

**Bilag til**

**Marine områder 2002**

**- Miljøtilstand og udvikling**

# Bilag 1

## Beskrivelse af anvendte indeks og korrektioner for klimatiske variationer, næringsstofkoncentrationer

### Tresidet variansanalyse for stations-, måneds- og årsvariation

Koncentrationer af næringsstoffer blev analyseret ved hjælp af en tresidet variansanalyse. Alle koncentrationer er før analysen blevet logaritmisk transformeret af følgende årsager:

1. De tre faktorer forventes at have en multiplikativ effekt på koncentrationerne af næringssalte og klorofyl. Ved logaritmisk transformation bliver den multiplikative model til en additiv model.
2. Store koncentrationer har større variationer end små koncentrationer. Ved logaritmisk transformering opnås varianshomogenitet.
3. Residualerne fra en variansanalyse uden transformation vil have en højreskæv fordeling. Ved logaritmisk transformation bliver residualerne fra variansanalysen tilnærmelsesvis normalfordelte.

De logaritmisk transformerede koncentrationer deles op i variationer, som kan tilskrives stationsafhængighed (STATION), sæsonvariation (MÅNED) og år til år variation (ÅR). Der er kun medtaget hovedeffekter i modellen, dvs. ingen krydseffekter.

$$\log(C) = \text{STATION}_i + \text{ÅR}_j + \text{MÅNED}_k + e_{ijk} \quad \text{hvor } e_{ijk} \in N(0, \sigma^2)$$

Hovedeffekterne, som estimeres ved hjælp af modellen, har følgende fortolkning:

- $\text{STATION}_i$  er middelniveauet for de enkelte stationer, når der er taget højde for år til år variationen og sæsonvariationen.
- $\text{ÅR}_j$  er middelniveauet for de enkelte år som indgår i analysen, når der er taget højde for den stationsafhængige variation og sæsonvariationen.
- $\text{MÅNED}_k$  er middelniveauet for årets 12 måneder, når der er taget højde for den stationsafhængige variation og år til år variationen.

Hovedvariationerne er signifikante for alle næringssalte og klorofyl. Residualerne fra variansanalysen er dernæst afbildet i histogrammet, hvilket har vist, at residualerne tilnærmelsesvist er normalfordelte.

Efterfølgende er de estimerede hovedeffekter transformeret tilbage vha. exponential funktionen. Hvis  $\alpha$  er middelværdien og  $\beta^2$  er variansen på de estimerede hovedeffekter af de log-transformerede data, bliver middelværdien  $\mu$  for de utransformerede data

$$\mu = e^{\alpha + \frac{\beta^2}{2}}$$

Et approximativt 95% konfidensinterval for de utransformerede data fås som

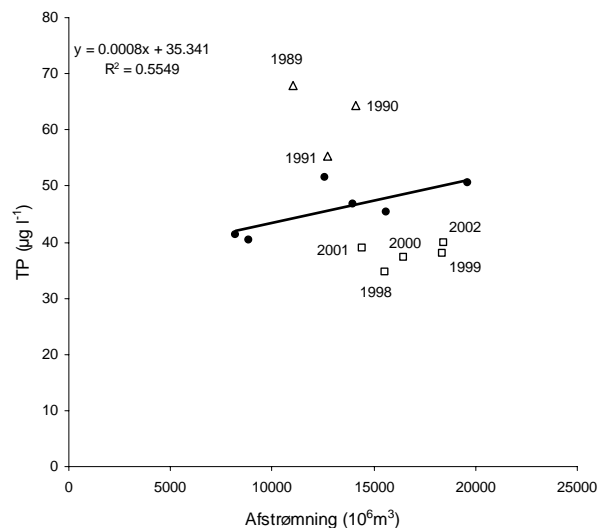
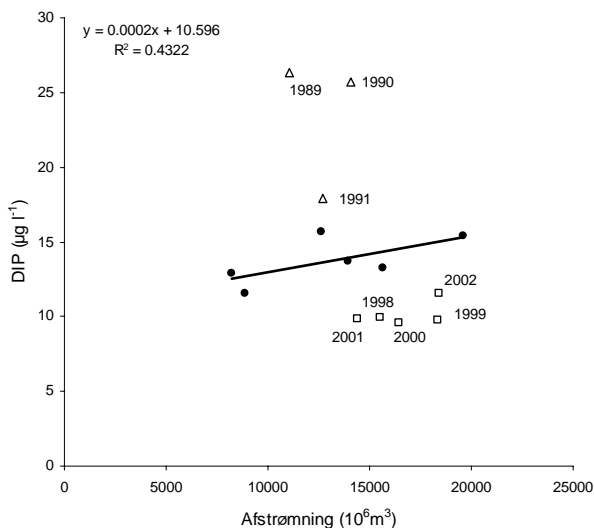
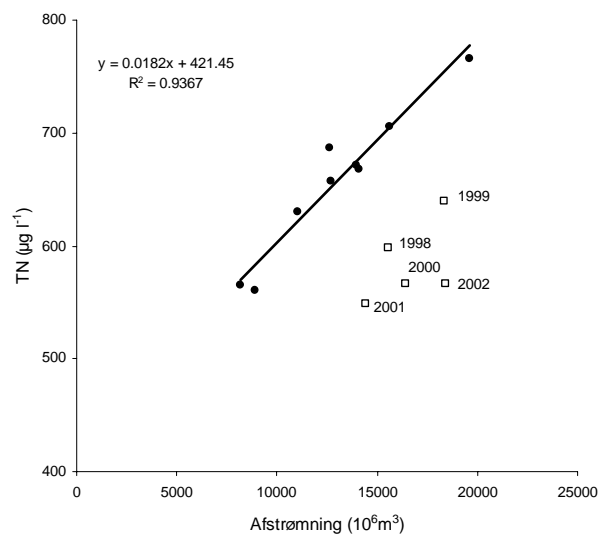
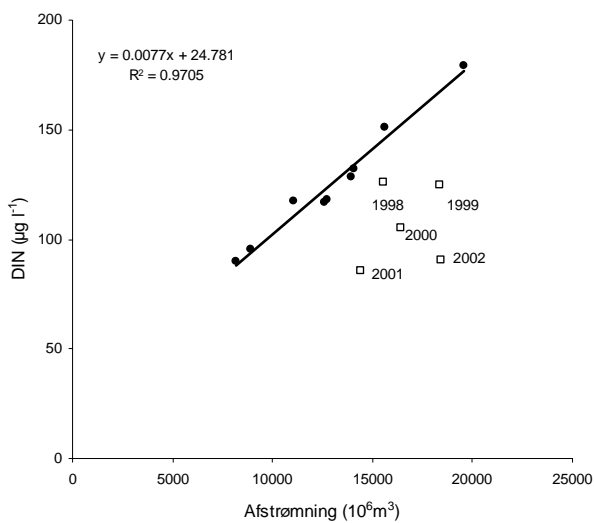
$$[e^{\alpha - 2\beta}; e^{\alpha + 2\beta}]$$

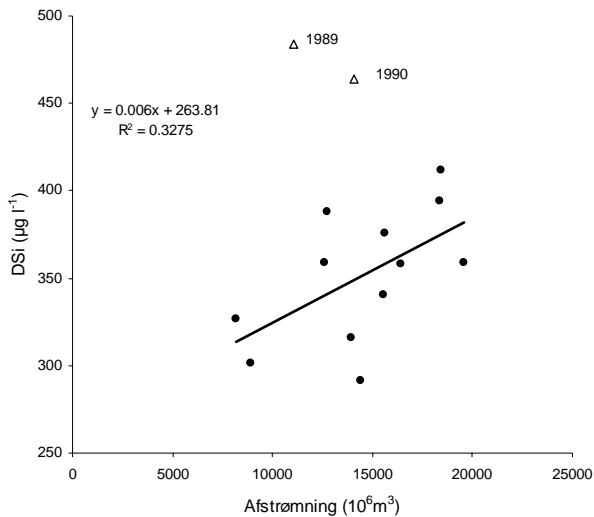
Eksempelvis estimeres af variansanalysen, at middelniveauet for  $\log(\text{DIN})$  i åbne farvande i 2002 var normalfordelt  $N(2,64; 0,050)$ , hvilket ved transformationen ovenfor giver, at middelniveauet for DIN er  $14,0 \mu\text{g N l}^{-1}$  med et 95% konfidensinterval på  $[12,7; 15,5]$ .

## Korrektioner for klimatiske variationer

Ferskvandsafstrømningen er den vigtigste klimatiske faktor som påvirker næringsstofkoncentrationerne, og afstrømningen blev derfor anvendt til at korrigere for klimatiske variationer.

