

**Rekenroosters van RWS basismodellen
van Oceaan tot Nederlandse binnenwateren.**

Werkdocument RIKZ/OS-98.140x

april 1998

Auteurs	R.P. van Dijk
	R. Plieger
	M.J. Soerdjballi

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de overwegingen die een rol hebben gespeeld bij het ontwerp van een viertal nieuwe kromlijnige rekenroosters voor de Nederlandse getijdewateren. De roosters hebben betrekking op gebieden gaande van de Noordzee tot de beneden rivieren.

De roosters zijn ontwikkeld in opdracht van Rijkswaterstaat RIKZ door Alkyon Hydraulische Consultancy & Research te Emmeloord in het kader van KUST*HYD overeenkomst RKZ-392/A/B. Tevens zijn in dit rapport beschrijvingen en karakteristieken van elk van de nieuwe rekenroosters opgenomen. Het rapport is verhelderd met een groot aantal figuren.

Het betreft de volgende kromlijnige rekenroosters, in volgorde van groot naar klein:

- het nieuwe rekenrooster voor de Zuidelijke Noordzee;
- het nieuwe rekenrooster voor de gehele Nederlandse Kuststrook;
- het nieuwe rekenrooster voor de Westerschelde;
- het nieuwe rekenrooster voor Zeedelta.

Hieronder zijn in een Tabel de meest kenmerkende karakteristieken van elk van de 4 roosters opgenomen.

Rekenrooster	Afmetingen (km ²)	M	N	aantal aktieve punten	Tijdstap (min.)
Zuidelijke Noordzee	750 x 850	437	158	34.000	5
Kuststrook	340 x 320	763	249	85.000	1
Westerschelde	80 x 25	319	509	63.000	0,5
Zeedelta	155 x 95	250	924	67.000	0,5

De algemene filosofie achter de ontworpen kromlijnige rekenroosters is dat zij tezamen een hecht en consistent stelsel van modellen gaan vormen dat gebruikt kan worden voor het beheer van de Nederlandse getijdewateren. Het kromlijnige karakter van de reken-roosters geeft de mogelijkheid om de roosters daar te verdichten waar het uit het oogpunt van de hydrodynamica het meest noodzakelijk is. Dat betekent tevens dat veel aandacht is gegeven aan de verfijningen van de roosters in ondiep water nabij de kust en in de zeegaten en in de geulen in de estuaria en waddengebieden.

De rekenroosters zijn zo in elkaar genest dat het fijnere rekenrooster steeds een factor 3 verdicht is ten opzichte van het grovere rekenrooster. Vanwege de gestaggerde organisatie van het waterbewegings-programma WAQUA/TRIWAQ zijn daardoor rekenpunten in het grotere model, steeds ook rekenpunten in het geneste model. Dat heeft de volgende voordelen:

- er is op deze wijze een koppeling tot stand gekomen tussen de Noordzee modellen enerzijds en de rivier modellen van de Directies die de rivieren beheren anderzijds (een koppeling van 1 op 3 op de meest recente nieuw ontworpen kromlijnige rivier modellen);
- er is reeds rekening gehouden met de mogelijkheden van toekomstige domein decompositie waarbij on-line koppeling mogelijk wordt gemaakt;

- er is op deze wijze een consistente set van model roosters ontstaan, die goed te beheren en onderhouden is door Rijkswaterstaat. De modellen sluiten aan op de bestaande modellen van de regionale directies, waardoor er meer mogelijkheden ontstaan tot optimalisatie en afstemming van simulaties.

Alle roosters hebben dezelfde M en N oriëntatie, waarbij de M-richting steeds evenwijdig aan de grootschalige kustoriëntatie loopt (globaal van Noord naar Zuid toenemend). De N-richting loopt min of meer loodrecht op de grootschalige kustoriëntatie (globaal van zee naar de Nederlandse kust toenemend). De M-nummering van de roosterpunten begint aan de Noordzijde, de N-nummering van de roosterpunten begint aan de Zeezijde.

Voor de plaatsbepaling van de rekenroosters is gebruik gemaakt van Parijse coördinaten. Een uitzondering hierop vormt het Zuidelijke Noordzee model rekenrooster dat zowel in Parijse als in UTM coördinaten beschikbaar is (zone 31, Hayford sferoïde).

Een overzicht van alle roosters en de wijze waarop ze in elkaar genest liggen is gegeven in de figuren 1 t/m 4.

Figuur 1 toont het kromlijnjige Zuidelijke Noordzee model rekenrooster zoals dat genest ligt in het Continental Shelf Model. Het rekenrooster heeft buitenafmetingen van ongeveer 750 km in Oost-West richting en ongeveer 850 km in Noord-Zuid richting. Het rekenrooster reikt aan de zuidzijde tot de lijn Bournemouth - Cherbourg (globaal 2° W) en aan de noordzijde tot de lijn Montrose - Lyngby (globaal 57° N).

Figuur 2 toont het kromlijnjige Kuststrook model rekenrooster zoals dat genest ligt in het Zuidelijke Noordzee model rooster. Het rekenrooster heeft buitenafmetingen van ongeveer 340 km in Oost-West richting en ongeveer 320 km in Noord-Zuid richting. Het rekenrooster reikt aan de zuidwest-zijde tot voorbij de haven van Zeebrugge en aan de noordoostzijde tot het Duitse Waddeneiland Norderney. De strook die langs de kust gemodelleerd is, is ongeveer 60 km breed.

Figuur 3 toont het kromlijnjige rekenrooster voor de Westerschelde zoals dat genest ligt in het Kuststrook model rekenrooster. Het rekenrooster heeft buitenafmetingen van ongeveer 80 km in Oost-West richting en ongeveer 25 km in Noord-Zuid richting. Het rekenrooster reikt aan de westzijde tot aan de haven van Zeebrugge in het Zuiden en ongeveer 4 km noordwestelijk van de westelijkste punt van Walcheren in het Noorden. Aan de oostzijde reikt het rekenrooster tot ongeveer 5 km over de Belgische grens. Een kromlijnjig rekenrooster voor het Belgische rivieren stelsel dat op de Westerschelde uitkomt is momenteel in ontwikkeling.

Figuur 4 toont het kromlijnjige Zeedelta model rekenrooster, zoals dat genest ligt in het Kuststrook model rekenrooster. Het rekenrooster heeft buitenafmetingen van ongeveer 155 km in Oost-West richting en ongeveer 95 km in Noord-Zuid richting. Het rekenrooster reikt aan de zuidzijde tot de Grevelingen dam en aan de noordzijde tot Zandvoort. Het zeegedeelte heeft afmetingen van 32 km loodrecht op de kust en gemiddeld 80 km evenwijdig aan de kust. Daarvan bevindt zich ongeveer 55 km ten noorden van de monding van de Nieuwe Waterweg en ongeveer 25 km ten zuiden van de monding van de Nieuwe Waterweg.

Aan de rivierzijde reikt het rekenrooster tot de stuw bij Hagestein op de Lek, tot de stuw bij Lith op de Maas en tot nabij Tiel op de Waal. De Hollandse IJssel is tot de sluis bij Gouda geschematiseerd.

Inhoud

Lijst van figuren

1 Inleiding.....	1
1.1 Algemeen	1
1.2 Contract en referenties	1
2 Aspecten van het ontwerp	3
2.1 Programma van elsen	3
2.2 Ontwerp en overwegingen	5
2.3 Definities	6
3 De rekenroosters	8
3.1 Het Zuidelijke Noordzee model rooster	8
3.1.1 Detailoverwegingen	8
3.1.2 Ligging en afmetingen	9
3.1.3 Eigenschappen	10
3.2 Het Kuststrook model rooster	11
3.2.1 Detailoverwegingen	11
3.2.2 Ligging en afmetingen	12
3.2.3 Eigenschappen	12
3.3 Het Westerschelde model rooster	14
3.3.1 Detailoverwegingen	14
3.3.2 Ligging en afmetingen	15
3.3.3 Eigenschappen	15
3.4 Het zeedelta model rooster	17
3.4.1 Detailoverwegingen	17
3.4.2 Ligging en afmetingen	19
3.4.3 Eigenschappen	19
4 Conclusies en aanbevelingen	21

Referenties

Figuren

Lijst van figuren

- 1 Model Zuidelijke Noordzee, aansluiting roosters Zuidelijke Noordzee en Continental Shelf Model
- 2 Model Zuidelijke Noordzee, aansluiting roosters Zuidelijke Noordzee en Kuststrook model
- 3 Model Westerschelde, aansluiting roosters Kuststrook en Westerschelde model
- 4 Model Zeedelta, aansluiting roosters Kuststrook en Zeedelta model
- 5 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, matrixopbouw
- 6 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, gedeelte Waddenzee
- 7 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, gedeelte Hollandse kust en Scheldes
- 8 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, gedeelte Duitse Bocht
- 9 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, gedeelte Engelse oostkust
- 10 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, gedeelte Kanaal
- 11 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, Orthogonaliteit
- 12 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, Resolutie
- 13 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, Gladheid in M-richting
- 14 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, Gladheid in N-richting
- 15 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, Aspect Ratio
- 16 Model Zuidelijke Noordzee, rekenrooster, Courant getallen
- 17 Kuststrook model, overzicht naamgeving gebieden
- 18 Kuststrook model, rekenrooster, matrixopbouw
- 19 Kuststrook model, rekenrooster, detail Westerschelde
- 20 Kuststrook model, rekenrooster, detail Oosterschelde
- 21 Kuststrook model, rekenrooster, detail aansluiting stormvloedkering Oosterschelde
- 22 Kuststrook model, rekenrooster, detail aansluiting Zeedelta Haringvlietmond
- 23 Kuststrook model, rekenrooster, detail aansluiting Zeedelta Nieuwe Waterweg
- 24 Kuststrook model, rekenrooster, Orthogonaliteit
- 25 Kuststrook model, rekenrooster, Resolutie
- 26 Kuststrook model, rekenrooster, Gladheid in M-richting
- 27 Kuststrook model, rekenrooster, Gladheid in N-richting
- 28 Kuststrook model, rekenrooster, Aspect Ratio
- 29 Kuststrook model, rekenrooster, Courant getallen
- 30 Westerschelde model, overzicht naamgeving gebieden
- 31 Westerschelde model, rekenrooster, matrixopbouw
- 32 Westerschelde model, rekenrooster, detail aansluiting Zeeschelde model rooster
- 33 Westerschelde model, rekenrooster, Westelijk gedeelte
- 34 Westerschelde model, rekenrooster, Oostelijk gedeelte
- 35 Westerschelde model, rekenrooster, Orthogonaliteit
- 36 Westerschelde model, rekenrooster, Resolutie
- 37 Westerschelde model, rekenrooster, Gladheid in M-richting
- 38 Westerschelde model, rekenrooster, Gladheid in N-richting
- 39 Westerschelde model, rekenrooster, Aspect Ratio
- 40 Westerschelde model, rekenrooster, Courant getallen
- 41 Zeedelta model, overzicht naamgeving gebieden
- 42 Zeedelta model, rekenrooster, matrixopbouw
- 43 Zeedelta model, rekenrooster, detail matrixopbouw Spui
- 44 Zeedelta model, rekenrooster, detail matrixopbouw Rotterdamse havens
- 45 Zeedelta model, rekenrooster, detail "Tiengemeten"
- 46 Zeedelta model, rekenrooster, detail monding van het Spui in het Haringvliet
- 47 Zeedelta model, rekenrooster, detail Hollands Diep
- 48 Zeedelta model, rekenrooster, detail matrixopbouw rond Beerkanaal

- 50 Zeedelta model, rekenrooster, detail rond Beerdam
- 51 Zeedelta model, rekenrooster, detail matrixopbouw Hollandse IJssel
- 52 Zeedelta model, rekenrooster, Orthogonaliteit
- 53 Zeedelta model, rekenrooster, Resolutie
- 54 Zeedelta model, rekenrooster, Gladheid in M-richting
- 55 Zeedelta model, rekenrooster, Gladheid in N-richting
- 56 Zeedelta model, rekenrooster, Aspect Ratio
- 57 Zeedelta model, rekenrooster, Courant getallen

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Voor het beheer van de Nederlandse wateren, is het wenselijk om over een verzameling modellen te beschikken die alle Nederlandse wateren omvatten inclusief een voldoende groot gedeelte van de Noordzee. Een onderdeel van alle Nederlandse wateren wordt gevormd door de getijdewateren. Tot nu toe bestaan er een groot aantal modellen die de kustwateren van Nederland of gedeelten daarvan omvatten en een aantal modellen die de Zuidelijke Noordzee bedekken. Tenslotte bestaat er een groot aantal riviermodellen die de grote rivieren bedekken.

Dit project is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat RIKZ in het kader van KUST*HYD onder contractnummer RKZ392/A/B door Alkyon Hydraulic Consultancy and Research b.v te Emmeloord. Binnen het project is een consistente set van nieuwe kromlijnjige rekenroosters gegenereerd, die alle Nederlandse getijdewateren bedekken. Deze rekenroosters zullen in de nabije toekomst kunnen worden gebruikt voor de opzet van een modellentrein "van Oceaan tot Hollandse rivieren".

De nieuwe rekenroosters zijn:

- een kromlijnjig rekenrooster voor de gehele Zuidelijke Noordzee (Alkyon, februari 1997);
- een kromlijnjig rekenrooster voor de gehele Nederlandse Kust (Alkyon, april 1997);
- een kromlijnjig rekenrooster voor de gehele Westerschelde (Alkyon, september 1997);
- een kromlijnjig rekenrooster voor de delta van de grote rivieren en het aansluitende gedeelte van de kust, het nieuwe Zeedelta rekenrooster. (Alkyon, oktober 1997).

De rekenroosters en de wijze waarop zij aan elkaar gekoppeld zijn, zijn weergegeven in Figuur 1 t/m 4.

In het algemeen geldt dat de resolutie van de nieuwe rekenroosters hoger is dan die van de bestaande modellen. (RIKZ, 1995 en RIKZ, 1996)

Van Rijkswaterstaat RIKZ zijde waren R. Van Dijk en R. Plieger bij dit project betrokken, van Alkyon zijde G. van Banning en G. Hartsuiker.

1.2 Contract en referenties

Op 18 oktober 1996, Ref. RIKZ/967227 ontving Alkyon Hydraulic Consultancy and Research bv, te Emmeloord van Rijkswaterstaat RIKZ het verzoek tot het uitbrengen van een offerte voor het ontwerp van een drietal kromlijnjige rekenroosters:

- een rekenrooster voor het Nederlands deel van de Westerschelde;
- een aangepast rekenrooster voor het zuidelijk deel van het Kuststrook model, dat tevens aansluit bij het Westerschelde rekenrooster;
- een nieuw rekenrooster voor de Zuidelijke Noordzee; dit rooster dient nauwkeurig aan te sluiten op het rooster van het Continental Shelf Model (CSM) en het nieuw ontworpen rooster van het Kuststrook model.

Op 25 oktober 1996 Ref. A100le01, is offerte uitgebracht. Op 21 November 1996 Ref. RIKZ/OS967488 is officieel opdracht ontvangen. Het nummer van de overeenkomst is RKZ-392.

Op 14 februari 1997 ontving Alkyon Hydraulic Consultancy & Research bv. te Emmeloord van Rijkswaterstaat RIKZ het verzoek voor het uitbrengen van een offerte voor een aanvulling op het bestaande contract. Deze uitbreiding betrof de koppeling van het nieuw te ontwerpen gedeelte van het Kuststrook model rooster aan het RIJMAMO model rooster, alsmede een herziening van het zeegedeelte van het RIJMAMO model. De reden voor deze aanvulling was dat het nieuw te ontwerpen gedeelte van het Kuststrook model niet zonder aanpassing van het RIJMAMO gedeelte aan de Oosterschelde zou kunnen aansluiten.

Door aanpassing van dit gedeelte, zou een consistente verzameling van modellen ontstaan voor de Nederlandse kust.

Op 19 februari 1997 Ref. A100le06, is vervolgens offerte uitgebracht. Op 5 maart 1997 Ref. RIKZ/OS975508 is officieel opdracht ontvangen. Het nummer van deze wijzigings-overeenkomst is RKZ-392A.

Gedurende de uitvoering van deze wijzigingsovereenkomst bleken er mogelijkheden te zijn het gewijzigde RIJMAMO rooster verder uit te breiden met het Noordelijk Delta bekken model, waardoor een geheel nieuw Zeedelta model rooster zou ontstaan. Op 29 april 1997, Ref RIKZ/OS975908 ontving Alkyon Hydraulic Consultancy and Research bv. het verzoek voor het uitbrengen van een offerte voor deze uitbreiding op het bestaande contract.

Op 14 mei 1997 Ref. A100le11, is vervolgens offerte uitgebracht. Op 6 juni 1997 Ref. RIKZ/OS976231 is opdracht ontvangen. Het nummer van de overeenkomst is RKZ-392B.

Tijdens de project uitvoering zijn een flink aantal besprekingen gehouden waarbij met name de structuur van de nieuw te ontwerpen roosters ter discussie stond.

Op 5 februari 1997, Ref. A100le05, is de definitieve rapportage van fase 1 opgeleverd.
Op 25 april 1997, Ref. A100le10, is de definitieve rapportage van fase 2 opgeleverd.
Op 22 september 1997, Ref. A100le14, is de definitieve rapportage van fase 3 opgeleverd.
Op 30 oktober 1997, Ref. A100le20, is de definitieve rapportage van fase 4 opgeleverd.

Een CD-rom, die alle gemaakte roosters en hun bijbehorende gegevens bestanden bevat, inclusief de rapportages, is inmiddels aan de opdrachtgever toegeleverd. Deze CD-rom bevat tevens het nieuwe 1 bij 1 km² terreinmodel van de Zuidelijke Noordzee.

2 Aspecten van het ontwerp

2.1 Programma van eisen

Bij het ontwerp van de verschillende kromlijnlige rekenroosters is rekening gehouden met de volgende algemene eisen:

- alle rekenroosters zullen gebruik maken van dezelfde M en N richtingen;
- bij het ontwerp van alle rekenroosters dient rekening te worden gehouden met een mogelijke 1 op n koppeling met een genest model;
- alle te ontwerpen rekenroosters dienen te voldoen aan de gebruikelijke eisen ten aanzien van orthogonaliteit, gladheid en aspect ratio (de verhouding tussen de celafmetingen in x en y richting);
- de kromlijnlige rekenroosters dienen de duidelijke kenmerken van kromlijnligheid te vertonen, in die zin dat de roosters verdicht worden in specifieke aandachtsgebieden.

Voor elk van de ontworpen rekenroosters golden daarnaast specifieke eisen. Deze eisen worden hieronder per rekenrooster gegeven.

Het Zuidelijke Noordzee model rekenrooster

- Het te realiseren nieuwe Zuidelijke Noordzee model rekenrooster dient een vervanging te zijn voor de bestaande ZUNOWAK (rechtlijnig zuidelijk Noordzee model) en ZUNOBOL (zuidelijk Noordzee model in BOLcoördinaten) modellen van de Zuidelijk Noordzee.
- Het rooster zal aan de noordrand en de zuidrand liggen langs roosterlijnen van het Continental Shelf model en hiermee een eenduidige en eenvoudige koppeling mogelijk maken.
- Het rooster zal in het gedeelte van het nieuwe Kuststrook model een 1 op n representatie (met n is een geheel getal) zijn van dit model en hiermee een eenduidige koppeling mogelijk maken.
- De Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee schematisatie moeten een realistische representatie van de hoofdgeulen mogelijk maken.
- De Duitse Bocht zal realistisch en met acceptabele resolutie moeten worden gerepresenteerd.
- De maaswijde in het Noordzee gedeelte zal maximaal orde 6000 m bedragen en in het Kanaal maximaal 3500 m.

Het Kuststrook model rekenrooster

- Het bestaande Kuststrook model rekenrooster zal in het meest zuidelijk gelegen gedeelte worden aangepast op een zodanige wijze dat het via een 1: n koppeling precies aansluit op het rekenrooster van de Westerschelde.
- In het Kuststrook model zal rekening worden gehouden met de ligging van de stormvloedkering in de Oosterschelde.
- Het rooster zal tevens zo worden ontworpen dat het geen blokkades opwerpt voor een toekomstig nog te bouwen gedetailleerd rooster voor de Oosterschelde.
- Het totaal aantal actieve rekenpunten van het Kuststrook model rekenrooster zal het aantal van 80.000 punten niet overschrijden.
- Het nieuwe model zal een verdichting in de Haringvlietmond en de kustzone hebben, die het mogelijk maakt om optimaler gebruik te maken van de mogelijkheden die kromlijnlige modellering biedt.

- Teneinde een betere aansluiting te verkrijgen met het kromlijnige model van de Zuidelijke Noordzee, zal de zeerland van het Kuststrook model met name aan de zuidelijke zeezijde minder ver naar zee worden gelegd. Daardoor kan een lijn worden gevolgd die qua kromming het midden houdt tussen de grootschalige kustoriëntatie van Zeeland en België en de as van de toegang naar het Kanaal.
- Een nieuw ontwerp van het Kuststrook model in het gedeelte Schouwen-IJmuiden. Binnen dit nieuwe deel zal de verdichting rond de Waterweg uitwaaiëren naar de buitenrand van het Kuststrook model. De opzet zal een dusdanig karakter krijgen dat het nieuwe zeegebied van het Zeedelta model rekenrooster te verkrijgen is door een 1 op n verdichting toe te passen op dat gedeelte van het Kuststrook model.

Het Westerschelde model rekenrooster

- Het verloop van de buitenrand van het Westerschelde model rekenrooster dient rekening te houden met een 1 op n aansluiting aan het Kuststrook model rekenrooster.
- Ten aanzien van de positie van de buitenrand dient zoveel mogelijk rekening te worden gehouden met het gebruik van de huidige randvoorwaarden sturing van het SCALDIS model(Westkapelle-Zeebrugge) met tijdreeksen.
- Het rekenrooster in de Westerschelde dient zo te worden geconstrueerd dat het aantal punten weliswaar ongeveer gelijk blijft aan dat van het huidige SCALDIS-model maar dat de cellen meer in de lengterichting van de geulen en dus evenwijdig aan de hoofdstroomrichting lopen. In deze hoofdgeulen dient de maaswijdte ca. 50 meter in de breedte en ca. 150 meter in de lengte te bedragen. Daarnaast dient voorzover mogelijk de dichtheid (c.q. het aantal) roosterlijnen in de geulen groter te zijn dan op de platen.
- Het rekenrooster dient aan de oostzijde aan te sluiten op het huidige rekenrooster voor het riviergedeelte. Voor dit riviergedeelte is inmiddels een kromlijnig rooster in aanbouw.
- Het rekenrooster dient aan de landranden te worden begrensd door de extreem hoogwaterlijn.
- Het aantal actieve punten binnen het nieuwe rekenrooster dient het huidige aantal actieve roosterpunten niet te overschrijden (ongeveer 60.000 punten voor het gehele rekenrooster).
- De tijdstap van het model dient niet kleiner te worden dan 30 seconden, hetgeen elken stelt aan de maaswijdte waterdiepte combinatie.

Het Zeedelta model rekenrooster

- Het te realiseren nieuwe Zeedelta model rekenrooster dient een vervanging te zijn voor de bestaande RIJMAMO (RIJN- MAASMOND Model), Noordelijk Delta Bekken en Zeedelta modellen.
- Het rooster zal aan de zeezijde een 1 op n koppeling mogelijk maken met het nieuwe Kuststrook model rekenrooster.
- Het rekenrooster zal ter plaatse van het Sluizencomplex in de monding van het Haringvliet ongeveer eenzelfde resolutie hebben als het huidige RIJMAMO model.
- Het rooster zal voor het binnengebied van het RIJMAMO model voor zover mogelijk een redesign zijn van het bestaande RIJMAMO rooster.
- Het rooster zal voor het gebied van het Noordelijk Delta Bekken model voor zover mogelijk een redesign zijn van het bestaande Noordelijk Delta Bekken model.
- Het rooster zal voor zowel de Lek als de Waal, voorzover mogelijk aansluiten op de bestaande roosters voor de Lek en de Waal.

- Het rooster zal aan de rivierzijde worden begrensd door de stuw bij Hagestein op de Lek, de stuw bij Lith op de Maas en nabij Tiel op de Waal. De Hollandse IJssel zal tot Gouda worden geschematiseerd.
- Het rooster zal langs het gehele te modelleren gebied worden begrensd door de hoogwaterkering zoals die door Rijkswaterstaat zal worden toegeleverd.
- Tenslotte zal het nu bestaande eiland Tiengemeten in het Haringvliet worden opgevuld met roostercellen, gezien het eiland mogelijk binnen afzienbare tijd aan de natuur zal worden terug gegeven.

2.2 Ontwerp en overwegingen

Bij het ontwerpen van een samenhangend stelsel van in elkaar geneste kromlijnige rekenroosters dient van te voren goed te worden nagedacht over de algemene ontwerp-filosofie.

De algemene filosofie achter de ontworpen kromlijnige rekenroosters is dat zij tezamen een stelsel van modellen gaan vormen dat gebruikt kan worden voor het beheer van de Nederlandse getijdewateren. Het kromlijnige karakter van de rekenroosters geeft de mogelijkheid om de roosters daar te verdichten waar het uit het oogpunt van de hydrodynamica het meest noodzakelijk is. Dat betekent tevens dat veel aandacht is gegeven aan de verfijningen van de roosters in ondiep water nabij de kust en nabij de zeegaten en in de geulen in de estuaria en waddengebieden.

De rekenroosters zijn zo in elkaar genest dat het fijnere rekenrooster steeds een factor 3 verdicht is ten opzichte van het grovere rekenrooster. Vanwege de gestaggerde organisatie van het waterbewegings programma WAQUA zijn daardoor waterstandspunten en bodempunten in het grotere model steeds ook waterstands en bodempunten in het geneste model.

Dat heeft de volgende voordelen:

- er is op deze wijze een koppeling tot stand gekomen tussen de Noordzee modellen enerzijds en de rivier modellen van de Directies die de rivieren beheren anderzijds (een koppeling van 1 op 3 op de meest recente nieuw ontworpen kromlijnige rivier modellen);
- er is reeds rekening gehouden met de mogelijkheden van toekomstige domein decompositie waarbij on-line koppeling mogelijk wordt gemaakt;
- er is op deze wijze een consistente set van model roosters ontstaan, die goed te beheren en onderhouden is door Rijkswaterstaat. De modellen sluiten aan op de bestaande modellen van de regionale directies, waardoor er meer mogelijkheden ontstaan tot optimalisatie en afstemming van simulaties.

Alle roosters hebben dezelfde M en N oriëntatie, waarbij de M-richting steeds evenwijdig aan de grootschalige kustoriëntatie loopt (globaal van Noord naar Zuid toenemend). De N-richting loopt min of meer loodrecht op de grootschalige kustoriëntatie (globaal van zee naar de Nederlandse kust toenemend). De M-nummering van de roosterpunten begint aan de Noordzijde, de N-nummering van de roosterpunten begint aan de Zeezijde.

Voor de plaatsbepaling van de rekenroosters is gebruik gemaakt van Parijse coördinaten. Een uitzondering hierop vormt het Zuidelijke Noordzee model rekenrooster dat zowel in Parijse als in UTM coördinaten beschikbaar is (zone 31, Hayford sferoïde).

2.3 Definities

Hier wordt een overzicht gegeven van de definities van de verschillende rooster eigenschappen en de waarden waaraan deze eigenschappen moeten voldoen.

Orthogonaliteit

De orthogonaliteit van een punt in een rooster is gedefinieerd als de absolute cosinus waarde van de hoek tussen een M-lijn en een N-lijn in een roosterpunt.

De in de orthogonaliteits figuren getoonde kleurenschaal geeft de cosinus waarde van de hoek in stappen van 1,25 graden weer ($\cos 90^\circ = 0$; $\cos 88,75^\circ = 0,022$). Bij waarden van meer dan 5° ($\cos 85^\circ = 0,087$) over grotere gebieden, begint het rekenproces minder nauwkeurig te worden. Een incidentele waarde tot 30° bij hoeken en langs gesloten randen is acceptabel.

Resolutie

De resolutie van een cel in een rekenrooster is gedefinieerd als de wortel uit het celoppervlak.

De eisen die er aan de resolutie worden gesteld zijn afhankelijk van de gebruikerswensen met betrekking tot de gewenste maaswijdten. Uit het oogpunt van het simulatieprogramma WAQUA, zijn de maaswijdten mede bepalend voor de toegepaste tijdstap (zie ook bij Courant getal hieronder).

Gladheid

De gladheid van het rekenrooster is gedefinieerd als het quotiënt van de lijnsegmenten aan weerszijden van een roosterpunt.

Over het algemeen dient de gladheid niet veel groter te zijn dan waarden van 1,2 voor een nauwkeurige simulatie. Er bestaat uiteraard zowel een gladheid in M als een gladheid in N-richting.

Aspect Ratio

De aspect ratio van het rekenrooster is gedefinieerd als de verhouding tussen de lengte en breedte van een rekencel.

Waarden tot 7 à 10 kunnen worden toegestaan voor een nauwkeurige simulatie.

Courant getal

Het Courant-getal is bij impliciete rekenschema's (zoals toegepast in WAQUA), een maat voor de nauwkeurigheid van het rekenproces. De getalswaarde wordt bepaald door de tijdstap van het rekenproces, de maaswijdte van het rooster en de lokale waterdiepte volgens onderstaande expressie:

$$Cr = 2\Delta t \sqrt{\frac{2gh}{\Delta x \cdot \Delta y}}$$

Waarin:

Cr	= Courant getal	(-)
Δx	= maaswijdte in M-richting	(m)
Δy	= maaswijdte in N-richting	(m)
Δt	= tijdstap van de simulatie	(s)
g	= versnelling van de zwaartekracht	(m/s ²)
h	= waterdiepte	(m)

Courant getallen groter dan 16 geven een iets minder nauwkeurige oplossing, in de praktijk zijn incidentele waarden tot boven de 30 toegestaan.

3 De rekenroosters

3.1 Het Zuidelijke Noordzee model rooster

3.1.1 Detailoverwegingen

Bij het roosterontwerp is in het algemeen veel aandacht besteed aan orthogonaliteit en resolutie van het rooster. Bij de representatie is de aandacht geconcentreerd op het Nederlands deel van de Noordzee en de representatie van de 'randgebieden' zoals Scheldes en Waddenzee. De inpassing van het uitgedunde Kuststrook model is met grote zorg uitgevoerd.

De matrix opbouw van het nieuwe Zuidelijke Noordzee rooster is gepresenteerd in Figuur 5 (matrixafbeelding). Duidelijk zijn de mondingen van de verschillende grote rivieren herkenbaar; de rivier secties zijn (nog) niet geschematiseerd tot de getijgrenzen.

De rode lijn geeft binnen de matrix de grens aan waar de koppeling met het Kuststrook model is gelegd.

Met uitzondering van de Eems zijn de grootschalige richtingen van de riviertakken zo georiënteerd dat het nu eenvoudig mogelijk is het rooster op individuele plaatsen aan te passen en uit te breiden.

De schematisaties van Oosterschelde en Westerschelde liggen, gelet op de plaats in de matrix, pal naast elkaar en laten geen uitbreiding meer toe. Één en ander geldt ook voor het traject Keeten-Mastgat-Zijpe en de Oosterschelde-tak naar Bergen op Zoom.

Per gebied:

De Kuststrook

Voor de Kuststrook is er een 1 op 3 koppeling gemaakt tussen het nieuwe Kuststrook rooster en het nieuwe Zuidelijke Noordzee model rekenrooster. Daardoor zijn de punten uit het Kuststrook model vrijwel overal één op één terug te vinden in het Zuidelijke Noordzee model. Door deze 1 : 3 koppeling wordt de nesting van het Kuststrook model in het Zuidelijke Noordzee model doorzichtig en eenvoudig.

Na de uitdunning van het Kuststrook rooster moesten lokaal aanpassingen, zoals aanvullingen of kleine heroriëntaties van het rooster, worden doorgevoerd teneinde een goede aansluiting te krijgen met de land-water grens. Deze aanpassingen zijn vooral doorgevoerd in de Westerschelde, de Oosterschelde, de zeegaten van de Waddenzee en het Eems/Dollard gebied. Figuur 6 en 7 geven het definitieve rooster van de Zuidelijke Noordzee en het uitgedunde rooster van het Kuststrook model (dus zonder aanpassingen).

De Duitse Bocht

Door de gekozen structuur van de roosterlijnen kon een zeer acceptabele oplossing voor dit gebied worden gerealiseerd.

De grootschalige oriëntatie van roosterlijnen is langs de kusten van Neder-Saksen (oost-west richting) en Sleeswijk-Holstein en Denemarken (noord-zuid richting). De mondingen van Eems en Weser en de Jade kunnen door deze oriëntatie met voldoende mate van detail worden gerepresenteerd (zie Figuur 8).

De Engelse oostkust

De roosterlijnen volgen in grote gebieden de Engelse oostkust, ter plaatse van Great Yarmouth is een knik gemaakt in de oriëntatie van de lijnen.

Vanwege de gekozen structuur van het rooster is de resolutie langs deze kust beduidend lager dan in de Duitse Bocht, tevens zijn daardoor langwerpige cellen ontstaan. De monding van de Thames is redelijk geschematiseerd, daarentegen zijn de Humber, de Wash en de Firth of Forth minimaal gerepresenteerd (zie Figuur 9).

Het Kanaal

De oriëntatie van de roosterlijnen is grootschalig langs de Engelse en Franse kust.

Volledig doorzetten van deze aanpak resulteerde in een te lage resolutie in het 'brede' gedeelte van het Kanaal. In de definitieve versie van het rekenrooster zijn extra roosterlijnen ingevoegd langs de Franse kust waardoor in de matrix afbeelding een trapjeslijn is ontstaan. Deze enigszins minder fraaie oplossing is echter te prefereren boven een te lage resolutie. Het Engelse eiland Wight met de Solent is minimaal gerepresenteerd (zie Figuur 10).

3.1.2 Ligging en afmetingen

Voor de weergave van posities is gebruik gemaakt van Parijse Coördinaten. Het definitieve rooster is ook beschikbaar in UTM coördinaten (zone 31, Hayford sferoïde). In dit verslag zijn alle presentaties uitgevoerd in Parijse coördinaten.

Het rekenrooster heeft buitenafmetingen van ongeveer 750 km in Oost-West richting en ongeveer 850 km in Noord-Zuid richting. Het rekenrooster reikt aan de zuidzijde tot de lijn Bournemouth - Cherbourg (globaal 2° W) en aan de noordzijde tot de lijn Montrose - Lyngby (globaal 57° N).

De oorsprong van het rekenrooster in M en N coördinaten (1,1) ligt aan de noordelijke zijde van het rekenrooster bij de Deense kust (zie Figuur 2).

De M en N-richtingen van de rekenroosterlijnen zijn zo gekozen dat deze dezelfde richtingen hebben als de M en N-richtingen van het nieuwe Kuststrook model. Dit betekent dat de M-richting steeds evenwijdig aan de grootschalige kustoriëntatie loopt. De N-richting staat min of meer loodrecht op de grootschalige kustoriëntatie. De M-nummering van de roosterpunten begint aan de Deense kust, de N-nummering van de roosterpunten begint aan de noordzijde.

Het aantal actieve punten in het nieuwe Zuidelijke Noordzee rekenrooster bedraagt ongeveer 34.000. Het aantal M-roosterlijnen bedraagt 437 en het aantal N-roosterlijnen 158. Het percentage actieve punten is ongeveer 50 %.

Een matrixafbeelding van het gehele rooster is weergegeven in Figuur 5. Hieruit blijkt duidelijk de relatief grote 'omvang' van de randgebieden van de Noordzee, zoals Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde.

De figuren 1 en 2 geven een indruk van de aansluiting van het rekenrooster van het Zuidelijke Noordzee model met respectievelijk Continental Shelf Model en Kuststrook model. Hieruit blijkt dat de buitenranden netjes aansluiten bij roosterlijnen van CSM en tevens dat het Kuststrook model vrijwel onaangepast aansluit aan het rooster van het Zuidelijke Noordzee model.

3.1.3 Eigenschappen

Orthogonaliteit

Figuur 11 toont de orthogonaliteit van het nieuwe Zuidelijke Noordzee model rekenrooster.

In het algemeen is te zien dat de afwijking van de orthogonaliteit vrijwel overal kleiner is dan 5 graden ($\cos 85^\circ = 0,087$). Incidenteel wordt een waarde van 7,5 graden bereikt.

Resolutie

Figuren 12 toont de resolutie van het rekenrooster (dichtheid van punten).

Te zien is dat de laagste resolutie (grootste cellen) varieert van ongeveer 6000 m van punten op de Noordzee voor de Engelse oostkust en circa 4000 m in het Kanaal. De hoogste resolutie is te vinden in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde.

In onderstaande Tabel 3.1 zijn voor een aantal gebieden binnen het rekenrooster de kleinste en grootste afmetingen van individuele cellen gegeven:

gebied	afmetingen van cel (m x m)	
	kleinste	grootste
Westerschelde	200 x 230	2100 x 4100
Oosterschelde	150 x 350	1500 x 3500
Hollandse kust	2100 x 1000	4300 x 3200
zeegaten Waddenzee	700 x 400	2000 x 1500
Waddenzee	600 x 400	2500 x 1400
Eems/Dollard	350 x 500	1900 x 1400
monding Jade/Weser	500 x 300	2300 x 1700
monding Eems	850 x 600	2200 x 4000
Duitse Bocht	800 x 3000	2500 x 7000
centrale deel Noordzee	1000 x 2600	5100 x 10500
Engelse oostkust-noord	1000 x 5000	2900 x 10000
Engelse oostkust-zuid	1000 x 1700	3900 x 6500
Nauw van Calais	1800 x 1400	4000 x 2500
Kanaal	3200 x 1400	9100 x 4200

Tabel 3.1 Karakteristieke celafmetingen

Gladheid

Figuren 13 geeft de gladheid van het rekenrooster in M-richting aan. Figuur 14 geeft de gladheid in N-richting.

Te zien is dat slechts incidenteel de maaswijdte variatie meer dan 10 % bedraagt. Met name op de rand van het Kuststrook model zijn relatief hoge waarden te vinden, deze worden veroorzaakt door de gereduceerde 'speelruimte' ten gevolge van de uitdunning 1:3 van het Kuststrook rekenrooster. Over het algemeen is de gladheid ruimschoots voldoende voor een nauwkeurige simulatie.

