

Getijvoorspellingen 21e eeuw

Prof. dr. ir. David Dehenauw (KMI)



- 1. Getijvoorspellingen OMS/KMI
- 2. Enkele gevallen uit het verleden
- 3. Toekomst
- 4. Enkele conclusies

Getijvoorspellingen

- OMS Oostende: MDK-KMI permanente samenwerking
- Getijvoorspellingen aan de hand van diverse hydrodynamische modellen van WLH en BMM, met input weermodellen KMI/KNMI/UKMO.
- Getijvoorspelling met KMI-model (verbeterde en aangevulde Timmerman vakkenmethode)

Getijvoorspellingen

- Hydrodynamische vergelijkingen

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

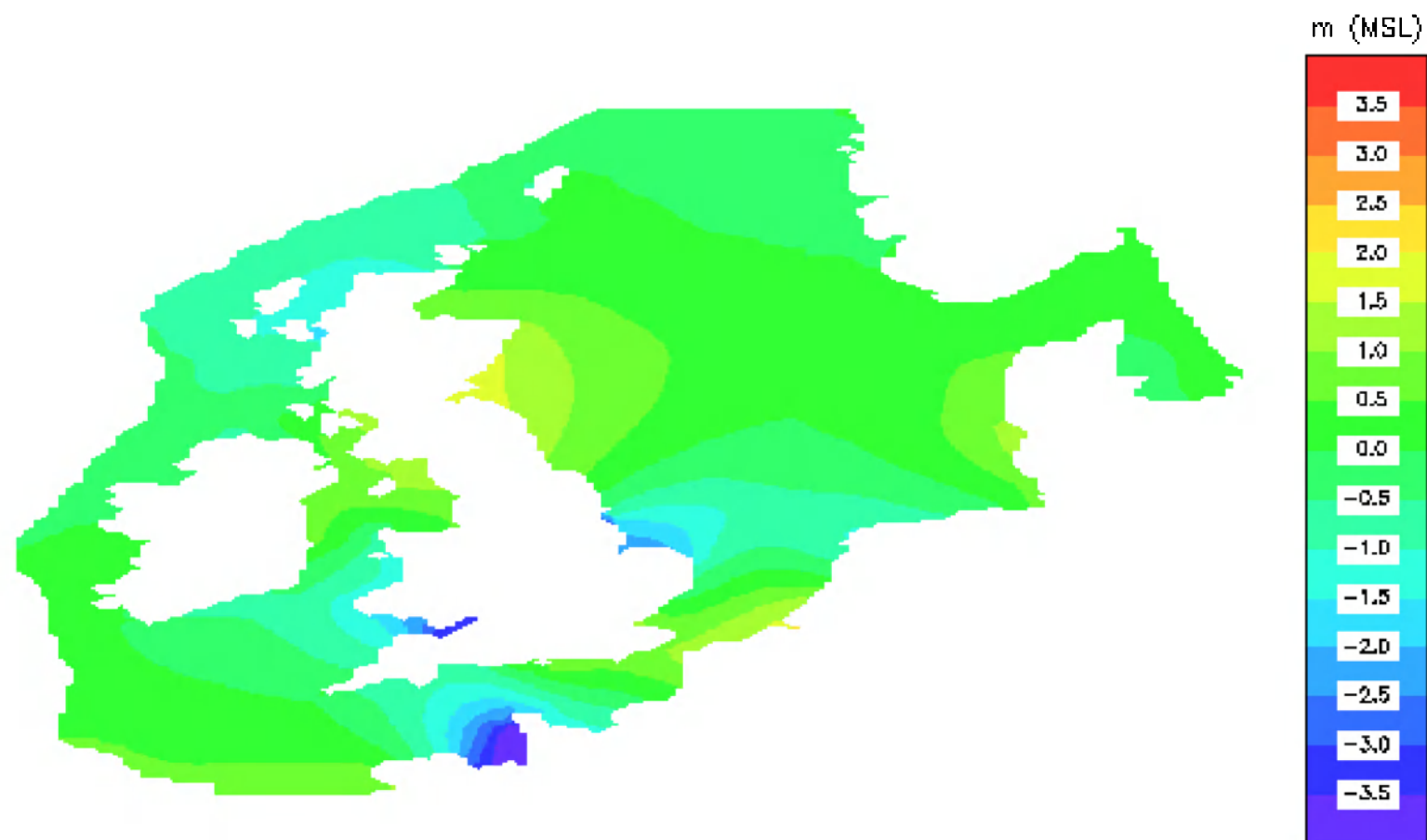
$$\frac{\partial V}{\partial t} = -fU - gH \frac{\partial h}{\partial y} - \frac{rV}{H} + C_d \frac{\rho}{\rho_s} v_y |\vec{v}|$$

