Tidsskrift for miljø og natur

VAND & JORD

Skjern Å

REDIGERET AF STEEN ØGAARD DAHL

e-bog nr. 1

NEPPER & STAGEHØJ
FORLAGET

November 2014

Skjern Å

Restaurering af naturområder har været et emne i fokus i Vand & Jord. Blandt de talrige projekter gennemført i Danmark siden 1980'erne adskiller Skjern Å sig som det største og mest omdiskuterede projekt. Mangeartede tekniske og politiske hensyn skulle forenes før projektet blev gennemført i 1999-2003.

Artiklerne samlet i denne e-bog fra Vand & Jord dækker udviklingen fra 1988 og beskriver de tidlige overvejelser om å-dalens fremtidige udformning og frem til artikler i 2014, der samler nogle af resultaterne om udvikling af natur og rekreative forhold i å-dalen.

God læselyst.

Medredaktør af Vand & Jord
Steen Øgaard Dahl

e-bog

E-bøger er særlige temanumre af Vand & Jord med artikler fra tidligere udgivne numre (i papirudgave). Serien omfatter
e-bog nr. 1: Skjern å, november 2014
e-bog nr. 2: Marginalia, oktober 2014

Vand & Jord er et dansk fagtidsskrift med artikler og debat om miljøforhold i vore ydre omgivelser. Emnerne omfatter alle forhold i vandets kredsløb, rent eller forurenet. Tidsskriftet formidler ny og aktuel viden til alle, der arbejder med og har interesse i dansk og international miljø- og naturbeskyttelse.

Vand & Jord er uafhængig af organisations- og firmainteresser.

© Selskabet for Vand & Jord
og Forlaget Nepper & Stagehøj

Redaktion:
Charlotte Kjærgaard, Aarhus Universitet, ansv.
Steen Ø. Dahl, Orbicon
Mogens Henze, DTU
Claus Hagebro, ICES
Søren Brandt, Herning Kommune
Anja Skjoldborg Hansen, Aarhus Universitet

Redaktionskomité:
Frede Ø. Andersen, Syddansk Universitet
Carsten Hunding, konsulent
Tina Pedersen, Struer Kommune
Inga Sørensen, VIA UC
Flemming Jørgensen, Miljø og Klima
Anders Erichsen, DHI
Thomas Kirk Sørensen, DTU-AQUA
Kristine Garde, Scion DTU
Elin Dichmann Jensen, ALECTIA
Birgit Paludan, Greve Forsyning
Benjamin Nielsen, konsulent

Redaktionskomitéens medlemmer er personligt valgt. De tegner i Vand & Jord-sammenhæng ikke de firmaer eller institutioner, hvor de er ansat.

Mekanisk, fotografisk eller anden gengivelse er kun tilladt i overensstemmelse med overenskomst mellem Undervisningsministeriet og Copy-Dan. Enhver anden udnyttelse er uden selskabets og forlagets skriftlige tilladelse forbudt ifølge gældende dansk lov om ophavsret.
ISSN 0908-7761

Abonnementspris 2014 – 4 numre pr. år
Institutionsabonnement: kr. 545,00 inkl. moms
Privat abonnement: kr. 210,00 inkl. moms.
Studerende-abonnement: kr. 120,00 inkl. moms.
Alle priser er inkl. forsendelse.

Se mere på **http://www.vandogjord.dk/**
– her findes også forfattervejledning

Produktion: Vand & Jord ApS
Layout: Forlaget Nepper & Stagehøj
Tryk: P. E. Offset & Reklame A/S, Varde

Udgiver og Abonnement:
Forlaget Nepper & Stagehøj
Nøjsomhedsvej 19, st.tv.
2100 København Ø
Tlf. 35 26 45 31
e-mail: vandogjord@oncable.dk

Annoncer:
Claus Hagebro
Fuglevænget 10
3520 Farum
Tlf. 44 95 07 60
e-mail: hagebro3@hotmail. com

Forsidefoto: Stensætning ved Storebæltsbroen, Nyborg. Foto af Martin Macnaughton. Fra bogen 'Livet under overfladen'.

VAND & JORD

e-bog nr. 1
november
2014

Indhold

Forord.....2

Skjern Å dalen – naturområde eller landbrugsarealer?.....4
Vand & Miljø nr. 6, 1988 (p. 243). Steen Øgaard Dahl

Mobiliseres fosfat i Skjern Å deltaet.....9
Vand & Jord nr. 6, 1996 (p. 236) Casper P. Szilas et al

Natur- og miljøeffekter af Skjern Å restaureringen.....12
Vand & Jord nr. 3, 2005 (p. 110) Jens Møller Andersen

Skjern Å refleksioner.....17
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 86). Ulrik Lorenzen & Niels Dahlin Lisborg

Skjern Å Naturprojektet i hovedtræk.....18
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 88) Steen Øgaard Dahl

Hydromorfologiske ændringer af Skjern Å – 10 år senere.....20
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 9x) Esben Astrup Kristensen et.al

Skjernåens smådyr og planter – lykkedes restaureringen?.....24
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 95) Peter Wiberg-Larsen et.al

Skjern Enge – en våd ørkenvandring.....28
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 99) Rasmus Ejrnæs et.al

Skjern Å Naturprojektets betydning for laksen.....32
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 103) Anders Koed

Skjern Enge – kom fuglene tilbage?.....37
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 108) Thomas Bregnballe et.al

Skjern Å restaureringen og oplevelsesøkonomien.....41
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 112) Peter Wiberg-Larsen & Anders Koed

En å i forandring – en lodsejers beretning.....44
Vand & Jord nr. 3, 2013 (p. 115) Tina Pedersen

Vandafstrømning i kystnære zoner – Skjern Å.....47
Vand & Jord nr. 1, 2014 (p. 17) Jørgen Windolf et.al

Hydrometriske målinger i kystnære zoner: Skjern Å.....52
Vand & Jord nr. 1, 2014 (p. 22) Jane B. Poulsen et.al

Skjern Å-dalen - naturområde eller landbrugsarealer?

Af Steen Øgaard Dahl, COWIconsult, Rådgivende Ingeniører AS

Folketinget vedtog i maj 1987, at der skulle udarbejdes restaureringsforslag for Skjern Å-systemet. Den nedsatte Skjern Å-arbejdsgruppe har sammen med kommuner, amtskommunen, interesseorganisationer og rådgivende firmaer arbejdet intensi på forslagene og afleverede i juni 1988 en indstilling til miljøministeren. Folketinget får nu forelagt forslagene. Vedtages de bliver det Danmarks største naturgenopretning. Baggrund og oversigt over forslagene beskrives i artiklen.

1. Indledning

Et næsten enigt Folketing opfordrede i maj 1987 regeringen til at udarbejde projekter for retablering af Skjern Å-systemet. Formålet skulle være at genskabe eller øge den selvrensende effekt og forbedre den rekreative værdi i området.

Baggrunden for beslutningsforslaget er den stigende bekymring over tilstanden i Ringkøbing Fjord, der belastes med store mængder af kvælstof og fosfor fra Skjern Åens opland.

For at belyse de komplicerede forhold nedsatte den daværende miljøminister Christian Christensen en Skjern Å-arbejdsgruppe med 11 medlemmer og med formandsskab i Skov- og Naturstyrelsen. Arbejdsgruppen har især lagt vægt på projekter, der kan retablere de sidste 20 km af å-dalen inden udløbet i fjorden. Denne strækning var i perioden 1962-68 genstand for en meget omfattende regulering.

2. Hovedafvandingen 1962-68

Den nedre del af Skjern Å har været reguleret og ændret allerede omkring århundredskiftet. Skjern Å-dalens enge blev dog hyppigt oversvømmet også om sommeren med risiko for tab af høhøsten.

Mange års planer om at øge dyrkningssikkerheden og inddrage engene til intensivt dyrkede landbrugsarealer blev virkeliggjort ved hovedafvandingen 1962-68.

Ved hovedafvandingen blev 4000 ha eng og vådområde afvandet og Skjern Åen reguleret på strækningen fra Borris til udløbet i Ringkøbing Fjord, en strækning på 20 km. På hele strækningen blev åen inddiget og alle tilløb fjernet. Skjern Å har altid ligget relativt højt i forhold til det omliggende terræn, og dette har ofte givet anledning til oversvømmelser. Ved reguleringen blev åens afvandingsmæssige funktion i ådalen opgivet. Åen fungerer nu kun som transportkorridor for afstrømningen fra det øvrige Skjern Å opland.

Afvandingen af Skjern Å-dalen og de nord- og sydfra kommende vandløb, Ganer Å og Tarm Møllebæk, sker i stedet til Sydlige Parallelkanal. Landbrugsarealerne afvandes via afvandingsgrøfter, og størsteparten af vandet pumpes op i Parallelkanalen via 5 store pumpestationer. Ådalen blev således omdannet til et 3-etages vandsystem med Skjern Å øverst, Sydlige Parallelkanal i mellemste niveau og afvandingsgrøfterne nederst.

Skjern Å's udløb (til højre) og Sydlige Parallelkanals udløb (til venstre) i Ringkøbing Fjord (Foto Bert Wiklund).

Skjern Å, der er Danmarks vandrigeste å med en middelvandføring på 35 m³/s, blev anlagt med et jævnt fald på 0,23‰ på den 20 km lange strækning. Med denne hældning kunne der netop opnåes en ligevægt i vandløbets sedimenttransport, og vandløbet ville blive stabilt. Den årlige sedimenttransport er af størrelsesordenen 25.000 m³ og materialet føres derfor helt ud i fjorden uden nettoaflejring eller erosion på strækningen. Før reguleringen var aflejringer i åen og i deltaområdet medvirkende årsag til ådalens dynamik og stadige udvikling samt periodevise oversvømmelse.

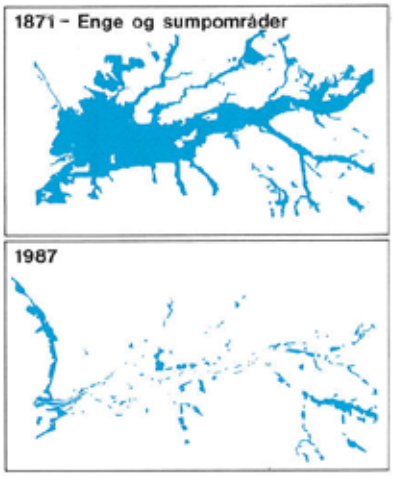
Ved udretningen af åen blev transportvejen for Skjern Å afkortet, mens højdeforskellen forblev uændret. Det betød, at vandspejlshældningen blev større. For at opnå det ønskede jævne fald på de 0,23‰ der gav stabilitet i vandløbet, var det nødvendigt at samle »overskudsfaldet« ved et 3-delt styrt ved Kodbøl. Kodbølstyrtet, der noget misvisende kaldes for laksetrappen, kan passeres af laks der søger op for at gyde. Derimod kan opgang af helt, der er en dårlig springer, kun forekomme under store vandføringer.

Hovedafvandingen i Skjern Å-dalen var et af de sidste større landvindingsprojekter, og anlægsudgifterne beløb sig til 30 mill. kr. (1968 priser). Stat og kommune bidrog med 4/5 af beløbet. Lodsejerne skulle udrede resten, og arealerne og udgifterne blev fordelt efter meget omfattende jordfordelingsforhandlinger.

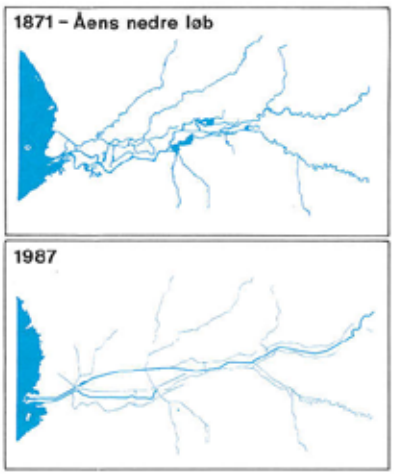
Afvandingsprojektet betød dengang et betydeligt løft i indtjeningsgrundlaget i lokalområdet. Set ud fra en landbrugsmæssig synsvinkel har projektet været en succes. Med den nuværende viden om miljøkonsekvenserne og med de dystre udsigter for danske landbrug ville projektet næppe være gennemført.

Størsteparten af ådalen har fortsat dyrkningsforhold der betinger sædskifteafgrøder. Der er dog med tiden sket sætninger i lokale områder i ådalen, især i Hestholm. Sætningerne skyldes afvandingen og omsætningen af det organiske indhold i jordmatricen (såkaldt kold forbrænding). Sætningerne har medført, at sædskifteafgrøder er opgivet i disse områder på grund af manglende mulighed for afvanding i våde år. Kun ved yderligere at uddybe afvandingsgrøfterne kan dyrkningssikkerheden øges. Sænkning af grundvandsniveauet vil øge udvaskningen af okker og kræver derfor ifølge okkerloven en særlig tilladelse.

Miljømæssigt førte hovedafvandingen til, at de naturværdier der er forbundet med enge og vådområder, forsvandt. Fra de stærkt okkerpotentielle områder skete der en væsentlig udledning af okker. Endvidere forsvandt den omsætning og tilbageholdelse af næringsstoffer, der sker i uregulerede vandløb, vådområder og periodevist oversvømmede enge. Denne omsætning af kvælstof og tilbageholdelse af fosfor er den

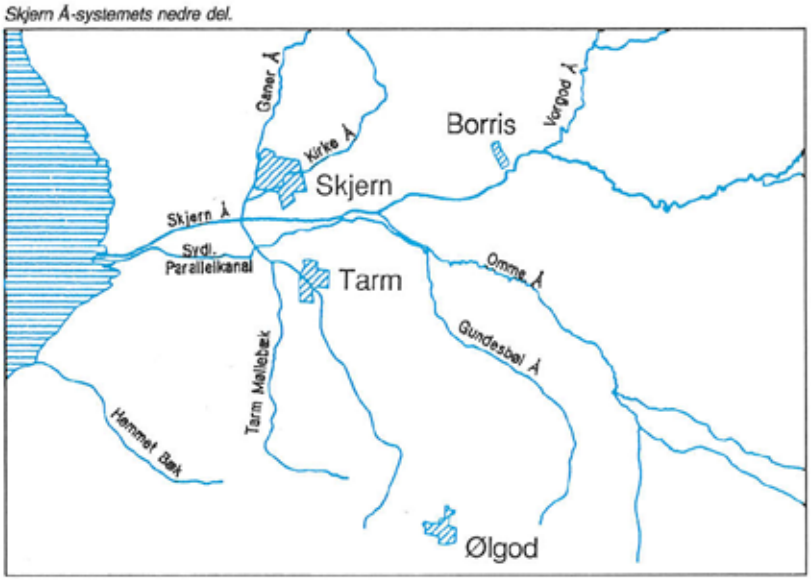


Kortene viser udstrækningen af enge og sumpområder i 1871 og 1987 i den vestlige del af Skjern Å-dalen. De nederste kort viser Skjern Å systemets forløb i 1871 samt den regulerede å og afvandingskanaler i 1987. (Kilde: Skjern Å-arbejdsgruppens hæfte om projekterne).

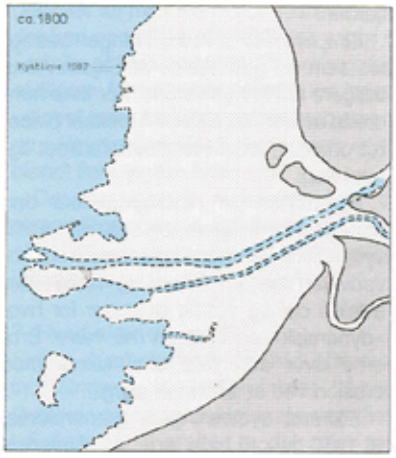


Bestanden af Skjern Å laks har været i stærk tilbagegang. Skjern Å laks tilhører en laksestamme der er speciel ved sin størrelse. Dette eksemplar er fanget i 1955 og vejede 26,5 kg (Foto udlånt af Skjern-Egvad Museum).

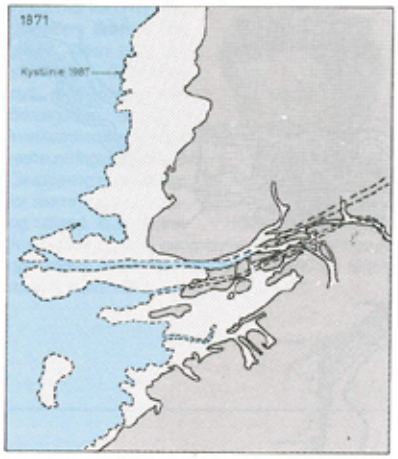
Skjern Å-systemets nedre del.



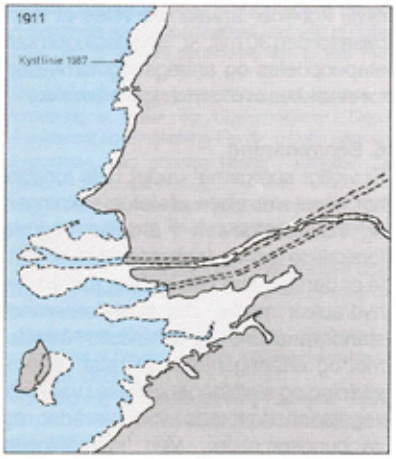
Udviklingsforløbet i Skjern Å-deltaet fra år 1800 til i dag. Den stiplede linie angiver Kystlinien i 1987.



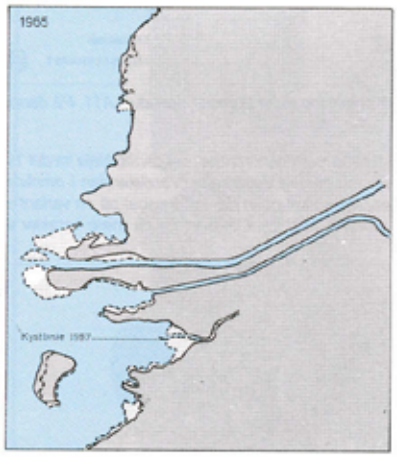
Før år 1800 stod Ringkøbing Fjord i forbindelse med Vesterhavet. Fjordens åbning - Gabet - blev lukket kort før år 1800. Tidevandspåvirkningen ophørte, og fjorden blev fersk. Det betød en hurtig landdannelse ud for Skjern Å, idet grus og sand blev aflejret lige uden for åens udløb. Samtidig betød det ferske vand i fjorden, at tagrør voksede op på lavvandede områder (opgrøde).



I løbet af små hundrede år voksede deltaet 1,5 km ud i fjorden. Siden 1911 har kystlinien nord for Skjern Å stort set ikke ændret sig, mens der er sket en tilvækst syd for åen indtil omkring 1950.



Tangerne omkring Skjern Å'ens udløb er vokset 800 m ud i fjorden siden 1911. Den sidste vækst af tangerne skete i forbindelse med hovedafvandingen sidst i 1960'erne.



I dag er situationen stabil. Sand og grus føres så langt ud i fjorden, at strømmen langs kysten er stærk nok til at føre aflejringerne væk og op langs kysten. (Kilde: COWIconsult. - Skjern Å-delta).

mekanisme, der i Folketingsbeslutningen betegnes som den selvrensende effekt.

3. Ringkøbing Fjord og selvrensning

Den økologiske struktur i Ringkøbing Fjord er over en relativt kort årrække sidst i 1970'erne blevet drastisk ændret. Ringkøbing Fjord havde tidligere en stor bestand af rodfæstede planter, men den biologiske produktion domineres i dag fuldstændigt af fytoplankton. Årsagen skal søges i de store mængder af kvælstof og fosfor der afstrømmer fra det meget store opland. Ringkøbing Fjord oplandet udgør 8% af Danmarks areal.

Gennem amtskommunens recipient-kvalitetsplan og Folketingets vandmiljøhandlingsplan vil der inden for nogle år ske en reduktion i fosforbelastningen fra især byspildevand og dambrug samt i kvælstofbelastningen fra landbruget. Folketinget besluttede i maj 1987, at der skulle udarbejdes projekter for yderligere at reducere belastningen af fjorden ved at genskabe eller øge Skjern Å-systemets selvrensende effekt. Den selvrensende effekt tænkes opnået ved at genskabe slyngningerne i åen og tillade naturlige vandstandsvariationer på de tilgrænsende arealer. Dette kommissorium blev grundlaget for Skjern Å-arbejdsgruppen.

4. Idéforslag og skitseprojektering

Arbejdsgruppen indkaldte i juli 1987 idéforslag til genetablering af Skjern Åen. Der kom forslag fra 35 firmaer og enkeltpersoner. Efter en genemgang af idéforslagene besluttede arbejdsgruppen at lade rådgivende firmaer udarbejde skitseprojekter for 4 delområder i å-dalen: Et delta- og vådområde i den vestligste del, omlægning af åløb i Hestholmområdet, genskabelse af Damsø og Tarm sø i den centrale del og omlægninger af Skjern Å og Omme å i ådalens østlige del.

Ved færdiggørelsen af de 4 skitseprojekter arrangerede arbejdsgruppen en stor udstilling i Skjern og Tarm som blev åbnet i februar 1988 af miljøministeren under stor pressedækning. Med denne udstilling startede offentlighedsfasen, hvor projekterne kunne diskuteres. Blandt områdets lodsejere har der været en betydelig modvilje mod projekterne. Generelt er de fundet for arealkrævende og alt for dyre i forhold til den selvrensning, der kunne opnåes. Fra naturorganisationerne blev der rejst kritik af arbejdsgruppen for på forhånd at have begrænset forslagene arealmæssigt, hvorved projekterne blev præget af statiske og »teknokratiske indgreb« (nye diger, pumpestationer m.m.), der ikke passede ind i et naturgenopretningsprojekt.

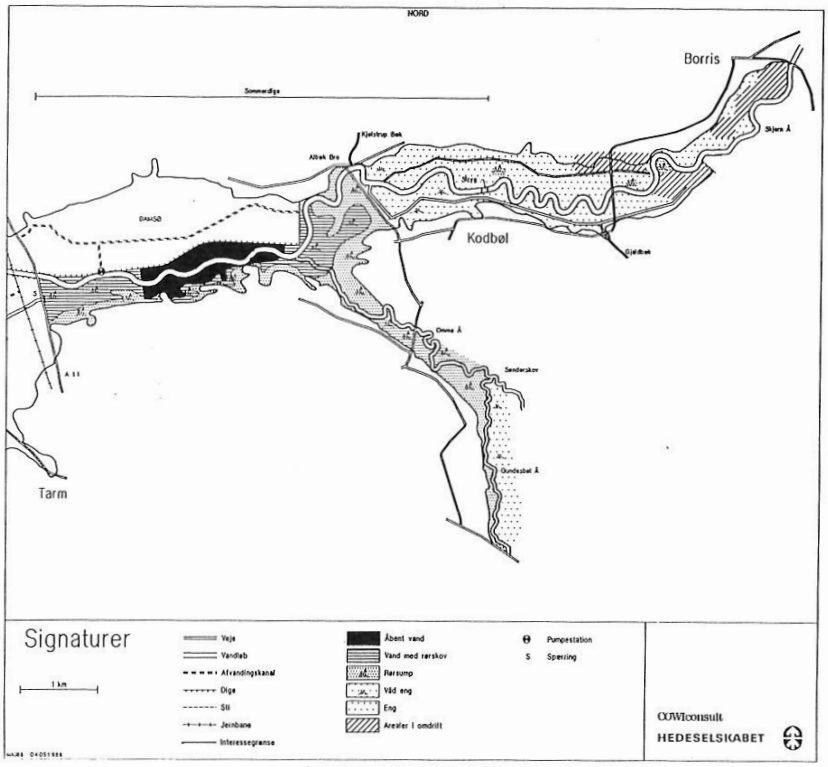
På baggrund af synspunkterne, der blev fremført under offentlighedsfasen, besluttede arbejdsgruppen at udarbejde 3 alternative skitseprojekter for ådalen, bl.a. den såkaldte sydløsning.

Et flertal i arbejdsgruppen har indstillet dette projekt til miljøministeren som det forslag, der bedst opfylder målsætningen.

5. Sydløsningen

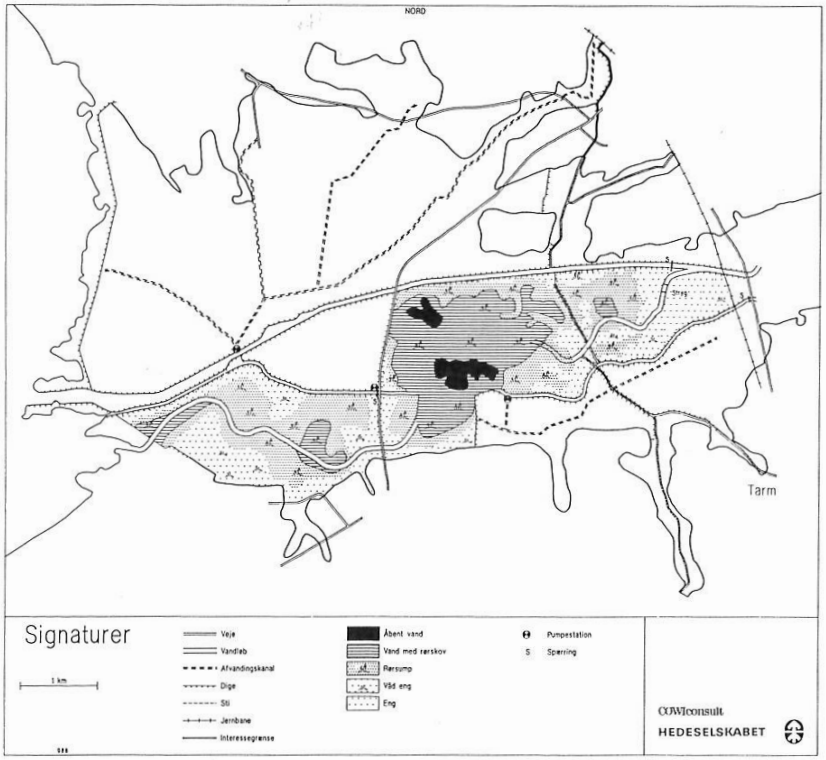
I sydløsningen inddrages et større areal i ådalen end i de foregående skitseprojekter. Desuden tillades en dynamisk udvikling af å-dalen fordi princippet om sedimentstabile løsninger bl.a. i Hestholmområdet opgives. Ved at opgive dette princip kan åen i store træk lægges tilbage uinddiget i åens gamle leje fra slutningen af det 19. århundrede. Da terrænet ligger lavere i dag end tidligere, vil en del af ådalen blive vanddækket eller omdannet til våde enge.

Der vil ske en gradvis sedimentaflejring i ådalens lave områder, som derved får karakter af indlandsdelta. Inden for en tidshorisont på måske 35-70 år vil aflejringerne være tilstrækkelige til, at sætningerne er fyldt op, og åen vil danne et



A. Forslag til fremtidigt forløb af Omme Å og Skjern Å på strækningen fra Borris til Hovedvej A11. På denne strækning føres åen tilbage i de gamle snoninger.

B. Vest for hovedvejen ledes Skjern Å mod syd ind i det såkaldte Hestholmområde i det gamle åleje fra det 19. århundrede. I området vil der opstå en mosaik af søer, rørskove og engarealer. Vandstanden i området varierer med vandføringen i åen og vandstanden i fjorden. Arbejdsgruppen har også peget på en variant af denne løsning, hvor vandstanden i Hestholm øges på grund af et stryg. Området får da mere karakter af søområde med åbent vandspejl.



markeret og snoet forløb helt ud til fjorden.

Simplificeret kan sydløsningen betragtes som en gentagelse af Skjern Åens tidligere udviklingshistorie. For flere hundrede år sien var Skjern Å-deltaet placeret omtrent, hvor Hestholmområdet ligger i dag.

Situationen er naturligvis ikke den samme som tidligere, og bl.a. den nord-sydgående jernbaneforbindelse og hovedvejen mellem Skjern og Tarm deler ådalen op, og sætter grænser for hvor »dynamisk« udviklingen må være. Broerne over åen skal bl.a. sikres mod erosion ved at anlægge stryg.

Såfremt sydløsningen gennemføres, vil 1356 ha jord blive taget ud af intensiv landbrugsdrift og omdannet til en mosaik af enge, rørskove og søområder, der vil kunne rumme store rekreative og naturmæssige værdier. Det er 1/3 af det areal, der blev indvundet ved hovedafvandingen 1962-68. Anlægsudgifterne ved sydløsningen er anslået til 66 mill. kr., og hertil kommer arealerhvervelse af størrelsesorden 30 mill. kr. Sydløsningen kan etapeopdeles og anlægsudgifterne derfor strækkes over en længere årrække.

6. Selvrensning

Et vigtigt spørgsmål under hele forløbet har været størrelsen af stofomsætningen og tilbageholdelsen i å-dalen ved de forskellige forslag (selvrensningen). Dette er beregnet ved en kobling mellem en hydraulisk model, der beskriver vandstandsvariationer og opholdstid i åsystemet og erfaringsmæssige rater for omsætning og stoftilbageholdelse i vandløb, vegetationsdækkede vandområder og vådbundsområder. Ved sydløsningen kan der ved en forsigtig vurdering omsættes og/eller tilbageholdes ca. 300 tons kvælstof og 10 tons fosfor pr. år. Det svarer til henholdsvis 8% og 11% af Skjern Åens samlede stoftransport til Ringkøbing Fjord i 1991, når spildevandsrensningen i oplandet er udbygget, og de første virkninger af vandmiljøplanen er opnået.

Umiddelbart kan reduktionen synes beskeden, men den dækker dog over betydelige årsvariationer. I sommerhalvåret opnås en højere stofomsætning og tilbageholdelse i ådalen på grund af større biologisk aktivitet. Dette er gunstigt for Ringkøbing Fjord, hvor den uorganiske fosforpulje er opbrugt om foråret og den uorganiske kvælstofpulje er opbrugt gennem sommerperioden.

Endelig må selvrensningen også ses i sammenhæng med Skjern Å oplandets

størrelse. Det er indlysende, at der er grænser for hvor store stofomsætninger, der kan opnås på et areal, der udgør 6 promille af hele oplandet. En omlægning af Skjern Åen på de sidste 20 km inden udløbet løser ikke forureningsproblemerne i Ringkøbing Fjord alene, men er et blandt flere vigtige tiltag.

Det kan blandt andet nævnes, at slusedriften i Hvide Sande er ændret i 1987, således at vandskiftet i Ringkøbing Fjord forbedres.

7. Hvad sker der nu?

Skjern Å-arbejdsgruppen har afleveret indstillingen til miljøminister Lone Dybkjær, og spørgsmålet skal behandles i Folketinget. Herefter er det uvist om forslaget vedtages og tidsrammerne for projektets gennemførelse. Hvis Folketinget følger arbejdsgruppens indstilling bliver det i givet fald Danmarks hidtil største naturgenopretningsprojekt.

Referencer

Folketingsbeslutning om genskabelse af Skjern Å-systemets selvrensende effekt, vedtaget af Folketinget ved 2. (sidste) behandling den 5. maj 1987 (B79).

Skjern Å-arbejdsgruppen »Forslag til projekter til forbedring af Natur- og miljøforholdene i Skjern Å-systemet og Ringkøbing Fjord«. (Hæfte udgivet i forbindelse med offentlig høring i perioden 16. februar - 20. marts (1988).

»Skjern Å-delta«. Skitseprojekt udarbejdet af COWIconsult for Skjern Å-arbejdsgruppen. December 1987.

»Område Øst« og »Hestholm«. Skitseprojekt udarbejdet af Hedeselskabet for Skjern Å-arbejdsgruppen. December 1987.

»Reetablering af Damsø og Tarm sø«. Skitseprojekt udarbejdet af Samfundsteknik for Skjern Å-årbejdsgruppen. December 1987.

»Kortlægning og arealregistrering« udført af Geomasters og Hedeselskabet for Skjern Å-arbejdsgruppen. 1987.

»Skjern Å-systemets selvrensende effekt« udarbejdet af Dansk Hydraulisk institut, Vandkvalitetsinstituttet og LICconsult for Skjern Å-arbejdsgruppen. Marts 1988 og maj 1988 (tillægsnotoat).

»Retablering af Skjern Å fra Borris til Fjorden«. Skitseprojekt udarbejdet af COWIconsult og Hedeselskabet for Skjern Å-arbejdsgruppen. April 1988.

Skjern Å-arbejdsgruppen »Skjern Å-arbejdsgruppens indstilling vedrørende projekter til genskabelse af Skjern Å-systemets selvrensende evne«. Juni 1988.

»Etapevis retablering af Skjern Å fra Borris til Fjorden«. Udarbejdet af COWIconsult og Hedeselskabet for Skjern Å-arbejdsgruppen. Oktober 1988.

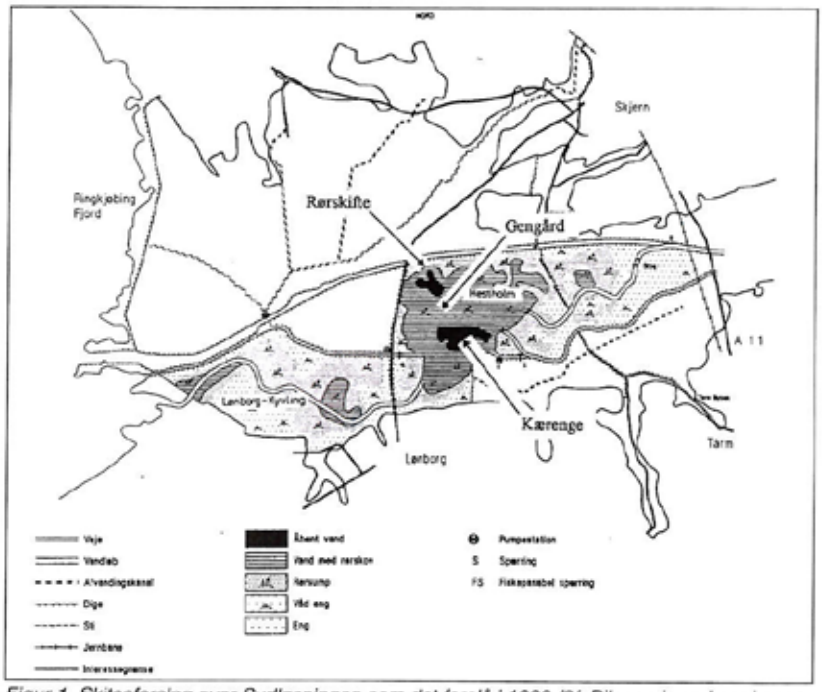
Steen Øgaard Dahl, civilingeniør fra DTH med speciale i Teknisk Hygiejne. Siden 1977 beskæftiget i COWIconsult med recipientundersøgelser, recipientkvalitetsplanlægning og restaureringsopgaver. Gruppe- og projektleder for større opgaver i ind- og udland, bl.a. Skjern Å projektet og den igangværende restaureringsundersøgelse af Arresø. Medlem af Vand og Miljø's redaktionskomité.

Mobiliseres fosfor i Skjern Å deltaet

Etablering af lavvandede søer og vådområder i Skjern Å deltaet i forbindelse med genskabelse af åens selvrensende effekt medfører formentlig en kraftig ubalance i næringsstofkredsløbet i deltaområdet. I artiklen her præsenteres resultater fra inkubationsforsøg, hvor jordmateriale udtaget fra området sættes under vand med henblik på en vurdering af den potentielle jern- og fosformobilisering efter en fremtidig oversvømmelse.

CASPER SZILAS
JANNIK RAUER
OLE K. BORGGAARD
HANS CHR. B. HANSEN

I 1987 vedtog Folketinget, at der skulle udarbejdes forslag til restaurering af Skjern Å'ens deltaområde. Formålet skulle være at genskabe åens selvrensende effekt samt at forbedre den naturmæssige og rekreative værdi i området. Den selvrensende effekt skulle dels fremkomme ved denitrifikation i de fremtidige ånære og delvis iltfrie vådområder og dels ved sedimentation af partikulært fosfor i de lavvandede søer og på de periodevist oversvømmede ånære engarealer. Blandt de indkomne forslag arbejdes nu videre med den såkaldte sydløsning. Dette forslag indebærer bl.a., at Skjern Å vest for hovedvejen mellem Skjern og Tarm lægges tilbage i et mere eller mindre snoet leje gennem de tidligere intensivt dyrkede landbrugsarealer i en mosaik af enge, rørskove og søområder (Fig. 1).



Figur 1. Skitseforslag over Sydløsningen som det forelå i 1988 /2/. Pile angiver placeringen af de tre udvalgte jorde.

Fosforbombe?

