

Postbus 260
2600 AG DELFT
tel. 015-285 0125
fax. 015-285 0126
vortech@vortech.nl

MEMO CvV/M05.004
Datum 12 januari 2005
Auteur(s) drs. C. van Velzen
Onderwerp Kalman filters toepassen voor GSC modellen

Documentinformatie

Versie	Auteur	Datum	Opmerkingen	Review
0.1	CvV	12-01-2005	Eerste versie	
Bestandslocatie: .../rkz1107-03-050/Memo05004/memo05004.tex				

1 Inleiding

In de meldingen rzk1107-3-034 en rzk1107-3-036 is WAQUA/TRIWAQ uitgebreid met een nieuw type rooster. Dit GSC-rooster (Generalized Spherical Coordinates) maakt het mogelijk om kromlijnige roosters op de bol te specificeren. Deze uitbreiding is al uitgebreid getest op de standaard SIMONA functionaliteit van WAQUA/TRIWAQ, er is echter nog niet nagegaan of het genereren en toepassen van Kalman filters correct verloopt voor modellen met het nieuwe roostertype.

Dit memo rapporteert de werkzaamheden van melding rzk1107-3-050 waarbij nagegaan is of het toepassen van Kalman filters correct verloopt voor GSC-roosters.

2 Visuele inspectie

In de Kalman specifieke routines (wask*) routines van WAQUA/TRIWAQ zijn geen zaken gevonden, die aangepast moesten worden dan wel uitgebreid moesten worden om de Kalman functionaliteit mogelijk te maken voor GSC-roosters.

3 Testen

In de vorige fases van de invoering van het GSC-rooster zijn steeds twee testmodellen gebruikt.

- CSM8 model. Hiervan zijn twee versies, het standaard model, een regelmatig rooster op de bol en een GSC-versie. Deze modellen geven op de orde van afrondfouten na de zelfde resultaten.
- BAK model, dit is een zeer grove representatie van de Nederlandse kust. Ook van dit model zijn twee versies, een rijkdriehoeken en een sferische versie. Deze twee modellen geven echter in tegenstelling tot het CSM8 model verschillen die groter zijn dan de

array	verschil (2-norm)
mean	6.4388e-06
std	1.0369e-05
maxdev	3.4398e-05

Tabel 1: *Verschillen tussen de observatie statistieken van het CSM8 model en de GSC-versie van het CSM8 model. De verschillen zijn het gevolg van afrondfouten.*

reken nauwkeurigheid. De oorzaak hiervan is dat het niet mogelijk is om exact de zelfde roosters te definiëren omdat de kromming van de aarde merkbaar is op de schaal van dit model.

Uit deze modellen zijn een aantal extra testmodellen gemaakt namelijk:

- obs-versie. Hierbij worden observaties toegevoegd aan de SDS-file, In de message-file worden dan de observaties en de bijbehorende simulatieresultaten afgedrukt en op de SDS-file worden in het array `STAT_OBS` statistieken opgeslagen m.b.t. de verschillen tussen de observaties en de simulatie (gemiddelde, standaard deviatie en maximale deviatie)
- steady state Kalman filter. Hierbij word een (rrsqr) steady state filter gebruikt om de observaties te assimileren.
- rrsqr Kalman filter. Hier worden de observaties geassimileerd met behulp van het RRSQRT Kalman filter.

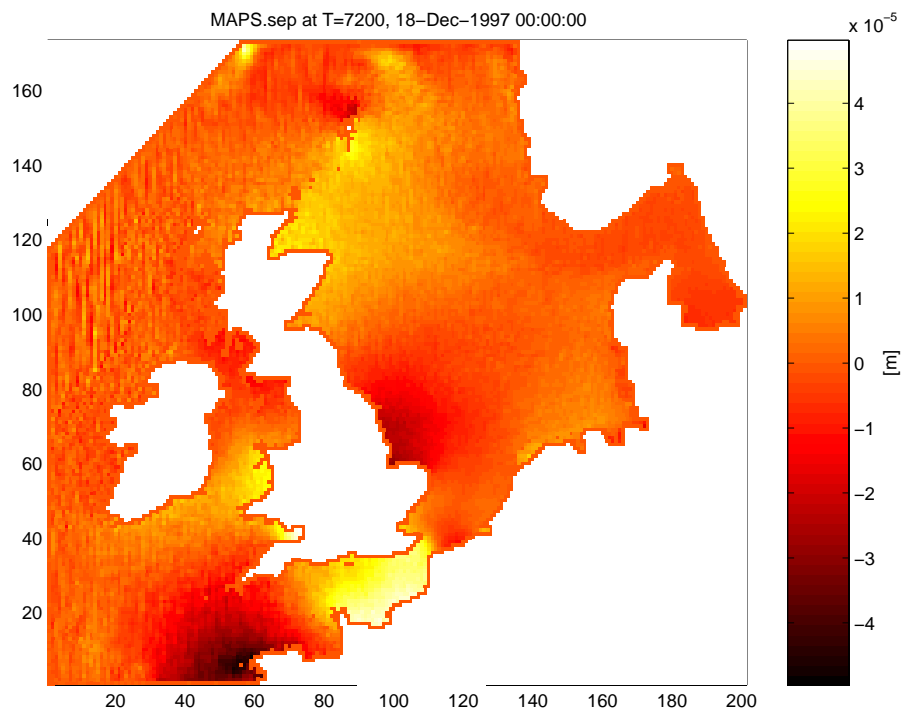
In totaal zijn dit dus 12 extra modellen.

