

Skjern Å

– Sammenfatning af
den eksisterende viden om
de fysiske, kemiske og biologiske forhold
i den nedre del af Skjern Å-systemet

Redaktion

Lars M. Svendsen og Hans Ole Hansen

Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser
Skov- og Naturstyrelsen
Maj 1997

Datablad

- Titel:** Skjern Å
- Undertitel:** Sammenfatning af den eksisterende viden om de fysiske, kemiske og bio-logiske forhold i den nedre del af Skjern Å-systemet
- Redaktion:** L.M. Svendsen og H.O. Hansen
Afdeling: Afdeling for Vandløbsøkologi, DMU
- Udgiver:** Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser og Skov- og Naturstyrelsen©
- Udgivelsesår:** Maj 1997
- Omslagsfoto:** Skjern Å's og Søndre Parallelkanals udløb i Ringkjøbing Fjord.
Foto taget af Palle Peter Skov.
- Tegninger:** Kathe Møgelvang og Juana Jacobsen
ETB: Anne-Dorthe Matharu og Hanne Kjellerup Hansen
- Abstract:** På grundlag af undersøgelser af stoftransport, bunddyrsfauna, fugle- og planteliv, fiskebestand mv. samt en omfattende litteratursøgning er den eksisterende viden om de biologiske, fysiske og kemiske forhold i den nedre del af Skjern Å-systemet sammenfattet. Formålet har været at opsamle viden dels til brug ved projekteringen af naturgenopretningen af den nedre del af Skjern Å-systemet, dels til senere at kunne dokumentere naturgenoprettningens effekt på dyre- og planteliv samt på transport af sediment, næringssalte og jern til Ringkjøbing Fjord.
- Bedes citeret:** Svendsen, L.M. og Hansen, H.O. (red.) (1997): Skjern Å. Sammenfatning af den 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.
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
- Emneord:** Skjern Å-systemet, naturgenopretningsprojekt, historie, jordbund, bunddyr, fisk, fugle, pattedyr, planter, afstrømningsstatistik, sedimenttransport, fosforfrigivelse, næringsstoftransport, jern, selvrensning,
- ISBN:** 87-7772-323-6 (DMU)
87-7279-056-3 (S&N)
- Papirkvalitet:** Cyclus Print
Tryk: Silkeborg Bogtryk
Oplag: 600
Sideantal: 198
- Pris:** kr. 100,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)

Købes hos: Miljøbutikken
Information & Bøger
Læderstræde 1
DK-1201 København K
Tlf. 3337 9292 (bøger)
3392 7692 (information)

Indhold

Forord		5
1 Skjern Å: En introduktion		7
1.1 Rapportens indhold		7
1.2 Skjern Å-dalen: Et kort historisk tilbageblik		10
1.3 Skjern Å: Naturgenopretningsprojektet		14
1.4 Taksigelser		15
2 Skjern Å-oplandets fysik og kemi		17
2.1 Klima		17
2.2 Geologi og landskab		18
2.3 Jordbund		21
2.4 Vådområder		26
2.5 Grundvand		28
2.6 Arealanvendelse		29
2.7 Skjern Å-systemets vandløb		30
3 Skjern Å-oplandets biologi		35
3.1 Fugle		35
3.2 Insekter		39
3.3 Pattedyr		39
3.4 Padder og krybdyr		44
3.5 Planter i å-dalen		47
3.6 Registrering af afskårne å-slynger og fugtigbundsområder		51
4 Skjern Å's fysik og sedimenttransport		53
4.1 Vandløbets skikkelse		53
4.2 Vandføring		56
4.3 Sedimenttransport		61
4.4 Hydraulisk modstand		67
5 Skjern Å's kemi		69
5.1 Indledning		69
5.2 Samlet kvælstof- og fosfortilførsel til Ringkjøbing Fjord og kilder hertil		70
5.3 Kvælstof		72
5.4 Fosfor		74
5.5 Jern		77
5.6 Andre kemiske parametre		79
5.7 Udviklingstendenser for kemiske stoffer		81
6 Skjern Å's biologi		83
6.1 Fisk		83
6.2 Bunddyr		91
6.3 Planter		101

7	Skjern Å: Diskussion og sammenfatning	105
7.1	Biologiske forhold	105
7.2	Fysiske og kemiske forhold	108
7.3	Risiko for jern- og fosforfrigivelse fra våde arealer	114
7.4	Effekten på stoftilførsler af suspenderet stof, kvælstof, fosfor og jern til Ringkjøbing Fjord af en kommende naturgenopretning	116
7.5	Anbefalinger	119
8	Referencer	125
Bilag		
1	Ordlister	137
2	Oplandsarealer til målestationer i Skjern Å-systemet	144
3.1	Planter registreret i Raadensig Kær efter hovedafvandingen	146
3.2	Floralister for Albæk Mose	148
4.1	Vandføringsstatistik for Skjern Å, Ahlergårde	153
4.2	Vurdering af størrelsen af den umålte bundtransport i Skjern Å i undersøgelsen af <i>Pedersen og Hasholt (1995)</i>	155
4.3	Suspenderet transport i den nedre del af Skjern Å-systemet	157
4.4	Årstransporten af vand og sediment i den nedre del af Skjern Å-systemet.	163
4.5	Hydrauliske parametre ved udvalgte stationer i Skjern Å-systemet	164
5.1	Transport af jern, kvælstof og fosfor ved udvalgte stationer i Skjern Å-systemet	170
5.2	Fosfortransport i den nedre del af Skjern Å-systemet	179
6	Bunddyr fundet ved diverse undersøgelser fra 1976-94	186
7	Belastning med suspenderet stof, fosfor og jern i Hestholm og Engholm området	194

Forord

I 1991 blev Danmarks største naturgenopretningsprojekt igangsat - genskabelsen af Skjern Å's slyngede forløb i Skjern Å-dalen ved udløbet i Ringkjøbing Fjord. Efter en årrække med jorderhvervelser er tiden nu ved at være kommet til igangsættelsen af projektets anlægsfase.

Samtidigt med projektets igangsættelse påbegyndte Skov- og Naturstyrelsen sammen med Danmarks Miljøundersøgelser en række undersøgelser af naturforholdene i Skjern Å før projektets anlægsfase. Formålet var dels at opsamle viden til brug ved udarbejdelsen af projektet og dels at fremskaffe et grundlag for senere at kunne dokumentere naturgenoprettningens effekt på dyre- og plantelivet.

På grundlag af de afsluttede undersøgelser af bl.a. stoftransport, bunddyrsfauna, fugleliv, fiskebestand m.v. samt en omfattende litteraturundersøgelse har Danmarks Miljøundersøgelser med denne rapport sammenskrevet den eksisterende viden om de biologiske, fysiske og kemiske forhold i Skjern Å og de omgivende vandløbsnære arealer.

Resultaterne fra de enkelte delundersøgelser har allerede dannet grundlag for udarbejdelsen af det forslag til endelig udformning af projektet, der offentliggøres i april 1997.

Efter påbegyndelsen af anlægsfasen påtænkes iværksat et overvågningssystem, der på udvalgte områder følger op på denne rapportes registreringer af status før projektets gennemførelse.

Skov- og Naturstyrelsen, april 1997.

1 Skjern Å: En introduktion

Lars M. Svendsen og Anker R. Laubel

1.1 Rapportens indhold

Baggrund for rapporten

Folketinget vedtog i 1987 at gennemføre en naturgenopretning af den nedre del af Skjern Å-systemet. Der blev nedsat en Skjern Å-arbejdsgruppe, som skulle sørge for, at der blev lavet en række forundersøgelser og for, at der blev udarbejdet skitseprojekter (Cowi-Consult, 1987a; Hedeselskabet, 1987a, b; Samfundsteknik A/S, 1987). I 1987 blev det besluttet at arbejde for den såkaldte "Sydløsning", som er nærmere beskrevet i afsnit 1.3.

Otte delundersøgelser

Der blev i november 1991 nedsat en anden arbejdsgruppe, som skulle igangsætte et undersøgelses- og overvågningsprogram, der skulle være grundlag for naturgenopretningsprojektet. I alt otte forskellige delundersøgelser blev gennemført:

1. Bundsedimenttransporten i den nedre del af Skjern Å (Petersen og Hasholt, 1995). Udført af Københavns Universitet, Geografisk Institut.
2. Transport af suspenderet stof og fosfor i den nedre del af Skjern Å-systemet (Svendsen et al., 1997). Udført af Danmarks Miljøundersøgelser.
3. Undersøgelse af bunddyrsfaunaen i den nedre del af Skjern Å og Omme Å (Hansen, 1997; Wiberg-Larsen, 1997). Udført af Danmarks Miljøundersøgelser.
4. Opsamling af eksisterende viden om døgnfluer og slørvinger i Skjern Å (Jensen, 1995a). Udført af Naturhistorisk Museum i Århus.
5. Stoftransport i den nedre del af Skjern Å (Hedeselskabet, 1995; Skov- og Naturstyrelsen og Ringkjøbing Amtskommune, 1995). Udført af Hedeselskabet.
6. Status over fiskebestanden i Skjern Å's hovedløb med hovedvægt på ørred- og laksesmolt udklækket fra Skjern Å (Koed, 1995a og b). Udført af Danmarks Fiskeriundersøgelser.
7. Undersøgelser af fugle i den nedre del af Skjern Å (Madsen, 1996b). Udført af Skjern-Egnens Museum.
8. Sammenskrivning af den eksisterende viden om de fysiske, kemiske og biologiske forhold i Skjern Å, samt de vandløbsnære arealer, som berøres af Skjern Å-projektet. Udført af Danmarks Miljøundersøgelser i den foreliggende rapport.

Detailprojektering og realisering af naturgenopretningsprojektet

Efter iværksættelse af disse delundersøgelser har Cowi fået til opgave at lave en detailprojektering af naturgenopretningsprojektet i løbet af 1996 og 1997. Selve den fysiske del af projektet forventes påbegyndt i løbet af 1999.

Formål

1.1.1 Formål med rapporten

Formålet med den foreliggende rapport er:

- at opsamle den eksisterende viden om Skjern Å og de vandløbsnære arealers kemiske, fysiske og biologiske forhold, hvilket også omfatter den opsamlede viden under de øvrige 7 delundersøgelser,
- at udarbejde et katalog over, hvad der hidtil er publiceret omkring Skjern Å.

Rapporten skal således give et samlet, opdateret overblik over den eksisterende viden og give en vurdering af tilstanden i den nedre del af Skjern Å. Den skal også danne grundlag for, at andre kan vurdere effekten af og tilstanden efter en kommende naturgenopretning. Det er derfor *ikke* hensigten med denne rapport at forudsige/beregne alle effekter af det kommende naturgenopretningsprojekt, men kun at give nogle udvalgte eksempler herpå. Ved effektvurderingen er der taget udgangspunkt i den foreslåede "Sydløsning".

Rapportens opbygning

1.1.2 Rapportens opbygning

Rapporten tilstræber at give et overblik over en række væsentlige emner, og give et overblik over den aktuelle miljøtilstand i den nedre del af Skjern Å uden at gå for meget i detaljer. For læsere som ønsker yderligere informationer henvises gennem referencer til mere detaljeret litteratur. Hovedresultaterne af de seneste undersøgelser (delundersøgelse 1-7) er fyldigere behandlet, men detaljer skal findes i de konkrete rapporter.

Mange forfattere har bidraget

Rapportens kapitler er udarbejdet af en række forfattere fra Danmarks Miljøundersøgelser, og de to redaktører har søgt at lægge en ensartet ramme for rapporten uden at fjerne forfatternes personlige stil. Vidensopsamlingen er foretaget frem til efteråret 1996, hvorfor litteraturen efter denne dato ikke er citeret i rapporten.

De første seks kapitler sammenfatter hovedresultater fra litteraturen og fra delundersøgelserne og giver en status over den aktuelle miljøtilstand. I kapitel 7 belyses nogle mulige effekter af den planlagte naturgenopretning.

Kapitel 1

I kapitel 1 beskrives, hvordan Skjern Å og dens omgivelser har udviklet sig naturmæssigt, hvordan mennesket har benyttet ådalen i de seneste 200-300 år, samt hvilke konsekvenser det har haft for området. Der er endvidere en kort beskrivelse af det kommende naturgenopretningsprojekt: "Skjern Å- Naturprojektet" (Rasmussen, 1995).

Kapitel 2

I kapitel 2 beskrives de fysiske og kemiske forhold, herunder geologiske forhold, landskab, jordbund, grundvandsforhold og arealudnyttelse i Skjern Å-oplandet. Vandløbene beskrives overordnet sammen med en opgørelse af spærringer i å-systemet. I kapitlet diskuteres problematikken omkring okker og fosfor.

Kapitel 3

Kapitel 3 omhandler Skjern Å-oplandets fugle, insekter, pattedyr, padder og krybdyr samt planter blandt andet ved at gennemgå mange

af de arter, der findes i området. Der lægges vægt på de mere sjældne eller truede arter som f.eks. odderen.

Kapitel 4

I kapitel 4 beskrives de fysiske forhold i Skjern Å-systemets vandløb herunder den samlede sedimenttransport i den nedre del af å-systemet. Der er en beskrivelse af vandløbenes skikkelse. Den samlede afstrømning fra Skjern Å-systemet siden midten af 1920'erne er beregnet, og de hydrauliske forhold i den nedre del af å-systemet er kort beskrevet. Der er desuden etableret en tidsserie for den samlede sedimenttransport i den nedre del af å-systemet.

Kapitel 5

Kapitel 5 omhandler transport af kvælstof og fosfor, jern samt andre kemiske forhold i Skjern Å. Den samlede belastning af Ringkjøbing Fjord med kvælstof og fosfor samt kilderne til belastningen er opgjort. Der er gennemført statistiske analyser, som beskriver, om der, siden hovedafvandingen blev gennemført i 1960'erne, har været udviklingstendenser i koncentrationen for nogle af de kemiske stoffer.

Kapitel 6

Kapitel 6 beskriver åens fisk, bunddyr og planter. I afsnittet om fisk lægges specielt vægt på laks og havørred. Bunddyr og planter beskrives ud fra, hvad der har været fundet tidligere, og hvad situationen er i dag.

Kapitel 7

I kapitel 7 sammenfattes og diskuteres hovedresultaterne fra rapporten, og der diskuteres nogle udvalgte effekter af det kommende naturgenopretningsprojekt, herunder for okker- og fosforproblematikken og effekten for havørred og laks. Baseret på erfaringerne fra andre naturgenopretningsprojekter i Danmark gives der også råd omkring nogle forhold, der bør opfyldes af det kommende naturgenopretningsprojekt for at opnå gode miljøeffekter.

Ordforklaring af svære ord i bilag 1

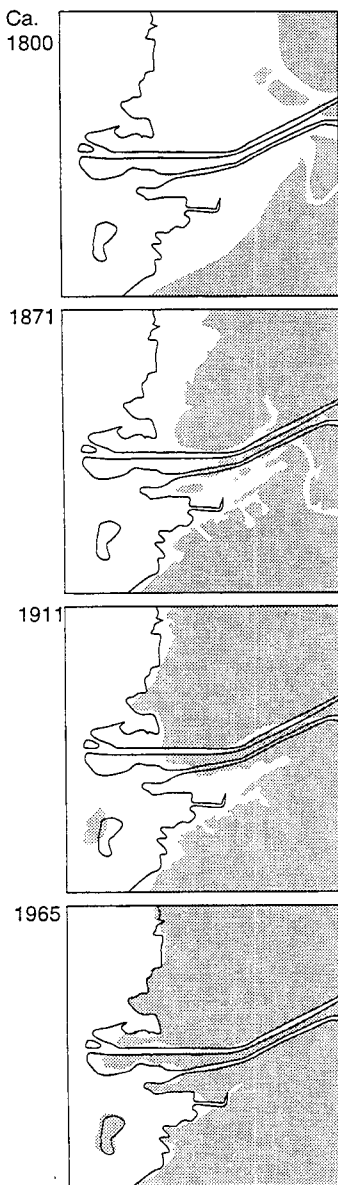
Det har været nødvendigt at anvende en række fagudtryk, men i bilag 1 er der en ordforklaring, som vi håber forklarer disse udtryk. Litteraturhenvisninger i rapporten er samlet i et selvstændigt kapitel 8.

Særskilt litteraturkatalog

1.1.3 Litteraturkatalog

Det omtalte litteraturkatalog med en samlet litteraturoversigt over, hvad der er skrevet om Skjern Å-systemet, er opdelt emnemæssigt. Det kan fremsendes ved henvendelse til:

Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Vandløbsøkologi
Vejsøvej 25
8600 Silkeborg



Figur 1.1. Udviklingen af Skjern Å-deltaet fra omkring år 1800. Den eksisterende kystlinie og vandløbsudformning er angivet med tynd linie (efter Rasmussen, 1995).

1.2 Skjern Å-dalen: Et kort historisk tilbageblik

Skjern Å er en del af en større økologisk helhed: ådalen med alle dens vandløb og tilhørende oplande, Ringkjøbing Fjord, og Vesterhavet. Ændringer i åens forløb og i ådalens afvandringsforhold påvirker miljø og natur både længere oppe i å-systemet og i ådalen, fjordet og havet.

1.2.1 Landskabets udvikling

De følgende afsnit fortæller, især på baggrund af Skov- og Naturstyrelsens hæfte "Skjern Å Naturprojektet" (Rasmussen, 1995), om udviklingen i Skjern Å-dalen: hvordan menneskelige indgreb har påvirket natur og miljø, samt om samspillet mellem ådal, åsystem, fjord og hav.

Under den sidste istid fik Skjern Å-dalen sin hovedform, da vandmasser fra den smeltende is i Østjylland bevægede sig gennem landskabet. Siden da har åen ført vand gennem ådalen på sin vej mod havet og derved givet vand og næring til ådalens vådområder, hvor tørv og andre lag rige på organisk stof er dannet. Åen har også ført sand og andre materialer med sig. Noget er lagt i ådalen, andet er ført med til åens udløb ved kysten og blevet aflejret i Ringkjøbing Fjord. Åen har desuden gravet i sine egne aflejringer i ådalen og ført en del af materialet ud i Ringkjøbing Fjord.

Kystlinien ved åens udmundning og mod havet har ændret sig meget. For omkring 300 år siden var Ringkjøbing Fjord stadig åben mod Vesterhavet, og havvand kunne trænge op i ådalen og aflejre marint sand og klæg. Fjorden blev dog lukket af fra Vesterhavet i takt med, at materialer fra den sydgående kyststrøm udbyggede en tange, Holmsland Klit, så fjorden kun havde forbindelse med Vesterhavet gennem et smalt udløb. Dette gav stigende vandstand i fjorden med en række gener for udnyttelsen af fjordengene. I 1931 etablerede man derfor slusen ved Hvide Sande og gjorde Ringkjøbing Fjord til en brak indsø (Halaburt, 1990).

Skjern Å's sandaflejringer i mundingsområdet betød, at åens udmundning gennem årene blev forlænget længere og længere ud i Ringkjøbing Fjord (figur 1.1).

1.2.2 Det tidligere landbrug

Skjern Å-dalen var gennem århundreder en oase for landbruget i de magre vestjyske egne. Vinter og forår løb åen over sine bredder og aflejrede "gødning" i form af næringsalte og organisk materiale. Desuden førte man åvand og næringsstoffer ind til engene via engvandingskanaler. Engene kunne derved give føde til kreaturer året rundt: frisk græs om sommeren og hø til vinteren. Kreaturholdet gav staldgødning, og denne gødning anvendte man på agerjorden. Landbrugene langs åen havde derfor også god agerjord, og landbruget var i balance med naturgrundlaget. Skjern Å virkede som en naturlig enhed med dens omgivelser.

Oversvømmelser og tidlige reguleringer

Godt nok var åen livgivende, men den var samtidig uberegnelig. Store oversvømmelser kunne forekomme året rundt på grund af stærke regnskyl eller højvande i Ringkjøbing Fjord. Oversvømmelser kunne ødelægge høbjergningen - eller tage hele herligheden med ud i Ringkjøbing Fjord. For at opnå sikkerhed for engbruget har man derfor ofte forsøgt at regulere åen med afvandingskanaler, diger samt udretning og oprensning af åløb. Ved den første store regulering omkring 1901-02 blev Skjern Å's hovedløb reguleret og sommerdiger oplagt langs vandløbets nederste strækning.

Højbjergning

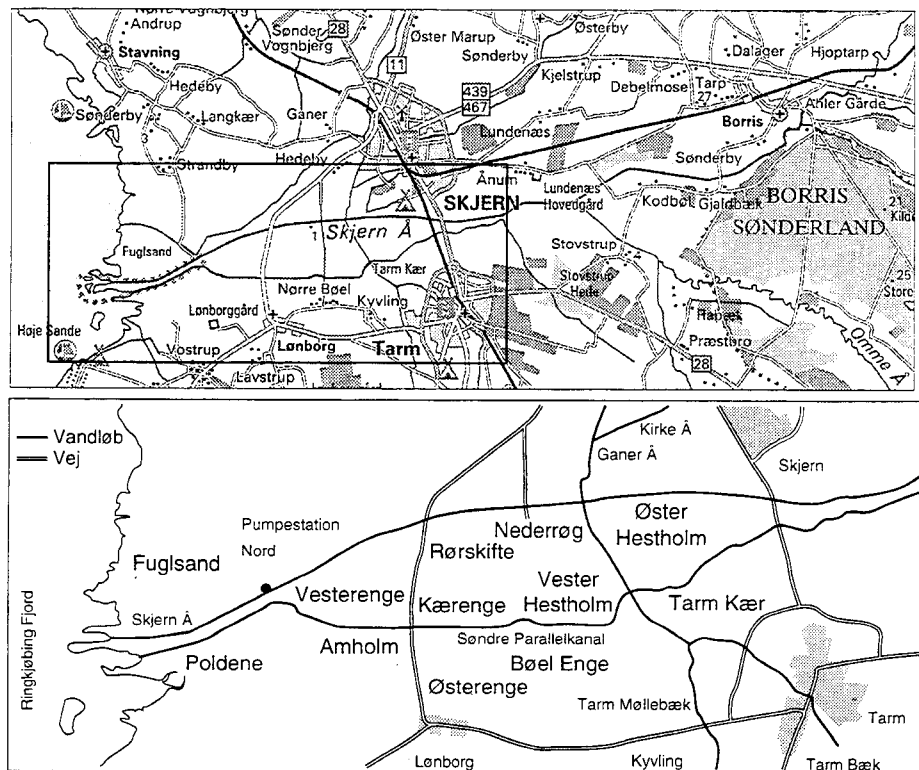
Arbejdet med højbjergningen var hårdt og krævede meget arbejdskraft. Hele husstanden - børn, forældre, bedsteforældre og tjenestefolk - var i sving når vejret tillod, at høet blev slået, vendt til tørring, stakket og kørt hjem. Selv efter åreguleringen omkring 1901-02 var der mange fugtige og bløde steder, hvor man ikke kunne færdes med heste og maskiner. Man bar høet på bærestænger. Tørt vejr var afgørende, da fugtigt hø hurtigt går i forrådnelse. Hvis høet kom ind i for store mængder og var for fugtigt, kunne der ske selvantændelse. Således skal Lønborggård være brændt to gange (Mortensen, 1981).

Ønske om øget fødevarerproduktion

1.2.3 Hovedafvandingen

Efter 2. verdenskrig var der flertal i Folketing og befolkning for at gennemføre utallige afvandingsprojekter, der skulle skaffe landbrugsjord til fødevarerproduktion. Danmarks største afvandingsprojekt blev gennemført i årene 1962-68. Projektet omfattede den nederste og brede del af ådalen fra Borris til Ringkjøbing Fjord, en strækning på i alt cirka 20 km. Figur 1.2 er et oversigtskort, som viser områdets vigtigste byer og stednavne. Projektets samlede pris svarer omregnet til dagens priser til over 200 mill. kr. Staten ydede et stort tilskud, og arbejdet kunne udføres af arbejdsløse.

Figur 1.2. Skjern Å og omgivelser fra Borris til udløbet i Ringkjøbing Fjord. Udsnit efter kort i 1:100 000 fra Kort- og Matrikelstyrelsen (A; efter tilladelse A112/97) og kortudsnit med udvalgte stednavne (B). Området Hestholm benyttes i denne rapport som betegnelse for hele det område mellem Skjern Å og Søndre Parallelkanal, som ligger afgrænset af henholdsvis pumpe-station Nord mod vest og Tarm-Skjern vejen mod øst.



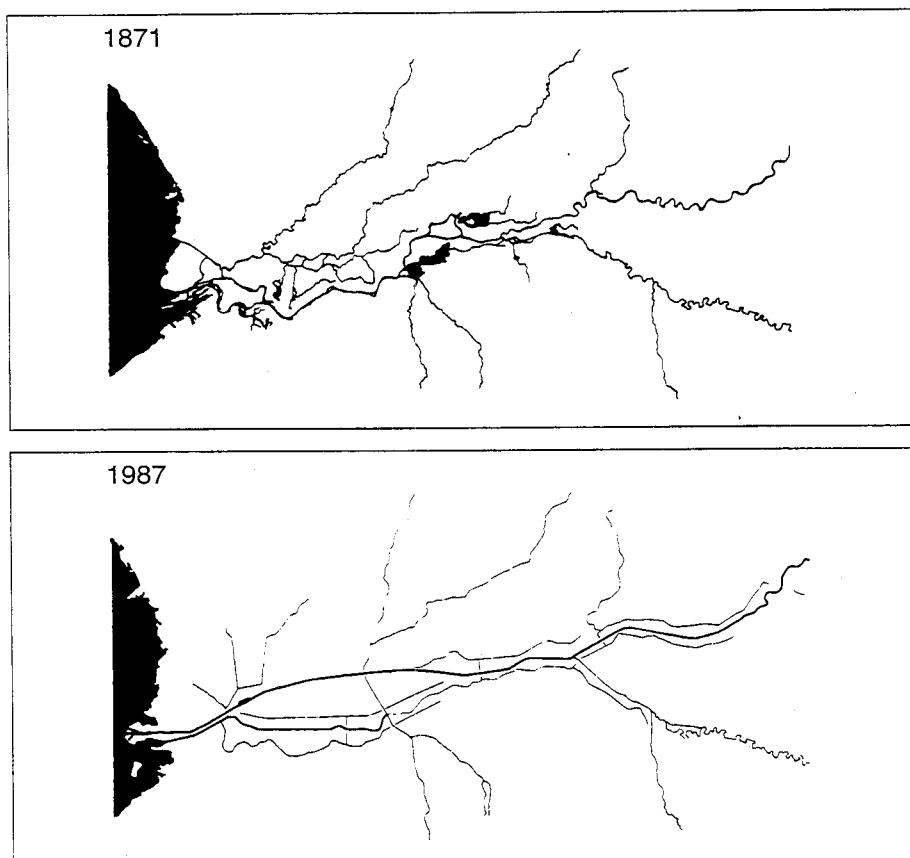
Agerjord i ådalen

Afvandingen omfattede en inddigning af de største åløb. Ved hjælp af pumpestationer og afvandingskanaler blev grundvandsstanden sænket. Oversvømmelse af ådalen blev hindret. De øverste jordlag blev iltet, så man kunne færdes på arealerne og krævende kulturplanter kunne trives. 4000 ha eng og sump blev omdannet til agerjord, der hovedsageligt dyrkes med korn. Afvandingsprojektet har været en økonomisk succes for landbruget.

Ådalens store vandløbskanaler

Skjern Å og Søndre Parallelkanal kom med afvandingen til at ligge side om side (figur 1.2 og 1.3). Skjern Å bringer vand fra den øverste del af å-systemet ud til fjorden. De sidste 15 km - gennem selve det afvandede område - har den ikke tilløb fra andre vandløb, men løber hævet i en mægtig kunstig kanal over de omliggende marker. Søndre Parallelkanal afvander den nedre og brede del af ådalen. Søndre Parallelkanal får tilledt alt spildevand fra Tarm og Skjern, idet Ganer Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk ledes til Søndre Parallelkanal. Endvidere modtager Søndre Parallelkanal det vand, der oppumpes i den nedre del af ådalen. Diger blev bygget langs fjorden for at undgå oversvømmelser derfra. Ved Kodbøl blev opført et tre-delt styrt for at udligne det fald, der var blevet tilovers ved udretning af det gamle snoede åforløb.

Figur 1.3. Skjern Å's nedre løb fra Borris før og efter udretning og kanalisering. Efter Skjern Å-arbejdsgruppen (1988).



Afvandings negative konsekvenser

1.2.4 Natur og miljø

Det har kunnet konstateres, at afvandingsprojektet har haft en række negative konsekvenser for natur- og miljøforhold i åen, dens omgivelser og i Ringkjøbing Fjord. Der er kommet forringede livsbetingelser for truede planter og dyr. Den øgede belastning med næringsstoffer

og okker har medført forarmede livsvilkår i Ringkjøbing Fjord. Den naturlige enhed som fandtes mellem åen og dens omgivelser eksisterer ikke mere. Den fysiske variation i åen og dens omgivelser er reduceret kraftigt, hvilket har medført en nedgang i antallet af plante- og dyrearter. Åens evne til selvrensning er væsentligt nedsat og samtidig er der tilført flere næringsstoffer til åen fra landbruget og fra byerne. Åen kan nu bedst beskrives som en vand- og stofmotorvej fra oplandet til Ringkjøbing Fjord.

*Ådalen er præget af ager-
landets dyr og planter*

Ådalen bestod før afvandingen af en blanding af åløb, småsøer, enge og sumpe. Den indeholdt et rigt plante- og dyreliv med mange arter og individer. Planter og dyr, der lever i eng- og vandmiljø, blev ved afvandingen ofte erstattet af agerlandets planter og dyr. Således er det gået hårdt ud over de meget vandkrævende plantearter som f.eks. den smukke brudelys og den sjældne pilblad. Især ynglende andefugle, vadefugle og andre vandfugle har lidt under afvandingen. I de fredede områder Tipperne og Klægbanken i Ringkjøbing Fjord er der således i de seneste årtier konstateret en drastisk tilbagegang af græssende vandfugle. For pattedyrene gælder samme ændringer, f.eks. er odderen gået kraftigt tilbage, mens rådyr er blevet et mere almindeligt syn.

Fisk i åen

De fisk, der i dag findes i å-systemet, er ud over typiske vandløbs- og søarter også fjord- og havfisk, som gyder i åen. Smelt og helt er eksempler på fjordfisk, mens laks og havørred er havfisk, som gyder i åen.

*Laks og havørred er gået
tilbage*

Skjern Å er berømt for sin laksestamme, der er den eneste oprindelige stamme af vildtlevende laks, der er tilbage i danske vandløb og i øvrigt store dele af Mitteleuropa. Sportsfiskeriet efter laks og ørred kulminerede i mellemkrigsårene og er siden gået stærkt tilbage i takt med forringelsen af åens naturlige miljø. Mens laksen gyder i store og mellemstore vandløb, foretrækker havørreden de mindre og små vandløb. Her er problemet især de mange spærringer, døde å-strækninger i forbindelse med dambrug, okkerforureningen, udrettede vandløb og en hårdhændet vandløbsvedligeholdelse, der forringer yngelsens levevilkår. Også erhvervs- og lystfiskeri kan begrænse mængden af fisk, især da antallet af moderfisk er begrænset.

Miljøtilstand i fjorden

I Ringkjøbing Fjord er miljøtilstanden i løbet af 1970'erne drastisk forværret. En af hovedårsagerne er de næringsstoffer, der tilføres fra Skjern Å-systemet. Det drejer sig om kvælstof og fosfor men også organisk stof og miljøfremmede stoffer, som kommer fra landbrug, industri, bysamfund og dambrug. Dertil kommer udledning af jern og okker fra drænede jorder. Næringsstofferne får algeproduktionen i fjordvandet til at stige voldsomt. Algerne og okkerpartiklerne skygger bundvegetationen bort. Skjule- og levesteder samt føde for fisk og fugle forsvinder.

I de seneste år har betydelige investeringer i miljøforbedringer imidlertid haft en positiv indvirkning på fjordens tilstand, idet udledningerne af byspildevand og industri er blevet stærkt reduceret.

1.3 Skjern Å: Naturgenopretningsprojektet

Formålet med naturgenopretningsprojektet

På baggrund af den negative udvikling i miljø- og naturtilstanden, som har fundet sted de seneste årtier, specielt i forlængelse af afvandingsprojektet i 1960'erne, har Miljøministeren og Folketinget besluttet at gennemføre det store naturgenopretningsprojekt i Skjern Å-dalen. Formålet er:

- at genskabe et internationalt værdifuldt naturområde, ved bl.a. at genskabe åens snoninger og vådområder, tillade naturlige ændringer i vandstanden og forbedre forholdene for fiskene i åløbene, bl.a. for Skjern Å laksen,
- at reducere næringstof-, sediment- og okkerbelastningen i den nedre del af Skjern Å og til Ringkjøbing Fjord gennem genskabelse af selvrensningseffekten i åen og dens omgivelser,
- at genskabe fjordens naturlige plante- og dyreliv,
- at udvikle Skjern Å-dalens rekreative og turistmæssige værdi,
- at styrke erhvervsfiskeriet i Ringkjøbing Fjord.

Hvor foregår det nye naturgenopretningsprojekt?

Den planlagte naturgenopretning skal gennemføres i den nederste del af ådalen fra Borris til Ringkjøbing Fjord som er den del, der også blev berørt af afvandningen i 1960'erne.

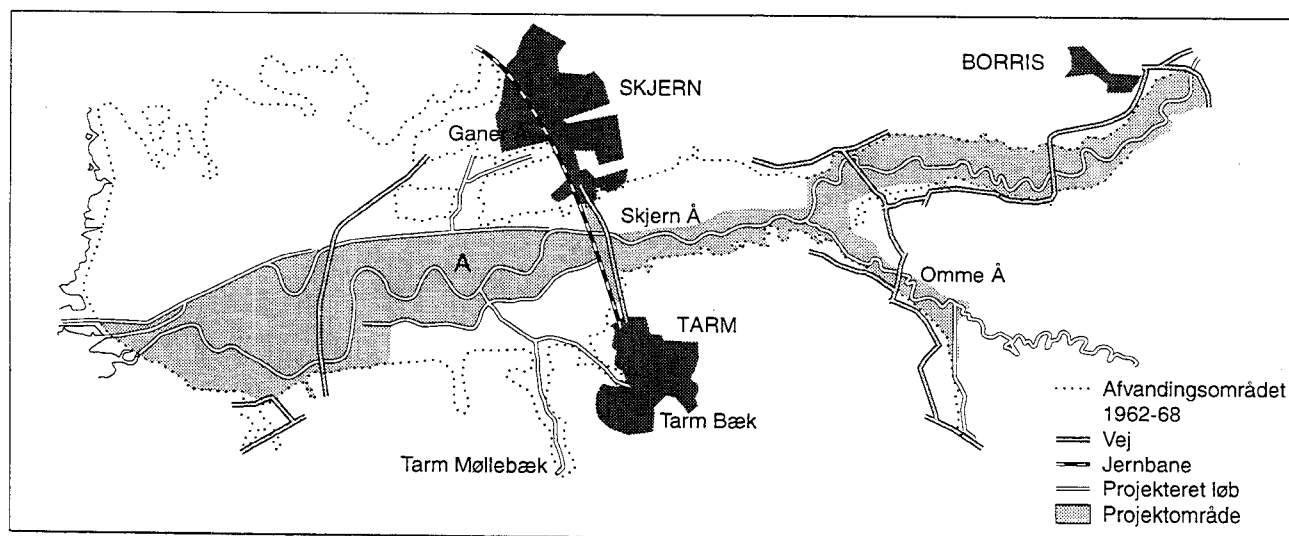
Sydløsningen

Figur 1.4. Naturgenopretningsprojektet med den såkaldte "Sydløsning". "A" markerer et fremtidigt søområde, hvor vandløbet er tegnet igennem området som en markering af en strømrørende i søen. Tidligere afvandede arealer nord for Skjern Å indgår ikke i naturprojektet, idet kun 2.100 af de 4000 ha afvandede områder indgår. Efter Rasmussen (1995).

Projektet omfatter 2100 ha (figur 1.4). Udgangspunktet for detailprojekteringen er "Sydløsningen", som den er beskrevet i Skjern Å-arbejdsgruppens indstilling fra 1988 (*Skjern Å-arbejdsgruppen, 1988*). Enkelte justeringer er dog foretaget siden. Således er Vesterenge umiddelbart vest for Lønborg-Skjern vejen inddraget i projektområdet.

I området øst for hovedvejen mellem Skjern og Tarm føres Skjern Å så vidt muligt tilbage i sit gamle snoede leje fra før afvandningen. Det samme gælder for Omme Å nedstrøms Sønderkov Dambrug.

Vest for Skjern-Tarm hovedvejen (A11) ledes Skjern Å og Søndre Parallelkanal ud over området syd for den nuværende Skjern Å, hvor der dannes en sø, Hestholm Sø. I forbindelse med detailprojekteringen



fastlægges søens vandstand og størrelse nærmere. Vandstanden kommer til at afhænge af, hvordan udløbet fra søen udformes (Cowi, 1996a). Fra søen føres åen til et nyt udløb ved Polderne. Tidligere afvandede arealer nord for Skjern Å indgår ikke i projektet. De dyr, der lever i ådalens nuværende agerland, vil derfor fortsat have levesteder.

Hestholm Sø vil være midlertidig, da den efterhånden fyldes op med transporteret sediment, som aflejres i søen. Dette vil dog tage mange år. Åen vil så danne nye, snoede strømlejer mellem aflejringerne, der efterhånden vil gro til på samme måde som sandbankerne i fjord-deltaet.

*Hidtil største natur-
genopretningsprojekt i
Europa*

Skjern Å-naturgenopretningsprojektet er det hidtil største af sin art i Europa. Det giver særlige muligheder for en række af de fugle- og dyrearter, som kræver store og uforstyrrede levesteder. Naturprojektet vil også medføre, at en del næringsstoffer og sedimenter, som ellers føres ud i Ringkjøbing Fjord, vil blive aflejret på enge og i sø- og sumpområder. Endvidere vil okkerudledningen begrænses, når grundvandsstanden i de tidligere afvandede arealer påny hæves.

1.4 Taksigelser

Denne rapport er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Vandløbsøkologi, men en stor del af grundlaget for rapporten er arbejde og resultater lavet af andre personer. Rapportens forfattere og editorer vil gerne rette en tak til alle, der har bidraget med oplysninger og data, som denne rapport bygger på. Specielt tak til Ringkjøbing Amtskommune og ikke mindst Jakob Bisgaard, som villigt har bistået os med data og oplysninger og givet gode råd og konstruktiv kritik.

Skov- og Naturstyrelsen har sammen med Danmarks Miljøundersøgelser finansieret denne rapport.

Der har været nedsat en styringsgruppe, som har fulgt projektet:

Poul Hald Mortensen, Skov- og Naturstyrelsen (indtil 1.1.96)

Bjarne Søgaard, Skov- og Naturstyrelsen

Peter Ilsøe, Skov- og Naturstyrelsen (fra 1.1.96)

Hans Skotte-Møller, Skov- og Naturstyrelsen (indtil 1.7.96)

Peter Simonsen, Skov- og Naturstyrelsen (fra 1.7.96)

Hans S. Larsen, Ringkjøbing Amtskommune

Torben Moth Iversen, Danmarks Miljøundersøgelser

Brian Kronvang, Danmarks Miljøundersøgelser

Endvidere har Steen Dahl fra Cowi deltaget i styringsgruppen som observatør.

Til styringsgruppen m.fl. skal der også lyde en tak for konstruktiv kritik, råd og vejledning.

2 Skjern Å-oplandets fysik og kemi

Anker R. Laubel, Claus Paludan og Lars M. Svendsen

Indledning

Skjern Å-systemet afvander 2490 km² svarende til ca. 11% af Jyllands areal. Åens opland varierer med hensyn til naturgivne vilkår som geologi, landskab, jordbund og klima. Disse vilkår udgør de rammer, indenfor hvilke å-systemet over længere tid kan forandre sig med hensyn til vandløbenes fysiske form og deres vandkvalitet, og dermed i sidste ende deres egnethed som levested for planter og dyr.

Andre forhold i oplandet er i højere grad påvirket af - eller er en direkte følge af - den menneskelige påvirkning. Således afspejler arealudnyttelsen direkte de menneskelige aktiviteter i oplandet, ligesom afvanding og vandløbsregulering er målrettede tiltag, der har påvirket vandløbs- og naturkvaliteten i ådalen.

I dette kapitel bliver viden om disse fysiske og kemiske vilkår i oplandet opsummeret ud fra eksisterende litteratur og kortmateriale. De naturgivne vilkår beskrives for Skjern Å-systemet. Endvidere fokuseres nærmere på den del af Skjern Å-dalen, som ligger vest for Borris, hvor jordtyper, arealanvendelse og nogle konsekvenser af hovedafvandingen i 1960'erne beskrives i større detalje.

2.1 Klima

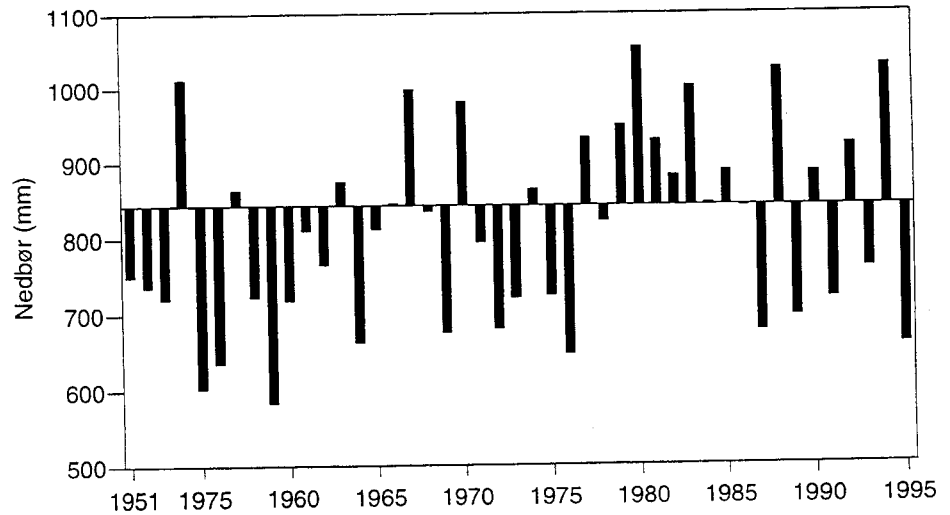
Nedbør og temperatur

Skjern Å gennemløber et område af Danmark hvor nedbøren er væsentligt over landsgennemsnittet. Normalen (det vil sige gennemsnittet for 1961-90) har for en målestation ved Borris været 843 mm på årsbasis sammenlignet med landsgennemsnittet på 712 mm. Normal årsmiddeltemperaturen er kun lidt lavere end landsgennemsnittet: 7,6°C ved Borris mod 7,7°C for Danmark.

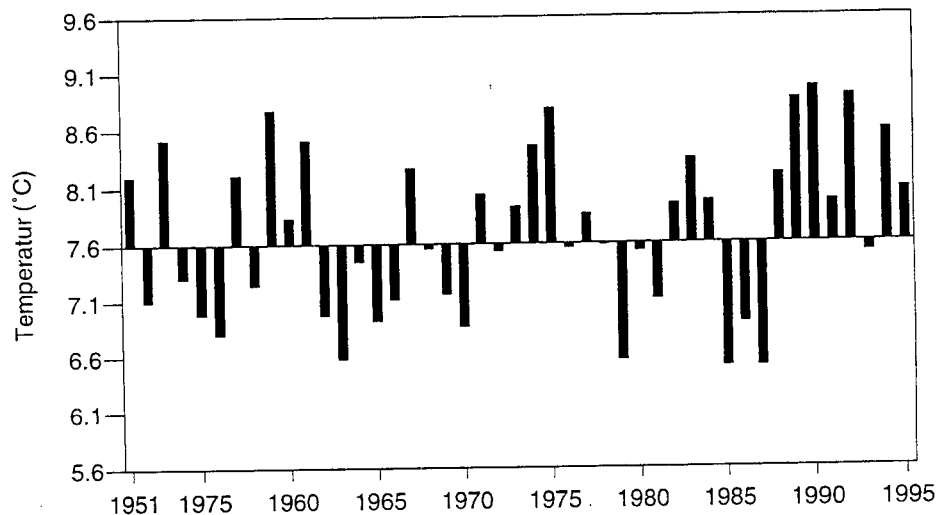
Tabel 2.1. Normalen (1961-90) for månedsmiddeltemperatur og månedsnedbør ved Borris. Data fra Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealdata.

Måned	Temperatur (°C)	Nedbør (mm)
Januar	-0,1	67
Februar	0,0	43
Marts	2,4	55
April	5,9	44
Maj	10,7	53
Juni	13,8	57
Juli	15,2	69
August	15,3	77
September	12,6	95
Oktober	9,1	99
November	4,7	101
December	1,5	83
År	7,6	843

Figur 2.1. Årsnedbøren ved Borris for perioden 1951-1995 optegnet i forhold til normalen for perioden 1961-90 på 843 mm. Data er venligst stillet til rådighed af Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealdata.



Figur 2.2. Årsmiddeltemperaturen ved Borris for perioden 1951-1995 optegnet i forhold til normalen for perioden 1961-90 på 7,6°C. Data er venligst stillet til rådighed af Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealdata.



For hele Skjern Å-oplandet kan årsnormalnedbøren beregnes til 892 mm. For klimastationen ved Borris findes målinger siden 1951, og årsnedbøren og årsmiddeltemperaturen er gengivet i henholdsvis figurene 2.1 og 2.2. Månedsnormalerne for Borris viser et klima med milde vintre, kølige somre og generelt de nedbørrigeste måneder i efteråret, jvf. tabel 2.1.

2.2 Geologi og landskab

Tre landskabstyper

Under den sidste istid, der sluttede for ca. 10-12.000 år siden, nåede isen ikke frem til Vestjylland og omformede derfor kun de østlige dele af Skjern Å-oplandet (figur 2.3). Man finder derfor i dag et terræn, som er domineret af tre landskabstyper (Christensen et al., 1975; Nielsen, 1982):

- 1) Bakkeøer,
- 2) Hedesletter,
- 3) Postglaciale aflejringer.

Bakkeøerne

Bakkeøerne udgør den ældste landskabstype. De er 130-150.000 år gamle og er dannet under den næstsidste istid (Saale istiden). Siden deres dannelse har de været udsat for bl.a. vindens og nedbørens

nedslidende kræfter, som gradvist har udjævnet deres form. I dag ligger bakkeøerne derfor tilbage som store, blødt rundede landskabselementer, der som øer rager op over den omgivende flade. De fremtræder jævnt kuperet med store, jævne linier uden bratte fald eller dybtskårne dale. Bakkeøerne består overvejende af ældre, sandede moræne- og smeltevandsaflejringer, og jordbunden er i dag stærkt udvasket (Nielsen, 1982).

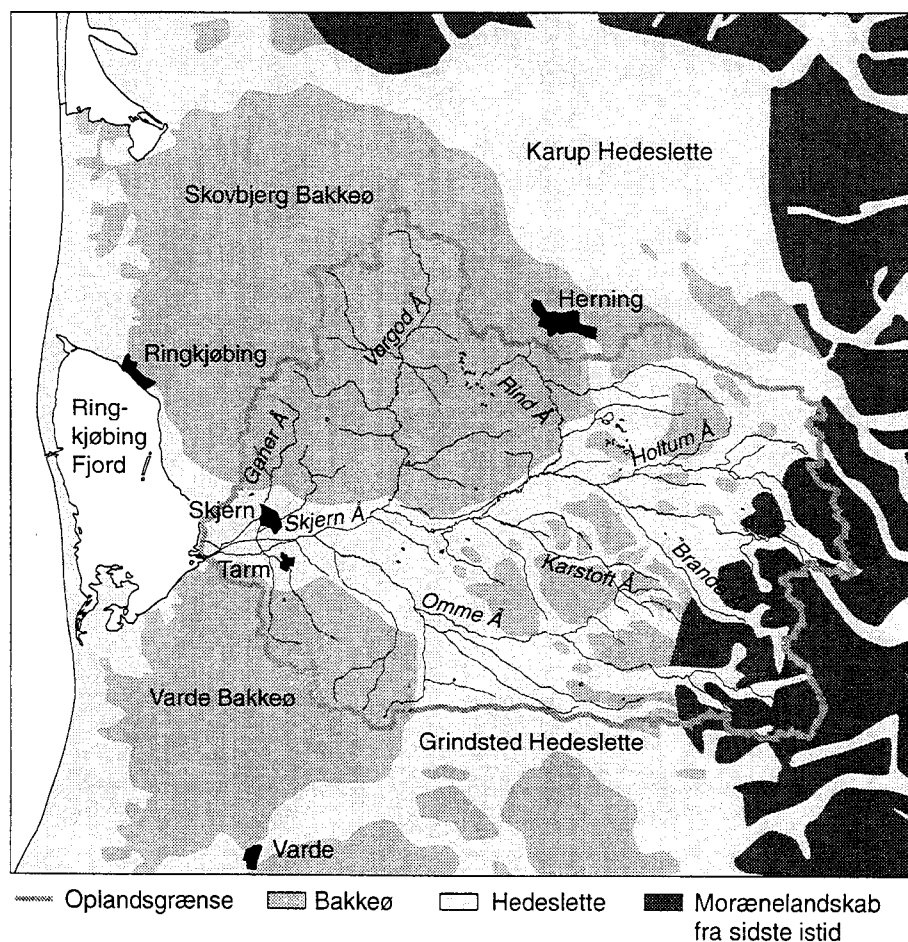
Danmarks to største bakkeøer, Skovbjerg bakkeø og Varde bakkeø afgrænser Skjern Å-dalen henholdsvis mod nord og mod syd (figur 2.3). Skjern by ligger på kanten til Skovbjerg bakkeø, og Tarm ligger på kanten til Varde bakkeø. Hen over Skovbjerg bakkeø løber Vorgod Å, Rind Å og Ganer Å ned til Skjern Å-dalen, mens Tarm Møllebæk og Tarm Bæk løber fra Varde bakkeø ud i Skjern Å-dalen ved Hestholm.

Hedesletterne

Hedesletterne ligger som udstrakte flader omkring bakkeøerne. De blev dannet ved afstrømning af smeltevand fra ismasserne under den sidste istid. De enorme vandmasser fra isafsmeltningen fandt vej som store og små floder med hyppigt skiftende leje gennem landskabets lave partier og eksisterende dalsystemer. Hedesletterne opstod ved en kombination af aflejring af sand og grus og erosion i morænebakker, hvor disse var i vejen for smeltevandet (Halaburt, 1990).

En stor del af Skjern Å-systemet løber gennem hedeslette-aflejringer, især Skjern Å, Omme Å, Karstoft Å, Brande Å og Holtum Å (figur 2.3).

Figur 2.3. Bakkeøer og smeltevandssletter i Vestjylland omkring Skjern Å-systemet. Delvist efter Smed (1981).

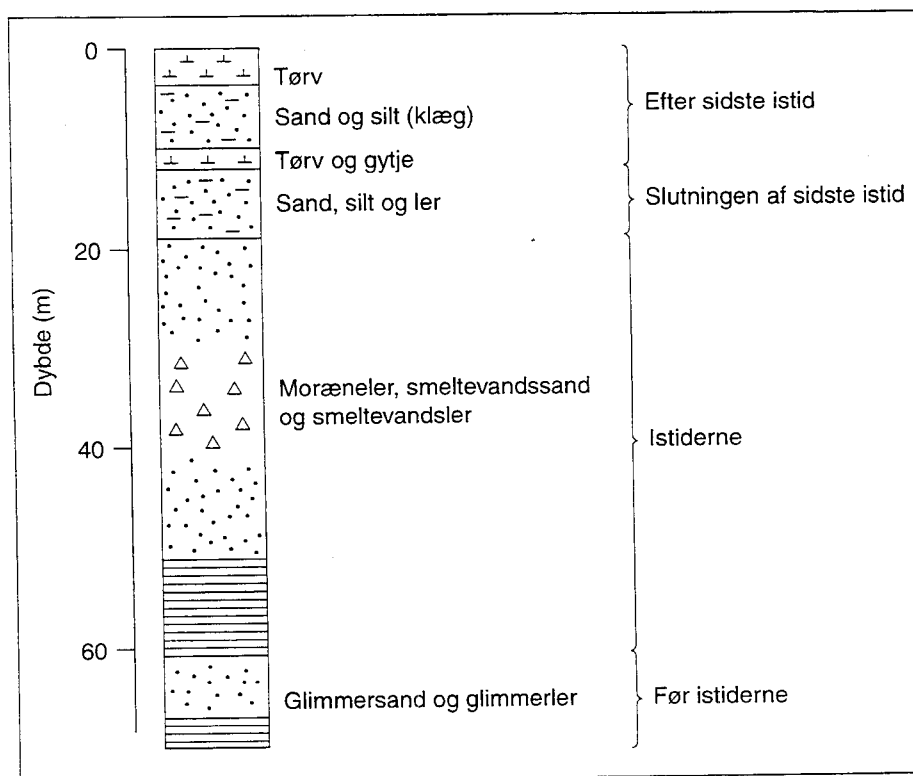


Postglaciale aflejringer

Siden sidste istid er der aflejret nye materialer som kaldes postglaciale aflejringer. Disse findes kun lokalt men er ofte dominerende i lave terrænområder, som moser, enge og marsk. De er udbredte i Skjern Å-dalen.

I det meste af ådalen finder man postglaciale ferskvandssedimenter, ofte med et højt indhold af organisk stof (tørv eller gytje) (Christensen *et al.*, 1975). Dybere nede ligger der lag fra istiderne, typisk med en mægtighed på 30-50 meter. Under disse kommer glimmerholdige lag af sand og ler (se figur 2.4) (Hedeselskabet, 1987a, b).

Figur 2.4. Principskitse for den geologiske opbygning i Skjern Å-dalen. Efter Hedeselskabet (1987a).



Undergrunden

Undergrunden udgøres inden for oplandet stedvist af brunkulsholdige miocæne sedimenter, som har givet anledning til dannelse af sulfider, f.eks. pyrit (Christensen *et al.*, 1975).

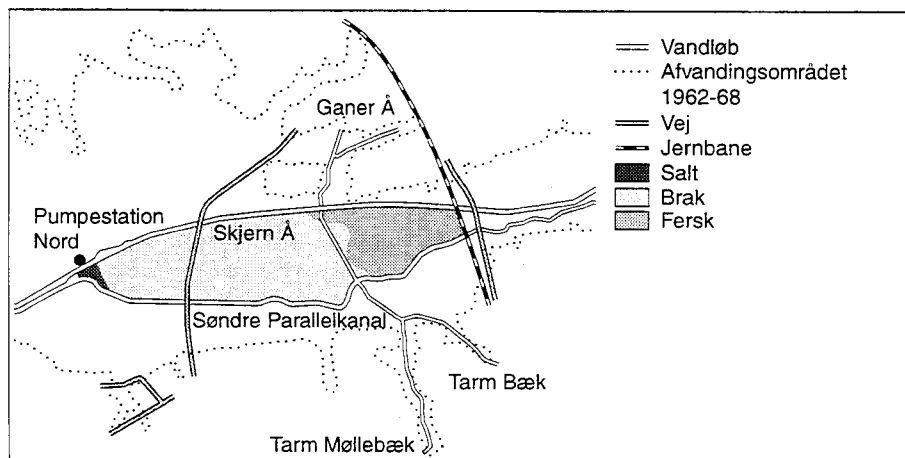
Lavt terræn mod vest

Området vest for Pumpestation Nord (Fuglsand og Polderne) ligger terrænmæssigt meget lavt, typisk i koter mellem 0-60 cm over Dansk Normal Nul. Fuglsand er dannet af aflejret materiale fra Skjern Å i perioden fra ca. 1800-1900, mens polderne samtidig opstod som en række øer (Cowi-Consult, 1987a). Centralt i Hestholm området ligger i dag ligeledes store områder med terræn omkring kote 0 (Cowi, 1996a).

Saltvandspåvirkning

En stor del af området vest for, hvor Ganer Å løber igennem Hestholm, er saltvandspåvirket (figur 2.5). I området omkring pumpestation Nord, og vest herfor, findes marint sand. Øst for pumpestationen finder man marint klæg, som dog mod øst nær Ganer Å afløses mere og mere af ferskvandssand. Området øst for Ganer Å er domineret af ferskvandsaflejringer (Det Danske Hedeselskab, 1945; Hedeselskabet, 1987a, b; Halaburt *et al.*, 1978).

Figur 2.5. Hestholm-området inddelt i tre zoner efter sedimenternes saltindhold. Efter Hedeselskabet (1987a) og Halaburt et al. (1978).



Sedimenternes udbredelse i afvandingsområdet

I området øst for pumpestation Nord findes mange sedimenttyper, tilsyneladende i én forvirret blanding, hvor en type afløser en anden (Halaburt et al., 1978). Optegnelser over sedimenternes udbredelse er vist i figur 2.6 på baggrund af en detaljeret kortlægning fra 1944-45 (Det Danske Hedeselskab, 1945; Hedeselskabet 1987a, b).

Tørv og gytje

Tørvelag og gytje er først og fremmest fundet langs den nuværende Skjern Å fra Lønborg-Skjernvejen omtrent til jernbanen, i Ganer Å-dalen, mellem Kyvling og Tarm Kær, i Damsø-området, i Albæk Enge og i Sønderå-området.

Derudover fandt man aflejringer med omkring 25% organisk stof i store dele af ådalen. Hedeselskabet har betegnet disse som klægjorde, mens Landbrugsministeriet senere har kaldt dem for humusjorde (Landbrugsministeriet, 1973). I den østlige del af ådalen stammer disse aflejringer antageligt fra oversvømmelser fra vandløbene. I Hestholm området består jordbunden næsten udelukkende af klæg, tørv og gytje (figur 2.6).

Sandjorde

Sandjorde udgør en mindre del af ådalen og findes først og fremmest i området vest for pumpestation Nord, langs Søndre Parallelkanal, mellem Kodbøl og Borris, samt i nogle randområder. Ved kortlægningen i 1944-45 fordelte ådalens 4000 ha sig på 33% humusjord, 30% klægjord, 14% sandblandet klæg/tyndt klæglag, samt 23% sand og humus/klægblandet sand (Det Danske Hedeselskab, 1953).

2.3 Jordbund

2.3.1 Jordbundstyper

Jordbundstyper i oplandet

Skjern Å-oplandet er domineret af grovsandet jord. Omkring 70-80% af oplandet består af sandjord, hvoraf langt størstedelen er grovsandet jord. Omkring 15-20 % er lerblandet sandjord, og omkring 4-8% er humusjord (Landbrugsministeriet, 1973). Lerblandet sandjord præger oplandet til Ganer Å.

Udvaskning af kalk og jern

Hedesletten blev dannet af sandede materialer, og da bakkeøerne er relativt gamle, er "den sure front" (det niveau i jorden, hvortil kalken er opløst) nået dybt ned i jorden. Jordens kalk er derved opløst og fjernet. Metaller som mangan og jern er derpå opløst og flyttet enten dybere ned i jorden, eller længere væk og dér udfældet som myremalm. Udfældningen af myremalm er sket i humusrige lavninger, langs vandløbene eller i kontaktzonen mellem ferskvand og marint vand (Christensen et al., 1975).

De sure sandjorde

I dag er oplandet domineret af podsol-jorde. Det er sandede, sure jorde, hvori jern og aluminium har bevæget sig fra jordens øvre dele til dens nedre dele, hvor der er udviklet en ofte hård jordbundshorisont, det såkaldte "al-lag". Podsol-jorde udgør omtrent 80-85% af Skjern Å-oplandet (Breuning-Madsen & Jensen, 1992). De resterende ca. 15-20% af oplandets jorde er ikke-podsolerede sandjorde, jorde med lernedvaskning samt vådbunds-jorde præget af høj grundvandsstand eller et tykt tørvelag.

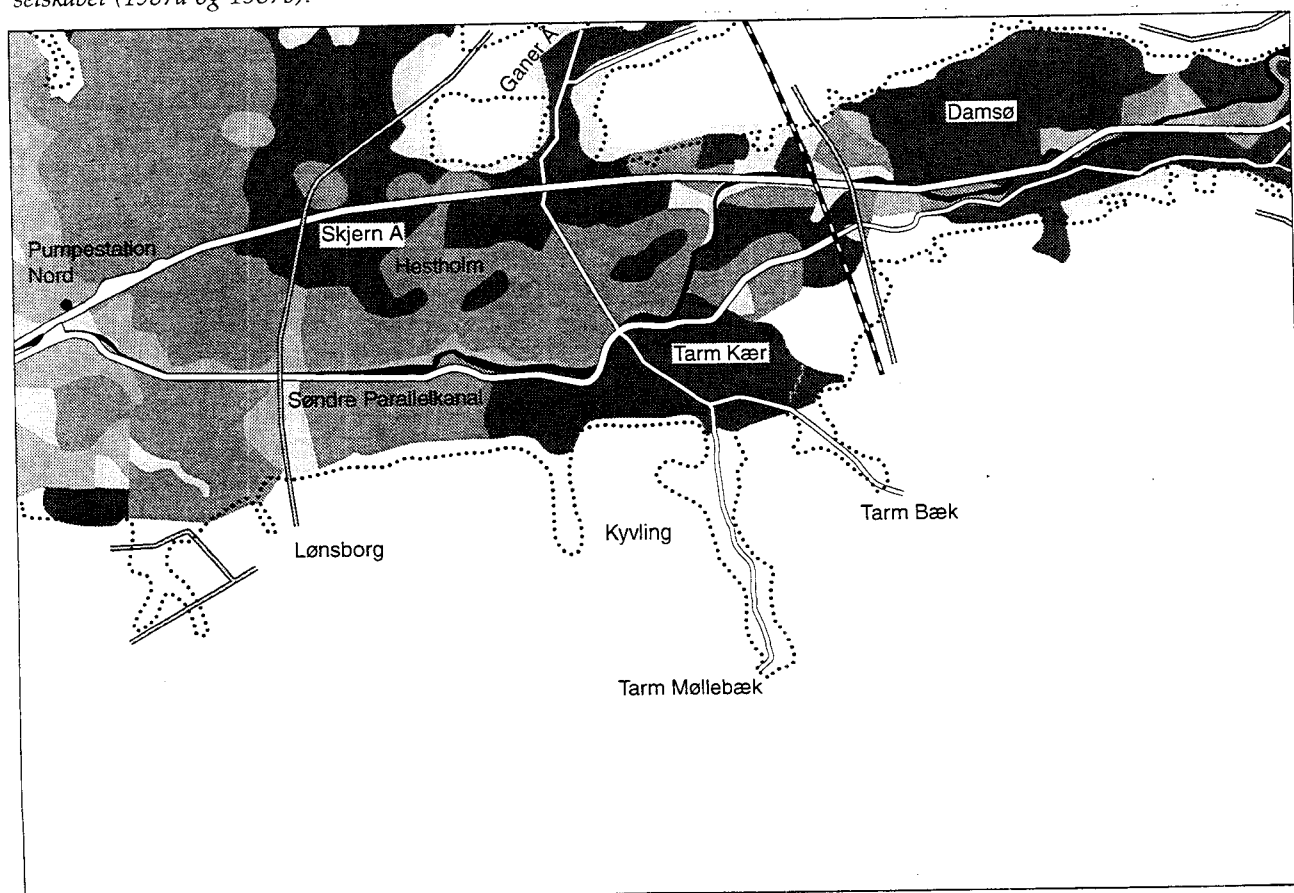
I selve Skjern Å-dalen optræder som nævnt hyppigt organiske jorde, mens sandjorde her er mindre dominerende (figur 2.6). De organiske jordlags tykkelse er dog mindsket, siden Hedeselskabet i 1944-45 og i 1955-56 udførte de boringer, der ligger til grund for figur 2.6.

Overfladen har sænket sig

Figur 2.6. Sedimenter i den nedre del af Skjern Å-dalen vest for Borris. Efter Hedeselskabet (1987a og 1987b).

2.3.2 Terrænsænkning i ådalen

Før afvandingen af Skjern Å-dalen stod grundvandet ofte helt op til terrænoverfladen, og i vinterhalvåret var store arealer vanddækkede. Ved grundvandssænkningen, der blev gennemført med afvandingen i 1960'erne, fik luften adgang til de jordlag, der havde været vandmæt-



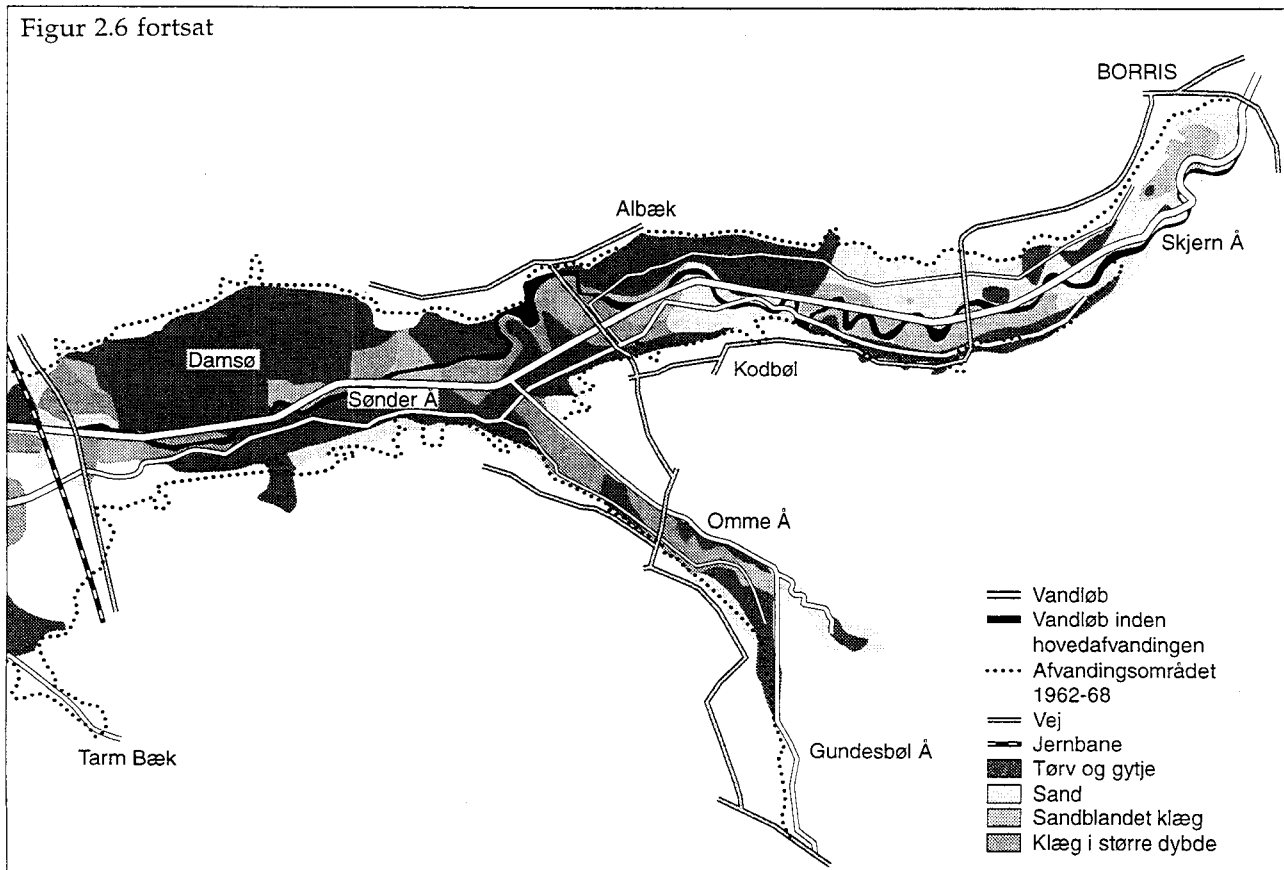
tede. Det satte gang i en række fysiske og kemiske processer, som bl.a. har fået overfladen til at sænke sig (Halaburt, 1990).

Sænkes grundvandstanden i relativt ny-aflejrede sedimenter fjernes partiklernes opdrift, hvilket betyder, at de øverste jordlag synker sammen. Overfladen kommer hermed til at ligge lavere end før, og jorden bliver gennemsat af sprækker, som giver god lufttilgang til de dybereliggende dele af jorden, som ligger under pløjelaget. Samtidig bliver organisk stof iltet, hvilket medfører, at noget omdannes til mere nedbrudte humusforbindelser og andet forsvinder som luftarter (Halaburt, 1990). Disse processer har siden afvandingen været aktive i Skjern Å-dalen og har fået overfladen til at sænke sig, især i organiske aflejringer som tørv og gytje. Kørsel med tunge landbrugsredskaber har yderligere medvirket til sætninger, især på de organiskholdige jorde.

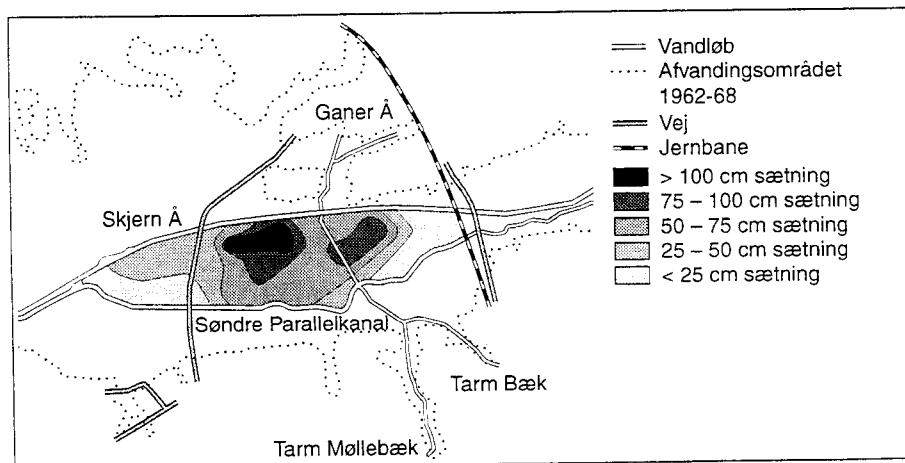
Størst sætninger i organiske aflejringer

Sætningerne i ådalen er størst de steder, hvor tykkelsen af det organiske materiale har været størst. Således er jorden i den centrale del af Hestholm fra hovedafvandingen frem til 1987 sunket med omkring 100 cm (figur 2.7). Fra den centrale del af Hestholm aftager sætningerne gradvist mod øst og vest, hvorimod der også er sket store sætninger nordvest for det centrale Hestholm, vest for Hedeby (se figur 1.2) (Hedeselskabet, 1987a). Indenfor områder med generel store sænkninger findes også mindre sandbanker, hvor der stort set ikke har været sænkninger (Halaburt et al., 1978). Senere opmålinger (1995/96) har vist at sætningerne i de centrale dele af Hestholm er fortsat og nu er i størrelsesordenen 1,5 m (Cowi, 1996a). Der har også været betragtelige sætninger østligere i ådalen, i Damsø-området, Sønderå-området og i Albæk Enge (Hedeselskabet, 1987b).

