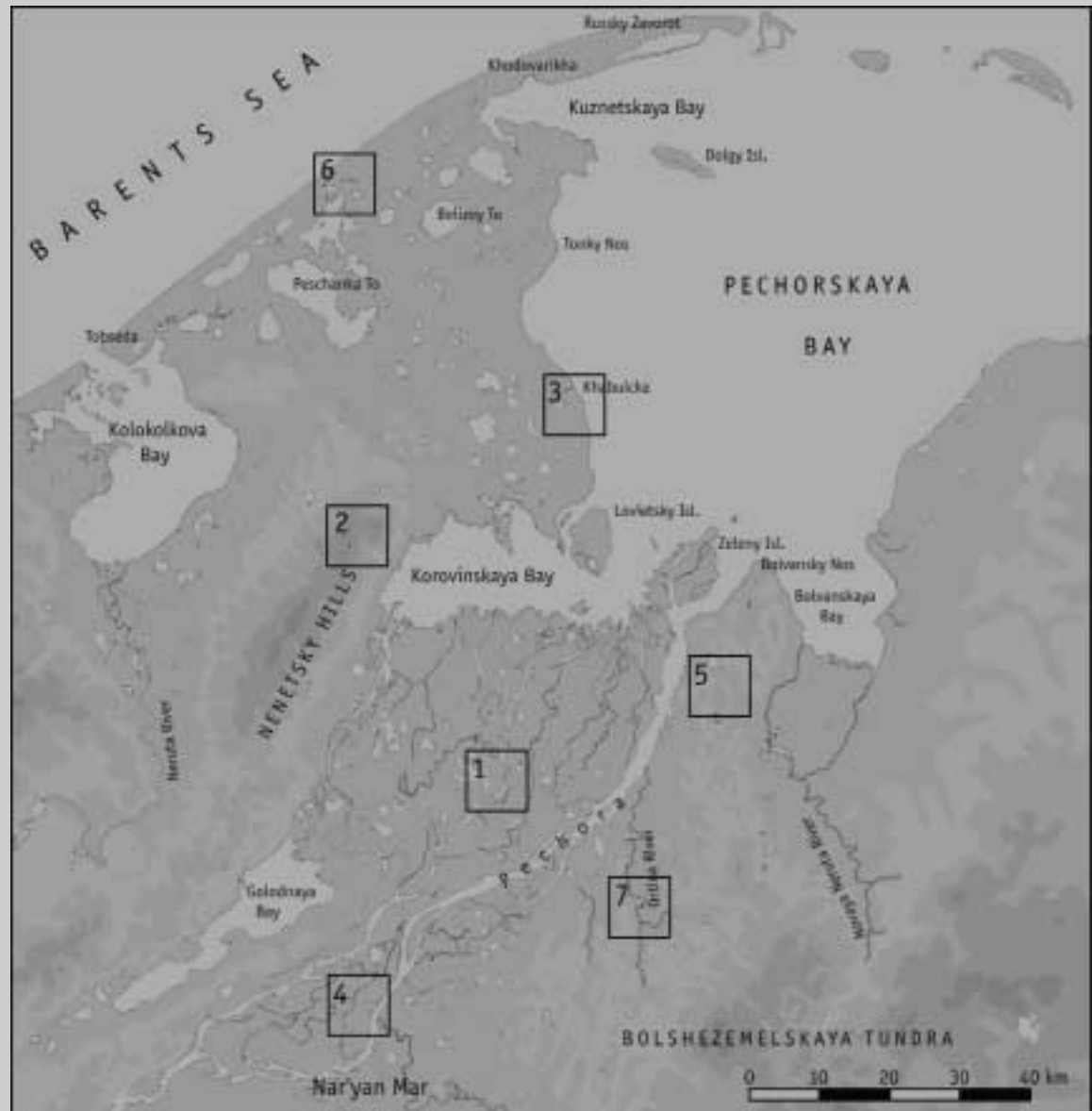


Figuur 1 Kaart van het gebied rond de Pechora delta met de proefgebieden. 1 en 4 rivierdelta, 2, 5 en 7 stuwwallen, 3 en 6 kustvlakte.

Figure 1 The Pechora delta and surrounding area with the sites visited during the expeditions. 1 and 2 river delta, 2, 5 and 7 glacial deposit ridges, 3 and 6 coastal plain.



De Pechora delta als referentie voor de Rijn

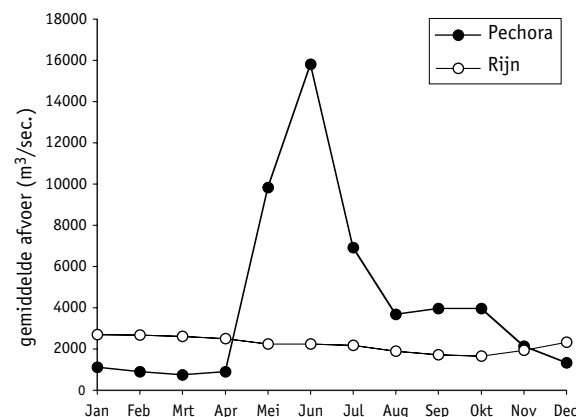
Aspecten van biodiversiteit

Een enkele vlucht over een ongestoord deltagebied geeft al een indruk van de schaal en tijdsdimensie van riviergebonden processen in een natuurlijke situatie. Om kennis te vergaren van de positie van gemeenschappen en processen die in Nederland verzwakt of verdwenen zijn, of die juist ongewenst versterkt optreden (eutrofiëring), is intensievere studie nodig. Dit artikel presenteert de resultaten van vier expedities naar de Pechora-delta, waarbij veel aandacht uitging naar vis, macrofauna en plankton. Ze laten zien hoe biodiversiteit samenhangt met landschapsecologische processen op verschillende schalen.

