

Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee

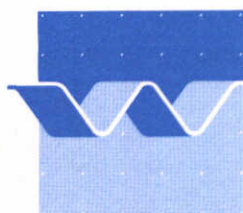
Onderzoek naar verspreiding van Rijnwater
onder invloed van klimaat

September 1997

	Waterloopkundig Laboratorium Postbus 1047 2600 MB Delft Telefoon (06) 472 4343 Fax (06) 472 4344 E-mail: wll@wll.nl
O. 2	66021
WL	Z 2334
EXPL	

Onderzoek naar verspreiding van Rijnwater onder invloed van klimaat

J.A.Th.M. van Kester
 E.D. de Goede
 R.E. Uittenbogaard



waterloopkundig laboratorium | WL



REV	AUTEUR		DATUM	OPMERKINGEN	REVIEW	GOEDKEURING
1.0	J.A. van Kester	JvK	28-9-97	definitief	J.A. van Pagee	J.A. van Pagee
	E.D. de Goede	EdG		eindrapport		
	R.E. Uittenbogaard	RE				
TREFWOORD(EN)				INHOUD		STATUS
3D temperatuurmodellering Verspreiding Rijnwater Kuststrook-model TRIWAQ				TEKST : 7 TABELLEN : 0 FIGUREN : 21 APPENDICES : 0		☐ VOORLOPIG ☐ CONCEPT ☒ DEFINITIEF
				PROJECTNUMMER: Z2334		

Inhoud

1	Inleiding	1-1
2	Kuststrook-simulaties	2-1
2.1	Voorbereiding Kuststrook-simulaties	2-1
2.2	Kleine Kuststrook-model	2-2
2.3	Numerieke resultaten	2-3

Lijst van Figuren

- 2.0 Geometrie kleine Kuststrook-model
- 2.1 Tijdreeksen van temperatuur voor referentierun T0
- 2.2 Tijdreeksen van temperatuur voor run T1
- 2.3 Tijdreeksen van temperatuur in laag 1 voor run T0 versus run T1
- 2.4 Tijdreeksen van saliniteit voor referentierun T0
- 2.5 Tijdreeksen van saliniteit voor run T1
- 2.6 Tijdreeksen van saliniteit in laag 1 voor run T0 versus run T1
- 2.7 Contourplots van temperatuur op 10 juni 1994 voor referentierun T0
- 2.8 Contourplots van temperatuur op 10 juni 1994 voor run T1
- 2.9 Contourplots van temperatuur op 30 juli 1994 voor referentierun T0
- 2.10 Contourplots van temperatuur op 30 juli 1994 voor run T1
- 2.11 Contourplots van saliniteit op 10 juni 1994 voor referentierun T0
- 2.12 Contourplots van saliniteit op 10 juni 1994 voor run T1
- 2.13 Contourplots van saliniteit op 30 juli 1994 voor referentierun T0
- 2.14 Contourplots van saliniteit op 30 juli 1994 voor run T1
- 2.15 Reststroomveld voor laag 1 op 5 juli 1994 voor referentierun T0
- 2.16 Reststroomveld voor laag 1 op 5 juli 1994 voor run T1
- 2.17 Reststroomveld voor laag 1 op 5 juli 1994 voor referentierun T0
- 2.18 Reststroomveld voor laag 1 op 5 juli 1994 voor run T1
- 2.19 Reststroomveld voor laag 1 op 2 juli 1994 voor referentierun T0
- 2.20 Reststroomveld voor laag 1 op 2 juli 1994 voor run T1

I Inleiding

In het kader van onderzoek naar effecten van klimaatveranderingen op de waterbeweging in de Noordzee is een studie gedefinieerd naar de veranderingen in het uitstroomgedrag van de Rijn als gevolg van de temperatuurstijging van de atmosfeer. De verspreiding van Rijnwater voor de Nederlandse kust wordt in belangrijke mate bepaald door dichtheidsverschillen, met name door verschillen in saliniteit. Echter, verschillen in temperatuur spelen ook een niet te verwaarlozen rol. In het voorjaar is het Rijnwater ongeveer 5 °C warmer dan het zeewater, wat overeenkomt met een dichtheidsverschil van 1 kg/m³. In de gestratificeerde gebieden voor de Zuidhollandse kust kan het temperatuurverschil tussen Rijnpluim en zeewater nog verder oplopen door de afname van de warmteuitwisseling tussen onder- en bovenlaag en de toename van de warmteuitwisseling met de atmosfeer. Ten westen van de Rijnpluim mengt de ingestraalde warmte door tot op de bodem en duurt de opwarming vaak vele weken.

In 1996 is in opdracht van RIKZ door het Waterloopkundig Laboratorium|WL een TRIWAQ-versie ontwikkeld met een temperatuurmodel, aangeduid als TRIWAQ/TEM, voor de warmteuitwisseling tussen de atmosfeer en de Noordzee. In TRIWAQ/TEM is op basis van de roosterafstanden van CSM8 een aantal vereenvoudigingen aangebracht in het numerieke schema: de advectietermen voor impuls en stof worden met een expliciet schema berekend. Door deze vereenvoudigingen vergt TRIWAQ/TEM ongeveer een factor drie minder rekentijd dan de standaard TRIWAQ-versie. De formulering en implementatie zijn onder andere geverifieerd door een lange termijn simulatie van 8 maanden voor een deelgebied uit het CSM8-model. Het ontstaan en de afbraak van een thermocline zijn berekend. In de vertikaal is een niet-equidistante verdeling van 40 lagen gebruikt.

In het project “Voorbereiding Kuststrook-simulaties” (onderdeel van het project SILTMAN, opdrachtbonnummer 22972152 d.d. 5 augustus 1997) is TRIWAQ/TEM aangepast voor het uitvoeren van simulaties met het Kuststrook-model. In het onderhavige project worden twee Kuststrook-simulaties met deze TRIWAQ/TEM code uitgevoerd onder verschillende klimatologische omstandigheden, te weten een referentierun (T0) en een run T1. Bij run T1 is de temperatuur van het Rijnwater en de luchttemperatuur 5°C hoger dan bij de referentierun. Hierdoor wordt een indruk verkregen van de veranderingen in de waterbeweging van de Noordzee ten gevolge van het broeikaseffect. Toename van de luchttemperatuur kan in gestratificeerde gebieden leiden tot een forse verhoging van de watertemperatuur bij het oppervlak. Een dergelijke temperatuurgradiënt in de vertikaal resulteert in een dichtheidsgradiënt die van een vergelijkbare grootte kan zijn als de gradiënt in de dichtheid die veroorzaakt wordt door saliniteit. De hierdoor verminderde verticale menging kan gevolgen hebben voor de kwaliteit van het Nederlandse kustwater.

Dit project is uitgevoerd in opdracht van RIKZ als onderdeel van het project ZEESPIEG (opdrachtbonnummer 22972041 d.d. 21 juli 1997). Bij het Waterloopkundig Laboratorium is dit onderzoek uitgevoerd door J.A.Th.M. van Kester, E.D. de Goede en R.E. Uittenbogaard. Bij RIKZ is dit project begeleid door J.M. de Kok. De meteorologische gegevens voor de Kuststrook-simulaties zijn aangeleverd door ARGOS (contactpersoon C. de Valk).

2 Kuststrook-simulaties

In dit project zijn twee Kuststrook-simulaties uitgevoerd met TRIWAQ/TEM, te weten een referentierun (T0) en een run (T1) waarbij de temperatuur van het Rijnwater en van de atmosfeer 5°C verhoogd is.

2.1 Voorbereiding Kuststrook-simulaties

Zoals beschreven in de beknopte notitie “Voorbereiding Kuststrook-simulaties, project SILTMAN (september 1997)” heeft het uitvoeren van de Kuststrook-simulaties de nodige problemen opgeleverd. In de oorspronkelijke TRIWAQ/TEM code is op basis van de roosterafstanden van CSM8 een aantal vereenvoudigingen toegepast. Zo worden de advectietermen voor impuls en stof met een *expliciet schema* berekend. Deze vereenvoudigingen, die voor het CSM8-model niet tot stabiliteitsproblemen hebben geleid voor de tijdstap die voor de standaard versie van TRIWAQ wordt toegepast bij het CSM8-model (te weten 10 minuten), leveren voor het Kuststrook-model wel problemen op. Vanwege de expliciete tijdsintegratie in TRIWAQ/TEM dient het zogeheten Courantgetal voor advectie kleiner of gelijk te zijn aan één. In formulevorm wordt deze voorwaarde beschreven door

$$CFL_{ADV} = \frac{U \Delta t}{\Delta x} \leq 1 \quad (2.1)$$

met U de snelheid, Δt de tijdstap en Δx de maaswijdte. Het feit dat in het Kuststrook-model veel kleinere roosterafstanden worden toegepast (in de orde van 200 m tot 1250 m) dan in het CSM8-model (ongeveer 8000 m) leidt tot een meer stringente voorwaarde voor de tijdstap. Voor het CSM8-model leidt dit tot een tijdstap van 10 minuten voor zowel TRIWAQ/TEM als de standaard TRIWAQ code. Voor het Kuststrook-model dient echter de tijdstap verkleind te worden tot 2 minuten voor TRIWAQ/TEM, terwijl voor de standaard TRIWAQ code een tijdstap van vijf minuten toegepast wordt.

In de WL-offerte voor dit project wordt al opgemerkt dat ten gevolge van een kleinere tijdstap de rekenwinst met TRIWAQ/TEM verloren zou kunnen gaan, omdat de roosterafstanden in het Kuststrook-model een orde 10-50 kleiner zijn dan bij CSM8. Dit is, helaas, bewaarheid geworden bij de Kuststrook-simulaties.

Oorspronkelijk werd gehoopt dat met de TRIWAQ/TEM code een tijdstap van vijf minuten toegepast zou kunnen worden voor het Kuststrook-model, zoals voor de standaard TRIWAQ code het geval is bij Kuststrook-simulaties. Voor de gekozen laagverdeling in de vertikaal (10 equidistante lagen), tijdstap van vijf minuten en simulatieperiode van drie maanden zou één Kuststrook-simulatie ongeveer twee weken rekentijd vergen op een HP9000/755. Echter, met TRIWAQ/TEM kan niet een tijdstap van vijf minuten, maar dient een tijdstap van twee minuten toegepast te worden om de bovengenoemde stabiliteitsproblemen te voorkomen. Hierdoor wordt de vereiste rekentijd en doorlooptijd per simulatie onwerkbaar hoog, te weten meer dan één maand. Ten gevolge van de kleinere tijdstap zal de TRIWAQ/TEM versie voor het Kuststrook-model niet of nauwelijks enige rekenwinst kunnen opleveren in vergelijking met de standaard TRIWAQ versie.

Op basis van deze stabiliteits- en rekentijd-problemen is in overleg met de opdrachtgever tot het volgende besloten:

- De formulering voor de warmteuitwisseling tussen de atmosfeer en de Noordzee, zoals toegepast in TRIWAQ/TEM, implementeren in de standaard TRIWAQ code. Dit betekent dat de advectietermen impliciet in de tijd geïntegreerd worden.
- De Kuststrook-simulaties uitvoeren met een kleiner Kuststrook-model (MMAX=178, NMAX=81; tijdstap van 10 minuten). Dit model zullen we het kleine Kuststrook-model noemen, zie paragraaf 2.2. Voor het oorspronkelijke Kuststrook-model geldt MMAX=339, NMAX=164 en is de tijdstap 5 minuten.

Door het toepassen van deze gewijzigde aanpak blijft de vereiste rekentijd acceptabel op een HP9000/755.

Deze keuze heeft tot een nieuwe versie geleid, die we TRIWAQ/TEM/IMPL noemen. Deze versie is gebaseerd op de standaard TRIWAQ versie. De numerieke technieken die toegepast worden in TRIWAQ/TEM/IMPL en in standaard TRIWAQ zijn identiek. Het enige verschil is dat met TRIWAQ/TEM/IMPL de uitwisseling met de atmosfeer gemodelleerd kan worden en met de standaard TRIWAQ versie niet.

2.2 Kleine Kuststrook-model

Er zijn twee 3D (10 lagen) Kuststrook-simulaties uitgevoerd met TRIWAQ/TEM/IMPL, te weten een referentierun (T0) en een run T1. Bij run T1 is de temperatuur van het Rijnwater en de atmosfeer 5°C hoger dan bij de referentierun. Het kleine Kuststrook-model bevat een kuststrook van ruwweg 70 km en loopt van België tot ongeveer Den Helder. Het 'volledige' Kuststrook-model, wat dus niet gebruikt is, loopt van België tot Ameland. In Figuur 2.0 is de geometrie van het kleine Kuststrook-model weergegeven. De simulatieperiode is van 1 mei '94 tot 1 augustus '94. De simulaties zijn uitgevoerd op een HP9000/755 werkstation van het WL.

Enige karakteristieken van het kleine Kuststrook-model zijn:

- MMAX=178 en NMAX=81; 39.5% van de punten is actief
- KMAX=10 (equidistante lagen)
- kromlijngig rooster
- tijdstap van 10 minuten
- simulatieperiode van 3 maanden (1 mei 1994 tot 1 augustus 1994)
- gemiddelde Δx van 1150 m (variërend van 500 m tot 2500 m)
- gemiddelde Δy van 2300 m (variërend van 350 m tot 6500 m)
- modellering van zout en temperatuur
- aan noord-, west- en zuid-zijde waterstandsranden
- horizontale viscositeitscoëfficiënt van $1 \text{ m}^2/\text{s}$
- horizontale diffusiecoëfficiënt van $10 \text{ m}^2/\text{s}$
- bodemwrijving via Manning-coëfficiënt ($0.024 \text{ s/m}^{0.33}$)
- k-ε turbulentiemodel
- daggemiddelde rivierafvoeren voor de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet
- constante afvoeren voor overige rivieren/estuaria (IJmuiden, Oosterschelde, Westerschelde)
- riviertemperaturen om het uur

- randvoorwaarden voor temperatuur om het uur
- tijdsafhankelijke windsnelheid en windrichting
- meteorologische gegevens (windsnelheid, luchtdruk, bewolgingsgraad, luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheidsgraad) om het uur

De gebruikte riviertemperaturen zijn gemeten bij Lobith. Deze waarden zijn niet alleen toegepast voor de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet, maar ook voor IJmuiden, de Oosterschelde en de Westerschelde, omdat hierover geen informatie beschikbaar was. We merken op dat de afvoeren voor IJmuiden, de Oosterschelde en de Westerschelde vrijwel te verwaarlozen zijn ten opzichte van de rivierafvoeren voor de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet.

De verschillen tussen de referentierun (T0) en run T1 zijn:

- riviertemperatuur in run T1 is 5 °C warmer
- luchttemperatuur in run T1 is 5 °C warmer

Van de simulaties zijn de SDS-files opgeleverd aan RIKZ, zodat de resultaten geanalyseerd kunnen worden. Zo zal er onder meer een vergelijking gemaakt worden met satellietbeelden voor temperatuur. De SDS-files zijn op de WL-server <ftp@wldelft.nl> gezet, waardoor ze vanaf RIKZ werkplekken te bereiken zijn.

In dit project zijn de resultaten slechts globaal door het Waterloopkundig Laboratorium geïnterpreteerd. In de volgende paragraaf zal nader op de resultaten worden ingegaan.

2.3 Numerieke resultaten

In de Figuren 2.1-6 zijn tijdreeksen van temperatuur en saliniteit weergegeven voor referentierun T0 en run T1. De horizontale as loopt van 0 tot 132480 minuten, wat overeenkomt met de simulatieperiode (c.q. 92 dagen). De figuren bevatten tijdreeksen voor vier stations, te weten Meetpost Noordwijk, IJmuiden, Euro Platform en Lichteiland Goeree.

