

# Planteindeks på vej i vandløb

Vi er lige nu i gang med at udvikle et planteindeks til vurdering af økologisk tilstand i vandløb. Indekset skal gøre det muligt at få et samlet billede af, hvordan plantesamfundene har det i danske vandløb. Udviklingsarbejdet er baseret på et meget stort datasæt, der omfatter alle nationale overvågningsdata samt forskningsdata fra DMU. Det gør det forhåbentligt muligt at udvikle et dækkende og robust indeks. Det færdige planteindeks forventes anvendt i den nationale og regionale overvågning og vil leve op til de krav, der ligger i vandrammedirektivet.

ANNETTE BAATTRUP-PEDERSEN, SØREN E. LARSEN, BJARNE MOESLUND, ANNETTE SODE, TINA PEDERSEN, ANNE GRO THOMSEN, TENNA RIIS, ERIK BUCHWALD, MARIANNE PEDERSEN, JENS BØGESTRAND OG LARS M. K. LARSEN.

## Baggrund

I Vandrammedirektivet (VRD) er det klart beskrevet, at den økologiske tilstand i vandløb skal fastsættes på baggrund af biologiske kvalitetselementer, og at den økologiske tilstand skal vurderes i forhold til afvigelsen fra en referencetilstand. Den økologiske tilstand skal udtrykkes som en økologisk kvalitetsratio (EQR, Ecological Quality 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 (nærmest referencetilstanden; Figur 1).

I et land som Danmark, hvor alle vandløb i en eller anden grad er påvirkede /1/, kan vi ikke etablere et netværk af danske stationer, som beskriver den naturlige variation i plantesamfundene. Vi har heller ikke mulighed for at beskrive referencetilstanden stationsspecifikt ved anvendelse af historiske data, da disse kun findes for et fåtal af danske vandløb. Tilbage er der to muligheder. Vi kan etablere et referencenetværk i et andet land, som ligner Danmark, eller vi kan bruge ekspertvurderinger (Figur 2). Vi har i dette arbejde valgt at anvende ekspertvurderinger. Vi ved, at det kan indebære nogle begrænsninger, men det giver os også en række muligheder. Vi kan f. eks. afprøve den udviklede metode på vand-

løb i lande, der ligner Danmark, ligesom vi kan afprøve den på historiske data. Begge dele kan være med til at give os et fingerpeg om metodens anvendelighed.

## Metode

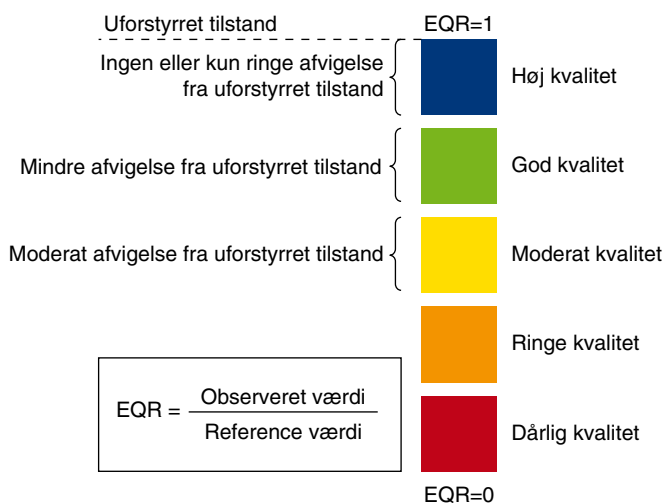
Vi har ved udviklingen af planteindekset anvendt eksperterens viden om plantesamfund i danske vandløb, herunder deres kendskab til effekten af menneskeskabte påvirkninger på vegetationen. I alt 6 eksperter har uafhængigt af hinanden vurderet plantedata fra 1.244 vandløbsstrækninger (se næste afsnit) og placeret dem i en økologisk tilstandsklasse (Boks 1). Ud over artslister og dækningsgrader fra vandløbsstrækningerne har de i forbindelse med deres arbejde også haft oplysninger om vigtige plantefordelende faktorer,

nemlig vandløbenes størrelse (bredde og dybde) og vandets alkalinitet.

Vi har dernæst trænet en statistisk model (kvadratisk diskriminantanalyse) til at genkende de mønstre, der ligger i eksperterens vurderinger for dermed at kunne omsætte vurderingerne til en reproducer- og målbar metode. Det helt centrale er selvfølgelig, at denne tilgang er i overensstemmelse med VRD's krav om, at tilstanden fastsættes ud fra afvigelsen fra den upåvirkede tilstand, fordi den er baseret på den eksperterens viden.

