

Advies over de inrichtingswerken in Het Vinne in het kader van het natuurinrichtingsproject fase 2

Adviesnummer:	<u>INBO.A.3999</u>
Auteur(s):	Piet De Becker, Sophie Vermeersch, Jo Packet & Luc Denys
Contact:	Lode De Beck (lode.debeck@inbo.be)
Kenmerk aanvraag:	e-mail van 27 juli 2020
Geadresseerden:	Vlaamse Landmaatschappij Afdeling Landinrichting en Grondenbank T.a.v. Hilde Heyrman Koning Albert II-laan 15 1210 Brussel Hilde.Heyrman@vlm.be

Dr. Maurice Hoffmann
Administrateur-generaal wnd.

Wijze van citeren: De Becker P., Vermeersch S., Packet J. & Denys L. (2021). Advies over de inrichtingswerken in Het Vinne in het kader van het natuurinrichtingsproject fase 2. (Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek; nr. INBO.A.3999). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel

Aanleiding

In het provinciaal natuurgebied Het Vinne in Zoutleeuw voert de Vlaamse Landmaatschappij (VLM) werken uit in het kader van fase 2 van het natuurinrichtingsproject. Uit de gegevens van de monitoring na de eerste inrichtingswerken bleek dat het meer evolueerde naar een té eutroof (voedselrijk) milieu om te kunnen voldoen aan het Europees habitatype 3150 (voedselrijke gebufferde wateren met rijke waterplantenvegetatie). Om deze voedselrijkdom te verminderen, zal over ongeveer de volledige meerbodem de bovenste rijke strooisellaag/teelaarde afgeschraapt en verwijderd worden. Ook het nog aanwezige hout (stronken van populieren, ingevallen jonge bosbestanden) zal afgevoerd worden. Op een aantal plaatsen blijven zones met overjaars riet gespaard.

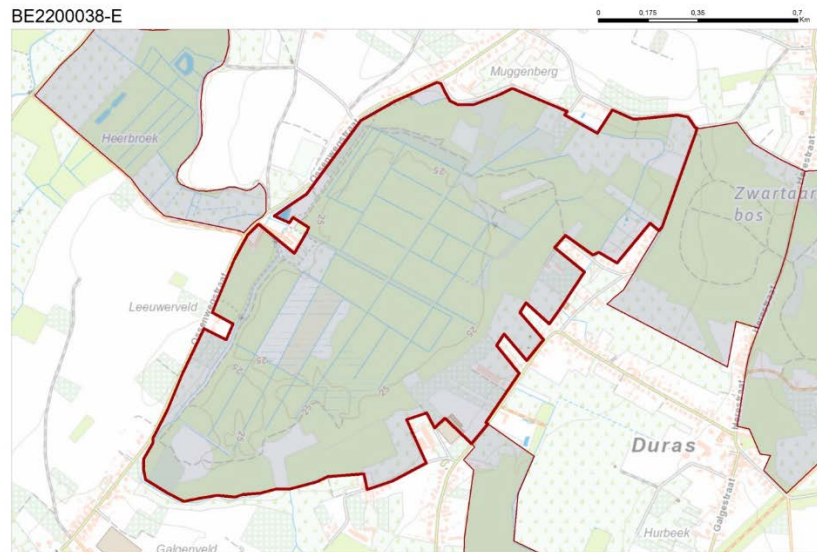
Vragen

1. Is de eventuele aanwezigheid van oud en matig oud kwelwater in het meer negatief voor de ecologische toestand van dit watersysteem? En gaat het daarbij dan om de nutriënten- en mineralensamenstelling ervan of eerder omwille van het enigszins troebele of troebelheid inducerende karakter?
2. Is het zinvol om met het afgeschraapt bodemmateriaal de bestaande grachten gedeeltelijk te dempen? Op deze manier kan kwel tegengehouden worden (zie vraag 1), maar vermindert de beschikbare waterdiepte voor vissen.
3. Om budgettaire redenen zou een deel van het af voeren bodemmateriaal tijdelijk gestockeerd worden in onderwaterdepots. Bij latere beheerwerken zou dan telkens een deel alsnog afgevoerd worden. Wat is het mogelijke effect van die blijvende aanwezigheid van nutriëntenrijk bodemmateriaal in bepaalde zones van het meer?

Toelichting

Omdat de adviesvragen een goed begrip vergen van de recente voorgeschiedenis en het functioneren van dit ecosysteem, is geopteerd om de antwoorden op de specifieke vragen van dit advies te laten voorafgaan door een ecohydrologische systeembeschrijving, zodat ze in een bredere en landschappelijke context kunnen begrepen worden.

Omdat voor het antwoord op de vragen een benadering vanuit verschillende invalshoeken nodig is, is geopteerd om, naast de ecohydrologische invalshoek, ook nog andere twee andere invalshoeken te behandelen: met name één gericht op vispopulaties en één gericht op het aquatische milieu.



Figuur 1: Algemene situering van de SBZ-H deelzone van Het Vinne (gebied binnen de polygoon met dikkere contour)

1 Ecohydrologische systeembeschrijving (naar De Becker, 2020)

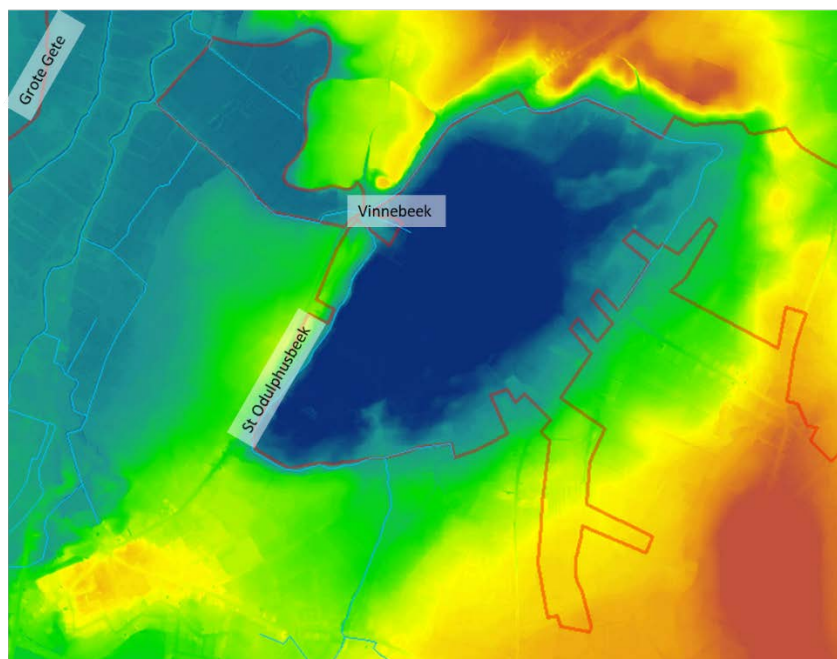
1.1 Algemene situering, recente geschiedenis, topografie en hydrografie

Het Vinne is gelegen in het oosten van de provincie Vlaams-Brabant, op het grondgebied van de gemeente Zoutleeuw, tegen de grens met de provincie Limburg aan. Het is een geomorfologisch volkomen natuurlijke ovale en gesloten depressie, die naar alle waarschijnlijkheid zijn oorsprong vindt in erosieprocessen ten tijde van de laatste ijstijd(en) (Gullentops, 1981). Na de ijstijden is er veenontwikkeling opgetreden, die echter werd tenietgedaan door turfongtinning vanaf de 13e eeuw (Mullenders & Gullentops, 1969). Er wordt van uitgegaan dat Het Vinne, tot aan de drooglegging in 1841, één van de weinige echt natuurlijke “meren” van Vlaanderen. Ook al wordt het in die tijd een “Lac” genoemd, het lijkt veel waarschijnlijker dat dit grotendeels een moeras met centraal een (aanzienlijke) oppervlakte open water moet geweest zijn. Vanaf 1841 werd het gebied door permanente bemaling drooggelegd. Al bij al was die drooglegging een vrij eenvoudige klus: een paar ontwateringsgrachten graven, drie maanden water richting de Kleine Gete pompen en het meer stond droog (Bets, 1887). Na wat half gelukte pogingen om er aan landbouw te doen, inclusief de bouw van de Vinnehoeve (Hof 't Vinne), werd het drooggelegde moeras beplant met populieren (1930). Het gebied werd in 1974 eigendom van de provincie Brabant, later Vlaams-Brabant. Toen stonden er nog de populieren van de vorige eigenaar-bosbouwer (nv Union Allumetières). De nieuwe eigenaar liet die populieren staan. Rond de laatste eeuwwisseling vatte de provincie het plan op om er aan natuurinrichting te doen. Het toenmalige Instituut voor Natuurbehoud kreeg de opdracht om natuurontwikkelingsscenario's uit te werken. Het herstel van het natuurlijke meer was één van die scenario's (De Wilde *et al.*, 1999). Het werd gekozen als hét uit te voeren scenario. De VLM kreeg die opdracht toegewezen.