Zowel voor de referentierun als voor run T1 ontstaat er in de stations waar een saliniteitsgelaagheid optreedt, te weten bij Meetpost Noordwijk en IJmuiden, ook temperatuurgelaagheid, zie Fig. 2.1-2. De korte oscillaties in de bovenlaag geven de dag-nacht temperatuurschommelingen aan. In de onderste lagen worden de korte oscillaties daarentegen veroorzaakt door het getij en hebben een M2-periode. In Figuur 2.3 zijn de temperaturen in de bovenste laag vergeleken voor de runs T0 en T1. Uit de figuren 2.1-3 blijkt dat het temperatuursverschil tussen boven- en onderlaag iets groter is bij run T1 dan bij de referentierun. Dit geldt alleen voor de stations waar zoutgelaagtheid optreedt. In de stations met een homogene zoutverdeling in de verticaal treedt er nauwelijks enig temperatuursverschil op tussen de boven- en onderlaag. Dit geeft aan dat de combinatie van zoutgelaagtheid en het warmere Rijnwater de temperatuurverschillen in de waterkolom versterken.

In de figuren met tijdreeksen van saliniteit (Figuren 2.4-6) is nauwelijks enig verschil aanwezig tussen de runs T0 en T1. De korte fluctuaties in de tijdreeksen worden veroorzaakt door het getij. De stations waar al dan niet een gelaagtheid in saliniteit ontstaat, komen overeen met die voor de temperatuurgelaagtheid. In stations Meetpost Noordwijk en IJmuiden ontstaat wel een gelaagde situatie voor saliniteit en temperatuur en in de stations Euro Platform en Lichteiland Goeree niet.

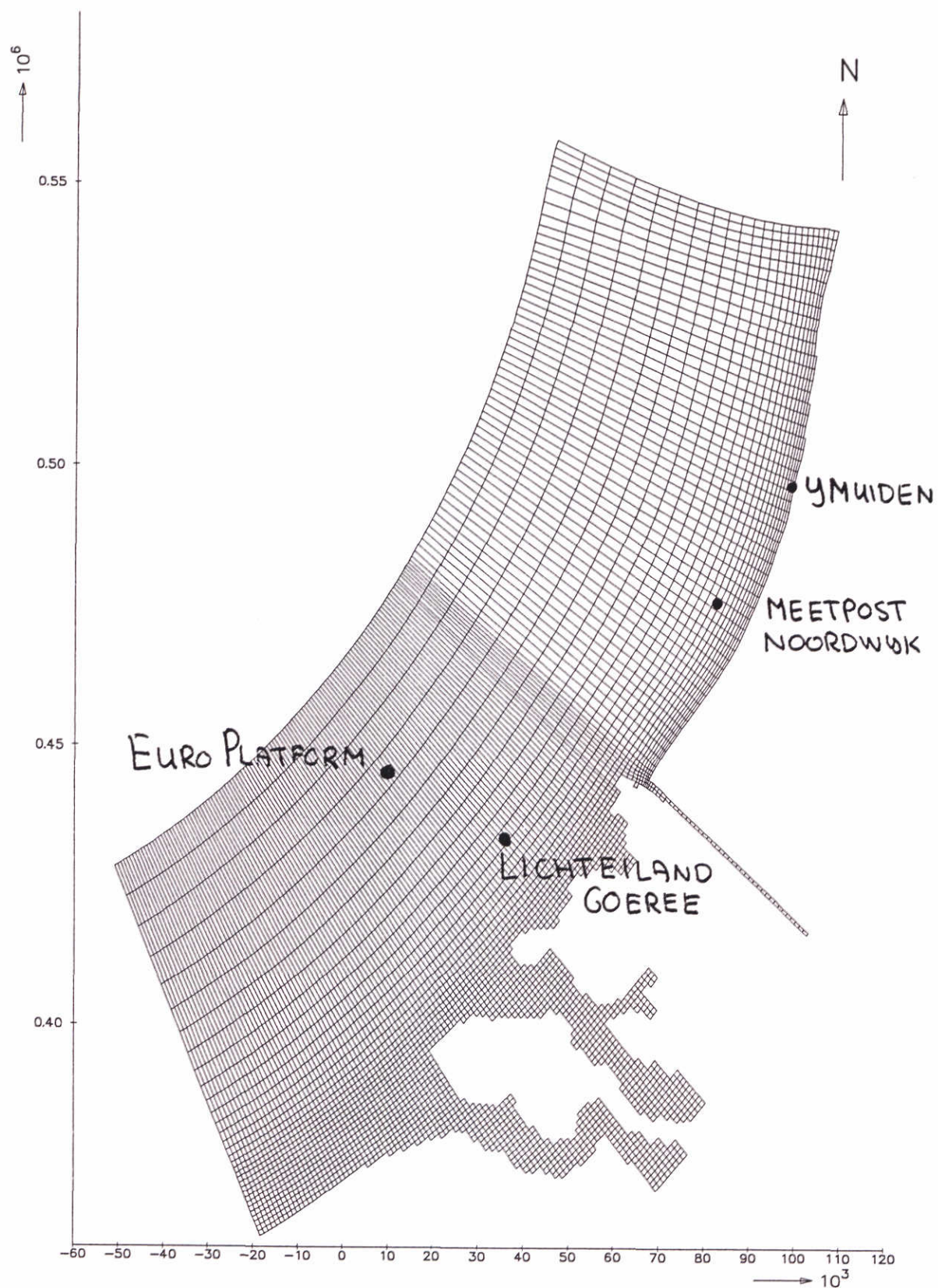
Voor beide runs zijn contourplots van temperatuur en zout geproduceerd op twee tijdstippen, te weten op 10 juni 1994 10.00 uur en op 30 juli 1994 10.00 uur. Zowel voor de toplaag als voor de bodemlaag (laag 10) zijn resultaten weergegeven.

In de temperatuur-contourplots is er een duidelijk verschil zichtbaar tussen T0 en T1. De 5 °C hogere atmosfeertemperatuur en riviertemperatuur in run T1 geven aanleiding tot hogere temperaturen langs de Nederlandse Kust. De verplaatsing van het warme water in de richting loodrecht op de kust is vergelijkbaar voor beide runs.

Voor de contourplots met saliniteit zijn de verschillen gering, maar wel zichtbaar. Het transport van het zoete Rijnwater in noordelijke richting langs de Nederlandse kust is iets groter voor de T1 run dan voor de referentierun. In Figuur 2.14 (op 30 juli 1994) is, bijvoorbeeld, het gebied met een saliniteit tussen 28 en 30 ppt meer in noordelijke richting verplaatst dan bij de referentierun (zie Figuur 2.13). Het verschil is vooral waar te nemen langs de 30 PSU isohaline.

De Figuren 2-15-20 bevatten reststroomvelden in de bovenste laag voor beide runs. In Fig. 2-15-16 zijn de reststroomvelden voor het gehele model weergegeven op 2 juli 1994. In de Figuren 2-17-18 is ingezoomd op het noordoostelijke gedeelte van het model. De verschillen in reststroomsnelheden voor de runs T0 en T1 zijn zeer gering. De verschillen zijn nauwelijks waarneembaar in de figuren. Dit geldt ook voor de resultaten op 5 juli 1994, zie Figuren 2.19-20. Dit is in overeenstemming met de temperatuur-contourplots voor T0 en T1, die aangeven dat het transport van het warme water in bijvoorbeeld de richting loodrecht op de kust vergelijkbaar is voor beide runs.

Voor beide runs is de rekentijd op een HP9000/755 iets minder dan vier dagen.

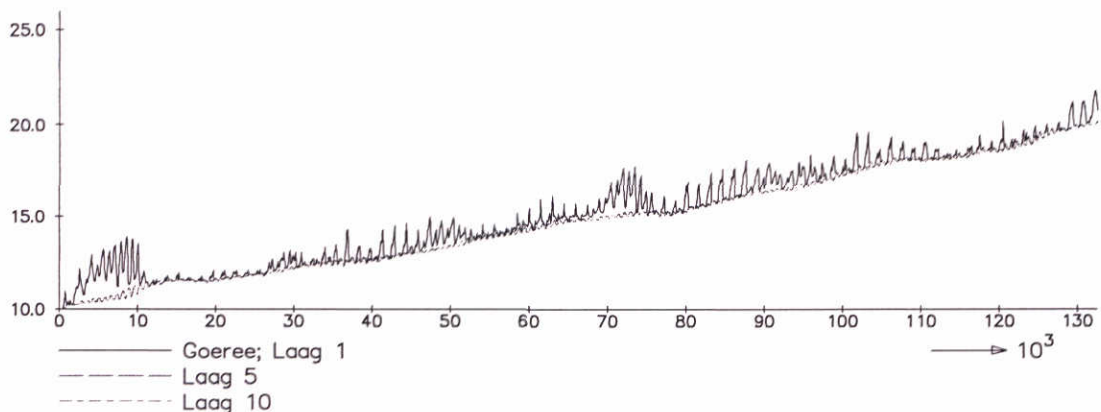
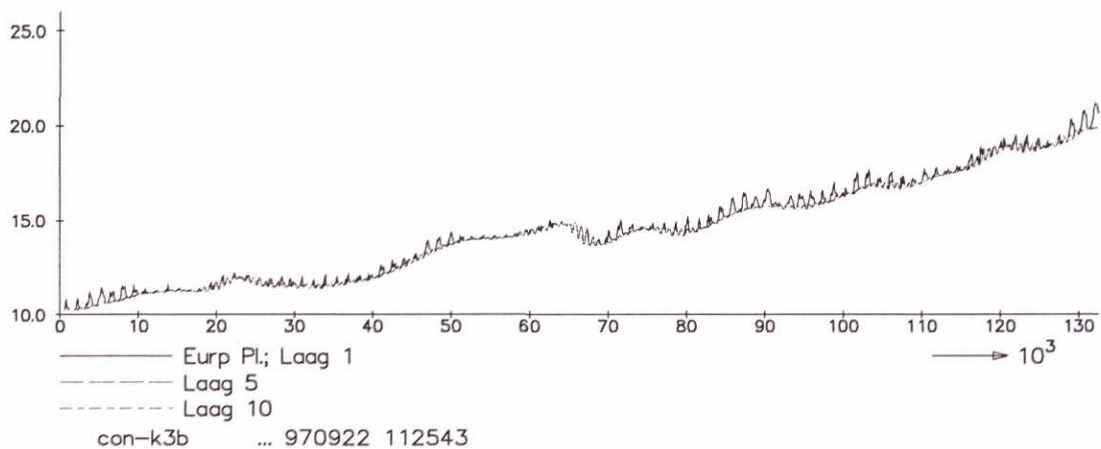
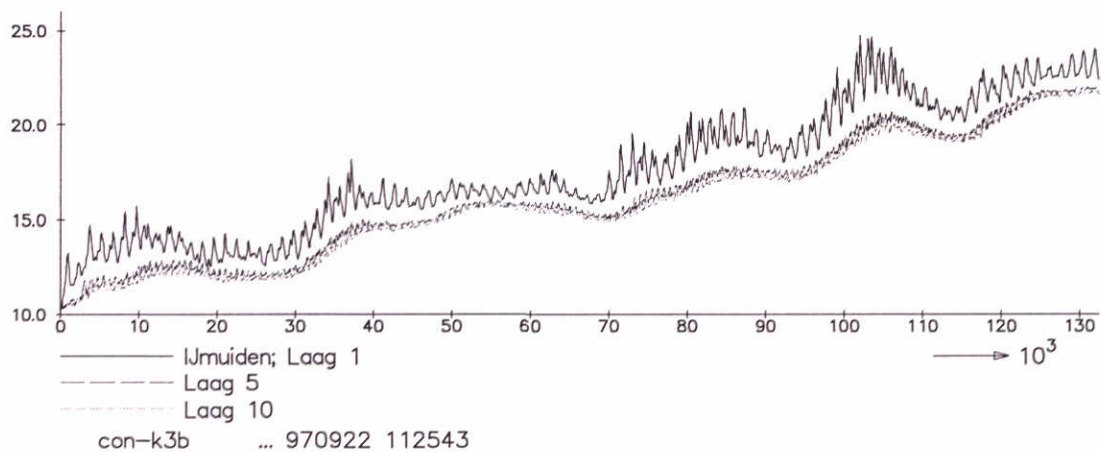
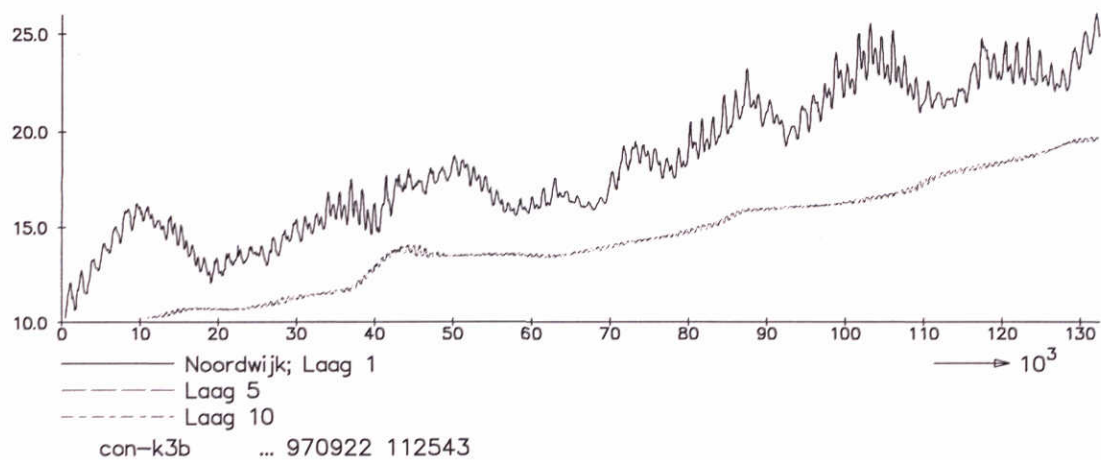