Van alle grotere riviersystemen in Europa is dat van de Pechora het meest ongerept. Hoewel er sprake is van overbevising en plaatselijk van problemen met toxische stoffen (delfstofwinning) zijn de riviergebonden ecosystemen grotendeels intact. De rivier is niet genormaliseerd en afgezien van een dam in één van de vele zijrivieren worden migrerende diersoorten bij hun trekbewegingen niet gehinderd door kunstwerken. De Pechora ontspringt aan de westzijde van de Oeral en stroomt van daar door de Komi-Republiek naar de Autonome Nenets Regio, waar hij zich, net boven de poolcirkel, na bijna 2000 km verwijdt in een delta. Bij het bestuderen van de kaart van het deltagebied valt op dat de geologie van de delta en omgeving een zekere gelijkenis vertoont met die van Nederland; de ijstijden hebben beide gebieden op vergelijkbare manier beïnvloed. De Pechora mondt uit in een centrale, brakke baai, aan weerszijden begrensd door stuwwallen met aan de noordzijde lage kustvlakten met daarop vele meertjes, vanuit het noordwesten uitgetrokken in een landtong die de baai grotendeels afsluit van de Barentssee (figuur 1). De Pechora is van de Europese rivieren degene die qua dimensies de Rijn het dichtst benadert, zij het dat de afvoer van de Pechora een sterke smeltwaterpiek kent rond eind mei en

daardoor over het gehele jaar gezien bijna twee keer zo hoog is als die van de Rijn (figuur 2). De aquatische flora en fauna vertonen bovendien, ondanks de noordelijke ligging van het gebied, verrassend veel overeenkomst met die in onze streken. Samen met de ongehinderde ecologische processen, volledige soortenrange en intacte zoet-zout overgangen maakt dit de Pechora zeer geschikt voor referentiestudies ten bate van natuurontwikkeling c.q. herstel in het Rijnstroomgebied.

Binnen het kader van een Nederlands-Russisch project, dat sinds 1995 in de Pechora Delta wordt uitgevoerd, is



RUURD NOORDHUIS

Drs. R. Noordhuis, RIZA,
Postbus 17, 8200 AA Lelystad,
R.Noordhuis@RIZA.RWS.MIN-
VENW.NL

Figuur 2 Gemiddelde afvoer per maand van de Rijn bij Lobith en de Pechora bij Oksina (begin van de delta), 1911-1993.

Figure 2 Average discharge per month of River Rhine at Lobith (Dutch-German border) and River Pechora at Oksina (beginning of the delta).

een keur aan biologische gegevens verzameld die de compleetheid en het functioneren van de betreffende ecosystemen naar voren brengen. Hoewel dit onderzoek niet is opgezet naar aanleiding van vragen die naar voren kwamen uit Nederlandse herstelprojecten, kunnen de resultaten inzicht verschaffen in de (in)compleetheid van Nederlandse systemen en de mogelijkheden voor herstel. In dit artikel wordt met drie voorbeelden een aantal aspecten van de ecologie van de Pechora Delta beschreven. In de discussie wordt een vergelijking gemaakt met de Nederlandse situatie.

Achtergrond en opzet van het onderzoek

Van 1996 t/m 1999 heeft een viertal Nederlands/Russische expedities naar het gebied rond de Pechora delta plaatsgevonden (Van Eerden, 2000). Deze expedities werden georganiseerd vanuit het RIZA in Lelystad, in samenwerking met het Biologisch Instituut van de Russische Academie voor Wetenschappen in Syktyvkar (de hoofdstad van de Komi Republiek) en ondersteund door het Ecologisch Committee in Nar'yan Mar (hoofdstad van de Autonome Nenets Regio). De laatstgenoemde organisatie fungeert als beheerder van het deltagebied, waarvan een deel in 1999 de status van beschermd natuurgebied heeft gekregen. Het project had diverse doelstellingen, waaronder enerzijds het verzamelen van zo breed mogelijke ecologisch informatie ten dienste van het beheersplan van het reservaat, anderzijds het bestuderen van ongestoorde gemeenschappen en processen ten dienste van herstelprojecten in Nederland.

