

3. Vand

Dette dokument indeholder 3.1 Indledning; 3.2 Tilførsler til vand; 3.3 Vandressourcer; 3.4 Miljøtilstanden i vandløb; 3.5 Miljøtilstanden i søer; 3.6 Kystnære og marine områder & 3.7 Målsætninger og udvalgte tiltag på vandområdet.

- trailer (opsummering af hovedresultater) ½ s. *mangler*

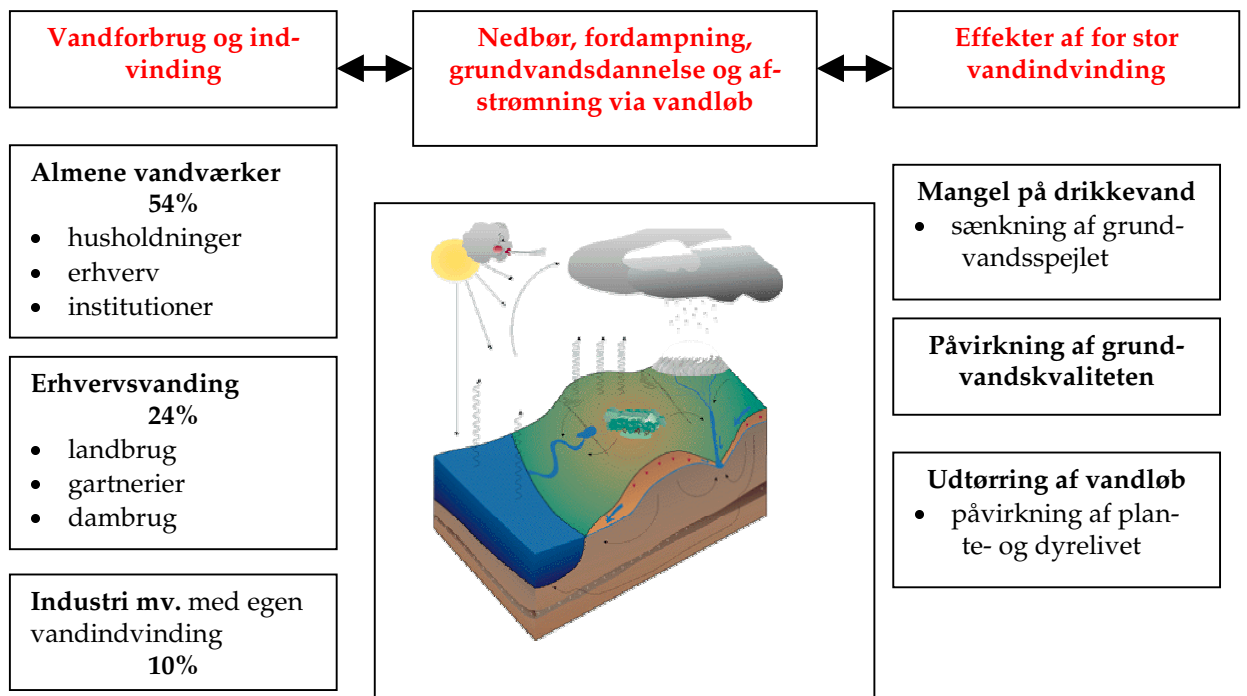
3.1 Indledning

Miljøpåvirkningerne i forbindelse med vand kan generelt relateres til tre faktorer:

- Vandressourcer og for stor vandindvinding,
- Fysisk ødelæggelse af vandområder som udretning af vandløb, dræning af søer,
- Udledning af forurenende stoffer herunder næringsstoffer og miljøfremmede stoffer.

Vandressourcer

En bæredygtig udnyttelse af grundvandet er baseret på, at der dannes mindst lige så meget nyt grundvand, som vi indvinder. Udnyttelsesgraden må ikke være så stor, at grundvandskvaliteten og restvandføringen i vandløb påvirkes i negativ retning. I praksis vil det betyde, at formentlig mellem 25% og 75% af den naturlige grundvandsdannelse er udnyttelig. Indvindingen af grundvand er i dag bæredygtig i størstedelen af landet. I det østlige Sjælland og i nogle tætbefolkede områder dannes der dog mindre nyt grundvand, end der fjernes. Dette betyder, at nogle vandløb i perioder efter nogle tørre år, kan være tørlagte pga. for stor indvinding.



Figur 3.1.1: Konceptuel figur i stil med ovenstående til at illustrere vandressource problemstillingen. % angiver andel af vandforbrug (gns. 1996-1999). *mangler grafisk bearbejdning*

En del af Danmarks grundvand er pga. forurening med pesticider, nitrat og andre stoffer ubrugeligt som drikkevand. Hvis fremtidens drikkevand skal sikres, må vi forebygge yderligere forurening og spare mest muligt på det grundvand, som stadig er rent.

Fysisk påvirkning af vandområder

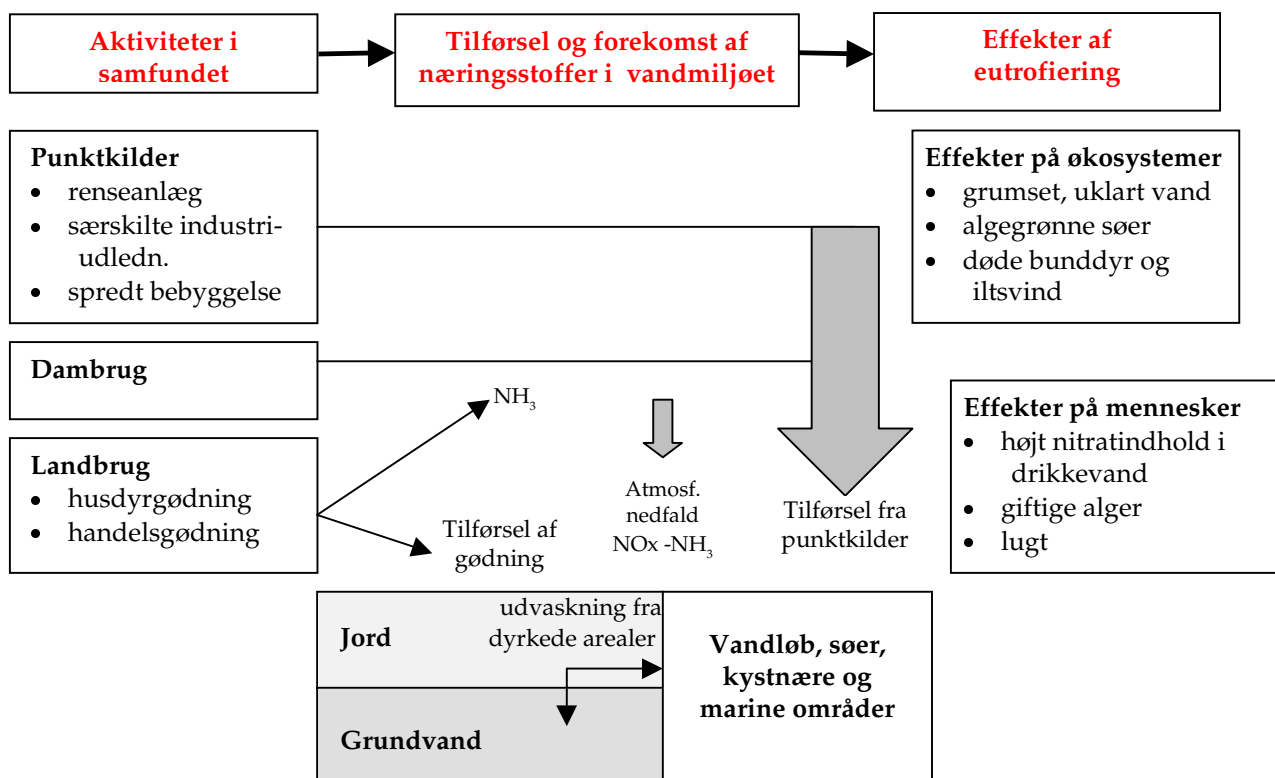
Vandløb er blevet forandret som følge af udviklingen, især i landbruget. For at afvande markerne er der foretaget omfattende dræninger, og mange vandløb er blevet reguleret, udrettet eller lagt i rør. Samtidig fremmes afvandingen ved grødeskæring i vandløbene. Disse indgreb har i 90% af de naturlige vandløb skabt væsentligt forringede levesteder for dyr og planter. Mange søer og vandhuller er forsvundet pga. landbrugets og byernes udvikling.

De naturlige marine biotoper, specielt i de kystnære dele, er blevet reduceret som følge af inddragelse af lavvandede havområder til land, ændring af havbunden i forbindelse med råstofindvinding og anlægsaktiviteter og modificering af kystområderne. Derudover påvirker fiskeriet og den store skibstrafik i de danske farvande natur- og miljøtilstanden.

Næringsstoffer

Et af de væsentligste miljøproblemer i det danske vandmiljø er for stor tilførsel af næringsstofferne, fosfor og kvælstof. Den store tilførsel medfører dels en lang række effekter kvaliteten af drikkevand dels ødelæggelse af livsbetingelserne for dyr og planter. Eksempelvis er for højt indhold af nitrat i drikkevandet sundhedsskadeligt, som følge heraf har en del drikkevandsboringer måttet lukke. Algegrønne søer og døde bunddyr i marine områder som følge af iltsvind er andre eksempler på effekter af for stor tilførsel af næringsstoffer.

Mange menneskelige aktiviteter fører til udledninger af næringsstoffer til vandmiljøet, herunder spildevand fra husholdninger og industri og næringsstoffer fra landbrug og dambrug (Figur 3.1.2). Atmosfærisk nedfald af næringsstoffer kan i nogle områder også have betydning. Landbruget er den største kilde med hensyn til kvælstof og en stor kilde til fosfortilførsel, men her er der også store bidrag fra punktkilder og spredt bebyggelse.



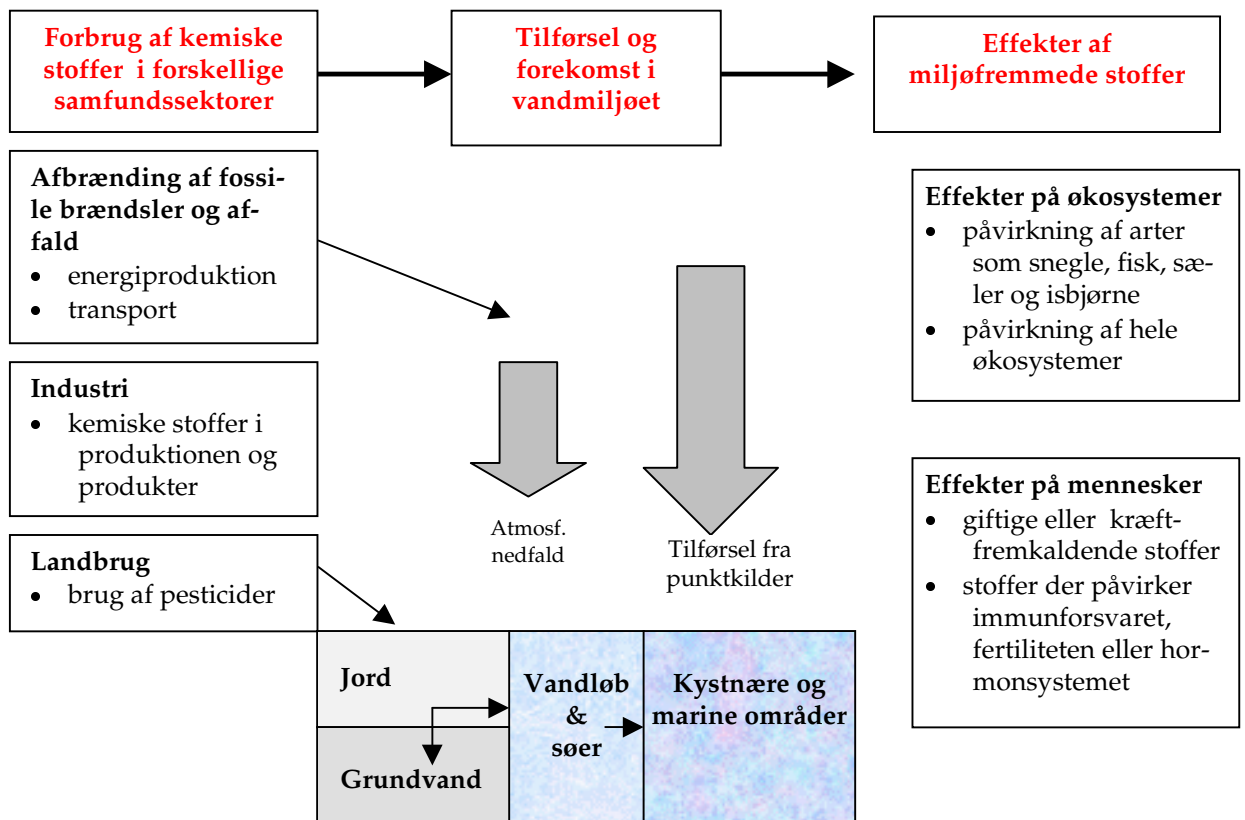
Figur 3.1.2: Konceptuel figur som beskriver sammenhængen mellem menneskelig aktivitet, tilførsel af næringsstoffer og effekter i vandmiljøet. mangler grafisk bearbejdning

Effekterne af for stor tilførsel af næringsstoffer er især synlig i grundvandet (nitrat), i søer (fosfor) samt i fjorde, kystnære områder og det åbne hav. Vandløbene transporterer en stor del af de næringsstoffer, som tilføres søerne og de kystnære områder.

Miljøfremmede stoffer

Der findes talrige miljøfremmede stoffer i vandmiljøet, som stammer fra vores forbrug af kemiske stoffer. De mest omfattende forureninger af vandmiljøet skyldes pesticider og deres nedbrydningsprodukter. Vort spildevand indeholder mange miljøfremmede stoffer eksempelvis fra vaskemidler eller andre ting vi skyller ud i kloakken. Derudover findes mange stoffer som anvendes, industrielt og i transportsektoren, fx tilsætningsstoffet MTBE, som anvendes i blyfri benzin.

Der findes talrige miljøfremmede organiske stoffer i grundvandet bl.a. pesticider og nedsvivende stoffer fra forurenede grunde. I vandløb findes også pesticider og der er bekymring mht. hormonlignende stoffer, som kan ændre køns karakteren hos eksempelvis skaller. I de kystnære områder er man i de senere år blevet opmærksom på effekterne af miljøfremmede stoffer eksempelvis antibegroningsmidlet TBT som påvirker snegle. I tema 3.8 beskrives mere detaljeret de miljøfremmede stoffer i de marine områder.



Figur 3.1.3: Konceptuel figur som beskriver sammenhængen mellem forbrug af miljøfremmede stoffer og forekomst samt effekter i vandmiljøet. mangler grafisk bearbejdning

3.2 Tilførsler til vand

Kilder til tilførsel af næringsstoffer, organisk stof, tungmetaller og miljøfremmede stoffer til vandmiljøet er mange og kan opdeles i punkt- og diffuse kilder. Punktkilder omfatter udledninger fra:

- renselanlæg, særskilte industrielle udledere, dambrug, regnvandsbetingede udløb og spredt bebyggelse, saltvandsbaseret fiskeopdræt, mens de diffuse kilder omfatter udledninger fra:
- dyrkede arealer, udyrkede arealer og atmosfærisk deposition (nedfald).

I det følgende beskrives kort udviklingen i de vigtigste tilførsler til vandmiljøet og udviklingen i udvalgte tiltag for at begrænse tilførslerne.

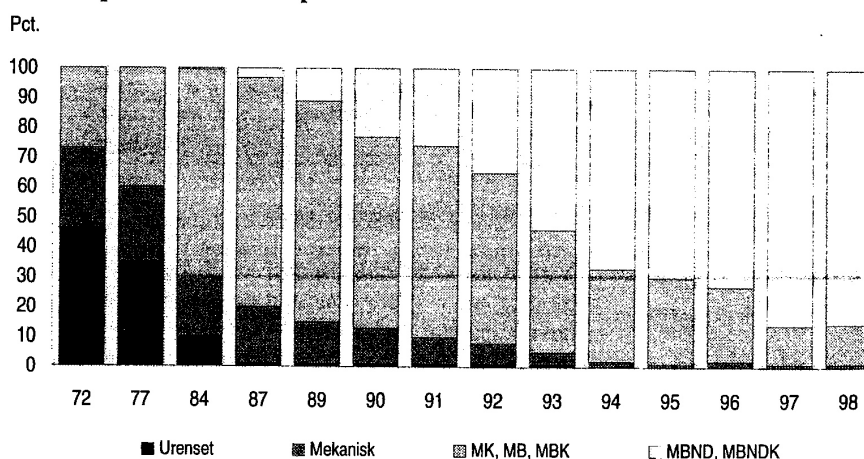
Spildevand og renselanlæg

Spildevandet der ledes til renselanlæggene kommer fra husholdninger, industrier, erhvervsvirksomheder og institutioner. Spildevandet renses typisk i biologiske renselanlæg, hvor forurenende stoffer i betydelig grad nedbrydes eller fjernes.

Danmark har de sidste 25 år investeret store beløb i et effektivt spildevandssystem, med kloaker og rensning af spildevandet i renselanlæg. I dag er hovedparten af Danmarks ejendomme kloakerede, og det meste husholdnings- og industrispildevand ledes gennem de kommunale og private renselanlæg, før det ledes ud til havet eller vandløb. I 1999 behandlede de 25 største og mest avancerede renselanlæg næsten halvdelen af spildevandsmængden.

Der er sket en kraftig udbygning og forbedring af spildevandsrensningen. I 1970'erne gennemgik størstedelen af spildevandet kun begrænset rensning, mens renselanlæggene i dag fjerner størstedelen af det iltforbrugende organiske stof samt fosfor og kvælstof. Især efter Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 er renselanlæggene udbygget med fosfor- og kvælstoffjernelse.

Tilført spildevand fordelt på rensemetoder



Anm. Bemærk: Figuren er først fortløbende fra 1989.