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

Getijvoorspellingen

- Omnecs model:
 - gevoed met UKMO global model wind en druk (30 km resolutie), wind en druk elke 6u.
 - geen data-assimilatie
 - draait 2x daags, tot +96h
 - domein

OMNECS MODEL



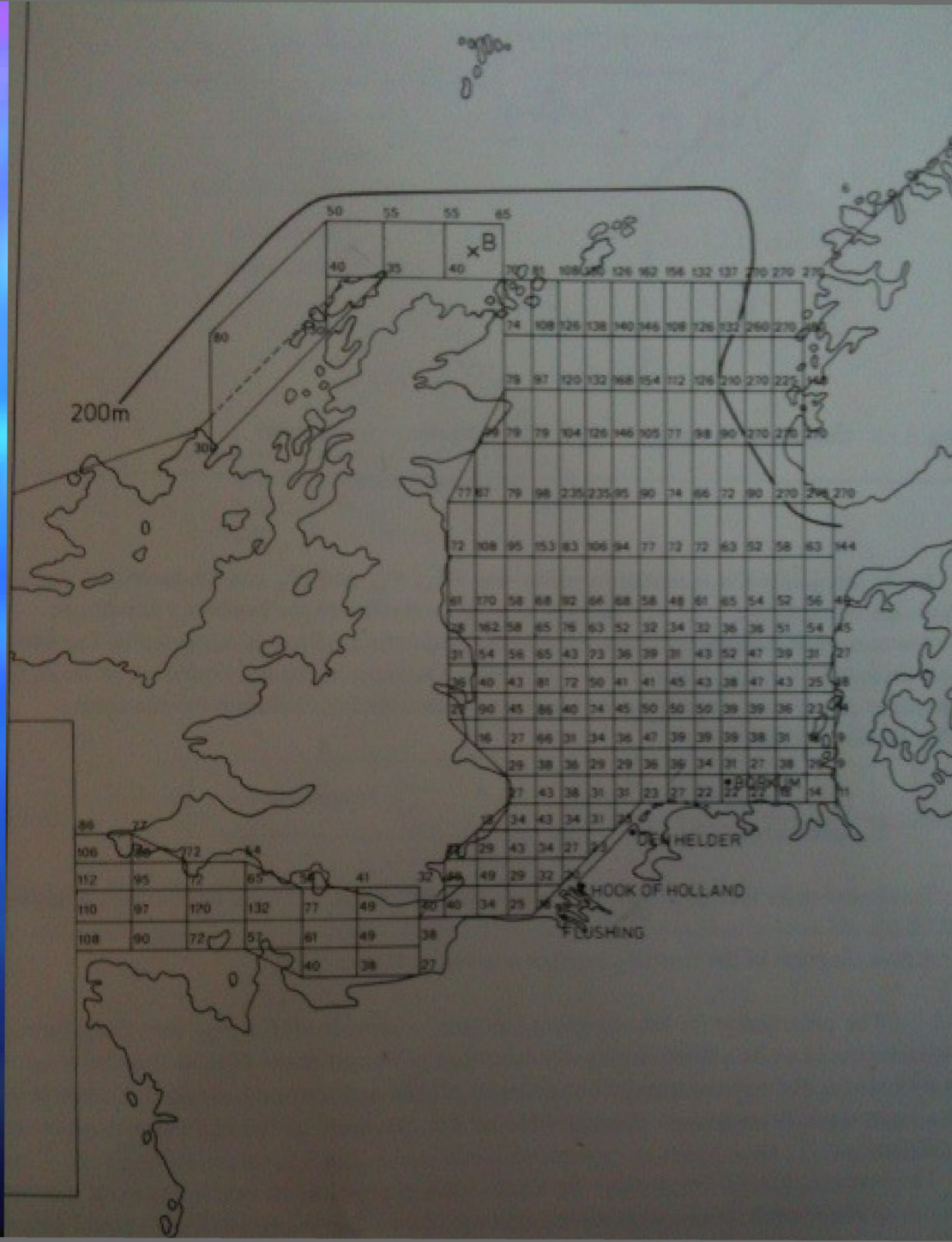
Sea surface elevation the 17-01-2002 at 04:00 GMT

