

Reproductie nauwkeurigheid van het 3D Zeedelta-model v8

Project: NAUTILUS

Werkdocument:RIKZ/OS/2003.106X



Reproductie nauwkeurigheid van het 3D Zeedelta model (v8)

28 januari 2003

| | |
|---------------|-------------------|
| Project: | Nautilus |
| Werkdocument: | RIKZ/OS/2003.106X |
| Datum: | januari 2003 |
| Auteur: | M. Zijlema |

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de kwantitatieve beoordeling van de performance van het 3-dimensionale waterbewegingsmodel Zeedelta fijn versie 8. Als referentie zijn meetgegevens gebruikt van drie verschillende periodes, te weten: 10 t/m 31 januari 1998 (gemiddelde rivierafvoer), 10 augustus t/m 9 september 1998 (lage rivierafvoer) en 24 oktober t/m 14 november 1998 (hoge rivierafvoer).

Op basis van de in dit rapport gepresenteerde resultaten kan resumerend de volgende conclusies worden getrokken ten aanzien van de prestatie van het 3D Zeedelta fijn (v8) model en in vergelijking met versie 7 van het model:

- Voor de drie genoemde periodes reproduceert het Zeedelta (v8) model de waterstanden goed met uitzondering van de bovenstroomse rivier stations. De modelgemiddelde standaardafwijking bedraagt ongeveer 8.5 cm voor zowel de gemiddelde als lage rivierafvoer situatie en ruim 20 cm voor de hoge rivierafvoer situatie. De stroomsnelheden en saliniteiten worden redelijk tot goed gereproduceerd met een betrouwbaarheid van respectievelijk gemiddeld 15 cm/s en 3 ppt.
- Uit de vergelijking tussen Zeedelta (v7) en Zeedelta (v8) blijkt dat beide modellen evengoed presteren. Versie 8 vertoont echter géén onregelmatigheden in de modelresultaten zoals rondstromingen nabij open zeeranden en 'spijkers' in de waterstandsreeksen.

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 5 |
| 1.1 | Achtergrond | 5 |
| 1.2 | Doelstelling | 5 |
| 1.3 | Leeswijzer | 5 |
| 2 | Beschrijving van het 3D Zeedelta (v8) model | 6 |
| 2.1 | Algemeen | 6 |
| 2.2 | Rekenrooster | 6 |
| 2.3 | Bodemschematisatie | 6 |
| 2.4 | Modelinstellingen | 7 |
| 2.5 | Randvoorwaarden | 9 |
| 2.5.1 | Initiële velden | 9 |
| 2.5.2 | Zee- en rivierrandvoorwaarden | 9 |
| 2.5.3 | Interne randvoorwaarden (barriers) | 10 |
| 3 | Simulatie periodes en metingen | 11 |
| 3.1 | Gemiddelde afvoer situatie | 11 |
| 3.2 | Lage en hoge afvoer situaties | 12 |
| 4 | Resultaten van de simulaties | 14 |
| 4.1 | Algemeen | 14 |
| 4.2 | Gemiddelde afvoer situatie | 14 |
| 4.2.1 | Waterstanden | 14 |
| 4.2.2 | Stroomsnelheden | 14 |
| 4.2.3 | Saliniteiten | 14 |
| 4.3 | Lage afvoer situatie | 16 |
| 4.3.1 | Waterstanden | 16 |
| 4.3.2 | Stroomsnelheden | 17 |
| 4.3.3 | Saliniteiten | 18 |
| 4.4 | Hoge afvoer situatie | 18 |
| 4.4.1 | Waterstanden | 18 |
| 4.4.2 | Stroomsnelheden | 18 |
| 4.4.3 | Saliniteiten | 19 |
| 5 | Conclusies en aanbevelingen | 21 |
| | Literatuur | 22 |

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Ten behoeve van het beheer van de Nederlandse wateren is een consistente set modellen ontwikkeld, die de kust- en binnenwateren bedekken [8]. Een onderdeel daarvan is het Zeedelta fijn (v8) model.

Een belangrijke toepassing van het Zeedelta model is de ondersteuning van de planvorming bij alternatief beheer van de Haringvlietsluizen volgens “de Kier”, waarbij de sturing van de opening van de sluizen in belangrijke mate wordt bepaald door onder andere de zoutindringing. Voor deze toepassing is het nodig om een nieuw 3D Zeedelta fijn (v8) model te vervaardigen om zodoende naast de waterbeweging tevens de zoutbeweging te simuleren. Vervolgens moet de betrouwbaarheid van dit model worden vastgesteld.

Dit rapport beschrijft zowel de vervaardiging als de kwantitatieve analyse van de reproductienauwkeurigheid van het 3D Zeedelta (v8) model. Hiervoor worden een drietal simulaties uitgevoerd over de perioden: januari 1998 (een gemiddelde rivierafvoer situatie) en augustus – november 1998 (een hoge en lage rivierafvoer situatie). De resultaten zijn bewerkt en geanalyseerd met het pakket Basisanalyse [1].

1.2 Doelstelling

Het doel is het kwantitatief vaststellen van de performance van het 3D Zeedelta fijn (v8) model door onderzoek naar de reproductie van de water- en zoutbeweging voor 3 verschillende situaties, te weten: januari 1998 (een gemiddelde rivierafvoer situatie) en augustus – november 1998 (een hoge en lage rivierafvoer situatie).

1.3 Leeswijzer

De toegepaste modelschematisatie en modelinstellingen van versie 8 van het 3D Zeedelta fijn model worden in Hoofdstuk 2 behandeld. In Hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de meting. De meteorologische omstandigheden tijdens de metingen worden beschreven en aangegeven wordt van welke metingen gebruik wordt gemaakt. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 4 de resultaten van de 3D Zeedelta (v8) berekeningen en vergelijking met de meting en Zeedelta (v7) model behandeld. Het rapport wordt afgesloten met Hoofdstuk 5 waarin conclusies ten aanzien van de resultaten worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan.

2 Beschrijving van het 3D Zeedelta (v8) model

2.1 Algemeen

Het 3D Zeedelta (v8) model is een kromlijinig drie-dimensionaal numeriek water- en zoutbewegingsmodel in het Parijse coördinatenstelsel en omvat het noordelijk Deltabekken en het aansluitende deel van de Noordzee. Dit model is vervaardigd op basis van de vernieuwde 2DH-versie van het Zeedelta fijn (v8) model welke is afgeregeld voor de periode 24 t/m 31 januari 1998 [8]. Er dient te worden opgemerkt dat er géén calibratieslag heeft plaatsgevonden in het 3D Zeedelta (v8) model. Bij de afregeling is alleen beoordeeld in hoeverre het model in staat is resultaten te genereren die vergelijkbaar zijn aan de resultaten van versie 7. Het ontbreken van vreemde rondstromingen langs de open randen van het zeegebied is essentieel, evenals het ontbreken van 'spijkers' op de berekende signalen. In feite is het binnengebied van het model oostelijk van Hoek van Holland en oostelijk van de Haringvlietsluizen volledig overeenkomstig met versie 7. Het rekenrooster in zeegebied van het model is enigszins veranderd, onder andere in het gedeelte ten noorden van Hoek van Holland (hogere resolutie) en het gebied ten zuiden van de Maasvlakte (deels andere oriëntatie en deels hogere resolutie); zie Paragraaf 2.2.

2.2 Rekenrooster

Het rooster van het Zeedelta (v8) model meet 500 bij 1538 roosterpunten waarvan circa 21% actief (ruim 158600 roostercellen).

Het model loopt tot Zandvoort in het noorden en de kop van Schouwen Duiveland in het zuiden. Zeewaarts strekt het zich 25 tot 30 km uit. Verder zijn de volgende wateren in het model meegenomen:

- Nieuwe Waterweg - Nieuwe Maas - Lek tot Hagestein
- Beneden-Merwede - Waal tot Tiel
- Haringvliet - Hollands Diep - Biesbosch - Maas tot Lith.