De Vinnehoeve, die als historisch belangrijk en te behouden beschouwd werd/wordt, is gesitueerd onder het oorspronkelijke waterpeil van het Vinnemeer voor de drooglegging in 1841. Omwille van die lage ligging, kon het oorspronkelijke meerpeil niet meer hersteld worden. De pompactiviteit kon dus niet zomaar stilgelegd worden zonder de hoeve deels onder water te laten lopen. In plaats daarvan werd het aanslagpeil van de pomp een stuk hoger ingesteld na de afloop van het inrichtingsproject (2007). De volledige meerdepressie

werd niet langer droog gepompt en zo kwam het diepste deel opnieuw onder water te staan. Doordat de gemiddelde diepte van de waterkolom slechts 1,2 meter bedraagt (met uitschieters tot 2,5 m in de voormalige drainagegrachten), treedt er in grote delen verlanding op. Riet groeit immers vlot in water dat niet dieper is dan 1 meter.

Het verhoogde aanslagpeil van de pompen, nodig voor het herstel van het meer, werd pas ingesteld na het rooien van de populieren. In het oorspronkelijke plan zouden behalve de stammen ook alle takken, bladeren en de toplaag van de bodem worden afgevoerd. Omwille van budgettaire redenen besliste men toen om niet alle takken af te voeren. In de plaats daarvan werd een deel van de populierenkruinen als takkenhopen achtergelaten in het nieuw te vormen meer. Die hopen kwamen net wel/net niet boven het nieuw ingestelde meerpeil uit. Daarenboven werd beslist om de inmiddels gevormde bosbodems alleen maar af te schrapen in de zone waar de nieuwe meeroever verwacht werd. Bovendien werd de huishoudelijke vuilvracht die via de (zuidelijke) St. Odulphusbeek en de (noordelijke) Vinnebeek het gebied binnenstroomde niet weg gehaald. Deze beide waterloopjes werden bij de drooglegging tussen kunstmatige dijkjes aan de rand van de depressie omgeleid, maar komen heden (onbedoeld) terug in de meerdepressie van Het Vinne terecht. Op die beekjes zat intussen de vuilvracht van tientallen woningen die de laatste decennia bijgebouwd waren in de omgeving. Van rioleringen was hier toen nog nauwelijks sprake. Met nutriënten aangerijkt beekwater sijpelde op bepaalde plaatsen dwars door de dijkjes naar de Vinnedepressie. Er waren initieel ook problemen uit overlopende mestopslag in aanpalende percelen aan de oostzijde van het meer.



Figuur 2: Detailtopografie in de omgeving van Het Vinne

Toen het meer opnieuw ontstond, in de jaren die volgden op de instelling van het verhoogde aanslagpeil van de pomp, kwamen er tal van de tot doel gestelde water- en moerasplantensoorten opnieuw tevoorschijn. Er kwamen ook libellen en moerasvogels terug. Op de niet afgeschaapte bodems in de ondiepe meerdelen ontwikkelden pitrusbulten en rietklonen. Doordat het nieuw ingestelde meerpeil verkeerd ingeschat werd op het terrein, was er aan de noordostrand van de depressie nog een aantal hectare bos blijven staan dat bij het vullen van het meer mee onder water liep. De bomen stierven af en vielen om.

In eerste instantie leek het vooropgestelde doel van herstel van een Europees habitattypen 3150 (van nature eutrofe meren met vegetatie van het type Magnopotamion of Hydrocharition) te slagen. Op de afgeschaapte oeverzones verscheen eerst nog massale bloei van blaasjeskruiden, kikkerbeet en waterranonkels. In de volgende jaren veranderde het meer in snel tempo in een eutrofe en later hypertrofe plas waarin de doelsoorten nauwelijks nog voorkwamen.

De pitrusbulten en rieteilandjes vormden samen met de niet verwijderde takkenbulten in de ondiepe meerzones de ideale nestgelegenheid voor een grote broedkolonie van Kokmeeuwen. Die vogels zorgden voor input van nutriënten via hun uitwerpselen. De aanhoudende toestroom van huishoudelijk afvalwater via de talrijke lekken en lekjes in de dijken van de omgeleide Vinne- en de St. Odulphusbeek voegden daar nog een nutriëntenvrucht aan toe. Actueel zou dit probleem van de baan moeten zijn. Het niet afgeschaapte halfverteerde strooisel dat in het meer was blijven liggen, verhinderde de groei van een goed ontwikkelde ondergedoken waterplantenvegetatie. Al snel werd overal in het meer een sliblaag gevormd die bovendien steeds weer in suspensie gaat als gevolg van windwerking op het grote wateroppervlak.

De initiële quotering van “geslaagd project” diende al snel bijgesteld te worden tot “problematisch”. De huidige her-herinrichting biedt de uitgelezen kans om het opnieuw en veel beter te doen.

1.2 Geohydrologie

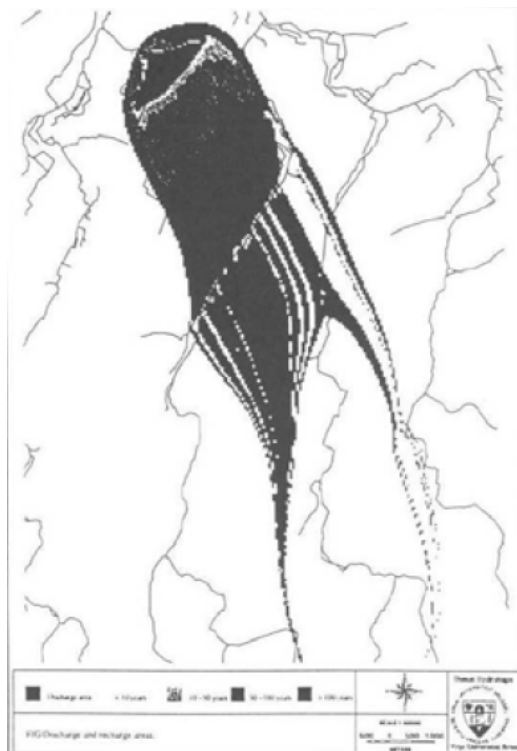
Het watervoerende pakket onder en in de omgeving van Het Vinne bestaat uit afzettingen van de kalkrijke zand(steen)afzettingen van de Formatie van Hannut en de kalkrijke zandafzettingen van de Formatie van Tienen. Beide formaties samen werden destijds Landeniaan genoemd (figuur 3). Daaronder zitten nog de mergel en kleiige zanden van de Formatie van Heers en nog dieper het Krijt. Het hydrologische systeem wordt hier onderaan begrensd door het Cambrium dat hier op een diepte van ruim 150 meter zit.



Figuur 3: Datzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts) voor Het Vinne

Het Vinne is in zeer belangrijke mate een grondwater gevoed systeem en wordt in beperkte mate gevoed door oppervlaktewater (en nog veel minder uit directe neerslag). Het actuele meer krijgt hoofdzakelijk uitgesproken mineraalrijk grondwater dat komt toegestroomd

vanuit een infiltratiegebied tot 5-6 km naar het zuidzuidoosten (figuur 4). Dat is een naar Vlaamse normen 'snel' grondwatersysteem met verblijftijden tot ca. 25-40 jaar.



