

Redegørelse for konsekvenser af implementeringen af yderligere kvalitetselementer for målopfyldelsen i vandløb, årsager til manglende opfyldelse og forslag til hvilke virkemidler der kan forbedre tilstanden

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 30. maj 2013

Esben Astrup Kristensen, Annette Baattrup-Pedersen, Peter Wiberg-Larsen & Søren Erik Larsen

Institut for Bioscience

Rekvirent:
Naturstyrelsen
Antal sider: 17

Kvalitetssikring, centret:
Poul Nordemann Jensen



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk>

Indhold

Formål	3
Baggrund	3
Metoder	3
Resultater	4
Referencer	16

Formål

At redegøre for konsekvenserne af implementering af yderligere kvalitets-elementer (planter og fisk) på målopfyldelsen i vandløb, analysere og beskrive årsager til manglende målopfyldelse for de enkelte kvalitetselementer samt på baggrund af oplysninger om tilstand og virkning at give en vurdering af hvilke virkemidler der kan anvendes til at forbedre tilstanden.

Baggrund

Vandrammedirektivets kvalitetskrav

Vandrammedirektivet sætter nye standarder for forbedringer af vandmiljøet og sigter mod mindst god økologisk tilstand, der i vandløb skal måles vha. 4 forskellige biologiske kvalitetselementer: fisk, planter, smådyr og bentiske alger. I Danmark er der under planlægningen i den 1. vandplansperiode udelukkende anvendt et kvalitetselement (smådyr – Dansk Vandløbsfauna Indeks - DVFI) til vurdering af vandløbets tilstand, men i de kommende planlægningsperioder forventes det at flere kommer i spil og at alle 4 på sigt vil blive anvendt. Der er således for nyligt udviklet et dansk indeks til vurdering af den økologiske kvalitet vha. vandløbets planter (Dansk Vandløbsplante Indeks - DVPI) og foretaget en afprøvning og vurdering af anvendelsen af et litauisk fiskeindeks (LZI) under danske forhold (Søndergaard et al., under udgivelse). Der foreligger ikke et brugbart indeks til de bentiske alger men for planterne og fiskene kan der på det nuværende grundlag foretages en vurdering af konsekvenserne af implementering for målopfyldelse i vandløb.

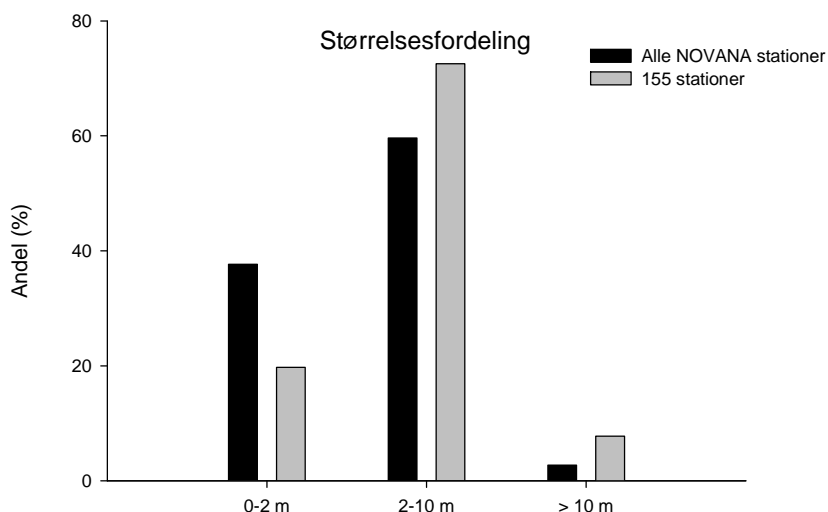
Metoder

Datagrundlag

NOVANA stationer med oplysninger om smådyr, planter og fisk, og dermed mulighed for at udregne en indekssværdi for alle 3 elementer, blev anvendt i vurderingen. Som udgangspunkt var der 850 stationer til rådighed men forskellige begrænsninger i data og manglende indsamlinger og/eller indberetninger af data betød at det reelle antal stationer der var til rådighed var noget lavere. Der var således kun 155 stationer hvor det var muligt at udregne en indekssværdi for både smådyr, planter og fisk. Det var særligt inddragelsen af fiskeindekset der begrænsede antallet af stationer der kunne anvendes da fiskeindekset (LZI) ikke kan udregnes hvis der kun forekommer 1 eller 2 fiskearter på stationen – en situation der er meget hyppig. Derudover blev stationer også sorteret fra hvis der var for lang tid mellem indsamling af data til de enkelte indeks (max 3 år mellem indsamlinger blev sat som kriterium).

For at vurdere om de 155 stationer var en repræsentativ delmængde af NOVANA stationer blev der indledningsvis foretaget analyser af om de 155 stationer afviger fysisk/kemisk og størrelsesmæssigt i forhold til samtlige NOVANA stationer. Denne vurdering viste, at de 155 stationer ikke afviger signifikant fra resten af NOVANA stationerne ud fra en række fysiske og kemiske variabler (ANOSIM, $P = 0,807$) men at fordelingen mellem de enkelte størrelsesklasser var signifikant forskellig ($P < 0,001$, Figur 1). Der var således en lavere andel af de små vandløb og en højere andel af de store i delmængden bestående af de 155 stationer end i alle NOVANA stationerne.

Figur 1. Størrelsesfordeling af vandløb indehold i alle NOVANA stationer og de 155 stationer anvendt i dette notat. Fordelingerne i størrelser er signifikant forskellig mellem de 2 grupper (Chi Square, $P < 0,001$).



Dette skyldes højst sandsynligt at mange af de små stationer er sorteret fra da det ikke er muligt at udregne en værdi for fiskeindekset i disse.

Analyselgang

Vha. de tilgængelige data blev der foretaget en række analyser og vurderinger:

1. Andel af stationer med målopfyldelse og med ikke-målopfyldelse efter anvendelse af DVFI, DVPI og LZI blev opgjort. Der blev foretaget en opgørelse af alle mulige kombinationer af de 3 indeks.
2. For hvert af de 3 indeks blev der for en række fysiske og kemiske variable foretaget en sammenligning mellem stationer med og stationer uden målopfyldelse. Dette blev gjort for at undersøge om målopfyldelse eller ej afspejles i generelle forskelle i de udvalgte variable.
3. Vandløbene blev grupperet efter deres målopfyldelse i forhold de 3 indeks og de forskellige grupper blev karakteriseret ud fra en række udvalgte fysiske og kemiske variable. Dette blev gjort for at undersøge årsagerne til evt. manglende målopfyldelse.
4. For samtlige de 155 stationer blev der udregnet en EQR-værdi for hvert af de 3 indeks. Denne værdi blev anvendt til at undersøge hvor langt væk fra målopfyldelse de enkelte stationer var og om der var forskel på påvirkningsgraden mellem de 3 indeks.
5. På baggrund af analyserne og vurderingerne af tilstand og påvirkning blev der udarbejdet en vurdering af hvilke virkemidler der kan anvendes for at forbedre tilstanden.

