

Natur og miljø i
GUDENÅSYSTEMET
25 års indsats og effekt



GUDENÅKOMITEEN - RAPPORT NR. 20
DECEMBER 1998

Udgiver: Gudenåkomitéen
Sekretariat
Lyseng Allé 1
8270 Højbjerg
tlf. 89 44 66 66

Udgivelsesår: 1998

Titel: Natur og Miljø i Gudenåsystemet
25 års indsats og effekt

Redaktion: Jens Møller Andersen

Layout: Jette Brøndum

Emneord: Gudenå, vandforurening, spildevandsrensning, vandkvalitetsplanlægning, eutrofiering, vandløb, sø, Randers Fjord, Gudenåkomité

Kort: Grundmateriale
KMS Copyright

ISBN: 87-7906-037-4

Oplag: 1500

Sidetæl: 60

Tryk: Århus Amts Trykkeri,
trykt på miljøpapir

Omslag: Foto: Lars Nygård

Henvendelse vedr. rapporten:
Jens Møller Andersen tlf. 89446752

Natur og miljø i
GUDENÅSYSTEMET
25 års indsats og effekt

GUDENÅKOMITEEN - RAPPORT NR. 20
DECEMBER 1998

Gudenåkomiteen

Gudenåkomiteen består af

- 1 amtstådspolitiker fra hvert af de tre Gudenåamter
- 1 kommunalpolitiker udpeget af kommuneforeningen i hver af de 3 amter
- **1 tekniker fra hver af de (tre amter)**

I valgperioden 1998-2001 er Gudenåkomiteens medlemmer:

Bo Fibiger,	Århus Amtsråd (formand)
Søren Gytz Olesen,	Viborg Amtsråd
Vilhelm Åmand Hansen	Vejle Amtsråd

Kai Christensen,	Langå Kommune
Per Søndergaard,	Hvorslev Kommune
Steen Frydensbjerg	Tørring-Uldum Kommune

Jytte Heslop,	Natur og Miljø, Århus Amt
Ole Olesen,	Miljø og Teknik, Viborg Amt
Keld Rasmussen,	Teknik og Miljø, vejle Amt

Sekretær for komiteen er Jens Møller Andersen, Natur og Miljø, Århus Amt, Lyseng Allé 1, 8270 Højbjerg.

Gudenåkomiteens opgave er at rådgive amterne og kommunerne vedrørende indsats til beskyttelse af natur og miljø i Gudenåens vandsystem.

INDHOLD

1 . Sammenfatning	4
2. Gudenåsystemet - natur og anvendelse	8
3. Rekreativ og erhvervsmæssig udnyttelse	14
4. Forureningsproblemer i Gudenåsystemet	17
5. Gudenåen som spildevandsmodtager	20
6. Forureningskilder og stoftransport	26
7. Vandløbene	29
8. Søerne i Gudenåsystemet	42
9. Randers Fjord	50

I . SAMMENFATNING

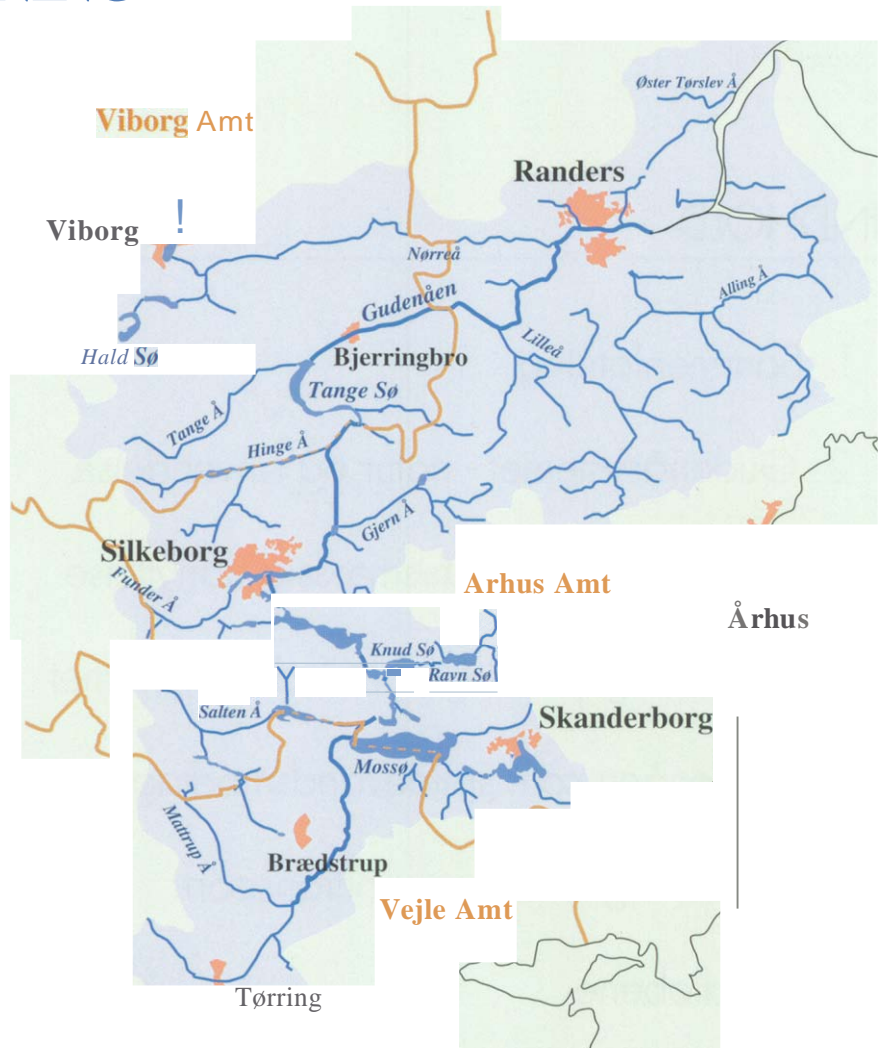
Natur

Gudenåsystemet er det mest varierede danske vandsystem. Der spænder fra en rigdom af kilder til en rigtig flodmunding. Fra dybe, idarvandede søer med ilfrir bundvand hele sommeren og næringsfattige skov- og hedesøer til de almindelige danske, lavvandede søer med stor algevæksr og grumser vand. Fra afvandingskanaler og grøfrer over typiske østdanske vandløb med lille vandføring om sommeren til grundvandsfødre år med en høj og konstant vandføring året igennem.

Forurening

Mennesker har påvirket Gudenåsystemet i århundreder, først ved at lave mølleopstemninger, der forhindrede fiskepassage. Dernæst ved regulering af vandløbene af hensyn til pramfart og dyrkning. Nærings-salttilførslen og dermed algevæksten i søerne er øget i takt med dyrkningen af jorden i oplandet. Men en stærk forurening af nogle af vandløbene, søerne og Randers Fjord ske- re fører som følge af spildevandsudledningen fra husholdninger og virksomheder. Udledningen er øget stærkt i de seneste 100 år, dog med en stadig forbedring af spildevandsrensningen i de seneste ånier.

De vigtigste forureningsproblemer i Gudenåen har, som andre steder i Danmark, enkle årsager: Enten ved at mennesker har lavet fysiske ændringer i vandområderne, eller ved at mennesker har tilført for meget næring til vandområderne, enten i form af organisk stof (mad for dyr og bakterier) eller næringsstoffer ("mad" for algevækst).



Figur 1.1. Gudenåens vandsystem med opland og C111sgrænser

Fysiske påvirkninger af naturforholdene

Opstemninger af vandløb
Reguleringer af vandløb
Oprensning og grødeskæring i vandløb
Udrørting af vandområder til opdyrkning
Inddigninger og sejrende i Randers Fjord
Udskylning af jord til vandløb

Næringsberigelse af vandområderne

Tilførsel af organisk stof med spildevand
Tilførsel af fosfor med spildevand og fra landbrug
Tilførsel af kvælstof fra landbrug og spildevand

Figur 1.2. De vigtigste årsager til menneskeskabte ændringer i Gudenåens vandsystem.

Forureningen toppede i 1970'erne

Forureningen af nogle af vandområderne i Gudenåsystemet blev tydelig i løbet af 1960'erne, og rensningen af spildevandet tog for alvor fart efter Gudenåundersøgelsen i 1973-75. Der er ikke foretaget mange forureningsundersøgelser af forureningsforhold før da, så konklusioner om tidligere tider miljøtilstand må drages på et spinkelt grundlag.

I løbet af 1970'erne og 1980'erne etableredes rensning af spildevandet fra byerne for organisk stof og fosfor, landmændene stoppede udledningerne af modningsvand m.v. og dambrugene indførte en miljømæssig bedre produktionsform med mindre forurening til følge.

Resultaterne af denne indsats er, at vi ikke mere finder stærkt forurenede vandløb som i 1970'erne, og at renvandsdyrene herunder orred, er blevet meget talrigere i vandløbene.

I søerne og Randers Fjord styres forureningspåvirkningen først og fremmest af tilførslerne af næringsstoffer.

Lagkagefiguren viser, hvorledes transporten af fosfor gennem Gudenåen er mere end halveret som følge af spildevandsrensning.

Kvælstoftransporten synes også at være mindsket noget, men 1996 og 1997 var tørre år og udviklingstendensen derfor vanskelig at vurdere.

Fosfotindholdet i vandet i Gudenå er mindsket i perioden 1974 til 1997, fra ca. 0,2 til ca. 0,1 mg/l, mens kvælstofindholdet synes mindsket fra ca. 3,5 til ca. 3 mg/l.



Figur 1.3. Den nedre del af Gudenåen med Randers by i baggrunden. Foto: E. W. Olsson.

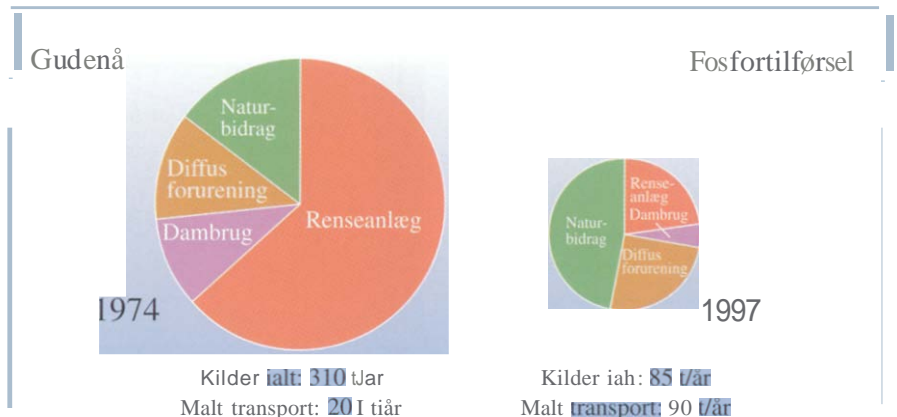


Fig. 1.4. Spildevandens indflydelse på fosfortilførslen i Gudenåsystemet fra ca. 300 t/år til mindre end 100 t/år og transporten gennem Gudenåen er halveret.

Forbedringer i søer og i Randers Fjord forsinker

I vandløbene bedres forureningstilstanden hurtigt, ofte i løbet af et års tid, når udledningen af organisk stof til vandløbet mindskes.

Det kommer også til forbedringer i søerne, når fosfortilførslen mindskes, men forbedringerne er oftest årtier om at slå igennem, fordi en del af tidligere tiders fosfortilførsel har samlet sig i søernes mudderbund.

Forbedringerne slår derfor først fuldt ud igennem, når hele overskudsmæng-

den af fosfor i mudderbunden er gået i opløsning og har forladt søen gennem afløbet eller er blevet fastkern bundet i muddret.

Forbedringer forsinker også af fiskebestanden i en sådan sø kun ændrer sig langsomt. En stor bestand af skidtfisk (skalle og brasen) er også medvirkende til at fastholde en tilstand med mange alger i vandet.

Forbedringer i Randers Fjord som følge af fosfortilførsel vil også blive forsinker, fordi al den ophobede fosfor fra søerne jo skal ud gennem Randers Fjord.

Vandløbsrestaurering og fiskepassage

I de seneste år er der skabt passagemulighed for fisk og smådyr ved et stort antal spærringer (opsæmninger) i vandløbene. Enren er der foretaget en udjævning af faldet i et såkaldt stryg, dvs. en kort vandløbsstrækning med hurtigtstrømmende vand, eller der er bygget en eller anden form for fisketrappe.

De seks vigtigste opstemninger, hvor der stadig ikke er tilfredsstillende fiskepassage, er:

- Hadsten Lilleå ved Løjstrup Dambrug
- Gudenå ved Tangeværket
- Hinge Å ved Allinggård Kraftværk
- Gudenå ved Silkeborg Papi fabri k.
- Gudenå ved Ry Mølle
- Gudenå ved Vilholtr Mølle

Hvad mangler der så at blive gjort?

Vi skal ikke forvente en helt uforurennet naturtilstand i vandområderne. Det vil alligevel ikke kunne nås i vandområder, hvor der bor mange mennesker i oplandet, og hvor jorden i oplandet dyrkes.

Forureningstilstanden vil dog blive langt bedre end i dag, alene i kraft af den indsats, der allerede er gennemført. Der vil også komme yderligere forbedringer gennem andre tiltag, som er besluttede eller under overvejelse.

De vigtigste af disse er:

- Fiskepassage ved de resterende spærringer vil åbne for naturlig indvandring
- Optimering af fosforfjernelse på de store renseanlæg vil mindske algeveksten i søer og Randers Fjord
- Rensning af spildevand fra spredt bebyggelse vil bedre vandkvaliteten i søer og små vandløb



Figur 1.5. Tidligere spærrede mølleopslemninger i Jorfiskepassage. Dejlesre er omdannet til slyg, som her ved den tidligere Hadsten Mølle. FO: Jens Møller Andersen



Figur 1.6. Spildeaffaldsrester i byerne er generelt særdeles god, men muller søer forurenes forlSO! afførsel/førsel fra dyrkede arealer og spildevand fra spredt bebyggelse. Blågrøn alger i Knudsø 1985. F%: Jens Møller Andersen

- Vandløbsrestaurering bl. a. i Gudenåens hovedløb vil give gydemuligheder for laksefisk og levesteder for renvandsdyr
- Opfyldelse af vandmiljøplanernes mål om at mindske udvaskningen af nitrat fra landbrugsarealer vil mindske algeveksten i Randers Fjord og i nogle søer
- Vådmarker i ådale og langs Ran-

dees Fjord vil kunne omsætte nitrat og tilbageholde fosfor og dermed mindske tilførslen til Randers Fjord

- Mindsket udvaskning af jord og fosfor fra dyrkede arealer vil mindske sandallejninger i vandløb og fosfortilførsel til nogle søer.

Forventet fremtidig tilstand

Med den Store forskelligartethed i Gudenåsystemets vandområder kan den fremtidige tilstand ikke beskrives i få linier. I det følgende er der forsøgt at lave en meget generaliseret karakterisering af den forventede udvikling i natur- og miljøkvaliteter gennem de næste årtier.

Vandløb

Bortset fra grøfter og vandløb næsten uden fald vil forureningsgraden være grad II (svagt forurenet) eller bedre i stort set alle vandløb og andelen af vandløb med forureningsgrad I-II vil øges. I Gudenåens hovedløb vil påvirkningen fra algeproduktionen i søerne mindskes. Andelen af rentvandsdyr og opvækstmulighederne for laksefisk vil yderligere blive styrket gennem vandløbsrensninger på udvalgte strækninger.

Søer

Forbedringerne i vandkvaliteten vil være forskellig fra sø til sø afhængig af, hvad der sker for at mindske fosforindførelsen fra oplandet.

I alle søerne langs Gudenåens hovedløb vil vandkvaliteten dog være omtrent ens. Her vil algeomængden mindskes i takt med, at fosforindholdet i vandet bliver mindre. Vandet bliver mere klart, og der kommer flere undervandsplanter i søerne. Det forventes, at sigedybden om sommeren i vandet i søerne langs hovedløbet typisk øges fra 1-1,5 meter i dag til 2-3 meter i løbet af nogle årtier.

Randers Fjord

Forbedringerne i Randers Fjord vil ske i samme rakt som forbedringerne i søerne. Algeomængden kan dog blive reduceret hurtigere i den ydre del af



Figur J.7. Nogle strækninger af Gudenåen havde tidligere et stærkt jald og imidlertid tilstrømmende vand. Ved vandløbsrensninger kan der opnås et bedre vandmiljø.

Foto: J. M. Andersen



Figur 1.8. Flere planter i søerne er med til at skabe mere klarvandede søer.

Foto: Jørgen Møller Andersen

fjorden, hvis der sker en reduktion i nitroforurening enten gennem mindre udvaskning fra marker eller ved øget omsætning af nitrogen i Gudenåsystemet undervejs til fjorden.

Undervandsplanterne i den ydre del af Randers Fjord (især ålegræs) og i Grund Fjord vil brede sig, og vandet i fjorden bliver mere klart, dog stadig med det mest grumsede vand i inder-

fjorden, hvor sommersigtedybden forventes at blive ca. 2 meter mod ca. 5 meter i den ydre del af fjorden. Disse ændringer vil gøre den ydre del af Randers Fjord og Grund Fjord til et bedre levested for fugle og fisk.

2. GUDENÅSYSTEMET - NATUR OG ANVENDELSE

Gudenåen og Randers Fjord er noget særligt

Gudenåen er noget særligt, fordi det er Danmarks længste vandløb.

Gudenåen er også noget særligt, fordi den **afvander** nogle af Danmarks smukkeste og mest **afvekslende** landskaber: fra hedearaler omkring Vrads og Hald Sø, skovklædte bakketoppe som Sukkertoppen og Troldhøj til den Aade, fugtige Aoddal omkring Randers. Størstedelen af **afvandsområdet** er dog landbrugsland fra den fedele omkring Hadsten til Thems magre sand.



Figur 2.1 Nørreådalen er et markant landskabselement, der strækker sig fra Rallders til Viborg. Billedet er taget fra bakkekolden "Ø" midt i dalell.

Foto: Jens Møller Andersen

Hoveddata for Gudenåsystemet

Længde af hovedløb	146 km
Samlet vandløbslængde	2.000 km
Antal søer	70
Antal vandhuller	7.800
Soareal	67 km ²
Oplandsareal	3200 km ²

Gudenå systemet er ganske særligt, fordi det er Danmarks sørigeste. Ikke blot med det største antal søer, men også med alle landets søtyper repræsenteret. Den dybe, klarvandede Hald Sø, de ekstremt næringsfattige og kalkfattige Tingdalsøer, humusrige skovsøer med surt vand som Hund Sø og så de Aeste: ret lavvandede søer med hurtig vandudskifning med en stor algeproduktion og derfor med uklart vand som søerne langs Gudenåens hovedløb.

Vandløbene giver også Gudenåsystemet en særlig mangfoldighed. Fra Funder Å med den konstante og store

mængde af kildevand over lerområdenes sommerudtørrende bække til søafløbenes **algefylde** vand.

Randers Fjord gør også Gudenåsystemet til noget særligt. Her har vi en rigtig Aodmunding, hvor Gudenåens ferskvand blandes med det mere salte vand, der strømmer ind i fjorden fra Kattegat. Dette favoriserer de dyr og planter, som kan tåle de hurtige forandringer i vandets saltholdighed, og sammenhæng mellem **fjord** og det

omgivende Aade land giver fjorden ideelle, naturlige muligheder som vandfugleområde.

Disse kvaliteter gør Gudenåsystemet tiltrækkende for turister og for lokale. landskabet og naturen danner attraktive rammer, men uden vandsystemer til at sammenkæde landskabet ville området mangle den sammenhæng, som netop gør Gudenåoplandet oplevelsesrigt.

Et guddommeligt vandsystem

Ordet Gudenå betyder formodentlig "Den til guderne indviede å". Også betegnelsen på Randers Fjord ryder på forbindelser til guderne:

De første **Beskrivelser af Randers Fjord findes i Harald Haarderaades Saga, liJor Snorre Sturlason fortæller; at denne Konge under sin Fejde i Jylland "lagde" inn i Gødnarfjorðr med sine Skibe, da han havde raadet for Norge en Vinter 011 Vaaren kom (af tsaaj 1048). Betegnelsen på fjorden har skiftet fra det oldnordiske Gødnarfjorðr over det middelalderlige Guthumfjord eller Guthænfjord og først fra ca. 1500 anvendes Betegnelsen Randers Fjord**

I.A.C. Johansen (1918): Randers Fjords **Naturhistorie**

Gudenålandskabet er dannet af isen

Gudenåens opland afgrænses mod vest af Den Jyske Højderyg, der falder sammen med den srørsre udbredelse af den senesre isrids gletschere. Smelte-**vandet herfra strømmede mod vest**, hvor nu Skjern Å og Stotå løbet.

Da isen begyndte at smelte tilbage i **slutningen af istiden, blev mere og mere** af Gudenålandskabet efterhånden blotlagt. Det afstrømmende smeltvand satte sig spott i landskabet, som vi stadig kan se. Gudenåen ttængte sig nemlig vej gennem landskabet ad andre veje end i dag, fordi isen forhindrede vandet i at løbe øsrpå.

I fig 2.2 - 2.5 er visr forskellige stadier i isens afsmeltning og Gudenåens forløb. Man kan stadig i landskabet se Gudenåens tidlige forløb, først gennem Falbotgdalen mod Viborg til Limfjorden og senere gennem Skals Å dalen til Hjarbæk Fjord.



Figur 2.2. Under indlandsisens maksimale udbredelse i den seneste istid var hele Gudenåoplandet dækket af is.

Figur 2.3. Efter at isen var begyndt at smelte løb smeltvandet en overgang gennem Falbotgdalen ved Viborg til Limfjorden.



Figur 2.4. Senere løb smeltvandet gennem nuværende Skals Å dal til Limfjorden.

Figur 2.5. Først senere var isen smeltet så meget, at smeltvandet kunne løbe igennem Randers Fjord.



Landskab og jordbund

Gudenåoplandet er et bakket landskab gennemskåret af ådale. Mest kuperet er Det Midtjyske Sohojland omkring Himmelbjergsoerne, mens landskabet er Aadt i Alling Ås opland ud mod Djursland.

Jordbunden er meget varierende med de mest sandede jorder i den sydvestlige del og lerjordet i den nordlige del. Ved Sønder Vissing udvindes kvartssand til industriformål og ved Hadsten omdannes den fede ler til lerklinter til byggeri.

Nedbør og vandafstrømning

Nedbøren er ulige fordelt. Der falder ca. 750 mm pr. år sydvest for Silkeborg, men kun ca. 600 mm om året i Alling Ås opland. I de sandede områder i Midtjylland siver nedbøren også lettere i jorden. Vandløbene i den sydvestlige del af **Gudenåsystemet** har derfor en højere og mere stabil vandføring end tilløbene til den nedre del af **Gudenåen** omkring Randers.



Figur 2.6. *Bronzealderliv*

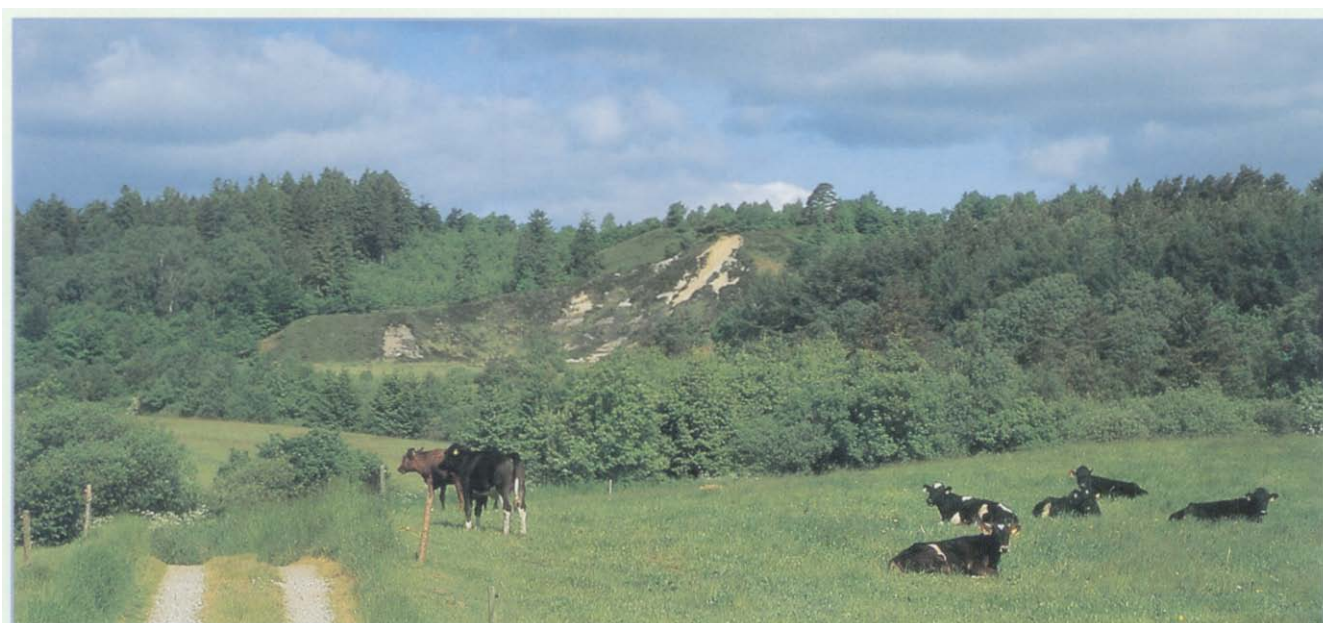
Fra urskov til nutid

Gudenåkulturen

Der bosatte sig tidligt mennesker langs **Gudenåen**, der kunne bruges både som **samfærdselsåre** og **fiskeplads**. En hel arkæologisk periode fra stenalderen er blevet kaldt **Gudenåkulturen** efter de righoldige bopladsfund langs **Gudenåen**.

Opdyrkning af jorden

Den første menneskeskabte **påvirkning** af vandkvaliteten i **Gudenåsystemet** var **svag, men indtraf allerede** da man i bronzealderen for ca. 3.000 år siden begyndte at opdyrke jorden. Jordbehandling medfører nemlig en øget udvaskning af næringssalte fra jorden til vandløb og søer. Dette har øget plantevæksten i søerne allerede dengang. **næringssaltudvaskningen**



Figur 2.7. *Der er mange naturperler i Gudenåoplandet. Ved Salrell Profjell kan aflejringerne fra tertiærtiden ses i det smukke lalldskab.*

Foto: Jens Møller Andersen

og dermed forureningspåvirkningen var dog langt lavere end fra nutidens mere produktive landbrug.

Gudenå som energikilde

Naturens kræfter var enerådende for Gudenåens udseende og forløb frem til middelalderen. Fra omkring 1200-tallet begyndte især munkene at lave oprensninger for at kunne udnytte vandkraften til mølledrift.