## Data

Vi har medtaget alle eksisterende plantedata fra danske vandløb fra både det tidligere nationale overvågningsprogram for perioden 1998-2003 (NOVA;3/) og det nuværende nationale overvågningsprogram for perioden



**Figur 1.** Den økologiske tilstand udtrykkes som en økologisk kvalitetsratio (EQR, Ecological Quality 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 (nærmest referencetilstanden).

**Boks 1**

Ekspertgruppen bestod af følgende personer:  
 Bjarne Moeslund, Orbicon  
 Annette Sode, MC Fyn (pt. RUC)  
 Anne Gro Thomsen, MC Ringkøbing (i dag Naturstyrelsen)  
 Tina Pedersen, tidligere MC Ringkøbing (i dag Struer Kommune)  
 Tenna Riis, AU  
 Erik Buchwald, BLST (i dag Naturstyrelsen Haraldsgade)

2004-2007 (NOVANA;/4/). Derudover har vi medtaget data fra forsknings- og rådgivningsprojekter /5-9/. Det giver os et samlet datasæt fra 1.244 vandløbsstationer (Tabel 1). Plantedata er på alle stationer indsamlet med samme metode som anvendt i den nationale overvågning /4/. Med så stort et datasæt mener vi at dække den variation i plante-samfundene, der findes i nutidens danske vandløb.

Data dækker vandløbsstationer inden for alle vandløbsstørrelser (betegnet vandløbstyper). Fordelingen af vandløbsstrækninger på typer kan ses i tabel 2. Der er i alt 323 små, 721 mellemstore og 144 store vandløbsstrækninger. Fordelingen i dybde og breddeforhold, vandløbenes alkalinitet, samt en række planteparametre fremgår ligeledes af tabel 3. Vandløbenes bredde og dybde stiger, mens alkaliniteten falder fra type 1 vandløb til type 3 vandløb (ANOVA;  $p < 0,05$ ). Artsantallet,

**Tabel 1.** Oversigt over vandløbsstrækninger, der indgår i projektet.

Kilde	Antal strækninger	Periode	Antal besøg
NOVANA	739	2004-2007	1
NOVA	229	1998-2003	3
Data fra forsknings- og rådgivningsprojekter	276	1996-2003	1

samt Shannon diversiteten stiger også fra type 1 vandløb til type 3 vandløb (ANOVA;  $p < 0,05$ ), mens plantedækningen er lavest i type 1 vandløbene (ANOVA;  $p < 0,05$ ).

**Analyser**

Ud af det samlede datasæt på 1.244 stationer ligger en delmængde i skov og har kun ganske lille dækning af vandplanter. Vi har derfor udeladt strækninger med indikatorværdier for lys  $< 5$  (Ellenberg lys; i alt 13 stationer) og strækninger med en dækningsgrad af planter på mindre end 2 % (i alt 22 stationer). Det samlede datasæt der blev anvendt i analysen var herefter 1.213 vandløbsstrækninger og 194 plantearter (Boks 2)

Eksperternes vurdering af de i alt 1.213 stationer er anvendt til at træne den statistiske model. Træningsdata er udvalgt som den delmængde af vandløbsstrækningerne, hvor der var størst enighed blandt eksperterne i klassifikationen inden for alle økologiske tilstandsklasser. Økologisk tilstandsklasse 5 (høj økologisk tilstand) er ikke medtaget, da kun et fåtal af vandløbene var klassificeret i denne tilstandsklasse af eksperterne. Ved udvælgelse af træningsdata er det endvidere forsøgt at dække den variation, der findes i ordination-

srummet, udtrykt ved akseværdierne på DCA akse 1-3 (Detrended Correspondence Analysis; se boks 2). Det er disse akseværdier som modellen anvender til at beregne sandsynlighed for tilhørsforhold for et vandløb til de økologiske tilstandsklasser.

