



AEGEHANDELD

Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee

Een voorstudie naar mogelijke
versnellingen van TRIWAQ

Juni 1994

Z0792

waterloopkundig laboratorium | WL

KLANT : Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)

TITEL : Een voorstudie naar mogelijke versnellingen van TRIWAQ

SAMENVATTING : Deze voorstudie bevat een inventarisatie van mogelijke versnellingen van TRIWAQ-in-SIMONA om tot lagere rekentijden te komen voor het 3D RIJMAMO model. Dit model omvat het kustgebied en het benedenrivierengebied rond de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet. Het 3D RIJMAMO model zal opgezet en afgeregeld worden met de TRIWAQ-in-SIMONA programmatuur. De rekentijden voor dit RIJMAMO model blijken momenteel onacceptabel hoog te zijn op een HP 755 werkstation. In dit advies worden daarom voorstellen uitgewerkt voor het versnellen van de TRIWAQ-in-SIMONA code.

REFERENTIES :

REV.	AUTEUR	DATUM	OPMERKINGEN	GECONTROLEERD	GOEDGEKEURD
	E.D de Goede	28-6-94		H.J.M.G. Steeghs <i>hjt</i>	H.J.M.G. Steeghs <i>hjt</i>
	G.S. Stelling				

TREFWOORD(EN)	PAGINA'S	DOCUMENT NR.	STATUS
3D RIJMAMO model TRIWAQ-in-SIMOMA lagere rekentijden	TEKST : 12 TABELLEN : FIGUREN :	V822.94	<input type="checkbox"/> VOORLOPIG <input type="checkbox"/> CONCEPT <input checked="" type="checkbox"/> DEFINITIEF
ARCHIEF NR:			

Inhoud

1	Inleiding	1 – 1
2	Mogelijke versnellingen van de TRIWAQ-in-SIMONA code	2 – 1
2.1	Het inbouwen van de IROGEO-tabel	2 – 1
2.2	Verbetering van de droogvalprocedures	2 – 2
2.3	Implementatie van een multi-blokadministratie	2 – 3
2.4	Implementatie van de AOI methode	2 – 4
2.5	Aanpassing van de discretisatie van de advectieve termen	2 – 5
2.6	Verbetering van de implementatie van het stoftransport	2 – 6
3	Aanbevelingen	3 – 1
4	Referenties	4 – 1

Lijst van tabellen

- 1 Rekentijden voor de multi-blok AOI methode
- 2 Rekentijden voor verschillende discretisaties van de advection termen
- 3 Versnellingsfactoren voor stoftransport
- 4 Overzicht van versnellingsfactoren

Lijst van figuren

- 1 Structuur van DO-loops in de standaard TRIWAQ / TRISULA code
- 2 Structuur van DO-loops met de IROGEO-tabel

1 Inleiding

In 1992 is door Rijkswaterstaat (RIKZ, Directie Zuid-Holland en Directie Noordzee) in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium een inventarisatie opgesteld van de waterhuishoudkundige problematiek in het gebied omvat door de Voordelta, de mond van de Nieuwe Waterweg tot en met de Rotterdamse havens, en (de monding van) het Haringvliet. Aan de hand van die inventarisatie is een aanzet gegeven tot een integraal (=waterbeweging, hydromorfologie, waterkwaliteit en ecologie) plan van onderzoek en numerieke modellering van dit gebied (Waterloopkundig Laboratorium, 1992).

Het te ontwikkelen 3D RIJMAMO (RIJn MAas MONding) model omvat het kustgebied en het benedenrivierengebied rond de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet (Waterloopkundig Laboratorium, 1993b). Dit model zal opgezet en afgeregeld worden met de TRIWAQ-in-SIMONA programmatuur. TRIWAQ is het programma van Rijkswaterstaat/RIKZ voor de simulatie van de waterbeweging en de waterkwaliteit in drie dimensies. De experimenten zullen uitgevoerd worden op een bij WL gestationeerde HP 755 van RIKZ. Dit werkstation heeft een intern geheugen dat voldoende is voor het (zeer grote) RIJMAMO model. Echter, de reketijden voor het RIJMAMO model blijken momenteel onacceptabel te zijn.