Aspect ratio

Figuren 15 geeft de aspect ratio van het rekenrooster.

Hieruit blijkt dat in grote gebieden de ratio kleiner is dan 2,0. Nabij de Engelse oostkust en op een aantal plaatsen op de rand van het Kuststrook model komen waarden voor van orde 7,0 tot 8,0. Dit is voldoende voor een nauwkeurige simulatie.

Courant-getallen

De Courant getallen voor het Zuidelijk Noordzee model rekenrooster zijn bepaald door een 'snelle' diepte schematisatie op basis van door Rijkswaterstaat beschikbaar gestelde dieptegegevens:

De Courant getallen zijn vervolgens berekend voor een tijdstap van 5 minuten. In Figuur 16 worden de Courant getallen gepresenteerd voor het Zuidelijke Noordzee model. Over het algemeen zijn de Courant getallen beter dan 10,0. Alleen lokaal in de relatief diepe en kleine cellen in Ooster- en Westerschelde en in de zeegaten van de Waddenzee zijn de Courant getallen lokaal in de orde van 30,0 tot 40,0.

3.2 Het Kuststrook model rooster

3.2.1 Detailoverwegingen

Er is in het algemeen veel aandacht besteed aan een zo zorgvuldig mogelijke koppeling van het grootschalige Kuststrook model rekenrooster en de detail model roosters van het Westerschelde model en het Zeedelta model. Zo is er een 1 op 3 koppeling gemaakt tussen het nieuwe Westerschelde rooster en het Kuststrook model rekenrooster. Daarbij is het uitgedunde Westerschelde rooster (kleine wijzigingen in randen en dergelijke bulten beschouwing gelaten) deel gaan uitmaken van het nieuwe Kuststrook model rekenrooster. Een overzicht van de naamgevingen voor de verschillende genoemde gebieden is gegeven in Figuur 17.

Oosterschelde

Bij de Oosterschelde is rekening gehouden met een toekomstig te bouwen detail model, dat gemakkelijk te realiseren is door het Oosterschelde gedeelte uit het Kuststrook model te snijden en dat een factor 3 te verdichten. Veel aandacht is besteed aan de positie van het rooster ter hoogte van de stormvloedkering. De rooster punten zijn handmatig op het hart van elke derde pijler gelegd in elk van de doorstroom openingen van de stormvloedkering. Vervolgens is gezorgd dat de orthogonaliteit aan beide zijden van de stormvloedkering aan de gewenste waarden voldoet.

Zeedelta

Bij de monding van de Nieuwe Waterweg en bij de Haringvlietsluizen is gezorgd voor een precieze aansluiting op het Zeedelta model. Daardoor is het nu mogelijk geworden het zeegedeelte van zeedelta model eenvoudig 1 op 3 te nesten in het nieuwe Kuststrook model.

De matrix opbouw van het nieuwe Kuststrook model rekenrooster is gepresenteerd in Figuur 18 (matrixafbeelding). Duidelijk zijn de waddeneilanden, de estuaria van Ooster- en Westerschelde en de Nieuwe waterweg herkenbaar. De rode lijn geeft binnen de matrix de grens aan waar de koppeling met het Westerschelde model en de koppeling met het Zeedelta model zijn gelegd.

Per gebied, gaande van Zuid naar Noord:

- De koppeling met het Westerschelde model rooster is iets verder naar binnen gelegd dan de buitenrand van het nieuwe Westerschelde model. Dit is gedaan

om enerzijds een koppeling mogelijk te maken met de meetstations in de Westerschelde monding, waardoor een sturing langs de buitenrand met tijdreeksen mogelijk is.

- Een overzicht van de koppeling tussen het nieuwe Kuststrook model rooster en het Westerschelde rooster is gegeven in Figuur 3. Een detail van het Kuststrook model rooster in de Westerschelde is gegeven in Figuur 19.
- Het rooster van de Oosterschelde binnen het Kuststrook model is apart gegenereerd. Daarbij is extra aandacht besteed aan het zo zorgvuldig mogelijk volgen van de geulen en vertakkingen in de Oosterschelde. Een detail van het rekenrooster in de Oosterschelde is gegeven in Figuur 20.
- Ter hoogte van de stormvloedkering in de Oosterschelde is veel aandacht besteed aan de individuele positie van de rooster punten, zodat in een toekomstig te genereren detail rooster van de Oosterschelde de stormvloedkering exact kan worden gevolgd. In Figuur 21 is een detail van dit gedeelte te zien.
- In de monding van de Grevelingen is gezorgd voor een goede aansluiting van het Kuststrook model rooster op de kuststrand.
- Op de westrand is er gezorgd voor een zo gelijkmatig mogelijk uitwaaiëren van de door Westerschelde, Oosterschelde, Haringvlietmond en monding Nieuwe Waterweg opgedrukte verdichtingen.
- In de Haringvlietmond is gezorgd voor een eenduidige koppeling met het Zeedelta model rekenrooster. Zie Figuur 22 voor een detail.
- In de monding van de Nieuwe Waterweg is gezorgd voor een eenduidige koppeling met het Zeedelta model rekenrooster. Zie Figuur 23 voor een detail.
- Binnen het nieuwe Kuststrook model rooster hebben in vergelijking met het bestaande Kuststrook model nog enige herverdelingen van roosterlijnen plaatsgehad en is de zeerand hier en daar een beetje glad getrokken.

3.2.2 Ligging en afmetingen

Een totaaloverzicht van het gehele nieuw ontworpen rekenrooster voor de Nederlandse Kuststrook is weergegeven in Figuur 2. In Figuur 18 is dit grid in matrixvorm gegeven. Daarnaast zijn enkele details weergegeven in Figuren 19 en 20.

Het rekenrooster heeft buitenafmetingen van ongeveer 340 km in Oost-West richting en ongeveer 320 km in Noord-Zuid richting. Het rekenrooster reikt aan de zuidwestzijde tot voorbij de haven van Zeebrugge en aan de noordoostzijde tot het Duitse Waddeneiland Norderney.

De oorsprong van het rekenrooster in M en N coördinaten (1,1) ligt aan de Noordelijke zeezijde van het rekenrooster (zie Figuur 2).

De M en N richtingen van de rekenroosterlijnen zijn zo gekozen dat deze dezelfde richtingen hebben als de M en N richtingen van alle andere roosters.

Het aantal actieve punten in het nieuwe Kuststrook rekenrooster bedraagt ongeveer 85.000. Het aantal M roosterlijnen bedraagt 763, het aantal N roosterlijnen 249. Het percentage actieve punten is ongeveer 45 %.

3.2.3 Eigenschappen

Orthogonaliteit

Figuur 24 toont de orthogonaliteit van het nieuwe Kuststrook model rekenrooster. In het algemeen is te zien dat de afwijking van de orthogonaliteit vrijwel overal kleiner is dan 5 graden ($\cos 85^\circ = 0,087$). Incidenteel wordt een waarde van 7,5 graden bereikt.

Resolutie

Figuur 25 toont de resolutie van het nieuwe Kuststrook model rekenrooster. Te zien is dat de resolutie(dichtheid van punten) varieert van ongeveer 2000 meter voor de zeezijde van de Hollandse Kust tot minder dan 50 meter in individuele punten van de Ooster- en de Westerschelde en de Wadden. Het hele nieuwe Kuststrook model maakt qua resolutie nu een gelijkmatige indruk, met veel detail nabij de kust en in de estuaria en uitwaaiërend naar groter maaswijdten op dieper water.

Gladheid

Figuren 26 en 27 geven de gladheid van het rekenrooster in M en N richting aan. Te zien is dat slechts incidenteel de maaswijdte variatie meer dan 10 % bedraagt. Dat is ruimschoots voldoende voor een nauwkeurige simulatie.

Aspect ratio

Figuur 28 geeft de aspect ratio van het rekenrooster. Hieruit blijkt dat in grote gebieden de ratio kleiner is dan 2,0. In de rivier de Eems, in de Westerschelde en op een aantal plaatsen op de rand van het Kuststrook model komen incidenteel waarden voor van orde 7,0 tot 10,0. Dit is voldoende voor een nauwkeurige simulatie.

Courant getallen

De Courant getallen voor het nieuwe Kuststrook model rekenrooster zijn bepaald door een 'snelle' diepte schematisatie op basis van door Rijkswaterstaat beschikbare dieptegegevens.

Voor de herkomst en samenvoeging van deze gegevens wordt verwezen naar het rapport (in voorbereiding) over de opbouw van het nieuwe Kuststrook model.

Figuur 29 geeft een beeld van de Courant getallen, in MN richting.

De Courant getallen zijn berekend met een tijdstap van 60 seconden als uitgangspunt. Bij de dieptewaarden is uitgegaan van NAP. Tijdens Hoogwater kan de situatie dus nog een fractie ongunstiger zijn.

Hieronder is een overzicht gegeven van de grootste Courant getallen op de meest kritische punten in het rooster. Weliswaar zijn er punten met grotere diepten, en kleinere mazen, maar gegeven zijn de punten waarop de meest extreme combinatie voorkomt. De één na laatste kolom geeft het Courant getal in MN richting, de laatste kolom geeft het grootste van de twee Courant getallen in M- dan wel in N-richting.

Variabele Eenheid	M (-)	N (-)	H (m)	dx (m)	dy (m)	Cf(MN) (-)	Cf(M) (-)
Gebied							
Eemsmonding (nabij Borkum)	88	61	33	380	240	10	13
Waddenzee (Marsdiep)	441	65	33	175	330	13	18
Nieuwe Waterweg	549	53	26	350	190	11	15
Oosterschelde (voor Zierikzee)	606	112	47	86	200	28	43
Oosterschelde (Colijnsplaat)	647	88	35	94	123	30	34
Oosterschelde (Zijpe)	604	178	42	80	250	25	44
Westerschelde (Nauw van Bath)	690	199	16	58	250	18	37

Uit dit overzicht is te zien dat bij een tijdstap van 60 seconden, slechts in zeer individuele punten een flinke waarde voor het Courant getal wordt bereikt. Nu geldt voor de 4 laatst genoemde punten dat de mazen in de stroomrichting langer zijn, waardoor het Courant getal in die stroomrichting ook aanzienlijk lager is.

3.3 Het Westerschelde model rooster

3.3.1 Detailoverwegingen

Een overzicht van de naamgeving van gebieden in de Westerschelde is gegeven in Figuur 30.

- Er is bewust gekozen voor een knik in het rekenrooster ter hoogte van het Nauw van Bath. Gezien de hoek van meer dan 90 graden die de hoofdgeul hier maakt, zou het met het rekenrooster blijven volgen van de hoofdgeul resulteren in een slechte orthogonaliteit. Daarnaast is deze knik gemaakt om een onnodig hoge resolutie in het Verdrongen land van Saeflinghe te voorkomen.
- Er is bij het ontwerp van het rekenrooster met name aandacht besteed aan het nauwkeurig volgen van de hoofd en zijgeulen. Het volgen van de landranden van het model heeft dan ook slechts in het finale stadium aandacht gekregen.
- De resolutie langs de zeerand is bewust wat lager gekozen dan in de Westerschelde zelf, om een geleidelijke overgang van het grotere Kuststrook model naar het gedetailleerde deel in de Westerschelde mogelijk te maken.

De matrix opbouw van het nieuwe Westerschelde model rekenrooster is gepresenteerd in Figuur 31 (matrixafbeelding). Aan de Zuidzijde sluit het model nog aan bij het bestaande model van de Belgische uitlopers van de Schelde (Figuur 32). Een nieuw rooster van dit gedeelte van de Schelde is inmiddels in ontwikkeling.

Figuur 3 toont een overzicht van het gehele nieuwe Westerschelde rooster. Figuur 33 toont een detail van het westelijk gedeelte, Figuur 34 een detail van het oostelijk gedeelte.

Per gebied, gaande van zee naar land:

- De Noordwestelijke hoek van het model is bewust wat verder naar het Noorden en naar zee gelegd, om ten eerste geen schuine rand door het Oostgat te krijgen en ten tweede het rekenrooster netjes parallel aan deze geul te kunnen leggen.
- De Vlakte van de Raan is met minder resolutie weergegeven, aangezien deze voor de waterbeweging van minder belang is.
- De toegangsgemaal naar Zeebrugge is bewust buiten het rekenrooster gehouden, om een gladdere randafhandeling mogelijk te maken.

- De Ingang van de haven van Vlissingen en de Sloehaven zijn verdicht om aldaar voldoende resolutie te verkrijgen.
- Zowel de Honte als het Vaarwater langs Hoofdplaat zijn in ruime mate van detail weergegeven, terwijl de resolutie ter plaatse van de Hooge Platen wat lager is.
- De dwars lopende Springer geul loopt niet evenwijdig aan het rekenrooster. Een verdere draaling van het rekenrooster ter plaatse zou resulteren in een sterke vermindering van de orthogonaliteit ter plaatse.
- De Braakmanhaven en de Westelijke Buitenhaven van Terneuzen zijn in detail weergegeven
- Het Gat van Ossensisse en het Middelgat zijn gevolgd terwijl de Rug van Baarland en de Molenplaat minder resolutie hebben.
- Voor het volgen van de Overloop van Hansweert is het noodzakelijk geweest een aantal roosterlijnen te laten doodlopen nabij Hansweert en de Plaat van Ossensisse via een aangezet stuk te realiseren. Aldus kon toch nog aan de orthogonaliteits-eis bij de overgang naar het Zuidergat worden voldaan.
- De Overloop van Valkenisse is in grote mate van detail gevolgd, tevens is aandacht besteed aan de Schaar van Waarde en de Zimmerman geul.
- Veel aandacht is besteed aan de roosterkruising in het Nauw van Bath. Met name ter plaatse van de meer dan haakse hoek is de resolutie zodanig opgevoerd dat een accurate waterbeweging hier wordt gewaarborgd.
- Het Verdrongen land van Saeffinge is bewust met een lagere resolutie weergegeven, aangezien dit gebied voor de waterbeweging van minder belang is.
- Het terrein achter de Gasdam is separaat in het rekenrooster opgenomen, omdat dit terrein kan onderlopen.

3.3.2 Ligging en afmetingen

Het ontworpen rekenrooster is weergegeven in Figuur 3. Daarnaast zijn 2 details weergegeven in Figuren 33 en 34.

Het rekenrooster heeft buitenafmetingen van ongeveer 80 km in Oost-West richting en ongeveer 25 km in Noord-Zuid richting. Het rekenrooster reikt aan de westzijde tot aan de haven van Zeebrugge in het Zuiden en ongeveer 4 km noordwestelijk van de westelijkste punt van Walcheren in het Noorden. Aan de oostzijde reikt het rekenrooster tot ongeveer 5 km over de Belgische grens.

De oorsprong van het rekenrooster in M en N coördinaten (1,1) ligt aan de Noordelijke zeezijde van het rekenrooster (zie Figuur 3).

Als grens voor dit rooster is de door de opdrachtgever toegeleverde teenlijn gehanteerd.

Het aantal actieve punten in het nieuwe Westerschelde rekenrooster bedraagt ongeveer 63.000. Het aantal M roosterlijnen bedraagt 319, het aantal N roosterlijnen 509. Het percentage actieve punten is ongeveer 39 %.

3.3.3 Eigenschappen

Orthogonaliteit

Figuur 35 toont de orthogonaliteit van het gehele Westerschelde rekenrooster.

In het algemeen is te zien dat de afwijking van de orthogonaliteit vrijwel overal kleiner is dan 5 graden ($\cos 85^\circ = 0,087$). Incidenteel wordt een waarde van 7,5 graden bereikt.

Resolutie

Figuur 36 toont de resolutie van het Westerschelde rekenrooster.

Te zien is dat de laagste resolutie (dichtheid van punten) van ongeveer 600 meter wordt gevonden aan de Westzijde van het rekenrooster. Vanaf Westelijk van Vlissingen is de resolutie vrijwel overal hoger dan 150 meter.

Met name is te zien dat de resolutie op de droogvallende platen en buiten de geulen laag is. Ter plaatse van het Nauw van Bath (waar de knik in het rekenrooster zich bevindt) is de resolutie het hoogst met een gemiddelde waarde van beneden de 30 meter.

Gladheid

Figuren 37 en 38 geven de gladheid van het rekenrooster in M en N richting aan. Te zien is dat slechts incidenteel de maaswijdte variatie meer dan 10 % bedraagt. Dat is ruimschoots voldoende voor een nauwkeurige simulatie.

Aspect Ratio

Figuur 39 geeft de aspect ratio van het Westerschelde rekenrooster.

Hieruit blijkt dat in grote gebieden de ratio kleiner is dan 2,0. Nabij de Braakmanhaven en bij het Gat van Ossenisse komen incidenteel waarden voor van orde 7,0 tot 10,0. Dit is voldoende voor een nauwkeurige simulatie.

Courant getallen

De Courant getallen voor het Westerschelde model rekenrooster zijn bepaald voor een diepte schematisatie op basis van een door Rijkswaterstaat ter beschikking gesteld recent digitaal dieptebestand van de Westerschelde met een resolutie van 20 meter

In Figuur 40 is een beeld gegeven van de Courant getallen, in MN richting. De Courant getallen in de lengterichting van de mazen (kromlijnige roosters) zijn over het algemeen lager dan die in de breedterichting over het algemeen hoger.

De Courant getallen zijn berekend met een tijdstap van 30 sec. als uitgangspunt. Bij de dieptewaarden is uitgegaan van NAP. Tijdens Hoogwater kan de situatie dus nog een fractie ongunstiger zijn.

Hieronder is een overzicht gegeven van de grootste Courant getallen op de meest kritische punten in het rooster. Weliswaar zijn er punten met grotere diepten, en kleinere mazen, maar gegeven zijn de punten waarop de meest extreme combinatie voorkomt.

Variabele Eenheid	M (-)	N (-)	H (m)	dx (m)	dy (m)	$\alpha(MN)$ (-)	$\alpha(N)$ (-)
Gebied							
Honte (nabij Vlissingen)	58	93	24	31	87	25	15
Bij Borssele	52	150	36	38	110	25	14
Pas van Terneuzen	136	208	53	40	117	28	17
Everingen	60	202	31	41	85	25	17
Zuldergat	155	380	33	39	86	26	18
Nauw van Bath	92	467	24	19	83	33	16

Voor het huidige 100 meter rooster van Scaldis is de meest extreme waarde (die te vinden is bij de grootste waterdiepte), $H = 60$ en met $dx = dy = 100$ volgt hieruit $C_1 = 21$.

Te zien is dat deze waarde slechts in het Nauw van Bath significant wordt overschreden. Dat is mede het gevolg van de in gezamenlijk overleg gekozen verdichting van de Zimmerman geul. Over het algemeen kan echter worden gesteld dat het Courant getal in de hoofdstroomrichting bepalend is voor de nauwkeurigheid van het rekenproces.

Berekeningen met het kromlijnige model met verschillende tijdstappen zullen moeten aantonen of hier een kritische grens wordt overschreden.

Mocht dit het geval zijn, dan zal er nog een lokale aanpassing van het rooster rond het Nauw van Bath moeten plaatsvinden.

3.4 Het zeedelta model rooster

3.4.1 Detailoverwegingen

Een totaaloverzicht van het nieuwe Zeedelta model rekenrooster is gegeven in Figuur 4.

Een overzicht van de naamgeving van de verschillende gebieden is gegeven in Figuur 41.

Er is in het algemeen veel aandacht besteed aan de randen van het model, dat geldt met name voor de land-water grenzen zowel langs de rivieren als in het havengebied van Rotterdam. Aangezien er in werkelijkheid slechts een verouderde gedigitaliseerde land-water-grens voor dit gebied bestond, is er gekozen voor het opnieuw digitaliseren van deze grenzen. Daartoe is gebruik gemaakt van de meest recente topografische detailkaarten 1:25.000 in het gebied van interesse. Van deze detailkaarten is steeds de laagwaterlijn en de dijklijn gedigitaliseerd. Beide lijnen zijn in de detailfiguren weergegeven.

Indien aangenomen wordt dat bij digitalisatie de zijdelingse afwijking kleiner is dan 1 mm, dan is de nauwkeurigheid waarmee deze lijnen zijn weergegeven kleiner dan 25 meter in een richting loodrecht op de grens.

Bij de constructie van het rooster is in eerste instantie uitgegaan van de land/water grens. Het rooster is dan ook waar mogelijk langs deze land/water grens gelegd. Vervolgens is in een later stadium waar mogelijk dit rooster verder aangevuld tot buiten de dijklijn.

De matrix opbouw van het nieuwe Zeedelta rooster is geheel herzien, waardoor in de matrixafbeelding (Zie Figuur 42) nu ook duidelijk de verschillende riviertakken herkenbaar zijn. De grootschalige richtingen van de riviertakken zijn nu zo georiënteerd dat het eenvoudig mogelijk is het rooster op individuele plaatsen aan te passen.

Er is bij de constructie van het rooster gestreefd naar een zo gelijkmatig mogelijke verdeling van de roostercellen over de verschillende riviertakken.

Overigens is in de matrixopbouw ook te zien (b.v. Fig 43 en 44), dat het verder uitbreiden van de schematisaties beperkt wordt door de gecompliceerde matrixopbouw.

Per gebied

De Kuststrook

Voor de Kuststrook is er een 1 op 3 koppeling gemaakt tussen het nieuwe Kuststrook rooster en het nieuwe Zeedelta model rekenrooster. Daardoor zijn de punten uit het Kuststrook model vrijwel overal (b.v. niet in de Nieuwe Waterweg zelf) één op één terug te vinden in het Zeedelta model. Zie ook Figuur 23.

Haringvliet

Bij de Haringvliet en met name bij de Spuisluizen in de monding is veel aandacht besteed aan een goede weergave van elke sluisopening. Daarnaast is gezorgd voor een equidistante verdeling van rekenpunten aan weerszijden van de sluisen, zodat reeds is voldaan aan de voorwaarde voor de "barrier-formulering", nodig om een mogelijke uitbreiding van het model met een derde dimensie ook ter hoogte van de sluisen goed te laten functioneren. Een overzicht van het rooster in de Haringvliet-mond ter hoogte van de spuisluizen is gegeven in Figuur 22.

Aangezien het eiland Tiengemeten in de nabije toekomst zal worden terug gegeven aan de natuur, is dit eiland in het nieuwe Zeedelta rooster geheel uitgevuld met rooster cellen (Zie Figuur 45).

Spui

Bij de monding van het Spui in het Haringvliet is gezorgd voor een zo goed mogelijke aansluiting op zowel de land/water als de dijkgrens. (Zie Figuur 46).

Gezien de lengte en de ligging van het Spui, is het onmogelijk de rivier enkel in M- of in N-richting te schematiseren. Daarom zijn er twee knikken in het Spui rooster aangebracht om het Spui binnen de matrix van het gehele Zeedelta rooster te passen. Zie Figuur 43 voor een matrix weergave van het Spui.

Hollands Diep

Figuur 47 laat de schematisatie van het Hollands Diep, nabij de Moerdijkbrug en de aansluiting op de Dordtsche Kil zien.

Beerkanaal en Hartelkanaal

Het Beerkanaal en het Hartelkanaal zijn beiden opnieuw geschematiseerd, om de weergave binnen de totale matrix van het Zeedelta model te laten passen. Dit stuk rooster is in matrixvorm weergegeven in Figuur 48.

Rozenburgse sluis en Beerdam

Binnen het rooster is rekening gehouden met de mogelijkheid om de Rozenburgse sluis en de Beerdam te verwijderen. Deze stukjes rooster zijn weergegeven in de Figuren 49 en 50 respectievelijk.

Hollandse IJssel

De Hollandse IJssel is uitgevoerd met een knik in de matrix, om het aantal punten in de matrix van het gehele Zeedelta model te reduceren. Daardoor kan de geheugenbelasting van het model, met name tijdens toekomstige 3D applicaties beperkt blijven. Zie Figuur 51 voor een matrix afbeelding van de Hollandse IJssel.

De Rotterdamse Havens

Een matrix afbeelding van het havengebied van Rotterdam is weergegeven in Figuur 44.

3.4.2 Ligging en afmetingen

Het rekenrooster heeft buitenafmetingen van ongeveer 155 km in Oost-West richting en ongeveer 95 km in Noord-Zuid richting. Het rekenrooster reikt aan de zuidzijde tot de Grevelingen dam en aan de noordzijde tot Zandvoort. Het zeegebied heeft afmetingen van 32 km loodrecht op de kust en gemiddeld 80 km evenwijdig aan de kust. Daarvan bevindt zich ongeveer 55 km ten noorden van de monding van de Nieuwe Waterweg en ongeveer 25 km ten zuiden van de monding van de Nieuwe Waterweg.

De oorsprong van het rekenrooster in M en N coördinaten (1,1) ligt aan de Noordelijke zeezijde van het rekenrooster (zie Figuur 4).

Voor de hoogwaterlijn van dit model is in overleg met de opdrachtgever gekozen voor de hoogwaterkering langs de rivieren en voor de land-water grens in de Rotterdamse Havens en omgeving.

Het aantal actieve punten in het nieuwe Zeedelta rekenrooster bedraagt ongeveer 67.000. Dat is inclusief de punten die tussen de hoogwaterkering en de land/water grens liggen. Het aantal M roosterlijnen bedraagt 250, het aantal N roosterlijnen 924. Het percentage actieve punten is ongeveer 29 %. Dat lage percentage actieve punten is een logisch gevolg van de riviermodellering.

3.4.3 Eigenschappen

Orthogonaliteit

Figuur 52 toont de orthogonaliteit van het gehele nieuwe Zeedeltamodel rekenrooster.

In het algemeen is te zien dat de afwijking van de orthogonaliteit vrijwel overal kleiner is dan 5 graden ($\cos 85^\circ = 0,087$). Incidenteel wordt een waarde van 7,5 graden bereikt.

Resolutie

Figuur 53 toont de resolutie van het gehele rekenrooster.

Te zien is dat de resolutie(dichtheid van punten) varieert van ongeveer 600 meter voor de zeezijde tot minder dan 50 meter in individuele punten langs de rivieren. De roosterlijnen zijn met name in het stroomvoerend gedeelte van de rivieren geconcentreerd. Daarnaast is zoveel mogelijk geprobeerd de dichtheid van roosterlijnen in de verschillende riviertakken op gelijk niveau te houden.

Gladheid

Figuren 54 en 55 geven de gladheid van het rekenrooster in M en N richting aan. Te zien is dat slechts incidenteel de maaswijde variatie meer dan 10 % bedraagt. Dat is ruimschoots voldoende voor een nauwkeurige simulatie.

Aspect Ratio

Figuur 56 geeft de aspect ratio van het Zeedelta rekenrooster.

Hieruit blijkt dat in grote gebieden de ratio kleiner is dan 2,0. In de Noord en in de Bergse Maas komen incidenteel waarden voor van orde 7,0 tot 10,0. Dit is voldoende voor een nauwkeurige simulatie.

Courant getallen

De Courant getallen voor het Zeedelta model rekenrooster zijn nog niet bepaald, aangezien nog geen dieptebestand voor het hele gebied van interesse voorhanden was.

4 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Op basis van de gegenereerde rekenroosters, kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken:

- Alle gegenereerde roosters voldoen aan de gestelde eisen met betrekking tot orthogonaliteit, resolutie, gladheid en aspect ratio.
- De gegenereerde roosters sluiten allen met een factor 1 op 3 op elkaar aan, zodat nesten eenvoudig mogelijk is.
- Alle gegenereerde roosters hebben dezelfde M en N oriëntatie.

t.a.v. Het Zuidelijke Noordzee model:

- Het gegenereerde rooster voor het Zuidelijke Noordzee model vormt een robuuste koppeling tussen het Continental Shelf Model enerzijds en het Kuststrook model anderzijds.
- Het gegenereerde Zuidelijke Noordzee rooster heeft een evenwichtig verdeelde hoge resolutie in het Nederlandse deel van de Noordzee.

t.a.v. Het nieuwe Kuststrook model:

- Het nieuwe Kuststrook model rekenrooster vormt een robuuste koppeling tussen het Zuidelijk Noordzee model enerzijds en daarin geneste detailmodellen anderzijds.
- Het gegenereerde rooster sluit precies aan op de stormvloedkering in de Oosterschelde. Op deze wijze kan met een verdichting van een factor 3 de stormvloedkering in het rooster worden opgenomen.
- Het gegenereerde rooster vertoont het gewenste gladde verloop langs de buitenrand. Extreme verdichtingen zoals gewenst in de monding van de Nieuwe Waterweg, de Haringvlietmond en Ooster- en Westerschelde, waaleren netjes uit naar de buitenrand van het model.

t.a.v. Het nieuwe Westerschelde model:

- Het gegenereerde rooster vertoont de gewenste verdichting in de belangrijke geulen en de gewenste verdunning op de platen.
- Het gegenereerde rooster sluit nauwkeurig aan op het bestaande rooster van het Belgische riviergedeelte van de Schelde (de Zeeschelde).

t.a.v. Het nieuwe Zeedelta model:

- Nabij de Haringvlietsluizen zijn de cellen equidistant gemaakt in beide richtingen, zodat de uitbreiding naar 3D met een "barrier-formulering" eenvoudig te verwezenlijken is. Bovendien zijn individuele roosterpunten op de pijlers geplaatst.
- Het gegenereerde rooster voor het Zeedeltamodel vormt een robuuste koppeling tussen de Zeemodellen enerzijds en de Riviermodellen anderzijds.

- Het gegenereerde Zeedelta rooster heeft een evenwichtig verdeelde hoge resolutie in het Landwaartse deel. Het gegenereerde rooster vertoont het gewenste gladde verloop langs de buitenrand.

Aanbevelingen

Voor het Zuidelijke Noordzee model geldt de volgende aanbeveling:

Een tekortkoming van een kromlijng model is dat er wordt gerekend met één Coriolis waarde voor het hele model. Voor modellen welke een klein oppervlak representeren is dat een acceptabele benadering (weinig variatie in Coriolis), voor een model op de schaal van de Zuidelijke Noordzee begint dit echter een rol van betekenis te spelen.

Om dit probleem te kunnen oplossen zou kunnen worden gekozen voor een nieuwe optie in WAQUA/TRIWAQ in SIMONA waarbij een extern Coriolis veld kan worden toegeleverd. De procedure hierbij zou dan als volgt kunnen zijn:

- vertaal de kromlijng rooster coördinaten naar geografische coördinaten,
- bepaal voor elk punt van het kromlijng rooster de Coriolis waarde,
- lever dit veld als extern Coriolis veld aan de berekening toe.

Op deze wijze zijn de voordelen van een bolcoördinaten model (variabele Coriolis) gecombineerd met de voordelen van een kromlijng model (meer detail in Interesse gebied).

Inmiddels is een dergelijke optie voor WAQUA/TRIWAQ in SIMONA reeds geïmplementeerd en worden er testen mee gedraaid.

Referenties

Alkyon, 1997, *Roostergeneratie Westerschelde Kuststrook en Zuidelijke Noordzee. Deel I: Roostergeneratie Westerschelde*, A100R1, Februari 1997.

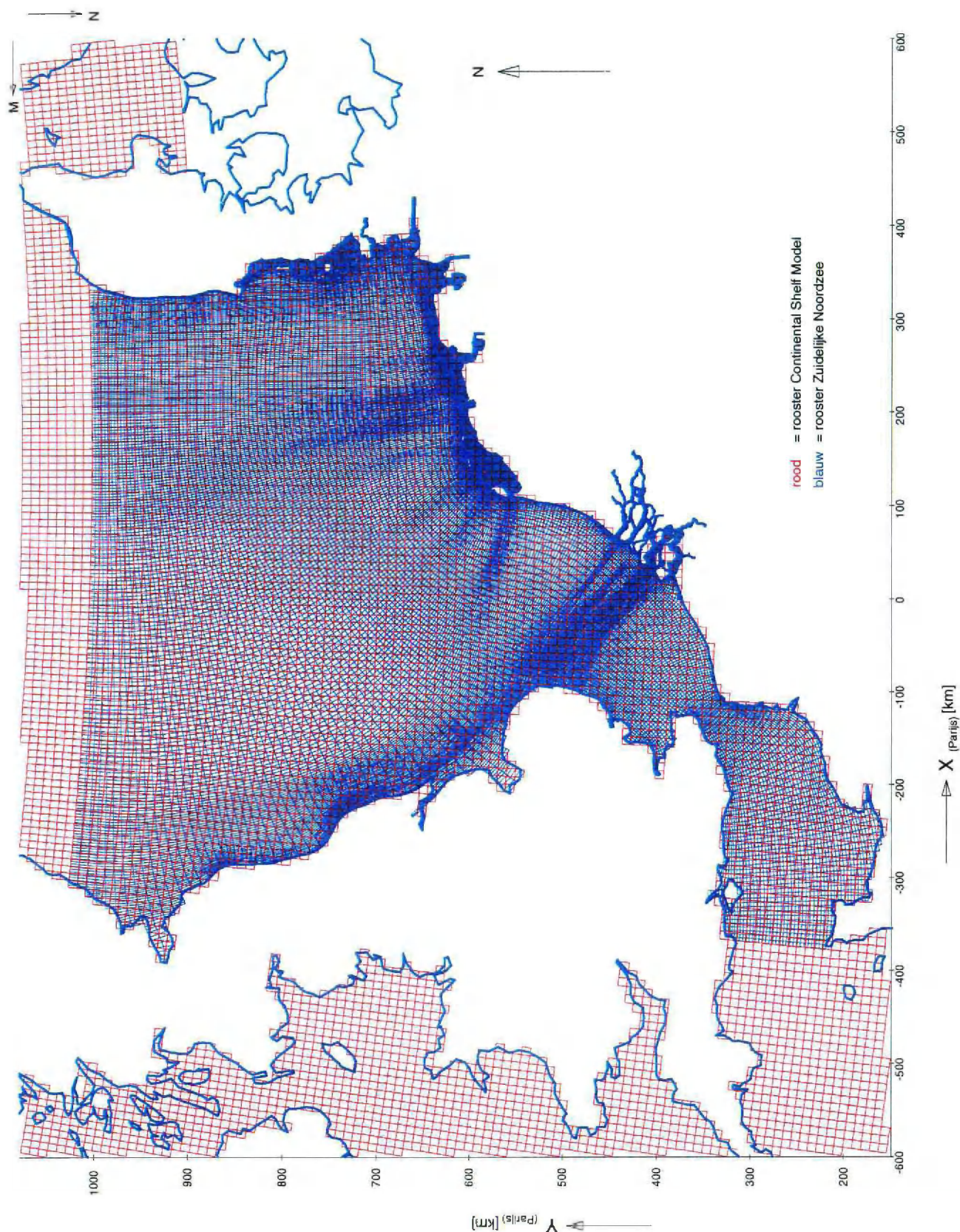
Alkyon, 1997, *Roostergeneratie Westerschelde Kuststrook en Zuidelijke Noordzee. Deel II: Redesign Kuststrook model rooster*, A100R2, April 1997.

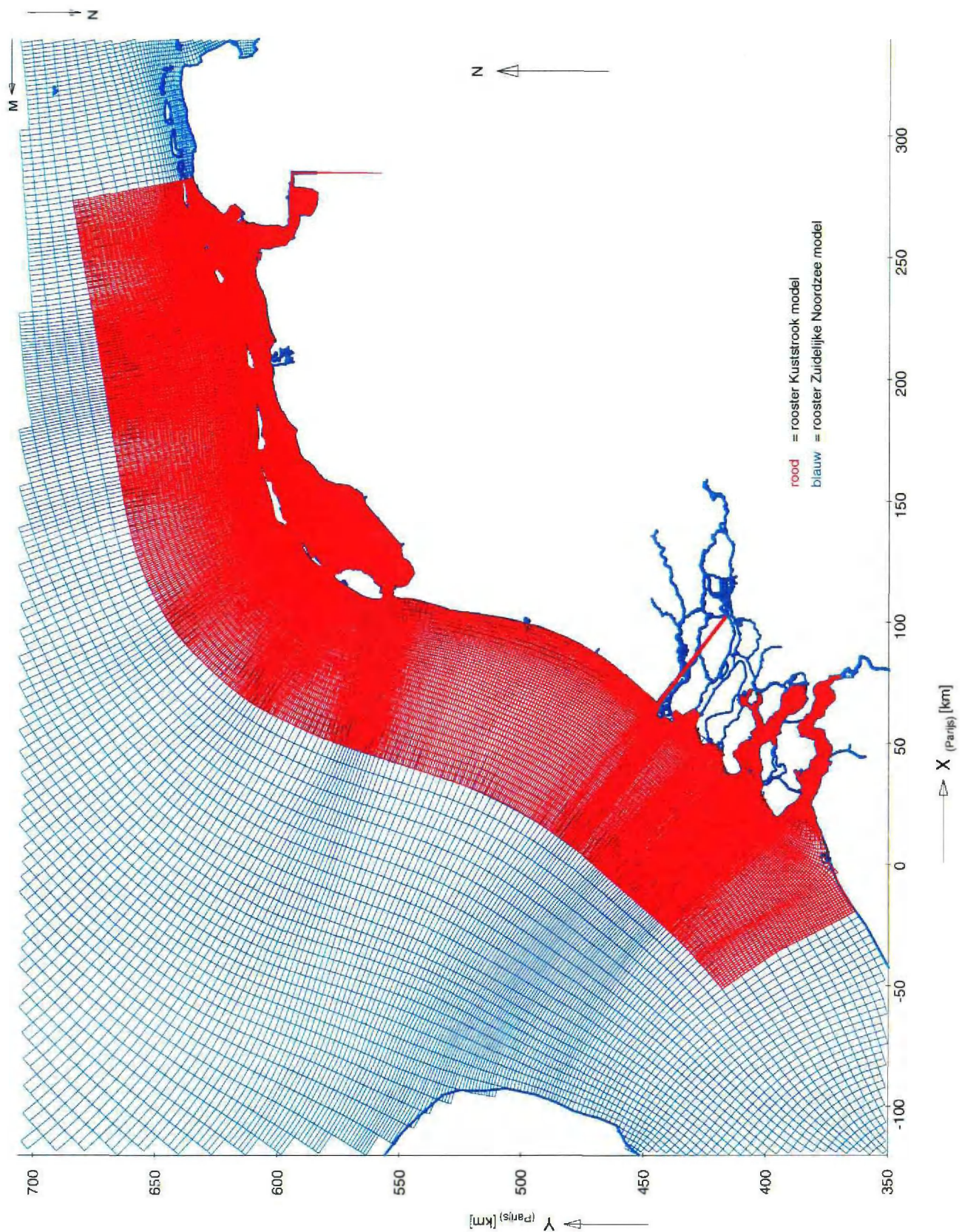
Alkyon, 1997, *Roostergeneratie Westerschelde Kuststrook, Zeedelta en Zuidelijke Noordzee. Deel III: Redesign Zeedeltamodel rooster*, A100R3, September 1997.

