

# Bergen's klimaat aan het IJsselmeer

Ronald Hutjes, Herbert ter Maat en Eddy Moors

Aardsysteemkunde en klimaatverandering, Alterra, Wageningen UR

## Inleiding

Oud-wielrenner Thijs Zonneveld schreef onlangs een column met zijn droom om in Nederland een berg te bouwen. Een twee kilometer hoge berg op het platte Flevoland om te wielrennen en wintersporten. In korte tijd meldden zich grote ingenieursbureaus, architecten, onderzoekers, sportbonden en andere geïnteresseerde deskundigen, samen met de provincie Flevoland en de gemeenten Noordoostpolder en Almere. Samen brainstormden zij over de zin en onzin van zo'n berg, en over de mogelijkheden en problemen rond de bouw ervan.

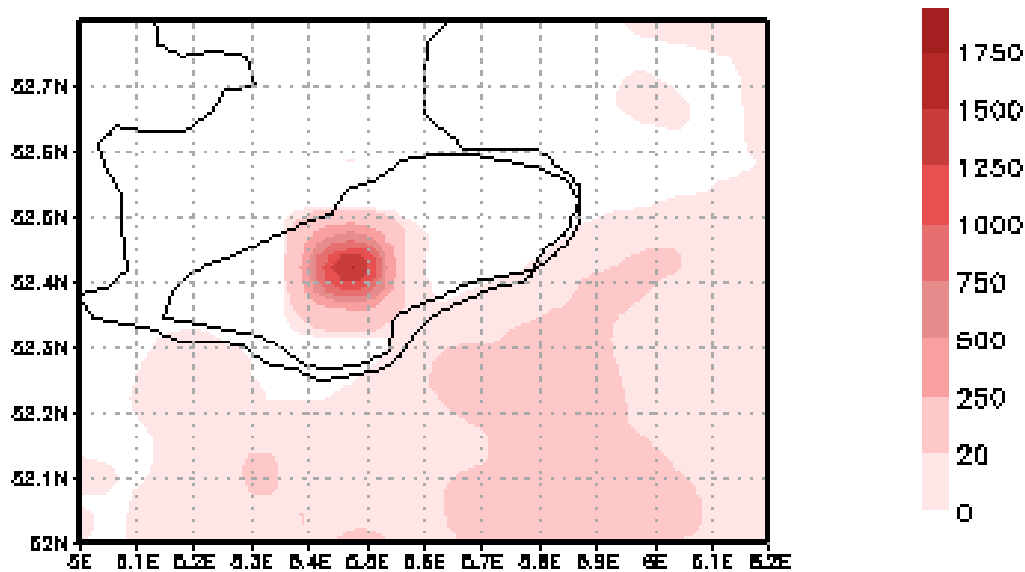
Naar aanleiding hiervan hebben wij nu een allereerste verkennende studie uitgevoerd naar het effect van zo'n berg op het weer in Nederland. Conclusie: het klimaat rond die berg zou wel eens kunnen gaan lijken op dat van het Noorse Bergen dat twee tot drie maal zoveel neerslag op jaarbasis kent als Nederland.

## Methode

Met behulp van het niet-hydrostatische weermodel RAMS (v6) zijn twee simulaties gedaan van augustus 2006, voor een rechthoekig domein dat geheel Nederland omvat, op een horizontale resolutie van 2km (genest zie tabel 1). Augustus 2006 was een erg natte maand in vooral West-Nederland, veroorzaakt door buien van hoge intensiteit, die waarschijnlijk het gevolg waren van abnormaal warme kustwateren (Lenderink, 2006). De control simulatie (CTL) is gedaan met de huidige verdeling van landgebruik en topografie in Nederland (ter Maat, 2011). In de tweede simulatie (BERG) is een geometrische, 1500m hoge piramidevormige berg midden in Flevoland gezet, die aan de basis zo'n 25x25km meet (figuur 1). Beide simulaties besloegen 6 weken vanaf 15 jul 2006, waarbij de eerste twee weken als model spin-up zijn beschouwd en niet in de analyse meegenomen. Verdere modelinstellingen zijn te vinden in tabel 1.