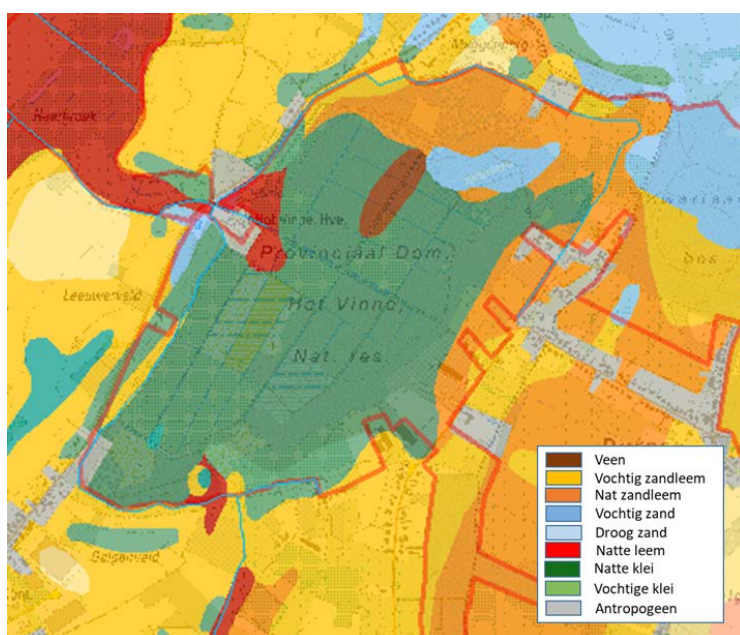
Figuur 4: Grondwatervoedingsgebied van Het Vinne (naar Batelaan & Desmedt, 1994)

Een veel beperktere hoeveelheid komt toegestroomd vanuit het noordnoordoosten met grondwater uit de kleiige zanden van de Formatie van St. Huibrechts Hern ter hoogte van de Muggenberg (figuur 3). Dat zorgt wel voor een afwijkende kwelzone in het noordoosten van het meer met grondwater en de daarbij horende vegetatie die eerder aan de Kempen of het Hageland doet denken. Dat water is duidelijk veel mineraalarmer, ijzerrijker en wat zuurder dan het water uit de Formaties van Hannut, Tienen en Heers en zeker in vergelijking met het nog diepere krijtwater.

Onder water en ook in de randzone liggen nog de oude drainagestructuren zoals die deels voor en deels tijdens de drooglegging zijn aangelegd om eerst het oppervlaktewater weg te krijgen en vervolgens het grondwaterniveau steeds dieper te kunnen wegpompen, met het oog op landbouw/populierteeelt. Als die drainagestructuren terug onder water staan, hebben ze geen enkel effect meer op de hydrologie van het gebied. Wat wel gebeurt, is dat dit de preferentiële plaatsen zijn waar slib opstapelt. Of die grachten nu onder water aanwezig zijn of niet heeft geen enkele aantoonbare impact op het toestromen van grondwater. Immers, het is de hydrostatische druk van de waterkolom (in dit geval het oppervlaktewaterpeil van het meer) dat hier de grootste impact op heeft, door het uitoefenen van tegendruk. Wat mogelijks tot verwarring kan leiden (zoals kan opgemaakt worden uit de vraagstelling) is het optreden van kwelverschijnselen in de greppels als het meer droog staat. Die kwelverschijnselen worden veroorzaakt door het massaal groeien van ijzer fixerende bacteriën (Gallionella's) die groeien op plaatsen waar ijzerrijk, fosfaatarm grondwater uittreedt. Die bacteriën groeien best bij lage temperaturen. Bij een laag meerpeil functioneren de droogvallende greppels immers opnieuw als drainagesysteem, ten minste als ze boven het meerpeil uitkomen. Ze draineren dan richting meer en finaal via het pompemaal richting Gete. Het is precies in die greppels dat de kwelverschijnselen opnieuw optreden. De greppels worden dan opnieuw functioneel en trekken het grondwaterpeil in de

aanpalende percelen naar beneden. Als het meer gevuld is, treedt het grondwater in deze zone even goed uit, maar omwille van verdunning in het mineraalrijkere meerwater, zijn de roestige kwelverschijnselen dan veel minder zichtbaar

Het oppervlaktewaterpeil in het meer bedraagt momenteel om en bij de 25 m TAW¹. De watervoerende lagen die het meer van grondwater voorzien, strekken zich nog tientallen kilometers in zuidelijke richting uit. Ze duiken met een helling van ca. 2-3 % in noordelijke richting naar beneden. De freatische oppervlak in die watervoerende lagen zit in het zuiden van het grondwatervoedingsgebied (infiltratiegebied) ten minste een tiental meter hoger dan het huidige meerpeil. Alleen al daardoor is het fysisch onmogelijk om met het huidige waterpeil van het meer deze toestroom van kwelwater te onderdrukken. Grachten die onder water liggen en waar geen waterafvoer door kan gebeuren, hebben bij gevolg geen enkele impact. In de grachtbodem zowel als in de rest van de meerbodem komt doorheen het ganse jaar een kwelstroom verticaal vanuit de ondergrond naar omhoog.



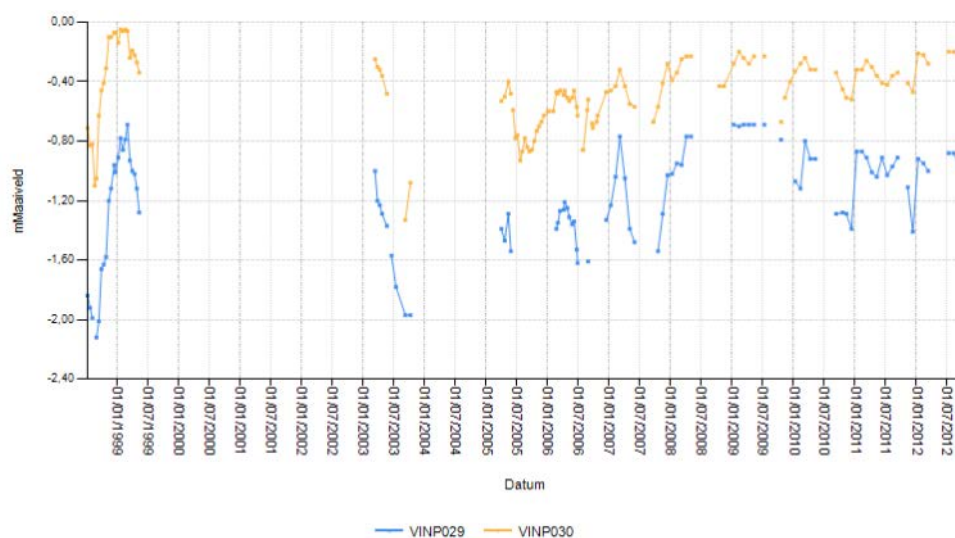
Figuur 5: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied van Het Vinne

De bodem (figuur 5) in het gebied bestaat grotendeels uit vochtige tot natte klei die zeer rijk is aan organisch materiaal, veen eigenlijk, afkomstig van meersedimenten en in de noordnoordoostelijke hoek ook nat zand en een stuk bodem gekarteerd als veen.

1.3 Grondwaterdynamiek

Over het algemeen zijn de grondwatertafelschommelingen op jaarbasis afgenomen na het afbouwen van het droog bemalen in 2004. In de noordoosthoek (onderaan de Muggenberg) treedt er grondwater uit vanuit de Formatie van St. Huibrechts Hern en kent van nature relatief kleine grondwatertafelschommelingen (VINP030). Iets verder weg van de Muggenberg in de richting van het meer worden de schommelingen groter (VINP029).

¹ In het deel "2 - Beschikbare waterdiepte voor vissen" komt de diepte van de waterbodem aan bod.



Figuur 6: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de NO hoek van Het Vinne (locatie meetpunten zie figuur 8)

Het meerpeil is min of meer constant. Er wordt nog steeds water weggepompt als het boven een bepaald peil uitstijgt. Dat peil is, zoals gezegd lager dan het vroegere, natuurlijke overlooppeil.

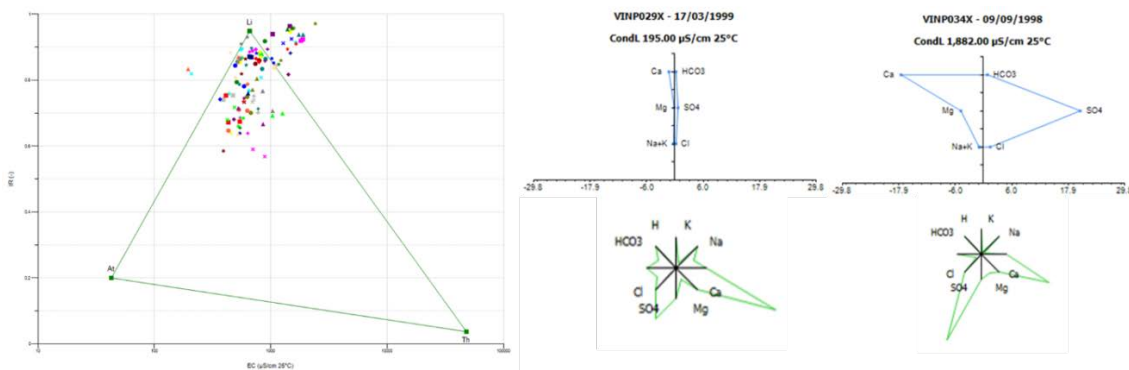
1.4 Grondwaterchemie

De voeding van gebied met grondwater vanuit de Formaties van Hannut en Tienen is bijzonder mineraalrijk. Dat is te merken aan de erg hoge gemiddelde waarde voor de EC₂₅ van meer dan 800 µS/cm (tabel 1). In het gebied staan nu nagenoeg alle grondwater gevoede terreingedeelten (sinds 2004 terug) onder water met meerwater, wat eigenlijk grotendeels grondwater is dat boven maaiveld uitstijgt.