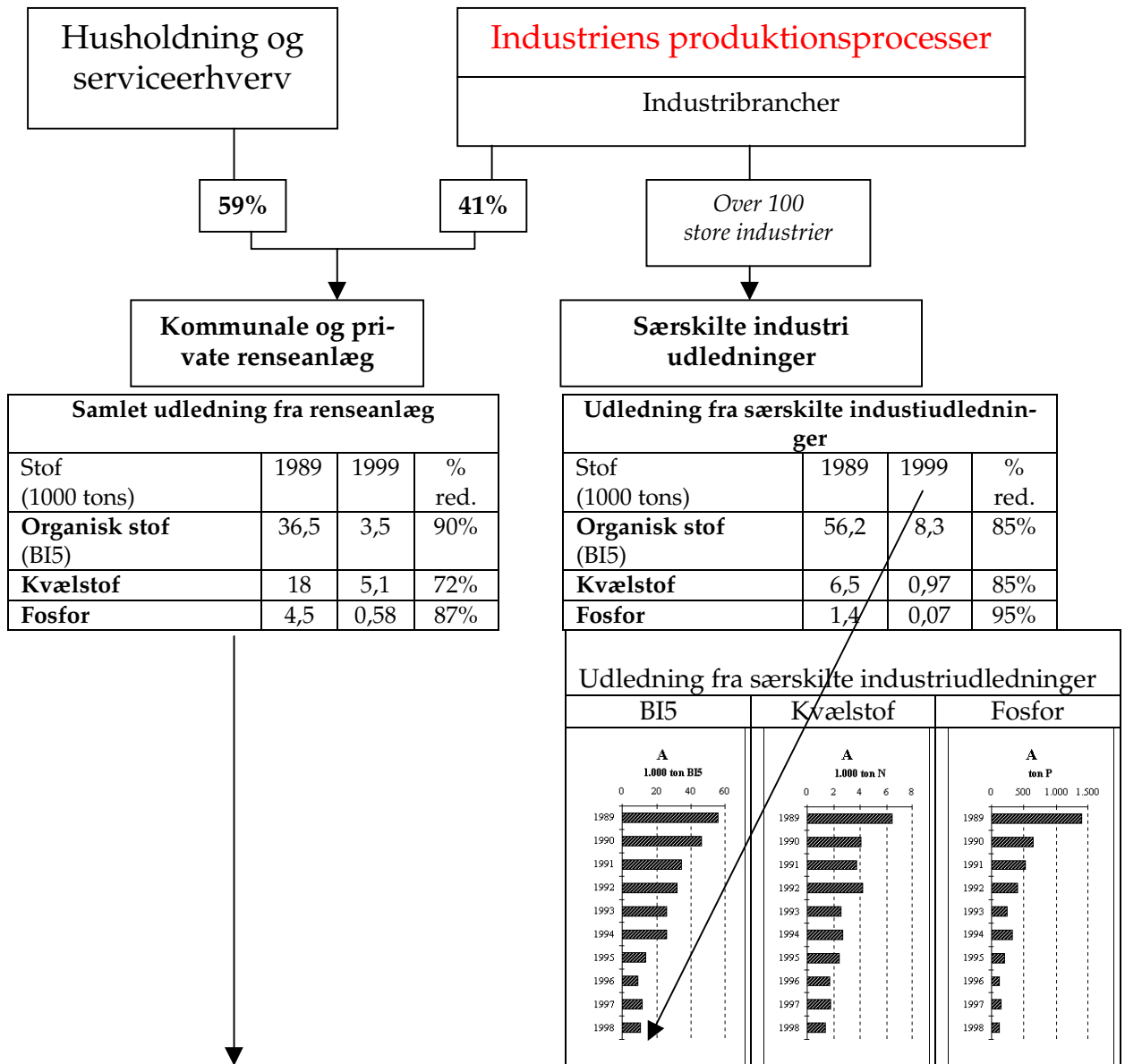
Symbolforklaring: M: mekanisk, K: kemisk, B: biologisk, N: nitrifikation, D: denitrifikation.

Kilde: Miljøstyrelsen.

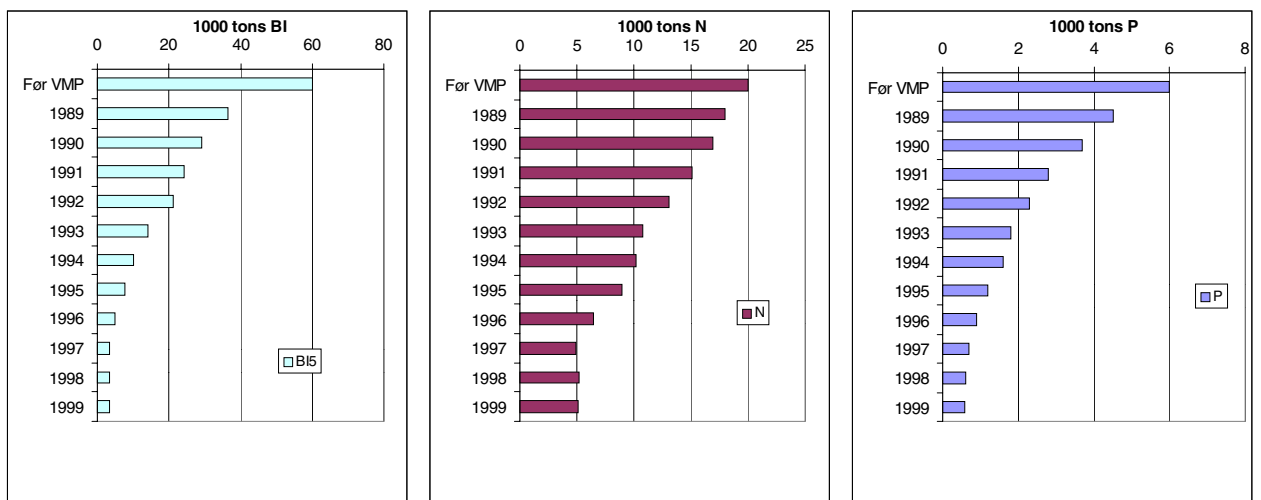
Figur 3.2.1: Udvikling i spildevandsrensning. Figuren mangler 1999 data. Data for 1999 er U= 0,03%, M=0,9%, MK;MB & MBK = 13,9% og MBND; MBNDK 85,2%

Kilde: Miljøstyrelsen, 2000.

Knap 60% af spildevandet til de kommunale renselanlæg kommer fra husholdninger, mens den resterende del stammer fra industrivirksomheder. Mere end 100 store industrier står selv for spildevandsrensning. Fra 1989 til 1999 er udledningerne af organisk stof fra kommunale og private renselanlæg faldet fra 36.500 til 3.500 tons, en reduktion på mere end 90%. Udledningerne af fosfor og kvælstof er tilsvarende faldet med hhv. 87% og 72%. Også for de særskilte industrielle udledninger er der gennem 1990'erne sket markante reduktioner. Organisk stof, fosfor og kvælstof er faldet med hhv. 85%, 95% og 85%.



Udvikling i udledningen fra kommunale og private renselanlæg.



Figur 3.2.2: Udledninger fra renselanlæg
Kilde: Miljøstyrelsen 2000.

Udledning af tungmetaller og miljøfremmede stoffer ➔ henvisning til tema 3.8 om miljøfremmede stoffer.

Den forbedrede rensning på rensesanlæggene har også betydet at en stor del af tungmetaller og andre miljøfremmede stoffer helt eller delvist nedbrydes eller tilbageholdes i spildevandsslammet.

Målinger af indholdet af en række miljøfremmede stoffer og tungmetalindholdet i spildevand er blevet inkluderet i overvågningsprogrammet fra og med 1998. De seneste tal fra 1998 og 1999 viser, at:

- Spildevandets tungmetalindhold er af samme størrelses orden som ved undersøgelser i 1994 og 1996.
- Udløbskoncentrationerne af tungmetal ligger generelt på et lavere niveau end de fastsatte kvalitetskrav.

Indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i spildevandsslam kontrolleres løbende. ➔ henvisning til jordkapitlet 4.4.

Andre punktkilder

Efter som udledningerne fra de store punktkilder som rensesanlæg er kraftigt nedbragt, har en række mindre punktkilder relativt set fået større betydning. I 1999 stod de mindre punktkilder som regnvandsbetingede udløb, spredt bebyggelse og fiskeopdræt således for omkring 40-50% af udledningerne af organisk stof, fosfor og kvælstof (Tabel 3.2.1).

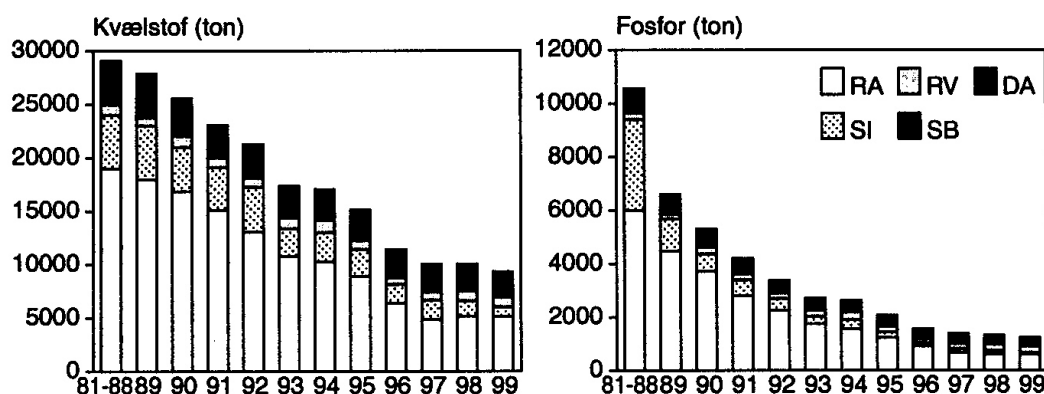
Tabel 3.2.1: Udledninger fra punktkilder 1999, 1000 tons.

Kilde: Miljøstyrelsen, 2000.

	Organisk stof (BI5)	Fosfor	Kvælstof
Rensesanlæg	3,5 (14%)	0,58 (47%)	5,1 (55%)
Særskilte industrielle udledere	9,5 (39%)	0,07 (6%)	0,9 (9%)
Regnvandsanlæg	2,8 (12%)	0,25 (20%)	1,0 (10%)
Spredt bebyggelse	3,8 (16%)	0,22 (18%)	1,0 (10%)
Ferskvandsdambrug	3,0 (12%)	0,08 (7%)	1,1 (12%)
Saltvandsbaseret fiskeopdræt	1,6 (7%)	0,03 (3%)	0,3 (3%)
I alt	24,3	1,24	9,4

Op gennem 1990'erne er der dog også for disse mindre punktkilder sket reduktioner i udledningerne. Eksempelvis er udledningerne af fosfor fra spredt bebyggelse faldet pga. øget anvendelse af fosfatfrit vaskepulver. Udledningerne fra ferskvandsdambrug er desuden halveret pga. bundfældningsbassiner og bedre foderudnyttelse.

Siden 1989 har der samlet været en reduktion i udledningerne fra punktkilder på 66% for kvælstof, 81% for fosfor og 74% for organisk stof. Disse reduktioner er for kvælstof og fosfor primært sket ved markante reduktioner i udledninger fra rensesanlæg og særskilte industrielle udledere. Vandmiljøplanens reduktionsmål for udledninger fra rensesanlæg og særskilte industrielle udledere har været opfyldt siden 1996-1997.



Figur 3.2.3: Årlige udledninger til vandmiljøet fra punktkilder
 RA=renselanlæg, SI=særskilte industrielle udledere, RV=regnvandsanlæg, SB=spredt bebyggelse
 DA=dambrug (ferskvands- og saltvandsbaserede).
 Kilder: Miljøstyrelsen (1999b);Bøgestrand (red.) (2000) og Miljøstyrelsen (2000c).

Den atmosfæriske tilførsel af næringsstoffer til vandmiljøet stammer både fra udenlandske og danske luftemissioner. Omkring 15% af nedfaldet af kvælstof til de danske farvande stammer fra danske kilder. Nær kysterne er den danske andel størst. Den atmosfæriske kvælstofdeposition over dansk territorium er for 1999 beregnet til 210.000 tons, heraf er 120.000 nedfaldet over farvandene. For søerne viser et estimat, at den atmosfæriske nedfald udgør 16% af kvælstof- og 7% af fosfortilførsel. ➔ *henvisning til det marine afsnit eller luftkapitlet*

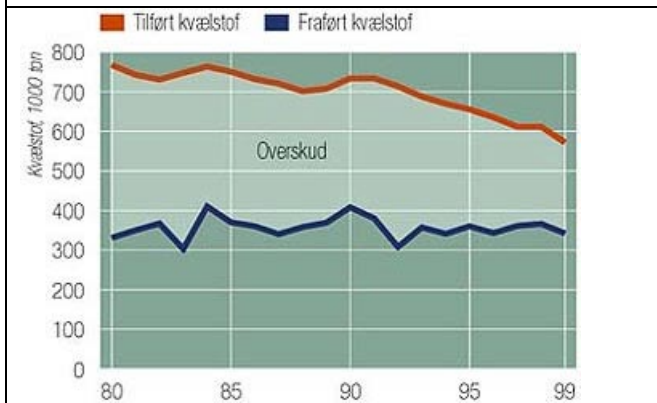
Landbrugets tilførsel af næringsstoffer

➔ skal samordnes med landbrugskapitel og tema om midtvejsevaluering af VMP II

Det danske landbrug anvender husdyr- og handelsgødning, spildevandsslam og industriaf-fald til at dække afgrødernes behov for kvælstof og fosfor. Når næringsstofferne tilføres i større mængder, end planterne kan optage, siver en del af overskuddet ned i grundvandet eller udvaskes til vandløb, søer og have.

Landbrugets samlede overskud af næringsstoffer udgøres af forskellen mellem den tilførte mængde af især handelsgødning og husdyrgødning og den fraførte mængde i form af af-grøder. Overskuddet udgør det potentielle tab til vand- og luftmiljøet. På grund af ændret dyrkningspraksis, nedsat handelsgødningsforbrug og ændret husdyrproduktion er det samlede overskud for kvælstof blevet reduceret med 37% siden 1985 og for fosfor med 32% (Figur 3.2.4 & 3.2.5). ➔ *henvisning til landbrugskapitlet 1.2*

Figur 3.2.4: Tilført kvælstof via handels- og husdyrgødning, fraførsel via afgrøder og overskuds kvælstof. Kilde: Grant mfl. 2000.



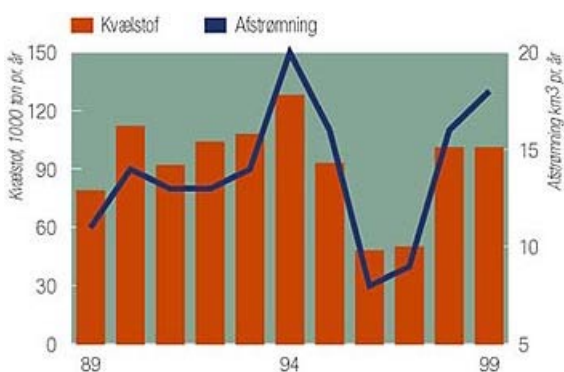
Figur 3.2.5: Tilført fosfor via handels- og husdyrgødning, fraførsel via afgrøder og overskuds fosfor. Kilde: Grant mfl. 2000.



Det er vanskeligt direkte at måle tilførslen til vandområderne fra det dyrkede land. Ud fra målinger af transporten nedstrøms i de store vandløb og kendskab til udledninger fra punktkilder kan der beregnes udledninger fra det åbne land, dvs. fra landbrugs- og naturområder.

Landbruget er den vigtigste kilde til kvælstofforurening, omkring 4/5 af udledningerne kommer fra de dyrkede arealer. Hvad fosfor angår, stammer lidt over halvdelen af udledningerne fra landbruget, mens resten kommer fra punktkilder.

Tilførslen fra de dyrkede arealer afhænger dels af overskuddet af kvælstof og fosfor på markerne, dels af vejret. Jo mere nedbør, jo større udvaskning. Tilførslen af kvælstof til havet har været ret konstant i 1990'erne, omkring 100.000 tons (Figur 3.2.6). Den lave tilførsel i 1996 og 1997 skyldes vejret; de to år var meget tørre, hvorfor vandafstrømningen fra land - og dermed tilførslen af kvælstof til havet - var lille. Omvendt var der stor tilførsel i våde år som 1994, 1998 og 1999.



Figur 3.2.6: Udvikling i kvælstoftilførsel og vandafstrømning til havet. Landbruget står for 4/5 af kvælstoftilførslen. Kilde: DMU.

Renseanlæg og andre punktkilder stod for 90% af tilførslen af fosfor til havet i 1989, men under halvdelen i 1999 (Figur 3.2.7). Resten af tilførslen kommer fra marker og udyrkede arealer i det åbne land. Også for fosfor ses større tilførsel fra det åbne land i våde år som 1990, 1994 og 1999.



Figur 3.2.7: Udvikling i fosfortilførsel til havet fra hhv. punktkilder og det åbne land.

Kilde: DMU

3.3 Vandressourcer

Danmarks ferskvandsressources størrelse og variationer

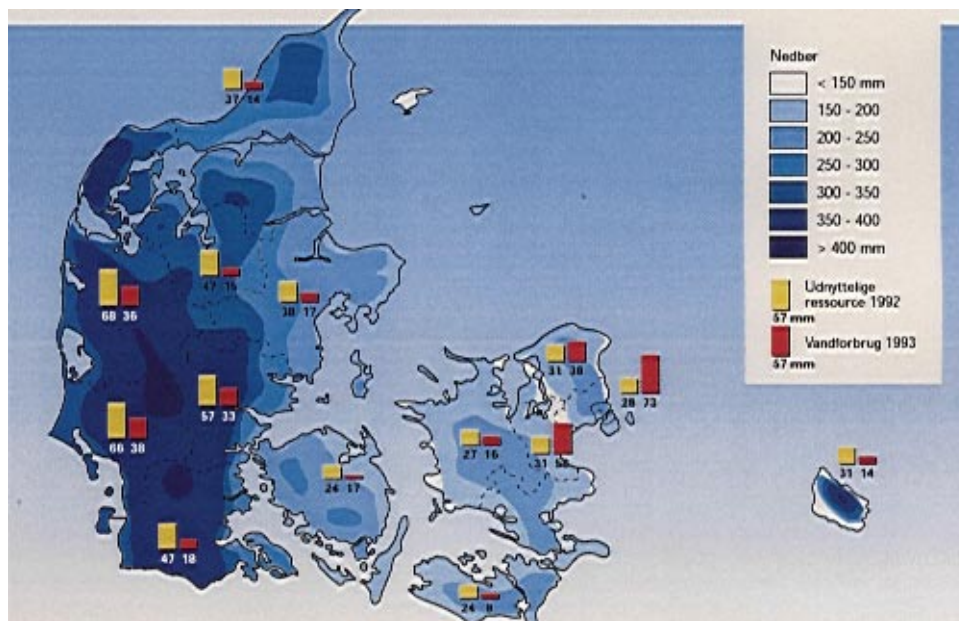
Den bæredygtigt udnyttelige vandressource i Danmark er på landsplan større end den samlede indvundne vandmængde. Den seneste landsdækkende opgørelse, der blev foretaget af Vandrådet i 1992, vurderede den udnyttelige grundvandsressource til i alt 1,8 mia. m³/år, hvilket er større end det nuværende vandforbrug på omkring 0,85 mia. m³/år (Tabel 3.2.1). Den danske drikkevandsforsyning er 97% baseret på oppumpet grundvand. Overfladevand anvendes kun i meget begrænset omfang.

