

Titel

## **Nautilus / Atlantis : KustZuid versie 3 (4)**

Samenvatting

De onder het project Nautilus/Atlantis in gebruik zijnde gebiedschematisatie Kustzuid heeft recent een redesign ondergaan. Dit document beschrijft de aanpassingen van het Kustzuid model en toont resultaten van versie3. Tevens is een eerste aanzet gemaakt voor versie4 ( = koppelen van versie 3 van het Kustzuid model met de schematisatie van de Zeeschelde en het Belgisch rivierengebied genaamd NeVla)

## Samenvatting

Binnen de taakstelling van RWS DZLD / HMCZ vindt operationele inzet plaats van SIMONA waterbewegingmodellen ten behoeve van waterstandvoorspelling.

Het gaat in deze om de gebiedschematisaties DCSM8 (= Continental Shelf model , versie 5), ZuNo (= Zuidelijke Noordzee model , versie 3) en Kustzuid (= uitsnede van de gebiedschematisatie van de Nederlandse kuststrook ter plaatse van de Ooster- en Westerschelde).

Tot op heden werd gebruik gemaakt van de eerste versie van het Kustzuid model, zijnde een 1 op 1 uitsnede van het Kuststrook model. Vanuit DZLD is de wens geuit te komen tot een verdere kwaliteitsverbetering van het Kustzuid model. In eerste instantie via een update van het rekenrooster, vervolgens via een update van bodemschematisatie, ruwheden en externe randbeschrijving is getracht dit verzoek te honoreren.

Aangezien het Kustzuid model inmiddels naast toepassing binnen RWS DZLD ook binnen andere RWS projecten gehanteerd wordt is bovengenoemde update gekombineerd met modelaanpassingen waar omtrent vanuit de projecten Dijkbekleding en LTV is verzocht.

# Inhoud

<i>1</i>	<i>Inleiding</i>	<i>4</i>
<i>2</i>	<i>Kustzuid versie 1</i>	<i>5</i>
<i>3</i>	<i>Kustzuid versie 2</i>	<i>7</i>
<i>4</i>	<i>Kustzuid versie 3</i>	<i>8</i>
<i>4.1</i>	<i>Update bodemschematisatie</i>	<i>9</i>
<i>4.2</i>	<i>Optimalisatie randsignaal</i>	<i>13</i>
<i>4.3</i>	<i>Toetsing update</i>	<i>16</i>
<i>5</i>	<i>Kustzuid versie 4</i>	<i>30</i>
	<i>Referenties</i>	<i>31</i>

# 1 Inleiding

Uit een oogpunt van beheer is in de laatste decennia een serie stromingsmodellen ontwikkeld die alle Nederlandse wateren en aangrenzende zeegebieden omvatten. Deze modellen vormen in feite een modellentrein welke strekt van 'Oceaan tot de Nederlandse Binnenwateren'.

De diverse onderdelen van deze modellentrein zijn dusdanig ontworpen dat een naadloze overgang tussen de diverse modellen is bereikt.

De modellentrein bestaat uit de grootschalige modellen DCSM8 en Zuidelijk Noordzee. Tevens is van alle Nederlandse estuaria in verschillende mate van detail een gebiedschematisatie beschikbaar. Door introductie van nieuwe gebiedschematisaties en het stellen van hogere kwaliteitsnormen is de modellentrein diverse malen onderhevig geweest aan renovatie en uitbreiding. Eind 2001 is in deze situatie voorlopig een status quo ingetreden (lit 1 en 2).

In 2002 is op verzoek van RWS DZLD / HMCZ een nieuwe schakel in de trein ingepast t.w. het KustZuid model (versie 1). Dit model is een 1 op1 uitsnede van het Kuststrook model in zijn originele resolutie en vervangt eerder opgezette separate uitsneden van Ooster- en Westerschelde.

De modellen DCSM8, Zuidelijk Noordzee en Kustzuid model worden binnen de taakstelling van RWS DZLD / HMCZ operationeel ingezet.

Vanuit DZLD is de wens geuit te komen tot een verdere kwaliteitsverbetering van het Kustzuid model. In eerste instantie via een update van het rekenrooster, vervolgens via een update van bodemschematisatie, ruwheden en externe randbeschrijving is getracht dit verzoek te honoreren. Met name de optimalisatie van de externe randbeschrijving is een activiteit dewelke enige toelichting behoeft. De operationele toepassing van bovengenoemde waterbewegingsmodellen is opgezet vanuit het RWS project Nautilus / Atlantis. Binnen de operationele toepassing is een belangrijke plaats ingeruimd voor toepassing van Kalman filtering. Vanuit RWS DZLD / HMCZ is ten aanzien van het Kustzuid model expliciet gevraagd om een modelversie zonder Kalman filtering. In de eerste versie van Kustzuid werd een Kalman filter gehanteerd om de vanuit het ZuNo model overgedragen randsturing te optimaliseren. Aangezien het Kustzuid model geografisch gezien een beperkte omvang kent is het 'nauw' effect van het filter in een forecast gering. Dit is getracht in volgende versies te verbeteren door het hanteren van een 'hogere' kwaliteit van het 'astro' signaal op de open rand van het model. Voor het bereiken van deze kwaliteit is overigens wel degelijk éénmalig een beroep gedaan op Kalman filtering.

Aangezien het Kustzuid model inmiddels naast toepassing binnen RWS DZLD ook binnen andere RWS projecten gehanteerd wordt is bovengenoemde update gekombineerd met modelaanpassingen waar omtrent vanuit de projecten Dijkbekleding en LTV is verzocht.

Via de 'tussen' versie 2 is inmiddels ontstaan versie 3 van het Kustzuid model. Deze versie kent een op basis van de meest recente lodingsdata aangepaste diepteschematisatie en een ten opzichte van eerdere versies sterk verbeterde set externe randvoorwaarden (harmonische componenten). Het rekenrooster is op de land / water grenzen met een extra cel uitgebreid en rond het Nauw van Bath is de resolutie met een factor 3 verhoogd. Deze resolutie verhoging bood de mogelijkheid te komen tot een koppeling van het Kustzuid model en het Belgische waterbewegingsmodel van de Zeeschelde en het aansluitende rivierengebied, genaamd NeVla.

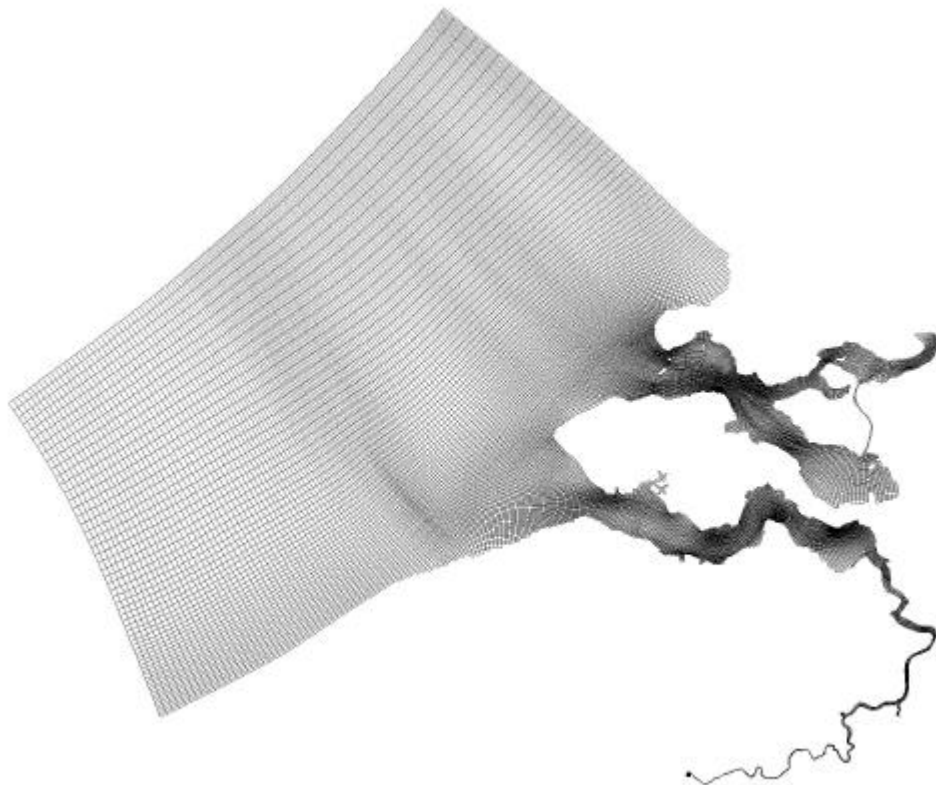
Toepassing van deze koppeling doet ontstaan versie 4 van het Kustzuid model.