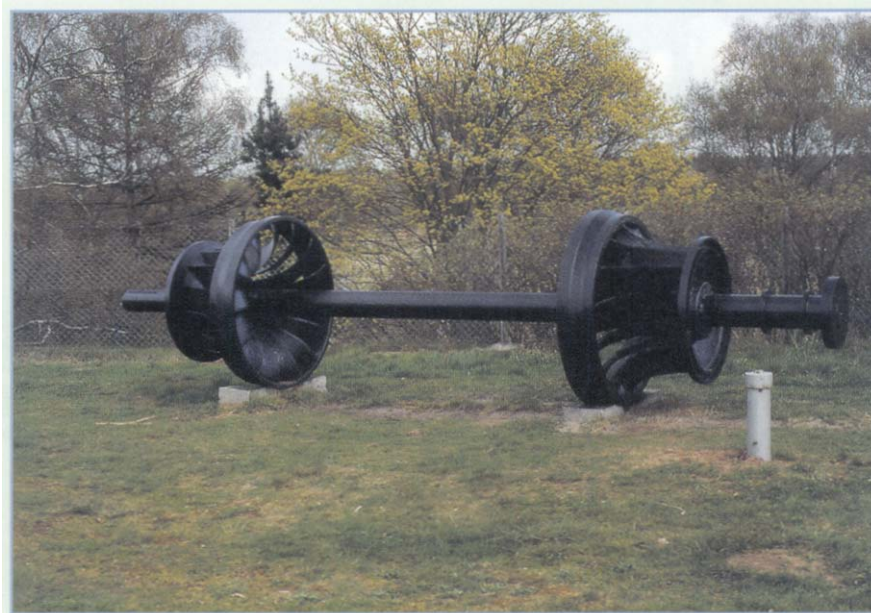
Kloster Mølle

Den mest markante møllekonstruktion fra middelalderen er Kloster Mølle ved vestranden af Mosso. Cistercienser munkene gravede en kanal, der stadig hedder Klosterkanalen, på siden af Gudenådalen og ledte derigennem Gudenåens vand til Klostermølle. Forskel i een vandniveau på ca. 2m, kunne så bruges til at drive møllen.

Hvis der var mere vand end Klosterkanalen kunne tage, blev det ved Riværket ledt ned i det gamle åløb.

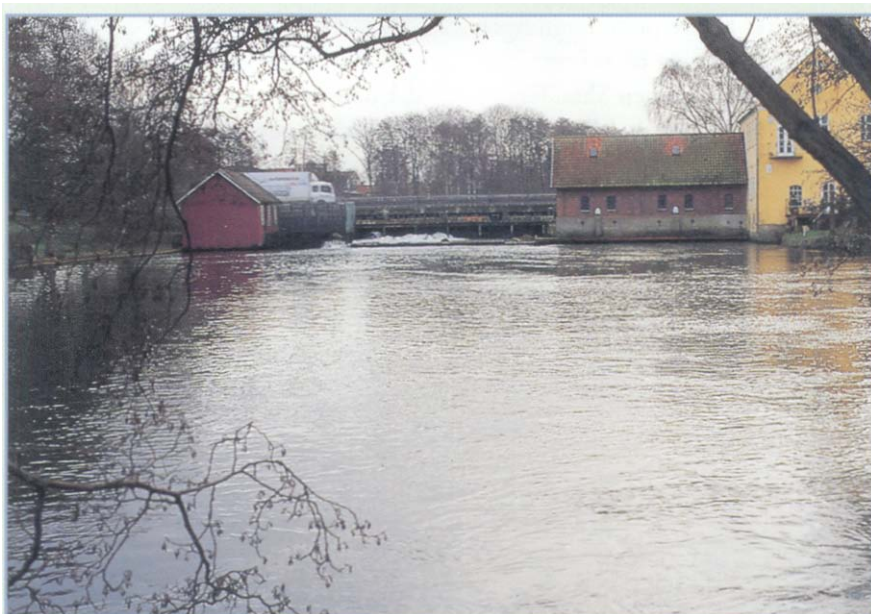
Som andre oprensninger spærrede

Kloster Mølle effektivt for vandrefisk. I dag er der igen skabt passagemulighed for fisk og smådyr med et stryg ved Riværket og en fisketrappe ved selve Kloster Mølle.



Figur 2.8. Turbilleskive ved Tangværket.

Foto: Jens Møller Andersen.



Figur 2.9. Vandkraftudviklingen ved Ry Mølle er ændret fra middelalderens vandmølle til nutidens elproduktion.

Foto: Aage Kristensen

El produktionen

Vestbirk Vandkraftværk	2.20 mio. kWh
Vilhoj Mølle	0.55 mio. kWh
Ry Mølle	0.40 mio. kWh
Silkeborg Papirfabrik	0.80 mio. kWh
Allingådal Kraftværk	0.25 mio. kWh
Tangværket	11.00 mio. kWh

Omtrentlig årlig el produktion på de enkelte vandkraftværker i Gudenåsystemet.

Fra møller til el produktion Munkenes anlæg af møller til udnyttelse af vandlobenes energi blev efter reformationen overtaget af andre driftige folk. I løbet af 1700 og 1800-tallet var der lavet mølleopstemninger næsten overalt, hvor det var overkommeligt med datidens teknologi. De to største opstemninger i Gudenåens hovedløb er dog først lavet omkring 1920 til produktion af

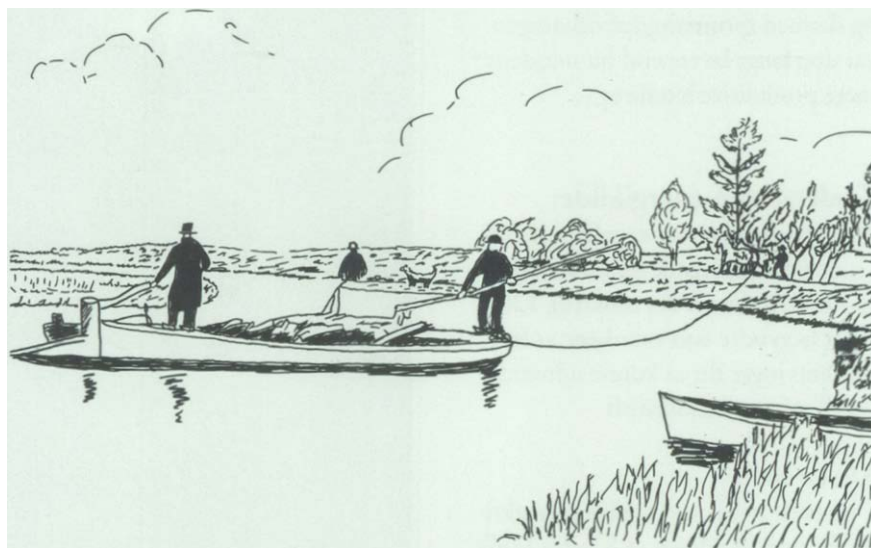
elektrisk strøm med vandrørbiner og el generatorer. Disse Danmarks to største vandkraftværker ligger ved Vestbirk og ved Tange.

El produktionen ved vandkraft i Gudenåsystemet er på ca. 15 mio. kWh (15 GWh) pr. år eller ca. 0,1 % af det samlede danske elforbrug på 117.000 GWh.

Gudenå som transportvej

Før veje blev almindelige i Det Midtjyske Søhøjland var Gudenåen den vigtigste transportvej. Kalksten til bygning af Øm Kloster kom fra Norddjurslands klinger og blev fraget op ad Gudenåen. Men fragten var besværlig. Udenfor søerne var Gudenåen de fleste steder meger **hurrig snømmende, lavvandet og fyldt med sten.** Der var en flok narurvandløb og en fremragende opvækstområde for laksefisk, men besværlig for pramkarlene.

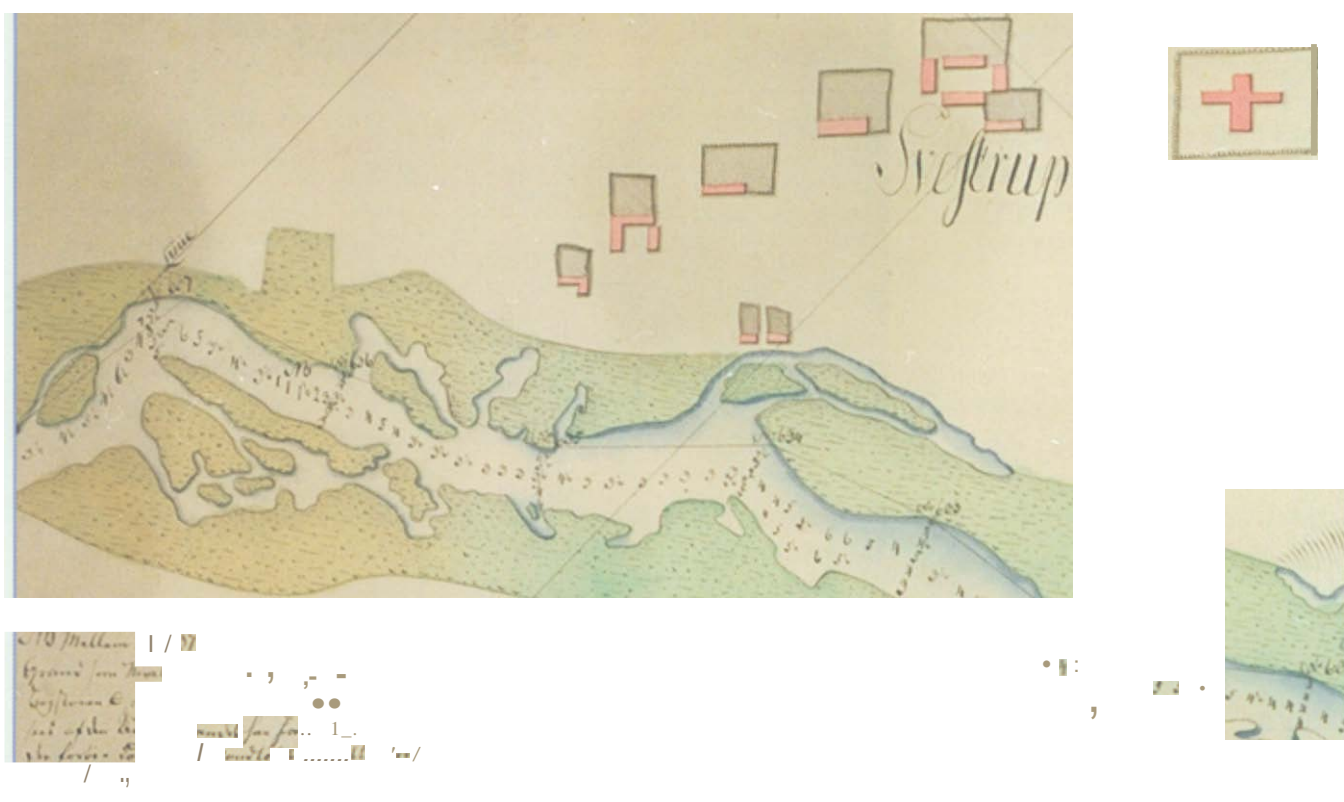
Derfor blev Gudenåen uddybet ved opgravning af bunden og fjernelse af sten i løbet af 1700 og 1800-tallet. Herefter havde pramdragnet sin storhedstid frem til anlæggelsen af jernbanestrækningen Skanderborg-Silkeborg i 1871. Med opførelsen af Tangeværket i 1918-21 var



Figur 2.10. Gudenåen har haft stor transportmæssig betydning. Hestevaller trækker prammen mod strømmen. Omtegnet efter Hans Schmidt Galschiøtt

der definitivt sluttede med pramdrift på Gudenåen, men Gudenåen blev ved med at være den uddybede og

regulerede vandløb, der var skabt med hensyn til trafikken.



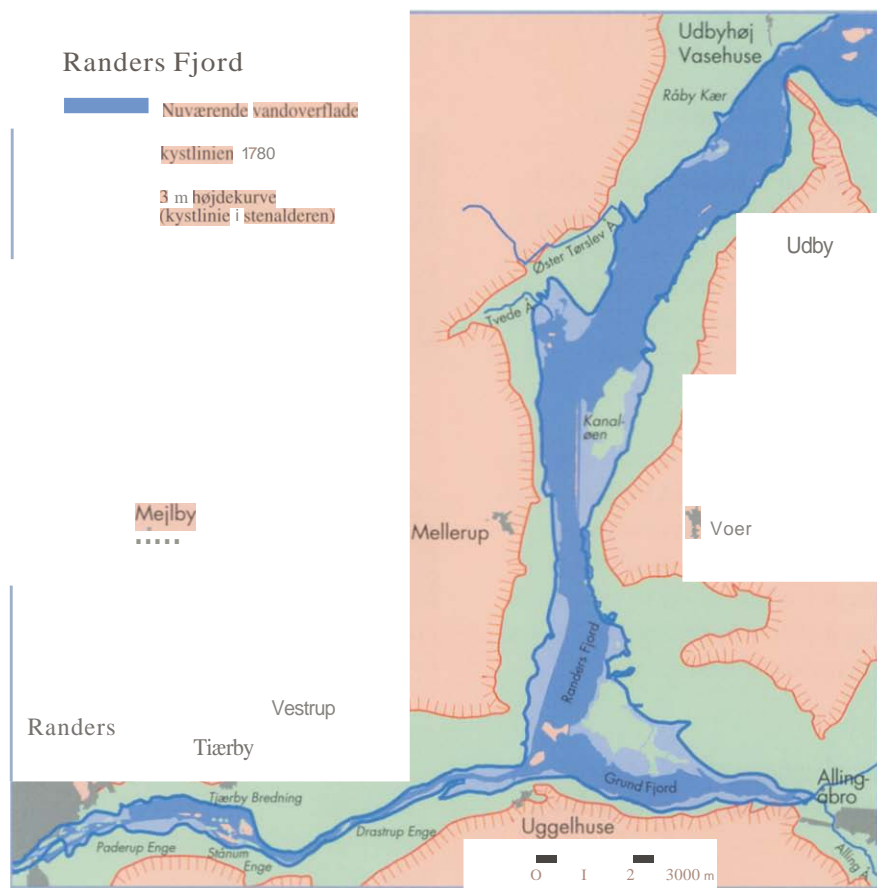
Figur 2.11. For allersidst blev Gudenåen og dens tilløb fra Silkeborg til Randers i 1736 af Gylliam. Figuren viser eludløbet af Gylliams korn ved Svestrup.

Afvanding og landvinding

Hvad udad blev tabt af dyrkbar jord ved krigen i 1864, blev forsøgt vundet indad ved dræning og afvanding af fugtige enge og moser eller ved kunstig afvanding af lavvandede søer og dele af Randers Fjord. Herved er naruren i disse områder forsvundet. Samtidig er Gudenåsystemets evne til at omsætte og tilbageholde næringsstoffer mindsket. Dermed har øget næringsstofftilførsel til Karregår.

De største arealer som er kunstigt afvandede, d.v.s. at vandet pumpes op i vandløb eller fjord, findes omkring Randers Fjord.

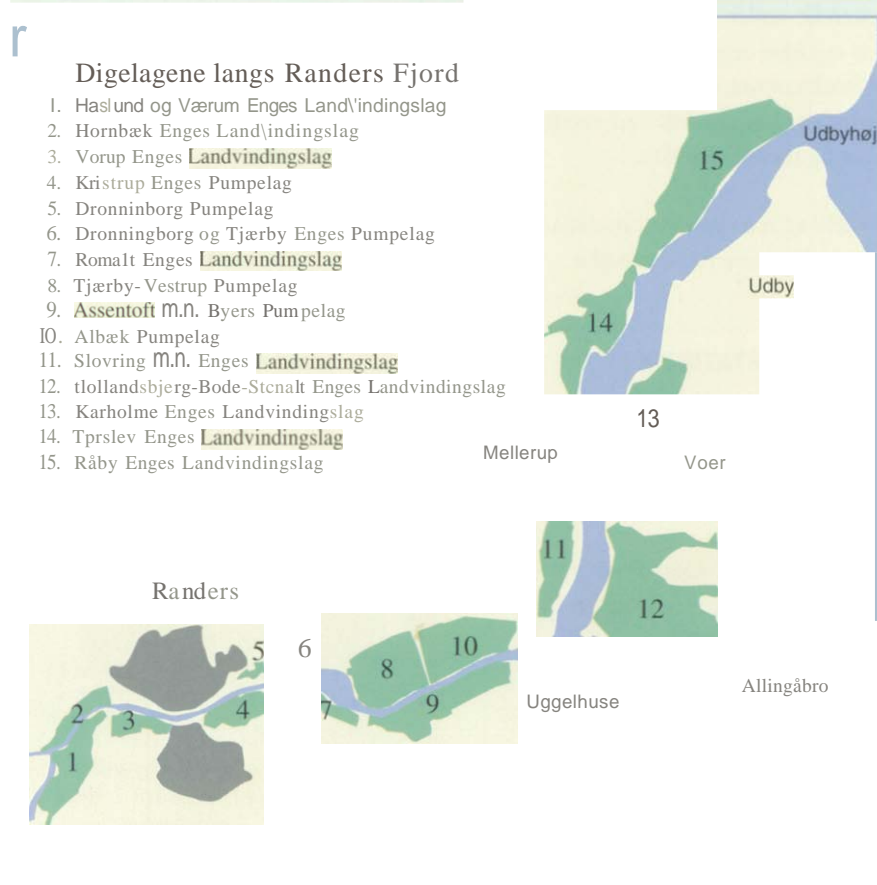
Figur 2.12. Ændringer i Randers Fjord som følge af landhævning siden stenalderen og landvinding i 1900-tallet. 3111 højdekurve/ er et godt billede af, hvor Stenalderlavets kys/skrænt lå. Kystlinier fra 1780 er fra Videnskabsnæns Selskabs kort fra 1989.



Gudenåen som spildevandsmodtager

Spildevandsafledning er en ganske væsentlig samfundsmæssig funktion af Gudenåsystemet. Med kloakeringen i byerne slipper man af med uhygiejniske og sygdomsfremkaldende spildevand i gaderne og virksomheder kommer af med vandet.

Løsningen af det hygiejniske problem skabte samtidig et andet: forurening af vandløb, søer og fjord. Efterhånden som spildevandsmængden øgedes blev forureningen mere og mere tydelig. Derfor blev de seneste årtiers spildevandsrensning iværksat, især i 1970'erne og 1980'erne skete der en betydningsfuld udbygning. Dette omtales nærmere i kapitel 5.



Figur 2.13. 15 digelag langs Randers Fjord sker der en kunstig afvanding og udpumpning af vandet. Dette muliggør en dyrkning af arealerne.

3. REKREATIV OG ERHVERVSMÆSSIG UDNYTTELSE

Sejlads på Gudenåen

Den direkte anvendelse af Gudenåsystemet i dag er hovedsagelig rekreativ, men der kan ikke skelnes skarpt mellem rekreativ og erhvervmæssig anvendelse. Kanofaterne nyder livet på åen og på søerne, mens kanoudelejerne har en indtægt herved.

Også for de øvrige rekreative anvendelser som lystfiskeri, motorbådssejlads, sejlads med turbåde på Himmelbjergsøerne, jagt, spejderaktiviteter og afholdelse af Tour de Gudenaa er der en vis sammenhæng mellem rekreativ og erhvervmæssig benyttelse af vandsystemet.

Reguleringer af sejlads på Gudenåsystemets vandløb og søer

Generelle regler

Den vigtigste regel ved færdsel på Gudenåsystemets vande er at udvise almindelig hensynsfuldhed overfor natur og medmennesker.

Herudover har det været nødvendigt at fastsætte mere præcise regler



Figur 3. J. Den mest intensive sejlads på Gudenåen sker; når der er RiverbOal Festival i Silkeborg
Foto: Jøllis Møller Andersen

- i en del områder, især i sidetilløb, er al sejlads forbudt, lodsejere evt. undtaget
- der er hastighedsbegrænsninger for motorbåde overalt
- alle robåde, sejlbåde og motorbåde skal føre nummerplade

Særlige regler for kanosejlads

opstrøms Mossø

Opstrøms Mossø er det særlig aktivt at sejle i kano. Derfor har det været nødvendigt at begrænse antallet

af kanoer her og at opstille særlige regler.

De vigtigste er:

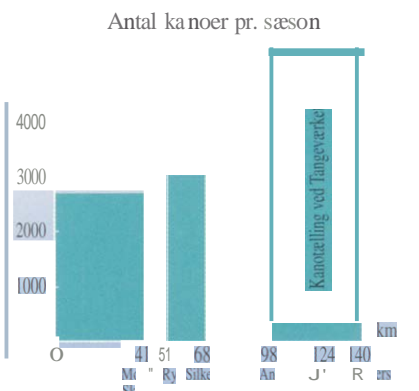
- sejlads er kun tilladt 16. juni - 31. december kl. 8.00- 18.00
- sejlads må kun foregå med gyldigt adgangstegn
- der må kun sejles med 2 og 3 personers kanoer
- der må højst sejle 5 kanoer i en samlet gruppe
- sejlads mod strømmen er forbudt.

SEJLADSSSTATISTIK

Højleselskabets 7 turistbåde bruges hvert år af ca. 280.000 mennesker til sejlads på Himmelbjergsøerne.

Der er ca. 5.000 registrerede motor- og sejlbåde i Gudenåsystemet. De fleste sejler mest på søerne.

I den øvre del af Gudenåen oven for Mossø er kanosejladsen begrænset til 3.000 sejlads pr. sæson. Før reguleringen var der ca. 6.000 sejlads pr. sæson.



Figur 3.2. Altallet af kanoer i Gudenåen i 1997. Kanosejladsen er i nogen grad lykket i de øvre del i Vejle Amt.



Figur 3.3. Kanoer ved Bredvad Mølle på den øverste del af Gudenåen.

Foto: Jøllis Møller Andersen

Fiskeri i Gudenåsjøerne

I gennem tiden har der været drevet fiskeri på mange af søerne i Gudenåsystemet. Dels som egentligt erhvervsfiskeri, dvs. hvor fiskeriet var hovedindtægten, dels som bierhverv, hvor fiskeriet supplerede anden indtægt.

Metoderne har også været mangfoldige, f. eks. blev der i 1927 i Mossø anvendt bundgarn, vod, kroge og ruser til at fange ål foruden gedde- og aborreruser og smfvod. Desuden er der om vimeren foregået et vist fiskeri fra is, f. eks. efter knuder (eller kvabber, som de også kaldes).

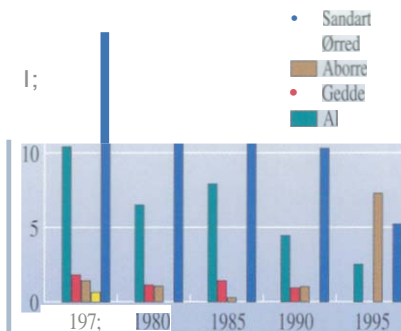


Fig 3.4. Udvalgt fiskeriet i 7 søer i Gudenåsystemet (Skanderborg Sø, Saltell Langsø, Mossø, Jillsø, Ørresø, Brassø, Hald Sø)

En del af disse redskabstyper anvendes stadig, medens andre er kommet til, f. eks. trawl.

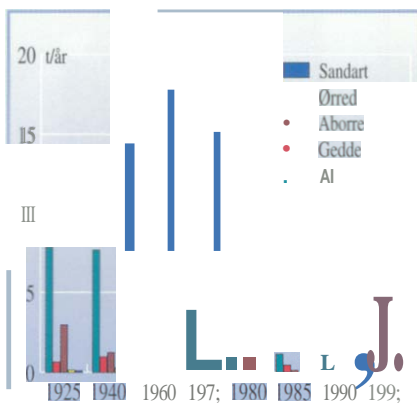
I figur 3.4 er vist udviklingen i fiskeriet efter traditionelle konsumfisk i syv søer i Gudenåsystemet i de sidste 20-25 år. Tallene omfatter kun indberetningerne til fiskerikontrollen, og dermed ikke det fiskeri, som enkeltlodsejere eller lystfiskere udøver til eget forbrug. Udover konsumfiskeriet har der til tider foregået et fiskeri efter skalle og brasen til dyrefoder.



Figur 3.5. Mossø er i kraft af sin størrelse, den sø der fanges flest fisk i. Særlig værdsat er sandartell. Foto: Lars Nygård

Man kan se, at fiskeriet er halveret i løbet af disse 25 år, og kun en stor fangst af aborrer i 1995 gør, at nedgangen i fangst ikke er endnu større. I gennem tiden har ål og sandart været de mest betydende fiskearter, og for de to arter er reduktionen på 70-80%.

Fiskeriet i Mossø har betydet meget for det samlede fiskeri i Gudenåsystemet, idet Mossø regner sig for mere end halvdelen af fangsten lige med undtagelse af 1990. Der er derfor i figur 3.6 vist udviklingen i indberettede fangster fra Mossø. Fra en fangst på



Figur 3.6. Årlig fangst af kullsumfisk i Mossø

over 30 t/år i 60'erne er fangsten i dag faldet til under 5 tons i 1990 og kun p. gr. af en stor fangst af aborre steget lidt i 1995. Ålfiskeriet er næsten hort op efter fangster på op til 10 tons/år i 60'erne.

Mange familier fik tilbage i tiden deres udkomme fra fiskeriet på Mossø. I midten af 1920'erne var der ca 13 erhvervsfiskere (svinger fra år til år) og 10 lejlighedsfiskere på Mossø. Over 8 erhvervsfiskere i 60'erne og 4 i 70'erne og 80'erne er der nu kun 2 tilbage.



Figur 3.7. Falsraellde garn i Talge sø

Randers Havn, Danmarks eneste flodhavn

Den eneste egentlige erhvervshavn i Gudenåsystemet er Randers Havn. Det er desuden Danmarks eneste egentlige flodhavn. Havnen har en stabil erhvervssejls på omkring 750 anløb pr. år. Til Randers fragtes overvejende cement, kul, foderstoffer, gødning, grus, sten og flis. Udgående gods er især lerklinker og træ.

Miljømæssigt har Randers Havn betydning, fordi besejlingen er afhængig af en stadig vedligeholdelse af den 27 km lange sejlrende gennem Randers Fjord. Oprensningen af sejlrenden påvirker dyre- og plantelivet i fjorden, fordi vanddybden holdes på ca. 7 m i stedet for den naturlige vanddybde på 1-2 m. Der fjernes hvert år i gennemsnit ca. 100.000 m³ aflejrede materialer, som pumpes ind på arealer ("spulefelter") langs fjorden eller dumpes på havbunden ud for fjordmundingen.



Figur 3.8. Randers Havn, den eneste egentlige erhvervshavn i Gudenåsystemet, Danmarks eneste egentlige flodhavn

Foto: Erik W. Olsson



Figur 3.9. Coaster på vej gennem fjorden til Randers Havn

Foto: Poul Helling Nielsen

4. FORURENINGSPROBLEMER I GUDENÅSYSTEMET - OG BESLUTNING OM INDSATS

Forureningsproblemer

Forureningsproblemerne i Gudenåsystemet er som i alle andre danske vandområder. De to dominerende forureningsårsager er meget enkle og dagligdags:

- tilførsel af for meget næring
- fysiske indgreb i vandområderne.



Figur 4.1. Store næringssalttilførsler især fra spildevand har forurenede søerne undertiden med masseforekomst af alger, her i Karl Sø, ved Bryrup.

Foto: Jens Møller Andersen

æringssalttilførsel (eutrofiering) Vandområderne kan forurenede ved næringssalttilførsel, dels ved at der direkte tilføres organisk stof, f. eks. i form af dårligt rensede spildevand, og dels ved at der tilføres næringsalte (fosfor- og kvælstofnæringsalte), som så giver en øget vækst af planter (f. eks. alger) og dermed en øget belastning af vandområdet med organisk stof.

Det organiske stof forurenede, fordi det lægger sig som et slamlag på bunden af vandområderne og dermed udelukker de oprindelige bunddyr. I stedet forbruger det organiske stof ilt, når

det nedbrydes. Det kan gå så galt, at vandet bliver iltfrit, men et vandområde har normalt skiftet helt karakter til at være stærkt forurenet, inden det kommer så langt.

æringssaltene fosfor og kvælstof forurenede søer og marine områder, fordi de virker som gødning og dermed forårsager en vækst af alger i vandet, så at vandet bliver grumset og uklart, og vandplanterne forsvinder. Den store mængde af organisk stof, som dannes ved algerne vækst, giver desuden tilslæmning af bunden og risiko for dårlige iltforhold, når det organiske stof nedbrydes.

Uanset om det organiske stof tilføres direkte til vandområderne, eller det dannes ved algeproduktion, er forureningsproblemet det samme: For meget organisk stof i vandområdet.

