

# Grænser for økologisk tilstand i små danske vandløb

En verifikation af de økologiske grænseværdier for Dansk vandløbsfauna Indeks i forhold til det fælleseuropæiske "Intercalibration Common Metric index"

---

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 7.november 2013

Forfatter: Peter Wiberg-Larsen

Institut for Bioscience

Rekvirent:  
Naturstyrelsen  
Antal sider: 11

Faglig kommentering:  
Esben Astrup Kristensen  
Kvalitetssikring, centret:  
Poul Nordemann Jensen



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000  
E-mail: [dce@au.dk](mailto:dce@au.dk)  
<http://dce.au.dk>

# Indhold

<b>1</b>	<b>Indledning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Metode</b>	<b>4</b>
2.1	Udvælgelse af datasæt	4
2.2	Beregninger	5
<b>3</b>	<b>Resultater</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Diskussion &amp; konklusion</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Referencer</b>	<b>11</b>

# 1 Indledning

Dansk Vandløbsfauna Indeks (DVFI) har siden 1998 været Danmarks officielle metode til vurdering af miljøtilstanden i danske vandløb (Miljøstyrelsen 1998). Dette har også været tilfældet i forbindelse med implementeringen af EU's Vandrammedirektiv. Danmark har i den forbindelse deltaget i en fælles europæisk interkalibrering under den såkaldte "Central Baltic Geographical Intercalibration Group" (CB-GIG) af lande (van de Bund 2009). Her ved blev DVFI - ligesom indices fra andre relevante EU-lande - interkalibreret mod et fælles europæisk indeks (Intercalibration Common Metric index = ICMi), som specielt blev udviklet til formålet (Buffagni et al. 2005). Det nævnte indeks er i øvrigt anvendt ved lignende interkalibreringer i de øvrige europæiske regioner og vandløbstyper. Inden for CB-GIG er der defineret i alt 6 CB-GIG vandløbstyper, hvoraf R-C1, R-C4 og R-C6 "dækker" de danske vandløb af type 2 og 3 (van de Bund 2009), dvs. vandløb hvis oplandsareal er større end 10 km<sup>2</sup>.

Danmark deltog i interkalibreringen med 130 faunaprøver (van de Bund 2009), fordelt på et væsentlig færre antal vandløbsstationer (dvs. at der var flere prøver fra samme lokalitet), alle med et opland på  $\geq 15$  km<sup>2</sup>. Det betyder, at små vandløb (dvs. type 1: med bundbredde  $< 2$  m, oplandsareal  $< 10$  km<sup>2</sup>) IKKE indgik i dette datasæt. Dette er baggrunden for at foretage en egentlig verifikation af resultatet af oven nævnte interkalibrering for de danske type 1 vandløb. Verifikationen må nødvendigvis tage udgangspunkt i metoder og resultater præsenteret i van de Bund (2009), idet der også er inddraget resultatet af analyser af sammenhænge mellem DVFI og ICMi for et større dansk datasæt omfattende 346 faunaprøver (hvoraf ovennævnte data er en del) (se Buffagni et al. 2005). Dette datasæt omfatter ligeledes kun vandløb med opland  $\geq 15$  km<sup>2</sup>.

Ifølge kontrakt med Naturstyrelsen er der i nærværende notat beskrevet resultatet af verifikationen af grænserne mellem de enkelte tilstandsklasser for DVFI i danske type 1 vandløb.

## 2 Metode

### 2.1 Udvalgelse af datasæt

Der er som udgangspunkt anvendt et datasæt af faunalister indsamlet via NOVANA. Proceduren for indsamling og bearbejdning af prøverne er beskrevet i Pedersen & Baattrup-Pedersen (2003) og Wiberg-Larsen (2013). Samtlige prøver er bearbejdet således, at resultatet er kvantitative faunalister. Dette datasæt omfatter i alt 875 vandløbsstationer fordelt geografisk jævnt over hele landet, ligesom de dækker et bredt spektrum af menneskeskabte påvirkninger. De pågældende stationer er undersøgt 1-flere gange (op til ca. 10 gange) i løbet af perioden 2004-2012. I alt har der således været mere end 4000 faunalister til rådighed. Data er hentet via fagsystemet WinBio samt for prøver fra Fyns Amt i perioden 2004-2006 fra DMU-databasen AQUA.