Figur 2.6 fortsat



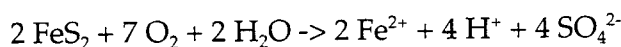
Figur 2.7. Sætninger i Hestholm-området fra 1969 til 1987. Efter *Hedeselskabet* (1987a).



Iltning af jordens pyrit

2.3.3 Okker og pyrit

Afvandingen af Skjern Å-dalen har ud over terrænsænkning haft andre negative konsekvenser, idet pyrit (FeS_2), som naturligt forekommer i ådalen, under iltende forhold kan omdannes til ferrojern (Fe^{2+}), syre (H^+) og sulfat (SO_4^{2-}) ved følgende processer:



Opløst ferrojern vil kunne iltes videre og udfældes som okker ($\text{Fe}(\text{OH})_3$ plus vand), samtidigt med en yderligere produktion af syre. Okkeren udfældes delvist i jordlagene, inden resten med jordvandet og grundvandet når vandløbet, hvorimod sulfaten stort set vil udvaskes i fuldt omfang til vandløbene (*Jacobsen et al., 1992*). En stor del af det opløste jern og okker er dog nået frem til vandløbene i de nedre dele af Skjern Å-systemet, hvilket har haft en negativ effekt på miljøtilstanden, ikke mindst i Ringkjøbing Fjord.

Iltning af pyrit kan også finde sted i nitratholdigt grundvand, hvor nitrat er iltningmiddel og organisk stof energikilde (*Kristiansen et al., 1990*). Endvidere kan jernholdigt grundvand selv føre ferrojern frem til vandløbene.

Okker og sulfats negative effekter

Når det syreholdige jordvand og grundvand når frem til vandløbene sænkes vandets surhedsgrad (se kapitel 5), hvilket kan ændre sammensætningen af bl.a. smådyr og fisk i vandløbene og være en trussel for de fleste arter.

Giftvirkningen fra ferro-jern og sulfat er dog mindst lige så betydelig som den virkning, der skyldes surhedsgraden. Ferro-jernets skadevirkninger skyldes formentligt, at det i sig selv har både en direkte giftvirkning, såvel som at ferro-jern udfældes som okker på vandløbsbunden og på vandløbets planter og dyr (*Skriver, 1984*).

Okkerpartiklerne gør endvidere vandet uklart, så sollyset hindres i at trænge ned på bunden, hvorfor væksten og fotosyntesen af både større planter og alger nedsættes. De mikroskopiske alger, som vokser på vandløbsbunden og planterne, udgør fødegrundlaget for mange smådyr i vandløbene, og de kan således ikke eksistere, når algerne

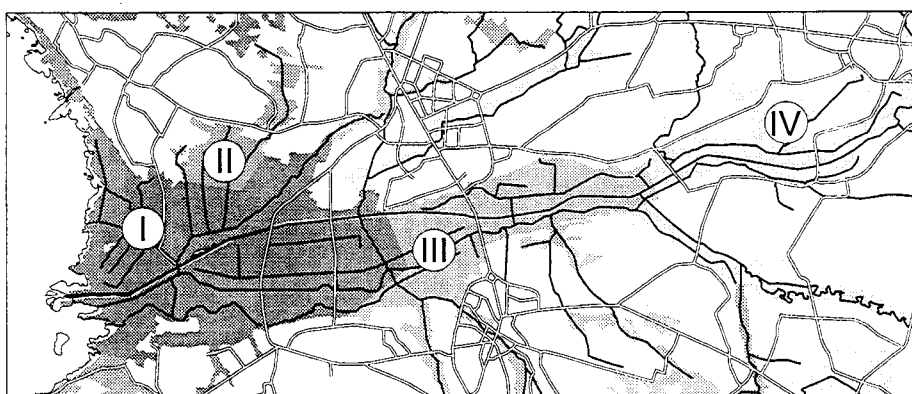
forsvinder. Okkeren udfylder også hulrum mellem sand- og gruspartikler på vandløbets bund, så levesteder for smådyr forsvinder, og ørredens æg og larver hæmmes i deres udvikling, eller i værste fald, at gyde- og vækstområderne ødelægges helt. Okker kan også udfældes direkte på vandløbets smådyr og fisk. Den er særlig skadelig, når den sker på fiskenes gæller og på de organer hos smådyrene, hvor ilten optages. Derved forhindrer okkeren iltoptagelsen, og dyrene bliver kvalt af iltmangel (Kern-Hansen, 1987).

Ferro-jernet volder skader på de biologiske forhold allerede ved en koncentration af ferro-jern på 0,3-0,5 mg l⁻¹ (Skriver, 1984; Geertz-Hansen et al., 1984).

Meget pyrit i Hestholm-området

Skjern Å-dalen indgik i den landsdækkende okkerkortlægning af potentielt svovlsure jorde fra 1981-83 (Madsen et al., 1984). Hestholm-området og vest herfor var potentielt meget svovlsure arealer (figur 2.8). Disse arealer vil, så længe der er ilt i jordlagene, i høj grad kunne afgive ferrojern og sulfat til vandløbene.

Figur 2.8. Potentielt svovlsure lavbundsarealer klassificeret efter hyppigheden af stærkt forsurede lokaliteter. Klasse I: Over 50% potentielt stærkt forsurede jordprofiler. Klasse II: 20-50% potentielt stærkt forsurede jordprofiler. Klasse III: Under 20% potentielt stærkt forsurede jordprofiler. Klasse IV: Ingen potentielt stærkt forsurede jordprofiler. Efter Madsen et al. (1984).



En nærmere undersøgelse fra 1977 konkluderede, at pyritforekomsterne var høje i et midterområde fra pumpestation N til pumpestation M (Halaburt et al., 1978). Dette midterområde svarer til brakvandszonen (figur 2.5), hvor sulfat er tilført fra det marine miljø, og jern med sedimenter fra land-siden, hvorved pyritdannelse har haft optimale betingelser.

Cirka 4% pyrit i jorden i 1977

Jordens pyritindhold var her i gennemsnit fra 2% i 0,25 m's dybde til 6% i 1,5 m's dybde, svarende til, at omkring 200 tons pyrit efter en grundvandssænkning fremover kunne iltes per ha som følge af afvandingen (se kapitel 5.5). Genudfældning af pyrit i et niveau i jorden omkring grundvandsspejlet gør sig dog gældende i midterområdet (Ringkjøbing Amtsråd, 1978). For området øst herfor konkluderedes at jernudvaskningen langt fra var afsluttet. Dette skyldes et højt indhold af jernkarbonat snarere end pyrit (Halaburt et al., 1978). Omkring 50-70% af det frigjorte jern skønnes at blive udfældet igen i jorden som okker, især i ikke stærkt sure jordlag, d.v.s. antageligt mest effektivt i det jernkarbonatholdige område (Ringkjøbing Amtsråd, 1978). I kapitel 5 vises hvordan udviklingen i jernkoncentrationen har udviklet sig i nogle af vandløbene i Skjern Å-systemet.

Fosforgødning

2.3.4 Fosfor

Siden afvandingen i 1960'erne er jorderne i ådalen i forbindelse med landbrugsdrift generelt blevet gødet, bl.a. med fosfor. Ifølge Ravn (1981) er gødskning af lodder og afgrøder foretaget stort set efter jordanalyser og afgrødernes behov, men dog er fosfortildeling ofte sket i den dobbelte mængde. Juel og Larsen (1996) oplyser samstemmende, at jorderne de første år blev tildelt meget store fosformængder, men at der i de sidste ca. 10 år er gødet efter, eller lidt over, normerne, d.v.s. omkring 25 kg P ha⁻¹ år⁻¹.

Fosforindhold i jord

Det gennemsnitlige fosfortal (Pt) for landbrugsjord i Danmark var i 1992 ca. 4,5 mg per 100 g jord (Sibbesen og Runge-Metzger, 1995). Pt angiver den plantemæssigt let tilgængelige fosforpulje i jorden, og det anses for lavt, når det ligger under 2 (Knudsen et al., 1993). Pt medtager kun en mindre del af jordens totale fosforindhold. I Skjern Å-dalens humusjorde er Pt ca. 1-1,5 (rumvægtskorrigeret), mens sandjorde i kanten af ådalen omkring gårdene har Pt omkring 6-7 (Juel og Larsen, 1996).

I tre udvalgte jordprofiler i henholdsvis tørv, klæg og sand i Hestholm området er det totale fosforindhold i de øverste ca. 60 cm omkring 90 mg P per 100 g jord, hvilket er relativt højt (Rauer og Szilas, 1995). Til sammenligning har danske dyrkede mineraljorde ofte værdier omkring 40-60 mg P per 100 g jord (jvf. Madsen og Jensen, 1985).

Fosforudvaskning under laboratorieforsøg

Laboratorieforsøg med vandmætning af tre udvalgte jorde fra ådalen viser, at 10-25% af jordenes indhold af uorganisk fosfor kan afgives til jordvæsken (Rauer og Szilas, 1995). Endvidere blev 28-39% af jordenes jernindhold opløst. Disse niveauer blev opnået i et lukket system efter 31 dages reducerende forhold, med et højt indhold af en letomsættelig energikilde, med en hurtigere vandgennemstrømning og en højere temperatur end under naturlige forhold. Anvendeligheden af disse resultater er derfor stærkt begrænset, når det gælder en forudsigelse af en eventuel fosforudvaskning fra fremtidige vådområder i Skjern Å-dalen. Tværtimod taler de hydrauliske forhold i de planlagte vådbunds- og sømråder imod en væsentlig fosforfrigivelse, hvilket omtales nærmere i kapitel 7.

2.4 Vådområder

Hvad karakteriserer vådområder?

Ved beskrivelsen af vådområder anvendes ofte to vigtige karakteristiske forhold: de hydrologiske og de vegetationsmæssige. Jordbunden vil være vandmættet i vådområder en stor del af året, men særlig i sommerperioden kan der opstå situationer, hvor grundvandspejlet står relativt lavt. Desuden har vådområdenes planter, som vedplanter, urter og mosser, deres stængler og skud over jord- eller vandoverfladen.

Mange navne for vådområder

I Skjern Å-systemet er der gennem tiden anvendt mange betegnelser for vådområder, f.eks. eng, kær, permanent vanddækket areal med ringe dybde, rørsump osv. Nogle af betegnelserne knytter sig til

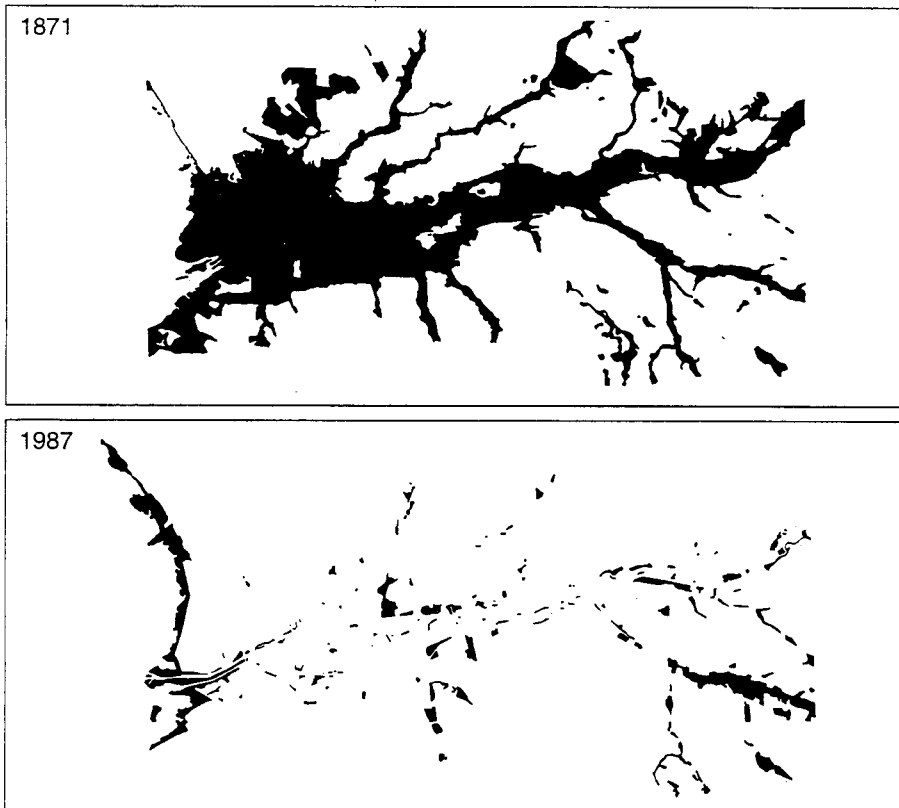
vådområdets eksisterende vegetation, mens andre betegnelser som f.eks. kær i videste forstand blot er en meget fugtig eng. Det betyder, at engene i dette tilfælde grupperes efter fugtighedsforholdene, fra tørre til fugtige enge. Samtidig opdeles engene efter næringsstofforholdene, fra fattig til rig. Kærene kan også henføres til moserne, der er vådområder, hvor jordbunden har et højt organisk indhold. Den organiske jord opbygges, fordi nedbrydningen af døde plantedele sker langsomt under de vandmættede forhold.

I dag ca. 430 ha vådområder i afvandsområdet

I den del af Skjern Å-systemet der blev berørt af hovedafvandingen, eksisterer der i dag ca. 430 ha vådområder (*Hedeselskabet og Cowi Consult, 1988*). Heraf karakteriseres en fjerdedel som enge med en relativ lav grundvandsstand og halvdelen som permanent vanddækkede arealer, dog med en vandstand på under en halv meter. I den resterende del af arealerne står grundvandet nær jordoverfladen, og der forekommer kær og rørsump.

I forbindelse med Ringkjøbing Amtskommunes naturtyperegistrering er der kortlagt 56 fugtigbundsområder og 35 afskårne å-slynger indenfor den del af ådalen, hvor naturprojektet skal gennemføres (jvf. afsnit 3.6) (*Ringkjøbing Amtskommune, 1995b*).

Før hovedafvandingen var udbredelsen af vådområder betydeligt større end i dag, idet ca. 4000 ha eng, kær og rørsump blev afvandet som følge af indgrebet (figur 2.9). Sandsynligvis har vådområderne haft endnu større udbredelse i forrige århundrede. Omkring århundredeskiftet blev der således i forbindelse med de første udretninger af den nederste del af Skjern Å etableret sommerdiger (*Hersbøll, 1968*). Dette kan have medført, at en del engarealer allerede dengang ændredes til en mere tør tilstand, fordi digerne, i hvert fald i sommerperioden, til en vis grad hindrede oversvømmelse med åvand.



Figur 2.9. Enge og sumpområder i 1871 og 1987. Efter Skjern Å-arbejdsgruppen (1988).

2.5 Grundvand

Jern i grundvandet

De grundvandskemiske forhold i Skjern Å-området blev i 1975 beskrevet ved hjælp af data fra grundvandsboringer (Christensen et al., 1975). Generelt er grundvandet i oplandet fattigt på opløste stoffer og kan derfor betegnes som "blødt vand". Hovedparten af analyserne viste en hårdhed på under 8°, hvilket som tidligere nævnt hænger sammen med at jorden er sandet og udvasket for kalk. Der er nemlig normalt ikke mulighed for, at det nedsivende vands CO₂ (kultveilte) kan neutraliseres fuldt ud. Derfor er pH i grundvandet faldet til mellem 5 og 7. Som hovedregel sker der en opløsning af jern under vandmættede forhold i jorden, og et jernindhold på 1-3 mg l⁻¹ er således typisk i grundvandet. Indholdet af sulfat i grundvandsboringer i oplandet varierede stærkt.

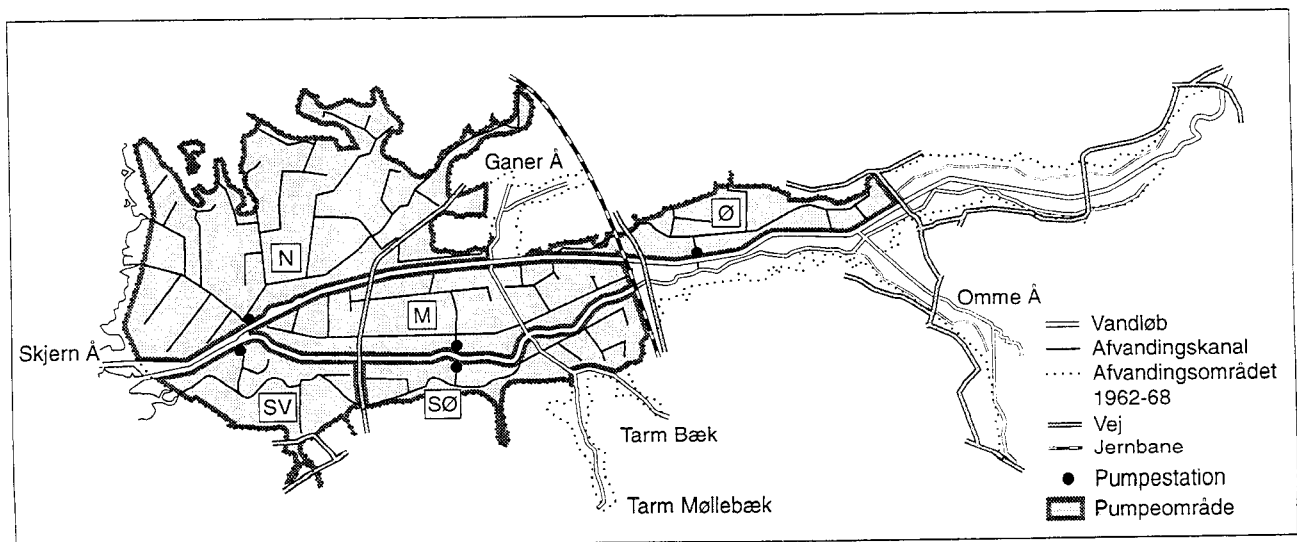
Den naturlige kemiske forvitring i hele Skjern Å-området medfører en jern-belastning af grundvandet, som på et tidspunkt når frem til vandløbene. Derudover sker der en jerntilførsel med vand fra et større antal nedlagte brunkulslejer i oplandet, samt fra afvanding af landbrugsarealer som f.eks. selve Skjern Å-dalen. I begge de sidstnævnte tilfælde skyldes belastningen iltning af pyritforekomster (Ringkjøbing Amtsråd, 1978).

Brunkulslejerne

I mange af brunkulslejerne har de opgravede jordlag, der udsættes for iltning, dog været helt eller næsten fri for pyrit. Brunkulslejet i Haunstrup er derimod et eksempel på et område, som er stærkt præget af pyritholdige jordlag. Jernkoncentrationer omkring 10 mg l⁻¹ i grundvandet har her været almindeligt, men kalkning har dog haft en positiv effekt (Ringkjøbing Amtsråd, 1978). De fleste brunkulslejer har en lokal effekt og bidrager kun i ringe omfang til den jerntransport, som når ud i Ringkjøbing Fjord (Hasholt og Jacobsen, 1977).

Figur 2.10. Afvandingskanaler og pumpeområder med tilhørende pumpestation. Størrelsen af pumpeområder er angivet i tabel 2.4. Efter Halaburt et al. (1978) og Cowi (1996b).

I Skjern Å-dalen fandt man i 1978 at pyritforvitringen prægede kvaliteten af det øvre grundvand i området mellem pumpestation Nord og Midt (figur 2.10), hvor det øvre grundvand var surt med pH-værdier under 5. I området øst herfor havde grundvandet også store mængder ferrojern, men derimod ikke så store sulfatkoncentrationer og så lav pH (Halaburt et al., 1978).



Afvandingskanalerne har sænket grundvandsstanden

Kun en lille del af Skjern Å-dalen er drænet ved rør eller grøfter. Afvandingen sker for en stor del gennem de større afvandingskanaler (figur 2.10). Grundvandsstanden varierer gennem året, på udvalgte lokaliteter er den mellem 30 og 120 cm under terræn. Ved projekteringen af afvandingsprojektet i 1960'erne tilstræbtes en grundvandsstand på 1 meter under terræn, og et generelt fald på grundvandspejlet mod vandløbet og kysten på 2 promille (Halaburt et al., 1978).

2.6 Arealanvendelse

Landbrug dominerer i Skjern Å-oplandet

Omkring 3/4 af oplandet til Skjern Å-systemet udnyttes landbrugsmæssigt, især som landbrugsjord i omdrift, men også som græsmarker og mindre dyrkede arealer af forskellig type. Nåleskov dækker omkring 11% af oplandet, mens ferske enge blot udgør ca. 1% (tabel 2.2).

Landbrug i ådalen

I Skjern Å-dalen gav hovedafvandingen mulighed for en ændret arealudnyttelse. Før hovedafvandingen lå arealerne i ådalen hovedsageligt hen som eng og rørsump. Engene blev hovedsageligt anvendt til høslet, og i mindre omfang til græsning, mens rørsump-arealerne var uden landbrugsmæssig interesse. Delvist dyrkede arealer udgjorde mindre end 1/5 af ådalen (Hedeselskabet 1987a, b).

Tabel 2.2. Arealanvendelse i det samlede opland til Skjern Å-systemet (data fra Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealanvendelse og EU/CORINE), baseret på opgørelser i begyndelse af 1990'erne. "Dyrket land" omfatter primært landbrugsjord i omdrift og græsmarker, mens "blandet landbrug og natur" består af landbrugsområder med et stort indslag af mindre naturområder.

Arealtype	Procent af Skjern Å-oplandet	Areal (km ²)
Åben bebyggelse og byer	1,7	42
Dyrket land	68,0	1695
Blandet landbrug og natur	12,2	303
Skov og krat	13,6	339
Hede	2,5	62
Eng, mose, sø	1,6	40
Andet	0,4	10
I alt	100,0	2490

Efter hovedafvandingen kunne ådalen i langt højere grad udnyttes landbrugsmæssigt. I 1987 blev langt den største del anvendt til mark og græs i omdrift (tabel 2.3).

Tabel 2.3. Arealanvendelse i Skjern Å-dalen, vest for Borris 1987 i et område på 20,5 km², hvilket omtrent er identisk med de arealer, som med naturgenopretningsprojektet bliver omdannet til naturlige enge og vådområder (Hedeselskabet, 1987a, b).

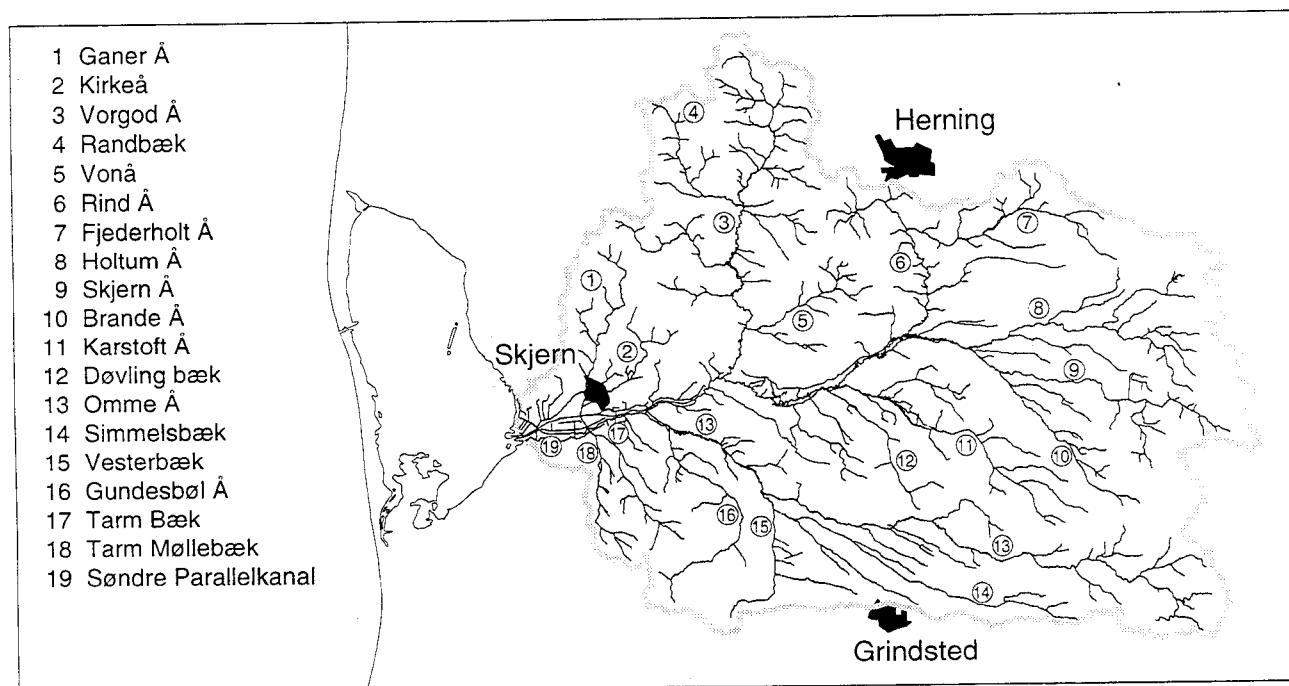
Arealtype	Hestholm		Skjern Å, Borris-Hestholm		Omme Å/Gundesbøl Å	
	%	km ²	%	km ²	%	km ²
Mark og græs i omdrift	87	6,3	72	8,2	70	1,3
Eng (vedvarende græs)	0	0,0	6	0,7	14	0,3
Skov og krat	1	0,0	6	0,7	3	0,1
Rørsump, vandløb, diger	12	0,9	16	1,8	13	0,2
I alt	100	7,2	100	11,4	100	1,9

2.7 Skjern Å-systemet vandløb

2.7.1 Vandløbene

Vandløbssystemet

Skjern Å har sit udspring ved Tinnet Krat, ca. 6 km syd for Nr. Snede, hvorfra den fortsætter mod vest gennem Midtjylland til Ringkjøbing Fjord. Undervejs løber en række vandløb til. De vigtigste er Brande Å, Holtum Å, Rind Å, Karstoft Å, Vorgod Å og Omme Å (figur 2.11).



Figur 2.11. Skjern Å-systemet med oplandsgrænse og større vandløb. Oplandets samlede størrelse er ca. 2490 km², jvf. bilag 2.

2.7.2 Vandløbene i den nedre del af ådalen

I den nedre del af ådalen løber Skjern Å og Søndre Parallelkanal hver for sig ud i fjorden (figur 1.2). Skjern Å løber inddiget i et niveau over terræn. Søndre Parallelkanal optager Tarm Bæk og Tarm Møllebæk efter deres sammenløb, samt den nordfra kommende Ganer Å, der efter sammenløbet med Kirke Å i Skjern By er ført under Skjern Å. Et system af landkanaler fører vand fra ådalens arealer ud i Søndre Parallelkanal, i de fleste tilfælde ved hjælp af kunstig afvanding fra pumpestationer (figur 2.10) (Venov, 1981). Størrelsen af pumpeområderne er angivet i tabel 2.4.

Tabel 2.4. Størrelse af pumpede arealer i Skjern Å-dalen baseret på Afvandingskommissionen (1974). Det samlede pumpede areal i Lønborg-Kyvling landvindingslag er 7,13 km², og fordelingen på henholdsvis pumpestation SV og SØ er baseret på en nyere kort-optegning (Cowi, 1996b). Bemærk at arealangivelsen omfatter de pumpede områder alene og dermed ikke giver størrelsen af grundvandsoplandet til de enkelt pumpestationer. I varierende grad må disse, undtaget pumpestation M, påregnes at modtage grundvandsbidrag fra et bagved liggende topografisk opland. Arealerne er desuden eksklusive vandløb m.m. Se også figur 2.10.

Landindvindingslag	Pumpestation	Pumpet areal (km ²)
Stauning-Ganer	N	13,94
Hestholm	M	6,57
Damsø	Ø	3,66
Lønborg-Kyvling	SV	3,49
Lønborg-Kyvling	SØ	3,64

Tabel 2.5. Længde af vandløb i Skjern Å-systemet, opdelt på hovedtilløb til Skjern Å og Søndre Parallelkanal (tal fra GEUS' vandløbsdatabase digitaliseret på grundlag af 4 cm kort).

Vandløbsnavn	Længde af vandløbet (km)	Længde af vandløbet og dets tilløb (km)
Vorgod Å	52	266
Rind Å	28	146
Holtum Å	31	102
Brande Å	21	50
Karstoft Å	38	111
Omme Å	82	430
Tarm Bæk	14	60
Ganer Å	23	70
Søndre Parallelkanal	20	238
Skjern Å	93	1288
Skjern Å-systemet (inkl. Søndre Parallelkanal)	1526	1526

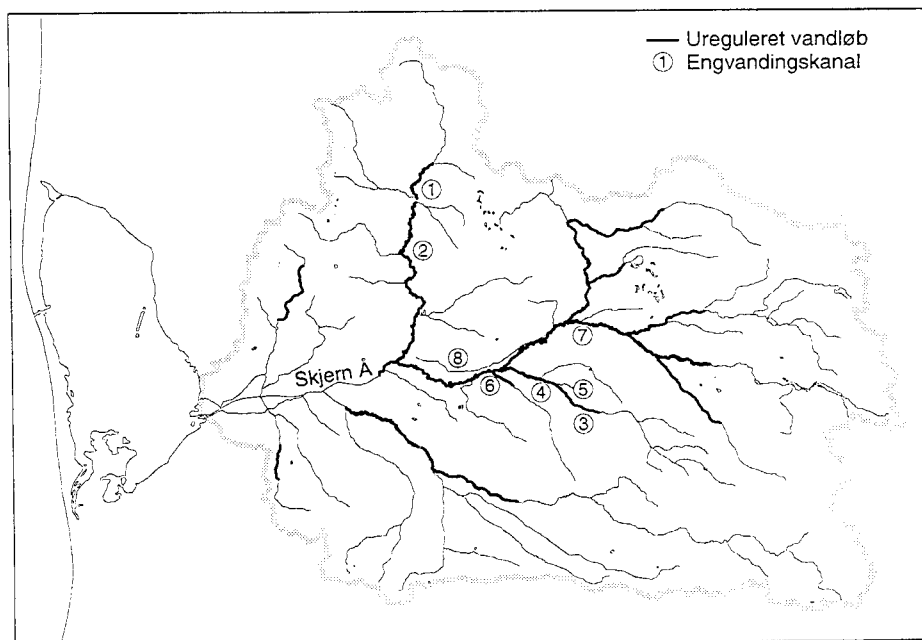
Vandløbene varierer meget fra de små vandløb og grøfter til hovedløbet mange kilometer nedstrøms. I Skjern Å-systemet er der godt 1500 km vandløb, som fordeler sig på Skjern Å's og Søndre Parallelkanal's større hovedtilløb som vist i tabel 2.5. Vandløbene vil, med hovedvægt på den nedre del af vandløbssystemet, blive beskrevet nærmere med hensyn til fysiske dimensioner, vandkemi og biologi i de efterfølgende kapitler. Bilag 2 giver størrelsen af oplande for de

benyttede målestationer i å-systemet, således som de defineres og anvendes af Danmarks Miljøundersøgelser i denne rapport.

2.7.3 Spærringer

Trods kulturpåvirkning findes i Skjern Å-systemet en af de længste samlede uregulerede vandløbsstrækninger i Danmark. Store dele af hovedløb og hovedtilløb er stort set uregulerede, mens en stor del af de mindre tilløb er regulerede (figur 2.12).

Figur 2.12 Udstrækningen af sammenhængende uregulerede vandløbsstrækninger i Skjern Å-systemet og af væsentligste gamle engvandingskanaler, som helt eller delvist er i funktion i Ringkjøbing Amt. 1-8: Engvandingskanaler (se tekst). Efter Miljøministeriet (1994) og Ringkjøbing Amtskommune (1996b).



Mange spærringer er allerede fjernet

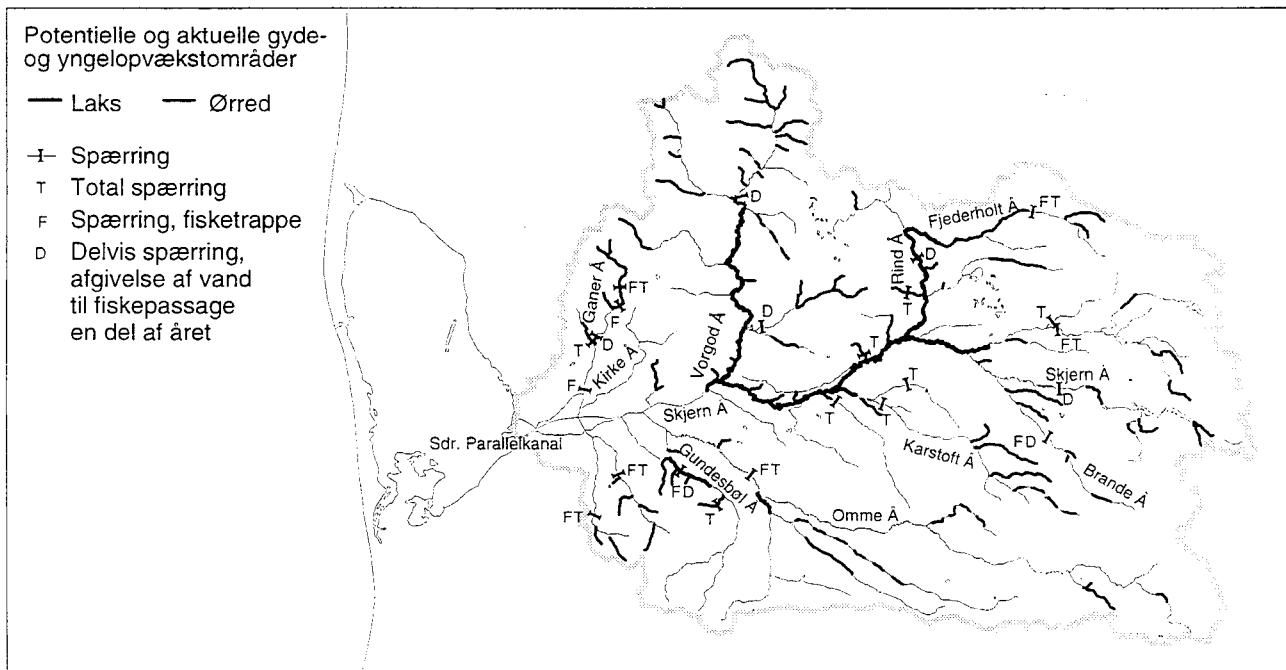
Af i alt 332 spærringer optalt i Skjern Å-systemet i 1982 er der i dag ca. 130 tilbage, som bør gøres passable. Spærringerne hindrer laksefiskene ørred, stalling og helt i at nå frem til gyde- og yngelopvækstområderne længere opstrøms i vandløbssystemet (Miljøministeriet, 1994; Ringkjøbing Amtskommune, 1996b).

Spærrings-typer

Figur 2.13 viser forskellige spærrings-typer i Skjern Å-systemet, hvor kun den første spærring (den som ligger længst nedstrøms) i hvert vandløb er angivet. Total-spærringer er spærringer uden fisketrappe, eller spærringer med en fisketrappe, som vurderes ikke at virke. Delvise spærringer er spærringer, hvor fiskene kan passere en del af året, - herunder dambrug, som skaber "døde å-strækninger". I alt er der ca. 400 km fiskevands-målsatte vandløbsstrækninger opstrøms total-spærringer, og yderligere ca. 600 km fiskevands-målsatte vandløbsstrækninger opstrøms delvise spærringer (Ringkjøbing Amtskommune, 1996b).

Laks kan stort set passere alle steder

For laks er der stort set fri passage til alle de strækninger, der kan være interessante for laks, idet laksen er en stærk fisk, der kan passere selv høje spærringer. Total-spærringer har derimod væsentlig betydning for begrænsningen af ørred (havørred), også hvor spærringer forekommer i de små vandløb. Spærringer i store vandløb har betydning for en stor del af den øvrige fiskefauna (Ringkjøbing Amtskommune, 1996b).



Figur 2.13 Første nedstrøms spærring i hvert vandløb i Skjern Å-systemet (Ringkjøbing Amtskommune, 1996b). Desuden er vist potentielle gyde- og opvækstområder for laks og havørred samt kendte velfungerende gydevandløb for ørred (Miljøministeriet, 1994).

Kodbølstyrtet

Kodbølstyrtet i den nedre del af Skjern Å kan tillige opfattes som en delvis spærring, der ikke, eller kun i begrænset omfang, lader helten (en laksefisk) passere og dermed begrænser den i at nå frem til sine gydeområder i Skjern Å-systemet (Miljøministeriet, 1994).

Opstemninger

Antallet af opstemninger i forbindelse med dambrug i Skjern Å-systemet var 91 i 1988, hvoraf 50 lå i Ringkjøbing Amtskommune, 31 i Vejle Amt, og 10 i Ribe Amt (Ringkjøbing Amtskommune, 1988a). Antallet af opstemninger ved dambrug er i dag reduceret til ca. 80 (Ringkjøbing Amtskommune, 1996b). Antallet af dambrug ligger dog noget højere, da det ikke er ualmindeligt, at flere dambrug har fælles stemmeværk.

Døde å-strækninger ved dambrug

2.7.4 Dambrug og tidligere engvandingskanaler

I 1987 blev længden af døde å-strækninger opgjort til i alt 57,6 km, som siden er reduceret til mellem 50 og 55 km (Ringkjøbing Amtskommune, 1996b). Døde å-strækninger forekommer primært i forbindelse med vandindtag til dambrug og ved gamle engvandingskanaler, som i dag forsyner dambrug med vand (Miljøministeriet, 1994).

Engvandingskanaler

En del gamle engvandingskanaler er helt eller delvist i brug i dag. I Ringkjøbing Amtskommune anvendes de, bortset fra Skjern Å Nørrekanal (Store Skjern Å kanal), udelukkende som fødekanaler til dambrug (Ringkjøbing Amt, 1996b). Det drejer sig især om følgende kanaler, hvis placering er vist på figur 2.12:

1. Kanal til Abildtrup dambrug,
2. Vium kanal,
3. Haubjerg kanal,
4. Karstoft Sønderkanal,
5. Kanal til Nr. Karstoft Fiskeri,
6. Classonsborg-Borris kanalen,
7. Sandfeld-Hesselvig kanalen,
8. Skjern Å Nørrekanal.

Dambrug

Det samlede antal af dambrug i Skjern Å-systemet er 98. Heraf ligger 67 indenfor Ringkjøbing Amt, 10 indenfor Ribe Amt, og 21 indenfor Vejle Amt (*Ringkjøbing Amtskommune, 1995c; personlig oplysning Leif Lykke Nielsen, Ribe Amt og Paul Landfeldt, Vejle Amt*). Belastningen med kvælstof og fosfor fra dambrug i Skjern Å-systemet er beskrevet i kapitel 5.

3 Skjern Å-oplandets biologi

Hans Ole Hansen og Claus Paludan

Indledning

I de jorde, der støder op til vandløbene, eksisterer der typisk en fugtighedsgradient. Vandløbene afvander jorderne i oplandet, og tættest på vandløbet findes typisk de mest fugtige jorde, der kan være helt vandmættede. Langs fugtighedsgradienten er der stærkt varierende betingelser for plantelivet, idet en af de vigtigste faktorer for planters fordeling netop er fugtighedsforholdene i jorden. Der ses således vidt forskellige tilpasninger hos planter, der vokser under forskellige fugtighedsforhold. Disse forhold har yderligere direkte indflydelse på forekomsten af forskellige dyr. Forekomsten af forskellige plantearter og plantesamfund er således et vigtigt grundlag for et varieret dyreliv.

Ved afvandingen af Skjern Å-dalen var det typisk de lavere liggende arealer i den nedre del af Skjern Å-dalen og de områder, der naturligt havde en høj grundvandsstand, der ændrede karakter. Resultatet var dræned og mere tørre jorde, som dermed blev mere egnede til opdyrkning i form af marker i omdrift, i stedet for enge og kær der indtil da kun kunne udnyttes mindre intensivt, f.eks. til høslet. Det er disse arealer, der direkte vil blive berørt når Skjern Å naturgenoprettes. I de følgende delafsnit er tyngden derfor lagt på en behandling af dyre- og plantelivet i denne del af Skjern Å's opland.

3.1 Fugle

Antallet af arter og individer af fugle kan give vigtige informationer om et områdes miljømæssige tilstand. Der er derfor blevet foretaget optællinger og registreringer af fugle ved Skjern Å igennem hele århundredet.

Fugleundersøgelser i 1980-86 og i 1994

Før afvandingen var Skjern Å-dalen et fugleområde af stor national betydning med store eng-, sump- og rørskovsområder. Afvandingen og skiftet til et intensivt dyrket område ændrede de ornitologiske værdier væsentligt (Nøhr, 1988; Hedegaard-Christensen, 1981). På trods af dette er området dog forblevet et vigtigt fugleområde, idet der stadig er relativt store og uforstyrrede arealer, der desuden støder op til Ringkjøbing Fjord som er udpeget som både Ramsar-område og EU-Fuglebeskyttelsesområde. De nyeste og bedst dokumenterede registreringer fra åens nedre del er foretaget af Nøhr (1988) og senest af Madsen (1996b). Ved begge disse undersøgelser blev der optalt rastende og ynglende eng- og vådområdefugle. Der blev desuden foretaget supplerende optællinger i yngletiden og i træktiden. Nøhrs undersøgelse foregik i perioden 1980-86 (Nøhr, 1988), og Madsens undersøgelse blev gennemført i 1994 (Madsen, 1996b). Undersøgelsen i 1994 blev udført for Skov- og Naturstyrelsen, for at få opdateret den eksisterende viden om fuglelivet før påbegyndelsen af åens genslyngning. I alt blev der registreret 124 fuglearter i området i 1994.

Table 3.1. En række fuglearters forhold ved Skjern Å ifølge Nøhr (1988) og Madsen (1996b).

Lille lappedykker	Specielt i Søndre Parallelkanal er der ifølge Madsen registreret flere rastende fugle, men arten kan være gået tilbage som ynglefugl.
Toppet lappedykker	Er antageligt på tilbagegang som ynglefugl i forhold til perioden 1980-86.
Skarv	Blev første gang set ved å-mundingen i 1978. I 1979 blev skarven fredet, og i perioden 1980-86 var det største registrerede antal ved Skjern Å ca. 80 (i 1983). De første ynglende skarv i fjorden blev observeret i 1991. Siden da har skarven haft en kraftig fremgang, således at der ved undersøgelsen i 1994 blev talt helt op til ca. 600 skarv ved åens udmunding i fjorden.
Rørdrum	Nøhr nævner at den sidste Rørdrum blev hørt i 1973, men Madsen hørte dog en Rørdrum ved Polderne i 1994.
Pibesvane	Området omkring Skjern Å er af international betydning som rastelokalitet. I perioden 1980-86 blev der observeret op til 850 (max. i 1986), mens der i 1994 blev talt op til 550.
Sangsvane	Området betegnes af Nøhr som værende af international betydning som rastelokalitet. I perioden 1980-86 blev der observeret op til 350 sangsvaner (max. i 1986), mens der i 1994 kun blev observeret op til 50 svaner. Hvis dette fald kan tages som en stabil udvikling, har området mistet sin internationale betydning.
Kortnæbbet gås	Området er af international betydning som rastelokalitet. I perioden 1980-86 blev der observeret op til 6000 gæs (max. i 1981), mens der i 1994 blev observeret op til 2300 gæs.
Bramgås	Antallet er gået stærkt frem ifølge Madsen, og der blev observeret op til 1200 i 1994.
Gravand	Bestanden er ifølge Madsen gået tilbage siden perioden 1980-86.
Gråand	Bestanden er ifølge Madsen gået kraftigt tilbage siden perioden 1980-86.
Skeand	Bestanden er ifølge Madsen gået tilbage siden perioden 1980-86.
Blå kærhøg	Å-dalen er ifølge Madsen af lokal betydning som raste- og fødesøgningsplads for overvintrende fugle.
Rørhøg	I 1994 observeredes 3-4 ynglende par.
Musvåge	Der blev i 1994 observeret markant flere musvåger end i perioden 1980-86, og denne fremgang er ifølge Madsen den eneste ændring af rovfuglenes status i forhold til tidligere. Å-dalen er af lokal betydning som raste- og fødesøgningsplads for overvintrende fugle.
Fjeldvåge	Å-dalen er ifølge Madsen af lokal betydning som raste- og fødesøgningsplads for overvintrende fugle.
Fiskeørn	Å-dalen er ifølge Madsen af lokal betydning som raste- og fødesøgningsplads for overvintrende fugle.

Tabel 3.1 (fortsat)

Tårnfalk	Ifølge Madsen er antallet måske steget siden perioden 1980-86. Å-dalen er ifølge Madsen af lokal betydning som raste- og fødesøgningsplads for overvintrende fugle. <i>Hedegaard-Christensen (1981)</i> skriver, at tårnfalken har nydt godt af afvandingen.
Dværgfalk	Å-dalen er ifølge Madsen af lokal betydning som raste- og fødesøgningsplads for overvintrende fugle.
Blishøne	Der er sket en klar tilbagegang siden perioden 1980-86.
Pomeransfugl	Rastepladsen i Skjern Å-dalen er det eneste sted i Nordeuropa, hvor et større antal regelmæssigt ses under forårstrækket. Der er en tendens til, at der bliver færre fugle i området.
Hjejle	Meget varierende tal fra år til år. I perioden 1980-86 blev der observeret op til 5000 hjejler (i 1980). Ifølge Nøhr er området af regional betydning som rasteplads.
Vibe	I 1994 blev der observeret op til 1650 viber. Det kan ikke vurderes om viben er i tilbagegang eller fremgang. Ifølge Nøhr er området af regional betydning som rasteplads.
Brushøne	I perioden 1980-86 blev der kun iagttaget få brushøns. I 1994 blev der set op til 17 høns. Ifølge <i>Hedegaard-Christensen (1981)</i> led brushønsene meget efter afvandingen.
Stor regnsporve	Der blev registreret betydeligt færre i 1994 end i perioden 1980-86.
Stormmåge	Som et nyt fænomen blev der observeret store fødesøgende flokke i 1994.
Gøg	Der var i 1994 pæne bestande af ynglende fugle.
Sanglærke	Ifølge Nøhr er området vigtigt som fødesøgningsområde. I 1994 blev der observeret op til 2300 fugle. Ynglefugl i området med minimum 20 par.
Gul vipstjert	Der var i 1994 pæne bestande af ynglende fugle.
Stær	Ifølge Nøhr er området vigtigt som fødesøgningsområde. I 1994 blev der observeret op til 20000 stær.
Råge	I forhold til perioden 1980-86 er rågen en ny art i området.
Gråkrage	I forhold til perioden 1980-86 er der sket en tilbagegang i bestanden.

Konklusioner fra fugleundersøgelsen fra 1980-86

Nøhr (1988) konkluderede, at den nedre del af åen på trods af en betydelig forringelse af området efter afvandingen, fortsat i 1980-86 havde stor ornitologisk værdi. Han pointerede dengang bl.a.:

- at området til tider husede mere end 1% af den samlede internationale bestand af Pibesvane, Sangsvane og Kortnæbbet gås. Dermed bedømmes lokaliteten som værende af international betydning som rastelokalitet for disse arter,
- at området havde regional betydning som rasteplads for Vibe og Hjejle, samt for fødesøgende småfugle som f.eks. Sanglærke og Stær,
- at området var en god lokalitet for rovfugle som Fjeldvåge, Musvåge, Blå kærhøg, Tårnfalk og Dværgfalk,

- at området var vigtigt for overvintrende småfugle som Bjergirisk, Bjerglærke og Snespurv.

Undersøgelsen i 1994

Tællingerne i 1994 (*Madsen, 1996b*) viser, at ådalens status som rastelokalitet af international betydning for Pibesvane og Kortnæbbet gås er uforandret i forhold til perioden 1980-86. Til gengæld blev der i 1994 kun registreret op til 50 Sangsvaner i området. Denne reduktion kan dog skyldes tilfældigheder.

Områdets betydning som ynglelokalitet for fugle tilknyttet vådområder

Områdets betydning som ynglelokalitet for fugle tilknyttet vådområder bedømmer både Nøhr og Madsen generelt kun som værende af lokal interesse i den nuværende afvandede tilstand. Dog er der fortsat rester af det rige fugleliv, der var før afvandingen. Madsen begrunder en del af fuglearternes tilbagegang med forringede fødesøgningsmuligheder i Ringkjøbing Fjord gennem perioden, samt at jagttrykket kan være for højt eller for forstyrrende. I tabel 3.1 gennemgås på baggrund af Nøhr og Madsens undersøgelser de vigtigste forhold og ændringer for en række fuglearter i området.

Områdets betydning og anbefalinger efter undersøgelsen 1980-86

Nøhr bedømte området vest for hovedvej 11 (se figur 1.2) som værende af størst ornitologisk værdi, specielt på grund af de faste rastelpladser for Pibesvane, Sangsvane og Kortnæbbet gås. I sin rapport giver han endvidere anvisninger på, hvad restaureringen ud fra et ornitologisk synspunkt bør indeholde. Af disse anvisninger kan kort nævnes, at Nøhr anbefaler, at delta-området syd for den Søndre Parallelkanal udlægges til fugtig rørskov, mens området nord for Skjern Å etableres med græsningseng, lavvandede områder og rørskov mod fjorden. Området mellem hovedvejen og delta-området anbefaler Nøhr udlagt med åbent vand, græsningsarealer og våd rørskov/sump. For området øst for hovedvejen anbefaler Nøhr, at de kommende eng- og sumpområder holdes åbne gennem græsning, og at lavere liggende, sumpede arealer kan henligge til en naturlig udvikling mod pilekrat, eller det kan eventuelt beplantes med el.

Fuglene vil drage fordel af naturgenopretningen

Danmark har ved at udpege Ringkjøbing Fjord som et vådområde af international betydning under Ramsarkonventionen forpligtiget sig til at bevare og om muligt forbedre primært vandfuglenes levevilkår i fjorden. Skjern Å er en vigtig del af fjordens opland, og ifølge *Nøhr (1988)* kan der ikke være nogen tvivl om, at genopretningen af Skjern Å-dalen med genskabelsen af å-deltaet og de store sumpede vådområder vil blive en gevinst for de ornitologiske interesser. Madsen bemærker, at så snart der opstår våde områder i perioder med nedbør, viser der sig forskellige arter af vandfugle. Disse observationer tager Madsen som tegn på, at vandfuglene vil vende tilbage til Skjern Å-dalen, når naturgenopretningsprojektet er gennemført. Da det i Ramsar-konventionen specielt nævnes, at der skal tages hensyn til et Ramsar-områdes vandfugle, vil det være denne fuglegruppe, der vil være speciel vigtig at følge i fremtiden.

3.2 Insekter

Beskeden viden om flyvende insekter

Oplysninger om forekomsten af flyvende insekter ved Skjern Å er meget mangelfuld. *Østergaard (1979)* oplister 14 arter af dagsommerfugle observeret i Albæk Mose. Ingen af arterne er medtaget på Bern-konventionens lister.

I forbindelse med vurderinger af insekternes forekomst i og ved åen, er der ved en del undersøgelser blevet fanget såvel voksne flyvende insekter som deres tidligere vandlevende nymfestadier. Specielt er dette sket ved undersøgelser af insektgrupperne døgnfluer og slørvinger, der lever deres første tid i vandløbet (*Jensen, 1951 og 1956; Jensen, 1995a*). På et tidspunkt kravler nymferne op fra vandet og forvandles til voksne insekter. Både til dette formål, og senere som insekternes opholdssted, skjul og fødekilder, er planterne på bredderne af stor betydning for insekterne.

Da det generelt er vandløbets forhold, der er betydende for, om de flyvende stadier af vårfluer, døgnfluer og slørvinger findes ved åen, behandles disses udbredelse nærmere i afsnit 6.2 om bunddyrene i åen.

3.3 Pattedyr

Der foreligger kun et meget sparsomt materiale om forekomsten af pattedyr i og omkring åen. Kun oddernes forekomst er blevet fulgt regelmæssigt.

17 pattedyrsarter observeret i området

Et litteraturstudie udført af *Hansen (1988)* samler 17 arter af pattedyr truffet mere eller mindre sporadisk i Skjern Å-dalen fra 1950'erne til 1987 (tabel 3.2). Studiet bygger dog på meget få kilder, og det kan formodes, at det ikke er en fyldestgørende artsliste, der gives. Således findes der sandsynligvis både flere arter og individer af pattedyr end angivet. I litteraturstudiet indgår en undersøgelse i Albæk Mose, hvor *Østergaard (1979)* registrerede 13 pattedyrarter.

Hansen (1988) konkluderer, at det er de pattedyr, der til en vis grad er blevet begunstiget af afvandingen, der dominerer i området (f.eks. rådyr, ræv og hare), hvorimod pattedyr der i særlig grad er tilknyttet vådområder, er gået tilbage (f.eks. odderen). Også *Søndergård (1981)* nævner, at specielt bestandene af rådyr og harer har nydt godt af afvandingen. *Østergaard (1979)* konkluderede, at med undtagelse af vandrotte ses de øvrige pattedyrarter ret sjældent i Albæk Mose.

Flagermus

Hansen (1988) nævner, at der ikke foreligger nogen oplysninger om forekomst af flagermus i å-dalen, men at å-dalen er en potentiel lokalitet for vandflagermus og damflagermus, hvoraf sidstnævnte er betegnet som akut truet. *Madsen (1996b)* observerede i maj 1994 en jagende flagermus af ukendt art ved et gammelt åløb.

Tabel 3.2. Arter af pattedyr observeret i Skjern Å's opland.

Pindsvin	Fåtallig i Albæk Mose ⁽¹⁾ , ingen oplysninger fra å-dalen
Spidsmus	En død fundet i å-mundingen i 1994 ⁽²⁾
Dværgspidsmus	Fåtallig i Albæk Mose ⁽¹⁾
Muldvarp	Fåtallig i Albæk Mose ⁽¹⁾
Vandflagermus	Ingen oplysninger fra å-dalen, men arten forekommer måske ⁽³⁾
Damflagermus	Ingen oplysninger fra å-dalen, men arten forekommer måske ⁽³⁾ (Rødlisteart)
Hare	Set af og til i Albæk Mose ⁽¹⁾ . Tiltaget efter afvandingen, med en formentlig god bestand efter vestjyske forhold ⁽⁴⁾ . Ofte set af Madsen i 1994 ⁽²⁾
Egern	Spredte ædespor i Albæk Mose ⁽¹⁾ . Hist og her i å-dalen, men formentlig i tilbagegang ⁽⁴⁾
Vandrotte	Almindelig langs Albæk Moses sydlige drænkanal ⁽¹⁾
Markmus	En enkelt fundet død i Albæk Mose ⁽¹⁾ . Findes formentlig i stort tal i hele området
Husmår	Findes sandsynligvis i å-dalen ^(4,5) . Flere nedlagt i Skjern Å's opland i 1980/81 ⁽⁶⁾
Lækat/Hermelin	Truffet i å-dalen i 1970/71 ⁽⁷⁾ . To set i Albæk Mose i 1976/77 ⁽¹⁾ . Tre observeret i 1994 ⁽²⁾
Brud	Truffet i å-dalen i 1970/71 ⁽⁷⁾ , og i Albæk Mose i 1976/77 ⁽¹⁾
Ilder	Registreret i 1969/70 ⁽⁸⁾ . Formentlig stadig en lille bestand ⁽⁴⁾
Mink	Findes, men næppe som etableret bestand i å-dalen ⁽⁴⁾
Odder	Observeret frem til 1991 og igen i 1996. Gik tilbage efter afvandingen, men er nu i fremgang ⁽⁹⁾
Grævling	Set i Albæk Mose ⁽¹⁾ . Flere nedlagt i Skjern Å's opland i 1972/73 ⁽¹⁰⁾ . Aldrig set i det afvandede område ⁽⁴⁾
Ræv	Rimelig ynglebestand jævnt fordelt i å-dalen. Gået frem efter afvandingen ⁽⁴⁾ . Tre beboede grave med unger observeret i 1994 ⁽²⁾
Krondyr	Strejfere fra klitplantager og/eller Borris hede ses jævnligt ⁽⁴⁾
Rådyr	Kom først rigtigt til å-dalen efter afvandingen, men gik så betydeligt frem med en nuværende god fast bestand ⁽⁴⁾

⁽¹⁾: Østergård, 1979; ⁽²⁾: Madsen, 1996b; ⁽³⁾: Degn, i Hansen, 1988; ⁽⁴⁾: Nielsen, i Hansen, 1988; ⁽⁵⁾: Jensen & Jensen, 1970; ⁽⁶⁾: Rasmussen et al., 1986; ⁽⁷⁾: Jensen & Jensen, 1973; ⁽⁸⁾: Jensen & Jensen, 1972; ⁽⁹⁾: Hammershøj et al., 1996; ⁽¹⁰⁾: Asferg et al., 1977.

Odder

Det mest velundersøgte pattedyr i ådalen er odderen. Før afvandingen var bestanden af odder i Skjern Å god, og blev omtalt som "vor fornemste odderlokalitet" (Jensen, 1964). I dag er odderen, på trods af dens totalfredning fra 1967, et af de mest truede pattedyr i Danmark. Odderen forekommer på rødlisten over akut truede dyr, som kræver særlig beskyttelse (Asbirk & Søgaard, 1991).

Odderens krav til levestedet

Oddernes krav til levestedet er masser af fisk, egnede steder til boet, gode yngleområder og muligheder for skjul. Desuden er odderen territoriehævdende og kræver meget plads. Således kan hannens territorium omfatte mere end 10 km vandløb, og endda helt op til 40 km (Søgaard & Madsen, 1996).

Oddere, specielt hunner med unger, foretrækker endvidere mere fredfyldte områder uden for megen menneskelig aktivitet. Madsen (1996a) fandt dog ikke, at menneskelig aktivitet havde nogen signifikant indflydelse på tilstedeværelsen af oddere. Det kan eventuelt skyldes, at odderne generelt er nataktive, og således har en anden døgnrytme end mennesker.

Oddernes krav til levestedet gør den velegnet som en god indikatorart for et godt og varieret vandløbssystem. Findes der således en god odderbestand i et vandløbssystem, opfylder vandløbet mange krav om en varieret natur til gavn for en lang række andre arter af dyr og planter. Man skal dog være opmærksom på, at selv i gode områder vil den naturlige oddertæthed aldrig blive særlig høj på grund af oddernes krav om store territorier.

Oddernes voldsomme tilbagegang på landsplan op til i dag skyldes først og fremmest, at dens naturlige levesteder er blevet ødelagt blandt andet ved regulering og afvandning af vore vandløb og vådområder, som det er sket for Skjern Å.

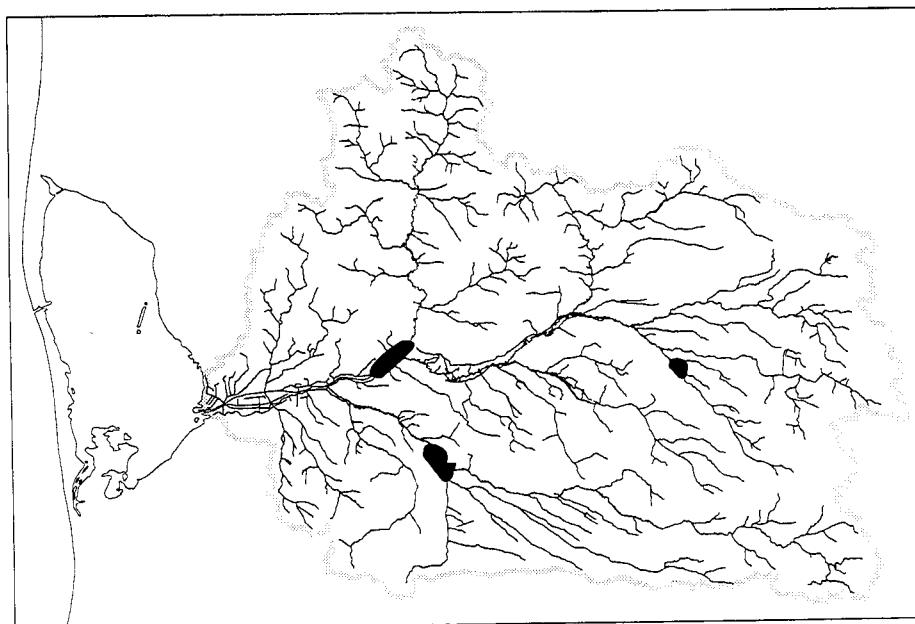
Forekomst af oddere 1979-94

Ved en landsdækkende undersøgelse over forekomsten af oddere udført i 1979/80 blev der i Skjern Å-systemet registreret oddere i områderne vist på figur 3.1 (Schimmer, 1981). Også i 1984-86 blev der ved en ny landsdækkende overvågning fundet spor efter oddere i Skjern Å-systemet, omend kun fåtallige (figur 3.2) (Madsen & Nielsen, 1986). Derimod måtte Madsen et al. (1992) efter endnu en undersøgelse i 1991 konkludere, at odderen tilsyneladende var forsvundet fra Skjern Å-systemet. Det er dog sandsynligt, at der fortsat var i hvert fald enkelte oddere i å-systemet, men at der blot ikke blev fundet spor efter dem ved denne undersøgelse.

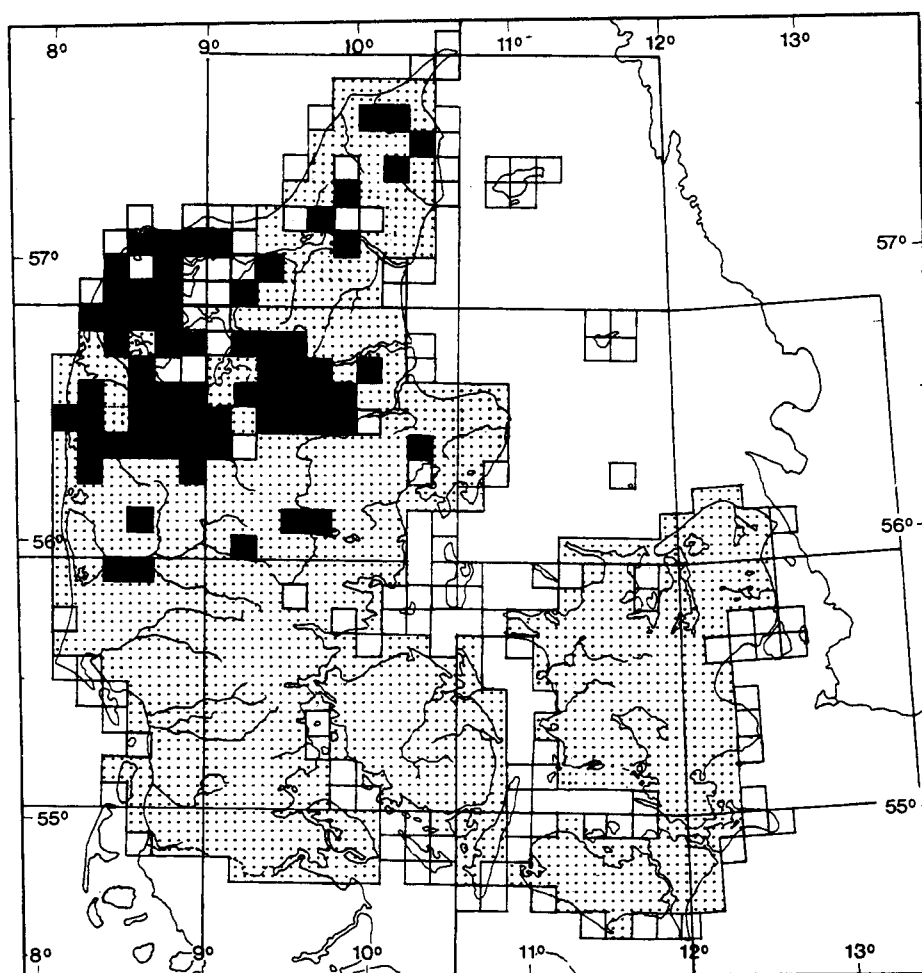
Forekomst af oddere i 1996

Det blev der til gengæld ved den seneste landsdækkende undersøgelse udført i 1996, hvor det atter kunne konkluderes, at odderen var tilbage i store dele af Skjern Å-systemet (figur 3.3) (Hammershøj et al., 1996).

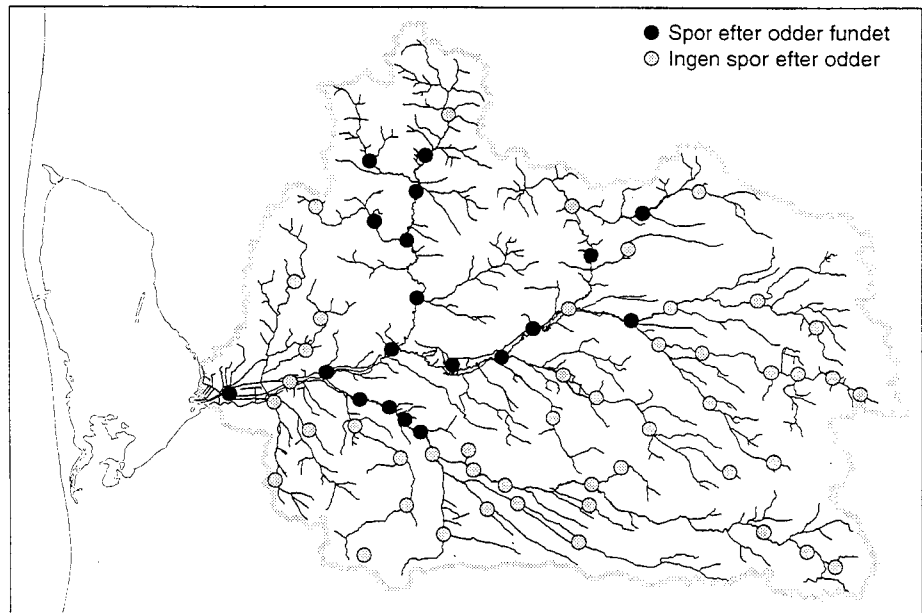
Figur 3.1. Forekomsten af oddere i Skjern Å-systemet ved undersøgelsen i 1979/80. Figuren viser de tre omtrentlige lokaliteter, hvor der blev fundet spor efter oddere (efter Schimmer, 1981).



Figur 3.2. Forekomsten af oddere i Danmark ved undersøgelsen i 1984-86. I de udfyldte 10x10 km kvadrater blev der fundet spor efter odder, men ikke i de prikkede, og de åbne kvadrater blev ikke undersøgt (efter Madsen & Nielsen, 1986):



Figur 3.3. Forekomsten af oddere i Skjern Å-systemet ved undersøgelsen i 1996 (efter Hammershøj et al., 1996). Figuren viser de omtrentlige lokaliteter hvor undersøgelsen er foretaget.



Odderens tilbagegang synes stoppet

Efter undersøgelsen i 1980 blev den danske odderbestand anslået til at være på kun ca. 200 dyr. Ifølge den seneste undersøgelse fra 1996 lader det til, at det er lykkedes at forbedre oddernes levevilkår i Danmark, og antallet anslås nu til at være på ca. 400 individer. *Madsen (1996a)* konkluderer da også, at den drastiske tilbagegang i bestanden siden 1960'erne nu er standset; en tendens der bestemt også lader til at gælde i Skjern Å-systemet.

Særlige bevaringsområder

For at sikre og forbedre vilkårene af en række naturtyper og arter af vilde dyr og planter af europæisk interesse, skal der ifølge et EF-direktiv (*Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992*) oprettes et net af særlige bevaringsområder. I områderne skal der tages et udbredt hensyn til naturtyperne og arterne. Odderen er en af de dyrearter, der indgår i denne plan, og *Søgaard og Madsen (1996)* udpeger på landsplan 20 områder for oddere. Et af disse omfatter Skjern Å, Ringkjøbing Fjord, Omme Å, Gundesbøl Å, Borris Hede, Karstoft Å, Vorgod Å og Rørbæk søerne.

Få undersøgelser af pattedyr

Det meget sparsomme materiale om forekomsten af pattedyr ved Skjern Å afspejler som nævnt næppe den reelle situation fuldstændigt. Mest sandsynligt er det, at der forekommer enkelte flere arter end angivet, og at de enkelte arter findes i noget større tal end det umiddelbart fremgår. Til gengæld er der næppe nogen tvivl om, at de ensartede levesteder der opstod som følge af afvandingen af det tidligere meget varierende område omkring Skjern Å betød, at de fleste pattedyrarters livsvilkår blev væsentligt forringet. Naturgenopretningen af Skjern Å med genskabelsen af de mange forskellige levesteder, forventes at vende dette billede, og dermed betyde en væsentlig forbedring også for pattedyrene.

3.4 Padde og krybdyr

Forekomsten af padde og krybdyr i Skjern Å-dalen er kun dårligt kendt.

Atlasundersøgelsen

I 1976 igangsatte foreningen Natur og Ungdom den landsdækkende Atlasundersøgelse af padde og krybdyr (Fog, 1993), hvorunder et stort antal kvadrater på 5x5 km fordelt over hele landet blev undersøgt for forekomsten af padde og krybdyr i årene 1976-86. Undersøgelsen er dog mange steder relativt sporadisk, og skal tages med et vist forbehold.

8 arter af padde og 5 arter af krybdyr observeret

Ved Atlasundersøgelsen blev der ifølge Fog registreret otte arter af padde i Skjern Å-systemets opland. Fem af arterne blev fundet i den nedre del af åens opland (tabel 3.3 og figur 3.4). Desuden fandt man ved undersøgelsen alle de fem danske arter af krybdyr i Skjern Å-systemets opland og den nedre del af åens opland (tabel 3.4 og figur 3.5).