Der har fra forskellig side været rejst spørgsmålet om, hvorvidt det fosfor, som pga. kraftig gødskning findes bundet til jordbestanddele på arealerne, vil kunne mobiliseres og derved påvirke den fremtidige vandkvalitet i deltaområdet og i Ringkøbing Fjord på lignende måde, som det er påvist andre steder /1/. I et forsøg på at besvare dette spørgsmål er der udtaget jordmateriale fra tre forskellige lokaliteter i det område, som tænkes at overgå til fugtig rørskov eller søområde. De tre lokaliteter repræsenterer hver især de mest udbredte jordtyper i området hhv. humus-, sand- og klægjorde (Tabel 1 og Fig. 1).

Inkubationsforsøg

For at belyse forholdene vedrørende en evt. frigivelse af uorganisk fosfor til jordvæsken efter oversvømmelse blev jordprøver fra overjorden inkuberet i tætsluttende beholdere under anaerobe forhold i et jord-væskeforhold på 1:100. Beholderne blev tilsat en bakteriekultur, som på forhånd var opformeret ud fra jordmateriale fra Kærenge, dvs. mikroorganismer fra området. For at accelerere den mikrobielle aktivitet blev den letomsættelige substratmængde i hver beholder øget ved tilsætning af glucose, og temperaturen blev holdt omkring 20 °C. Koncentrationen af opløst jern og fosfat samt pH blev målt hver anden dag indtil forsøgets afslutning 31 dage senere.

Mikrobiel jernreduktion

Som det ses af Fig. 2, sker der for alle tre jordprøver et fald i pH umiddelbart efter inkubationens start. Det formodes, at bakterier gennem fermentationsprocesser relativt hurtigt omdanner den letomsættelige glucose til en række simple organiske syrer, hvorved pH falder. Efter 5-7 dage hører fermentationsprocessen op og andre bakteriegrupper, som er i stand til at benytte de organiske syrer som substrat i deres metabolisme, opformeres. Ved den anaerobe metabolismeform er mikroorganismerne i stand til at anvende en række forskellige uorganiske forbindelser som elektronacceptorer herunder jern(III) fra jernoxiderne i jorden /3/.

Den mikrobielle aktivitet medfører således en oxidation af fermentationsprodukter til CO_2 med en samtidig reduktion og dermed opløsning af en del af jordens jernoxider, hvilket ses som en stigning i jordvæskens jern(II)koncen-

tration efterhånden som tiden går. Fermentationsprocessen, der forløber i starten af inkubationsperioden medfører ikke nogen væsentlig stigning i jordvæskens jern(II)koncentration, hvilket hænger sammen med, at mikroorganismer kun i mindre grad formodes at koble oxidation af glucose direkte med reduktion af jern(III) /3/. At der er tale om mikrobiel jernreduktion underbygges bl.a. af kurvens s-formede forløb. I starten af inkubationsperioden er der således tale om en meget langsom opformering af jernreducerende bakterier pga. manglende substrat og for stor konkurrence fra fermenterende bakterier ("lag" fase). Når de rette betingelser er tilstede indtræder mikroorganismerne i en eksponentiel vækstfase, hvilket resulterer i en tilnærmet eksponentiel stigning i jordvæskens jern(II)koncentration. Til sidst indtræder en stationær fase, som fx kan skyldes begrænsning af substrat eller af let reducerbare jernforbindelser.

Fosforfrigivelse

Parallelt med stigningen i jern(II)koncentrationen sker der en stigning i jordvæskens fosfatindhold, hvilket antages at være et direkte resultat af opløsningen af jernoxiderne, idet disse jordbestanddele normalt vil kunne binde store mængder fosfor. Ialt mobiliseres under disse forsøgsbetingelser hhv. 28-39 % af jordens totale ekstraherbare mængde jern (F_{ed}, Tabel 1) og 10-16 % af jordens uorganiske fosfor (P_i, Tabel 1). Den maksimale fosfatkoncentration i jordvæsken blev målt til 1,2 mg P/l (Kærenge, dag 31), hvilket skal sammenlignes med en normal fosfatkoncentration i jordvand på ca. 0,003-0,1 mg P/l /4/.

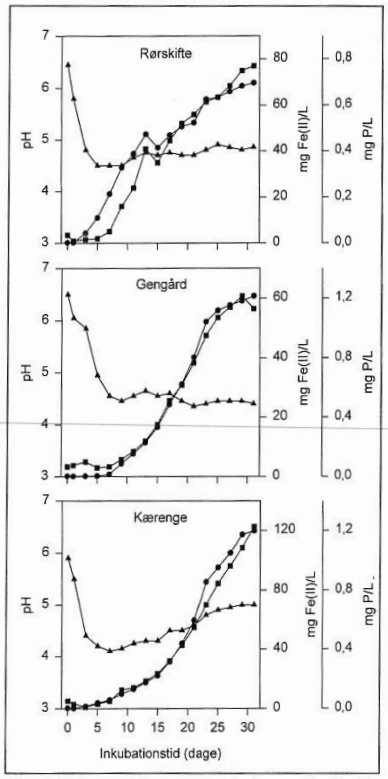
På grundlag af disse resultater kan man konkludere, at der i jorden findes mikroorganismer, som under anaerobe forhold er i stand til at udnytte simple organiske forbindelser som substrat for deres metabolisme under samtidig reduktion af jordens jernoxider, hvorved en del af den bundne fosfor samtidig frigives til jordvæsken.

Fosforbindende bestanddele

Mængden af jern og fosfor, der kan opløses og frigives til jordvæsken samt molforholdet mellem jern og fosfat i jordvæsken afhænger af et komplekst samspil mellem en række faktorer. Oxidernes krystallinitet menes at udgøre en vigtig faktor for andelen af mikrobielt reducerbart jern /5/. Jo dårligere krystallinitet desto hurtigere vil oxiderne mikrobielt kunne blive reduceret og opløst. Som det ses af Tabel 1 er andelen af dårligt krystallinske jernoxider (F_{eo}) i de udvalgte jorde stor i forhold til det totale indhold af jernoxider (F_{ed}), hvilket indikerer, at en stor del af jordenes jernoxider vil kunne indgå i den mikrobielle respiration under anaerobe forhold. Det ses endvidere af Fig. 2, at der i inkubationsforsøget med Rørskifte, som har det største relative indhold af dårligt krystallinske oxider, reduceres og opløses den relativt set største mængde jern-oxid.

Desuden spiller oxidernes mængde og krystallinitet en rolle i forbindelse med bindingskapaciteten for fosfor således, at dårligt krystallinske oxider normalt er i stand til at binde mere fosfor end velkrystallinske oxider /6/. Indholdet af jernoxider er højt i alle tre jordtyper, hvilket formentlig er et resultat af pyritoxidation i deltaområdet i tiden efter afvandingen i 1960'erne samt fra tidligere tilstrømning af okkerholdigt vand fra brunkulslejer højere oppe ad åen /7/.

Indholdet af fosfor i de udvalgte jorde er meget højt, hvilket sandsynligvis er et resultat af en intensiv fosforgødskningspraksis i årene efter afvandingen, hvor behovet for fosfor, pga. jordenes høje indhold af jernoxider og dermed høje fosforbindingskapacitet, har været stort. Denne gødskningspraksis er sandsynligvis blevet videreført op gennem årene, hvilket har resulteret i, at jordene i dag har et meget højt fosforindhold.



Figur 2. Jordvæskens pH (▲) samt indhold af opløst jern(II) (●) og opløst fosfat (■) fra dag 0 til dag 31 for de tre udvalgte jorde i Skjern Å deltaet.

For Gengård's vedkommende fandtes endvidere en meget høj fosformætningsgrad, dvs. en lille resterende fosforbindingskapacitet pga. jordens nuværende høje fosforindhold (Tabel 1). Rørskifte og Kærenge har, på trods af deres høje fosforindhold, stadig en relativ stor fosforbindingskapacitet under aerobe forhold. Denne bindingskapacitet vil dog, i det omfang den skyldes jordens jernforbindelser, sandsynligvis blive reduceret væsentligt under anaerobe forhold.

Det høje molforhold mellem fosfat og jern i jordvæsken i inkubationsforsøget

Tabel 1. Udvalgte karakteristika for overjorden af de tre udvalgte jordtyper fra Skjern Å deltaet. Fe_d angiver den totale mængde ekstraherbart jern i oxider, mens Fe_o og Al_o angiver mængden af jern og aluminium, der kan ekstraheres med ammoniumoxalat i 2 timer, svarende til fraktionen af dårligt krystallinske jern- og aluminiumoxider. Fosfor er ekstraheret med 6 M svovlsyre hhv. før (P_i) og efter ophedning til 550 °C (P_{tot}). P_{max} angiver den maksimale resterende fosforbindingskapacitet bestemt ved 20 dages rystning under aerobe forhold. Forholdet mellem P_i og P_{max} kan betragtes som et mål for fosformætningsgraden.

Jord	pH_{H_2O}	Tekstur	Org. C %	Fe_d %	Fe_o %	Al_o %	P_{tot} mg/kg	P_i mg/kg	P_{max} mg/kg
Rørskifte	5,4	Humus	17,5	1,6	1,4	0,32	929	403	2160
Gengård	6,2	Sandjord	1,6	1,6	0,9	0,04	712	650	260
Kærenge	5,0	M. svær lerjord	13,9	3,7	2,8	0,28	1610	1022	2520

med Gengård i forhold til Rørskifte og Kærenge hhv. 1:25, 1:60 og 1:60 er sandsynligvis et resultat af den meget høje fosformætningsgrad i Gengård. Jo mere jorden er mættet med fosfor, dvs. i dette tilfælde jo lavere den tilbageværende kapacitet for fosforbinding er i forhold til den nuværende bundne mængde fosfor, desto større vil molforholdet mellem fosfat og jern være i jordvæsken efter vandmætning og reduktion. Det ses således, at specielt Gengård, som har en høj fosformætningsgrad, potentielt vil kunne frigive store mængder fosfat efter en evt. oversvømmelse. I absolutte tal vil Kærenge pga. det ekstremt høje fosforindhold dog ligeledes kunne afgive store mængder fosfat til jordvæsken.

Mikrobiel aktivitet

Typen og indholdet af organisk stof spiller ligeledes en væsentlig rolle i forbindelse med mikroorganismernes metabolisme. Det bør understreges, at forsøgsvilkårene her adskiller sig væsentligt fra naturlige forhold mht. substratmængde og -tilgængelighed samt temperatur. Det lukkede system hindrer ligeledes de massetransport- og diffusionsprocesser, der vil forløbe under naturlige forhold, og som ville kunne hindre den opkoncentrering af fx organiske syrer, som ses i de lukkede beholdere. Omsætningshastigheden af det organiske stof og mængden af opløst jern og fosfor vil derfor under naturlige forhold sandsynligvis være væsentlig lavere end indikeret her. For Rørskifte og Kærenge er indholdet af organisk stof dog meget højt og det må forventes at kunne indgå i mikroorganismernes metabolismeprocesser såvel under aerobe som anaerobe forhold.

Readsorption

Readsorption af opløst fosfor under vandmætningen til fx aluminiumoxider eller lermineraler, der forbliver intakte under reducerede forhold, synes på grundlag af inkubationsforsøgene ikke at spille nogen dominerende rolle. I Fig. 2 ses, at stigningen i jordvæskens fosforindhold for Rørskifte sker med nogen forsinkelse i forhold til stigningen i væskens jernindhold, hvilket forsøgene ikke giver nogen entydig forklaring på. Det høje indhold af oxalatekstraherbart aluminium (Al_o) indikerer dog, at jorden på trods af vandmætning og reducerende forhold sandsynligvis stadig indeholder aktive fosforbindende bestanddele, som formentlig kan binde en del af den frigjorte fosfor selv under vandmættede forhold, effekten heraf er indeholdt i Fig. 2.

Fosforfrigivelse og eutrofiering

En samlet vurdering af omfanget af frigivelsen af fosfor til jordvæsken under vandmættede forhold og dens betydning for vandmiljøet i deltaområdet er vanskelig, idet den afhænger af en række ydre faktorer, som ikke er mulige at inddrage i et laboratorieforsøg som det ovenfor beskrevne. Den beskrevne undersøgelse har ikke inddraget de hydrologiske forhold, som kan få stor betydning for, hvorvidt der efter en oversvømmelse vil ske en transport af fosfat på tværs af grænselaget mellem sedimentet og de overliggende vandmasser. Erfaringer fra andre sørestaureringsprojekter vedr. denne transport kan sandsynligvis ikke direkte anvendes, idet en række vigtige forhold vedrørende Skjern Å sedimenternes indhold af fosfor, fosforbindende bestanddele og deres fosformætningsgrad samt mængden af organisk stof adskiller sig fra andre lokaliteter. Ved et estimeret Pi indhold i den øverste halve meter i å dalen på 2-7 t P/ha vil selv en frigivelse på få procent imidlertid være en betragtelig belastning på Ringkøbing Fjord.

Dimensioneringen af søerne mht. gennemstrømningshastighed og dybde kan få stor betydning for riskoen for fosforfrigivelse. Ved at anlægge søer med lav dybde og høj gennemstrømningshastighed vil der måske kunne opretholdes et iltholdigt låg i den øverste del af sedimenterne, hvor jernoxiderne er stabile og derfor vil være i stand til at binde den fosfat, som evt. bevæger sig op ad mod vandmasserne. Det forudsætter dog, at det iltholdige lag opretholdes gennem hele vækstsæsonen. I tilfælde af tilgroning i de lavvandede områder, vil nedbrydningen af det organiske stof kunne bidrage til en væsentlig mikrobiel aktivitet og derved vanskeliggøre opretholdelsen af det iltholdige låg, ligesom tilførsel af nitratholdigt vand menes at kunne øge omsætningshastigheden af det organiske stof og derved evt. kunne øge mineraliseringen af organisk bundet fosfor. På samme måde må man antage, at den ønskede denitrifikation i områder med anaerobe forhold strider mod ønsket om at kunne bevare det iltholdige låg.

Sammenfattende gælder, at de tilstedeværende faktorer: Højt fosforindhold og i visse tilfælde særdeles høj fosformætningsgrad, lav krystallinitet af jernoxider, højt indhold af organisk stof samt tilstedeværelsen af jern- samt nitratreducerende mikroorganismer udgør en potentiel risiko for fosforfrigivelse til jordvæsken og evt. til de overliggende vandmasser i forbindelse med den fremtidige oversvømmelse af deltaområdet. Fuld klarhed over konsekvenserne af en restaurering kan sandsynligvis ikke opnås på forhånd, men yderligere analyser af sedimenternes beskaffenhed samt inddragelse af erfaringer fra lignende projekter vil sandsynligvis kunne hindre eller i hvert fald nedsætte risikoen for ubehagelige overraskelser i forbindelse med genskabelsen af Skjern Å'ens selvrensende effekt.

Referencer

/1/ Boström, B., Andersen, J.M., Fleischer, S. & Jansson, M. 1988: Exchange of phosphorus across the sediment-water interface. Hydrobiologia 170, 229-244.

/2/ Waagepetersen, J. 1988: Skjern Å igen. Vækst 5, 18-20.

/3/ Lovley, D.R., 1991: Dissimilatory Fe(III) and Mn(IV) reduction. Microbiological Reviews 55, 259-287.

/4/ Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G., Hartge, K.H. & Schwertmann, U., 1989: Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

/5/ Munch, J.C. & Ottow, J.C.G., 1980: Preferential reduction of amorphous to crystalline iron oxides by bacterial activity. Soil Science 129, 15-21.

/6/ Borggaard, O.K., 1986: Iron oxides in relation to phosphate adsorption by soils. Acta Agriculturae Scandinavica 36, 107-118.

/7/ Postma, D., 1983: Pyrite and siderite oxidation in swamp sediments. Journal of Soil Science 34, 163-182.

CASPER SZILAS og JANNIK RAUER er agronomer (dim. 1995) ansat hhv. på Kemisk Institut, Landbohøjskolen og i Plantedirektoratet.

OLE K. BORGGAARD og HANS CHR. B. HANSEN er hhv. professor og lektor på Kemisk Institut, Landbohøjskolen.

Natur- og miljøeffekter af Skjern Å restaureringen

Genopretning af Skjern ådalen har ført til, at området allerede i løbet af få år har fået en stor naturmæssig værdi.

Jens Møller Andersen

Skjern Ådalen blev i 1960erne afvandet og lavet til kornmarker, og åen blev omdannet til en bred, lige kanal. Ved restaureringen i 1999-2002 blev åen genslynget, udpumpningen af vand ophørte og ådalen blev omdannet til ekstensive græsningsarealer for kvæg, til lavvandede søer og til et rekreativt område for mennesker. Undersøgelser af de miljømæssige effekter af naturgenopretningen viser, at der med projektet er dannet et stort, sammenhængende natur- og halvkulturområde med vandløb, søer, damme, moser og enge, og at området allerede efter 1 år havde fået en betydelig naturmæssig værdi.

Formål med restaureringen

Folketinget vedtog i april 1998 "Lov om Skjern Å Naturprojekt" /1/. Lovens formål var at genoprette naturen i den vestligste del af Skjern Å dalen, der var blevet afvandet i 1960erne. Åens naturlige forløb og vandstandsvariationer skulle genskabes og forbedre naturværdierne i Skjern Å, i ådalen og i Ringkøbing Fjord, samt forbedre mulighederne for friluftslivet i området.

Efter loven skulle der også gennemføres en overvågning af området for at sikre dokumentation af virkningerne af projektet på natur- og miljøforholdene i området. Overvågningen blev gennemført af Danmarks Miljøundersøgelser, Ringkjøbing Amt, Danmarks Fiskeriundersøgelser og Skov- og Naturstyrelsen i perioden 1999-2003. Resultater og konklusioner er samlet i en rapport udgivet af Danmarks Miljøundersøgelser /2/. Denne artikel er en meget kortfattet opsummering af indholdet i rapporten.

Restaureringen og ændringerne i landskabet

Restaureringen bestod først og fremmest i at udgrave det nye forløb af Skjern Å og Omme Å og at opfylde de tidligere udrettede vandløb (Figur 1). Desuden fjernedes diger, pumpestationer, styrtet i Skjern Å og dambruget ved Kodbøl. Der blev flyttet i alt 2,7 mio. m^3 jord. Der blev også lavet nye vejbroer, gangbroer, stier og parkeringspladser. Hertil kommer fjernelse af den tidligere beplantning i form af småskove og læhegn, samt etablering af indhegninger for de kreaturer, der nu græsser ådalen, for at fastholde et åbent landskab med lav plantevækst i størstedelen af området. Skov- og Naturstyrelsen har stået for gennemførelsen af restaureringen.

Størstedelen af udgifterne til naturprojektet var til erstatninger til lodsejerne og til jordarbejder (Tabel 1). De samlede udgifter på 283 mio. kr. er af samme størrelsesorden som udgifterne ved afvandingen i 1960erne.

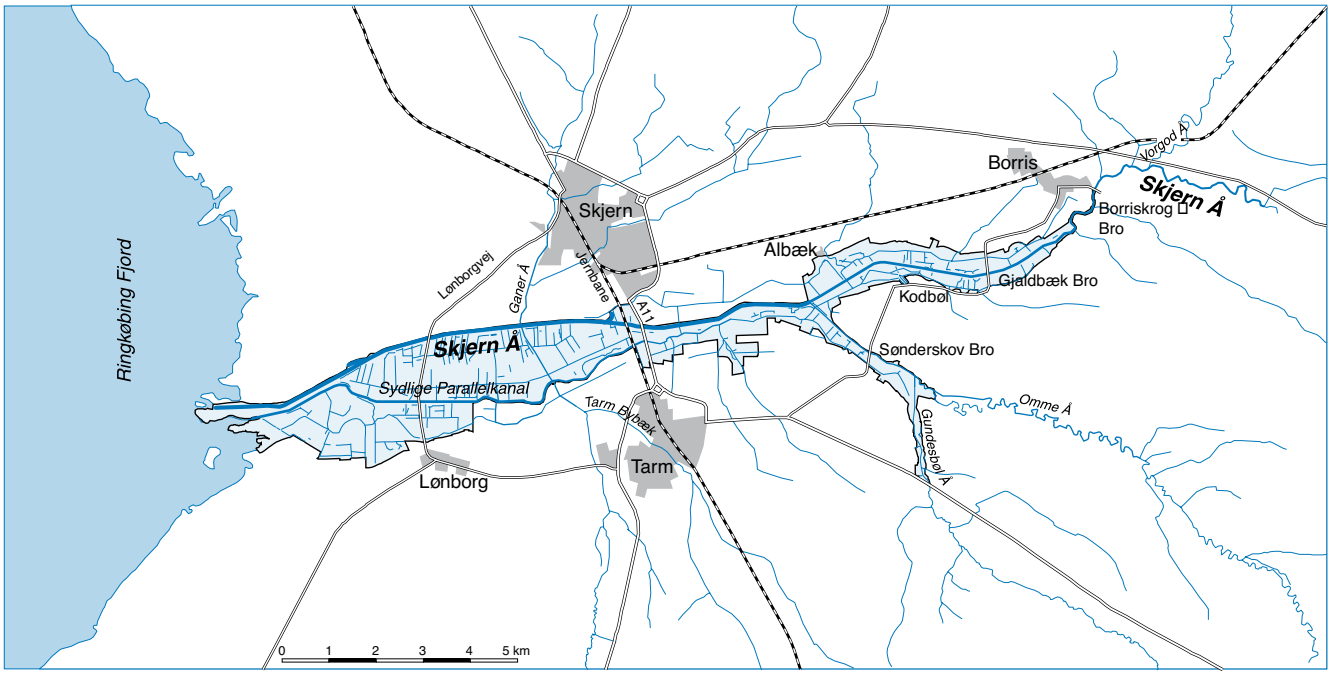
Landskabeligt er de 22 km^2 ådal ændret fra at være et fladt område med almindelige, dyrkede marker og med afvandingskanaler (Figur 2) til at være et ekstensivt græsset område med et vedvarende plantedække med et stort islæt af lavvandede søer, især i den vestlige del af området vest for vejen mellem Skjern og Tarm og med floden, der slynger sig gennem dalen (Figur 3). Ved høje vandføringer i Skjern Å, især om vinteren og foråret, går åen over sine bredder, og næsten hele den vestlige del af området vest for Skjern-Tarm kan stå under vand.

De fleste statsejede arealer og en række private arealer er blevet indhegnet, dog med låger af hensyn til adgang for publikum. Hegningen og dermed græsningen blev startet i 2001 i området vest for Lønborgvej og er blevet udbygget i takt med, at anlægsarbejderne er blevet færdige. Der er for statens arealer

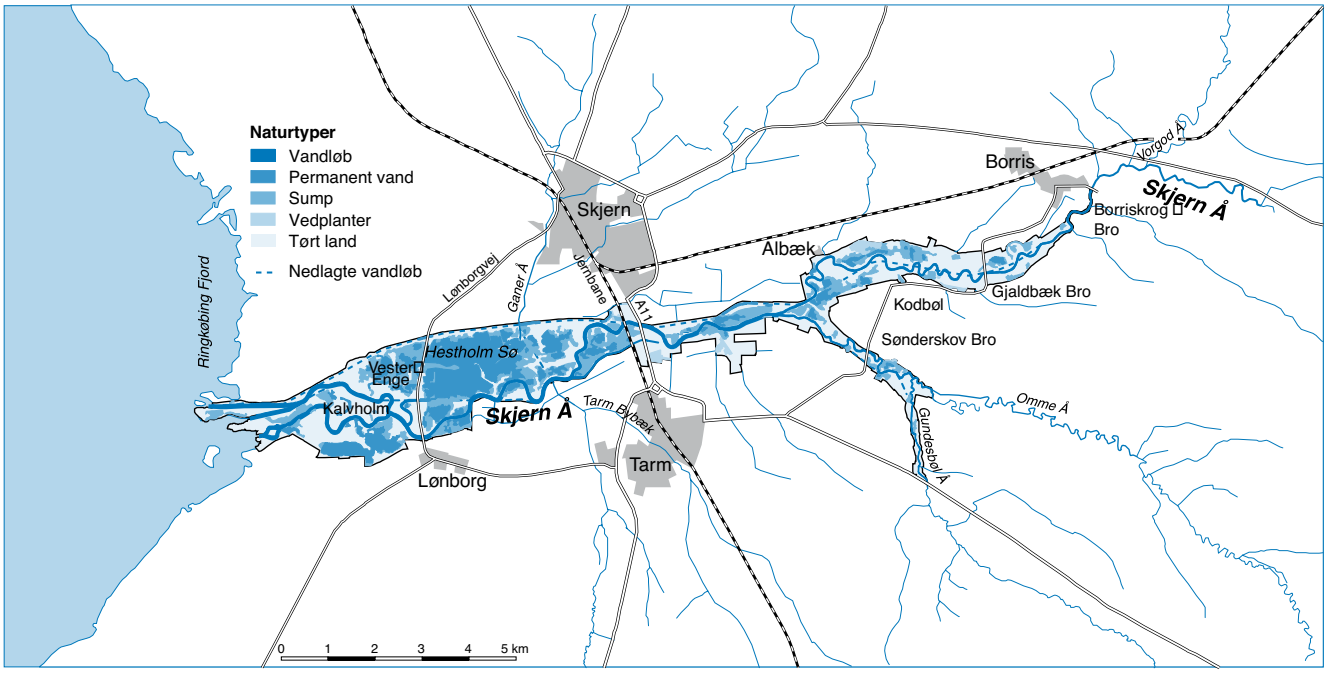
Tabel 1. *Udgifter ved Skjern Å restaureringsprojektet 1997-2005.*

Skjern Å restaurering	Udgift (mio kr.)
Erhvervelser/erstatning	94,2
Projektering	19,8
Anlægsarbejder	121,1
Information & publikumsfaciliteter	21,3
Overvågning, Ringkøbing Fjord	7,6
Naturovervågning	9,5
Øvrige	9,3
I alt	282,8

Figur 1. *Ved etablering af det nye, restaurerede åløb blev der flyttet 2,7 millioner m^3 jord. Skov- og Naturstyrelsen har stået for gennemførelsen af restaureringen. (Foto: Skov- og Naturstyrelsen).*



Figur 2. *Oversigtskort over projektområdet før restaureringen begyndte i 1999.*



Figur 3. *Oversigtskort over projektområdet efter afslutningen af restaureringen 1999-2002.*

udarbejdet en særlig plejeplan for at styre udviklingen af de prioriterede naturværdier i området.

Tilbageholdelse af næringssalte i området

Et af formålene med naturgenopretningen var at genskabe ådalens evne til at tilbageholde næringssalte og dermed forbedre vandkvaliteten i Ringkøbing Fjord. Udviklingen i indhold af kvælstof og fosfor i vandløb i projektområdet er målt 6 steder i vandløbene, dels i tilløb til projektområdet, dels i vandet inden det løber til Ringkøbing Fjord.

Transporten af næringssalte gennem Skjern Å er dog så stort, at selv en betydelig tilbageholdelse af fosfor og kvælstof i projektområdet ikke kan bestemmes ved at beregne forskellen mellem de mængder, der tilføres projektområde, og de mængder, der transporteres videre. Tilbageholdelsen af næringssalte er derfor i stedet skønnet, ved at måle på de aflejringer, der lægger sig på oversvømmede arealer, når Skjern Å går over sine bredder, og ved brug af erfaringstal fra andre områder med oversvømmelser. Herudfra er det skønnet, at der i projektområdet i gennemsnit tilbageholdes ca. 5-10% af transporten af fosfor og kvælstof i Skjern Å.

Hurtig indvandring af planter og dyr i den nye Skjern Å

Den nye, slyngede Skjern Å er generelt mere lavvandet og med mere variation i vanddybden. I Figur 4 er vist et typisk tværprofil før og efter restaureringen. Øst for Skjern-Tarm ve-

Tabel 2. Dødelighed af ungfisk af laks og ørred i projektområdet og i Ringkøbing Fjord.

Dødelighed af smolt	Årstal	Antal smolt mærket	Antal smolt ædt
Laks	2000	26	12 (46%)
	2002	51	26 (51%)
Ørred	2000	16	3 (19%)
	2002	50	13 (26%)

jen er der også et større fald og en hurtigere vandstrømning, bl.a. fordi styrtet ved Kodbøl er fjernet.

Disse ændringer har givet bedre vilkår for både planter og smådyr. I 2003 var der sket en hurtig kolonisering med planter i det nye vandløb, især i bredzonen. Den store artsrigdom i 2003 forventes dog at aftage efterhånden som de mest konkurrencestærke arter får overtaget, dog stadig med større artsrigdom end før restaureringen, fordi der er større variation i strøm, dybdeforhold og bundforhold. Mudderbund er næsten forsvundet fra åen, og der er kommet betydeligt flere større områder med grusbund end tidligere. Disse ændringer har allerede givet en øget forekomst af smådyr, fordi de har langt bedre levemuligheder i områder med grus og sten eller med vandplanter, mens tætheden af smådyr er langt lavere på sand- og mudderbund.

Bedømt ud fra forekomsten af smådyr var der en høj miljøkvalitet i Skjern Å både før og efter restaureringen.

De sjældne dyre- og plantearter klarede sig godt gennem omlægningen af Skjern Å. De mest kendte af disse er foruden laks, grøn kølleguldsmed (Figur 5), flodklaseskærm og vandranke. Vandranke foretrækker dog næsten stillestående vand. Den findes derfor især i den tilbageværende del af Søndre Parallelkanal.

Fisk – overlevelse af ungfisk af laks og ørred

Restaureringen af Skjern Å har ikke umiddelbart påvirket bestandene af laks og havørred, idet deres gydeområder ligger opstrøms projektområdet. Opgangsmulighederne for helt og havlampret er dog forbedrede med fjernelsen af styrtet ved Kodbøl, der var passabelt for laks og ørred, men ikke for helt og lampretter.

Restaureringen har øget mængden af fiskeædende fugle i området og mængden af gedder, især i den nydannede Hestholm Sø. Det har medført risiko for at fugle og gedder ville æde en større del af de ungfisk af laks og ørred (smolt), der om foråret trækker ud i havet.

Et hovedelement i fiskeundersøgelserne har derfor været at undersøge, hvor stor en del af de udtrækkende smolt, der på deres vej mod havet bliver ædt af gedder eller af fugle.

Denne dødelighed af smolt blev undersøgt ved at fange smolt i en fælde ved Borris opstrøms projektområdet (Figur 6). Smoltene blev udstyret med en lille radiosender, så deres videre vandring kunne følges. De fleste forsvandt ud af systemet og er formentlig nået frem til havet, mens andre radiosendere blev fundet i geddemaver eller skarvkolonier.

Udtrækket af laksesmolt var ca. 25.000 i 2002 mod ca. 5.000 i 2000. Udtrækket af ørredsmolt var omtrent ens i de to år, henholdsvis ca. 7.500 og ca. 8.500. Smoltproduktionen er næppe påvirket af restaureringen, idet gydning og opvækst foregår opstrøms projektområdet. Ca. 75% af ørredsmolten overlevede vandringen, men kun ca. halvdelen af laksesmolten. Dødeligheden skyldes især at fiskene bliver ædt af gedder og fugle ikke blot i Skjern Å, men også i Ringkøbing Fjord. De øgede mængder af skarv og hejrer i projektområdet kan således bidrage til at mindske antallet af smolt, der når frem til havet. De målte dødeligheder er vist i tabel 2. Der synes dog kun at være sket en lille stigning i dødeligheden af smolt som følge af restaureringen.

Opgangen af laks i Skjern Å er øget stærkt i de senere år fra ca. 100 om året frem til 1990 til ca. 1.000 fra omkring år 2000. Det skyldes især udsætning af ungfisk, der er opdrættet ud fra moderfisk fanget i Skjern Å. Det har også styrket bestanden, at fiskeriet i Ringkøbing Fjord er reguleret med forbud mod landing af laks og havørred og bestemmelse om, at bundgarnshoveder skal være sænkede 30 cm under vandoverfladen, så at smolt kan slippe ud af bundgarnene.

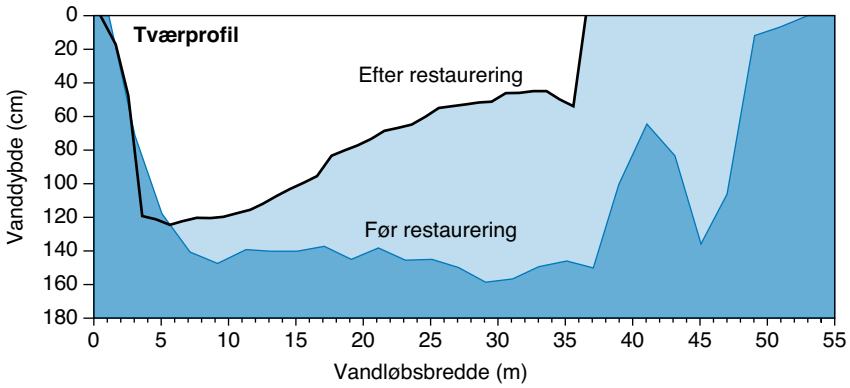
Naturen i ådalen

I det nye naturområde er der lavvandede søer (ca. 5 km^2), enge med et varierende omfang af oversvømmelse (ca. 13 km^2) og mindre arealer med eksisterende moser, krat og rørskov. Der er på de statsejede arealer iværksat en ekstensiv drift i form af græsning eller høslet, for gennem denne naturpleje at undgå uønsket tilgroning med buske, tagrør m.m.

Efter at dyrkningen af jorden ophørte i 1999, og vandstanden steg, er der sket en stor udskiftning af plantearterne i området. Almindelige ukrudtsplanter på marker og kulturgræsser er erstattet af vådbundsarter eller endog med egentlige vandplanter.

Plantesammensætningen var i 2003 stadig i en stærk udvikling og stadig præget af, at arealerne har været dyrket indtil for få år siden. Særlig stor fremgang har der været for plantesamfund med lysesiv fra omkring 2% af arealet i 2000 til 26% i 2003. Også mosebunke, rørgræs og tagrør synes at få større dækningsgrad, mens pil går tilbage. Udviklingen forventes at fortsætte i de kommende år hen mod et stabilt plantesamfund karakteristisk for våde, græssede enge på de fleste af arealerne.

På de ikke græssede arealer vil der udvikle



Figur 4. Eksempel på ændring i Skjern Å´s tværprofil ved restaureringen (Skjern Å nedstrøms Omme Å).

sig højere vegetation, bl.a. med tagrør og pil. Padderne i området har nydt godt af ændringerne i ådalen. De mange små og lavvandede damme i området giver gode ynglemuligheder for bl.a. butsnudet frø og spidssnudet frø, især hvis der i dammen ikke er fisk, der kan æde frø eller haletudser. Især er ynglebestanden af butsnudet frø øget stærkt (Tabel 3).
Også odderen klarer sig godt, og der er nu en fast bestand af oddere i hele den naturgenoprettede del af Skjern Å og i de fleste tilløb.

Fugle

Undersøgelserne af fuglebestandene har koncentreret sig om vandfuglene i området. Ynglefuglene blev optalt i maj-juni i 2000, mens alle marker lå brak og gravearbejdet netop var begyndt, og i 2003 efter restaureringen.

Udviklingen i områdets betydning som yngleområde for vandfugle fremgår af tabel 4. Der var i 2003 etableret en hættemågekoloni. Herudover var de talrigeste ynglefugle grågænder, blishøns og viber, og der var desuden mange sorthalsede lappedykkere og skeænder.

Optællingerne af ynglefugle har vist, at området hurtigt har udviklet sig fra at være af meget lille betydning for ynglende vandfugle til at være et vigtigt dansk område for ynglende vandfugle. Dette er muliggjort af de lavvandede vandområder omkranset af udyrkede, delvist afgræssede arealer.

Trækfugle blev talt i 2002 og 2003. Svømmeænder var den gruppe af trækkende vandfugle, der optrådte i størst antal. I efteråret var pibeand den talrigste art (maksimum var 12.600), dernæst kom krikand (5.200) og gråand (3.400). Talrige var også kortnæbbede gæs (2.140) og grågæs (1.210), samt sangsvaner (1.630) og knopsvaner (510). De talrigeste vadefugle var viber (3.400), hjejler (2.600) og brushøns (560). Sammenfattende har naturgenopretningen medført, at området vest for Skjern-Tarm er blevet et værdifuldt område, især for svømmeænder og andre vandfugle under efterårstrækket.

Konklusioner

Undersøgelsesresultaterne fra 2003 afspejler ikke den fremtidige tilstand i projektområdet, men giver et fingerpeg om, i hvilken retning plante- og dyrelivet udvikler sig. Nogle vigtige konklusioner er:

- Naturgenopretningen har skabt et stort, sammenhængende natur- og halvkulturområde med vandløb, søer, damme, moser og enge
- Området er blevet meget attraktivt for vandfugle. Både antallet af ynglefugle og trækfugle er steget kraftigt som følge af projektet
- Plantesamfundene på de tidligere dyrkede arealer er begyndt at udvikle sig mod vegetationstyper karakteristisk for moser og enge
- Sjældne dyr og planter i området har generelt fået forbedrede levesteder. Dog synes der at være en lidt større dødelighed for ungfisk af laks og ørred, fordi flere ædes af fugle og gedder
- Der tilbageholdes som forventet kun en mindre del (under 10%) af de næringsstoffer som transporteres gennem Skjern Å.