3D Kleine Kuststrookmodel
Geometrie en belangrijkste stations

1997-10-02
13:08:45

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.0

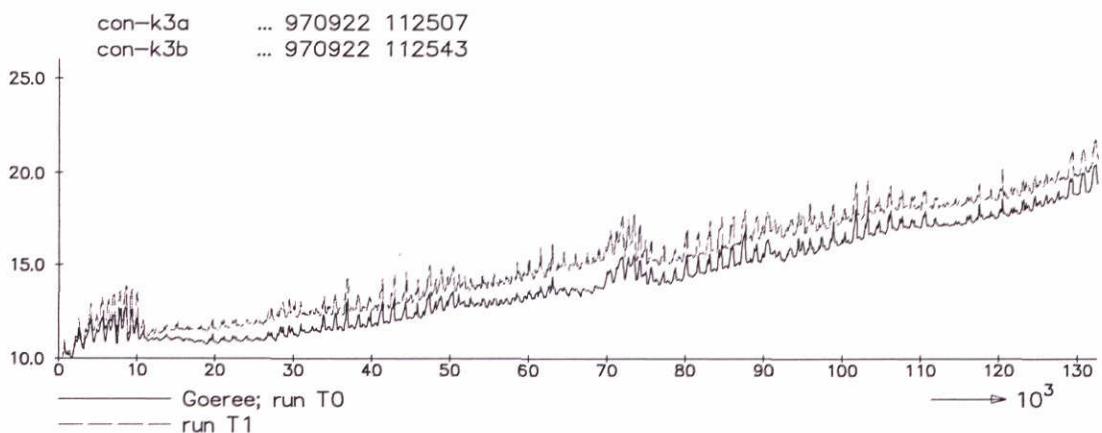
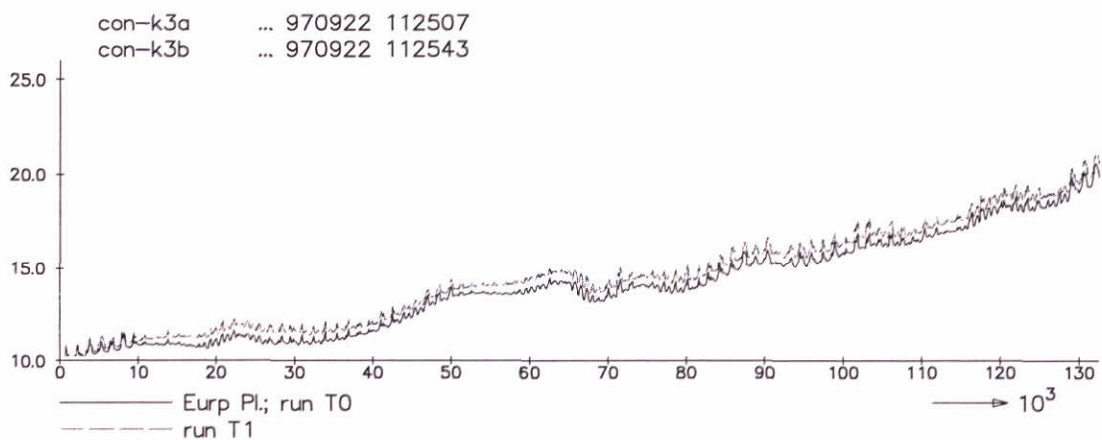
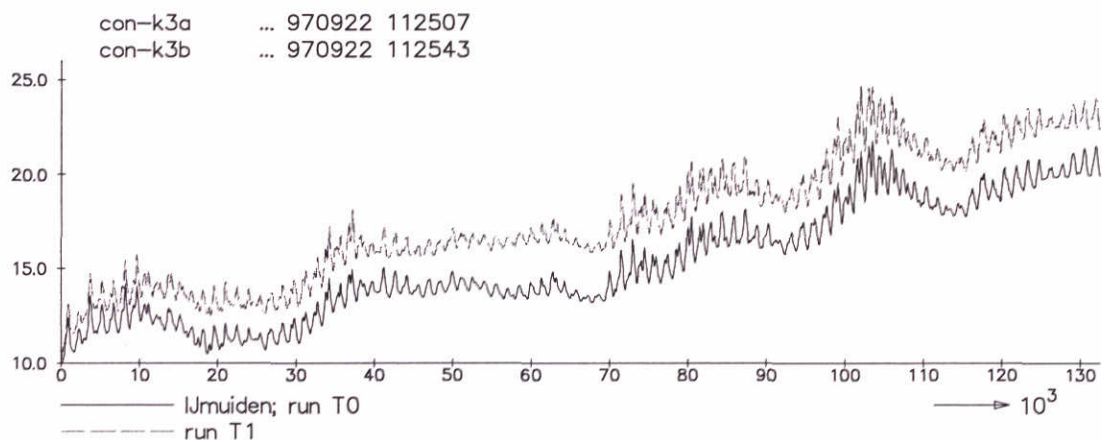
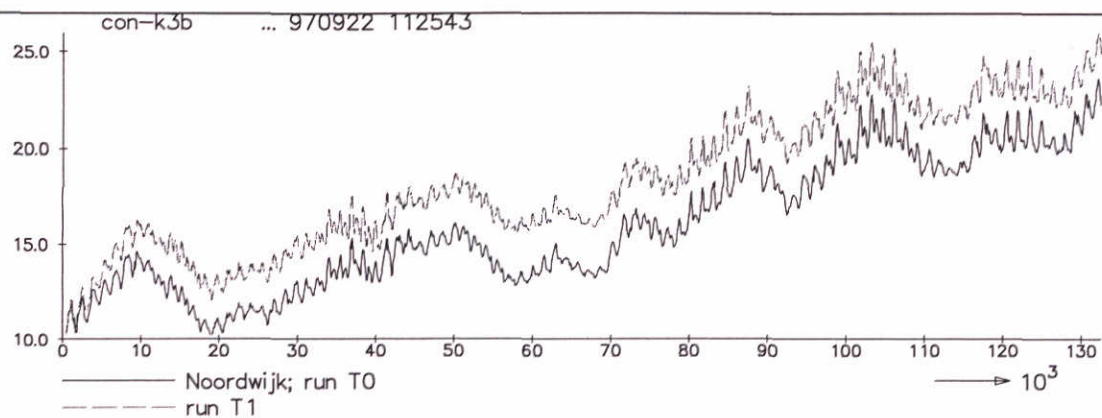


TRIWAQ/TEM; 3D Kleine Kuststrookmodel
 Tijdsreeksen temperatuur in 4 stations
 Run T1; 5 gr. warmer Rijnwater + Atmosfeer

1997-09-22
 11:55:30

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.2

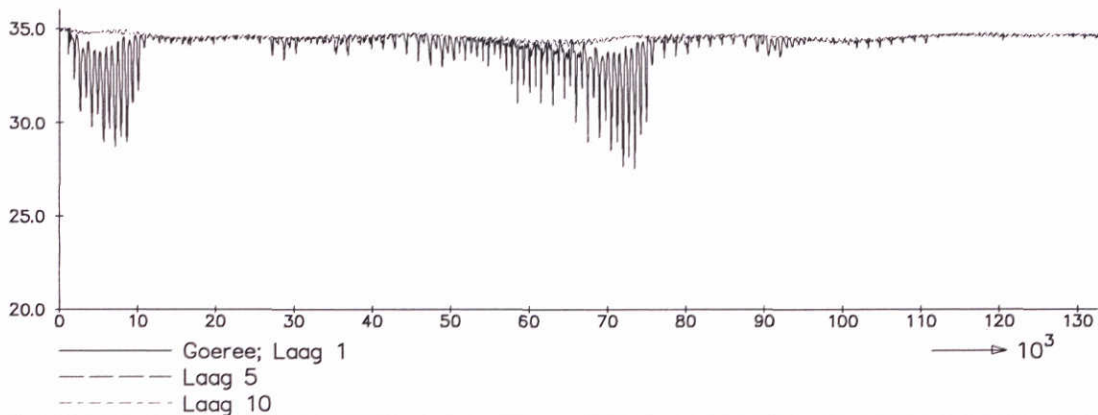
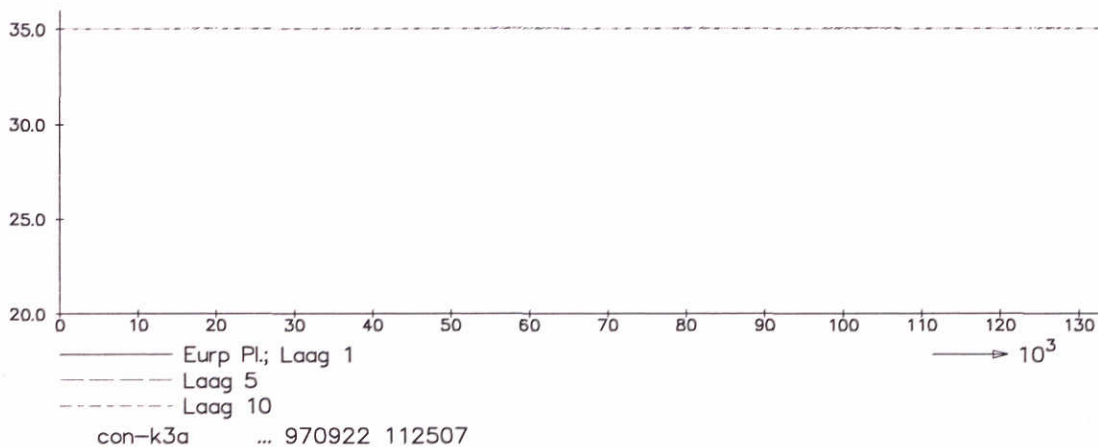
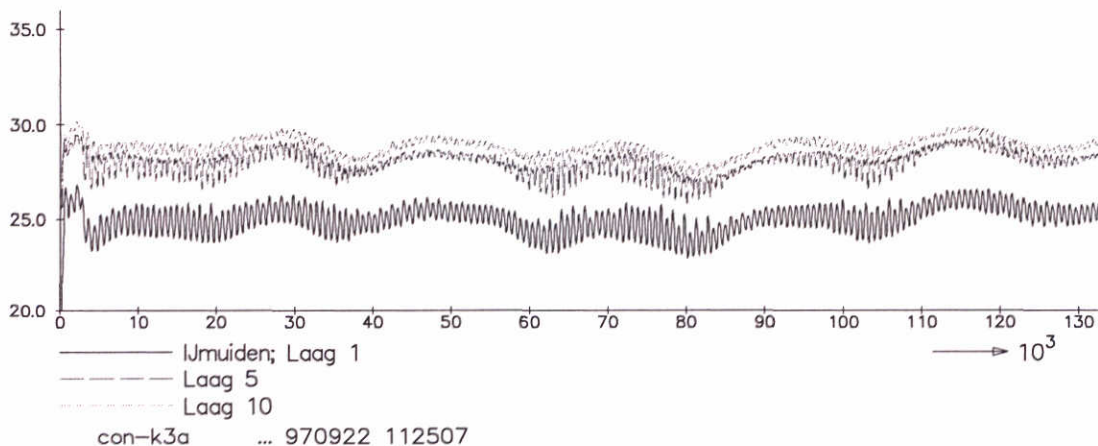
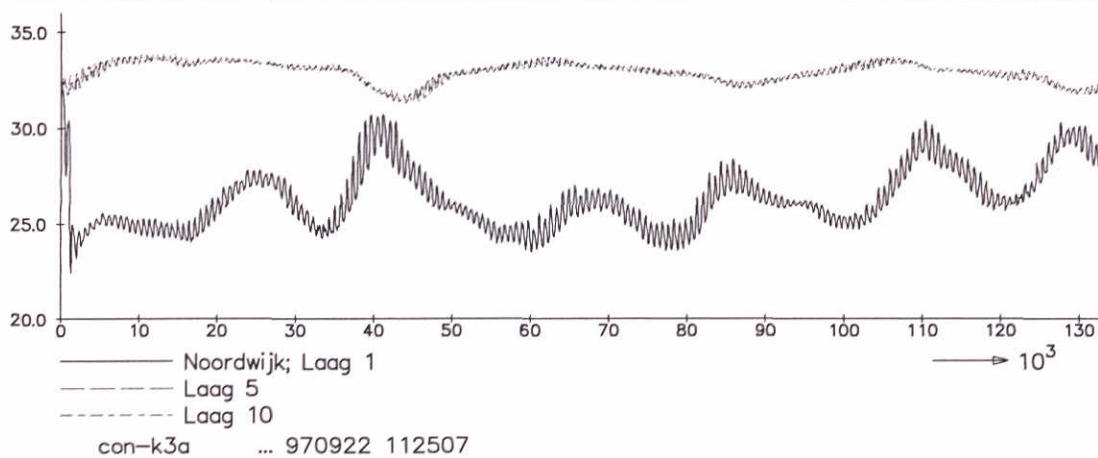


TRIWAQ/TEM; 3D Kleine Kuststrookmodel
Tijdreeksen temperatuur in laag 1 voor 4 stations
Vergelijking Referentierun T0 vs. Run T1

1997-09-22
11:56:05

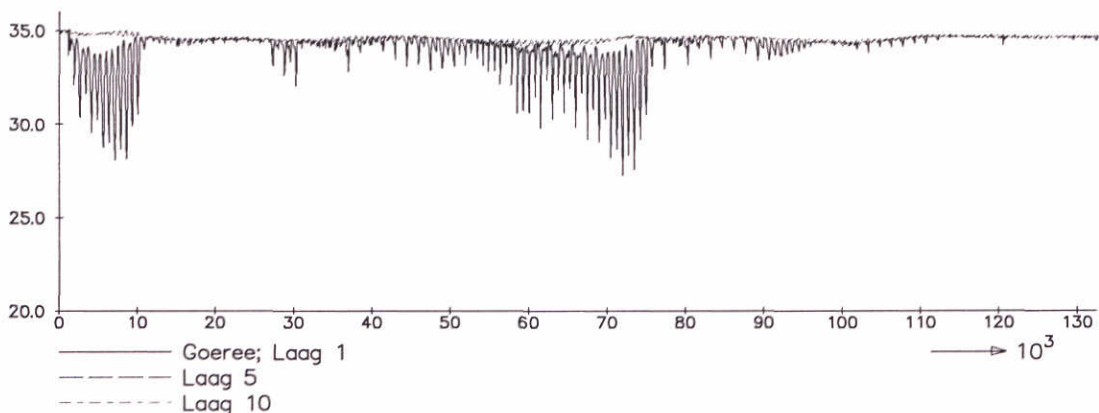
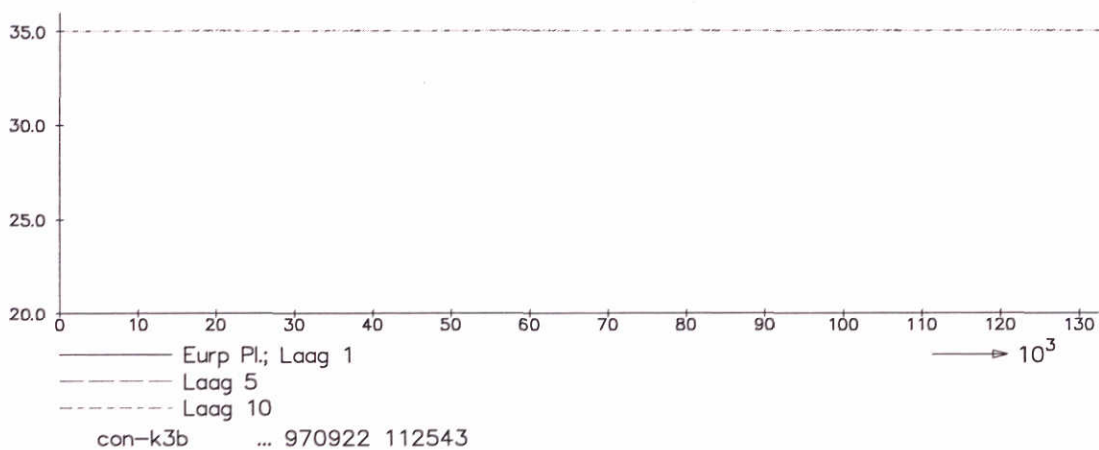
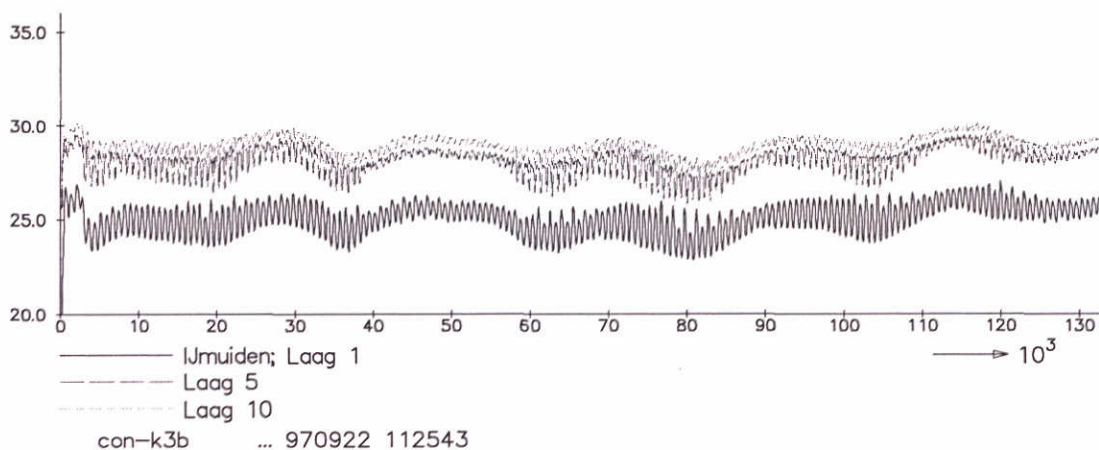
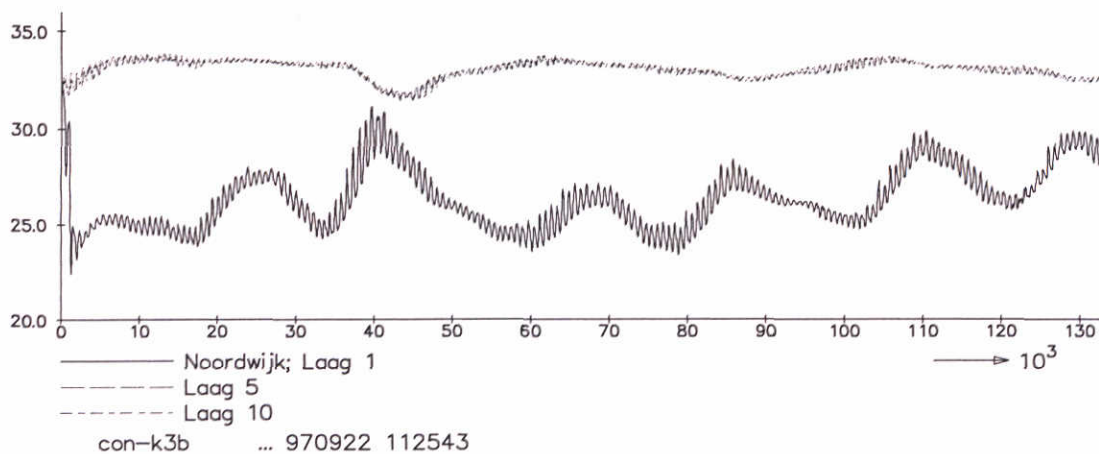
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.3



