

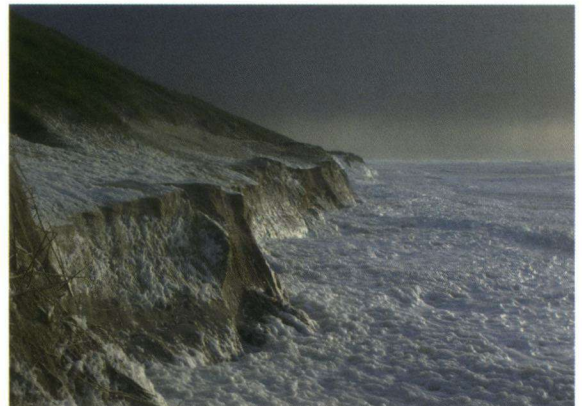
# SUPERSTORMVLOEDLAGEN IN DE ZEEREEF BIJ HEEMSKERK

Recente duinerosie heeft bij Heemskerk een aantal schelpenlagen blootgelegd die zijn gevormd tijdens één of meerdere stormvloeden waar onze kust enkele honderden jaren geleden door werd geteisterd. Deze lagen bevatten niet alleen informatie over vroegere stormvloedniveaus maar werpen ook licht op golfoploop en overslag tijdens extreme stormvloeden, processen die nog niet goed worden begrepen.

## Duinerosie legt een oude stormvloedlaag bloot

Op 9 november 2007 trof een stormvloed de Nederlandse kust. Bij IJmuiden werd een waterstand van 3,13 m boven het gemiddelde zeeniveau (NAP) gemeten, het op vier na hoogste niveau van de afgelopen 100 jaar. Opvallend, want de wind die leidde tot de verhoogde waterstand had langs dit deel van de kust een kracht van maar 7 tot 8 op de schaal van Beaufort. Slechts heel kort, rond middernacht, was het op de kop van de pier bij IJmuiden windkracht 9. De storm had echter een grote omvang en duurde daarom lang. De depressie trok van noord naar zuid over de Noordzee, de windrichting was noord en bovendien was het springtij. Door deze combinatie van factoren kwam het water toch uitzonderlijk hoog.

Het opgestuwde water verzadigde uren lang de duinvoet (Afb. 1). Grote stukken duin gleden één voor één omlaag. Veel zand kwam zo in zee terecht. Dit zand werd door de golven snel herverdeeld. Langs grote delen van de Hollandse kust ging in de loop van de dag meters duin verloren. Op de meeste plaatsen verdween alleen een deel van het duin dat de afgelopen decennia door menselijk ingrijpen was gevormd als onderdeel van de kustlijnverzorging. Een belangrijk element hiervan is handhaving van de kustlijn van 1990 door het opspuiten (suppleren) van zand langs en op het strand. Bij Heems-



Afbeelding 1.

De stormvloed van 9 november 2007. Het zeewater verzadigt de duinvoet waardoor het duin langzaam afkalft.

kerk kwam echter over een lengte van ongeveer een kilometer ouder, op natuurlijke wijze gevormd duin bloot te liggen, op een plek waar nooit gesuppleerd is. De door de stormvloed gevormde steile duinwand (Afb. 2) is een unieke ontsluiting van strand- en duinafzettingen: een afwisseling van zand- en schelpenlagen die een verhaal vertellen over de vorming van dit duin en over een uitzonderlijk hoge stormvloed.

## Stormvloedlagen

De ontsluiting bij Heemskerk wordt gedomineerd door verschillende, discontinue schelpenlagen (Afb. 3). Deze lagen komen op sommige plekken boven elkaar voor. De maximale hoogte van de bovenste schelpenlaag is bijna 6,5 m boven NAP.



Afbeelding 2.  
Steile duinwand,  
ontstaan tijdens  
de stormvloed van  
9 november 2007.



Afbeelding 3.  
Sedimentaire structuren in de stormvloedlagen.