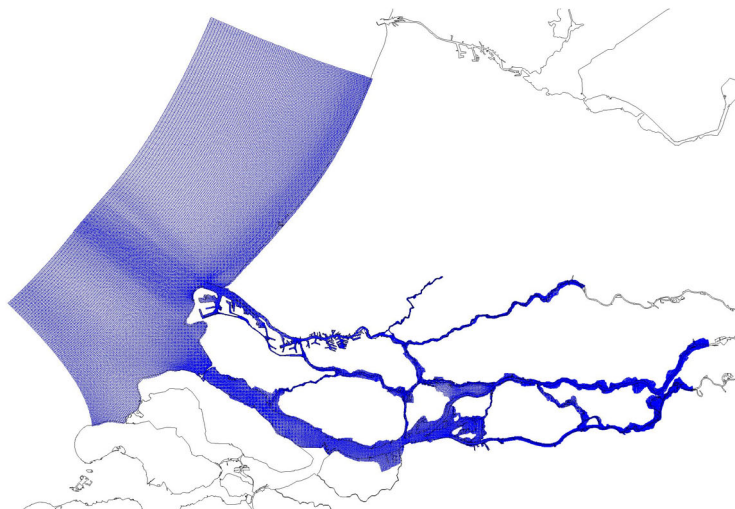
De resolutie varieert sterk. Langs de zeerand liggen rekencellen van 200 tot 400 m. Naar de kust toe ligt de resolutie rond de 100 tot 200 m. In de riviergedeelten liggen gemiddeld 8 tot 14 rekencellen in de breedte, wat neerkomt op een resolutie van ongeveer 40 m. De uiterwaarden zijn in het algemeen veel grover geschematiseerd, met resoluties oplopend tot 150 m. Het rekenrooster is weergegeven in Figuur 2.1.

2.3 Bodemschematisatie

Voor de bodemschematisatie is gebruik gemaakt van de meest recente en dicht bij de kust gelegen dieptebestanden van 1999, lopend langs de gehele kust en zeewaarts tot ongeveer 10 km, inclusief de rivieren. Verder is gebruik gemaakt van lodingsgegevens van de Dienst der Hydrografie voor de Noordzee, aangevuld met een terreinmodel voor de Noordzee (1990) en gedigitaliseerde kaarten. De diepteschematisatie voor de riviertakken is overgenomen uit de vorige versie, op basis van lodingen van 1995. Ook de binnengebieden van het

Haringvliet-Hollands Diep, de Waterweg en de andere hoofdgeulen van het noordelijk Deltabekken zijn ongewijzigd overgenomen van versie 7 van het model [3].

De overige schematisatie elementen zoals droge punten, schotjes, barriers, overlaten, punten voor uitvoer en raaien, zijn voor het binnengebied volledig overgenomen van versie 7 van het model. Voor het zeegebied zijn deze elementen opnieuw gedefinieerd in verband met het gewijzigde rekenrooster. Hierbij zijn wel alle elementen uit de oude versie omgezet naar de nieuwe versie. Elke individuele opening van de Haringvlietsluizen wordt gerepresenteerd door middel van een barrier. De drempel ter plaatse van de Haringvlietsluizen is geschematiseerd door als lokale diepte de hoogteligging van de dorpel te hanteren. Deze bedraagt NAP -5.50 m. De sigma-lagen volgen aldus het bodemprofiel over de drempel.



Figuur 2.1 Het rekenrooster van het Zeedelta (v8) model.

2.4 Modelinstellingen

De keuze van de meeste instellingen zijn overgenomen van versie 7 van het model. Voor de volledigheid zullen de belangrijkste parameters van het 3D Zeedelta fijn (v8) model hier genoemd worden waarbij de wijziging ten opzichte van versie 7 zal worden aangegeven:

- In de verticaal bevat het model verschillende aantal lagen verdeeld over 4 domeinen zoals weergegeven in Figuur 2.2 van het rapport [4]. In alle domeinen is gekozen voor een sigma-laagverdeling, als volgt weergegeven:

| Domein | Aantal lagen | Laagverdeling (van oppervlak naar bodem) |
|--------|--------------|---|
| 1 | 1 | 100% |
| 2 | 4 | 20%, 33%, 23%, 24% |
| 3 | 7 | 20%, 18%, 15%, 12%, 11%, 13%, 11% |
| 4 | 10 | 20%, 18%, 15%, 12%, 11%, 8%, 5%, 4%, 4%, 3% |

Tabel 2.1 Laagverdeling per deeldomein in het Zeedelta (v8) model.

- Evenals in versie 7 is de tijdstap 30 seconden, met uitzondering van de eerste simulatie dag waarin een tijdstap van 15 seconden is gehanteerd om instabiliteitsproblemen te voorkomen. Dit laatste is alleen voor de lage en hoge afvoer situaties toegepast.
- Het maximaal aantal iteraties benodigd voor het gekoppeld oplossen van continuïteits- en momentumvergelijkingen bedraagt 40 terwijl de afbreekwaarde is ingesteld op 5×10^{-4} (conform versie 7).
- De verticale termen in de momentum- en transportvergelijkingen zijn impliciet in de tijd geïntegreerd met de implicitefactoren van respectievelijk $\theta = 0.5$ en $\theta = 0.6$ (conform versie 7).
- De bodemruwheid is bepaald op basis van een ruwheidswaarde volgens de Manning-formulering of de White-Colebrook-formulering afhankelijk van de lokatie in het model. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de ruwheidswaarden per lokatie in het model. Deze waarden zijn vastgesteld op basis van de calibratie met 2DH Zeedelta (v7) [3].

| Lokatie | Manning-waarde ($m^{-1/3}s$) | White-Colebrook waarde (m) | |
|----------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------|
| | | Lage en gemiddelde afvoer | Hoge afvoer |
| Zee | 0.024 | – | – |
| Hollandsche IJssel | 0.014 | – | – |
| Nieuwe Waterweg | 0.020 | – | – |
| Nieuwe Maas | 0.020 | – | – |
| Lek (benedenstrooms) | – | 0.005 | 0.020 |
| Lek (bovenstrooms) | – | 0.005 | 0.080 |
| Oude Maas | – | 0.020 | 0.200 |
| Merwede | – | 0.040 | 0.200 |
| Waal | – | 0.080 | 0.200 |
| Mond Haringvliet | 0.024 | – | – |
| Haringvliet-bekken | 0.020 | – | – |
| Hollandsch Diep | 0.020 | – | – |
| Biesbosch | – | 0.005 | 0.020 |
| Bergsche Maas | – | 0.005 | 0.030 |
| Maas | – | 0.005 | 0.040 |
| Overig | 0.024 | – | – |

Tabel 2.2 Ruwheidsverdeling in het Zeedelta (v8) model.

- Er is gerekend met wind. Evenals in versie 7 is de wind-dragcoëfficiënt gemodelleerd met de zg. Charnock-formulering met een constante gelijk aan 0.032. De gemeten windsnelheden en -richtingen zijn opgelegd als een ruimtelijk variërend windveld waarbij de grootte van de snelheid van west naar oost afneemt. Tegelijkertijd wordt de windinvloed in de vorm van opzet via de waterstandrandvoorwaarden verdisconteerd. Het windveld is gebaseerd op de gemeten tijdreeks van het station Rotterdam Geulhaven. Van de zeerand tot aan het meetstation wordt de gemeten wind van Rotterdam Geulhaven gehanteerd waarna tot aan de rivierand een lineaire afname tot nul plaats vindt [2].
- Gekozen is voor droogval-procedure type 1 (zg. gemiddeld criterium) met een kritieke diepte van 5 cm voor de gemiddelde afvoer situatie en 25 cm voor zowel de lage als hoge afvoer situatie. In versie 7 van het model is gekozen voor 15 cm kritische diepte voor alle rivierafvoer situaties.
- De globale waarden voor de horizontale viscositeit en de horizontale diffusie zijn beide gelijk aan $1.0 m^2/s$, terwijl in het riviergedeelte lokaal andere

waarden zijn gehanteerd, t.w. respectievelijk 6.0 m²/s en 50 m²/s (conform versie 7).

- Voor de bepaling van de verticale turbulente viscositeit en diffusiviteit is het standaard k-ε turbulentiemodel toegepast waarbij voor de sluitingscoëfficiënten de volgende standaardwaarden zijn gehanteerd:

| c_μ | σ_k | σ_ε | $c_{\varepsilon 1}$ | $c_{\varepsilon 2}$ |
|---------|------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 0.09 | 1.0 | 1.3 | 1.44 | 1.92 |

Tabel 2.3 Sluitingscoëfficiënten van het k-ε model.

