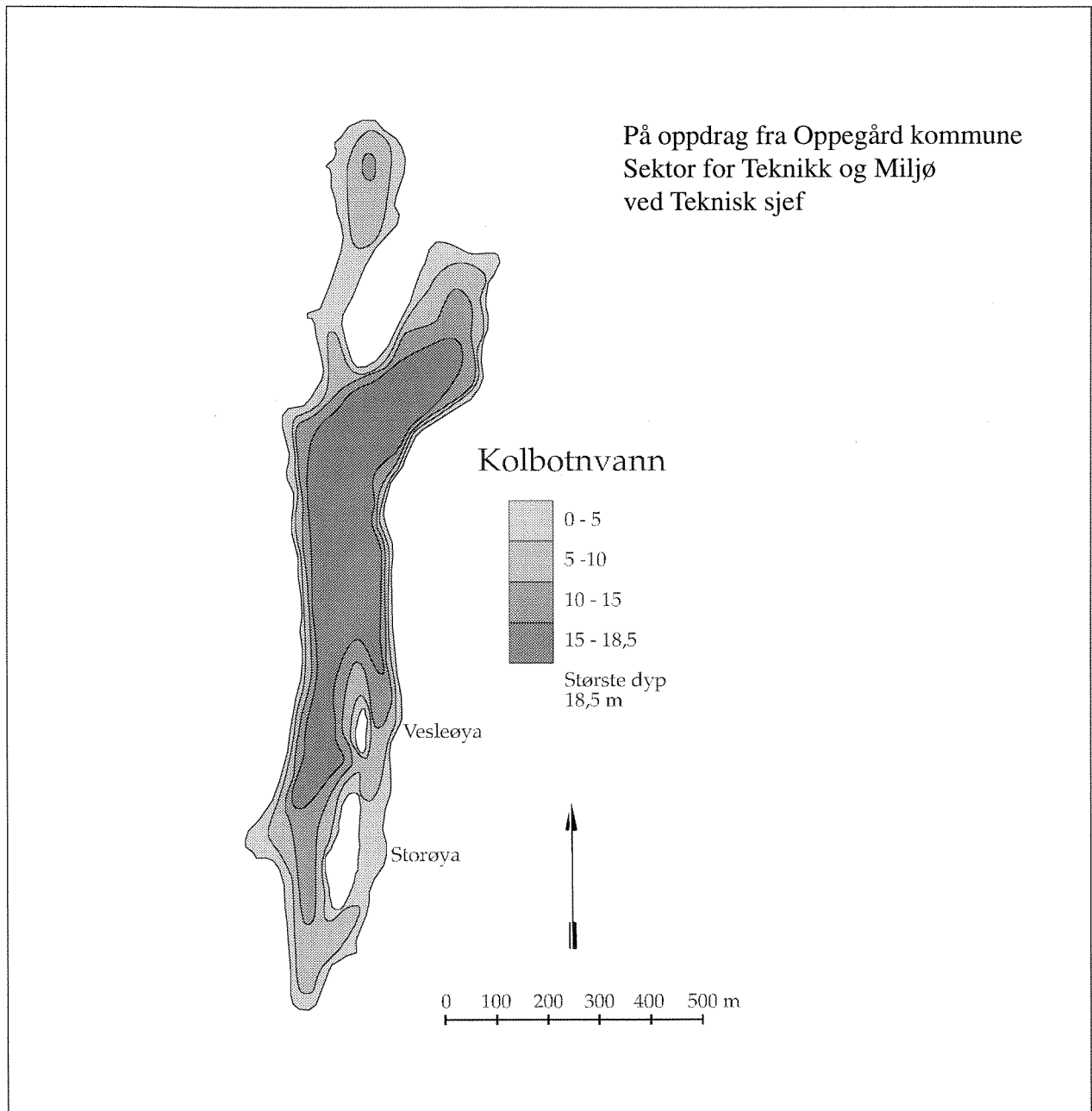


RAPPORT LNR 3707-97

Evaluering av Kolbotnvannet

Overvåking av vannkvalitet, og
tilførsler til Gjersjøen via
tilløpsbekkene i 1996, samt
undersøkelse av miljøgifter i
sedimenter



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Evaluering av Kolbotnvannet. Overvåking av vannkvalitet og tilførsler til Gjersjøen via tilløpsbekker i 1996, samt undersøkelse av miljøgifter i sedimenter	Løpenr. (for bestilling)	Dato	
	Prosjektnr. Undernr.	Sider	Pris
Forfatter(e) Bjørn Faafeng Pål Brettum Eirik Fjeld Tone Jøran Oredalen	Fagområde	Distribusjon	
	Vassdrag	Fri	
	Geografisk område	Trykket	
	Akershus	NIVA	

Oppdragsgiver(e) Oppegård kommune	Oppdragsreferanse
--------------------------------------	-------------------

Sammendrag

Tilførslene av urensset avløpsvann er vesentlig redusert i løpet av de siste 25 årene. Dette er årsaken til at fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvannet er redusert fra ca. 250 µgP/l tidlig på 1970-tallet til 25 µgP/l i 1996. Det er likevel lagret så mye fosfor og organisk stoff i innsjøens bunnslam (sediment) at dette bidrar til fortsatt "indre gjødsling" av innsjøen. Forskjellige tiltak som gjennomføres i innsjøen bidrar til gradvis bedring i vannkvaliteten.

Innsjøen klassifiseres som "dårlig, tilstandsklasse IV" i SFTs system for vurdering av vannkvalitet (SFT 1992). Dette er nest dårligste klasse. Fosforkonsentrasjonen er fortsatt så høy at en kan vente kraftige oppblomstringer av blågrønnalger, dårlig sikt og høyt oksygenforbruk i dypvannet, spesielt i somre med lange sammenhengende perioder med varmt vær. Tilførsel av oksygen til bunnvannet kombinert med fortsatt tilsats av kalksalpeter er en forutsetning for fortsatt bedring av vannkvaliteten. Innsjøens vannkvalitet er fortsatt uegnet for badning.

Tilførslene av fosfor og nitrogen til Kolbotnvannet via Augestadbekken var høye fram til 1983, men ble deretter betydelig redusert. Verdien er fortsatt relativt lave. Tilførslene via Skredderstubekken har vært relativt lave siden målingene ble påbegynt i 1979. Konsentrasjonen i bekkene indikerer en beskjeden tilførsel av avløpsvann.

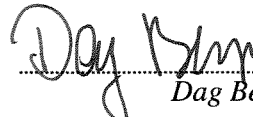
Innholdet av tungmetaller i bunnslammet (sedimentene) i Gjersjøen er lavt, bortsett fra kadmium. Kilden til kadmium er ikke kjent, men veitrafikk er en mulighet. Det ble funnet lave konsentrasjoner av organiske miljøgifter (PAH og PCB) i Gjersjøen.

Sedimentene i Kolbotnvannet viste betydelig høyere verdier av både metaller og organiske miljøgifter enn Gjersjøen. Sedimentene kan karakteriseres som sterkt forurenset av sink, kobber og bly. Situasjonen i sedimentene i Veslebukta var betydelig bedre enn i hovedbassenget. Innholdet av disse stoffene i sedimentet medfører ikke noen praktiske konsekvenser for dagens bruk av vannet.

Fire norske emneord 1. eutrofiering 2. algeoppblomstring 3. innsjørestaurering 4. miljøgifter	Fire engelske emneord 1. eutrophication 2. algal blooms 3. lake restoration 4. micropollutants
---	--


 Bjørn Faafeng
 Prosjektleder

ISBN 82-577-3273-7


 Dag Berge
 Forskningsjef

Norsk institutt for vannforskning

O-700601

Overvåking av Kolbotnvannet 1996,
sedimentundersøkelser og
tilførsler til Gjersjøen via tilløpsbekkene

dato: 30. april 1997

Prosjektleder: Bjørn Faafeng

Medarbeidere: Pål Brettum

Erik Fjeld

Brynjar Hals

Tone Jøran Oredalen

for administrasjonen: Dag Berge

FORORD

Vannkvaliteten i Kolbotnvannet og tilførslene av forurensninger i de to viktigste tilløpsbekkene overvåkes av NIVA på oppdrag fra Oppegård kommune. Gjersjøen og Kolbotnvannet undersøkes nå annethvert år, mens tilløpsbekkene til begge innsjøene undersøkes hvert år.

Tidligere har NIVA utarbeidet følgende rapporter om Kolbotnvannet:

- *Holtan, H. 1971. Kolbotnvannet. En limnologisk undersøkelse 1967-1970. NIVA.*
- *Holtan, H. 1974. Undersøkelser av Kolbotnvannet i forbindelse med luftingsforsøk. NIVA-notat O-5/70. 21.8.74.*
- *Brettum, P., S. Rognerud, O. Skogheim og M. Laake 1975. Små eutrofe innsjøer i tettbygde strøk. NIVA.*
- *Holtan, H. og G. Holtan 1978. Kolbotnvannet. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1972-1977. NIVA O-5/70.*
- *Holtan, H., P. Brettum, G. Holtan og G. Kjellberg 1981. Kolbotnvannet med tilløp. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1978- 1979. NIVA O-78007 (l.nr. 1261).*
- *Erlandsen, A.H., P. Brettum, J.E. Løvik, S. Markager og T. Källqvist 1988. Kolbotnvannet. Sammenstilling av resultater fra perioden 1984-87. NIVA O-8307802 (l.nr. 2161).*
- *Faafeng, B., A.Erlandsen og J.E.Løvik 1990. Kolbotnvannet med tilløp 1988 og 1989. NIVA-rapport l.nr. 2408. 56s.*
- *Faafeng, B., A.H.Erlandsen, J.E.Løvik og Tone Jøran Oredalen 1991. Kolbotnvannet med tilløp 1990. NIVA-rapport l.nr. 2604. 42s.*
- *Faafeng, B.1995. Overvåking av Kolbotnvannet 1994 samt av Gjersjøens tilløpsbekker. NIVA-rapport l.nr. 3397-96.46s.*

I denne rapporten presenteres resultatene fra Kolbotnvannet og dens tilløpsbekker i 1996. Det er også gjort en evaluering av restaureringstiltakene i Kolbotnvannet, samt en undersøkelse av miljøgiftinnholdet i sedimentene både i Kolbotnvannet og Gjersjøen. I tillegg presenteres data fra Gjersjøens tilløpsbekker fra 1996.

Vannprøvene fra Augestadbekken og Skredderstubekken samt vannprøver fra Kolbotnvannet er samlet inn av NIVAs Tone Jøran Oredalen, Brynjar Hals, Marit Mjelde og Gjertrud Holtan. Datalagring og beregning av planteplanktonets primærproduksjon og stofftransport i Gjersjøens tilløpsbekker er utført av Tone Jøran Oredalen. Planteplankton er artsbestemt og bearbeidet av Pål Brettum. Tilsvarende for dyreplankton er utført av Jarl Eivind Løvik. Bearbeiding og vurdering av miljøgiftundersøkelsen og tungmetaller i sedimentene er utført av Erik Fjeld.

NIVAs prosjektleder og ansvarlig for rapporten er Bjørn Faafeng.

0. INNHOLD

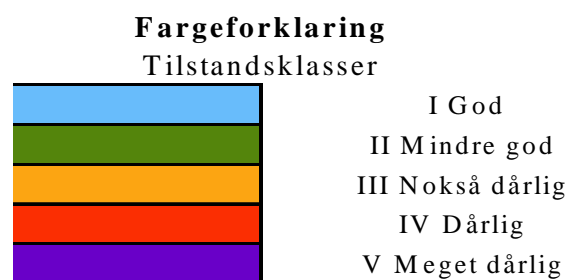
0. INNHOLD	2
1. KONKLUSJONER	3
2. INNLEDNING	5
2.1 Generelt	5
2.2 Restaureringstiltak - litt historikk	8
3. TILLØPSBEKKENE TIL KOLBOTNVANNET	9
3.1 Fosfor og nitrogen	9
4. VANNKVALITET I KOLBOTNVANNET	12
4.1 Temperatur og oksygen	12
4.2 Fosfor og nitrogen	13
4.3 Siktedyp	15
4.4 Plantep plankton	16
4.5 Klassifisering av tilstanden i Kolbotnvannet og prognose for videre utvikling	21
5. BEHOV FOR FORTSATT NITROGENDOSERING?	22
6. UTLØPET AV KOLBOTNVANNET; TILFØRSLER TIL KANTORBEKKEN	24
7. SEDIMENTUNDERSØKELSE I KOLBOTNVANNET OG GJERSJØEN	25
7.1 Næringsstoffer og utvekslingsforsøk	25
7.2 Beskrivelse av sedimentene	27
7.3 Sedimentkjemi	28
7.4 LAGRINGSFORSØK	32
7.5 Miljøgifter	33
7.5.1 Tungmetaller/Sporelementer	33
7.5.2 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	36
7.5.3 Persistente klor-organiske forbindelser	38
8. GJERSJØENS TILLØPSBEKKER	41

1. KONKLUSJONER

Vannkvaliteten i Kolbotnvannet er fortsatt dårlig til tross for betydelig reduksjon i tilførslene av urensset avløpsvann. Fosforkonsentrasjonen er fortsatt så høy at en jkan vente kraftige oppblomstringer av blågrønnalger, dårlig sikt og høyt oksygenforbruk i dypvannet, spesielt i år med ugunstige værforhold. Det er grunn til å vente at algemengden heretter vil bli redusert tilsvarende som konsentrasjonen av fosfor avtar i innsjøen. Derved avtar også faren for masseoppblomstring av alger om høsten. Oksygenering av bunnvannet kombinert med fortsatt tilsats av kalksalpeter er en forutsetning for dette.

Tilførslene av urensset avløpsvann er vesentlig redusert i løpet av de siste 25 årene. Dette er årsaken til at fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvannet er redusert fra ca. 250 µgP/l tidlig på 1970-tallet til 25 µgP/l i 1996. Det er likevel lagret så mye fosfor og organisk stoff i innsjøens bunnsлам (sediment) at dette bidrar til fortsatt "indre gjødsling" av innsjøen. Forskjellige tiltak som gjennomføres i innsjøen (bobleardin og tilsats av kalksalpeter) bidrar til gradvis bedring i vannkvaliteten.

Innsjøen klassifiseres som "dårlig, tilstandsklasse IV" i SFTs system for vurdering av vannkvalitet (SFT 1992). Dette er nest dårligste klasse. Figuren under viser utviklingen av vannkvaliteten siden 1983. Med fortsatt positiv utvikling vil trolig vannkvaliteten kunne stabiliseres i tilstandsklasse "nokså dårlig, klasse III" mhp. fosforkonsentrasjonen i løpet av få år.



År	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1994	1996
TotN (ug/l)	1100	900	1100	1100	1250	1100	1000	1185	850	750	800
TotP (ug/l)	81	70	57	48	60	44	73	47	41	29	24.5
Sikt (m)	1.55	1.1	1.35	2.25	2.25	2	1	2.1	1.7	1.7	1.9
Klorofyll (ug/l)	22.9	27.8	23.3	28	26.7	33.1	42.5	9.9	23	18.6	22.3

Tilførslene av fosfor og nitrogen til Kolbonvannet via Skredderstubekken og Augestadbekken viser i 1994 omtrent samme verdier som siden 1985. Tilførslene via Augestadbekken, som var vesentlig større enn i Skredderstubekken før 1985, er betydelig redusert etter 1983.

Det ble ikke tilsatt kalksalpeter til bunnvannet i 1996, men overvåkingsprogrammet viser at dette tiltaket fortsatt er ønskelig for å opprettholde og fortsatt bedre vannkvaliteten.

Siden 1992 har fosforkonsentrasjonen i utløpet av Kolbotnvannet via Kantorbekken vært stabilt lavere enn tidligere. Dette har stor positiv betydning for tilstanden i Gjersjøen.

Det ble gjennomført en undersøkelse av miljøgiftinnholdet i bunnslammet i Gjersjøen og Kolbotnvannet i 1996. Undersøkelsen viser generelt lave konsentrasjoner av tungmetaller i Gjersjøen, bortsett fra kadmium. Kilden til kadmium til Gjersjøen er ikke kjent, men veitrafikk er en mulighet. Det

antas at lite av metallforurensningen kan spores i sedimentene i Gjersjøen fordi mye av tilførslene ikke bindes til organisk stoff, men føres ut med Gjersjøelva i løst form. Det ble bare funnet lave konsentrasjoner av organiske miljøgifter (PAH og PCB) i Gjersjøen.

Sedimentene i Kolbotnvannet viste betydelig høyere verdier av både metaller og organiske miljøgifter enn Gjersjøen. Dette er som ventet fordi Kolbotnvannet er betydelig mer urbanisert og vannkvaliteten forøvrig bidrar til at slike stoffer holdes tilbake i innsjøens sedimentet. Sedimentene kan karakteriseres som sterkt forurensset av sink, kobber og bly. Situasjonen i sedimentene i Veslebukta var betydelig bedre enn i hovedbassenget. Sedimentene i Kobotnvannet var også markert påvirket av PAH, som er tungt nedbrytbare forbindelser som bl.a. dannes under forbrenning av fossilt brensel, og av PCB som er tungt nedbrytbare klorerte organiske forbindelser som bl.a. finnes i oljer for transformatorer og hydraulikk. Innholdet av disse stoffene er imidlertid ikke så høyt at det har noen praktiske konsekvenser for dagens bruk av vannet.

2. INNLEDNING

2.1 Generelt

Kolbotnvannet har en overflate på ca. 0.3 km² og ligger ved Kolbotn sentrum i Oppegård kommune. Innsjøen ligger i nedbørfeltet til Gjersjøen, som er råvannskilde for Oppegård Vannverk.