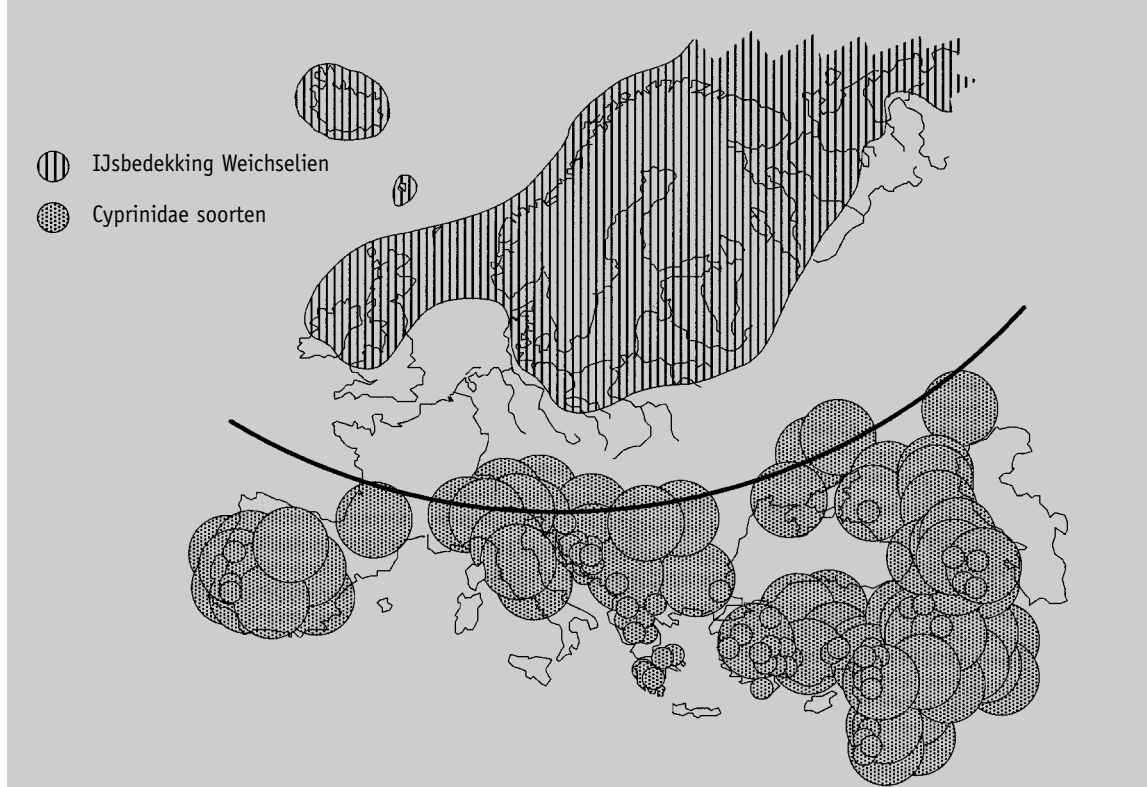
Basis voor het veldwerk waren satellietbeelden, afkomstig van de Meetkundige Dienst in Delft. Met behulp van bewerkingen van deze beelden konden vegetatietypen en de daaraan verbonden faunagemeenschappen worden

verbonden aan kleuren op de kaart, zodat met steekproefgebieden uitspraken konden worden gedaan over de gehele regio. In grote lijnen konden drie landschapseenheden worden onderscheiden: 1) de delta zelf, met een grote diversiteit aan wateren, zeggemoerassen en wilgenstruwelen; 2) de stuwwallen aan weerszijden van de delta, tot 150 m hoog, grotendeels begroeid met toendravegetatie en met tot ca. 20 ha grote, relatief diepe meren en 3) de kustvlakte, begroeid met toendravegetatie en bezaaid met vooral kleinere, zeer ondiepe meren. Jaarlijks werden drie steekproefgebieden, gelegen in elk van de drie landschapseenheden, gedurende ongeveer zes dagen onderzocht door een team van ongeveer 10 personen, werkend vanuit diverse disciplines.

Het aquatische programma bestond enerzijds uit visbemonsteringen, uitgevoerd met nylon staand want met een range van maaswijdtes, aangevuld met incidentele bemonsteringen met fuiken en handzegens. Anderzijds werden in een groot aantal wateren plankton- en benthomonsters genomen, aangevuld met metingen van geleiding, pH, temperatuur, zuurstof, fosfor en stikstofgehalte van het water.

Continental vis; zoögeografische aspecten

In de vier jaren van het project zijn in totaal 23 vissoorten gevangen; een groot deel van de ongeveer 30 soorten die uit het stroomgebied van de Pechora bekend zijn. Vergelijken met de andere grote delta's in Europa is dit een gemeenschap van bescheiden omvang; de Rijn kent ongeveer 47 soorten, terwijl de zuidelijk gelegen Wolga en Donau het rijkst zijn met resp. 61 en 77 soorten. Van de soorten die in de Pechora voorkomen, is een opvallend groot aandeel ook bij ons present; bijna 60%, tegen on-



Figuur 3

Voorkomen van karperachtigen (Cyprinidae) met een klein verspreidingsgebied (Blanc *et al.*, 1971) in relatie tot de maximale uitbreiding van het landijs en de permafrostgordel (boogvormige lijn) in de voorlaatste ijstijd (French, 1996).

Figure 3

Distribution of Cyprinid fish species which are restricted to a small area (Blanc *et al.*, 1971) in relation to the distribution of permafrost (bow-shaped line) during the Saale ice age (French, 1996).

geveer 40% van de soorten uit de Wolga en de Donau. In de stagnante zoete wateren is de overeenkomst nog groter; hier leeft een enigszins soortenarme gemeenschap die bestaat uit Blankvoorn, Winde, Kroeskarper, Baars, Snoek, Kwabaal en Tiendoornige Stekelbaars.