3.1 CSM8 obs versie

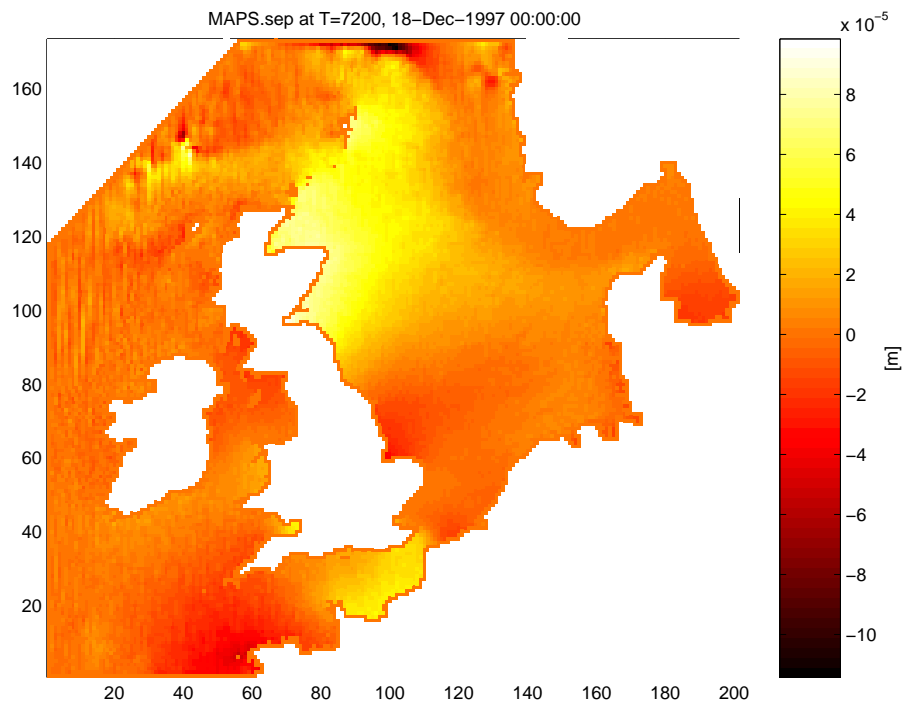
De simulatie resultaten zijn uiteraard gelijk aan de "normale" simulatie. Het verschil na 2 dagen simuleren is weergegeven in figuur 1. Om na te gaan of de observaties goed verwerkt zijn worden de "mean", "stdev" en "maxdev" uit het array `STAT_OBS` met elkaar vergeleken. De gevonden verschillen zijn weergegeven in tabel 1.