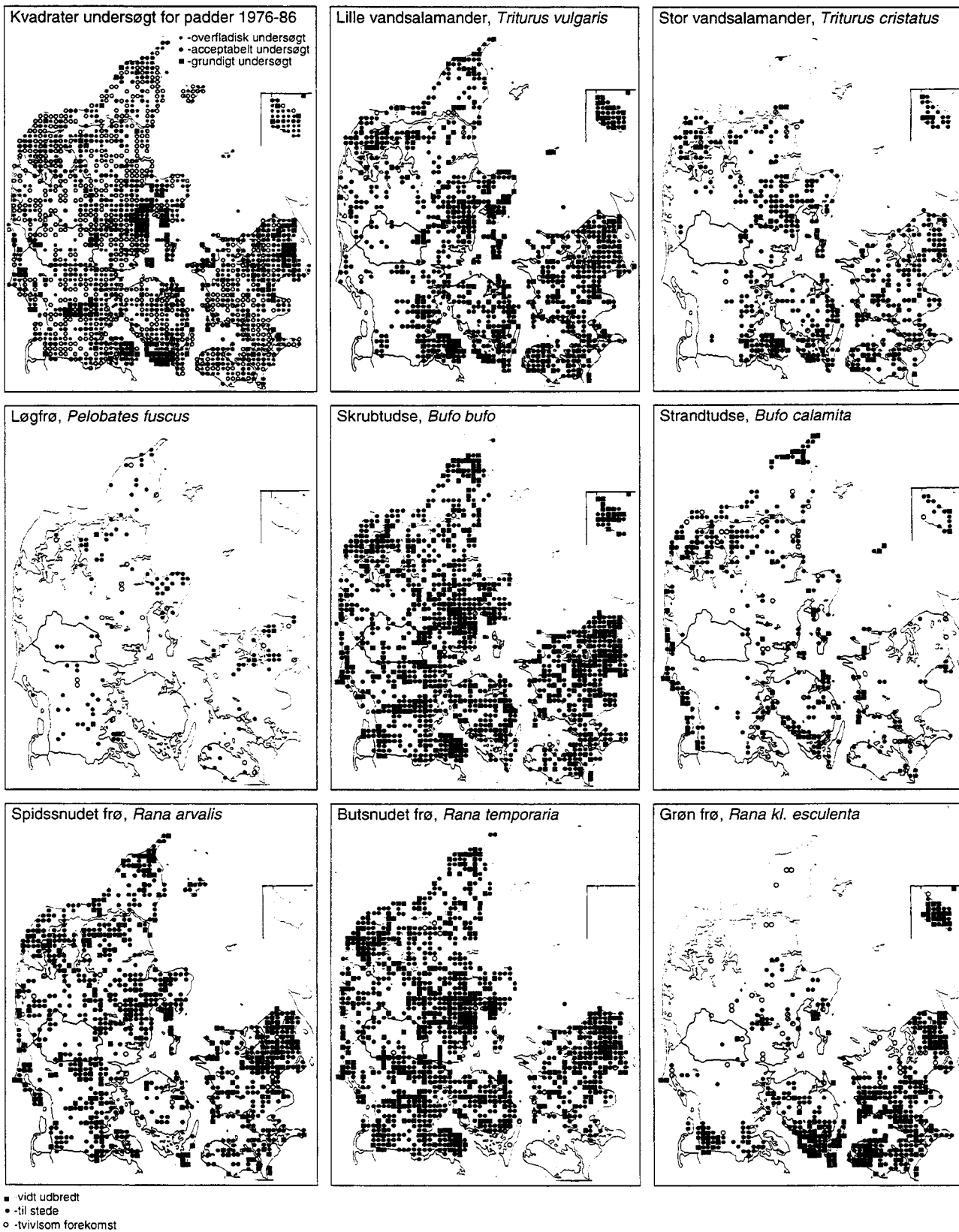
Paddeerne er truet

Alle otte paddearter er nævnt på den danske rødliste som værende hensynskrævende (Asbirk & Søgaard, 1991). Det samme gælder for snogen, der på landsplan har oplevet en stærk tilbagegang i takt med tilbagegangen for dens vigtigste føde, paddeerne.

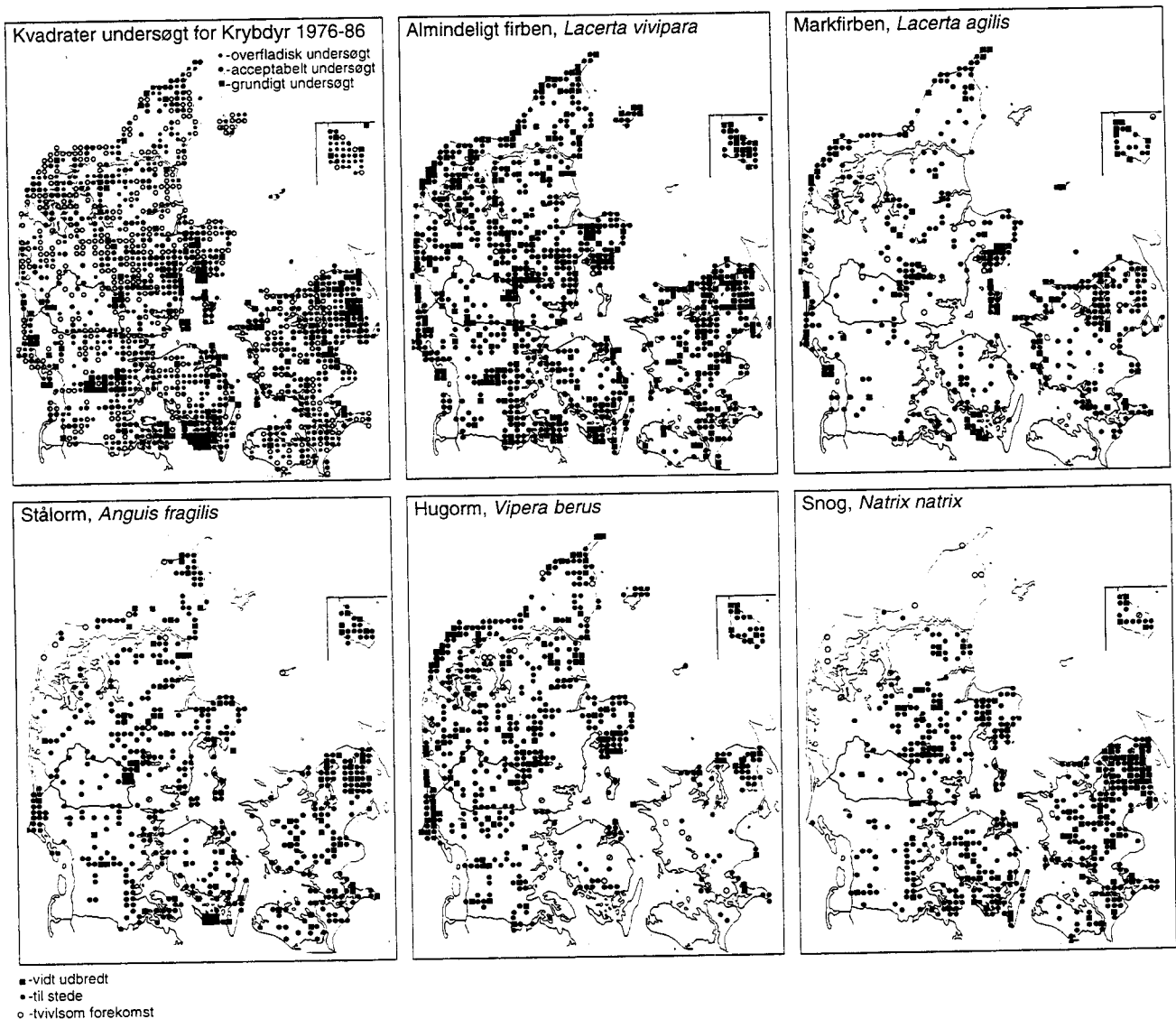
Almindeligt firben, markfirben og hugorm betegnes som værende i moderat tilbagegang, medens der ikke er belæg for, at stålorm skulle være i tilbagegang. Alle padde og krybdyr er fra 1981 beskyttet mod at blive indsamlet eller slået ihjel.

Tabel 3.3. Arter af padde observeret i Skjern Å's opland (efter Fog, 1993). Se også figur 3.4.

Lille vandsalamander	Registreret i å-systemet på flere lokaliteter.
Stor vandsalamander	Fundet i den østlige del af åens opland samt nord for å-mundingen.
Løgfro	Til stede på enkelte lokaliteter i oplandet.
Skrubtudse	Fundet på enkelte lokaliteter i den østlige del af åens opland samt på én lokalitet nord for å-mundingen.
Strandtudse	Fundet på enkelte lokaliteter i den østlige del af åens opland samt på én lokalitet nord for å-mundingen
Spidssnudet fro	Til stede i å-systemet.
Butsnudet fro	Til stede i å-systemet, visse steder vidt udbredt. Almindelig i Albæk Mose (Østergård, 1979).
Grøn fro	Til stede på enkelte lokaliteter i oplandet.



Figur 3.4. Udbredelseskort af de enkelte padder observeret ved Atlas-undersøgelsen 1976-86 (Fog, 1993). Skjern Å's opland er markeret.



Figur 3.5 Udbredelseskort af de enkelte krybdyr observeret ved Atlas-undersøgelsen 1976-86 (Fog, 1993). Skjern Å's opland er markeret.

Tabel 3.4. Arter af krybdyr fundet i Skjern Å's opland (efter Fog, 1993). Se også figur 3.5.

Almindeligt firben	Til stede i oplandet, visse steder vidt udbredt. Fundet i Albæk Mose (Østergård, 1979)
Markfirben	Til stede på enkelte lokaliteter i åens opland.
Stålorm	Til stede på flere lokaliteter i åens opland.
Hugorm	Til stede i oplandet, visse steder vidt udbredt. Almindelig i Albæk Mose (Østergård, 1979).
Snog	Til stede på enkelte lokaliteter i åens opland.

Fog (1993) og Fog (i Asbirk & Søgaard, 1991) beskriver, hvad der bør tages af hensyn, for at henholdsvis padder og krybdyr skal trives på en lokalitet.

Padderne krav til levestedet

Padderne kræver således adgang til både ynglevandhuller og opholdssteder, hvor de kan være i skjul for fjender. I ynglevandhullerne skal solen kunne skinne på vandet, og man bør undlade at plante træer mod syd og sydøst. Desuden kan det være påkrævet at

dammene plejes og oprensnes med nogle års mellemrum. Der bør ikke udsættes fisk i vandhuller, hvor man ønsker en paddebestand.

Hvis det i forbindelse med genopretningen af Skjern Å, bliver nødvendigt at dække nuværende vandhuller til, bør det ske så sent i genopretningsforløbet som muligt, så padderne kan nå at sprede sig fra de eksisterende vandhuller til de nyetablerede. Eventuelt kan der desuden overføres æg fra de gamle vandhuller til de nyetablerede.

Krybdyrenes krav til levestedet

For krybdyrenes vedkommende er det ifølge Fog vigtigt, at der findes adgang til solbeskinnede, sydvendte skrænter. Desuden gælder det generelt, at en moderat tilgroning af levestederne oftest virker gavnligt, mens en fuldstændig tilgroning bevirker, at krybdyrene forsvinder. Specielt er markfirbenet sårbart overfor tilgroning. For snogens vedkommende er vådområder af uhyre vigtighed.

Paddernes og krybdyrenes levesteder ødelagt

Årsagerne til paddernes og krybdyrenes tilbagegang på landsplan er først og fremmest, at deres levesteder er blevet ødelagt. I Skjern Å-dalen kan der næppe være tvivl om, at netop padder og krybdyr er blandt de dyregrupper, der har lidt mest under udretningen og afvandingen i 1960'erne. De tørre og intensivt dyrkede landbrugsmarker der opstod efter afvandingen betød, at padde- og krybdyrsarters livsvilkår blev væsentligt forringet. Genopretningen af Skjern Å og af de mange hede- og vådområder, forventes at vende dette billede, og dermed betyde en væsentlig forbedring også for disse to dyregrupper.

3.5 Planter i ådalen

3.5.1 Historisk perspektiv

Før hovedafvandingen havde fugtige områder en stor udbredelse i den nedre del af Skjern Å-dalen. Der foreligger en solid viden om de botaniske forhold på et stort antal lokaliteter, men deres præcise geografiske udbredelse og placering mangler dog ofte. Omkring år 1900 var der på strækningen mellem Sønderbro og Ringkjøbing Fjord vidt udstrakte enge, der alt efter fugtighedsforholdene havde forskellige plantesamfund (*Baagøe & Ravn, 1895; Mentz, 1906*). De mest fugtige enge var således domineret af Nikkende star, Næb-star, Krybhvene og Høj søgræs og på steder med stillestående vand fandtes den nu meget sjældne, rødlistede og totalfredede Vandranke. På engene med mindre jordfugtighed var der også indslag af Rød-svingel, Rødkløver og Høst-borst. På de mest tørre enge forekom Almindelig hvene, Hunde-hvene og Eng-rapgræs.

Vegetationen på de tidligere enge

Omkring århundredskiftet blev engene udnyttet ekstensivt til høslet. I dag eksisterer disse enge ikke længere og i stedet findes nu marker i omdrift, enkelte steder dog som vedvarende græsmarker. I selve Skjern Å-deltaet var der omkring århundredskiftet mange forskellige stadier af bestanddannende vegetation på poldene alt efter mængden af aflejret materiale (*Mentz, 1906*). På de stort set permanent vanddækkede flader domineredes rørsumpen af arter af Kogleaks, men tættere på land blev substratet mere fast og vegetationen langt mere artsrig.

I rørsumpene fandtes også Vandranke (*Iversen, 1936; Mentz, 1906*). I forhold til tidligere er rørsumpens udbredelse nu mindre og findes kun indenfor digerne. Status for de nuværende vegetationsforhold i rørsumpene er mangelfuld.

I dag er der kun få steder med den oprindelige fugtighedsvegetation

Kun meget få steder i den nedre del af Skjern Å-dalen findes der i dag rester af de oprindelige vidt udbredte fugtighedskrævende plantesamfund. Det gælder således Kærengene nord for Lønborg, Tarm Kær, Raaddensig Kær og Albæk Mose. Som følge af hovedafvandingen blev grundvandsspejlet sænket i områderne. Dette, men også mere lokale indgreb som f.eks. uddybningen af Raaddensig Grøft, har påvirket lokaliteterne negativt og især tilgroning med træer truer nu eksistensen af planterne i flere af områderne. Flere arter, der førhen havde en stor lokal udbredelse, er i dag meget sårbare og akut truede eller til og med helt forsvundet. Vegetationsudviklingen i de nu fredede Raaddensig Kær og Albæk Mose er særlig godt kendt (*Overfredningsnævnet, 1956; Hansen, 1958; Østergaard, 1979; Emsholm, 1992*) og vil blive behandlet mere detaljeret nedenfor. Andre moser, der også husede en bevaringsværdig vegetation forsvandt fuldstændigt. Eksempelvis forsvandt mosen øst for Sønderbro (*Emsholm, 1992*), hvor der forekom arter af Blærerod og Soldug, samt Vibefedt, Strandbo og Dværgulvefod (*Rasmussen, 1954*). Mange af disse arter er i dag sjældne i Danmark og bør udvises særlige hensyn.

3.5.2 Raadensig Kær

Raadensig Kær er placeret tæt ved det gamle løb af Skjern Å, og havde før hovedafvandingen stort set samme højde over havet, som middelvandstanden i åen havde (*Hansen, 1958*). Den ringe afvandning medførte forsumpning af kæret og dannelse af et tørvelag på indtil 50 cm tykkelse. Store dele af kæret var dækket med vand en overvejende del af året. "Sig", som i navnet Raadensig Kær, refererer netop også til et lavtliggende vådt jordstykke (*Mentz, 1912*). En række plantearter i Raadensig Kær er i dag truet af udryddelse, eller er allerede helt forsvundet fra området.

Vegetation ændret i Raadensig Kær

Overfredningsnævnets (1956) begrundelse for at frede området var "en meget sjælden og særpræget vegetation, til hvilken der næppe findes noget sidestykke i Danmark". Dette er sikkert ingen overdrivelse, idet mange af de daværende arter i dag indgår på de internationale rødlistes. I 1950'erne var Grenet star næsten enerådende på arealer op til en halv hektar (*Overfredningsnævnet, 1956; Hansen, 1958*), men i dag er arten helt væk (*Emsholm, 1992*). Arten er akut truet og findes kun på tre lokaliteter i Danmark. Også i det øvrige Europa ses tilbagegang for arten på grund af afvandning. I en sjællandsk mose er der dog et positivt eksempel på, at Grenet star som følge af naturpleje har været i stand til at reetablere sig, skønt arten en periode var helt forsvundet (*Løjtnant & Worsøe, 1993*).

Udvikling i plantesamfundene i Raadensig Kær

Forekomsterne af Tvepibet lobelie og Kortsporet blærerod, der begge er plantearter tilknyttet vanddækkede arealer, er i dag med sikkerhed forsvundet fra kæret. Tvepibet lobelie er ikke akut truet i Danmark, men er dog generelt i tilbagegang. Langt værre er tilstanden for Kortsporet blærerod. Arten er rødlistet som sårbar (*Höjer, 1995*;

Løjtnant & Worsøe, 1993) og dens forsvinden fra vestjyske lokaliteter er kritisk, idet Vest- og Sydvestjylland er artens hovedudbredelsesområde i Danmark (*Hansen, 1958*). Endelig er det usikkert om Fin kæruld, Dværgulvefod og orkideen Hjertelæbe stadig findes i kæret. Disse arter er i dag rødlistede som akut truede eller sårbare (*Höjer, 1995*). Bilag 3.1 oplister de plantearter der er fundet i Raadensig Kær før hovedafvandingen (*Hansen, 1958*).

3.5.3 Albæk Mose

En del af de arter der menes at være forsvundet fra Raadensig Kær efter afvandingen, er både i 1950'erne og i 1980'erne fundet i de nærliggende områder Tarm Kær og Albæk Eng, hvor de fugtige forhold er ændret i langt mindre omfang. Det gælder således Dværgulvefod, Hjertelæbe, Kortsporet blærerod og Fin kæruld (*Emsholm, 1992; Rasmussen, 1954*), men botaniske oplysninger af nyere datoer savnes fra disse vådområder.

Albæk området er beliggende mellem Skjern og Borris. Den lavere liggende del udgør en mosaik af moser, vandhuller og en række mindre søer. De fleste af de vanddækkede arealer er opstået efter tørvegravning, men grundet afvandingen er områderne truet af udtørring og tilgroning. Enkelte af søerne er gamle ålejer fra den oprindelige Skjern Å.

Udvikling i plantesamfundene i Albæk Mose

Albæk Mose blev fredet i 1972 med det formål at bevare et eksempel på den flora og fauna, der før afvandingen, fandtes i vidtstrakte områder af den nedre Skjern Å-dal. Det er vanskeligt at vurdere den botaniske udvikling i mosen gennem dette århundrede, da de mest detaljerede botaniske oplysninger er fra tiden efter afvandingen. I dag findes der henved 240 arter af højerestående planter i mosen (bilag 3.2) (*Østergaard, 1979*). De der har deres levested i vandhullerne og søerne vil blive nærmere omtalt i kapitel 6. På de egentlige moseflader vokser en mængde urter, såsom Kødfarvet og Plettet gøgeurt og flere arter af Soldug og Blærerod. Forekomsterne af Liden blærerod og Kærfladstjerne er karakteristiske for den vestjyske flora. Desuden forekommer Kalmus og den temmelig sjældne Kær-mysse. I mosen findes også Fin siv, der er en sjælden plante i Danmark og rødlistet i Norden (*Höjer, 1995*).

3.5.4 Andre lokaliteter

Udover kærene og engene findes der enkelte steder frodige rørsumpe i forbindelse med vandhuller og mindre søer. Det gælder således i den afsnørede å-strækning nord for Gjaldbæk, ved Døde Åsted og omkring Skænken Sø. Ved Gjaldbæk findes i dag en frodig rørsump (*Hedegaard-Christensen, 1981*). Her forekommer Brudelys, der er på tilbagegang i Danmark og rødlistet i Norden, samt Kalmus. Dertil kommer Pilblad, der i Danmark er ret sjælden med hovedudbredelse i Vestjylland. Vegetationen er anderledes ved Døde Åsted med stor opvækst af Almindelig hyld og Kær-mysse (*Magård, 1993*). Omkring Skænken Sø forekommer en meget stor bestand af Drue hyld, der ikke er almindelig i Vestjylland.

I Skjern Å-systemet som helhed findes et betydeligt antal vådområder (Emsholm, 1992) der bedst karakteriseres som forholdsvis næringsfattige moser. I den fredede Bjørnemose ved Ganer Å forekommer planter karakteristisk for såvel fattig som rig kær. Foruden Klit-vintergrøn, Hvid næbfrø og Femradet ulvefod er der registreret fem arter af orkideer. Alle arter er sjældne i Danmark. Ved Karstoft Å findes et meget interessant fattigkær med bestande af Langbladet soldug og Klokke ensian, der henholdsvis er sjælden og truet her i landet. Langs Omme Å findes en del fattigkær med forekomster af f.eks. Dynd-star. Særlig kæret ved Filskov er interessant, idet der her forekommer Bruskbæger, som er akut truet i Danmark. Det er også i dette kær at Kongescepter har haft et af sine eneste danske voksesteder. Denne art er nu forsvundet (Graversen, 1986).

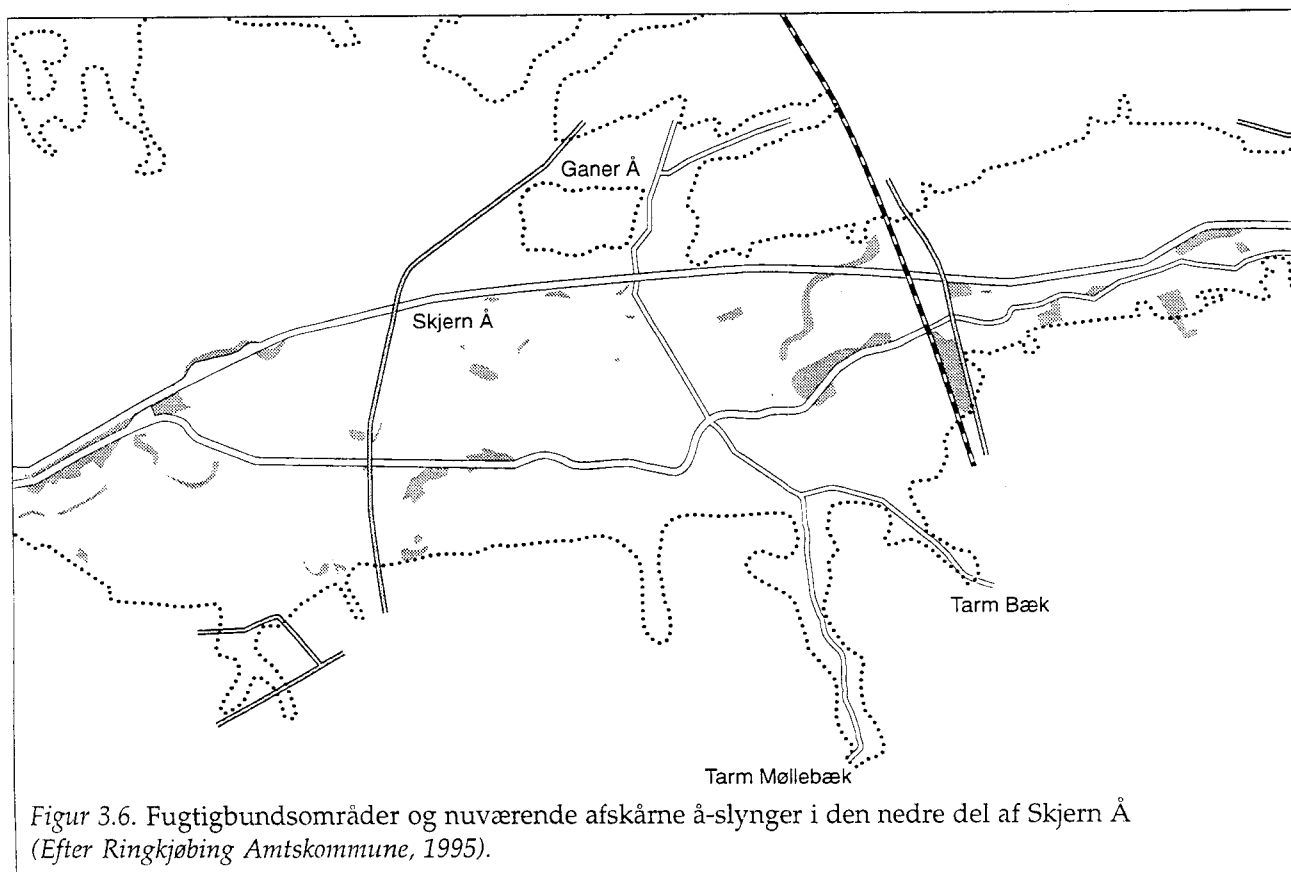
Bevaringsværdig flora

På grundlag af den eksisterende viden om vegetationsforholdene på fugtige lokaliteter i oplandet til Skjern Å kan der næppe herske tvivl om, at særlig lokaliteterne, der findes i den nedre del af Skjern Å-dalen, rummer en særdeles bevaringsværdig flora med både et regionalt og nationalt særpræg.

Næringsstoffernes betydning

3.5.5 Næringsstoffernes betydning for plantesamfundene

En stor del af kærerne i Skjern Å-dalen kan karakteriseres som værende forholdsvis næringsfattige fra naturens hånd. En trussel mod den oprindelige vegetation, ud over de ændrede fugtige forhold, er derfor, hvis områderne tilføres unaturligt store mængder næringsstoffer. Det vil kunne forskubbe konkurrenceforholdet mellem plantearter, der har forskelligt næringsstofbehov. Dels er der risiko for, at udbudet af næringsstoffer stiger, fordi mange af moserne tilføres grundvand,



Figur 3.6. Fugtighedsområder og nuværende afskårne å-slynger i den nedre del af Skjern Å (Efter Ringkjøbing Amtskommune, 1995).

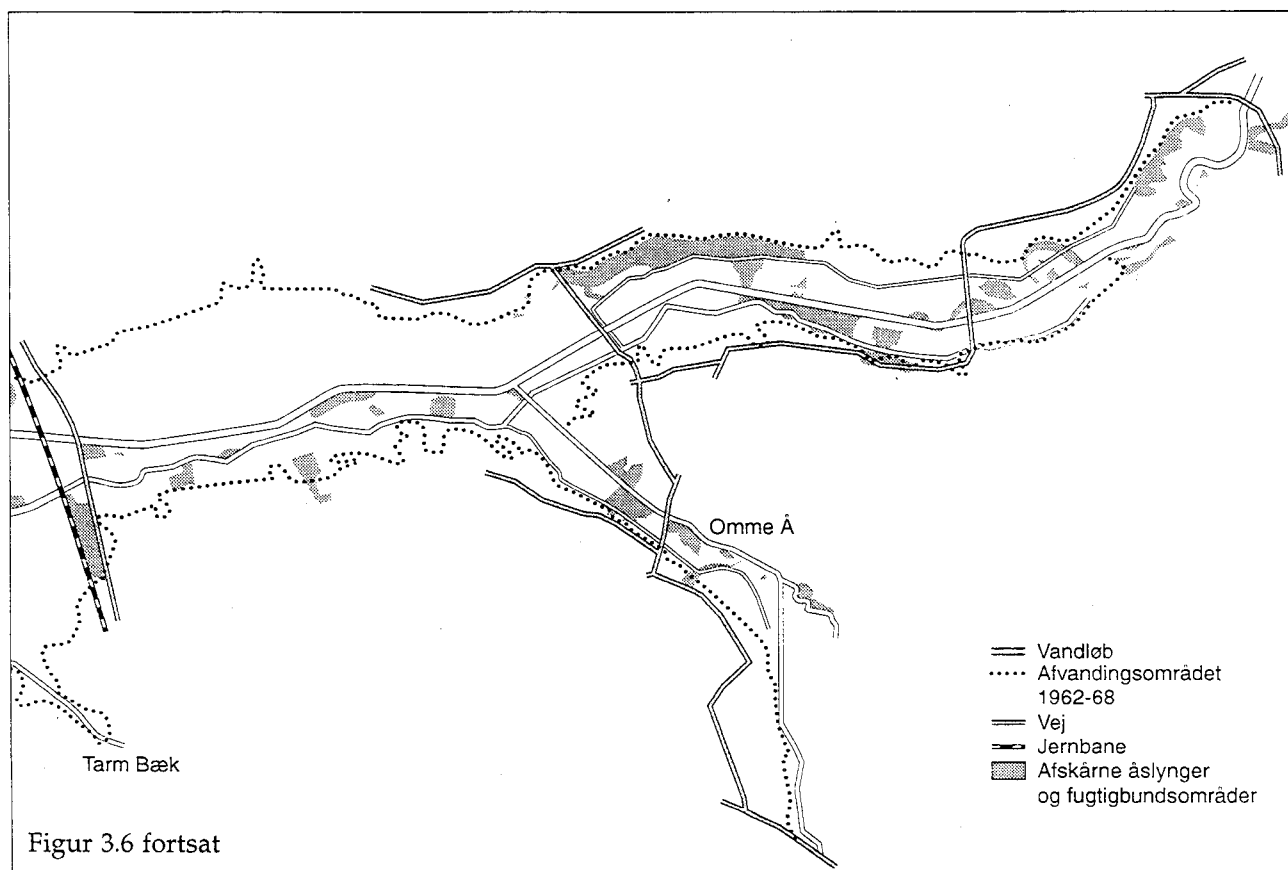
hvor koncentrationerne af kvælstof og fosfor er højere end under naturlige forhold. Dels betyder den intensiverede luftforurening, at jordoverfladen tilføres store mængder næringsstoffer med nedbøren.

3.6 Registrering af afskårne å-slynger og fugtigbundsområder

I forbindelse med reguleringen af Skjern Å i 1960'erne, fyldte man ikke alle de gamle å-slynger op. Derved opstod der en del nye damme, søer og fugtige områder, hvori der med tiden er indvandret et samfund af dyr og planter, der er typiske for sådanne områder.

Registrering af å-slynger og fugtigbundsområder

I 1994 gennemførte Ringkjøbing Amtskommune en kortlægning af de afskårne å-slynger ved Skjern Å. Samtidigt blev fugtigbundsområder, såsom moser, søer og enge registreret (Ringkjøbing Amtskommune, 1995b). Det undersøgte område og de kortlagte å-slynger fremgår af figur 3.6. Undersøgelsen viste, at der er bevaret to gamle å-slynger større end 3 ha, to på mellem 2 og 3 ha, seks på mellem 1 og 2 ha, og 25 gamle å-slynger på mindre end 1 ha. Af fugtighedsområder er der seks større end 10 ha, fire er mellem 5 og 10 ha, 24 er mellem 1 og 5 ha, og 22 er mindre end 1 ha. I amtskommunens notat beskrives de enkelte å-slynger og fugtigbundsområder kort i tabelform. Områderne kan huse specielle og vigtige arter af dyr og planter, der kan blive vigtige i forbindelse med re-koloniseringen af de nye vådområder og det nye å-løb efter restaureringen.



Hvis det er forbindelse med genopretningen af Skjern Å bliver nødvendigt at dække nuværende vandhuller til, er det vigtigt, at gøre dette så sent i forløbet som muligt. Derved får vandhullernes dyr (og visse plantearter) længst mulig tid til at sprede sig fra de eksisterende vandhuller til de nyetablerede og til åen.

4 Skjern Å's fysik og sedimenttransport

Hans E. Andersen, Søren E. Larsen, Anker R. Laubel og Lars M. Svendsen

Med fokus på den nederste del af Skjern Å-systemet vil åens fysiske forhold blive beskrevet nærmere i dette kapitel. Hvorvidt arealer langs et vandløb oversvømmes i kortere perioder eller mere permanent, afhænger af de klimatiske forhold, og af vandløbets vandføringsevne (vandløbets hydrauliske udformning). I perioder med høj vandføring transporteres store mængder sediment i vandløbet, både langs bunden og båret i svæv oppe i vandsøjlen.

Kapitlet omhandler følgende emner: vandløbenes skikkelse, statistik på vandføringens størrelse, udviklingstendenser i vandføring, sedimenttransport i form af bundtransport og suspenderet transport, udvikling i sedimenttransport samt hydraulisk modstand i vandløbet.

4.1 Vandløbets skikkelse

Gamle beskrivelser

Gamle beskrivelser giver en ide om forholdene i Skjern Å-dalen i tiden inden den første store regulering omkring år 1900. Der var et varieret vandløbsforløb med hyppige oversvømmelser, og der var en naturlig sammenhæng mellem vandløbet og de omgivende, vandløbsnære arealer.

For eksempel beskrev *Rambusch (1900)*, hvordan Skjern Å med en bredde på 200-300 fod (65-100 m) og et fald på ca. 0,2 promille bugtede sig gennem den nedre del af ådalen. *Brøndsted (1880)* beskrev, at "Aaen paa den største Strækning laa over Engene", og i en senere opsummering lægger *Nielsen (1981)* vægt på, at der fandtes mange større og mindre strømløb i området, fordi det var et typisk delta-landskab. I de perioder hvor fjorden stod i direkte forbindelse med havet forekom der også ofte oversvømmelser med brak-/saltvand et stykke op langs åen.

Regulering i 1906 og 1960'erne

Ved en regulering, som afsluttedes i 1906, blev hovedløbet af Skjern Å reguleret gennem engene, og sommerdiger blev oplagt langs vandløbets nederste strækning. Løbene på begge sider af hovedløbet blev reguleret som parallelvandløb, der skulle afvande oversvømmede områder langs Skjern Å (*Det Danske Hedeselskab, 1953*). Først med det store afvandingsprojekt i 1960'erne blev Skjern Å's løb dog ændret drastisk, og engarealerne gjort egnede til landbrugsmæssig udnyttelse i større grad. Opmålinger fra henholdsvis 1940 og 1948 (*Det Danske Hedeselskab, 1950 og 1953*) giver derfor gode beskrivelser af en Skjern Å, der i højere grad var i en naturlig tilstand, end den er i dag.

Faldforhold

Faldet af Skjern Å i den nedre del af ådalen, fra Omme Å's udløb til Ringkjøbing Fjord, var i 1940'erne uændret (0,20 promille) i forhold til *Rambusch'* tidligere beskrivelse (tabel 4.1). Faldet var større længere oppe i vandløbssystemet; 0,25 promille på strækningen ned til Borris,

ca. 0,5 promille i Omme Å og ofte over 2 promille på vandløbsstrækninger på hedesletterne (figur 2.3).

Tabel 4.1. Tidligere og nuværende dimensioner af Skjern Å. Nuværende dimensioner for bundhældning og bundbredde er de regulativmæssige, hvorimod ovenbredde og dybde af vandløbsleje stammer fra nyere opmålinger. Nuværende ovenbredde er angivet både til banket- og digekant ved de to positioner ca. 17 km og ca. 9 km før udløbet i Ringkjøbing Fjord. Nuværende dybde er angivet til digekant (*Det Danske Hedeselskab, 1953; Hedeselskabet 1987a, b; Cowi-Consult, 1987a; Ringkjøbing Amtskommune 1992 og 1996b*).

	Dimensioner før hovedafvandingen (1940-1950)		Nuværende dimensioner	
	Skjern Å (Borris - Omme Å's udløb)	Skjern Å (Omme Å's udløb - Ringkjøbing Fjord)*	Skjern Å (Borris - Omme Å's udløb)	Skjern Å (Omme Å's udløb - Ringkjøbing Fjord)
Fald (promille)	0,25	0,20	0,24	0,23
Bundbredde (m)	17-27	30-36	30	45
Ovenbrede (m)	23-30	35-45	38/55	50/65
Dybde af vandløbsleje (m)	1,5-1,8	0,8-1,8	3,8	3,5
Vandføringsevne ($l s^{-1} km^2$)	15	15	74	60

* Dimensionerne var større på de yderste 3-4 km mod Ringkjøbing Fjord

Hvor bred var Skjern Å før hovedafvandingen i 1960'erne

På strækningen fra Borris til Omme Å's udløb i Skjern Å var åløbet i 1940'erne meget slynget, og vandløbets bredde varierede en del. Således var bundbredden de første 4 km nedstrøms for Borris almindeligvis mellem 21 og 27 m, mens den længere nedstrøms mod Omme Å's udløb typisk var 17-21 m. Gamle opmålinger viser dog, at bundbredder kunne variere mellem et minimum på 15 og et maksimum på 39 m.

På strækningen nedstrøms Omme Å's indløb i Skjern Å var vandløbet knapt så slynget, og bortset fra forholdene på de yderste 3 km mod Ringkjøbing Fjord var bundbredden almindeligvis mellem 30 og 36 m, med ekstemværdier på henholdsvis 19 og 45 m. De sidste 2-3 km inden udløbet i fjorden steg bundbredden op imod 100 m.

Skjern Å's dybde under terræn var i 1940'erne omkring 2,0 m (1,5-2,8) fra Borris til Omme Åens indløb. Nedenfor Omme Åens indløb var den omkring 1,0 m (0,8-1,8), og bortset fra de yderste 4 km var digerne langs åen ca. 0,5 m over terræn.

Oversvømmelser ved vandføring større end $35 m^3 s^{-1}$

Vandløbet kunne netop føre den gennemsnitlige vandføring på ca. $25 m^3 s^{-1}$ nedstrøms for Omme Å's tilløb, og når vandmængden steg til ca. $35 m^3 s^{-1}$, svarende til $15 l \cdot s^{-1} km^2$, gik åen over digerne og oversvømmede de tilgrænsende arealer (*Det Danske Hedeselskab, 1950*). Fra Kodbøl til fjorden lå arealerne 0,5 - 1,0 m under det normale vandspejl i Skjern Å, men terrænet var dog højere langs åen. Indenfor observationsperioden 1924-51 forekom specifikke vandføringer over $50 l s^{-1} km^2$ i fire år (*Det*

Tvivel om gamle oplysninger

Danske Hedeselskab, 1950 og 1953). Det skal bemærkes, at de ovennævnte tal ikke er i overensstemmelse med de faktiske målinger, der er foretaget. Ved Skjern Å, Ahlergårde er den specifikke middelvandføring for perioden 1924-51 målt til $12,8 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ og for perioden 1924-1970 til $13,5 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Det Danske Hedeselskab, 1978). Det forekommer usandsynligt at oplysningerne i Det Danske Hedeselskab (1950 og 1953) er helt korrekte, da der ellers i ca. 65% af tiden skulle være oversvømmelse over digerne. Det skal endvidere bemærkes at i følge Svendsen et al. (1997) er vandføringerne ved Skjern Å, Ahlergårde ved høje vandføringer underestimeret i de hidtidige beregninger, hvorfor der er generet en ny tidsserie for Skjern Å, Ahlergårde (se afsnit 4.2).

Afvandingsprojektet 1962-68

Der var en betydelig sedimenttransport i åen, men opmålte vandløbstværrprofiler havde ikke undergået ændringer i de seneste 15 år inden reguleringen. Den iagttagne materialetransport måtte altså stamme fra åens øvre løb (Venov, 1981), eller fra det omgivende opland.

Skjern Å's løb blev ved afvandingsprojektet i 1960'erne projekteret således, at det beregningsmæssigt havde samme transportevne vedrørende bundtransport (se afsnit 4.3) som tidligere. Bundbredden blev gjort noget større og faldet lidt større end i det gamle (tabel 4.1), dels for at øge vandløbets vandføringsevne, dels for at bevare dets evne til at transportere sand. Ved udretningen af slyngningerne blev åløbet en del kortere end det gamle. For at udligne det fald man herved fik i overskud opførte man et styrt -Kodbølstyrtet- med en samlet faldhøjde på cirka 0,9 m (Venov, 1981).

Oversvømmelsessikring

Vandløbets bund ligger i dag omkring 3,5-3,8 m under topkanten af digerne langs Skjern Å (tabel 4.1). Opmålingen har vist, at vandløbsbunden lå 0,5 m lavere end projekteret. Det skyldes, at vandløbslejet blev gravet dybere end projekteret, og at der var en erosion af bunden i de første år efter reguleringen. Siden er der sket en aflejring af materiale på vandløbsbunden, så den nu ligger i et niveau tæt på det oprindeligt projekterede. Skjern Å's vandføringsevne i dag 4-5 gange større end inden reguleringen i 1960'erne (tabel 4.1). Tidligere skete oversvømmelser ved ca. $15 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$, hvorimod overløbsramper i dag sikrer digerne mod oversvømmelse ved langt højere afstrømninger. Ca. 3 km opstrøms for Kodbøl er der en overløbsrampe, som medfører, at den maksimale afstrømning her højst vil blive ca. $74 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Bl.a. under et usædvanligt stærkt tøbrud i marts 1970 var ramperne i funktion, hvor afstrømningen ved Ahlergårde blev målt til $82 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Hedeselskabet, 1987b) en værdi, der grundet den tidligere omtalte underestimering af vandføringen ved Ahlergårde snarere har været noget over $100 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Svendsen et al., 1997).

Der ligger i alt fire aflastningsbygværker med overløbsramper i tilknytning til de afvandede arealer i Skjern Å-dalen, hvoraf en blev dimensioneret til at træde hyppigere i funktion end de tre øvrige, dvs. mindst hvert 20. år (Venov, 1981). Overløbsrampen ved Damsø var således sidst i funktion den 7.-8. marts 1994, hvor afstrømningen ved Ahlergårde var ca. $50 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Overløb kan altså forekomme ved mindre ekstreme begivenheder, som her formentligt i forbindelse med

vindstuvning i forbindelse med stærk vestenvind (*Ringkjøbing Amtskommune, 1996b*).

Søndre Parallelkanal

Søndre Parallelkanal blev ved hovedafvandingen anlagt med en bundhældning på kun 0,1 promille og dermed som et vandløb, der ikke transporterer bundmateriale. Søndre Parallelkanal har en regulativmæssig bredde på 30 m på strækningen nedstrøms indløbet fra Ganer Å (tabel 4.2). Vandløbenes længde i dag er angivet i tabel 2.5.

Tabel 4.2. Nuværende regulativmæssige bundbredder og bundhældning for nedre dele af vandløb i Skjern Å-dalen. Strækningernes beliggenhed i meter regnet fra nedstrøms i vandløbene er desuden angivet (*Afvandingskommissionen, 1974; Ringkjøbing Amtskommune, 1989, 1993*).

	Bundbredde (m)	Fald (promille)
Søndre Parallelkanal (nedstrøms Ganer Å's tilløb; 7000-0 m)	30	0,1
Søndre Parallelkanal (Jernbanebro - Ganer Å's tilløb; 9004-7000 m)	18 - 32	0,1
Omme Å (nedstrøms del; 2780-0 m)	12	0,24
Gundesbøl Å (nedstrøms del; 2450-0 m)	5	0,3
Tarm Bæk (nedstrøms Tarm Møllebæks tilløb; 962-0 m)	5 - 12	0,3
Tarm Bæk (Tarm - Tarm Møllebæks tilløb; 2729-962 m)	3	0,57
Tarm Møllebæk (nedstrøms del; 306-0 m)	2	0,6
Ganer Å (nedstrøms del; 2713-0 m)	7-12	0,1
Ganer Å (4544-2713 m)	5	0,37
Kirke Å (nedstrøms del; 1350-0 m)	3	0,3

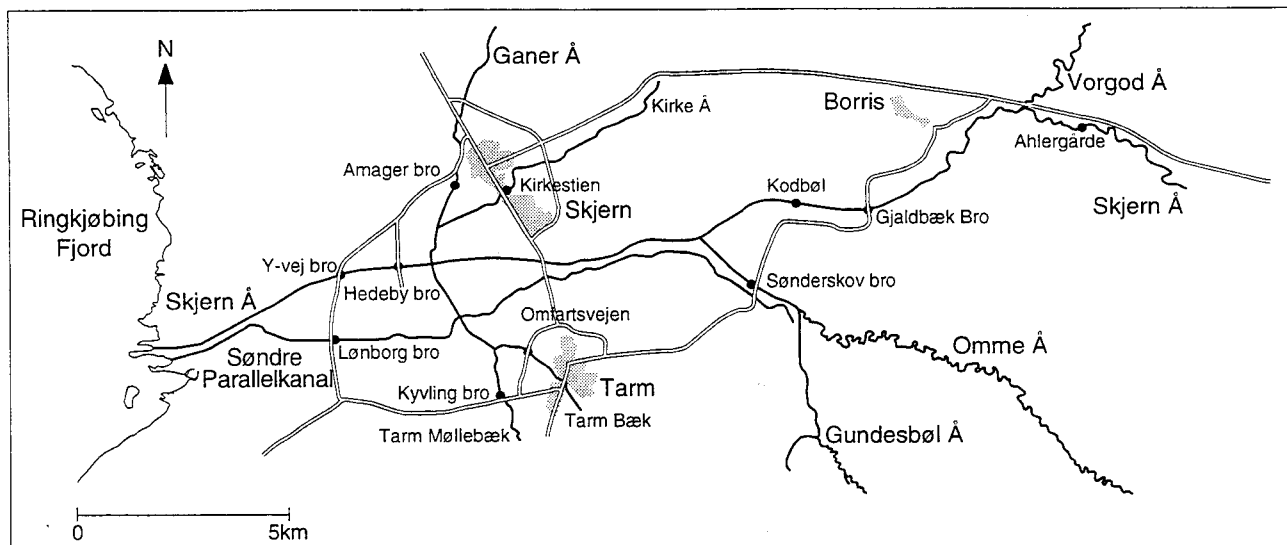
4.2 Vandføring

4.2.1 Beregning af den samlede vandføring fra Skjern Å-systemet

Der er behov for at kende den samlede vandføring i den nedre del af Skjern Å-systemet, idet denne er afgørende for at kunne bestemme den samlede transport af sediment og næringsstoffer til Ringkjøbing Fjord. Samtidig er det afgørende at vide, indenfor hvilke rammer vandføringen kan variere i forbindelse med de dimensioneringsberegninger, der foretages i forbindelse med projektering af det fremtidige naturgenopretningsprojekt i den nedre del af Skjern Å-systemet.

Vandstand og/eller vandføring er målt på en række stationer i den nedre del af vandløbssystemet (tabel 4.3 og figur 4.1). Vandføringen beregnes ud fra hyppige målinger af vandstanden i vandløb og enkeltmålinger af vandføringen (*Svendsen et al., 1997*).

Vandføring er en grundliggende parameter



Figur 4.1. Oversigt over vandføringsstationer i den nedre del af Skjern Å-systemet (markeret med en cirkel).

Tabel 4.3. Oversigt over vandførings-målestationer i den nedre del af Skjern Å-systemet (Svendsen et al., 1997). Oplandsarealernes størrelse er omtalt nærmere i bilag 2.

Vandløb	Måle-lokalitet	Oplands-areal km ²	Målefrekvens	Måle-periode
Skjern Å	Ahlergårde	1055	kontinuert	1920-
Skjern Å	Gjaldbæk	1558	kontinuert	1993-
Skjern Å	Kodbøl	1558	kontinuert	1974-
Omme Å	Sønderskov Bro	612	kontinuert	1989-
Skjern Å	Y-vej	2200	ca. månedligt	1969-
Ganer Å	Amager Bro	80	ca. månedligt	1993-95
Kirke Å	Kirkestien	44	ca. månedligt	1993-95
Tarm Bæk	Omfartsvejen	45	ca. månedligt	1993-95
Tarm Møllebæk	Kyvling Bro	35	ca. månedligt	1993-95
Søndre Parallelkanal	Engholm	260	ca. månedligt	1993-95
Søndre Parallelkanal	Amholm/Lønborg	272	ca. månedligt	1969-

Beregning af den samlede vandføring for Skjern Å-systemet

Skjern Å modtager ikke tilløb på det inddigede stykke efter indløbet af Omme Å. Søndre Parallelkanal tilføres Ganer Å og Kirke Å efter disses sammenløb samt Tarm Bæk, Tarm Møllebæk og oppumpet drænvand fra pumpeområde M, Ø og SØ opstrøms stationen ved Lønborg Bro. Skjern Å-systemets samlede vandføring kan derfor bestemmes ved at summere vandføringen ved Skjern Å, Gjaldbæk; Omme Å, Sønderskov Bro og Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro, hvis der ses bort fra bidragene fra pumpeområde N og SV (i alt ca. 19 km²). Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) har i en forundersøgelse til det kommende naturgenopretningsprojekt opstillet regressionssammenhænge mellem vandføringen ved disse tre stationer og vandføringen

ved Skjern Å, Ahlergårde, der har den længste vandføringstidsserie i Skjern Å-systemet med målinger siden 1920 (Svendsen et al., 1997). Det bliver hermed muligt at lave en lang tidsserie for den samlede vandføring på døgnbasis, hvorved variationerne i vandføringen kan analyseres statistisk. Regressionsudtrykkene er vist i ligningerne 4.1 - 4.3, hvor Q_A er døgnmiddelvandføringen ved Ahlergårde i $l s^{-1}$ og Q er døgnvandføringen ved de respektive stationer (Svendsen et al., 1997):

$$\text{Skjern Å, Gjaldbæk} \quad Q = 2.62 \cdot Q_A^{0.948} \quad (R^2 = 0,972) \quad (4.1)$$

$$\text{Omme Å, Sønderskov Bro} \quad Q = -2864 + 0,73 \cdot Q_A \quad (R^2 = 0,935) \quad (4.2)$$

$$\text{Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro} \quad Q = -3780 + 0,58 \cdot Q_A \quad (R^2 = 0,927) \quad (4.3)$$

Vandføringen ved Skjern Å, Ahlergårde har hidtil været undervurderet ved høje vandføringer

I forbindelse med DMU's analyser af vandføringen blev det klart, at vandføringen ved Skjern Å, Ahlergårde ved høje vandstande hidtil har været undervurderet. Dette skyldes antageligt, at åen ved høj vandstand løber over sine bredder ved denne målestation, hvorved den får et større leje at løbe i. Dette har der ikke været taget tilstrækkelig højde for ved tidligere beregninger af vandføringer. Det betyder, at den tidligere anvendte sammenhæng mellem vandstand og vandføring til at beregne vandføringen med, ikke kan anvendes ved høje vandføringer. DMU har derfor foretaget en korrektion af vandføringen for Skjern Å, Ahlergårde for værdier større end $35 l s^{-1} km^{-2}$ (ca. $37 m^3 s^{-1}$). Der er i Svendsen et al. (1997) detaljeret redegjort for korrektionen. Da Ahlergårde-tidsserien grundet sin længde er central for beregninger i forbindelse med projektering af naturgenopretningsprojektet, er betydningen af korrektionen vist for henholdsvis 10, 50 og 100 års-hændelsen (det vil sige for den vandføringsbegivenhed, der statistisk set vil forekomme en gang hvert 10., 50. eller 100. år) i tabel 4.4. Hændelserne er bestemt ved, at det først gennem en statistisk analyse er påvist, at års-maksimum-værdierne følger en såkaldt Gumbel ekstremværdi-fordeling (Chow et al., 1988). Denne sandsynlighedsfunktion er derefter brugt til at estimere hændelserne og usikkerhederne på estimerne. Det fremgår af tabellen, at de estimerede hændelser bliver fra 20% til 26% større efter korrektionen. En sammenligning mellem beregnede, korrigerede vandføringer og målte vandføringer under de ekstreme afstrømningshændelser i marts 1970 har vist en særdeles god overensstemmelse mellem de beregnede og de målte værdier.

Høje vandføringer skal opjusteres med 20 til 26%

Tabel 4.4. 10, 50 og 100 års hændelse ved Skjern Å, Ahlergårde henholdsvis før og efter korrektion af tidsserien. Et 95% konfidensinterval er indlagt. Tabellen skal læses således: En gang hvert 100 år vil døgnmiddelvandføringen ved Skjern Å, Ahlergårde blive mindst $96 \pm 15 m^3 s^{-1}$ i følge DMU's beregninger.

	Før korrektion $m^3 s^{-1}$	Efter korrektion $m^3 s^{-1}$
10 års hændelse	55 ±5	66 ±5
50 års hændelse	70 ±9	87 ±13
100 års hændelse	76 ±10	96 ±15

Den samlede beregnede vandføring i den nedre del af Skjern Å-systemet er vist for årsmiddel-, årsminimum- og årsmaksimumvandføringer samt for 100-års hændelsen i tabel 4.5. Der er i alle tilfælde tale om døgnmiddel-værdier baseret på de korrigerede vandføringer (Svendsen et al., 1997). Til maksimumvandføringerne skal bemærkes, at eksisterende overløbsramper bevirker, at den maksimale vandføring ved åens udløb i fjorden ikke kan overstige $133 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Tabel 4.5. Årsmiddel-, årsminimum-, årsmaksimum vandføring samt 100-års hændelse (døgnmidler) for den nedre del af Skjern Å-systemet baseret på korrigerede værdier for vandføringen ved Skjern Å, Ahlergårde. For 100-års hændelsesvandføringen er angivet et 95% konfidensinterval (Svendsen et al., 1997).

	Skjern Å-systemet (ca. 2490 km ²) m ³ s ⁻¹	Skjern Å-systemet (ca. 2490 km ²) l s ⁻¹ km ²
Årsmiddel (1920-95)	35,6	14,5
Årsminimum (1929)	5,9	2,4
Årsmaksimum (1970)	319	130
100 års hændelse	257 ±40	105 ±16

4.2.2 Varighedskurver

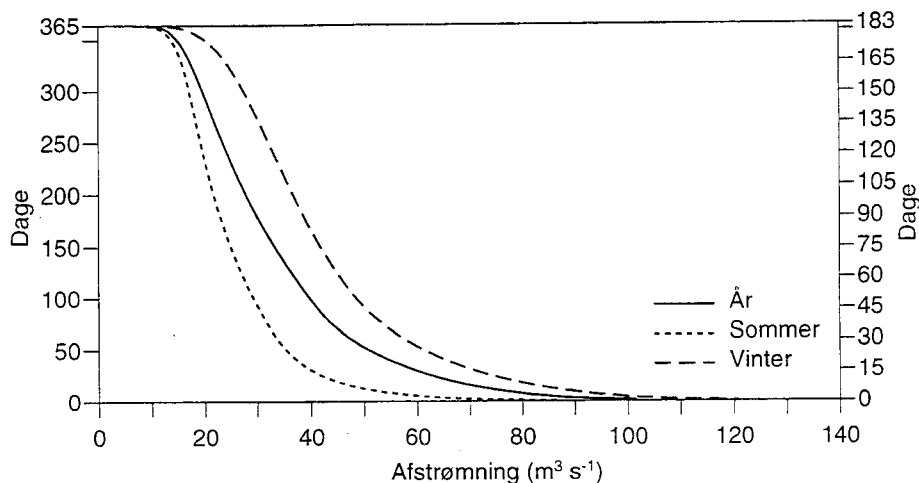
Transport af især sediment (partikler) vil typisk være uforholdsmæssig stor ved høje vandføringer, idet der som regel vil være et sammenfald mellem høj vandføring og forhøjet koncentration af partikulært materiale (Svendsen og Kronvang, 1993; Svendsen et al., 1995). Det er derfor af interesse at vide, hvordan vandføringer fordeler sig over året. Det er også vigtigt at vide, hvor ofte en bestemt vandføring optræder, f.eks. for at kunne beregne oversvømmelseshyppigheden på et givent sted.

Varighedskurven for døgnmiddelvandføringerne for hele den korrigerede tidsserie (1920-95) er vist i figur 4.2. Figuren viser, hvor mange dage om året døgnvandføringen er større end en given værdi. Af figuren fremgår, at vandføringen generelt er højest i vinterperioden. Det er derfor forventeligt, at den største transport af sediment og opløste stoffer vil forekomme i denne periode, ligesom oversvømmelsesrisikoen er højest i denne periode. I bilag 4.1 findes de beregnede maksimum-, minimum- og døgnmiddelvandføringen for den nedre del af Skjern Å-systemet baseret på den korrigerede tidsserie ved Skjern Å, Ahlergårde.

4.2.3 Udvikling i ekstrem-vandføringer

For at belyse eventuelle udviklingstendenser i middel-, minimum- og maksimumdøgnmiddelvandføringer, er der udført statistiske tests. Analyserne er udført på data fra Skjern Å, Ahlergårde for perioden 1925-95. Det anvendte test er den ikke-parametriske Kendall's tau (Kendall, 1938) og findes beskrevet nærmere i Svendsen et al., (1997). Tidsserierne for årsmiddel-, årsminimum- og årsmaksimumdøgnmiddelvandføring er vist i figur 4.3.

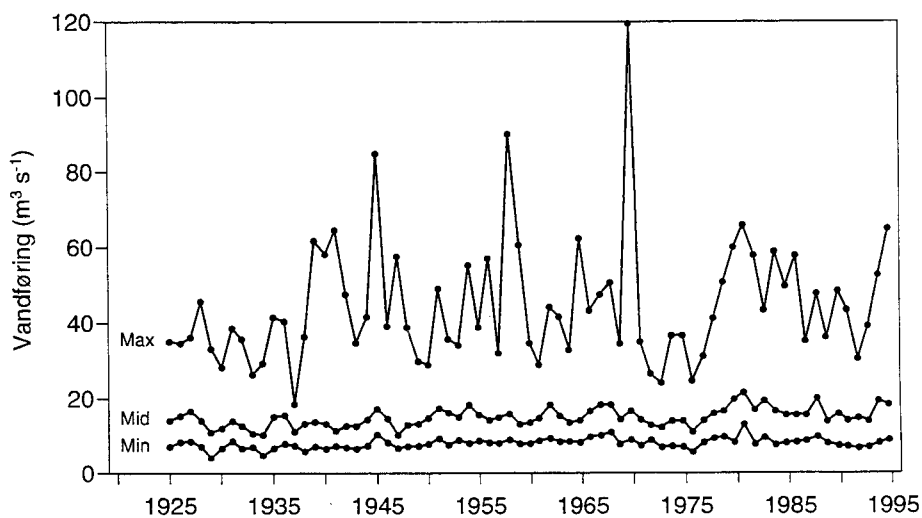
Figur 4.2. Varighedskurve for døgnmiddelvandføringerne for den nedre del af Skjern Å-systemet for tidsserien 1920-95. Den fuldt optrukne kurve er varighedskurven for alle målinger (aflæses på venstre y-akse), den stiplede kurve til venstre er for sommerperioden (april - september) og den stiplede til højre er for vinterperioden (oktober - marts) og disse aflæses på højre y-akse.



Års-døgnmiddelvandføring

Der er stigende års-døgnmiddelvandføringer igennem stort set hele perioden. Lave års-døgnmiddelvandføringer er målt i de tørre år omkring 1975 og faldende års-døgnmiddelvandføringer ses i perioden 1980-1995. Analyseres hele tidsserien findes en signifikant stigende udvikling i års-døgnmiddelvandføringer ($z=3,8$; $P < 0,1\%$). Tidsserien 1925-1964 viser stigende års-døgnmiddelvandføringer ($z=2,1$; $P = 3\%$), hvorimod tidsserien 1965-1995 ikke har signifikante udviklingstendenser. Årsagerne til den stigende års-døgnmiddelvandføring skal formentlig søges i stigende nedbør, dræning og urbanisering (øgning i befæstede arealer, hvorfra vandet hurtigt ledes til vandløbet), samt i færre engarealer, hvilket har mindsket fordampningen m.v.

Figur 4.3. Årsminimum-, årsmiddel- og årsmaksimumvandføringer, (døgnmidler) ved Skjern Å, Ahlergårde i perioden 1925-1995.



Års-minimumvandføring

Årsminimumvandføringerne (døgnmiddel) er stigende i perioden 1925-1968. Efter 1968 ses et konstant niveau med en eventuelt svagt faldende udviklingstendens. Analyseres hele tidsserien fås en stigning, der er signifikant på 5%-signifikansniveau ($z=2,5$; $P=1,2\%$). Tidsserien 1925-1964 af årsminimumvandføringer er signifikant stigende ($z=3,8$; $P < 0,1\%$), hvorimod der i tidsserien 1965 - 1995 er en tendens til faldende minimumsvandføringer ($z=1,9$; $P=5,3\%$).

Års-maksimumvandføring (døgnmiddel)

Hele tidsserien viser ikke klare udviklingstendenser, hvilket også gælder de to kortere perioder 1925-1964 og 1965-1995.

4.3 Sedimenttransport

Definition af transportmåder

Der skelnes i det følgende mellem to transportmåder:

- 1) når partikler bevæger sig i mere eller mindre kontinuert kontakt med bunden ved glidning, rulning og hop (saltation), benævnes transportmåden bundtransport,
- 2) når partikler bevæger sig oppe i vandsøjlen underlagt strømningens turbulens (hvirvelbevægelser) benævnes transportmåden suspenderet transport (*Bartholdy, 1987*).

Tæt på bunden er det imidlertid umuligt at skelne mellem salterende partikler og egentligt suspenderede partikler. Begrebet bundtransport udstrækkes i denne rapport derfor til at omfatte transport af materiale på og tæt ved bunden (*Vanoni, 1977*). For både bund- og suspenderet transport kan der være tale om såvel uorganisk som organisk materiale.

Definitionen af transportmåder varierer. I tabel 4.6 vises, hvordan begreberne har været anvendt i litteraturen i forbindelse med Skjern Å-undersøgelsen.

Tabel 4.6. Definition af nogle sedimenttransporttermer opsummeret af professor Jørgen Fredsøe, Danmarks Tekniske Universitet. I kolonnen DMU er angivet de anvendte definitioner i denne rapport.

	Cowi	DMU
Kontakt load (tykkelse: nogle få korndiametre)	Bundtransport	Bundtransport
Bundnær transport (tykkelse 10~20 cm)	Suspension	Bundtransport
Hele vanddybden (næsten ensformigt fordelt)	Svæv	Suspension

4.3.1 Tidligere undersøgelser

Undersøgelser før 1993

Før 1993 er der kun målt bundtransport i den nedre del af Skjern Å tre gange: *Det Danske Hedeselskab (1958)*, *Christensen et al. (1970)*, *Hasholt og Jakobsen (1977)*. I de sidste to tilfælde er også den suspenderede transport målt. Målingerne har kun været gennemført i kortere perioder og der har ikke været målt kontinuert, samt ikke etableret sammenhænge mellem sedimenttransport og vandføring. Specielt for suspenderet materiale viser nyere undersøgelser i danske vandløb, at transporten kan underestimeres betydeligt, når der benyttes punktprøvetagning fremfor (tilnærmet) kontinuert prøvetagning (*Græsbøll et al., 1994*; *Larsen et al., 1995*; *Kronvang et al., 1996*; *Svendsen et al., 1997*). *Cowi-Consult (1987a)* har i forbindelse med skitseprojekteringen af naturgenopretningen af Skjern Å givet et skøn over sedimenttransporten baseret på dels ovenstående målinger, dels beregninger med teoretiske transportmodeller. Undersøgelserne før 1993 er sammenfattet i tabel 4.7.

Tabel 4.7. Målte og beregnede årstransporter af bund- og suspenderet sediment. Undersøgelser fra før 1993.

	Bund- transport ton år ⁻¹	Suspenderet transport ton år ⁻¹	Total- transport ton år ⁻¹
<i>Christensen et al. (1970)</i>	45.000	24.000	69.000
<i>Hasholt og Jakobsen (1977)</i>	27.590	14.267	41.857
<i>Cowi-Consult (1987a)</i> (beregnet)			
middel	30.000	5.000	35.000
minimum	12.000	2.000	14.000
maksimum	60.000	20.000	80.000

Nye undersøgelser iværksat i forbindelse med naturgenopretningsprojekt

I forbindelse med naturgenopretningen af Skjern Å's nedre del blev der i slutningen af 1993 igangsat nye undersøgelser af sedimenttransporten. Formålet med undersøgelserne var at forbedre mulighederne for at vurdere den dynamiske udvikling i de indskudte vådområder og selvrensningen i vandløbssystemet efter en naturgenopretning. I perioden 1993-1995 blev bundtransporten målt af Geografisk Institut, Københavns Universitet (*Petersen og Hasholt, 1995*) medens den suspenderede transport blev målt af DMU (*Svendsen et al., 1997*). Disse to undersøgelser vil blive gennemgået i det følgende, men der henvises i øvrigt til de to publikationer for nærmere detaljer.

4.3.2 Bundtransport

Empiriske modeller for bundtransporter

Undersøgelsen blev gennemført i perioden 1. oktober 1993 til 31. marts 1995. Der blev foretaget kampagnevise målinger koncentreret i de vandføringsrige efterårs- og vintermåneder ved 4 stationer (se figur 4.1). Der blev foretaget 11 målinger ved Skjern Å, Gjaldbæk og ved Omme Å, Sønderskov Bro samt 10 målinger i Tarm Bæk og Tarm Møllebæk. Bundtransporten i Skjern Å er bestemt gennem opmåling af bundformernes vandring. Bundtransporten i Omme Å og Tarm Bæk er bestemt ved kassemålinger. For Tarm Møllebæk blev det konstateret, at der ikke foregår bundtransport. Der blev fundet følgende regressionssammenhænge mellem sedimenttransport Q_B , (ton døgn⁻¹) og vandføring, Q (m³ s⁻¹) (*Petersen og Hasholt, 1995*):

$$\text{Skjern Å, Gjaldbæk} \quad Q_B = 0,198 \cdot Q^{1,62} \quad (R^2 = 0,89) \quad (4.4)$$

$$\text{Omme Å, Sønderskov Bro} \quad Q_B = 0,0006 \cdot Q^{3,75} \quad (R^2 = 0,96) \quad (4.5)$$

$$\text{Tarm Bæk} \quad Q_B = 0,551 \cdot Q^{2,31} \quad (R^2 = 0,30) \quad (4.6)$$

Der mangler målinger af bundtransport ved høje vandføringer

Ligning (4.4) er kun gyldig for vandføringer mindre end 63 m³ s⁻¹, da åen er observeret at være sedimentbegrænset ved høje vandføringer. Ved vandføringer større end 63 m³ s⁻¹ sættes bundtransporten lig med transporten beregnet ved 63 m³ s⁻¹, men der mangler yderligere målinger for at kunne underbygge, at sedimentbegrænsning sker ved den omtalte vandføring. Dette angives dog ikke at have større betydning for den estimerede bundtransport ved stationen (*Petersen og Hasholt, 1995*). Tilsvarende er ligning (4.5) kun gyldig for vandføringer mindre end 17,5 m³ s⁻¹, hvorefter transporten for større vandføringer sættes lig transporten beregnet ved 17,5 m³ s⁻¹ (*Petersen og*

Hasholt, 1995). Der er gennemført sammenligninger mellem den målte bundtransport og bundtransporten beregnet med teoretiske transportformler. For Skjern Å blev der opnået særdeles god overensstemmelse mellem målingerne og beregninger foretaget med Meyer-Peter og Müllers formel (Meyer-Peter og Müller, 1948). For Omme Å var den beregnede transport 92% højere end den målte. Dette understøtter en formodning om, at dambrug i Omme Å opstrøms målestedet virker som sedimentfælder for bundtransporten. I forbindelse med oprensning af dambrug kan der være slamflugt, men der er ikke målt på sådanne begivenheder.

Umålt zone i Skjern Å

Når bundtransporten måles gennem opmåling af bundformernes vandring - som gennemført i Skjern Å - måles kun på det materiale, som er i egentlig kontakt med bunden og dermed indgår i bundformerne. Som nævnt ovenfor foregår en del af bundtransporten imidlertid også i en smal zone over bunden. Ved brug af kassemåler - som er benyttet i Omme Å og Tarm Bæk - fanges også denne del af bundtransporten. Det er imidlertid ikke praktisk muligt at anvende kassemåler i vandløb af Skjern Å's dimensioner. I bilag 4.2 er gennemført en vurdering af størrelsen af den således umålte sedimenttransport i Skjern Å. Konklusionen er, at bundtransporten i Skjern Å i undersøgelsen gennemført af Petersen og Hasholt (1995) skal forhøjes i størrelsesordenen 3 - 5% for at give den totale bundtransport.

Kornstørrelsesfordeling

Kornstørrelsesfordelingen har tidligere været undersøgt af Christensen et al. (1970) og Cowi-Consult (1987a), som fandt d_{50} -værdier (median-kornstørrelsen) på mellem 0,4 mm og 0,5 mm for Skjern Å nedstrøms sammenløbet med Omme Å. Petersen og Hasholt (1995) bestemte en mediankornstørrelse for bundsedimentet ved Skjern Å, Gjaldbæk på 0,5 mm. Sedimentet i Omme Å er lidt finere med en mediankornstørrelse d_{50} på 0,406 mm. Dette kan dels skyldes, at det grovere materiale aflejres ved dambrugene og her renses op, eller det kan skyldes forskelle i udgangsmateriale i oplandene til vandløbene. Mediankornstørrelsen blev i Tarm Bæk bestemt til 0,374 mm.

4.3.3 Suspenderet transport

Præcisering af hvad der er målt

Målinger af den suspenderede transport er gennemført i perioden 1. oktober 1993 til 31. december 1995 (Svendsen et al., 1997). Der er med automatisk prøvetager udtaget prøver kontinuert ved Skjern Å, Gjaldbæk og ved Omme Å, Sønderskov Bro med en automatisk prøvetager. Indtaget til prøvetageren var placeret ca. 1 m over bunden. Det er hermed den såkaldte wash load eller svæv fraktion der indsamles prøver fra. Wash load er defineret af Vanoni (1977) som bestående af partikelstørrelser, der findes i meget ringe mængde på bunden. Bartholdy (1987) uddyber definitionen ved at karakterisere wash load ved at koncentrationen af partikler er ens over dybden i vandsøjlen, idet faldhastigheden af de enkelte partikler i wash load fraktionen er meget mindre end friktionshastigheden. Dette blev eftervist i henholdsvis en sommer- og en vintersituation, hvor koncentrationen af suspenderet materiale blev målt 10 cm under vandoverfladen, 10 cm over bunden samt i midten af dybdeprofilen 3 steder i vandløbstværsnittet. Der kunne ikke påvises nogen statistisk signifikant forskel på koncentrationsniveauerne (Svendsen et al., 1997).

Ingen koncentrationsforskelle over dybden eller på tværs af et vandløbstværsprofil

Der kunne heller ikke påvises nogen statistisk signifikant forskel i koncentrationen af suspenderet stof i tværprofiler i de forskellige vandløb. Endelig var der ingen forskel i koncentrationerne bestemt ved at udtage en punktprøve sammenlignet med dybdeintegrerede prøver (prøver der er taget flowproportionalt over hele dybden i et profil) (Svendsen et al., 1997).

4.3.4 Sammenligning af punktprøver med kontinuerte prøver

Prøverne fra den automatiske prøvetager opsamlet over en uge blev puljet til en fællesprøve for ugen. I uger, hvor vandføringen viste kraftige stigninger, blev prøverne puljet over én, to, tre eller fire hele dage. Der blev også månedligt taget punktprøver ved Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro samt i Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk. På de udtagne prøver blev koncentrationen af suspenderet materiale bestemt ved filtrering (Svendsen et al., 1997). Transporten er derefter beregnet ved at gange døgnmiddelvandføringen i det målte vandløbstværsprofil med den målte koncentration.

Betydning af prøvetagningsstrategien

Den suspenderede stoftransport blev beregnet væsentligt højere både i 1994 og 1995 ved anvendelse af kontinuert, puljet prøvetagning end ved punktprøver udtaget hver 14. dag (tabel 4.8). Med kontinuert prøvetagning er der en større sandsynlighed for at tage prøver i de relativt korte perioder, hvor koncentrationen af partikulært materiale er høj. Endvidere sikrer den kontinuerte prøvetagning også imod at f.eks. en enkelt prøve med en meget høj koncentration giver ikke-repræsentative transportværdier, som det kan være tilfældet ved punktprøvetagningsstrategien. Ved punktprøvetagning bestemmes koncentrationen de dage, hvor der ikke er taget prøver, ud fra lineær interpolation mellem de målte værdier.