Blandt disse faunalister er der herefter udvalgt sådanne, som repræsenterer vandløbsstationer med en gennemsnitlig bundbredde mindre end 2 m. Herfra er frasorteret faunalister, som er indsamlet i det tidligere Viborg Amt i perioden 2004-2006, fordi disse generelt repræsenterer prøver som indeholder for få individer og arter, og derfor ikke er sammenlignelige med de øvrige prøver i datasættet (Wiberg-Larsen 2010).

I alt har der herefter været faunalister til rådighed fra 327 stationer i type 1 vandløb, repræsenterende i alt 1270 enkeltprøver. Blandt disse prøver er manuelt udvalgt én til at repræsentere hver enkelt station, idet det ikke vurderes hensigtsmæssigt at den enkelte station dækkes af flere prøver, der teoretisk omfatter samme faunasammensætning. Det manuelle valg er foretaget således at det sikrer, at en given prøve er mest mulig repræsentativ for den pågældende station, samt at datakvaliteten vurderes at være optimal. Det samlede datasæt omfatter således 327 prøver.

Samtlige faunalister er herefter blevet "renset" for arter/grupper (dafnier, vandlopper, muslingekrebs), som ikke henregnes til de såkaldte makroinvertebrater, hvorpå DVFI er baseret. Ligeledes er datasættet renset for arter, som ikke er egentlig akvatiske.

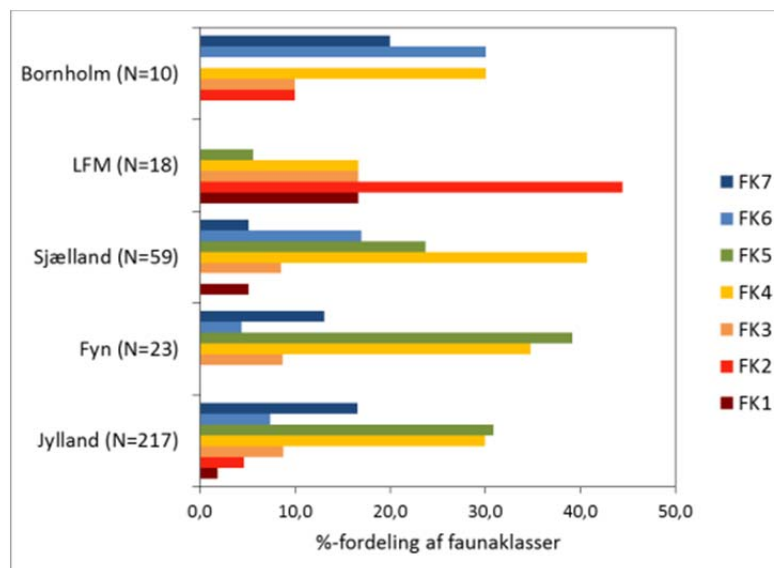
Hele skalaen af faunaklasser var repræsenteret i datasættet, dog med overrepræsentation af faunaklasserne 4 og 5 (Tabel 1). Der var dog tilstrækkeligt mange prøver med faunaklasse 1 og 7, således at det var muligt at foretage en sikker "forankring" af såvel DVFI som ICMi.

