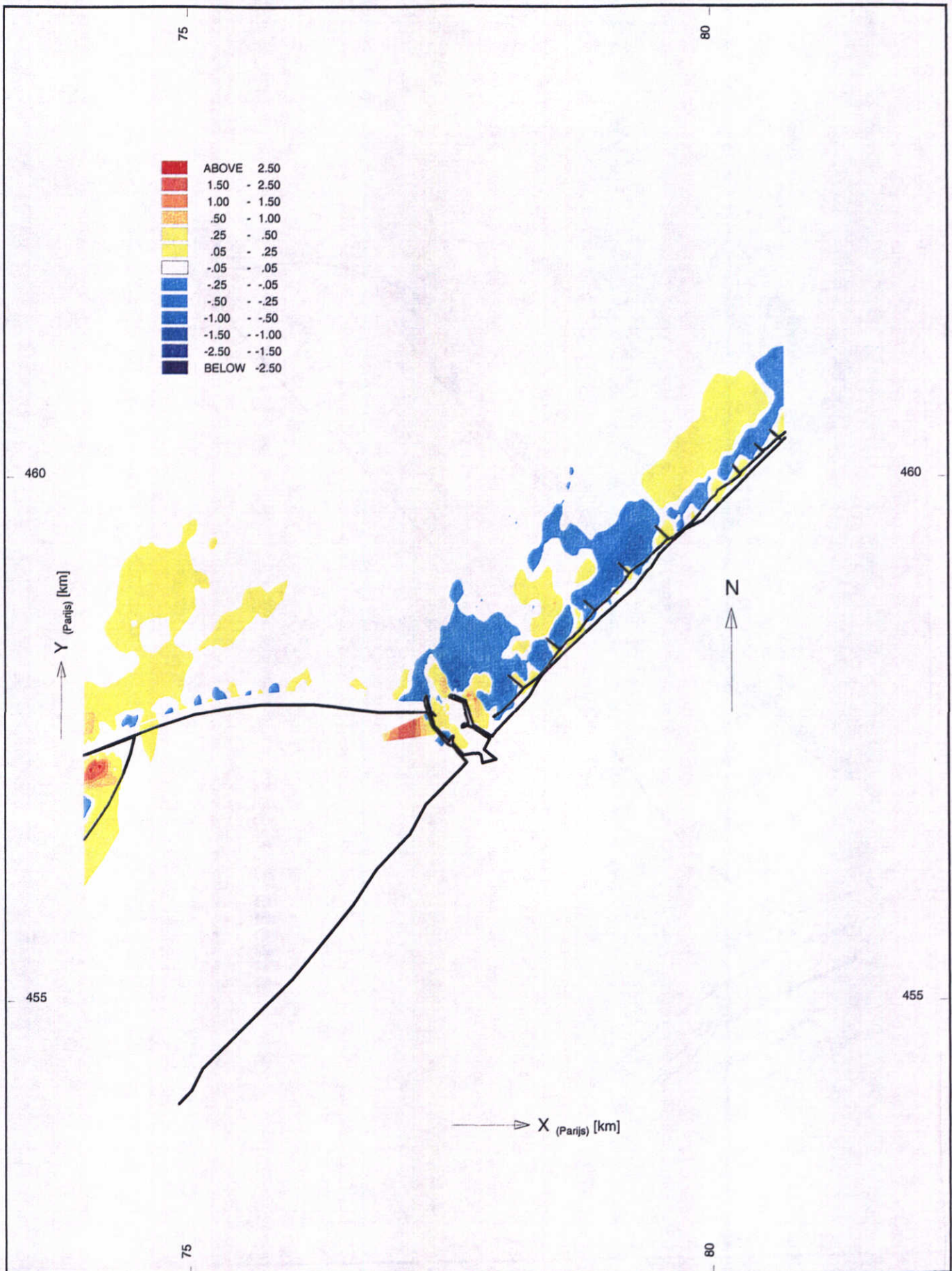
FIG. 5.7



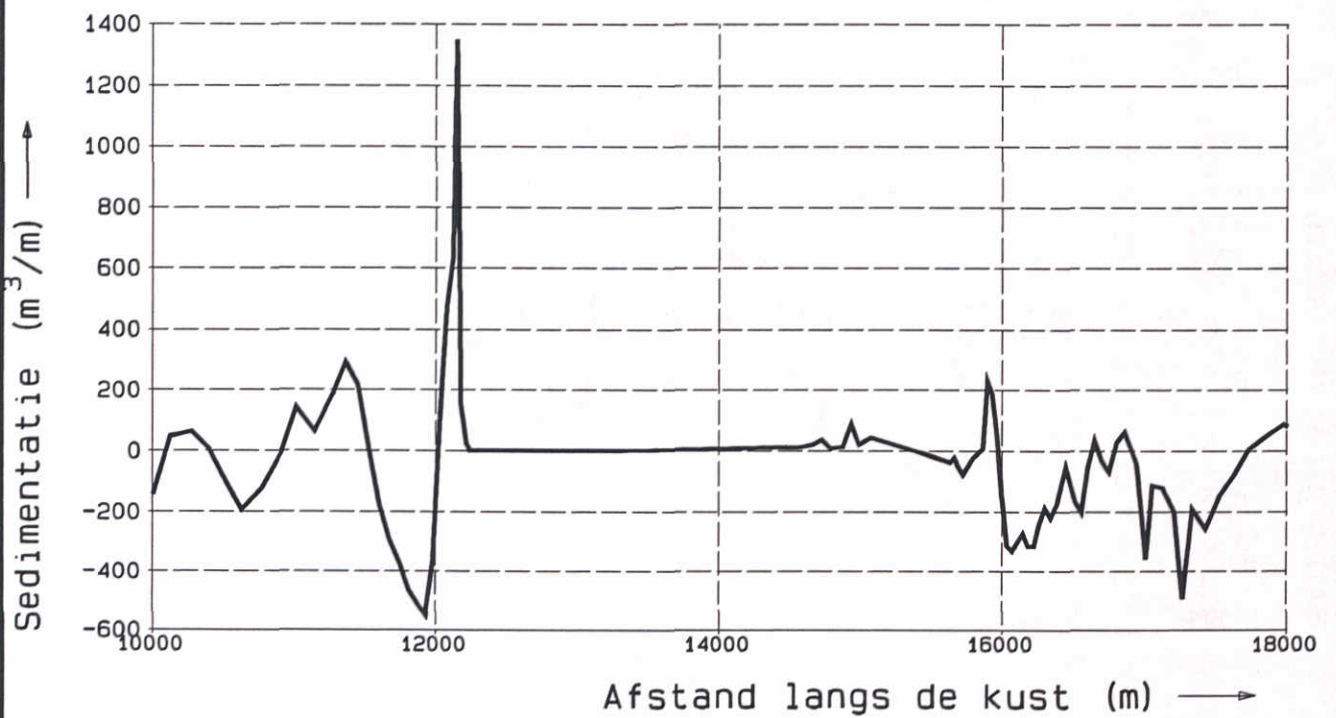
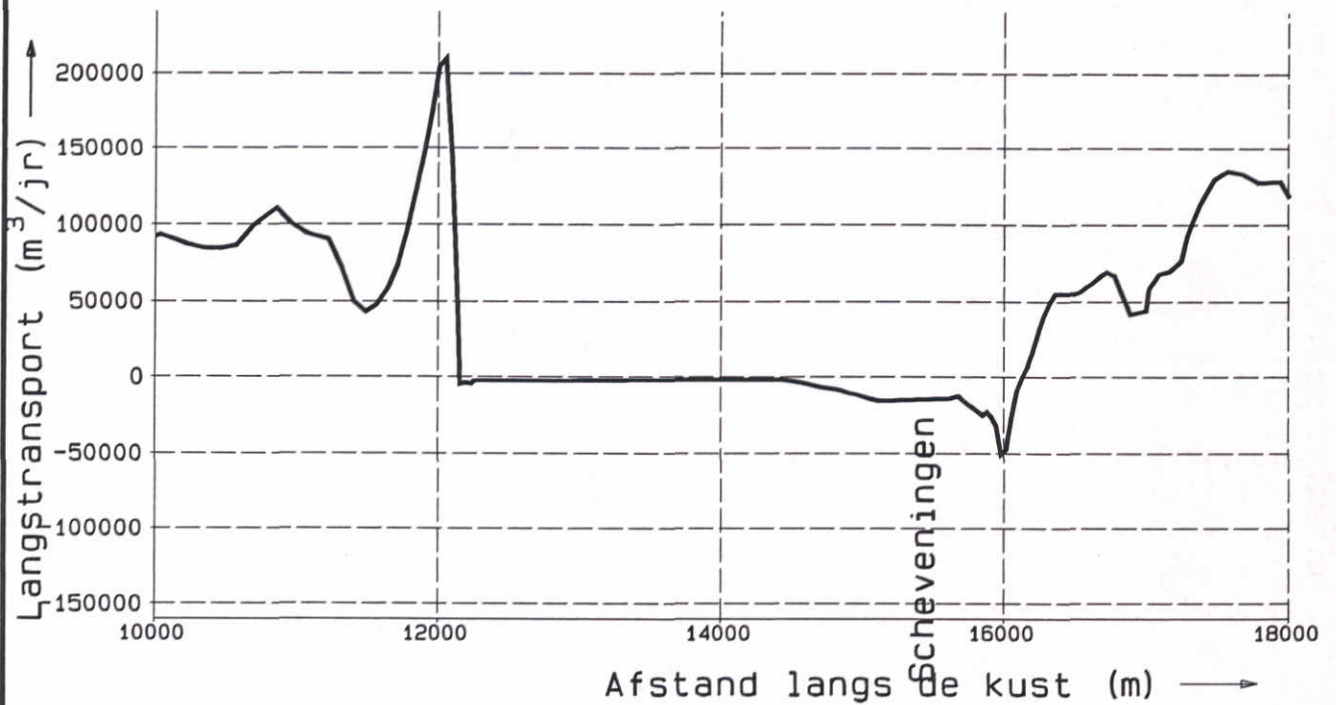
MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED NOORDERDAM KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIJMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, DYNAMISCH NA 1 JAAR	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:75000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 5.8