Dit advies bevat een inventarisatie van mogelijke versnellingen van TRIWAQ om tot lagere reketijden te komen voor het 3D RIJMAMO model. Het advies is mede gebaseerd op ervaringen die met TRISULA zijn opgedaan. Er zullen zowel numerieke als informatica-technische aspecten aan de orde komen. Bij dit laatste onderdeel kan gedacht worden aan het optimaliseren van de TRIWAQ implementatie. Voor alle technieken die aan de orde komen, zal een schatting gemaakt worden van de te verwachten versnelling in TRIWAQ-in-SIMONA. Een aantal van de numerieke technieken is alleen geschikt voor scalaire computers, en niet voor vectorcomputers. Er is daarom onderscheid gemaakt tussen reketijden op scalaire en op vectorcomputers.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) als onderdeel van het project KUST*HYD (offerte aanvraag RIKZ/OS 945941 d.d. 30 mei 1994 en opdrachtbonnr. 22941632 d.d. 6 juni 1994).

2 Mogelijke versnellingen van de TRIWAQ-in-SIMONA code

Uit een vergelijking met WAQUA blijkt dat TRIWAQ voor een 2D RIJMAMO model zes keer zoveel rekentijd vergt op een HP 755. Hierbij kan opgemerkt worden dat bij RIKZ een (snelle) versie van TRIWAQ ontwikkeld is die slechts 4.5 keer duurder is, zie verslag voortgang RIJMAMO project/dd. 1-3-94. Het grote verschil in rekentijd wordt voor een gedeelte verklaard door het feit dat WAQUA geoptimaliseerd is voor scalaire computers en TRIWAQ niet. Bovendien worden in TRIWAQ / TRISULA numerieke technieken gebruikt die geschikt zijn voor vectorcomputers, zie (Van Kester et al., 1992) en (Waterloopkundig Laboratorium, 1993a). Voor scalaire computers zijn deze technieken minder optimaal dan die in WAQUA. Hieruit blijkt dat met de TRIWAQ code een behoorlijke reductie in rekentijd te behalen is door hetzij TRIWAQ scalair te optimaliseren, hetzij de numerieke methoden aan te passen. Met 'scalair optimaliseren' wordt bedoeld het verminderen van reketijden op scalaire computers. Dit zou tot gevolg kunnen hebben dat de code minder geschikt wordt voor vectorcomputers. We zullen daarom onderscheid maken tussen versnellingen op scalaire computers en op vectorcomputers. De experimenten met vectorcomputers zijn uitgevoerd op de CRAY C90 van SARA (Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam).

In dit rapport worden een aantal technieken beschouwd die toegepast kunnen worden om de TRIWAQ-in-SIMONA reketijden voor het 3D RIJMAMO model te verminderen. Er zal gebruik gemaakt worden van de ervaringen die met TRISULA zijn opgedaan. Een aantal van de te beschouwen technieken zijn al in researchversies van TRISULA geïmplementeerd en zijn al getest voor het RIJMAMO model.

In de volgende paragrafen zullen de volgende technieken voor versnelling van de TRIWAQ code aan de orde komen:

- a) Inbouwen van de IROGEO-tabel. Hierdoor worden de berekeningen slechts in actieve (oftewel "natte") roosterpunten uitgevoerd i.p.v. in alle roosterpunten.
- b) Verbetering van de droogvalprocedures.
- c) Implementatie van een multi-blokadministratie
- d) Implementatie van de Alternating Operator Implicit (AOI) methode.
- e) Aanpassing van de discretisatie van de advectieve termen.
- f) Verbetering van de implementatie van het stoftransport.

2.1 Het inbouwen van de IROGEO-tabel

Het RIJMAMO model bevat zeer veel roosterpunten, maar slechts 16 procent van de roosterpunten zijn actieve, oftewel "natte" punten. De overige roosterpunten zijn niet-actief en vereisen de nodige geheugenruimte en rekentijd. Bij Rijkswaterstaat/RIKZ en het WL is in de afgelopen tijd onderzoek gedaan naar versnellingen van de TRIWAQ code door toepassing van de IROGEO-tabel. Hierdoor worden alleen in actieve roosterpunten berekeningen uitgevoerd. Voor het RIJMAMO model leidt toepassing van de IROGEO-tabel tot lagere reketijden, omdat het percentage actieve punten uiterst laag is.

