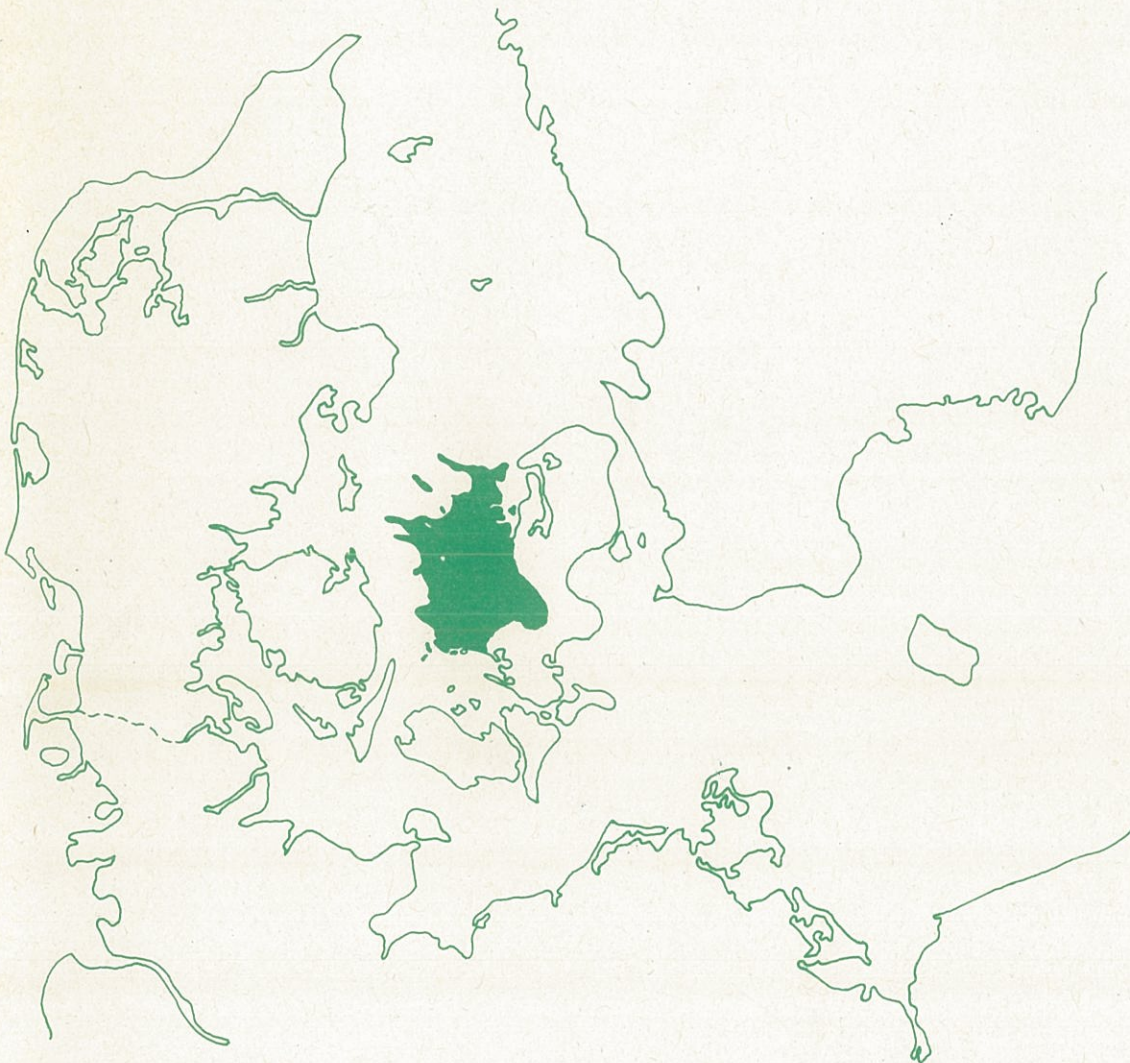




VANDMILJØ overvågning

1991



VESTSJÆLLANDS AMTSKommUNE
Teknisk Forvaltning

Nov. 1992

Denne rapport er udgivet af
Vestsjællands Amtskommune
Alléen 15, 4180 Sorø
Tlf. 53 63 25 33

Vandmiljøafdelingen har stået
for afrapporteringen.

Tryk: Bureau Duplica A/S
Oplag: 500
Dato: November 1992

Indholdsfortegnelse

Forord	2		
Indledning	3	Vandløb	19
Vandmiljøplanens minimumskrav	3	Indledning	19
Recipientkvalitetsplanens krav	3	Undersøgelserprogram	20
Sammenfatning	4	Resultater	20
Klima	5	Forureningstilstand	20
Temperatur	5	Transport af næringssalte	20
Nedbør	5	Belastning af kystvande,	21
Afstrømningsforhold	5	fordelt på kildetyper	21
Spildevand-punktkilder	7	Sammenligning med tidligere år	22
Indledning	7	Næringssaltindhold i	
Kommunale renseanlæg	7	vandløb fordelt på belastnings-	23
Tilsyn med kommunale renseanlæg	8	typer	
Industri med særskilt udledning	8	Søer	25
Regnvandsbetingede udledninger	8	Indledning	25
Spredt bebyggelse	9	Undersøgelserprogram	25
Grundvand	11	Forurening af søer	25
Grundvandsovervågning	11	Resultater	26
Udvikling i grundvandskemien	11	Maglesø	26
Den sure front	11	Tissø	27
Nitratfronten	12	Tystrup Sø	28
Kloridfronten	13	Konklusion	28
Fosfor i grundvandet	14	Kystvande	31
Specialanalyser	14	Indledning	31
Pesticider	15	Belastningsforhold	31
Kilder	17	Kystvandenes tilstand	32
Indledning	17	Fjordområder	33
Vindekilde, Røsnæs	17	Åbne havområder	34
Skt. Sørenskilde, Holmstrup	17	Iltsvind	35
Kilder ved Hestemøllegård	17	Foreløbig målsætning og konklusion	35

Forord

Denne rapport beskriver resultaterne fra overvågningen ifølge Vandmiljøplanen i Vestsjællands Amt i 1991.

Resultaterne indgår sammen med de øvrige amters og Miljøministeriets resultater i en landsdækkende rapport, som Miljøstyrelsen udsender i efteråret 92.

Siden Vandmiljøplanens start i efteråret 1988 er resultater afreporteret for 1989 og 1990, såvel på amtsplan som på landsplan.

Denne rapport henvender sig i kortfattede og almene vendinger til politikere, interessegrupper og den interesserede offentlighed.

DANMARKS
MILJØUNDERSGØRELSE
BIBLIOTEKET
Vejstevet 52, Postboks 314
8000 Silkeborg

Indledning

Formål

Formålet med Vandmiljøplanen er at mindske forureningen af grundvand, vandløb, søer og især havområder. Et overordnet generelt mål er, at udledningerne til havet skal mindskes med 50% for kvælstof og 80% for fosfor.

Samtidig skal der føres systematisk kontrol med virkningen af indgrebene på de udledte stofmængder og på forureningstilstanden i grundvand, vandløb, søer og havområder.

Vandmiljøplanens minimumskrav

Vandmiljøplanen indeholder generelle krav til alle landets udledninger fra spildevandsanlæg, industri og landbrug. Disse er mindstekrav, der kan skærpes af hensyn til lokalområdet ved recipientkvalitetsplanlægningen.

Renseanlæg med over 15.000 (i visse tilfælde 5.000) personenheder tilsluttet skal således inden 1993 opfylde følgende krav til kvalitet af det udledte vand:

Organisk stof (BI ₅):	15 mg/l
Kvælstof:	8 mg/l
Fosfor:	1,5 mg/l

De større virksomheder skal bruge "den bedste, tilgængelige teknologi".

På landbrugsområdet er forbudet mod ulovlige udledninger indskærpet, og der er fastsat regler for opbevaring og anvendelse af staldgødning og om, at vintergrønne marker og lignende skal dæk mindst 65% af arealet.

Recipientkvalitetsplanens krav

Recipientkvalitetsplanens krav til rensning af spildevand er i de fleste tilfælde mere vidtgående end Vandmiljøplanens krav.

Vandmiljøplanens generelle krav, der er stillet af hensyn til havmiljøet især, er nemlig helt utilstrækkelige til at sikre søer, vandløb og lukkede kystvande.

Sammenfatning

Kommunale og industrielle renselanlæg udbygges løbende, så vilkår i Vandmiljøplan og lokale recipientkvalitetsplaner kan overholdes. I perioden frem til udgangen af 1992 vil udbygningen medføre en markant sænkning af specielt fosfor og kvælstof grundet Vandmiljøplanen. Denne udvikling fortsætter i de kommende år, specielt hvad angår mindre anlæg, som ikke omfattes af Vandmiljøplanen, idet mange af disse mindre anlæg udleder til sårbare recipienter.

Efterhånden som renselanlæg udbygges bliver udledninger fra spredt bebyggelse og regnvandsbetingede udløb relativt større. Med hensyn til spredt bebyggelse er der dog ikke nok viden om, hvor meget der faktisk kommer til recipienten på grund af mere eller mindre utætte rør samt forskelle i persontæthed. En opgørelse foretaget i 1992 over den teoretiske belastning fra den spredte bebyggelse viser værdier fra 0-78% af den samlede udledning med hensyn til BI_5 , 0-49% med hensyn til kvælstof og 0-58% med hensyn til fosfor. Værdierne er oplyst af de enkelte kommuner. Nærmere undersøgelser vil dog fremover vise, om disse værdier står til troende.

Det løbende tilsyn i 1991 viste, at 12 renselanlæg havde overskridelser af mindre betydning, 19 af nogen betydning og 4 med alvorlig betydning. Disse 4 anlæg bliver enten udbygget eller nedlagt.

Overvågningen af grundvandet i overvågningsområderne foregår i dag rutinemæssigt, og der er skabt et billede af, i hvor høj grad overfladeforureningen, især landbrugets forurening med nitrat, fosfor, klorid og pesticider, udgør en trussel mod grundvandet. Forureningen fra overfladen findes i grundvandet kun på et lavt til moderat niveau. Der er dog en tendens til stigende forurening, især udgør klorid i gødning og slam udbragt på markerne måske en fremtidig trussel mod grundvandet.

Forureningstilstanden i vandløb er ifølge målingerne ikke væsentligt ændret i 1991 i forhold til 1989 og 1990.

Afstrømningen gennem vandløbene til søer og

kystvande er tæt på det normale i 1991 som helhed. Afstrømningen var i januar, maj, juni, juli, november og december større end normalt, og meget mindre end normalt i februar, marts og april.

Afstrømningen af kvælstof er ikke mindre i 1991 end i de foregående år, snarere lidt større. Arealbidraget er den væsentligste årsag hertil.

Afstrømningen af fosfor er tydelig mindre i 1991 end i de foregående år. Resultater af den forbedrede spildevandsrensning kan ses her.

Forureningstilstandene i salte og ferske vande er endnu ikke forbedret.

En forbedring af miljøtilstanden i de åbne havområder vil først kunne forventes, når reduktionsmålene i Vandmiljøplanen for såvel byer, industri, landbrug og atmosfære er opfyldt.

En forbedring af den alvorlige forureningstilstand i fjordområderne og norene kræver, at der foretages væsentlige reduktioner i tilførslerne af fosfor og især kvælstof fra alle kilder ud over Vandmiljøplanens mål.

Vandmiljøplanens krav om nedbringelse af fosforbelastningen er ikke tilstrækkelige til, at søerne kan opnå en god tilstand. Amtsrådets recipientkvalitetsplan vil derfor stille krav om yderligere nedbringelse af fosforindholdet i spildevand, der ledes til søer.

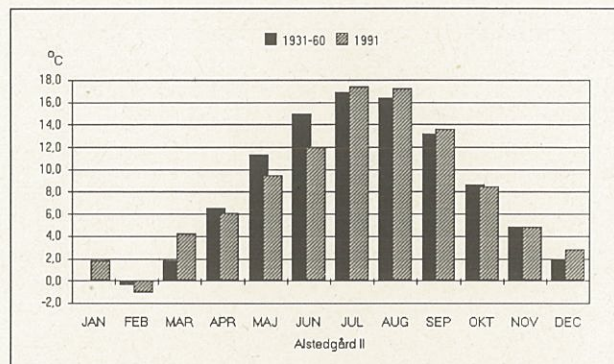
Klima

Temperaturer

Gennemsnitstemperaturen for 1991 var 8,1 °C, mod normalt 8,0 °C. Temperaturerne ligger således tæt på det normale for perioden 1931-1960 (se figur 1).

Temperaturens fordeling på måneder afviger dog fra normalen, idet januar og marts var ca. 2 °C over det normale, mens maj og juni lå henholdsvis 2 og 3 °C under normalen.

De øvrige måneders gennemsnitstemperatur ligger tæt på normalen for perioden 1931-1990.



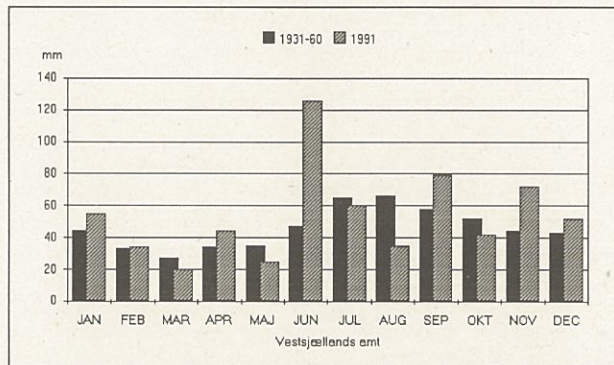
Figur 1: Månedstemperatur i °C. De skråt skraverede søjler viser årets temperatur fordelt på måneder. De mørke søjler viser normaltemperaturen for perioden 1931-1960.

Nedbør

Modsat 1989 blev 1990 og også 1991 våde år. På Vestsjælland faldt der således 658 mm i 1990 og 644 mm i 1991 mod normalt 548 mm.

Januar, april, juni, september og november var nedbørsrige. I juni faldt der over dobbelt så meget regn som normalt, da der faldt 125 mm mod normalt 48 mm.

Marts, maj, og særligt august var nedbørsfattige. Der faldt kun halvdelen af det normale i august måned.



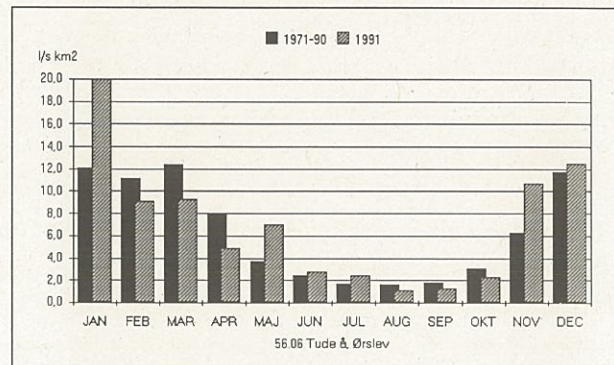
Figur 2: Månedsnedbør i mm for år 1991 og for perioden 1931-60. De skråt skraverede søjler viser værdier for 1991. De mørke søjler viser normalnedbøren for perioden 1931-1960.

Afstrømningsforhold

Afstrømningen var ca. 3% over det normale for perioden 1971-1990.

Særligt i januar, maj og november var den relative afstrømning stor, set i forhold til normale år. Også juni, juli og tildels december havde større afstrømning end normalt. (Se figur 3).

Resten af året var afstrømningen mindre end i normale år. Særligt i februar, marts og april var afstrømningen ringe. Kombination af antal af solskinstimer og vindforhold har muligvis skabt den ringe afstrømning, da nedbør og temperaturforhold ikke giver nogen entydig forklaring på den ringe afstrømning i disse måneder.



Figur 3: Månedsafstrømning for år 1991 og perioden 1971-1990. De skråt skraverede søjler viser værdier for 1991. De mørke søjler viser normalafstrømning (l/s/km²).