3.2 CSM8 steady state versie

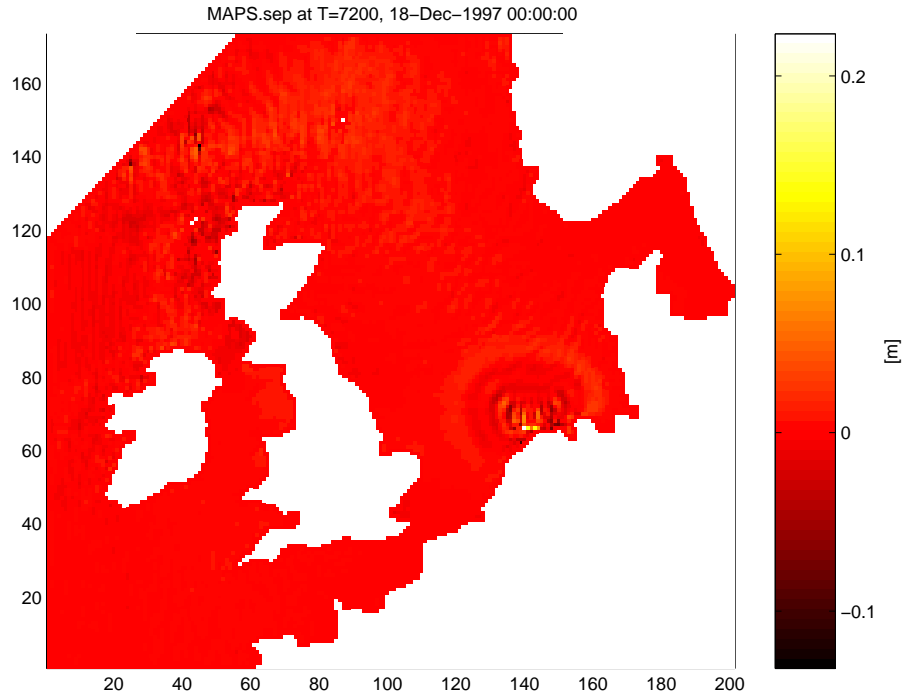
Voor het CSM8 model is een RRSQRT steady state filter gemaakt. Door een kleine aanpassing in WAQPRE is het mogelijk gemaakt om dit filter voor zowel voor het GSC als gewone model toe te passen. De verschillen tussen de beide modellen zijn weergegeven in figuur 2.



Figuur 1: *Verschillen tussen het CSM8 model en de GSC-versie van het CSM8 model. De verschillen zijn het gevolg van afrondfouten.*



Figuur 2: *Verschillen tussen het CSM8 model en de GSC-versie van het CSM8 model waarbij de observaties geassimileerd worden m.b.v. een steady state Kalman filter. De verschillen zijn het gevolg van afrondfouten.*



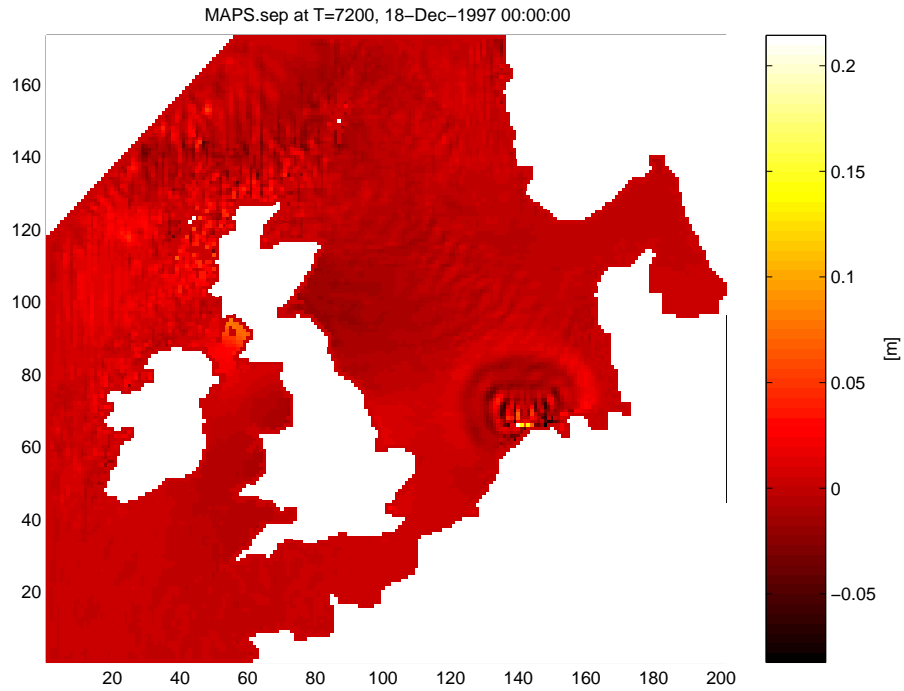
Figuur 3: *Verschillen tussen het CSM8 model en de GSC-versie van het CSM8 model waarbij de observaties geassimileerd worden m.b.t. een rrsqrt Kalman filter.*