Tabel 3.3.1: Vandbalance for Danmark

Kilde: Vandrådet 1992

	mm	mia. m ³ (km ³)
Nettonedbør	300	12
Udnyttelig vandressource	40	1,8
Vandindvinding (gns. 1995-1999)	20	0,85

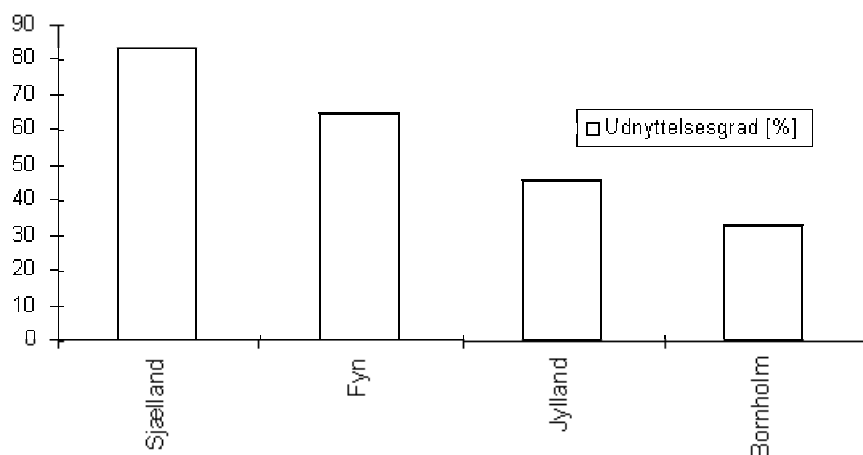
Store regionale forskelle betyder, at der visse steder i landet er vand nok, mens der andre steder er knaphed på vand (se Figur 3.3.1). Nettonedbøren og den udnyttelige vandressource er størst i det sydvestlige Jylland og mindst på øerne. Da vandforbruget er størst i Østjylland og på øerne, er det et fordelingsmæssigt problem, således at der i visse dele af landet er vand nok, mens der fx omkring København sker en overudnyttelse af vandressourcen.



Figur 3.3.1: Nettonedbør som blå fladesignatur, udnyttelig vandressource (gule søjler) og vandforbruget (røde søjler) i mm (vandforbruget opdateres til gns. 1995-1999).

Kilde: Henriksen & Madsen (GEUS), 1997.

Udnyttelsesgraden af den udnyttelige grundvandsressource på landsplan er 51% baseret på Vandrådets meget forsimplede opgørelse. Men opdeles Danmark i fire hydrogeologisk adskilte dele, ses en betydelig regional variation. Udnyttelsesgraden stadig baseret på Vandrådets skøn er 84% for Sjælland, 65% for Fyn, 46% for Jylland og 33% for Bornholm (Figur 3.3.2). Især på Sjælland og Fyn men også andre tætbefolkede regioner som Østjylland er reserven ikke særlig stor, så situationen i lange tørre perioder kan blive kritisk.



Figur 3.3.2: Udnyttelsesgraden af grundvandsressourcen på Sjælland, Fyn, Jylland og Bornholm. Baseret på Vandrådets skøn. Københavns og Frederiksberg kommuner er ikke medtaget i beregningerne af udnyttelsesgraden på Sjælland. Kilde: Vandrådet, 1992.

Der er væsentlig usikkerhed på vurderingen af den udnyttelige grundvandsressources størrelse. I skønnet er der taget hensyn til, at visse områder generelt har vanskelige indvindingsforhold, og at den naturlige vandkvalitet andre steder er så dårlig, at vandet ikke umiddelbart kan udnyttes. Desuden sætter miljøtilstanden i vandløb og vådområder grænser for, i hvilket omfang ferskvandsressourcen kan udnyttes. Indvindingen må ikke være så stor at forholdene for dyre- og planteliv ødelægges pga. udtørring. Der er imidlertid ikke taget hensyn til tre væsentlige forhold i opgørelsen af ressourcens størrelse:

- forurening som følge af miljøfremmede stoffer fx pesticider,
- betydningen af længerevarende klimavariationer,
- eksisterende geologiske og hydrogeologiske data

En vurdering af den udnyttelige vandressource, inkl. fradrag af forurenede vand og længerevarende tørkeperioder, vil derfor give et væsentligt reduceret skøn af den bæredygtig vandressource på landsplan i forhold til de 1,8 mia. m³/år. Et andet problem ved Vandrådets skøn er desuden at usikkerheden ikke er nærmere kvantificeret. Vandrådets skøn bygger blot på en simpel antagelse omkring den procentdel af nettonedbøren, der er udnyttelig: Det inddrager imidlertid ikke eksplicit de mange hydrologiske og geologiske data, der fx er i forskellige institutioners databaser.

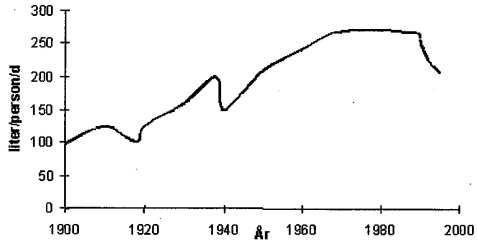
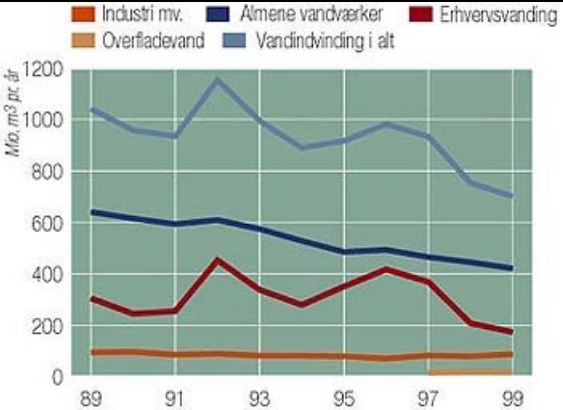
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) er i øjeblikket ved at færdiggøre en National Vandressource Model for hele landet, som vil inddrage samtlige eksisterende data og som har til formål at kvantificere den udnyttelige grundvandsressources størrelse og regionale fordeling, herunder landets fremtidige udvikling. Et bedre bud på den udnyttelige grundvandsressources størrelse forventes at kunne foreligge ultimo 2002.

Indvinding og forbrug af vand

I 1999 forsynede de almene vandværker (vandværker, som forsyner mindst 10 ejendomme) husholdningerne og industrien med 421 mio. m³ grundvand, og industrier samt andre med egen vandindvinding brugte 88 mio. m³. Gartnerierne, landbruget og dambrugene brugte 174 mio. m³, og indvindingen af overfladevand var 18 mio. m³.

Indvinding og forbrug af vand har været stigende fra 2. verdenskrig til 1970'erne. Eksempelvis blev vandforbruget per person i Københavns Kommune fordoblet fra 2. verdenskrig til 1970 (Figur 3.3.3). Vandforbruget var nogenlunde konstant gennem 1980'erne og har været faldende gennem 1990'erne. I 1989 var det den samlede vandindvinding godt 1000 mio. m³ og var i 1999 faldet med 30% til 700 mio. m³ (Figur 3.3.4)

Faldet skyldes overvejende, at indvinding af vand til almene vandværker er faldet med 1/3 (eller godt 200 mio. m³), men også at somrene 1998 og 1999 var forholdsvis regnfulde, hvilket formindskede gartnerierne og landmændenes vandingsbehov. I tørre år som 1996 og 1997 var indvinding til erhvervsvanding omkring 400 mio. m³, mens den i våde år kun er omkring det halve.

<p>Figur 3.3.3: Udvikling i vandforbrug i Københavns Kommune, 1900-1996 Kilde: By- og boligministeriet, 1999</p>	<p>Figur 3.3.4: Indvindingen af grundvand, 1989-1999. Kilde Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse, 2000.</p>
 <p>Figur 1.6 Det samlede vandforbrugs udvikling i perioden 1900-1996 for Københavns amt. /København Vandforsyning, 1996/ & /Linde Jensen et al., 1976/.</p>	
	<p>Note: Kategorierne er ikke helt entydige idet mange industrier eksempelvis forsynes gennem almene vandværker. Således udgør det samlede industriforbrug en væsentlig større andel. Erhvervsvanding dækker vandforbrug i landbruget, bl.a. markvanding samt forbrug i dambrug.</p>

Siden 1989 er husholdningernes forbrug af vand faldet med 30%. Dette skyldes dels, at prisen på vand er blevet mere end fordoblet siden 1991, dels at befolkningens miljøbevidsthed er øget i perioden. Prisstigningen på vand skyldes primært stigende udgifter til afledning og rensning af spildevand. Fra 1. januar 1994 blev der desuden indført en afgift på ledningsført vand (i dag 5 kr. per m³), og der blev indført en spildevandsafgift fra 1. januar 1998.

Forbruget på industrier med egen vandindvinding har ligget nogenlunde konstant på omkring 90 mio. m³ per år. Igennem de sidste 10-20 er der på mange industrivirksomheder foretaget investeringer i renere teknologi for at spare på vandforbruget. Eksempelvis er vandforbruget til at fremstille øl, pr. slagtegris samt fremstille et kg papir og en m³ glasuld markant reduceret (jf. afsnit 1.5.6).

Grundvandets kvalitet

Grundvandets kvalitet er truet af forskellige aktiviteter såsom udvaskning af pesticider og nitrat fra de dyrkede arealer, samt mere afgrænsede forureninger fra punktkilder såsom kemikalieaffaldsdepoter, lossepladser, olietanke og forurenede industrigrunde.

Vurdering af grundvandets kvalitet bygger på oplysninger fra

- 67 *grundvandsovervågningsområder* nogenlunde jævnt fordelt over landet. Her undersøges både det yngre og ældre grundvand. I alt er der omkring 1000 filtre, hvor grundvandets kemi undersøges,
- Omkring 100 filtre i grundvandet i de fem *landovervågningsoplande*. Her overvåges bl.a. kvaliteten af det helt nydannede grundvand og sammenhængen med landbrugets dyrkningspraksis.
- *Vandværkernes boringskontrol*, dvs. analyser af det vand, som indvindes til drikkevand.

De tre områder giver tilsammen et omfattende kvalitativt billede af grundvandets kemi og forureningstilstand.

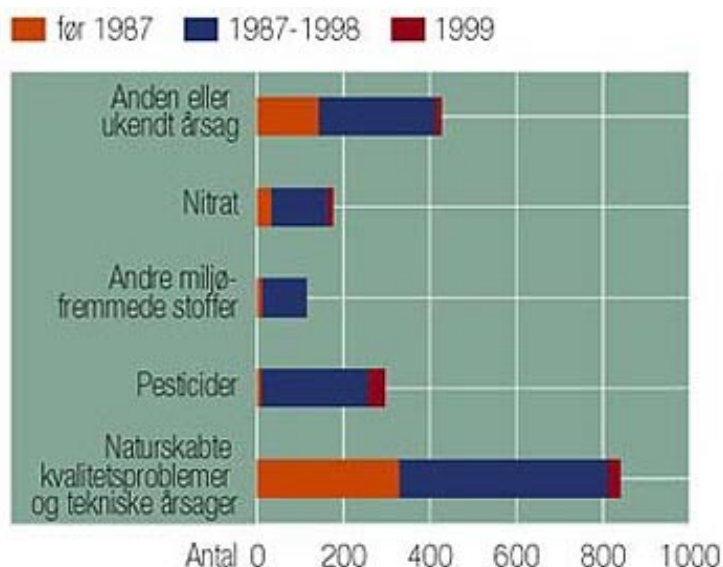
Flere boringer lukket

Vi har i Danmark en særdeles decentral vandforsyningsstruktur med 2850 fælles vandforsyninger og ca. 90.000 private enkeltvandforsyninger.

I perioden fra 1987 til 1999 viser indberetninger fra kommunerne, at vandværkerne har lukket et større antal vandforsyningsboringer på grund af menneskeskabt forurening. Indberetningerne er ikke fuldstændige, men viser at pesticider eller deres nedbrydningsprodukter er årsag til omkring halvdelen af lukningerne. Omkring 20% skyldes forureninger med andre miljøgifte, mens 30% af boringerne blev lukket, fordi der var for meget nitrat i grundvandet (Figur 3.3.5).

Antallet af vandboringer, der er lukket som følge af forurening med pesticider eller deres nedbrydningsprodukter, er steget stærkt siden 1993. Det vurderes, at stigningen i høj grad skyldes en stigning i antallet af pesticidanalyser, og herunder også i antallet af forskellige enkeltstoffer, der indgår i analyserne.

Gennem 1990'erne har antallet af boringer, som er blevet lukket på grund af nitrat eller andre miljøfremmede stoffer end pesticider, været nogenlunde konstant. Selv om mange boringer er blevet lukket på grund af menneskeskabt forurening, er endnu flere blevet lukket på grund af naturskabte problemer med vandkvaliteten eller af tekniske årsager. Det drejer sig om i alt 840 boringer frem til og med 1999.



Figur 3.3.5: Lukkede borer

Kilde: Miljøstyrelsen

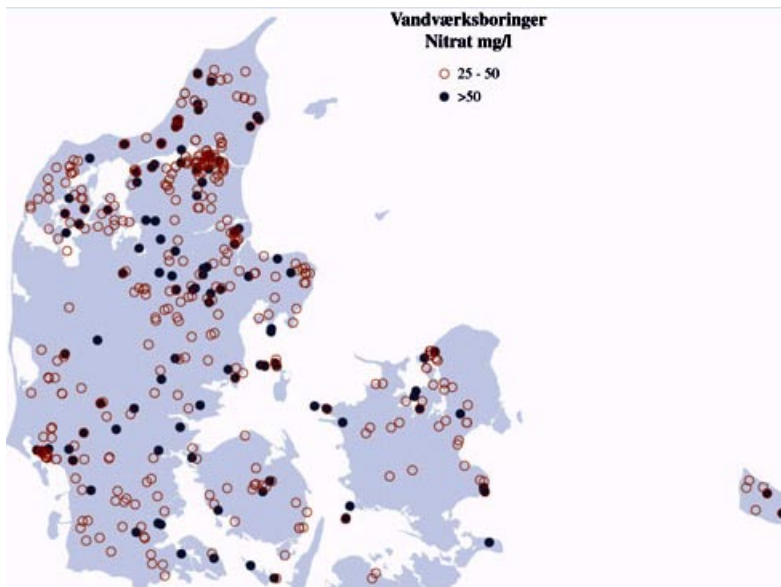
Vandfonden, som blev oprettet i slutningen af 1997, har til opgave at yde tilskud til forureningstruede vandindvindinger. I perioden fra 1997 til og med 2000 er der givet i alt 2.682 tilsagn om støtte. Disse er fordelt med 144 tilsagn til almen vandforsyning, 87 til ikke-almen vandforsyning, 2.427 tilsagn om støtte til enkeltindvindere (private brønde og borer) samt 24 tilsagn om støtte til generelle projekter.

Nitrat i grundvandet

Mange steder forurenes grundvandet med nitrat i en sådan grad, at det bliver uegnet som drikkevand. Landbruget anvender gødning til at dække afgrødernes behov, men tilførslen er generelt større end den mængde planterne kan optage og en del af overskuddet siver ned i grundvandet. Drikkevandet forurenet med nitrat anses for at medføre en sundhedsrisiko for spædbørn.

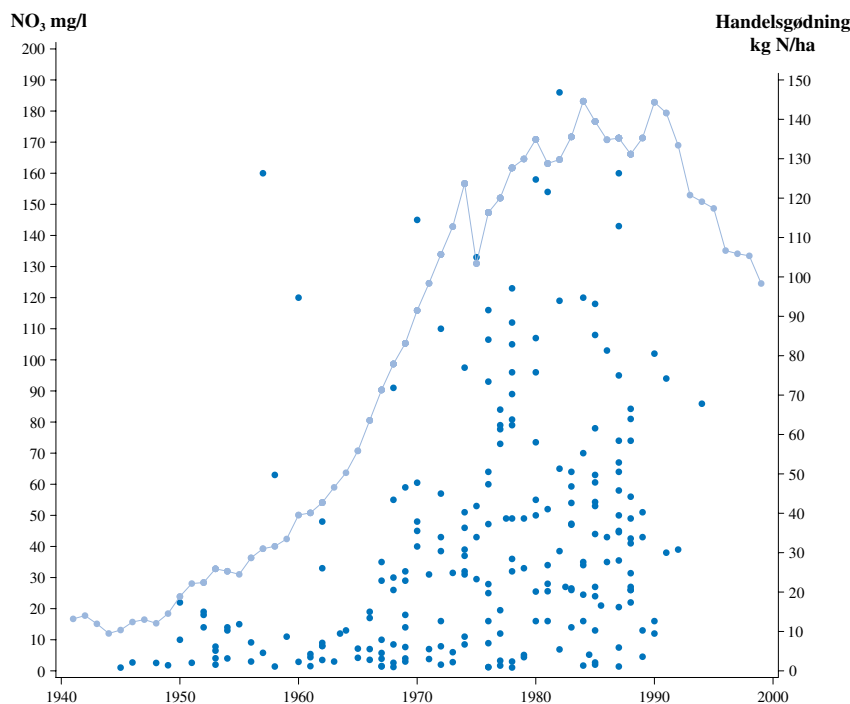
Omkring 61% af overvågningsboringerne og 69% af vandforsyningsboringerne, indeholder ikke nitrat over den anvendte detektionsgrænse på 1 mg/l. 24% af overvågningsboringerne indeholder mere nitrat end den vejledende grænseværdi for drikkevand på 25 mg/l og 18% mere end tilladeligt i drikkevand (50 mg/l). Tilsvarende indeholder 8,5% af vandforsyningsboringerne nitratkoncentrationer over 25 mg/l og 2% over 50 mg/l. Det lavere tal for vandforsyningsboringer skyldes bl.a., at mange af disse borer med højt nitratindhold er blevet lukket, og at vandforsyningsboringer gennemsnitligt er lidt dybere end overvågningsboringer. Dette gør dem mindre følsomme over for forurening fra jordoverfladen.

De grundvandsmagasiner og vandværker, som er mest nitratbelastede, ligger i Viborg og Århus Amter (Figur 3.3.6 & Figur 3.3.8). Grundvandet på øerne er generelt mindre belastet med nitrat.



Figur 3.3.6: Nitratkoncentration i vandværkernes boringskontrol for perioden 1990-1999. Kun boringer med koncentrationer over 25 mg NO₃ pr. liter er medtaget. (Kilde: Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse, 2000).

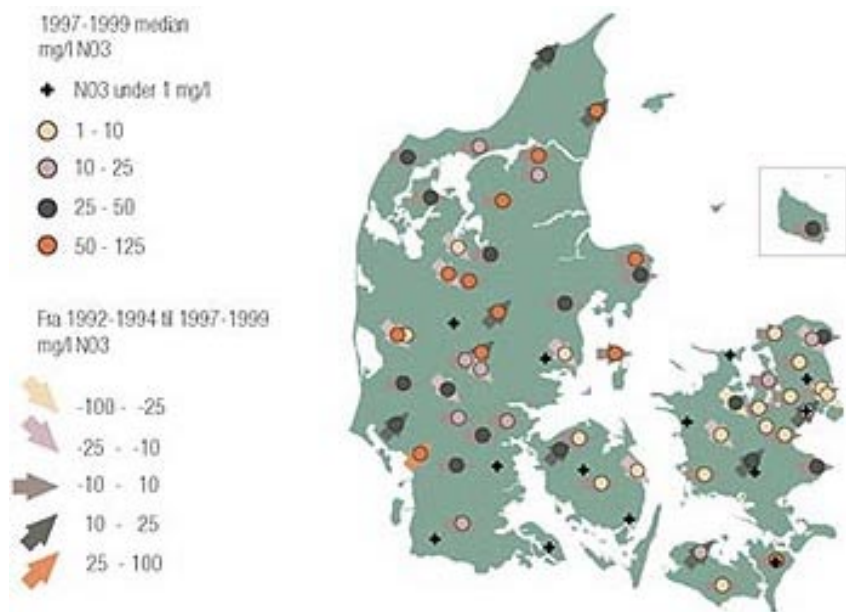
Det er særlig grundvand dannet efter 1960, som har forhøjet nitratindhold, og der er en god sammenhæng mellem nitratindholdet, grundvandets alder og landbrugets handelsgødningsforbrug (Figur 3.3.7). Da grundvand dannes langsomt er det vanskeligt at vurdere ændringer over en kortere årrække. ➔ *henvielse til landbrugskapitel*



Figur 3.3.7: Grundvandets alder og indholdet af nitrat år for år viser, at jo mere kvælstofgødning landbruget bruger, jo mere nitrat kommer der i grundvandet. Grundvandets indhold af nitrat svarer godt til forbruget af gødning. En del nitrat er reduceret bort ved naturlige processer i undergrunden. Kilde Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse og Plantedirektoratet

Den generelle vurdering af nitratindholdet i grundvandet er fortsat, at der ikke kan konstateres noget signifikant ændret nitratindhold siden vedtagelsen af Vandmiljøplanen i 1987. Det kan dog heller ikke forventes, da langt det meste af det overvågede grundvand er dannet før

vedtagelsen. På den anden side er det meste af det grundvand vi indvinder i dag dannet efter 1950. Derfor burde de første tegn kunne ses i løbet af den næste tiårs periode.