Spildevand - punktkilder

Indledning

Vandmiljøplanens overvågningsprogram for spildevand omfatter følgende udledninger:

- 168 kommunale renselanlæg
- 14 industrier med særskilt udledning
- 326 overløb fra fælleskloakerede oplande
- 502 regnvandsudløb fra separatkloakerede oplande.

Kommunale renselanlæg

De store investeringer som følge af Vandmiljøplanen er nu ved at ændre rensformen på de kommunale renselanlæg væsentligt. På figur 5 ses det, at 37% af det kommunale spildevand nu bliver rensset med både fosfor- og kvælstoffjernelse, mod 0% i 1990.

De fleste af anlæggene er dog stadig under udbygning og indkøring, så det store udsving forventes først i 1992 og 1993 at kunne ses i rensresultatet og dermed i de udledte stofmængder.

Figur 6 viser prognosen for 1998, hvor alle amtets renselanlæg forventes at være udbygget ifølge Vandmiljøplanen og lokale recipientkvalitetsplaner.

Signaturer der viser rensformer i fig. 4, 5 og 6

M	= Mekanisk
MB	= Mekanisk-biologisk
MBK	= Mekanisk-biologisk + fosfor fjernelse
MBKN	= Mekanisk-biologisk + fosfor- og kvælstof fjernelse.

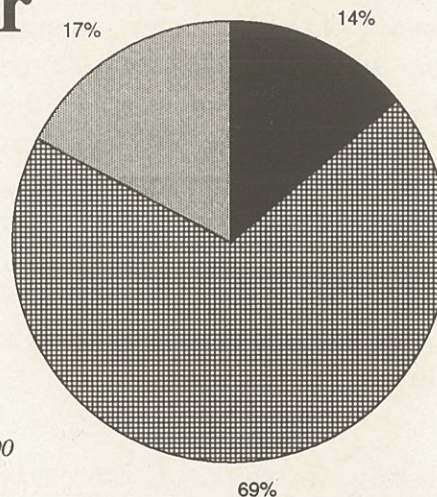


Fig. 4: 1990

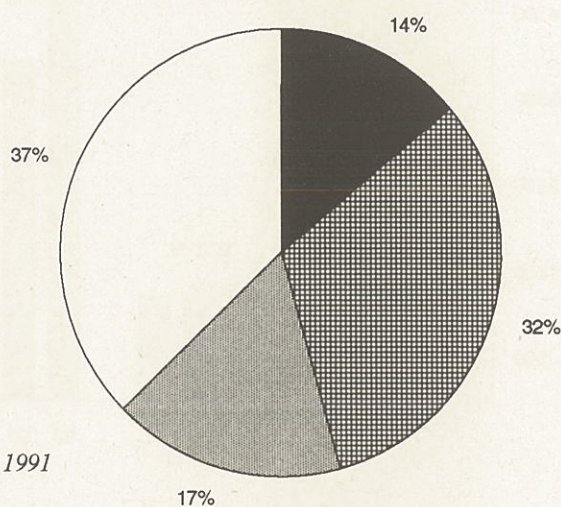


Fig 5: 1991

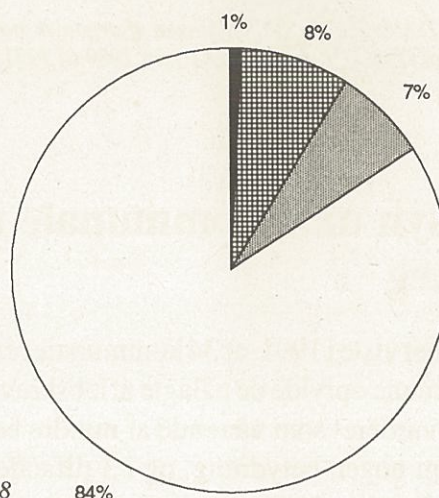
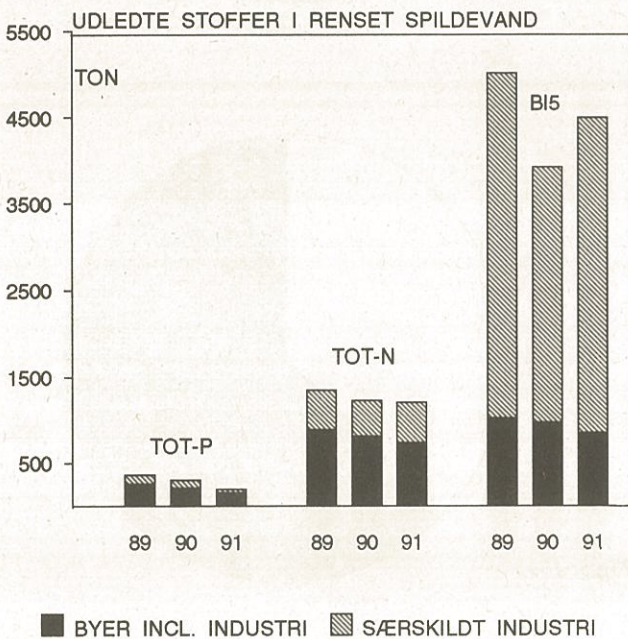


Fig. 6: 1998

■ M ▣ MB ▤ MBK □ MBKN

Som eksempel på den igangværende udbygning kan nævnes, at amtskommunens største kommunale renselanlæg i Slagelse (100.000 pe.) medio 1991 færdiggjorde første etape af udbygningen, med ibrugtagning af helt nye beluftnings- og efterklaringsstanke. Dette bevirkede, at udledningen af eksempelvis total ammonium faldt fra ca. 310 kg/døgn til ca. 1.5 kg/døgn. Groft set udledte renselanlægget før udbygningen, på kun 2 dage, lige så meget total ammonium, som der efter udbygningen udledes på et helt år.



Figur 7: Udviklingen i udledningen af organisk stof (BI₅) samt kvælstof (Tot.N) og fosfor (Tot.P) fra 1989 til 1991.

Tilsyn med kommunale renselanlæg

Tilsynet viste i 1991, at 34 kommunale renselanlæg ikke kunne opfylde de pålagte afløbskrav. Af disse er 12 vurderet som værende af mindre betydning, 19 som nogen betydning, og i 3 tilfælde er overskridelsen karakteriseret som værende alvorlig. På disse 3 anlæg er der aftalt tiltag i form af øget rensning eller snarlig nedlæggelse.

Tilsynet gav i 1991 anledning til 79 henstillinger og 2 påbud.

Industri med særskilt udledning

De største industrielle bidragsydere er Novo Nordisk, Gørlev Sukkerfabrik, Statoil, Kuwait P.R., Kambas og Stignæs Havbrug.

Det fremgår af figur 7, at udledningen af organisk stof (BI₅) og kvælstof (Tot.N) er steget i forhold til 1990. Stigningen for organisk stof kan hovedsageligt tilskrives ændret produktion på Kuwait P.R., som følge af Kuwait-krisen. Stigningen i kvælstof skyldes, at Novo Nordisk i 1991 udnyttede sin tilladelse fuldt ud, og at begge raffinaderier havde store udledninger i 1991 (8-10 tons stigninger), antagelig på grund af produktionsomlægninger.

Hos Kambas og Gørlev Sukkerfabrik var udledningen af kvælstof markant mindre i 1991.

Udledningen fra Novo Nordisk vil falde med ibrugtagning af et nyt renselanlæg i efteråret 1992. Der er endnu ikke fastsat krav til Gørlev Sukkerfabrik og Kuwait P.R., men udledningen herfra forventes at falde indenfor 3-5 år, i henhold til recipientkvalitetsplanlægningen for de aktuelle recipienter.

Regnvandsbetingede udledninger

Til vurdering af regnvandsbetingede udledninger er der i lighed med 1990 foretaget beregninger ud fra erfaringsmæssige enhedstal for fosfor og kvælstof på alle udløb. For 1989 og 1990 er anvendt en 33 års regnserie, målt på en regnmåler i Odense, til beregning af middellårsudledningen. Middellårsudledningen skal danne baggrund for en vurdering af eventuelle indgrebs virkning på en reduktion af udledningsmængderne fra udløbene.

For at give et så detaljeret billede af de lokale forhold som muligt, har Miljøstyrelsen besluttet, at beregningerne for 1991 og fremover skal ske på basis af nærmeste SVK-regnmålers data for perioden 1981-1990. Da der i Vestsjællands amt kun findes en SVK-regnmåler i Holbæk, som har målt tilstrækkeligt nøjagtigt i perioden, anvendes data

derfra til beregninger for hele amtet. (SVK står for Spildevandskomiteen).

De beregnede udledningsmængder for 1991 er derfor ikke umiddelbart sammenlignelige med foregående års udledning, men datagrundlaget forbedres løbende, og i takt med at renseanlæggene udbygges, får det mere og mere betydning, hvad der udledes fra de regnvandsbetingede udledninger. Således har foruden Holbæk og Nykøbing-Rørvig kommuner nu også Korsør kommune fået foretaget kloakberegninger med den mere nøjagtige MOUSE-SAMBA-model for bedre belysning af udledningerne.

Spredt bebyggelse

Erfaringer fra overvågningsprogrammet viser, at spildevand fra områder uden for kloakerede områder, d.v.s. fra spredt bebyggelse, landsbyer og sommerhusområder uden fælles renseanlæg m.v. bidrager væsentligt til den samlede belastning på vandmiljøet. For bedre belysning heraf har Miljøstyrelsen iværksat en indberetning af udledningen af organisk stof samt fosfor og kvælstof fra disse områder.

I foråret 1992 har amtet indhentet oplysninger om 1991 fra kommunerne.

Tabel 1 viser, hvor stor andel den spredte bebyggelse andrager af den samlede belastning fra de kommuner, som har indsendt data. Tallene er dog behæftet med stor usikkerhed, da der er tale om et meget uens indsendt materiale. Dette kommer klart til udtryk ved sammenligning med fig. 21 og 22 samt tabel 4 om fordeling af kildetyper. Værdierne i tabel 1 vil blive søgt gjort mere sikre ved de løbende indberetninger fra kommunerne.

Kommune	BI ₅	N	P
Bjergsted	78	47	55
Dianalund	49	20	27
Dragsholm	76	48	50
Fuglebjerg	71	30	37
Gørlev			
Hashøj	75	43	58
Haslev	41	13	39
Holbæk	67	58	15
Hvidebæk			
Høng	56	43	34
Jernløse	49	49	28
Kalundborg	15	9	13
Korsør			
Nykøbing-Rørvig	0	0	0
Ringsted	39	14	29
Skælskør	41	25	33
Slagelse	27	6	6
Sorø	45	18	30
Stenlille	39	16	21
Svinninge	56	14	27
Tornved	51	22	31
Trundholm			
Tølløse	50	23	42

Tabel 1: Spredt bebyggelses %-vise andel af samlet udledning i 1991 (excl. virksomheder med særskilt udledning), som oplyst af kommunerne.

Grundvand

Grundvandsovervågning

I Vestsjællands Amt overvåges grundvandet intensivt i fem områder (fig. 8). Overvågningen sker for at opnå en bedre forståelse for kemiske og hydrologiske processer i grundvandet. Den bedre forståelse skal bruges til i højere grad og over længere tid at gennemskue, hvilke trusler de enkelte vandværkers kildepladser står over for, og på bedre vis imødegå dem.

Hvert overvågningsområde består af 10-17 prøvetagningsfiltre i forskellige dybder i jorden omkring et vandværks kildeplads. I 1991 har der været 65 prøvetagningsfiltre i drift.

Der udtages vandprøver fra filtrene 4 gange om året, og med udgangen af 1991 har amtet ialt gennemført 10-12 prøvetagningsrunder. Der bliver analyseret for grundvandets mest almindelige bestanddele.

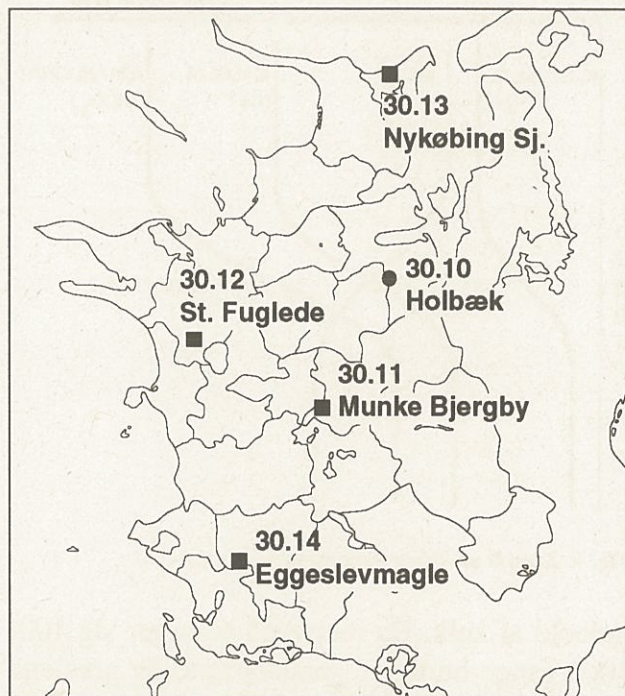
I perioden 1989-1991 er der desuden gennemført en prøvetagningsrunde, hvor der blev taget prøver til analyse for stoffer, som under naturlige forhold enten ikke findes eller kun eksisterer i meget små mængder i grundvandet. Det drejer sig om metaller, organiske mikroforureninger, sprøjtemidler og sæberester.

Udvikling i grundvandskemien

I det åbne land er der i grundvandet nogle enkelte kemiske ændringer, der på landsplan især tiltrækker sig opmærksomhed. Det drejer sig om den tiltagende forurening af grundvandet og landbrugs forurening med bl.a. nitrat, fosfor og klorid. Nitratforureningen er især omtalt i nyhedsmedierne.

Den sure front

Overfladejorden i Danmark er overvejende moræneaflejringer afsat under sidste og næstsidste istid, og smeltevandsaflejringer afsat i forbindelse med isafsmeltningen. Alle istidsaflejringer har sikkert



Grundvandsovervågningsområde etableret af:

- Amtet
- Staten

Fig. 8: Grundvandsovervågningsområder i Vestsjællands amt

oprindeligt været kalkholdige, og moræneaflejringerne har haft størst indhold.

Efterhånden som isen trak sig tilbage, bredte plantevækst og dyreliv sig. Ved hjælp af mikroorganismer blev organisk materiale delvis nedbrudt, og i den kalkholdige jordbund opstod et muldlag. Samtidig satte mineralforvitringen ind, og udvaskningen begyndte.

I jordluften er der et stort indhold af kultveilte (CO_2), og i regnvand, der infiltrerer muldlaget, opløses kultveiltten. En del heraf omsætter sig med vand, idet der dannes kulsyre (H_2CO_3).

CO_2 -holdigt vand vil i første række opløse kalken (CaCO_3) i jorden på dets infiltrationsvej. Når kalken er udvasket, bliver grundvandet surt, og mellem den kalkholdige og den udvaskede jordbund er dannet en sur front (fig. 9).

Grundvand over den sure front, der indvindes til drikkevand, vil virke tærende på beton og metalinstallationer, med risiko for at drikkevandet kommer til at indeholde tungmetaller.

