



Slibbalans Loosdrechtse Plassen

J. VOORT, DIENST WATERBEHEER EN RIOLERING

R. KOOMANS, MEDUSA

J. HOFSTRA, DIENST WATERBEHEER EN RIOLERING

Het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht probeert met een herstelplan de Loosdrechtse Plassen weer helder te krijgen. Eerder onderzoek toonde aan dat het zeer fijne, zwevende slib in het water in belangrijke mate bijdraagt aan de vertroebeling van de plassen. Hierdoor voldoen ze niet aan de norm voor doorzicht van zwemwater en ook niet aan de ecologische normdoelstellingen. Een maatregel om dit zeer fijne slib permanent af te vangen bestaat uit het aanleggen van diepe putten. Het Waterlooppkundig Laboratorium heeft een slibbalans opgesteld voor het zeer fijne slib, die inzicht geeft in het uiteindelijk effect van de putten. Een moeilijk te bepalen aanvoerpost in deze slibbalans is de productie van zeer fijn slib uit veen als gevolg van de erosie van bodem en oevers.

DWR, de uitvoerende dienst van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht, heeft onderzoek laten verrichten om deze aanvoerpost en de afvoerpost 'accumulatie' in de slibbalans te kunnen onderbouwen met veldwaarnemingen. Het Medusa-systeem (zie H₂O nr. 18, pag. 46) is gebruikt om de slibverspreiding en accumulatie van slib in het plassengebied te bepalen en monsters zijn geanalyseerd om de herkomst van het sediment te bepalen.

Dit onderzoek heeft de aannames van de slibbalans bevestigd. Daarnaast heeft het onderzoek veel inzicht opgeleverd in de structuur van de waterbodem van de Loosdrechtse Plassen.

De Loosdrechtse Plassen liggen in een veengebied in het zuidoosten van de provincie Noord-Holland, aan de voet van de Gooise stuwwal. De plassen zijn ontstaan vanaf de tweede helft van de 17e eeuw, toen grote delen

veenmoeras werden afgegraven om turf te winnen. Deze turf werd gedroogd op legakkers en per schip afgevoerd naar omringende steden, waaronder Utrecht en Amsterdam. Geleidelijk verdwenen deze legakkers door wind en golfslag en ontstond een gebied van met elkaar verbonden plassen en petgaten. De Loosdrechtse Plassen vormen hierin met een oppervlak van 1200 ha en een gemiddelde diepte van twee meter het grootste deelgebied.

Door de drooglegging van meren in de omgeving, de huidige Bethunepolder en de Horstermeerpolder, verminderde de kwelstroom naar de Loosdrechtse Plassen. Ook de diepe grondwateronttrekkingen ten behoeve van drinkwaterbereiding op de Gooise heuvelrug leidden ertoe dat minder kwelwater naar de Loosdrechtse Plassen kon stromen. De verminderde aanvoer van schoon grondwater werd gecompenseerd met de inlaat van Vechtwater, dat zwaar belast was met verontreinigingen uit onder andere de stad Utrecht. De nutriëntenbelasting van het plassengebied nam hierdoor toe, waardoor het gebied omstreeks de vijftiger jaren haar oorspronkelijke schoonheid en helderheid verloor.

Het herstelproject

Het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht is bezig met een herstelplan om de Loosdrechtse Plassen weer helder te krijgen. Het doorzicht van het plassenvoer is onvoldoende om optimaal aan haar functies van recreatiegebied en natuurgebied te kunnen voldoen. Er zijn maatregelen getroffen om de externe fosfaatbelasting c.q. de algengroei terug te dringen door de aanleg van riolering

