

De NCEP/NCAR Reanalysis/Reforecasting 1948-heden met speciale aandacht voor 1 februari 1953

Huug van den Dool (NCEP, Verenigde Staten)

Een heranalyse en herverwachting met betrekking tot een enkel historisch geval zoals in 1953 roept vragen op. Het spreekt niet vanzelf dat we dat zo maar even kunnen doen. Dat het wel kan is vooral te danken aan een enorme inspanning geleverd in de jaren negentig: De NCEP/NCAR Reanalysis 1948-'heden'. Het zware werk qua invoergegevens is toen gedaan en daar kan nu gelukkig iedereen van profiteren. Hoewel heranalyse en -verwachting goed Nederlands klinkt houd ik me verder overwegend aan het Engelse 'reanalysis' enz.

De benodigheden

In het algemeen heb je om Numerical Weather Prediction (NWP) technieken toe te kunnen passen het volgende nodig:

- 1) een uitgangstoestand
- 2) een NWP model
- 3) een computer (laten we verder beide buiten beschouwing)

Om een uitgangstoestand te krijgen heb je nodig:

- 1a) invoergegevens (zoals radiosondes, grondwaarnemingen, later metingen door satellieten, vliegtuigen enz), minstens over een week of twee (voor spin-up van de analyse)
- 1b) een analysemethode (laten we ook buiten beschouwing)

De operationele centra doen dit iedere dag, en gebruiken gegevens die in 'real time' via lijnverbindingen binnenkomen. Om een oud geval te doen is vooral 1a) een probleem. Waar krijg je al die oude gegevens, als ze al ooit bestonden, en hoe krijg je ze in een elektronisch vorm die decodeerbaar is voor huidige software?? Hoe doe je een Reanalysis?

Een lange Reanalysis

Het idee van Reanalysis is al heel oud en heeft vele vaders en moeders, vooral nu het een succes is. Maar het duurde tot ongeveer 1990 tot men een continu veeljarig project aandurfde, en dat was, eerlijk gezegd, bijna overmoed (Kalnay and Jenne, 1991). Ondanks het inschakelen van NWP technologie was het voornaamste motief (en geldschietter), althans in de VS, niet de korte en middellange termijn weersverwachting, maar 'klimaat', dwz het produceren en daarna up-to-date instandhouden van een veeljarige, min of meer homogene, analyse van de atmosfeer in 28 lagen, en voor alle variabelen. (In het stenen tijdperk voor 1990 hadden we alleen 500 mb hoogte kaarten en luchtdruk op zeeniveau ten noorden van 20 N over enkele decennia. En dat waren allegaartjes van handanalyses en steeds veranderende machineanalyses.)

In verband met de NCAR/NCEP Reanalysis zijn alle waarnemingen, mondiaal, over de periode 1948-1978, voorzover nog te vinden, uit de archieven gelicht en in BUFR formaat (een moderne data code voor waarnemingen) geplaatst. Dit is echt een MONUMENT voor het nageslacht! Het achterhalen van alle gegevens is vooral het werk geweest van NCAR, met name Roy Jenne (al zijn er tientallen andere mensen bij betrokken geweest, onder meer ook Bram Oort). Het plaatsen in BUFR format, zodat het moderne waarnemingen lijken, is voornamelijk gedaan door

Jack Woollen (NCEP). Dat dit allemaal in een keer foutloos zou gaan heeft niemand verwacht en we vonden dan ook (te laat in zekere zin) hele pijnlijke missers (zie verderop eentje). Het vervolmaken van deze BUFR data set gaat dus door tot op de dag van vandaag. De eigenlijke analyse cyclus is vooral het werk geweest van NCEP (toen nog NMC), met name Bob Kistler. NCEP speelde ook de hoofdrol in de quality control voorfase, met name Gandin, Collins, en Saha. De algehele regie was in handen van Eugenia Kalnay, toen op NCEP. Het Kalnay et al (1996) artikel is waarschijnlijk het meest gerefereerde in de geschiedenis van de meteorologie. Daarbij speelt een rol dat zowel in- als uitvoer vrij voor iedereen beschikbaar zijn. De beide instituten vonden een plaats in de naam: NCAR/NCEP Reanalysis. De jaren 1979 - 'heden' waren naar verhouding eenvoudig, want dat was een 'moderne' periode en het ECMWF had bijvoorbeeld alle invoer nog in z'n archieven. Het initiatief lag toch wel in de Verenigde Staten. Het ECMWF verplichtte zich destijds (~1990) slechts tot de moderne periode 1979 voorwaarts (ERA15), maar het is aan de eerste NCEP/NCAR Reanalysis te danken dat er nu, betrekkelijk eenvoudig, invoergegevens beschikbaar zijn over een veel langere periode. en dat een speciaal geval zoals in 1953 kan worden nagerekend.