**Tabel 1.** Fordelingen af faunaklasser i datasættet, som blev anvendt i interkalibreringen med ICMi

Faunaklasse	Antal prøver (stationer)	%-andel
1	10	3,1
2	19	5,8
3	30	9,2
4	103	31,5
5	91	27,8
6	30	9,2
7	44	13,5
I alt	327	100,0

Mens fordelingen af anvendte stationer var relativt ensartet i forhold de enkelte regioners arealmæssige udstrækning, var fordelingen på faunaklasser regionalt uens (Figur 1). Mest markant skilte Lolland-Falster-Møn (LFM) sig ud, idet der her ikke forekom faunaklasser over 5 og hvor der samtidig var overvægt af faunaklasserne 1 og 2. Forskellen vurderes dog ikke at have nogen betydning for den foretagne verifikation.

**Figur 1.** Den regionale relative fordeling af faunaklasser ved i alt 327 stationer anvendt ved verifikationen af tilstandsgrænserne for DVFI i type 1 vandløb.



## 2.2 Beregninger

Faunaklasserne ifølge DVFI er for langt størstedelen beregnet automatisk ved hjælp af et program tilknyttet WinBio. Værdierne fra Fyns Amt i perioden 2004-2006 er ligeledes automatisk beregnet (men kvalitetssikret manuelt).

Beregningen af ICMi er foretaget i overensstemmelse med procedure beskrevet i Buffagni et al. (2005) og van de Bund (2009). Denne procedure er kort gengivet i det følgende. Det er en forudsætning, at de anvendte faunalister er kvantitative, idet det ellers ikke er muligt at beregne flere af de anvendte indices/metrics (se nedenfor). Forudsætningen er opfyldt for det anvendte datasæt.

ICMi er et såkaldt multimetrisk indeks, dvs. sammensat af flere indices og/eller såkaldte "metrics" (parametre). Det består således af 6 indices eller parametre, som indgår i ICMi med varierende vægt på en skala fra 0 til 1 (se tabel 2). Tilsammen summer vægtene op til 1,0.

De 6 indices/parametre blev for hver af de 327 prøver beregnet ved hjælp af programmet Asterics version 3.3.1 (AQEM-STAR Ecological River Classification System, Wageningen Software Labs, Netherlands). Ideelt set er det nødvendigt at kende, dvs. kunne beregne, værdierne for vandløb i referencetilstand. Dette er ikke muligt for danske vandløb, som kun tilnærmelsesvis kan siges at være i en referencetilstand (se Kristensen et al. 2008). Alternativt er for hvert indeks/parameter beregnet medianværdien for vandløb i datasættet med faunaklasse 7 (N = 44), idet disse vandløb vurderes at være nærmest på vandløb i referencetilstand. Disse værdier er herefter brugt til at normalisere (dividere) de beregnede værdier i hele datasættet på en skala fra 0 til 1. Resultatet er såkaldte EQR-værdier (Ecological Quality Ratio). Eftersom me-

dianværdierne anvendt i normaliseringen er mindre end maksimumværdierne, fås enkelte værdier over 1,0. De beregnede EQR-værdier er herefter for hver prøve multipliceret med vægtene i tabel 2 og summeret til en samlet ICMi. De resulterende ICMi værdier er endelig re-normaliseret – igen ud fra de 44 prøver med faunaklasse 7 – efter beregning af medianværdien for disse. Herved er de først beregnede ICMi værdier multipliceret med medianværdien. Dette gøres for at minimere antallet af værdier større end 1,0.

Faunaklasserne i DVFI, som omfatter kategoriske værdier fra 1 til 7, er ligeledes normaliseret til EQR-værdier, simpelthen ved at dividere samtlige værdier med 7, svarende til høj tilstand (for delmængden af prøver med faunaklasse 7 vil medianværdien naturligvis også være 7).

De normaliserede ICMi værdier er slutteligt korreleret med EQR-værdierne for DVFI ved hjælp af simpel lineær regression.

Samtlige beregninger er udført i EXCEL eller SigmaPlot.