**Så langt er vi**

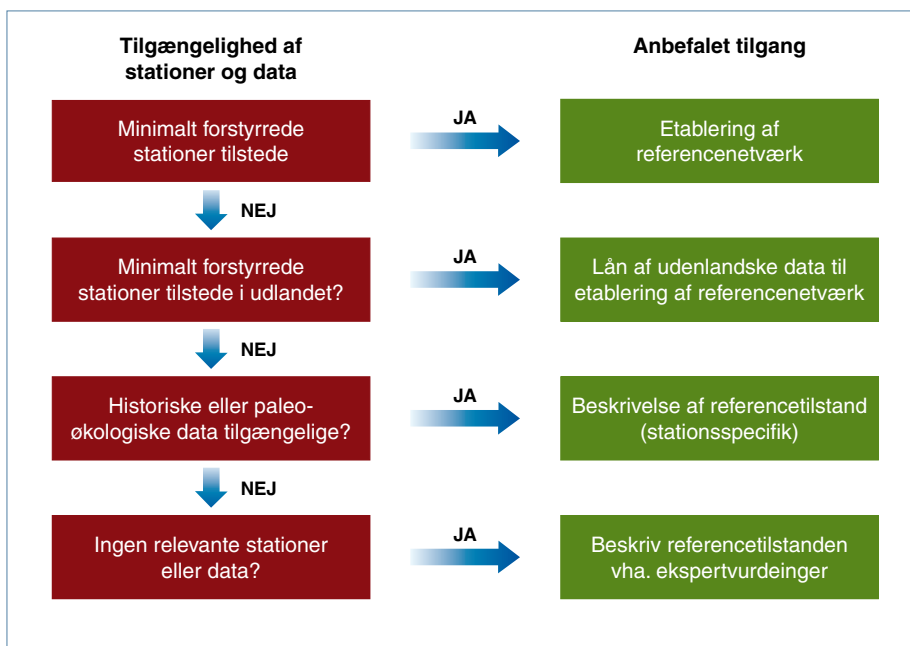
Vi har på nuværende tidspunkt et første bud på et planteindeks. Indekset beregner en sandsynlighed for, at vandløbenes vegetation tilhører de forskellige økologiske tilstandsklasser god, moderat, ringe og dårlig. På nuværende tidspunkt kan indekset ikke henføre vandløb til høj økologisk kvalitet, idet ekspertgruppen ikke har fundet tilstrækkeligt med vandløb inden for denne tilstandsklasse, til at vi har kunnet træne den statistiske model til at genkende høj tilstand.

Indekset kan ud fra en planteliste med tilhørende dækningsgrader fra et givet vandløb henføre vandløbet til en økologisk tilstandsklasse. Med anvendelse af eksemplet nedenfor (Tabel 3) giver indekset 93 % sandsynlighed for, at vandløbet har moderat økologisk tilstand og 6,3 % sandsynlighed for, at vandløbet har ringe økologisk tilstand (Figur 3). Eksemplet illustrerer, at klassifikationen af et vandløb ved anvendelse af modellen giver en sandsynlighed for et tilhørsforhold.

Hvis vi anvender indekset i den foreliggende form, kan 6% af alle vandløbsstrækningerne i datasættet henføres til dårlig økologisk tilstand, 28 % til ringe, 37 % til moderat og 29 % til god økologisk tilstand.

**Det videre arbejde**

Vi er ikke færdige med udviklingen af planteindekset. I første omgang skal vi foretage en statistisk optimering af indekset. Derudover skal vi afprøve indekset på nye vandløb – både danske og udenlandske vandløb. Helt konkret vil vi anvende plantedata fra 200 NOVANA strækninger fra 2009, historiske data fra en række danske vandløb, samt data fra litauiske og lettiske vandløb, som tidligere er fundet sammenlignelige med de historiske plantelister (Kristensen et al., 2004). Herved bliver det muligt at teste indekset i forhold til en referencetilstand. Vi vil også se på, hvordan



**Figur 2.** Mulige tilgange ved beskrivelse af referencetilstand (modificeret fra /2/).

**Boks 2**

Detrended correspondence analysis er en multivariat statistisk analysemetode og er særlig velegnet til at få overblik over store datamængder hvor der på samme tid er mange arter samt prøvefelter. Metoden konstruerer nogle få – ofte 2 eller 3 dimensioner på en sådan måde at de væsentligste floristiske gradienter i datasættet fremtræder. Det betyder også at punkter der ligger tæt på hinanden i ordinationsrummet rummer mange fælles arter og med sammenlignelige dækningsgrader, såfremt arternes dækning er medtaget i analysen, og at akserne kan tolkes økologisk idet disse arter forekommer ved sammenlignelige økologiske kår. Tilsvarende har punkter der ligger langt fra hinanden arter der sjældnere forekommer sammen fordi de findes ved forskellige økologiske kår.