I vandløb sker der normalt ikke en masseopvækst af alger, selvom næringssaltindholdet er højt. Tilførsel af næringsalte til vandløb giver derfor ikke væsentlig forurening i vandløbene. Dog vil ammoniak forurenede, dels fordi det er giftigt, og dels fordi det forbruger af vandløbets iltindhold, når det iltes til nitrat i vandløbene.

Fysiske indgreb i vandområderne De vigtigste fysiske indgreb, som har mindsket vandområdernes naturværdier, er

- vandløbsregulering, rotlægning og vandløbsvecligeholde
- etablering af spæringer i vandløb
- udtørring af søer og dele af Randers Fjord
- uddybninger i Randers Fjord



Figur 4.2. De fleste vandløb er regulerede/ort at give en bedre afvanding af de omkringliggende marker. Her Spørring Å øst for Spørring.



Figur 4.3. Spørring Å vest for Spørring har tilføjet regulering og har derfor bibeholdt sit naturlige forløb.

Foto: Jens Møller Andersen

Gudenåundersøgelsen 1973-1975 og anbefaling af indsats

Amter og kommuner i Gudenåens opland gennemførte i 1973-1975 en meget omfattende og koordineret undersøgelse af forureningsforholdene i Gudenåens vandsystem: **Gudenåundersøgelsen 1973-1975. Resultaterne** og konklusionerne af disse undersøgelser er detaljeret beskrevet i 36 **rapporter** udgivet i 1975-1978, og de danner baggrund for de beslutninger om den koordinerede miljøindsats i Gudenåsystemet, som blev vedtaget af Vejle, Viborg og **Århus Amtsråd** i 1978.

De konkrete beskrivelser af miljøforholdene i 1973-75 findes i kapitlerne om spildevandsudledninger, vandløb, søer og **Randers fjord**.

Miljøpåvirkninger i 1973-1975

Det meste af spildevandet blev udledt **efter kun en mekanisk rensning**, som kun fjernede en lille del af de forurenende stoffer, organisk stof og næringssalte. Udledningen af organisk stof og fosfor var ca. 10 gange større end i 1997.

Samtidig var forureningen fra dambrug langt større end i dag, fordi der blev brugt vådfoder (hakket skidtfisk), og fordi det ikke var rensningsforanstaltning på dambrugene.

Der skete frem til 1980erne også en betydelig forurening med organisk stof, ammoniak og fosfor ved ulovlige udledninger fra landbrug af møddingsvand og ensilagesaft.

Hertil kommer, at begrebet miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse ikke var opfundet dengang: Vandløbene tjente til aedning af vand og skulle vedligeholdes, så at afvandingen af dyrkede



Figl/r 4.4. **Spildevandsudløb fra slagleri i Hadstell 1976.**

Foto: Bent Lauge Madsen

arealer blev så god som muligt. Endelig var der langt flere spærringer for fisk i vandløbene end i dag.

Forureningstilstand i 1973-1975

Vandløb

Vandløb med lille fortynding af det udledte spildevand var stærkt spildevandsforurenede, f. eks. Hadsten Lilleå og Salten Å. Den stærke spildevandsforurening overskyggede andre uheldige miljøforhold, som f. eks. at de fleste vandløb var regulerede og **hårdhændet** vedligeholdte.

Soer

Fosfortilførslen til søerne toppede midt i 1970erne, men dermed ikke nødvendigvis algemængden, fordi fosfor ophobes i og senere kan frigøres fra søernes mudderbund. Trægheden i **transponen af fosfor gennem søerne** forsinkes dermed både forurenings**påvirkningen og rekonvalensperioden** for en sø, efter at fosfortilførslen er **mindsket igen**.

Randers Fjord

Randers Fjord var i 1970erne ret **stærkt forurenede af organisk stof** udledt med spildevand direkte til **fjorden**, af algevækst i **fjorden** og af tilførslen af alger fra Gudenåen. Dette havde ført til, at undervandsplanterne var forsvundet fra fjorden, og at **bunddyrssammensætningen var præget af** den organiske forurening og af tilslutningen af fjordbunden.

Gudenåundersøgelsens anbefalinger af indsats

På baggrund af Gudenåundersøgelsens resultater og vurderinger udarbejdede **de [re amtsråd en koordineret plan for** de følgende års indsats til forbedring af miljøforholdene i Gudenåsystemet.

Indsatsen bestod af følgende elementer:

- tidsplan for fosforfjernelse fra spildevand fra byer
- koordinering af tilsyn med og reduktion af forurening fra dambrug
- **markvanding begrænses**
- **der iværksættes koordinerede undersøgelser** af forureningskilder og miljøforhold i hele Gudenåsystemet
- vandløbsvedligeholdelsen gøres **mere miljøvenlig i overensstemmelse** med kvalitetsplanerne for vandløbene

- fjernelse af spærringer for fisk i vandløbene
- afvandingsprojekter vurderes også ud fra et miljømæssigt synspunkt inden de vedtages
- sørest3u reringsprojekter overvejes og gennemføres evt. hvis målsætningen for en sø ellers ikke vil blive opfyldt
- amternes planer for kvaliteten af vandløb, søer og Randers Fjord koordineres.

Amternes Vandkvalitetsplaner og den statslige Vandmiljøplan Gudenåkomiteens anbefalinger er senere ajourført. især i amternes vandkvalitetsplaner. Langt de fleste af foranstaltningerne er gennemført.

På en del områder er der senere vedtaget nationale reguleringer med samme sigte, f. eks. regulering af dambrugsdrift efter dambrugsbekendtgørelsen i 1989, ændringer i vandløbsloven i 1982, så vandløbsvedligeholdelse foretages mere miljøvenligt og spærringer lettere fjernes, samt Vandmiljøplanens krav om spildevandsrensning i 1987.

Vandkvalitetsplaner

I amternes regionplaner er det angivet, i hvilken grad det enkelte vandområde skal beskyttes mod forurening, og hvilken grad afforureningspåvirkning der kan accepteres. Vandområderne er inddelt i 3 hovedkategorier som beskrevet i tabel 4.1

Samtidig med vedtagelsen af målsætningen for vandområderne angiver amtet, hvilken miljøindsats, der forudsættes gennemført for at opfylde målsætningerne.

For miljøpåvirkninger, der rækker ud over der enkelte amts grænser, har Gudenåkomiteen vedtaget anbefalinger, f. eks. om en kvote på 20 tons fos-



Figur 4.5. Gudenåkomiteen anbefalede, at der skulle skabes passage ved spærringer for fisk og sødtyr i Gudenåsystemet. Der er nu sket de fleste steder. Billedet er fra Gudenåkomiteens møde ved Lilleå i 1988.

Foto: Jens Møller Andersen



Figur 4.6. Gudenåkomiteen anbefalede at vandløbsvedligeholdelsen ændredes i mere miljøvenlig retning. Det er sket langt de fleste steder. Billedet er fra BI-rapport Å i 1985, inden den miljøvenlige vedligeholdelse blev indført.

Foto: Jens Møller Andersen

for pr. år for den samlede udledning af fosfor med spildevand i hele oplandet til Randers Fjord. Amtsrådene har

fulgt disse anbefalinger, og de indgår nu i de [re amters regionplaner.

A	Skærpet målsætning	Skal normalt friholdes for al forureningspåvirkning
B	Generel målsætning	En svag forureningspåvirkning accepteres
C	Lempet målsætning	En væsentlig forureningspåvirkning accepteres

Tabel 4.1. HO\edgrupper af målsætninger for søer, vandløb og havområder.

5. GUDENÅEN SOM SPILDEVANDSMODTAGER

Renseanlæg

Der er brugt over én milliard kroner til vandmiljøforbedringer i Gudenåens opland. Dette er dog ikke kun kom-

met søer, vandløb og Randers Fjord til gode. Indsatsen har også gavnet miljøet i byerne, fordi spildevandet nu bortskaffes på en god hygiejnisk vis og uden væsentlige lugtgener. Ud over

kloakering er de største beløb brugt på at mindske forureningen i vandløb, søer og fjord.

Renseanlæg i Gudenåens vandsystem i 1974

- Randers Fjords opland
- Over 5.000 PE
 - 1-5.000 PE
 - 200-1000 PE
 - mek. rensning og bassinanlæg
 - bio! rensning

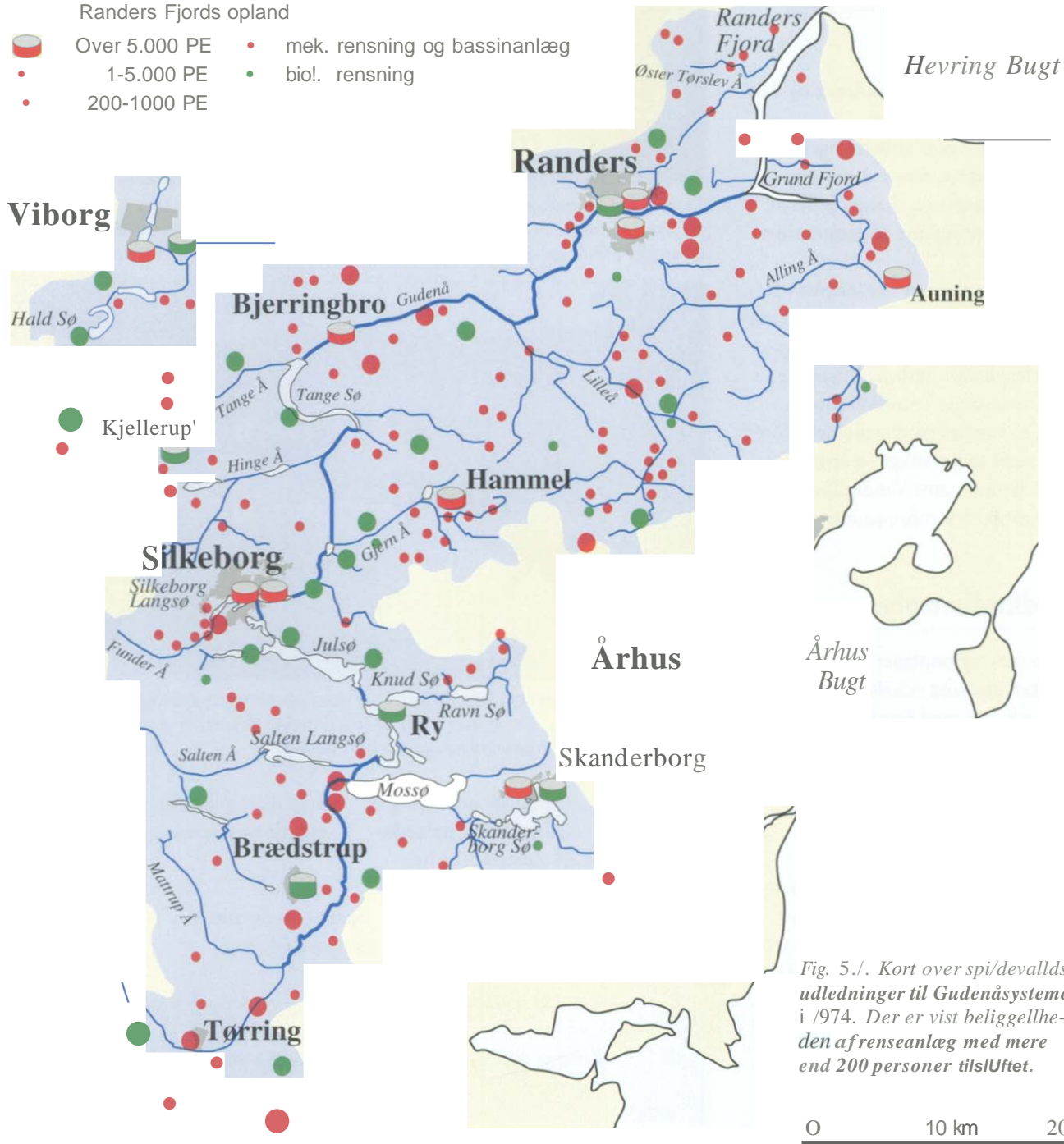


Fig. 5./1. Kort over spildevandsudledninger til Gudenåsystemet i 1974. Der er vist beliggenheden af renselanlæg med mere end 200 personer tilsluttet.

Spildevandspåvirkningen af Gudenåsystemet er først begyndt omkring år 1900. Da begyndte en væsentlig del af befolkningen at få vandskyllende klosetter. Også de mest almindelige vandforurenende industrier etableredes sidst i 1800 tallet, især

mejerier og slagterier. Enkelte virksomheder med væsentlig spildevandsproduktion er dog ældre. Papirfabrikken i Silkeborg byggedes således i 1870'erne.

en centralisering af en effektivisering af rensningen. I 1974 skete der kun en lidet effektiv mekanisk rensning af spildevandet fra de Aeste byer, men Stort set alle byer med over 200 personer havde biologiske anlæg med fosforfjernelse i 1997.

Fig. 5.1 og 5.2 viser tydeligt udviklingen i spildevandsrensning. Der er sket

Renseanlæg i Gudenåens vandsystem i 1974

1997

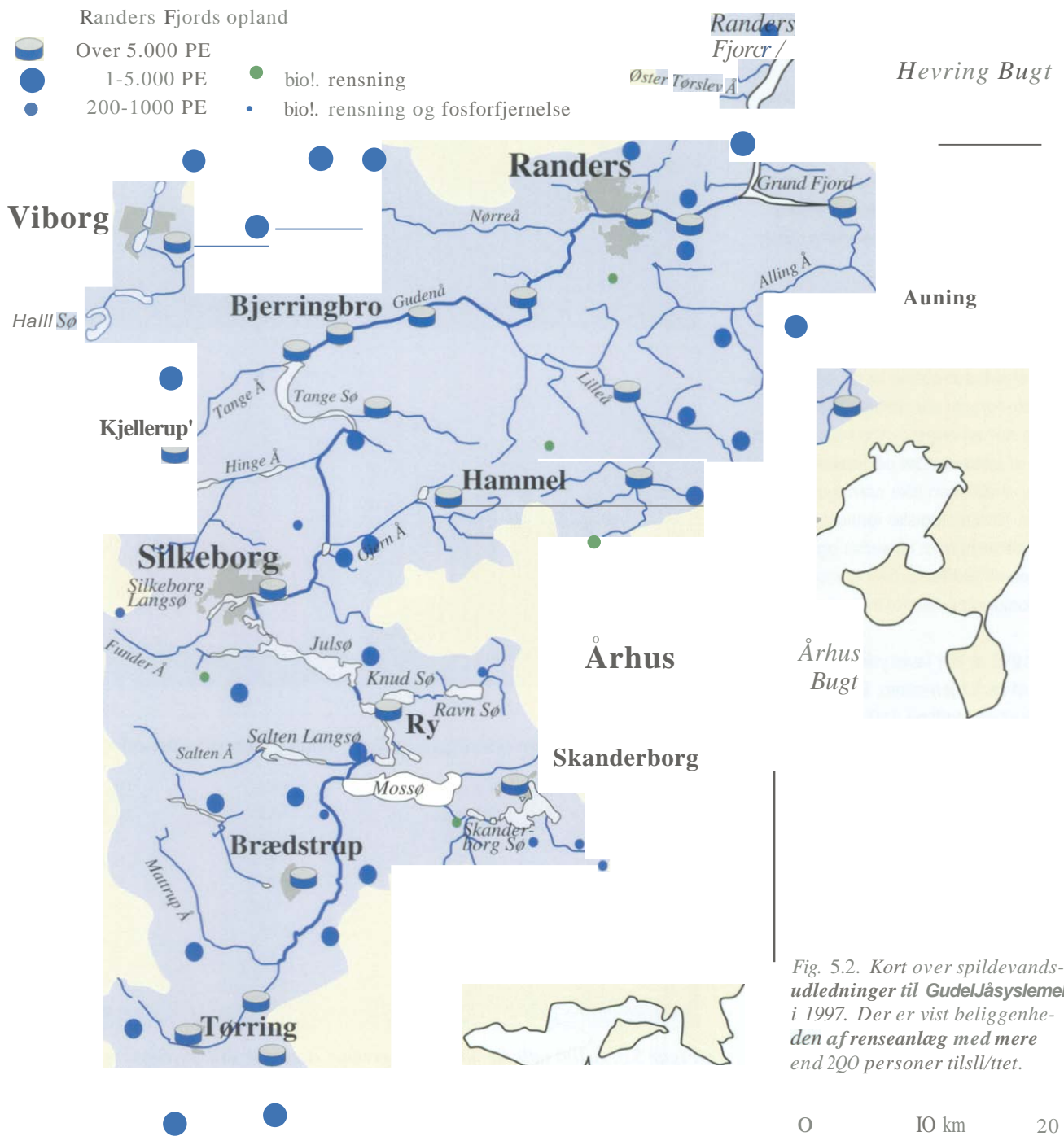


Fig. 5.2. Kort over spildevandsudledninger til Gudenåsystemet i 1997. Der er vist beliggenheden af renselanlæg med mere end 200 personer tilsluttet.

Spildevandsproduktion og rensning 1972-97

Den første samlede opgørelse af forureningskilderne i Gudenåens vandsystem blev foretaget i 1973-75 som led

i Gudenåundersøgelsen. Vi kan derfor sammenligne spildevandsbelastningen dengang med nu, men vi har ikke løbende opgørelser af både produktion af spildevand og udledning af forurenende stoffer for alle årene siden da.

Først fra engang i 1980'erne skete der en systematisk måling af forureningsbelastningen.

Udvikling i udledning fra Viborg Centralrenseanlæg

Som et typisk eksempel på udviklingen i forureningsbelastningen fra byernes rensningsanlæg er der i figur 5.3 vist de årligt udledte mængder af vand, organisk stof og næringssalte fra Viborg Kommunes Centralrenseanlæg i Bruunshåb.

Spildevandet fra Viborg by blev indtil 1971 udledt til Viborg Søndersø, der blev stærk eutrofieret heraf, og de hygiejniske forhold var dårlige. Fra 1972 skete der en nogenlunde biologisk rensning af spildevandet på renseanlægget i Bruunshåb, men ikke næringssaltfjernelse. Den biologiske rensning blev effektiviseret midt i firserne og begyndelsen af 1990'erne blev der også fjernet fosfor og kvælstof på anlægget.

Fra 1995 er der lavet yderligere optimering af fosfortjernelsen. Dette har som følge af en afgift på 110 kr. pr. kg udledt fosfor kunne gennemføres uden ekstraudgifter. Anlægget er dermed tæt på at opfylde Gudenåkomiteens anbefalinger vedrørende de fremtidige krav til fosfortjernelse fra spildevand i Gudenåens Vandsystem, om at den samlede udledning fra alle rensningsanlæg i hele oplandet til Randers Fjord højst må være 20 tons fosfor pr. år.



Årlige investeringsudgifter - Viborg Centralrenseanlæg

1969-1972	8,9 mill.	1985	12,0 mill.
1973-1974	0,1 mill.	1985	10,0 mill.
1975-1976	0,9 mill.	1987	8,5 mill.
1976	2,2 mill.	1989	0,4 mill.
1977	0,2 mill.	1990	0,8 mill.
1978	0,2 mill.	1991	1,2 mill.
1981	0,5 mill.	1992	3,7 mill.
1983	1,2 mill.	1993	2,3 mill.
1984	7,9 mill.	1994	1,0 mill.

Anlægsudgifter i alt 1969-1994: 82 mill.

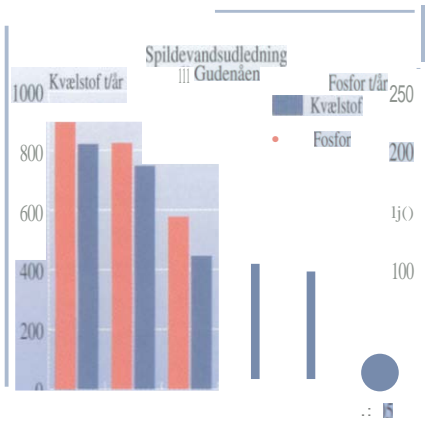
Nutidsværdi (1994): 146 mill. kr.

Figur 5.3. Årligt udledte mængder af vand, organisk stof, kvælstof og fosfor fra Viborg Centralrenseanlæg i perioden 1972-1997. Desuden er vist de årlige investeringsudgifter til udbygningen af renseanlægget. Renseanlægget behandlede i 1997 en spildevandsmængde svarende til 40.000 p.e.

Generel udvikling i spildevandsrensning

Spildevandsrensningen skele først, hvor vandløb og søer var tydeliglog stærkt forurenede af udledningerne. Først elabieredes biologisk rensning ved udledninger fra byer til små og mellemstore vandløb og dernæst fosforfjernelse for at beskyne søerne ved sidelilløb lil Gudenåen.

Elabieringen af spildevandsrensningen har været en langvarig proces, der for alvor tog fart i 1970erne, og som i hvert fald forelobig finder sin afslutning med nedsivning eller rensning af spildevand fra spredt bebyggelse og en optimering af renselanlæggene i disse år.



Figur 5.4. Sam/ede artige udledninger fra renselanlæg; hele oplandel til Gllidenaen/ed Randers i 1974. 1985. 1988. 1993 og 1997afhælslof ogfosfor. Desuden er angivet den forventede udledning efter gellllenljørelse afde planlagreforbedringer i spildevandsrensning.

Den generelle reduktion af spildevandsudledningerne illustreres i figur 5.4, hvor der ses en gradvis aftagen i den totale udledning fosfor gennem perioden, mens reduktionen i kvælstofudledning er mindre og iværksælles senere som følge af kravene i Vandmiljøplanen fra 1987. Rensekrav for fosfor og organisk stof er langt mere vidtgående end Vandmiljøplanens krav.



Figur 5.5. Heil/tiers Centralrenseanlæg på Krstrup Engvej sydfor fjordell

Foto: Erik W. Olsson

Renselanlæggenes effektivitet

Uden den nuværende effektive rensning af spildevandel ville forureningsriisranden i Gudenåsystemer have været langt alvorligere end den er i dag. Delle kan illustreres med opgørelsen for 1997 af den forureningsmængde, der blev ledt ti alle renselanlæggene og den forureningsmængde, der med del rensede spildevand, blev ledt til vandløb, sø og fjord. (label 5.1).

Der er generelt en god rensning for organisk stof og fosfor på renselanlæggene. Fjernelsen af kvælstof er mindre vidlgående, men delle skal ses på baggrund af, at kvælstof fra spildevand næppe bidrager væsentligt til forurening af søer og vandløb, og at spildevandsbidraget af kvælstof lil Randers Fjord er lille i forhold lil den torale tilførsel, idel den dominerende kilde er udvaskningen af nitrat fla dyrkede arealer.

Renselanlæg i Guden • systemet 1997	Tilløb lil renselanlæg t/ r			Afløb fra renselanlæg t/år				Rensegrad %	
	Vejle	Arhus	Viborg	I alt	Vejle	Arhus	Viborg		I all
Organisk stof (Bl.)	538	6740	3100	10378	13	176	84	273	97%
Fosfor	20	245	125	390		11	10	23	94%
Kvælstof	95	1111	520	1724	32	213	51	302	82

Tabel 5. 1. De samlelle mængder aforganisk stofog næringsalte som er ledt til alle renselanlæg i Gudellåsystemet i 1997 ogjorurellilgsmællgdeme, som renselanlæggene ikke har fjernet, og som løber ud i vandområderne.

Dambrugsproduktion og forurening

Dambrugene blev anlagt ved de rene vandløb

Opdræt af ørred i damme langs de renesre af vandløbene i Gudenåsystemet begyndte i begyndelsen af 1900 taller.

Hovedparten af dambrugene er dog anlagt i perioden fra først i 1950'erne til først i 1970'erne. I 1974 var der således i alt 72 dambrug i Gudenåens opland.

Dambrugene blev især anlagt langs uforurenede vandløb med en høj, stabil vandføring, ofte med en stor del af vandet fra kilder. De vigtigste vandløb for dambrug er Mamup å, Salten å, og Funder å.

I figur 5.7 er produktion og foderforbrug på dambrugene i Gudenåens opland vist. Det ses at foderforbruget er faldet væsentligt samtidig med at produktionen først øges for derefter kun at falde lidt. Samtidig er antallet af dambrug faldet gennem tiden således at der i 1997 var 40 dambrug tilbage af de 72 der var i 1974.

Produktionen på dambrugene var størst i 1989 med mere end 3200 tons ørreder. Siden er den årlige produktion faldet, idet der i 1997 blev produceret knap 2400 tons ørreder på dambrugene i Gudenåens opland. De producerede fisk i 1997 repræsenterer en anslået værdi på ca. 67 millioner kr.

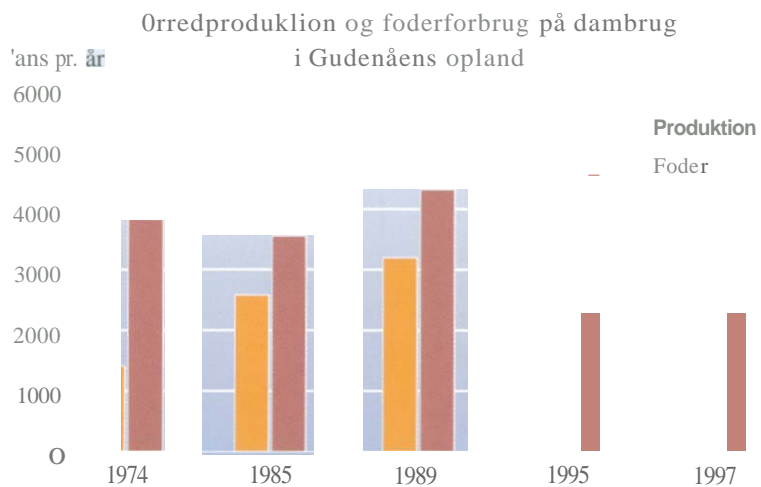
Foderforbruget var stort i forhold til produktionen frem til 1990'erne. Efterhånden som kravene til foderet er øget, er det lykkedes dambrugerne at nedbringe foderforbruget væsentligt, så man i 1995-1997 producerer ét kilo fisk på ét kilo tørfoder eller mindre.



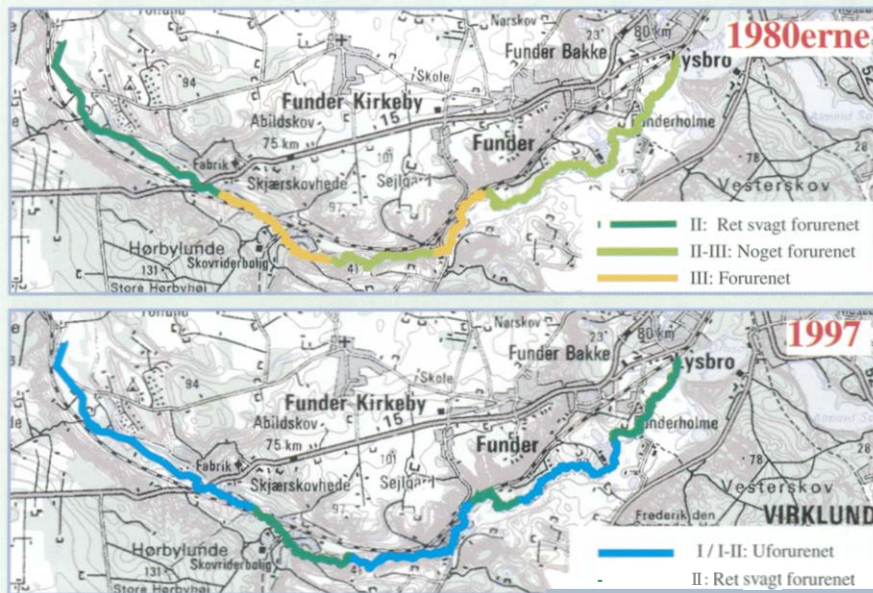
Figur 5.6. Klitrilled III Dambrug ved Salten Å

Tidligere blev anvendt hakket fisk ('skidtfisk'), som foder. Senere gik man over til foderpiller, der gradvis er blevet bedre, således at fiskene med tiden har udnyttet foderet bedre og bedre.