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED DELFLAND KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, DYNAMISCH NA 1 JAAR	Conf. t2	Rww. r2
	schaal 1:100000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 5.9



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN KUSTLOCATIE BALOTRA, MORFOLOGISCH GOLFKLIMAAT SEDIMENTATIE/EROSIE, DYNAMISCH NA 1 JAAR	Conf. t2	Rvw. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 5.10



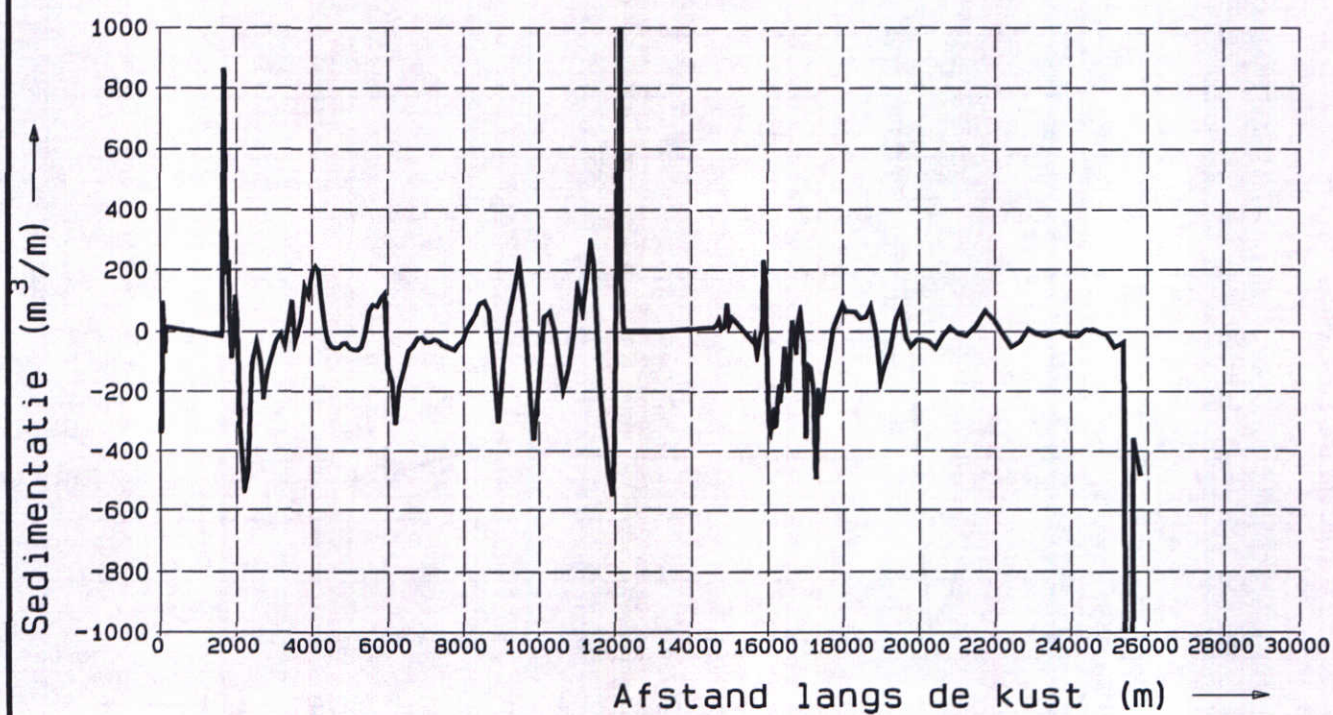
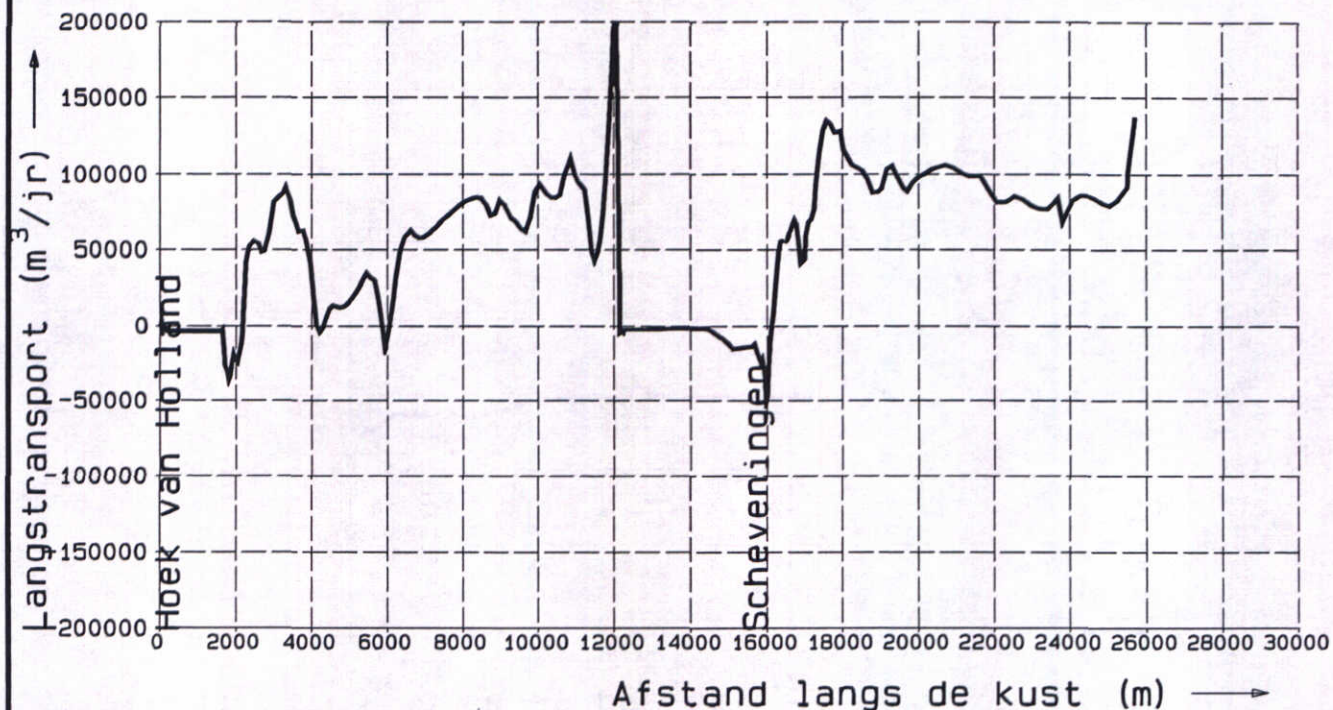
VOLUMEVERANDERINGEN (M^3/M') EN
 GEM. LANGSTRANSPORTEN (M^3/JR)
 T2 SITUATIE, DETAIL SCHEVENINGEN