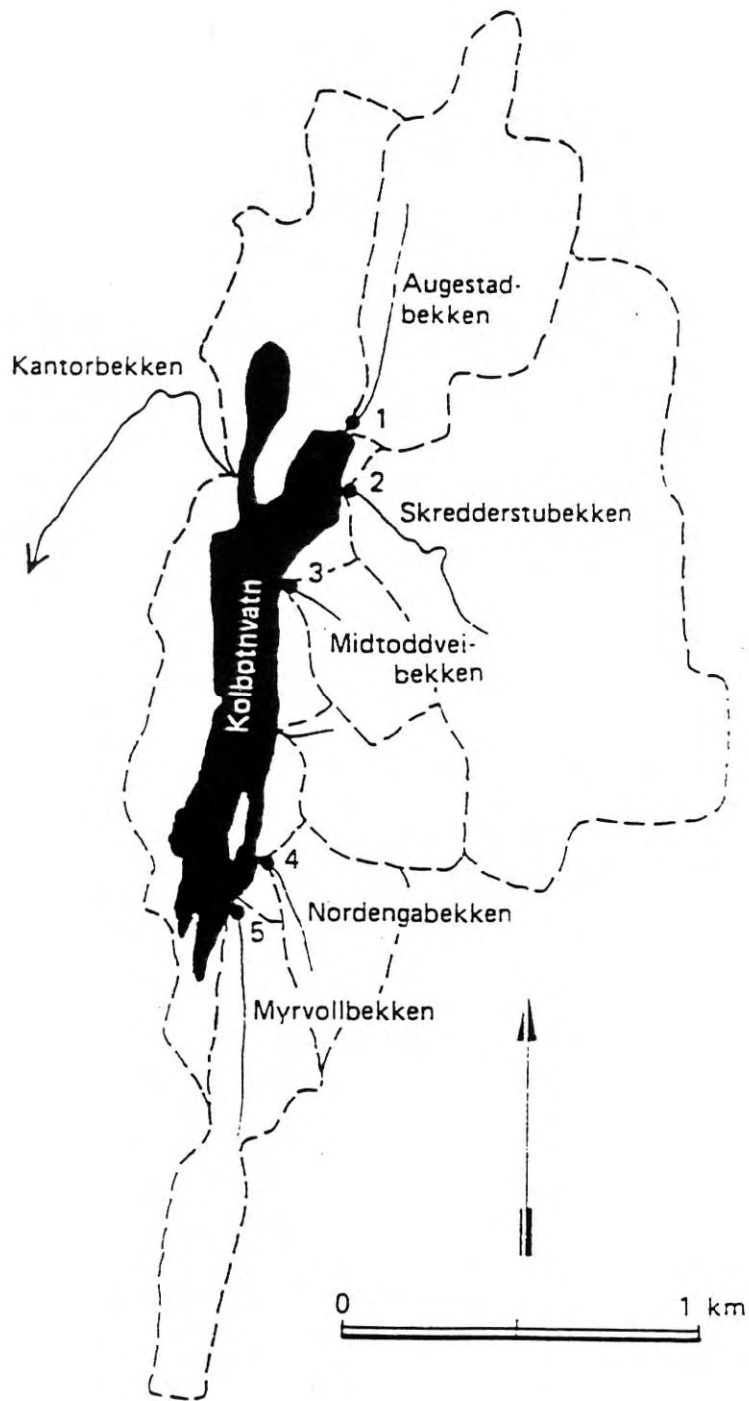
Boligutbyggingen etter krigen og innstallering av vannklosetter forårsaket økende belastning på innsjøen. Etter hvert ble det bygget ledningsnett for oppsamling av avløpsvannet til renseanlegg, men dette var mangelfullt slik at mye av avløpsvannet fortsatt fant veien til grøfter og bekker før det rant ut i Kolbotnvannet. Slike feilkoblinger, lekkasjer og overløp fra kommunale kloakknnett er vanlig årsak til forurensning fra tettbygd strøk.

Innsjøens problemer viste seg tydelig ved markerte oppblomstringer med blågrønnalger i overflatevannet ("vannblomst"). Den høye algeproduksjonen førte til opphopning av lett nedbrytbart organisk materiale i innsjøens bunnslam (sedimentet). Senere nedbrytning av organisk materiale har ført til høyt oksygenforbruk i dypvannet.

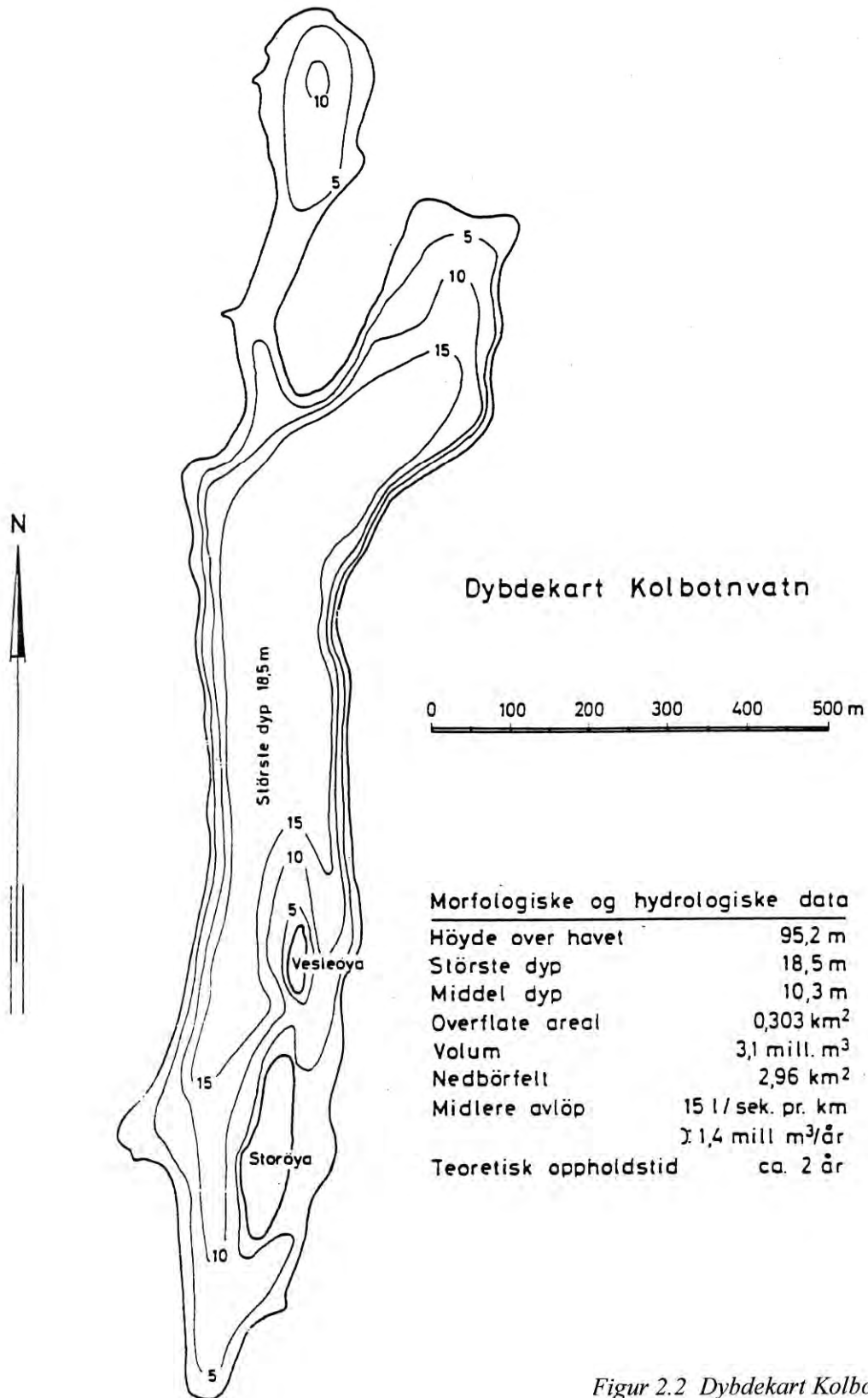
Store tilførsler av urensset avløpsvann førte også til stor opphopning av plantenæringsstoffet fosfor i sedimentet. Når oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet av innsjøen er høy har fosforet liten betydning for fosforinnholdet i innsjøens vannmasser, fordi det holdes kjemisk bundet til jernforbindelser i sedimentet. Dersom oksygenet blir brukt opp pga. forråtnelsesprosessene fører det til et betydelig problem. Jernforbindelsene blir da løst opp og fosforet blir tilbakeført til vannmassene og gir næring til ny plantevekst ("indre gjødsling"). Dette er en ond sirkel som må brytes for at vannkvaliteten skal bli bedre.

Gjennom mange år har Oppegård kommune gjennomført utbedringer av kloakknettet. Dette har redusert kloakkvannsbelastningen til innsjøen betydelig. Vannkvaliteten er blitt betydelig bedre enn på 1970-tallet, men bærer fortsatt preg av de store tilførslene. Det har imidlertid ikke vært tilstrekkelig til å gi stabilt akseptabel vannkvalitet i innsjøen, dels fordi næringsreduksjonen ikke har vært stor nok, og dels fordi aktive prosesser i innsjøen har mobilisert fosfor som er lagret i sedimentene.

Figur 2.1 viser innsjøens nedbørfelt med de viktigste tilløpsbekkene. Figur 2.2 viser et dybdekart av innsjøen.



Figur 2.1 Oversiktskart over Kolbotnvannets nedbørfelt.



Figur 2.2 Dybdekart Kolbotnvannet

2.2 Restaureringstiltak - litt historikk

For å bedre på oksygensituasjonen ble det i 1973 satt ut en dypvannslufter (Limnox) fra Atlas Copco (Holtan 1978). Denne innretningen pumpet oksygenfattig bunnvann opp til et kammer i overflaten for å blande det med trykkluft før det ble sendt ned igjen på dypt vann. Hovedhensikten med denne lufteren var å øke konsentrasjonen av oksygen i bunnvannet uten å bryte den termiske sjiktningen. Resultatene av tiltaket var positivt de første årene etter at Limnoxen var satt i drift (Holtan 1978).

Etter en tid ble det imidlertid klart at dette tiltaket ikke var tilstrekkelig for å holde situasjonen på et tilfredsstillende nivå. Målinger av oksygenkonsentrasjonen i 1983 viste at innsjøen, til tross for at Limnoxen var i drift, hadde oksygenvinn i store deler av dypvannet. Simuleringer ved bruk av en matematisk modell indikerte at Limnoxen hadde begrenset mulighet til å øke oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet (Palm m.fl. 1983).

En av de restaureringsmetoder som ble foreslått brukt i Kolbotnvannet er den såkalte "Riplox-metoden" (Ripl 1976) som i korthet går ut på å harve en blanding av kalsiumnitrat, jernklorid og kalk ned i sedimentet. Prinsippet bak metoden er at oksygenet som er bundet til nitraten i kalksalpeteren ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) skal fungere som oksidasjonsmiddel. Dette skjer ved at bakterier i sedimentet og bunnvannet reduserer nitrat (NO_3) til nitrogengass (N_2). Nitrogengassen forsvinner til atmosfæren samtidig som organisk materiale forbrukes i prosessen. Ved siden av nedbrytningen av det organiske materialet, er en viktig effekt at jern holdes på oksidert (treverdig) form, hvilket holder fosfor effektivt bundet i sedimentet.

Den tradisjonelle Riploxmetoden med harving av kjemikaliene ned i sedimentet er kostbar å gjennomføre i stor skala. NIVA anbefalte derfor å tilsette løst kalsiumnitrat til vannfasen like over sedimentet slik at nitratblandingen kunne diffundere ned i sedimentet. Resultatene viste at nitrattilsettingen har hatt en positiv effekt på fosforbinding og redoksforhold i sedimentet.

Skredderstubekken er den nest største tilløpsbekken til Kolbotnvannet. Den er lukket flere steder, blant annet like før den renner ut i innsjøen. En eksisterende kum på oversiden av Solbråtanveien, tilstrekkelig høyt opp til å gi det nødvendige trykkfall for en dykket utløpsledning, gjorde at denne bekken ble valgt. Nitrat i form av kalksalpeter som blir tilsatt i kummen løses raskt og føres ut like over det dypeste området av Kolbotnvannet. Dette utføres rutinemessig av Oppegård kommune. Bekkevannet innlagres under sprangsjiktet pga. lav temperatur og derved stor tetthet. I mars og juli blir det normalt tilsatt 5-10 tonn kalksalpeter til bekevannet, men i 1996 ble dette ikke gjort.

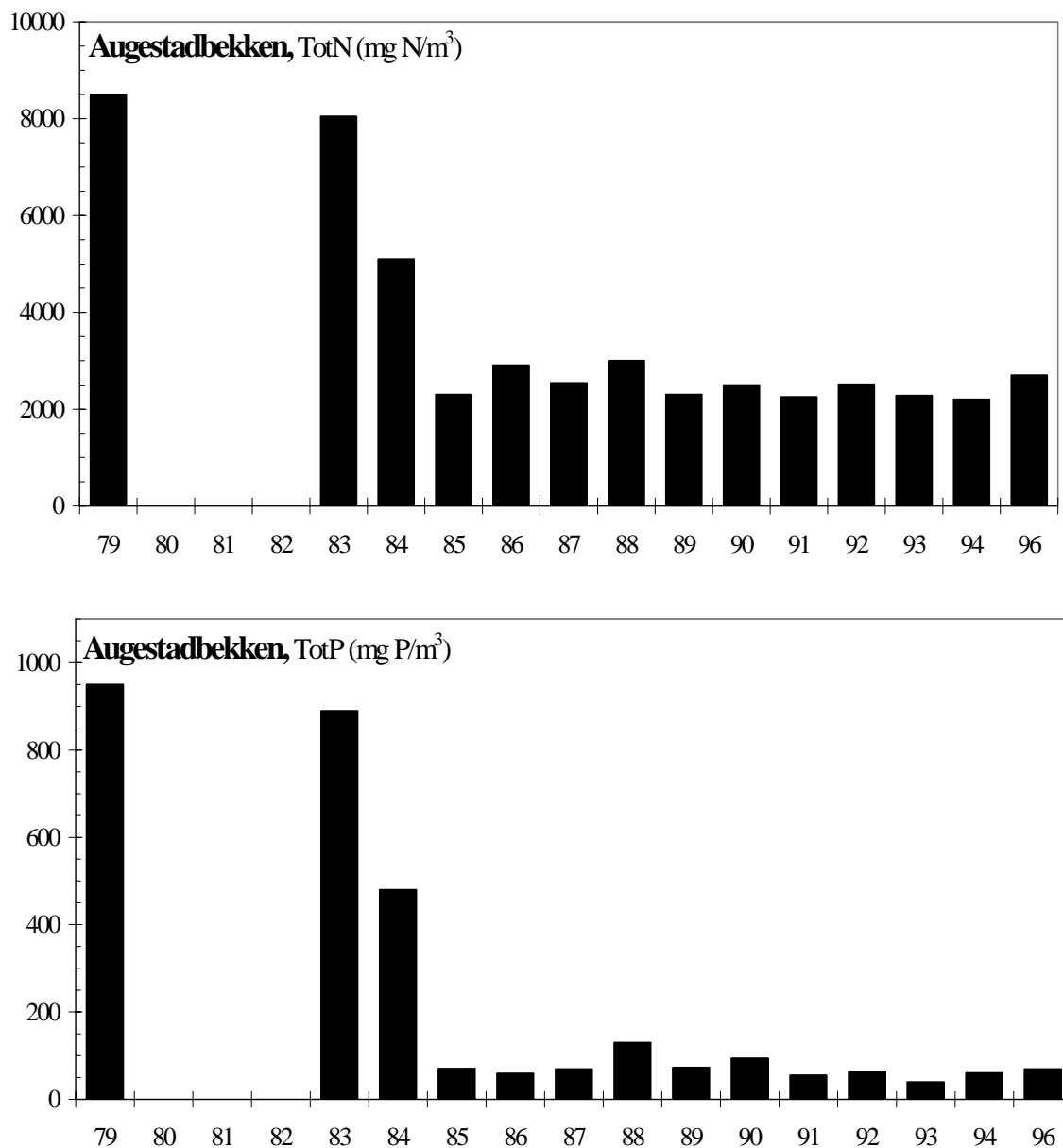
Etter det en visste om de dårlige sirkulasjonsforholdene i Kolbotnvannet var det klart at en kjemisk oksidasjon av sedimentet ikke var tilstrekkelig til å bedre oksygenforholdene i innsjøen på kort sikt. For å effektivisere og forlenge sirkulasjonsperiodene i Kolbotnvannet ble det besluttet å anlegge en såkalt boblegardin i innsjøen. Fra den eksisterende kompressorstasjonen som ble brukt til å drive Limnoxen, ble det lagt en PVC-rørledning ut til største dyp. Ledningen er festet til kraftige moringer via en kjetting som holder ledningen ca. 0.5 m over sedimentet. De ytterste 20 metrene er perforert med 2 mm hull for hver 0.5 m. Når trykkluft settes på, river luftboblene med seg vannet oppover og skaper en kraftig sirkulasjon som effektivt øker oksygeninnblandingen i vannet.

3. TILLØPSBEKKENE TIL KOLBOTNVANNET

Det tas rutinemessig prøver av vannkvaliteten fra to av de viktigste tilløpene til Kolbotnvannet: Skredderstubekken og Augestadbekken (Figur 2.1). Store deler av disse og andre bekker i området er lagt i rør.

3.1 Fosfor og nitrogen

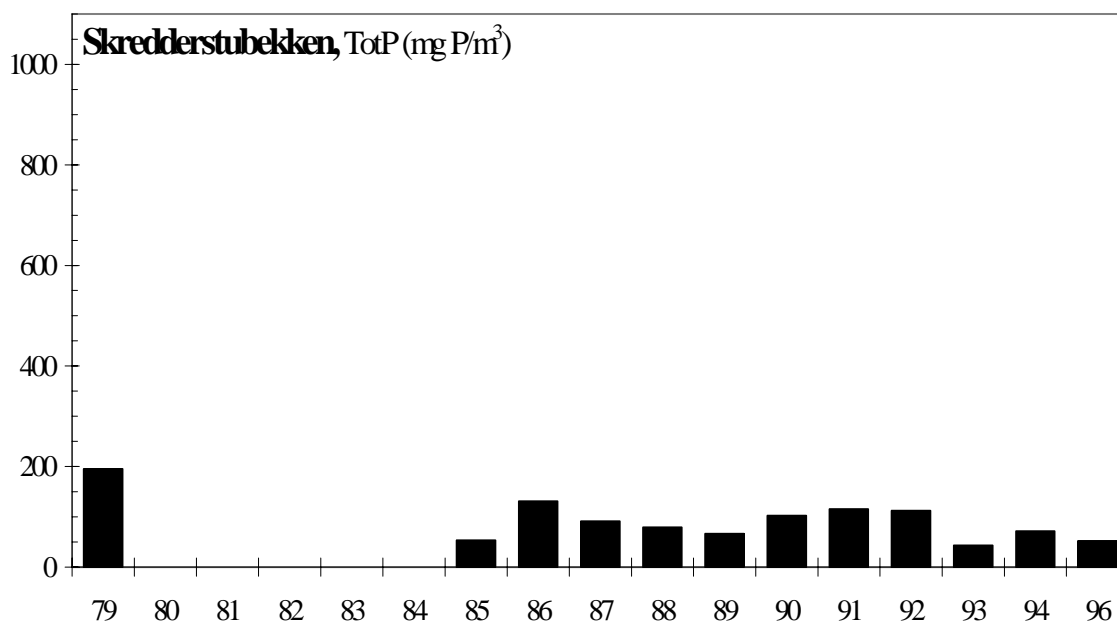
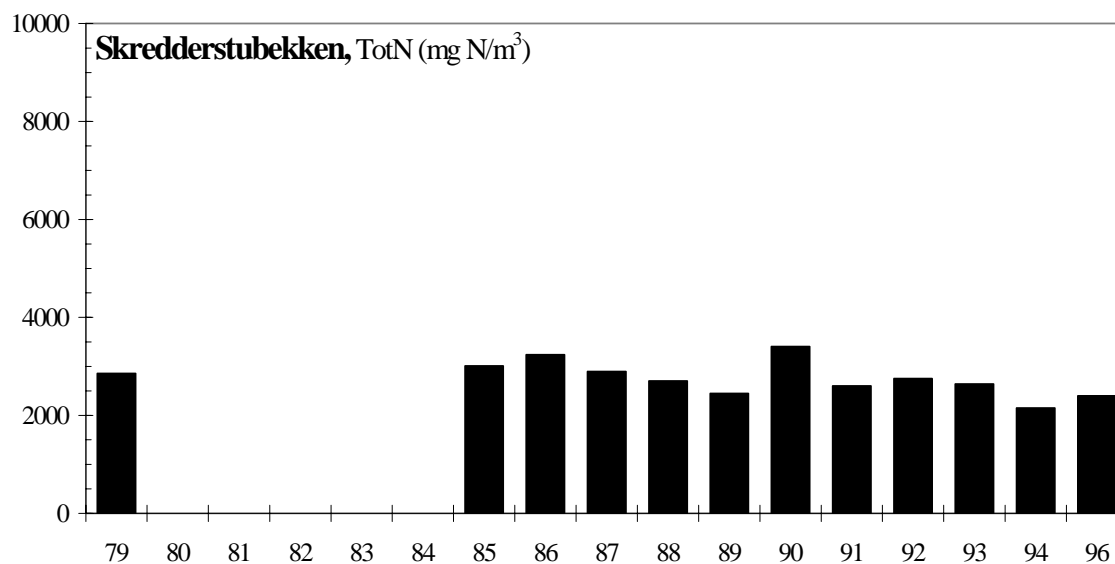
Fosfor er det viktigste vekstbegrensende stoff for planteplankton i innsjøer. Reduksjon av fosfortilførsler er derfor viktigste tiltak for å bedre vannkvaliteten i innsjøer som er forurenset med avløpsvann fra husholdninger. Figur 3.1 og 3.2 viser midlere konsentrasjoner av nitrogen og fosfor i de to bekkene i perioden 1979 - 96.