Afname van de soortenrijkdom van zuid naar noord is een fenomeen dat we ook bij andere diergroepen tegenkomen. De uitbreiding van het landijs en de permafrostgordel in de ijstijden heeft hier ongetwijfeld aan bijgedragen. De verspreiding van de Europese karperachtigen lijkt dit te illustreren (figuur 3). Van de ongeveer 180 soorten karperachtigen die in Europa en het Midden Oosten voorkomen, heeft ongeveer 85% slechts een zeer beperkt verspreidingsgebied (Blanc *et al.*, 1971). Opvallend is dat geen van deze soorten voorkomt in de noordelijke delen van het gebied, waar in de ijstijden permafrost heerste. Het lijkt erop dat de ijstijden de vorming van lokale soorten in het noorden hebben voorkomen of uitgewist. Na de ijstijden is dit gebied geherkoloniseerd, maar alleen door een klein aantal van de meest flexibele en tolerante soorten, die nu zonder uitzondering een

zeer groot verspreidingsgebied hebben. Nederland en de Pechora delta liggen beide in deze gordel. Endemische soorten uit welke flora- en faunagroep dan ook zijn daarvoor in beide gebieden nagenoeg afwezig en de soortenrijkdom is laag in vergelijking met zuidelijker gelegen gebieden. Ondanks de grote afstand is de overlap tussen de beide soortenlijsten groot. Dit geldt zeker voor soorten die permanent in zoet water leven.

Trekvis: belang van overgangen en connecties

De aanwezigheid van een andere visgemeenschap geeft aan wat het belang is van een goede samenhang tussen de verschillende delen van het stroomgebied. Onder de 30 vissoorten van de Pechora is een opvallend groot aandeel soorten uit de orde *Salmoniformes* (zalmachtigen). Dit zijn allemaal anadrome trekvis, die vanuit het kustgebied meer of minder ver de rivier optrekken om te paaien. Behalve o.a. Atlantische Zalm, Vlagzalm en Spiering gaat het hier vooral om *Coregonidae* (houtingachtigen).



gen), waarvan zes soorten tijdens het project meerdere malen gevangen zijn. Het is een noordelijke familie die na de ijstijden relictpopulaties in o.a. enkele alpenmeren heeft achtergelaten, maar niet is vertegenwoordigd in de zuidelijke delta's. In Nederland kenden we vroeger drie soorten die hier de zuidgrens van hun areaal naderden; de Houting en de Grote en Kleine Marene. Tegenwoordig zijn ze nagenoeg afwezig door overbevissing en vooral door verstuwung van onze rivieren. De beide marenes komen allebei talrijk voor in de Pechora, zij het dat het andere ondersoorten betreft. Hier laten ze onderling duidelijke verschillen zien in hun keuze van de paai-gronden. Terwijl de Grote Marene weinig kieskeurig is en paait in een groot aantal zijriviertjes, concentreren de Kleine Marenes zich sterk op één grote paaiplaats in de grootste zijrivier (de Usa). Ook een derde soort, *Coregonus autumnalis*, paait slechts op enkele plaatsen in deze omgeving. Terwijl alle soorten natuurlijk gebaat zijn bij intacte trekroutes zijn deze soorten bij uitsteking gevoelig voor verstuwung van de rivier.

Macrofauna en plankton; overstroming en eutrofiëring

Hoewel de bovengenoemde patronen grotendeels ook met behulp van de aquatische macrofauna en het plank-

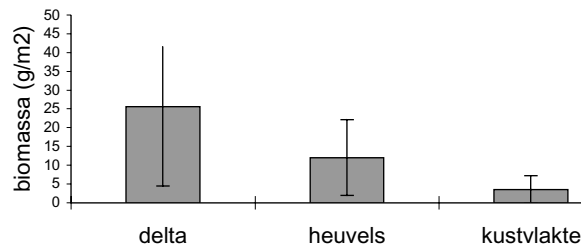
ton in beeld kunnen worden gebracht, lenen deze groepen zich vooral voor het illustreren van patronen en processen die ten grondslag liggen aan ruimtelijke verschillen in de eigenschappen van het water. Daarbij gaat het in de eerste plaats om overstromingen, connectiviteit en de aanvoer van voedingsstoffen en in de tweede plaats om de invloed van zeewater.