Forurening fra dambrugene. Den samlede udledning af organisk stof (BI5), kvælstof (TN) og fosfor (TP) fra dambrugene i Gudenåens opland er vist i figur 5.8. Udledningen har generelt været faldende gennem tiden med en tendens til at stabilisere sig i perioden 1995-1997.



Figur 5.7. Udvikling i foderforbrug og dambrugsproduktion i Gudenåens vandsystem i perioden 1974 - 1997.



Figur 5.9. Forurenings/tilstand i Funder Å i 1980'erne og i 1997.

Faldet skyldes, at foderkvaliteten er blevet bedre, og at der fra 1989 blev fastsat grænser for det tilladte foderforbrug på det enkelte dambrug. Desuden blev der stillet krav om rensning af afløbsvandet i bundfældningsanlæg, og der er generelt sket en optimering af dambrugsdriften for at mindske forureningen.

Selvom den samlede udledning fra dambrugene er faldende, medfører udledningen fra dambrugene af specielt fosfor og organisk stof fortsat en forureningspåvirkning af nogle vandløb og søer, fordi dambrugene er koncentreret i enkelte af Gudenåsystemets vandløb.

I visse søoplande er udledningen af fosfor fra dambrug således fortsat betydelig. Som eksempel kan nævnes Salten langsø ved Them.

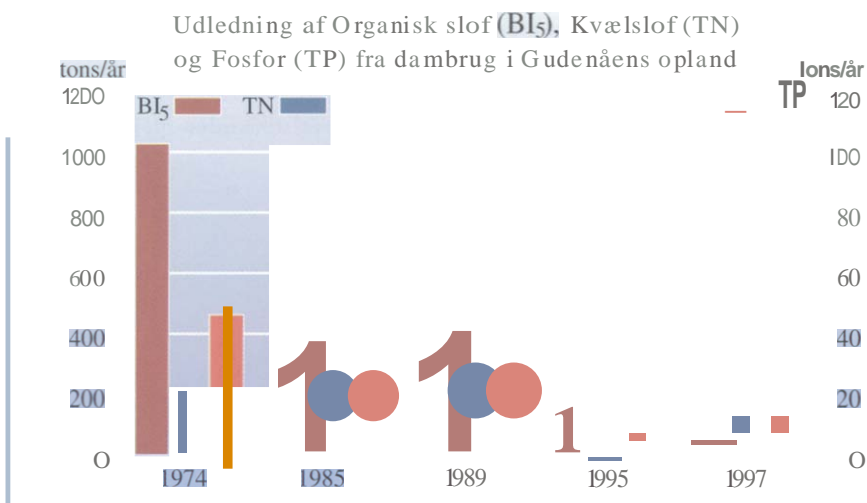
Udviklingen i forureningsbelastning fra dambrugene til vandløb er illustreret i figur 5.9, hvor forureningstilstanden i Funder å er vist. Funder å ligger ved Silkeborg og der findes i alt 10 dambrug i vandløbets nedre del, der er ca. 10 km lang.

FORURENINGSPÅVIRKNINGEN [Oppede her i 1980'erne, hvor mere end 8 km af vandløbets nedre del var forurenet af dambrugenes udledning af organisk stof. Forureningsgraden var i klasse II-IIJ eller III (noget forurenet til ret stærkt forurenet) som følge af dambrugenes udledning.

Tilstanden er siden bedret betydeligt, så der i dag findes lange strækninger, **hvor vandløbet er uforurenet eller kun svagt forurenet**. I 1997 var mere end 3 km uforurenet og resten kun svagt forurenet.

Driftsoptimeringer på dambrugene har således generelt ført til, at forureningsbelastningen fra dambrugene er faldet, mens produktionen har været næsten konstant på trods af at antallet af dambrug er mindsker.

De væsentligste uløste miljømæssige problemer, ved dambrugsdrift, er at skabe passage i vandløbene ved dambrugenes opstemninger og at mindske udledningerne til de særligt følsomme vandområder yderligere.



Figur 5.8. Udvikling i udledningen af organisk stof (BI₅), kvælstof (TN) og fosfor (TP) fra dambrugene i Gudenåens opland i perioden 1974 -1997.

6. FORURENINGSKILDER OG STOFTRANSPORT

Forureningskilder og stoftransport

Når beslutning om indsats mod forurening skal træffes, er det nødvendigt at kende størrelsen på de enkelte forureningskilder, for at kunne sætte ind overfor de betydende kilder. Denne viden fås ved at måle udledningerne fra den enkelte kilde og ved at måle transporten af forurenende stoffer gennem vandløbene.

Opgørelse af forureningskilder
De vigtigste punktkilder til forurening er udledninger fra renseanlæg. Forureningen herfra er målt direkte i afløbet fra anlæggene og kendes derfor ret præcist.

Udledningerne fra dambrug er ikke så nøjagtigt målt, delvis fordi koncentrationerne i dambrugsvandet er langt mindre end i byspildevand.

Forureningsbelastninger med spildevand fra spredt bebyggelse og med regnvandsudledninger fra kloakerede områder er vanskelige at måle. Disse udledninger er derfor beregnede ud fra generelle modeller.

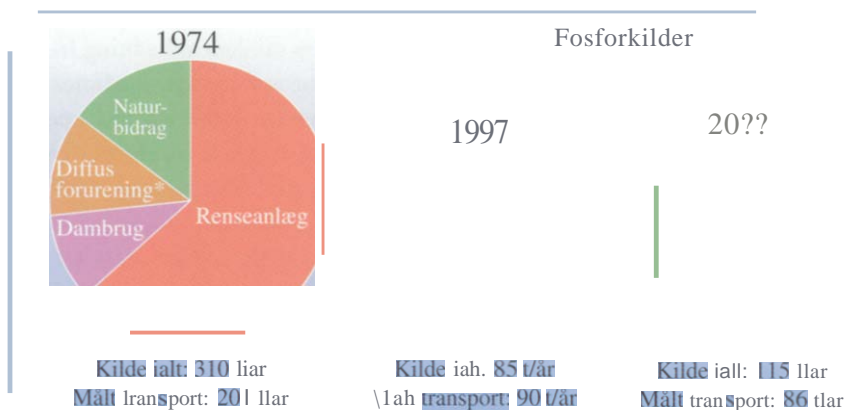
Udvaskningen af næringssalte fra jorden er fundet ud fra målinger i vandløb uden spildevandstilførsel.

Kilder til næringssaltforurening
Fordelingen af forureningskilder er forskellig for hver eneste sø og hver eneste vandløbsstrækning i Gudenåsystemet og igen anderledes for Randers Fjord.

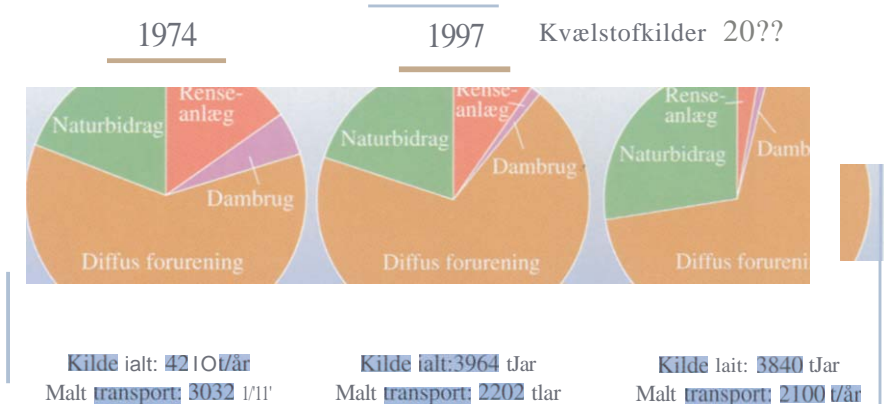
Når forureningskilderne her angives for hele Gudenåsystemet, kan det altså ikke bruges til konklusioner om det



Figur 6.1. Foto af målestation for vandføring i Gudenå ved Tvilum Bro oprettet i 1977. Foto: Jens Møller Andersen



Figur 6.2. De samlede årlige tilførsler (tilførsel til Gudenåens "undersystem" i 1974, i 1997 og efter opfyldelse af Gudenåkomitéens forslag til fosforkilder for spildevandsudledning. *incl. Regligningsbetingede udledninger/m byel. Arealerne af de tre cirkler illustrerer størrelsen af den totale tilførsel.



Figur 6.3. De samlede årlige tilførsler af kvælstof til Gudenåens vandssystem i 1974, i 1997 og efter de planlagte reduktioner i kvælstoftilførslen. Arealerne af de tre cirkler illustrerer størrelsen af den totale tilførsel.

enkelte vandområde i **systemet**. Hvis man vil belyse forureningsforholdene her, skal der laves en opgørelse af de konkrete forureningskilder til netop **de vandområde**.

Opgørelsen kan ikke engang umiddelbart bruges til vurdering af forureningsbelastningen af Randers Fjord, fordi en del af de udledte næringsstoffer omsættes og tilbageholdes i Gudenåsystemet og derfor aldrig når frem til Randers Fjord.

I figur 6.2 og figur 6.3 er vist næringsstoftilførslerne til Gudenåsystemet på kilder i 1974, i 1997 og i den forventede fremtidige situation, hvor Gudenåkomiteens anbefalinger om fosforfjernelse fra spildevand og den statslige vandmiljøplans forudsættelse om en 50 % reduktion i kvælstofudvaskning fra dyrkede arealer er slået igennem.

Der må bemærkes, at år 1997 var et år med urypisk, lille afsuømning. Dermed var næringsstoftilførslingen også lille. Til sammenligning med den totale kvælstofudledning på 3964 tons i 1997 kan nævnes, at udledningen i det våde år 1995 var på ca. 7500 tons kvælstof. Også fosforansparningen var usædvanlig lille i 1997, som følge af den lille vandafsuømning.

Af de to lagkagefigurer er det mest markante den hidtidige og forventede fortsatte reduktion i fosfortilførslerne med spildevand. Dette reducerer de samlede fosfortilførsler drastisk, men øger samtidig den relative betydning af de andre kilder, først og fremmest udvaskning fra dyrkede arealer og spildevand fra spredt bebyggelse.

Reduktionen i kvælstoftilførsel er mere beskeden. En 50% reduktion af udvaskningen fra dyrkede arealer medfører nogen reduktion, der dog ikke fremtræder på figur 6.3, fordi 1974 og 1997 var tørre år.

Vandkvalitet og stoftransport i Gudenå

Transporten af næringsstoffer gennem Gudenåen følger i høj grad vandføringen og er altså stor i nedbørsrige år og lille i tørre år. Især kvælstof følger nøje **de mønstre, fordi udvaskningen fra jorden i oplander giver langt det største bidrag**.

I meger runde tal transponeres der årligt gennem Gudenåen ved Randers ca. 1 milliard m³ vand, som i de seneste år typisk indeholder 3-4.000 tons kvælstof og knap 100 tons fosfor.

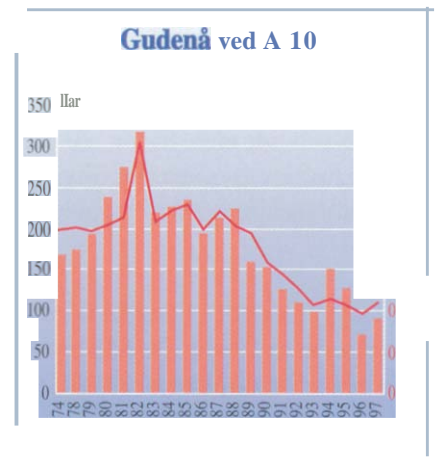
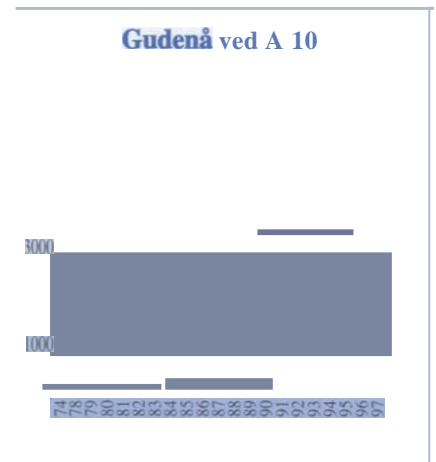
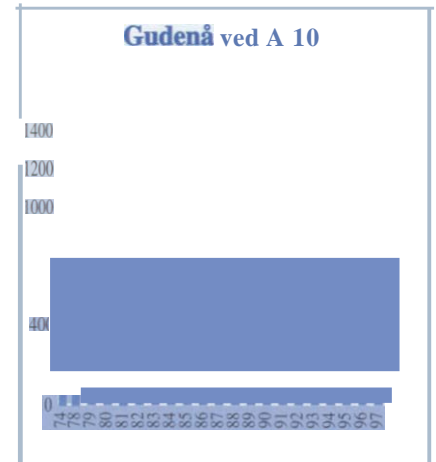
Der ses af figur 6.4, at fosfortransporten er mindsket til ca. halvdelen af niveauer omkring 1980, og fosforkoncentrationen i Gudenåvandet er mindsker tilsvarende fra omkring 0,2 til omkring 0,1 mg/l. Falder skyldes først og fremmest fosforfjernelse fra spildevand.

Kvælstofansparningen synes også på vej ned, men i mindre grad. I år med gennemsnitsafstrømning synes transporten at ville være mindsket fra omkring 4.000 til omkring 3.500 tons pr. år, og tilsvarende ser gennemsnitskoncentrationen i vandet ud til at være mindsker fra omkring 3,5 til omkring 3 mg/l.

Det begyndende fald i kvælstofindhold i Gudenåvandet kan have flere årsager. De mest oplagte er:

- mindsker udvaskning af nærer fra markerne
- kvælstoffjernelse fra spildevand
- større kvælstoffjernelse ved den nitrifikation i Gudenåøerne.

Den nitrifikationen i Gudenåøerne kan være øget, fordi fosformangel har mindsker algerne vil så også optage mindre næringsmængder, og der bliver så en større mængde i overskud, som kan nitrificeres.



Figur 6.4. Årlig transport af vand, total kvælstof og total fosfor gennem Gudenåen ved Randers i perioden 1974-1997 (søjler). Den indtegnede kurve er de målte års gennemsnitskoncentrationer af total kvælstof og total fosfor i vandet.

Næringssalttilbageholdelse i Gudenåsystemet

De målte stoftransporter gennem Gudenå ved Randers er betydeligt mindre end de samlede udledninger til Gudenåen. Også i Randers Fjord tilbageholdes og omsættes en del af de tilførte næringssalte.

Denne næringssalttilbageholdelse har stor betydning, fordi den mindsker indholdet af næringssalte i vandet og dermed bidrager til at mindske algemængden ikke blot i søerne og i Randers Fjord, men også udenfor Randers Fjord i Heyring Bugt og i mindre grad i Kattegat.

Det er derfor interessant, men ikke umiddelbart forudsigeligt, hvorledes tilbageholdelsen af fosfor og kvælstof udvikler sig fremover.

Fosfortilbageholdelse

Fosfor tilbageholdes i Gudenåsystemets søer, fordi der hvert år aflejres et tyndt lag af mudder i de dybeste dele af søerne. Dette mudder indeholder uden forureningspåvirkning omkring 1 g fosfor pr. kg tørt mudder, men i spildevandsforurenede søer øges indholdet, fordi mudderpartiklerne er i stand til at binde mere fosfor, når der er mere fosfor i søvandet. En tilsvarende bundfældning sker i Randers Fjord.

Når fosforindholdet i søvandet falder, går noget af den fosfor, der tidligere blev bundet i muddret, igen i opløsning i vandet. Derfor forsinkes virkningen af fosforfjernelsen fra spildevand, og algeproduktionen i søerne og fosfortransporten til Randers Fjord aftager ikke så hurtigt, som man umiddelbart skulle tro.

Det bedre bud på den fremtidige fosfortilbageholdelse i hele Gudenå-

systemet er formentlig at antage, at den procentvise tilbageholdelse vil være omtrent den samme som målt i 1974, før fosforfjernelse fra spildevand påbegyndtes. Under alle omstændigheder vil den fremtidige fosfortilbageholdelse være langt større end den har været i "søernes aflastningsperiode" gennem 1980'erne og 1990'erne.

Kvælstoftilbageholdelse

Den vigtigste mekanisme til tilbageholdelse af kvælstof i Gudenåsystemet er, at en del nitrat i søer og Randers Fjord omsættes til almindeligt atmosfærisk kvælstof.

Denne proces sker især i overflademuddret i både ferske og marine områder. Processen sker, når der ikke er ilt tilstede til nedbrydning af organisk stof i mudderbunden. Hvis der i stedet er nitrat, vil denne nitrat blive brugt i stedet for ilt til mineraliseringen af det organiske stof, og nitrat omdannes altså samtidig til frit kvælstof.

Samtidig vil der også ske en vis aflejring af kvælstof i det organiske stof, der efterhånden ophobes i søernes mudderbund, men denne mængde er meget mindre, end den kvælstofmængde der fjernes ved denitrifikation.

Den fremtidige tilbageholdelse/omsætning af kvælstof i Gudenåsystemet efter reduktion i tilførslerne er vanskelig at forudsige. Aflejringerne af kvælstof i bunden af søerne vil aftage i takt med at algeproduktionen i søerne mindskes gennem fosforbegrænsning. Det er dog ikke usandsynligt, at denitrifikationen i systemet bliver forholdsvis større, når algemængden mindskes, fordi kvælstoffet i søerne så forbliver på nitratform, som umiddelbart kan denitrificeres. Hvis nitraten er indbygget i alger, er dette ikke muligt.

Fremtidig udvikling i næringssiltindhold i Gudenåen

Fosforindholder i Gudenåen vil falde yderligere i de kommende år efterhånden som nærtafgivelsen af fosfor fra søernes mudder vender sig til en nettotilbageholdelse. Fosforindholdet ved Randers vil formentlig stabilisere sig omkring 0,075 mg/l. Ved forbedret fosforrensning, hvor den i dag ikke er optimal og ved en evt. reduktion af det diffuse bidrag, kan fosforindholdet som årgennemsnit måske endda i løbet af nogle årtier nærme sig 0,05 mg/l og fosfortransporten næsten halveres i forhold til i dag.

Helt uden forurening ville fosforindholdet formentlig være omkring 0,02 mg/l.

Kvælstofindholder i Gudenåen vil især afhænge af omfanget af reduktionen i udvaskningen af nitrat fra dyrkede arealer. Omsætningen af nitrat til atmosfærisk kvælstof i søerne og i andre vådområder spiller dog også en betydelig rolle for kvælstofindholdet i Gudenåen. Bedre betingelser for denitrifikation (f. eks. mindre opløsning af nitrat i algerne i søerne eller denitrifikation i nydannede vådområder) kan således bidrage til at mindske kvælstofindholdet. Det er dog næppe sandsynligt, at nå årgennemsnitsværdier på under 2 mg/l.

Helt uden forurening ville kvælstofindholdet formentlig være noget under 1 mg/l.

Yderligere kvælstoffjernelse fra spildevand vil kun have ubetydelig virkning.

7. VANDLØBENE

Vandløbsforurening

Forureningsproblemerne i vandløbene er tilførsel af organisk stof med spildevand, og at de fysiske leveduligheder for dyr og planter er vanskeliggjort af vandløbsvedligeholdelse og af tidligere tiders vandløbsreguleringer, der efterlader et fysisk ensformigt vandløb med ringe livsmuligheder. Hertil kommer, at der gennem de seneste århundreder er lavet spærringer i vandløbene, så at fisk og smådyr ikke har kunnet komme frem og tilbage.

Ajle disse menneskeskabte påvirkninger (forureninger) er på retur, som følge af de senere årtiers indsats for at genskabe naturværdierne i vandløbene.

I det følgende beskrives, hvilke forbedringer vi har opnået i vandløbene i Gudenåsystemet, og hvorledes udsigterne tegner sig for fremtiden. Dog koncentrerer beskrivelsen sig om de Store og mellemstore vandløb, som er vist på figur 7.1 og 7.2, mens de helt små vandløb kun omtales i generelle vendinger.

Forureningsgrad (FO)

Forureningsgraden i vandløb bedømmes ud fra forekomsten af smådyr i vandløbet. Bedømmelsen bygger på en erfaringsmæssig sammenhæng mellem, hvilke dyr der kan klare sig i et vandløb og graden af forurening af vandløbet på det pågældende sted.

Denne forureningsbedømmelse hviler på et meget omfattende erfaringsmateriale indsamlet i Europa gennem hele 1900 tallet og med en tradition for at inddele forureningspåvirkningen i 4 kategorier eller forureningsgrader:

Forureningsgrad I:
uforurenet

Forureningsgrad II:
svagt forurenet

Forureningsgrad III:
ret stærkt forurenet

Forureningsgrad IV:
meget stærkt forurenet

Det forurenede vandløb
Nå, er vandløb forurenet med organisk stof, som f.eks. urensset byspildevand, kommer der slamaflejringer, og vandet bliver uklart og gråtligt.

Slammet kvæler vandplanterne og dækker vandløb, bunden. Iten i vandløb, bunden opbruges og selvoppe i det strømmende vand kan der være dårlige iltforhold.

Kun ganske få arter af fluesektlarver og orme kan leve under disse forhold. De har et stort indhold af røde blodkugler og kan heri have ilt nok til at klare sig flere dage i iltfrit vand.

Fluelarven "rottehale" klarer sig ved gennem et ånderør at trække vejret direkte fra atmosfæren.

Det beskidte vand er berudover uæstetisk og ubyggejnisk.



Illustration: Danmarks Sportfiskerforbunds skolemateriale

Ved bedømmelserne bruges ikke blot disse 4 forureningsgrader, men også overgangsformerne: forureningsgraderne I-II, II-III og III-IV.

I stedet for forureningsgrad (FO) ses undertiden betegnelserne saprobiegrad eller saprobieindex, som betyder OITrCII[det samme som forureningsgrad (saprobie betyder rådden, index er altså er mål for graden af råddenskab i vandløb).

Forureningstilstand i 1970erne

Forureningstilstanden var værst i Gudenåsystemets vandløb i 1970erne, nogle steder dog først i 1980erne. Uden en indsats mod denne forurening ville den i dag have været endnu værre end dengang.

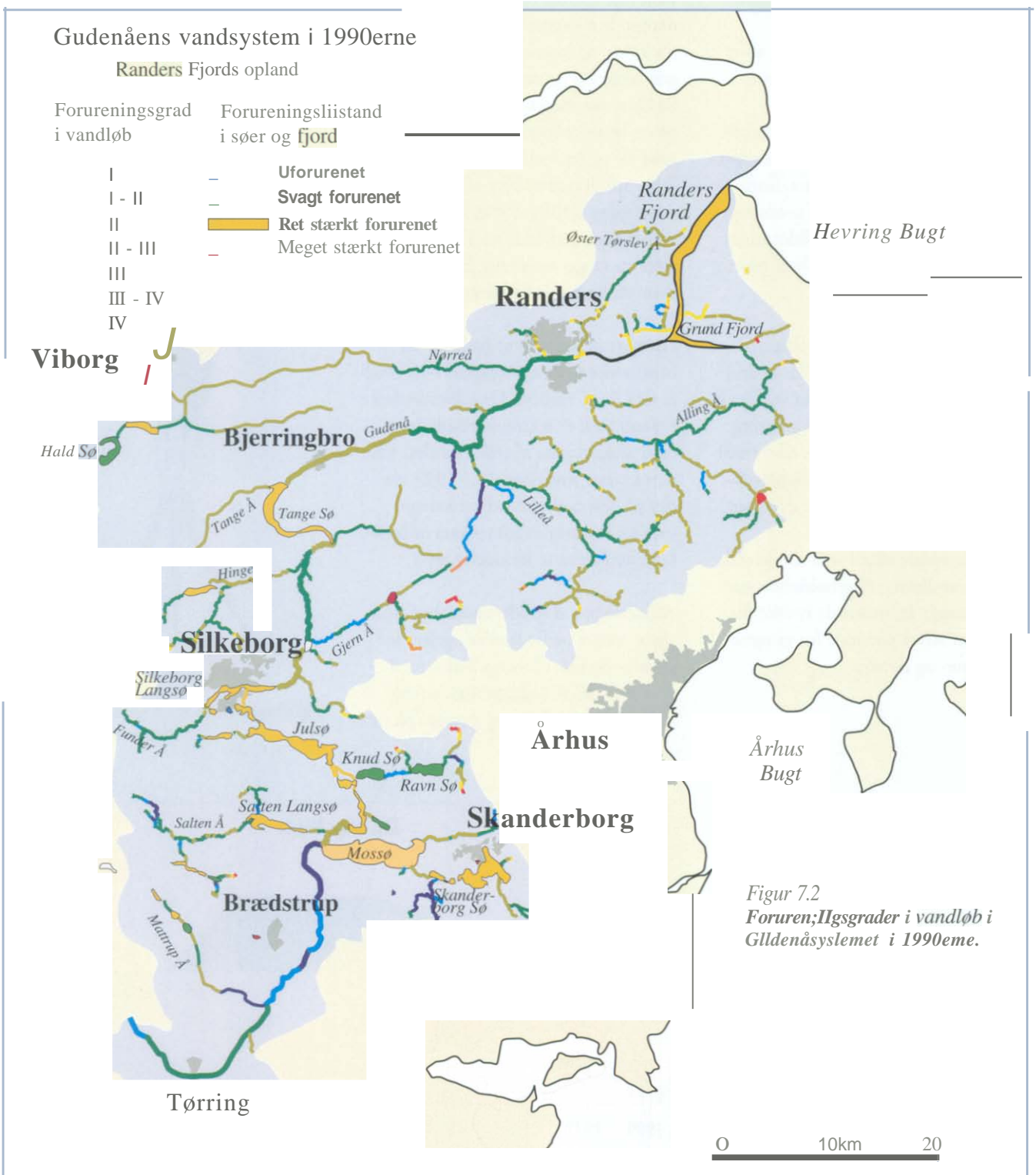
Denne værre fundne forureningstilstand i vandløbene fra 1970erne og først i 1980erne er vist i figur 7.1.

Forureningstilstand i 1990erne
 øjagtigt svarende til forureningskor-
 tet for 1970erne er det i figur 7.2 vist
 er kort over forureningsgraderne i
 vandløbene i 1990erne

Konet baserer sig på undersøgelser ved
 ca. 2.000 vandløbslokaliteter.

Forbedringerne i forureningstilstand i
 vandløbene skyldes først og frem-
 mest, at der nu sker en biologisk

rensning af spildevand fra alle byer.
 Dette har mindsket slamaejtninger
 og bedret iltforhold i vandløbene, og
 derfor skabt bedre levedmuligheder for
 renravsdyrene.



Indttykket ved at sammenligne forureningskortene fra 1970'erne og 1990'erne er, at der er sket 2 væsentlige ændringer:

- forureningsstilsranden er afgørende bedret i de vandløb, der i 1974 var stærkt forurenet af spildevandsudledninger fra byer
- Aere vandløb har udviklet sig til at være praktisk taget uforurenede.

Desuden er forureningsstilstanden blevet meget bedre i mange små vandløb, som ikke er vist på de røde kon, fordi landbrugets udledninger af møddingsvand er ophørt, og fordi spildevandet også fra mange landsbyer bliver pumpet til renseanlæg.

I mange vandløb er målsæmningen (oftest forureningsgrad II eller bedre) ikke opfyldt, fordi vandløbet stadig er påvirket af tidligere tiders regulering og vandløbsvedligeholdelse, eller fordi der stadig foretages en vandløbsvedligeholdelse, som går ud over dyrelivet.

