

Overstromingsgrind in het dal van de Grensmaas

ONTSTAAN EN BETEKENIS VANUIT EEN LANDSCHAPSARCHEOLOGISCH PERSPECTIEF

Rob Paulussen, ArcheoPro, Akkerwal 9, 6017 AW Thorn

Rond Kerstmis 1993 trad de Limburgse Maas als gevolg van aanhoudende regenval enorm buiten haar oevers. Bij Borgharen werd op 22 december 1993 een maximum debiet gemeten van 3.120 m³/s. In het gehele Limburgse Maasdal voltrok zich een angstaanjagende watersnood. Toen het Maaswaterpeil weer zakte, bleek dat zich op de Belgische oever in de meanderbocht van Meers (gemeente Stein) twee nieuwe grindbanken hadden gevormd. Het bijzondere aan deze grindbanken was dat ze enkele meters boven de zomerbedding op het winterbed waren geworpen. In dit artikel wordt ingegaan op dit bijzondere geomorfologische fenomeen en wordt het vergeleken met de resultaten van een in 2003 uitgevoerd landschapsarcheologisch onderzoek bij Borgharen.

GRINDAFZETTING IN DE MEANDERBOCHT VAN MEERS

Hal

De grindbank die tijdens het hoogwater rond Kerstmis 1993 was gevormd in de meanderbocht van Meers lag net ten zuiden van het Belgische gehucht Hal [figuur 1]. De bank was langwerpige van vorm, circa 225 m lang en 50 m breed. De lengteas liep noord-noordwest, globaal parallel aan de Maasbedding. De grindbank lag op ongeveer 65 m afstand van de oever van de Maas. De afzettingdikte bedroeg gemiddeld 20-30 cm; plaatselijk was enig microreliëf waarneembaar doordat zich stroomribbels hadden gevormd. Het grove grind waaruit de bank was opgebouwd [figuur 2] had aan de bovenzijde een pleisterlaag gevormd. Dit is een grovere en daardoor stabielere, afdekken- de grindlaag die het onderliggende fijnere grind en

zand beschermt tegen erosie. In deze laag was een duidelijke noord-noordwestelijk georiënteerde imbricatie (dakpansgewijze stapeling) van schuifstenen herkenbaar. Onder deze pleisterlaag nam het bestanddeel grof zand sterk toe. De pleisterlaag bevatte stenen en keien met een diameter tot circa 15 cm. Grindbestanddelen met een gewicht van ongeveer 0,5-1 kg waren vrij algemeen. Het gewicht van sommige bedroeg zo'n 2 kg. Opmerkelijk was de aanwezigheid van vrij veel fragmenten bouwpuin, zoals asbestcementplaat, baksteendelen en hoekige stukken blauwgrijze kolenkalk met duidelijke zaagsneden.

In maart 1994 is het grind door de pachter verwijderd. Navraag wees op een totaalvolume van ongeveer 600 m³. Volgens deze pachter zijn grindafzettingen in het winterbed van de Maas tijdens overstromingen niet echt zeldzaam. Alleen de omvang was in december 1993 volgens hem van een geheel andere orde.

Geneuth

Ongeveer één kilometer ten noordwesten van het plaatsje Geneuth lag op de Belgische Maasoever tegenover het 'groen voor grind' proefproject bij Meers een tweede, vergelijkbare grove grindafzetting op het winterbed [figuur 3]. Deze afzetting was ook zo'n 20 cm dik. Onder het grind bevond zich een laag zandige leem, waarschijnlijk kort voorafgaand aan de aanvoer van het grove grind afgezet. Het grind is hier direct achter de rand van de rivierbedding afgezet als gevolg van de aanwezigheid van stroomremmende vegetatie. Door de betonnen bekleding van de Maasoever aan Belgische zijde heeft hier geen oevererosie kunnen plaatsvinden.

OVERSTROMINGSGRIND OF OVERSLAGGRIND

De afzetting van grof grind bovenop rivieroevers is reeds enige tijd bekend, met name uit gebieden in de Verenigde Staten waar regelmatig stortvloeden (Engels: *flash floods*) voorkomen (RITTER, 1975). Ook

FIGUUR 1

Zicht op de grindbank in het Belgische winterbed van de Maas tussen het toen nog bestaande gehucht Hal en de A76. De foto is genomen vanaf de oostelijke oever van de Maas in noordelijke richting met op de achtergrond de brug van de A76. Het grind dat tegen de schuin oplopende beddingoever ligt is materiaal dat kort na de de hoogwaterpiek nog tegen de oever zal zijn omhooggestuwd maar dat vanwege de afgenomen stuwkracht het winterbed echter niet meer heeft kunnen bereiken (foto: R. Paulussen).





FIGUUR 2

Detail van de grindbank tussen het gehucht Hal en de A76. De blikrichting is westwaarts. Aan de dakpansgewijze stapeling van de schuifstenen is de stroomrichting van links naar rechts te zien (foto: R. Paulussen).

in verwilderde riviersystemen is dit een veel voorkomend verschijnsel (DOEGLAS, 1962). Tot dusver wordt er in de Nederlandstalige literatuur weinig vermeld over dit soort uiterst grove oevergrindafzettingen in het noordelijke Maasdal. De Belgische geomorfoloog PAULISSEN (1966) spreekt in een publicatie over de evolutie van het Maasdal in Belgisch Limburg over zogenaamd overslaggrind of overstromingsgrind (Frans: *gravier d'inondation*). Paulissen meldt dat overslaggrind plaatselijk in de alluviale leem voorkomt, maar zegt verder niets over de specifieke kenmerken, voorkomen en mogelijke ontstaanswijze. De meer algemene term 'overslaggronden' werd al in 1950 door de Nederlandse bodemkundige Edelman gehanteerd bij een kartering van de Bommelerwaard (EDELMAN & ERINGA, 1950). Hiermee werden relatief grove oever sedimenten bedoeld, afgezet bovenop de op grotere afstand van de stroomgeul gelegen fijnkorrelige komgronden. In Engelstalige overzichtsliteratuur wordt gesproken over 'splays' (SELBEY, 1985) of 'crevasse splay deposits' (ALLEN, 1965). Volgens SELBEY bestaan die uit beddingafzettingen gevormd in het winterbed tijdens hoogwater als gevolg van oeverwaldoorbraken.