Hastigheden for den sure fronts fremtrængen vil være afhængig af bl.a. jordens permeabilitet og

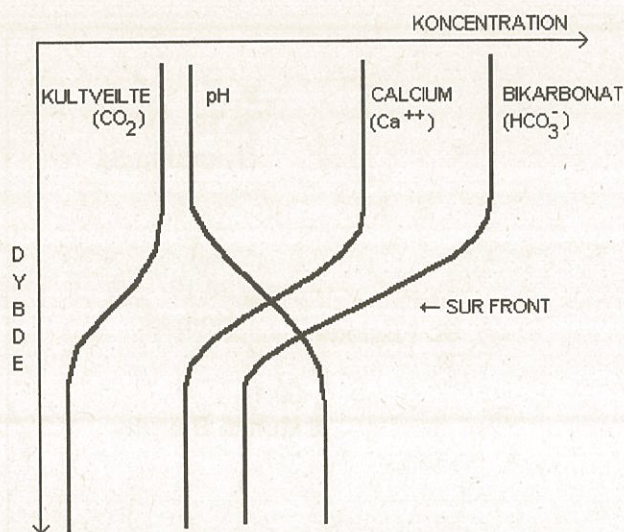


Fig. 9. Kemisk udvikling gennem en sur front

indhold af kalk. Da regnvand bevæger sig 100-1000 gange hurtigere gennem sand og grus end gennem moræneler, vil den sure front på sandede jorde være trængt længst frem.

På Vestsjælland er de øverste jordlag de fleste steder moræneler. Den kalkholdige moræneler gør, at den sure front, i modsætning til de egne af landet, der har sandjord, ikke er trængt særlig langt ned i grundvandet. Yderligere gør kalkning af markarealerne, at den sure front her forsinkes.

På fig.10 ses et eksempel på en boring med tre prøvetagningsfiltre, hvor der kan iagttages en begyndende udvaskning af kalken i jorden.

Nitratfronten

Mange grundvandsforekomster i Danmark er belastet med for stort indhold af nitrat. Nitrat (NO_3) udvaskes hovedsagelig fra marker, hvor der udbringes gødning. Især er de øvre grundvandsmagasiner forurenede, og i et område fra Djursland over Himmerland op mod Limfjorden er forurening af grundvandet med nitrat et stort problem. I drikkevand må nitrat ikke overskride et indhold på 50 mg/l.

Nitratens udbredelse i grundvandet afhænger af, i hvilken retning grundvandet bevæger sig fra de gødede marker. Af væsentlig betydning er dog også, at nitrat er et iltningmiddel. Nitrat er stabilt i iltet grundvand, men nedbrydes i iltfattigt grundvand med iltforbrugende stoffer.

Grænsen mellem iltet og iltfattigt grundvand kaldes redoxgrænsen, eller mere populært for nitratfronten. Grænsen er ofte relativt skarp - 1-3 m dyb.

De iltforbrugende stoffer, der anses at kunne nedbryde nitrat, er brunkul, pyrit (FeS_2) og jern bundet i ler eller frit i grundvandet.

På fig. 11 ses et skematisk snit gennem et grundvandsmagasin med en nitratfront. Over grænsen findes iltede forhold med nitrat. Under grænsen findes iltfattige forhold med organisk stof og jern opløst i grundvandet.

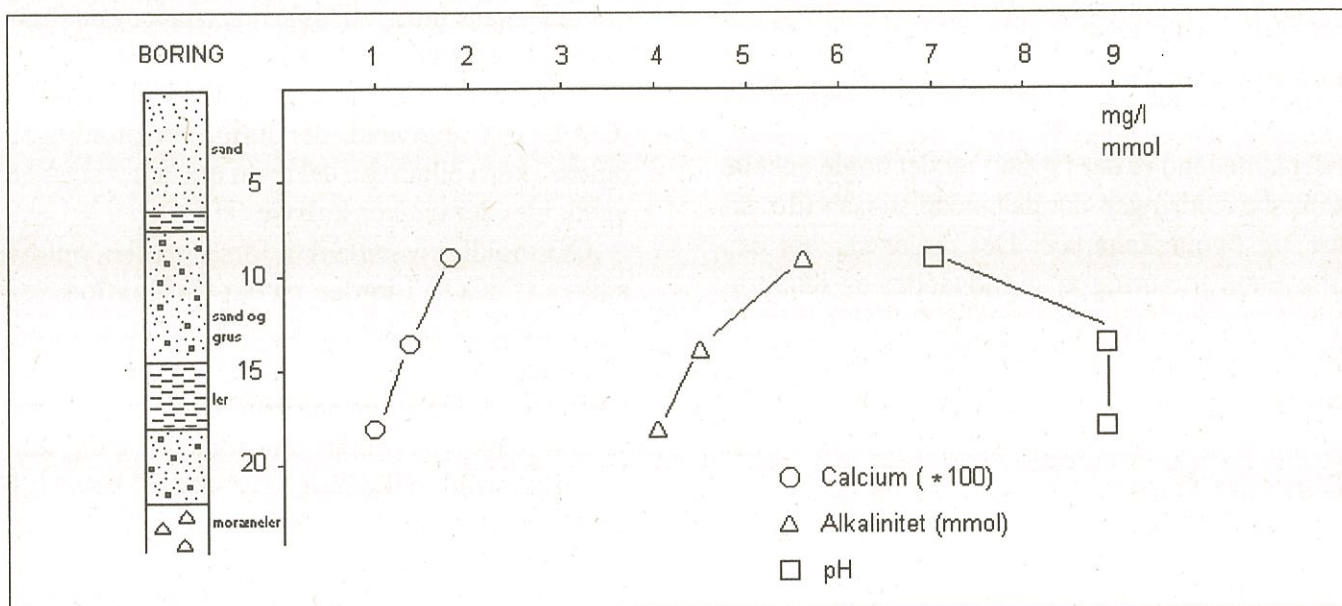


Fig. 10. Begyndende udvaskning af kalk i jorden. Boring DGU arkiv nr. 210.753 ved Munke Bjergby

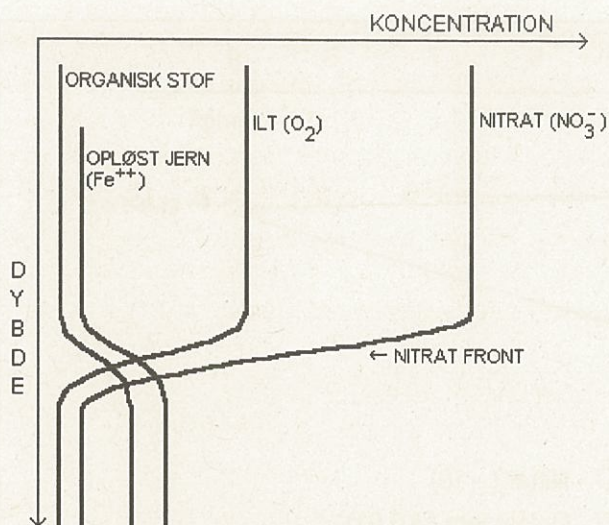


Fig. 11. Kemisk udvikling gennem en nitrat front

På Vestsjælland er grundvandsmagasinerne kendetegnet ved at være dækket af tykke, uforstyrrede morænelerslag. Vandbevægelsen fra rodzonen til grundvandsmagasinerne sker gennem lerlagene. Den almindelige situation er, at nitratfronten findes umiddelbart under grundvandspejlet. I moræneleret er der et stort indhold af jern, og kapaciteten til at nedbryde nitraten er derfor tilsvarende stor. Undersøgelser har vist, at nitratfronten bevæger sig nedad med en hastighed på under 1 cm om året. Grundvandsmagasinerne på Vestsjælland er derfor rimelig godt beskyttet mod nitratforurening.

Fig. 12 og 13 viser nitratkoncentrationerne i overvågningsområderne i 1990 og 1991. På figurene kan det ses, at nitratkoncentrationer over 10 mg/l kun findes i det øvre grundvand indtil 12 meters dybde. Man kan dog fra 1990 til 1991

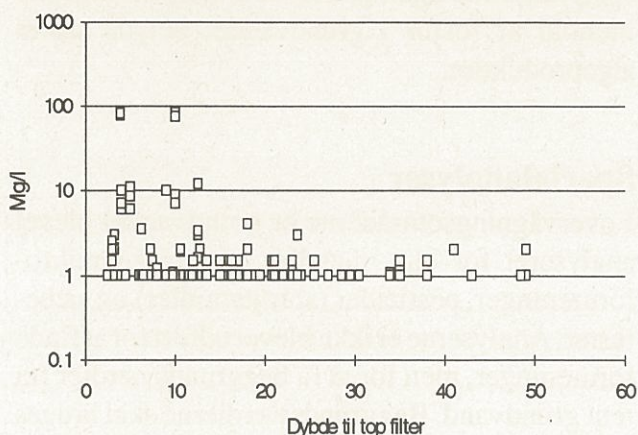


Fig. 12. Nitrat i grundvandet 1990. Prøverne er udtaget i grundvandsovervågningsområderne.

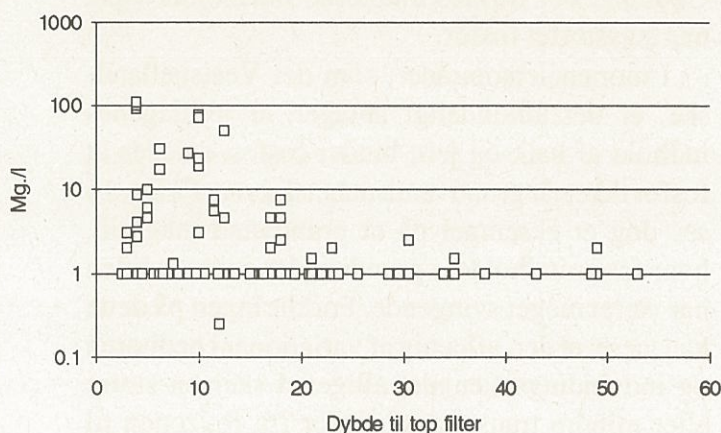


Fig. 13. Nitrat i grundvandet 1991. Prøverne er udtaget i grundvandsovervågningsområderne.

iagttagte en tendens til, at det øvre grundvand bliver mere forurenet med nitrat. I 1990 blev der fundet 6 prøver med nitratindhold over 10 mg/l, i 1991 blev der fundet 11 prøver.

På fig. 14 på næste side ses et eksempel fra overvågningsområdet ved Eggeslevmagle på en boring, hvor nitratfronten kan iagttages i 11 meters dybde.

Kloridfronten

Afhængig af forholdet mellem nedbør og fordamning vil det naturlige indhold af klorid (Cl⁻) i grundvandet ligge mellem 15 og 30 mg/l. Men som en følge af landbrugets anvendelse af husdyrgødning og kloridholdig slamgødning og handelsgødning vil kloridindholdet i det nedsivede vand fra markerne være højere. Koncentrationer over 100 mg/l klorid i det øvre grundvand er ikke udsædvanlige. Den vejledende værdi for kloridindhold i drikkevand er 50 mg/l, og den højest tilladelige værdi er 300 mg/l.

Klorid bindes eller nedbrydes ikke i jorden, men bevæger sig med samme hastighed som det nedsivende grundvand. Kloridfronten viser derfor, hvor langt landbrugspåvirkningen af grundvandet er nået.

Fig. 15 viser kloridindholdet i grundvandet ved Munke Bjergby. På figuren ses, at kloridfronten findes 10 meter nede i jorden. Adskillige af kloridkoncentrationerne er over 50 mg/l, og en enkelt er over den højest tilladelige grænseværdi på 300 mg/l.

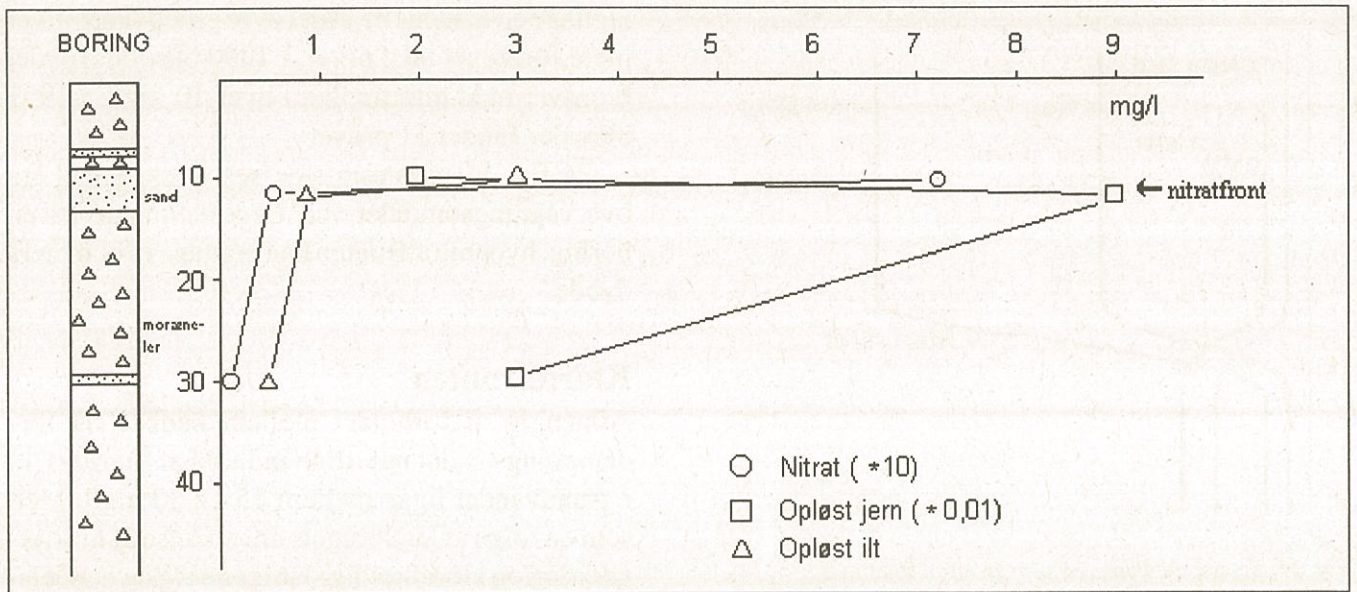


Fig. 14. Nitratfronten ses i 11 meters dybde. Boring DGU arkiv nr. 215.749 ved Eggeslevmagle

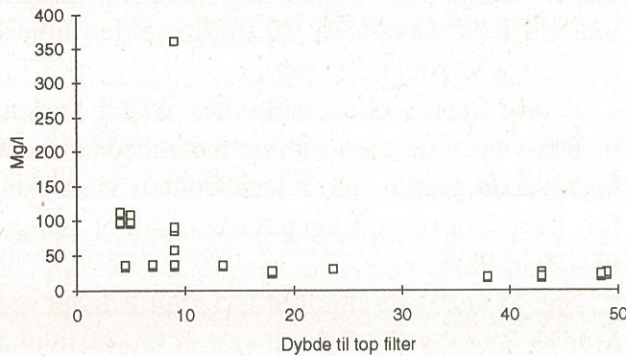


Fig. 15. Klorid i grundvandet ved Munke Bjergby

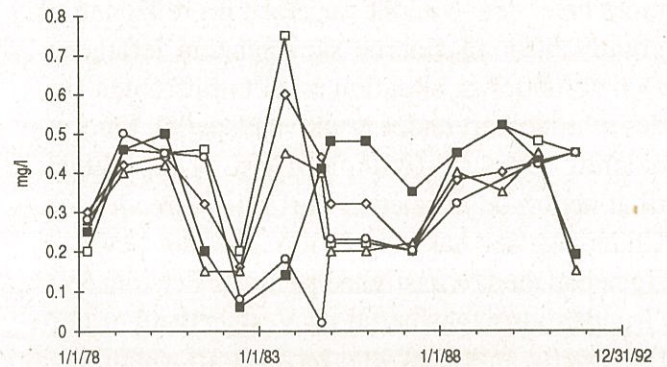


Fig. 16. Fosfor i grundvandet ved Gørlev Vandværk

Fosfor i grundvandet

Gødning, der tilføres markerne indeholder også næringsstoffet fosfor.

I morænelersområder, som det Vestsjællandske, er det almindeligt antaget, at jordlagenes indhold af kalk og jern binder fosfor, således at fosfor ikke når grundvandsmagasinerne. På fig. 16 ses dog et eksempel på et grundvandsmagasin, hvor fosforindholdet i grundvandet gennem tiden har været meget svingende. Forklaringen på dette kan være, at der, afhængig af variationer i nedbøren og indvindingsmængde, alligevel sker en større eller mindre transport af fosfor fra rodzonen til grundvandet.

