

De stormvloed van 1 februari 1953: een historische terugblik met moderne technieken

Ir. David Dehenauw

1. Inleiding

De stormvloed van 1 februari '53 was de ergste van de twintigste eeuw en eiste in ons land, in Engeland en vooral in Nederland dodelijke slachtoffers, 1835 alleen al in Zeeland. Dijkbreuken waren schering en inslag en grote delen van Zeeland en de Belgische kust overstroomden. Alleen in De Panne en Koksijde was er weinig of geen hinder. Deze extreme watersnood was de aanzet tot het fameuze Deltaplan, één van de meest omvangrijke en spectaculaire waterbouwkundige werken ter wereld, die tientallen jaren in beslag nam en voor Nederland de broodnodige bescherming biedt.

Het KMI waarschuwde op 31 januari om 10 uur voor een storm van 9 Beaufort (Bft) uit NW op de Noordzee. Om 21.10 uur werd een tweede waarschuwing verstuurd voor zeer zware storm (11 Bft) op zee. Toch was de omvang van de ramp voor de toenmalige KMI-meteorologen een verrassing en deze beknopte studie heeft tot doel te illustreren dat, met de huidige technologie waarover het KMI beschikt, een ramp van dergelijk formaat nu veel beter en sneller voorspelbaar is, zodat tijdig maatregelen kunnen genomen worden om de bevolking maximaal te beschermen.

Het is immers de taak van het KMI om de veiligheid van de bevolking mbt meteorologie zoveel mogelijk te bevorderen, door o.a. tijdige waarschuwingen voor noodweer uit te sturen. Niet alleen het KMI, maar ook de Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ) van de Vlaamse Gemeenschap, heeft een belangrijke taak te vervullen bij stormweer. AWZ beheert immers de stormvloedwaarschuwingsdienst, die op basis van weerkundig advies van het KMI de nodige maatregelen neemt om o.a. het overstromingsgevaar in te dammen.

Door weersituaties uit vervlogen tijden opnieuw onder de loep te nemen, kan men de gebruikte methodes verbeteren. Daartoe brengen we de waarnemingen van toen in het hedendaags Amerikaans atmosfeermodel Eta, dat o.m. betrouwbare voorspellingen genereert voor de wind op zee, en in het KMI operationeel aangewend wordt. In een tweede fase introduceren we de meteorologische velden (wind en luchtdruk) in een getijmodel dat ontwikkeld werd door het KNMI om hoge getijopzettingen beter te berekenen.

Dit werk wordt benaderd vanuit het oogpunt van een KMI-meteoroloog, die onvermijdelijk de nadruk legt op de operationele aspecten. Het is hier niet de bedoeling diep in te gaan op de wetenschappelijke aspecten van atmosfeermodellen, zoals o.a. gefundeerde verificatiemethodes, een grondige discussie van het observatienet in 1953, een vergelijking tussen de resultaten van diverse weercomputers.

Niettemin geeft deze nota een goede indruk van de moderne stand van zaken en geeft ze enige inzichten over de wijze hoe een dergelijke stormvloed anno 2003 aangepakt zou worden.

2. Het atmosfeermodel Eta

Er werd gekozen voor het Amerikaanse operationele Eta-model, omdat de noodzakelijke begin- en randvoorwaarden van de storm voorhanden waren in de Amerikaanse weerdienst. Het Eta-model kan gemakkelijk gestart worden met hun reanalysevelden van het globale GFS-model.

De vraag rijst of een synoptisch verschijnsel zoals een grote storm wel nog eens met een LAM (Limited Area Model) moet doorgerekend worden. De reden om het hier te doen was tweërlei: enerzijds een toetsing van het Eta-model, anderzijds is het getijmodel, dat verder in het artikel besproken wordt, gekoppeld met het Eta-model.

Het ECMWF (Europees Centrum voor Middellange Termijn Voorspellingen), waar het KMI en België actief aan meewerken, is ook actief in het domein van reanalyse. Deze reanalyses zijn echter niet direct bruikbaar voor de computermodellen die in het

KMI aanwezig zijn. We geven ook om redenen van goede praktijk, de voorkeur aan het Eta-model: de koppeling tussen een LAM een globaal model dmv rand-en beginvoorwaarden is zeer belangrijk en het Eta-model is vooral afgestemd op het draaien met Amerikaanse begien randvelden. Omwille van die subtiliteit werden de reanalysevelden van het ECMWF niet gebruikt.

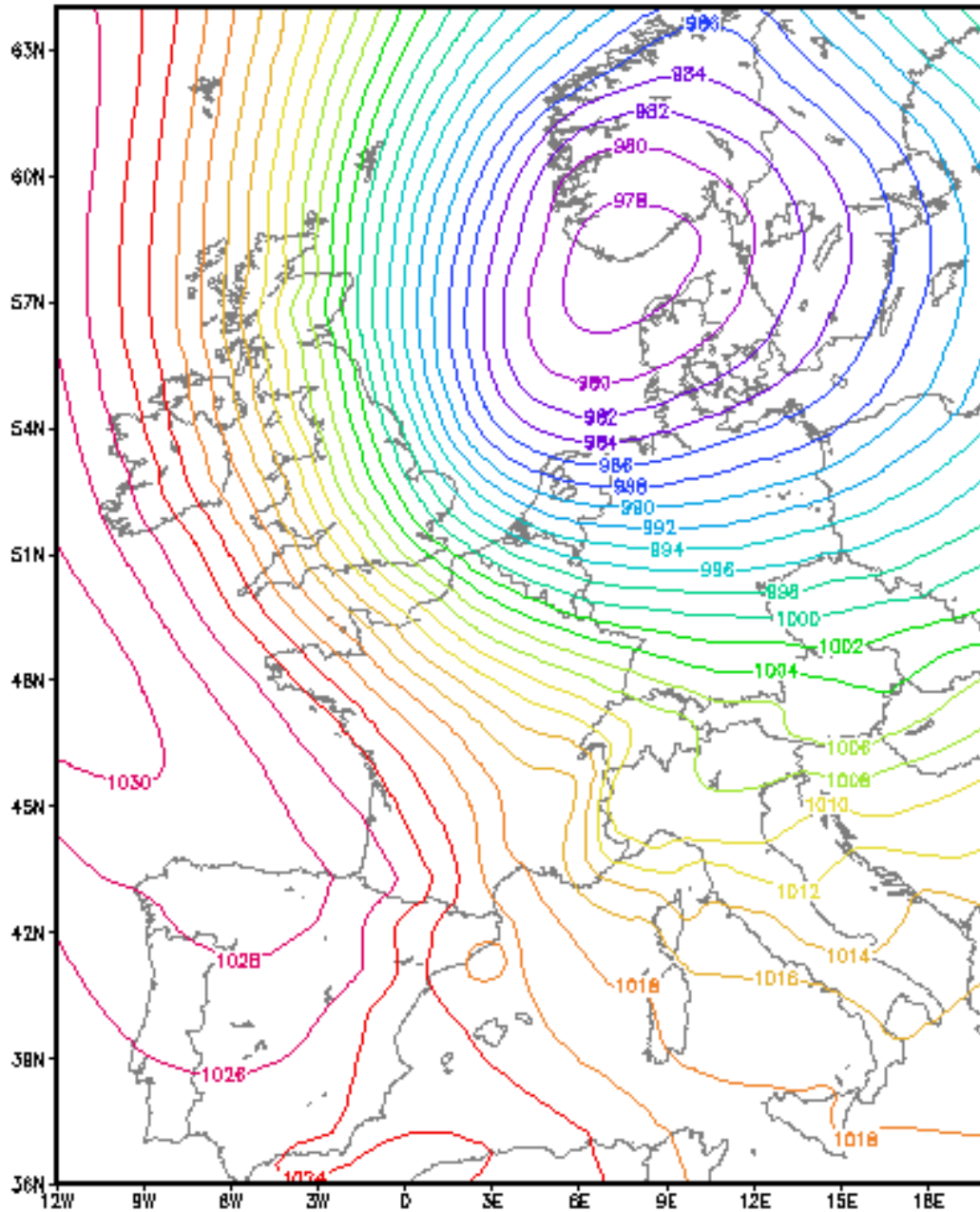
Het Eta-model is het operationele Amerikaanse mesoschaalmodel, dat in het KMI door de auteur werd geïnstalleerd voor operationele en research doeleinden. Elke dag wordt het meerdere malen gedraaid voor West-Europa en in een gedetailleerder versie voor de Benelux. Het volledige rekendomein loopt van IJsland tot de westkust van Turkije, de verticale resolutie bedraagt 45 niveaus en de horizontale rekenmaat ongeveer 23 km. Het model wordt gevoed door de 12-uurlijkse reanalyse-velden van het globale Amerikaanse weermodel GFS. Die reanalysevelden hebben een horizontale resolutie van 2.5 ° en 17 lagen in de verticale met gegevens over druk, vochtigheid, wind en temperatuur. Het Eta-model werd gedraaid met het Kain-Fritsch massa-flux convectieschema, niet met het operationele Betts-Miller-Janjic schema.