Figur 5. *Grøn køllegguldsmed er almindelig i Skjern Å men ellers sjælden. (Foto: Peter Bundgaard)*

Perspektivering

Naturforholdene vil i de kommende år fortsat udvikle sig hen mod et dyre- og planteliv, der er tilpasset til de nye forhold. Udviklingen vil bl.a. afhænge af, hvordan arealerne bliver drevet og plejet, fx om arealerne bliver græsset (Figur 7). Plejeforanstaltningerne vil favorisere nogle dyr og planter men skade andre. Derfor er der fortsat behov for natur- og miljømæssige afvejninger ved fastsættelse af anvendelse og pleje af området. Nogle af de modstridende naturaspekter i området er:

- Hestholm Sø er positiv for forekomsten af svømmeænder, lappedykkere og gedder, men negativ for lakse- og ørredsmolt.

Tabel 3. *Ynglebestande af butsnudet frø og spidssnudet frø i den vestlige del af Skjern Å projektområdet.*

Ynglebestande	År 2000	År 2003
Butsnudet frø	10-20	1.100-1.740
Spidssnudet frø	25-50	110-120

Figur 6. *Ungfisk af laks og ørred (smolt) blev fanget i fælde ved Borris. De blev udstyret med en radiosender, så deres videre færd mod havet kunne følges. (Foto: Anders Koed)*

- Græsning af arealerne er en forudsætning for indvandring af typiske engplanter og for fugle knyttet til enge, men udelukker samtidig at der kan være en høj vegetation med det dyreliv, der knytter sig hertil.
- Græsning af bredzonen af søer, damme og vandløb forhindrer, at der etablerer sig den naturlige rørskovsvegetation, og den vil medføre en øget forurening af vandområderne med næringssalte, men den vil øge antallet af engfugle, der søger føde på de blotlagte mudderflader.

Tabel 4. *Ynglebestande af almindelige grupper af vandfugle i Skjern Å projektområdet.*

Ynglebestande	År 2000		År 2003	
	Antal arter	Antal par	Antal arter	Antal par
Lappedykkere	0	0	4	68-96
Svømmeænder	2	44	5	301-326
Vandhøns	1	5	4	208-246
Vadefugle	3-5	78-81	7	239-242

Referencer

/1/ Lov om Skjern Å Naturprojekt. Lov nr. 493 af 1. juli 1998.

/2/ Andersen, J.M. (Red.) (2005): Restaurering af Skjern Å. Sammenfatning af overvågningsresultater 1999-2003. Faglig rapport fra DMU, nr. 531. 96s.

Jens Møller Andersen er projektchef ved Danmarks Miljøundersøgelser, Vejlsøvej 25, 8600 Silkeborg (jea@dmu.dk).

Figur 7. *Græsning i området har stor betydning for plante- og dyrelivet. Foto: Peter Bundgaard.*

Skjern Å refleksioner

Den nyere tids historie om Skjern Å og engene omkring åen begyndte i 1962 og omfattede den nederste og bredeste del af ådalen fra Borris til Ringkøbing Fjord, hvor man ønskede en afvanding og styring af åen.

Afvandingen gik i korthed ud på, at vandet blev styret i kanaler omgivet af diger, så den omkringliggende jord ikke længere blev oversvømmet. Der blev etableret pumpestationer, der kunne pumpe mange tusinde liter vand i sekundet og man kunne derved regulere grundvandsstanden på markerne. Over en strækning på 20 km skulle ca. 4000 hektar drænes og omdannes til dyrkbar agerjord.

Skjern Å blev ført over i en nygravet, lige kanal, der hurtigt kunne lede vandet ud i fjorden. I løbet af de følgende 6 år blev de våde enge efterhånden indvundet og den uregerlige å tæmmet.

Det stod imidlertid hurtigt klart, at der også var en bagside af det imponerende ingeniørarbejde og det større produktionsudbytte i Skjern Ådalen.

Planter, dyr og fugle, der før levede på de ferske enge forsvandt. Vandsænkningen betød at jernforbindelser i jorden nu kom i kontakt med luftens ilt og dannede okkerforurening, der gik ud over livet i vandløbene.

Forureningen af Ringkøbing Fjord tog til i takt med at Skjernåens selvrensende effekt var ophørt og åen i stedet modtog næringsstoffer fra de omkringliggende marker og ledte dem ud i fjorden.

Med årene begyndte terrænet i ådalen flere steder at synke, hvilket skyldtes at den tørverige engjord blev nedbrudt og faldt sammen i takt med at vandafledningen og jordbearbejdningen havde givet plads til ilt til jorden – ilt, der er en betingelse for at den organiske tørv bliver nedbrudt. Nogle steder sank jorden over 1 meter og det lå i kortene at et nyt afvandingsprojekt på sigt var nødvendigt, hvis korndyrkningen skulle opretholdes. For flere og flere stod det klart at tiden var inde til nytænkning.

På denne baggrund blev Danmarkshistoriens største og dyreste naturgenopretningsprojekt besluttet af Folketinget i 1998, således at ca. halvdelen af de enge, der i 1960'erne blev drænet og omdannet til agerjord skulle genskabes og Skjern Å, igen skulle sno sig dynamisk i landskabet.

I 2003 stod projektet færdigt. 43 km åløb var blevet gravet. 2,7 mio. kubikmeter jord var flyttet – svarende til et ubrudt vogntog med jord, der strækker sig fra Skjern til syd for alperne! Der var opsat over 100 km kreaturhegn, der stod klar til at modtage græsningsdyr på de genskabte enge. Den samlede pris beløb sig til over 280 millioner kroner.

Foto: Niels Dahlin Lisborg & Ulrik Lorenzen

Resultatet af anstrengelserne var et 2200 hektar stort naturområde med vidtstrakte enge, søer, moser og rørskove, hvor Skjern Å igen bugter sig igennem landskabet til udløbet i Ringkøbing Fjord.

Skjern Å Naturprojekt er i dag uomtvisteligt en stor succes, hvor der er skabt rum til både mennesker og natur. Denne balance er netop baggrunden for den medvind som området i dag nyder.

Naturstyrelsen har målbevist undgået at skabe et lukket reservat, hvor der kun gives plads til naturen. I hovedparten af det mægtige område kan man frit færdes året rundt. Der er anlagt over 20 km cykelstier, 40 km naturstier, 27 parkerings- og rastepladser, bygget fugletårne og gangbroer og endda etableret hele to naturcentre, der året rundt udstiller områdets natur- og dyreliv.

Samtidig er der stadig plads til den stille naturbruger, der ønsker at gå afsides og finde en plet for sig selv og fordybe sig i de små dramaer og mysterier som naturen udspiller.

Mange danskere kender til balladen om genopretningen af Skjern Å, og der har da også været store og reelle følelser i spil. Styrelsen havde utallige forhandlinger og drøftelser med lodsejere, myndigheder og interesseforeninger.

Den lokale modstand mod projektet blev dog mindre i takt med at man reelt oplevede det lovede, nemlig at landbruget blev tilbudt erstatningsjord og derved ofte oplevede at få en bedre ejendomsstruktur. Derigennem blev det muligt at indgå frivillige aftaler, således at staten kunne nøjes med få og små ekspropriationer.

Styrelsen har en forvaltning, der har borgerinddragelse, brugerråd og lokalt medejerskab som nøgleord, og der er i dag rigtig mange, der gerne vil have "en bid af kagen".

Der er således plads til lystfiskeri, hvor området har udviklet sig til noget af Danmarks bedste laksefiskevand. Der har også fra dag et været plads til jagt, og der skydes årligt mere end 2000 ænder og gæs i projektområdet. Plads til ryttere, cyklende og vandrere er der også, og på vandet er det kajak- og kanosejlere der ses; men der har også været interesse for turbåds- og motorbådssejlads. Endelig kan man i engene opleve maratonløb, udendørskoncerter og friluftsgudstjenester.

Sammenfattende oplever Naturstyrelsen i dag, at der er en rigtig god stemning om genopretningsprojektet og statens drift af de godt 2.000 hektar. På det overordnede niveau gjorde og sagde vi vel det rigtig; men det var ressourcekrævende, og til tider ganske belastende, for første gang at skulle gennemføre et så stort projekt, og så vel at mærke i et lokalområde, hvor modstanderne i den usikre startfase var meget markante.

Ulrik Lorenzen og Niels Dahlin Lisborg
Naturstyrelsen

Skjern Å Naturprojektet i hovedtræk

I 1986 udtalte daværende miljøminister Chr. Christensen i Folketinget, at 'fuglene er væk – fiskene er væk'. Dette udsagn var møntet på Ringkøbing Fjord, men blev også det politiske startskud for Skjern Å Naturprojektet. Som introduktion til de efterfølgende artikler om erfaringerne år 10+ efter projektets afslutning beskrives nogle tekniske overvejelser ved projektet.

Steen Øgaard Dahl

Skjern Åens nedre løb havde i slutningen af 1800-tallet et vidtforgrenet net af aktive og afsnørede vandløbsstrækninger og rummede mere end 4.000 ha vådområde. Ved hovedafvandingen i 1962-68 gennemførtes en gennemgribende regulering, som omfattede godt 20 km af Skjern Åens nedre løb og deltaområde. Hovedafvandingen var en af de sidste afvandingssager i Danmark. Den omfattede regulering (udretning) af 60 km vandløb, opførelse af 28 km hovedafvandingskanaler, 83 km sekundære kanaler, 75 km dige, 5 pumpestationer, og afvanding af 4.100 ha vådområde. Afvandingen involverede 300 ejere af arealer i ådalen og kostede ca. 225 mio. kr. (omregnet til nutidens priser). Staten betalte 2/3 af udgiften.

Hovedafvandingen betød et løft i landbrugets indtjening, men også tab af vådområder, sjældne arter og biodiversitet og øgede udvaskning af næringssalte og okker fra selve området og gav større stoftransport til fjorden fra Skjernåens opland.

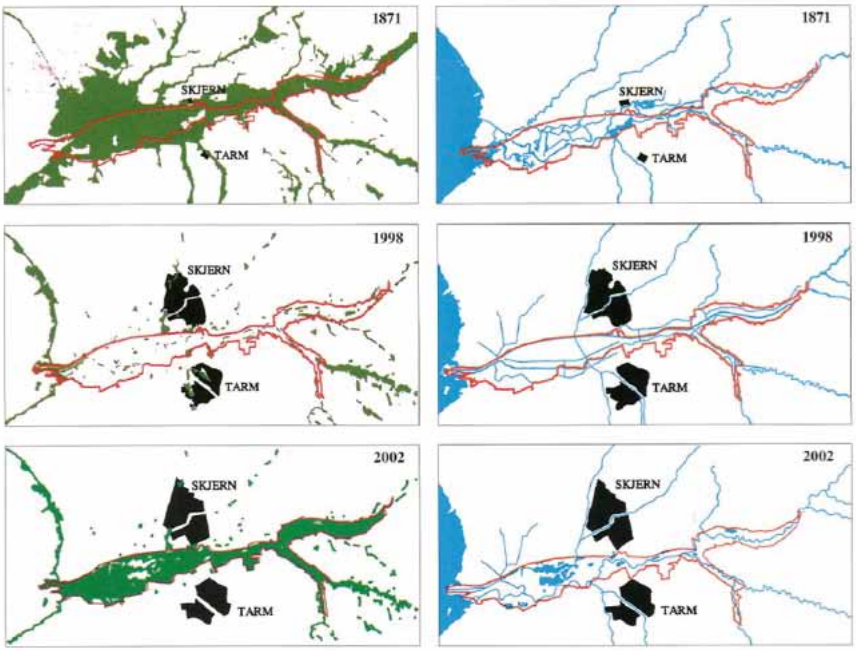
Genopretningen blev efter en lang politisk proces vedtaget og anlægsmæssigt gennemført i 1999-2003. Naturprojektet berørte 2.100 ha af det oprindelige areal for afvandingen. Arealafgrænsningen kan ses på Figur 1 og blev lagt fast efter mange alternativer var blevet overvejet i den såkaldte skitseprojektfase i 1987-88 og i opkøbsfasen 1990-96. Langt størsteparten af arealerne til Naturprojektet blev erhvervet ved frivillige aftaler, hvilket var en forudsætning for, at et bredt politisk flertal i Folketinget vedtog en anlægslov for Skjern Å Naturprojektet /1/. Knap 40 % af beløbet til genopretningen gik til erstatninger og statens opkøb af arealerne. Omkostningerne blev næsten det samme som den oprindelig hovedafvanding havde kostet, men omfattede kun halvdelen af arealet.

Formålet med projektet var jf. anlægslovens formulering /1/…" at genopretningen skal skabe mulighed for, at systemets snoninger og naturlige vandstandsvariationer genskabes, og dermed bidrage til at forbedre levevilkårene for dyre- og plantelivet, sikre en høj vandkvalitet i Ringkøbing Fjord samt forbedre mulighederne for friluftslivet". Bemærk at loven anvender formuleringen at projektet skal 'bidrage til at forbedre levevilkårene'. Loven giver ingen garanti for at projektet genskaber områdets dyre-og planteliv, som det oprindeligt var – hvilket også vil være en illusion. Loven foreskriver desuden at vandløbets meandering genskabes og tillader naturlige vandstandsvariationer. Endelig har friluftslivet fået en fremtrædende plads.

Projektets udformning

Skjern Å er Danmarks vandrigeste og mest sedimentførende å. Den store sedimenttransport betinger at åen har en særlig deltadynamik. Åen afvander et areal på 250.000 ha og genopretningen omfattede knap 1 % af åens samlede opland.

Placeringen af de genoprettede å- strækninger er langt overvejende sket med udgangs-



Figur 1. *Vådområder og enge (venstre del) og vandløb (højre del) i 1871, 1998 og 2002. Naturprojektets afgrænsning er vist med rød linje. Kortet fra /2/.*

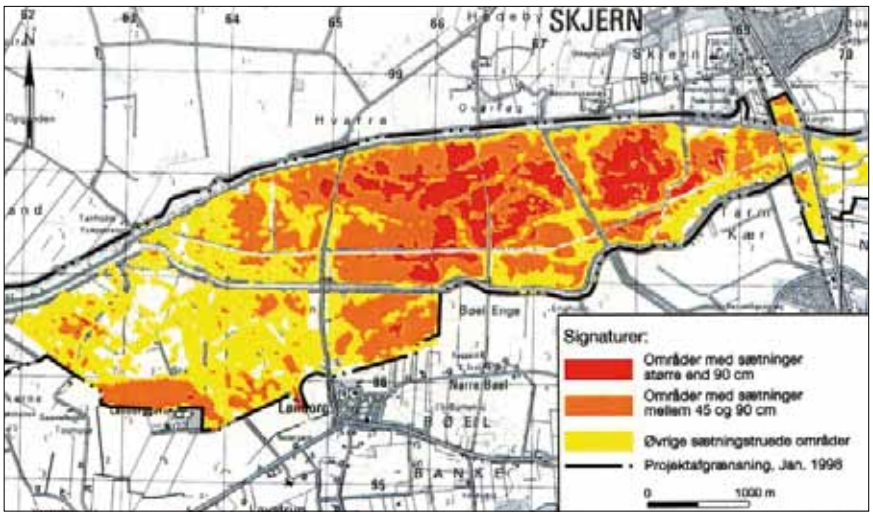
punkt i de forløb som Skjern Å og Omme Å havde inden de store reguleringer. De vandløbshydrauliske parametre blev så vidt muligt også fastlagt ud fra kendskab til de uregulerede vandløbsprofiler og sedimentførende egenskaber, der også kunne betinge en dynamisk udvikling.

Projektet skulle samtidig respektere flere tekniske bindinger bl.a. at projektområdet var begrænset til halvdelen af ådalen og at der også var opført veje og broer i området, der fortsat skulle benyttes. Det var selvfølgelig også et uomgængeligt vilkår, at projektet skulle anlægges i de jorde som tidligere havde været i landbrugsmæssig omdrift. Som udgangspunkt var næringssaltpuljerne derfor anderledes end i de tidligere næringsfattige enge også selvom gødskning blev stoppet flere år inden anlægsarbejdet startede.

Et andet væsentligt punkt var, at dele af ådalen havde undergået betydelige sætninger siden Hovedafvandingen pga. forbrænding af det organiske indhold i jorden. Sætninger var særligt udtalt i Hestholm området (Figur 2). Genopretningen har derfor den konsekvens, at Hestholm, der tidligere var våde enge, fremstår vanddækket og altså er en sø. I et længere perspektiv (årtier – århundrede) vil området blive forvandlet til våde enge igen ved tørveopbygning.

Et princip om at åen blot skulle 'gives fri' uden for-gravning af et vandløbsprofil, var derfor ensbetydende med at åen ville 'forsvinde' ud i Hestholm sø. En landskabsmæssig og politisk uantagelig tanke.

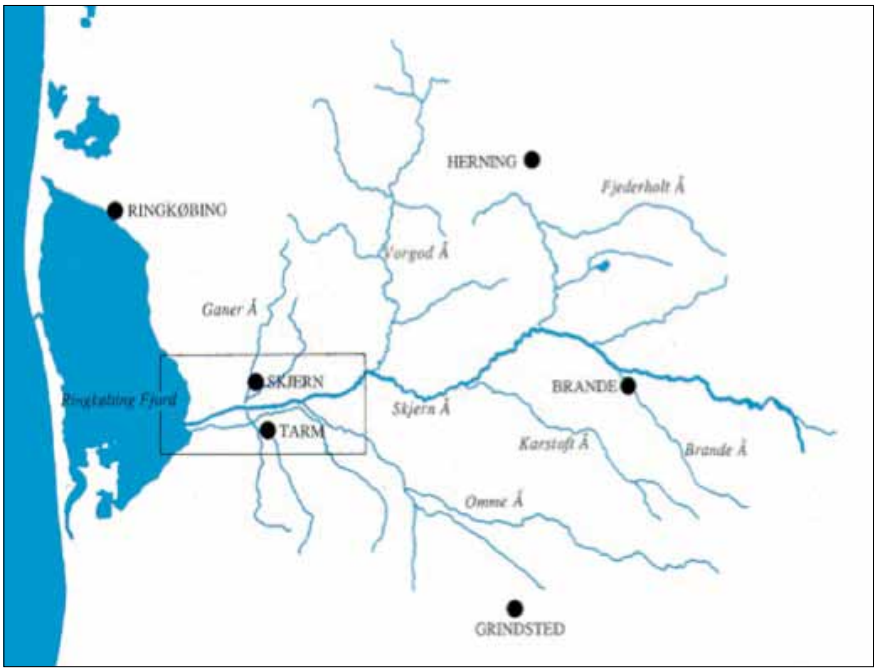
Hestholm Sø og de mange stillestående vande (bagvande) var også grundlag for skræmme-scenarier om at en øget intensitet af gedder i de stillestående vande ville forgribe sig på lakse-smolten. Denne faglige bekymring fik pludselig stor politisk bevågenhed i den ophedede debat og blev brugt af modstandere af projektet, og fik i daglig tale tilnavnet 'geddebomben'. Fagligt kunne det ikke afvises, at åens manglende strømløb gennem Hestholm Sø ville betyde øget tab af nedtrækkende smolt. Samtidig var bestanden af Skjern Å laksen under pres på dette tidspunkt. Løsningen blev derfor at føre åen gennem den sydlige del af Hestholm området i et lidt højere åleje afgrænset af små forhøjninger langs bredden – såkaldt levéer. Forekomsten af levéer kan også erkendes i den tidligere uregulerede å og dannes ved at åens materiale aflejres langs bredden, når vandstanden stiger og åen går over sine bredder og hastigheden dermed falder.



Figur 2. *Arealer i Skjern Å dalen med udtalte terrænændringer (sætninger) fra perioden før hovedafvandingen (1962-68) til umiddelbart før genopretningen.*

Vandløbsprofilet blev derfor udformet så vandføringen i april-maj, hvor smolten føres ned af vandløbet, kunne løbe i et relativt veldefineret vandløbsprofil i de fleste år. I andre perioder af året med stor vandføring og højere vandstande opnås vandudveksling mellem enge, søer og å således at naturlige vandstandsdynamikker også forekommer. Et nødvendigt kompromis som tilgodeser modsat rettede hensyn mellem forsigtighedsprincippet over for laksebestanden og den uregulerede dynamik.

Skjern Å projektet blev et projekt, hvor mange tekniske og politiske hensyn skulle forenes og hvor en mosaik i landskabsudvikling mellem vandløb, søer, rørskov og enge skulle tilgodeses. Samtidig skulle områdets modstridende ønsker om benyttelse (jagt, fiskeri, adgang) eller beskyttelse (forstyrrelsesfri områder) forenes. Skjern Å Naturprojektet har imidlertid en størrelse der betinger at mange forskellige hensyn kan tilgodeses.



Figur 3. *Skjern Å oplandet, projektområdet og vandløbssystemet. Kortet fra /2/*

Referencer

/1/ Forslag til Lov om Skjern Å Naturprojektet fremsat 16. april 1998. Vedtaget som Lov nr. 493. af 1. juli 1998.

/2/ Skjern Å. Ådalens historie, De store projekter, Det nye landskab og naturen, På tur i Ådalen. Pjece udgivet af Skov- og Naturstyrelsen 2005 (52 sider).

Steen Øgaard Dahl var i perioden 1987-99 involveret i Skjern Å Naturprojektet, som teknisk konsulent og projektleder i COWI A/S for Skov-og Naturstyrelsen. Medredaktør af Vand & Jord. Email: sdah@orbicon.dk

Hydromorfologiske ændringer af Skjern Å – 10 år senere

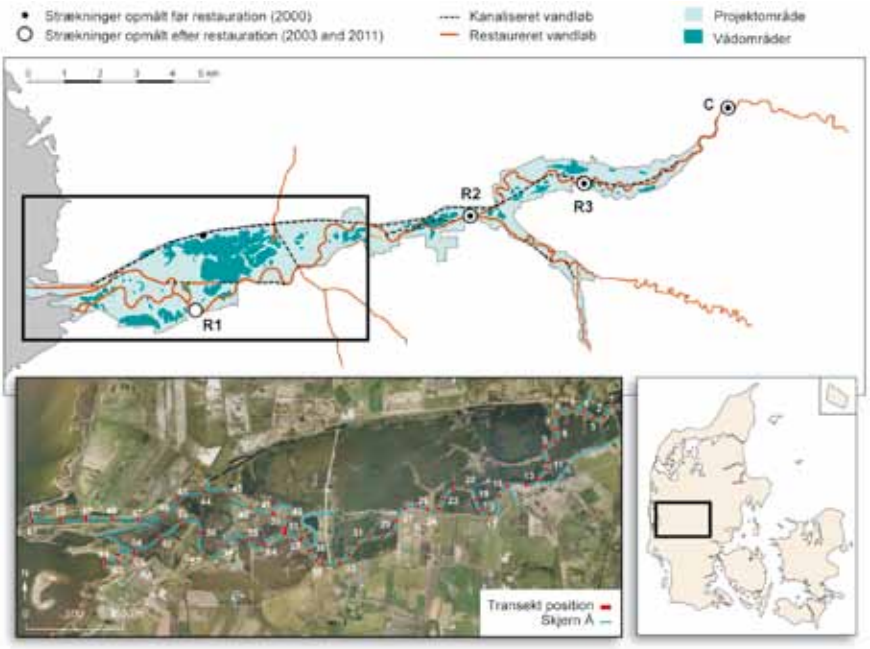
Restaureringen af Skjern Å har siden udførelsen tiltrukket megen interesse fra både naturinteresserede og forskere. Bl.a. er der over flere omgange indsamlet en række data om åens hydromorfologi og disse data giver en unik mulighed for at undersøge hvordan åen har udviklet sig siden restaureringen. I denne artikel analyserer vi disse data og vurdere hvordan åens naturlige dynamiske processer har udviklet dens morfologi og habitater over en 10 års periode efter restaureringen.

Esben Astrup Kristensen, Brian Kronvang, Peter Wiberg-Larsen, Catrine Nielsen, Emanuelle Amor, Hans Thodsen, Morten Lauge Pedersen, Nikolai Friberg & Annette Baattrup-Pedersen

Baggrund

Vandløb er naturligt dynamiske og ændrer sig markant over tid. Processer som erosion og sedimentation forandrer løbende vandløbets udseende og dets udbud af habitater/1/. De naturlige processer er derfor et fundamentalt grundlag for vandløbs biodiversitet og deres funktion, men hvor store ændringer der sker over tid, afhænger af hvilken rumlig og tidslig skala der betragtes.

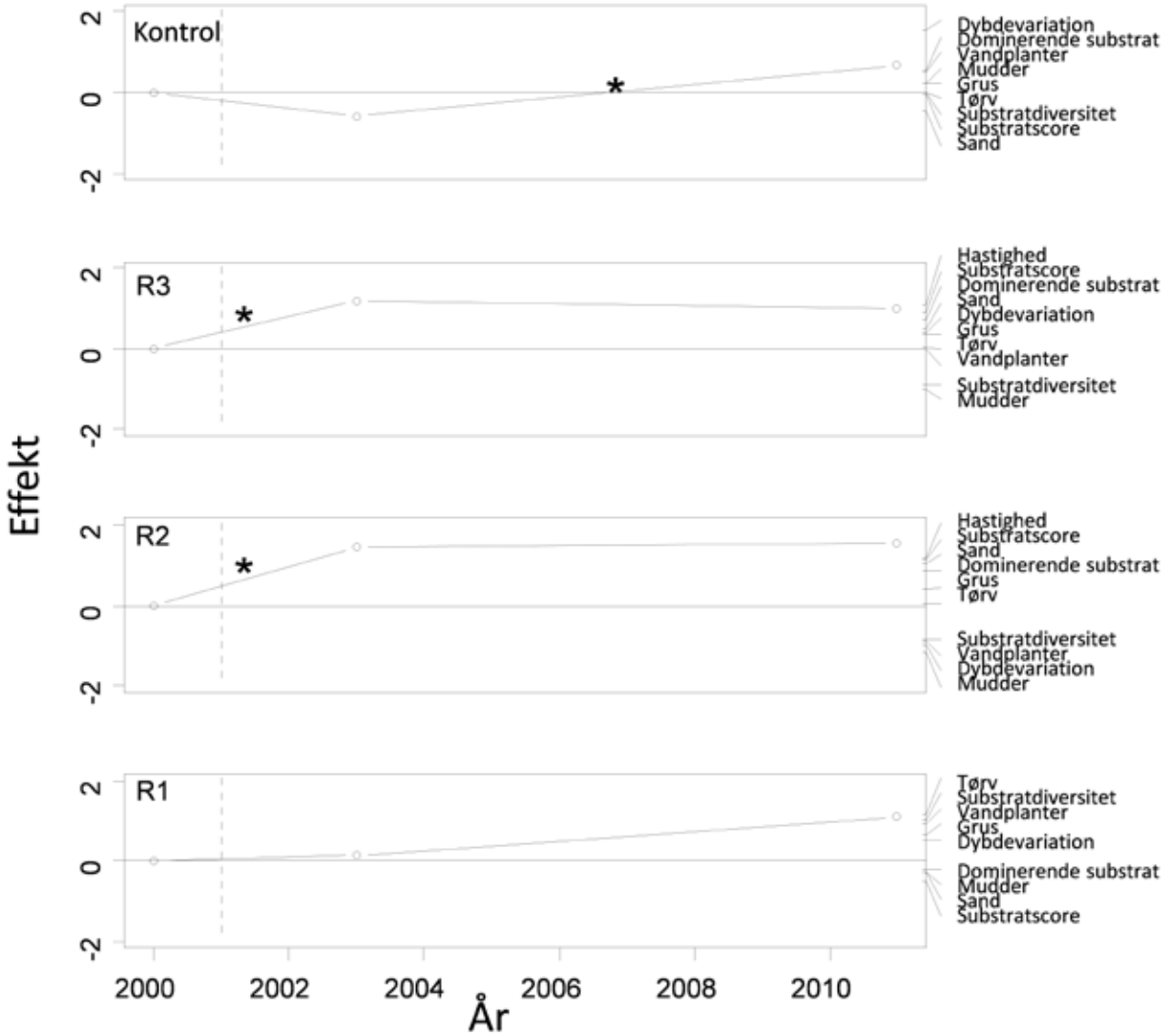
Den nedre del af Skjern Å og den tilhørende ådal er blevet reguleret i flere omgange gennem tiderne. Allerede i 1800 tallet blev der udført markante dræninger i området, men den mest gennemgribende regulering skete med udretningen i 1962-68. Samlet set betød ændringerne at ådalens naturlige udseende med talrige bagvande, afsnørede åslynger, øer, holme og småsøer forsvandt. Den meget store variation i levesteder, som oprindeligt fandtes i området, var opstået som en konsekvens af mange 1000 års naturlige dynamiske processer i et samspil mellem vandløbet og ådalen. Med reguleringerne blev dette store udbud af levesteder og erstattet af intensive landbrugsområder og kanaliserede vandløb. De ødelæggende virkninger af reguleringerne i Danmarks vandrigeste vandløb blev søgt genskabt gennem realiseringen af et af Nordeuropas største naturgenopretningsprojekter i årene 2000-2002. Spørgsmålet er derfor, i hvor stort et omfang restaureringen har medvirket til at genskabe det oprindelige udbud af fysiske habitater og levesteder og om restaureringen har givet mulighed for at naturlige dynamiske processer kan udfolde sig i fremtidens Skjern Å og ådal. Vi fokuserer i denne artikel på at afklare spørgsmålet ved at undersøge vandløbets habitater, ændringer i åens profiler, samt åens interaktion med den omgivende ådal.



Figur 1. *Kort der viser området for undersøgelserne, de 4 strækninger til opmåling af vandløbshabitater (R1, R2, R3 og C), samt placeringen af transekter (1-66) til opmåling af vandløbets profil.*

Ændringer i vandløbshabitater

En unik egenskab ved restaureringen af Skjern Å på både nationalt og internationalt plan er tilgængeligheden af data. I modsætning til langt de fleste restaureringsprojekter er der i Skjern Å indsamlet data både før restaureringen i 2000, i 2003 umiddelbart efter restaureringen, og i 2011 ca. 10 år efter. I alle omgange er der indsamlet data om åens hydromorfologiske forhold vha. samme

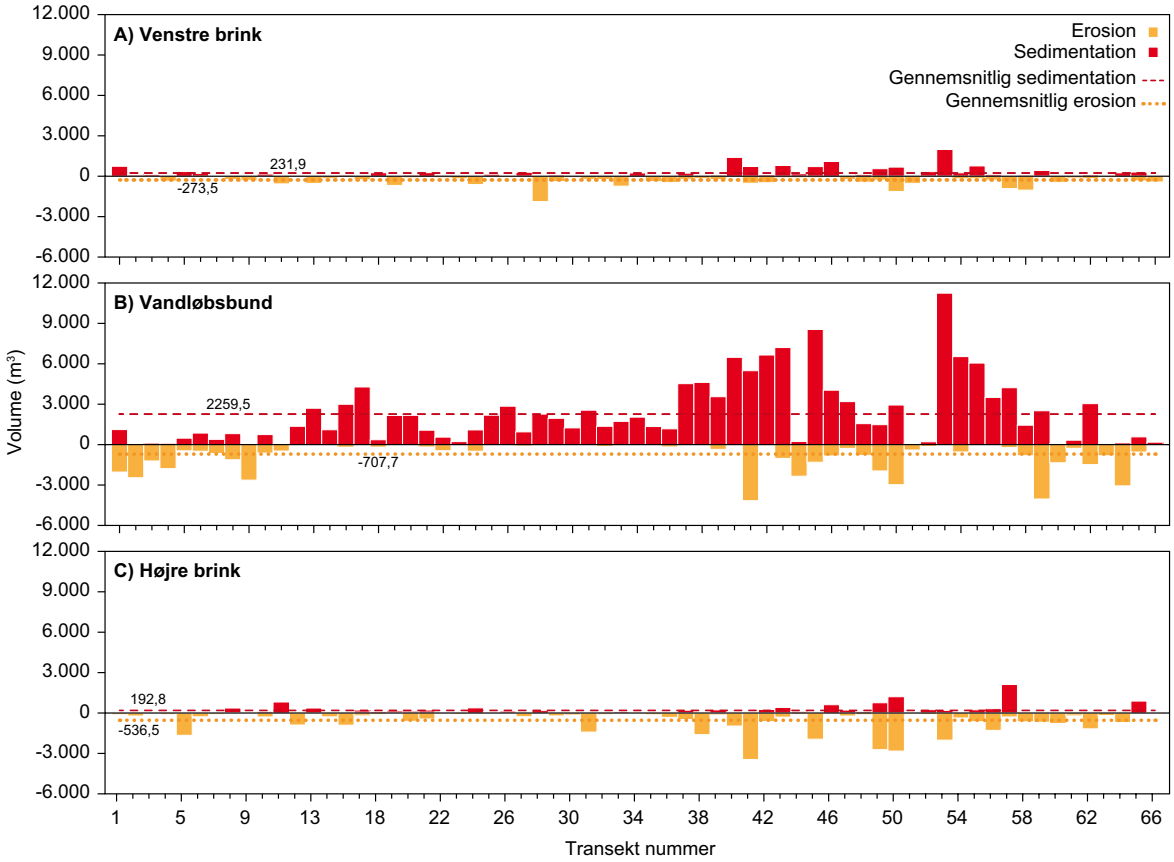


Figur 2. *Resultater fra Principal Response Curve analyser af de fysiske vandløbshabitater på 4 strækninger i fra 2000-2011. * Angiver signifikante ændringer mellem år og variable der indgik i analyser. Disse variables relative betydning fremgår til højre i figuren (jo længere væk fra midten en variabel er placeret, jo mere betyder den).*

metode og på de samme 4 strækninger (3 på den restaurerede del og 1 på en opstrøms liggende referencestrækning, Figur 1). På de 4 strækninger er der indsamlet data langs 10 transekter på tværs af vandløbet (dybde, strømhastighed, bundsubstrat samt dækningsgraden af vandplanter). For hver variabel blev målingerne anvendt til at beregne et gennemsnit per strækning og der blev herefter udregnet et diversitetsmål for bundsubstratet (mål for variationen i dette), en score for bundsubstratet (angivende kornstørrelsen af substratet: jo grovere substrat, des højere score), samt en variationskoefficient for dybden (mål for variationen i dybde). Data blev efterfølgende analyseret vha. en multivariat analyse (Principal Response Curve: PCR), hvorved samtlige fysiske variable blev anvendt og ændringer over tid analyseret. Vha. denne analyse kan det undersøges om der er sket signifikante ændringer over tid og samtidigt kan man identificere hvilke af de fysiske variable der har ændret sig mest.

PCR-analysen viste, at restaureringen af Skjern Å straks efter restaureringen medførte markante ændringer af åens fysiske habitater. På 2 af de restaurerede strækninger (R2 og R3) medførte restaureringen særligt markante ændringer (Figur 2). Disse ændringer var primært en konsekvens af højere strømhastighed og et grovere substrat umiddelbart efter restaureringen sammenlignet med før (Figur 2). Ved restaureringen blev vandløbets profil gjort smallere (reduktionen i bredde var 29 % og 17 % for henholdsvis R2 og R3), hvilket medførte den generelt højere strømhastighed. Samtidig blev der udlagt groft materiale (sten og grus) på strækningerne R2 og R3. På den sidste af de restaurerede strækninger (R1) medførte restaureringen ikke umiddelbart ændringer (Figur 2). Denne strækning ligger længst nedstrøms i åen (ved Lønborg, Figur 1), hvor åen naturligt er meget bred og uden særlig forekomst af groft materiale, hvorfor dette heller ikke blev udlagt ved restaureringen. På denne strækning blev bredden derfor kun reduceret fra 47,7 til 45,7 m (4 % reduktion). På den opstrøms undersøgte kontrolstrækning blev der ikke konstateret signifikante ændringer mellem 2000 og 2003 (Figur 2).