In Nederlandstalige literatuur (o.a. BERENDSEN, 1986, 1997; BERENDSEN & STOUTHAMER, 2001) wordt in navolging van ALLEN (1965) gesproken over crevasse-afzettingen. De op grotere afstand van de rivier gelegen afzettingen onderscheiden zich echter door hun geografische ligging duidelijk van de direct naast de stroomgeul gelegen oeverafzettingen. Wanneer oeverwallen (een soort natuurlijke dijken) steeds hoger worden, komt ook de bedding van de rivier steeds hoger te liggen. Zodra deze zich ter hoogte van het achterliggende winterbed (de zogenaamde kommen) bevindt, kan tijdens een oeverwaldoorbraak ook grofkorrelig beddingmateriaal in het winterbed terecht komen. Bovenstaande terminologie is echter om drie redenen niet van toepassing op de grindbank tussen Hal en de A76. Dit is ten eerste eenduidig een oeverafzetting, ten tweede ontbreken oeverwallen en ten derde ligt de zomerbedding van de Maas meerdere meters beneden het winterbed. De aanduiding overslaggronden of overstromingsgronden is vooralsnog het meest sprekend.

HET GEOLOGISCH BASISMODEL VAN DE RIVIERDALBODEM

De Maas is een meanderende regenrivier met grote verschillen in waterafvoer. Dat betekent dat de actieve stroomgeul in het ongestuwde Grensmaas traject tussen Borgharen en Maasbracht tijdens droge zomermaanden regelmatig bijna droogvalt. De Grensmaas is tegelijk-

kertijd een grindrivier met een relatief groot verval. Plaatselijk vindt er ook nu nog bij hoge stroomdebieten grindtransport plaats.

Tijdens zeer droge zomers staat de rivierbedding plaatselijk vrijwel droog. Er stromen dan nog slechts enkele tientallen kubieke meters water per seconde door het diepste deel van de bedding. Geologisch gezien slaapt de rivier. Het grind en grof zand, dat zich nog onder de waterspiegel bevindt, komt niet of nauwelijks in beweging; de Maasoevers eroderen niet. Enkel zeer fijne minerale deel-

tjes en opgeloste stoffen stromen dan voorbij richting sedimentval- len (dumpplaatsen) zoals de grindplassen bij Roermond. Plaatselijk is het dan mogelijk om in een steile, onbegroeide oever de opbouw van de dalbodem te bekijken. Duidelijk zichtbaar is de gebruikelijke tweedeling van rivierafzettingen in dit deel van de Maas. Onderin bevindt zich een laag grof grind vermengd met keien en veelal grof zand: het beddingmateriaal. Daarboven ligt een één tot soms drie meter dikke laag klei of leem en (fijn) zand, de zogenaamde oeverafzettingen¹. De overgang tussen beide eenheden is veelal scherp begrensd. Oeverafzettingen ontstaan tijdens hoogwater wanneer de rivier buiten haar bedding treedt. Het rivierwater transporteert dan door zijn hoge snelheid niet alleen opgeloste maar ook vaste deeltjes in de vorm van klei, leem, zand, grind en stenen, variërend in diameter van eenduizendste millimeter tot meer dan een meter. Het transport van deze vaste bestanddelen kan, afhankelijk van hun grootte, in principe op drie manieren plaatsvinden: door rollen en schuiven over de bodem, door saltatie (stuiterend over de bodem) of in suspensie (zwevend). Wanneer bij hoogwater de riviervlakte ook overstroomt, neemt de stroomsnelheid buiten de zomerbedding snel af. Het door de rivier schuivend, rollend en salterend aangevoerde grove zand en grind blijft, doordat het slechts tot ongeveer een meter boven de beddingvloer kan worden opgetild, in de stroomgeul achter. Het fijnkorrelige, lichte materiaal (fijn zand, leem en klei) wordt door het turbulente water in suspensie (zwevend) de overstroomde vlakte ingevoerd.

Het meeste suspensiemateriaal bezinkt vlak naast de rivierbedding waar de stroomsnelheid plotseling sterk geremd wordt. Naarmate de rivieroever bij elke overstroming steeds verder wordt opgehoogd, wordt steeds fijnkorreliger materiaal afgezet. Er ontstaat een zogenaamd aflopend lithologisch profiel waarbij de korrelgrootte van onder naar boven afneemt. Het rollend of salterend getransporteerde grind en grof zand worden vanwege de gebondenheid aan het zomerbed aangeduid als beddingafzettingen. De basis van deze beddingafzettingen, de pleisterlaag, wordt gevormd door stenen, keien en blokken met een diameter tot soms meer dan een meter. Wanneer de pleisterlaag platte schuifstenen bevat vertonen deze vaak een dakpansgewijze stapeling, imbricatie genaamd. Dit is de meest stabiele ligging, waarbij de stroom de minste greep heeft op de stenen. In een oude grindafzetting kan onder andere van deze imbricatie gebruik worden gemaakt om de vroegere stroomrichting te bepalen. Doordat vooral tijdens hoogwater de stroomsnelheid van het rivierwater in de buitenbocht van een meanderende rivier als de Maas groter is dan in de binnenbocht overheerst hier de oevererosie. Gelijk-

FIGUUR 3

Gedeelte van de grindbank op de Belgische Maasoever bij Geneuth (foto: R. Paulussen).



tijdig vindt in de tegenoverliggende binnenbocht voornamelijk afzetting van materiaal plaats. Op deze wijze verplaatst de rivierbedding zich onder natuurlijke omstandigheden in zijwaartse richting. Door zo in de loop van duizenden jaren heen en weer te slingeren vormt de rivier een breed en vlak dal met een dikke, vruchtbare klei-leembodem bovenop een goed doorlatend grind-zand pakket [figuur 4]. Door een verandering in de water- en sedimentlast van de rivier kan het aflopend dalbodemprofiel worden doorbroken. In het Limburgse Maasdal heeft dit vooral vanaf de late bronstijd (2100-800 v.Chr.) plaatsgevonden toen als gevolg van een toenemende ontbossing binnen het stroomgebied de rivierdynamiek toenam en in plaats van klei² of zware leem geleidelijk aan meer lichte of zandige leem op de oevers werd afgezet (QUADVLIET, 2006).