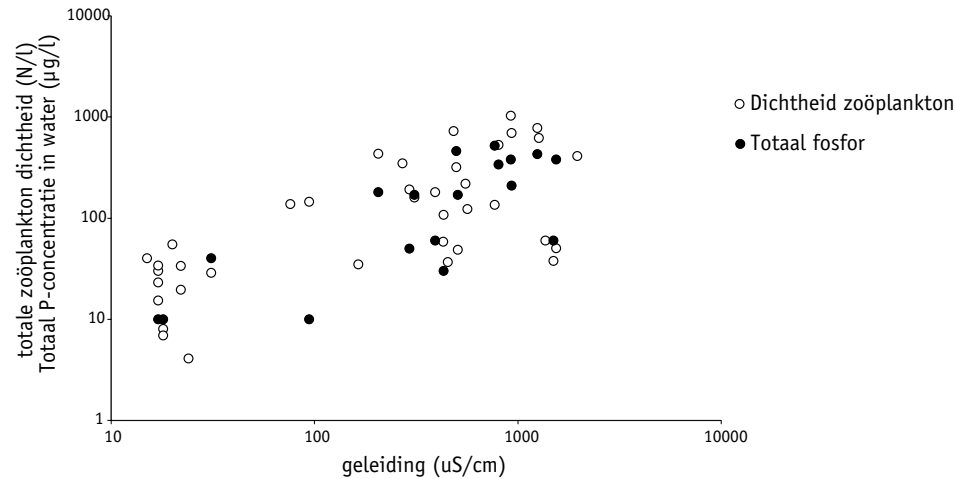
De delta

De smeltwaterpiek (figuur 2) zorgt omstreeks eind mei - begin juni voor enkele meters verhoging in de delta. Wateren die 's zomers geïsoleerd zijn van de geulen komen dan in contact en vervolgens worden slib en nutriënten in deze wateren afgezet voordat het water zakt. Veel van de wateren in de delta zijn daardoor van nature eutroof en kennen bijvoorbeeld in de zomer sterke bloei van blauwalgen (*Aphanizomenon*, *Anabaena*). De bodemfauna bereikt hier aanzienlijk hogere biomassa's dan die in de plassen van de heuvels en de kustvlakte, die buiten de invloedssfeer van de rivier liggen (figuur 4). Terwijl eutrofe plassen in Nederland vaak arm aan soorten zijn is de diversiteit in de Pechora delta als geheel relatief groot. Dat ligt enerzijds wellicht aan de hydrologische en klimatologische dynamiek (en bijvoorbeeld het element van toeval m.b.t. de introductie van soorten tijdens overstromingen), anderzijds aan de grote variatie aan watertypen. Daardoor verschilt de soortensamenstelling van o.a. bodemfauna en plankton sterk per plas, terwijl in de plassen van de heuvels en de kustvlakte vaak één soort sterk overheerst in een groot deel van de plassen. In de heuvels werd het zoöplankton bijv. in zes van de tien in 1998 onderzochte plassen sterk overheerst door de waternvoo *Daphnia pulex*, op de kustvlakte werden negen van de dertien plassen beheerst door *Bosmina obtusirostris*.

Figuur 4 Gemiddelde biomassa (en standaarddeviatie) van de bodemfauna in plassen in de delta (n = 7), in de heuvels (n = 8) en op de kustvlakte (n = 11) (augustus 1998).

Figure 4 Average biomass (and standarddeviation) of benthic fauna in waters in the delta (n = 7), in the hills (n = 8) and on the coastal plain (n = 11) (August 1998).





Figuur 5 Fosforgehalten en dichtheden van zoöplankton in een aantal plassen op de kustvlakte, gerelateerd aan het Elektrisch Geleidings Vermogen van het water (EGV₂₅). Links (<50 µS/cm) oligotrofe plassen op hoger gelegen zandgronden, rechts (licht brakke) overstromingsplassen.

Figure 5 Phosphorus concentrations and densities of zooplankton in a number of waters on the coastal plain, related to conductivity of the water. On the left side (<50 µS/cm) oligotrophic waters on sandy soils at higher altitude, on the right (slightly brackish) waters susceptible to flooding at lower elevations.

De kustvlakte

De kustvlakte ligt weliswaar buiten de directe invloed van de rivier, maar laaggelegen delen worden af en toe overstroomd. Vooral in het noordelijk deel gaat het daarbij vaak om enigszins brak water. Ook in deze gebieden wordt nutriëntrijk slib afgezet, waarbij in de plassen door de chemische eigenschappen van het brakke water een nog groter deel van de nutriënten voor de levensgemeenschap beschikbaar komt. Fosfaatgehalten in deze wateren varieerden van 0.15 tot 0.5 mg/l. De plassen hebben een slibbige bodem en het water is vaak troebel door zwevend slib of bloei van blauwalgen (*Planktothrix*). Zowel het fyto- als het zoöplankton is rijk aan soorten en individuen.

Andere delen van de kustvlakte bestaan uit zandige plateaus die één of twee meter hoger liggen, en deze gebieden worden zelden of nooit overstroomd. De plassen die hier liggen, vaak op slechts enkele meters van lager gelegen overstromingsplassen, zijn zeer voedselarm (rond 0.05 mg P/l of lager) en bevatten helder water. Het plankton komt voor in lage dichtheden (figuur 5) en is veel ar-

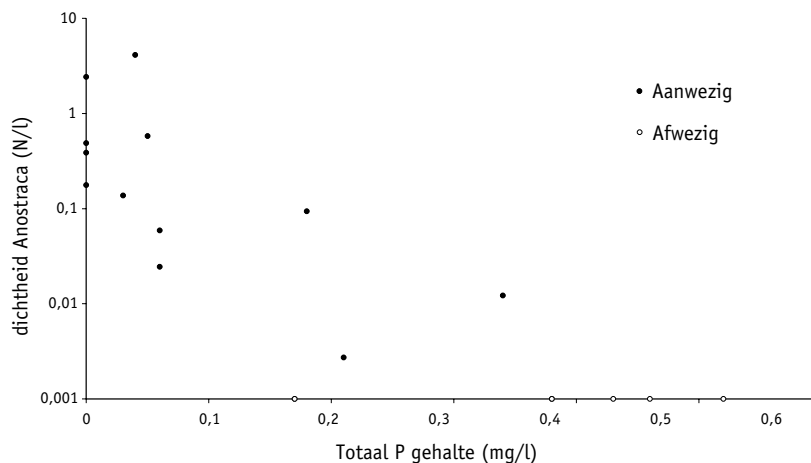
mer aan soorten. Blauwalgen, raderdierjes en cyclopoïde copepoden, die talrijk zijn in de lager gelegen overstromingsplassen, ontbreken hier nagenoeg. De soorten die wel aanwezig zijn, zijn vaak andere dan die in de overstromingsplassen. Het gaat dus om een afzonderlijke levensgemeenschap die afhankelijk is van deze oligotrofe condities.