De status van deze versie is vooralsnog 'concept'. Nadere aanpassing van het rivierengebied is noodzakelijk teneinde deze versie de status 'definitief' toe te kennen. Aangezien RIKZ voor deze activiteit geen opdrachtgever heeft, is hierin ook geen inspanning geïnvesteerd.

## 2 KustZuid model versie 1.

Het model ontleend zijn bestaansrecht aan de wens van Dir. Zeeland / HMCZ om binnen zijn beheerstaak te kunnen beschikken over een operationeel inzetbaar 2DH waterbewegingsmodel van Ooster- en Westerschelde incl. het aangrenzende zeegebied. Aangezien ten aanzien van een dergelijke inzet zeer strikte eisen gelden ten aanzien van cpu beslag was in eerste instantie besloten tot separate modellering van beide estuaria. Nieuwe inzichten en wensen hebben uiteindelijk geleid tot een gekoppeld model van beide Scheldes. Eveneens als de separate modellen is voor de gekombineerde variant gekozen voor een 1 op 1 uitsnede uit de originele versie van het Kuststrook model. De zeerand van het Kustzuid ligt op ca. 70 km uit de kust. Het model kent een sterk schematische weergave van de Zeeschelde en aangrenzend rivierengebied.

**Figuur 1. Rooster van bodempunten Kustzuid versie1**



Deze uitsnede heeft de benaming **KustZuid** gekregen.

De keuze voor een 1 op 1 uitsnede betekent in grote lijnen dat het grootste deel van de invoer van het model integraal is overgenomen uit het Kuststrook model (lit 1 en 2)

Het Kustzuid model is aan de noordzijde uitgesneden langs gridlijn **M = 694** (loodrecht Kop Goeree / Brouwersdam) van het Kuststrook model. Aan de zuid en westzijde is de begrenzing van het Kuststrook model overgenomen.

Het Kuststrook model wordt aangedreven met tijdreeksen uit het Zuidelijk Noordzee model. Aangezien het grootste deel van de open rand van beide modellen samenvalt is er voor gekozen het KustZuid model niet te nesten binnen het Kuststrook model maar direkt binnen het Zuidelijk Noordzee model.

Voornaamste kenmerken :

<b>Tijdstap</b>	<b>1.0 min</b>
<b>Ruwheid</b>	<b>Manning, global 0.022</b> <b>westerschelde variabel : 0.019 – 0.025</b> <b>rivier : 0.026</b>
<b>Viscositeit</b>	<b>10</b>
<b>Diffusie</b>	<b>30</b>
<b>Idryfl</b>	<b>1 (mean)</b>
<b>Randvoorwaarden</b>	<b>Waterstand (tijdreeksen / componenten ) uit ZuNo</b>

In vergelijking met het originele Kuststrook model is in de Westerschelde een enigszins gewijzigde ruwheidsverdeling gehanteerd.

Vanuit het HMCZ bestond de wens om voor het KustZuid model te kunnen beschikken over een Kalman filter, enerzijds ter optimalisatie anderzijds om een 'stand-alone' inzet van het model mogelijk te maken.. Als type voor de randvoorwaarden is gekozen voor waterstanden conform de in het Kuststrook model versie 4 gehanteerde randen.

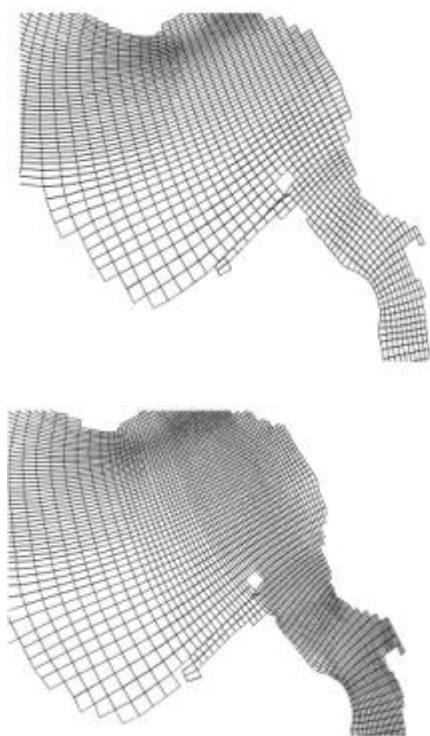
Gebruikte referentie-stations voor het Kalmanfilter (versie 1) : Brouwershavense Gat 02,  
Cadzand,  
Europlatform,  
Oosterchelde 11 en  
Westkapelle

### 3 KustZuid model versie 2

Zoals reeds in samenvatting en inleiding vermeld kende de performance van de eerste versie van het model een aantal onvolkomenheden. Met name het Westerschelde gedeelte rond het Nauw van Bath presteerde duidelijk ondermaats. De hoofdgeul vertoont in het prototype op die plaats een zeer sterke kromming. Uit een oogpunt van geheugenbeslag kent het rekengrid op die plaats een verandering van rekenrichting. De combinatie van beiden leek verantwoordelijk voor het matig presteren van het model. Mogelijke oplossingen :

- lokaal verhogen resolutie
- 'recht'trekken geul binnen de matrix (= modelleren hoofdstroom langs dezelfde gridlijn).

Gekozen is voor het lokaal verhogen van de resolutie met een faktor drie ter plaatse van het Nauw van Bath in één rekenrichting (Oost – West).



#### **Rooster versie 1 versus 2 ter plaatse van het Nauw van Bath.**

Ter plaatse van de Nederlandse grens is een verdichting faktor 3 doorgevoerd.

Vanwege een aantal niet nader te noemen redenen is de status van versie 2 nooit op het nivo 'definitief' gekomen. Het rekenrooster is echter wel gehandhaafd.

## 4 KustZuid model versie 3

Het rekengrid van versie 2 is in versie 3 gehandhaafd met dien verstande dat de land / water grens

één cel landinwaarts is verplaatst (op verzoek project Dijkbekleding).

Inmiddels had de (Belgisch / Nederlandse) projectgroep dewelke zich bezig houdt met gezamenlijke slibmodellering eveneens het oog laten vallen op het Kustzuid model. Eén van de redenen voor die keuze werd impliciet ingegeven door de verdichting rond het nauw van Bath. Deze verdichting geeft t.o.v. versie 1 ter plaatse van de Nederlandse grens een resolutieverhoging faktor 3 (dwarsrichting rivier). Dit biedt de mogelijkheid tot het koppelen van de Nederlandse en het Belgische waterbewegingsmodel van de Westerschelde.

Om t.a.v. deze koppeling geen blokkades op te werpen, is het Kustzuid model dusdanig ingericht dat het mogelijk is ter plaatse van de Nederlandse grens Kustzuid en Nevla-model naadloos te koppelen (gridlijn :  $M = 177$ ).

De invoer is ingedeeld in een gemeenschappelijk ('combi') gedeelte en een 'rivier'-gedeelte. De koppeling wordt belicht in hoofdstuk 5.

Het 'Nederlandse' Kustzuid model heeft versienummer 3 gekregen.

Tijdens de werkzaamheden aan versie 2 was duidelijk naar voren gekomen dat met name de bodemschematisatie gedateerd was.