ONTSTAANSWIJZE VAN HET OVERSTROMINGSGRIND BIJ MEERS

De bij Meers geconstateerde recente grindafzetting bovenop de fijnkorrelige oeverafzettingen past niet binnen het zojuist beschreven basismodel met onderin grofkorrelige beddingafzettingen, afgedekt door fijnkorrelige oeverafzettingen. Dat geldt ook voor de waargenomen oevererosiezones. Volgens het basismodel vindt oevererosie vooral in de concave (holle) buitenbocht plaats. Bij Meers zijn op drie plaatsen de convexe (bolle) binnenbochten van de Maas sterk geërodeerd. Hiervoor kunnen drie verschillende hydromorfologische processen worden aangedragen:

- Turbulente stromen.
- Helicoïdale stromen oftewel schroefstromen.
- Stroomdraadverlegging

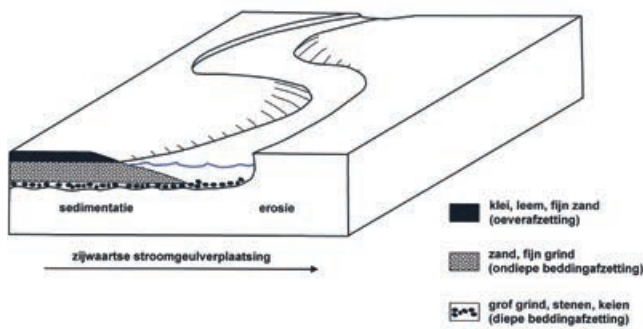
Turbulente stromen

Een eerste mogelijke verklaring vormen turbulente stromen. Tijdens het hoogwater op 22 december 1993 bedroeg het Maaswaterpeil bij het meetpunt Elsloo 40,50 m +NAP. Dit meetpunt bevindt zich op de brugpijler van de A76. De Belgische oever aan de overzijde ligt op 38,40 m +NAP. Het waterniveau in het Belgisch winterbed direct ten noorden van Hal bedroeg dus circa twee meter. Op het diepste punt van de zomerbedding bevindt zich dan een waterkolom van rond de tien meter. Modelberekeningen met behulp van het computerprogramma WAQUA³ van Rijkswaterstaat geven aan dat de maximale stroomsnelheden tijdens het hoogwater tussen Hal en de A76 circa 4-5 m/s bedroegen. Dergelijke hoge snelheden beperken zich volgens dit model tot plaatselijke en vrij smalle stroomdraden in de buitenbocht van de rivier. Direct langs de oevers en in het overstroomde winterbed bedroeg de snelheid 1-2 m/s. Dit is echter een statistisch gemiddelde waarde van uiterst turbulente bewegingen. Hetzelfde geldt voor het stroompatroon; zeer plaatselijk kunnen stroomstoten voorkomen waarvan de snelheid hoger is dan de gemiddelde stroomsnelheid en waarvan de richting anders is dan de hoofdstroom. Waarschijnlijk kunnen hoogenergetische, turbulente stroomstoten echter geen verklaring vormen voor het ontstaan van overslaggrinden tijdens zeer hoog water. Hiervoor zijn ze namelijk

eenvoudig gezegd te chaotisch en te kortstondig. Om een gemiddelde rolkei met een diameter van 10 cm vanaf de beddingvloer meerdere meters recht omhoog te stuwen is een vrij constante en gerichte opwaartse stroming vereist met een snelheid van bijna 10 m/s⁴. Deze verticale stroomsnelheden zullen onder normale omstandigheden echter altijd een factor lager liggen dan de (gemiddelde) horizontale stroomsnelheden. Als turbulente stroomstoten wel van voldoende snelheid zouden zijn om grind bovenop het winterbed te deponeren, dan zouden overslaggrinden bovendien langs de hele rivier aangetroffen moeten worden en niet alleen ter hoogte van rivierbochten. Het zijn waarschijnlijk juist deze voor meanderende rivieren zo typische bochten, die het ontstaan van overslaggrinden kunnen verklaren.