De stormvloedlagen vertonen veel reliëf en duiken lokaal over korte afstand vrij steil naar beneden, tot onder het strandniveau. Net na de stormvloed van 9 november 2007 lag dat op ongeveer 3 m boven NAP. Her en der zijn duidelijke erosievlakken herkenbaar, een aanwijzing dat het in- of uitstromende water soms geulen vormde. De aanwezigheid van meerdere stormvloedlagen zou kunnen wijzen op een stormvloed die meerdere getijcycli omvatte, maar ook op afzetting tijdens verschillende stormvloeden.

Hoe weten we dat de schelpenlagen door stromend water zijn afgezet, en bijvoorbeeld niet door de wind? Hiervoor zijn verschillende aanwijzingen. Grote schelpen liggen vaak met hun bolle kant naar boven. Dat zie je ook vaak op het strand. Een schelp die met

de holle kant naar boven ligt, wordt makkelijk door het water omgegooid; met de bolle kant naar boven stroomt het water er juist makkelijk overheen. De wind doet dit soms ook, maar dan vooral met lichte schelpen. Verder vertonen de schelpenlagen verschillende structuren die duiden op afzetting onder water (Afb. 3). Allereerst zijn ze gekenmerkt door het voorkomen van zogenaamde 'convolute beds', vervormde lagen die ontstaan door drukverschillen tijdens of na sedimentatie. De zakvormige vervormingen zijn tot 50 cm breed en tot 15 cm hoog. Ze bestaan uit een afwisseling van schelpen, schelpgruis en zand. De vervormingen zijn het resultaat van water dat druk uitoefent op onverzadigd, heterogeen sediment, waarbij zand en schelpen zich herverdelen. Ook zijn afglijdingstructuren te zien, ontstaan waar steile randen van geulen instabiel zijn geworden. Tot slot geven luchtontsnappingsstructuren aan waar lucht uit onverzadigd zand is ontsnapt tijdens bedekking en verzadiging van het zandoppervlak met zeewater.

Al deze informatie wijst erop dat de schelpenrijke lagen zijn afgezet door stormgolven die een kustlijn binnendrongen. De kustlijn moet in die tijd bestaan hebben uit een niet overal hoge, golvende zeereep, waarbij de laagste delen van de zeereep werden overspoeld. De hoogste schelpenlagen geven het maximale overspoelingsniveau van de zeereep weer. Zodra de opgestuwde zee de hindernis van de zeereep had genomen, kon het water de achterliggende laagtes bereiken waarin schelpen en zand als zogenaamde overslagafzettingen achterbleven. Sommige van de zandlagen tussen de schelpenlagen bestaan uit sets van parallelle dunne laagjes die in landwaartse richting hellen en dunner worden. Met een grondradar wordt uitgezocht hoe ver deze overslagzanden en de schelpenlagen landwaarts doorlopen (Afb. 4).

Afbeelding 4.  
Vervolgen van de  
schelpenlagen met  
grondradar.



## Ouderdom

De ouderdom van de stormvloedlagen kan op verschillende manieren worden herleid. Allereerst is gekeken naar door de mens gemaakte of gebruikte materialen die kenmerkend zijn voor een bepaalde periode. Bakstenen in de stormvloedlagen zijn mogelijk afkomstig van door eerdere stormvloeden geteisterde kustdorpen die in de loop der tijd in zee verdwenen. Een mooi voorbeeld daarvan is Egmond aan Zee dat tussen 1650 en 1850 voor het grootste deel aan kusterosie ten prooi viel. In twee eeuwen verlegde de kustlijn zich ongeveer 200 meter landwaarts, waarbij ook de Agnietkerk [in 1741] in zee stortte. Baksteen werd in Holland echter al vanaf de Late-Middeleeuwen gebruikt. Voor een meer precieze datering zou een analyse van aangetroffen baksteentypes moeten worden uitgevoerd. De aanwezigheid van steenkool, een betere indicator van de maximale ouderdom, wijst op vorming na de 17<sup>e</sup> eeuw. De steenkool werd gebruikt als brandstof voor vuurbakens, de voorlopers van de huidige vuurtorens. In een door Johannes Rollerus gemaakte plattegrond van Egmond aan Zee uit 1718 zijn op de zeereep duidelijk twee vuurbakens te zien, met daarachter een kolenschuur.

