



Water Level Fluctuations in Rich Fens. An Assessment of Ecological Benefits
and Drawbacks

I.S. Mettrop

SAMENVATTING

Hoofdstuk 1

Basenrijke trilveen, een beschermd habitattypen binnen het Natura 2000-netwerk onder de noemer 'Overgangs- en trilvenen; H7140A', wordt gekenmerkt door grote soortenrijkdom en de aanwezigheid van rode lijst soorten zoals Rood, Geel en Groen schorpioenmos. Nutriënt-arme omstandigheden en een hoge basenrijkdom in de bovenste laag van de veenbodem, als gevolg van contact met basenrijk grond- en/of oppervlaktewater, zijn zeer belangrijk om betreffende soorten te behouden. Niet alleen in Nederland, maar in Europa is helaas sprake van een sterke achteruitgang van het aandeel en de gesteldheid van basenrijke trilvenen. Als gevolg van hydrologische ingrepen, verzuring, eutrofiëring en toxiciteit kunnen gunstige omstandigheden ontstaan voor veenmossen (*Sphagnum*-soorten) en dreigt snelle successie richting veenmosrietland. Er zal dus iets moeten gebeuren om basenrijke trilvenen op een duurzame manier in stand te houden.

Als gevolg van intensieve regulering van de waterstand in regio's met zowel veengebieden als landbouw is er niet of nauwelijks meer sprake van fluctuaties in het waterpeil van het oppervlaktewater. Zodoende is ook de fluctuatie van de waterstanden in de veenbodem van trilveen-habitats zeer beperkt, terwijl peilfluctuaties hier mogelijk juist van waarde zijn om de negatieve effecten van verzuring, eutrofiëring en toxiciteit te reduceren. Het hoofddoel van dit onderzoek was daarom het inzichtelijk maken van de mogelijke voor- en nadelen van herinvoering van een fluctuerend waterpeil als maatregel om doelvegetaties te behouden in verschillende typen basenrijke trilvenen.

Hoofdstuk 2

Verlaagde waterstanden in het oppervlaktewater kunnen leiden tot verlaagde waterstanden in de veenbodem. Om meer inzicht te krijgen in de afzonderlijke effecten van zuurstoftoetreding en uitdroging in zowel basenrijke veenbodems met schorpioenmossen als in veenbodems gedomineerd door *Sphagnum*, is een incubatie-experiment uitgevoerd in het laboratorium. Gedurende ca. 9 weken zijn bodemonsters geïncubeerd onder (1) anaerobe, waterverzadigde omstandigheden, (2) aerobe, veldvochtige omstandigheden, waarbij alleen sprake was van

zuurstoftoetreding, en (3) aerobe, uitgedroogde omstandigheden, waarbij naast zuurstoftoetreding ook uitdroging een rol speelde.

Onder anaerobe, waterverzadigde omstandigheden bleek de netto N-mineralisatie vele malen hoger in veenbodems met *Sphagnum*-mossen dan in basenrijkere schorpioenmos-venen. Oorzaak hiervan is de hogere microbiële N-immobilisatie in basenrijke trilveenbodems onder anaerobe omstandigheden. Ook de respons op zuurstoftoetreding bleek noemenswaardig te verschillen tussen beide veentypen. Een toename in de zuurstofbeschikbaarheid resulteerde in een daling in pH en een flinke toename van de netto N-mineralisatie in de basenrijke schorpioenmosvenen. In de *Sphagnum*-venen was dit echter niet het geval, waarschijnlijk omdat de mineralisatiesnelheid in dit veentype sterker wordt bepaald door de strooiselkwaliteit dan door de zuurstofbeschikbaarheid. Voor wat betreft de P-beschikbaarheid traden geen veranderingen op onder zuurstofrijke omstandigheden. Uitdroging daarentegen bleek te leiden tot een sterke toename in beschikbaar P in beide veentypen, met als mogelijke verklaring dat watertekorten hebben geleid tot microbiële sterfte en/of een verschuiving in de samenstelling van de microbiële populatie.

Zowel de sterke toename in N-beschikbaarheid en daling in pH bij verhoogde zuurstofbeschikbaarheid in basenrijke trilvenen als de sterke toename in P-beschikbaarheid bij uitdroging in beide veentypen, impliceren dat langdurige perioden van droogte dienen te worden voorkomen. Met name voor basenrijke trilvenen is dit van essentieel belang.