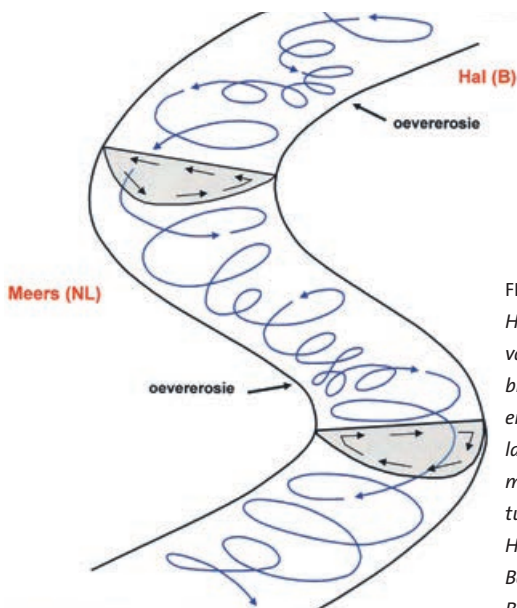
Schroefstromen

Een tweede verklaring voor het ontstaan van overslaggrind en erosie van binnenbochten betreft zogenaamde helicoïdale of schroefstromen. In de S-bocht van Meers wordt het Maaswater tijdens hoogwater door centrifugale krachten naar de buitenbochten gestuwd. Hierdoor ontstaat in de rivier een dwarsverhang; de waterspiegel bevindt zich in de buitenbocht hoger dan in de binnenbocht. Het gevolg is dat er een stroming dwars op de hoofdstroom ontstaat. Het water in de buitenbocht zakt onder invloed van zijn eigen gewicht naar beneden, stroomt over de rivierbodem richting binnenbocht, komt hier weer omhoog en stroomt vervolgens aan de oppervlakte weer terug richting buitenbocht. Doordat de gehele watermassa zich tegelijkertijd stroomafwaarts begeeft, ontwikkelt zich een spiraalvormige stroming die wordt aangeduid als helicoïdale of schroefstroombeweging. BJØRLYKKE (1989) laat zien hoe de schroefstroom zich tussen twee bochten omkeert en daarbij de binnenbocht sterk erodeert [figuur 5]. Deze afwijkende erosiezones konden direct na de overstromingen van 1993 en 1995 ook op diverse plaatsen langs de Maas duidelijk worden waargenomen [figuur 6]. Pal tegenover Kotem is tijdens het hoogwater van 1993 een oevergedeelte van de Elsloër Beemden over een lengte van ongeveer 200 m en een breedte van circa 10 m weggespoeld [figuur 6]. Ter hoogte van de toenmalige grindwinlocatie L'Ortye, het huidige 'groen voor grind' proefproject bij Meers, is tegelijkertijd bijna 900 m Maasoever weggespoeld. Tijdens het hoogwater van januari 1995 is zelfs de zwaar bedijkte oever direct stroomafwaarts van Hal sterk geërodeerd en heeft de rivier enkele honderden meters stroomafwaarts opnieuw een grote grindbank bovenop het winterbed afgezet op exact dezelfde plek als in 1993. Deze drie ero-



siezones bevinden zich conform figuur 5 in een binnenbocht van de rivier, buiten het bereik van de hoogste stroomsnelheden in de buitenbochten.

Schroefstroombewegingen zijn het meest effectief als de rivierbedding volledig gevuld is, de zogenaamde *bankfull stage*. Zodra de rivier buiten haar oevers treedt kan het water namelijk niet meer tegen de buitenbochttoever worden gestuwd waardoor het dwarsverhang verdwijnt en de schroefstroombeweging in principe stopt. Eenzijdige aanleg van hogere dijken langs de buitenbocht, zoals bij Kotem, zorgt ervoor dat tijdens hoogwater de schroefstroombeweging in stand blijft waardoor de onbedijkte binnenbochttoever aan Nederlandse zijde enorm kan worden aangetast. Stroomafwaarts van Hal is deze situatie omgekeerd doordat hier de terrasrand van de Scharberg als een natuurlijke dijk fungeert waardoor de Belgische oevers van de Kotemer Beemden tijdens zeer hoge waterstanden door krachtige, opwaarts gerichte schroefstromen over hun volle lengte zijn geërodeerd. Veldwaarnemingen van zowel Rijkswaterstaat als de auteur wijzen er op dat door deze schroefstromen grote hoeveelheden sediment over de volledige bochtlengte bovenop het winterbed pal naast de stroomgeul zijn afgezet. Het betreft echter grof zand, geen grind. Het grind in het winterbed bij Hal lijkt niet door de dwarsgeplaatste schroefstromingen aangevoerd. In dat geval zou namelijk het overslaggrind net als het zand over de volledige bochtlengte zijn aangevoerd waarbij de imbricaterichting zou moeten aansluiten op de richting van de schroefstroming. Dit was niet het geval. Schroefstroombewegingen kunnen ook niet het ontstaan van de tweede overslaggrindbank tussen Meers en



FIGUUR 5
Het stroommodel van Bjørlykke met bijbehorende erosiezones gereleateerd aan de meanderbocht tussen de dorpjes Hal en Meers. Bewerkt naar BJØRLYKKE (1989).

FIGUUR 4

Sterk vereenvoudigde schematische weergave van de opbouw van een riviervlakte behorend bij een meanderend stroomtype.

Maasmechelen verklaren die in plaats van in de binnenbocht in de buitenbocht is ontstaan.

Stroomdraadverlegging

In februari 1995 kon na het tweede hoogwater duidelijk worden vastgesteld dat het overslaggrind van de Kotemer Beemden zeer plaatselijk via een erosiegat in de dijk bij Hal uit de rivierbedding is opgestuwd, vervolgens enkele honderden meters parallel aan de zomerbedding over het overstroomde winterbed is getransporteerd om uiteindelijk aan de voet van de stroomremmende brugpijlers van de A76 te worden afgezet.

Ondanks de hoge voorspellingswaarde van het model van BJØRLYKKE (1989) voor wat betreft de situering van oevererosiezones, is het derhalve vooral nog meer waarschijnlijk dat overslaggrinden ontstaan bij zeer hoog water, als de rivier zijn meanderende stroomdraad ten behoeve van een zo efficiënt mogelijke piekafvoer rechtrekt door deze van de buitenbocht naar het midden van de winterbedding te verleggen [figuur 6]. Daarbij snijdt de stroomdraad de binnenbochten van de zomerbedding aan, stoot met snelheden van meerdere meters per seconde op de oever en erodeert deze. Meegevoerd beddinggrind wordt dan door een krachtige verticale opstuwung van het rivierwater bovenop het winterbed getild om hier als overslaggrind achter te blijven. SPARKS (1960) beschreef dit proces van stroomdraadverlegging met een verschuiving van de maximale oevererosie van de buitenbocht naar de binnenbocht al in 1960 maar sprak niet over het ontstaan van overslaggrind.

Onder (meer) natuurlijke omstandigheden zouden er in het dal van de Grensmaas waarschijnlijk minder overslaggrinden kunnen ontstaan. Door de kunstmatige vernauwing van het zomerbed en de aanleg van hoge winterdijken in de tweede helft van de 19^e eeuw, op relatief korte afstand van de bedding, zullen incidentele piekafvoeren eerder tot extreem hoge waterstanden in het winterbed leiden die gepaard kunnen gaan met een stroomdraadverlegging.