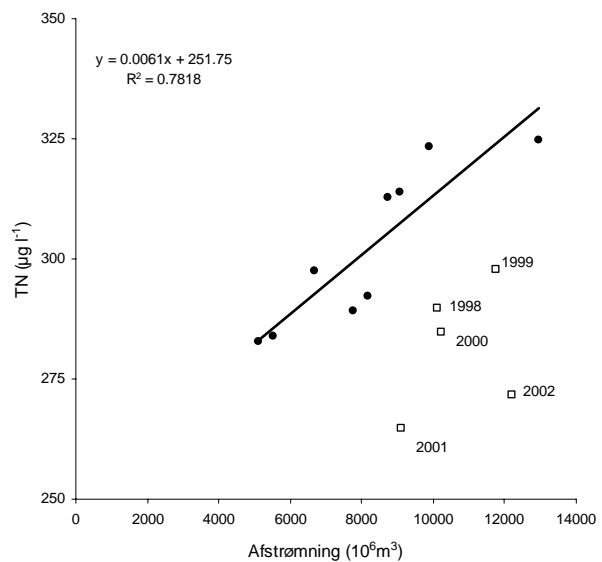
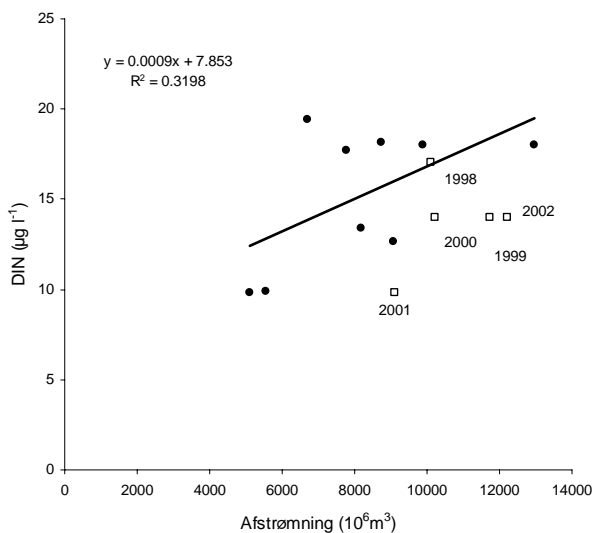
I fjorde og kystnære områder var relationerne imellem årsmidlerne for DIN og TN forholdsvis dårlige ( $R^2 = 0,20$  for DIN og  $R^2 = 0,12$  for TN). Det viser sig imidlertid, at disse dårlige forklaringsgrader skyldes årene 1998-2002. Relationen mellem afstrømning og middelkoncentrationerne af DIN og TN på basis af årene 1989-97 var særdeles gode (Figur 1), hvilket er forventeligt, idet størstedelen af kvælstoftilførslen stammer fra diffuse kilder og dermed afstrømningen. For DIP og TP blev årene 1998-2002 udeladt af samme årsag som for kvælstof sammen med årene 1989-1991, hvor punktkildebidraget var relativt stort. Det markante skift omkring 1998 er ikke observeret for DSi, men til gengæld er 1989 og 1990 udeladt, da detektionsgrænserne for mange af målingerne på amtsstationerne var meget høje.

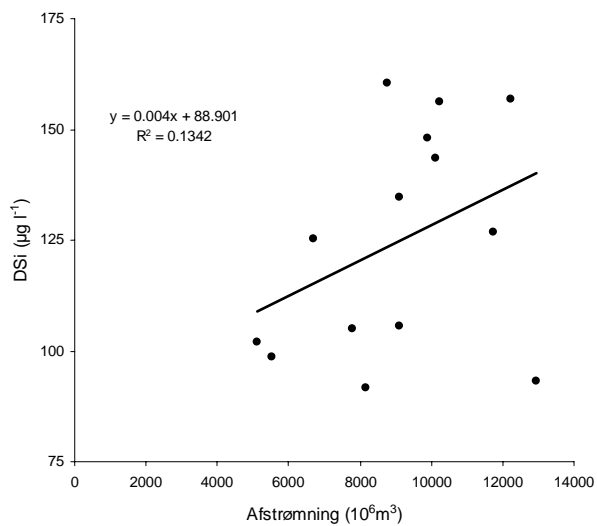
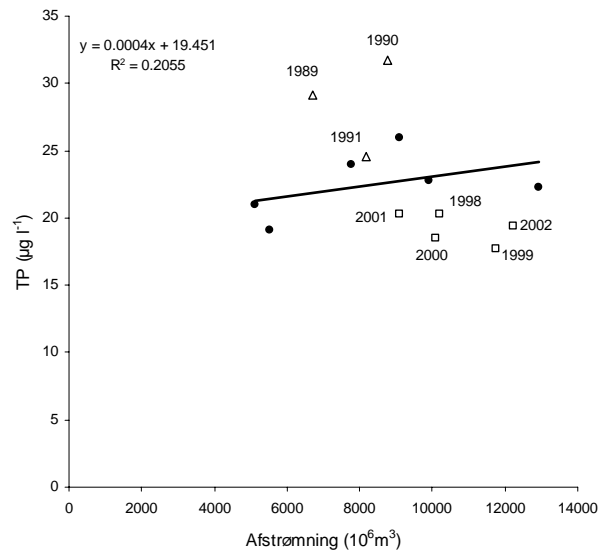
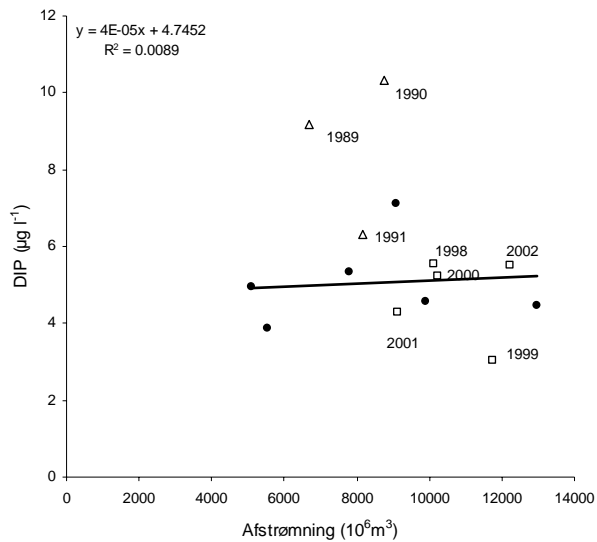




**Figur 1** Årsmiddelkoncentrationer for DIN, TN, DIP, TP og DSI i fjorde og kystnære områder mod afstrømning. Årene 1998-2002 er markeret med firkanter for DIN, TN, DIP og TP. For DIP og TP er årene 1989, 1990 og 1991 markeret med trekanter, og for DSI er årene 1989 og 1990 markeret med trekanter.

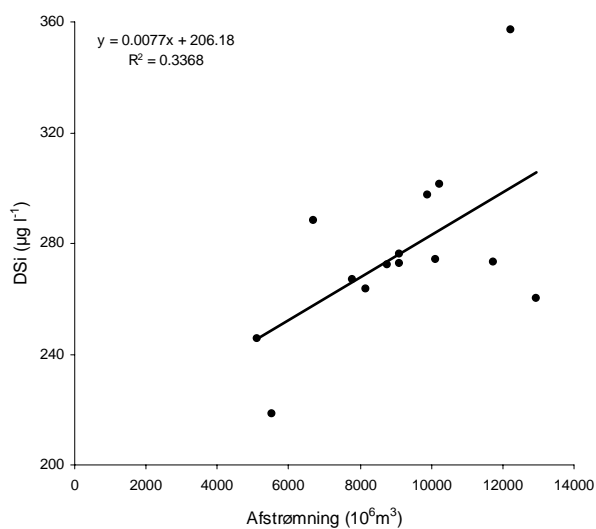
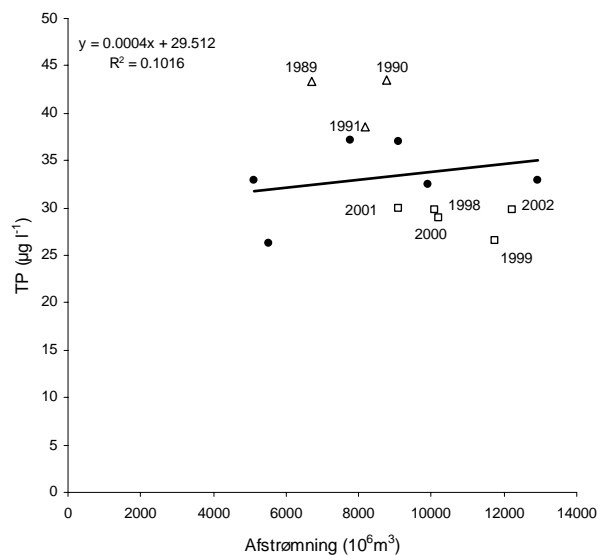
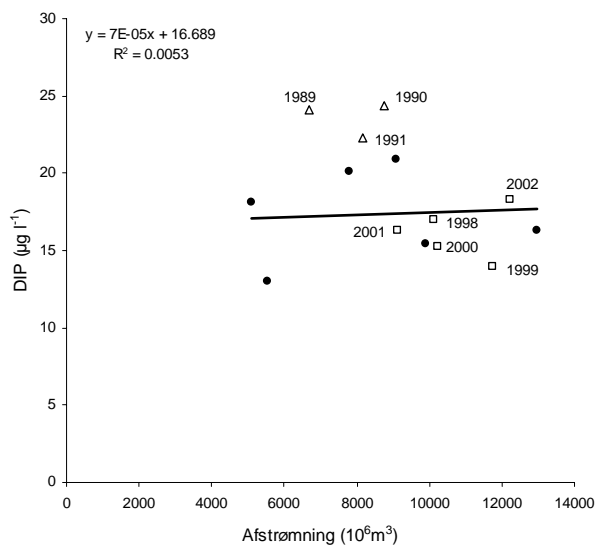
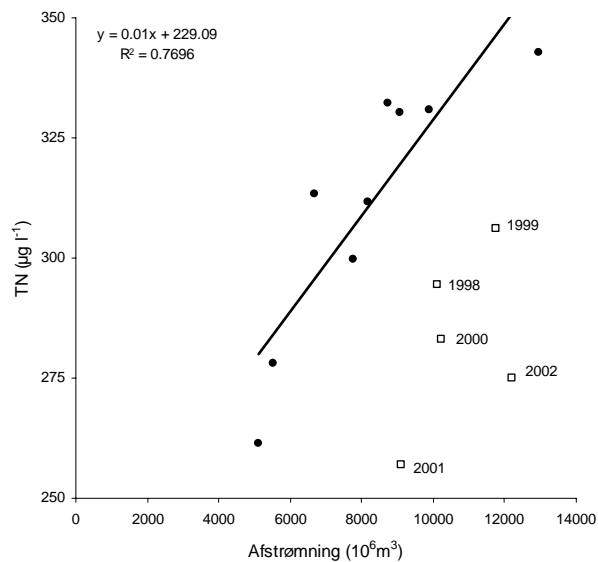
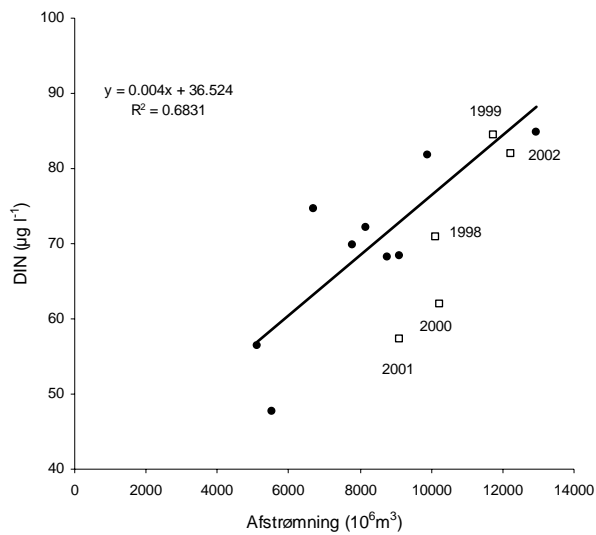
I de åbne farvande overfladevand (0-10 m) var relationerne mellem årsmidler af næringsstofferne og afstrømning dårlige, hvis alle år indgik (DIN:  $R^2 = 0,08$ , TN:  $R^2 = 0,06$ , DIP:  $R^2 = 0,06$  og TP:  $R^2 = 0,08$ ). Da næringsstofkoncentrationerne i fjorde og kystnære områder havde et meget karakteristisk skift i forhold til afstrømningen efter 1997, blev de samme kriterier for valg af data til bestemmelse af relationer benyttet for åbne farvande (DIN, TN: 1989-97; DIP,TP: 1992-97). For TN gav dette statistisk signifikante sammenhænge med afstrømningen, og for DIN, DIP og TP blev relationerne forbedret om end ikke statistisk signifikante (Figur 2). Alle år blev benyttet for DSI, da der ikke var noget karakteristisk skift omkring 1998.