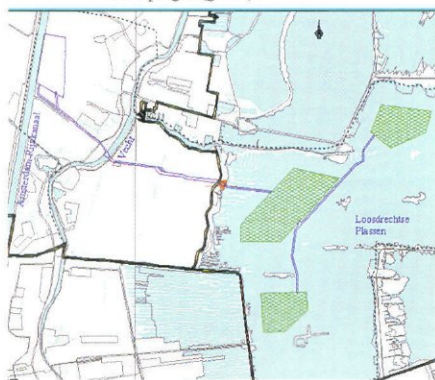
in de jaren '70, de vervanging van de inlaat van zeer nutriëntrijk Vechtwater door de inlaat van gedefosfateerd water uit het Amsterdam-Rijnkanaal in 1984 en het dichten van sluislekken in de jaren '90. Dit heeft echter nog niet geresulteerd in een afdoende herstel van het lichtklimaat. Onderzoek heeft aangetoond dat naast algengroei het zeer fijne, zwevende slib (doorsnede deeltjes kleiner dan tien micrometer) in de waterkolom in belangrijke mate bijdraagt aan de vertroebeling van het water. Een maatregel om dit zeer fijne slib permanent af te vangen bestaat uit het aanleggen van diepe putten. Het zeer fijne slib kan in deze putten bezinken zonder dat het opnieuw opwervelt. Door de verbetering van het lichtklimaat zal de bodembegroeiing met ondergedoken waterplanten toenemen. Deze planten gaan erosie van bodemslib tegen, waardoor het doorzicht uiteindelijk nog verder kan toenemen. Aanvullend zullen nog maatregelen getroffen worden om de fosfaatbelasting van de plassen zowel extern als intern te verlagen.

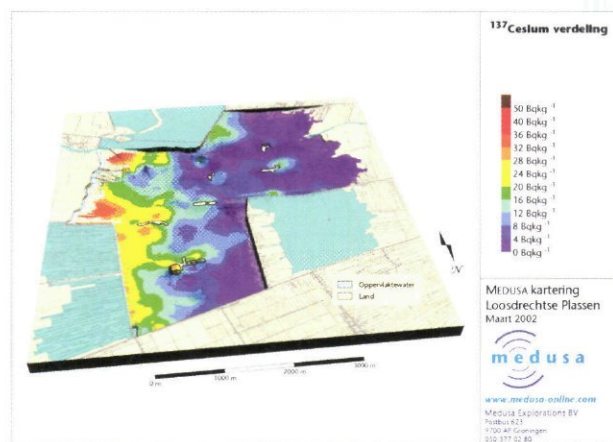
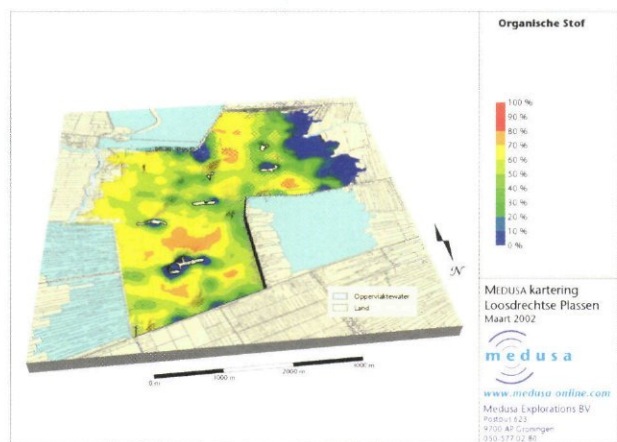
De maatregelen staan beschreven in een definitief ontwerp¹⁾ en een milieueffectrapportage²⁾. De locaties staan al vast: 14 tot 16 meter diep in het westelijk deel van de eerste, derde en vierde plas (afbeelding 1). Op deze locaties is de verwachte bezinking van zeer fijn slib het hoogst³⁾. De putten zullen met een gezamenlijk oppervlak van circa 120 hectare tien procent van het oppervlak van de Loosdrechtse Plassen beslaan.

Mer-studie

Ten behoeve van de milieueffectrapportage is een massabalans opgesteld voor het zeer fijne slib⁴⁾. Een onzekere factor in deze studie vormt de grootte van het oppervlak waar fijn slib in de huidige situatie bezinkt zonder dat het opnieuw wordt opgewerveld (= effectief accumulatie oppervlak). Als het zeer fijne slib in de huidige situatie al over een groot oppervlak accumuleert, zal het effect van de putten klein zijn. Volgens het Waterlooppkundig Laboratorium zou dit huidige effectieve accumulatieoppervlak maximaal 130 ha mogen zijn. Daarboven zullen de putten slechts een beperkte bijdrage leveren aan een verbetering van het lichtklimaat en dienen aanvullende maatregelen getroffen te worden om de effectiviteit van de putten te verhogen. De belangrijkste productiefactoren van slib zijn algengroei en erosie van de veenbodem en -oevers. De grootte van het effectieve accumulatieoppervlak van het zeer fijne slib kan via een massabalans worden herleid tot een verhouding tussen algen en veen. Volgens de massabalans zal het zeer fijne slib uit gelijke hoeveelheden veen- en algenmateriaal bestaan bij een effectief accumulatieoppervlak van 100 hectare. Bij kleinere oppervlakken bestaat het merendeel

Afb. 1: De Loosdrechtse Plassen met de geplande verdiepingen (groen).