Tabel 4.8. Den suspenderede stoftransport ved Skjern Å, Gjaldbæk og Omme Å, Sønderskov Bro beregnet ud fra kontinuerte (hver 4. time) puljet prøvetagning og på punktprøver udtaget hver 14. dag.

	Skjern Å Gjaldbæk	Skjern Å Gjaldbæk	Omme Å Sønderskov Bro	Omme Å Sønderskov Bro
	Kontinuert ton år ⁻¹	Punktprøver ton år ⁻¹	Kontinuert ton år ⁻¹	Punktprøver ton år ⁻¹
1994	12.050	6.820	2.940	2.500
1995	13.190	8.260	2.570	1.470

Forskel i suspenderet transport beregnet ud fra kontinuert prøvetagning og punktprøver

Beregnes afvigelse mellem transporten beregnet ved kontinuert, puljet prøvetagning (TK) og punktprøvetagninger (TD) som $(TK - TD)/TD \cdot 100\%$, ser man, at den kontinuerte, puljede prøvetagning både i 1994 og 1995 gav cirka 60% større suspenderet transport end punktprøvetagning hver 14. dag (tabel 4.9). Det skal i øvrigt bemærkes, at afstrømningen i 1994 og 1995 var henholdsvis 24% og 17% højere i den nedre del af Skjern Å-systemet end midlen for perioden 1971-90.

Tabel 4.9. Den relative forskel mellem transport af suspenderet stof (SS) ved kontinuert, puljet prøvetagningsstrategi (TK) og punktprøvetagning hver 14. dag (TD) beregnet som $(TK - TD)/TD \cdot 100\%$ i 1994 og 1995. Alle tal er angivet i procent.

	SS-Skjern Gjaldbæk	SS-Omme Å Sønderskov Bro	SS-Skjern Å + SS-Omme Å
1994	76,6	17,6	60,8
1995	59,7	74,8	62,0

Problemer ved en model-
beskrivelse af suspenderet
transport

4.3.5 Tidsserie af suspenderet transport for Skjern Å-systemet

For at opstille en længere tidsserie med værdier for suspenderet stoftransport har *Svendsen et al. (1997)* opstillet regressionssammenhænge mellem koncentrationen af suspenderet sediment og vandføringen (*Svendsen et al., 1996*). Denne sammenhæng kan ikke på simpel vis etableres, således at hovedparten af de variationer, der kan forekomme, bliver beskrevet. I løbet af sommeren ophobes en del finpartikulært materiale i grødeøer, i vandløbet, i dybe dele af vandløbet og i vandløbets kantzone, hvorfra det kan ophvirvles under flom-episoder i efteråret, specielt når grøden er begyndt at henfalde eller efter den er blevet slået (*Svendsen og Kronvang, 1993* og *Svendsen et al., 1995*). Det betyder, at der ved de første flomme kan komme høje koncentrationer af suspenderet stof selv ved mindre stigninger i vandføringen, og at de højeste koncentrationer kommer på den stigende del af hydrografen (kurven over vandføring som funktion af tiden). I løbet af nogle få flomme udtømmes den tilgængelige pulje på vandløbsbunden, hvorfor det herefter vil kræve større stigninger i vandføringen at få tilsvarende høje koncentrationer af partikulært materiale. Hvor datagrundlaget er tilstede, vil det derfor være påkrævet at forsøge at indarbejde de beskrevne forhold i en empirisk model. For Skjern Å, Gjaldbæk og Omme Å, Sønderskov Bro er der opstillet multiple regressionssammenhænge, hvor vandføring, tiden på året og information om, hvorvidt hydrografen er på den stigende fase eller ej, er inddraget som forklarende variable (se bilag 4.3).

For Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro, hvor der har været færrest målinger til rådighed, er vandføringen den eneste forklarende variabel i modellen. Sammenhængene er opstillet i ligningerne (4.7) til (4.9) (*Svendsen et al., 1997*):

Empiriske modeller for
suspenderet transport

Skjern Å, Gjaldbæk:

$$\ln C_{SS} = -4,41 + 0,711 \cdot \ln Q_{ij} + \alpha_i + \beta_j \quad (R^2=0,485 \quad P<0,001) \quad (4.7)$$

Omme Å, Sønderskov:

$$\ln C_{SS} = 0,48 + 0,223 \cdot \ln Q_{ij} + \alpha_i + \beta_j \quad (R^2=0,269 \quad P<0,001) \quad (4.8)$$

Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro:

$$\ln C_{SS} = -6,1 + 0,895 \cdot \ln Q \quad (R^2=0,616 \quad P<0,0009) \quad (4.9)$$

, hvor

i = månedsnummer (1,2,...,12)

j = 0 (baseflow) eller 1 (stormflow)

C_{SS} = Koncentrationen af suspenderet stof

Q_{ij} = døgnmiddelvandføringen

Parameterværdierne for α og β , der inddrager effekten af henholdsvis tid på året og hydrografens hældning, fremgår af bilag 4.3.

Beregning af den samlede sedimenttransport

4.3.6 Samlet sedimenttransport i Skjern Å-systemet

Den samlede bundtransport til den nedre del af vandløbssystemet kan beregnes som summen af bundtransporten ved Skjern Å, Gjaldbæk, ved Omme Å, Sønderskov Bro og i Tarm Bæk, idet der jvf. afsnit 4.1 i praksis ikke er nogen bundtransport i Søndre Parallelkanal. Den samlede suspenderede transport kan beregnes som summen af den suspenderede transport ved Skjern Å, Gjaldbæk, ved Omme Å, Sønderskov og ved Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro, idet transporten her indeholder bidragene fra Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk, samt de mængder, der oppumpes med drænvandet fra pumpeområde M, Ø og SØ. Da der for alle de nævnte stationer er etableret lange vandføringstidsserier fra regressionssammenhænge med vandføringen ved Skjern Å, Ahlergårde, kan der således dannes en tidsserie for den samlede sedimenttransport. Tidsserien er dog ikke ført længere tilbage end 1965, idet udretningen af åen og fjernelsen af vådområder mv. antages at have ændret afstrømningsforholdene. I tabel 4.10 findes den målte transport i 1994 og 1995 og statistik på den lange tidsserie. I bilag 4.4 vises de årlige værdier af bund- og suspenderet transport og af den samlede årlige sedimenttransport.

Månedsmiddeltransporten af bund- og suspenderet sediment er vist i figur 4.4. Desuden er den højeste og laveste månedstransport for hver måned indtegnet for at vise størrelsen af variationen. Langt den største del af transporten foregår i de normalt afstrømningsrige efterårs- og vintermåneder, men selv i sommermånederne kan der forekomme meget høje månedstransporter.

Organisk materiale

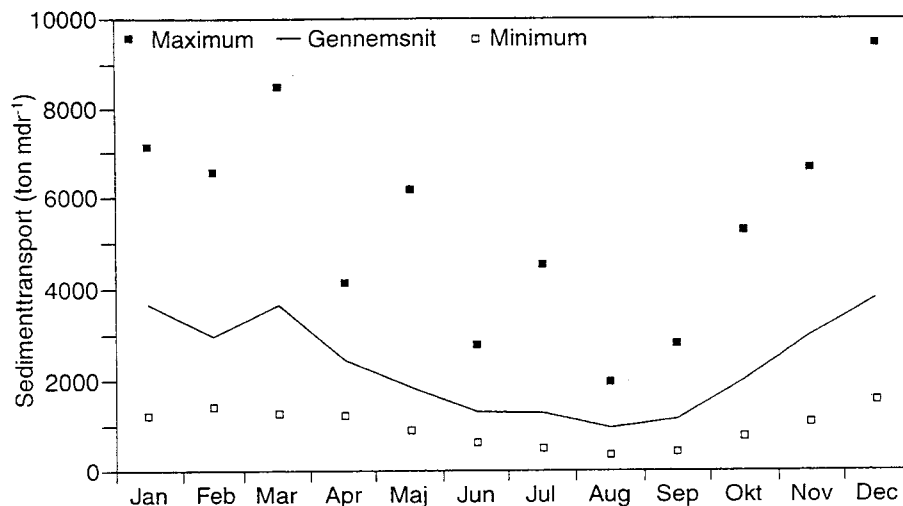
Mængden af organisk materiale i det suspenderede sediment blev desuden målt (Svendsen et al., 1997). For både Skjern Å og Omme Å udgør organisk materiale knap halvdelen af den suspenderede stoftransport (40-47%). Kornstørrelser af det suspenderede sediment blev målt af Petersen og Hasholt (1995) i 1994/1995. Der blev fundet mediankornstørrelsesværdier, d_{50} -værdier fra 17 til 113 μm med tendens til større d_{50} -værdi ved højere vandføring.

Kornstørrelsesfordeling

Tabel 4.10. Oversigt over sedimenttransport til den nederste del af Skjern Å-systemet for perioden 1965-1995. Måle- og analyseusikkerheden samt usikkerheden ved forudsigelser ud fra regressionssammenhænge er angivet som standardafvigelsen. Bundtransporten er genberegnet i forhold til Petersen og Hasholt (1995) med ligningerne (4.4) til (4.6), som følge af korrektionen af vandføringsserien ved Skjern Å, Ahlergårde-stationen. I parentes er angivet skønnet over den umålte bundtransport, jvf. bilag 4.2.

	Bundtransport ton år ⁻¹	Suspenderet transportton år ⁻¹	Total transport ton år ⁻¹
Målt 1994	21600 ±300 (+1100)	17500 ±800	39100 (+1100) ±900
Målt 1995		17700 ±800	
Årsminimum (1976)	8400 ±200 (+400)	6000 ±300	14400 ±400 (+400)
Årsmaksimum (1981)	25300 ±300 (+1300)	20700 ±900	46000±900 (+1300)
Normalår	15900 ±800 (+800)	12200 ±500	28100±900 (+800)

Figur 4.4. Månedsmiddel-, månedsmaksimum- og månedsmaksimumtransport af sediment, som summen af suspenderet sediment og bundsediment (ton pr. måned) i nedre del af Skjern Å-systemet for perioden 1965-95.



4.4 Hydraulisk modstand

Hvad bestemmer den hydrauliske modstand?

Når der skal beregnes vandløbsdimensioner i forbindelse med f.eks. et naturgenopretningsprojekt benyttes hydrodynamiske modeller, der bl.a. kan beregne vandføringen i et vandløb givet vandløbets fysiske forhold som f.eks. vandløbets hydrauliske modstand (d.v.s. strømningsmodstanden). Strømningsmodstanden er først og fremmest bestemt af vandløbsbundens beskaffenhed, d.v.s. kornstørrelsen af bundsedimentet, højde og længde af eventuelle sandbanker og hvor meget bundvegetation, der findes. Der vil endvidere være indflydelse fra brinker og f.eks. bropiller, bygværk mv. Størrelsen af sandbankerne varierer med sedimenttransporten og dennes sammensætning og dermed også med vandføringen. Vegetationens udbredelse er afhængig af lysforholdene, vandets temperatur, hydrauliske forhold, bundtransport, konkurrence mellem plantearterne samt barrierer i vandløb for planternes spredning og grødeskæring. Vandløbets hydrauliske modstand vil derfor variere både med vandføringen og med tiden.

Manning-formlen

Den hydrauliske modstand beskrives ofte ved Manning-tallet, M ($m^{1/3} s^{-1}$), som kan beregnes ud fra Manning-formlen:

$$V = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (4.10)$$

hvor

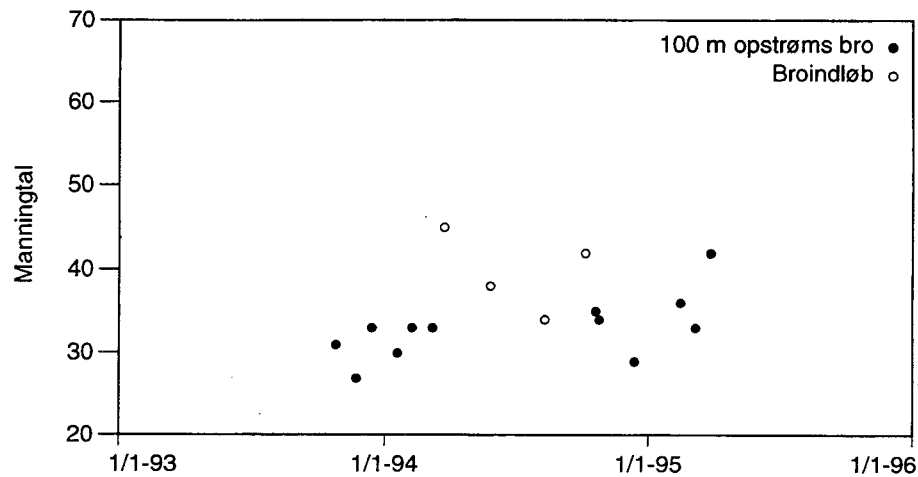
- V = strømmens middelhastighed ($m s^{-1}$)
- R = hydraulisk radius eller modstandsradius (m)
- I = vandspejlshældningen ($m m^{-1}$)

Stort Manning-tallet betyder lille modstand mod strømmingen i vandløbet.

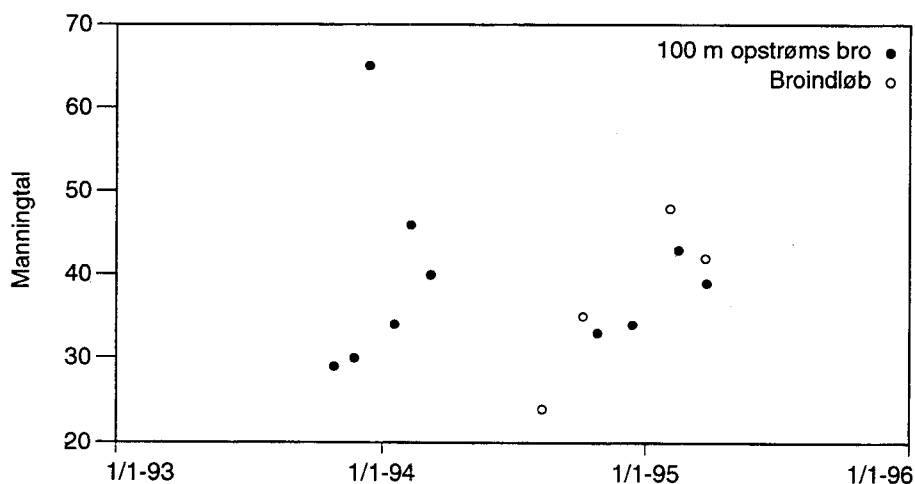
Andre hydrauliske parametre

Der er i denne undersøgelse også målt den hydrauliske parametre vandspejlshældning (I). Endvidere har der været opmålt tværsnit af vandløbene, hvorved strømningsarealet A (m^2) og hydraulisk radius, $R = A/p$ kan bestemmes, hvor p er den våde perimeter (længden i et tværsnit af sider og bund, der er i kontakt med vandet). Der er også målt vandføring Q ($m^3 s^{-1}$), hvoraf middelhastigheden $V = Q/A$ ($m s^{-1}$) kan bestemmes. Måledata findes i bilag 4.5, mens Manningtallets variation over året for Skjern Å og Omme Å er vist i figurene 4.5 og 4.6.

Figur 4.5. Manningtallets variation over året ved Skjern Å, Gjaldbæk i perioden 1993-95. Stort Manning-tal betyder lille modstand med strømmingen.



Figur 4.6. Manningtallets variation over året ved Omme Å, Sønderskov i perioden 1993-95.



Variation i Manning-tallet

I disse store vandløb spiller strømningsmodstand fra grøden en relativt lille rolle, så den årstidsvariation, der kan iagttages på figurerne skyldes især vandføringsvariationen over året. Ved store vandføringer (fra efterår til det tidlige forår) med stor vanddybde vil bund og sider i vandløbet påvirke strømmingen relativt mindre, hvilket afspejles i højere Manning-tal. Det fremgår endvidere af figurerne, at Manning-tallet generelt ligger højere ved broindløbet end på vandløbsstrækningen opstrøms broen. De beregnede Manning-tal for Skjern Å og Omme Å er i overensstemmelse med det forventede, idet Engelund og Pedersen (1982) angiver Manning-tal på ca. 40 for naturlige vandløb uden materialevandring. Wilson (1983) angiver et Manning-tal på 30 for et såkaldt standard naturligt vandløb eller en flod i stabil tilstand.

Forskydningsspænding

I bilag 4.5 er også angivet værdier for forskydningsspændingen (kraft pr. fladeareal) beregnet for en strækning omkring de tværprofiler, hvor der blev målt vandføringer i de syv vandløb. Forskydningsspænding (eller trækspænding) er et mål for det træk, som vandløbsvandet via sin bevægelse udøver på materialet på vandløbsbunden. En højere forskydningsspænding betyder derfor et kraftigere træk på vandløbsbunden, således at noget af det aflejrede bundmateriale kan ophvirvles og transporteres med vandløbsvandet. Vandløb med høj forskydningsspænding vil derfor generelt have grovere bundmateriale end vandløb med lav forskydningsspænding.

5 Skjern Å's kemi

Lars M. Svendsen, Søren E. Larsen og Hans E. Andersen

5.1 Indledning

Kapitlet handler primært om kvælstof, fosfor og jern

I dette kapitel gives en oversigt over koncentration og transport for de væsentligste kemiske stoffer, der transporteres med Skjern Å, Omme Å og Søndre Parallelkanal og føres videre ud i Ringkjøbing Fjord. En væsentlig grund til at Folketinget i 1987 vedtog at genetablere en genslynget nedre del af Skjern Å og genetablere vådområder var at få nedsat belastningen med næringsstoffer som kvælstof (N) og fosfor (P) og med jern (Fe) (primært som okker) til Ringkjøbing Fjord.

Der anvendes lange måleserier

Der lægges i kapitlet derfor vægt på stoffer som kvælstof, fosfor og jern og på at belyse udviklingen i belastningen med disse stoffer af den nedre del af Skjern Å-systemet efter hovedafvandingen blev foretaget i 1962-68. Der fokuseres på de målestationer, der har målinger siden 1960'erne eller 1970'erne. Før denne periode findes kun få kemiske målinger, og da der endvidere i 1970'erne blev anvendt andre analysemetoder, er det svært at sammenligne målinger foretaget de seneste 20 år med ældre målinger. Det er hovedsageligt kun ved Skjern Å, Ahlergårde, at der foreligger målinger af flere kemiske parametre siden hovedafvandingen, så denne station er anvendt, hvor det har været muligt. Herudover er der suppleret med andre stationer i Skjern Å, samt stationen ved Omme Å, Sønderskov Bro.

Opbygning af kapitlet

Endvidere inddrages de kemiske undersøgelser, der er foretaget i den nedre del af Skjern Å-systemet i perioden 1993 til 1995 (*Petersen og Hasholt, 1995; Hedeselskabet, 1995; Svendsen et al., 1997*). Hvert kemisk stof gennemgås i et separat afsnit, medens en analyse for om der har været udviklingstendenser i koncentrationen af forskellige kemiske stoffer er samlet i afsnit 5.7.

Stoftransport genberegnet

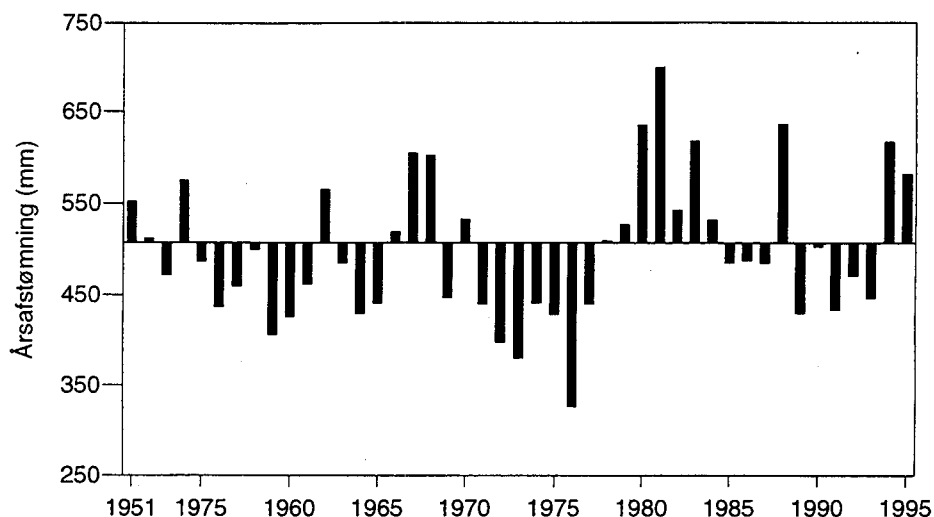
Der er foretaget en genberegning af stoftransporterne i forhold til tidligere undersøgelser, da det har været nødvendigt at genberegne vandføringerne ved Skjern Å, Ahlergårde og for det samlede Skjern Å-system jvf. afsnit 4.2 og *Svendsen et al. (1997)*.

Afstrømning ved Skjern Å, Ahlergårde og nedbøren ved Borris

Som sammenligningsgrundlag for udvikling i transporterne henvises til figur 5.1 med afstrømningen ved Skjern Å, Ahlergårde og til figur 2.1 med årsnedbøren ved Borris i perioden 1951-95. I følge kapitel 4 kan der ikke påvises nogen signifikant udvikling i årsafstrømningen efter 1965. For nedbøren ved Borris har der for hele perioden (1951-95) været en signifikant stigning ($P=4,95\%$) på 2,85 mm pr. år, medens der for perioden 1965-95 ikke kan påvises en statistisk signifikant stigning i nedbøren.

I bilag 5.1 findes en oversigt over de beregnede transporter af kvælstof, fosfor og jernfraktioner for stationer med længere tidsserier.

Figur 5.1. Årsafstrømningen ved Skjern Å, Ahlergårde i perioden 1951-1995 sammen lignet med midlen for perioden 1966-95 på 507 mm.



5.2 Samlet kvælstof- og fosfortilførsel til Ringkjøbing Fjord og kilder hertil

Markant reduktion i spildevandsudledningen

Oplandet til Skjern Å (inklusive oplandet til Søndre Parallelkanal) udgør over 70% af det samlede opland til Ringkjøbing Fjord på 3442 km². I perioden fra 1986 til 1995 er punktkildeudledningerne af kvælstof reduceret fra ca. 920 ton N til 630 ton N (en reduktion på 32%), og tilsvarende for fosfor reduceret fra ca. 165 ton P til 57 ton P (en reduktion på 65%) (tabel 5.1 og 5.2). Mængden af kvælstof og fosfor, der udledes fra renseanlæg er i samme periode reduceret med henholdsvis 51% og 81%. Dambrugsbelastningen var i 1995 den største punktkilde for både kvælstof og fosfor (tabel 5.1 og 5.2).

Tabel 5.1. Kildeopsplitning af de samlede kvælstofudledninger til Ringkjøbing Fjord (dvs. fra Skjern Å og andre tilløb til fjorden med et samlet opland på 3442 km²). I renseanlæg er medtaget industrielle spildevandsudledninger. Åbent land omfatter den totale transport til fjorden minus punktkilder, dvs. spildevandsbelastning fra den spredte bebyggelse er indeholdt i bidraget fra åbent land. Vandførings (Q)-vægtede koncentrationer er beregnet for åbent land bidraget. Der er ikke taget højde for stoftilbageholdelse/omsætning i vandløb og søer i oplandet til fjorden. (Modifieret efter Ringkjøbing Amtskommune, 1995a og 1996a).

Kvælstof	1981	1986	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Renseanlæg (ton)		352	305	296	270	251	198	219	171
Regnvandsbetingende udløb (ton)			34	32	30	39	28	34	21
Dambrug (ton)		537	611	563	473	425	390	386	438
Åbent land (ton)		5700	4082	6045	4756	6721	5536	7200	5749
I alt tilført (ton)	8000	6638	5032	6936	5529	7436	6152	7839	6379
Åbent land af total (%)		86	81	87	86	90	90	92	90
Åbent land (kg ha ⁻¹)		16	12	17	14	19	16	21	16
Årsafstrømning, Q (10 ⁶ m ³)	2385	1657	1389	1649	1448	1641	1517	1951	1854
Q-vægtet koncentration (mg l ⁻¹)	3,0	3,4	3,0	3,7	3,3	4,1	3,7	3,7	3,1

Opfølgelse af den samlede belastning til fjorden

Den samlede belastning er opgjort på baggrund af målinger ved nogle vandløbsstationer plus et beregnet bidrag fra umålte arealer. Dette

bidrag er baseret på arealkoefficienter (f.eks. hvor mange kilo kvælstof, der tabes til ferskvand per hektar (ha) oplandsareal) bestemt fra de målte arealer (*Ringkjøbing Amt 1995a og 1996a*).

Bidrag fra åbent land

Bidraget fra åbent land defineres som summen af belastningen (dvs. nettotilførslen til ferskvand) fra dyrkede arealer, spildevand fra spredt bebyggelse og det naturlige baggrundsbidrag og giver dermed belastningen til ferskvand rensset for punktkilder. Belastningen med spildevand fra spredt bebyggelse er faldet siden 1980'ere bl.a. grundet anvendelse af fosfatfrie rengøringsmidler, som har betydet, at den mængde fosfor, der kommer per indbygger per år (kaldet 1 fosfor PE) er faldet fra ca. 1,5 kg fosfor omkring 1990 til ca. 1 kg fosfor i 1994 (*Miljøstyrelsen, 1994*). Åbent land bidraget er afhængig af de klimatiske forhold, såsom nedbørsmængder, vintertemperaturen, om der forekommer overfladisk afstrømning f.eks. ved tøbrud (dvs. nedbøren løber af oven på jorden og ned i vandløbene) samt af arealudnyttelse, husdyrhold, brug af gødning osv. (*Larsen et al, 1995*).

Tabel 5.2. Kildeopsplitning af de samlede fosforudledninger til Ringkjøbing Fjord. Se i øvrigt teksten til tabel 5.1.

Fosfor	1981	1986	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Renseanlæg (ton)		96	41	37	24	16	14	20	18
Regnvandsbetingende udløb (ton)			8	8	8	10	7	9	5
Dambrug (ton)		60	67	63	48	41	34	32	34
Åbent land (ton)		65	73	62	50	62	63	121	97
I alt tilført (ton)	312	231	189	170	130	128	118	182	154
Åbent land af total (%)		28	39	36	38	48	53	66	63
Åbent land (kg ha ⁻¹)		0,19	0,21	0,18	0,14	0,18	0,18	0,35	0,28
Årsafstrømning, Q (10 ⁶ m ³)	2385	1657	1389	1649	1448	1641	1517	1951	1854
Q-vægtet koncentration (µg l ⁻¹)		39	52	38	35	38	42	62	52

Er der sket en ændring i de vandføringsvægtede koncentrationer af kvælstof og fosfor siden starten af 1980'erne?

Den vandføringsvægtede koncentration (som findes ved at dividere bidraget fra åbent land med årsafstrømningen) viser ingen tendens til fald for hverken kvælstof eller fosfor. Der er snarere tale om en stigning i den vandføringsvægtede fosforkoncentration, hvis der tages højde for nedgangen i belastningen fra spredt bebyggelse. Der kan ikke erkendes nogen reduktion i kvælstofbelastningen til Ringkjøbing Fjord i forhold til niveauet i midten af 1980'erne, medens fosfortilførslen i den samme periode omtrent er halveret. De udviklingstendenser, der eventuelt kan erkendes for kvælstof- og fosfortilførslerne fra slutningen af 1980'erne og frem til midten af 1990'erne kan således alene skyldes den forbedrede spildevandsrensning. Åbent land bidraget var i 1994 og 1995 den væsentligste kilde for tilførsel af kvælstof (ca. 90%) og fosfor (ca. 65%) til Ringkjøbing Fjord.

5.3 Kvælstof

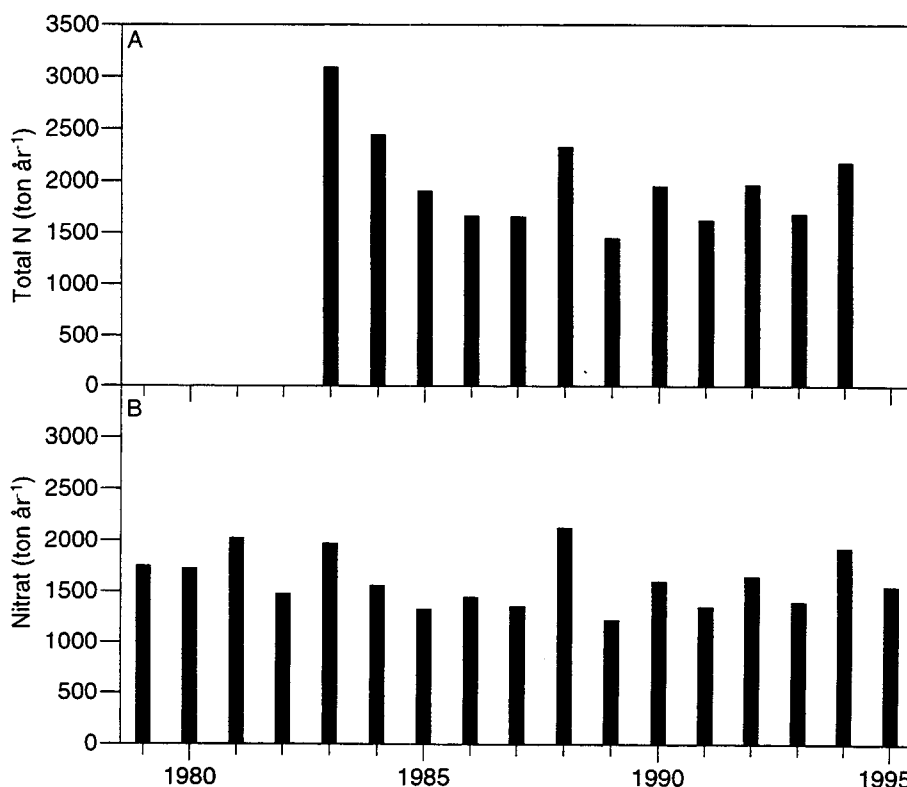
Hvad styrer miljøtilstanden i Ringkjøbing Fjord?

Miljøtilstanden i Ringkjøbing Fjord er blandt andet styret af belastningen med næringssalte (*Ringkjøbing Amtskommune, 1988b*). I den nordlige del af fjorden er phytoplankton primærproduktionen begrænset af kvælstofmængderne, medens kvælstof (N) og fosfor (P) skiftevis er begrænsende herfor omkring Skjern Å's udløb (*Jens Lyngby, VKI, personlig meddelelse*). Bundfaunaen var i slutningen af 1980'erne kendetegnet ved næringssaltbelastede brakvandsforhold (*Ringkjøbing Amtskommune, 1988b*).

Kvælstoftransporten ved Skjern Å, Ahlergårde

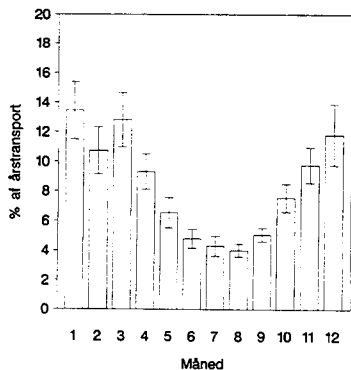
For kvælstof findes der alene en tidsserie for nitrat-kvælstof fra 1979-1995 og for total kvælstof for perioden 1983-1994 ved Skjern Å, Ahlergårde (figur 5.2 og bilag 5.1). Der har været målt nitrat før 1979, men dengang anvendtes andre analysemetoder, hvorfor det ikke ved en vurdering af udviklingstendenser er muligt at anvende disse data. I gennemsnit har den årlige transport af total kvælstof været ca. 19 kg N ha⁻¹, hvilket er lidt lavere end fundet under vandmiljøplanens overvågningsprogram for dyrkede oplande med punktkilder (*Larsen et al., 1995*). De vandføringsvægtede koncentrationer af total-kvælstof har været 3,9 mg N l⁻¹ og for nitrat 3,0 mg N l⁻¹, hvilket er cirka det halve af landsgennemsnittet for dyrkede oplande med punktkilder, men kun lidt lavere end for andre dyrkede sandjordsoplunde med en relativ høj grundvandstilstrømning (*Iversen og Græsbøll, 1996*). Trods en reduktion i spildevandsbelastning med kvælstof erkendes ingen reduktion i transporten af kvælstof.

Figur 5.2. Årstransport af total kvælstof (A) i perioden 1983-1995 og af årstransport af nitrat-kvælstof (B) i perioden 1979-1995 ved Skjern Å, Ahlergårde.



Månedstransporten af nitrat

Månedstransporten af nitrat udgør en relativ konstant andel af den samlede årstransport af nitrat, og der er ikke de store år til år variatio-

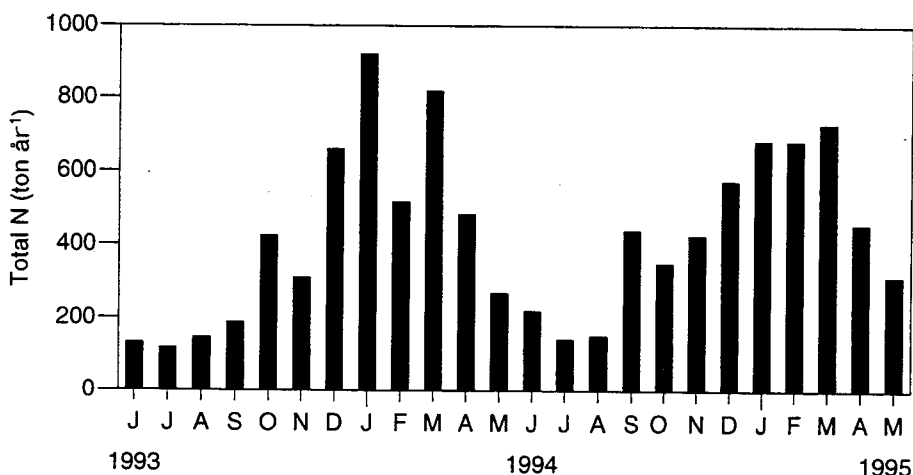


Figur 5.3. Nitrat-N måneds-transportens andel af årstransporten ved Skjern Å, Ahlergårde i perioden 1979-95. 95% konfidensintervallet er angivet.

ner ved Skjern Å, Ahlergårde (figur 5.3). Ingen måneder har i perioden 1979-95 haft en nitrattransport, der har udgjort mere end knapt 16% af et års samlede nitrattransport.

Den samlede kvælstoftransport ud af Skjern Å-systemet (eksklusiv pumpestationerne M, SØ, SV og N jvf. tabel 2.4) er kun målt i perioden juni 1993 til maj 1995 (Skov- og Naturstyrelsen og Ringkjøbing Amtskommune, 1995). Den samlede afstrømning af total kvælstof fra Skjern Å-systemet har både i 1993/94 og 1994/95 været knap 6.000 ton, hvoraf over 80% transporteres som nitrat-nitrit kvælstof (tabel 5.3). Begge hydrologiske år (et år der starter 1. juni og slutter året efter den 31. maj) havde en afstrømning på 15-20% over normalen og den målte kvælstofafstrømning var også højere end gennemsnittet for den forudgående periode ved Skjern Å, Ahlergårde. I figur 5.4 er vist måneds-transporten af total kvælstof ved Skjern Å, Hedeby Bro. Den arealspecifikke afstrømning (transporten angivet i kilo stof per hektar) af kvælstof via Søndre Parallelkanal er høj, og ca. 50% højere end for det øvrige Skjern Å-opland.

Figur 5.4. Månedstransport af total kvælstof ved Skjern Å, Hedeby Bro fra juni 1993 til maj 1995 (2 hydrologiske år) (Modificeret efter Hedeselskabet, 1995).



Tabel 5.3. Transport af total kvælstof og nitrat-nitrit kvælstof i de to hydrologiske år 1993/94 og 1994/95 i den nedre del af Skjern Å-systemet (sum af de to stationer) baseret på punktprøver udtaget hver 14. dag. Endvidere er angivet hvor stor en del af transporten, der sker på opløst form. Oplandet til Skjern Å, Hedeby Bro er 2200 km² og til Søndre Parallelkanal, Engholm 260 km². Efter Skov- og Naturstyrelsen og Ringkjøbing Amt (1995).

	Søndre Parallelkanal, Engholm		Skjern Å, Hedeby Bro		Skjern Å i alt					
	1993/94	1994/95	1993/94	1994/95	1993/94	1994/95				
	ton	kg ha ⁻¹	ton	kg ha ⁻¹	ton	ton				
Total N	826	31,8	784	30,2	4983	22,7	5166	23,5	5809	5950
NO ₂₃ -N	677	26,0	614	23,6	4178	19,0	4329	19,7	4855	4943
% NO ₂₃ -N	82%		78%		84%		84%		84%	83%

I kapitel 7 gives en overordnet kvalitativ vurdering af nogle mulige effekter af Skjern Å-naturgenopretningen for den fremtidige belastning med kvælstof af Ringkjøbing Fjord.

5.4 Fosfor

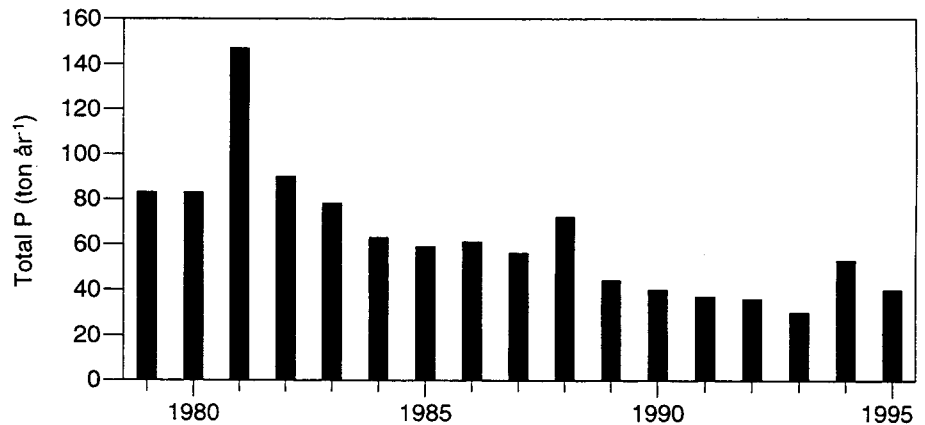
Markant reduktion i spildevandsudledningen med fosfor

Siden midten af 1980'erne er der sket en markant reduktion i punktkildeudledningerne af fosfor til hele Ringkjøbing Fjord fra 160 til knap 60 tons i 1995 (tabel 5.2). Der kan til gengæld ikke erkendes noget fald i den diffuse belastning (åbent land belastningen). Udviklingen i fosforindholdet i jorden efter hovedafvandingen i 1962-68 er beskrevet i kapitel 2.

Udvikling i fosforkoncentration ved Skjern Å, Ahlergårde

Der findes som for kvælstof kun en længere tidsserie med fosfor transporter ved Skjern Å, Ahlergårde jvf. figur 5.5 og bilag 5.1. Fosfortransporten er tæt knyttet til afstrømningens størrelse, og vil derfor variere meget fra år til år (Svendsen et al., 1997). Grundet den tidligere omtalte reduktion i punktkildebelastningen er de vandføringsvægtede fosforkoncentrationer mindst blevet halveret i perioden, fra et niveau omkring $160 \mu\text{g P l}^{-1}$ midt i 1980'erne til $70-80 \mu\text{g P l}^{-1}$ midt i 1990'erne. De vandføringsvægtede fosforkoncentrationer ved Skjern Å, Ahlergårde er i 1990'erne cirka det halve af niveauet fundet for dyrkede vandløbsoplande (med og uden punktkilder) under vandmiljøplanens overvågningsprogram (Larsen et al., 1995).

Figur 5.5. Årstransport af total fosfor ved Skjern Å, Ahlergårde i perioden 1979-1995.



Månedstransport af fosfor i 1993-1995

I perioden 1993-1995 har der været foretaget kontinuerte målinger af fosfortransporten i den nedre del af Skjern Å-systemet (eksklusiv belastning fra pumpestationerne M, SØ, SV og N). Skov- og Naturstyrelsen og Ringkjøbing Amt (1995) målte ved Skjern Å, Hedeby Bro og ved Søndre Parallelkanal, Engholm Bro i perioden juni 1993 til maj 1995 (tabel 5.4). Arealkoefficienterne for total fosfortransporten ved Skjern Å, Hedeby Bro er 20-30% højere end de tilsvarende værdier for dyrkede vandløbsoplande på landsplan (Iversen og Græsbøll, 1995).

Tabel 5.4. Transport af total fosfor og opløst orthofosfat i de to hydrologiske år 1993/94 og 1994/95 i den nedre del af Skjern Å-systemet (sum af de to omtalte stationer). Se i øvrigt teksten til tabel 5.3.

	Søndre Parallelkanal, Engholm Bro		Skjern Å, Hedeby Bro				Skjern Å i alt			
	1993/94		1994/95		1993/94		1994/95		1993/94	1994/95
	ton	kg ha ⁻¹	ton	kg ha ⁻¹	ton	kg ha ⁻¹	ton	kg ha ⁻¹	ton	ton
Total P	17,5	0,67	24,0	0,92	81,5	0,37	120	0,55	99,0	144
Opløst P	2,6	0,10	2,5	0,10	13,1	0,06	12,4	0,06	15,7	14,9
% opløst P	15%		10%		16%		10%		15%	10%

Der erkendes som for kvælstof en høj arealspecifik fosforbelastning fra oplandet til Søndre Parallelkanal. Der er specielt området omkring Hestholm, som har særligt høje arealkoefficienter af fosfor (diskuteres i kapitel 7 og bilag 7). Dette antages at hænge sammen med den i kapitel 2 omtalte nedbrydning af jorde med et højt organisk indhold, sammentrykning af jordene grundet påvirkning af trafik med tunge landbrugsmaskiner, samt en kraftig oppumpning af højtstående grundvand for at holde jordene i en acceptabel fugtighedstilstand for landbrugsdrift. Forfatterens erfaring er dog også, at målinger af suspenderet stof og fosfor i Søndre Parallelkanal, når det blæser kraftigt fra vest, er påvirket af en vis ophvirvling af materiale aflejret på bunden af kanalen. Dette kan give en vis overestimering af de målte koncentrationer af suspenderet stof og fosfor og dermed også af transporten af disse stoffer. Der aflejres en del partikulært materiale i Søndre Parallelkanal, da den har en meget lav hældning, lave strømhastigheder og i praksis ingen bundtransport (jvf. kapitel 2 og 4).

Den opløste fosfortransport er relativt lav

Andelen af opløst fosfor af den samlede transport er meget lav (mindre end 15%). Tilsvarende lave værdier for opløst fosfor ses typisk kun, hvor der er høje koncentrationer af jern i vandløbsvandet (Svendsen og Hansen, 1996). Den lave andel af opløst fosfor kan tilskrives den store mængde jern i vandløbene, som vil binde opløst fosfor til sig.

Sammenligning af transport baseret på kontinuerte, puljede målinger og på punktmålinger

I 1994 og 1995 blev der endvidere foretaget kontinuert målinger i Skjern Å, Gjaldbæk og Omme Å, Sønderskov Bro suppleret af målinger i Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro og de fire tilløb til Søndre Parallelkanal: Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk samt Tarm Møllebæk (Svendsen et al., 1997). I Svendsen et al. (1997) er der foretaget en sammenligning af stoftransporten baseret på kontinuert, puljede målinger med en traditionel punktprøvetagning hver 14. dag. Sammenlignet med fosfortransport beregnet ud fra punktprøver udtaget hver 14. dag gav den kontinuert, puljede prøvetagning cirka den samme årstransport af fosfor i Omme Å, Sønderskov Bro (-3% i 1994 og +11% i 1995) og lidt højere årstransport af fosfor i Skjern Å, Gjaldbæk (6% i 1994 og 9% i 1995). I modsætning til suspenderet stof (afsnit 4.3.4) er det af mindre betydning for transportestimeringen at måle kontinuere fosforkoncentrationer i større danske vandløb.

Baseret på en sammenligning mellem punktprøver og dybdeintegrerede prøver kunne der ikke påvises nogen forskel i total fosforkoncentrationen på tværs af et vandløb eller med dybden i et vandløb.

Opstilling af empirisk udtryk til beregning af koncentrationer af total fosfor

En længere tidsserie for fosfortransporten for Skjern Å-systemet er konstrueret ved at opstille en regressionssammenhæng mellem fosforkoncentrationen og vandføringen (Svendsen et al., 1997). Ligesom for den tilsvarende regressionssammenhæng for suspenderet stof kan dette ikke foretages på simpel vis (se afsnit 4.3.5). Ved Skjern Å, Gjaldbæk og Omme Å, Sønderskov Bro er der opstillet multiple regressionssammenhænge, hvor vandføring, månedsnummer og information om hydrografen (kurve, der afbilder vandføringen mod tiden) er stigende eller faldende er anvendt som forklarende variable (bilag 5.2). Ved Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro er der færre målinger til rådighed, og her er vandføringen anvendt som den eneste forklarende variable.

De tre regressionsammenhænge er opstillet i formel 5.1, 5.2 og 5.3 (fra Svendsen et al., 1997):

Skjern Å, Gjaldbæk:

$$\ln C_{TP} = -7,48 + 0,531 \cdot \ln Q_{ij} + \alpha_i + \beta_j + \gamma_i \quad (R^2=0,544 \quad P<0,001) \quad (5.1)$$

Omme Å, Sønderskov Bro:

$$\ln C_{TP} = -3,64 + 0,145 \cdot \ln Q_{ij} + \alpha_i + \beta_j \quad (R^2=0,436 \quad P<0,001) \quad (5.2)$$

Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro:

$$\ln C_{TP} = -7,1 + 0,514 \cdot \ln Q \quad (R^2=0,738 \quad P<0,0001) \quad (5.3)$$

hvor

i = månedsnummer (1,2,...,12)

j = 0 (baseflow) eller 1 (stormflow)

C_{TP} = Koncentrationen af total fosfor

Q_{ij} = døgnvandføringen

α_i = effekten af måneden i

β_j = effekten af hydrografens hældning

γ_i = effekten af korrelationen mellem måneden og vandføringen

Parameterværdierne fremgår af bilag 5.2.

De empiriske udtryk forklarer hovedparten af variationerne

Sammenlignet med de tilsvarende regressionsudtryk for suspenderet stof (ligning (4.7) til (4.9)) forklarer ligningerne 5.1 til 5.3 en større del af den målte variation i fosfortransporten (fra 44% til 4%).

Beregnet tidsserie af fosfortransporter tilbage til 1965

Den samlede transport i den nedre del af Skjern Å-systemet (eksklusiv pumpestation N og SV) beregnes herefter som summen af transporten ved Skjern Å, Gjaldbæk; Omme Å, Sønderskov Bro og Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro. Som omtalt i kapitel 4.2 og 4.3 er der oprettet lange vandføringstidsserier for disse tre stationer, således at der kan regnes døgn- og årstransporter for total fosfor. Tidsserien er kun beregnet tilbage til 1965, da stofleverings- og transportforholdene før hovedafvandingen har været væsentlig anderledes end efter reguleringen. I tabel 5.5 angives de målte total fosfortransporter for Skjern Å-systemet i 1994 og 1995 samt en statistik for den lange beregnede tidsserie (de enkelte årsværdier findes i bilag 5.2).

Tabel 5.5. Målt total fosfortransport i den nedre del af Skjern Å-systemet i 1994 og 1995 samt statistik på den tilsvarende beregnede transport i perioden 1965-1995. Med \pm er angivet usikkerheden.

	Total fosfortransport (ton år ⁻¹)
Målt 1994	120,6 \pm 3,5
Målt 1995	126,7 \pm 3,6
Årsminimum (1976)	54 \pm 1,5
Årsmaksimum (1981)	163 \pm 5,1
Normalår	100 \pm 3,0

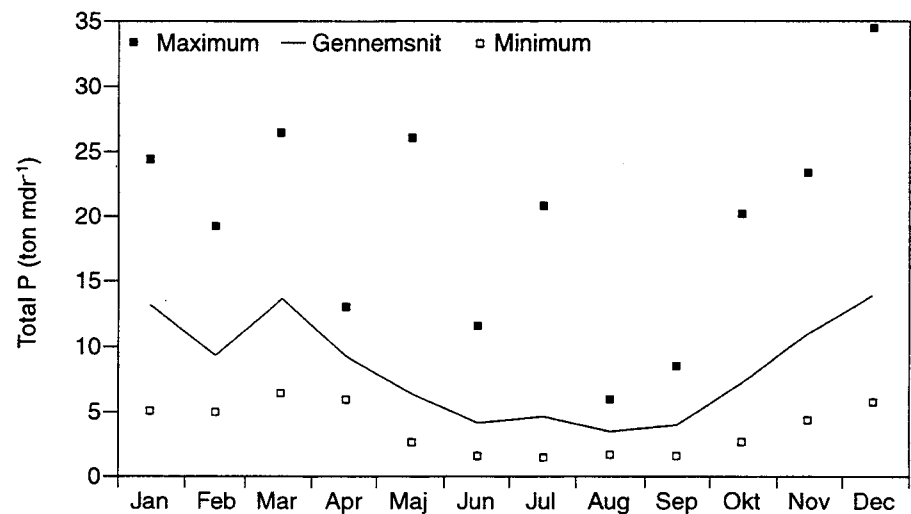
Hvad kan de beregnede tidsserier bruges til?

Månedstransporten af total fosfor i Skjern Å-systemet

Figur 5.6. Beregnede månedsmiddeltransporter af total fosfor for den nedre del af Skjern Å-systemet. For hver måned er angivet den laveste og højeste beregnede månedstransport i perioden 1965-95.

Der skal ved anvendelse af tabellen tages hensyn til, at der er sket en markant reduktion af punktkildebelastningen med fosfor fra midten af 1980'erne frem til 1995, hvorfor de beregnede transportværdier ikke umiddelbart kan sammenlignes med, hvad der blev målt f.eks. i slutningen af 1970'erne eller starten af 1980'erne. Til gengæld er de beregnede transporter velegnede til at give et skøn over den potentielle fosfortransport i fremtiden under forskellige afstrømningsforhold. Beregningerne bygger nemlig på målinger fra 1994 og 1995, og det kan antages, at der i fremtiden ikke vil ske yderligere store reduktioner i punktkildebelastningen med fosfor i forhold til de to år.

Den beregnede månedsmiddeltransport og den højeste og laveste månedstransport af total fosfor for Skjern Å-systemet er beregnet (figur 5.6). Langt den overvejende del af transporten foregår i vinterhalvåret, idet ca. 70% af årstransporten sker fra oktober til marts (figur 5.7). Det er derfor i denne periode, at det vil være væsentlig at tilbageholde en del af fosfortransporten i vandløbssystemet, hvis det skal have en positiv effekt for Ringkjøbing Fjord.



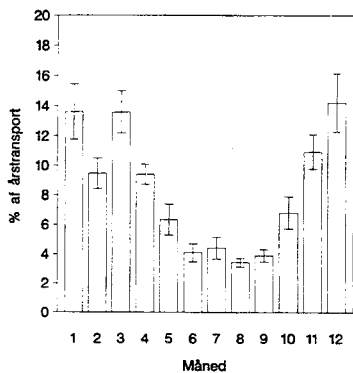
I kapitel 7 og bilag 7 er der givet nogle vurderinger af hvorledes fosfortilførslen til Ringkjøbing Fjord kan påvirkes af en kommende naturgenopretning, og der er nogle beregninger vedrørende de høje fosforafstrømninger fra Hestholm-området. Endvidere berøres problematikken omkring en mulig fosforfrigivelse, når de dyrkede arealer sættes under vand.

5.5 Jern

Okkerbelastning: et problem i Skjern Å?

Okkerbelastning af en række jyske vandløb har forårsaget en forarmning af miljøtilstanden heri. Et resultat af hovedafvandingen af den nedre del af Skjern Å-systemet var en massiv belastning med okker af vandløbssystemet. Okkeret blev desuden ført videre ud i Ringkjøbing Fjord, hvor det gav væsentlige miljøproblemer (*Ringkjøbing Amt, 1988b*). I afsnit 2.3.3 er kort omtalt miljøeffekterne af okker, ligesom der er redegjort for, hvorfor der kommer okkerbelastning i forbindelse med en afvanding af våde vandløbsnære arealer.

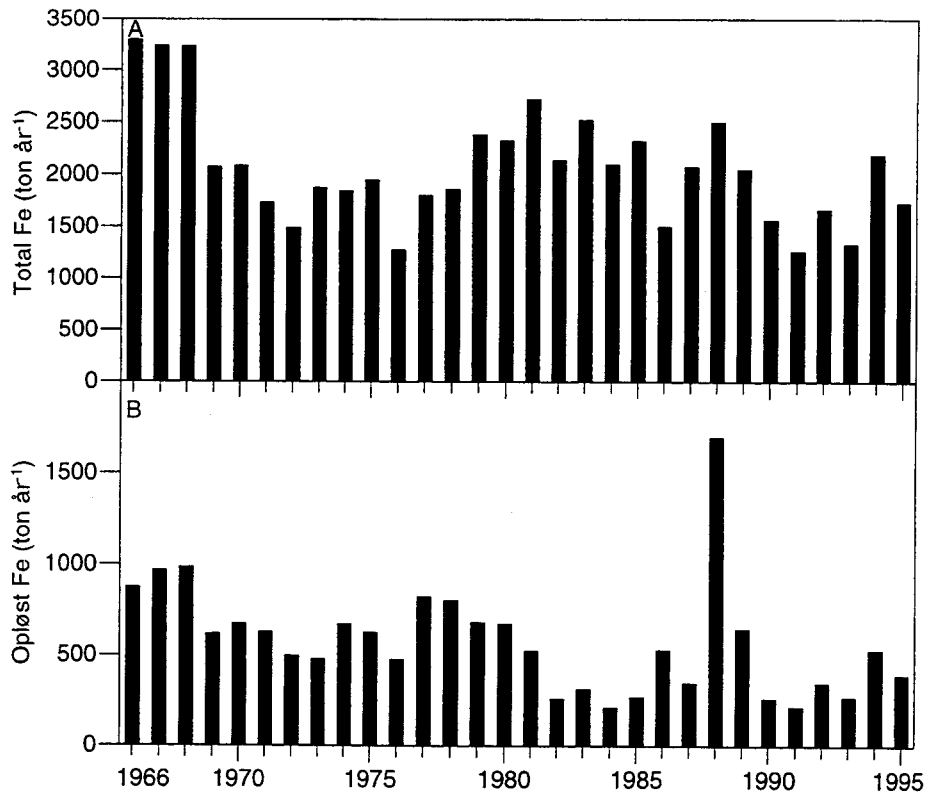
Lange tidsserier med målinger af jernkoncentrationer



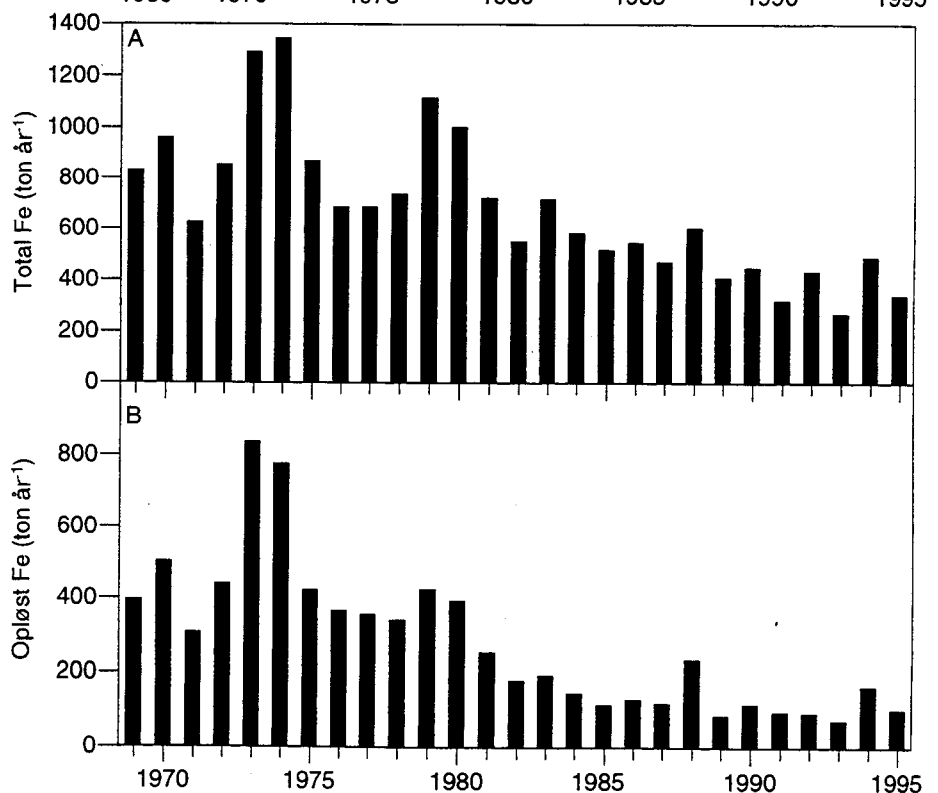
Figur 5.7. Total fosfor månedstransportens andel af årstransporten for den nedre del af Skjern Å-systemet for den beregnede tidsserie 1965-95. 95% konfidensintervallet er angivet.

Figur 5.8. Årstransport af total jern (A) og årstransport af opløst jern (B) ved Skjern Å, Y-vejs Bro i perioden 1966-1995.

I modsætning til andre kemiske parametre har der været foretaget målinger for total jern og opløst jern ved flere stationer i Skjern Å-systemet siden hovedafvandingen blev afsluttet i 1968 (bilag 5.1) Et skift af analysemetode i 1970'erne giver dog fortolkningsproblemer. Den årlige transport af total og opløst jern er målt ved Skjern Å, Y-vejs Bro i perioden 1966-95 (figur 5.8) og ved Søndre Parallelkanal, Engholm Bro i perioden 1969-95 (figur 5.9). Summen af transporten ved de to målestationer giver den samlede transport af jern i den nedre del af Skjern Å-systemet (fraregnet bidrag fra pumpestation M, SØ, SV og N). Der er en generelt faldende tendens i jernkoncentrationen ved begge stationer specielt i Søndre Parallelkanal (se afsnit 5.7).



Figur 5.9. Årstransport af total jern (A) og årstransport af opløst jern (B) ved Søndre Parallelkanal, Engholm Bro i perioden 1969-1995.



Vandføringsvægtede jernkoncentration i Skjern Å og Søndre Parallelkanal

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationer af total jern (Fe) ved Skjern Å, Y-vejs Bro er faldet fra ca. 3,0 mg Fe l⁻¹ i 1966 (15,2 kg Fe ha⁻¹) til et niveau omkring 1,5 mg Fe l⁻¹ (7,6 kg ha⁻¹) i 1990'erne (bilag 5.1). De tilsvarende værdier for opløst jern viser et fald fra 0,800 mg Fe l⁻¹ i 1966 til 0,300 mg Fe l⁻¹ i 1990'erne. I Søndre Parallelkanal de vandføringsvægtede koncentrationer af total jern og den arealspecifikke belastning meget høj. Den har været ekstrem høj efter hovedafvandingen og frem til midten af 1970'erne, men er stadig meget høj i 1990'erne (bilag 5.1). Årsmiddelkoncentrationer over 2-3 mg Fe l⁻¹ total jern er relativt høje værdier for danske vandløb også i sandede oplande (Larsen *et al.*, 1995). I perioden 1966-75 var den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total jern op til godt 10 mg Fe l⁻¹ (som svarer til 55 kg Fe ha⁻¹), medens niveauet i 1990'erne er faldet til 2,5 mg Fe l⁻¹ (12,6 kg Fe ha⁻¹). Trods den massive nedgang i jernbelastningen er den således stadig usædvanlig høj i Søndre Parallelkanal. Der er endvidere områder i den centrale del af Hestholm, hvor den arealspecifikke belastning er væsentligt højere end angivet i dette afsnit.

Jernkoncentrationer i Omme Å

Sammenlignes med forholdene ved Omme Å, Sønderskov Bro har den vandføringsvægtede total jern koncentration varieret mellem 0,8-2,6 mg Fe l⁻¹ i perioden 1963-1995 svarende til 2,3-11,7 kg Fe ha⁻¹. I oplandet til Omme Å har der ikke været foretaget væsentlige afvandinger i den pågældende periode.

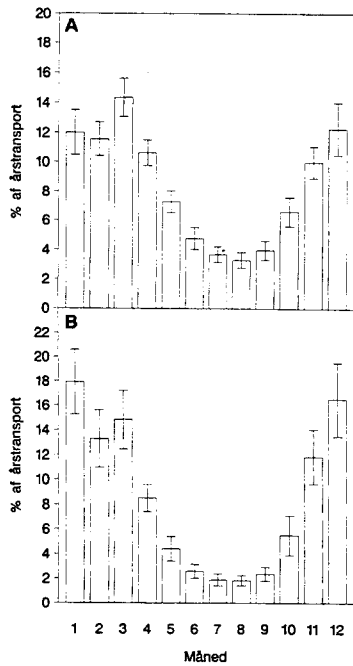
Hovedparten af jernet vurderes at være udvasket fra det afvandede område

Den samlede årlige jerntransport i den nedre del af Skjern Å-systemet har i gennemsnit været ca. 2.800 tons år⁻¹, hvilket på 30 år (1966-95) svarer til i alt ca. 85.000 tons total jern. Hvis det antages at belastningen med jern under mere naturlige forhold svarer til den arealspecifikke jernbelastning fra Omme Å-oplandet, ville der kun skulle være transporteret 54.000 tons. Det betyder, at der har været en ekstra jerntransport på 31.000 tons jern. I *Afvandingskommissionen* (1974) angives (jvf. kapitel 2), at der i 1960'erne og 1970'erne var et midterområde på tværs af ådalen, mellem pumpeområde N og M på 1000 ha, der indeholdt ca. 200 ton pyrit pr. ha, dvs. i alt 200.000 ton pyrit. Hvis hele denne pulje iltes, svarer det til en potentiel jernudvaskning på ca. 90.000 ton. Hertil skønnes at komme omkring 15.000 ton jern, der kan tilføres vandløbene ved nedbrydning af jernkarbonat i et område øst for pumpestation M. En del af det mobiliserede jern i jordbunden vil dog genudfældes. På denne baggrund skønnes hovedparten af det jern, der siden afvandingsprojektets gennemførelse er gjort tilgængelig for udvaskning, at være ført ud i å-systemet. Hovedparten af jernet, specielt i Søndre Parallelkanal, transporteres i vinterhalvåret med de høje vandføringer (figur 5.10), hvor pumpeaktiviteten også er størst fra de afvandede arealer.

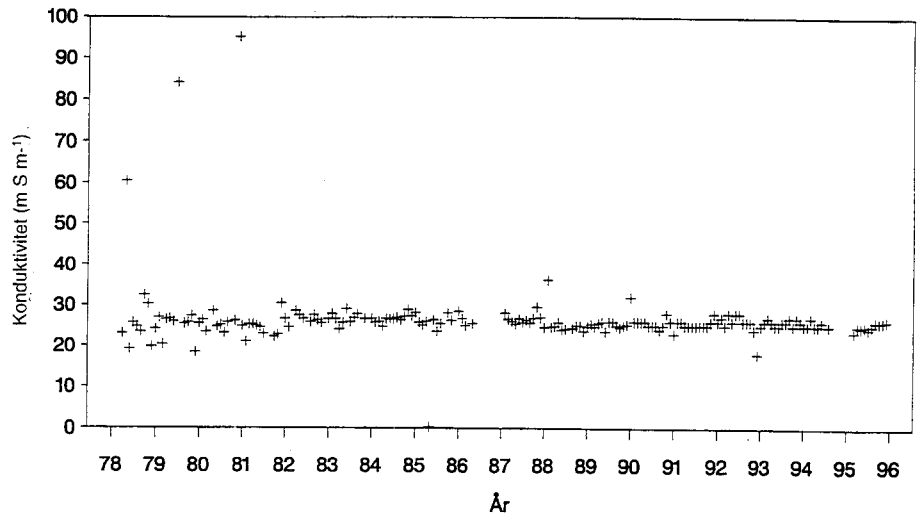
5.6 Andre kemiske parametre

Ledningsevne og pH ved Skjern Å, Ahlergårde

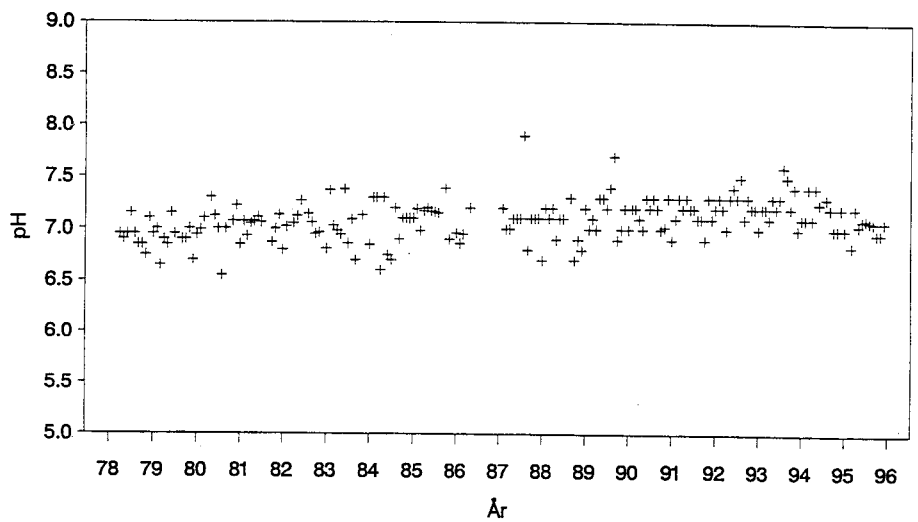
Ledningsevne (også kaldet konduktivitet) (figur 5.11) og pH (figur 5.12) er målt siden 1978 ved Skjern Å, Ahlergårde. Der har i mange vest-danske vandløb været konstateret en faldende pH-værdi i vandløbene grundet sur nedbør, okkerudledning m.v. (Rebsdorf *et al.*,



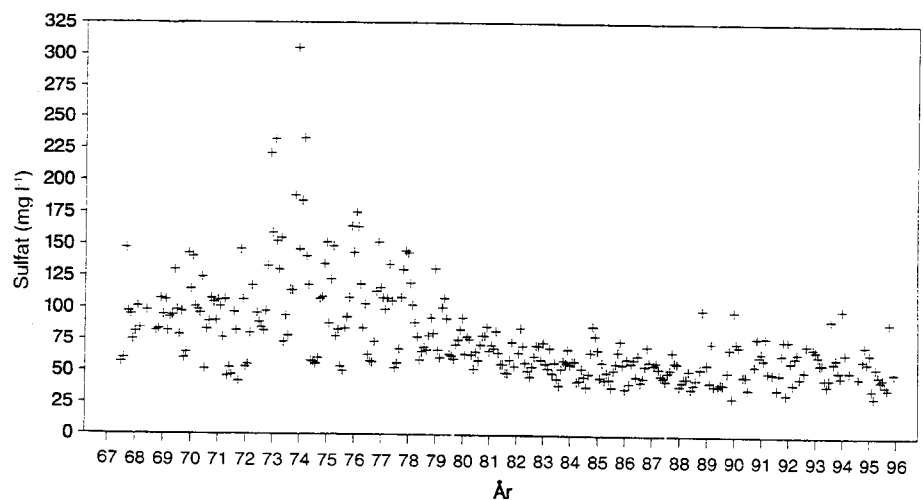
Figur 5.10. Total jern måneds-transportens andel af årstransporten ved Skjern Å, Y-vejs Bro i perioden 1966-95 (A) og månedstransporten af total jerns andel af årstransporten ved Søndre Parallelkanal, Engholm Bro i perioden 1969-95 (B). 95% konfidensintervallet er angivet.



Figur 5.11. Månedsmiddel af ledningsevne (konduktivitet) i m S m^{-1} ved Skjern Å, Ahlergårde.



Figur 5.12. Månedsmiddel værdier af pH (surhedsgrad) ved Skjern Å, Ahlergårde.



Figur 5.13. Månedsmiddelkoncentrationen af sulfat i Søndre Parallelkanal.

1991). Dette har ikke kunnet iagttages ved Skjern Å, Ahlergårde. Udviklingstendenser for disse parametre er analyseret i afsnit 5.7.

Sulfat

Sulfat udvaskes til vandløbene når pyrit nedbrydes i jorden. Høje koncentrationer af sulfat vil forekomme, hvor der er høje jernkoncentrationer. Der har været meget høje sulfatkoncentrationer i Søndre Parallelkanal i de første ti år efter hovedafvandingen, men siden er koncentrationen faldet kraftigt (figur 5.13) i takt med den faldende udvaskning af jern. Sulfatkoncentrationer har været på et niveau, hvor det har været kritisk for bunddyr og livstruende for fisk.

5.7 Udviklingstendenser for kemiske stoffer

Test for udviklingstendens i koncentration af forskellige stoffer

For at vurdere om der har været en signifikant udvikling i koncentrationen af forskellige kemiske parametre, er der foretaget en ikke parametriske test med Kendall's sæson test for monotone udviklingstendenser (Hirsch og Slack, 1984). Testen tager højde for eventuelle sæsonvariationer, for autokorrelerede værdier og eventuelt manglende værdier i den tidsserie, der analyseres. Der er analyseret på månedsværdier (hvis der har været flere målinger på en måned, er der taget et gennemsnit af målingerne) og korrigeret for koncentrationernes afhængighed af vandføringen ved at foretage analyser på vandføringsvægtede koncentrationer. Testen fortæller kun, om der er en statistisk signifikant tendens, dvs. den giver ikke en værdi for, hvor stor en ændring, der er per år.

Estimering af den årlige ændring

For de tidsserier, hvor der findes en signifikant udviklingstendens, kan der estimeres en værdi for den årlige ændring ved hjælp af Sen's hældningsestimator (Hirsch et al., 1982). Den årlige ændring er angivet for de parametre, hvor der har været en signifikant udviklingstendens.

Konklusionen på analyserne er sammenfattet i tabel 5.6, hvor P-værdien skal være mindre end 5%, for at der er tale om en statistisk signifikant udviklingstendens. Der er medtaget samtlige tidsserier i Skjern Å-systemet, hvor der har været tilstrækkeligt med data til, at det har været muligt at foretage den omtalte statistiske test.

Signifikant fald i fosfor, jern og sulfatkoncentrationen. Til gengæld er nitratkoncentrationen steget, og det samme er pH-værdien

Faldet i såvel koncentrationen af total jern og sulfat er signifikant. Dette er et resultat af, at puljen af omsætteligt pyrit efterhånden er blevet opbrugt, og at de områder, hvorfra pyriten kommer, har sat sig op til 1,5 m, og dermed er blevet mere fugtige, således at den zone i de øvre jordlag hvori pyrit har kunnet iltes, er blevet mindre. Den signifikante stigning i pH kan formodentlig relateres til et fald i sulfatkoncentrationen og dermed også brintionskoncentrationen i vandløbet. Samlet har dette medført, at miljøforholdene i vandløbene er blevet forbedret for smådyr og fisk.