Getijvoorspellingen

- KMI-model:
 - Timmerman vakkenmethode uitgebreid met externe invloeden Atlantische Oceaan
 - geen data-assimilatie
 - draait 2x daags, tot +48h
 - Domein vergelijkbaar met Omnecs, berekent opzet
 - Meteo-input DWD, UKMO, Eta-model, 10-20 km horizontale resolutie, wind en drukvelden elke 3u.
 - Ensemble model getijvoorspellingen
 - Output getij Oostende, Antwerpen
 - Kalman filtering

Getijvoorspellingen

- KMI-model:
 - Berekening getij Antwerpen: MOS (model output statistics)
 - Correlaties opgesteld met waarnemingen getij Oostende, Antwerpen en wind Westerschelde.
 - Root mean square error: 8-15 cm
 - Gebruikt o.m. harmonischen Oostende afdeling Kust (soms grote afwijkingen) om totale waterstand te bekomen



Getijvoorspellingen

Voorbeeld ensemble getijvoorspelling Oostende

Oct 20 04:45 2013 Page 1

datum	uur	UKMO	DWD	Eta1000	Eta10m
20131020	0033	482.0	480.0	476.0	478.0
20131020	0656	51.0	24.0	26.0	37.0
20131020	1247	485.0	482.0	490.0	489.0
20131020	1920	11.0	5.0	16.0	14.0
20131021	0111	481.0	480.0	479.0	478.0
20131021	0735	24.0	28.0	25.0	25.0
20131021	1326	477.0	484.0	481.0	483.0
20131021	1956	3.0	19.0	25.0	25.0

Kalman filter



- $Y(t)=x(t)+v(t)$; $v(t)$ = afwijking systematische fout; $Y(t)$: verschil obs-voersp $x(t)$: systematische fout
- $X(t)=x(t-1)+w(t)$; $w(t)$ = evolutie systematische fout in tijd; $X(t)$: systematische fout correctie op tijd t
- Prognose vergelijkingen