Analysen viste videre, at de restaurerede strækninger 10 år efter kun havde ændret sig meget lidt fysisk sammenlignet med situationen lige efter restaureringen i 2003 (Figur 2). Dette gælder primært på strækningerne R2 og R3 (Figur 2). Fra naturens hånd er vandløb dynamiske og udviser store ændringer i deres fysiske udseende over tid /1/. Hastigheden hvormed ændringer sker, afhænger dog meget af vandløbets karakter og hvilke processer der er dominerende og det er derfor meget svært at definere det naturlige niveau for hydromorfologiske processer i vandløb /2/. 10 år er relativt kort tid og man vil nok ikke forvente de store ændringer over dette tidsrum i Skjern Å. Dette skyldes at store ændringer kræver mere dynamik end der er muligt i Skjern Å – f.eks. at træstammer driver ned opstrøms fra og er med til at skabe ero-



Figur 3. *Erosion og sedimentation over en 10 års periode langs 66 transekter på de nedre 10 km af Skjern Å opdelt for henholdsvis venstre brink, vandløbsbunden og højre brink.*

sion i bunden og brinker og derved ændrer de fysiske habitater. Tidshorisonten for vores undersøgelser er derfor nok for kort til at kunne konkludere hvordan restaureringen har påvirket de naturlige processer. En gentagelse af undersøgelserne om en årrække kunne derfor være nyttig.

Ændringer i vandløbets profil

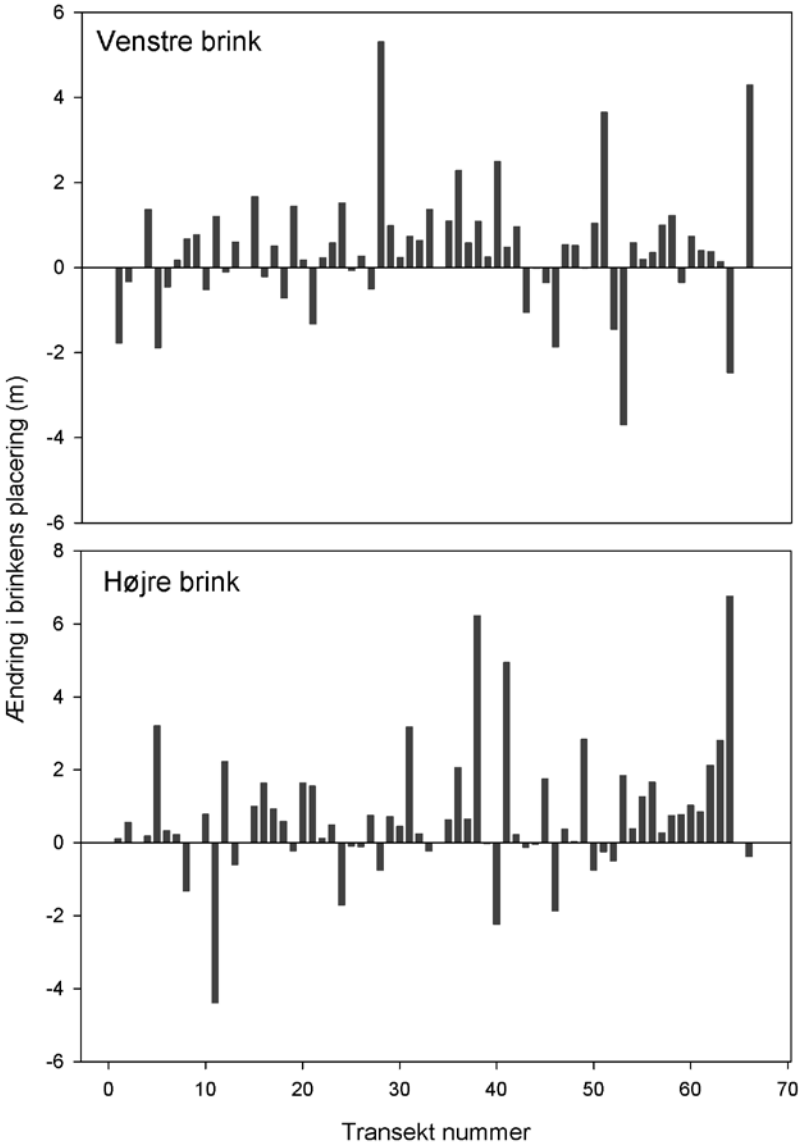
På de nederste 10 km af Skjern Å blev stabiliteten af vandløbets profil undersøgt ved at måle erosionen og sedimentationen i 65 transekter (Figur 1). Samtlige transekter blev opmålt i 2003 umiddelbart efter restaureringen og igen i 2012 og blev efterfølgende anvendt til at beregne sedimentationen (tillæg af materiale) og erosionen (fjernelse af materiale) i hvert transekt. Derudover blev det beregnet, hvor meget brinkerne havde flyttet sig i hvert transekt.

Beregningerne viste markante morfologiske ændringer via erosion og sedimentation fra 2003 til 2012 (Figur 3). For den venstre brink var den gennemsnitlige sedimentation og erosion på henholdsvis 231 m^3 og 274 m^3, altså netto i balance, mens den for den højre brink var henholdsvis 192 m^3 og 536 m^3, en netto erosion (Figur 3). De mest markante morfologiske ændringer blev dog observeret ved vandløbsbunden. Her var den gennemsnitlige sedimentation på 2259 m^3, mens den gennemsnitlige erosion kun udgjorde 707 m^3 (Figur 3). Altså skete der i 10'året efter restaureringen en pålejring på den nye bund på 1552 m^3 sediment. Derudover viste beregningerne, at brinkerne som en konsekvens af erosion og sedimentation flyttede sig fra 2003 til 2012 (Figur 4). Der var stor variation mellem de 65 transekter i hvor meget brinkerne flyttede sig, men generelt var der flest transekter, hvor brinkerne flyttede sig længere ind i ådalen ved erosion af brinkerne (Figur 4). Den gennemsnitlige ændring i brinkernes position mellem 2003 og 2012 var 39 cm for den venstre brink og 68 cm for den højre. Dette vil over en 100 års periode svare til en flytning af brinkerne med 3,9 m og 6,8 m for hhv. venstre og højre brink.

Nyligt anlagt vandløbsprofiler er forventeligt ustabile og umiddelbart efter en vandløbsrestaurering vil profilerne derfor ofte gennemgå en del ændringer. I denne analyse har vi vist, at der sker yderligere forandringer i morfologien over en længere periode men at disse ændringer sker relativt langsomt. Analysen viste også at der er sket et netto input af sediment til den nedre del af Skjern Å – sediment som givetvis er transporteret nedstrøms fra oplandet. Denne tilførsel af sediment kan muligvis over tid være med til at udvikle habitaterne i den nedre del af åen yderligere. Bl.a. kan overskuddet af sediment medvirke til skabelsen af mindre øer i åen – en habitattype der historisk var udbredt, men som er helt fraværende i dag. Dannelsen af øer er dog en langsom proces, særligt når der mangler store elementer der kan fange sedimentet. Som nævnt ovenfor er træstammer medvirkende til at skabe meget dynamik i vandløb og træstammer vil også i den nedre del af Skjern Å kunne fungere som katalysatorer for forandringer og dermed for skabelsen af nye habitattyper. Andre habitattyper der historisk var udbredte er afsnørede åslynger og bagvande. Vores beregninger viser, at det kan have meget lange udsigter, før der spontant dannes sådanne habitater i Skjern Å - formentlig er der tale om århundreder. Denne type habitater blev ikke forsøgt genskabt ved restaureringen /3/, og andre resultater fra vores undersøgelser viser, at netop fraværet af disse habitattyper har stor betydning for åens biodiversitet /4/. Aktiv genskabelse af disse stillevandsområder kunne derfor muligvis have medvirket til en hurtigere tilbagevenden til åens oprindelige tilstand – både morfologisk og biologisk.

Vandløbets forbindelse med ådalen

Vi undersøgte også Skjernåens forbindelse med ådalen vha. MIKE 11 /5/, en 1-dimensio-



Figur 4. Ændring i brinkernes placering over en 10 års periode langs 66 transekter på de nedre 10 km af Skjern Å opdelt for venstre og højre brink.

nel hydraulisk model kombineret med en topografisk højdemodel. Vi brugte som modelperiode 2001-2011 og udregnede hvor stort et areal af ådalen, der gennemsnitligt havde været oversvømmet i denne periode.

Før restaureringen var der pga. diger og pumper stort set ingen naturlig hydraulisk forbindelse mellem åens nedre løb og dens ådal. Restaureringen resulterede i en umiddelbar genskabelse af forbindelsen mellem åen og ådalen og beregningerne viste, at 611 ha havde været oversvømmet i mere end 10 % af tiden mellem 2001-2011. Modelleringen viste også, at oversvømmelser var mest hyppige om vinteren og at de kun forekom i 1 % af tiden i månederne maj, juni, juli og august.

Genskabelse af forbindelsen mellem åen og dens ådal har mange fordele. I Skjern Å har det bl.a. medført en stor forøgelse i bestanden af vandfugle og oversvømmelser kan også medføre en forøget tilbageholdelse af næringsstoffer. Men oversvømmelserne i den nedre del af Skjern Å følger ikke et naturligt mønster. Den restaurerede å blev konstrueret således, at der først sker oversvømmelser, når vandføringen overstiger 40 m3/s. Derved begrænses gennemstrømningen i de ånære vådområder, primært Hestholm Sø. Det minimerer tabet af laksesmolt, men betyder imidlertid, at de naturlige hydromorfologiske processer i ådalen reelt ikke er genskabt, hvilket begrænser muligheden for at gendannelse af de oprindelige habitattyper i ådalen.

Konklusion

Denne undersøgelse understreger vigtigheden af at monitere både før og efter restaureringer, og ikke mindst betydningen af at fortsætte moniteringen i en længere årrække. Med en sådan langsigtet overvågning vil der genereres viden til gavn for fremtidig planlægning af restaureringsprojekter. Ved hjælp af det unikke datasæt fra Skjern Å kunne vi undersøge hydromorfologiske ændringer på 3 niveauer. Vi fandt at det anvendte restaureringsdesign ikke fuldt ud har tilgodeset de naturlige dynamiske vandløbsprocesser. Bl.a. derfor er det ikke lykkedes at genskabe alle de habitattyper, der oprindeligt fandtes i området. Så hvis formålet med restaureringen var at genskabe det tabte, er successen ikke sikret endnu. Habitater som øer, bagvande og afsnørede åslynger findes ikke i dag, men kunne have været hjulpet bedre på vej via en mere aktiv indsats. De naturlige processer er dog til stede i Skjern Å og vil over tid medvirke til at genskabe de forsvundne habitater, om end der er tale om en meget langsommelig proces. Tilførsel af store elementer som træstammer kan være med til at forøge de dynamiske processer der skaber nye habitater og dermed forkorte tidshorisonten for skabelse af de oprindelige habitater.

Referencer

/1/ Petts, G., Maddock, I., Bickerton, M., Ferguson, A.J.D., 1995. Linking hydrology and ecology: the scientific basis for river management. I: D.M. Harper and A.J.D. Ferguson (Eds), The ecological basis for river management, John Wiley, Chichester, pp. 1-16.

/2/ Newson, M.D., Large, A.R.G., 2006. 'Natural' rivers, 'hydromorphological quality' and river restoration: a challenging new agenda for applied fluvial geomorphology. Earth Surface Processes and Landforms 31, 1606-1624.

/3/ Pedersen, M.L., Friberg, N., Skriver, J., Baattrup-Pedersen, A., 2007b. Restoration of Skjern River and its valley – short-term effects on river habitats, macrophytes and macroinvertebrates. Ecological Engeneering 30, 145-156.

/4/ Wiberg-Larsen, P., Baattrup-Pedersen, A., Kristensen, E.A., Hansen, R.R., Kronvang, B. 2013. Skjernåens smådyr og planter – lykkedes restaureringen? Vand & Jord, denne udgave.

/5/ DHI, 2011. MIKE 11 - A Modelling System for Rivers and Channels, Rererence Manual. Danish Hydraulic Institute, 536 pp.

En stor tak skal rettes til 15. juni Fonden, der rundhåndet gjorde det muligt at gennemføre de fornyede undersøgelser i Skjern Å og dens ådal.

Esben Astrup Kristensen (seniorrådgiver, PhD), Brian Kronvang (professor, PhD), Peter Wiberg-Larsen (seniorrådgiver, PhD), Hans Thodsen (seniorrådgiver, PhD), Nikolai Friberg (seniorforsker, PhD) og Annette Baattrup-Pedersen (seniorforsker, PhD) og er alle ansat ved Institut for Bioscience, AU. Morten Lauge Pedersen er lektor ved AAU og Catrine Nielsen og Emanuelle Amor er specialestuderende tilknyttet projektet.

Skjernåens smådyr og planter – lykkedes restaureringen?

Restaureringen af Skjern Å's nedre løb er Danmarks hidtil dyreste og største af sin art. Det er derfor vigtigt at undersøge, om det lykkedes at nå de opstillede mål. Det kræver naturligvis data. Vi har gravet i "arkiverne" og sammenlignet biodiversitet af smådyr og planter før og efter at åen blev reguleret, og op til 10 år efter at den blev genslynget. Oplysninger om fysiske ændringer i og omkring vandløbet gør os i stand til at vurdere restaureringens biologiske succes.

Peter Wiberg-Larsen, Annette Baattrup-Pedersen, Esben Kristensen, Rikke Reisner Hansen & Brian Kronvang

Skjern Å er Danmarks vandrigeste vandløb. På sit nedre løb, efter tilløbet af den store Omme Å, bliver den reelt en flod. Før den blev reguleret, var den på sit nedre løb tydeligt slynget (mæandreret) med øer, stillestående bagvande og afskårne åslyngninger (figur 1). Selvom vandløbets hældning naturligt er relativt lille (<0,2 ‰), var strømhastigheden (bortset fra nærmest udløbet) høj på grund af det relativt dybe løb og store vandføring (i gennemsnit ca. 30 m^3/s). Vandløbet kunne derfor arbejde i sit leje og danne områder, der vekslede mellem en bund af sten/grus, store arealer med sandbund og langs bredden mere stillestående områder med dyndet bund.

Den nedre del af Skjern Å er reguleret i to omgange for at fremme langbrugsdriften i ådalen, hhv. i 1902 omkring og nedstrøms for Lønborg og senere i 1962-68 fra lidt nedstrøms for Borriskrog Bro og til udløbet i Ringkøbing Fjord. I begge tilfælde blev vandløbet udrettet og det oprindelige forløb derfor væsentlig kortere. Den seneste regulering omfattede desuden anlæg af en ekstra afvandingskanal (Søndre Parallelkanal) langs Skjern Å og et tilhørende system af grøfter/kanaler og pumpestationer. Desuden blev arealerne langs Skjern Å's hovedløb beskyttet mod oversvømmelser ved anlæg af diger. I 2000 blev Danmarks hidtil største og dyreste restaureringsprojekt imidlertid iværksat for at genskabe det tabte /1/. Vi har undersøgt, hvordan biodiversiteten har udviklet sig fra før reguleringerne til efter restaureringen, altså om restaureringen lykkedes. Vi forsøger også at forklare udviklingen og forudsige åens fremtid.

Et hot spot for biodiversitet

Skjern Å's nedre løb rummer (eller var levested for) en sand rigdom af forskellige arter af planter (ca. 100 arter), hvirvelløse dyr (heraf 100 arter af døgnfluer, slørvinger og vårfluer) og fisk. Sidstnævnte omfatter mindst 2/3 af vore naturligt hjemmehørende arter /2,3/, deriblandt 6 arter (fx laks) på EU's habitatdirektiv bilag og derfor beskyttelseskrævende. Endvidere er odderen nu vidt udbredt i systemet.

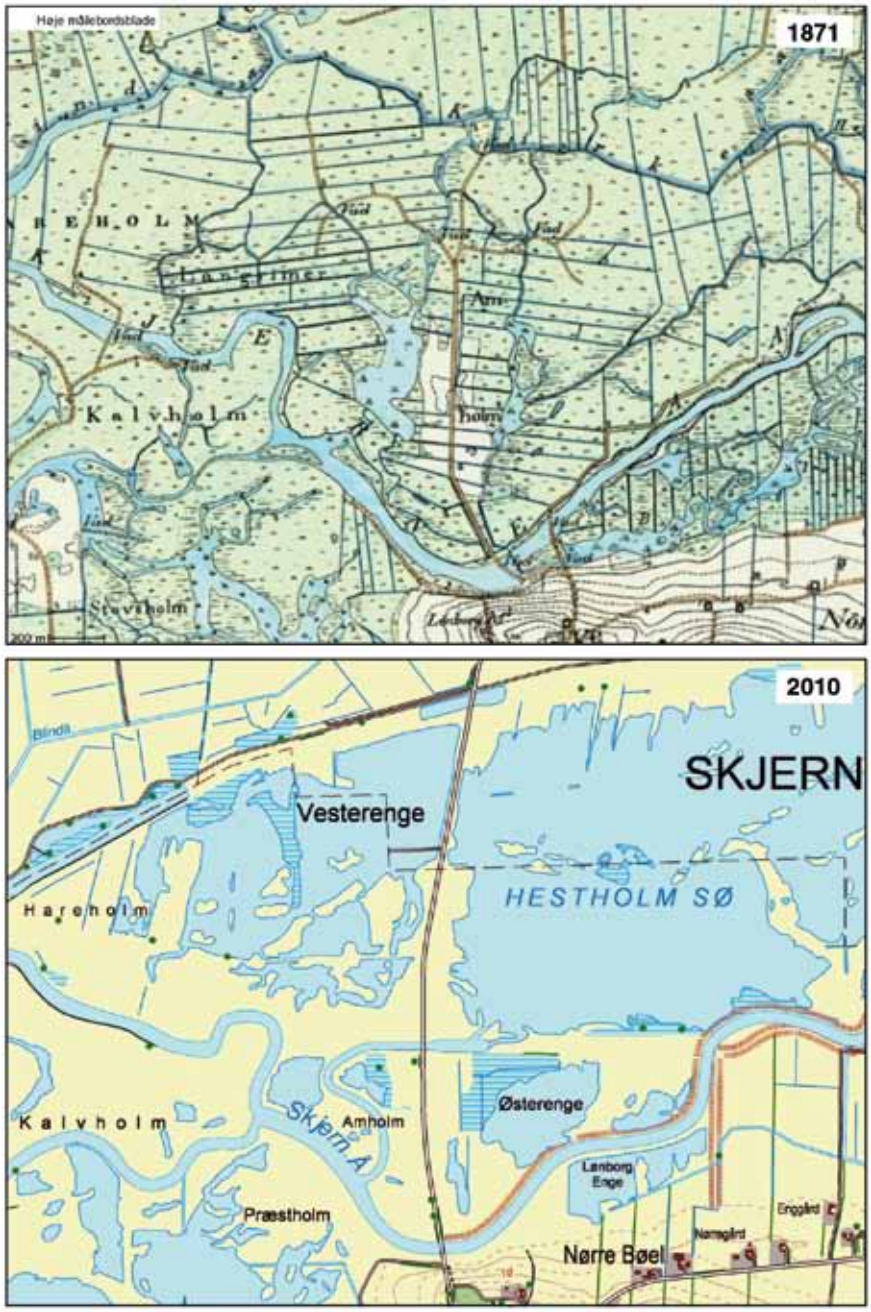
Vi har i denne artikel valgt alene at fokusere på den del af biodiversiteten, som omfatter vandløbstilknyttede planter samt insektgrupperne døgnfluer (Ephemeroptera), slørvinger (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera). Valget af netop disse grupper ud af den samlede biodiversitet er bestemt dels af tilgængelige historiske data, dels af at de tre insektgrupper (de såkaldte EPT taxa efter gruppernes latinske navne) generelt er følsomme over for menneskeskabte påvirkninger.

Vandaks-arter fra Skjern Å. Glinsende vandaks (øverst), en af vores smukkeste arter, er endnu ikke genfundet i den nedre del af vandløbet. Derimod er artens krydsning (Potamogeton fluitans) med den vidt udbredte svømmende vandaks genindvandret (nederst). (Fotos: Jens Chr. Schou, Biopix)

Hvilke data har vi brugt?

Der er gennemført en række restaureringsprojekter i og ved vandløb i de seneste tiår. Generelt er den forventede succes dårligt dokumenteret. Især mangler der gode før-data, ligesom efter-data typisk er indsamlet umiddelbart efter at projekterne er gennemført.

I Skjern Å's tilfælde er situationen anderledes. Dygtige fagfolk (C.C. Raunkiær, M. Køie, C.F. Jensen) har undersøgt åen mange år tilbage og resultatet af deres arbejde er



Figur 1. *Nedre del af Skjern Å og den tilhørende ådal i hhv. 1871 (før de første betydende reguleringer) og 2010 (efter restaureringen i 2002-2002). Der er med anlægget af Hestholm Sø kommet mere vand i ådalen i 2010 sammenlignet med 1871, men bredden af selve Skjern Å og ikke mindst arealet er bagvande og afsnørede åslyngninger var større i 1871.*

sikret for eftertiden (via artikler eller konserverede prøver). Disse data har været den historiske reference i vores analyse af effekten af restaureringen på diversiteten af EPT taxa og plantesamfund. Og de gamle data er kombineret med data indsamlet i forskelligt regi hhv. 1976-77 og 1994-2012. Mere detaljerede oplysninger kan fås hos artiklens førsteforfatter.

Selvom det er lykkedes at skaffe data til at følge udviklingen over et tidsrum på 70-110 år, har sammenligningen ikke været uden problemer. De anvendte metoder og resurser er nemlig langt fra ens. Vi har derfor alene anvendt data kvalitativt, altså om arter er blevet registreret eller ikke. Samlet set vurderer vi, at datasættet er så robust, at det er meningsfuldt at sammenligne ændringer i biodiversitet over tid.

Vi har alene fokuseret på Skjern Å fra omkring Albæk Bro og til udløbet i fjorden (figur 2). Undersøgelser omkring Borris (opstrøms herfor), kunne have været anvendt som reference for ændringer som ikke skyldes restaureringen. Imidlertid er vandløbet her væsensforskelligt fra nedstrøms og data derfor ikke medtaget i vores analyser.

Vigtige habitater for smådyr og planter

Sejler man på den nedre Skjern Å er det åbenlyst, at vandløbet på tværs af strømmen kan opdeles i nogle markante zoner, som samtidig udgør forskellige typer af habitater for smådyr og planter. Nærmest bredden findes en ret smal zone, bredzonen, med stillestående vand og ringe vanddybde og bevoksninger af enkelte vandplanter og mange sumpplanter. Længere ude findes en ligeledes smal zone, kantzonen, med tydelig vandbevægelse og en vanddybde på op til ca. 1,5 m. Her vokser de fleste af åens egentlige vandplanter, nogle helt neddykkede, andre med blade både over og under vandet. Resten af vandløbet er typisk væsentlig dybere, og strømmen relativt høj, mens bunden veksler mellem sand og enkelte steder sten/grus (bl.a. udlagt i forbindelse med genslyngningen). Denne del, strømrenden, er arealmæssigt dominerende. Hvor der er sand, vokser ingen planter, formodentlig pga. en kombination af ustabil bund og manglende lys (dybt, ret mørkt humusholdigt vand). På stenbund vokser dog enkelte arter af mindre lyskrævende mosser (primært alm. kildemos). Skjern Å og andre store naturlige vandløb har desuden en særlig habitattype, skabt af erosions- og aflejringsprocesser langs hovedløbet, hvor dele af dette er under afsnøring eller allerede afsnørede. Bunden i disse områder er meget finkornet og vandet stort set stillestående. Sådanne områder kaldes for bagvande (fra engelsk backwaters) og afsnørede åslyngninger; begge har en plantevækst af helt neddykkede arter og arter med blade over og/eller under vandet.

Der findes ikke data, der tidsligt beskriver kvantitative ændringer i arealet af samtlige disse habitattyper. Men det har været muligt at opgøre udviklingen i det samlede areal af nedre Skjern Å og bagvandene på baggrund af geodætiske kort fra hhv. 1871 (før reguleringerne), 1995 (efter reguleringerne) og 2010 (efter restaureringen, se figur 3). Analysen viser, at det samlede areal af Skjern Å blev reduceret til 52% ved reguleringen, men til 60% efter restaureringen. Reduktionen i oprindeligt areal er overraskende stor, fordi der blev anlagt en afvandingskanal ved reguleringen samtidig med afkortningen af selve åen. Genslyngningen har kun i ret ringe grad kompenseret for det markante tab af levesteder. Kigger man på kortet fra 1871, er forklaringen, at vandløbet til forskel fra nu var tydeligt bredere, hvilket også stemmer overens med at vandløbet i 1895 beskrives med ringe vanddybde (1,25-1,50 m) og stedvis stærk strøm /4/. Kortanalysen viser desuden en voldsom

Figur 2. *Kort over den undersøgte del af Skjern Å. Der er taget udgangspunkt i vandløbets udseende i 2010, selvom undersøgelserne er gennemført over en tidshorisont på op til 110 år.*

reduktion i arealet af bagvande m.v. til kun 2,4% af udgangspunktet i 1871, en andel der med genslyngningen kun er øget til 4,1% i 2010.

Udvikling i plante diversitet

Vi har ved sammenligningen med undersøgelserne hhv. efter reguleringen og efter restaureringen taget udgangspunkt i de arter af vandløbstilknyttede planter, som blev registreret i 1895 /4/ og 1941 /5/. Desuden er arterne klassificeret efter deres forekomst i de fire habitater defineret ovenfor.

Denne tilgang afslører forskellige udviklingshistorier (figur 4A). I strømrenden har én art, alm. kildemos, været til stede næsten uafbrudt. Kun umiddelbart efter restaureringen manglede den, formodentlig pga. forsinket kolonisering af de nye områders sten og grus. Reguleringen medførte derimod et markant tab af arter knyttet til kantzonen (19%), bredzonen (54%) og bagvandene (75%). Ikke overraskende, fordi arealet af de tre zoner blev markant indskrænket, tydeligst dokumenteret for bagvandene (figur 1, 3).

Restaureringen har i betydeligt omfang genskabt kantzonen og bredzonen, hvor der også ses en stigning i antallet af plantearter. For kantzonen var der en kortvarig nedgang i artsantallet, fordi indvandringen opstrøms fra tager tid, men ti år efter synes artsantallet i kant- og bredzonen at være tilbage på niveauet fra før reguleringen. En nærliggende forklaring er, at disse habitater i stort omfang blev genskabt, samt at der har været gode muligheder for indvandring opstrøms fra (bl.a. af pensel-vandranunkel, flod-klaseskærm og *Potamogeton fluitans*).

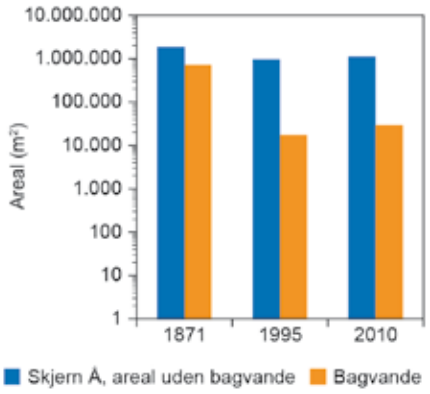
Ser vi derimod på antallet af arter knyttet til bagvande, mangler der stadig omkring 40% i forhold til det oprindelige artsantal. Der er primært tale om relativt sjældne arter eller hybrider af vandaks (bredbladet, bændel-, glinsende, langbladet, kortstilket og langstilket) samt storfrugtet vandstjerne. Andre arter som fx pilblad (i store sammenhængende bestande), liden, spinkel, og ikke mindst rustvandaks (stedvis tætte bestande) findes i dag i åen. Også vandranke (på EU-habitatdirektivets bilag II) forekommer stedvis.

Kombinationen af lille potentiale for spredning og manglen på egnede habitater kan forklare, hvorfor flere arter knyttet til bagvande endnu ikke er fundet. Flere arter/krydsninger kan ikke (via frø og løse plantedele) indvandre opstrøms fra, fordi de sandsynligvis ikke findes her. Andre (butbladet og langbladet vandaks, storfrugtet vandstjerne) findes tæt ved i Hestholm Sø (med tidvis direkte afløb til åen) og Lønborggård Sø /6,7/, se også figur 1, og de kan spredes af vandfugle, når plantefrøene passerer ufordøjede igennem fuglenes tarmsystem /8/. Og netop vandfugle er talrige i de genskabte søer i ådalen, hvilket potentielt betyder mulighed for kolonisering af åen. Denne spredningsmulighed er mindre sandsynlig for krydsningerne af vandaks, der normalt ikke danner formeringsdygtige frø, men spredes via plantestykker. Endelig begrænser alene det beskedne areal af bagvande og afsnørede åslyngninger mulighederne for indvandring.

Udvikling i EPT biodiversitet

Ligesom for planterne har vi vurderet udviklingen i biodiversiteten af EPT-arter inden for de enkelte habitattyper (figur 4B). Udviklingen viser sig at være ret parallel til planternes med en markant nedgang i antallet af arter efter reguleringen (19-63%) og størst tilbagegang for bagvandsarter. Herefter har artsantallet været nogenlunde uændret frem til restaureringen, dog med svag forøgelse i artsantallet tilknyttet bredzonen. Efter restaureringen er antallet af arter øget i strømrenden, bredzonen og bagvandene. Resultatet er, at artsrigdommen fra før reguleringen nogenlunde er genoprettet i strømrenden og bredzonen, mens der stadig mangler arter fra kantzonen og bagvandene. Blandt de arter, som ikke er kommet tilbage, og som er knyttet til kantzonens planter, er døgnfluerne *Baetis buceratus* og *B. digitatus, Siphlonurus alternatus* og *Metretopus borealis.* Vårfluerne *Oxyethira frici* og *Hydropsyche contubernalis contubernalis* tilknyttet strømrendens sten er heller ikke vendt tilbage, og fra bagvandene mangler bl.a. døgnfluerne *Siphlonurus aestivalis, Ephemera vulgata*, slørvingen *Siphonoperla burmeisteri* og vårfluen *Oxyethira tristella*.

Igen er spørgsmålet, om den manglende genkomst skyldes mangel på egnede levesteder eller spredningsbarrierer inden for den relativt korte tidshorisont (10 år) siden restaureringen. Ligesom for planterne er der sandsynligvis tale om både/og. Arealet med bagvande er formodentlig for lille til at sikre succesfuld rekolonisering. Desuden skal arterne indvandre fra levesteder 100-500 km



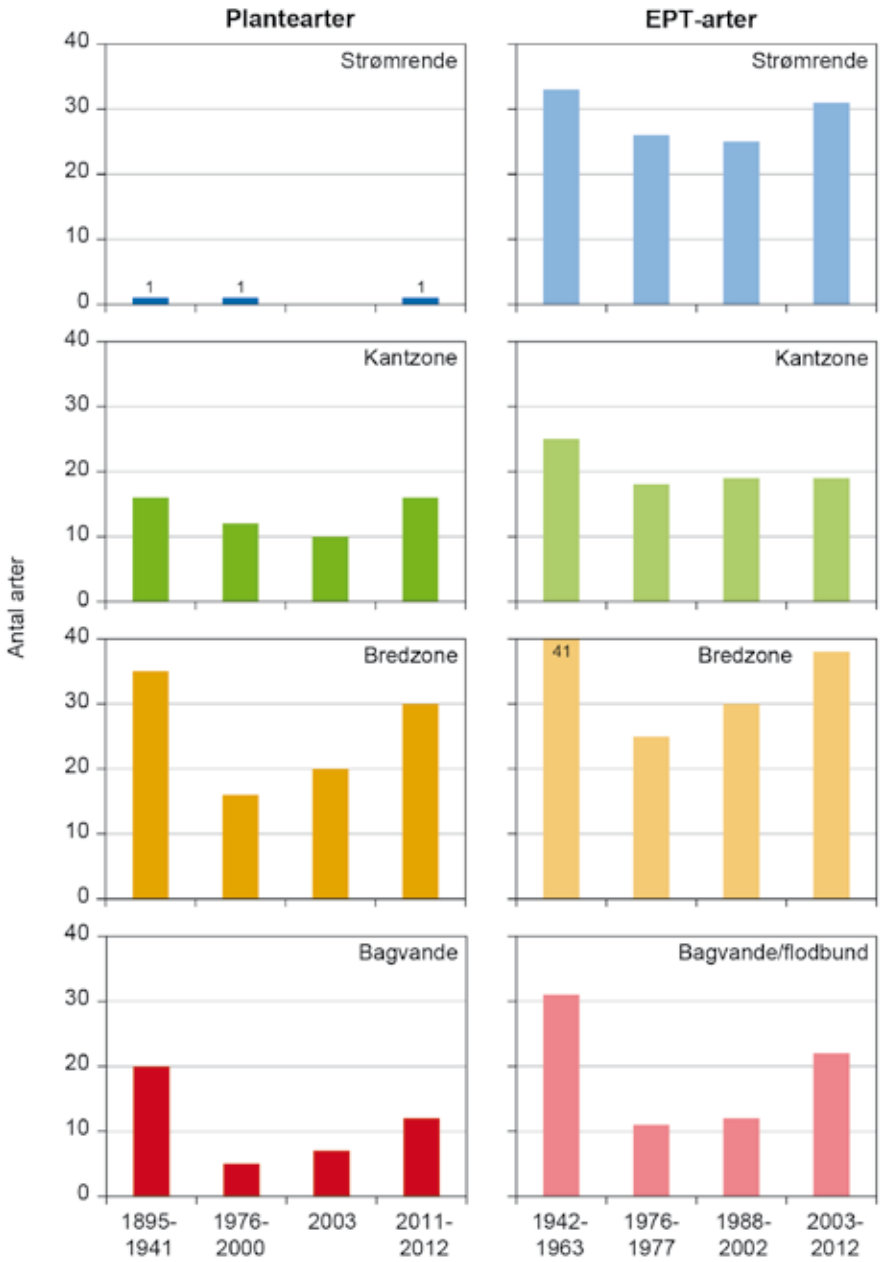
Figur 3. *Udvikling i arealet af Skjern Å's nedre del (nedstrøms tilløb fra Omme Å), hhv. areal uden bagvande og bagvande alene, fra før og efter reguleringerne, samt 10 år efter restaureringen.*

fra åen – ikke umuligt for voksne insekter med vindens hjælp. Vind og flyvetider skal dog matche, og tidhorisonten er mange årtier.

Har vi nået målene? Og kunne restaureringen og overvågningen have været gjort smartere?

Et af formålene med restaureringen af Skjern Å var at "gavne plante- og dyrelivet", bl.a. ved en delvis "genskabelse af vandløbets naturlige slyngninger og vandstandssvingninger". Restaureringen har gavnet plante- og dyrelivet, selvom før-reguleringens diversitet af vandløbsplanter, døgnfluer, slørvinger og vårfluer ikke er genskabt. Ikke overraskende, når det ikke er lykkedes tilnærmelsesvist at genskabe den tidligere flod med dens bredere, relativt lavvandede forløb og omfattende arealer med bagvande og afsnørerede åslyngninger. Det tager lang tid, formodentlig mere end hundrede år, før naturlige vandløbsprocesser genskaber dette miljø /8/. Formodentlig kunne processen have været hjulpet på vej ved at give åen friere tøjler. I dag er dens løb delvis fikseret for at sikre bl.a. vejbroer, ligesom projektområdet flere steder er afgrænset tæt på selve åen, hvilket betyder at den frie dynamik ikke for alvor får lov til at virke. Restaureringen kunne også i højere grad have genskabt de levesteder, der er så karakteristiske for store vandløb, nemlig bagvandene, ved direkte at etablere sådanne.

Med en så lang tidshorisont for genskabelse af oprindelige vandløb og deres biodiversitet vil normal praksis med dokumenterende undersøgelser begrænset til umiddelbart før og efter et restaureringsindgreb ikke afspejle effekterne af restaureringer. Det er værd at huske ved lignende restaureringsprojekter eller brug at virkemidler til at forbedre natur- og miljøtilstanden i vore vandløb, ikke mindst i forbindelse med gennemførelsen af EU-direktivernes natur- og vandplaner.



Figur 4. *Udvikling i artsantal af vandløbsplanter (TV) og artsantal af døgnfluer, slørvinger og vårfluer (TH) fra før og efter reguleringerne, samt 10 år efter restaureringen. Udviklingen er opgjort særkilt for fire habitateter: Strømrenden, kantzonen, bredzonen og bagvandene (og/eller "flodbunden").*

Referencer

/1/ Dahl, S.Ø. (2013) Skjern Å Naturprojektet i hovedtræk. Vand & Jord (20) 3, 88 - 89

/2/ Wegner, N. (1982) Skjern Å systemets vildfisk. Ringkøbing Amtskommune, Amtsvandinspektøren, 142 s.

/3/ Carl, H. & Møller, P.R. (red.) (2012) Atlas over den danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet, 700 s.

/4/ Baagøe J. & Ravn F.K. (1896) Exkursion til Jydske Søer og Vandløb i Sommeren 1895. Botanisk Tidsskrift 20, 288-326.

