

Baggeren en waterkwaliteit. Op zoek naar de optimale baggerfrequentie voor sloten in de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden.

Ronald Gylstra, Anna Wegner (Waterschap Rivierenland), Moni Poelen, Roos Loeb (Onderzoekcentrum B-ware), Leon van den Berg (Unie van Bosgroepen)

In de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden zijn 24 vergelijkbare sloten onderzocht met een verschillende baggerhistorie. Sloten die lang geleden gebaggerd zijn hadden een grotere maximale slibdikte en een lagere verhouding van ijzer en fosfaat in het poriewater. Daarmee is de kans op P-nalevering vanuit de waterbodem groter. Er werd geen relatie gevonden tussen de baggerhistorie en de ecologische kwaliteit. Positieve effecten op de waterkwaliteit als gevolg van baggeren zullen pas zichtbaar zijn na het terugdringen van de voedselrijkdom en het aanpassen van de maaifrequentie.



Afbeelding 1. Karakteristieke sloot in de Alblasserwaard. Foto: Ronald Gylstra

Bij elkaar herbergt Nederland 250.000 kilometer aan sloten [1]. Sloten vormen daarom een belangrijke habitat voor biodiversiteit in Nederland. In veel sloten worden de doelstellingen voor de KRW (Kaderrichtlijn Water) echter niet gehaald. Eén van de belangrijkste problemen voor de vestiging van de gewenste vegetatie in sloten is de nutriëntenrijkdom van het water. Hierdoor gaan kroossoorten, kroosvaren en algen domineren, waardoor met name ondergedoken waterplanten door lichtgebrek geen kans krijgen om te groeien. Een goed ontwikkelde vegetatie van ondergedoken waterplanten is eveneens van groot belang voor macrofauna en vis, die de waterplanten gebruiken als schuilplaats, om te foerageren of als paaiplaats [2]. De



nutriëntenrijkdom van de sloten wordt deels bepaald door aanvoer van nutriënten met waterinlaat en in- en afspoeling vanaf naastgelegen agrarische percelen. De waterbodem speelt echter ook een grote rol in de nutriëntenrijkdom van de sloten, mede omdat dit stilstaande wateren met een lange verblijftijd zijn. De ophoping van bagger op de slootbodem vormt een grote bron van nutriënten. Deze nutriënten kunnen uit de bagger vrijkomen naar het oppervlaktewater, of direct door wortelende helofyten vanuit de bagger worden opgenomen. IJzerrijke bagger kan ook fungeren als tijdelijke opslagplaats van nutriënten: fosfaat uit de waterlaag kan in het slib worden vastgelegd en later, onder zuurstofarme omstandigheden, weer vrijkomen. Het tijdig verwijderen van bagger in sloten is dus van groot belang voor de ecologische kwaliteit van de sloot, naast de noodzaak voor het behoud van de afvoerfunctie van de sloot. De baggerwerkzaamheden hebben echter een sterk verstrendend effect op de slootvegetatie en daarmee ook op de aanwezige fauna. Pas na enkele jaren zal de vegetatie zich van deze werkzaamheden hersteld hebben. Er kan dus een optimum in de ecologische kwaliteit van sloten na baggeren worden verwacht: in de eerste jaren is het slootecosysteem zich aan het herstellen van de baggerwerkzaamheden. Daarna profiteert de vegetatie optimaal van de afwezigheid van een dikke baggerlaag, waarna er weer een periode van degeneratie volgt in de jaren dat de baggerlaag steeds dikker wordt. Voor een goed ecologisch beheer van sloten is het daarom van belang om vast te stellen waar dit optimum ligt, zodat de baggerfrequentie daarop afgesteld kan worden. Deze optimale baggerfrequentie zal per regio verschillen, vanwege verschillen in slootkarakteristieken, vegetatie en snelheid van baggeropbouw. Uit eerder onderzoek zijn optimale baggerfrequenties bekend van eens in de (drie tot) vijf jaar [3, 4] voor het veenweidegebied tot eens in de tien jaar of nog minder frequent [5, 6] in het algemeen. Doel van dit onderzoek was het vaststellen van een optimale baggerfrequentie voor de veenweidesloten in de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden.