3. Meteorologische situatie

Uit de waarnemingen van het KMI te Oostende blijkt dat tussen 31 januari 11h en 1 februari 19u er een storm (9 Bft, zie ook windschaal van Beaufort op p.14) heerste uit NW, in de voormiddag van 1 februari ruimend naar NNW en N. De hoogste gemeten windstoot was 112 km/u op 31 januari om 19u. In Oorderen (prov. Antwerpen) werd op 31 januari om 23u een windstoot tot 122 km/h geregistreerd. De weercomputer berekent in de vroege avond (fig 5) een westelijke wind van 7 Bft voor onze kust maar maakt de volgende uren zijn vertraging van enkele uren op de realiteit, goed. Aan de Nederlandse kust werd een zware NW-storm (10 Bft) genoteerd, met rukwinden tot 144 km/u in Den Helder. Deze metingen duiden evenwel niet op een zeer uitzonderlijk karakter van de windsnelheden. De omvang van de ramp zal door andere, hiermee gerelateerde fenomenen, veroorzaakt worden.

De -met de huidige technieken- herberekende weerkaarten van toen worden op de volgende pagina's getoond en kort besproken. De simulatie van de storm sluit nauw aan met de waarnemingen van luchtdruk en wind. Rond 19 uur Belgische tijd is een stormdepressie doorgedrongen in de Noordzee. Aan de achterzijde ontwikkelt zich een zeer sterk windveld dat zich uitstrekt van de Noorse wateren tot de Belgische kust. De afkorting 'Z' na de tijd duidt op universele wereldtijd, tz lokale tijd min 1 uur.

NCEP ETA 23km MSLP +6h
Sat,31JAN1953 18Z



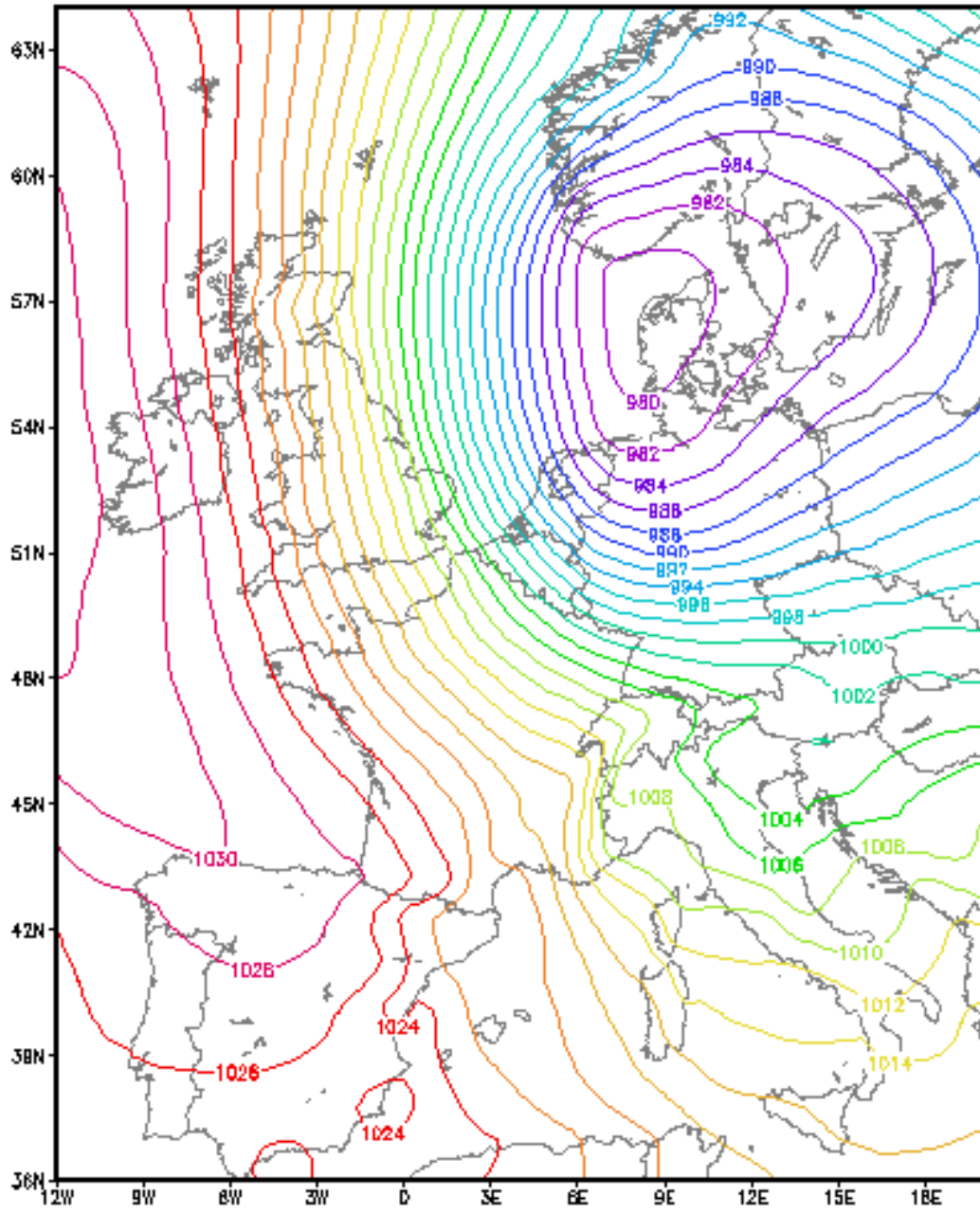
GRADS: COLA/IBES

2003-01-18-13:50

fig. 1: voorspelde luchtdruk op zeeniveau 31/1/53 18z

Rond 1 uur lokale tijd ligt de kern van de stormdepressie boven Denemarken en strijkt het intense noord-tot noordwestelijke windveld over de westelijke Noordzee en stuwt aldus een enorme watermassa naar de Belgisch-Nederlandse kusten.