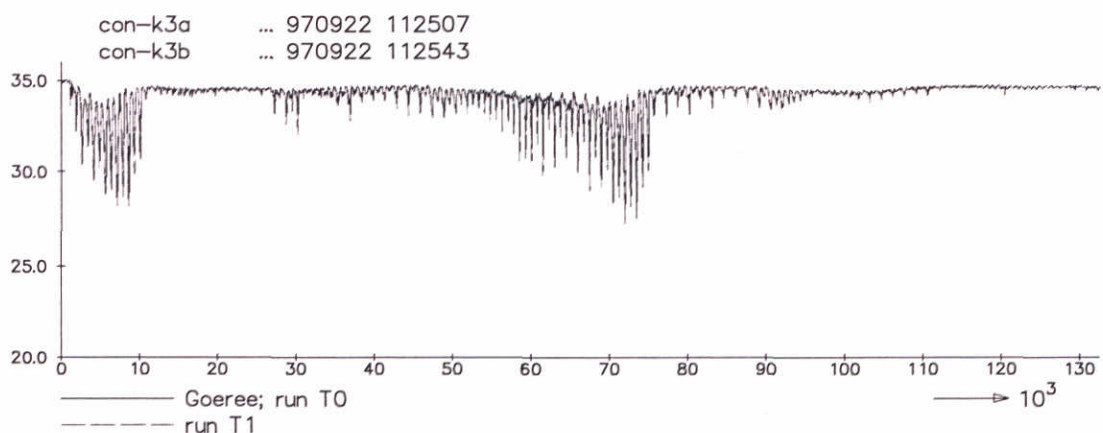
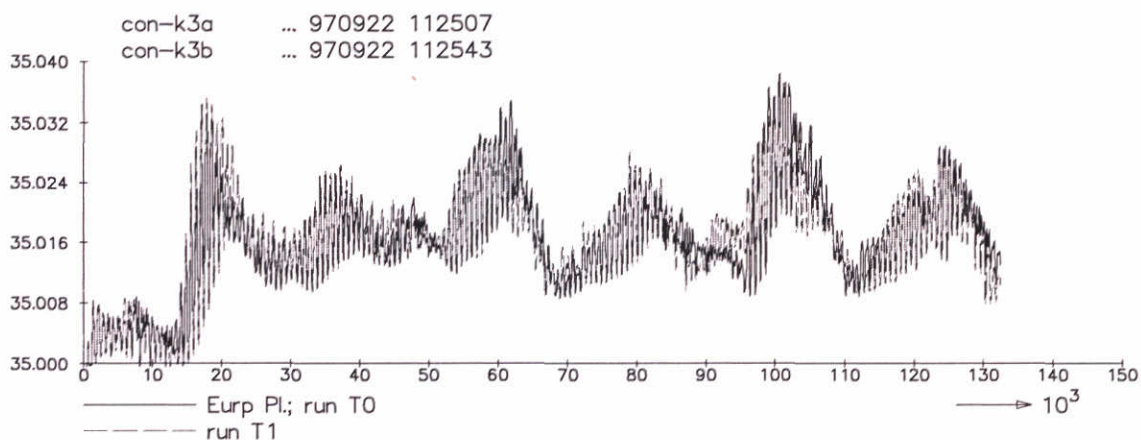
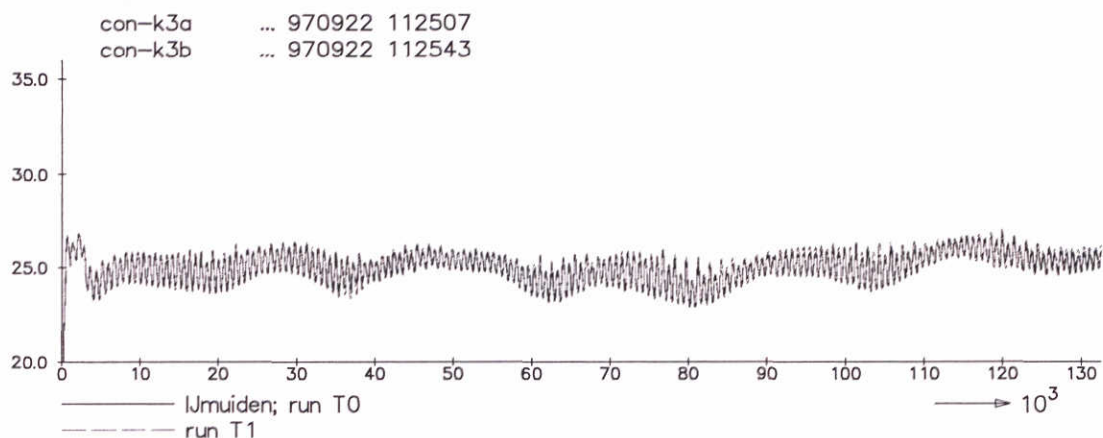
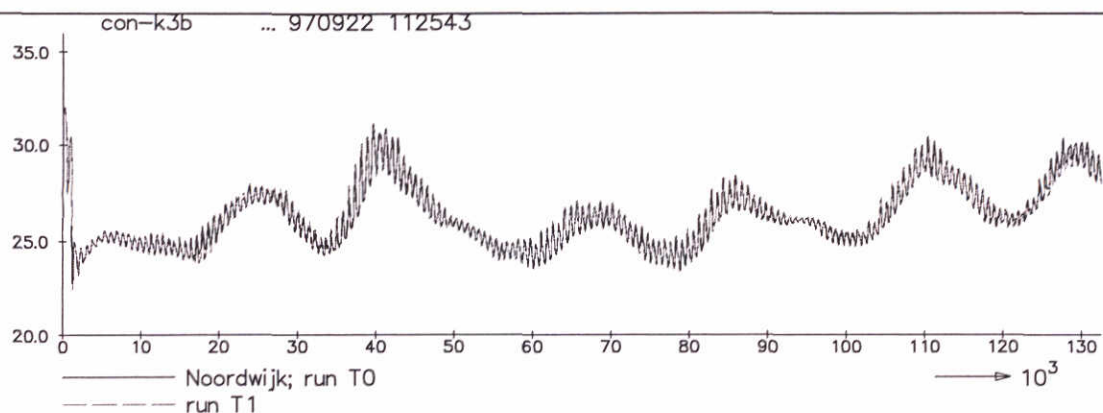
TRIWAQ/TEM; 3D Kleine Kuststrookmodel
 Tijdreeksen saliniteit in 4 stations
 Referentierun (T0)

1997-09-22
 11:52:49



TRIWAQ/TEM; 3D Kleine Kuststrookmodel
 Tijdreeksen saliniteit in 4 stations
 Run T1; 5 gr. warmer Rijnwater + Atmosfeer

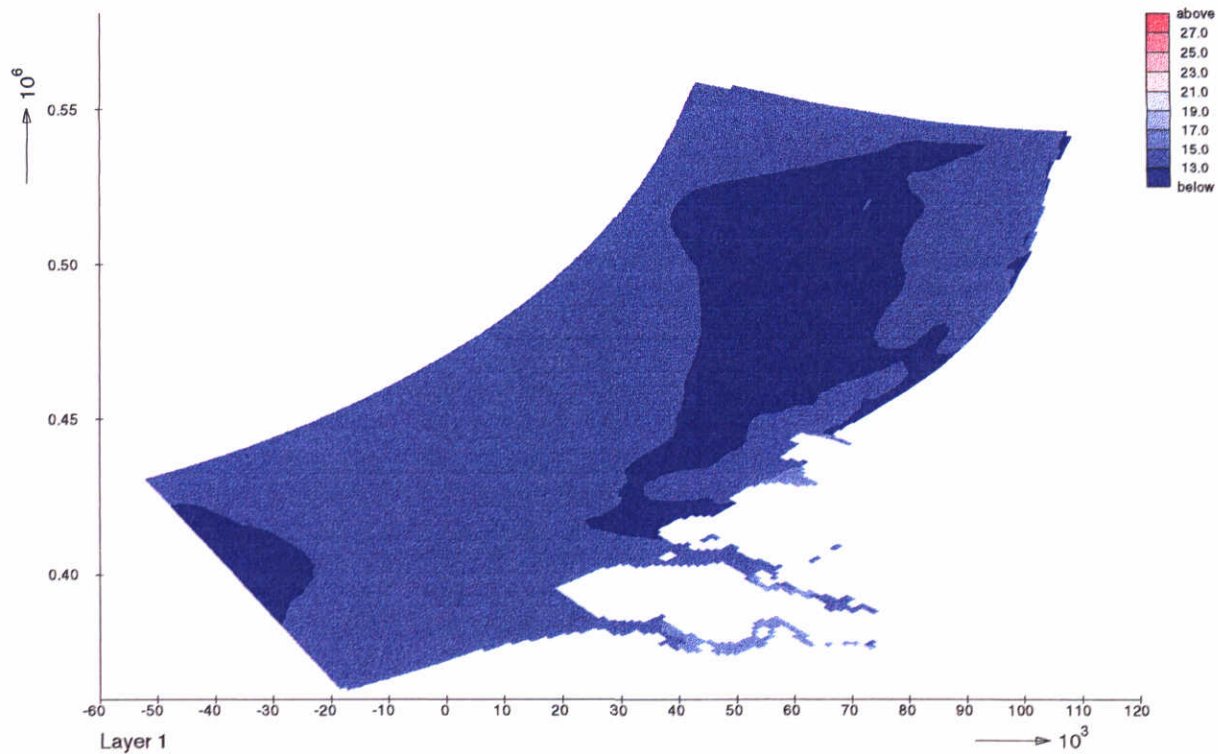
1997-09-22
 11:53:29



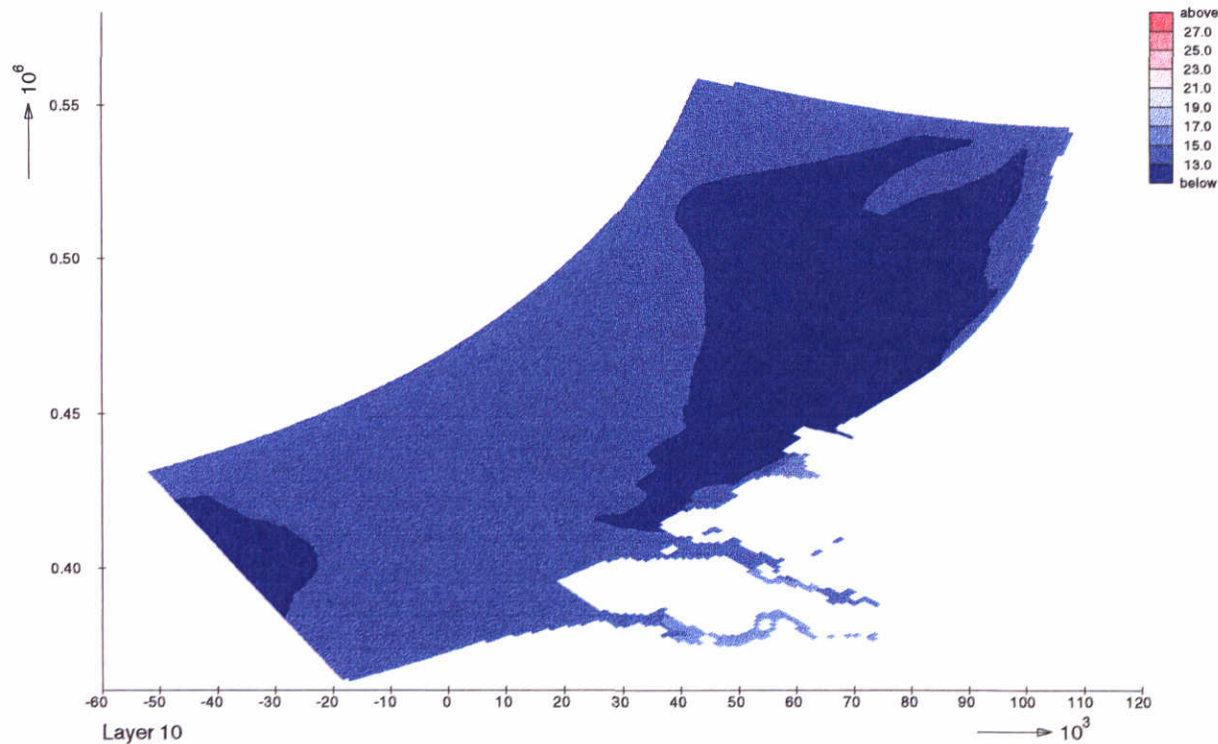
TRIWAQ/TEM; 3D Kleine Kuststrookmodel
Tijdreeksen saliniteit in laag 1 voor 4 stations
Vergelijking Referentierun T0 vs. Run T1

1997-09-22
11:54:03

map-k3a ... 970922 121346



map-k3a ... 970922 121346



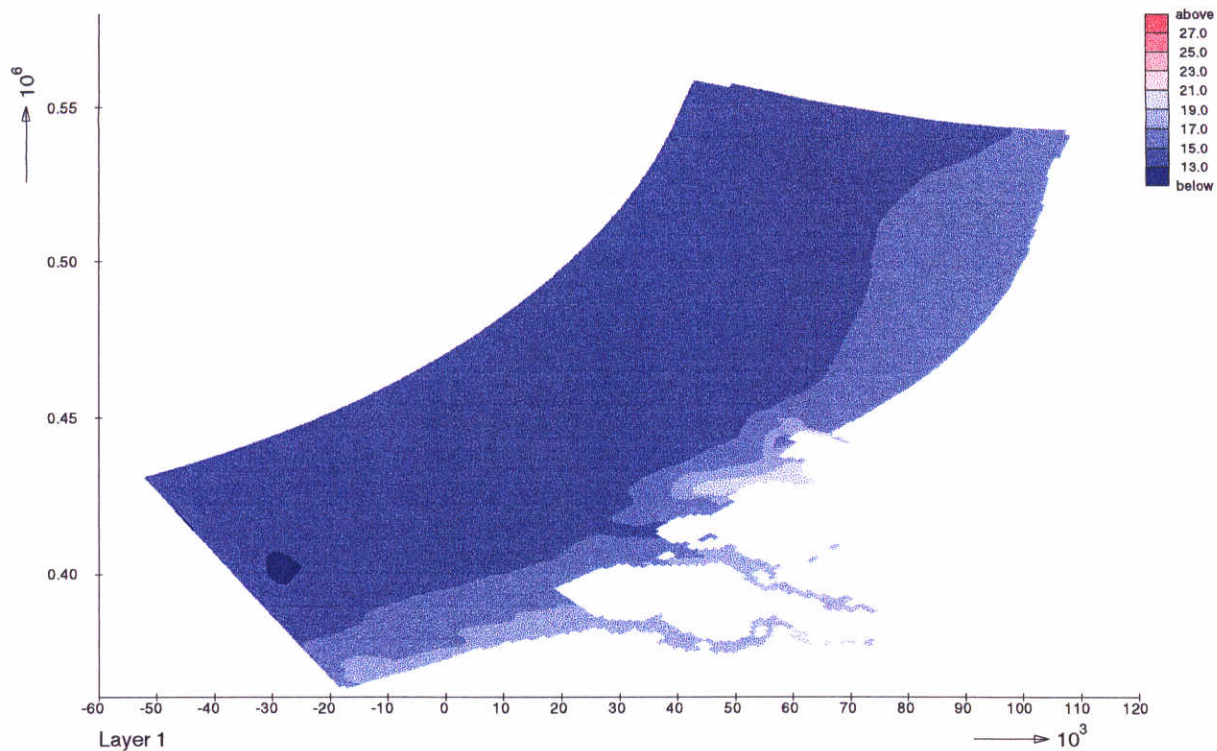
TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
Contourplots van temperatuur
Op 10 juni 1994; referentierun