Total fosfor koncentrationen er reduceret alene som følge af den forbedrede spildevandsrensning, medens der er sket en stigning i nitratkoncentrationen. Dette kan både være betinget af en øget tilførsel fra de dyrkede arealer samt af en reduktion i mængden af vådområder. Dette medfører en reduceret kvælstofomsætning i de vandløbsnære arealer som en konsekvens af afvandingen.

Tabel 5.6. Test for udviklingstendenser for en række udvalgte kemiske parametre målt i Skjern Å-systemet. Testen er foretaget med Kendall's sæson test, og hvor der er en signifikant udviklingstendens ($P < 5\%$) er den årlige ændring estimeret ved hjælp af Sen's hædnings-estimator og angivet. + angiver en stigende årlig udvikling, - tilsvarende en faldende. For nedbøren er der tale om en simpel lineær regression. Z-værdier er et mål for testens styrke for det pågældende stof.

Kemisk stof	Sted	Periode	Z-værdi	P-værdi (%)	Ændring pr. år
Total N	Skjern Å, Ahlergårde	1986-94	2,015	4,4	+0,04 mg N l ⁻¹
Nitrat-N	Skjern Å, Ahlergårde	1978-95	2,016	4,4	+0,009 mg N l ⁻¹
Total P	Skjern Å, Ahlergårde	1978-95	-3,794	<0,1	-0,005 mg P l ⁻¹
COD	Skjern Å, Ahlergårde	1978-95		>5	ikke signifikant
Ledningsevne	Skjern Å, Ahlergårde	1978-95		>5	ikke signifikant
pH	Skjern Å, Ahlergårde	1978-95	2,976	0,3	+0,0125
Total jern	Søndre Parallelkanal	1967-95	-4,48	<0,1	-0,111 mg Fe l ⁻¹
Opløst jern	Søndre Parallelkanal	1967-95	?	?	analysemetodeskift i 1970'erne
Sulfat	Søndre Parallelkanal	1967-95	-4,337	<0,1	-2,098 mg l ⁻¹
Total jern	Skjern Å, Y-vejs bro	1966-95	-2,887	0,4	-0,125 mg Fe l ⁻¹
Opløst jern	Skjern Å, Y-vejs bro	1966-95	?	?	analysemetodeskift
Sulfat	Skjern Å, Y-vejs bro	1966-95	-2,925	0,3	-0,40 mg l ⁻¹
Nedbør	Borris	1951-95	2,95	4,9	+2,85 mm
Afstrømning	Skjern Å-systemet	1965-95		> 5	ingen tendens

6 Skjern Å's biologi

Hans Ole Hansen og Claus Paludan

Levevilkårene for vandløbenes planter og dyr ændres når vandløbet reguleres, f.eks. i form af kanalisering som det er sket i den nedre del af Skjern Å. Blandt de fysiske ændringer, der sker i det regulerede vandløb er, at både strøm- og substratforhold bliver mindre varierede end i det naturlige vandløb. Der er også risiko for, at vandets kemiske sammensætning ændres, f.eks. hvis jern udvaskes fra de vandløbsnære arealer. Dette medfører dels okkerbelægninger i vandløbet, dels at vandløbet forsures. Med henblik på at sikre en høj vandføringsevne foretages der desuden ofte en hårdhændet vandløbsvedligeholdelse i de regulerede vandløb til yderligere skade for dyre- og plantelivet.

På basis af biologiske undersøgelser foretaget i hele Skjern Å-systemet behandles nedenfor fiskenes, bunddyrenes og planternes status i åen.

6.1 Fisk

For at opnå ny viden om fiskebestandene i Skjern Å før den planlagte naturgenopretning gennemførte Institut for Ferskvandsfiskeri og Fiskepleje (IFF) en række undersøgelser i foråret 1994. Specielt blev der lagt vægt på laks og havørredbestandene. I dette afsnit gives hovedkonklusionerne på IFF's forundersøgelser samt hovedkonklusioner på tidligere udførte undersøgelser. IFF har i forbindelse med forundersøgelserne skrevet rapporter over de opnåede resultater (*Koed, 1995 a, b*), hvori de detaljerede beskrivelser af undersøgelserne og resultaterne kan findes. Nærværende afsnit beskriver primært hovedkonklusionerne fra denne rapport.

IFF's undersøgelser

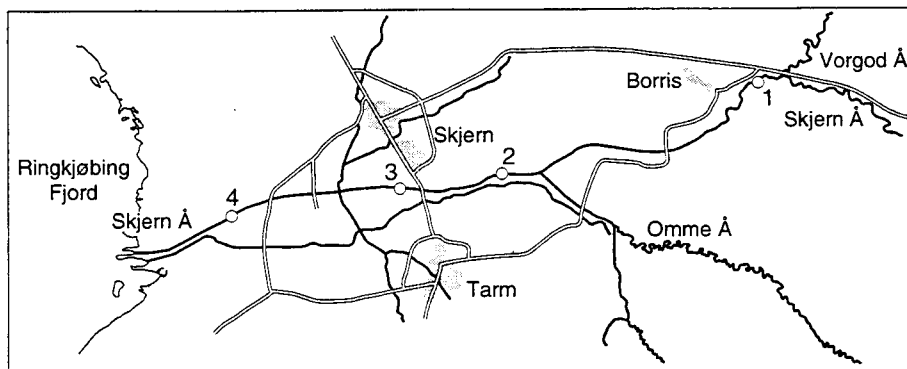
IFF undersøgte:

- størrelsen af å-systemets bestande af havørred og laks ved at bestemme størrelsen af smoltudtrækket,
- dødeligheden af udsatte smolt som funktion af henholdsvis udsætningslokalitet og udsætningsdato,
- laksesmoltens adfærd under vandringen samt smoltens dødelighed forårsaget af rovfisk, og
- antallet af fiskearter på fire forskellige lokaliteter i hovedløbet for at registrere samtlige fiskearter og for at få belyst om Finnestribet ferskvandsulk forekommer i den regulerede del af Skjern Å's hovedløb.

Undersøgelserne blev gennemført med tre metoder:

- Tre fiskefælder udformet som henholdsvis to bundgam og en armruse blev opstillet i åens munding.
- Radiomærkning af i alt 23 laksesmolt fra den regulerede del af Skjern Å.
- El-fiskeri i åens hovedløb på fire strækninger ved en længde på mindre end 1 km (figur 6.1).

Figur 6.1. De fire lokaliteter der indgik i IFF's el-fiskeundersøgelse i 1994 (efter Koed, 1995a).



6.1.1 Udtræk af smolt i 1994

Ved fangst/genfangst af udtrækkende smolt i fælderne ved udmundingen blev det samlede udtræk af vilde laksesmolt i 1994 beregnet til 3939 styk. Udtrækket af vilde ørredsmolt blev beregnet til at være 2657 styk, hvilket svarer til kun ca. 15% af, hvad der kunne forventes ud fra de nuværende forhold i å-systemet. IFF kan ikke på grundlag af undersøgelserne give en entydig forklaring på, hvorfor ørredsmoltudtrækket i 1994 var så relativt lavt i forhold til det forventede.

En af grundene til det ringe udtræk af ørredsmolt kan dog være, at smolt fra ørreder, der tidligere er blevet indført fra andre og kortere vandløb for at ophjælpe Skjern Å's ørredpopulation, kan være for dårligt tilpassede til åens lange vandringsdistancer, hvorfor smolten afsmoltificerer. Dette kan også ske, hvis smolten af den ene eller den anden grund bliver tvunget til at opholde sig for længe i vandløbet, f.eks. hvis de hindres i at passere ned gennem vandløbet.

Rovfisk og smolt

Rovfisk og fugle kan også medvirke til at reducere antallet af smolt. I Skjern Å er det først og fremmest gedde og skarv, der tager smolt, men også ål, knude, fiskehejre, hættemåge og fjordterne kan potentielt set fange smolt. På grundlag af tidligere undersøgelser foretaget af IFF vurderes den samlede rovfiskebestand dog ikke til at udgøre nogen væsentlig dødelighedsfaktor for smoltene. Det kan til dels forklares ud fra følgende årsager:

- Rovfiskebestanden i åer er som regel lav, og oftest begrænset til bredzonen hvor strømmen er ringe, medens smolten typisk trækker ude i midten af åen.
- Generelt trækker smolten ud samtidigt og i stimer, hvorved rov-fiskene kun når at fange og konsumere en relativt lille del af den. IFF's fældefangster i 1994 viste, at temperaturen, og til dels vandføringen, var den afgørende faktor for udtrækket af ørred- og laksesmolt. Hovedudtrækket begyndte således, da vandtemperaturren oversteg 8-9 °C.
- Smolten trækker hovedsageligt om natten. Risikoen for at blive fanget af rov-fisk og fugle der jager med synet, bliver derfor mindre.

Fugle og smolt

IFF antager heller ikke fuglenes fangst af smolt til at være af væsentlig betydning i den nuværende regulerede Skjern Å. *Ringkjøbing Amtskommune (1996c)* sammenfatter dog på grundlag af undersøgelser foretaget i 1993 og 1994, at skarv fangede et betragteligt antal smolt i udtræksperio-

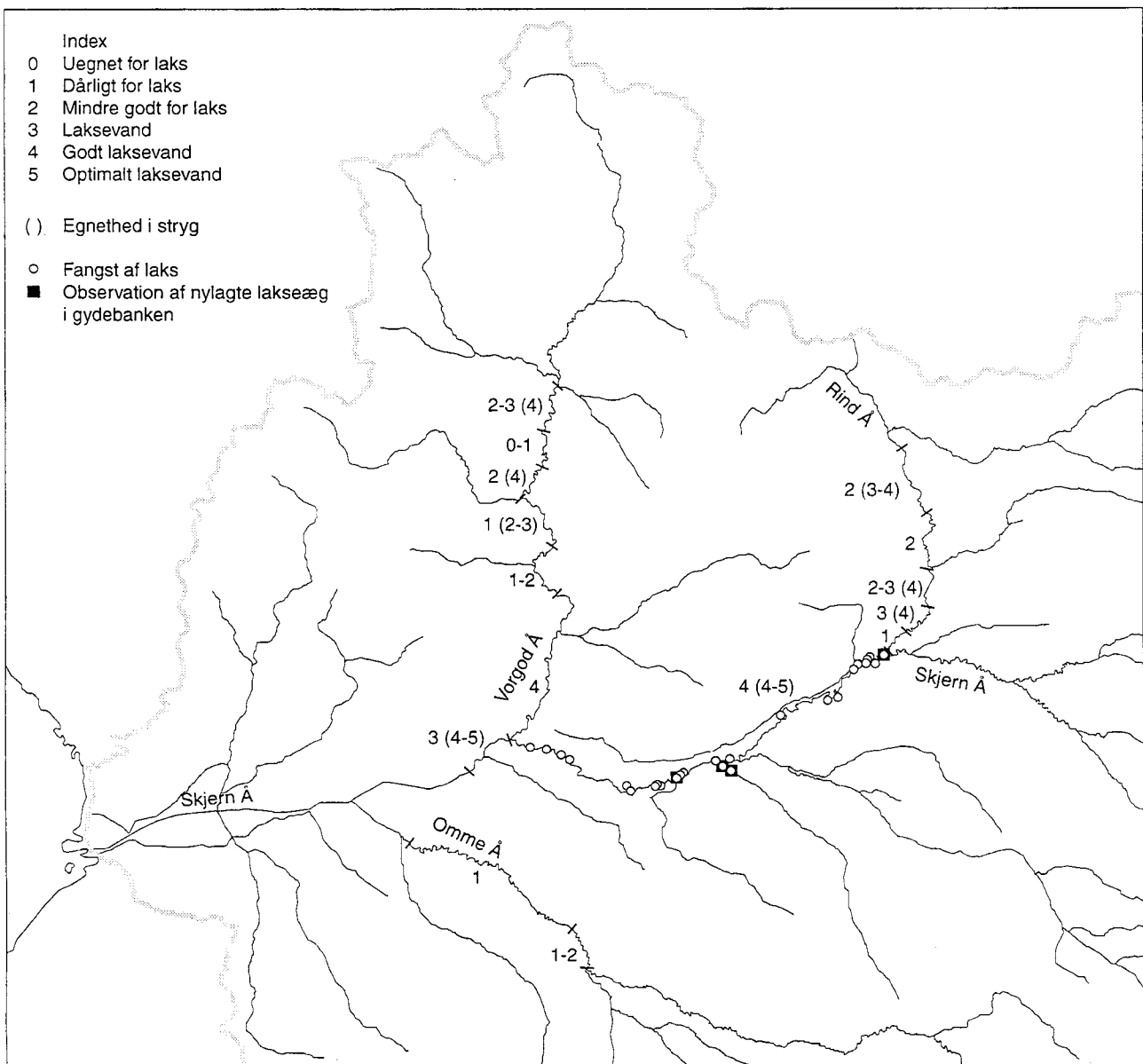
den, set i forhold til det aktuelle smoltudtræk. Det Rådgivende Skjernå-udvalg konkluderede desuden, at skarvbestanden i Ringkjøbing Fjord har nået en størrelse, der udgør en trussel mod fiskeriet og bestræbelserne på genoprettelse af lakse- og havørredbestande (Miljøministeriet, 1994).

6.1.2 Laks og havørred

Laksen er en god indikator for vandmiljøets tilstand. Er forholdene gode nok til at huse laks, er lokaliteten oftest også god nok for mange andre fiskearter. Laksen kræver gode gyde- og opvækstområder og rent vand. En god lakselokalitet er karakteriseret ved, at den normalt rummer flere årgange af laks, og således både har grundt vand til yngelen og dybere vand til unglaks. Lokaliteten skal have tilstrækkeligt muligheder for skjul, god variation i strømhastigheden, klart vand og gruset-stenet bund med kun lidt sand. Bundforholdene er i særlig grad afgørende for gydningens succes, og bundsubstratet skal bestå af grus og sten i en vis størrelse og mængde for at være optimal for gydningen (Dieperink og Wegner, 1989). Den rette vandhastighed over bankerne samt mulighed for skjul til yngelen er også vigtige faktorer for et velfungerende laksevandløb.

Laks som indikatorart

Figur 6.2. Skjern Å-systemets egnethed for laks vurderet i 1989 (efter Diepernik & Wegner, 1989).



Dieperink og Wegner (1989) undersøgte og kortlagde i 1989 Skjern Å-systemets egnethed for laks, og hvor der fandtes benyttede laksegydebaner (figur 6.2). Undersøgelsen viste blandt andet, at de højeste laksetætheder (>1 laks per 100 m) blev fundet i Karstoft Å's nedre løb og i Skjern Å fra Skarrild til Sdr. Felding.

Bestand, opgang og fangst af laks

Dieperink og Wegner (1989) vurderede, at opgangen af gydemodne laks kun var på ca. 125 fisk årligt, medens Det Rådgivende Skjern Å-udvalg har beregnet den potentielle laksegydebestand til omkring 2000 gydende moderfisk hvert år (Miljøministeriet, 1994). Men under alle omstændigheder er bestanden for lille til at kunne reproducere sig selv. Kun ved i en årrække at udsætte og dermed forøge den nuværende gydebestands størrelse og gydebankernes udnyttelsesgrad, kan den selvreproducerende bestand forøges. Dette arbejde er startet af Fonden Vestjysk Fiskepark, der arbejder på at ophjælpe bestandene af laks og ørred i Skjern Å-systemet. Fonden producerer årligt yngel til udsætning til en værdi af ca. 3/4 mio. kroner. De nuværende udsætninger følger IFFs plan fra 1991/92 (Geertz-Hansen og Hansen, 1991). De registrerede lystfiskerfangster af laks i åen er som følge af de storstilede udsætninger steget fra ca. 10 fangne laks per år i perioden 1977-85 til ca. 80 fangne laks per år i perioden 1991-93. Dette er dog fortsat langt under tidligere tiders lystfiskerfangster, der lå på 300-500 laks per år (Miljøministeriet, 1994).

Havørredfangster

Havørredfiskeriet har ligesom laksefiskeriet oplevet en meget markant tilbagegang. I tidligere tider blev der rapporteret om fangst af 500-700 havørred på stang per år, medens fangsterne i perioden 1991-93 var helt i bund på kun ca. 50 havørred årligt (Miljøministeriet, 1994).

Fredning i Ringkjøbing Fjord

For at sikre laks og ørreds passage til og fra åen indførtes i 1996 en fredning i Ringkjøbing Fjord, ligesom der er indført fredningszoner og -tider, samt begrænsninger på antallet af fangstredskaber i fjorden (Landbrugs- og Fiskeriministeriets bekendtgørelse nr. 651 af 3. juli 1996). Ligeledes er der fra 1996 indført fiskeriforbud i Skjern Å og mange af dens tilløb fra 15. september til 15. april (Landbrugs- og Fiskeriministeriets bekendtgørelse nr. 652 af 3. juli 1996).

6.1.3 Den planlagte Hestholm sø's betydning for ørred- og laksesmolten

I følge det oprindelige naturgenopretningsforslag fra 1989 skal der etableres lavvandede områder og en sø i Hestholm området (se kapitel 1).

IFF forventer, at dette vil introducere en ny dødelighedsmulighed for laksene, og den ellers positive effekt af genslyngningen vil derfor ikke umiddelbart kunne opnås.

Gedder i den kommende sø

Hvis planen bliver gennemført som planlagt i 1989, vurderer IFF det som overordentligt sandsynligt, at den nye sø med dens lavvandede områder og rolige strøm vil give gode betingelser for gedder i alle henseender, og at der hurtigt efter dannelsen af den nye sø, vil etableres en stor geddebestand på op til 16 gedder per hektar. Gedderne vil fordele sig jævnt over hele søen, hvor de i den nuværende å primært er at finde i de rolige bredzoner. En så stor bestand vil kunne udgøre en særdeles alvorlig trussel mod den udvandrende lakse- og ørredsmolt med forventede smoltdødeligheder på mellem 17 og 46% af det potentielle smoltudtræk

fra Skjern Å-systemet. Desuden forventes søen og de lavvandede områder at bevirke et højere fangsttryk fra fiskende fugle.

Tab af smolt

IFF forventer derudover et tab af ørredsmolt på ca. 25% ved afsmoltificering på grund af søens højere temperatur, dens størrelse, vandets opholdstid og den længere tid det tager for smolten at passere søen, idet en utilstrækkelig gennemstrømning vil besværliggøre smoltens evne til at finde søens afløb. Afsmoltificerer smolten forbliver den i området med en relativ høj risiko for at blive ædt.

Alternativer til den oprindelig planlagte sø

For at undgå ovenstående problemer, vil det derfor være vigtigt, at planlagte søer bliver anlagt med en strømmende i midten. En strømmende vil give smolten mulighed for at følge strømmen direkte gennem søen. Samtidig vil gedderne primært opholde sig i søernes rolige og lavvandede dele, og derved ikke nær så tit komme i kontakt med smolten.

6.1.4 Øvrige fiskearter

26 fiskearter

Ved fiskeundersøgelser i Skjern Å foretaget i løbet 1980'erne og 1990'erne er der blevet fanget 26 forskellige arter (tabel 6.1).

Tabel 6.1. Fiskearter i Skjern Å fanget ved undersøgelser i 1980'erne og 1990'erne. Arter fanget ved IFF's undersøgelse i 1994 er angivet med * (Koed, 1995a).

Aborre *	Laks *
Almindelig ulk *	3-Pigget hundestejle *
Brasen *	9-Pigget hundestejle *
Elritse	Regnbueørred *
Finnestribet ferskvandsulk *	Rudskalle *
Flodlampret *	Skalle *
Gedde *	Skrubbe *
Grundling *	Smelt *
Helt	Stalling *
Hork *	Strømskalle *
Karusse *	Suder *
Kildeørred	Ørred *
Knude *	Ål *

23 fiskearter fanget ved IFF's undersøgelse i 1994

Ved IFF's fældefangst og el-fiskeri i foråret 1994 blev der i alt registreret 23 fiskearter i Skjern Å's hovedløb (tabel 6.2 og 6.3). Ved fældefangsten i den nederste del af åen blev der fanget 20 arter (tabel 6.2), hvoraf skalle og smelt var de absolut hyppigst forekommende. Ved el-fiskeriet blev der i det uregulerede åløb registreret 11 forskellige fiskearter (lokalitet 1 på figur 6.1 og tabel 6.3), mens der i det regulerede løb blev registreret i alt 17 arter (lokalitet 2-4 på figur 6.1 og tabel 6.3). Forskellen skyldes formodentlig, at det dybe vand på den uregulerede del har bevirket, at man ikke har fanget alle arter på lokaliteten. Desuden er der betydelig forskel på, hvor let en fiskeart lader sig fange ved el-fiskeri. Gedder er for eksempel lette at fange, medens finnestribet ferskvandsulk stort set er umulig at fange ved el-fiskeri. Det er således sandsynligt, at nogle arter som ikke er blevet registreret på de enkelte lokaliteter, alligevel har været til stede. På nær for lakse- og ørredbestandene var det ud fra datamaterialet fra fældefangsten og el-fiskeriet ikke muligt at bedømme de enkelte fiskearters bestandsstørrelser.

Tabel 6.2. Artssammensætning og hyppighed af forekommende arter fanget i fælderne ved Skjern Å's udmunding. Ørred- og laksesmolt er ikke medtaget (Koed, 1995a).

>5 fisk pr. dag	1-4 fisk pr. dag	<1 fisk pr. dag	> 1 fisk pr. 14 dage	< 1 fisk pr. 14 dage
Skalle	Regnbueørred	Aborre	Alm. ulk	Finnestribet
Smelt	Strømskalle	Gedde	Brasen	ferskvandsulk
	Ål	Grundling	Karusse	Suder
		Hork	Flodlampret	Laks
		Ørred	Stalling	
		Skrubbe		

Tabel 6.3. Fiskearter registreret ved el-fiskeri på fire lokaliteter i Skjern Å, 24. - 27. maj 1994 (se også figur 6.1). Antallet af fangne fisk er angivet, og gennemsnitslængden i cm er angivet i parentes (efter Koed, 1995a).

	Borriskrog- bro Lokalitet 1	Albækbro Lokalitet 2	Langbro/ Jernbanebro Lokalitet 3	Pumpestation Nord Lokalitet 4
Aborre	2 (25)	31 (19)	1 (12)	12 (21)
Skalle	49 (19)	90 (19)	25 (19)	29 (20)
Brasen	-	19 (39)	3 (42)	7 (48)
Gedde	8 (31)	12 (31)	1 (38)	12 (41)
Grundling	-	9 (12)	13 (13)	-
Hork	-	-	-	1 (11)
Laks	1 (12)	-	-	-
Karusse	-	-	-	1 (8)
Knude	-	1 (43)	-	2 (38)
Regnbue- ørred	1 (46)	2 (22)	-	-
Rudskalle	-	-	-	1 (28)
Skrubbe	-	26 (21)	-	2 (23)
Stalling	7 (30)	32 (27)	1 (13)	-
Strømskalle	136 (19)	235 (17)	35 (18)	36 (21)
Ørred	2 (44)	2 (21)	2 (35)	-
Ål	Observeret	Observeret	Observeret	Observeret
3-Pigget hundestejle	Observeret	Observeret	Observeret	Observeret
9-Pigget hundestejle	Observeret	Observeret	Observeret	Observeret
Antal arter	11	14	11	13

Table 6.4. Sammendrag over fiskenes krav til forskellige forhold i vandløbene. Kravene om passage i bestemte perioder skyldes vandringer omkring fiskenes gydetid eller i den periode, de eventuelt vandrer som ungfisk. Ud over disse perioder er det en fordel for fiskene, at de også har gode passagemuligheder den øvrige del af året, så de bedst muligt kan sprede sig på egnede opvækstområder (efter Nielsen, 1995).

Artsnavn	Kræver fri opstrøms passage	Kræver fri nedstrøms passage	Bedste vandløbsbredde (m)	Bedste dybde (cm)	Bedste vandhastighed (cm s ⁻¹)	Bedste bundtype	Specielt afhængig af bredskjul	Fordel af miljøvenlig vedligeholdelse
Ørred (bæk-, sø- og havørred)	Juni - februar	Marts - juni, og oktober - marts	Findes overalt	10-50 for gydning, 5-20 for yngel	25-50 for gydning, 25-40 for yngel	Grus	Ja, alle størrelser	Ja
Laks	April - december	Marts - juni, og oktober - marts	Over ca. 2	20-50 til gydning, 10-30 for yngel	30-50 for gydning, 20-50 for yngel	Grus/ sten	Nej	Ja
Stalling	Marts - maj	April - juni	Over ca. 2	15-40 til gydning og yngel	Sandsynligvis 25-50 for gydning, 25-40 for yngel	Grus	Ja (yngel)	Ja
Smelt	Marts - maj	April - juni				Planter, grus, sten	Måske yngel	Ja
Elritse	Juni - juli	Juni - juli	Findes i bække og åer	Max. 40	Sandsynligvis under 50	Grus til gydning, ellers ingen krav	Ja	Ja
Grundling	Maj - juni	Maj - juni	Sandsynligvis over ca. 2	Sandsynligvis max. 50-100, 5-20 for yngel	Sandsynligvis 10-50	Alle typer (uden slam og planter)	Ja (yngel)	Ja
Skalle	April - juni	April - juni	Findes overalt	Yngel max. 100, ældre mere	Rolig strøm, under ca. 50	Fin bund med planter	Ja (yngel)	Ja
Strømskalle	April	April - maj	Sandsynligvis over ca. 2	Max. 50	2 (spæd yngel)	Grus og fin bund til gydning og ophold	Ja (yngel)	Ja
Brasen	Maj - juni	Maj - juni	Over ca. 5	Over ca. 100	Rolig strøm	Fin bund med planter	Ja (yngel)	Måske
Aborre	April - maj	April - maj	Sandsynligvis over ca. 2	Sandsynligvis over ca. 50	Rolig strøm, under ca. 50	Fin bund med planter	Ja (yngel)	Ja
Gedde	Marts - maj	April - juni	Sandsynligvis over 2-3	Yngel lavt vand, ældre dybt vand	Rolig strøm, under ca. 35	Fin bund med planter	Ja (yngel)	Ja
Finnestribet ferskvandsulk	Marts - maj	April - juni	Sandsynligvis ca. 1-5	Sandsynligvis 2-20	Rolig strøm	Grus/ sten		
Hundestejler	Marts - juli	April - september	Findes overalt	Lavt vand til gydning	Under ca. 35	Fin bund med planter	Ja (yngel)	Ja
Ål	April - oktober	Juli - oktober	Findes overalt	Findes overalt	Findes overalt	Findes overalt		Ja
Knude	Oktober - marts	December - april	Over ca. 5, men lever også i bække	Sandsynligvis over ca. 50	Sandsynligvis under ca. 50	Sten, rødder, planter	Ja	Ja

23 fiskearter fanget ved Ringkjøbing Amtskommunes undersøgelse i 1982

I 1982 fik Ringkjøbing Amtskommune udført en undersøgelse af hvilke arter der fandtes i å-systemet (Wegner, 1983). Ved denne undersøgelse blev der også fanget 23 fiskearter, hvoraf to arter, elritse og kildeørred, ikke blev fanget ved IFF's undersøgelse i 1994. Desuden er der hver vinter en betydelig opgang af laksefisken helt fra Ringkjøbing Fjord (se f.eks. Hvidt, 1992). Denne art blev heller ikke fanget ved IFF's undersøgelse i 1994, der blev udført før heltens opgang i åen.

Fiskenes krav til vandløbet

Nielsen (1995) angiver hvilke krav de enkelte fiskearter har til et godt vandløb (tabel 6.4). Desuden giver han forslag til plejetiltag, der kan fremme fiskebestandene, samt anvisninger på placering og udlægning af gydebanks. Ved udlægning af gydebanks bør man for eksempel tage hensyn til vanddybden, bankens tykkelse, dens hældning, sten- og grussammensætning, vandføringen, vandhastigheden og iltindholdet i banken. Desuden bør der være muligheder for skjul for yngelen i nærheden af gydebanks. Man bør også vurdere, hvilke arter man specifikt ønsker skal kunne benytte gydebanks.

Mange levesteder i Skjern Å

Ved nærmere eftersyn viser det sig, at også den regulerede del af Skjern Å er temmelig varierende med væsentligt flere levesteder for fisk, end man umiddelbart skulle forvente, når man betragter det regulerede åløb fra land. Også i det regulerede løb er der både dybe områder med rolig strøm og lave stryg med stærkere strøm. Desuden er der en kraftig bestand af vandplanter i siderne. Det giver gode skjul og opvækstforhold for flere fiskearter. Alt andet lige er der dog ikke megen tvivl om, at naturligt slyngende åer har både flere fiskearter og individer end en reguleret å.

6.1.5 Sjældne fiskearter i Skjern Å-systemet:

Af de registrerede fiskearter fra Skjern Å er finnestribet ferskvandsulk, helt, stalling, laks og flodlampret medtaget i Bern-konventionens lister over beskyttede dyrearter.

Finnestribet ferskvandsulk

Finnestribet ferskvandsulk er i Danmark kun med sikkerhed fundet i Skjern Å-systemet samt i Gudenåens øverste del. Den betragtes som sjælden i Danmark (Berg, *in prep.*), og som sjælden/sårbar på europæisk plan. Den træffes i følge Nielsen (1995) på stensbund og kræver koldt vand med meget ilt. Den kan ikke i længere tid klare sig i vand med et iltindhold under 8 mg l⁻¹. Finnestribet ferskvandsulk er således en god indikatorart for såvel vandkvalitet som vandløbskvalitet. Ringkjøbing Amtskommune har dog konstateret, at ulken ofte forekommer i vandløb med nogen okkerbelastning.

Fangst af Finnestribet ferskvandsulk

Finnestribet ferskvandsulk blev ved IFF's undersøgelser fanget i tre eksemplarer i fælderne ved åens munding, og findes således også på den regulerede del af Skjern Å. Ved el-fiskeri blev der til gengæld ikke fanget finnestribet ferskvandsulk, men dette skyldtes formodentlig at arten er relativt svær at fange ved denne metode, da den nemt går i elektro-chok og sidder fast i grøden. Finnestribet ferskvandsulk er ved andre tidligere undersøgelser fanget i Vorgod-, Rind- og Karstoff Å-

systemer, og det formodes, at ulken fortsat kan findes i lokalt gode bestande.

Helt

Helt er klassificeret som truet i Europa og er på Bern-konventionens liste. I Danmark findes helten kun i Jylland, men den forekommer ikke på den danske rødliste (*Berg, in prep*). Helt trækker i stort antal op i Skjern Å hvert år (*Hvidt, 1992*), men har periodisk vanskeligt ved at passere Kodbølstyrtet. Helt forekommer primært i hovedløbet af Skjern Å op til Rind Å, samt i den nedre del af Omme Å.

Stalling

Stallingen opfattes som sjælden i Danmark uden dog at være akut truet (*Berg, in prep*). I Skjern Å-systemet er stallingen vidt udbredt og forekommer generelt i stor tæthed i såvel hovedløbet som i de fleste af tilløbene. Stalling klarer sig i følge *Nielsen (1995)* relativt godt i okkerpåvirkede vandløb med lav pH. Det er vigtigt, at der er gode opvækstområder for stallingens yngel med fladvandede bredarealer, rolig vandstrøm og overhængende skjul, d.v.s. de samme betingelser som ørreden kræver. Ligeledes har også den voksne stalling krav, der ligner den voksne ørreds.

Laks

Laksen betragtes fortsat som akut truet i Danmark (*Berg, in prep*), men er dog på vej frem, ikke mindst på grund af udsætninger.

Ørred

I lyset af de mange ørredbestande der er uddøde og siden genskabt gennem udsætning, er ørred medtaget på den danske rødliste i alle sine tre forskellige livsformer (*Berg, in prep*). I dag er der således kun ganske få genetisk oprindelige ørredbestande tilbage i Danmark.

6.2 Bunddyr

Ud fra hvilke arter af bunddyr der findes i et vandløb, kan man få et godt indtryk af dets økologiske tilstand. Hver art har deres specifikke krav til deres levested. Nogle kræver rent vand, mens andre overlever fint i endog meget forurenede vand. Nogle lever kun, hvor strømmen er god, mens andre kun findes i langsomt flydende vand. Visse arter kræver grøde, andre sten, grus eller sand.

Rentvandsarter

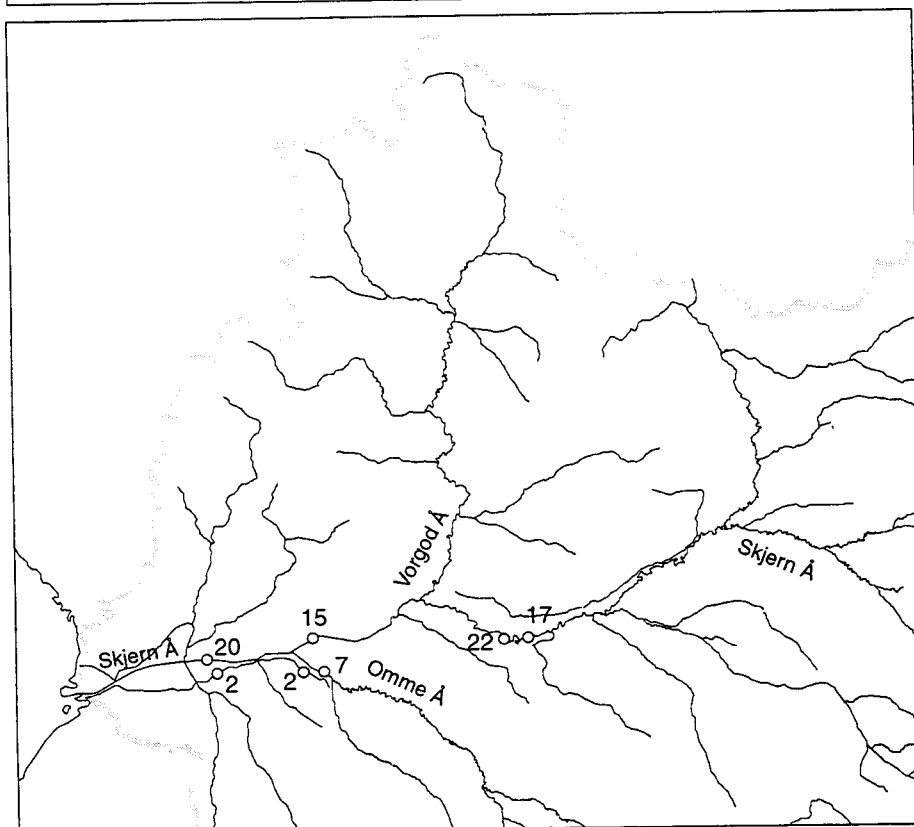
Et samlet billede af et vandløbs kvalitet kan til dels fås, ved at betragte hvilke arter, der findes i hvilke mængder i vandløbet. I dag benyttes bunddyrene som indikatorer for vandløbenes kvalitet i det meste af Europa. Specielt interessant er forekomsten af såkaldte rentvandsarter. Disse har specielt store krav til forholdene på deres levesteder. Findes der mange rentvandsarter i et vandløb, er dets kvalitet generelt god.

Mange arter af døgnfluer, slørvinger og vårfluer betragtes som rentvandsarter. Ved en stor indsamling i 1989 blev der fundet i alt 66 rentvandsarter i Skjern Å-systemet, heraf blev 38 af arterne fundet nedstrøms Sdr. Felding, i Søndre Parallelkanal og på den regulerede del af Omme Å (tabel 6.5) (*Moeslund, 1990*). Specielt i selve Skjern Å blev der på lokaliteterne fundet mange rentvandsarter (figur 6.3).

Tabel 6.5. Oversigt over registrerede rentvandsarter af bunddyr på lokaliteterne i Skjern Å nedstrøms Sdr. Felding, i Søndre Parallelkanal og på den regulerede del af Omme Å (se også figur 6.3). (Efter Moeslund, 1990). En liste over, hvilke bunddyr der er fanget ved undersøgelserne fra 1976 til 1994, findes i bilag 6.

Børsteorme <i>Propappus volki</i>	Dovenfluer <i>Sialis nigripes</i>
Døgnfluer <i>Baetis niger</i> <i>Heptagenia flava</i> <i>Heptagenia fuscogrisea</i> <i>Heptagenia sulphurea</i> <i>Caenis rivulorum</i> <i>Leptophlebia marginata</i> <i>Paraleptophlebia cincta</i> <i>Ephemera danica</i>	Vårfluer <i>Ithytrichia lamellaris</i> <i>Glossosoma boltoni</i> <i>Polycentropus irroratus</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Athripsodes albifrons</i> <i>Ceraclea dissimilis</i> <i>Beraeodes minutus</i> <i>Brachycentrus maculatus</i> <i>Brachycentrus subnubilus</i> <i>Lepidostoma hirtum</i> <i>Sericostoma personatum</i> <i>Notidobia ciliaris</i>
Slørvinger <i>Amphinemura sulcicollis</i> <i>Nemurella picteti</i> <i>Leuctra digitata/fusca</i> <i>Isoperla difformis</i> <i>Isoperla grammatica</i>	Kvægmyg <i>Eusimulium vernum</i> <i>Simulium reptans</i> <i>Simulium morsitans</i>
Guldsmede <i>Calopteryx splendens</i> <i>Calopteryx virgo</i> <i>Ophiogomphus cecilia</i>	Dansemyg <i>Potthastia gaedii</i>
Biller <i>Deronectes latus</i> <i>Elmis aenea</i> <i>Limnius volckmari</i> <i>Oulimnius tuberculatus</i>	

Figur 6.3. Oversigt over antallet af registrerede rentvandsarter af bunddyr på lokaliteterne i Skjern Å nedstrøms Sdr. Felding, Søndre Parallelkanal, og på den regulerede del af Omme Å (se også tabel 6.5) (efter Moeslund, 1990).



Undersøgelser af bunddyr

6.2.1 Undersøgelser af bunddyr

Der foreligger en del undersøgelser om bunddyrene i Skjern Å-systemet. Carlo F. Jensen startede systematiske indsamlinger i 1940'erne og fortsatte disse frem til sin død. Hans materiale indgår nu i Naturhistorisk Museums samlinger i Århus. Museet fortsatte den regelmæssige indsamling fra Borris til udløbet frem til 1986. Fra 1987-92 foretog museet jævnlige indsamlinger på faste lokaliteter i åens hovedløb fra Ahler Østergård og ud til fjorden. Museets materiale består primært af døgnfluer, slørvinger og vårfluer, og omfatter såvel voksne insekter som larver og nymfer fra selve vandløbet. En gennemgang af materialet om slørvinger og døgnfluer fremgår af delrapporten fra Naturhistorisk Museum (*Jensen, 1995a*), mens materialet om vårfluer er behandlet af *Wiberg-Larsen (1997)* i forbindelse med delrapporten om bunddyrsfaunaen (*Hansen, 1997*). Delrapporten er et resultat af Danmarks Miljøundersøgelses undersøgelse af bunddyrene på ni lokaliteter i Skjern Å og én lokalitet i Omme Å i 1993-94.

Bunddyr i 1976/77

Ringkjøbing Amtskommune foretog i 1976/77 en kvalitativ og kvantitativ undersøgelse af bunddyrsfaunaen i selve Skjern Å og Søndre Parallelkanal (*Wiberg-Larsen, 1978*). Desuden indsamlede Ringkjøbing Amtskommune i 1989 prøver fra i alt 373 lokaliteter fordelt i hele å-systemet med henblik på at vurdere å-systemets forureningstilstand (*Moelsund, 1990*).

På grund af forskellige indsamlingsmetoder og indsamlingsfrekvenser bør en sammenligning mellem de enkelte undersøgelser kun foretages med nogen forsigtighed. Bilag 6 sammenfatter resultaterne fra de nyere undersøgelser fra 1976 til 1994.

Døgnfluer og slørvinger i 1912-1994

6.2.2 Naturhistorisk Museums undersøgelser (*Jensen, 1995a*)

I delrapporten om døgnfluer og slørvinger gennemgår *Jensen (1995a)* detaljeret det omfattende materiale om disse to grupper. Han giver en oversigt over de enkelte arters udbredelse, status og bestandsudvikling fra 1912 frem til 1994.

Sjældne døgnfluer

Jensen påpeger, at Skjern Å fortsat har en stor bestand af mange af de sjældnere rentvandsarter, og at åens hovedløb er det artsrigeste store vandløb i Danmark. Mange arter af døgnfluer er specielt følsomme over for ændringer i vandløbene, og er derfor gode indikatorarter for et vandløbs udvikling. Jensen konkluderer blandt andet, at der er sket en markant ændring i den antalmæssige sammensætning af en del døgnfluearter. Således udgør tre arter (*Ephemerella ignita*, *Caenis rivulorum* og *Heptagenia fuscogrisea*) nu størstedelen af den samlede døgnfluemængde. For alle andre arter af døgnfluer i å-systemet er der sket en tilbagegang i antal eller endog en forsvinden. Nedstrøms Sdr. Felding er der fundet 7 døgnfluearter, der i dag er klassificeret som akut truet på landsplan i følge den danske rødliste fra 1995, og 6 arter der klassificeres som sårbare (*Jensen, in prep.*). Fire arter er ikke fundet siden 1957.

Tabel 6.6. Døgnfluearter der er fundet i Skjern Å's nedre del, og som er medtaget på den danske rødliste fra 1995 som værende akut truet eller sårbar på landsplan (Jensen, in prep.). Desuden fremgår deres udbredelse i Skjern Å samt reguleringens eventuelle betydning for arten (efter Jensen, 1995a).

Døgnflueart	Rødliste 1995 klassifikation (Jensen, in prep.)	Udbredelse i Skjern Å (Jensen, 1995a)	Påvirkning af reguleringen (Jensen, 1995a)	Bemærkninger (Jensen, 1995a)
<i>Baetis buceratus</i>	Forsvundet	Ikke fundet siden 1956		
<i>Baetis calcaratus</i>	Akut truet, Hensynskrævende	Stor population		Arten er kun fundet i Vestjylland
<i>Baetis digitatus</i>	Forsvundet	Ikke fundet siden 1956		
<i>Baetis fuscatus</i>	Akut truet		Negativ	
<i>Baetis niger</i>	Sårbar	Vidt udbredt	Ikke påvirket	
<i>Brachycercus harrisella</i>	Akut truet	Udbredt		
<i>Ephemera vulgata</i>	Sårbar	Ikke fundet siden 1964	Negativ	
<i>Heptagenia flava</i>	Akut truet	Udbredt	Negativ	
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	Sårbar	Vidt udbredt		
<i>Heptagenia sulphurea</i>	Sårbar	Vidt udbredt		
<i>Metretopus borealis</i>	Akut truet, Sjælden	Udbredt		Meget sjælden i Danmark. Findes desuden kun i Lapland og det nordlige Rusland
<i>Paraleptophlebia cincta</i>	Akut truet	Udbredt	Positiv	
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	Sårbar	Vidt udbredt		
<i>Paraleptophlebia werneri</i>	Akut truet, Sjælden	Ikke fundet siden 1941		
<i>Procloeon bifidum</i>	Sårbar	Udbredt	Positiv	
<i>Siphonurus aestivalis</i>	Sårbar	Ikke fundet siden 1957		
<i>Siphonurus alternatus</i>	Akut truet	Ikke fundet siden 1963	Meget negativ	

Udvikling for døgnfluer

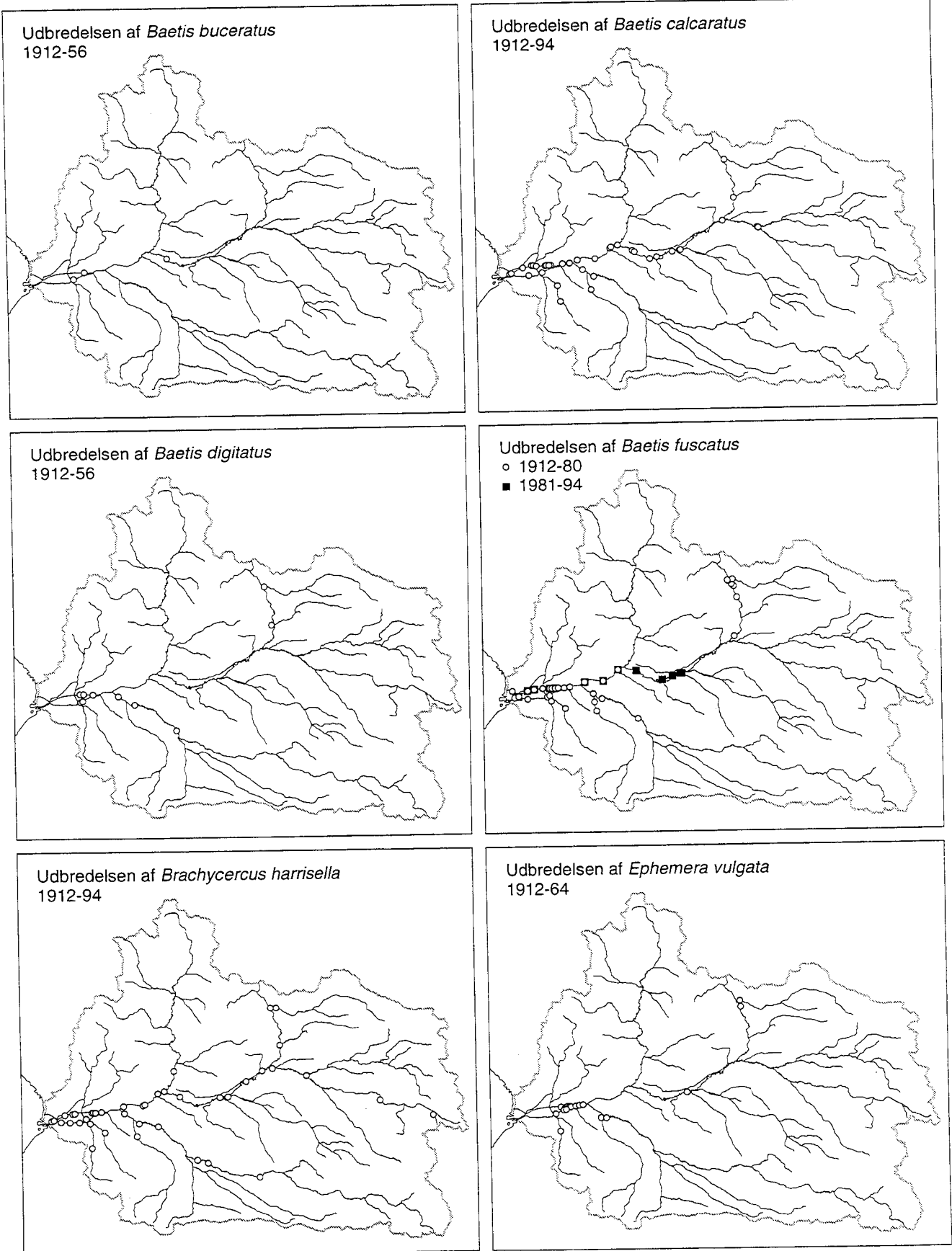
Tabel 6.6 giver en oversigt over de rødlistede arters status på landsplan og lokalt i Skjern Å, og figur 6.4 viser de rødlistede arters udbredelse i Skjern Å's nedre del. Der forekommer også arter, hvis bestand er truet lokalt i Skjern Å-systemet. Jensens konklusion på gennemgangen af Naturhistorisk Museums døgnfluemateriale er, at artsrigdommen af døgnfluer generelt er gået tilbage efter reguleringen. Specielt skal nævnes, at arterne *Baetis fuscatus*, *B. digitatus*, *Caenis horaria*, *Cloeon dipterum*, *C. simile* og *Ephemera vulgata*, der alle er knyttet til store åers langsomtflydende strøm, ved undersøgelsen i 1987-91 enten ikke blev fundet eller kun blev fundet i meget få eksemplarer, på trods af at de undersøgte lokaliteter netop burde være gode lokaliteter for disse arter.

Sjældne slørvinger

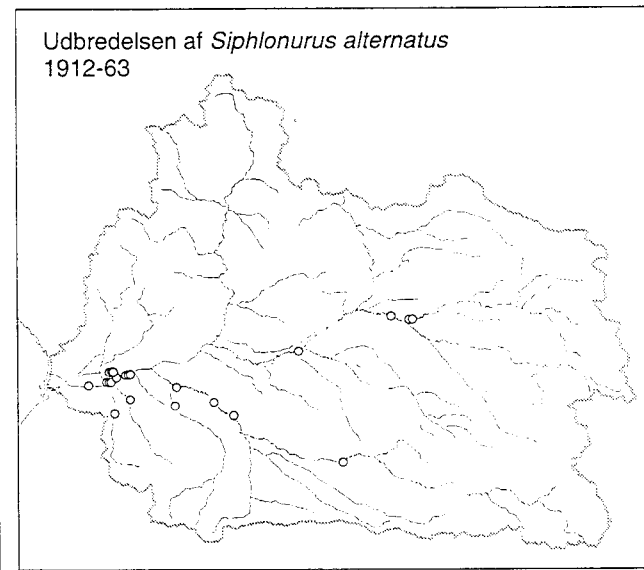
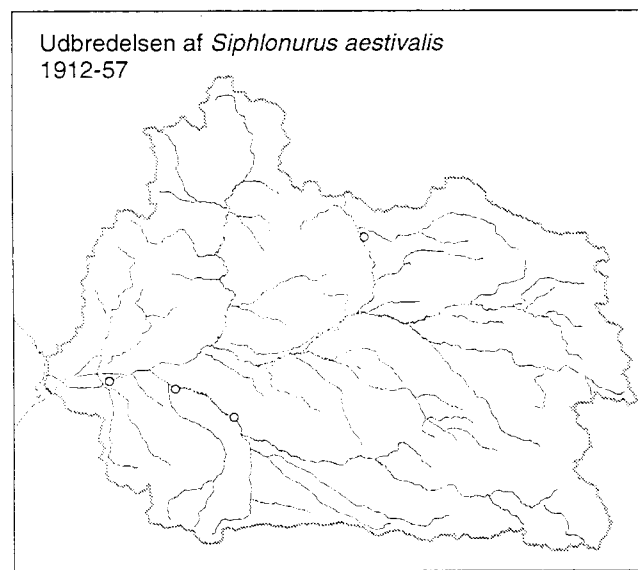
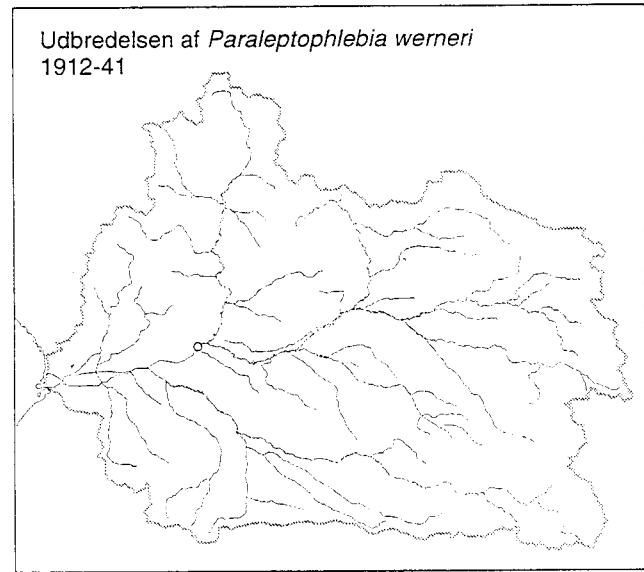
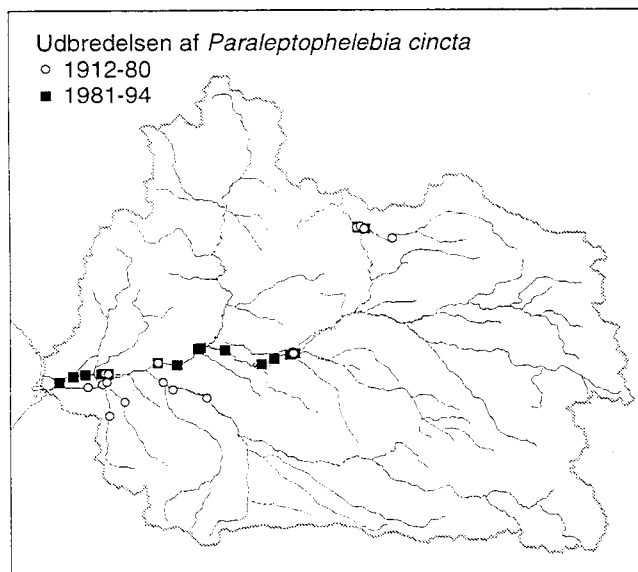
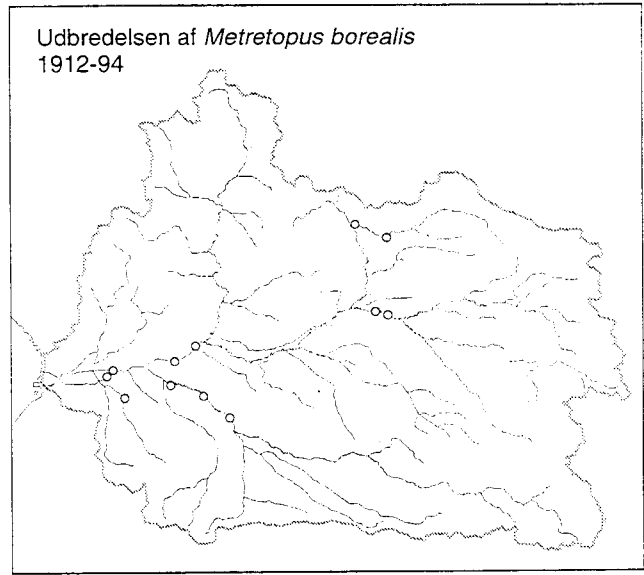
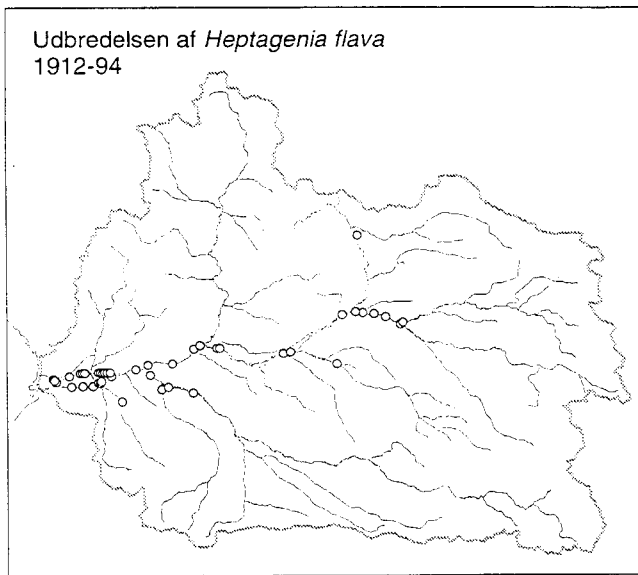
Også for slørvingernes vedkommende er der sket en markant ændring i den antalsmæssige sammensætning af arterne. Således har *Isoperla grammatica* næsten fordoblet sit individantal og udgør sammen med *Taeniopteryx nebulosa* nu størstedelen af slørvingebestanden i Skjern Å's nedre løb. Til gengæld er den akut truede *Siphonoperla burmeisteri* helt forsvundet efter reguleringen. Nedstrøms Sdr. Felding er der fundet 1 slørvingeart der i dag er klassificeret som akut truet på landsplan i følge den danske rødliste fra 1995 (Jensen, in prep.), og 6 arter der klassificeres som sårbare. Tabel 6.7 giver en oversigt over de rødlistede arters status på landsplan og lokalt i Skjern Å, og figur 6.5 viser de rødlistede arters udbredelse i Skjern Å's nedre del. Også for slørvingearterne konkluderer Jensen at artsrigdommen generelt er gået tilbage.

Tabel 6.7. Slørvingearter der er fundet i Skjern Å's nedre del, og som er medtaget på den danske rødliste fra 1995 som værende akut truet eller sårbar på landsplan (Jensen, in prep.). Desuden fremgår deres udbredelse i Skjern Å samt reguleringens eventuelle betydning for arten (Efter Jensen, 1995a).

Slørvingeart	Rødliste 1995 klassifikation (Jensen, in prep.)	Udbredelse i Skjern Å (Jensen, 1995a)	Påvirkning af reguleringen (Jensen, 1995a)
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	Sårbar	Udbredt i tilløb	
<i>Isoperla difformis</i>	Sårbar	Udbredt	Ingen
<i>Isoptena serricornis</i>	Akut truet, Ansvarskrævende	Udbredt	Negativ
<i>Nemoura avicularis</i>	Sårbar	Udbredt	Ingen
<i>Nemoura dubitans</i>	Sårbar, Sjælden	Meget sjælden (overset?)	
<i>Perlodes microcephala</i>	Sårbar	Kendt	Ingen
<i>Protonemura meyeri</i>	Sårbar	Udbredt	Positiv
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	Akut truet, Sjælden	Forsvundet siden 1963	



Figur 6.4. Kort over fund af døgnfluearter fundet i Skjern Å's nedre del, som er medtaget på den danske rødliste fra 1995 som værende akut truet eller sårbar på landsplan (Jensen, *in prep.*). Arter der er medtaget på rødlisten som sårbare, men som er udbredt i Skjern Å-systemet, er ikke vist. Se i øvrigt også tabel 6.6. (Kort efter Jensen, 1995a).



Figur 6.4 fortsat

Forhold der forringer tilstedværelsen af døgnfluer og slørvinger i Skjern Å

Jensen angiver specielt tre faktorer, der har haft betydning for de forringede forhold for døgnfluer og slørvinger efter reguleringen:

- Bundforholdene er blevet mere ensartede.
- Strømhastigheden er generelt øget. Dette har specielt indvirket negativt på døgnfluefaunaen, idet mange af disse arter er tilpasset livet i langsomt flydende floder og store åer.
- Åen er blevet fuldstændigt isoleret fra de helt eller delvist afskårne å-slynger, hvor der tidligere forekom en helt speciel fauna.

Undersøgelserne viser dog også, at hovedparten af arterne har overvundet reguleringens påvirkninger, og nu har fundet et nyt leje.

6.2.3 Ringkjøbing Amtskommunes undersøgelse i 1976-77

(Wiberg-Larsen, 1978)

Bunddyr 1976-1977

Ringkjøbing Amtskommune gennemførte i 1976 og 1977 den såkaldte Skjernåundersøgelse for at afdække udretningens påvirkninger. Wiberg-Larsen (1978) udførte i den forbindelse undersøgelserne af bunddyrene på 5 lokaliteter i selve hovedløbet, og på 4 lokaliteter i både Søndre Parallelkanal og Vorgod Å. Undersøgelsen medtog alle arter og grupper af bunddyr.

190 arter/grupper af bunddyr i Skjern Å's uregulerede del og i Vorgod Å 1976-1977

Generelt fandt Wiberg-Larsen en rig og varieret fauna i den nedre del af Vorgod Å samt i den uregulerede del af Skjern Å nedstrøms Ahlergårde. Faunaen på den regulerede del var derimod dårligere og ligefrem ekstremt fattig på den nederste del af den regulerede strækning. I alt fandt han 190 arter/grupper i Skjern Å, heraf henholdsvis 8 arter af slørvinger, 17 arter af døgnfluer og 29 arter af vårfluer. Antallet af fundne arter i de tre grupper er relativt højt i forhold til det antal arter, der kan findes i danske vandløb. De fleste af arterne er udelukkende knyttet til strømmende vand.

144 arter/grupper af bunddyr i Søndre Parallelkanal 1976-1977

I Søndre Parallelkanal var forholdene væsentligt dårligere. Dette gav sig også udtryk i at faunaen var mere artsfattig, med i alt 144 arter/grupper, og i at flere arter af bunddyrene var tilknyttet mere stillestående vand. Tilførslen af spildevand fra Skjern by via Ganer Å var den altdominerende faktor, som påvirkede Søndre Parallelkanal. Samtidigt modtog vandløbet store mængder jernforbindelser fra de fem pumpestationer.

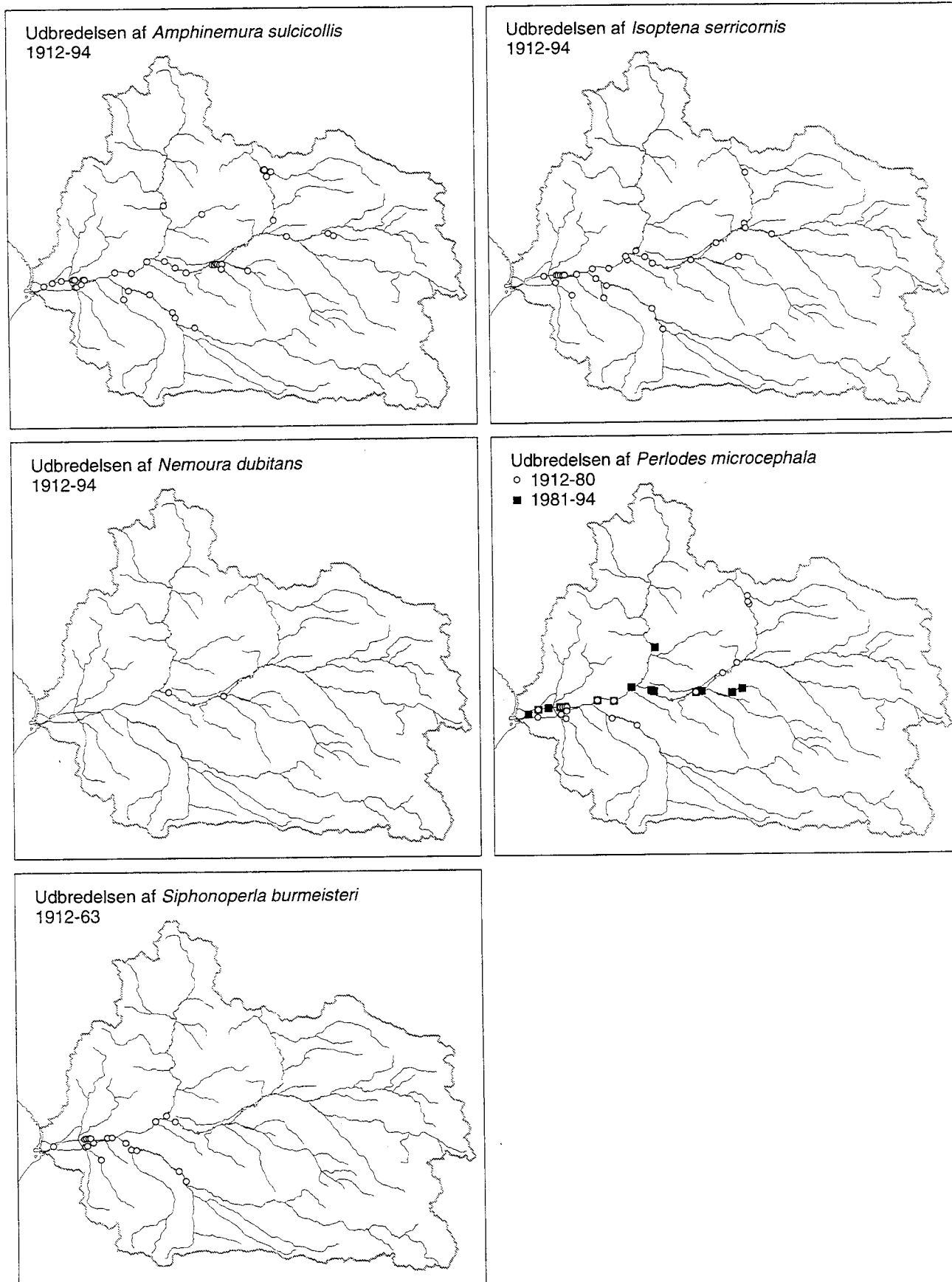
6.2.4 Ringkjøbing Amtskommunes undersøgelse i 1989

(Moeslund, 1990)

373 lokaliteter undersøgt i 1989

I 1989 udførte amtskommunen en omfattende undersøgelse af hele Skjern Å-systemet med henblik på at vurdere dets forureningstilstand (Moeslund, 1990). Undersøgelsen omfattede i alt 373 lokaliteter fordelt i hele å-systemet, og omfattede hele bunddyrsfaunaen.

Moeslund konkluderer, at der i Skjern Å-systemet er mange gode vandløbsstrækninger, der opfylder den højeste målsætning, men at der samtidigt også er mange vandløb med en dårlig vandløbskvalitet.



Figur 6.5. Kort over fund af slørvingearter fundet i Skjern Å's nedre del, som er medtaget på den danske rødliste fra 1995 som værende akut truet eller sårbar på landsplan (Jensen, in prep.). Arter der er medtaget på rødlisten som sårbare, men som er udbredt i Skjern Å-systemet, er ikke vist. Se i øvrigt også tabel 6.7. (Kort efter Jensen, 1995a).

<i>En del rentvandsarter på den regulerede strækning i 1989</i>	Undersøgelsen omfattede kun to lokaliteter på den regulerede del. Moeslund fandt, at disse rummede en lang række rentvandsarter (figur 6.3). Når strækningen er blevet genslynget, vil den formodentlig kunne opnå den højeste målsætning som et særligt naturvidenskabeligt interesseområde.
<i>Den uregulerede strækning af Skjern Å bedømmes i særklasse i 1989</i>	Den uregulerede del af Skjern Å opstrøms Borris til Døvling Bæk bedømmer Moeslund som værende i særklasse hvad vandløbskvaliteten angår med en rig fauna med mange rentvandsarter. Til gengæld synes individtætheden ikke at være optimal grundet for meget okker og for stor sandvandring i vandløbet.
<i>Bunddyrsundersøgelser i 1994</i>	6.2.5 Danmarks Miljøundersøgelsers indsamlinger i 1993-94
	<i>(Hansen, 1997; Wiberg-Larsen, 1997)</i> Som led i forundersøgelserne af Skjern Å før den planlagte naturgenopretning, udførte Danmarks Miljøundersøgelser i oktober 1993 og april 1994 en indsamling af bunddyr på de 9 lokaliteter i Skjern Å, som også Naturhistorisk Museum har benyttet. Desuden blev der indsamlet prøver fra en lokalitet på den regulerede del af Ommø Å, der også indgår i den samlede naturgenopretning. Undersøgelsen inddrog alle bunddyrgrupper. I forbindelse med undersøgelsen blev Naturhistorisk Museums vårfluemateriale ligeledes bearbejdet for at få et indblik i denne gruppes udvikling (<i>Wiberg-Larsen, 1997</i>).
<i>Bunddyrenes opholdssteder</i>	Generelt viste undersøgelsen et ret lille individantal. På hver af de ti lokaliteter blev der indsamlet fire delprøver i et tværsnit af åen. Delprøverne der blev taget inde ved åens kanter, var meget arts- og individrige, hvilket svarer fint overens med, hvad der er fundet ved de tidligere omtalte undersøgelser (bilag 6). Derimod indeholdt de delprøver der blev taget længere ude i åen stort set ingen bunddyr. Dette skyldtes primært den meget ensformige sandbund i de tværsnit, hvor prøverne blev indsamlet.
<i>Vårfluer i Skjern Å 1941-1994</i>	<i>Wiberg-Larsen (1997)</i> gennemgår detaljeret udviklingen af vårfluernes forekomst i Skjern Å siden 1941 og frem til 1994. Ved Borriskrog og Ahler Østergaard, opstrøms den i dag regulerede del, var der fra 1941-63 en relativ beskeden vårfluefauna, idet kun 15 arter/grupper blev fundet. Derimod blev der fundet en meget rig vårfluefauna på strækningen nedstrøms Borris omfattende 45 arter/grupper. De senere undersøgelser på den fortsat uregulerede strækning har bidraget med fund af op til 11 flere arter fra 1976 til i dag. Til gengæld blev der ved indsamlingerne på den nu regulerede strækning fra 1976 og frem til i dag generelt fundet færre arter. Dette kan umiddelbart tyde på, at en del arter er forsvundet, mens andre er indvandret. Men det er spørgsmålet om størstedelen af disse arter alligevel ikke har været, og er, til stede, men blot ikke er fundet ved de enkelte indsamlinger på grund af ringe individtæthed.
<i>Skjern Å Danmarks artsrigeste vandløb</i>	Selvom enkelte arter af vårfluer trods alt må formodes at være forsvundet, bemærker Wiberg-Larsen, at Skjern Å selv efter reguleringen har beholdt en meget stor del af sin "oprindelige" vårfluefauna, og

han fremsætter på grundlag deraf påstand om, at Skjern Å formentlig er Danmarks artsrigeste vandløb.

Bunddyrsfaunaen har lidt under udretningen, men ikke så meget som forventeligt

6.2.6 Generel konklusion

Generelt kan det ud fra ovennævnte undersøgelser konkluderes, at bunddyrsfaunaen i den nedre del af Skjern Å-systemet er blevet noget forringet efter udretningen i 60'erne. Men i forhold til den meget radikale ændring som udretningen indebærer, er faunaen i selve den regulerede del af Skjern Å forbløffende rig. Dette skyldes formentlig, at man ved reguleringen var så fremsynede at sørge for at lede størsteparten af tidligere tiders tilførsler af spildevand ud i Søndre Parallelkanal, ligesom en del af de okkerholdige tilløb blev ledt dertil. Derved blev selve Skjern Å's nedre del skånet for den væsentlige forurening, der ellers kunne tænkes at have reduceret åens fauna ganske radikalt.

Bunddyrsfaunaen forventes at profitere af naturgenopretningsprojektet

Samtidig har Skjern Å's størrelse også været bestemmende for, at reguleringen ikke har haft en helt så negativ betydning, som man ellers kunne forvente. Selve åens størrelse har nemlig, reguleringen til trods, givet mulighed for en hel del forskellige levesteder, med deraf følgende muligheder for en betydelig artsrigdom. Skønt åen i dag trods alt har en relativt god bunddyrfauna, er der næppe megen tvivl om, at også bunddyrene vil vinde betydeligt ved den kommende naturgenopretning. Specielt kan det forventes, at arter, der især er knyttet til åens mere flodagtige del med langsomt flydende strøm, vil få gavn af naturgenopretningen.

6.3 Planter

I stort set samtlige beskrivelser af de botaniske forhold i Skjern Å-systemet fremhæves i særlig grad forekomsten af Flod-klaseskærm og Vandranke. Begge arter er rødlistede både nationalt og internationalt som akut truede og sårbare. Endvidere er Vandranke totalfredet i Danmark (*Løjtnant og Worsøe, 1993; Höjer, 1995*). I Danmark er begge arter begrænset til kun at forekomme i Vestjylland.