NCEP ETA 23km MSLP +12h
Sun,01FEB1953 00Z

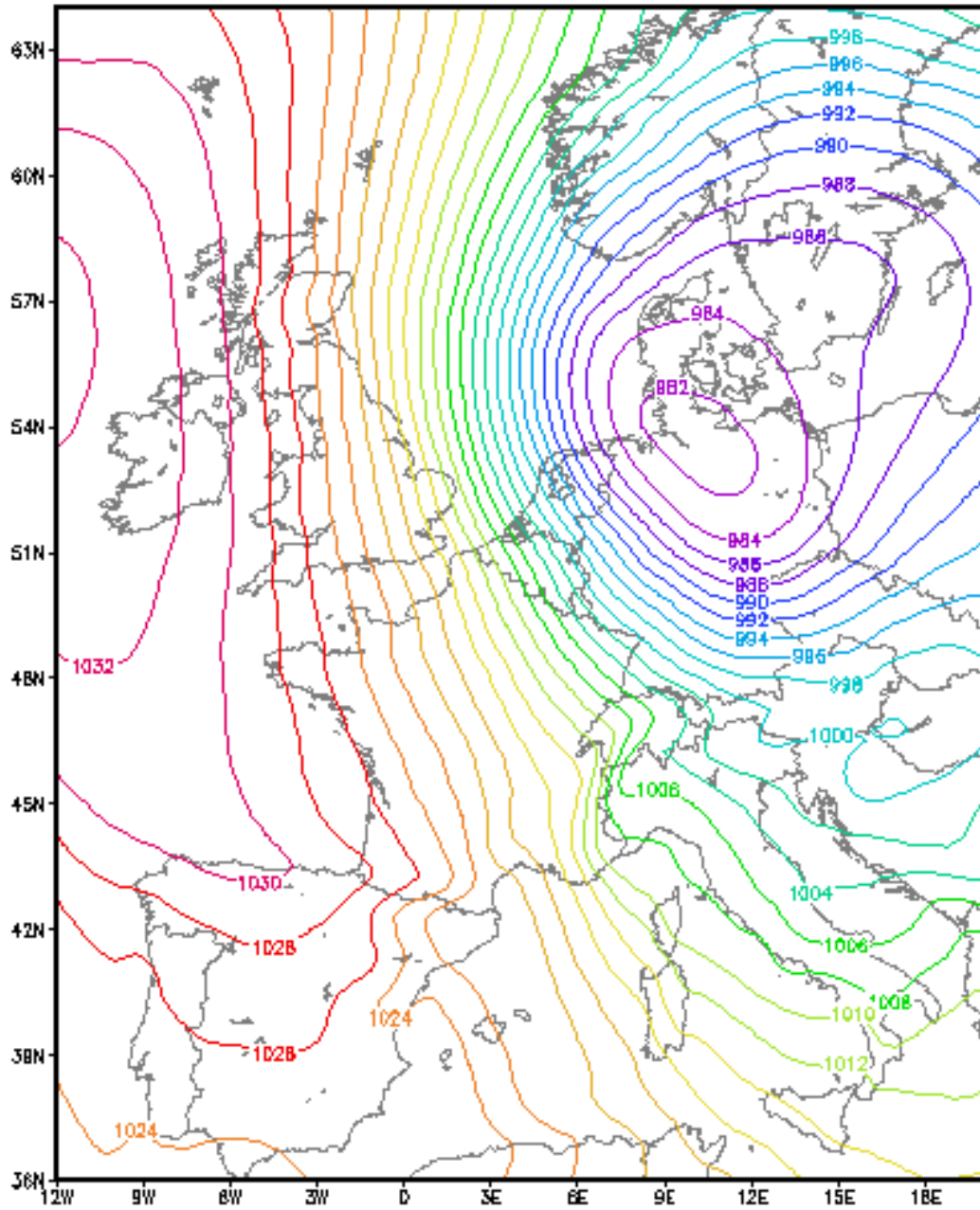


GrADS: COLA/IBES

2003-01-18-13:52

fig. 2 : voorspelde luchtdruk op zeeniveau 1/2/53 0z

NCEP ETA 23km MSLP +10h
Sun,01FEB1953 06Z



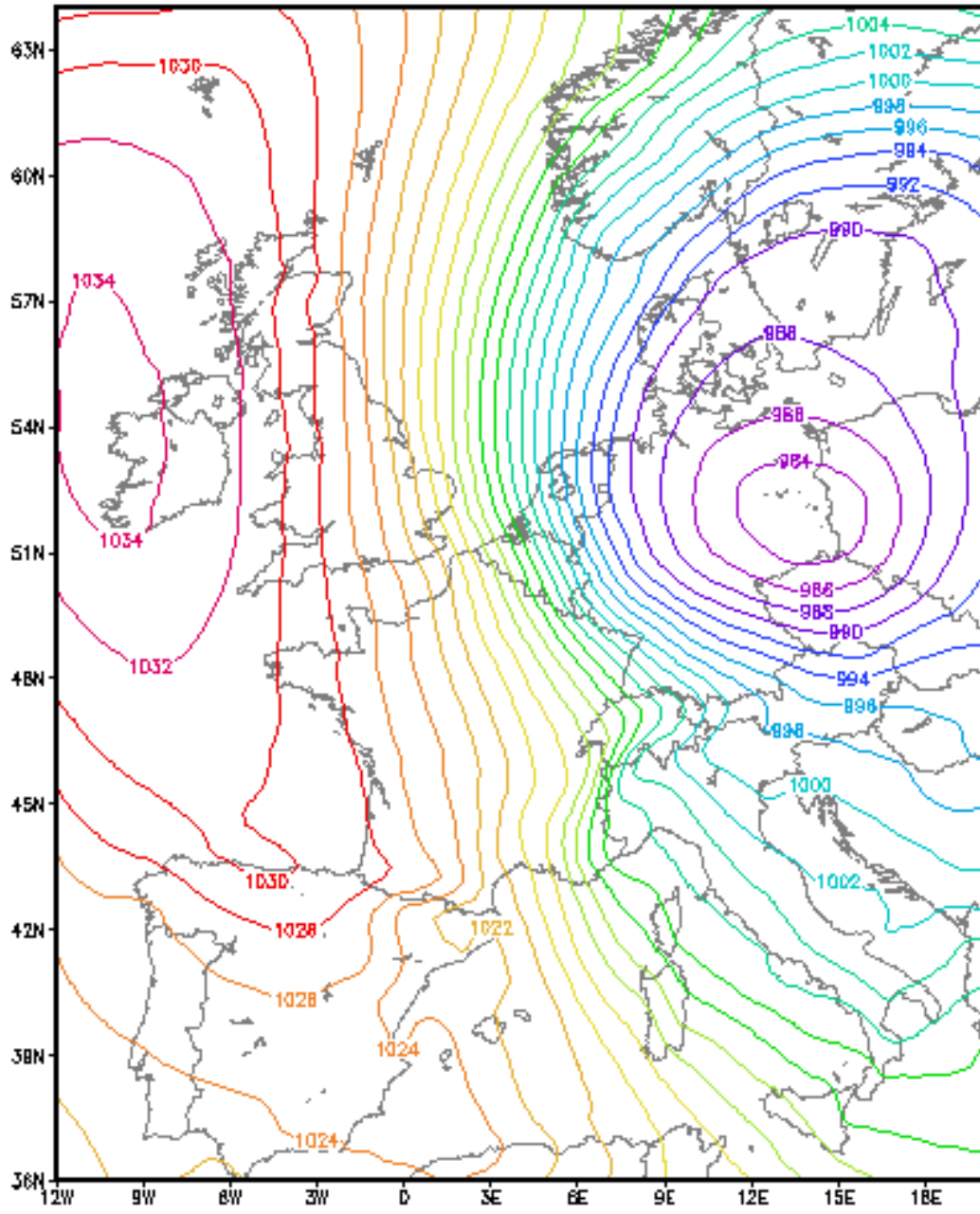
GRADS: COLA/16ES

2003-01-18-13:53

fig. 3: voorspelde luchtdruk op zeeniveau 1/2/53 6z

De storm was van zeer lange duur, om 7 uur was er in het windveld nauwelijks iets gewijzigd en ook rond de middag heerste het windveld onverminderd over de Noordzee en de Lage Landen.