Resultater

1. Andel stationer med målopfyldelse

Tabel 1 viser antallet og andel af stationer med målopfyldelse efter anvendelse af først DVFI, derefter DVFI + DVPI og endelig efter anvendelse af alle 3 indeks. Denne rækkefølge er anvendt da den modsvarer den mest sandsynlige rækkefølge for implementeringen af de 3 indeks. Når kun DVFI anvendes på de 155 stationer er der opfyldelse af mindst god økologisk kvalitet på 60 % af stationerne (Tabel 1a). Laves en tilsvarende øvelse for samtlige

NOVANA stationer fås at 62,7 % har målopfyldelse. Andelen der fås ud fra de 155 stationer er derfor meget lig denne værdi. Anvendes DVFI og DVPI falder målopfyldelsen til 32,9 % og det ses samtidig at der er flest stationer der har manglende målopfyldelse i forhold til DVPI (27,1 %; tabel 1b). Anvendes DVFI, DVPI og LZI falder målopfyldelse til 23,9 % (tabel 1c).

Tabel 1. Antal og andel af stationer med og uden målopfyldelse lavet ud fra et datasæt hvor der for hver station findes oplysninger om DVFI, DVPI og LZI (155 stationer).

a) DVFI

	Antal stationer	Andel (%)
Ikke målopfyldelse	62	40,0
Målopfyldelse	93	60,0
I alt	155	100

b) DVFI og DVPI

	Antal stationer	Andel (%)
Ikke målopfyldelse (one out all out)	104	67,1
Målopfyldelse både DVFI og DVPI	51	32,9
I alt	155	100
Ikke målopfyldelse hverken DVFI eller DVPI	41	26,5
Målopfyldelse både DVFI og DVPI	51	32,9
Målopfyldelse kun DVFI men ikke DVPI	42	27,1
Målopfyldelse kun DVPI men ikke DVFI	21	13,5
I alt	155	100,0

c) DVFI, DVPI og LZI

	Antal stationer	Andel (%)
Ikke målopfyldelse (one out all out)	118	76,1
Målopfyldelse både DVFI, DVPI og LZI	37	23,9
I alt	155	100
Ikke målopfyldelse hverken DVFI, DVPI eller LZI	37	23,9
Målopfyldelse både DVFI, DVPI og LZI	37	23,9
Målopfyldelse kun DVFI men ikke DVPI og LZI	27	17,4
Målopfyldelse kun DVFI og DVPI men ikke LZI	14	9,0
Målopfyldelse kun DVFI og LZI men ikke DVPI	15	9,7
Målopfyldelse kun DVPI men ikke LZI og DVFI	18	11,6
Målopfyldelse kun DVPI og LZI men ikke DVFI	3	1,9
Målopfyldelse kun LZI men ikke DVFI og DVPI	4	2,6
I alt	155	100

For at validere procentsatserne i tabel 1 blev der også foretaget en opgørelse af målopfyldelsen i forhold til kun DVFI og DVPI. Ved kun at inkludere disse 2 indeks var det muligt at anvende et større datasæt og derved belyse om procentsatserne fundet vha. de 155 stationer modsvarer det generelle billede fra NOVANA undersøgelserne. Der var 560 stationer hvor DVFI og DVPI kunne udregnes for det samme år og der var ikke stor forskel på andel af stationer med målopfyldelse i dette datasæt og datasættet med alle 3 kvalitetselementer. Når DVFI kun anvendes på de 560 stationer fås en målopfyldelse på 56,6 % (tabel 2a), altså meget tæt på de 60 % der ses i tabel 1a. Anvendes både DVFI og DVPI på de 560 stationer falder målopfyldelsen til 29,8 % (tabel 2b) – en værdi der igen er meget lig værdien fra datasættet med de 155 stationer (tabel 1b). I forhold til DVFI og DVPI er procentstaserne opnået

ved anvendelse af de 155 stationer altså sammenlignelige med det generelle billede fra NOVANA undersøgelserne.

Tabel 2. Antal og andel af stationer med og uden målopfyldelse lavet ud fra et datasæt hvor der for hver station findes oplysninger om DVFI og DVPI (560 stationer).

d) DVFI		
	Antal stationer	Andel (%)
Ikke målopfyldelse	243	43,4
Målopfyldelse	317	56,6
I alt	560	100

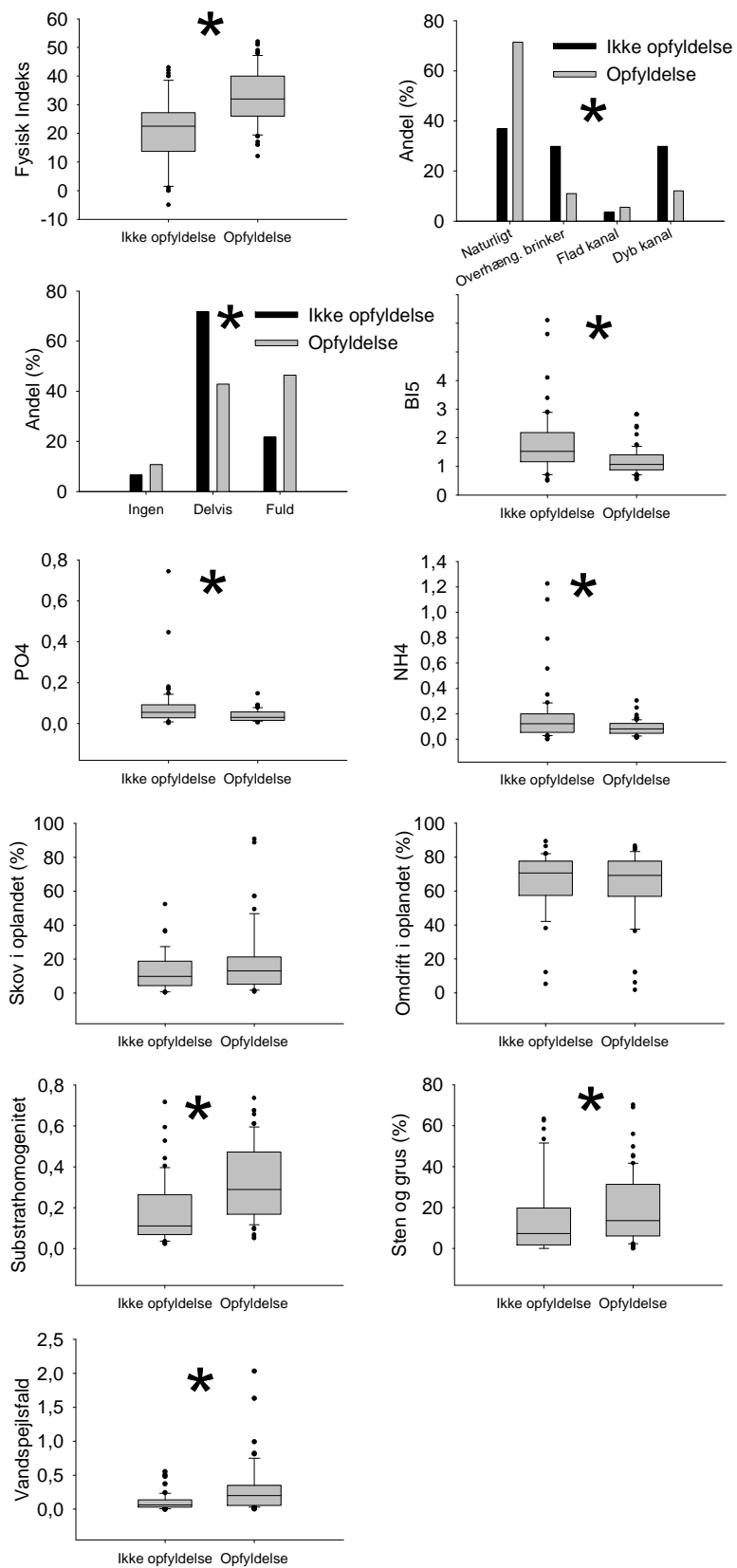
e) DVFI og DVPI		
	Antal stationer	Andel (%)
Ikke målopfyldelse (one out all out)	393	70,2
Målopfyldelse både DVFI og DVPI	167	29,8
I alt	560	100
Ikke målopfyldelse hverken DVFI eller DVPI	168	30,0
Målopfyldelse både DVFI og DVPI	167	29,8
Målopfyldelse kun DVFI men ikke DVPI	150	26,8
Målopfyldelse kun DVPI men ikke DVFI	75	13,4
I alt	560	100,0