Onderzoek

Verspreid over de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden werden voor dit onderzoek 24 sloten geselecteerd (afbeelding 2), die vergelijkbaar waren in slootdimensies, beschaduwing door bijvoorbeeld bomenrijen en landschappelijke ligging (alleen in landelijk gebied). Deze sloten waren tussen de één en 19 jaar geleden gebaggerd en worden twee à drie keer per jaar gemaaid. Van alle sloten zijn vegetatieopnamen gemaakt, is de slibdikte gemeten en zijn fysisch-chemische parameters vastgesteld in het oppervlaktewater en in de waterbodem. Tevens zijn er gegevens beschikbaar over de stroomsnelheid, het percentage inlaatwater en de maaifrequentie.

Slootkarakteristieken

De onderzochte sloten hadden een eutroof karakter met totale fosforconcentraties variërend van 1,0 tot meer dan 2,6 mg P/l (ter vergelijking: Maximaal Ecologisch Potentieel van KRW-maatlatten is haalbaar bij concentraties van $\leq 0,042$ (sloten met zandbodem) of 0,03 mg P/l (sloten met veenbodem) [7]). Het oppervlaktewater had op sommige plaatsen zeer hoge ammoniumconcentraties (>2 mg N/l) en was tevens behoorlijk rijk aan sulfaat (gemiddeld 40 mg/l). De sulfaatconcentratie leek samen te hangen met de afstand tot het inlaatpunt in het oosten van het gebied (afbeelding 2). Sulfaatverrijking op locaties met een lage beschikbaarheid van ijzer in de bodem kan voor een aantal waterplanten en helofyten leiden tot toxische concentraties van sulfide [8].

De concentraties P die in het poriewater van de bagger gemeten werden, waren vrij hoog (0,3 tot 12,4 mg P/l) (zie kader).



Afbeelding 2: de concentratie sulfaat van het oppervlaktewater (mg/l) op de onderzochte locaties in de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden

Fosfor in het poriewater

Een fosforconcentratie in het poriewater hoger dan 3 mg P/l geeft aan dat er een zeer hoog risico is op P-mobilisatie (vrijkomen van P) van de bodem naar de waterlaag [9]. De Fe/P-ratio in het poriewater is tevens een indicatie van het risico op P-nalevering: indien de Fe/P-ratio lager dan 1 mol/mol is, is de kans op mobilisatie van P van de bodem naar de waterlaag groot. Bij een Fe/P-ratio hoger dan 10 mol/mol wordt deze kans erg klein [10]. Op slechts zes locaties was de Fe/P-ratio lager dan 1.

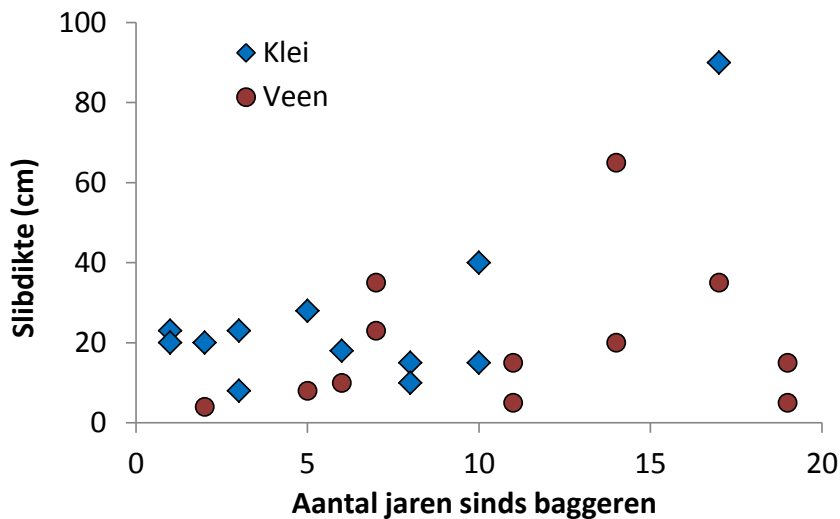
Bij een hogere mobilisatie van P en een grotere P-nalevering zal het risico op eutrofiëring van de waterfase groter worden.

De meeste locaties hadden een gunstige verhouding tussen Fe/S in de waterbodem, waardoor sulfidotoxiciteit in deze sloten een minder groot probleem is [11]. De hoge concentraties ammonium die gemeten werden (en bij hoge pH, ammonia) kunnen echter ook toxisch zijn voor waterplanten, macrofauna en vis [12].

