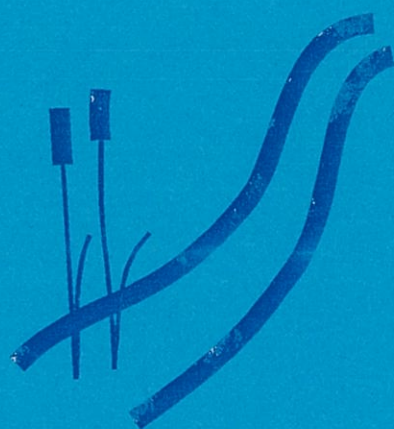


# VANDMILJØOVERVÅGNING



## Vandløb og kilder 1996

DANMARKS  
MILJØUNDERSØGELSER  
BIBLIOTEKET  
Vejsøvej 25, Postboks 314  
8600 Silkeborg



**Bornholms Amt Teknisk Forvaltning**  
**Maj 1997**

Udgivet af : Bornholms Amt, Teknisk Forvaltning,  
Østre Ringvej 1, 3700 Rønne  
Tlf: 56 95 21 23  
Fax: 56 95 21 42

Journalnr: 8-56-32-1/94

Rapportnr: M.20-97

Udfærdiget af : Biolog Klavs Nielsen

Tryk: Amtets Tekniske Forvaltning, Maj 97

1. oplag: 30

# Indholdsfortegnelse

<b>A1. Indledning</b>	<b>1</b>
<b>A2. Sammenfatning og konklusion</b>	<b>2</b>
<b>A3. Vandkvalitetsplaner</b>	<b>3</b>
<b>A4. Naturgivne og kulturskabte forhold</b>	<b>4</b>
Arealanvendelse og jordbundsforhold	
Klima og nedbør	
Vandløbstyper	
<b>A5. Det hydrologiske kredsløb</b>	<b>5</b>
<b>A6. Vandkvalitet i kilder</b>	<b>8</b>
Uddviklingstendenser	
<b>A7. Trådalgeundersøgelser</b>	<b>10</b>
<b>A8. Smådyrsfaunaen</b>	<b>10</b>
<b>A9. Forsuring</b>	<b>11</b>
<b>A10. Vandløbenes miljøtilstand og målsætning</b>	<b>13</b>
Dansk Fauna Indeks	
Beskrivelse af målsætninger	
De enkelte målsætninger og miljøtilstanden	
<b>A11. Fosfor</b>	<b>20</b>
Udviklingen i afstrømningen af fosfor	
<b>A12. Kvælstof</b>	<b>23</b>
Udviklingen i afstrømningen af fosfor	
<b>A13. Samlet stofafstrømning fra Bornholm</b>	<b>27</b>

1871

1871. 1. januar. København. Til min søster.

1871. 1. januar. København. Til min søster. (Continuation of the letter text)

1871. 1. januar. København. Til min søster. (Continuation of the letter text)

1871. 1. januar. København. Til min søster. (Continuation of the letter text)

# VANDMILJØPLANENS OVERVÅGNINGS- PROGRAM

## VANDLØB OG KILDER

### A1. Indledning

Denne rapport beskriver resultaterne af de undersøgelser, der er foretaget på Bornholm som led i Vandmiljøplanens overvågningsprogram for vandløb og kilder.

#### *Formål*

Hensigten med overvågningsprogrammet er at vise effekten af de reguleringer og foranstaltninger, som i 1987 blev gennemført i forbindelse med Vandmiljøplanen. Disse tiltag kan naturligvis ikke adskilles fra andre tiltag til forbedring af vandmiljøet. En vigtig del af overvågningen er at følge ændringer i udledningen af kvælstof, fosfor og organisk stof til vandmiljøet fra landbrug, spildevand fra byer og ejendomme samt udledninger fra industri og virksomheder.

#### *Landsdækkende afrapportering*

Amtets afrapportering og indberetning af data udgør sammen med tilsvarende fra andre amter grundlaget for landsdækkende temarapporter fra de statslige fagdatacentre. På baggrund af denne rapportering udgiver Miljøstyrelsen en årlig status for vandmiljøets tilstand.

#### *Paradigma og regionalt grundvandstema*

Afrapporteringen følger det paradigma, som Danmarks Miljøundersøgelser har udarbejdet. Paradigmaet lægger for undersøgelsesåret 1996 særlig vægt på temaet "ferskvand" og er særdeles omfattende, idet bl.a. resultaterne fra amtets øvrige regionale tilsyn og vandområdeplanlægningen skal inddrages. Ud over en generel beskrivelse af vandløbene med opstilling af vandbalance, vandløbsrestaurering mv skal der desuden præsenteres målsætninger for vandløbene og det skal vurderes i hvor høj grad målene er opfyldt.

## A2. Sammenfatning og konklusion

**Afstrømning af vand og næringsstoffer** Vand- og stofafstrømningen måles på 4 vandløbsstationer og i 3 kilder. Vandløbsstationerne samlede oplande ("målte oplande") udgør 113 km<sup>2</sup> eller ca. 1/5 af Bornholms areal. Vandafstrømningen i 1996 lå tæt på normalen, men fordelingen på året var atypisk med de største afstrømninger om sommeren. Den normaliserede kvælstofkoncentration blev 8,6 mg/l og er dermed faldet væsentligt i forhold til 1992, hvor koncentrationen toppede med 13,1 mg/l. Faldet i kvælstofudvaskningen falder sammen med et mindre gødningsforbrug især som følge af braklægning og bedre udnyttelse af husdyrgødningen. Koncentrationen var i 1996 på højde med koncentrationen i 1988, hvor Vandmiljøplanen trådte i kraft. Der mangler således endnu en reduktion på ca. 50% i kvælstofudvaskningen før planens målsætning er opfyldt. Fosforkoncentrationen viser i forhold til 1992, hvor den var lavest, en fordobling, men den er ca. 25 % mindre end rekorden i 1986. Fra landbrugsarealer er udvaskningen af kvælstof og fosfor fortsat 6-9 gange større end fra natur- og skovarealer.

**Den samlede stoftransport** Den samlede udledning fra Bornholm til Østersøen udgjorde i 1996 ca. 1300 tons kvælstof og 45 tons fosfor, der fordeler sig således:

	Kvælstof	Fosfor
Større punktkilder til vandløb	4	1
Spredt bebyggelse	19	4
Natur og skov	73	1
Landbrug	1112	20
Renset byspildevand direkte til havet	81	19
Fiskeindustri	11	2

**Kildernes udvikling** I de 3 kilder, amtet undersøger, har der i perioden 1988-1996 ikke kunne konstateres ændringer i kemien betinget af arealanvendelsen.

**Stigende indhold af kvælstof i det overfladenære grundvand** Grundvandstilstrømningen udgør kun en ganske lille andel af den samlede afstrømning på Bornholm, hvor sommerudtørring præger mange vandløb. I Øle Å ved Boesgård er der i perioden 1986-95 konstateret en markant stigning i kvælstofkoncentrationen fra ca. 6 til 12 mg N pr. liter ved de mindste sommervandføringer. Dette tyder på, at et gennemslag af nitrat til de øvre grundvandslag i det pågældende opland, har fundet sted inden for det sidste årti.

**Målsætninger** Ud af en samlet strækning på ca. 950 km målsatte vandløb er målsætninger ikke opfyldt i 80 km primært på grund af regulering og udtørring.

### A3.Vandkvalitetsplaner

#### *Vandplan Bornholm*

I "Vandplan Bornholm del II: Overfladevande" fra 1995 er fastlagt hvilken kvalitet, beskyttelse og anvendelse, der gælder for de enkelte vandløbsstrækninger og søer. I forbindelse med regionplanrevisionen her i 1997 bliver vandområdernes målsætninger revideret, men de nye målsætninger træder først i kraft i efteråret 1997.

#### *Spildevand*

Karakteristisk for Bornholm er, at hovedparten af byerne er beliggende ved kysten og derfor har haft udledning af spildevand direkte til kysten. Byerne inde på øen havde tidligere udledning til vandløb, men i løbet af 80'erne er de væsentligste af disse udledninger fjernet ved afskærende ledninger til kysten. Idag findes der kun ganske enkelte og små udledninger af rensset spildevand fra mindre bysamfund til vandløb.

#### *Vedligeholdelse*

Da hovedparten af vandløbene løber i skovklædte sprækkedale, er der mege lille behov for vedligeholdelse af vandløbene. På Bornholm findes ingen amtsvandløb og i tre ud af de fem kommuner er så har godt som samtlige vandløb blevet nedklassificeret til private vandløb. Samtidig stiller de pågældende kommuner krav om miljøvenlig vedligeholdelse. Det vurderes at overgangen fra kommunevandløb til private vandløb har betydet en forbedring af vandløbskvaliteten dels på grund af kravene fra kommunerne, dels fordi den private vedligeholdelse kun sker efter behov (og dermed sjældent) og ikke årligt efter bestemmelser i et regulativ. Pr. 31-12-1996 er ca 17 km vandløb kommunevandløb, men hovedparten af regulativerne er ikke revideret.

#### *Restaurering*

Amtet har i slutningen af 80'erne og i begyndelsen af 90'erne foretaget forskellige former for restaurering i 35 vandløb. Variationen er øget i ca 4 km vandløb ved åbning af rørlagte strækninger, genslyngning eller udlægning af sten og gydebanks. Desuden er menneskeskabte spærringer i de større vandløb fjernet.

#### *Sommerudtørring*

Hovedproblemet i de bornholmske vandløb er den manglende eller stærkt formindskede sommervandføring, som har baggrund i klippeundergrunden og det tynde dække af moræne. I en del vandløb er den naturlige tendens til sommerudtørring i tidens løb forstærket af vandindvinding og dræning af vådområder.

#### *Målsætninger*

Længden af de målsatte vandløbsstrækninger og manglende opfyldelse af målsætningerne angivet i nedenstående tabel :

Målsætning	i alt k	heraf ikke opfyldt
A	3	0
B	220	79
C1	64	0
C2	95	1
C3	570	0

Målsætningerne og deres opfyldelse er nærmere beskrevet i kap A10.

## A4. Naturgivne og kulturskabte forhold i vandløbene

### Arealanvendelse og jordbundsforhold

Ca 60% af Bornholms areal anvendes til landbrug. 5% af arealet anvendes til bebyggelse og tekniske anlæg, mens den resten ca 1/3 af arealet er skov og naturarealer.

Arealanvendelsen er opgjort på baggrund af satellitfotos, som er aflæst i forskellige detaljeringsgrader. Ved en opløsningsgrad på 25 ha (kaldet Corine) er hele øen samt målte og umålte oplande opgjort. Ved Corine+ er opløsningsgraden 1 ha, men der findes kun opgørelser for de målte oplande svarende til knapt 1/5 af øens areal (113 km<sup>2</sup>). Opgørelserne er sammenlignet i nedenstående skema og her sammenholdt med andre arealanvendelsesopgørelser. I skemaet er "Skov", "Natur", "Vådømråder" og "Ferskvand" samlet i den fælles betegnelse "Natur".