Tabel 1: Samenvattende gegevens van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in Het Vinne op basis van 119 staalnames (periode 1999-2016).

# = 119	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	2410	7,2	432	12,40	0,161	13,60	0,786	1432	126,0	52,3	29,3	499,0	91,50	90,10
90-percen	1462	6,9	331	0,86	0,014	5,98	0,154	623	59,0	29,0	17,4	272,6	32,58	42,88
mean	817	6,1	149	0,59	0,008	1,70	0,055	244	42,1	20,3	10,0	126,6	15,49	16,36
10-percen	446	5,1	6	0,05	0,005	0,10	0,010	61	22,6	11,4	4,0	49,3	5,53	0,25
min	195	3,8	0	0,02	0,005	0,04	0,010	18	9,0	5,1	0,5	25,5	1,76	0,05

Merk op dat voor veel variabelen het verschil tussen de minimale en maximale waarde hier soms erg groot is. Dat heeft in eerste instantie te maken met de oorsprong van het grondwater uit twee vrij sterk mineralogisch verschillende watervoerende lagen (mineraalarm grondwater uit de Formatie van St. Huibrechts Hern en mineraalrijk grondwater uit de Formatie van Hannut). Daar bovenop komt nog dat er her en der locaties waren waar sterk met nutriënten aangerijkt grondwater aanwezig was, die ook hogere mineralen- en nutriëntenconcentraties veroorzaken.



Figuur 7: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) voor het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Het Vinne

In het noordoosten komt ijzerrijk en duidelijk mineraalarmere grondwater aan de oppervlakte uit de Formatie van St. Huibrechts Hern. Dat is duidelijk te zien in de lage EC25 waarde voor het meetpunt VINP029 in figuur 7.

In de vraagstelling van dit advies wordt gewag gemaakt van oud en matig oud kwelwater en de mogelijke negatieve impact ervan op het halen van de instandhoudingsdoelstellingen voor het meer. Het vermoeden is dat er verwarring bestaat bij de beheerders over de aanwezigheid van twee (mineralogisch) nogal sterk verschillende grondwater(kwel)types. Het "leeftijdsverschil" van de grondwatertypes is minder belangrijk dan de verschillen in minerale samenstelling van het water zoals hierboven beschreven.

Nagenoeg het volledige grondwatervoedingsgebied (zowel van grondwater afkomstig uit de formatie van St. Huibrechts Hern als grondwater uit de Formatie van Hannut) ligt onder gronden met een intensief landbouwgebruik. Er zitten dan ook hoge nutriëntenconcentraties in dat grondwater. Met name orthofosfaat is een probleem. De nitraat- en nitrietconcentraties vallen vrij goed mee maar de gemiddeld erg hoge sulfaatconcentraties (ook recent nog) wijzen toch op een structurele en zeer grote mate van overbemesting in het infiltratiegebied met uitspoeling van met nitraat aangerijkt drainagewater. De nitraten worden via het in de ondergrond aanwezige pyriet (FeS) omgezet tot lachgas dat ontwijkt naar de atmosfeer echter met vrijstelling van sulfaat. Dat sulfaat wordt met het verder stromende grondwater meegevoerd en komt samen met het kwelwater ter hoogte van Het Vinne aan de oppervlakte. Het zorgt daar voor een versnelde afbraak van organisch materiaal. Op die manier zorgt het voor vertroebeling van het meerwater en het ongeschikt worden voor goed ontwikkelde waterplantenvegetaties.

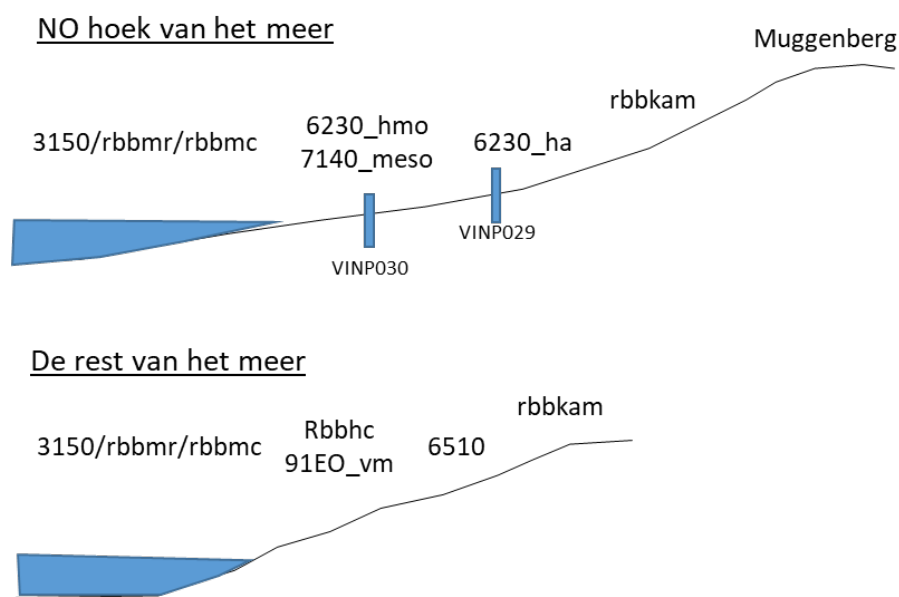
1.5 Vegetatiezonering

Het herstelde meer kende tot bij de aanvang van de werken in 2020 een matig tot slecht ontwikkelde vegetatie van het type van nature eutrofe meren (3150). Grote delen van het meer zijn aan het verlanden met rietlandvegetaties (rbbmr) en deels ook grote zeggenvetaties (rbbmc). Net buiten de oeverzone, in een smalle gordel waar het grondwaterpeil in de zomer niet dieper wegzakt dan 60-70 cm onder het (topografisch snel oplopende) maaiveld, komt sporadisch een smalle zoom voor waar dottergrasland (rbbhc) kan ontwikkelen. Waar er niet beheerd wordt zijn er resten van mesotroof elzenbroekbos (91EO_vm) te vinden (al dan niet verruigd) of is dat type opnieuw aan het ontwikkelen. Waar de topografie nog verder oploopt (en het grondwater dieper wegzakt in de zomer) zijn op niet bemeste locaties glanshaver-/grote vossenstaartgrasland (6510) te vinden.

Het noordoostelijke deel van het gebied wijkt sterk af van de rest van het gebied omwille van de zandige bodem en het uittreden van mineraalarmere grondwater (uit de Formatie van St.

Huibrechts Hern). Hier zijn kleine vlekken te vinden van vochtig heischraal grasland (6230_hmo), soms zelfs wat fragmenten van kleine zeggevegetaties (7140_meso).

Van het noordoostelijk deel naar het centrale deel van het meer nemen de grondwatertafelschommelingen toe (tot meer dan anderhalve meter diepte in de zomer en 70-80 cm diep in de zomer), hier ontwikkelen zich struisgraslanden (6230_ha). Waar er niet al te intensieve landbouw grenst aan deze zone zijn soms soortenrijke kamgraslanden (rbbkam) te vinden. Op de meeste andere plaatsen rondom het gebied is intensieve landbouw te vinden. De graslanden daar zijn in regel soortenarm (type Poo-Lolietum).



Figuur 8: Schema van de vegetatiezonering voor Het Vinne

2 Beschikbare waterdiepte voor vissen

2.1 Doelstellingen voor de visgemeenschappen

De doelstelling voor het meer ambieert een heldere en waterplantenrijke waterkolom. Om de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten te stimuleren dient een heldere waterkolom over een langere tijd gehandhaafd te worden. Een te hoge densiteit aan vis kan hier nefast voor zijn. De spontaan ontwikkelde populaties van planktivore en benthivore vis dienen dus snel en efficiënt ingeperkt te worden. Daarmee worden kansen gecreëerd voor een efficiënte begrazing van zoöplankton op algen, wat op zijn beurt zou moeten resulteren in helder water en de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten zou moeten stimuleren. Hierdoor werd in het voorjaar van 2005 bepoting met juvenielen van piscivore vis (snoek) uitgevoerd. Indien op een later tijdstip de spontane rekrutering van piscivore vis onvoldoende zou blijken te zijn, stelde men een bepoting voor op regelmatige basis met juveniele snoek (500 individuen van 5 cm per ha).