Durven we 1948-1957 aan???

Het was aanvankelijk niet zeker dat NCEP al in de jaren negentig een Reanalysis voor de periode 1948-1957 zou doen. Zelfs het Kalnay et al (1996) artikel spreekt nog over een 40 jarige Reanalysis! Wel zou NCAR de gegevens verzamelen (onder het motto: als we het nu niet doen is het te laat), maar de periode van voor het Internationaal Geofysisch Jaar, 1958, kwam met veel onzekerheden en problemen. De problemen voor 1948-1957 zijn belicht in Kistler en Kalnay 1999. Met name wist niemand of met zo weinig invoergegevens er wel een zinnige machine analyse te maken was. Het relatieve belang van het gisveld en de weinige waarnemingen, hoe ligt dat zonder satellieten en vliegtuigen? (gewoon niets aan gedaan!). Een meer praktisch probleem voor de software is dat in plaats van 00 UTC en 12 UTC, de hoofd synoptisch waarnemingstijden 03 UTC en 15 UTC waren, althans voor de bovenlucht (de kaarten voor de gronddruk werden wel om 0, 6, 12 en 18 UTC gemaakt!). Een en ander is 'opgelost' door een echte analyse op 3, 9, 15 en 21 UTC, maar met behoud van uitvoer op 0, 6, 12, 18 UTC (in feite 3 uur verwachtingen) zodat continuïteit met de latere periode (uitvoer 4 maal per dag op 0, 6, 12 en 18 UTC) gehandhaafd bleef. Ongelooflijk genoeg is er dus 8 maal per dag een 'analyse' in de periode met de minste waarnemingen. Toen 1957-'heden' klaar was, en alles voorspoedig liep, is 1948-1957, ondanks enige oppositie en twijfel, toch uitgevoerd, o.m om enkele fameuze historische weergebeurtenissen nog eens door te rekenen. Daarbij speelde ook de auteur een rolletje. Maar de periode 1948-1957 blijft iets bijzonders vanwege de hierboven genoemde problemen. De nieuwe ERA-40 begint dan ook pas in 1957.

Als de Reanalysis er eenmaal is, dan is Reforecasting een fluitje van een cent. Bij de NCAR/NCEP Reanalysis kwam standaard eens in de 5 dagen een verwachting 8 dagen vooruit. Vanwege 1953 en andere rampen (zie Kistler, 2001) zijn er met verhoogde frequentie verwachtingen gelanceerd voor zulke situaties. Dat is al in 1997 gedaan, en ik heb er in 1998 al eens een KNMI seminar over gegeven.

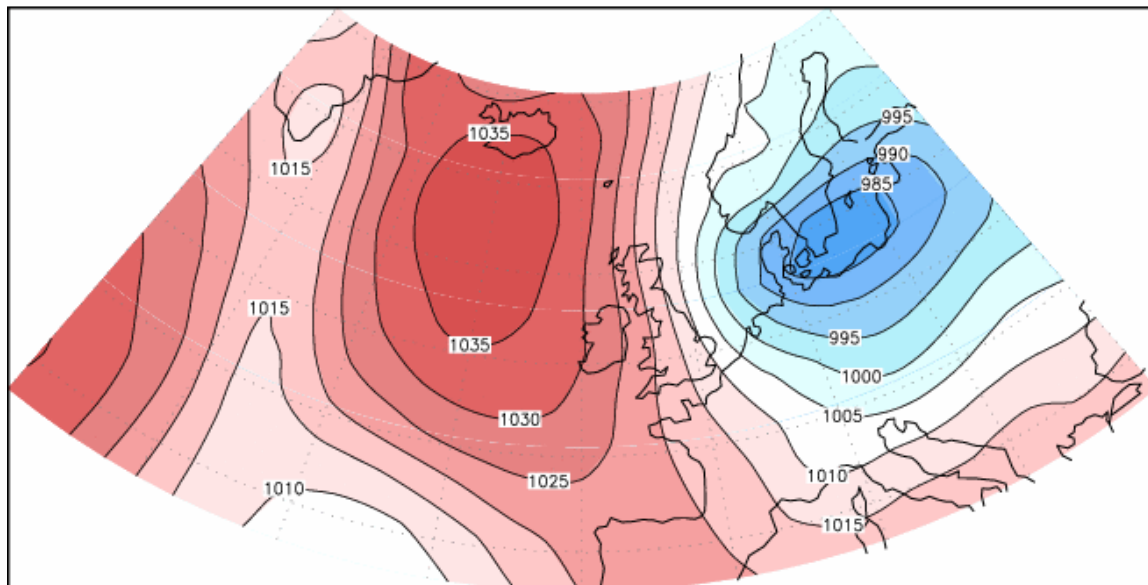
Resultaten 1 februari 1953

Bij de studie van '1953' stonden bij mij twee vragen voorop:

