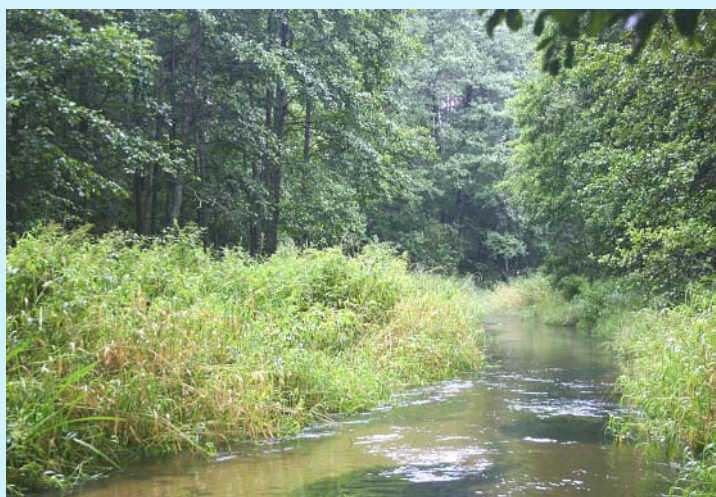




Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet

Faglig rapport fra DMU nr. 669, 2008

Identifikation af reference- vandløb til implementering af vandrammedirektivet i Danmark



[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet

Faglig rapport fra DMU nr. 669, 2008

Identifikation af reference- vandløb til implementering af vandrammedirektivet i Danmark

Esben Astrup Kristensen
Annette Baattrup-Pedersen
Jens Skriver
Joan Jørgensen
Brian Kronvang
Hans Estrup Andersen
Carl Christian Hoffmann
Peter Wiberg-Larsen

Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 669
Titel:	Identifikation af referencevandløb til implementering af vandrammedirektivet i Danmark
Forfattere:	Esben Astrup Kristensen, Annette Baattrup-Pedersen, Jens Skriver, Joan Jørgensen, Brian Kronvang, Hans Estrup Andersen, Carl Christian Hoffmann, Peter Wiberg-Larsen
Institution, afdeling:	Afdeling for Ferskvandsøkologi
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsesår:	Maj 2008
Redaktion afsluttet:	April 2008
Faglig kommentering:	Bjarne Moeslund, Orbicon, Mads Ejbye Ernst, Miljøcenter Ribe, Finn Gunnar Hansen, Miljøcenter Nykøbing Falster og Lars Mikael Kjellerup Larsen, By- og Landskabsstyrelsen
Finansiell støtte:	By- og Landskabsstyrelsen
Bedes citeret:	Kristensen, E.A., Baattrup-Pedersen, A., Skriver, J., Jørgensen, J., Kronvang, B., Andersen, H.E., Hoffmann, C.C. & Wiberg-Larsen, P. 2008: Identifikation af referencevandløb til implementering af vandrammedirektivet i Danmark. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 56 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 669. http://www.dmu.dk/Pub/FR669.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Definition og beskrivelse af referencetilstanden er centralt for implementering af vandrammedirektivet, da bedømmelse af den økologiske tilstand sker som afvigelsen fra den upåvirkede referencetilstand. I denne rapport præsenteres analyser af danske, udenlandske og historiske data med det formål at definere og beskrive referencetilstanden for fisk, makroinvertebrater og makrofyter i vandløb. Med udgangspunkt i NOVANA-data er der foretaget en screening af danske vandløb for referencestatus. Fysiske, kemiske, hydromorfologiske og påvirkningsmæssige kriterier fastsat ud fra REFCOND-anbefalinger blev anvendt i en screening af 128 <i>a priori</i> -udvalgte referencevandløb. Kun 3 af disse opfylder de lempede referencekrav og kan betegnes som værende i lempet referencetilstand. Den væsentligste årsag til manglende opfyldelse af kravene er andelen af landbrug og befæstet areal i oplandet. En screening af samtlige danske vandløb blev derfor foretaget med disse 2 kriterier, men kun få og fortrinsvist meget små vandløb opfylder kriterierne. Det kan derfor konkluderes, at der inden for Danmarks grænser ikke findes tilstrækkeligt med referencevandløb til, at den naturlige variation i de biologiske kvalitets-elementer kan beskrives. En analyse og sammenligning af makrofytsamfund i Danmark og Baltikum samt efterfølgende validering med historiske data fra danske vandløb viste stor lighed mellem nutidige plantesamfund i Baltikum og historiske samfund i Danmark. Det er derfor muligt at bruge Baltiske vandløb som referencer for danske vandløb mht. makrofyter. Der kræves yderligere undersøgelser, før det kan afgøres om vandløb i Baltikum kan fungere som referencer for danske vandløb mht. fisk og makroinvertebrater. Rapporten indeholder anbefalinger til fremtidigt arbejde med beskrivelse af referencetilstanden.
Emneord:	Vandrammedirektivet, referencetilstand, fisk, makrofyter, makroinvertebrater, udenlandske vandløb
Layout:	Anne-Dorthe Villumsen
Illustrationer:	Grafisk værksted, DMU Silkeborg
Omslagsfoto:	Skrøblus, Lithauen
Fotograf:	Jens Skriver
ISBN:	978-87-7073-046-4
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	56
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/Pub/FR669.pdf

Indhold

Forord 5

1 Sammenfatning 6

2 Indledning 8

3 Referencevandløb i NOVANA 11

- 3.1 *A priori*-udvalgte referencevandløb i NOVANA 11
- 3.2 Fysiske, kemiske og hydromorfologiske referencekriterier samt tilhørende grænseværdier 12
- 3.3 Andel af de 128 *a priori* udvalgte referencevandløb der indfrier referencekriterier 14
 - 3.3.1 Oplandskriterier 14
 - 3.3.2 Strækningskriterier 15
 - 3.3.3 Stationskriterier 15
- 3.4 Identifikation af reference-vandløb 17
- 3.5 Konklusion 18

4 Identifikation af potentielle reference-vandløb ved hjælp af GIS 19

- 4.1 Baggrund 19
- 4.2 Datagrundlag 19
 - 4.2.1 Vandløb 19
 - 4.2.2 Arealanvendelse 19
- 4.3 Metode 20
 - 4.3.1 Typeinddeling 20
 - 4.3.2 Niveauinddeling 20
- 4.4 Identifikation af potentielle reference-vandløb 21
 - 4.4.1 Vandløb der opfylder oplandskriterierne for intensivt dyrket areal 21
 - 4.4.2 Vandløb der opfylder oplandskriterierne for befæstet areal 21
 - 4.4.3 Vandløb der opfylder oplandskriterierne for både intensivt dyrket areal og befæstet areal 21
- 4.5 Overlap med NOVANA referencevandløbsstrækninger 24
- 4.6 Konklusion 24

5 Udenlandske referencer 26

- 5.1 Baggrund 26
- 5.2 Metode 26
- 5.3 Litauiske vandløb og referencetilstand 27
 - 5.3.1 Makrofyter 28
 - 5.3.2 Makroinvertebrater 33
 - 5.3.3 Konklusion på makroinvertebratfaunaen 37
 - 5.3.4 Fisk 37

6 Den biologiske referencetilstand 40

- 6.1 Beskrivelse af den biologiske referencetilstand 40
 - 6.1.1 Makrofyter 40
 - 6.1.2 Makroinvertebrater 40
 - 6.1.3 Fisk 41

7 Anbefalinger om reference-netværk 42

7.1 Opsamling 42

7.2 Forslag til videre tiltag til etablering af reference-netværk for danske vandløb
42

8 Referencer 44

Appendix 47

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

Forord

Vandrammedirektivet blev vedtaget 22. december 2000. Formålet med direktivet er at sætte fælles rammer for beskyttelse og forbedring af vandmiljøet i EU. Indeholdende i direktivet er en fælles målsætning om god økologisk kvalitet af vandområder i EU inden 2015. Fastsættelsen af den økologiske tilstand for et givent vandområde skal ske vha. afvigelsen fra den upåvirkede tilstand, som kaldes referencetilstanden. Viden om hvad der karakteriserer vandløb i referencetilstand er derfor helt centralt for implementering af vandrammedirektivet. I denne rapport præsenteres en analyse af referencetilstanden i danske vandløb. Analysen tager udgangspunkt i NOVANA-overvågningsdata, og der præsenteres en screening for referencestatus vha. fysiske, kemiske, hydromorfologiske og påvirkningsmæssige kriterier. Rapporten indeholder også en analyse af muligheden for at benytte baltiske vandløb som referencer for danske vandløb. Herudover kommer rapporten med anbefalinger til videre arbejde med definition og beskrivelse af referencetilstanden for danske vandløb.

Rapporten er et produkt af et samarbejde mellem Danmarks Miljøundersøgelser og By- og Landskabsstyrelsen, og har været fulgt af en styregruppe med deltagelse af Mads Ejby Ernst, Miljøcenter Ribe, Finn Gunnar Hansen, Miljøcenter Nykøbing Falster, Bjarne Moeslund, Orbicon, Lars Mikael Kjellerup Larsen, By- og Landskabsstyrelsen samt Jens Skriver, Brian Kronvang, Annette Baattrup-Pedersen, Joan Jørgensen, Carl Christian Hoffmann, Hans Estrup Andersen, Peter Wiberg-Larsen og Esben Astrup Kristensen. Bjarne Moeslund har endvidere fungeret som faglig rådgiver for By- og Landskabsstyrelsen.

1 Sammenfatning

Vandrammedirektivet (VRD) blev vedtaget 22. december 2000. Formålet med direktivet er at give rammer for beskyttelsen af grundvand og overfladevand for herigennem at opnå forbedringer og undgå forringelser. Direktivet indeholder et fælles mål om god økologisk tilstand inden år 2015. Den økologiske tilstand skal måles ud fra en række biologiske kvalitetselementer og disses afvigelse fra den upåvirkede tilstand, kaldet referencetilstanden. Viden om hvad der karakteriserer danske vandløb i referencetilstanden er derfor helt centralt for implementering af VRD. I denne rapport præsenteres analyser af danske, udenlandske og historiske data med formålet at definere og beskrive referencetilstanden for fisk, makroinvertebrater og makrofyter.

Den af REFCOND anbefalede tilgang til identifikation af referencevandløb blev benyttet. En screening for referencestatus vha. fysiske, kemiske, hydromorfologiske og påvirkningsmæssige kriterier blev derfor foretaget med udgangspunkt i 128 *a priori* udvalgte NOVANA-referencevandløb. Screeningen viser, at kun 3 af disse 128 vandløb opfylder de lempede krav, og tilmed ikke for alle de 3 biologiske kvalitetselementer. En beskrivelse af den biologiske referencetilstand kan derfor ikke foretages ud fra de 128 *a priori*-udvalgte referencevandløb. En efterfølgende screening af samtlige danske vandløb vha. de 2 mest kritiske kriterier (andelen af landbrug og befæstet areal i oplandet) bekræftede problemet omkring opfyldelse af disse kriterier. Kun meget få og fortrinsvist små vandløb opfylder disse kriterier. Det anbefales derfor at benytte en anden tilgang end screening med kriterier til identifikation af referencevandløb, da denne ikke producerer tilstrækkeligt med vandløb.

Muligheden for at benytte udenlandske vandløb som referencer for danske blev undersøgt vha. historiske data, data fra litteraturen og nye data indsamlet i sommeren 2004. Undersøgelserne er koncentreret omkring vandløb beliggende i Baltikum, da lavlandsvandløb i dette område har mange ligheder med danske. En analyse og sammenligning af makrofytsamfund i Danmark og Baltikum og efterfølgende validering med historiske data fra danske vandløb viste stor lighed mellem nutidige plante-samfund i Baltikum og historiske samfund i Danmark. Det er derfor muligt at bruge Baltiske vandløb som referencer for danske vandløb mht. makrofyter. Der blev fundet en del overlap i forekomst af arter inden for fisk og makroinvertebrater mellem danske og baltiske vandløb, men det var ikke muligt at validere sammenligningen med historiske data. Der kræves derfor yderligere undersøgelser før det kan afgøres om vandløb i Baltikum kan fungere som referencer for danske vandløb mht. fisk og makroinvertebrater.

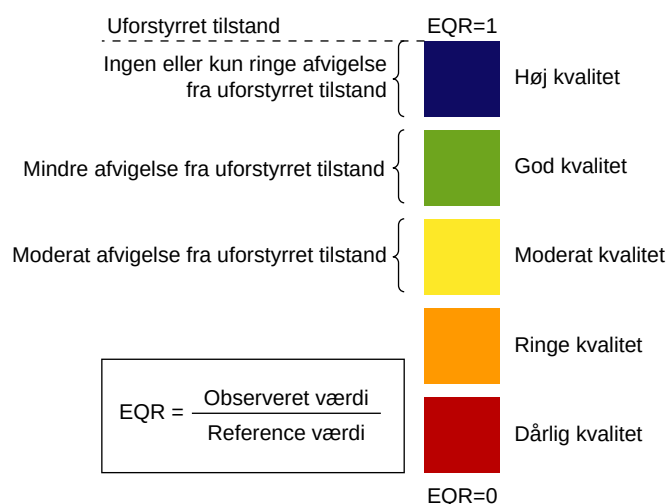
Analyserne præsenteret i denne rapport viser, at det nuværende datagrundlag ikke er tilstrækkeligt til at foretage en beskrivelse af den biologiske referencetilstand for fisk, makroinvertebrater og makrofyter i danske vandløb. Der er for få vandløb, der opfylder referencekriterierne til, at den naturlige variation i de biologiske kvalitetselementer kan beskrives. Det anbefales derfor, at der til videre arbejde med definition og beskrivelse af referencetilstanden i danske vandløb udarbejdes biologiske

kriterier, der kan bruges i en udvælgelse af referencevandløb. Disse biologiske kriterier skal være fagligt begrundede og tage udgangspunkt i historiske data samt viden om nutidige samfund i mindre påvirkede lavlandsvandløb i lande beliggende i det baltiske område.

2 Indledning

Vandrammedirektivet (VRD) har til formål at sætte fælles rammer for beskyttelse og forbedring af vandmiljøet i EU. Herunder skal direktivet sikre, at vandmiljøet lever op til god økologisk tilstand senest år 2015. Tilstanden skal fastsættes på baggrund af primært de biologiske kvalitetselementer og disses afvigelser fra den upåvirkede tilstand, som kaldes referencetilstanden. Den økologiske tilstand udtrykkes som en EQR-ratio fra 0 til 1, hvor værdier tæt på 0 svarer til dårlig økologisk tilstand, mens værdier tæt på 1 svarer til høj økologisk tilstand (referencetilstanden). Den økologiske tilstand udregnes for de enkelte vandløb som forholdet mellem den aktuelle tilstand og referencetilstanden (figur 2.1). Det betyder, at beskrivelsen af referencetilstanden er helt afgørende for den økologiske kvalitetsvurdering.

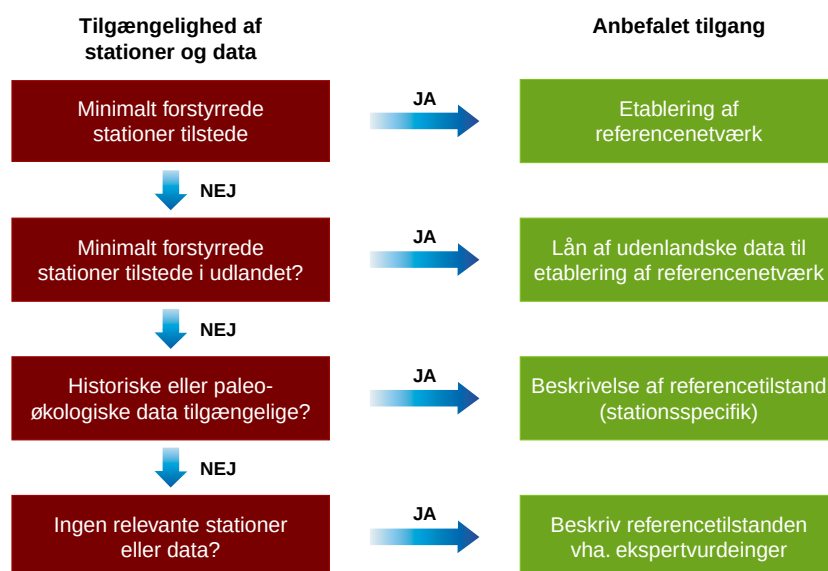
Figur 2.1 Økologisk kvalitetsratio (EQR). Forholdet mellem den observerede tilstand og referencetilstanden beskriver opdelingen i de økologiske kvalitetsklasser. Derudover skal eventuelle krav til de hydromorfologiske forhold og de fysisk-kemiske forhold være opfyldt.



Referencetilstanden er i VRD defineret som en tilstand, der svarer til den uberørte eller kun ubetydeligt påvirkede tilstand. Denne definition tillader en svag påvirkning under forudsætning af, at den kun har ubetydelig økologisk effekt. Det betyder, at referencetilstanden udgøres ikke blot af den helt uberørte tilstand, men også den meget svagt påvirkede tilstand (WFD CIS Guidance Document No. 10 – REFCOND 2003).