Zoals in de inleiding vermeld was vanuit DZLD / HMCZ de wens geuit het model te voorzien van een randsignaal van een duidelijk hogere kwaliteit als die uit versie 1. Voor wat betreft de randsturing is gekozen voor een astro deel in combinatie met een opzet uit het Zuidelijk Noordzee model.

De optimalisatie van het astro deel is uitgevoerd met behulp van Kalman filtering. Aangezien het filter ook de kwaliteit van de bodem 'meeweegt' is ten eerste voor dit onderdeel een update doorgevoerd.



## 4.1. Update bodemschematisatie

### Beschrijving data bestanden.

De lodingbestanden van zowel Ooster- als Westerschelde (bovenstrooms tot de landgrens) kennen een resolutie van 20 bij 20 m en beschrijven naast diepten ook hoogten. De terreinmodellen reiken tot aan de dijkkruien.

De datering van de terrein modellen van beide Scheldes is 2004 (ontbrekende data is aangevuld met die van 2002/2003). Verversing vindt in principe jaarlijks plaats.

Voor de Zeeschelde is data vanuit WL Borgerhout aangeleverd voor het deel tot aan Schelle.

Voor het gedeelte van het Nederlands Continentale Plat is een data bestand (Bathymetric data of the Netherlands coast) gehanteerd afkomstig van de Dienst der Hydrografie.

Verkregen data aangeleverd op CD , d.d. 12-07-2004.

Dieptes in meters t.o.v. van GemLaagLaagWaterSpring.

Coördinaten : GEO datum WGS84.

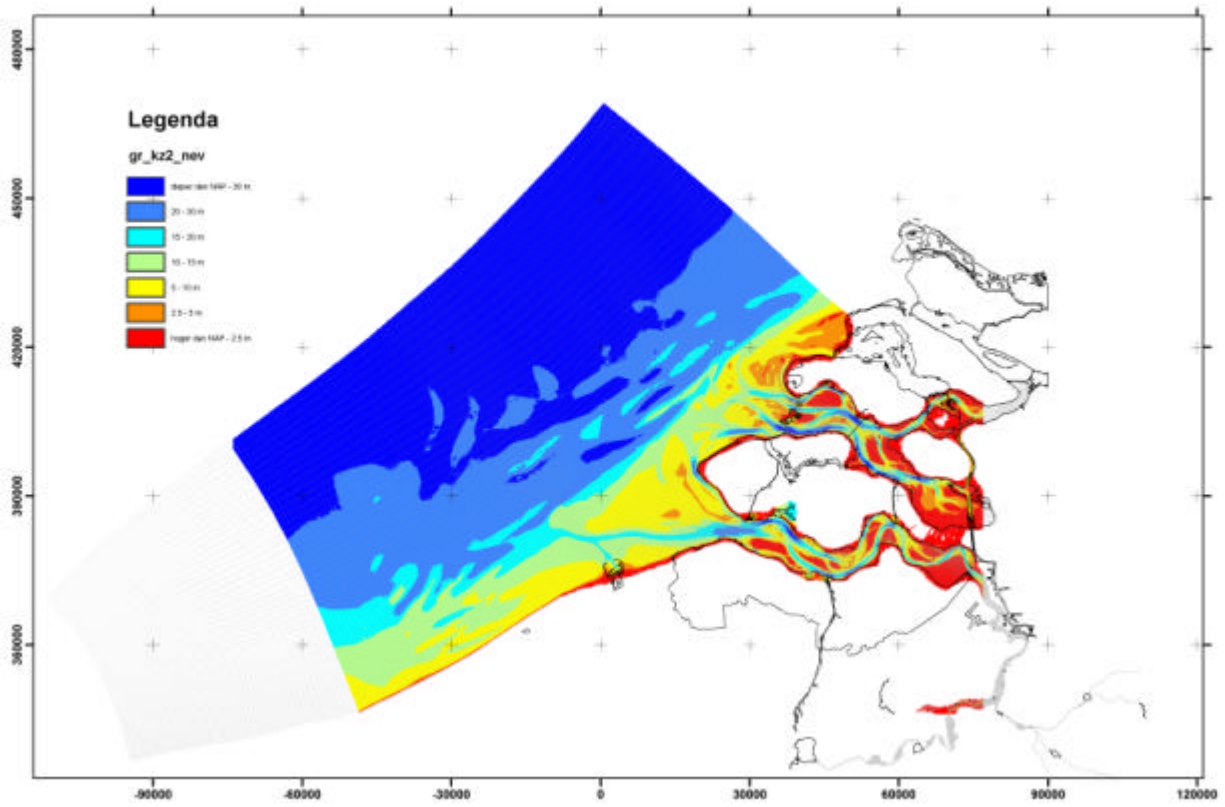
De diepten m.b.v. een reductievlak terug vertaald naar meters t.o.v. N.A.P.

Voor het Belgische deel van het continentaal plat , de Vlaamse banken , zijn loadingsgegevens opgevraagd bij de ceklHydrografie & Hydrometeo afdeling Waterwegen Kust - AWZ van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

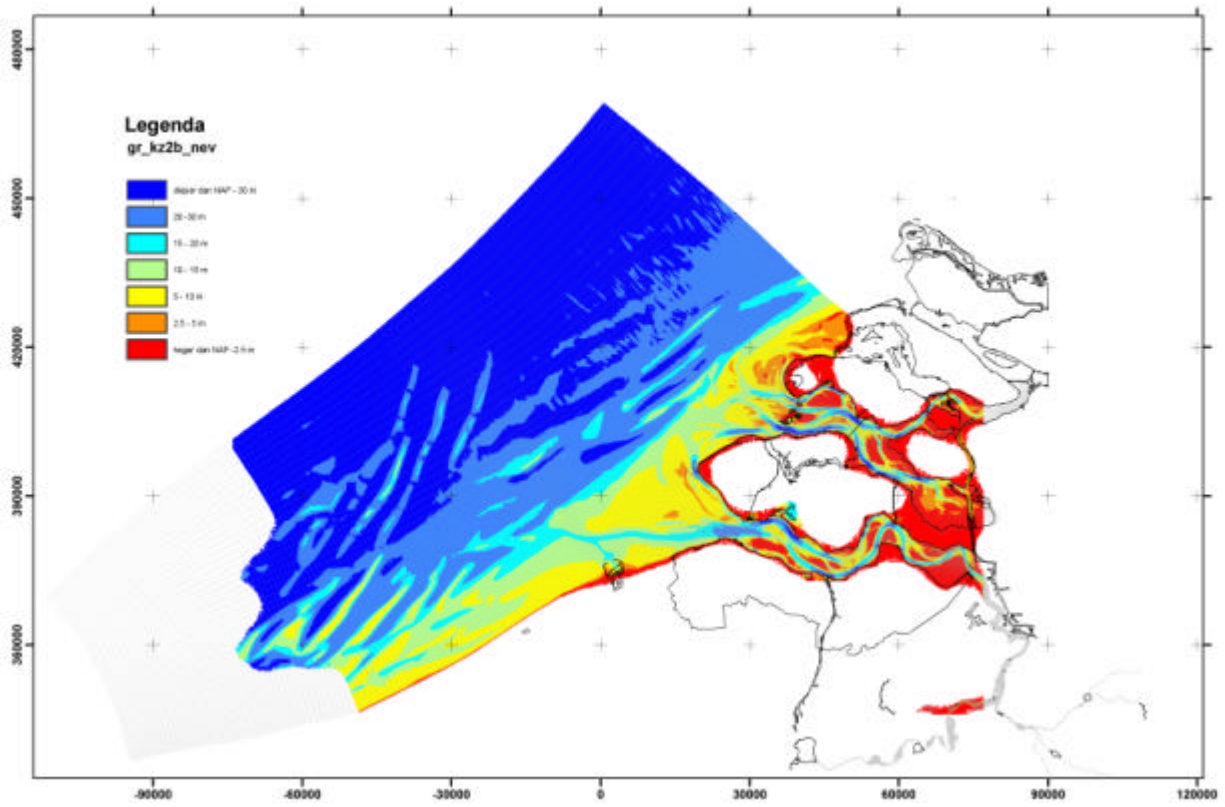
De bathymetrie (singlebeam) van de Vlaamse Banken heeft een tussenafstand tussen de dieptecijfers varieert van 250 naar 350m, vanuit welke een interpolatie is uitgevoerd naar het grid van het Kustzuid model. De top van het BCP werd door Nederland opgemeten is overgenomen uit de dataset van Dienst der Hydrografie.