Figur 2 Årsmiddelkoncentrationer for DIN, TN, DIP, TP og DSi i overfladevand for åbne havområder (0-10 m) mod afstrømning. Årene 1998-2002 er markeret med firkanter for DIN, TN, DIP og TP, og for DIP og TP er årene 1989, 1990 og 1991 markeret med trekanter.

I de åbne farvande bundvand ( $\geq 15$  m) blev de samme kriterier for valg af data til bestemmelse af relationer benyttet for overfladevand (DIN, TN: 1989-97; DIP,TP: 1992-97; DSi: 1989-2002). For DIN, TN og DSi gav dette statistisk signifikante sammenhænge med afstrømningen, hvorimod DIP og TP ikke viste nogen stærk sammenhæng mod afstrømningen (Figur 3).



**Figur 3** Årsmiddelkoncentrationer for DIN, TN, DIP og TP for bundvand ( $\geq 15$  m) i åbne havområder mod afstrømning. Årene 1998, 1999, 2000 og 2001 er markeret med firkanter, og for DIP og TP er årene 1989, 1990 og 1991 markeret med trekanter.

## Bilag 2

### Beregning af observerede og klimakorrigerede indeks for sigtdybde, klorofylkoncentration, algebiomasse og areal primærproduktion

Resultater og konklusioner af nærværende beregninger er præsenteret i årets statusrapport for marine områder, Kapitel 9. Baggrund for beregning og sammenhæng med øvrige parametre er behandlet der. Dette bilag beskriver primært den tekniske udførsel af beregningerne.

#### Beregning af observerede indeks

I alle beregninger er fjorde og åbne havområder behandlet hver for sig. Fjorde er alle stationer, som har en fjordkode i MADS. Alle øvrige stationer er betragtet som tilhørende åbne havområder.

Alle beregninger er udført på tidsvægtede middelværdier over de måneder, som er angivet i *Tabel 1*. For hver station er der beregnet en global middel for alle år, og en middelværdi for hvert enkelt år. En indeksværdi for det enkelte år er derefter beregnet som:

$$\text{Indeks (år,station)} = \text{middelværdi (år,station)} * 100 / \text{global middel (station)} \quad (\text{lin. 1})$$

Derefter er der beregnet en national indeksværdi for året som middelværdien af indekser på alle stationer det pågældende år. Dette er det observerede indeks for den pågældende parameter for henholdsvis fjorde og åbne havområder.

Metoder er i princippet en normalisering af værdierne til middelværdien på den pågældende station. Dette sikrer, at alle stationer bidrager med samme vægt til det nationale indeks, uanset deres numeriske værdi og uanset antallet af observationer det pågældende år.

#### Beregning af klimakorrigerede indeks

De observerede indeks indgår nu som den afhængige variabel i en multipel lineær regressionsmodel, hvor forklaringsvariable (uafhængige variable) potentielt er værdier for afstrømning, middelvindhastighed, lufttemperatur og solindstråling:

$$\text{Indeks (år)} = \text{intercept} + k_1 * \text{afstrømningsindeks} + k_2 * \text{vindindeks} + k_3 * \text{temperaturindeks} + k_4 * \text{indstrålingsindeks} + k_5 * \text{år} \quad (\text{lin. 2})$$

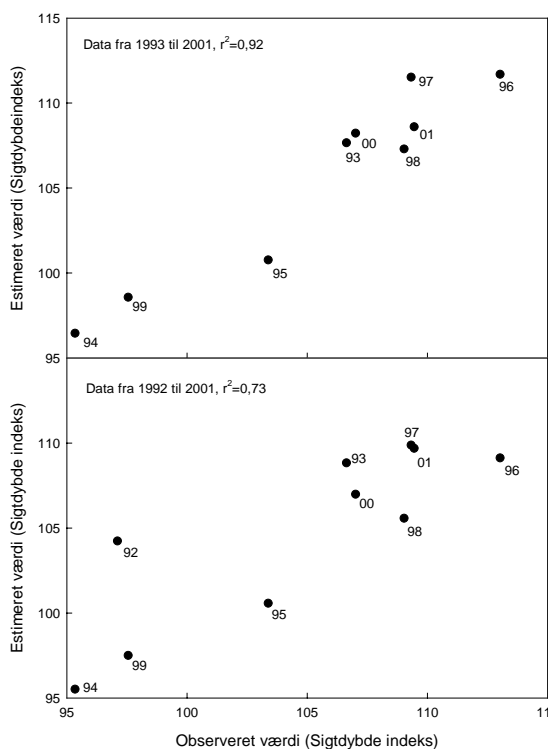
Indeks for de pågældende parametre er beregnet på samme måde som beskrevet ovenfor. År er årstallet, og er medtaget for at kunne beskrive en tidsmæssig udvikling i et indeks, som er uafhængig af klima. Dette er nyt i forhold til metoden, som blev anvendt i år 2001 på data frem til og med år 2000. Det er vigtigt, fordi det har vist sig vanskeligt at beskrive variationen i indeks i forhold til klima, hvis et indeks har en tidstrend. Med de relativt korte tidsserier vi har, vil man ofte observere en vis tidsmæssig udvikling i klimavariabel, som kan lave utilsigtet korrelation, hvis et indeks har en tidstrend. En tidsmæssig udvikling i et indeks kan fx skyldes en udvikling i tilførsel eller intern belastning. Indeks for kiselalgebiomasse er dog beregnet på samme måde som i sidste års rapport og altså uden  $k_5 * \text{år}$ .

Indeks for vind, temperatur og indstråling er i udgangspunktet beregnet for de samme måneder, som den afhængige parametre (se *Tabel 1*). Evt. er der medtaget værdien en måned før, og en eller flere af de sidste måneder er udeladt, hvis det giver den bedste korrelation. Forklaringen på at en forskudt periode kan give den bedste korrelation, er formodentlig, at der kan være en vis tidsforsinkelse i en klimaeffekt, således at fx klimaet i oktober kun har en marginal eller ingen effekt på et indeks i perioden marts til oktober. Dette argument gælder i særlig grad for afstrømning, hvor en afstrømningshændelse kan påvirke det biologiske system i havet længe efter, den er sket, pga. opholds- og omsætningstiden for næringssalte. For indstråling og temperatur er der i nogle tilfælde fundet, at den bedste sammenhæng er til værdier først og sidst på året. Formodentlig fordi det kun er i den periode, hvor indstråling eller temperatur er potentielt begrænsende.

Værdier for  $r^2$ , intercept og koefficienter med standardafvigelse og p-værdi er givet i *Tabel 1*. Den optimale model er fundet ved en trinvis (stepwise) metode, hvor kun parametre, som bidrager signifikant til modellen, medtages (SAS-program). Som p-værdi for signifikans er anvendt 0,15, hvilket er standard for den type beregninger.