Alkyon, 1997, *Roostergeneratie Westerschelde Kuststrook, Zeedelta en Zuidelijke Noordzee. Deel IV Roostergeneratie Zuidelijke Noordzee model*, A100R4, Oktober 1997.

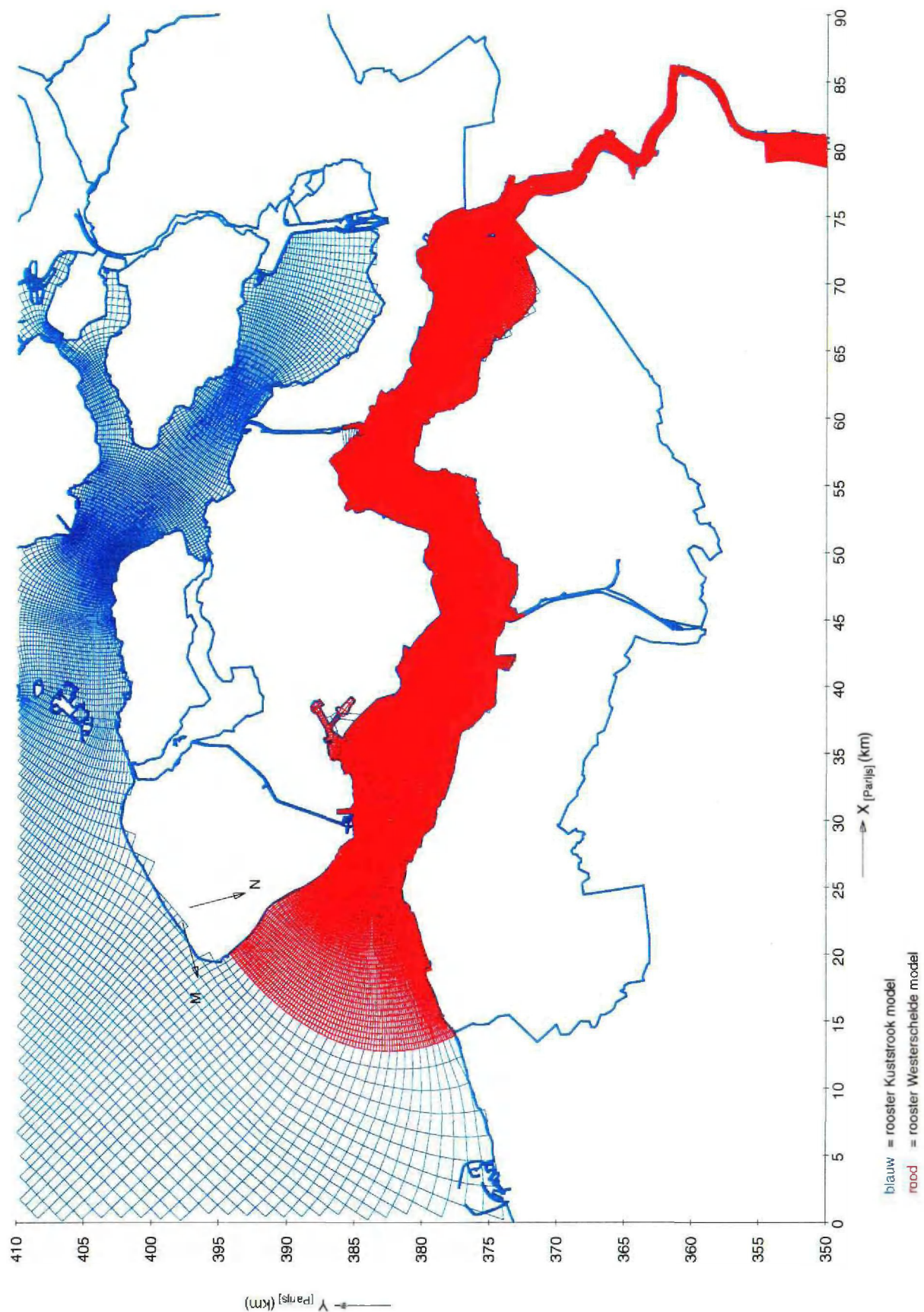
RIKZ, 1995, *Zeedelta-Model*, RIKZ/OS-95.110X, Februari 1995.

RIKZ, 1996, *Uitbreiding KUSTSTROOK-model, fase 1*, RIKZ/OS-96.138X, November 1996.

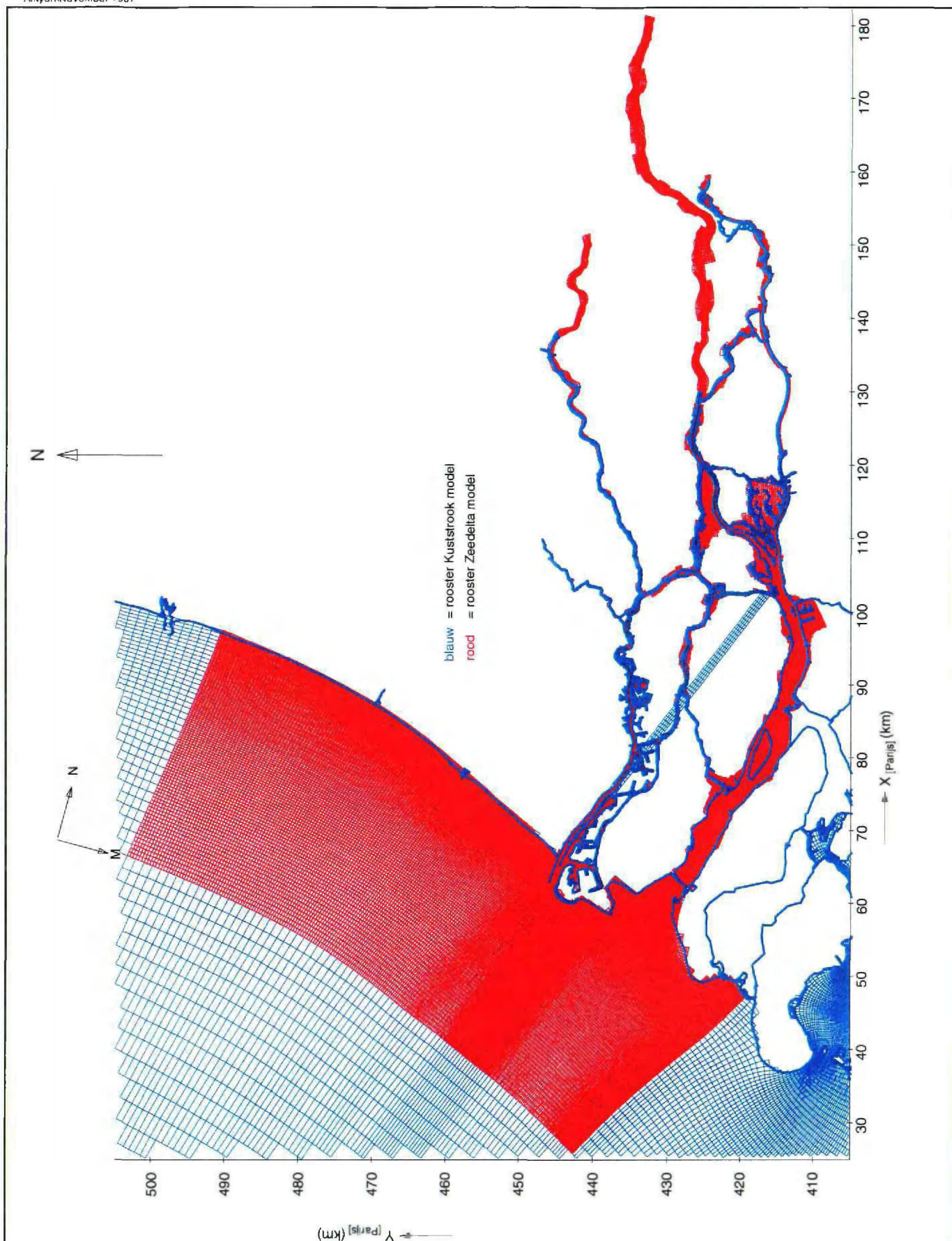




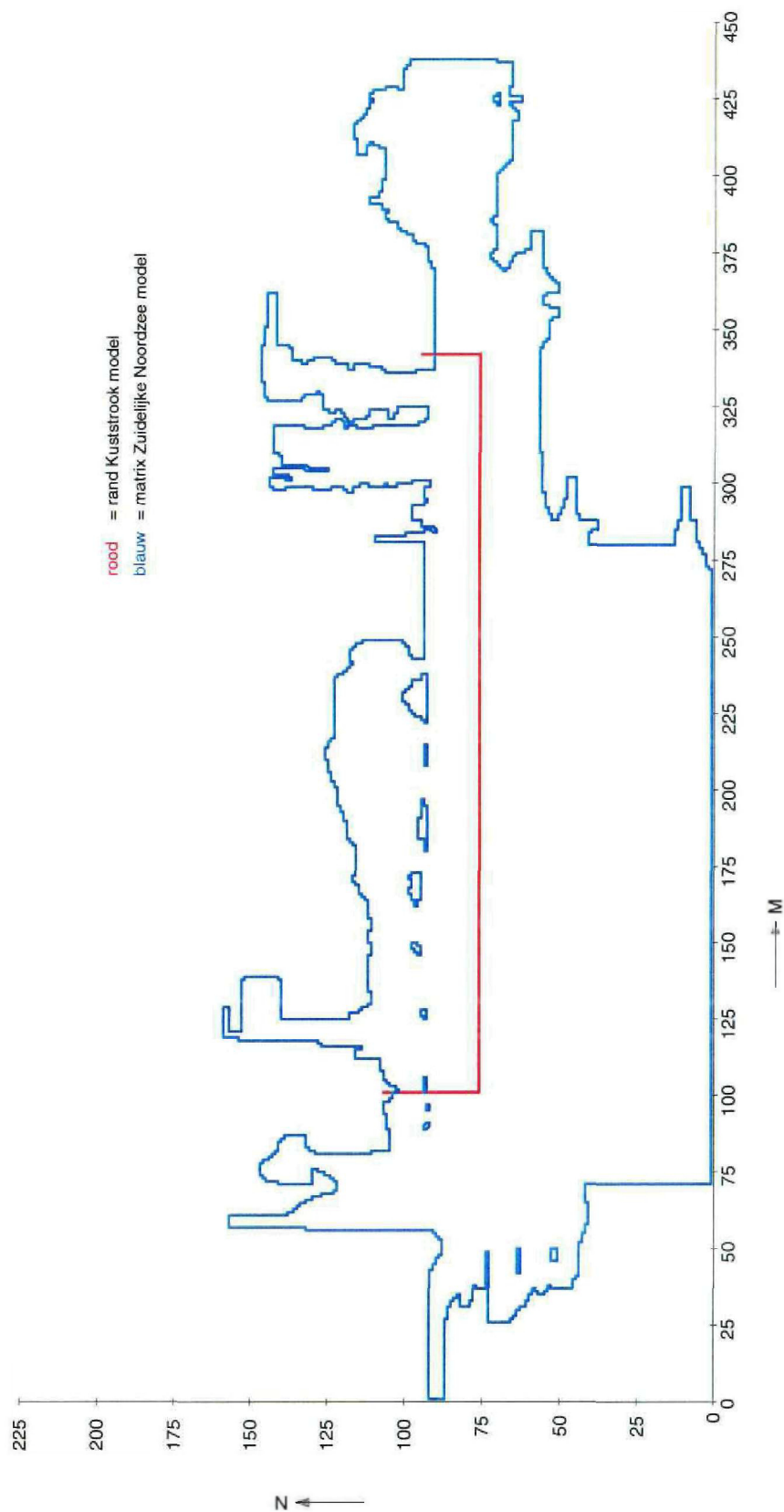
Model Zuidelijke Noordzee
Aansluiting roosters Zuidelijke Noordzee- en Kuststrook model



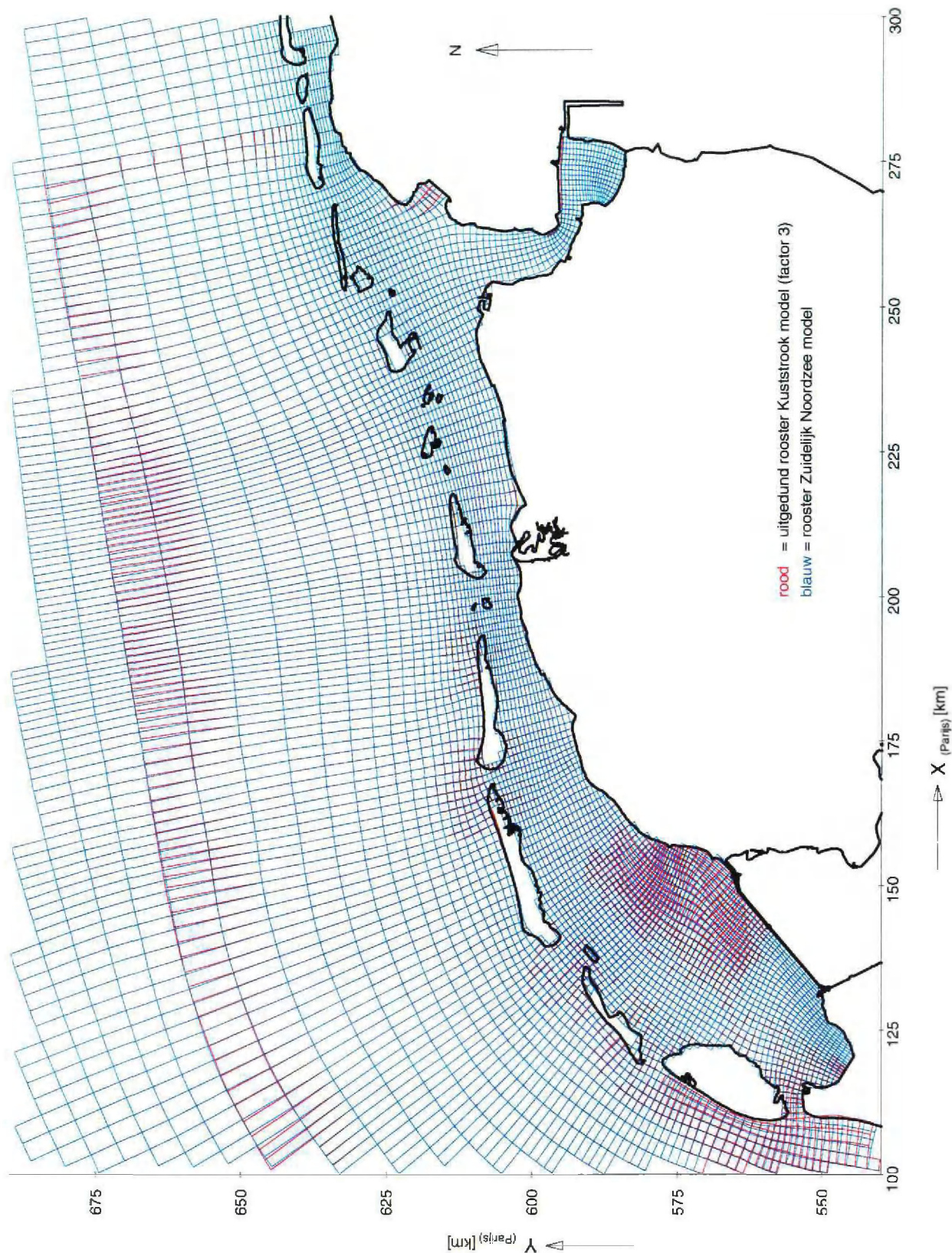
Model Westerschelde
Aansluiting roosters Kuststrook model en Westerschelde model



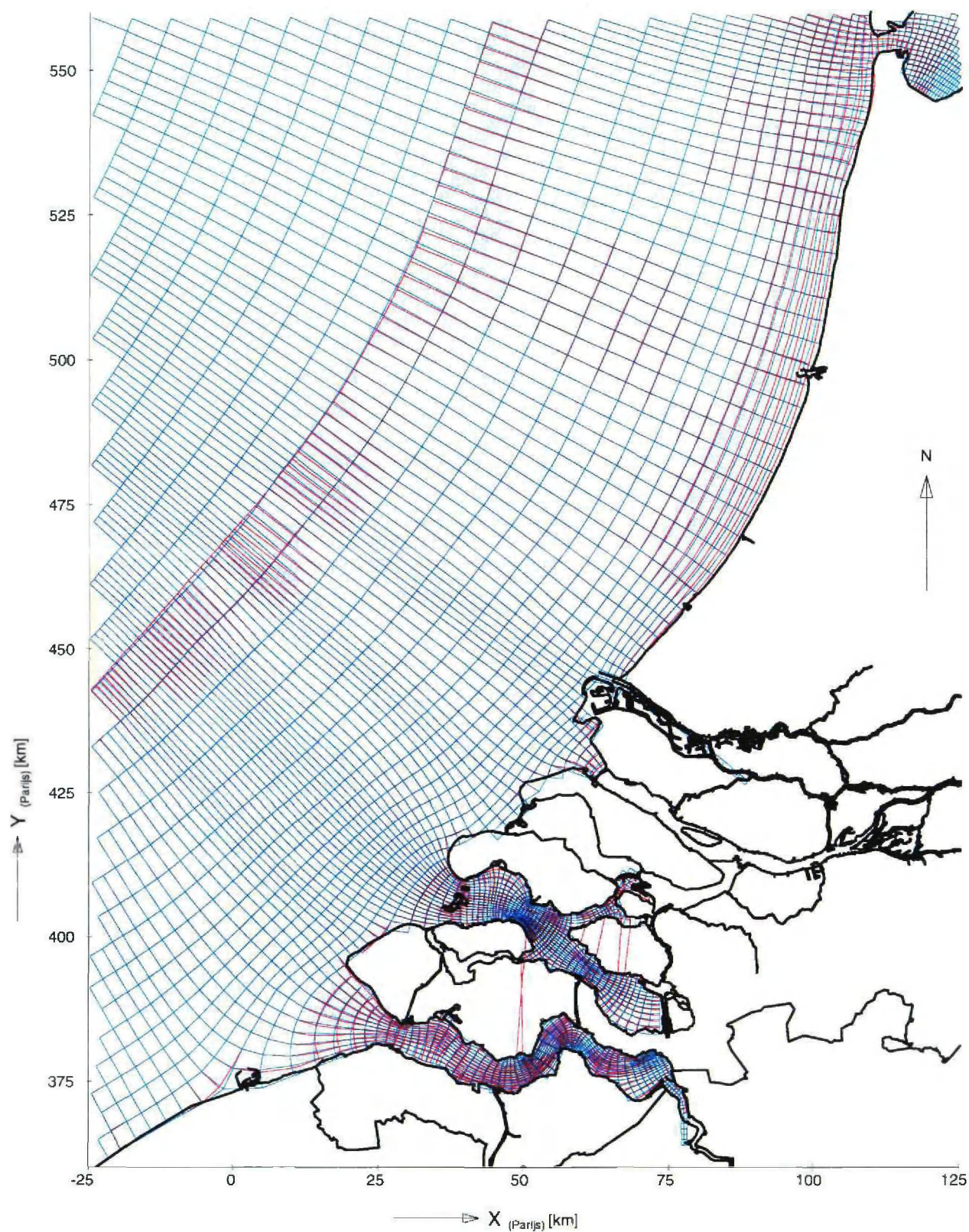
Model Zeedelta
Aansluiting roosters Kuststrook model en Zeedelta model



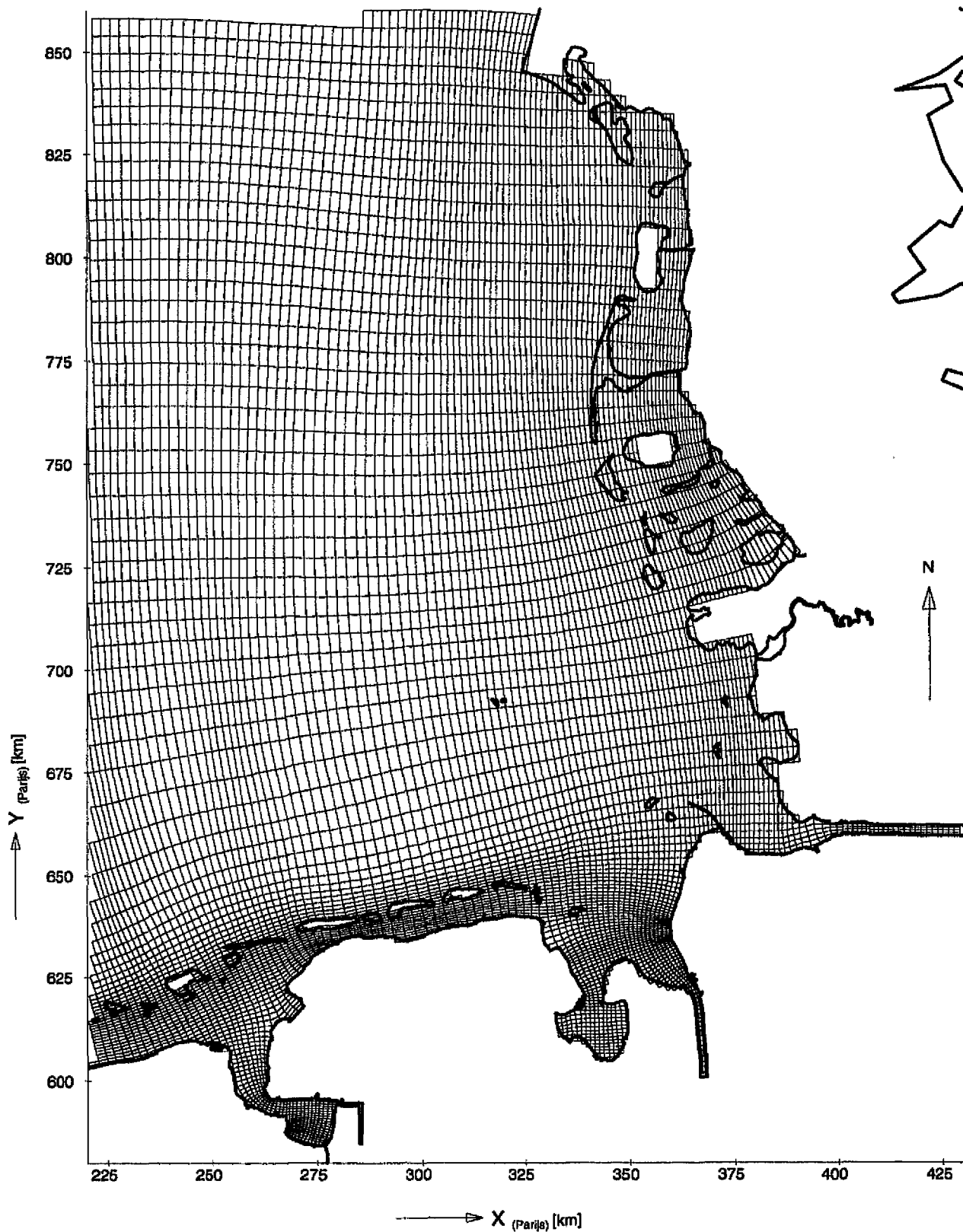
Model Zuidelijke Noordzee
Rekenrooster, matrixopbouw



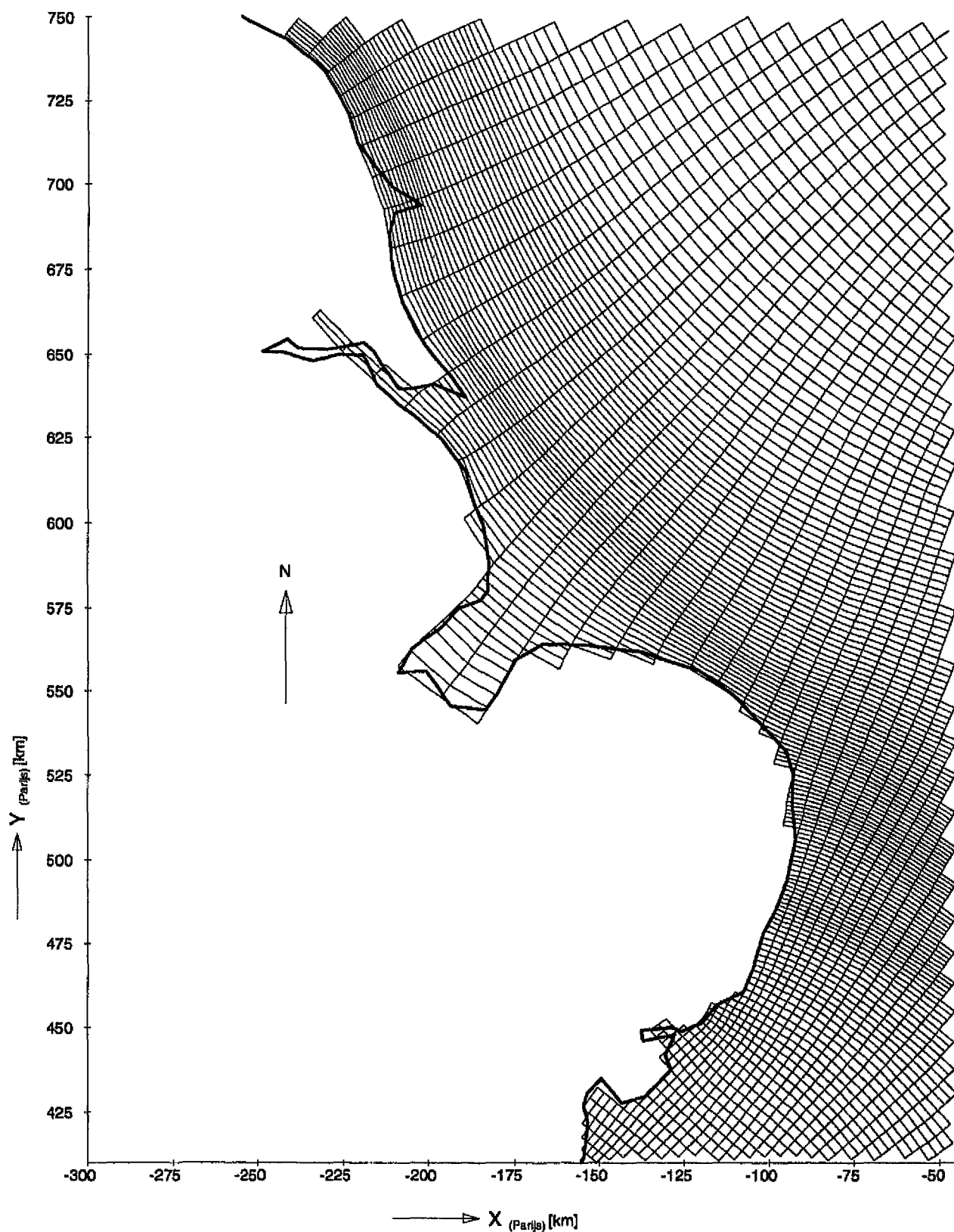
Model Zuidelijke Noordzee
Rekenrooster, gedeelte Waddenzee



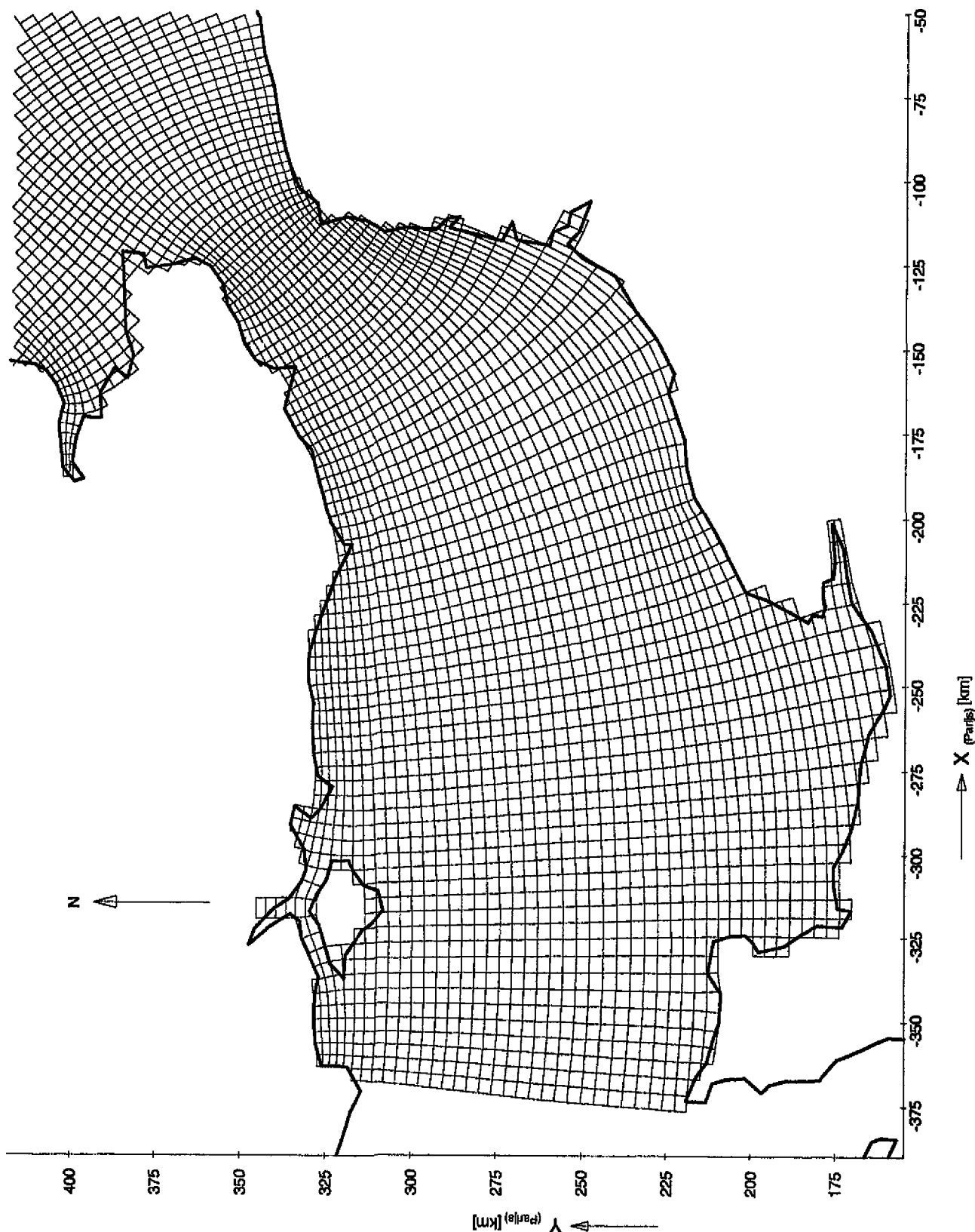
Model Zuidelijke Noordzee
Rekenrooster, gedeelte Hollandse kust en Scheldes