/5/ Køie M. (1944) Fordelingen af vegetationen i Skern aa og dens tilløb. Botanisk Tidsskrift 46, 239-250.

/6/ Grøn, P.N. (2009) Vegetation i Hestholm Sø – DEVANO overvågning. Orbicon A/S, 63 s.

/7/ Grøn, P.N. (2009) Vegetation i Sø ved Lønborggård – DEVANO overvågning. Orbicon A/S, 59 s.

/8/ Leeuwen, C.H.A., van der Velde, G., van Groenendael, J.M. & Klaassen, M. (2012) Gut travellers: intrnal dispersal of aquatic organisms by waterfowl. Journal of Biogeography (J. Biogeogr.) 39: 2031–2040

/9/ Kristensen, E.A., Kronvang, B., Wiberg-Larsen, P., Thodsen, H., Nielsen, C., Amor, E., Friberg, N., Pedersen, M.L. & Baattrup-Pedersen, A (2013) 10 years after the largest river restoration project in Northern Europe: Hydromorphological changes on multiple scales in River Skjern. Ecological Engineering (i trykken).

En stor tak skal rettes til 15. juni Fonden, der rundhåndet gjorde det muligt at gennemføre de fornyede undersøgelser i Skjern Å og dens ådal. Anders Koed har bidraget med oplysninger om Skjern Å's fiskebiodiversitet.

Peter Wiberg-Larsen (seniorrådgiver, PhD) (pwl@dmu.dk), Annette Baattrup-Pedersen (seniorforsker, PhD), Esben Astrup Kristensen (seniorrådgiver, PhD) og Brian Kronvang (professor, PhD) er alle ansat ved Institut for Bioscience, AU. Alle har arbejdet med vandløbsøkologi og effekter af naturgenopretning gennem en årrække. Rikke Reisner Hansen er PhD studerende, p.t. ansat ved Arctic Research Centre, AU.

Skjern Enge – en våd ørkenvandring

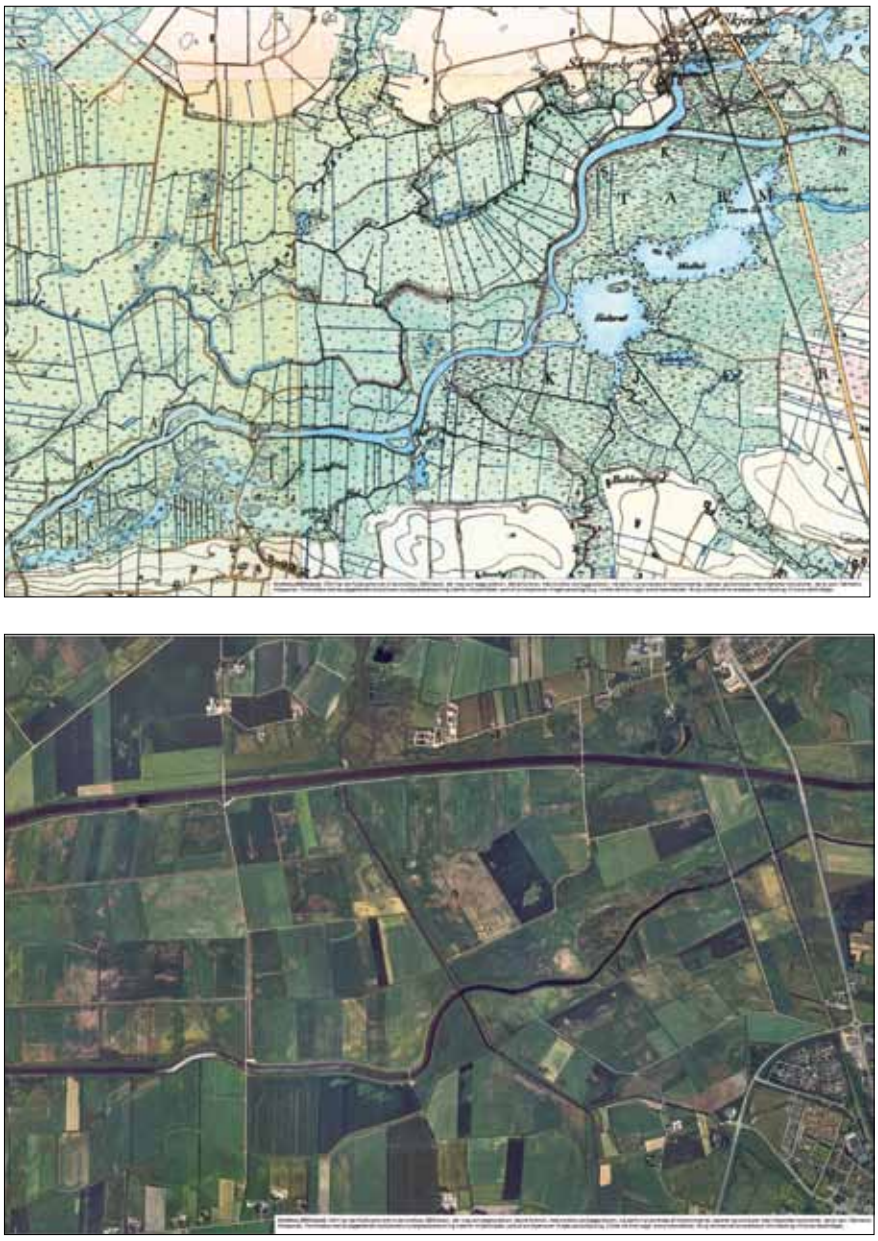
Engene og moserne omkring Skjern Å udgør den største del af det samlede genoprettede naturareal i projektet. Engene er en nødvendig ramme for et naturligt vandløb, med tilladelse til at gå over sine bredder. Men engenes enorme udstrækning og det varierede landskab med tæt forbundne vandløb, enge, moser, heder, klitter, og strandenge har også været grundlag for et enestående plante- og dyreliv. I 2011 fik vi mulighed for at gentage undersøgelser af vegetationen i Skjern Enge efter genopretningen og resultatet er biologisk nedslående.

Rasmus Ejrnæs, Peter Wind, Bettina Nygaard, Rikke Reisner Hansen & Annette Baattrup-Pedersen

Alene på den nedre strækning af Skjern Å, fra landevejen mellem Skjern og Tarm og vestpå til Ringkøbing Fjord, var der for 150 år siden et sammenhængende areal med enge og moser på ca. 45 km^2 baseret på en kortlægning ud fra de høje målebordsblade fra 1871. Disse enge var levested for en nationalt enestående fuglefauna, og vegetationen bestod af spontane eng- og moseplanter med de dertil knyttede smådyr som sommerfugle, svirrefluer, biller, edderkopper m.fl.

Efter reguleringen af Skjern Å i 1962-68 fra lidt nedstrøms for Borriskrog Bro og til udløbet i Ringkøbing Fjord blev de tidligere enge afvandet og opdyrket. Men allerede 100 år tidligere i 1871 var en stor del af engene afvandede ved grøfter for at sikre en optimal vækst af græsser og bjergning af hø (Figur 1). Afvandingen af engene begyndte allerede i starten af 1800-tallet /1/. Væsentlig for kultiveringen af engene er også, at Skjern Å's delta blev beskyttet mod saltvandsindbrud (som ødelagde bjærgningen af hø) ved anlæg af afvandingsslusen ved Hvide Sande i 1931.

Skjern Enge 2011 er præget af kulturenge med saftigt græs og forsumpede rørskove og pilekrat. Fortidens artsrige enge og moser er ikke kommet tilbage.
Foto Peter Wind.



Figur 1. *Skjern Enge mellem Skjern og Tarm. Øverst de høje målebordsblade fra ca. 1871 med grøftede enge, moser og småsøer, nederst det regulerede og opdyrkede landskab på luftfoto fra 1995.*

Mellem de afvandede enge fandtes dog også småsøer med bredvegetation, små holme og partier med udrænet mosevegetation (Figur 1).

Skjern Å og tilhørende enge er i dag udpeget som habitatområde og en stor del af Skjern Enge er tillige blevet en del af Ringkøbing Fjords fuglebeskyttelsesområde.

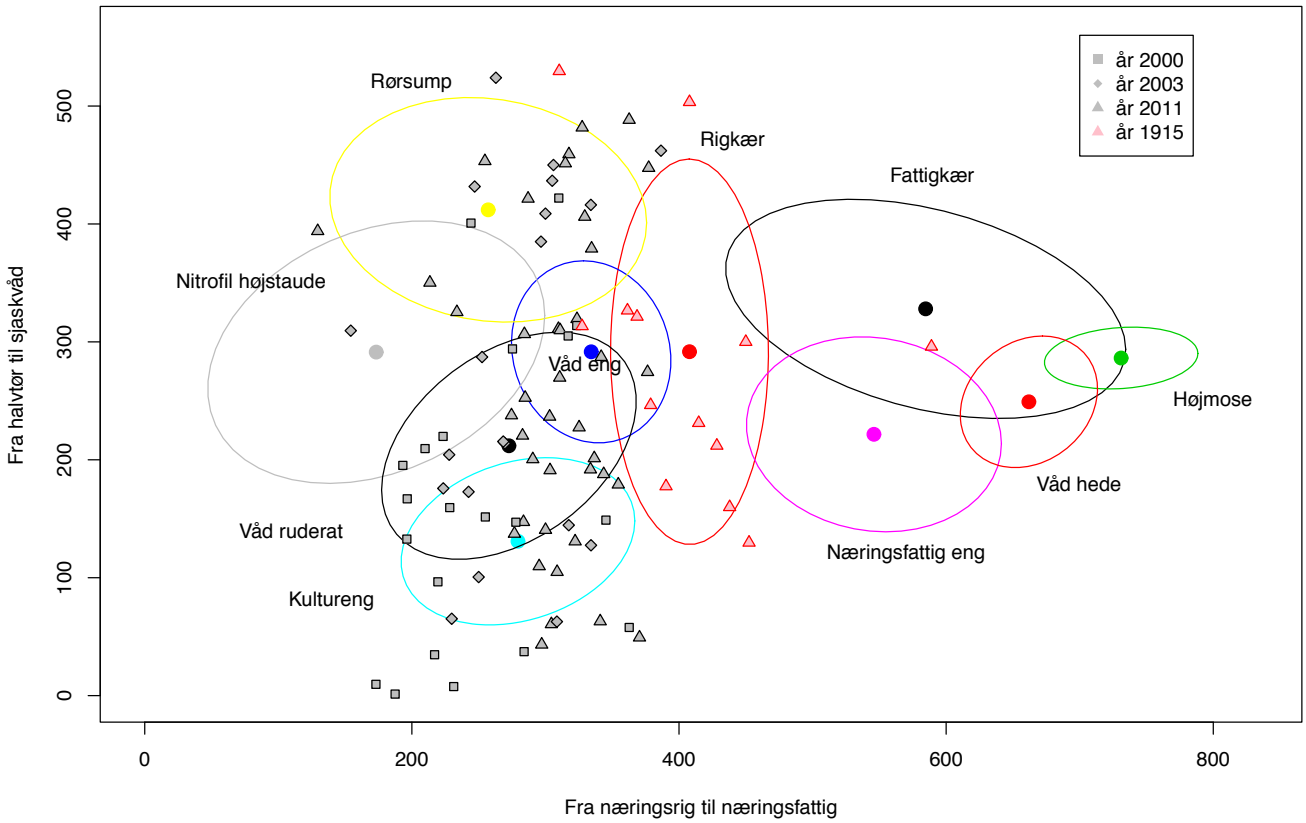
Data om engene

Der foreligger ikke nogle klare målsætninger for hvilke naturtyper, arter eller processer som skulle fremmes eller genskabes ved restaureringen. Men det har ligget implicit i projektet, at man ville genskabe naturværdier, som var gået tabt under reguleringen, afvandingen og opdyrkningen. Vi vurderer, at vådområdernes vegetation er en af de gode indikatorer for om, det er lykkedes at genoprette naturen i Skjern Enge.

Der findes desværre ikke mange historiske data om vegetationen i Skjern Enge. De første plantelister vi kan finde stammer fra beretninger af professor August Mentz fra ekskursioner foretaget i perioden 1900 til 1915 /2,3/. Mentz plantelister er ikke fuldstændige, men præget af den landbrugsøkonomiske kontekst som beretningerne er foretaget i. Udgangspunktet har været den økonomiske værdi af engene, og Mentz lagde derfor vægten på forekomsten af forskellige engtyper, herunder forekomsten af de græsser, star og siv som udgjorde hovedparten af det hø, der kunne bjærges. Plantelisterne er altså langt fra fuldstændige – eksempelvis beskriver Mentz "Katteskæg-Engen" med bl.a. katteskæg, tandbælg og gulaks, og afslutter med: "…i øvrigt en del ikke-græsagtige planter , såsom klokkeensian, djævelsbid og flere uden synderlig betydning for engens sammensætning". Selvom artslisterne således er noget skævvredet mod almindelige græsser og tillige stammer fra en tid hvor kultiveringen så småt var begyndt, kan de alligevel give et sammenligningsgrundlag for vegetationen i dag. Fra 1915 skal vi helt frem til genopretningen, før der igen foreligger artslister fra engene. Dog kan man sige, at luftfotos fra perioden mellem reguleringen og genopretningen fortæller entydigt om et afvandet og opdyrket landskab med korn- og græsmarker. Digitalisering af luftfotos viser at de 45 km^2 vådområder i Skjernådeltaet (1871) efter reguleringen skrumpede ind til 3 km^2 (1995), som især overlevede i den nederste del af deltaet omkring åens udmunding til Ringkøbing Fjord (Figur 1).

I forbindelse med genopretningen blev der gennemført en vegetationsmonitering i Skjern Enge med det formål at kunne følge udviklingen efter lukning af grøfter og retablering af kontakten mellem vandløbet og engene. I 2000 blev der dels foretaget en kortlægning, dels en dækningsgradsanalyse i 30 felter og begge undersøgelser blev gentaget i 2003, dog var det kun muligt at geninventere 22 af de 30 analysefelter pga. vanddækkede felter. I 2011 var det muligt at gentage 21 af de oprindelige analysefelter fra 2000. Til gengæld valgte vi ud fra vurdering af luftfotos fra før og efter genopretningen at supplere med 19 yderligere analysefelter, som forekom potentielt biologisk interessante. Vi har anvendt artslisterne fra de i alt 40 analysefelter og ignoreret dækningsgradsanalysen, idet moniteringen i 2000 og 2003 foregik sent på efteråret og således ikke kan betragtes som retvisende for dækningsgraden. Vi må også acceptere at den samlede artsliste vil være mere ufuldstændig i 2000 og 2003 end i 2011, hvor inventeringen foregik om sommeren.

Artslisterne er blevet fortolket ved at beregne gennemsnit af arternes økologiske indikatorværdier og ved passiv ordination og klassifikation af plantelisterne ved hjælp af mosemodellen /4/. På denne måde kan man på en reproducerbar måde udnytte den økologiske information om økosystemets fugtighed, næringsstatus, pH og successionsstadium, som er indeholdt i en artsliste. Fordelen ved at basere tolkningen på gennemsnit, er at resultaterne er mindre følsomme overfor artslister som er ufuldstændige, når blot de registrerede arter er



Figur 2. *Diagram baseret på en forsimplet gruppering af mosemodellens naturtyper /4/. Ellipserne afgrænser den omtrentlige placering i diagrammet af 10 forskellige typer af moser og enge. Med symboler er vist placeringen af plantelister fra moniteringen efter genopretningen og fra August Mentz beskrivelser af Skjern Enge i perioden 1900-1915.*

repræsentative for tilstanden på stedet.

Status og udvikling for vegetationen

Det fremgår tydeligt af beskrivelserne fra 1833, at Skjern Å's delta har været en oase af frugtbare enge sammenlignet med de sandede egne rundt om ådalen /1/. Således har tilførslen af næringsstoffer til engene fra åen og havet betydet, at der var grundlag for produktive rørsumpe og enge i deltaet. Samtidig er næringsstoffer blevet flyttet med enghøet fra vådområderne til staldene og videre ud i markerne. Det fremgår da også af Mentz plantelister, at nøjsomme plantearter som klokkeensian, smalbladet kæruld, katteskæg, tråd-siv, djævelsbid, hjertegræs, hirse-star, vellugtende gulaks, kragefod, bukkeblad m.fl. har forekommet og nogle af dem har tilmed været dominerende i engene.

Vegetationen efter opdyrkning ved vi ikke så meget om, men vi kan slutte at det afvandede landskab har været fattigt på eng- og moseplanter og disse har været fortrængt til smalle bræmmer langs det regulerede vandløb, bræmmer som efter al sandsynlighed har været domineret af næringselskende højstauder.

Vegetationen efter genopretningen er præget af meget almindelige eng- og moseplanter. De fleste arter fandtes også i de gamle optegnelser – kryb-hvene, rørgræs, lav ranunkel, almindelig rajgræs, mose-bunke – men der er også kommet arter til som hører til perioden med opdyrkning af engene: Agertidsel, fandens mælkebøtte og almindelig kvik. Der er kun ganske få af arterne som er fundet siden 2000, der kan siges at være typiske for naturligt næringsfattige enge og moser i Danmark, fx kær-tidsel, almindelig star, bidende ranunkel og trævlekrone.

Engenes tilstand før reguleringen og efter genopretningen illustreres ganske godt ved sammenligning af de indsamlede plantelister med mosemodellens mere end 13.000 plantelister fra danske moser og enge /4/. Til denne artikel har vi for overskuelighedens skyld slået de oprindelige 18 mosetyper sammen til 10 hovedtyper (Figur 2). Groft sagt befinder de naturligt næringsfattige eng- og mosetyper sig omtrent i højre halvdel af diagrammet, mens de næringsbelastede og kultiverede vådområder befinder sig i venstre halvdel af diagrammet.

På figur 2 kan man se at plantelisterne fra omkring år 1900 placerer sig med tyngdepunkt midt i diagrammet med overlap til naturtyperne rørsump, rigkær, fattigkær og næringsfattig eng. På grund af den tidligere beskrevne skævhed i retning af kulturgræsser vil placeringen af prøvefelterne fra år 1900 være forskudt lidt mod venstre. Plantelisterne fra 2000-2011 derimod er placeret i højre halvdel af diagrammet med overlap til naturtyperne nitrofil højstaude, rørsump, våd ruderat, kultureng og våd eng. Med andre ord fremtræder de genoprettede enge både næringsbelastede og kulturpåvirkede. Dette resultat afspejles også fint i kortlægningen af habitatområdets naturtyper, hvor næsten ingen arealer er kortlagt i den genoprettede del af Skjern Enge, mens der er kortlagt strandeng, eng og mose omkring Ringkøbing Fjord og ved Lønborg Hede (Figur 3).

Vi har også undersøgt om engene har forandret sig i perioden 2000-2011 ved at teste om de økologiske indikatorværdier (Ellenberg-tal) for artslisterne forandrer sig i perioden. Vi har fundet at plantelisterne tyder på at der er sket en generel forsumpning af engområderne fra 2000-2003, men at denne forsumpning er stagneret i engene siden. Forsumpningen afspejles også ved at en del af de felter som blev udlagt i 2000 står under vand i dag. Til gengæld har næringsstofstatus i engene ikke ændret sig i perioden.

Hvis man beregner næringsbelastningen som ratioen mellem Ellenbergs næringstal og

Figur 3. *Danmarks internationalt bevaringsværdige natur omkring Skjern Å befinder sig ikke I Skjern Enge, men på Tipperne, Lønborg Hede og ude i klitterne. Kortet viser kortlagte habitatnaturtyper og deres artstilstand, gradueret fra mørkegrøn som høj tilstand og mørkerød som dårlig tilstand. Kilde: http://prior.dmu.dk.*

pH-tal, får man en ganske robust indikation på belastningen med næringsstoffer i vådområder /5/. 95 % konfidensintervallet for næringsratioen for 1900-tallets vegetation er 0,63-0,82, mens det for vegetationen efter genopretningen er 0,9-0,93. Antallet af typiske arter for habitatdirektivets naturtyper i enge og moser responderer stærkt på næringsratioen og er typisk ganske lavt ved en næringsratio over 0,8 /5/.

Sammenfattende kan man sige, at genopretningen af enge og moser langs Skjern Å er en fiasko, idet området endnu 10 år efter genopretningen er præget af artsfattig, næringsrig og kulturpræget eng- og mosevegetation uden nogen særlig biodiversitetsværdi. Dette udsagn gælder for vegetationen i Skjern Enge, men dermed gælder det også for store dele af insektfaunaen, som er afhængig af en naturlig engvegetation: Ensian-blåfugl kræver bestande af klokkeensian, moseperlemorssommerfugl kræver tranebær, brunlig perlemorssommerfugl kræver violer osv. Det er arter som kunne tænkes at have været i Skjern Enge før kultiveringen, men som umuligt kan leve der i dag, om så de blev udsat.

Kunne man have gjort det bedre?

Næringsstofbelastningen er den største barriere for at få de naturlige enge og moser tilbage. Der er ophobet store mængder af næringsstoffer, særligt fosfor, i de tørveholdige engjorder efter årtiers intensivt landbrug, og alene af den grund burde man have ganske beskedne forventninger til en genopretning af naturlige enge og moser i Skjern Enge.

Alligevel kunne man antageligt have gennemført genopretningen af engene mere målrettet og effektivt end man gjorde. For det første skal man undgå at der fortsat tilføres næringsstoffer fra landbruget efter genopretningen. Man kan ikke forvente god natur, hvis engene bruges som rensningsanlæg for landbrugets næringsstoffer, eksempelvis ved at lade markernes drænvand løbe ud over engene /6/. Enge har brug for rent grundvand. For det andet skal man undgå at udså kulturgræsser i områder, hvor man ønsker at etablere en naturlig vegetation, uanset om målet er eng, mose eller overdrev. Indvandringsrækkefølgen af arter har kritisk betydning for økosystemets artssammensætning, og når kulturgræsserne først har slået rod, vil de effektivt kunne udelukke mange af de naturlige engplanter, især nøjsomhedsplanterne med svag vækst /7/. For det tredje gælder det om at fremme den naturlige dynamik som i kraft af græsning, oversvømmelser, saltvandsindbrud, erosion og sedimentation kan frigøre plads til arter, som ellers har svært ved at klare sig i konkurrencen.

August Mentz beskriver i 1915 hvordan Skjern Enge var plaget af saltvandsindbrud fra havet ved højvande og særligt ved stormflod, som eksempelvis i 1913; plagsomt for landbrugets engdrift og kreaturhold, men en naturlig del af et floddelta som udmunder i Vesterhavet. I dag beskytter diger og sluse mod saltvandsindbrud, men indbrud har netop potentialet til at nulstille vegetationsudviklingen, slippe af med konkurrenceplanter og kulturgræsser, og måske få en udvikling i retning af mere naturlige enge og moser til gavn for biodiversiteten.

Tak til 15. juni Fonden, som via en bevilling til projektet "evidensbaseret naturgenopretning" gjorde det muligt at gennemføre de fornyede undersøgelser i Skjern Å og Skjern enge.

Litteratur

/1/ Hald, J. C. 1833. Ringkøbing Amt. Ottende Stykke af de danske Provinsers Beskrivelse i økonomisk henseende. København.

/2/ Mentz. A. 1900. Botaniske Iagttagelser fra Ringkøbing Fjord. I: S. H. S. Rambusch. Studier over Ringkøbing Fjord s. 66-114. Det Nordiske Forlag. København.

/3/ Mentz, A. 1915. Beskrivelse af Vegetationsforholdene paa de lave Arealer omkring Ringkøbing og Stadil Fjorde. Det danske Hedeselskabs Mose- og Engvæsen, København. 24 s.

/4/ Nygaard, B., Ejrnæs, R., Baattrup-Pedersen, A. & Fredshavn, J.R. 2009. Danske plantesamfund i moser og enge – vegetation, økologi, sårbarhed og beskyttelse. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 144 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 728.

/5/ Andersen, D. K., Nygaard, B., Fredshavn, J. R., & Ejrnæs, R. 2013. Cost-effective assessment of conservation status of fens. Applied Vegetation Science 16: 491–501

/6/ Ejrnæs, R., Sand-Jensen, K., Baattrup-Pedersen. A., Bruun, H.H., Odgaard, B. & Rahbek, C. 2013. Naturstrid: Indsats i vådområder giver bagslag. Analyse i Politiken 4/3-2013.

/7/ Ejrnæs, R, Bruun, HH & Graae, BJ 2006. Community Assembly in Experimental Grasslands: Suitable Environment or Timely Arrival? Ecology 87: 1225-1233.

Rasmus Ejrnæs (seniorforsker, PhD), Peter Wind (seniorbiolog), Bettina Nygaard (Seniorrådgiver) og Annette Baattrup-Pedersen (seniorforsker, PhD) er alle ansat ved Institut for Bioscience, AU. Alle har arbejdet med botanik, vegetationsøkologi, biodiversitet og effekter af naturgenopretning gennem en årrække. Rikke Reisner Hansen (PhD studerende) er ansat ved Arctic Research Centre, AU.

Skjern Å naturprojektets betydning for laksen

Skjern Å huser landets største bestand af laks og er efterhånden blevet et "Mekka" for danske og udenlandske fiskeentusiaster. Det er derfor relevant at spørge, om det er restaureringen af nedre Skjern Å som nu 10 år efter har gavnet laksen, og om bestanden har nået fordums højder? Simple spørgsmål, som dog ikke nødvendigvis er enkle at bevare. I denne artikel fortælles om Skjern Å-laksens skæbne gennem ca. 100 år med særligt fokus på de seneste årtier.

Anders Koed

Laksen har i historisk tid kun ynglet i 9 danske vandløbssystemer, alle beliggende i Jylland. Den største bestand har formodentlig været at finde i Skjern Å. I samtlige vandløb er laksen dog gået markant tilbage igennem de seneste 100 år, og de oprindelige bestande er endda helt forsvundet fra Gudenå, Sneum Å, Kongeå, Brede Å og Vidå. Laksen gyder i relativt store vandløb, hvor ynglen lever i 1-3 år, indtil de ved en størrelse af 10-20 cm (såkaldte smolt) vandrer til havet, hvor de vokser op til kønsmodenhed og siden trækker op i vandløbene for selv at gyde. Den primære årsag til artens tilbagegang er reguleringer og opstemninger, som har forhindret passagen til og fra vandløbene. Dertil kommer fysiske ødelæggelser af gyde- og yngelopvækstmuligheder i vandløbene, fiskeri i fjordene og forurening fra bl.a. dambrug.

Laksebestandens tilbagegang i Skjern Å

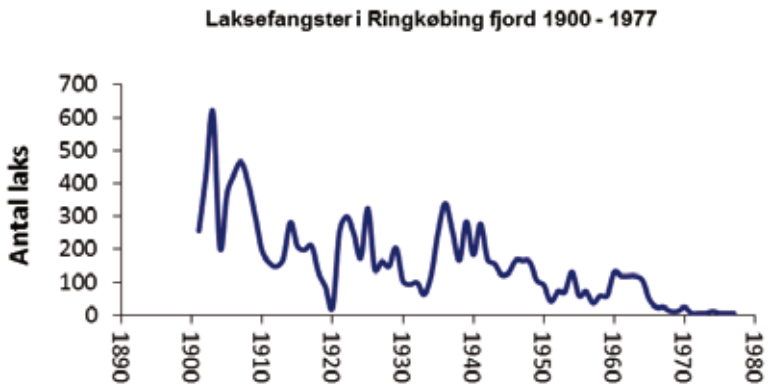
Allerede sidst i 1800-tallet og i starten af 1900-tallet synes bestanden af laks at være gået tilbage i Skjern Å /1/. Bedømt ud fra laksefangsterne i Ringkøbing Fjord 1900 - 1977 har tilbagegangen været særlig markant siden slutningen af 1940'erne, og i midten af 1980'erne var den oprindelige stamme meget tæt på at være udryddet (Figur 1). Laksen yngelede da kun i den nederste del af Karstoft Å /2/.

Årsagerne til laksens tilbagegang i Skjern Å er ikke nøjagtig kendt, men skyldes formentlig en kombination af en række faktorer. Tilbagegangen sidst i 1800 og i starten af 1900 tallet falder tidsmæssigt sammen med anlæggelse af de mange engvandingsanlæg, der ligesom regulering af Skjern Å og flere af dens tilløb i især 1960'erne samt anlæggelse af dambrug og vandkraftværker i de større tilløb, har bl.a. betydet brud på vandløbenes passagemæssige kontinuitet. I udøvelsen af fjordfiskeriet blev motorjoller almindelige i løbet af 1900'tallet (tidligere var det ro- og sejlbåde), og nylongarn (især i nedgarn) gjorde fiskeriet mere effektivt, hvilket øgede presset på laksebestanden yderligere. Endelig er skarvbestanden i Ringkøbing Fjord gået kraftigt frem i nyere tid, hvilket påvirker laksebestanden negativt.

Potentielle forbedringer af laksens levevilkår

Med gennemførelsen af Skjern Å Naturprojekt i 2000 - 2002 skete der væsentlige habitatforbedringer i den nedre del af Skjern Å's hovedløb. Imidlertid er der før, under og efter dette projekt gennemført en række tiltag i Skjern Å-systemet og Ringkøbing Fjord med det specifikke mål at forbedre levevilkårene for laksen:

- Regulering i fiskeriet i Ringkøbing Fjord og Skjern Å til sikring af laksens passage gennem fjorden (1996).
- Systematisk ophjælpning af laksebestanden via opdræt og udsætninger siden 1983.



Figur 1. *Laks fanget i Ringkøbing Fjord og landet i perioden 1900 -1977. Der har givetvis været en del uregistrerede fangster, og kurven skal alene betragtes som en indikator (proxy) for, hvordan laksebestanden i Skjern Å har udviklet sig i perioden.*

Tabel 1. *Antallet af udvandrede laksesmolt fra Skjern Å estimeret ved fem undersøgelser gennemført i perioden 1991 - 2005. 95 %-konfidens intervaller er angivet i parentes. Desuden er effektiviteten for den enkelt smoltfælde angivet.*

	Totale antal smolt (vilde + udsatte)	Vilde smolt	Fældeeffektivitet
1991	5.207 (2.037 - 8.377)	396 (155 - 637)	0,018
1993	7.431 (6.368 - 8.670)	3.939 (3.215 - 4.824)	0,162
2000	5.774 (3.849 - 9.074)	*)	0,07
2002	26.199 (23.600 - 28.798)	12.039 (10.128 -13.950)	0,23
2005	27.324 (25.929 - 28.719)	8.242 (7.438 - 9.045)	0,29

*) 2000 blev der ikke skelnet mellem vilde og udsatte laks.

- Mange forbedringer af passageforholdene i tilløbene. Alle projekterne er stort set gennemført i forbindelse med spærringer ved dambrug.
- Omfattende restaurering af flere af systemets vandløb.
- Etablering af mange okkerrensningsanlæg i tilløbene.
- Regulering af skarvynglebestanden i Ringkøbing Fjord.

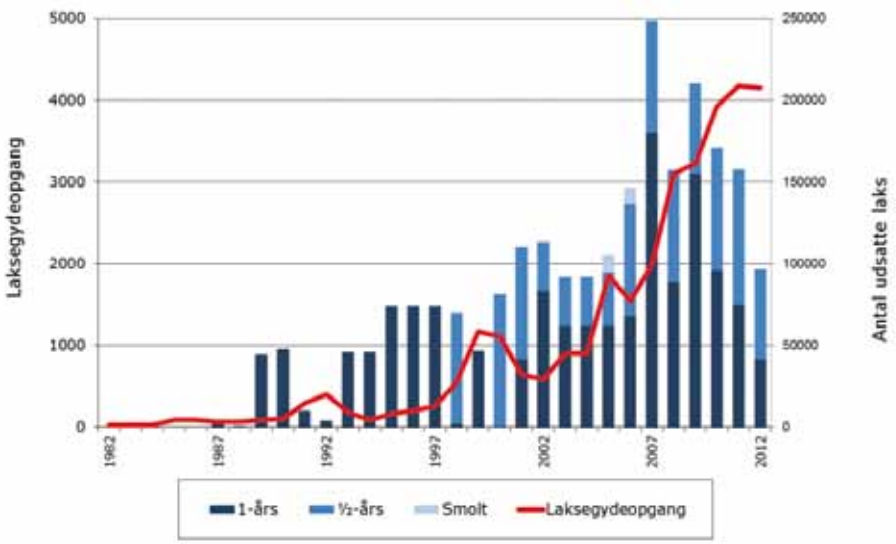
På grund af disse tiltag er det udfordrende at vurdere betydningen af Skjern Å naturprojektet.

Vanskeligheder ved at måle effekten af potentielle miljøforbedringer

Laks har et livscyklusforløb på 2,5 - 5,5 år fra at æggene gydes og til de vender tilbage til vandløbet for at gyde, afhængig af (1) hvornår de trækker ud som smolt (i Skjern Å sker dette fortrinsvis efter ét eller to år), og (2) hvor lang tid de bliver i havet inden de vender tilbage for gyde (1,5, 2,5 eller 3,5 år). Hvis man måler fra yngel til gydemoden laks betyder det altså, at det tager ca. 5,5 år før den fulde effekt af et givet bestandsforbedrende tiltag er slået igennem på bestanden. Og det er ikke nødvendigvis den fulde sandhed, fordi flere gydelaks i sig selv har en selvforstærkede effekt på bestanden. Man må derfor regne med en "forsinkelse" på 7 – 10 år, før effekten af et givet bestandsforbedrende tiltag er slået fuldt igennem på bestanden. I en "alt-andet-lige-situation" kræves der således en relativ lang periode efter gennemførelsen af en given miljøforbedring, før en mulig effekt kan påvises.

For Skjern Å laksens vedkommende er det særligt vanskeligt nøjagtigt at kvantificere effekten af de enkelte tiltag, der er gennemført i nyere tid, fordi førnævnte "alt-andet-lige situation" netop ikke eksisterer. Forbedringerne af miljøforholdene er således sket enten parallelt eller i umiddelbar forlængelse af hinanden. Desuden er opgaven ekstra udfordrende, fordi der samtidig er foretaget omfattende udsætninger af lakseyngel i Skjern Å.

Hvordan måles opgangen af laks og smoltudtrækket i Skjern Å?



Figur 2. *Smoltfælden ved Borriskrog Bro 2002. Fælden skal tømmes og renses hver dag i den periode (15. marts – 15. juni), hvor den er opsat (Foto: Henrik Baktoft).*

At bestemme effekten af en given miljøforbedring kræver først og fremmest en bestandsopgørelse. Det kan gøres på forskellige stadier af laksens livscyklus. Mest anvendt er undersøgelser af smoltnedtræk (hvor de nedtrækkende smolt fanges i fælder) eller opgangen af gydemodne individer (hvor der el-befiskes over relativt lange strækninger). I Danmark – og i Skjern Å - har begge metoder primært været anvendt til opgørelse af laksebestande, i de seneste år dog stort set alene opgørelsen af gydebestanden. Det skyldes, at omkostningerne ved sidst nævnte type undersøgelser er 10 – 20 % af omkostningerne af tilsvarende smoltundersøgelser.

Undersøgelser af gydeopgang. Ringkøbing Amt startede med at måle opgangen til Skjern Å i 1992. Amtet fortsatte dette arbejde med årlige undersøgelser indtil 2004 (bortset fra 1994 og 1998). Siden har DTU Aqua i fiskepleje regi lavet bestandsopgørelser i 2008 og 2011. Figur 2 viser en markant positiv udvikling i lakseopgang fra og med 1982, altså medregnet et tiår forud for starten af amtets undersøgelser, hvor der foreligger data for lystfiskerfangne opgangslaks (både hjemtagne og genudsatte). Ved at anvende forholdet mellem lystfiskerfangne opgangslaks og den målte lakseopgang i de år, hvor begge dele er målt, har sidstnævnte kunnet bestemmes forholdsvis sikkert, da størrelsen af lystfiskernes fangster udgør en relativt konstant andel af opgangen set over en kortere årrække. Andelen af lystfiskerfangsterne er dog øget fra en andel på ca. 15 % i 1990'erne til knapt 30 % nu. Laksefiskeriet i Skjern Å er i øvrigt reguleret efter en kvote, som udstikkes årligt i forhold til størrelsen af gydebestanden /3/.