Selv efter ophør eller stærk indskrænkning af vandløbsvedligeholdelsen kan der gå mange år, inden de fysiske forhold igen bliver gunstige for et naturligt plante- og dyreliv.

Eksempler på udviklingen i forureningsstilstand i vandløbene af

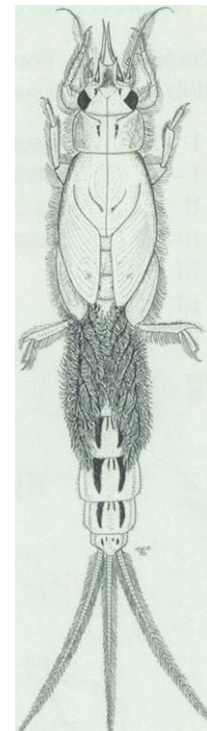
Dørup Bæk på sydsiden af Mossø

Den lille Dørup Bæk blev gennem mange år forurenet med spildevand fra Yding og Voerladegård. Forureningen tiltog op igennem 1980'erne, hvor bækken var meget kraftigt forurenet på en længere strækning (forureningsgrad IV på en I til IV-skala, se figur 7.3). Spildevandet blev afskåret til renseanlæg i 1989-1990, hvorefter forureningsgraden faldt fra IV til II-III, altså en meget væsentlig forbedring, men stadig noget forurenet.

Længere nedstrøms er bækken nu uforurenet (forureningsgrad I-II) med et fint liv af smådyr. Ørredbestanden i Dørup Bæk er nærmest eksploderet efter afskæringen af spildevandet. Ved den seneste undersøgelse i 1997 var der på den nederste del omkring 4 ørreder for hver kvadratmeter af bækken, hvilket er ualmindeligt godt.

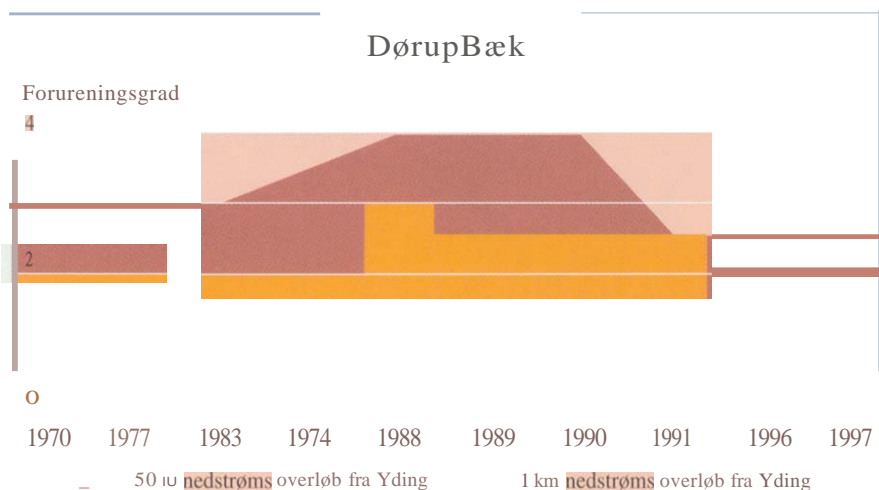
Afskæringen af spildevandet har altså skabt meget bedre livsbetingelser for smådyr og fisk i Dørup Bæk - men den øvre del af bækken lider stadig under sandvandring og mangel på sten

i bækken som følge af tidligere tiders reguleringsarbejder. Derfor mangler der stadig nogle af de rentvandskrævende smådyr, som først kan finde egnede levesteder, når bækken får et mere varieret forløb (bedre fysiske forhold).



Ephemera danica (døgnj7uenymje)

Illustration, Jens Chr. Schou.



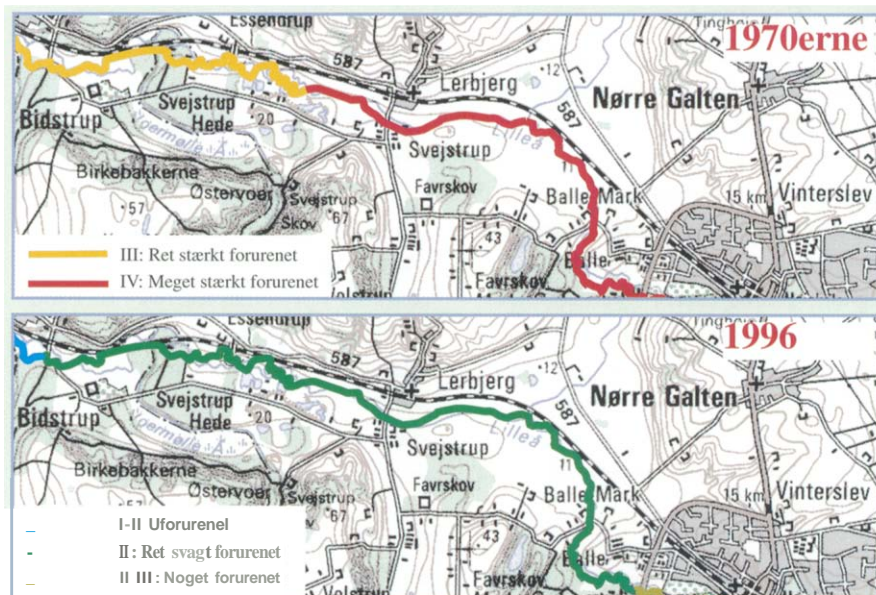
Figur 7.3 Udviklingen i forureningsstilstanden i Dørup Bæk ved Mossø, efter at spildevandet fra Yding og Voerladegård blev afskåret i 1989-1990.

Hadsten Lilleå

Lilleå løber 37 km fra Lading ril Gudenå ved Langå.

Aen var i 1970erne srærkr forurenat af dårligr renset husspildevand, industrispildevand og ulovlige landbrugsudledninger. På flere strækkinger af hovedløber var forureningsgraden III og IV og bunden var dækket af slam og bakteriekolonier, såkaldte "lamme-hårer" nedstrøms byerne. Forureningen skyldtes der leredbrydelige, organiske srof i spildevandet.

Forureningen var særlig slem fra Hadsten, fordi der her også blev udledt spildevand fra slagteriet. På lange strækkinger neden for byen kunne kun de mest forureningsvlerante dyr leve i åen.



Figur 7.4. Forureningsgrader i Hadsten Lilleå 1970erne og i 1990erne.

En effektiv rensning af spildevander i alle byer og landsbyer i oplander frem ril starten af 1990erne, ophør af landbrugsudledninger, samt lukning af svineslagteriet i Hadsten har medført en markant bedring af vandkvaliteten i Lilleå.

Ved Bidstrup Bro var der i midten af 1970erne en forureningsgrad på III som følge af spildevandsudledningerne. I dag er forureningsgraden I-II og I, svarende ril en næsten uforurenat rilsrand (figur 7.4).

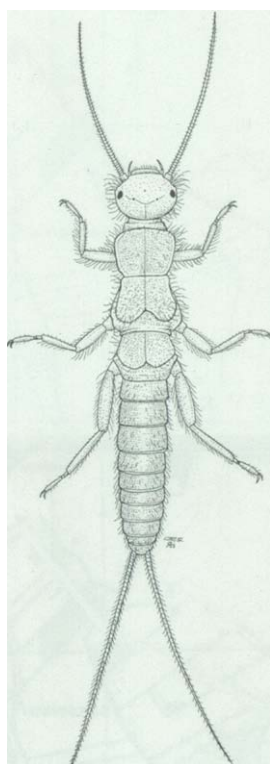
Vandkvaliteten er med andre ord blevet så god, at meget rentvandskrævende smådyr som døgnfluen *Ephemera danica* og *Iorvingerne /soperla grammatica* og *Leuctra nigra*, kan leve ved Bidstrup Bro og enkelte andre sreder i Lilleå.

Forbedringerne i forureningsriisrand skyldes ikke kun en mindre forureningsbelastning.

Vandløbsvedligheden er gradvis blevet mere skånsom og miljøvenlig gennem 1980erne og 1990erne. Derre

har sammen med vandløbsresaurering i nogen grad genskabt levemulighederne i åen for fisk og smådyr.

Disse levemuligheder var i vidt omfang blevet ødelagt ved regulering og kanalisering af srort ser hele Lilleå og af de fleste rilløb. Srørstedelen af disse reguleringer skete i første halvdel af 1900 taller, og de miljømæssige elendige fysiske forhold blev fastholdt gennem vandløbsvedligheden frem ril 1980erne.



Leuctra nigra slørvingenymfe

Illustration, Jells elif: Schou.



Figur 7.5. Spildevandsudledninger var årsag til den stærke forurening af Lilleå/rem til 1970erne. Foto: P. Heise

Forureningstilstand i Gudenåens hovedløb

Den direkte forureningspåvirkning fra spildevandsudledninger er i Gudenåens hovedløb meget lille. Derfor kan det måske undte, at forureningstilstanden i store dele af hovedløbet ikke er tilfredsstillende hverken i 1970'erne eller i 1990'erne.

Alger fra søerne forurener Gudenåen

Årsagen til at forureningsgraderne i Gudenåen på lange strækninger er så dårlig som grad III eller II-III er den store produktion af alger i søerne langs Gudenåens hovedløb. Denne algeproduktion belastet Gudenåen med organisk stof mange kilometer nedstrøms søerne langs hovedløbet (se forureningskort figur 7.2 side 31).

Algernes påvirkning af vandløbsfaunen er altså en forurening med organisk stof på lignende måde som organisk stof med spildevand. Kvaliteten af det organiske stof tilført som alger fra søerne er dog helt anderledes end otganisk stof i spildevand, og forureningspåvirkningen på mange måder mindte alvorlig.

Forureningspåvirkningen af Gudenåens smådyr er da også helt anderledes, men tilførslerne af de store mængder af alger medfører, at de arter, der er særligt tilpassede til at leve af algerne, klarer sig godt på bekostning af de andre vandløbsdyr.

Forureningspåvirkningen af Gudenåen som følge af algeudskyllinger fra søerne vil efterhånden mindskes i takt med, at algemængden i søerne bliver mindre, og søerne bliver mere klarvandede som følge af fosforfjernelse fra spildevand.

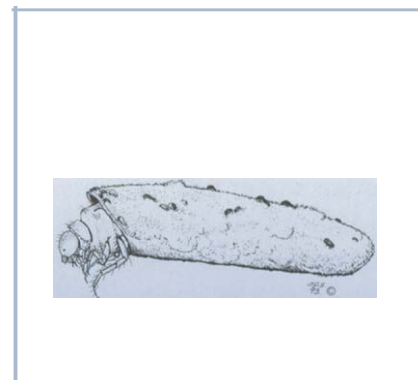
Smådyr og fisk i Gudenåen vil dog fortsat være påvirkede af søerne, dels

fordi vandtemperaturen i søerne vil være høje om sommeren, og dels fordi der også fremover vil være en betydelig algemængde i søernes vand, selv efter at virkningen af fosforfjernelse fra spildevand har slået fuldt igennem i løbet af nogle åier.

Særlige smådyr i Gudenåen

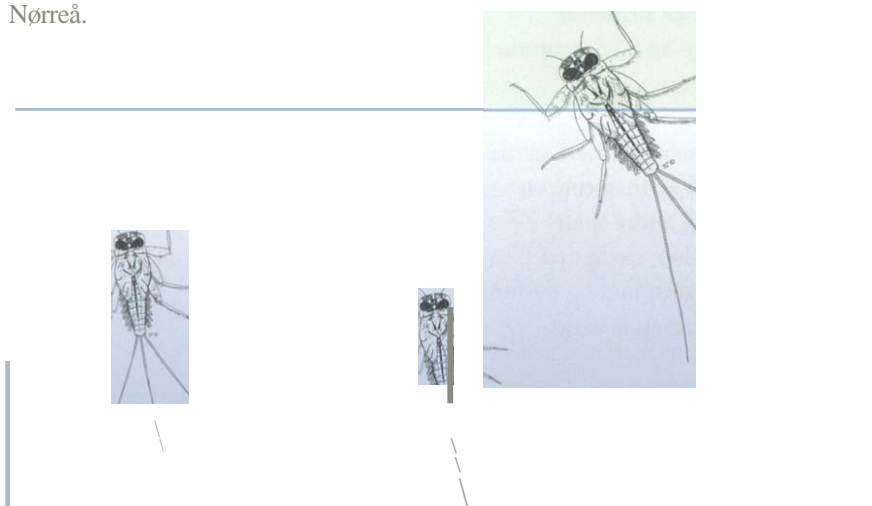
Gudenåen er så stort et vandløb, at der er livsmuligheder for vandløbsdyr, som vi normalt ikke finder i mindre vandløb. Nogle af de sjældne dyr, vi har fundet i de senere år, troede vi faktisk var uddøde.

Som eksempel på en renrvandskrævende viraue kan nævnes *Ceraclea alboguttata* (figur 7.8) der lever i friskvandsvamp, som findes i store mængder på vandløbsbundens sten. En anden renrvandskrævende art er døgnvæn *Heptagenia flava* (figur 7.9), der tilsyneladende er ved at sprede sig i Gudenå efter i mange år kun at være fundet i få eksemplarer. Disse renrvandsarter søses ud mod fjorden gradvist af mere hårdføre arter. Det er kun ganske få arter af vandløbsdyr, der kan overleve i brakvandsområder. Saltpåvirkningen fra Randers Fjord når periodisk helt op til udløbet af Nørreå.



Figur 7.8. Våfluen *Ceraclea alboguttata* lever i friskvandsvamp på sten på vandløbsbunden. Arten er en indikator på rent vand. Illustration: lens Chr. Schou.

Forekomsten af et trods algepåvirkninger egenartet dyreliv i Gudenåen understreger de biologiske kvaliteter af den ne Aod. Hvad kunne det ikke blive til uden forurening med alger fra søerne og med en evt. genskabelse af de mere naturlige og fysisk afvekslende forhold for dyrelivet, levemuligheder som i vidt omfang er fjernede gennem tidligere tiders uddybning af Gudenåen for at gøre den sejlbare.



Figur 7.9. Døgnvæn *Heptagenia flava* er en indikator på rent vand.

Illustration: le/JS Cl., ScilOll.

Kan tidligere tiders naturkvalitet i Gudenåens nedre løb genskabes?

Hvordan så der ud?

Indtil 1800 tallets uddybning og regulering af Gudenåen mellem Silkeborg og Randers for at give plads for ptamfarten så Gudenåen ganske anderledes ud end i dag. (se kortet side 12)

Gudenåen var mete lavvandet, og de Aeste steder bestod bunden af sten og grus. Nogle steder ragede metetstore kampesten op over vandoverAaden. Dette narurvandløb var et ideelt levested ikke blot for en lang række små vandløbsdyr, som stiller store miljøktav, med også som gyde- og opvækstområde for laks og ørred.

Der hvor Tange Sø nu ligger havde åen det største fald, ca. 10m på 10 km. Her var åen det nærmeste vi kommer til en brusende bjergAod i Danmark, og her fandtes laksens vigtigste ynglepladset.

Hvad kan vi få igen?

Vi kan srorr set få det igen, som vi bestemmer os for. Men vi kan naturligvis ikke både få en brusende bjergAod og Tange Sø på det samme sted.

Det vil dog narurmæssigr være særdeles givende også at gennemføre en naturgenopretning andre steder i Gudenåens hovedløb, særligt på strækninger med godt fald og detfot med hurtigt strømmende vand.

Nogle af Gudenåens kvaliteter kan genskabes ved at fylde sten og grus i åen på strækninger mellem Sminge Sø og Kongensbro og umiddelbart nedstrøms Tangeværket, så at vi her får en lavvandet Aod med sten og grusbund og med hurtigt strømmende vand.



Fig 7./0. Ork/a ell'ell sydfor Trollheim i Norge. Før Gldellæll uddybedes lli promjar'. så den omtrent sådan ud på strækninger lli stor Ja ld.

Folu: Jens Møller Andersen

Sådanne ændringer vil dels genskabe levedmuligheder for smådyrene og dels væte en forudsætning fot at laks og ørted kan bruge Gudenåens hovedløb som yngle- og opvækstområde.

En sådan naturgenopretning vil umuliggøre sejlads med motorbåde og vil måske også medføre, at de omkringliggende enge bliver mere fugtige og vandlidende.

Guden blev i 1861 beskrevet af Vandbygningsinspektør C. Carlsen: Beretning om de mellem Silkeborg og Tange udfone Reguleringsarbejder:

Partid mellem Silkeborg og Tange fiar også oprindeligt kunne befares, a{tnt efter Bortrydningen aJendeel Steen, men kun med Vanskelighed og aJfidet dybgaaende Fartøier. Betingelserne ere her nemlig langt ugunstigere end paa den nedre Deel. Det vandførende Profils ringe Udstrækning, livoraJ følger en ringe Dybde og Brede, den store Strømllingsliastigltd og Løbets Bugtninger ere de af Naturen frembragte :j(indrillgr, som liaVl besværliggjort Farten. Den naturlige dybde kan "emfig - som anført - ved laveste vandstand synke ti{ 1-2 fod, iser paa saadanne Steder, litlor Aaen har udbredt sig over stene Terrain.

Den største dybde fandtes derhos oprindelig kun i en smarRende, ofte sao smar, at en Pramleppe havde pradS tir at passere, og denne Rende bugtede sig undertiden fra den ene Aabred lir den anden. Aaen var iser mellem Smil/ge Sø og (lange opfyMt med store Steen, som vildeels ragede frem over Vandfladen. Paa llogre Steder have Stenene, før nogen Opryddnllg varforetagw, figget sao tæt, at de aldeles spærrede Passagen.

Fisk i Gudenåsystemets vandløb

Laks

I dag finder vi 21 af de 38 danske aner af ferskvandsfisk i **Gudenåens** vandløb. Indrj(vandkraftværker Gudencentralen blev bygger ved Tange havde **Gudenåen** en naturlig laksebestand - men den uddøde, da der blev bygget en dæmning over **Gudenåen**, så laksene ikke kunne **nå** frem til deres livsvigtige gydepladser. Der er dog stadig *laks* i **Gudenåen** - men nu skyldes det **årlige** udsættninger fra lakseopdrætsanlægget FOS-laks, hvilket dog endnu ikke har **resulteret i nogen nævneværdig** naturlig produktion af lakseyngel fra gydning.



Stør i Randers Fjord og i den nedre del af Gudenåen frem til omkring 1900

Randers Fjords Naturhistorie fra 1918 skriver A.G. Johansen og J.G. Loffing:

Af og til fanges der en Stør i Randers Fjord eller Gudenåens nedre **Løb**, men *dog* langt fra hvert Aar. Heller ikke i tidligere Tid synes den at have været almindelig. Et Individ af ca. 2,5 m længde og ca. 80 kg Vægt blev fanget ved Frisen-vold Fiskegaard i April 1892 og et andet på 2,6 m Længde sammesteds d. 7. Maj 1901.

Neckelmann skriver i Randers Kiobstads hlstonsk-topographiske Beskrivelse i 1833: *Stør fanges undertiden, dog meget sjældent i Laxegaardene.*

Sjældne og interessante fisk Foruden **Laks** er **Stør** den mest bemærkelsesværdige af **Gudenåens** fiskearter, som er uddøde i nyere tid. **Stør** har næppe nogensinde været særlig talrig, men har tilsyneladende vandret op i **Gudenåens** nedre del for at gyde. **Også Stavsild** og **Majsild** er tilsyneladende forsvundet fra Randers Fjord.

Herudover er nogle arter **gået** tilbage. Eksempler **herpå** er karpefiskene **Elritse** og den sjældne **Smerling**. **Smerling** findes kun i fire danske vandsystemer. **J Gudenåsystemet** fandtes **Smerling** tidligere i **såvel** Gjern Å, Borre Å og Tange Å, men findes nu kun i Gelbæk ved Gjern Å nord for Silkeborg,

Al andre interessante fisk kan nævnes torskefisken **Knude**, **også** kaldet **Ferskvandskvabbe**. Den findes i **Gudenåens** vandløb, men findes ellers ikke i østjyske vandløb. Laksefisken **Stalling** findes kun naturligt i Danmark i vestjyske vandløb, men **har nu dannet srore, selvreproducerende** bestande i **Gudenåen** syd for Mossø efter udsættninger i 1930'erne.

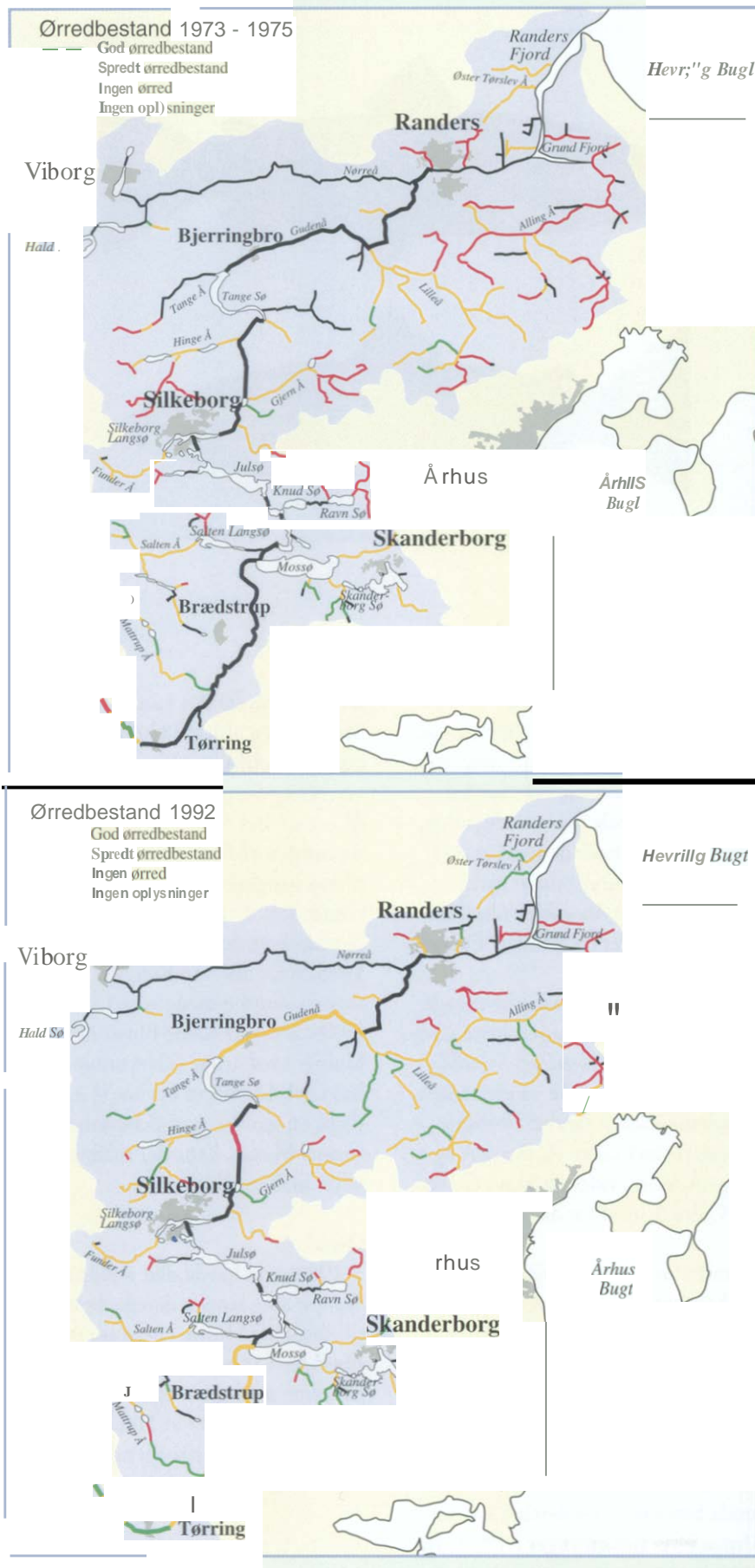
Den er **også** fundet i andre tilløb til Mossø, men aldrig i Gudenisystemet **nedstrøms Mossø**.

Ål

Bestanden af **Den atlantiske Ål** er i tilbagegang **på** verdensplan, **også** i **Gudenåen**. Det blev bl.a. vist ved **Gudenåkomiteens undersøgelser i 1985**, hvor alle vandløb blev undersøgt **på** samme måde **som** i 1969-1971. Ålebestandene bliver nu op- hjulpet med årlige udsættninger af åleyngel. Derfor er der nu bl.a. er skabt en ganske stor ålebestand op- **strøms Mossø, hvor der tidligere var** langt mellem ålene.

Ørred

I 1980'erne havde den sjældne **Soorred** sine største danske bestande i tilløbene til Mossø - men nu er be- standene i tilløbene til Hald Sø fuldt **på** højde med disse og er muligvis endnu større, efter at Hald Sø Bådelaug i 1983 påbegyndte et frem- synet plejearbejde af søens tilløb.

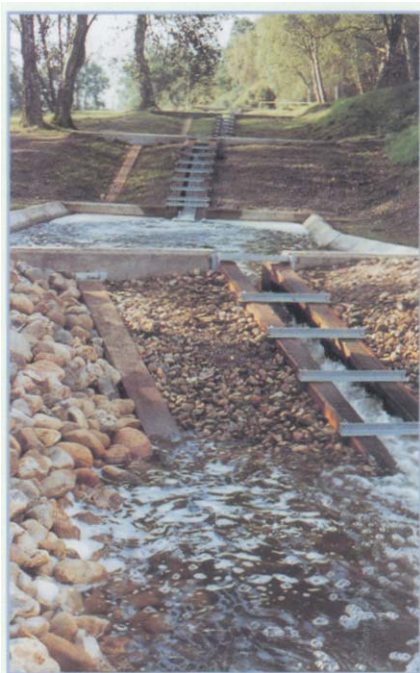


Ørred er en af de mest almindelige fisk i Gudenåens vandsystem. oftest i form af **Bekørred**. Dette skyldes bl.a. **årlige** udsætninger af Ørred i vandløb med **dårlige** gydemuligheder. Ørreden stiller de samme miljøkrav til vandløbene som miljømyndighederne - der skal være rent vand og gode gydemuligheder, d.v.s. gruset/srenet bund, og **så skal ørreden kunne vandre frit mellem** de små gydevandløb og opvæksrområderne i større vandløb ellet sø- og hav. **Ørreden trives, hvis disse krav** opfyldt og er derfor en god indikator for vandløbets tilstand.

En sammenligning af de naturlige ørredbestandes størrelse fra perioden 1973-1975 til 1992 viser, at der nu er **naturlige ørredbestande i mange vandløb**, der tidligere var ørredtomme (se **figurerne**). Bestandene er **altså gået** frem - men der er stadig for **få** ørreder i mange vandløb, som er udpeget til at kunne have naturlige bestande. Derfor bliver der stadig sat ørreder ud i mange vandløb, indtil miljøforholdene bliver så gode, at ørrederne selv kan sørge for at opretholde bestanden på naturlig vis.

Figur 7.1. Ørredbestande i Gudenåens vandsystem i 1973-75. Fan'ekoderne viser, at ørredbestanden er god, spredt eller ingen ørreder. En ørredbestand er her defineret som god, hvis der er over 50 ørreder pr: 100 m² vandløbsbredde i vandløb, der er op til 3 meter brede og over 10 ørreder pr: 100 m² vandløb, der er over 3 meter brede.

Figur 7.12. Ørredbestande i Gudenåens vandsystem i 1992. Fan'ekoderne viser, at ørredbestanden er god, spredt eller ingen ørred.