De stormvloedlaag is ook direct gedateerd. Op één plek in de belangrijkste schelpenlaag bevond zich een concentratie van dubbelkleppige kokkels die nog leefden toen ze daar door de stormvloed werden afgezet (Afb. 5). Een <sup>14</sup>C-datering van één van deze kokkels wijst erop dat de stormvloed plaatsvond tussen 1697 en 1805 AD. Nuttige informatie, maar nog een te groot tijdsinterval om een uitspraak te kunnen doen welke historische stormvloed of -vloeden de schelpenlagen hebben afgezet. Het voor <sup>14</sup>C-dateringen grote tijdsinterval is het gevolg van sterke natuurlijke <sup>14</sup>C-fluctuaties die de omrekening van <sup>14</sup>C-ouderdommen naar kalenderjaren bemoeilijken. De meest nauwkeurige informatie over de ouderdom van de stormvloedafzetting komt van optische dateringen van de stormvloedlaag en het duinzand dat zich onder en boven de schelpenlaag bevindt. Op verschillende plekken zijn verticale profielen bemonsterd (Afb. 6), waarvan er inmiddels één is gedateerd.

Het duinzand onder de schelpenlaag is gevormd rond 1700 AD en het duinzand boven de schelpenlaag na 1800 AD. De stormvloedlaag zelf is afgezet rond 1785 AD. Dankzij de optische dateringen kan het grote ouderdoms-interval uit de <sup>14</sup>C-datering worden teruggebracht tot



Afbeelding 5.  
Bemonsteren  
van kokkels voor  
 $^{14}\text{C}$ -datering.



Afbeelding 6.  
Bemonsteren van verticale profielen in duin- en  
stormvloedafzettingen voor optische datering.

enkele decennia aan het einde van de 18<sup>e</sup> en het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw, waarmee toewijzing aan een gedocumenteerde historische stormvloed makkelijker wordt. De belangrijkste kandidaten zijn de stormvloeden van 1775 en 1776 AD.

### Implicaties

In de veiligheidsnorm voor de kust van Noord- en Zuid-Holland is gesteld dat de dijken en duinen een stormvloed die gemiddeld één keer in de 10.000 jaar voorkomt, moeten kunnen weerstaan. De hoogte van zo'n stormvloed is moeilijk te berekenen omdat de meetreeks van waterstanden tijdens extreme stormvloeden pas aan het eind van de 19<sup>e</sup> eeuw is begonnen. Hoewel de door het KNMI uitgevoerde berekeningen steeds betrouwbaarder worden, kunnen historische en geologische archieven belangrijke aanvullende informatie leveren.

Een bijkomend voordeel van het geologische archief is de mogelijkheid om niet alleen naar de hoogte en ouderdom van een stormvloedlaag te kijken maar ook naar de directe gevolgen van de betreffende stormvloed op de toenmalige kust. Hoe ver drong het zeewater de duinen binnen? Wat was de invloed van laagtes in de zeereep? Hoe varieerde de golfploop langs de kust en wat was daarvan de oorzaak? Zodra de stormvloedlaag bij Heemskerk aan een historische stormvloed gekoppeld kan worden, zal worden begonnen met het numeriek modelleren van de kustafslag, golfploop en overslag met behulp van het XBeach model. Dit numerieke model zal worden gevoed met zoveel mogelijk historische weer- wind- en watergegevens uit lokale, regionale en nationale archieven.