Het Prandtl-Schmidt getal voor het zouttransport is gelijk aan 0.5.

- In het model zijn de volgende afvoercoëfficiënten gehanteerd: $\mu_{eb} = 0.78$ en $\mu_{vloed} = 0.90$ voor respectievelijk eb- en vloedfase (conform versie 7). Merk op dat voor eb- en vloedstroming verschillende waarden worden gebruikt als gevolg van de hydraulische vormgeving waardoor bij in- en uitstroming de energieverliezen verschillend zijn. Details zijn te vinden in [4].
- Het model bevat een hoeveelheid aan overlaatpunten (U, V en diagonaal) in de riviertakken waarbij de energieverliezen volledig ($others_reduction_factor = 1.0$) worden verdisconteerd in het model. Deze punten zijn overgenomen van versie 7, terwijl de berekening van de verliezen plaatsvindt in elke tijdstap ($\theta_{tac} = 0.0$).
- In het gehele model is de temperatuur van het water 10 °C (=default-waarde).

Kort samengevat zijn alle genoemde modelinstellingen conform versie 7, behalve de gekozen tijdstap in de gemiddelde afvoer situatie (uitsluitend 30 seconden) en de droogval-procedure (kritische diepte).

2.5 Randvoorwaarden

2.5.1 Initiële velden

Om inspeleffecten zoveel mogelijk te beperken, is de berekening gestart met niet-uniforme velden voor waterstanden en dieptegemiddelde saliniteiten. Deze velden zijn afkomstig uit de berekeningen met het 2DH Zeedelta fijn (v8) model. Bij de start van de berekening zijn de stroomsnelheden uniform 0.0 m/s.

2.5.2 Zee- en rivierrandvoorwaarden

Voor de open zeeranden van het model zijn steunpunten gedefinieerd voor elk roosterpunt van het omhullende Kuststrook (v3) model. Dit betekent dat langs de rand per drie roosterpunten een steunpunt aanwezig is, met in totaal 212 steunpunten. Door deze randindeling kunnen heel gedetailleerd randvoorwaarden worden opgelegd waarbij rondstromingen langs de rand vrijwel volledig ontbreken. De binnenranden van de rivieren bij Hagestein, Tiel en Lith (voor respectievelijk Lek, Waal en Maas) zijn gedefinieerd als debietrand.

Het model wordt aangestuurd met Riemannrandvoorwaarden langs de zeerand en debietrandvoorwaarden op de rivierranden op de Lek, Waal en Maas. De zeerandvoorwaarden komen uit het Kuststrook (v3) model [8]. Door het opleggen van Riemann signalen langs de gehele buitenrand vertoont het model géén onregelmatige stroompatronen (rondstroming e.d.). Hierbij dient te worden opgemerkt dat in versie 7 de waterstanden op de zeeranden zijn

opgedrukt. De verwachting is dat dit verschil in zeerandvoorwaarden geen effect zal hebben op met name de estuaria en bovenstroomse rivieren.

De zoutconcentraties op de zeerand zijn constant in de tijd en bedragen 35 ppt op zee tot 27 ppt aan de kust. Om het getij-effect in zouttransport aan de kust te simuleren is een return-time van 180 minuten ingevoerd (dit correspondeert ongeveer met het M_2 -getij).

Op de rivierranden worden tijdreeksen van debieten opgelegd. Deze tijdreeksen zijn bepaald aan de hand van de beschikbare metingen uit DONAR. Voor wat betreft saliniteit wordt op iedere riviertak een constante waarde van 0.3 ppt opgedrukt.

2.5.3 Interne randvoorwaarden (barriers)

De werkelijk gerealiseerde openingen van de sluizen in het Haringvliet worden gesimuleerd op basis van tijdreeksen van openings- en sluitingstijden met hefhoogten per sluis (conform LPH '84). Deze zijn door Directie Zuid-Holland bepaald door het omzetten van geregistreerde tellerstanden en ter beschikking gesteld. De hefhoogte is gelijk aan de afstand tussen de onderkant van de schuif en de sluisvloer.

3 Simulatie periodes en metingen

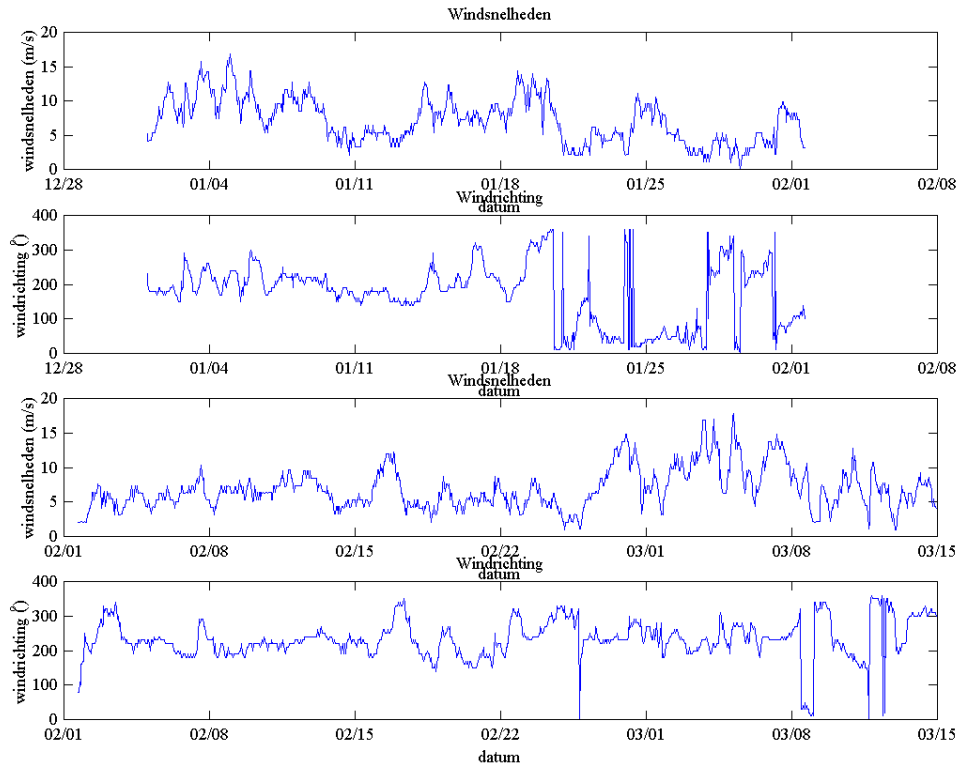
In het onderzoek naar de reproductie nauwkeurigheid van Zeedelta fijn (v8) model worden drie perioden gebruikt om metingen met berekeningsresultaten te vergelijken:

- 10 t/m 31 januari 1998 als gemiddelde afvoer situatie, vlak na het doorsteken van de Beerdam;
- 10 augustus t/m 9 september 1998 als lage afvoer situatie;
- 24 oktober t/m 14 november 1998 als hoge afvoer situatie.

De reden dat voor de bovenstaande periodes is gekozen, is de noodzaak drie verschillende afvoer situaties te kiezen en bovendien zijn in deze perioden naast de metingen op de permanente meetstations ook incidentele metingen van meetcampagnes beschikbaar. De gekozen periodes verschillen tevens met die van versie 7 (zie [5], [6] en [7]) en hangen samen met de vervaardiging van de Nautilus Stroomatlas versie 3. De verwachting is echter dat deze nauwelijks invloed zullen hebben op het maken van de vergelijking tussen versies 7 en 8.