	Målt opland				Umålt opland				Hele Ø				DK's Statistik(1995)
	ADK	Corine	Corine (korr.)	Corine+	ADK	Corine	Corine (korr.)	Corine(+)	ADK	Corine	Corine (korr.)	Corine	
F1+F2	167			157	906			751	1073				912
F3	759			711	2274			1885	3033				2579
F4	5439			5097	21107			17501	26546				22574
F5	1948			1826	9535			7906	11483				9765
F6	19			18	297			246	316				269
F7	53			50	155			129	208				177
Dyrket land	8385	7999	6672	7858	34274	33779	28071	28418	42659	41778	34743	36276	35091
Bebyggelse+tekn. anlæg	111	88	887	149	2287	2613	6058	3069	2398	2701	6945	3218	
Skov, natur og vådomr.	3045	3241	3768	3317	10698	11109	13371	16013	13743	14350	17139	19330	
I alt	11541	11328	11327	11324	47259	47501	47500	47500	58800	58829	58827	58824	
<b>Procentvis opdeling</b>													
Dyrket land	73	71	59	69	73	71	59	60	73	71	59	62	
Bebyggelse+tekn. anlæg	1	1	8	1	5	6	13	6	4	5	12	5	
Natur	26	29	33	29	23	23	28	34	23	24	29	33	
I alt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Den grove Corine-opgørelse er korrigeret af DMU, men det viser sig at denne korrektion ikke er brugbar på Bornholm, når man sammenligner de to opgørelser for de målte oplande. Derfor har amtet på baggrund af Corine+ opgørelserne korrigeret Corine-opgørelsen for umålte oplande. Korrektionen er foretaget ved forholdstalsberegninger på de enkelte kategorier. Hvor dette ikke er muligt eller resultatet vurderes at være forkert, er der foretaget et skøn baseret bl.a på §3 registreringer af div. naturområder.

Opgørelser over jordbundsforholdene er angivet i ovenstående skema og beregnet forholdsmæssigt på baggrund af ADK's opgørelser. Det ses at den dominerende jordtype er F4 sandblandet lerjord.

En sammenligning af Corine(korrigeret) med Corine+ viser en stigning i landbrugsarealet i de målte oplande fra 59 til 69% eller ca 1200 ha. I de umålte oplande er stigningen meget mindre, kun ca 350 ha (1%). Corineopgørelsen af landbrugsarealet ligger ret tæt på Danmarks Statistiks opgørelser af landbrugsarealet og må derfor anses for tilfredsstillende, især fordi langt den største stigning er sket i de målte oplande altså ved den væsentlig mere nøjagtige Corine+opgørelse.

I nedenstående skema er geologien i de målte oplande sammenfattet. (Vibebakke er et delopland af Boesgård)



		Bagge Å	Kobbe Å	Boesgård	Vibebakke
Grundfjeld	%	78	100	54	100
Sandsten	%			44	
Skifer	%			24	
Sand/grus	%	20			
Ler	%	2			
Længdefald	‰	10	11	4	7

## Klima og nedbør

Det bornholmske klima er et "Ø"-klima på grund af beliggenheden i Østersøen. Det betyder at foråret/sommeren er forskudt 1-2 uger, således at foråret kommer senere end resten af DK. I forhold til det øvrige land er der ikke så store forskelle, når man ser på middelværdier, men ofte er fordelingerne på året afvigende fra resten af landet. Det lokale klima varierer meget over korte afstande f.eks er nedbøren ved kysten ca 500 mm pr år hvorimod de centralt på øen er på 700-750 mm - en forskel på op til 50% over en afstand på 10 km.

## Vandløbstyper

De bornholmske vandløb er karakteristiske ved at være talrige, men små, ved at have stort fald i længderetningen og ved stor variation i vandføringen.

På Bornholm er der ca 950 km åbne eller højt målsatte vandløb. Langt hovedparten er private, idet kun 17 km er offentlige kommunevandløb. Amtsvandløb findes ikke. Vandløb omfattet af Naturfredningslovens §3 udgør i alt 272 km.

I klippeterrænet og i et bredt bælte langs nord- og øst kysten løber vandløbene i dybe skovklædte sprækkedale uden landbrugsinteresser, men på plateauerne inde på øen og på den flade sydlige del af øen er mange vandløb i tidens løb rettet ud eller i sjældnere tilfælde rørlagte. I alt 165 km vandløb eller ca 1/3 af de større vandløb er registreret som regulerede heraf er ca 13 km rørlagte. En del af disse strækninger har ligget urørte i mange år og er skovbevoksede langs bredderne. Det betyder, at der gradvist er opstået en god variation i de fysiske bundforhold, selv om det overordnede forløb stadig tydeligt udviser præg af regulering. Dette betyder i praksis at ca 32 km tidligere regulerede vandløb overholder en basismålsætning uden at der er foretaget restaureringsforanstaltninger.

## A5. Det hydrologiske kredsløb

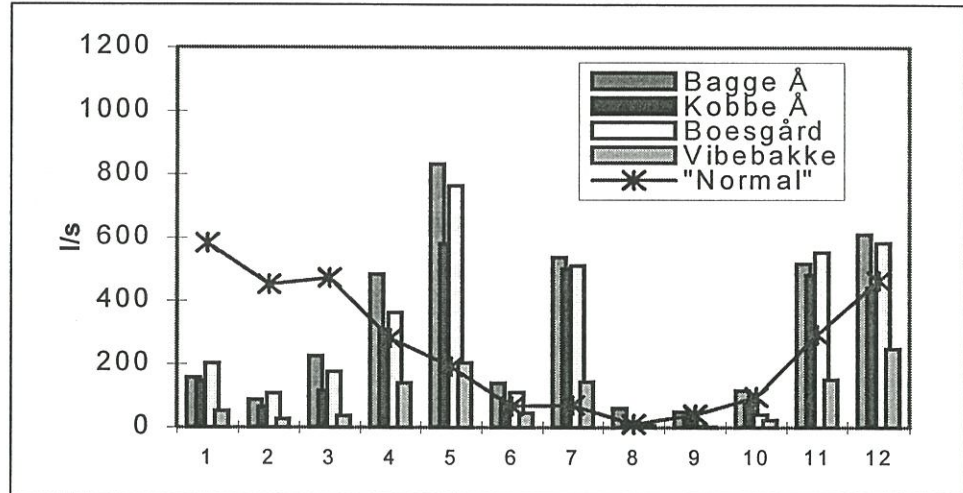
Som baggrundsmateriale til Vandplan Bornholm er der for perioder frem til 1991 fremstillet vandbalancer for de 3 målte oplande Bagge Å, Kobbe Å og Øle Å (Boesgård). Disse beregninger af vandbalance er bl.a baseret på beregninger af højdekorrigeret nedbør og afgrødefordeling.

Resultaterne af de tidligere undersøgelser er sammenfattet i nedenstående tabel, hvor de angivne værdier er i mm:

	Vandløb	År Nedbør	Fordampning	Afstrømning	Indvinding	Restled
Bagge	å 84-91	710	442	216	18	34
Kobbe	å 82-91	804	490	295	3	14
Øle	å 86-91	773	533	229	11	0

Et positivt restled er tegn på ændringer i grundvandsmagasinerne eller underjordisk afstrømning.

fig a5-1. Månedsafstrømningen af vand i 1996 sammenlignet med "normalen"

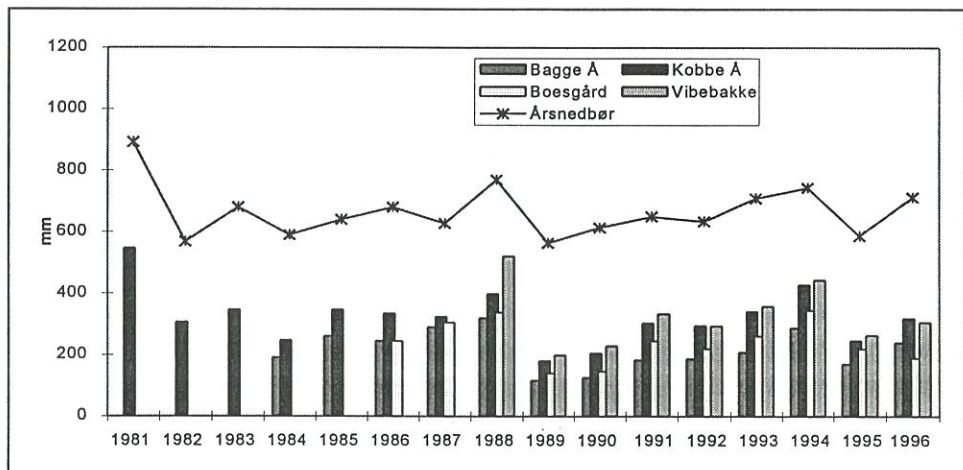


Afstrømningen i 1996 var meget afvigende i forhold til et normalår (fig a5-1) Januar, februar og marts var meget tør, medens forår og forsommer i perioder var særdeles nedbørsrige. Årets to sidste måneder var også ekstra nedbørsrige.

Variation i vandafstrømningen

Variationen i vandafstrømningen og årsnedbøren er vist i fig a5-2.. Der er en vis sammenhæng mellem nedbør og afstrømning, hvilket også må forventes, da der er relativt ringe magasinenskab på det meste af Bornholm. Hos de vandløb, der primært har klippe som undergrund (Kobbe Å og Vibebakke), strømmer en større del af nedbøren af i vandløbene.

fig a5-2. Årsafstrømningen af vand sammenlignet med årsnedbøren



Der er store årstidsvariationer i afstrømningen og sommerudtørring er da også et almindeligt fænomen i en række vandløb på Bornholm. I nedenstående tabel er vandindvindingen til vandværker som eksempel i 1994 sammenlignet med afstrømningen i de enkelte oplande:

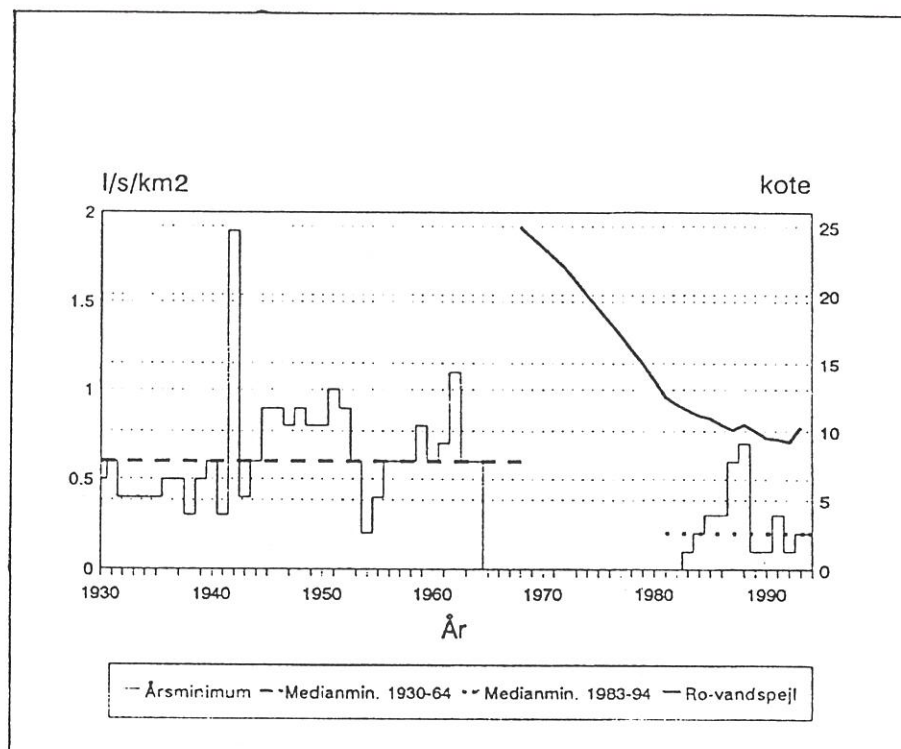
Vandføring og indvinding er angivet i 1000 m<sup>3</sup>:

I oplandet til Vibebakke findes ikke indvinding til vandværker.