Model Zuidelijke Noordzee
Rekenrooster, gedeelte Duitse Bocht



Model Zuidelijke Noordzee
 Rekenrooster, gedeelte Engelse oostkust

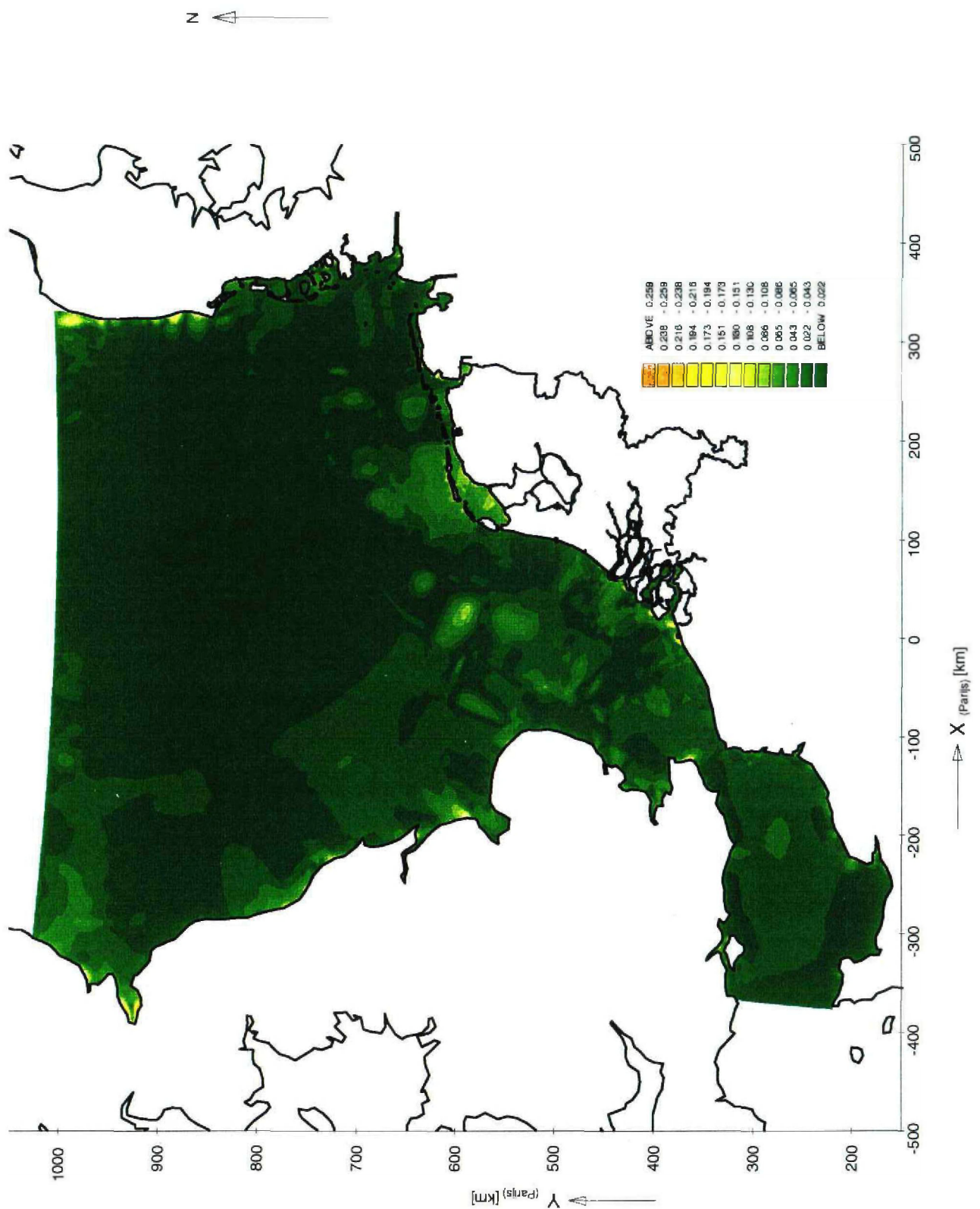


Model Zuidelijke Noordzee
Rekenrooster, gedeelte Kanaal

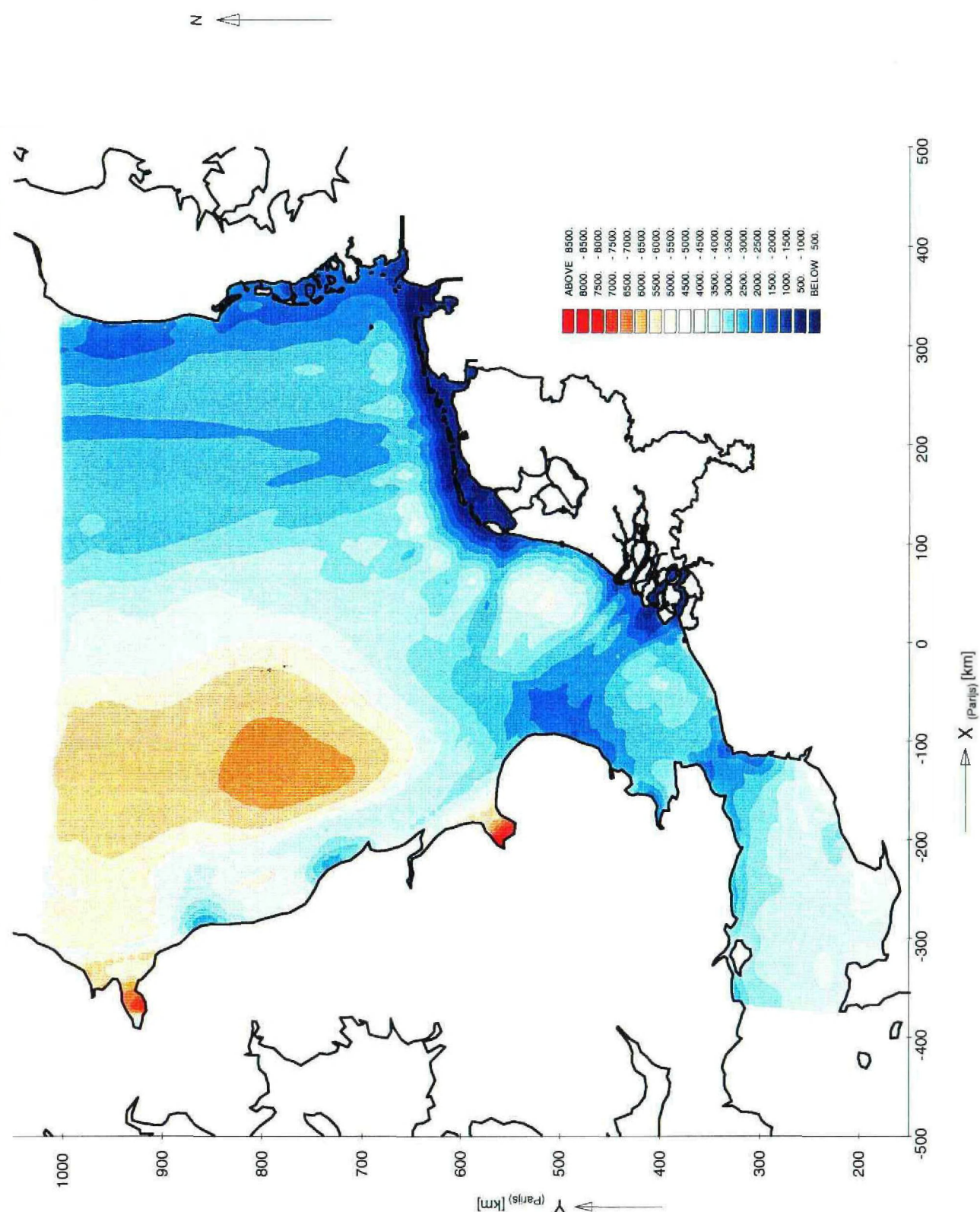
RIJKSWATERSTAAT/RIKZ

A100

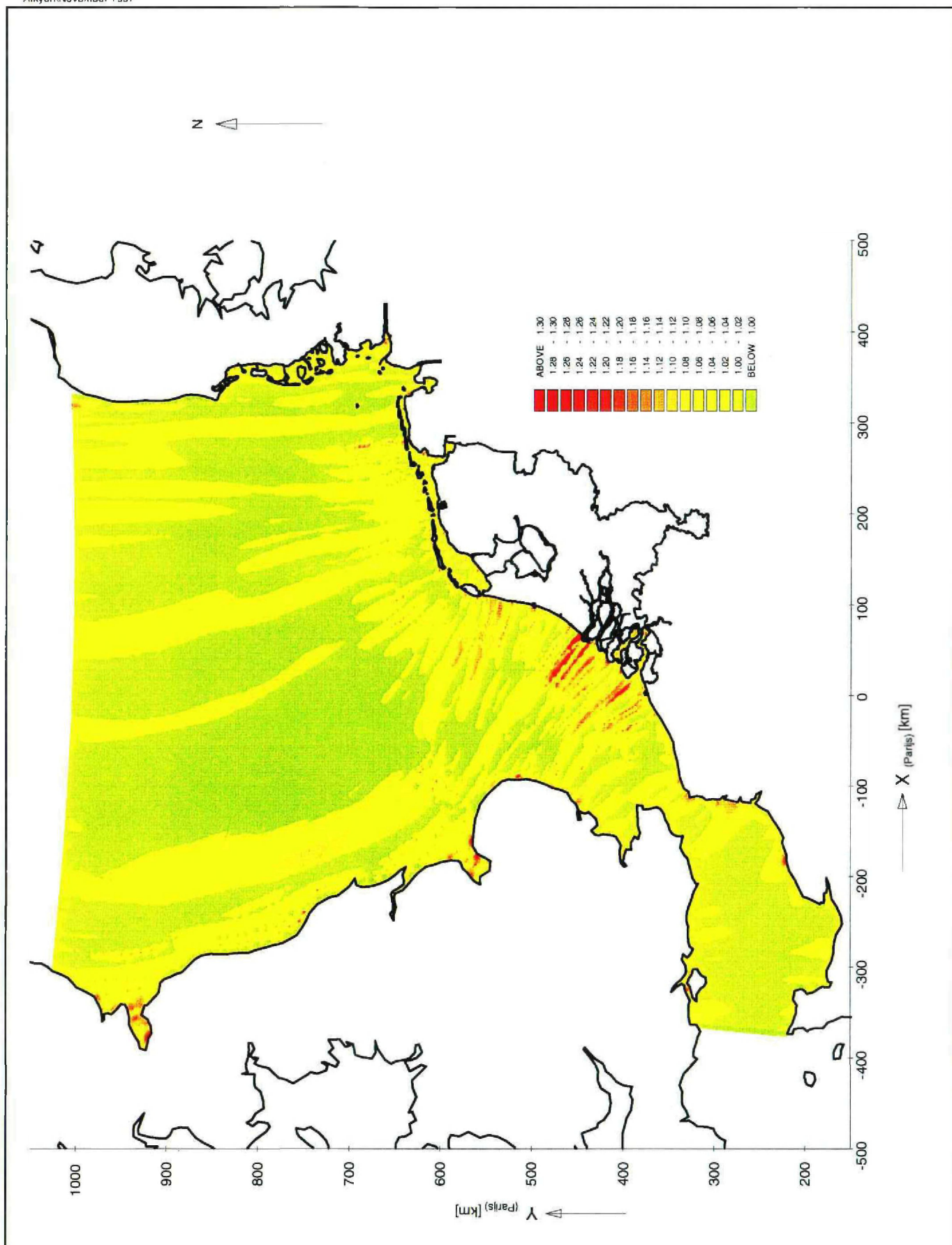
Fig. 10

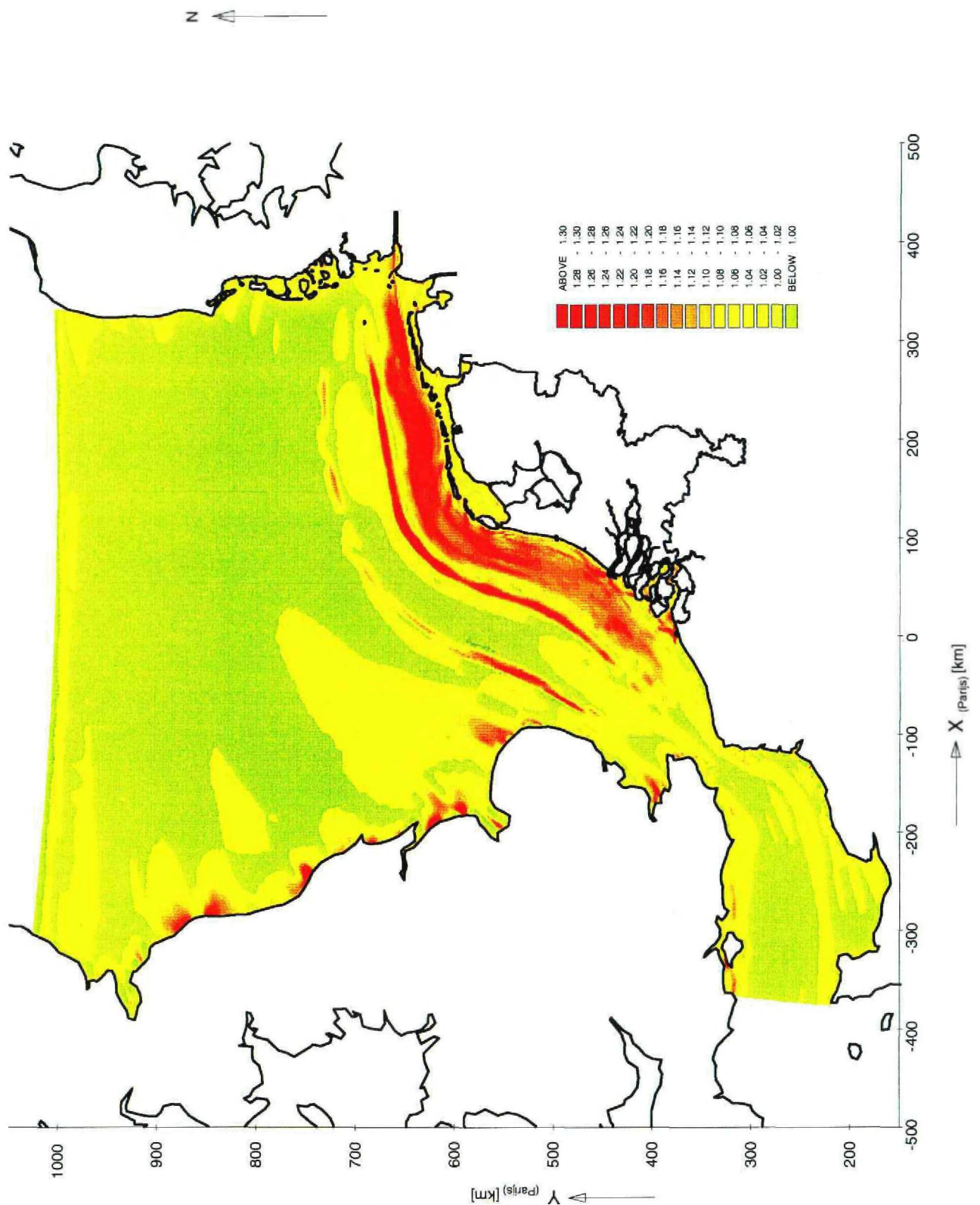


Model Zuidelijke Noordzee
Orthogonaliteit van het rekenrooster

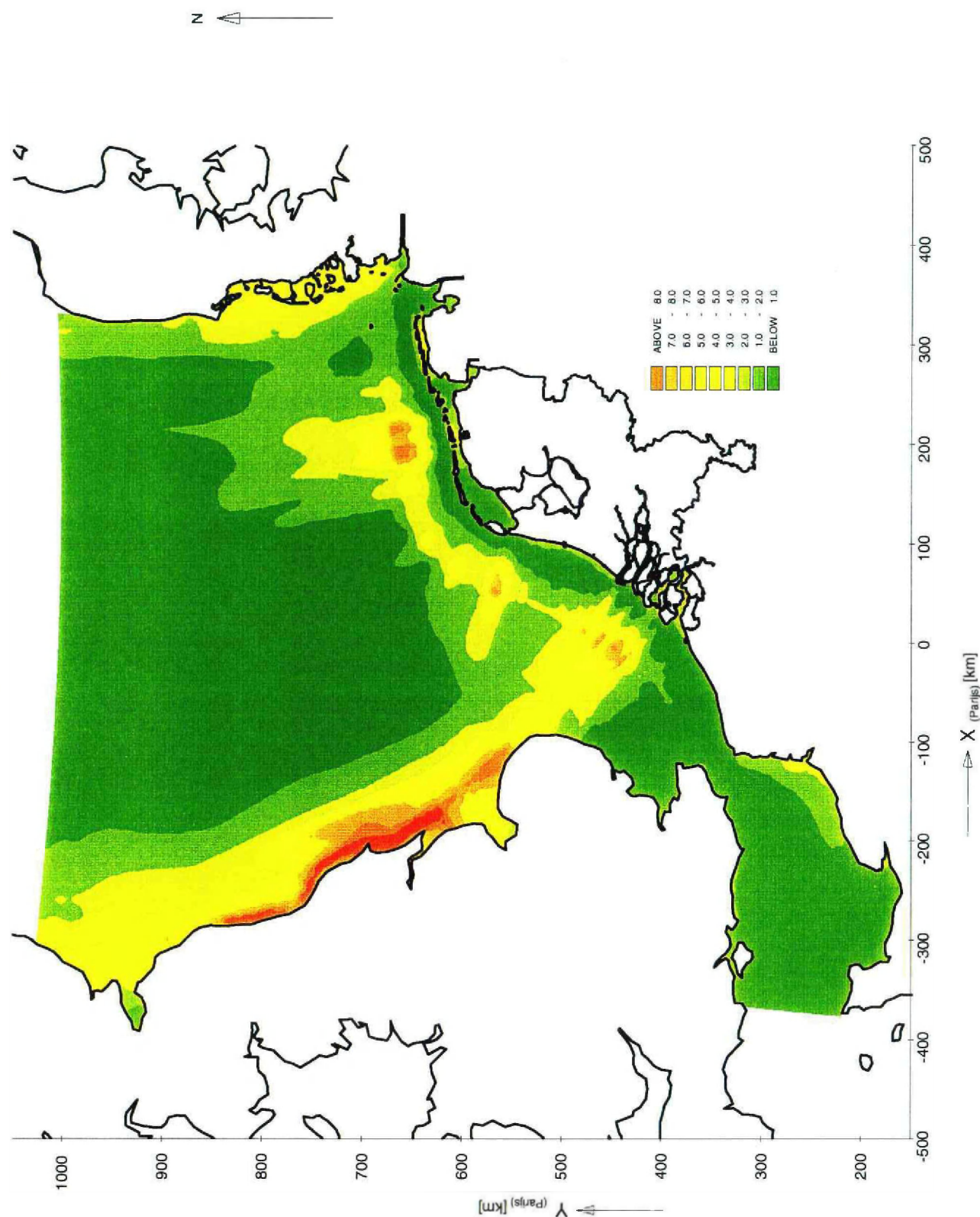


Model Zuidelijke Noordzee
Resolutie van het rekenrooster

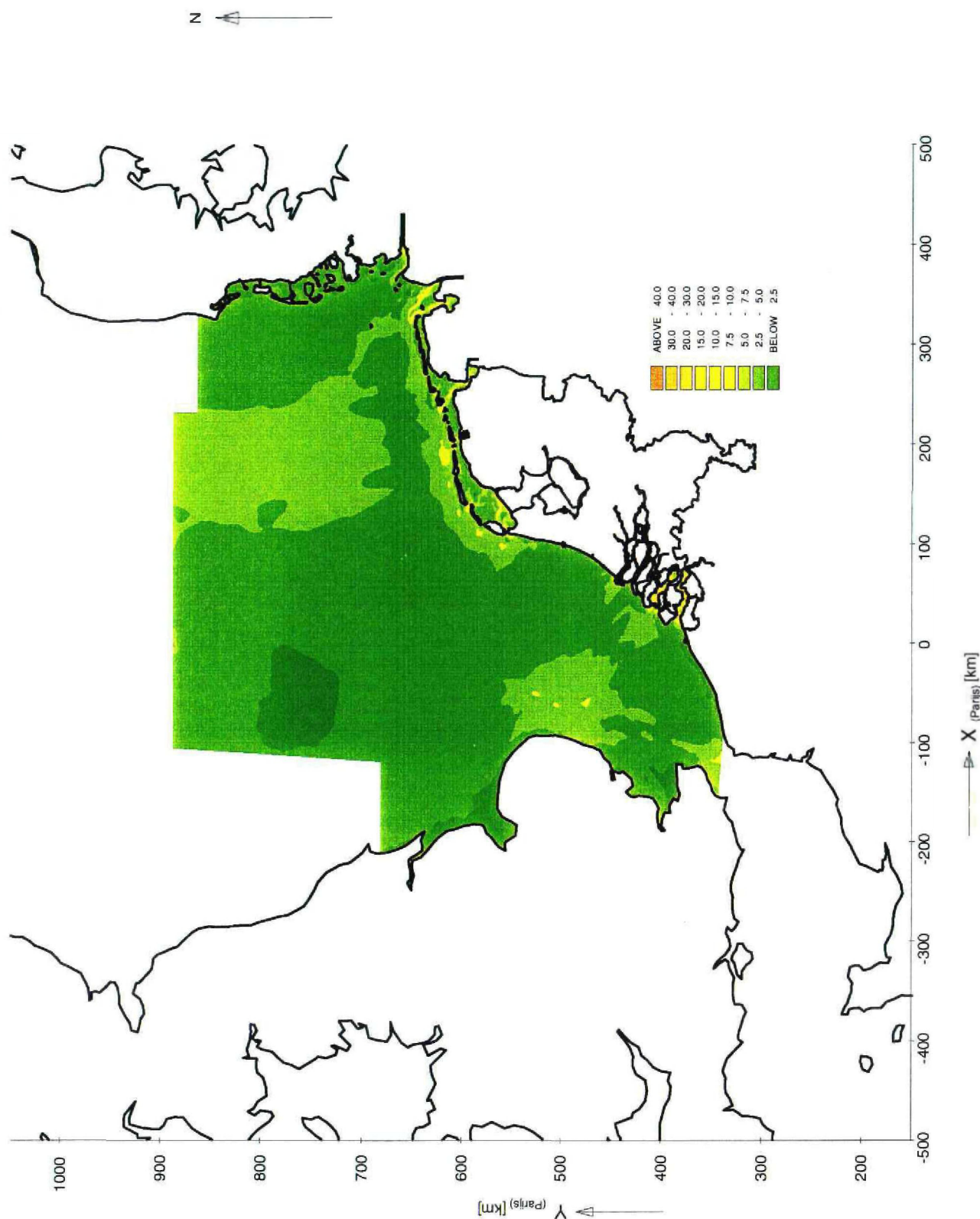




Model Zuidelijke Noordzee
Gladheid in N-richting van het rekenrooster



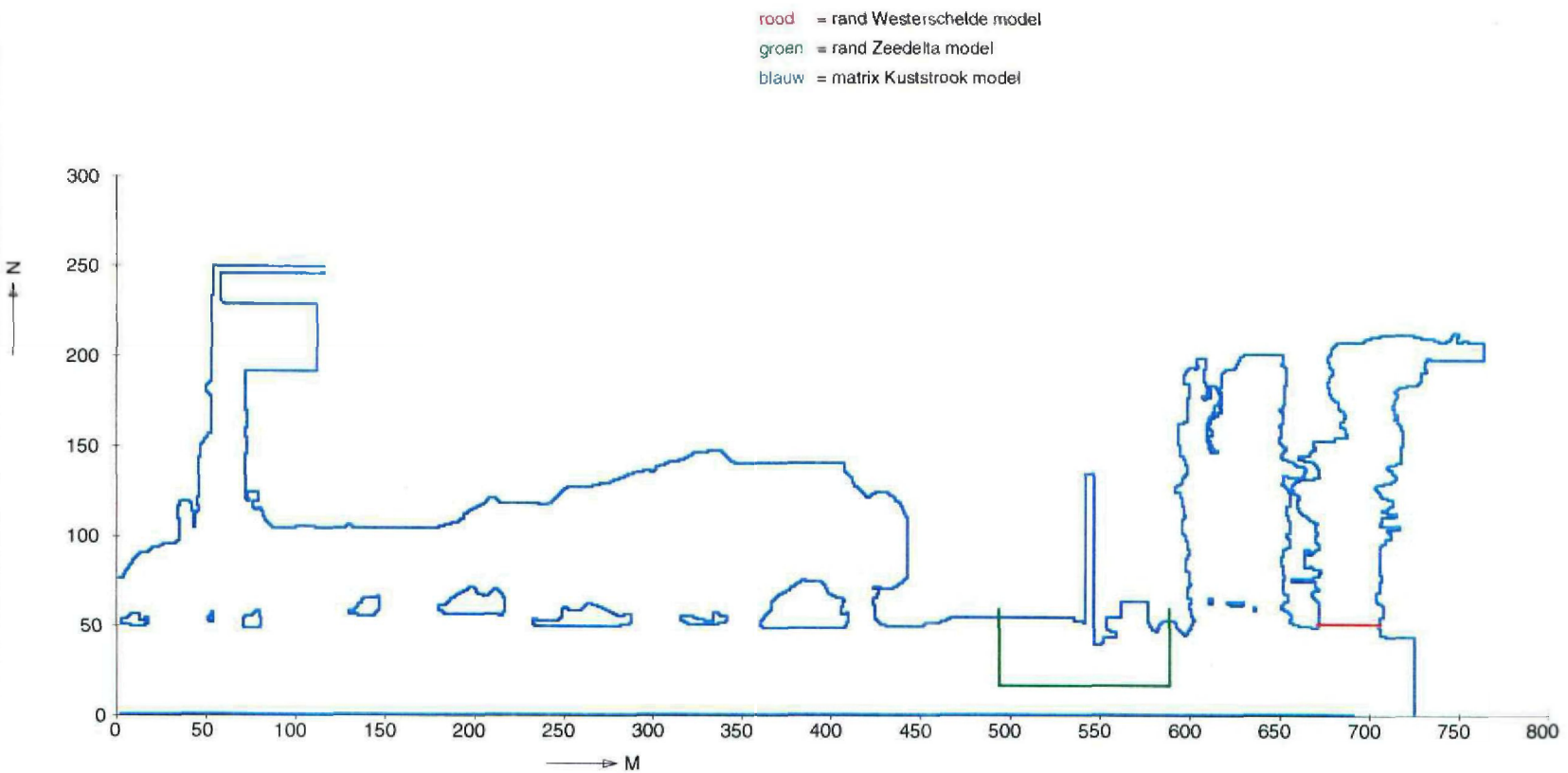
Model Zuidelijke Noordzee
Aspect ratio van het rekenrooster



Model Zuidelijke Noordzee
Courant getallen van het rekenrooster

delta t = 5 min.

Kuststrook model Overzicht naamgeving gebieden		
RIJKSWATERSTAAT/RIKZ	A100	Fig. 17

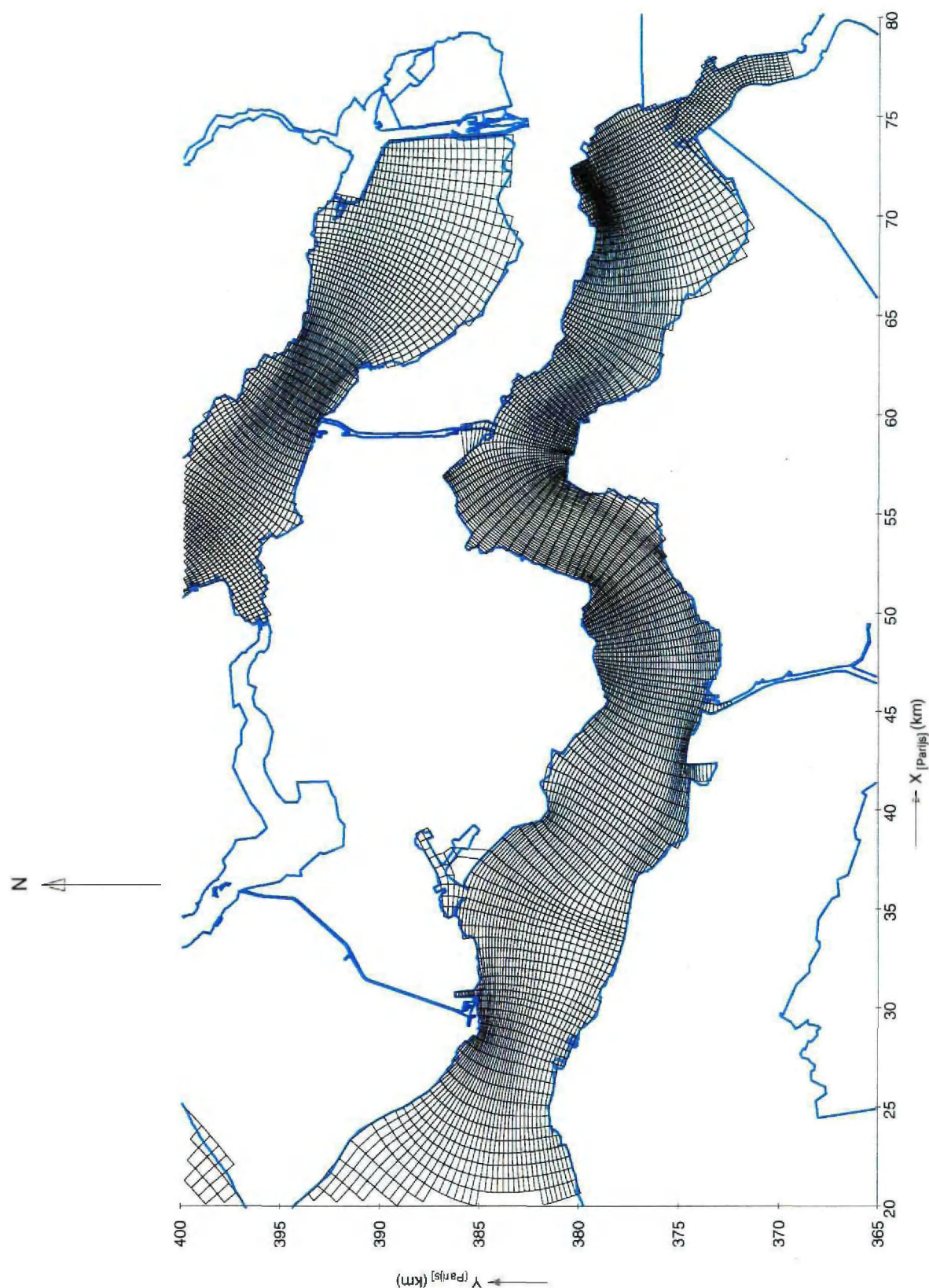


Kuststrook model
 Matrixopbouw rekenrooster

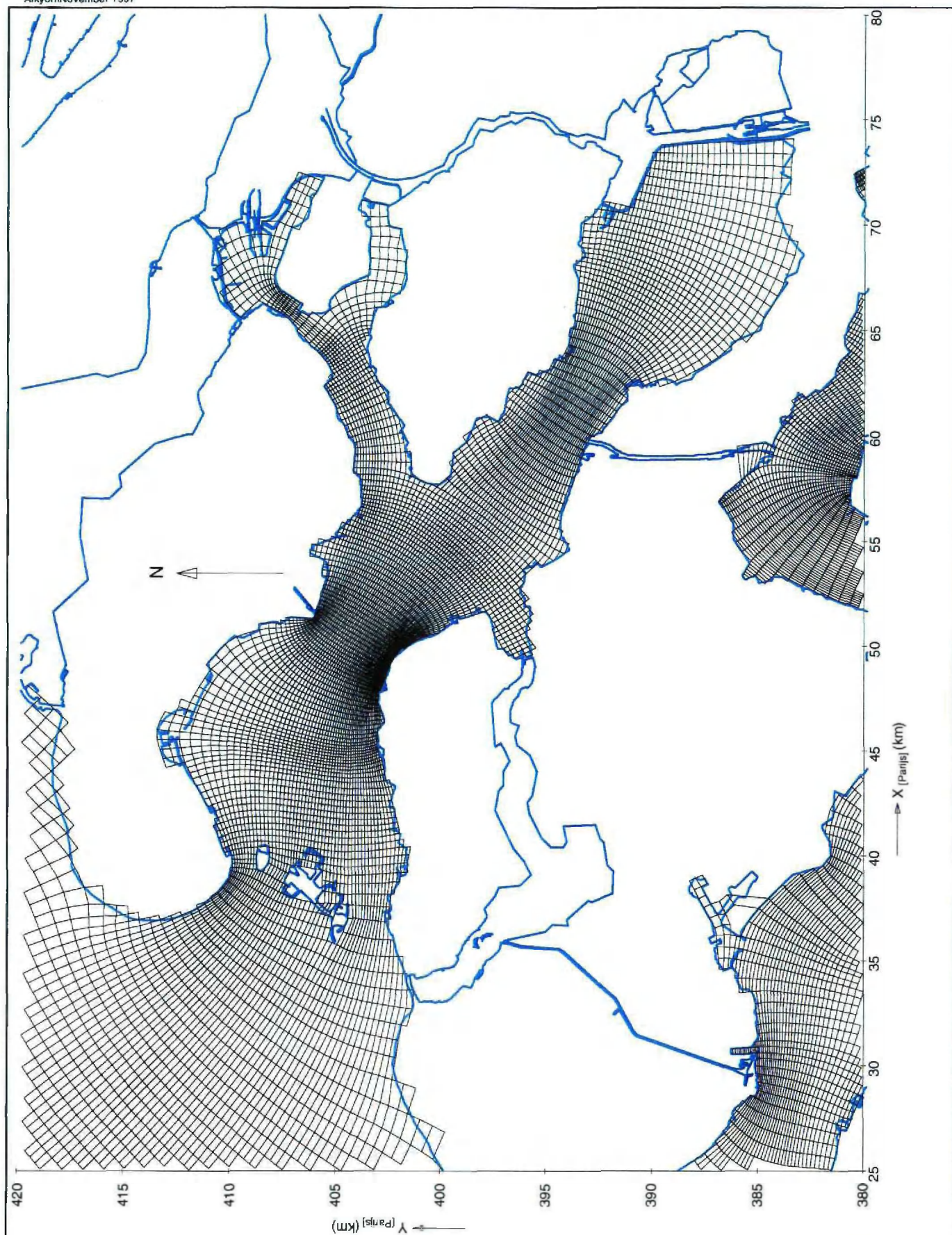
RIJKSWATERSTAAT/RIKZ

A100

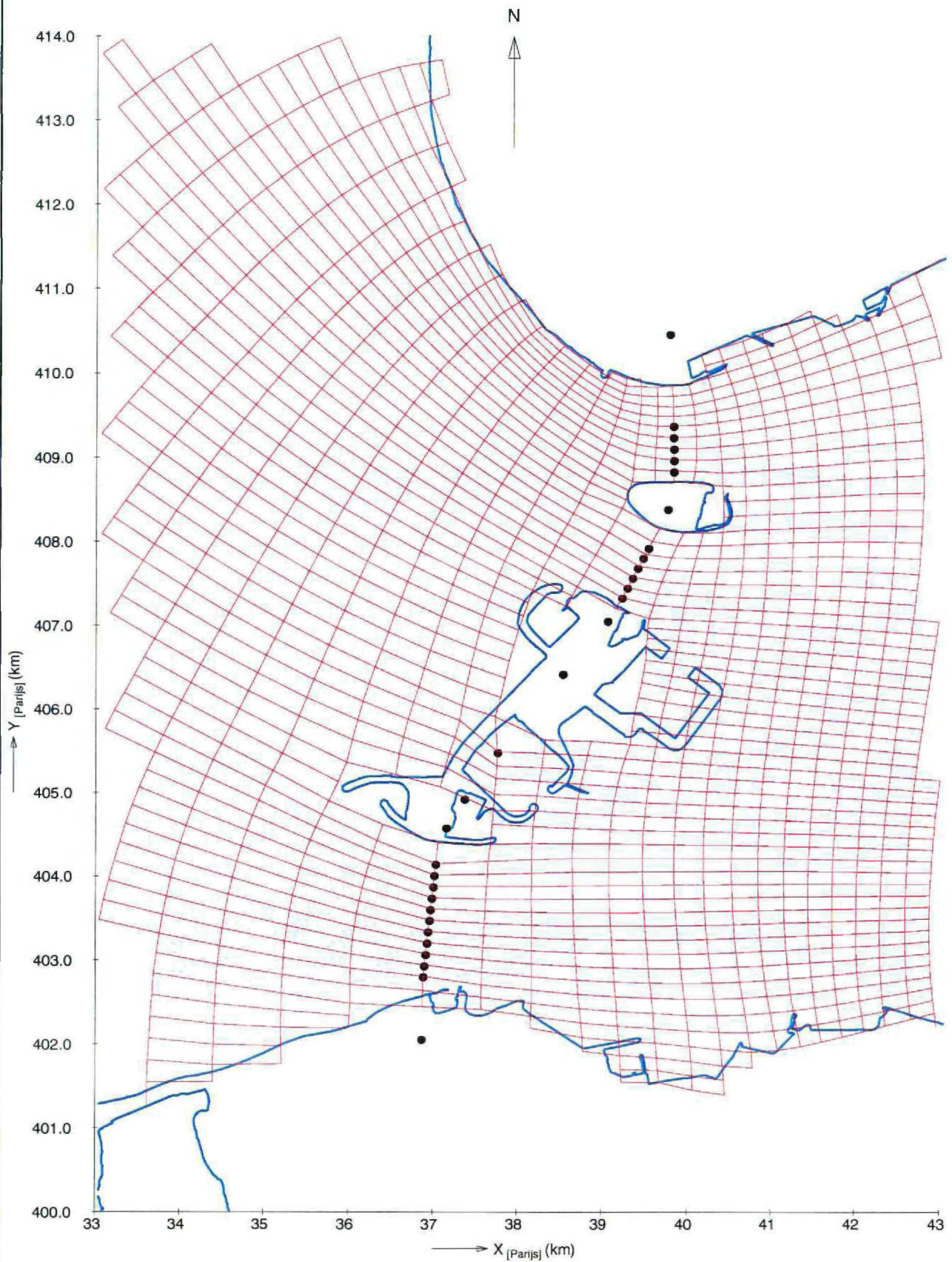
Fig. 18



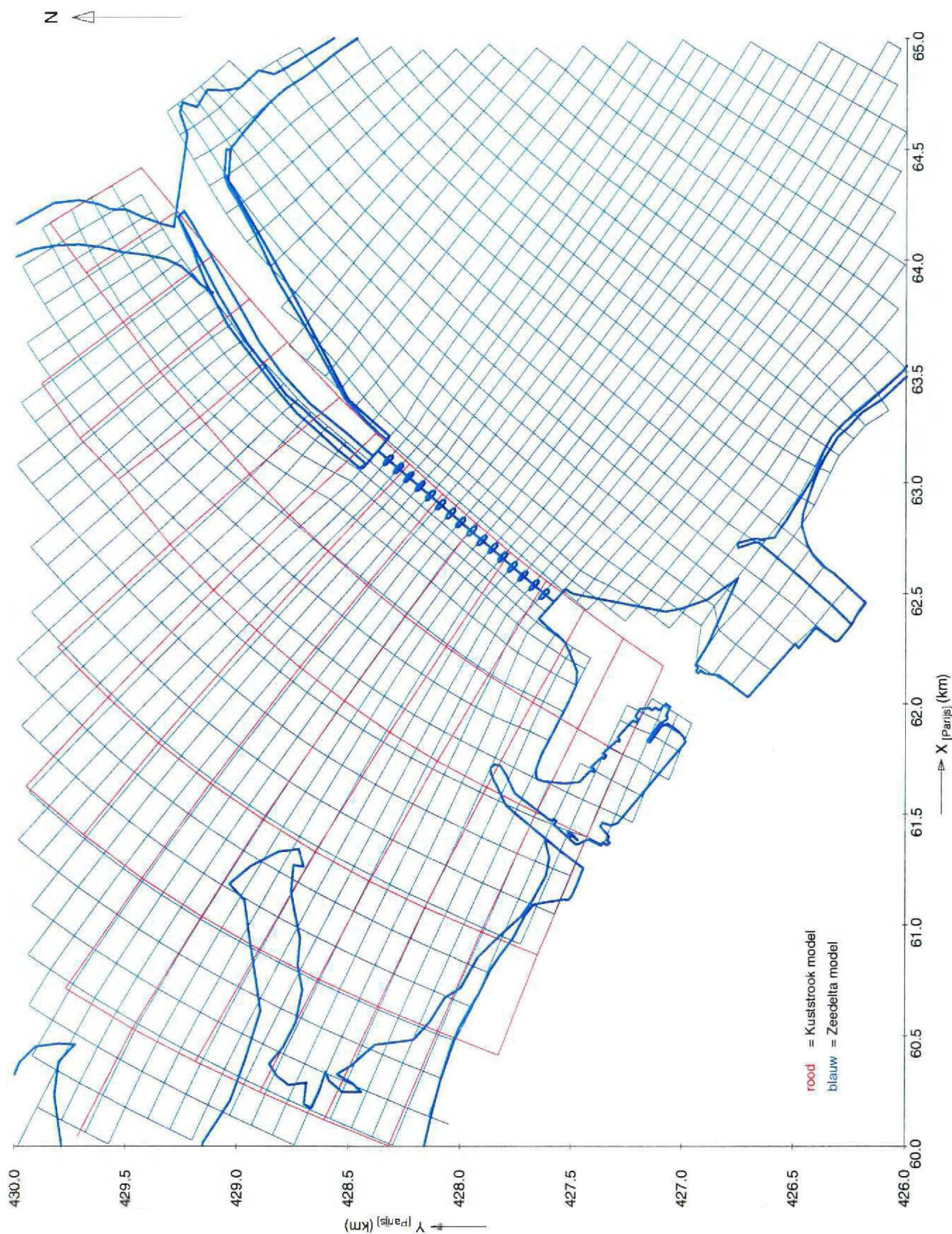
Kuststrook model
Rekenrooster, detail Westerschelde



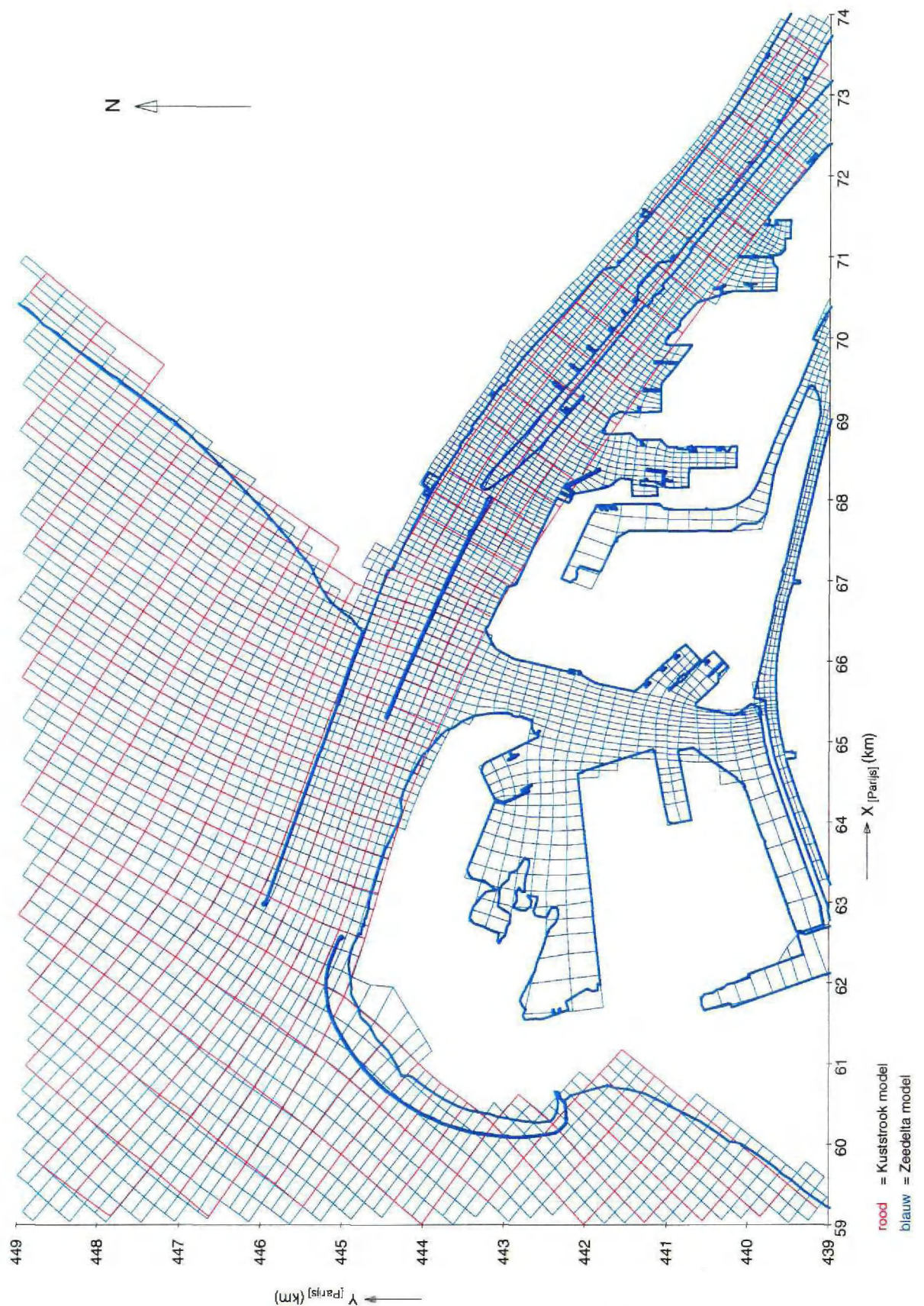
Kuststrook model
Rekenrooster, detail Oosterschelde