De XY-coördinaten van de oorspronkelijke tracks zijn in UTM31 (WGS84) en de diepten zijn in positieve meters

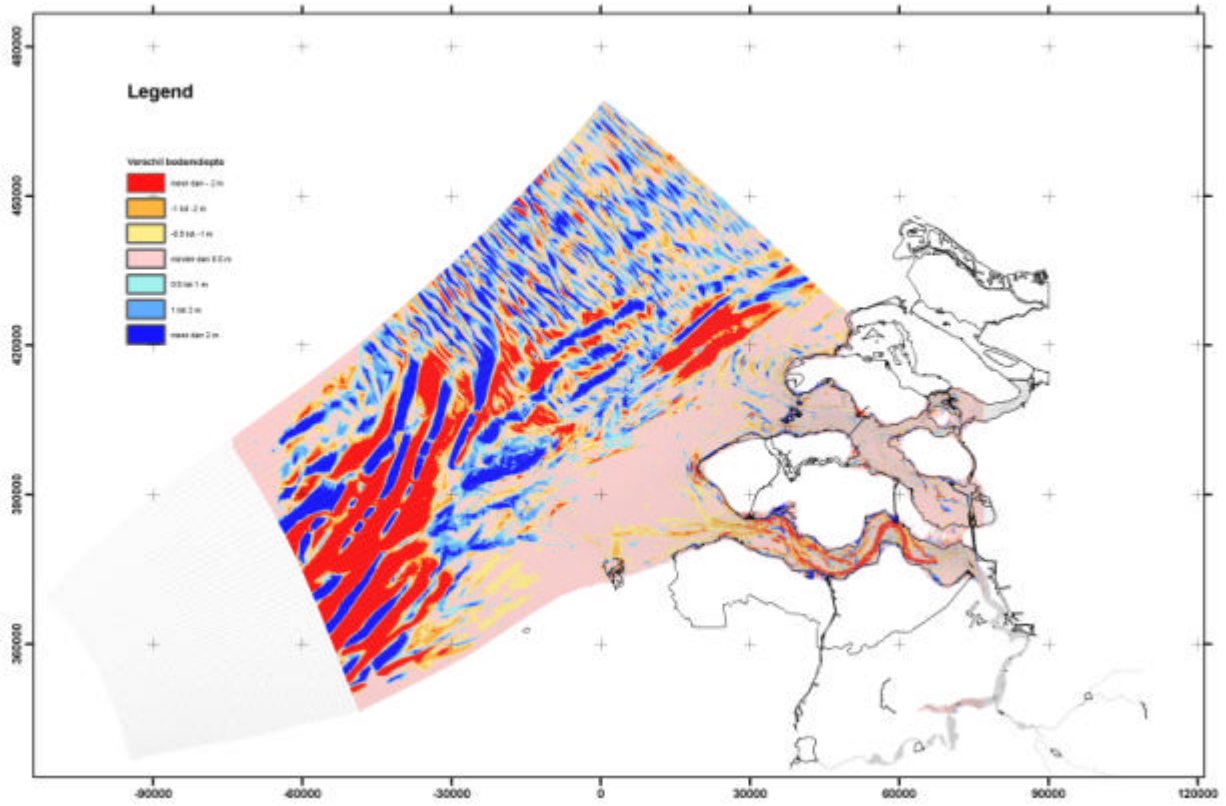
t.o.v. GLLWS. Deze waarden zijn m.b.v. een reductievlak berekend met DCSM omgerekend naar MSL. Daarnaast zijn de coördinaten omgerekend naar RDV.



**Modelbodem van Kustzuid versie 2**



Modelbodem van Kustzuid versie 3



**Verschilkaart modelbodems van Kustzuid versie 2 en 3**

## 4.2 Optimalisatie randsignaal.

Voor de optimalisatie van het astronomisch deel van het randsignaal is gekozen voor de inzet van een Kalman filter (op basis software versie KALMINA0410). De gehanteerde referentie is bepaald in samenspraak met de opdrachtgever en bepaald op lokaties met een zo gering mogelijk 'lokaal' effect. Gekozen is voor :

- Euro platform
- Brouwershavense Gat 02
- Oosterschelde 11
- Vlakte van de Raan
- MP7

**De instellingen voor het Kalman filter zijn :**

```
KALMAN
  RRSQRT
    GENeral
      NMODE = 50
      CHAR_DIST= 50
      TIKAL = 900000.
      USE_ZEROS
#
  WATERlevel_stations
    S: ( P283, STANDard_dev=0.20 ) # BG2
    S: ( P289, STANDard_dev=0.20 ) # VLRN
    S: ( P272, STANDard_dev=0.20 ) # EURPFM
    S: ( P284, STANDard_dev=0.20 ) # OOSTSDE11
    S: ( P327, STANDard_dev=0.20 ) # MP7
#
  BOUNDaries
    STATistics
      STANDard_dev      = 0.20
      SMOOTH = 100.0
      TIME_correlation  = 0.99
    LINE_sections
      S: SECTion=( 1, 1)


---


  !! n.b.  randsecties 1 - 53 separaat benoemd !!
  S: SECTion=(53,53)
  COMPute_steady_state
    TFKALman = 4470.0 , TIKALman = 380., TLKALman = 4850.0
.
```

Het Kalman filter is bepaald op astronomische gegevens voor de periode 1 – 4 juli 2004. Aansluitend is het Kalman filter ingezet voor het doorrekenen van een jaarsom voor 1999. Het gefilterde randsignaal is geanalyseerd met gebruikmaking van de HATYAN software.

In de analyse zijn 94 constanten (representatief voor de weergave van een jaarreeks) betrokken, t.w.

\* Voorbeeld Hatyan 30 voor één der Kustzuid randpunten

\*

\*

STAT	P100	WATHTE		NAP	cm	1
PERD	19990101	0009	19991231	2209	60	
CODE	3					
MIDD	-2.330					
NCOM	94					
COMP	1	.041069	9.609	209.32	SA	
COMP	6	1.015896	3.458	17.03	SM	
COMP	17	13.398661	4.512	138.89	Q1	
COMP	20	13.943036	11.617	193.38	O1	
COMP	24	14.492052	1.214	169.21	M1C	
COMP	33	14.958931	2.864	355.09	P1	
COMP	34	15.000000	1.351	318.10	S1	
COMP	35	15.041069	8.325	3.23	K1	
COMP	47	26.870175	.694	305.43	3MKS2	
COMP	48	26.952313	1.558	312.08	3MS2	
COMP	49	27.341696	.675	319.68	OQ2	
COMP	51	27.423834	1.287	157.78	MNS2	
COMP	52	27.496687	1.166	336.03	2ML2S2	
COMP	54	27.886071	1.735	353.73	NLK2	
COMP	56	27.968208	7.336	190.03	MU2	
COMP	59	28.439730	12.534	33.89	N2	
COMP	60	28.512583	4.985	29.61	NU2	
COMP	63	28.901967	.775	240.51	MSK2	
COMP	64	28.943036	.979	109.15	MPS2	
COMP	65	28.984104	79.873	63.82	M2	
COMP	66	29.025173	1.156	50.58	MSP2	
COMP	67	29.066241	.719	231.66	MKS2	
COMP	70	29.455625	2.327	80.86	LABDA2	
COMP	71	29.528479	7.206	268.90	2MN2	
COMP	76	29.958933	.787	110.39	T2	
COMP	77	30.000000	19.573	120.32	S2	
COMP	79	30.082137	5.613	120.42	K2	
COMP	80	30.544375	1.571	342.94	MSN2	
COMP	85	31.015896	1.903	8.95	2SM2	
COMP	86	31.098033	1.167	3.06	SKM2	
COMP	92	42.382765	.603	100.52	NO3	
COMP	94	42.927140	1.207	149.28	2MK3	
COMP	95	43.009277	.401	122.68	2MP3	
COMP	97	43.943036	.828	212.22	SO3	
COMP	98	44.025173	1.386	288.11	MK3	
COMP	101	45.041069	.684	339.69	SK3	
COMP	104	55.936417	.249	339.62	4MS4	