Figur 3.3.8: Nitrat i grundvandet. Farverne viser grundvandets nitrat-indhold fra 1997-1999. Pilene viser, hvor og hvordan nitrat indholdet har ændret sig i perioden fra 1992-1994 til 1997-99. Kilde: Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

Andre salte i grundvandet

Salt (*natriumklorid*) findes i dybtliggende grundvand og i grundvand ved kystnære områder. Salt kan være en begrænsning for indvinding til drikkevand. Ved for stor vandindvinding kan der være indtrængende eller optrængende saltvand, som kan ødelægge grundvandet. Desuden kan vejsaltning i vinterperioden også forårsage lokalt forhøjede klorid- og natriumværdier i grundvandet.

Sulfat optræder især i områder med sulfidminerale i jorden, hvor en grundvandssænkning fremmer iltningen. Fluor-minerale findes særligt i grundvandsmagasiner i kalk, hvor de kan frigives som *fluorid* til grundvandet.

Metaller i grundvandet

Afhængig af jordtypen findes der et større eller mindre indhold af uorganiske sporstoffer, herunder metaller, i grundvandet. Metaller findes naturligt i grundvandet, men sænkning af grundvandsspejlet og iltning af metalholdige minerale kan øge indholdet. Høje koncentrationer af metaller og fx arsen i grund- og drikkevandet kan være yderst sundhedsskadeligt.

Nikkel og *zink* er i 5% af overvågningsfiltrene i grundvand fundet i koncentrationer, der overskrider det højst tilladte indhold for drikkevand. Begge stoffer formodes hovedsagelig at være frigivet fra sulfidminerale i jorden på grund af sænkning af grundvandsspejlet og iltning.

Aluminium er fundet i koncentrationer over det højst tilladte for drikkevand i 9% af overvågningsfiltrene og 22% af 143 analyserede vandværksboringerne, fortrinsvis i Vestjylland, hvor der er lav pH-værdi.

Det gælder dog generelt, at metallerne i væsentlig grad tilbageholdes i okkerslammet i vandværkernes sandfiltre ved den almindelige vandværksdrift.

Pesticider i grundvand

► henvisning til temakapitel 4.4 om pesticider (senere reduceres i nedenstående)

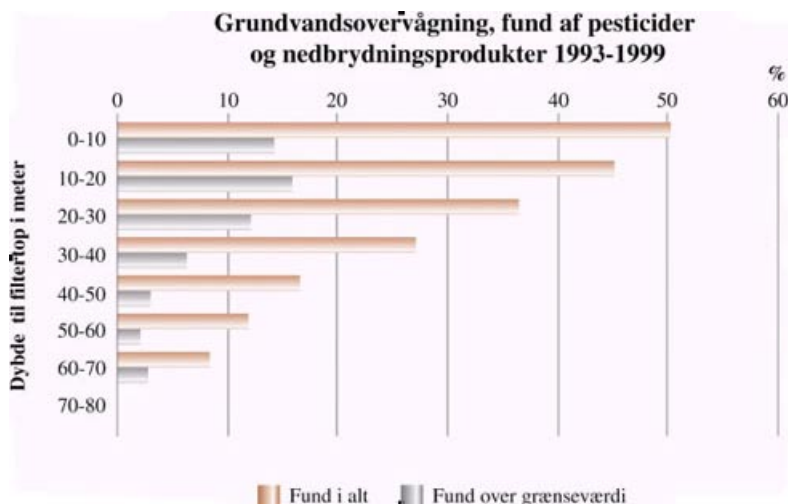
I 1990'erne blev programmerne til analyse af pesticider i grundvandet udvidet betragteligt, og i takt hermed er der fundet pesticider i et stadigt stigende antal grundvands- og drikkevandsboringer.

Pesticiderne bruges i landbruget til at bekæmpe ukrudt, svampe og skadedyr. De anvendes også i gartnerier, langs veje og jernbaner samt i private haver. Truslen mod grundvandet har medført, at Miljøstyrelsen i dag ikke godkender pesticider, som kan sive ned til grundvandet i et sådant omfang, at grænseværdien for drikkevandet overskrides i en meters dybde i gennemsnit over et år.

Amterne og vandværkerne har i perioden fra 1993 til 1999 fundet pesticider eller deres nedbrydningsprodukter i ca. en fjerdedel af 5774 undersøgte boringer. I 1999 påviste vandværkernes boringskontrol pesticider eller nedbrydningsprodukter i 29% af 2007 boringer, og her var grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l overskredet i 9% af boringerne.

I det landsdækkende overvågningsprogram af grundvandet blev 778 boringer i 1999 analyseret for 44 pesticider og nedbrydningsprodukter af stofferne. En eller flere af de analyserede stoffer blev fundet i 24% af boringerne, og grænseværdien var overskredet i 7% af boringerne.

Pesticiderne findes især i det yngste grundvand, hvoraf halvdelen er forurenet med pesticider eller deres nedbrydningsprodukter (Figur 3.3.9). I de fleste tilfælde er der dog tale om fund under grænseværdien for drikkevand.



Figur 3.3.9: Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i forskellige dybdeintervaller målt i meter under terræn i 1999, opgjort som filtre med fund under og over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg pr. liter. Det yngste vand findes fortrinsvis i intervallet 0-10 meter under terræn. Der forekommer også enkelte fund af pesticider og nedbrydningsprodukter under 80 meters dybde, men da der kun er undersøgt få filtre, er de angivet ved en enkelt bjælke.

Kilde: Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse, 2000.

Organiske miljøgifte i grundvandet

Grundvandsovervågningen omfatter de organiske miljøgifte, som har været brugt i store mængder, er spredt i naturen, er letopløselige i vand, og som anses for kræftfremkaldende eller på anden måde sundhedsfarlige. Det drejer sig især om aromatiske kulbrinter som benzen, toluen og xylen samt om klorerede opløsningsmidler som tetraklorkulstof, triklorethen og kloroform.

De *aromatiske kulbrinter* stammer typisk fra lossepladser, olieanlæg, benzinanlæg, asfaltfabrikker, tjærevirksomheder og gasværker. Benzen, som er et af de hyppigst fundne aromatiske kulbrinter, er fundet i 8% af de undersøgte overvågningsboringer.

De *klorerede opløsningsmidler* stammer især fra metal- og farveindustrier, lossepladser, benzinanlæg og tøjrensere. Trikløroethen og kloroform er fundet i henholdsvis 4% og 9% af boringerne. Generelt er grænseværdierne for drikkevand sjældent overskredet for disse stoffer.

Fenoler, som bl.a. dannes ved naturlig nedbrydning af organisk stof, er fundet i 12% af overvågningsboringerne, men optræder normalt i koncentrationer, der ligger betydeligt under grænseværdien for drikkevand.

Boks: MTBE i grundvandet

MTBE er siden 1985 blevet brugt til at hæve oktantal i benzin i stedet for bly. Der anvendes for tiden 50.000 tons MTBE i dansk benzin om året. Langt det største indhold, op mod 10%, findes i 98 oktan benzin. MTBE er svært nedbrydelig, og lækager ved bl.a. benzinstationer kan derfor føre til forurening af grundvandet. Stoffet får drikkevand til at lugte og smage grimt ved ganske lave koncentrationer på nogle få mikrogram pr. liter.

I årene 1998-1999 er der i alt i grundvandsovervågningen og vandværksboringerne fundet MTBE i 36 ud af 262 undersøgte boringer (14%). Forurening af grundvandet med MTBE er udbredt under nedlagte benzinstationer. Der er her konstateret forurening med MTBE i koncentrationer langt over den foreløbige grænseværdi for drikkevand på 2-10 mg/l. Grænseværdien for drikkevand er alene fastsat for at undgå dårlig lugt og smag. Sundhedsskadelige effekter optræder først ved koncentrationer, som er højere. Da MTBE er let opløseligt og svært nedbrydeligt i grundvandet, vil det sprede sig fra forureningskilden med den naturlige grundvandsstrømning med risiko for forurening af drikkevandsboringer.

Som følge af problemerne med MTBE, har Miljøstyrelsen drøftet løsninger med oliebranchen i Danmark. Oliebranchens Fællesrepræsentation har efterfølgende offentliggjort en udfasningsplan for MTBE i dansk benzin. Ifølge planen bliver MTBE i løbet af 2001 fjernet fra al benzin med oktantal 95 og 92, og markedsføringen af den fortsat MTBE-holdige 98 oktan benzin begrænses til mindre end en tiendedel af de nuværende benzinstationer, hvilket altså vil betyde en væsentlig reduktion i antallet af potentielle forureningskilder for MTBE.

Oliebranchens udfasningsplan løber indtil videre kun til 1. januar 2005. Det er fordi skærpede EU-krav til benzinenes aromatindhold på det tidspunkt kan betyde et fornyet behov for at tilsætte MTBE til 95 oktan benzin. Fra dansk side vil der blive lagt pres på EU for at finde langsigtede løsninger vedrørende MTBE.

3.4 Miljøtilstanden i vandløb

Vandløb - især påvirket af fysiske ændringer

Det danske landskab gennemskæres på kryds og tværs af 35.000 kilometer naturlige vandløb samt 25.000 kilometer menneskeskabte grøfter og kanaler. Vandløb er blevet forandret betydeligt som følge af udviklingen, især i landbruget. For at afvande markerne er der foretaget omfattende dræninger, og mange vandløb er blevet reguleret, udrettet eller lagt i rør. Afvandingen fremmes ved grødeskæring og nogle steder opgravning af sand i vandløbene. Disse indgreb har skabt væsentligt forringede levesteder for dyr og planter i 90% af de naturlige vandløb.

Vandløbenes miljøtilstand forringes også på anden vis. De væsentlige påvirkninger er udledninger af spildevand, okkerudsivning og udledning af miljøfremmede stoffer. En tilfredsstillende miljøtilstand kræver at vandløbenes fysiske tilstand forbedres og nedbringer tilførelsen både fra landbruget og fra spildevand.

Spildevand fra huse, gårde, sommerhuse og landsbyer, som ikke er tilsluttet kloaknettet, belaster ofte små vandløb stærkt. Spildevandet fra nogle få boliger belaste en lille bæk lige så hårdt som en hel bys spildevand belaster en stor å.

Smådyr viser tilstanden

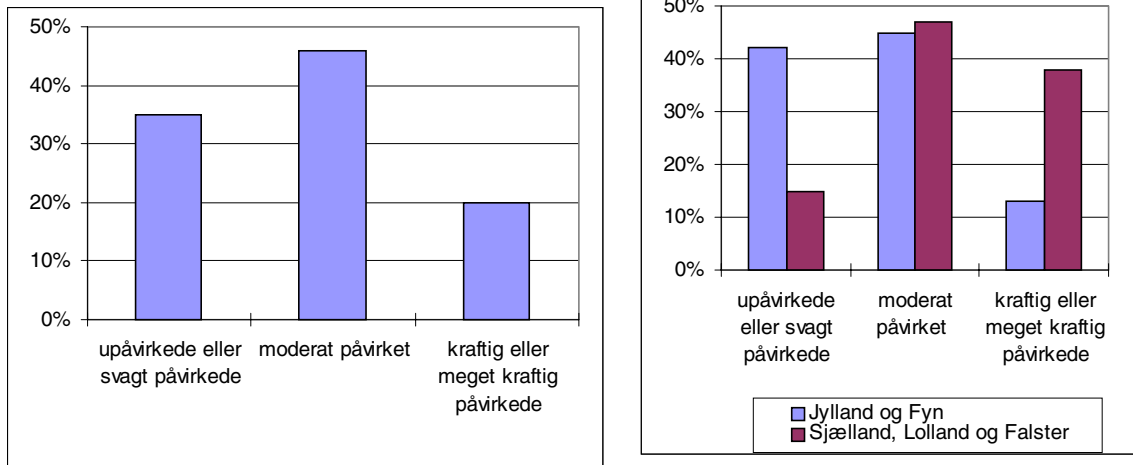
Et godt mål for den generelle vandløbskvaliteten er artssammensætningen af de smådyr, som lever i åer og bække. I vandløb med forringet kvalitet er der færre arter end normalt, og de er ofte særligt hårdføre, fx dyr, som er tilpasset dårlige iltforhold. Efter fastlagt metode, *dansk vandløbsfauna indeks*, bedømmes vandløbene i en af syv faunaklasser:

- faunaklasse 1, 2 og 3 tildeles vandløb, der er *stærk eller meget stærk påvirkede*,
- faunaklasse 4 svarer til en *moderat påvirket fauna*, mens
- faunaklasserne 5, 6 og 7 svarer til vandløb, der er *upåvirkede eller svagt påvirkede*.

Ud fra det nationale net på 1053 stationer havde 46% af stationerne en *moderat påvirket fauna* (faunaklasse 4) i 1999 (Figur 3.4.1). I disse vandløb mangler enten hovedparten af de mere krævende smådyrarter, eller de er meget fåtallige. De *upåvirkede eller svagt påvirkede* stationer udgjorde en tredjedel mens *kraftigt eller meget kraftigt påvirkede* vandløbsstationer udgjorde de resterende 20%.

Der er en tendens til, at større vandløb på over 5 meters bredde har en bedre tilstand end små vandløb. Kun 8% af de større vandløb var *kraftigt eller meget kraftigt påvirkede* mod 22% af de små vandløb.

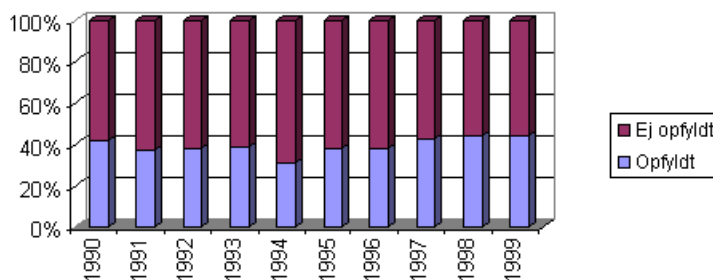
Vandløbenes miljøtilstand er bedre i Jylland og på Fyn end i den øvrige del af landet. I Jylland og på Fyn er 42% af stationerne *upåvirkede eller svagt påvirkede*, mens det er 15% for Sjælland, Lolland og Falster. De *kraftigt eller meget kraftigt påvirkede* er henholdsvis 13% og 38%. En mulig forklaring er, at vandløbene og vandføringerne er mindre øst for Storebælt, så eventuelle tilledninger, som husspildevand og landbrugsudledninger, får større betydning.



Figur 3.4.1 Biologisk vandløbskvalitet (DVFI) på 1053 stationer i 1999 fordelt over hele landet. Kilde: Bøgestrand mfl. 2000.

Udvikling i vandløbenes målsætningsopfyldelse

I de amtslige regionplaner er der fastsat målsætninger for omkring 24.000 km vandløb. Ved vandløbstilsynet i 1999 blev der ud ført tilsyn med 40% og resultaterne viste, at målsætningerne er opfyldt på ca. 43% af vandløbene (Figur 3.4.2). Igennem 1990'erne har kun omkring 40% af vandløbene opfyldt målsætningerne.



Figur 3.4.2 Udviklingen i vandløbenes målsætningsopfyldelse i perioden 1990-1999. Kilde: Wilhjem udvalget, 2001.

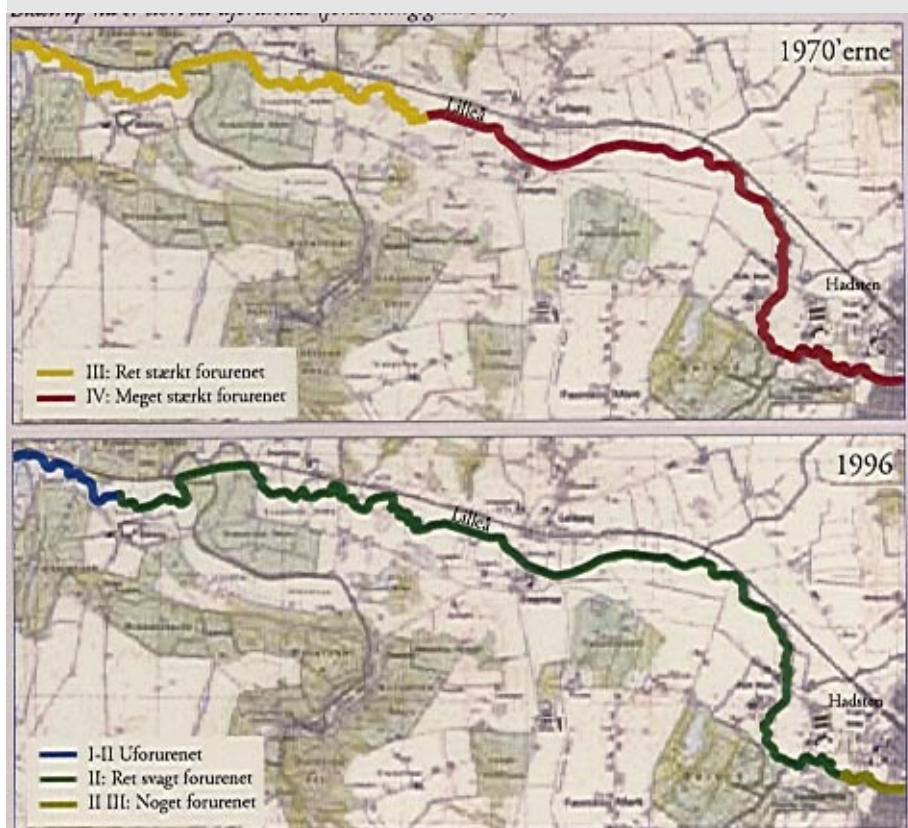
Udvikling i tilstanden

Danske vandløbs miljøtilstand er generelt blevet forbedret inden for de seneste 10-15 år. Især antallet af stærkt forurenede vandløbsstrækninger er faldet markant. Eksempelvis faldt andelen af stærkt forurenede vandløb på Fyn og i Århus Amt fra omkring 20% midt i 1980'erne til hhv. 5% for større vandløb og 12% for alle vandløb i dag (Fyns Amt, 2000; Århus Amt 2000). I dag er det især de små vandløb, der er stærkt forurenede. Også antallet af vandløbsstrækninger der vurderes okkerpåvirkede er faldet. Disse vandløb findes især i de vestjyske amter (Ringkøbing Amt).