Tabel 1 model instellingen RAMsv6

Model componenten	niet hydrostatische atmosfeer expliciet wolken vorming (microphysics) landoppervlak incl bodem, vegetatie en stedelijke bebouwing(LEAF3) voorgescreven SST (NOAA AVHRR)
model domein/resolutie	horizontaal domein 1: 1440x1600km, 18km resolutie domein 2: 480x660km, 6km resolutie domein 3: 340x400km, 2km resolutie verticale domein 35 lagen tot 20km amsl, resolutie oplopend van 20m.
tijdstap, simulatie duur	40 seconden (1 <sup>e</sup> grid), 1152 uur, vanaf 00 uur 15jul2006 (1 <sup>e</sup> 14d spinup)



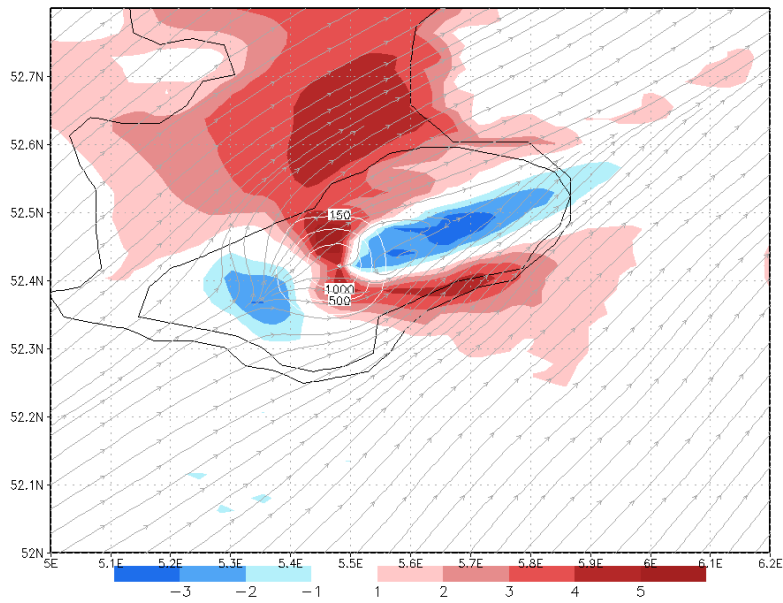
Figuur 1 Topografie (m asml) van de kunstmatige berg in Flevoland, 25x25km aan de basis, 1500m hoog.

## Resultaten

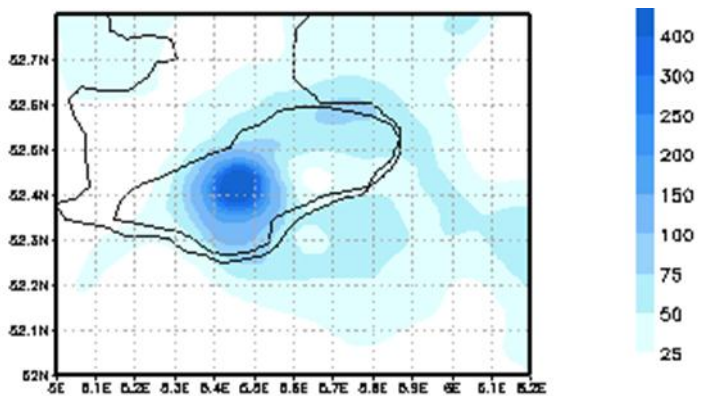
De analyses hebben betrekking op het hoge resolutie grid, en de figuren laten steeds een deel van Nederland zien van 5-6.2 °O en 52-52.8 °N. Niet geheel onverwacht heeft zo'n enorm obstakel grote invloed op wind, wolkenvorming en ook neerslag in een groot gebied eromheen. Laten we wat details bekijken.

De berg dwingt de wind eromheen. Figuur 2 laat een situatie zien met matige wind boven land (windkracht 3-4). Zowel bovenwinds als benedenwinds zal de windsnelheid op zeeniveau lager worden. Bovenwinds tot zo'n 10 km ervoor, benedenwinds tot wel 50 km erachter. Langs de zijanten van de berg zal in een flinke stroomafwaartse strook van tientallen kilometers lang de wind op zeeniveau flink toenemen. Ook rond de top van de berg zal het flink waaien. Dit is het windveld bij matige ZW-wind. Bij (veel) hardere wind zullen de effecten tot op (veel) grotere afstand van de berg voelbaar zijn, waarbij de richting natuurlijk ook anders kan zijn.