I de to oplande Bagge Å og Øle Å, Boesgård, hvor der finder en væsentlig vandindvinding sted, er sammenhængen mellem vandindvinding og vandføring meget forskellig.

Bagge Å har i forhold til oplandstørrelsen den største grundvandstilstrømning, som stammer fra de nedre skovbevoksede dele af oplandet, idet de øvre dele normalt er sommerudtørrende. Ved Bagge Å er det konstateret at medianminimum er faldet fra 0,6 til 0,2 l/s/km<sup>2</sup> (fig. a5-3) primært som følge af vandindvinding. Ved de øvrige målestationer er tidsserierne ikke lange nok til at kunne konstatere eventuelle ændringer i medianminimum.

fig a5-3. Udvikling i medianminimum og grundvandsstand i "Nykerblokken" i Bagge Å's opland



I Bagge Å oplandet skønnes det på grund af geologien og sammenhængen mellem grundvandsstand og medianminimum, at der er god overensstemmelse med det topografiske og det hydrologiske opland.

I oplandet til Boesgård består undergrunden for en væsentlig del af opsprækkede, lagdelte og skråtstillede sandstens- og skiferformationer, hvorfor der næppe er god overensstemmelse mellem det topografiske og hydrologiske opland. Det illustreres også af, at vandløbet, idet det forlader granitten og løber ud på de opsprækkede bjergarter, her tørrer ud hver sommer, dvs. løber underjordisk. Det videre underjordiske forløb er ukendt. Dette illustrerer, at det højst sandsynligt er forbundet med store vanskeligheder at påvise en sammenhæng mellem sommervandføring og vandindvinding i oplandet.

## A6. Vandkvalitet i kilder

I overvågningsprogrammet indgik i 1996 undersøgelser i 3 kilder. Kilderne er skematisk karakteriseret i *skema a6-1*. Det har ikke på grundlag af foreliggende data været muligt at afgrænse oplandene til kilderne, men det er dog med ret stor sikkerhed muligt at angive arealanvendelsen.

Måleprogrammets startede i 1988 og middelværdierne er sammenfattet i *skema a6-1*. Der er i 1993/94 supplerende foretaget enkelte analyser af Tritium, Aggressiv CO<sub>0</sub>, Calcium og Magnesium (*fig. a6-1*). Aldersbedømmelse af kildevandet ved tritium-bestemmelse ved alle tre kilder tyder på at vandet er ret ungt og højest omkring 15-25 år gammelt idet indholdet af tritium er 23-35 T.U.

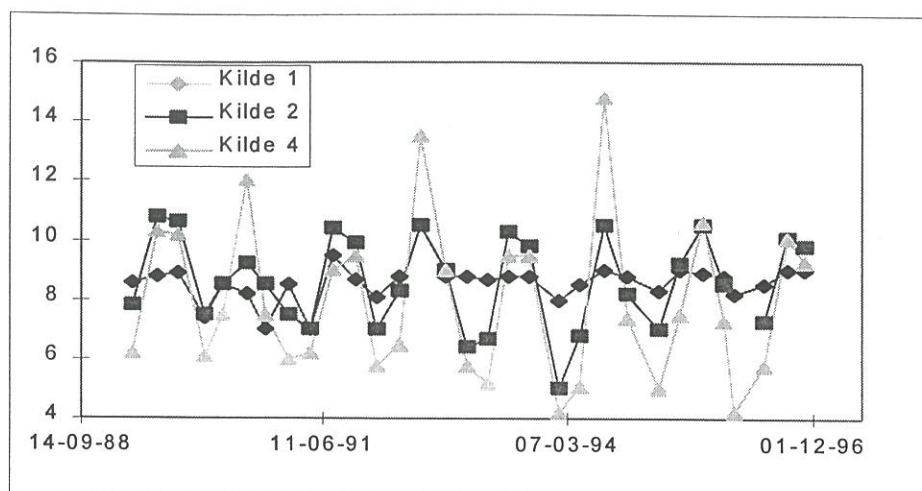
*Skema a6-1. Oversigt over kildernes vigtigste karakteristika samt middelværdier af målte parametre for perioden 1988-96.*

		Bjerregård 1. kilde	Prins Christian 2. kilde	Amalie 4. kilde
Arealanvendelse		Hovedsageligt landbrug	Skov	Skov
Jordtype		4. Sandblandet lerjord	3. Lerblandet sandjord	
Vandføring	l/min	50-70	0,3-1	Minimal, kan ikke umiddelbart måles
Middelværdier:				
Temperatur		8,5	8,6	8
pH		7,6	7,5	6,3
Nitrat - N	mg/l	12,1	<0,010	<0,173
Orthophosphat	mg/l	<0,005	<0,007	<0,005
Total - P	mg/l	<0,007	<0,021	<0,011
Farvetal	mg/l	<4,5	<6,5	<6,0
Enkeltanalyser:				
Agg.coO	mg/l	0	6	22
Calcium	mg/l	104	108	12
Magnesium	mg/l	6,4	9,5	4
Tritium	JU	35,4	24,7	22,8

For nitrat-N er der meget store variationer mellem kilderne. Størst er nitratindholdet i kilder i landbrugsområder. Derimod ligger fosforindholdet generelt lavt. Alkaliniteten og pH er relativt lav i kilde 4, der er beliggende i skov, hvorimod de tilsvarende parametre i de øvrige 2 kilder, der er beliggende i henholdsvis landbrugs- og skovområder, er væsentlig højere. Dette må således afspejle geologi og jordbundsforhold.

Variationen i kildernes temperatur (*fig. a6-2*.) afspejler de fysiske forhold i kilderne. Kilde 4, der har de største variationer er en bassinkilde uden synlig afstrømning. Kilde 2 er en strømkilde, med meget lille vandføring, hvorfor der også her forekommer en vis temperaturvariation. Kilde 1, der har den mest stabile temperatur, er en strømkilde med relativ stor afstrømning.

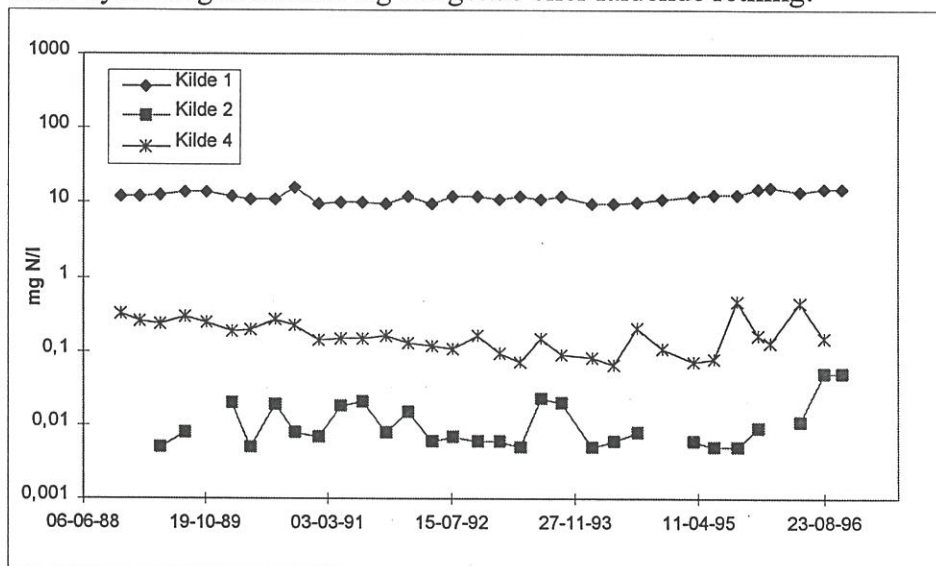
Fig.a6-2. Temperaturvariation i kilderne for perioden 1988-96



### Udviklingstendenser.

De fleste tidsserier har været stabile i perioden 1988-1996. Enkelte tidsserier synes dog at udvikle sig i stigende eller faldende retning:

Fig.a6-3. Udviklingen i nitratindholdet i kilderne 1988-96. Bemærk logaritmisk y-akse.



Nitrat-indholdet (fig. a6-3.) i kilde 4 har været faldende og er næsten halveret indtil 1993, men i de senere år er variationen øget. Kilden er beliggende i næringsfattig skov, men der kan ikke gives en forklaring på udviklingen. I kilde 1 har de senere år været en stigende tendens.

Fosfor-indholdet for begge fosforfraktioner udviser store ikke sæsonrelaterede variationer, hvilket gør det vanskeligt at konstatere evt. ændringer i udviklingen. Alkalinitet og pH viser ingen udviklingstendenser i den målte periode.

Ud fra ovennævnte beskrivelser og det lille antal kilder, må det konkluderes, at udviklingen i kemien i de bornholmske kilder giver et uklart billede, som endnu ikke kan relateres til arealanvendelsen.

## A7. Trådalgeundersøgelser.

Der er foretaget dækningsgradanalyser af trådalgeforekomsten ved Bagge Å og Boesgård. Ved Bagge Å var der ingen forekomst på grund af sandbund og ved Boesgård var dækningsgraden meget lav i foråret for derefter at stige til op mod 10% i juni for derefter hurtigt at klinge af til meget lave værdier på grund af beskygning. Trådalgen *Cladophora* havde den største dækningsgrad i forholdt til andre trådalger. Det er ikke muligt at relatere den fundne variation til kemiske parametre i vandløbet.

## A8. Smådyrsfaunaen

Bedømmelse af vandløbskvaliteten (tidligere benævnt forureningstilstanden) sker på grundlag af artssammensætningen og antallet af smådyr i vandløbet på udvalgte stationer.

Forureningsgraden er beregnet efter Dansk Fauna Indeks (DFI). På Amtets 4 overvågningsstationer er der udtaget prøver i september måned. Resultatet er samlet i nedenstående tabel:

Station:	Bagge Å	Kobbe Å	Boesgård	Vibebakke
DFI:	II	I-II	I-II	II

Værdierne ligger på samme niveau som tidligere år.

Niveauerne ligger ofte ½-1 grad lavere i forhold til tilsvarende vandløb i Jylland, fordi en række arter er manglende på Bornholm.