COMP	105	56.407938	.629	191.76	2MNS4
COMP	108	56.952313	1.405	218.63	3MS4
COMP	110	57.423834	4.551	115.28	MN4
COMP	111	57.496687	1.162	274.56	2MLS4
COMP	112	57.886071	.256	258.51	2MSK4
COMP	113	57.968208	12.993	139.10	M4
COMP	116	58.512583	1.348	329.33	3MN4
COMP	118	58.984104	8.461	194.70	MS4
COMP	119	59.066241	2.262	196.88	MK4
COMP	121	59.528479	1.156	25.93	2MSN4
COMP	123	60.000000	.670	268.53	S4
COMP	128	71.366869	.415	136.40	MNO5
COMP	129	71.911244	.549	184.33	3MK5
COMP	133	72.927140	.321	268.45	2MP5
COMP	134	73.009277	.468	339.58	3MO5
COMP	135	74.025173	.174	28.81	MSK5
COMP	136	74.107310	.081	244.02	3KM5
COMP	138	85.392042	.827	192.02	3MNS6
COMP	139	85.863563	.770	44.71	2NM6
COMP	140	85.936417	.867	209.62	4MS6
COMP	142	86.407938	2.555	75.79	2MN6
COMP	143	86.480792	.946	62.34	2MNU6
COMP	144	86.870175	.349	269.24	3MSK6
COMP	145	86.952313	5.070	105.74	M6
COMP	146	87.423834	.654	140.47	MSN6
COMP	149	87.578825	.251	131.18	MKNU6
COMP	151	87.968208	4.566	159.73	2MS6
COMP	152	88.050346	1.205	168.05	2MK6
COMP	154	88.512583	1.222	10.63	3MSN6
COMP	156	88.984104	.669	219.92	2SM6
COMP	157	89.066241	.342	205.87	MSK6
COMP	159	100.350974	.154	121.97	2MNO7
COMP	161	101.449007	.075	304.34	M7
COMP	162	101.911244	.269	230.50	2MSO7
COMP	164	114.847667	.466	107.94	2(MN)8
COMP	165	115.392042	1.110	143.94	3MN8
COMP	167	115.936417	1.611	169.93	M8
COMP	168	116.407938	.891	212.39	2MSN8
COMP	169	116.490075	.160	183.14	2MNK8
COMP	170	116.952313	2.283	224.01	3MS8
COMP	171	117.034450	.616	233.69	3MK8
COMP	174	117.968208	.857	288.10	2(MS)8
COMP	175	118.050346	.241	262.21	2MSK8
COMP	180	130.433111	.018	320.61	3MNK9
COMP	181	130.977486	.032	343.58	4MK9
COMP	182	131.993381	.039	31.64	3MSK9
COMP	183	144.376146	.211	103.77	4MN10
COMP	184	144.920521	.233	135.42	M10
COMP	185	145.392042	.230	158.94	3MSN10
COMP	186	145.936417	.838	219.88	4MS10
COMP	187	146.407938	.031	249.81	2(MS)N10
COMP	189	146.952313	.217	242.33	3M2S10
COMP	190	160.977486	.034	38.05	4MSK11
COMP	191	173.904625	.031	173.43	M12
COMP	192	174.376146	.093	203.04	4MSN12
COMP	193	174.920521	.135	226.78	5MS12

De uitkomsten van de Hatyan slag zijn geclusterd tot een nieuwe set randvoorwaarden. Zoals reeds in de inleiding benoemd is deze set bedoeld om zonder filter ondersteuning en aangevuld met een opzet afkomstig uit het Zuidelijk Noordzee model de (zee)randsturing van het Kustzuid V3 / v4 te gaan verzorgen.

### 4.3 Toetsing update

De bovenstaand benoemde updates, rooster, bodem en astro randsignaal zijn getoetst in combinatie met de volgende ruwheidverdeling (formulering Manning) :

Zeegebied	(const_value) 0.022
Oosterschelde	(const_value) 0.024
Westerschelde	(var_value) 0.019 - 0.027
Rivier	(const_value) 0.028

Overige instellingen conform versie 1.

Getracht is de kwaliteit van de updates in kaart te brengen door de uitkomsten (waterstanden) van een jaarsom te analyseren en te vergelijken met waarden uit het prototype. Dit is gedaan voor de stations :

- West Kapelle ( tabel 4.3.1 )
- Cadzand ( tabel 4.3.2 )
- Vlissingen ( tabel 4.3.3 )
- Hansweert ( tabel 4.3.4 )
- Bath ( tabel 4.3.5 )
- Antwerpen ( tabel 4.3.6 )
- Stavenisse. ( tabel 4.3.7 )

Bij deze tabellen zij opgemerkt dat een selectie heeft plaats gevonden op componenten met een amplitude (prototype) > 1 cm.



Algemeen :

Onderstaande tabellen tonen met in achtname van de resolutie van het model een (zeer) goede overeenkomst tussen berekende en waargenomen waterstanden voor wat betreft 'astronomische' kondities.

**Tabel 4.3.1**

Lokatie : West Kapelle

	Amplitude		Fase	
	comp	obs	comp	obs
A0	0.5	-3.0		
SA	7.4	8.0	220.8	214.1
SM	2.6	3.3	57.0	31.0
Q1	4.1	4.2	131.8	138.8
O1	10.3	10.6	187.9	192.5
M1C	0.7	1.0	157.5	165.0
P1	2.8	2.6	348.6	355.0
K1	6.7	6.9	359.0	3.8
3MKS2	1.8	1.3	276.9	280.3
3MS2	3.4	2.5	272.5	281.8
MNS2	2.4	2.3	148.6	139.8
2ML2S2	1.0	1.6	329.2	325.2
NLK2	3.6	3.4	9.3	345.7
MU2	10.7	10.5	163.1	165.1
N2	24.6	25.9	24.7	26.1
NU2	7.4	8.3	29.1	23.1
MSK2	0.9	1.2	237.7	249.6
MPS2	1.8	2.5	85.3	90.2
M2	151.0	154.3	52.6	53.7
MSP2	0.5	1.1	110.3	97.6
LABDA2	5.1	4.5	82.3	72.2
2MN2	10.6	11.6	251.1	253.9
T2	3.0	2.3	109.3	102.9
S2	41.0	42.8	108.4	109.7
K2	11.1	12.0	114.7	110.7
MSN2	3.1	2.5	305.1	316.3
2SM2	3.6	3.1	329.6	341.0
SKM2	1.1	1.6	349.0	349.3
NO3	0.9	1.2	108.2	106.6
2MK3	2.6	2.5	151.8	151.6
SO3	0.9	1.3	215.6	221.0
MK3	2.0	2.1	289.7	291.9
3MS4	1.9	1.9	169.8	174.6
MN4	4.4	4.5	69.6	72.4
2MLS4	1.0	1.5	262.9	240.0
M4	13.1	14.0	93.7	97.3
3MN4	1.9	1.7	274.1	278.4
MS4	8.5	9.4	155.0	158.1
MK4	2.4	2.6	163.1	162.8
2MSN4	1.3	1.4	343.6	349.6
3MNS6	1.0	1.0	159.4	151.6
2NM6	1.4	1.3	20.8	28.9
4MS6	1.0	1.4	173.2	166.8
2MN6	4.7	4.7	58.8	53.5
2MNU6	1.2	1.6	51.7	38.8
M6	8.4	9.0	82.0	80.4