Ter verduidelijking zal nu worden ingegaan op de structuur van de TRIWAQ / TRISULA code. In de onderstaande figuur wordt een DO-loop beschreven die kenmerkend is voor beide codes:

```
DO 100 NM=1,NMAX * MMAX
  IF (KFU(NM) .EQ. 1 ) THEN
    U(NM) = U(NM) + 2 * D(NM)
  ENDIF
100 CONTINUE
```

Fig. 1

In alle punten, dus ook in de niet-actieve (of droge) punten, wordt gecontroleerd of een roosterpunt al dan niet actief is. In Fig. 1 is dit het geval als de variabele KFU(NM) de waarde 1 heeft. Zo ja, dan worden er berekeningen uitgevoerd. Voor modellen waarin het percentage actieve roosterpunten laag is, zoals bij het RIJMAMO model, blijkt het controleren in de niet-actieve punten relatief gezien de nodige rekentijd te vergen. Dit kan omzeild worden door te rekenen via de zogenaamde IROGEO-tabel. Deze tabel beschrijft de geometrie van het gebied. In een implementatie die gebaseerd is op de IROGEO-tabel hebben de DO-loops de volgende structuur:

```
DO 200 IC=1,NOROW
  N = IROGEO(1,IC)
  MF = IROGEO(2,IC)
  ML = IROGEO(3,IC)
  DO 200 M=MF,ML           { rij voor rij rekenen }
    IF (KFU(N,M) .EQ. 1 ) THEN
      U(M,N) = U(M,N) + 2 * D(M,N)
    ENDIF
200 CONTINUE
```

Fig. 2

Uit onderzoek van RIKZ blijkt dat deze aanpak voor een 3D RIJMAMO model met stoftransport tot een halvering van de rekentijd leidt op een HP 755 (Kuijper, 1994). Voor een 3D RIJMAMO model zonder stoftransport is de reductie in rekentijd een factor 1.5. Hierbij zijn alle DO-loops in de belangrijkste c.q. meest rekenintensieve rekenroutines omgezet van een structuur zoals in Fig. 1 naar die van Fig. 2. Voor beide implementaties zijn de numerieke resultaten identiek. We merken op dat deze techniek alleen rekenwinst oplevert op scalaire computers. Op vectorcomputers zal de rekentijd in het algemeen toenemen, omdat de vectorlengte en hierdoor de performance aanzienlijk lager wordt.

Het inbouwen van de IROGEO-tabel betekent dat de code alleen geschikt is voor scalaire computers. Deze (scalaire) code zou nog verder geoptimaliseerd kunnen worden door het

omkeren van de K-loops (loops die in de verticale richting lopen). In zowel TRIWAQ als in TRISULA loopt de 'binnenste' loop over de horizontale punten (voor vectorisatie). Dit kan betekenen dat er berekeningen uitgevoerd worden die voor iedere laag hetzelfde zijn. Indien de K-loop de binnenste loop wordt, dan worden deze (overbodige) berekeningen vermeden. Hierdoor zal naar inschatting een reductie in rekentijd van 10 à 20 % behaald worden.

2.2 Verbetering van de droogvalprocedures

De droogvalprocedures in zowel TRIWAQ als in TRISULA hebben in de afgelopen jaren nauwelijks veranderingen ondergaan. Toch is er het nodige geëxperimenteerd met droogval-
len / onderlopen. Uit numerieke experimenten is gebleken dat de huidige droogvalprocedures kunnen leiden tot het onnodig vaak "dichtzetten" of "openzetten" van roostercellen. Het verbeteren van de droogvalprocedures kan bestaan uit het implementeren van de wijzigingen die in de afgelopen jaren in TRISULA hebben plaatsgevonden of uit het implementeren van een nieuwe droogvalprocedure voor met name plaat/geul-overgangen. In een researchversie van TRISULA is deze laatste optie inmiddels gerealiseerd.