Den forbedrede vandkvalitet især i de større vandløb skyldes mindre udledninger af iltforbrugende organisk stof fra byer, dam- og landbrug herunder færre ulovlige landbrugsudledninger af gylle, møddingsvand og ensilagesaft. I modsætning til de større vandløb er mange små vandløb stadig påvirket af dårlig rensed spildevand fra spredt bebyggelse, sommerudtørring og hårdhændet vedligeholdelse.

Hadsten Lilleå er et mellemstort tilløb til Gudenå ved Langå. Åen var i 1970'erne stærkt forurenet af dårligt rensset husspildevand, industrispildevand og ulovlige landbrugsudledninger. På flere strækninger var bunden dækket af slam og lammehaler. Forureningen fra Hadsten var særlig slem, fordi der oven i husspildevandet blev udledt spildevand fra slagteriet. På lange strækninger nedenfor byen kunne kun de mest forureningstolerante dyr leve i åen.

I begyndelsen af 1990'erne var en effektiv spildevandsrensning etableret i alle byer og landsbyer i oplandet, de ulovlige landbrugsudledninger ophørt og svineslagteriet i Hadsten lukket. Alt dette medførte en markant bedring af vandkvaliteten i Hadsten Lilleå og dele af åen er nu stort set uforurenet (*forureningsgrad I-II*).



Figur 3.4.3: Miljøtilstand i Hadsten Lilleå i 1970'erne og 1990'erne. Kilde: Århus Amt 2000.

Vedligeholdelsen af vandløb er blevet mere skånsom.

Hårdhændet grødeskæring med og opgravning af sand har stor påvirkning af planter og dyr i vandløbet. Vedligeholdelsen af mange vandløb er blevet mere skånsom i de seneste år. I 1985 havde 26% af vandløbene *ingen eller skånsom vedligeholdelse*, mens der var *hård vedligeholdelse* i halvdelen af vandløbene. I 1996 var det ændret til 52% med *ingen eller skånsom vedligeholdelse* og kun 7% med *hård vedligeholdelse*.

Vandplanter

Sammenligner man vandløbsfloraen i dag med den, som fandtes for 100 år siden, viser det sig, at mange af de arter, der tidligere var almindelige, i dag er forsvundet (Baatrup-Petersen, 2000). I 1896 blev der på 13 forskellige vandløbslokaliteter fundet 16 arter af vandaks, mens der ved en lignende undersøgelse i 1996 kun blev fundet syv arter. Antallet af egentlige undervandsplanter viser tilsvarende et markant fald i løbet af de sidste 100 år. Udviklingen har medført, at vandløbsvegetationen er domineret af færre og mere udbredte arter, som bedre tåler forstyrrelser og næringsrige forhold fx pindsvindknop, vandstjerne og vandpest.

Natur og Miljø 2001 udkast

Pesticider i vandløb

➡ *henvisning til pesticid kapitlet 4.4.*

evt. boks om Restaurering af Skjern å (mangler)

Boks om Østrogen lignende stoffer eller hanskaller skifter køn

Vort spildevand indeholder mange miljøfremmede stoffer, eksempelvis kemiske stoffer fra vaskemidler eller andre ting vi skyller ud i kloakken. En del af de miljøfremmede stoffer i spildevand nedbrydes i renseanlæggene, men noget ledes også ud til vandmiljøet.

En af effekterne af miljøfremmede stoffer kan være en hormonpåvirkning, hvor stofferne har samme effekt som det kvindelige kønshormon, østrogen. Handyr, der påvirkes af østrogen eller østrogenlignende kemikalier, kan udvikle hunlige træk i kønsorganerne.

Odense Universitet og Århus Amt har i samarbejde undersøgt kønsorganerne hos skaller på tre vandløbslokaliteter og i de to spildevandsbelastede vandløb var skallerne begyndt at danne æg i tekstiklerne¹. Tilsvarende fund er gjort i England og blandt havsnegle langs de danske kyster. ➡ *henvisning til tema 3.8 om miljøfremmede stoffer i det marine miljø*

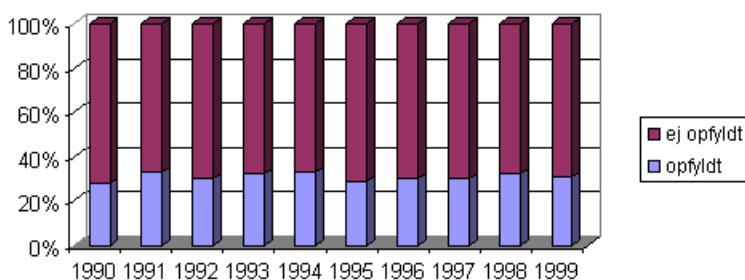
Det er endnu uafklaret, hvilke stoffer der er årsag til påvirkningen. Mistanken samler sig dels om en række organiske miljøfremmede stoffer, som ender i spildevandet, dels om p-pille-østrogener eller kvinders naturlige østrogener, som udskilles med urinen og ledes til renseanlæg.

3.5 Miljøtilstanden i søer

Danmarks søer spiller både rekreativt og landskab- og naturmæssigt en stor rolle. Der findes omkring 120.000 søer større end 100 m², størstedelen er damme og moser, og kun godt 2500 er større end 1 ha (10.000 m²). Udviklingen i antallet af søer har gennem mange år været nedadgående som følge af landbrugets og byernes udvikling. Eksempelvis faldt antallet af søer i Århus kommune fra 2735 omkring 1900 til 835 i 1980. På det seneste er udviklingen vendt da også de mindre søer er blevet beskyttet, og ved naturgenopretning er der reetableret en række søer, som tidligere var blevet afvandet. Det vurderes, at der i øjeblikket årligt gives tilladelse til anlæggelse af flere hundrede nye søer og damme om året. Dette afsnit beskriver især de større søer som overvåges af amterne.

Vandkvaliteten i hovedparten af vore søer er ringe. Vandet er ofte uklart og artsrigdommen blandt planter og dyr er generelt ringe. Planterne på søbunden er forsvundet fra mange af søerne, og i perioder kan der optræde store mængder af blågrønalg, der kan dække vandoverfladen som et malingsagtigt lag. Fiskebestanden er ofte stor og domineret af fredfisk som skalle og brasen. Der er kun få fugle, fordi fødemulighederne er dårlige.

Amterne har opstillet kvalitetsmål for de større danske søer, heraf har 37% målsætning om at søen kun skal være *svagt påvirket*. I 58% af søerne accepteres en *lidt menneskelig påvirkning*, og i 5% af søerne må i et vist omfang være *forurenede af spildevand eller landbrugsaktiviteter*. Den dårlige miljøtilstand afspejles i at i 1999 opfyldte kun ca. 30% af de undersøgte søer den fastsatte målsætning, hvilket er uforandret i forhold til tidligere år (Figur 3.5.1).



Figur 3.5.1 Udviklingen i søernes målsætningsopfyldelse i perioden 1990-1999.
Kilde: Wilhelm udvalget, 2001.

Den ringe miljøtilstand skyldes stor tilførsel af næringsstofferne fosfor og kvælstof. For at forbedre tilstanden er der gennem de sidste 20-35 år foretaget store investeringer i at nedbringe næringsstofftilførslen - ikke mindst tilførslen fra byernes spildevand.

Udvikling i søernes vandkvalitet

Vandets gennemsigtighed er en god indikator for en søs miljøtilstand. I rene søer er sigtbarheden om sommeren over to meter. Det er en sjældenhed i Danmark. Omkring 60% af søerne har en sigtddybe på under en meter og kun 25% har en sigtddybe på mellem en og to meter. Kun 15% af søerne har rimeligt klart vand. I upåvirkede danske søer, fx i skov- og naturområder er koncentrationen af fosfor typisk under 0,01-0,02 mg P/l. I dag er koncentrationen i mere end halvdelen af søerne højere end 0,15 mg P/l. Det betyder, at der kommer meget planteplankton og vandet bliver uklart og grumset.

Ud fra gamle forskningsartikler ved man, at for blot 60-80 år siden var de danske søer langt mere klarvandede og havde et væsentlig mere varieret plante- og dyreliv end i dag. Eksempelvis havde de lavvandede søer bunden dækket af vandplanter. I dag er planterne forsvundet i hovedparten af de lavvandede søer.

Siden 1970'erne er der dog sket en vis forbedring i tilstanden: Spildevandet bliver rensat bedre, og fosfortilførslen til danske søer er derfor blevet meget mindre. Koncentrationen af fosfor i det vand, der løber til søerne, er gennemsnitligt mere end halveret i perioden 1989-1999. Dette har betydet, at fosforindholdet i søvandet er faldet i samme periode (Figur 3.5.2).

Faldet i fosforindholdet i søvandet har betydet, at søerne er blevet mere klarvandede. Sigtedybden er fx ændret fra 1,45 m i 1989 til 1,7 meter i 1999. Forbedringer i søernes sigtdybder har dog endnu ikke ført til flere undervandsplanter, mere dyreplankton eller flere rovfisk som gedde og aborre, der også er indikatorer for en god miljøtilstand i søerne.



Figur 3.5.2: Udvikling i gennemsnitlig fosforkoncentration og sigtedybde i overvågningssøerne, 1989-1999. Kilde: Jensen mfl. 2000.

Fosfortilførslen til nogle af søerne er stadig for høj. I andre søer er en del af den fosfor, der er ledt til søen igennem tiderne, ophobet i søbunden og frigives herfra og påvirker miljøtilstanden. I nogle tilfælde kan det være nødvendigt med yderligere indgreb for at mindske tilførslen af næringsstoffer specielt fra spredt bebyggelse og dyrkede arealer.

Brabrand Sø er en lavvandet sø på ca. 1,5 km², der ligger umiddelbart vest for Århus i den nederste del af Århus Å's vandløbssystem. Næringsstofftilførslen er steget jævnt i de sidste 100 år og i starten af 1980'erne blev der tilført omkring 100 ton fosfor til søen om året. Disse store tilførsler medførte, at Brabrand Sø blev og fortsat er meget næringsrig.

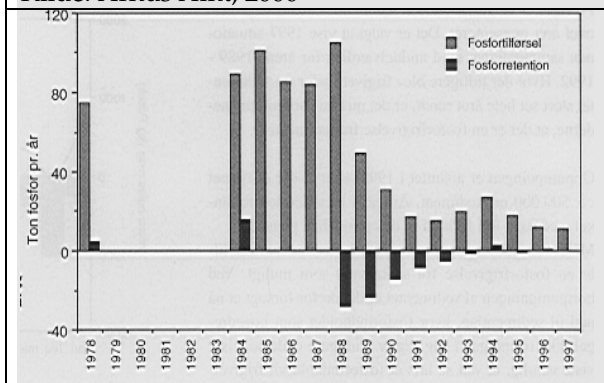
Fra midten af 1980'erne blev forskellige tiltag gennemført for at ændre tilstanden i søen. Ved at indføre fosforfjernelse på alle større rensningsanlæg i oplandet til søen blev fosfortilførslen til søen nedbragt. Man forsøgte også at fjerne den del af søbunden, som indeholdt de største fosformængder. Som følge af forbedret spildevandsrensning har fosfortilførslen siden 1990 varieret mellem 10 og 20 tons om året eller 10-20% af tilførslen i 1970 og 1980'erne.

Tilstanden i søen

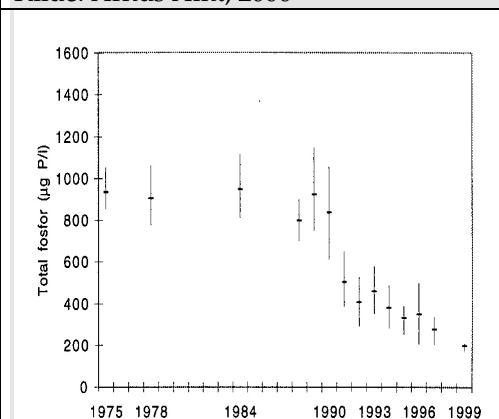
Selvom der nu ikke længere tilføres så store fosformængder, er søen fortsat domineret af mange alger og uklart vand. Sigtedybden i sommerperioden har i de sidste 10-20 år været mindre end 0,5 m. Der er ingen undervandsplanter, men en stor bestand af fredfisk (skalle og brasen).

Fosforkoncentrationen i søvandet er faldet jævnt igennem de sidste ti år. Før 1990 var den gennemsnitlige fosforkoncentration i sommermånederne omkring 1000 µg P/l, mens niveauet i 1999 var omkring 200 µg P/l. Fosforkoncentrationen er dermed fortsat for høj, ikke tilfredsstillende og der er rigelige fosformængder til stede i søen stort set hele året rundt.

Figur: 3.5.3: Tilførsel af fosfor til Brabrand Sø, vest for Århus, 1978-1997 *kun tilførsel*
Kilde: Århus Amt, 2000

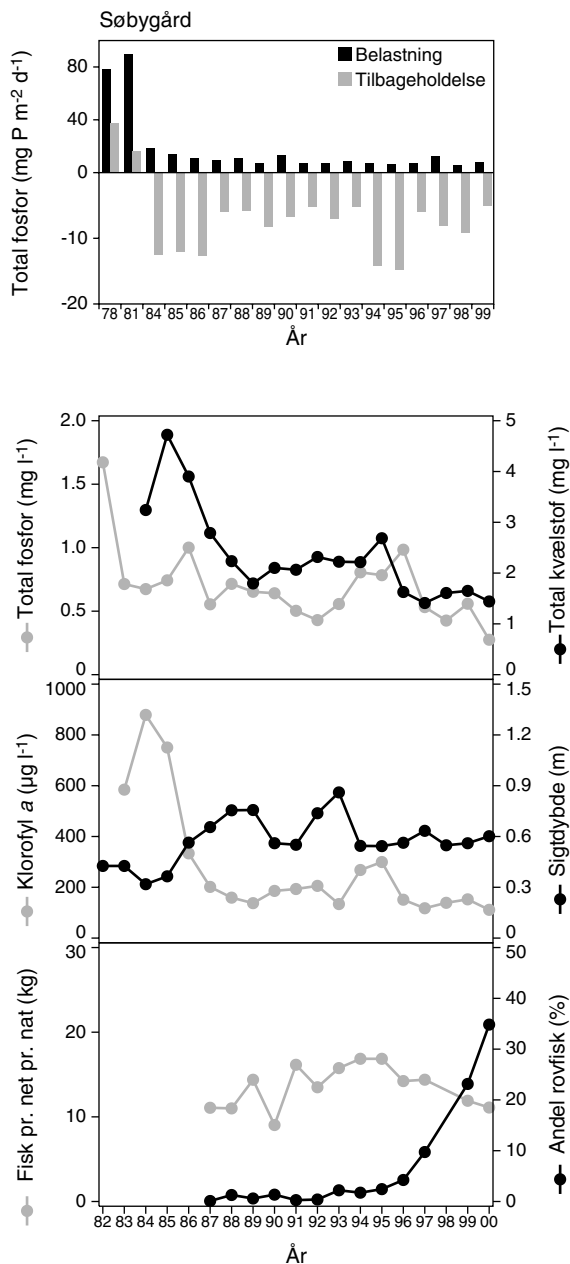


Figur 3.5.4: Udvikling i søvandets koncentration af fosfor, 1975-1999
Kilde: Århus Amt, 2000



Søbygård Sø ved Hammel (søareal 29 ha, middeldybde 1 m) er et velstuderet eksempel på søers respons på en formindskelse i næringsstofftilførslen. Søen blev op gennem 1950'erne og 1960'erne tilført store mængder kun mekanisk rensset spildevand fra Hammel. I 1970'erne forekom hyppig fiskedød i søen på grund af stor iltforbrug. I 1976 blev der etableret biologisk rensning på spildevandsanlægget, det blev i 1982 fulgt op af fosforfjernelse. Det sidste medførte et drastisk fald i fosfortilførslen til søen (Figur 1), der senere blev efterfulgt af en reduktion i kvælstofftilførslen i 1987 efter lukning af slagteriet i Hammel.

Figur 3.5.5: Udvikling i fosfortilførsel, fosfor og kvælstofkoncentration, klorofyl og sigtddybde samt fisk i Søbygård Sø. Kilde: Jeppesen mfl.



Det markante fald i fosfortilførslen førte kun til et langsomt fald i fosforkoncentrationen i søen (Figur 2), fordi en del af den fosfor, som var blevet akkumuleret i søbunden nu blev frigivet. Frigivelsen har været så stor at søens fosforbalance har været negativ i foreløbigt 19 år (Figur 1), dvs. der løber mere fosfor ud af søen end den modtager. I

Modelberegninger har vist at overskudspuljen i søbunden først vil være endeligt udtømt i 2016 – altså hele 34 år efter at tilførslen blev nedsat. Det på trods af at søen er hurtigt gennemstrømmet med en vandopholdstid på blot en måned. Omvendt synes faldet i koncentrationen af kvælstof at følge faldet i tilførslen til søen uden tidsforsinkelse.

Der er begyndt at ske ændringer i søens biologiske tilstand. Mængden af alger – målt som algepigmentet klorofyl er faldet en smule og vandet er blevet lidt mere klarvandet (Figur 3).

Desuden er fiskebestanden ændret markant. Mens der kun er sket et mindre fald i den samlede fangst af fisk, er der sket en markant forøgelse i andelen af rovfisk fra næsten ingen til nu 34% af den samlede fangst (Figur 4). Rovfiskenes andel er nu så høj, at de i væsentlig grad regulerer byttefiskene, som især består af skaller. Blandt rovfiskene er aborre dominerende, men også gedde og sandart forekommer i et pænt antal. En sådan forøgelse i rovfiskenes andel af fiskebestanden er også konstateret i en række andre danske søer efter at fosfortilførslen er reduceret.

Med den markante stigning i rovfiskenes andel især i de seneste to år er der håb om at vilkårene snart forbedres for det større dyreplankton, fordi mængden af dyreplanktonædende skalle mindskes. Med mere dyreplankton øges græsningen på algerne og dermed bliver vandet lidt mindre grumset. Men der er behov for en yderligere reduktion i fosfortilførslen, hvis søen skal skifte til en stabil klarvandet tilstand med mange bundplanter og en tæt bestand af vandfugle. En sådan tilstand kendetegnede søen i den første halvdel af det sidste århundrede viser undersøgelser af forskellige biologiske rester i søbunden.

3.6 Kystnære og marine områder

Overordnet kan de indre danske farvande karakteriseres som lavvandede og lagdelte. Af Danmarks samlede havareal på 105.000 km² har knap 33.000 km² har dybder mindre end 20 meter. Af områder under 20 m ligger mere end 75% inden for Skagen, hvor de udgør omkring 56% af arealet.

Fersk overfladevand flyder ud, mens mere salt bundvand strømmer ind. I perioder kan der være lagdeling af vandmassen og iltforholdene ved bunden kan være påvirkede. I de næringsrige, lavvandede og lagdelte kystnære farvande giver en rigelig produktion af planktonalger og en ofte frodig plantevækst på bunden ideelle betingelser for relativt mange arter af dyr.