$$x(t/t-1)=x(t-1)$$

$$P(t/t-1)=P(t-1)+W(t)$$

$$W(t)=(x(t)-x(t-1)).(x(t)-x(t-1))$$

Correctie vergelijkingen

$$x(t)=x(t/t-1)+K(t).(y(t)-x(t/t-1))$$

$$K(t)=P(t/t-1)/(P(t/t-1)+V(t))$$

$$V(t)=(y(t)-x(t)).(y(t)-x(t))$$

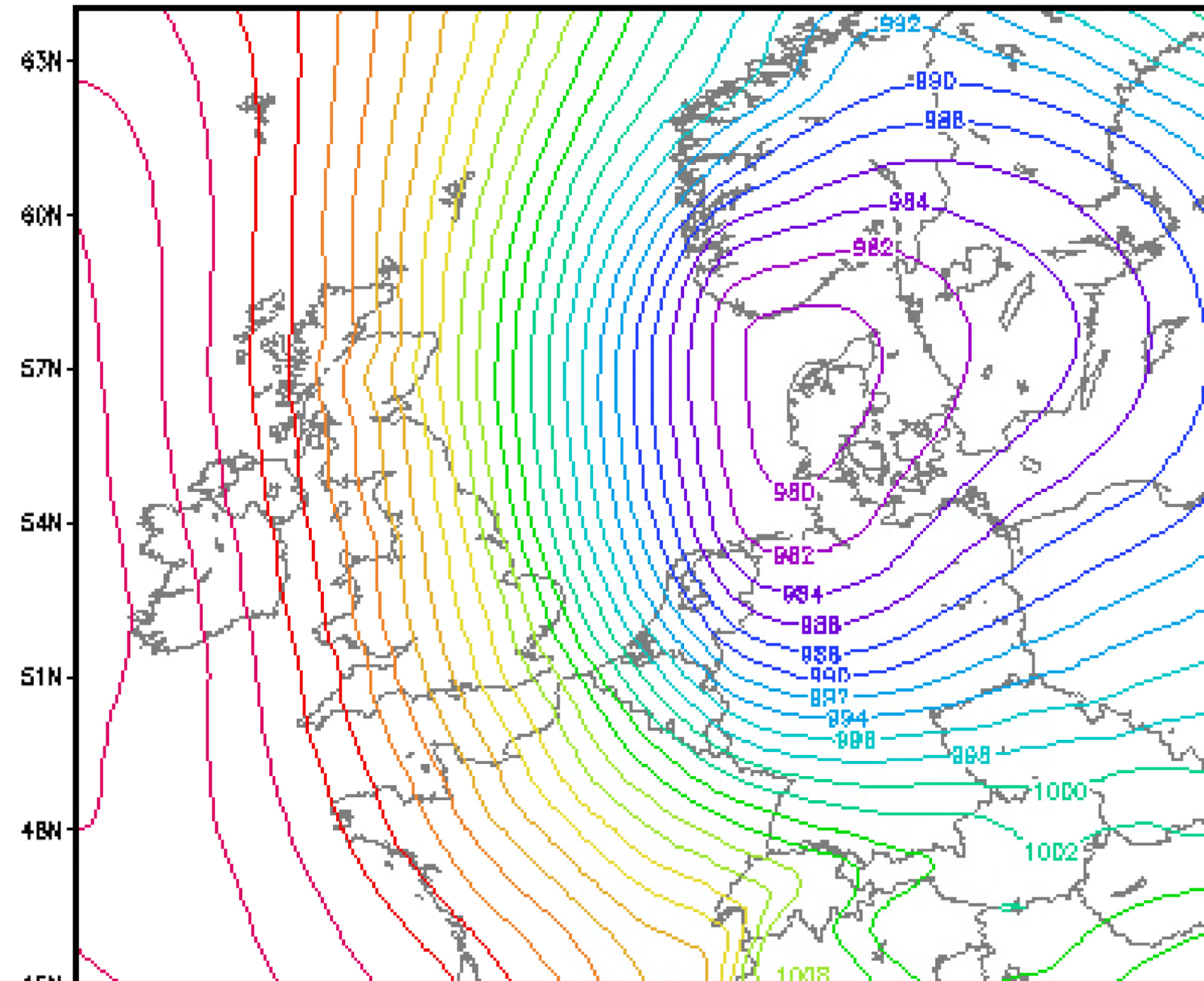
Storm 1953

- Omvang ramp verrassing
- KMI: waarschuwingsbevoegdheid gevaarlijk weer
- MDK: waarschuwingen stormvloed