I efteråret og vinteren 2008/2009 blev der, foruden en opgørelse over gydebestanden, lavet en telemetriundersøgelse, hvor 60 af de fangede laks (59 - 101 cm) blev mærket med radiosendere og fulgt gennem den efterfølgende gydeperiode /4/. Resultaterne viste, at gydningen hovedsagligt foregik i anden halvdel af december, og at der er vigtige gyde-

Figur 3. *Laksegydeopgangen til Skjern Å 1982 – 2012, samt udsætningerne af ½-, 1-års laks og laksesmolt.*

Figur 4. *Nærpejling af radiosender på Olsens Pold i Ringkøbing Fjord (Foto: Jan Drachmann).*

områder i den nederste del af Karstoft Å, i visse dele af Vorgod Å samt i hovedløbet ved udløbet af Rind Å og mellem Skarrild og Sdr. Felding. Der var også gydende laks i Omme Å, og en enkelt laks blev fundet langt opstrøms i åsystemet (opstrøms Rind Å). Generelt var det relativt få laks, der gik op i de mindre tilløb, hvor der ellers findes mange egnede gydepladser. Således synes tilløbene opstrøms for Rind Å ikke at have nogen særlig betydning som gydeområder. En af grundene kan være, at der her har været mange spærringer, der har gjort det vanskeligt eller umuligt for laksene at passere. Trods store forbedringer, udgør en del af disse spærringer formodentlig stadig et problem. Det mest markante eksempel er spærringen af hovedløbet ved "Rind Å forvirringen"(hvor en væsentlig del af Skjern Åens vand via et stemmeværk ledes igennem en 21 km lang parallel kanal, oprindeligt beregnet til engvanding). Denne spærring forhindrer formodentlig mange laks i at nå potentielle gydepladser i Holtum Å, Fjederholt Å og Brande Å. Også spærringen i Karstoft Å ved Clasonsborg giver betydelige problemer for både laks og havørreder. Ligeledes er de mange dambrugsopstemninger, der stadig findes i specielt Omme Å, nok hovedårsagen til at dette vandløbs store gydepotentiale endnu ikke er fuldt udnyttet.

Smoltundersøgelser. Der er i perioden 1991 – 2005 lavet fem undersøgelser af smoltudtrækket fra Skjern Å, se tabel 1. Disse viser en markant positiv fremgang igennem perioden. Bemærk af de to første undersøgelser i 1990'erne foregik i åmundingen, mens de tre efterfølgende blev udført ved Borriskrog Bro (ca. 20 km opstrøms for udløbet, Figur 2), der således ikke inkluderer et evt. smoltudtræk fra Omme Å. Resultaterne fra de fem undersøgelser er dog nogenlunde sammenlignelige. Således har udtrækket af smolt fra Omme Å formentlig været ubetydeligt, fordi det nederste dambrug (ved Sønderskov) først blev nedlagt 2005. Undersøgelserne i 2000-2005 mangler dog udtrækket af smolt fra selve Skjern Ås hovedløb nedstrøms Borriskrog og undersøgelserne kan derfor ikke anvendes til at vurdere effekten af restaureringen i 2000-2002.

Sideløbende med undersøgelserne af smoltudtrækket før og efter gennemførelsen af Skjern Å Naturprojekt, blev laksesmoltenes adfærd og dødelighed undersøgt i selve Skjern Å og Ringkøbing Fjord ved at følge et antal særligt mærkede (elektroniske akustik- og radiomærker) individer fanget i smoltfælden ved Borriskrog /5/. Ved målrettet pejling blev en del af radiomærkerne genfundet liggende løst ved og i Skjern Å eller ved Hestholm Sø, samt i skarvkolonier på Olsens og Vinterleje Polde i Ringkøbing Fjord (Figur 4). Ud fra findested og dets karakter blev det vurderet hvilket rovdyr, der mest sandsynligt havde ædt de enkelte smolt. Målrettet el-fiskeri påviste desuden gedder med mærkede smolt i maven (Figur 5).

Hvad viser de mange undersøgelser?

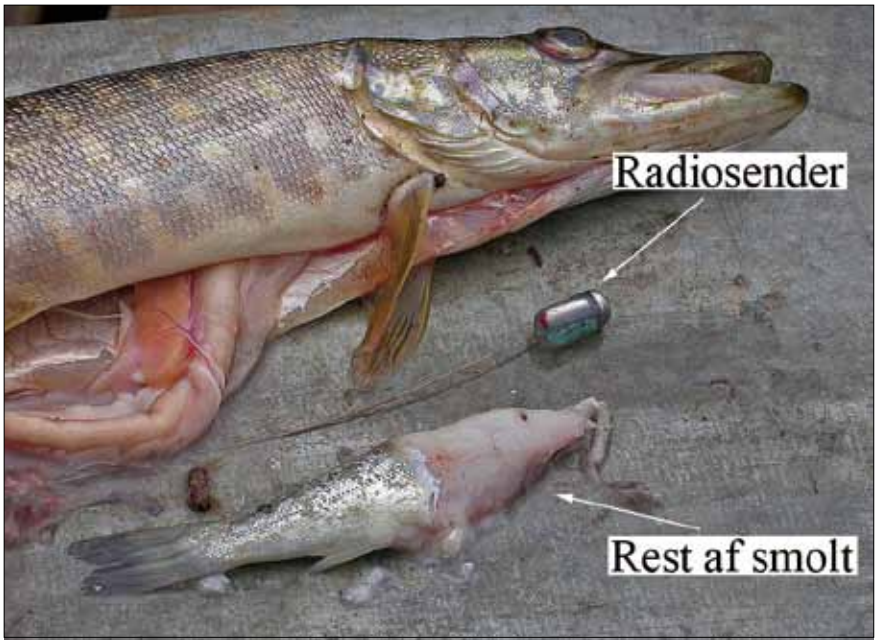
Fra begyndelsen af 2000'erne til i dag er den årlige gydeopgang til Skjern Å øget fra ca. 1.000 til ca. 4.000 laks. Den gunstige udvikling skyldes en kombination af flere faktorer, hvor effekten af hver af disse ikke lader sig adskille, fordi tiltagene er sket sideløbende eller i forlængelse af hinanden. Det er heller ikke muligt at vurdere den direkte effekt af restaureringen af den nedre Skjern Å. De væsentligste årsager til gydebestandens fremgang vurderes dog at være (1) regulering af fiskeriet i Ringkøbing Fjord, (2) optimering af laksopdrætsarbejdet og udsætningsmaterialet, og (3) habitatforbedringer og fjernelse af spærringer i åen.

Regulering af fiskeriet. Siden 1996 er fiskeriet i Ringkøbing Fjord efter laks og havørred blevet kraftigt reguleret via fiskeribekendtgørelser. Bl.a. er det ikke tilladt at lande laks og havørred fanget i fjorden, og bundgarnsfiskeriet efter ål og sild er underlagt restriktioner som begrænser bifangsten af smolt om foråret. Derudover er bundgarnsfiskeriet i fjor-

den gennem de seneste 20 år reduceret ret kraftigt af andre årsager, primært naturlig afgang. Stigning i gydeopgangen i perioden 1997 til 2000 (Figur 2), stemmer godt overens med den forventede effekt af fiskeriregulering. Omfanget af fiskeriet i Ringkøbing Fjord vurderes i øvrigt aktuelt ikke at udgøre en trussel mod laksebestanden.

Opdrætsarbejde og udsætningsmateriale. Det støttende avls- og udsætningsarbejde for Skjern Å laksen er løbende blevet optimeret (Figur 6). Et vigtigt skridt i denne forbindelse var en udvidelse og modernisering af opdrætsanlægget ved Skjern i 2005. Undersøgelser i Skjern Å har vist, at udsætninger af 0,5-års laks medfører et højere udbytte af gydelaks (pr. udsat fisk), end hvis der udsættes 1-års laks /5, 6/, og der udsættes nu flere 0,5-års laks og færre 1-års laks end før.

Habitatforbedringer og fjernelse af spærringer. I Skjern Å er der gennemført store habitatforbedringer gennem de senere år. Skjern Å Naturprojekt og andre projekter har bl.a. skabt passage til en stor del af Omme Å, hvor laksen nu gyder, og der er endda konstateret gydning i beskedent omfang i Skjern Å's hovedløb på den restaurerede strækning. Laksens væsentligste gydeområde ligger imidlertid opstrøms for den restaurerede del af Skjern Ås nedre løb og gydningen på sidst nævnte har derfor næppe haft afgørende betydning for laksebestandens generelt positive udvikling i Skjern Å. Fjernelsen af den tidligere spærring ved Sønderskov Dambrug har dog givet laksen adgang til en stor del af Omme Å, ligesom en forbedring af passageforholdene i Vorgod Å, kan have bidraget til den positive udvikling i gydeopgangen de seneste 5 - 7 år. Til gengæld har selve habitatforbedringerne på den nedre del af Skjern Å tilsyneladende bidraget med flere og bedre hvilehabitater for smolten, end det var tilfældet i den tidligere "kanal" /7/.



Figur 5. *Radiomærket smolt fundet i en gedde som blev fanget ved elfiskeri (Foto: Henrik Baktoft).*

Figur 6. *Hunlaks fanget ved elfiskeri i Skjern Å. Fisken blev hjemtaget til Dansk Center for Vildlaks i Skjern, hvor den blev afstrøget for rogn (Foto: Kim Iversen).*

Har Skjern Å projektet så gavnet laksen?

Svaret er ja, om end den positive effekt er lille sammenlignet med andre tiltag er lille. Den væsentligste positive effekt er den forbedrede passage til Omme Å, hvor laksen nu gyder.

Fremtiden og vigtige trusler

I takt med yderligere habitatforbedringer og fjernelse af spærringer vil produktionsarealet for laks også øges, hvilket forventes at øge opgangen. Der er således stadig plads til omfattende forbedringer i Skjern Å. Fx er der stadig passageproblemer ved "Rind Å forvirringen" ved Arnborg, Brande Elværkssø og M.E.S. Søen, ved Juellingsholm i Omme Å og ved Classonsborg i Karstoft Å.

Skarven i Ringkøbing Fjord gør et stort indhug på laksebestanden, når smoltene om foråret vandrer gennem fjorden på vej mod Nordsøen og Nordatlanten. Smoltundersøgelser, gennemført i Skjern Å og Ringkøbing Fjord viser, at skarven tager 40 – 50 % af laksesmoltene i fjorden. Dette tal er ret voldsomt, da det tilsvarende må forventes at betyde en 40 - 50 % reduktion af gydeopgangen til Skjern Å.

I 2000 var antallet af ynglende skarver i Ringkøbing Fjord på sit højeste med ca. 3.000 reder, men siden er antallet halveret, delvis som følge af at Naturstyrelsen olierer æggene. Antallet af skarv i og ved fjorden er dog stadig højt og en stor del af smoltene tages formentlig i sluseområdet ved Hvide Sande, når skarven her fouragerer efter bl.a. sild. Måske var det derfor en idé i fremtiden at regulere

eller bortskræmme skarv i netop dette område. Siden vinteren 2009/2010 har der været mange observationer af skarv, der om vinteren fouragerer på strygene i hovedløbet og i tilløbene, hvor lakseynglen opholder sig og efterfølgende har el-fiskeri afsløret lave tætheder af lakseyngel, så her er der potentielt et nyt stort problem for laksen.

Skjern Å laksen er i høj grad opretholdt gennem udsætninger, og der er stadig et godt stykke vej indtil bestanden kan klare sig selv. Med det nuværende udsætningsniveau skal opgangen til Skjern Å være stabil med ca. 5.000 gydelaks årligt over en længere periode, 5 - 10 år, før end man kan erklære, at laksebestanden kan klare sig selv og målet om selvreproduktion er nået.

Referencer

/1/ Johansen A. C. & Blegvad, H. (1933-1936). Ringkøbing Fjords Naturhistorie i brakvandsperioden 1915-1931. Redaktion: R. Spärck. Høst & Søn.

/2/ Wegner, N. (1985). Laksen i Skjern Å. Rapport udarbejdet for Ringkjøbing Amtskommune.

/3/ Koed, A., Sivebæk, F. & Nielsen, E.E. (under udarbejdelse). Nationalforvaltningsplan for laks 2013. Udarbejdet or Miljøministeriet.

/4/ Koed, A., Jepsen, N., Baktoft, H. og Larsen, S. (2010). Opgang og gydning af laks i Skjern Å-systemet 2008/2009. DTU Aqua-rapport nr. 220-2010.

/5/ Koed, A. (2006). Undersøgelse af smoltudtrækket fra Skjern Å samt smoltdødelighed ved passage af Ringkøbing Fjord. DFU-rapport nr. 160-06.

/6/ Hingst, O.B. (2013). Udbyttet af udsatte og vilde atlantiske laks (Salmo salar L.) i Skjern Å. Specialerapport, Københavns Universitet.

/7/ Baktoft, H. og Koed, A. (eds.) (2005). Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nissum fjorde. DFU-rapport 153-05.

Anders Koed er seniorforsker og sektionsleder, PhD, ved DTU Aqua, Sektion for Ferskvandsfiskeri og -økologi. Forsker i samspil mellem rov- og byttefisk, fisks vandringer, og effekt af menneskeskabte påvirkninger på sidstnævnte.

Skjern Enge – Kom fuglene tilbage?

Fik vi de sjældne ynglefugle tilbage, og er vådområdet atter blevet et vigtigt raste- og opfedningsområde for ænder på træk? Baseret på flere års optællinger af yngle- og trækfugle fortæller vi om vandfuglenes tilbagevenden til Skjern Enge.

Thomas Bregnballe, Ole Amstrup, Thomas Eske Holm, Preben Clausen, Rasmus Ejrnæs & Tony Fox

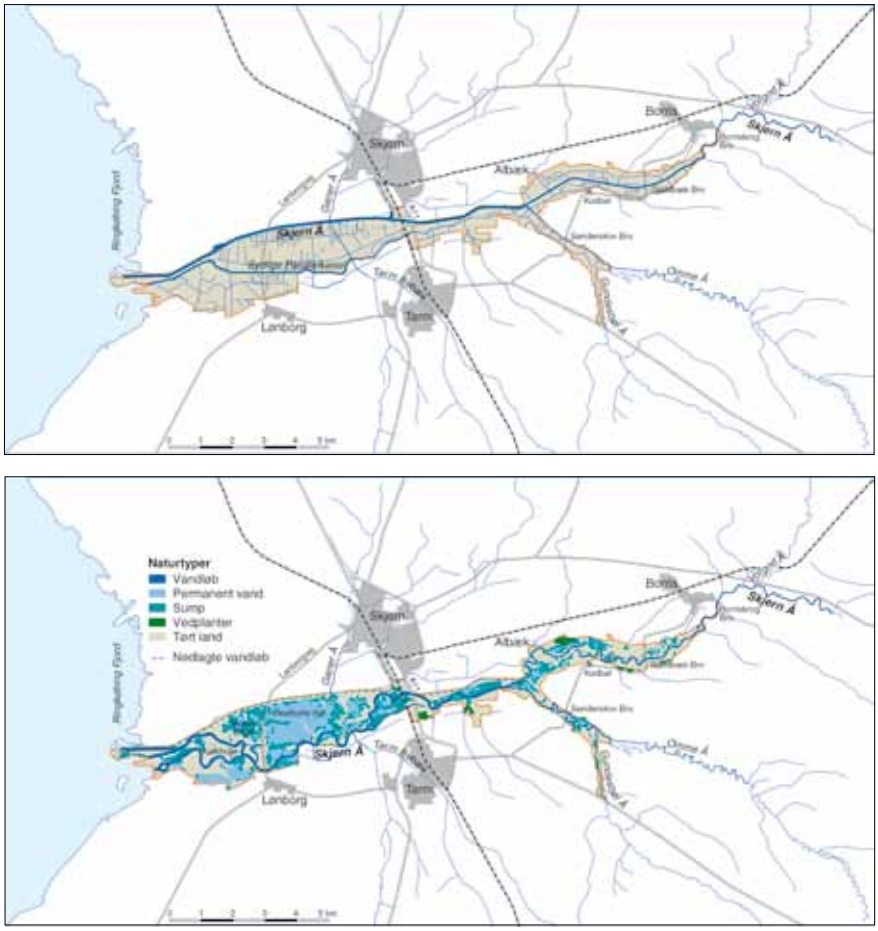
I forbindelse med genopretningen af Skjern Å havde mange en forventning om, at vådområdet atter ville blive et vigtigt yngleområde for engfugle, og at trækfuglene ville indfinde sig i stort tal. Der var også håb om, at arter som brushøne, stor kobbersneppe og alm. ryle ville dukke op som ynglefugle på engene.

Ynglefuglene

I begyndelsen af 1900-tallet bestod den landbrugsmæssige udnyttelse af Skjern Å-deltaet primært af høslet og kreaturafgræsning. Herved fremstod området som en blanding af våde enge og rørsumpe. Mange arter af vandfugle ynglede i stort antal i området. Karakteristiske arter var hvid stork, stor kobbersneppe, brushøne og sortterne /1/. Den afvanding, som påbegyndtes i begyndelsen af 1900-tallet, førte til en forringelse af levevilkårene for mange af ynglefuglene. Flere arter af vandfugle aftog i antal frem til 1931 /1/.

Fra 1962 til 1968 blev den vestlige del af Skjern Å dalen afvandet og Skjern Å blev reguleret og rettet ud. I alt blev 4000 ha enge og rørskov omdannet til agerjord (Figur 1 øverst). Herefter registreredes kun få arter af ynglende vandfugle /2/. Dog ynglede en del viber på markerne, fx 52-72 par i 1987 /2/. Ved vor optælling i 2000 registrerede vi blot syv ynglende vandfuglearter med vibe (74 par) og gråand (41 par) som de mest almindelige arter.

I årene 1999-2002 gennemførtes naturgenopretningen af Skjern Å. Derved omdannedes området til et mosaiklandskab af slynget å, søer, afgræssede og tilgroede enge (tidligere marker), rørsumpe og rørskove (Figur 1 nederst). Allerede i foråret 2001, dvs. i det første år efter at området var blevet helt eller delvist oversvømmet, blev artsrigdommen af ynglende vandfugle markant forøget (Figur 2, /3/). Men siden 2003 er der ikke kommet flere arter til. Ind til videre har syv Bilag I arter samt otte rødlistede arter ynglet. Desuden udgør vådområdet et vigtigt fødesøgningsområde for skestork og havørn, som yngler i umiddelbar nærhed af Skjern Enge.



Figur 1. *Projektområdet før (øverst) og efter (nederst) naturgenopretningen i Skjern Enge.*

Skjern Enge befinder sig i dag blandt de 10 bedste yngleområder for vandfugle i Danmark. Det skyldes især at Skjern Enge dækker et stort areal og omfatter mange typer af våde habitater.

Ynglefugle – udviklingen og pleje

Fire arter af lappedykkere ynglede i Skjern Enge i de første år efter genopretningen. Men tre arter – lille, gråstrubet og sorthalset lappedykker – gik tilbage i antal igen blot 3-7 år efter vådområdet var etableret. Andefuglene indvandrede i de første år, og arter som knarand, atlingand og skeand yngler fortsat i pæne antal set i forhold til andre store vestjyske lokaliteter som Vejlerne,

Et målrettet plejetiltag kan lokke ynglende brushane til. Foto: Niels Dahlin Lisborg.

Vest Stadil Fjord og Tipperne. Vandhønsene blishøne, grønbenet rørhøne, vandrikse og plettet rørvagtel etablerede forholdsvis store bestande i de første år, men nogle af arterne er siden gået tilbage. Blandt vadefuglene ynglede lille og stor præstekrave kun i de første år, hvor gravearbejdet havde efterladt sandflader. Med undtagelse af vibe har de vadefuglearter, der normalt yngler på græssede enge, optrådt fåtalligt. Vibe ynglede med 125 par i 2003 og 106 par i 2011. Rødben ynglede med 2-3 par i 2003 og 14 par i 2011.

De tre truede engfuglearter brushane, stor kobbersneppe og almindelig ryle er ikke vendt tilbage. Men de yngler fortsat på Tipperhalvøen, mindre end 10 km fra Skjern Enge. Blandt de tre arter er der størst chance for at brushane og stor kobbersneppe igen vil forsøge at etablere sig. Disse to arter kan nemlig tolerere en vegetationshøjde på op til 15-20 cm. Desuden lever brushane en nomadeagtig tilværelse, og hvis forholdene er gunstige på en træklokalitet, kan den hurtigt slå sig ned for at yngle. Den udeblevne genindvandring tilskriver vi bl.a., at habitaten ikke er blevet tilstrækkeligt attraktiv. Engenes topografi, næringsindhold og plantesammensætning samt jordens struktur bærer fortsat præg af opdyrkningen. Vi formoder, at det har haft væsentlig betydning for de ynglende vadefugles muligheder for at finde føde og opfostre unger, hvilket de gerne gør i fugtige områder med en forholdsvis lav vegetation, hvor der er en rig forekomst af fx orme, larver og insekter i jordbunden og vegetationen.

Vegetationens højde er en af de faktorer, der har stor betydning for artssammensætningen af ynglefuglefaunaen. Allerede under ynglefugletællingen i juni 2003 konstateredes det, at store arealer var tilgroet med lysesiv, tidsler og anden høj vegetation. Desuden blev det observeret, at der var en hurtig tilgroning med høj vegetation omkring de fleste småsøer og vandhuller samt i mange af lavningerne.

Takket være Naturstyrelsens og kreaturejernes indsats med græsning og slåning er flere dele af området nu blevet mere attraktivt for de arter af vandfugle, der foretrækker at yngle i områder med forholdsvis kort vegetation. Plejeindsatsen har muligvis bidraget til fremgangen i antallet af ynglende rødben. Vi vurderer imidlertid, at der kunne yngle flere engfugle i området, hvis vegetationen generelt blev holdt lavere og mere åben, og der blev etableret en større grad af mosaik mellem fugtige og tørre områder. For flere arter af ynglefugle er det særlig vigtigt, at sikre en højere grad af græsning ud i fugtige lavninger, vandhuller og søer. Men de fleste landmænd vil helst undgå, at deres kreaturer 'presses' til at græsse, hvor det er meget fugtigt eller der ligefrem står vand. Det kan nemlig reducere kreaturernes tilvækst og øge belastningen fra leverikter (N.D. Lisborg pers. medd.). Naturstyrelsen står derfor overfor en praktisk udfordring, hvis de vil forsøge at øge græsningstrykket i de fugtigste lavninger. Slåning vil fortsat være hensigtsmæssig bl.a. i områder med lysesiv og tidsler, der græsses af kreaturer.

Trækfuglene

Trækkende vandfugle blev optalt i efterårene 2002-2011 (/5/,/6/). I forbindelse med registreringerne har vi observeret over 100 forskellige arter af vandfugle. Det er et højt antal for en ferskvandslokalitet.

Svømmeænder har været den gruppe af trækkende vandfugle, der har optrådt i størst antal efter naturgenopretningen. Pibeand har været den talrigest forekommende art (op til 12.600 individer), dernæst krikand (10.500), gråand (3400), spidsand (1400), skeand (506), knarand (223) og atlingand (85). Svømmeænderne har især været tiltrukket af den lavvandede Hestholmsø (og Øster Hestholm) samt af de våde enge umiddelbart vest for Lønborgvej. Svømmeænderne har brugt området som et fødesøgningsområde såvel som et hvileområde. En stor andel af de svømmeænder, som opholdt sig i Hestholmsøen om dagen, trak

Slåning i den blå zone, Vesterenge. Foto: Niels Dahlin Lisborg

I 2011 var antallet af ynglende rødben steget til 11 par. Foto: Niels Dahlin Lisborg.

mod øst om aftenen for om natten at søge føde i bl.a. Øster Hestholm og vådområderne øst for Skjern-Tarm.

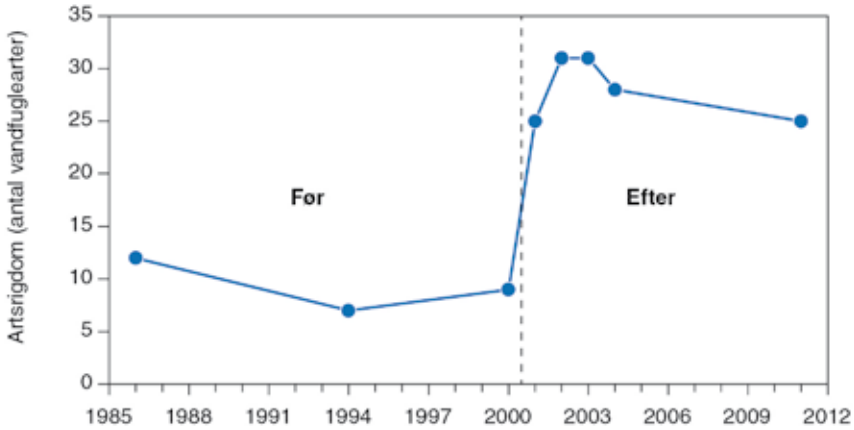
Blandt gæssene er det især arterne grågås, kortnæbbet gås og bramgås som har optrådt i større antal, især vest for Lønborgvej og i Hestholm området. De kortnæbbede gæs har næsten kun brugt området som en dagrasteplads, hvorimod grågæssene og i endnu højere grad bramgæssene har fourageret på engene i projektområdet.

Blandt arterne af vadefugle er vibe forekommet med op til 3400 individer og brushane med op til 560 individer. Større flokke af viber og hjejler er typisk blevet set raste i kortere perioder i området vest for Lønborgvej og i Hestholm. En lang række andre arter af vadefugle har benyttet området gennem efterårene, deriblandt mange dobbeltbekkasiner.

Udviklingen i trækfuglenes antal

Vi havde forventet, at der for en række arter af trækkende vandfugle ville ske markante ændringer i deres antal over de første 5-10 år efter vådområdets genetablering. Vi forudså at udbuddet af føde for de enkelte fuglearter ville forandre sig efterhånden, som samfundene af land- og vandplanter, vandinsekter og fisk ville udvikle sig.

For nogle arter har vi set betydelige forandringer i forekomsten (Figur 3). Fiskehejre optrådte talrigt i de første år (bl.a. 883 individer i sensommeren 2001), men siden 2005 har antallet ligget forholdsvis stabilt. Øvrige fugleobservationer har også peget på, at Hestholmsøen og søerne i Vesterenge husede store tætheder af småfisk i de første år. En art som grågås er gået betydeligt frem i antal.



***Figur 2.** Udviklingen i antallet af arter af ynglende vandfugle i Skjern Enge for de år forud for og efter naturgenopretningen, hvor systematiske optællinger sikrede en god dækning (se bl.a. /3/, /4/).*

Denne arts fremgang ser ud til at skyldes en kombination af, at den samlede bestand af grågæs er steget, og at gæssenes muligheder for at græsse i området er forbedret. Udviklingen i maksimumforekomsterne af gråand tyder på, at området har mistet noget af sin værdi for denne art i de senere år. Området er blevet mere og mere attraktivt for dykænder over årene, hvilket bl.a. afspejles i udviklingen i antallet af troldænder. For blishøne var området et særdeles attraktivt fødesøgningsområde i de først 5-6 år, efter at søerne var etableret, men udviklingen i artens maksimumforekomst tyder på, at udbuddet af vandplanter forandrede sig, især efter 2006. Blandt vadefuglene ser det ud til, at området i de senere år er blevet mere attraktivt for vibe.

Konklusioner

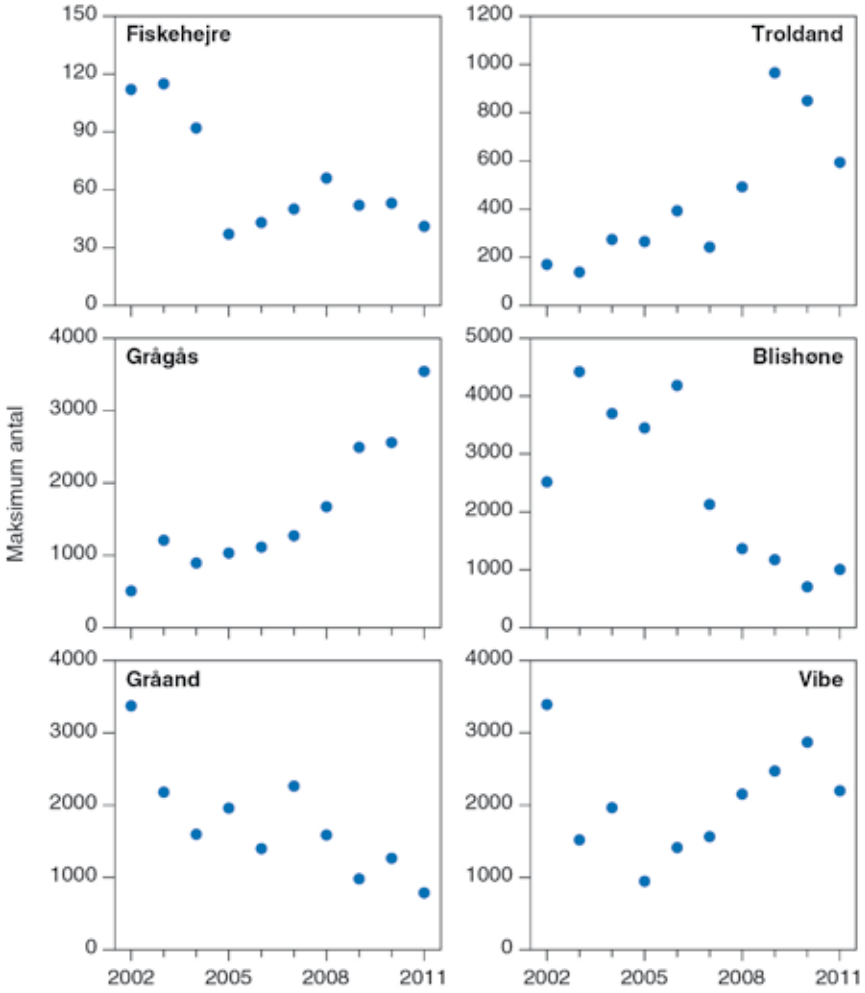
Med hensyn til ynglefuglene konkluderer vi, at naturgenopretningen har bragt Skjern Enge op blandt Danmarks 10 bedste yngleområder for vandfugle. Vådområdet har især givet gode ynglebetingelser for lappedykkere og andefugle. Derudover har enkelte Bilag I arter og rødlistede arter ynglet.

De mere sjældne engfugle og engfugle i større antal har ikke indfundet sig. Det skyldes formentlig at mange fugtige lavninger og bredzoner har for høj og kraftig vegetation, samt at de nye 'enge' ikke er blevet som de gamle. I 'gamle dage' var der en mosaik af enge drevet med høslet og græsning, og jordbunden var tørvefyldig og havde en (for vadefuglene) god struktur. Ønsker man at lokke flere engfugle til, vil der skulle eksperimenteres med en målrettet pleje i udvalgte dele af vådområdet.

Med hensyn til trækfuglene konkluderer vi, at naturgenopretningen har medført, at vådområdet vest for Skjern-Tarm er blevet et særdeles værdifuldt område for svømmeænder under deres efterårstræk.

Tak til 15. juni Fonden, som via en bevilling til projektet "Evidensbaseret naturgenopretning" gjorde det muligt at gennemføre en optælling af ynglefugle i 2011 og sammenstille resultaterne fra de enkelte år.

Thomas Bregnballe (seniorforsker, PhD), Thomas Eske Holm (akademisk medarbejder), Preben Clausen (seniorforsker, PhD), Rasmus Ejrnæs (seniorforsker, PhD) og Tony Fox (forskningsprofessor, Dr, PhD) er alle ansat ved Institut for Bioscience, AU. Alle, undtagen Rasmus, har arbejdet med vandfugle gennem en lang årrække. Rasmus



Figur 3. *Udviklingen i det maksimale antal individer optalt i Skjern Enge i efterårene 2002-2011 givet for seks arter af vandfugle. Bemærk at ikke alle y-akserne har ens skala.*

har arbejdet med vegetationsøkologi, biodiversitet og naturgenopretning. Ole Amstrup er nu ansat ved Amphi Consult som fugleoptæller, og han har på vegne af det tidligere DMU udført mange af optællingerne af ynglefugle og trækfugle i Skjern Enge.

Litteratur

/1/ Tåning, Å.V. 1936: Ringkøbing Fjords fugle. Side 149-219 i Spärck, R. (red.): Ringkøbing Fjords naturhistorie i brakvandsperioden 1915-1931. Andr. Fr. Høst & Søn, Bianco Lunos Bogtrykkeri A/S. København.

/2/ Nøhr, H. 1988. Status for fuglelivet i Skjern Å-dalen. Rapport til Skov- og Naturstyrelsen. Udarbejdet af ORNIS Consult ApS.

/3/ Amstrup, O., Bregnballe, T. og Nitschke, M. 2005: Forekomst af ynglefugle i Skjern Å projektområde i 2000 og 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Arbejdsrapport fra DMU nr. 203.

/4/ Amstrup, O., Bak, M. og Holm, T.E. 2012: Optælling af ynglefugle i Skjern Enge 2011. Teknisk rapport fra DCE, Aarhus Universitet, nr. 14.

/5/ Bregnballe, T., Amstrup, O. og Bak, M. 2005: Fugle. Side 85-94 i Andersen, J.M., Jessen, K., Larsen, B.B., Bundgaard, P., Glüsing, H., Illum, T., Hansen, L.B., Damgaard, O., Koed, A., Baktoft, H., Jensen, J.H., Linnemann, M., Ovesen, N.B., Svendsen, L.M., Bregnballe, T., Skriver, J., Baattrup-Pedersen, A., Pedersen, M.L., Madsen, A.B., Amstrup, O. & Bak, M. Restaurering af Skjern Å. Faglig rapport fra DMU, nr. 531.

/6/ Bregnballe, T., Amstrup, O., Bak, M., Bøgebjerg, E. og Hounisen, J.P. 2005: Vandfugle i Skjern Enge 2002-2004. Forekomst i træktiden og forsøg med reguleret jagt. Arbejdsrapport fra DMU, nr. 218.

Troldand. Antallet af dykænder, der benytter Skjern Enge i træktiden, er gået frem. Den bedste forklaring på dette er, at fødeudbudet er steget. Foto: Niels Dahlin Lisborg.

Hestholm Sø. Foto: Niels Dahlin Lisborg.

Skjern Å restaureringen og oplevelsesøkonomien

Restaureringen af Skjern Å og dens ådal havde flere formål. Et af dem var at gavne friluftlivet, fx jagt, sportsfiskeri, fuglekiggeri eller vandreture. Ud over at give de mennesker, som søger ud i naturen, nogle værdifulde oplevelser, bidrager friluftlivet til at understøtte økonomien i lokalsamfundet. Det sker fx gennem overnatninger, lokale indkøb, salg af fiskekort og jagtlicenser. I denne artikel forsøger vi at skønne omfanget af den lokale oplevelsesøkonomi.

Peter Wiberg-Larsen &
Anders Koed

Samfundet anvender relativt store beløb på at forbedre Danmarks natur. Denne værdiskabelse er imidlertid sværere at gøre op i kroner og ører, sammenlignet med produkter med direkte målbar markedsværdi. For hvad er værdien af høj biodiversitet af vandinsekter og vandløbsplanter /1/, stangfangne laks, glæden ved store flokke af vand- og vadefugle, et glimt af en majestætisk fiske- eller havørn, eller blot fornøjelsen ved leg og aktivitet omkring åen? Metoder udviklet i de seneste årtier, de såkaldte cost-benefit analyser, kan imidlertid til en vis grad anvendes til økonomisk vurdering af ikke-kommercielle naturprojekter. Det er også gjort i forbindelse med forberedelsen af restaureringen af Skjern Å og dens ådal /2/. Resultatet var, at der for en tidshorisont på 20 år kunne opnås gevinster (såkaldte nettobenefits) på knap 30 mio. kr. (i år 2000 priser).

Hele Skjern Å projektet har kostet 277 mio. kr. Udgifterne har dækket gravning af et nyt løb af Skjern Å og flere tilløb, stedvis udlægning af sten og grus, fjernelse af diger langs det gamle løb, tildækning af eksisterende kanaler, nedlæggelse af pumpestationer, anlæggelse af den store Hestholm sø, anlæg af parkeringspladser, veje og stier, samt ikke mindst flytning af 2,7 mio. m^3 jord. Desuden er der givet kompensation til en række landmænd i forbindelse med ophør af vedligeholdelsen af Skjern Å.

Set i det lys er det interessant at undersøge, hvor meget projektet – set i forhold til friluftslivet - økonomisk har betydet for samfundet, ikke mindst for lokalsamfundet. Det er også interessant, om cost-benefit analysen "holdt vand".

Er der overhovedet data?

Os bekendt er der ikke foretaget nogen målrettet, systematisk undersøgelse af betydningen af projektets friluftsmæssige side på lokalsamfundets økonomi. Vi har derfor forsøgt at være kreative, når vi skulle forsøge at sætte tal på (tabel 1). I flere tilfælde vurderer vi blot, at der muligvis har været en økonomisk gevinst ved projektet uden at sætte tal på.

Hvem og hvor mange besøger Skjern Å-dalen?

