

Indhold:

Tilstanden i havet 1975-1999 1

Tilstanden i havet 1975-1999

1. Baggrund

Måleprogram og målsætning

Målinger af næringssalte i de indre danske farvande begyndte i 1974 som en del af det såkaldte Bæltprojekt, der blev startet for at give viden om forholdene i de danske bælter med tilstødende farvande. Gennem 1980'erne fortsatte Miljøstyrelsens Havforureningslaboratorium målingerne i begrænset omfang og måleprogrammet blev senere en vigtig del af Miljøministeriets overvågningsprogram. Dette måleprogram blev organiseret som en følge af regeringens »Handlingsprogram mod forurening af det danske vandmiljø med næringssalte« fra 1987.

NOVA 2003

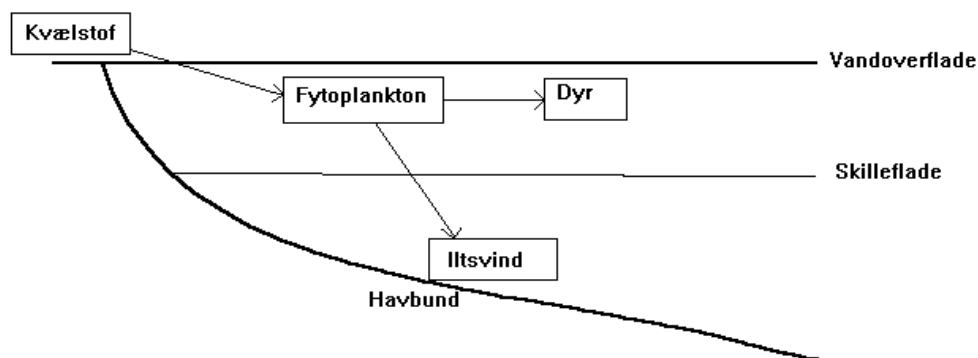
Fra 1998 blev Vandmiljøplanens Overvågningsplan afløst af det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet (NOVA). Med NOVA er programmet udvidet til at omfatte både vandmiljøets tilstand i bredeste forstand og som noget nyt miljøfremmede stoffer og tungmetaller. Kortlægning af en geografisk udbredelse eller en tidlig udvikling af koncentrationen af miljøfremmede stoffer og tungmetaller i det marine miljø baseres på målinger af koncentrationen i fx fisk eller muslinger (biota) eller i sediment. Overvågningen er især koncentreret i fjorde og kystnære områder, hvor fortynding fra forureningskilden er mindst.

Miljøfremmede stoffer og tungmetaller

Denne statistik fokuserer på koncentrationen af næringssalte i de indre danske farvande. Koncentrationen af miljøfremmede stoffer og tungmetaller i de kystnære områder og fjorde kan ses i den årlige rapport fra DMU: "Marine områder - Status over miljøtilstanden i 1998".

Figur 1.

Forenklet diagram over miljøproblemet med kvælstof i havet



Miljøproblemet

Reducerede udledninger af kvælstof vil give mindre fytoplankton (de svævende grønne planter i havet) i vandet. Mindre fytoplankton vil forbruge mindre ilt i vandet, når fytoplankton skal nedbrydes og iltsvindet vil derfor blive mindre eller helt forsvinde i det bundnære vand.



Graden af iltsvind vil i de enkelte år være afhængig af vind- og strømforhold. Perioder uden vind og strøm om sommeren og efteråret vil øge sandsynligheden for iltsvind. Ligeledes vil stor nedbør om vinteren forøge kvælstoftransporten gennem vandløb mod havet og give forhøjede koncentrationer i havet og dermed stor sandsynlighed for iltsvind om sommeren og efteråret.

2. Målestationer og parametre

Vandkvalitet

Miljøministeriet og dets institutioner har målt næringssalte, vandtemperatur, saltindhold, fytoplankton og zooplankton (bl.a. små krebsdyr fx vandlopper), ved en række stationer i de indre danske farvande siden starten af Bæltprojektet i sommeren 1974. De målte næringssalte er opløst uorganisk fosfor (fosfat), total fosfor, nitrat, nitrit, ammonium og silicium samt i nogle kortere perioder total kvælstof. Der er i det følgende præsenteret summen af de uorganiske kvælstofsalte, dvs. nitrat, nitrit og ammonium (omregnet til kvælstof), fosfat, total fosfor, salt, silicium og vandtemperatur.

Oversigtstabeller

For hver parameter er der givet en *oversigtstabel* med indeks for målingerne. For næringssalte er gennemsnittet af den maksimale vinterkoncentration i perioden 1983-1987 sat til 100. For saltindholdet i oversigtstabel 5 er hele årets målinger benyttet til beregningen af indekset, mens der for vandtemperaturen ikke er beregnet et indeks, idet man umiddelbart kan forholde sig til en vandtemperaturmåling. I oversigtstabel 1 til 6 er perioden 1983-1987 blevet valgt som referenceperiode i overensstemmelse med tilsvarende periodevalg hos DMU. Referenceperioden bliver dermed de sidste 5 år inden gennemførelsen af Vandmiljøplanen.

Tabeller og figurer

I tabellerne 1 til 3 samt 6 sidst i artiklen er de maksimale vinterkoncentrationer vist. For saltindhold, tabel 5, og vandtemperatur, tabel 7, er hele årets målinger benyttet til at beregne de gennemsnit, der er givet i tabellerne. Figurene 3a-f til 5a-f samt 7a-f til 9a-f viser de målte værdier i overfladevandet (0 meters dybde). De enkelte måleværdier er markeret med en sort prik og punkterne er forbundet med en hvid streg. For saltindholdet, figurene 7a-f, er også måleværdien fra den maksimale dybde på målestedet angivet, idet man derved får et indblik i strømnings- og blandingsforhold i vandet. På figurene 3a-f til 5a-f samt 7a-f til 9a-f er der endvidere beregnet et 12-måneders glidende gennemsnit, hvilket er vist med sort kurve. Figurene 6a-f og tabel 4 viser den mindste iltkoncentration, der er målt i det aktuelle år.

Økologisk kredsløb

Det er fytoplankton, der producerer organisk materiale. Produktionen sker ved at udnytte solens lys og ved at optage opløste uorganiske næringssalte - kvælstof og fosfor. Fytoplankton bliver spist af zooplankton, der svæver i vandet, og af bunddyr. Både bunddyr og zooplankton udgør føde for fisk. Fytoplankton udskiller også organisk materiale, der er føde for bakterier, som spises af zooplankton. Næringssaltene bliver ført tilbage til den uorganiske form, når de udskilles fra zooplankton og fisk eller ved mineralisering af organisk materiale.

Kvælstof

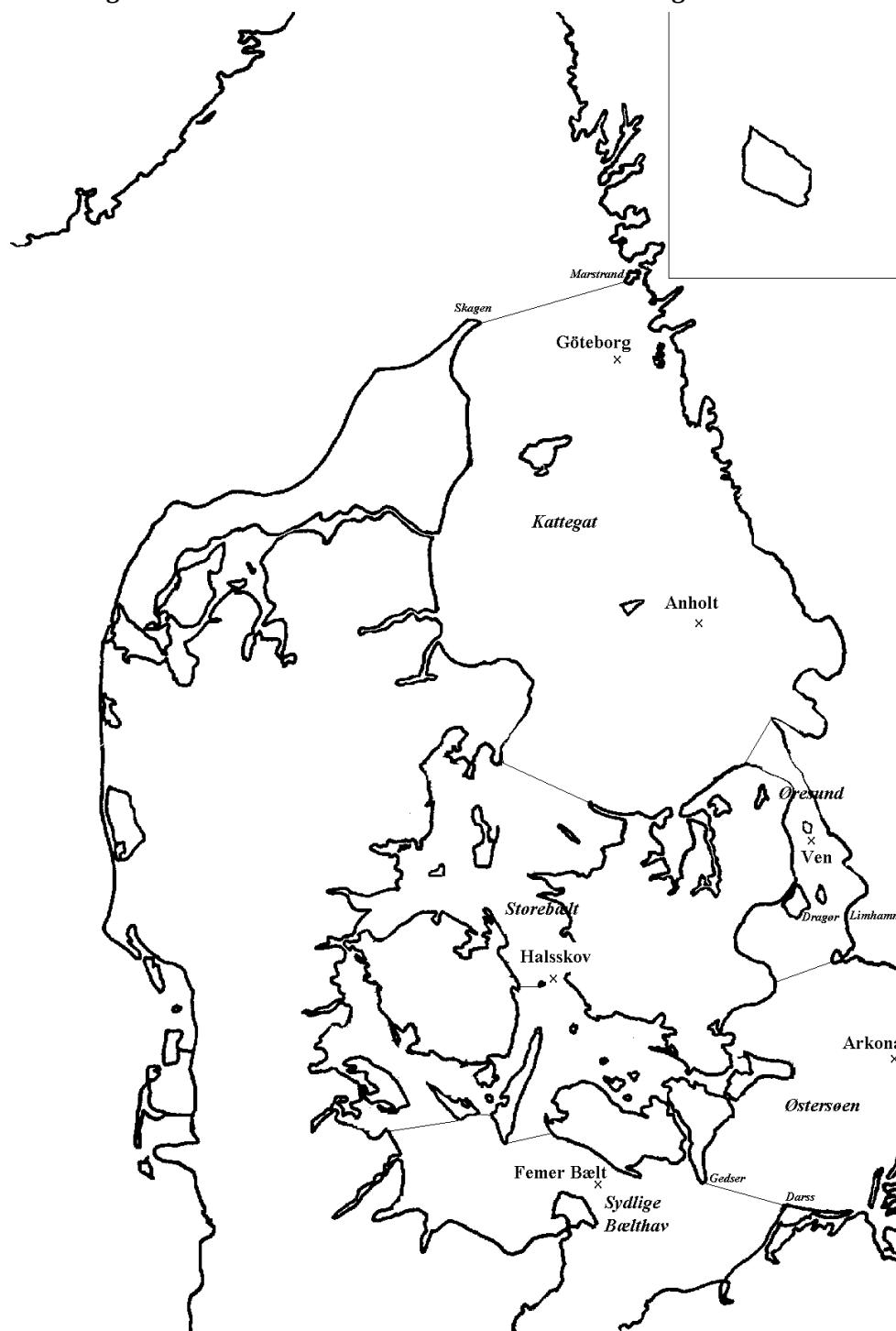
Kvælstof er den begrænsende faktor for produktion af fytoplankton i de indre danske farvande og i de danske dele af Østersøen. Kvælstof er her præsenteret som summen af de lettilgængelige opløste næringssalte, og ikke som total kvælstof. Total kvælstof omfatter al kvælstof, der er i vandet og dermed også kvælstof bundet i langsomt nedbrydeligt organisk materiale. Kun en del af det organiske materiale kan nedbrydes, hvorved kvælstofforbindelserne bliver tilgængelige for fytoplankton.