Havets naturtilstand er siden begyndelsen af forrige århundrede ændret på en række områder. Siden midten af 1950'erne har en række, primært menneskeskabte påvirkninger, mindsket havbundens planter og ændret havbundens dyresamfund. I dag er der dog sket en stabilisering af planternes dybdeudbredelse. De fleste bestande af havpattedyr (sæler, marsvin) og fugle er stabile, men meget følsomme overfor påvirkninger. Mange af de kommercielt udnyttede fiskebestande er kraftigt overfisket. ➔ *henvisning til afsnit om fiskeri 1.5.2*

Størstedelen af de danske fjorde og kystnære områder har ikke den miljøkvalitet, som amtsrådene har besluttet, de bør have. Det er især forekomsten af iltsvind, de store mængder af forureningstolerante alger og masseopblomstringer af planktonalger, der hindrer, at miljøkvaliteten kan siges at opfylde målsætningerne.

Farvandene omkring Danmark udviser stor følsomhed overfor variationer i klimaet fra år til år. Det generelt høje niveau af næringsstoffer betyder, at der er potentiale for massive algeopblomstringer, og der kan udvikles iltsvind, når de rette klimatiske forhold er til stede. Igennem den seneste årrække har observationerne vist, at havmiljøet forværres i år med megen regn, og dermed øget tilførsel af næringsstoffer, og i år med lange vindstille perioder om sommeren, mens der i de tørre år 1996 og 1997 sås betydelig forbedringer.

I perioden efter Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 er der positive udviklingstendenser. Mest markant er de faldende fosfatkoncentrationer, men også mængden af alger i de frie vandmasser har vist tendens til fald. På nuværende tidspunkt er målsætningerne for kystnære områder ikke opfyldt, ligesom tilstanden i de åbne havområder kan forbedres. For at opnå yderligere forbedring af havmiljøet er det nødvendigt at nedbringe tilførslen af kvælstof, således som det er målene i Vandmiljøplanerne. ➔ *henvisning til temakapitel 3.7 om Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II*

Påvirkning af miljøtilstanden i havet og de kystnære områder

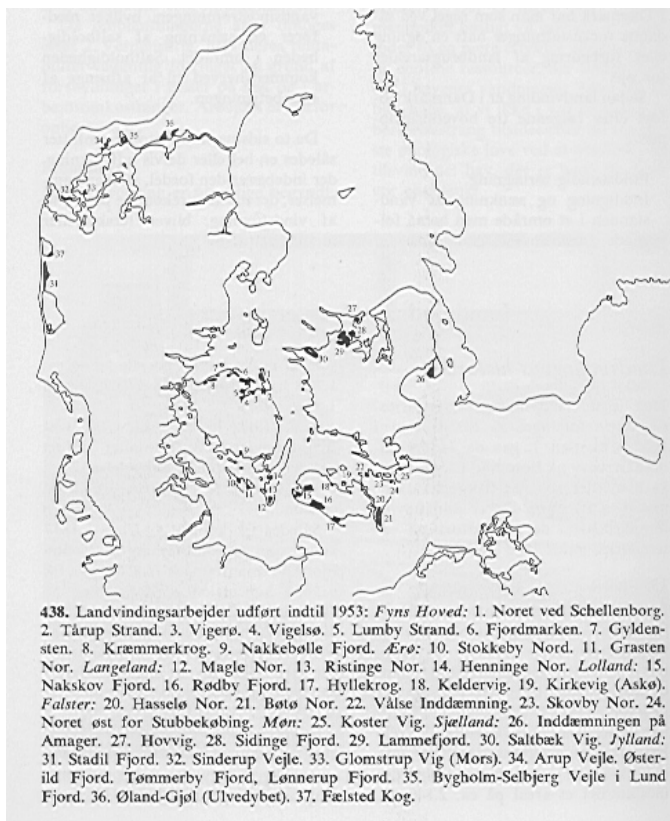
Havets natur og biologiske mangfoldighed påvirkes af en lang række menneskelige aktiviteter. De naturlige marine biotoper, specielt i de kystnære dele af havområdet, er blevet reduceret. Det er sket som følge af forhold som inddragelse af lavvandede havområder til land, ændring af havbunden i forbindelse med råstofindvinding og anlægsaktiviteter samt ændringer af kystområderne. Derudover kan fiskeriet og den store skibstrafik i de danske farvande påvirke natur- og miljøtilstanden. Tilførsler af næringsstoffer og miljøfremmede stoffer har også stor indvirkning på havmiljøet. I det følgende gennemgås de vigtigste påvirkninger.

Skibstrafik. De danske farvande er blandt verdens mest trafikerede. Søfart påvirker i større eller mindre grad de marine naturtyper fysisk gennem støj, forstyrrelse, omrøring af vandmassen og kemisk gennem påvirkning fra bundmaling, olieudslip samt biologisk ved tilførsel af fremmede organismer.

I de tilfælde hvor sejlads med hurtigfærger berører væsentlige raste- og fourageringsområder for vandfugle kan det være en trussel mod disse arter. Det gælder i perioder, hvor de fælder og ikke har mulighed for at flyve bort fra sejlruten, og i vinterperioden, hvor fourageringsperioden er så kort, at alle lyse timer er af vital betydning for artens overlevelse. Der er i de danske farvande tilladelse til ca. ti hurtigruter, hvoraf nogle kun besejles om sommeren.

Forurening med affald langs de store skibsruter er et stigende problem, ikke mindst fordi en væsentlig del består af plastic og syntetiske stoffer, der er langsomt nedbrydelige. I visse områder består 90% af affaldet af plastic. Affaldet føres med havstrømmene og koncentrerer lokalt, så det kan skade især vandfugle, ved at de fx vikles ind i net og tovværk eller sluger forskelligt affald.

Landvinding, anlæg og anlægsaktiviteter. De kystnære lavvandede havområder er gennem tiden reduceret, dels ved inddæmninger til landbrugsformål, dels ved opfyldninger til især infrastruktur- og industrianlæg. Ved inddæmninger er der de seneste ca. 250 år inddraget 45.000 ha (et areal svarende til Falster). Omkring 20 % af de lavvandede områder med vandybder på mindre end 2 m er således blevet inddraget. Landvindingsprojekterne har medført, at 140 små øer og holme er blevet landfaste og kystlinien er reduceret med 14% fra 8.000 til 7.000 km (Figur 3.6.1). Derved er udbredelsen af naturlige marine biotoper i produktive fjorde og vige med et righoldigt dyre og planteliv blevet reduceret væsentligt. Hovedparten af de inddæmmede arealer er først bragt i intensiv kultur efter 2. verdenskrig. Intensivt landbrug dominerer stadig anvendelsen af de inddæmmede arealer, selvom der foregår en løbende ekstensivering som et resultat af støtte til miljøvenligt jordbrug (MVJ) og naturgenopretning. Denne ekstensivering må forventes at forsette som et led i opfyldelsen af målsætningerne i Vandmiljøplan II. Ved nogle inddæmninger, navnlig hvor en fuldstændig tørlægning er opgivet, er der imidlertid skabt vigtige biologiske og rekreative områder, f.eks. Vejlerne, Saltbæk Vig og Vestamager (Figur 3.6.1 nr. 34, 35, 30 og 26).



Figur 3.6.1: Landvindingsarbejder udført indtil 1953. *Figuren vil blive opdateret*
Kilde Danmarks Natur bind 3.

Råstofindvinding på havet ➔ henvisning til afsnit om råstofindvinding og reduktion i nedenstående Tidligere foregik råstofindvindingen på havet frit, bortset fra kystnære områder, hvor der var forbud, og andre særlige områder. Råstofloven fra 1997 medførte, at der i dag kræves tilladelse fra Skov- og Naturstyrelsen, og at indvindingen skal foregå i afgrænsede og miljøvurderede områder.

Indvinding af råstoffer på havet foregår fra ca. 150 udlagte afgrænsede indvindingsområder. Det samlede areal af de udlagte områder er ca. 1.000 km², men under 1% af arealet berøres af aktuel indvinding. En del områder har regional betydning og har været kraftigt udnyttet i en længere årrække. Hvis der er tale om store råstofindvindinger skal der gennemføres en omfattende Vurdering af Virkninger på Miljøet (VVM), som skal i offentlig høring inden tilladelsen gives.

Ved store anlægsarbejder, der må antages at påvirke miljøet i væsentlig grad, skal der efter planloven udarbejdes en såkaldt VVM-redegørelse (VVM = Vurdering af Virkninger på Miljøet). Denne består af en beskrivelse af anlægget med retningslinier for beliggenheden og udformningen. I den forbindelse opstilles en række vilkår til sikring af miljøet i bred forstand.

Som eksempel kan nævnes Øresundsforbindelsen og byggeriet af metrobanen i København. Man har her bl.a. stillet vilkår om maksimale sænkninger af grundvandsstanden - både af hensyn til risikoen for indtrængning af salt vand i grundvandsmagasiner i området og af hensyn til risikoen for sætningsskader på ældre bygninger.

Indvinding foregår normalt på dybder fra 6 m ud til 20-25 m. Påvirkningen ved råstofindvinding afhænger af områdets karakter og indvindingsmetoden. Indvindingen fjerner plante- og dyrelivet, der hvor der suges, med ændring af bundforholdene som følge. Der sker også en ophvirvling af finkornede partikler i vandmassen, som nedsætter lysgennemtrængeligheden og som senere igen aflejres på havbunden i og uden for indvindingsområdet. Plantesamfund og gydepladser for visse fiskerarter, fx sild og tobis, kan blive ødelagt pga. ændrede bundforhold.

Indvinding af sten. De danske stenrevs biologiske betydning vurderes normalt højt, fordi de indeholder meget artsrige plante- og dyresamfund, og fordi de har betydning både for livet i de tilstødende frie vandmasser omkring revene og for visse havfugles fødesøgning. Stenfiskeri påvirker direkte livsgrundlaget for hårbundsplanter og dyr ved at fjerne det substrat, de hæfter sig til. Der foreligger ikke data fra de store byggeperioder i 1960'erne, men et meget forsigtigt skøn anslår, at stenfiskeri i de danske farvande har fjernet 15 km² hård bund. Indvindingen tilbage i 1960'erne foregik altovervejende på vanddybder under 10 m, og specielt huledannende rev (stenrev, hvor stenene ligger stablet) var eftertragtede. Denne naturtype er i dag meget sjælden.

Indvinding af sten er restriktivt reguleret og indvindingen kan kun foregå fra 18 udlagte indvindingsområder, med et samlet areal på 101 km². For hvert område er der fastsat en maksimal samlet kvote på 15.500 m³. Kvoten for stenfiskeriet nedskrives løbende.

Evt. Boks om stenrevs dyre og planteliv fra DMU nyt juni 2001.

se http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_dmunyt/2001-2/underhavet.asp

Vindmøller ➔ henvisning til energikapitel 1.3. Regeringens energihandlingsplan, Energi 21, forudsætter, at der skal opstilles 4000 MW vindkraft på havet inden 2030. De fem planlagte demonstrations-vindmølleparker, som etableres på havet de kommende år, vil med den foreslåede udformning tilsammen udgøre 450 møller og dække et areal på omkring 150 km².

Udflytning af vindmøller fra land til havet kan påvirke fugle og pattedyr pga. forstyrrelser i anlægs- og driftsfasen på samt medføre kollisionsrisiko, ændringer i sedimentation, vegetation, bundfauna og påvirke fiskebestande. Etablering af vindmøller på havet forudsætter udarbejdelse af den førnævnte VVM-vurdering.

Havne, broer, dæmninger og kystbeskyttelses anlæg dækker store arealer langs de danske kyster. I det sidste 10-15 år har der været fokus på miljø- og naturpåvirkningen ved anlægsarbejdet til Storebælt og Øresundsforbindelsen.

Boks De faste forbindelser

I juni 2000 blev den faste forbindelse over Øresund sat i drift. I år 2000 blev der gennemført omfattende undersøgelser i anlægsområdet af bundvegetation, blåmuslinger, edderfugle, grågæs og svaner samt kystmorfologi. Sammenlagt viser undersøgelserne, at der kun har været små påvirkninger af miljøforholdene. De registrerede påvirkninger overskrider ingen af de etablerede kriterier for anlægsarbejdernes indvirkning på miljøtilstanden. Endvidere viser resultaterne af to uafhængige tredimensionale beregningsmodeller, at der er sikret en uændret vandgennemstrømning i Øresund og uændret ilt- og salttilførsel til Østersøen (den såkaldte nul-løsning).

I juli 1998 blev Storebæltsforbindelsen indviet. De foreløbige resultater blev vurderet i 1997 af Det internationale ekspertpanel for Storebælt. Det fremgik heraf, at planter og dyr i det store og hele var kommet tilbage til de områder, hvor der havde været påvirkninger og at de resterende jordarbejde ikke kunne forventes at ændre væsentligt på dette. Undervejs var forekomsten af blåmuslinger kraftigt påvirket. Mængdemæssigt er status quo for blåmusling og ålegræs blevet genetableret selvom forekomsterne er anderledes end før. Den endelige rapportering for de biologiske forhold ventes at foreligge i 2001.

Ved store anlægsarbejder, der må antages at påvirke miljøet i væsentlig grad, skal der efter planloven udarbejdes en vurdering af virkninger på miljøet. Denne består af en beskrivelse af anlægget med retningslinier for beliggenheden og udformningen. I den forbindelse opstilles en række vilkår til sikring af miljøet i bred forstand.

Som eksempel kan nævnes Øresundsforbindelsen og byggeriet af metrobanen i København. Man har her bl.a. stillet vilkår om maksimale sænkninger af grundvandsstanden - både af hensyn til risikoen for indtrængning af salt vand i grundvandsmagasiner i området og af hensyn til risikoen for sætningsskader på ældre bygninger.

Den frie kystdynamik er begrænset på en stor del af kysten på grund af forskellige former for kystbeskyttelse. Kystdirektoratet har opgjort, at ud af de ca. 5.883 km indre danske kyster er der diger på mere end 934 km, og skræntfodsbeskyttelse og stenrækker på ca. 700 km. Det svarer til, at 28% af kyststrækningen er beskyttet. Derudover er der 13.000 høfder, bølgebrydere mv. og 6.000 ydermoler og andre bygværker. Disse modificeringer af kystområderne medfører ofte både ændringer af værdifulde habitater og forstyrrelser af økologiske funktioner.

Olie- og gasproduktion ➔ *henvisning til energikapitel 1.3*

Der er i øjeblikket godt 40 olie- og gasproduktionsplatforme danske sektor i Nordsøen. Her til er der knyttet forskellige faciliteter, interne rørledninger og tre ilandføringsrørledninger.

Der sker en påvirkning af vand, dyr og planter i havet omkring platformene både i efterforsknings- og produktionsfasen. Påvirkningen stammer især fra udledning produkti-

onsvand med rester af olie og produktionskemikalier til havet. Der anvendes årligt omkring en million tons kemikalier ved offshore-aktiviteterne i Nordsøen, hvoraf omkring 50.000 tons anvendes i den danske del. Størstedelen er harmløse, men en mindre del, bl.a. olien og tungmetaller, er miljøskadelige.

Boks Olieforurening

Olieforureninger kommer dels fra regulære ulykker, fx grundstødninger, dels fra ulovlig udslip af spildolie fra tankskibe. Udtømninger af olieaffald i havet er forbudt overalt i danske farvande, og det kræves, at havnene kan modtage olieaffald.

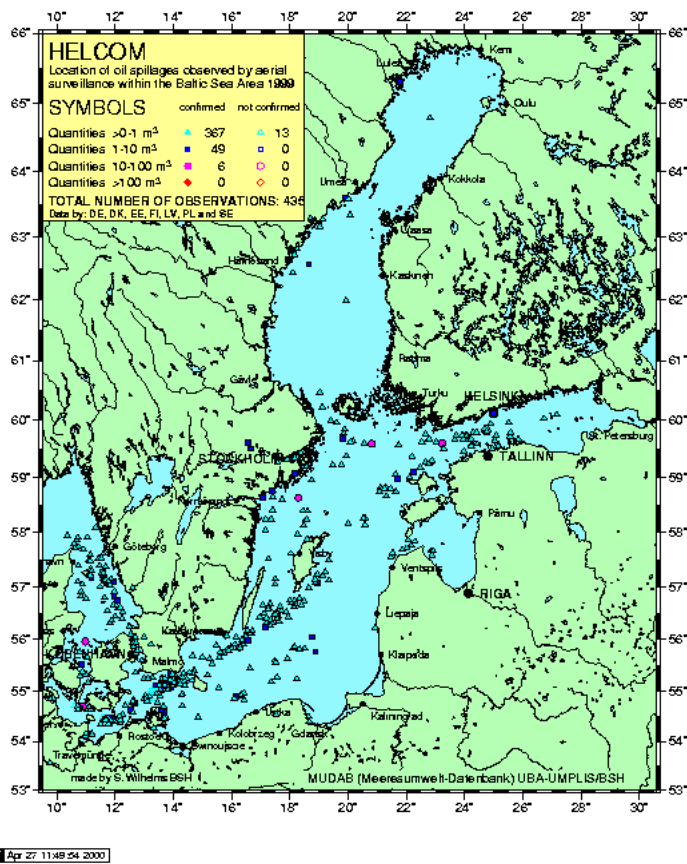
Det er ikke muligt at sætte eksakte tal på de mængder olie, der bliver ulovligt udledt i danske farvande hvert år. Det er dog muligt at belyse problemets omfang med eksempler, der siger noget om antal og fordeling af olieforureninger gennem årene.

Statens og kommunernes udgifter til strandrensning af olie varierer meget fra år til år. I 1995 og 1999 blev der samlet brugt omkring fire og fem mio. kr. til miljøopgaven. I 1996 og 1997 var den årlige udgift omkring 1,5 mio. kr., mens udgifterne i 1998 og 2000 lå mellem 0,8-0,9 mio. kr.

Antallet af meldinger om olieforurening i de danske farvande til SOK været ret konstant i de sidste 5-10 år. Der kommer omkring 400 meldinger om året - på trods af en stigende skibstrafik. Antallet af meldinger kan ikke umiddelbart anvendes som en indikator for, at der eksisterer et alvorligt problem med olieforurening i Danmark. Som regel drejer over halvdelen af alle observationerne sig enten om let olie eller diesel, der fordamper eller mudder, alger eller strømskel, hvor det altså viser sig at være falsk alarm.

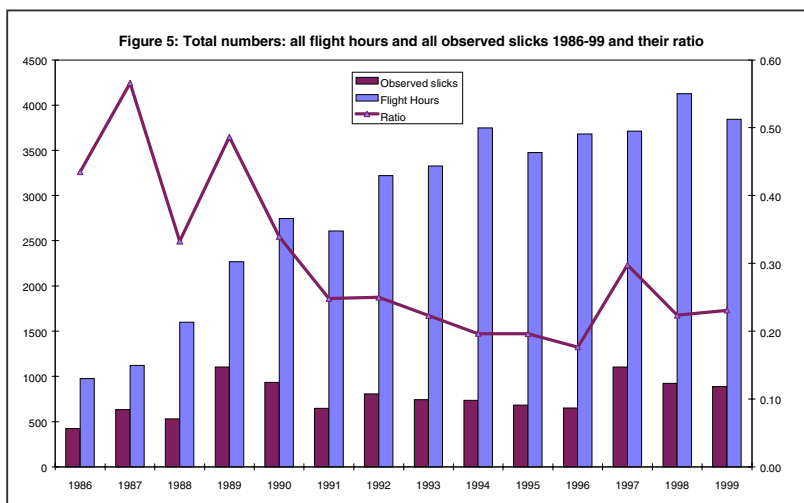
I følge HELCOM (Helsinki-kommissionen for Østersøens havmiljø) blev der i 1999 registreret 435 oliepletter i Østersøen. De fleste langs den tungt trafikerede skibsrute, som passerer gennem Øresund og de danske bæltter, og syd om Gotland på vejen til Finske vigen og Rigabugten (se kort 1).