Delft2D-MOR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

T2

FIG. 5.11



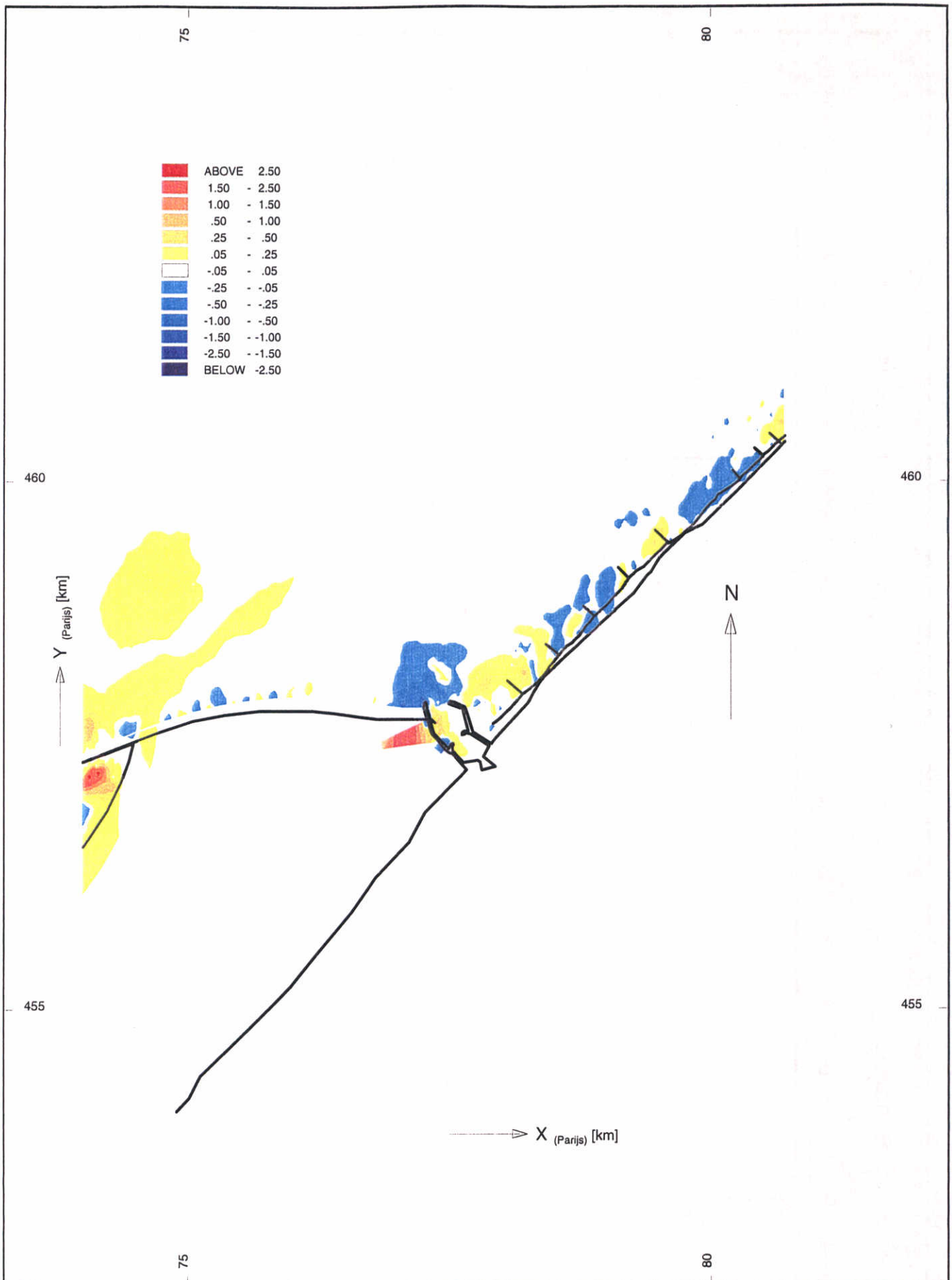
VOLUMEVERANDERINGEN (M^3/M') EN
 GEM. LANGSTRANSPORTEN (M^3/JR)
 T2 SITUATIE, NA 1 JAAR