### Justering af antal år som indgår

Modellerne er anvendt på alle data fra 2001 og tilbage i tiden, så langt som det har været muligt at finde gode modeller. Generelt får man mere robuste modeller (uafhængige af om enkeltobservationer (år) er med) og højere signifikans for parametrene, når man bruger mange år. Dog kan man kun finde gode modeller inden for en periode, hvor sammenhængen mellem klima og biologi er konstant. Fx var der et markant skift i sammenhængen til klima omkring 1992 for fjordenes vedkommende. Det skyldes antagelig reduktionen i fosfortilførslerne fra punktkilder, som finder sted i 1990-92. Det er tydeligt, når man plottes modellens forudsigelse mod de observerede værdier. *Figur 1* viser som eksempel, at 1992 afviger markant fra modellen, hvis man medtager årene fra 1992 til 2001 i modellen for sigtddybe indeks i fjorde.



*Figur 1* Sammenhæng mellem observerede og estimerede værdier for sigtddybeindeks for fjorde. Øverste figur viser model med data fra 1993 til 2001. Modelparametre fremgår af *Tabel 1*. Nederst figur viser model, når data fra 1992 inkluderes.

### Beregning af indeks

Når den bedste model er fundet, beregnes afvigelsen mellem den observerede værdi og modellens værdi for hele perioden.

$$\text{klima korrigeret indeks} = \text{observeret værdi} - (\text{model værdi} - \text{år} \cdot k_5) + 100 \quad (\text{linj. 3})$$

Denne værdi er et mål for den tidsmæssige udvikling korrigeret for klimavariationer fra år til år. Ved at trække effekt af årstal fra modelværdien, udelades en tidsmæssig udvikling i modellen, og det klimakorrigerede indeks fremstår som det bedste mål for en tidsmæssig udvikling, så vidt muligt uafhængigt af år til år variationer i klimaet.

*Tabel 1* Statistik for klimakorrektion af indekserede værdier af sigtddybe, klorofylkoncentration, primærproduktion og biomasse af kiselalger. Enhed for koefficienter er procent ændring i indeks/procent ændring i klimaindeks. p-værdi



angiver signifikansniveau for hver enkelt parameter. Normalt anvender man kun parametre i modellen hvor  $p < 0,15$ , hvilket er opfyldt for alle koefficienter (SAS Institute). Måneder angiver den periode, indekset er beregnet over.

	koefficient	± standardafvigelse	p-værdi	måneder
<b>Sigtedybde, fjorde</b>				
intercept: 100,4	$r^2: 0,92$	år: 93-01		3-10
afstrømning	-0,162	± 0,023	0,0004	9-12, 1-9
indstråling	+0,219	± 0,061	0,012	1-4, 12
<b>Klorofyl, fjorde</b>				
intercept: 185,83	$r^2: 0,90$	år: 93-01		3-10
afstrømning	+0,303	± 0,059	0,0037	2-9
vind	-1,05	± 0,42	0,054	3-9
år	-3,06	± 0,54	0,0023	-
<b>Primærproduktion, fjorde</b>				
intercept: 482,69	$r^2: 0,999$	år: 93-01		1-12
afstrømning	+0,567	± 0,0095	<0,0001	2-9
indstråling	+1,21	± 0,031	<0,0001	1-5, 10-12
temperatur	-5,44	± 0,10	<0,0001	1-6, 10-12
år	-3,38	± 0,12	<0,0001	-
<b>Sigtedybde, hav</b>				
intercept: 254,6	$r^2: 0,97$	år: 88-01		3-10
afstrømning	-0,195	± 0,019	<0,0001	1-9
temperatur	-1,88	± 0,025	0,001	3-8
indstråling	+0,227	± 0,073	0,014	3-9
vind	+0,30	± 0,14	0,065	3-9
år	+0,98	± 0,11	<0,0001	-
<b>Klorofyl, hav</b>				
intercept: 363,4	$r^2: 0,97$	år: 90-01		3-10
afstrømning	+0,0978	± 0,034	0,062	1-9
vind	-0,77	± 0,29	0,040	2-9
temperatur	-1,14	± 0,49	0,059	2-10
indstråling	-1,16	±	<0,0001	2-3, 10
år	+1,18	± 0,31	0,009	-
<b>Primærproduktion, hav</b>				
intercept: -6,12	$r^2: 0,83$	år: 93-01		1-12
afstrømning	+0,628	± 0,15	0,0053	10-12, 1-12
år	+4,04	± 1,41	0,029	-
<b>Kiselalgebiomasse, fjorde</b>				
intercept: -187,96	$r^2: 0,38$	år: 89-01		
sommersoltimer (maj-sep)	0,250	± 0,093	0,021	1-12
<b>Kiselalgebiomasse, hav</b>				
intercept: -50,53	$r^2: 0,25$	år: 79-01		
afstrømning	0,0017	± 0,0064	0,014	1-12

### Diskussion af indeksberegninger

Klimakorrektionen er baseret på data fra 9 til 13 år og der indgår op til 5 forklaringsvariable. Det betyder, at antal frihedsgrader er lavt, hvilket igen betyder, at enkeltobservationer kan få stor vægt og kan give anledning til at tilfældige, ikke kausale sammenhænge styrer modellen. Man skal derfor være kritisk over for, om modellen virkelig beskriver reelle kausale sammenhænge. Tabel 1 viser, at afstrømningen konsekvent har en negativ effekt, hvor større afstrømning giver mindre sigtedybde og højere klorofylkoncentration og primærproduktion. Dette gælder både i fjorde og åbne havområder og skyldes, at afstrømningen styrer tilførslen af næringssalte fra land. Denne effekt må derfor antages at være reel, og modellerne giver en kvantitativ beskrivelse af sammenhængen. Enheden er procent ændring i den afhængige variabel per procent ændring i afstrømningen, og tabellen viser således, at den mest følsomme parameter for ændringer i afstrømningen er primærproduktionen, med en stigning på omkring 0,6% pr. procent ændring i afstrømningen. Derefter kommer klorofylkoncentrationen i fjordene (0,3 %/%) og sigtedybden (0,16-0,19%/%). For de øvrige klimavariabeler gælder det, at man kan forestille sig både positive og negative effekter, og det er derfor svært at afgøre, om deres effekt skyldes kausale sammenhænge.

Et andet potentielt problem er, at der er testet mange forskellige modeller i form af kombinationer af år, sæsonperioder og forklaringsvariable. Man kan derfor af tilfældige årsager risikere at finde modeller med signifikante p-værdier, uden at der er tale om kausale sammenhænge. Dette er undgået ved at kun 'robuste' modeller er medtaget. Med robust menes, at modellen ikke ændres væsentligt, hvis et år udelades eller medtages, eller sæsonperioden ændres nogle måneder.

I årets rapport er det anden gang, at vi beregner klimakorrigerede indeks. En række af modellerne er ændret i forhold til sidste år, hvilket primært skyldes, at en række dataserier er ændret. Sigtdybde data er kvalitetssikret og 'sigt til bund' indgår nu i datamaterialet med den nominelle dybde for stationen. Der er benyttet andre vinddata, da vinddata leveret af DMI har vist sig at være fejlbehæftede. Endelig er indstrålingsdata korrigeret for en regnefejl fra 1999 til 2001. Vi vil i de kommende år arbejde videre med at forbedre datagrundlaget og teknikken for estimeringen af modellerne.



**Ferskvands-, kvælstof-, fosfor-og BOD5-tilførslen til marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger i 2002**

**Månedsvandtransport (millioner m3) i 2002**

Farvandsområder	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	692	946	784	389	352	297	422	314	255	363	524	400	5737
Skagerrak	72	77	57	22	20	16	45	40	16	32	43	30	470
Kattegat	846	1021	888	418	377	353	492	493	296	441	584	500	6709
NordligeBælthav	171	251	202	54	40	43	78	46	28	79	141	93	1226
Lillebælt	217	333	209	72	57	46	114	78	39	91	171	102	1527
Storebælt	298	374	318	87	70	30	36	26	22	81	229	143	1715
Øresund	78	97	73	23	23	13	20	31	16	46	59	32	510
SydligBælthav	21	30	17	3	5	1	3	3	1	11	26	13	134
Østersøen	87	87	60	13	17	4	4	4	2	46	60	24	407
Danmark	2482	3216	2609	1081	961	802	1213	1035	675	1189	1836	1335	18434

**Månedstilførsel af kvælstof til marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger inkl,havbrug (ton) i 2002**

Farvandsområder	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	2723	3723	2841	1390	1064	835	1202	872	714	1239	2196	1344	20142
Skagerrak	411	455	311	102	89	66	184	177	68	173	318	187	2540
Kattegat	4835	5684	4226	1858	1581	1309	1778	2027	1282	2387	3688	2818	33470
NordligeBælthav	1138	1844	1227	251	145	140	282	216	120	446	949	699	7458
Lillebælt	1294	2084	1228	336	229	128	364	229	136	352	1098	649	8127
Storebælt	2770	2898	1767	356	286	143	149	143	108	627	2382	1048	12677
Øresund	609	680	455	152	149	118	134	150	135	341	462	262	3645
SydligBælthav	206	284	127	17	47	2	11	11	2	114	297	137	1253
Østersøen	633	585	332	63	54	14	14	15	41	422	472	155	2799
Danmark	14617	18236	12511	4524	3645	2756	4118	3839	2606	6100	11860	7298	92110

**Månedstilførsel af nitrat-nitrit kvælstof til marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger inkl, havbrug (ton) i 2002**