Hoofdstuk 3

Om meer inzicht te krijgen in de invloed van vegetatie-ontwikkelingen tijdens veranderingen in de waterstand met verschillende waterkwaliteiten, en bovenal de invloed van verschillende chemische bodemeigenschappen nader te bestuderen, zijn mesocosmos-experimenten uitgevoerd. Hierbij zijn zomercondities gesimuleerd in een laboratorium kweekcel en zijn veenkolommen bemonsterd uit (1) een basenrijke veenbodem met een laag Fe-gehalte, (2) een basenrijke veenbodem met hoog Fe-gehalte, en (3) een basenarme veenbodem met een hoog S-gehalte.

De effecten van waterstandsfluctuaties op biogeochemische processen en vegetatie-ontwikkeling bleken in hoge mate afhankelijk van de bodemchemische samenstelling. Ook bleek de uitwerking van verschillende waterstanden van grotere invloed dan de P-beschikbaarheid in het toegediende water. Enkel in het geval dat plantengroei werd gestimuleerd door een gunstig verloop van de waterstand leidde extra toediening van P tot een verhoogde P-consumptie door planten. In basenrijke veenbodems met een hoog Ca-gehalte en een lage Fe-concentratie (1) resulteerde een 7 weken durende peilverlaging van 15 cm niet tot een daling in de

pH. Er was echter wel sprake van noemenswaardige bodemdaling, een toename in de N-beschikbaarheid en een aanzienlijke afname in vitaliteit van Rood schorpioenmos. Een hieropvolgende periode van 7 weken met verhoogde waterstanden (+15 cm), waarbij inundatie optrad, bood mogelijkheden om de negatieve effecten van droogte te herstellen, aangezien de alkaliniteit in het bodemvocht toenam en van P-mobilisatie uit de bodem geen sprake was. Zelfs additie van P via het toegediende water leidde niet tot verhoogde o-PO₄ concentraties in het bodemvocht vanwege de binding van P in deze Ca-rijke veenbodems. In basenrijke veenbodems met een hoog Fe-gehalte (2) leidde een periode met lage waterstanden eveneens tot bodemdaling, verhoogde N-beschikbaarheid, een afname van de vitaliteit van in dit geval Reuzenpuntmos, en bovenal verzuring als gevolg van Fe-oxidatie. Hieropvolgende verhoogde waterstanden boden voor deze bodems echter weinig herstellende mogelijkheden. Vooral direct nadat de vegetatie gemaaid was, en vooral bij P-rijk inundatiewater, werd de plantengroei aanzienlijk geremd, vermoedelijk als gevolg van toxische concentraties aan NH₄⁺ en/of Fe(II) in het bodemvocht. In basenarme bodems met een hoog S-gehalte bleek inundatie eveneens een grote negatieve uitwerking te hebben vanwege enorme P-mobilisatie uit de bodem. Vitaliteit van de op deze bodems voorkomende *Sphagnum*-soorten werd echter niet beïnvloed, ongeacht het waterstandsregiem of de waterkwaliteit.

Concluderend kan worden gesteld dat, gezien het zeer bepalende effect van de bodemchemie, de mogelijke risico's en voordelen van waterstandsfluctuaties vanuit water- en natuurbeheer afzonderlijk dienen te worden overwogen voor veentypen met verschillende bodemchemische samenstelling.

Hoofdstuk 4

Om een betere vertaalslag te kunnen maken van laboratorium-resultaten naar de veldsituatie zijn grootschalige veldexperimenten uitgevoerd. De uitwerking van peilverlaging (-15 cm) gedurende twee weken in de zomer en peilverhoging (+10 cm) gedurende twee weken in zowel zomer als winter is nader onderzocht op lokaties met zowel drijvende als niet-drijvende trilveenkraggen, en in verschillende vegetatietypen.

In drijvende kraggen met *Sphagnum* had zowel peilverlaging als peilverhoging in het oppervlaktewater geen effect op de waterstand in de veenbodem. Evenmin werd de zuur neutraliserende capaciteit (ZNC) of de nutriëntbeschikbaarheid beïnvloed. Ook in niet-drijvende veenkraggen bleek een tijdelijke peilverlaging in geen van de vegetatietypen van belang. Een verhoogde waterstand in het oppervlaktewater leidde in alle vegetatietypen tot inundatie, waarbij de nutriëntbeschikbaarheid en de vegetatie-compositie niet werd beïnvloed. In het geval van winterinundatie

bleef ook in de niet-drijvende kraggen de ZNC onveranderd vanwege de geringe infiltratie van het basenrijke inundatiewater. Tijdens een natte periode in de zomer daarentegen nam de ZNC wel toe, vermoedelijk vanwege hogere infiltratie van het inundatiewater bij hogere evapotranspiratiesnelheden.