1997-09-24
09:33:42

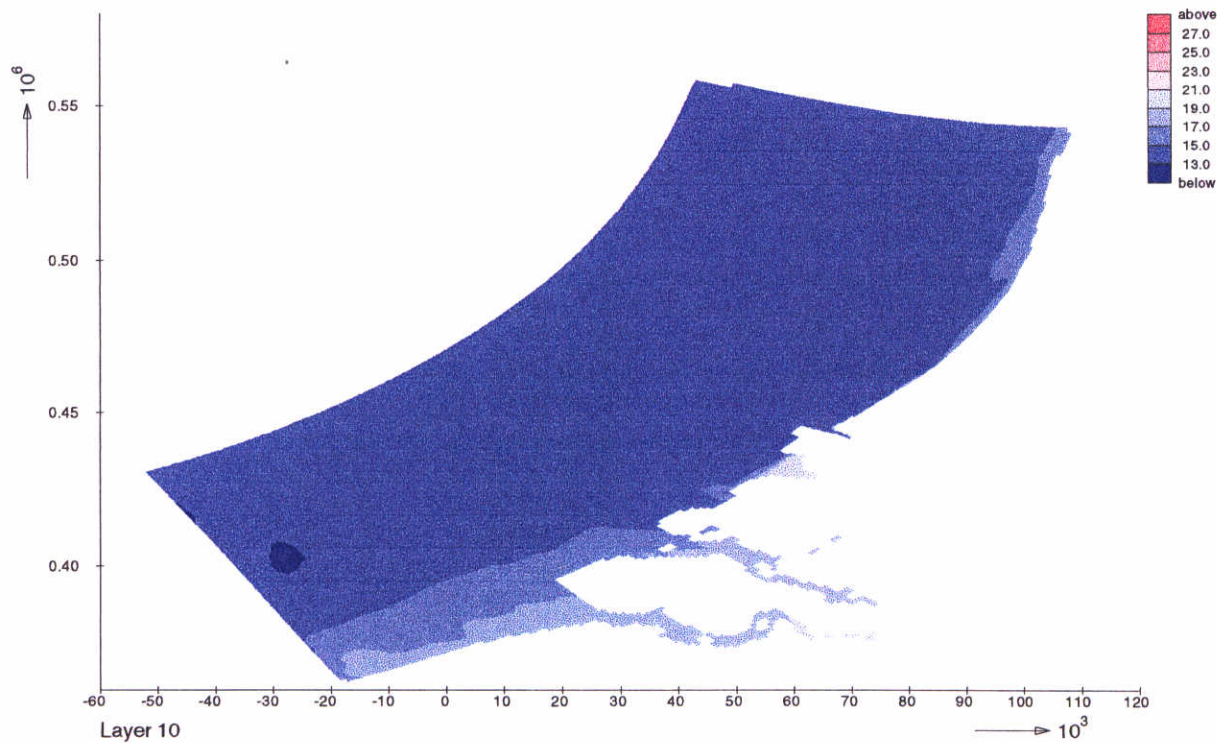
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.7

map-k3b ... 970922 121411



map-k3b ... 970922 121411



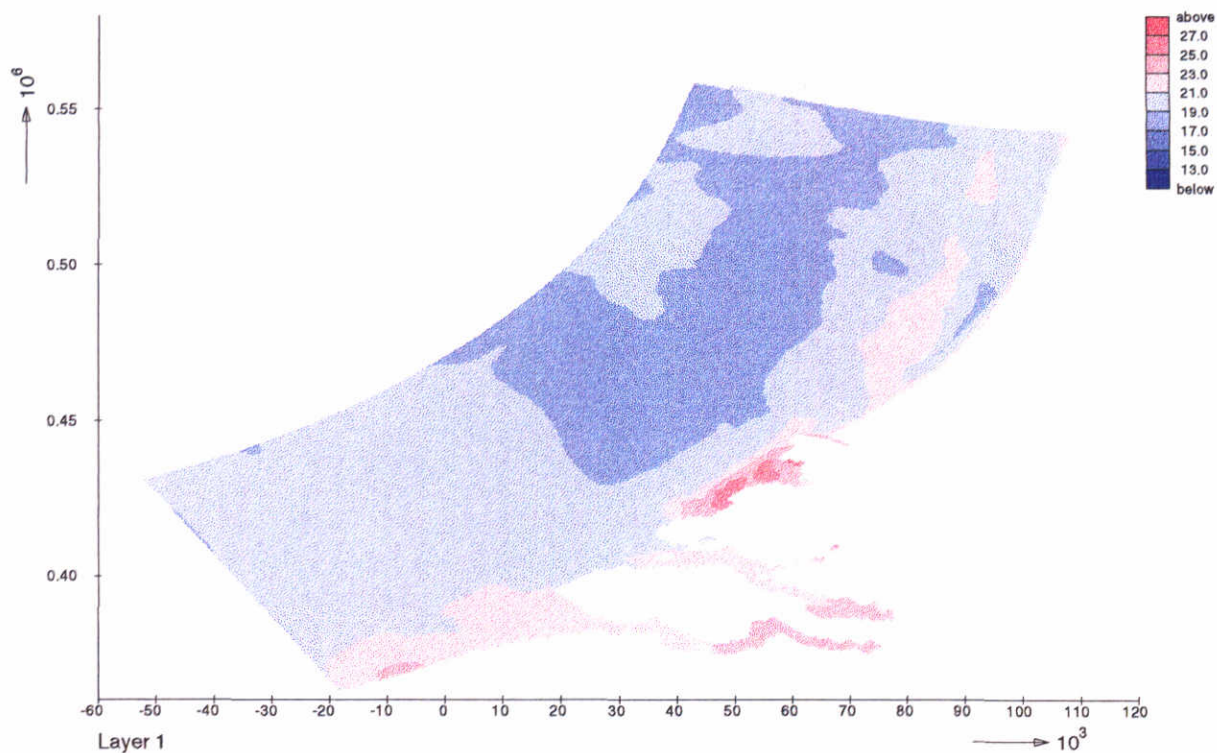
TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
Contourplots van temperatuur
Op 10 juni 1994; run T1 (5 gr. warmer atmosfeer + Rijnwater)

1997-10-02
15:12:17

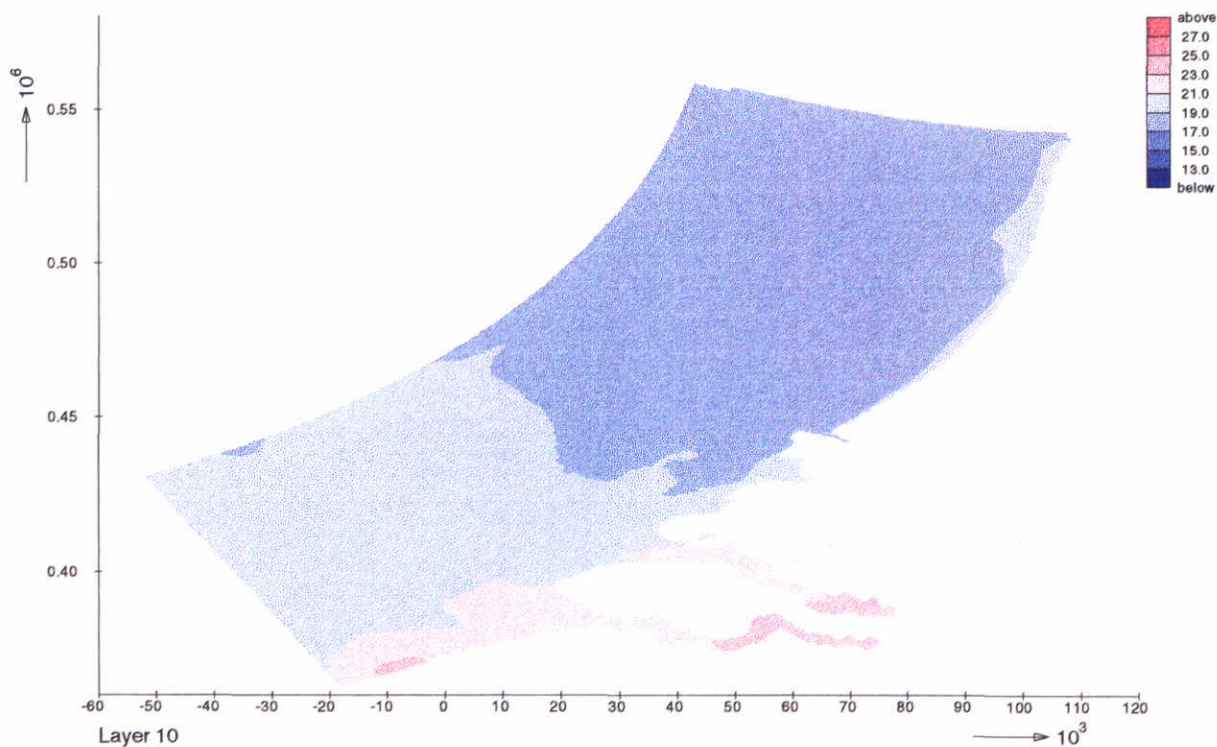
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.8

map-k3a ... 970922 121346



map-k3a ... 970922 121346



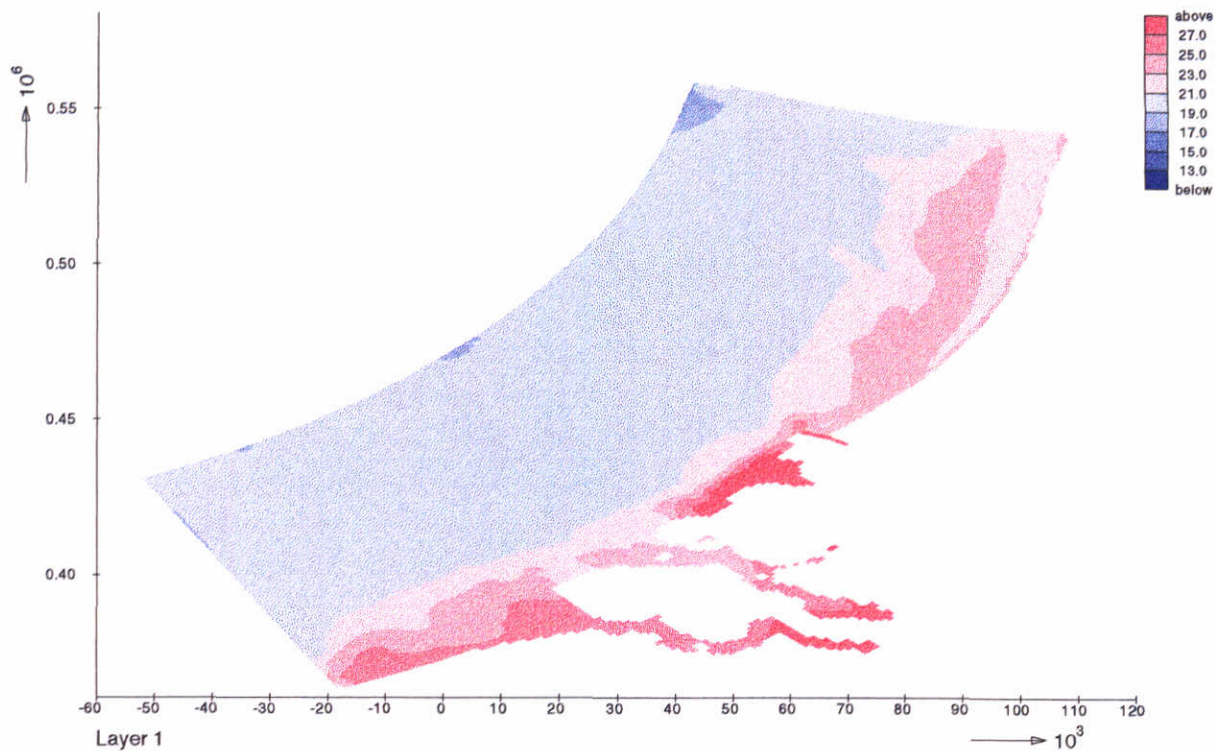
TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
Contourplots van temperatuur
Op 30 juli 1994; referentierun

1997-09-24
09:33:42

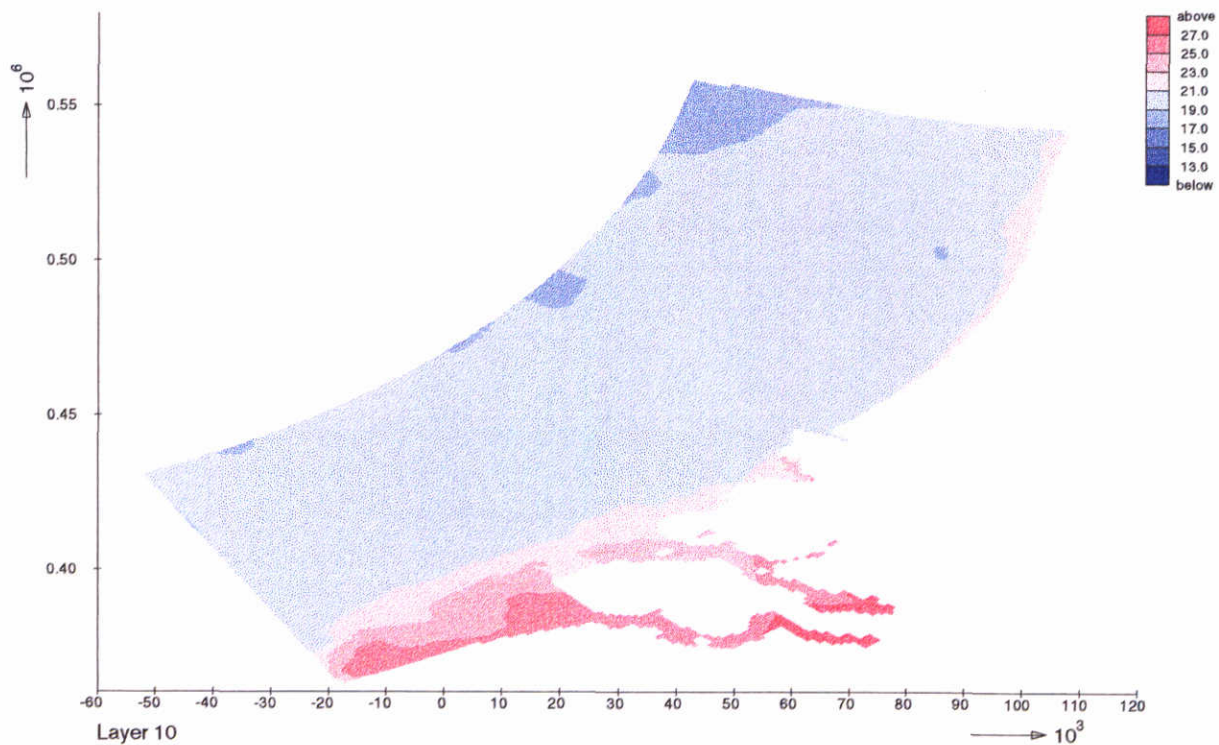
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.9

map-k3b ... 970922 121411



map-k3b ... 970922 121411



TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel

Contourplots van temperatuur

Op 30 juli 1994; run T1 (5 gr. warmer atmosfeer + Rijnwater)