2. Sammenligning af stationer med og uden målopfyldelse

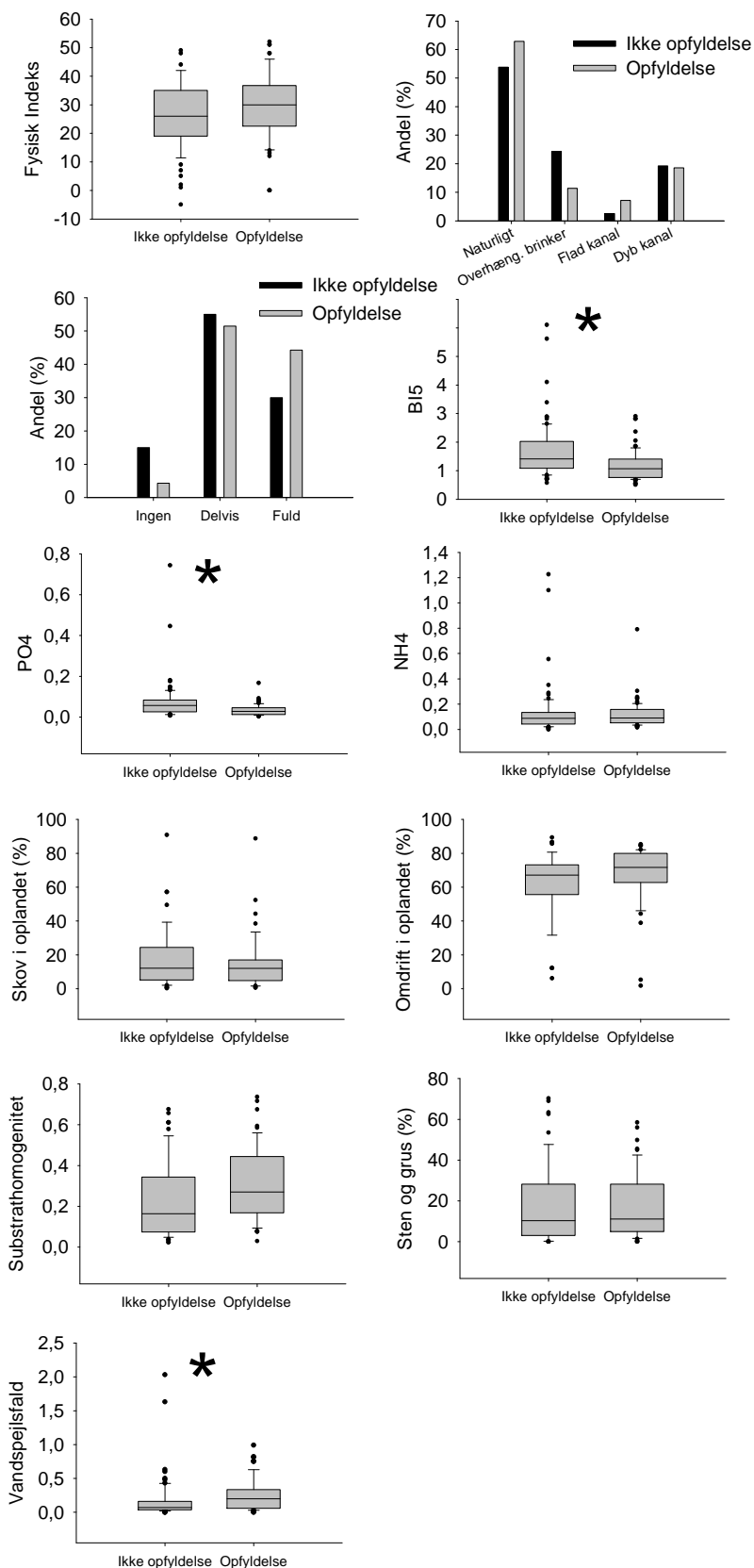
Vandløb der havde målopfyldelse i forhold til DVFI havde et signifikant højere fysisk indeks ($P < 0,001$), et mere naturligt tværsnitsprofil ($P < 0,001$), bedre passageforhold ($P = 0,018$), et lavere indhold af organisk stof (BI5, $P < 0,001$), et lavere indhold af PO4 (fosfat) ($P < 0,001$), et lavere indhold af NH4 (ammonium) ($P = 0,005$), en højere substrathomogenitet ($P < 0,001$), en højere andel af sten og grus på bunden ($P = 0,05$) samt en større vandspejlsfald ($P < 0,001$) end vandløb der ikke havde målopfyldelse i forhold til DVFI (Figur 2). Disse resultater er i overensstemmelse med forventningerne da vandløbssmådyrene generelt er følsom over for vandets indhold af organisk stof (Friberg m.fl., 2010) samt de fysiske forhold - særligt respondere de positivt i forhold til andel af groft materiale på vandløbsbunden (sten, grus, eller træ; Miller m.fl., 2010).