Delft2D-MOR

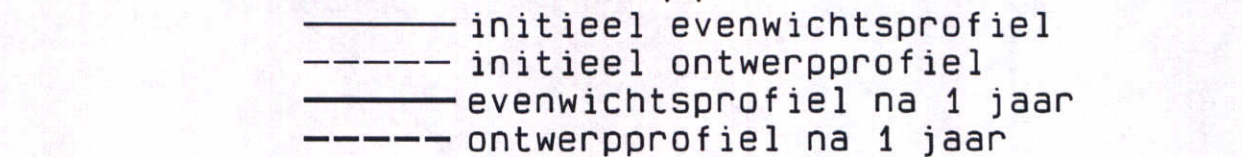
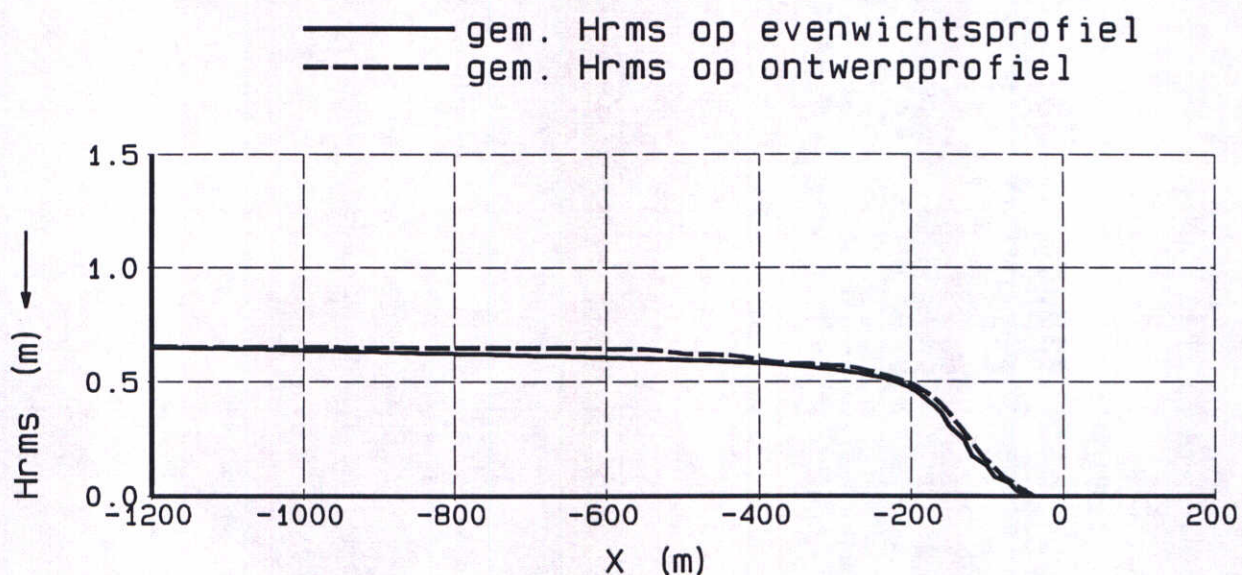
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

SIMT2

FIG. 5.12



MODEL KUSTLOCATIE, DETAILGEBIED SCHEVENINGEN VERSCHIL SEDIMENTATIE/EROSIE T2 - T0 DYNAMISCH NA 1 JAAR		Rvw. r2
	schaal 1:50000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	Z 2142	FIG. 5.13