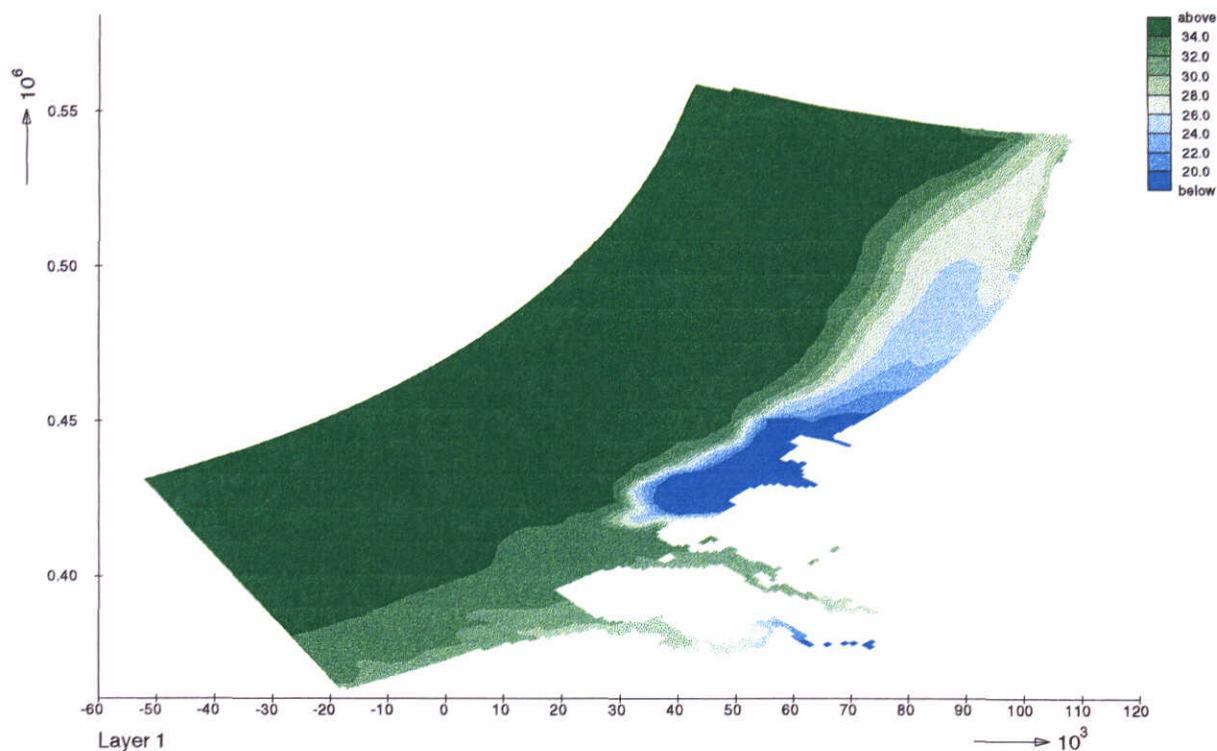
1997-10-02

15:12:18

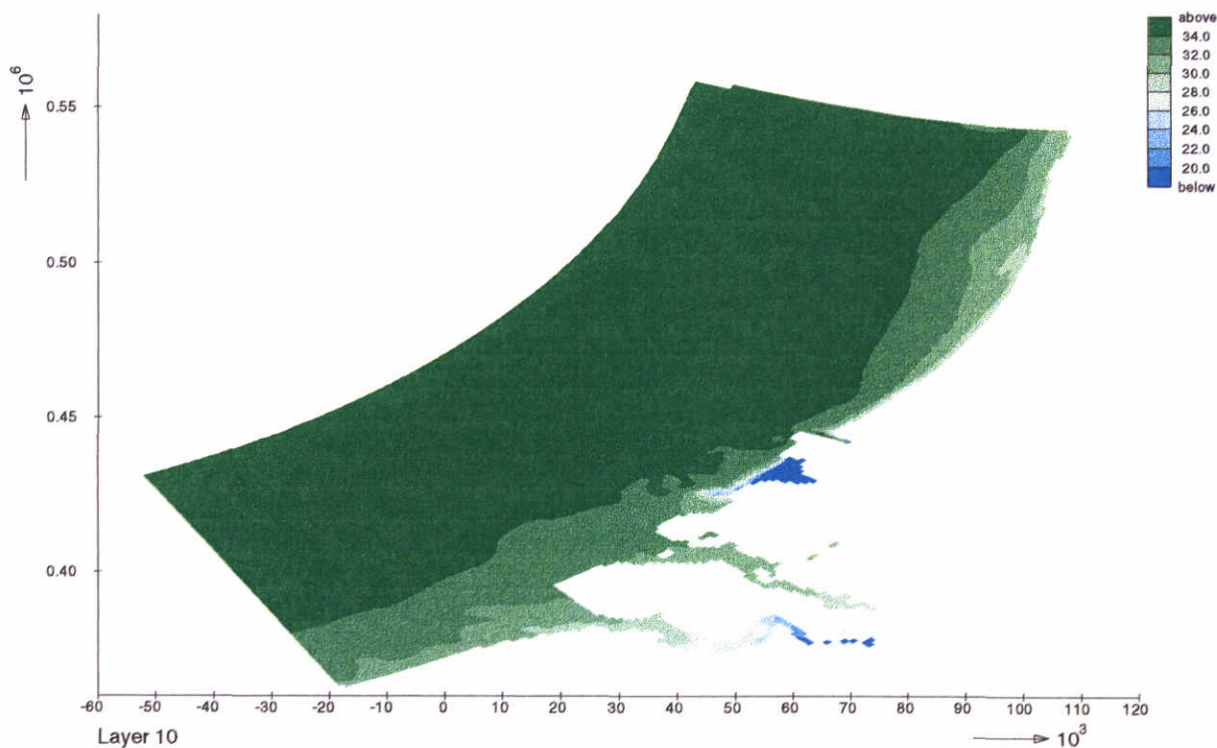
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.10

map-k3a ... 970922 121346



map-k3a ... 970922 121346



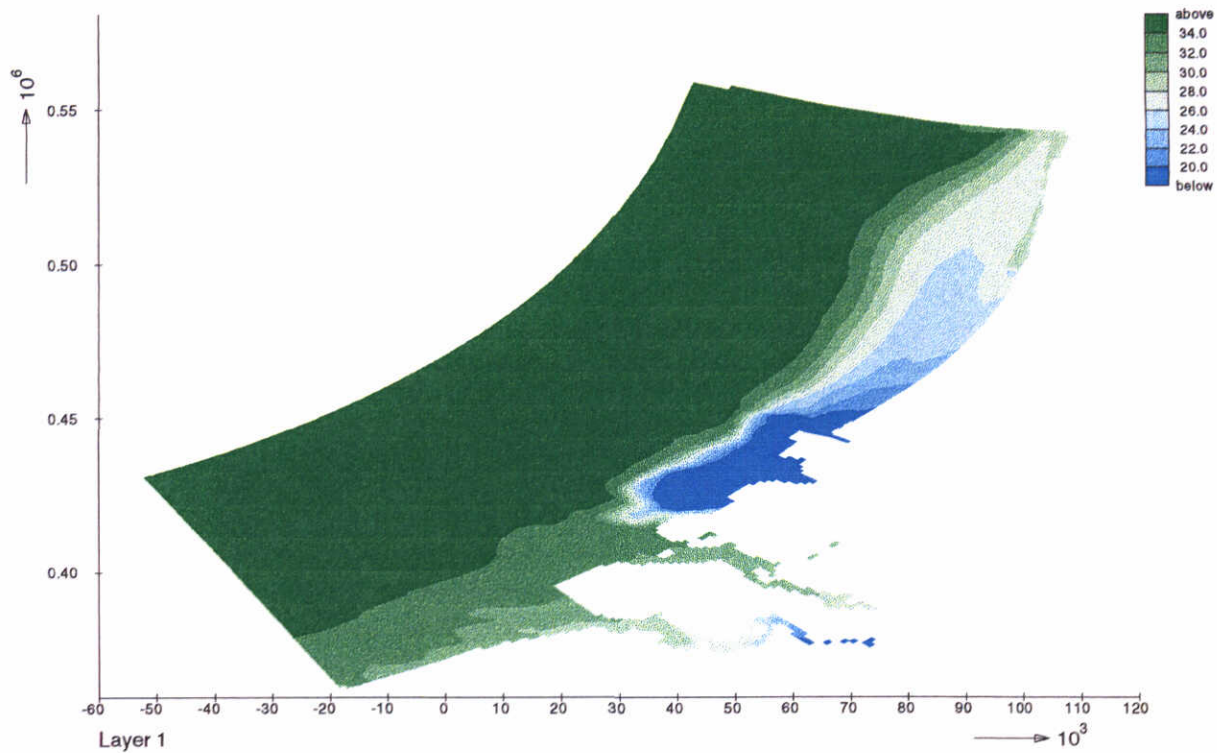
TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
Contourplots van saliniteit
Op 10 juni 1994; referentierun

1997-09-23
11:26:02

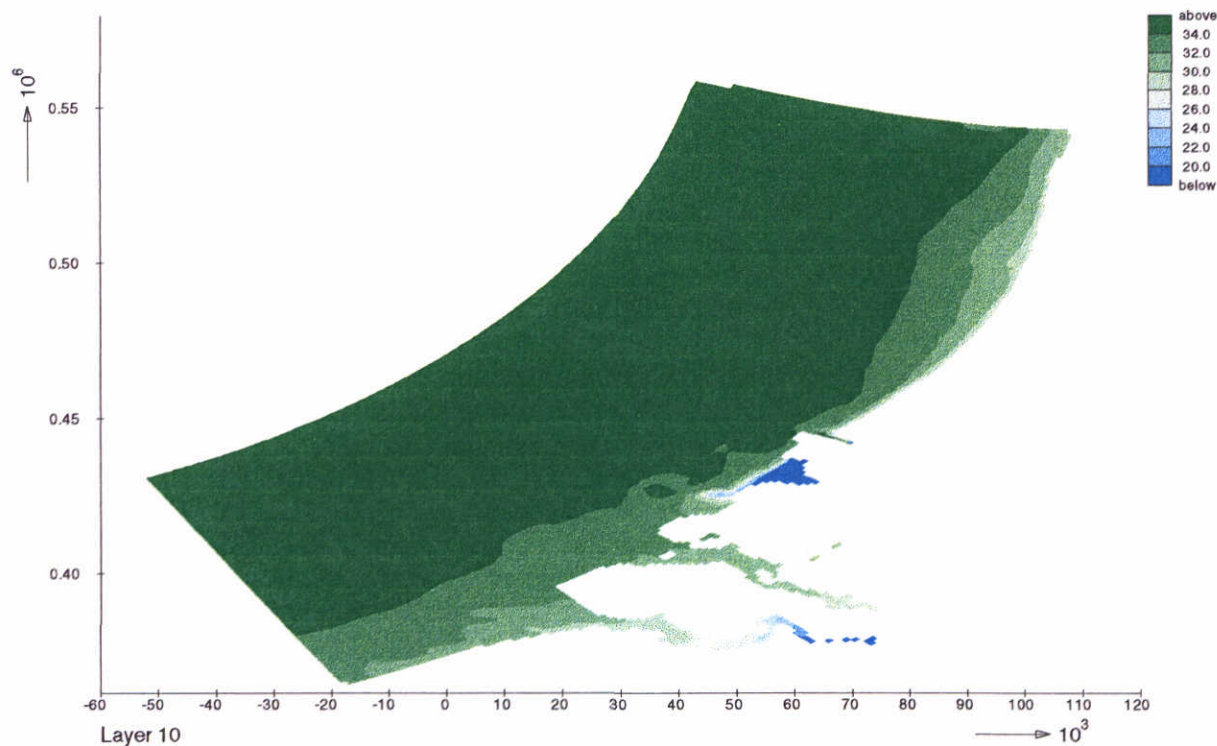
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.11

map-k3b ... 970922 121411



map-k3b ... 970922 121411



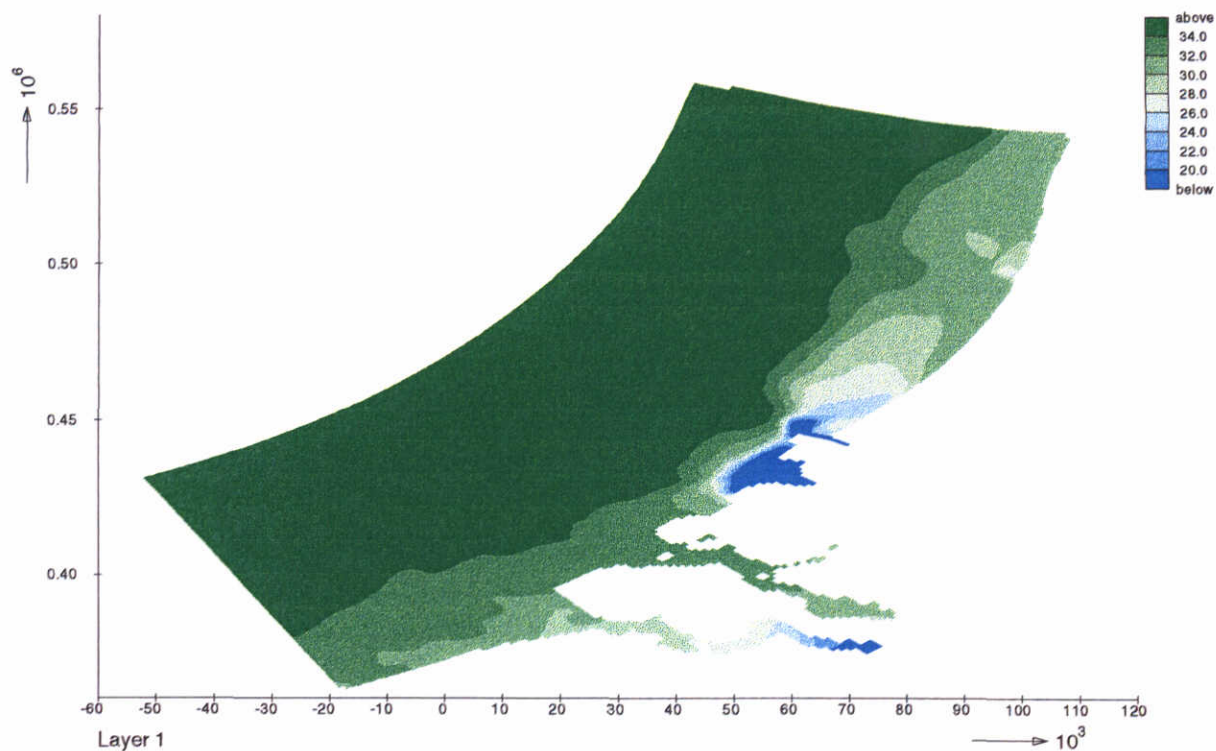
TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
 Contourplots van temperatuur
 Op 10 juni 1994; run T1 (5 gr. warmer atmosfeer + Rijnwater)