NCEP ETA 23km MSLP +24h
Sun,01FEB1953 12Z



GrADS: COLA/IBES

2003-01-18-13:54

fig. 4: voorspelde luchtdruk op zeeniveau 1/2/53 12z

NCEP ETA 23km wind (m/s) 1000mb +6h
Sat,31JAN1953 18Z

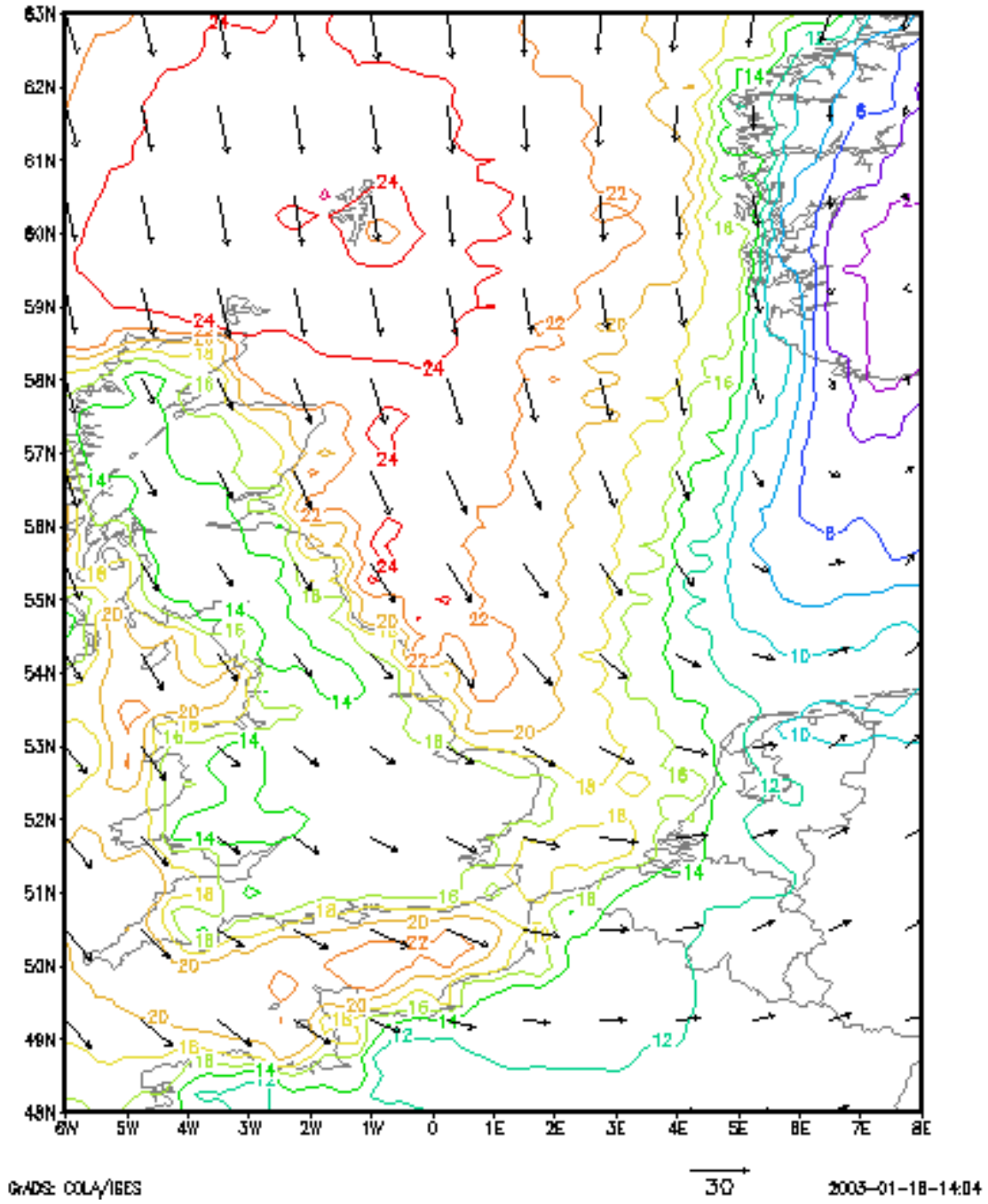


fig. 5: voorspelde wind op 1000 hPa in m/s om 18z

NCEP ETA 23km wind (m/s) 1000mb +12h
Sun,01FEB1953 00Z

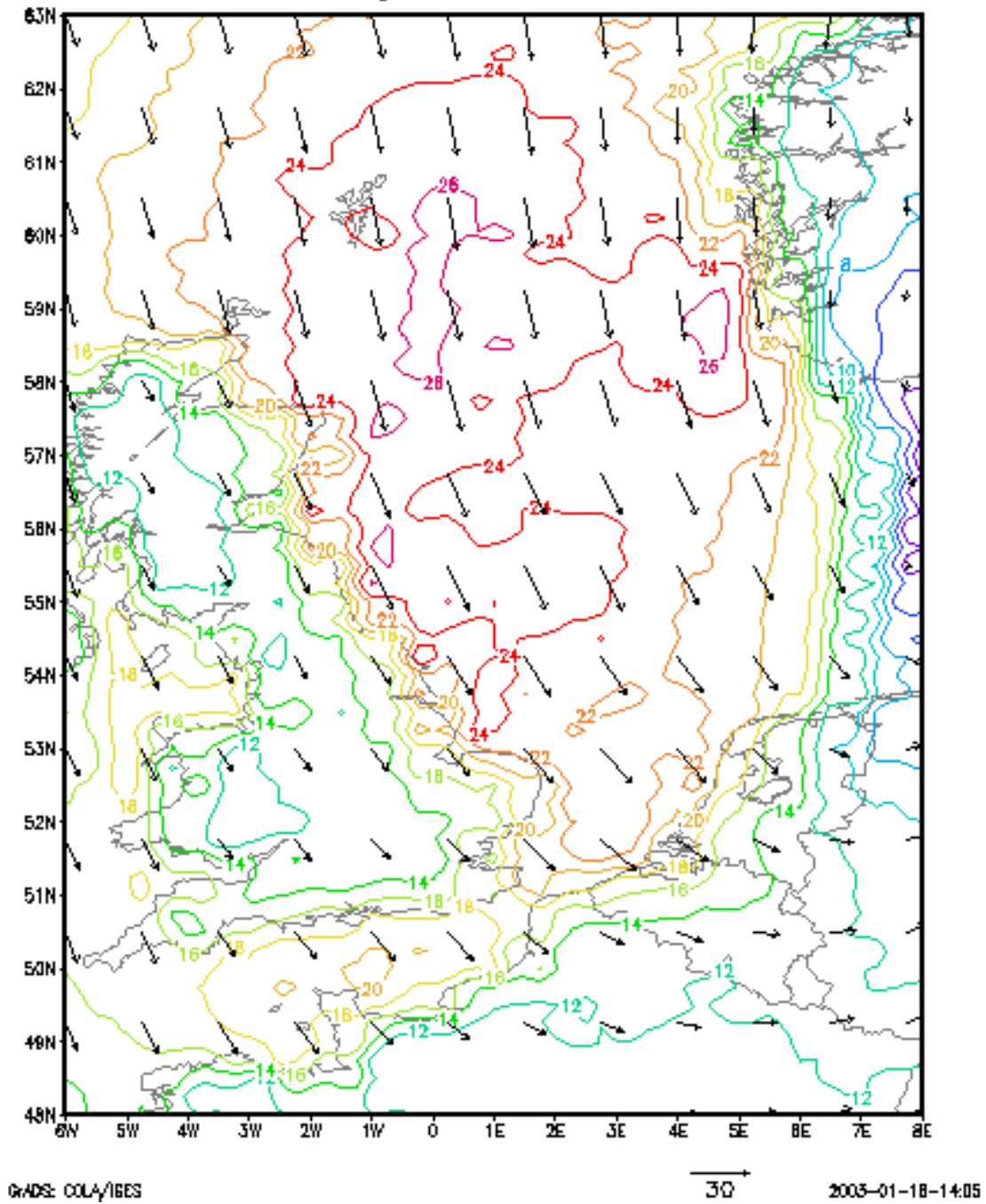


fig. 6: voorspelde wind op 1000 hPa in m/s om 0z

NCEP ETA 23km wind (m/s) 1000mb +18h
Sun,01FEB1953 06Z

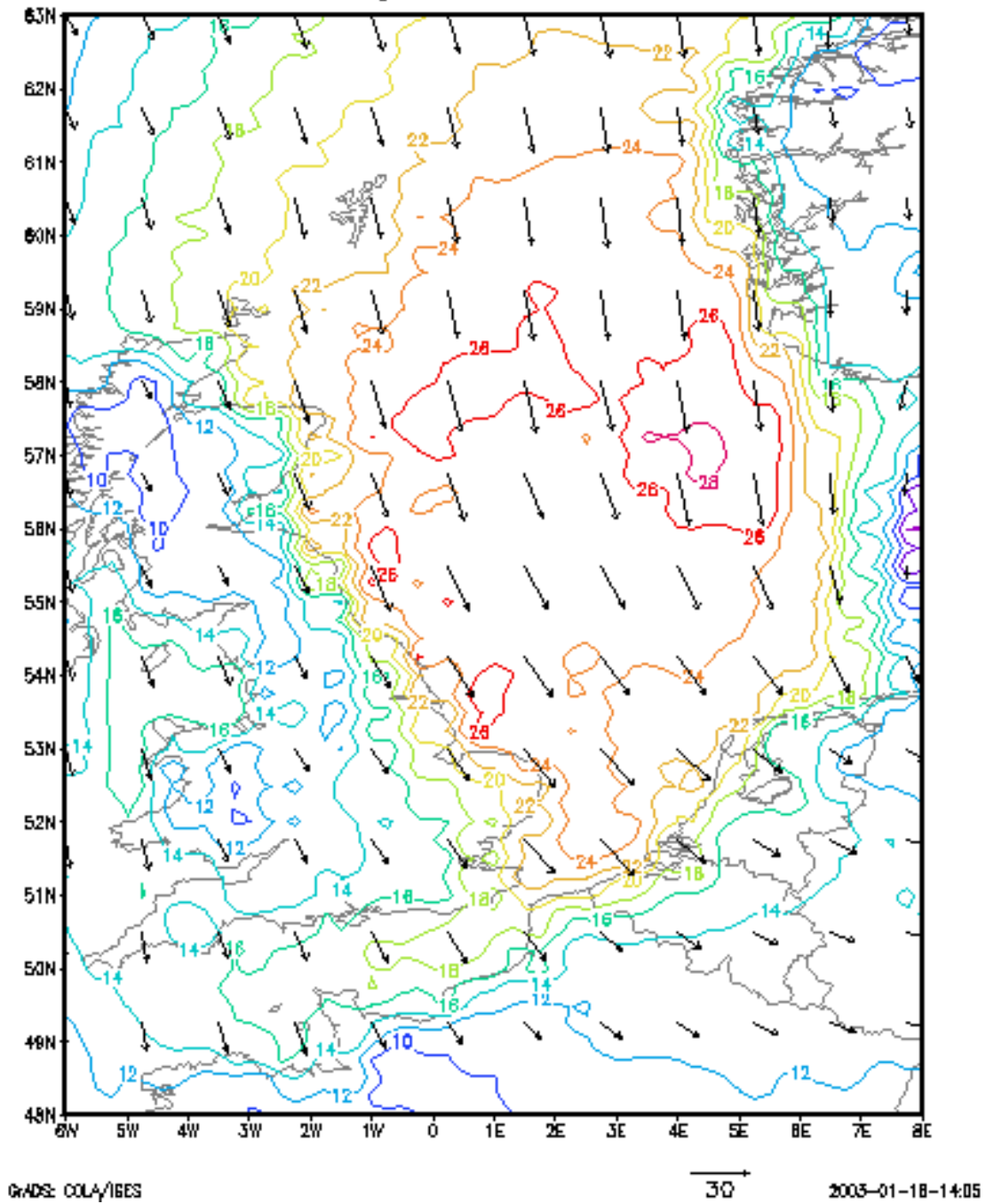


fig. 7 : voorspelde wind op 1000 hPa in m/s om 6z

NCEP ETA 23km wind (m/s) 1000mb +24h
Sun,01FEB1953 12Z

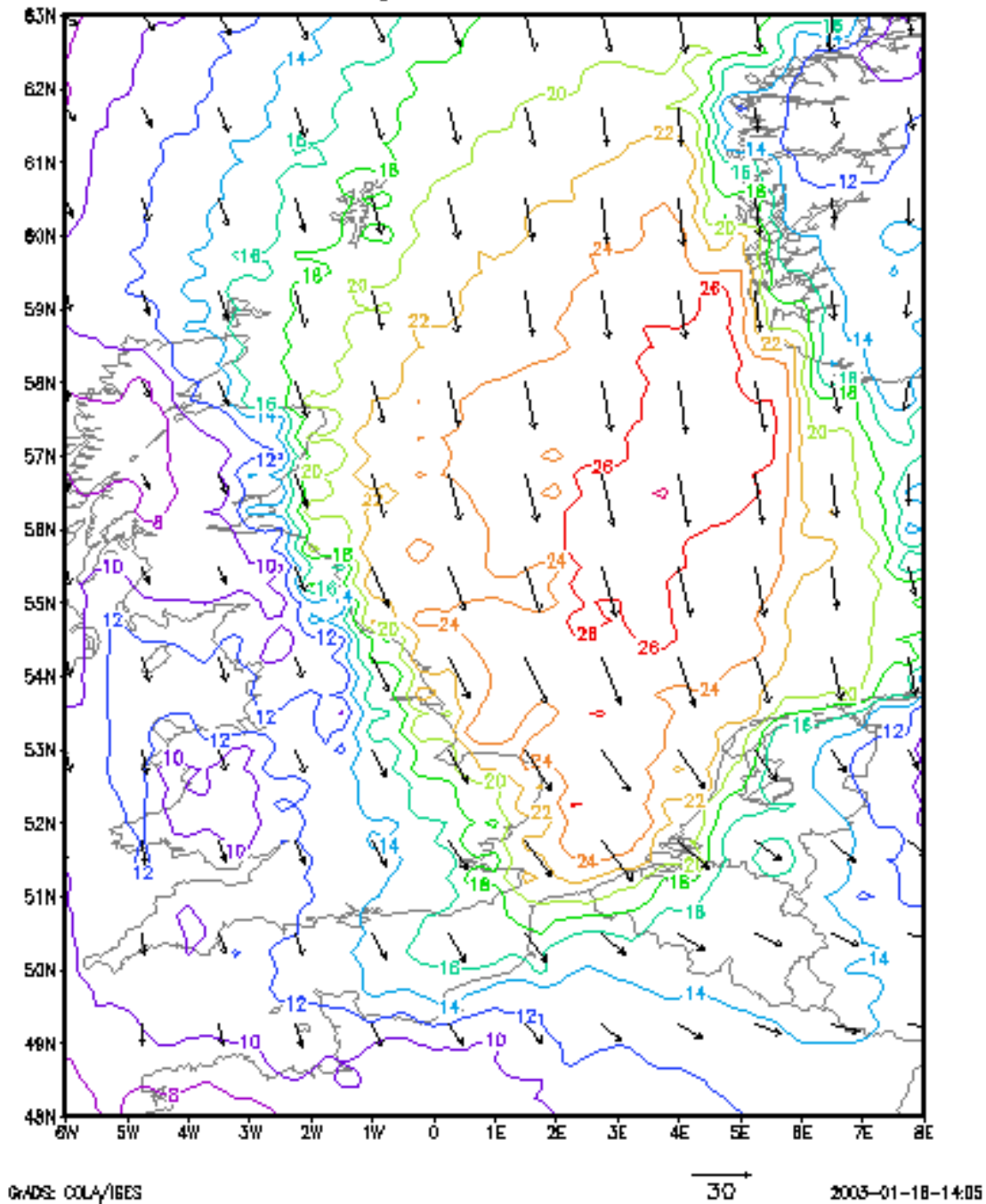


fig. 8 : voorspelde wind op 1000 hPa in m/s om 12z

Hoewel het windveld zeer sterk was (10-11 Bft op zee en 9-10 Bft aan de Vlaamse en Hollandse kust), was dit niet de zwaarste storm van de eeuw. Dat het toch de meest verwoestende werd, was te wijten aan de duur van de storm en de windrichting. Daardoor werden enorme waterhoeveelheden naar onze kust getransporteerd. Bovendien speelde ook het getij een belangrijke rol.

4. Getijden

Op 1 februari 1953 was er springtij. Tweemaal per maand is het hoogwater extreem hoog en het laagwater extreem laag, als zon, maan en aarde in elkaars verlengde liggen, zodat maan en zon elkaars invloed op het aardse getij