Een bijkomende factor die het ontstaan van overslaggrinden kan verklaren is een hoog slibgehalte van het rivierwater. Hierdoor neemt namelijk de dichtheid van de watermassa toe waardoor het (relatieve) gewicht van de individuele grinddelen afneemt. Sterke oevererosie, waardoor de rivier plaatselijk honderden tonnen jonge rivierleem opneemt die in vergelijking met de oudere, meer kleirijke afzettingen gemakkelijk in suspensie gaat, leidt er dus toe dat grinddelen bij lagere stroomsnelheden kunnen worden getransporteerd.

Dat het overslaggrind in de Kotemer Beemden is aangevoerd vanuit de Maasbedding blijkt onder andere uit de aangetroffen fragmenten asbestcementplaat afkomstig van de weggespoelde veestal in Hal en de stukken kolenkalk afkomstig van de dijkbekleding. Het grind bestaat echter niet uit geërodeerd beddingmateriaal. De pleisterlaag van de huidige Maasbedding blijkt namelijk ook tijdens extreem hoog water voldoende stabiel te zijn. Als bron heeft waarschijnlijk de eerder genoemde oevererosiezone tegenover Kotem, enkele honderden meters stroomopwaarts, gediend [figuur 6]. Hier is over een breedte van circa tien meter een halve meter grind met een volume van ongeveer 1.000 m³ weggespoeld. Dit is een hoeveelheid die qua ordegrrootte redelijk overeenkomt met het volume van de overslaggrindbank.

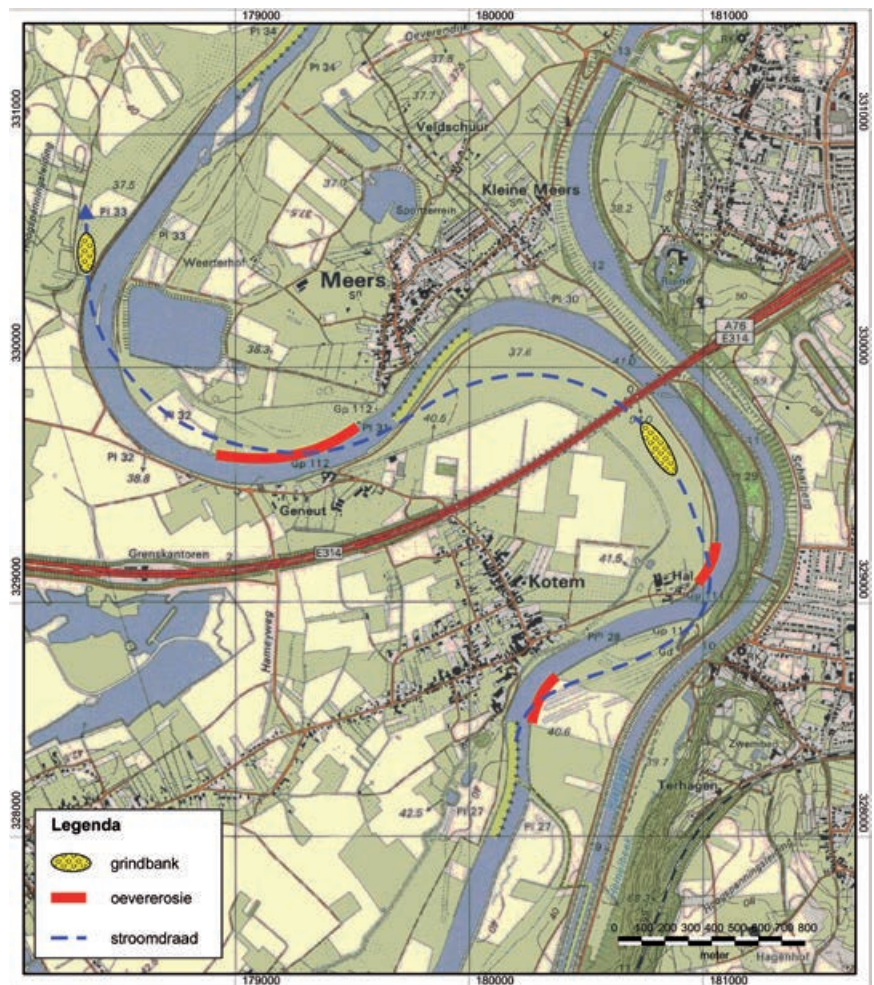
FIGUUR 6

Ligging van de beide grindbanken in het winterbed van de Maas in de meanderbocht bij Meers, de vastgestelde oevererosiezones en de vermoedelijke stroomdraad tijdens het hoogwater van 1993 en 1995. Als ondergrond is de topografische kaart van Nederland (bron: Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn) uit 1989 gebruikt. Met dank aan J. Orbons voor de uitsnede van de topografische basiskaart.

(OVERSTROMINGS)GRIND BIJ BORGHAREN

Uit onderzoek van VAN DE GRAAF & DE KRAMER (2005) naar de opbouw van de alluviale bodem bij Borgharen blijkt dat de oeversedimenten hier bestaan uit een pakket fijnsiltige zware leem (ook aangeduid als oude klei). Dit wordt afgedekt door een jonger pakket grofsiltige lichte leem (jonge klei). De zware leemafzettingen dateren uit het Vroeg- en Midden-Holoceen (circa 10.000-5.000 jaar geleden). De jongere, lichte alluviale lemen zijn vermoedelijk een gevolg van het in cultuur nemen van de lössrijke bodems in het stroomgebied van de Maas. Wat opvalt is dat in vrijwel alle beschreven bodemprofielen ook geïsoleerde grindlagen voorkomen. In één van de profielen zijn zelfs drie geïsoleerde grindlagen zichtbaar, waarschijnlijk afgezet vanuit de pal naastgelegen stroomgeul [figuur 7]. Het niveau van deze lagen wordt doorsneden door een Merovingisch graf uit de zesde of zevende eeuw [figuur 7, verticale zwarte lijn]. In de jongere lössachtige leemafzettingen ter hoogte van de top van het graf komen geen grindlagen voor. Dit wijst op laag-energetisch overstromingen ter plaatse, waarschijnlijk als gevolg van het inactief worden van de stroomgeul links van het graf. In een ander profiel zijn vier van dergelijke geïsoleerde grindlagen in oeversedimenten waargenomen. De grootste grindlaag is hier circa 50 m breed. De kortste afstand tot de nabij gelegen oude stroomgeul bedraagt ongeveer 60 m. De omvang en de ligging ten opzichte van de stroomgeul zijn vergelijkbaar met de grindbank die in 1993 bij Meers is gevormd.