Fosfor i drikkevand udgør ingen sundheds-

mæssig risiko for mennesker, men for vandløb og søer, der modtager grundvand, kan et stigende indhold af fosfor i grundvandet betyde større algeproduktion.

Specialanalyser

I overvågningsområderne er grundvandet blevet analyseret for bl.a. metaller, organiske mikroforureninger, pesticider (sprøjtemidler) og sæberester. Analyserne er ikke blevet udført for at finde forureninger, men for at få baggrundsværdier fra rent grundvand. Baggrundsværdierne skal bruges til at sammenligne med analyseresultater fra undersøgelser af lossepladser og forurenede grunde,

så det kan lade sig gøre at vurdere, hvor stor forureningen er. Det er derfor kun ganske få steder, der i overvågningsområderne er fundet forureninger.

Pesticider

Det har været med særlig stor interesse, der har været udført analyser for pesticider. Landbruget bruger næsten overalt store mængder sprøjtemidler, og det var frygtet, at man ville finde disse i grundvandet.

I Vestsjælland er der fundet pesticider i to borer. I den ene boring er der i to prøvetagningsfiltre fundet store koncentrationer af dichlorprop og MCPA. Ved senere analyser er indholdet dog faldet betydeligt (fig. 17), og det er derfor sandsynligt, at pesticidforureningen er tilført grundvandet under arbejde med borer, og at der således ikke er tale om en grundvandsforurening.

Det andet fund af pesticider i grundvandet er sket i Munke Bjergby. I en boring er der i 9 meters dybde fundet 0,18 mg/l atrazin. Der foreligger endnu ikke yderligere analyseresultater, der kan verificere resultatet.

På baggrund af de udførte pesticidanalyser er der således ikke noget, der tyder på, at en massiv forurening af sprøjtemidler truer grundvandet.

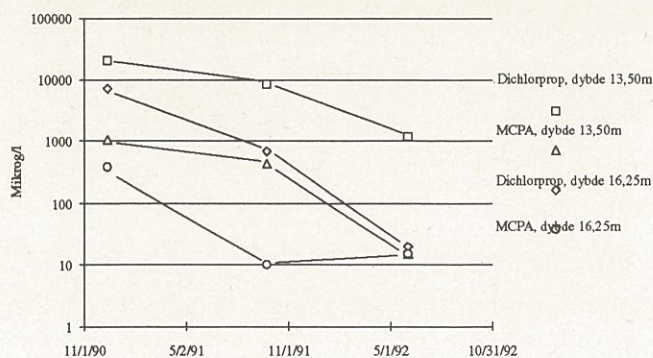


Fig. 17. Sprøjtemidler i grundvandet ved St. Fuglede

Kilder

Indledning

Arealanvendelsen i oplandene til de tre overvågningskilder er ret ensartet, med dyrkningsgrad på 70-80%. Vandkvaliteten ved de tre kilder er derimod ret forskelligartet. Især ammonium, nitrat og jernindholdet varierer meget. De store nitratindhold findes ved Vindekilde, hvor der iøvrigt er lave indhold af ammonium og jern. Omvendt findes høje koncentrationer af ammonium, jern og fosfat, men lavt indhold af nitrat ved Hestemøllekilderne. Forskellen på de tre kilder skyldes forskellig jordbundssammensætning i kilde-oplandene og de deraf følgende iltforhold i grundvandslagene.

Vindekilde, Røsnæs

Den sandede jordbund omkring Vindekilde betinger en forholdsvis hurtig nedsivning til grundvandet, et højt iltindhold og dermed en ringere reduktion af stofferne i det nedsivende vand. Nedsivningen fra gødsningen af markerne er således medvirkende årsag til det høje nitratindhold, samt forhøjede indhold af kalium og klorid i kildevandet.

Skt. Søren's kilde, Holmstrup

Vandet i Skt. Søren's kilde har et lidt forhøjet indhold af nitrat, kalium og klorid på grund af gødsningen af de omkringliggende marker. Der ses en svag variation af nitrat over året, med de største koncentrationer i vintermånederne. Dette skyldes, at vandmætningen og dermed nitratudvaskningen i de øvre jordlag er størst i vinterhalvåret.

Det er usædvanligt, at både jern og nitrat optræder i betydelige mængder, idet nitrat normalt vil denitrificeres under iltning af ferro-jern til uopløseligt ferri-jern, der bindes i jorden. Det skyldes sandsynligvis en lagdelt grundvandstilstrømning,



Fig. 18: Kildernes placering på Vestsjælland

hvor nitraten tilføres med højtliggende grundvand, mens dybereliggende iltfattigt grundvand tilfører jern.

Kilder ved Hestemøllergård

De forholdsvis høje koncentrationer af ammonium, jern og fosfat, tyder på reducerende forhold i grundvandsmagasinet, hvor nedtrængende nitrat denitrificeres og forvitringen af jern- og fosfatholdige mineraler er ret stor. Påvirkningen fra arealanvendelsen kan derfor vanskeligt spores i resultaterne af kildeovervågningen. Det ret lave indhold af nitrat, der findes i vandet, kan stamme fra indsivning af nitratholdigt vand fra højere-liggende jordlag.

Kilder

Kildevandskvalitet 1991					
	1	2	3	4	Enhed
pH	7.7	8.0	7.4		
ALKALINITET	4.3	4.1	5.2	1.9	mmol/l
NH ₄	0.02	0.04	0.25	0.03	mg/l
NO ₃	36.1	10.7	1.6	5.7	mg/l
PO ₄ -P *	0.03	0.06	0.12	0.03	mg/l
TOT.P *	0.03	0.07	0.12	0.06	mg/l
Fe-TOT *	0.02	0.43	2.06	0.45	mg/l
K	2.9	2.9	1.8	1.7	mg/l
Cl	50.4	50.4	48.2	18.4	mg/l
SO ₄	88.5	49.4	51.5		mg/l
VANDFØRING	0.4	0.8	19.2	11.0	l/s
*) Analysetal for mulige forurenede prøver ikke medregnet.					

Tabel 2:

Gennemsnitsværdier af stofkoncentrationer i kildevand, 1991

1. Vindekilde
2. Skt. Søren Kilde
3. Kilder ved Hestemøllegård
4. 42 kilder i Århus Amt 1988 (Andersen et.al, 1991)

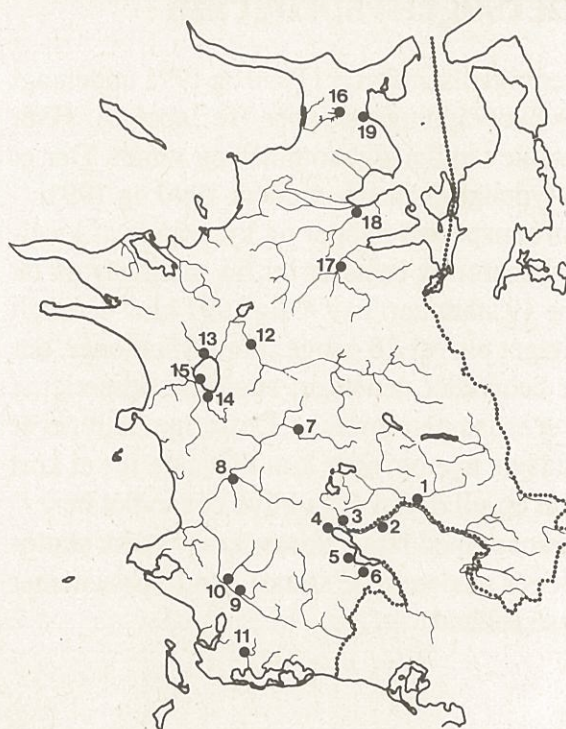
Vandløb

Indledning

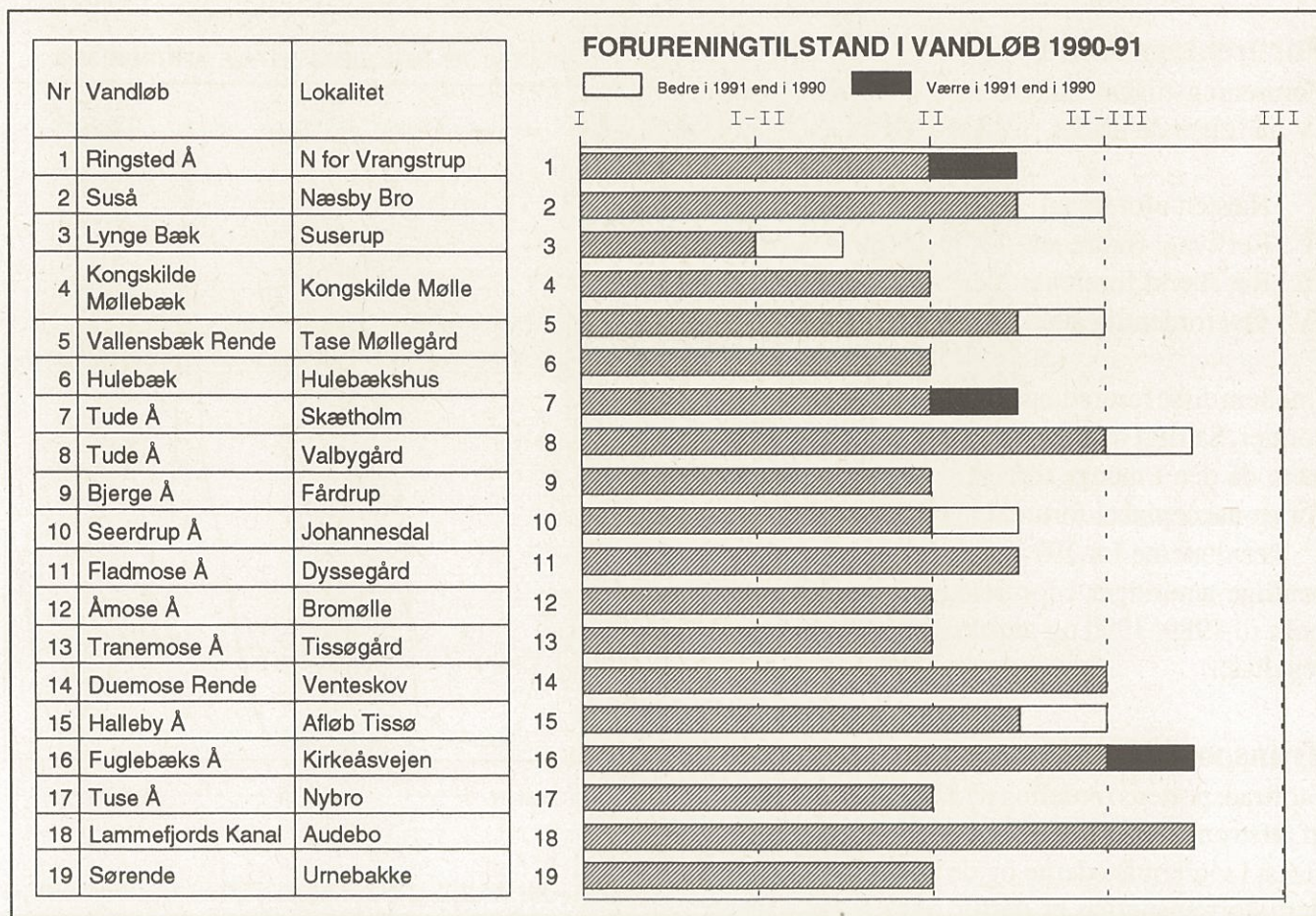
I vandløb er forureningstilstanden og stoftransporten undersøgt.

Vandløbenes forureningstilstand bedømmes ud fra sammensætningen af de smådyr, der findes i vandløbene. Sammensætningen af smådyr bedømmes ud fra Saprobie- og Viborgindexet. Metoderne er særligt beregnet til at vurdere effekten af organisk stof i strømmende vand. Derfor kan der ikke siges noget om effekten af kvælstof og fosfor.

Stoftransport undersøges ved at måle, hvor meget vand der løber i vandløbene sammenholdt med målinger af koncentrationen af næringsstoffer. Ud fra dette kan man beregne, hvor stor en mængde næringsstoffer der udledes fra land gennem vandløb og søer til havet pr. måned og år.



Figur 19: Placering af overvågningsstationer.



Tabel 3: Overvågningsstationer og deres forureningstilstand bedømt efter Saprobimetoden sommer/vinter.

Undersøgellesprogram

Forureningstilstanden er i 1990 og 1991 undersøgt på 19 overvågningsstationer (se tabel 3). Hver station blev undersøgt sommer og vinter. Der er ingen tydelige forskelle mellem 1990 og 1991.

Stoftransporten til søer og kystvande af kvælstof og fosfor er bestemt ud fra målinger på de samme 19 stationer. I 1990 og 1991 blev der målt og udtaget prøver 26 gange. For de stationer, der bliver behandlet nedenfor, strækker tidsserierne sig over en længere årrække. De øvrige stationer er forholdsvis nye og viser kun tilstande for et kort tidsrum og vil derfor ikke blive behandlet her.

Stationer med lange tidsserier er typisk stationer, der er placeret i de største vandløbssystemer på Vestsjælland.

Resultater

Forureningstilstand

Forureningstilstanden beskrives i en skala fra I til IV på følgende måde:

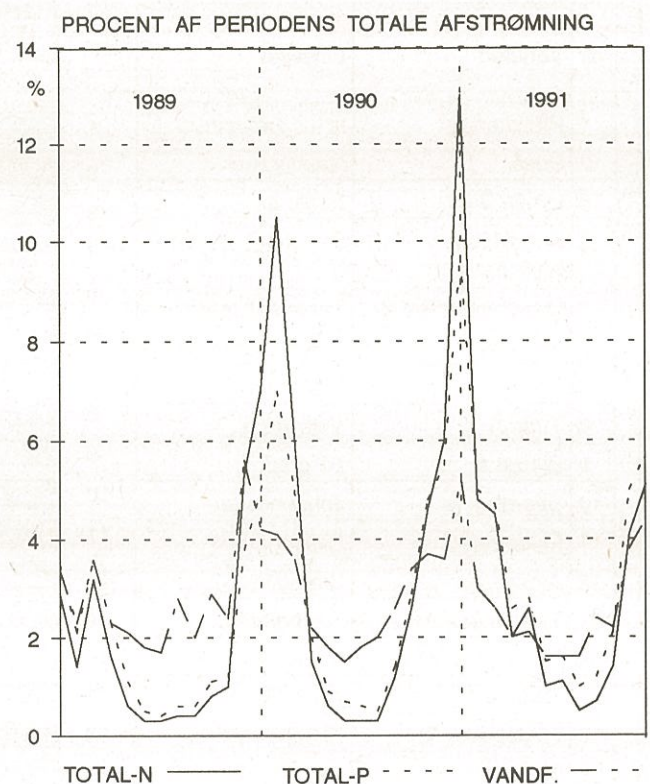
- I Næsten uforurenet
- II Ret svagt forurenet
- III Ret stærkt forurenet
- IV Overordentlig stærkt forurenet

Imellem disse forureningsgrader findes overgangsformer. Særligt overgangsformen II-III er interessant, da den i mange tilfælde udtrykker grænsen for en uacceptabel forureningstilstand.