1997-09-23
 11:27:28

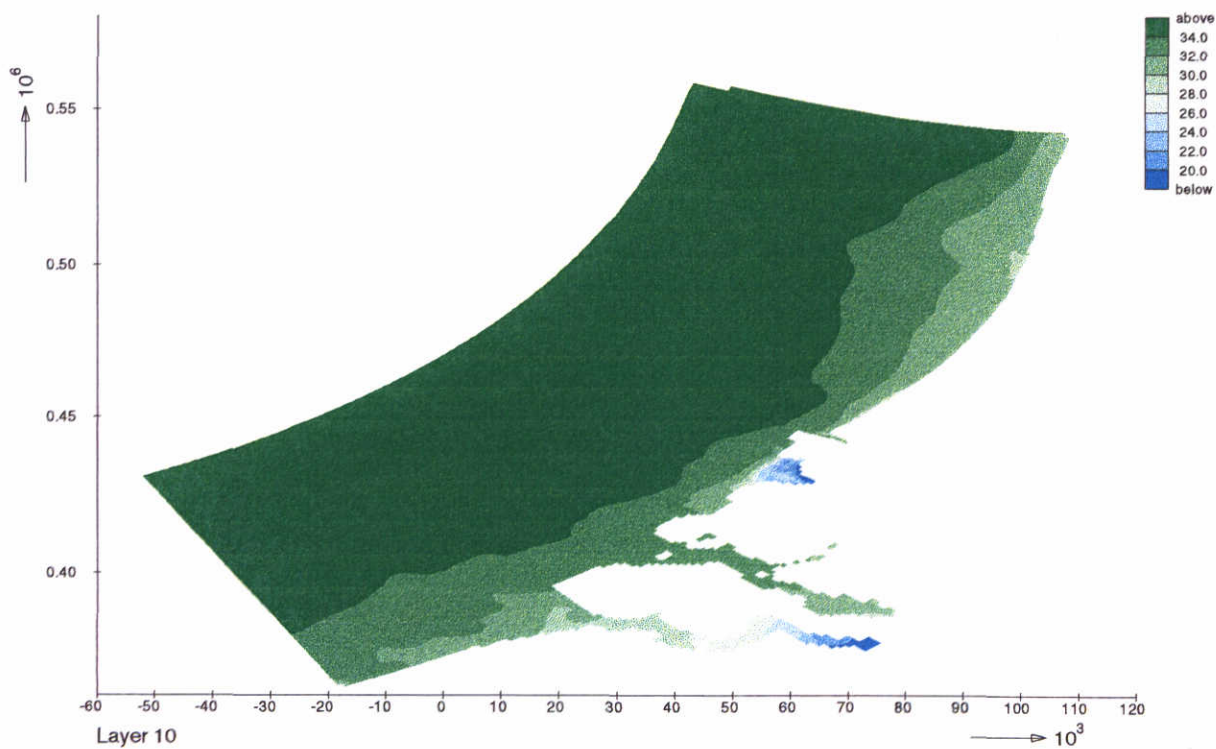
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.12

map-k3a ... 970922 121346



map-k3a ... 970922 121346



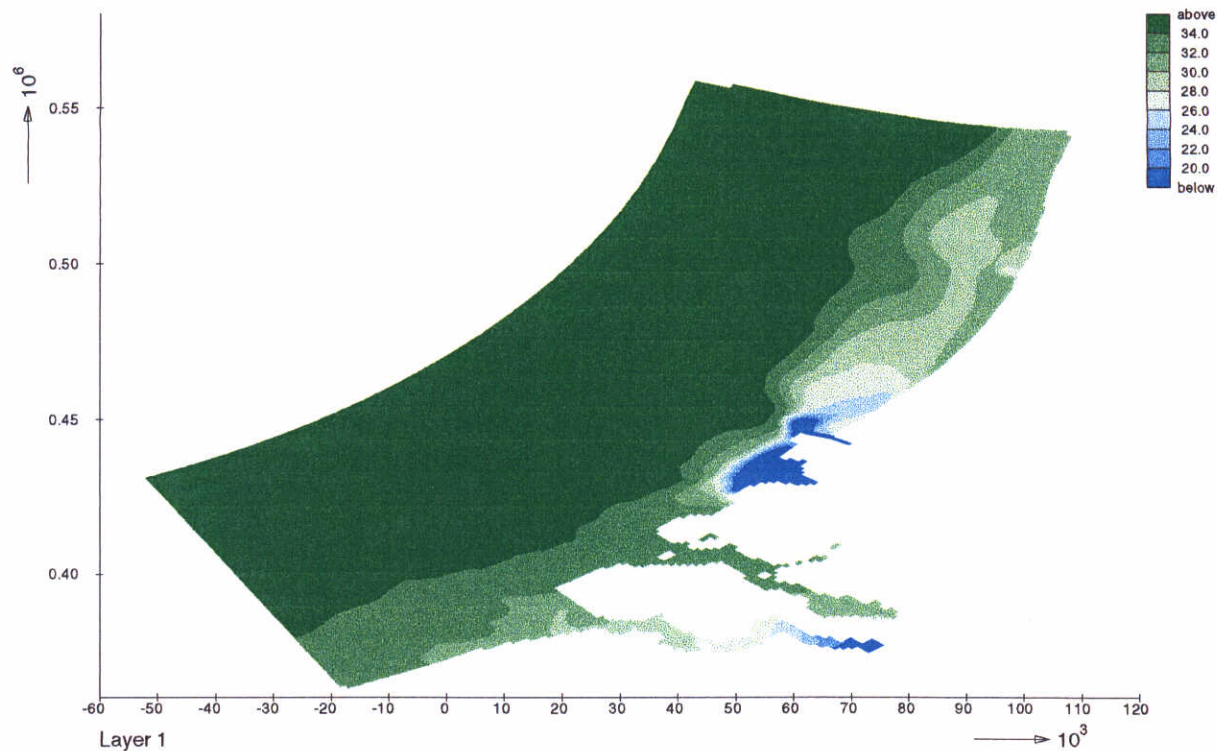
TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
Contourplots van saliniteit
Op 30 juli 1994; referentierun

1997-09-23
11:26:03

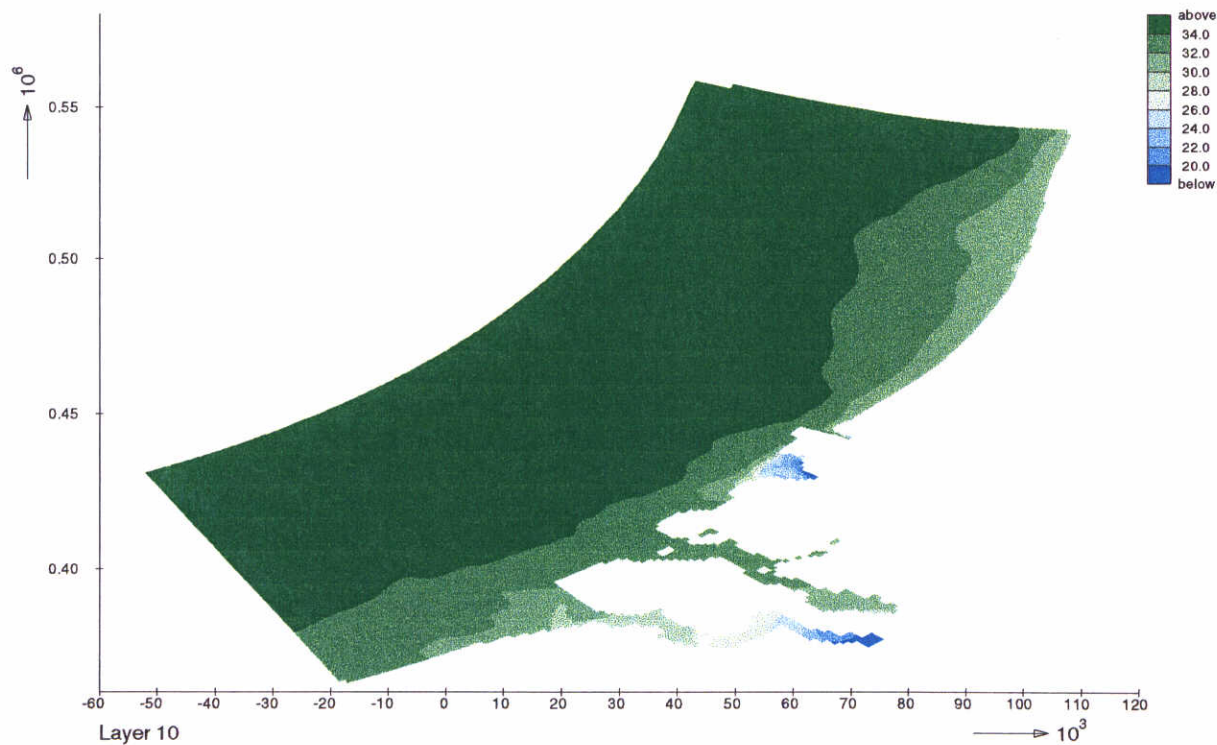
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.13

map-k3b ... 970922 121411



map-k3b ... 970922 121411

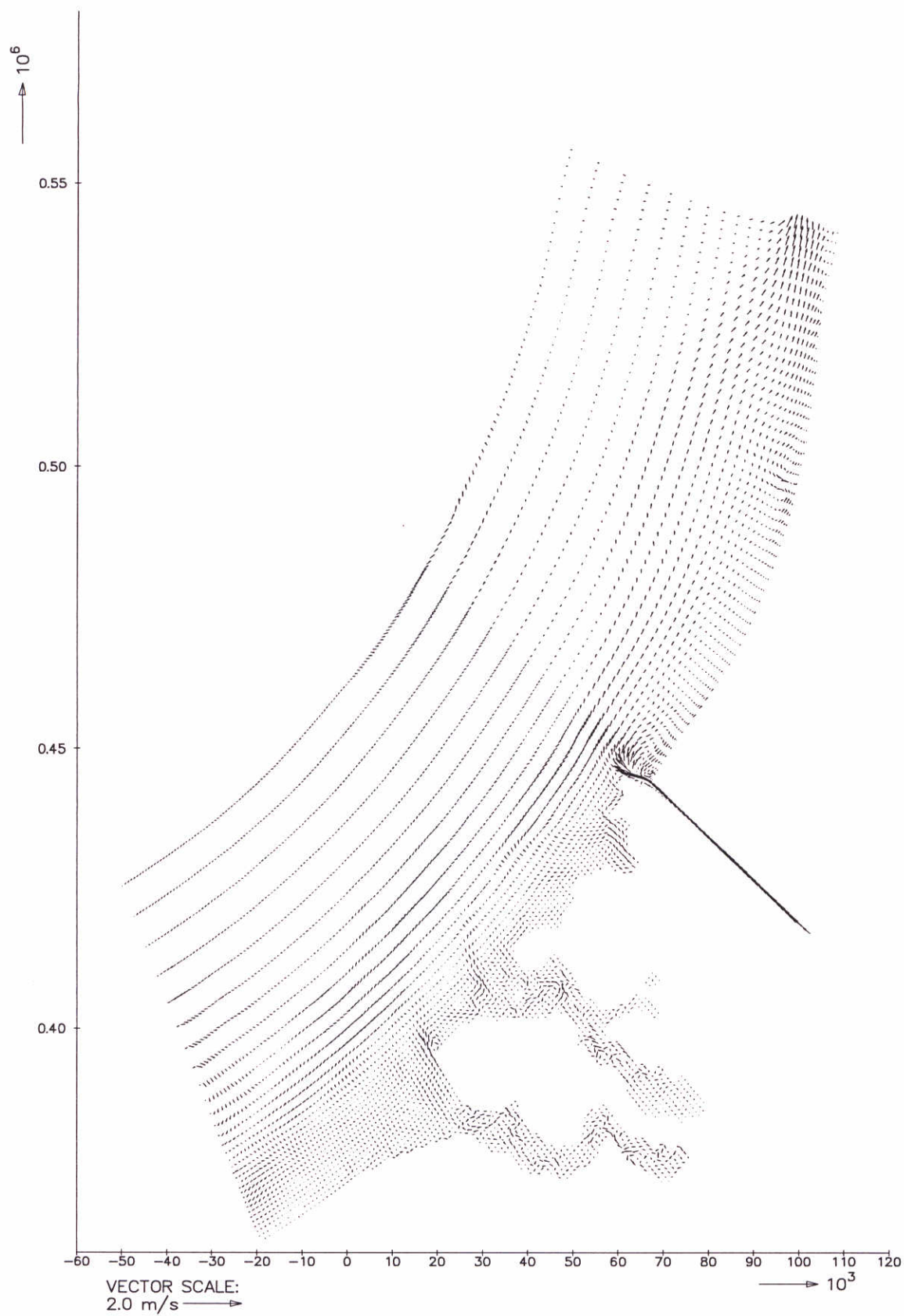


TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
Contourplots van temperatuur
Op 30 juli 1994; run T1 (5 gr. warmer atmosfeer + Rijnwater)

1997-09-23
11:27:29

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.14

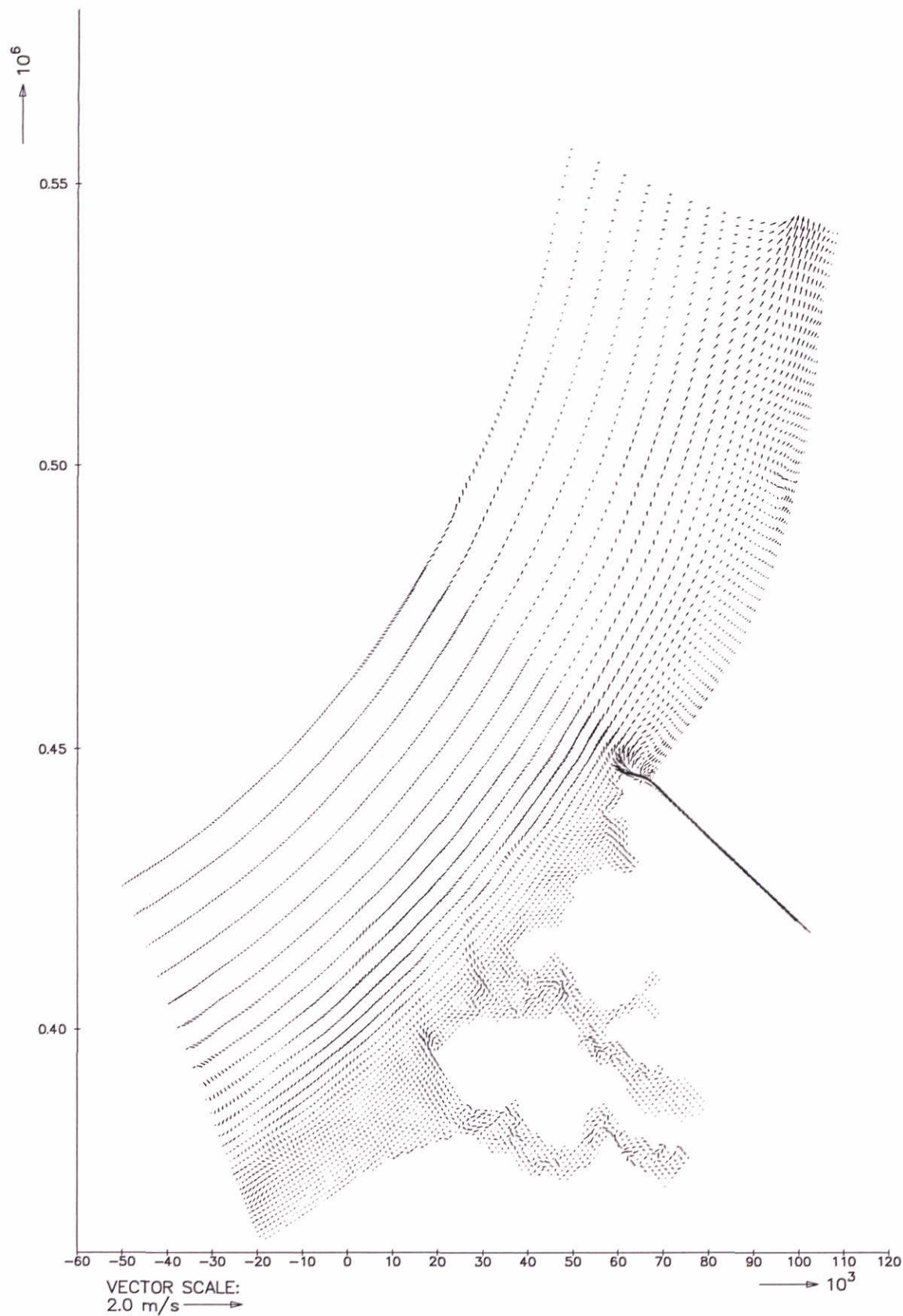


TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
Reststroomveld voor laag 1 op 4 juli 1994
Referentierun