I Nordsøen er der gennem 1990'erne årligt observeret mellem 500-1000 oliepletter. Da flyovervågningen i samme periode er firedoblet, kan resultaterne tolkes som en nedgang i antallet af olieforureninger. I 1999 blev der observeret 840 oliepletter (se kort 2).

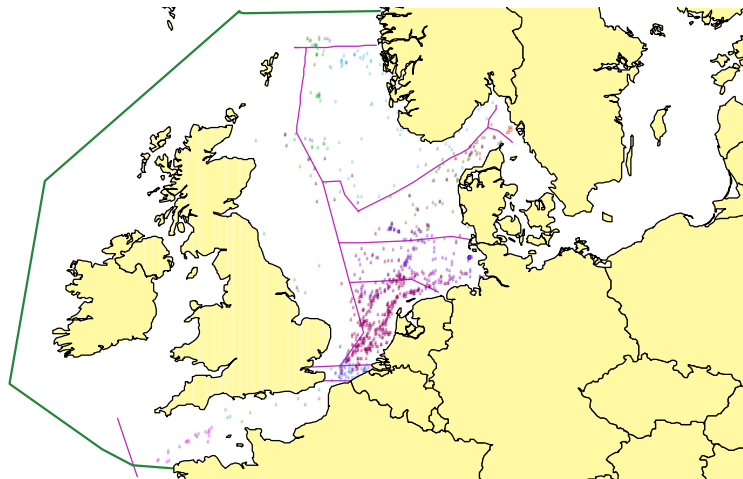


Kort 1: Observerede olieforureninger i Østersøen i 1999

Kilde: <http://www1.bsh.de/Oceanography/DOD/OilObservations/index.htm>



Figur: Udvikling i antal observerede olieforureninger i Nordsøen, 1986-1999,
Kilde: Bonn Agreement Aerial Surveillance Programme, Annual report on aerial surveillance for 1999.)



Kort 2: Observerede olieforureninger i Nordsøen i 1999

Source: Bonn agreement <http://www.bonnagreement.org/eng/html/welcome.html>

Både i 1998 og 2001 oplevede Danmark store olieforureninger. I januar-marts 1998 blev Vadehavet og den jyske vestkyst ramt. I marts-april 2001 blev Møn, Bogø og Nordfalster ramt af olieforurening fra skibskollision i Kadetrenden.

Når olien forurener vores kystområder og strande går det ud over områdernes rekreative værdi, og det kan påvirke turisterhvervene i regionen. Olie i naturen kan også forårsage store skader på økosystemer, dyr og planter. Mest kendt er effekten på havfugle, hvor fjerdragten danner et effektivt vandskyende og varmeisolerende lag. Når en fugl kommer i berøring med olie, ødelægges dette beskyttende lag og fjere klister sammen.

Lavvandede områder, som om sommeren er meget produktive og hjemsted for fiskeyngel, er sårbare over for olieforurening. Om vinteren huser de danske farvande store bestande af især dykænder, på et tidspunkt, hvor de er følsomme over for olieforurening. Således registreres fugledød som følge af olieforurening næsten udelukkende i vinterhalvåret fra oktober til april. Forureningen rammer især edderfugl, sortand, fløjlsand og havlit.

I forhold til 1970'erne, hvor der muligvis omkom op mod 100.000 fugle, er antallet af omkomne fugle som følge af olieforureninger faldet betydeligt. Olieforurening udgør derfor næppe længere en egentlig trussel mod bestandene, men udgør fortsat et dyreværns mæssigt problem. For eksempel omkom op til 20.000 sortænder i forbindelse med en olieforurening i januar-marts 1998 og omkring 3500 fugle ved olieforureningen april 2001 på Møn, Bogø og Nordfalster.

En undersøgelse over antallet af olieindsmurte fugle i perioden fra 1984 til 1995 viser, at der er sket et fald i antal olieindsmurte fugle i Østersøen og i Kattegat. Der er ikke konstateret et tilsvarende fald i Skagerrak og Nordsøen.

Boks slut.

Fiskeriets største påvirkning af marine økosystem er fangst af målarter, påvirkning af havbundene med bundslæbende redskaber og udsmid og fangst af ikke målarter. Mange fiskebestande i Nordsøen, Kattegat og Østersøen er overfisket. Det kan, hvis udviklingen fortsætter, føre til kollaps af en række fiskebestande. ► henvisning til afsnit om fiskeri 1.5.2

Saltvandsbaseret fiskeopdræt.

Miljøeffekter knyttet til havbrug knytter sig især til lokalområderne og brugenes nærområder. På grund af spild af næringsstof og især organisk stof ændres havbunden ofte omkring brugene, og i værste fald kan der opstå områder med død havbund. ► henvisning til afsnit om fiskeri 1.5.2

Eutrofiering

Blandt de vigtigste miljøproblemer i havet er eutrofiering som følge af for stor udledning af næringsstoffer (kvælstof og fosfor). Næringsstofferne tilføres havet især med ferskvandsafstrømningen fra land og via atmosfærisk nedfald på havoverfladen, men også fra direkte udledninger af spildevand og fra tilstødende farvande.

Effekten af eutrofiering er en forøget produktion af planteplankton i de varme sommermåneder, der undergår en nedbrydning i sensommeren under stort forbrug af ilt. Under uheldige vejræssige omstændigheder, karakteriseret ved høje temperaturer og ringe vind, vil dette sænke iltkoncentrationen til så lave niveauer, at faunaen ikke kan overleve, sådan som det fx skete i Mariager Fjord i august 1997. De forøgede næringsstofmængder forrykker konkurrencevilkårene til fordel for hurtigt voksende trådalger, nedsætter vandets lysgennemsigthed og forringer vilkårene for de flerårige bundplanter.

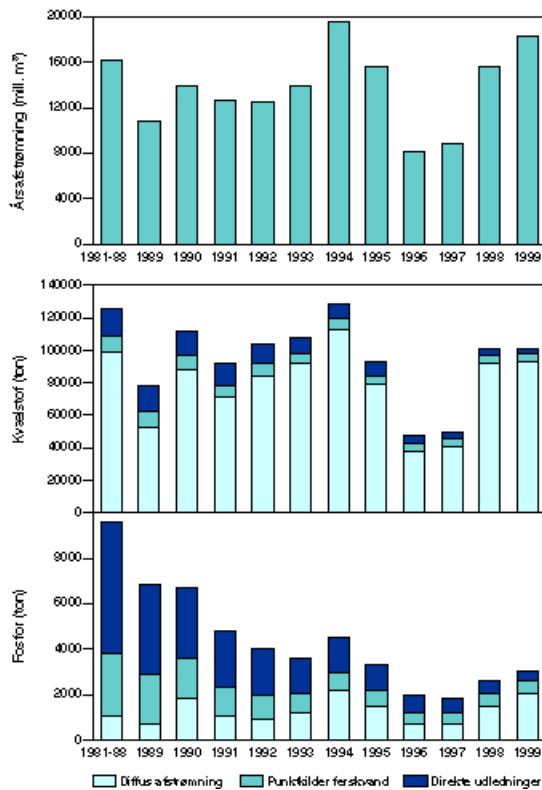
De seneste 10-15 års undersøgelser har dokumenteret effekter, som iltsvind, masseforekomster af plante- og dyreplankton, reduktioner i bundplanter og en ændret biologisk struktur i de påvirkede samfund.

Tilførslen af fosfor og kvælstof til havet fra de danske landområder, er, særligt fra 1950'erne og frem, forøget som følge af øgede spildevandsudledninger og landbrugsproduktion. Det danske bidrag til næringsstofkoncentrationen i de indre danske farvande er således stort og målbart, specielt i områder med stor tilstrømning af ferskvand.

Koncentrationen af kvælstof i fjorde og kystnære områder er generelt høj og ofte væsentligt forhøjet i forhold til de åbne områder. Koncentrationerne af næringsstofferne i de indre danske farvande ligger langt over det naturlige baggrundsniveau, på trods af den store vandgennemstrømning mellem Østersøen og Nordsøen.

Der er en tæt kobling mellem størrelsen af nedbøren, ferskvandsafstrømningen fra land og tilførsel af kvælstof til de kystnære områder (Figur 3.6.2). I gennem 1990'erne har den årlige tilførsel ligget omkring 100.000 tons kvælstof. I våde år som 1990, 1994, 1998 og 1999 har tilførslen været højere end normalt, mens den i tørre år som 1996 og 1997 kun var omkring halvdelen.

Ud over tilførsel af kvælstof fra afstrømningen, får det danske havområde også tilført en mængde af samme størrelsesorden ved nedfald fra luften. I de åbne farvande er dette en betydelig del af den samlede tilførsel. I Kattegat betyder det således en tredjedel i forhold til de landbaserede bidrag, hvorimod det for de kystnære farvande kun udgør en mindre del.



Figur. 3.6.2. Ferskvandsafstrømning samt tilførsel af kvælstof og fosfor til havmiljøet i perioden 1989 til 1999. Kilde: Bøgestrand mfl. 2000 - *evt. markere atmosfærisk N-deposition som kurve på kvælstoffigur*

Tabel 3.6.1: Den beregnede totale kvælstofdeposition til danske farvande i perioden 1989 til 1999. Enhed: 1000 tons kvælstof. Kilde: Ellermann et al.(2000).

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Alle farvande	93	105	93	90	77	90	79	85	96	105	120

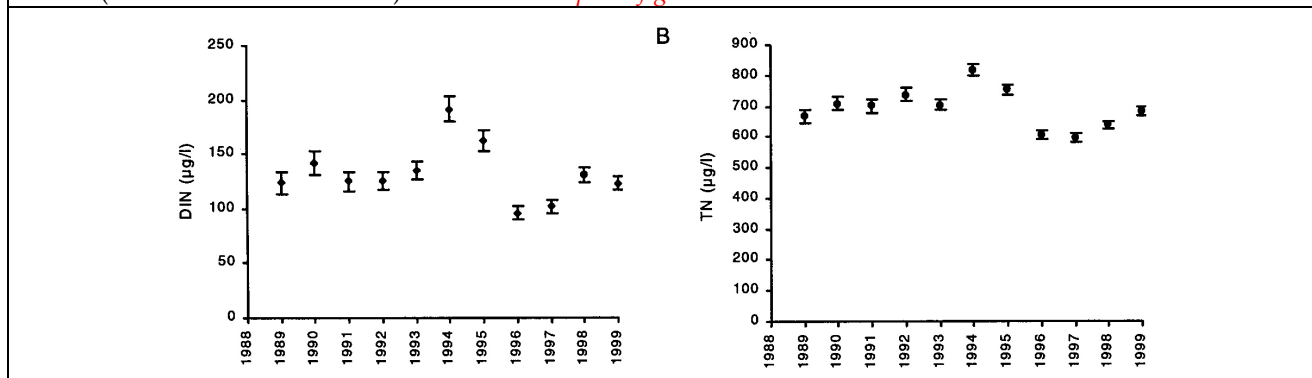
Tilførslerne af fosfor har været markant dalende gennem de seneste ti år, hovedsageligt på grund af en bedre spildevandsrensning. I de kystnære farvande er der konstateret et markant fald i koncentrationerne og tydelige forbedringer i den biologiske tilstand. I de åbne farvande er det usikkert om hvorvidt nedgangen i fosforkoncentrationen skyldes mindre udledninger eller ændrede iltforhold i Østersøen.

Vandfasens indhold af næringsstoffer

Koncentrationen af kvælstof i fjorde og kystnære områder har været nogenlunde konstant igennem 1990'erne, lidt lavere i år med lille tilførsel fra land som 1996 og 1997 og ekstra høj i år med stor tilførsel fra land som 1994 (Figur 3.6.3). I de åbne farvande er der kun observeret mindre ændringer mht. kvælstofkoncentrationer (nitrat og total kvælstof).

Figur 3.6.3: Udvikling i årsmiddelkoncentration af nitrat (DIN) og totalkvælstof (TN) på alle fjord og kystnære stationer i det nationale overvågningsprogram, 1989-1999.

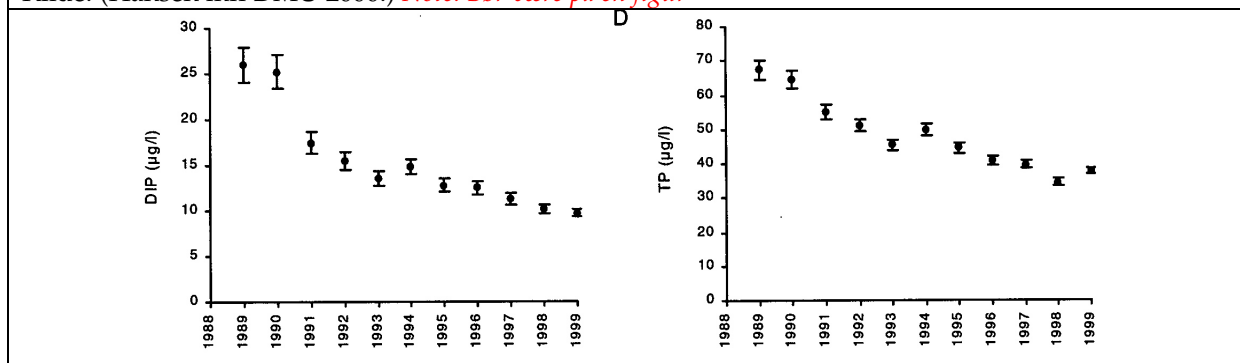
Kilde: (Hansen mfl. DMU 2000.) *Note: Bør være på en figur*



Fosforkoncentrationen i fjorde og kystnære områder er faldet gennem 1990'erne og er i dag kun omkring halvdelen af niveauet sidst i 1980'erne (Figur 3.6.4). Også på stationerne i de åbne farvande i både Nordsøen, Skagerrak, Kattegat, Bælthavet, Øresund og Østersøen observeres faldende fosforkoncentrationer, især i vintermånederne.

Figur 3.6.4: Udvikling i årsmiddelkoncentration af fosfat- (DIP) og totalfosfor (TP) på alle fjord og kystnære stationer i det nationale overvågningsprogram, 1989-1999.

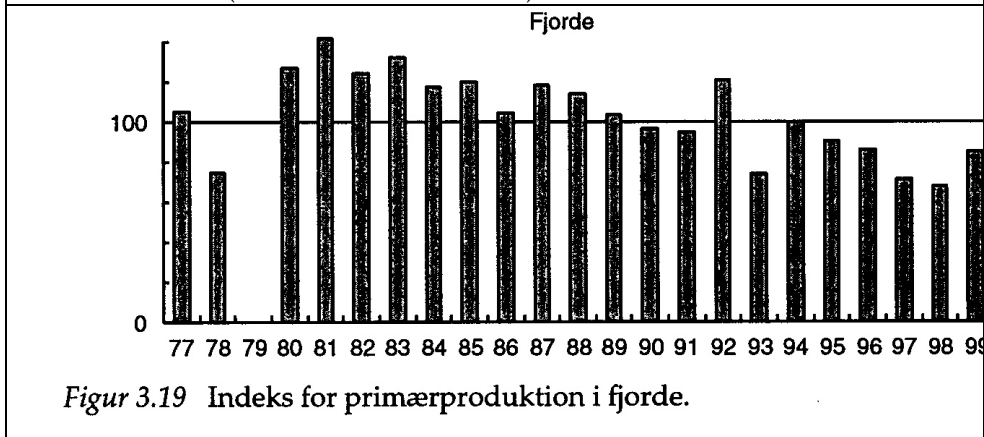
Kilde: (Hansen mfl. DMU 2000.) *Note: Bør være på en figur*



Planteplankton og undervandsvegetation

Planteplanktonets produktion er afhængig af tilførslen af næringsstoffer og af lyset. En øget tilførsel af næringsstoffer vil således øge primærproduktion. I dag er planteplanktonets produktion i de danske farvande generelt høj pga. de høje næringsstofniveauer. Hvis der vurderes over de sidste 25 år er der dog sket et fald i produktionen (Figur 3.6.5). I begyndelsen af 1980'erne var niveauet omkring indeks 110, mens det i sidste halvdel af 1990'erne har ligget omkring indeks 80.

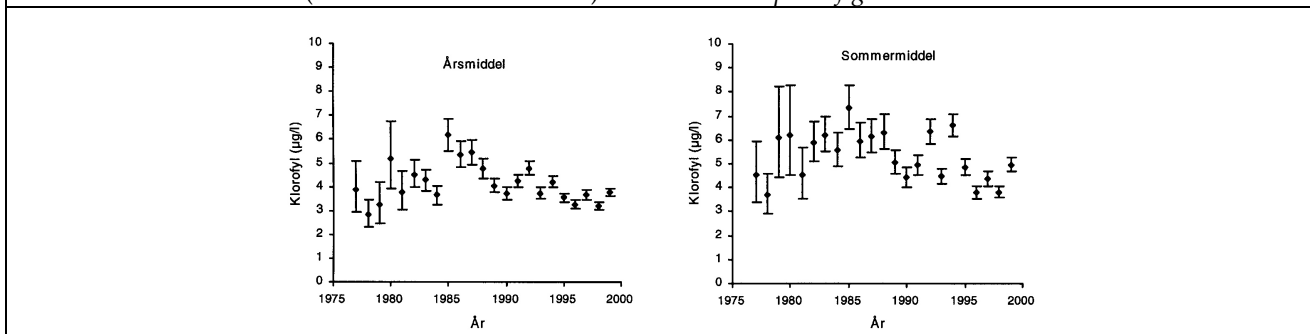
Figur 3.6.5: Udvikling i planteplanktonets primærproduktion i de danske fjorde, 1977-1999. Kilde: (Hansen m.fl. DMU 2000.)



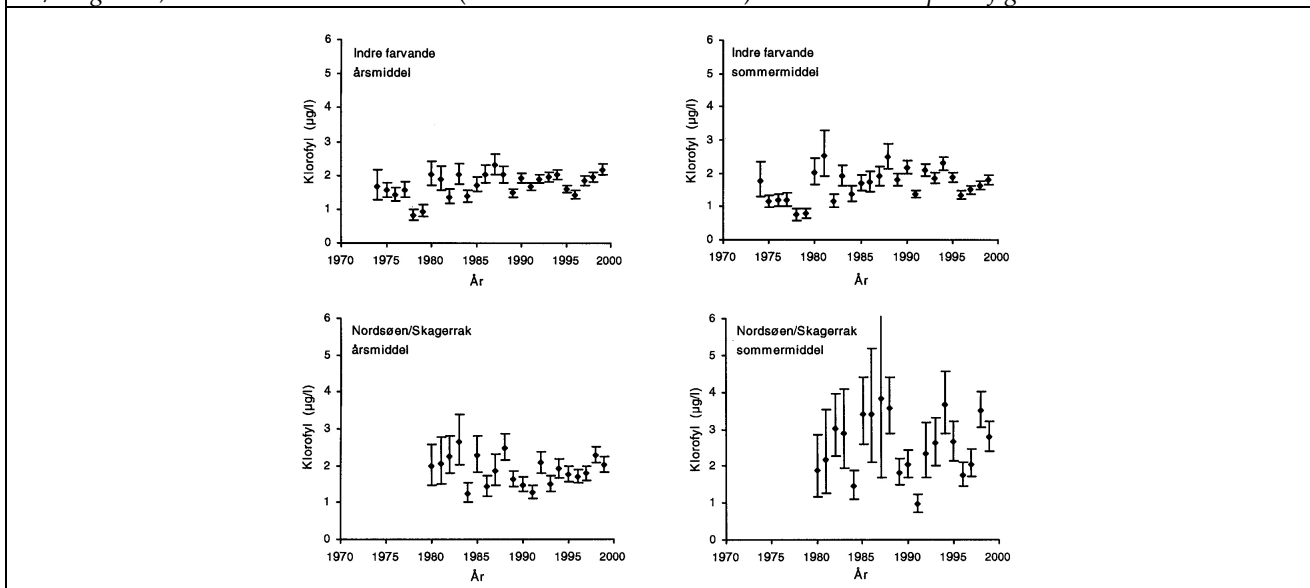
Koncentrationen af klorofyl, dvs. det pigment, som planter bruger til at absorbere lys, varierer noget mellem årene. I de sidste 20-25 år har der på fjord og kystnære stationer først været stigende koncentration til midten af 1980'erne og derefter svagt faldende koncentrationer (Figur 3.6.6).