2.2 Inventarisaties

Tot op heden wordt Het Vinne gekenmerkt door een zeer onvolledige visgemeenschap.

Uit de beschikbare literatuurgegevens van onderzoek daterende van 2008 werden slechts vijf soorten waargenomen sinds het meer hersteld werd (Louette *et al.*, 2008). Dit wordt bevestigd door de opeenvolgende monitoringsgegevens van het meer (Lambrechts *et al.*, 2007; URS, 2011; Verwajen *et al.*, 2017):

Tabel 2: Soortenlijst resulterend uit het ichtyologisch onderzoek van Het Vinne

Soort/ Jaartal	2006	2008	2011	2017
Blankvoorn			x	x
Blauwbandgrondel	x	x	x	x
Driedoornige stekelbaars	x	x		
Giebel				x
Karper	x	x	x	x
Paling				x
Rietvoorn			x	x
Snoek	x	x	x	x
Tienddoornige stekelbaars	x	x		

Op basis van de monitoringsgegevens kan daarenboven geconcludeerd worden dat de populatiedensiteit van blauwbandgrondel, rietvoorn, karper en snoek sterk zijn toegenomen. De uitzetting van snoek is echter niet efficiënt gebleken om de populatie van blauwbandgrondel onder controle te krijgen.

2.3 Streefbeeld

De kwaliteit van de visstand is nog steeds ontoereikend voor dit watertype (Verwajen *et al.*, 2017). Door het geïsoleerd karakter van Het Vinne is de herkomst van de verschillende soorten gemakkelijk te achterhalen (enkel) voor de volgende vissoorten: spontane kolonisatie vanuit het voormalige grachtensysteem voor blauwbandgrondel, driedoornige- en tiendoornige stekelbaars, willekeurige uitzetting voor karper, en gerichte bepoting voor snoek (Louette *et al.*, 2008).

Op basis van de dimensies van het meer en rekening houdende met het maximaal ecologisch potentieel werd het Snoek-Rietvoorn type vooropgesteld. Tot midden vorige eeuw was dit een veel voorkomend gemeenschapstype. Deze gemeenschap komt voor in ondiepe, heldere wateren met rijke plantenzones, waarbij de ondergedoken waterplanten een aanzienlijk deel van het bodemoppervlak bedekken en waarvan het doorzicht minstens 1 m bedraagt. Het zijn matig voedselrijke tot voedselrijke wateren met een soortenrijk visbestand (Lambrechts *et al.*, 2007). De sleutelsoorten zijn aangepast aan vegetatierijke wateren. Kenmerkende soorten voor dit type zijn snoek, rietvoorn, zeelt, kroeskarper en grote modderkruiper. Begeleidende soorten zijn kleine modderkruiper, bittervoorn, vetje, driedoornige- en tiendoornige stekelbaars (Zoetemeyer & Lucas, 2001). Deze gemeenschap is kenmerkend voor ondiep water met sterke zuurstoffluctuaties door productie en respiratie (Oosterberg *et al.*, 2000). De draagkracht kan tot 350 kg/ha bedragen met een vrij hoge snoekstand van 50 kg/ha (Lambrechts *et al.*, 2007).

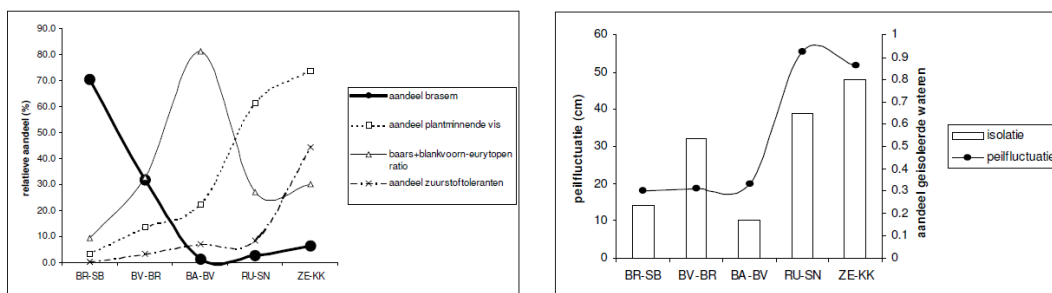
Aangezien het aquatisch voedselweb nog steeds onstabiel is, is het van belang om de ondergedoken waterplanten betere kansen op uitbreiding te geven. Om dit te kunnen realiseren dient dan ook een zo lang mogelijk periode van helder water gehandhaafd te worden. Een te hoge densiteit van vis kan hiervoor nefast zijn, zodat spontaan ontwikkelende populaties van planktivore en benthivore vis snel en efficiënt ingeperkt dienen te worden. Na verloop van tijd, wanneer zich een uitgebreide onderwatervegetatie heeft

ontwikkeld, kan de visgemeenschap zo nodig met bijkomende soorten aangevuld worden. De noodzaak hiervan is vatbaar voor discussie, maar indien er tot bepoting wordt overgegaan, wordt aanbevolen om per vissoort ca. 5 kg/ha te bepoten. Kroeskarper en blei zijn twee relevante benthivore vissen. Bijkomend bepoten met deze soorten is af te raden indien een goed ontwikkelde waterplantenvegetatie het doel is.

Voor het leefgebied van de clustergroepen die overeenkomen met de doelgemeenschap Snoek-Rietvoorn-type, varieert de gemiddelde diepte van de meren tussen 1,2 m en 1,7 m. Bij analyse van de individuele soorten bleek het zwaartepunt van de ecologische habitatvereiste voor gemiddelde diepte van de waterkolom zich rond 1,5 m te bevinden (zeelt, kroeskarper, grote modderkruiper, snoek, driedoornige stekelbaars, bittervoorn). Enkel voor rietvoorn ligt het zwaartepunt zich rond een gemiddelde diepte van 2 m (Backx *et al.*, 2007). Bovendien moet er ook rekening mee gehouden worden dat voor de overwintering van vis een diepte van ongeveer 1,5 meter noodzakelijk is (Kamman, 2004).

Het Vinnemeer is gemiddeld 1,2 m diep (Louette *et al.*, 2008). De maximale dieptes van 2,5 m diep werden opgetekend in het greppelpatroon dat verspreid in het meer te vinden is. Deze greppels zijn in de laatste tien jaar sterk toegeslibd waardoor de gemiddelde diepte en de maximale diepte van het water in het meer afgenomen zullen zijn. Gezien een gemiddelde diepte van 1,5 m diepte als optimaal wordt beschouwd voor de beoogde visgemeenschap is het dempen van het greppelsysteem niet aan te bevelen. Bovendien kan het behouden van het greppelsysteem een beheertechnische meerwaarde opleveren. Deze greppels zullen als eerste terug slib opvangen en kunnen gebruikt worden als opvangzones voor slib. Deze greppels kunnen op regelmatige basis geruimd worden zonder het meer te moeten droogleggen.

In wateren met een groot aandeel oevervegetatie neemt het aandeel eurytope soorten, zoals snoek, toe. In de meest geïsoleerde wateren zijn de zuurstoftolerante soorten zoals zeelt, kroeskarper en modderkruiper het meest abundant (figuur 1) (Backx *et al.*, 2007).



Figuur 9: Visgemeenschappen uit de clusteranalyse van meren en plassen met de bijhorende waarden van indicatoren en de kenmerken van het watersysteem zoals geanalyseerd door Backx *et al.* (2007) (BR: brasem, SB: snoekbaars, BV: blankvoorn, BA: baars, RU: rietvoorn, SN: snoek, ZE: zeelt, KK: kroeskarper)

De gemiddelde diepte waar de gemeenschap voorkomt, kan ontleed worden op basis van de milieueisen m.b.t. diepte voor de indicatieve soorten. Algemeen hebben de soorten een voorkeur voor ondiepe, vegetatierijke wateren.

De indicatieve soorten voor de doelgemeenschap van het Snoek-Rietvoorn-type wordt hierna kort besproken.