3.3 CSM8 rrsqrt Kalman filter

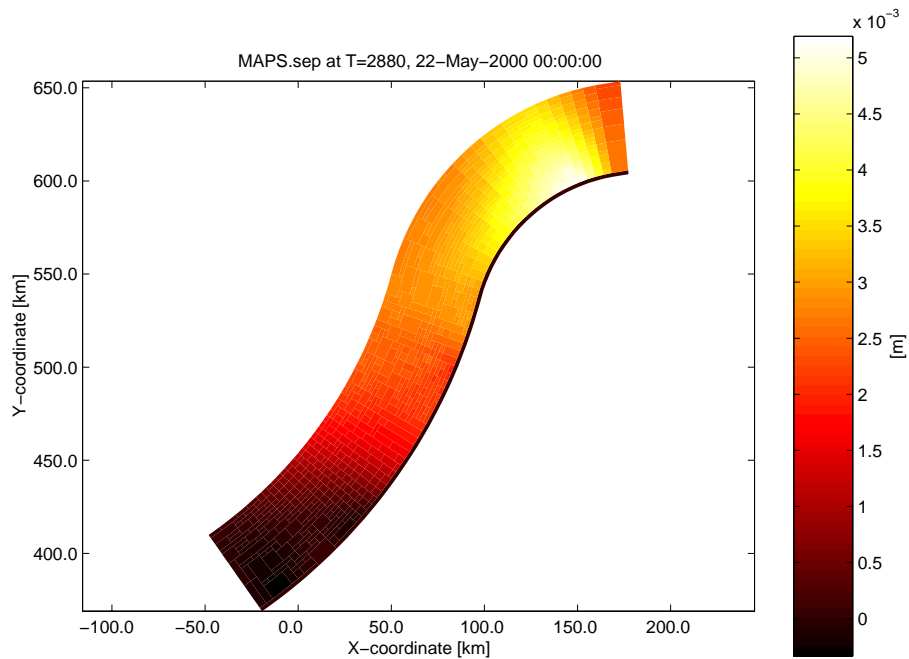
Het CSM8 model is ook gedraaid met een rrsqrt Kalman filter (50 modes). De verschillen tussen het GSC en de gewone versie van het model, zoals weergegeven in figuur 3 zijn echter veel groter dan in de voorgaande testen. Er is met meer detail gekeken naar het ontstaan van deze verschillen en alles wijst erop dat afrond verschillen aan de basis staan (de initiele verschillen zijn "spikkels" in de orde 10^{-6} die langzaam groeien). Om dit de staven is er ook een rrsqrt simulatie gedraaid met de optie `QUANTF_RANDOM`, waarbij de lineaire systemen in omgekeerde volgorde opgelost worden. De hierbij gevonden verschillen, weergegeven in figuur 4, zijn in de zelfde orde als de verschillen tussen de GSC simulatie en gewone versie van het model.

3.4 BAK obs

In tegenstelling tot het CSM8 model geeft de Rijksdriehoeken versie van van het BAK model niet de zelfde resultaten als de GSC versie. Dit is het gevolg van het feit dat het niet mogelijk is om twee exact de zelfde roosters te definieëren aangezien de kromming van de aarde op de schaal van dit model significant is. Om de resultaten van de Kalman testen te vergelijken is het daarom echter wel zinvol om enig inzicht te hebben in te verschillen tussen de twee versie van het model. Deze zijn weergegeven in figuur 5.



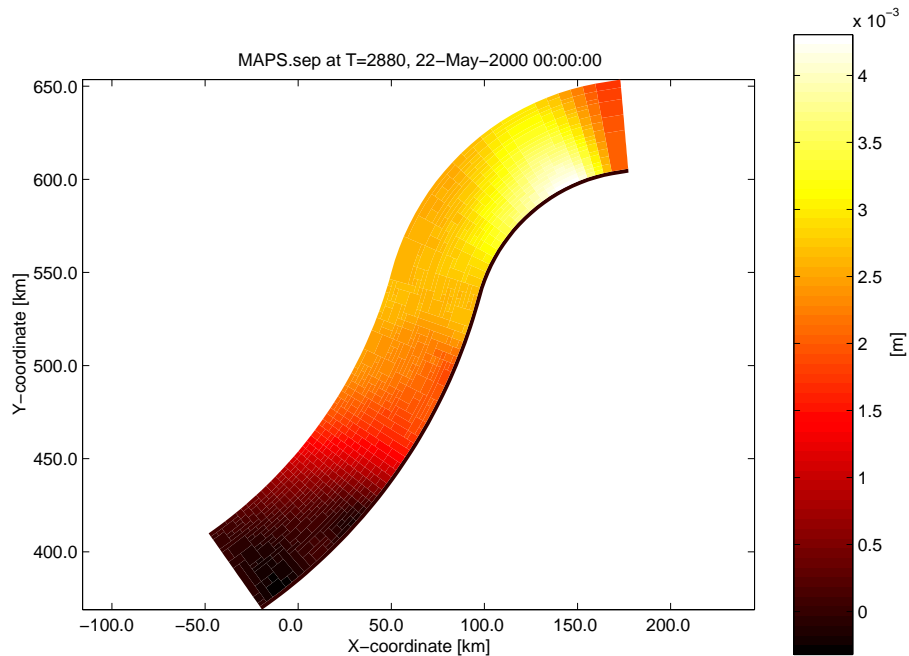
Figuur 4: *Verschillen tussen het CSM8 model en het zelfde model met de optie QUANTF_RANDOM. Dit geeft de orde aan van de verschillen die het gevolg zijn van afrondfouten.*