Afb. 2: Verspreiding van organische stof (rood = hoog).

Afb. 3: Verspreiding van $^{137}\text{Cesium}$ (rood = hoog).

uit algenmateriaal en bij grotere oppervlakken zal de samenstelling gedomineerd worden door veenmateriaal.

Om de verspreiding van het slib in kaart te brengen is een Medusa-kartering uitgevoerd; de herkomst van het slib is bepaald met behulp van sedimentmonsters.

De grootte van het totale accumulatieoppervlak (alle slibdeeltjes, ongeacht diameter) is bepaald met behulp van een gebiedsdekkende kartering. Met aanvullende bemonsteringen van de toplaag (circa 30 cm) van het sediment en bepaling van de deeltjesgrootte en -herkomst (veen/algen) is getracht meer inzicht te krijgen in het effectief accumulatieoppervlak van de zeer fijne deeltjes.

Medusa

Medusa is een meetsysteem waarmee op een snelle en effectieve manier de bodemsamenstelling in kaart kan worden gebracht. Het apparaat wordt achter een boot over de bodem gesleept. Het systeem integreert data van meerdere sensoren, waaronder geluid, waterdruk (diepte) en de belangrijkste parameter, gammastraling. Deze metingen worden gekoppeld aan de metingen met plaatsbepalingapparatuur.

De gammasonde meet met grote nauwkeurigheid de concentraties van een aantal van nature aanwezige radioactieve stoffen (nucliden). Deze stoffen zijn de isotopen van kalium, thorium, uranium en - soms - cesium. Uit onderzoek aan de Rijksuniversiteit van Groningen⁵⁾ blijkt dat de concentraties van deze radionucliden maatgevend zijn voor een aantal belangrijke sedimenteigenschappen, waaronder de mineraalsamenstelling (slibgehalte) en de mediane korrelgrootte.

Sedimentverdeling

In eerdere studies is gezien dat de activiteitsconcentraties van kalium, uranium en thorium in klei (minerale fractie kleiner dan

63 μm) groter zijn dan in zand en organisch stof. Met behulp van de relatie tussen het kaliumgehalte en de organisch stoffractie kunnen de in-situ metingen van de kaliumconcentraties worden vertaald tot een kaart van de fractie organisch stof (afbeelding 2).

Cesium is een milieuvreemde stof. Het is tijdens bovengrondse kernproeven in de jaren '50 en '60 in het milieu terechtgekomen. De Chernobyl-ramp in 1985 heeft eveneens een belangrijke 'uitbraak' van cesium veroorzaakt. De stof bindt sterk aan fijne sedimenten en kan goed worden gedetecteerd. Dit slib is mobiel en onderhevig aan de dynamiek van het watersysteem. Het bezinkt tijdelijk en komt herhaaldelijk in suspensie bij harde wind. Uiteindelijk komt dit slib terecht in een uithoek van de plassen waar het blijft liggen en accumuleert. Locaties met een hoge concentraties duiden dus op accumulatie van zeer fijn (oud) organisch slib dat in 1986 tijdens de Chernobyl-ramp is vrijgekomen.

De Medusa-metingen tonen aan dat de bodem van de Loosdrechtse Plassen niet homogeen is. De gebieden waar (grof + fijn) slib accumuleert, worden getypeerd door hoge cesiumgehalten, hoge organisch stofgehalten en een laag zandgehalte. Om deze gebieden te karakteriseren, moeten de relatieve klassen 'hoog' en 'laag' kwantitatief worden gemaakt. Hiervoor zijn de 75- en 25-percentiel van de verdeling van de gegevens als hoog en laag genomen. Afbeelding 4 toont het totale accumulatieoppervlak van grof + fijn slib op basis van deze klasse-indeling.