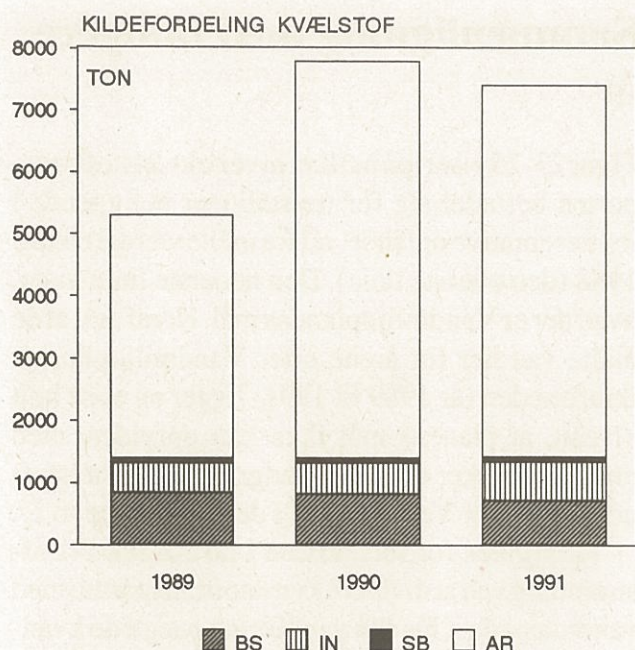
Resultaterne for 1991 viser få, men ingen væsentlige ændringer i forureningstilstanden i forhold til 1989, 1990 og amtskommunens tidligere resultater.

Transport af næringsalte.

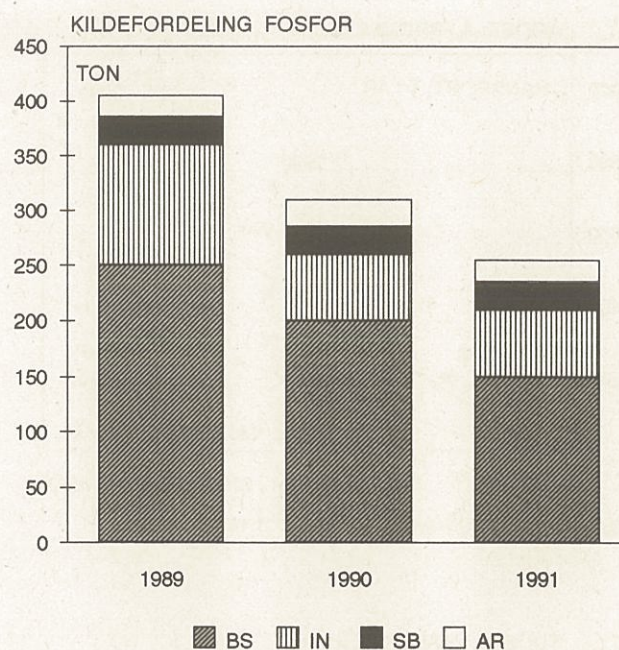
Stoftransportens fordeling på årstiden er afhængig af afstrømningen (se figur 3). Afstrømning er størst i vintermånederne og de første forårsmåned, stoftransporten er derfor også størst i disse måneder (se figur 20).



Figur 20: Vandmængde og transport af næringsalte fordelt på måneder for årene 1989, 1990 og 1991 under ét. En helt jævn fordeling svarer til 4,2% pr. måned



Figur 21: Kvælstofbelastning fordelt på kildetyper 1989/1990/1991.



Figur 22: Fosforbelastning fordelt på kildetyper 1989/1990/1991.

Belastning af kystvande, fordelt på kildetyper

Den største del af det kvælstof, der afstrømmer til havet via vandløbssystemer, stammer fra landbrugsjorden (Kronvang, B. et al, 1991). Transporten af kvælstof er underlagt store variationer fra år til år. Variationen skyldes, udover de menneskeskabte, særligt klimaet, hvor nedbør og fordampning har stor betydning.

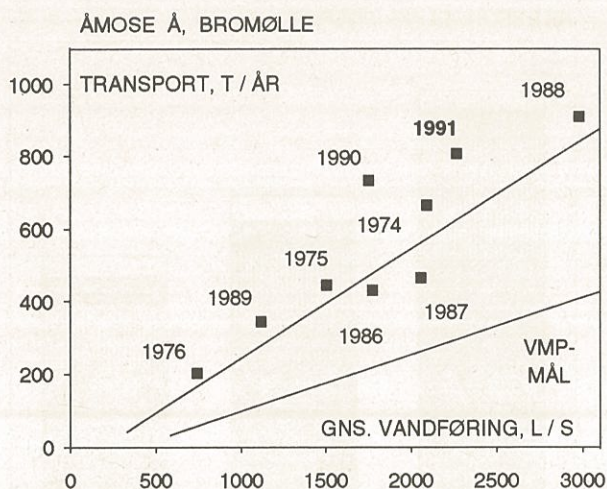
På grund af den større afstrømning var kvælstofbidraget betydeligt større i 1990 og 1991 end i 1989 (se figur 21 og tabel 4 og 5).

Fosforbelastningen stammer overvejende fra byspildevand og industri. Der er en tendens til, at fosforbelastningen er faldende fra 1989 til 1990 (se figur 22 og tabel 4 og 5).

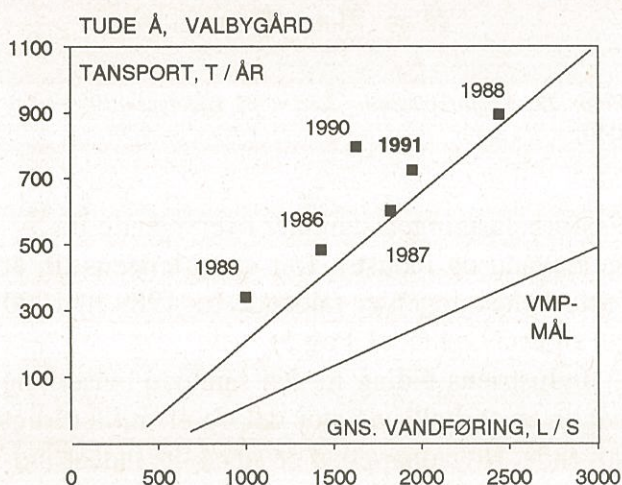
Industriens bidrag til den samlede belastning udgør en forholdsvis stor del og er midlertidigt stigende. Hovedparten af de særskilte industriudledninger sker til åbne kystvande. Havbrugenes bidrag, der indgår i industrispildevandsbidraget, udgør for kvælstofbelastningens vedkommende ca. 13% eller 80 tons.

År	1989		1990		1991	
	Total-N	Total-P	Total-N	Total-P	Total-N	Total-P
Type						
Byspildevand	16	62	11	65	10	59
Spredt bebyggelse	2	6	1	8	1	10
Industrispildevand	9	27	6	19	8	24
Arealbidrag	74	5	82	8	81	8
Ialt	100	100	100	100	100	100

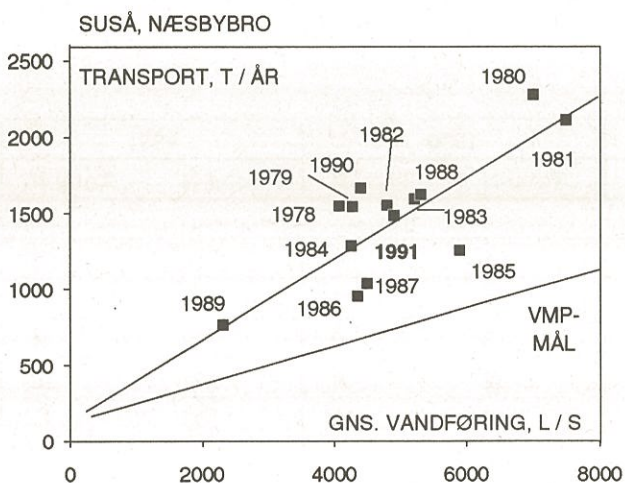
Tabel 4: Fordeling af belastning på kildetyper 1989/1990/1991



Figur 23: Kvælstoftransport i Åmose Å ved Bromølle.



Figur 24: Kvælstoftransport i Tude Å ved Valbygård.



Figur 25: Kvælstoftransport i Suså ved Næsby Bro.

Sammenligning med tidligere år

Figur 23-25 viser, på hvilket niveau kvælstoftransporten befinder sig for tre stationer beliggende i repræsentative oplande, ud fra målte værdier indtil 1988 (den øverste linie). Den nederste linie viser, hvad der er Vandmiljøplanens mål. Heraf ses, at de målte værdier for årene efter Vandmiljøplanens ikrafttræden (år 1989 til 1991) ligger på et så højt niveau, at planens mål ikke kan opfyldes, med mindre der sker drastiske indgreb mod kvælstofudledningen i Vestsjælland i de kommende to år.

Korrigeres for forskellene i de enkelte års afstrømning ved at dividere kvælstoftransporten med vandmængden, fås den vandføringsvægtede kvælstoftransport, det vil sige årets gennemsnitskoncentration.

Figur 26 viser sådanne vandføringsvægtede kvælstoftransporter fra 1974 til og med 1991, for det diffuse bidrag.

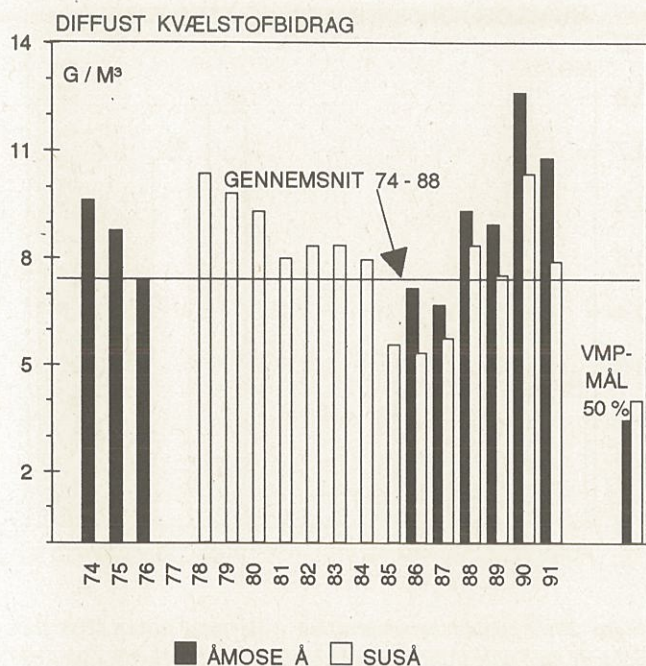
Det diffuse bidrag er den målte stoftransport fratrukket det målte spildevandsbidrag i det pågældende vandløb. Det diffuse bidrag består således af bidrag fra især dyrkede arealer, se figur 21, samt fra udyrkede arealer og umålt spildevand herunder fra den spredte bebyggelse.

Heraf ses, at kvælstofbidraget har været ret konstant for årene fra 1974 til 1984. Dog synes der for årene 1978 til 1986 at være en faldende tendens.

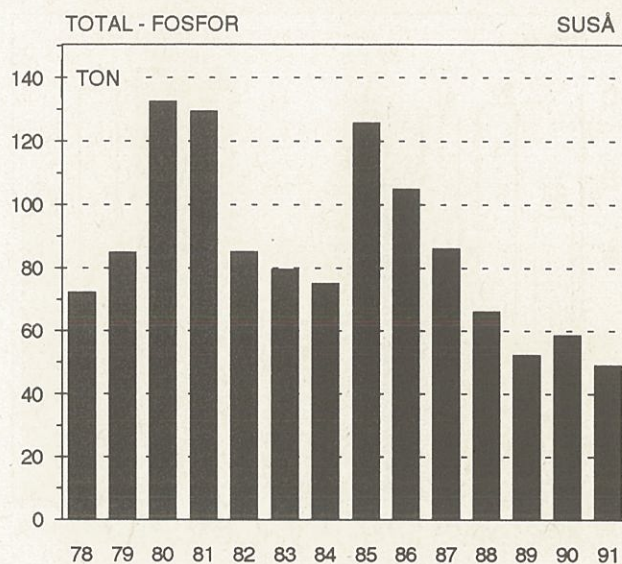
Siden midt i 1980'erne synes der derimod at være tale om stigende årlige kvælstofbidrag, hvor 1990 er det størst målte.

Variationerne fra år til år skal ses i lyset af, at grundvandsdannelsen i Vestsjælland ikke er særlig stor, og at størstedelen af nedsivningen gennem rodzonen i løbet af 1-1,5 år er transporteret via dræn og anden overfladenær afstrømning via vandløbene til havet. Ændringer i kvælstofudvaskningen på grund af ændret gødskning eller dyrkning vil derfor hurtigt vise sig i vandløbene.

Ser man på fosfortransporten i Suså ved Næsby Bro, er der tegn på faldende årlige transporter gennem 1980'erne, jfr. figur 27. Da fosforbidraget især kommer fra spildevand, vurderes faldet som



Figur 26: Det diffuse bidrag er den målte kvælstoftransport fratrukket det målte spildevandsbidrag til den aktuelle station i Åmose Å, Bromølle og Suså, Næsby Bro.



Figur 27: Den årlige fosfortransport for stationen i Suså, Næsby Bro i perioden 1978-91.

resultatet af generel forbedret spildevandsrensning gennem 1980'erne og/eller et mindre forbrug af fosfatholdigt vaskepulver. De stærkt øgede fosfortransporter for enkelte år kan skyldes

- bundfældet fosfor i vandløbssystemet, som først er målt det følgende år,
- gødskede åenge under plov, hvorfra der er udvasket fosfor i oversvømmelsessituationer,
- særlig stor udledning af spildevand fra by kloakker under kraftigt regn.

Næringsindhold i vandløb fordelt på oplandstyper

Vandløbsoplandene i Vestsjælland kan deles op i to gange to typer.

- Type 1N: Hovedparten af oplandet udgøres af dyrkede arealer med lille kvælstofudledning fra punktkilder (under 10%).
- Type 2N: Arealer med stor kvælstofudledning fra punktkilder (over 10%) For fosfors vedkommende opdeles på følgende måde:

Type 1P: Fosforudledningen fra punktkilder er under 10%.

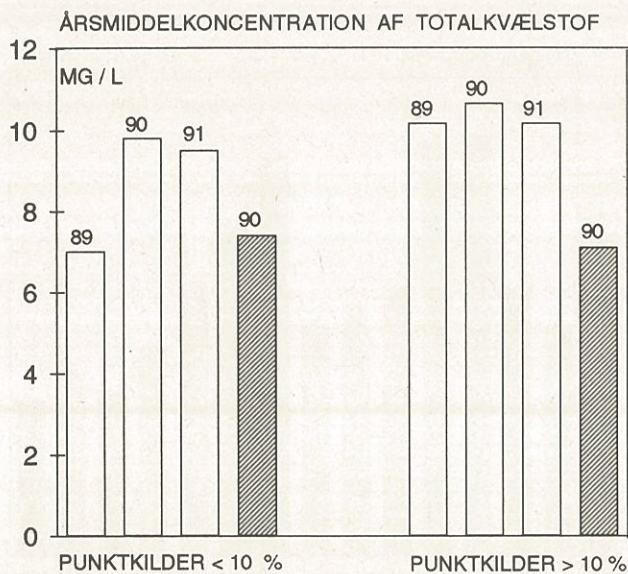
Type 2P: Fosforudledningen fra punktkilder er over 10%.

På landsplan har Danmarks Miljøundersøgelser lavet en tilsvarende opdeling.

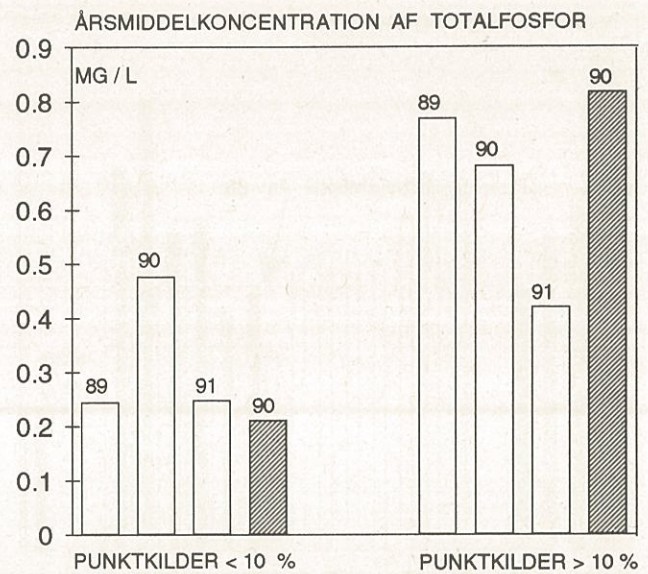
Næringsaltkoncentrationerne i vandløbet, fordelt på årene 1989 til 1991 viser for kvælstofs vedkommende, at årsmiddelkoncentrationerne ligger på et højt niveau set i forhold til landsgennemsnittet for 1990, hvor værdierne generelt var høje. Det gælder både for type 1N og 2N, se figur 28.