De uitkomsten laten zien dat tijdelijk verhoogde waterstanden in de winter niet erg effectief blijken als het gaat om verhoging van de ZNC via oppervlaktewater in niet-drijvende venen. In de zomer lijkt deze maatregel echter een stuk lucratiever te zijn.

Hoofdstuk 5

In dit hoofdstuk staat de vraag centraal of zomerinundaties daadwerkelijk uitkomst bieden als het gaat om het tegengaan van verzuring in niet-drijvende venen. Voortbordurend op de uitkomsten van Hoofdstuk 4 zijn in twee opeenvolgende jaren grootschalige veldexperimenten uitgevoerd, waarbij waterstanden in oppervlaktewater gedurende twee weken zijn verhoogd (+15 cm) in de zomer. De resultaten voor zowel basenrijke vegetatietypen als voor *Sphagnum*-vegetatie zijn vergeleken met de resultaten van voorgaande drie jaren van winterinundatie in hetzelfde gebied (Hoofdstuk 4).

Waar winterinundatie geen uitwerking had, bleek tijdelijke inundatie in de zomer inderdaad te leiden tot een hogere ZNC op plekken met karakteristieke schorpioenmos-vegetatie. Niet alleen infiltratie van basenrijk oppervlaktewater was hoger vanwege hogere evapotranspiratie in de veenkragge. Ook was er sprake van een hogere interne alkaliniteitsproductie onder anaerobe omstandigheden bij een hogere temperatuur in de zomer. Op plekken met *Sphagnum* was er geen sprake van een toename in ZNC, vermoedelijk vanwege het vermogen van *Sphagnum*-mossen om hun directe omgeving te verzuren.

Concluderend kan worden gesteld dat tijdelijke inundatie met basenrijk en nutriëntarm water in de zomer, in tegenstelling tot in de winter, perspectieven biedt voor beheer als het gaat om het tegengaan van verzuring in basenrijke trilvenen.

Hoofdstuk 6

Tussen verschillende typen basenrijke venen kunnen Ca- en Fe-gehalten in de veenbodem sterk variëren. Zoals al bleek uit het onderzoek van Hoofdstuk 3, kunnen deze verschillen in bodemchemie van groot belang zijn, zeker als het gaat om de P-beschikbaarheid voor vegetatie. Om hier een beter inzicht in te krijgen is de relatie tussen bodemeigenschappen en vegetatie-eigenschappen nader onderzocht

in 24 basenrijke veenlokaties, waarvan 12 in Nederland (gekenmerkt door een hoge antropogene invloed) en 12 in centraal Zweden (gekenmerkt door een lage antropogene invloed). Daarnaast zijn de specifieke verschillen in habitat-vereisten tussen Rood, Groen en Geel schorpioenmos nader in beeld gebracht.

De gehalten aan Ca en Fe bleken zeer belangrijke factoren als het gaat om P-beschikbaarheid op verschillende manieren. Trilvenen met Rood en Groen schorpioenmos werden gekenmerkt door hoge Ca-concentraties in zowel bodemvocht als in de veenbodem, maar een lage P-beschikbaarheid. Getuige N:P ratio's in bovengrondse biomassa van de vaatplanten in deze Ca-rijke, maar Fe-arme venen was hier sprake van P-limitatie als gevolg van Ca-P precipitatie. In venen met Geel schorpioenmos daarentegen was sprake van relatief hoge Fe-concentraties in zowel bodemvocht als in de veenbodem, maar ook een relatief hoge P-beschikbaarheid. Het Fe-gehalte vertoonde een positieve correlatie met het P-gehalte in de veenbodem en in het plantenmateriaal, en een negatieve correlatie met de N:P ratio in de bovengrondse biomassa van de vaatplanten. N:P ratio's in deze Fe-rijke venen getuigden zelfs van N-limitatie en een overmaat aan P. Deze opmerkelijke positieve correlatie tussen het Fe-gehalte en de P-beschikbaarheid is in tegenstelling met het algemeen gangbare idee dat hoge Fe-gehalten per definitie leiden tot een lage P-beschikbaarheid voor planten. Sterker nog: een hoge aanvoer van Fe-rijk grondwater kan leiden tot accumulatie van P wat beschikbaar is voor planten vanwege de relatief zwakke binding van P binnen veelvuldig aanwezige complexen van Fe met organische stof. Verder bleek dat de totale productie van biomassa in de Zweedse venen werd gereguleerd door de P-beschikbaarheid, terwijl in de Nederlandse venen, waar sprake was van veel hogere bovengrondse biomassa, alleen de soortencompositie werd gereguleerd door de P-beschikbaarheid. Tenslotte bleken de Nederlandse venen ook in hogere mate te zijn verzuurd dan de Zweedse venen, waarschijnlijk vanwege de hogere atmosferische depositie in Nederland.