Vandløb der havde målopfyldelse i forhold til DVPI havde et signifikant lavere indhold af organisk stof i vandet ($P < 0,001$), et lavere indhold af PO4 ($P < 0,001$) og et større vandspejlsfald ($P = 0,003$) end vandløb der ikke havde målopfyldelse i forhold til DVPI (Figur 3). Disse resultater er ligeledes i overensstemmelse med forventningerne da planter i vandløb kan påvirkes af et forøget næringsstofniveau (Birk & Willby, 2011) men ikke er ligeså direkte påvirket af forekomsten af groft substrat som smådyrene. Det er dog en smule overraskende at DVPI værdien ikke er afhængig af tværsnitsprofilen da et naturligt vandløbsprofil ofte er ensbetydende med en intakt overgangszon mellem land og vand - en zone som er et vigtigt habitat for mange plantearter (Pedersen et al., 2006).

Figur 2. Sammenligning af fysiske og kemiske variable for stationer med henholdsvis målopfyldelse og ikke-målopfyldelse i forhold til DVFI. * viser signifikante forskelle mellem de 2 grupper af vandløb.



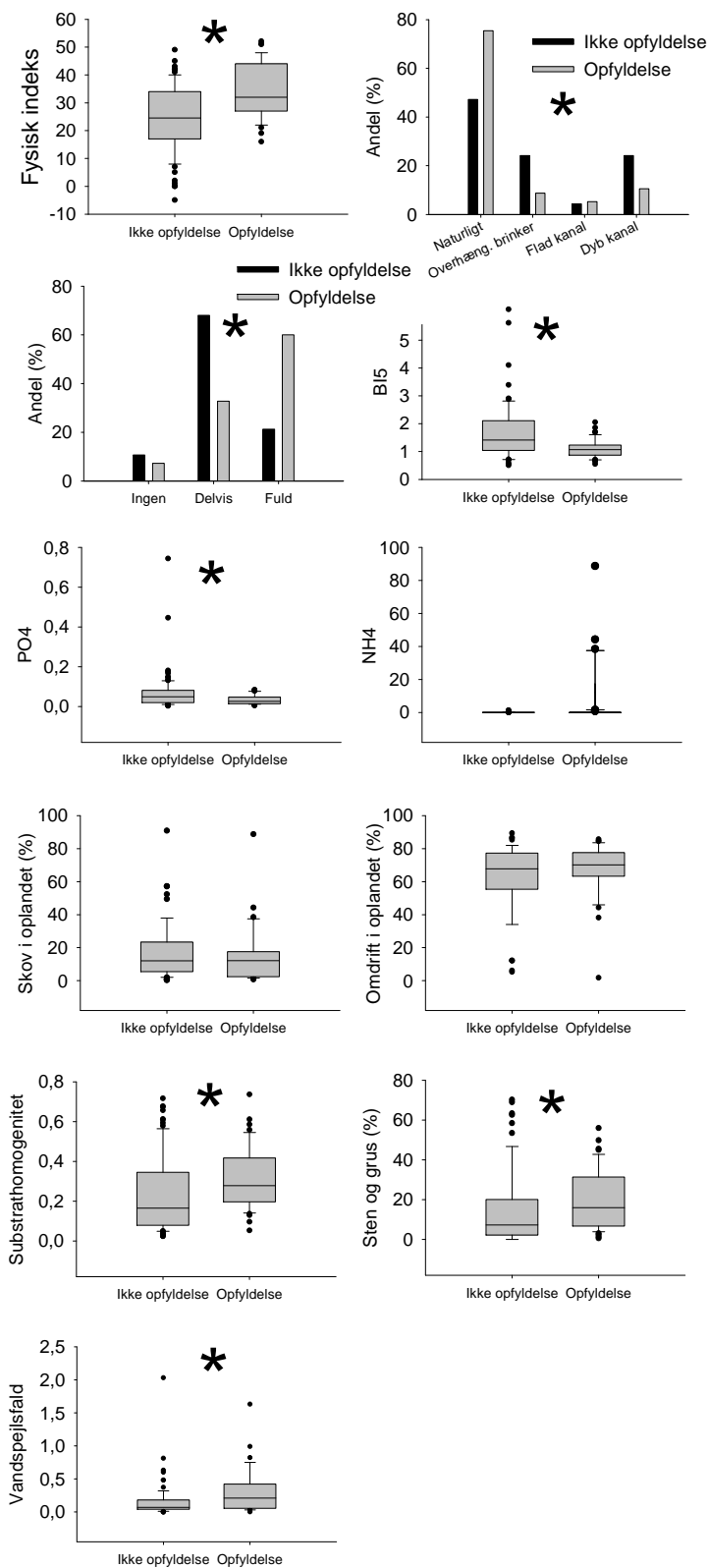
Figur 3. Sammenligning af fysiske og kemiske variabler for stationer med henholdsvis målopfyldelse og ikke-målopfyldelse i forhold til DVPI. * viser signifikante forskelle mellem de 2 grupper af vandløb.



Vandløb der havde målopfyldelse i forhold til LZI havde et signifikant højere fysisk indeks ($P < 0,001$), et mere naturligt tværsnitsprofil ($P = 0,004$), bedre passageforhold ($P < 0,001$), et lavere indhold af organisk stof (BI5, $P < 0,001$), et lavere indhold af PO_4 ($P < 0,001$), en højere substrathomogenitet (P

= 0,002), en højere andel af sten og grus på bunden ($P = 0,02$) samt en større vandspejlsfald ($P = 0,002$) end vandløb der ikke havde mål opfyldelse i forhold til LZI (Figur 4). Disse resultater er i overensstemmelse med forventningerne da fisk i vandløb generelt er følsom over for de fysiske forhold og passageforhold (Søndergaard m.fl., 2012).

Figur 4. Sammenligning af fysiske og kemiske variable for stationer med henholdsvis mål opfyldelse og ikke-mål opfyldelse i forhold til LZI. * viser signifikante forskelle mellem de 2 grupper af vandløb.