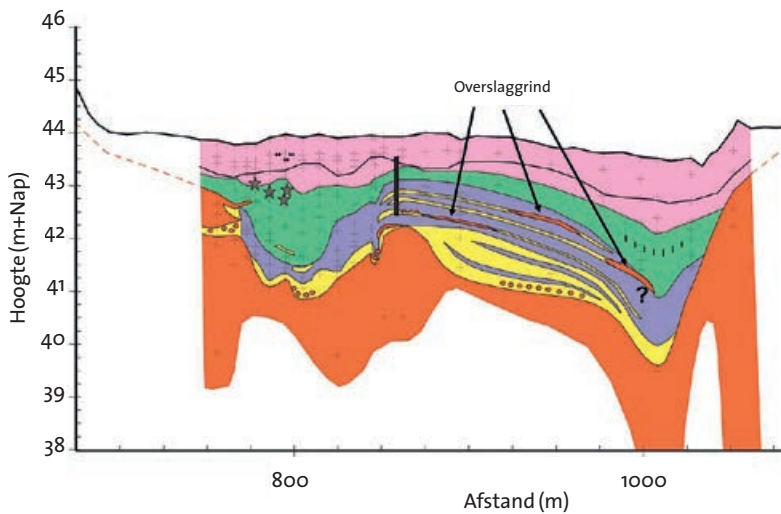
VAN DE GRAAF & DE KRAMER (2005) gaan niet nader in op deze toch veel voorkomende, geïsoleerde grindlagen en -lenzen. Aangegeven wordt alleen dat ze zijn ontstaan doordat ijschotsen met vastgevroren beddinggrind tijdens een hoogwater in het winterbed zijn terechtgekomen, met het zakken van het waterniveau zijn achtergebleven en gesmolten waardoor het grind vrijkwam en tijdens latere overstromingen werd afgedekt. Dit is een variant op een reeds langer bestaande theorie die vaak werd en nog wordt gehanteerd om de aanwezigheid van zeer grote zwerfkeien zoals de 'dikke stein' in Elslou en de 'Taterstein' in Stein te verklaren. Ondertussen heeft onderzoek meermaals aangetoond dat daarvoor geen ijschotsen nodig zijn en dat bij piekafvoeren in rivieren dergelijke grote keien ook zonder dat ze zijn vastgevroren in ijs rollend getransporteerd kunnen worden (BROWN, 1997). De hiervoor beschreven waarnemingen die na de overstromingen van 1993 en 1995 bij Meers zijn gedaan, tonen aan



dat voor het verklaren van de aanwezigheid van geïsoleerde grindlagen en -lenzen in de oeverafzettingen van de Maas geen ijschotsen noodzakelijk zijn.

De bij Borgharen in oeverafzettingen vastgestelde grindlagen kunnen wellicht overslaggrindafzettingen zijn die corresponderen met meer of minder grote overstromingen van de toenmalige riviervlakte. De dikte van deze lagen varieert van circa 5-20 cm en is vergelijkbaar met de 1993 en 1995 gevormde overslaggrindbanken bij Meers. Opvallend is wel dat deze ingeschakelde grindlagen hoofdzakelijk in de oudere, zware leemafzettingen voorkomen en niet in de jongere lichte leemafzettingen met een meer lössachtig karakter. Het tegenovergestelde zou worden verwacht aangezien ontbossing binnen het stroomgebied gepaard zal gaan met een verhoging van de piekafvoer. Als het daadwerkelijk overslaggrindafzettingen zijn, dan past deze constatering niet binnen het bestaande beeld dat er tussen 9.000 en 3.100 jaar geleden sprake was van een geringe hydrodynamiek waardoor er relatief weinig overstromingen plaatsvonden (STOEPKER, 2006). Er kan een drietal mogelijke verklaringen worden genoemd:

Kan het tijdsverschil tussen wateraanvoer en slibaanvoer hiervoor een verklaring zijn? Tijdens de eerste fase van ontbossingen neemt namelijk vrij snel de waterafvoer toe, maar wordt een relatief groot deel van het slib eerst nog bovenstrooms gebufferd onderaan hellingvoeten, zoals in droog- en beekdalen. Hogere piekafvoeren in de rivier bevatten dan nog slechts een geringe sedimentlast waardoor de stroom een lagere dichtheid en dus minder transportvermogen heeft.



FIGUUR 7

Geologisch dwarsprofiel van een van de werkputten bij Borgharen met de aanduiding van overslaggrindlagen. Bewerkt naar VAN DE GRAAF & DE KRAMER (2005).

In plaats van ontbossing door de mens kunnen al voor de introductie van de landbouw natuurlijke klimaatveranderingen een rol hebben gespeeld in het al dan niet ontstaan van alluviaal overslaggrind. VAN DE GRAAF & DE KRAMER (2005) geven aan dat de onderste zware leemafzettingen met grindlagen in eerste instantie sterk zandig zijn. Met het verdwijnen van de geïsoleerde grindlagen in de sequenties van Borgharen neemt ook het aandeel zand in de oeverafzettingen af. Het ligt voor de hand om te veronderstellen dat er een onderling verband bestaat.

Echter niet alleen milieudynamiek in het brongebied van de Maas kan leiden tot veranderende sedimentatie. Er kan ook sprake zijn van veranderende afzettingscondities doordat de rivier eenvoudigweg zijn actieve stroomgeul zijwaarts verlegt en op een grotere afstand is gaan stromen.