Figur 7.13. Fisketrappe ved Taugeværk, 1980. Foto: Jens Møller Andersen

Spærringer i vandløb

Opstemninger i vandløb forhindrer, at vandfisk og smådyr kan bevæge sig op og ned gennem vandløb. [værste fald kan de f eks. ikke nå frem til yngleområder og kan så ikke overleve i vandsystemer.

Genskabelse af passage muligheder ved spærringer har derfor været en høj prioritet del af Gudenåkomiteens arbejde, idet komiteen har rådgivet og tilskyndet de ansvarlige myndigheder til at skabe effektiv passage ved alle vigtige opstemninger.

Gudenåkomiteens oprindelige målsætning om at få passage ved alle spærringer i Gudenåens hovedløb inden udgangen af 1993 viste sig ikke at kunne lade sig gøre. Der er dog isæt i de seneste 10 år skabt passage ved mange opstemninger.

Status vedrørende spærringer Den helt overordnede status for etablering af passage ved spærringer i Gudenåsystemet er altså, at der stadig ikke er tilfredsstillende passage mulighed ved Tangeværket og ved Silkeborg Papirfabrik, selvom der begge steder findes en fisketrappe. Ved Ry Mølle laves i 1999 et omløbsstryk, hvorigennem både fisk og kanofarere kan passere uden forhindringer.

Også ved Vitholt Mølle syd for Mossø vil der i 1999 blive lavet et omløbsstryk.

Koncessionen for Tangeværket udløber i 2001. [den forbindelse skal der træffes beslutning om den fremtidige drift, herunder passageproblemet for fisk. Ved Silkeborg Papirfabrik er der udarbejdet et projekt, men finansieringen af projektet er ikke aftalt.

I sidetiløbene findes der to vigtige spærringer for opvækkende fisk. I Hadsten Lilleå virker fiskeuappen ved Løjstrup Mølle ikke tilfredsstillende, og i Hinge Å ved AHinggård Kraftværk er åen totalt spærret med den 6,5 m høje opstemning.

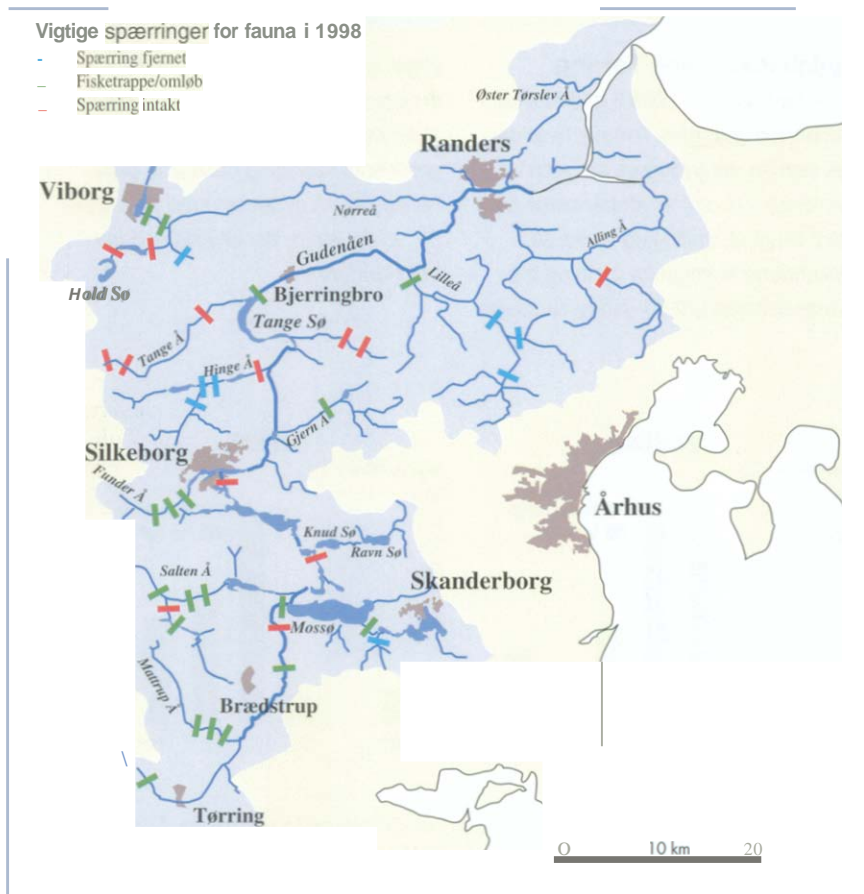


Fig 7.14. De vigtigste spærringer ved vandløb i Gudenåsystemet. Kortet viser de spærringer, der eksisterede i 1974. Samtidig er det vist hvor der er skabt passage muligheder i perioden 1974 til 1997. (Ved Ry Mølle og Vitholt Mølle etableres fiskepassage i 1999).

Vandløbsrestaureringer

Ud over at arbejde på at få skabt passage ved spærringerne i Gudenåens vandløb arbejder Gudenåkomiteen også på at sikre et bedre vandløbsmiljø ved en miljøvenlig vedligeholdelse af vandløbene og en egentlig restaurering, hvor der udlægges sten, gydebanker m.m. til ersraming for det materiale, der igennem tiden er blevet fjernet ved vandløbsvedligeholdelsen. Dette arbejde udføres primært af vandløbsmyndighederne, dvs. amterne og kommunerne, evt. med økonomisk støtte fra Miljøministerier.

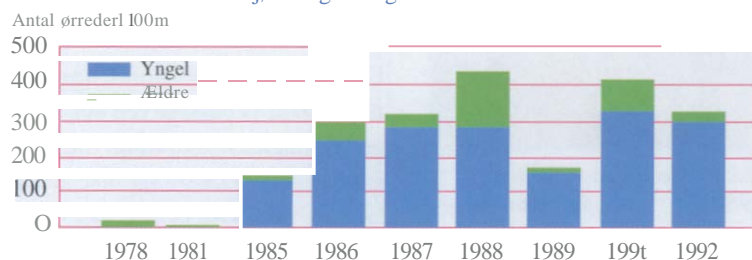
Det er dog ikke altid myndighederne, der arbejder på at skabe gode vandløb. Lystfiskere, lodsejere og andre naturskere har også fundet glæde ved at hjælpe naturen tilbage til en god tilstand.

Restaurering af tilløb til Hald Sø
Hald Sø Bådelaug restaurerede i 1983 Dollerup Møllebæk og indførte miljøvenlig vedligeholdelse af Dollerup Bæk. Begge vandløb fik hurtigt en naturlig bestand af ørred fra gydning, der var lige så stor som i tilløbsbækken

Bisballe Bæk, der hele tiden har ligget hen i naturtilstand. Bestandene i Dollerup Møllebæk og Dollerup Bæk kan nu måle sig med de bedste danske vandløb, idet der er 2-6 ørreder for hver kvadratmeter af bækken.



DoUernpBæk
Miljøvenlig vedligeholdelse fra 1983



Figur 7.15. Udvikling i ørredbestanden i Dollerup Bæk, ejret af Hald Sø Bådelaug i 1983 indførte miljøvenlig vedligeholdelse.

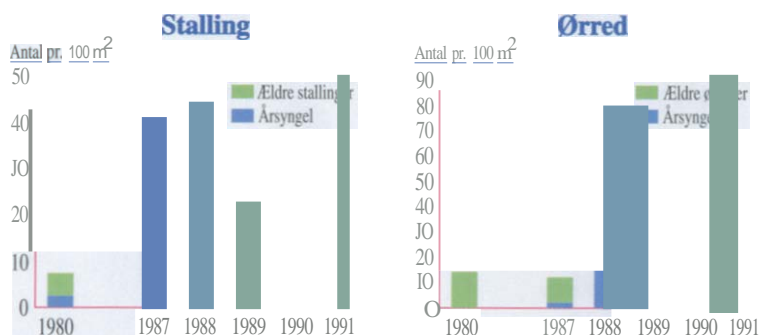
Gydebanker i ved Tørring

Vejle Amt lavede i 1986 5 gydebanker i Gudenåen opstrøms Tørring, hvor der blev lagt en del gydegrus ud (sten i størrelsen 2-5 cm). Gydebankerne blev flittigt brugt af stalling og ørred, så bestandene af yngel fra gydning blev mangedoblede (20-50 gange så meget

yngel som tidligere, se 2 figurer). En af årsagerne til gydebankernes succes er, at en mollesø ved Hammer Mølle fungerer som sandfang opstrøms gydebankerne, så gydebankerne ikke dækkes af det sand, der skylles ned gennem Gudenåen.

Gydebanke ved Langå uden succes

Gudenåkomiteen har i 1993 som et forsøg lavet en gydebanke i Gudenåens hovedløb ved Abro nær Langå. Selvom der er fanget naturligt produceret lakseyngel ved gydebanken, har det dog vist sig, at den ikke fungerer særlig godt. En af årsagerne er, at der er mangel på egnede opvækstpladser. For at ørred- og lakseyngel kan overleve kræves en vandløbsstrækning med hurtigt strømmende vand hen over sten og grusbund og en lille vanddybde.



Figur 7.16. Bestanden af stalling og ørred i Gudenåen opstrøms Tørring steg voldsomt, ejret af Vejle Amt i 1986 lavede 5 gydebanker.

Modelvandløb Hadsten Lilleå
Vandkvaliteten i Lilleå blev afgørende forbedret gennem spildevandsrensning i 1970'erne og 1980'erne, men vandløbets biologiske kvaliteter lod stadig en del tilbage at ønske på grund af de fysiske forhold i åen. De vigtigste problemer var:

- fiskenes vandringer forhindredes af spærringer
- de fysiske forhold i åen tilfredsstillende hverken landmændenes ønsker til vandafledning eller de miljømæssige ønsker til vandløbskvaliteten.

I 1986 blev det derfor besluttet at kortlægge mulighederne for at forbedre både de afvandingsmæssige og de naturmæssige forhold i Lilleåen. I arbejdet deltog foruden amtet og de berørte kommuner repræsentanter for landbrug, Iystfiskerforening og Danmarks Naturfredningsforening.

Modelvandløb Lilleå

Der blev lavet et omfattende projekt til forbedring af de fysiske forhold i Lilleåen kaldet "Modelvandløb Lilleå". Projektet blev gennemført i perioden 1988-1990. De vigtigste elementer var:

- fjernelse af spærringer
- udgravning af dobbeltprofil nedstrøms Hadsten
- mere miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse.

Fjernelse af spærringer

Gode passageforhold er særligt vigtige i Lilleå, fordi halvdelen af Gudenåens havørredbestand søget op i Lilleåen for at gyde.

Ved Hadsten Mølle og ved Grundfør Mølle ved Hinnerup var der tidligere ingen passagemulighed. Mølleopstemningerne blev fjernet i efteråret 1989 og 1990 og faldet blev udjævnet over lange stryg, så at der nu ingen passageproblemer er for hverken fisk eller smådyr.

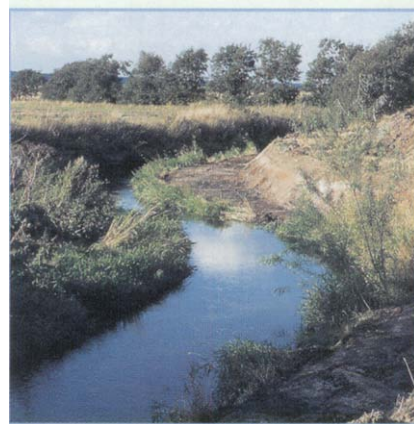


Fig. 7.17. For all/godese både miljø-mæssige og /anc/brugsmæssige ønsker er Lil/å udgravet med dobbel/proji/.

I løbet af 1990'erne er der så yderligere fjernet spærringer i de mest velegnede gydetilløb i Lilleåens vandssystem (Granslev Å, Voer Mølleå, Spørring Å og Haldum Bæk).

Ved den allervigtigste opstemning i Lilleåen, ved Løjsrup Mølle Dambrug ca. 2 km fra Gudenåen er mulighederne for fiskepassage dog stadig meget dårlige. En eksisterende, men ikke fungerende, fiskerappe blev ombygget i 1988, og så ud til at være passabel i hver fald i nogen grad. Senere undersøgelser har dog afsløret at passageforholdene er utilfredsstillende og etablering af en problemfri passage her er meget presserende.

Dobbeltprofil

I 1989 blev der gennemført en resraure-

ring/regulering af Lilleå fra Hadsten til Lerbjerg. Amtet udgravede åen, så at den fik et dobbeltprofil. Herved opnåedes både landbrugsmæssige og miljømæssige gevinster. Ved store afstrømninger kunne hele vandføringen rummes i dobbeltprofilen uden at oversvømme kornmarkerne langs åen, og i det lille profil, hvor vandet normalt løber, er det ikke nødvendigt at lave vandløbsvedligeholdelse, som forstyrrer levede muligheder for fisk, smådyr og planter (Figur 7.17 og 7.18).

Miljøvenlig vand/obsvedligeholdelse

De sidste markante miljømæssige forbedringer af de fysiske forhold for planter og dyr i Lilleå er opnået gennem en mere miljøvenlig vandløbsvedligeholdelse efter vedtagelsen af et nyt vandløbsregulativ i 1989. De vigtigste ændringer er mindre grødeskæring, stort set ingen opgravninger af vandløbsbund og plantning af skyggegivende træer langs åen på egnede strækninger.

Samlet virkning af indsats i Lilleå

Den samlede virkning af spildevandsrensning og indsats til forbedring af de fysiske forhold har været fremragende. Vi har på mange måder fået noget, der ligner et naturvandløb. Der mangler bare at blive lavet en ordentlig passagemulighed for fisk ved Løjsrup Mølle Dambrug inden udløbet i Gudenåen.

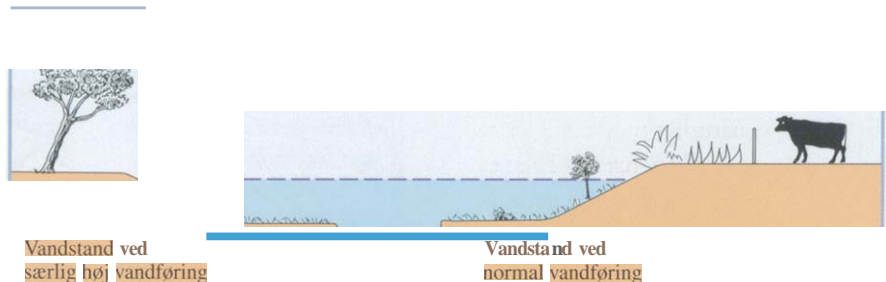


Fig. 7.18. Med dobbeltprofil i Lilleå mellem Hadsten og Lerbjerg kan det naturlige, smalle åleje lades uforstyrret så at plante- og dyrelivet ikke skades ved vandløbsvedligeholdelse. Samtidig er der tilstrækkelig vandafledningsevne i den brede, udgravede profil til at undgå oversvømmelse af markerne ved store afstrømninger.

8. SØERNE I GUDENÅSYSTEMET

Forureningsproblemet

Forureningsproblemet i søerne i

Gudenåsystemet er som i andre danske søer, at algevæksten er blevet stærkt forøget som følge af de øgede næringsstoftilførsler til søerne, især i 1900 tallet.

De øgede algeomængder i vandet har gjort de fleste søer uegennemsigtige og grumsede, øget aflejringerne af muddet på bunden, kvælt planterne på bunden og øget hyppighed og mængde af de generende blågrønalger, som kan være giftige.

Her kommer, at søernes øgede algeproduktion har forurenede nedstrøms vandløbsstrækninger med alger. I Randers Fjord stammer størstedelen af tilførslen af organisk stof fra algeproduktionen i søerne langs Gudenåens hovedløb.

Algeomængden i søerne kan mindskes ved at mindske fosfortilførslen. Derfor blev der allerede fra midt i 1970'erne indført fosforfjernelse fra spildevand. Desværre er risikohorizonten årtier for forbedringer, efter at fosfortilførslen til søerne er mindsket, fordi der er ophobet fosfor i muddet på søbunden.

Den rene sø giver foruden et spejlbillede af omgivelserne også mulighed for at se ilrdj vandet. Al se søbunden, planter som vokser der, smådyr og måske en fisk, det, hurtigt flytter sig for at søge skjul.

Livet kan iagttages som igennem et åbent vindue.

Den rene sø har et lavt indhold af næringsstoffer, klart vand og godt ilt- og lysforhold. Derfor er der et rigt og varieret dyre- og planteliv. Undervandsplanterne spiller en stor rolle for det øvrige liv i søen, bl.a. fordi de optager nogle af de næringsstoffer, der er i vandet. På den måde begrænses væksten af algerne i søen.

Planterne giver stabilitet og flere mulige levesteder for søens dyr, det fremmer en artsrig diversitet, hvor rovfisk og byttedyr er i en naturlig balance.

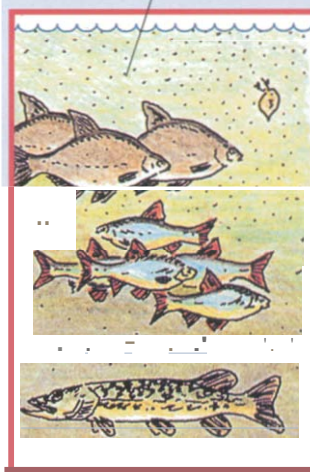


Tegning: Jens Bak Andersen.

En verden til forskel

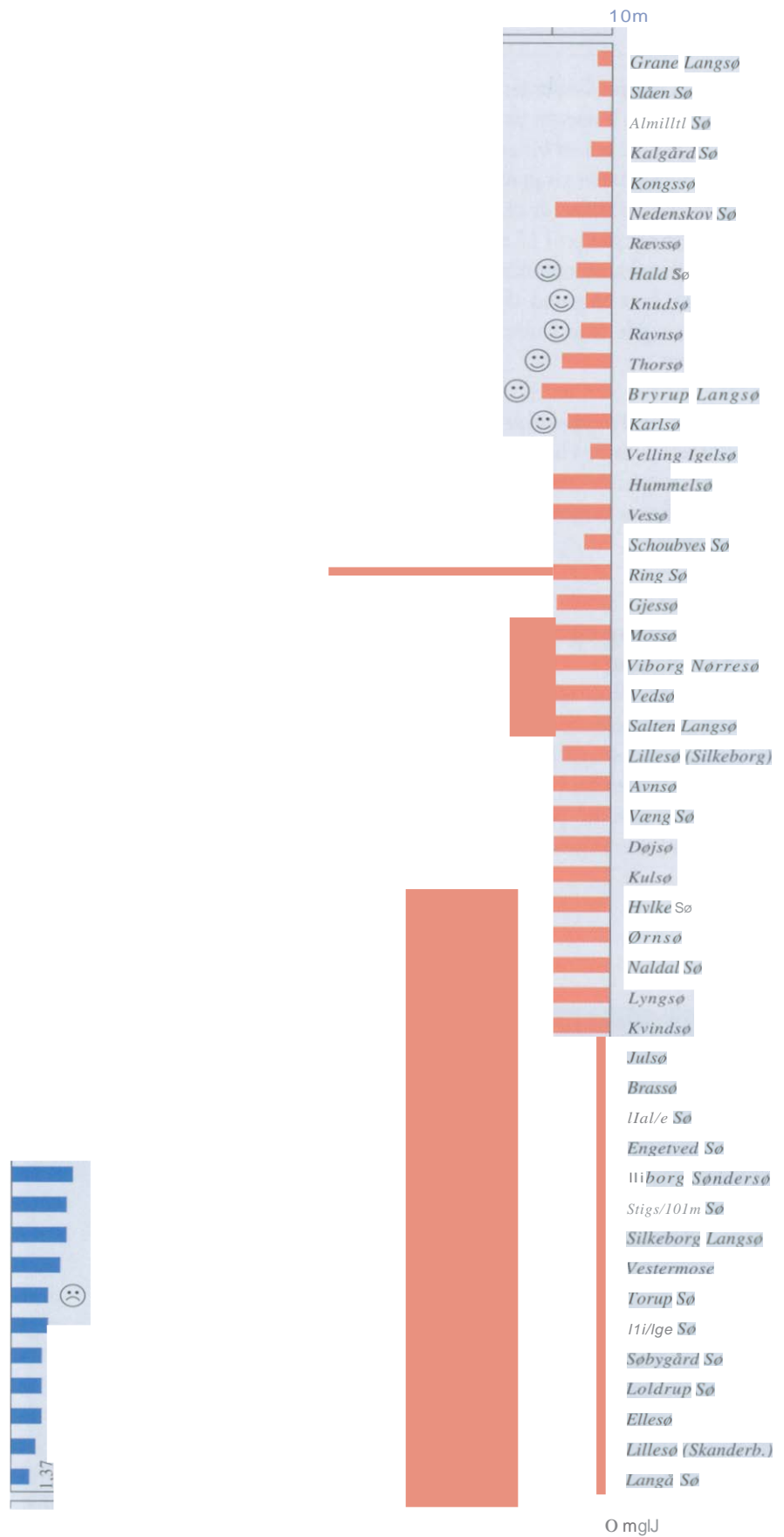
Den forurenede sø giver et mørkt billede fra sig. Vandet er grumset, ja måske er søen grøn, og overfladen ligner grønålsplapper.

Det er de store mængder af næringsstoffer, som vi i mange år har ledt ud i vore søer, der forandrer dyr- og plantelivet i en uheldig retning. Næringsstoffene får algerne til at vokse, og jo flere alger jo mere uklart er vandet. Sollyset kan ikke trænge ret langt ned i vandet, og bundplanterne dør. Rovfiskene gedde og åborre, som jager ved hjælp af synet, får dårlig blikforhold, og deres byttedyr skalle og byttedyr stiger i antal. Disse fisk lever af dyrplankton (dafnier), som derfor bliver holdt effektivt nede. Dafnierne er derfor så få, at de ikke kan nå at æde ret mange af algerne i vandet, og dermed stiger algeomængden yderligere.



Tegning: Jens Bak Andersen.

Figur 8.1. Den rene sø og den forurenede sø



Restaurering af Hald Sø.

Den naturligt klarvandede Hald Sø bar op gennem 1970'erne mere og mere præg af forurening forårsaget af den øgede tilførsel af næringsalte.

Vandet var om sommeren uklart som følge af store mængder alger, og der var udbredt iltmangel i søens dybere-liggende vandmasser.

Forureningen og dens konsekvenser for miljøet i Hald Sø blev først klarlagt ved Gudenå-undersøgelsen, der blev gennemført af Århus, Vejle og Viborg amter i 1973-74. Det blev fastslået, at forureningen med fosfor overvejende stammede fra landsbyerne Dollerup og Skelhøje samt fra 4 dambrug. Bekymringen for forureningen hos lokale beboere, Hald Sø Bådelaug og Lokalkomiteen for Danmarks Naturfredningsforening medførte i slutningen af halvårerne og begyndelsen af firserne, at Viborg Amt gennemførte yderligere undersøgelser for at belyse søens forurening samt hvilke indgreb, der var nødvendige.

Indsats mod forureningen

I 1984 blev der opstillet en handlingsplan, der effektivt skulle løse forureningsproblemer. Restaureringsindgrebene omfattede: fjernelse af forureningen fra byer og dambrug samt formindskelse af fosforfrigivelsen fra bunden.

Søen friholdes for spildevand

Indgtebene blev gennemført særdeles hurtigt. Ved udgangen af 1984 etablerede Viborg kommune en ledning, der ledte spildevandet fra Dollerup og Skelhøje uden om søen til Viborg centralrensningsanlæg. Afsrømningsrådets landbrug blev gennemgået og flere ejendomme forbedrede deres opbevaringsforhold for husdyrgødning eller afløb for husspildevand. Tilbage stod imidlertid forureningen fra de fire dambrug.



Figur 8.5. Hald Sø lilled omgivelser.



Figur 8.6. Vandranunkel i vandløb.

Foto: Jens Møller Andersen

Her valgte amtsrådet og miljøministeriet at handle hurtigt ved at give dambrugene et købstilbud. De 3 af dambrugene accepterede i begyndelsen af 1985 købstilbud og indstillede straks produktionen af ørreder. Det sidste dambrug blev købt i 1987-88, hvorved forureningen fra dambrug ved Hald Sø var bragt helt til ophør.

Bundvandet iltes

Ilforholdene var særligt dårlige i bundvandet i Hald Sø om sommeren, fordi der i den dybe sø ikke sker nogen opblanding mellem det kolde bundvand og det varme overfladevand. For hurtigere at forbedre miljøforholdene i Hald Sø besluttede Viborg Amt at ilte søens bundvand om sommeren for at få ilt i bundvandet og for at forhindre frigivelse af fosfor aflejret i mudderbunden ved fortidens forurening. Driften af anlægget startede i juli 1985.

Udgifter

Omkostninger androg ca. 7 mill. kr. til køb af dambrug og etablering af spildevandsledning. Etablering af iltnings-systemet androg ca. 0,5 mio. kr. og en årlig driftsudgift på ca. 0,3 mio. kr.. Overvågning af miljøforholdene i søen kostede også ca. 0,3 mio. kr. pr. år.

Resultater:

Fjernelsen af forureningen fra dambrug og byer medførte store forbedringer af miljøer i vandløbene. Store strækninger blev brugbare for søorrederne til gydning og opvækst, bl.a. fordi spærringet i Dolletup Bæk blev fjernet eller gjort passable.

Fosfor og sigtddybe
Mængden affosfor, der blev tilført Hald sø fra vandløbene faldt fra ca. **3,5 tons pr. år til ca. 1 ton pr. år.**

Fjernelse afforureningen og iltningen af søen medførte omfattende ændringer i søens miljøtilstand. I figur 8.8 er vist indholdet af fosfor målt i søens overflade, som er faldet fra 0,15 til 0,035 mg/l.

Den fosfatmængde, der er til rådighed for algernes vækst er således mindsket stærkt som følge af den beskrevne indsats. Derfor er algemængden også mindsket, og vandet er blevet klarere.

Forud for restaureringen varierede sigtddybden mellem 2,7 og 3,1 m. Efter restaureringen blev påbegyndt et den gennemsnitlige sigtddybde foreløbig blevet forbedret med ca. 1 m. (figur 8.9).

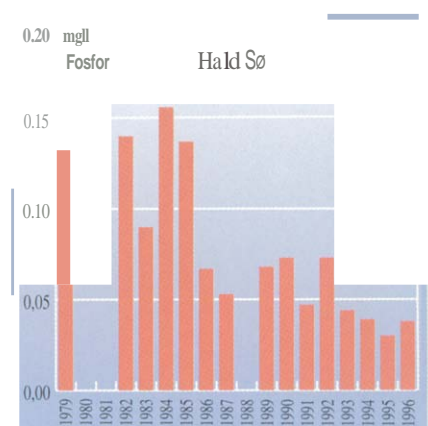
Dansemyggelarvet på søbunden Hald Sø hører til den såkaldte amhracinus-søtype, idet dytelivet på bunden på 15-32 meters vanddybde domineres af larver af dansemyggen *Chironomus anthracinus*.

I 1951 fandtes på 20 - 30 m's dybde 4 - 10.000 larver pr. m². I 1981 var myggelarverne stort set forsvundet på dybder større end 25 m. I perioden efter opstart af iltningen er larverne vendt tilbage til de dybeste områder. I de senere år har det været 3-6.000 larver pr. m² på 30 m's dybde. Fotøgelsen af den årlige produktion af danse-

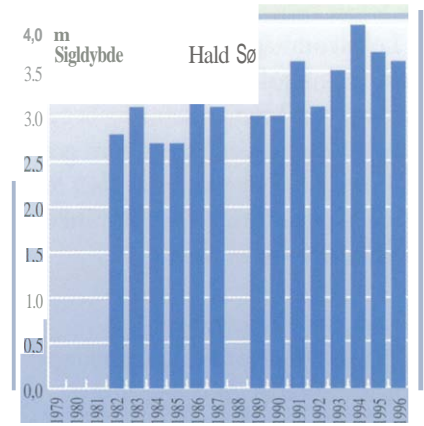


Figur 8.7. Hald Sø.