versterken. Toch was dit springtij op zich niet extreem, zoals blijkt uit de voorspelde astronomische waterstanden (rechterkolom tabel 1). Immers, elk jaar komen astronomische springtijhoogwaters voor van meer dan 5m in Oostende.

Men dient op te merken dat op 1 februari tussen 0.20 uur en 10.50 uur de waterstand zo hoog was dat de Oostendse vlotter uit de buis lag van de getijmeter en een nauwkeurige waarneming onmogelijk geworden was. De opgegeven waarden voor die periode zijn benaderd, op basis van correlaties tussen de metingen op andere plaatsen. De waarde voor het extreme hoogwater wordt wel als betrouwbaar aangenomen. Het getij wordt in ons land gemeten tov een referentieniveau, Tweede Algemene Waterpassing (TAW) genoemd. Dit referentieniveau werd door de Belgische nautische autoriteiten vastgelegd.

Tijdstip (tijd in GMT)	Waarneming (m TAW)	Voorspelling astronomisch (m TAW)
31/1/53 13.35	5.28	4.41
31/1/53 19.15	1.92	0.31
1/2/53 1.44	6.66	4.41
1/2/53 8.10	2.10	-0.09
1/2/53 14.04	5.85	4.51
1/2/53 20.04	1.63	0.21
2/2/53 1.59	5.06	4.51
2/2/53 8.37	0.24	-0.09
2/2/53 14.22	4.74	4.41

Tabel 1. Waargenomen en voorspelde astronomische getijden voor Oostende