Den mest optimale tilgang til en beskrivelse af den biologiske referencetilstand er at opbygge et netværk af lokaliteter inden for landet grænser, der kan karakteriseres som værende referencer baseret på en række fysisk-kemiske og hydromorfologiske kriterier (Heiskanen et al., 2004). Hvis denne tilgang ikke resulterer i et tilstrækkeligt antal referencer, anbefales det at undersøge muligheden for anvendelse af udenlandske vandløb. Resultater denne tilgang heller ikke i tilstrækkeligt med referencevandløb, anbefales at bruge historiske data og som sidste mulighed at fastlægge referencetilstanden vha. ekspertvurderinger (figur 2.2). Anvendelsen af ekspertvurderinger anbefales som den sidste mulighed, da det ofte er svært at foretage en objektiv udvælgelse ved denne tilgang.

Figur 2.2 Flowdiagram der viser den anbefalede tilgang til definition af referencetilstanden (omtegnet efter Heiskanen et al., 2004).



Netværket anvendes efterfølgende i en beskrivelse af den naturlige variation i kvalitetselementerne. Anvendes en biologisk tilgang, hvor strukturen af de biologiske samfund anvendes i udvælgelsen af referencevandløb i stedet for fysisk-kemiske og hydromorfologiske kriterier, risikerer man, at den naturligt forekommende variation i de biologiske samfund i referencetilstanden ikke dækkes (Baattrup-Pedersen et al., 2004; Stoddard et al., 2006). For Danmark vil et referencenetværk, der tæller minimum 130 vandløb fordelt med ca. 40 % type 1, ca. 40 % type 2 og ca. 20 % type 3 vandløb, svare til den tæthed af referencer, der anvendes i andre lande (se Friberg et al., 2005; Bøgestrand, 2005).

I forbindelse med implementering af VRD blev der på europæisk niveau nedsat en række arbejdsgrupper, herunder en gruppe, der specifikt skulle arbejde med en beskrivelse af referencetilstanden for ferske vande (REFCOND). Formålet var bl.a. at udarbejde grænseværdier for en række kriterier, der efterfølgende kunne bruges som udgangspunkt for udvælgelse af referencer nationalt. Fastsættelsen af grænseværdierne blev foretaget inden for geografisk opdelte interkalibreringsgrupper (GIG's hvor Danmark tilhører den centrale europæiske-baltiske gruppe) inden for kriterier inddelt i tre niveauer: oplands-, stræknings- og stationsniveau (WFD CIS Guidance Document No. 10 – REFCOND 2003).

Med udgangspunkt i REFCOND-anbefalinger og i kriterier fastsat af den Centrale/baltiske interkalibreringsgruppe for vandløb (CB River GIG) fastsættes i denne rapport grænseværdier for en række fysiske, kemiske og hydromorfologiske kriterier til vurdering af referencetilstand i danske vandløb. Dernæst anvendes den anbefalede tilgang (figur 2.2) til etablering af et typespecifikt reference-netværk for danske vandløb. Først identificeres vandløb inden for overvågningsprogrammet NOVANA, der lever op til de fastsatte kriterier for referencetilstand. Denne analyse tager udgangspunkt i de *a priori* udvalgte referencevandløb i NOVANA. Derefter identificeres vha. GIS andre potentielle referencevandløbsstrækninger i hele Danmark med udgangspunkt i kriterier for arealanvendelse i oplandene. Endelig undersøges muligheden for at inddrage større vandløb beliggende i Litauen, Letland og Polen i referencenetværket. Denne tilgang afspejler, at der ikke eksisterer store upåvirkede vandløb i Danmark (Baattrup-Pedersen et al. 2004; Bøgestrand 2005). Vurderingen af

om vandløb beliggende i disse lande kan anvendes som referencer for danske vandløb baseres på sammenligninger af de biologiske samfund i vandløb i disse lande og i Danmark før intensiveringen af arealanvendelsen omkring år 1900. De biologiske samfund fra stationer (danske eller udenlandske), der kan karakteriseres som værende i referencetilstand ud fra disse tilgange, indgår derefter i en beskrivelse af den biologiske referencetilstand for danske vandløb.

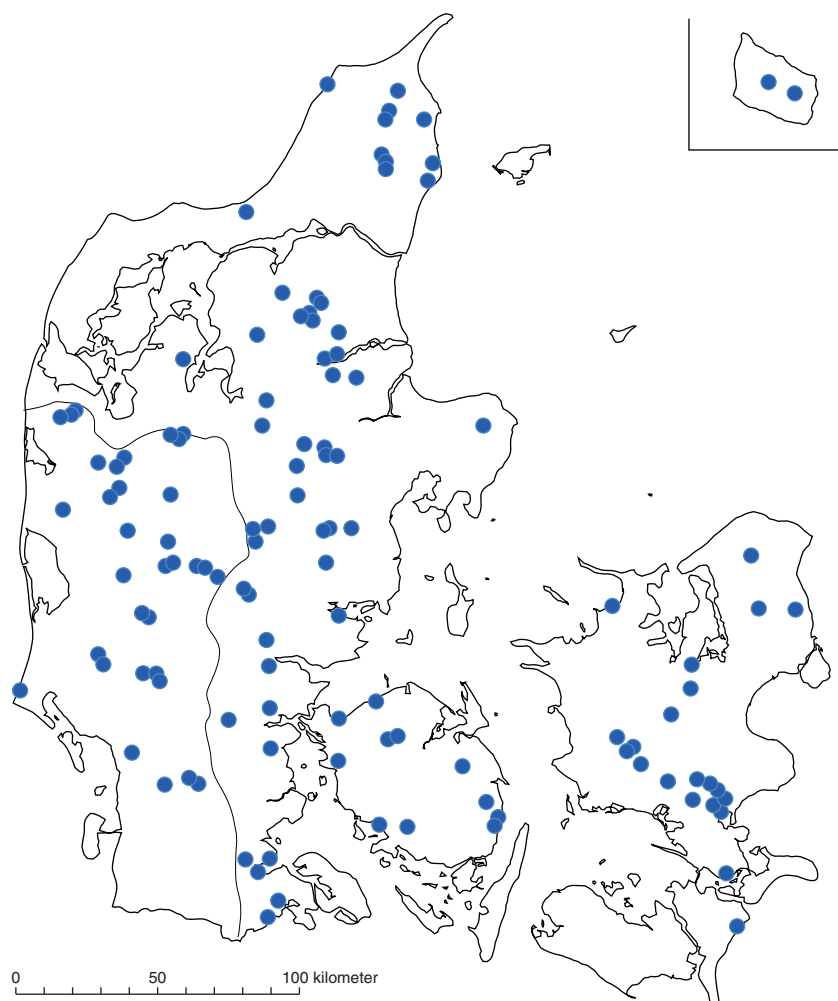
3 Referencevandløb i NOVANA

3.1 *A priori*-udvalgte referencevandløb i NOVANA

I forbindelse med revisionen af det nationale overvågningsprogram i 2003 blev der foretaget en række tilpasninger af det tidligere program med henblik på at sikre, at kravene til implementering af VRD i danske vandløb kunne imødekommes. Et af de nye elementer i NOVANA-overvågningsprogrammet var, at der skulle indgå 128 vandløb *a priori* (på forhånd udvalgte) udpeget som referencevandløb. Disse vandløb blev udvalgt af de daværende amter på baggrund af kriterier, der skulle sikre, at de mindst påvirkede vandløb inden for hvert amt blev udvalgt, samt at der inden for de 128 vandløb var en rimelig fordeling mellem små, mellemstore og store vandløb. Kriterierne for udvælgelsen af referencevandløbene var, at oplandene skulle være domineret af natur eller ekstensiv dyrkning, at de vandløbsnære arealer skulle være ekstensivt eller slet ikke udnyttede, at der ikke skulle være punktkilder i forbindelse med vandløbene, samt at vandløbene skulle være fysisk umodificerede (Pedersen og Baattrup-Pedersen 2005). Udvalgelsen resulterede dog i, at mellemstore og store vandløb er underrepræsenteret i datasættet (Bøgestrand, 2005). Dette skyldes bl.a. bindinger i forhold til Habitatdirektivet samt nogle økonomiske forhold, som amterne var pålagt under udvælgelsen, samt at disse typer ikke længere eksisterer i en uforstyrret tilstand.

De *a priori* udvalgte referencevandløbs beliggenhed fremgår af figur 3.1. Disse vandløb er tidligere blevet beskrevet ud fra overordnede fysisk-kemiske og hydromorfologiske karakteristika (Bøgestrand, 2005).

Figur 3.1 Placering af de 128 *a priori*-udvalgte referencevandløb



3.2 Fysiske, kemiske og hydromorfologiske referencekriterier samt tilhørende grænseværdier

Kriterier og grænseværdier for fysiske, kemiske og hydromorfologiske kriterier fastsat af REFCOND og CB River GIG er anvendt som udgangspunktet for en analyse af, i hvilket omfang de *a priori*-udvalgte reference-vandløb kan karakteriseres som egentlige referencer. Grænseværdierne for de enkelte kriterier er dog, gennem ekspertvurderinger, blevet tilpasset danske forhold. Dette har betydet mindre justeringer af de enkelte grænseværdier samt tilføjelse af nogle kriterier, der vurderes at være vigtige for vurdering af referencetilstanden i danske vandløb (fx påvirkninger fra grødeskæring). Derudover er to forskellige grænseværdiniveauer blevet fastsat: grænseværdier for den ægte referencetilstand (niveau 1), som indeholder vandløb uden påvirkninger fra industrialisering, bebyggelse og landbrug samt en lempet referencetilstand (niveau 2), som indeholder vandløb med mindre påvirkninger fra industrialisering, bebyggelse og landbrug. En sådan udvidelse af referencebegrebet i forbindelse med anvendelse af VRD i danske vandløb er tidligere vurderet til at være et godt alternativ eller supplement til en referencebeskrivelse baseret på biologiske kriterier (Baattrup-Pedersen et al., 2004). Dette er først og fremmest, fordi den biologiske referencetilstand ikke er velbeskrevet.

Tabel 3.1 Oplands-, strækings- og stationskriterier med tilhørende grænseværdier på tre forskellige niveauer: **Niveau 1** (referencekriterier fastsat ud fra danske forhold), **Niveau 2** (lempede referencekriterier fastsat ud fra danske forhold) og **Niveau 3** (kriterier fastsat af REFCOND og CB River GIG).

		Grænseværdier		
	Målbar enhed	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Opland				
Intensivt landbrugsland	% omdrift og kulturgræs	≤ 20 %	≤ 50 %	≤ 20 %
Befæstet areal	% befæstet areal	≤ 0,4 %	≤ 0,8 %	≤ 0,4 %
Dræning	% drænet	0 %	≤ 20 %	Ikke defineret
Grundvandindvinding	Ja/nej	Nej	Nej	Nej*
Spildevandsudledninger	Personækvivalent (PE)	0 PE km ⁻²	≤ 2 PE km ⁻²	0 PE km ^{-2***}
Spredt bebyggelse	Personækvivalent (PE)	≤ 0,5 PE km ⁻²	≤ 2 PE km ⁻²	≤ 0,5 PE km ⁻²
Strækning (1-5 km opstrøms station), arealanvendelsen i en 30 m bræmme på hver side af små vandløb og i en 50 m bræmme på hver side af større vandløb.				
Intensivt landbrugsland	% omdrift og kulturgræs	0 %	≤ 10 %	≤ 10 %
Befæstet areal	% befæstet areal	0 %	≤ 10 %	≤ 10 %
Vandløbsform	Feltobservation	Naturlig	Naturlig	Naturlig**
Spildevandsudledninger	Personækvivalent (PE)	0 PE km ⁻²	≤ 1 PE km ⁻²	0 PE km ^{-2***}
Spredt bebyggelse	Personækvivalent (PE)	≤ 0,2 PE km ⁻²	≤ 0,4 PE km ⁻²	0 PE km ^{-2***}
Nedtrådte brinker	Feltobservation	Ingen	Ingen	Ingen
Grødeskæring seneste 10 år	Frekvens	0 år ⁻¹	≤ 1 år ⁻¹	Ikke defineret
	Metode	-	Skånsom	-
Grødeskæring i måleåret	Frekvens	0 år ⁻¹	0 år ⁻¹	Ikke defineret
Opgravning seneste 10 år	Frekvens	0 år ⁻¹	0 år ⁻¹	Ikke defineret
Station (100 m), arealanvendelsen i en 30 meter bræmme på hver side af små vandløb og i en 50 m bræmme på hver side af større vandløb.				
Intensivt landbrugsland	% omdrift og kulturgræs	0 %	0 %	0 %
Vandløbsform	Feltobservation	Naturlig	Naturlig	Naturlig
Grødeskæring seneste 10 år	Frekvens	0 år ⁻¹	≤ 1 år ⁻¹	Ikke defineret
	Metode	-	Skånsom	-
Grødeskæring i måleåret	Frekvens	0 år ⁻¹	0 år ⁻¹	Ikke defineret
Nylig opgravning	Ja/nej	Nej	Nej	Nej
Nedtrådte brinker	Feltobservation	Ingen	Ingen	Ingen
Spærringer i vandløbet	Antal (opstrøms)	0	≥ 0	0
	Afstand (opstrøms)	-	≥ 2 km	-
Spærringer i vandløbet	Antal (nedstrøms)	0	0 (Fisk)	0
	Afstand (nedstrøms)	-	≥ 1 km (makroinvertebrater)	-
	Afstand (nedstrøms)	-	≥ 1 km (makrofyter)	-
Spærringer i systemet	Antal (opstrøms)	0	≥ 0	0
	Afstand (opstrøms)	-	≥ 2 km	-
Spærringer i systemet	Antal (nedstrøms)	0	0 (Fisk)	0
	Afstand (nedstrøms)	-	≥ 1 km (makroinvertebrater)	-
	Afstand (nedstrøms)	-	≥ 1 (makrofyter)	-
Kunstig sø	Tilstede opstrøms	Nej	Nej	Nej
Indhold af organisk stof	BOD5 (µg O ₂ /l)	900	1800	2400
Total-N	µg/l	1300	2600	Ikke defineret
Total-P	µg/l	70	140	Ikke defineret
Ortho-P	µg/l	40	80	40
Nitrat	µg/l	700	1400	4000
Ammonium	µg/l	50	100	100
Total-Fe	µg/l	900	1800	Ikke defineret

*CB River GIG grænseværdi for grundvandsindvinding er, at indvindingen højst må udgøre 20 % af gennemsnitlig månedlig vandføring. Denne type data indsamles ikke under NOVANA, og en ja/nej grænseværdi er brugt i stedet.

**CB River GIG grænseværdi for vandløbsform på strækingsniveau er, at højst 10 % af strækningen må være reguleret, og at højst 20 % må være påvirket af brinksikring. Denne type data er ikke tilgængelig og en vurdering af, om hele strækningen er naturlig, er brugt i stedet.

***Oversat fra CB River GIG kriterier: Small streams, no point source discharge, or very localised impact with self purification. Larger streams and rivers, very low point source discharge levels.

Tabel 3.1 giver en oversigt over anvendte kriterier på oplands-, strækings- og stationsniveau samt tilhørende grænseværdier for de to nationale niveauer og for værdierne fastsat af REFCOND og CB River GIG (niveau 3). Oversigten viser, at der generelt er overensstemmelse mellem de ekspertvurderede grænseværdier (niveau 1) og grænseværdierne fastsat af REFCOND og CB River GIG (niveau 3). Derudover ses det, at der på oplandsniveau er suppleret med et kriterium vedrørende dræning af de vandløbsnære arealer. Dette kriterium er medtaget, da både den hydrogeokemiske og biologiske interaktion mellem land og vand er betydelig i naturlige vandløbssystemer. Derfor vil en evt. dræning også kunne indvirke på de biologiske forhold i vandløbet (Pedersen et al., 2006). På strækingsniveau er der suppleret med 3 kriterier omhandlende vedligeholdelsen af vandløbene (grødeskæring i måleåret, grønbeskæring de sidste 10 år samt opgravning de sidste 10 år). Disse er medtaget, da grønbeskæring har betydelige effekter på de biologiske forhold i vandløbene (Pedersen et al., 2004). På stationsniveau er der suppleret med 5 kriterier som udover kriterier vedr. vedligeholdelsen (grødeskæring i måleåret, grønbeskæring de sidste 10 år) er koncentrationer af kvælstof og fosfor samt jern i vandløbsvandet (total-N, total-P og total-Fe). For kriterier vedr. spærringer i vandløbet og i vandløbssystemet (antallet af og afstanden til spærringer opstrøms og nedstrøms) er der sket en differentiering i fastsættelsen af niveau 2 grænseværdier for de biologiske kvalitetselementer. Dette er gjort under hensyntagen til de forskellige påvirkninger spærringer har på de enkelte biologiske kvalitetselementer (Baatrup-Pedersen et al., 2004).

3.3 Andel af de 128 *a priori* udvalgte referencevandløb der indfrier referencekriterier

Med det formål at analysere i hvilket omfang de 128 *a priori*-udvalgte referencevandløb indfrier kravene til referencevandløb, er de fastsatte grænseværdier for niveau 1-3 anvendt. Størstedelen af datagrundlaget er indhentet i forbindelse med de biologiske undersøgelser i vandløbene i NOVANA-overvågningsprogrammet (Pedersen & Baattrup-Pedersen, 2005). Vandløb, hvor grænseværdierne for alle kriterier er lavere end de fastsatte i niveau 1 samt 3, vil blive karakteriseret som egentlige referencevandløb, mens vandløb, hvor værdierne for kriterierne er lavere end grænseværdierne fastsat i niveau 2, vil blive opfattet som *mulige lempede* referencevandløb. Disse vandløb vil kun være relevante for de biologiske kvalitetselementer, der kun vil være svagt påvirkede. Det betyder, at nogle niveau 2-vandløb vil kunne fungere som referencevandløb for kun en delmængde af de biologiske kvalitetselementer.