Der har været foretaget undersøgelser af smådyrsfaunaen i vandløbene siden slutningen af 70'erne. Prøvemethoder, prøveintervaller, bestemmelsesgrad af faunaen og bedømmelserne er sket efter forskellige metoder og udviklingen kan derfor ikke umiddelbart opgøres. Nedenfor ses en sammenligning af de samme stationer bedømt efter undersøgelser i perioderne 1977-78 og 1993-96.

1977-78	I	II	II-III	III	IV
1993-96					
I-II		7			
II	2	10	1		
II-III		13	2	1(sp.)	3(sp.)
III			2		

12 stationer er uændret, **12 stationer har forbedret faunatilstand** og **17 stationer har forringet tilstand**. På 4 stationer er forbedringen væsentlig og skyldes ophør af tilledning af spildevand. Disse tilfælde er angivet med (sp.) og er et reelt udtryk for en ændret og forbedret tilstand. De øvrige stationer har kun en afvigelse på ½ grad og evt ændringer i tilstanden "drukner" i anvendelsen af forskellige metoder.

## A9. Forsuring

pH angiver surhedsgraden og er en værdifuld indikator for en vurdering af udviklingen af den økologiske tilstand over en årrække, f.eks. i forbindelse med sur nedbør. Alkaliniteten er et mål for stødpudekapaciteten, idet lav alkalinitet er ensbetydende med stor følsomhed over for forsurening. I a9-1 og a9-2 er optegnet variationerne i pH alkalinitet i de målte perioder, dvs fra slutningen af 80'erne.

Nedbøren har generelt en lav pH, væsentlig lavere end pH i vandløbene. pH-værdien stiger medens nedbøren passerer gennem jord- og grundvandsmagasinerne til vandløbene. Stigningen i pH gennem jordlagene afhænger af jordens stødpudekapacitet; den er stor i de opdyrkede arealer, der ofte kalkes, hvorimod naturarealerne på Bornholm normalt har lavere stødpudekapacitet.

Fig a9-1. Målte værdier af pH med tendenslinjer

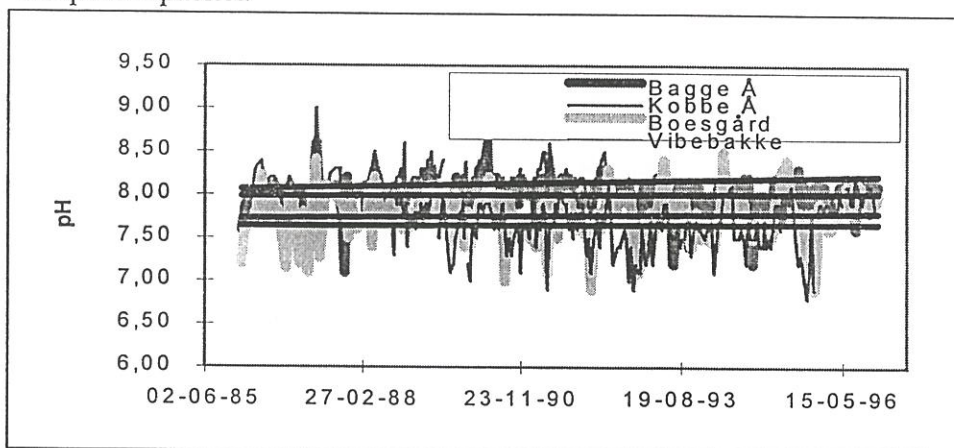
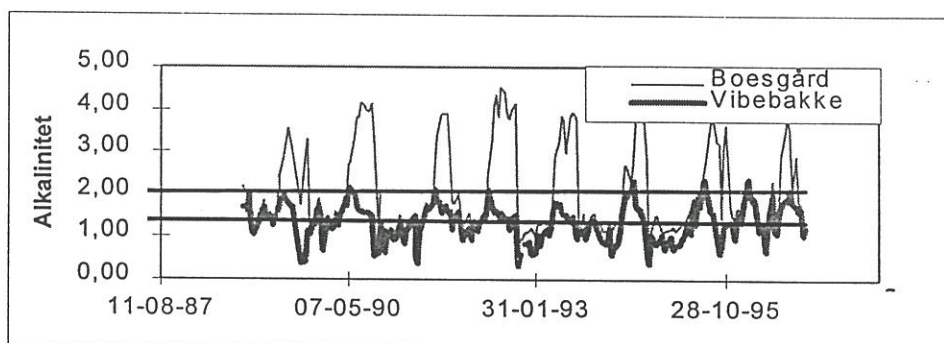


Fig a9-2. Målte værdier af alkalinitet med tendenslinjer



Generelt gælder det, at stationerne ligger på hvert sit niveau, som afspejler jordbundsforholdene og arealanvendelse i de pågældende oplande. Således findes de højeste niveauer både for pH og alkalinitet i oplande med lerede jorder og store landbrugsarealer - og det er også her der findes tilbagevendende årstidsvariation i alkalinitet med de højeste værdier i den tørre periode. Naturoplandet Vibebakke udviser mindre eller utydelig årstidsvariation.

### Alkalinitet og årstidsvariation

Årstidsvariationen i alkalinitet ved Boesgård er særligt udpræget, idet sommerværdierne er mere end dobbelt så store som vinterværdierne. Dette skyldes at Øle å opstrøms Boesgård tørrer ud på en delstrækning om sommeren, hvorved oplandet med store naturarealer (inkl. Vibebak-

ke) ændres til et opland med små naturarealer. Med andre ord er vandløbet ved Boesgård om sommeren et typisk vandløb for landbrugsoplande med relativ stor "belastning", medens der om vinteren kun er moderat "belastning", fordi afstrømningen kommer fra hele oplandet, hvor "kun" ca halvdelen er opdyrket. Der er også store geologiske og jordbundsmæssige forskelle på de "to oplande". I den tørre periode er vandløbet ved Boesgård normalt grundvandsfødt.

I oplande med store naturarealer (Vibebakke og Boesgård) er der sket et fald i pH og alkalinitet til og med 1995, medens der i 1996 er målt så høje værdier, at der ikke længere kan konstateres nogen udviklingstendenser herunder forsurende for hele den målte periode.



## A10. Vandløbenes miljøtilstand og målsætning

Vandløbenes miljøtilstand vurderes bl.a på baggrund af forekomsten af smådyrsfauna og fisk, som på Bornholm primært udgøres af havørred. Ved at sammenholde miljøtilstanden med de fastsatte målsætninger er det muligt at vurdere om målsætningerne er overholdt. På grund af de særlige landskabelige, vandføringsmæssige og faunamæssige forhold på Bornholm er resultaterne af vurderingerne ikke umiddelbart sammenlignelige med resultaterne fra det øvrige land.

### Dansk Fauna Indeks

Dansk Fauna Indeks (DFI) udtrykker vandløbskvaliteten ud fra smådyrsfaunaens sammensætning og hyppighed med "I" som bedste værdi og "IV" som ringeste værdi. Indekset er for perioden 1993-96 beregnet på 97 forskellige stationer, idet der kun er medtaget det seneste resultat, når der foreligger flere prøver på samme station.

Resultaterne af DFI-indekset er sammenfattet i nedenstående tabel a10-1, hvor antallet af stationer er sammenholdt med de forskellige hovedgrupper af målsætninger: A: Skærpet målsætning, B: Basismålsætning og C: Lempet målsætning. De enkelte målsætninger er nærmere beskrevet i kapitel "A3. Vandkvalitetsplaner".

Tabel a10-1.  
Miljøtilstand (DFI)  
sammenholdt med  
målsætninger og fiske-  
vande.

	Alle	Fiske- vand	A	B	C	Alle	Fiske- vand	A	B	C
	Antal I	Antal	Antal I	Antal I	Antal I	%	%	%	%	%
I	1	1		1		1	2	0	1	0
I-II	14	12		13	1	14	19	0	17	6
II	30	21	2	27	1	31	34	100	35	6
II-III	49	28		36	13	51	45	0	46	76
III	3	0		1	2	3	0	0	1	12
I alt	97	62	2	78	17	100	100	100	100	100

En sammenligning af det totale antal stationer med stationerne i fiskevandløb, som på Bornholm er ørredvandløb, viser at ørred i 45% af tilfældene forefindes ved DFI værdi II-III. DFI værdi II-III synes således på Bornholm at sikre en vandløbskvalitet, som er tilstrækkelig til at sikre ørred acceptable gyde- og opvækstforhold. Derfor er DFI II-III sat som den højest acceptable værdi i de basismålsatte vandløb.

DFI er et udtryk for vandløbskvaliteten og dermed en angivelse af graden af den samlede påvirkning af vandløbet. Det fremgår ikke af indekset, hvilken påvirkning af vandløbet, der er den primære (f.eks kan et vandløb med DFI på II-III have lille variation, være sommerudtørrende, påvirket af spildevand eller være påvirket af okker). Samtidig kan en regional mangel på visse dyrearter (der er betinget Ø-geografiske begrænsninger) give afvigende DFI værdier. Af ovenstående grunde kan DFI-værdier alene ikke umiddelbart sammenlignes med hinanden i f.eks landsdækkende oversigter. Desuden er DFI bedst til at registrere spildevandsbelastning, hvilket er af begrænset betydning på Bornholm, hvor den mest betydende påvirkning er sommerudtørring og mindsket vandføring.

## Beskrivelse af målsætninger

Kriterierne for de enkelte målsætninger er præciseret på følgende måde:

### A: Skærpet målsætning:

- naturlige, upåvirkede vandløb
- sjældne vandløbstyper
- en rig forekomst af smådyr med mange sjældne og forureningsfølsomme arter
- DFI bør ikke overstige I-II, men II kan accepteres

### B: Basismålsætning:

- naturlige, upåvirkede vandløb
- kulturspor af tidligere regulering accepteres, såfremt den fysiske variation i selve vandløbet er stor
- gyde- og opvækstområder for ørreder eller alsidigt og naturlige dyre- og planteliv
- DFI bør ikke overstige II, men II-III kan accepteres

### C1: Lempet målsætning: Vandløb påvirket af mindsket vandføring og udtørring:

- mindsket vandføring på grund af vandindvinding eller dræning
- upåvirkede fysiske forhold (når vandløbet ikke samtidig er målsat med lempet målsætning C2)
- upåvirket af spildevand
- DFI bør ikke være ringere end II-III, men III kan accepteres, når der samtidig er lav fysisk variation på grund af regulering.

### C2: Lempet målsætning, vandløb påvirket af regulering:

- hårdhændet vedligeholdelse, hvor den naturlige fysiske variation er tydeligt nedsat f.eks ved fjernelse af sten
- udretning og rørlægning
- ørredbestand normalt ikke til stede
- upåvirket af spildevand
- DFI bør ikke være ringere end II-III, men III kan accepteres, når der er sommerudtørring

### C12: Lempet målsætning: Vandløb påvirket af både C1 og C2

### C3: Lempet målsætning, vandløb, der alene anvendes til afledning af vand.

- DFI må ikke være større end III.

Der er her tale om vandløbsstrækninger, der normalt ikke er undersøgt med hensyn til dyre- og planteliv, fysiske forhold m.v. Men vandløbene er på grund af deres store samlede længde på ca. 650 km af stor miljømæssig betydning.