Fosfor og fosfat

Fosfor er målt, dels som det fosfor, der er uorganisk opløst fosfor (fosfat) og dels fosfor, som er bundet i organisk form - tilsammen kaldet total fosfor. Fosfat er normalt ikke begrænsende for produktion af fytoplankton i de indre danske farvande. Derimod er fosfat en begrænsende faktor i de fleste søer. Der er kun observeret en vis begrænsning for produktion af fytoplankton i enkelte lukkede fjordområder i korte tidsperioder på grund af fosfat. Med andre ord, total fosfor giver et mål for al fosfor i vandet, mens fosfat er den mængde som umiddelbart er tilgængelig for fytoplankton. Udviser fosfat en faldende tendens bør udviklingen af total fosfor være den samme.

Figur 2.

Placeringen af statistikkens marine målestationer omkring Danmark



Silicium

Silicium er et nødvendigt næringsstof for en bestemt slags fytoplankton, nemlig kiselalger, idet deres skal består af siliciumforbindelser. Specielt under forårsop-

blomstringen er der mange kiselalger i vandet. Silicium tilføres udelukkende fra naturlige kilder fx ved nedbrydning af lerminerale i jorden.

Vandtemperatur

Vandtemperaturen i havområderne bestemmer hastigheden for en række biologiske processer. Højere vandtemperaturer bevirker, at nedbrydningsprocesserne foregår hurtigere, og at der forbruges mere ilt. Vandtemperaturen giver sammen med salt en forskel i vandmassernes vægtfylde.

Salt

Koncentrationen af salt giver et billede af, hvorledes vandmasserne blandes og transporteres gennem de danske stræder og bælter. Salt er dominerende i bestemmelsen af vandmassernes vægtfylde.

Placering af stationer

Der er i denne statistik kun udvalgt nogle få af stationerne, der indgår i det marine overvågningsprogram. De valgte stationer er: en fra Østersøen midt i Arkona Bassinet, en fra det sydlige Bælthav i Femer Bælt midt mellem Rødbyhavn og Puttgarten, en i Storebælt ved Halsskov Rev, en i Øresund syd for Ven og to i Kattegat. Den ene station i Kattegat ligger øst for Anholt og den anden station ligger sydvest for Göteborg i det nordlige Kattegat, jf. figur 2. Variationen i forhold til de ikke udvalgte stationer er begrænset og de valgte stationer giver et billede af de generelle udviklinger siden 1975. Lokale variationer i fx Storebælt i enkelte år vises ikke, når der kun iagttages et mindre antal målestationer. Der vil generelt være højere koncentrationer i mere lukkede områder, hvor påvirkning fra afstrømning er mere dominerende. Tilstanden i Nordsøen og i Skagerrak er ikke omfattet af denne statistik.

Dybdeprofiler

På de enkelte stationer er der i regelen udtaget vandprøver fra 0 meter (eller 1 meter), 5 meter, 10 meter, 15 meter, 20 meter, 25 meter og 30 meter. Hvor vanddybden overstiger 30 meter er der udtaget vandprøver med 10 meters mellemrum. Endelig er der udtaget en vandprøve umiddelbart over bunden. Der foretages en kontinuert måling af vandtemperatur, salt og iltindhold, når prøveudtagningsudstyret sænkes ned gennem vandmasserne. De fleste kemiske analyser er foretaget umiddelbart efter, at der er taget vandprøver. Der præsenteres målinger fra 0 meters dybde, fordi næringssaltene i denne dybde især stammer fra lokale kilder og fordi disse næringssalte også giver et mål for den mulige produktion af fytoplankton.

3. Hydrografi

Tærskler hindrer vandbevægelser

For at forstå variationen i koncentrationen af næringssalte mellem de enkelte stationer er det nødvendigt med et kendskab til dybdeforholdene og de deraf afledte vandbevægelser. Området består af Kattegat, Storebælt, Øresund, det sydlige Bælthav og Østersøen. Afgørende for vandbevægelserne er dels mødet mellem det relativt ferske vand i Østersøen og det salte vand i Skagerrak og i det nordlige Kattegat, dels forekomsten af tærskler, der hindrer vandbevægelserne. Der er to vigtige tærskler i området: en mellem Dragør og Limhamn ved Malmø og en anden mellem Gedser og Darss på Rügen. Tærsklen mellem Dragør og Limhamn har en dybde på 8 meter og tærsklen mellem Gedser og Darss har en dybde på 18 meter. Forskellen i dybder betyder, at den største vandtransport fra Østersøen til Kattegat og modsat foregår gennem Storebælt.

Brakvand møder ...	Vandtilførslen til Østersøen fra floder og nedbør er større end fordampningen, og det medfører et årligt ferskvandsoverskud på ca. 475 km ³ . Det relativt ferske, og dermed lettere, vand i Østersøen strømmer derfor ud mod Skagerrak. I Bælthavet og Kattegat blandes vand fra Østersøen med salt bundvand, der strømmer ind i de indre danske farvande fra Skagerrak. Der opstår således en tolags strømning, hvor relativt ferskt vand fra Østersøen strømmer mod nord i en overfladestrøm, mens tungere salt bundvand fra Skagerrak strømmer mod syd ind i Østersøen. De to vandlag blandes under transporten gennem de danske farvande. Skillefladen ligger i ca. 13 meters dybde. Det relativt ferske overfladevand har i Østersøen ved Arkona et indhold af salt på ca. 8 promille, jf. figur 7a mens overfladevandet ud for Göteborg har en saltholdighed på ca. 25 promille, jf. figur 7f. Det salte bundvand starter i det nordlige Kattegat ved Göteborg med en saltholdighed på ca. 35 promille, jf. figur 7f, og når det salte bundvand strømmer ind i Østersøen over Gedser-Darss tærsklen har det en saltholdighed på ca. 20 promille målt ved Femer Bælt, jf. figur 7b.
... saltvand i de indre ...	
... danske farvande	
Vinden blander vandmasserne	Vinden har også en stor betydning for vandtransporterne. Vinden varierer meget fra år til år, og det kan forklare en del af forskellene mellem måleresultaterne de forskellige år. Kraftige vinde forøger blandingen mellem de to vandlag og tilfører næringssalte til de øvre vandmasser og ilt til de nedre vandmasser. Vinden er også helt afgørende for tilførslen af salt- og iltrigt bundvand til Østersøen. Indstrømning af store vandmasser med ilt- og saltrigt vand til Østersøens bundvand sker med mange års mellemrum og bringer ilt og liv til artsfattige områder i de dybe dele af Østersøen.

4. Næringssalte

Flere kilder til næringssalte	De indre danske farvande (dvs. det sydlige Bælthav, Storebælt, Lillebælt, Øresund og Kattegat) tilføres næringssalte fra flere kilder. De vigtigste er afstrømningen fra land gennem åer og floder, direkte fra rensningsanlæg, som nedfald fra atmosfæren og med havstrømme fra Skagerrak og Østersøen.
Måned til måned variation	Koncentrationen af de opløste uorganiske næringssalte følger hvert år et fast mønster. I de sene vintermåneder opnår koncentrationen den højeste værdi, inden lyset bliver stærkt nok til, at produktionen af fytoplankton kan begynde, og inden vandmasserne udviser en lagdeling. Lagdelingen er vigtig, idet fytoplankton skal være i den øverste del af vandmasserne for at få lys nok til produktion af organisk materiale. Hvis fytoplankton blandes i hele vandsøjlen, vil den tid, det opholder sig i de øvre lag være for kort, idet der er for lidt lys til produktion af organisk materiale i de nedre vandlag. Fytoplankton begynder sin produktion af organisk materiale i marts eller april måned og tømmer meget hurtigt de øvre vandlag for de tilgængelige næringssalte; både uorganisk opløst kvælstof, silicium og fosfat. Koncentrationen af kvælstof forbliver lav indtil oktober og november måned, hvor indholdet igen stiger, jf. figur 3a-f. Der er en tendens til, at koncentrationen af fosfat stiger tidligere på året (juli - september) end koncentrationen af uorganisk opløst kvælstof, jf. figur 4.
Dybdevariation	Om sommeren er koncentrationen af de tilgængelige næringssalte lav i de øvre vandlag, mens den er højere under skillefladen, men i løbet af sommeren kan perioder med kraftig blæst bringe næringssalte fra de dybere lag op til de øvre lag, hvor de kan udnyttes af fytoplankton til produktion af organisk materiale.
År til år variation styret af afstrømning	I nogle år er der om vinteren højere koncentration af opløst uorganisk kvælstof end i andre år. Når det regner meget i vintermånederne, vil udvaskningen transportere store mængder opløste næringssalte ud til havet, specielt nitrat. I 1981 og 1988 var

der megen nedbør i vintermånederne. I tabel 1 ses, at der i 1981 og 1988 også var høje koncentrationer i havet på henholdsvis 204 og 222 µg N/l. De høje koncentrationer medfører, at fytoplankton vil producere mere organisk materiale, som skal nedbrydes i de dybere vandlag i løbet af sommeren, og der vil derfor komme iltsvind om sommeren og i efterårsmånederne. Dette var tilfældet i 1981 - det første år med et alvorligt iltsvind i de indre danske farvande. År med mindre nedbør i vintermånederne bliver derfor år med gode iltforhold i bundvandet om efteråret.