Duidelijk is dat het complex aan factoren dat een rol speelt bij de interpretatie van alluviale sedimenten en reliëfvormen de noodzaak van interdisciplinair onderzoek benadrukt. Daarnaast moeten ook de onderling verschillende tijdschalen waarop de verschillende processen zich afspelen niet uit het oog worden verloren. Het ontstaan van een laag overslaggrind gebeurt in een op de (geo)archeologische tijdschaal superkort moment van hooguit enkele dagen, terwijl de vorming van een alluviale rivierlakte zich afspeelt op een tijdschaal van enkele millennia tot enkele eeuwen. Grote overslaggrinden en de achterliggende grote overstromingen kunnen dus worden beschouwd als incidentele en zeer kortstondige energiepulsen die eenvoudigweg horen bij de grotendeels zeer geleidelijke ontwikkeling van een rivierdalbodem. Het wordt interessanter wanneer de frequentie en de toe- of afname van de frequentie van grote overstromingen die overslaggrind veroorzaakt kan worden achterhaald.

DE LANDSCHAPSARCHEOLOGISCHE BETEKENIS

Het laatste decennium heeft er een kentering in de aandacht voor archeologisch onderzoek van beek- en rivierdalen plaatsgevonden (RENSINK, 2008). Maar niet alleen de bewoning en het landgebruik binnen het beek- of rivierdal zijn een onderzoeksthema. Ook de studie naar de (voormalige) rivierdynamiek wordt van belang geacht, aangezien beken en rivieren dynamische landschapselementen

zijn die een sterke invloed hebben op de gebruiksmogelijkheden van het landschap (ARTS *et al.*, 2006). De toename van de leemfractie in de oeverafzettingen van de Maas hangt samen met een toenemende ontbossing en bodemerosie vanaf waarschijnlijk de late bronstijd (1100 - 800 v.Chr.). Grote overslaggrindaafzettingen wijzen op grote overstromingen van de rivierlakte die op hun beurt weer het gevolg kunnen zijn van door de mens veroorzaakte grootschalige landschappelijke veranderingen stroomopwaarts. Vanuit een landschapsarcheologisch perspectief kunnen deze grove grindafzettingen in het Maas-

dal derhalve indirect duiden op maatschappelijke transformaties stroomopwaarts. In het rivierdal zelf kunnen megaoverstromingen juist maatschappelijke transformaties initiëren. Nederzettingen en transportroutes kunnen op zo'n moment verdwijnen, rivierlopen kunnen zich verleggen, landgebruik kan veranderen, dijken worden aangelegd, eigendomsgrenzen wijzigen etc. Hebben de bewoners van het Maasdal meebewogen met dergelijke overstromingen of zich er juist tegen verdedigd, heeft dit bijvoorbeeld lokaal of regionaal tot andere politieke of economische machtsstructuren geleid? Uiteindelijk is het dus niet zozeer van belang om aan te tonen dat deze overstromingen er wel of niet zijn geweest, maar om na te gaan of deze daadwerkelijk met transformaties van de samenleving zowel in als buiten het Maasdal gepaard zijn gegaan. Anderzijds kan ook blijken dat deze overstromingen nauwelijks van invloed zijn geweest op de vroegere bewoning van het Maasdal en dat men zich gemakkelijk aan dit fenomeen heeft weten aan te passen. Daarnaast kunnen dergelijke zeer grove grindafzettingen in de steentijd een grondstoffenbron hebben gevormd voor de bewoners van het rivierdal. Doordat het grind niet in de stroomgeul ligt is het gemakkelijker en bijna permanent bereikbaar. Specifieke componenten zoals vuursteen blijven ook langer zichtbaar doordat er minder slibafzetting zal plaatsvinden dan in de stroomgeul. Binnen of aan de rand van de overslaggrindbank kunnen daarom resten van bijzondere activiteitenzones zoals (vuur)steenbewerkingssites voorkomen. In tegenstelling tot activiteitenzones in de stroomgeul zelf, zullen deze eerder door fijnkorrelige oeverafzettingen worden afgedekt en geconserveerd.

CONCLUSIE

Op basis van het bovenstaande onderzoek kan worden geconcludeerd dat er binnen het Holocene dal van de Limburgse Grensmaas zogenaamde overslaggrinden kunnen voorkomen. Deze grove grindafzettingen bovenop de fijnkorrelige oeverafzettingen ontstaan door stroomdraadverleggingen in meanderbochten die optreden zodra bij een hoge waterafvoer de rivierlakte mee gaat functioneren in de afvoer van het water. Tegelijkertijd eroderen dan niet alleen zoals verwacht de buitenbochten maar ook de binnenbochten van meanders. Overslaggrindaafzettingen kunnen vanuit een landschapsarcheologisch onderzoeksperspectief als een belangrijk indicator fungeren

voor grote overstromingen in het verleden en de daarmee eventueel gepaard gaande transformatieprocessen binnen de menselijke samenleving in het rivierdal. Aanbevolen wordt om tijdens toekomstig landschapsarcheologisch onderzoek van het dal van de Grensmaas meer expliciet aandacht te schenken aan de aard, ontstaanswijze en betekenis van dergelijke afzettingen.

Noten

1 BERENDSEN (1986;1997) onderscheidt naast oeverafzettingen en beddingafzettingen ook restgeulafzettingen, komafzettingen, crevasse-afzettingen en dijkdoorbraakafzettingen. Oeverafzettingen duidt ALLEN (1965) aan als 'overbank or topstratum deposits'; beddingafzettingen zijn 'channel or substratum deposits'.

2 Klei (lutum) bestaat uit minerale deeltjes kleiner dan 2 micron (μ), leem uit minerale deeltjes tussen de 2-63 μ , zand tussen de 63 en 2.000 μ (1 μ is 0,001 mm).

3 WAQUA is een hydrodynamisch computersimulatiemodel voor het tweedimensionaal berekenen van onder meer de waterbeweging in rivieren. Ten behoeve van deze studie is door Rijkswaterstaat Limburg kaartmateriaal met isolijnen van stroomsnelheden in de meanderbocht tussen Meers en Elsloo ter beschikking gesteld.