## De enkelte målsætninger og miljøtilstanden.

### **A: Skærpet målsætning**

3 vandløb på ialt 3350 m er målsat med skærpet målsætning. 2 af vandløbene er korte kildebække ved Øle Å's nedre løb. Det sidste vandløb er en længere strækning af Øle Å i Povlsker Plantage. Vandløbet og kilderne er næsten upåvirket af menneskelig aktivitet og henligger i naturtilstand. Strækningen af Øle Å er en sjælden vandløbstype på Bornholm med lille længdefald og et stærkt slynget forløb. Alle vandløbene indeholder en artsrig fauna med mange sjældne og forureningsfølsomme arter.

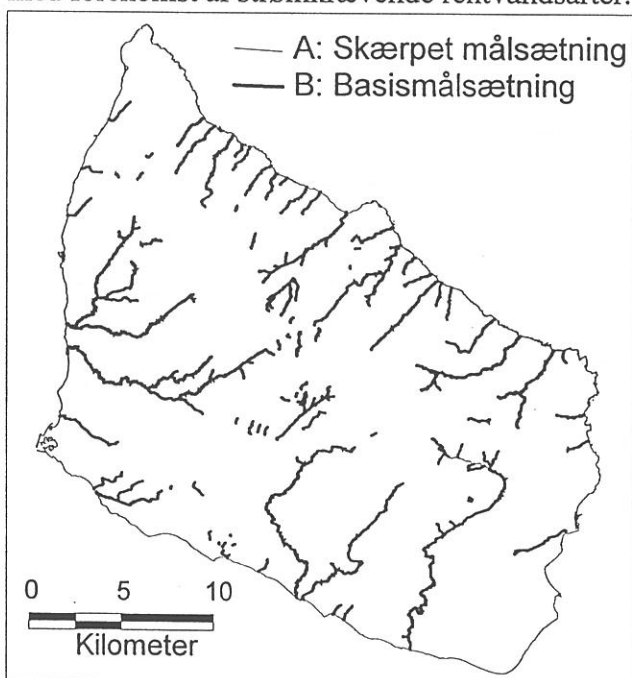
Vandløbene er vist på kort a10-2 sammen med de basismålsatte vandløb.

Der er foretaget DFI undersøgelser på 2 stationer, som begge ved de seneste målinger viser DFI=II, mens de tidligere viser I eller I-II. Målsætningen er overholdt.

### **B: Basismålsætning**

Knap 248 km vandløb er målsat med basismålsætning. Det er primært de største og nederste dele af vandløbene. Knap halvdelen er gyde- og opvækst for ørreder - resten har normalt fysiske forhold, der er egnet til opvækst for ørreder, men fiskene mangler på grund af naturlige sprærringer (vandfald) eller er naturligt sommerudtørrende. De mindre vandløb med basismålsætning, som f.eks. tilløb, rummer en rig smådyrsfauna med med forekomst af strømkrævende rentvandsarter.

*Kort a10-2.  
Oversigtskort over  
vandløb med skærpet  
målsætning og ba-  
sismålsætning.*



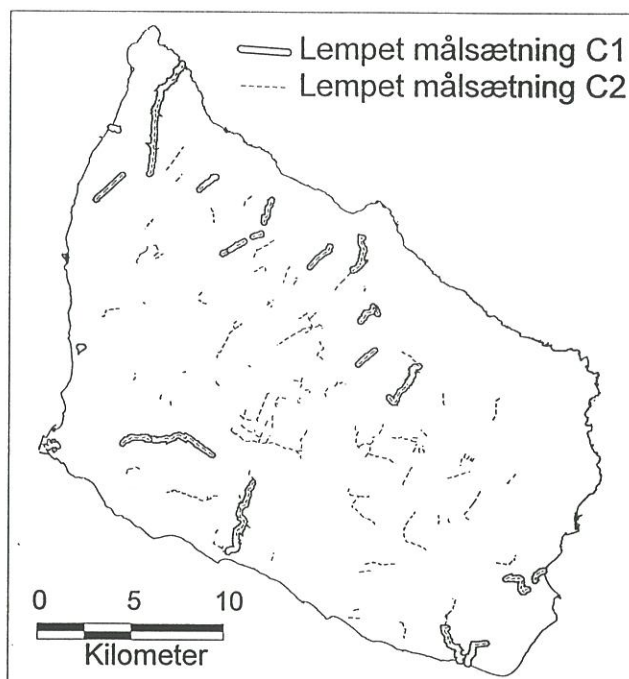
Der er foretaget DFI-beregninger på 78 stationer: en enkelt station har DFI=III og overholder ikke målsætningen, hvilket både skyldes regulering og sommerudtørring. Knap halvdelen af stationerne har DFI=II-III. 2/3 af disse stationer befinder sig i de mindre vandløb og de vil derfor ofte være udsat for naturlig sommerudtørring. En række strækninger overholder ikke målsætningen på grund af regulering (udretning og rør-

lægning) samt nedsat vandføring på grund af vandindvinding og dræning. Disse forhold kan ikke belyses tilstrækkeligt effektivt med DFI-indekset, men bedømmes ud fra registreringer af af de fysiske og afstrømningsmæssige forhold i felten.

### **C1: Lempet målsætning, vandløb påvirket af vandindvinding**

21 vandløbsstrækninger med en samlet længde på 42 km er målsat med lempet målsætning C1. Det drejer sig især om delstrækninger af større vandløb inde på øen. 34 km er samtidig målsat med lempet målsætning C2, vandløb påvirket af regulering. De målsatte strækninger er angivet på kort a10-3 sammen med vandløb målsat med C2.

*Kort a10-3.  
Oversigtskort over  
vandløb med lempet  
målsætning C1 og C2.*



Der forefindes DFI-beregninger på 5 forskellige stationer, heraf er 1 station med DFI=I-II, 4 har DFI=II-III og 1 har DFI=III. Det relativt lave antal DFI-stationer hænger sammen med at indekset ikke er særligt hensigtsmæssigt til at bedømme, i hvilken grad et vandløb er påvirket af vandindvinding samtidig med at DFI ikke differentierer de forskellige former for påvirkning, vandløbet er udsat for.

### **C2: Lempet målsætning, vandløb påvirket af regulering**

Der er registreret i alt 131 vandløbsstrækninger med en samlet længde på 123 km med lempet målsætning C2. Det drejer sig især om mindre vandløb som tilløb og vandløbsspidser, hvorfor disse strækninger er beliggende "inde" på øen (kort 2), heraf er godt 8 km rørlagte. 34 km er samtidig målsat med lempet målsætning C1, vandløb påvirket af vandindvinding. De målsatte strækninger er angivet på kort a10-3 sammen med vandløb målsat med C1.

Det fremgår tydeligt af vandløbets fysiske forhold om vandløbet er reguleret. En del vandløb er udrettet i ældre tid og har på grund af manglende vedligeholdelse, gode faldforhold og træopvækst med tiden opnået en

stor fysisk variation i bundforholdene, selvom vandløbets naturlige slyngninger(mæandring) ikke er genskabt.

Ovennævnte "naturaliserede" vandløb kan ofte huse en naturlig rig vandløbsfauna herunder en ørredbestand, og vil af den grund ofte være målsat med en basismålsætning eller højere med angivelse af at målsætningen ikke er overholdt på grund af regulering.

Vandløbskvaliteten bedømt ud fra DFI bør ikke være ringere end II-III, men III kan accepteres, når de pågældende strækninger er naturligt sommerudtørrende eller har lav fysisk variation. Der må ikke være indikatorer på belastning med spildevand.

Der forefindes DFI-beregninger på 10 forskellige stationer, heraf er 1 station med DFI=II , 7 har DFI= II-III) og 2 har DFI=III Det relativt lave antal DFI-stationer hænger sammen med at indekset ikke er særligt hensigtsmæssigt til at bedømme om et vandløb er regulret eller ej, idet dette jo tydeligt fremgår af de fysiske forhold.

### **C3: Lempet målsætning, vandløb, der alene anvendes til afledning af vand (grøfter og småvandløb)**

Alle resterende vandløb, der ikke er målsat med ovenstående målsætninger, er målsat med lempet målsætning C3. Det drejer sig om ca 650 km vandløb, der hovedsagelig udgøres af de mindste vandløb øverst i vandløbsystemet f.eks sommerudtørrende småbække, regulerede småbække, grøfter og mindre afvandingskanaler.

Der er her tale om vandløbsstrækninger, der normalt ikke er undersøgt med hensyn til dyre- og planteliv, fysiske forhold m.v. Men vandløbene er på grund af deres store samlede længde af stor miljømæssig betydning f.eks ved omsætning af organiske stoffer fra f.eks husspildevand. Det gælder derfor, at der ved behandling af sager vedrørende disse vandløb skal foretages en konkret vurdering af eventuelle beskyttelsesinteresser tilknyttet vandløbet. Det kan betyde at målsætningen for en konkret strækning ændres. Derudover gælder, at DFI, når vandløbet kan bedømmes, ikke må være større end III.

Der forefindes DFI-beregninger på 3 stationer alle med DFI= II-III

### **Ændret tilstand i vandløb, som ikke overholder målsætningerne.**

#### **Rørlagte vandløb**

I de større målsatte vandløb er der registreret i alt 12,450 km rørlagte vandløb. Heraf er godt 2/3 målsat med lempet målsætning C2 og målsætningen er dermed opfyldt. Det drejer sig især om vandløbsspidser og delstrækninger af i øvrigt regulerede(udrettede) vandløb med lempet målsætning C2.

Den resterende 1/3 er for at bevare kontinuiteten i de pågældende vandløbstrækninger målsat med basismålsætning, idet disse rørlagte strækninger er beliggende i vandløb, der både opstrøms og nedstrøms er målsat med basismålsætning. Basismålsætningen er dermed ikke overholdt. Opfyldelse af målsætningen for disse strækninger kræver at de åbnes og eventuelt genslynges som led i en egentlig vandløbsrestaurering. En del af de rørlagte vandløb vil i de kommende årtier sandsynligvis blive åbnet på grund af alder, idet det mange steder vil være billigere at fjerne de udslidte rør frem for at renovere disse. Desuden vil muligheder for tilskud til restaurering fremme åbningen.

På den anden side vil dyrkningsinteresserne på en del strækninger være væsentlige og det kan ikke i den nærmeste fremtid forventes at der fra lodsejernes side vil fremkomme ønsker om åbning og restaurering. I de sidstnævnte tilfælde vil der derfor kræves væsentlige offentlige tilskud og erstatninger for at fremme restaurering.

På denne baggrund er det vanskeligt at udtale sig præcist om tidshorizonten og kapitalbehovet for de rørlagte strækninger, der ikke opfylder basismålsætningen. Det vil i væsentlig grad afhænge af forhandlinger med de enkelte lodsejere samt tilskudsmuligheder. Da tilskudsmulighederne og forvaltningens ressourcer er begrænset er det kun sandsynligt at en mindre del af disse strækninger i den kommende planperiode vil blive restaureret. Det skal i henhold til Miljøstyrelsens ønske om revidering af målsætningerne derfor foreslås at disse rørlagte strækninger i den nye regionplan 97 overføres til lempet målssætning C2, men med bemærkning om at restaurering af disse strækninger bør prioritetes højt.