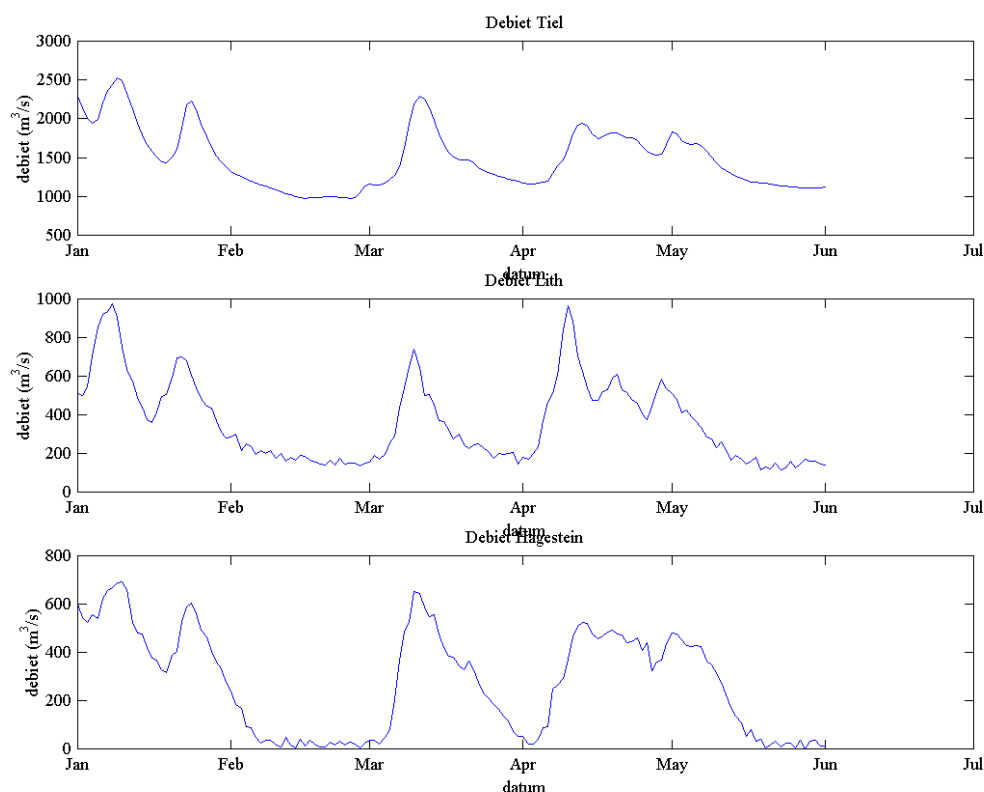
3.1 Gemiddelde afvoer situatie

In Figuur 3.1 wordt een overzicht gegeven van de windkarakteristieken gedurende het eerste kwartaal van 1998. De windsnelheden en –richtingen zijn de gemeten waarden van station Geulhaven.



Figuur 3.1 Gemeten windsnelheid en –richtingen voor periode jan–mrt 1998.

In Figuur 3.2 worden de rivier afvoeren voor dezelfde periode gegeven.



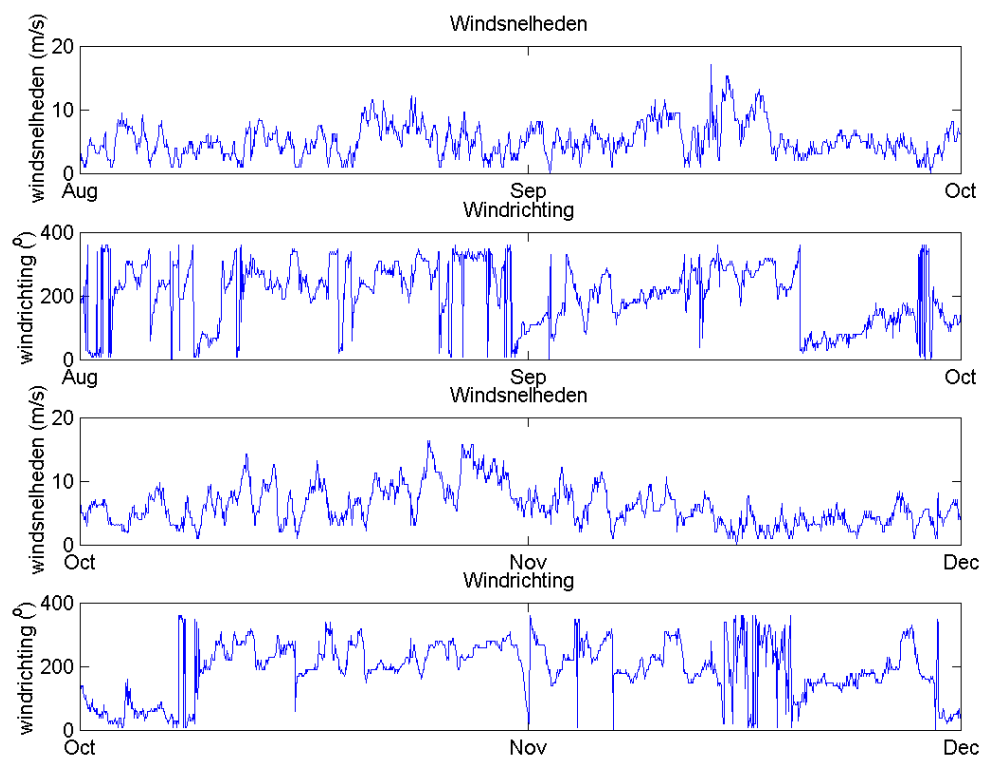
Figuur 3.2 Gemeten debit randvoorwaarden voor periode jan–mrt 1998.

De voor de situatie gemiddelde afvoer gebruikte meetstations bestaan uit vaste meetopstellingen en incidentele metingen in het Beerkanaal. Op 24 en 31 januari is in het Beerkanaal meetcampagne (varend gemeten met de ADCP) gehouden. Deze meting is verwerkt tot verticaal metingen in een aantal locaties. Op 24 januari werden alleen saliniteiten gemeten. Op 31 januari zijn hoofdzakelijk snelheden gemeten; echter op die locaties, waar op 24 januari saliniteit gemeten is, werden op 31 januari saliniteit en snelheid gemeten. Voor meer details zie het rapport [5].

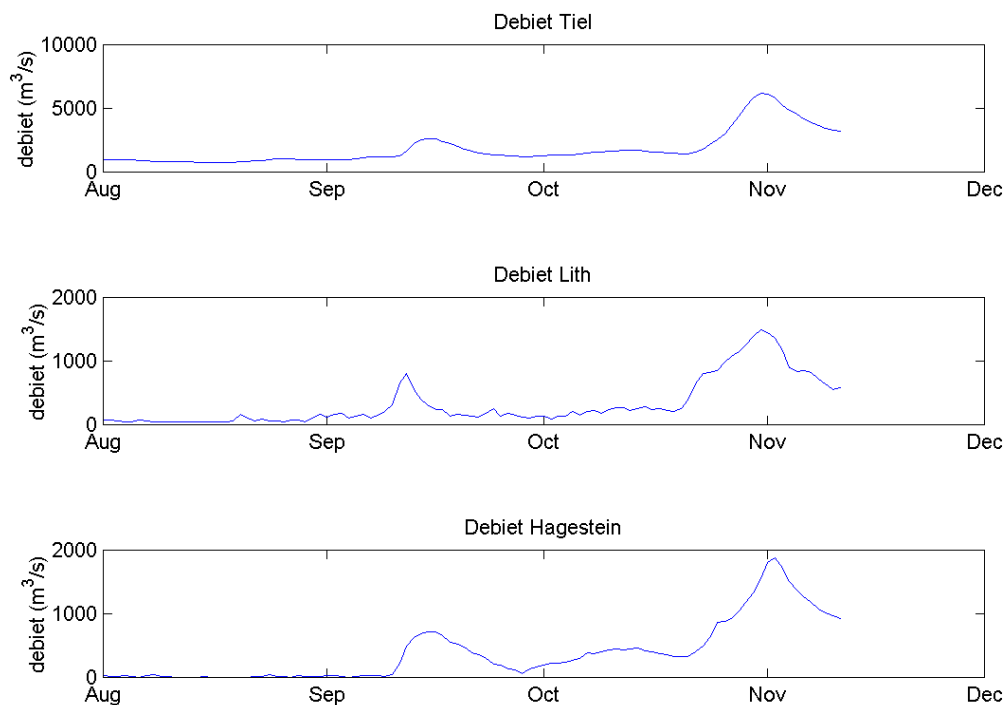
3.2 Lage en hoge afvoer situaties

In Figuur 3.3 wordt de karakteristieken van de heersende wind gedurende de periode augustus – november 1998 weergegeven. De windsnelheden en –richtingen zijn de gemeten waarden van station Geulhaven. In Figuur 3.4 worden de rivier afvoeren voor dezelfde periode gegeven.