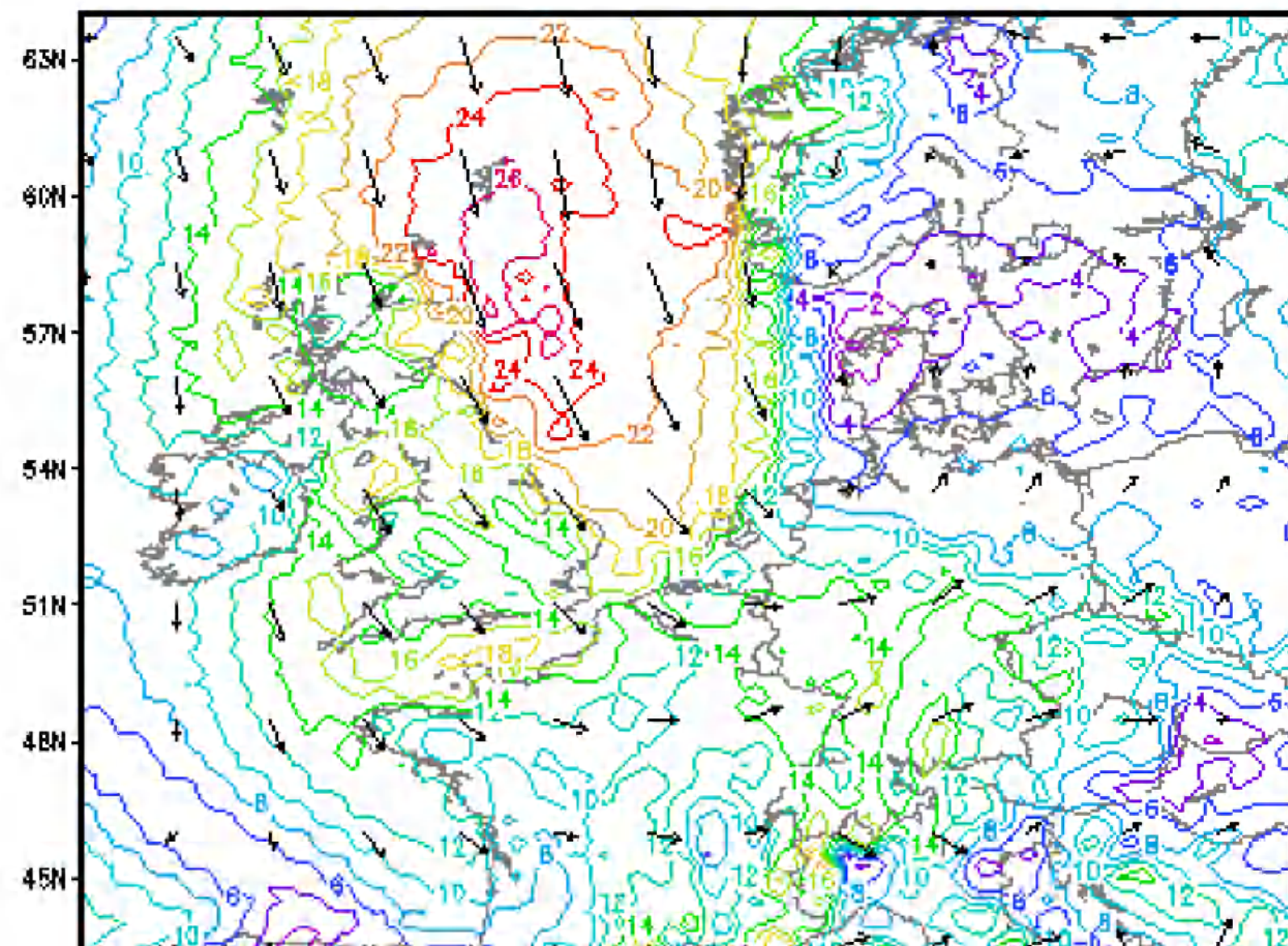
Stormvloed 1953

- Zouden we nu beter doen ?
- Studie met huidige technologie
- Waarnemingen van toen in huidig atmosfeer model stoppen