I analysen af de i alt 1.213 vandløbsstationer afspejler den første DCA akse en gradient i vandløbsstørrelse i form af gennemsnitsdybde og bredde (korrelationsværdier  $r=-0,56$  og  $r=-0,36$ ). Der er dog stor variation i de fundne sammenhænge, hvilket viser, at også andre forhold end vandløbsstørrelse spiller en rolle for ændringer i artssammensætningen langs den første DCA akse. Den anden DCA akse afspejler en gradient i vandløbsvandets alkalinitet (korrelationsværdi  $r=-0,43$ ). Samtidig er der også en stærk korrelation til Ellenbergs indikatorværdi for næringsrigdom langs denne DCA akse (korrelationsværdi  $r=-0,45$ ). Det betyder også at alkalinitet og Ellenbergs indikatorværdi for næringsrigdom er svagt korrelerede ( $r=0,31$ ). Den tredje DCA akse er svagt korreleret med vandløbsstørrelse, henholdsvis dybde ( $r=0,23$ ) og bredde ( $r=0,21$ ). Ellenbergs indikatorværdi for lys er svagt og negativt korreleret til DCA akse 1 ( $r=-0,22$ ).

indekset spiller sammen med det europæiske interkalibreringsindeks, samt med Dansk Vandløbsfauna Indeks. Vi håber meget på at kunne præsentere et brugbart indeks i løbet af 2011, og i mellemtiden håber vi, at alle vil fortsætte den helt nødvendige overvågning

af plantesamfundene i vandløbene med stort engagement og motivation.

**Stor tak**

Vi vil gerne rette en stor tak til alle medarbejdere ved de tidligere miljøcentre for deres

arbejde og engagement i forbindelse med indsamling af de mange data, som alle bliver brugt i udviklingsarbejdet.

**Referencer**

/1/ 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.

/2/ Kristensen, Esben Astrup ; Baattrup-Pedersen, Annette ; Skriver, Jens ; Jørgensen, Joan ; Kronvang, Brian ; Andersen, Hans Estrup ; Hoffmann, Carl Christian ; Wiberg-Larsen, Peter. / Identifikation af referencevandløb til implementering af vandrammedirektivet i Danmark. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 2008. 55 s. (Faglig rapport fra DMU; 669).

/3/ Skriver, J., Riis, T., Carl, J., Baattrup-Pedersen, A., Friberg, N., Ernst, M.E., Frandsen, S.B., Sode, A. & Wiberg-Larsen, P. 1999: Biologisk overvågning i vandløb 1998-2003. Biologisk vandløbskvalitet (DVFI). Udvidet biologisk program. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. - Teknisk anvisning fra DMU 16: 41 s. (elektronisk). Findes på: [http://www.dmu.dk/1\\_om\\_dmu/2\\_tvaer-funk/3\\_fdc\\_fv/default.asp](http://www.dmu.dk/1_om_dmu/2_tvaer-funk/3_fdc_fv/default.asp)

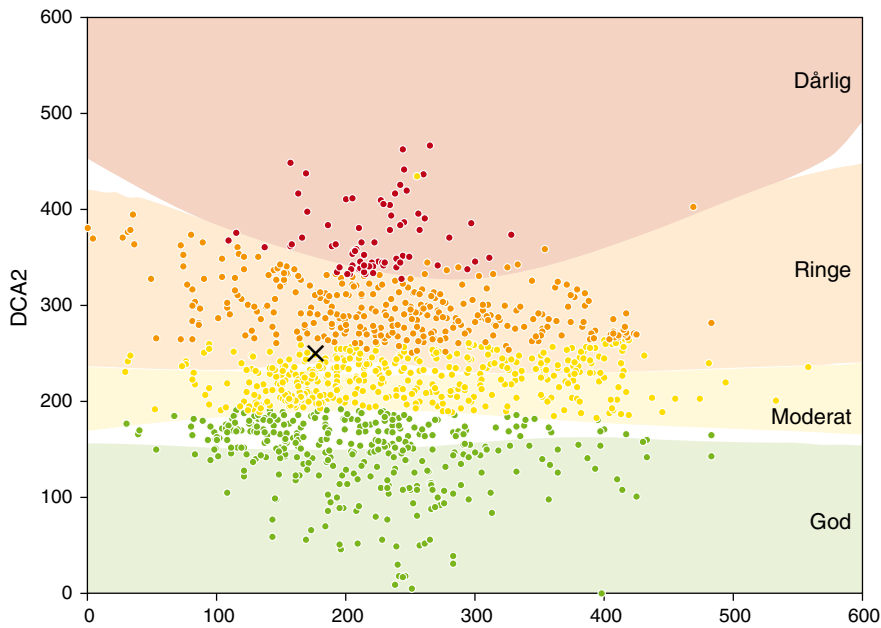
/4/ Pedersen, M.L., Baattrup-Pedersen, A. & Wiberg-Larsen, P. (redaktører) 2007: Økologisk overvågning i vandløb og på vandløbsnære arealer under NOVANA 2004-2009. 4. udg. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. - Teknisk anvisning fra DMU 21: 146 s. (elektronisk). Findes på: [http://www.dmu.dk/pub/ta21\\_4udgave.pdf](http://www.dmu.dk/pub/ta21_4udgave.pdf)