3.3.1 Oplandskriterier

Langt størstedelen af vandløbene ligger i oplande med mere intensivt landbrug og befæstet areal end de fastsatte grænseværdier for disse kriterier (tabel 3.2). Med anvendelse af niveau 1- og 3-grænseværdier (egentlige referencetilstand) er det kun 19 % af de *a priori*-udvalgte vandløb, der har en arealanvendelse i oplandet med maksimalt 20 % intensivt landbrug og kun 9 % med maksimalt 0,4 % befæstet areal (tabel 3.2). Med anvendelse af niveau 2-grænseværdier er det 42 % af vandløbene, der har en arealanvendelse i oplandet med maksimalt 50 % intensivt landbrug og kun 13 % med maksimalt 0,8 % befæstet areal (tabel 3.2).

Der foreligger ingen data på omfanget af dræning i oplandene, hvilket betyder, at vandløbene ikke er vurderet ud fra dette kriterium. Hovedparten af vandløbene indfrier kravene til grundvandsindvinding (88 %) og spildevandsudledning (80 % og 81 % for niveau 1 og 2 henholdsvis). Til gengæld er det mindre end en tredjedel af vandløbene, der indfrier kravene til mængden af spredt bebyggelse i oplandet (27 % og 32 % for niveau 1 og 2 henholdsvis; tabel 3.2). Der mangler oplysninger om spildevandsudledning samt mængde af spredt bebyggelse for cirka 1/3 af vandløbene, og medtagning af disse oplysninger vil derfor kunne ændre på andelen af vandløb, der indfrier kravene til disse kriterier.

3.3.2 Strækningskriterier

Datagrundlaget var generelt dårligere til vurdering af, i hvilket omfang de 128 *a priori*-udvalgte vandløb indfrier krav til kriterier fastsat på strækningsniveau. Kun for grødeskæring forelå der data for alle vandløb. Hovedparten af vandløbene indfrier kravene til grødeskæring (73 % og 76 % for henholdsvis niveau 1 og 2; tabel 3.2). Datagrundlaget for de resterende strækningskriterier er for spinkelt til en vurdering af andelen af vandløb, der indfrier kravene til disse kriterier.

3.3.3 Stationskriterier

Hovedparten af de *a priori*-udvalgte reference-vandløb har en ekstensiv arealudnyttelse på de vandløbsnære arealer, en naturlig fysisk form med intakte brinker, og ca. 2/3 del af vandløbene grødeskæres ikke (tabel 3.2). Det er derfor primært de vandkemiske forhold i vandløbene, der på stationsniveau betinger, at hovedparten af vandløbene ikke indfrier kravene til referencetilstanden. Kun en lille andel af vandløbene har et indhold af nitrat, der er lavere end den fastsatte grænseværdi for niveau 1 (14 %), 33 % har et lavere indhold end den fastsatte grænseværdi for niveau 2, og 68 % har et lavere indhold end den fastsatte grænseværdi for niveau 3 (tabel 3.2). Det skal bemærkes, at der mangler oplysninger om nitratkoncentrationen for 49 stationer, så medtagning af disse data vil kunne ændre på andelen af vandløb, der indfrier kravene til nitratindholdet i vandløbsvandet. Indholdet af organisk stof er lavere end den fastsatte grænseværdi for niveau 1 i 43 % af vandløbene, mens henholdsvis 92 % og 95 % af vandløbene indfrier kravet til indhold af organisk stof, hvis niveau 2- og niveau 3-grænseværdier anvendes. Halvdelen af vandløbene indfrier ikke niveau 1-3 kravene om fri passagemuligheder i vandløbssystemet, da antallet og afstanden til nedstrøms spæringer overstiger de fastsatte grænseværdier.

Tabel 3.2 Antallet af vandløbsstationer, der indfrier krav til oplands-, strækings- og stationskriterierne på Niveau 1, 2 og 3 (se tabel 3.1 for grænseværdier). Procentdelen af stationer, der opfylder et kriterium, er angivet i parentes. Procentdelen er udregnet ud fra de stationer, hvor data findes.

	Grænseværdier			
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Stationer, hvor data mangler
Opland				
Intensivt landbrugsland	25 (19 %)	54 (42 %)	25 (19 %)	0
Befæstet areal	12 (9 %)	17 (13 %)	12 (9 %)	0
Dræning*	-	-	-	128
Grundvandindvinding	96 (88 %)	96 (88 %)	96 (88 %)	19
Spildevandsudledninger	65 (80 %)	66 (81 %)	65 (80 %)	46
Spredt bebyggelse	23 (27 %)	27 (32 %)	23 (27 %)	43
Strækning (1-5 km opstrøms station), arealanvendelsen i en 30 m bræmme på hver side af små vandløb og i en 50 m bræmme på hver side af større vandløb.				
Intensivt landbrugsland	13 (56 %)	16 (70 %)	16 (70 %)	105
Befæstet areal	16 (70 %)	23 (100 %)	23 (100 %)	105
Vandløbsform	19 (82 %)	19 (82 %)	19 (82 %)	105
Spildevandsudledninger	22 (100 %)	22 (100 %)	22 (100 %)	106
Spredt bebyggelse	22 (100 %)	18 (81 %)	22 (100 %)	106
Nedtrådte brinker	20 (100 %)	20 (100 %)	20 (100 %)	108
Grødeskæring seneste 10 år	93 (73 %)	97 (76 %)	-	0
Grødeskæring i måleåret	93 (73 %)	97 (76 %)	-	0
Opgravning*	-	-	-	128
Station (100 m), arealanvendelsen i en 30 meter bræmme på hver side af små vandløb og i en 50 m bræmme på hver side af større vandløb.				
Intensivt landbrugsland	113 (88 %)	113 (88 %)	113 (88 %)	0
Vandløbsform	120 (94 %)	120 (94 %)	120 (94 %)	0
Grødeskæring seneste 10 år	93 (73 %)	97 (76 %)	-	0
Grødeskæring i måleåret	93 (73 %)	97 (76 %)	-	0
Opgravning	127 (99 %)	127 (99 %)	127 (99 %)	0
Nedtrådte brinker	108 (92 %)	108 (92 %)	108 (92 %)	10
Spærringer i vandløbet, opstrøms	92 (72 %)	112 (88 %)	95 (72 %)	0
Spærringer i vandløbet, nedstrøms				
Fisk	75 (59 %)	75 (59 %)	75 (59 %)	0
Makroinvertebrater og makrofyter	75 (59 %)	109 (85 %)	75 (59 %)	0
Spærringer i systemet, opstrøms	87 (68 %)	107 (84 %)	87 (68 %)	0
Spærringer i systemet, nedstrøms				
Fisk	59 (46 %)	59 (46 %)	59 (46 %)	0
Makroinvertebrater og makrofyter	59 (46 %)	110 (86 %)	59 (46 %)	0
Kunstig sø	116 (91 %)	116 (91 %)	116 (91 %)	1
BOD5	55 (43 %)	118 (92 %)	121 (95 %)	2
Total-N*	-	-	-	128
Total-P*	-	-	-	128
Ortho-P	75 (59 %)	115 (90 %)	121 (95 %)	1
Nitrat	11 (14 %)	26 (33 %)	54 (68 %)	49
Ammonium	89 (70 %)	113 (88 %)	113 (88 %)	1
Total-Fe	89 (72 %)	115 (93 %)	-	4

*Der indhentes ikke data for disse kriterier i NOVANA-programmet

3.4 Identifikation af reference-vandløb

Resultatet af en screening med anvendelse af oplands-, stræknings-, og stationskriterier på de 128 *a priori*-udvalgte referencevandløb fremgår af tabel 3.3.

Tabel 3.3 Antal vandløbsstationer, som fortløbende opfylder de enkelte oplands- stræknings- og stationskriterier på niveau 1, 2 og 3 (se tabel 3.1 for grænseværdier).

Total	Niveau 1 128	Niveau 2 128	Niveau 3 128
Opland			
Intensivt landbrugsland	25	54	25
Befæstet areal	7	13	7
Dræning*	7	13	7
Grundvandindvinding	7	12	7
Spildevandsudledninger	6	12	6
Spredt bebyggelse	6	10	6
Strækning (1-5 km opstrøms station), arealanvendelsen i en 30 meter bræmme på hver side af små vandløb og i en 50 m bræmme på hver side af større vandløb.			
Intensivt landbrugsland	5	10	6
Befæstet areal	5	10	6
Vandløbsform	4	8	5
Spildevandsudledninger	4	8	5
Spredt bebyggelse	4	7	5
Nedtrådte brinker	4	7	5
Grødeskæring seneste 10 år	4	7	5
Grødeskæring i måleåret	4	7	5
Opgravning*	4	7	5
Station (100 m), arealanvendelsen i en 30 meter bræmme på hver side af små vandløb og i en 50 m bræmme på hver side af større vandløb.			
Intensivt landbrugsland	4	7	5
Vandløbsform	4	7	5
Grødeskæring seneste 10 år	4	7	5
Grødeskæring i måleåret	4	7	5
Opgravning	4	7	5
Nedtrådte brinker	4	7	5
Spærringer i vandløbet, opstrøms	4	7/7**	4
Spærringer i vandløbet, nedstrøms	3	5/5*	3
Spærringer i systemet, opstrøms	3	5/5**	3
Spærringer i systemet, nedstrøms	1	2/5**	1
Kunstig sø	1	2/5**	1
BOD5	1	2/5**	1
Total-N*	1	2/5**	1
Total-P*	1	2/5**	1
Ortho-P	0	2/5**	0
Nitrat	0	1/4**	0
Ammonium	0	1/4**	0
Total-Fe	0	0/3**	0
Antal stationer der opfylder alle kriterier	0	0	0
3 (kun makroinvertebrater og makrofyter)			

*Der findes ikke data for disse kriterier

**Tallet til venstre for / er antallet af stationer, hvor kriterierne for fisk er opfyldt, tallet til højre for / er det tilsvarende for makroinvertebrater og makrofyter.

Screeningen er foretaget på en sådan måde, at de fastsatte grænseværdier for de enkelte kriterier er anvendt fortløbende på de 128 vandløb. Først er de vandløb, der indfrier kravene til intensivt landbrug i oplandet, identificeret, hvilket er henholdsvis 25, 54 og 25 på niveau 1, 2 og 3. Dernæst er de vandløb, der samtidig indfrier kravene til befæstet areal, identificeret, hvilket er henholdsvis 7, 13 og 7 på niveau 1, 2 og 3. Gennemføres denne procedure med anvendelse af alle oplandskriterier, er det henholdsvis 6, 10 og 6 vandløb, der indfrier niveau 1-, 2- og 3-kravene (tabel 3.3). Ud af disse vandløb er det henholdsvis 4, 7 og 5 vandløb, der samtidig indfrier niveau 1-, 2- og 3-kravene på strækkningsniveau. Inddrages også stationskriterier, er der ingen af de 128 vandløb, der indfrier samtlige kriterier ved anvendelse af niveau 1- og 3-krav. Forskelle i de fastsatte krav vedrørende afstanden til spærringer i vandløbet mellem de 3 biologiske elementer (fisk, makroinvertebrater og makrofyter; tabel 3.1) under niveau 2 bevirker, at der er 3 stationer, der indfrier kriterier for makroinvertebrater og makrofyter, mens ingen vandløbsstationer indfrier kriterierne for fisk (tabel 3.3). De 3 stationer, der kan betegnes som værende mulige lempede referencer for makroinvertebrater og makrofyter, er Skurekilden (tilløb til Mølleåen ved København), Rustrup Skovbæk (tilløb til Thorsø) og Sønderholt bæk (tilløb til Ravn sø). Disse tre vandløb er meget små med oplandsarealer på henholdsvis 0,01, 0,48 og 1,6 km².

3.5 Konklusion

Ved anvendelse af en række fysiske, kemiske og hydromorfologiske referencekriterier på oplands-, strækknings-, og stationsniveau kan ingen af de 128 *a priori*-udvalgte referencevandløb i NOVANA betegnes som værende egentlige referencevandløb. Dette resultat gør sig gældende både når REFCOND-grænseværdier for kriterierne anvendes, og når grænseværdier og kriterier tilpasset danske forhold anvendes. Analysen viser også, at den primære årsag er, at vandløbene ligger i oplande med mere intensivt landbrug og befæstet areal end de fastsatte grænseværdier for disse kriterier. Anvendes tillempede kriterier, er der 3 vandløbsstationer, der indfrier kriterier for makroinvertebrater og makrofyter, mens ingen indfrier kriterierne for fisk. De 3 vandløb er Skurekilden (tilløb til Mølleåen ved København), Rustrup Skovbæk (tilløb til Thorsø) og Sønderholt Bæk (tilløb til Ravn Sø). Disse tre vandløb er meget små med et oplandsareal på henholdsvis 0,01, 0,48 og 1,6 km².

4 Identifikation af potentielle referencevandløb ved hjælp af GIS

4.1 Baggrund

Screeningen af de *a priori*-udvalgte referencevandløb i det nationale overvågningsprogram NOVANA viser, at især kriterierne vedrørende oplandet er vanskelige at indfri, og at både andelen af intensivt landbrug og befæstet areal i oplandet overstiger de fastsatte krav for langt de fleste *a priori*-udvalgte referencevandløb. Disse 2 oplandskriterier er derfor kritiske i forhold til at identificere referencevandløb i Danmark. En overordnet screening vha. disse 2 kriterier af samtlige vandløbsstrækninger i Danmark vil derfor kunne identificere potentielle referencevandløb, som ikke er en del af de *a priori*-udvalgte vandløb. På den baggrund er der foretaget en GIS-baseret analyse af samtlige vandløbsstrækninger i Danmark med det formål at identificere andre mulige referencevandløbsstrækninger. Strækninger, der opfylder kravene om andel af intensivt landbrug og befæstet areal i oplandet, kan derefter undersøges nærmere for opfyldelse af referencekriterier på stræknings- og stationsniveau.

4.2 Datagrundlag

4.2.1 Vandløb

Til undersøgelsen bruges *Den hydrologiske reference*, som er data for sammenhængende vandløb i Danmark udarbejdet i forbindelse med Vandmiljøhandlingsplanen. Den hydrologiske referencemodel og data blev udarbejdet i 1990-1994 af Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS) (Hermansen, 2001). Den hydrologiske reference er løbende blevet opdateret af først GEUS og siden af DMU. Samlet set udgør de sammenhængende vandløb i Danmark ca. 26.000 km vandløb. Datasættet er dog ikke fuldstændigt sammenhængende. Det er altoversvejende vandløbsstrækninger længere end 1 km, som leder direkte til udløbet og vandløbsstrækninger, der løber til disse, der er registreret som sammenhængende. De kortere vandløbsstrækninger tættest ved kilden er som regel kun registreret, hvis de har været en del af den nationale overvågning. Vandløbene er tildelt orden ud fra et princip om vandløbets beliggenhed i forhold til kysten (GEUS, 2000)

4.2.2 Arealanvendelse

Data for arealanvendelsen er hentet i ArealInformationsSystemet (AIS). AIS er en database, der består af forskellige temaer såsom kort over Danmarks jordarter, havbundstyper, kyst og landegrænser, med flere. Data for disse temaer blev samlet og bearbejdet i 1990'erne og AIS blev udgivet i 2000. AIS er offentligt tilgængeligt, og det er den eneste database, hvor arealanvendelsen er opgjort for hele Danmark. Databasen er ikke blevet opdateret siden udgivelsen, men regnes stadig for at være et pålideligt datamateriale (H. Skov-Petersen, pers. komm.)

Temaet, der bruges til denne analyse, er *Arealanvendelseskortet* (AIS). I dette kort er Danmark inddelt i forskellige polygoner, der er blevet tildelt en specifik arealanvendelse. I AIS er hele Danmarks areal inddelt i arealanvendelsestyper såsom lav bebyggelse, kirkegård, nåleskov, med flere. I alt er der 30 forskellige arealkategorier (Nielsen et al., 2000).

4.3 Metode

4.3.1 Typeinddeling

Identifikationen af potentielle referencevandløbsstrækninger blev stratificeret i forhold til vandløbstype jævnfør oplandsareal, bredde og afstand til kilde (tabel 4.1; se Baattrup-Pedersen et al., 2004). I typeinddelingen blev oplandsarealet anvendt som det mest dominerende forhold. Der blev yderligere foretaget en inddeling i vandløbsstrækninger vest for israndslinien og vandløbsstrækninger øst for israndslinien. Dette blev gjort på baggrund af viden om, at de biologiske samfund for nogle biologiske elementer varierer som funktion af vandløbenes placering i forhold til israndslinien (Baattrup-Pedersen et al., 2004).

Tabel 4.1 Størrelsestypologi for vandløbene.

Type	1	2	3
Oplandsareal (km ²)	<10	10-100	>100
Bredde (m)	<2	2-10	>10
Afstand til kilde (km)	<2	2-40	>40

Landsdækkende data for arealanvendelsen er hentet fra www.ais.dmu.dk i *Arealanvendelseskortet*. Kortudsnittene fra *Arealanvendelseskortet* blev samlet, så de dækkede hele landet. Derefter blev vandløbsoplandene fordelt mellem de 2 regioner (vest og øst for israndslinjen). For enkelte oplande var der overlap mellem de 2 regioner. Disse oplande blev tildelt den region, som størstedelen (det geometriske tyngdepunkt) af oplandet lå i. Derefter blev temaerne fra arealanvendelseskortet sammenføjet med vandløbsoplandene, og de 30 forskellige arealanvendelsestyper blev kategoriseret i intensivt dyrket landbrugsareal, befæstede arealer og naturarealer (tabel 4.2).