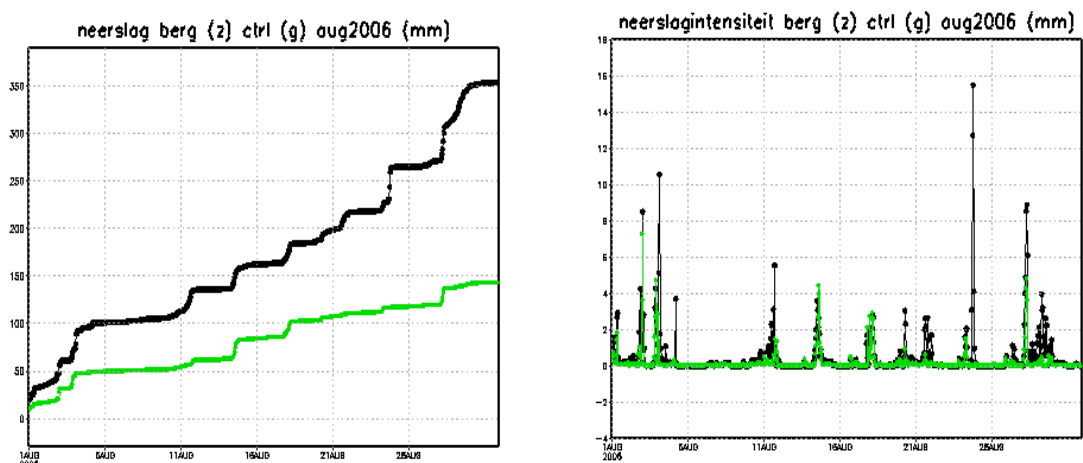
Dergelijke stuwwinden zorgen ervoor dat de wolken rond de berg goed van vocht voorzien worden, hoger gedwongen worden en daardoor (veel) extra neerslag produceren. Deze extra neerslag valt vooral op de berg zelf, maar ook weer in twee tientallen kilometers lange 'pluimen' stroomafwaarts aan de weersijden van de berg (figuur 3). Rond de top van de berg valt tot meer dan 400 mm meer neerslag dan op dezelfde plaats zonder berg. In het stroomafwaartse gebied is het verschil nog altijd 50-100 mm. De meeste buien hebben een aanzienlijk hogere intensiteit dan wanneer die berg er niet was geweest (figuur 5).



Figuur 2 Verskil in 10 m windsnelheid (kleuren) tussen BERG-CTL, windrichting voor BERG simulatie (stroomlijnen) en topografie (contouren)



Figuur 3 Verskil in neerslag (mm) over de maand augustus 2006 tussen BERG-CTL. NB het kleurenschema is niet lineair.



Figuur 4 Cumulatieve neerslag (mm, links) en uurgemiddelde neerslag (intensiteit, mm/uur, rechts) voor BERG (zwart) en CTL (groen) simulaties, voor het gebied 5.35 - 5.55°O en 52.3 - 52.5°N (~30000ha).

## **Conclusie**

Al met al blijkt voor deze ene maand dat de effecten groot kunnen zijn. Voor het gebied waar figuur 4 betrekking op heeft betekent dit dat er in een maand tijd 60 miljoen kubieke meter water extra in de polder valt. Water dat we in deze situatie ook weer uit de polder kwijt moeten zien te raken. Wellicht dat dat ook extra mogelijkheden oplevert in de vorm van bijvoorbeeld elektriciteit uit waterkracht, een drinkwaterreservoir, etc. Een vergelijking dringt zich op met het Noorse Bergen, waar door de steil uit zee oprijzende bergen de gemiddelde jaarlijkse neerslag bijna 3x zo hoog is als in Nederland (2250 mm Bergen vs 750-950 mm in Nederland).

Er is geen reden om aan te nemen dat het de rest van het jaar kwalitatief anders zal zijn. Natuurlijk zal de absolute hoeveelheid neerslag in minder warme zomers lager kunnen zijn, evenals in de winter wanneer waarschijnlijk ook een groter deel dan nu in de vorm van sneeuw zal vallen, maar twee maal zoveel neerslag in het gebied rond de berg lijkt zeker niet onmogelijk. Alleen veel uitgebreidere studies, vooral langduriger simulaties, zullen dit soort effecten nauwkeuriger kunnen kwantificeren.