Figur 3.1 Nitrogen- og fosforkonsentrasjon i Augestadbekken 1979-96 (medianverdier). Ikke målt i 1980 - 82.

Konsentrasjonen av fosfor og nitrogen i de to undersøkte bekkene er i dag omtrent like høye, mens konsentrasjonene før 1985 var vesentlig høyere i Augestadbekken (figur 3.1 og 3.2). Nitrogenverdiene i Augestadbekken er redusert til omtrent 1/4 og fosforverdiene til 1/10 av nivået i 1979. Bedringen skyldes at deler av ledningsnett i dette området var svært dårlig og er nå utbedret.

Det er ikke registrert tilsvarende store reduksjoner i Skredderstubekken (Figur 3.2) som i Augestadbekken (Figur 3.1). Nitrogenkonsentrasjonen har holdt seg på omtrent samme nivå siden 1979, mens fosforkonsentrasjonen er omtrent halvert.



Figur 3.2 Nitrogen- og fosforkonsentrasjoner i Skredderstubekken 1979-96 (medianverdier). Samme skala som figuren foran. Ikke målt i 1980 - 84.

Forsforkonsentrasjonene i de to tilløpsbekkene er fortsatt vesentlig høyere enn konsentrasjonen i Kolbotnvannet. Dersom disse bekkene er representative for konsentrasjonene i tilløpene til Kolbotnvannet forøvrig, betyr det at de totalt bidrar noe til å opprettholde dagens dårlige vannkvalitet (Figur 4.3 - Figur 4.10), men en kan ikke vente at vannkvaliteten i slike bekker som drenerer urbane felter kan bli særlig bedre. Utfordringen nå må være i størst mulig grad å unngå langvarige episoder med kloakkstopp, overløp etc.

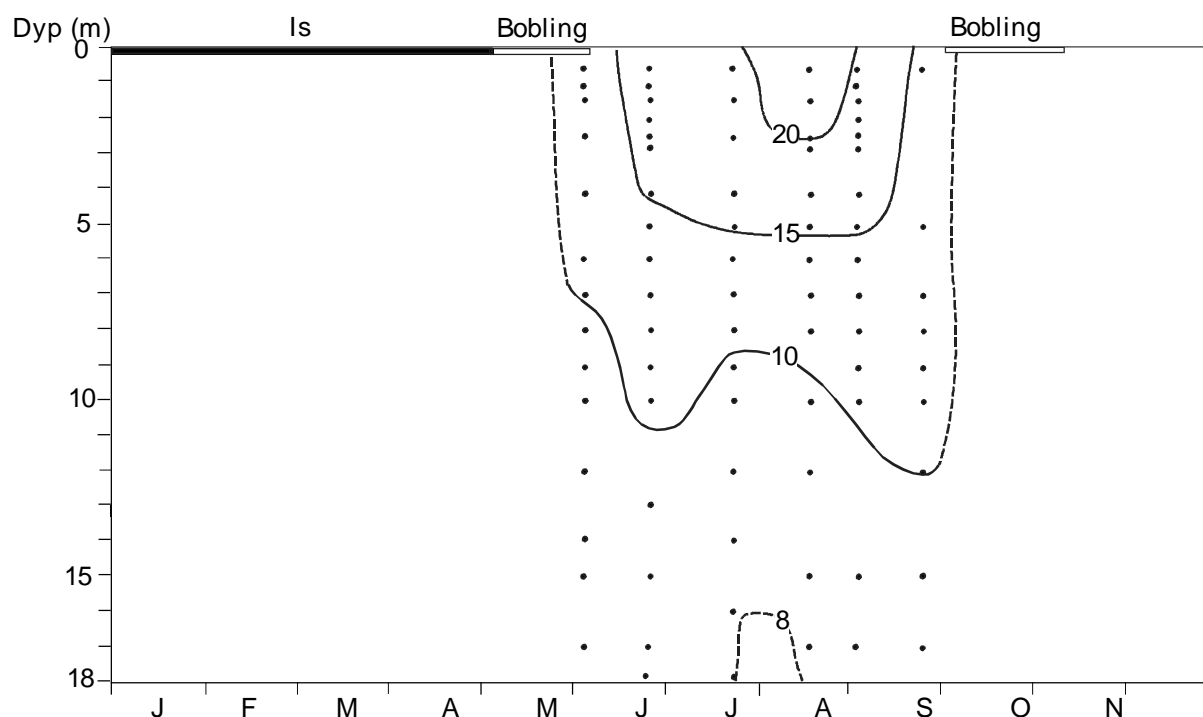
4. VANNKVALITET I KOLBOTNVANNET

4.1 Temperatur og oksygen

Fordelingen av temperatur og oksygenkonsentrasjon vertikalt i vannmassen gir et godt bilde av sjiktningforholdene i innsjøen. Normalt vil en innsjø ha samme temperatur gjennom hele vannmassen en kort periode om våren og en lengre periode om høsten, de såkalte sirkulasjonsperiodene. Om vinteren og om sommeren vil lettere overflatevann ligge over tyngre bunnvann og sperre for blanding. Dette fører bl.a. til at det om sommeren og vinteren ikke tilføres nytt oksygen til bunnvannet. Temperatursjiktningen har derfor stor betydning for oksygenfordelingen i vannmassene. Det har vært et stort problem med oksygenvinn i bunnvannet i Kolbotnvannet pga. den kraftige forurensningen og beskjeden omblanding fordi innsjøen ligger godt beskyttet mot vind.

Ved oksygenvinn frigjøres fosfat som er bundet i sedimentet til overliggende vannmasser slik at det fører til ytterligere algevekst (se kapittel 2.1). I tillegg til at boblegardinen gir innsjøen "kunstig åndedrett" bidrar altså tilførselen av kalksalpeter til å redusere den "indre gjødsling" på sikt (se kapittel 2.2).

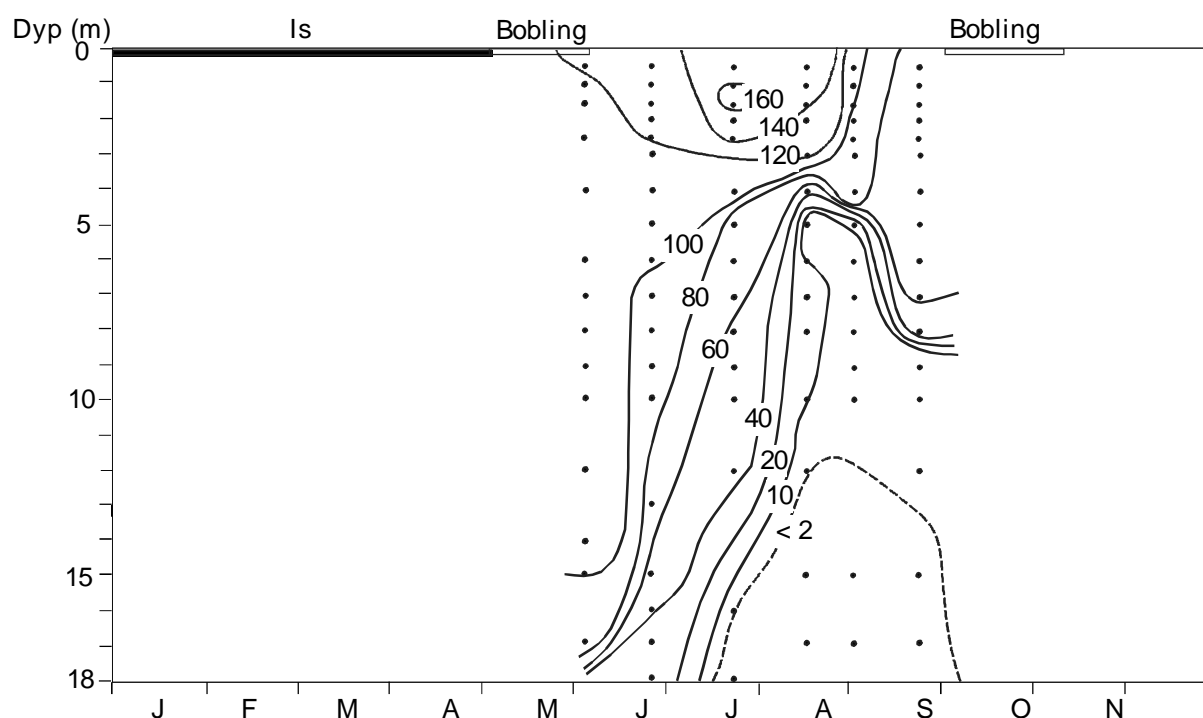
Prøvetakingen kom først igang etter vårsirkulasjonen i 1996. Boblegardinen gikk en periode i mai samt en periode i oktober. Det ble ikke tilsatt kalksalpeter til bunnvannet i 1996.



Figur 4.1 Temperatur (°C) i Kolbotnvannet 1996.

Oksygenkonsentrasjonen i dypvannet ble vesentlig høyere etter at boblegardinen ble startet i 1986. Derved er situasjonen før hver stagnasjonsperiode (sommer og vinter) betydelig gunstigere. I perioder med temperatursjiktning om sommeren er oksygenforbruket i dypvannet fortsatt så stort at oksygenkonsentrasjonen raskt reduseres. Dette er et forhold en må leve med i endel år framover.

Oksygenkonsentrasjonen fremstilles ofte i prosent av "metning", dvs. i likevekt med atmosfæren ved en gitt temperatur (100%). I en innsjø som er lite forurenset vil oksygenmetningen være nær 100% fra overflaten ned mot bunnen. Figur 4.2 viser at store deler av dypere vannmasser hadde konsentrasjoner lavere enn 20 % metning utover sommeren i 1996. Fra midten av juli til første halvdel av oktober var oksygenmetningen under 2 %.



Figur 4.2 Oksygenmetning (%) i Kolbotnvannet 1996.

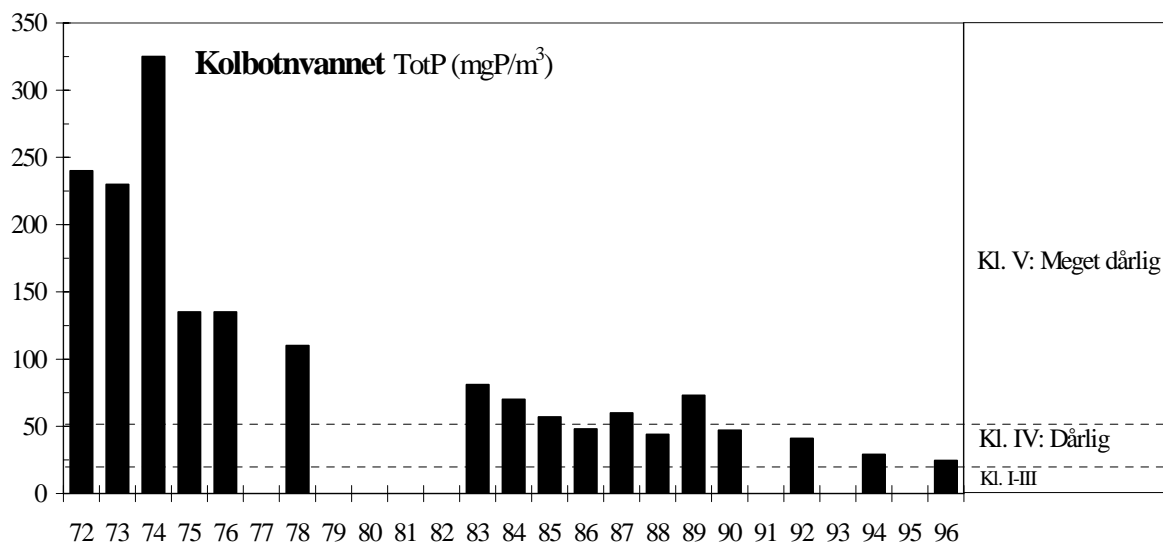
4.2 Fosfor og nitrogen

Fosfor er det viktigste vekstbegrensende stoff for planteplankton i innsjøer. Reduksjon av fosfortilførsler er derfor viktigste tiltak for å bedre vannkvaliteten i innsjøer som er forurenset med avløpsvann fra husholdninger.

På grunn av de store tilførselene av urensset avløpsvann har spesielt konsentrasjonen av fosfor vært svært høy. Konsentrasjonen var ca. 250 mgP/m³ tidlig på 1970-tallet. I perioden fram mot slutten av 1980-tallet var middelkonsentrasjonen fortsatt høyere enn 50 mgP/m³ (figur 4.3), noe som karakteriseres som "meget dårlig" (kl. V) i SFTs system for klassifisering av vannkvalitet (SFT 1992). Konsentrasjonen er nå 25 mgP/m³, som tilsvarer klasse III ("dårlig"). Likevel er dette en betydelig bedring i løpet av vel 20 år.

Konsentrasjonen må reduseres til under 20 mgP/m³ for å gå opp i en bedre vannkvalitetsklasse, dvs. klasse III. Til sammenlikning var fosforkonsentrasjonen i Gjersjøen i underkant av 10 mgP/m³ i 1995,

som tilsvarer tilstandsklasse II. Konsentrasjonen i Kolbotnvannet er dels et resultat av fortsatt for høy tilførsel av fosforholdig vann fra nedbørfeltet og dels "indre gjødsling".

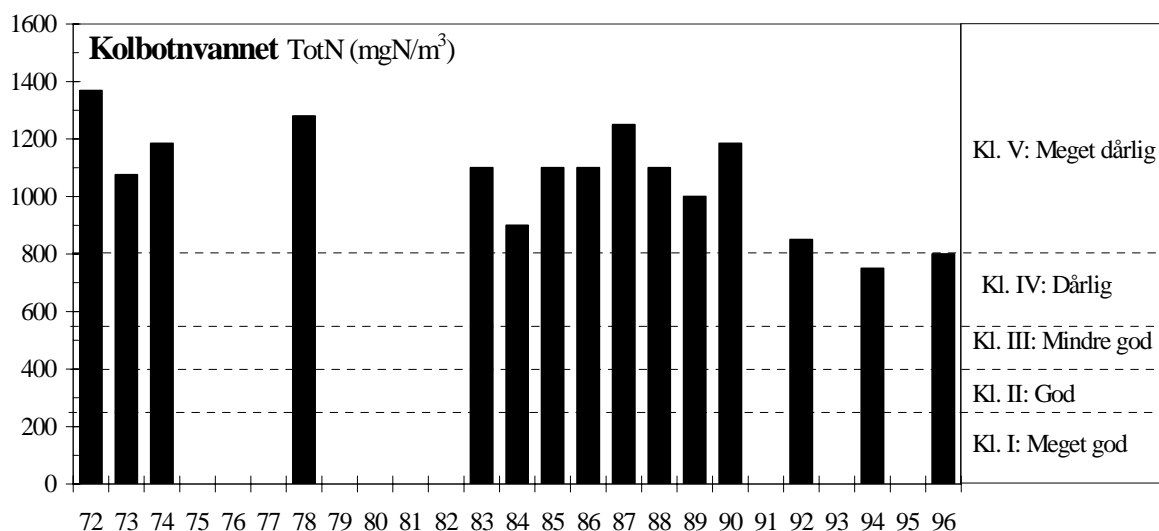


Figur 4.3 Fosforkonsentrasjon i Kolbotnvannet 1979-96 (median av vekstsesongen). På høyre side av diagrammet er vist SFTs grenseverdier for vannkvalitetsklasser (SFT 1992).

Nitrogen, som er det vekstbegrensende stoff for algene i havet, har sjelden samme effekt i ferskvann. Bare når innsjøene er blitt sterkt forurenset ser det ut til at balansen mellom fosfor og nitrogen gir underskudd på nitrogen.

Utviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i Kolbotnvannet viser en svakt avtakende tendens siden tidlig på 1970-tallet (figur 4.4). I 1994 var nitrogenkonsentrasjonen for første gang redusert fra klasse V ("meget dårlig") til klasse IV ("dårlig"). Dette var fortsatt tilstanden i 1996. Hovedårsaken til den høye konsentrasjonen er også her tilførsel av urensset avløpsvann, men høyt nitrogeninnhold i nedbør og en viss avrenning fra forurensete gater ol. bidrar også. Det er verdt å merke seg at nitrogenkonsentrasjonen er betydelig lavere i Kolbotnvannet enn i Gjersjøen, fordi Gjersjøen tilføres mye nitrogen fra landbruksområder og dels fordi nitrogen fjernes effektivt pga. naturlige prosesser i sedimentene i Kolbotnvannet.