Tabel 4.2 Kategorisering af arealanvendelsestyperne defineret i AIS

Klassificering af arealanvendelsestyper	AIS arealanvendelseskategorier
Intensivt dyrket landbrugsland	Landbrug, Gartneri, Græsarealer
Befæstede arealer	Befæstet overflade, Bykerne, Lav, høj og åben bebyggelse, Bebyggelse i åbent land, Industri, Veje, Jernbaner, Broer, Dæmninger, Lufthavne, Tekniske arealer
Naturarealer	Blandet landbrug/natur, Skove, Løvskeve, Nåleskove, Blandet skove, Overdrev, Heder, Blandet natur, Sand/klit, Anden overflade med ringe vegetation

Data fra AIS. Kategorierne er beskrevet i Nielsen et al. (2000)

4.3.2 Niveauinddeling

Der anvendes oplandskriterier på niveau 1, 2 og 3 i analysen. Det svarer for niveau 1 og 3 til, at andelen af intensivt dyrket landbrugsland skal være mindre end 20 %, og andelen af befæstede arealer skal være mindre

end 0,4 %. Dette niveau bliver efterfølgende benævnt niveau 1/3. For niveau 2 svarer det til, at andelen af intensivt dyrket landbrugsland skal være mindre end 50 %, og andelen af befæstede arealer skal være mindre end 0,8 %. Resultaterne angives som kilometer vandløbslængde samt antallet af vandløbsstrækninger (vandløbssegmenter).

4.4 Identifikation af potentielle reference-vandløb

4.4.1 Vandløb der opfylder oplandskriterierne for intensivt dyrket areal

Samlet set indfrier 503 vandløbssegmenter niveau 1/3 kriteriet for andelen af intensivt dyrket areal i oplandet, mens 1315 vandløbssegmenter indfrier niveau 2-kriteriet (tabel 4.3). Det er primært type 1 vandløb, der indfrier kravene til andelen af intensivt dyrket areal i oplandet med henholdsvis 96 % for niveau 1/3 og 85 % niveau 2, mens det inden for type 2-vandløb er henholdsvis 4 % for niveau 1/3 og 8 % for niveau 2. Vandløbssegmenterne, der indfrier kravene til arealanvendelse, er primært beliggende i Østdanmark (>80 %, tabel 4.3).

4.4.2 Vandløb der opfylder oplandskriterierne for befæstet areal

Samlet set indfrier 604 vandløbssegmenter niveau 1/3 kriteriet for andelen af befæstet areal i oplandet, mens 735 vandløbssegmenter indfrier niveau 2-kriteriet (tabel 4.3). Igen er det primært type 1-vandløb, der indfrier kravene til befæstet areal i oplandet med mere end 99 % af vandløbssegmenterne for både niveau 1/3 og niveau 2. Vandløbssegmenterne, der indfrier kravene til andel af befæstet areal i oplandet, er primært beliggende i Østdanmark (65 %, tabel 4.3).

4.4.3 Vandløb der opfylder oplandskriterierne for både intensivt dyrket areal og befæstet areal

I alt er der 131 vandløbssegmenter svarende til en længde på 90,8 km, der indfrier niveau 1/3 kravene til arealanvendelsen og 238 vandløbssegmenter svarende til 188 km vandløb, der indfrier niveau 2-kravene til arealanvendelsen (tabel 4.3). Disse er hovedsageligt type 1-vandløb (>99 %). Type 1, niveau 1/3-vandløbssegmenterne fordeler sig over hele Danmark, dog primært ved Københavnsområdet, i Nordsjælland, ved Gudenå vandløbssystemet i Midtjylland og omkring Århus, Thy, ved Kloster- og Kronhede Plantage samt ved Oksbøl (figur 4.1). Type 1, niveau 2-vandløbene ligger spredt ud over det meste af Sønderjylland, i det midtjyske søhøjland omkring Silkeborg og ved Vestkysten, nord for Ringkøbing Fjord og til Hanstholm (figur 4.1).

Inden for type 2 indfrier 1 vandløbssegment niveau 1/3-kravene svarende til 3 km vandløb. Dette vandløbssegment er beliggende i Vestdanmark og er en del af Istrup Bæk i vandløbssystemet Kastet Å (figur 4.1). I oplandet til dette vandløbssegment er andelen af naturarealer 94 %, mens 5 % er intensivt dyrket landbrugsland. Dette vandløb har en del af oplandet i Istrup Plantage, hvilket forklarer den store andel af naturarealer.

Inden for type 2 indfrier 4 vandløbssegmenter niveau 2-kravene svarende til 25,4 km vandløb. Tre af disse strækninger er beliggende i Jylland,

og en enkelt på Amager (figur 4.1). Vest for israndslinjen er det Langslade Rende ved Oksbøl. Langslade Rende løber i et område, hvor oplandet er domineret af naturarealer (99 %), og derudover er der en smule befæstet areal (0,6 %). Foruden vandløbsstrækningen i Istrup Bæk, som er beskrevet i foregående afsnit, indfrier endnu en vandløbsstrækning i Thy kriterierne. Vandløbsstrækningen er Søndre tilløb til Hansted Mølleå. På denne strækning er landbrugsarealet opgjort til at udgøre 12 % af oplandet, det befæstede areal udgør 0,65 % af oplandet, og de ekstensive arealer udgør 80 % af oplandet.

Der er ingen type 3-vandløb, der indfrier kravene til arealanvendelsen (tabel 4.3).

Tabel 4.3 Fordelingen af potentielle vandløbsstrækninger vurderet ud fra andelen af intensivt dyrket landbrugsland og befæstet areal i vandløbenes opland. Vandløbsstrækningerne er adskilt i en vestvendt gruppe (vandløb der ligger vest for israndslinjen) og i en østvendte gruppe (vandløb der ligger øst for israndslinjen). Niveau 1 og 3 er vurderet sammen, da der gælder samme kriterier for arealanvendelsen.

Vandløbsstrækning (km)	Intensivt landbrug			Befæstede arealer			Samlet	
	Vest	Øst	Samlet	Vest	Øst	Samlet	Vest	Øst
Niveau 1 og 3								
Vandløbstype								
1	82,5	499,6	582,1	160,4	266	426,4	20,2	87,8
2	83,4	101,8	185,2	0	3	3	0	3
3	0	38,8	38,8	0	0	0	0	0
Total	165,9	640,3	806,2	160,4	269	429,4	20,2	90,8

Niveau 2

Vandløbstype								
1	243,9	1504,8	1748,7	266	346,2	612,2	64,1	172,3
2	287,8	1041,9	1329,7	9,7	15,7	25,4	9,7	15,7
3	0	571,6	571,6	0	0	0	0	0
Total	531,6	3118,3	3649,9	275,7	362	637,7	73,7	188

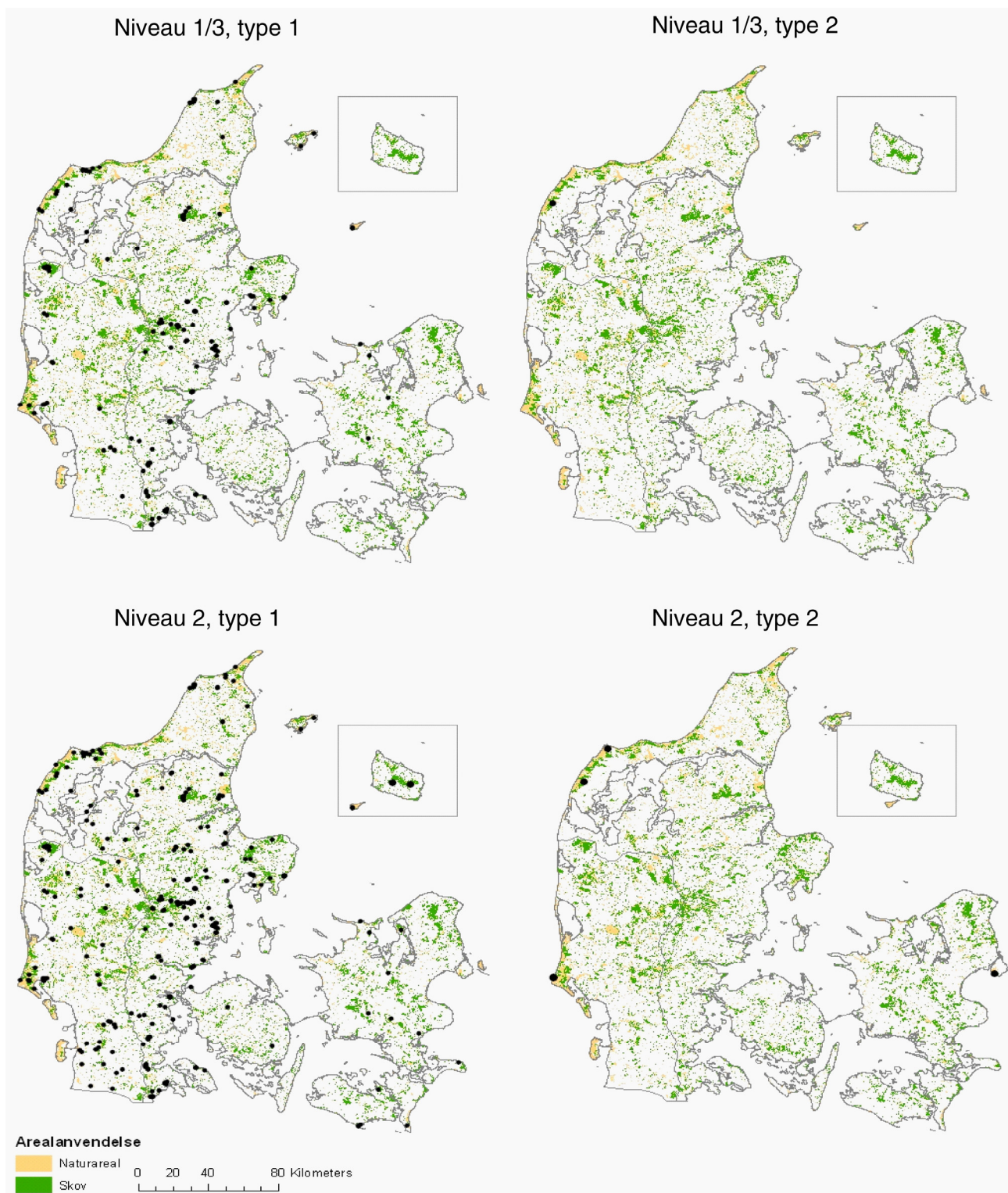
Vandløbssegmenter (antal)

Niveau 1 og 3

Vandløbstype								
1	62	419	481	209	394	603	24	130
2	10	11	21	0	1	1	0	1
3	0	1	1	0	0	0	0	0
Total	72	431	503	209	395	604	24	131

Niveau 2

Vandløbstype								
1	184	1015	1199	266	465	731	58	235
2	30	79	109	1	3	4	1	3
3	0	7	7	0	0	0	0	0
Total	214	1101	1315	267	468	735	59	238

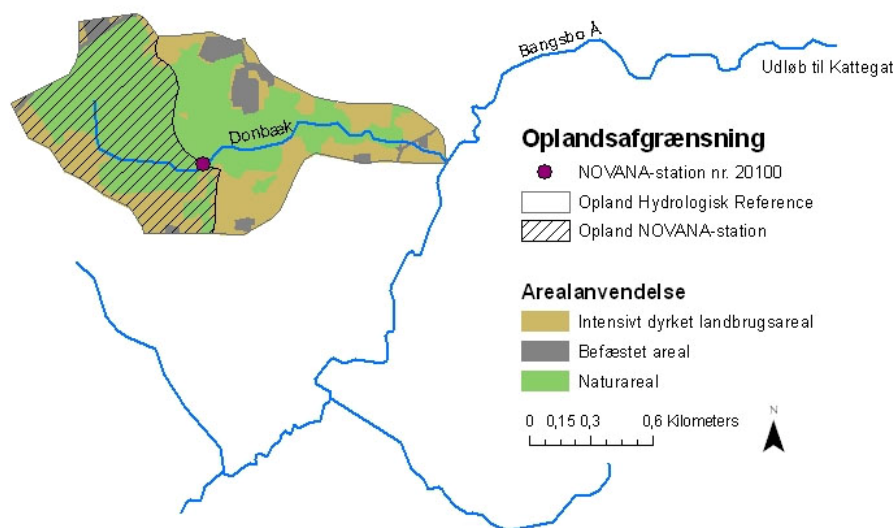


Figur 4.1 Placeringen af de vandløbsstrækninger, der opfylder kriterierne for niveau 1/3 og 2 for både intensivt dyrket landbrugsland og befæstede arealer. Placeringen af vandløbsstrækningerne er angivet med et punkt. Punktet er placeret ved at beregne et midtpunkt for en vandløbsstrækning. Dette er udført i ArcMap 9.2. Som baggrund er desuden illustreret arealer, hvor der ifølge AIS er naturarealer, såsom blandet landbrug/natur, overdrev, hede m.fl. (Data; AIS, Den hydrologiske reference).

4.5 Overlap med NOVANA referencevandløbsstrækninger

I screeningen af de 128 *a priori*-udvalgte referencevandløb (se kapitel 2) var der 7 vandløb, der indfrie niveau 1/3-kriterierne, og 13 vandløb, der indfrie niveau 2 kriterierne, ved anvendelse af oplandskriterier vedrørende intensiv arealanvendelse og befæstet areal. I GIS-programmet, ArcMap 9.2 er der foretaget en sammenligning af de 13 niveau 2 NOVANA-vandløb og de potentielle referencevandløb identificeret i dette kapitel. Kun 6 ud af de 13 vandløb blev identificeret som potentielle referencevandløb i GIS-analysen. Dette resultat afspejler, at afgrænsningen af vandløbsoplandene varierer. I Den Hydrologiske Reference defineres vandløbsoplandene for hele segmenter frem til et knudepunkt, hvorimod NOVANA-stationernes oplande defineres på baggrund af stationernes placering i segmentet. Denne forskellighed i afgrænsningen af oplandene bevirker, at arealanvendelsen i de enkelte oplande ikke er beregnet for det samme areal (se figur 4.2). Det betyder også, at sandsynligheden for at overskride de fastsatte grænseværdier er større ved anvendelse af oplande til hele segmenter frem til et knudepunkt sammenlignet med oplande til en station beliggende på segmentet (se figur 4.2).

Figur 4.2 Et udsnit af Bangsbo Å ved udløbet til Kattegat ved Frederikshavn. Figuren illustrerer afgrænsningen af vandløbsoplandet for NOVANA-stationer og Den Hydrologiske Reference. Til hver enkelt NOVANA-station defineres et specifikt opland. Oplandet defineret til en NOVANA-station er ikke identisk med oplandene i Den Hydrologiske Reference. I Den Hydrologiske Reference defineres vandløbsoplandene i knudepunkter, hvor vandløbsgrene mødes. (Data; Den Hydrologiske Reference, NOVANA)



4.6 Konklusion

Vandløb, der indfrier kravene om maksimalt 20 % intensivt dyrket areal og 0,4 % befæstet areal i oplandet (niveau 1/3), kvalificerer sig som potentielle referencevandløb, mens vandløb, der indfrier kravene om maksimalt 50 % intensivt dyrket areal og 0,8 % befæstet areal (niveau 2), kvalificerer sig som potentielle referencevandløb med tillempede kriterier. I alt er der 131 vandløbssegmenter svarende til en samlet længde på 90,8 km, der indfrier niveau 1/3-kravene til arealanvendelsen og 238 vandløbssegmenter svarende til 188 km vandløb, der indfrier niveau 2-kravene til arealanvendelsen i Danmark. Disse er hovedsageligt type 1-vandløb (>99 %). Inden for type 2 indfrier 1 vandløbssegment niveau 1/3-kravene svarende til 3 km vandløb, mens der er 4 vandløb, der ind-

frier niveau 2-kravene svarende til 25,4 km vandløb. Der findes ingen type 3-vandløb, der indfrier hverken niveau 1/3- eller niveau 2-kravene.

Det er vigtigt at understrege, at de identificerede vandløbsstrækninger kun kvalificerer sig som mulige referencevandløb, da undersøgelsen kun har beskæftiget sig med 2 af kravene på oplandsniveau. Før disse vandløb kan indgå i en referencedatabase, er det nødvendigt at undersøge opfyldelse af samtlige kriterier på både oplands-, strækings- og stationsniveau.

5 Udenlandske referencer

5.1 Baggrund

Som det fremgår af resultater præsenteret i kapitel 2 og 3, eksisterer der ikke i Danmark et tilstrækkeligt antal type 2- og 3-vandløb, der kan eller vil kunne klassificeres som værende i referencetilstand til at kunne beskrive den naturlige variation i kvalitetselementerne. Med det formål at få et tilstrækkeligt antal vandløb i et referencenetværk, undersøges derfor muligheden for at inddrage mellemstore og store vandløb fra lande med en mindre intensiv arealanvendelse.