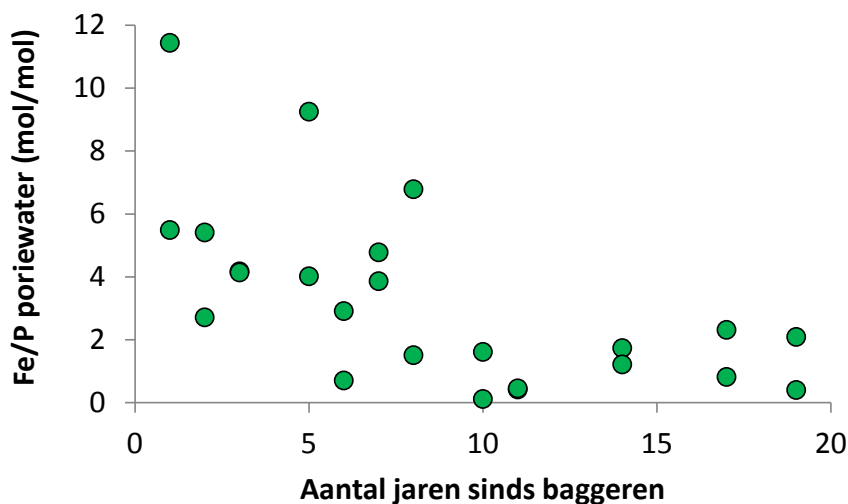
De sloten hadden een EKR-score van 0,1 tot 0,3 (slecht, ontoereikend of matig). De watervegetatie bevatte vooral kroossoorten, algen en algemene macrofyten zoals Grof hoornblad, Waterpest, Kikkerbeet, Gele waterkers en Gele plomp. Aan minder algemene soorten werden Groot blaasjeskruid en Puntdragend glanswier in lage bedekkingen in enkele sloten aangetroffen. Slechts in één sloot werd een fonteinkruid (Tenger fonteinkruid) aangetroffen. Opvallend was dat veel sloten ten tijde van de opnames een lage bedekking van de vegetatie hadden en dus vrij open waren. Een deel van het jaar was de bedekking met kroossoorten en kroosvaren echter hoger. Op grond van de vegetatie-opnames werden de sloten ingedeeld in kroos-gedomineerde sloten, algen-gedomineerde sloten, hoornblad-gedomineerde sloten, waterpest-gedomineerde sloten en sloten die door een mix van deze soorten gedomineerd werden, of een open vegetatie hadden.

Relaties tussen baggerhistorie, slibkarakteristieken en ecologie

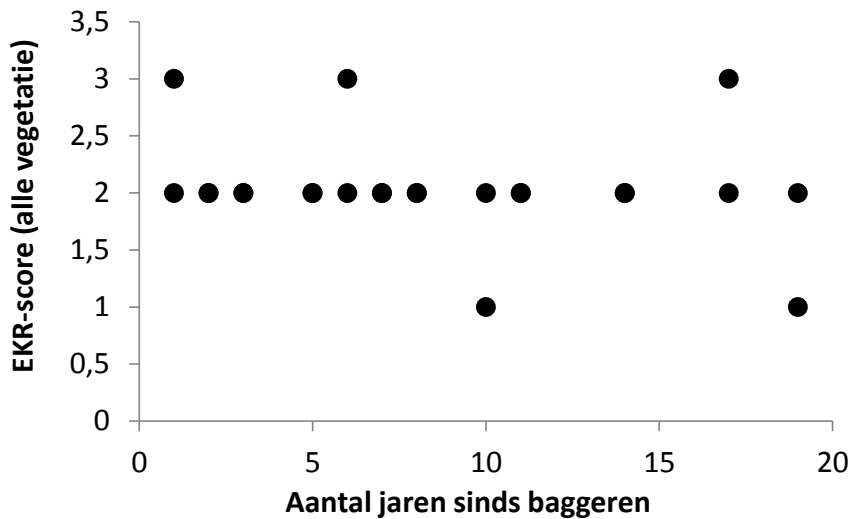
Op recent gebaggerde locaties werd een sliblaag van ongeveer 20 cm dik aangetroffen. Hoe langer geleden de baggerwerkzaamheden plaatsgevonden, hoe dikker de sliblaag kon zijn, tot 90 cm dikte. Een groot deel van de sloten die langer geleden gebaggerd waren, hadden echter eveneens een dunne sliblaag (afbeelding 3). Het maakte hierbij niet uit of de sloot een klei- of een veenbodem had. Hoewel de slibdikte niet altijd verschilde, verschilde de slibkwaliteit tussen de recent en minder recent gebaggerde sloten wel: de verhouding tussen Fe en P in het poriewater was in de recent gebaggerde sloten hoger (>2 mol/mol) dan in de sloten die langer geleden gebaggerd waren (afbeelding 4). Dit betekent dat het risico op nalevering van fosfaat vanuit het slib in de recent gebaggerde sloten kleiner was. Tussen de baggerhistorie en overige karakteristieken in het slib en het oppervlaktewater, zoals nutriëntenconcentraties, werd geen verband gevonden. Er werd eveneens geen verband gevonden tussen de baggerhistorie van de sloten en hun EKR-score (afbeelding 5).