De voor de situaties lage en hoge afvoer gebruikte meetstations bestaan alle uit vaste meetopstellingen. Meer details zijn te vinden in de rapporten [6] en [7].



Figuur 3.3 Gemeten windsnelheid en –richtingen voor periode aug-nov 1998.



Figuur 3.4 Gemeten debit randvoorwaarden voor periode aug – nov. 1998.

4 Resultaten van de simulaties

4.1 Algemeen

In Paragraaf 4.2 t/m 4.4 worden de resultaten gepresenteerd van respectievelijk de gemiddelde, lage en hoge afvoer situaties. De resultaten worden vergeleken met de metingen van de waterstand, zout en snelheid meetstations.

De modelresultaten van 3D Zeedelta fijn (v8) worden gepresenteerd naar het type grootte, t.w. waterstand, stroomsnelheid en saliniteit. Aangezien de RMS waarde de totale fout representeert (som van de gemiddelde en toevallige fouten) wordt ter beperking van de hoeveelheid getallen in dit hoofdstuk uitsluitend de RMS waarden beschouwd. Getoonde RMS waarden worden tevens vergeleken met die van het 3D Zeedelta model versie 7 zoals gepresenteerd in [5], [6] en [7].

4.2 Gemiddelde afvoer situatie

4.2.1 Waterstanden

In Tabel 4.1 zijn de statistische waarden van de verschillende waterstand meetstations gepresenteerd. Uit de tabel blijkt duidelijk dat voor de gemiddelde afvoer situatie de afwijking in vrijwel alle stations gering is ten opzichte van de metingen. Zoals te verwachten nemen de afwijkingen naar het oosten toe; zie stations Tiel en Vuren (RMS is ca. 20 cm). Uit de RMS waarde van alle stations tezamen (8.4 cm) kan geconcludeerd worden dat de waterstanden zeer goed gereproduceerd worden. De in de tabel getoonde RMS waarden zijn vergelijkbaar met die van het Zeedelta model versie 7 zoals gepresenteerd in [5].

4.2.2 Stroomsnelheden

In Tabel 4.2 zijn de statistische waarden van de verschillende stations met stroomsnelheden gepresenteerd. Uit de tabel valt op dat de berekende stroomsnelheden in Alblasterdam het sterkst afwijken van de metingen. De waarden in Hartelkering en Spijkenisse komen redelijk goed overeen met de gemeten waarden. Bij Suurhofbrug zijn geen metingen uitgevoerd. De afwijking voor alle stations tezamen bedraagt 13 cm/s. Het stromingsbeeld van Zeedelta fijn (v8) blijkt zeer goed overeen te komen met die van versie 7 [5].

4.2.3 Saliniteiten

In Tabel 4.3 zijn de statistische waarden van de verschillende stations met saliniteitsmetingen gepresenteerd. Uit de tabel valt op dat de berekende saliniteiten in Hoek van Holland en Nieuwe Waterweg (NW2) de grootste verschillen geven met de gemeten waarden (over het algemeen te lage waarden). In deze stations zijn echter ook de saliniteiten en het verloop van de saliniteit in de tijd het grootst. Met name het onderste meetpunt van Hoek van

Holland springt eruit met een RMS van bijna 9 ppt. Ook het onderste meetpunt van boei NW2 geeft een afwijking van 7 ppt. Op grond van verticaalprofielen (niet getoond) blijkt dat de concentraties op de bodem te laag wordt berekend ten opzichte van de metingen. Dit blijkt ook uit de studie naar de reproductie nauwkeurigheid van het Zeedelta (v7) model [5]. Over het algemeen zijn de vloed concentraties te laag; de eb concentraties zijn ook te laag maar worden wat beter gereproduceerd. De stations Alblasterdam, Brienenoordbrug, Beerenplaat, Lekhaven, Spijkenisse en Zuidland zijn onder gemiddelde afvoer omstandigheden vrijwel continu zoet.

| waterlevelseries Id /Station | Mean | RMS | Std | Residual min / max | Nres |
|---------------------------------|--------|-------|-------|-----------------------|-------|
| b980101dd/beerkn1 | 0.013 | 0.084 | 0.083 | -0.204/ 0.169 | 113 |
| b980101dd/benlhvn | 0.049 | 0.101 | 0.088 | -0.218/ 0.235 | 113 |
| b980101dd/brouwhvsgt08 | -0.013 | 0.062 | 0.060 | -0.191/ 0.160 | 673 |
| b980101dd/dordt | 0.007 | 0.041 | 0.040 | -0.128/ 0.083 | 673 |
| b980101dd/eemhvn | 0.060 | 0.092 | 0.069 | -0.122/ 0.198 | 113 |
| b980101dd/eurphvn | 0.019 | 0.082 | 0.080 | -0.224/ 0.153 | 113 |
| b980101dd/geulhvn | -0.024 | 0.068 | 0.063 | -0.207/ 0.097 | 113 |
| b980101dd/goidsod | 0.003 | 0.038 | 0.037 | -0.111/ 0.124 | 673 |
| b980101dd/harmsbg | -0.068 | 0.088 | 0.056 | -0.271/ 0.061 | 113 |
| b980101dd/hartbg | 0.043 | 0.069 | 0.054 | -0.161/ 0.183 | 113 |
| b980101dd/harthvn | 0.020 | 0.074 | 0.071 | -0.212/ 0.142 | 113 |
| b980101dd/harvt10 | -0.017 | 0.066 | 0.063 | -0.250/ 0.103 | 673 |
| b980101dd/heesbn | -0.078 | 0.081 | 0.021 | -0.128/-0.032 | 673 |
| b980101dd/hellvss | 0.052 | 0.065 | 0.038 | -0.105/ 0.136 | 673 |
| b980101dd/hoekvhld | -0.005 | 0.054 | 0.054 | -0.185/ 0.103 | 673 |
| b980101dd/keizvr | 0.022 | 0.034 | 0.025 | -0.069/ 0.084 | 673 |
| b980101dd/krimpadijsl | 0.021 | 0.047 | 0.043 | -0.064/ 0.168 | 673 |
| b980101dd/krimpadlk | 0.029 | 0.058 | 0.050 | -0.153/ 0.141 | 673 |
| b980101dd/maasss | -0.031 | 0.062 | 0.053 | -0.180/ 0.121 | 673 |
| b980101dd/misssphvn | 0.008 | 0.084 | 0.084 | -0.269/ 0.144 | 113 |
| b980101dd/moerdk | 0.041 | 0.050 | 0.029 | -0.060/ 0.114 | 673 |
| b980101dd/noordwmp | -0.000 | 0.117 | 0.117 | -0.311/ 0.216 | 673 |
| b980101dd/parkss | 0.018 | 0.078 | 0.076 | -0.195/ 0.201 | 113 |
| b980101dd/raknd | 0.037 | 0.049 | 0.032 | -0.066/ 0.112 | 673 |
| b980101dd/rottdm | 0.028 | 0.062 | 0.055 | -0.148/ 0.180 | 673 |
| b980101dd/rozbssnzde | 0.054 | 0.088 | 0.070 | -0.241/ 0.182 | 113 |
| b980101dd/scheurhvn | -0.048 | 0.106 | 0.094 | -0.341/ 0.125 | 113 |
| b980101dd/schevngn | -0.004 | 0.103 | 0.103 | -0.249/ 0.208 | 673 |
| b980101dd/spijknse | -0.028 | 0.091 | 0.087 | -0.367/ 0.163 | 673 |
| b980101dd/tielwl | 0.061 | 0.170 | 0.158 | -0.149/ 0.591 | 113 |
| b980101dd/vlaardgn | -0.026 | 0.060 | 0.054 | -0.183/ 0.110 | 673 |
| b980101dd/vurn | 0.191 | 0.205 | 0.074 | -0.011/ 0.362 | 673 |
| b980101dd/werkdbtn | 0.110 | 0.118 | 0.043 | -0.012/ 0.218 | 673 |
| b980101dd/Total | 0.017 | 0.084 | 0.082 | -0.367/ 0.591 | 14929 |

Tabel 4.1 Statistische gegevens waterstand meetstations voor periode 10 t/m 31 januari 1998.