Het verbeteren van de implementatie van het droogvallen / onderlopen levert een reductie in rekentijd op die zeer sterk afhangt van het testprobleem. Voor het 3D RIJMAMO model zal de winstfactor van de hierboven genoemde opties naar inschatting gering zijn, bijvoorbeeld 20%. De berekening van de waterstanden vergt immers een gering deel van de rekentijd. Met name in 3D modellen vormen de berekening van de snelheden en van het stoftransport daarentegen de rekenintensieve onderdelen.

2.3 Implementatie van een multi-blokadministratie

Bij toepassing van een multi-blokadministratie wordt een (groot) modelgebied opgedeeld in een aantal kleinere deelgebieden, de zogenaamde blokken of domeinen. Hierdoor kan een aanzienlijk hoger percentage actieve punten en derhalve een veel geringer geheugengebruik bereikt worden. Dit laatste aspect is de belangrijkste reden geweest om een researchversie van TRISULA te ontwikkelen die een multi-blokadministratie bevat. Over dit onderzoek is gerapporteerd in (De Goede et al., 1994). Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) als onderdeel van het project KUSTGEN*MORF, contractnr. DG-622, opdrachtbrief AOE/936495 d.d. 29 juli 1993. Bij RIKZ zijn de TRISULA-rekenroutines beschikbaar die in dit multi-blokproject ontwikkeld zijn.

De multi-blokimplementatie is getest voor het RIJMAMO model. Hierbij is de geometrie opgesplitst in elf subdomeinen. Dit levert een reductie in geheugengebruik van een factor vier op. Tevens neemt de rekentijd af met ongeveer 30%. Hieruit blijkt eens te meer dat voor het RIJMAMO model de niet-actieve roosterpunten de nodige rekentijd vergen. De multi-blokimplementatie levert ook op vectorcomputers een efficiënte code op.

Als in TRIWAQ-in-SIMONA een vergelijkbare multi-blokdatastructuur geïmplementeerd wordt, dan zal naar verwachting een zelfde reductiefactor in rekentijd behaald worden. We

merken op dat dit niet geldt voor een programmacode die gebaseerd is op de IROGEO-tabel (zie Fig. 2), omdat in een dergelijke implementatie het percentage actieve roosterpunten al optimaal is.

2.4 Implementatie van de Alternating Operator Implicit (AOI) methode

De multi-blokadministratie die in de vorige paragraaf beschouwd is, is ontwikkeld voor de Alternating Operator Implicit (AOI) methode. Naast het feit dat er een multi-blokadministratie voor de AOI methode beschikbaar is, biedt de AOI methode nog een aantal voordelen boven de huidige ADI methode die in TRIWAQ en in TRISULA gebruikt wordt. Met de AOI methode worden simulaties nauwkeuriger, met een grotere tijdstap en in het algemeen efficiënter doorgerekend (Mooiman et al., 1993). Voor bijvoorbeeld een 3D Keeten Volkerak model blijkt de AOI methode een factor 3.8 efficiënter dan de ADI methode.

Tabel 1 bevat rekentijden die met de AOI methode verkregen zijn voor het tien lagen RIJMAMO model zonder stoftransport. Deze tabel is overgenomen uit (De Goede et al., 1994). Met MB-AOI wordt de multi-blokimplementatie van de AOI methode aangeduid. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de rekentijd voor de ADI methode geschat is, omdat de geheugencapaciteit van het HP werkstation (WL) niet toereikend is voor dit experiment. De simulatieperiode is één dag.

Tabel 1	rekentijden op HP 755	geheugengebruik
MB-AOI methode (Dt = 2 min.)	25.000 sec	60 Mbyte
ADI methode (Dt = 1 min.)	61.000 sec	200 Mbyte

De verhouding in rekentijd tussen de MB-AOI en de ADI methode is een combinatie van een twee keer zo grote tijdstap en 30% rekenwinst t.g.v. de multi-blokadministratie (zie vorige paragraaf).

Uit Tabel 1 blijkt dat één tijdstap van het 3D RIJMAMO model zonder stoftransport ongeveer 35 sec vergt op een HP 755. Voor een vergelijkbaar model met stoftransport verwachten we een toename in rekentijd van ongeveer 50%, wat leidt tot een rekentijd van 52 sec per tijdstap. Aangezien de huidige TRIWAQ implementatie ongeveer 175 sec per tijdstap vergt, lijkt een reductiefactor van ongeveer 3.5 haalbaar als de multi-blok AOI methode wordt toegepast. Zonder multi-blokimplementatie is waarschijnlijk een reductiefactor van 2.6 mogelijk door toepassing van de AOI methode.