Afbeelding 3: het verband tussen baggerhistorie en de slibdikte in sloten in het veen en in de klei

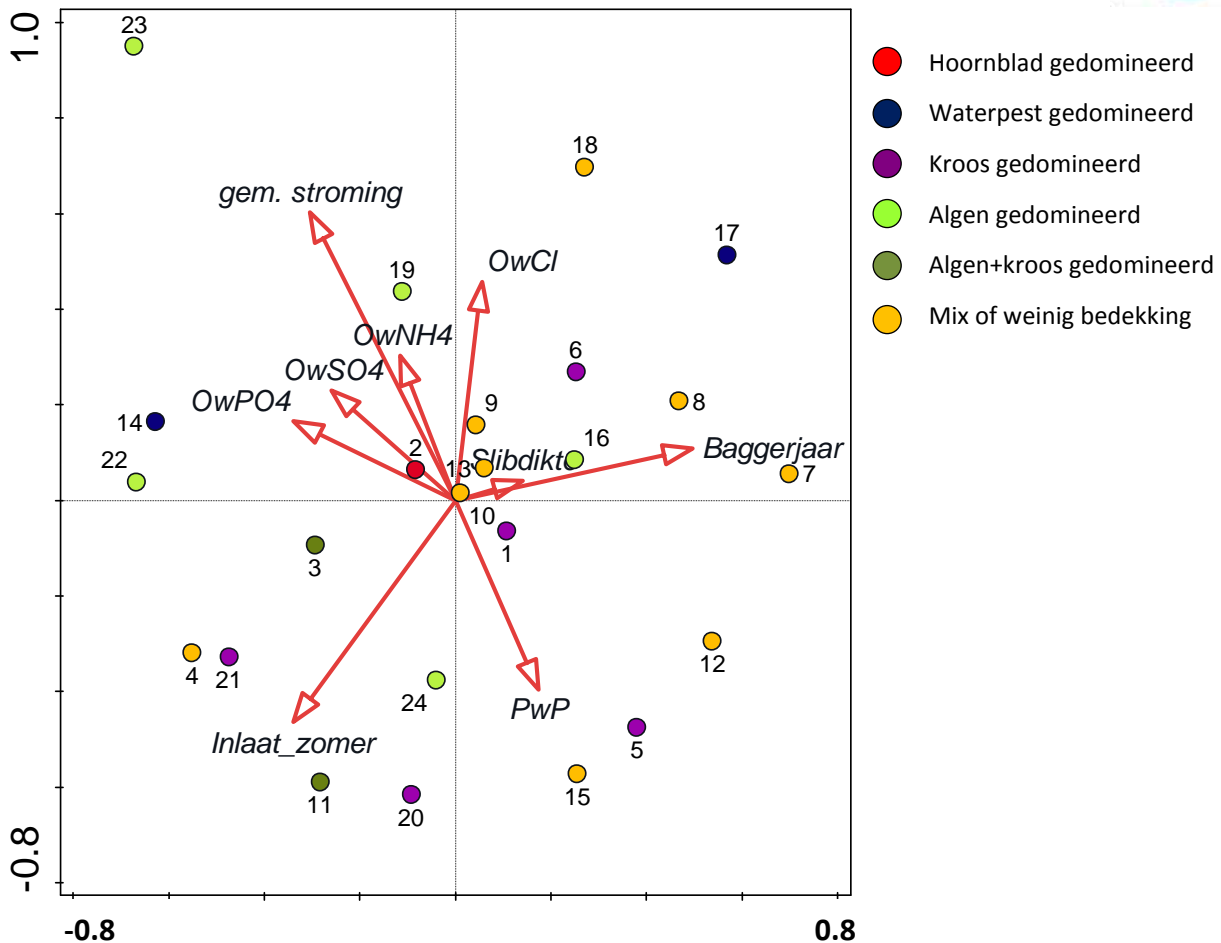


Afbeelding 4: het verband tussen de baggerhistorie en de Fe/P-verhouding in het poriewater van de bagger