5. Udvikling af tilstanden på langt og kort sigt

Der gives i det følgende en oversigt for langtidsudviklingen af målte parametre, den geografiske variation og tilstanden det seneste år.

5.1 Kvælstof

Langtidsudvikling

Koncentrationen af kvælstof har ikke ændret sig markant i de indre danske farvande og i Østersøen ved Arkona siden 1975, men der er store variationer fra år til år jf. oversigtstabel 1, tabel 1 og figur 3a-f.

Mindre kvælstof i Østersøen ved Arkona

Den geografiske fordeling viser, jf. tabel 1 og figur 3a-f, at koncentrationen af kvælstof er markant lavere i Østersøen ved Arkona end i de indre danske farvande (bortset fra 1996). Dette viser, at forureningen med opløst uorganisk kvælstof i de indre danske farvande ikke stammer fra de lande, der ligger i afstrømningsområdet til Østersøen, men fra lokale kilder til de indre danske farvande.

Oversigtstabel 1.

Indeks for maksimal volumenvægtet koncentration af kvælstof i havet om vinteren, 1975-1999

Sted	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999*
	gnsn. 1983-1987 = 100								
Arkona	64	84	73	101	101	118	65	57	69
Femer Bælt	80	32	99	120	129	61	65	95	98
Halsskov Rev	109	96	93	112	120	75	89	91	100
Ven	79	108	114	97	94	56	67	66	103
Anholt	102	...	102	79	89	72	59	48	100
Göteborg	79 ¹	...	...	135	168	79	94	78	166

Anm. *Foreløbige tal.

¹ Målt i 1976.

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Mere kvælstof i 1999

Indeks for kvælstof er i 1999 højere end i de sidste tre år på alle målestationer bortset fra Arkona. Med undtagelse af Göteborg og Arkona viser målingerne stort set de samme koncentrationer som gennemsnittet for perioden 1983-1987, dvs. perioden inden vedtagelsen af Vandmiljøplanen. Årsagen til stigningen inden for de seneste år skal ses i sammenhæng med den store mængde nedbør i både 1998 og 1999. Transporten af kvælstof fra land til havet gennem vandløb stiger, når der er en øget vandføring i vandløbene.

5.2 Fosfat

Fald i 1999

Indeks for fosfat er faldet siden 1990. Indekset er i 1999 faldet til mellem 47 og 77 pct. sammenlignet med referenceperioden 1983-1987.

Oversigtstabel 2.

Indeks for maksimal volumenvægtet koncentration af fosfat i havet om vinteren, 1975-1999

Sted	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999*
gnsn. 1983-1987 = 100									
Arkona	88	53	99	134	68	85	49	51	47
Femer Bælt	107	33	109	182	100	84	64	75	49
Halsskov Rev	116	69	117	137	99	81	74	67	66
Ven	161	69	114	155	79	89	73	78	72
Anholt	108	...	102	115	97	96	77	83	77
Göteborg	62 ¹	...	...	143	111	97	94	96	56

¹ Målt i 1976.

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Bedre rensning og fosfatfrie vaskemidler

Der er to væsentlige årsager til faldet i indholdet af fosfat i slutningen af 1990'erne. For det første er rensningsanlæggene blevet udbygget, således at udledningen af fosfor er blevet reduceret med 80 pct. fra 1989 til 1996. Den anden årsag er en ændring i forbruget af vaskemidler over mod et større forbrug af fosfatfrie eller fosfatfattige vaskemidler.

5.3 Total fosfor**Total fosfor falder også**

Indeks for total fosfor følger stort set de samme udviklingstendenser som udviklingen af fosfat. Der er også sket et fald i koncentrationen af fosfor siden 1990.

Oversigtstabel 3.

Indeks for maksimal volumenvægtet koncentration af total fosfor i havet om vinteren, 1975-1999

Sted	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999*
gnsn. 1983-1987 = 100									
Arkona	51	61	81	65	47	56	40	28	46
Femer Bælt	87	86	95	104	73	103	54	49	65
Halsskov Rev	67	66	84	90	67	69	63	43	59
Ven	96	78	113	91	56	73	55	56	60
Anholt	70	...	93	104	71	80	55	50	72
Göteborg	77 ¹	...	...	120	85	88	86	54	83

¹ Målt i 1976.

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Det seneste år

Indeks for total fosfor er i 1999 faldet til mellem 46 og 83 pct. sammenlignet med referenceperioden 1983-1987. Det er en stigning i forhold til 1998.

5.4 Ilt**Iltsvindet i de indre danske farvande**

Iltsvindets betydning for kvaliteten af havet bestemmes dels af hvor stort et areal, der er ramt af iltsvind, dels hvor lave de mindste iltkoncentrationer er, og endelig i hvor lang tid iltsvindet varer. Der er altså en geografisk, en intensitets og en tidsmæssig komponent i en vurdering af iltsvind. Iltsvindets geografiske komponent er her belyst ved at præsentere koncentrationer af ilt for forskellige stationer i de indre danske farvande. Der er dog ingen af stationerne, der ligger tæt ved kysten eller i fjorde. Iltsvindet i fjordområder kan således ikke beskrives, men kun iltsvind i større farvandsområder. Den tidsmæssige komponent er mindre vigtig. Om iltsvindet varer én dag eller én måned spiller således mindre rolle for bunddyrene, idet disse dør allerede den første dag, hvor koncentrationen af ilt bliver for lille.

Iltsvindets intensitet er præsenteret ved de minimale iltkoncentrationer i farvandsområderne. Ved iltsvind forstås koncentrationer under 4 mg O₂/l og ved et kraftigt iltsvind forstås koncentrationer under 2 mg O₂/l.

Langtidsudvikling

Der var ingen kraftige iltsvind i de indre danske farvande i perioden 1975-1979 på de præsenterede målestationer. Nogle områder uden for de præsenterede stationer har dog i denne periode været ramt af iltsvind, fx det sydlige Lillebælt. I 1981 fandt man for første gang dårlige iltforhold i de åbne områder i Kattegat og i Femer Bælt. Det var et år med en meget stor nedbør i vintermånederne. Op gennem 1980'erne og i begyndelsen af 1990 har der været næsten årlige iltsvind i de indre danske farvande.

Mest iltsvind i Femer Bælt

Tabel 4 og figur 6a-f viser, at Femer Bælt næsten hvert år siden 1981 har haft de laveste koncentrationer af ilt. Østersøen ved Arkona er også tit præget af kraftige iltsvind. I 1999 har der igen været kraftige iltsvind ved Arkona og i Femer Bælt. Ved Göteborg har der derimod aldrig været observeret kraftige iltsvind.

Oversigtstabel 4.

Indeks for minimal koncentration af ilt i havet om sommeren tæt ved havbunden, 1975-1999

Sted	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999*
	gnsn. 1983-1987 = 100								
Arkona	104	206	57	118	115	126	117	13	13
Femer Bælt	254	182	126	163	8	114	283	118	114
Halsskov Rev	126	110	145	191	76	134	166	98	99
Ven	134	109	114	35	52	75	162	74	92
Anholt	113	...	94	83	118	136	82	167	96
Göteborg	171	...	97	98	140	154	119	142	126

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Det seneste år

Indeks for ilt har i 1999 nogenlunde samme værdier som i perioden 1983-1987 undtagen ved Arkona, hvor indekset er betydeligt lavere. Årsagen til de forværede iltforhold i 1998 og 1999 skal findes i den store nedbør i begge år. Den store mængde nedbør transporterer som omtalt tidligere mere kvælstof til de indre danske farvande, og der bliver derfor højere koncentrationer af kvælstof.

5.5 Saltindhold

Langtidsudvikling af saltindhold

Indeks for saltindholdet (saliniteten) er ret stabilt og ændrer sig ikke på samme måde som indeks for opløst uorganisk kvælstof, fosfat eller total fosfor. Dette er vigtigt, idet variationen i saltindhold, som nævnt i afsnit 3, bestemmes af de store havstrømme i området. Med andre ord, den forurening og variation i forurening, som kan måles i de indre danske farvande, er ikke noget, der kommer til os med havstrømmene, men bestemmes derimod af de lokale kilder og det lokale vejr. Variationen af saltindholdet mellem de forskellige år udviser næsten samme forløb på alle stationer i de indre danske farvande.