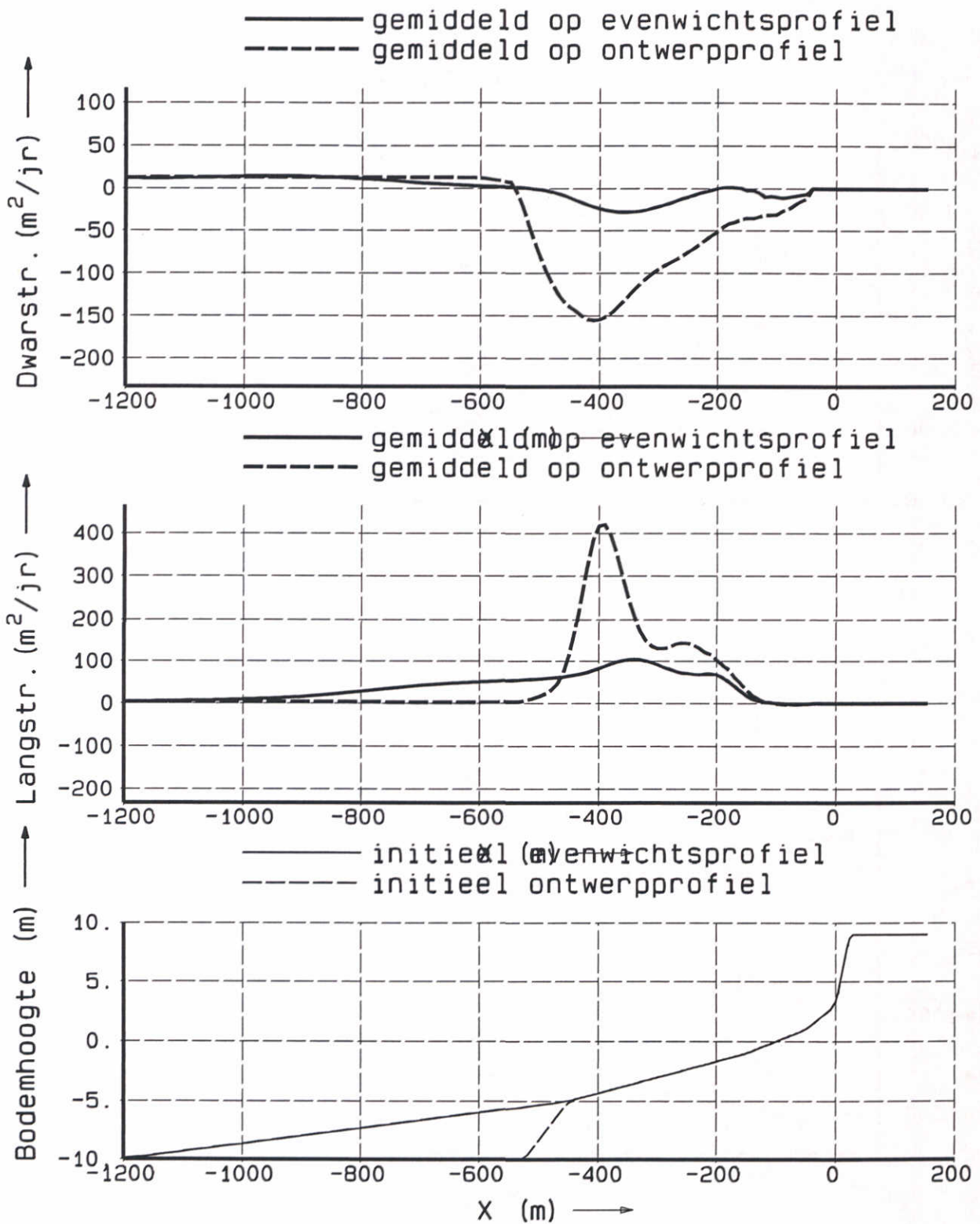
ONTWIKKELING EVENWICHTSPROFIEL EN ONTWERPPROFIEL
GEMIDDELDE GOLFHOOGTE HRMS OP BEIDE PROFIELEN
T0 EN T2 SITUATIE, NA 1 JAAR

