
Økologisk restaurering langs Øle Å med afsæt i forskningsspørgsmål og effektmålinger

Traditionel økologisk restaurering bæres sjældent frem af videnskabelige hypoteser og solide målinger før og efter restaureringen. Derfor mangler solide data og videnskabelig evidens for effekterne ofte. Vi har anvendt en systematisk forskningsstrategi langs Øle Å's øvre løb på Bornholm, hvor den tætte mørke granskov er blevet fældet for at skabe en mere indbydende og rigere natur. Intensive målinger på land og i åen, både før og efter indgrebet, skal dokumentere udviklingen og teste forudsigelser. Her er baggrunden og nogle foreløbige resultater.

LARS BAASTRUP-SPOHR, KAJ SAND-JENSEN, JONAS MORSING, KENNETH MARTINSEN, JØRGEN BO LARSEN & KARSTEN RAULUND-RASMUSSEN

Øle Å lukkes op

Mange restaureringer har uden tvivl beriget landskabet og øget naturkvaliteten og biodiversiteten. Når man øger naturarealet og slipper de frie fysiske og biologiske kræfter løs, kommer naturen sig i nogen grad. Men nogle gange bliver den ydre fremtoning og arterne alligevel mindre interessante, og de restaurerede områder kommer til at ligne hinanden. Fuglene er ofte taknemmelige, for de rykker hurtigt ind fra nær og fjern, og opportunistiske fuglearter er ofte ganske sjældne. Det er helt anderledes for planterne for her dominerer de samme vidt udbredte, næringselskende arter sædvanligvis. De nøjsomhedskrævende arter som i stort tal har forladt Danmarks natur dukker sjældent op i nye eller restaurerede områder. Deres fravær kan skyldes, at de nødvendige næringsfattige forhold ikke opstår, eller der

mangler bestande i nærheden, hvorfra arterne kan rekrutteres. Men sjældent kan vi foretage disse vurderinger, fordi vi ikke kender miljøforholdene og arternes tilstedeværelse og hyppighed før og efter indgrebet. Der udføres altså restaurering uden at opstille forventninger, følge udviklingen og dokumentere effekterne. Eksempelvis har man først for nylig påvist, at den store indsats med udlægning af grydegrus i praksis kan øge ørredbestande /1/. En undtagelse er restaureringen af Skjern Å, hvor man både før og gentagne gange efter projektet har fulgt op på udviklingen i vandløbs fysiske og biologiske forhold /2/.

Det var derfor en kærkommen lejlighed med en bevilling fra VILLUM Fonden at få mulighed for at følge den økologiske og biologiske udvikling tæt før og efter fældning af den mørke, tætte granskov, der står klinet op ad Øle Å på den 3,5 km lange øvre strækning gennem Poulsker Plantage på Bornholm. Øle Å udspringer i naturreservatet Ølene midt på øen mellem to højt prioriterede naturområder Almindingen og Paradisbakkerne. Da Øle Å har et smukt og ureguleret forløb gennem Poulsker Plantage i sprækker i grundfjeldet, ligner den i ydre udformning et bjergvandløb på klippegrund, som i Danmark kun findes på

Bornholm. Åen har en ørredbestand og en rig smådyrsfauna, og både åen og de nære omgivelser har potentiale til at opnå en endnu højere naturkvalitet, når den tætte, monotone granskov fældes. Det kan give et løft for Bornholms natur ved at knytte Almindingen og Paradisbakkerne tættere sammen med eksisterende gang- og cykelstier gennem Poulsker Plantage. Det har været visionen for "Det Grønne Partnerskab", som blev etableret mellem skovejeren, naturforeninger og myndigheder på Bornholm (Boks 1).

Forventninger til udviklingen

Fældningen forventes at ændre de økologiske forhold markant. Granskoven fanger en stor del af nedbøren i sine stedsegrønne nåle, og graner er aktive en større del af året end løvtræer, så der samlet sker en større fordampning (typisk op til 250 mm) fra granskov end en bevoksning af urter eller løvfældende træer /3/. Fældning af granerne bør derfor medføre en større vandtilførsel til åen og mindre risiko for lav vandføring og udtørring. Effekten er selvfølgelig størst, når granskoven forsvinder fra hele oplandet. Dette forhold er helt centralt, da jordlaget mange steder er tyndt over klipperne, og



Foto 1 Øle Å før (foto ovenfor) og efter (foto næste side) fældningen. Jordbunden under granerne var stadig vegetationsløs i november 2014, men vi forventer en kraftig opvækst i foråret 2015. Vi håber at kunne forudsige, hvilke arter der spirer frem. Foto: Jonas Morsing

risikoen for sommerudtørring er derfor stor som for alle bornholmske vandløb (figur 1). Lav vandføring ledsages af øget risiko for høje sommertemperaturer og iltvind, da en lille vandsøjle let varmes op og mister meget ilt ved bundens respiration. Herved får smådyr og fisk sværere ved at overleve. Vandbalancen og vandføringen er derfor nøglepunkter. Mere herom senere.