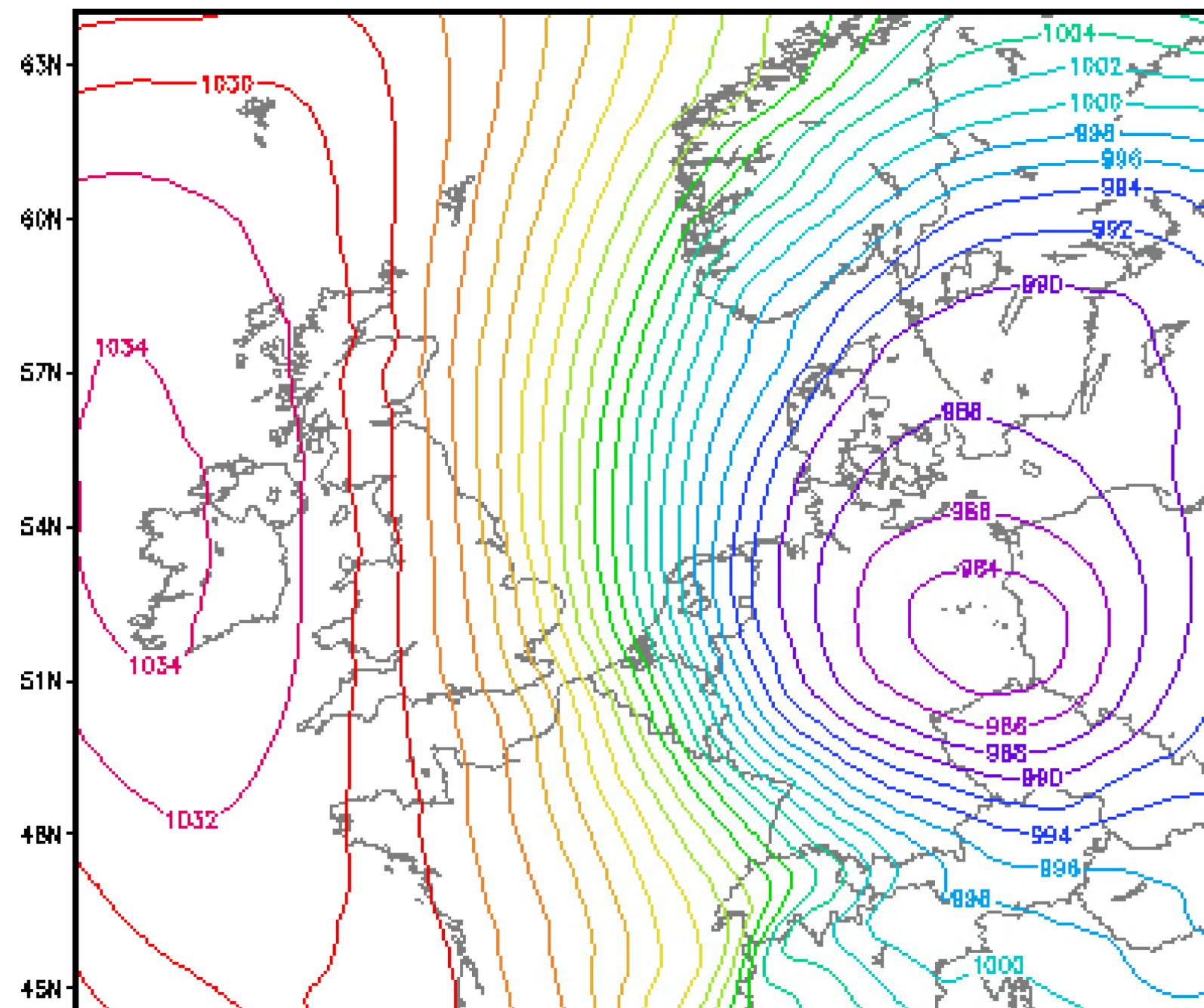
NCEP ETA 23km MSLP +12h
Sun, 01 FEB 1953 00Z