En overordnet afgrænsning af hvilke lande, der vil kunne bidrage med potentielle referencevandløb, blev gjort vha. Illies økoregioner. Illies (1978) grupperede landene i Europa i forskellige økoregioner baseret på ligheder og forskelle i en række miljøfaktorer (nedbør, temperatur, højde over havet osv.), og disse økoregioner repræsenterer derfor også overordnede ligheder og forskelle i forekomsten af dyre- og plantearter. Som udgangspunkt er det derfor hensigtsmæssigt at undersøge muligheden for at identificere referencevandløb i lande, der ligger i den samme eller tilgrænsende økoregioner. Valget er faldet på vandløb i Polen og Baltikum, idet det samtidig er lande, der har en mindre intensiv arealanvendelse end Danmark. Disse lande tilhører ligesom Danmark den central-europæiske-baltiske interkaliberingsgruppe (CB-GIG). Da Danmarks Miljøundersøgelser i forbindelse med tidligere samarbejdsprojekter (primært EU-STAR) allerede har relevante data fra et mindre antal vandløb i Polen og Letland, blev det valgt at fokusere indsamlingen af data i middelstore og store vandløb beliggende i Litauen.

5.2 Metode

I sommeren 2006 blev der indsamlet fysisk-kemiske, hydromorfologiske og biologiske data fra 13 store og mellemstore litauiske vandløbsstationer (se appendix for billeder af vandløbene). Indsamlingen blev, med undtagelse af fiskeundersøgelserne, gennemført med brug af metoder beskrevet i den tekniske anvisning til NOVANA-programmet (Baatrup-Pedersen et al., 2004) og var derfor direkte sammenlignelige med data indsamlet i Danmark. Der blev også indsamlet arealanvendelsesdata for de 13 vandløbsstationer vha. en arealanvendelses kortlægning af Europa (CORINE).

Herefter blev der foretaget en vurdering af potentialet for at bruge de undersøgte vandløb i Litauen samt vandløb i de øvrige baltiske lande og Polen som referencer for danske vandløb. Vurderingen blev foretaget separat for makrofyter, makroinvertebrater og fisk og er baseret på en sammenligning med historiske data, data fra litteraturen samt eksisterende data fra danske vandløb.

5.3 Litauiske vandløb og referencetilstand

Der blev ikke foretaget en egentlig screening for referencestatus af de 13 litauiske vandløb på baggrund af fysiske, kemiske, hydromorfologiske og påvirkningsmæssige kriterier, da data ikke var tilgængelige. Udpegelsen af de 13 vandløb blev derimod foretaget på baggrund af kendskab til området gennem tidligere projekter. Isoleret set indfrie alle de 13 litauiske vandløbsstationer de lempede krav til andel af landbrugsland i oplandet (< 50 %), hvorimod der kun var 3 stationer, der indfrie kravene til andelen af befæstet areal i oplandet (tabel 5.1). Arealanvendelsen i oplandene er lavet på baggrund af CORINE-systemet (CO-ordination of INformation on the Environment). I dette system skelnes der ikke mellem intensivt og ekstensivt landbrug som i AIS. Det betyder, at arealanvendelsesprocenter for andel af landbrug og befæstet areal vil være overestimerede sammenlignet med de danske (tabel 5.1). Nitratindholdet var under den lempede grænseværdi i 12 ud af de 13 undersøgte vandløb, indholdet af ammonium var under grænseværdien for 12 af de 13 vandløb, 6 var under den lempede grænseværdi for indholdet af organisk stof, og 9 var under den lempede grænseværdi for ortho-fosfat (tabel 5.1). Der var altså ikke en fuldstændig opfyldelse af de fastsatte referencekriterier for alle de litauiske vandløb.

Tabel 5.1 a) Arealanvendelse i oplandet og kemiske værdier for de 13 litauiske vandløbsstationer

Vandløb	Oplands-areal (km ²)	Højde over havet (m)	Landbrug (%)	Befæstet areal (%)	Nitrat (µg/l)	BOD5 (µg O ₂ /l)	P-PO4 (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Alkalinitet (mmol l ⁻¹)
Nova	-	-	39	2	980	2300	100	110	2,0
Juré	-	-	5	3	1800	2700	110	40	2,1
Skroblus	77,8	81	1	0,5	< 10	690	100	22	2,3
Merkys	-	-	28	1	370	2000	55	16	3,0
Gruda	232,2	83	4	0,5	110	1850	70	24	2,3
Dubysa	1531,7	80	45	3	25	1900	23	16	4,1
Akmena	309,8	113	49	2	< 10	1800	52	16	3,9
Veivirzas	329,2	13	-	-	< 10	1400	22	31	3,8
Asva	206,9	26	36	1,5	590	1500	72	27	3,6
Jura 1	238,4	95	39	1,5	870	1600	140	30	3,9
Jura 2	578,3	91	32	2	82	880	32	38	4,1
Aitra	214,9	93	39	1,5	380	1900	23	30	4,2
Viesville	-	-	2	0	< 10	3100	31	73	2,3

Tabel 5.1 b) Fysiske forhold for de 13 litauiske vandløbsstationer.

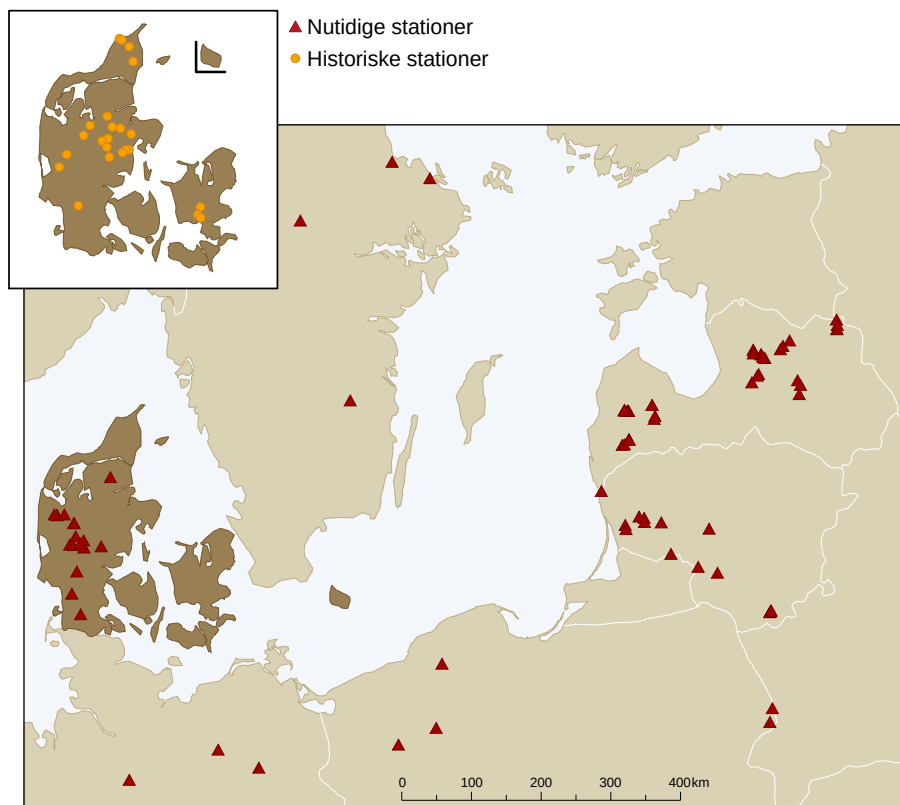
Vandløb	Bundhældning (‰)	Middel dybde (m)	Middel bredde (m)	Sten (% af bunden)	Grus (% af bunden)	Sand (% af bunden)	Ler (% af bunden)
Nova	-	-	-	-	-	-	-
Juré	-	-	-	-	-	-	-
Skroblus	0,3	2,1	2,4	0	0	75,5	12,4
Merkys	-	-	-	-	-	-	-
Gruda	10,3	1,8	3,2	24,9	27,9	34,5	0,3
Dubysa	2,7	2,5	4	7,5	28,6	30,6	1,5
Akmena	4,2	1,6	3,8	38,5	32,1	14,9	0
Veivirzas	7,6	2,1	3	4,1	27,4	53,6	0
Asva	1,5	2,3	3	3,1	5,9	75,1	2,5
Jura 1	1,2	1,9	3,7	29,9	29,5	24,9	0
Jura 2	0,9	2,3	4	44,1	16,6	26,2	1,4
Aitra	3,9	1,3	3,3	20,1	30,2	34,3	0,6
Viesville	-	-	-	-	-	-	-

5.3.1 Makrofyter

Med det formål at undersøge muligheden for at inddrage vandløb beliggende i områder med mindre intensiv arealanvendelse i et dansk referencenetværk for makrofyter blev der foretaget en række analyser af makrofyt-samfund i vandløb beliggende i Polen, Letland og Litauen. Makrofyt-samfund i vandløb beliggende i Danmark, Tyskland og Sverige er også inddraget i analyserne med det formål at opnå en mere komplet beskrivelse af referencesamfund i større vandløb beliggende i det central-europæiske område (CB-GIG). Figur 5.1 viser vandløbenes placering i området.

Figur 5.1 Kort over vandløbsstationernes placering i lande medtaget i analysen.

Øverst til venstre: Et Danmarks-kort der viser placeringen af de historiske vandløbsstationer anvendt i vurderingen af anvendeligheden af referencer fra Polen, Letland og Litauen.

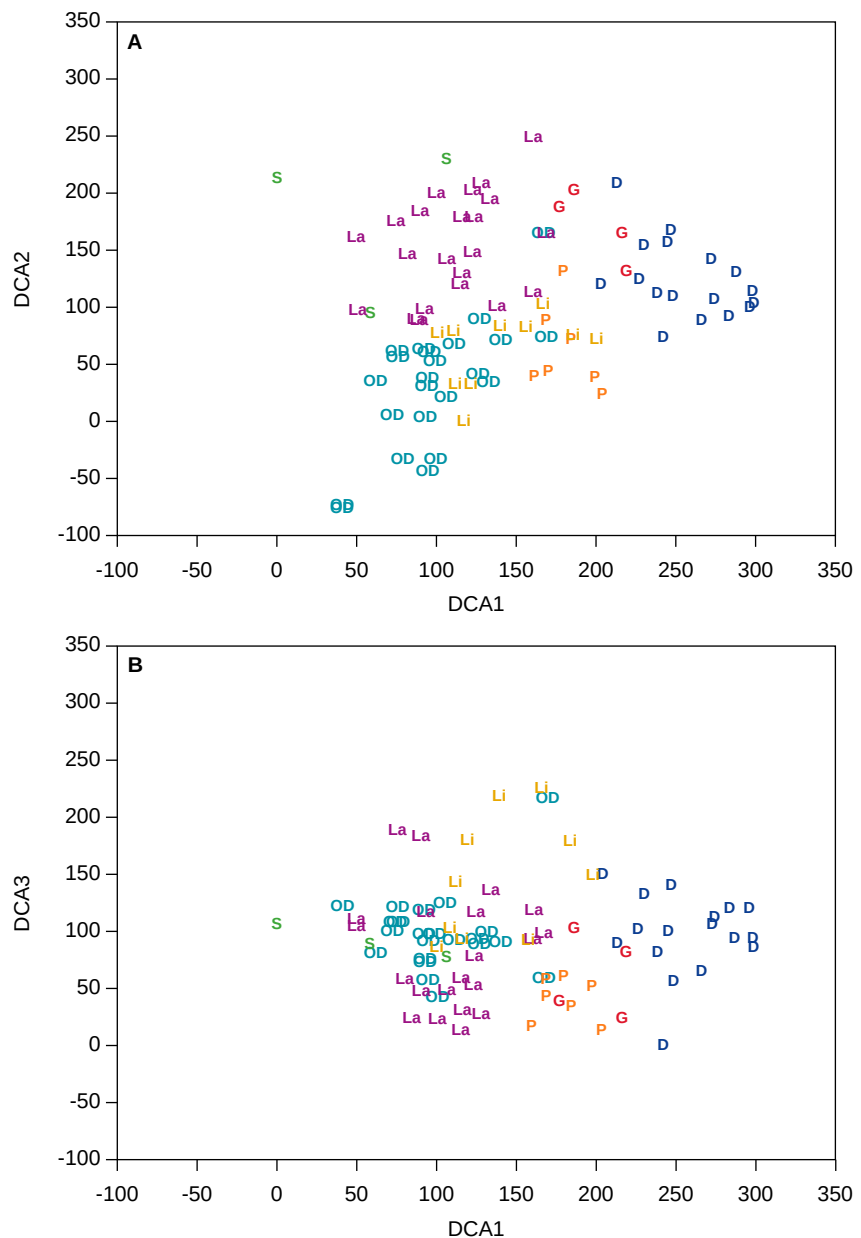


Hovedparten af de danske vandløb, der er inddraget i analysen, er beliggende i Vestdanmark. Makrofytsamfundene i disse vandløb er tidligere blevet vurderet som værende kun svagt påvirket af menneskelige aktiviteter (Baatrup-Pedersen et al., 2002; Pedersen et al., 2006). Derudover indgår der 4 østdanske vandløb, 3 sydsvenske vandløb, 4 nordtyske vandløb, 7 polske vandløb og endelig 22 lettiske vandløb, der alle tidligere er blevet klassificeret som referencevandløb i forbindelse med et europæisk projekt (EU-STAR; se Hering et al., 2003; Nijboer et al., 2004). Endelig indgår makrofytdata fra Litauske vandløb indsamlet i tilknytning til det her afrapporterede projekt. I analysen er kun medtaget karplanter, bortset fra kildemos (*Fontinalis antipyretica*). Det ville have været værdifuldt også at inddrage mosser og alger i analysen, men bestemmelsesniveauet af disse grupper varierede i datasættet og kunne derfor ikke medtages. Derudover er arter, der optræder i mindre end 3 vandløb, udelukket fra analyserne.

På figur 5.2 præsenteres resultatet af en multivariat analyse af artssammensætningen i de undersøgte vandløb. Hvert punkt i figuren repræsenterer et vandløb i analysen. To punkter, der ligger tæt på hinanden i figuren, har en artssammensætning, der ligner hinanden, mens to punkter, der ligger langt fra hinanden, ikke ligner hinanden. Det viser sig, at artssammensætningen i de danske vandløb umiddelbart er forskellig fra artssammensætningen i svenske, lettiske, polske og litauiske vandløb, mens artssammensætningen i de tyske vandløb i højere grad ligner den, vi ser i de danske vandløb (figur 5.2).

Med henblik på at vurdere om artssammensætningen i danske vandløb tidligere, inden den massive påvirkning af vandløbene begyndte omkring år 1900, i højere grad ligner den, vi finder i Polen, Litauen og Letland i dag, har vi også inddraget historiske data i analysen. Data fra i alt 27 primært større vandløb beliggende i Jylland og på Sjælland inddrages i denne del af analysen (figur 5.1; se Riis og Sand-Jensen, 2001 for referencer). Sammenligningen er baseret på arter, der findes i både det nutidige og det historiske datasæt. Det gælder følgende 15 arter: Vejbredskeblad, Vandranunkel ssp., Smalbaldet mærke, Brudelys, Vandpest, Hår-tusindblad, Aks-tusindblad, Gul åkande, Rust-vandaks, Kruset vandaks, Svømmende vandaks, Børstebladet vandaks, Hjertebladet vandaks, Alm. pilblad og Enkelt pindsvineknop. Ud fra de historiske oplysninger om artssammensætning på de 27 vandløbsstrækninger er det muligt at beregne, hvordan disse strækninger placerer sig i forhold til de nutidige vandløbsstrækninger samt at projicere disse strækninger ind på figuren (figur 5.2). Som det fremgår af figur 5.2 ligner de historiske vandløbsstrækninger primært vandløbsstrækninger i Litauen og Letland.

Figur 5.2 DCA figur der viser vandløbenes placering langs de tre første akser i en DCA ordination. Desuden er historiske danske vandløbsstationer projiceret på figuren ud fra artslistene på lokaliteterne. Følgende landekoder er anvendt: D=danske, La=Lettiske, Li=Litauiske, P=polske, S=svenske, G=tyske samt OD=historiske danske.



Yderligere analyser viser, at der kan identificeres fire større artsgrupper i vandløb inden for det centrale-baltiske område (gruppe 1, 2, 3 og 4, tabel 5.2; cluster analyse på baggrund af DCA-koordinater; se Baattrup-Pedersen et al. in prep. for yderlige forklaring), samt tre grupper med kun ganske få arter. De sidstnævnte vil ikke blive behandlet yderligere her. Gruppe 1-4 benævnes referencesamfund, idet de kun er svagt påvirkede af menneskelige aktiviteter (se referencer ovenfor).

Tabel 5.2 Makrofyrt-artsgrupper identificeret i referencevandløb beliggende i Danmark, Tyskland, Sverige, Polen, Letland og Litauen. Kun grupper med flere end 3 arter er medtaget i tabellen. Arter, der er kursiveret, findes i mindst 10 % af vandløbene.