### **Udrettede vandløb**

47 vandløbstrækninger med en samlet længde på godt 38 km overholder ikke basismålsætningen på grund af udretning. Det drejer sig især om delstrækninger af større vandløb, som nedstrøms og/eller opstrøms overholder en basismålsætning eller en skærpet målsætning. Disse kunne oprindeligt være målsat med en lavere målsætning, men basismålsætningen er valgt for på sigt at bevare kontinuiteten i de pågældende vandløb. Desuden gav vandløbsloven visse tilskudsmuligheder til restaurering, men kun, når målsætningerne ikke er opfyldt. I praksis har disse muligheder ikke fundet anvendelse på Bornholm.

Når der ses bort fra de kulturhistoriske spor af udretning, overholder en stor del af disse vandløbsstrækninger en basismålsætning grundet manglende vedligeholdelse. Dette gælder især for de strækninger, som er beliggende i natur- og skovområder.

2 strækninger på 6,3 km er omfattet af offentlig regulativ, og det må derfor forventes, at de fortsat ikke vil kunne overholde en basismålsætning grundet hyppige oprensninger.

Hvis der tilføjes følgende kriterie til basismålsætningen "kulturspor af tidligere regulering accepteres, såfremt den fysiske variation i selve

vandløbet er stor" vil størstedelen af de ovennævnte vandløb overholde en basismålsætning. Hvis ovennævnte medtages i kriterierne for basismålsætningen i regionplan 97 vil de omhandlede vandløbsstrækninger overholde basismålsætningen.

### Vandløb påvirket af vandindvinding og dræning

12 vandløbstrækninger med en samlet længde på godt 28 km overholder ikke basismålsætningen på grund af sommerudtørring eller reduceret vandføring. Det drejer sig især om delstrækninger af større vandløb som enten nedstrøms eller opstrøms overholder en basismålsætning eller en skærpet målsætning.

10 af vandløbene med en samlet længde på 20 km er påvirket af grundvandssænkninger grundet vandindvinding. De sidste 2 er sommerudtørrende på grund af dræning og tørlægning af tidligere vådbundsarealer. Det foreslås at de 10 vandløb påvirket af vandindvinding overføres til C1 mededens de 2 vandløb fortsat fastholdes med basismålsætning. Det er dog ikke sandsynligt at de sidstnævnte vil kunne overholde målsætningen i planperioden, idet der kræves omfattende retableringer af de tørlagte vådområder. Disse områder vil dog med tiden blive mere og mere vandlidende efterhånden som jordbunden synker og drænsystemerne forældes, hvorved retablering af vådbundsarealerne kan blive aktuel.

### Vandløb påvirket af okker og spildevand.

Risebæk er stærkt påvirket af okker på grund af grundvandssænkning af ældre vådbundarealer og overholder ikke målsætningen. En overholdelse af målsætningen kræver enten af grundvandstanden hæves til sit tidligere niveau eller at der etableres okkerrensingsanlæg. Det foreslås at målsætningen fortsat fastholdes i regionplan 97.

Enkelte småvandløb er påvirket af husspildevand og stærkt tilslammet med en forarmet fauna. Målsætningerne for disse strækninger fastholdes, idet kommende regler om forbedret rensning af husspildevand vil forbedre forholdene på disse strækninger.

### Forslag til nye målsætninger i regionplan 97

Foranstående forslag til ændringer i målsætninger er fremsat som forslag i regionplan 97, som i skrivende stund endnu ikke er vedtaget. I nedestående skema er forslagene sammenfattet og sammenholdt med de eksisterende målsætninger.

Målsætning	Eksisterende målsætninger		Forslag til målsætninger	
	i alt km	heraf ikke opfyldt	i alt km	heraf ikke opfyldt
A	3	0	3	0
B	248	73	223	16
C1	42	0	57	0
C2	123	1	133	1
C3	650	0	650	0

## A.11 Fosfor

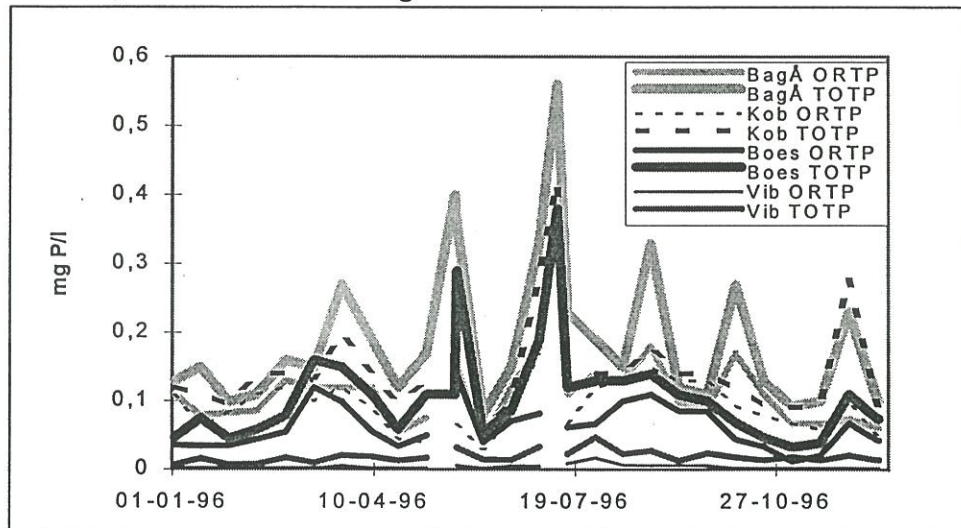
Fosfor er målt i henholdsvis opløselig orthophosphat-P samt total-P. Fosfor transporteres både i opløst form og bundet til partikler. Koncentrationen af den partikulære form kan tilnærmelsesvis beregnes som koncentrationen af total-P fratrukket koncentrationen af orthophosphat-P.

Den relative betydning af fraktionerne afhænger af den eksterne belastning og af de afstrømningsmæssige forhold i vandløbet. Opløst fosfat tilføres mere eller mindre konstant til vandløbet fra dræn og punktkilder, og er dermed underlagt fortyndingsprocesser.

Det partikulært bundne fosfor er mere styret af nedbørsforholdene og af de herskende afstrømningsmæssige forhold i vandløbet, idet partiklerne stammer fra spildevand, aflejringer i vandløbet og evt. også overfladisk afstrømning (stormafstrømning).

På Bornholm er der ingen større punktkilder (rensingsanlæg) i de målte oplande og de primære punktkilder består af udledninger fra enkeltejendomme, enkelte små overfaldsbygværker samt evt. uopdagede udledninger af husdyrgødning. I naturolandet Vibebakke er der ingen punktkildeudledninger, der kan spores i vandløbet, idet de lille antal ejendomme, der er i oplandet, udleder spildevandet opstrøms det store moseområde "Ølene", hvor der sker en tilbageholdelse af fosfor.

Fig a11-1. Målte fosforkoncentrationer i 1996



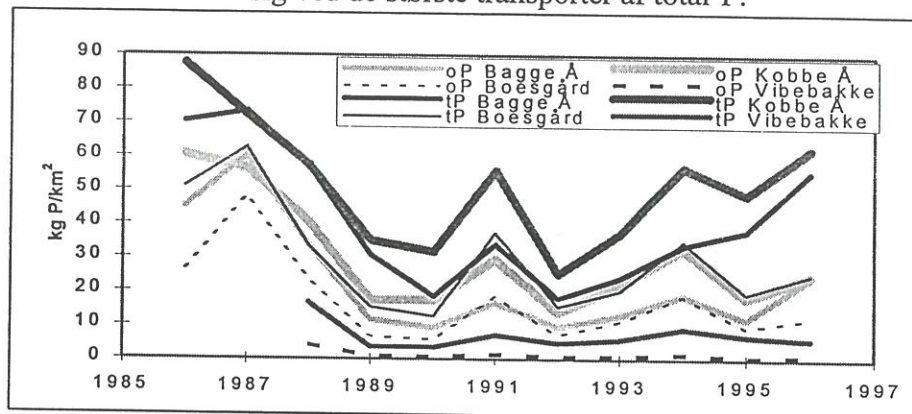
På fig a11-1. ses, at der for de 3 landbrugsoplande er en tydelig årstidsvariation med høje sommerkoncentrationer, hvorimod naturolandet Vibebakke har en gennemgående lille koncentration med en væsentlig mindre sæsonvariation. I 1996 er der endvidere "fanget" enkelte stormafstrømning bl.a den 10. juli. Årstidsvariationen i de 3 landbrugsoplande kan forklares af tilførsel fra punktkilder (husspildevand, overfaldsbygværker, gårdbidrag), idet den lille fortynding i den tørre sensommer giver de høje koncentrationer. Vibebakke kendetegner et ubelastet vandløb næsten helt uden sæsonvariation.



## Udviklingen i afstrømningen af fosfor

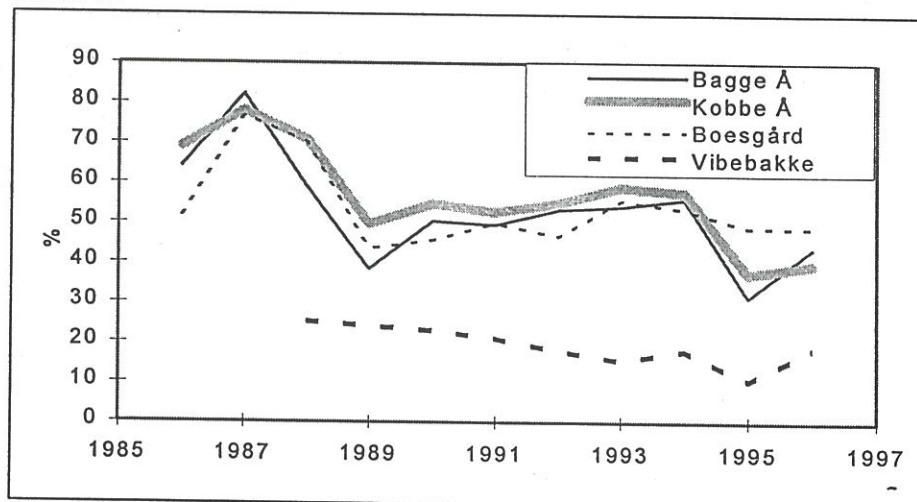
Udviklingen i fosfortransporten er vist på *fig a11-2*. Det ses generelt at transporten har været faldende i begyndelsen af perioden, men i de senere år er begyndt at stige igen især i landbrugsoplande. Naturoplandet Vibebakke har hele perioden ligget ret konstant med de mindste værdier og Kobbe Å adskiller sig ved de største transporter af total-P.

*Fig a11-2. Arealafstrømningen af Fosfor i kg/km<sup>2</sup> for perioden 1986-96*



Andel af opløst-fosfat-P har generelt været faldende i de sidste 10 år, svarende til at andelen af partikulær-P har været tilsvarende stigende (*fig a11-3*). Naturoplandet Vibebakke har markant lavere indhold af opløst fosfor-P.