In TRIWAQ-in-SIMONA is een researchversie beschikbaar waarin de AOI methode geïmplementeerd is. De hiervoor benodigde FORTRAN subroutines zijn door het WL aangeleverd,

als één van de producten in het project "Volledig impliciet TRISULA" (opdrachtbrief AOE/936359, contractnr. DG-604).

2.5 Aanpassing van de discretisatie van de advectieve termen

Bij simulaties met drie-dimensionale modellen blijkt de discretisatie van de advectieve termen vaak een belangrijk deel van de rekentijd te vergen. Voor verscheidene toepassingen zijn de advectieve termen echter van ondergeschikt belang. Het is daarom wenselijk een keuze te hebben uit verschillende discretisaties, waarin zowel een dure (en nauwkeurige) optie als een goedkope (en minder nauwkeurige) optie aanwezig is.

Met TRISULA zijn al de nodige experimenten uitgevoerd met verschillende discretisaties van de advectieve termen, zie bijvoorbeeld (De Goede et al., 1993). De volgende opties zijn o.a. onderzocht:

- a) De huidige (relatief dure) discretisatie in TRISULA (tweede orde nauwkeurig in de plaats en tweede orde in de tijd).
- b) Een tweede orde upwind methode die eerste orde nauwkeurig is in de tijd. Voor de tijdsintegratie van de advectieve termen is een fractional step methode geïmplementeerd, waarin het stelsel t.g.v. de impliciete afhandeling van de horizontale advectietermen met een Gauss Seidel-achtige iteratiemethode opgelost wordt.

Optie b) kan eventueel gecombineerd worden met de IROGEO-aanpassing uit paragraaf 2.1. In een researchversie van TRISULA is dit getest voor een 3D RIJMAMO model. Het al dan niet inbouwen van de IROGEO-tabel blijkt nauwelijks invloed te hebben op de rekentijd. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat deze experimenten zijn uitgevoerd met de multi-blokimplementatie. In deze implementatie is het percentage actieve punten hoog en daardoor de winst t.g.v. de IROGEO-tabel zeer gering. Zonder een multi-blokimplementatie zal het toepassen van de IROGEO-tabel naar inschatting een rekenwinst van 30% opleveren. We merken op dat het toepassen van de IROGEO-tabel niet geschikt is voor vectorcomputers.

Tabel 2	rekentijden op HP 755
MB-AOI methode standaard advectie (Dt = 2 min.)	25.000 sec
MB-AOI methode advectie: optie b) (Dt = 2 min.)	15.000 sec

Voor een 3D RIJMAMO model vermindert de rekentijd voor de advectieve termen met optie b) met meer dan een factor vijf. De rekentijd voor de gehele methode vermindert hierbij met ongeveer 40% (zie Tabel 2). De numerieke resultaten (en dus de nauwkeurigheid) komen sterk overeen met die van de standaard-implementatie.

2.6 Verbetering van de implementatie van het stoftransport

In de vorige paragrafen is ingegaan op versnellingen van TRIWAQ voor de waterbeweging. Een aanzienlijke reductie in rekentijd lijkt haalbaar voor de waterbeweging. Voor simulaties met het 3D RIJMAMO model is het echter van groter belang het stoftransport te optimaliseren. Een simulatieperiode van één dag voor een 3D (tien lagen) RIJMAMO model zonder stoftransport vergt ongeveer één dag rekentijd op een HP 755. Voor hetzelfde model maar nu met saliniteit is de rekentijd drie dagen. Toevoeging van saliniteit leidt dus tot een grote toename in rekentijd. Bij TRISULA experimenten is de ervaring dat de toename ruwweg 25 à 50 % is. Hieruit blijkt dat een grote besparing mogelijk en eigenlijk noodzakelijk is. Toepassing van het IROGEO-tabel heeft inmiddels geleid tot ongeveer een halvering van de rekentijd (Kuijper, 1994).