Foto: Klud E. Jøllsø



Figur 8.8. Udviklingen i fosforindholdet i overfladen af Hald Sø før og efter restaureringen.



Figur 8.9. Udviklingen i sommersigtddybden i Hald Sø.

myg efter restaureringen har været til gavn for søens økologiske system, da både larver og den voksne myg spiller en stor rolle som føde for de andre dyr i søen.

Konklusion.

Fjernelse af forureningen fra by og dambrug og iltning af bundvandet genskabte Hald sø som en af landets reneste dybe søer. Fosforindholdet faldt i løbet af 10 år til ca. 1/4 af det tidligere niveau. Algevæksten er

blevet reduceret til gavn for søens naturlige plante- og dyreliv. De rekreative muligheder i form af badning, lystfiskeri og anden fritidsaktivitet kan igen nydes i fuldt omfang.

Bryrup Langsø

Bryrup Langsø er et godt eksempel på, hvordan de seneste 25 års indsats på spildevandsområdet har forbedret vandkvaliteten i nogle af søerne i Gudenåsystemet.

Bryrup Langsøes areal er 38 ha, og med en gennemsnits- og maksimaldybde på henholdsvis 4,6 meter og 9,0 meter er søen forholdsvis lavvandet. Der er en betydelig rekreativ udnyttelse af søen bl.a. til sejlads, fiskeri og badning. Søens smukke omgivelser og beliggenheden af Bryrup helt ned til søen øger den rekreative værdi.



Figur 8.11. Transporten af fosfor gennem Nimstrup Bæk til Bryrup Langsø er mindsket gennem de seneste år/ie.; Det har mindsket algerne i Bryrup Langsø.

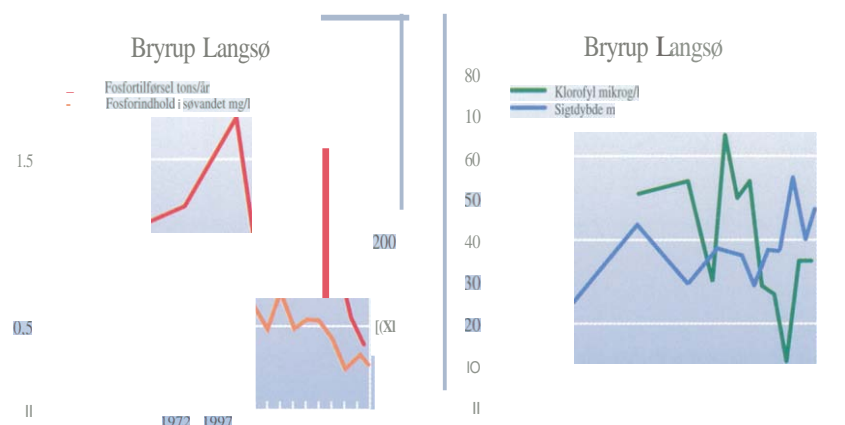
Foto: Jens Møller Andersen

Spildevandstilførsel

Allerede i 1972 blev spildevand fra Brædstrup afskåret fra Ring Sø, som afvander til Bryrup Langsø. Dermed blev Bryrup Langsø friholdt for den største spildevandsbelastning. I stedet er spildevandet siden da ledt til Gudenåens hovedløb. Sidenhen, i perioden 1988 til 1991, er spildevandet fra Davding, Grædstrup, Slagballe og Vinding fjernet fra søens opland. I dag belastes søen kun med spildevand fra et lille dambrug og spredt bebyggelse uden for kloakeret område. I de kommende år arbejdes der på at reducere spildevandsbelastningen fra spredt bebyggelse.

Vandkvalitet

Bryrup Langsø er en naturlig næringsrig sø, som uden påvirkning ville have en gennemsnitsdybde på mere end 3 meter om sommeren og stor udbredelse af undervandsplanter, hvilket var tilfældet i begyndelsen af dette århundrede. Undervandsplanterne er dog siden gået stærkt tilbage i takt med den øgede tilførsel af fosfor, dels med spildevand fra de omkringliggende bysamfund og dels med udvaskning af fosfor fra dyrkede arealer.



Figur 8.10. Udvikling i fosfortilførsel til søen, fosforindholdet i søvandet, samt klorofyllindhold og sigtedybde i sommerperioden.

Ændringer i søen

De øgede fosfortilførsler medførte kraftig vækst af planktonalger, søvandet blev grønt og grumset, så at sigtedybden var mindsket til ca. 1 m omkring 1970. Undervandsplanterne forsvandt, da der ikke kom lys nok gennem det uklare vand og fiskebestanden ændres til stærk dominans af karpfisk (feks. skaller) på bekostning af rovfisk som aborrer og gedder.

Desuden forringedes søens værdi som badesø, fordi vandet blev uklart, og fordi der kom opblomstringer af blå-

røn alger, der kan være giftige for dyr og mennesker.

Figur 8.10 viser, at der er sket et kraftigt fald i tilførslen af fosfor til søen. Det skyldes først og fremmest indgreb over for spildevandsudledninger i søens opland.

Indsatsen over for fosforforureningen har mindsket fosforindholdet i søvandet til mindre end halvdelen af niveauet i begyndelsen af 1970'erne (figur 8.10). Især i de senere år er algerne derfor mindsket og sigtedybden øget (figur 8.10).

Forbedringerne har været så længe om at **indfinde sig, fordi der om sommeren** fra søbunden frigives fosfor, som er ophobet ved mange års spildevandstilførsel og nu kan genbruges til **kraftig** algevækst i søvandet sidst på sommeren.

Frigivelsen af fosfor fra søbunden er dog aftagende, og det forventes, at sigdybden i sommerhalvårer vil stige fra de hidtidige ca. 2 meter til mindst 2,5 meter med mulighed for større udbredelse af undervandsplanter end i dag. Der kan dog være stor forskel på vandkvaliteten fra år til år afhængig af vejret og af fiskebestanden i søen.



Figur 8.12. Jord og snefygning ved Høver Bæk giver en øget fosfortilførsel og dermed et bidrag til algevæksten i Ravn Sø. Uforurenede søerjindes "kil" i udyrkede områder: Dyrkning af jorden øger flærefløgssaftilførsel, bl.a. fordi vanderosion og villderosiøll øges.

Foto: Jølls Møller Andersen

I

Uforurenede søer i Gudenåens vandsystem

Den dominerende årsag til forureningen af søerne i Gudenåens vandsystem er tilførslerne af fosfor fra spildevand og fra dyrkede arealer.

Uforurenede søer findes derfor kun, hvor der stort set ikke bor mennesker i oplandet og oplandet henligger som udyrket område, f. eks. skov eller hede.

Der er dog alligevel en del stort set uforurenede søer i Gudenåsystemet i de udyrkede områder omkring Salten Adalen, i den øvre del af Matrup Åsystemet (Tingdal søerne) og i skovene omkring Himmelbjergsøerne: De største af søerne er:

Sø	Kommune	Sø	Kommune
Almind Sø	Silkeborg	Nederskov Sø	Brædstrup
Blid Sø	Brædstrup	Overse	Brædstrup
Gedde Sø	Brædstrup	Ræv Sø	Them
Grane Langsø	Them	Røde Sø	Brædstrup
Gretbjerge Sø	Brædstrup	Slåen Sø	Ry
Hund Sø	Them	Snabe Igelsø	Them
Kalgård Sø	Them	Stejholt Sø	Brædstrup
Kong Sø	Them	Velling Igelsø	Them
Lille Langsø	Brædstrup		

Sørestauring

Når fosforbelastningen af en sø er blevet kraftigt nedbragt, kan der ofte gå årtier, før man ser en væsentlig bedring i søens tilstand. Som eksempel kan nævnes Skanderborg Sø, som stadig har mange alger og en dårlig sigtdybde selvom det er ca. 20 år siden, renseanlægget blev udbygget til at kunne fjerne fosfor.

Det skyldes bl.a., at den fosfor, som gennem mange år er tilført søen og har lagt sig på bunden, frigives til vandet, så den kan bruges af algerne.

Skidtfisk fastholder dårlig tilstand. En anden væsentlig årsag til, at en sø kan blive holdt i en dårlig tilstand, er fiskene i søen. I forurenede søer vil der ofte være en ubalance i fiskesammensætningen med overvægt af såkaldte skidtfisk (især brasen og skalle). Skidtfisken æder dyreplanktonet (dafnier), som skulle æde algerne (se fig xx), hvorved vandet bliver uklart. Det uklare vand betyder, at rovfisk som gedden får dårligere muligheder for at fange skaller, som dermed får bedre muligheder for at formere sig, og dermed osv.

Dertil kommer, at brasen roder søbunden igennem og frer føde. Det betyder, at partikler hvirvles op og gøt vandet uklart, men også at fosfor kan frigives til vandet og dermed bruges af algerne.

Bio-manupulation

Disse sammenhænge kan man benytte til at fremskynde en bedring i en søs tilstand - man kalder det bio-manipulation. Kan man ved f. eks. at drage vand i en sø fjerne 90% af skidtfisken på kort tid, er det gode muligheder for, at vandet bliver betydeligt klatet, og at fosforindholdet i søvandet falder. En sådan opfiskning bør følges af en udsætning af rovfisk, som kan æde de nyklækkede skaller.



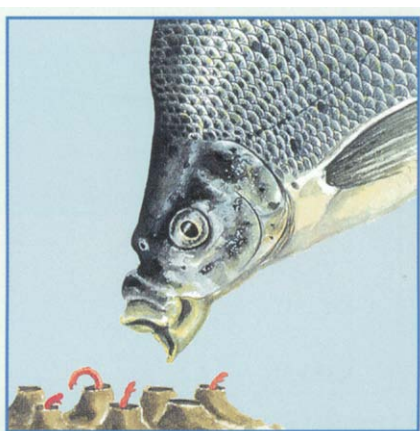
Figur 8.13. Ved affjeme de fisk, der æder zoop/anklon (dafnier) vi/ dafnierne bliver la/rige og i stand til af æde så mange alger at søen bliver mere klar/vandet.

Foto: Arne Ryge

Et succesfuldt projekt afhænger af Ære ting, bl.a.

- at fosforindholdet i søen er tilstrækkeligt nedbragt
- at det fjernes tilstrækkelig mange fisk
- og at der indvandrers tilstrækkelig mange uнциervancisplanter.

Er disse forhold til stede har Ære bio-manipulationer vist, at udviklingen i en sø kan vende meget hurtigt til det bedre.



Figur 8.14. Når brasen roder i søbunden får al/fille larver; kan der/jrigøres fosfor til vandet. Illustration: Jens O. Christensen

Fremtidig tilstand i søerne

Forureningsniveauet i søerne vil på langt sigt være styret af, hvor meget den menneskeskabte fosfortilførsel mindskes og dermed hvor tæt den fremtidige fosfortilførsel kommer til den naturlige.

J mange søer er fosfortilførslerne fra de tre kilder: naturbidrag, dyrkningsbidrag og spildevandsbidrag i dag omtrent af samme størrelse, og den samlede tilførsel er langt mindre end før iværksættelse af spildevandsrensning.

Den allerede iværksatte spildevandsrensning vil bevirke en langsom forbedring af vandkvaliteten i søerne i løbet af de næste årtier. Yderligere forbedringer i forhold hertil vil afhænge af, om der sker yderligere reduktioner i fosfortilførsel, f. eks. nedsivning af spildevand fra spredt bebyggelse, eller ved at dyrkningsbidraget mindskes.

Hvis der omvendt sker en forøgelse af udledningerne vil forureningsrisikoen på sigt forværres tilsvarende.

9. RANDERS FJORD

Danmarks længste flodmunding

En typisk flodmunding

Randers Fjord er med sine 28 km Danmarks længste flodmunding for Danmarks længste å, **Gudenåen**. Der er karakteristisk for flodmundinger, og dermed **også** for Randers Fjord, at saltholdigheden svinger rytmisk i takt med tidevandet i der rilstødende farvand - i dette **tilfælde** Karregar.

Ferskvand overst og Kattegarvand i bunden af sejlrenden

Det indstrømmende salte Kattegarvand er **rungere** end ferskvandet og vil derfor **kile** sig ind under det lettere vand, som strømmer ud fra Gudenåen. Derfor vil vandet i Randers Fjord oftest være lagdelt som det **fremgår** af figur 9.1. Beliggenheden af **skillefladen** mellem det ferske og det salte vand er styret af roting: 1) mængden af ferskvand der strømmer ud fra **Gudenåen** og 2) **saltholdigheden** i det indstrømmende Kattegarvand.

Saltholdigheden er afgørende for livet i fjorden. Det skyldes, at de **fleste** organismer, planter som dyr, er tilpasset en bestemt saltholdighed og dermed ikke er **så** gode til at leve **på** steder, hvor saltholdigheden svinger for meget. Dyrelivet i Randers Fjord er derfor arsfattigt. Kun de **"hårdføre"** arter, der kan tåle de **store** variationer i saltholdighed, kan klare sig.

Sejlrenden

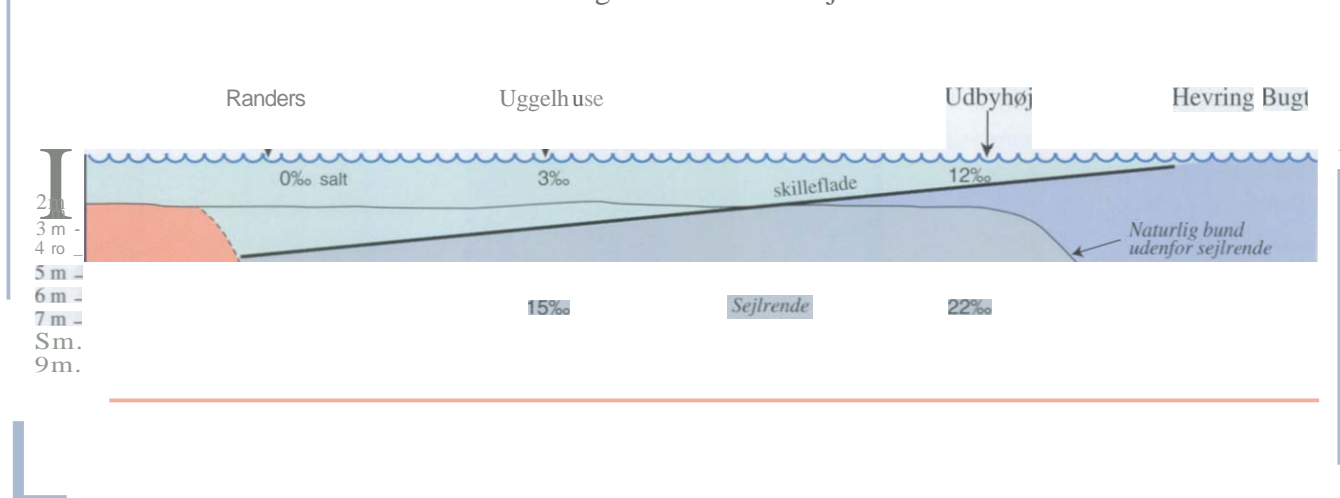
I stenalderen var søvejen til "Randers" langt mere **åben** og bred, end den er i dag, hvor der regelmæssigt skal **oprensnes** bundmateriale for at holde sejlrenden i fjorden. Første gang man i historisk tid foretog en egentlig uddybning af Randers Fjord var i slutningen af 1700-tallet. Sejllobet blev **på** det tidspunkt uddybet til 7 fod (2,2 m). I de efterfølgende **år** blev sejlløbet vedligeholdt og forbedret **flere** gange, men først i 1932 havde sejlrenden **fået** den dybde **på** 7 m, som den har i dag.

Oprensning

Hvert 4. år oprensnes ca. 400.000 m³ bundmateriale, for at dybden i sejlrenden kan opretholdes. Det op'pumpede materiale deponeres på udvalgte inddigede engarealer langs fjorden, de **så kaldte** "spulefelter". På nuværende tidspunkt anvendes spulefelterne ved Paderup, Stånum og Orastrup Enge.

Grunden til at det er nødvendigt vedblivende at oprense sejlrenden, er bl.a. at Gudenåen transporterer opslæmmet materiale, som i Randers Fjord **aflejres** på fjordbunden i sejlrenden. Men skibstrafikken i det smalle sejløb er også selv med til at reducere vanddybden i sejlrenden, da den vandbevægelse, som skibene laver, bevirker, at **fjordens** bredder nedbrydes, og materialer **aflejres** på fjordbunden.

Saltholdighed i Randers Fjord



Figur 9.1. Typisk fordeling af saltholdigheden i (Uldet i Randers Fjord. Skillefladen er del af vandsojlen, hvor der sker den største ændring i saltholdighed. Under skillefladen er vandet væsentligt mere salt end over skillefladen. Saltholdigheden (0100), og skillefladens beliggenhed, kan svinge meget i løbet af i; Om sommeren og foråret, når afstrømningen er størst, ligger skillefladen dybere end om efteråret, hvor afstrømningen er lav. Den punkterede lillie, og det grålige område ligger sejlrenden.

Fjorden er blevet mindre
Følgerne af ar der aflejres **materiale** i **Randers Fjord** ses rydeligt, hvis man spruderer de **ældste** pålidelige kort over **Randers Fjord**. Fjordens bredde er på visse srrækninger afrafer **betydeligt** siden 1780. (Se figur 2.12 side 13)

Fra begyndelsen af InO'erne og til omkring 1960 tog formindskelsen **først** rigtig fan, da pumpe- og landvindingslagene oprettedes, og de **første**



Figur 9.2. Ydre del af Randers Fjord med Hevring Bugt i baggrunden og Grund Fjord i højre.
Foto: Erik W. Olsson

Del er ikke et nyt fænomen at fjorden bliver mindre. I 1918 skrev A.C. Johansen i "Randers Fjords Naturhistorie":

"Aflogte Dokumenter fra det 15de Aarhundrede ses det, at Farvandet baade øst og Vest for Randers den Gang er blevet hetegnet som Fjord. Han skrev endvidere, at Gudenaen, hvis formindskelsen affjordens areal fortsætter, om 300 år vil udmunde ved Udbyhøj.

Forureningsbelastningen af Randers Fjord

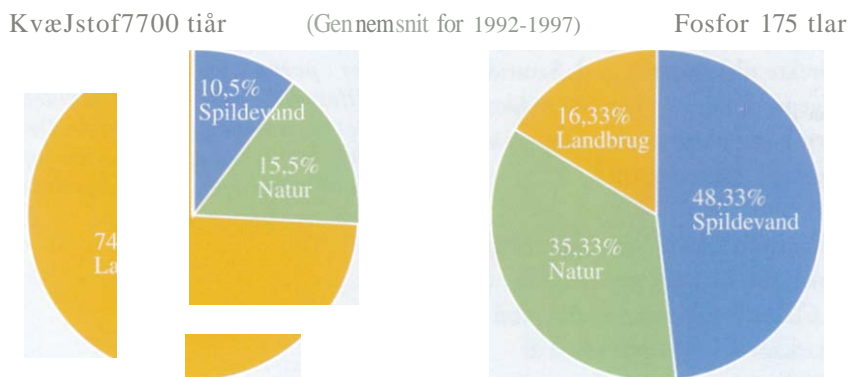
Tilførsel af plamenæringsstoffer (kvælstof og fosfor) og organisk stof belaster **Randers Fjord**. Plantenæringsstofferne fremmer væksten af algerne, som sammen med det øvrige tilførte organiske materiale giver dårlige ilforhold ved bunden, når det organiske stof nedbrydes her.

Randers Fjord belastes med forurenende stoffer fra hele der 3.260 km² Store opland (figur 3.5). Der udledes spildevand svarende til 600.000 perso-

nen heder med Randers, Silkeborg, Viborg og Bjerringbro som de største og fra så fjerntliggende byer som Brædstrup, Tørring og Skanderborg.

Næringsstoffer udvaskes især fra de 2.100 km² dyrkede arealer i oplandet, og den **største** belastning med organisk stof skyldes algeproduktionen i Gudenåsystemet. Denne algeproduktion forventes mindsket i de kommende år som følge af fosforfjernelse fra spildevand. Virkningen af denne fosforfjernelse **forsinkes** dog på grund af opkobling af fosfor i søernes mudderbund i **Gudenåsystemet**

Næringsstoffsaltkilder i oplandet til Randers Fjord



landvindinger påbegyndtes, så strandengene blev omdannet til kunstigt afvandede landbrugsarealer med diger ud mod fjorden.

Siden 1780 er fjordens areal formindsket med ca. 8 km², svarende til 25% af arealet på den tid.

Figur 9.3. Logkagediagrammet viser kilderne til kvælstof- og fosforbelastningen i hele oplandet til Randers Fjord. Kilderne er fordelt på naturens, landbrugets og spildevandens bidrag.

Forureningskilder Kvælstof og fosfor

På figur 9.3 kan man se, hvor den mængde kvælstof og fosfor, der ender i Randers Fjord, kommer fra. For kvælstofs vedkommende kommer den største mængde fra dyrkningen af jorden i hele Gudenåens opland, mens det for fosfor er spildevandet, der tilfører den største mængde. Forholdene kan variere lidt fra år til år, afhængigt af nedbørmængden. Hvis der f.eks. et meget lidt nedbør et enkelt år, vil det afspejles i kildefordelingen i form af lavete landbrugsbidrag og natutbidrag.

Organisk stof

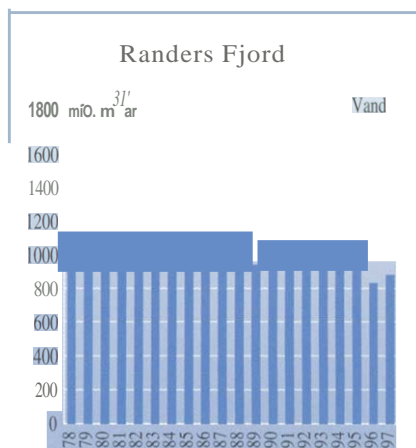
Randers Fjord forurenes også med organisk stof. Det er blandt andet alger fra søerne langs Gudenåen, men også organisk stof fra direkte spildevandsudledninger. Organisk stof fra fjernet nete udledninger vil i høj grad være nedbrudt, inden det når fjorden.

Forureningsbelastningen er mindsket

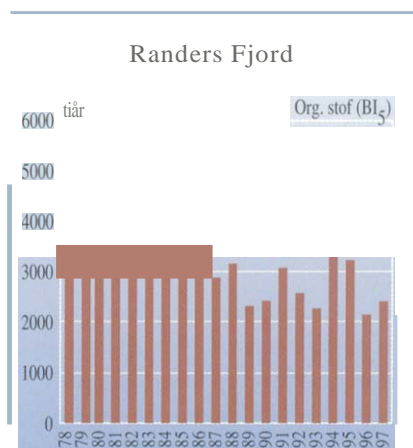
Tilførslen af forurenende stoffer til Randers Fjord er målt siden 1974, så vi har en god fornemmelse af udviklingen.

Den organiske forurening har været jævnt aftagende siden begyndelsen af 1980'erne (figur 9.5). Årsagen hertil er primært en bedre biologisk rensning af det spildevand, som udledes direkte til Randers Fjord. Samtidig er algeproduktionen i søerne måske begyndt at mindskes som følge af fosforfjernetelse fra spildevand.

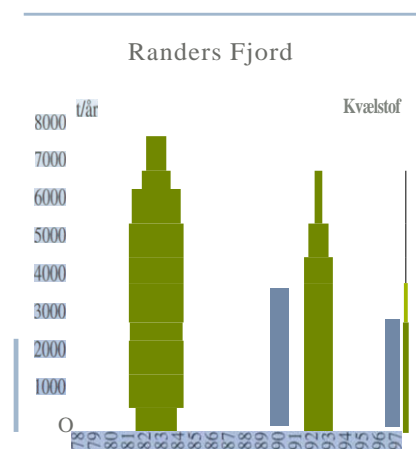
Kvælstoftilførslen synes kun at være mindsket lidt gennem perioden (figur 9.6). Fosfortilførslen er derimod faldet markant siden begyndelsen af 1980'erne som følge af tætningsanlæggene forbedrede fosforfjernetelse fra spildevandet (figur 9.7).



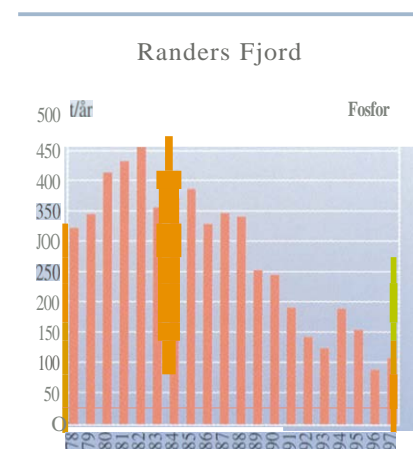
Figur 9.4. Årlig gennemsnitlig vandtilførsel til Randers Fjord i årene 1974-1997.



Figur 9.5. Årlig tilførsel af organisk stof til Randers Fjord i årene 1974-1997. Tilførsle af organisk stof, ligesom fosfortilførslen, faldet siden begyndelsen af 1980'erne på grund af den forbedrede spildevandsrensning.



Figur 9.6. Årlig tilførsel af kvælstof til Randers Fjord i årene 1974-1997. Kvælstoftilførslen er stort set uændret i perioden. Den forholdsvis lave tilførsel i 1996 og 1997 skyldes, at det var et nedbørfaldigt år. Der blev derfor ikke udvasket så store mængder kvælstof fra landbrugsjordene, som der plejer at blive.



Figur 9.7. Årlig tilførsel af fosfor til Randers Fjord i årene 1974-1997. Fosfortilførslen er faldet markant siden begyndelsen af 1980'erne på grund af den forbedrede spildevandsrensning.

Kvælstof- og fosforregnskab for fjorden

En del af de næringsstoffer, som **åvan-**der fører med sig, **når** aldrig frem til Randers Fjord (figur 9.8). **Når** åvan-der opholder sig i søerne, bliver en del af kvælstoffer nemlig omsat til uforbrugt kvælstof, og forsvinder dermed til **atmosfæren**. Fosforindholdet mindskes ligeledes, fordi det **bundfældes** i søerne.