- 1) Is zo'n storm enkele dagen vooruit te voorspellen met de gegevens van toen, en
- 2) Hoe vergelijkt zich de (hand)analyse van toen met de Reanalysis, en welke data hadden we toen/nu en welke zijn geaccepteerd door Reanalysis.

Figuur 1 laat de vierdaagse verwachting zien van de gronddruk op 1 februari 1953, zie ook Kistler et al (2001). Dat lijkt een redelijke verwachting, gebaseerd op Reforecasting met T62L28 resolutie. En natuurlijk beter op 48hr en 24hr. Die conclusie is nu ook door Hirlam, Eta en ECMWF bevestigd - zie de andere artikelen door Moene, Dehenauw en Mureau, elders in dit nummer. In Reforecasting zijn de winden weliswaar te zwak, maar de synoptische schaal is toch vrij goed vanaf ongeveer vier dagen tevoren, nogal opvallend met zo weinig invoergegevens. Een wat afwijkend geluid als we bedenken dat meer recente mislukte verwachtingen van rampzalig weer vaak (altijd?) worden verklaard uit een gebrek aan gegevens...dat deed KNMI (1960) dus ook al met betrekking tot de watersnood van 1953. Maar nu blijkt dat het althans voor deze storm voornamelijk de komst van goedwerkende modellen is die het grote verschil maakt. Hoe je zo'n conclusie generaliseert, en hoe je situaties onderkent die veel/weinig waarnemingen behoeven is een open vraag. Zelfs een modern barotroop model doet het heel aardig voor 1 Feb 1953, vanaf ongeveer 30hr vooruit.

96 hour SLP forecast for Feb 01 03Z 1953



970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040

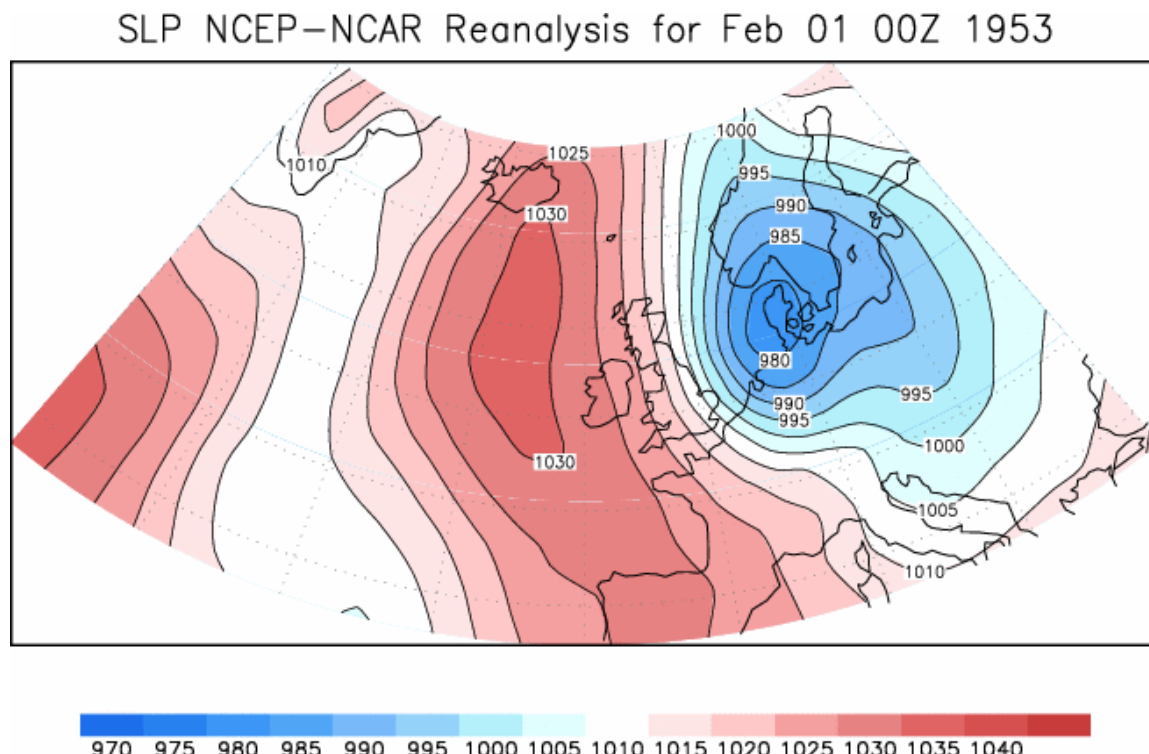
Figuur 1. De verwachting 4 dagen vooruit van de gronddruk voor 03 UTC februari, 1, 1953 gemaakt door het 'Reanalysis-Reforecasting' systeem. Eenheid mb, contourinterval 5mb. Kaartgebied loopt van 50 W tot 30 O en van 40 tot 67.5 N.