MSN6	1.8	1.8	123.4	120.3
2MS6	8.1	9.0	133.4	132.6
2MK6	2.2	2.2	140.4	137.1
3MSN6	2.0	2.0	327.2	329.5
2SM6	1.8	1.7	199.5	197.9
3MN8	1.7	2.0	46.9	55.8
M8	2.2	2.8	76.1	86.3
2MSN8	1.5	1.5	111.8	114.6
3MS8	3.1	3.9	119.6	135.9
2(MS)8	1.3	1.4	181.4	196.1
M10	0.3	1.1	81.8	114.1
3MSN10	0.5	1.2	104.4	135.8
4MS10	1.6	1.9	148.3	158.5
3M2S10	0.4	1.1	174.1	214.9
5MS12	0.7	1.0	126.8	151.0

**Tabel 4.3.2**

Lokatie : Cadzand

	Amplitude		Fase	
	comp	obs	comp	obs
A0	2.8	0.0		
SA	7.3	7.4	221.9	212.5
SM	3.0	3.3	59.3	29.2
Q1	4.0	4.2	130.4	137.4
O1	10.1	10.6	187.4	191.9
M1C	0.6	1.1	161.3	163.5
P1	2.8	2.6	347.5	354.2
K1	6.3	6.9	0.2	5.1
3MKS2	2.0	1.3	270.9	276.1
3MS2	3.9	2.7	265.0	276.2
OQ2	0.7	1.2	300.8	309.3
MNS2	2.7	2.4	145.4	135.1
2ML2S2	0.9	1.8	320.2	320.1
NLK2	4.1	3.7	6.3	339.0
MU2	11.5	11.2	156.0	158.8
N2	26.9	28.2	21.5	22.7
NU2	7.7	8.9	26.7	18.8
MSK2	0.9	1.6	230.3	262.9
MPS2	1.7	2.9	80.6	96.9
M2	164.3	167.8	48.6	49.7
MSP2	0.6	1.7	103.4	102.5
MKS2	0.6	1.0	226.7	240.7
LABDA2	5.6	4.8	78.8	66.2
2MN2	11.3	12.3	245.3	248.9
T2	3.4	2.7	106.1	98.5
S2	45.1	47.2	104.7	105.8
K2	12.0	13.2	111.8	106.5
MSN2	3.6	2.7	297.1	310.8
2SM2	4.1	3.3	321.4	334.7
SKM2	1.1	1.7	341.6	342.9
NO3	1.0	1.3	104.2	99.3
2MK3	3.0	2.8	147.3	146.4
SO3	1.0	1.4	212.1	219.9
MK3	2.3	2.4	288.8	290.5
3MS4	1.6	1.7	163.9	167.8
MN4	3.8	3.8	65.2	67.5
2MLS4	0.8	1.3	268.1	232.6
M4	11.2	12.0	90.0	92.0
3MN4	1.7	1.5	265.5	270.5
MS4	7.4	8.3	152.4	154.2
MK4	2.1	2.2	159.7	159.9
2MSN4	1.2	1.3	344.7	344.1
3MNS6	1.0	1.1	150.1	142.4
2NM6	1.5	1.4	15.8	24.8
4MS6	1.0	1.5	162.9	156.2
2MN6	5.0	5.1	55.6	47.8
2MNU6	1.3	1.6	47.4	30.2

M6	8.9	9.7	78.2	73.9
MSN6	2.1	2.0	122.3	114.8
2MS6	8.7	9.9	129.5	125.7
2MK6	2.4	2.5	135.7	128.7
3MSN6	2.1	2.2	322.4	321.2
2SM6	2.0	1.9	196.7	191.3
MSK6	0.6	1.1	210.5	196.4
3MN8	2.0	2.2	23.8	36.3
M8	2.5	3.1	53.4	66.8
2MSN8	1.7	1.6	90.4	94.9
3MS8	3.6	4.2	97.1	116.3
3MK8	1.0	1.1	112.0	126.1
2(MS)8	1.6	1.5	159.3	175.4
4MS10	1.3	1.6	146.4	151.6
4MSN12	0.3	1.0	104.4	112.0
5MS12	0.7	1.2	113.7	139.0

**Tabel 4.3.3**

Lokatie : Vlissingen

	Amplitude		Fase	
	comp	obs	comp	obs
A0	2.3	-1.0		
SA	7.3	7.4	221.9	216.1
SM	2.9	3.9	59.1	33.2
Q1	4.0	4.2	134.9	143.3
O1	10.2	10.6	192.2	198.0
M1C	0.6	1.1	170.7	167.5
P1	2.9	2.8	352.4	1.3
S1	0.5	1.0	311.9	338.5
K1	6.4	7.0	5.7	11.5
3MKS2	2.2	1.5	279.6	283.0
3MS2	4.4	3.0	274.5	283.7
OQ2	0.8	1.2	310.2	315.9
MNS2	2.9	2.7	154.3	140.3
2ML2S2	1.1	2.0	324.3	327.0
NLK2	4.3	4.2	13.6	347.7
MU2	13.2	12.9	164.4	165.2
N2	28.1	29.1	31.3	32.8
NU2	8.3	9.6	33.8	27.9
MSK2	1.1	1.6	236.9	246.5
MPS2	1.8	3.2	92.5	98.0
M2	174.0	175.0	58.1	59.6
MKS2	0.7	1.1	238.6	233.5
LABDA2	6.1	5.3	87.1	76.4
2MN2	12.4	13.5	255.2	258.6
T2	3.6	2.6	117.6	106.4
S2	47.1	48.0	115.5	117.1
K2	12.5	13.5	122.5	117.8
MSN2	3.9	2.9	309.0	321.1
2SM2	4.5	3.6	333.2	345.8
SKM2	1.3	1.8	351.3	354.7
NO3	1.1	1.4	120.6	119.5
2MK3	3.1	2.8	165.4	166.4
SO3	1.0	1.5	229.7	239.0
MK3	2.4	2.3	306.1	310.4
3MS4	1.6	1.9	207.2	204.4
MN4	4.1	4.2	95.8	94.6
2MLS4	1.0	1.5	299.0	264.9
M4	12.4	13.2	121.8	119.5
3MN4	1.8	1.6	302.3	304.3
MS4	8.0	8.8	182.7	179.9
MK4	2.3	2.4	189.1	185.5
2MSN4	1.3	1.4	17.7	12.7
2NM6	1.4	1.3	51.2	57.7
4MS6	0.9	1.3	186.7	188.3
2MN6	4.8	4.5	91.6	82.0
2MNU6	1.1	1.5	81.1	63.9
M6	8.4	8.6	113.9	108.2

MSN6	2.1	1.8	160.2	149.8
2MS6	8.3	8.8	165.2	160.2
2MK6	2.3	2.2	171.6	164.9
3MSN6	2.0	2.0	357.6	356.0
2SM6	2.0	1.7	234.2	227.0
3MN8	1.9	2.4	76.3	82.9
M8	2.5	3.3	106.3	113.3
2MSN8	1.7	1.7	145.5	141.3
3MS8	3.6	4.6	150.3	163.6
3MK8	0.9	1.2	164.6	174.1
2(MS)8	1.5	1.6	214.8	222.7
4MS10	1.1	1.4	225.0	224.8