De rol van Ca en Fe blijkt dus zeer verschillend te zijn als het gaat om P-limitatie en de ontwikkeling van vegetatie in basenrijke venen. Dit onderscheid is belangrijk om te maken als het gaat om de relatie tussen vegetatie-ontwikkeling en geohydrologische condities.

Hoofdstuk 7

Het laatste hoofdstuk voorziet in een synthese, waarin de resultaten en conclusies van de voorgaande hoofdstukken, in combinatie met resultaten van andere onderzoeken, inzichtelijk worden gemaakt en de mogelijke voor- en nadelen van waterstandsfluctuaties vanuit beheersperspectief tegen elkaar worden afgewogen.

De mogelijke nadelen van tijdelijke peilverlaging in het oppervlaktewater, en dus

verlaging van de waterstand in de veenbodem, bleken van veel groter belang dan de mogelijke voordelen. De combinatie van verzuring (vooral in Fe-rijke veenbodems), verhoogde mineralisatie, directe droogte-stress voor beschermde mossorten, gunstige omstandigheden voor *Sphagnum*-mossen, en verhoogde biomassa productie door relatief snel groeiende soorten zal de ontwikkeling van basenrijke trilveen-vegetaties beslist niet ten goede komen. Langdurige zuurstoftoetreding (>7 weken) en bovenal uitdroging van de bovenste 10 cm van de veenbodem dient dan ook te worden voorkomen.

Verhoogde waterstanden kunnen echter wel gunstig uitpakken onder bepaalde condities. Tijdelijke inundatie met basenrijk oppervlaktewater in de zomer biedt kansen voor het verhogen van de ZNC in de bovenste laag van de veenkragge. Zowel door infiltratie van dit oppervlaktewater als door interne alkaliniteitsproductie onder anaerobe omstandigheden kan op deze manier een belangrijke bijdrage worden geleverd aan het tegengaan van verzuring. In trilvenen met Ca-rijke en Fe-arme veenbodems wegen deze mogelijke voordelen zwaarder dan de mogelijke nadelen. In trilvenen met Fe-rijke bodems daarentegen kan inundatie voor noemenswaardige belemmeringen zorgen, vooral vroeg in het groeiseizoen als de vegetatie-ontwikkeling, en dus de P-consumptie door planten, nog niet goed op gang is gekomen. Vooral inundatie met P-rijk water kan, ondanks precipitatie van Fe met P, resulteren in NH_4^+ en/of Fe(II) toxiciteit door het sterke stimulerende effect op de microbiële activiteit. Voor Fe-rijke trilvenen in gebieden met veel landbouw doet zich om deze redenen een lastige overweging voor. Aan de ene kant dient verdroging, verzuring en mineralisatie als gevolg van lage waterstanden te worden voorkomen, en aan de andere kant vormen externe eutrofiëring en toxiciteit als gevolg van hoge waterstanden een belemmering. Een verbeterde waterkwaliteit is daarom in Fe-rijke veengebieden met landbouw een eerste vereiste voordat door middel van inundatie verdere progressie kan worden geboekt.

De resultaten van dit onderzoek benadrukken het belang van gebiedsspecifieke chemische bodemeigenschappen en de waterkwaliteit, zoals bepaald door de geohydrologische positie in het landschap, als het gaat om de uitwerking van peilfluctuaties in basenrijke trilvenen. Met name de Ca- en Fe-gehalten in de veenbodem zijn hierbij van belang. Daarbij komt dat, in verband met de sterke interactie tussen biogeochemie en vegetatie-ontwikkeling, de timing in het groeiseizoen van tijdelijke peilverlaging of peilverhoging van grote invloed is. Deze bevindingen zijn niet alleen belangrijk binnen de fundamentele ontwikkeling van biogeochemische en ecologische kennis over de uitwerking van peilfluctuaties in basenrijke trilvenen, maar zijn ook van grote waarde vanuit beheersperspectief.