2.3.1 Snoek

De paai van de snoek vindt meestal plaats in water van 25-100 cm diep (Alldridge & White, 1980). Onderzoek van Fortin *et al.* (1982) heeft aangetoond dat paaiende snoek een voorkeur had voor water in de oeverzone van minder dan 60 cm diep. Onderzoek in stuwmeren, meren en rivieren geeft aan dat een stabiele waterstand voor minstens een maand lang vereist is voor een succesvolle reproductie van snoekpopulaties (Johnson, 1956; Hassler, 1970; Nelson, 1978; Rundberg, 1977; Threinen, 1969; Groen & Schroeder, 1978; Fortin *et al.*, 1982; Gaboury & Patalas, 1984; Gravel & Dubé, 1980). Vrijzwemmende larven tot een lengte van 4 cm komen voor in open water. Het laatste larvale stadium (lengte >5 cm) bevindt zich tussen de vegetatie op een diepte van 0,5-1 m (Raaijmakers, 1988). Anderzijds bleek uit onderzoek van een Canadees meer dat de snoek voornamelijk op dieptes van minder dan 1 m voorkwam (Turner & Mackay, 1985).

2.3.2 Zeelt

De zeelt komt in relatief ondiep water voor, waar er voldoende waterplanten kunnen voorkomen. Op een diepte van meer dan 2 à 3 m komt de soort niet voor (Beelen, 2008).

2.3.3 Kroeskarper

De kroeskarper heeft een voorkeur voor ondiep water, in het bijzonder in de zomerperiode. In de winter wordt, indien mogelijk, dieper water opgezocht (Szczerbowski & Szczerbowski, 2001; Wijmans, 2009).

Kroeskarpers hebben een voorkeur voor kleinere stilstaande plantenrijke wateren. Ze zijn aangepast aan de lage zuurstofgehalten die in dergelijke wateren kunnen optreden en kunnen 's zomers kortstondige droogval overleven door zich in te graven in de modder. In de winter kunnen ze bij een langdurige bedekking met ijs, waarbij zuurstofloosheid ontstaat, overschakelen op een zuurstofloze stofwisseling met glycogeen. Door deze eigenschappen is kroeskarper in staat zich te handhaven onder omstandigheden die veel andere vissoorten niet overleven².()

2.3.4 Grote modderkruiper

De grote modderkruiper komt voornamelijk in ondiep water voor (Sterba, 1958; Lelek, 1980; RIN, 1983), dat zelfs gedurende een deel van het jaar mag opdrogen (Gaumert, 1986). Vooral in de paaitijd zoekt deze vis ondiep water op, om daar de eieren af te zetten. Dit ondiepe water warmt snel(ler) op hetgeen de ontwikkeling van de eieren en de groei van de larven versnelt (Grieb, 1937; van Beek, 2003).

2.3.5 Kleine modderkruiper

Bij de kleine modderkruiper verschilt de habitatvariabele diepte lichtelijk tussen de winter- en de zomerperiode. In de winter strekt de optimale diepterange zich uit van 25-37 cm. In de zomerperiode zoeken de dieren diepere zones op tussen 30 en 42 cm (Seeuws & Van Liefferinge, 1999).

2.3.6 Bittervoorn

Bittervoorn komt over het algemeen voor in ondiepe wateren met een diepte vanaf 0,5 m (de Lange & van Emmerik, 2006; Crombaghs *et al.*, 2000). Dit is in overeenstemming met gegevens van de Bruin (2007), die aangeeft dat in wateren met een diepte van 0,4 tot 0,6

² <https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/kroeskarper>

meter aanzienlijk minder bittervoorns voorkomen dan in diepere wateren. Er blijkt voor de soort een minimale diepte noodzakelijk van 0,45 m.

2.3.7 Vetje

Net zoals driedoornige en tiendoornige stekelbaars, leeft het vetje hoofdzakelijk in stilstaande wateren met bij voorkeur een goed begroeide oeverzone. De eieren worden bij voorkeur afgezet op de stengels van loodrecht in het water staande planten, op een diepte van 10-20 cm (Sportvisserij Nederland 2006)³ (). Ook driedoornige en tiendoornige stekelbaars komen in ondiepe wateren voor op minder dan een meter diepte. In rietkragen is het vetje vaak een dominante soort (Van Onsem *et al.*, 2014).

3 Het verwijderen/(tijdelijk) opslaan van slib

3.1 Inleiding

Het verwijderen van de sliblagen en het organische materiaal is één van de prioritaire maatregelen om de hypertrofe situatie van Het Vinne te kunnen verbeteren (De Wilde *et al.*, 1999; Louette *et al.*, 2008). Het is noodzakelijk om hierbij een globale aanpak te hanteren en de verwijdering van voedselrijke (slib)lagen integraal toe te passen. Een gedeeltelijke verwijdering zou slechts plaatselijk een verbetering inhouden en bovendien minder duurzaam zijn in de tijd. Het overgebleven slib zou zich verplaatsen binnen het systeem en het interne eutrofiëringsproces terug doen versnellen, met nefaste gevolgen voor de waterkwaliteit.

Er werd aangegeven dat bij het huidige herstel uit praktische en budgettaire redenen, (opnieuw) gekozen zou moet worden voor een onvolledige verwijdering van slib- en organische lagen. In dit niet-optimale scenario dienen deze niet-verwijderde lagen geïsoleerd te worden van de herstelde zones. In ieder geval moet erop gedrukt worden dat die tijdelijke onderwaterdepots zeer grondig van de rest van het herstelde meer moeten gescheiden worden en blijven zo lang het tijdelijke depot ter plaatse blijft. In een tweede scenario wordt binnen de contouren van het meer een open slibdepot aangelegd. Een dijk scheidt de beide gedeelten van elkaar.

3.2 Tijdelijke onderwaterdepots

Het voorstel om het slib te bergen in onderwaterdepots waarop rietontwikkeling wordt gestimuleerd wordt hieronder besproken. Deze onderwaterdepots zouden tijdelijk van aard zijn en om de vijf jaar, bij droogzetting van het meer, (gedeeltelijk) worden afgevoerd. Cruciaal bij deze aanpak is het isoleren van het voedselrijke slib ten opzichte van het watersysteem door het aanbrengen van een afdeklaag en rekening te houden met het beheer en inrichting ervan.

3.2.1 Substraat van de afdeklaag

Het aanleggen van slibdepots kan enkel zinvol zijn wanneer deze worden afgedekt met een substraat die het slib isoleert van het watersysteem. Dit substraat dient voedselarm te zijn en bestand te zijn tegen golfwerking geïnduceerd door wind. In functie van het te gebruiken afdek materiaal kunnen we stellen dat:

- klei en leem de grootste bindingscapaciteit voor fosfor vertonen, zelfs onder zuurstofloze omstandigheden. Deze fijne fracties wervelen echter sneller op en kunnen zorgen voor vertroebeling van het water, bijzonder in ondiepe delen. Voorwaarde bij gebruik als afdek materiaal is dat de klei en leem niet afkomstig zijn

³ www.sportvisserijnederland.nl

van verzadigde landbouwbodems, geen pyriet (sulfaatproblematiek) bevatten en ook weinig organisch materiaal;

- zand niet zorgt voor vertroebeling en (in principe) een minimale hoeveelheid nutriënten bevat, weerom met als voorwaarde dat het niet afkomstig is van verzadigde landbouwbodems. Als afdek materiaal is zand goed bruikbaar;
- veen en organisch materiaal, al dan niet gemengd met bovenstaande (teelaarde, compost, organisch slib,...) zullen bij afbraak zorgen voor vrijstelling van nutriënten (eutrofiëring), vertroebeling en zuurstofverbruik (interne eutrofiëring, sulfideproductie). Als afdeklaag zijn veen en organisch materiaal te mijden.

In het algemeen wordt weinig organisch (<5 %) zand als het meest geschikte afdek materiaal beschouwd (Osté *et al.*, 2010). De bindingscapaciteit van fosfor wordt mee bepaald door het ijzergehalte (niet als pyriet) van het materiaal. IBB (2010) geeft als norm voor afdek materiaal $P/Fe \leq 0,3 \text{ g.kg}^{-1}$ en $P/Fe \leq 0,055 \text{ g.kg}^{-1}$. Daarnaast gelden de normen die door het Bodemdecreet en Vlarebo worden opgelegd⁴.

Hierbij stelt zich de vraag of dergelijke materiaal aanwezig is binnen het gebied van Het Vinne. Indien dit niet het geval is dient dergelijk substraat aangevoerd te worden, wat extra kosten met zich meebrengt. Bij het latere afvoeren van de depots dienen ook de afdeklaagen terug verwijderd te worden.

3.2.2 Dikte van de afdeklaag

De dikte van de afdeklaag dient minstens 0,5 meter te bedragen. Deze diepte komt overeen met de worteldiepte van water- en oeverplanten. Een dikte van ca. 1 m verdient de voorkeur. Dit is belangrijk om te voorkomen dat de vegetatie wortelt in de nutriëntenrijke sliblaag en hierdoor een hoge biomassa genereert die bij het jaarlijks afsterven van de vegetatie terug in het systeem komt. De laag dient continu te zijn en mag niet door erosie of afglijden onderbroken worden.