Het verschil tussen de waarnemingen te Oostende en de verwachte astronomische getijden was enorm, wat meteen duidelijk maakt dat het weer een zeer grote invloed op het getij kan hebben. In die tijd beschikte men nauwelijks over operationele numerieke weer- en getijmodellen, zodat een - aan het weer gekoppelde - berekening van het getij verre van evident was.

Er zijn twee waterstanden die kritisch zijn voor Oostende: als het water boven 5.60 m TAW uitkomt maar 5.90 m niet overschrijdt, dan spreekt men van stormtij kust. Indien het minstens het peil 5.90 m TAW bereikt, spreekt men van gevaarlijk stormtij kust. Uit de waarnemingen blijkt zeer duidelijk dat er sprake was van "gevaarlijk stormtij kust".

Het is zeker nuttig om de berekening van het getij met moderne middelen en methodes nog eens over te doen en de resultaten te analyseren. Daartoe doen we een beroep de zogenaamde "vakken"methode (fig 9) van de Nederlandse KNMI-meteoroloog Timmerman, (Timmerman, 1977) die de Noordzee en het Kanaal indeelt in 6 gebieden. In die gebieden berekent men de gemiddelde windsnelheid en -richting, waarna men de daardoor veroorzaakte opzet op het getij per vak berekent. Men houdt dan rekening met de tijdsduur die nodig is om de getijopzet per vak tot onze kust te

transporteren en men telt die waarden op, gezien de methode lineair is. Zo bekomt men de totale wateropzet. De Timmerman rekentechniek is verfijnd om vooral hoge wateropzettingen bij o.a. noordwesterstormen zo nauwkeurig mogelijk te berekenen.