**Tabel 2.** S sammensætningen af ICMi, der er anvendt til verifikation af tilstandsgrænserne for DVFI.

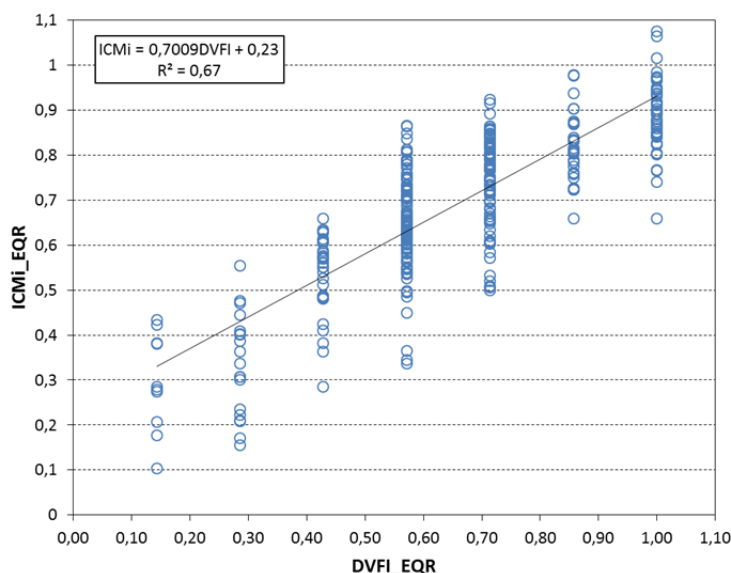
Indices/metrics	Taksonomiske grupper	Vægt i ICMi
ASPT <sup>1</sup>	Hele makroinvertebratsamfundet (familie niveau)	0,333
Log <sub>10</sub> (sel_EPTD+1) <sup>2</sup>	Log <sub>10</sub> (sum af Nemouridae, Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empedidae, Athericidae)	0,266
1-GOLD <sup>3</sup>	1 – (relativ abundans af Gastropoda, Oligochaeta & Diptera)	0,067
Antal familier <sup>4</sup>	Sum af alle familier	0,167
Antal EPT familier <sup>5</sup>	Sum af familier af Ephemeroptera, Plecoptera & Trichoptera	0,083
Shannon-Wiener diversitets indeks <sup>6</sup>	$D_{SW} = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{A}\right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A}\right)$	0,083

<sup>1</sup> Armitage et al. (1983) – Average Score Per Taxon; <sup>2</sup> Buffagni et al. (2004); <sup>3</sup> Pinto et al. (2004); <sup>4</sup> Ofenböck et al. (2004); <sup>5</sup> Ofenböck et al. (2004); <sup>6</sup> Hering et al. (2004).

### 3 Resultater

De beregnede ICMi-værdier varierede mellem 0,10 og 1,07, mens EQR for DVFI varierede mellem 0,14 og 1,00. Regressionskoefficienten ( $R^2$ ) for den lineære regression var 0,67, hvilket betyder at korrelationen mellem de to variable var tilfredsstillende stor og stærkt signifikant ( $P < 0,001$ ) - se figur 2.

**Figur 2.** Lineær korrelation mellem DVFI\_EQR og ICMi (normaliseret) for 327 prøver fra ligeså mange stationer i små danske vandløb (type 1).



Ifølge proceduren beskrevet i van de Bund (2009) beregnes grænserne mellem høj-god og god-moderat økologisk tilstand i forhold til ICMi ud fra de nationalt fastlagte tilsvarende grænser for det pågældende medlemslands indeks. Ved beregningen anvendes regressionsligningen for sammenhængen mellem EQR-værdierne for det nationale indeks og ICMi-EQR, for de danske type 1 vandløb konkret ligningen:  $ICMi = 0,701 DVFI + 0,230$  (jf. figur 2).

For DVFI er de nationale grænser mellem tilstandsgrænserne defineret som vist i tabel 3 (Anonym 2009). Herudfra kan de tilsvarende ICMi værdier via oven nævnte ligning beregnes som vist i tabel 3.

**Tabel 3.** Grænser mellem økologiske tilstandsklasser (i EQR-værdier) for hhv. DVFI og ICMi. For DVFI også angivet nationale grænser i reelle indeksværdier, faunaklasser (i parentes).