| velocity magnitudeseries | | | | | | Residual | |
|--------------------------|------|--------|-------|-------|---------------|----------|--|
| Id /Station | /z | Mean | RMS | Std | min / max | Nres | |
| ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| b980101dd/alblasser/ | 0.00 | 0.064 | 0.146 | 0.131 | -0.303/ 0.390 | 351 | |
| b980101dd/hartelker/ | 0.00 | -0.084 | 0.109 | 0.070 | -0.228/ 0.105 | 285 | |
| b980101dd/spijkenis/ | 0.00 | -0.001 | 0.129 | 0.129 | -0.210/ 0.344 | 291 | |
| b980101dd/suurhoffb/ | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000/ 0.000 | 0 | |
| ----- | | | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| b980101dd/Total | | -0.002 | 0.130 | 0.130 | -0.303/ 0.390 | 927 | |

Tabel 4.2 Statistische gegevens stroomsnelheden voor periode 10 t/m 31 januari 1998.

| salinityseries | | | Residual | | | | |
|----------------------|--------|--------|----------|-------|----------------|-------|-------|
| Id /Station | /z | Mean | RMS | Std | min / max | | Nres |
| ----- | | | ----- | ----- | ----- | | ----- |
| b980101dd/n = albla/ | -2.00 | 0.139 | 0.143 | 0.031 | 0.085/ | 0.195 | 673 |
| b980101dd/n = beere/ | -2.00 | 0.009 | 0.026 | 0.024 | -0.018/ | 0.072 | 673 |
| b980101dd/n = beere/ | -2.50 | 0.065 | 0.069 | 0.023 | 0.031/ | 0.135 | 673 |
| b980101dd/n = brien/ | -6.50 | 0.167 | 0.170 | 0.030 | 0.120/ | 0.225 | 673 |
| b980101dd/n = brien/ | -2.50 | 0.165 | 0.168 | 0.030 | 0.119/ | 0.225 | 673 |
| b980101dd/n = hoek / | -2.50 | -5.792 | 7.608 | 4.934 | -17.825/ | 3.770 | 673 |
| b980101dd/n = hoek / | -4.50 | -3.237 | 5.387 | 4.306 | -14.813/ | 4.691 | 673 |
| b980101dd/n = hoek / | -9.00 | 7.862 | 8.426 | 3.030 | -2.534/18.264 | | 673 |
| b980101dd/n = lekha/ | -7.00 | 0.207 | 0.213 | 0.051 | 0.127/ | 0.464 | 673 |
| b980101dd/n = lekha/ | -5.00 | 0.167 | 0.172 | 0.041 | 0.087/ | 0.382 | 673 |
| b980101dd/n = lekha/ | -2.50 | 0.161 | 0.165 | 0.036 | 0.077/ | 0.321 | 673 |
| b980101dd/n = nieuw/ | -3.00 | 0.499 | 0.616 | 0.362 | 0.098/ | 2.334 | 673 |
| b980101dd/n = nieuw/ | -6.00 | 0.728 | 0.987 | 0.666 | 0.104/ | 5.350 | 673 |
| b980101dd/n = nieuw/ | -9.00 | 1.919 | 2.910 | 2.188 | -0.085/12.599 | | 670 |
| b980101dd/n = nieuw/ | -11.00 | 4.816 | 7.366 | 5.573 | 0.123/23.049 | | 670 |
| b980101dd/n = oude / | -4.00 | 0.112 | 0.117 | 0.036 | 0.039/ | 0.167 | 673 |
| b980101dd/n = spijk/ | -9.00 | 0.276 | 0.626 | 0.562 | 0.047/ | 3.488 | 673 |
| b980101dd/n = spijk/ | -4.50 | 0.265 | 0.529 | 0.458 | 0.064/ | 3.203 | 673 |
| b980101dd/n = spijk/ | -2.50 | 0.222 | 0.448 | 0.389 | 0.044/ | 2.966 | 673 |
| b980101dd/n = zuidl/ | -3.00 | 0.127 | 0.127 | 0.008 | 0.085/ | 0.143 | 673 |
| ----- | | | ----- | ----- | ----- | | ----- |
| b980101dd/Total | | 0.443 | 3.338 | 3.309 | -17.825/23.049 | | 13454 |

Tabel 4.3 Statistische gegevens saliniteit meetstations voor periode 10 t/m 31 januari 1998.

4.3 Lage afvoer situatie

4.3.1 Waterstanden

In Tabel 4.4 zijn de statistische waarden van de verschillende waterstand meetstations gepresenteerd. Er is een duidelijk verschil in betrouwbaarheid tussen de oostelijke stations in de riviertakken en de overige stations. De RMS voor alle stations tezamen verspreid over het gehele model bedraagt 12 cm. Deze waarde wordt echter nadelig beïnvloed door de oostelijke rivier stations zoals Lith, Tiel en Zaltbommel. Voor deze laatste stations ligt de RMS op ca. 15 – 20 cm. Bovendien vallen in het middentraject een aantal in havens gelegen meetlocaties (Hartel-Kuwait, Rozenburgse sluis, Beneluxhaven, Europahaven) op met een wat minder goede reproductie (ca. 12 cm). Dit alles blijkt ook uit de studie met het Zeedelta (v7) model (zie [6]). Er is hiervoor momenteel geen verklaring voor en dient te worden onderzocht.

| waterlevelseries | | | Residual | | | |
|-----------------------|--------|-------|----------|---------------|-------|-------|
| Id /Station | Mean | RMS | Std | min / max | Nres | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| c980801dd/beerkn1 | -0.106 | 0.158 | 0.116 | -0.505/ 0.090 | 234 | |
| c980801dd/benlhvn | -0.026 | 0.121 | 0.118 | -0.386/ 0.171 | 234 | |
| c980801dd/dordt | -0.093 | 0.103 | 0.046 | -0.270/ 0.010 | 1405 | |
| c980801dd/eemhvn | -0.037 | 0.083 | 0.074 | -0.294/ 0.136 | 234 | |
| c980801dd/eurphvn | -0.077 | 0.131 | 0.106 | -0.346/ 0.115 | 234 | |
| c980801dd/geulhvn | -0.145 | 0.167 | 0.082 | -0.411/-0.009 | 234 | |
| c980801dd/goidsod | -0.090 | 0.105 | 0.053 | -0.260/ 0.039 | 1405 | |
| c980801dd/hartbg | -0.031 | 0.084 | 0.079 | -0.227/ 0.121 | 234 | |
| c980801dd/hartkwt | 0.033 | 0.120 | 0.115 | -0.326/ 0.329 | 234 | |
| c980801dd/hellvss | -0.056 | 0.082 | 0.060 | -0.207/ 0.077 | 1405 | |
| c980801dd/hoekvhld | -0.049 | 0.096 | 0.082 | -0.297/ 0.106 | 1405 | |
| c980801dd/keizvr | -0.076 | 0.096 | 0.057 | -0.222/ 0.076 | 1405 | |
| c980801dd/krimpadijsl | -0.062 | 0.083 | 0.056 | -0.220/ 0.098 | 1405 | |
| c980801dd/krimpadijk | -0.085 | 0.110 | 0.071 | -0.354/ 0.073 | 1405 | |
| c980801dd/lithdp | -0.136 | 0.150 | 0.062 | -0.326/-0.005 | 1405 | |
| c980801dd/maasss | -0.084 | 0.114 | 0.076 | -0.369/ 0.049 | 1405 | |
| c980801dd/misssphvn | -0.069 | 0.131 | 0.112 | -0.419/ 0.125 | 234 | |
| c980801dd/noordwmp | -0.061 | 0.153 | 0.140 | -0.433/ 0.176 | 1405 | |
| c980801dd/raknd | -0.082 | 0.099 | 0.056 | -0.226/ 0.038 | 1405 | |
| c980801dd/rottdm | -0.044 | 0.080 | 0.067 | -0.301/ 0.094 | 1405 | |
| c980801dd/rozbssnzde | -0.023 | 0.111 | 0.109 | -0.441/ 0.198 | 234 | |
| c980801dd/spijknse | -0.074 | 0.104 | 0.073 | -0.304/ 0.145 | 1405 | |
| c980801dd/tielwl | -0.171 | 0.180 | 0.056 | -0.295/-0.062 | 234 | |
| c980801dd/vlaardgn | -0.097 | 0.116 | 0.064 | -0.320/ 0.044 | 1405 | |
| c980801dd/vurn | -0.072 | 0.086 | 0.046 | -0.249/ 0.033 | 1405 | |
| c980801dd/zaltbml | -0.210 | 0.214 | 0.038 | -0.335/-0.113 | 1405 | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| c980801dd/Total | -0.084 | 0.118 | 0.084 | -0.505/ 0.329 | 24820 | |

Tabel 4.4 Statistische gegevens waterstand meetstations voor periode 10 aug t/m 9 sept 1998.