Flod-klaseskærms udbredelse

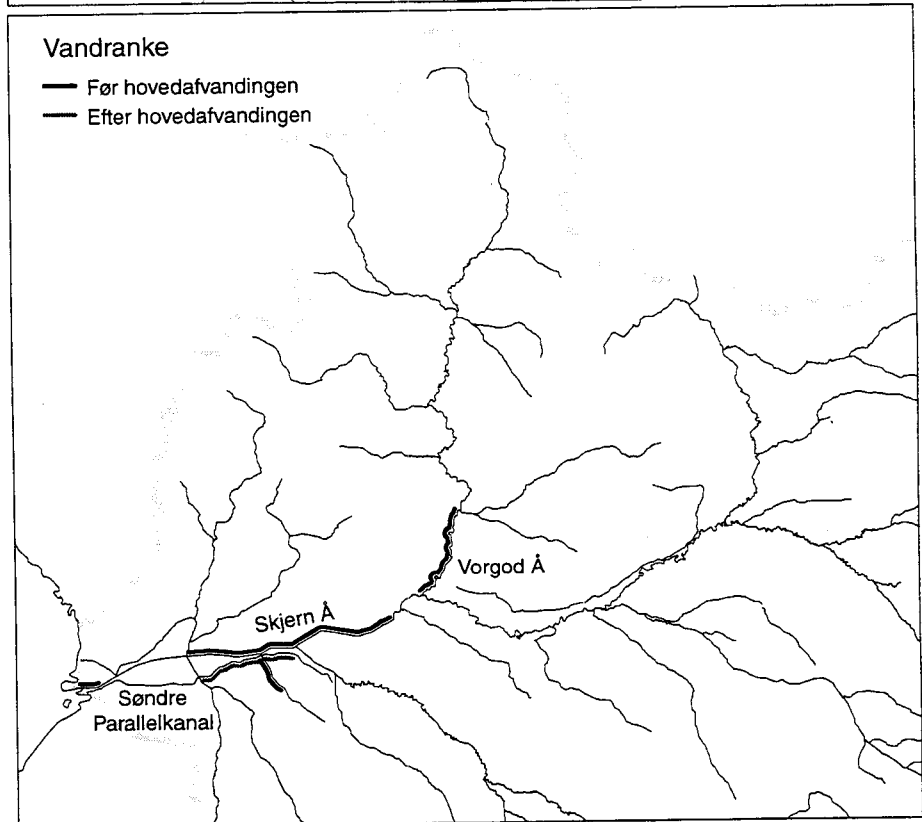
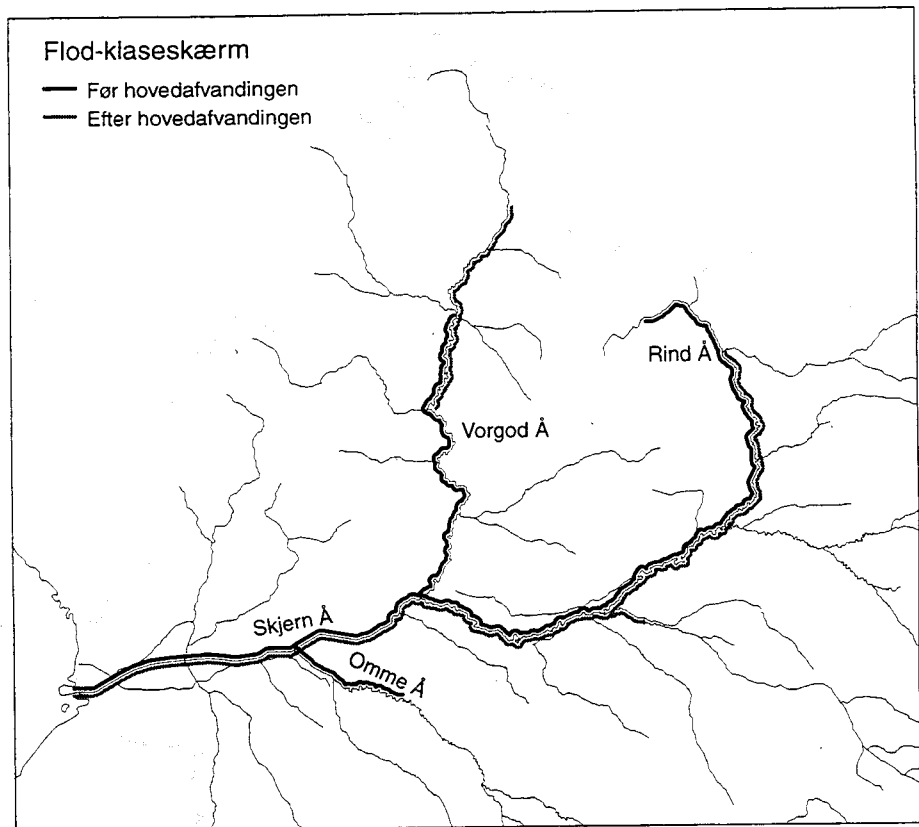
6.3.1 Flod-klaseskærm

Flod-klaseskærm tilhører familien af skærmpflanter, og er en af vore få deciderede vandløbsplanter. Planten synes ikke at påvirkes nævneværdigt overfor vandets surhedsgrad, ligesom den både forekommer i strømmende og mere stillestående vand. Flod-klaseskærm har i øjeblikket sin globale udbredelse i Vestdanmark og i Irland. Forekomsten i Danmark er således af international betydning. Tidligere havde arten også voksesteder i store floder i Tyskland, Frankrig og England. Arten angives at være følsom overfor kanalisering, oprensninger, grødeskæring og andre mekaniske forstyrrelser af vandløbet (*Kristensen og Hansen, 1994*).

Flod-klaseskærms udbredelse i Skjern Å-systemet

Forekomsten af Flod-klaseskærm i Skjern Å-systemet før og efter hovedafvandingen er vist på figur 6.6. Særlig optegnelserne af *Køie* (1944) viser, at arten før hovedafvandingen i 1960'erne var udbredt i

Figur 6.6. Udbredelsen af Flod-klaseskærm i Skjern Å-systemet før og efter hovedafvandingen.



Figur 6.7. Udbredelsen af Vandranke i Skjern Å-systemet før og efter hovedafvandingen.

hovedparten af den nedre del af Skjern Å og tilstødende vandløb. Også omkring århundredeskiftet var Flod-klaseskærm udbredt i åen (Baagøe og Ravn, 1895). I dag forekommer Flod-klaseskærm stadig på et betydeligt antal lokaliteter i Skjern Å-systemet. Skønt den fysiske variation på nogle af lokaliteterne karakteriseres som ringe, er udbredelsen stort set sammenfaldende med den der fandtes før hovedafvandingen. Det er dog sikkert, at arten nu er forsvundet fra de nedre dele af Vorgod Å og Omme Å (Emsholm, 1992), ligesom arten aldrig har for-

mået at etablere sig i den fysisk ensformige Søndre Parallelkanal. Til gengæld vides det, at skånsom vandløbsvedligeholdelse på nogle strækninger har fremmet forekomsten af Flod-klaseskærm (*Kristensen og Hansen, 1994*), ligesom arten nu også forekommer i den nedre del af Karstoft Å. Flod-klaseskærm kendes også fra et fåtal af andre vestjyske vandløb, f.eks. på en enkelt lokalitet i Storåen.

Det må formodes, at den flerårige Flod-klaseskærm har et vist spredningspotentiale i form af løsrevne jordstængler.

6.3.2 Vandranke

Vandranke tilhører Skebladfamilien og optræder i to former, en undervandsform og en flydebladsform. Kun hvor vandstanden er stabil og strømhastigheden lav dannes flydeblade. Vandranke har i dag sin globale udbredelse i den Atlantiske del af Europa, med Danmark og Sydnorge som sin nordgrænse. Førhen var arten også udbredt i Europas østlige egne.

Vandrankes voksested

Vandranke har sit voksested i kanaler og vandløb, hvor strømmen ikke er alt for kraftig, men den findes også i stillestående vande i søer og vandhuller. I dag er de danske forekomster af vandranke primært i kanaler og vandløb, hvorimod forekomsterne i stillestående vand er meget begrænsede. Vandranke vokser både på sandbund og på blød dyndbund og den synes ikke på nogen måde at være hæmmet af næringsrigt sediment. I denne sammenhæng er det vigtigt at påpege, at indirekte påvirkninger af næringsstofbelastning i form af ændrede konkurrenceforhold til fordel for hurtigere voksende arter, f.eks. Enkelt pindsvineknop, vil kunne hæmme Vandranke.

Vandranke tåler hårdhændet vandløbsvedligeholdelse

Vandranke synes ikke at være særlig sårbar overfor vandløbsvedligeholdelse. Forklaringen er sandsynligvis Vandrankes talrige sideskud på blomsterstandsakserne, som dels har betydning for dannelsen af tætte og arealmæssigt store bevoksninger samt for artens spredning (*Moenslund og Schou, 1994*).

Vandrankes udbredelse i Skjern Å-systemet

På figur 6.7 er udbredelsen af Vandranke i Skjern Å-systemet før og efter hovedafvandingen vist. Det er tydeligt, at planten efter hovedafvandingen er blevet fortrængt fra størstedelen af sine oprindelige levesteder, men også at planten har formået at etablere sig i Søndre Parallelkanal. Faktisk findes de største danske forekomster af Vandranke i dag i Søndre Parallelkanal fordelt over en flere kilometer lang strækning fra omkring Raaddensig Kær øst for Tarm og nedstrøms. Udbredelsen af Vandranke før hovedafvandingen i den nedre del af Vorgod Å, i Skjern Å på strækningen fra Borris til Skjern, i grøfter og vandhuller omkring Skjern by samt i selve Skjern Å-deltaet er baseret på botaniske registreringer af *Baagø og Ravn (1895)*, *Böcher (1938)*, *Mentz (1906)*, *Møller og Ostenfeld (1902)* og *Rasmussen (1954)*. Desuden forekom arten almindeligt på de mest fugtige af ådalens enge (*Baagø og Ravn, 1895*). Overraskende angiver *Køie (1944)* ingen forekomster af Vandranke i Skjern Å-systemet. Det peger på, at planten muligvis let overses eller forveksles med andre arter. Således kan planten i under-

vandsformen forveksles med undervandsformer af Vejbred-skeblad samt Enkelt pindsvineknop, ligesom formen med flydeblade kan forveksles med Svømmende vandaks.

Nuværende udbredelse af Vandranke i Skjern Å-systemet

De mest nylige botaniske registreringer af Vandranke i den nedre del (nedstrøms Bolkvig) af Skjern Å-systemet er foretaget af Magård (1993). Undersøgelsen viser, at Vandranke i dag forekommer i Sønder Å fra Raaddensig gennem Sønder Parallelkanal til indløbet af Ganer Å. På enkelte strækninger forekommer planten i større mængder. Vandranke synes ikke længere at forekomme i vandhuller og grøfter omkring Skjern by og heller ikke ved Polderne. Derimod er planten registreret i en gravet sø på nordsiden af Kodbølstyrtet vest for Borris, i et gammelt brunkulsleje på åens sydside vest for Sdr. Felding og i et lille vandhul nær Albæk på åens nordside (Moeslund og Schou, 1994). På alle tre voksesteder er der tale om meget små forekomster.

Andre danske lokaliteter for Vandranke

Udover voksestederne i Skjern Å-systemet, kendes Vandranke kun med sikkerhed fra to andre lokaliteter i Danmark, i Kimmelkær Landkanal samt i Stadil Fjord, hvor Kimmelkær Landkanal udmunder via Tim Å.

Vandrankes formering og spredning

Vandranke synes særlig at kunne formere sig vegetativt, idet der om vinteren kan observeres løsrevne skudkæder med flere rosetter. Dette kan sikre spredning til nedstrøms beliggende strækninger. Denne spredningsmulighed kan i fremtiden muligvis få betydning i Skjern Å, hvor netop Vandranke-lokaliteten nær Albæk inden hovedafvandingen stod i forbindelse med åen (Østergaard, 1979).

Færre vandplanter efter reguleringen i 1960'erne

6.3.3 Forsvundne og nyttilkomne plantearter

Efter hovedafvandingen synes den botaniske mangfoldighed reduceret i Skjern Å. På strækningen mellem Borris og Skjern blev der omkring århundredeskiftet registreret 13 arter af Vandaks (*Baagøe og Ravn, 1895*) og derudover 8 andre vandplantearter. På den tilsvarende strækning blev der i 1970'erne kun registreret 2 Vandaks-arter og 14 andre arter af vandplanter (*Wiberg-Larsen, 1978*). Blandt de forsvundne Vandaks arter er Bændel vandaks, hvis udbredelse er på tilbagegang i Danmark (*Løjtnant og Worsøe, 1993*). Af arter der er kommet til, bør nævnes Vandpest, der først efter århundredeskiftet for alvor spredtes til danske vandløb og søer (*Wiinstedt, 1931*). Nu forekommer også Frøbid, der kendetegnes ved at kunne modstå selv hårdhændet vandløbsvedligeholdelse grundet dens kraftige vegetative formering i form af udløbere og vinterknopper.

Mindre udbredelsesområder for vandplanter efter reguleringen i 1960'erne

Hedegaard-Christensen (1981) gennemgår de vegetationsmæssige forandringer, der er sket i ådalen efter afvandingen. Han konkluderer bl.a., at antallet af vilde plantearter i ådalen ved hans gennemgang var omtrent af samme størrelse, som det var tilfældet før afvandingen. Til gengæld var mange af arternes udbredelsesområder blevet meget væsentligt reduceret.

7 Skjern Å: Diskussion og sammenfatning

Lars M. Svendsen, Hans Ole Hansen, Hans E. Andersen og
Anker R. Laubel

Kapitlets indhold

I dette kapitel diskuteres og sammenfattes de væsentligste biologiske, fysiske og kemiske forhold i den nedre del af Skjern Å-systemet. Der gives en overordnet, kort vurdering af den planlagte naturgenopretnings betydning for de biologiske forhold. Det estimeres, hvor meget en kommende naturgenopretning kan forøge selvrensningen og dermed reducere stofbelastningen af Ringkjøbing Fjord. Endvidere estimeres Hestholm-området's aktuelle bidrag med fosfor, jern og suspenderet stof. Risikoen for fosforfrigivelse som konsekvens af at gøre de vandløbsnære arealer våde diskuteres. Til sidst gives nogle anbefalinger for hvordan de miljømæssige gevinster kan fremmes ved det kommende naturgenopretningsprojekt, og der angives områder, som bør undersøges yderligere før naturgenopretningen og som bør overvåges under og efter en kommende naturgenopretning.

Vurderingerne i dette kapitel tager udgangspunkt i de fysiske forhold, der er beskrevet som "Sydløsningen" af *Skjern Å-arbejdsgruppen* (1988).

7.1 Biologiske forhold

Afvandingen medførte en nedgang i artsrigdom og antal individer

Efter afvandingen med skiftet fra udbredte vådområder til intensivt dyrkede områder blev de biologiske værdier i Skjern Å-dalen væsentligt forringet. Generelt har dyr og planter lidt under afvandingen, og er gået tilbage både i arts- og individantal og i udbredelse. Det gælder naturligvis især de arter, der er særligt knyttet til de vådområder, der forsvandt. Arter der bebor tørrere områder, blev til gengæld begunstiget af afvandingen, og er gået frem i antal.

Åens og ådalens størrelse sikrer dog, at der fortsat er nogle ret store og uforstyrrede arealer, der biologisk set er relativt interessante.

7.1.1 Fugle

Færre ynglende fuglearter

Fuglelivet var væsentligt rigere før afvandingen, end det er i dag. Specielt var der mange flere arter, der benyttede området som yngleplads, end tilfældet er i dag. Tilbagegangen skyldes primært, at fuglenes fødesøgningsmuligheder og opholdsområder i ådalen og i Ringkjøbing Fjord er blevet forringet efter afvandingen. Området er dog stadig et vigtigt fugleområde, og specielt skal nævnes, at området er af international betydning som rastelokalitet for Pibesvane og Kortnæbbet gås samt eventuelt for Sangsvane.

Ringkjøbing Fjord er udpeget som Ramsar-område og EU-fuglebeskyttelsesområde, hvilket blandt andet indebærer, at der skal tages særligt hensyn til områdets vandfugle.

*Flere vandelskende fugle
efter en naturgenopretning*

Naturgenopretningen af Skjern Å-dalen med genskabelsen af et å-delta og de store sumpede vådområder vil uden tvivl blive en gevinst for områdets fugleliv. Det forventes således at så snart de vandløbsnære arealer bliver vådere, oversvømmet eller permanent vanddækkede, vil det tiltrække en række fuglearter, der foretrækker disse mere fugtigtprægede omgivelser, som ande-, vade- og andre vandfugle.

7.1.2 Pattedyr

Pattedyr, der til en vis grad blev begunstiget af afvandingen som for eksempel ræv, rådyr og hare, dominerer i dag området, medens pattedyr der i særlig grad er tilknyttet vådområder, er gået tilbage. Det gælder f.eks. for odderen, der oplevede en kraftig tilbagegang ved Skjern Å på linie med den øvrige danske bestand fra 1960'erne og frem. Selv om den drastiske tilbagegang i odderbestanden nu er standset, er der næppe tvivl om, at odderne vil få yderligere fordele af naturgenopretningen. Odderen er et af de sjældneste pattedyr i Danmark, og som følge af dens høje krav til levestedet, er den velegnet som indikator-art for et godt og varieret vandløbssystem.

Ud over odderen forventes også de fleste andre pattedyrsarter i området generelt at blive begunstiget af naturgenopretningen af Skjern Å med genskabelsen af de mange forskellige levesteder. Samtidig vil de arter, der blev begunstiget af afvandingen i 1960'erne kunne forblive på den del af det afvandede område, som ikke er omfattet af naturgenopretningsprojektet.

7.1.3 Padder og krybdyr

Udretningen af Skjern Å i 1960'erne påvirkede i høj grad padderne og krybdyrene. Deres livsvilkår blev væsentligt forringet, da de tørre og intensivt dyrkede landbrugsmarker opstod efter afvandingen. Naturgenopretningen af Skjern Å med genskabelsen af de mange vådområder og hedeområder, forventes at vende dette billede, hvilket vil betyde en væsentlig forbedring for de to dyregrupper.

7.1.4 Planter

Som følge af grundvandssænkningen i området findes der i dag kun meget få steder i den nedre del af Skjern Å-dalen med rester af de oprindelige vidt udbredte fugtighedskrævende plantesamfund. Den botaniske mangfoldighed synes således reduceret, men antallet af vilde plantearter i å-dalen er dog omtrent af samme størrelse, som det var tilfældet før afvandingen. Til gengæld er mange af arternes udbredelsesområder blevet meget væsentligt reduceret, og der er sket et skift mod arter, der foretrækker tørrere jorde.

Flere arter, der førhen havde en stor lokal udbredelse, er i dag meget sårbare og akut truede eller til og med helt forsvundet. På trods af dette, findes der fortsat lokaliteter, specielt i den nedre del af Skjern Å-dalen, der rummer en særdeles bevaringsværdig flora med både et regionalt og nationalt særpræg.

*Har der været et skift mod
plantearter, der foretrækker
tørre jorde?*

Vandranke

Også forekomsten af planter tilknyttet selve vandløbene blev reduceret efter udretningen af Skjern Å. Specielt skal nævnes den yderst sjældne Vandranke, der efter hovedafvandingen er blevet fortrængt fra størstedelen af sine oprindelige levesteder i åen.

Generelt kan det forventes, at naturgenopretningen med genskabelsen af mange vådområder vil give gode muligheder for at genetablere de mange fugtighedskrævende plantesamfund. Det vil være af stor national betydning, da netop sådanne samfund og levesteder i dag er trængt af vores intensive udnyttelse af jorden.

Skjern Å-laksen

7.1.5 Fisk

Skjern Å er den eneste danske å hvor en vild laksestamme har overlevet i en ubrudt årrække. Skjern Å-laksen er derfor alene ud fra genetiske årsager vigtig at bevare og hjælpe til en levedygtig, selvreproducerende bestand. Hvis naturgenopretningen indebærer etablering af en lavvandede sø i Hestholm-området som planlagt i 1989, er det sandsynligt, at søen med dens lavvandede områder og rolige strøm vil give gode betingelser for gedder. En stor geddebestand vil kunne udgøre en alvorlig trussel mod den udvandrende lakse- og ørredsmolt, og den positive effekt genslyngningen af vandløbene ellers forventes at få for laks og ørred vil ikke umiddelbart kunne opnås. Desuden vil en sø med dens lavvandede områder kunne bewirke et højere fangsttryk fra fiskende fugle. Endvidere kan det forventes, at flere smolt vil afsmoltificere på grund af søens højere temperaturer, dens størrelse, vandets opholdstid og den længere tid det tager for smolten at passere søen.

Hvordan kan laksebestanden sikres?

For at undgå ovenstående problemer, anbefaler Institut for Ferskvandsfiskeri og Fiskepleje (IFF) (Koed, 1995b), at planlagte søer bliver anlagt med en strømmende i midten. Det vil give smolten mulighed for at følge strømmen direkte gennem søen. Samtidig vil gedder og fugle primært opholde sig i søernes rolige og lavvandede dele, og derved ikke nær så tit komme i kontakt med smolten.

Efter naturgenopretningen vil der kunne ske en væsentlig forøgelse af antallet af laksesmolt, især hvis man kan minimere eventuelle negative effekter fra indskudte søer i åen, og samtidigt fjerne spærringer og udlægge/forbedre gydebanker længere oppe i vandløbssystemet. I en årrække vil laksebestanden dog fortsat være så lille, at den bør hjælpes gennem udsætninger. I den forbindelse er det vigtigt at æg og sæd stryges fra laks fanget i Skjern Å-systemet.

Skjern Å har en rig bunddyrsfauna

7.1.6 Bunddyr

Skjern Å har fortsat en stor bestand af mange af de sjældnere rentvandsarter, og åens hovedløb er i dag nok Danmarks artsrigeste store vandløb.

Afvoandingen forringede bunddyrsfaunaen

Bunddyrsfaunaen i den nedre del af Skjern Å-systemet blev dog noget forringet efter udretningen i 1960'erne. I forhold til den meget radikale ændring udretningen var, er faunaen i selve den regulerede del af Skjern Å forbløffende rig. Dette skyldes til dels, at man ved reguleringen i 1960'erne var så fremsynet, at sørge for at lede største-

parten af spildevandsbelastningen fra den nedre del af Skjern Å-systemet ud i Søndre Parallelkanal, ligesom en del af de okkerholdige tilløb blev ledt dertil. Derved blev selve Skjern Å's nedre del skånet for den væsentlige forurening, der ellers kunne have reduceret og ændret åens fauna ganske radikalt.

Naturgenopretningen vil være en gevinst for bunddyrsfaunaen

Samtidig har selve størrelsen på Skjern Å også været bestemmende for, at reguleringen ikke har haft en helt så negativ betydning, som man ellers kunne forvente. Åens størrelse har nemlig, reguleringen til trods, givet mulighed for en hel del forskellige levesteder, med deraf følgende muligheder for en betydelig artsrigdom.

Skønt åen således i dag trods alt har en relativt god bunddyrsfauna, kan det dog forventes, at også bunddyrene vil vinde betydeligt ved den kommende naturgenopretning. Specielt kan det forventes, at arter der især er knyttet til åens mere langsomt flydende dele, vil få gavn af naturgenopretningen.

7.2 Fysiske og kemiske forhold

7.2.1 Stofftilførsels betydning for miljøtilstanden i Ringkjøbing Fjord

Kvælstof og fosfor

Afvandingen af Skjern Å i midten af 1960'erne sikrede en hurtig afledning af vand og stof fra åens opland til Ringkjøbing Fjord. Det udrettede forløb har dog medført, at der transporteres mere sand i vandløbet. Intensivering af landbruget, et øget forbrug af handelsgødning samt en stigende udledning af spildevand fra 1960'erne frem til midt i 1980'erne har medført en stigende tilførsel af kvælstof og fosfor til Ringkjøbing Fjord. En efterfølgende forbedret renseindsats overfor spildevand fra industri og husholdning har dog medført en markant reduktion i spildevandsudledningerne, der fra begyndelsen af 1980'erne frem til 1995 svarer til en reduktion på 32% for kvælstof og 65% for fosfor fra disse kilder. I 1990'erne har den samlede tilførsel til Ringkjøbing Fjord årligt været 5.000 - 8.000 ton kvælstof og 120-180 ton fosfor. Hovedparten (mellem 75 og 80%) af den samlede tilførsel til fjorden kommer fra Skjern Å-systemet.

Jern og organisk stof

Afvandingen af de vandløbsnære arealer betød at pyrit i de jernholdige eng-jorde blev opløst, og gav en kraftig udvaskning af ferrojern, okker og sulfat til Skjern Å. En del af ferro-jernet udfældes som okker mens en anden del føres videre ud i Ringkjøbing Fjord, hvor der også kan udfældes som okker. Tilstedeværelse af ferro-jern og sulfat har sænket surhedsgraden i vandløbsvandet til stor skade for fisk og bundfauna. Endvidere er det udvaskede ferro-jern og sulfat i sig selv giftigt for smådyr og fisk.

Afvandingen iltede også en del af det organiske materiale på de indvundne og opdyrkede arealer, og dette har sammen med kørsel af maskiner fået jordene til at sætte sig op til 1,5 meter i den centrale del af ådalen (Cowi, 1996a). Herved er store mængder sediment, rigt på organiske stof tilført Skjern Å's nedre dele.

Hvad styrer miljøtilstanden i Ringkjøbing Fjord?

Miljøtilstanden i Ringkjøbing Fjord styres primært af fosfor og kvælstof (se kapitel 5). I visse perioder af året er primærproduktionen (dvs. mængden af alger) begrænset af fosformængden i fjordvandet (april-maj og oktober) og i andre perioder af kvælstofmængden heri (juni til september). Fjordens miljøtilstand er stadig dårlig med en ekstrem høj algebiomasse med en årsmiddel på $1,674 \mu\text{g C l}^{-1}$ og en sommermiddel på $2,482 \mu\text{g C l}^{-1}$ (Ringkjøbing Amt, 1996). De enorme algetætheder reducerer den lysmængde, der kan trænge ned i fjordens vand. En af konsekvenserne har været at der nu kun findes bundplanter på dybder ned til 0,80 m, hvor disse i 1972 fandtes ned til dybder på 3,25 m. Iltindholdet i fjordvandet er jævnlige målt til at være under 4 mg l^{-1} , som er et iltniveau der er kritisk for mange dyr, der lever på bunden af fjorden, og hvor fiskene for længst er flygtet til område med bedre iltforhold.

Stor fosforpulje bundet i fjordens slamaflejringer

Trods en markant reduktion i ikke mindst fosfortilførslen til fjorden gennem de seneste ti år, er der ikke målt nogen tilsvarende reduktion af fosforkoncentrationerne i fjorden (Ringkjøbing Amt, 1995). Dette hænger formodentligt sammen med, at der ligger store mængder okkerslam på bunden af fjorden, hvortil der er bundet fosfor. Der skønnes at ligge mere end 1.000 tons fosfor i det øverste 20 cm slam (Jensen, 1995b). Herfra sker der en frigivelse af jernbundet fosfor, som i praksis har betydet, at der de seneste år er transporteret dobbelt så meget fosfor ud af Ringkjøbing Fjord til Vesterhavet, som der er tilført fjorden via vandløb (Ringkjøbing Amt, 1996). Det skønnes, at der vil gå mindst 5 til 10 år endnu før denne fosforpulje er udtømt, og først herefter vil fosfor for alvor kunne blive begrænsende for algevæksten i fjorden (Ringkjøbing Amt, 1996). Den planlagt naturgenopretning forventes at reducere tilførslen af fosfor og kvælstof yderligere, og vil derfor fremskynde en forbedring af Ringkjøbing Fjords tilstand. Dette vil blandt andet give sig udtryk i en større sigtddybde, at grænsen for planternes dybdeudbredelse øges, at iltniveauet sjældnere vil være kritisk lavt og at levevilkårene for fisk og smådyr hermed forbedres.

7.2.2 Afstrømning

Afstrømning ved Skjern Å, Ahlergårde

Størrelsen af afstrømningen i den nedre del af Skjern Å-systemet er vigtig at kende præcist både i forbindelse med selve projekteringen af den planlagte naturgenopretning, og ved beregning af hvor store stoftilførslerne vil blive til den nedre del af Skjern Å-systemet og Ringkjøbing Fjord. Danmarks Miljøundersøgelser har genberegnet hele vandføringstidsserien for Skjern Å, Ahlergårde fra 1921, da den danner grundlag for beregningen af den samlede afstrømning fra Skjern Å-systemet (se kapitel 4). Tidligere har afstrømningen ved denne station været underestimeret når vandføringen var over $37 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (svarer til $35 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$). Korrektionen betyder at den højeste vandføring der måles hvert 10. år ved Skjern Å, Ahlergårde skulle hæves med ca. 20% fra $55 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ til $65 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Samlede afstrømning fra Skjern Å-systemet

Den samlede afstrømning fra Skjern Å-systemet har for perioden 1921-1995 i middel været $35,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (som svarer til $14,5 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$) (se kapitel 4). Maksimumsvandføringen, der defineres som den største døgnmiddelvandføring, der statistisk optræder en gang hvert 100

år, er beregnet til $257 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. I forbindelse med et voldsomt tøbrud i marts 1970 var vandføringen endnu højere, nemlig knap $320 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Ved projektering af naturgenopretningen, er det vigtigt at der tages højde for disse afstrømningsmængder.

Skjern Å reagerer hurtigere på nedbør efter udretningen

Udretningen af vandløbet har betydet mere ekstreme vandføringer i forbindelse med tøbrud og ved kraftigt regnvejr, da vandføringen i Skjern Å efter reguleringen reagerer en dag hurtigere på f.eks. nedbør. Det kan forventes, at der efter en naturgenopretning vil være en større bufferkapacitet i vandløbssystemet, idet vandløbet vil kunne oversvømme en del af de vandløbsnære arealer i ådalen. Disse vil derfor virke som naturlige magasiner, som kan tage toppen af de store afstrømninger og dermed udjævne vandføringen i den nedre del af Skjern Å-systemet.

7.2.3 Transport af kvælstof, fosfor, jern og suspenderet stof samt bundtransport

Kvælstof

Kvælstoftilførslen til Ringkjøbing Fjord synes ikke reduceret

De dyrkede arealer er langt den største kilde til belastning af Ringkjøbing Fjord med kvælstof. Trods en forbedret renseindsats overfor spildevand fra byer og industri er der ikke sket nogen samlet reduktion i tilførslerne af kvælstof (N) til Ringkjøbing Fjord. Der er således endnu ikke tegn på, at de seneste års reduktioner i gødningstildeling og en øget braklægning har kunnet måles på kvælstoftransporten i Skjern Å. I 1994 og 1995 er der årligt tilført ca. 5.850 ton N eller ca. 24 kg N ha^{-1} per år via Skjern Å og Søndre Parallelkanal. Denne arealkoefficient svarer til hvad der er målt i andre sandede landbrugsoplande i forbindelse med vandmiljøplanens overvågningsprogram (Iversen og Græsbøll, 1996). En statistisk analyse viser, at der i perioden fra 1978 til 1995 er sket en årlig stigning i koncentrationen på $9 \mu\text{g nitrat-N l}^{-1}$ og $40 \mu\text{g total-N l}^{-1}$, baseret på målinger ved Skjern Å, Ahlergårde.

Fosfor

Markant reduktion i fosfortilførslen til Ringkjøbing Fjord

I modsætning til kvælstof har spildevand fra byer og industri været en hovedkilde til fosforbelastning af Ringkjøbing Fjord. Den forbedrede renseindsats overfor spildevand fra ikke mindst byer og industri men også fra dambrug (en samlet reduktion på 65% siden 1981) har derfor betydet at de samlede tilførsler af fosfor (P) til Ringkjøbing Fjord omtrent er halveret i forhold til starten af 1980'erne. Ved Skjern Å, Ahlergårde har dette medført, at der siden slutningen af 1970'erne er sket et årligt fald i den totale fosforkoncentration på $5 \mu\text{g P l}^{-1}$ eller i alt med $140 \mu\text{g P l}^{-1}$ på 18 år.

Intensive målinger i 1994 og 1995 gav en samlet årlig fosfortilførsel via Skjern Å og Søndre Parallelkanal til Ringkjøbing Fjord på i gennemsnit 124 ton P eller $0,5 \text{ kg P ha}^{-1}$. Dette er en ret høj arealkoefficient, hvis der sammenlignes med tilsvarende dyrkede oplande med punktkilder i Danmark, hvor arealkoefficienten som et gennemsnit for 1994 og 1995 var $0,44 \text{ kg P ha}^{-1}$ (Iversen og Græsbøll, 1996).

Lang tidsserie for fosfortilførsel

Den årlige fosfortransport fra Skjern Å-systemet til Ringkjøbing Fjord er beregnet fra midten af 1960'erne og frem til i dag, hvor der i beregningerne har været anvendt det aktuelle niveau for spildevandsbelastning. Dette giver mulighed for at lave statistik på transporten under forskellige afstrømningsforhold, hvilket kan bruges ved en analyse af forskellige fremtidig forhold. I et "normal" år tilføres der via Skjern Å-systemet ca. 100 ton P (minimum 54 ton P og maksimum 163 ton P). En yderligere reduktion af de aktuelle fosfortilførsler til Ringkjøbing Fjord vil kræve, at spildevandsudledningerne fra spredt bebyggelse og dambrug reduceres yderligere, at gødningstildeling til de dyrkede arealer nedsættes samt at der sker en bedre udnyttelse af husdyrsgødningen. Herudover kan selvrensningen forøges i vandløbssystemet ved at indskyde søer, at nedsætte strømhastigheden i den nedre del af Skjern Å og sikre at åen periodisk kan oversvømme nogle af de lavtliggende vandløbsnære arealer (se afsnit 7.4).

Jerntilførslen til Ringkjøbing Fjord har været meget høj

Jern og sulfat

En konsekvens af hovedafvandingen i 1960'erne har været en meget høj tilførsel af ferro-jern og okker til Skjern Å-systemet, idet pyrit er blevet iltet under dannelse af svovlsyre, og jern såvel som sulfat er sivet ud i vandløbene. Det skønnes at der i perioden fra 1966 til 1995 årligt er tilført cirka 2.800 ton jern eller i alt cirka 85.000 ton jern til Ringkjøbing Fjord via Skjern Å-systemet. Sammenlignes med jerntransporten i andre vestjyske vandløb med tilsvarende jordbundsforhold, men hvor afvandingen har været mindre udpræget, skønnes "overudvaskningen" af jern af have været mindst 31.000 ton i perioden. Der er sket en kraftig reduktion i jerntilførslen de seneste år efterhånden som en del af pyritpuljen er blevet opløst og udvasket, og i takt med at eng-jordene har sat sig og er blevet mere våde. Ved Skjern Å, Y-vejs Bro er den vandføringsvægtede koncentration af total jern faldet fra ca. 3 mg Fe l⁻¹ i 1966 til ca. 1,5 mg Fe l⁻¹ i 1995. De tilsvarende tal for Søndre Parallelkanal er 6,3 mg Fe l⁻¹ i 1969 og 4,6 mg Fe l⁻¹ i 1995.

Hvordan sikres en yderligere reduktion i jerntilførslen?

Der er stadig en stor mængde jern i jordene i oplandet til Søndre Parallelkanal. Det skønnes dog at hovedparten af den under de aktuelle forhold mobile jernpulje i jordene i Skjern Å-dalen allerede er udvasket (se afsnit 5.5). Der kan opnås en nedsat jernudvaskning, hvis jorde med højt pyrit indhold, som i den centrale del af Skjern Å-dalen, gøres væsentligt fugtigere eller sættes under helt vand. En yderligere reduktion i jernkoncentrationerne i Skjern Å vil også kunne sikres i forbindelse med oversvømmelse af lavtliggende vandløbsnære arealer og ved at lade åen gennemstrømme lavvandede søer. Der henvises dog til afsnit 7.3, hvor der er overvejelser vedrørende en potentiel risiko for jernfrigivelse i forbindelse med at jernholdige jorde gøres mere våde.

Sulfat

Samtidig med en reduktion i jernkoncentrationen i Skjern Å-systemet er der også sket et fald i koncentrationen af sulfat siden midten af 1960'erne.

De store jernmængder, der er tilført Ringkjøbing Fjord via Skjern Å-systemet, ligger blandt andet aflejret som jernholdigt slam i Ringkjøbing Fjord. Her har det bundet meget af det fosfor, som også er tilført fjorden. I takt med den reducerede fosfortilførsel vil der ske en frigivelse af det jernbundne fosfor, således at denne interne belastning af fjorden vil forsinke en nedgang i fjordens fosforkoncentration mindst 5 til 10 år (Jensen, 1995b).

Sikkert skøn på sedimenttransport i den nedre del af Skjern Å-systemet

Suspenderet transport og bundtransport

Intensive målinger i perioden 1993 til 1995 har muliggjort, at der nu kan gives værdier for såvel suspenderet transport som bundtransport baseret på et solidt og målebaseret grundlag. Intensive målinger af suspenderet stof giver en 60% højere stoftransport i 1994 og 1995 sammenlignet med transportberegninger ud fra punktprøver udtaget hver måned eller hver 14. dag. Baseret på målingerne i 1994 og 1995 har det været muligt at opstille empiriske sammenhænge, hvorfra der er lavet beregninger af den årlige transport af suspenderet stof og tilsvarende af bundtransport (tabel 7.1).

Tabel 7.1. Oversigt over sedimenttransport i den nederste del af Skjern Å-systemet for perioden 1965-1995. Måle- og analyseusikkerheden samt usikkerheden ved beregninger ud fra regressions-sammenhænge er angivet som \pm standardafvigelsen. I parentes er angivet skønnet over den umålte bundtransport. Til sammenligning er angivet værdier fra tidligere undersøgelser/beregninger. Se i øvrigt kapitel 4.

	Suspenderet transport tons år ⁻¹	Bundtransport tons år ⁻¹	Total transport tons år ⁻¹
Målt 1994	17.500 \pm 800	21.600 \pm 300 (+1100)	39.100 \pm 900 (+1100)
Målt 1995	17.700 \pm 800		
Årsminimum (1976)	6.000 \pm 300	8.400 \pm 200 (+400)	14.400 \pm 400 (+400)
Årsmaksimum (1981)	20.700 \pm 900	25.300 \pm 300 (+1300)	46.000 \pm 900 (+1300)
Normalår	12.200 \pm 500	15.900 \pm 800 (+800)	28.100 \pm 900 (+800)
Christensen et al. (1970)	24.000	45.000	69.000
Hasholt og Jacobsen (1977)	14.300	27.600	41.900
Cowi-Consult (1987b) min.	2.000	12.000	14.000
max.	20.000	60.000	80.000
middel	5.000	30.000	35.000

Både i 1994 og 1995 var afstrømningen høj

Ved en vurdering af intensive målinger foretaget i 1994 og 1995 skal der tages højde for at afstrømningen begge år var meget høj. I 1994 blev der målt den største nedbøren nogensinde i Danmark, og i 1995 var nedbøren lidt under normalen (gennemsnittet for 1961-90), men alligevel var afstrømningen på det samme niveau som i 1994. Dette har givet relativt høje transporter af partikler og næringsstoffer begge år. I de opstillede tidsserier for perioden 1966-1995 er der dog taget højde for disse forhold.

Suspenderet stoftransport og bundtransport er af samme størrelsesorden

Selv om den suspenderede transport og bundtransporten er af samme størrelsesorden i den nedre del af Skjern Å-systemet, fører den suspenderede transport den største mængde fosfor og jern, som er i transport. Det skyldes at fosfor (og jern) mest binder sig til de finere

partikler (Svendsen og Kronvang, 1993; Svendsen et al, 1995). Den suspenderede transport vil først og fremmest kunne tilbageholdes i Skjern Å-systemet i forbindelse med overvsvømmelse af de vandløbsnære arealer, i rørsumpe, i de dybere dele af søer samt i et vist omfang langs vandløbenes og søers bredder. Bundtransporten vil i stort omfang tilbageholdes i søer, som Hestholm Sø og hvor vandløbene er bredere eller dybere end de hydraulisk naturlige forhold.

7.2.4 Skøn over stoffilførsler fra den centrale del af Skjern Å-dalen

Det område, der har undergået de største forandringer siden hovedafvandingen i 1960'erne, er den centrale del af Skjern Å-dalen sydvest for Skjern by. Som følge af den planlagte naturgenopretning vil pumpning fra arealet ophøre og en del af området blive vanddækket. Det kan derfor forventes, at bidraget med fosfor, jern og suspenderet materiale herfra vil falde væsentligt. Det er således af interesse at kende den nuværende størrelse af transporten af disse stoffer ud af området.

Ved at sammenholde transportmålinger ved stationer henholdsvis nedstrøms og opstrøms for området er det muligt at skønne over bidraget fra selve området. I bilag 7 er der detaljeret redegjort for hvordan skønnene er foretaget.

Bidrag af jern fra området vest for Lønborgvejen

Bidraget af total-jern fra området mellem Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro og udløbet af Søndre Parallelkanal i Ringkjøbing Fjord er i tabel 7.2 vist som et gennemsnit over perioden 1991-1995. Til sammenligning er medtaget målinger fra stationen ved Skjern Å, Y-vejs Bro. Beliggenheden af de omtalte stationer fremgår af figur 4.1.

Tabel 7.2. Årstransporter af total-jern i den vestligste del af Skjern Å-dalen. Som et gennemsnit for perioden 1991-1995. Området vest for Lønborg Bro til Søndre Parallelkanals udløb i Ringkjøbing Fjord svarer til pumpeområde SV og N, jvf. kapitel 2.

	ton	kg ha ⁻¹
Opstrøms Lønborg Bro (272 km ²)	267	9,8
Udløb i fjorden (290 km ²)	377	13,0
Difference = fra Lønborg Bro til fjordudløb (18 km ²)	110	61,1
Skjern Å, Y-vejs Bro (2200 km ²)	1686	7,7

Arealbidraget fra området vest for Lønborg Bro er højt, ca. 8 gange højere end arealbidraget fra det øvrige Skjern Å's opland (ved Y-vejs Bro). Bidraget vest for Lønborg Bro er beregnet til at være ca. 6 gange højere end bidraget øst for broen på trods af at begge arealer er klassificeret som høj-okkerpotentielt område (Madsen et al., 1984). I bidraget øst for Lønborg Bro indgår dog også bidragene fra Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk, hvorfra jernbelastningen ikke er højere end det øvrige Skjern Å-opland. Da bidraget opstrøms Lønborg Bro er ca. 25% højere end ved Skjern Å, Y-vejs Bro, har Hestholm-området også et betydeligt højere arealbidrag med jern end det øvrige Skjern Å-opland.

Fosfor og suspenderet stof fra Hestholm-området

Beregninger af stofbidraget fra pumpeområde M og SØ (jvf. figur 2.10 som i dette tilfælde er benævnt "Hestholm-området") er baseret på målinger fra stationerne ved Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk, samt stationerne Engholm Bro og Lønborg Bro ved Søndre Parallelkanal. Da alle de foretagne målinger er udført som punktmålinger (i modsætning til kontinuert prøvetagning), og da der mangler synkronmålinger (samtidigt udførte målinger) umiddelbart op- og nedstrøms Hestholm-området, er skønnene behæftet med stor usikkerhed. Dette er udtrykt ved at angive et interval, indenfor hvilket den "sande" værdi antages at befinde sig. Det vurderes således, at der som et gennemsnit for 1994 og 1995 har været et arealbidrag fra området på:

- a) 200-1100 kg ha⁻¹ per år af suspenderet stof, og
- b) 1,9-9,8 kg ha⁻¹ per år af total fosfor.

Arealkoefficienterne for suspenderet stof og fosfor er meget høje for Hestholm-området

Der er tale om særdeles høje arealkoefficienter. Således angiver *Larsen et al. (1995)* for danske vandløb under vandmiljøplanens overvågningsprogram i det rekord nedbørsrige år 1994 en gennemsnitlig arealkoefficient for total-fosfor på 0,67 kg P ha⁻¹ i oplande med punktkilder og på 0,41 kg P ha⁻¹ i dyrkede oplande uden eller med få punktkilder. Tilsvarende angiver *Iversen og Græsbøll (1996)* for det nedbørsmæssigt mere normale 1995 arealkoefficienter på henholdsvis 0,41 kg P ha⁻¹ og 0,27 kg P ha⁻¹.

Hvad er årsagen til de høje arealkoefficienter?

Den høje fosforlevering fra Hestholm-området antages at have sammenhæng med nedbrydning og sætning af organisk materiale, idet den følges af også meget høje bidrag af suspenderet materiale. Ved nedbrydning af det organiske materiale frigives den fosfor, der enten naturligt eller gennem tilført gødning findes i materialet. Gennem pumpningen af arealerne tilføres stofferne Søndre Parallelkanal. Ved at sætte Hestholm-området under vand kan det forventes, at arealbidraget kan bringes ned i niveau med bidraget fra Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk. Denne sandsynlige nedgang i levering af fosfor bør sættes i relation til risikoen for fosfor-frigivelse i øvrigt ved oversvømmelse af tidligere dyrket og gødet landbrugsjord ('fosfor-bomben') - se afsnit 7.3.

7.3 Risiko for jern- og fosforfrigivelse fra våde arealer

I projektforslaget for naturgenopretning i Skjern Å-dalen er etablering af våde arealer samt et lavvandet sø-område blevet anbefalet. I den forbindelse er det relevant at spørge, om dannelse af sådanne områder kan medføre en frigivelse af fosfor og jern til vandmiljøet. I dette afsnit diskuteres risikoen på baggrund af projektforslagets "Sydløsning", forslag B eller C uden Damsø (*Hedeselskabet og Cowi-Consult, 1988*).

Der er et potentiale for jern- og fosforfrigivelse

Laboratorieforsøg på jorde fra Hestholm-området vidner om et betydeligt potentiale for jern- og fosforfrigivelse (se kapitel 2 og *Rauer og Szilas, 1995*). Anvendeligheden af resultaterne er dog begrænset, når

det gælder en forudsigtelse af en eventuel fosforudvaskning fra fremtidige vådområder i Skjern Å-dalen. Forsøgene er nemlig gennemført på jordsøjler under "ideelle" forhold, med iltfrit vand gennem længere tid, stor gennemstrømning i søjlerne og tilsætning af en energikilde. Disse forhold er ikke realistiske i den centrale Skjern Å-dal.

Pyritomdannelse stopper, hvis jordene bliver våde igen

Jordene i ådalen er siden afvandingen i 1960-erne gødet med fosfor, så der især i overjorden er fosfor tilstede i væsentlig grad, som altså potentielt kan frigives til vandmiljøet. Under grundvandsspejlet findes der store mængder pyrit-bundet jern, som grundet vandmætningen ikke kan frigives. Over grundvandsspejlet derimod er der siden afvandingen foregået en omdannelse af pyrit, som bl.a. har medført en frigivelse af jern (se kapitel 2). Under uændrede forhold vil denne frigivelse fortsætte i en årrække endnu. Hæves grundvandsniveauet i ådalen kan man standse omdannelsen af pyrit og kraftigt reducere omsætningen af organisk stof, hvorved jern- og fosforfrigivelsen nedsættes. Samtidig øger man dog muligheden for at gøre det jern mobilt, som allerede er frigivet ved pyritomdannelsen og som efterfølgende er udfældet som ferri-jern (Fe^{3+}) i jorden.

Kan jernbundet fosfor frigives?

En del af jordens fosfor er bundet til ferri-jern. Risikoen for frigivelse af fosfor i vådområder og søer er derfor for en stor del knyttet til, hvorvidt disse forbindelser opløses. Opløst jern og fosfor kan frigives til vandmiljøet under iltfri forhold, og når der heller ikke er andre iltningsemidler som f.eks. nitrat tilstede. Sådanne iltfri forhold vil næppe opstå i de nydannede sø- og vådområder i Skjern Å-dalen, hvorfor der ikke skønnes at være nogen væsentlig risiko for jern- og fosforfrigivelse. Synspunktet uddybdes nedenfor med fokus på fosfor.

I forbindelse med dannelse af søer kan der de første år observeres en fosforfrigivelse fra bunden grundet omsætning af organisk stof i de øverste jordlag og ovenpå jorden. Frigivelsen vil som hovedregel aftage hurtigt de første år efter vanddækningen og vil kun være af betydning i søer, hvor vandet har lang opholdstid. Afhængigt af den konkrete naturgenopretningsløsning vil opholdstiden i den dannede Hestholm Sø højst blive nogle få dage. I alle tilfælde dannes en lavvandet sø, hvor der ikke er risiko for iltfrit bundvand.

Frigivelse af fosfor fra Hestholm Sø?

I den dannede Hestholm Sø vil der ske en stor aflejring af partikler, og indenfor kort tid vil udvekslingsforholdene mellem bund og søvand blive uafhængige af de oprindelige jordbundsforhold. Der vil eventuelt kortvarigt i den nydannede sø kunne være tale om en frigivelse af fosfor fra den nuværende jordbund, men sammenlagt må man, selv i de første år, forvente en positiv tilbageholdelse af fosfor i det nydannede søområde (*Iversen, 1994*).

Erfaringer fra andre søer

Erfaringer fra etablering af mindre lavvandede søer på tidligere landbrugsjord viser, at der i årene efter en sø-etablering ikke foregår nævneværdig fosforfrigivelse fra søen. Indenfor de seneste år er der etableret nye søer ved Solbjerg, Grindsted og Hindemade, og i alle tilfælde blev der i årene efter etableringen netto tilbageholdt fosfor.

Ved Hindemåde er der i perioder sket en frigivelse af fosfor, eller opslemning af fosforholdige jordpartikler fra søbunden, hvilket muligvis skyldes forudgående jordarbejde. Ved Solbjerg Eng sø, hvor vandprøver blev taget meget hyppigt i søens ind- og udløb, konstaterede man en netto tilbageholdelse af tilført fosfor på over 50% (*Skov- og Naturstyrelsen, 1996*).

*Processer i vådbunds-
områder*

I vådbundsområderne og i de meget lavvandede områder i Skjern Å-dalen vil der grundet vandmætningen hurtigt opstå iltfrie forhold nede i jorden. En række forbindelser - herunder iltede jernforbindelser - vil blive reduceret og dermed ændre karakter. Reducerede jernforbindelser er generelt langt mere opløselige end den iltede form. Andre stoffer som f. eks. fosfor der indgår i jernforbindelserne, kan derfor blive frigivet til vandmiljøet. En række forhold vil imidlertid virke imod en sådan frigivelse.

*Øverste jordlag virker som
et låg*

I den oversvømmede jord vil grundvandsspejlet højst sandsynligt stige til et niveau, der svarer til beliggenheden af overfladevandet. Herved vil udvekslingen af stoffer mellem jordvand og overfladevand foregå ved diffusion, som er en langsom proces betinget af forskelle i stofkoncentrationer i jord- og overfladevand. Ydermere vil der i det vandløbsvand som oversvømmer de vandløbsnære arealer være ilt og nitrat tilstede. Disse stoffer vil diffundere ned i jorden og sørge for, at der i de øverste cm af jorden vil være iltende forhold. Det øverste jordlag vil derfor virke som et "låg", der i høj grad hindrer udveksling af reducerede og opløste stoffer til overfladevandet.

*Erfaringerne taler imod
en fosforfrigivelse fra
vådbundsområder*

Erfaringer fra tidligere overrislings- og oversvømmelsesstudier (*Ambus & Hoffmann, 1990; Brüsch & Nilsson, 1990*) har ikke vist lækage af fosfor fra ferske uopdyrkede engarealer, og på basis af de kemisk-fysiske forhold i sedimenter fra naturlige ferske vådområder kan frigivelse af fosfor til vandmiljøet ikke forventes (*Paludan, 1995*). På baggrund af de hydrologiske forhold i vådbundsområderne og i de meget lavvandede områder forventes der ikke at være basis for en væsentlig frigivelse af fosfor fra jordbunden til den frie vandfase.

Udsulte jordene med fosfor

Ved allerede på nuværende tidspunkt at stoppe med fosforgødskning, kan der ske en udsultning af jordene inden de bliver mere våde (*Skov- og Naturstyrelsen, 1996*). Herved vil den opløselige del af fosforpulje optages i planterne, og dermed fjernes en potentiel fosforudvaskningsrisiko.

7.4 Effekten på stoftilførsler af suspenderet stof, kvælstof, fosfor og jern til Ringkjøbing Fjord af en kommende naturgenopretning

I dette afsnit gives der et skøn over hvor meget stoftilførslen fra den nedre del af Skjern Å-systemet kan reduceres som en konsekvens af den planlagte naturgenopretning (modificeret efter *Andersen og Svendsen, 1997*). Der bygges på de publicerede erfaringer, der findes i Danmark for omsætning og tilbageholdelse af kvælstof, fosfor og

suspenderet stof (f.eks. *Iversen et al., 1995; Jeppesen et al., 1996; Kronvang et al., 1996 a, b*) og på ikke publicerede resultater fra Danmarks Miljøundersøgelser f.eks. i forbindelse med Det Strategiske Miljøforskningsprogram.

Forhold der øger selvrensningen i den nedre del af Skjern Å-systemet

En række forhold vil bidrage til en øget selvrensning i den nedre del af Skjern Å-systemet og dermed til at reducere belastningen med kvælstof, fosfor og organisk stof til Ringkjøbing Fjord. I forbindelse med naturgenopretningsprojektet, betegnet "Sydløsningen" med den høje vandstand i Hestholm Sø, kan forholdene grupperes i fire:

- 1) stoftilbageholdelse og stofomsætning på oversvømmede arealer og arealer med rørsump. Dette areal vil i følge "Sydløsningen" være på ca. 290 ha (se også tabel 7.3),
- 2) stoftilbageholdelse og stofomsætning i de søer, der opstår bl.a. Hestholm Sø. Disse permanent vanddækkede arealer vil i følge "Sydløsningen" omfatte i alt ca. 605 ha (se tabel 7.3),
- 3) nedsat belastning fra arealer udenfor Hestholm-området (ca. 460 ha), som tages ud af landbrugsproduktion, og derfor antages at få et tab af f.eks. kvælstof og fosfor, der svarer til udyrkede arealer (se tabel 7.3),
- 4) nedsat belastning fra arealer i selve Hestholm-området (1100 ha). Belastningsreduktionen hidrører her dels fra ophør af dyrkning, dels ophør af aktiv dræning (pumpning). Tabene fra disse arealer er i dag meget høje, jvf. afsnit 7.2.4 (se tabel 7.3).

Nogle af arealer under de ovenstående punkter 1 til 4 indgår under flere af punkterne. En del af de arealer der tages ud af produktion under punkt 3 og 4 bliver til rørsump eller periodisk oversvømmede arealer (punkt 1) eller til en fremtidig Hestholm Sø (punkt 2).

Fosfortilbageholdelse ved oversvømmelse af vandløbsnære arealer

Tilbageholdelsen af fosfor i forbindelse med oversvømmelse af vandløbsnære arealer er målt til 15-94 kg P ha⁻¹ per år (*Iversen et al., 1995; Aub-Robinson et al., 1996; Jeppesen et al., 1996*). I Brede Å er der dog målt væsentligt højere rater (*Svendsen, upubliceret*). De hidtidige undersøgelser er dog lavet enten i ret smalle ådale eller i vandløb med en høj fosforbelastning. I overslaget for Skjern Å, der har en bred ådal, har vi valgt at anvende væsentligt lavere rater (tabel 7.3), idet det er påvist at tilbageholdelse af suspenderet materiale og dertil knyttet fosfor på vandløbsnære arealer aftager eksponentielt med afstanden til vandløbet (*Iversen et al., 1995; Aub-Robinson et al., 1996*). Et andet forhold, som skal vurderes er hvor store arealer i den nedre del af Skjern Å-systemet, der kan antages oversvømmet i gennemsnit per år, og hvor længe disse overvømmelser varer. Begge dele har en afgørende rolle for de tilbageholdelsesrater af fosfor (og suspenderet stof), der anvendes i overslagsberegningerne (*Iversen et al., 1995; Aub-Robinson et al., 1996*).

Kvælstofomsætningsrater

De anvendte kvælstofomsætningsrater i tabel 7.3 er rapporteret af *Hoffmann (1996)* og *Jeppesen et al. (1996)*, der angiver et interval på 40-2700 kg ha⁻¹ per år, men hvor raterne i de fleste tilfælde ikke når over 400 kg ha⁻¹ per år.

Tabel 7.3. På basis af "Sydløsningen med den høje vandstand i Hestholm Sø" sammenfatter tabellen, hvor store arealer som vil medvirke til en øget selvrensning i den nedre del af Skjern Å-systemet som følge af naturgenopretningen. Der er opdelt på effekten af rørsumpe og periodisk overskyllede arealer (1), etablering af Hestholm Sø (2) samt ophør af landbrugsproduktion på nuværende dyrkede arealer (3) og i Hestholm-området (4). De anvendte tilbageholdelsesrater (TR) for suspenderet stof (SS), total fosfor (TP) og kvælstof (N) er angivet, sammen med den resulterende årlige tilbageholdelse eller nedgang i belastning (T) for hver af de fire effekter og den totale effekt. Endvidere er angivet den beregnede, gennemsnitlig belastning af Ringkjøbing Fjord via Skjern Å-systemet for perioden 1965-95 (for kvælstof dog for perioden 1990-95). Hestholm-området svarer til pumpeområde SØ og M. PP = partikulært fosfor. Se i øvrigt teksten ovenfor for uddybning af tabellen. Modifieret efter Andersen og Svendsen (1997).

	Arealfor- øgelse ha	SS TR kg ha ⁻¹ år ⁻¹	TP TR kg ha ⁻¹ år ⁻¹	N TR kg ha ⁻¹ år ⁻¹	SS T t år ⁻¹	TP T t år ⁻¹	N T t år ⁻¹
1) Rørsump, ofte oversvømmet	290	1.000-15.000	2-20	40-400	290-4.350	0,6-5,8	13-116
2) Permanent vanddække- de arealer (Hestholm Sø)	605	150 x P _{ret}	0,07 x PP-belastning	5-10% af belastning	855	5,6	225-450
3) Dyrket jord ud af produktion ¹⁾	460	50	0,3	20	23	0,1	9
4) Hestholm-området ud af produktion	1.100	200-1100	1,9-9,8	20	220-1210	2,1-10,8	22
Sum					1.385-6.440	8,4-22,3	270-600
Tilført Ringkjøbing Fjord via Skjern Å-systemet					12.200	100	5.000

¹⁾ Udenfor Hestholm-området

Kvælstoftilbageholdelse og -omsætning i søer

Kvælstoftilbageholdelse og -omsætning i søer er baseret på tal fra vandmiljøplanens overvågningsprogram og undersøgelser i lavvandede søer (Jensen et al., 1995; Jeppesen et al., 1996). De viser at i gennemsnit tilbageholdes eller omsættes ca. 40% af denne type søers belastning med kvælstof i søerne. Da Hestholm Sø bliver en lavvandet og meget hurtigt gennemstrømmet sø, er der i tabel 7.3 anvendt en meget konservativ rate på 5-10% af kvælstofbelastningen, der kan tilbageholdes eller omsættes i søen.

Fosfortilbageholdelse i søer

Det er ikke muligt at anvende værdier fra overvågnings søerne, da disse er internt belastede, og derfor i en del tilfælde frigiver fosfor. Den interne belastning skyldes frigivelse af fosfor fra søsediment med et højt fosforindhold som et resultat af 30-40 års belastning med spildevand fra byer, industri og dambrug. Når denne belastning nedsættes som en konsekvens af tiltag i forbindelse med vandmiljøplanen og regionale foranstaltninger, vil en del af den ophobede fosforpulje blive frigivet. Generelt vil søer i en ligevægtstilstand tilbageholde fosfor. For at estimere tilbageholdelsen af fosfor (P_{ret}) anvendes Vollenweiders formel (Vollenweider, 1976) som er påvist at give gode skøn på fosfortilbageholdelse i danske lavvandede, hurtigt gennemstrømmede søer (Kristensen et al., 1990):

$$P_{ret} = 1 - 1(1 + T_w)^{-1/2}$$

hvor T_w (= 2/365 dage) er opholdstiden, der er skønnet til 2 dage (Cowi-Consult, 1988).

Hvor meget reduceres belastningen af Ringkjøbing Fjord grundet selvrensning i Skjern Å-systemet?

Den beregnede tilbageholdelse af suspenderet stof og fosfor i tabel 7.3 betyder at stoftilførslen fra Skjern Å-systemet til Ringkjøbing Fjord reduceres med henholdsvis 11-53 % og 8-22% sammenlignet med den beregnede gennemsnitstransport via Skjern Å-systemet for perioden 1965-1995. Tilsvarende skønnes kvælstoftransporten at blive reduceret med 5-12 % sammenlignet med perioden 1990-95. Belastningen fra Skjern Å-systemet udgør ca. 3/4 af den samlede belastning til Ringkjøbing Fjord. Det betyder at selvrensningen i den nedre del af Skjern Å-systemet vil reducere den totale belastning af Ringkjøbing Fjord med 8-36% for suspenderet stof, 6-15 % for fosfor samt 4-8 % for kvælstof.

Hestholm Sø vigtig for tilbageholdelse af kvælstof og fosfor

Tilbageholdelsen i Hestholm Sø udgør en væsentlig del af den samlede tilbageholdelse af især kvælstof og fosfor, hvorfor selvrensningseffektens størrelse vil afhænge af, hvor stor en del af afstrømningen fra Skjern Å-systemet, der ledes gennem søen. En del af selvrensningseffekten fjernes efterhånden som Hestholm Sø fyldes op med især bundtransporteret materiale. Dette kan dog modvirkes af, at der i stedet komme mere hyppige og langvarige oversvømmelser af de vandløbsnære arealer efter at søen er ved at være fyldt op. Der vil være en stor variation i tilbageholdelsen af stof fra år til år betinget af bl.a. hyppighed og udbredelse af oversvømmelser af de vandløbsnære arealer. Der er i ovenstående overslag ikke taget højde for en eventuel øget erosion nedstrøms Hestholm Sø, da dette anses for et teknisk problem, der kan løses i forbindelse med anlæggelsen af vandløbslejet.

Selvrensningseffekten vil være større end tidligere skønnet

Selv om de anvendte tilbageholdelsesrater er valgt konservativt, er de beregnede reduktioner i suspenderet stof- og fosfortilførslerne til Ringkjøbing Fjord via Skjern Å-systemet større end tidligere angivet. Det vil alt andet lige betyde at miljøtilstanden i fjorden potentielt kan forbedres hurtigere end tidligere skønnet. Det betyder også, at såfremt der ved projekteringen vælges andre løsninger end "Sydløsningen", f.eks. med et mindre sø-areal eller hvor en mindre del af vandet fra Skjern Å ledes igennem Hestholm Sø, så vil selvrensningsestimater gennemgået i *Cowi-Consult (1988)* formodentligt stadig kunne opnås.

Størstedelen af bundtransporten kan antages at blive fanget i de søer, der opstår som en konsekvens af naturgenopretningsprojektet, idet hovedparten vil bundfældes i Hestholm Sø. Efterhånden som søen fyldes op i løbet af 60-100 år vil en del af bundtransporten føres ud i selve deltaet i Ringkjøbing Fjord og blive aflejret heri, hvilket er en helt naturlig udvikling (se kapitel 1).

7.5 anbefalinger

I dette afsnit opsamles nogle anbefalinger i forbindelse med den praktiske gennemførelse af naturgenopretningsprojektet. Endvidere påpeges nogle områder, der bør undersøges for at sikre den fornødne viden til at kunne vurdere og tolke naturgenopretningsprojektets

effekter. Endelig gives eksempler på forhold der kunne overvåges, som indikatorer for udviklingen i miljøtilstanden.

7.5.1 Biologiske forhold

Bevar flest mulige af de nuværende vådområder

I forbindelse med den kommende naturgenopretning er det vigtigt at bevare så mange som muligt af de vådområder, der trods alt blev efterladt efter hovedafvandingen i 1960'erne. Områderne kan huse dyre- og plantearter, der efter naturgenopretningen kan blive vigtige i forbindelse med rekoloniseringen af de nye vådområder og det nye åløb. Det betyder også, at hvis det i forbindelse med naturgenopretningen af Skjern Å bliver nødvendigt at dække nuværende vandhuller og vådområder til, er det vigtigt at gøre dette så sent i forløbet som muligt. Derved gives længst mulig tid til, at arterne kan nå at sprede sig fra de eksisterende vandhuller og vådområder til de nyetablerede vandhuller og til åen. Desuden bør det overvejes om visse specielt truede plante- og dyrearter eventuelt bør flyttes manuelt fra deres nuværende opholdsted til nyetablerede vandhuller/vandløbsstrækninger.

Vadefugle

Det vil være yderst relevant at følge udviklingen af vadefugle efter den kommende naturgenopretning, for at belyse om området opfylder de forpligtigelser, der ligger i dets status som Ramsar-område og EU-fuglebeskyttelsesområde.

Vandranke

Set i lyset af Vandrankes internationale betydning, bør man overveje tiltag til bevarelse af arten, både under og efter naturgenopretningen. Eventuelt bør man lade visse dele af dens nuværende udbredelsesområde i Søndre Parallelkanal ligge urørt hen. Plantens udbredelse efter naturgenopretningen bør også følges nøje. Inden naturgenopretningen påbegyndes bør der gennemføres en kortlægning af plantearter i å-dalen, da de fleste undersøgelser heraf er gamle.

Odder og laks

Odderen og laksen betragtes fortsat som akut truede i Danmark, men er dog begge på vej frem. Begge arter er gode indikatorer for vandmiljøets tilstand. Laksen kræver gode gyde- og opvækstområder og rent vand, og odderen kræver et godt og varieret vandløbssystem. Gode lokaliteter for disse dyr er derfor ofte også gode levesteder for mange andre dyre- og plantearter. Det vil derfor være relevant at følge både laksens og odderens udvikling i Skjern Å-systemet nøje efter naturgenopretningen.

Bunddyr

Det vil også være relevant at følge udviklingen i bunddyrsfaunaen, da der findes en del arter blandt disse, der er gode indikatorer for vandmiljøets tilstand.

Biologisk sammenfatning

En hensigtsmæssig tilrettelæggelse af en kommende naturgenopretning kan være med til at sikre en hurtig indvandring af planter og dyr, både i ådalen og i selve de nye åløb, som påtænkes gravet. Erfaringer fra tidligere undersøgelser har vist, at der i genslyngede vandløb i løbet af et til to år kommer både flere arter og flere individer af både planter og dyr per kilometer vandløbsstrækning i nedstrøms retning (Friberg *et al.*, 1994 og 1997). Dette sikres blandt andet ved at lave krydsninger med det eksisterende åløb, hvorfra der kan

ske en spredning og hvorved lange spredningsveje undgås. Ved at anlægge skrånende brinker sikres også en større artsrigdom af planter (*Kronvang et al., 1996a*). Bevarelse af vandhuller giver en spredningskilde for arter, der er tilknyttet disse.

7.5.2 Fysiske forhold

Gennemfør gravearbejdet over en relativ kort periode

For at minimere forstyrrelse på planter og dyr bør åløbet graves i sommerperioden og i det tidlige efterår, inden vandføringen bliver for høj. Det vil alt andet lige være en fordel at gennemføre gravearbejdet over så kort en periode som muligt, dvs. maksimalt over 2-3 år. Ved at udlægge sten og eventuelt gydegrus opnås en stor fysisk variation i vandløbet til fordel for planter og dyr. Nedstyrtning af brinken til skade for planter og dyr kan hindres ved en aktiv tilplantning, alternativt ved at sikre brinken med et stoftæppe, der går i opløsning i løbet af få år.

Man kan stensikre vandløbets sving

Stensikringer af svingene i vandløbet hindrer erosion i en længere årrække, men på sigt bliver vandløbet overdybt i disse sving, fordi vandløbet slider på bunden fremfor på siderne. Endvidere vil en del af den energi vandløbet bærer i stedet blive brugt på erosion umiddelbart nedstrøms, hvor disse stensikringer ophører. Det mest naturlige vil være at lade vandløbet selv tilpasse sit leje uden for mange reguleringer. Det betyder, at det set fra et miljømæssigt synspunkt vil være uhensigtsmæssigt at foretage vandløbsvedligeholdelse og opgravninger. Vandløbene har netop behov for at tilpasse sig de nye hydrauliske forhold samtidig med at opgravninger og vedligeholdelse heri vil have en negativ effekt for de fleste plante- og dyrearter. Man skal være derfor være indstillet på, at der de første år sker en tilpasning af lejets form og hældning. Hittidige erfaringer fra Brede Å og Gelså tyder dog på at dette hovedsageligt sker i løbet af de første par år (*Friberg et al., 1994; Kronvang et al., 1996b*). I så stort et vandløb som Skjern Å vil der givetvis gå en længere årrække, før vandløbssystemet har tilpasset sig de nye fysiske forhold. Gennem opmåling af tværprofiler og af sedimenttransport kan man konstatere hvornår vandløbsformen er ved at være tilpasset de nye hydrauliske betingelser.

7.5.3 Suspenderet stof, kvælstof, fosfor og jern

Måling af jern og fosfor

Fosfor- og jerntilførsler i den nedre del af Skjern Å-systemet bør måles gennem et intensivt måleprogram. Herved kan man vurdere Skjern Å-systemets tilpasning til de nye hydrauliske betingelser, og følge effekten af den planlagte naturgenopretning på f.eks. tilførslen af fosfor og jern til Ringkjøbing Fjord. Målingerne bør derfor foretages både under gravearbejdet i forbindelse med naturgenopretningen og i en årrække derefter. De nuværende beregninger af stoftransport er baseret på målinger i to afstrømningsrige år, hvorfor flere målinger også vil forbedre grundlaget for at vurdere en fremtidig belastning af fjorden, og for at skønne hvor hurtigt Hestholm Sø fyldes op. I den centrale del af Skjern Å-dalen er der beregnet meget høje arealkoefficienter af fosfor og jern. Inden naturgenopretningen bør der målrettet måles på vandet fra pumpestationerne for at få en mere præcis vurdering af fosfor- og jerntabet fra dette område. Endvidere bør der generelt måles på vandet fra f.eks. Pumpestation

Nord, som forventes at skulle fungere også efter at naturgenopretningsprojektet er gennemført.

Hvordan sikres stor tilbageholdelse af suspenderet stof?

Den suspenderede transport og bundtransporten i Skjern Å-systemet er cirka lige store. Da hovedparten af den transporterede fosfor og jern vil være bundet til den suspenderede transport, bør der ved projekteringen lægges vægt på at sikre, at der sker en så stor tilbageholdelse heraf som muligt i Skjern Å-systemet. Det kan anbefales at vandføringsevnen i den nedre del af å-systemet ikke bliver for stor, således at der kommer hyppige, langvarige oversvømmelser. Disse vil være effektive for stoftilbageholdelse i ådalen. Ved projektering af disse oversvømmelser skal der naturligvis tages hensyn til de øvrige interesser i området, således at f.eks. oversvømmelserne ikke skal gå ud over selve projektområdets afgrænsning.