Figuur 2 laat de Reanalysis (T62L28) zien voor 1 februari 1953 terwijl figuur 3 de door mij gedigitaliseerde handanalyse uit KNMI (1960) is. (In totaal heb ik zes kaarten gedigitaliseerd, drie voor 500mb en drie voor de gronddruk). Het verschil tussen beide lijkt misschien niet zo groot, met een rms verschil van ruim 2 mb over het kaartgebied - (deze initiële fout is tussen twee haakjes zeker zo groot als het verschil tussen de 24hr verwachting en Figuur 2, normaliter de verificatie). Ik ga er van uit dat de handanalyse wel wat beter is. Tegenwoordig nemen we aan dat de initiële fout zeker kleiner dan 1 mb is, dat is dus meer dan een halvering in 50 jaar hard werken. (Ik vond hetzelfde met 2 andere kaarten op 30 en 31 Januari, en voor 500 mb is

de initiele fout 20-25gpm, tegenwoordig 5-8gpm.) In de kern van het laag is er zelfs een verschil van 5mb. De Reanalysis lijdt, in beperkte mate, aan dezelfde kwaal als de verwachtingen: de NW winden boven de Noordzee zijn te zwak en het laag ligt te ver naar het oosten. Dat blijkt een kwestie van de lage resolutie te zijn. Met het meest recente NCEP model (GFS) met T254L64 resolutie (maar Reanalysis uitgangstoestand, de dwz, geen nieuwe data-assimilatie) zijn de 24 en 48 hr verwachting echt geweldig goed!

Alles beneden 1000mb verworpen!

We vonden nog iets heel anders met betrekking tot de analyse!. De data die in KNMI(1960) waren ingeplot zijn grotendeels terug te vinden in een soortgelijke plot die we nu met behulp van de Reanalysis BUFR data produceerden.

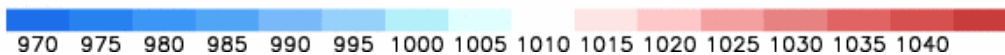
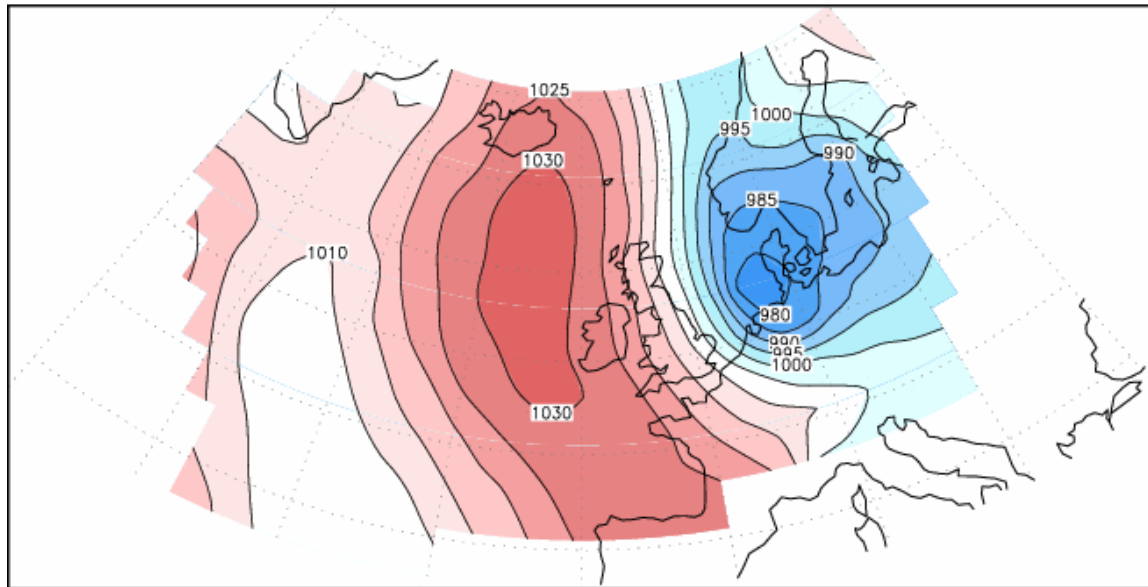


Figuur 2. De NCAR/NCEP Reanalysis van de grondruk door een modern assimilatiesysteem voor 00 UTC 1 februari, 1953. Eenheid mb, contourinterval 5mb. Zelfde kaartgebied als figuur 1.