3.2.3 Erosie

Om erosie te voorkomen is het aanbevolen om deze depots niet aan te leggen op plaatsen waar windwerking het grootst is. Hierbij is vooral de strijklengte van het meer belangrijk vanuit ZZW richting (overheersende windrichting). Dit betekent dat onderwaterdepots in de noordelijke helft van het meer niet wenselijk zijn.

3.2.4 Hoogte van de waterdepots

De depots dienen afgedekt te worden met (absoluut) minimaal een halve meter afdeklaag. Zoals eerder gezegd is een afdeklaag van één meter dikte veiliger en dus te verkiezen. Om de voorgestelde rietontwikkeling toe te laten zal de afdeklaag minimaal moeten dagzomen en bij voorkeur gedeeltelijk moeten droogvallen bij natuurlijke peilfluctuatie. In de huidige klimatologische omstandigheden zijn waterpeilen in plassen die enkel gevoed worden door grond- en regenwater, moeilijk te voorspellen. In het geval van Het Vinne zijn de fluctuaties alvast aan de bovenzijde afgetopt. Er is immers nog een aanslagpeil voor het inwerking treden van het pompgehaal.

De gemiddelde diepte van het meer werd berekend op 1,2 m (Louette *et al.*, 2008). Enkel in het centrale gedeelte worden dieptes van 2 meter bereikt. In grote delen van het meer zal de laag met het te bergen slib niet dikker kunnen zijn dan een 0,5 meter. Enkel in het centrale diepere deel kunnen sliblagen van meer dan 1 meter verwerkt worden. Om grote hoeveelheden slib te kunnen bergen zullen de slibdepots grote oppervlaktes in beslag nemen. Alvast voor die oppervlakte wordt dan geen habitatdoel gehaald.

⁴ <https://codex.vlaanderen.be/Portals/Codex/documenten/1015384.html>

3.2.5 (Riet)eilanden

Als men de voorgestelde werkwijze toepast zullen in het meer eilanden ontstaan. Wanneer deze eilanden snel kunnen gekoloniseerd worden met riet kan een (tijdelijke) meerwaarde worden gecreëerd. Deze meerwaarde hangt sterk af van de hoeveelheid riet en de aanwezigheid van verschillende rietzones. Voor woudaapje en roerdomp is waterriet de belangrijkste rietvorm als deel van hun leefgebied. De kolonisatie van riet kan echter moeizaam verlopen door concurrentie met pioniersvegetatie of door vraat. Riet wordt dus best op deze eilanden aangeplant en vervolgens beschermd tegen vraat. De ontwikkeling van volwaardige rietvegetaties kan jaren in beslag nemen. Wanneer deze eilanden te lang in een pioniersvegetatie verkeren, zullen deze snel worden ingenomen door de aanwezige kokmeeuwenkolonie. Een verdere uitbreiding van deze kolonie dient vermeden te worden gezien de enorme inpakt op de waterkwaliteit (Louette *et al.*, 2008). Met het ontstaan van eilanden worden locaties gecreëerd waarbij invasieve exoten zoals zomerganzen en watercrassula de overhand kunnen nemen.

Na verloop van tijd zullen de slibdepots terug worden verwijderd en dus moeten de inspanning voor het (tijdelijk) isoleren, inrichten en beheren van deze depots in verhouding staan met de gecreëerde tijdelijke natuurwaarde.

Als alternatief voor het creëren van verspreide slibdepots met afdeklaag kan nagegaan worden of er langs de westelijke zijde, langsheen de oever van het meer, dergelijke afgedekte depots kunnen worden aangelegd. Op deze manier ontstaan geen eilanden maar een aaneensluitend goed bereikbare, grotere oppervlakte die minder vatbaar is voor de kolonisatie van exoten en kokmeeuwen en kan eventueel koloniserende watercrassula gemakkelijk verwijderd worden.

3.3 Geïsoleerd open slibdepot

Een mogelijk alternatief voor de tijdelijke onderwaterdepots bestaat erin om een gedeelte van het meer met een dijk te isoleren. Binnen de ingedijkte oppervlakte kan het slib tijdelijk worden gestockeerd. Hierbij dient geen afdeklaag aangebracht te worden⁵ en kan op een kleinere oppervlakte meer volume slib worden bijgehouden. Dergelijk depot kan op een goed bereikbare plaats worden aangelegd (bv. aan westelijke oever). Extra zorg dient te worden besteed aan de ondoorlaatbaarheid van de dijk en de bodem van het depot. Bovendien zal het depot voorzien moeten worden van een ontwateringssysteem. Dergelijke aanpak zal, tijdelijk, niet passen in het landschapsbeeld en zal mogelijks als storend worden ervaren.

Conclusies

1. Het Vinne wordt hoofdzakelijk gevoed (en gevuld) met toestromend grondwater (kwel) vanuit de tertiair geologische Formaties van Tienen, Hannut en Heers en vanuit het onderliggende Krijt. Dat zijn uitgesproken mineraalrijke watervoerende lagen die bijgevolg mineraalrijk grondwater en dito meerwater opleveren. In de noordoosthoek van het meer komt een wat afwijkend, mineraalarmere grondwater aan de oppervlakte (vanuit de tertiair geologische Formatie van St. Huibrechts Hern). Regenwater heeft een beperkte invloed op de waterbalans in het meer. Mogelijks komt de verwarring tussen oud en minder oud kwelwater voort uit de aanwezigheid van deze beide grondwater/kwelwatertypen. Het mineraalarmere, ijzerrijkere en iets zuurdere

⁵ Het gaat immers maar om een tijdelijk slibdepot waarbij planten geen kans mogen krijgen om dit te koloniseren (en zo via bv. bladafval het meer zouden gaan eutrofiëren).

grondwater dat uittreedt aan de noordoostoever heeft een erg beperkte bijdrage in het watervolume van het meer. Dat bestaat grotendeels uit mineraalrijk en iets basischer grondwater dat vanuit het zuiden wordt aangevoerd. De impact van het mineraalarmere zuurdere grondwater op de chemische samenstelling van het meerwater is minimaal. De oude drainagestructuren die door het (gedeeltelijke) herstel van het meerpeil onder water komen te staan, hebben geen enkel effect meer op die kwelstromen. De kwelflux wordt bovendien niet onderdrukt door het deels gevulde meer. Wel wordt het uitredende mineraalarme en ijzerrijkere kwelwater duidelijker zichtbaar bij een lage stand of leegstand van het meer. Dat grondwater treedt ook uit bij een gevuld meer, maar de effecten ervan zijn dan veel minder goed zichtbaar wegens verdunning.

2. Om een goede staat van instandhouding van de vooropgestelde habitatdoelen voor dit meer te behalen (habitattype 3150 – van nature eutrofe meren vegetatie van het type Magnopotamion of Hydrocharition) is een heldere waterkolom noodzakelijk. Om dat te bereiken dient de instroom van nutriënten vermeden te worden en dient de met nutriënten aangerijkte sliblaag en zwevend organisch materiaal verwijderd te worden. Dat betekent dat er ook een uitgebalanceerde vispopulatie vereist is. Met het huidige meerpeil, dat lager is dan het peil van het vroegere meer, zijn er beperkte zones waar het waterpeil een diepte van 1,5 meter haalt. Dat is nipt voldoende om een vispopulatie van de doelgemeenschap Snoek-Rietvoorn-type te laten ontwikkelen. Het dempen van het onderwatergreppel-/grachtenpatroon is in deze context niet aan te bevelen. Voor de goede ontwikkeling van een volledige visgemeenschap hebben ze zelfs voordelen.
3. De volledige ruiming van de bodem van de vijver waarbij het afgegraven materiaal onmiddellijk en volledig wordt afgevoerd verdient vanuit ecologisch standpunt de absolute voorkeur. De aanleg van slibdepots in het meer is niet de aangewezen keuze en wordt best vermeden. Als er dan toch voor tijdelijke onderwaterberging gekozen wordt, moet alles in het werk gesteld worden om het risico op uitspoeling van nutriënten naar het open water tot een minimum te beperken. Het is absoluut vereist dat die onderwaterdepots geïsoleerd worden van het open watersysteem. Dit kan door ze af te dekken met een afdeklaag van voedselarm zand met een zeer gering gehalte aan organisch materiaal. Dergelijke eilanden dienen het best in de zuidelijke helft van het meer gesitueerd te worden om de kans op erosie te verkleinen. Om kolonisatie door o.a. exoten (bv. watercrassula) en kokmeeuwen te voorkomen kunnen deze eilanden snel beplant te worden met riet en vervolgens beschermd te worden tegen vraat. Meer geschikte alternatieven zijn een afgedekt depot aansluitend aan de westelijke oevers of een minder omvangrijk, door een dijk van de rest van het meer geïsoleerd, tijdelijk depot binnen de contour van het meer, waarin het later af te voeren materiaal tot boven de waterspiegel wordt geborgen.