For fosfors vedkommende ligger koncentrationerne for type 1P på et lidt højere niveau end landsgennemsnittet for 1990, særligt 1990-koncentrationen var høj. I denne type af oplande stammer fosforbelastningen særligt fra spredt bebyggelse. Indtil en effektiv rensning og/eller kloakering er foranstaltet i disse oplande, kan der ikke forventes fald i belastningen af vandmiljøet.

For type 2P ses et tydeligt fald i koncentrationerne fra 1989 til 1991. I forhold til landsgennemsnittet for 1990 ligger værdierne på et pænt lavt niveau. Koncentrationsfaldet stemmer godt over-



Figur 28: Årsmiddelkoncentration i mg total kvælstof (N)/l for oplande med kvælstof-udledning fra punktkilder på henholdsvis under og over 10%, sammenlignet med landsgennemsnit 1990, som er vist skraveret, (DMU).



Figur 29: Årsmiddelkoncentration i mg total fosfor (P)/l for oplande med udledning fra punktkilder på henholdsvis under og over 10%, sammenlignet med landsgennemsnit 1990, som er vist skraveret, (DMU).

ens med det konstaterede fald i mængden af fosfor, der stammer fra større renseanlæg beliggende i byer, som i øvrigt er konstateret i den samme årrække, se figur 29 og figur 22.

Sammenfattende kan det siges, at Vandmiljøplanen endnu ikke har vist nogen effekt på mængden af udledt kvælstof. Med hensyn til effekten på reduktionen af fosforudledninger ses en forbedring i udledninger fra byer.

Søer

Indledning

Vandmiljøplanens overvågningsprogram omfatter 37 søer fordelt over hele landet. Overvågnings-søerne er udvalgt med henblik på at repræsentere forskellige søtyper og forskellige grader af næringsstoffertilførsel.

Tre af søerne er beliggende i Vestsjællands Amt: Maglesø ved Brorfelde, som er en mindre, svagt forurenet sø. Tissø, som er en stor, ret forurenet sø, der hovedsageligt er belastet med næringsstoffer fra landbrugsarealer, spredt bebyggelse og mindre byer. Tystrup sø, der er en stor, dyb og stærkt forurenet sø, hvor forureningen primært skyldes spildevandsudledning.

Undersøgelserprogram

For sammenlignelighedens skyld undersøges alle overvågnings-søerne efter samme program. Programmet omfatter dels opgørelser af belastningsforhold (se afsnit om stoftransport), dels undersøgelser af kemiske og biologiske forhold i søerne.

Med nogle års interval undersøges desuden undervandsvegetation, fiskebestand, bunddyr og de kemiske forhold i bundsedimentet.

Erfaringerne viser, at samspillet mellem næringsstoffertilførsel, næringsstoffekoncentrationer i søvandet og søernes dyre- og planteliv er særdeles kompliceret. Kemiske analyser alene giver derfor ikke et tilstrækkeligt grundlag for at vurdere søernes tilstand og udvikling. I overvågningsprogrammet er der derfor lagt betydeligt mere vægt på de biologiske undersøgelser, end det hidtil har været almindeligt i søovervågning.

Forurening af søer

Figur 30 illustrerer de væsentligste elementer i samspillet mellem næringsalte, planter og dyr i søer.

Næringsalte giver anledning til opvækst af planteplankton, der tjener som føde for dyreplanktonet. Dyreplanktonet ædes af småfisk, der selv er føde for rovfiskene.

Forurenes vandet med fosfor, som i søer er det næringssalt, der er afgørende for planteplanktonproduktionens størrelse, indtræder en række ændringer (angivet på figuren med stiplede pile), til dels af selvforstærkende karakter.

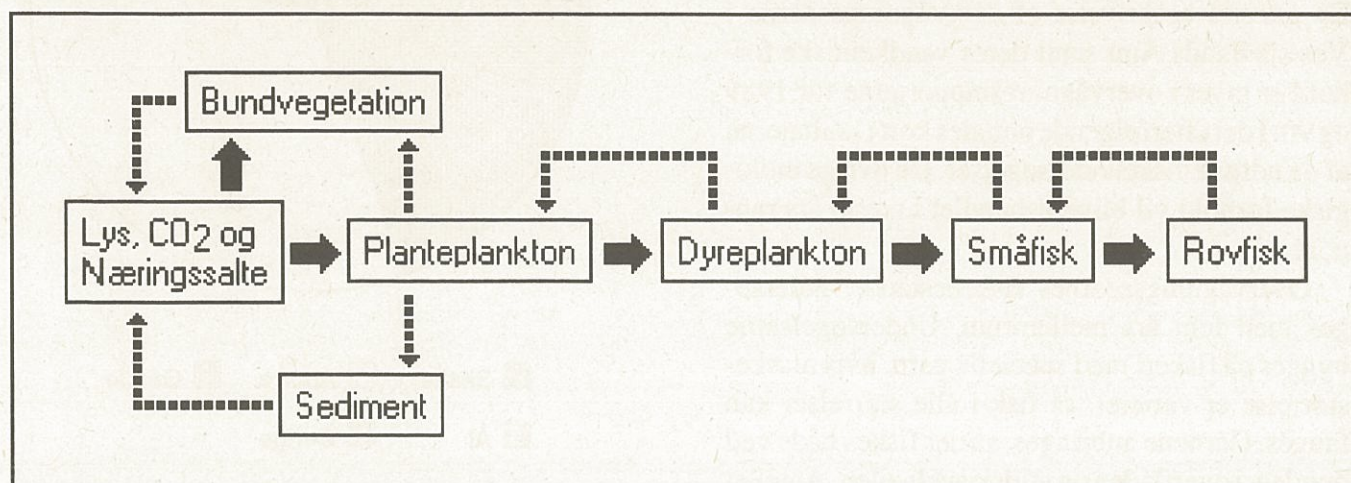


Fig. 30. Samspillet mellem næringsalte, dyr og planter i søer.

Det stigende næringssaltindhold giver anledning til en større produktion af planteplankton; søvandet bliver grønt og uklart.

Undervandsplanterne får ikke tilstrækkelig lys gennem det uklare vand. De går tilbage eller forsvinder helt. Herved frigøres yderligere næring til produktion af planteplankton.

En del af planteplanktonet bundfælder og rådner. Dette ændrer de kemiske forhold ved bunden, så bundsedimentets evne til at binde næringsstof mindskes. Der frigøres herved yderligere næring til planteplanktonets vækst.

Endelig medfører det uklare vand, at rovfiskene får sværere ved at jage. Småfiskene tiltager i antal, hvorved mængden af dyreplankton reduceres kraftigt. Herved mindskes græsningen af planteplankton, hvis mængde derfor stiger.

Som det fremgår af ovenstående, indtager planteplanktonet en helt central rolle i søens omsætning, og tætheden af planteplankton er af afgørende betydning for miljøtilstanden i søen.

Denne mængde styres dels "nedefra" af tilførslen af næringsalte, dels "ovenfra" af dyreplanktonets græsning. Ved stort næringssaltindhold kan et rigt dyreplankton derfor forbedre vandkvaliteten. Dette er imidlertid kun muligt i søer uden fisk eller i søer, hvis rovfiskebestand er tilstrækkelig stor til at holde de plankton-ædende "skidtfisk" nede på et rimeligt niveau.

Resultater

En generel beskrivelse af overvågningssøerne i Vestsjællands Amt samt deres vandkemiske forhold er givet i overvågningsrapporterne for 1989 og 90. I det efterfølgende omtales kort resultaterne af de udførte fiskeundersøgelser. De øvrige biologiske forhold vil blive behandlet i næste års rapport.

Overvågningssøernes fiskebestande undersøges med fem års mellemrum. Undersøgelserne bygger på fiskeri med specielle garn, hvis maskestørrelse er varieret, så fisk i alle størrelser kan fanges. Garnene anbringes, så der fiskes både ved bunden, i overfladen og midt i vandsøjlen. Antallet afhænger af søens størrelse og form. I Maglesø

blev der sat 20 garn, i Tissø 66 og i Tystrup Sø 88. Desuden foretages el-befiskning langs rørskovene og evt. fiskeri med ruser.

Fangsten giver oplysninger om bestandens artsammensætning og om de enkelte arters trivsel. Undersøgelser af skæl fra de ældste fisk siger noget om forholdene nogle år tilbage, idet skiftende vækstbetingelser aftegnes i fiskenes skæl som årringene i et træ.

Oplysninger fra lokale fiskere, resultater af tidligere undersøgelser, oplysninger om udsætninger o.a. indgår i den samlede vurdering af fiskebestanden.

Maglesø

Maglesø blev undersøgt i 1989. Der blev registreret 8 arter: Aborre, skalle, rudskalle, gedde, ål, suder, karusse og karpe. Karpe og ål må formodes at være udsat, muligvis også karusse. Søens naturlige fiskebestand er således ret artsfattig. Den vægtmæssige fordeling fremgår af figur 31.

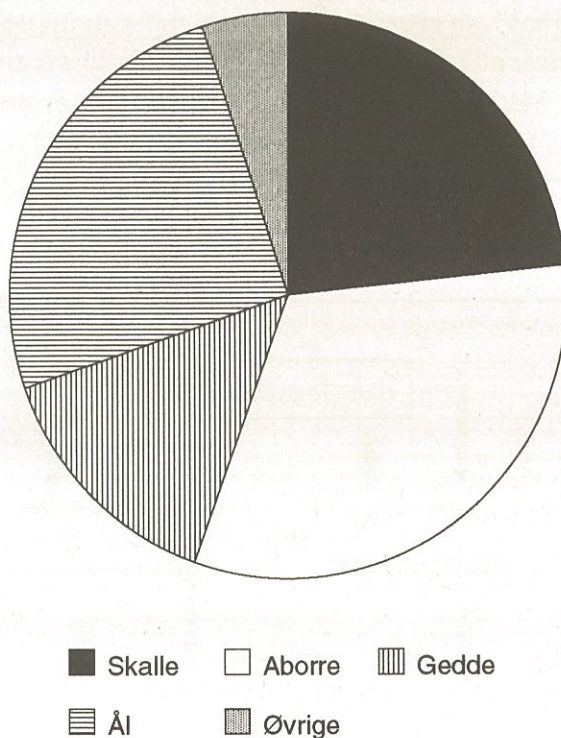


Fig. 31. Den vægtmæssige fordeling af de vigtigste arter af fisk i Maglesø

Aborren er den dominerende fiskeart i Maglesø. Små aborrrer lever af dyreplankton og af smådyr, som lever på bunden og i vegetationen. Store aborrrer er rovfisk. Alle størrelsesklasserne er lige-
 ligt repræsenteret i Maglesø, og det må antages, at aborren spiller den væsentligste rolle i begrænsningen af skidtfiskene. Skælanalyserne antyder, at væksten hos de små aborrrer tidligere har været større, end den er idag. Det kunne tyde på, at især skallerne, med hvilke de små aborrrer konkurrerer om føden, har vundet lidt frem på aborrrernes bekostning.

Skallen er Maglesø's talrigeste fiskeart, men da den gennemsnitlig er mindre end aborren, udgør den vækstmæssigt kun 24% af fangsten. Den er vigtigste byttefisk for både store og små rovfisk, som effektivt holder bestanden nede på et passende niveau.

Små gedder er svagt repræsenteret, de har formentlig vanskeligt ved at klare konkurrencen med de mange store aborrrer om små byttefisk. Til gengæld har de, der trods alt opnår tilstrækkelig størrelse til at æde byttefisk, der er for store for aborren, forholdsvis gode levvilkår. Gedder, udgjorde ca. 14% af fangsten efter vægt; antalsmæssigt udgjorde de kun omkring 3%.

Rudskalle, suder og karusse er arter, som lever i nær tilknytning til undervandsvegetationen. Men skønt denne er rigt udviklet i Maglesø, udgjorde de nævnte arter kun en beskedent andel af fangsten. Dette kan skyldes deres evne til at undgå fangst i garn, og sandsynligvis udgør de en større andel af fiskebestanden, end undersøgelserne viser.

Der er mange ål i søen. Den mindste der blev fanget var 48 cm, hvilket tyder på, at det er nogle år siden, der er kommet nye til. I Truelsbæk, som er Maglesø's forbindelse til havet, er der mange hindringer for opvandring af glasål. Så enten lykkes det kun i særligt regnfulde år for ålene at nå frem til Maglesø, eller også, hvilket er mere sandsynligt, skyldes forekomsten alene udsætning.

Tissø

Fiskebestanden i Tissø blev undersøgt i 1990. Den er noget mindre end i andre næringsrige søer; til gengæld er den særdeles artsrig. Der blev registreret 16 arter, hvor 7-8 er mere almindeligt i tilsva-

rende søer. De dominerende arter er skalle, aborre, brasen og ål. Almindeligt forekommende er hork, rimte, gedde, sandart, rudskalle og løje. Mere fåtallige er suder, karpe, karusse, skrubbe, hundestejle og pigsmerling.

Den vægtmæssige fordeling af de vigtigste arter fremgår af figur 32.

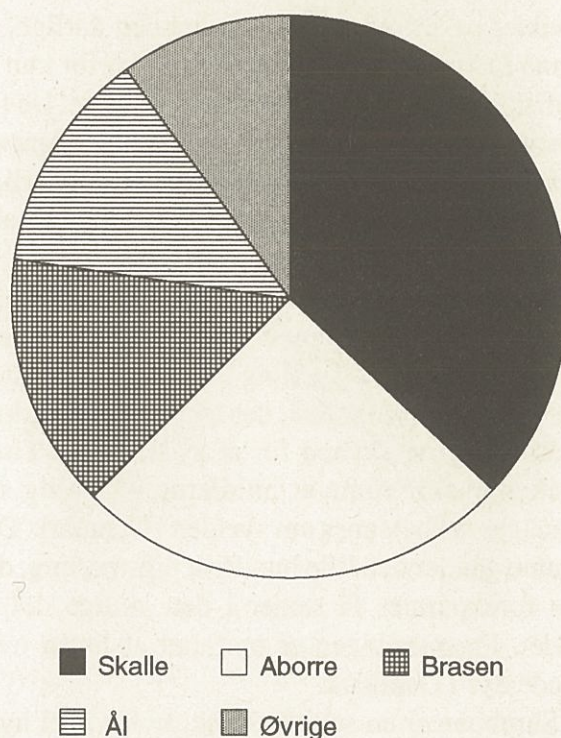


Fig. 32. Den vægtmæssige fordeling af de vigtigste arter af fisk i Tissø

Skallen udgør 37% af fiskebestanden. De fleste er små (under 10 cm), men der er dog også en del store på op til 30 cm's længde.

Aborren er den talrigeste fiskeart i Tissø, idet den udgør omkring halvdelen af fiskebestanden. Da de imidlertid næsten alle er små, udgør de vægtmæssigt kun ca. en fjerdedel. Der er altså ikke, som i Maglesø, mange aborrrer, der bliver store nok til, at de ernærer sig som rovfisk.

Brasenbestanden er også stor og består især af små individer, selv om der også er ret mange store på helt op til 60 cm's længde.

Det ses således, at planktonædende skidtfisk (små skaller, aborrrer og brasen) udgør det helt domine-

rende element i Tissøs fiskebestand. De store skaller og brasen lever nok især af orm og myggelarver, som de roder op af bunden. Samme fødekilde er grundlaget for den ret store ålebestand og bestanden af hork.