Farvandsområder	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	2253	2987	2257	1103	885	677	922	685	577	946	1842	1134	16270
Skagerrak	340	387	261	85	73	56	136	127	58	141	267	150	2083
Kattegat	4046	4712	3554	1630	1422	1179	1449	1603	1115	1948	3096	2404	28157
NordligeBælthav	1021	1700	1102	202	107	97	180	160	84	378	871	620	6521
Lillebælt	1136	1741	1045	275	155	94	243	153	75	261	924	557	6659
Storebælt	2484	2570	1530	291	249	119	128	121	98	549	2185	929	11254
Øresund	524	566	385	134	130	107	117	126	122	304	393	227	3134
SydligBælthav	188	264	117	15	43	1	9	9	1	107	272	126	1152
Østersøen	555	543	277	52	47	13	12	13	39	317	405	138	2412
Danmark	12547	15470	10528	3788	3111	2343	3197	2997	2170	4951	10254	6287	77641

**Månedstilførsel af fosfor til marine kystafsnit via vandløb og direkte udledning inkl, havbrug (ton) i 2002**

Farvandsområder	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	73.4	94.1	75.0	38.2	33.1	30.4	40.1	29.2	19.4	31.0	46.3	39.8	549.9
Skagerrak	17.6	14.9	11.4	3.8	3.4	3.2	9.1	9.3	3.0	6.9	9.9	6.5	99.1
Kattegat	142.5	139.0	105.8	45.8	40.5	37.9	56.3	76.8	38.6	69.1	84.9	70.6	907.8
NordligeBælthav	26.0	38.6	22.9	8.2	8.0	12.5	19.2	13.7	7.5	16.2	17.9	13.1	203.8
Lillebælt	34.7	60.2	34.2	10.4	10.9	12.5	32.5	28.0	18.5	13.9	25.5	15.6	296.9
Storebælt	55.8	58.2	43.8	15.3	16.3	15.7	15.8	14.4	11.0	27.1	39.8	22.3	335.4
Øresund	30.6	32.3	25.3	18.2	18.3	18.2	19.1	20.3	18.2	23.0	23.2	20.6	267.2
SydligBælthav	4.2	3.9	1.8	0.6	0.8	0.3	1.5	0.8	0.4	1.9	4.9	1.9	22.9
Østersøen	12.0	14.1	11.2	1.7	2.3	1.3	1.5	1.5	1.5	7.7	6.6	2.5	64.0
Danmark	396.8	455.3	331.4	142.2	133.6	132.0	195.1	194.0	118.1	196.8	259.0	192.9	2747.0

**Månedstilførsel af orthofosfat fosfor til marine kystafsnit via vandløb og direkte udledninger inkl, havbrug (ton) i 2002**

Farvandsområder	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	år
Nordsøen	22.5	31.1	24.5	12.3	9.9	10.4	13.9	9.4	6.9	8.7	13.1	8.1	170.7
Skagerrak	5.6	4.8	3.6	1.6	1.6	1.9	4.5	4.1	1.8	2.5	3.2	2	37.1
Kattegat	64.8	69	51.3	22.4	21.1	23.3	35	48.6	25.9	34.6	42.1	32.9	471
NordligeBælthav	11.3	15.8	9.5	2.7	2.9	4.2	8.3	6.6	3.9	7.8	10.3	8.2	91.3
Lillebælt	15.4	22.6	13.7	5.6	6.4	6.8	16.3	16.3	10.3	7.7	13.4	9.2	143.7
Storebælt	29.7	32	21.7	10.7	12.8	11.9	13.1	11.8	9.3	15.1	26.5	15.4	209.9



## Kildefordeling for de samlede kvælstof- og fosfor tilførsler til de marine kystafsnit 1989 til 2001

De diffuse udledninger inkluderer udledninger fra spredt bebyggelse til ferskvand

<u>KVÆLSTOF</u>														
Diffuse udledninger (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1. Nordøen	72.6	83.1	83.8	86.5	88.5	91.2	89.1	85.4	85.3	91.0	92.4	91.3	90.2	92.3
2. Skagerrak	60.7	74.9	66.3	54.9	79.1	86.4	80.4	85.6	86.7	92.1	94.1	89.9	93.1	93.9
3. Kattegat	78.2	85.2	85.1	88.8	88.0	90.8	90.2	86.2	88.0	91.5	93.0	93.0	91.9	93.7
4. Nordlige Bælthav	60.7	78.4	75.8	81.5	89.7	91.4	85.2	75.8	78.5	90.1	89.2	86.9	85.0	89.2
5. Lillebælt	58.7	76.4	75.9	81.3	89.7	90.3	87.6	81.4	84.7	91.1	89.8	87.8	87.4	90.8
6. Storebælt	67.5	83.7	82.1	82.7	90.3	92.4	89.4	61.5	77.6	92.3	91.4	87.4	88.3	92.4
7. Øresund	16.7	47.7	24.8	24.4	40.0	38.6	26.8	13.2	26.9	61.9	60.4	50.3	50.7	65.1
8. Sydlige Bælthav	70.3	84.6	90.4	94.2	94.5	88.7	94.7	83.8	85.5	95.0	87.4	92.2	93.3	97.5
9. Bornholm	76.9	79.4	84.6	81.6	89.7	92.2	88.0	90.0	90.9	95.1	93.9	91.0	92.5	95.5
Danmark	66.4	78.9	77.4	80.7	85.2	87.9	84.9	78.8	82.5	90.3	91.0	89.8	89.0	91.6

Punktkilder ferskvand (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1. Nordøen	16.0	9.2	8.0	8.3	8.7	7.0	8.3	12.0	11.8	8.1	6.9	7.5	8.8	6.8
2. Skagerrak	6.9	4.5	5.5	3.9	3.8	2.5	5.8	7.9	5.4	4.1	3.0	7.5	4.0	3.1
3. Kattegat	10.8	7.8	7.9	6.9	6.0	4.8	5.5	8.1	7.1	5.4	4.7	4.7	5.5	4.0
4. Nordlige Bælthav	26.5	15.1	18.3	13.5	7.6	5.8	7.5	12.8	10.8	6.1	6.9	7.9	9.1	5.5
5. Lillebælt	10.3	6.4	7.3	7.0	4.9	4.2	6.0	9.2	7.6	4.9	5.5	7.4	7.4	4.2
6. Storebælt	12.1	6.9	7.5	6.8	4.1	3.6	4.4	18.9	9.2	4.4	4.8	7.2	6.6	2.8
7. Øresund	5.8	3.9	6.3	5.5	3.8	4.2	4.2	5.2	7.8	5.8	6.9	8.9	9.4	6.2
8. Sydlige Bælthav	5.4	3.6	5.7	2.3	1.8	2.2	2.7	8.2	9.8	4.0	11.1	6.1	5.4	1.5
9. Bornholm	4.8	4.1	2.4	1.4	1.6	1.1	2.0	3.2	3.2	2.4	3.0	4.8	4.2	1.8
Danmark	12.3	7.8	8.1	7.3	5.9	4.9	6.0	9.7	8.6	5.7	5.5	6.3	6.9	4.5

Direkte udledninger (%)	1989.0	1990.0	1991.0	1992.0	1993.0	1994.0	1995.0	1996.0	1997.0	1998.0	1999	2000	2001	2002
1. Nordøen	11.5	7.7	8.2	5.2	2.7	1.8	2.6	2.5	3.0	1.0	0.6	1.2	1.0	0.9
2. Skagerrak	32.3	20.6	28.2	41.3	17.1	11.1	13.8	6.4	7.9	3.9	2.9	2.6	2.9	3.0
3. Kattegat	11.0	7.0	7.1	4.4	6.0	4.4	4.3	5.7	4.9	3.1	2.3	2.3	2.6	2.3
4. Nordlige Bælthav	12.8	6.5	5.9	5.0	2.7	2.8	7.3	11.4	10.7	3.8	3.9	5.2	5.9	5.3
5. Lillebælt	31.0	17.3	16.9	11.7	5.5	5.4	6.4	9.4	7.7	4.0	4.7	4.8	5.1	5.0
6. Storebælt	20.4	9.4	10.4	10.6	5.6	4.0	6.2	19.6	13.2	3.3	3.8	5.4	5.1	4.9
7. Øresund	77.5	48.4	68.9	70.1	56.1	57.1	69.1	81.6	65.3	32.3	32.7	40.7	40.0	28.7
8. Sydlige Bælthav	24.3	11.8	3.9	3.5	3.7	9.1	2.6	8.0	4.7	1.0	1.5	1.6	1.2	1.0
9. Bornholm	18.4	16.4	13.0	16.9	8.7	6.7	10.0	6.8	5.9	2.5	3.1	4.2	3.3	2.8
Danmark	21.3	13.3	14.4	12.0	8.9	7.2	9.1	11.5	9.0	4.0	3.4	3.9	4.1	3.9

Punktkilder i alt (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998.0	1999	2000	2001	2002
Nordøen	27.4	16.9	16.2	13.5	11.5	8.8	10.9	14.6	14.7	9.0	7.6	8.7	9.8	7.7
Skagerrak	39.3	25.1	33.7	45.1	20.9	13.6	19.6	14.4	13.3	7.9	5.9	10.1	6.9	6.1
Kattegat	21.8	14.8	14.9	11.2	12.0	9.2	9.8	13.8	12.0	8.5	7.0	7.0	8.1	6.3
Nordlige Bælthav	39.3	21.6	24.2	18.5	10.3	8.6	14.8	24.2	21.5	9.9	10.8	13.1	15.0	10.8
Lillebælt	41.3	23.6	24.1	18.7	10.3	9.7	12.4	18.6	15.3	8.9	10.2	12.2	12.6	9.2
Storebælt	32.5	16.3	17.9	17.3	9.7	7.6	10.6	38.5	22.4	7.7	8.6	12.6	11.7	7.6
Øresund	83.3	52.3	75.2	75.6	60.0	61.4	73.2	86.8	73.1	38.1	39.6	49.7	49.3	34.9
Sydlige Bælthav	29.7	15.4	9.6	5.8	5.5	11.3	5.3	16.2	14.5	5.0	12.6	7.8	6.7	2.5
Bornholm	23.1	20.6	15.4	18.4	10.3	7.8	12.0	10.0	9.1	4.9	6.1	9.0	7.5	4.5
Danmark	33.6	21.1	22.6	19.3	14.8	12.1	15.1	21.2	17.5	9.7	9.0	10.2	11.0	8.4