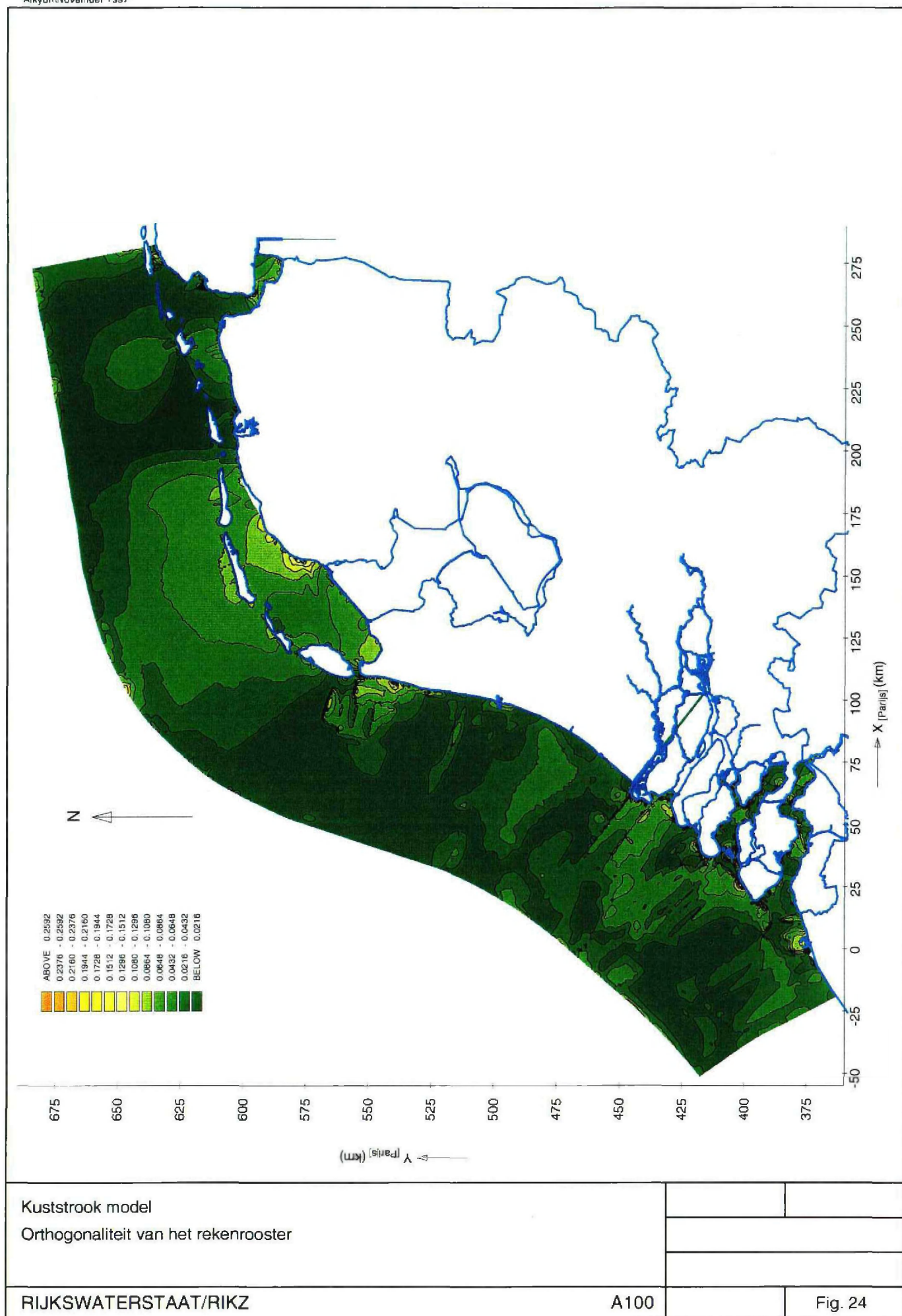
Kuststrook model
 Rekenrooster, detail aansluiting stormvloedkering Oosterschelde

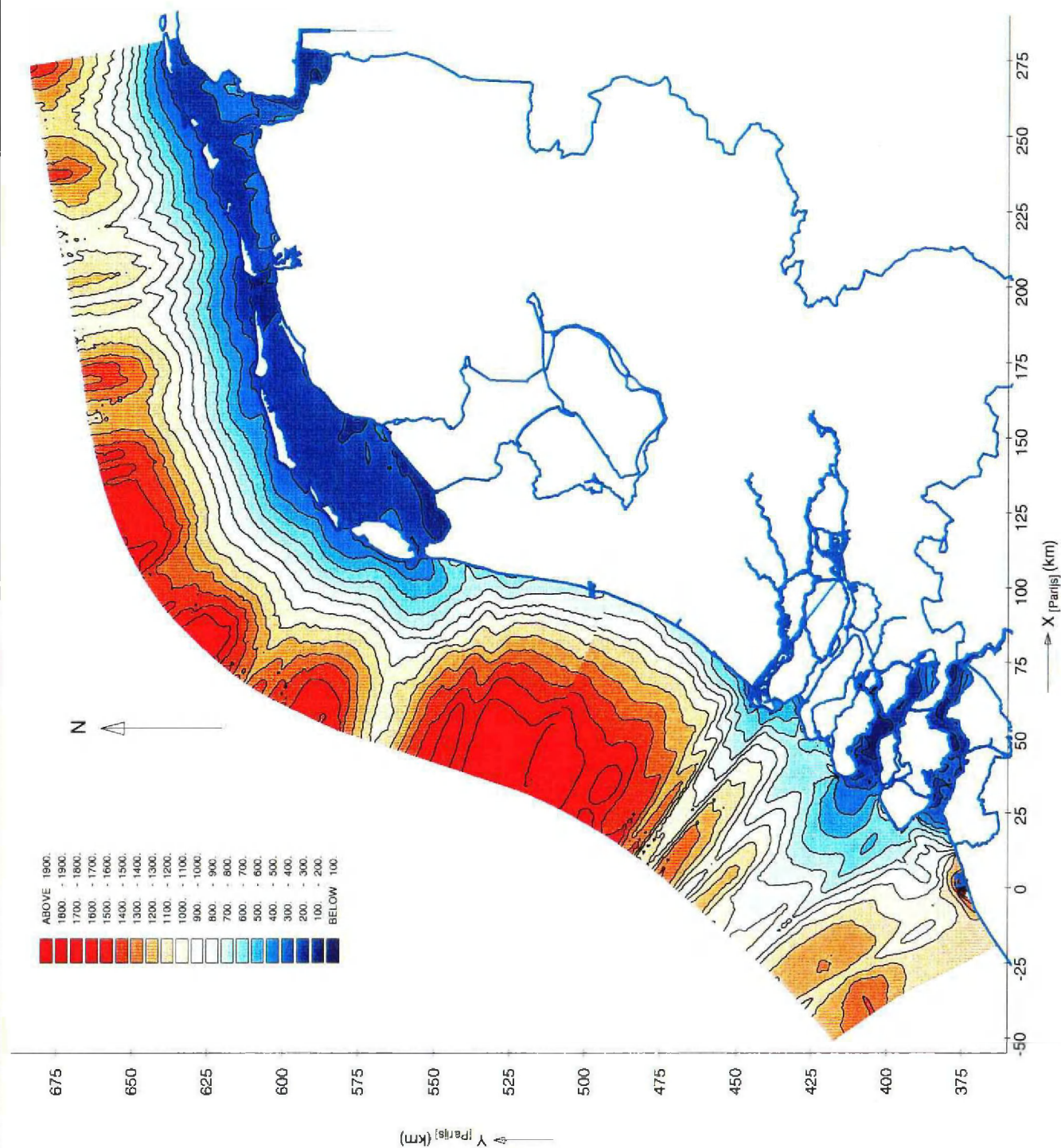


Kuststrook rooster
Rekenrooster, detail aansluiting Zeedelta Haringvlietmond

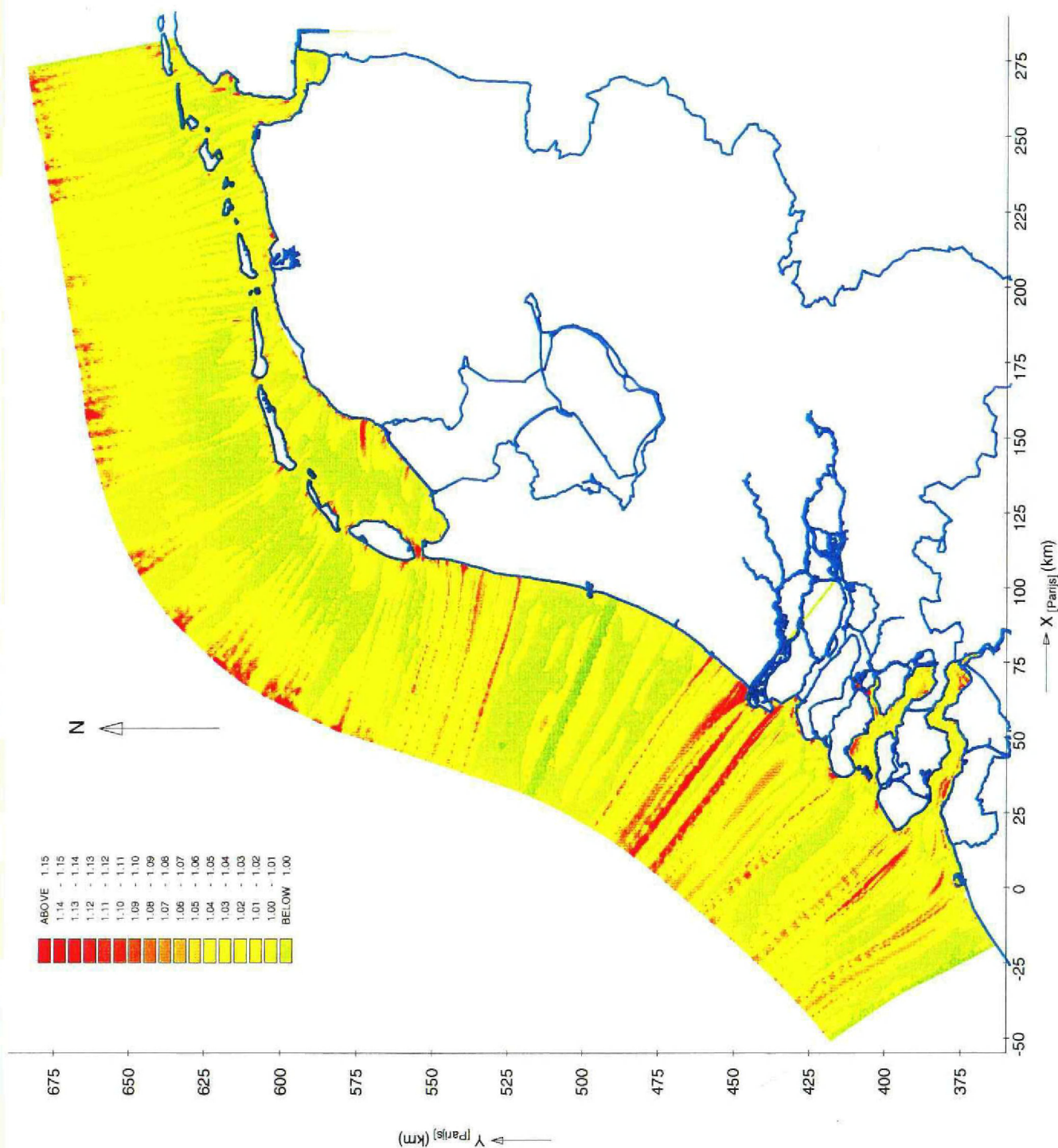


Kuststrook model
 Rekenrooster, detail aansluiting Zeedelta en Nieuwe Waterweg

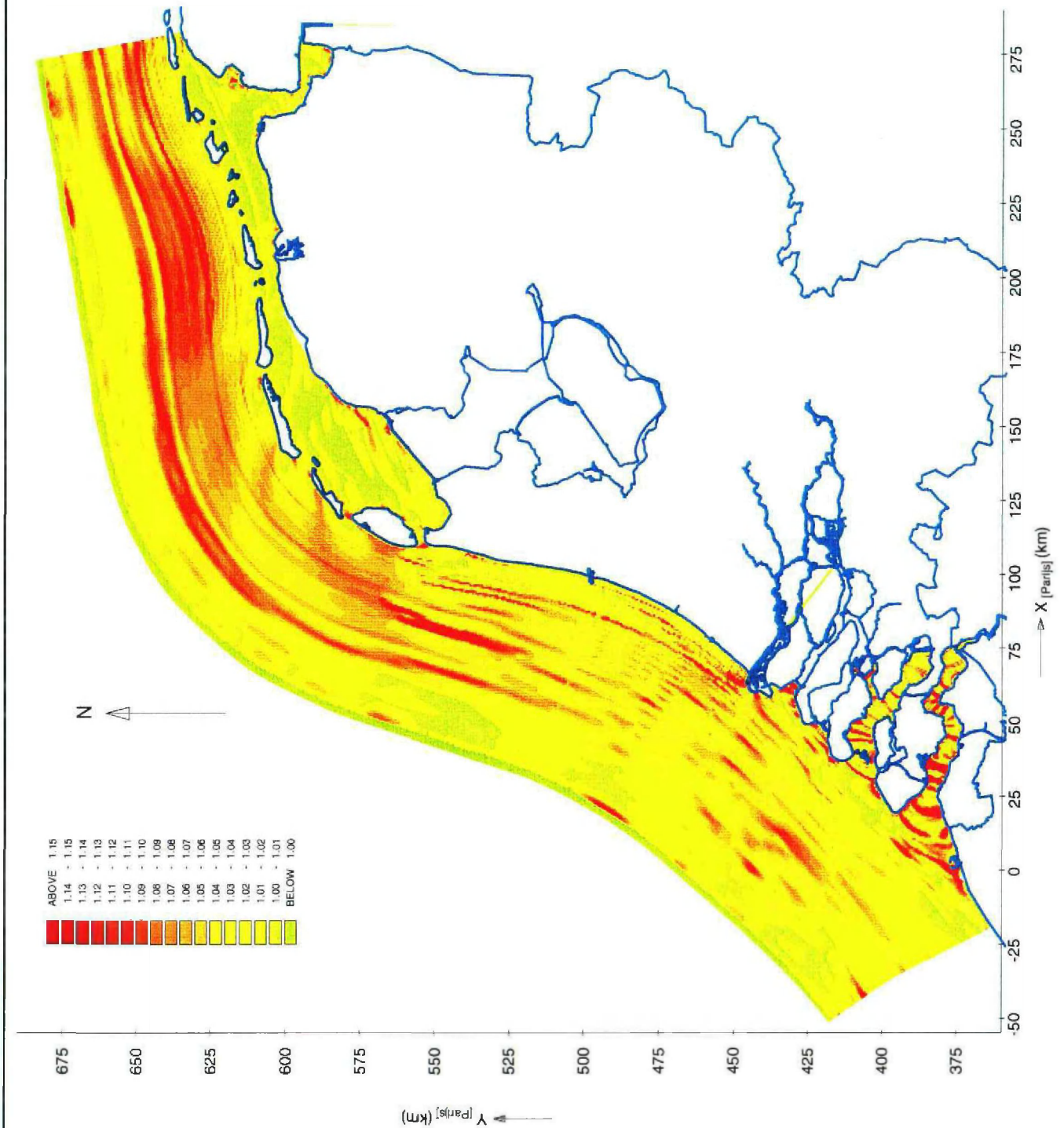




Kuststrook model
Resolutie van het rekenrooster

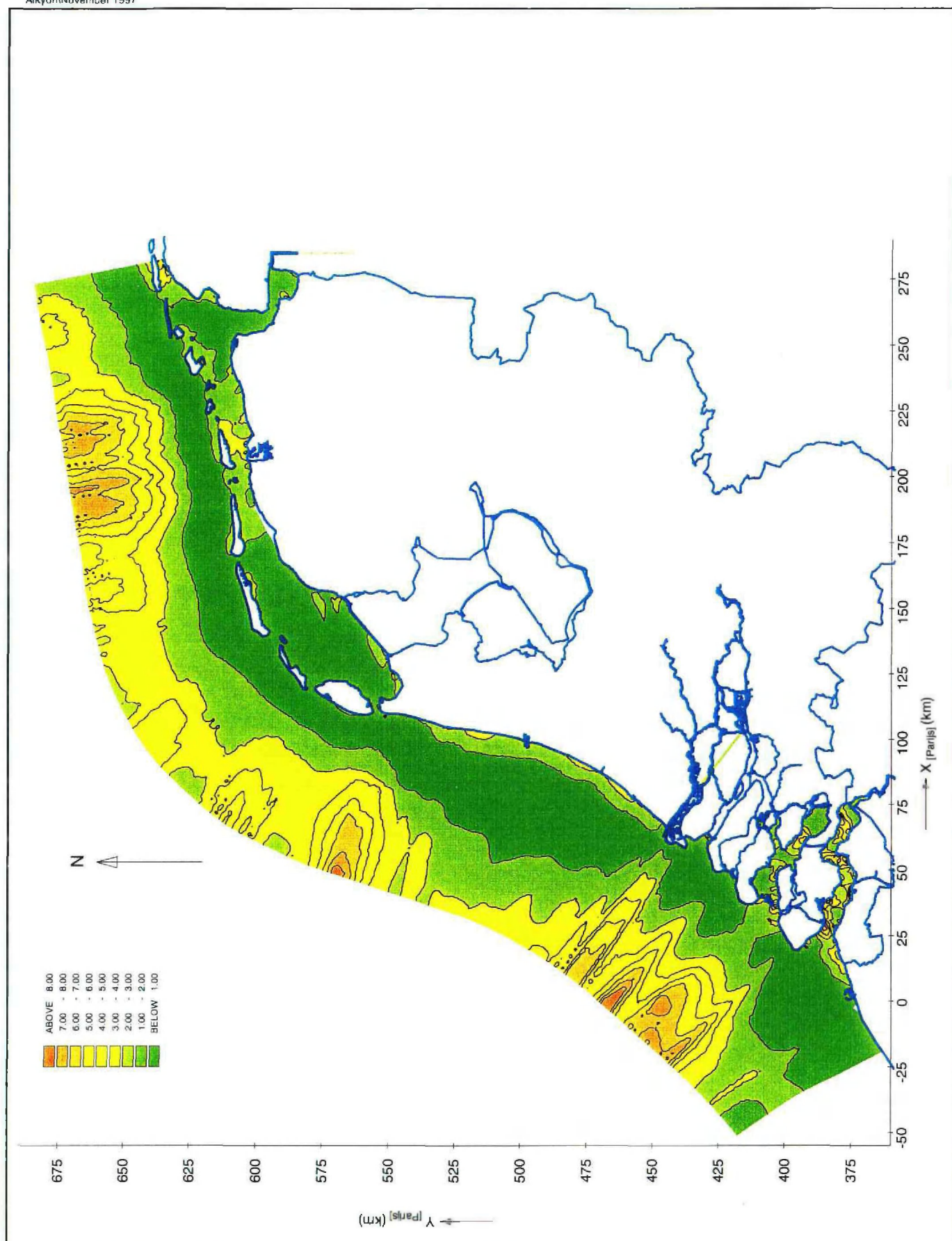


Kuststrook model
Gladheid van het rekenrooster in M-richting

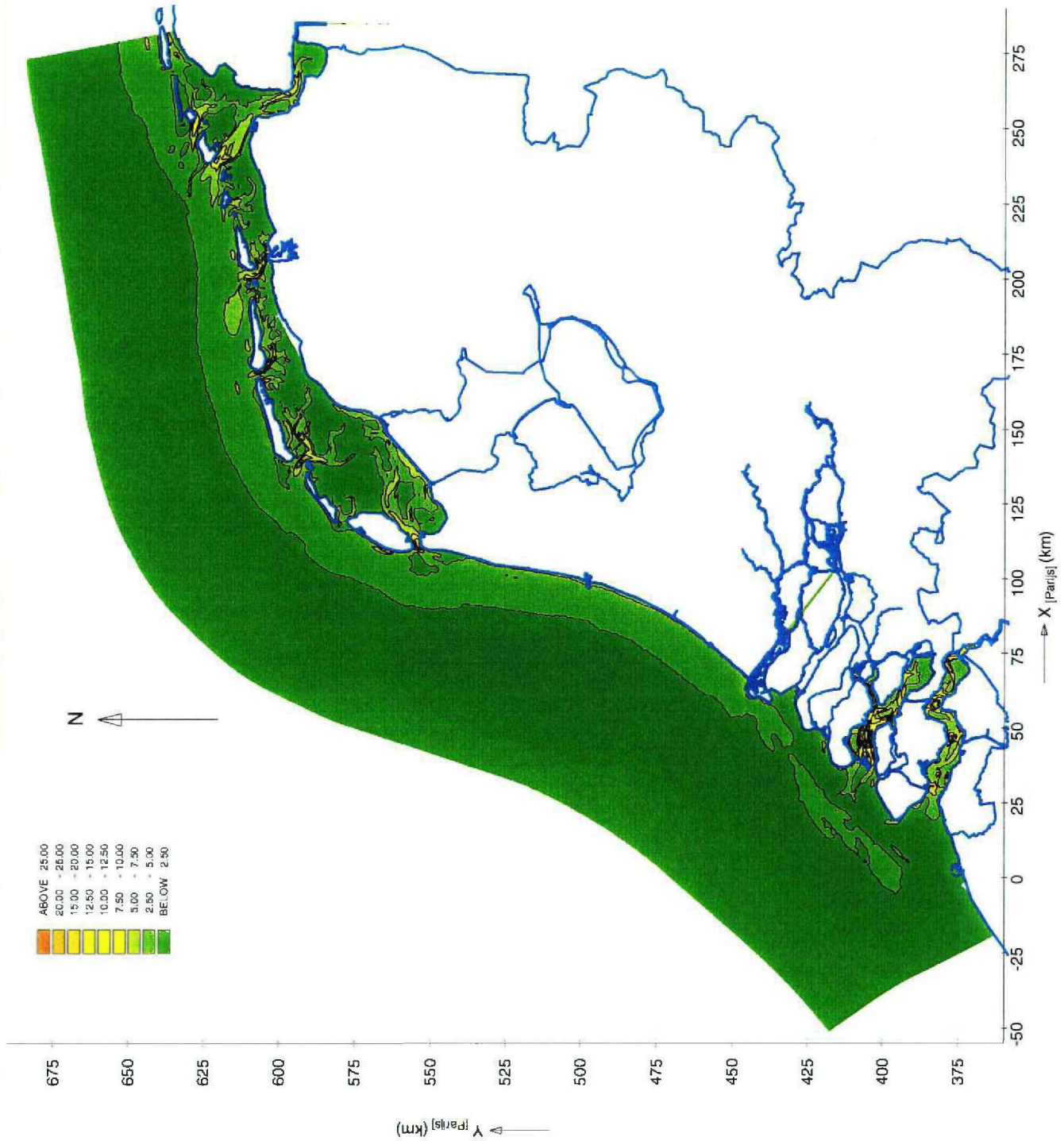


Kuststrook model

Gladheid van het rekenrooster in N-richting



Kuststrook model
Aspect ratio van het rekenrooster



Kuststrook model
Courant getallen van het rekenrooster

delta t = 1 min.

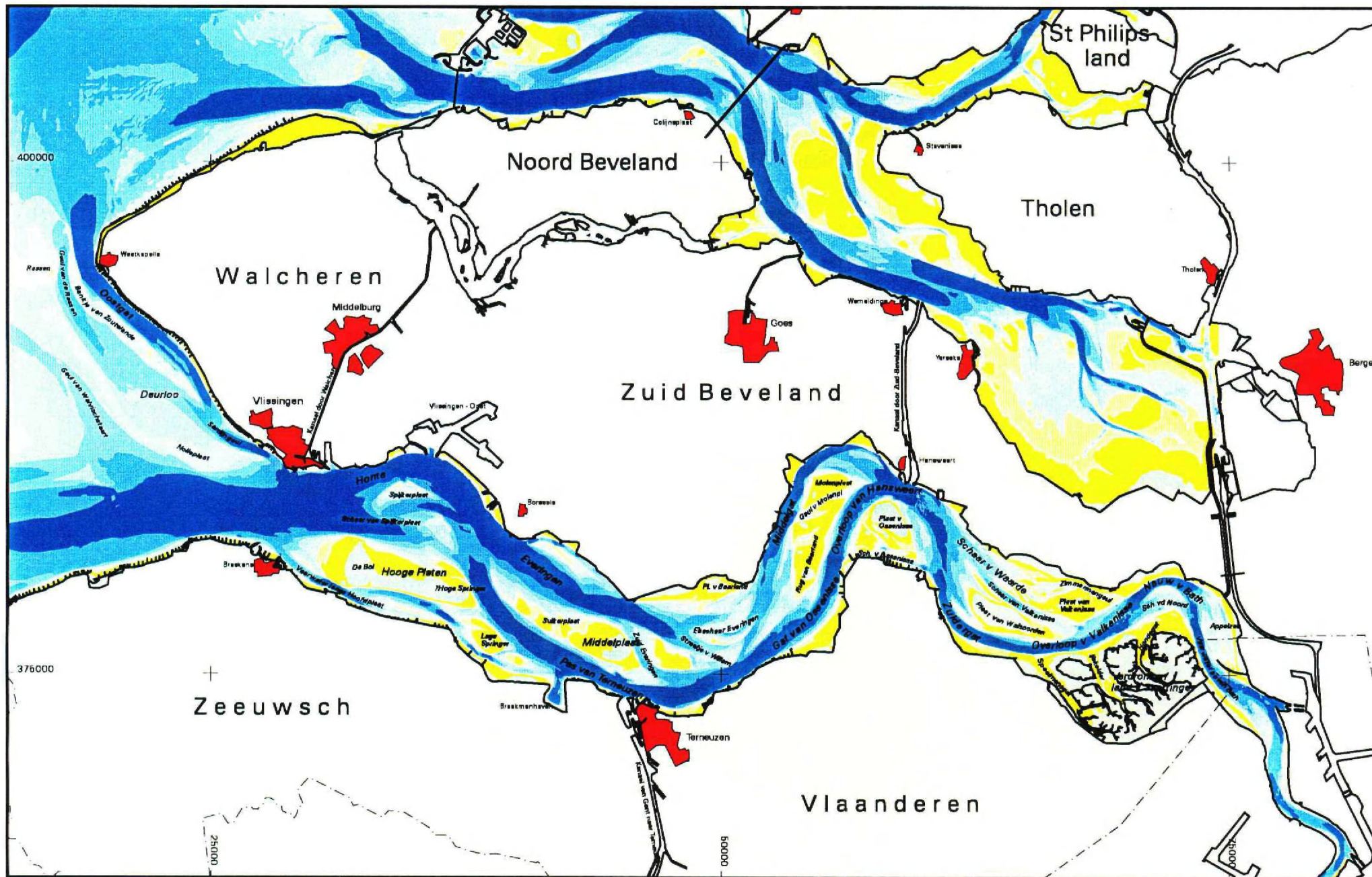
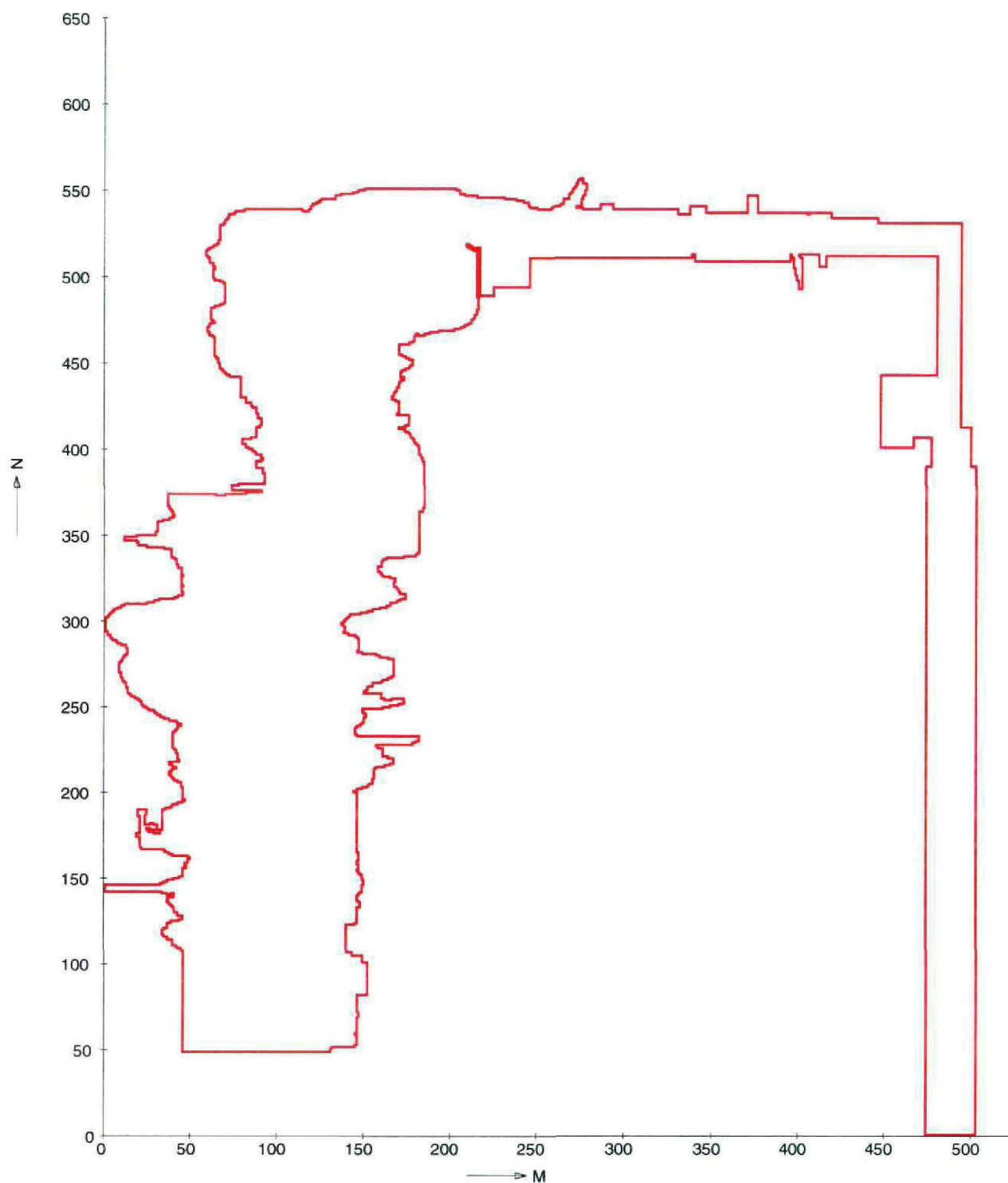
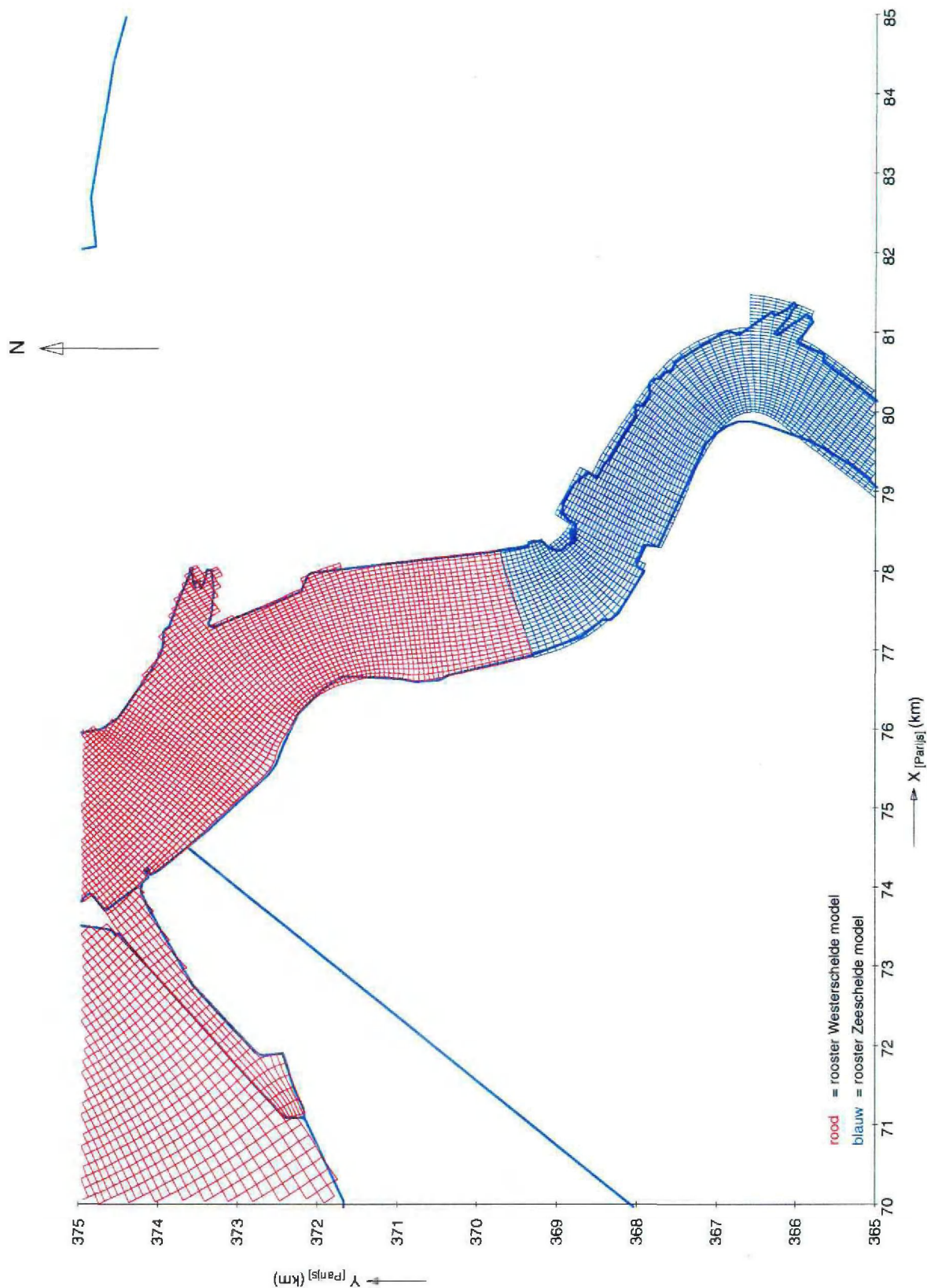