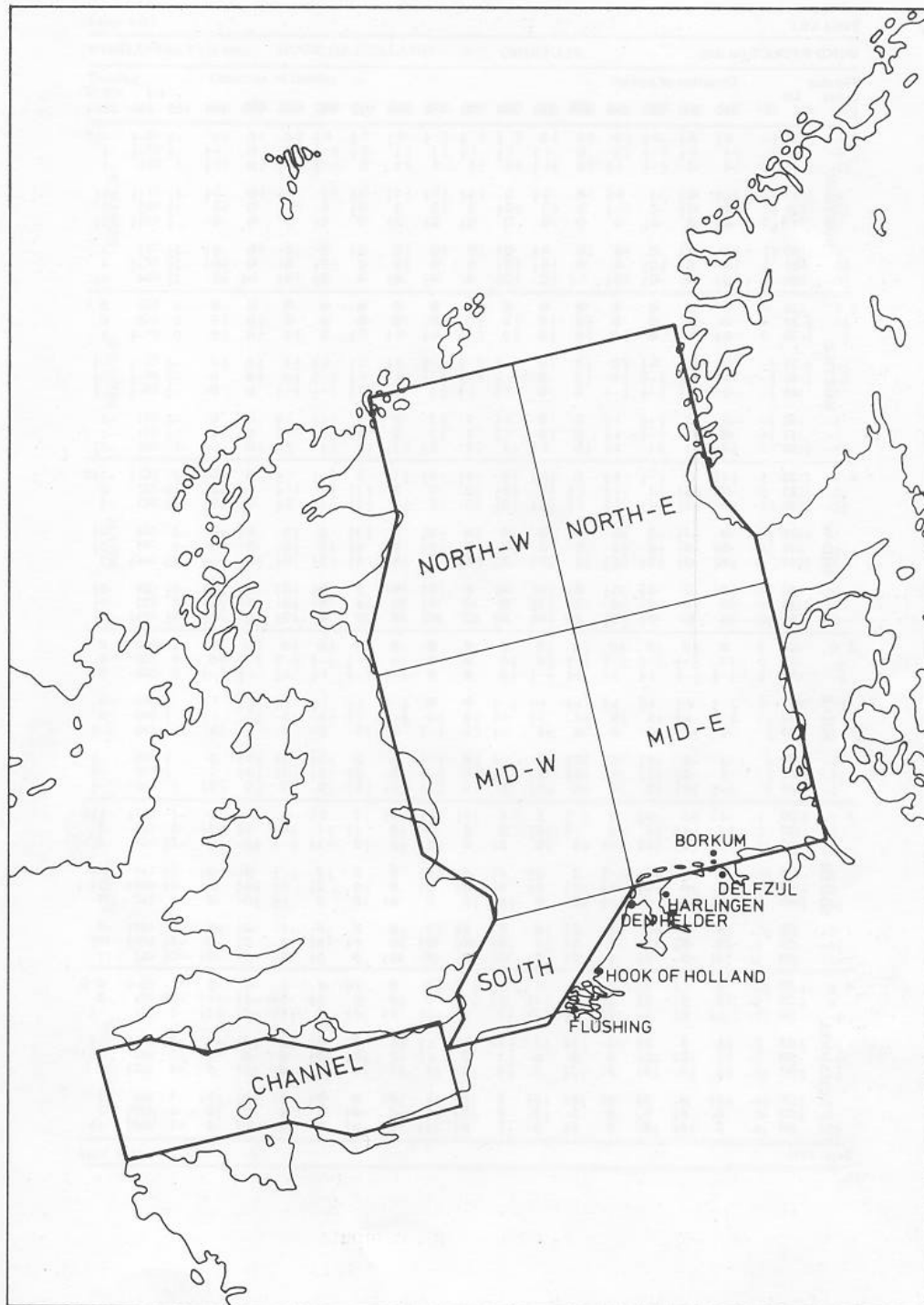


Fig. 6.0.1 Districts method, operational since September 1971.

fig 9: de vakkenindeling volgens Timmerman (Timmerman,1977)

De gelineariseerde partiële differentiaalvergelijkingen, aangewend in de Timmerman techniek, en voortvloeiend uit de gekende Navier-Stokes vergelijkingen, zijn als volgt:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = fV - gH \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{rU}{H} + C_d \frac{\rho}{\rho_s} v_x |v|$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} = -fU - gH \frac{\partial h}{\partial y} - \frac{rV}{H} + C_d \frac{\rho}{\rho_s} v_y |v|$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -\frac{\partial U}{\partial x} - \frac{\partial V}{\partial y}$$

U: windsnelheid in de zonale richting (west-oost)

V: windsnelheid in de meridionale richting (zuid-noord)

H: diepte van de zee

h: hoogte van het zeeoppervlak tov van een gemiddelde, ongestoord zeeoppervlak

r: wrijvingsfactor van de zeebodem

Cd: wrijvingscoëfficiënt

ρ : dichtheid van de lucht

ρ_s : dichtheid van het zeewater

f: Coriolis parameter

Timmerman heeft de opzet berekend, in functie van diverse windrichtingen en - snelheden, voor diverse stations langs de Nederlandse kust, met de veronderstelling dat de wind gedurende voldoende lange tijd constant blijft in een gebied. Dit is te verrechtvaardigen als men weet dat kleine, snel evoluerende depressies minder impact hebben op het getij dan een grote depressie met een windveld dat niet te snel verandert. De behandelde stormvloed voldoet aan dit laatste.

Table 6.0.1

WIND EFFECT (in dm)		FLUSHING																		
Timelag in hrs ↓	kts ↓	Direction of isobars →																		
		180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	020	040	060	080	100	120	140	160	
9	NORTH-W	20	-½	-½	-½	0	0	0	½	½	½	½	½	½	0	0	0	-½	-½	-½
		25	-1	-½	-½	0	0	½	1	1	1	1	1	½	0	0	-½	-½	-½	
		30	-1	-1	-½	-½	0	½	1	1	1	1	1	½	0	0	-½	-1	-1	-1
		35	-1½	-1½	-1	-½	0	½	1	1½	1½	1½	1½	1	½	0	-½	-1	-1½	-1½
		40	-2	-1½	-1	-½	0	1	1½	2	2	2	2	1½	1	0	-1	-1½	-2	-2
		45	-2½	-2	-1½	-1	0	1	2	2½	2½	2½	2	1½	1	0	-1	-2	-2½	-2½
9	NORTH-E	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		30	-½	-½	0	0	0	0	0	½	½	½	½	0	0	0	0	0	0	0
		35	-½	-½	-½	0	0	0	½	½	½	½	½	0	0	0	0	-½	-½	-½
		40	-½	-½	-½	0	0	0	½	½	½	½	½	0	0	0	0	-½	-½	-½
		45	-1	-½	-½	-½	0	0	½	½	1	1	½	½	0	0	0	-½	-½	-1
6	MID-W	20	-1½	-1	-½	-½	0	½	1	1½	1½	1	1	½	½	0	-½	-1	-1½	-1½
		25	-2	-1½	-½	-½	½	1	1½	2	2	2	1½	1	½	-½	-1	-1½	-2	-2
		30	-3	-2½	-1½	-½	½	1½	2½	3	3	3	2½	1½	½	-½	-1½	-2½	-3	-3
		35	-4	-3½	-2	-1	½	2	3	4	4½	4	3½	2	1	-½	-2	-3	-4	-4½
		40	-5½	-4½	-3	-1	1	3	4	5	5½	5½	4½	3	1	-1	-3	-4	-5	-5½
		45	-6½	-5½	-3½	-1½	1	3½	5½	6½	7	6½	5½	3½	1½	-1	-3½	-5½	-6½	-7
3	MID-E	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		25	0	½	½	½	½	0	0	0	0	0	½	½	½	½	0	0	0	0
		30	-½	½	½	½	½	0	0	0	0	0	½	½	½	½	0	0	0	0
		35	-½	½	½	½	½	½	½	0	0	½	½	½	½	½	½	½	0	0
		40	-½	½	½	½	½	½	½	0	0	½	½	½	½	½	½	½	0	0
		45	-1	½	½	½	½	½	½	0	0	½	1	1	1	1	1	1	½	0
3	SOUTH	20	-1½	-1	-½	0	½	1	1	1½	1½	1½	1	½	0	-½	-1	-1	-1½	-1½
		25	-2	-1½	-½	0	1	2	2	2	2	2	1½	1	0	-½	-1½	-2	-2	-2
		30	-3	-2	-1½	-½	1	2	2½	3	3	3	2	1½	½	-1	-2	-2½	-3	-3
		35	-4	-3	-2	-½	1	2½	3½	4	4½	4	3	2	½	-1	-2½	-3½	-4	-4½
		40	-5	-4	-2½	-½	1½	3½	4½	5½	5½	5	4	2½	½	-1½	-3½	-4½	-5½	-5½
		45	-6½	-5	-3	-½	2	4	6	7	7	6½	5	3	½	-2	-4	-6	-7	-7
6	CHANNEL	20	0	½	1	1	1	1	1	½	0	0	-½	-1	-1	-1	-1	-1	-½	0
		25	0	1	1½	1½	1½	1½	1½	1	0	0	-1	-1½	-1½	-1½	-1½	-1	-1	0
		30	½	1½	2	2½	2½	2½	2½	1	0	-1	-1	-2	-2½	-2½	-2½	-2	-1	½
		35	1	2	2½	3	3½	3	2½	1½	½	-1	-2	-2½	-3	-3½	-3	-2½	-1½	½
		40	1	2½	3½	4	4	4	3	2	½	-1	-2½	-3½	-4	-4	-4	-3	-2	½
		45	1	3	4½	5	5½	5	4	2½	1	-1	-3	-4½	-5	-5½	-5	-4	-2½	½
9	CHANNEL	20	1½	4	5½	6½	6½	6½	5	3	1	-1½	-4	-5½	-6½	-6½	-6½	-5	-3	-1
		25	2	4½	7	8	8	8	6	3½	1	-2	-4½	-7	-8	-8	-8	-6	-3½	½
		30	2	5½	8	9	9½	9	7	4½	1½	-2	-5½	-8	-9	-9½	-9	-7	-4½	½
		35	1½	4	5½	6½	6½	6½	5	3	1	-1½	-4	-5½	-6½	-6½	-6½	-5	-3	-1
		40	1	3	4½	5	5½	5	4	2½	1	-1	-3	-4½	-5	-5½	-5	-4	-2½	½
		45	1	3	4½	5	5½	5	4	2½	1	-1	-3	-4½	-5	-5½	-5	-4	-2½	½