<u>FOSFOR</u>														
Diffuse udledninger (%)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1. Nordøen	11.6	11.8	28.2	37.1	53.1	64.4	62.8	39.2	45.7	56.1	69.2	62.4	63.6	70.2
2. Skagerrak	11.4	41.7	18.6	22.6	33.6	53.5	46.1	60.9	62.3	61.7	81.5	75.8	79.9	80.6
3. Kattegat	19.6	43.8	35.1	42.5	44.5	60.5	58.2	52.0	54.0	55.7	68.2	68.6	67.0	75.2
4. Nordlige Bælthav	0.2	5.3	32.2	29.3	48.9	61.0	49.2	33.9	35.4	52.6	54.1	51.6	47.7	66.4
5. Lillebælt	15.7	28.4	26.2	33.0	49.4	60.5	55.9	41.1	48.6	56.7	60.0	52.3	51.6	69.3
6. Storebælt	0.0	40.1	24.5	29.2	39.4	58.0	43.2	32.0	35.8	47.5	48.0	32.7	37.6	62.1
7. Øresund	5.2	16.9	2.7	2.2	2.7	6.5	13.3	1.3	1.8	11.0	10.6	6.5	9.2	17.2
8. Sydlige Bælthav	11.9	17.3	37.9	59.1	50.0	62.5	65.2	37.5	19.2	43.8	30.6	32.6	46.3	80.9
9. Bornholm	5.8	45.9	35.2	22.6	25.4	47.7	0.0	50.0	43.6	59.7	52.7	25.7	43.4	74.0
Danmark	10.3	28.0	22.4	26.5	33.4	48.2	44.6	34.6	39.0	50.0	60.3	56.0	55.5	65.9

% punktkilder ferskvand	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1. Nordøen	30.7	37.2	33.8	40.3	38.3	28.8	31.6	51.5	47.9	39.2	28.1	34.0	33.5	26.0
2. Skagerrak	27.9	19.0	21.6	22.6	12.7	6.5	10.6	17.4	15.3	19.8	10.5	15.4	12.7	10.5

Tilførslen af kvælstof via vandløb og direkte udledninger og samlet til 1. og 2. ordens marine kystafsnit i 2002, kilderne hertil, retention i ferskvand, oplandsstab samt den diffuse tilførsel (inkl. retention)

MARIN	Areal km <sup>2</sup>	Tilførsel via vandløb kg	Direkte udledninger kg	Samlet tilførsel kg	Retention i ferskvand kg	Diffuse kilder %	punktkild. ferskv. %	direkte punkt. %	Oplands tab %	Diffuse tilførsel inkl. ret. kg/ha
11	171	626879	295	627174	75860	98.9	1	0	36.7	40.7
12	1639	2620994.8	22879	2643873.8	70140	89.4	9.7	0.8	16	14.8
13	3485	5731576	43844	5775420	279340	91.4	7.8	0.7	16.4	15.9
14	268	203996	0	203996	11970	99.5	0.5	0	7.6	8
15	75	16112	0	16112	3080	100	0	0	1.9	2.3
16	5222	10771235	104392	10875627	143530	93.4	5.7	0.9	20.7	19.7
21	492	1004121	1025	1005146	9300	97.2	2.7	0.1	20.4	20.1
22	567	1300414	34683	1335097	7300	93.8	3.6	2.6	22.9	22.2
23	39	159870	39571	199441	1760	78.5	1.8	19.7	37.2	36.7
30	138	244798	6262	251060	0	97.5	0	2.5	17.8	17.8
31	86	138334	23962	162296	540	82	3.3	14.7	16.2	15.6
32	1952	3087151	77024	3164175	165610	90.8	6.9	2.3	15.8	15.5
33	42	89968	2243	92211	2480	96.9	0.7	2.4	21.6	22
34	725	1231399	26209	1257608	57530	95.1	2.9	2	17	17.2
35	3499	5407916	13880	5421796	680710	92	7.7	0.2	15.5	16.1
36	743	2006599	51825	2058424	22150	95.7	1.8	2.5	27	26.8
37	7608	18226122	324431	18550552	711640	95.5	2.8	1.7	24.3	24.5
38	522	1167790	12500	1180290	6580	97.8	1.2	1.1	22.4	22.3
39	537	1083853	247444	1331297	8100	80.7	0.8	18.5	20.2	20.1
40	131	573811	15737	589548	0	93.5	3.8	2.7	43.7	42
41	312	521552	2923	524475	127330	97.1	2.5	0.4	16.7	20.3
42	1191	2564762	168101	2732863	52580	87.7	6.3	6	21.5	20.5
43	777	2029326	129751	2159077	18500	92	2	6	26.1	25.8
44	657	1265164	75908	1341072	53440	83.6	10.9	5.4	19.2	17.7
45	60	109674	878	110552	2470	99.2	0	0.8	18.4	18.8
51	1045	2189384	8171	2197555	32520	90.7	8.9	0.4	21	19.4
52	506	1390541	141267	1531808	17450	87.7	3.2	9.1	27.5	26.8
53	234	537962	15168	553130	17080	96	1.4	2.7	23	23.4
54	508	1014799	52944	1067743	32210	92.2	3	4.8	20	20
55	94	220848	6527	227375	19400	92.6	4.7	2.6	23.5	24.3
56	289	406258	44692	450950	9690	88.6	1.7	9.7	14.1	14.1
57	210	544925	24499	569424	5510	93.6	2.1	4.3	26.3	26
58	258	757399	71821	829220	15280	90.1	1.4	8.5	29.4	29.5
59	239	659204	40511	699715	9870	93.2	1.1	5.7	27.6	27.7
61	1213	2225919	136204	2362123	706290	92.3	3.3	4.4	18.4	23.3
62	2345	5353756	217099	5570855	509890	93.3	3.2	3.6	22.8	24.2
63	281	729481	102368	831849	6870	85.9	1.9	12.2	26	25.6
64	455	1149284	94302	1243586	12870	91.7	0.8	7.5	25.8	25.9
65	436	1114949	21535	1136484	12410	97.4	0.7	1.9	25.6	25.7
66	289	942959	16724	959683	5120	97.3	1	1.7	32.6	32.5
67	398	543838	28044	571882	7950	92.7	2.5	4.8	13.7	13.5
71	994	2084425.4	262196	2346621.5	36720	84.9	4.1	11	20.9	20.3
72	467	254160	773463	1027623	146660	25.6	8.5	65.9	5.6	6.6
73	248	259928	10581	270509	151690	91.1	6.4	2.5	10.5	15.5
81	40	233747	2014	235761	2850	98.7	0.4	0.8	58.6	59.1
82	378	1006755	10613	1017368	5770	97.2	1.8	1	26.6	26.3
91	588	1375398	48636	1424034	0	95.9	0.7	3.4	23.4	23.2
92	106	215611	2677	218288	1680	96.6	2.2	1.2	20.3	20.1
93	512	1130921	26094	1157015	7910	94.8	2.9	2.2	22.1	21.6
<b>Danmark</b>	<b>43070</b>	<b>88525868.2</b>	<b>3583917</b>	<b>92109784.3</b>	<b>4285630</b>	<b>91.9</b>	<b>4.3</b>	<b>3.7</b>	<b>20.6</b>	<b>20.6</b>
<b>Nordsøen</b>	10860	19970792	171410	20142202	583920	92.5	6.6	0.8	18.4	17.7
<b>Skagerrak</b>	1098	2464402	75279	2539681	18360	93.9	3.1	2.9	22.4	21.8
<b>Kattegat</b>	15852	32683926	785779	33469706	1655340	93.9	3.8	2.2	20.7	20.9
<b>N. Bælthav</b>	3128	7064290.5	393299	7457589	254320	89.6	5.3	5.1	22.6	22.1
<b>Lillebælt</b>	3383	7721321	405600	8126921	159010	91	4.1	4.9	22.8	22.3
<b>Storebælt</b>	5417	12060187	616277	12676464	1261400	93	2.5	4.4	22.3	24
<b>Øresund</b>	1709	2598513.5	1046239	3644752.5	335070	68.1	5.6	26.3	15.3	16
<b>S.Bælthav</b>	418	1240502	12627	1253129	8620	97.5	1.5	1	29.7	29.4
<b>Østersøen</b>	1206	2721929	77407	2799336	9590	95.5	1.8	2.8	22.6	22.2
<b>Danmark</b>	<b>43070</b>	<b>88525863</b>	<b>3583917</b>	<b>92109780.5</b>	<b>4285630</b>	<b>91.9</b>	<b>4.3</b>	<b>3.7</b>	<b>20.6</b>	<b>20.6</b>

Tilførslen af fosfor via vandløb og direkte udledninger og samlet til 1. og 2. ordens marine kystafsnit i 2002, kilderne hertil, retention i ferskvand, oplandsstab samt den diffuse tilførsel (inkl. retention)