1997-09-23
14:37:13

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.15

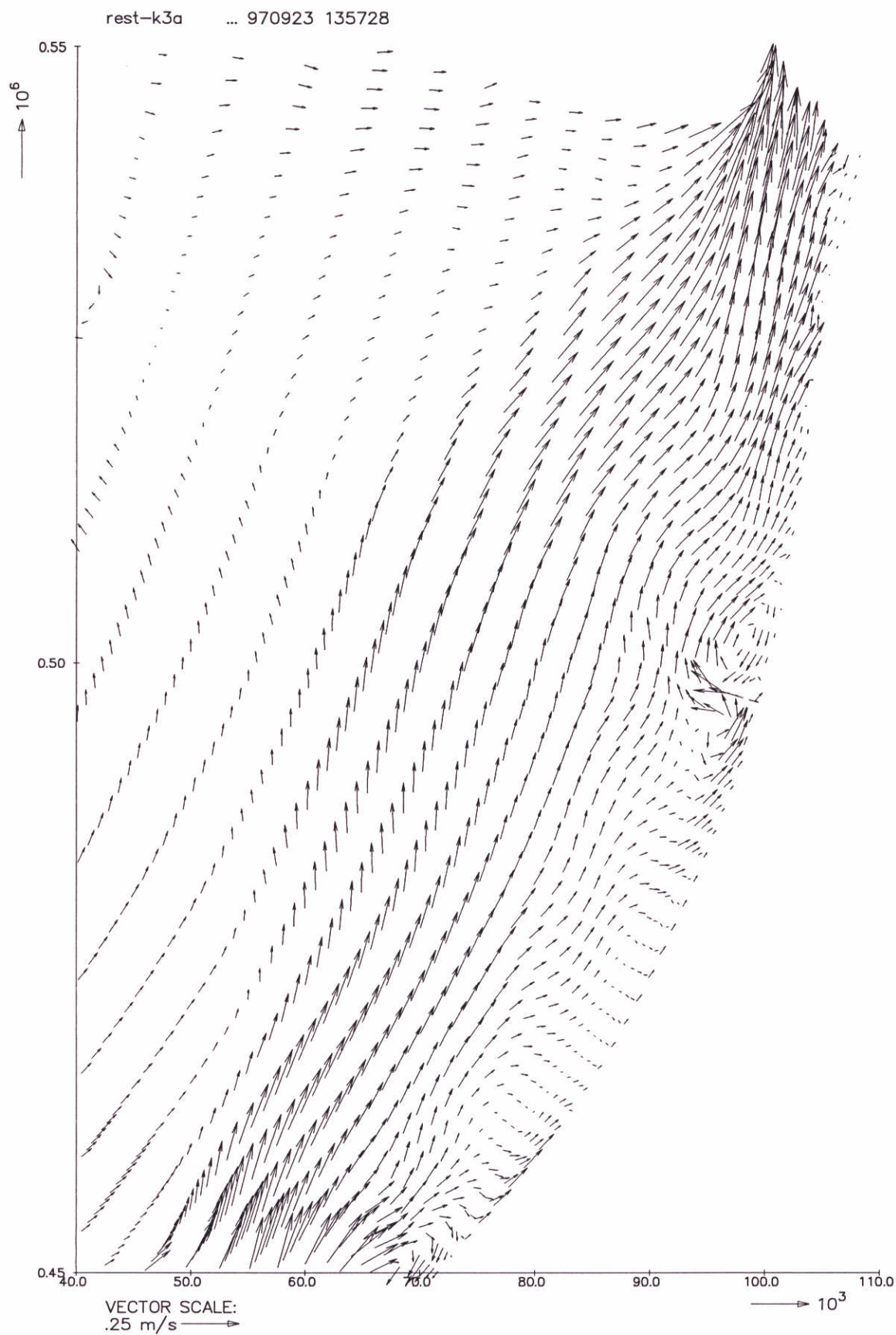


TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
 Reststroomveld voor laag 1 op 4 juli 1994
 Run T1 (5 gr. warmer atmosfeer + Rijnwater)

1997-09-23
 14:37:13

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.16

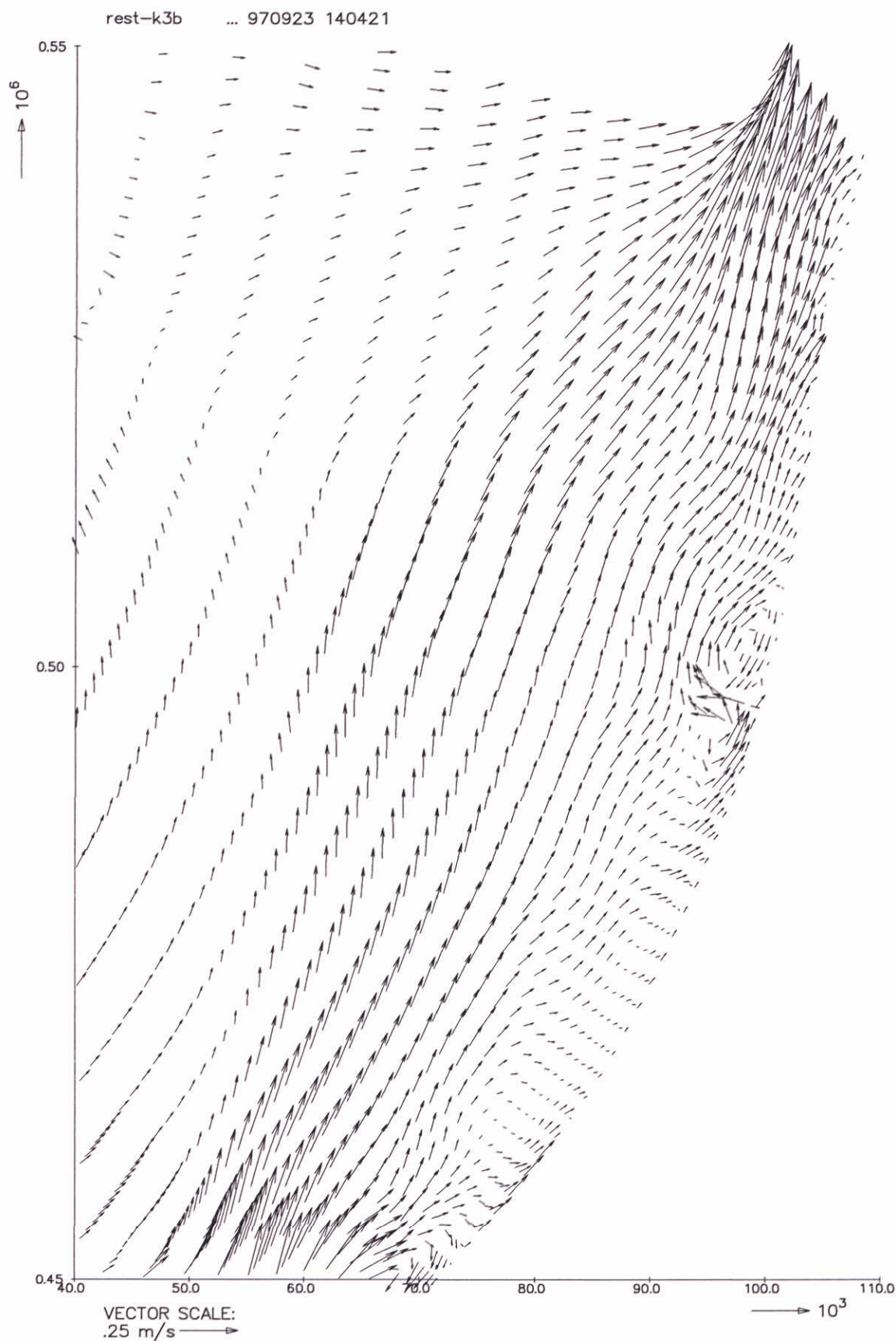


TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
 Reststroomveld voor laag 1 op 4 juli 1994
 Referentierun

1997-09-23
 14:45:27

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.17



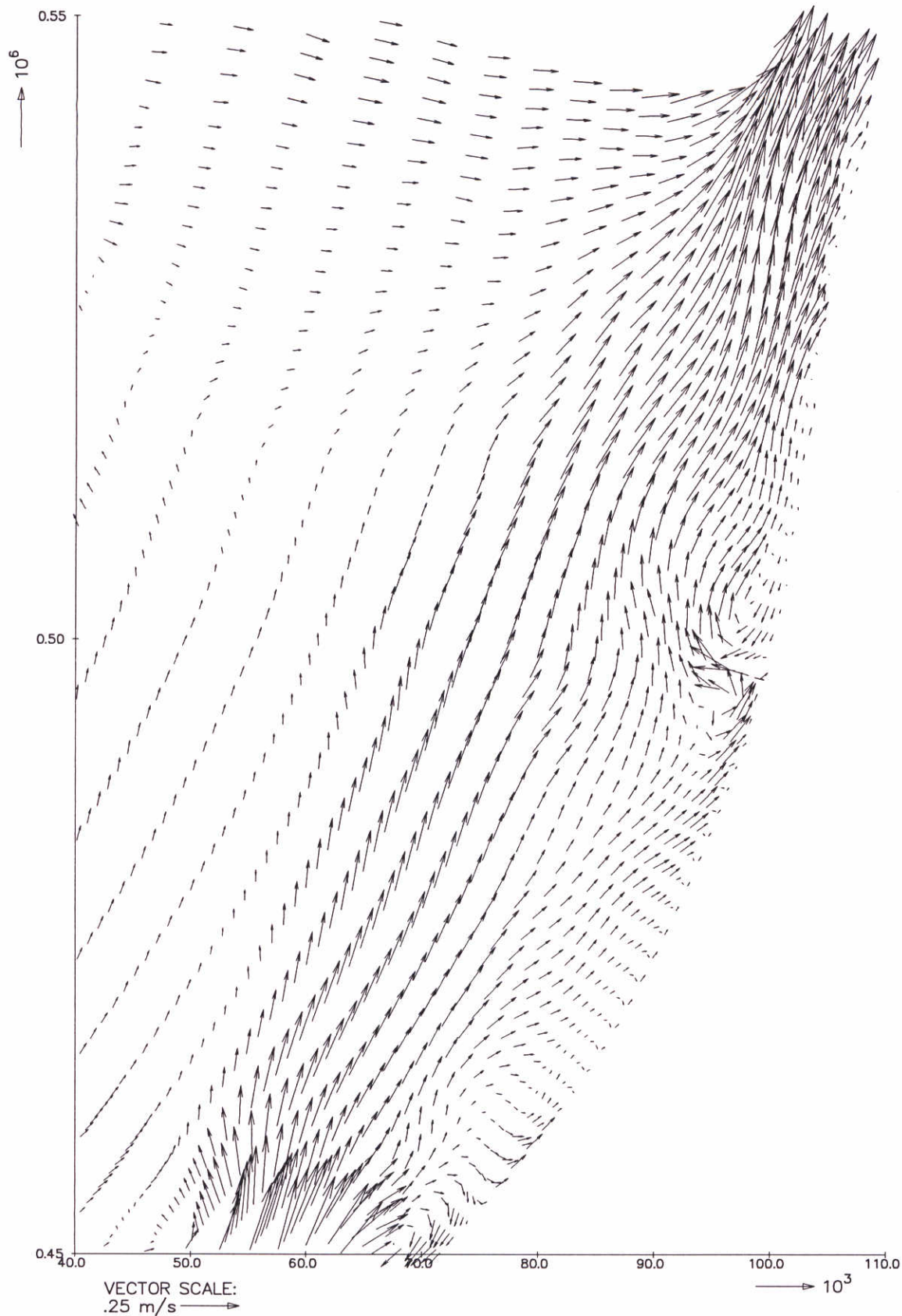
TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
 Reststroomveld voor laag 1 op 4 juli 1994
 Run T1 (5 gr. warmer atmosfeer + Rijnwater)

1997-09-23
 14:48:32

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.18

rest-k3a ... 970923 135728

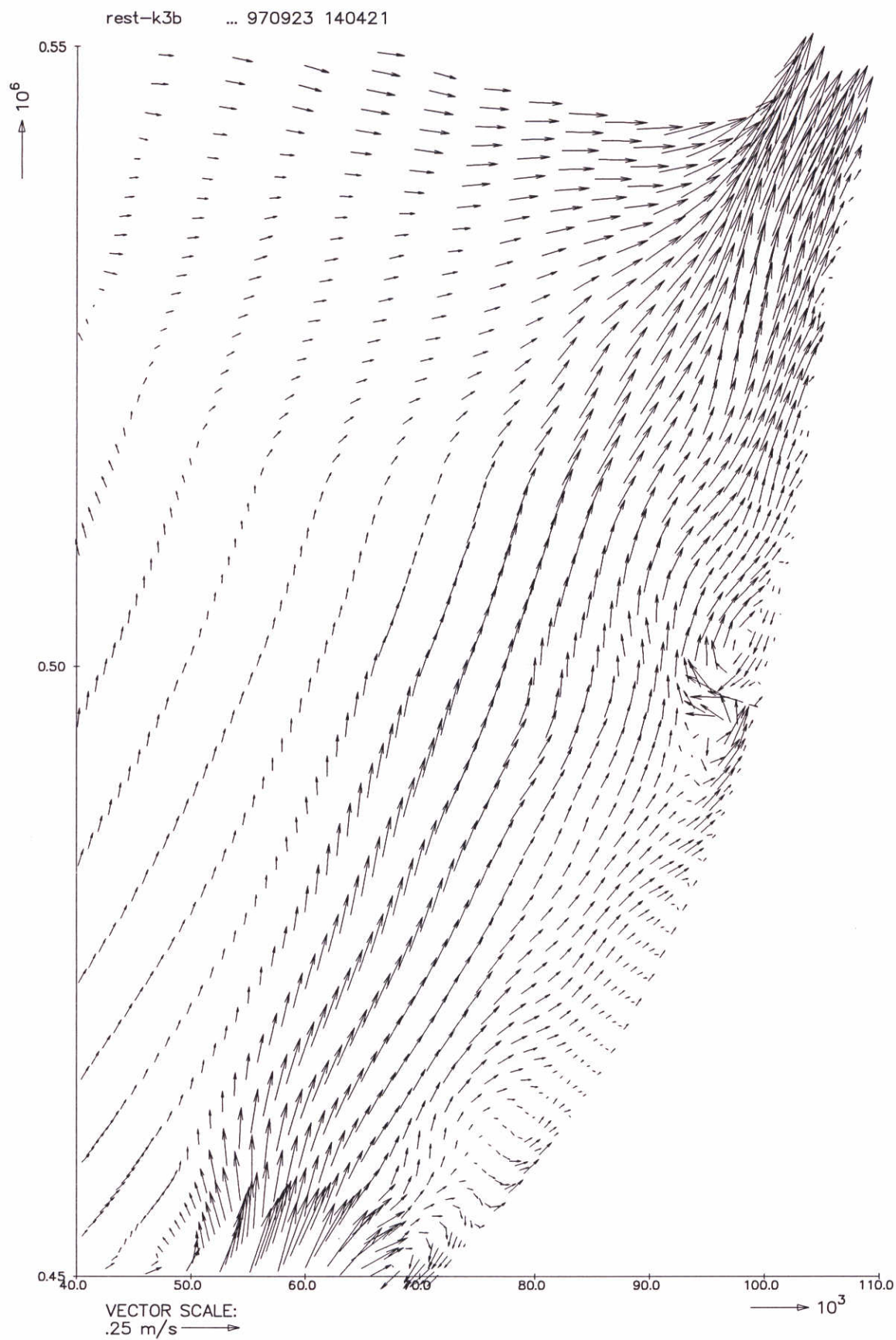


TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
Reststroomveld voor laag 1 op 1 juli 1994
Referentierun

1997-09-23
14:55:28

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.19



TRIWAQ 3D Kleine Kuststrookmodel
 Reststroomveld voor laag 1 op 1 juli 1994
 Run T1 (5 gr. warmer atmosfeer + Rijnwater)

1997-09-23
 14:55:28

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Fig. 2.20



• Delft

waterloopkundig laboratorium | WL

Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon 015 285 85 85
telefax 015 285 85 82
telex 38176 hydel-nl
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl



Noordzee

• Amsterdam

• Londen

Brussel •