Kenmerkend voor de gemeenschap van de oligotrofe plassen op de plateaus is het voorkomen van *Branchinecta paludosa* en *Polyartemia forcipata*, twee branchiopoden uit de subklasse Anostraca (kieuwpootkreeftjes). Het zijn filteraars die in zwermen in de vrije waterkolom rondzwemmen en vooral later in het seizoen door hun grootte (ca. 1.5 cm) in de oligotrofe plassen aspectbepalend zijn. Ze werden gevonden in alle plassen uit deze categorie, maar ontbraken in de overstromingsplassen, zelfs als die bij bemonstering helder water bevatten (Figuur 6). Gezien de hoge nutriëntgehalten is het niet onwaarschijnlijk dat hier later in het seizoen algenbloei optreedt; het risico van verstopping van het filterapparaat van deze diertjes met slib of draadvormige blauwalgen



Figuur 6 Verband tussen de dichtheid van kieuwpootkreeftjes (Anostraca) en het fosforgehalte in het water van plassen op de kustvlakte. Alle plassen met een P-gehalte groter dan 0.1 mg/l liggen in de overstromingsvlakte, de overige op de zandige plateaus of in de overgangszones.

Figure 6 Relationship between the densities of fairy shrimps (Anostraca) and the phosphorus levels in the waters on the coastal plains. All waters with a P-concentration above 0.1 mg/l are situated in the areas susceptible to flooding, the others in the sandy areas at higher elevations.



zou hun voorkomen tot de oligotrofe plassen kunnen beperken.

Tussen de overstromingsvlakten en de plateaus ligt een relatief smalle, hellende zone met plassen die slechts met een lage frequentie worden overstroomd. Opvallend is dat de levensgemeenschap in deze plassen niet alleen een mengsel van soorten uit de voornoemde twee watertypen omvat, maar ook soorten die min of meer specifiek lijken te zijn voor dit overgangsgebied. Sommige van deze plassen zijn daardoor opvallend rijk aan soorten. De soortenlijst van kiezelalgen uit een in 1996 bemonsterde reeks van 11 wateren vertoont duidelijk gescheiden gemeenschappen in de plassen op de overstromingsvlakte en die op de plateaus. De lijst van een plas die qua zoutgehalte (maat voor overstromingsfrequentie) intermediair was, vertoont een combinatie van soorten uit beide gemeenschappen, aangevuld met een opvallend groot aantal soorten die in geen van de andere plassen werd gevonden (tabel 1). In een reeks van ongeveer 40 plassen die in 1999 werden bemonsterd bereikten calanoïde copepoden hun hoogste dichtheden bij intermediaire nutriënt- en zoutgehaltes.

Discussie

De in dit artikel behandelde voorbeelden geven drie aspecten van diversiteit weer: 1) het zoogeografische en historische aspect, 2) de connectiviteit in de lengterichting en 3) de effecten van afnemende invloed van de rivier in de breedte.

Het eerste aspect is belangrijk bij de vertaling van referentie-onderzoek naar de Nederlandse situatie, omdat het een beter begrip geeft van de overeenkomsten en verschillen tussen de Nederlandse situatie en die in de referentiegebieden en van de specifieke potentiële waarde van de Nederlandse gemeenschappen en ecosystemen in een internationale context. De presentatie van de verspreiding van cypriniden brengt Nederland naar voren als onderdeel van een gebied dat grotendeels recent (in de laatste 10.000 jaar) is gekoloniseerd door flexibele, geografisch weinig gebonden soorten en gemeenschappen. De diversiteit en de graad van endimisme is daarmee van nature relatief laag. Dit in contrast met zuidelijker gelegen deltagebieden zoals die van de Donau en de Wolga, met grotere aantallen soorten en meer endemen

(zij het dat sinds de opening van het Main-Donaukanaal in 1992 vooral onder de ongewervelden van het Rijn- en Donausysteem steeds meer menging optreedt). Er is ook een rechtstreekse zoogeografische connectie tussen Rijn- en Pechora delta: veel watervogels die broeden in de Pechora delta gebruiken de Nederlandse wetlands als overwinteringsgebied. Een slecht broedseizoen uit zich in Nederland in lage percentages jonge vogels onder de overwinteraars en daarmee ook in lagere totale aantallen. Ook dit soort relaties zijn er niet tussen de Rijn en de grote zuidelijke delta's.

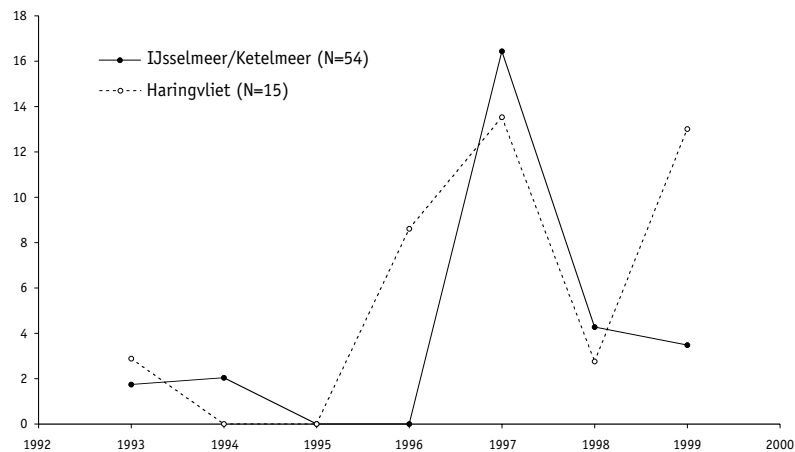
Het tweede en derde voorbeeld bieden een weergave van de compleetheid van het Pechora (delta)systeem en leggen de vinger op de tekortkomingen van de rivierecosystemen in Nederland.