Artsgruppe	Arter
1	<i>Rørgræs</i> , <i>Forglemmigej spp.</i> , <i>Smalbladet mærke</i> , <i>Manna-sødgræs</i> , <i>Høj sødgræs</i> , <i>Kryb-hvene</i> , <i>Svømmende vandaks</i> , <i>Kær-padderok</i> , <i>Lav ranunkel</i> , <i>Lådden dueurt</i> , <i>Lyse-siv</i> , <i>Alm. rapgræs</i> , <i>Kær-snerre</i> , <i>Nikken-de star</i> , <i>Alm. mjødukt</i> , <i>Dunet dueurtr</i> , <i>Hår tusindblad</i> , <i>Brøndkarse</i> , <i>Kær-fladstjerne</i> , <i>Sump-kællingetand</i> , <i>Mose-bunke</i> , <i>Alm. fredløs</i> , <i>Krans-mynte</i> , <i>Glanskapslet siv</i> , <i>Vandarve sp.</i>
2	<i>Enkelt pindsvineknop</i> , <i>Liden andemad</i> , <i>Grenet pindsvineknop</i> , <i>Vandpest</i> , <i>Lancetbladet ærenpris</i> , <i>Vandstjerne spp.</i> , <i>Vandranunkel spp.</i> , <i>Næb-star</i> , <i>Kragefod</i> , <i>Bukkeblad</i>
3	<i>Vand-mynte</i> , <i>Dynd-padderok</i> , <i>Kors andemad</i> , <i>Gul iris</i> , <i>Bittersød nat-skygge</i> , <i>Vandpeberrod</i> , <i>Hjerterbladet vandaks</i> , <i>Vand-skræppe</i> , <i>Vejbred-pilblad</i> , <i>Sværtelvæld</i> , <i>Bredbladet mærke</i> , <i>Kær-galtetand</i> , <i>Frøbid</i> , <i>Aks-tusindblad</i> , <i>Eng-kappeleje</i> , <i>Børstebladet vandaks</i>
4	<i>Alm. kildemos</i> , <i>Gul åkande</i> , <i>Sø-kogleaks</i> , <i>Rust-vandaks</i> , <i>Skov-kogleaks</i> , <i>Brudelys</i> , <i>Kruset vandaks</i>

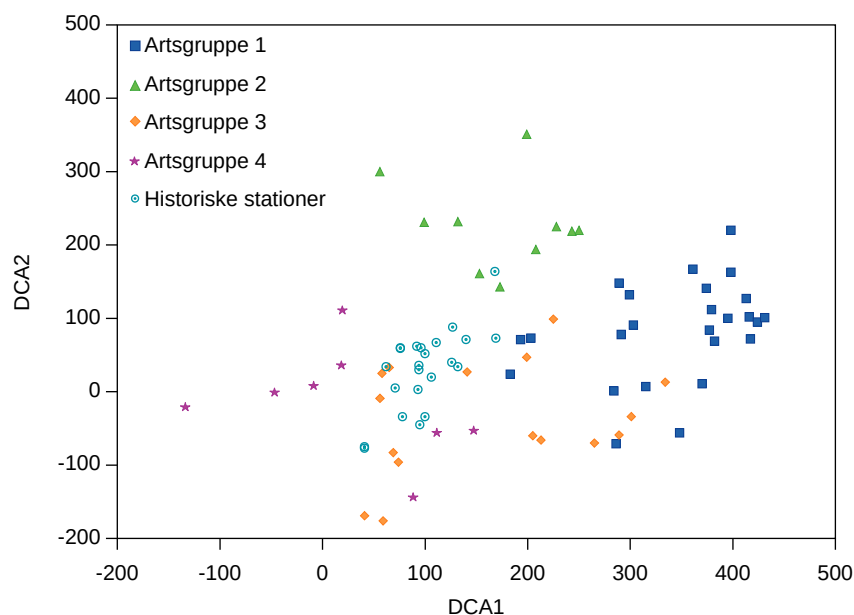
Det er primært arter inden for artsgruppe 1 og 2, der er hyppige i de danske vandløb i dag, mens arter fra artsgruppe 3 og 4 kun i ringere grad er repræsenteret (tabel 5.3). En række af arterne i artsgruppe 1 er tidligere identificeret i lav-alkaline danske vandløb med en artsrig overgangszon mellem land og vand (Riis et al., 2000). Alkaliniteten er væsentlig for fordelingen af kulstofkomponenter i vand og på fordelingen af arter, hvilket afspejler artsspecifikke forskelle i evnen til at udnytte bikarbonat i fotosyntesen. Faldet i artsgruppe 1 hyppighed fra Vestdanmark til Østdanmark og de baltiske lande samt Polen skyldes derfor formentlig at alkaliniteten øges. Således er alkaliniteten i de vestvendte danske vandløb lav (0,7 mmol l⁻¹) sammenlignet med den, der findes i østvendte danske vandløb (1,7 mmol l⁻¹), vandløb på Fyn (4.9 mmol l⁻¹) og på Sjælland (3,6 mmol l⁻¹). De nævnte værdier stammer fra en større undersøgelse i danske vandløb i 1996 (Riis, ikke publicerede data). Alkaliniteten i de vestvendte vandløb er også lav sammenlignet med den, der findes i de Lettiske vandløb (3,9 mmol l⁻¹; Springe, ikke publicerede data) og i de Litauiske vandløb (3,3 mmol l⁻¹; se tabel 5.1).

Tabel 5.3 Hyppigheden af frekvens-klasser for de identificerede makrofyrt-artsgrupper inden for de forskellige lande. Frekvens-klasserne blev beregnet som antallet af arter inden for en given makrofyrtgruppe til det totale artsantal i makrofyrtgruppen. De mest frekvente klasser er angivet med fede typer. Følgende landekoder er anvendt: D=danske, La=Lettiske, Li=Litauiske, P=polske, S=svenske samt T=tyske.

Artsgruppe	Frekvens (%)	D (n=17)	T (n=4)	P (n=7)	La (n=22)	Li (n=10)	S (n=3)
1	0	0	1	0	7	0	1
	>0-20	4	3	4	15	8	2
	20-40	3	0	3	0	2	0
	40-60	3	0	0	0	0	0
	>60	7	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
	>0-20	1	0	1	2	1	1
	20-40	1	2	3	9	4	1
	40-60	1	2	2	8	4	1
	>60	14	0	1	3	1	0
3	0	3	2	0	7	4	2
	>0-20	11	2	2	14	4	1
	20-40	3	0	1	1	1	0
	40-60	0	0	3	0	1	0
	>60	0	0	1	0	0	0
4	0	10	2	0	5	0	1
	>0-20	2	2	3	5	3	1
	20-40	5	0	4	11	3	1
	40-60	0	0	0	0	3	0
	>60	0	0	0	1	1	0

Arter inden for artsgruppe 3 og 4 findes i denne analyse primært i Polen, Letland og Litauen (tabel 5.3). I figur 5.3 kan de historiske vandløbsstationers placering ses sammen med arter fra de forskellige artsgrupper. Det fremgår af figuren, at arter inden for artsgruppe 3 og 4 er forholdsvis tæt placeret på de historiske vandløbsstationer, hvilket skyldes, at en række af arterne indenfor disse artsgrupper netop findes i de historiske artslistes. Denne analyse sandsynliggør derfor, at artsgruppe 3 og 4 har været hyppigere i vandløb i Danmark tidligere. Dette underbygges også af tidligere analyser af de historiske vandløbsdata (se Riis og Sand-Jensen, 2001). Grunden til at netop en række arter inden for disse artsgrupper er forholdsvis sjældne i Danmark i dag afspejler formentlig, at de har deres naturlige voksested i mellemstore og store uforstyrrede vandløb i det østlige Danmark (Østjylland, Fyn og Sjælland), og at disse vandløbstyper har været udsat både for eutrofiering og hyppige forstyrrelser i form af grødeskæringer (Riis & Sand-Jensen, 2001).

Figur 5.3 DCA figur der viser artsgrupperes placering langs de to første akser i en DCA ordination. Arter inden for de vigtigste artsgrupper findes i tabel 5.2. Desuden er historiske danske vandløbsstationer indplaceret i ordinationsrummet.



5.3.2 Makroinvertebrater

Generelle faunabillede i litauiske vandløb

Makroinvertebratfaunaen er i maj 2006 indsamlet fra 12 litauiske vandløb. Oplandsudnyttelse og vandkemiske nøgletal findes i tabel 5.1. Faunaen blev indsamlet som DVFI prøver bestående af en ketcherprøve og en pilleprøve (Miljøstyrelsen, 1998). Der blev i prøverne registreret i alt 152 arter/taxa af smådyr med vårfluer, tovinger, døgnfluer, biller og slørvinger som de artsrigeste grupper med henholdsvis 45, 20, 20, 15 og 12 arter/taxa. Det samlede antal arter i prøverne er dog reelt noget højere, idet taxa primært inden for gruppen Diptera ikke er blevet artsbestemt.

Det overordnede faunabillede er meget sammenligneligt med danske forhold. De 20 hyppigst forekommende arter / taxa fra de 14 litauiske vandløb udgør til sammen ca. 88 % af faunaen. Disse er alle kendt fra Danmark, om end der naturligvis kan forekomme arter inden for grupper, som ikke er artsbestemt, og som ikke findes i Danmark. Blandt de 20 mest hyppige arter / taxa er der dog enkelte, som ikke forekommer almindeligt i Danmark. Det gælder de to døgnfluer *Alainites muticus* og *Nigrobaetis digitatus*, som ikke er registreret i Danmark i de sidste ca. 50 år, og som derfor nu betragtes som uddøde herhjemme (Stoltze & Pihl, 1998). Vårfluen *Cheumatopsyche lepida*, dybvandstægen *Aphelocheirus aestivalis* samt billen *Riolus cupreus* er udbedte i deres forekomst i Litauen, hvor de er fundet fra henholdsvis 6, 8 og 6 vandløb. I Danmark derimod har disse arter alle en langt mere sporadisk forekomst. Guldsmede forekommer tilsyneladende hyppigere i litauiske end i danske vandløb. De tre store guldsmedearter *Ophiogomphus cecilia*, *Onychogomphus forcipatus* og *Gomphus vulgatissimus* er fundet sammen i flere af de litauiske vandløb. I Danmark er alle tre arter forholdsvis sjældne (*Onychogomphus* regnes for uddød) og ses normalt ikke i de samme vandløb.

Tabel 5.4 De 20 hyppigste makroinvertebrater angivet i % fra 12 mellemstore og store litauiske vandløb. Tallene angiver procentandelen af de enkelte arter / taxa ud af den samlede fauna fra alle de undersøgte vandløb. Prøveindsamlingen foretaget i maj 2006.

Art / taxa	Hyppighed (%)
Tanytarsini indet.	17,7
Orthocladiinae indet.	16,5
Caenis luctuosa	9,7
<i>Baetis rhodani</i>	6,3
Chironomidae indet. (pu.)	6,2
Simuliidae indet.	4,7
Hydracarina indet.	3,4
Oulimnius tuberculatus	2,9
Tanytopodinae indet.	2,8
Elmis aenea	2,7
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	2,7
<i>Caenis rivulorum</i>	2,6
<i>Limnius volckmari</i>	2,1
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	1,5
<i>Alainites muticus</i>	1,3
<i>Centroptilum luteolum</i>	1,2
Chironomini indet.	1,0
Riolus cupreus	1,0
<i>Atherix ibis</i>	0,9
<i>Nigrobaetis digitatus</i>	0,8

En kvantitativ forskel, der falder i øjnene, er, at ferskvandstangloppen *Gammarus pulex*, der i Danmark er vidt udbredt, og som findes i alle typer af vandløb, ikke har samme fremtrædende plads i den litauiske vandløbsfauna. Den blev i 2006 kun fundet i 4 af de 12 litauiske vandløb og udgjorde her kun ca. 0,1 % af faunaen. Tilsvarende resultater for *Gammarus pulex* forekomst er tidligere rapporteret for Litauen (Virbickas & Pliuraite, 2002; Mardi et al., 2006).

Er sjældne arter i Danmark også sjældne i Litauen?

I materialet fra de 12 litauiske vandløb forekommer der 19 arter af døgnfluer, slørvinger, guldsmede og vårfluer, som er klassificeret i den danske Rødliste 1997 (Stoltze & Pihl, 1998). Af disse 19 arter regnes de 5 nu for uddøde i Danmark (tabel 5.5). Fælles for mange af arterne i tabel 5.5, der stadig forekommer i Danmark, er, at de tidligere var mere udbredte end de er i dag (Skriver & Nielsen, 2006). Med øget forurening og fysisk forstyrrelse af vandløbene er disse arter efterhånden nu kun forekommende på én eller blot nogle få danske vandløbsstrækninger.

Tabel 5.5 Døgnfluer, slørvinger, guldsmede og vårfluer registreret fra 12 mellemstore og store vandløb i Litauen i maj 2006. Ex=uddød?, E=akut truet, V=sårbar, R=sjælden.

	Status i den danske rødliste *	Lokaliteter i de 14 litauiske vandløb
Døgnfluer		
<i>Alainites muticus</i>	Ex	4
<i>Baetis buceratus</i>	E	1
<i>Nigrobaetis digitatus</i>	Ex	4
<i>Ephemerella notata</i>	E	6
Slørvinger		
<i>Brachyptera braueri</i>	E	1
<i>Perlodes dispar</i>	Ex	3
<i>Isoptena serricornis</i>	V	1
Guldsmede		
<i>Platycnemis pennipes</i>	V	1
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	V	4
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Ex	5
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	R	7
Vårfluer		
<i>Hydroptila cornuta</i>	R	1
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	R	7
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	R	6
<i>Psychomyia pusilla</i>	R	2
<i>Micrasema setiferum</i>	Ex	8
<i>Lasiocephala basalis</i>	R	3
<i>Isonychia dubida</i>	R	1
<i>Oecetis testacea</i>	R	4

Faunaprøverne fra 12 litauiske vandløb viser, at en række af de arter, der nu betragtes som sjældne i Danmark, men som tidligere var mere udbredte, fortsat forekommer relativt hyppigt i de litauiske vandløb. Billedet er nødvendigvis ikke retvisende for samtlige arter i den forstand, at de alle tidligere har været lige så hyppige i Danmark, som de i dag er i Litauen. Men faunabilledet i Litauen giver os et fingerpeg om, hvordan det tidligere kan have set ud i Danmark.

Samfundsstrukturen belyst ved biotiske metrics

Miljøtilstanden i de 12 vandløb er belyst ved at vise det danske DVFI (tabel 5.6) At DVFI er 7 på alle vandløbene er ikke overraskende. Først og fremmest er en DVFI værdi på 7 vel nærmest en forudsætning for, at et vandløb overhovedet kan betragtes som i nærheden af referencetilstanden. Men det er ingen garanti for, at dette rent faktisk er tilfældet, idet et svagt belastet vandløb med gode strøm- og substratforhold ofte kan have en DVFI værdi på 7. Store vandløb vil også alt andet lige i højere grad end små vandløb kunne opnå en DVFI på 7. Det skyldes, at artsrigdommen stiger med vandløbsstørrelse, og dermed sandsynligheden for at finde følsomme arter ved samme påvirkningsgrad.

Tabel 5.6 DVFI fra de 12 undersøgte litauiske vandløb i maj 2006.

	DVFI
Veizvirzas, LT1	7
Asva, LT2	7
Sventoi, LT3	7
Jura, LT4	7
Aitra, LT5	7
Jura, LT6	7
Akmena, LT7	7
Viesville, LT8	7
LT11	7
Merkys, LT12	7
Gruda, LT13	7
Dubysa, LT14	7

Faunaelementer i litauiske vandløb der har en mere centraleuropæisk udbredelse

Der er fundet et antal arter i de litauiske vandløb, som ikke kendes fra Danmark eller fra det nordlige Schleswig-Holstein (Speth et al., 2006). En oversigt ses i tabel 5.7.

Tabel 5.7 Arter med en mere centraleuropæisk udbredelse, og som derfor ikke kendes fra Danmark. Antallet af vandløb med fund er angivet sammen med andelen af den samlede fauna fra de 12 litauiske vandløb.

Art	Antal litauiske vandløb i 2006	Andel af den samlede fauna (%)
Døgnfluer		
<i>Habrophlebia lauta</i>	6	0,66
<i>Eurylophella karelica</i>	2	0,01
<i>Neophemera maxima</i>	1	0,01
<i>Potamanthus luteus</i>	3	0,04
<i>Ephemera lineata</i>	2	0,02
Slørvinger		
<i>Rhabdiopteryx acuminata</i>	1	0,01
<i>Amphinemura borealis</i>	6	0,36
<i>Protonemura intricata</i>	1	0,00
Biller		
<i>Hydraena excisa</i>	2	0,01
<i>Elmis maugetii</i>	3	0,00
<i>Pomatinus substriatus</i>	1	0,00
Vårfluer		
<i>Leptocerus interruptus</i>	4	0,47

Hovedparten af disse arter har i Europa en mere østlig og sydlig udbredelse (Fauna Europaea, 2004). Flere af disse arter er almindeligt forekommende i Litauen, mens hovedparten kun forekommer sporadisk. Kendskabet til den litauiske fauna må på nuværende tidspunkt betragtes som ufuldstændigt. Således er flere døgnfluearter, der i Europa betragtes som sjældne, og som ikke har været registreret i Litauen i ca. 50 år (Ruginis, 2006), blevet registreret ved indsamlingen i enten maj 2006 eller i august 2006 (august-prøverne er ikke afleveret i nærværende rapport). Det gælder for arterne *Eurylophella karelica* (maj), *Neophemera maxima* (maj), *Ephoron virgo* (august) og *Isonychia ignota* (august). I det mindste de to sidste arter har tidligere forekommet Tyskland, men er her nu

enten langt mere sjældne end tidligere eller regnes nu for uddøde i Tyskland (Bauernfeind & Humpesch, 2001; Eiseler, 2005). At faunaen i de litauiske vandløb fortsat må regnes som ufuldstændigt undersøgt ses bl.a. også af, at der ved nærværende undersøgelse i 2006 er registreret i det mindste 6 og muligvis 7 nye arter for Litauen (Cibaitė, 2003; Ruginis, 2006). Det drejer sig om tre arter af biller (*Elmis maugetii*, *Hydraena excisa* og *Pomatinus substriatus*), én døgnflueart (*Baetis liebenaueae*), to vårflyearter (*Hydroptila cornuta* og *Annitella obscurata*) samt muligvis én slørvingeart tilhørende familien Chloroperlidae (undersøges p.t.).