Referenties

Alldrige N.A. & White A.M. (1980). Spawning site preferences for northern pike, (*Esox lucius*) in a New York marsh with widely fluctuating water levels. *Ohio J.Sci.* 80(13):57-73.

Backx J.J.G.M., Beers M., Higler B., Jaarsma N., Klinge M., Kranenborg J., de Leeuw J., Ottburg F., van de Ven M. & Vriese T. (2007). Jaarsma N., Klinge M. & Pot R. (red.). Achtergronddocument referenties en maatlatten vissen ten behoeve van de kaderrichtlijn water.

Batelaan O. & De Smedt F. (1994). Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Dienst hydrologie VUB. Brussel.

Beelen P. (2008). Kennisdocument Zeelt, Tinca tinca (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 24. Sportvisserij Nederland.

Bets P.V. (1887). Zoutleeuw. Beschrijving, geschiedenis, instellingen. Eerste deel, Tienen, 312 p.

Crombaghs B.H.J.M., Akkermans R.W., Gubbels R.E.M.B. & Hoogerwerf G. (2000). Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Natuurhistorisch Genootschap Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.

De Becker P. (2020). Ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen voor natuurgebieden in Vlaanderen in het kader van PAS. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (12). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

de Bruin A. (2007). Kansenskaart bittervoorn. Onderzoek naar de verspreiding van de bittervoorn in relatie tot het WOT-kansen model. Stageverslag Hogeschool van Hall Larenstein Velp. I.o.v. Stichting RAVON.

de Lange M.C. & van Emmerik W.A.M. (2006). Kennisdocument bittervoorn *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782). Kennisdocument 15. Sportvisserij Nederland.

Fortin R., Dumont P., Fournier H., Cadieux C. & Villeneuve D. (1982). Reproduction et force des classes d'Age du grand brochet (*Esox lucius* L.) dans le Haut-Richelieu et la Baie Missisquoi. *Can.J.Zool.*, 60(2):227-40.

Gaboury M.N. & Patalas J.W. (1984). Influence of water level drawdown on the fish populations of Cross Lake, Manitoba. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*, 41(1):118-25.

Gaumert D. (1986). Kleinfische in Niedersachsen. Hinweise zum Artenschutz. Mitteilungen aus dem Niedersächsischen Landesamt für Wasserwirtschaft. Heft 4. Hildesheim.

Gravel Y. & Dube J. (1980). Les conditions hydriques et le rôle de la végétation dans une frayère grands brochets *Esox lucius* Linné. *Eau Quebec*, 13(3):229-30

Grieb A.W. (1937). Die larvale Periode in der Entwicklung des Schlammbeissers (*Misgurnus fossilis* L., Cobitidae Cyprinoidea). *Acta Zoologica* 1937, Bd. XVIII: 339-344.

Groen C.L. & Schroeder T.A. (1978). Effects of water level management on walleye and other coolwater fishes in Kansas reservoirs. *Spec.Publ.Am.Fish.Soc.* 10:278-83.

Gullentops F. (1981). Point 11-1 : Zoutleeuw. in: Fossil periglacial phenomena in NE Belgium, p.354

Hassler H.J. (1970). Environmental influence on early development and year-class strength of northern pike in Lake Oahe and Sharpe, South Dakota, *Trans.Am.Fish.Soc.* 99(2):369-75.

IBB - Implementatieteam Besluit Bodemkwaliteit (2010). Handreiking voor het herinrichten van diepe plassen. Ministerie van Verkeer & Waterstaat.

Johnson F.H. (1956). Northern pike yearclass strength and spring water levels. *Trans.Am.Fish.Soc.*, 86(1):285-93.

Kamman J.H. (2004). Gebiedsvisie Sportvisserij Oost-Brabant. In opdracht van Federatie van hengelsportverenigingen Zuidwest Nederland.

Lambrechts J., Aubrock B., Hendrickx P., Gabriëls J., Hendig P.T., Van Der Wijden B. & De Vocht A. (2007). Natuurinrichtingsproject Het Vinne. Monitoringsprogramma T+2.

Lelek A. (1980). Threatened Freshwater Fishes of Europe. European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources. Council of Europe. Nature and Environment Series No. 18. Strasbourg.

Louette G., Van Wichelen J., Packet J., Warmoes T. & Denys L. (2008). Bepalen van het maximaal en het goed ecologisch potentieel, alsook de huidige toestand voor de zeventien Vlaamse (gewestelijke) waterlichamen die vergelijkbaar zijn met de categorie meren – tweede deel, partim Vinne. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2008 (50). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Mullenders W. & Gullentops F. (1969). 'The age of the pingos of Belgium. In: The periglacial environment, past and present, Troy L. & Péwé, Arctic Institute of North America.

Nelson W.R. (1978). Implications of water management in Lake Oahe for the spawning success of coolwater fishes. Spec.Publ.Am.Fish.Soc. 11:154-8.

Oosterberg W., Staras M., Bogdan L., Buijse A.D., Constantinescu A., Coops H., Hanganu J., Menting G.A.M., Năvodaru I. & Török L. (2000). Ecological gradients in the Danube delta; present state and man-induced changes. RIZA the Netherlands, Danube Delta National Institute Romania and Danube Delta Biosphere Reserve Authority Romania. RIZA rapport nr. 2000.015.

Osté A., Jaarsma N. & van Oosterhout F. (2010). Een heldere kijk op diepe plassen. Kennisdocument diepe meren en plassen: ecologische systeemanalyse, diagnose en maatregelen. STOWA-rapportnummer 2010-38. Amersfoort.

Raat A.J.P. (1988). Synopsis of biological data on the northern pike. FAO Fisheries Synopsis No. 30 Rev. 2.

RIN (Rijksinstituut voor Natuurbeheer). (1983). Natuurbeheer in Nederland; Dieren. Pudoc, Wageningen.

Rundberg H. (1977). Trends in harvests of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*), Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and northern pike (*Esox lucius*), and associated environmental changes in lakes Mälaren and Hjälmaren, 1914-74. J.Fish.Res.Board Can. 34(10):1720-4.

Szczerbowski J.A., & Szczerbowski A.J. (2001). *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758). In: Banarescu, P.M & H. Paepke (2001). The Freshwater Fishes of Europe; Cyprinidae 2, part III: Carassius to Cyprinus, Gasterosteidae. AULA-Verlag GmbH Wiebelsheim, 305 p.

Sterba G. (1958). Die Schmerlenartigen (Cobitidae). In: Demoll, R., H.N. Maier & H.H. Wundsch, 1962. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Band IIIB: 201-234.

Seeuws P. & Van Liefferinge C. (1999). Ecologie en habitatpreferentie van beschermde vissoorten. Soortbeschermingsplan van de kleine modderkruiper. Afdeling Natuur. Onderzoeksopdracht AMINAL/NATUUR/1996/NR14.

Threinen C.W. (1969). An evaluation of the effect and extent of habitat loss on northern pike populations and means of prevention of losses. Rep.Wisc.Dep.Nat.Resour. n°28.

Turner L.J. & Mackay W.C. (1985). Use of visual census for estimating population size in northern pike (*Esox lucius*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42:1835-1840.

URS Belgium BVBA (2011). Natuurinrichtingsproject Het Vinne. Uitvoering monitoringsprogramma T+6.

van Beek G.C.W. (2003). Kennisdocument grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 1. Sportvisserij Nederland.

Van Onsem S., Breine J. & Triest L. (2014). De ecologische kwaliteit van waterlopen, kanaal en vijvers in het Brussels Gewest in 2013. Fytoplankton, fyto-benthos, macrofyten, macro-invertebraten en vissen. In opdracht van Leefmilieu Brussel – Brussels Instituut voor Milieubeheer.

Verwajen D., Cox P., De Vocht A. & Gabrys F. (2017). Natuurinrichtingsproject Het Vinne. Monitoringsrapport T+10.

Wijmans P.A.D.M. (2009). Kennisdocument kroeskarper, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 30. Sportvisserij Nederland.

Zoetemeyer R.B. & Lucas B.J. (2001). De OVB-viswatertypering deel 1: Ondiepe wateren. *Vis & Water Magazine* 1, 16 p.