Afbeelding 5: het verband tussen de baggerhistorie en de EKR-score van de vegetatie.

Om te kijken waar de belangrijkste abiotische verschillen tussen sloten lagen, is een *Principal Component Analysis* (PCA) gemaakt van 38 belangrijke abiotische parameters van het oppervlaktewater, het poriewater van het slib en de vaste fase van het slib. De grootste spreiding in deze abiotische gegevens verklaarde echter niet de spreiding in de vegetatie. Sloten met soortgelijke slootvegetaties liggen in de diagrammen van de PCA vrij ver uiteen (niet weergegeven). Daarom is vervolgens een *Redundancy Analyse* (RDA) gemaakt, waarin zowel de variantie in de vegetaties als in de abiotiek kon worden onderzocht (afbeelding 6). Hierin zijn de belangrijkste abiotische parameters meegenomen: de concentraties ammonium, sulfaat, fosfaat en chloride in het oppervlaktewater, de concentratie fosfor in het poriewater, de tijdsduur sinds het moment van baggeren, de slibdikte en de gemiddelde stroomsnelheid. In deze RDA verklaarde de eerste as slechts 9,58% en de tweede 7,49%. Dit is slechts ongeveer 40% van de verklaring die de assen in de PCA op grond van alleen de abiotiek gaven. De assen van de RDA en PCA waren ook nauwelijks gecorreleerd. Dit betekent dat de abiotische variabelen, waaronder de tijdsduur sinds baggeren, geen goede verklaring geven voor de spreiding die in de waterbegroeiing te vinden is. Dit is ook te zien in afbeelding 6 waarin de sloten met een zelfde soort begroeiing ver van elkaar kunnen liggen.



Afbeelding 6: resultaat van de RDA (eerste twee assen) waarin de belangrijkste abiotische parameters en de vegetatiedata zijn geanalyseerd. OwPO4 = fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater, OwSO4 = sulfaatconcentratie in het oppervlaktewater, OwNH4 = ammoniumconcentratie in het oppervlaktewater, OwCl = chlorideconcentratie in het oppervlaktewater, Baggerjaar = aantal jaren sinds baggeren, Inlaat_zomer = % slootwater dat afkomstig is van inlaat in de zomer, PwP= fosforconcentratie in het poriewater. Nummers 1 t/m 24 representeren de 24 sloten die in dit onderzoek betrokken zijn.

Conclusies

Hoe langer geleden er gebaggerd was in de sloten, hoe groter de maximale slibdikte en hoe lager de verhouding tussen ijzer en fosfor in het poriewater van het slib, en hoe groter dus de kans op nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem. Op grond hiervan zou te verwachten zijn dat baggeren (na een aantal jaar) een positief effect op de slootvegetatie zou hebben. De ecologische kwaliteit van alle onderzochte de sloten was echter matig tot slecht, ook enige jaren na baggeren. Er werd een vegetatie aangetroffen die kenmerkend is voor verstoorde situaties. Dit is niet zo merkwaardig gezien de frequente en rigoureuze manier van schonen van de slootvegetaties (twee tot drie keer per jaar, grote gebieden tegelijk) en de matige tot slechte waterkwaliteit (hoge nutriëntenconcentraties). Hierdoor scoren de sloten slecht op de KRW-(deel)maatlaten en ontbreken soorten die hier onder betere omstandigheden wel thuis zouden horen, zoals fonteinkruiden en krabbenscheer. Fonteinkruiden zijn erg gevoelig voor verstoring door schonen. Zij vertonen een moeilijke hergroei bij intensief en te laag maaien en kunnen bij frequent schonen weggeconcentreerd worden door soorten die beter tegen verstoring kunnen, zoals Gewone waterpest [13]. Fonteinkruiden en Krabbenscheer zijn ook gevoelig voor ammoniumtoxiciteit, wat mogelijk