4.3.2 Stroomsnelheden

In Tabel 4.5 zijn de statistische waarden van de verschillende stations met stroomsnelheden gepresenteerd. Uit tabel valt op dat de berekende stroomsnelheden in de Hartelhaven veel te afwijkend worden gereproduceerd (ook de richtingen blijken niet juist te zijn). Dit is ook in versie 7 geconstateerd en de oorzaak is nog niet bekend [6]. Net als in Zeedelat (v7) model ligt voor de overige stations de RMS waarde op ruim 20 cm/s. Voor het meetpunt Euromaasgeul zijn helaas geen meetlocaties in het model verdisconteerd.

| velocity magnitudeseries | | | Residual | | | |
|--------------------------|-------|--------|----------|-------|---------------|-------|
| Id /Station | /z | Mean | RMS | Std | min / max | Nres |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| c980801dd/alblasser/ | 0.00 | 0.113 | 0.165 | 0.120 | -0.310/ 0.529 | 1102 |
| c980801dd/hartelhav/ | -2.50 | 0.346 | 0.424 | 0.245 | -0.153/ 1.098 | 469 |
| c980801dd/spijkenis/ | 0.00 | 0.074 | 0.134 | 0.112 | -0.195/ 0.458 | 649 |
| c980801dd/suurhofbr/ | -2.50 | -0.153 | 0.205 | 0.136 | -0.898/ 0.428 | 909 |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| c980801dd/Total | | 0.063 | 0.229 | 0.220 | -0.898/ 1.098 | 3129 |

Tabel 4.5 Statistische gegevens stroomsnelheden voor periode 10 aug t/m 9 sept 1998.

4.3.3 Saliniteiten

In Tabel 4.6 zijn de statistische waarden van de verschillende stations met saliniteitsmetingen gepresenteerd. Uit de tabel valt op dat de berekende saliniteiten in Hoek van Holland en Spijkenisse de grootste verschillen geven met de gemeten waarden. In deze stations zijn echter ook de saliniteiten en het verloop van de saliniteit in de tijd het grootst. Over het algemeen blijken de berekende waarden te laag te zijn: met name voor de vloed, eb wordt goed gereproduceerd. De RMS voor alle beschikbare stations tezamen bedraagt ca. 3.5 ppt en ligt daarmee 1 ppt hoger ten opzichte van die van versie 7 (met name in de gemiddelde afwijking). Echter, kwalitatief gezien gedragen de versies 7 en 8 van het model hetzelfde [6].

| salinityseries | | | | | | | Residual |
|----------------------|-------|--------|-------|-------|---------------|-------|----------|
| Id /Station | /z | Mean | RMS | Std | min / max | Nres | |
| c980801dd/beerenpla/ | -2.00 | -0.025 | 0.784 | 0.783 | -2.902/ 4.080 | 1252 | |
| c980801dd/brienenoo/ | -2.50 | 0.755 | 1.409 | 1.190 | -0.040/ 5.925 | 1405 | |
| c980801dd/brienenoo/ | -6.50 | 0.940 | 1.737 | 1.460 | -0.039/ 6.572 | 1405 | |
| c980801dd/hoek van / | -2.50 | 1.551 | 3.558 | 3.202 | -7.807/11.094 | 1405 | |
| c980801dd/hoek van / | -4.50 | 1.561 | 3.653 | 3.302 | -8.809/11.461 | 1405 | |
| c980801dd/hoek van / | -9.00 | 5.219 | 6.399 | 3.702 | -4.223/15.970 | 1405 | |
| c980801dd/lekhaven / | -2.50 | 3.290 | 3.592 | 1.441 | 0.259/ 9.316 | 1405 | |
| c980801dd/lekhaven / | -5.00 | 3.594 | 3.909 | 1.536 | 0.380/ 9.746 | 1405 | |
| c980801dd/lekhaven / | -7.00 | 4.205 | 4.646 | 1.975 | 0.365/10.575 | 1405 | |
| c980801dd/spijkenis/ | -2.50 | 1.867 | 2.860 | 2.167 | -0.372/ 9.041 | 1405 | |
| c980801dd/spijkenis/ | -4.50 | 2.279 | 3.446 | 2.585 | -0.343/10.114 | 1405 | |
| c980801dd/spijkenis/ | -9.00 | 2.757 | 4.178 | 3.139 | -0.359/12.715 | 1405 | |
| c980801dd/Total | | 2.354 | 3.666 | 2.809 | -8.809/15.970 | 16707 | |

Tabel 4.6 Statistische gegevens saliniteit meetstations voor periode 10 aug t/m 9 sept 1998.

4.4 Hoge afvoer situatie

4.4.1 Waterstanden

In Tabel 4.7 zijn de statistische waarden van de verschillende waterstand meetstations gepresenteerd. Zoals in de tabel te zien is, zijn de verschillen in de meeste stations relatief klein ten opzichte van de metingen rekening houdend met de heersende situatie. Daarnaast vallen in het middentraject een aantal in havens gelegen meetlocaties op met een wat minder goede reproductie (ca. 16 cm). De stations in de bovenloop van de rivieren tonen relatief grotere RMS (50 tot 70 cm) ten opzichte van het totaal (25 cm). Gesteld kan worden dat de waterstanden redelijk goed gereproduceerd worden gezien de heersende situatie. Het model presteert evengoed als versie 7.

4.4.2 Stroomsnelheden

In Tabel 4.8 zijn de statistische waarden van de verschillende stations met stroomsnelheden gepresenteerd. De reproductie is vergelijkbaar met die van de lage afvoer zoals beschreven in Paragraaf 4.3 en met versie 7 zoals beschreven in [7].

4.4.3 Saliniteiten

Als gevolg van de hoge afvoer zijn de afwijkingen voor Brienenoordbrug en Beerenplaat het laagst van alle onderzochte situaties. Ook Spijkenisse en Lekhaven vertonen een kleinere afwijking als gevolg van de invloed van de hoge zoetwater rivier afvoer. Hoek van Holland blijft redelijk constant met gemiddeld 4 ppt met uitzondering van het onderste meetpunt wat een grotere afwijking vertoont: 10 ppt. Ook hier geldt dat de reproductie min of meer vergelijkbaar is met versie 7 van het Zeedelat model [7].