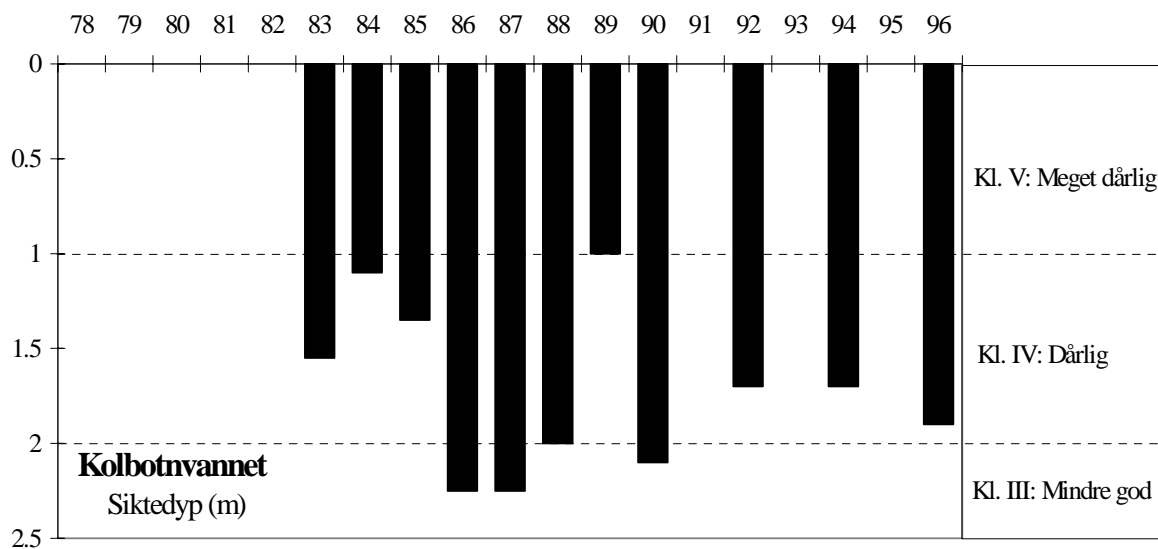
Den avtakende tendensen, og det moderate konsentrasjonsnivået sammenliknet med Gjersjøen, bekrefter tross alt at tilførsler av store mengder kalksalpeter til Kolbotnvannets bunnvann for å oksidere bunnslammet, ikke har ført til økte nitrogenkonsentrasjoner i overflatevannet (se kapittel 2). Det viser samtidig at behandlingen har sin ønskede effekt ved at nitrat i kalksalpeteren reduseres til (uskadelig) nitrogengass som avgis til atmosfæren. Tilsetning av kalksalpeter bør derfor fortsette.



Figur 4.4 Nitrogenkonsentrasjon i Kolbotnvannet 1979-96 (median av vekstsesongen). På høyre side av diagrammet er vist SFTs grenseverdier for vannkvalitetsklasser (SFT 1992).

4.3 Siktedyp

I en innsjø som Kolbotnvannet vil mengden oftest være avgjørende for siktedypet, men utspyling av partikler fra nedbørfeltet under snøsmelting og regnvær har også stor betydning. Anleggsvirksomhet kan i perioder være en betydelig kilde til partikler. Siktedypet har stort sett variert mellom 1 og 2 meter, som vurderes som klasse IV ("dårlig") i SFTs vurderingssystem for vannkvalitet (figur 4.5). For å komme opp i en bedre kvalitetsklasse må gjennomsnittlig siktedyp øke til mer enn 2m. Siktedypet varierer i stor grad i takt med endringer i klorofyll (figur 4.6) og algebiomasse (figur 4.7).



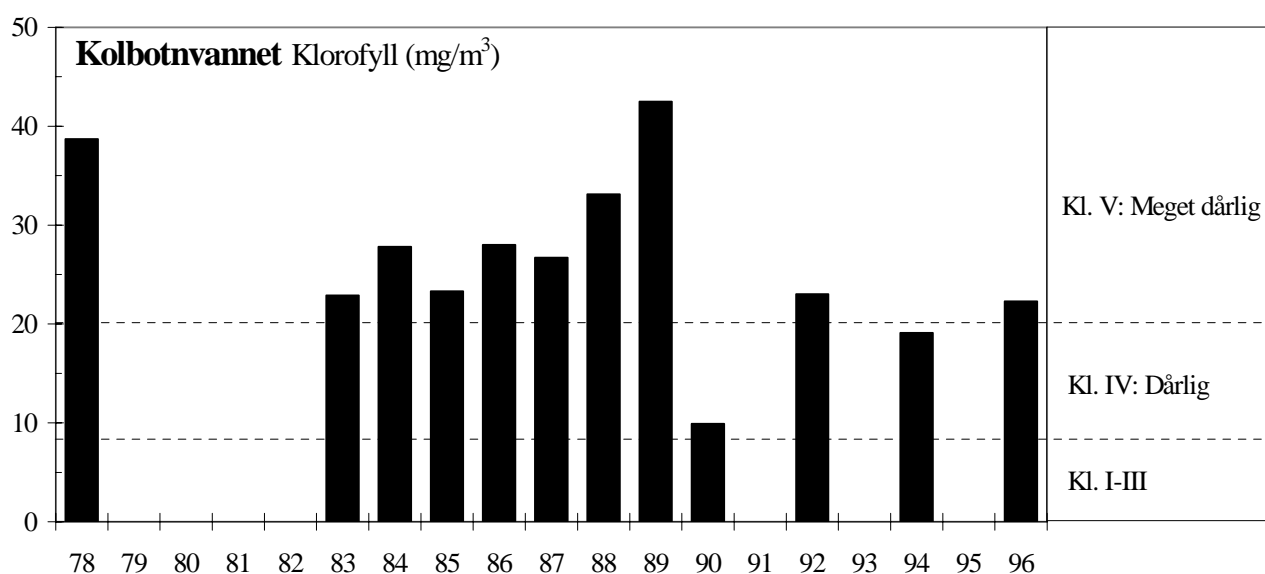
Figur 4.5 Siktedyp i Kolbotnvannet 1983-1996 (medianverdier for vekstsesongen). På høyre side av diagrammet er vist SFTs grenseverdier for vannkvalitetsklasser (SFT 1992).

4.4 Planteplankton

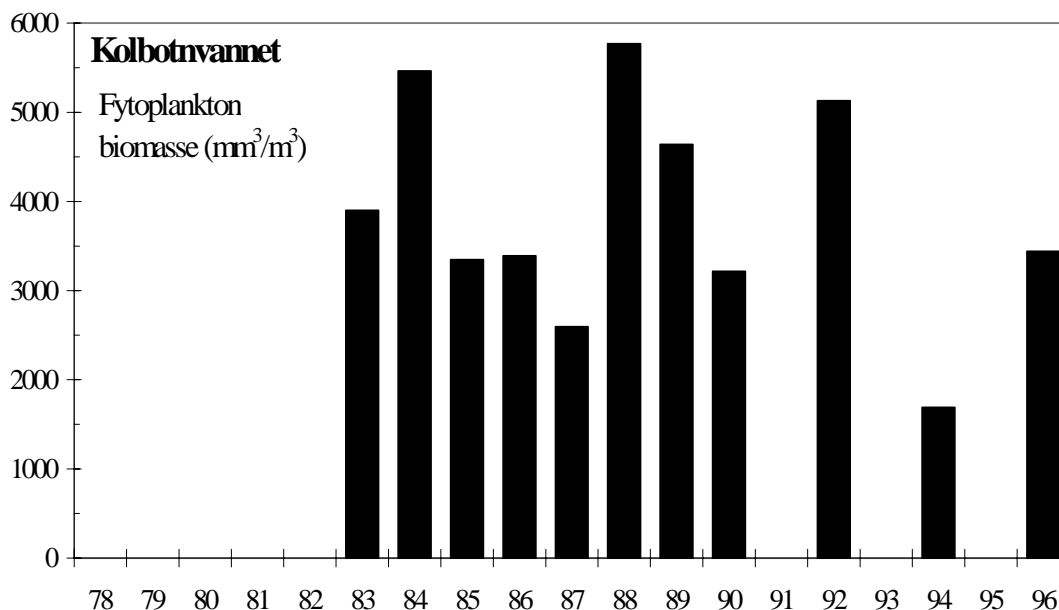
Konsentrasjon av planteplankton

Av figur 4.6 ser en at klorofyllmengden, som gjennomsnitt for vekstsesongen, utover i 90-årene har ligget nær grensen mellom klasse IV og klasse V.

Totalvolum av planteplankton har variert mer markant, fra mer enn 5000 mm³/m³ i 1992 til godt under 2000 mm³/m³ i 1994. Utviklingen gjennom de tre siste sesongene der vi har målinger: 1992, 94 og 96, er ganske lik. Både i 1992 og i 1994 ble det registret maksimum på mer enn 12000 mm³/m³ i mai, mens maksimum i 1996 "bare" var på 6800 mm³/m³ med maksimum i juli-august. Til gjengjeld var det noe jevnere totalvolum over sesongen i 1996 enn spesielt i 1994. Maksimum i mai 1994 var svært høyt, mens det resten av sesongen var nivået lavt. Dette fører til forholdsvis lavt gjennomsnittlig totalvolum sesongen sett under ett. Variasjonene i totalvolum i Kolbotvatn er store gjennom vekstsesongen og en del av de variasjonene vi finner fra år til år ligger blant annet i tilfeldigheter mhp. tidspunktene for prøvetaking. Med lange intervaller i tid mellom prøvetakingene, vil en ikke fange opp alle endringene. Da det ikke ble samlet inn og analysert prøve fra våren i 1996, kan en ikke utelukke at det på denne tiden var en kraftig kiselalgeoppblomstring med maksimum totalvolum for hele sesongen. Sammenligner en utviklingen i totalvolum med den en registrerte i 1992, kan mye tyde på at så var tilfelle, og at maksimumsvolum kanskje var vel så stort i 1996 som i 1992 og 1994.



Figur 4.6 Klorofyll i Kolbotnvannet 1978-96 (medianverdier for vekstsesongen). På høyre side av diagrammet er vist SFTs grenseverdier for vannkvalitetsklasser (SFT 1992).



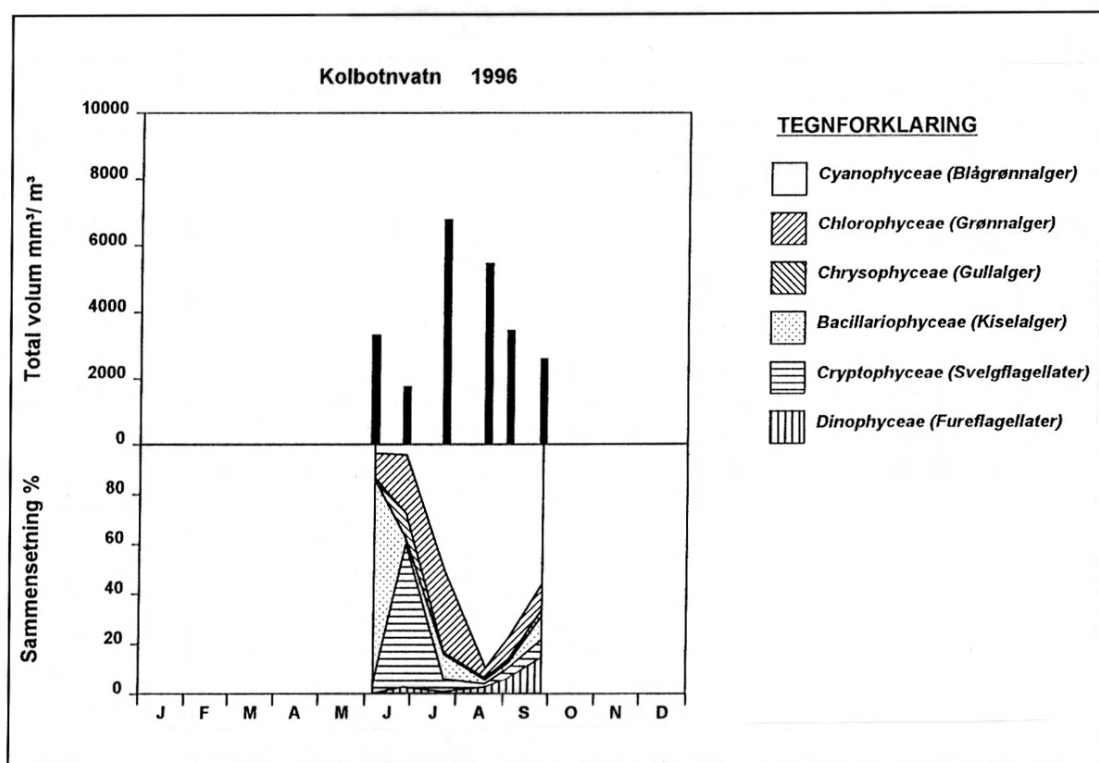
Figur 4.7 Algebiomasse (våtvekt) i Kolbotnvannet 1983-96 (median av vekstsesongen). På høyre side av diagrammet er vist SFTs grenseverdier for vannkvalitetsklasser (in press).

Gruppe- og artssammensetning

Typisk for gruppesammensetningen av planteplankton i Kolbotnvannet gjennom det meste av undersøkelsesperioden, har vært dominans av kiselalger om våren på det tidspunkt da den største algemengden registreres, og en utvikling mot et samfunn dominert av blågrønnalgene om sommeren og tidlig høst. De årene da det ble samlet inn prøver tidlig på sesongen, før isen gikk, dominerte også samfunnet av trådformete blågrønnalger. De andre planteplanktongruppene er vanligvis av underordnet betydning mengdemessig. En relativt stor planteplanktonbiomasse under isen på ettervinteren registreres ofte i relativt næringsrike innsjøer.

Ved første prøvetaking i juni 1996 var planktonet dominert av kiselalgen *Asterionella formosa*. Det antatt sekundære maksimum om sommeren var dominert av de trådformete blågrønnalgene *Anabaena flos-aqua* og *Anabaena solitaria f. planctonica*, og ikke *Planktothrix agardhii* (= *Oscillatoria agardhii*) som flere tidligere år. Midtsommers, da det ble registrert minimum i totalvolum planteplankton, var gruppen Cryptophyceae (svelgflagellater) fremtredende i planktonet i første rekke gjennom artene *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis*. I næringsrike innsjøer er det vanlig at denne gruppen er dominerende i planktonet under minimum mellom de to maksima, kiserlalgemaksimum om våren og blågrønnalgemaksimum om sommeren og høsten.

Artsdiversiteten var stor i Kolbotnvannet i 1996, med nær 50 registrerte taxa, men de fleste artene forekom i meget beskjedne mengder.

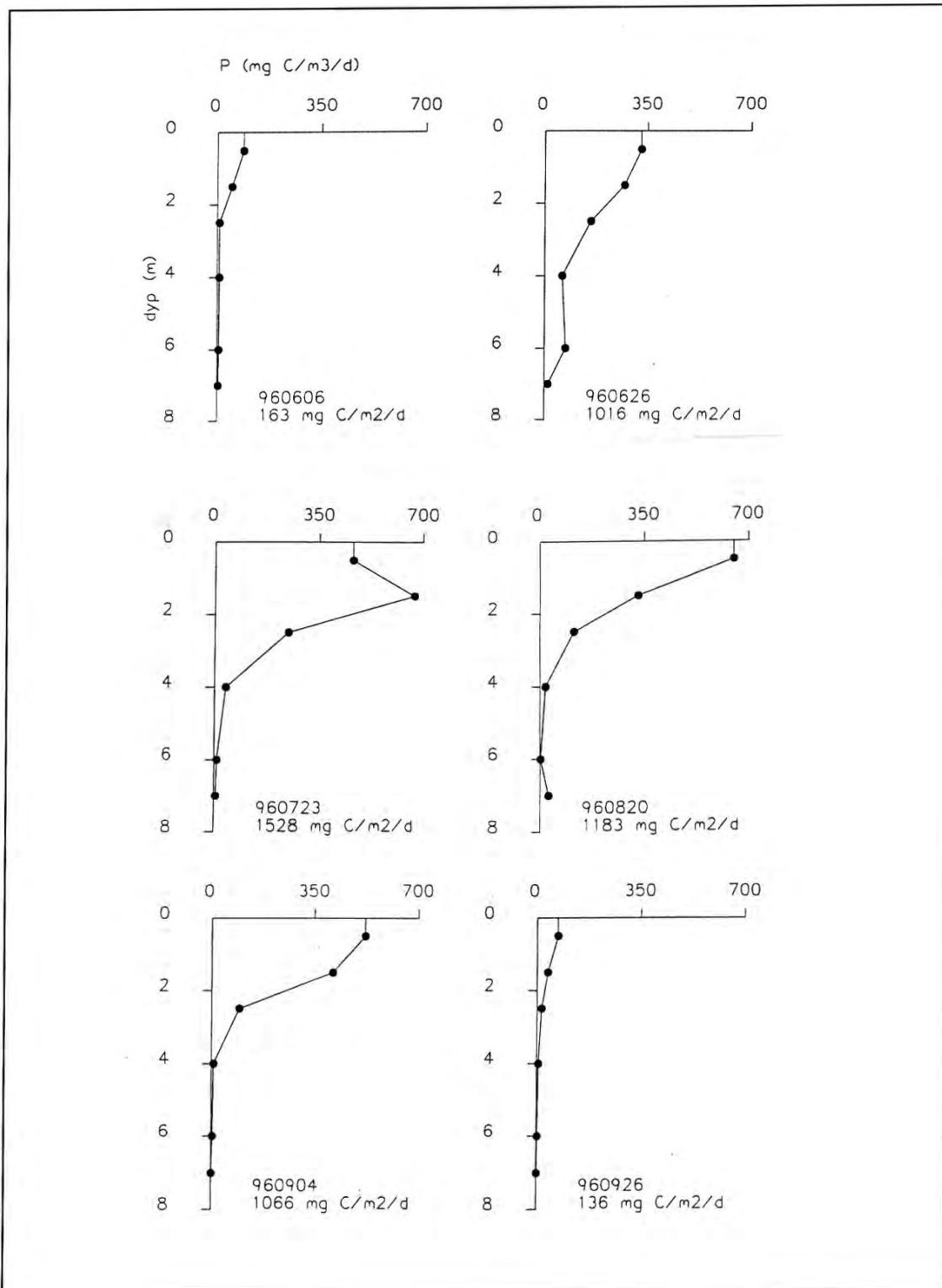


Figur 4.8 Planteplanktonets biomasse og artssammensetning 1996

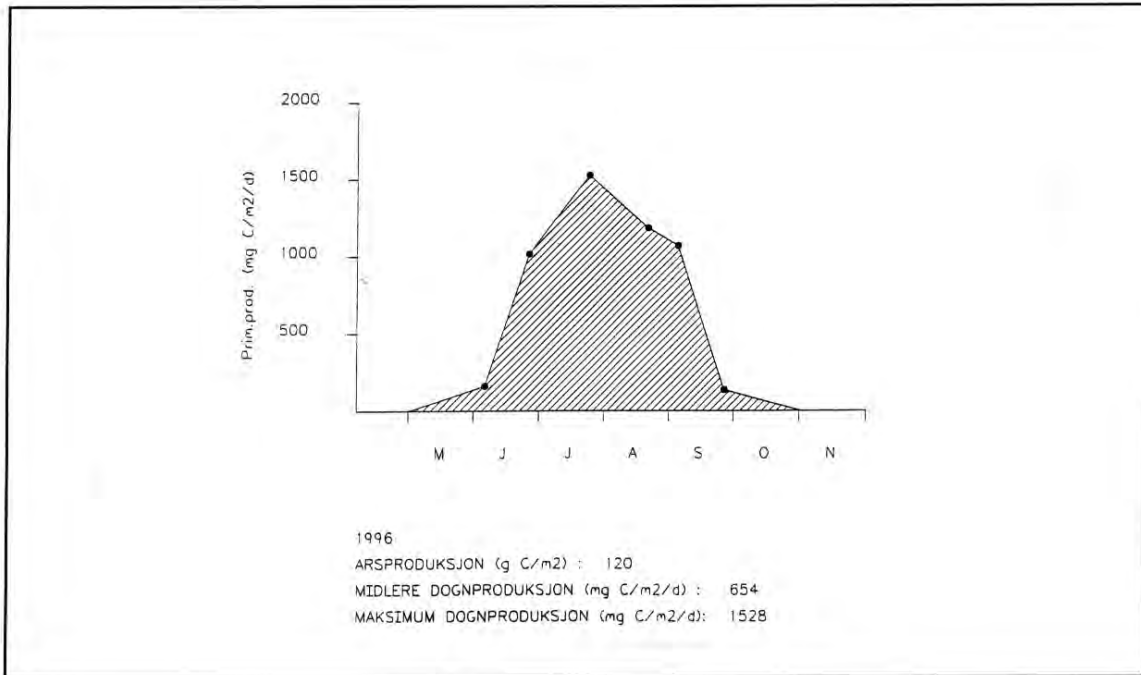
Primærproduksjon

Planteplanktonets primærproduksjon er en følsom indikator for produktiviteten av en innsjø. Årsproduksjonen i 1996 er beregnet til 120 gC/m²/år, mens den til sammenlikning var 132 gC/m²/år i 1994. Forskjellen var spesielt tydelig midt på sommeren 1990 da det var et sammenbrudd i planteplankton-produksjonen, trolig pga. kraftig næringsbegrensning (se figur 8.6 i Faafeng og medarb. 1991). Vi antar at verdien fra 1992 er mer representativ for nivået i Kolbotnvannet.