Ud over de fåtallige store aborrrer udgøres Tissø's rovfiskebestand af gedde og sandart, som begge er meget svagt repræsenteret. Rovfisk lever, inden de er store nok til at æde fisk, af smådyr, som lever på bunden og i vegetationen. Da vegetationen er svagt udviklet og iltforholdene ved bunden dårlige, er denne fødekilde meget begrænset, hvorfor kun få rovfisk har mulighed for at vokse sig store. De før nævnte orm og myggelarver, som lever nedgravet i bunden og som er meget tolerante overfor dårlige iltforhold, hvorfor de findes i betydeligt antal i Tissø, kan ikke udnyttes af rovfiskene.

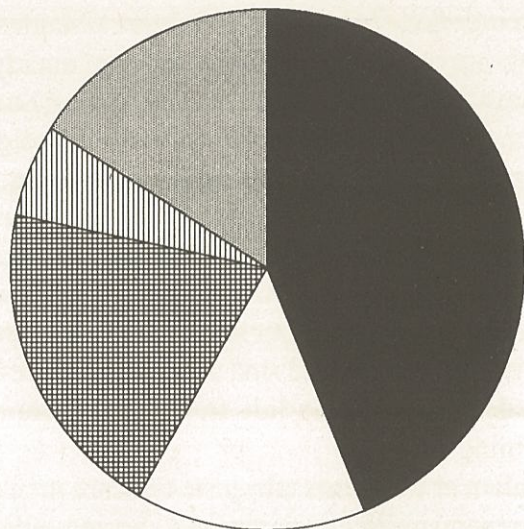
Af de øvrige arter, hvoraf ingen er talrige nok til at have afgørende betydning for søens tilstand, er især rimte og pignmerling interessante. Rimten er normalt en vandrefisk, der lever i havet og kun trækker op i ferskvand for at gyde. Den i Tissø forekommende rimte er imidlertid en særlig søform, der må betegnes om sjælden i Danmark. Det samme gælder den lille bundfisk pignmerling, der kun forekommer få steder i den østlige del af landet. Pignmerlingen er omfattet af listen over truede dyr i Danmark.

Skrubben er en saltvandsfisk, hvis yngel hyppigt trækker op i ferskvand. Tissø er dog nok en af de få søer, hvor man jævnligt fanger voksne skrubber. Forekomsten hænger sammen med den korte vej mellem søen og havet.

Tystrup Sø

Undersøgelsen blev udført i 1991. Ligesom i Tissø er bestanden meget artsrig (ligeledes 16 arter) og varieret, idet mange arter er almindelige.

Det er også de samme tre arter, der dominerer: Skalle, aborre og brasen. Almindeligt forekommende er gedde, rudskalle, hork, ål, suder, flire, pignmerling og knude. Mere fåtalligt findes sandart, helt, løje, karusse og hundestejle. Den vægtmæssige fordeling af de vigtigste arter fremgår af figur 33.



■ Skalle □ Aborre ▨ Brasen ▤ Gedde ▧ Øvrige

Fig 33. Den vægtmæssige fordeling af de vigtigste arter af fisk i Tystrup Sø

Mens de dominerende arter i Tissø især er repræsenteret ved små individer, udgøres bestandene i Tystrup Sø overvejende af store fisk. Der er derfor mange aborrrer, der lever som rovfisk, og mange store skaller og brasen, der ernærer sig af andre fødeemner end dyreplankton.

Gedden er forholdsvis godt repræsenteret, idet den udgør ca. 6% af den samlede fiskebestand mod 1,5% i Tissø. De øvrige rovfisk sandart, knude og ål bidrager tilsammen med godt 4%, idet halvdelen af ålebestanden regnes som rovfisk.

Den sjældne pignmerling er mere almindelig i Tystrup Sø end tilfældet er i Tissø; men på grund af den ringe størrelse, udgør den vægtmæssigt kun forsvindende lidt af den samlede fiskebestand.

Konklusion

I **Maglesø**, som har et lavt næringssaltindhold, er fiskebestanden temmelig artsfattig men gunstigt sammensat, idet der er et passende forhold mellem rovfisk og byttfisk. Fiskebestanden spiller imidlertid ikke afgørende rolle for søens generelle tilstand, da det lave næringssaltindhold i sig selv begrænser planteplanktonproduktionen og dermed sikrer en god miljøtilstand i søen.

Tilsyneladende er der ved at ske en forskydning i fiskebestanden i retning af flere skidtfisk. Næringssalttilførslen bør i videst muligt omfang begrænses for ikke at fremme denne uheldige udvikling.

Tissø ligger på et relativt højt næringsstof-niveau og har en fiskebestand, som er domineret af småfisk, hvilket er typisk for forurenede søer. Småfiskene holder dyreplanktonmængden nede, så denne ikke er i stand til at begrænse planteplanktonet.

En forbedring af tilstanden kan kun opnås ved en kraftig reduktion af fosfortilførslen, så planteplanktonproduktionen mindskes og bundplanternes vilkår forbedres. Dette vil give bedre forhold for rovfiskene, som vil øge i antal og derved bedre blive i stand til at begrænse mængden af skidtfisk. Fiskebestanden i Tissø er artsrig, hvilket bl.a. betyder, at den vil have nemt ved at tilpasse sig forbedrede vilkår.

Tystrup Sø er den af overvågningssøerne, der er kraftigst forurenet med næringsstoffer, og som følge heraf også den med den dårligste miljøtilstand. Imidlertid er fiskebestanden gunstigt sammensat med dominans af store individer, som

enten er rovfisk eller som lever af andre fødeemner end dyreplankton. Søen har derfor et dyreplankton, der er i stand til effektivt at begrænse planteplanktonmængden. Tilstanden i Tystrup Sø er af denne grund bedre, end man skulle forvente ud fra næringsstofniveauet.

Dyreplankton kan imidlertid ikke nedgræsse blågrønalger, og når forholdene er gunstige for disse (varmt og roligt vejr), ses en tilstand, der bedre svarer til den høje forureningsgrad, med ringe sigtddybde og udbredt forekomst af "vandblomst".

Tilstanden i Tystrup Sø er således ikke stabil, og man må regne med, at fiskebestanden nemt kan ændres mod dominans af småfisk, som ses i andre meget næringsrige søer. Dette vil medføre en markant forringelse af den generelle miljøtilstand i søen. For at opnå en god og stabil tilstand må fosfortilførslen nedbringes meget kraftigt.

Vandmiljøplanens krav om nedbringelse af fosforbelastningen er ikke tilstrækkelige til, at søerne kan opnå en god tilstand. Amtsrådets recipientplan for søer vil derfor stille krav om yderligere nedbringelse af fosforindholdet i spildevand, der ledes til søer.

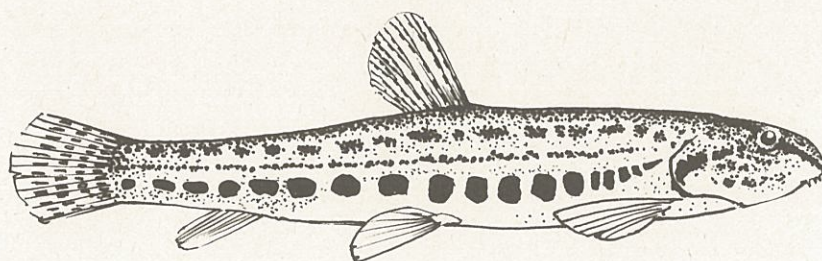


Fig. 34. Pigsmerling (tegnet af Carsten Groth-Pedersen).

Kystvande

Indledning

Vestsjællands Amt dækker det marine område fra Tempelkrog i Isefjord, sydlige Kattegat, Sejerø Bugt, Kalundborg Fjord, østlige Storebælt og den nordvestlige del af Smålandsfarvandet til Bisserup Strand. Området dækker et areal på ca. 1800 km² og en kyststrækning på ca. 750 km.

Vestsjællands Amt startede et egentligt tilsyn med kystvandene i 1985. Før 1985 blev der lavet enkelte undersøgelser i begyndelsen af 1970 og 1980'erne af konsulenter.

Tilsynet i medfør af miljøbeskyttelsesloven køres som intensive undersøgelser i udvalgte kystvande (recipientundersøgelser). Disse undersøgelser er baggrund for planlægning, sagsbehandling og administration iøvrigt og gennemføres med en turnus på ca. 5 år.

Overvågningsprogrammet i medfør af Vandmiljøplanen laves på 16 faste stationer i forskellige farvandsområder. Før Vandmiljøplanen havde amtskommunen et overvågningsprogram omfattende 8 stationer. Dette program blev sat i værk i 1986.

I de åbne havområder har Danmarks Miljøundersøgelser et overvågningsprogram med et indhold stort set svarende til de enkelte amtskommuners programmer. Alle programmerne er indbyrdes koordinerede gennem et aftaleudvalg.

I løbet af 1992 revideres overvågningsprogrammet. En væsentlig ændring bliver, at et antal udvalgte stationer skal køres mere intensivt, end det sker i dag.

Overvågningsprogrammet kører året rundt, og forudsætningen for programmet er, at det er koblet til recipientundersøgelserne.

Recipientundersøgelserne og overvågningsprogrammet beskriver samlet de biologiske og økologiske forhold i kystvandene, som inden for amtskommunens grænser varierer fra ægte marine forhold til udprægede brakvandsforhold.

I kommende afrapporteringer vil der blive lagt

mere vægt på biologiske forhold som plankton, bunddyr og bundvegetation.

Belastningsforhold

I tabel 5 (se side 34) er vist hovedtallene for den totale belastning med næringssalte af kystvandene i 1989-91. De enkelte kilder til belastning er renseanlæg, spredt bebyggelse, industri, havbrug og arealbidrag. Hertil kommer et nedbørsbidrag.

Belastningen i 1991 med kvælstof er større og med fosfor lavere end til årsnormalen, på trods af at månedsmiddelfstrømningen lå omkring normalen. Det samme var tilfældet i 1990.

For kvælstof skyldes det, at der stadig udvaskes en for stor mængde næringssalte fra landbrugsjord, og for fosfor skyldes det væsentligst en reduktion i udledning fra punktkilder.

Belastningen med kvælstof fra diffuse kilder, hvoraf hovedparten skyldes landbruget, udgør på årsbasis 68% af den samlede landbaserede belastning, hvilket svarer til bidraget på landsplan. I sommerperioden maj-september (-oktober) udgør belastningen fra diffuse kilder 50%.

Der er dog stor forskel fra område til område i de enkelte kilders betydning. I Musholm Bugt skyldes hovedparten af kvælstofbelastningen diffuse kilder (96% på årsbasis), mens hovedparten i Agersø Sund skyldes punktkilder (75% på årsbasis).

Belastningen med fosfor fra diffuse kilder udgør på årsbasis 43% af den samlede landbaserede belastning, mens bidraget på landsplan kun er på ca. 16%. I sommerperioden udgør belastningen fra diffuse kilder 32%.

Af den totale belastning (incl. nedbør) af de indre danske farvande i 1989 og 1990 udgjorde bidraget fra Vestsjællands Amt ca. 5-10% total kvælstof og ca. 5-8% total fosfor.

	TN			TP		
	1989	1990	1991	1989	1990	1991
FJORDOMRÅDER						
Isefjord	1067	2354	1929	122	84	72
Kalundborg Fjord	216	267	251	8	10	10
Korsør Nor	89	120	119	7	10	7
Skælskør Fjord og Nor	52	71	70	9	6	3
Holsteinborg og Basnæs Nor	64	136	154	2	3	3
ÅBNE HAVOMRÅDER						
Kattegat syd	129	130	126	5	4	4
Sejerø bugt	1158	1464	1177	44	40	38
Jammerland bugt	899	1236	1229	158	83	74
Musholm Bugt	1326	1953	1562	90	64	65
Agersø - Halskov	144	161	154	8	6	6
Agersø - Omø	279	287	282	11	11	12
Smålandsfarvandet	106	137	125	3	5	5
Total belastning	5558	8316	7178	467	326	300
Total excl. nedbør	3573	6176	5326	405	253	234

Tabel 5: Samlet belastning til kystvande i Vestsjællands amt. Medregnet belastning til Isefjord fra Frederiksborg og Roskilde amter og uden belastning fra Suså og Saltø Å systemerne til Karrebæk fjord og Smålandsfarvandet i Storstrøms amt. Enhed er i tons pr. år.

Kystvandenes tilstand

Temperaturmæssigt afveg 1991 ikke fra et normalår. Der var et nedbørsoverskud på 96 mm med stor nedbør i januar, juni, september og november. Vandets temperatur i januar, marts og april lå over det normale for årstiden, både i overflade- og bundvand (1-4 °C). I februar var der en kortere kuldeperiode, som sænkede overfladetemperaturen til normalen for denne måned. I august til november lå temperaturen i overfladevandet i de åbne havområder 1-2 °C over normalen (1931-60).

Vandets saltholdighed har, trods store svingninger, ikke varieret ud over det forventede. De indre farvandes placering mellem Nordsøen (34 o/oo) og Østersøen (8 o/oo) er præget af en stor dynamik.

Stofbelastningen fra land har afgørende betydning for tilstand og udvikling i de lukkede fjordområder, fordi vandudvekslingen med de åbne havområder er begrænset, hvilket medfører, at kvælstofkoncentrationerne er væsentligt højere end i de åbne havområder.

Beregninger på fjordsystemer viser, at den årlige kvælstofeksport fra Mariager og Randers Fjord samt Limfjorden ligger i størrelsesordenen 50% af belastningen. Det vil sige, at 50% tilbageholdes i fjordene incl. et denitrifikationstab til luften.

For Skælskør Fjord og Nor og Korsør Nor udgør den årlige kvælstofeksport 35% henholdsvis 25% af totalbelastningen. Det vil sige, at tilbageholdelsen i fjordene udgør 65% henholdsvis 75%. Af denne tilbageholdelse udgør denitrifikationen (tab til atmosfæren) ca. 35% i Skælskør Fjord og Nor og ca. 40% i Korsør Nor. Den resterende mængde 30% henholdsvis 35% af totalbelastningen ophobes i fjordsystemerne i vandet, plantebiomassen og i havbunden sedimentet.

Fosforeksporten fra de nævnte fjordsystemer ligger i størrelsesordenen 100-130% af totalbelastningen, hvilket indikerer en fosformætning af systemerne og en stor fosforfrigørelse fra sedimenterne.

De åbne havområder er også påvirket af belastningen fra land, men den er af mindre betydning end i fjordområderne, fordi åbne havområder også er påvirket af transport- og opblandingsprocesser med de store vandmasser fra Nordsøen og Østersøen.

Figur 35 viser koncentrationsniveauer af uorganiske næringssalte i forskellige farvandsystemer. Det ses, at koncentrationsniveauerne i de indre farvande er højere end i Nordsøen og Østersøen, og at fjordområderne igen har et markant højere niveau specielt kvælstof. Det samme billede gælder også de totale næringssalte.

Fjordområder

De gennemsnitlige vinterkoncentrationer af total kvælstof (TN) var større i 1991 end i 1989 og 90, undtagen i Korsør Nor og Kalundborg Inderfjord, mens koncentrationerne af uorganisk kvælstof er markant højere i alle områderne undtagen i Isefjord Yderbredning, hvor primærproduktionen lå på et højt niveau allerede i februar måned. De høje kvælstofkoncentrationer i vinterperioden skyldes den meget store kvælstoftransport i januar måned.