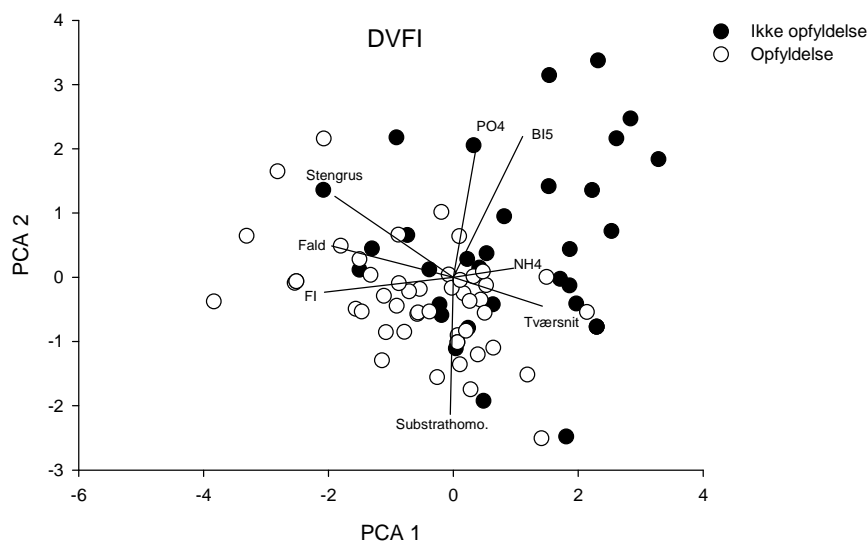


3. Årsager til manglende målopfyldelse

Årsager til manglende målopfyldelse blev først analyseret enkeltvis for hvert af de 3 indeks, derefter i en analyse hvor grupper bestående af de forskellige kombinationer af målopfyldelse og ikke-målopfyldelse blev anvendt. I begge tilfælde blev årsagerne analyseret vha. Principal Component Analysis (PCA) hvorved der opnås en multivariat fysisk/kemisk karakteristik af stationer med henholdsvis målopfyldelse og ikke-målopfyldelse og de mest sandsynlige årsager til manglende opfyldelse kan derved udpeges. Til brug i analyserne blev der udvalgt 8 fysiske og kemiske variabler: Fysisk indeks, vandspejlsfaldet, % dækning af sten og grus, tværnsnitsprofil (karakteriseret på en skala fra naturligt til dybt kanaliseret), substrathomogeniteten, BI5, NH4, og PO4. Disse 8 blev valgt da de repræsenterer faktorer der generelt beskriver i hvor stor grad et vandløb er både fysisk og kemisk påvirket.

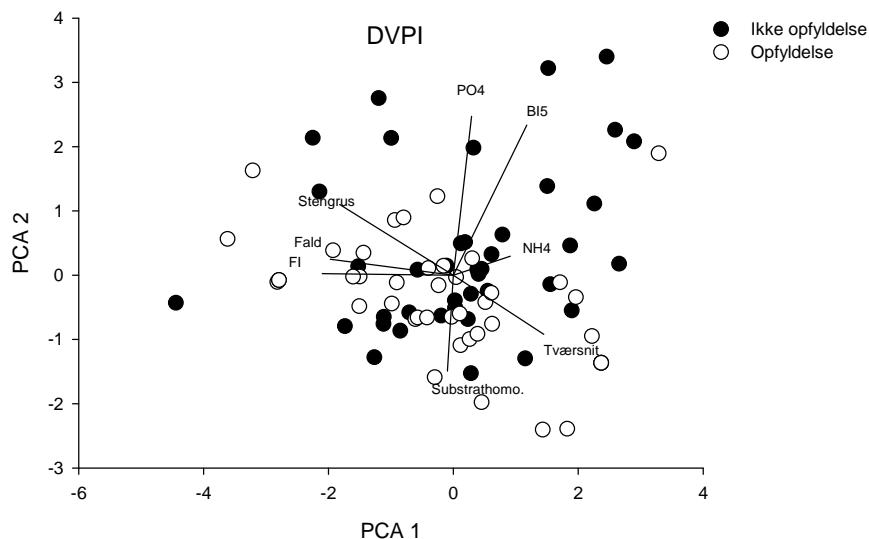
For stationer med enten målopfyldelse eller ikke-målopfyldelse i forhold til DVFI viste analysen at der var en signifikant multivariat forskel mellem de 2 grupper af stationer (ANOSIM, $P = 0,001$). PCA viste at de stationer der havde opfyldelse var karakteriserede ved at have et højere vandspejlsfald, en højere fysisk indeks værdi, en højere dækning af sten og grus på bunden og en højere substrathomogenitet end de stationer der ikke havde opfyldelse (Figur 5). Modsat havde de stationer der ikke havde opfyldelse et mere kanaliseret tværnsnitsprofil og højere indhold af organisk stof og næringsstoffer end de stationer der havde målopfyldelse (Figur 5).

Figur 5. PCA bi plot med den multivariate fordeling af vandløb i forhold til målopfyldelse af DVFI.

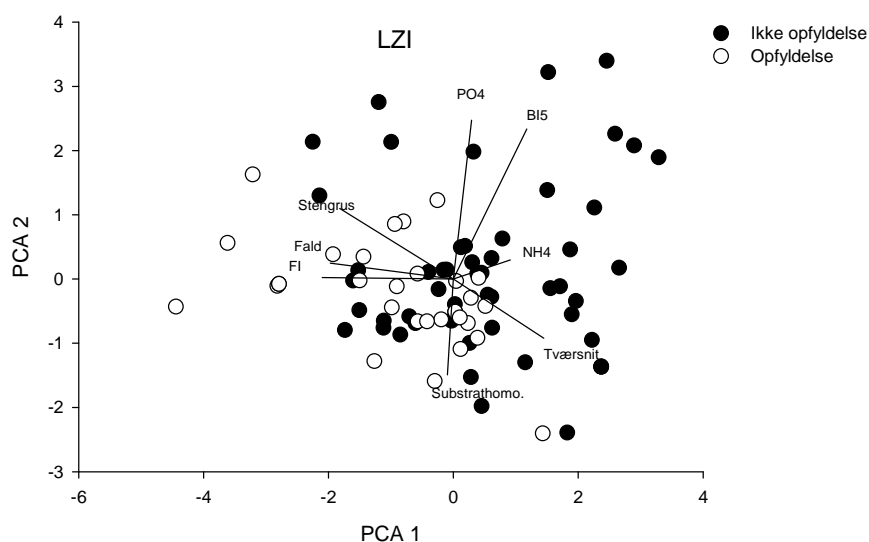


For stationer med enten målopfyldelse eller ikke-målopfyldelse i forhold til DVPI viste analysen at der ikke var en signifikant multivariat forskel mellem de 2 grupper af stationer (ANOSIM, $P = 0,675$; Figur 6). Ud fra de 8 udvalgte fysiske og kemiske variabler var der således ikke forskel på stationer med og uden målopfyldelse i forhold til DVPI. Det samme gjorde sig gældende for stationer med enten målopfyldelse eller ikke-målopfyldelse i forhold til LZI. Her viste analysen også at der ikke var en signifikant multivariat forskel mellem de 2 grupper af stationer (ANOSIM, $P = 0,794$; Figur 7). Ud fra de 8 udvalgte fysiske og kemiske variabler var der således ikke forskel på stationer med og uden målopfyldelse i forhold til LZI.

Figur 6. PCA bi plot med den multivariate fordeling af vandløb i forhold til målopfyldelse af DVPI.



Figur 7. PCA bi plot med den multivariate fordeling af vandløb i forhold til målopfyldelse af LZI.