Konstant salt i Østersøen ved Arkona

Den geografiske variation er gennemgået i afsnit 3, men man kan observere, at saltindholdet i Østersøen ved Arkona varierer betydeligt mindre end saltindholdet i de øvrige havområder. Dette forhold kan også ses på figur 7a, hvor det 12-måneders glidende gennemsnit stort set er en vandret linie ved Arkona. Årsagen er, at vandet ved Arkona, og generelt i Østersøen, har en lang opholdstid - mere end 25 år. De meget dynamiske forhold, med korte opholdstider, ses klart ved Femer Bælt, Halsskov Rev og Ven, jf. figur 7a-f, hvor det glidende gennemsnit varierer en del fra år til år. I Kattegat ved Anholt og Göteborg er der ikke den samme variation i

gennemsnittet, idet saltindholdet i overfladen er under stærk påvirkning af vinden, der blander overfladevandet med vand fra de dybe lag.

Oversigtstabel 5.

Indeks for årligt gennemsnitligt volumenvægtet saltindhold, 1975-1999

Sted	1975	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999*
gnsn. 1983-1987 = 100								
Arkona	103	97	107	100	93	96	98	93
Femer Bælt	100	95	111	89	101	102	120	120
Halsskov Rev	90	98	106	86	103	104	98	109
Ven	99	93	121	92	128	114	...	113
Anholt	94	102	101	95	101	102	102	99
Göteborg	...	...	109	96	109	110	106	102

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Det seneste år

Indeks for salt var i 1999 på nogenlunde samme niveau som i de foregående år. Sammenlignet med perioden 1983-87 er indeks lidt højere ved Femer Bælt, Halsskov Rev, Ven og Göteborg. Det skyldes, at der i 1999 har været en lidt større transport af saltvand fra Skagerrak til de indre danske farvande end i referenceperioden.

Total opblanding

Endvidere kan man på figur 7a-f jævnligt observere samme saltindhold i overfladen som ved bunden. Dette betyder, at vandmassen ikke har været lagdelt, men opblandet fra top til bund. Det indtræffer om efteråret eller i vinterperioden, når der er kraftige storme.

5.6 Silicium**Koncentrationen af silicium er mindst i Kattegat**

Indeks for silicium udviser usystematiske udsving uden nogen gennemgående trend. Den geografiske variation viser, at der er en lavere koncentration af silicium i Kattegat ved Anholt og Göteborg, mens indholdet i de øvrige havområder er af samme størrelsesorden, jf. tabel 6a-f. Det virker som om, saltindholdet er omvendt proportionalt med indholdet af silicium - jo mere salt, jo mindre silicium.

Oversigtstabel 6.

Indeks for maksimal volumenvægtet koncentration af silicium i havet om vinteren, 1975-1999

Sted	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999*
	gnsn. 1983-1987 = 100								
Arkona	101	68	93	65	91	44	61	57	72
Femer Bælt	109	53	99	94	140	68	92	96	95
Halsskov Rev	176	97	93	115	122	80	101	85	112
Ven	135	88	81	67	116	78	78	54	102
Anholt	105	...	85	55	159	97	82	56	127
Göteborg	98 ¹	...	...	72	151	96	70	47	52

¹ Målt i 1976.

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Det seneste år

Indeks for silicium er i 1999 højere end i 1998 bortset fra ved Femer Bælt. Det 12-måneders glidende gennemsnit viser også en stigende tendens i forhold til de foregående år med undtagelse af Göteborg.

5.7 Vandtemperatur

Langtidsudvikling af vandtemperatur

Vandtemperaturen har ikke ændret sig systematisk gennem perioden 1975-1999, jf. oversigtstabel 7. Nogle år, fx 1999 har haft høje vandtemperaturer; andre år, fx 1985 har haft lavere vandtemperatur.

Ens kurver

Den geografiske variation i vandtemperaturen er meget lille. Vandtemperaturen bestemmes overordnet af solindstrålingen og af andre vejrforhold i de enkelte år. De områder, målestationerne dækker, er for små til, at egentlige variationer i vandtemperaturen mellem de enkelte havområder kan måles.

Det seneste år

Vandtemperaturen var højere i 1999 end i 1998. Det skyldes varme sensommer-måneder og mange solskinstimer i 1999; omkring 250 timer mere end normalt.

Oversigtstabel 7.

Årlig gennemsnitlig volumenvægtet vandtemperatur, 1975-1999

Sted	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999*
°C									
Arkona	9,0	8,1	6,6	9,3	10,9	9,4	12,1	8,9	11,7
Femer Bælt	9,7	...	7,9	10,3	10,4	9,1	11,2	8,7	11,4
Halsskov Rev	9,8	8,2	8,2	10,0	10,2	9,5	11,2	10,6	11,7
Ven	10,0	8,4	8,1	9,7	9,5	10,4	11,4	9,6	10,8
Anholt	10,2	...	8,4	10,7	8,4	9,2	11,5	10,6	11,9
Göteborg	...	...	...	10,8	10,4	9,8	...	10,9	12,4

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

6. Kilder, metoder og definitioner

DMU Amter

Miljøministeriet udfører den løbende overvågning af de åbne havområder omkring Danmark. Før 1989 blev målingerne foretaget af Miljøstyrelsens Havforureningslaboratorium og siden har Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Afdeling for Havmiljø og Mikrobiologi, foretaget målingerne. Amterne har også et overvågningsprogram i de kystnære farvande, i Nordsøen og Skagerrak, men resultaterne er ikke præsenteret i denne statistik.

Indre danske farvande

De indre danske farvande er med hensyn til de hydrografiske forhold begrænset af tre linier. En linie mellem Skagen og Marstrand i nord, en linie mellem Gedser og Darss i syd og en linie mellem Dragør og Limhamn i Øresund. Farvandet mellem Lolland-Falster og Tyskland benævnes forskelligt, afhængigt af hvilket fagområde man behandler. I fiskeriforhold regnes området til Østersøen, mens det i hydrografiske forhold skal regnes til de indre danske farvande. I denne statistik benævnes det som det sydlige Bælthav; i fiskeriforhold vil man kunne se betegnelsen den vestlige Østersø om samme farvand.

Kortvarige toppe er svære at finde

For at undgå fejltolkninger skal måleprogrammet og databehandlingen ses i lyset af måned til måned variationen og dybdevariationerne. I praksis er det ikke muligt med sikkerhed at måle toppen af fytoplankton, idet denne top kun varer en til to uger i en af forårs månederne og varierer fra år til år. Der er derfor ikke sikkert at prøven udtages netop på det tidspunkt i foråret, hvor toppen indtræffer. Derimod kan man sammenligne indholdet af de uorganiske opløste kvælstofforbindelser i senvinteren, inden forårsproduktionen af fytoplankton er begyndt. Når fytoplankton begynder at producere organisk materiale, forsvinder de opløste næringssalte (både kvælstof og fosfat) meget hurtigt, mens silicium falder langsomt.

Manglende målinger

Der skal også tages hensyn til dybdevariationen. Hvis prøveudtagningen af tekniske årsager ikke er lykkedes i de øvre vandlag, eller hvis der er udtaget flere prøver i de dybere vandlag, tager databehandlingen højde for disse forhold.

Maksimal vinterkoncentration

I tabel 1 til 3 samt 6 er vist en beregning af den maksimale koncentration af næringssalte i vintermånederne. Ved beregningen er den målte koncentration i januar, februar eller marts måned taget som udgangspunkt. Den højeste gennemsnitskoncentration er udvalgt fra en af disse måneder. I de fleste tilfælde er der et maksimalt indhold i marts måned, men i nogle tilfælde er maksimum målt i januar eller februar. Beregningen af den gennemsnitlige volumenvægtede koncentration, Volkonc, er:

$$\text{Volkonc} = \frac{\sum \text{Konc}_i \cdot \text{Vol}_i}{\text{Total vol}}$$

hvor Konc_i er den målte koncentration i den i'te dybde og Vol_i er volumen af det tilhørende havområde. Total vol er det samlede volumen af vandet i havområdet.

Glidende gennemsnit

Målingerne er præsenteret i figur 3a-f til 9a-f. Fælles for alle figurerne er, at den faktisk målte koncentration fra 0 (eller 1) meters dybde er givet som enkeltpunkter forbundet med en ret linje. Alle målinger er blevet sammenregnet til et glidende 12-måneders gennemsnit, idet den enkelte måling er blevet vægtet i forhold til det volumen, den repræsenterer. Volumen i de forskellige havområder er opgjort af Dansk Hydraulisk Institut. Har der været flere målinger i samme måned, er der først blevet beregnet et gennemsnit for den pågældende måned.

7. Yderligere information**Sådan får De mere information**

Statistik over tilstanden i de indre danske farvande vil også blive indlagt i Danmarks Statistiks databanker.

En tilsvarende opgørelse for 1997 er offentliggjort i *Miljø 1998:6* (Statistiske Efterretninger).

Henvendelse

Annette Rung dos Santos, tlf. 39 17 38 07, ads@dst.dk

Tabel 1. Maksimal volumenvægtet koncentration af uorganisk opløst kvælstof om vinteren 1975-1999

	Østersøen	Indre danske farvande				
År	Arkona	Femer Bælt	Halsskov	Ven	Anholt	Göteborg
	µg N/l					
1975	54	112	153	107	143	...
1976	80	84	98	101	101	92
1977	65	117	118	158	125	...
1978	84	...	...	152	144	...
1979	81	...	122	105	...	...
1981	50	...	204	152	162	...
1982	67	142	142	135	133	...
1983	91	144	150	128	154	...
1984	79	126	102	145	152	...
1985	62	139	131	154	143	...
1986	108	161	200	149	145	141
1987	84	130	122	102	106	91
1988	88	170	222	179	189	195
1989	64	143	138	122	135	150
1990	86	168	158	132	111	156
1991	73	154	122	111	104	149
1992	57	93	91	104	100	99
1993	88	152	132	122	113	138
1994	86	133	140	200	138	294
1995	85	180	169	128	125	195
1996	100	86	105	75	101	92
1997	55	91	126	92	83	109
1998	48	133	129	89	67	91
1999*	58	137	141	139	140	193

Anm. Databrud skyldes at målestationer er flyttet (nogle få km).