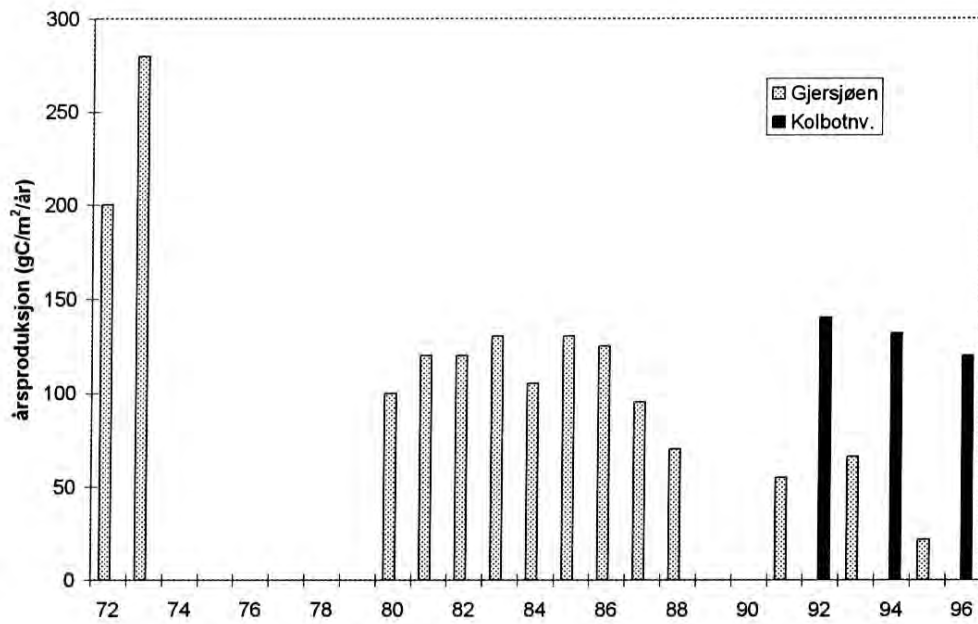
For Gjersjøen der primærproduksjonen er målt gjennom en årrekke, ble det registrert primærproduksjon på ca. 200 gC/m²/år tidlig på 70-tallet, vel 100 gC/m²/år første halvdel av 1980-tallet og deretter avtakende verdier ned mot ca. 50 gC/m²/år i 1991.



Figur 4.9 Planteplanktonets primærproduksjon på 6 datoer i 1996.



Figur 4.10 Planteplanktonets døgn- og årsproduksjon 1996.



Figur 4.11. Årsproduksjon målt i Gjersjøen og Kolbotnvannet

4.5 Klassifisering av tilstanden i Kolbotnvannet og prognose for videre utvikling

Vannkvalitetsklassifisering

SFTs system for klassifisering av vannkvalitet i Norge (SFT 1992) er delt inn i fem tilstandsklasser fra klasse I (god) til klasse IV (meget dårlig). Vannkvaliteten kan bedømmes ut fra ulike parametre, men de to viktigste for problematikken i Kolbotnvannet er fosfor og klorofyll (Tabell 4.1). Vannkvaliteten vil variere noe fra år til år og det er derfor nødvendig å se på utviklingen over en viss periode. Under har vi presentert utviklingen i vannkvalitet i Kolbotnvannet i perioden 1983-96.

Tabell 4.1 Vannkvalitetsklasser for de 4 viktigsteparametrene i Kolbotnvannet. Kodeforklaring øverst. Medianverdiene for vekstsesongen (1.mai til 1. oktober) er påført sammen med kode for tilstandsklassen

Fargeforklaring	
Tilstandsklasser	
	I God
	II Mindre god
	III Nokså dårlig
	IV Dårlig
	V Meget dårlig

År	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1994	1996
TotN (ug/l)	1100	900	1100	1100	1250	1100	1000	1185	850	750	800
TotP (ug/l)	81	70	57	48	60	44	73	47	41	29	24.5
Sikt (m)	1.55	1.1	1.35	2.25	2.25	2	1	2.1	1.7	1.7	1.9
Klorofyll (ug/l)	22.9	27.8	23.3	28	26.7	33.1	42.5	9.9	23	18.6	22.3

De tre parametrene: total fosfor (totP), klorofyll (klf) og siktedyp er av spesiell interesse. Fra en "meget dårlig" tilstand (klasse V) tidlig i perioden har innsjøen utviklet seg gradvis mot en "dårlig" tilstand (klasse IV). Dette er selvsagt positivt, spesielt når en ser den store nedgangen i fosfor konsentrasjonen, men vannkvaliteten er fortsatt langt fra tilfredsstillende. Innsjøen bør etter ytterlige tiltak over noen år kunne etablere seg i tilstandsklasse III ("nokså dårlig"). Grenseverdiene mellom klasse IV og III er:

<i>total fosfor</i>	<i>mindre enn 20 mg/m³</i>
<i>klorofyll</i>	<i>mindre enn 7.5 mg/m³</i>
<i>siktedyp</i>	<i>mer enn 2 meter</i>

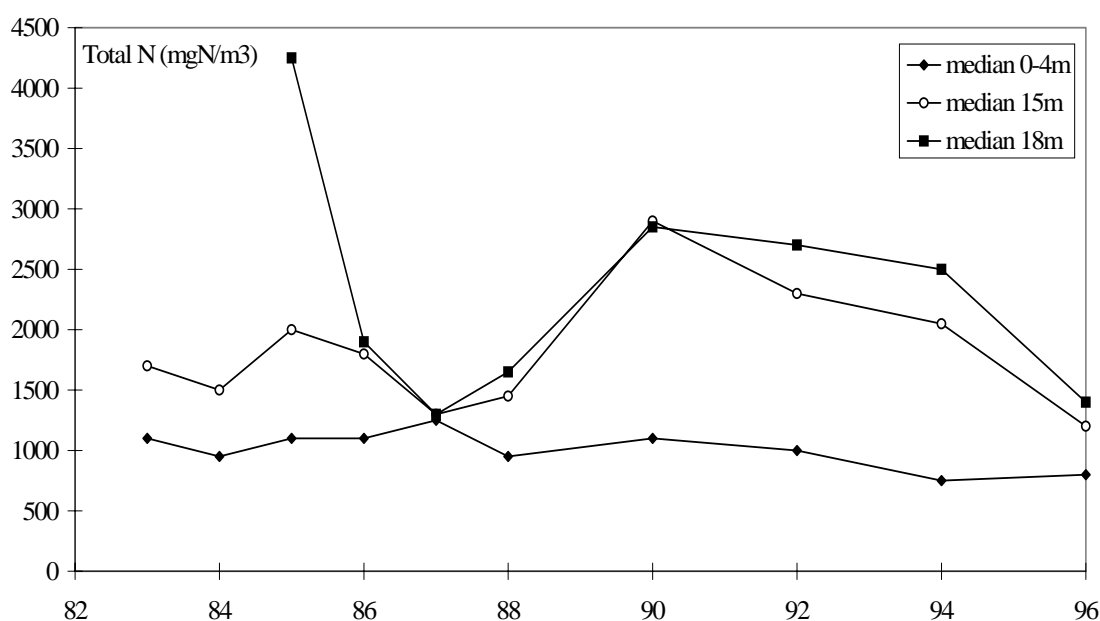
Til sammenligning ligger nå Gjersjøen i klasse III for de viktigste parametrene.

5. BEHOV FOR FORTSATT NITROGENDOSERING?

Til tross for betydelige tilsatser av nitrat til bunnvannet i Kolbotnvannet gjennom en årrekke, har ikke konsentrasjonen i overflatevannet økt i perioden 1983-96 (Figur 4.11); snarere tvert om.

Generelt kan en vente at nitrogenkonsentrasjonen vil kunne øke både i overflatevannet og i bunnvannet ved:

- overdosering med kalksalpeter (kap. 2.2)
- at nitratforbruket i bunnslammet etterhvert blir mindre.

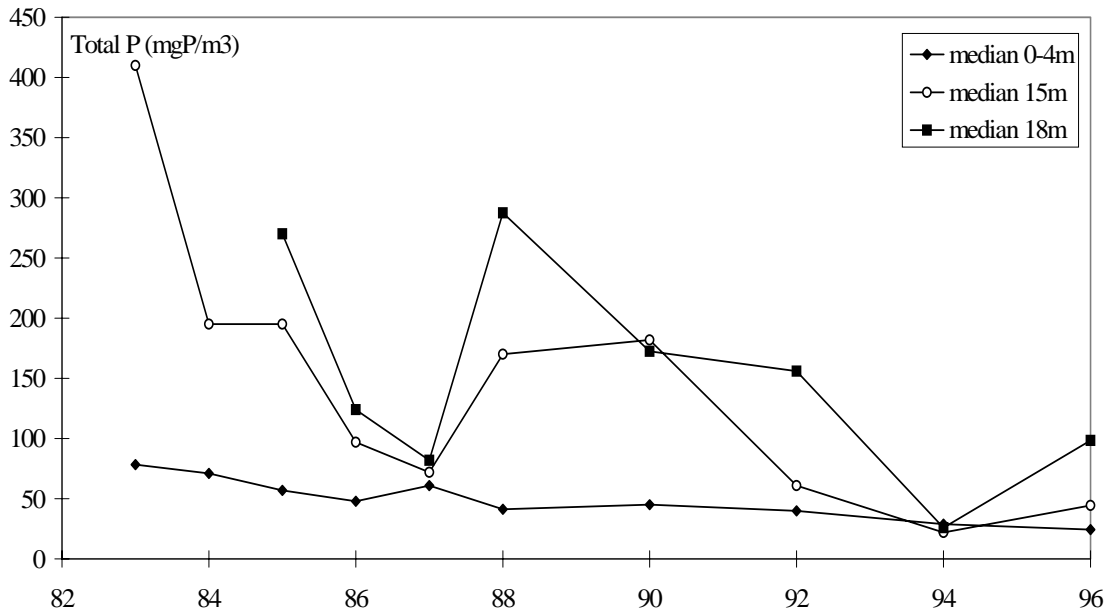


Figur 4.11 Nitrogenkonsentrasjonen i tre dybdenivåer i Kolbotnvannet (median sesongverdi mai-oktober): 0-4m, 15m og 18m dyp.

Det ser ikke ut til at noen av disse problemene har begynt å melde seg i Kolbotnvannet (Figur 4.11). Nitrogenkonsentrasjonen i overflatevannet har i perioden vært svakt avtakende, mens konsentrasjonen av både på 15 og 18 meter var langt lavere i 1996 enn i 1994. Total-nitrogenet varierte også lite gjennom sesongen, men andelen nitrat avtok til et minimum fra august og utover for begge dypene.

Det ble ikke tilsatt kalksalpeter til bunnvannet i Kolbotnvannet i 1996. Utviklingen med svært reduserte nitrat-konsentrasjoner i bunnvannet mot slutten av sesongen er også observert tidligere år (1988, 1989), når doseringen har vært for lav. Kombinasjonen av manglende løst oksygen og manglende nitrat som oksidasjonsmiddel, øker faren for frigivelse av fosfor fra sedimentet. Vi ser da også en økning i median-konsentrasjonen av total-fosfor på 15 og 18 meters dyp i 1996 (Figur 4.12). På begge dypene øker konsentrasjonen av både total-fosfor og fosfat utover i sesongen, kraftigst fra august og fram mot stopp i målingene sist i september.

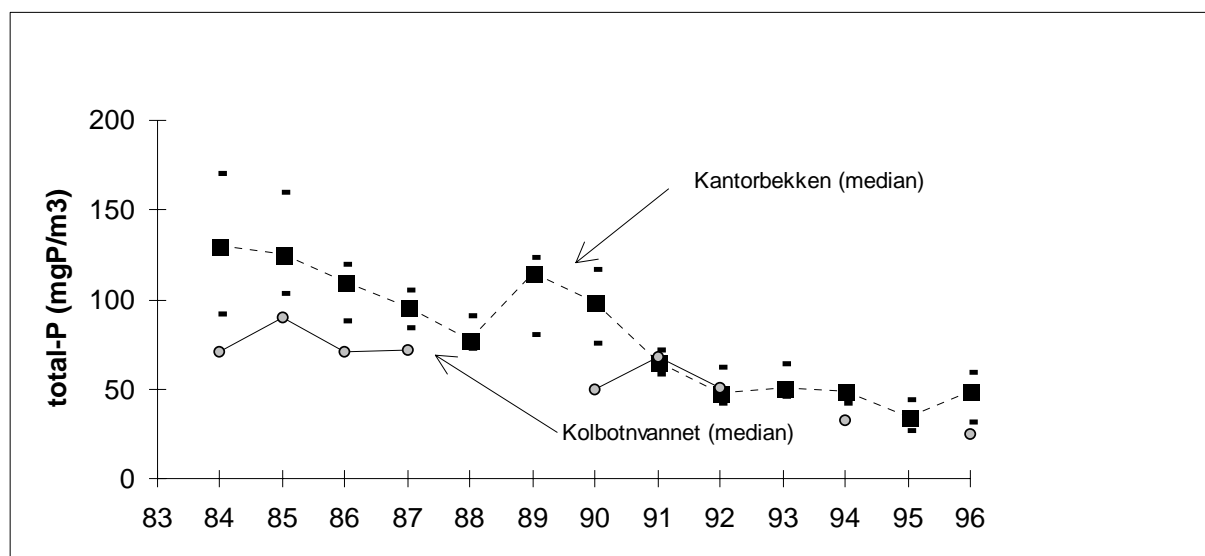
Måleresultatene fra 1996 viser at det fortsatt er ønskelig med dosering av kalksalpeter til bunnvannet for å hindre transport av fosfor fra sedimentet og ut i innsjøen.



Figur 4.12 Fosforkonsentrasjonen i tre dybdenivåer i Kolbotnvannet (median sesongverdi mai-oktober): 0-4m, 15m og 18m dyp.

6. UTLØPET AV KOLBOTNVANNET; TILFØRSLER TIL KANTORBEBEKKEN

For tilstanden i Gjersjøen er forholdene i Kolbotnvannet av stor interesse. Utløpet av Kolbotnvannet går via Kantorbekken til Gjersjøen, men disse tilførslene påvirkes ikke bare av vannkvaliteten i Kolbotnvannet, men også av tilførsler langs Kantorbekken. For å vurdere hvilke av disse to kildene som har størst betydning gjennom siste tiårs periode har vi vist mediane årsverdier for hhv. Kolbotnvannet og Kantorbekken (Figur 5.1). Der disse er like store dominerer tilførslene fra Kolbotnvannet, mens dersom verdiene i Kantorbekken er større tyder dette på lokale tilførsler nedenfor utløpet av Kolbotnvannet, dvs. lekkasjer fra avløpsnett.



Figur 7.1 Årsverdier for total-fosfor i Kolbotnvannet og i utløpsbekken Kantorbekken. verdiene er medianer, dvs. at halvparten av resultatene fra ett år er større enn medianen, og den andre halvparten er mindre. De vertikale linjene angir det området der vi finner 50 % av resultatene for hvert år i Kantorbekken.

Figuren viser at fosforkonsentrasjonen har avtatt betydelig den siste 10års-perioden både i Kolbotnvannet og i Kantorbekken; med mer enn halvering i Kantorbekken. Dette er i seg selv en svært positiv utvikling også sett med utgangspunkt i vannkvaliteten i Gjersjøen. Resultatene viser også at konsentrasjonene i Kantorbekken var mye høyere enn i Kolbotnvannet fram til 1991. Det betyr at betydelige mengder urensset avløpsvann lekket ut i bekken nedenfor utløpet av innsjøen. Etter spesiell påpeking av dette i tidligere NIVA-rapporter, og påfølgende betydelig arbeid på ledningsnett bl.a. i 1990, ble verdiene redusert til omtrent samme nivå som i Kolbotnvannet.

I 1996 kan vi igjen registrere en viss økning i fosfor-konsentrasjon i Kantorbekken i forhold til Kolbotnvannet og det indikerer at en igjen bør være spesielt oppmerksom på mulige overløp ol. i denne delen av avløpsnett.

7. SEDIMENTUNDERSØKELSE I KOLBOTNVANNET OG GJERSJØEN

Sedimentene i innsjøer inneholder mye informasjon som kan være nyttig for å tolke en innsjøts tilstand og evt. danne grunnlag for prognoser for bedring av vannkvaliteten. Innsjøsedimenter består av partikler som synker til bunns og lagres lagvis. Ved å analysere kjemisk sammensetning av forskjellige vertikale sjikt av sedimentet, kan også tidligere utvikling belyses. Slike undersøkelser er viktige for å få informasjon om tilførslene av forskjellige typer miljøgifter gjennom tidene og om noen slike evt. kan forekomme i betenkelig høye konsentrasjoner. Innholdet av fosfor i sedimentene gir også en indikasjon om faren for fortsatt lekkasje ut til vannmassene.

I 1996 ble det gjennomført en spesialundersøkelse av sedimentene i Kolbotnvannet og i Gjersjøen.

7.1 Næringsstoffer og utvekslingsforsøk

Fosfor er normalt det næringsstoffet som regulerer veksten av planteplankton i innsjøer, og er derfor svært viktig for den generelle vannkvaliteten i vassdrag. Økte tilførsler av fosfor fra landbruksaktiviteter og urensset avløp fra husholdninger bidrar ofte til redusert vannkvalitet. Mye av fosforet som føres til en innsjø synker til bunns og lagres i bunnslammet (sedimentene), mens tilført nitrogen stort sett spyles ut som nitrat eller reduseres til nitrogengass og tapes via innsjøens overflate.