Det er der næppe nogen som ved. Adgangen til herlighederne er ganske gratis, undtagen hvis man ønsker at fiske eller gå på jagt. Så man kan ikke bare gøre antallet af besøgende op via solgte biletter. Naturstyrelsen har /3/ forsøgt at give et overslag (op til 100.000 besøgende om året) ved en ikke systematisk optælling af turistbusser set ved Hestholm fugletårn og besøgscentrene i Skjern Enge. En anden tilgang er, hvor mange gange boksene med foldere, opsat samme steds, er fyldt op i løbet af en sæson /3/. Vi har regnet på tallene. Med ca. 10.000 afsatte foldere om året, en gennemsnitlig "besøgsfamilie" på 3 personer, og hvis kun halvdelen af familierne tager en folder, svarer forbruget af foldere til ca. 60.000 besøgende. Det tilsvarende antal årlige besøg er formodentlig lidt højere, idet en del besøger området mere end én gang om året (men kun tager én folder).

Til disse besøgende, der kommer for at få "generelle" naturoplevelser, skal lægges de som udøver jagt og lystfiskeri (figur 1). Lidt over 4000 personer havde i 2011-12 løst det obligatoriske laksekontingent /4/. Ud over lokale lystfiskere er der folk fra andre dele af Danmark og endda sportsfiskere fra lande (Norge, Sverige, England) med et eget attraktivt laksefiskeri. Regner vi forsigtigt med, at hver lystfisker besøger Skjern Å i gennemsnit 5 gange på en sæson, svarer det alene til ca. 20.000 årlige besøg.

Naturstyrelsen udbyder derudover 150 jagtlicenser til Skjern Enge /3/. Antallet af årlige besøg i forbindelse hermed er ukendt, men relativt få.

På denne baggrund vover vi det ene øje og anslår forsigtigt antallet af årlige besøg i området til ca. 80.000.

Hvad betyder de besøgende for lokalsamfundet?

Med så relativt mange besøgende og besøg i området burde der være en lokal økonomisk afsmitning. Hvis besøgene strækker sig over mere end én dag, er der brug for overnatning, indtagelse af måltider, eller diverse indkøb af dagligvarer. Der kan også være behov for indkøb af udstyr til brug i naturen.

De nærmeste byer er Borris, Skjern og Tarm. Her er udmærkede overnatningsmuligheder. Etablering af nye ferieboliger i Borris

***Tabel 1.** Parametre egnede til beregning af den lokaløkonomiske effekt af Skjern Å restaureringen.*

Parametre	Kilder til data
Besøgende ved fugletårne og besøgscentre	Forbrug af foldere (Naturstyrelsen)
Udlejning af græsningsarealer	Forpagtningsaftaler Naturstyrelsen
Solgte laksekontingenter for Skjern Å	Skjern Å Sammenslutningen
Guidede ture	Naturstyrelsen
Jagtlicenser	Naturstyrelsen
Overnatninger	Bed & Breakfast, Ferieboliger, Hoteller, Camping
Omsætning i detailhandlen	Fx Korsholm, Borris Daglibrugs, Slagter Sørensen

(Andersen Invest) tyder på et hidtil udækket behov, som utvivlsomt er affødt af områdets øgede natur- og fiskeriværdi /6/. Dertil kommer, at fx Skjern Å Camping og lokale Bed & Breakfasts er flittigt besøgte. Især campingfaciliteter vides fra andre undersøgelser at være attraktive for lystfiskere /5/.

Det er også i de tre byer, at der er indkøbsmuligheder. Alene DagliBrugsen i Borris synes at have haft fremgang i de seneste par år /7/, om end det er usikkert hvor stor en del af fremgangen, der skyldes øget turismen. Ligeledes har en af landets største specialforretninger for fiskeri, jagt og friluftsliv, Korsholm A/S (i Skjern) fra en yderst ydmyg start i 1912 udbygget til nu 5000 m^2 /8/.

Der er næppe tvivl om, at det blandt samtlige besøgende er lystfiskerne, der økonomisk sætter det største fingeraftryk i lokalsamfundet. Heller ikke dette er hidtil forsøgt gjort op, men det er muligt at sammenligne med undersøgelser og vurderinger af betydningen af laksefiskeriet i Gudenå /5/. Ud fra en grundig analyse er det her anslået, at det nuværende fiskeri skaber et lokaløkonomisk forbrug på 7,7 mio. kr. årligt. Beløbet er beregnet ud et årligt antal såkaldte fiskedage på 34.000, svarende til ca. 4.000 solgte fiskekort. Det er vores vurdering, at antallet af fiskedage i Skjern Å meget vel kan være af samme størrelse, om ikke højere. Således er antallet af årligt solgte laksekontingenter i Skjern Å det samme, hvortil kommer at fiskeriet i Skjern Å formodentlig opfattes mere attraktivt end fiskeriet i Gudenåen, fordi laksebestanden er oprindelig og delvis selvreproducerende /9/, ligesom området har en (med al respekt for Gudenåen) særegen herlighedsværdi. Den årlige lokaløkonomiske værdi af lystfiskeriet kan således meget vel være i størrelsesordenen 10 mio. kr. Dette vil dog blive belyst i en planlagt undersøgelse ved DTU Aqua.

En ikke-lystfisker bruger formodentlig langt færre penge. Således opholder vedkommende sig formodentlig typisk kun en dags tid i området – og foretager således i mindre grad overnatninger. Antages det på denne baggrund meget konservativt, at en gennemsnitsbesøgende bruger 20 kr. pr. besøg (mad, bilbrændstof, andet), kan effekten på lokalsamfundet skønnes til 1,1 mio. kr. årligt. Men beløbet kan sagtens være væsentlig større.

Andre indtægter, som i et vist omfang er en gevinst for lokalsamfundet, er relateret til driften af ådalens naturarealer. En stor del af disse er statsejede og administreres af Naturstyrelsen. Ca. 2.000 hektar af Skjern Enge forpagtes til græsning (ca. 1.900 stykker kødkvæg og ca. 100 heste) med en årlig indtægt til Naturstyrelsen på ca. 600.000 kr /3/. Kødet fra kvæget sælges af forpagterne til diverse kødgrossister. En del afsættes lokalt som "Økologisk kvalitetskød fra Skjern Enge" /10/ (værdien heraf er uden held forsøgt oplyst). Naturstyrelsen har derudover en indtægt i form af guidede ture, hvilket skønsmæssigt indbringer 25.000 kr. årligt /3/.

Hvor mange penge tilflyder lokalsamfundet?

Samlet set er det vores forsigtige vurdering, at der på nuværende tidspunkt årligt tilflyder lokalsamfundet omkring nedre Skjern Å i størrelsesordenen 12 mio. kr. Over en 20 årig periode svarer det – uden forsøg på korrektioner for prisudvikling m.v. – til rundt regnet 240 mio. kr. Dette betydelige tal er af samme størrelsesorden som det Skjern Å projektet i sin tid kostede. Og det er ca. 10 gange det beløb, som cost-benefit analysen nåede frem til /2/. Sidst nævnte fokuserede dog ikke alene på de rene benefits, men tog også og mere realistisk de ikke uvæsentlige omkostninger ved restaureringen i betragtning. Vores tal skal også holdes op imod de indtægter, som der måtte have været før restaureringen. En anden væsentlig forklaring på vores høje tal er, at laksebestanden og dermed lystfiskeriet efter laks, har udviklet sig langt mere positivt end oprindelig antaget. Denne positive udvikling er dog i høj grad en effekt af den øvrige naturgenopretning, som er sket i Skjern Å systemet gennem de seneste 10 – 15 år, samt optimering af avls- og udsætningsindsatsen for laksen /9/. Med de nævnte forbehold er det vores vurdering, at restaureringen ikke blot har bidraget med øgede værdier i form af øget biodiversitet, øgede landskabelige kvaliteter og muligheder for naturoplevelser, men også med en ikke uvæsentlig lokal økonomisk saltvandsindsprøjtning.

Vi kan kun opfordre til, at alt dette bliver undersøgt nøjere, ikke kun hvad angår betyd-

***Figur 1.** Der fiskes efter laks i Skjern Å. De seneste år er kvoten for hjemtagning af laks over 75 cm blevet brugt op tidligere og tidligere på sæsonen. Resten af sæsonen kan der fiskes efter de mindre laks. (Foto: Peter Wiberg-Larsen)*

ningen af laksefiskeriet i Skjern Å.

Øget brug af Skjern Å området

Den rekreative udnyttelse af et naturområde som den nedre del af Skjern Å og dens ådal afhænger af den måde, som området forvaltes og markedsføres på. En oplagt måde kunne være at etablere en Nationalpark Skjern Å, hvilket netop har været planlagt via udkast til en lovbekendtgørelse (dateret 7. december 2010). Formålet heri var at "bevare, styrke og udvikle naturen, dens mangfoldighed, kontinuitet, sammenhæng og frie dynamik, især for de nationalt og internationalt betydningsfulde hede-, delta- og ådalslandskaber". Desuden var formålet bl.a. at "understøtte en udvikling til gavn for lokalsamfundet, herunder erhvervslivet, med respekt for beskyttelsesinteresserne, og således at der fortsat kan drives og udvikles land- og skovbrug, jagt og fiskeri m.v.". Imidlertid er planerne om nationalparken skrinlagt, angiveligt pga. lokal modstand. Planerne har dog resulteret i en række initiativer, fx en guidehåndbog, der kan fungere som et opslagsværk beregnet for lokale naturguider, overnatningssteder, turister og kommunernes borgere /11/. Guiden er meget omfattende og rummer en guldgrube af informationer om Skjern Å oplandets seværdigheder. Der findes også andre bud på, hvad området kan bruges til. Et særligt tiltalende eksempel er "Skjern Å nøglen", som giver gode ideer til leg og aktiviteter for børn og deres forældre /12/. Ud over relevante informationer på et rigt udbud af forskellige hjemmesider bidrager disse guides utvivlsomt til at lokke besøgende til Skjern Å dalen.

Øget relevant og indbydende information om Skjern Å og dens ådal må således formodes at øge tilstrømningen til området. Også det må forventes at få en positiv indflydelse på den lokale oplevelsesbaserede økonomi.

Referencer

/1/ Wiberg-Larsen, P., Baattrup-Pedersen, A., Kristensen, E.A, Hansen, R.R. & Kronvang, B. (2013) Skjern Åens smådyr og planter – lykkedes restaureringen? Vand & Jord 20 (3): 95 - 98.

/2/ Dubgaard, A., Kallesøe, M.F., Petersen, M.L. & Ladenburg, J. (2003) Cost-benefit analyse af Skjern-Å-projektet. Rapport udarbejdet til Skov- og Naturstyrelsen. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for økonomi, skov og landskab, Sektion for økonomi, 33 s.

/3/ Niels Dahlin Lisborg, Naturstyrelsen i Blåvandshuk: Telefoninterview 18. juni 2013.

/4/ Søren Larsen, Skjern Å Sammenslutningen: E-mail til Peter Wiberg-Larsen af 18. juni 2013 & telefonsamtale 15. juni 2013.

/5/ COWI (2013) Lokaløkonomiske effekter af det udsætningsbaserede laksefiskeri i Gudenåen. Rapport til Gudenåkomiteen, 18 s.

/6/ http://www.inge-ferie.dk/

/7/ http://www.proff.dk/firma/dagli-brugsen-borris/skjern/-/1003247951/

/8/ http://www.korsholm.dk/

/9/ Koed, A. (2013) Skjern Å restaureringens effekt på laksen. Vand & Jord 20 (3): 103 - 107.

/10/ http://slagtersorensen.dk/profil/

/11/ Møller-Jensen, E., Jørgensen, O. & Skibsted, E. (2013) Seværdigheder langs Skjern Å. Herning Kommune & Ringkøbing-Skjern Kommune, 228 s.

/12/ Anonym (2012) Skjern Å nøglen. Leg og aktiviteter for børn og deres forældre i naturen omkring Skjern Å. (se fx www.ver-di.eu/files/Regional%20udvikling/VER-DI/Faktaark/7/Skjernaa%20n%C3%B8glen.pdf)

Tak

Vi har kontaktet en række personer og institutioner for at indsamle oplysninger. En særlig tak rettes til Skjern Å Sammenslutningen og Naturstyrelsen i Blåvandshuk.

Peter Wiberg-Larsen er seniorrådgiver, PhD, ved Institut for Bioscience, AU. Arbejder primært med overvågning af vandløb og søer, samt forskning i pesticiders effekt på makroinvertebrater i vandløb.

Anders Koed er seniorforsker og sektionsleder, PhD, ved DTU Aqua, Sektion for Ferskvandsfiskeri og -økologi. Forsker i samspil mellem rov- og byttefisk, fisks vandringer, og effekt af menneskeskabte påvirkninger på sidstnævnte.

Skjern Å foto…

Fugleobservationstårn ved Skjern Å. Foto: Niels Dahlin Lisborg & Ulrik Lorenzen.

En å i forandring – en lodsejers beretning

”Det skulle aldrig være sket” siger Mads Rahbek Jensen om udretningen af Skjern Å. Mads Rahbek Jensen er 5. generation på slægtsgården ”Sønderbygård”, en gammel studegård beliggende langs Skjern Å syd for Borris. Det er snart 50 år siden at Mads og hans kone Karen Margrethe overtog gården, og den 78-årige Mads har oplevet Skjern Å i dens naturlige leje, den regulerede å, og den nu genskabte å. Mads Rahbek Jensen var modstander af såvel udretningen som restaureringen af Skjern Å.

Tina Pedersen

Den rigtige Skjern Å

Før Skjern Å udretningen var engene vigtige for Sønderbygård. Engene skaffede hø til kreaturerne, blev anvendt til afgræsning og senere blev der dyrket på smalle matrikler langs åen og omkring de våde partier på engene. Mads beretter om hvordan man kotepløjede dvs. man pløjede indtil den grødebanke, som var blevet aflejret ved høj vandstand. Megen tid blev brugt på opsætning og vedligeholdelse af kreaturhegn, men der var et socialt aspekt ved dette arbejde, for man mødte mange mennesker, da alle jo gik og ordnede hegn.

Arbejdet i 1950’erne var hårdt, men det var også dejligt at arbejde i engene. Der var et rigt fugleliv og man nød fuglesangen og de store flokke af viber og lærker. Hvert år var der svaner og strandskader i engene, og hvert år hørtes rørdrummens pauken. Mads oplevede at der var mange fisk i åen, især aborrer og skaller, og der blev fanget rigtig mange ål. Om foråret var der suder på menuen. Mads og hans familie kendte Skjern Å og engene ud og ind og kendte åens årlige rytme. De vidste præcis, hvor åen hvert år gravede to huller, som skulle fyldes op, vidste hvor og hvornår suderne skulle fanges, kendte sandbanken, hvor der kunne samles østers og vidste hvor den sødligt smagende vandskræppe voksede, som blev spist som salat.

Foto 1: *Mads Rahbek Jensen foran slægtsgården ”Sønderbygård*

Åen reguleres

I to dage sad den 18-årige lillesøster på et spang over Skjern Å for at hindre entreprenørerne i at gå i gang med udretningen af åen. Til sidst sagde faderen: ”*Så bette Anne, det nytter jo ikke noget*”, og derved opgav den unge aktivist sit foretagende.

Sønderbygårds modstand gik primært på det økonomiske tab, men der var også et ønske om at bevare den smukke natur med de gamle overrislingsenge. Skjern Å udretningen ville betyde tab af jord som følge af åens placering og det pladskrævende dige, som havde en længde på 90 m fra digefod til digefod. Det var ikke kun Sønderbygård, der var imod åens udretning, men den lokale modstand kom mest frem ved snakken over køkkenbordet og blev således ikke særlig synlig for

Foto 2: *Mads Rahbek Jensen kigger ud over de restaurerede enge, som ikke helt ligner engene fra før Skjern Å reguleringen.*

omverdenen.

Efter Skjern Å reguleringen var det ikke muligt at dyrke engene i to år. De højst beliggende jorde var for tørre og de våde områder var stadig for våde til opdyrkning. Nabogården blev opkøbt af Mads, og de i alt 50 ha skulle danne grundlaget for Sønderbygårds økonomi.

Sliddet med opdyrkningen af de nye enge begyndte. Den klæge jord blev kalket og drænet og efterhånden lykkedes det, at få et meget højt udbytte fra jordene. Udbyttet kunne måles med udbyttet fra de fede jorde på Lolland.

Mads havde tilpasset sig de nye omstændigheder og fulgt med samfundsudviklingen mod en større effektivitet. Han følte en stolthed over at have opdyrket engene. Han var fuld af håb og drømme for sin jord og gård, men der lurede også en dårlig samvittighed, for de store fugleflokke, strandskaderne, svanerne, og de store geder var væk. Rørdrummens pauken var holdt op.

Skjern Å restaureringen

"I bønder skal nok blive glade for det" er et udsagn, Mads husker alt for godt fra den tid, hvor myndighederne begyndte at tale om genslyngningen af Skjern Å. Mads synes at det udviser manglende forståelse og virker nedladende, ja direkte fornærmende, at sige til en mand, der i 40 år har knoklet på sin jord for at gøre den dyrkbar, at han kan få nogle penge og så skal han ellers nok blive glad for det. En følelse af at dit arbejde, dit slid gennem mange mange år ikke betyder noget rammer en, og man bliver skuffet.

Mads var modstander af, at den regulerede å skulle ændres. I starten hed det sig, at Skjern Å skulle blive selvrensende. Mads gik sammen med andre lodsejere aktivt i dialog med myndighederne. Som formand for " De Pumpeløses Gruppe" stillede Mads forslag om dannelse af renselaguner. Senere kom myndighederne med ideen om, at Skjern Å skulle genskabes. Mads var overbevist om, at det var ganske umuligt, at få åen genskabt, for det ville betyde en krænkelse af ejendomsretten.

Selvom Mads var modstander af Skjern Å restaureringen accepterede han beslutningen. Det var en politisk vedtaget beslutning. Samfundet havde bestemt, at det skulle være sådan, og så bliver man nød til at acceptere og få det bedste ud af det. Og at få det bedste ud af situationen betød, at beholde jorden – det var Mads krav. Han var næsten ene om det krav, så de " De Pumpeløses Gruppe" blev opløst, da de fleste lodejere ønskede erstatningsjord.

I 1988 sendte Mads et brev til miljøminister Lone Dybkær, hvor han skrev "Mit erhverv, min slægt og min familie har gennem de sidste 400 år drevet Sønderbygård efter de krav og normer, som det omgivende samfund har stillet, og det kan vi også gøre de næste 400 år". Staten måtte godt genslynge åen på Sønderbygårds jorde, men Mads ville beholde sin jord. Processen trak ud og til et møde sagde Steen Gade "Vi er trætte af at høre på jer". Mødet med Svend Auken forløb mere konstruktivt. Svend Auken indledte mødet med ordene "Vi synes vist at være gået fejl af hinanden", og til Mads krav om at beholde jorden, svarede Auken "Ingen problemer – det klarer vi". Svend Auken var en god modstander og værdig at tabe kampen til.

Skjern Å anno 2013

I dag græsser 75 kvier på Sønderbygårds restaurerede enge. Et par mindre søer og en afsnøret mæanderbue er blevet genskabt, og åen slynger sig i landskabet. Men det er ikke det samme som før Skjern Å udretningen.

Foto 3: *En afsnøret mæanderbue er blevet genskabt. Den høje brink er endnu gold efter at Mads for nyligt har ryddet et stort areal for gråpil.*

Foto 4: *Skjern Å området har fået større rekreativ værdi efter restaureringen. Mads Rahbek Jensen nyder dagligt udsigten - her fra det solide bord-bænke sæt, som han selv har bygget til glæde for områdets besøgende.*

Fuglelivet er ikke vendt tilbage i samme omfang. Der er ingen rørdrum og ingen strandskader. Til gengæld er odderen flyttet ind, men den er dog ikke helt så velkommen af hensyn til vandhønsenes ællinger.

Når Mads kigger ud over sine restaurerede enge, ser det heller ikke ud som tidligere. Engene var vådere og der var en anden "mere flydende" vegetation. Det er blevet lidt parkagtigt og lidt for "styret" en natur. Åen og engene er ikke rigtigt blevet, som de var før, og det kommer de nok heller ikke til.

Det ærgrer Mads, at ikke flere lodsejere har beholdt deres jorde. Det ville have givet en bedre pleje af ådalen, og en større mangfoldighed i plejen, hvis 200 lodejere var ejere. Staten ejer det meste, men statens arealer er kedelige med en stereotyp natur. Der er for få penge til naturpleje og pasning af statens arealer.

Mads har netop ryddet et stort areal med gråpil, som voksede langs den afsnørede mæanderbue – et projekt til omkring 300 000 kr. Han er spændt på at se, hvilke planter, der vil indvandre på den endnu golde jord.

Også rekreativt har området fået større værdi efter restaureringen. Der er etableret stier i området, og DN har udarbejdet informationstavler og pjecer om området, som får ros af de besøgende. Mads selv har lavet et solidt bord-bænke sæt med udsigt over engene og den afsnørede mæanderbue til glæde for områdets besøgene og ham selv, for Mads kigger ned i engene hver dag. For nyligt afholdt Mads sammen med DN en offentlig tur i engene, hvor der blev fortalt om restaureringen, naturpleje og planter.

Mads har helt bevidst valgt at være glad for den genskabte å. Alternativt var han blevet en bitter, sur og negativ person, hvilket strider mod Mads natur og livssyn. Han har accepteret, at samfundet ønskede at genskabe Skjern Å. Livet på Sønderbygård har altid fulgt samfundsudviklingen og indordnet sig efter samfundets krav, normer og værdier. Når samfundet ønskede stude, så fik de det, når samfundet ønskede hø til smør og mælk, så fik de det, når samfundet ønskede korn til bacongrise så fik de det, og når samfundet ønsker natur eller 10 m bræmmer, så får samfundet det.

Bag tilfredsheden med at Skjern Å er vendt tilbage til dens oprindelige leje, er der en anden historie om spildt slid, spildte drømme og fremtidshåb. Men skal Mads vælge mellem den udrettede å og den genskabte Skjern Å, falder valget på den genskabte å.

Mads er glad for, at man har forsøgt at genoprette Skjern Å, for 40 års dårlig samvittighed er blevet lettet. Men den gamle å og dens enge er ikke blevet genskabt – man kan ikke tvinge tusindvis af lærker eller rørdrummen til at komme. Engang imellem tænker Mads på, om de gjorde nok modstand mod udretningen af åen. Mads håber, at åen og engene en dag vender tilbage til det oprindelige.

Tina Pedersen har i perioden 2006-2010 deltaget i overvågningen af Skjern Å Naturprojektet for By- og Landskabsstyrelsen (nu Naturstyrelsen). Medlem af Vand & Jords redaktionskomite. Email: tcmp@struer.dk.

Vandafstrømning i kystnære zoner: Skjern Å – model og målinger

Omkring halvdelen af Danmarks areal er ikke dækket af hydrometristationer, hvilket betyder, at vandafstrømningen i stedet estimeres ved brug af modeller. Da en nøjagtig afstrømning bl.a. er en forudsætning for beregning af kvælstoftilførslen til fjorde og kystafsnit, er der behov for at teste modellerede afstrømningsestimater fra de hidtil umålte oplande. Det er nu muligt ved hjælp af ny teknologi til direkte måling af afstrømning.

Jørgen Windolf, Niels. B. Ovesen, Jane B. Poulsen, Lars Troldborg & Brian Kronvang

Baggrund

Ferskvandsafstrømningen fra land blev indtil 2008 beregnet på baggrund af netværket af hydrometristationer, hvorfra afstrømningen fra de umålte oplande, fortrinsvis kystnære, blev estimeret og tillagt. Med den metode blev det antaget, at afstrømningen fra umålt opland kunne estimeres ved arealproportionering fra målte opstrøms hydrometristationer /1/. Da denne fremgangsmåde i flere tilfælde har vist sig at være en forsimpling af virkeligheden /2/, er der i løbet af de sidste 15 år blevet arbejdet intenst med at udvikle en model til at estimere ferskvandskredsløbet, ved brug af nationalt opsatte modeller der inddrager væsentligt mere komplekse hydrologiske processer i både målte og umålte oplande. Resultatet af denne udvikling har bl.a. været den Nationale Vandressourcemodel, DK-modellen /3/, som i gennem denne periode er opsat og videreudviklet af GEUS /4/. DK-modellen er siden 2007 blevet anvendt ved opgørelser og rapportering af vandafstrømningen og næringsstofbelastningen via det nationale overvågningsprogram (NOVANA) /5/.

På trods af udviklingen af den komplekse DK-model er der stadigvæk udfordringer i at modelestimere en korrekt afstrømning i de forskellige størrelser af umålte oplande. Da mange af de umålte oplande tilmed ligger i

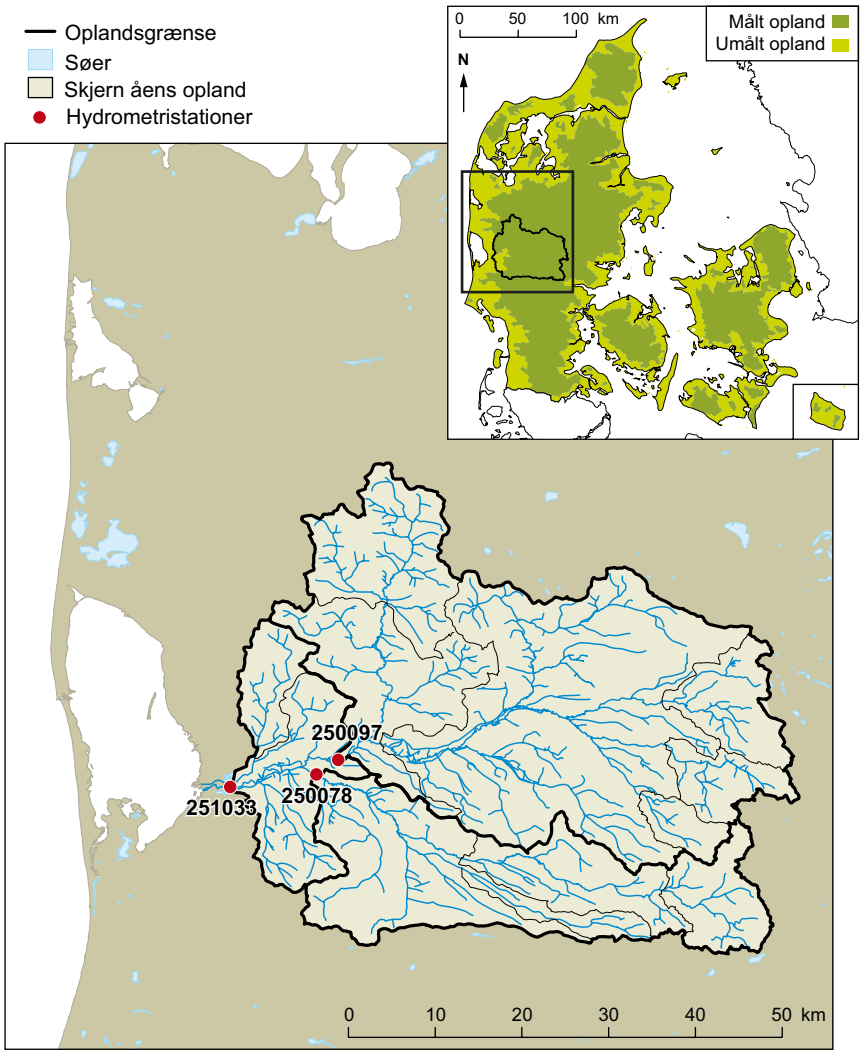


Fig. 1. Oversigtskort over det undersøgte område i Skjern åens opland. På det lille oversigtskort er landet inddelt i de 57% af landets areal dækket af vandføringsstationer (målt areal) og de 43% af arealet der ikke er dækket af vandføringsstationer (umålt areal). De tre undersøgte vandføringsstationer er vist sammen med de tilhørende deloplande. Den nyoprettede Doppler station er angivet med nummeret 251033. Stationen 250078 er placeret i Omme å ved Sønderskov bro og stationen 250097 er placeret i Skjern å ved Gjaldbæk bro.

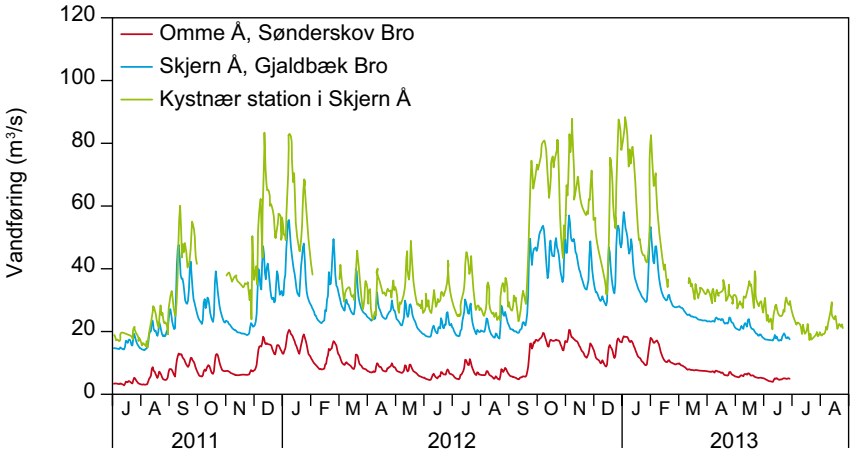


Fig. 2. *Vandføringer ved stationerne opstrøms i Skjern og Omme å, og vandføringen ved den kystnære station i Skjern å. Huller i dataserien for den kystnære station i Skjern å, skyldes instrumentfejl.*

de kystnære zoner, bl.a. påvirket af stuvningseffekter, er en validering af modelestimater på baggrund af måledata også vanskelig. Med udviklingen af Doppler instrumenter til kontinuert måling af strømhastigheder i vandløb, er der opstået en ny mulighed for at monitere vandløb, der hidtil har været umålte på grund af deres placering, f.eks. tæt på kysten i stuvningspåvirkede zoner. Sådanne målinger kan potentielt være værdifulde bl.a. i samspil med DK-modellen, hvor de muliggør måling og dermed validering af afstrømningen i hidtil umålte kystnære oplande.

I perioden juni 2011 til juli 2013 blev et Teknologiprojekt, finansieret af Miljøstyrelsen, om måling af afstrømningen fra tre deloplande til Skjern å gennemført. Formålet var at undersøge vandafstrømningen fra et hidtil umålt kystnært delopland ved hjælp af en opsat Doppler station til vandføringsbestemmelse (se artiklen "Hydrometriske målinger i kystnære zoner: Skjern å", dette nummer), og sammenligne afstrømningen med to opstrøms deloplande, hvor afstrømningen måles med traditionelle hydrometristationer. Formålet var dels at belyse eventuelle forskelle i vandafstrømningen mellem kystnære oplande og oplande længere inde i landet og dels at teste DK-modellens simuleringer af vandafstrømningen i det hidtil umålte kystnære delopland.

Dataindsamling og modellering

Tre deloplande i Skjern åens opland er blevet undersøgt i dette projekt. To af deloplandene er dækket af det nationale hydrometrinetværk og tilhører henholdsvis hydrometristationen i Omme å ved Sønderskov bro og stationen i Skjern å ved Gjaldbæk bro (Fig. 1). Det tredje delopland er repræsenteret ved tilvæksten i areal fra disse to opstrøms hydrometristationer til den kystnære Doppler målestation opsat for perioden juni 2011 til juli 2013 (Fig. 1). De to opstrøms oplande udgør tilsammen et opland på 2174 km^2, hvorimod det kystnære hidtil umålte delopland er på 291 km^2. De tre deloplande har meget ens jordbundsforhold og arealanvendelse dog med undtagelse af den procentvise andel af skov, hvor det kystnære delopland har lidt mindre skov (8 %) end de to opstrøms deloplande (19 og 14 %) (Tabel 1).

Vandføringen fra de to opstrøms hydrometristationer er beregnet for perioderne 1990 - 2013. For det kystnære normalt umålte delopland blev der beregnet vandføringer for perioden juni 2011 – juli 2013 ud fra måledata fra den etablerede Doppler station. Stationen i Omme å havde en gennemsnitlig vandføring på 7 m^3 s^{-1} og ved den opstrøms station i Skjern å var vandføringen på 21 m^3 s^{-1} (for perioden 1990-2012). For perioden juni 2011 - juli 2013 var den gennemsnitlige vandføring for den kystnære Doppler station i Skjern å på 38 m^3 s^{-1}. Daglige gennemsnitlige vandføringer for alle tre deloplande i perioden juni 2011 til juli 2013 er vist i Fig. 2. Den specifikke målte og modellerede gennemsnitlige månedlige afstrømning fra deloplandet tilhørende den kystnære nedstrøms station er beregnet som differencen mellem afstrømningen ved Doppler stationen og afstrømningen ved de to opstrøms hydrometristationer (Tabel 2). Simulerede daglige vandafstrømninger for de tre deloplande er blevet udtrukket fra DK-modellen (version 2009) som punktudtræk for de tre stationer.

I det følgende benyttes både vandføring og arealspecifik afstrømning til at beskrive de tre oplandes vandafstrømninger. Vandføring angives i enheden m^3 s^{-1} og repræsenterer de direkte vandføringer ved de tre vandføringsstationer som dræner de tre oplande. Det kan være en fordel også at betragte arealspecifik afstrømning for på den måde at se bort fra effekten af varierende oplandsstørrelser. Arealspecifik afstrømning angives i enheden mm dag^{-1} og for de tre vandføringsstationer kan de arealspecifikke afstrømninger beregnes ved at dele de målte vandføringer med det oplandsareal vandføringsstationerne dækker. Et eksempel kan være en vandføringsstation der dræner et opland med et areal på 110 km^2 og som en given dag har en gennemsnitlig vandføring på 8 m^3 s^{-1}. Det vil svare til en arealspecifik afstrømning på 6.3 mm dag^{-1}. Ligeledes kan en arealspecifik afstrømning for et

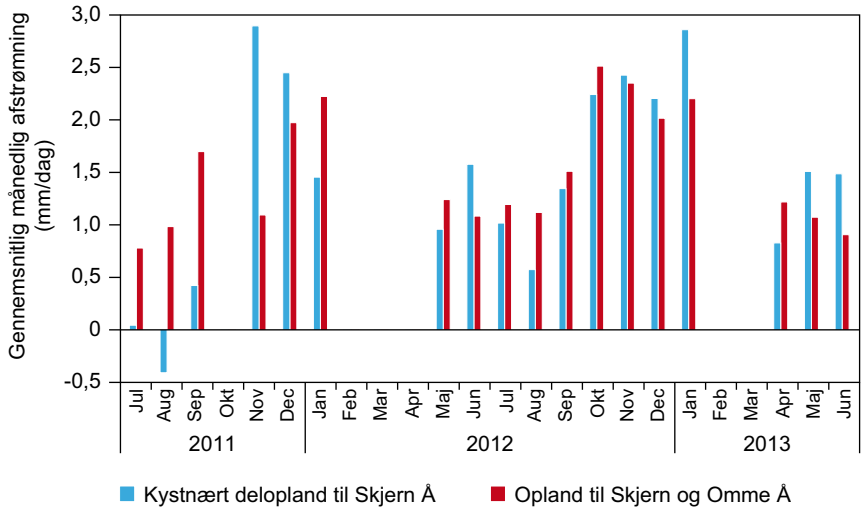


Fig. 3. *Gennemsnitlige månedlige afstrømninger for det samlede opland til stationerne i Skjern og Omme å samt afstrømningen for deloplandet til den kystnære station i Skjern å. De måneder hvor der mangler afstrømninger, skyldes instrumentfejl ved den kystnære station i Skjern å.*

opland med et kendt areal omregnes til $m^3 s^{-1}$.

Målte afstrømninger

For perioden hvor afstrømningen i det hidtil umålte opland blev målt ved Doppler stationen, var den gennemsnitlige månedlige afstrømning for henholdsvis det målte og hidtil umålte opland fordelt som det ses i Fig. 3. De højeste afstrømninger ses som forventet i vinterhalvåret, både for det hidtil umålte kystnære delopland til Doppler stationen og for det samlede opland til stationerne opstrøms i Skjern og Omme å. For hovedparten af månederne gælder det, at afstrømningen i det kystnære delopland er mindre end afstrømningen fra de to opstrøms deloplande. På baggrund af de målte data er afstrømningen i det hidtil umålte kystnære delopland beregnet til i gennemsnit at udgøre 93 % af afstrømningen i de to opstrøms målte oplande (Tabel 2).