Figuur 5: *Verschillen tussen de Rijksdriehoeken en GSC versie van het BAK model.*

array	verschil (2-norm)
mean	1.2231e-4
std	1.8087e-3
maxdev	9.3435e-3

Tabel 2: Verschillen tussen de observatie statistieken van de Rijksdriehoeken versie en GSC versie van het BAK model. De verschillen liggen in de zelfde orde als de verschillen in simulatieresultaten.

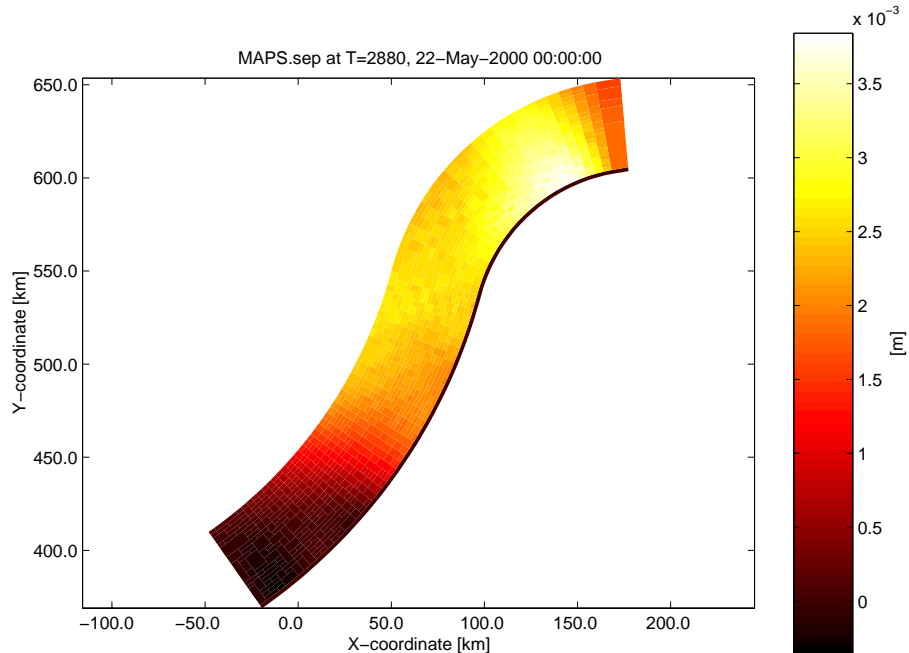


Figuur 6: Verschillen tussen de Rijksdriehoeken en GSC versie van het BAK model waarbij een identiek rrsqrt steady state filter is toegepast.

De verschillen in "mean", "stdev" en "maxdev" uit het array STAT_OBS zijn dan ook in de zelfde orde als de verschillen in simulatieresultaten. Deze verschillen zijn weergegeven in tabel 2.

3.5 BAK steady state versie

Voor het rijksdriehoeken model is een steady state rrsqrt-filter gemaakt. Dit filter is gebruikt voor zowel het Rijksdriehoeken als de GSC versie van het model. De verschillen tussen de simulatieresultaten zijn weergegeven in figuur 6. De verschillen zijn in de zelfde orde als bij een gewone simulatie.



Figuur 7: Verschillen tussen de Rijkdriehoeken en GSC versie van het BAK model waarbij een rrsqrt filter is toegepast.

3.6 BAK rrsqrt Kalman filter

Beide versies van het model zijn gerund met een rrsqrt Kalman filter (50 modes) De verschillen zijn weergegeven in figuur 7.

4 Conclusies en aanbevelingen

Met succes zijn de data assimilatie technieken van WAQUA/TRIWAQ toegepast op modellen met een GSC rooster. De resultaten zijn gerelateerd met sterk lijkende modellen op een bestaand rooster type. De verschillen zijn allemaal klein, dan wel verklaarbaar.

Aangezien er nog geen testen beschikbaar zijn voor de testbank, is het zinvol om de testbank uit te breiden met een aantal testen voor GSC roosters.