Door de hoge mate van regulering laat de ruimtelijke verscheidenheid en de aanwezigheid van natuurlijke overgangen in Nederland nogal te wensen over. Diverse trekvissoorten zijn al in het begin van de twintigste eeuw uit de Rijntakken verdwenen en bij een aantal is de beschikbare kennis over populatie-omvang en de aard en ligging van paaigebieden daardoor zeer beperkt. Infor-

Tabel 1 Abundantie (in dichtheidsklasse 1-6; in de tabel alleen soorten opgenomen die in ten minste 2 plassen voorkwamen, waarvan in ten minste één met klasse 2 of hoger), totale soortenrijkdom en aantal unieke soorten (d.w.z. in geen van de andere plassen aangetroffen) van kiezelalgen in elf plassen op de kustvlakte in relatie tot het watertype. De eerste zes plassen liggen in de overstromingsvlakte en bevatten troebel water met een relatief hoog zoutgehalte (EGV ≥ 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Plas 7 bevond zich op de helling naar de zandige plateaus waarop de heldere, zoutarme plassen 8-11 zich bevonden.

Table 1 Abundance of diatoms (in density classes 1-6; only species present in at least 2 waters of which at least one with class 2 or more), total number of species and number of unique species (not found in any of the other waters) in eleven waters on the coastal plain, in relation to water type. The first six waters are situated in areas that are susceptible to flooding and contain turbid water with a relatively high salt content (EGV ≥ 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Water no. 7 is situated on the slope towards the sandy areas at higher elevation at which the clear, purely fresh waters 8-11 are situated.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
EGV25 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	229	206	194	164	142	130	40	3	3	3	2
<i>Fragillaria pinnata</i>	4	2	3	5	3	3	5	2			
<i>Fragillaria construens</i>	3	3	3	3	3		2				
<i>Cymbella ventricosa</i>	3	3	3	3	3	1	1				
<i>Navicula gregaria</i>	3	5		4	3	1	1				
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	3	3		3	4			1			
<i>Navicula capitata</i>	3	3		3	3	3	3				
<i>Aulacosira italica</i>	3	3	3		3	1	3	1			
<i>Diatoma tenue</i>	3	4	3	4	1	3	3				
<i>Navicula crucicula</i>	3	3		3		2	3				
<i>Nitzschia levidensis</i>	3	3		3	1	1	1				
<i>Navicula rhynchocephala</i>	3	3			3	2	3				
<i>Aulacosira islandica</i>	2	3	1	2	1	1	1				
<i>Diatoma vulgare</i>	1	3	1	3							
<i>Amphora libyca</i>	1	3		3	1						
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	3	3		1							
<i>Nitzschia sigma</i>	3	3			1						
<i>Anomooneis sphaerophora</i>	1	1		3							
<i>Nitzschia hungarica</i>	1	1		3	1						
<i>Lyrella pygmaea</i>	3	1		1							
<i>Navicula menisculus</i>				3		1	1				
<i>Cyclotella striata</i>	3		1				1				
<i>Opephora martyi</i>	1	2				1					
<i>Pinnularia ignobilis</i>					3	1	2				
<i>Pinnularia krockii</i>	1	2					1				
<i>Eunotia fallax</i>						2	1	3		1	1
<i>Eunotia pectinalis</i>					1	1	1	2		1	3
<i>Eucoconeis lapponica</i>							1	4	3		
<i>Eunotia bigibba</i>								3	3	3	
Totaal aantal soorten	31	47	10	33	23	32	46	27	17	19	21
Aantal unieke soorten	3	15	1	7	3	5	17	4	3	3	5



Figuur 7 Aantal Grote Marenes dat in de periode 1993-1999 in het kader van het RWS programma Biologische Monitoring (MWTL, in dit geval i.s.m. RIVO-DLO te IJmuiden) is gevangen in het IJsselmeer/Ketelmeer en in het Haringvliet, uitgedrukt per fuiknacht. Van de in totaal 130 exemplaren die gemeld werden (ruim 25.000 fuiknachten), zijn er 125 gevangen in deze wateren.

Figure 7 Number of Common Whitefish (*Coregonus lavaretus*) recorded in Lake IJsselmeer and Ketelmeer and in Lake Haringvliet (The Netherlands) during the period 1993-1999 (catch per unit effort). Of a total of 130 fish registered during over 25.000 fike nights distributed over all larger freshwater rivers and lakes in The Netherlands, 125 were caught in these waters.

matie uit referentiegebieden, zoals locaties en eigenschappen van paaigebieden, kan iets van deze leemte vullen. Soorten als de Kleine Marene, die kennelijk hoge eisen stellen aan hun paaihabitat en slechts een beperkt aantal locaties vinden die aan deze eisen voldoen, reageren wellicht ook minder goed op herstelprogramma's. Grote en Kleine Marenes zijn beide recent uitgezet in stuwweren in Duitsland en in zijrivieren van de Rijn (de Nie, 1997). In de Nederlandse Rijntakken worden Grote Marenes de laatste jaren in toenemende mate gevangen (figuur 7), maar Kleine Marenes zijn nog niet gemeld. Kieuwpootkreeftjes horen ook in het Nederlandse rivierengebied thuis, maar worden nog maar zelden gemeld. Omdat ze nogal traag zijn, zijn ze zeer gevoelig voor vispredatie. De wateren van de kustvlaktes rond de Pechora delta zijn zo ondiep (enkele decimeters) dat ze in de winter waarschijnlijk geheel tot de bodem dichtvriezen, zodat een eventueel geïntroduceerde vispopulatie zich niet kan handhaven. In onze streken zijn kieuwpootkreeftjes om dezelfde reden karakteristiek voor plassen die periodiek uitdrogen. Dergelijke omstandigheden treden van nature steeds op andere plaatsen op,