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Tabel 2. Maksimal volumenvægtet koncentration af fosfat om vinteren 1975-1999

År	Østersøen	Indre danske farvande				
	Arkona	Femer Bælt	Halsskov	Ven	Anholt	Göteborg
	µg P/l					
1975	19	26	30	37	23	...
1976	18	20	23	54	12	12
1977	16	21	20	28	23	...
1979	12	...	17	18	...	...
1981	14	...	25	24	16	...
1982	17	29	26	26	24	...
1983	29	28	29	26	26	...
1984	22	24	24	21	19	...
1985	22	26	31	26	22	...
1986	16	23	27	22	20	22
1987	21	20	21	21	18	17
1988	22	27	30	27	28	26
1989	18	29	27	28	26	23
1990	30	44	36	36	24	27
1991	23	38	35	27	23	26
1992	21	29	26	21	19	19
1993	25	32	24	23	23	24
1994	18	20	23	20	23	24
1995	15	24	26	18	20	21
1996	20	20	21	21	20	18
1997	11	15	20	17	16	18
1998	11	18	18	18	17	18
1999*	10	12	17	17	16	11

Anm. Databrud skyldes at målestationer er flyttet (nogle få km).

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

**Tabel 3. Maksimal volumenvægtet koncentration af total fosfor om vinteren
1975-1999**

	Østersøen	Indre danske farvande				
År	Arkona	Femer Bælt	Halsskov	Ven	Anholt	Göteborg
	µg P/l					
1975	28	43	37	50	31	...
1976	35	32	26	41	23	27
1977	22	35	33	43	38	...
1978	30	...	35	36	25	...
1979	...	46	38	35	...	...
1981	26	...	46	59	46	...
1982	33	47	42	39	16	...
1983	45	48	47	55	51	...
1984	63	51	58	50	49	...
1985	45	48	47	58	41	...
1986	72	50	78	47	43	36
1987	51	54	50	47	37	35
1988	44	50	37	42	72	34
1989	52	55	77	43	41	49
1990	36	52	50	47	46	42
1991	36	46	56	45	38	38
1992	40	45	40	37	43	32
1993	40	51	41	38	33	40
1994	29	31	36	36	31	34
1995	26	37	38	29	31	30
1996	31	52	38	37	35	31
1997	22	27	35	28	24	30
1998	15	24	24	29	22	19
1999*	26	33	33	31	32	29

Anm. Databrud skyldes at målestationer er flyttet (nogle få km).

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Tabel 4. Minimal koncentration af ilt ved havbunden, 1975-1999

År	Østersøen	Indre danske farvande				
	Arkona	Femer Bælt	Halsskov	Ven	Anholt	Göteborg
	—µg O ₂ /l—					
1975	2,68	2,71	4,57	3,98	3,60	7,14
1976	6,84	8,21	4,16	3,47	5,37	7,44
1978	2,07	...	4,26	3,28	...	...
1979	2,27	3,08	3,38	3,04	...	...
1980	5,31	1,94	4,00	3,24	...	...
1981	3,30	1,21	5,17	2,14	2,56	5,95
1982	3,97	...	5,53	4,64	...	6,04
1983	5,63	0,10	3,41	2,61	3,51	4,57
1984	1,49	2,00	3,86	2,84	3,01	6,08
1985	1,47	1,34	5,26	3,40	2,98	3,24
1986	2,83	0,51	3,71	3,47	2,61	...
1987	1,47	1,39	1,88	2,58	3,81	2,81
1988	0,59	0,31	4,98	1,61	1,40	3,70
1989	2,44	1,36	3,56	1,07	2,96	6,30
1990	3,04	1,74	3,31	1,04	2,64	4,08
1991	1,14	0,40	3,40	2,27	2,57	4,44
1992	0,31	0,00	3,46	1,76	2,26	4,94
1993	2,03	0,39	3,54	3,34	4,47	...
1994	1,73	2,98	3,94	2,61	3,46	5,16
1995	2,96	0,09	2,77	1,54	3,77	5,85
1996	3,26	1,21	4,84	2,24	4,34	6,43
1997	3,01	3,03	6,03	4,83	2,61	4,96
1998	0,34	1,26	3,56	2,20	5,31	5,94
1999*	0,34	1,21	3,60	2,76	3,07	5,27

Anm. Databrud skyldes at målestationer er flyttet (nogle få km).

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Tabel 5. Årlig gennemsnitlig volumenvægtet saltindhold, 1975-1999

År	Østersøen	Indre danske farvande				
	Arkona	Femer Bælt	Halsskov	Ven	Anholt	Göteborg
	promille					
1975	8,4	13,5	16,0	15,4	23,7	...
1976	8,4	14,2	17,4	18,6	25,6	...
1977	8,5	13,9	17,7	18,3	26,6	...
1978	8,4	<u>16,8</u>	18,5	17,4	...	...
1979	8,2	13,4	17,5	17,2	...	...
1981	8,7	17,4	<u>17,8</u>	15,8	24,1	...
1982	8,7	13,1	17,3	15,6	23,5	...
1983	8,6	15,4	19,5	16,9	25,4	...
1984	8,4	13,1	15,8	15,7	24,2	...
1985	7,9	12,9	17,4	14,5	25,7	...
1986	8,0	15,3	19,3	15,8	25,9	25,7
1987	7,9	11,2	17,0	14,9	24,8	25,2
1988	7,8	13,7	17,5	16,9	24,7	26,1
1989	8,7	14,0	17,3	17,2	24,7	24,5
1990	8,7	15,1	18,9	18,8	25,6	27,7
1991	7,8	14,7	19,0	17,4	24,5	26,2
1992	8,5	15,7	19,4	17,0	25,1	26,5
1993	8,0	14,0	17,8	16,8	24,7	25,1
1994	8,0	14,3	18,4	16,3	25,7	27,2
1995	8,1	12,2	15,3	14,3	23,9	24,4
1996	7,6	13,7	18,4	20,0	25,5	27,7
1997	7,9	13,8	18,5	17,7	25,8	28,0
1998	8,0	16,3	17,4	...	25,8	27,0
1999*	7,6	16,3	19,3	17,7	25,0	25,9

Anm. Databrud skyldes at målestationer er flyttet (nogle få km).

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Tabel 6. Maksimal volumenvægtet koncentration af silicium om vinteren, 1975-1999

År	Østersøen	Indre danske farvande				
	Arkona	Femer Bælt	Halsskov	Ven	Anholt	Göteborg
	µg Si/l					
1975	497	484	717	546	302	...
1976	563	447	462	427	256	281
1977	424	401	427	395	290	...
1978	535	...	...	428	220	...
1979	346	...	333	340	...	...
1981	363	...	563	432	312	...
1982	418	489	460	435	344	...
1983	501	477	445	469	296	...
1984	536	452	425	513	345	...
1985	457	442	380	326	243	...
1986	...	...	...	...	...	...
1987	477	406	379	312	262	287
1988	404	485	368	...	...	...
1989	239	407	453	268	241	248
1990	321	418	467	270	158	207
1991	346	431	330	385	143	188
1992	455	524	436	416	289	179
1993	453	457	422	365	243	235
1994	310	381	467	292	261	320
1995	448	621	496	469	455	434
1996	199	301	328	317	277	276
1997	301	407	413	316	236	201
1998	283	427	345	218	159	135
1999*	354	423	455	412	365	148

Anm. Databrud skyldes at målestationer er flyttet (nogle få km).

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Tabel 7. Årlig gennemsnitlig volumenvægtet vandtemperatur, 1975-1999