MARIN	Areal km <sup>2</sup>	Tilførsel via vandløb kg	Direkte udledninger kg	Samlet tilførsel kg	Retention i ferskvand kg	Diffuse kilder %	punktkild. ferskv. %	direkte punkt. %	Oplands- tab kg/ha	Diffuse tilfø- sel inkl. ret. kg/ha
11	171	11732	74	11806	1010	91.1	8.3	0.6	0.7	0.7
12	1639	72782	8954	81736	940	61.5	27.6	10.8	0.4	0.3
13	3485	152903	3894	156797	3730	71	26.6	2.4	0.4	0.3
14	268	9511	0	9511	160	98.1	1.9	0	0.4	0.4
15	75	1449	0	1449	40	100	0	0	0.2	0.2
16	5222	280522	8072	288594	1560	71	26.3	2.8	0.5	0.4
21	492	37312	259	37571	120	90.3	9	0.7	0.8	0.7
22	567	50025	6979	57004	100	76.2	11.6	12.2	0.9	0.8
23	39	2924	1576	4500	20	56	9.1	34.9	0.7	0.6
30	138	8045	1319	9364	0	85.9	0	14.1	0.6	0.6
31	86	5551	2193	7744	10	66.2	5.5	28.3	0.6	0.6
32	1952	91692	13058	104750	-34190	32.3	49.2	18.5	0.5	0.1
33	42	1316	509	1825	30	63.3	9.2	27.4	0.3	0.3
34	725	13570	2716	16286	770	58.8	25.2	15.9	0.2	0.1
35	3499	184703	782	185485	10620	77.7	21.9	0.4	0.5	0.4
36	743	38490	3205	41695	300	80.9	11.5	7.6	0.5	0.5
37	7608	416832	35129	451961	9490	79	13.4	7.6	0.6	0.5
38	522	37940	1012	38952	90	90.5	6.9	2.6	0.7	0.7
39	537	38407	11340	49747	110	73.6	3.6	22.7	0.7	0.7
40	131	5645	2304	7949	0	44.9	26.1	29	0.4	0.3
41	312	8765	494	9259	1700	73.1	22.4	4.5	0.3	0.3
42	1191	81266	2153	83419	530	78.6	18.8	2.6	0.7	0.6
43	777	41541	6731	48272	250	74.3	11.8	13.9	0.5	0.5
44	657	37721	15402	53123	710	43.3	28.1	28.6	0.6	0.4
45	60	1545	219	1764	30	87.1	0.7	12.2	0.3	0.3
51	1045	68263	1080	69343	430	68.5	30	1.5	0.7	0.5
52	506	36555	20031	56586	230	53.3	11.4	35.3	0.7	0.6
53	234	14436	1085	15521	230	85.4	7.7	6.9	0.6	0.6
54	508	35881	5630	41511	430	75.6	10.9	13.4	0.7	0.6
55	94	7210	2085	9295	260	60.1	18.1	21.8	0.8	0.6
56	289	15916	2880	18796	130	76.3	8.5	15.2	0.6	0.5
57	210	23789	5020	28809	70	78.3	4.4	17.4	1.1	1.1
58	258	23231	8256	31487	200	66.5	7.4	26.1	0.9	0.8
59	239	21312	4259	25571	130	80.6	2.9	16.6	0.9	0.9
61	1213	49131	14198	63329	7520	64.8	15.2	20	0.4	0.4
62	2345	108038	25481	133519	1780	62.3	18.9	18.8	0.5	0.4
63	281	13392	17417	30809	90	35.2	8.4	56.4	0.5	0.4
64	455	19727	13735	33462	170	54	5.2	40.8	0.4	0.4
65	436	25463	3880	29343	170	80.2	6.6	13.1	0.6	0.5
66	289	18939	2994	21933	70	84	2.4	13.6	0.7	0.6
67	398	19001	4028	23029	110	72.8	9.8	17.4	0.5	0.4
71	994	46275	44191	90466	520	28.8	22.7	48.6	0.5	0.3
72	467	20888	138882	159770	1960	6.6	7.6	85.9	0.5	0.2
73	248	14264	2732	16996	2020	72	13.6	14.4	0.6	0.6
81	40	2466	105	2571	40	86.4	9.5	4	0.6	0.6
82	378	19139	1212	20351	80	80.3	13.7	5.9	0.5	0.4
91	588	23538	5197	28735	0	77	4.9	18.1	0.4	0.4
92	106	4677	518	5195	20	76.4	13.7	9.9	0.4	0.4
93	512	26509	3577	30086	110	70.8	17.4	11.8	0.5	0.4
<b>Danmark</b>	<b>43070</b>	<b>2290229</b>	<b>456847</b>	<b>2747076</b>	<b>14900</b>	<b>66.1</b>	<b>17.4</b>	<b>16.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>
<b>Nordsøen</b>	10860	528898	20994	549892	7440	70.6	25.7	3.8	0.5	0.4
<b>Skagerrak</b>	1098	90262	8814	99076	240	80.6	10.5	8.9	0.8	0.7
<b>Kattegat</b>	15852	836543	71264	907807	-12770	74.9	17.1	8	0.5	0.4
<b>N. Bælthav</b>	3128	176480	27304	203784	3220	66.9	19.9	13.2	0.6	0.4
<b>Lillebælt</b>	3383	246597	50326	296923	2110	69.5	13.7	16.8	0.7	0.6
<b>Storebælt</b>	5417	253692	81734	335426	9910	63.2	13.1	23.7	0.5	0.4
<b>Øresund</b>	1709	81426	185804	267230	4500	18.6	13.1	68.4	0.5	0.3
<b>S. Bælthav</b>	418	21604	1317	22921	120	81	13.3	5.7	0.5	0.4
<b>Østersøen</b>	1206	54724	9292	64016	130	74	11.5	14.5	0.5	0.4
<b>Danmark</b>	<b>43070</b>	<b>2290226</b>	<b>456849</b>	<b>2747075</b>	<b>14900</b>	<b>66.1</b>	<b>17.4</b>	<b>16.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>



Tilførslen af BOD via vandløb og direkte udledninger og samlet til 1. og 2. ordens marine kystafsnit i 2002, kilderne hertil, retention i ferskvand, oplandstab samt den diffuse tilførsel (inkl. retention)

MARIN	Areal km <sup>2</sup>	Tilførsel via vandløb kg	Direkte udledninger kg	Samlet tilførsel kg	Diffuse kilder %	punktkild. ferskv. %	direkte punkt. %	Oplands tab kg/ha	Diffus tilførsel kg/ha
11	171	137010	922	137932	91.7	7.7	0.7	8	7.4
12	1639	1020076.2	14811	1034887	54.4	44.1	1.4	6.2	3.4
13	3485	1926737	64483	1991220	41.7	55	3.2	5.5	2.4
14	268	139242	0	139242	98.7	1.3	0	5.2	5.1
15	75	27706	0	27706	100	0	0	3.2	3.2
16	5222	4307698	92791	4400489	70.5	27.4	2.1	8.3	5.9
21	492	447185	3168	450353	86	13.3	0.7	9.1	7.9
22	567	502741	185429	688170	67.5	5.5	26.9	8.9	8.2
23	39	34369	202601	236970	13.5	1	85.5	8	7.4
30	138	101951	18743	120694	84.5	0	15.5	7.4	7.4
31	86	48368	15577	63945	70.7	4.9	24.4	5.7	5.3
32	1952	1167535	85188	1252723	72.6	20.6	6.8	6	4.7
33	42	13702	7623	21325	55.3	9	35.7	3.3	2.8
34	725	445687	36690	482377	85.3	7.1	7.6	6.1	5.7
35	3499	3543236	10950	3554186	84.1	15.6	0.3	10.1	8.5
36	743	454327	50795	505122	74.2	15.7	10.1	6.1	5
37	7608	4757922	462686	5220608	71.8	19.3	8.9	6.3	5
38	522	460238	9154	469392	94.2	3.8	2	8.8	8.5
39	537	472856	471326	944182	47.5	2.6	49.9	8.8	8.3
40	131	81356	77539	158895	45.2	6	48.8	6.2	5.5
41	312	108026	6529	114555	86.3	8	5.7	3.5	3.2
42	1191	816092	32508	848600	75.6	20.6	3.8	6.9	5.4
43	777	359892	296593	656485	45	9.8	45.2	4.6	3.8
44	657	695756	54565	750321	76.8	15.9	7.3	10.6	8.8
45	60	38599	2717	41316	93	0.4	6.6	6.5	6.5
51	1045	496947	11821	508768	33.1	64.6	2.3	4.8	1.6
52	506	370420	143171	513591	57.8	14.3	27.9	7.3	5.9
53	234	191525	47223	238748	76.8	3.4	19.8	8.2	7.8
54	508	477978	89581	567559	76.8	7.5	15.8	9.4	8.6
55	94	63709	6321	70030	73.5	17.5	9	6.8	5.5
56	289	148310	70193	218503	61.3	6.6	32.1	5.1	4.6
57	210	187164	40559	227723	77.6	4.6	17.8	9	8.5
58	258	245260	190116	435376	50.5	5.9	43.7	9.5	8.5
59	239	165025	42010	207035	75.7	4	20.3	6.9	6.6
61	1213	568748	336638	905386	50.4	12.4	37.2	4.7	3.8
62	2345	1192313	720430	1912743	52.3	10	37.7	5.1	4.3
63	281	146280	355710	501990	25.4	3.7	70.9	5.2	4.5
64	455	197643	4487379	4685022	3.9	0.3	95.8	4.4	4.1
65	436	250122	36880	287002	80.4	6.8	12.9	5.7	5.3
66	289	168686	16265	184951	87.9	3.3	8.8	5.8	5.6
67	398	170067	86957	257024	56.8	9.4	33.8	4.3	3.7
71	994	576472.7	268458	844931	41.7	26.5	31.8	5.8	3.5
72	467	278669	546322	824991	20.9	12.8	66.2	6.2	3.8
73	248	99247	8490	107737	70.1	22	7.9	4	3
81	40	23002	1178	24180	83.8	11.3	4.9	5.8	5.1
82	378	100716	8372	109088	82.7	9.6	7.7	2.7	2.4
91	588	160735	75051	235786	61.6	6.6	31.8	2.7	2.5
92	106	53327	8679	62006	81.9	4.1	14	5	4.8
93	512	256484	22748	279232	78.6	13.3	8.1	5	4.3
<b>Danmark</b>	<b>43070</b>	<b>28697156.9</b>	<b>9823940</b>	<b>38521097</b>	<b>57.5</b>	<b>17</b>	<b>25.5</b>	<b>6.7</b>	<b>5.2</b>
<b>Nordsøen</b>	10860	7558469.5	173006	7731475	61.9	35.8	2.2	7	4.4
<b>Skagerrak</b>	1098	984295	391198	1375493	64.3	7.3	28.4	8.9	8
<b>Kattegat</b>	15852	11465820	1168733	12634553	75.1	15.7	9.3	7.3	6
<b>N. Bælthav</b>	3128	2099720	470451	2570171	67	14.7	18.3	6.7	5.5
<b>Lillebælt</b>	3383	2346340	640995	2987335	61	17.5	21.5	6.9	5.4
<b>Storebælt</b>	5417	2693862	6040258	8734120	26.4	4.4	69.2	5	4.3
<b>Øresund</b>	1709	954388.7	823271	1777660	33.8	19.9	46.3	5.6	3.5
<b>S.Bælthav</b>	418	123718	9550	133268	82.9	9.9	7.2	3	2.6
<b>Østersøen</b>	1206	470544	106478	577022	72	9.5	18.5	3.9	3.4
<b>Danmark</b>	<b>43070</b>	<b>28697157.2</b>	<b>9823940</b>	<b>38521097</b>	<b>57.5</b>	<b>17</b>	<b>25.5</b>	<b>6.7</b>	<b>5.2</b>