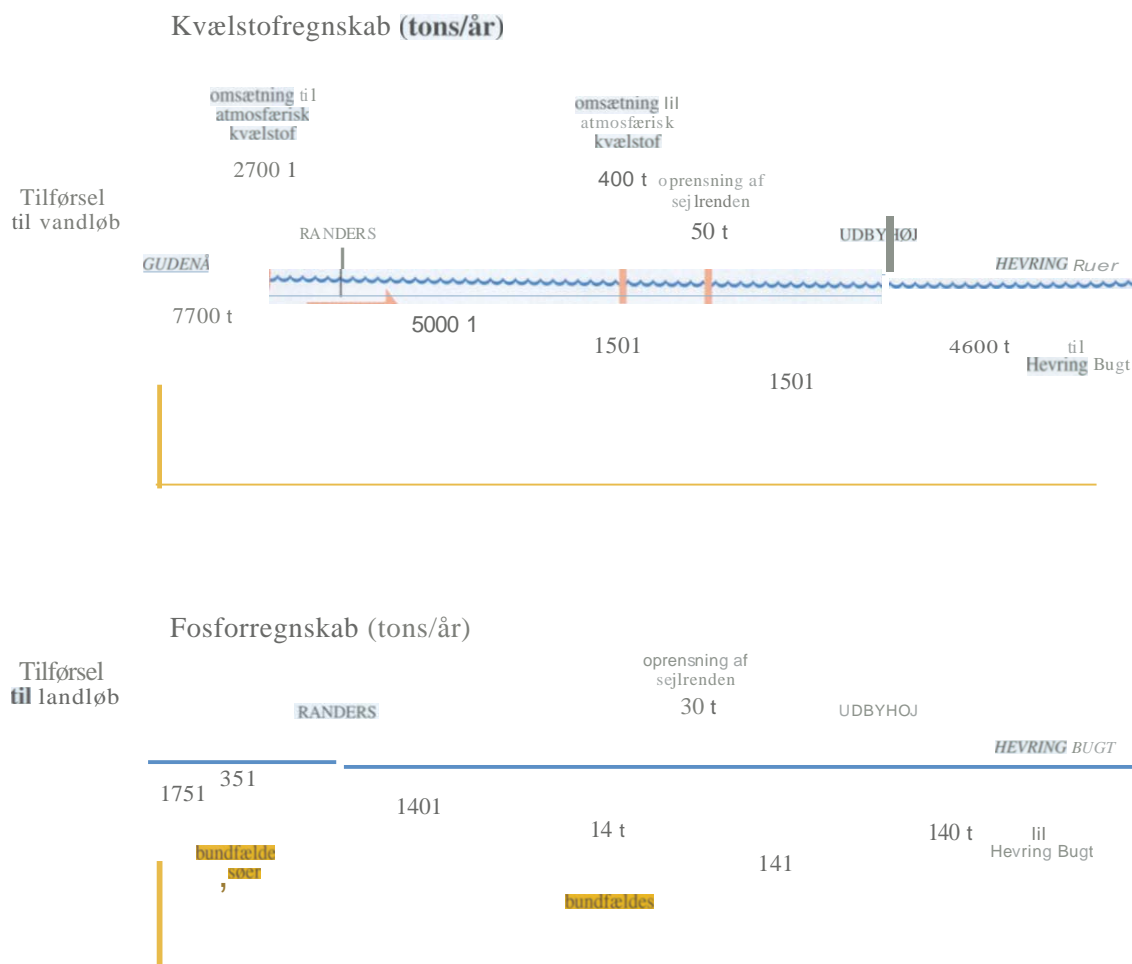
Størstedelen af de næringsstoffer, som løber ud i Randers Fjord, føres direkte videre ud i Hevring Bugt. Dog når de ar bidrage til en stor algemængde i fjorden. Kun ca. 10% af det tilførte kvælstof aflejres **på** fjordbunden eller afgives til **atmosfæren**. Også ca. 10% af fosfortilførslen aflejres i fjorden (figur 9.8).

Den pulje næringsstoffer, der hvert år **bundfældes** i fjorden, fjernes ved den oprensning af sejltrenden, der finder

sted **hvert** 4. år. Beregninger viser, at opgravningen af 400.000 m³ materiale hvert 4. år fjerner ca. 30 tons fosfor pr. år og 50 tons kvælstof pr. år.

Fjorden tilføres også næringsstoffer med det salte vand, som strømmer ind **fra** Hevring Bugt. Inen i sammenligning med den mængde, der tilføres fra land, er det meget små mængder, der er tale om.

Randers Fjord - næringsaltregnskab (1992-1996)



Figur 9.8. Figuren viser **hvor** meget **kvælstof** og fosfor, der årligt udledes; Gudenaå, og **hvor** meget der når frem til Randers Fjord. Størstedelen af de næringsstoffer der ledes **ud** i Randers Fjord transporteres **videre ud** i Hevring Bugt. Tallene er gennemsnit for perioden 1992-1996.

Vandkvaliteten i Randers Fjord

Betydningen af forureningskilderne

Vandkvaliteten og dermed plante- og dyreliv i Randers Fjord er rel slærkl påvirket både af de fysiske ændringer i selve fjorden og af tilførslen af forurenende stoffer fra hele afslørningsområder.

Alle de konstaterede forureningspåvirkninger i fjorden som følge af tilførslerne af forurenende stoffer skyldes tilførsel af almindeligt organisk stof og næringsstoffer.

Organisk Stof

Del biologisk nedbrydelige, organiske stof, som bl. a. udledes med dårligt rensede spildevand, virker forurenende, fordi der bruges il ved nedbrydningen, og fordi en del af det organiske stof lægger sig som et slam- eller bakterielag på fjordbunden. Del begrænser plantelivet til anet, der er tilpassede til disse forhold.

Del nedbrydelige, organiske stof, som udledes med spildevand højere oppe i Gudenåsystemet, er uden betydning for forureningsforholdene i fjorden, da del er nedbrudt, før del når så langt.

lidligere gav de direkte spildevandsudledninger, især fra Randers, en betydelig forurening. Efter at stoffet sel alle spildevand renses biologisk i effektive anlæg, er forureningspåvirkningen som følge af udledningen af nedbrydeligt organisk stof beskeden i Randers Fjord. Den udgør 1-2 % af den samlede tilførsel.

Den største kilde til belastning af Randers Fjord med organisk stof er del organiske stoffer, som produceres i form af alger i søerne langs Gudenåens hovedløb. Denne forureningspåvirkning vil aflage i løbet af de kommende årtier i takt med, at fosforophobningen i søernes mudder udvaskes.

Kvælstof og fosfor

I den indre del af Randers Fjord er vandkvaliteten omtrent den samme som i den nedre del af Gudenåen. Der sker ikke megen ny produktion af alger i vandet, og de aktuelle koncentrationer af kvælstof og fosfor i vandet har derfor ikke den afgørende indflydelse på vandkvaliteten.

Vandkvaliteten i Inderfjorden bestemmes således af, hvor meget algemængden i Gudenåens søer mindskes som følge af indgrebene overfor fosforkilderne i hele Gudenåoplandet og af, hvor god selvrensningen er i Gudenåen nedstrøms søerne. Her vil en rig plantevækst og lille vanddybde bevirke, at alger fra søerne vil blive frafilteret og nedbrudt.

Uden for og i Grund Fjord sker der en stor forøgelse af algeproduktionen som følge af de menneskeskabte forøgelser af fosfor- og kvælstof tilførslerne. Denne forureningspåvirkning vil mindskes i takt med reduktion i fosfor- kvælstof tilførslen.

Diagrammerne over kvælstof- og fosforkilderne i hele Randers Fjords afslørningsområde (figur 9.3) viser, at udvaskning af nitril fra dyrkede marker er den dominerende kvælstofkilde, mens summen af de forskellige former for spildevandsudledning giver del store fosforbidrag. Fosforbidraget fra dyrkede marker varierer dog meget fra år til år afhængig af vejret. Del var lavere i 1997 end normalt.

En stor del af den kvælstof og fosfor, der udledes i de øvre dele af Gudenåsystemet opstrøms søer, vil blive omsat eller tilbageholdt i søerne. Derfor forurenes Randers Fjord i højere grad af de næringsstoffer, som udledes nedstrøms søerne, og den store reduktion i algeproduktionen i Randers Fjord vil opnås ved indsats mod næringsstoffer nedstrøms søerne i Gudenåsystemet.

Vandkvaliteten

Gode ilforhold i vandet

Iltindholdet i vandet og i den øvre del af sedimentet er afgørende for dyr og planters overlevelse. I modsætning til f.eks. Mariager Fjord er Randers Fjord imidlertid ikke særlig udsat for illsvind. Del er bl.a. fordi, der sker en hurtig udskiftning af vandet i fjorden og fordi vanddybden er lille.

Uklart vand i Randers Fjord

Vandets gennemsigtighed afhænger af mængden af oplømmede partikler, i form af alger, dødt organisk materiale og finkornet sediment, som hvirvles op fra fjordbunden. Sigtdybden, som er et mål for vandets gennemsigtighed, sliger ud gennem Randers Fjord (figur 9.9). Sigtdybden i Randers Fjord er lille. En stor del af uklarhederne i vandet skyldes del organiske stoffer, som tilføres fra Gudenåen, eller opløst sediment som følge af ophvirvling af bundmateriale.



Figur 9.9. De gennemsnitlige sigtdybde i 1996. Sigtdybden sliger ud gennem fjorden. I den indre del af fjorden er sigtdybden især påvirket af organisk materiale fra Gudenåen. I den ydre del, omkring Ugebyhøj, skyldes de fleste sigtdybder i forhold til Hevr, den store ophvirvling af finkornet sediment fra de lavtliggende, vidtdekspionerede områder.

De indre, lavvandede dele af fjorden

Vandet i de inderste dele af fjorden, d.v.s. den vesrlige del af Tjærby Bredning og den indre del af Grund Fjord, består hovedsagelig af ferskvand fra Gudenå og Alling Å. De indre dele af fjorden er derfor ret hårdt belastede med organisk materiale, mest i form af døde alger m.v. fra **Gudenåseerne**.

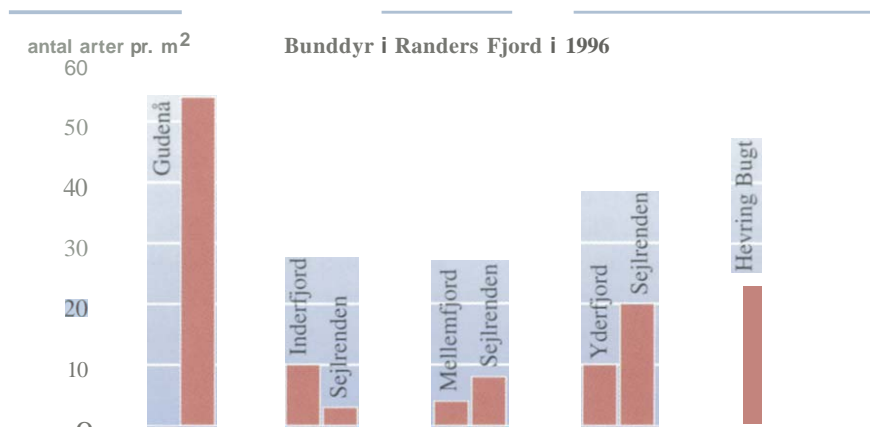
Bunddyrene er overvejende forureningstolerante ferskvandsinvertebrater. De dominerende bunddyr er sadelbørsteorme, men der er også en del dansemyggelarver i denne del af fjorden. Der er i gennemsnit 10 arter på hver målestation i den indre lavvandede del af fjorden. Dette er et artsfattigt dyreliv, både set i forhold til vandløb og til havområder.

Den mellemste, lavvandede del af fjorden

Fjorden fra den østlige del af Tjærby Bredning til den nordlige ende af Kanaløen er et rigtigt brakvandsområde med saltholdigheder, som svinger omkring 5‰. Her ser vi der færreste antal arter - kun ca. 4 pr. målestation (figur 9.10). Det skyldes, at kun få dyrearter har formået at tilpasse sig den varierende saltholdighed, og artsfattigheden her er derfor delvis naturbetinget.

Ormeland

Sadelbørsteormene er også almindelige i den mellemste del af fjorden, **men det dominerende dyr er en såkaldt havbørsteorm, med det latinske navn *Hediste diversicolor*, som netop er kendetegnet ved at leve i lavvandede, brakke vandområder. Denne art er tolerant over for ændringer i saltholdigheden og tåler desuden kraftig organisk belastning.**



Figur 9.10. Gennemsnitligt antal af forskellige bunddyr i forskellige dele af Randers Fjord, Gudenåen og i Hevring Bugt i 1996.



Figur 9.11. I den indre og mellemste del af Randers Fjord er dyrelivet på bunden artsfattigt. Almindeligst er børsteorme og damfluelarver.

Den ydre, lavvandede del af fjorden

Området nord for Kanaløen er præget af det indstrømmende vand fra Hevring Bugt. Saltholdigheden er derfor relativt høj og den organiske belastning relativt lav. Det er også et ret stabilt miljø, uden hyppige, store udsving i saltholdigheden. Man ser derfor igen et lidt stigende antal arter (ca. 10 pr. station). I denne del af fjorden er der mange slikkrebs og dynd-snegle.

Sejlrenden

Sejlrenden adskiller sig fra de lavvandede dele af fjorden ved, at saltholdigheden generelt er højere. I sejlrenden er iltforholdene dårligere end på lavt vand, og der er et forholdsvis højt indhold af organisk stof i sedimentet, aftagende udefter i fjorden. De stejle sider på sejlrenden og den jævnlige oprensning af bunden giver ustabile levevilkår for dyrene.

Vandplanterne i Randers Fjord

Som i alle andre vandområder er bundforholdene i Randers Fjord afgørende for, hvilke typer planter man kan forvente at finde. Blomsterplanter, som f.eks. *ålegræs*, har rødder og kan derfor kun vokse på sand eller anden blød bund. Tangplanter (alger) kræver derimod en hård bund i form af sten eller skaller, da de ikke har rødder, men klæber fast til underlaget ved hjælp af hæfteorganer. På grund af den overvejende bløde bund i Randers Fjord er det derfor gode betingelser for en bundvegetation bestående af blomsterplanter, eksempelvis *ålegræs*.

Ålegræs er gået tilbage

Planterne har fået det svært i fjorden i dette århundrede. En undersøgelse i 1915-16 viste, at *ålegræs* var vidt udbredt i den ydre del af Randers

Fjord (figur 9.12). I 1997 var udbredelsen begrænset til en lille plet nordost for Kare Holm. *Ålegræssets* tilbagegang er dog et fænomen, der er kendt fra det meste af Danmark. Årsagen er dels de generelt forringede lysforhold, som følge af øgede mængder alger i vandet, og dels høje vandtemperaturer og iltsvind i sedimentet, som fremmes af det høje indhold af organisk stof i fjordvandet.

Ferskvandsplanter er næsten forsvundet

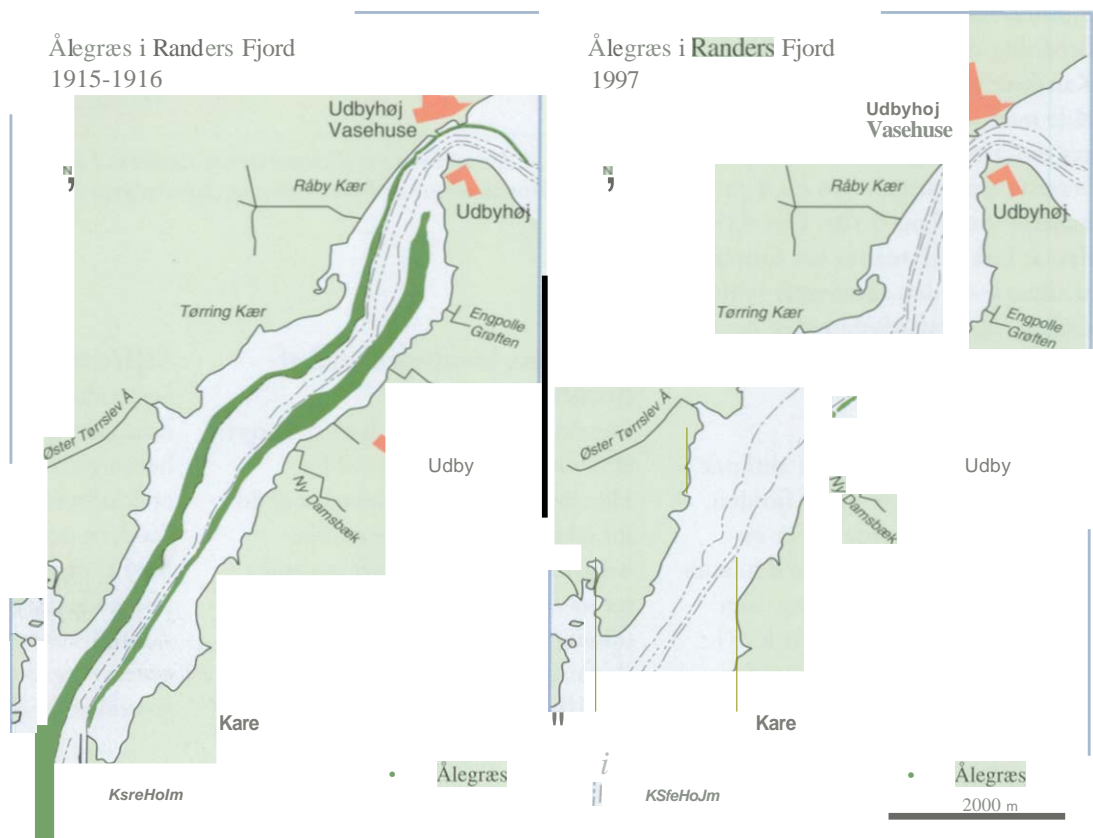
I den indre del af fjorden er saltholdigheden for lav til, at der kan vokse *ålegræs*. Ved Tjærby Bredning og i Grund Fjord vokser der i stedet arter af ferskvandsplanter, som har bredt sig ud i det brakke fjordvand. Det er blandt andet arter af *vandaks* og *tusindblad* samt *gul åkande*. *Gul åkande* er den plante i inderfjorden, der forekommer i størst mængde. Or

skyldes, at den ikke påvirkes i samme grad af de forringede lysforhold, da dens blade Ayder i vandoverfladen, og derfor ikke har problemer med at få tilstrækkeligt med lys.

Tidligere var der en rig vækst af undervandsplanter, men de har ikke kunnet klare at vokse i de seneste årtiers grumsede vand.

Søsalat trives

Søsalat er en bladformet grønalg, der somme rider forekommer i den ydre del af fjorden Store mængder. I modsætning til de fleste andre alger er *søsalat* i stand til at vokse, selvom den driver løst omkring i vandet. Og det endda meget godt. For når de rette betingelser er til stede, d.v.s. rigelige mængder af næringsstoffer og høje vandtemperaturer, kan søsalat nemlig fordoble sin egen vægt på kun 3 dage.



Figur 9.12
Ålegræs' udbredelse er reduceret kraftigt fra 1915-16 til 1997. Ålegræs kan kun vokse i den ydre del af fjorden, som det ses på karlet. Del skyldes, at saltholdigheden er for lav i den indre del af fjorden.

Fiskene i Randers Fjord

Randers Fjord har i mange år været kendt som et godt fiskevand efter bl.a. sild, aborre, ål og laksefisk (helt, havørred og laks). Udviklingen af mere effektive fiskeredskaber og forringelsen af miljøforholdene i de sidste 30-40 år har dog betydet en forringelse af bestandene af havørred og helt. Tilsvarende har laksebestanden været helt uddød fra midten af 20'erne til midt i 80'erne, hvor årlige udsæringer blev påbegyndt.

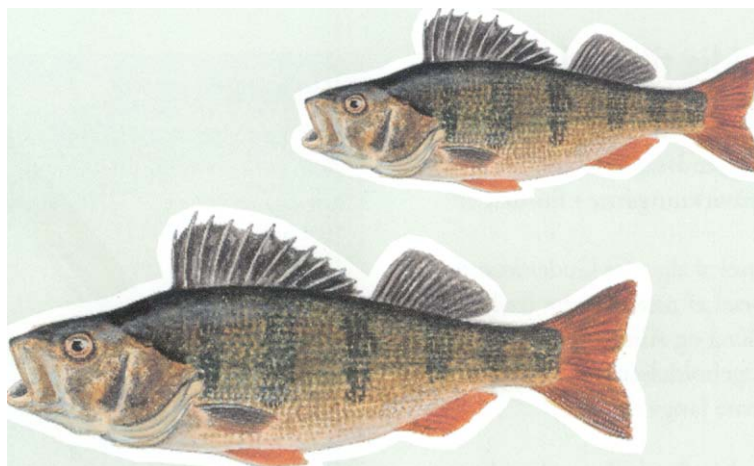
Fiskeriet

Midt i 70'erne starrede der en voldsom strid mellem de forskellige interesseorganisationer omkring fiskeriet på Randers Fjord (lystfiskere, fritidsfiskere, bierhvervsfiskere og erhvervsfiskere). Årsagen var et påstået dårligere fiskeriudbytte af laksefisk. Overskrifter som "Randers Fjord udpines af sildebundgarnene", "Havørreden - en tuet fiskeart" og "Laksefiskenes endeligt" raler sit tydelige sprog om denne strid, som resulterede i, at Gudenåkomercens midt i 80'erne gennemførte en række undersøgelser af fiskebestandene og fiskeriers betydning.

Undersøgelserne viste, at 40 % af de udvandrende havørredungfisk (såkaldte "smol") blev fanget i fjordens ålebundgarn på vandringen mod Kaneagar, og at 58 % af de optrækkende, voksne havørreder blev fanget hvert år. Konklusionen var, at fiskeriet i det snævre fjordområde ikke kunne føres på samme måde, såfremt bestandene af laksefisk skulle sikres og op hjælpes.

Særlige regler for fiskeriet i Randers Fjord

Herefter gennemførte Fiskeriministeriet nogle reguleringer af fiskeriet, så fisketrykket på laksefiskene faldt samtidig med, at man stadig kunne fiske



Figur 9.13. I den indre del af Randers Fjord er saltholdigheden så lav at aborrer kan klare sig.

Akvarel af Jens Overgaard Christensen.

på fjorden. Samtidig fulgte Danmarks Fiskeriundersøgelser op på Gudenåkomercens undersøgelser ved at følge udviklingen af reguleringerne.

En af reguleringerne er sket ved, at fangsrgåden i ålebundgarnene nu skal være dykket ned under vandoverfladen. Ålene opdager ingenting og bliver derfor stadig fanget, for de svømmer langs bunden. Men laksefiskene svømmer i overfladen og undslipper herved fra ålebundgarnene, uden at ruge skade af opholder.

En anden regulering har været at for-

byde brug af småmaskede garn, hvor mange undermåls havørreder blev fanget og døde til ingen nytte.

Fiskebestanden er i vækst

Reguleringerne har betydet, at en større del af fiskene nu overlever, til de har nået at gyde i Gudenåens vandløb. Resultater ses i form af større naturlige bestande af ørredyngel i en del vandløb, hvor der tidligere var dårlige bestande. Fremgangen skal ses som en kombination af bedre miljøforhold i vandløbene og en øget overlevelse af fiskene på deres vandringer gennem Randers Fjord.

"Randers Fjord er paa forskjellige Steder indretninger til Laxefiskeri efter saakaldte Laxegaarde, 12 i talet. Disse ere matriculerede til Hartkorn; Laxegaarden ved Frisenvoldomtrent 1 Miil veste" for Randers, er den betydeligste af dem alle, den skylder af 5 Tdr. 2 Skp. 2 Fkr. Hartkorn. Man an tager, at der i Bjennemslit aarlig fanges cir 2000 Lax i Randers Fjord og disse Lax, som ere afstørrefse fra 4 til 40 Pd, skulle endog bære Prisen for dem, der indføres fra Norge. Ved Tange blev i Vinteren 1825-1826 faaet en Lax, som vdede 52 Pd. Foruden Lax fiskes ogsaa i Fjorden en del Ørler og Helt, samt Gjeder, Skaller, Sild og Aal.

Fiskeriet i Randers Fjord, skjøndt vigtigt for Deeltagerne, er dog nu fangt fra ikke af den Betydning som i ældre Tider, da Fjorden havde større Bredder og Dybde, og Fiskerigheden skal endog være meget aftagen her i de senere Aar, hvortil angives som Aarsag, at Mange, tildeels Uberettigede, drive Fiskeri i Fjorden ved utilladelige Redskaber, saasom Vaadret med Pulsning i Seidylbet, de saakaldte Kringelgam, Radruiser o.s.v. Udførlige Efterretninger om Fiskeriet i Randers Fjord kan faaes i Stadfeldts Beskrivelse over Randers Kjøbstad T'ag. 65 ff.

(J.e.Hald (1827): Bidrag til Kundskab om de danske Provindsers nærværende Tilstand i økonomisk Henseende. Andet stykke, Randers Amt, 212 p.)

Fremtidig tilstand i Randers Fjord

De vigtigste årsager til (forurenings)påvirkningerne i fjorden er:

- tilførsel af alger fra Gudenåerne
- tilførsel af næringssalte fra hele Gudenå og Alling Aoplandene
- vedligeholdelsen af sejlrenden
- diger langs fjorden

Tilførsler fra hele oplandet

Virkning af spildevandsrensning

Ved udgangen af 1997 var der etableret fosforfjernelse på alle renseanlæg med over 200 personer tilsluttet. Oerter har mindsket fosfortilførslen til Randers Fjord uden dog indtil nu at føre til mærkbare reduktioner i algeproduktionskronen i fjorden.

Både tilførslen af alger fra Gudenåerne og algeproduktionen i selve fjorden vil dog mindskes i de kommende år, efterhånden som de ophobede fosformængder i Gudenåernes mudderbunde er blevet skyllet ud af systemet, og efterhånden som de skærpede krav til fosforfjernelse fra spildevand slår igennem.

Formindskelse af landbrugsbidrag

Opfyldelse af Vandmiljøplanens mål om at halvere nitrogenudvaskningen fra dyrkede arealer, vil bidrage til at mindske algemængden i den ydre del af fjorden, hvor kvælstof kan blive begrænsende for algevæksten.

Ud over de generelle beskrivelser for at mindske nitrogenudvaskningen fra dyrkede arealer, kan tilskud til de såkaldte Miljøvenlige Jordbrugsforanstaltninger (MY) ordninger) blive et incitament for landmændene til at ruge jorden ud af områder og i stedet have vedvarende græs. Nitrogenudvaskningen fra disse arealer vil så typisk



Figur 9. 14. Mellemløbet af Randers Fjord og Uggelusefylder sejlreddell hele fjordell, der her bedst karakteriseres som en navigationskoral.

Foto: Erik W. Olsson

blive 5-10 gange mindre end fra dyrkede arealer. Væsentlige formindskelser af næringssalttilførslen til Randers Fjord som følge af eksrensivering af landbrugsdriften forudsætter dog, at driften ændres på store arealer, fordi Randers Fjord modtager vand fra et meget stort opland, på ca. 3.260 km².

Ændringer i Randers Fjord

Virkning på vandkvalitet

Der er realistisk at foresætte sig, at virkningen af den forbedrede spildevandsrensning og af den mindskede udvaskning fra landbrugsarealer bliver, at fjorden bliver mere klarvandet, så at sommerrisdybden i vandet ved Udbyhøj bliver ca. 5 m, men næppe mere end ca. det halve i den indre del af fjorden mellem Randers og Uggeluse.

Undervandsplanter

Større risdybde i vandet giver bedre vækstbetingelser for planterne på bunden, især vandaksarter i den indre del og ålegræs i den ydre del af fjorden. En øget udbredelse af

vandplanterne vil lægge beslag på en del næringssalte og mindske ophvirvlingen af mudder i fjorden. Herved vil vandkvaliteten yderligere forbedres.

En øget mængde af undervandsplanter vil også være en afgørende faktor på forbedringer i fjordens kyst og en vigtig faktor for yderligere forbedringer med skul for fisk og smådyr.

Genetablering af oversvømmede enge

Hvis Gudenåen og Randers Fjord gives mulighed for at gå over bredderne ved højvande ved at fjerne en del af digerene, vil en stor del af de partier, som transponeres med vandet, blive aflejret på de Aade arealer. Dette vil bidrage til at gøre vandet i fjorden mere klar. Det kan også bidrage til at mindske risikoen for oversvømmelser i Randers. På oversvømmede naturarealer vil der også ske en kvælstoffjernelse, som kan bidrage til at mindske indholdet i fjorden.

Den største naturmæssige gevinst ved at fjerne diger vil dog være en genskabelse af en del af engene langs fjorden, og dermed at en del af de naturværdier, som fandtes her, kommer tilbage.

Sejlrenden

En meget betydende miljømæssige påvirkning af Randers Fjord er vedligeholdelsen af sejlrenden til Randers, der medfører opgravning af ca. 100.000 m³ fjordbund pr. år, og at vanddybden i sejlrenden er 7 m i stedet for den naturlige dybde på ca. 1-2 m. Der er dog ingen planer om at ændre på disse forhold.



Fig. 9.15. O'ers'pmmede enge ved Gudenåen med Randers i baggrunden.

Foto: Erik W. Olsson