I Hestholm Sø vil den del der vokser til i rørsumpe også være god til at tilbageholde fine partikler med fosfor og jern. Hvis man senere fjerner planterne og får åbent vand, kan en del af det tilbageholdte materiale dog ophvirvles og føres ud i Ringkjøbing Fjord. Hestholm Sø vil i sin levetid virke som et sandfang, dvs. tilbageholde hovedparten af bundtransporten. Når søen er ved at være fyldt op i løbet af 60-100 år vil bundtransporten føres videre ud i Skjern Å-deltaet og dermed udbygge dette. Man kan dog vælge at fjerne sedimenter fra Hestholm Sø for derved at bevare større eller mindre dele af søen blandt andet for fuglelivets og selvrensningens skyld.

Undersøgelser af stoftilbageholdelsen på oversvømmede arealer

Vurderingerne af tilbageholdelse af suspenderet stof, fosfor og kvælstof i ådalen samt af kvælstofomsætning i og på oversvømmede jorde er baseret på undersøgelser foretaget i andre og mindre vandløbssystemer. Der mangler undersøgelser for kvælstofomsætning i Skjern Å-dalens lavbundslande og for de deponeringsrater af sediment og dertil knyttet fosfor og jern, som der aktuelt vil kunne forekomme i området.

Næppe risiko for nogen større fosfor- eller jernfrigivelse

Det er fra flere sider vurderet, at der ikke foreligger risiko for nogen væsentlig fosfor- og jernfrigivelse i forbindelse med at de vandløbsnære arealer bliver fugtige og dele af Skjern Å-dalen bliver til en sø. Ved allerede på nuværende tidspunkt at stoppe med fosforgødskning, kan der ske en udsultning af jordene inden de bliver mere våde (*Skov- og Naturstyrelsen, 1996*). Herved vil den lettest opløselige del af fosforpuljen optages i planterne, og dermed fjernes en fosfordvaskningsrisiko.

Erosionsrisiko i strømlejet nedstrøms Hestholm Sø

I det strømleje, der er skitseret i "Sydløsningen" vest for den dannede Hestholm Sø, må man forvente erosion de første ca. 10 år efter udgravningen heraf. Betydningen af erosionen for den samlede fosfortilbageholdelse kan ikke vurderes på det foreliggende grundlag, og dens størrelse vil afhænge af dimensioneringen af strømlejet og sikringen mod bunderosion. Derfor vurderes dette forhold ikke at indebære nogen væsentlig reduktion af fosfor fra vandløbssystemet.

Flere interesser skal opvejes mod hinanden ved projektering af naturgenopretningsprojektet

I forbindelse med den forventede overdødelighed af smolt i Hestholm Sø har der været diskuteret forskellige muligheder for at lede større eller mindre dele af Skjern Å's vand uden om søen eller at grave en dyb strømrønde gennem denne. I begge tilfælde vil man mindske selvrensningseffekten og dermed ikke reducere tilførslen af næringsstoffer og jern til Ringkjøbing Fjord så meget som det potentielt er muligt. Der kan kompenseres for noget af den tabte selvrensningseffekt ved i stedet at mindske vandføringsevnen i vandløbene i den nedre del af Skjern Å-systemet og derved øge frekvensen af oversvømmelser og varigheden heraf.

En reduktion i selvrensningen skal naturligvis vejes imod, at der så kan skabes bedre muligheder for at hjælpe laksebestanden i hvert fald indtil den er blevet levedygtig. Endvidere viser de nyeste erfaringer, at selvrensningseffekten i "Sydløsningen", som angivet i tabel 7.3, er større end forudsat ved beregningerne i 1988. Dette giver et vist spillerum ved projektering af det kommende naturgenopretningsprojekt for at hjælpe laksesmoltene og samtidig bevare den forudsatte selvrensningseffekt.

8 Referencer

Afvandingskommissionen (1974): Kendelse i sagen A.V.K. 3/1961 - Skjernå-dalen. 2. del: s. 351-692. Afvandingskommissionen for Ringkjøbing Amtsrådskreds. Kendelse afsagt 19/11 1974.

Ambus, P. og Hoffmann, C.C. (1990): Kvælsobalance og stofomsætning i ånære områder. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen. Nr. C13 1990. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen. 67 s.

Andersen, H.E. og Svendsen, L.M. (1997): Suspended sediment and total phosphorus transport in a major Danish river: Methods and estimation of the effects of a coming major restoration. *Aquatic Conservation* (i trykken).

Asbirk, S. og Søgaard, S. (Eds.) (1991): Rødliste '90 - Særligt beskyttelseskrævende planter og dyr i Danmark. - Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet. 222 s.

Asferg, T., Jeppesen, J.L. og Sørensen, J.Aa. (1977): Grævlingen (*Meles meles*) og grævlingejakten i Danmark 1972/73. - Danske Vildtundersøgelser, hæfte 28, Vildtbiologisk Station. 56 s.

Aub-Robinson, A., Falkum, Ø., Hansen, C.D., Kronvang, B. og Svendsen, L.M. (1996): Retention of particulate nutrients within aquatic macrophyte patches and on the floodplain. I: Kronvang, B., Svendsen, L.M. og Sibbesen, E. (editorer og referees): *Sediment and Phosphorus. Erosion and delivery, transport and fate of sediments and sediment-associated nutrients in watersheds. Proceeding from an international workshop in Silkeborg, Denmark, October 9-12.* DMU, Faglig rapport nr. 178, 130-134.

Bartholdy, J. (1987): Sedimenttransport i strømmende vand. 57 s. Geografisk Institut, Københavns Universitet.

Berg, S. (in prep.): Rødliste for fisk 1995. - Under udarbejdelse.

Breuning-Madsen og Jensen (1992): Pedological regional variations in well-drained soils, Denmark. *Geografisk Tidsskrift* 92: 61-69.

Brüsch, W. og Nilsson, B. (1990): Nitratomsætning og vandbevægelse i et vådområde. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen. Nr. C15 1990. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen. 52 s.

Brøndsted (1880): Hedeselskabets tidsskrift nr. 2, febr. 1880.

Böcher, T. (1938): Ekskursionen til Ringkøbingegnen 7.-9. August 1938. - *Botanisk Tidsskrift* 44: 473-479.

Baagøe, J. og Ravn, F.K. (1895): Ekursion til jydse Søer og Vandløb. - *Botanisk Tidsskrift* 20: 288-326.

- Baagøe, J. og Ravn, F.K. (1895):* Ekspursion til jydsk Søer og Vandløb. - Botanisk Tidsskrift 20: 288-326.
- Chow V. T., D. R. Maidment og L. W. Mays (1988):* Applied Hydrology. McGraw-Hill Book Company. 572 s.
- Christensen, W., Jacobsen, J., Kristiansen, H., Postma, D., og Villumsen, A. (1975):* Rapport over foreløbige kemiske og geologiske undersøgelser af Skjern Å - Ringkøbing fjord området. Danmarks Geologiske Undersøgelse. 109 s., med bilag og kortbilag.
- Christensen, K. F., Jønch-Clausen, T., Mortensen, P. og Hubertz Olsen, J. (1970):* Skjern Å, Eksamensprojekt, DTH.
- Cowi (1996a):* Skjern Å Naturprojektet. Program og analyse af projektfordsætninger. Statusnotat udarbejdet for Skov- og Naturstyrelsen, sept. 1996. 44 s. med kortbilag.
- Cowi (1996b):* Skjern Å Naturprojekt. Oplande til pumpestationer. Notat fra 20. Nov 1996, revideret 17. Dec. 1996. 2 s.
- Cowi-Consult (1987a):* Skjern Å-delta. Skjern Å og Sydlige Parallelkanals udløb i Ringkøbing Fjord. Skitseprojekt. For Skjern Å-arbejdsgruppen. 148 s.
- Cowi-Consult (1987b):* Skjern Å deltaet. Interim report fra Cowi Consults, 167 s.
- Cowi-Consult (1988):* Restaurering af Skjern Å fra til Ringkøbing Fjord.
- Det Danske Hedeselskab (1945):* Skjern Enge, Jordbundsundersøgelse 1945. Det danske Hedeselskab. Intern rapport.
- Det Danske Hedeselskab (1950):* Redegørelse for en undersøgelse af forholdene for Skjern Å. Det danske Hedeselskabs kulturtekniske afdeling, Viborg. Notat, 6 s.
- Det Danske Hedeselskab (1953):* Forslag til hovedafvanding af arealerne i Skjern Å-dalen på strækningen Borris - Ringkøbing Fjord. Det danske Hedeselskabs kulturtekniske afdeling, Viborg. Notat, 32 s, med bilag af længedeprofil fra Borris til fjorden. Samt håndtegning af tilsvarende ovenbredder og skønnede bundbredder vedlagt sagen.
- Det Danske Hedeselskab (1958):* Projektbeskrivelse: Forslag af 1. maj 1958 til hovedafvanding af Skjernå-dalen.
- Det Danske Hedeselskab (1978):* Afstrømningsmålinger i Danmark 1917-70. 10. Beretning Hydrometriske Undersøgelser, Slagelse. 132 s.
- Dieperink, C. og Wegner, N. (1989):* Gyde- og opvækstområder for laks i Skjern Å-systemet. - Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser og Ringkøbing Amtskommune. 57 s.

Emsholm, L. (1992): Oversigt over botaniske lokaliteter. 6: Ringkøbing Amt. - Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. 323 s.

Engelund, F.A. og Fredsøe, J. (1976): A sediment transport model for straight alluvial streams. *Nordic Hydrology* 7: 293-306.

Engelund, F.A. og Pedersen, F.B. (1982): Hydraulik. Den private Ingeniørfond. Danmarks tekniske Højskole. 314 s.

Fog, K. (1993): Oplæg til forvaltningsplan for Danmarks padder og krybdyr. - Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. 170 s.

Friberg, N., Kronvang, B., Hansen, H.O. og Svendsen, L.M. (1997): Long-term, habitat specific response of the makro-invertebrate community to the River Gelså restoration. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* (subm.).

Friberg, N., Kronvang, B., Svendsen, L.M., Hansen, H.O. og Nielsen, M.B. (1994): Restoration of a channelized reach of River Gelså, Denmark: Effects on the macroinvertebrate community - *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 4: 289-296.

Geertz-Hansen, P. og Hansen, E. (1991): Udsætningsplan for Skjern Å 1991. Distrikt 27 - Vandssystem 1. - DFH rapport nr. 405, Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser. 52 s. (med kortbilag).

Geertz-Hansen P., Nielsen G. og Rasmussen G. (1984): Fiskebiologiske okkerundersøgelser. Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser. Bilag nr. 8 til Okkerreddegørelsen.

Graversen, P. (1986): Oversigt over botaniske lokaliteter. 5: Vejle Amt. - Miljøministeriet, Fredningsstyrelsen. 168 s.

Græsbøll, P. et al. (1994): Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1993. Danmarks Miljøundersøgelser. 186 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 119

Halaburt, J. (1990): Skjern Å dalens naturgeografi. *Geografisk Orientering* 1990, 4: 407-412.

Halaburt, J., Larsen, V., Postma, D., Villumsen, A. (1978): Ringkøbing fjord - Skjernå undersøgelsen. Rapport vedrørende analyseprogrammets delprojekt 10. Skjernå-deltaets forvitringssituation. Ringkøbing Amtsråd. 147 s, med kortbilag.

Hammershøj, M., Madsen, A.B., Bruun-Schmidt, I.Ø. Gaardmand, B., Jensen, A., Jensen, B., Jeppesen, J.L. og Laurson, J.T. (1996): Overvågning af odder (*Lutra lutra*) i Danmark 1996. - Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport fra DMU nr. 172. 40 s.

Hansen, H.O. (Red.) (1996): Vandløbsrestaurering - eksempler og erfaringer fra Danmark (1996). Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU nr. 151. 136 s

- Hansen, H.O. (1997):* Undersøgelser af bunddyrsfaunaen i den nedre del af Skjern Å og Omme Å. Danmarks Miljøundersøgelser, Arbejdsrapport (i trykken).
- Hansen, S.G. (1988):* Naturværdier i Skjern Å-dalen 1950'erne - 1987. Planter smådyr, padder, krybdyr og pattedyr. - Skov- og Naturstyrelsen. 68 s.
- Hansen, B. (1958):* Rådensig kær. - Botanisk Tidsskrift 54(2): 126-159.
- Hasholt, B. og Jacobsen, J. (1977):* Skjernåsystemets vandkemi. - Skjern å undersøgelsen, Rapport vedr. analyseprogrammets delprojekt no. 5. Ringkjøbing Amtsråd. 203 s.
- Hedegaard-Christensen, J. (1981):* Natur og Miljø før og efter afvandingen. - I: *Jessen, H.:* Skjernådalen, før under og efter afvandingen. - Landvindingslagene i Skjernådalen og Skjern-Tarmegnens Landboforening, s. 161-175.
- Hedeselskabet (1987a):* Skjern Å - Skitseprojekt for Hestholm. Hedeselskabet for Skjern Å- arbejdsgruppen. Viborg. 93 s., med kortbilag.
- Hedeselskabet (1987b):* Skjern Å - Skitseprojekt for område Øst. Hedeselskabet for Skjern Å- arbejdsgruppen. Viborg. 72 s., med kortbilag.
- Hedeselskabet, (1992):* Stoftransportberegninger. Skjern Å-dalen 1991. Rapport for Ringkjøbing Amtskommune.
- Hedeselskabet (1995):* Stoftransportberegninger. Skjern Å. 1993-1995. Rapport for Skov- og Naturstyrelsen og Ringkjøbing Amtskommune. 11 s., med bilag.
- Hedeselskabet og Cowi-Consult (1988):* Retablering af Skjern Å fra Borris til Ringkøbing Fjord - Tre alternative skitseforslag. Skjernå arbejdsgruppen.
- Hersbøll, S. (1968):* Skjern å - Historien om Danmarks vandrigeste å. Lions Club Skjern 1968.
- Hirsch, R.M. og Slack, J.R. (1984):* A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research*, 20, 727-732.
- Hirsch, R.M., Slack, J.R og Smith, R.A. (1982):* Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, 18, 107-121.
- Hoffmann, C. C. (1996):* Kvælstoffjernelse i vandløbsnære arealer. *Vand og Jord* 4: 164-166
- Hvidt, C. B. (1992):* Gydende helt i Skjern Å og Storå 1991. - Ringkjøbing Amtskommune. 43 s.

Höjer, J. (1995): Hotada djur och växter i Norden. - Tema Nord 1995:520, Nordisk Ministerråd. 142 s.

Iversen, J. (1936): Studier over vegetationen i Ringkøbing Fjord før Hvide Sandekanalens genåbning i 1931. - I: *Späck, R. (Ed.): Ringkøbing Fjords naturhistorie i brakvandsperioden 1915-1931.* - Andr. Fr. Høst og Søn. 252 s.

Iversen, T.M. (1994): Notat vedrørende ministerspørgsmål nr. 180 fra Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg. Danmarks Miljøundersøgelser, 19/8 1994. 4 s.

Iversen, H.L. og Græsbøll, P. (1996): Vandkvalitet: kilder og vandløb. I: Windolf, J (ed.): *Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995*, s. 77-91. Danmarks Miljøundersøgelser. 228 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 177.

Iversen, T.M., Kronvang, B., Hoffman, C.C., Søndergaard, M. og Hansen, H.O. (1995): Restoration of aquatic ecosystems and water quality. I: Møller, H.S. (ed.), *Nature restoration in the European Union - Proceedings of a seminar, Denmark 29-31 May 1995*, s. 63-69. rapport fra DMU nr. 151.

Jacobsen, O.S., Kristiansen, H. og Meron, A. (1992): Okkerbelastning af jyske vandløb. Kemiske vandløbsundersøgelser 1989-90 - hovedrapport. Miljøprojekt nr. 211, Miljøstyrelsen. 43 s.

Jensen, A. (1964): Odderen i Danmark. - Danske Vildtundersøgelser, hæfte 11, Vildtbiologisk Station. 48 s.

Jensen, C.F. (1956): Ephemeroptera (Døgnfluer). En faunistisk biologisk undersøgelse af Skern Å. II. - Flora og Fauna 62(3): 53-75.

Jensen, C.F. (1951): Plecoptera (Slørvinger). En faunistisk biologisk undersøgelse af Skern Å. I. - Flora og Fauna 57: 17-40.

Jensen, F. (1995a): Døgnflue- og slørvingebestandens udvikling og status i Skern Å-systemet. - Naturhistorisk Museum, Århus. 53 s.

Jensen, F. (in prep.): Rødliste for døgnfluer og slørvinger 1995. - Under udarbejdelse.

Jensen, H.S (1995b): Fosfor og jernaflejringer i Ringkøbing Fjord. Danmarks Miljøundersøgelser, 39 s.

Jensen, A. og Jensen, B. (1970): Husmåren (*Martes foina*) og mårjagten i Danmark 1967/68. - Danmarks Vildtundersøgelser, hæfte 15, Vildtbiologisk Station. 44 s.

Jensen, A. og Jensen, B. (1972): Ilderen (*Putorius putorius*) og ilderjagten i Danmark i 1969/70. - Danske Vildtundersøgelser, hæfte 18, Vildtbiologisk Station. 32 s.

Jensen, A. og Jensen, B. (1973): Lækat (*Mustela erminea*), Brud (*Mustela nivalis*) og lækatjagten i Danmark 1970/71. - Danske Vildtundersøgelser, hæfte 21, Vildtbiologisk Station. 23 s.

Jensen, J.P., Jeppesen, E., Søndergaard, M., Windolf, J., Lauridsen, T. og Sortkjær, L. (1995): Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. 116 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 139.

Jensen, J.P., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Agerbo, E. og Sortkjær, L. (1996): Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 96 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 176.

Jeppesen, E., Søndergaard, M., Kronvang, B., Jensen, J.P., Svendsen, L.M. og Lauridsen, T. (1997): Publiceres i: Harper, D., Brierley, B., Ferguson, A., Phillips, G. og Madgewick, J. (eds.): Ecological basis for lake and reservoir Management. J. Wiley and Sons (i trykken).

Juel, O. og Larsen, H.P. (1996): Personlig meddelelse. Landboforeningen, Skjern.

Kendall, M.G. (1938): A new measure of rank correlation. *Biometrika* 30: 81-93.

Kern-Hansen, U. (1987): Vandløb - økologi og planlægning. Teknisk rapport nr. 16. Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium. 107 s.

Knudsen, L., Østergård, H.S. m.fl. (1993): Gødskning og kalkning. I Pedersen, C.Å. (ed.): Oversigt over Landsforsøgene. Forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger. 1992. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl, s. 67-108.

Koed, A. (1995a): Status over fiskebestanden i Skjern Å's hovedløb med hovedvægt på ørred- og laksesmoltudtrækket fra Skjern Å. - IFF rapport, no. 35. Danmarks Fiskeriundersøgelser, Institut for for Ferskvandsfiskeri og Fiskepleje, 41. s.

Koed, A. (1995b): En teoretisk vurdering af gennemførelsen af Skjern Å-projektets effekt på udtrækket af ørred- og laksesmolt fra Skjern Å's hovedløb - tillæg til: Koed, A. (1995a): Status over fiskebestanden i Skjern Å's hovedløb med hovedvægt på ørred- og laksesmoltudtrækket fra Skjern Å. - IFF rapport, no. 35. Danmarks Fiskeriundersøgelser, Institut for for Ferskvandsfiskeri og Fiskepleje, 41 s.

Kristiansen, H., Brüsch, W., Gravesen, P. og Genders, S. (1990): Transport og omsætning af N og P i Rabis Bæks opland., NPO-forskning fra Miljøstyrelsen Nr. B5, 1990.

Kristensen, P. og Hansen, H.O. (Eds.) (1994): European rivers and lakes. Assessment of their environmental state. - EEA Environment Monographs 1. 122 s.

Kristensen, P., Jensen, J.P. og Jeppesen, E. (1990): Eutrofierings modeller for søer. Npo forskning. Rapport no C9, 120 s.

Kronvang, B., Laubel, A. og Grant, R. (1997): Suspended sediment and particulate phosphorus transport and delivery pathways in an arable catchment, Gelbæk stream, Denmark. Hydrological Proc. (accepteret)

Kronvang, B., Svendsen, L.M., Friberg, N. og Dørge, J. (1996a): Stream restoration in Denmark: Assessment of the ecological benefits. Zeitblatt für Geologie und Paläontologie, Teil 1 (i trykken).

Kronvang, B., Svendsen, L.M., Ottosen, O., Nielsen, M.B. og Johannesen, L. (1996b): Remeandering of rivers: short-term implication for sediment and nutrient transport (i trykken).

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

Landbrugsministeriet (1973): Jordklassificering Danmark. Basisdatakort 1:50 000. Kortbladene: 1113 I NV, NØ; 1114 I NV, NØ, SØ, SV; 1115 II SV; 1213 IV NV; 1214 III NV, NØ, SØ, SV; 1214 IV NV, SV, SØ. Sekretariatet for Jordbundsklassificering, Landbrugsministeriet.

Larsen, S.E., Erfurt, J., Græsbøll, P., Kronvang, B., Mortensen, E., Nielsen, C.A., Ovesen, N.B., Paludan, C., Rebsdorf, Aa., Svendsen, L.M., Nyegaard, P. (1995): Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. 196 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 140.

Løjtnant, B. og Worsøe E. (1993): Status over den danske flora 1993. - G.E.C. Gads Forlag. 177 s.

Madsen, A.B. (1996a): Odderens *Lutra lutra* økologi og forvaltning i Danmark. - PhD afhandling. Danmarks Miljøundersøgelser. 84 s.

Madsen, T. (1996b): Fuglelivet i Skjern Å dalen 1994. - Miljø- og Energi- ministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.

Madsen, A.B., Christensen, N.C. og Jacobsen, L. (1992): Odderens (*Lutra lutra* L.) forekomst i Danmark 1991 og udviklingen i bestanden 1986-1991. - Flora og Fauna 98(3+4): 47-52.

Madsen, H.B. og Jensen, N.H. (1985): Jordprofilundersøgelsen. Rapport over pedologiske studier udført i forbindelse med anlæg af hoved-transmissionsledninger for naturgas i Danmark. Landbrugsministeriet, Arealdatakontoret. 53 s., med bilag.

Madsen, H.B., Jensen, N.H., Jacobsen, B.H., Platou, S.W. (1984): Okker-kortlægning. Potentielle svovlsure jorder i Jylland. Arealdatakontoret, Landbrugsministeriet. For Miljøministeriet. 60 s.

Madsen, A.B. og Nielsen, C.E. (1986): Odderens (*Lutra lutra* L.) forekomst i Danmark 1984-1986. - Flora og Fauna 92(2): 60-62.

- Magård, E.M. (1993):* Vandrankeregistreringer. Rapport for Ringkjøbing Amt.
- Mentz, A. (1912):* Studier over danske mosers recente vegetation. - Botanisk Tidsskrift. 31: 177-441.
- Mentz, A. (1906):* Ekskursionen til Herning-Skern den 24.-26 Juli 1905. - Botanisk Tidsskrift 27(1): 8-16.
- Meyer-Peter, E. og Müller, R. (1948):* Formular for bed load transport. Proc. 3rd. Meet. Int. Ass. Hydr. Res., Stockholm.
- Miljøministeriet (1994):* Redegørelse fra det af Det Rådgivende Skjernåudvalg nedsatte underudvalg vedrørende iværksættelse af eventuelle reguleringer af fiskeriet i Ringkjøbing Fjord og Skjern Å m.h.p. styrkelse af bestandene af vandrefisk, især laks og havørred. - Miljøministeriet. 72 s.
- Miljøstyrelsen (1994):* Vandmiljø-94: Udvikling i belastningen fra punktkilder samt status for vandmiljøets tilstand. Redegørelse nr.2/1994 fra Miljøstyrelsen, 160 s.
- Moeslund, B. (1990):* Skjern Å-systemet 1989. Beskrivelse af vandløbskvaliteten med særligt henblik på forureningstilstanden. - Ringkjøbing Amtskommune. 119 s.
- Moeslund, B. og Schou, J.C. (1994):* Noter om danske vandplanter 2 - Vandranke (*Luronium natans*). - URT 18(1): 19-25.
- Mortensen, J. S. (1981):* Højbjergning. I: Jessen, H.: Skjernådalene, før, under og efter afvandingen, udgivet af Landvindingslagene i Skjernådalene og Skjern-Tarm egnens Landboforening.
- Møller, H.S. (1995):* Nature restoration in Denmark - status and perspectives. I Møller, H.S. (ed.): Nature restoration in the European Union - Proceedings of a seminar, Denmark 29-31 maj 1995: 83-85.
- Møller O. og Ostenfeld, C.H. (1902):* De i de senere år i Danmark iagttagne findesteder for de mindre almindelige karplanter. - Botanisk Tidsskrift 24: 377-409.
- Nielsen, A. (1982):* Ringkjøbing Amt - Geologi og landskab. Historisk Samfund for Ringkjøbing Amt, Hardsyssels-håndbog 1. 151 s.
- Nielsen, J. (1995):* Fiskenes krav til vandløbenes fysiske forhold - Et udvalg af eksisterende viden. - Miljøprojekt fra Miljøstyrelsen, nr. 293. Miljøstyrelsen. 129 s.
- Nielsen, P.K. (1981):* Anlægsledelsen. I: Jessen, H.: Skjernådalene, før, under og efter afvandingen, udgivet af Landvindingslagene i Skjernådalene og Skjern-Tarm egnens Landboforening.

- Nøhr, H. (1988):* Status for fuglelivet i Skjern Å Dalen. - Rapport udarbejdet til Skov- og Naturstyrelsen af ORNIS consult ApS. 61 s.
- Overfredningsnævnet (1956):* Fredningskendelse vedr. Raaddensig Dam og nogle tilstødende arealer. - Fra kendelsesprotokol.
- Paludan, C. (1995):* Phosphorus dynamics in wetland sediments. PhD afhandling. Aarhus Universitet, Biologisk Institut. Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi. 106 s.
- Petersen, M. A. og Hasholt, B. (1995):* Bundsedimenttransporten i den nedre del af Skjern Å. Geografisk Institut, Københavns Universitet. 65 s. + bilag.
- Rambusch, S.H.A. (1900):* Studier over Ringkjøbing fjord. - Det nordiske Forlag.
- Rasmussen, J.B. (1995):* Skjern Å naturprojektet. - Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. Pjece, 22 s.
- Rasmussen, S.A. (1954):* Højsommerekursjonen til Skjernegnen 7., 8. og 9. aug. 1954. - Botanisk Tidsskrift 52: 71-75.
- Rasmussen, A.M., Madsen, A.B., Asferg, T., Jensen, B. og Rosengaard, M. (1986):* Undersøgelser over husmåren (*Martes foinea*) i Danmark. - Danske Vildtundersøgelser, hæfte 41, Vildtbiologisk Station. 39 s.
- Rauer, J. og Szilas, C. (1995):* Fosformobilitet i vandmættet jord - i relation til restaureringen af Skjern Å. Unpubl. specialrapport, Kemisk Institut, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Ravn, Kr. (1981):* Dyrkningsproblemer og resultater. I: Jessen, H.: Skjernådalen, før, under og efter afvandingen. Udgivet af Landvindingslagene i Skjernådalen og Skjern-Tarm egnens Landboforening.
- Rebsdorf, A., Thygesen, N. og Erlandsen, M. (1995):* Regional and temporal variation in pH, alkalinity and carbon dioxide in Danish streams related to soil type and land use. *Freshwater Biology* 25: 419-435.
- Ringkjøbing Amt (1995):* Ringkjøbing Fjord, Nissum Fjord, The North Sea, 1994, 175 s.
- Ringkjøbing Amt (1996):* Tema rapport. Ringkjøbing Fjord, Nissum Fjord og Nordsøen, 1995, 118 s.
- Ringkjøbing Amtskommune (1988a):* Faunaspærringer i Skjern Å systemet. Notat, Ringkjøbing Amtskommune. 8 s., med bilag.
- Ringkjøbing Amtskommune (1988b):* Ringkjøbing Fjord og opland - topografi og næringsstofbelastning 1986 - Ringkjøbing Fjord. Undersøgelser 1986-87, delrapport no. 1. Ringkjøbing Amtskommune. 18 s.

- Ringkjøbing Amtskommune (1989)*: Ganer Å. Regulativ for amtsvandløb nr. 10. Ringkjøbing Amtskommune. Teknik- og Miljøforvaltningen.
- Ringkjøbing Amtskommune (1992)*: Skjern Å. Regulativ for amtsvandløb nr. 1. Ringkjøbing Amtskommune. Teknik- og Miljøforvaltningen. 23 s., med bilag.
- Ringkjøbing Amtskommune (1993)*: Sdr. Omme Å. Regulativ for amtsvandløb nr. 8. Ringkjøbing Amtskommune. Teknik- og Miljøforvaltningen. 15 s., med bilag.
- Ringkjøbing Amtskommune (1995a)*: Vandmiljøovervågning: kilder og vandløb og supplement om Ringkjøbing og Nissum Fjord, 1994, 56 + 18 s.
- Ringkjøbing Amtskommune (1995b)*: Kortlægning af afskårne å-slynger og fugtigbundsområder langs Skjern Å. Notat. - Ringkjøbing Amtskommune, Vandmiljøafdelingen. 3 s., med tabeller og kortbilag.
- Ringkjøbing Amtskommune (1995c)*: Kort over dambrug. Revideret 1.5.-1995. Teknk- og miljøforvaltningen.
- Ringkjøbing Amtskommune (1996a)*: Vandmiljøovervågning: Næringsstofftilførsel: Fjord, vandløb og kilder, 1995, 57 s.
- Ringkjøbing Amtskommune (1996b)*: Personlig meddelelse, Jakob Bisgaard, Hans S. Larsen og Per S. Nielsen.
- Ringkjøbing Amtskommune (1996c)*: Notat - Skarv i Skjern Å. - Notat fra Ringkjøbing Amtskommune, Vandmiljøafdelingen af 20. august 1996. 2 s.
- Ringkjøbing Amtsråd (1978)*: Betænkning II. Afgivet af teknikergruppen tilknyttet det af Ringkjøbing Amtsråd nedsatte udvalg vedrørende forureningsproblemerne omkring Ringkjøbing Fjord - Skjernå systemet.
- Samfundsteknik A/S (1987)*: Skjern Å. Damsø-Tarm Sø - Nærrekreativt område.
- Schimmer, A. (1981)*: Odderen i Danmark 1950-1980. - Stencileret specialrapport, Københavns Universitet. 108 + 149 s.
- Sibbesen og Runge-Metzger (1995)*: Phosphorus Balance in European Agriculture - Status and Policy Options. I: Phosphorus in the Global Environment (Ed. Tiessen, H.). Transfers, Cycles and Management. Scope 54. John Wiley og Sons. Chichester, s. 43-57.
- Skjern Å-arbejdsgruppen (1988)*: Forslag til projekter til forbedring af natur- og miljøforholdene i Skjern Å-systemet og Ringkjøbing Fjord. 28s.
- Skotte-Møller, H. (1995)*: Nature restoration in Denmark - status and perspectives. I: Skotte-Møller, H. (editor): Nature restoration in the

European Union - Proceedings of a seminar, Denmark 29-31 May 1995, s. 83-85.

Skov- og Naturstyrelsen (1996): Oversvømmelse af landbrugsjord og forsvor mobilitet. Notat udarbejdet af Cowi for Skov- og Naturstyrelsen, 22 s.

Skov- og Naturstyrelsen og Ringkjøbing Amtskommune (1995): Stoftransportberegninger Skjern Å 1993-95. Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, 12 s.

Skriver, J. (1984): Okkerens indvirkning på invertebratfaunaens forekomst og mængde i midt- og vestjyske hedeslettevandløb. Miljøstyrelsen. Bilag nr. 9 til Okkerredegørelsen. 66 s., med bilag.

Smed, P. (1981): Landskabskort over Danmark. Blad 2, Midtjylland. Geografforlaget, Brenderup.

Svendsen, L. M., Andersen, H.E. og Larsen, S.E. (1997): Transport af suspenderet stof og fosfor i den nedre del af Skjern Å-systemet. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU nr. 185, 1997, 90s.

Svendsen, L.M. og Hansen, C.D. (1996): Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til marine kystafsnit via vandløb. I: Windolf, J (ed.): Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995, s. 77-91. Danmarks Miljøundersøgelser. 228 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 177.

Svendsen, L.M., og Kronvang, B. (1993): Retention of nitrogen and phosphorous in a Danish lowland river system: Implications for the export from the catchment. Hydrobiologia 251: 123-135.

Svendsen, L.M., Kronvang, B., Kristensen, P. og Græsbøll, P. (1995): Dynamics of phosphorus compounds in a lowland river system: Importance of retention and non-point sources. Hydrol. Proc. Vol 9: 119-142.

*Søgaard, B. og Madsen, A.B. (1996): Forvaltningsplan for odder (*Lutra lutra*) i Danmark. - Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. 48 s.*

Søndergård, A. (1981): Skjernådalens hjemsted for mere og mere vildt. - I: Jessen, H.: Skjernådalens, før, under og efter afvandingen. - Landvindingslagene i Skjernådalens og Skjern-Tarmegnens Landboforening, s. 180-183.

Vanoni, V. A. (1977): Sedimentation engineering. ASCE manuals and reports on engineering practice, no. 54. 745 s.

Venov, N. (1981): Skjernådalens afvandsprojekter. I: Jessen, H.: Skjernådalens, før, under og efter afvandingen, udgivet af Landvindingslagene i Skjernådalens og Skjern-Tarmegnens Landboforening.

Vollenweider, R. A. (1976): Advance in defining critical loading levels for phosphorous in lake eutrophication. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia* 33 : 53-83

Wegner, N. (1983): Skjern Å systemets vildfisk 1982. - Ringkjøbing Amtskommune. 142 s.

Wiberg-Larsen, P. (1978): Fauna og flora i Skjernå-systemet og Sdr. Parallelkanal. - Skjern Å undersøgelsen, Delprojekt no. 6 og 9. Ringkjøbing Amtsråd. 50 s.

Wiberg-Larsen, P. (1997): Vårfluefaunaen i Skjern Å's nedre løb. Vurdering af betydningen af reguleringen af åen i 1960'erne og grundlag for vurdering af virkningen af en kommende naturgenopretning. Notat, 17 s. I: Hansen, H.O. (1997): Undersøgelser af bunddyrsfaunaen i den nedre del af Skjern Å og Omme Å. - Miljø- og Energiministeriet. Danmarks Miljøundersøgelser, Arbejdsrapport (i trykken).

Wiinstedt, K. (1931): *Helodea canadensis* L. C. Rich i Danmark. - *Botanisk Tidsskrift* 41: 436-439.

Wilson, E. M. (1983): *Engineering Hydrology*. 309 s.

Windolf, J. (ed.) (1996): Ferske Vandoråder. Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Faglig rapport fra DMU, nr. 177, 228 s.

Østergaard, E. (1979): Albæk-mosen ved Skjern-åen. - *Danske Naturlokaliteter*, no. 9. Natur og Ungdoms forlag. 55 s.

Bilag 1 Ordliste

<i>Afsmoltificering</i>	Hvis smolten (se dette) er klar til at vandre ud i havet, men bliver forhindret deri, f.eks. på grund af en spærring der forhindrer den i dens nedstrøms vandring, ændrer smolten sin fysiologiske tilstand tilbage til ferskvandsfisk og forbliver i vandløbet.
<i>Arealkoefficient</i>	Stofafstrømningen fra et opland i kg divideret med arealet af oplandet i hektar.
<i>Arealspecifik afstrømning</i>	Vandføring divideret med oplandsareal. Kan f.eks. angives i enheden $l s^{-1} km^{-2}$ eller mm.
<i>Autokorreleret</i>	I statistik siges målinger at være autokorrelerede, hvis en målings værdi afhænger af den foregående (der er 'hukommelse' i systemet). Målinger taget med korte tidsintervaller vil være autokorrelerede.
<i>Bakkeø</i>	Bakkeø er betegnelsen for en landskabsform. Bakkeøer består hovedsageligt af sedimenter fra næstsidste istid (ca. 130-150.000 år siden). Lige siden har vand og vind, og under sidste istid en omfattende jordflydning, omformet landskabet til et såkaldt gammelt morænelandskab, - et landskab med jævne, rolige former. Bakkeøer hæver sig som øer over de flade hedesletter fra sidste istid, heraf navnet.
<i>Belastning fra det åbne land</i>	Tab af det pågældende stof, f.eks. fosfor, fra det åbne land. Dvs. målt transport minus belastning fra punktkilder (men ikke belastning fra spredt bebyggelse) divideret med arealet af det topografiske opland.
<i>Bern-konventionen</i>	International konvention om beskyttelse af Europas vilde dyr og planter samt deres naturlige levesteder. I følge konventionen skal hvert underskrivende land træffe passende og nødvendige lovgivningsmæssige og administrative foranstaltninger for at sikre en særlig beskyttelse af arterne på konventionens lister. Danmark underskrev konventionen i 1979.
<i>Dansk Normal Nul</i>	Det normale havniveau. Dansk Normal Nul (DNN) er bestemt som middelvandstanden for flere danske havne.
<i>Diffusion</i>	Proces hvor ioner eller molekyler bevæger sig fra den mere koncentrerede del af en væske til den mindre koncentrerede del af væsken.
<i>Død å-strækning</i>	Ved de fleste dambrug er der en reduceret vandføring på en å-strækning fra opstemningen (vandindtaget) til udløbet fra dambruget - den såkaldte døde å-strækning. Døde å-strækninger bryder vandløbenes kontinuitet og kan fungere som alvorlige faunaspærringer på lige fod med diverse bygværker (<i>Ringkjøbing Amtskommune, 1988</i>). Døde å-strækninger kan også forekomme i forbindelse med kraftig grundvandsindvinding.
<i>Empirisk model</i>	Matematisk model som er baseret på observation og eksperiment, ikke på teoretisk forståelse af den modellerede proces.

<i>Ensformig strømning</i>	En strømning kaldes ensformig, når den ikke ændrer sig i strømretningen - dvs. at hastigheden er konstant ned gennem vandløbet.
<i>Erosion</i>	Ved erosion "bortgnaves" materiale med vind, vand eller gletcheris, og landskabets overflade udjævnes langsomt, idet det løsnede materiale fjernes. Det transporterede materiale bliver senere aflejret på andre steder (<i>sedimentation</i>). Erosion må skelnes fra forvitring, som er en nedbrydningsproces hvor materialet ikke fjernes fra stedet.
<i>Fauna</i>	Dyreverdenen.
<i>Flora</i>	Planteverdenen.
<i>Flom</i>	Når der i perioder løber større mængder vand end normalt for vandløbet, taler man om flom. Perioder med flom optræder, når vandafstrømningen fra oplandet er stor. Det sker i forbindelse med store nedbørshændelser evt. kombinet med tøbrud.
<i>Flowproportional</i>	En prøvetagning siges at være flowproportional, når tidsintervallet mellem prøvetagninger er bestemt ved passage af en bestemt mængde vand forbi prøvetagningsstedet. Modsat den traditionelle tids-ækvivalente metode, hvor der tages prøver med faste (ækvivalente) tidsintervaller.
<i>Forskydnings-spænding</i>	Den kraft hvormed de enkelte lag med forskellig hastighed i en strømmende væske påvirker hinanden. Specielt er bundforskydningsspændingen den kraft, hvormed en strømmende væske påvirker det underlag, den strømmer henover.
<i>Fotosyntese</i>	Planters omdannelse af kuldioxid fra luften, og vand, til kulhydrat. I processen omsættes strålingsenergi til kemisk bundet energi. Fotosyntesen danner grundlaget for praktisk taget alt liv på jorden.
<i>Frekvensfordeling</i>	En beskrivelse af, hvor hyppigt (dvs. med hvilken frekvens) forskellige værdier af en given variabel (f.eks. vandføring) forekommer.
<i>Friktionshastighed</i>	Friktionshastighed er en ren regnestørrelse, men kan opfattes som den hastighed, der må forventes at kunne karakterisere strømbevægelsen tæt ved bunden.
<i>Gytje</i>	Sediment dannet i søer eller på havbunden, og hvis forskellige elementer er flyttet i forhold til deres oprindelige aflejringssted. Organisk materiale præger sedimentets overordnede karakter.
<i>Hedeslette</i>	Fladt sandet istidslandskab dannet ved afstrømning af smeltevand fra ismasser.
<i>Hestholm</i>	Betegner et område i Skjern Å-dalen. Her i rapporten svarer området til "pumpeområde M" (jævnfør figur 2.10), dvs. det område mellem Skjern Å og Søndre Parallelkanal, som ligger afgrænset af henholdsvis Pumpestation N mod vest og Tarm-Skjern vejen mod øst. Den samme opfattelse ses i andre, nyere rapporter, f.eks. <i>Hedeselskabet (1987a)</i> . På

geodætiske kort er området dog mindre og centreret omkring Ganer Å's gennemløb af ådalen (figur 1.2).

<i>Humusjord</i>	Jordtype med et stort indhold af organisk stof (humus). I jordklassificeringen fra Landbrugsministeriet (1973) betegnes en jord som humusjord, når den har mere end 10% organisk stof.
<i>Hydraulisk radius</i>	Defineret som arealet af det gennemstrømmede tværsnit divideret med længden af den beskyllede omkreds. Bruges i rør-hydraulik (beregning af strømning i rør) til at karakterisere "dybden" af den strømmende væske. For vandløb, hvor bredden er stor i forhold til dybden, svarer den hydrauliske radius stort set til dybden.
<i>Hydrograf</i>	En kurve over vandføringens variation med tiden ved en given lokalitet på en vandløbsstrækning. F.eks. en kurve med daglige middelvandføringer på y-aksen og tiden i form af dage ud af x-aksen.
<i>Hydrologisk år</i>	En 12 måneders periode over hvilken et vandløbs hydrograf (se denne) betragtes. I Danmark vælges ofte perioden 1.juni - 31.maj, idet man så får samlet vandløbets vandføringsmæssige respons på de nedbørsrige efterårs- og vintermåneder i en sammenhængende periode.
<i>Jernkarbonat</i>	FeCO_3 , kaldes også jernspat eller siderit. Er ligesom pyrit kun stabilt under iltfrie forhold, og er i modsætning til pyrit kun stabilt, hvor sulfattilførslen er meget lav, dvs. i ferskvandsaflejringer.
<i>Jordbund</i>	Jordbunden omfatter den allerøverste del af det geologiske materiale, som er præget af planter og andre organismer, og af det nedsivende vands processer. Tykkelsen af jordbunden kan være omkring en meter, men også tyndere såvel som betydeligt tykkere.
<i>Kildeopsplitning</i>	Ved kildeopsplitning deles tabet, af f.eks. fosfor, fra et opland op i et bidrag fra punktkilder og et bidrag fra det åbne land. Det åbne lands bidrag kan yderligere deles op i bidrag fra henholdsvis spredt bebyggelse, landbrug, og naturligt baggrundsbidrag fra hele oplandet.
<i>Klæg</i>	Betegnelse, der i dag fortrinsvis bruges om tæt lagdelte sedimenter, der typisk dannes under vadehavsforhold. Betegnelsen har gennem tiden været anvendt om forskellige typer af såvel uorganiske, svagt organiske og egentligt organiske sedimenttyper. F.eks. er det af Hedeselskabet i 1945 brugt om ferskvandsaflejringer i Skjern Å-dalen, som minder om marint klæg, men som antageligt stammer fra oversvømmelser fra vandløbene.
<i>Konfidensinterval</i>	I statistikken kan man med et konfidensinterval angive indenfor hvilke grænser en værdi med en vis grad af sikkerhed, den såkaldte konfidensgrad, må ligge, skønnet ud fra en serie observationer.
<i>Ledningsevne</i>	En væskes evne til at lede elektrisk strøm. Ledningsevnen beror bl.a. på antallet af ioner per rumfangsenhed af væsken. Angives oftest i enheden milli Siemens per meter (m S m^{-1}).

<i>Lineær regression</i>	Når sammenhængen mellem en variabel y og en variabel x kan beskrives ved en ret linje $y = a + b \cdot x$, hvor a og b er konstanter, siges der i statistikken at foreligge lineær regression for y med hensyn til x . Hvis der er flere par af observationer til rådighed (f.eks. samtidige målinger af sandtransport i et vandløb og vandføring) kan det undersøges, om disse afhænger lineært af hinanden.
<i>Manning-tallet</i>	Proportionalitetsfaktor i Manning-formlen, der beregner strømhastigheden ud fra Manning-tallet, hydraulisk radius (se denne) og vandløbets hældning. Manning-tallet udtrykker vandløbets ruhed mod strømmingen (et højt Manning-tal betyder at der er en lille modstand mod strømmingen).
<i>Marin</i>	Knyttet til havet.
<i>Miocæn</i>	Underperiode i den geologiske tids-inddeling. Dækker tiden fra omtrent 23 millioner til 12 millioner år siden.
<i>Monoton udvikling</i>	Bruges i matematik om en kurve, som enten stiger eller falder, dvs. der er ikke lokale minimums- eller maksimumspunkter på kurven.
<i>Moræne</i>	Landskab formet af is. Kan også anvendes i betydningen: usorteret materiale aflejret af is.
<i>Multipel regression</i>	I modsætning til lineær regression (se dette) undersøges det ved multipel regression, om en observeret variabel afhænger af mere end en forklarende variabel.
<i>Myremalm</i>	Hård, kompakt, jernrig udfældning. Er især udbredt i Vestjylland. Både myremalm og okker, som har mere løs konsistens, dannes når jernholdigt vand kommer frem i iltende omgivelser, som når grundvand pibler frem af jorden.
<i>Næringsstoffer</i>	Næringsstoffer omfatter er en række stoffer, som er vigtige i opbygningen af dyr og planter. Her i rapporten bruges betegnelsen typisk for kvælstof og fosfor.
<i>Opdrift</i>	Opadrettet kraft, der virker på et legeme, der befinder sig i en væske. Opdrift skyldes, at der virker et større tryk på legemets underside end på dets overside.
<i>Opland</i>	Oplandet til et vandløb er det område, hvorfra der strømmer vand til vandløbet. Dette sker dels overfladisk, dels gennem dræn og via grundvand.
<i>Parametrisk test</i>	I statistikken kan man antage en sandsynlighedsfordeling (f.eks. en normalfordeling) for den variabel, der måles på. I sandsynlighedsfordelingen ligger parametre, der beskriver denne (ved normalfordelingen er det middelværdien og variansen). I et statistisk test benytter man sig af parametrene i den antagne sandsynlighedsfordeling; man taler derfor om et parametrisk test.

<i>Partikulært</i>	Bundet til partikler. Partikulært fosfor er således fosfor bundet til partikler frem for at være opløst.
<i>PE</i>	1 PE (person-ækvivalent) er det gennemsnitlige indhold af kvælstof (N), fosfor (P) og organisk stof i spildevandsproduktionen fra 1 person på et år. De aktuelle størrelser er 4,4 kg N, 1 kg P og 21,6 kg organisk stof (målt som BI ₅).
<i>pH</i>	pH er et udtryk for en væskes surhedsgrad. $pH = -\log [H_3O^+]$, hvor p betyder -log, og H står for koncentrationen af H ₃ O ⁺ ioner.
<i>Podsol</i>	Podsol-jorde udvikles i sandede materialer under lynghede og under de fleste nåletræsarter. Jordbunden bliver sur og næringsfattig, og karakteriske jordfarver udvikles. En typisk podsol er øverst mørkfarvet af humus. Derunder træffes en kraftigt afbleget jordhorisont, som består af næsten hvidt kvartssand ("blegsandslaget"). Dybere nede er jorden farvet mørk, undertiden helt sort, og derefter rødbrun af humus og jernforbindelser, som er transporteret ned med regnvand fra jordens øvre del, især blegsandslaget. De udfældede forbindelser kan kitte sandet hårdt sammen ("al-lag"), så rodudvikling og den nedadgående vandbevægelse hæmmes i væsentlig grad.
<i>Postglacial</i>	Postglacialtiden er "den geologiske nutid". Ved overgangen mellem senglacialtiden og postglacialtiden for ca. 10.000 år siden steg temperaturen kraftigt, og storskoven indvandrede. Tørv og gytje har i postglacialtiden haft stor geologisk betydning ved at præge landskabsudviklingen i de lavest liggende arealer.
<i>Ramsar-område</i>	Vådomyråder af international betydning hvor der i følge Ramsar-konventionen skal tages særlige hensyn. Dette gælder især for vandfugle, men alle vådområdets dyr og planter skal sikres mod overudnyttelse, således at det økologiske system bevares intakt. En eventuel udnyttelse af dyr og planter skal ske på en økologisk fornuftig og bæredygtig måde.
<i>Regression og regressionsanalyse</i>	Se lineær eller multipel regression.
<i>Regressionssammenhæng</i>	Se lineær eller multipel regression.
<i>Rødliste</i>	"Røde lister" er den fælles internationale betegnelse for lister over de arter af vilde planter og dyr, som risikerer at forsvinde fra de enkelte lande eller områder, hvis der ikke gøres en særlig indsats for at redde dem. Over 3000 arter er opregnet på danske rødlistor som særligt beskyttelseskrævende.
<i>Sediment</i>	Geologisk materiale, som er dannet ved aflejring af materiale, ved kemisk udfældning eller ved ophobning af plante- og/eller dyrerester. Aflejring (sedimentation) kan foregå fra vand, vind eller gletscheris.
<i>Sigtdybde</i>	Et mål for hvor klart vandet er i en sø eller i en fjord. Man sænker en hvid plastic- eller metalskive ned, indtil den netop ikke længere er synlig. Afstanden fra vandspejlet ned til pladen er sigtdybden.

<i>Smolt</i>	Stadium af laksefiskenes yngel, hvor de fortsat opholder sig i ferskvand, men er klar til at vandre ud i havet.
<i>Spredt bebyggelse</i>	Huse som ikke er tilsluttet fælles kloakerings-anlæg, eller hvor anlægget har en kapacitet på under 30 PE (se dette).
<i>Stationær strømning</i>	En strømning kaldes stationær, når den ikke ændrer sig over tid, dvs. at strømhastigheden ikke ændrer sig over tid.
<i>Stoftransport</i>	Stofkoncentration ganget med vandføring. Stoftransporten beregnes ofte for et helt år, hvor den ideelt set er en integration over året af stofkoncentration gange vandføring til et hvert tidspunkt. Typisk beregnes stoftransporter på døgnbasis, og der opsummeres til år. Enheden er vægt pr. tid, f.eks. ton pr. år.
<i>Suspenderet stof</i>	Når et sedimentkorn bevæger sig oppe i vandsøjlen underlagt strømningens turbulens (når turbulensen 'bærer' sedimentet), siges sedimentet at være suspenderet, og transportmåden benævnes suspenderet transport.
<i>Svæv</i>	Det samme som <i>wash load</i> . Partikler i transport i et vandløb, hvor partikelstørrelsen er så lille, at partiklernes faldhastighed er meget mindre end friktionshastigheden (se denne). Dette betyder, at koncentrationen af partikler i wash load-fraktionen er ens over dybden i vandløb.
<i>Tidsserie</i>	Samling af målinger af en bestemt variabel over en periode - f.eks. daglige vandføringer over en årrække.
<i>Tørv</i>	Materiale, som er dannet på stedet af omsatte plantedele. Ofte kan plantedele i tørv skelnes med det blotte øje, men stærkt omdannet tørv kan være vanskelig at skelne fra humusholdig gytje samt aflejringer i ådale, som stammer fra oversvømmelser fra vandløbene. På grund af dannelsesmåden er der normalt kun små mængder uorganisk materiale i en tørv, hvilket adskiller den fra gytje og sedimenter fra oversvømmelser.
<i>Udfældning</i>	Udfældning er en rent kemisk proces, hvorved opløste stoffer reagerer med hinanden under dannelse af faste forbindelser.
<i>Undergrund</i>	De ældre lag, som ligger under de kvartære aflejringer, dvs. under istids- og mellemistids-aflejringer og dermed er mere end 2-3 millioner år gamle.
<i>Vandføring</i>	Vandføringen er populært sagt den mængde vand, som løber i et vandløb per tidsenhed. På et givent sted (en vandløbsstation) måler man på tværs af vandløbet den mængde vand, der løber forbi per tidsenhed. Angives f.eks. i enheden $l s^{-1}$.
<i>Vandføringsvægtet</i>	Vandføringsvægtet stofkoncentration beregnes som stoftransport divideret med vandføring f.eks. på årlig basis.

<i>Varighedskurve</i>	På en varighedskurve over f.eks. daglige middelvandføringer kan det aflæses, hvor stor en del af tiden (i dage eller i % af tiden) vandføringen er over en bestemt værdi.
<i>Våde perimeter</i>	I et tværsnit af vandløbet vinkelret på strømretningen angiver den våde perimeter længden af bund og sider, der er i kontakt med vandet.
<i>Wash load</i>	Partikler i transport i et vandløb, hvor partikelstørrelsen er så lille, at partiklernes faldhastighed er meget mindre end friktionshastigheden (se denne). Dette betyder, at koncentrationen af partikler i wash load-fraktionen er ens over dybden.
μg	Mikrogram, dvs. en milliontedel gram (en tusindedel milligram).

Bilag 2 Oplandsarealer til målestationer i Skjern Å-systemet

Angivelse af størrelser på oplande til målelokaliteter i Skjern Å-systemet vanskeliggøres undertiden af vandløbssystemets udformning. Den nederste del af selve Skjern Å er således inddiget og modtager ingen afstrømning fra de omkringliggende arealer. Visse arealer drænes gennem pumpning, og vandløbene er lagt flere steder, så de krydser hinanden. Nedenstående tabel viser oplandsstørrelserne på grundlag af tilgængeligt materiale, og som de defineres og anvendes af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) i denne rapport. Der skal gøres et par bemærkninger til tabellen i dette bilag.

På strækningen mellem Gjaldbæk og Kodbøl er Skjern Å inddiget og modtager ingen afstrømning. Oplandsarealerne er derfor ens for de to målestationer. Det samme forhold gør sig gældende for stationerne Hedeby Bro og Y-vej Bro længere nedstrøms på Skjern Å. Oplandsarealerne til disse to stationer er derfor også angivet ens til 2200 km² (*Hedeselskabet, 1992*).

Oplandsarealet til Amholm/Lønborg i Søndre Parallelkanal er opgivet til 272 km² (*Hedeselskabet, 1992*), mens oplandsarealet til Engholm er angivet til 246 km² (*Hedeselskabet, 1995*). På den mellemliggende strækning er der alene tilløb fra afvandingskanaler ved pumpestation M og SØ. Disse pumpede arealer udgør ca. 10 km² (tabel 2.4), og selv om grundvandsoplandet til pumpestation SØ er større end selve det pumpede areal, er forskellen i oplandsstørrelse mellem de to nævnte målestationer større, end hvad der er realistisk. DMU har på den baggrund vurderet oplandet til Engholm målestation til ca. 260 km², idet vi således har forudsat, at det er oplandsarealet til Amholm/Lønborg station, der er angivet korrekt.

På tilsvarende vis og med samme forudsætning er størrelsen af det samlede opland til Søndre Parallelkanal vurderet. Efter Amholm/Lønborg målestation er der alene tilløb fra afvandingskanaler ved pumpestation N og SV. Det samlede opland for Søndre Parallelkanal er på den baggrund vurderet til 290 km².

Det samlede opland til hele Skjern Å-systemet kan findes som summen af arealet til Hedeby Bro/Y-vejs Bro og Søndre Parallelkanals opland ved udløb i fjorden, altså i alt 2490 km².

Til sammenligning får man i følge DMU's oplandsdatabase (primo 1990'erne) et samlet areal på 2491 km².

Oplandene til de 5 pumpestationer fremgår af tabel 2.4.

Vandløb	Målelokalitet	Oplandsareal (km ²)
Skjern Å	Ahlergårde	1055 ¹⁾
Skjern Å	Gjaldbæk	1558 ¹⁾
Skjern Å	Kodbøl	1558 ¹⁾
Omme Å	Sønderskov Bro	612 ¹⁾
Skjern Å	Hedeby Bro	2200 ²⁾
Skjern Å	Y-vejs Bro	2200 ²⁾
Ganer Å	Amager Bro	80 ⁴⁾
Kirke Å	Kirkestien	44 ⁴⁾
Tarm Bæk	Omfartsvejen	45 ⁴⁾
Tarm Møllebæk	Kyvling Bro	35 ⁴⁾
Søndre Parallelkanal	Engholm Bro	260
Søndre Parallelkanal	Amholm/Lønborg Bro	272 ²⁾
Søndre Parallelkanal i alt		290
Skjern Å + Søndre Parallelkanal total		2490

¹⁾ Oplandsstørrelse fra Danmarks Miljøundersøgelses oplandsdatabase.

²⁾ *Hedeselskabet* (1992).

³⁾ *Hedeselskabet* (1995).

⁴⁾ Arealer opmålt af Danmarks Miljøundersøgelser, 1996.

Bilag 3.1 Planter registreret i Raadensig Kær efter hovedafvandingen (efter Hansen, 1958)

Listen er ordnet med danske navne i alfabetisk orden. De med * mærkede arter er nu forsvundet fra kæret.

- Aflangbladet Vandaks - *Potamogeton polygonifolius* Pourret
Ager-Mynte - *Mentha arvensis* L.
Almindelig Mjødurt - *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.
Almindelig Star - *Carex nigra* (L.) Reichard
Almindelig Syre - *Rumex acetosa* L.
Blåtop - *Molinia coerulea* (L.) Moench
Bukkeblad - *Menyanthes trifoliata* L.
Djævelsbid - *Succisa pratensis* Moench
Dunet Dueurt - *Epilobium parviflorum* Schreber
Dusk-Fredløs - *Lysimachia thyrsiflora* L.
Dværg-Star - *Carex oederi* Retz.
Dynd-Padderok - *Equisetum fluviatile* L.
Dynd-Star - *Carex limosa* L.
Eng-Forglemmigej - *Myosotis palustris* L.
Eng-Kabbeleje - *Caltha palustris* L.
Eng-Viol - *Viola palustris* L.
Festgræs - *Hierochloa odorata* (L.) Beauv.
* Fin Kæruld - *Eriophorum gracile* Koch
Flydende Kogleaks - *Scirpus fluitans* L.
Fløjsgræs - *Holcus lanatus* L.
Gifftyde - *Cicuta virosa* L.
* Grenet Star - *Carex chordorrhiza* Ehrh.
Græsbladet Vandaks - *Potamogeton gramineus* L.
Grå Star - *Carex canescens* L.
Gul Åkande - *Nuphar lutea* Sibth. & Sm.
Gul Iris - *Iris pseudacorus* L.
Hirse-Star - *Carex panicea* L.
Hunde-Hvene - *Agrostis canina* L.
Hyldebladet Baldrian - *Valeriana officinalis* spp. *sambucifolia* (Mikan fil.)
Celak.
* Kortsporet Blærerod - *Utricularia ochroleuca* R. Hartman
Kragefod - *Potentilla palustris* (L.) Scop.
Kryb-Hvene - *Agrostis stolonifera* L.
Kær-Dueurt - *Epilobium palustre* L.
Kær-Fladstjerne - *Stellaria palustris* Retz.
Kær-Ranunkel - *Ranunculus flammula* L.
Kær-Snerre - *Galium palustre* L. spp. *palustre*
Kær-Svovlrod - *Peucedanum palustre* (L.) Moench
Kær-Tidsel - *Cirsium palustris* (L.) Scop.
Langbladet Ranunkel - *Ranunculus lingua* L.
Lav Ranunkel - *Ranunculus repens* L.
Liden Siv - *Juncus bulbosus* L.
Lyng-Snerre - *Galium saxatile* L.
Mose-Pors - *Myrica gale* L.
Nikkende Star - *Carex acuta* L.
Næb-Star - *Carex rostrata* Stokes
Pil sp. - *Salix* sp.
Rød Svingel - *Festuca rubra* L.
Skov-Brandbæger - *Senecio silvaticus* L.
Smalbladet Ærenpris - *Veronica scutellata* L.
Smalbladet Kæruld - *Eriophorum angustifolium* Honckeny
Spidsblomstret Siv - *Juncus articulatus* L.

Stor Skjaller - *Rhianthus sérotinus* (Schönheit) Oborny (coll.)
Sump-Forglemmigej - *Myosotis laxa* Lehm spp. *caespitosa* (C.F.Schultz) Hyl.
Sump-Kællingetand - *Lotus uliginósus* Schkuhr spp. *uliginósus*
Sump-Snerre - *Galium uliginósum* L.
Sværtævæld - *Lycopus europaeus* L.
Sø-Kogleaks - *Scirpus lacustris* L.
Søpryd - *Baldellia ranunculoides* (L.) Parl.
Tormentil - *Potentilla erecta* (L.) Räuschel
Trindstænglet Star - *Carex diandra* Schrank
Trævlekrone - *Lychnis flos-cuculi* L.
Tråd-Star - *Carex lasiocarpa* Ehrh.
* Tvepibet Lobelie - *Lobelié dortmanna* L.
Vand-Mynte - *Mentha aquatica* L.
Vandnavle - *Hydrocotyle vulgaris* L.

Bilag 3.2 Floraliste for Albæk Mose (efter Østergaard, 1979)

Bredbladet Mangeløv - *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray

Ager-Padderok - *Equisetum arvense* L.

Dynd-Padderok - *Equisetum fluviatile* L.

Hvid-Gran - *Picea glauca* (Moench) Voss

Rød-Gran - *Picea abies* (L.) Karsten

Almindelig Bjerg-Fyr - *Pinus mugo* Turra

Røgræs - *Phalaris arundinacea* (L.) Dumort.

Eng-Rottehale - *Phleum pratense* L.

Eng-Rævehale - *Alopecurus pratensis* L.

Knæbøjet Rævehale - *Alopecurus geniculatus* L.

Eng-Rørhvene - *Calamagrostis canascens* (Weber) Roth

Fløjsgræs - *Holcus lanatus* L.

Mose-Bunke - *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.

Bølget Bunke - *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.

Sandskæg - *Corynephorus canescens* (L.) Beauv.

Eng-Havre - *Helectotrichon pratense* (L.) Besser

Dunet-Havre - *Helectotrichon pubescens* (Hudson) Pilger

Drap-Havre - *Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv. ex. J. & C. Presl.

Blåtop - *Molinia coerulea* (L.) Moench

Alm. Hundegræs - *Dactylis glomerata* L.

Lund-Rapgræs - *Poa nemoralis* L.

Høj Sødgræs - *Glyceria maxima* (Hartman) Holmberg

Manna-Sødgræs - *Glyceria fluitans* (L.) R. Br.

Eng-Svingel - *Festuca pratensis* Hudson

Fåre-Svingel - *Festuca ovina* L.

Rød Svingel - *Festuca rubra* L.

Ager-Hejre - *Bromus arvensis* L.

Blød-Hejre - *Bromus hordeaceus* L. spp. *hordeaceus*

Almindelig Rajgræs - *Lolium perenne* L.

Almindelig Kvik - *Elytrigia repens* (L.) Nevski

Almindelig Sumpstrå - *Eleocharis palustris* (L.) Roemer & Schultes spp. *vulgaris*
Walters

Tue-Kogleaks - *Trichophorum caespitosum* (L.) Hartman

Sø-Kogleaks - *Scirpus lacustris* L.

Blågrøn Kogleaks - *Scirpus tabernaemontia* C. C. Gmel

Skov-Kogleaks - *Scirpus sylvaticus* L.

Smalbladet Kæruld - *Eriophorum angustifolium* Honckeny

Tue-Kæruld - *Eriophorum vaginatum* L.

Toradet Star - *Carex disticha* Hudson

Sand-Star - *Carex arenaria* L.

Hare-Star - *Carex leporina* L.

Top-Star - *Carex paniculata* L.

Stjerne-Star - *Carex echinata* Murray

Grå Star - *Carex canescens* L.

Stiv Star - *Carex elata* All.

Almindelig Star - *Carex nigra* (L.) Reichard

Nikkende Star - *Carex acuta* L.

Tråd-Star - *Carex lasiocarpa* Ehrh.

Hirse-Star - *Carex panicea* L.

Dværg-Star - *Carex oederi* Retz. ssp. *oederi*

Næb-Star - *Carex rostrata* Stokes

Bredbladet Dunhammer - *Typha latifolia* L.
Smalbladet Dunhammer - *Typha angustifolia* L.
Enkelt Pindsvineknop - *Sparganium emersum* Rehman
Spæd Pindsvineknop - *Sparganium minimum* Wallr.

Kors-Andemad - *Lemna trisulca* L.
Stor Andemad - *Lemna polyrrhiza* L.
Liden Andemad - *Lemna minor* L.
Kær-Mysse - *Calla palustris* L.
Kalmus - *Acorus calamus* L.

Svømmende Vandaks - *Potamogeton natans* L.
Hjertebladet Vandaks - *Potamogeton perfoliatus* L.

Vejbred-Skeblad - *Alisma palntago-aquatica* L.
Vandranke - *Luronium natans* (L.) Rafin.
Pilblad - *Sagittaria sagittifolia* L.

Kær-Trehage - *Triglochin palustre* L.

Frøbid - *Hydrochares morsus-ranae* L.
Krebseklo - *Stratotes aloides* L.
Vandpest - *Elodea canadensis* L. C. Rich.

Knop-Siv - *Juncus conglomeratus* L.
Lyse-Siv - *Juncus effusus* L.
Tråd-Siv - *Juncus filiformis* L.
Glanskapslet Siv - *Juncus articulatus* L.
Børste-Siv - *Juncus squarrosus* L.
Tudse-Siv - *Juncus bufonius* L.
Fin Siv - *Juncus capitatus* Weig.
Håret Frytle - *Luzula pilosa* (L.) Willd.
Mark Frytle - *Luzula campestris* (L.) DC.
Mangeblomstret Frytle - *Luzula multiflora* (Retz.) Lej. spp. *multiflora*

Pur-Løg - *Allium schoenoprasum* L.
Benbræk - *Narthecium ossifragum* (L.) Hudson

Gul Iris - *Iris pseudacorus* L.

Plettet Gøgeurt - *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo spp. *maculata*
Kødfarvet Gøgeurt - *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo spp. *incarnata*

Vorte-Birk - *Betula pendula* Roth
Rød El - *Alnus glutinosa* - (L.) Gaertner

Eg sp. - *Quercus* sp.

Grå-Pil - *Salix cinera* L.
Øret Pil - *Salix aurita* L.

Pors - *Myrica gale* L.
Skov-Elm - *Ulmus glabra* Hudson

Stor Nælde - *Urtica dioeca* L.

Vand-Skræppe - *Rumex hydrolapathum* Hudson
Kruset Skræppe - *Rumex crispus* L.
Alm. Syre - *Rumex acetosa* L.
Rødknæ - *Rumex acetosella* L.
Vand-Pileurt - *Polygenum amphibium* L.

Bleg Pileurt - *Polygenum pallidum* (With.) Fries
Vej-Pileurt - *Polygenum aviculare* L.

Almindelig Spergel - *Spergula arvensis* L.
Kær-Fladstjerne - *Stellaria palustris* Retz
Græsbladet Fladstjerne - *Stellaria graminea* L.
Storblomstret Hønsetarm - *Cerastium arvense* L.
Blæresmælde - *Silene vulgaris* (Moench) Garcke spp. *vulgaris*
Trævlekroner - *Lychnis flos-cuculi* L.
Tjærenellike - *Lychnis viscaria* L.

Svine-Mælde - *Atriplex patula* L.

Hvid Anemone - *Anemone nemorosa* L.
Langbladet ranunkel - *Ranunculus lingua* L.
Lav Ranunkel - *Ranunculus repens* L.
Bidenede Ranunkel - *Ranunculus cris* L.
Kær-Ranunkel - *Ranunculus flammula* L.
Knold-Ranunkel - *Ranunculus bulbosus* L.
Almindelig Vandranunkel - *Batrachium aquatile* (L.) Wimmer
Eng-Kabbeleje - *Caltha palustris* L.

Hvid Åkande - *Nymphaea alba* L.
Gul Åkande - *Huphar lutea* Sibth. & Sm.

Tornfrøet Hornblad - *Ceratophyllum demersum* L.

Svaleurt - *Chelidonium maeus* L.

Flipkrave - *Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br.
Engkarse - *Cardamine pratensis* L. spp. *pratensis*
Vandkarse - *Cardamine amara* L.
Kær-Guldkarse - *Rorippa palustris* (L.) Besser
Finbladet Vejsennep - *Descurainia sophia* (L.) Webb.

Blød Storkenæb - *Geranium molle* L.
Liden Storkenæb - *Geranium pusillum* L.

Almindelig Mælkeurt - *Polygala vulgaris* L.

Vandstjerne sp. - *Callitriche* sp.

Moskus-Katost - *Malva moschata* L.

Rundbladet Soldug - *Drosera rotundifolia* L.
Liden Soldug - *Drosera intermedia* Hayne

Eng-Viol - *Viola palustris* L.
Hunde-Viol - *Viola canina* L.
Ager-Stedmoderblomst - *Viola arvensis* Murray

Bidende Stenurt - *Sedum acre* L.

Solbær - *Ribes nigrum* L.

Engriflet Hvidtjørn - *Crataegus monogyna* Jacq.
Almindelig Røn - *Sorbus aucuparia* L.
Selje-Røn - *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers.
Æble sp. - *Malus* sp.

Spiræa sp. - *Spiraea* sp.
Hindbær - *Rubus idaeus* L.

Gåse-Potentil - *Potentilla anserina* L.
Opret Potentil - *Potentilla erecta* (L.) Rauschel
Kragefod - *Potentilla palustris* (L.) Scop.
Jordbær sp. - *Fragaria* sp.
Eng-Nellikerod - *Geum rivale* L.
Almindelig Mjødurt - *Filipendula vulgaris* Moench

Mirabel - *Prunus cerasifera* Ehrh.

Farve-Visse - *Genista tinctoria* L.
Engelsk Visse - *Genista anglica* L.
Gyvel - *Srathamnus scoparius* (L.) Wimmer ex Koch
Sump-Kællingetand - *Lotus uliginosus* Schkuhr spp. *uliginosus*
Almindelig Kællingetand - *Lotus corniculatus* L.
Rød Kløver - *Trifolium pratense* L.
Hare-Kløver - *Trifolium arvense* L.
Hvid Kløver - *Trifolium repens* L.
Fin Kløver - *Trifolium dubium* Sibth.
Rundbælg - *Anthyllis vulneraria* L.
Muse-Vikke - *Vicia cracca* L.
Gærde-Vikke - *Vicia sepium* L.
Foder-Vikke - *Vicia sativa* L. ssp. *sativa*
Gul Fladbælg - *Lathyrus pratensis* L.

Kattehale - *Lythrum salicaria* L.

Gederams - *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.
Kær-Dueurt - *Epilobium palustre* L.

Aks-Tusindblad - *Myriophyllum spicatum* L.
Hestehale - *Hippuris vulgaris* L.

Vandnavle - *Hydrocotyle vulgaris* L.
Giftyde - *Cicuta virosa* L.
Skvalderkål - *Aegopodium podagraria* L.
Bredbladet Mærke - *Sium latifolium* L.
Billebo-Klaseskærm - *Oenanthe aquatica* (L.) Poiret
Kær-Svovlrod - *Peucedanum palustre* (L.) Moench
Vild Kørvel - *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.