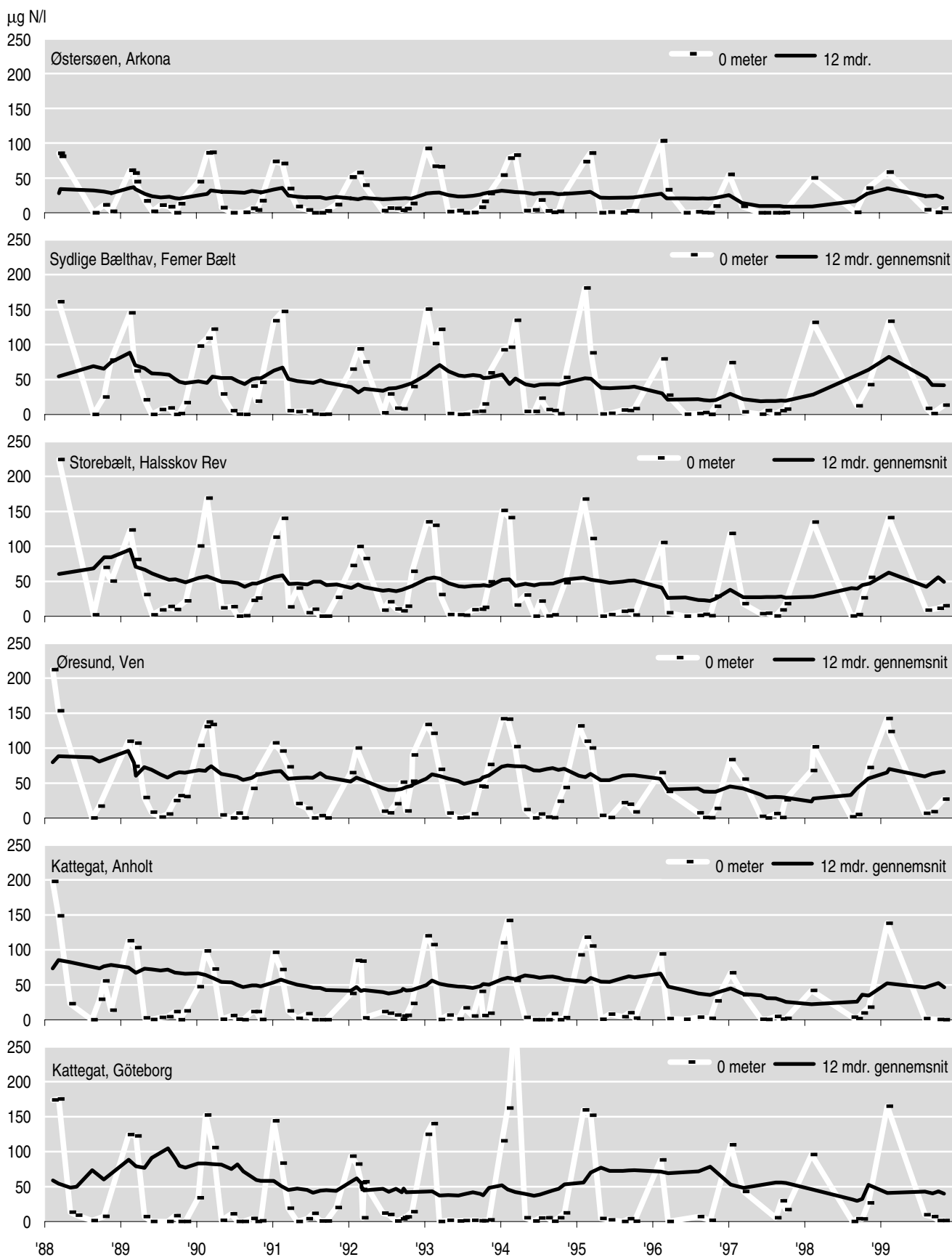
År	Østersøen		Indre danske farvande			
	Arkona	Femer Bælt	Halsskov	Ven	Anholt	Göteborg
	°C					
1975	9,0	9,7	9,8	10,0	10,2	...
1976	8,2	8,7	9,0	10,3	8,9	...
1977	7,9	7,0	7,1	8,2	6,8	...
1978	7,9	...	8,5	8,6	...	...
1979	7,6	...	7,9	7,7	...	...
1981	...	...	7,0	10,7	10,9	...
1982	10,2	9,0	8,3	10,1	8,7	...
1983	10,5	10,4	10,3	10,5	9,5	...
1984	9,1	9,2	9,2	9,0	9,1	...
1985	6,6	7,9	8,2	8,1	8,4	...
1986	8,0	8,5	8,8	8,7	9,6	...
1987	8,5	8,1	8,3	10,1	8,0	8,0
1988	6,5	7,8	8,4	8,1	9,3	9,6
1989	10,0	10,9	10,8	10,1	9,7	10,5
1990	9,3	10,3	10,0	9,7	10,7	10,8
1991	9,3	9,8	9,9	9,6	9,6	10,0
1992	11,2	10,6	10,7	10,3	10,1	9,5
1993	8,6	9,4	9,2	9,0	8,4	8,9
1994	9,6	9,7	9,3	9,5	9,2	9,8
1995	10,9	10,4	10,2	9,5	8,4	10,4
1996	9,4	9,1	9,5	10,4	9,2	9,8
1997	12,1	11,2	11,2	11,4	11,5	...
1998	8,9	8,7	10,6	9,6	10,6	10,9
1999*	11,7	11,4	11,7	10,8	11,9	12,4

Anm. Databrud skyldes at målestationer er flyttet (nogle få km).

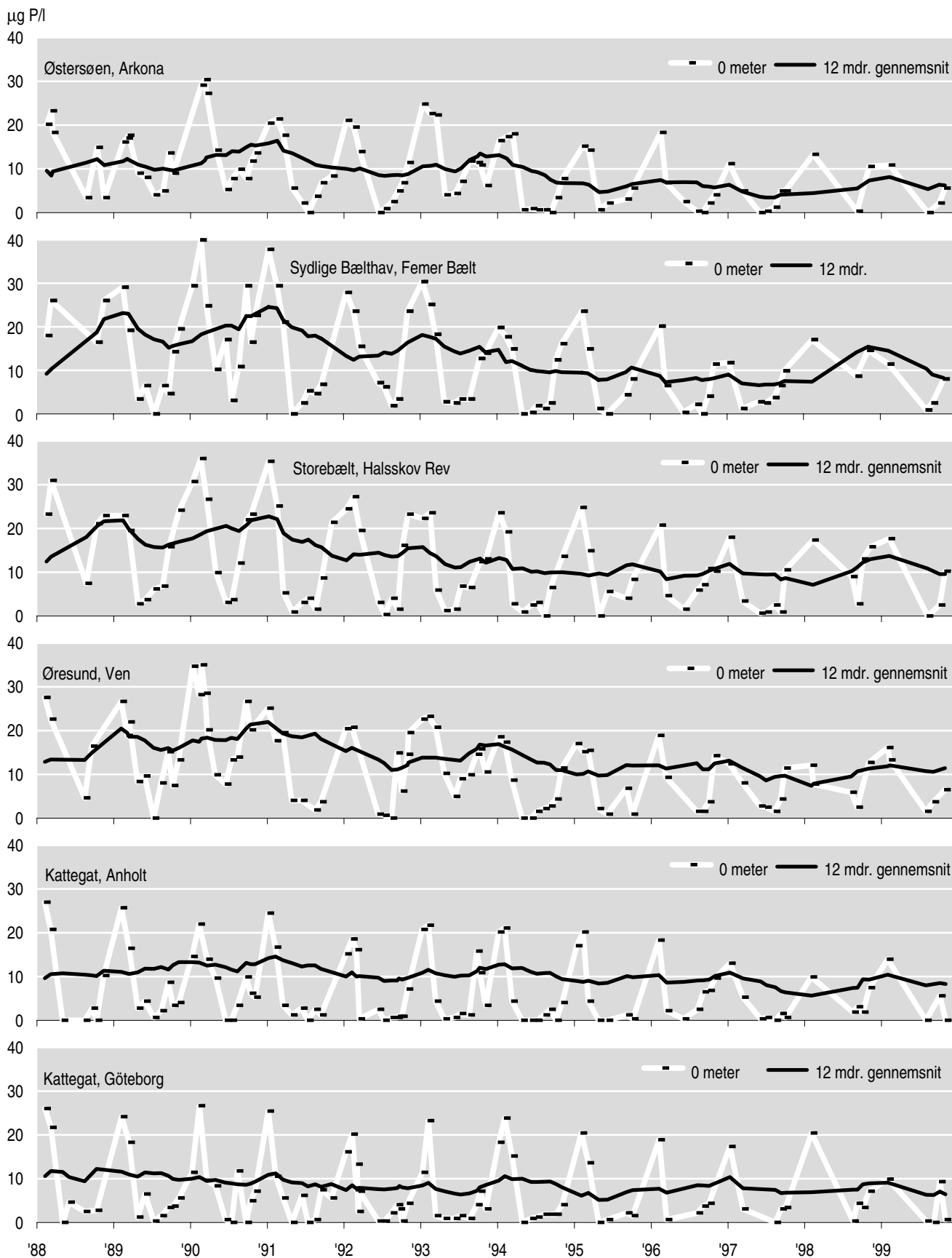
Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Figur 3a-f.