Op basis van de kaarten kan een inschatting worden gemaakt van het totale oppervlak van accumulatie (zowel grof als fijn slib). In de 25-percentielkaart is 57 procent van het gebied accumulatiegebied; in de 75-percentielkaart is zes procent accumulatiegebied. Het totale oppervlak van het gebied waar slib accumuleert, varieert tussen 104 en 920 ha; gemiddeld

bedraagt dit oppervlak 300 ha. Het gebied waar het zeer fijne slib accumuleert, zal kleiner zijn.

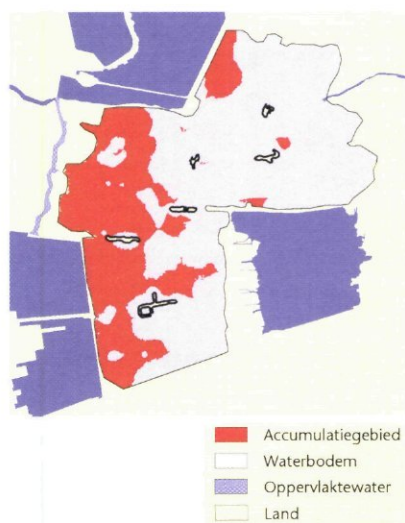
Herkomst van het sediment

Tijdens twee meetcampagnes zijn op 36 locaties sedimentmonsters gestoken. Deze locaties zijn geselecteerd op basis van de resultaten van de Medusa-kartering. De sedimentmonsters zijn geanalyseerd op organisch stoffractie, korrelgrootte en de koolstof/stikstofverhouding. In samenwerking met de Universiteit Utrecht is deze verhouding bepaald en zijn microscopische analyses uitgevoerd⁶⁾.

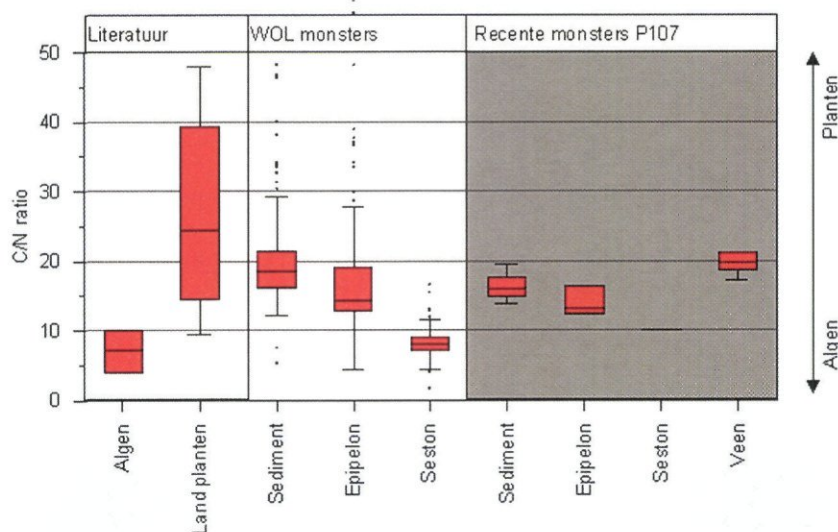
De koolstof/stikstofverhouding wordt veel gebruikt om te bepalen of organisch materiaal afkomstig is van algen of landplanten. Algen hebben een typische koolstof/stikstofverhouding in de range van 4 tot 10, terwijl deze bij landplanten over het algemeen groter dan 20 is. Dit wordt veroorzaakt door de afwezigheid van cellulose (hoofdzakelijk koolstof) in algen en de aanwezigheid van eiwitten in algen, die rijk aan stikstof zijn.

Uit de analyses van de koolstof/stikstofverhouding blijkt dat het seston (de zwevende stof in de waterkolom) in de Loosdrechtse plassen voor het grootste deel uit algen bestaat. Het sediment in de Loosdrechtse plassen bestaat voornamelijk uit materiaal dat als veen kan worden gekarakteriseerd. Uit de gemiddelde koolstof/stikstofverhouding van algen/seston (8) en van veen (19), en de koolstof/stikstofverhouding van het sediment en epipelon (dit is de 'waterige' toplaag in de waterbodem waarin zich vooral de recent gesedimenteerde deeltjes bevinden), kan worden afgeleid dat 30 procent van het sediment uit algen bestaat (en 70 procent uit veen); van het epipelon bestaat 48 procent uit algen.