Hedelyng - *Calluna vulgaris* (L.) Hull
Klokkelyng - *Erica teralix* L.
Hede-Melbærris - *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.

Mose-Bølle - *Vaccinium uliginosum* L.
Tyttebær - *Vaccinium vitis-ideae* L.

Rævling - *Empetrum nigrum* L.

Skovstjerne - *Trientalis europaea* L.
Dusk-Fredløs - *Lysimachia thyrsiflora* L.
Almindelig Fredløs - *Lysimachia vulgaris* L.
Vandrøllike - *Hottonia palustris* L.

Engelskgræs - *Armeria maritima* (Miller) Willd.

Bukkeblad - *Menyanthes trifoliata* L.

Almindelig Syren - *Syringa vulgaris* L.
Ask - *Fraxinus excelsior* L.

Eng-Forglemmigej - *Myosotis palustris* L.
Sump-Forglemmigej - *Myosotis laxa* - Lehm. ssp. *caespitosa* (C.F. Schultz) Hyl.
Mark-Forglemmigej - *Myosotis arvensis* (L.) Hill
Bakke-Forglemmigej - *Myosotis ramosissima* Rochel
Forskelligfarvet Forglemmigej - *Myosotis discolor* Pers.

Vand-Mynte - *Mentha aquatica* L.
Ager-Mynte - *Mentha arvensis* L.
Smalbladet Timian - *Thymus serpyllum* L. emend. Miller ssp. *serpyllum*
Kransbørste - *Clinopodium vulgare* L.
Almindelig Skjolddrager - *Scutellaria galericulata*
Kær-Galtetand - *Stachys palustris* L.
Almindelig Hanekro - *Galeopsis tetrahit* L.
Liden Skjaller - *Rhinanthus minor* L. (coll.)

Almindelig Blærerod - *Utricularia vulgaris* L.
Storlæbet Blærerod - *Utricularia intermedia* Hayne
Liden Blærerod - *Utricularia minor* L.

Glat Vejbred - *Plantago major* L.
Lancet-Vejbred - *Plantago lanceolata* L.
Strand-Vejbred - *Plantago maritima* L.

Gul Snerre - *Galium verum* L. spp. *verum*
Lyng-Snerre - *Galium saxatile* L.
Kær-Snerre - *Galium palustre* L. spp. *palustre*

Almindelig Hyld - *Sambucus nigra* L.
Almindelig Snebær - *Symphoricarpos rivularis* Suksdorf

Hyldebladet Baldrian - *Valeriana officinalis* L. spp. *sambucifolia* (Mikan fil.) Celak.

Blåhat - *Knautia arvensis* (L.) Coulter
Djævelsbid - *Succisa pratensis* Moench

Liden Klokke - *Campanula rotundifolia* L.
Blåmunke - *Jasione montana* L.

Mælkebøtte sp. - *Taraxacum* sp.
Grøn Høgeskæg - *Crepis capillaris* (L.) Wallr.
Håret Høgeurt - *Hieracium pilosella* L.
Almindelig Høgeurt - *Hieracium vulgatum* Fries
Almindelig Kongepen - *Hypochoeris radicata* L.
Kær-Tidsel - *Cirsium palustre* (L.) Scop.
Nikkende Brøndsel - *Bidens cernua* L.
Følfod - *Tussilago farfara* L.
Rejnfan - *Tanacetum vulgare* L.

Grå Bynke - *Artemisia vulgaris* L.
Tusindfryd - *Bellis perennis* L.
Almindelig Røllike - *Achillea millifolium* L.
Nyse-Røllike - *Achillea ptarmica* L.
Skive-Kamille - *Chamomilla suaveolens* (Pursch) Rydb.
Vellugtende Kamille - *Chamolmilla recutita* (L.) Rauschert
Lugtløs Kamille - *Tripleuraspermum inodorum* Schultz Bip.
Almindelig Brandbæger - *Senecio vulgaris* L.
Vår-Brandbæger - *Senecio vernalis* L.
Eng-Brandbæger - *Senecio jacobaea* L.

Bilag 4.1 Vandføringstatistik for Skjern Å, Ahlergårde

Beregnete maksimum-, minimum- og døgnmiddelvandføringer for den nedre del af Skjern Å-systemet baseret på den korrigerede vandføringstidsserie ved Skjern Å, Ahlergårde.

År	Døgnmiddelvandføring	Minimumvandføring	Maksimumvandføring
1920	25182,1	15096,1	64753,6
1921	19815,5	11497,1	40475,6
1922	20278,6	13658,8	46083,1
1923	31838,5	13514,9	95120,2
1924	34368,1	16674,0	82871,4
1925	34589,1	14521,5	92921,4
1926	37993,3	17819,6	92371,4
1927	41205,0	18677,8	95120,2
1928	34127,9	15239,8	120989,1
1929	25369,1	5984,1	87693,6
1930	28712,9	13802,7	74449,2
1931	34094,5	18534,8	102964,7
1932	30385,3	13514,9	95120,2
1933	24562,8	14665,3	69467,3
1934	23601,5	8283,5	77213,2
1935	36973,4	12881,4	110530,3
1936	38079,8	16903,3	107513,3
1937	25786,9	15440,7	46922,7
1938	30420,0	10774,9	96219,1
1939	31979,0	14521,5	165036,3
1940	30625,7	13111,8	155735,8
1941	27334,1	14952,6	173834,4
1942	30120,3	14090,4	125741,5
1943	29891,7	13802,7	92096,5
1944	34015,1	14808,9	110530,3
1945	43168,9	22529,5	227363,5
1946	35259,6	17819,6	104414,9
1947	23591,9	14090,4	154265,9
1948	30627,1	14952,6	102964,7
1949	31926,5	15239,8	78594,2
1950	35642,0	17103,9	76246,1
1951	42943,1	20391,6	130046,4
1952	39837,0	16172,4	94295,7
1953	36675,6	19392,3	90170,9
1954	44721,5	17390,2	147892,3
1955	37863,6	18963,7	103134,7
1956	34025,3	17533,3	153285,9
1957	35739,1	18105,7	84663,3
1958	38910,0	19249,5	241416,2
1959	31559,6	16960,6	162100,8
1960	33141,6	16674,0	91546,4
1961	35967,0	19249,5	76107,9
1962	43914,5	20391,6	117374,3
1963	37692,6	19535,1	110530,3
1964	33400,9	18963,7	86316,6
1965	34323,9	18563,5	166992,5
1966	40378,8	22301,7	114074,1

År	Døgnmiddel- vandføring	Minimum- vandføring	Maksimum- vandføring
1967	47078,0	23298,0	125949,3
1968	46835,0	25373,0	134188,2
1969	34780,2	17533,3	90721,2
1970	41438,7	18763,6	318828,1
1971	34259,7	16960,6	92371,4
1972	30947,2	19249,5	68636,1
1973	29557,0	13946,5	62532,3
1974	34298,4	14967,0	96631,0
1975	33273,8	13500,6	97043,0
1976	25334,1	10601,4	64365,0
1977	34258,4	17046,6	81492,3
1978	39589,6	21387,0	109427,2
1979	41009,6	20708,3	134822,9
1980	49352,6	17936,9	159970,6
1981	54367,4	30218,8	175717,1
1982	42267,2	16530,8	153882,7
1983	48059,8	20676,9	114306,1
1984	41342,8	15813,8	157385,8
1985	37728,5	16450,7	131966,4
1986	37956,6	17043,1	153589,3
1987	37758,7	20072,2	92017,0
1988	49429,3	20951,9	126022,3
1989	33329,6	16822,7	99384,1
1990	39140,9	15257,5	127078,7
1991	33667,6	15752,0	124268,0
1992	36638,4	13908,9	84178,1
1993	34690,4	14081,8	108529,9
1994	47964,5	17740,9	153144,4
1995	47232,5	18962,4	158941,8

Bilag 4.2 Vurdering af størrelsen af den umålte bundtransport i Skjern Å i undersøgelsen af Petersen og Hasholt (1995)

Teoretiske transportformler

Der er i Petersen og Hasholt (1995) gennemført beregning af bundtransporten med to teoretisk udledte transportformler, nemlig formlerne i Meyer-Peter og Müller (1948) og Engelund og Fredsøe (1976). Transportformlerne inkluderer eventuel suspenderet bundsediment. For perioden fra oktober 1993 til august 1994 beregnedes med formlerne en bundtransport, der er henholdsvis 3% (Meyer-Peter og Müller, 1948) og 67% (Engelund og Fredsøe, 1976) større end transporten baseret på målinger. Baseret på disse to transportformler vil transporten baseret på målinger altså skulle forhøjes med 3% - 67% for at give den sande bundtransport. I følge Vanoni (1977) er teoretisk udledte sedimenttransportformler dog langt fra præcise nok til at beregne sedimenttransporten med tilstrækkelig sikkerhed. Deres værdi består især i at kunne levere kvalificerede overslag over størrelsen af sedimenttransporten.

Rose's formel

Det er imidlertid muligt på grundlag af enkelte målinger at beregne fordelingen af suspenderet sediment i vandsøjlen og dermed ved inddragelse af strømningshastigheden og dennes fordeling at beregne sedimenttransporten i den umålte bundnære zone. Den umiddelbart anvendelige ligning til beregning af fordelingen af suspenderet sediment over dybden under forudsætning af ensformig, stationær strømning og opnået ligevægt i fordelingen af suspenderet sediment er Rose's formel (Bartholdy, 1987):

$$C_z = C_a \left[\left(\frac{D-z}{z} \right) \left(\frac{a}{D-a} \right) \right]^{(w_s/0.4 u_f)}$$

hvor C_z er koncentrationen af suspenderet materiale i niveauet z over bunden, C_a den tilsvarende koncentration i referenceniveauet a over bunden, D er vandløbets dybde, w_s det suspenderede materiales faldhastighed og u_f friktionshastigheden.

Petersen og Hasholt (1995) har i et tilfælde målt partikelstørrelsesfordeling og dermed faldhastighed på suspenderet materiale 0,5 m over bunden og i 5 tilfælde 0,5 m under vandoverfladen. På alle målinger foretaget 0,5 m under vandoverfladen fremgår det af partikelstørrelsesfordelingen, at det kun er wash load (finere partikler) fraktionen, der er indsamlet, idet mediankornstørrelsen, d_{50} , ligger i intervallet 17 - 55 μm , som giver faldhastigheder langt mindre end friktionshastigheden. I målingen 0,5 m over bunden indgår sandfraktionering, idet d_{50} er 113 μm . Som nævnt i afsnit 4.3.3 er koncentrationen af wash load konstant over dybden. Det er således kun målingen 0,5 m over bunden, der kan benyttes i Rose's formel. Koncentrationen C_a blev ikke målt af Petersen og Hasholt (1995). Danmarks Miljøundersøgelser gennemførte imidlertid samme dag en målekampagne og målte med en manuelt udtaget punktprøve i nogenlunde samme dybde som Petersen og Hasholt (1995) en koncentration af suspenderet materiale på 17,2 mg l^{-1} . Følgende data var således til rådighed for

Skjern Å ved Gjaldbæk den 14. februar 1995:

Mediankornstørrelse, d_{50}	113 μm
Suspenderede materiales faldhastighed, w_s	7,83 mm s^{-1}
Koncentration af sediment i dybden, C_a	17,2 mg l^{-1}
Vandløbets dybde, D	1,92 m
Materialeførende bredde	25 m
Vandspejlshældning, I	0,226%
Vandføring, Q	42,2 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Middelhastighed, V	0,786 m s^{-1}
Friktionshastigheden, u_f	0,065 m s^{-1}

Med Rose's formel er der gennemført beregning af koncentrationen af suspenderet materiale C_z for hver centimeter i intervallet 0 - 10 cm over bunden. Strømningshastighedsfordelingen i intervallet 0 - 10 cm over bunden er aflæst for hver centimeter på et plot fra vandføringsberegningensprogrammet HYMER. Sedimenttransporten er derefter beregnet for hvert af de 10 lag á 1 centimeters tykkelse og summeret. Den samlede sedimenttransport i zonen 0 - 10 cm over bunden er hermed beregnet til ca. 1.600 kg pr. døgn. Bundtransporten er på samme tid målt gennem opmåling af bundformernes vandring til 56.090 kg per døgn. Baseret på denne beregning er den samlede bundtransport altså 3% større end den målte.

Bundtransporten i Skjern Å målt af Petersen og Hasholt (1995) er 3 til 5% underestimeret

Det er ikke muligt på det foreliggende grundlag at komme tættere på en vurdering af størrelsen af den umålte bundtransport. Flere samhoørende målinger af hydrauliske parametre, samt koncentration og størrelsesfordeling af suspenderet materiale i samme dybde (a), vil kunne forbedre vurderingen. Da der imidlertid er god overensstemmelse mellem den enkeltstående beregning med Rose's formel gennemført for en vintersituation, hvor betydningen af den umålte zone kvantitativt vil være størst, og beregningen med Meyer-Peter og Müllers formel, vurderes den sande bundtransport at være 3 - 5% større end den målte.

Bilag 4.3 Suspenderet transport i den nedre del af Skjern Å-systemet

Årstransport af suspenderet stof til den nedre del af Skjern Å-systemet (sum af transporterne ved Skjern Å, Gjaldbæk; Omme Å, Sønderkov Bro og Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro). For 1994 og 1995 er angivet de målte værdier - for øvrige år er transporterne beregnet ved regressionsudtrykkene udviklet i rapporten (ligning 4.4 - 4.6).

Endvidere er givet parameterverdier til de empiriske formler for koncentrationer af suspenderet stof (SS) i Skjern Å, Gjaldbæk (DMU nr. 250097), Omme Å, Sønderkov Bro (DMU nr. 2500789) og Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro (DMU nr. 250100). Parametrene MD, HYD og LOGQ*MD nævnt i bilaget svarer til parametrene α , β og γ benyttet i afsnit 4.3.4, hvor α angiver effekten af måneden, β angiver effekten af hydrografens hældning og γ angiver effekten af korrelationen mellem måneden og vandføringen. INTERCEPT er skæringen med y-aksen og LOGQ er koefficienten, der ganges på $\ln Q$.

År	Suspenderet transport tons år ⁻¹
1925	9971
1926	10815
1927	12376
1928	10537
1929	6785
1930	7192
1931	9814
1932	8171
1933	5740
1934	5639
1935	11227
1936	11669
1937*)	5828
1938	8833
1939	9615
1940*)	9665
1941*)	190
1942*)	8576
1943	7561
1944	9290
1945	13975
1946	9450
1947	5830
1948	7810
1949	8391
1950	9549
1951	13789
1952	11462
1953	9967
1954	15000
1955	11180
1956	9448
1957	9512
1958	11992
1959	8639
1960	9460
1961	9910
1962	13660
1963	10905
1964	8836
1965	9987
1966	12329
1967	15956
1968	15217
1969	9606
1970	13955
1971	9301

År	Suspenderet transport tons år ⁻¹
1972	7903
1973	7538
1974	9713
1975	8994
1976	6009
1977	9606
1978	11520
1979	14179
1980	18658
1981	20679
1981	13826
1982	16135
1983	13140
1984	11639
1985	12025
1986	11024
1987	16384
1988	8951
1989	11823
1990	9490
1991	10753
1992	9533
1993	17521
1994	17696
1995	

Ved de med *) markerede år har der været huller i vandføringstids-serien for Skjern Å, Ahlergårde ud fra hvilken vandføringstidsserierne for Skjern Å, Gjaldbæk, Omme Å, Sønderskov Bro og Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro er dannet tilbage i tid. Årstransporterne disse år er beregnet under forudsætning af at transporten beregnet for de dage, hvor der har været vandføringsmålinger, er gennemsnitlig for året. Den beregnede transport er derfor opskaleret til at dække 365 dage.

Skjern Å, Gjaldbæk - suspenderet stof

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LOGSS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	50.21231980	3.86248614	19.81	0.0001
Error	274	53.41392242	0.19494132		
Corrected Total	287	103.62624222			
R-Square		C.V.	Root MSE		LOGSS Mean
0.484552		19.61655	0.44152160		2.25076103

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	33.06632415	33.06632415	169.62	0.0001
MD	11	13.62138394	1.23830763	6.35	0.0001
HYD	1	3.52461171	3.52461171	18.08	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	7.71938812	7.71938812	39.60	0.0001
MD	11	14.19693478	1.29063043	6.62	0.0001
HYD	1	3.52461171	3.52461171	18.08	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-4.411336407 B	-3.68	0.0003	1.19995333
LOGQ	0.710559092	6.29	0.0001	0.11291736
MD	-0.250227074 B	-2.08	0.0388	0.12053136
1	-0.327253096 B	-2.48	0.0139	0.13218343
2	-0.164282806 B	-1.38	0.1702	0.11946314
3	-0.061486418 B	-0.46	0.6466	0.13395228
4	0.046460178 B	0.35	0.7263	0.13260864
5	0.056839472 B	0.48	0.6340	0.11923566
6	0.111254071 B	0.80	0.4232	0.13869553
7	-0.355050489 B	-2.81	0.0053	0.12643921
8	-0.686235941 B	-6.16	0.0001	0.11142361
9	-0.363062207 B	-3.00	0.0029	0.12101121
10	-0.105734918 B	-0.90	0.3671	0.11703263
11	0.000000000 B			
12	-0.466492695 B	-4.25	0.0001	0.10970872
HYD	0.000000000 B			
0				
1				

NOTE: The X'X matrix has been found to be singular and a generalized inverse was used to solve the normal equations. Estimates followed by the letter 'B' are biased, and are not unique estimators of the parameters.

Omme Å, Sønderkov - suspenderet stof

250102

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LOGSS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	38.94236089	2.99556622	13.81	0.0001
Error	232	50.31351548	0.21686860		
Corrected Total	245	89.25587637			
R-Square		C.V.	Root MSE		LOGSS Mean
	0.436300	25.00097	0.46569153		1.86269382

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	14.58917611	14.58917611	67.27	0.0001
MD	11	22.75055066	2.06823188	9.54	0.0001
HYD	1	1.60263412	1.60263412	7.39	0.0071
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	1.19858212	1.19858212	5.53	0.0196
MD	11	23.10653180	2.10059380	9.69	0.0001
HYD	1	1.60263412	1.60263412	7.39	0.0071

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	0.485983488 B	0.53	0.5966	0.91687368
LOGQ	0.223117581	2.35	0.0196	0.09490700
MD	-0.658422328 B	-5.01	0.0001	0.13132954
1	-0.591371083 B	-4.04	0.0001	0.14625086
2	-0.363824921 B	-2.83	0.0051	0.12861038
3	-0.562882335 B	-3.66	0.0003	0.15372694
4	-0.274978009 B	-1.82	0.0698	0.15092545
5	-0.540744298 B	-3.73	0.0002	0.14488896
6	-0.697879989 B	-3.98	0.0001	0.17516452
7	-1.003221987 B	-6.68	0.0001	0.15016400
8	-0.965275568 B	-7.36	0.0001	0.13116963
9	-0.568832620 B	-4.60	0.0001	0.12352800
10	-0.119548225 B	-0.93	0.3511	0.12794396
11	0.000000000 B			
12	-0.237008523 B			
HYD	0.000000000 B			
0				
1				

NOTE: The X'X matrix has been found to be singular and a generalized inverse was used to solve the normal equations. Estimates followed by the letter 'B' are biased, and are not unique estimators of the parameters.

Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro - suspenderet stof

250100

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LOGSS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	6.01599009	6.01599009	19.28	0.0009
Error	12	3.74491359	0.31207613		
Corrected Total	13	9.76090368			
R-Square		C.V.	Root MSE		LOGSS Mean
	0.616335	33.01646	0.55863775		1.69199753

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	6.01599009	6.01599009	19.28	0.0009
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	6.01599009	6.01599009	19.28	0.0009

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-6.090691662	-3.42	0.0050	1.77885895
LOGQ	0.895230739	4.39	0.0009	0.20389741

Bilag 4.4 Årstransporten af vand og sediment i den nedre del af Skjern Å-systemet

Beregnet årstransporter af vand, suspenderet stof, bundtransport og den samlede sedimenttransport i den nedre del af Skjern Å-systemet baseret på ligningerne 4.4 til 4.9 og den korrigerede vandføringstids-serie for Skjern Å, Ahlergårde og ligningerne 4.1 til 4.3.

År	Total Vandføring 10 ⁶ m ³	Suspenderet transport ton år ⁻¹	Bund-transport ton år ⁻¹	Total sedimenttransport ton år ⁻¹
1965	441	9987	12704	22691
1966	519	12329	16124	28452
1967	605	15956	20979	36935
1968	602	15217	20061	35278
1969	447	9606	13030	22637
1970	533	13955	16698	30653
1971	440	9301	12485	21786
1972	398	7903	10533	18436
1973	380	7538	10109	17647
1974	441	9713	13348	23061
1975	428	8994	12693	21687
1976	326	6009	8387	14396
1977	440	9606	12783	22389
1978	509	11520	15625	27145
1979	527	14179	17018	31198
1980	635	18658	22021	40679
1981	699	20679	25312	45990
1982	543	13826	17552	31378
1983	618	16135	21475	37610
1984	532	13140	17497	30637
1985	485	11639	14794	26433
1986	488	12025	14908	26934
1987	485	11024	14453	25477
1988	636	16384	22377	38761
1989	429	8951	12419	21371
1990	503	11823	16087	27910
1991	433	9490	12729	22218
1992	471	10753	14388	25141
1993	446	9533	13250	22783
1994	617	16840	21634	38473
1995	582	16105	20464	36569

Bilag 4.5 Hydrauliske parametre ved udvalgte stationer i den nedre del af Skjern Å-systemet

Hydrauliske parametre beregnet for de syv undersøgte vandløb i perioden 1993 til 1995. Se afsnit 4.6 for uddybende forklaring.

Vst.	= vandstand [m]
Q	= vandføring [$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$]
A	= tværsnitarealet [m^2]
V_{middel}	= middelstrømhastighed [m s^{-1}]
B	= bredde [m]
D_{middel}	= middeldybde [m]
P	= våde perimeter [m]
R	= hydraulisk radius [m]
I	= vandspejlets hældning [‰]
M	= Manningtallet [$\text{m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$]
τ	= bundforskydningsspænding (shear stress) [N m^{-2}]

Skjern Å, Gjalbæk Bro

Dato	Måleprofil	Vst. m	Q m ³ /s	A m ²	Vmidde l m/s	B m	Dmidde l m	P m	R m	I %	M m ^{1/3} s ⁻¹	τ N/m ²
26-Okt-93	100 m opstrøms bro	0.79	18.148	37.5	0.48	28.42	1.32	31.27	1.20	0.19	31	2.2
23-Nov-93	100 m opstrøms bro	0.78	16.515	35.3	0.47	25.54	1.38	28.20	1.25	0.23	27	2.8
14-Dec-93	100 m opstrøms bro	1.11	29.373	43.1	0.68	25.93	1.66	29.29	1.47	0.26	33	3.8
19-Jan-94	100 m opstrøms bro	1.52	44.970	57.5	0.78	26.49	2.17	30.42	1.89	0.3	30	5.6
08-Feb-94	100 m opstrøms bro	1.15	35.919	46.1	0.78	26.51	1.74	29.56	1.56	0.3	33	4.6
08-Mar-94	100 m opstrøms bro	2.03	77.101	93.1	0.83	48.48	1.92	51.72	1.80	0.28	33	4.9
24-Mar-94	Broindløb	1.12	37.394	46.2	0.81	30.70	1.56	39.03	1.18	0.26	45	3.0
26-Maj-94	Broindløb	0.76	21.017	37.1	0.57	31.00	1.24	37.42	0.99	0.23	38	2.2
10-Aug-94	Broindløb	0.65	13.587	33.4	0.41	30.70	1.13	36.46	0.92	0.16	34	1.4
05-Okt-94	Broindløb	1.18	38.407	50.1	0.77	30.70	1.69	39.82	1.26	0.25	42	3.1
20-Okt-94	100 m opstrøms bro	1.77	62.516	64.1	0.98	26.49	2.42	30.97	2.07	0.3	35	6.1
25-Okt-94	100 m opstrøms bro	0.87	21.788	35.8	0.61	26.51	1.35	28.63	1.25	0.24	34	2.9
13-Dec-94	100 m opstrøms bro	1.41	41.813	50.9	0.82	26.51	1.92	30.12	1.69	0.39	29	6.5
14-Feb-95	100 m opstrøms bro	1.33	42.182	53.7	0.79	27.95	1.92	31.20	1.72	0.23	36	3.9
07-Mar-95	100 m opstrøms bro	1.64	57.363	65.1	0.88	27.47	2.37	31.76	2.05	0.27	33	5.4
27-Mar-95	100 m opstrøms bro	1.19	38.258	52.4	0.73	28.49	1.84	44.05	1.19	0.24	42	2.8

Omme Å, Sønderskov Bro

Dato	måleprofil	Vst. m	Q m ³ /s	A m ²	Vmiddel m/s	B m	Dmiddel m	P m	R m	I %	M m1/3s-1	τ N/m ²
27-Okt-93	100 m opstrøms bro	1.11	7.097	17.2	0.41	14.02	1.23	15.53	1.11	0.17	29	1.9
24-Nov-93	100 m opstrøms bro	0.87	5.439	15.3	0.36	12.98	1.18	17.61	0.87	0.17	30	1.5
14-Dec-93	100 m opstrøms bro	1.07	14.395	19.3	0.74	15.98	1.21	18.07	1.07	0.12	65	1.3
18-Jan-94	100 m opstrøms bro	1.22	14.744	23.2	0.63	16.96	1.37	19.05	1.22	0.27	34	3.2
10-Feb-94	100 m opstrøms bro	1.19	14.302	21.4	0.67	16.48	1.30	18.01	1.19	0.17	46	2.0
09-Mar-94	100 m opstrøms bro	1.76	28.557	39.1	0.73	19.00	2.06	22.23	1.76	0.16	40	2.8
10-Aug-94	Broindløb	0.54	3.412	10.2	0.34	14.40	0.74	16.75	0.61	0.37	24	2.2
05-Okt-94	Broindløb	1.13	13.213	20.0	0.66	16.05	1.30	20.64	0.97	0.36	35	3.4
26-Okt-94	100 m opstrøms bro	1.04	8.332	17.4	0.48	13.99	1.24	16.68	1.04	0.2	33	2.0
14-Dec-94	100 m opstrøms bro	1.45	17.911	27.6	0.65	16.51	1.67	19.01	1.45	0.22	34	3.1
03-Feb-95	Broindløb	1.76	25.408	29.1	0.87	16.05	1.87	23.00	1.26	0.24	48	3.0
15-Feb-95	100 m opstrøms bro	1.17	17.486	25.7	0.68	15.98	1.61	18.50	1.39	0.16	43	2.2
24-Mar-95	Broindløb	0.89	13.645	16.9	0.81	16.00	1.09	19.82	0.85	0.45	42	3.8
26-Mar-95	100 m opstrøms bro	0.98	13.954	21.7	0.64	10.03	2.16	17.06	1.27	0.2	39	2.5

Sdr. Parallel Kanal, Lønborg bro												
Dato	Vst. m	Q m ³ /s	A m ²	Vmiddel m/s	B m	Dmiddel m	P m	R m	I ‰	M m ¹ /3s-1	τ N/m ²	
21.03.94	0.70	6.879	26.1	0.26	30.23	0.86	35.40	0.74	0.1 (0.25)	32	0.7	
04.05.94	0.53	2.749	24.0	0.11	28.50	0.84	33.55	0.71	0.1	14	0.7	
10.08.94	0.83	2.337	33.5	0.07	29.70	1.13	36.47	0.92	0.1 (0.15)	7	0.9	
05.10.94	0.90	8.880	32.2	0.28	29.50	1.09	36.05	0.89	0.1 (0.3)	30	0.9	
02.11.94	0.93	8.405	34.1	0.25	32.65	1.04	38.92	0.88	0.1	27	0.9	
07.12.94	0.70	7.792	26.6	0.29	28.30	0.94	33.95	0.78	0.1 (-0.01)	34	0.8	
24.03.95	0.81	6.350	29.8	0.21	31.30	0.95	37.02	0.81	0.1 (-0.17)	25	0.8	
27.09.95	0.57	3.471	31.5	0.11	30.10	1.05	36.38	0.87	0.1	12	0.9	
25.10.95	0.37	2.815	25.3	0.11	29.80	0.85	34.90	0.73	0.1	14	0.7	
22.11.95	0.39	4.718	25.1	0.19	29.00	0.86	34.18	0.73	0.1	23	0.7	

Tarm Bæk												
Dato	Vst. m	Q m ³ /s	A m ²	Vmiddel m/s	B m	Dmiddel m	P m	R m	I ‰	M m ¹ /3s-1	τ N/m ²	
25-Jan-94	-	1.481	3.2	0.46	6.50	0.49	7.09	0.45	0.45	37	2.0	
21-Mar-94	0.17	0.976	2.5	0.38	6.65	0.38	6.92	0.37	0.92	24	3.3	
10-Aug-94	0.05	0.283	1.3	0.22	4.81	0.27	5.05	0.26	0.57	23	1.5	
07-Dec-94	0.21	1.020	2.1	0.49	5.80	0.36	6.16	0.34	0.573	42	1.9	
24-Mar-95	0.17	0.986	2.2	0.44	6.00	0.37	6.25	0.36	1.02	27	3.6	

Tarm Møllebæk

Dato	Vst. m	Q m ³ /s	A m ²	Vmiddel m/s	B m	Dmiddel m	P m	R m	I %	M m ¹ /3s-1	τ N/m ²
25-Jan-94	0.48	0.969	1.1	0.86	2.75	0.41	3.47	0.33	0.543	77	1.8
21-Mar-94	0.43	0.766	1.0	0.79	2.75	0.35	3.20	0.30	0.603	72	1.8
04-Maj-94	0.39	0.404	2.0	0.20	4.48	0.45	4.80	0.42	0.476	16	2.0
04-Aug-94	0.34	0.191	1.9	0.10	4.40	0.43	4.73	0.40	0.442	9	1.7
24-Mar-95	0.45	0.597	2.4	0.25	4.55	0.52	4.95	0.48	0.514	18	2.4

Ganer Å

Dato	Vst. m	Q m ³ /s	A m ²	Vmiddel m/s	B m	Dmiddel m	P m	R m	I %	M m ¹ /3s-1	τ N/m ²
25-Jan-94	0.35	1.571	2.7	0.59	5.75	0.46	6.29	0.42	0.33	58	1.4
21-Mar-94	0.22	0.982	2.2	0.45	6.55	0.33	6.88	0.31	0.807	35	2.5
04-Aug-94	0.30	0.510	2.8	0.18	7.65	0.36	7.81	0.36	0.72	13	2.5
05-Okt-94	0.28	1.155	2.7	0.44	7.50	0.35	7.68	0.34	0.52	40	1.7
07-Dec-94	0.28	1.330	2.7	0.49	6.83	0.40	7.08	0.39	0.38	47	1.5
24-Mar-95	0.24	1.150	2.3	0.49	6.58	0.35	6.74	0.35	0.72	37	2.5

Kirke Å

Dato	Vst. m	Q m ³ /s	A m ²	Vmiddel m/s	B m	Dmiddel m	P m	R m	I ‰	M m ¹ /3s-1	T N/m ²
25-Jan-94	-	0.981	2.3	0.43	4.65	0.49	5.36	0.43	1.38	20	5.8
21-Mar-94	-	0.696	1.7	0.40	4.75	0.36	5.17	0.33	1.14	25	3.7
04-Maj-94	-	0.312	1.4	0.23	4.75	0.29	5.05	0.27	1.14	16	3.0
04-Aug-94	-	0.210	1.2	0.18	4.52	0.25	4.77	0.24	0.85	16	2.0
07-Dec-94	-	0.554	1.7	0.32	4.90	0.36	5.34	0.33	0.95	22	3.1

Bilag 5.1 Transport af jern, kvælstof og fosfor ved udvalgte vandløbsstationer i Skjern Å-systemet

Årstransport af opløst og total jern, opløst og total fosfor, nitrat og total kvælstof samt af vand ved forskellige målestationer med længere tidsserier i den nedre del af Skjern Å-systemet. Der er endvidere beregnet en vandføringsvægtet årsmiddelkoncentration ved at dividere årstransporten af et stof med den tilhørende årstransport af vand.

Omme Å, Sønderskov Bro

År	Opløst Fe ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
77	234	236388	0,990
78	224	280190	0,798
79	246	292255	0,842
80	291	362431	0,802
81	272	402794	0,675
82	94	302536	0,309
83	137	350308	0,392
84	84	296012	0,285
85	219	265014	0,828
86	386	267076	1,447
87	570	265032	2,150
88	1003	362698	2,766
89	180	224767	0,801
90	162	279898	0,578
91	151	229786	0,659
92	211	266681	0,791
93	186	261514	0,710
94	288	351503	0,820
total	4938	5296882	
middel	274	294271	0,932

Omme Å, Sønderskov Bro

År	Total Fe ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
63	674	264631	2,548
64	571	229841	2,485
65	502	236940	2,118
66	565	286698	1,969
67	606	342369	1,769
68	564	340962	1,653
69	370	240642	1,539
70	418	296274	1,410
71	306	236265	1,295
72	246	209509	1,175
73	209	197705	1,056
74	221	236924	0,933
75	189	228499	0,828
76	140	163745	0,857
77	564	236388	2,387
78	554	280190	1,976
79	670	292255	2,293
80	934	362431	2,576
81	802	402794	1,991
82	597	302536	1,973
83	715	350308	2,040
84	547	296012	1,849
85	496	265014	1,871
86	558	267076	2,089
87	619	265032	2,337
88	927	362698	2,554
89	514	224767	2,289
90	450	279898	1,606
91	417	229786	1,815
92	459	266681	1,720
93	405	261514	1,549
94	578	351503	1,646
total	16386	8807886	
middel	512	275246	1,860

Skjern Å, Ahlergårde

År	Opløst P ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
90	14	498656	0,028
91	12	439635	0,026
92	12	468429	0,025
93	14	444205	0,031
94	17	603394	0,029
total	69	2454320	
middel	14	490864	0,028

Skjern Å, Ahlergårde

År	Total P ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
79	83	521205	0,160
80	83	617150	0,135
81	147	671804	0,218
82	90	535212	0,169
83	78	600297	0,130
84	63	526661	0,120
85	59	484093	0,123
86	61	486902	0,126
87	56	484117	0,115
88	72	617514	0,117
89	44	436610	0,100
90	40	498656	0,081
91	37	439635	0,085
92	36	468429	0,076
93	30	444205	0,067
94	53	603394	0,088
95	40	574146	0,070
total	1074	9010031	
middel	63	530002	0,119

Skjern Å, Ahlergårde

År	Total N ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
83	3091	600297	5,149
84	2439	526661	4,631
85	1904	484093	3,934
86	1665	486902	3,419
87	1659	484117	3,428
88	2327	617514	3,768
89	1447	436610	3,314
90	1951	498656	3,912
91	1624	439635	3,694
92	1967	468429	4,200
93	1681	444205	3,784
94	2175	603394	3,605
total	23930	6090514	
middel	1994	507543	3,929

Skjern Å, Ahlergårde

År	Nitrat Ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
79	1750	521205	3,370
80	1720	617150	2,787
81	2022	671804	3,010
82	1473	535212	2,752
83	1968	600297	3,278
84	1558	526661	2,958
85	1322	484093	2,730
86	1443	486902	2,963
87	1352	484117	2,793
88	2128	617514	3,446
89	1215	436610	2,782
90	1598	498656	3,205
91	1348	439635	3,067
92	1646	468429	3,513
93	1396	444205	3,143
94	1922	603394	3,186
95	1547	574146	2,694
total	27407	9010031	
middel	1612	530002	3,042

Skjern Å, Ahlergårde

År	COD ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
79	8282	521205	15,891
80	9881	617150	16,010
81	10291	671804	15,318
82	8621	535212	16,108
83	10913	600297	18,179
84	7185	526661	13,642
85	11141	484093	23,015
86	8063	486902	16,560
87	7436	484117	15,361
88	9782	617514	15,841
89	6058	436610	13,874
90	7231	498656	14,502
91	5877	439635	13,367
92	7513	468429	16,038
93	6049	444205	13,618
94	8837	603394	14,646
total	133159	8435885	
middel	8322	527243	15,785

Skjern Å, Y-vejs Bro

År	Opløst Fe ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
66	874	1088505	0,803
67	968	1247421	0,776
68	984	1244428	0,791
69	618	955883	0,646
70	676	1100355	0,615
71	629	943241	0,667
72	498	866677	0,574
73	480	831870	0,577
74	673	945146	0,712
75	625	920811	0,678
76	478	734499	0,651
77	824	943595	0,873
78	804	1069582	0,752
79	683	1102769	0,619
80	676	1296300	0,521
81	526	1416708	0,371
82	260	1131882	0,229
83	313	1272400	0,246
84	210	1111711	0,189
85	269	1024554	0,263
86	530	1028016	0,515
87	347	1026328	0,338
88	1691	1306980	1,294
89	647	925614	0,699
90	259	1056641	0,246
91	216	931812	0,231
92	346	993069	0,349
93	268	941273	0,285
94	530	1276333	0,415
95	392	1208073	0,325
total	17294	31942476	
middel	576	1064749	0,541

Skjern Å, Y-vejs Bro

År	Total Fe ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
66	3301	1088505	3,032
67	3243	1247421	2,600
68	3236	1244428	2,600
69	2074	955883	2,170
70	2086	1100355	1,896
71	1732	943241	1,836
72	1488	866677	1,717
73	1874	831870	2,252
74	1843	945146	1,950
75	1948	920811	2,116
76	1275	734499	1,736
77	1799	943595	1,907
78	1858	1069582	1,737
79	2382	1102769	2,160
80	2327	1296300	1,795
81	2721	1416708	1,920
82	2139	1131882	1,890
83	2521	1272400	1,982
84	2097	1111711	1,886
85	2324	1024554	2,268
86	1501	1028016	1,460
87	2077	1026328	2,024
88	2499	1306980	1,912
89	2053	925614	2,218
90	1569	1056641	1,485
91	1260	931812	1,353
92	1671	993069	1,683
93	1330	941273	1,413
94	2192	1276333	1,717
95	1732	1208073	1,434
total	62154	31942476	
middel	2072	1064749	1,946

Søndre Parallelkanal, Engholm Bro

År	Opløst Fe ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
69	397	133012	2,982
70	503	153115	3,286
71	308	131253	2,350
72	442	120599	3,665
73	837	115756	7,234
74	778	131518	5,912
75	424	128132	3,307
76	367	102206	3,594
77	356	131302	2,713
78	340	148833	2,283
79	426	153451	2,777
80	394	180381	2,183
81	252	197136	1,277
82	180	157503	1,140
83	194	177056	1,095
84	146	154696	0,942
85	115	142568	0,806
86	130	143049	0,910
87	120	142815	0,838
88	234	181868	1,285
89	86	128800	0,667
90	117	147033	0,796
91	96	129662	0,743
92	93	138186	0,675
93	74	130979	0,565
94	165	177603	0,927
95	103	165255	0,623
total	7676	3943767	
middel	284	146065	1,946

Søndre Parallelkanal, Engholm Bro

År	Total Fe ton	Vand 1000 m ³	Q-vægtet mg l ⁻¹
69	832	133012	6,252
70	962	153115	6,284
71	626	131253	4,768
72	857	120599	7,107
73	1291	115756	11,154
74	1345	131518	10,225
75	872	128132	6,805
76	685	102206	6,698
77	686	131302	5,225
78	737	148833	4,950
79	1116	153451	7,271
80	1003	180381	5,562
81	722	197136	3,662
82	549	157503	3,489
83	719	177056	4,063
84	583	154696	3,769
85	516	142568	3,623
86	544	143049	3,803
87	469	142815	3,285
88	602	181868	3,309
89	409	128800	3,175
90	448	147033	3,046
91	320	129662	2,466
92	433	138186	3,132
93	269	130979	2,056
94	489	177603	2,753
95	339	165255	2,054
total	18423	3943767	
middel	682	146065	4,672

Bilag 5.2 Fosfortransport i den nedre del af Skjern Å-systemet

Årstransport af total fosfor til den nedre del af Skjern Å-systemet (sum af transporterne ved Skjern Å, Gjaldbæk; Omme Å, Sønderskov Bro og Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro). For 1994 og 1995 er angivet de målte værdier - for øvrige år er transporterne beregnet ved regressionsudtrykkene udviklet i rapporten (ligning 5.1-5.3).

Endvidere er givet parameterværdier til de empiriske formler for koncentrationen af total fosfor (TP) i Skjern Å, Gjaldbæk (DMU nr. 250097), Omme Å, Sønderskov Bro (DMU nr. 2500789) og Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro (DMU nr. 250100). Parametrene MD, HYD og LOGQ*MD nævnt i bilaget svarer til parametrene α , β og γ benyttet i rapporten, hvor α angiver effekten af måneden, β angiver effekten af hydrografens hældning og γ angiver effekten af korrelationen mellem måneden og vandføringen. INTERCEPT er skæringen med y-aksen og LOGQ er koefficienten, der ganges på $\ln Q$.

År	Total fosfor transport tons år ⁻¹
1925	84,4
1926	93,4
1927	104,2
1928	87,1
1929	58,4
1930	64,2
1931	83,7
1932	72,5
1933	51,7
1934	51,8
1935	94,9
1936	95,3
1937*)	52,1
1938	76,1
1939	79,3
1940*)	76,1
1941*)	60,2
1942*)	70,8
1943	66,3
1944	80,4
1945	111,0
1946	82,3
1947	50,0
1948	68,4
1949	72,9
1950	82,9
1951	108,7
1952	97,8
1953	84,8
1954	123,3
1955	93,5
1956	79,3
1957	82,9
1958	96,7
1959	73,4
1960	80,5
1961	85,2
1962	112,4
1963	92,2
1964	76,8
1965	84,1
1966	100,8
1967	129,1
1968	124,7
1969	82,9
1970	106,2
1971	79,8

År	Total fosfor transport tons år ⁻¹
1972	69,1
1973	65,8
1974	82,6
1975	76,9
1976	54,4
1977	81,5
1978	95,3
1979	110,8
1980	148,7
1981	162,5
1982	112,0
1983	137,3
1984	107,3
1985	94,6
1986	97,6
1987	93,6
1988	132,0
1989	75,8
1990	97,7
1991	80,7
1992	90,0
1993	82,2
1994	120,6
1995	122,6

Ved de med *) markerede år har der været huller i vandføringstidsserien for Skjern Å, Ahlergårde ud fra hvilken vandføringstidsserierne for Skjern Å, Gjaldbæk, Omme Å, Sønderskov Bro og Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro er dannet tilbage i tid. Årstransporterne disse år er beregnet under forudsætning af at transporten beregnet for de dage, hvor der har været vandføringsmålinger, er gennemsnitlig for året. Den beregnede transport er derfor opskaleret til at dække 365 dage.

Skjern Å, Gjaldbæk - Total P

SAS System

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LOGPTOT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	24	26.06171310	1.08590471	12.98	0.0001
Error	261	21.83755348	0.08366879		
Corrected Total	285	47.89926658			
R-Square		C.V.	Root MSE		LOGPTOT Mean
0.544094		-11.00546	0.28925557		-2.62829218

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	15.12438479	15.12438479	180.76	0.0001
MD	11	6.11248290	0.55568026	6.64	0.0001
HYD	1	2.58306264	2.58306264	30.87	0.0001
LOGQ*MD	11	2.24178276	0.20379843	2.44	0.0066
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	2.16443362	2.16443362	25.87	0.0001
MD	11	2.21779860	0.20161805	2.41	0.0073
HYD	1	3.03106928	3.03106928	36.23	0.0001
LOGQ*MD	11	2.24178276	0.20379843	2.44	0.0066

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-7.479161665 B	-4.29	0.0001	1.74159182
LOGQ	0.531092751 B	3.15	0.0018	0.16835561
MD	2.091664796 B	0.63	0.5322	3.34436153
1	1.038959735 B	0.35	0.7252	2.95227128
2	5.801341020 B	2.49	0.0135	2.33304265
3	7.272647357 B	1.33	0.1854	5.47763212
4	-6.757563608 B	-1.03	0.3034	6.55354918
5	-9.749321817 B	-2.59	0.0102	3.76572695
6	-2.958079640 B	-0.68	0.4980	4.35916924
7	5.329192537 B	1.46	0.1459	3.65406168
8	1.438898058 B	0.59	0.5556	2.43815669
9	-2.457914758 B	-0.73	0.4671	3.37528620
10				

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LOGPTOT

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
MD 11	0.752825860 B	0.24	0.8113	3.14973211
MD 12	0.000000000 B	.	.	.
HYD 0	-0.451299346 B	-6.02	0.0001	0.07498053
LOGQ*MD 1	0.000000000 B	.	.	.
LOGQ*MD 1	-0.210867395 B	-0.67	0.5060	0.31661606
LOGQ*MD 2	-0.130999739 B	-0.47	0.6393	0.27917935
LOGQ*MD 3	-0.558995279 B	-2.51	0.0125	0.22230146
LOGQ*MD 4	-0.710098695 B	-1.35	0.1783	0.52617707
LOGQ*MD 5	0.659944143 B	1.02	0.3088	0.64721495
LOGQ*MD 6	0.964579245 B	2.58	0.0104	0.37369656
LOGQ*MD 7	0.305157210 B	0.68	0.4943	0.44579399
LOGQ*MD 8	-0.573511048 B	-1.54	0.1251	0.37275267
LOGQ*MD 9	-0.190305160 B	-0.80	0.4252	0.23828434
LOGQ*MD 10	0.216377214 B	0.65	0.5186	0.33475285
LOGQ*MD 11	-0.076918133 B	-0.25	0.8034	0.30864114
LOGQ*MD 12	0.000000000 B	.	.	.

NOTE: The X'X matrix has been found to be singular and a generalized inverse was used to solve the normal equations. Estimates followed by the letter 'B' are biased, and are not unique estimators of the parameters.

250102

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LOGPOT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	10.85613120	0.83508702	6.54	0.0001
Error	231	29.50917164	0.12774533		
Corrected Total	244	40.36530284			
R-Square		C.V.	Root MSE		LOGPOT Mean
0.268947		-13.63754	0.35741479		-2.62081566

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	5.0025218	5.0025218	39.16	0.0001
MD	11	5.17800405	0.47072764	3.68	0.0001
HYD	1	0.67587496	0.67587496	5.29	0.0223
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	0.50738220	0.50738220	3.97	0.0474
MD	11	5.17439604	0.47039964	3.68	0.0001
HYD	1	0.67587496	0.67587496	5.29	0.0223

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-3.635905510 B	-5.16	0.0001	0.70452125
LOGQ	0.145339476	1.99	0.0474	0.07292702
MD	-0.232117854 B	-2.30	0.0222	0.10080480
1	-0.339837578 B	-3.03	0.0027	0.11226156
2	-0.093157617 B	-0.94	0.3464	0.09872383
3	-0.260127890 B	-2.20	0.0285	0.11798586
4	-0.054603227 B	-0.47	0.6378	0.11583781
5	-0.270499205 B	-2.43	0.0158	0.11120715
6	-0.314304215 B	-2.26	0.0250	0.13932225
7	-0.386743625 B	-3.35	0.0009	0.11528432
8	-0.430826484 B	-4.28	0.0001	0.10067637
9	-0.276169419 B	-2.91	0.0039	0.09480899
10	-0.011686904 B	-0.12	0.9054	0.09820132
11	0.000000000 B			
12	-0.153953461 B	-2.30	0.0223	0.06693123
0	0.000000000 B			
1	0.000000000 B			

NOTE: The X'X matrix has been found to be singular and a generalized inverse was used to solve the normal equations. Estimates followed by the letter 'B' are biased, and are not unique estimators of the parameters.

Søndre Parallelkanal, Lønborg Bro - Total P

250100 Phosphor

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LOGPTOT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.98573068	1.98573068	33.85	0.0001
Error	12	0.70393522	0.05866127		

Corrected Total	13	2.68966589			
R-Square		C.V.	Root MSE		LOGPTOT Mean
0.738282		-9.346923	0.24220088		-2.59123664

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	1.98573068	1.98573068	33.85	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
LOGQ	1	1.98573068	1.98573068	33.85	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-7.062562311	-9.16	0.0001	0.77123540
LOGQ	0.514329699	5.82	0.0001	0.08840099

Bilag 6 **Bunddyr fundet ved diverse undersøgelser i perioden 1976-94**

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning				
	Wiberg-Larsen, 1978	Moeslund, 1990	Jensen, 1995	Skrver, upubl.	Hansen, 1997 & Wiberg-Larsen, 1996
År for indsamling	1976-77	1989	1987-91	1991-92	1993-94

Turbellaria - Fimreorm					
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	+				
<i>Bdellocephala punctata</i>	+				
<i>Dugesia lugubris</i>					+
<i>Dugesia gonocephala</i>	+				+
<i>Dugesia</i> sp.					+
<i>Polycelis nigra</i>					+
<i>Polycelis</i> sp.	+				+

Hirudinea - Iglar					
<i>Eripobdella octoculata</i>	+				+
<i>Eripobdella testacea</i>	+				
<i>Eripobdella</i> sp.					
<i>Helobdella stagnalis</i>	+				
<i>Glossiphonia complanata</i>					
<i>Glossiphonia heteroclitia</i>	+				
<i>Hemiclepsis marginata</i>					
<i>Theromyzon tessulatum</i>					
<i>Piscicola geometra</i>	+				

Malacostraca - Storkrebs					
<i>Asellus aquaticus</i>	+			+	+
<i>Gammarus pulex</i>	+			+	+

Strækning	Skjern Å - Reguleret strækning		
	Wiberg-Larsen, 1978	Moeslund, 1990	Jensen, 1995
År for indsamling	1976-77	1989	1987-91

	+		
	+		
			+
	+		
			+
			+
	+		+

	+		+
	+		
			+
	+		+
			+
	+		
	+		
	+		+

	+		+
	+		+

Strækning	Omme Å - Reguleret strækning	
	Moeslund, 1990	Hansen, 1997 & Wiberg-Larsen, 1996
År for indsamling	1989	1993-94

		+
		+

		+
		+
		+
		+

		+
		+

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92

Strækning	Skjern Å - Regulereet strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1993-94

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning				Omme Å - Regulereet strækning	
	1976-77	1989	1987-91	1991-92	1989	1993-94

Plecoptera - Slørvinger						
<i>Amphinemura standfussi</i>						
<i>Amphinemura sulciollis</i>						
<i>Protonemura meyeri</i>						
<i>Isoperla difformis</i>						
<i>Isoperla grammica</i>						
<i>Isoperla sp.</i>						
<i>Periodes microcephala</i>						
<i>Isoptena serricornis</i>						
<i>Leuctra fusca</i>						
<i>Leuctra hippopus</i>						
<i>Leuctra sp.</i>						
<i>Nemoura cinerea</i>						
<i>Nemoura avicularis</i>						
<i>Nemoura dubitans</i>						
<i>Nemoura sp.</i>						
<i>Nemurella picteti</i>						
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>						

Odonata - Guldsmede						
<i>Agrion sp.</i>						
<i>Agrion splendens</i>						
<i>Ophiogomphus cecilia</i>						
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>						

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92

Strækning	Skjern Å - Reguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1993-94

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92

Strækning	Skjern Å - Reguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1993-94

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92
Coleoptera - Biller				
<i>Elmis aenea</i>		+		+
<i>Limnius sp.</i>		+		+
<i>Oulimnius sp.</i>		+		+
Hydrophilidae				+
Dytiscidae				+
Ilybius				
Hydroporus				
<i>Platambus maculatus</i>				+
<i>Oreodytes depressus</i>				
Colymbetinae				
<i>Brachius elevatus</i>				
Helopharinae				
Hydrophilidae				
<i>Orectochilus villosus</i>				+
<i>Helodes sp.</i>				+

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92

Strækning	Skjern Å - Reguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1993-94

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92
Megaloptera - Doventfluer				
<i>Sialis sp.</i>	+			+

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92

Strækning	Skjern Å - Reguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1993-94

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92
Trichoptera - Vårfluer				
<i>Rhyacophila nubila</i>	+			+
<i>Hydroptila sparsa</i>				
<i>Hydroptila simulans</i>				
<i>Ithytrichia lamellaris</i>		+		
<i>Glossosoma boltoni</i>		+		
<i>Psychomyia pusilla</i>	+			
<i>Lype phaeopa</i>				

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning				Skjern Å - Reguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92	1976-77	1989	1987-91	1993-94
Ar for indsamling								
<i>Cynus flavidus</i>								+
<i>Cynus trimaculatus</i>					+			+
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>					+			+
<i>Polycentropus irroratus</i>				+	+			
<i>Holocentropus dubius</i>								
<i>Polycentropodidae</i>								
<i>Ceratopsyche silfvenii</i>								
<i>Hydropsyche pellucidula</i>								+
<i>Hydropsyche angustipennis</i>								
<i>Hydropsyche siltalai</i>								+
<i>Phryganea bipunctata</i>								+
<i>Brachycentrus maculatus</i>				+				+
<i>Brachycentrus subnubilus</i>								+
<i>Lepidostoma hirtum</i>								+
<i>Chaetopteryx villosa</i>								+
<i>Chaetopterygini</i>								
<i>Anabolia nervosa</i>								+
<i>Limnephilus extricatus</i>								
<i>Limnephilus fuscicornis</i>								+
<i>Limnephilus lunatus</i>								+
<i>Limnephilus rhombicus</i>								+
<i>Halesus tessellatus</i>								
<i>Halesus digitatus</i>								
<i>Halesus cf. radiatus</i>								+
<i>Micropterna sequax</i>								
<i>Potamophylax latipennis</i>								+
<i>Limnephilidae (2. instar)</i>								+
<i>Goera pilosa</i>								
<i>Sericostoma personatum</i>								+
<i>Notidobia ciliaris</i>								
<i>Beraeodes minutus</i>								
<i>Molanna angustata</i>								+
<i>Athripsodes albifrons</i>								+
<i>Athripsodes aterrimus</i>								+

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning				Skjern Å - Reguleret strækning			
	1976-77	1989	1987-91	1991-92	1976-77	1989	1987-91	1993-94
Ar for indsamling								
<i>Cynus flavidus</i>								
<i>Cynus trimaculatus</i>					+			
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>					+			
<i>Polycentropus irroratus</i>				+	+			
<i>Holocentropus dubius</i>								+
<i>Polycentropodidae</i>								
<i>Ceratopsyche silfvenii</i>								
<i>Hydropsyche pellucidula</i>								+
<i>Hydropsyche angustipennis</i>								
<i>Hydropsyche siltalai</i>								+
<i>Phryganea bipunctata</i>								+
<i>Brachycentrus maculatus</i>				+				+
<i>Brachycentrus subnubilus</i>								+
<i>Lepidostoma hirtum</i>								+
<i>Chaetopteryx villosa</i>								+
<i>Chaetopterygini</i>								
<i>Anabolia nervosa</i>								+
<i>Limnephilus extricatus</i>								
<i>Limnephilus fuscicornis</i>								+
<i>Limnephilus lunatus</i>								+
<i>Limnephilus rhombicus</i>								+
<i>Halesus tessellatus</i>								
<i>Halesus digitatus</i>								
<i>Halesus cf. radiatus</i>								+
<i>Micropterna sequax</i>								
<i>Potamophylax latipennis</i>								+
<i>Limnephilidae (2. instar)</i>								+
<i>Goera pilosa</i>								
<i>Sericostoma personatum</i>								+
<i>Notidobia ciliaris</i>								
<i>Beraeodes minutus</i>								
<i>Molanna angustata</i>								+
<i>Athripsodes albifrons</i>								+
<i>Athripsodes aterrimus</i>								+

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning					Skjern Å - Reguleret strækning			Omme Å - Reguleret strækning		
	1976-77	1989	1987-91	1991-92	1993-94	1976-77	1989	1987-91	1993-94	1989	1993-94
År for indsamling											
Athripsodes cinereus	+					+					+
Athripsodes (2. instar)											+
Ceraclea alboguttata											
Ceraclea fulva											
Ceraclea dissimilis	+	+				+					
Ylodes simulans	+			+		+					
Mystacides azureus	+					+					+
Gastropoda - Snegle											
Lymnaea pereger					+				+		+
Lymnaea truncatula					+				+		
Planorbidae					+				+		+
Planorbis planorbis					+				+		
Gyraulus albus											
Anisus vortex									+		
Physa fontinalis					+				+		+
Acroloxus lacustris					+				+		+
Ancylus fluviatilis				+							+
Lamellibranchia - Muslinger											
Pisidium sp.	+				+				+		+
Sphaerium sp.	+				+				+		+
Tipuloidea - Stankelben											
Limoniidae	+				+						
Hexatominæ					+				+		+
Dicranota	+										+
Tipulidae	+								+		+
Simuliidae - Kvægmyg	+	+			+				+		+
Athericidae - Snepefluer											
Atherix sp.	+			+					+		+

Strækning	Skjern Å - Ureguleret strækning				Skjern Å - Reguleret strækning			Omme Å - Reguleret strækning	
	1976-77	1989	1987-91	1991-92	1993-94	1976-77	1989	1987-91	1993-94
År for indsamlng									
Psychodidae - Sommerfuglemyg	+								
Pericoma sp.									+
Chironomidae - Dansemyg									
Chironomini		+							+
Tanytarsini						+			+
Orthocladinae						+			+
Tanypodinae									+
Prodiamesinae						+			
Diamesinae									

Bilag 7 Belastning med suspenderet stof, fosfor og jern i Hestholm og Engholm området

I dette bilag redegøres der detaljeret for, hvordan skønnene over bidraget af total-jern, total-fosfor og suspenderet materiale fra den centrale Skjern Å-dal sydvest for Skjern by (dvs. Hestholm og Engholm området) er fremkommet.

Oversigt over stationer i Søndre Parallelkanal-systemet

Ved estimering af bidraget fra Hestholm området og de omkringliggende arealer er der anvendt de i tabel B.7.1 angivne stationer.

Tabel B.7.1. Stationer i Søndre Parallelkanal-systemet. DMU = Danmarks Miljøundersøgelser. DDH = Det Danske Hedeselskab.

Vandløb	Lokalitet	Operatør	DMU-/HU-nr	Oplands-areal km ²	Tidserie	Variable
Ganer Å	Amager Bro	DMU	250101	80	93-95	SS, TP
Kirke Å	Kirkestien	DMU	250102	44	93-95	SS, TP
Tarm Bæk	Omfartsvejen	DMU	250098	45	93-95	SS, TP
Tarm Møllebæk	Kyvling Bro	DMU	250099	35	93-95	SS, TP
Søndre Parallelkanal	Engholm Bro	DDH	250747	261	93-95	bl.a. SS, TP
Søndre.Parallelkanal	Lønborg Bro ¹⁾	DDH, DMU	250100/250687	272	93-95/69-95	Fe, SO ₄ , SS, TP
SøndreParallelkanal	Udløb, fjorden	DDH	250687	290	69-95	Fe, SO ₄

¹⁾ Benævnes også Amholm Bro (af Hedeselskabet)

Bidrag af total-jern fra området vest for Lønborgvejen

De årlige transporter i perioden 1991-95 af total-jern i absolutte mængder fra stationerne Lønborg Bro og Udløbet i fjorden bruges til at beregne, hvor meget området imellem stationerne bidrager (tabel B.7.2). Transporterne er endvidere omregnet til arealspecifikke bidrag (tabel B.7.3). Skjern Å, Y-vejs Bbro er medtaget som sammenligningsgrundlag. Der er tale om særdeles høje arealkoefficienter af total jern selv om at tilførslen af jern til den nedre del af Skjern Å-systemet er faldet markant siden midten af 1970'erne (kapitel 5).

Det må forventes, at de nuværende jerntransporter ud af området vil reduceres som følge af vanddækning af arealerne, da dette medfører, at iltningen af jern-svovl-forbindelsen pyrit går i stå. Alternativt, må det med den nuværende dræningstilstand forventes, at jerntransporten ud af området falder i takt med at de tilstedeværende pyritforekomster iltes og forsvinder.

Tabel B.7.2. Transporter af total-jern i den vestligste del af Skjern Å-dalen. Området fra Lønborg Bro til Fjorden svarer til pumpeområde SV og N (figur 2.10).

Transport af total-jern	1991	1992	1993	1994	1995
Ton					
Opstrøms Lønborg Bro, (272 km ²)	196	294	215	325	306
Udløb,fjord, (290 km ²)	320	433	269	476	386
Forskel Lønborg Bro til udløb,fjord (18 km ²)	124	139	54	151	80
Skjern Å, Y-vejs Bro (2200 km ²)	1261	1671	1330	2132	2034

Tabel B.7.3. Bidrag af total-jern fra området vest for Lønborgvejen. Skjern Å-Yvejs Bro er medtaget som sammenligningsgrundlag. Området fra Lønborg Bro til Fjorden svarer til pumpeområde SV og N (figur 2.10).

Arealbidrag af Fe-total	1991	1992	1993	1994	1995
kg ha ⁻¹					
Opstrøms Lønborg Bro (272 km ²)	7.2	10.8	7.9	11.9	11.3
Udløb,fjord (290 km ²)	11.0	14.9	9.3	16.4	13.3
Lønborg Bro til udløb,fjord (18 km ²)	68.9	77.2	39.0	83.9	44.4
Skjern Å, Y-vej, 2200 km ²	5.7	7.6	6.0	9.7	9.2

Bidrag af suspenderet stof (SS) og total-fosfor (TP) fra Hestholm-området (pumpelag M og SØ). Skøn I.

Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk føres ind i Søndre Parallelkanal umiddelbart opstrøms Engholm Bro og har tilsammen et opland på 204 km². Søndre Parallelkanal (der faktisk hedder Sønder Å på dette sted) har her et opland på ca. 56 km², beregnet som forskellen mellem oplandet til Engholm Bro på 261 km² og de fire indkommende vandløbs samlede opland. Dette areal virket umiddelbart for stort, hvis der sammenlignes med kort. Det relativt store opland kan blandt andet tilskrives, at der pumpes vand fra ret store arealer i Skjern Å-dalen som ledes ind i Søndre Parallelkanal fra pumpestationer (tabel 2.4). Hvis det antages, at der i Sønder Å er de samme arealkoefficient af fosfor og suspenderet stof, som der er i gennemsnit i Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk, kan den samlede tilførsel til Hestholm-området ved Engholm Bro beregnes ud fra arealproportionering (hvis der ses bort fra en eventuel stoftilbageholdelse på strækningen i Søndre Parallelkanal). Ved at sammenligne med den faktisk målte transport ved Lønborg Bro (272 km²) opnås et skøn over bidraget af suspenderet stof (tabel B.7.4) og total fosfor (tabel B.7.5) fra Hestholm-området mellem Engholm Bro og Lønborg Bro, der svarer til pumpeområde M og SØ. Til sammenligning er der i tabellerne angivet arealbidraget af suspenderet stof og total fosfor for Skjern Å, Gjaldbæk (oplandsareal 1558 km²).

Tabel B.7.4. Tilførsel af suspenderet stof til Hestholm-området. Skjern Å, Gjaldbæk er medtaget som sammenligningsgrundlag. De 4 vandløb er Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk.

Transport af SS	1994	1994	1995	1995
	ton	kg ha ⁻¹	ton	kg ha ⁻¹
Sum, 4 vandløb (204 km ²)	745	37	709	35
Opskaleret (261 km ²)	953	37	907	35
Målt, Lønborg Bro (272 km ²)	2488	92	1940	71
Hestholm (M+SØ)= 11 km ²	1535	1395	1033	939
Skjern Å, Gjaldbæk (1558 km ²)	12100	78	13200	85

Tabel B.7.6. Tilførsel af total fosfor til Hestholm-området. Skjern Å, Gjaldbæk medtaget som sammenligningsgrundlag. De 4 vandløb er Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk.

Transport af total fosfor	1994	1994	1995	1995
	ton	kg ha ⁻¹	ton	kg ha ⁻¹
Sum, 4 vandløb (204 km ²)	8,9	0,44	7,9	0,39
Opskaleret (261 km ²)	11,4	0,44	10,1	0,39
Målt, Lønborg Bro (272 km ²)	22,7	0,83	20,2	0,74
Hestholm (M+SØ)= 11 km ²	11,3	10,3	10,1	9,2
Skjern Å, Gjaldbæk (1558 km ²)	70	0,45	79	0,51

Bidrag af suspenderet stof (SS) og total fosfor (TP) fra Hestholm-området (pumpelag M og SØ). Skøn II.

I kalenderåret 1994 har Hedeselskabet målt i Søndre Parallelkanal ved Engholm Bro (*Skov- og Naturstyrelsen og Ringkjøbing Amtskommune, 1995*) og DMU ved Lønborg Bro (*Svendesen et al., 1997*). Ved sammenligning af disse målinger kan der foretages et skøn over bidraget fra Hestholm-området imellem de to stationer (tabel B.7.6).

Tabel B.7.6. Estimeret tilførsel af suspenderet stof (SS) og total fosfor (TP) i Hestholm-området med skøn II. Ganer Å og Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk er medtaget som sammenligningsgrundlag. De 4 vandløb er Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk.

	SS, tons	SS, kg ha ⁻¹	TP ton	TP, kg ha ⁻¹
	1994	1994	1994	1994
Sum, 4 vandløb (204 km ²)	745	36,5	8,9	0,44
Engholm Bro (261 km ²)	1866	71,5	21,2	0,81
Lønborg Bro (272 km ²)	2488	91,5	22,7	0,83
Hestholm(=M+SØ) (11 km ²)	622	566	1,5	1,36
Skjern Å, Gjaldbæk (1558 km ²)	12100	77,5	70	0,45

Bidrag af suspenderet stof og total-fosfor fra Hestholm-området (pumpelag M og SØ). Skøn III.

Der er en stor forskel på skøn I og skøn II på de estimerede arealkoefficienter specielt for total fosfor. De beregnede transporter ved både DMU's og Hedeselskabets målestationer er beregnet på grundlag af punktprøver. Koncentrationer for de dage, hvor der ikke er taget prøver er estimeret ved lineær interpolation mellem koncentrationer på de målte dage, og transporten er beregnet ved at gange disse døgnkoncentrationer med døgnvandføringer fremkommet af regressionsammenhænge med vandføringstidsserien ved Skjern Å, Ahlergårde (jvf. kapitel 4 og 5). Som påvist i bl.a. *Svendsen et al. (1997)* er der en risiko for at fejlvurdere transporten ved denne metode, ligesom der både kan være tale om over- og underestimering af transporten. Når der som her efterfølgende dannes en differens mellem transporter beregnet ud fra målinger, der ikke er udført synkront (dvs. samtidigt) (Hedeselskabet ved Engholm Bro og DMU ved Lønborg Bro) er sandsynligheden for fejl på differencen naturligvis ekstra stor. Ydermere er Søndre Parallelkanal ofte stuvet på grund af sin eksponering for vestenvinden. Dette giver problemer for især vandføringsmålingen og regressionsammenhænge udviklet på baggrund heraf til andre vandløb. Endvidere sker der en ophvirvling af partikulært materiale aflejret på bunden af Søndre Parallelkanal, således at transporten i Søndre Parallelkanal ved Lønborg Bro kan være fejlbehæftet. Imidlertid antyder arealkoefficienterne ved Engholm Bro sammenlignet med arealkoefficienterne for Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk (tabel B.7.6), at der også i det nære opland til Engholm Bro er områder med meget høje leveringer af suspenderet stof og total fosfor.

Ved at sammenligne transporterne ved Lønborg Bro (272 km²) med den samlede transport fra de fire tilløbende vandløb - Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk (204 km²) - kan man få et skøn over det samlede bidrag fra dels Hestholm-området, dels det nære opland til Engholm Bro (i alt 68 km²). Dette areal omfatter dog også den øvre del af Sønder Å, som må formodes ikke at have så høje arealkoefficienter som længere nedstrøms.

Selv med denne konservative beregningsmetode er det høje arealkoefficienter af suspenderet stof (tabel B.7.7) og total-fosfor (tabel B.7.8), der kan beregnes for de centrale dele af Skjern Å-dalen (se afsnit 7.4).

Tabel B.7.7. Beregnede transporter af suspenderet stof (SS) i Hestholm/Engholm-området. Skjern Å, Gjaldbæk er medtaget som sammenligningsgrundlag. De 4 vandløb er Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk.

Transport af SS	1994	1994	1995	1995
	ton	kg SS ha ⁻¹	ton	kg SS ha ⁻¹
Sum, 4 vandløb (204 km ²)	745	36,5	709	34,8
Målt, Lønborg Bro (272 km ²)	2488	91,5	1940	71,3
Hestholm + Engholm (68 km ²)	1743	256	1231	181
Skjern Å, Gjaldbæk (1558 km ²)	12100	77,5	13200	84,9

Table B.7.8 Beregnede transporter af total fosfor (TP) i Hestholm/Engholm-området. Skjern Å, Gjaldbæk er medtaget som sammenligningsgrundlag. De 4 vandløb er Ganer Å, Kirke Å, Tarm Bæk og Tarm Møllebæk.

Transport af TP	1994	1994	1995	1995
	ton	kg P ha ⁻¹	ton	kg P ha ⁻¹
Sum, 4 vandløb (204 km ²)	8,9	0,44	7,9	0,39
Målt, Lønborg Bro (272 km ²)	22,7	0,83	20,2	0,74
Hestholm + Engholm (68 km ²)	13,8	2,0	12,3	1,8
Skjern Å, Gjaldbæk (1558 km ²)	70	0,45	79	0,51

Sammenfatning

For total-jern er det kun muligt selvstændigt at vurdere bidraget fra området vest for Lønborg Bro. Arealbidraget fra dette område er højt, 4-9 gange højere end bidraget fra Sønder Parallelkanal-systemet opstrøms Lønborg Bro. Bidraget fra dette sidstnævnte område ligger på niveau med hele Skjern Å's opland på trods af at Hestholm-området ligesom området vest for Lønborg Bro er klassificeret som høj-okkerpotentielt areal (*Hedeselskabet 1987*).

Vi vurderer, at det "sande", aktuelle arealbidrag af suspenderet stof og total fosfor skal findes i intervallet mellem:

skøn I: 1395 kg SS ha⁻¹ (1994) og 939 kg SS ha⁻¹ (1995)

skøn III: 256 kg SS ha⁻¹ (1994) og 181 kg SS ha⁻¹ (1995)

skøn I: 10,3 kg TP ha⁻¹ (1994) og 9,2 kg TP ha⁻¹ (1995)

skøn III: 2,0 kg TP ha⁻¹ (1994) og 1,8 kg TP ha⁻¹ (1995)

Skøn III beregner sandsynligvis et for lavt arealbidrag, idet som nævnt næppe hele arealet på de 68 km² bidrager så meget som det centrale Hestholm/Engholm-område, medens skøn I antages at give for højt et arealbidrag. Det skyldes den tidligere omtalte måleusikkerhed på transportberegningerne ved Sønder Parallelkanal, Lønborg Bro.