5.3.3 Konklusion på makroinvertebratfaunaen

Overordnet set ligner faunaen i litauiske vandløb meget faunaen i danske vandløb, idet hovedparten af de dominerende arter / taxa er fælles for Danmark og Litauen. Der er dog kvantitative forskelle, og en art som fx ferskvandstangloppen *Gammarus pulex*, der er almindeligt forekommende i Danmark, og som typisk her er kvantitativt dominerende, forekommer langt mere sporadisk i Litauen og typisk kun med ringe indvidtætheder. Faunaen i de litauiske vandløb indeholder mange arter, der i Danmark er sjældne og truede, og som tidligere her var mere almindeligt forekommende. Derudover forekommer der i litauiske vandløb arter, som har en mere østlig og centraleuropæisk udbredelse. Trods forekomsten af visse arter, som hverken nu eller tidligere har eksisteret i Danmark, vurderes det, at faunasammensætningen i dag i litauiske vandløb giver et godt indtryk af, hvordan faunaen tidligere har set ud i danske vandløb. Det nuværende sammenligningsgrundlag er naturligvis baseret på et begrænset grundlag, idet fx små vandløb ikke har indgået i sammenligningerne. Det vurderes, at en revision af det danske referencestationsnet kombineret med yderligere kendskab til smådyrfaunaens sammensætning i upåvirkede baltiske vandløb i bredeste forstand (Estland, Letland, Litauen, Polen, Tyskland Sverige) i betydeligt omfang kan forbedre vores nuværende opfattelse af referencetilstanden i nordeuropæiske lavlandsvandløb, herunder også i danske vandløb.

5.3.4 Fisk

Muligheden for at benytte den nutidige forekomst af fiskearter i de baltiske lande og Polen som referencetilstand for danske vandløb blev vurderet ud fra en sammenligning af nutidig forekomst i de 4 lande og historisk forekomst i Danmark. Oversigten over den nutidige forekomst af fiskearter i Litauen stammer fra kvalitative undersøgelser foretaget af fiskeribiologer fra universitet i Klaipėda. I alt 14 stationer beliggende i mellemstore litauiske vandløb (vandløbsbredde 5-27 m) blev undersøgt i sommeren 2006 vha. elektrofiskeri. Disse data er suppleret med data fra en publiceret oversigt over forekomsten af fiskearter i litauiske vandløb fordelt på vandløbsstørrelse (Kesminas & Virbickas 2000). Historisk forekomst af arter i store og mellemstore lavlandsvandløb i de baltiske lande og Polen samt nutidig forekomst i Estland, Letland og Polen blev undersøgt vha. litteraturen (Kottelat & Freyhof 2007) samt opslag på FishBase.org. Arter, hvis udbredelse er begrænset til de nedre dele af store østeuropæiske floder eller bjergvandløb, er ikke medtaget i oversigten. Historisk forekomst af fiskearter i Danmark blev vurderet ud fra Otterstøm (1912, 1914, 1917). Den nutidige forekomst af fiskearter i danske vandløb blev vurderet ud fra overvågningsdata (NOVANA 2004-2005), Fiskeatlasundersøgelsen (Carl et al., 2007) samt litteraturen (Muss & Dahlstrøm, 1998).

Tabel 5.8 Nutid og historisk forekomst af fiskearter i store (> 10 m) og mellemstore lavlandsvandløb (2-10 m) i Baltikum, Polen og Danmark

Gruppe	Art	Estland	Letland	Litauen	Polen	Danmark	Forskelle
Lampretter	Bæklampret	*	*	*	*	*	
	Flodlampret	*	*	*	*	*	
	Havlampret	*	*	*	*	*	
Stør	Atlantisk stør	(uddød)	(uddød)	(uddød)	(uddød)	(uddød)	
Sildefisk	Majsild	*	*	*	*	*	
	Stavsild	*	*	*	*	*	
Laksefisk	Kildeørred	-	* (indført)	* (indført)	-	* (indført)	
	Laks	*	*	*	*	*	
	Regnbueørred	-	* (indført)	* (indført)	* (indført)	* (indført)	
	Ørred	*	*	*	*	*	
Heltgruppen	Helt	*	*	*	*	*	
	Heltling	*	*	*	*	*	
	Smelt	*	*	*	*	*	
	Snæbel	-	-	-	-	*	#
	Stalling	*	*	*	*	*	
Gedde	Gedde	*	*	*	*	*	
Ål	Europæisk ål	*	*	*	*	*	
Karpefisk	Asp	*	*	*	*	-	#
	Bitterling	-	*	*	*	-	#
	Brasen	*	*	*	*	*	
	Døbel	*	*	*	*	-	#
	Elritse	*	*	*	*	*	
	Flodbarbe	-	-	*	*	-	#
	Flire	*	*	*	*	*	
	Grundling	*	*	*	*	*	
	Karpe	* (indført)	* (indført)	* (indført)	* (indført)	* (indført)	
	Karusse	*	*	*	*	*	
	Løje	*	*	*	*	*	
	Næse	-	-	*	*	-	#
	Regnløje	*	*	*	*	*	
	Rimte	*	*	*	*	*	
	Rudskalle	*	*	*	*	*	
	Skalle	*	*	*	*	*	
	Strømløje	*	*	*	*	-	#
	Strømskalle	*	*	*	*	*	
	Suder	*	*	*	*	*	
	Vimme	*	*	*	*	-	#
Smerlinger	Dyndsmerling	*	*	*	*	*	
	Pigsmerling	*	*	*	*	*	
	Smerling	*	*	*	*	*	
Maller	Europæisk malle	*	*	*	*	(uddød)	□
Torskefisk	Knude	*	*	*	*	*	
Aborrefisk	Aborre	*	*	*	*	*	
	Hork	*	*	*	*	*	
	Sandart	*	*	*	*	* (indført)	#
Ferskvandsulke	Finnestribet	-	-	-	*	*	
	Hvidfinnet	*	*	*	*	* (uddød)	□
	Volga	*	-	-	-	-	
	Baltisk	-	-	-	*	-	#
Kutlinger	Pontian monkey goby	-	-	-	* (indført)	-	
	Racer goby	-	-	-	* (indført)	-	
Fladfisk	Skrubbe	*	*	*	*	*	
Hundestejler	Nipigget	*	*	*	*	*	
	Trepigget	*	*	*	*	*	
	Total historisk	43	43	45	47	39	
	Total nutidig	43	45	47	50	42	
	% overlap	88 %	84 %	80 %	75 %		

- = mangler, * = tilstede. Forskelle markerer de arter, hvor der er forskel mellem historisk forekomst af arter i Danmark og nutidig i Baltikum og Polen. # markerer forskelle, der skyldes zoogeografisk udbredelse, □ markerer forskelle, der skyldes lokal udryddelse. Nederste række viser, hvor meget overlap (%) der er mellem nutidig forekomst af arter i Baltikum og Polen med den historiske forekomst i Danmark

Generelt viser oversigten, at fiskefaunaen i de baltiske lande og Polen er mere artsrig og mere intakt end den danske (tabel 5.8). Der findes historisk mellem 43 og 47 forskellige arter i store og mellemstore lavlandsvandløb i de 4 lande og kun en enkelt (atlantisk stør) er uddød. Mellem 1-4 nye arter er introduceret til vandløbsfaunaen i de fire lande (tabel 5.8). I store og mellemstore danske vandløb har det historisk været muligt at træffe 39 forskellige arter. Af disse er 3 forsvundet (atlantisk stør, europæisk malle og hvidfinnet ferskvandsulk), mens der i den nuværende fiskefauna er introduceret 4 nye arter (tabel 5.8).

I alt 9 arter forekommer i store og mellemstore baltiske og polske lavlandsvandløb, men ikke historisk i Danmark (Asp, Flodbarbe, Næse, Vimme, Bitterling, Døbel, Strømløje, Sandart, og Baltisk ferskvandsulk, tabel 5.8). Historisk findes der kun én art (snæblen) i Danmark, der ikke findes i Baltikum eller Polen. Sammenligner man den nutidige fiskefauna i de 4 lande med den historiske danske ses, at der er størst overlap i forekomst af arter mellem Estland og Danmark, mens der er mindst overlap mellem polske og danske vandløb (tabel 5.8). I alle 4 lande er der over 75 % overlap mellem nutidig forekomst af fiskearter og historisk forekomst i Danmark. Dette vurderes at være et betydeligt overlap, og brugen af lavlandsvandløb fra disse lande som referencevandløb for fiskefaunaen i danske vandløb under hensyntagen til de i alt 10 arter, der udgør forskellene, er derfor en mulighed som bør undersøges nærmere.

Denne analyse behandler udelukkende, hvilke arter det er muligt at træffe i store og mellemstore lavlandsvandløb i de 5 lande. Dette er en væsentlig del af vurderingerne omkring brugen af vandløb fra disse lande som referencer for danske vandløb. De relative tætheder af de enkelte arter, og hvordan disse ser ud i et upåvirket vandløb, er dog også meget vigtig. Det var hensigten at foretage en sådan undersøgelse i de undersøgte litauiske vandløb, men grundet problemer med tilladelse til elektrofiskeri var dette ikke muligt. Der er dog flere ting, der peger på, at den relative tæthed af arterne i de litauiske vandløb er anderledes end i danske vandløb. I hovedparten af de 14 undersøgte litauiske vandløb var karpfisk antalsmæssigt dominerende, mens ørreden ofte er den art, man finder flest individer af i tilsvarende danske vandløb. Det er dog vigtigt at understøtte, at disse observationer er baseret på kvalitative data fra Litauen og gennem kommunikation med de personer, der foretog undersøgelserne. Observationerne tyder dog på, at de nutidige bestandstætheder af de enkelte fiskearter er forskellige i litauiske og danske vandløb, og hvis dette er tilfældet har det konsekvenser for udpegelsen af referencevandløb. Yderligere undersøgelser og sammenligninger med lavlandsvandløb i de 3 baltiske lande og Polen er derfor nødvendigt før en endelig beslutning kan træffes.

6 Den biologiske referencetilstand

6.1 Beskrivelse af den biologiske referencetilstand

Beskrivelse af den naturlige variation i de biologiske kvalitetselementer i referencevandløb er en forudsætning for at kunne foretage en kvalitetsvurdering af vandløb. Det er tidligere vurderet, at ca. 130 vandløbslokaliteter vil være et minimum for at kunne beskrive den naturlige variation i de enkelte kvalitetselementer (Friberg et al., 2005). En grundig beskrivelse af de biologiske samfund i referencetilstanden kan derfor ikke foretages, før der forelægger et tilstrækkeligt antal vandløb, der vurderes at opfylde kravene til referencevandløb. Som det fremgår af foregående afsnit, kan kun ganske få vandløbsstrækninger i NOVANA umiddelbart kategoriseres som referencevandløb. Det betyder, at det ikke er muligt at foretage en dækkende beskrivelse af de enkelte biologiske kvalitetselementer i referencetilstanden i vandløb på baggrund af de biologiske samfund i de 128 *a priori*-udvalgte referencevandløb (se kap. 3). Det er dog muligt at foretage nogle generelle betragtninger på baggrund af de få danske vandløb, der umiddelbart vurderes at opfylde referencekriterierne, historiske data samt på baggrund af undersøgelser i udenlandske vandløb (se tidligere afsnit). Der kan endvidere henvises til de generelle vurderinger og beskrivelser af de biologiske samfund i en referencetilstand, der forligger i rapporten 'Anvendelse af Vandrammedirektivet i danske vandløb' (Baattrup-Pedersen et al. 2004).

6.1.1 Makrofyter

Resultaterne fra analysen med de historiske og udenlandske makrofytdata fra danske, polske og baltiske vandløb peger på, at den historiske artssammensætning i større østlige danske vandløb formentlig har haft en række fællestræk med den, der findes i dag i større polske og baltiske vandløb. Analysen identificerede 4 makrofytsamfund, hvoraf gruppe 1 og 2 er repræsenteret i danske vandløb i dag, mens gruppe 3 og 4 formentlig tidligere var hyppige i danske vandløb. Derudover viste analysen, at artsgruppe 3 og 4 er hyppige i nutidige baltiske vandløb. Arter i artsgruppe 3 og 4 (se tabel 5.2) er derfor identificeret som værende del af referencesamfundet for makrofyter. Det skal dog pointeres, at artsgrupperne er grove beskrivelser, og at der kan foretages mere nuancerede beskrivelser. Desuden er det ikke muligt at foretage en fuldstændig beskrivelse af de biologiske makrofytsamfund i referencetilstanden på baggrund af denne analyse og de historiske data, da ikke alle plantegrupper indgik i analysen (kun karplanter).

Analysen med historiske og udenlandske data indeholdt udelukkende data fra større vandløb, og kun 3 mindre danske vandløb opfyldte kravene til referencevandløb. Det mangler derfor stadig at få beskrevet referencesamfund for makrofyter i mindre vandløb.

6.1.2 Makroinvertebrater

Det nuværende datagrundlag er ikke tilstrækkeligt til at foretage en beskrivelse af makroinvertebratsamfundene i referencetilstanden. Kun 3

mindre vandløb opfylder umiddelbart kravene til referencevandløb. Det betyder, at datagrundlaget skal udbygges før en samlet vurdering kan laves. Sammenligningen af arters forekomst i Danmark og Litauen viste dog, at der er betydeligt overlap, så det må formodes at makroinvertebratsamfundet i mellemstore og store vandløb i referencetilstanden indeholder mange af de arter, der findes i de litauiske vandløb i dag (tabel 5.4).

6.1.3 Fisk

Det nuværende datagrundlag er ikke tilstrækkeligt til at foretage en beskrivelse af fiskesamfundene i referencetilstanden. Ingen af de undersøgte danske vandløb kunne klassificeres som værende referencer for fisk, og der mangler kvantitative data fra de baltiske vandløb. Gennemgange af forekomne arter i Danmark, de baltiske lande samt Polen viste dog, at der er betydeligt overlap i artssammensætningen mellem det historiske Danmark og det nuværende Baltikum og Polen (se tabel 5.8). Fiskesamfundene i referencetilstanden i mellemstore og store vandløb indeholder derfor uden tvivl mange af de arter, der findes i baltiske og polske vandløb i dag, men der mangler yderligere kvantitative undersøgelser, før samfundene kan beskrives nærmere.

Både den historiske og den nutidige fiskefauna i danske vandløb er relativt artsfattig (se tabel 5.8), men viden om den relative forekomst af de enkelte arter i den upåvirkede tilstand mangler. Der er dog ingen tvivl om, at spærringer, reguleringer, vedligeholdelse og andre påvirkninger har haft betydning for artssammensætningen og forekomst. Derudover vil det være karakteristisk for et referencevandløb, at der vil være naturlige stryghøl sekvenser i hele vandløbets længde, og det medfører, at der i kort afstand fra udspringet vil kunne findes dybere høller, hvor der kan leve både større ørred, og rovfisk som fx gedder. Tilsvarende vil naturlige høl-stryg sekvenser i de nedre dele af de danske vandløb (med bredder over ca. 10 m) medføre, at der enkelte steder kan være stryg med egnede gydeforhold for ørred, og dermed ørredyngel.

7 anbefalinger om reference-netværk

7.1 Opsamling

En forudsætning for implementering af Vandrammedirektivet er etablering af et referencenetværk. Formålet med netværket er at beskrive den naturlige variation i fysisk-kemiske og biologiske kvalitetselementer i referencevandløb, idet det er en forudsætning for at kunne foretage en kvalitetsvurdering af vandløb. Det er tidligere vurderet at ca. 130 vandløbslokaliteter vil være et minimum i et sådant netværk (Friberg et al., 2005). I forbindelse med stationsudvælgelsen i NOVANA blev der udlagt 128 vandløbsstationer, således at de mindst påvirkede danske vandløbsstrækninger, i det omfang det var muligt pga. forskellige typer af bindinger (se Pedersen og Baattrup-Pedersen, 2005), blev medtaget i overvågningsprogrammet. Analyserne præsenteret i denne rapport viser, at kun 3 af disse indfrier de fastsatte grænseværdier til den tillempede referencetilstand. En GIS analyse viser, at det kan være muligt at supplere med et antal, især mindre, vandløb (type 1). Således er der identificeret 131 vandløbssegmenter svarende til en længde på 90,8 km vandløb, der indfrier kravene til referencetilstand fastsat på oplandsniveau. GIS-analysen identificerer også 4 vandløbssegmenter i mellemstore vandløb svarende til 25,4 km vandløb, der indfrier de fastsatte grænseværdier til den tillempede referencetilstand. Endelig viser resultater af analyser foretaget i tilknytning til det her afrapporterede projekt, at de biologiske samfund i mellemstore og store vandløb beliggende i de baltiske lande og Polen har mange ligheder med de biologiske samfund, som de så ud i danske vandløb før den massive påvirkning af vandløbene.