en kieuwpootkreeftjes weten daar als weinig andere diergroepen op in te spelen. Geschikt habitat is echter vooral te vinden in de buitenste zones van de invloedssfeer van de rivier, waar de overstromingsfrequentie het laagst is. Zulke wateren, die ook voor bijv. amfibieën van belang zijn, verdwijnen het eerst als de rivieren worden bedijkt, en met het schaarser worden en het afsnijden van de laagdynamische wateren zijn ook de intermediaire levensgemeenschappen verarmd. Gezien de hierboven beschreven onderzoeksresultaten lijkt het waarschijnlijk dat eutrofiëring de kieuwpootkreeftjes eveneens parten speelt, maar deze problematiek is van relatief recente datum. In Nederland ontbreken de meeste kieuwpootkreeftjes al zo lang dat voor deze toch opvallende diertjes in de literatuur nauwelijks specifieke Nederlandse namen te vinden zijn. Pas bij studies in wat verder gelegen referentiesystemen valt op dat dit aspect hier ontbreekt, want ook in de rest van NW-Europa zijn ze nagenoeg verdwenen (Nederland: Leentvaar, 1978; België: Brendock, 1989; Denemarken: Damgaard & Olesen, 1998) en elders in hun verspreidingsgebied worden ze vaak ernstig bedreigd. Met de aanwijzing van retentiegebieden of de aanleg daarvan middels dijkverleggingen ontstaan wellicht nieuwe mogelijkheden voor versterking van de laagdynamische aspecten van het Rijnsysteem en een herstel van de gradiënt naar frequent overstroomde delen.

In grote lijnen geldt het bovenstaande ook voor de brakke overgangsgebieden in de riviermonding. In Nederland worden de mogelijkheden voor gedeeltelijk herstel van de zoet-zout dynamiek op diverse plaatsen (Haringvliet, Afsluitdijk, Lauwersmeer) onderzocht. Historische informatie over de aard en dynamiek van de brakke gemeenschappen is echter nauwelijks voorhanden. De Pechora delta biedt uitgelezen mogelijkheden voor het be-



studeren van deze gemeenschappen en processen.

Verantwoording

De hier besproken expedities hebben plaatsgevonden onder leiding van dr. M.R. van Erden (projectleider, RIZA Lelystad) en dr. I.A. Lavrinenko (expeditieleider,

Biologisch Instituut Syktyvkar). De visbemonsteringen werden grotendeels uitgevoerd door dr. V. Ponomarev. De fytoplanktonmonsters werden geanalyseerd door A.S. Stenina en E.N. Patova, de zoöplanktonmonsters onder leiding van V.M. Sadyrin, de macrofauna onder leiding van Y.V. Leshko, allen van het Biologisch Instituut te Syktyvkar.

Summary

The Pechora delta as a reference for the branches of the River Rhine.

Aspects of biodiversity

Ruurd Noordhuis

Landschap 19 (2002)

Pechora, Rhine, Biodiversity, Reference systems, Migratory fish, Benthic fauna, Plankton

During four expeditions to the delta of the River Pechora in Russia by a joint team of scientists from the Institute of Biology in Syktyvkar, Russia and RIZA in Lelystad, The Netherlands (1996-1999), ecological information was gathered aiming at insight in the structure and dynamics of the Pechora delta ecosystems. In this paper, results with respect to the aquatic ecosystems are pre-

sented and used to illustrate biodiversity in relation to processes and interactions between landscape elements. Many of these processes or interactions were lost or damaged in the Rhine delta area. The distribution of Cyprinids illustrates similarities between the faunas of the Pechora delta and Rhine delta, which are both relatively poor in species due to the effects of the ice-ages. A number of migratory salmoniform fish species that have been lost in the River Rhine are still present in the Pechora, and information on their migration patterns and spawning requirements may provide some insight in their chances of revival in the Rhine system. Spatial differences in the composition and abundance of benthos and plankton illustrate the natural gradients in the impact of floods and in trophic levels and point towards the lack of low-dynamic, oligotrophic habitats along the branches of the Rhine.

Literatuur

Blanc, M., P. Banarescu, J.-L. Gaudet & J.-C. Hureau, 1971. European inland water fish. A multilingual catalogue. Whitefriars Press Ltd, London.

Brendock, L., 1989. A review of the phyllopods (Crustacea: Anostraca, Notostraca, Conchostraca) of the Belgian fauna. Verhandelingen Symp. Invertebraten van België: 129-135.

Damgaard, J. & J. Olesen, 1998. Distribution, phenology and status for the larger Branchiopoda (Crustacea: Anostraca, Notostraca,

Spinicaudata and Laevicaudata) in Denmark. Hydrobiologia 377: 9-13.

Erden, M.R. van (ed.), 2000. Pechora Delta. Structure and dynamics of the Pechora Delta ecosystems (1995-1999). RIZA Rapport 2000.037, RIZA, Lelystad.

French, H.M., 1996. The periglacial environment. Longman, Singapore.

Leentvaar, P., 1978. De Nederlandse kieuwpootkreeften en waterlooien. Wetenschappelijke mededelingen van de KNNV 127: 1-32.

Nie, H.W. de, 1997. Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen. Media Publishing, Doetinchem.