	DVFI	ICMi
Høj – god tilstand (H/G)	1,00 (FK = 7)	0,93
God – moderat tilstand (G/M)	0,71 (FK = 5)	0,73

I følge van de Bund (2009) blev der på baggrund af interkalibreringen i CB-GIG - af i alt 17 landes nationale indices - fastlagt såkaldte ICMi harmoniseringsbånd for grænserne mellem høj-god og god-moderat tilstand. Faldt de nationale værdier inden for disse bånd, var der ikke behov for en efterfølgende harmonisering af landenes metoder. Harmoniseringsbåndene fremgår af tabel 4. Interkalibreringen fokuserede alene på oven nævnte grænser og

der foreligger derfor ingen lignende harmoniseringsbånd for grænserne moderat-ringe og ringe-dårligt tilstand.

**Tabel 4.** Officielle grænser mellem økologiske tilstandsklasser (i EQR-værdier) for ICMi, baseret på interkalibrering på datasæt fra 17 EU-lande (van de Bund 2009). H – høj tilstand; G – god tilstand; M – moderat tilstand.

	<b>H/G</b>	<b>G/M</b>
Middelværdi	0,94	0,76
Øvre grænse	0,99	0,81
Nedre grænse	0,89	0,71

Det fremgår klart, at de beregnede ICMi-værdier for nærværende datasæt for type 1 vandløb falder inden for grænserne i tabel 4.

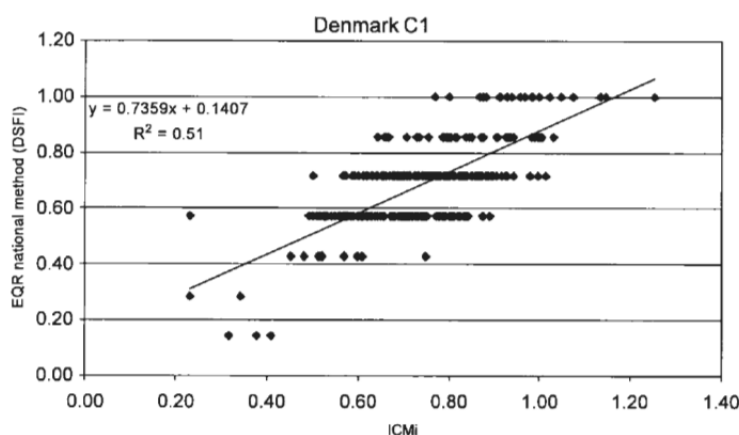


## 4 Diskussion & konklusion

Den gennemførte verifikation for danske type 1 vandløb ligner meget resultatet af den tidligere gennemførte interkalibrering, hvor der kun indgik type 2 og 3 vandløb. Således blev ICMi-værdien for grænsen mellem god-moderat tilstand ved interkalibreringen beregnet til 0,76 mod 0,73 ved nærværende verifikation for type 1 vandløb, i begge tilfælde beliggende inden for harmoniseringsbåndet. For grænsen mellem høj-god tilstand blev der ved interkalibreringen fundet en ICMi-værdi på 1,00 mod 0,93 for type 1 vandløbene, hvoraf kun sidst nævnte falder inden for harmoniseringsbåndet.

Der er desuden fundet god overensstemmelse mellem den lineære regression udført på det større datasæt for danske type 2 og 3 vandløb (N=346) (Buffagni et al. 2005) og nærværende verifikation. Således var koefficienterne for det stor datasæt meget lig de, som er fundet ved verifikationen for type 1 vandløbene (Figur 3).

**Figur 3.** Resultatet af lineær regression mellem ICMi og DVFI for 346 faunaprøver fra danske vandløb med opland større end 15 km<sup>2</sup>. Den lineære regression kan udtrykkes som:  $ICMi = 0,6984 DVFI + 0,2642$  (fra Buffagni et al. 2005). Bemærk at der er en tegnfejl i regressionen i Buffagni et al (2005): - i stedet for +.