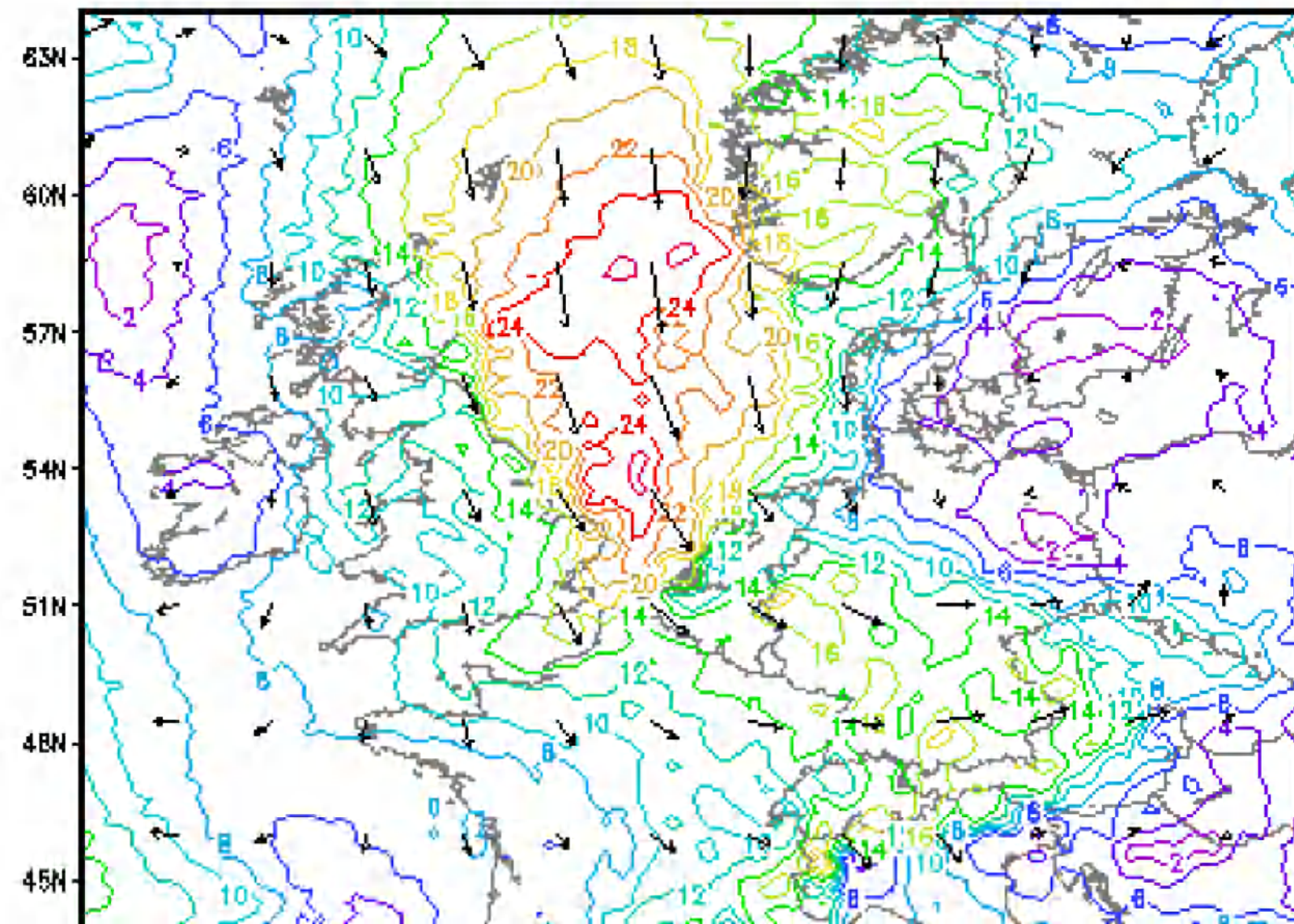
NCEP ETA 23km wind (m/s) 1000mb +12h
Sun,01FEB1953 00Z



NCEP ETA 25km MSLP +24h
Sun, 01 FEB 1953 12Z



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



Stormvloed 1953

- Getijden Oostende 1953
- 5m90= hoogste gevaardrempel

■ Datum	tijd	waarn	astro	KMI
■ 31/1	19h15	1m92	0m31	1m60
■ 1/2	02h44	6m60	4m41	6m10
■ 1/2	09h10	2m10	-0m09	1m60

Stormvloed 1953

- Getijden Antwerpen 1953
- 7m00= hoogste gevaardrempel

■ Datum	tijd	waarn	astro	KMI
■ 31/1	22h59	□□□□ 2m90	0m19	2m40
■ 1/2	04h48	7m70	4m98	7m46
■ 1/2	12h05	3m15	-0m23	2m10

Stormvloed 1953

- Besluit :
 - Storm nu voorspelbaar
 - Er zou alarm geslagen zijn
 - Dergelijk onderzoek leerzaam

Toekomst

- Multimodel aanpak BMM,WLH,KMI, met en zonder data-assimilatie, ensemble prediction
- Betere resolutie in tijd en ruimte weermodellen (uurlijkse velden wind- en luchtdruk)
- Kalmanfiltering
- Nowcast getijvoorspellingen (3-6u vooruit): Engelse waargenomen getijden correleren met reëel windveld Noordzee/Kanaal en getij Oostende. Tot nu toe niet succesvol, andere aanpak mogelijk.
- Data-assimilatie gebruiken in correlaties met Engelse getijwaarnemingen