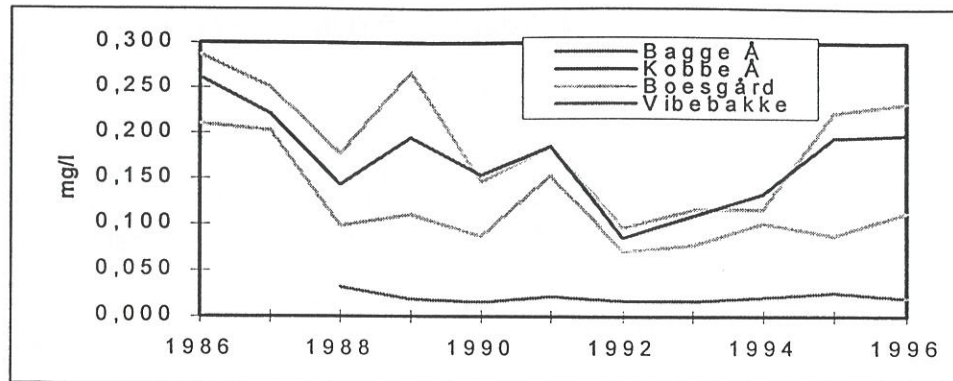
*Fig a11-3. Andelen i % af opløst-P for perioden 1986-96*



For fosfor er der ikke en god sammenhæng mellem vandføring og transport, hvilket bl.a. betyder, at prøveantallet skal være relativt stort for at opnå en tilstrækkelig sikkerhed i transportberegningerne. I 1986 og for Vibebakke i 1988 er prøvetallet kun 12, hvilket betyder, at beregningerne for disse er behæftet med en større usikkerhed.

Udviklingen i de normaliserede (vandføringsvægtede) stofkoncentrationer er vist i *fig a11-4*.

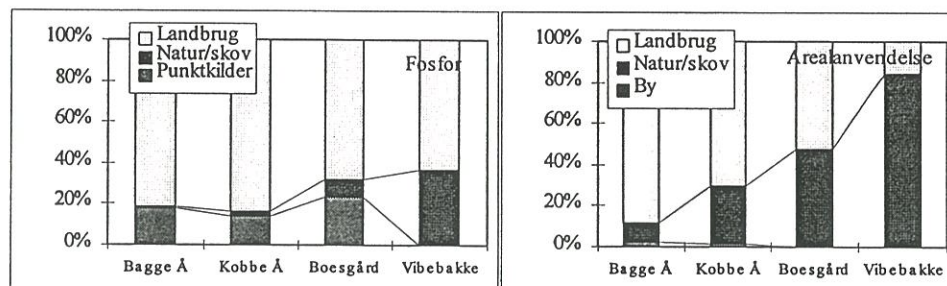
Fig a11-4. Den normaliserede (vandføringsvægtede) koncentration af total-P for perioden 1986-96.



Den normaliserede fosforkoncentration har også her generelt været faldende gennem årene 86-92, men stigende de sidste 3 år. Det er vanskeligt at vurdere årsagerne til denne udvikling, idet vandføringsmønsteret og klima spiller en stor rolle på grund af fosfors komplicerede afstrømningsforhold.

Den samlede årlige fosfortransport fra de målte oplande udgør i gennemsnit for de sidste 10 år 4.400 kg. Fra den spredte bebyggelse er det på baggrund af erfaringstal beregnet, at der udledes ca 700 kg fosfor, dvs ca 1/6 af den målte årstransport. En forbedret spildevandsrensning på f.eks 50% vil således på denne baggrund kun have mindre betydning for den samlede transport. På fig a11-5 er fordelingen af fosfortransporten optegnet for de enkelte målestationer for 1996 og sammenlignet med arealanvendelsen, hvoraf det fremgår at landbrug er den væsentligste kilde.

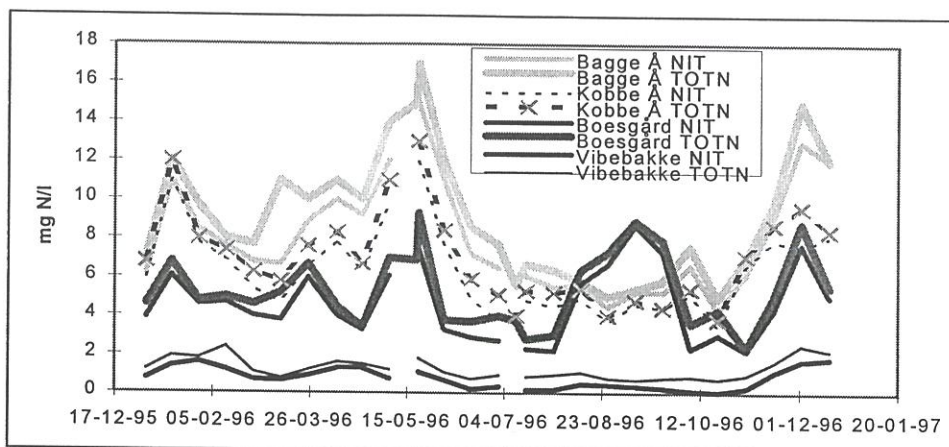
Fig a11-5. Fordelingen af de vigtigste kilder til transporten af total-P i 1996 sammenlignet med arealanvendelsen.



## A12. Kvælstof

Kvælstof er målt henholdsvis som total-N, nitrat-N og ammonium-N.

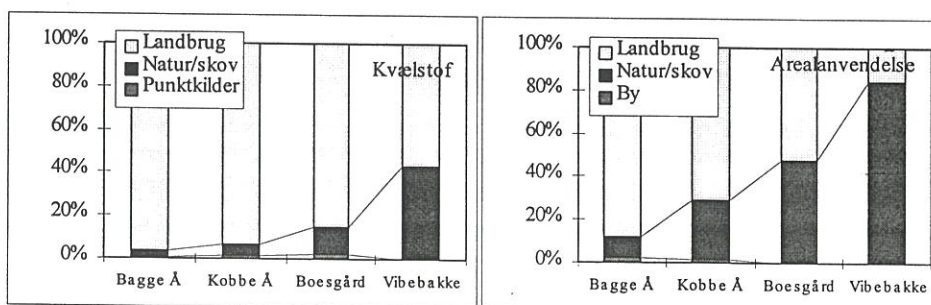
Fig. a12-1. Målte koncentrationer af nitrat-N og total-N i mg/l i 1996



I Fig. a12-1 er de målte koncentrationer af total-N og nitrat-N i 1996 optegnet. I den første halvdel af året er der grundet den tørre vinter og våde forsommeret et "omvendt" forløb af kvælstofkoncentrationen, der normalt er størst om vinteren. Den sidste halvdel af året har et typisk forløb med lave sommerværdier, bortset fra Boesgård, hvor sommerværdierne som sædvanligt er højest. Ved Boesgård hænger den atypiske årstidsvariation sammen med, at vandløbet er udtørret om sommeren på en længere delstrækning opstrøms Boesgård, hvorved oplandet bliver mindre og ændres til et landbrugsopland. Dette særlige forhold vil blive diskuteret senere.

De 4 målestationer ligger på hvert sit niveau bortset fra Boesgård om sommeren. Niveauerne afspejler generelt andelen af landbrugsarealerne i oplandene - jo større dyrkningsgrad jo større kvælstofkoncentration i vandløbene. Fordelingen på de forskellige kilder er vist i Fig a12-2 og sammenlignet med arealanvendelsen.

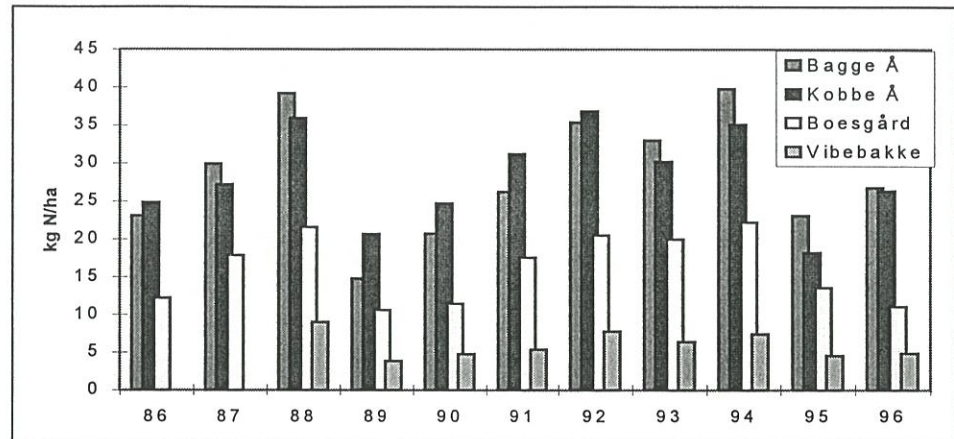
Fig. a12-2. Fordelingen af de vigtigste kilder til transporten af total-N i 1996 sammenlignet med arealanvendelsen



## Udviklingen i afstrømningen af kvælstof

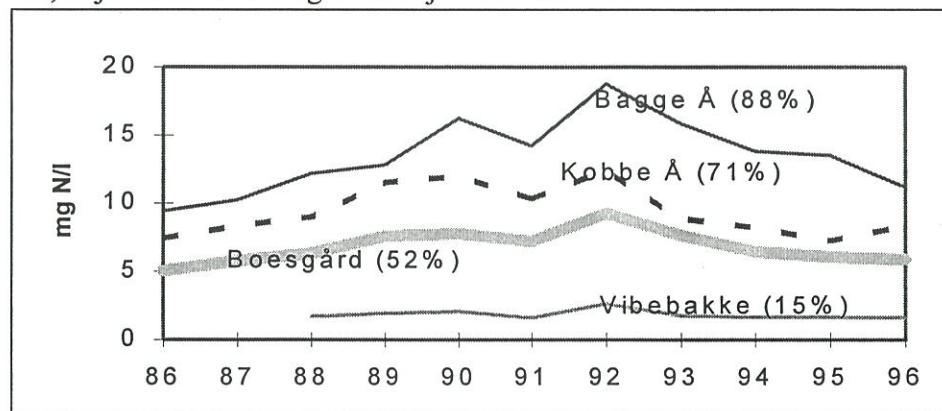
I Fig. a12-3. er optegnet arealafstrømningen for Total-N fordelt pr. år og målestationer.

Fig. a12-3. Transporten af total-N i kg/ha fordelt på målestationer og år.



Transporten af kvælstof er stærkt afhængig af vandføringen - derfor er transporten i de afstrømningsfattige 1989 og 1995 lille og stor i 1988 og 1994. Der er således meget store variationer i stoftransporten fra år til år, og det er ikke muligt på grundlag af den totale årlige stoftransport alene, at bedømme ændringer i afstrømningen af kvælstof. Til dette formål beregnes en normaliseret (vandføringsvægtet) stofkoncentration, dvs. den beregnede årlige transport divideret med vandføringen. I Fig. a12-4. er den vandføringsvægtede koncentration af total-N optegnet. Det ses, at den normaliserede koncentration er vokset siden 1986 indtil 1992, men er siden faldet, sandsynligvis primært som følge af braklægning. Desuden ses, at jo større landbrugsarealer jo større koncentrationer.