UNIBEST-TC

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z2142

FIG. 6.1



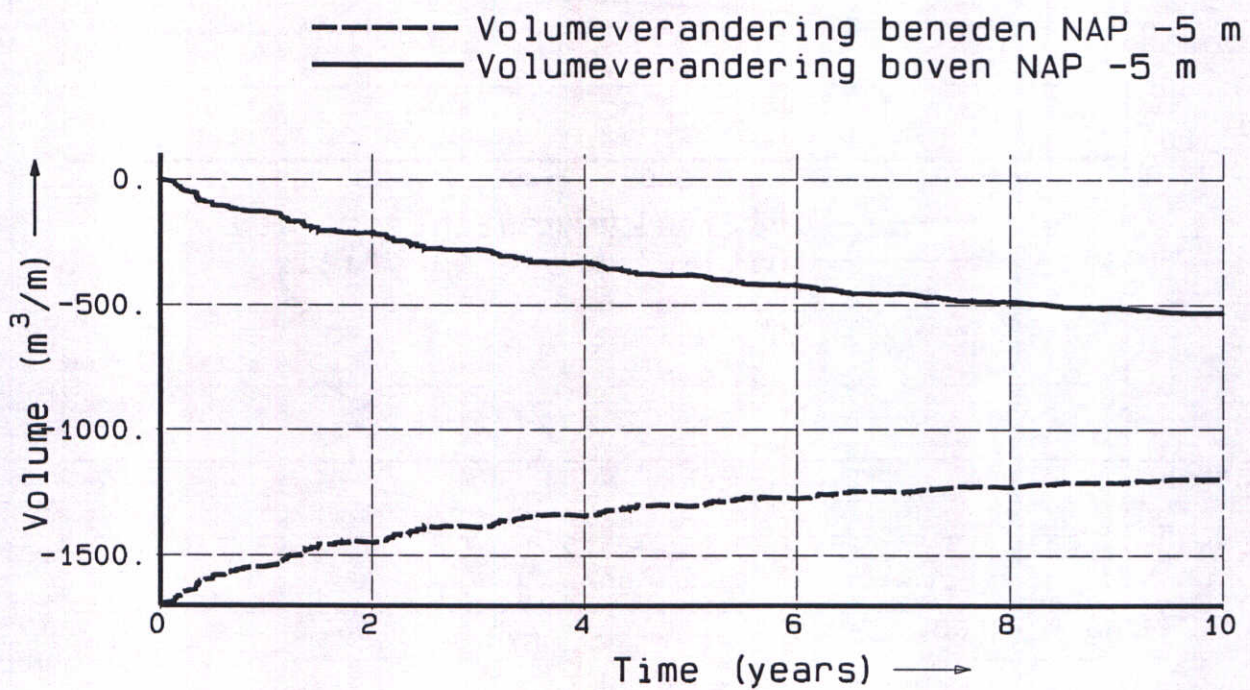
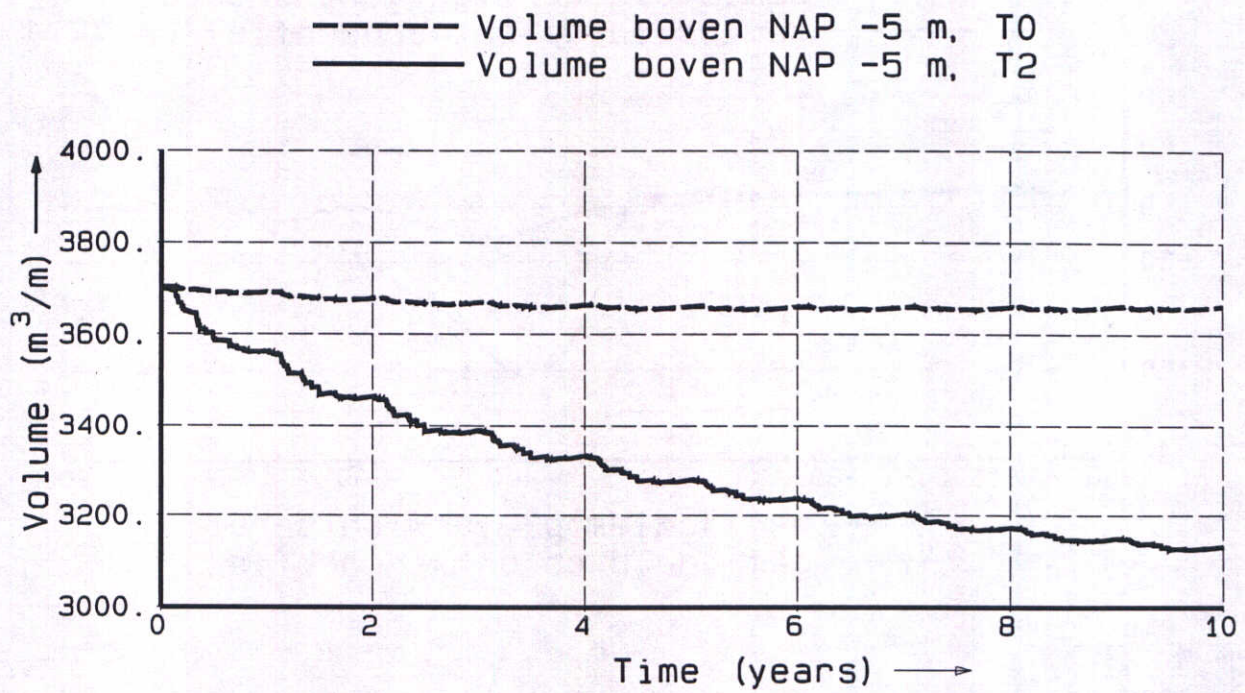
EVENWICHTSPROFIEL EN ONTWERPPROFIEL
 GEMIDDELDE TRANSPORTEN OP BEIDE PROFIELEN
 TO EN T2 SITUATIE, NA 1 JAAR

UNIBEST-TC

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z2142

FIG. 6.2



ONTWIKKELING VOLUMINA IN DE TIJD
 BOVEN: EVENWICHTSPROFIEL (T0) en ONTWERPPROFIEL (T2)
 ONDER: VRSCHIL, BOVEN EN BENEDEN NAP -5 M

UNIBEST-TC

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Z2142

FIG. 6.3