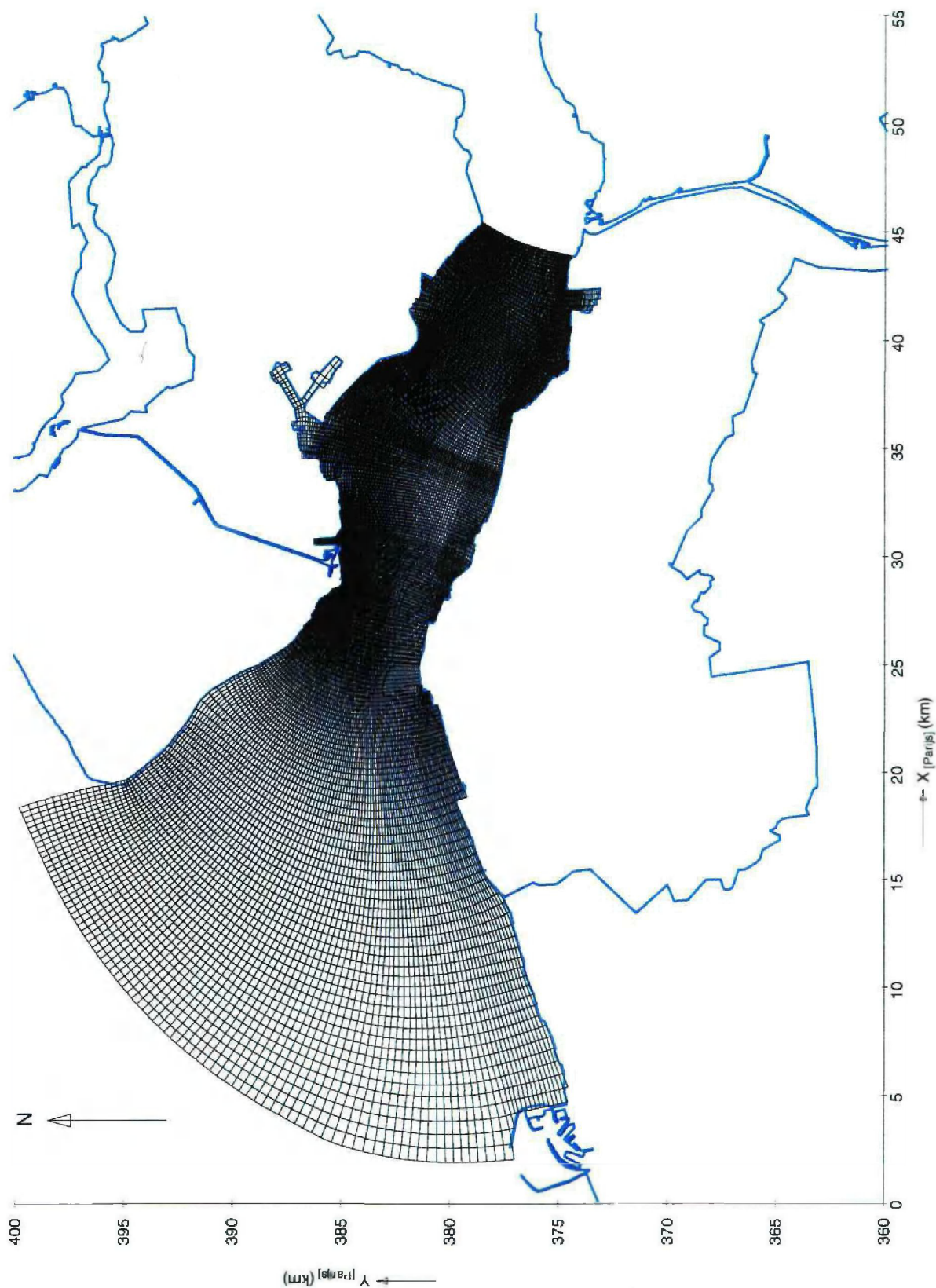
Fig. 30



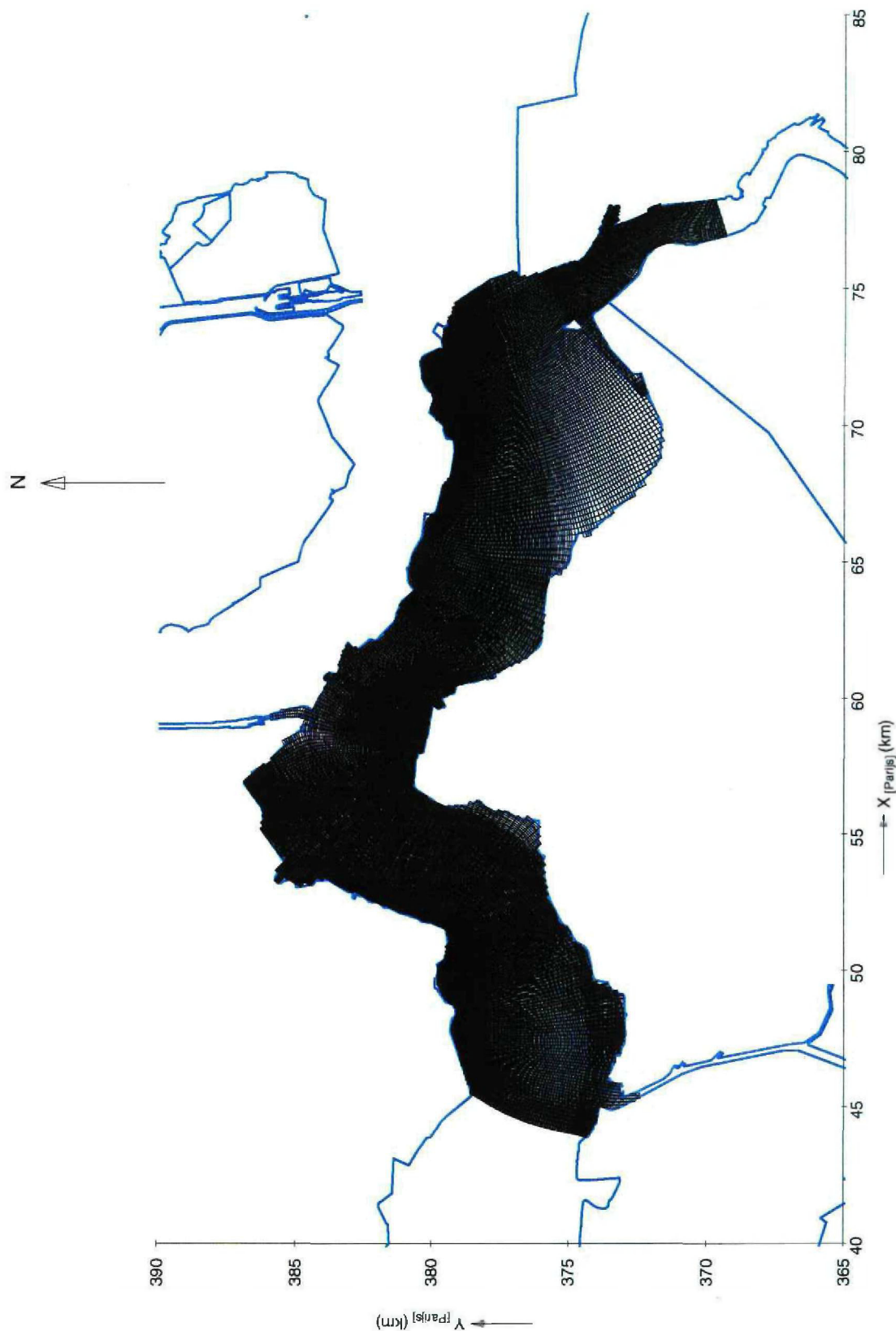
Westerschelde model
Matrixopbouw rekenrooster



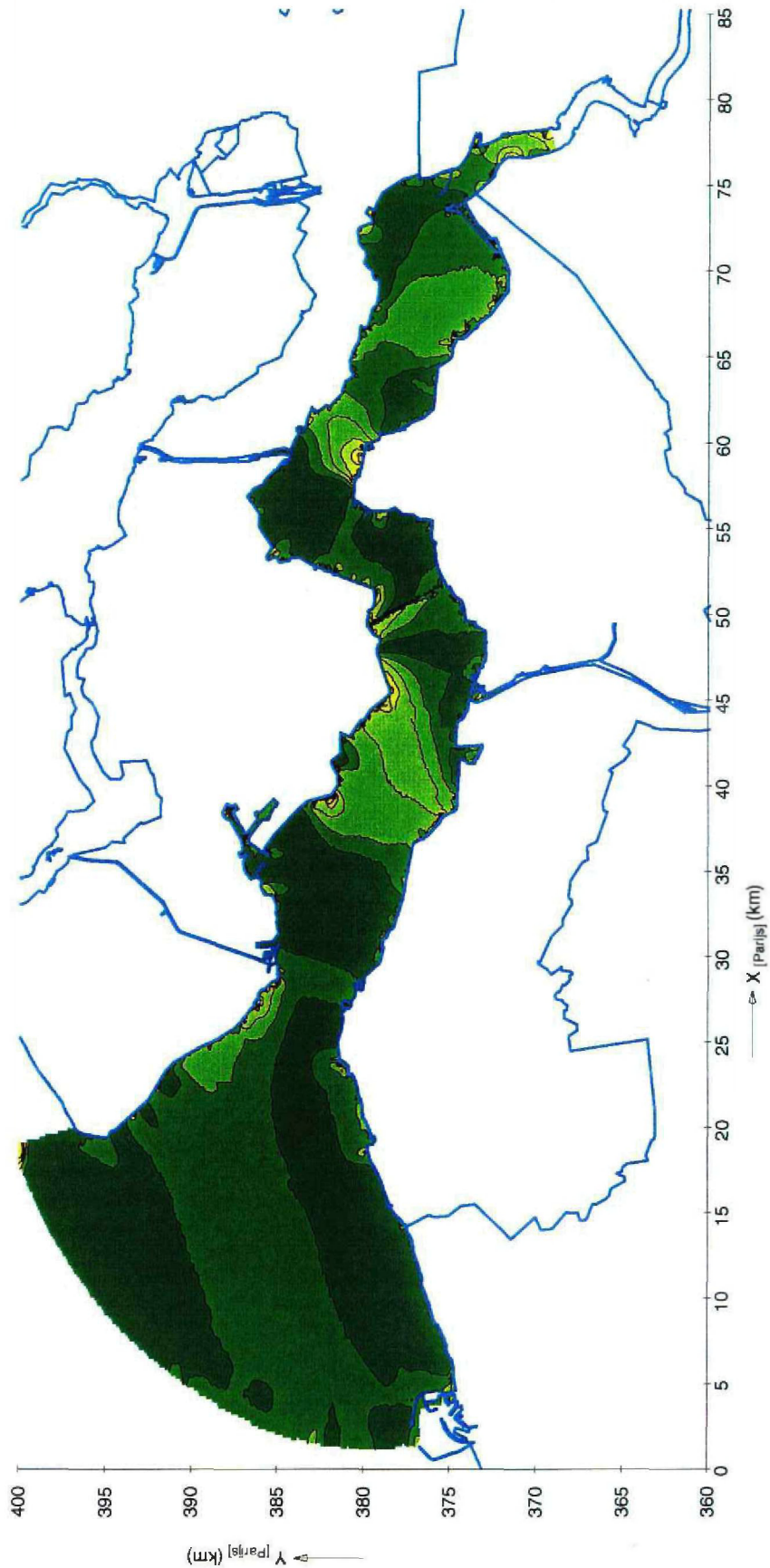
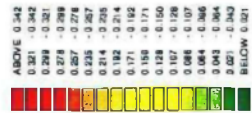
Westerschelde model
 Rekenrooster, detail aansluiting Zeeschelde model rooster



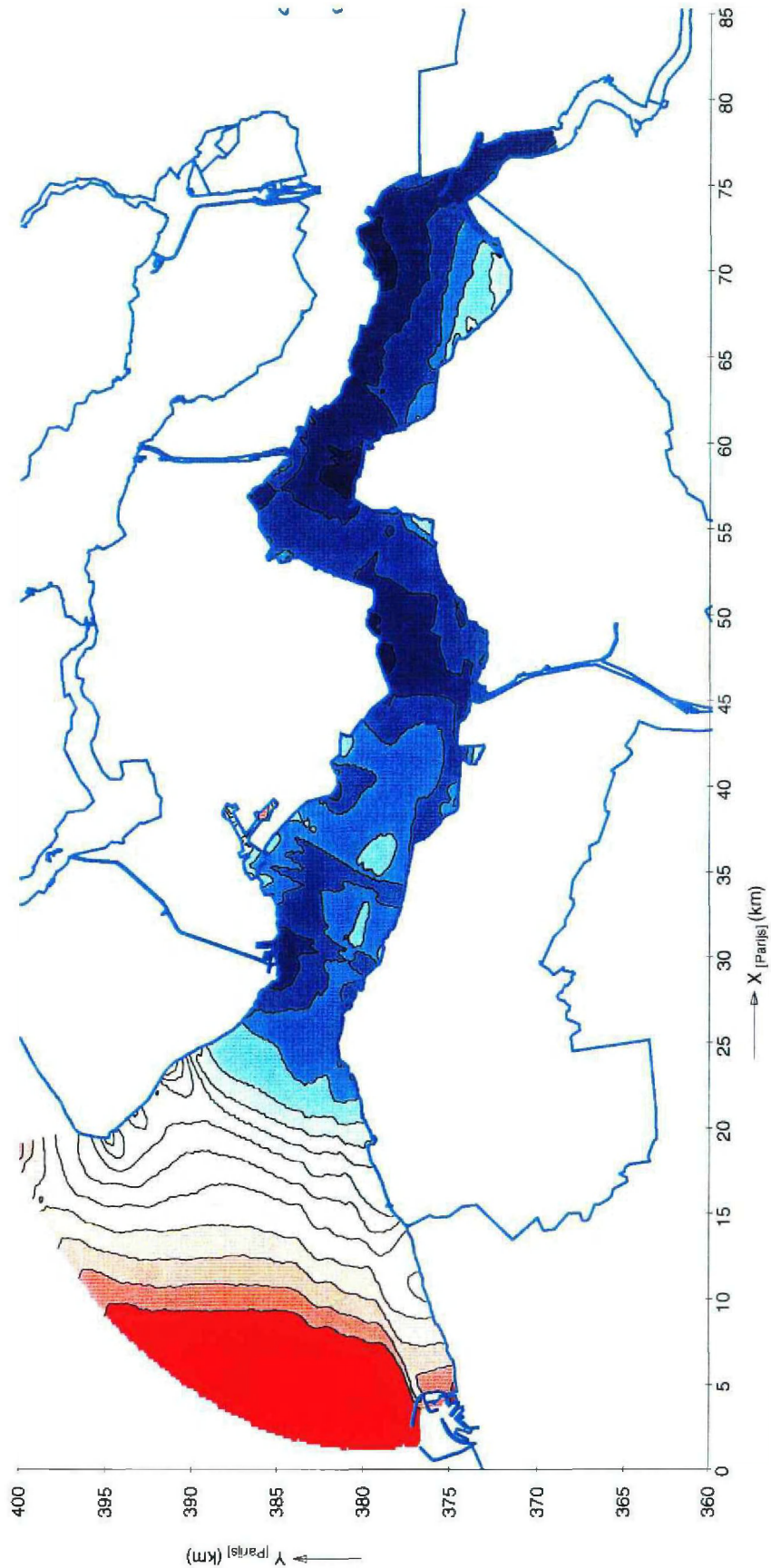
Westerschelde model
Rekenrooster, westelijk gedeelte



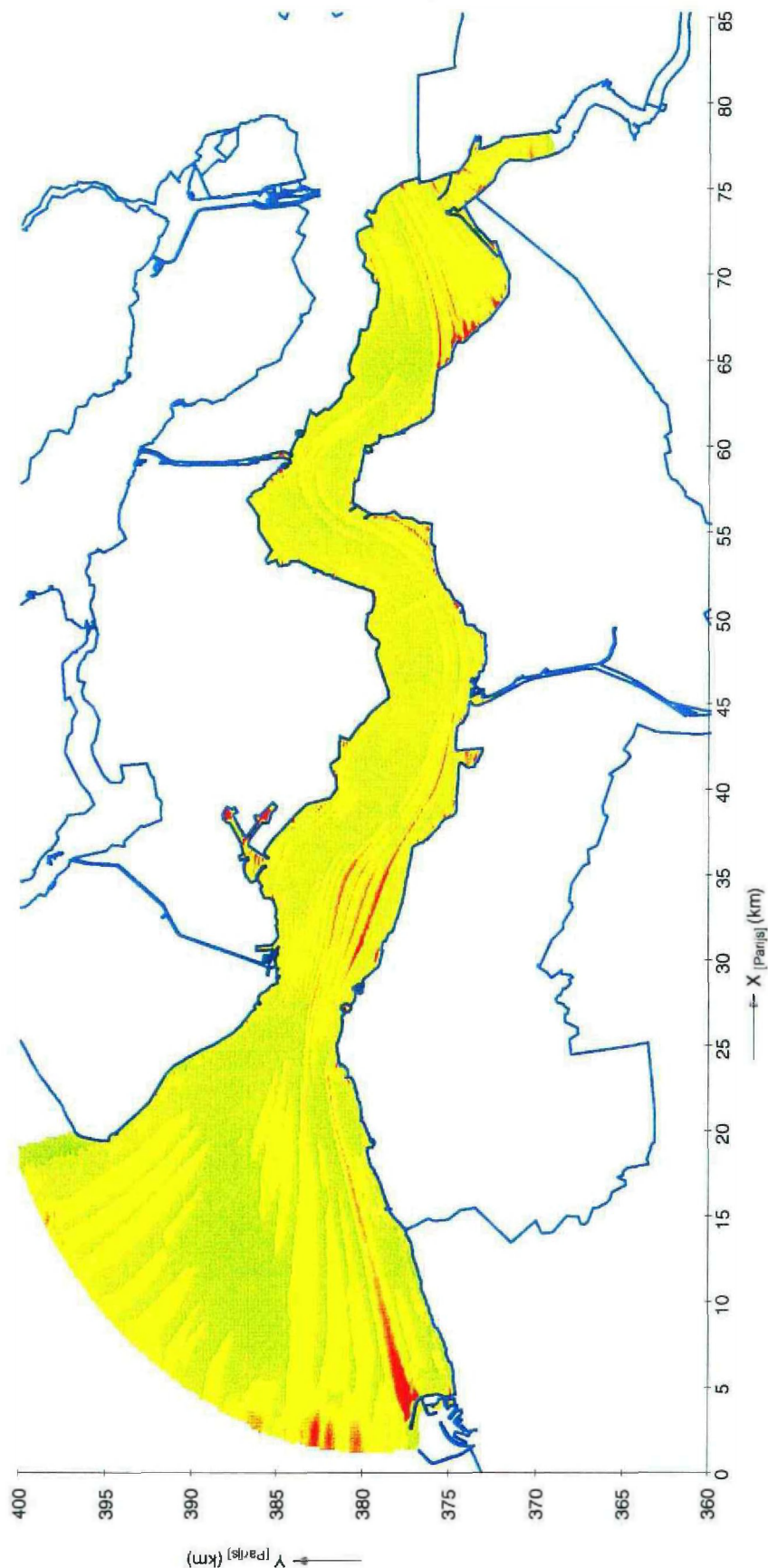
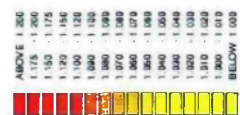
Westerschelde model
Rekenrooster, oostelijk gedeelte



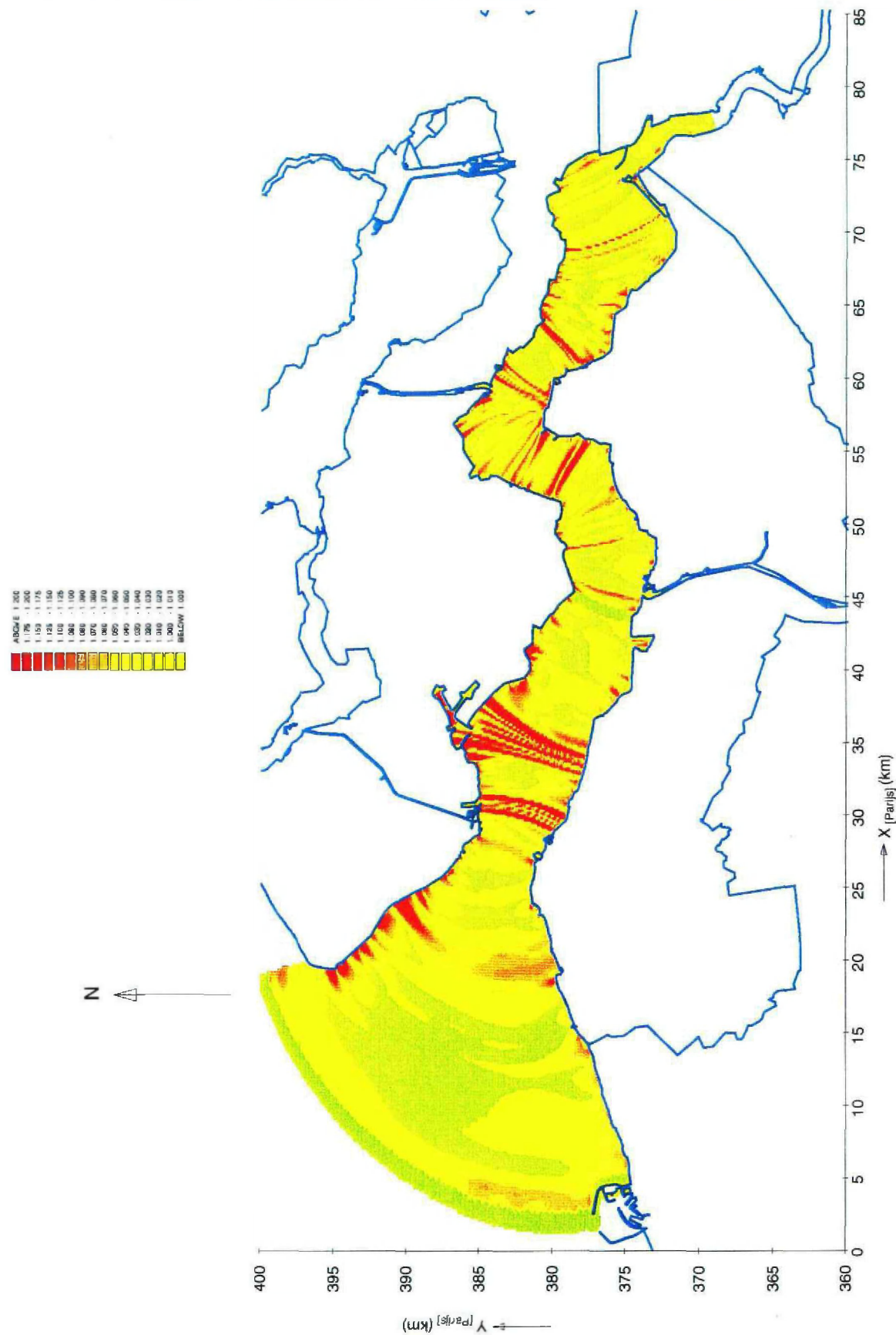
Westerschelde model
Orthogonaliteit van het rekenrooster



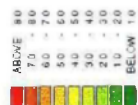
Westerschelde model
Resolutie van het rekenrooster



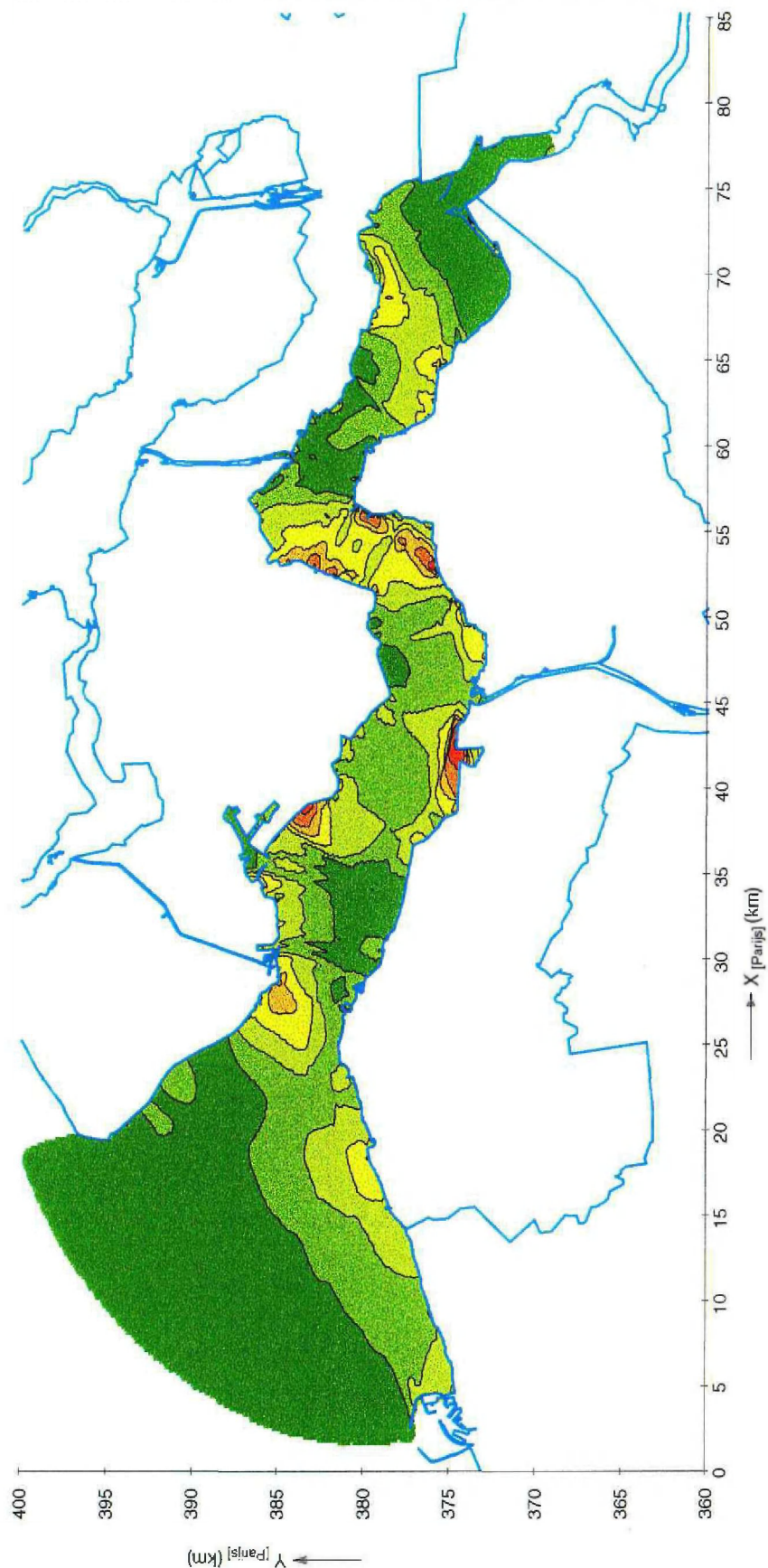
Westerschelde model
Gladheid van het rekenrooster in M-richting



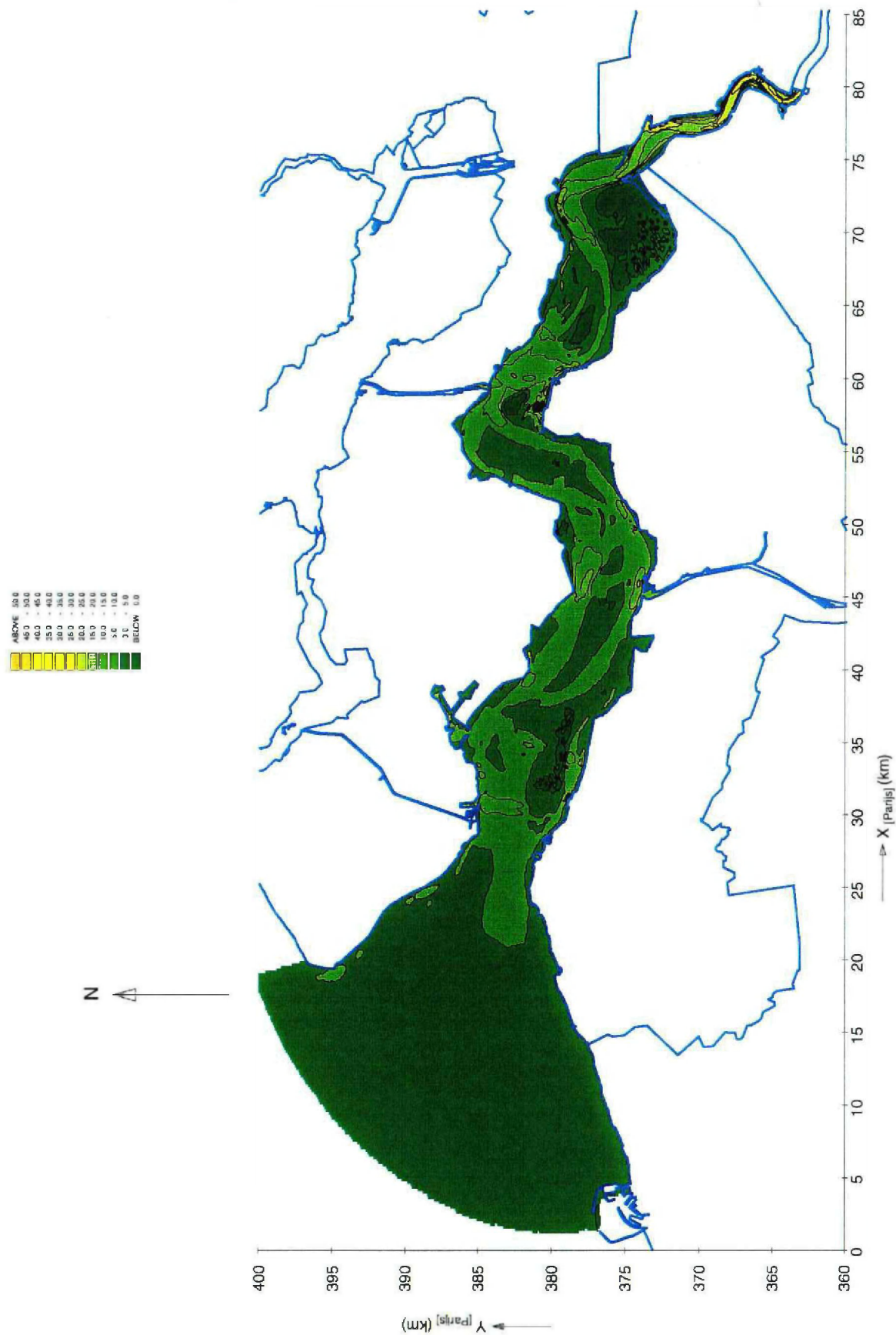
Westerschelde model Gladheid van het rekenrooster in N-richting		
RIJKSWATERSTAAT/RIKZ	A100	Fig. 38



N

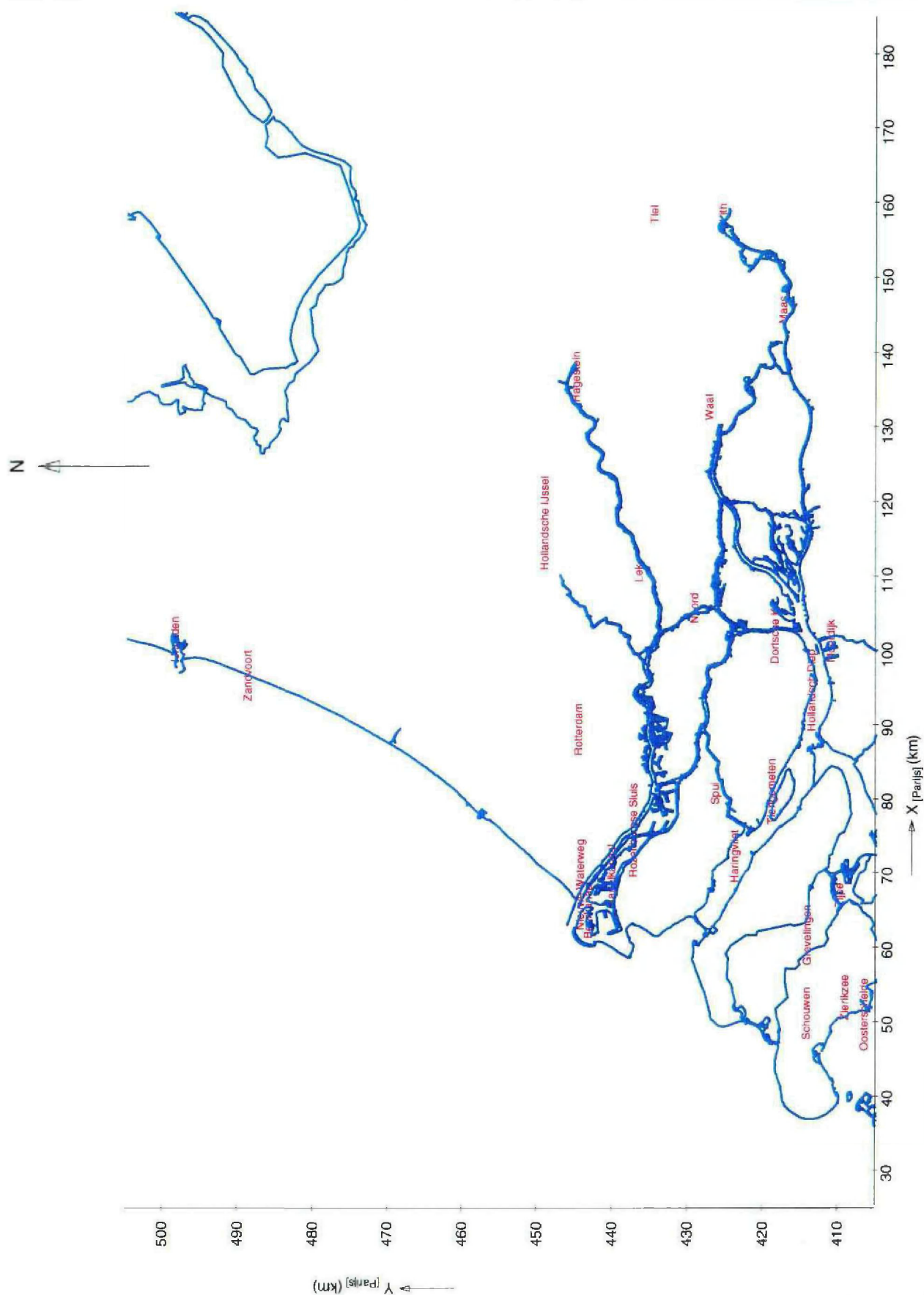


Westerschelde model
Aspect ratio van het rekenrooster



Westerschelde model
Courant getallen van het rekenrooster

delta t = 0.5 min.