Sept. 1971

fig 10.: de opzet in functie van de wind voor Vlissingen en omgeving

De gemiddelde winden per vak worden berekend met het Eta-model en vervolgens gevoed in een computerprogramma dat de wateropzet in Vlissingen en omgeving (fig 10), volgens Timmerman, genereert.

We hebben enkel de meest kritische getijden berekend tussen de avond voor en de middag na de rampnacht.

Tijdstip	Waarneming	Voorspelling Timmerman
----------	------------	------------------------

(tijd in GMT)	(m TAW)	(m TAW)
31/1/53 19.15	1.92	1.60
1/2/53 1.44	6.66	6.10
1/2/53 8.10	2.1	1.60
1/2/53 14.04	5.85	6.10

Tabel 2. Waargenomen en voorspelde getijden Oostende volgens Eta/Timmerman

Ook langs de Westerschelde en Schelde bleef de opstuw van het water niet onopgemerkt. Bekijken we de meest kritische waterstanden voor Antwerpen, dan merken we een maximale getijopzet van 2.80 m bij het ramphoogwater van 1 februari 's ochtends.

Tijdstip (tijd in GMT)	Waarneming (m TAW)	Voorspelling astronomisch (m TAW)
31/1/53 16.26	6.51	5.03
31/1/53 21.59	2.90	0.19
1/2/53 3.48	7.77	4.98
1/2/53 11.05	3.15	-0.23
1/2/53 16.36	6.63	5.07

Tabel 3. Waargenomen en voorspelde astronomische getijden voor Antwerpen

In het OMS Zeebrugge wordt momenteel onderzoek verricht naar het verband tussen de getijopzettingen voor Oostende en Antwerpen, in functie van de wind in de Westerschelde. Indien men de resultaten van dit preliminair onderzoek (Dehenauw, 2003) toepast op de voorspelde getijden voor Oostende volgens Timmerman, bekomt men voor Antwerpen, rekening houdend met een 3 uur vertraging tov Oostende en een toename van de wind gedurende dat tijdsinterval, volgende benaderde waarden:

Tijdstip (tijd in GMT)	Waarneming (m TAW)	Voorspelling Timm/OMS (m TAW)
31/1/53 21.59	2.90	2.40
1/2/53 3.48	7.77	7.46
1/2/53 11.05	3.15	2.10
1/2/53 16.36	6.63	7.10

Tabel 4. Waargenomen en voorspelde getijden Antwerpen volgens Timmerman/OMS

Men merkt dat de resultaten vooral voor de hoogwaters beter zijn dan voor de laagwaters (dat was ook het ontwerpdoel van de Timmerman methode).

Er zijn twee waterstanden die kritisch zijn voor Antwerpen: als het water boven 6.60 m TAW uitkomt maar 7.00 m niet overschrijdt, dan spreekt men van stormtij Zeeschelde. Indien het minstens het peil 7.00 m TAW bereikt, spreekt men van gevaarlijk stormtij Zeeschelde. Uit de waarnemingen blijkt zeer duidelijk dat er sprake was van "gevaarlijk stormtij Zeeschelde".

Hoewel de voorspellingen niet perfect zijn en de waterstanden soms onderschat worden, zijn de benaderingen toch van die aard om de waarschuwing voor "gevaarlijk stormtij kust" of "gevaarlijk stormtij Zeeschelde" te verspreiden.

5. Besluit

Deze nota toont aan dat de meteorologie in 50 jaar tijd een enorme evolutie heeft gekend. In het KMI wordt veel aandacht besteed aan technieken om gevaarlijk weer zo accuraat mogelijk te voorspellen en de regering en bevolking tijdig te waarschuwen. Het verrichten van case-studies uit het verleden met de huidige technologie heeft grote waarde voor de huidige en toekomstige meteorologen. Men kan immers de kwaliteit van een atmosfeermodel testen en de weerkaarten en paraat te zijn als een gelijkaardige situatie zich opnieuw zou voordoen.

Dit artikel pretendeert zeker niet dat er geen missers meer zullen begaan worden bij zwaar weer of stormweer. Toch suggereert het wel dat de kans op een slechte voorspelling van een storm van die geografische omvang én duur gevoelig kleiner is geworden. Tevens blijkt uit dit werk dat indien deze weersituatie zich opnieuw zou voordoen, er wel tijdige en vrij accurate waarschuwingen zouden verstuurd worden, zowel qua windsnelheid als wat de waterstanden betreft. Toch moet men steeds opmerken dat de invoergegevens reanalysevelen zijn en geen randvoorwaarden van een globaal model.

6. Dankwoord

Dit artikel kon enkel gerealiseerd worden door een zeer goede internationale samenwerking tussen de auteur en het Amerikaanse NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration). Voorts is een uitstekende nationale samenwerking tussen het federale KMI en het gewestelijke AWZ (Administratie Waterwegen en Zeewezen) onontbeerlijk om de bewaking van de kust en de zee succesvol te verzekeren. Ik dank hierbij ook alle betrokkenen van beide instanties. Speciaal wens ik mijn KMI-directeur, Dr. H. Malcorps, te vermelden voor zijn aanstekelijk enthousiasme, zijn gestructureerde en strategische aanpak en last but not least voor het groot vertrouwen in mij als OMS-manager. Ook mijn departementshoofd, Dr. De Dycker, heeft de tekst meerdere malen nagelezen en erg waardevolle tips gegeven, net als Dr Termonia. Ik hoop van in die geest verder te werken ten bate van de bevolking en onze KMI-voorspellingen nog verder te verfijnen. Ook mijn AWZ-collega Ir. G. Dumon en zijn medewerkers wens ik te hartelijk te danken voor de prima samenwerking, het nalezen van dit werk en het voorzien van de nodige getijdenwaarnemingen. Ook mijn Antwerpse AWZ-collega Ir. E. Taverniers heeft een zeer interessante bijdrage geleverd mbt de toenmalige situatie in het Schelde-estuarium en de stroomopwaartse gebieden in België.

7. Referenties

Aperçu des circonstances météorologiques et climatologiques de la tempête des 31 janvier et 1er février 1953, L. Poncelet, KMI-publicatie nr 21, 1955

La tempête et le débordement de la mer du 1er février 1953, R. Sneyers, publicatie KMI nr 11, 1953

A propos du "Ras de Marée" du 1er février 1953, L. Poncelet, publicatie KMI nr 10, 1953

Persoonlijke communicaties WaterWegen Kust en Maritieme Schelde, AWZ

De watersnood van 1953, diverse publicaties op KNMI-website

Meteorological effects on tidal heights in the North Sea, H. Timmerman, verhandeling nr 99, KNMI, 1977

Correlaties tussen de getijden van Oostende en Antwerpen, D. Dehenauw et al, in voorbereiding.