Fig. a12-4. Udvikling i normaliseret kvælstofkoncentration (total-N) fordelt på målestationer. I parentes er angivet landbrugsarealet i %.



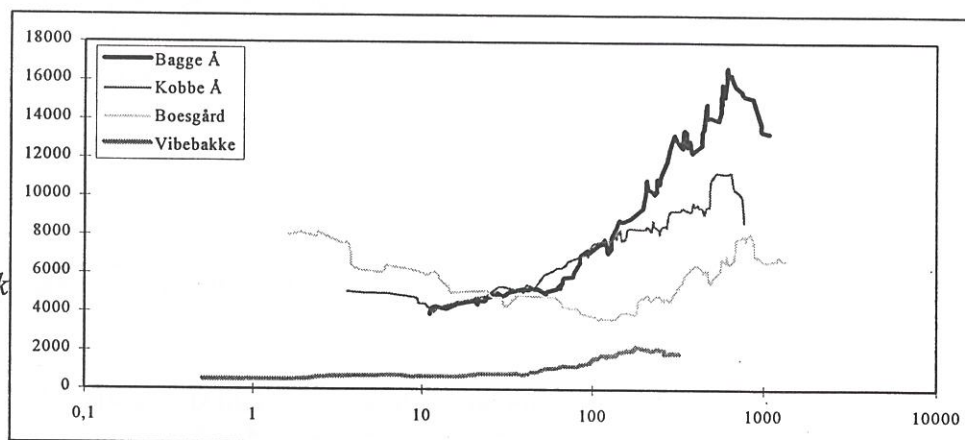
## Udviklingen i de øvre grundvandsmagasiners kvælstofindhold.

Som det fremgår af det foregående sker der ved Boesgård om sommeren markante stigninger i alkaliniteten og kvælstofkoncentrationen, hvilket skyldes, at oplandet på grund af opstrøms sommerudtørring ændrer karakter til en anden type opland med en afvigende geologi og med en arealvendelse udelukkende som landbrug. Desuden er sommerudtørringen

af delstrækningen en indikator for, hvornår vandløbet primært bliver grundvandsfødt.

Også ved at sammenholde vandføringen med kvælstofkoncentrationen er det muligt at adskille de to "vandløbstyper" ved Boesgård: Over 100 l/s er koncentrationen stigende ved stigende vandføringer, hvilket jo er en almindelig kendt sammenhæng. Men under 100 l/s er sammenhængen omvendt: kvælstofindholdet er faldende ved stigende vandføringer, hvilket er bemærkelsesværdigt.

*Fig. a12-5. Flydende gennemsnit af sammenhængen mellem kvælstofindholdet i mygram/l i forhold til vandføringen på x-aksen, der er logaritmisk. Gælder for perioden 1986-95.*

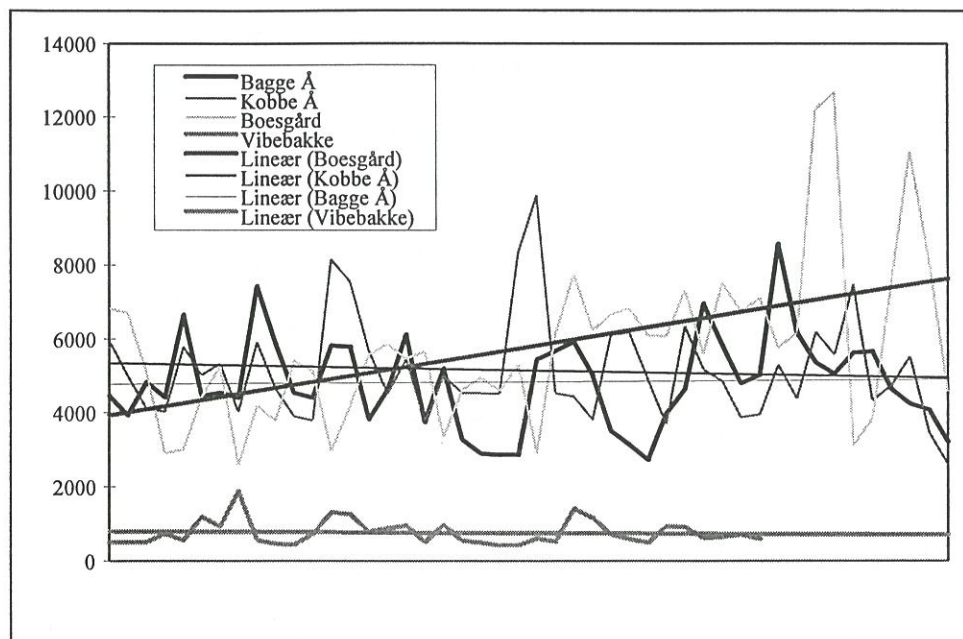


Det er således vandføringer på ca 100 l/s der adskiller de to vandløbstyper fra hinanden: Under 100 l/s er vandløbet primært grundvandsfødt fra et landbrugsopland; over 100 l/s er vandløbet primært født af dræn- og overfaldevand fra et blandet opland med 44 % landbrug.

Tilsvarende undersøgelser er foretaget ved de øvrige målestationer (Fig a12-5). Ved Kobbø Å er fundet lignende, men mindre udpræget sammenhæng som ved Boesgård, idet der er også her findes en "omvendt" sammenhæng under ca 20 l/s. På de øvrige stationer Vibebakke og Bagge Å kan der ikke konstateres omvendte sammenhænge mellem vandføring og kvælstofkoncentration ved de små vandføringer. Dette kan i Bagge Å oplandet relateres til at grundvandet for en stor del er reduceret på grund af store jernforekomster og derfor ikke viser gennemslag af nitrat. Vibebakke er et skovopland, hvor der ikke kan forventes stigninger i kvælstofindholdet i grundvandet.

Udviklingstendenserne i de perioder hvor vandføringen ved Boesgård viser en omvendt sammenhæng med kvælstofkoncentrationen er vist i. for Total-N i Fig. a12-6.

Fig. a12-6. Beregnede månedsværdier af kvælstofkoncentrationen ved vandføringer større end 100 l/s ved Boesgård. X-aksen består af udvalgte måneder i tidsmæssig korrekt rækkefølge



Det ses at der er en tydelig stigning i kvælstofkoncentrationerne ved Boesgård, men ikke ved de øvrige stationer.

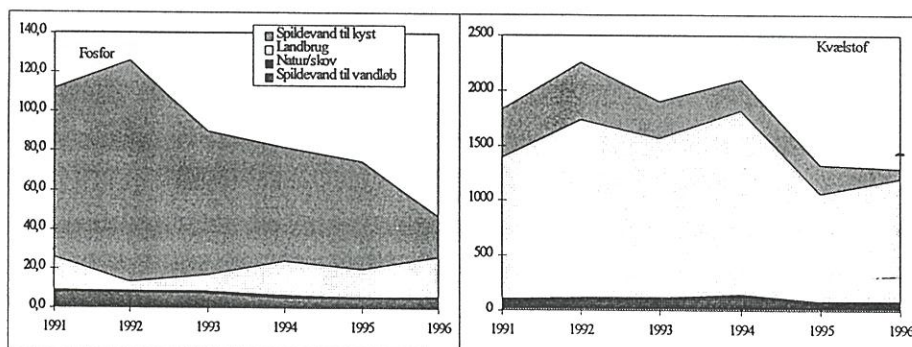
Alt andet lige kan det på baggrund konkluderes, at det overfladenære grundvand i de nedre dele af oplandet til Boesgård har et stigende indhold af kvælstof, hvilket må tilskrives gennemslag af nitrat fra landbrugsdriften til de øvre grundvandsmagasiner. Dette kan ikke konstateres ved de øvrige stationer.

### A13. Samlet stofafstrømning fra Bornholm til Østersøen

Den samlede arealbetingede udledning via vandløb fra hele Bornholm er som tidligere år beregnes forholdforholdsmæssigt efter fradrag af spildevandsbelastningen (primært spredt bebyggelse) som er opgjort til henholdsvis 3,3 ton N og 0,75 ton P. Den samlede punktkildeopgørelse inkl. spredt bebyggelse er foretaget på baggrund af konkrete opgørelser og tællinger. I nedenstående tabel er den samlede afstrømning og udledning fra Bornholm sammenstillet for perioden 1988-96.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Kvælstof</b>									
Renseanlæg				3	2	6	5	3	3
Overfaldsbygværker				2	2	1	1	1	1
Spredt bebyggelse.				19	19	19	19	19	19
<b>Spildevand til vandløb</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
Natur/skov	98	39	52	87	100	97	133	72	73
Landbrug	1692	801	958	1283	1617	1447	1664	973	1112
<b>Vandløb i alt</b>	<b>1790</b>	<b>840</b>	<b>1010</b>	<b>1395</b>	<b>1739</b>	<b>1570</b>	<b>1822</b>	<b>1068</b>	<b>1208</b>
Spildevand til kyst				440	518	339	278	258	92
<b>Total</b>				<b>1835</b>	<b>2257</b>	<b>1909</b>	<b>2100</b>	<b>1327</b>	<b>1300</b>
<b>Fosfor</b>									
Renseanlæg				0,9	0,6	0,9	0,9	0,4	0,6
Overfaldsbygværker				0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4
Spredt bebyggelse.				6,5	6,9	6,5	4,3	4,3	4,3
<b>Spildevand til vandløb</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8,0</b>	<b>8,0</b>	<b>7,7</b>	<b>5,5</b>	<b>5,0</b>	<b>5,3</b>
Natur/skov	1,8	0,5	0,4	1,3	0,7	0,9	1,5	1,1	1,0
Landbrug	25,2	16,5	10,6	16,7	5	8,3	17,3	14,1	20,0
<b>Vandløb i alt</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>26,0</b>	<b>13,7</b>	<b>16,9</b>	<b>24,3</b>	<b>20,2</b>	<b>26,3</b>
Spildevand til kyst				86	112	73,2	57,9	54,5	21,0
<b>Total</b>				<b>112</b>	<b>126</b>	<b>90</b>	<b>82</b>	<b>75</b>	<b>47</b>

Fig. a13-1. Udviklingen i den totale udledning af fosfor og kvælstof i kg fra Bornholm



Det ses at forsfertilførselen til havet primært udledes direkte til kysten med byernes spildevand samt at denne tilførsel har været stærkt faldende i de senere år. Nu er den direkte udledning mindre end vandløbstransporten og landbrugsbidraget af fosfor er af samme størrelse som den direkte udledning. Derimod stammer den væsentligste udledning af kvælstof fortsat fra landbrugsdriften.





9810527

DANMARKS  
MILJØUNDERSØGELSE  
BIBLIOTEKET  
Vejløvej 25, Postboks 314  
8600 Silkeborg

Bar - vandløbsundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - BIBLIOTEKET  
Vejsøvej 25, DK-8600 Silkeborg



3437062764