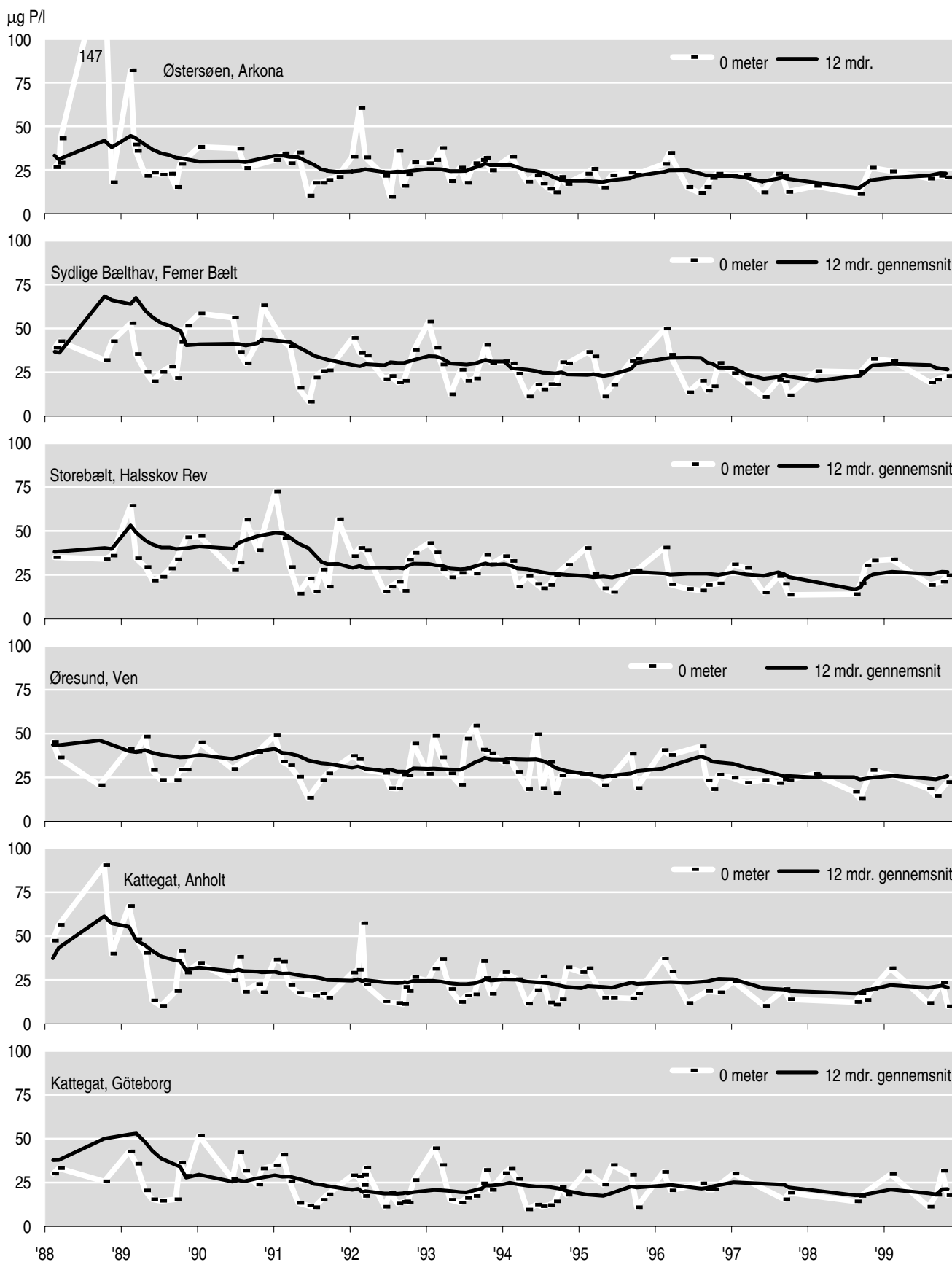
Koncentration af opløst uorganisk kvælstof, 1988-1999



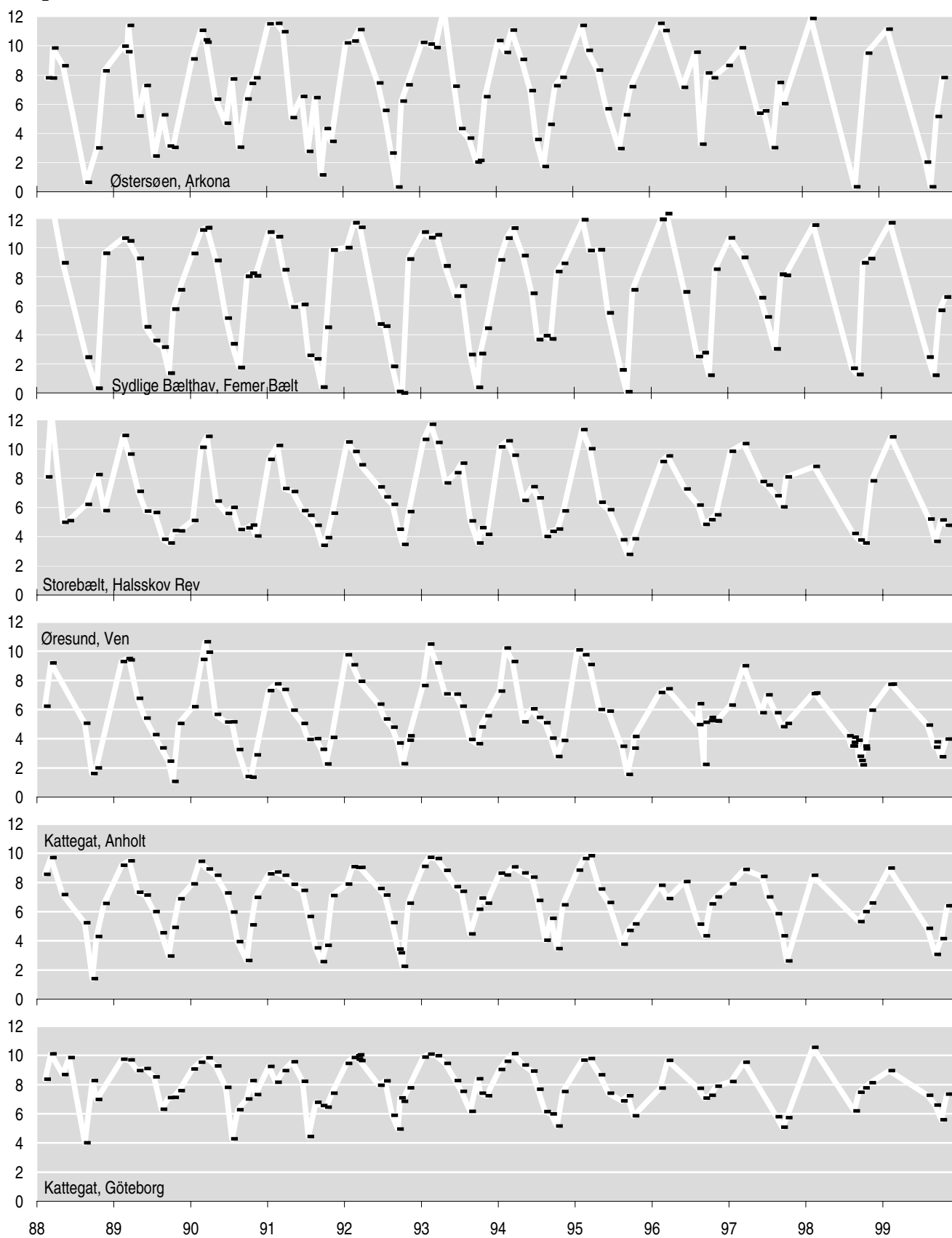
Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Figur 4a-f. Koncentration af fosfat, 1988-1999

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Figur 5a-f. Koncentration af total fosfor, 1988-1999

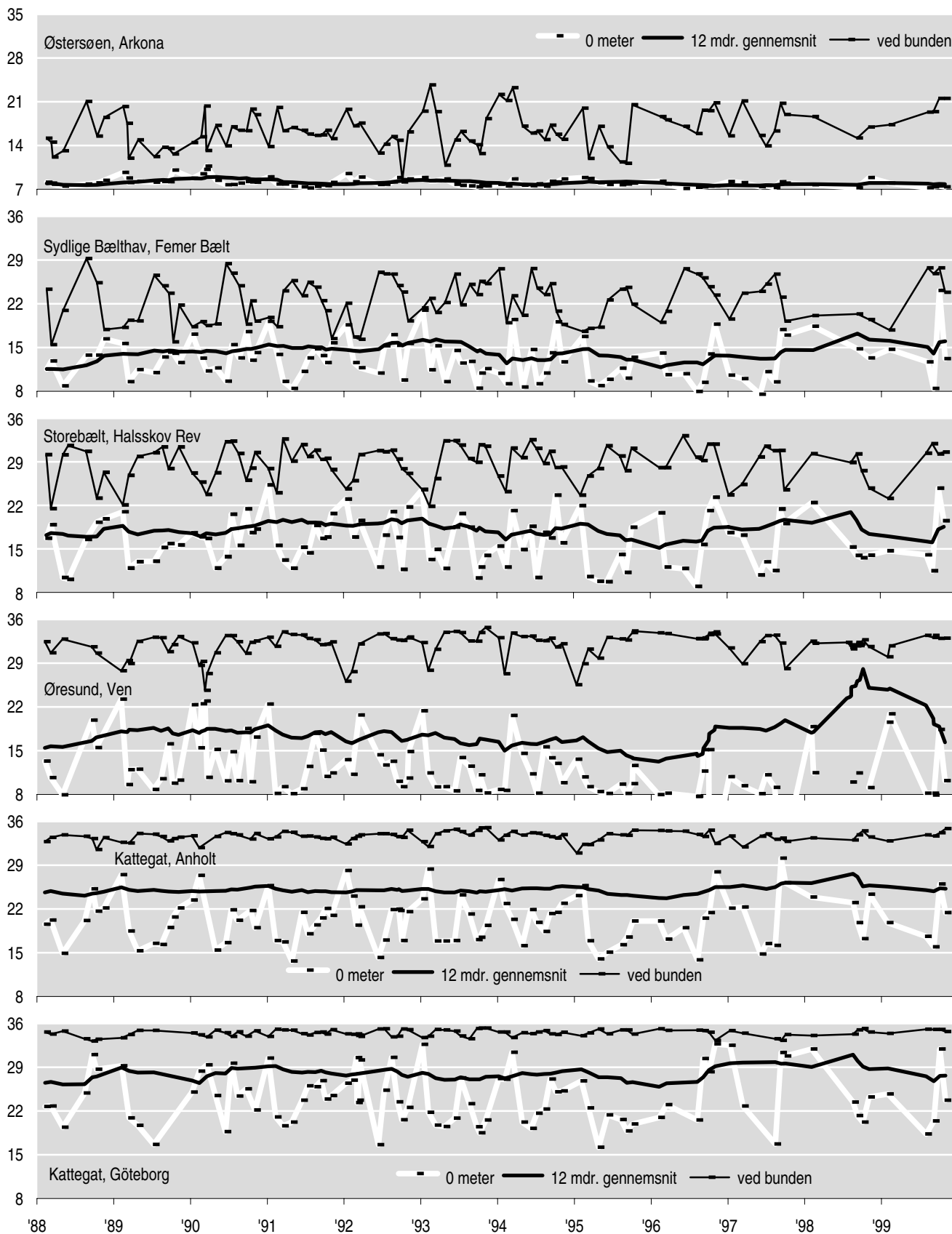
Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Figur 6a-f. Koncentration af ilt på havbunden, 1988-1999mg O₂/l