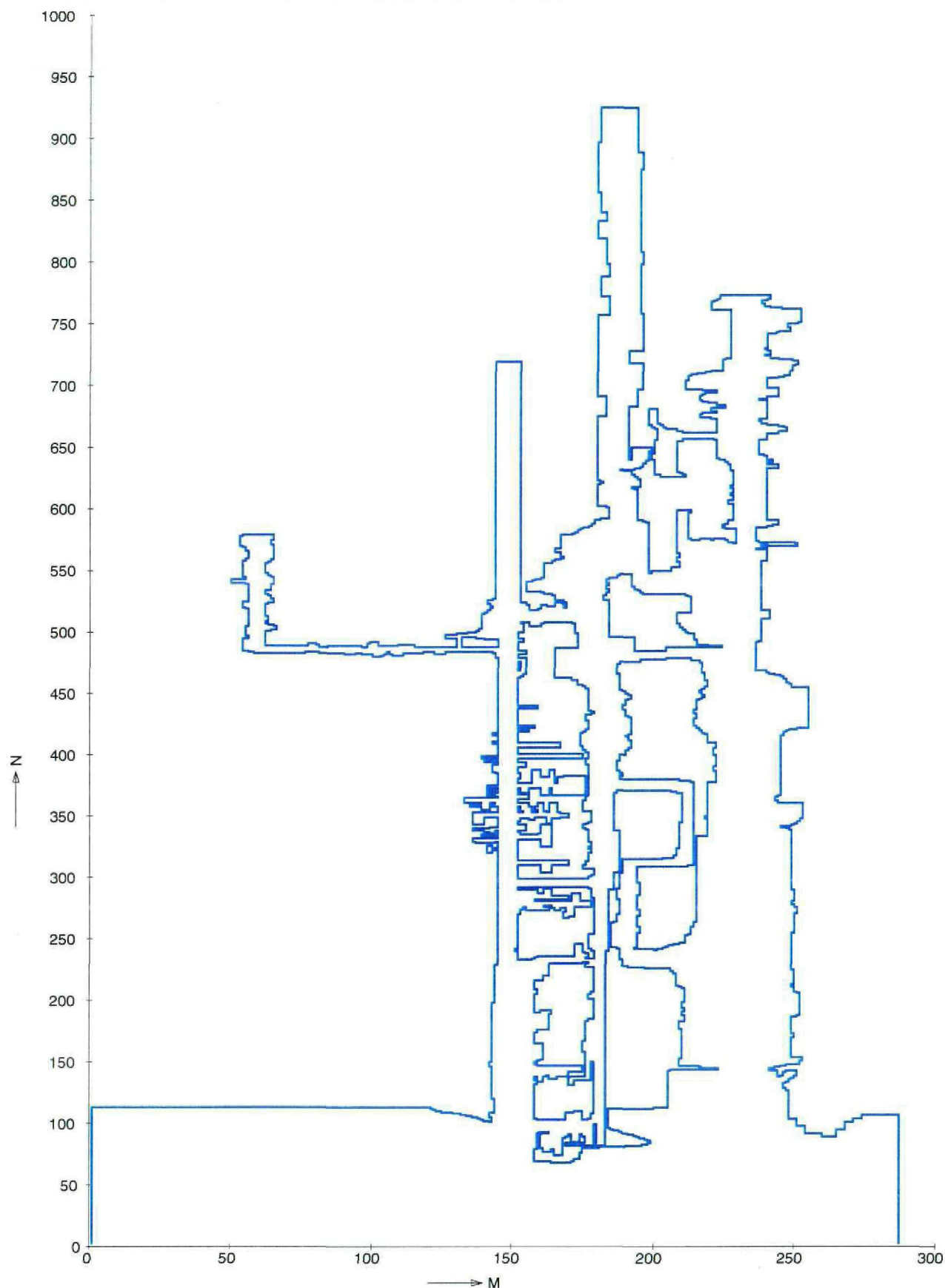
Zeedelta model

Overzicht naamgeving gebieden

RIJKSWATERSTAAT/RIKZ

A100

Fig. 41

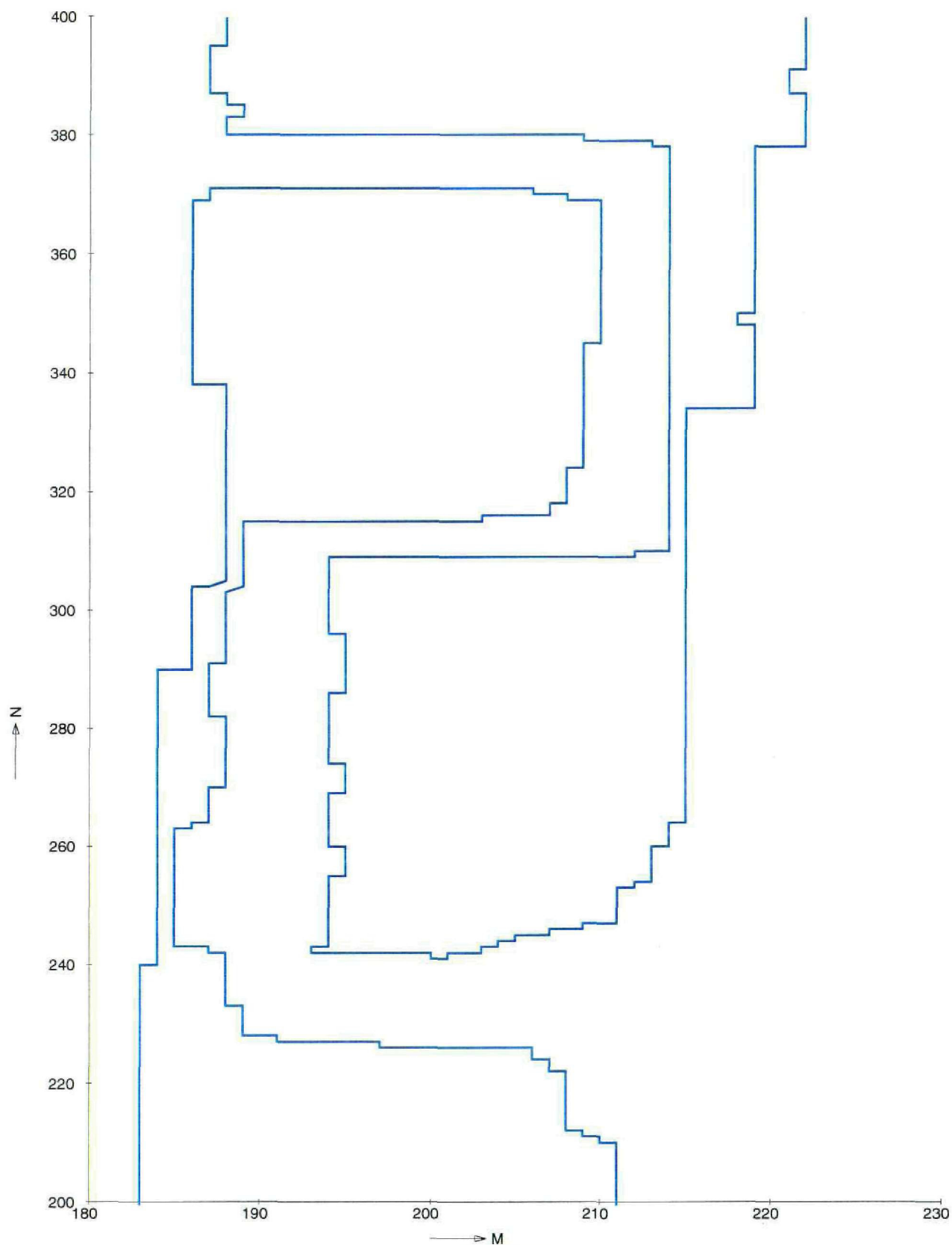


Zeedelta model
Rekenrooster, matrixopbouw

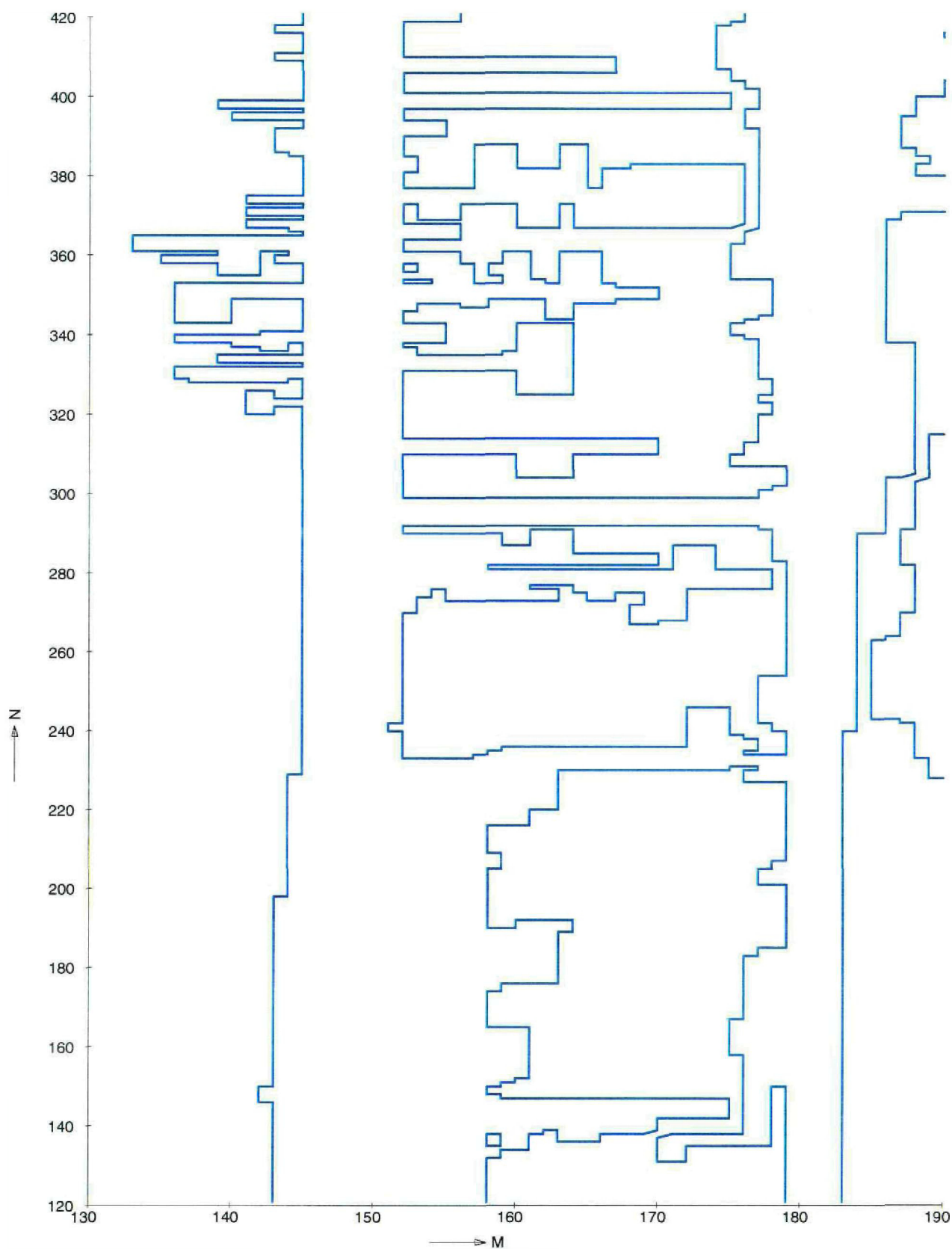
RIJKSWATERSTAAT/RIKZ

A100

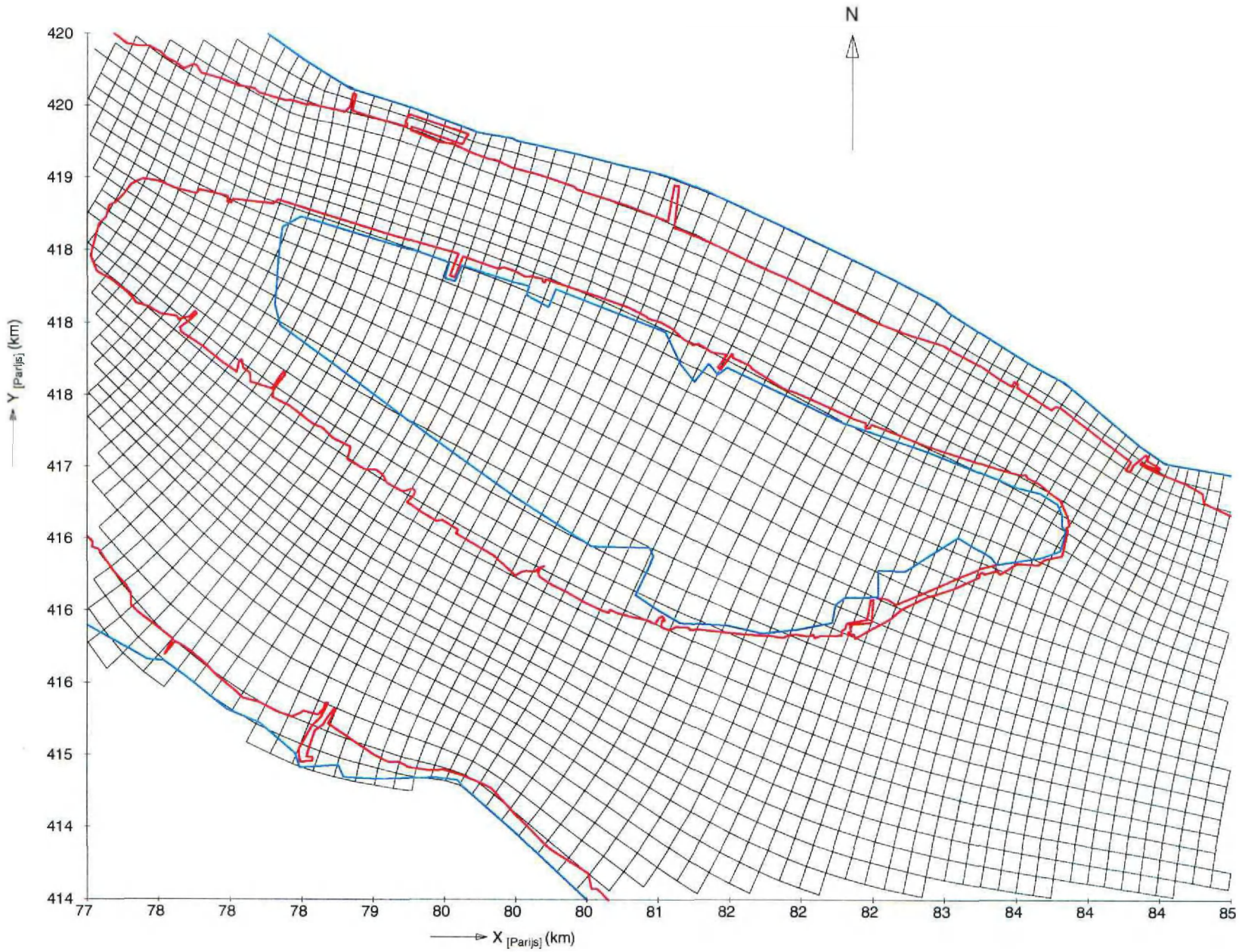
Fig. 42



Zeedelta model
Rekenrooster, matrixopbouw Spui



Zeedelta model
Rekenrooster, matrixopbouw Rotterdamse havens

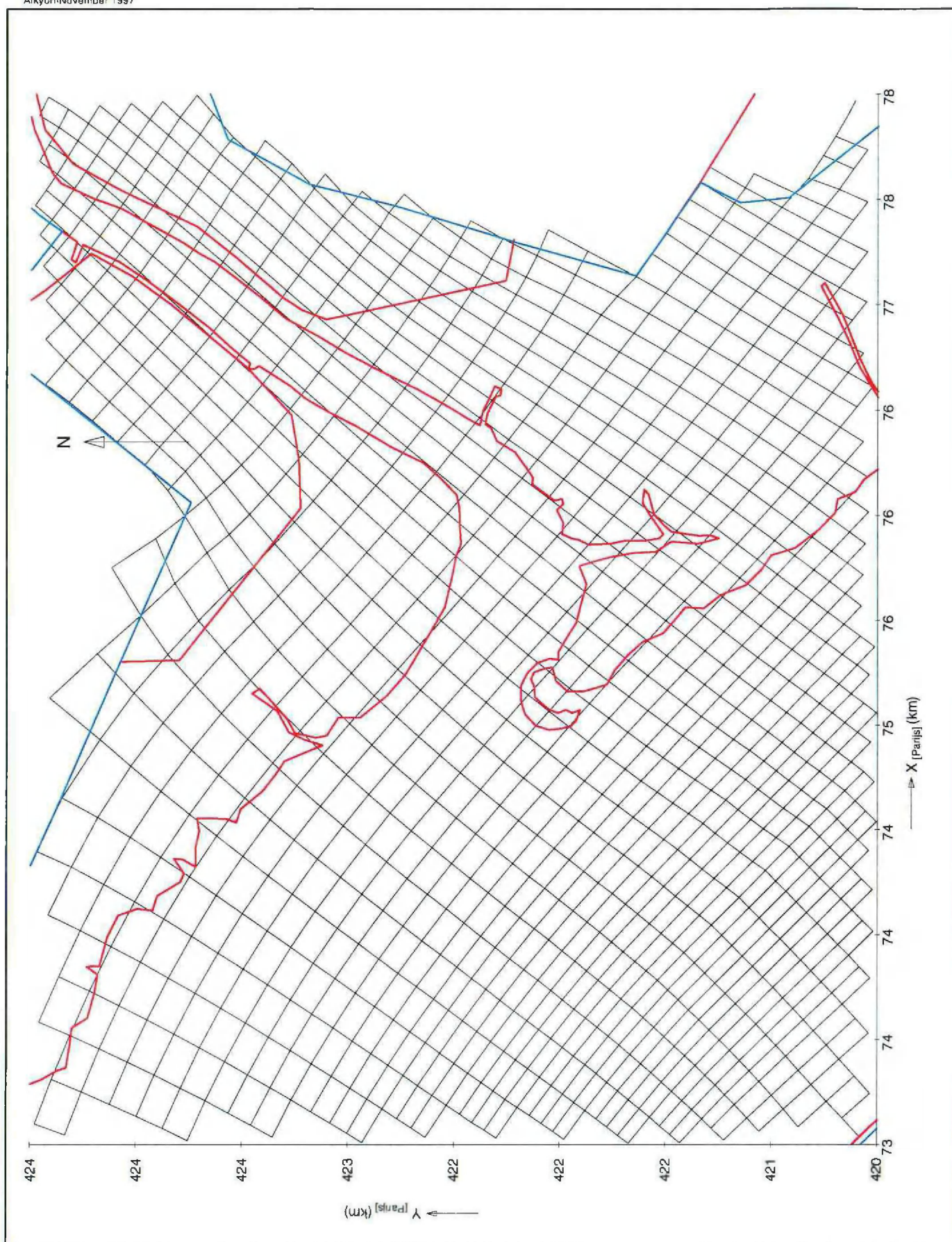


Zeedelta model
Rekenrooster, detail "Tiengemeten"

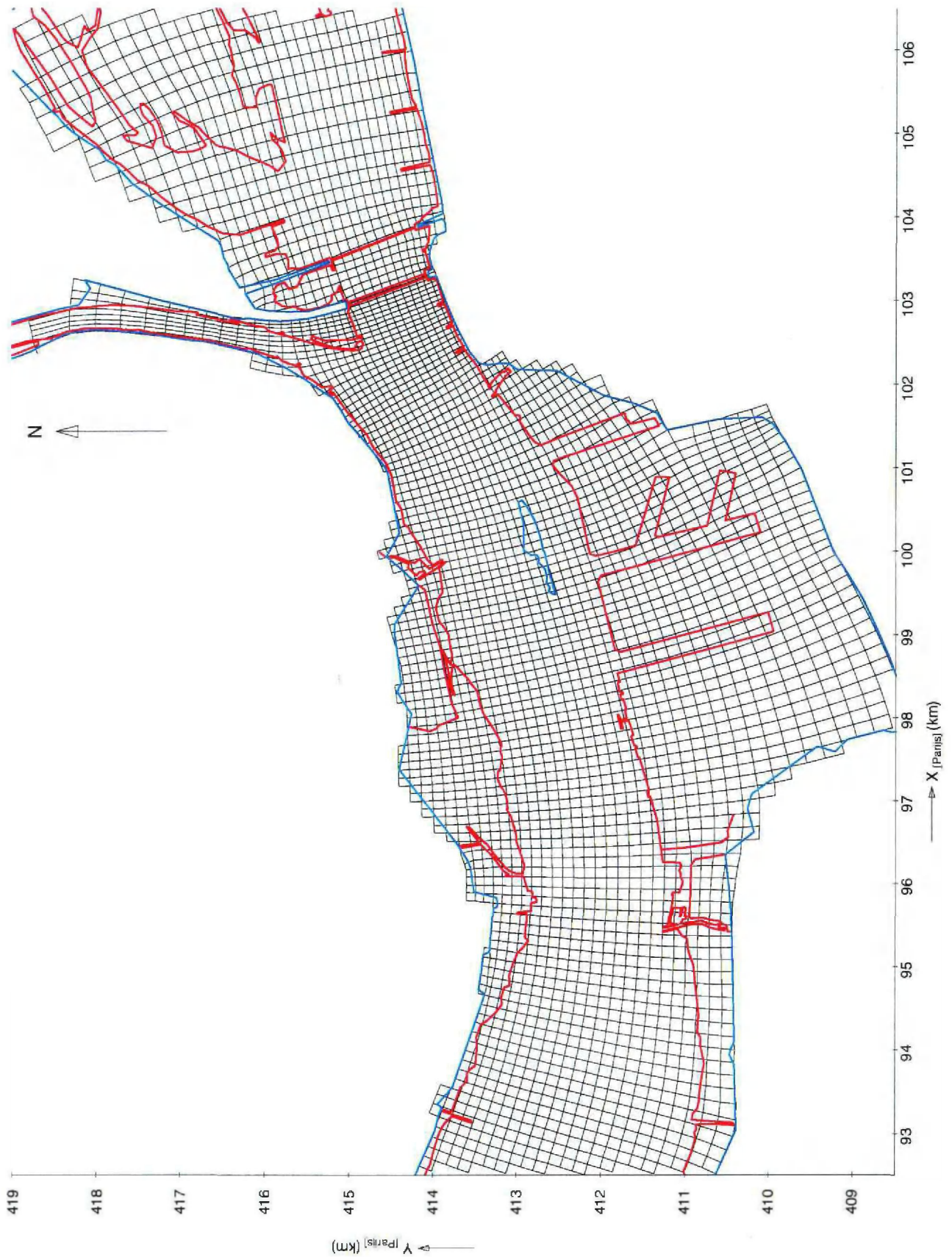
RIJKS WATERSTAAT/RIKZ

A100

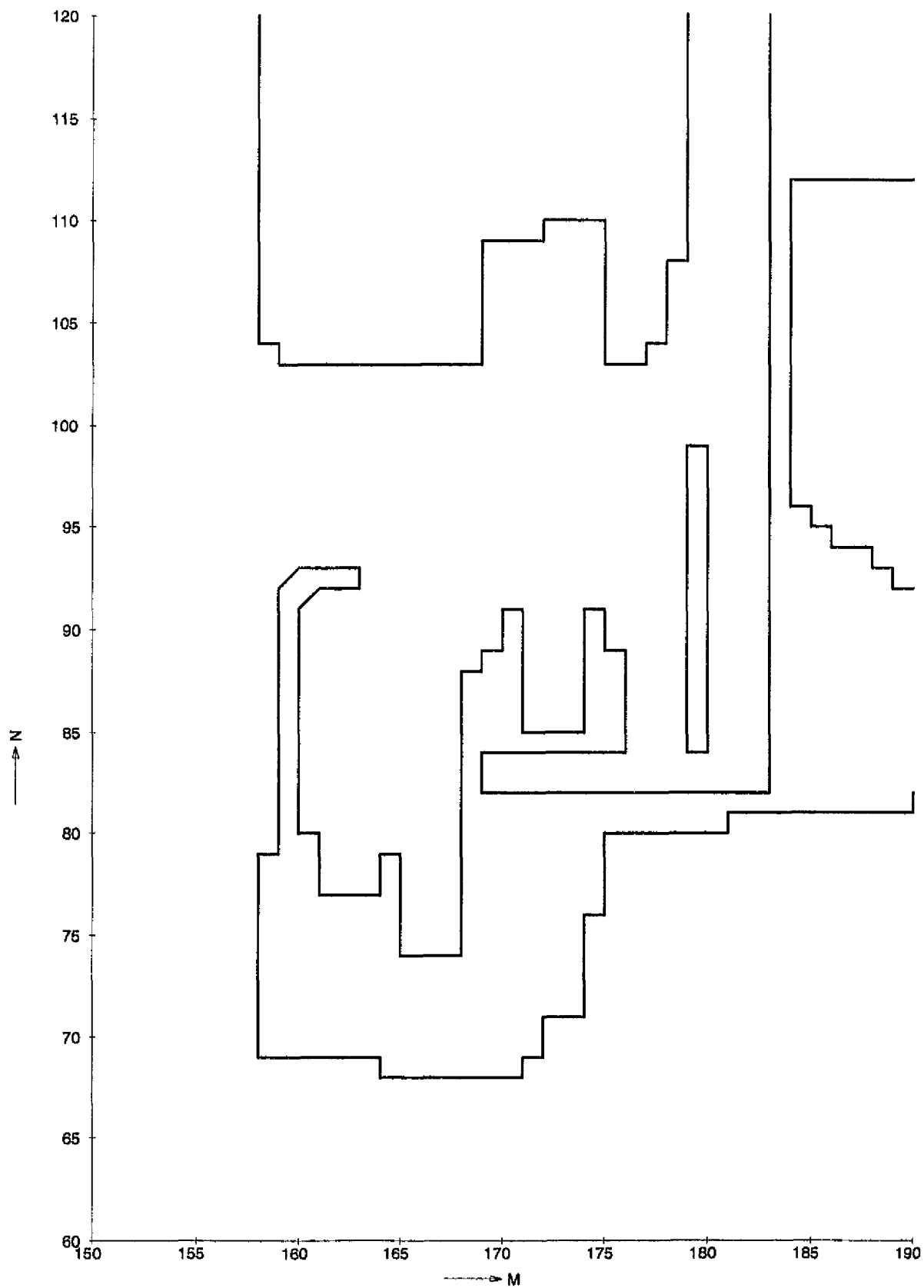
Fig. 45



Zeedelta model
 Rekenrooster, detail monding van het Spui in het Haringvliet



Zeedelta model
Rekenrooster, detail Hollands Diep



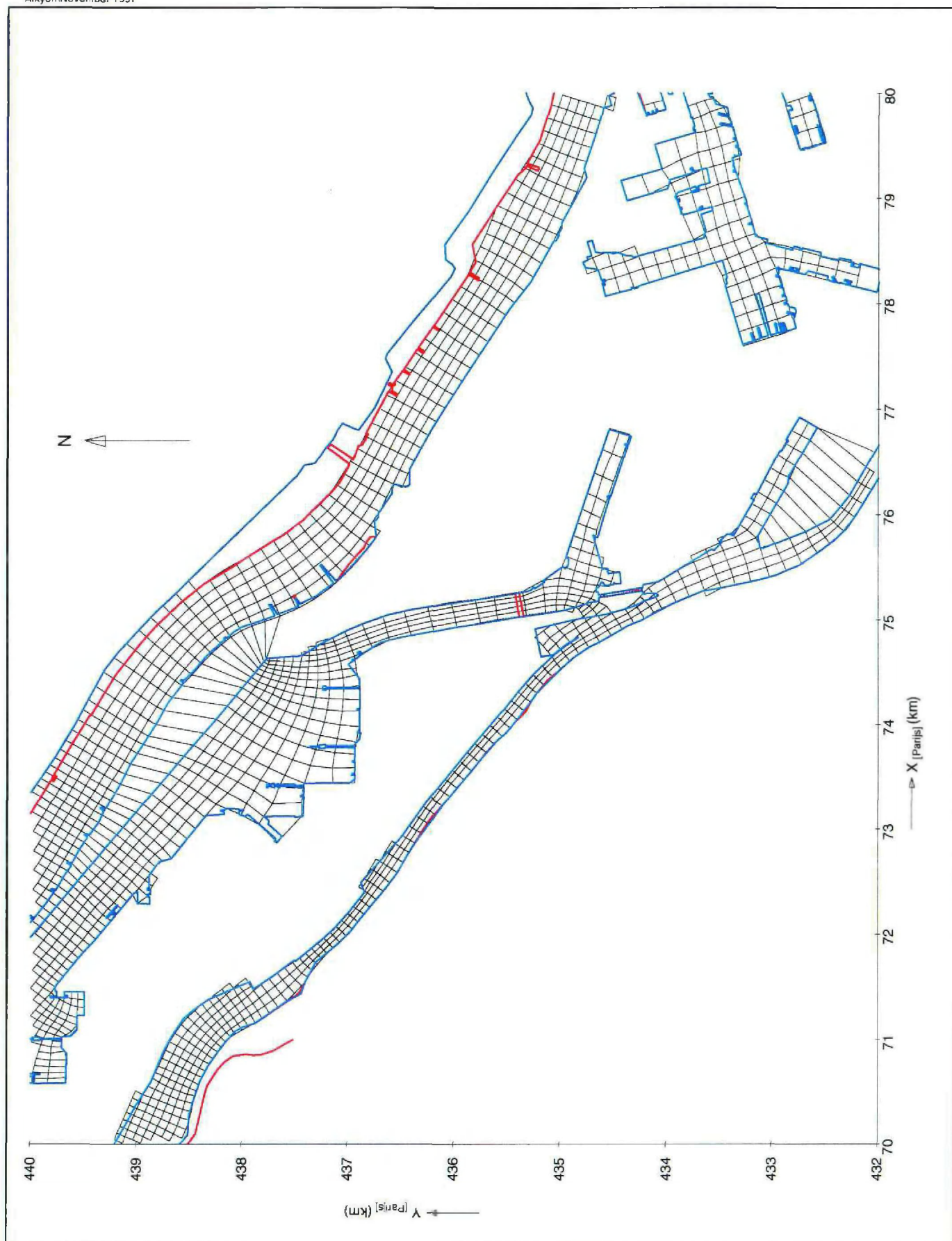
Zeedelta model

Rekenrooster, matrixopbouw rond Beerkanaal

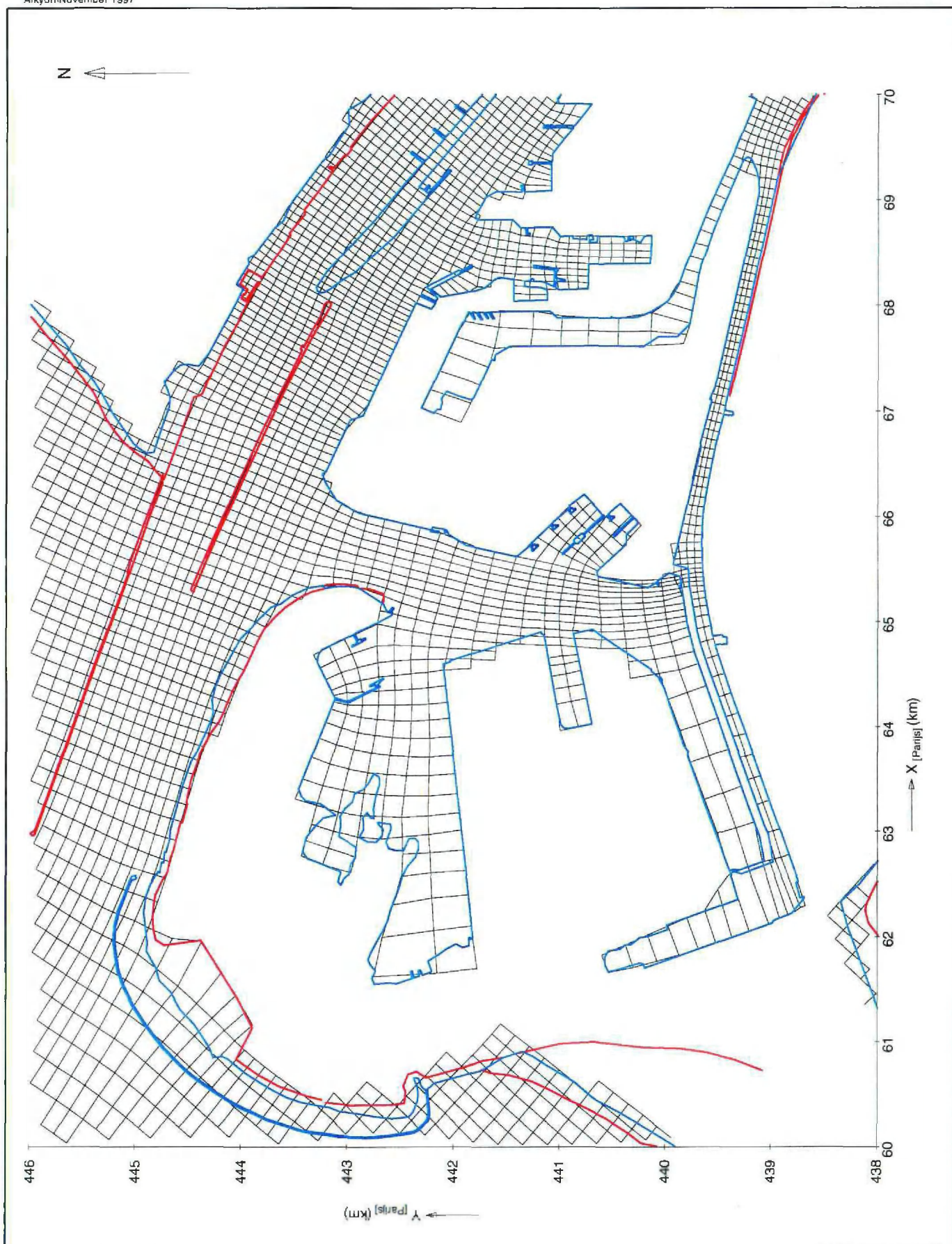
RIJKSWATERSTAAT/RIKZ

A100

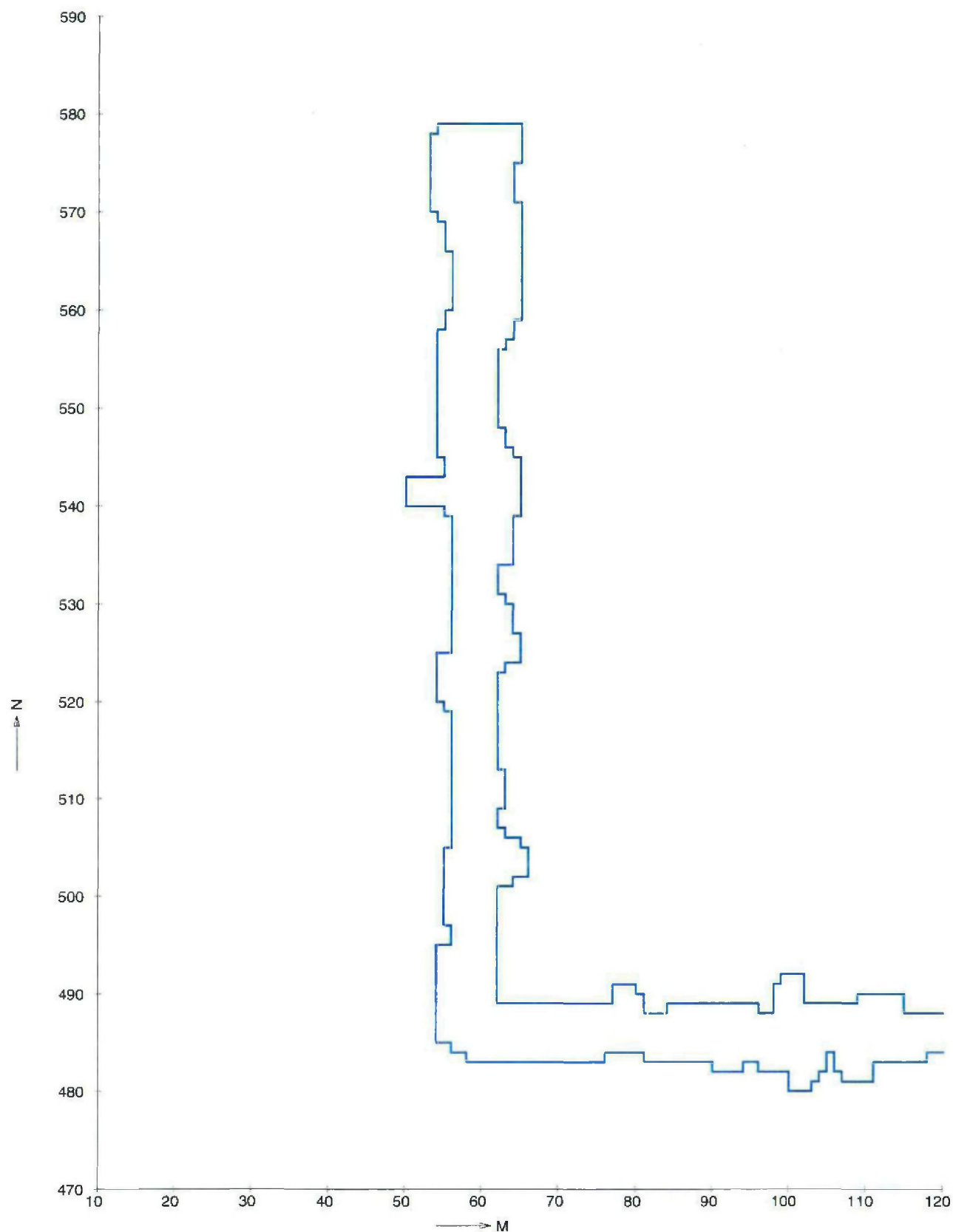
Fig. 48



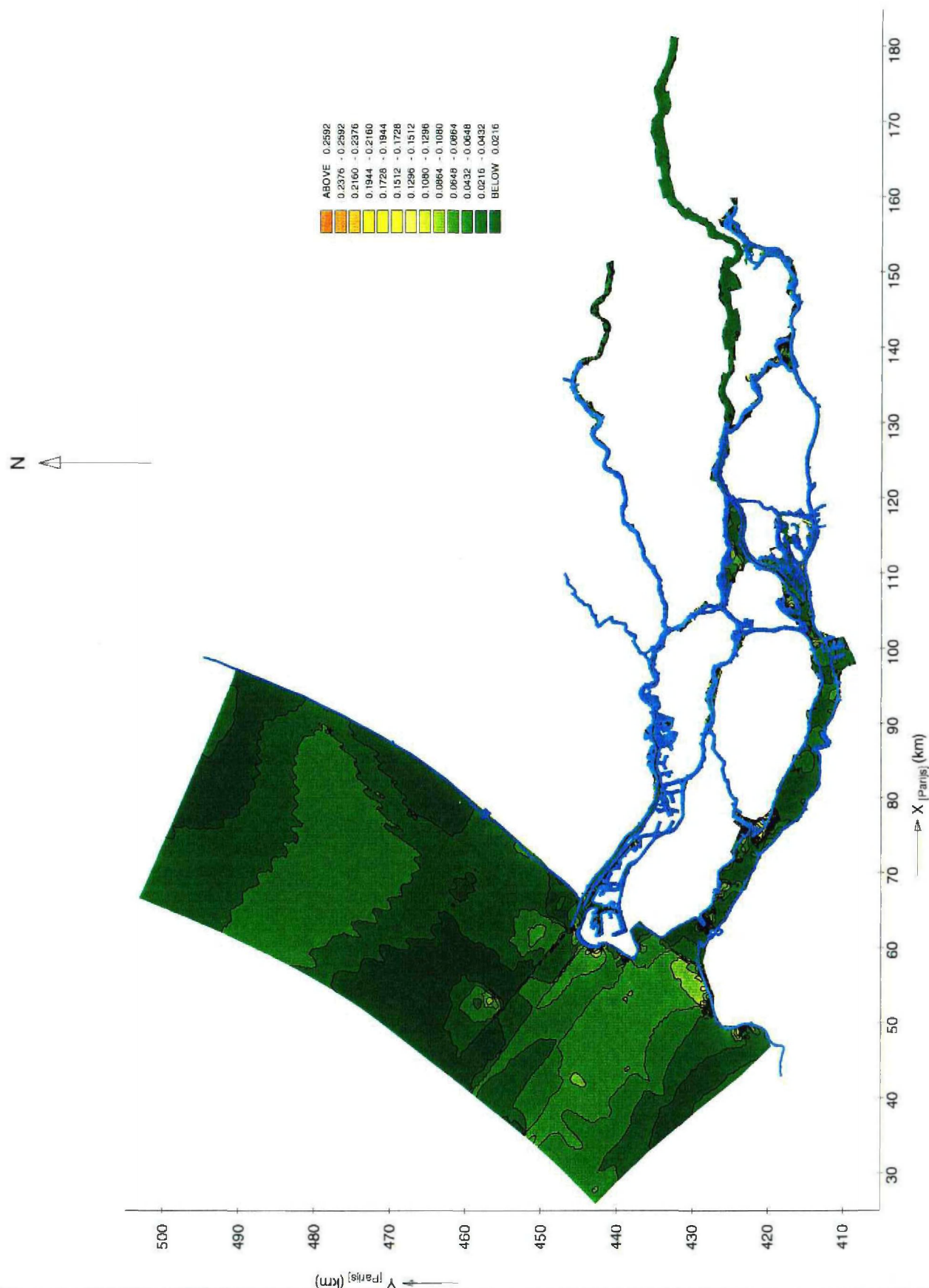
Zeedelta model
Rekenrooster, detail Rozenburgse Sluis



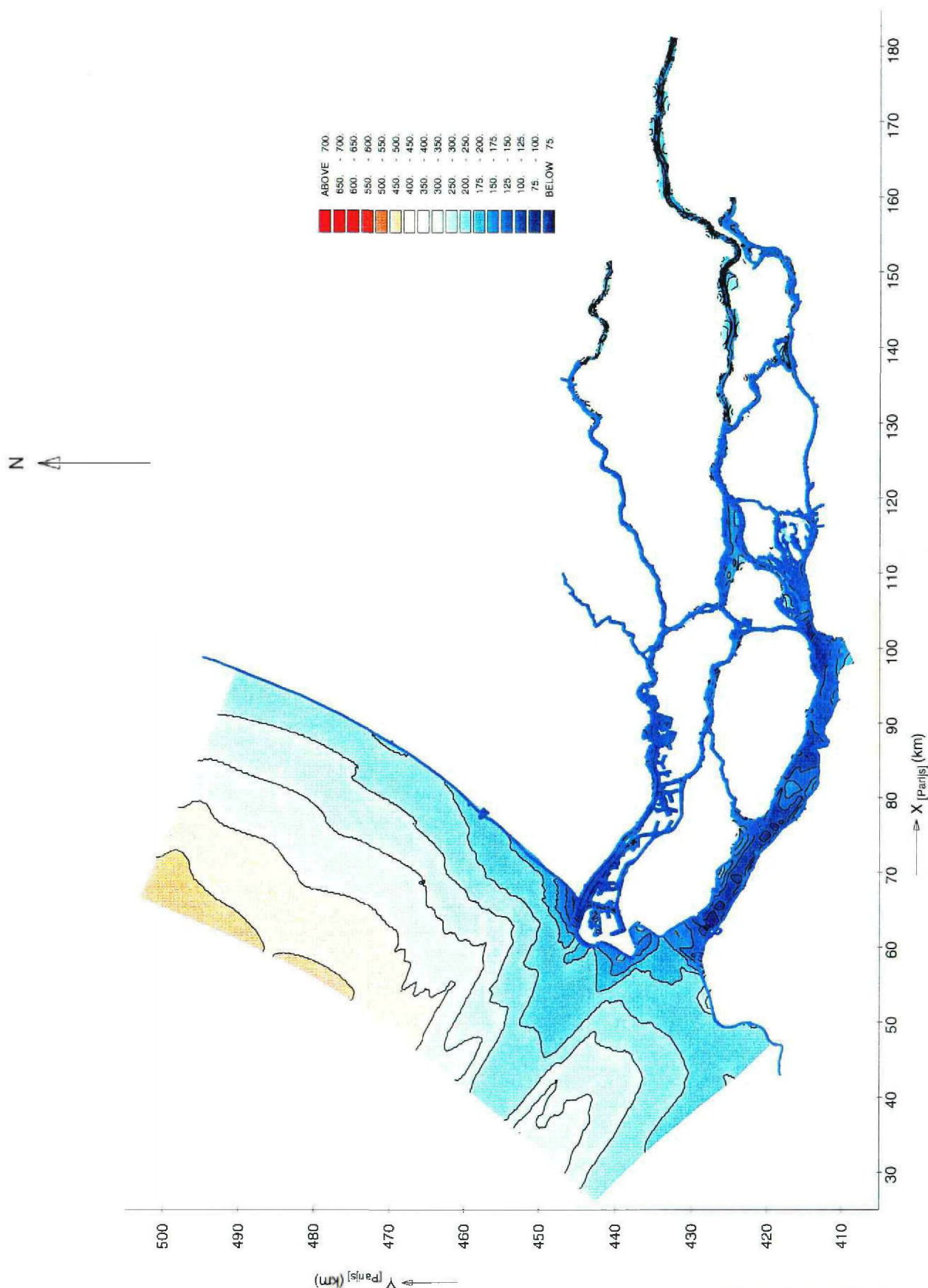
Zeedelta model
Rekenrooster, detail Beerdam