**Tabel 4.3.4**

Lokatie : Hansweert

	Amplitude		Fase	
	comp	obs	comp	obs
A0	8.3	8.0		
SA	7.3	7.1	221.9	220.4
SM	5.3	6.7	57.8	41.7
Q1	4.0	3.8	146.3	162.6
O1	10.4	11.1	203.9	206.4
P1	3.3	3.6	5.9	8.4
S1	0.5	1.1	321.4	348.8
K1	6.5	7.0	18.4	23.8
3MKS2	2.8	2.1	294.5	301.4
3MS2	5.9	4.1	289.8	297.2
OQ2	1.0	1.5	326.7	345.2
MNS2	3.8	3.8	172.4	158.3
2ML2S2	1.5	2.6	326.7	332.4
NLK2	4.7	4.7	26.6	12.7
MU2	18.5	18.0	178.2	178.0
N2	31.7	32.7	54.1	56.4
NU2	9.7	11.2	48.2	45.2
MSK2	1.4	2.8	249.4	250.2
MPS2	1.9	3.1	120.7	129.4
M2	200.1	199.3	78.9	79.9
MSP2	1.0	1.1	142.4	99.1
MKS2	1.0	1.7	263.7	248.6
LABDA2	7.2	6.5	103.9	91.1
2MN2	15.3	16.9	274.6	275.2
T2	3.9	3.1	145.5	127.4
S2	52.6	52.4	140.5	141.4
K2	13.8	15.0	148.3	142.4
MSN2	5.2	3.4	332.5	344.2
2SM2	5.7	4.5	357.4	7.4
SKM2	1.8	2.2	11.9	18.4
NO3	1.3	1.5	157.6	163.3
2MK3	3.5	3.4	206.9	202.2
SO3	1.2	1.8	277.0	287.0
MK3	2.6	2.8	355.6	2.8
SK3	0.6	1.1	54.9	63.6
3MS4	1.7	2.0	274.0	262.5
MN4	3.5	3.5	144.6	140.0
2MLS4	0.9	1.4	354.5	308.3
M4	10.8	11.5	172.3	164.3
3MN4	1.6	1.6	352.0	1.5
MS4	6.7	7.0	234.8	225.7
MK4	1.9	2.2	241.0	233.6
2MSN4	1.2	1.2	80.5	66.1
3MO5	0.5	1.1	286.0	290.2
3MNS6	1.1	1.1	284.5	282.3
2NM6	1.6	1.4	147.3	147.3
4MS6	1.3	1.5	304.9	293.0



2MN6	5.4	5.0	182.6	175.3
2MNU6	1.6	1.7	178.1	164.6
M6	9.6	9.4	206.1	200.9
MSN6	2.0	1.8	253.8	240.0
2MS6	9.3	9.1	257.5	252.6
2MK6	2.5	2.5	262.7	254.8
3MSN6	2.4	2.0	95.4	91.3
2SM6	2.0	1.6	327.4	316.9
MSK6	0.6	1.1	347.0	320.5
3MN8	2.2	2.2	167.7	159.7
M8	2.8	3.0	196.3	187.5
2MSN8	1.9	1.7	237.5	219.3
3MS8	4.1	4.2	241.3	236.8
3MK8	1.1	1.1	255.2	243.1
2(MS)8	1.8	1.5	307.8	298.6
4MSN12	0.4	1.1	4.7	327.3
5MS12	0.8	1.3	351.3	350.2

**Tabel 4.3.5**

Lokatie : BATH

	Amplitude		Fase	
	comp	obs	comp	obs
A0	13.3	14.0		
SA	7.2	6.6	221.8	219.2
SM	6.9	8.3	57.9	45.8
Q1	4.0	3.8	154.3	169.9
O1	10.4	11.1	212.2	214.1
P1	3.5	3.8	14.8	18.7
S1	0.5	1.1	328.8	8.5
K1	6.4	7.0	27.9	32.9
3MKS2	3.1	2.4	304.0	305.9
3MS2	6.8	4.8	299.6	304.0
OQ2	1.2	1.6	337.9	354.4
MNS2	4.3	4.2	184.8	170.1
2ML2S2	1.8	3.0	330.9	340.0
NLK2	4.9	5.1	35.3	21.1
MU2	21.7	20.6	188.2	187.3
N2	33.2	34.4	68.8	68.8
NU2	10.5	12.2	58.0	54.7
MSK2	1.6	3.0	260.2	263.1
MPS2	2.0	3.6	141.6	151.9
M2	211.7	210.9	92.2	92.0
MKS2	1.2	1.8	279.2	260.1
LABDA2	7.7	7.0	114.9	104.1
2MN2	16.7	18.4	286.9	286.8
T2	4.1	3.4	163.0	138.4
S2	54.8	54.5	156.4	155.6
K2	14.2	15.6	164.8	156.4
MSN2	5.9	3.6	347.5	0.1
2SM2	6.4	4.9	13.0	22.2
SKM2	2.1	2.4	25.5	34.5
NO3	1.5	1.9	181.0	186.0
2MK3	4.0	4.2	232.3	225.0
SO3	1.4	2.2	309.1	311.5
MK3	2.9	3.4	27.9	30.7
SK3	0.6	1.3	96.4	91.2
3MS4	1.3	1.5	284.1	280.5
MN4	3.3	3.9	150.6	147.8
2MLS4	0.6	1.3	18.3	326.5
M4	10.0	12.2	180.6	175.4
3MN4	1.7	1.4	1.1	16.9
MS4	6.0	7.5	244.3	234.4
MK4	1.8	2.2	254.3	245.0
2MSN4	1.0	1.1	98.2	80.7
3MO5	0.7	1.4	331.4	336.7
3MNS6	1.8	1.7	340.4	336.3
2NM6	2.1	1.8	201.9	197.3
4MS6	2.5	2.3	355.9	348.5
2MN6	6.9	6.5	237.6	226.6

2MNU6	2.4	2.4	228.9	214.5
M6	12.4	12.3	261.7	252.7
MSN6	2.3	2.2	319.1	292.3
2MS6	11.9	11.8	315.5	306.6
2MK6	3.1	3.2	321.4	308.5
3MSN6	3.3	2.8	153.7	148.7
2SM6	2.3	1.9	33.0	10.7
MSK6	0.7	1.3	61.9	17.4
2(MN)8	1.4	1.1	209.2	217.8
3MN8	2.6	3.0	248.7	251.4
M8	3.4	4.1	278.4	279.8
2MSN8	2.2	2.2	319.6	307.8
3MS8	4.8	5.5	325.2	330.3
3MK8	1.2	1.4	337.1	336.5
2(MS)8	1.9	1.9	30.5	27.9
2MSK8	0.4	1.1	30.0	32.7
5MS12	0.9	1.1	115.1	84.3

**Tabel 4.3.6**

Lokatie : Antwerpen

	Amplitude		Fase	
	comp	obs	comp	obs
A0	21.2	19.2		
SA	7.1	6.8	221.6	215.4
SM	8.8	10.4	58.8	47.0
Q1	3.8	4.1	167.0	173.8
O1	10.2	10.7	225.6	230.8
M1C	0.9	1.0	243.9	228.4
P1	3.6	3.5	28.6	36.3
K1	6.3	7.2	43.0	48.3
3MKS2	3.4	3.5	319.4	314.2
3MS2	7.9	7.0	315.8	317.9
OQ2	1.3	2.2	356.1	7.7
MNS2	4.7	5.3	205.6	195.8
2ML2S2	2.3	3.4	343.0	0.0
NLK2	4.9	6.8	49.2	30.8
MU2	25.0	26.7	205.8	207.5
N2	33.6	35.4	90.8	90.8
NU2	11.1	13.8	74.1	73.5
MSK2	1.8	2.5	279.6	292.5
MPS2	2.0	3.7	172.9	170.7
M2	217.1	227.3	112.3	113.0
MSP2	1.7	2.3	177.1	186.1
MKS2	1.4	2.1	305.0	304.7
LABDA2	8.2	9.1	132.7	126.1
2MN2	17.7	21.0	305.9	309.8
T2	4.1	3.1	188.3	177.2
S2	54.9	57.0	179.6	180.8
K2	14.1	16.4	188.7	184.2
MSN2	6.5	5.2	10.8	14.8
2SM2	6.9	5.9	37.0	40.9
SKM2	2.4	2.8	47.8	51.4
NO3	1.6	2.0	215.4	212.9
2MK3	4.4	4.3	268.6	266.7
SO3	1.5	2.2	353.2	355.1
MK3	3.2	3.4	72.4	73.2
SK3	0.6	1.0	152.0	145.7
2MNS4	1.2	1.3	265.7	251.8
3MS4	1.5	2.0	274.6	268.4
MN4	4.1	5.1	158.7	137.8
M4	11.6	14.1	187.5	169.0
3MN4	2.2	3.0	19.9	358.6
MS4	6.7	8.4	252.2	235.4
MK4	1.9	2.2	268.1	237.7
2MSN4	0.8	1.1	100.2	104.4
3MK5	0.6	1.1	269.4	261.3
2MP5	0.7	1.3	313.3	336.4
3MO5	0.9	1.7	33.8	41.3
MSK5	0.6	1.1	102.7	110.7