7.2 Forslag til videre tiltag til etablering af reference-netværk for danske vandløb

Som udgangspunkt anbefales det ikke at justere yderligere på grænseværdier inden for de fastsatte referencekriterier, primært fordi kendskabet til i hvilken grad, der kan lempes på kriterierne, inden det påvirker de biologiske samfund, er mangelfuldt. Det betyder også, at yderligere lempelser i grænseværdier for referencekriterierne vil kunne indebære, at de biologiske kvalitetselementer vil kunne afvige væsentligt, og ikke kun svagt, fra den upåvirkede tilstand (WFD CIS Guidance Document No.10 2003), hvilket ikke er foreneligt med VRD. I stedet kan en tilgang, der både hviler på viden om de biologiske kvalitetselementer i den uforstyrrede tilstand baseret på historiske optegnelser, ekspertudsagn og undersøgelser i uforstyrrede lavlandssystemer samt fysisk-kemiske og hydromorfologiske kriterier, anvendes. Denne tilgang kan kun anbefales i de vandløbstyper (type 2+3), hvor der med sikkerhed ikke vil kunne identificeres strækninger ud fra oplands-, stræknings-, og stationskriterier alene. Det er her helt centralt at de biologiske kriterier, der fastsættes, er velbegrundede og transparente og derfor kan ændres i tilfælde af, at der opstår ny viden om, hvad der karakteriserer den uforstyrrede tilstand. Ligeledes skal de anvendte kriterier være typespecifikke. Det anbefales fortsat, at der etableres differentierede referencenetværk for de forskellige kvalitetselementer (makroinvertebrater, fisk, makrofyter)

under hensyntagen til de væsentligste påvirkningstyper for disse (se Baattrup-Pedersen et al., 2004). Nedenfor konkretiseres hvilke vandløb samt hvilke tilgange, der kan anvendes i etablering af typespecifikt reference-netværk for danske vandløb.

Danske referencer udvalgt ud fra fastsatte kriterier på oplands-, strækings- og stationsniveau

- De NOVANA-vandløb, der indfrier kravene til den tillempede referencetilstand, indgår i referencenetværket for makrofyter og makroinvertebrater – i alt 3 type 1 vandløb.
- En delmængde af de 131 vandløbsstrækninger identificeret i GIS-analysen (ca. 50 svarende til 40 % af et referencenetværket) analyseres med det formål at undersøge, om de indfrier kravene til referencetilstand på strækings- og stationsniveau. Udvælgelsen af de 50 vandløb stratificeres i forhold til vandløbenes geografiske beliggenhed. Lokalt kendskab til vandløbene i Miljøcentrene nyttiggøres i udvælgelsen af vandløbene.

Danske referencer udvalgt ud fra biologiske kriterier

- Biologiske kriterier for de enkelte biologiske kvalitetselementer (makrofyter, makroinvertebrater og fisk) i den uforstyrrede tilstand udvikles. Disse biologiske kriterier for den uforstyrrede tilstand skal bygge på viden om sammensætning og hyppighed af de enkelte kvalitetselementer i den uforstyrrede tilstand. Der tages udgangspunkt i historiske beskrivelser, ekspertviden samt viden om nutidige samfund i mindre påvirkede lavlandsvandløb i lande beliggende i det centraleuropæiske område, Polen og de baltiske lande. Beskrivelserne kunne indeholde parametre såsom abundans, artssammensætning, diversitet, fordeling mellem funktionelle grupper (% iturivere mm.), artsrigdom samt multivariate beskrivelser.
- De udviklede biologiske kriterier benyttes til udvælgelse af de mindst forstyrrede vandløbsstrækninger (sensu Stoddard et al. 2006) i NOVANA-programmet. Disse vandløb kan under hensyntagen til fysisk-kemiske og hydromorfologiske forhold indgå i referencenetværket som ekspertudvalgte biologiske referencer.

Udenlandske vandløb som referencer for danske vandløb

- De 10 undersøgte vandløbsstrækninger i Litauen og de 22 vandløbsstrækninger i Letland indgår i referencenetværket for makrofyter.
- Der foretages yderligere analyser (multivariate) og sammenligninger med historiske data, før litauiske vandløb inddrages som referencer for makroinvertebrater.
- Der foretages flere undersøgelser af makrofyt-, makroinvertebrat- og fiskesamfundene i vandløb beliggende i upåvirkede lavlandsvandløb i det centraleuropæiske område og Baltikum med henblik på at inddrage disse i reference-netværket.

8 Referencer

- Baatrup-Pedersen, A., Friberg, N., Pedersen, M.L., Skriver, J., Kronvang, B. & Larsen, S.E. (2004): Anvendelse af Vandrammedirektivet i danske vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU 499. 145 <http://faglige-rapporter.dmu.dk>
- Baatrup-Pedersen, A., Larsen, S.E. & Riis, T. (2002): Long-term effects of stream management on plant communities in two Danish lowland streams. *Hydrobiologia*, 481, 33-45.
- Baatrup-Pedersen, A., Springe G., Riis, T., Larsen, S. E., Sand-Jensen, K. & Larsen, L. M. K. (in prep.): The search for reference conditions in stream vegetation in northern Europe
- Bauernfeind, E. & Humpesch U.H. (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. AV-Druck, Wien. 239p.
- Bøgestrand, J. (red.) (2005): Vandløb 2004. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. 82 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 554 <http://faglige-rapporter.dmu.dk>
- Carl, H., Berg, S., Møller, P. R., Nielsen, J. og Rasmussen, G., (2007): Status for Atlas over danske ferskvandsfisk. Version II. Zoologisk Museum og Danmarks Fiskeriundersøgelser.
- CB-GIG (2006): Central-Baltic GIG. In: van de Bund, W. (ed.). WFD intercalibration technical report. Part 1 - Rivers. Section 2 - Benthic macroinvertebrates. JRC, Ispra, Italy.
http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library
- Cibaitė, G. (2003): Check list of Lithuanian caddisflies (Insecta, Trichoptera). Upubliceret
- Eiseler, B. (2005): Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. *Lauterbornia* 53: 1-112.
- Fauna Europaea (2004): Internet adresse: www.faunaeur.org.
- Friberg, N., Baatrup-Pedersen., Pedersen, M.L. & Skriver, J. (2005): The new Danish stream monitoring programme (NOVANA)-preparing monitoring activities for the water framework directive era. *Environmental Monitoring and Assessment*. 111, 27-42.
- GEUS (2000): GIS-Laboratoriet. Sammenhængende Hydrologisk Information. Tilgængelig på: www.geus.dk/departements/quaternary-marine-geol/gis/hydrologisk-information-dk.html. Opdateret 26. september 2000. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland – GEUS. København.

Heiskanen, A.-S, Bund, W.J. van de, A.C. Cardoso, A.C., Nöges, P., (2004): Towards good ecological status of surface waters in Europe – Interpretation and harmonisation of the concept”. *Water Science and Technology* 49 (7): 169-177.

Kesminas, V. & Virbickas, T. (2000): Application of an adapted index of biotic integrity to rivers of Lithuania. *Hydrobiologia*, 422 / 423, 257-270.

Kottelat & Freyhof (2007): *Handbook of European freshwater fishes*, Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.

Mardi, K., Skriver, J., Friberg, N., Kronvang, B. & Pedersen, M.L. (2006): Vandløb på litauisk. *Vand & Jord* 13: 28-32.

Miljøstyrelsen (1998): Biologisk bedømmelse af vandløbskvalitet. - Vejledning nr. 5 fra Miljøstyrelsen. Miljø- og Energiministeriet.

Muss & Dadlstrøm (1998): *Ferskvandsfisk*, Gads forlag, København, Danmark.

Nielsen, K., Stjernholm, M., Olsen, B.Ø., Müller-Wohlfeil, D., Madsen, I., Kjeldgaard, A., Groom, G., Hansen, H.S., Rolev, A.M., Hermansen, B., Skov-Petersen, H., Johannsen, V.K., Hvidberg, M., Jensen, J.E., Bacher, V., Larsen, H. (2000): Areal Informations Systemet – AIS. Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser. 110 sider.

Nijboer, R. C., Johnson R. K., Verdonchot P. F. M., Sommerhauser M. & Buffagni A. (2004): Establishing reference conditions for European streams. *Hydrobiologia*, 516, 91-105.

Otterstrøm C.V. (1912): *Fisk I. Pigfinnefisk*. Danmarks Fauna Bd. 11.

Otterstrøm C.V. (1914): *Fisk II. Blødfinnefisk*. Danmarks Fauna Bd. 15.

Otterstrøm C.V. (1917): *Fisk III. Tværmunde m.m.* Danmarks Fauna Bd. 20.

Pedersen, M.L. & Baattrup-Pedersen, A. (2005): Økologisk overvågning i vandløb og på vandløbsnære arealer under NOVANA 2004-2009. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU 21: 128 s. <http://tekniske-anvisninger.dmu.dk>

Pedersen, M.L., Baattrup-Pedersen, A. & Friberg, N. (2004): Grødeskæring rammer vandløbsorganismer. *Vand og Jord*, 11(2), 75-78.

Pedersen, T. C. M., Baattrup-Pedersen, A. & Madsen, T. V. (2006): Effects of stream restoration and management on plant communities in lowland streams. *Freshwater Biology*, **51**, 161-179.

Riis, T & Sand-Jensen, K. (2001): Historical changes in species composition and richness accompanying perturbation and eutrophication of Danish lowland streams over 100 years. *Freshwater Biology*, 46, 269-280.

- Ruginis, T. (2006): The checklist of mayflies (Insecta: Ephemeroptera) of Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica* 16 (1): 67-76.
- Skriver, J. & Nielsen, H.T. (2006): Improvements ahead for macroinvertebrates? In: Sand, K., Friberg, N. & Murphy, J. (Eds.) *Running Waters. Historical development in lowland Danish streams*. National Environmental Research Institute. Schultz Grafisk.
- Skriver, J. (2007): Biologisk vandløbskvalitet. I: Bøgestrand (Red.). *Vandløb 2006*. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 642.
- Speth, S., Brinkmann, R., Otto, C.-J. & Lietz, J. (2006): *Atlas der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen Schleswig-Holsteins*. Landes amt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Stoddard, J. L., Larsen, D. P., Hawkins, C. P., Johnson, R. K. & Norris, R. H. (2006): Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. *Ecological Applications*, 16, 1267-1276.
- Stoltze, M. & Pihl, S. (1998): Rødliste 1997 over planter og dyr i Danmark. Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser og Skov- og Naturstyrelsen.
- Virbickas, J. & Pliuraitė, V. (2002): The species composition of macrozoobenthos in small Lithuanian rivers. *Acta Zoologica Lituanica* 12 (3): 254-264.
- WFD CIS Guidance Document No. 10 (2003): Rivers and lakes – Typology, reference condition and classification systems. Produced by Working Group 2.3 – REFCOND.

Appendix

Veivirzas



Veivirzas



Aswa



Sventoji



Sventoji



Jura



Jura



Aitra



Aitra



Jura



Jura



Akmėna



Akmena



Viesvile



Viesvile



Nova



Juré



Merkys



Merkys



Skroblus



Skroblus



Gruda



Gruda



Dubysa



Dubysa



DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet.	På DMU's hjemmeside www.dmu.dk finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.
DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.	Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, conferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser Frederiksborgvej 399 Postboks 358 4000 Roskilde Tlf.: 4630 1200 Fax: 4630 1114	Direktion Personale- og Økonomisekretariat Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat Afdeling for Systemanalyse Afdeling for Atmosfærisk Miljø Afdeling for Marin Økologi Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi Afdeling for Arktisk Miljø
Danmarks Miljøundersøgelser Vejlsovej 25 Postboks 314 8600 Silkeborg Tlf.: 8920 1400 Fax: 8920 1414	Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat Afdeling for Marin Økologi Afdeling for Terrestrisk Økologi Afdeling for Ferskvandsøkologi
Danmarks Miljøundersøgelser Grenåvej 14, Kalø 8410 Rønde Tlf.: 8920 1700 Fax: 8920 1514	Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, www.dmu.dk/Udgivelser/, finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

Nr./No. 2008

- 666 Agerhønsens biologi og bestandsregulering. En gennemgang af den nuværende viden. Af Kahlert, T., Asferg, T. & Odderskær, P. 61 s. (elektronisk)
- 665 Individual traffic-related air pollution and new onset adult asthma. A GIS-based pilot study. By Hansen, C.L. et al. 23 pp. (electronic)
- 664 Aluminiumsmelter og vandkraft i det centrale Grønland. Datagrundlag for natur og ressourceudnyttelse i forbindelse med udarbejdelse af en Strategisk Miljøvurdering (SMV). Af Johansen, P. et al. 110 s. (elektronisk)
- 663 Tools to assess conservation status on open water reefs in Nature-2000 areas. By Dahl, K. & Carstensen, J. 25 pp. (electronic)
- 662 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, South Greenland, 2007. By Glahder, C.M., Asmund, G. & Riget, F. 31 pp. (electronic)
- 661 Tilstandsvurdering af levesteder for arter. Af Søgaard, B. et al. 72 s. (elektronisk)
- 660 Opdatering af vurdering af anvendelse af SCR-katalysatorer på tunge køretøjer som virkemiddel til nedbringelse af NO₂ forureningen i de største danske byer. Af Ketzler, M. & Palmgren, F. 37 s. (elektronisk)
- 659 Optimering af behandlingseffekten i akvakultur. Minimering af forbrug og udledning af hjælpestoffer. Af Sortkjær, O. et al. 124 s.
- 658 Danske kystklitter – vegetation og jordbundskemi. Analyse af NOVANA-data 2004-2006. Af Damgaard, C., Nygaard, B. & Nielsen, K.E. 66 s. (elektronisk)
- 657 High density areas for harbour porpoises in Danish waters. By Teilmann, J. et al. 40 pp. (electronic)
- 656 Manglende indberetninger til vildtudbyttestatistikken i jagtsæsonen 2006/07. Af Asferg, T. 21 s. (elektronisk)
- 654 Rapportering af Luftemissioner på Grid. Metoder og principper. Af Jensen, M.T. et al. 56 s. (elektronisk)
- 653 Control of Pesticides 2006. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krøgaard, T., Petersen, K.K. & Christoffersen, C. 25 pp.
- 652 A preliminary strategic environmental impact assessment of mineral and hydrocarbon activities on the Nuussuaq peninsula, West Greenland. By Boertmann, D. et al. 66 pp.
- 651 Undersøgelser af jordhandler i forbindelse med naturgenopretning. Af Jensen, P.L., Schou, J.S. & Ørby, P.V. 44 s.
- 650 Fuel consumption and emissions from navigation in Denmark from 1990-2005 – and projections from 2006-2030. By Winther, M. 108 pp.

2007

- 649 Annual Danish Emission Inventory Report to UNECE. Inventories from the base year of the protocols to year 2005. By Illerup, J.B. et al. 182 pp.
- 648 Optælling af agerhøns på Kalø Gods 2004-2007 – metodeafprøvning og bestandsudvikling. Af Odderskær, P. & Berthelsen, J.P. 38 s.
- 647 Criteria for favourable conservation status in Denmark. Natural habitat types and species covered by the EEC Habitats Directive and birds covered by the EEC Birds Directive. By Søgaard, B. et al. 92 pp.
- 646 Vandmiljø og Natur 2006. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Af Boutrup, S. et al. 125 s.
- 645 Atmosfærisk deposition 2006. NOVANA. Af Ellermann, T. et al. 62 s.
- 644 Arter 2006. NOVANA. Af Søgaard, B., Pihl, S. & Wind, P. 88 s.
- 643 Terrestriske Naturtyper 2006. NOVANA. Af Bruus, M. et al. 70 s.
- 642 Vandløb 2006. NOVANA. Af Bøgestrand, J. (red.). 93 s.
- 641 Søer 2006. NOVANA. Af Jørgensen, T.B. et al. 63 s.
- 640 Landovevågningsoplande 2006. NOVANA. Af Grant, R. et al. 121 s.

Definition og beskrivelse af referencetilstanden er centralt for implementering af vandrammedirektivet, da bedømmelse af den økologiske tilstand sker som afvigelsen fra den upåvirkede referencetilstand. I denne rapport præsenteres analyser af danske, udenlandske og historiske data med det formål at definere og beskrive referencetilstanden for fisk, makroinvertebrater og makrofyter i vandløb. Med udgangspunkt i NOVANA-data er der foretaget en screening af danske vandløb for referencestatus. Fysiske, kemiske, hydromorfologiske og påvirkningsmæssige kriterier fastsat ud fra REFCOND-anbefalinger blev anvendt i en screening af 128 a prioriudvalgte referencevandløb. Kun 3 af disse opfylder de lempede referencekrav og kan betegnes som værende i lempet referencetilstand.

Den væsentligste årsag til manglende opfyldelse af kravene er andelen af landbrug og befæstet areal i oplandet. En screening af samtlige danske vandløb blev derfor foretaget med disse 2 kriterier, men kun få og fortrinsvist meget små vandløb opfylder kriterierne. Det kan derfor konkluderes, at der inden for Danmarks grænser ikke findes tilstrækkeligt med referencevandløb til, at den naturlige variation i de biologiske kvalitetselementer kan beskrives. En analyse og sammenligning af makrofytsamfund i Danmark og Baltikum samt efterfølgende validering med historiske data fra danske vandløb viste stor lighed mellem nutidige plantesamfund i Baltikum og historiske samfund i Danmark. Det er derfor muligt at bruge Baltiske vandløb som referencer for danske vandløb mht. makrofyter. Der kræves yderligere undersøgelser, før det kan afgøres om vandløb i Baltikum kan fungere som referencer for danske vandløb mht. fisk og makroinvertebrater. Rapporten indeholder anbefalinger til fremtidigt arbejde med beskrivelse af referencetilstanden.