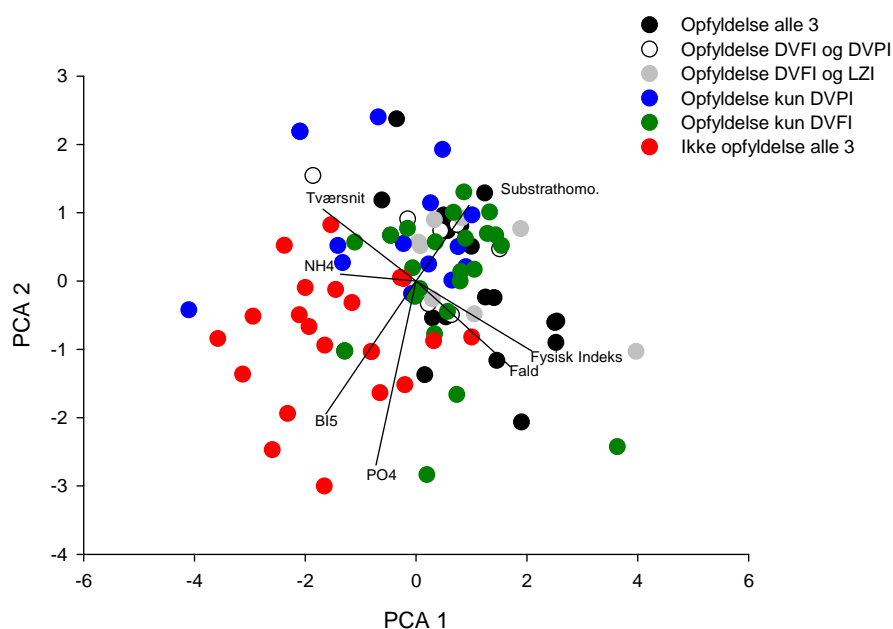


Årsagerne til manglende målopfyldelse blev derefter analyseret samlet for de 3 indeks. Denne analyse inkluderede kun en delmængde af de 155 sites (99) da der ikke fandtes værdier for alle de fysiske og kemiske variabler på alle stationerne. Baseret på målopfyldelse og ikke-målopfyldelse med de 3 indeks blev de 155 stationer inddelt i 8 grupper (se tabel 1). 2 af grupperne blev ikke medtaget i analysen da de kun indeholdt 3 og 4 stationer (grupperne "Målopfyldelse kun DVPI og LZI men ikke DVFI" og "Målopfyldelse kun LZI men ikke DVFI og DVPI"). Fordelingen af de resterende 6 grupper i forhold til udvalgte fysiske og kemiske variabler blev derefter analyseret vha. PCA. Analysen viste at gruppen der indeholder stationer hvor der ikke var målopfyldelse med nogle af de 3 indeks var signifikant forskellig fra de andre 5 grupper (ANOSIM, $P < 0,05$). Disse stationer var særligt karakteriserede ved at have relativt høje næringsstofkoncentrationer og et relativt højt indhold af organisk stof samt have et relativt lavt fysisk indeks og lavt vandspejlsfald (Figur 8). Derudover kan det tilføjes, at den geografiske fordeling af disse stationer var skævt fordelt i landet med flest beliggende på Sjælland samt Lolland-Falster (59 % af stationerne), næst flest i Nordjylland

(31 %) og færrest i Vestjylland, Østjylland og på Bornholm (3 % af stationerne for hver).

De grupper der indeholder forskellige kombinationer af målopfyldelse med de 3 indeks var ikke signifikant forskellige for hinanden og det var således ikke muligt at karakterisere de stationer der havde målopfyldelse med alle 3 indeks i forhold til de andre grupper. Den eneste gruppe der skilte sig ud fra de andre var gruppen med stationer der kun havde opfyldelse i forhold til DVPI (Figur 8). Vandløbene i denne gruppe var signifikant forskellige fra gruppen med opfyldelse af alle 3 indeks og gruppen hvor der kun var opfyldelse med DVFI (Figur 8). Vandløbene i gruppen med kun opfyldelse i forhold til DVPI var karakteriserede ved at have et relativt lavere fysisk indeks og et lavere vandspejlsfald men også lavere næringsstofkoncentrationer end de 2 andre nævnte grupper. Dette peger på at målopfyldelse i forhold til planterne ikke er helt så afhængigt af de fysiske forhold som det er for målopfyldelse i forhold til DVFI og LZI men at næringsstofkoncentrationen betyder mere i forhold til planterne.

Figur 8. PCA bi plot med den multivariate fordeling af vandløb i forhold til målopfyldelse af DVFI, DVPI og LZI.



Det står klart fra ovenstående analyse af årsagerne til manglende målopfyldelse at de vandløb der havde målopfyldelse i forhold til alle 3 indeks ikke kunne adskilles fra de vandløb der havde målopfyldelse i forhold til kun 1 eller 2 indeks. Det var således ikke muligt at give en karakteristik af under hvilke forhold målopfyldelse i forhold til "one out all out" er opfyldt. Der blev derfor vha. eksisterende viden og ekspertvurderinger lavet en liste over de væsentligste påvirkninger af de 3 kvalitetselementer hvorefter udpegningen af virkemidler målrettet de enkelte kvalitetselementer bedre kunne foretages.

Smådyr (DVFI)

Som vist i afsnit 2 i dette notat og i en række tidligere undersøgelser (Wiberg-Larsen, 2010; Friberg m. fl., 2010) skyldes ikke-målopfyldelse i forhold til DVFI primært tilførsel af spildevand (især indholdet af let omsætteligt organisk stof) og dårlige fysiske forhold. Spildevandet stammer primært fra renseanlæg, spredt bebyggelse og regionalt (Jylland) også dambrug (Baatrup-Pedersen m.fl., 2004; Wiberg-Larsen, 2010), mens de dårlige fysiske for-

hold dækker over mangel på essentielle levesteder (kanalisering og/eller fravær af substrater som sten, grus eller træ) for de arter der karakteriserer god-høj økologisk tilstand. Miljøfremmede stoffer i form af insekticider (i områder med lerjord), okker (Vestjylland) eller vandindvinding (Sjælland) kan også lokalt have en negativ effekt, men er i forhold til spildevand og dårlige fysiske forhold af mindre betydning (Baattrup-Pedersen m.fl., 2004).