| waterlevelseries | | | | | | Residual |
|-----------------------|--------|-------|-------|-----------|-------|----------|
| Id /Station | Mean | RMS | Std | min / max | | Nres |
| i980801dd/beerkn1 | -0.067 | 0.163 | 0.148 | -0.401/ | 0.342 | 164 |
| i980801dd/benlhvn | 0.012 | 0.155 | 0.154 | -0.329/ | 0.434 | 164 |
| i980801dd/dordt | -0.015 | 0.079 | 0.077 | -0.305/ | 0.194 | 982 |
| i980801dd/eemhvn | 0.007 | 0.126 | 0.126 | -0.341/ | 0.333 | 164 |
| i980801dd/eurphvn | -0.035 | 0.147 | 0.143 | -0.392/ | 0.375 | 164 |
| i980801dd/geulhvn | -0.091 | 0.165 | 0.138 | -0.456/ | 0.233 | 164 |
| i980801dd/goidsod | -0.032 | 0.091 | 0.085 | -0.271/ | 0.198 | 982 |
| i980801dd/hartbg | -0.049 | 0.126 | 0.116 | -0.345/ | 0.224 | 164 |
| i980801dd/hartkwt | 0.070 | 0.154 | 0.137 | -0.303/ | 0.388 | 164 |
| i980801dd/hellvss | 0.006 | 0.059 | 0.059 | -0.215/ | 0.136 | 982 |
| i980801dd/hoekvhld | -0.038 | 0.140 | 0.135 | -0.371/ | 0.305 | 982 |
| i980801dd/keizvr | 0.042 | 0.075 | 0.062 | -0.191/ | 0.170 | 982 |
| i980801dd/krimpadijsl | 0.015 | 0.112 | 0.111 | -0.292/ | 0.307 | 982 |
| i980801dd/krimpadlk | 0.027 | 0.114 | 0.111 | -0.328/ | 0.256 | 982 |
| i980801dd/lithdp | -0.708 | 0.738 | 0.210 | -1.163/ | 0.035 | 982 |
| i980801dd/maasss | -0.060 | 0.142 | 0.129 | -0.375/ | 0.290 | 982 |
| i980801dd/misssphvn | -0.006 | 0.155 | 0.155 | -0.375/ | 0.463 | 164 |
| i980801dd/noordwmp | -0.038 | 0.156 | 0.151 | -0.393/ | 0.341 | 982 |
| i980801dd/raknd | -0.021 | 0.061 | 0.057 | -0.163/ | 0.114 | 982 |
| i980801dd/rottdm | 0.006 | 0.124 | 0.124 | -0.349/ | 0.295 | 982 |
| i980801dd/rozbssnzde | -0.015 | 0.161 | 0.161 | -0.483/ | 0.440 | 164 |
| i980801dd/spijknse | -0.039 | 0.124 | 0.118 | -0.334/ | 0.250 | 982 |
| i980801dd/tielwl | -0.498 | 0.545 | 0.222 | -0.808/ | 0.353 | 164 |
| i980801dd/vlaardgn | -0.055 | 0.136 | 0.124 | -0.390/ | 0.266 | 982 |
| i980801dd/vurn | 0.032 | 0.153 | 0.149 | -0.142/ | 0.666 | 982 |
| i980801dd/zaltbml | -0.509 | 0.551 | 0.212 | -0.695/ | 0.398 | 982 |
| i980801dd/Total | -0.085 | 0.252 | 0.237 | -1.163/ | 0.666 | 17352 |

Tabel 4.7 Statistische gegevens waterstand meetstations voor periode 24 okt t/m 14 nov 1998.

| velocity magnitudeseries | | | Residual | | | |
|--------------------------|-------|--------|----------|-------|---------------|------|
| Id /Station | /z | Mean | RMS | Std | min / max | Nres |
| i980801dd/alblasser/ | 0.00 | 0.171 | 0.235 | 0.161 | -0.434/ 0.581 | 959 |
| i980801dd/hartelhav/ | -2.50 | 0.365 | 0.448 | 0.259 | -0.069/ 1.049 | 263 |
| i980801dd/spijkenis/ | 0.00 | 0.064 | 0.181 | 0.170 | -0.408/ 0.503 | 627 |
| i980801dd/suurhofbr/ | -2.50 | -0.044 | 0.153 | 0.146 | -0.756/ 0.452 | 434 |
| i980801dd/Total | | 0.123 | 0.244 | 0.211 | -0.756/ 1.049 | 2283 |

Tabel 4.8 Statistische gegevens stroomsnelheden voor periode 24 okt t/m 14 nov 1998.

| salinityseries | | | | Residual | | |
|----------------------|-------|--------|-------|----------|----------------|-------|
| Id /Station | /z | Mean | RMS | Std | min / max | Nres |
| ----- | | | | | | |
| i980801dd/beerenpla/ | -2.00 | -0.176 | 0.176 | 0.008 | -0.206/-0.167 | 976 |
| i980801dd/brienenoo/ | -2.50 | -0.177 | 0.178 | 0.011 | -0.206/-0.140 | 982 |
| i980801dd/brienenoo/ | -6.50 | -0.175 | 0.176 | 0.010 | -0.206/-0.139 | 982 |
| i980801dd/hoek van / | -2.50 | 1.325 | 3.536 | 3.278 | -10.420/10.935 | 981 |
| i980801dd/hoek van / | -4.50 | 2.957 | 4.908 | 3.917 | -9.229/15.525 | 980 |
| i980801dd/hoek van / | -9.00 | 8.693 | 9.850 | 4.632 | -1.761/22.639 | 980 |
| i980801dd/lekhaven / | -2.50 | -0.155 | 0.155 | 0.014 | -0.183/-0.132 | 982 |
| i980801dd/lekhaven / | -5.00 | -0.139 | 0.139 | 0.015 | -0.168/-0.053 | 982 |
| i980801dd/lekhaven / | -7.00 | -0.177 | 0.177 | 0.012 | -0.207/-0.058 | 982 |
| i980801dd/spijkenis/ | -2.50 | -0.022 | 0.368 | 0.367 | -0.174/ 3.066 | 982 |
| i980801dd/spijkenis/ | -4.50 | 0.011 | 0.457 | 0.457 | -0.174/ 3.369 | 982 |
| i980801dd/spijkenis/ | -9.00 | 0.041 | 0.615 | 0.613 | -0.192/ 3.809 | 982 |
| ----- | | | | | | |
| i980801dd/Total | | 0.999 | 3.346 | 3.193 | -10.420/22.639 | 11773 |

Tabel 4.9 Statistische gegevens saliniteit meetstations voor periode 24 okt t/m 14 nov 1998.

5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de resultaten van het onderzoek naar de reproductiekracht van het Zeedelta fijn versie 8 model, kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Voor de drie heersende situaties (gemiddeld, lage en hoge rivierafvoer) reproduceert het Zeedelta (v8) model de waterstanden goed met uitzondering van de bovenstroomse rivier stations; de stroomsnelheden en saliniteiten worden redelijk tot goed gereproduceerd. Zie onderstaande tabel.
- Uit de vergelijking tussen Zeedelta (v7) en Zeedelta (v8) blijkt dat beide modellen evengoed presteren ondanks de verschillen tussen beide modellen, te weten: het rekenrooster in zeegebied (meer resolutie ten opzichte van versie 7), enkele modelinstellingen en de aansturing middels zeerandvoorwaarden (waterstanden vs. Riemann waarden). Zie ook onderstaande tabel. Versie 8 vertoont echter géén onregelmatigheden in de modelresultaten zoals rondstromingen nabij open zeeranden en 'spijkers' in de waterstands-reeksen. Om die reden is het aan te bevelen het laatstgenoemde model in te zetten in een operationele omgeving.
- De oorzaak voor de relatief slechte reproductie van de waterstanden in het middentraject van het model (Beneluxhaven, Europahaven, Hartel-Kuwait, etc.) en de stroomsnelheden in de Hartelhaven is nog niet bekend. Aanbevolen wordt deze slechte reproductie te onderzoeken.

Modelgemiddelde standaardafwijking van Zeedelta model versies 7 en 8.

| Situatie | Waterstand (cm) | | Snelheid (cm/s) | | Saliniteit (ppt) | |
|-------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|------------|
| | versie 7 | versie 8 | versie 7 | versie 8 | versie 7 | versie 8 |
| Gemiddelde afvoer | 7.4 | 8.2 | 16.0 | 13.0 | 2.7 | 3.3 |
| Lage afvoer | 7.4 | 8.4 | 17.4 | 22.0 | 2.2 | 2.8 |
| Hoge afvoer | 18.9 | 23.7 | 30.3 | 21.1 | 2.3 | 3.2 |

Opmerkingen:

1. Verschillen in getoonde standaardafwijkingen tussen versies 7 en 8 worden mede veroorzaakt door:

- de afwijkende begin- en einddatum van de verschillende verificatieperiodes in verband met de vervaardiging van de Nautilus Stroomatlas versie 3.0,
- en de gekozen meetlocaties; zo zijn er nieuwe locaties via DONAR bijgekomen.

Er dient te worden opgemerkt dat deze verschillen betrekking hebben op het gehele model. Indien we per deelgebieden bekijken (zee, estuaria en riviertakken) dan zijn de verschillen in de modelresultaten niet significant te beschouwen.

2. Met betrekking tot het 2DH Zeedelta (v8) model is de gemiddelde standaardafwijking in waterstand voor meteo condities gelijk aan 10 cm (zie [8]).

Literatuur

- [1] RIKZ/OS-98.168X
- [2] RIKZ/OS/2000.154X
- [3] RIKZ/OS/2001.104X
- [4] RIKZ/OS/2001.121X
- [5] RIKZ/OS/2001.123X
- [6] RIKZ/OS/2001.124X
- [7] RIKZ/OS/2001.125X
- [8] RIKZ/OS/2002.101X