Det er også kendt, at grannåle er svære at nedbryde og udgør en dårlig kost for smådyrene sammenlignet med blade fra løvfældende træer og urter. Ask og Rødel, som ofte står på fugtig jord langs vandløbene, har relativt næringsrige blade, der bliver hurtigt omsat af bakterier og foretrakkes som føde for smådyrene. Vi kan derfor forvente, at det tykke lag af gamle grannåle i skovbunden og bag væltede træer i vandløbet vil forsvinde og blive erstattet af tyndere lag af blade. Vi kan også forvente, at smådyrsfaunaen i vandløbet vil blive rigere på arter og opnå en større produktion til gavn for fiskene. At sure grannåle erstattes med mindre sure blade fra løvtræer og urter vil også kunne øge pH i jorden, reducere mængden af humusstoffer og

stimulere den bakterielle omsætning og faunaen.

Erstatning af den mørke granplantage langs åen med en lysåben naturlig vegetation vil kunne øge planternes og dyrenes artsdiversitet både på land og i vand. Vi har foretaget en nøje opmåling af tilstedeværelse og hyppighed af plantearter i 80 felter på hver 0.25 m² sammen med kemiske forhold i jorden og lysforhold langs åen i juni før fældningen i efteråret 2014 og gentager denne analyse i 2015. Det kombinerer vi med måling af de vigtigste biologiske karaktertræk hos de dominerende plantearter med henblik på at udvikle en model, der kan forudsige arternes tilstedeværelse og hyppighed alene på baggrund af miljøforholdene og artspuljen i området. Vi vil således gerne udvikle en model der kan forudsige, hvilke arter der kan forventes at være til stede og med hvilke hyppigheder, hvis vi kender arternes karaktertræk og de forventede fremtidige miljøforhold. Frem for at være beskrivende og tilbageskuende, vil vi gerne flytte studier af restaurering til at blive forudsigende og fremadskuende. Ifølge vores erfaring fra studier af plantefordeling

langs fugtighedsgradienter er det muligt at opnå en høj forklaringskraft af arternes forekomst og hyppighed /4/.

Erstatning af den mørke granskov med naturlig vegetation vil medføre øget lys til vandløbet. Det vil sandsynligvis øge produktionen af mikroskopiske alger på sten- og grusbunden og dermed skabe livsgrundlag for flere smådyr, såkaldte skraberer blandt især døgnfluer og snegle, der lever af mikroalger. Mikroalger er prima føde, og det kan i sig selv forventes at stimulere smådyrenes samlede tilvækst /5/. Mikroalgerne vil især vokse i foråret, før landplanterne får blade, og kan derved skabe en øget fotosyntese i vandløbet, inden respirationen atter dominerer om sommeren i det beskyttede vandløb.

Den tidligere beskyttede Øle Å var i 2013-2014 helt og aldeles præget af iltforbrug ved respiration frem for iltproduktion ved fotosyntese. Iltindholdet i åen var derfor permanent undermættet i forhold til luften (figur 1). Derfor optager vandløbet hele tiden ilt fra luften for at dække større iltforbrug ved nedbrydning af organisk stof end iltproduktion ved fotosyntese. Forholdet mellem fotosyntese



(P) og respiration (R) lå derfor markant under 1,0 (som er balancepunktet) og tæt på 0, hvor produktionen af organisk stof i vandløbet er ubetydelig i forhold til nedbrydningen. I det fremtidige mere lysåbne vandløb forventer vi fortsat et P/R-forhold markant under 1,0 som tegn på, at respiration af organisk stof tilført udefra fortsat dominerer omsætningen, men vi forventer, at P/R-forholdet ligger et stykke over 0 og måske endog overstiger 1,0 i det tidlige forår, hvor lystilgangen til vandløbet er størst og mikroalgerne mest aktive ved fotosyntesen.