4 De Zweed C.W. Oseen heeft in 1910 een formule opgesteld voor de berekening van bezinkingssnelheden van deeltjes in een vloeistof. Op basis hiervan geeft VAN STRAATEN (1982) op pagina 294 een grafiek weer waarin de valsnelheid in water en deeltjesgrootte aan elkaar worden gerelateerd. Zodra de theoretische valsnelheid even groot is als de opwaarts gerichte stroomsnelheid van het water, zal het betreffende deeltje omhoog getransporteerd worden. Voor een grinddeel van 100 mm doorsnede zou in water met een temperatuur van 20°C een opwaarts gerichte stroming van bijna 10 m/s noodzakelijk zijn. Dat is dus tweemaal de horizontale stroomsnelheid die tijdens het hoogwater volgens het WAQUA-model is opgetreden.

Summary

GRAVEL DEPOSITS AFTER FLOODING IN THE VALLEY OF THE MEUSE

The valley of the river Meuse north of Maastricht (Netherlands) was flooded in the winter of 1993. This flash flood resulted in two coarse gravel banks being formed along the meander bend between the villages of Hal (Belgium) and Meers (Netherlands) on the floodplain surface, several metres above the river channel. They disrupt the typical upward fining sequence of normal floodplain deposits. Although mentioned in some American reports, the formation of these gravel overbank deposits has been rarely reported for the stretch of the river Meuse where it forms the Dutch-Belgian border. They have previously been mentioned as so-called 'overflow gravel' or 'flood gravel' deposits, but no explanation for their origin has been given. Theoretically, there are three hydromorphological processes during flash floods which can cause the formation of these overbank deposits: turbulent high-speed currents along the floodplain-channel boundary, helicoidal or spiral flows in river bends intersecting the floodplain-channel boundary or relocation of the thread of maximum current. Observations at the meander bend at Meers indicate that relocation of the thread of maximum current is the most plausible cause, in combination with a locally high loam content caused by riverside erosion upstream. From the point of view of landscape archaeology, there is a need for greater efforts to understand and date these phenomena as indicators of large flood events and to study their

implications for the inhabitants of the active floodplain in the Meuse river valley. So far, these phenomena have not attracted much interest, however, even during more recent archaeological research.

Literatuur

- ALLEN, J.R.L., 1965. A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. *Sedimentology* 5(2): 89-191.
- ARTS, N., A. HUIJBERS, K. LEENDERS, J. SCHOTTEN, H. STOEPKER, F. THEUWS & A. VERHOEVEN, 2007. Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA). Hoofdstuk 22. De middeleeuwen en vroegmoderne tijd in Zuid-Nederland. Versie 1.0. Februari 2007. Geraadpleegd op 20 januari 2013. <http://www.noaa.nl/toc/balk1-4-22.htm>.
- BERENDSEN, H.J.A., 1986. De genese van het landschap in het zuiden van de provincie Utrecht. *Utrechtse Geografische Studies* 25. Geografisch Instituut Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht.
- BERENDSEN, H.J.A., 1997. De vorming van het land. Inleiding in de geologie en geomorfologie. Van Gorcum, Assen.
- BERENDSEN, H.J.A. & E. STOUTHAMER, 2001. Palaeogeographic development of the Rhine-Meuse delta, The Netherlands. Van Gorcum, Assen.
- BJØRLYKKE, K., 1989. *Sedimentology and petroleum geology*. Springer-Verlag, New York.
- BROWN, A.G., 1997. *Alluvial geoarchaeology: floodplain archaeology and environmental change* (Cambridge manuals in archaeology). Cambridge University Press, Cambridge.
- DOEGLAS, D.J., 1962. The structure of sedimentary deposits of braided rivers. *Sedimentology* 1(3): 167-190.
- EDELMAN, C.H. & L. ERINGA, 1950. De Bodemkartering van Nederland. Deel 7: Een Bodemkartering

van de Bommelerwaard boven den Meidijk. (A Soil Survey of the Bommelerwaard boven den Meidijk). Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen, no. 56.18. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage.

- GRAAF, W.S. VAN DE & J. DE KRAMER, 2005. Inventariserend Veldonderzoek Borgharen-Daalderveld, waarderende fase Archeologisch Onderzoek in de Maaswerken. De Maaswerken: IVO Borgharen-Daalderveld. Becker & Van de Graaf, Nijmegen.
- PAULISSEN, E., 1966. Eerste resultaten van een morfologisch onderzoek in de vallei van de Maas in Belgisch Limburg. *Acta Geographica Lovaniensia* IV: 114-128.
- QUADFLIEG, B., 2006. De Grensmaas—landschapsontwikkeling en onderzoeksmethoden. In: Stoepker, H., P.G. van der Gaauw, J. Peters, B. Quadflieg, A. Simons, P. Stassen & K. Winthagen, Synthese en evaluatie van het inventariserend archeologisch onderzoek in de Maaswerken 1998–2005. Rijkswaterstaat/De Maaswerken, Maastricht: 57-78.
- RENSINK, E. (RED.), 2008. *Archeologie en beekdalen. Schatkamers van het verleden*. Matijns, Utrecht.
- RITTER, D.F., 1975. Stratigraphic implications of coarse-grained gravel deposited as overbank sediment, southern Illinois. *The Journal of Geology* 83(5): 645-650
- SELBEY, M.J., 1985. *Earth's changing surface. An introduction to geomorphology*. Clarendon Press, Oxford.
- SPARKS, B.W., 1960. *Geomorphology*. Butler & Tanner Ltd., London
- STOEPKER, H., P. G. VAN DER GAAUW, J. PETERS, B. QUADFLIEG, A. SIMONS, P. STASSEN & K. WINTHAGEN, 2006. Synthese en evaluatie van het inventariserend archeologisch onderzoek in de Maaswerken 1998–2005. Rijkswaterstaat/De Maaswerken, Maastricht.
- STRAATEN, L.M.JU VAN (RED.), 1982. *Algemene geologie*. Wolters Noordhoff, Groningen