Zeedelta model
 Rekenrooster, matrixopbouw Hollandse IJssel



Zeedelta model
Orthogonaliteit van het rekenrooster



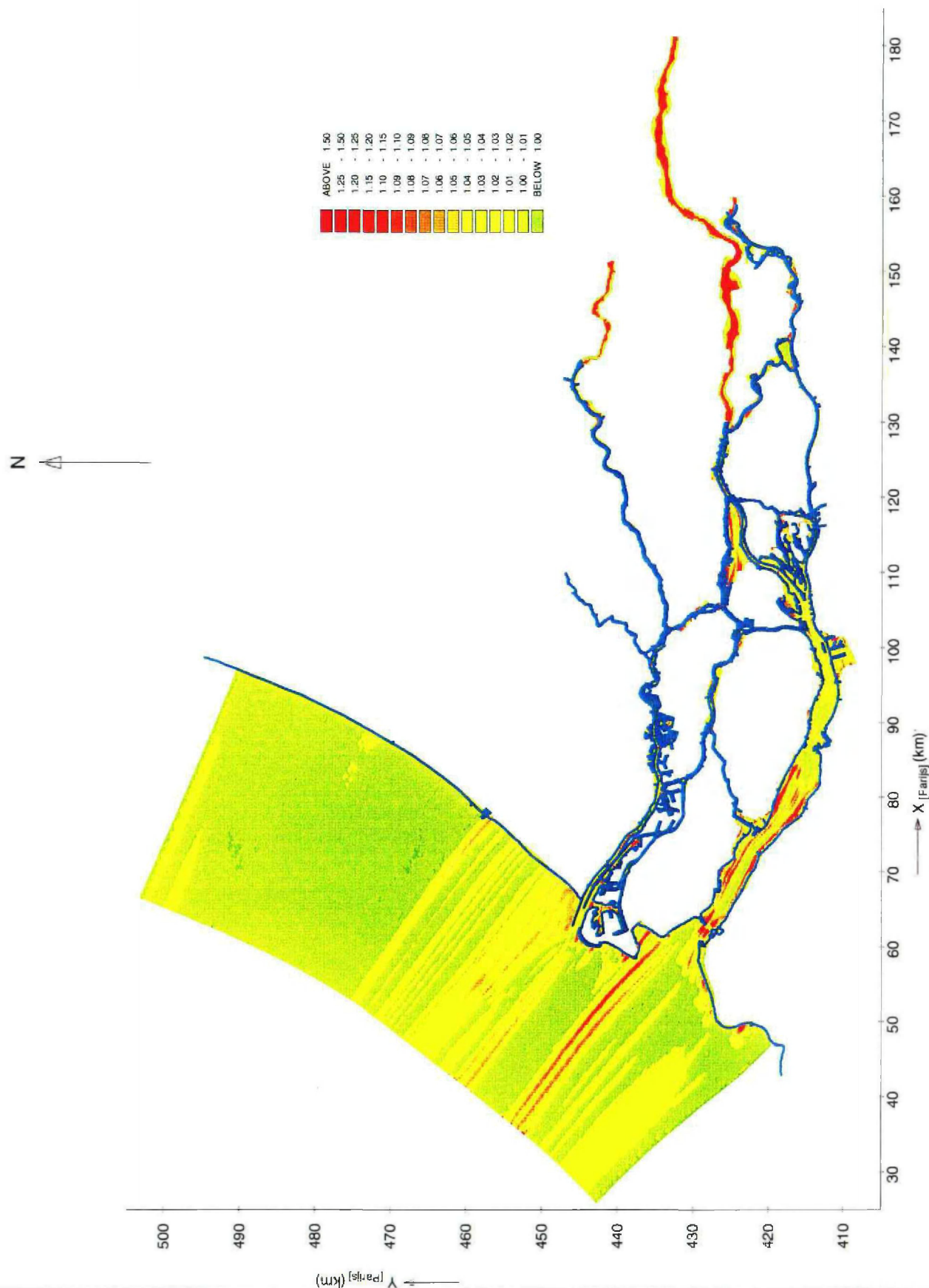
Zeedelta model

Resolutie van het rekenrooster

RIJKSWATERSTAAT/RIKZ

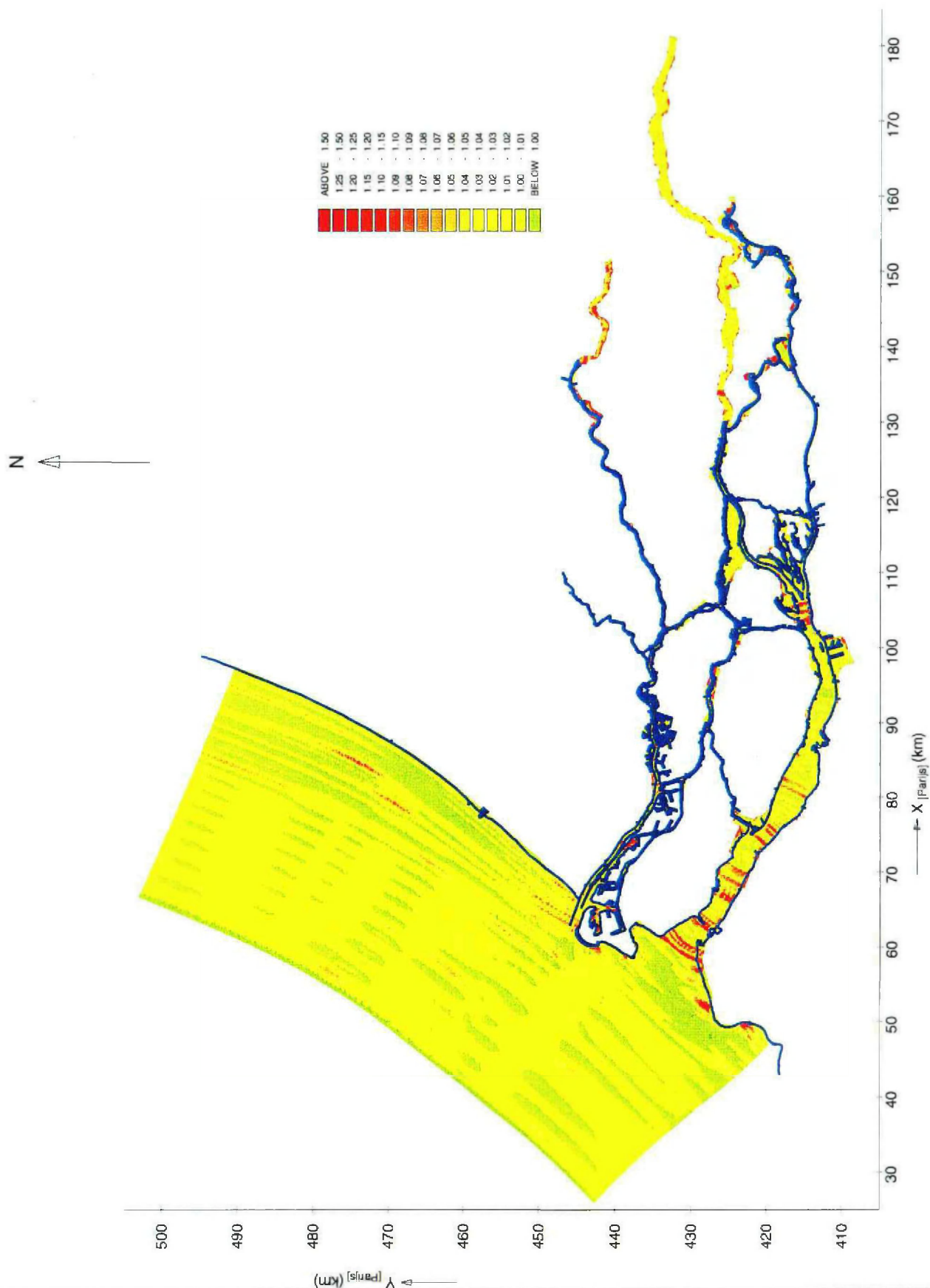
A100

Fig. 53



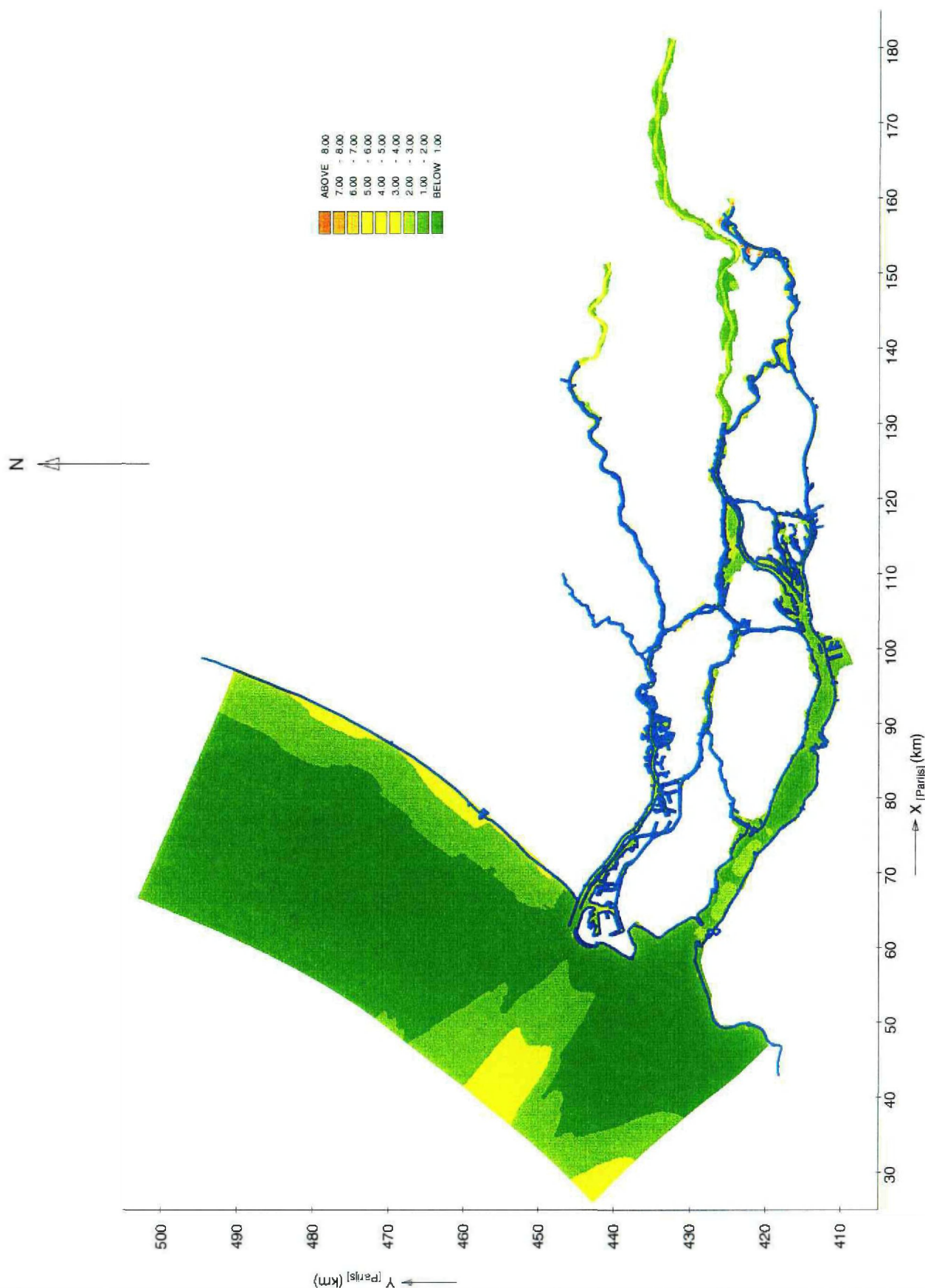
Zeedelta model

Gladheid van het rekenrooster in M-richting

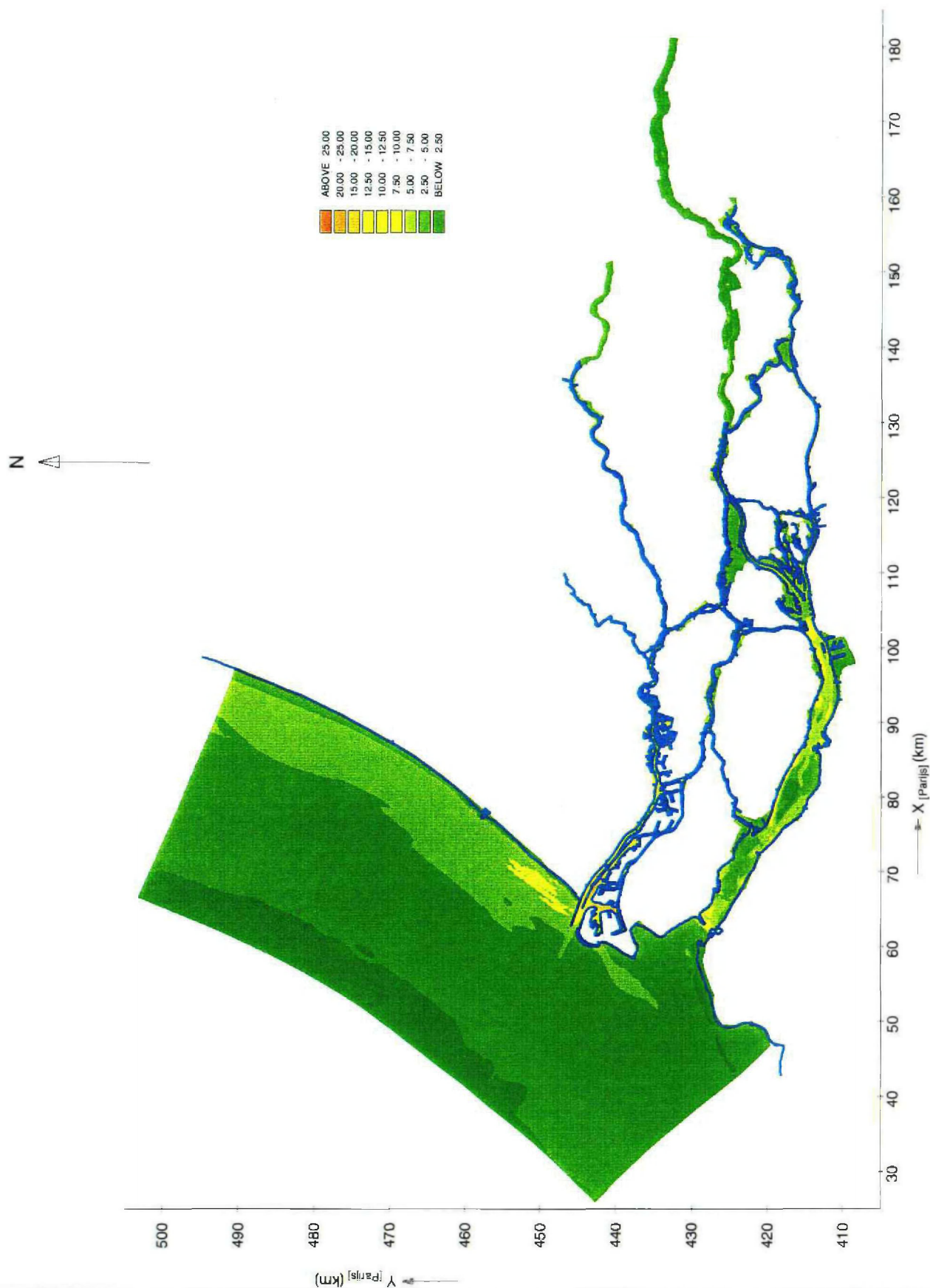


Zeedelta model

Gladheid van het rekenrooster in N-richting



Zeedelta model
Aspect ratio van het rekenrooster



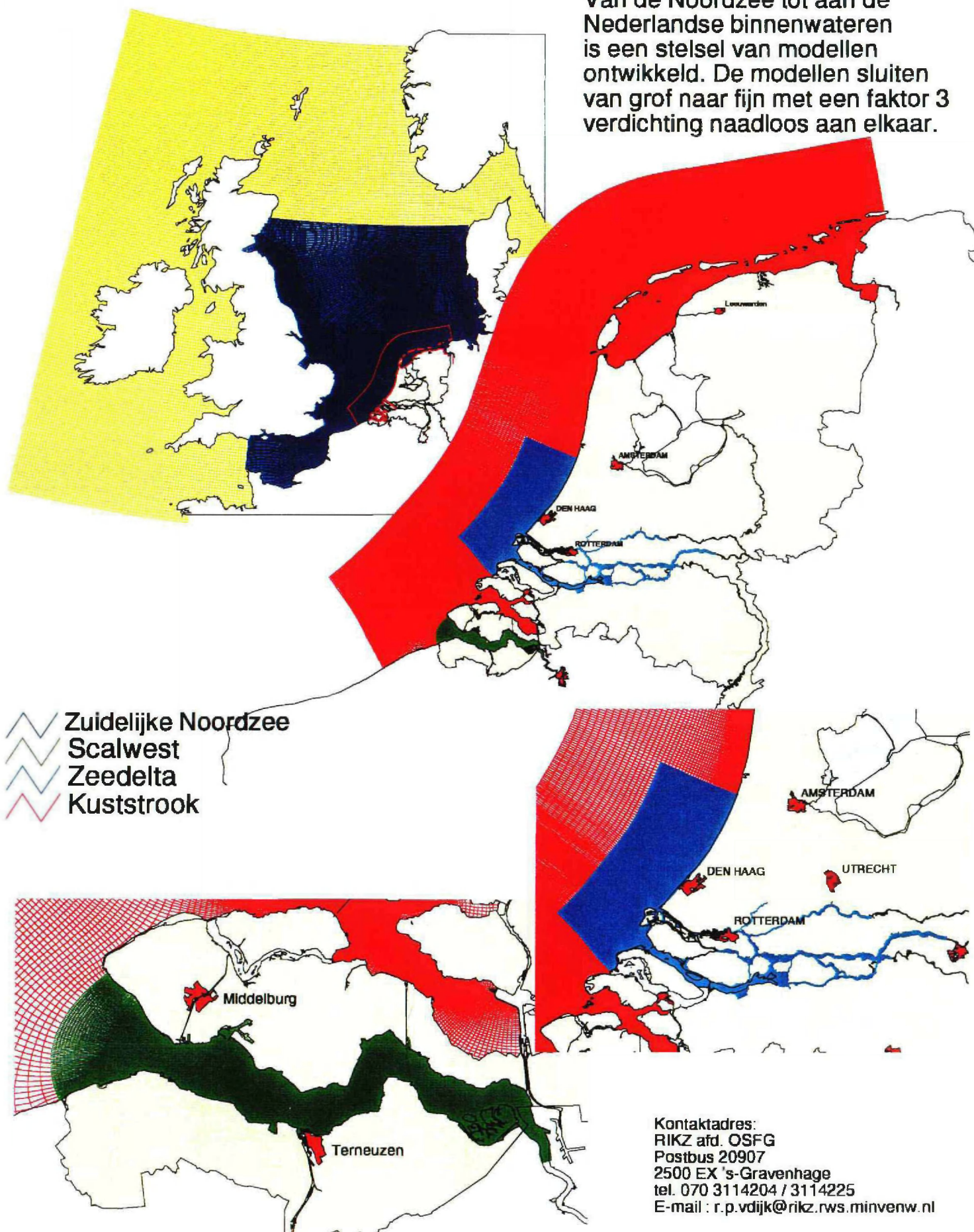
Zeedelta model
Courant getallen van het rekenrooster

delta t = 0.5 min.



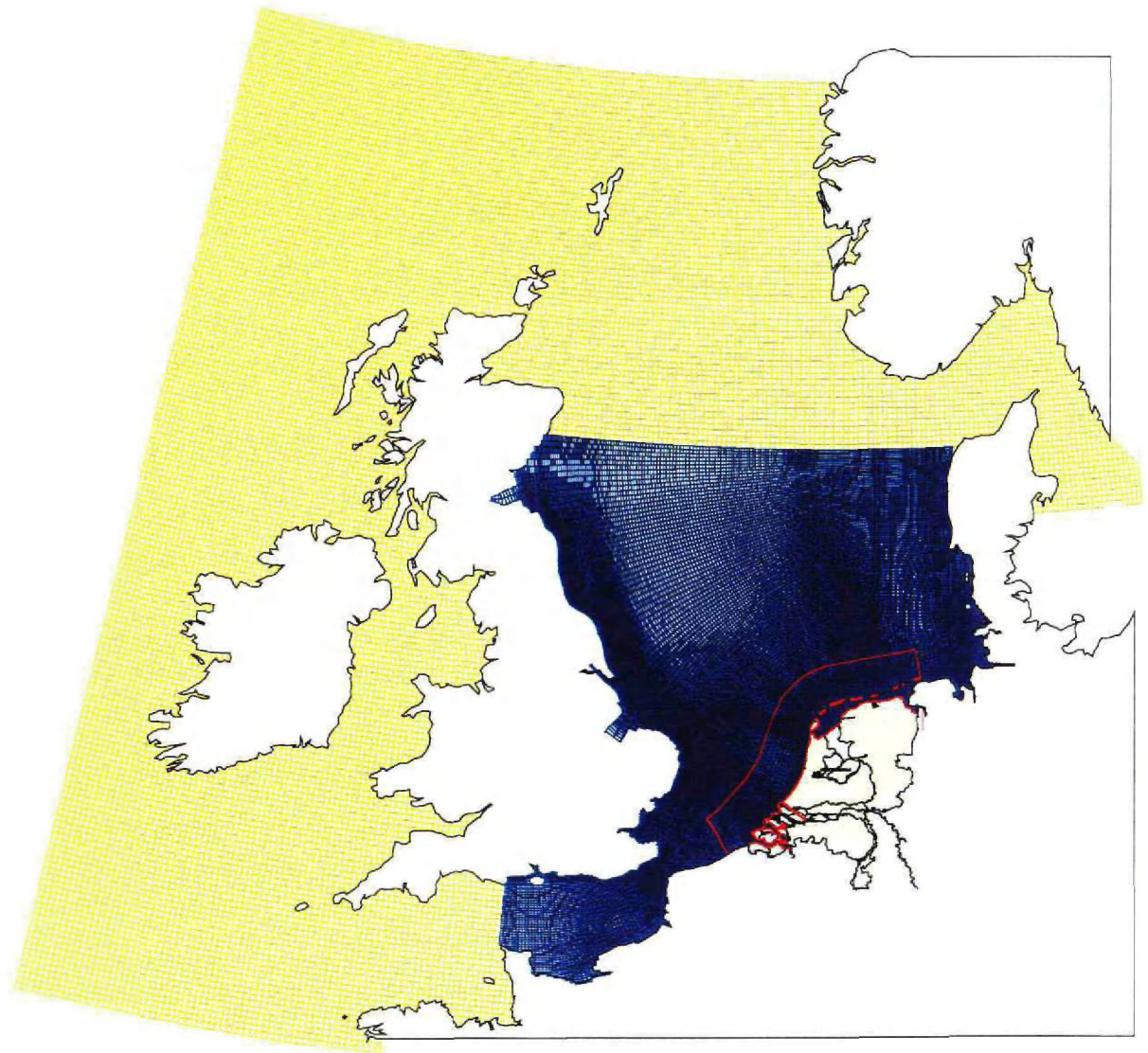
Van Oceaan tot de Nederlandse Binnenwateren

Van de Noordzee tot aan de Nederlandse binnenwateren is een stelsel van modellen ontwikkeld. De modellen sluiten van grof naar fijn met een faktor 3 verdichting naadloos aan elkaar.

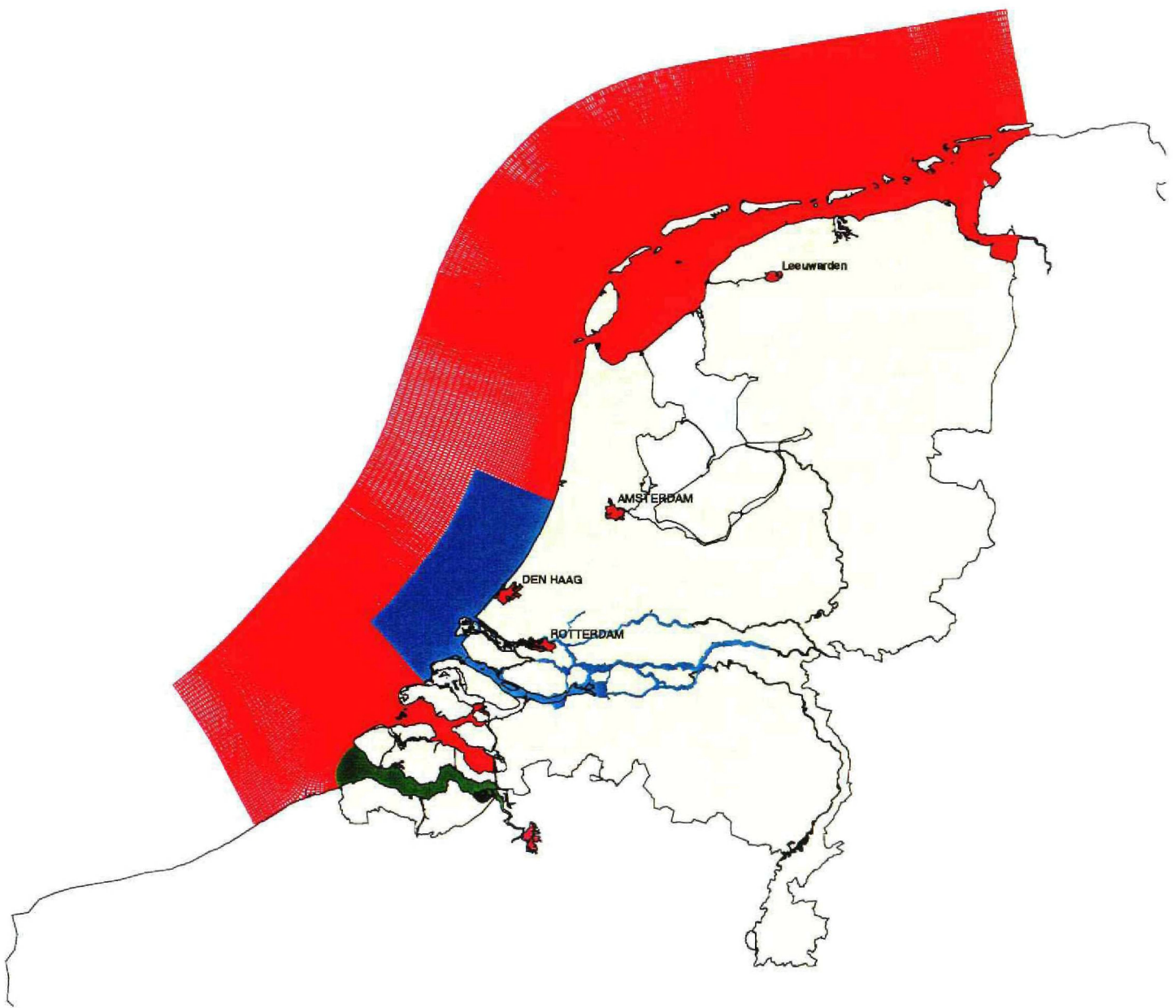


Kontaktadres:
RIKZ afd. OSFG
Postbus 20907
2500 EX 's-Gravenhage
tel. 070 3114204 / 3114225
E-mail : r.p.vdijk@rikz.rws.minvenw.nl

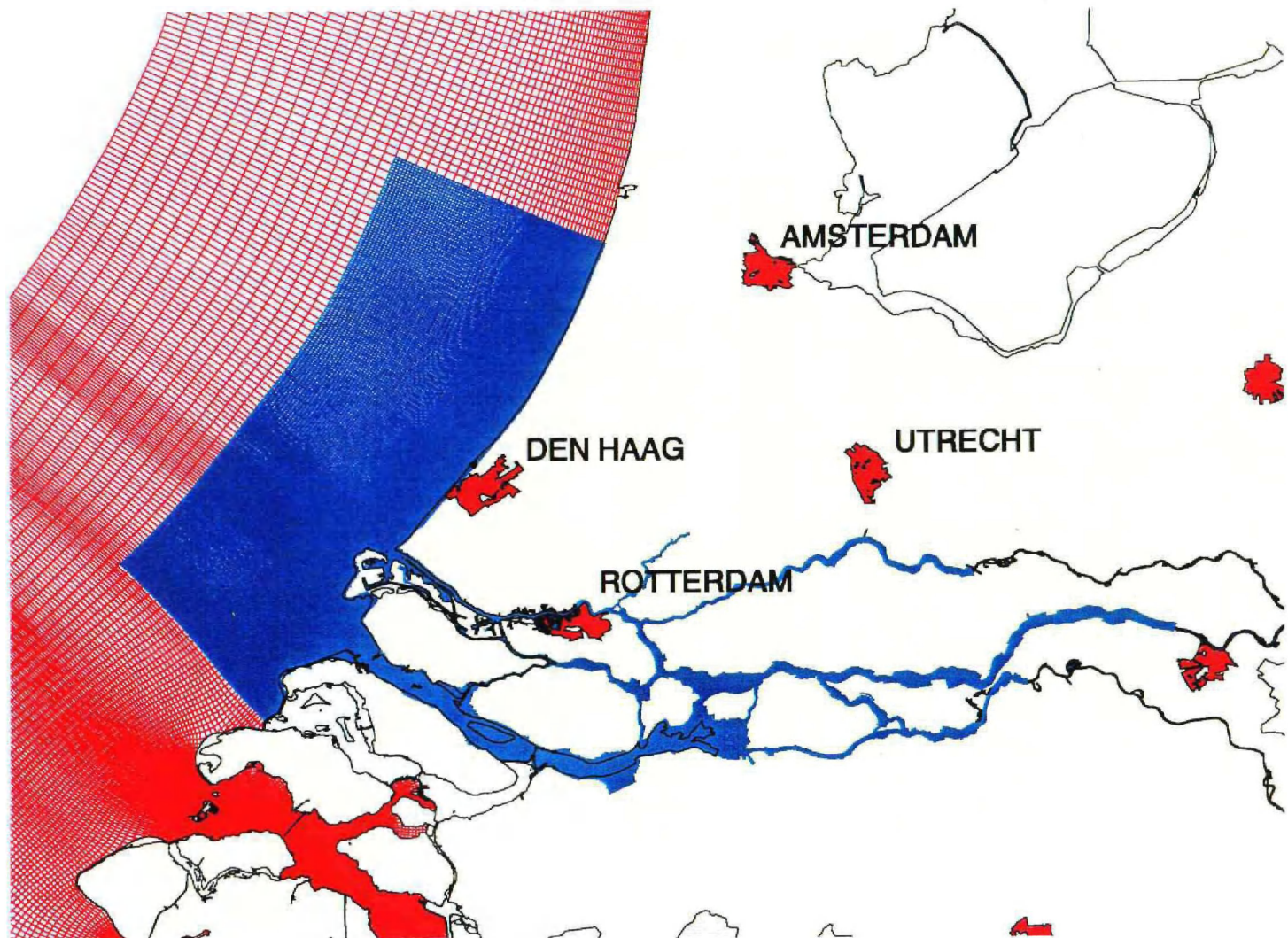
Zuidelijke Noordzee



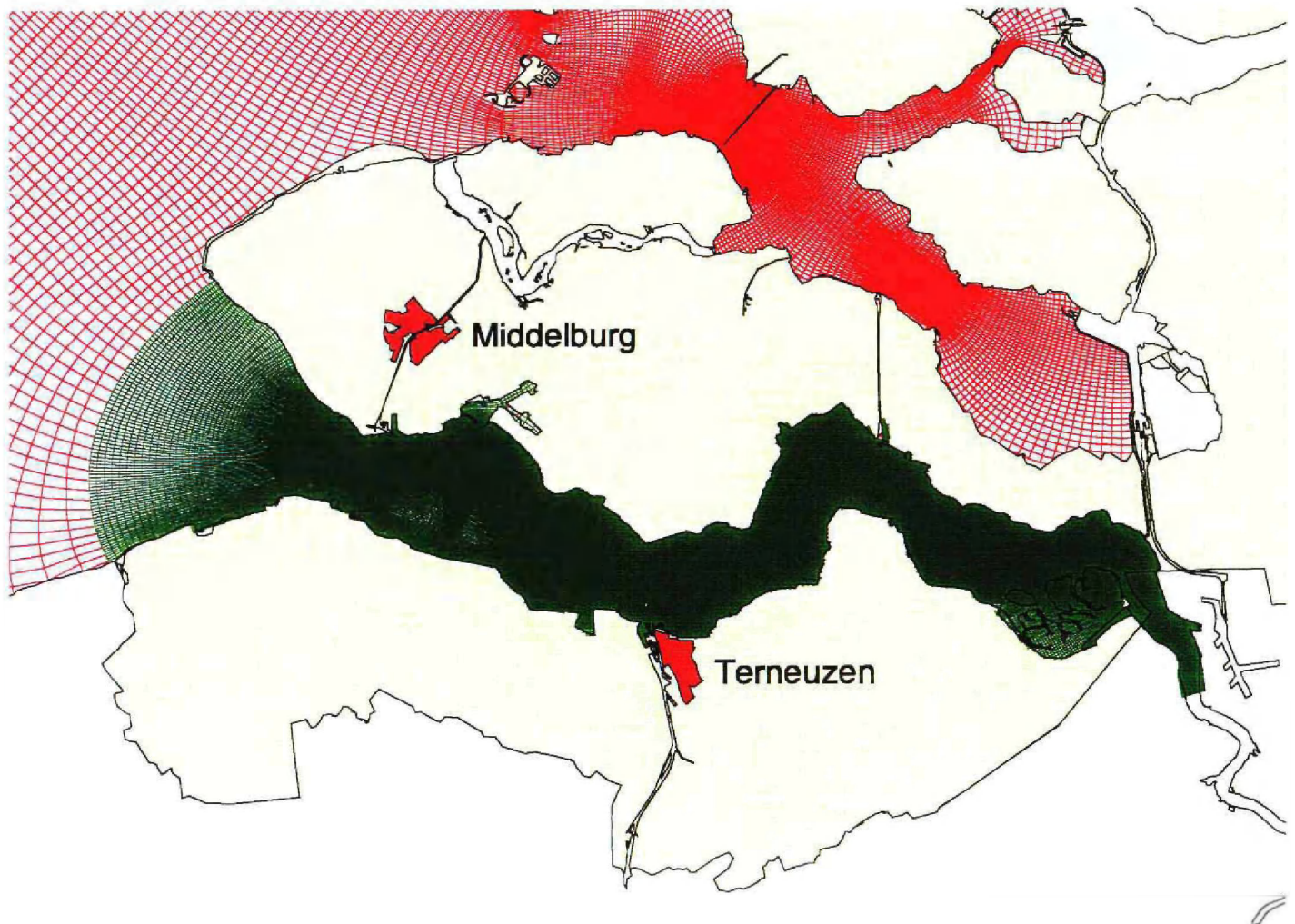
Kuststrook



Zeedelta



Scalwest





Aan

RWS RIKZ
t.a.v. mw. ir. G.E. Feenstra
postbus 8039
4330 EA Middelburg

Contactpersoon

R. van Dijk

Datum

11 mei 1998

Ons kenmerk

RIKZ/OS 985770

Onderwerp

Werkdocument RIKZ/OS-98.140x

Doorkiesnummer

070-3114225

Bijlage(n)

-

Uw kenmerk

-

Project

Kusthyd

Geachte geadresseerde,

Hierbij doe ik u toekomen werkdocument RIKZ/OS-98.140x getiteld 'Rekenroosters van RWS basismodellen van Oceaan tot Nederlandse binnenwateren'. Dit werkdocument is een samenvatting van een viertal rapporten waarin het ontwerp van een serie nieuwe kromlijnige roosters voor gebieden gaande van de Noordzee tot de Nederlandse binnenwateren wordt besproken, t.w. Zuidelijke Noordzee, Nederlandse Kuststrook, Rijn-Maas-Mond + Noordelijk Delta Bekken en Westerschelde. De algemene filosofie achter de ontworpen roosters is dat zij tezamen een hecht en consistent stelsel van modellen gaan vormen. Uitgangspunt binnen deze filosofie is dat van grof naar fijn rooster zoveel mogelijk een zelfde mate van verdichting wordt gehanteerd en blokkades ten aanzien van het koppelen van modellen vermeden dienen te worden. Hergebruik van bestaande roosters heeft centraal gestaan bij de opzet. Van de vier besproken roosters zijn er inmiddels drie uitgebouwd tot compleet waterbewegings- en transportmodel, dit zijn het Kuststrook, Zeedelta en Scalwest model.

DE HOOFDINGENIEUR-DIRECTEUR,

namens deze,

de projectleider van het project KUSTHYD,

Mw. drs. K.B. Robaczewska

Vestiging Den Haag

Postadres Postbus 20907, 2500 EX 's-Gravenhage

Bezoekadres Kortenaerkade 1

Telefoon 070 311 4311

Telefax 070-3114321

E-mail r.p.vdijk@rikz.rws.minvenw.nl

Rijkswaterstaat  200 jaar