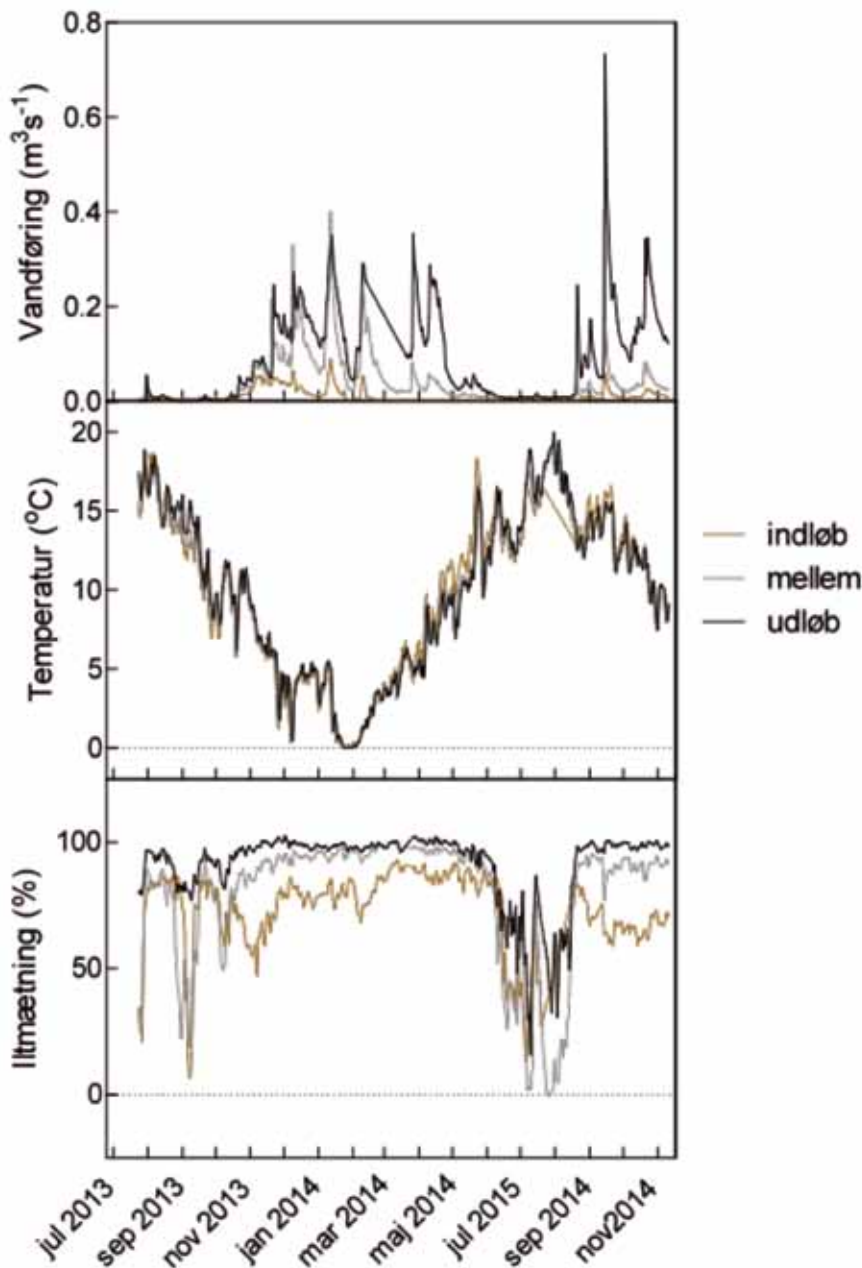
Ørred, vandføring og iltindhold

Ørred er den dominerende fiskeart i Øle Å. Gennem projektets undersøgelser er fanget 233 fisk, hvoraf 229 var ørreder og blot 4 gedder. Ørreden forekommer ikke på de øverste 1,5 km af åen i efteråret, hvor befiskningerne foretages, da strækningen ofte tørrer ud i varme sommerperioder. Men længere nedstrøms findes mange årgange af ørred; den største fisk målte 37 cm. Ørreden er en koldtandsfisk, og er derfor uden tvivl hæmmet af lav vandføring med de højere

Boks 1. Det Grønne Partnerskab

Restaureringen langs Øle Å sker på privat ejendom. Visionen er at øge naturindholdet på ejendommen. For at tage hensyn til lokale interesser har skovejeren taget initiativ til at samle interesseorganisationer, myndigheder og forskere i 'Det Grønne Partnerskab', som mødes to gange årligt for at diskutere projektets udformning og resultater. På møderne går diskussionen vidt, og der er rige muligheder for at lufte holdninger og kolde facts. Derfor kan projektet modificeres under hensyntagen til diskussionerne.