Zowel numerieke als informaticatechnische technieken kunnen onderzocht worden om lagere rekentijden te realiseren. Wat het laatste aspect betreft, kan gedacht worden aan het verbeteren van de implementatie en aan het optimaliseren van de code voor scalaire computers. De implementatie van de stoftransportroutines hebben in het verleden minder aandacht gekregen dan de routines voor de waterbeweging. Dit geldt zowel voor TRIWAQ als voor TRISULA. De stoftransportroutines zijn daarom minder efficiënt geprogrammeerd. Verbetering van de implementatie zal naar inschatting een relatief kleine winst in rekentijd opleveren, bijvoorbeeld 20%.

Uit de 3D RIJMAMO experimenten met de TRIWAQ code blijkt dat de schaakbord-Jacobi-iteratiemethode grote "moeite" heeft het convergentie criterium te bereiken. Het komt zelfs regelmatig voor dat het iteratieproces gestopt wordt, omdat het maximale aantal iteraties, te weten 50, bereikt wordt zonder dat het iteratieproces geconvergeerd is. Hierbij kan nog worden opgemerkt dat het absolute stopcriterium in TRIWAQ zelfs minder scherp staat dan in TRISULA, te weten 10^{-6} in TRIWAQ tegen 10^{-8} in TRISULA. Het aanpassen c.q. vergroten van het convergentie criterium in TRIWAQ lijkt daarom geen wenselijke optie.

In paragraaf 2.5 is een goedkope (en minder nauwkeurige) optie voor de advectieve termen beschouwd. Voor de waterbeweging levert dit een forse besparing in rekentijd op. Voor de transportroutines zou een vergelijkbare aanpak gevolgd kunnen worden. Mede gezien de exceptioneel hoge rekenkosten en het slechte convergentiegedrag van de stoftransportimplementatie, kan een grote reductie in rekentijd behaald worden in TRIWAQ. Deze reductiefactor zal naar inschatting groter zijn dan de factor 1.6 die voor de waterbeweging behaald is (zie paragraaf 2.5). In tegenstelling tot bij de waterbeweging, is deze aanpak nog niet getest in TRISULA. Experimenten moeten uitwijzen hoe groot de winst in rekentijd zal zijn en wat de effecten zullen zijn op de nauwkeurigheid. We merken op dat aanpak, die niet geschikt is voor vectorcomputers, als extra optie ingebouwd kan worden. Dit betekent dat de standaard methode dan gebruikt kan worden voor een efficiënte implementatie op vectorcomputers.

In Tabel 3 wordt een overzicht gegeven van reductiefactoren die naar inschatting voor het stoftransport te behalen zijn. Deze schattingen geven aan met welke factor de rekentijd voor het stoftransport gereduceerd kan worden.

Tabel 3: geschatte reductiefactoren in rekentijd op HP 755	geen IROGEO-tabel	wel IROGEO-tabel
efficiëntere implementatie	1.2	2.4
numerieke aanpassingen	2.0	4.0

3 Aanbevelingen

In dit rapport zijn een aantal mogelijke versnellingen van TRIWAQ-in-SIMONA onderzocht om tot lagere rekestijden te komen voor het 3D RIJMAMO model. Een simulatie van één dag met dit 3D RIJMAMO model (10 lagen, inclusief zout) vergt met de huidige TRIWAQ-in-SIMONA code ongeveer 240.000 sec (3 dagen) op een HP 755. Door toepassing van de IROGEO-tabel is de rekestijd al gehalveerd (Kuijper, 1994). De standaard TRISULA versie zal naar inschatting 100.000 sec aan rekestijd vergen. Voor een speciale TRISULA-versie is de rekestijd voor een 3D RIJMAMO model (zonder zout) 15.000 sec. Indien saliniteit wordt toegevoegd, dan zal de geschatte rekestijd ongeveer 25.000 sec bedragen. Op grond van deze experimenten kan geconcludeerd worden dat in TRIWAQ een grote versnelling mogelijk is.