Klorofylniveauet er betydeligt lavere i de indre åbne farvande og Nordsøen samt Skagerrak sammenlignet med fjorde og kystnære områder (Figur 3.6.7). Der er gennem perioden 1974-1999 nogenlunde konstant klorofyl niveau i de åbne farvande.

Figur 3.6.6: Udvikling i års- og sommermiddelkoncentration af klorofyl på alle fjord og kystnære stationer, 1977-1999. Kilde: (Hansen mfl DMU 2000.) Note: Bør være på en figur



Figur 3.6.7: Udvikling i års- og sommermiddelkoncentration af klorofyl i de indre farvande og Nordsøen/Skagerrak, 1974-1999. Kilde: (Hansen mfl DMU 2000.) Note: Bør være på en figur



Undervandsvegetation mangler (måske 10 linier)

Iltsvind

Udbredelsen af iltsvind indikerer, hvor store tilførslerne af næringsstoffer har været, men vejret spiller også her en væsentlig rolle. Effekterne af iltsvind er mange: udvikling af et såkaldt liglagen på havbundene pga. svovlbakterier (bundvendinger), omfattende død af især bunddyr i fjordene, men også påvirkninger af bundvegetationen, fiskedød (især i garn og ruser) og frigivelse af næringsstoffer med ny masseopblomstring af plankton til følge.

Den usædvanligt varme og stille sensommer 1997 var årsag til udbredt iltsvind i mange fjorde, herunder det kraftige iltsvind i Mariager Fjord. Men samtidig medførte de to nedbørsfattige år, 1996 og 1997, og derfor den ringe tilførsel af næringsstoffer generelt gode iltforhold i de åbne havområder. I 1998 og 1999, hvor der med den rigelige nedbør var relativt store tilførsler af næringsstoffer, var der igen iltsvind i de åbne farvande.

For både de kystnære og åbne farvande betød de lange vindstille perioder i sommeren 1999 (evt. opdateres til 2000 eller 2001), at lagdelingen af vandsøjlen blev stærkere end normalt, og dermed blev transporten af ilt til bundvandet nedsat. Der udvikledes således langvarige og udbredte iltsvind i løbet af sensommeren og efteråret i Bælthavet og Det Sydfynske Øhav samt i en række fjorde. I nogle tilfælde medførte iltsvindene, at dele af bundfaunaen døde. evt. iltsvindskort ind her.

I de åbne farvande er der siden midten af 1970'erne og til begyndelsen af 1990'erne sket et fald i efterårets i iltindhold i Kattegat, Øresund, Storebælt og Femer Bælt (Figur 3.6.8). I de kystnære farvande har der ikke været nogen klar udvikling i iltforholdene, som stadig er relativt dårlige. Når man sammenligner historiske data i perioden 1910-1930'erne i det sydlige Lillebælt med nutidige data, finder man, at det bundareal der hyppigst rammes af iltsvind næsten er femdoblet.



Figur 3.6.8: Udvikling i iltsvind i havet. Kilde DMU

Note: Figuren viser det årlige *laveste* indhold af ilt i det sydlige Kattegat fra 1974 til 2000. Normalt er der omkring 10 mg ilt/l. Der tales om iltsvind, når indholdet kommer ned under 4 mg/l.

Miljøfremmede stoffer

Mange af de kemiske stoffer og produkter vi i dag anvender, tilføres det marine miljø og kan forventes at påvirke sammensætning af arter og strukturen i det marine økosystem, fra bakteriesamfund til pattedyr. Flere af de miljøfarlige stoffer findes i det danske havmiljø. ► Se det efterfølgende tema 3.8 om miljøfremmede stoffer i det marine miljø.

3.7 Målsætninger og udvalgte tiltag på vandområdet

Det overordnede mål er at sikre, at vandet i Danmark er rent. Kvaliteten og beskyttelsen af vandmiljøet - både nationalt og internationalt - er prioriteret højt.

Regeringen vil opfylde målene i relevante internationale aftaler; det vil sige de mål, der på sigt skal forebygge og fjerne forurening af vandmiljøet. På EU-niveau er der fastlagt en ramme for fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger (Vandrammedirektivet), som skal implementeres i dansk lovgivning. Det overordnede mål i direktivet er at beskytte vandløb og søer, overgangsvande (flodmundinger mv.), kystvande og grundvand ved at:

- Forebygge yderligere forringelse, beskytte og forbedre vandøkosystemernes tilstand, herunder også tilstanden for terrestriske økosystemer, der er afhængige af vandøkosystemerne.
- Fremme bæredygtig vandanvendelse baseret på langsigtet beskyttelse af tilgængelige vandressourcer.
- Stræbe efter forøget beskyttelse og forbedring af vandmiljøet gennem bl.a. specifikke foranstaltninger til reduktion af udledninger af prioriterede stoffer og ophør eller udfasning af prioriterede farlige stoffer.
- Sikre reduktion af forurening af grundvand.
- Bidrage til at afbøde virkningerne af oversvømmelser og tørke.

Der er opstillet en række konkrete miljømål i vandrammedirektivet. Et af de helt centrale er, at medlemslandene skal forebygge forringelse af overfladevandets og grundvandets tilstand. Det overfladevand og grundvand, der allerede er skadet, skal restaureres, så det senest om 15 år har en god tilstand. "God tilstand" betyder for overfladevand, at både den økologiske tilstand og den kemiske tilstand kan karakteriseres som "god", hvilket bl.a. indebærer, at der skal være gode livsbetingelser for dyr og planter. Generelt vil den menneskelige påvirkning af dyr og planter være acceptabel, når artssammensætningen og individantallet kun afviger lidt fra, hvad man ville kunne finde under uberørte forhold. "God tilstand" betyder for grundvand, at vandindvindingen på længere sigt ikke overstiger grundvandsdannelsen, og at grundvandet har en god kemisk kvalitet.

I Danmark skal der således arbejdes for:

- At de danske vandløb, søer og havområder er rene og af en tilfredsstillende miljømæssig og hygiejnisk kvalitet,
- At udnyttelsen af vandområderne og de tilknyttede ressourcer sker på et bæredygtigt grundlag,
- At fastholde en uforurennet grundvandsressource, og
- At sikre balance mellem grundvandsdannelse og vandindvinding.

Disse målsætninger indebærer, at kun ubetydelige eller svage ændringer i vandmiljøets tilstand pga. menneskelig aktivitet kan accepteres. Nogle vandområder har desværre en miljøtilstand i øjeblikket, der ikke lever op til målene. I specielle situationer og i særligt udsatte områder må man flere steder acceptere en ringe eller direkte dårlig miljøtilstand.

Arbejdet med at sikre et renere vandmiljø er i stort omfang baseret på tematiske eller sektor-specifikke handlingsplaner og strategier. Sektor- og temahandlingsplanerne er centrale i udviklingen af politikker og strategier for beskyttelse af vandmiljøet. Det er her de miljømæssige mål konkretiseres, og her der indgås politiske aftaler om den fremtidige miljøindsats. De opstillede miljømæssige mål og effektiviteten af de besluttede tiltag vurderes løbende, bl.a. i de årlige vandmiljøredegørelser og i de natur- og miljøpolitiske redegørelser, der udkommer hvert fjerde år.

Vurderingerne baseres på amternes tilsyn, resultaterne af NOVA-2003 (det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet 1998-2003) samt andre tilsyns- og overvågningsaktiviteter.

Strategier og virkemidler på tabelform fra

<http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/2000/87-7944-267-6/html/kap02.htm>

Referencer og yderligere læsning

Afsnit 3.1 Indledning

Konceptuelle figurer om vandmiljøproblemer er baseret på ide fra det hollandske miljøkompendium

<http://www.rivm.nl/milieucompendium/> se under Sectie C: Milieudruk

<http://www.rivm.nl/milieucompendium/C.html>

Afsnit 3.2 Tilførsler til vandmiljøet

Bøgestrand J. (red.). 2000: Vandløb og kilder 1999. NOVA 2003. Faglig rapport nr. 336 fra DMU. http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/fr336.pdf
Grant R. mfl. 2000: Landovervågningsoplande 1999. NOVA 2003. Faglig rapport nr. 336 fra DMU.

http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/fr334.pdf

Miljøstyrelsen, 2000: Punktkilder 1999. Orientering fra Miljøstyrelsen, 16/2000.

<http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/2000/87-7944-298-6/html/default.htm>

Afsnit 3.3 Vandressourcer

Henriksen, H.J. & B. Madsen, 1997: Temanummer: Vandressourcer. I GEOLOGI - *Nyt fra GEUS*, nr. 2 1997 <http://www.geus.dk/publications/geo-nyt-geus/GI97-2.pdf>

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (red. Jens Stockmar), 2000: Grundvandsovervågning 2000. <http://www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/g-o-2000.htm>

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) *hjemmeside* om Grundvandsovervågning

<http://www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/grundvandsovervaagning.htm>

Danske Vandværkers Forenings hjemmeside <http://www.dvf.dk/> se også hjemmeside om Vandforsyningen i Danmark <http://www.dvf.dk/dansk-vand/danskvand.htm>

By- og Boligministeriet, 1999: Boligernes vandforbrug - Den udnyttelige regnvandsressource <http://www.byogboligministeriet.dk/publikationer/regnvand1/KAP1.asp>

- Figur om udvikling i Københavnerens vandforbrug har primær kilde *København Vandforsyning, 1996/ & /Linde Jensen et al., 1976/*.

Det Strategiske Miljøforskningsprogram, 2000: Tema: Pesticider og grundvand. Nyhedsbrev nr. 42. Temanummer fra Grundvandsgruppen.

http://www.smp.au.dk/smp_dk/Publikationer/Files/Nyhedsbreve/Nybbrev42.pdf

Ingeniøren:net tema om MTBE. <http://www.ing.dk/tema/mtbe/>

Vandrådet, 1992. Danmarks fremtidige vandforsyning, Vandrådet, Miljøstyrelsen, Betænkning fra Miljøstyrelsen, 1992.

National Vandressource Model, hjemmeside <http://vandmodel.dk/>

Københavns Vand se <http://www.kbhvand.kk.dk/> derudover findes historisk beskrivelse af vandforsyningen se <http://www.kbhvand.kk.dk/document.asp?docId=48>

Miljøstyrelsens hjemmeside om drikkevand herunder Vandfonden

<http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/vand/02000000.htm>

Miljøstyrelsen, 1994: Danmarks grundvand og drikkevand. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr 4/1994.

<http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/1994/87-7810-283-9/pdf/87-7810-283-9.PDF>

Miljøstyrelsen, 2000: Danmarks rene drikkevand. Faktuelt nr. 34

<http://www.mem.dk/faktuelt/fak34.htm>

Miljøstyrelsen, 2000: Stoffet MTBE - en trussel mod vores grundvand. Faktuelt nr. 34

<http://www.mem.dk/faktuelt/fak33.htm>

Miljøstyrelsens hjemmeside om Vandfonden

<http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/vand/06000000.htm>

Afsnit 3.4 Vandløb

Bøgestrand J. (red.). 2000: Vandløb og kilder 1999. NOVA 2003. Faglig rapport nr. 336 fra DMU. http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/fr336.pdf

Baatrup-Pedersen, A. 2000: Planter i vandløb. Temarapport nr. 34 fra DMU.

http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_temarappporter/rapporter/Temrap_34web.pdf

Natur.dk Baatrup-Pedersen, A. & Svendsen, L.M., 2001: Planter i vandløb - Fortid, nutid og

fremtid <http://www.natur.dk/storyframeset.asp?nt=2&Story=4&Page=1>

Det Strategiske Miljøforskningsprogram Forskningscenter for Østrogenlignende Stoffer

http://www.smp.au.dk/smp_dk/ProgrammetsCentre/c10/c101/c101.htm

Det Strategiske Miljøforskningsprogram, 1999: Tema: Hormonlignende stoffers effekter. Nyhedsbrev nr. 40. Forskningscenter for Østrogenlignende Stoffer

http://www.smp.au.dk/smp_dk/Publikationer/Files/Nyhedsbreve/nybrev40ubill.pdf

Fyns Amt, 2001: Fyns Vandmiljø - Status og udvikling de sidste 25 år.

http://www.fyns-amt.dk/emne.asp?forekomst_id=798

Jensen, K. S. og Nikolai Friberg, 2000 "De strømmende vande". Gads forlag, København DK, 2000.

Sand Jensen K. 2000: Søer og Vandløb. I Naturrådet. Dansk naturpolitik - Viden og Visioner.

<http://www.naturraadet.dk/udgivelser/Naturraadet%20temarapport%201%202000%20-%20viden%20og%20vurderinger.pdf>

Ringkøbing Amt: Vandløbenes forureningstilstand 1994 - 1998.

<http://www.ringamt.dk/Internet/RingAmtP1.nsf/44153432a31a81904125670b004bea5c/f1e2ba26b2f94eb241256a3f0038f5fd?OpenDocument>

Wilhelm udvalget, 2001. Status og trusler i forvaltningen og beskyttelsen af biodiversiteten i vandløb og søer. Naturgruppen - Mødepapir 8.10.1 (8. maj 2001).

<http://www.sns.dk/wilhelm/naturkvalitet/moede8/mp8101ferskevande.htm>

Wilhelm udvalget 2001: Rapport fra Naturgruppen. Kapitel 15: De ferske vande.

<http://www.sns.dk/wilhelm/naturkvalitet/naturgruppen.pdf>

Århus Amt, Natur og Miljø 2000: Status ved årtusindeskiftet.

<http://www.aaa.dk/nm/service/pdf/hp2000sa.pdf>

Afsnit 3.5 Søer

DMU hjemmeside om De danske søers tilstand

http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Miljoe-tilstand/3_vand/4_soer/default.asp

Jensen, J.P. et al. 2000: Søer 1999. NOVA 2003. Faglig rapport nr. 335 fra DMU

http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/fr335.pdf

Jeppesen E. mfl. 2001:

Miljøstyrelsen, 1998, "Sørestaurering i Danmark – metoder, erfaringer og anbefalinger", Miljønyt nr. 28, 1998.

Sand Jensen K. 2000: Søer og Vandløb. I Naturrådet. Dansk naturpolitik - Viden og Visioner.

<http://www.naturraadet.dk/udgivelser/Naturraadet%20temarapport%201%202000%20-%20viden%20og%20vurderinger.pdf>

Søndergaard M., Jeppesen E. & Jensen J.P., 1999: Danske søer og deres restaurering. Temarapport nr. 24.

http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_temarappporter/rapporter/87-7772-440-2.PDF

Natur og Miljø 2001 udkast

Wilhelm udvalget 2001: Rapport fra Naturgruppen. Kapitel 15: De ferske vande.

<http://www.sns.dk/wilhelm/naturkvalitet/naturgruppen.pdf>

Wilhelm udvalget, 2001. Status og trusler i forvaltningen og beskyttelsen af biodiversiteten i vandløb og søer. Naturgruppen - Mødepapir 8.10.1 (8. maj 2001).

<http://www.sns.dk/wilhelm/naturkvalitet/moede8/mp8101ferskevande.htm>

Århus Amt, 2000: Brabrand sø 1997-1999: Tilstand og udvikling.

http://www.aaa.dk/nm/service/publikat/brabrandso1997_1999.html

Afsnit 3.6 Kystnære og marine områder

DMUs hjemmeside om iltsvind.

http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Miljoe-tilstand/3_vand/4_iltsvind/default.asp

OSPAR hjemmeside <http://www.ospar.org/eng/html/welcome.html>

OSPAR 2000: Quality Status Report 2000 for the North-East Atlantic

<http://www.ospar.org/eng/html/qsr2000/QSR2000welcome3.htm>

Center for Strategisk Miljøforskning i Marine Områder under det Strategiske Miljøforsknings Program, 2000: Havmiljøet ved årtusindskiftet. Olsen og Olsen, Fredensborg.

HELCOM hjemmeside <http://www.helcom.fi/>

HELCOM, 2001: Environment of the Baltic Sea Area 1994-1998. Baltic Sea Environment Proceedings no. 82A. <http://www.helcom.fi/proceedings/bsep82a.pdf>

Hansen, J.L.S. et al, 2000: Marine områder - Status over miljøtilstanden i 1999. NOVA 2003.

Faglig rapport nr. 333 fra DMU

http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/fr333.pdf

Ellermann, T., Hertel, O. & Skjødt, C.A. 2000: Atmosfærisk deposition 1999. NOVA 2003.

Faglig rapport nr. 332 fra DMU

http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/fr332.pdf

Gissel Nielsen T. og Hansen P.J. 1999: Dyreplankton i danske farvande. Temarapport nr. 28 fra DMU. http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_temarappporter/rapporter/87-7772-469-0.pdf

Kaas H., Moestrup Ø., Larsen J. og Henriksen P., 1999: Giftige alger og algeopblomstringer. Temarapport nr. 27.

http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_temarappporter/rapporter/87-7772-476-3.PDF

Miljøstyrelsen, 2000: På vej mod et renere havmiljø.

<http://www.mst.dk/vand/MiljoTema%2022.pdf>

Miljøstyrelsen, 1999: Farlige kemikalier i offshore-branchen kan udpeges

http://www.mst.dk/udgiv/artikler/1999/99_059.htm

Nørrevang Jensen J. 2000: Hav og Fjord. I Naturrådet. Dansk naturpolitik - Viden og Visioner.

<http://www.naturraadet.dk/udgivelser/Naturraadet%20temarapport%201%202000%20-%20viden%20og%20vurderinger.pdf>

Wilhelm-udvalget 2001: Havets natur - mål og midler. Rapport fra Wilhelmudvalgets arbejdsgruppe for havet. 27. april 2001.

<http://www.sns.dk/wilhelm/havet/Rapporter/havetsnatur.pdf>

Afsnit 3.7 Udvalgte tiltag

Miljøstyrelsen, 2000: Vandmiljø 2000. Kapitel 2. Strategier og virkemidler.

<http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/2000/87-7944-267-6/html/kap02.htm>

Miljø- og Energiministeriet/Miljøstyrelsen, 2001: EU's direktiv om vandbeskyttelse i Europa.

Faktuelt nr. 36. <http://www.mem.dk/faktuelt/faktuelt36.htm>