Het fijne zwevende slib (kleiner dan 10 micrometer) sorteert het grootste effect op de troebelheid van het water. Om de fractie zeer fijn slib in het sediment te bepalen is de korrelgrootteverdeling van het sediment door het



Afb. 4: Bepaling van het accumulatiegebied (50 percentiel).



Afb. 5: Box-Whisker grafiek van de C/N ratio van monsters uit literatuur^{7), 8)}, het WOL programma^{9), 10)} en de monsters uit het huidige onderzoek. De blokken in de grafiek geven de spreiding aan van 50% procent van de data, de streep in het blok geeft de mediane waarde weer.

Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) bepaald. Het sediment bevat ten hoogste 15 procent van deze zeer fijne slibfractie.

Conclusies

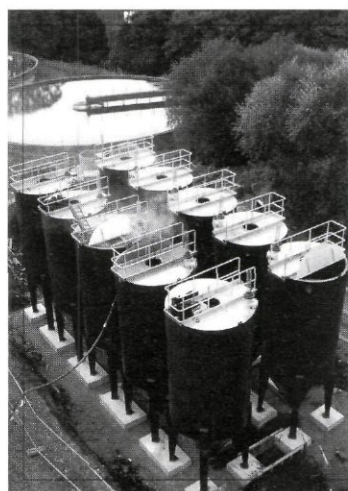
Dit onderzoek heeft veel inzicht opgeleverd in de structuur van de waterbodem van de Loosdrechtse Plassen, zowel qua samenstelling als relief. Door gebiedsdekkend te meten, is de maximale omvang en de locatie van de accumulatiegebieden zeer goed zichtbaar gemaakt.

De analyse van sedimentmonsters en monsters van het het epipelon laat zien dat het de 'waterige' toplaag op de waterbodem omstreeks september voor de helft uit algen bestaat. Dit resultaat bevestigt de aannames die in de MER gedaan zijn. Uit de berekeningen en analyses in het MER blijkt dat de putten effectief zijn.

LITERATUUR

- 1) Ingenieursbureau Amsterdam (2003). Herstelplan Loosdrechtse Plassen. Definitief ontwerp zandwinning. In voorbereiding.
- 2) DHV (2003). Milieueffectrapportage waterkwaliteitsverbetering Loosdrechtse plassen. In voorbereiding.
- 3) WL/Delft Hydraulics (1997). Onderzoek naar de slibdynamiek van de Loosdrechtse Plassen met behulp van mathematische modellen.
- 4) WL/Delft Hydraulics (1999). Bijdrage MER aanleg verdiepingen Loosdrechtse Plassen.
- 5) De Meijer R. (1998). Heavy minerals: from 'Edelstein' to Einstein. *Journal of Geochemical Exploration* nr. 62, pag. 81-103.
- 6) Cremer H. en A. Lotter (2002). Report on water column and sediment analysis in the Loosdrechtse Plassen, The Netherlands. Universiteit van Utrecht.
- 7) Meyers P. (1997). Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Org. Geochem.* nr. 27, pag. 213-250.
- 8) Cloern J., E. Canuel en D. Harris (2002). Stable carbon and nitrogen isotope composition of aquatic and terrestrial plants of the San Francisco Bay estuarine system. *Limnologic Oceanography* nr. 47, pag. 713-729.
- 9) Liere L. van en R. Gulati (1992). Restoration and recovery of shallow eutrophic lake ecosystems in The Netherlands. *Proceedings of a conference in Amsterdam op 18-19 april 1991*.
- 10) Liere L. van en J. Janse (1992). Restoration and resilience to recovery of the Lake Loosdrecht ecosystem in relation to its phosphorus flow. *Hydrobiologia* nr. 233, pag. 95-104.

advertentie



ASTRASAND continue (bio)filtratie

- Biologische (de)nitrificatie en polijsting van afvalwater
- Kringloopsluiting
- Proceswaterbereiding uit oppervlaktewater
- Spoelwaterbehandeling in de drink- en proceswaterbereiding
- (Biologische) zijstroomfiltratie in koelwatercircuits

www.paques.nl

Paques bv
P.O. Box 52
8560 AB Balk NL
t 0514 - 60 85 00
f 0514 - 60 33 42
e info@paques.nl
i www.paques.nl

Natural Solutions
PAQUES