Verifikationen for type 1 vandløbene er desuden godt funderet, fordi datamaterialet er større end ved den tidligere interkalibrering, "forankringen" i både den lave og høje ende bedre (pga. flere prøver), og regressionskoefficienten større. Desuden er hver station kun repræsenteret ved én prøve, hvor der ved interkalibreringen blev anvendt flere prøver fra samme station for at opnå et tilstrækkeligt stort antal data.

Såvel interkalibreringen som nærværende verifikation er afhængig af en tilfredsstillende "forankring" af yderpunkterne i skalaerne for anvendte indices. Ved interkalibreringen blev der foretaget en vurdering af, hvilke prøver som kunne betragtes som repræsenterende vandløb i referencetilstand. Dette har af tidsmæssige årsager ikke været muligt ved nærværende verifikation for type 1 vandløb. Imidlertid vurderes denne "mangel" ikke som væsentlig, dels på grund af datamaterialets større omfang, dels en faglig vurdering af, at små vandløb med faunaklasse 7 biodiversitetsmæssigt vil nærme sig referencetilstand mere end tilfældet vil være for større vandløb.

## **Konklusion**

I forhold til ICMi er de gældende nationale grænser mellem høj-god og god-moderat økologisk tilstand for DVFI verificeret for danske type 1 vandløb.

Det skal dog pointeres, at der ikke hermed er foretaget en egentlig interkalibrering af DVFI for type 1 vandløbene, hvilket imidlertid heller ikke er muligt.

## 5 Referencer

Anonym (2009) Bekendtgørelse om fastsættelse af miljømål for vandløb, søer, kystvande, overgangsvande og grundvand1). BEK nr 1433 af 06/12/2009 (<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=127762>)

Buffagni, A., Erba, S., Birk, S., Cazzola, M., Feld, C., Ofenböck, T., Murray-Bligh, J., Furse, M.T., Clarke, R., Hering, D., Soszka, H. & van de Bund, W. (2005) Towards European Inter-calibration for the Water Framework Directive: Procedures and examples for different river types from the E.C. project STAR. 11<sup>th</sup> STAR deliverable. STAR Contact No: EVK1-CT 2001-00089, Rome (Italy), Quad. Ist. Ric. Acque 123, IRSA, 460 s.

Kristensen, E.A., Baattrup-Pedersen, A., Skriver, J., Jørgensen, J., Kronvang, B., Andersen, H.E., Hoffman, C.C. & Wiberg-Larsen, P. (2008) Identifikation af reference-vandløb til implementering af vandrammedirektivet i Danmark. Faglig rapport fra DMU nr. 669, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 56 s.

Miljøstyrelsen (1998) Biologisk bedømmelse af vandløbskvalitet. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1998, 39 s.

Pedersen, M.L. & Baattrup-Pedersen, A. (2003) Økologisk overvågning I vandløb og på vandløbsnære arealer under NOVANA 2004-2009. Teknisk Anvisning fra DMU nr. 21, Danmarks Miljøundersøgelser, 128 s.

Van de Bund, W. (2009) Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. Part 1: RiverEUR – Scientific and Technical Research series. EUR 23838 EN/1 – Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, 136 s.

Wiberg-Larsen, P. (2010) Kvalitetsløft for biologiske vandløbsundersøgelser? Vand & Jord 17: 95-98.

Wiberg-Larsen, P., Windolf, J., Baattrup-Pedersen, A., Bøgestrand, J., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Thodsen, H., Sode, A., Kristensen, E. & Kjeldgaard, A. (2010) Vandløb 2009, NOVANA. Faglig rapport fra DMU nr. 804, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 98 s.

Wiberg-Larsen, P. (2013) Makroinvertebrater (smådyr) i vandløb. Teknisk Anvisning V07 (version 2.2), Aarhus Universitet, Nationalt Center for Miljø og Energi – DCE, 28 s.