Konkret har møderne resulteret i nye initiativer og ændringer af indsatsen. I undersøgelsesprogrammet skulle der udpeges et referenceområde langs åen, hvor granerne skulle blive stående. Ved samarbejde med den lokale forening Svampevennerne, var det muligt at sikre grubestokket mælkehat, som har et af sine få voksesteder i Danmark ved Øle Å. Ligeledes kunne fældningen tilrettelægges, så den ikke påvirkede en ynglekasse for perleugle. Endeligt blev de store skovmaskiner gelejdet udenom kortlagte kulturminder langs åen. Takket være samarbejdet har lokale ornitologer og lystfiskere hjulpet til med at følge arternes udvikling.



Figur 1. Tidsudvikling i vandføring (øverst), temperatur (mellemst) og iltindhold (nederst) ved de tre undersøgte stationer på strækningen af Øle Å.

vandtemperaturer og det lave iltindhold, som følger med.

Vandtemperatur følger det overordnede årsforløb i lufttemperatur, men vandtemperaturen kommer tættest på lufttemperaturen om sommeren, når vandføring og vanddybde er særlig lav og vandets opholdstid ved passage af strækningen er lang, så luft og vand næsten opnår temperaturlige vægt (figur 1). Det skaber på den anden side næsten totalt iltsvind ved lav vandføring (figur 2) og dermed vanskeligheder for ørreder og visse smådyrs overlevelse.

Vi ved faktisk ikke, hvordan ørrederne klarer sig igennem disse perioder med iltsvind. Vi gætter på, at der findes lokale steder i åen, f.eks. med lidt mere vand eller med lidt mere lys og tilknyttet iltproduktion, hvor der derfor

findes en smule ilt i vandet, og ørrederne derfor opholder sig på disse steder. Det er også muligt, at de flytter nedstrøms i åen. De tre steder i åen, hvor vores iltelektroder er placeret, registrerer vi ingen ilt fra nogle timer til få dage (figur 1), og ørrederne overlever næppe, hvis de udsættes for totalt iltsvind.

For at afklare dette forhold endeligt, vil vi kortlægge den rumlige fordeling af såvel ørreder som iltindhold ned gennem åen i tørre sommerperioder. Vi har bevaret visse strækninger langs Øle Å, hvor granerne fortsat står tilbage som et internt kontrolområde. Ligeledes indgår der i studiet et egentligt kontrolvandløb i nabolaget, hvor der ikke blev fældet i samme periode. Derfor har vi fortsat mulighed for i 2015 at afklare mysteriet om sammenhængen mellem ørreder og iltsvind i Øle

Å fra sommeren 2014, selv om de fleste graner nu er fældet langs åen.

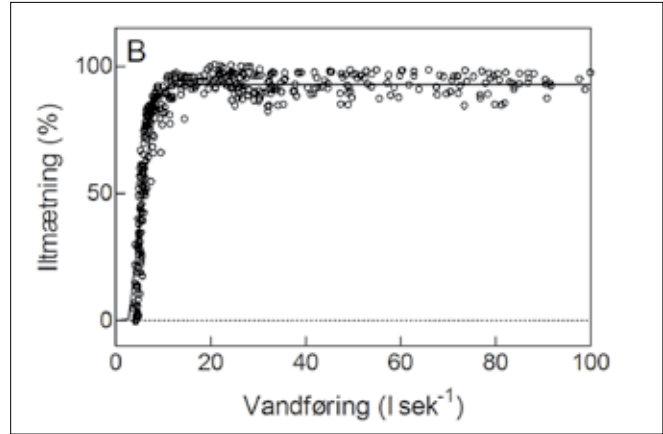
Projektets samlede strategi

Vi studerer nogle forhold ganske traditionelt, som i gængse restaureringsprojekter, men på mange andre punkter anvender vi en anden strategi. Vi måler meget mere og i længere tid end i andre mere traditionelle projekter. Vi kombinerer vores to baggrunde fra henholdsvis skov- og ferskvandsøkologi og integrerer terrestrisk- og vandøkologi. Endelig har vi opstillet egentlige hypoteser som kan testes, også flere end vi har behandlet her. Hvis vi til slut skal opsummere vores strategi ved undersøgelserne er de følgende:

1. De overordnede klimaforhold måles et enkelt sted. Mange steder (10) måles kontinuerligt lys- og temperatur med sensorer på land. Ændringer i jordvandets kemiske sammensætning måles på 48 steder. Endeligt måles temperatur, ilt, pH, vandstand og opløst organisk stof på tre stationer langs vandløbet. Det suppleres med hyppige punktmålinger af kemiske forhold i vandet.
2. Vegetationen kortlægges på land og i vandløbet om sommeren i mange felter. Mængden af mikroalger på vandløbsbunden samt smådyrs- og fiskefaunaen undersøges på udvalgte tidspunkter. Lokale ornitologer kortlægger fuglenes fordeling.
3. Første strategiske aspekt er, at måleprogrammet er igangsat 1,5 år før fældningen og skal strække sig 3 år efter fældning. Et kontrolvandløb uden sideløbende fældning skal korrigere for de ændringer, som skyldes naturlige variationer over tid i temperatur og nedbør, som overlejrer tidsforløbet efter fældningen.
4. Andet strategiske aspekt er, som nævnt, at opstille forudsigelser for bl.a. plantearters forekomst og hyppighed i fremtiden ved analyser af sammenhængen til miljøforholdene i mange prøvefelter både før og efter fældningen.
5. Tredje strategiske aspekt er at fastlægge biodiversiteten på land og i vand både før og efter i relation til miljøforholdene, fordi koblingen mellem biodiversitet og miljøforhold er nødvendig for at sikre forklarings- og forudsigelseskraft.
6. Sidste punkt bevæger sig uden for økologien og ind i æstetikken. Strækningen fotograferes fra en række fastlagte standpladser langs vandløbet under hele tidsforløbet. Dette materiale vil vi benytte til en visuel bedømmelse af naturkvaliteten, som vandrere, lokale feltbiologer og naturforskere opfatter forholdene. Gad vide om vi værdsætter de samme værdier, og om der er



Foto 2. Udtørringen har kostet sine første ofre i juli 2014. To gedder og en bækkørred klarede ikke de dårlige iltforhold og varme temperaturer i den udtørrende øvre del af Øle Å. Foto: Lars Bastrup-Spohr



Figur 2. Sammenhængen mellem iltmætning (%) og vandføringen ved stationen midt på den undersøgte vandløbsstrækning. Ved lave vandføringer stiger iltmætningen tilnærmelsesvis lineært med stigende vandføring, mens mætningen er konstant over en tærskelværdi på ca. 10 l s^{-1} .

sammenhæng mellem den subjektive, visuelt bedømte naturkvalitet og biodiversiteten? Dertil kommer, at systematisk fotografering er med til at dokumentere de strukturelle ændringer, som indgrebene har medført.

Litteratur

/1/ Mortensen, A. K. 2010. Restaurering i danske vandløb – effekt af udlagt gydegrus på bestanden af ørreder (*Salmo trutta*) (2. udg). Specialrapport. Biologisk Institut. Syddansk Universitet.

/2/ Øgaard-Dahl m. fl. 2014. Skjern Å. Vand og Jord E-bog nr. 1.

/3/ Christiansen, J., Vesterdal, L., Callesen, I., Elberling, B., Schmidt, I.K. og Gundersen, P. 2010. Role of six European tree species and land-use legacy for nitrogen and water budgets in forest. *Global change biology* 16, 2224-2240.

/4/ Bastrup-Spohr L., Sand-Jensen K., Nicolaisen S.V. og Bruun H. H. 2015. From soaking wet to bone dry: predicting plant community composition along a steep hydrological gradient. *Journal of Vegetation Science*. Doi: 10.1111/jvs.12280

/5/ Sand-Jensen K. & Lindegaard C. 2004 (2. udgave). *Ferskvandsøkologi*. Gyldendal.

LARS BAASTRUP-SPOHR (Post Doc), KAJ SAND-JENSEN (Professor) og KENNETH MARTINSEN (studerende) er fra Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Biologisk Institut, Københavns Universitet

JONAS MORSING (PhD- studerende), JØRGEN BO LARSEN (Professor) og KARSTEN RAULUND-RASMUSSEN (Professor) er ansat ved Skov, Natur og Biomasse, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet



Foto 3. Øle Å har over lange strækninger aldrig været reguleret eller vedligeholdt og rummer derfor stor fysisk variation. Foto: Jonas Morsing.