# Bilag 4

## Bundvegetation

Vegetationsdata blev analyseret områdevist fremfor stationsvist, fordi vi herved fik mulighed for at inkludere data fra samtlige stationer i områderne, selvom stationernes antal og placering varierede mellem årene. Ålegræssets dybdegrænse og dækningsgrad samt eutrofiringsbetingede algers dækningsgrad blev derfor beregnet som gennemsnit af data fra et givet område og år. Vegetationsparametrene blev indekseret i forhold til de gennemsnitslige værdier for perioden 1989-2002 i de enkelte fjord-/kystområder. Middelværdien for perioden var 100%, og niveauet de enkelte år blev beskrevet som procent af middelværdien. Analyserne inkluderede kun fjord-/kystområder med data fra mindst 5 år. Ålegræssets dækningsgrad omfattede også oplysninger om manglende ålegræs ("0-observationer") og data blev arcsin-transformeret for at tilnærme en normalfordeling af data. Tidsserier af indeks for enkelt områder og landsgennemsnittet af disse indeks er analyseret for statistiske udviklingstendenser ved hjælp af Kendall-korrelationer.

# Bilag 5

## Bundfauna

Det er tidligere blevet vist at der, med en tidsforskydning på et eller to år, ofte er en positiv korrelation mellem afstrømning og bundfaunaens tæthed og biomasse (Josefson et al. 1993, Hansen et al. 2000). Denne kobling skyldes sandsynligvis det forhold at afstrømning påvirker tilgængelighed af næringsstoffer i havet (Hansen et al. 2000) og dermed primærproduktion, der sedimenterer til bunden hvor den udnyttes som føde af den fødebegrænsede bundfauna. En stor del af næringsstofferne tilføres havet i vinterhalvåret hvorefter de omsættes under forårsopblomstringen som for en stor del sedimenterer til bunden. Denne stærke kobling mellem det pelagiske og bentiske system i forårsperioden står i modsætning til forholdene på andre tidspunkter af året hvor en større del af næringsstofferne recirkuleres i det pelagiske system. Det har således vist sig at man opnår en bedre korrelation mellem bundfaunavariabel og vinterafstrømningen end med den samlede årlige afstrømning. Derfor har vi valgt at bruge vinterværdier, defineret som værdier for de 5 måneder fra december til april, som mål for de klimatiske parametre, både for afstrømning og for NAO-indeks.

Korrektionen for klima blev foretaget på DMU's og SNS's bundfaunadata fra de indre danske farvande, i alt 22 stationer, og alle målinger fra perioden 1979-2001. En en-vejs variansanalyse blev foretaget med stationstilhørighed som fikseret variabel og med klimafaktor som covariate (*Tabel 2*). Den tilbageværende variation (residualvariationen), når den del af variationen der kunne forklares af stationsforskelle og af variation af klima (NAO og afstrømning) blev trukket fra, blev derefter analyseret for eventuel tidsmæssig udvikling. Den tidsmæssige udvikling i residualerne er udtryk for ændringer der ikke kan tilskrive de nævnte klimavariabel, men derimod forhold som fx ændrede koncentrationer af næringsstoffer i tilførslen. Analysen blev foretaget på individtæthed og biomasse (vådvægt) fra 3 kombinationer af stationer og prøvetagningstidspunkter som hver for sig er rimeligt godt balanceret med hensyn til observationer: 3 stationer over 20 år (1980-2001), 7 stationer over 11 år (1989-2001) og 22 stationer over 7 år (1994-2001).

Det første trin i analysen var at undersøge om der var en signifikant effekt af henholdsvis NAO og afstrømning. Månedsmiddelværdier for vinter blev korreleret til faunavariabel med forskellige tidsmellemlængder 0, 1, 2 og 3 år. Den stærkeste positive korrelation med afstrømning fandtes for 1 års mellemlængde, men der var også korrelation for 0 og 2 års tidsforsinkelse. For NAO-indeks fandtes den stærkeste korrelation når faunavariablen blev sammenlignet med NAO-indekset 2 år tidligere. Den tidsforsinkelse som gav den stærkeste korrelation, varierede fra station til station, og derfor blev middelværdier for vintermånederne (december - april) samlet for 0, 1 og 2 år tidsforsinkelse brugt som forklarende variabel. Det vil sige at bundfaunadataene blev forholdt til de 3 forudgående års vinterafstrømning. NAO-indeks og afstrømning var signifikant positivt korrelerede i perioden 1980-2001 og meget stærkt korrelerede i de sidste 10 år 1990-2001.

**Anneks Tabel** Resultat af envejs ANOVA med station som fikseret variable og med ferskvandsafstrømning som covariate på bundfauna i de indre danske farvande i perioden 1979-2002. Covariaten er middelværdier for 3 vinterperioder forud for prøvetagningen af bundfauna. F = F-værdi, P = sandsynlighed for ingen effekt.

Log Variabel	Period/år	Stn	Stn		Afstrø		R 2 for model
			F	P	F	P	
Tot. tæthed	79-20/24	3	5,87	0,005	2,30	0,135	0,18
Tot. biomasse VV	79-20/24	3	7,74	0,001	0,25	0,618	0,20
Tot. tæthed	89-20/14	7	9,97	0,000	7,50	0,008	0,44
Tot. biomasse VV	89-20/14	7	11,01	0,000	1,62	0,207	0,44
Tot. tæthed	94-20/9	22	5,17	0,000	11,42	0,001	0,42
Tot. biomasse VV	94-20/9	22	5,28	0,000	5,41	0,021	0,41
Polych. tæthed	79-20/24	3	21,27	0,000	1,29	0,261	0,41
Polych. VV	79-20/24	3	9,12	0,000	0,003	0,958	0,23
Polych. tæthed.	89-20/14	7	8,61	0,000	10,17	0,002	0,43
Polych. VV	89-20/14	7	7,06	0,000	1,15	0,287	0,34
Polych. tæthed	94-20/9	22	5,51	0,000	19,84	0,000	0,45
Polych. VV	94-20/9	22	5,74	0,000	1,50	0,223	0,42
Mollus. tæthed	79-20/24	3	4,52	0,015	0,665	0,418	0,14
Mollus. VV	79-20/24	3	1,28	0,284	0,089	0,767	0,04
Mollus. tæthed.	89-20/14	7	19,01	0,000	1,48	0,228	0,58
Mollus. VV	89-20/14	7	5,58	0,000	1,24	0,269	0,36
Mollus. tæthed	94-20/9	22	9,14	0,000	2,09	0,150	0,54
Mollus. VV	94-20/9	22	7,62	0,000	4,31	0,039	0,50
Echin. tæthed	79-20/24	3	2,61	0,081	0,273	0,603	0,08
Echin. VV	79-20/24	3	11,62	0,000	0,32	0,571	0,28
Echin. tæthed	89-20/14	7	29,58	0,000	0,56	0,456	0,68
Echin. VV	89-20/14	7	5,23	0,000	1,53	0,219	0,28
Echin. tæthed	94-20/9	22	26,25	0,000	2,51	0,115	0,77
Echin. VV	94-20/9	22	10,12	0,000	0,091	0,763	0,57
Crustac. tæthed	79-20/24	3	1,03	0,365	1,42	0,239	0,06
Crustac. tæthed	89-20/14	7	1,05	0,397	0,013	0,908	0,08
Crustac. tæthed	94-20/9	22	3,75	0,000	1,23	0,269	0,34