Planter (DVPI)

Tidligere undersøgelser har vist, at planterne i vandløb påvirkes negativt af vandløbsvedligeholdelse (grødeskæring og opgravning). Frekvensen hvor med planterne skæres har således betydning for artssammensætning og artsdiversitet, hvor bestemte arter hæmmes og andre begunstiges jo hyppigere der skæres (Baattrup-Pedersen m.fl., 2004). Ændring i grønnskæringspraksis i mere selektiv retning (hvor fx kun robuste arter skæres) har i nogle tilfælde medført forbedringer i de fysiske og biologiske forhold (Baattrup-Pedersen m.fl., 2004; Moeslund, 2008). Vandløbsvedligeholdelse er således vurderet som den væsentligste påvirkning af plantesamfundene i danske vandløb, om end der mangler dokumentation af det mere præcise omfang af denne påvirkning i tid og rum (Kristensen m.fl., 2011). Dårlige fysiske forhold og dermed mangel på levesteder er også medvirkende til reduceret plantediversitet (Baattrup-Pedersen & Riis, 1999) om end analyserne i dette notat viste, at de fysiske forhold spiller en mindre rolle end andre påvirkninger for målopfyldelse. Derudover har vandløbets indhold af fosfor betydning for målopfyldelse i forhold til planter, som vist i dette notat og i tidligere undersøgelser (Birk m.fl., 2011). Andre påvirkninger (f.eks. vandindvinding og okker) vurderes kun at have lokal betydning. Påvirkninger fra pesticider kan også have lokal betydning for målopfyldelsen, da planterne i overgangszonen mellem land og vand (primært amfibiske og terrestriske arter) spiller en rolle for hvorvidt et vandløb lever op til god økologisk tilstand.

Fisk (LZI)

I modsætning til smådyr er fiskene i større grad under indflydelse af påvirkninger på en større rumlig skala. Mens en lille vårflue kan "leve på en sten", kræver en ørred alene pga. sin størrelse et større egnet fysisk rum med muligheder for egnede skjul, gyde- og opvækstområder. De enkelte fiskearter stiller således meget specifikke krav til gyde- og levesteder, der skal have en væsentlig udstrækning, og dårlige fysiske forhold begrænser derfor disse arters levemuligheder. Dertil kommer, at adskillige fiskearter er afhængige af fri passage til fx gydepladser inden for et vandløbssystem, ligesom enkelte arter skal kunne vandre mellem ferskvand og saltvand. Spærringer udgør derfor en væsentlig påvirkning af fiskebestandene i danske vandløb (Jensen m.fl., 2004). Endelig kan dårlig vandkvalitet (spildevand eller okker) og vandindvinding (primært på Sjælland) regionalt og lokalt være et problem, mens miljøfremmede stoffer som fx pesticider næppe har større betydning. Samlet set vurderes spærringer og dårlige fysiske forhold således at være de væsentligste påvirkninger af fiskene.

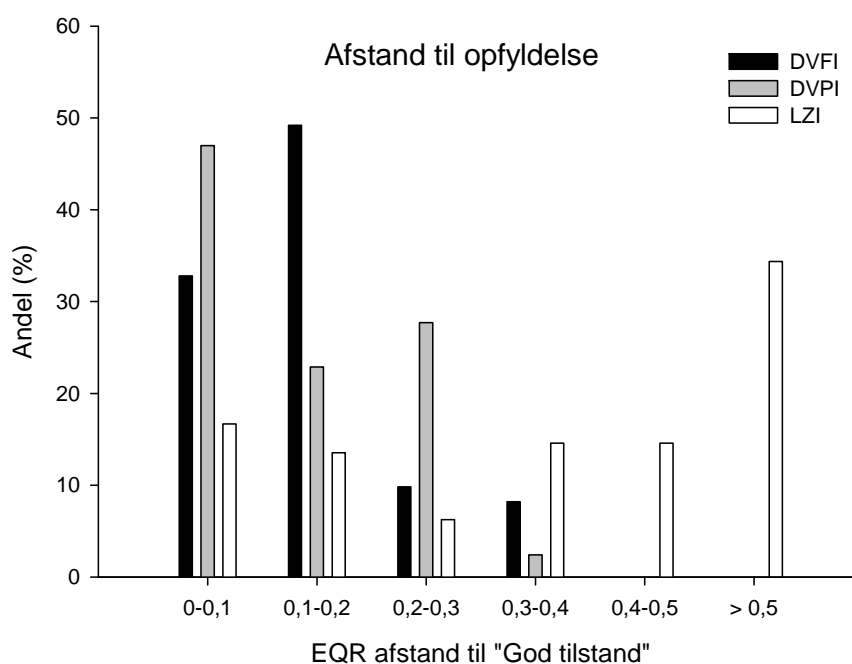
4. Afstand til målopfyldelse

For hver af de stationer der indgik i analyserne blev der udregnet en EQR-værdi for de 3 indeks. For DVPI og LZI sker denne udregning helt automatisk som en del af indeksberegningen men for DVFI er dette ikke tilfældet. EQR-værdierne for DVFI blev derfor udregnet til denne analyse på bag-

grund af artslister fra de anvendte stationer. Beregningerne blev udført på baggrund af projekt udarbejdet af AU Bioscience for Naturstyrelsen.

Efter EQR var beregnet blev afstanden til målopfyldelse for hver station og for hvert indeks udregnet som forskellen mellem den aktuelle EQR og EQR-grænsen til God Tilstand fastsat for de enkelte indeks. Forskellene blev derefter blottet og der var en klar og signifikant forskel i fordelingen i forskellige afstandsklasser mellem de 3 indeks (Chi Square, $P < 0,05$, Figur 9). Relativt mange af stationerne var tæt på målopfyldelse i forhold til DVFI og DVPI mens det modsatte gjorde sig gældende for LZI. I forhold til dette indeks var der mange stationer hvor der fra den aktuelle EQR-værdien var langt op til målopfyldelse.

Figur 9. Afstanden mellem den aktuelle EQR-værdi og EQR-værdien for God Tilstand for DVFI, DVPI og LZI.



5. Konklusion og udpegning af virkemidler

- Analysen har ikke overraskende vist, at implementering af DVPI og LZI og derved bedømmelsen af vandløbenes økologiske tilstand med disse sammen med DVFI resultere i et markant fald i antallet af stationer med målopfyldelse (efter princippet om "one out all out"). På et datasæt bestående af 155 NOVANA stationer var der således 60 % målopfyldelse når kun DVFI blev anvendt, 32,9 % målopfyldelse når DVFI og DVPI blev brugt og 23,9 % med målopfyldelse når DVFI, DVPI og LZI blev anvendt.
- Der var forskel på fysiske og kemiske karakteristika for vandløb med og uden målopfyldelse for alle 3 indeks. Når de fysiske og kemiske variabler blev analyseret enkeltvis viste resultater for DVFI at der var overensstemmelse mellem resultaterne og den generelle viden omkring respons af smådyr overfor påvirkninger. Der var således en respons i forhold til vandets indhold af organisk stof samt de fysiske forhold - særligt responderede DVFI positivt i forhold til andel af groft materiale på vandløbsbunden. Dette resultat blev bekræftet i en multivariat analyse hvor der var signifikant forskel mellem vandløb med og uden målopfyldelse

og denne forskel var primært forårsaget af forskelle i vandets indhold af organisk stof, samt de fysiske forhold.