Tabel 4 bevat een overzicht van geschatte reductiefactoren in rekestijd voor de verschillende versnellingen. De rekestijden zijn vergeleken t.o.v. de rekestijden voor het 3D RIJMAMO model zonder toepassing van de IROGEO-tabel. Deze factoren zijn schattingen, die met name gebaseerd zijn op ervaringen die met TRISULA zijn opgedaan. Er wordt onderscheid gemaakt tussen versnellingen met en versnellingen zonder het inbouwen van de IROGEO-tabel. De winstfactoren zonder de IROGEO-tabel kunnen, in principe, met elkaar vermenigvuldigd worden. Dit geldt niet voor de resultaten met IROGEO-tabel, omdat deze reductiefactoren al afzonderlijk met de winstfactor t.g.v. de IROGEO-tabel vermenigvuldigd zijn. De reductiefactoren voor stoftransport hebben alleen betrekking op de rekestijd voor de transportprocessen. Tussen haakjes wordt aangegeven of de betreffende techniek geschikt is voor scalaire computers (S) en/of voor vectorcomputers (V). Op basis van de te behalen versnelling, is de wenselijkheid van een bepaalde techniek weergegeven met het aantal sterren.

Tabel 4: geschatte versnellingsfactoren voor 3D RIJMAMO model	geen IROGEO-tabel	wel IROGEO-tabel	advies m.b.t. rekestijd
aanpassing droogvallen	1.2 (SV)	1.8 (S)	*
omkering K-loops	1.2 (S)	1.8 (S)	*
AOI methode	1.7 (SV)	2.5 (S)	***
multi-blokadministratie	1.4 (SV)	1.4 (S)	*
aanpassing advection	1.6 (S)	2.2 (S)	*
optimalisatie stoftransport	1.2 (SV)	2.4 (S)	*
aanpassing stoftransport	2.0 (S)	4.0 (S)	***
IROGEO-tabel			**

Uit Tabel 4 blijkt dat de volgende technieken, naar inschatting, de beste keuzes zijn voor het verminderen van de rekentijd:

- a) het verbeteren van de stoftransportimplementatie.
- b) het toepassen van de AOI methode.
- c) het inbouwen van de IROGEO-tabel.

4 Referenties

- De Goede, E.D. en G.S. Stelling, 1993: Rekentijden van 3D simulaties op diverse computersystemen. Waterloopkundig Laboratorium, rapport Z697.
- De Goede, E.D. en D.K. Vatvani, 1994: Een multi-blokadministratie voor de 3D ondiepwatervergelijkingen. Waterloopkundig Laboratorium, rapport Z690.
- Kuijper E.V.L. en J.W.M. Lander: Effect op de rekestijden van TRIWAQ door het inbrengen van de IROGEO-tabel. rapport Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)/OS-94.134x.
- Mooiman, J. en E.D de Goede, 1993: Een Alternating Operator Implicit (AOI) methode voor TRISULA. Waterloopkundig Laboratorium, rapport Z698.
- Rijkswaterstaat/RIKZ, 1994: TRIWAQ-in-SIMONA, theoretische achtergronden (concept).
- Stelling, G.S. en J.A.Th.M. van Kester, 1994: On the approximation of horizontal gradients in sigma coordinates for bathymetry with steep bottom slopes. *Int. J. Num. Fluids*, Vol. 18, 915-935.
- Van Kester, J.A.Th.M. en G.S. Stelling, 1992: Versnellen van TRISULA-3D. Waterloopkundig Laboratorium, rapport Z81.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1992: Integrale analyse Voordelta en Waterweg (INVOWA), vertaling probleemvelden naar plan van aanpak. Waterloopkundig Laboratorium, rapport Z62.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1993a: TRISULA, a simulation program for hydrodynamic flows and transports in 2 and 3 dimensions.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1993b: Opzet en afregeling TRISULA model RIJMAMO, waterbeweging ten behoeve van integrale analyse Voordelta en Waterweg (INVOWA). Waterloopkundig Laboratorium, rapport Z590.



hoofdkantoor
Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon (015) 56 93 53
telefax (015) 61 96 74
telex 38176 hydel-nl

locatie 'De Voorst'
Voorsterweg 28, Marknesse
postbus 152
8300 AD Emmeloord
telefoon (05274) 29 22
telefax (05274) 35 73
telex 42290 hylvo-nl