Zoals te verwachten hebben we natuurlijk niet iedere stationswaarneming (of (weer)schip) teruggevonden. Sommige zijn gewoon zoek. Maar enkele Oostblok gegevens die er toen niet waren zijn er nu wel!! Per saldo heeft Reanalysis dus bijna evenveel data als destijds in real time in 1953. Maar nu het gekke. We vonden dat alle grondluchtdrukwaarden van minder dan 1000 mb waren verworpen door Reanalysis. Na lang zoeken bleek dat de herinterpretatie van de grondrukgegevens van toen in een decoder van nu leidde tot het misverstand, vergelijkbaar met een Y2K probleem (te weinig digits), dat bv 987mb wordt opgevat als 1087 (vandaar de verwerping). Wat nog erger was: deze fout komt voor in de Reanalysis van 1948 t/m 1967 over een paar sectoren van het NH, niet boven de VS, maar wel boven Europa. Hoe ziet een analyse

er uit als je systematisch alle waarnemingen ≤ 1000 mb verwerpt?? Vrij behoorlijk! Er ontbreekt geen enkel laag en de kernwaarde is zeer redelijk. Wederom een les hier. Een zich quasi-geostroof gedragend systeem kan redelijk draaiende worden gehouden met alleen bovenlucht-

SLP digitized handanalysis for Feb 01 00Z 1953



Figuur 3. Reproductie van de handanalyse van de gronddruk voor 0 UTC 1 februari 1953. Eenheid mb, contourinterval 5mb. Het origineel is een foto, Fig. 1.1.13, in KNMI (1960). We lasen de waarden in hele mb af, waar mogelijk, op een 2.5 bij 2.5 rooster over hetzelfde kaartgebied als figuur 1 en 2.

gegevens, zelfs al is dat maar een handjevol. We hebben enkele maanden overgedaan na correctie van de fout maar de verschillen waren 'klein'. Zo is de studie van 1953 de aanleiding geweest dat we deze fout vonden (nu hersteld tbv het nageslacht). Een van de vele fouten. Fouten die een grote invloed op het resultaat hebben worden snel gevonden. De rest is moeilijker en wordt bij toeval gevonden, of helemaal nooit. Reanalysis heeft nog een lange weg te gaan, niet alleen vanwege de accuratesse van de invoer, de ontginning van oude data sets (worden nog steeds opgegraven uit archieven) maar ook omdat bij iedere grote modelverbetering (zeg eens in de 5 of 10 jaar) vanwege het verbeterd gisveld, het hele project overgedaan moet worden. Een langer artikel hierover (Van den Dool et al, 2003) is in voorbereiding

Literatuur:

- Kalnay, E and R. Jenne, 1991: Summary of the NMC/NVAR Reanalysis workshop. BAMS, 72,1897-1904.
Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, M.Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, A. Leetmaa, R. Reynolds, Roy Jenne, and Dennis Joseph, 1996: The NMC/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-471.

- KNMI, F. H. Schmidt- editor, 1960: Meteorologische en Oceanografische aspecten van stormvloeden op de Nederlandse kust. Bijdrage tot het rapport van de Deltacommissie door het KNMI. Staatsdrukkerij- en Uitgeverijbedrijf - 's Gravenhage. pp200.
- Kistler, R. E. and E. Kalnay, 1999: Reanalysis prior to 1958. Extended abstracts of the 2nd International Workshop on Reanalysis, Reading UK, Aug 1999.
- Kistler, R., E. Kalnay, W. Collins, S. Saha, G. White, J. Woollen, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, M. Kanamitsu, V. Kousky, H. van den Dool, R. Jenne, M. Fiorino, 2001: The NCEP–NCAR 50–Year Reanalysis: Monthly Means CD–ROM and Documentation. *Bulletin of the American Meteorological Society*: Vol. 82, No. 2, pp. 247–268.
- Van den Dool, H. M., R. E. Kistler, S. Saha and J.F. den Tonkelaar, 2003: Reanalysis and Reforecast of the Jan 31 - Feb 1 1953 North Sea Gale. To be submitted. Voorproefje op KNMI website als: www.knmi.nl/voorl/nader/watersnood53vandendool.pdf