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Figur 7a-f. Saltindhold, 1988-1999

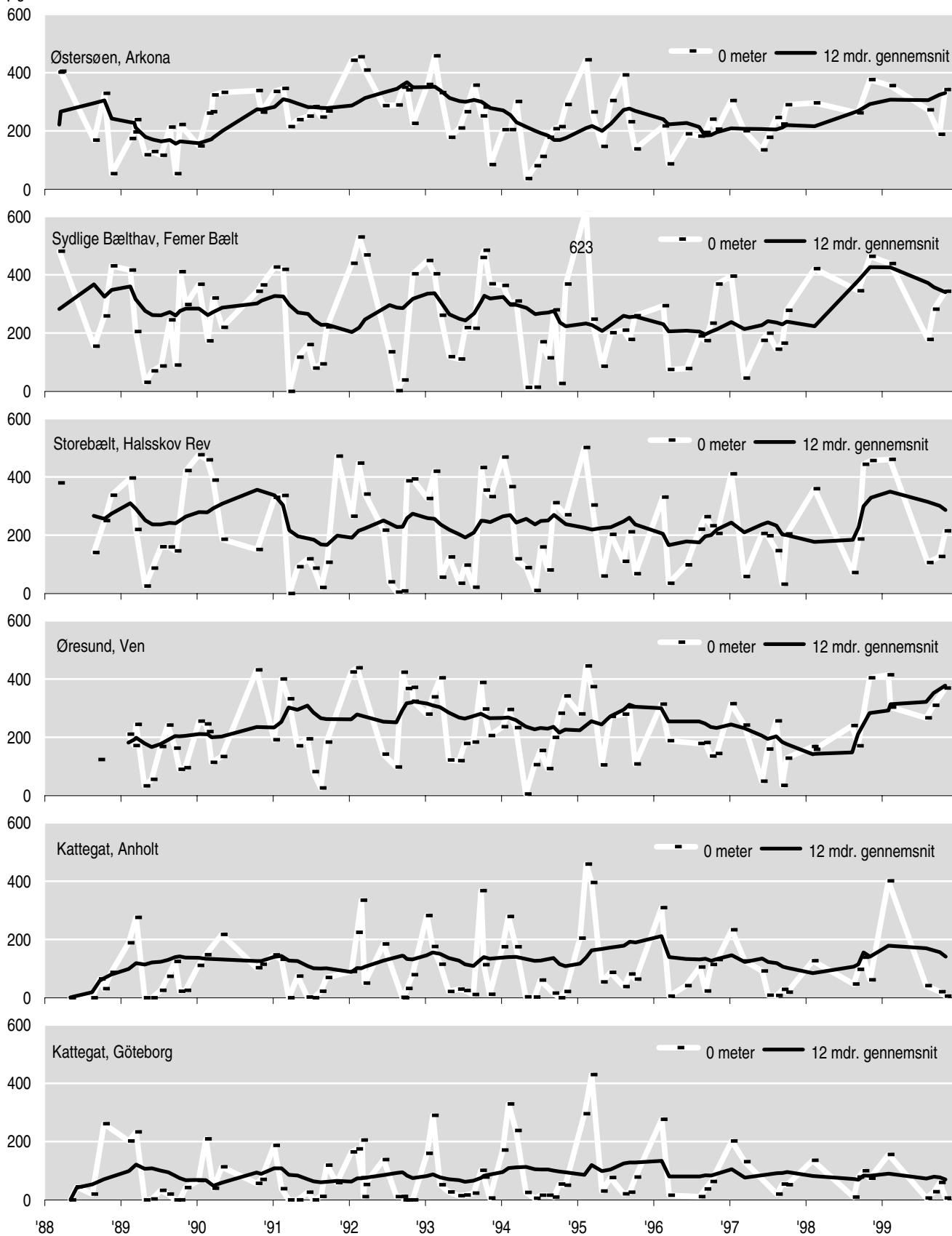
Promille



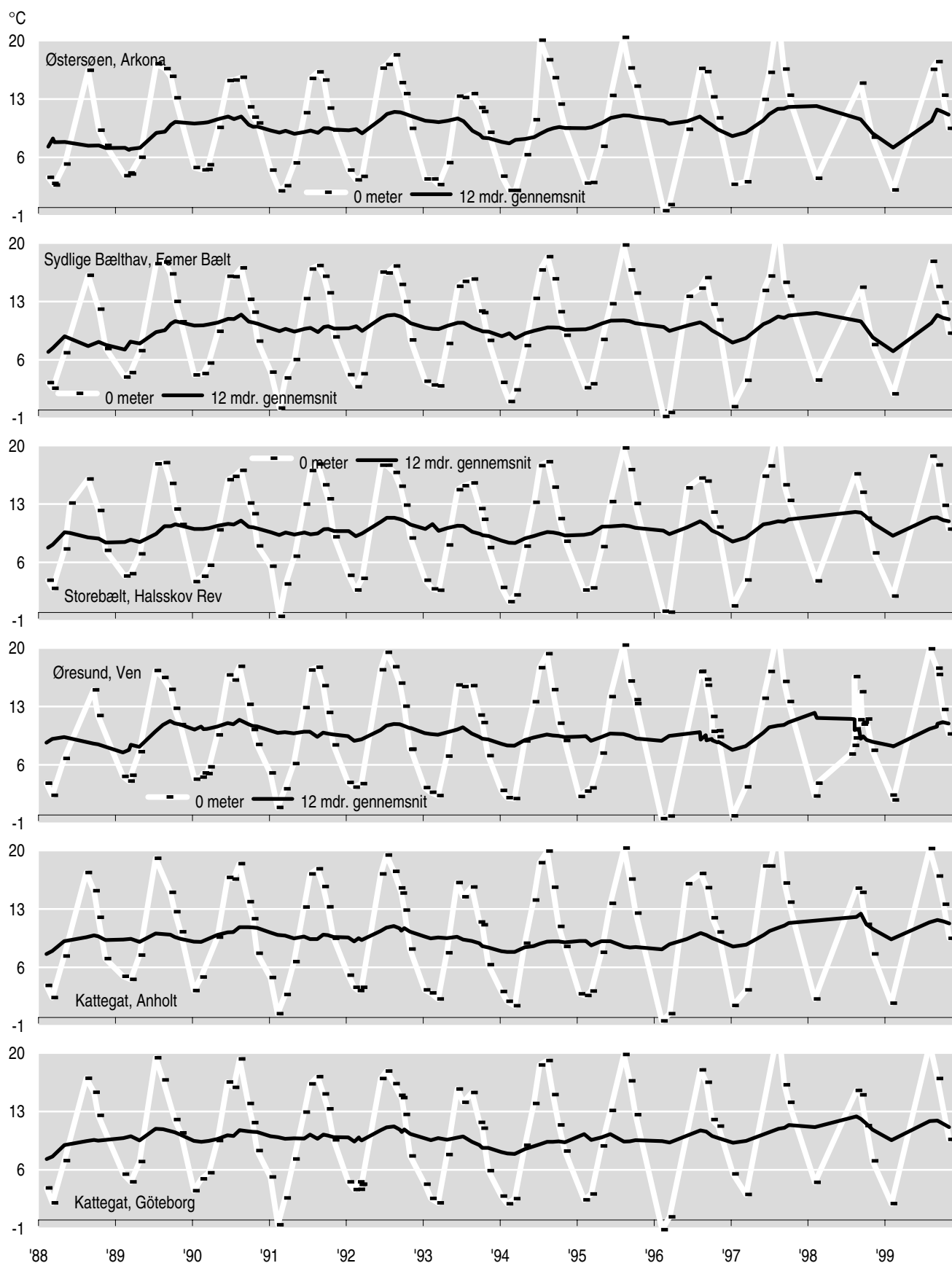
Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Figur 8a-f.

Koncentration af silicium, 1988-1999

 $\mu\text{g Si/l}$ 

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

Figur 9a-f. Vandtemperatur, 1988-1999

Kilde: Beregninger er udført af Danmarks Statistik, målinger af DMU.

© Danmarks Statistik 2000
Formidlingscenter
Titel: Miljø og energi
Serie: Statistiske Efterretninger
ISSN 1399-0675

Abonnement tegnes hos Danmarks Statistik,
Sejrøgade 11, 2100 København Ø
Giro 7 11 38 11, fax 39 17 39 99
E-post dst@dst.dk, internet <http://www.dst.dk>
Abonnement: Tlf. 39 17 30 20
Abonnementspris for året 2000 450,00 kr.
inkl. 25 pct. moms.

Enkeltnumre kan købes gennem boghandelen
eller Danmarks Statistik.
Pris: 32,00 kr. inkl. 25 pct. moms.
Ved telefonisk eller skriftlig bestilling tillægges
et ekspeditionsgebyr til dækning af porto mv.
Danmarks Statistiks trykkeri, København