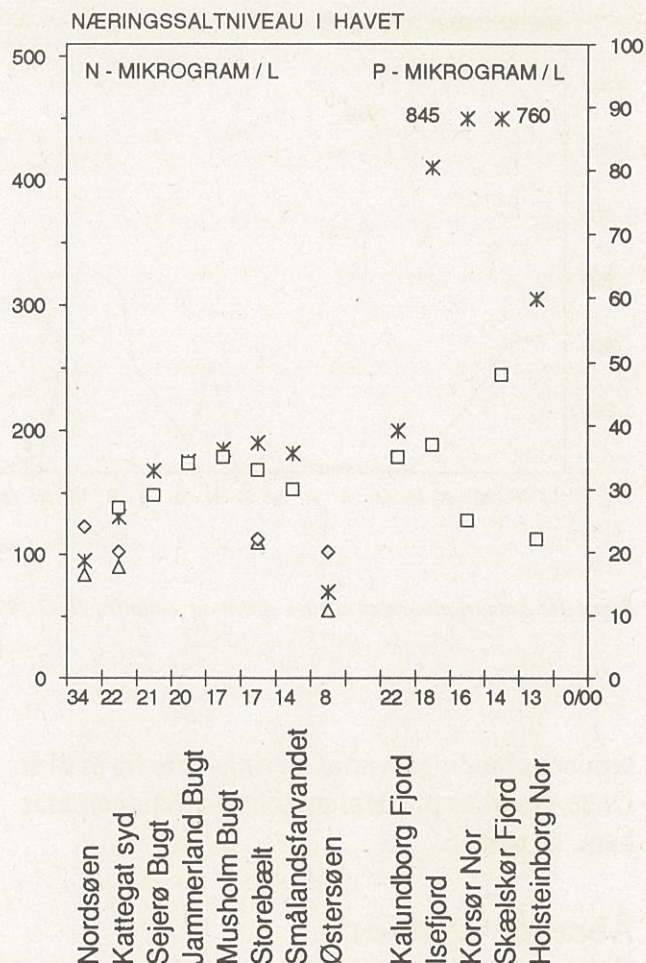
De gennemsnitlige vinterkoncentrationer af total fosfor (TP) er lavere i 1991 end i 1990, undtagen i Lammefjord, mens fosfatkoncentrationerne var lavere i 1991 end i 1990 undtagen i Korsør Nor og Skælskør Fjord og Nor. Kun i Holbæk Fjord ses et konstant fald i fosfatkoncentrationerne fra 1989 til 1991.

De gennemsnitlige uorganiske kvælstof- og fosfatkoncentrationer i sommerperioden og på årsbasis var som helhed lavere i 1991 end i 1990, men højere end i 1989.

Planteplankton kræver uorganiske næringssalte for at kunne producere organisk stof. I hele sommerperioden har produktionen været kvælstofbegrænset, og kun i Lammefjord og Holbæk Fjord var forårsproduktionen i 1991 fosfatbegrænset.

Dette varierer noget fra år til år. Figur 36 (se side 36) viser udviklingen af næringssalte gennem årene 1989-1991 og tabel 6 (se side 36) viser planteplanktonproduktionen.

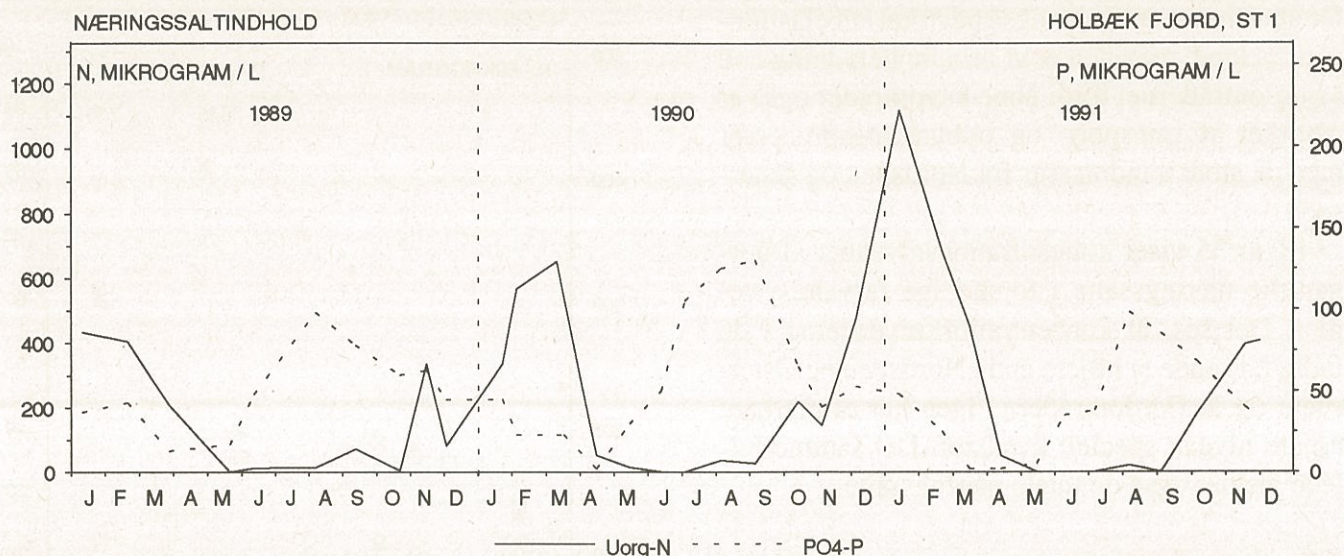
Planteplanktonproduktionen er størst i sommerperioden og udgør i gennemsnit 75% af årsproduktionen. Den generelt mindre mængde næringssalte, der



Figur 35: Status over næringssaltniveauer. Vinterkoncentrationer i overfladevand af uorganisk kvælstof og fosfat (mg/l). Gennemsnit 1989-91: * uorg-N □ fosfat ($PO_4\text{-P}$) 1970'erne: △ uorg-N ◇ fosfat ($PO_4\text{-P}$) Saltholdighed: 0/00

har været til rådighed i 1991, betød en noget mindre planteplanktonproduktion end i 1990, men større end i 1989. Det har endvidere betydet en generelt større sigtddybde og mindre biomasse ned i 1990. Udover den mindre mængde næringssalte i 1991, som bl.a. skyldes en mindre belastning fra land, udnytter planterne også næringssalte frigjort fra sedimentet året igennem samt næringssalte regenereret i vandfasen, specielt i sommerperioden. Regenerationen er dog ikke så stor som i åbne havområder, idet en væsentlig del af næringssaltene er bundet i makrovegetation.

I vegetationsdækkede fjordområder som Korsør og Skælskør Nor ses ofte et skift i makrovege-



Figur 36: Årsvariationen af nitrit + nitrat og fosfat fra 1989-1991 i Holbæk Fjord.

tationens bindingsevne af næringssalte fra år til år. Dette påvirker planteplanktonproduktionen markant, se tabel 6.

Åbne havområder

De gennemsnitlige vinterkoncentrationer af total kvælstof (TN) var højere i 1991 end i 1990 undtagen i Kalundborg Yderfjord og Musholm Bugt. Der er ingen tendens til faldende koncentrationer fra 1989 til 1991, hverken i overflade- eller bundvand. Koncentrationerne af nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) er i alle områderne højere end i 1989, undtagen Kattegat Syd. I Storebælt og Kalundborg Yderfjord (bund-

vand) samt Smålandsfarvandet (overfladevand) er koncentrationerne lavere end i 1990, i de øvrige områder er de højere. Koncentrationerne af ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) er generelt faldende i både overflade- og bundvand fra 1989 til 1991.

De gennemsnitlige vinterkoncentrationer af total fosfor (TP) er i alle områderne lavere i 1991 end i 1990 undtagen i Jammerland Bugt, men højere eller lig med koncentrationerne i 1989. Koncentrationerne af fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) er i 1991 lavere end i 1990, undtagen koncentrationerne i bundvandet i Storebælt og Smålandfarvandet. Der er ingen tendens i forhold til 1989.

Område	Station nr.	Produktion		
		1989	1990	1991
Holbæk Fjord	1	306	458	402
Lammefjord	2	343	522	390
Isefjord Yderbredning	3	289	438	134
Kalundborg Inderfjord	8	100	168	213
Korsør Nor	11	72	205	90
Skælskør fjord	13	178	267	190
Skælskør Nor	14	318	530	185
Holsteinborg Nor	16	44	53	33

Tabel 6: Planteplanktonproduktion i fjordområderne i perioden maj-september. Enhed: g C/m²

Område	Station nr.	Produktion		
		1989	1990	1991
Kattegat	4	92	91	73
Sejerø Bugt/Nekselø	5	57	105	88
Sejerø Bugt	6	105	165	122
Kalundborg Yderfjord	7	153	156	174
Jammerland Bugt	9	100	134	150
Musholm Bugt	10	122	137	133
Korsør Syd	12	160	203	175
Smålandsfarvandet	15	101	167	157

Tabel 7: Planteplanktonproduktion i åbne havområder i perioden maj-september. Enhed: g C/m²

Område	1955	1968	1972	1977	1980	1982	1984	1986	1987	1989	1990	1991
Isefjord	-	-	156	-	185	-	-	218	-	313	473	310
Jammerland Bugt	-	-	-	-	-	84	81	-	-	100	134	150
Musholm bugt	-	-	-	-	-	-	-	-	124	122	137	133
Storebælt	57	66	-	130	-	-	-	-	130	160	203	175

Tabel 8: Udvikling i planteplanktonproduktionen i perioden maj-september. Enhed: g C/m²

Nitratkoncentrationerne i sommerperioden og på årsbasis er som helhed lavere i 1991 end i 1990. Der er ingen generel tendens i forhold til 1989. Fosfat varierer fra område til område og mellem de enkelte år uden nogen tendens.

Planteplanktonproduktion er gennem hele året kvælstofbegrænset. Den noget mindre planteproduktion, se tabel 7, mindre biomasse og næsten uændrede sigtddybde i 1991 i forhold til 1990 skyldes en generelt mindre mængde næringssalte til rådighed. I tabel 8 er vist udviklingen i planteproduktionen i forskellige farvandsområder. I Storebælt er planteproduktionen omtrent fordoblet fra 1970'erne.

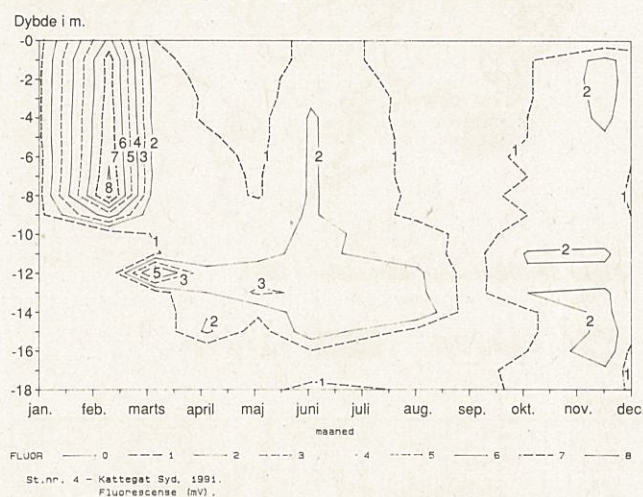
Iltsvind

Den store og stigende planteproduktion af organisk stof fra 1950'erne, jfr. tabel 8, har påvirket havområderne kraftigt. Et af resultaterne ses som regelmæssige forekomster af iltsvind.

Der tales om iltsvind, når iltindholdet i vandet falder til under 4 mg O₂/l. Ved denne koncentration vil fisk begynde af flygte fra området. Under 2 mg O₂/l begynder bunddyrene, som lever mere eller mindre fastsiddene i havbunden, at dø.

Udviklingen af iltsvind skyldes en stor organisk belastning af havbunden og de bundnære vandmasser under saltholdighedsspringlag. Figur 37 viser planteplanktonbiomassen gennem året målt som fluorescens. Allerede i februar var planteproduktionen høj, og i slutningen af marts ses endnu en væsentlig del af den producerede mængde organisk stof under nedsynkning til havbunden. I sommer- og efterårsperioden sker der også løbende nedsynkning af organisk stof til havbunden, fordi de biologiske systemer er ude af balance. Om

foråret skyldes den store nedsynkning især, at der ikke er græssere (dyreplankton) til stede.



Figur 37: Planteplanktonbiomassen målt som fluorescens i Kattegat Syd i 1991.

På og ved havbunden nedbrydes det organiske stof under stort iltforbrug. I 1991 observeredes de største iltsvindshændelser siden 1988. Figur 38 viser iltsvindets udbredelse i 1991.

Der er målt iltsvind fra maj til november måned. Figur 39 viser iltsvindet i Sejerø Bugt. I juni måned sker der en opblanding af tungt iltfattigt bundvand med mere iltrigt overfladevand, og iltforholdene bliver kortvarigt forbedret. Der sker en nedbrydning af springlaget i denne periode, som ellers det meste af året været stabilt og dybtliggende. Springlaget hæmmer udviklingen af ilt mellem overfladen og bundvandet.

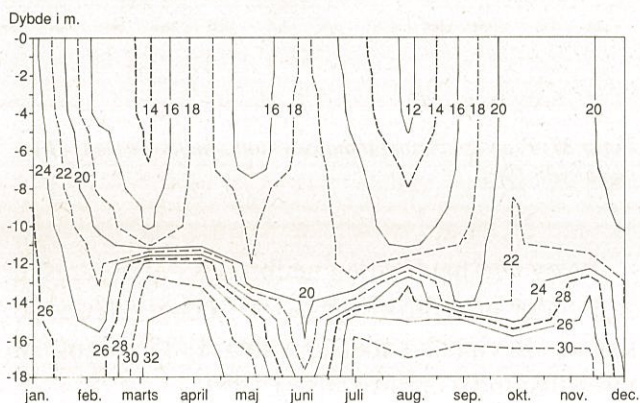
Foreløbig målsætning og konklusion

Med baggrund i de undersøgelser, Vestsjællands Amtskommune har udført siden begyndelsen af

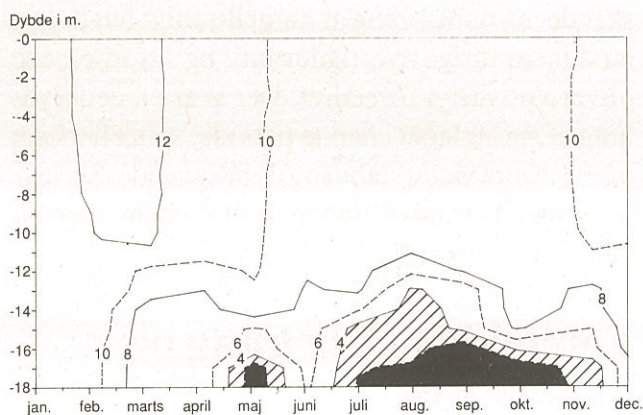




Figur 38: Iltvindets udbredelse i 1991.

 < 4 mg O₂/l  < 2 mg O₂/l



Saltholdighed: o/oo







Iltindhold:  < 4 mg O₂/l  < 2 mg O₂/l.

Figur 39: Iltvind og saltholdighed i Sejerø Bugt i 1991.



Figur 40: Foreløbig vurdering af kystvandenes målsætning. Målsætning

 Opfyldt  truet
 ikke opfyldt  usikker

1980'erne, er der lavet en status - figur 40. Det ses, at de vedtagne målsætninger for hovedparten af vandområderne ikke er opfyldt. Årsagen hertil er for store tilførsler af kvælstof og fosfor.

Det ses, at målsætningerne ikke er opfyldt i fjordområderne, og enkelte åbne farvandsafsnit. I de åbne havområder er målsætningen truet på grund af tilbagevendende, alvorlige iltvindproblemer.

Vurderingen i forhold til 1989 viser, at nogle områder er ændret fra "truet" til "ikke opfyldt". Det drejer sig om Jammerlands Bugt og Agersø Sund. Baggrunden herfor er især iltvind og vegetationsforhold.

En forbedring af miljøtilstanden i de åbne havområder vil først kunne forventes, når reduktionsmålene i Vandmiljøplanen for såvel byer, industri, landbrug og atmosfære er opfyldt.

En forbedring af den alvorlige forureningstilstand i fjordområderne og norene kræver desuden, at der foretages væsentlige reduktioner i tilførslerne af fosfor og især kvælstof fra alle kilder ud over Vandmiljøplanens mål.