een rol speelt in deze sloten [12, 14]. Kroossoorten en kroosvaren daarentegen profiteren van de verstoringen en van het ondiepe, hypertrofe water. Onder de huidige omstandigheden helpt baggeren daarom niet om de ecologische kwaliteit van de sloten in de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden te verbeteren. Baggeren zal naar verwachting wel een zinvolle maatregel zijn om de dan aanwezige ecologische kwaliteit in stand te houden, tezamen met aanpassingen in het reguliere maaibeheer. De vegetatie zal dan minder intensief geschoond moeten worden en ook de waterkwaliteit zou moeten worden verbeterd door vermindering van inlaat en af- of inspoeling.

Referenties

1. Van Zuidam, J., 2013. Macrophytes in drainage ditches. Proefschrift. Wageningen Univeriteit, Wageningen.
2. Verdonschot, R.C.M., 2012. Drainage ditches, biodiversity hotspots for aquatic invertebrates. Defining and assessing the ecological status of a man-made ecosystem based on macro-invertebrates. Proefschrift, Radboud Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
3. Twisk, W., Noordervliet, M.A.W. & Ter Keurs, W.J., 2003. The nature value of the ditch vegetation in peat areas in relation to farm management. *AquaticEcology*37, 191-209.
4. Musters, C.J.M., Ter Keurs, W.J. & van Well, E.A.P., 2006. Natuurvriendelijk slootonderhoud in het westelijk veenweidegebied. Eindverslag van het slootexperiment 2003-2005. Centrum voor Milieuwetenschappen, Universiteit Leiden. Leiden, pp. 75.
5. Nijboer, R., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 6, sloten. Rapport EC-LNV nr AS-06, Wageningen.
6. Van Strien, W.T.F.H. & Van den Hengel, L.C., 2000. Bermsloten. Natuurlijk. Een handreiking voor ontwerpers en groenmedewerkers van Rijkswaterstaat. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
7. Evers & Knoben (red.), 2007. Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapportnummer 2007-32b. STOWA, Amersfoort.
8. Geurts, J. J. M., Smolders, A. J. P., Banach, A. M., van de Graaf, J. P. M., Roelofs, J. G. M., & Lamers, L. P. M., 2010. The interaction between decomposition, net N and P mineralization and their mobilization to the surface water in fens. *Water Research* 44(11), 3487-3495.
9. Poelen, M.D.M., L.J.L. van den Berg, G.N.J. ter Heerdt, R. Bakkum, A.J.P. Smolders, N.G. Jaarsma, R.J. Brederveld, L.P.M. Lamers, 2012. WaterBODEMbeheer in Nederland: Maatregelen Baggeren en Nutriënten (BAGGERNUT) - Metingen Interne Nutriëntenmobilisatie en Decompositie (MIND-BAGGERNUT). Eindrapportage 2012. Rapportnr. 2012.18, Onderzoekcentrum B-Ware, Nijmegen.
10. Lamers, L. (red.), J. Sarneel, J. Geurts, M. Dionisio Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, L. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, M. Soons, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. van Donk, W. Verberk, H. Esselink & J. Roelofs, 2010. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. OBN



Eindrapportage 2006-2009 (Fase 2). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis, pp. 251.

11. Smolders, A., J. van Diggelen, J. Geurts, M. Poelen, J. Roelofs, E. Lucassen & L. Lamers, 2013. Waterkwaliteit in het veenweidegebied. De complexe interacties tussen oever, waterbodembodem en oppervlaktewater. *Landschap* 30/3, 144-153.
12. Zhong, A. W., T. Cao, L. Y. Ni & P. Xie, 2013. Growth and membrane permeability of two submersed macrophytes in response to ammonium enrichment. *Aquatic Biology* 19(1), 55-64.
13. Van Zuidam, J.P. & E.T.H.M. Peters, 2012. Cutting affects growth of *Potamogeton lucens* L. and *Potamogeton compressus* L. *Aquatic Botany* 100, 51-55.
14. Smolders, A., C. Den Hartog, C. Van Gestel & J. Roelofs, 1996. The effects of ammonium on growth, accumulation of free amino acids and nutritional status of young phosphorus deficient *Stratiotes aloides* plants. *Aquatic Botany* 53(1), 85-96.