Tilført fosfor bindes i stor grad til jernforbindelser som felles ut av vannmassene (Figur 8.1) og lagres i bunnslammet under normale forhold. Så lenge innsjøen tilføres tilstrekkelig jern fra grunnvannet og nedbørfeltet forøvrig vil en stor del av det tilførte fosforet kunne felles ut og bindes i bunnslammet. Hvor mye av det tilførte fosforet som lagres i en innsjø er bestemt av vannets oppholdstid i innsjøen. Ved kort oppholdstid spyles mye gjennom og ut av innsjøen, men ved lengre oppholdstid virker innsjøer som en effektiv "fosforfelle". I både Gjersjøen og Kolbotnvannet har vannet lang oppholdstid. Dette er grunnlaget for den såkalte Vollenweider-modellen som gjør det mulig å beregne hvor stor fosforkonsentrasjon en kan vente i en innsjø når en kjenner fosfortilførslene og vannets gjennomsnittlige oppholdstid.

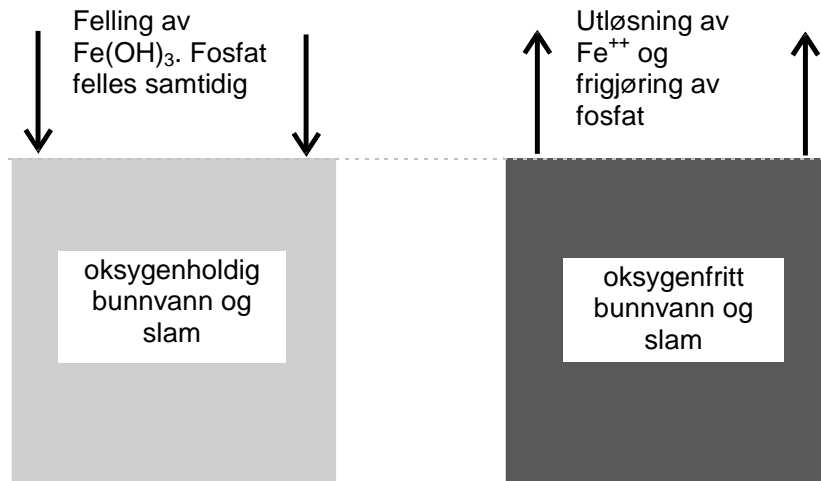
Planteplankton, bunnlevende alger og høyere vegetasjon tar opp fosfat fra vannet, og binder dette i sitt plantematerialet (organisk materiale). Når plantene dør synker de til bunns. Tilsvarende vil bakterier og dyr i vannet også transportere fosfor til bunnen når de dør.

Ved forurensing av en innsjø over mange år kan betydelige mengder fosfor lagres i bunnslammet. Dette fosforet kan tilbakeføres fra bunnslammet til vannmassene ved (minst) fire prosesser:

- kjemisk frigjøring av jernbundet fosfor ved oksygenfrie forhold i bunnvannet
- kjemisk frigjøring ved høy pH i overflatevannet
- mikrobiologisk nedbrytning av organisk stoff (plante- og dyremateriale)
- opphvirvling ved kraftig vind i grunne innsjøer.

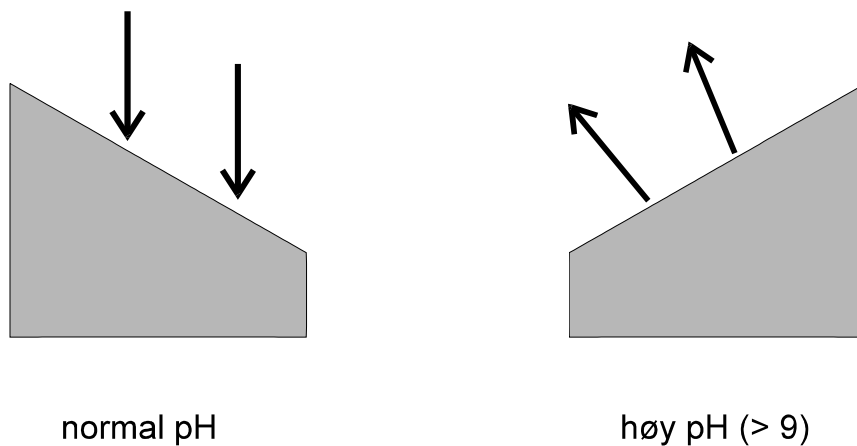
For mer utdypende diskusjon av disse prosessene vises til Håkansson og Matsson (1983) og Bostrøm og medarb. (1988); se litteraturlista bak i rapporten.

Under er vist prinsippet for lagring og utløsning av fosfor under hhv. oksygenrike og oksygenfrie forhold. Slik utlekking kan ha stor betydning i dype innsjøer som Kolbotnvannet og Gjersjøen med stabil temperatursjiktning om sommeren og høyt oksygenforbruk i dypvannet.



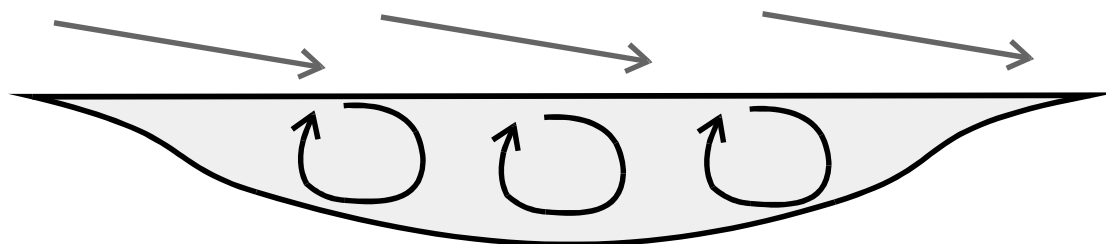
Figur 8.1 Felling av fosfat i oksygenrikt miljø og utlekking av fosfat i oksygenfritt miljø

Frigjøring av fosfor ved høy pH foregår gjerne i grunnere innsjøer der store bunnområder er i kontakt med relativt varmt overflatevann, og der det foregår så høy algeproduksjon at pH overstiger 8.5-9.5 over lengre perioder om sommeren (figur 8.2). I dypere innsjøer med store bunnarealer i kontakt med de øvre vannmasser kan også denne effekten være viktig, men dette er neppe tilfelle i Gjersjøen og Kolbotnvannet.



Figur 8.2 Utfelling av fosfor ved normal pH, og utløsning av fosfor ved høy pH i vannet like over sedimentet.

I innsjøer som er utsatt for kraftig vind kan næringsrikt bunnslam virvles opp (figur 8.3) og fosfor gjøres tilgjengelig påny for algevekst. I grunne innsjøer der temperaturen nær bunnen er relativt høy og bunnvannet stadig tilføres nytt oksygen, brytes også organisk stoff raskere ned og plantenæringsstoffene som er bundet til dette frigjøres til vannet. Med organisk stoff menes her rester av planter og dyr tilført fra nedbørfeltet eller produsert i innsjøen.



Figur 8.3 Tverrsnitt av en grunn innsjø. Oppvirvling av bunnslam og næringsstoffer fra bunnen pga. vind.

Det kan være en vanskelig og tidkrevende oppgave å få et godt mål for størrelsen av den "indre gjødslingen" i innsjøer. I beste fall kan en gjennomføre intensive måleprogrammer av tilførslene fra nedbørfeltet og samtidig måle næringsstoff-konsentrasjonene i innsjøens overflatevann og dypvann. Innsjøens næringsinnhold og tilførsler kan så balanseres mot tap gjennom utløpselva og tilbakeholdelse i innsjøen (dvs. sedimentasjon).

Alternativt kan en nøye seg med enkelte kjemiske analyser av bunnslammet og eventuelt kontrollerte utvekslingsforsøk i laboratoriet. Sistnevnte metode er valgt i dette tilfellet. Selv om resultatet ikke er like nøyaktig og utdypende, vil det ofte gi tilstrekkelig informasjon til å vurdere om lekkasje av fosfor fra bunnslammet er viktig for innsjøens stoffomsetning - eller ikke.

7.2 Beskrivelse av sedimentene

Siden sedimentene avlagres gradvis etter hvert som partikler synker til bunns vil innsjøens historie kunne gjenspeiles i sedimentene. Overflatelaget forteller noe om dagens og de siste års tilstand, mens dypere lag forteller om forhistorien.

Kolbotnvannet

I 1973 undersøkte Brettum og medarbeidere (1975) vannkvalitet og sedimentkjemi i 4 innsjøer i Osloområdet. Kolbotnvannet var en av disse. Den gang var overflatesedimentene på innsjøens dypeste områder meget løstflytende, hadde stor gassdannelse og var svarte av utfellinger av jernsulfid pga. nedbrytningprosesser. Dette er karakteristisk for sedimenter i innsjøer som er kraftig overbelastet med urensset kloakkvann over lang tid. De øverste 17 cm av sedimentet var tydelig annerledes enn de mer normale dypere lagene.

Ved gjennomføring av årlig nitrattilsetning til bunnvannet i Kolbotnvannet og drift av "boblegardin" vår og høst, tilføres store mengder oksygen til dypvannet i innsjøen. Disse tiltakene bidrar til raskere oksygenering av overflatesedimentene enn det som skjer naturlig etter at tilførslene av urensset kloakkvann ble betydelig redusert. At tiltakene har god effekt er tydelig bl.a. på utseendet til sedimentene.

Høsten 1996 var det et tynt, lysbrunt "rust"-sjikt på sedimentoverflaten. Dette vitner om en foregående periode med oksygen i bunnvannet. Øverste 2 cm var brunlige, sjiktet fra 2 til ca. 15 cm var svart med noe gassproduksjon, som resultat av overbelastning med organisk stoff og oksygenfrie forhold. Fra 15 til 22 cm alternerte brunlige og svarte, tynne sjikt. Dette tyder på at innsjøen i en lang periode har har

hatt oksygenfrie forhold, som har vært avløst av perioder med et visst oksygeninnhold. Under 26 cm var sedimentet brunt, dvs. preget av oksygenrike forhold.

Vi antar at sjiktet ved ca. 22 cm tilsvarer nedre grense for "kultursjiktet" som beskrevet av Brettum og medarbeidere i 1973. Dette indikerer en sedimentasjon på ca. 5 cm på 25 år, dvs. ca. 2 mm pr. år, noe som er omtrent slik en kunne vente i Kolbotnvannet.

Utseendet av de øverste delene av sedimentet indikerer bedre forhold enn det som ble beskrevet i 1973.

I Veslebukta (stasjon Kolbotnvannet III) var de øverste 6 cm av sedimentet mørk brune, men sjiktene dypere ned mot 30 cm var lysere brune. Dette tyder på at Veslebukta har vært mindre belastet enn hovedbassenget. Samtidig har ikke restaureringstiltakene i hovedbassengene hatt særlig innflytelse i Veslebukta, så bedringen i sedimentene her inne skyldes bare naturlige prosesser etter at tilførselene med avløpsvann har blitt gradvis mindre.

Gjersjøen

Sedimentene i Gjersjøen hadde mindre gassproduksjon enn i Kolbotnvannet, og de mørkeste sjiktene var ikke like svarte som i Kolbotnvannet. De øverste 2 til 3 cm var lys brune og tydelig oksiderte. De neste 2-3 cm var grå, mens laget under dette, dvs. fra ca 5-17 cm var mørke grå/svart. Under 17 cm var sedimentet lysere grått med svarte striper. De mørkere sjiktene tilsvarer den mest forurensete perioden av Gjersjøens utvikling, dvs. fra ca. 1965 til 1980.

7.3 Sedimentkjemi

Da flere alternative prosesser kan bidra til binding av fosfor til og frigjøring fra sedimentet (som omtalt i foregående avsnitt) er det viktig å analysere sedimentenes kjemisk sammensetning. I tabell 8.1 og 8.2 er noen viktige elementer presentert fra overflatesedimentet (øverste 5cm) fra hver av innsjøene. Antatt uforurenset sediment fra 30-35cm dyp i Ostadvannet i Nordland er tatt med som en referanse.

Først noen begreper som brukes i tabellene:

<i>Vanninnhold</i>	Vektdifferansen mellom vått sediment og sediment som er tørket ved 110 °C.
<i>Tørrstoff (TS)</i>	Restmengden tørrstoff etter tørking ved 110 °C (mg/g vått sediment)
<i>Gløderest (GR)</i>	Restmengden tørrstoff etter oppvarming til 600 °C. (mg/g TS).
<i>Glødetap</i>	Vektdifferansen etter gløding av tørket sediment. Mål for mengden organisk stoff i sedimentet
<i>Øvrige elementer</i>	Konsentrasjonen av kjemiske forbindelser som andel av tørt sediment (mg/g TS)

Sedimentene i Gjersjøen har vesentlig lavere innhold av organisk materiale enn i Kolbotnvannet. Dette skyldes at forholdene i de store, oksygenerte vannmassene i Gjersjøen har vært vel egnet for nedbrytning av det organiske materialet før partiklene har nådd bunnen. I Kolbotnvannet er det organiske materialet "konservert" etter at de har sunket ned i det oksygenfrie bunnvannet.

Fosforkonsentrasjonen ligger på et vesentlig lavere nivå i sedimentene i Gjersjøen enn i Kolbotnvannet. Dette skyldes i hovedsak forskjeller i belastning med urensset avløpsvann. Det er

likevel verdt å merke seg at fosforinnholdet i Gjersjøens sedimenter mellom 5-10 cm dyp var like høyt som i Kolbotnvannet. Dette sjiktet representerer den perioden da Gjersjøen var mest forurenset.

Det øverste "kulturlaget" i Kolbotnvannet hadde i 1972 et fosforinnhold på 2.8 mgP/g TS (Brettum og medarb. 1973), som viser at innsjøen var tydelig påvirket, uten at nivået er ekstremt høyt. Innholdet avtok til 2.0 mgP/g TS i 1996. Fosforinnholdet bestemmes ikke bare av tilførselene av fosfor, men også av hvor mye "fosfor-fattige" partikler i form av sand etc. som synker til bunns og tynner ut fosforkonsentrasjonen.

Tabell 8.1. Sedimentenes innhold av tørrstoff (TTS), gløderest (TGR), nitrogen (N), fosfor (P), organisk karbon (TOC) og jern (Fe). Elementinnholdet er beregnet for tørt sediment (TS: tørrstoff).

	TTS <i>mg/g</i>	TGR <i>mg/g TS</i>	Total-N <i>mg/g TS</i>	Total-P <i>mg/g TS</i>	TOC <i>mg/g TS</i>	Fe <i>mg/g TS</i>
Kolbotnvannet Ia, 0-2cm	126	700	8.4	1.6	91.6	28.7
Kolbotnvannet Ia, 5-10 cm	197	654	6.3	1.8	90.1	27.9
Kolbotnvannet Ia, x	202	615	8.0	5.3	108.0	8.8
Kolbotnvannet IIIa, 0-2cm	142	684	8.4	<0.1	99.5	26.4
Kolbotnvannet IIIa, 5-10 cm	219	651	6.1	1.2	84.1	25.7
Kolbotnvannet IIIa, x	278	617	5.7	0.67	70.7	21.4
Gjersjøen Ia, 0-1cm	224	681	5.0	0.83	44.1	41.1
Gjersjøen Ia, 5-10 cm	257	671	4.4	2.30	44.2	46.2
Gjersjøen Ia, x	319	604	4.2	<0.1	42.7	44.7
Gjersjøen IIa, 0-1cm	183	723	5.0	0.99	44.1	34.0
Gjersjøen IIa, 5-10 cm	204	701	5.5	0.63	46.0	34.1
Gjersjøen IIa, x	299	639	3.7	0.23	35.4	42.0

Tabell 8.2. Vanninnhold, uorganisk tørrstoff (gløderest) og organisk tørrstoff

	vanninnhold %	gløderest %	org.stoff %
Kolbotnvannet Ia, 0-2cm	87.4	70.0	30.0
Kolbotnvannet Ia, 5-10 cm	80.3	65.4	34.6
Kolbotnvannet Ia, x	79.8	61.5	38.5
Kolbotnvannet IIIa, 0-2cm	85.8	68.4	31.6
Kolbotnvannet IIIa, 5-10 cm	78.1	65.1	34.9
Kolbotnvannet IIIa, x	72.2	61.7	38.3
Gjersjøen Ia, 0-1cm	77.6	68.1	31.9
Gjersjøen Ia, 5-10 cm	74.3	67.1	32.9
Gjersjøen Ia, x	68.1	60.4	39.6
Gjersjøen IIa, 0-1cm	81.7	72.3	27.7
Gjersjøen IIa, 5-10 cm	79.6	70.1	29.9
Gjersjøen IIa, x	70.1	63.9	36.1

Tabell 8.4. Sedimentets innhold av jern (Fe) og mangan (Mn) og forholdet mellom disse (Fe:Mn)

stasjon/dyp	Fe	Mn	Fe:Mn
	mg/g	mg/g TS	
Kolbotnvannet Ia, 0-2cm	28.7	1.33	21.6
Kolbotnvannet Ia, 5-10 cm	27.9	1.28	21.8
Kolbotnvannet Ia, x	8.84	0.24	36.8
Kolbotnvannet IIIa, 0-2cm	26.4	0.7	37.7
Kolbotnvannet IIIa, 5-10 cm	25.7	0.58	44.3
Kolbotnvannet IIIa, x	21.4	0.51	42.0
Gjersjøen Ia, 0-1cm	41.1	32.2	1.3
Gjersjøen Ia, 5-10 cm	46.2	14.7	3.1
Gjersjøen Ia, x	44.7	2.44	18.3
Gjersjøen IIa, 0-1cm	34.0	6.89	4.9
Gjersjøen IIa, 5-10 cm	34.1	7.12	4.8
Gjersjøen IIa, x	42.0	5.21	8.1

Jerninnhold

Jensen og medarb. (1992) viste at vektforholdet mellom jern og fosfor (Fe:P) i innsjøsedimenter kunne være bestemmende for hvor mye fosfor som frigjøres til vannmassene. Det skyldes at jern bidrar til å binde fosfor så lenge vannet og sedimentoverflaten inneholder noe oksygen. De viser at et forhold større enn 15:1 vil sikre at ikke fosfor frigjøres i oksygenholdig miljø. I tabell 8.5 er resultater fra våre

analyser av overflatesediment i Kolbotnvannet. Resultatene viser at begge stasjoner i Kolbotnvannet har tilstrekkelig høyt Fe:P-forhold til å hindre aerob frigjøring.

Tabell 8.5. Overflatesediment i Kolbotnvannet. Innhold av fosfor og jern og forholdet mellom disse elementene (Fe:P)

	total-P mgP/g TS	jern mgFe/g TS	Fe:P
Kolbotnvannet I	2.0	41.2	20.6
Veslebukta	1.1	35.8	32.5

Fosforfraksjoner

Sedimentprøver fra to stasjoner i Kolbotnvannet (hovedbassenget: st. I og Veslebukta, st. III) ble også undersøkt mhp. fosforinnhold og hvilke forbindelser fosfor var bundet til i hver av innsjøene. Sedimentet ble analysert vha. såkalt trinnvis fraksjonering med forskjellige ekstraksjonsmidler ifølge en metode angitt av Hieltjes og Lijklema (1980).