3MNS6	2.3	2.0	55.2	60.0
2NM6	2.4	2.5	273.3	284.0
4MS6	3.9	3.8	68.7	73.4
2MN6	7.7	7.0	308.9	306.0
2MNU6	3.2	3.5	298.5	297.8
3MSK6	0.9	1.0	141.4	144.3
M6	14.1	13.5	333.8	332.7
MSN6	2.2	1.7	42.3	36.2
2MS6	13.3	12.9	29.8	28.3
2MK6	3.4	3.3	35.4	34.5
3MSN6	4.1	3.6	228.7	230.6
2SM6	2.3	2.0	114.8	109.7
2(MN)8	1.9	2.2	299.0	304.0
3MN8	3.6	4.8	338.4	343.0
M8	4.7	6.5	9.0	13.2
2MSN8	2.9	3.5	54.5	51.3
2MNK8	0.4	1.3	335.9	52.8
3MS8	6.9	9.5	57.1	64.4
3MK8	1.7	2.1	68.3	72.6
2(MS)8	2.6	3.4	127.1	130.3
2MSK8	0.7	1.7	140.4	143.3
4MSN12	1.2	1.8	301.4	295.0
5MS12	1.6	2.5	289.3	315.6
4M2S12	1.1	1.9	13.0	16.1

**Tabel 4.3.7**

Lokatie : Stavenisse

	Amplitude		Fase	
	comp	obs	comp	obs
A0	4.2	3.0		
SA	7.4	7.7	219.1	210.5
SM	4.4	5.1	52.0	45.2
Q1	3.9	4.1	153.8	161.1
O1	10.2	10.3	210.6	215.6
M1C	0.8	1.1	201.7	183.7
P1	3.3	3.1	13.2	22.2
S1	0.7	1.1	325.8	354.7
K1	6.8	7.1	22.5	28.2
3MKS2	2.0	1.6	307.1	305.8
3MS2	4.3	3.2	306.9	307.2
OQ2	1.1	1.1	343.5	337.9
MNS2	2.8	2.9	182.9	168.5
2ML2S2	1.4	2.1	344.7	351.8
NLK2	3.1	4.1	31.0	14.6
MU2	14.6	14.2	192.9	193.3
N2	21.1	21.3	68.7	67.2
NU2	7.4	8.1	55.3	56.3
MSK2	1.2	1.2	262.9	290.8
MPS2	1.7	2.5	138.7	155.1
M2	135.1	135.5	93.1	92.9
MSP2	0.6	1.2	151.4	146.4
MKS2	0.9	1.2	280.8	269.3
LABDA2	4.9	4.8	114.1	108.4
2MN2	11.6	12.3	289.9	290.4
T2	2.3	2.0	163.9	147.2
S2	33.3	33.8	157.5	157.4
K2	8.9	9.6	163.3	157.6
MSN2	3.3	2.7	352.9	359.5
2SM2	3.6	3.4	19.9	24.3
SKM2	1.5	1.8	32.0	34.6
2MK3	1.4	1.7	219.1	219.4
SO3	0.7	1.0	284.1	296.8
MK3	1.1	1.3	1.6	4.9
3MS4	1.2	1.1	327.2	303.8
MN4	2.2	2.4	185.3	173.1
M4	6.9	7.2	209.1	199.2
MS4	4.1	4.5	262.3	253.9
MK4	1.1	1.2	265.9	255.8
2MN6	1.8	1.7	204.7	196.9
M6	3.1	3.2	230.4	226.3
2MS6	2.3	2.6	281.5	276.2
3MS8	1.0	1.1	183.9	228.2
4MS10	1.3	1.1	273.5	293.4



## 5 KustZuid model versie 4

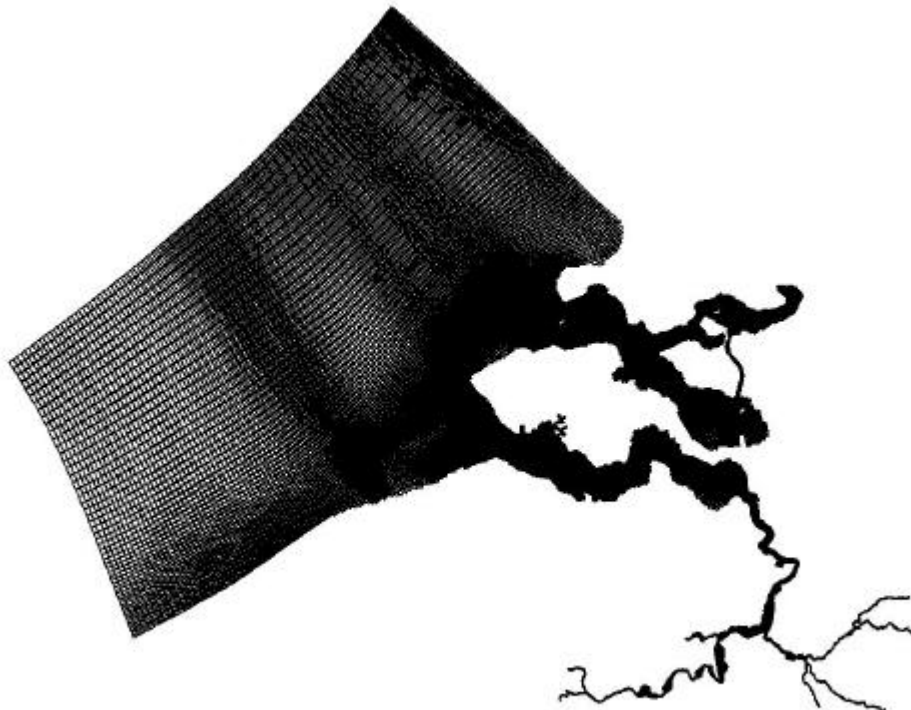
Vanuit RIKZ zijn samenwerkingsverbanden opgezet met het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (Belgie) om te komen tot een gemeenschappelijke slibmodellering van Westerschelde en Zeeschelde. De voor dit doel beoogde modellen waren het Kustzuid en het Nevla model. Het laatste model beslaat de Westerschelde in een faktor drie verdichte vorm ten opzichte van Kustzuid met aansluitend de Zeeschelde. Door de in versie 2 van Kustzuid doorgevoerde verdichting rond het Nauw van Bath was het technisch vrij eenvoudig beide modellen te koppelen ter plaatse van de Nederlands / Belgische grens.

Aangezien RIKZ (vooralsnog) geen opdrachtgever heeft om versie 4 van het nivo 'concept' te brengen naar 'definitief' is slechts inspanning verricht om de gekombineerde invoer van beide modellen 'werkend' te krijgen.

De omvang van het gekoppelde model is voor operationele inzet te groot. Naast een forse toename van het aantal actieve rekenpunten dient het model doorgerekend te worden met een tijdstap van 0.125 min.

Voor het overeenkomstige deel van versie 3 en 4 produceren beide versie een gelijke kwaliteit.

**Figuur 10. Rooster van bodempunten versie 4**





## Referenties.

1. RIKZ/OS/2001.110X, werkdocument, Herstel 1 : 3 koppeling binnen modellentrein,  
Fase 1 - roostergeneratie
2. RIKZ/OS/2002.101X, werkdocument, Herstel 1 : 3 koppeling binnen modellentrein,  
Fase 2 – modelbouw en afregeling.
3. RIKZ/OS/2002.5000, werkdocument, Nautilus Basismodellen, DCSM8 versie5,  
ZuNo versie3, Kustzuid versie 1.