- Analysen af fysiske og kemiske variabler enkeltvis i forhold til DVPI viste ligeledes resultater der var til en vis grad i overensstemmelse med generel viden omkring respons af planterne overfor påvirkninger. Der var således en respons i forhold til vandets indhold af næringsstoffer (særligt fosfor) men ikke en ligeså stærk respons i forhold til de fysiske forhold som for DVFI. Eksempelvis var der ikke en respons i forhold til hvor naturligt vandløbets profil var, hvilket er overraskende. Dette resultat kunne dog ikke bekræftes i en multivariat analyse hvor der ikke blev fundet signifikante forskelle på vandløb med og uden målopfyldelse i forhold til DVPI. Dette resultat skal dog ses i lyset af at den måske vigtigste påvirkning af planter i vandløb – grødeskæring – ikke var med som en faktor i analysen. Dette var ikke muligt da der mangler gode data på grødeskæringspraksis.
- Analysen af fysiske og kemiske forhold i forhold til LZI viste også at resultaterne var i overensstemmelse med forventningerne. Der var således en respons i forhold til de fysiske forhold og passageforhold i vandløbet. Dette resultat kunne dog ikke bekræftes i en multivariat analyse hvor der ikke blev fundet signifikante forskelle på vandløb med og uden målopfyldelse i forhold til LZI.
- Årsagerne til manglende målopfyldelse blev yderligere analyseret vha. en multivariat analyse udført samlet for alle 3 indeks og med grupper af vandløb bestående af de forskellige kombinationer af målopfyldelse. Denne analyse viste, at de vandløb der *ikke* havde opfyldelse i forhold til nogle af de 3 indeks adskilte sig for resten. Disse vandløb var karakteriserede ved at være både fysisk og kemisk påvirkede.
- De vandløb der havde målopfyldelse i forhold til alle 3 indeks kunne ikke adskilles fra de vandløb der havde målopfyldelse i forhold til kun 1 eller 2 indeks. Det var således ikke muligt at give en karakteristik af under hvilke forhold målopfyldelse i forhold til "one out all out" er opfyldt.
- Analysen pegede på at målopfyldelse i forhold til planterne ikke er helt så afhængigt af de fysiske forhold som det er for målopfyldelse i forhold til DVFI og LZI men at næringsstofkoncentrationen betyder mere i forhold til planterne. Igen er det dog vigtigt at pointere at datasættet med påvirkningsvariabler ikke var komplet og der f.eks. mangler gode oplysninger om grødeskæring i vandløbet.

Udpeging af virkemidler

På baggrund af analyser præsenteret i dette notat og eksisterende viden peges der i det følgende på virkemidler målrettet de enkelte kvalitetselementer.

Smådyr (DVFI)

De væsentligste påvirkninger er vurderet værende dårligt rensede spildevand og dårlige fysiske forhold. Virkemidler til at forbedre tilstanden for smådyr er derfor følgende:

- Bedre rensning eller afskæring af spildevand.

- Forbedring af de fysiske forhold i vandløb er tidligere beskrevet i Kristensen m.fl. (2011). Mulighederne omfatter ændring i vedligehold, genslyngning i kombination med udlæg af materiale, beplantning med træer, udlæg af materiale alene samt hævning af vandløbsbund i kombination med udlæg af materiale. Valg af virkemiddel for de enkelte vandløb afhænger af de lokale forhold.

Planter (DVPI)

De væsentligste påvirkninger er vurderet værende vandløbsvedligeholdelse, forhøjet indhold af fosfor og dårlige fysiske forhold. Virkemidler til at forbedre tilstanden for planter er derfor følgende:

- Ændret vedligehold (beskrevet i Kristensen m.fl., 2011).
- Reduktion af fosfortilførelsen vha. virkemidler beskrevet i Virkemiddelkataloget (2010).
- Forbedring af de fysiske forhold i vandløb er tidligere beskrevet i Kristensen m.fl. (2011). Mulighederne omfatter ændring i vedligehold, genslyngning i kombination med udlæg af materiale, beplantning med træer, udlæg af materiale alene samt hævning af vandløbsbund i kombination med udlæg af materiale. Valg af virkemiddel for de enkelte vandløb afhænger af de lokale forhold.

Fisk (LZI)

De væsentligste påvirkninger er vurderet værende spærringer og dårlige fysiske forhold. Virkemidler til at forbedre tilstanden for fisk er derfor følgende:

- Fjerne spærringer.
- Forbedring af de fysiske forhold i vandløb er tidligere beskrevet i Kristensen m.fl. (2011). Mulighederne omfatter ændring i vedligehold, genslyngning i kombination med udlæg af materiale, beplantning med træer, udlæg af materiale alene samt hævning af vandløbsbund i kombination med udlæg af materiale. Valg af virkemiddel for de enkelte vandløb afhænger af de lokale forhold.

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. 145 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 499. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Baatrup-Pedersen, A. & Riis, T. (1999). Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams. *Freshwater Biology* 42, 375-385.

Birk, S. & Willby, N. (2011): CBriVIG Intercalibration Exercise "Macrophytes" – WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report. Joint Research Institute, Ispra (IT): 41 pp.

Friberg, N., Skriver, J., Larsen, S.E., Pedersen, M.L. & Buffagni, A. (2010): Stream macroinvertebrate occurrence along gradients in organic pollution and eutrophication. *Freshwater Biology* 55, 1405-1419.

Allan R. Jensen, Ove Kann, Jan Nielsen, Peter Kaarup, Thorsten Møller Olsen, Morten Østergaard, Bodil Beck, Lisbeth Jess Petersen, Thorsten Ostensfeld, Poul Landsfeldt og Per Søby Jensen (2004). Faunapassageudvalget - samlerapport.

Kristensen, E.A., Jensen, P.N., Baattrup-Pedersen, A. & Friberg, N. (2011). Vurdering af alternative metoder til ændret vandløbsvedligeholdelse med henblik på forbedring af de fysiske forhold: beskrivelse og prissætning. Notat til Naturstyrelsen.

Miller, S.W., Budy, P. & Schmidt, J.C. (2010). Quantifying macroinvertebrate responses to in-stream habitat restoration: Application of meta-analysis to river restoration. *Restoration Ecology* 18, 8-19.

Moeslund, B. (2008). Vejledning om grødeskæring i vandløb. Rapport til By- og Landskabsstyrelsen.

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.

Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Kristensen, E.A., Baattrup-Pedersen, A., Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R. & Friberg, N. 2013. Biologiske indikatorer til vurdering af økologisk kvalitet i danske søer og vandløb. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 78 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 59
<http://www.dmu.dk/Pub/SR59.pdf>

Wiberg-Larsen, P., Windolf, J., Baattrup-Pedersen, A., Bøgestrand, J., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Thodsen, H., Sode, A., Kristensen, E., Kronvang, B. & Kjeldgaard, A. 2010: Vandløb 2009. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 100 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 804
<http://www.dmu.dk/Pub/FR804.pdf>

Virkemiddelkatalog - By - og Landskabsstyrelsen 2010.