De forskjellige fraksjoner har forskjellig evne til å bevege seg ut til vannfasen. Adsorbent fosfor er svært mobilt, jernbundet fosfor frigjøres lett ved oksygenfrie forhold, mens fosfor bundet til kalsium og organisk stoff er hardere bundet til sedimentet (Ostrowsky og medarb. 1989).

Innholdet av adsorbent fosfor var svært lavt i Kolbotnvannet (tabell 8.6), slik vi også fant det i endel andre mer og mindre furensatte innsjøer i Norge (tabell 8.7). Hoveddelen av fosforet er bundet til jernfraksjonen som altså kan frigjøres til vannmassene ved oksygenfrie forhold. Dette viser at arbeidet for å unngå oksygenfrie forhold i dypvannet fortsatt er stor betydning.

Andelen som er bundet i organisk materiale er ganske liten sammenliknet med det vi har funnet tidligere i andre innsjøer. Dette bekrefter at en del av det organiske materialet brytes effektivt ned i bunnslammet i Kolbotnvannet pga. nitrattilsettingen.

Tabell 8.6 Sedimentenes innhold av tørrstoff, total fosfor og fosforfraksjoner: ADS-P: adsorbent og løst i interstitialvann/porevann i sedimentet ($\text{NH}_4\text{Cl-P}$), Fe+Al-P: fosfor bundet til jern og aluminium (NaOH-P), Ca-P: fosfor bundet til kalsium (HCl-P) og ORG-P: fosfor bundet til organisk stoff (beregnet som rest-P).

	tørrstoff %	total-P µgP/g TS	fosfor- fraksjoner			
			ADS-P µgP/g TS	Fe+AL-P µgP/g TS	Ca-P µgP/g TS	org-P mgP/g TS
Kolbotnvannet I	12.6	2000	<8	1197	220	576
Veslebukta, st. III	14.2	1100	9	379	338	374

Tabell 8.7. Tørrstoffinnhold og fosforfraksjoner fra overflatesedimenter i noen norske innsjøer
 kilder: Børsesjø, Telemark: Faafeng 1991
 Stordammen, Buskerud: Faafeng, ikke publisert
 Innsjøer i Nordland: Faafeng 1996
 Mosvatnet, Rogaland: Sanni 1988

	tørrstoff %	total-P µgP/g TS	fosfor- fraksjoner			
			ADS-P µgP/g TS	Fe+AL-P µgP/g TS	Ca-P µgP/g TS	org-P µgP/g TS
Børsesjø 1990	17.8	2100	3	960	342	795
Stordammen 1991	9.7	1300	9	474	108	709
Lilandsvatnet	7.0	2300	<10	1220	590	490
Holdalslivatnet	8.6	3000	<10	1380	360	1260
Ostadvatnet	11.4	2200	<10	1310	290	600
Ostadvatnet 30-35cm	8.0	2700	<10	1430	270	1000
Farstadvatnet	7.8	3400	<10	1820	380	1200
Mosvatnet	10.0	2600	20	1900	600	100

7.4 Lagringsforsøk

Sedimentprøver ble hentet fra de fem innsjøene 15. januar 1997 i Kolbotnvannet. "Intakte" sedimentkjerner, dvs. prøver hentet opp med en rørhenter der ca. halve røret ble fylt med sediment ved å presse røret ned i bunnen ved innsjøens dypeste punkt på ca. 18m. Resten av volumet i røret var fylt bunnvann fra innsjøen. Prøven ble transportert til NIVAs laboratorium og plassert i et termostatert vannbad ved 15°C i tre paralleller fra hver stasjon. Temperatur ble holdt høyere enn normalt fordi forsøket ikke kunne gjennomføres over lang tid. Sedimentprøvene fikk stå i ro inntil forsøket startet 4. april.

Vannprøver for analyse av fosfor ble tatt ut av vannet like over sedimentoverflaten (tabell 8.8).

Tabell 8.8. Konsentrasjon av totalP i bunnvannet 15. januar 1997.

stasjon	µg P/L
hovedbassenget (st. I)	452
Veslebukta (st. III)	212

Dette er begge svært høye konsentrasjoner i forhold til overflatevannet i innsjøen og stammer fra "lekkasje" fra sedimentene. Det er grunn til å tro at disse høye verdiene er forårsaket av at nitrattilsetning ikke ble gjort i Kolbotnvannet i 1996.

Ved lagringsforsøkets start (15. januar) ble vannet over sedimentet i rørene erstattet med destillert, fosforfritt vann. Vann ble dessuten boblet ca. 20 minutter med nitrogengass for å fjerne en vesentlig del av oksygenet i vannet til ca. 10% oksygenmetning. Dette ble gjort for at eksperimentet skulle være

så realistisk som mulig. Det antas at oksygenkonsentrasjonen i rørene var omtrent slik de ville ha vært innsjøen på samme tid.

Oksygenkonsentrasjonen ble redusert til ca. 1/3 i løpet av forsøket, noe som demonstrerer at forbruket i innsjøens bunnvann fortsatt kan være ganske stort.

Fosforkonsentrasjonen i vannet over sedimentet økte kraftig i alle prøvene,

Resultatene er også vist i tabell 8-9 der frigivelsen av fosfor er omregnet til mengde fosfor frigitt pr. areal sedimentoverflate og dag. Arealet av sedimentoverflaten i rørene var 28.3 cm². Det må understrekes at det ikke var anledning til å følge forløpet av endringene over tid, slik at det ikke kan vurderes om fosforkonsentrasjonen var kommet til en likevekt.

Tabell 8.9 Beregnet frigjøringsrate fra sedimentforsøket 4.-18.4.97

	P etter (µgP/L)	vannvolum (ml)	utlekking (mgP/m ² /dag)
Kolbotnvannet Ia	234	537	3.2
Kolbotnvannet Ib	275	452	3.7
Kolbotnvannet Ic	285	452	3.3
Kolbotnvannet IIIa	216	636	3.5
Kolbotnvannet IIIb	118	640	1.9
Kolbotnvannet IIIc	210	594	3.1

Forsøksbetingelsene har skapt forhold som vil gi noe raskere frigjøring av fosfor enn det en kan vente i innsjøen, pga. høyere temperatur og svært lav (dvs. ingen) fosfor i det overliggende vannet ved forsøkets start. Til gjengjeld var oksygenkonsentrasjonen noe høyere enn det en kan vente i stagnasjonsperiodene. Resultatene forteller likevel at utlekkingen i Kolbotnvannet neppe vil være ekstremt store og ikke større enn det Sanni (1988) fant i Mosvatnet i korte perioder av året. Utlekkingen er ca. 10 ganger større enn det Faafeng (1996) målte i tilsvarende forsøk med sedimenter fra forurensete, relativt grunne innsjøer på Vestvågøy i Nordland. Den høyeste frigjøringsraten ble målt i Farstadvatnet med 0.54 mgP/m²/dag. Den målte raten i Kolbotnvannet er vesentlig lavere enn det en kan finne i litteraturen for innsjøer med oksygenfritt bunnvann. Nürnberg (1988) har stilt sammen data fra en lang rekke innsjøer og fant at innsjøsedimenter med Kolbotnvannets fosforinnhold vil kunne ha en utlekking på 5-30 mgP/m²/dag i perioder med oksygenfritt bunnvann. De lave målte frigjøringsratene kan tyde på at forsøket ikke har gått over tilstrekkelig lang tid til å trekke sikrere konklusjoner.

7.5 Miljøgifter

7.5.1 Tungmetaller/Sporelementer

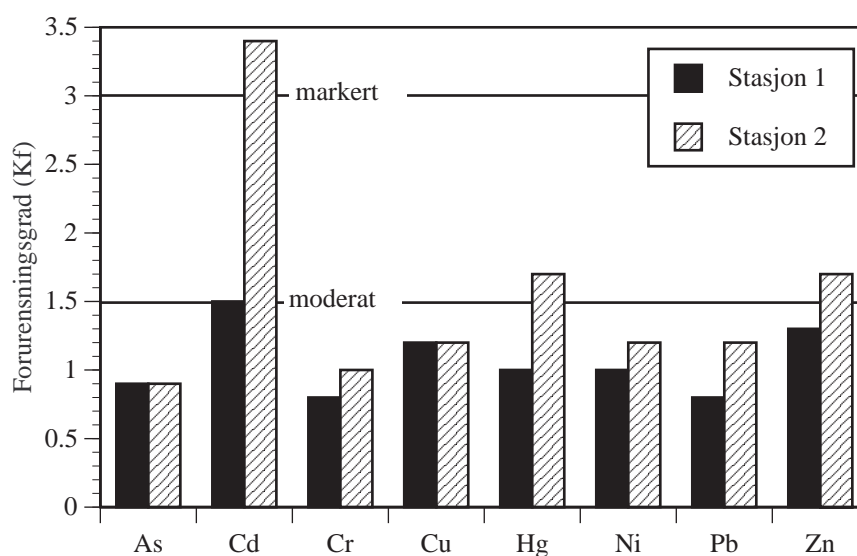
De vanligste kildene til tungmetallforurensninger i innsjøer er utslipp fra metall-bearbeidende industri, trafikk, og ikke minst forurensninger transportert via atmosfæren fra kilder i Mellom-Europa (langtransporterte atmosfæriske avsetninger). Sammenlikner man verdiene fra overflatesedimentene (0-1 cm) med verdiene funnet i de dypere referansesjiktene (> 15 cm) av sedimentkjernen får man et inntrykk av dagens forurensingssituasjon sett i forhold til de naturlige bakgrunnsnivåene. Ut fra konsentrasjonene i disse sedimentsjiktene kan man beregne en kontamineringsfaktor (Kf), dvs. forholdet mellom konsentrasjonen i overflatesedimentet og referansesedimentet.

Gjersjøen

Sedimentene i Gjersjøen var lite til moderat forurenset av tungmetaller. Konsentrasjonene skiller seg ikke ut fra de som finnes i andre innsjøer på Østlandsjøer uten kjente punktutslipp av tungmetaller (Rognerud og Fjeld 1993).

Som det framgår av tabell 7.2.1 er det kun små forskjeller i konsentrasjonene fra topp til bunn i sedimentkjernen for de fleste elementene.

Det var heller ingen store eller systematiske forandringer i sedimentkonsentrasjonene mellom de to stasjonene i Gjersjøen. Det eneste markante trekk var en økning i konsentrasjonen av kadmium (Cd), og til en mindre grad av kvikksølv (Hg) og sink (Zn) i overflatesedimentet på stasjon 2. I henhold til vannkvalitetskriteriene til SFT (1992) er sedimentene herfra markert forurenset av kadmium (Kf: 3-5) og moderat forurenset av kvikksølv og sink (Kf: 1,5-3).



Figur 7.2.1. Forurensningsgrad eller kontamineringsfaktor (Kf) for de ulike tungmetallene målt i sedimentene fra de to stasjonene i Gjersjøen. Kontamineringsfaktoren er lik forholdet mellom konsentrasjonen i overflatesedimentet og referansesedimentet.

Tabell 7.2.1. Konsentrasjoner av tungmetaller i overflatesedimenter (0-1 cm) og referansesedimenter (>15 cm) fra de to stasjonene i Gjersjøen.

element	St. 1, 0-1 cm	St. 1, >15cm	St. 2, 0-1 cm	St. 2, >15 cm
As	9.42	10.6	8.99	10.1
Cd	1.15	0.77	1.39	0.41
Cr	93.4	110.1	98.9	98.1
Cu	38.4	33.3	42	34.2
Hg	0.132	0.133	0.137	0.079
Ni	64.8	62.1	77.9	63.8
Pb	39.8	48.9	38.1	31.8
Zn	0.29	0.23	0.33	0.19

Det lave innholdet av tungmetaller må imidlertid sees i sammenheng med de lave verdiene av organisk materiale i prøvene (glødetap: 9–13%, TOC: 35–46 µg C/mg). Dette indikerer at sedimenterende organisk materiale effektivt nedbrytes og remineraliseres før det når bunnen på 60 meters dyp. De

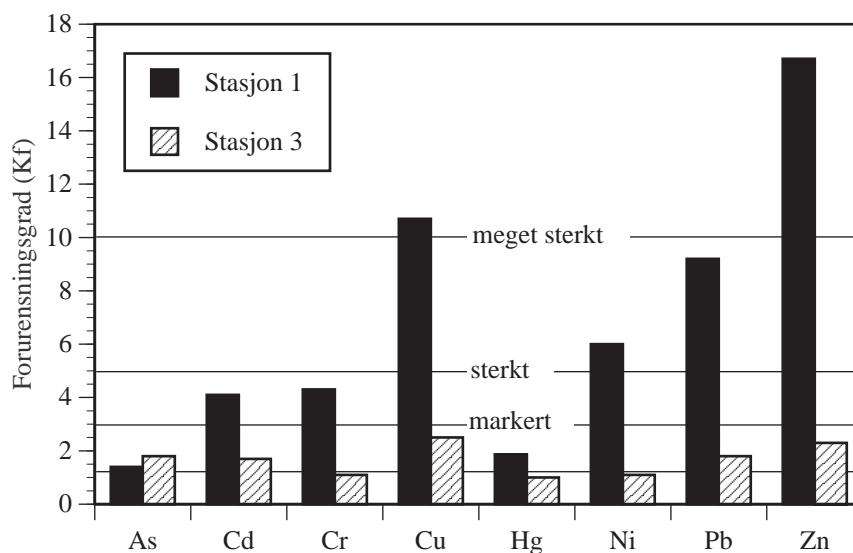
fleste tungmetaller er bundet til karbonkomplekser i sedimentene. Et lavt innhold av organisk karbon i sedimentene gjør at en ikke så lett kan spore forurensinger av tungmetaller i sedimentene. Oppløst organisk karbon utgjøres for en stor del av humus-kolloider (delvis nedbrutt plantemateriale), som er i stand til å kompleksbinde en rekke metall-ioner og løste polare forbindelser. Disse forurensningskomponentene vil følge det organiske materialet til bunns. Dersom det organiske materialet effektivt brytes ned under sedimenteringen eller på sedimentoverflaten vil de kompleksbundne forurensnings-komponentene kunne bli remobilisert til vannmassene og etter hvert spyles ut av innsjøen. Slike sedimenter vil derfor i liten grad reflektere innsjøens belastning av tungmetall-forurensinger.

Kolbotnvannet

Sedimentene i Kolbotnvann var tildels sterkt forurenset av tungmetaller, særlig av sink, kobber og bly. Dette er alle metaller som kan stamme fra veitrafikk, men andre kilder kan heller ikke utelukkes.

For hovedstasjonen (stasjon 1) var det en klar økning i konsentrasjonen av tungmetaller oppover i sedimentkjernen, mens for stasjon 3 var økningen mindre markert (Tabell 7.2.2). Det var ingen systematiske forskjeller i konsentrasjonene i overflatesedimentene mellom stasjonene. Imidlertid var konsentrasjonene i dypeste sedimentsjikt på stasjon 3 markert høyere enn på stasjon 1. Dette kan indikere at sedimentkjernen fra stasjon 3 ikke har nådd ned til sjikt avsatt i førindustriell tid. I så eutrofe innsjøer som Kolbotnvann er den årlige sedimenttilveksten betydelig, og den årlige sedimenttilveksten kan ha vært større ved stasjon 3 enn ved stasjon 1.

I henhold til vannkvalitetskriteriene til SFT (1992) kan forurensingsgraden av overflatesedimentene fra stasjon 1 klassifiseres som meget sterkt forurenset av sink (Zn) og kobber (Cu) ($K_f < 10$), sterkt forurenset av bly (Pb) ($K_f: 5-10$), markert forurenset av både krom (Cr) og kadmium (Cd) ($K_f: 3-5$) og moderat forurenset av kvikksølv (Hg) ($K_f: 1,5-3$). Sedimentene fra stasjon 3 kan karakteriseres som lite til moderat forurenset av tungmetaller ($K_f < 3$).



Figur 7.2.2. Forurensingsgrad eller kontamineringsfaktor (K_f) for de ulike tungmetallene målt i sedimentene fra de to stasjonene i Kolbotnvann. Kontamineringsfaktoren er lik forholdet mellom konsentrasjonen i overflatesedimentet og referansesedimentet.

Tabell 7.2.2. Konsentrasjoner av tungmetaller i overflatesedimenter (0-1 cm) og referansesedimenter (>15 cm) fra de to stasjonene i Kolbotnvann.

element	St. 1, 0-1 cm	St- 3,>15 cm	St. 1, 0-1 cm	St 3, >15 cm
As	8.35	5.78	6.88	3.77
Cd	1.35	0.33	1.15	0.69
Cr	83.1	19.2	73.2	68.6
Cu	86.7	8.1	88.7	36
Hg	0.201	0.088	0.2	0.202
Ni	57.8	9.58	62.1	54.9
Pb	102	11.1	73.2	40.7
Zn	0.5	0.03	0.5	0.22

7.5.2 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

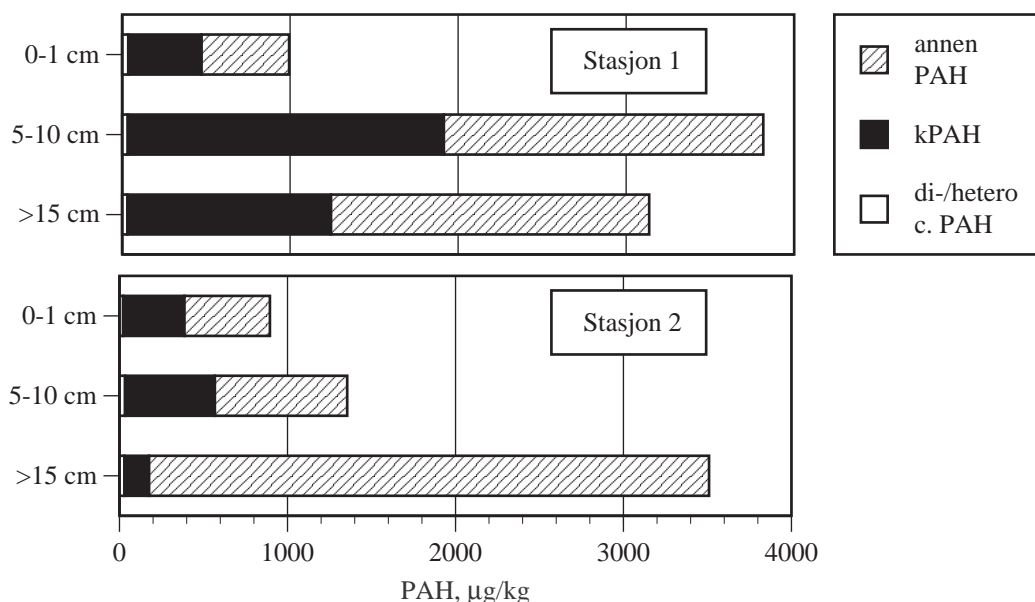
Dette er ringformede, organiske molekyler bygget opp av karbon og hydrogen. Ved siden av råolje er den primære kilden til PAH ufullstendig forbrenning av fossilt brensel som olje og kull, av annet organisk materiale som ved og halm, eller ved skogbranner mm. Mange av PAH-forbindelsene er antatt å være kreftframkallende for mennesker. Til vann kommer PAH-forbindelsene via direkte atmosfæriske utslipp, ved avrenning fra veier og land, oljeutslipp og industrielt avløpsvann. I innsjøer uten kjente punktutslipp har overflatesedimentene vanligvis et PAH-innhold på 200–500 µg/kg (Knutzen og Skei 1990) hvorav andelen kreftframkallende PAH utgjør 20-40%. Slike konsentrasjoner kan kalles et "diffust bakgrunnsnivå".