/5/ Riis, 2000. Distribution and abundance of macrophytes in Danish streams. Ph. D. thesis.

/6/ Baattrup-Pedersen, A. ; Larsen, S. E. ; Riis, T. 2002

**Table 2.** Fordelingen af vandløbsstrækninger i type 1, 2 og 3 vandløb. Middelværdier, samt standardafvigelse er angivet for en række fysiske og plantemæssige karakteristika. Signifikante forskelle inden for de viste karakteristika er angivet med forskellige bogstaver (ANOVA,  $p<0,05$ ).

	Type 1	(bredde < 2 m)	Type 2	(bredde 2-10 m)	Type 3	(bredde > 10 m)
	Gennemsnit	SD	Gennemsnit	SD	Gennemsnit	SD
<b>Fysiske karakteristika</b>						
Bredde (m)	1,4a	0,4	4,7b	2,1	15,6c	6,4
Dybde (cm)	13,4a	8,3	44,6b	20,8	66,3c	15,5
Alkalinitet (mg l-1)	3,2 a	1,7	2,7b	1,6	2,0c	1,2
<b>Plantekarakteristika</b>						
Dækning (%)	44a	28	57b	27	61b	25
Ellenberg L	6,9 a	0,3	7,0 a	0,2	7,0 a	0,1
Ellenberg N	6,3a	0,6	6,3a	0,6	6,4a	0,5
Antal arter	8,2a	4,8	12,1b	6,2	14,9c	6,5
Shannon diversitet	1,23a	0,57	1,58b	0,52	1,76c	0,48
Evenness	0,62a	0,20	0,66b	0,15	0,67b	0,13



**Figur 3.** DCA ordinationsdiagram baseret på vegetationens sammensætning på i alt 1213 vandløbsstrækninger anvendt i den statistiske model. Baggrundsfarverne indikerer adskillelsen af de enkelte tilstandsklasser. Krydset viser placeringen af teststrækningen fra tabel 3.

**Tabel 3.** Eksempel på vegetationsdata fra en vandløbsstrækning. Data bruges i den statistiske model til at beregne en sandsynlighed for, hvilken tilstandsklasse vandløbet tilhører.

Art	Dækning (%)
Høj sødgræs	19,1
Liden andemad	15,8
Enkelt pindsvineknap	7,5
Rørgræs	3,5
Langbladet vandaks	2,6
Hjerterbladet vandaks	0,9
Stor andemad	0,9
Frøbid	0,6
Kryb-hvene	0,4
Vandpest	0,2
Spring-balsamin	0,2
Stor nælde	0,1
Kær-Galtetand	0,1
Vandstjerne sp.	0,1

Long-Term Effects of Stream Management on Plant Communities in Two Danish Lowland Streams. *Hydrobiologia*. 2002; vol. 481, s. 33-45

/7/ Baatrup-Pedersen, A. ; Larsen, S. E. ; Riis, T. 2003  
Composition and richness of macrophyte communities in small Danish streams - influence of environ-

mental factors and weed cutting. *Hydrobiologia*. 2003 ; vol. 495, s. 171-179.

/8/ Baatrup-Pedersen, A. ; Riis, T. Impacts of different weed cutting practices on macrophyte species diversity and composition in a Danish stream. *River Research and Applications*. 2004 ; vol. 20, s. 103-114.

/9/ Pedersen, T. C. M., Baatrup-Pedersen, A. & Madsen, T. V. (2006): Effects of stream restoration and management on plant communities in lowland streams. *Freshwater Biology*, 51, 161-179.