I August 2011 ses en negativ afstrømning på ca. -0,4 mm dag^{-1} i det kystnære delopland (Fig. 3). Det kan ikke med det nuværende dataset afgøres om afstrømningen reelt er negativ med -0,4 mm dag^{-1}, hvilket bl.a. skyldes, at grundlaget for beregning af afstrømningen fra det kystnære delopland beror på differensen mellem relativt store tal, og der er derfor en betydelig usikkerhed behæftet de præcise værdier af afstrømningerne. Dette forstærkes ydermere af, at den negative afstrømning observeres i sommerperioden med relativt lave vandstande, hvilket gør afstrømningsresultatet yderligere følsomt overfor usikkerheder.

Trods forventningen om en vis usikkerhed på den negative afstrømning observeret i august 2011 findes det sandsynligt, at tendensen alligevel afspejler, at der i perioden august 2011 sker en form for opmagasinering af vand i de vidtstrakte restaurerede søer og vådområder opstrøms udmundingen af Skjern Å i Ringkøbing Fjord. Denne opmagasinering kan være med til at sænke afstrømningen i det kystnære delopland i forhold til de opstrøms oplande. Opmagasineringskapaciteten forventes at kunne opstå umiddelbart efter en sommerperiode, hvor der typisk vil være en relativt lav vandstand i Hestholm Sø og i vådområdet omkring Skjern Å. At der sker en sådan opmagasineringseffekt støttes af, at

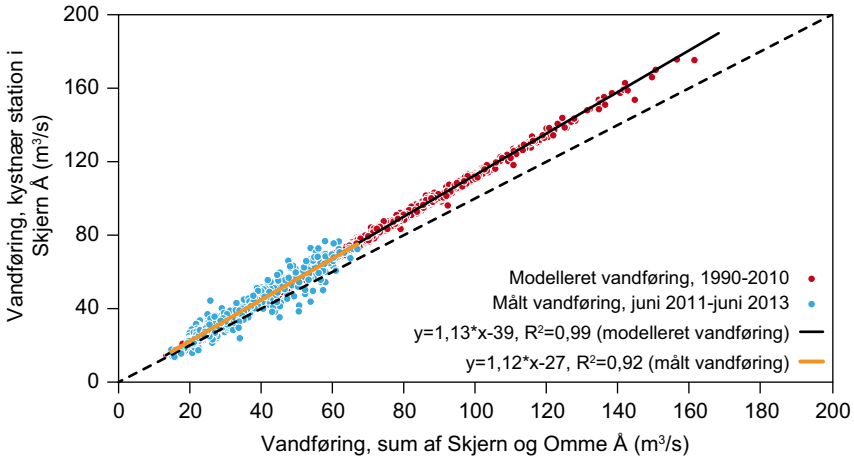


Fig. 4. *Daglige målte og modellerede vandføringer for det samlede opland til stationerne i Skjern og Omme å og det samlede opland til den kystnære station i Skjern å. De modellerede værdier er fra DK-model 2009, og dækker daglig vandføring ved stationerne for perioden 1990-2010. De målte værdier repræsenterer daglige vandføringer i perioden juni 2011 til juli 2013 målt ved hydrometristationerne i Skjern og Omme å og ved den nyoprettede Doppler station i Skjern å. 1:1 linien er markeret (stiplet) og trendlinierne for de målte data og for de modellerede data er tæt på at være sammenfaldende.*

månederne forud for august 2011 havde en forholdsvis lille afstrømning (gennemsnitligt 18 $m^3 s^{-1}$ for maj, juni og juli for de to opstrøms stationer) også sammenlignet med f. eks. den efterfølgende sommer 2012 (gennemsnitligt 25 $m^3 s^{-1}$ for maj, juni og juli for de to opstrøms stationer). Dette tyder på, at opmagasineringseffekten er mindre i våde somre, hvor vandstande i søer og grundvandsstanden i vådområder er højere i modsætning til mere tørre somre, hvor der skal ske en "opfyldning" før der genereres afstrømning.

Der ses endvidere en tendens til, at der i perioder sker en "udtømning" af vådområdet, som kortvarigt bryder med det generelle afstrømningsmønster og genererer en større afstrømning i det kystnære opland i forhold til de to opstrøms deloplande. Et muligt eksempel på dette ses f.eks. i november 2011, hvor afstrømningen i det kystnære delopland var 2,8 mm dag^{-1} mod en afstrømning på kun 1,2 mm dag^{-1} for de to opstrøms deloplande (Fig. 3). I de to forudgående måneder i september og oktober var vandføringen høj (gennemsnitligt 34 $m^3 s^{-1}$ for de to opstrøms stationer), hvorimod den var konstant faldende i gennem november måned (fra 52 til 26 $m^3 s^{-1}$). Et andet muligt eksempel er i januar 2013, hvor afstrømningen fra det kystnære delopland var 2,75 mm dag^{-1} mod 2,1 mm dag^{-1} for de to opstrøms deloplande (Fig. 3). Vandføringen ved de to opstrøms stationer var høj i de to forudgående måneder (gennemsnitligt 54 $m^3 s^{-1}$), men konstant faldende i januar 2013 (fra 74 til 38 $m^3 s^{-1}$). Det vil sige, at når en tør periode følger efter en meget våd periode, ser der ud til at ske en udtømning af vand fra søer og vådområder, hvorved der over kortere tid er en større afstrømning i det kystnære delopland end i de mere opstrøms deloplande. Dermed tyder vores måledata fra det ellers umålte opland på, at afstrømningen i det kystnære delopland er meget dynamisk og afhænger af faktorer som den tidslige fordeling af nedbør og samspillet i mellem opfyldning og udtømning af vand i omkringliggende søer og vådområder.

Sammenligning af målte og modellerede afstrømninger

Som nævnt ovenfor, blev DK-modellen benyttet til at estimere afstrømningen i det kystnære opland i perioden 1990-2010, hvorimod dataindsamlingen af vandføringer ved Doppler stationen blev foretaget i perioden 2011 - 2013. For at sammenligne modellens forudsigelser af afstrømningen i det kystnære delopland med de faktisk målte afstrømninger, blev der etableret en sammenhæng imellem summen af vandføringer ved stationerne

Tabel 1. *Arealanvendelse og oplandskarakteristika for oplandene til de tre undersøgte vandføringsstationer. Den nyoprettede station i Skjern Å, er angivet med deloplandet i forhold til de to opstrøms stationer i Skjern og Omme Å.*

Opland	Areal, km²	Dyrket, %	Sand, %	Ler, %	Skov, %	Vådområde, %
Opland til station i Skjern Å (250097)	1552	72	90	10	19	4
Opland til station i Omme Å (250078)	622	76	87	13	14	6
Delopland til kystnær station i Skjern Å (251033)	291	80	84	16	8	4

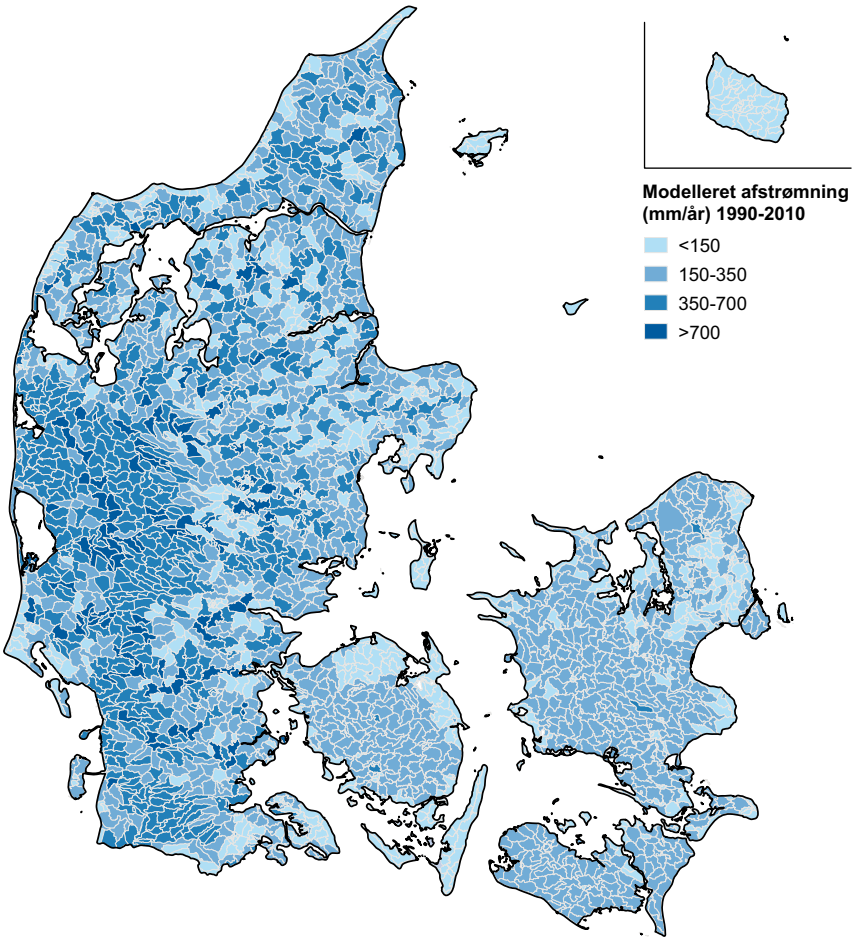


Fig. 5. *DK-model (2009) estimater af afstrømningen på landsplan (1990-2010) fordelt på i alt 2707 deloplande (ca. 25 km²).*

opstrøms i Skjern og Omme Å og vandføringen ved den nedstrøms Doppler station, både for modellerede og for målte værdier (Fig. 4). Det ses, at sammenhængen imellem daglige vandføringer ved stationerne i de to opstrøms deloplande versus vandføringen ved den nedstrøms kystnære station er lineær, både for modellerede og for målte værdier. De etablerede lineære sammenhænge for de modellerede værdier og for de målte værdier er næsten identiske (Fig. 4). Resultaterne fra målinger af afstrømningen i det hidtil umålte kystnære delopland viser derfor, at DK-modellens simuleringer af afstrømningen i det umålte opland gennemsnitligt er meget tæt på den faktiske afstrømning.

Det ses i Fig. 4, at de målte vandføringer fra perioden 2011 - 2013, generelt ligger i den lavere ende sammenlignet med de modellerede vandføringer, som generelt har flere høje vandføringsværdier. Den maksimale vandføring ved stationen i Omme Å og opstrøms i Skjern Å (summen) i perioden 1990-2010 var på 122 $m^3 s^{-1}$ for de målte værdier, hvorimod den maksimale modellerede vandføring var 176 $m^3 s^{-1}$ for samme periode. For hele perioden 1990 - 2010 er 98 % af alle målte vandføringer for de to opstrøms stationer mindre end 70 $m^3 s^{-1}$ og for de modellerede er 92 % mindre end 70 $m^3 s^{-1}$. Dermed forventes det, at modellens overestimering af afstrømningen primært foregår i perioder med de største vandføringer.

For perioden 1990 - 2010 estimerer DK-modellen, at afstrømningen for det kystnære opland i gennemsnit er 89 % af afstrømningen estimeret for de to opstrøms oplande, hvilket er tæt på resultatet fra den målte afstrømning i 2011 - 13 (93 %, Tabel 2). Samtidig er modellens estimat af gennemsnitlig afstrømning i det kystnære delopland (1,33 mm dag^{-1}) tæt på den afstrømning der blev målt i perioden 2011 - 2013 (1,42 mm dag^{-1}) (Tabel 2). Det samme er gældende for det samlede opland til stationerne i Omme Å og opstrøms i Skjern Å (modelleret gennemsnit 1,49 og målt 1,51 mm dag^{-1}).

Tabel 2. *Gennemsnitlige afstrømninger baseret på modellererede værdier fra DK-modellen 2009 og målte værdier.*

	Modelleret Gennemsnitlig afstrømning (mm dag^{-1}), 1990-2010	**Målt** Gennemsnitlig afstrømning (mm dag^{-1}) juni 2011 - januar 2013
Samlet opland til Skjern og Omme å (250078 + 250097)	1,49	1,5
Delopland til kystnær station I Skjern å (251033)	1,33	1,4
Ratio delopland/samlet opland	0,89	0,93

Konklusion og perspektivering

For det hidtil umålte opland i den nedre del af Skjern Å-oplandet er det her påvist, at den arealspecifikke afstrømning beregnet ud fra såvel direkte målinger som simuleringer med DK-modellen er ca. 10 % mindre end den arealspecifikke afstrømning fra de opstrøms målestationer i Skjern Å og Omme Å. Det er i overensstemmelse med de simulerede data af vandafstrømningen fra DK-modellen distribueret med GIS, som også viser en generelt mindre afstrømning fra de kystnære arealer (Fig. 5). Dermed understøtter resultaterne fra dette projekt, at metoden med at estimere vandafstrømning i umålte oplande ved arealproportionering af afstrømningen (jf. /1/) kan medføre betydelige fejl på månedsbasis, men med mindre fejl på årsbasis. Måledata viser endvidere, at månedsvariationen i afstrømningen i det kystnære område kan være stor, sandsynligvis pga. dynamikken bl.a. skabt af søer og vådområder /7/, og dermed vigtig at tage højde for i en præcis opgørelse af vandbalancen.

I Fig. 5 er de modellerede afstrømninger på landsplan (1990 - 2010) fordelt på i alt 2707 små deloplande (ca. 25 km²) og modellerede vandafstrømninger fra disse deloplande anvendes i dag ved den efterfølgende beregning af næringsstofbelastningen fra umålte oplande /6/. I modellens forudsigelser af afstrømningen fra Danmark er det tydeligt, at der mange steder langs kysten er mindre afstrømning end inde i land. Der er også områder f.eks. i midten af Jylland med mindre vand, hvilket dog også kan relateres til, at der i DK-modellen (version 2009) ikke var indlagt et tilstrækkelig differentieret vandløbsnet. For at optimere den fremtidige forvaltning af ek-

sempelvis næringsstofudledninger og iværksætte målrettede lokale tiltag, hvor kvælstofudslippet til vandløb og fjorde er størst, er det en nødvendig forudsætning at forbedre den geografiske distribuering af ferskvandsafstrømningen. Dette arbejde er påbegyndt af GEUS i et nyt oplandsmodelprojekt finansieret af Naturstyrelsen.

Da dette studie kun dækker et enkelt mindre delopland langs kysten skal resultaterne ikke ses som en generel validering af DK-modellens evne til at simulere afstrømning fra umålte oplande. Det vil i den sammenhæng være relevant at undersøge flere ellers umålte deloplande f.eks. med opsætning af de nye doppler stationer, hvilket både ville bidrage til at udvide det målte areal i Danmark, og skaffe den række af vandføringsserier, som vil være nødvendige i forhold til at opnå et robust sammenlignings grundlag i mellem modelresultater og måleresultater.

Jørgen Windolf (videnskabelig medarbejder, biolog), Niels Bering Ovesen (videnskabelig medarbejder, geolog) Jane Bang Poulsen (videnskabelig assistent, ph.d.) og Brian Kronvang (forskningsprofessor, ph.d.) er alle ansat ved Insitut for Bioscience, Aarhus Universitet. Lars Troldborg (rådgiver, hydrolog) er ansat ved Hydrologisk afdeling, GEUS.

Referencer

/1/ Høybye, J., 1991. Ferskvandstilstrømning til danske farvande 1990. Publikation fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Hedeselskabet.

/2/ Windolf, J, Thodsen, H, Troldborg, L, Larsen, SE, Bøgestrand, J, Ovesen, NB & Kronvang, B., 2011. A distributed modelling system for simulation of monthly runoff and nitrogen sources, loads and sinks for ungauged catchments in Denmark. Journal of Environmental Monitoring, 13, s. 2645-2658

/3/ Højberg, A. L, Troldborg, L., Nyegaard, P., Ondracek, M., Stisen, S., Christensen, B. S. B., 2010. DK-model2009 - Sammenfatning af opdateringen 2005 - 2009. GEUS rapport 2010/81, København. http://vandmodel.dk/vm/publikationer/index.html:DK-model2009_sammenfatning.pdf

/4/ Højberg, A. L., Nyegaard, P., Stisen, S., Troldborg, L., Ondracek, M., Christensen, B. S. B., 2010. DK-model2009, Modelopstilling og kalibrering for Midtjylland. GEUS, Rapport 2010/78.

/5/ Windolf, J., Henriksen, H. J., Troldborg, L., 2009. Ferskvandsafstrømning. Temakapitel i: Bøgestrand, J. (red): Vandløb 2007. NOVANA, 2009. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 108 s. – Faglig rapport fra DMU nr 711.

/6/ Windolf, J., Bøgestrand, J., Kjeldgaard, A., 2012. Beregning af kvælstoftilførsel til en række udpegede danske fjorde. Fagligt notat fra DCE til Naturstyrelsen. http://dce.au.dk/fileadmin/dmu.au.dk/Notat_kvaelstoftilfoersel_til_fjorde.pdf

/7/ Kristensen, E. A., Kronvang, B., Wiberg-Larsen, P., Nielsen, C., Amor, E., Thodsen, H., Pedersen, M. L., Friberg, N., Baattrup-Pedersen, A., 2013. 10 år senere – hydromorfologiske ændringer efter restaureringen af Skjern Å. Vand og Jord (i trykken).

Hydrometriske målinger i kystnære zoner: Skjern Å

Traditionelle vandføringsstationer er problematiske at benytte i kystnære vandløb, idet stuvningseffekter vanskeliggør beregningen af kontinuert vandføring fra vandstanden. Da Danmark har en lang kystlinje i forhold til landets samlede areal, er en betydelig del af vandløbsnetværket påvirket af stuvninger. Derfor er der behov for at teste alternative hydrometriske metoder som f.eks. brugen af hastighedssensorer.

Jane B. Poulsen, Niels B. Ovesen, Jørgen Windolf & Brian Kronvang

I forbindelse med overvågning og kvantificering af udledningen af næringsstoffer til fjorde og kystnære marine miljøer er vandføringen i de nedre dele af vandløbsnetværket en vigtig parameter /1/. Idet hovedandelen af de kystnære dele af vandløbsnetværket er påvirket af stuvningseffekter fra bl.a. tidevand og vind, er de fleste vandføringsstationer placeret et stykke væk fra kysten. Især hvor vandløbets fald er lille, som i de vestjyske åer, og hvor der er stor stuvningseffekt, er mange hydrometristationer placeret flere kilometer opstrøms i vandløbsnetværket. Det betyder, at kun ca. 57% af landets areal er dækket af hydrometristationer og kun omkring 43% er dækket af komplette afstrømningstidsserier, hvor de fleste kystnære områder er umålte (se Fig. 1 i forrige artikel, s. 17). Det bevirker, at estimeringen af vandføringen i de nedre dele er behæftet med en betydelig usikkerhed, idet der enten skal fremskrives fra det målte opland og/eller anvendes modeller til simulering af vandføringen i de umålte dele /2/. Ved en traditionel hydrometrisk vandføringsstation beregnes den årlige hydrograf for vandløbet ved hjælp af en relation imellem vandstand og vandføring, også kaldet QH-relationen. QH-relationen etableres ud fra et antal direkte målinger af vandføring og vandstand ved forskellige vandstande. Ved hjælp af QH-relationen kan en kontinuert målt vandstand i vandløbet derefter omsættes til en vandføring, under den antagelse, at en given vandstand i alle tilfælde giver den samme vandføring; dog efter korrektion for grødevækst og eventuelle forskydninger af bunden /3/. Udfordringen i vandløb påvirket af stuvning fra f.eks. tidevand og vind er imidlertid, at for den samme vandstand kan der optræde forskellige vandføringer, fordi der opstår betydelige hastighedsvariationer i vandstrømmen på grund af stuvningen. Hvis vandføringen forsøges beregnet ved hjælp af en traditionel QH-relation, vil vandføringen i mange tilfælde enten blive over- eller underestimeret, idet vandstanden alene ikke afslører stuvningen.

Med de seneste årtiers udvikling af akustiske instrumenter, der bl.a. benytter Dopplerteknik til at måle vandhastigheder, er der nu mulighed for kontinuert at måle vandhastigheder ved hjælp af en relativ simpel instrumentering. Ved at måle vandhastigheden og inkludere denne i den traditionelle beregning af vandføring, kan der tages højde for stuvnings- og tidevandseffekter, hvilket muliggør, at vandføringsstationer kan etableres længere nedstrøms i vandløbsnetværket.

I perioden juni 2011 til juli 2013 blev et Teknologiprojekt finansieret af Miljøstyrelsen om måling af afstrømningen fra tre deloplande til Skjern Å gennemført. Formålet med dette projekt har været at teste muligheden for at benytte Doppler instrumenter til kontinuert at beregne vandføringen i den stuvningspåvirkede nedre del af Skjern Å, tæt på udløbet til Ringkøbing Fjord. Formålet var dels at teste to typer af Doppler instrumenter og dels at opnå erfaringer med at monitere stuvningspåvirkede vandløb.

Index-hastighedsmetoden

De mest almindelige Doppler instrumenter, der kan monteres permanent i et vandløb, er designet til at blive opsat enten i siden af vandløbet eller på bunden. Hvis Doppler instrumentet er opsat i siden af vandløbet, vil det måle vandhastigheder, typisk en gennemsnitshastighed, i en smal vandret zone vinkelret på strømningsretningen. Hvis Doppler instrumentet er monteret på bunden måler det vandhastigheder i et lodret profil over instrumentet. Den metode der typisk bliver brugt til at beregne vandføring med, når der anvendes et Doppler instrument, kaldes index-hastighedsmetoden, hvor index-hastighed refererer til den gennemsnitlige hastighed, der måles med Doppler instrumentet /4/.

Index-hastighedsmetoden bygger på, at der etableres en sammenhæng imellem vandløbsprofilets gennemsnitshastighed og index-hastigheden målt med Doppler instrumentet. Den gennemsnitlige vandhastighed i tværsnitsprofilet ved en given vandstand skal fremskaffes ud fra de normale vingemålinger eller Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) målinger. Relationen imellem index-hastighed og gennemsnitshastighed (V-V) etableres derefter på baggrund af et antal målinger udført under forskellige strømningssituationer, på samme måde som den traditionelle QH-sammenhæng etableres.

På baggrund af den etablerede V-V sammenhæng kan tværsnitsprofilets gennemsnitshastighed ved en given vandstand til ethvert tidspunkt beregnes ud fra den målte index-hastighed. Vandføringen beregnes herefter som produktet af gennemsnitshastigheden og tværsnitsarealet /5/. Tværsnitarealet estimeres typisk på baggrund af vandstanden. Ved brug af index-hastighedsmetoden kan beregningen af vandføringen også ske i perioder med stuvningseffekt, idet en stuvning vil resultere i en lavere målt index-hastighed sammenlignet med en situation uden stuvningseffekt. Dermed vil også den beregnede vandføring blive lavere ved den givne vandstand.

Målestation og instrumentering

Dataindsamlingen er foregået i perioden juni 2011 til juli 2013 i den nedre del af Skjern Å (Fig. 1). Der blev etableret en vandføringssta-

Boks 1

Målinger af vandhastigheder blev udført ved hjælp af to forskellige typer akustiske Doppler instrumenter. Det ene instrument var en Sontek Argonaut SL med en frekvens på 500 kHz og en strålevinkel på 25 grader i forhold stråleretningen. SL sensoren var monteret på en opsat bro ved højre bred (Fig. 2), og målte gennemsnitlige vandhastigheder i de midterste 26 m af vandløbet. Den anden sensor der blev benyttet var en Argonaut XR med en frekvens på 3 MHz og en strålevinkel på 25 grader i forhold til stråleretningen. XR sensoren var monteret på bunden i det dybeste sted i profilet (Fig. 2), og målte hastigheder i et lodret profil over sensoren. Kontinuerte målinger af vandstanden blev fortaget med en tryktransducer monteret ved broen.

Endvidere blev der taget vandprøver fra vandløbet hver fjerde time, og en samlet prøve af de akkumulerede vandprøver blev analyseret for hver 14. dag. Vandprøverne blev indsamlet hver time ved hjælp af Glacier ISCO-prøvetagere opsat på en bro ved målestationen. Vandprøverne blev indsamlet i to højder over bunden: 0,5 m og 1,8 m. Vandprøverne blev efterfølgende analyseret for pH, total nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor og fosfat. I de samme to dybder som vandprøverne blev udtaget var der installeret to sensorer, der målte temperatur, turbiditet, ledningsevne og oxygen indhold i vandet (se Fig. 2 for placering af sensorer). Endvidere blev der ved stationen målt vindhastighed og vindretning.

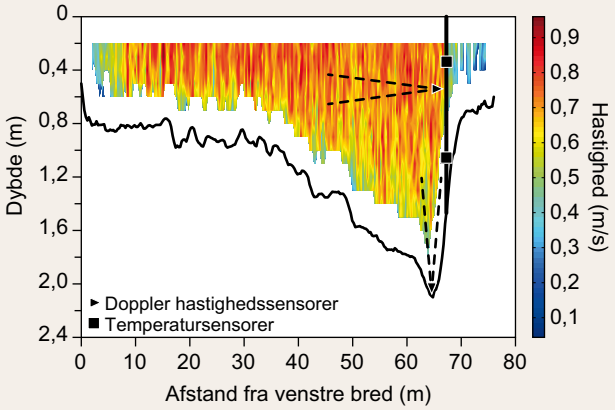


Fig. 2. Et eksempel på tværsnitprofilets udseende den 2. januar 2012. Bundprofil og vandhastigheder er målt med et ADCP-instrument. Placeringen af måleudstyret er markeret sammen med en skematisk tegning af strålespredningen fra Doppler sensorerne. På billedet ses målebroen og huset til prøvetagere, datalogger og solceller placeret ved vandløbets højre bred.

tion ca. 3 km. opstrøms udløbet af Skjern Å til Ringkøbing Fjord med et oplandsareal på 2465 km^2. Et tværsnitsprofil af vandløbet blev instrumenteret med forskellige instrumenter, bl.a. to typer Doppler instrumenter (se Boks 1). Der blev udført direkte vandføringsmålinger i tværsnitsprofilet ved hjælp af et ADCP instrument, og målingerne blev udført i henhold til de seneste anvisninger om optimal måleprocedure /6/. På grund af vandløbets størrelse blev ADCP målingerne udført ved at sejle på tværs af vandløbet med ADCP instrumentet. I perioden fra april til juli må der ikke sejles på den nedre del af Skjern Å og vandføringsmålinger blev derfor udført ved to broer umiddelbart opstrøms i den lukkede periode. Summen af de to opstrøms vandføringer blev antaget at repræsentere vandføringen ved den nedstrøms station. I alt blev der målt 13 direkte vandføringsmålinger med ADCP instrument til etablering af index-hastighedsfunktionen, hvor de seks målinger blev udført ved de to opstrøms broer.

Vandføring beregnet på baggrund af index-hastighedsmetoden

Relationen imellem index-hastigheden og gennemsnitshastigheden, beregnet fra ADCP målingerne målt de 7 forskellige tidspunkter i løbet af måleperioden, viser en god lineær relation med en R2 værdi på 0,96 (Fig. 3). Vandføringen beregnet på baggrund af de målte hastigheder viser, at der som forventet kan opstå en række forskellige vandføringer for den samme vandstand (Fig. 4). Det ses f.eks., at for en vandstand på 1 m kan vandføringen variere imellem 30 og 80 m^3 s^{-1} (Fig. 4).

Stuvningseksempler

Et eksempel på stuvning i vandløbet blev observeret i slutningen af december måned i 2011 og i starten af januar måned i 2012 (Fig. 5). Det ses at index-hastigheden og vandstanden ikke stiger og falder på samme tid. F.eks. er det tydeligt i data fra perioden omkring den 4. januar 2012, hvor vandstanden stiger brat, mens index-hastigheden falder. Den samme effekt ses også for mindre vandstandsstigninger, som dem der blev observeret omkring den 26. - 27. december og omkring den 30. december 2011 (Fig. 5). Ud fra de målte vindhastigheder og -retninger kan det konstateres, at de observerede stuvningsfænomener i åen korrelerede med perioder med kraftig vestenvind. Det forventes derfor, at de observerede stuvningseffekter ved målestationen skyldes, at vestenvinden bevirker en vandstandsstigning i Ringkøbing Fjord. Denne vandstandsstigning forplanter sig opstrøms i Skjern Å og påvirker derfor vandstand og vandhastighed i hele den nedre del af Skjern Å.

Diskussion og perspektivering

På baggrund af de udførte målinger med den nye Doppler station i Skjern Å, kan det konkluderes, at index-hastighedsmetoden er en metode, der med fordel kan anvendes til at bestemme vandføringen i tidevands- og stuvningsprægede vandløb. I vores studie var de to primære kilder til måleusikkerhed, at tværsnitsprofilets form ændrede sig i løbet af måleperioden, samt at sensorerne i perioder var påvirket af sandvandring, grøde og isflager.

Den XR Doppler sensor der blev opsat på bunden af vandløbet blev efter det første halve års tid dækket af et tykt sandlag, grundet den meget store sandvandring på bunden af Skjern Å /7/. Da sandvandring er hyppigt forekommende i danske vandløb, må det forven-

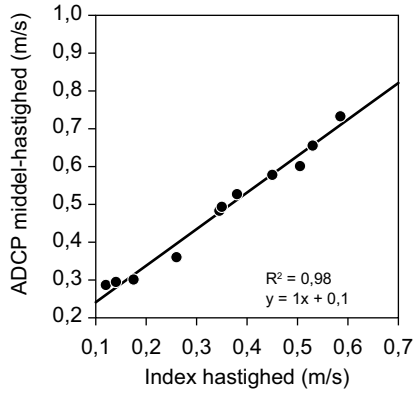


Fig. 3. *Den etablerede relation imellem index-hastigheder og gennemsnitshastigheder målt på samme tidspunkt. Gennemsnitshastighederne er beregnet ud fra ADCP målinger og index-hastigheden er målt med Doppler sensoren, der var installeret i siden af vandløbet.*

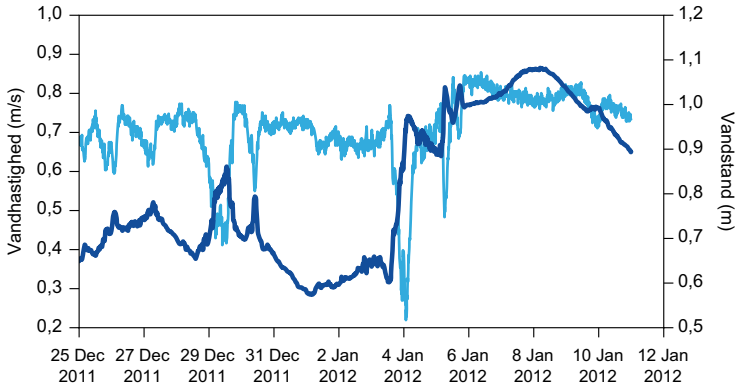


Fig. 5. *Udsnit af målte index-hastigheder (lyseblå) og vandstande (mørkeblå) under perioder med stuvning.*

tes, at lignende problemer med installering af Doppler sensorer på bunden kan opstå i andre vandløb. På baggrund af disse erfaringer forventes det, at for danske forhold er bundsensorer ikke den optimale løsning. Den SL Doppler sensor der var opsat ved højre bred fungerede bedre, idet den ikke var i risiko for at blive dækket af sediment. Derimod viste det sig, at sensorens placering ca. 6 m fra højre bred bevirkede, at den var udsat i forhold til isflager og grøde. I vinteren 2012 blev broen, hvor SL sensoren var monteret, ødelagt, højst sandsynligt på grund af isflager fra den opstrøms Hestholm sø som satte sig fast i broen. Den forholdsvis udsatte placering af sensoren bevirkede endvidere, at jævnlig rengøring af sensoren var nødvendig på grund af løsrevet grøde, der satte sig fast i sensoren. Både problemet med isflagerne og den flydende grøde kunne sandsynligvis have været minimeret eller undgået, hvis sensoren havde været placeret tættere på bredden, hvor sensoren vil være mindre udsat og vandhastighederne mindre.

Hvis tværsnitsprofilet ændrer sig, er det nødvendigt at sikre, at Doppler sensorens lydstråle ikke rammer enten bunden eller vandoverfladen, idet det vil bevirke at hastighedsmålingerne bliver forkerte. Samtidig er det vigtigt at sikre sig, at en ændring i tværsnitsprofilet ikke medfører en ændring i V-V relationen grundet en eventuel ændring i f.eks. andelen af de højeste målte hastigheder. Ved den etablerede målestation i Skjern Å er vandløbet meget bredt (ca. 80 m) i forhold til den gennemsnitlige dybde, hvilket betyder, at selv mindre ændringer i tværsnitsprofilet kan bevirke, at Doppler sensorens lydstråler rammer bunden/overfladen. Dette forventes at have været tilfældet i perioder, hvor der blev observeret meget støj på hastighedsdataene samtidig med betydelige ændringer i tværsnitsprofilets form blev observeret i måleperioden.

Det konkluderes, at index-hastighedsmetoden med en Doppler sensor monteret på den ene brink af vandløbet kan være en metode til at monitere vandføringen i den nedre kystnære del af vandløbsnetværket. Et regulært stabilt måleprofil kombineret med optimal placering af Doppler instrumentet er de vigtigste forudsætninger for metodens anvendelighed. Samtidig er vedligeholdelse af instrumenteringen vigtig for at sikre en korrekt V-V sammenhæng. En kvantificering af usikkerheden på vandføringerne beregnet på baggrund af index-hastighedsmetoden er vanskelig, men forventes at være korreleret med hvor godt V-V sammenhængen er bestemt. Dette understreger yderligere vigtigheden af at optimere hastighedsmålingerne, så de bliver så præcise som muligt, hvilket gælder både for index-hastighedsmålingerne og for de gennemsnitlige hastighedsmålinger.

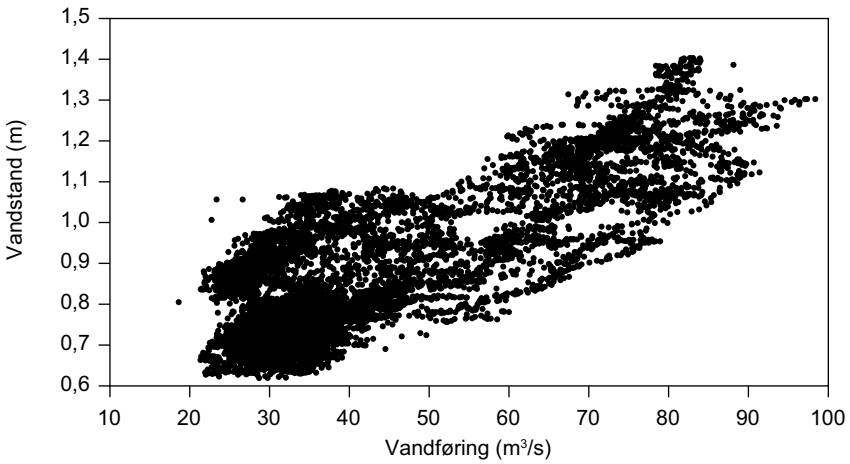


Fig. 4. *Vandføringen i den nedre del af Skjern Å beregnet på baggrund af index-hastighedsmetoden, eksempel fra perioden marts 2012 til april 2013. Figuren viser timeværdier af vandføringen.*

Jane Bang Poulsen (videnskabelig assistent, ph.d.), Niels Bering Ovesen (videnskabelig medarbejder, geolog), Jørgen Windolf (videnskabelig medarbejder, biolog) og Brian Kronvang (forskningsprofessor, ph.d.) er alle ansat ved Institut for Bioscience, Aarhus Universitet.

Referencer

/1/ NOVANA, vandmiljø og natur 2011. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Videnskabelig rapport fra DCE – National Center for Miljø og Energi, nr. 36, 2012.

/2/ Windolf, J.,Ovesen, N. B., Troldborg, L., Henriksen, H. J., 2009. Ferskvandsafstrømning. Vand og Jord, Vol. 16, Nr. 3, s. 100-103.

/3/ Herschy, R. W., 1999. Hydrometry, principles and practices, 2. ed. John Wiley & Sons, Inc.

/4/ Herschy, R. W., 2009. Streamflow measurement, 3. ed., Routledge Taylor & Francis.

/5/ Morlock, S. E., Nguyen, H. T., Ross, J., 2002. Feasibility of Acoustic Doppler Velocity Meters for the production of discharge records from U.S. Geological Survey stream-flow gauging stations. Water-Resources Investigations Report 01-4157, U.S. Geological Survey.

/6/ Ovesen, N. B., Poulsen, J. B., 2013. Vandføringsmåling med akustisk Doppler instrument (ADCP), teknisk anvisning T04, DCE National Center for Miljø og energi, Aarhus Universitet.

/7/ Svendsen, L. M., Hansen, H. O., (red), 1997. Skjern Å - sammenfatning af eksisterende viden om de fysiske, kemiske og biologiske forhold i den nedre del af Skjern Å-systemet. Danmarks Miljøundersøgelser og Skov- og Naturstyrelsen, 198 sider.