Gjersjøen

Sedimentene i Gjersjøen var lite til moderat forurenset av PAH.

Overflatesedimentene på begge stasjonene i Gjersjøen hadde en PAH-konsentrasjon på omlag 900–1000 µg/kg (Fig 7.2.3). Dette er et noe forhøyet innhold av PAH sammenliknet med et “diffust bakgrunnsnivå”.

Andelen trafikkrelaterte PAH-forbindelser (lette di- og heterocycliske PAH som stammer fra olje og petroleum-produkter) var liten (1-4%). På begge stasjonene var det imidlertid en markant stigning nedover i sedimentsjiktet i konsentrasjonen av de tunge PAH-forbindelsene. Dette er forbindelser som i første rekke er forbrenningsrelatert, og som stammer fra ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Andelen kreftframkallende PAH (kPAH) var omlag 40–50% i alle sjikt, utenom i det dypeste sjiktet i sedimentkjernen fra stasjon 2. Denne prøven inneholdt vesentlig PAH-forbindelsen perylen. Denne forbindelsen antas å dannes naturlig av organiske stoffer under anaerobe forhold i sedimentet, og den regnes ikke som kreftframkallende.



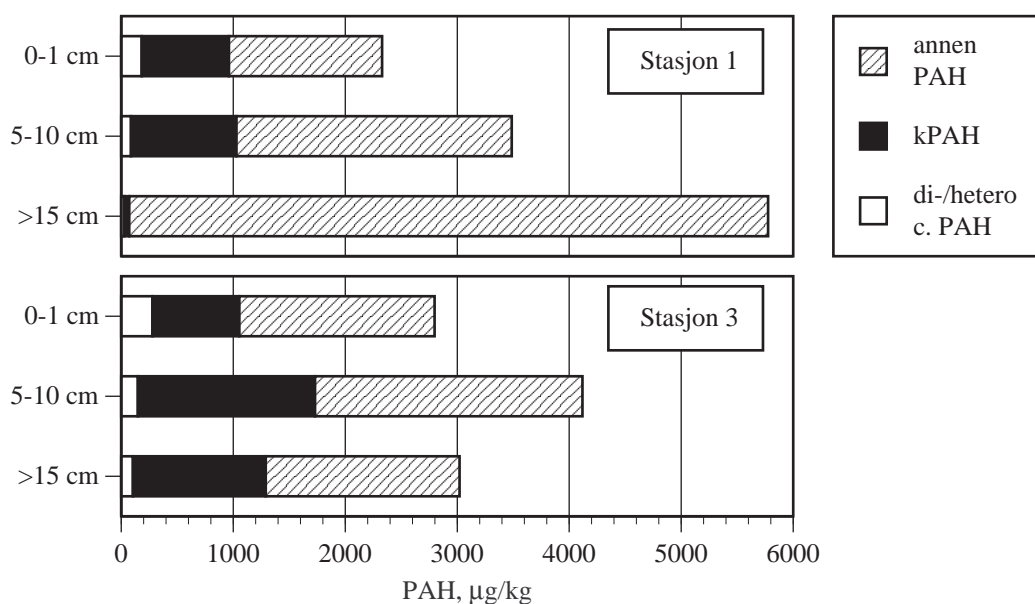
Figur 7.2.3. Konsentrasjonen av PAH i sedimentprøvene fra de to stasjonene i Gjersjøen. Di-/heterocyklisk PAH antas i hovedsak å stamme fra lette olje og petroleumproduktter, kPAH er antatt kreftframkallende PAH-forbindelser.

Kolbotnvann

Sedimentene fra Kolbotnvann var markert forurenset av PAH.

Overflatekonsentrasjonen av PAH var omlag 4–5 ganger høyere enn det forventede “diffuse bakgrunnsnivået” (Figur 7.2.4). Andelen trafikkrelaterte PAH-forbindelser (di- og heterocycliske PAH) i overflatesedimentet var 8-10% på begge stasjonene. Dette viser at innsjøen er noe påvirket av trafikk-forurensinger.

Også i Kolbotnvannet var konsentrasjonene av PAH lavere i overflatesedimentene enn i sjiktene dypere i sedimentkjernen. Andelen kreftframkallende PAH var omlag 30–40%, unntatt i det dypeste sjiktet i sedimentkjernen fra stasjon 1. I denne prøven dominerte den naturlige dannede PAH-forbindelsen perylen.



Figur 7.2.4. Konsentrasjonen av PAH i sedimentprøvene fra de to stasjonene i Kolbotnvann. Di-/heterocyklisk PAH antas i hovedsak å stamme fra lette olje og petroleumsprodukter, kPAH er antatt kreftframkallende PAH-forbindelser.

7.5.3 Persistente klor-organiske forbindelser

Dette er en samlebetegnelse på en rekke klorerte organiske forbindelser med et vidt anvendelsespekter. Blant disse finnes polyklorerte bifenyler (PCB) og flere plantevernmidler (blant annet DDT og lindan). De er alle lite nedbrytbare i naturen (persistente), og noen av dem er giftige, kreftframkallende eller har en hormonhermende virkning. Noen er fettløslige og oppkonsentreres derfor i næringskjedene. De representere derfor en stor forurensningsfare.

PCB er naturfremmede stoffer, som på grunn av sine varmebestandige og elektrisk isolerende egenskaper har vært i bruk i en rekke elektriske og mekaniske installasjoner (transformatorer, kondensatorer, hydrauliske oljer, mm.). De har også vært anvendt som mykgjørere i plast og maling, samt benyttet i fugemasser og betongbelegg. Det finnes i alt 209 ulike enkeltforbindelser av PCB (kongener), men kun halvparten av disse har vært anvendt i kommersielle blandinger. I NIVAs standardanalyse på PCB inngår 10 kongener, hvorav 7 utgjør de såkalte "seven dutch" (ΣPCB-7). Disse 7 kongenene utgjør ofte halvparten av summen av totalt PCB i miljøet, og det internasjonale havforskningsrådet (ICES) har anbefalt at disse 7 stoffene rutinemessig inngår i miljøundersøkelser.

Viktigste kilder til PCB-forurensninger i vann er fra forurenset nedbør (atmosfæriske utslipp) og avrenning fra industri-områder. I innsjøer uten kjente punktutslipp har overflatesedimentene vanligvis et PCB-innhold på på 2-5 µg/kg (Knutzen og Skei 1990). Slike konsentrasjoner kalles et "diffust bakgrunnsnivå".

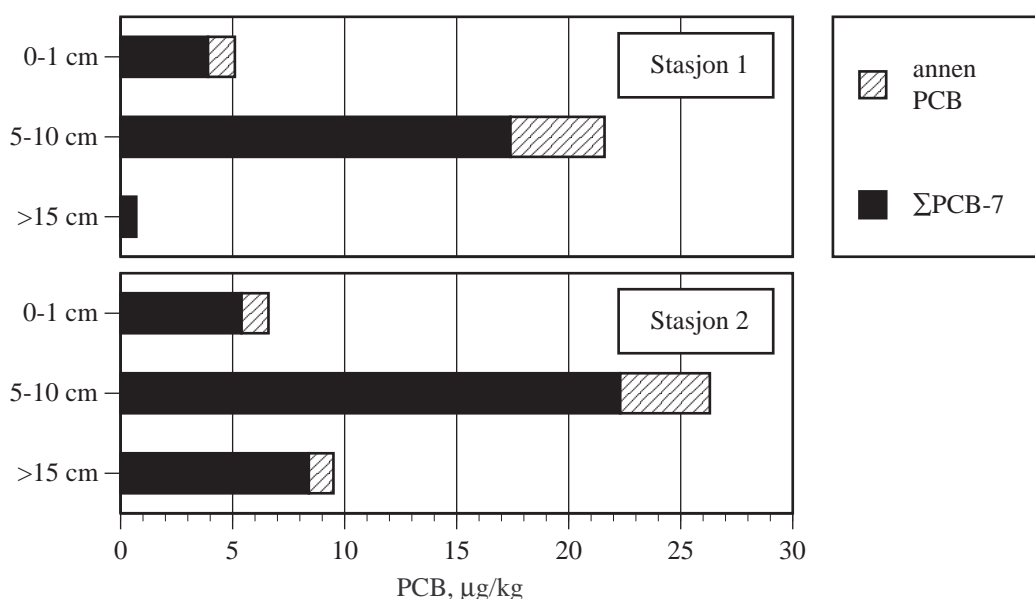
DDT og lindan benyttes ikke lenger som plantevernmidler i Norge, men viktigste kilder til forurensninger av disse til vann har vært fra avrenningen fra landbruks- og fruktdyrkingsarealer. Det er også mindre mengder av disse forbindelsene i nedbør, og man finner derfor rester av disse stoffene i innsjøer uten kjente punktkilder. Det diffuse bakgrunnsnivået for DDT (og dets nedbrytningsprodukter) i sedimenter er omlag 0,3-0,5 µg/kg.

Gjersjøen

Analysene viste at overflatesedimentene i Gjersjøen er lite forurenset av PCB og plantevernmidler (nedbrytningsstoffer fra DDT og lindan).

Konsentrasjonen av Σ PCB-7 i overflatesedimentene var lave (5-6 $\mu\text{g}/\text{kg}$), og de lå nær det antatt diffuse bakgrunnsnivået (2-5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (Fig. 7.2.5). Konsentrasjonen av PCB er tydelig redusert i forhold til nivåene i sjiktet fra 5-10 cm, som var omlag 4 ganger høyere enn i overflatesedimentene. Det var ingen signifikante forskjeller mellom de to stasjonene. Konsentrasjonen i de dypeste sjiktene av sedimentkjernene var under deteksjonsgrensen for de fleste av PCB-forbindelsene.

Det ble påvist detekterbare konsentrasjoner av nedbrytningsprodukter fra DDT (p,p-DDE) i sedimentet, men konsentrasjonene er lave og ligger nær det diffuse bakgrunnsområdet (0,3-0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$).



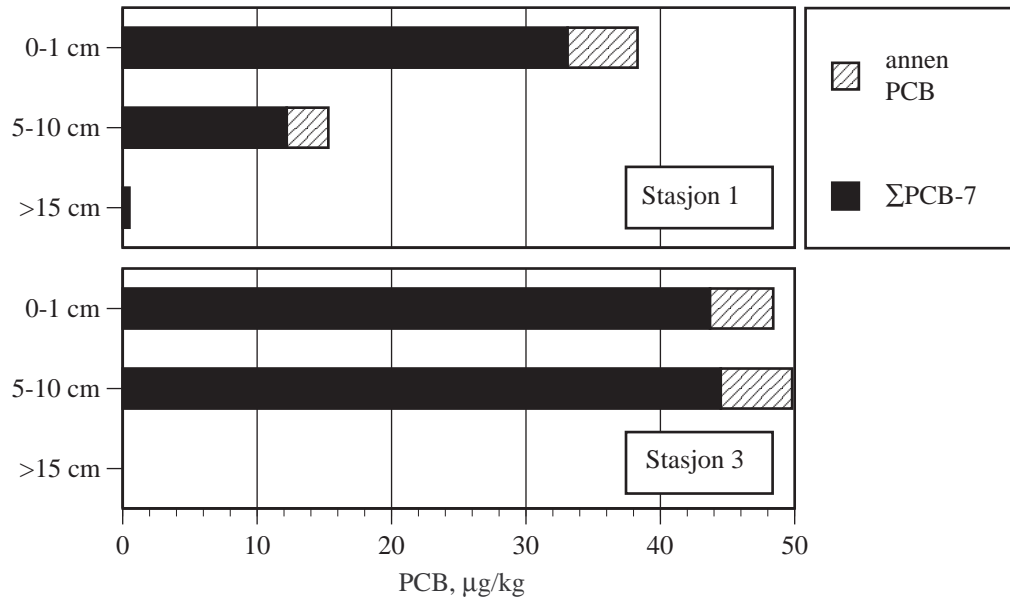
Figur 7.2.5. Konsentrasjonen av PCB i sedimentprøvene fra de to stasjonene i Gjersjøen. Σ PCB-7 er summen av 7 PCB-kongener som rutinemessig inngår miljøundersøkelser.

Kolbotnvatn

Analysene viste at overflatesedimentene i Kolbotnvatn er markert påvirket av PCB og plantevernmidler.

Verdiene av Σ PCB-7 i overflatesjiktet (0-1 cm) lå omlag 5 ganger høyere enn det antatt diffuse bakgrunnsområdet (2-5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (Fig. 7.2.6). Konsentrasjonen av PCB i overflatesedimentene på stasjon 1 var omlag 2 ganger høyere enn i det underliggende sedimentsjiktet (5-10 cm), mens det ikke var forskjell mellom konsentrasjonene fra disse to sjiktene på stasjon 3.

Det ble påvist detekterbare konsentrasjoner av p,p-DDE og p,p-DDD (nedbrytningsprodukter fra DDT) i sedimentet, men konsentrasjonene er ikke spesielt høye, selv om de ligger 4-5 ganger over det diffuse bakgrunnsområdet. Det ble påvist lindan kun i 5-10 cm sjiktet i sedimentkjernen fra stasjon 2, men verdiene må karakteriseres som lave. I de andre prøvene kunne ikke lindan-konsentrasjonen bestemmes på grunn av analytiske problemer (interferens fra andre forbindelser).

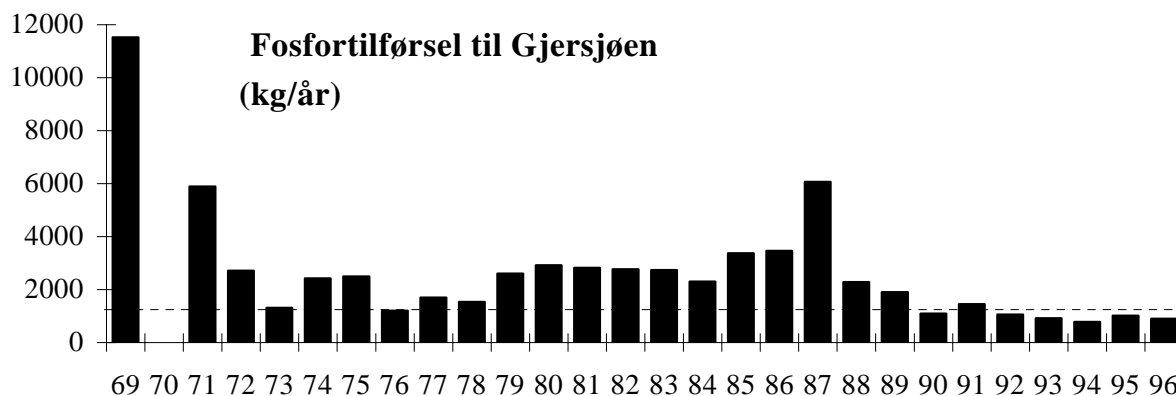


Figur 7.2.6. Konsentrasjonen av PCB i sedimentprøvene fra de to stasjonene i Kolbotnvann. Σ PCB-7 er summen av 7 PCB-kongener som rutinemessig inngår miljøundersøkelser.

8. GJERSJØENS TILLØPSBEKKER

Tilførslene av fosfor og nitrogen til Gjersjøen beregnes ut fra kontinuerlige vannføringsmålinger (limnigrafer) og 13 punktmålinger av fosfor- og nitrogenkonsentrasjon i de 5 viktigste tilløpsbekkene. Rådata er presentert bak i vedlegg. Beregnede verdier for 1996 er presentert i tabell 5.1 og figurene 5.1 og 5.2. Dette måleprogrammet som har pågått siden 1969 gir god anledning til å følge med i endringer i tilførslene til innsjøen. Endringen skyldes summen av naturlige variasjoner pga. forskjellig nedbørmengde, snøsmelting ol. fra år til år, og variasjoner i tilført mengde fra husholdninger og avløpsledninger.

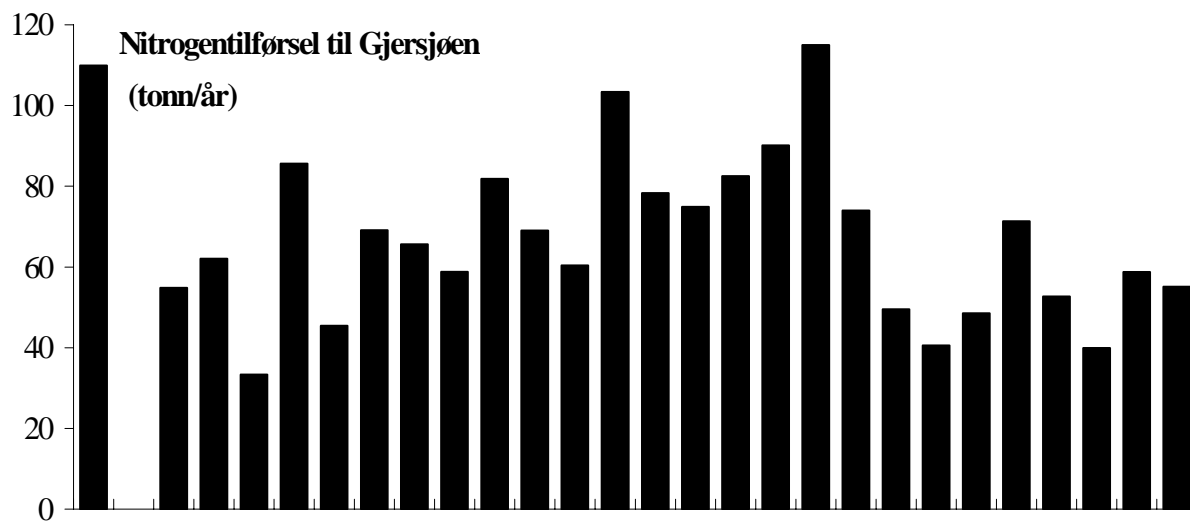
Fosfortilførslene avtok sterkt etter at Nordre Follo Kloakkverk ble satt i drift i 1971. Deretter har fosfortilførslene holdt seg ganske stabile fra 1972, med unntak av høyere verdier i enkelte år med ekstrem nedbør. Verdiene har vist en klar avtakende tendens etter 1987. Siden 1992 har tilførslene ligget under nivået for "kritisk belastning" for fosfor i år med normal nedbør. Dette har også bidratt til en viss reduksjon i fosforkonsentrasjonen i Gjersjøens vannmasser. Reduksjonene skyldes antakelig for en stor del at lekkasjer, overløp og feilkoblinger på ledningsnettet er blitt reparert.



Figur 5.1 Årlige tilførsler av fosfor til Gjersjøen. Stiplet linje angir "kritisk belastning" av fosfor i år med normal nedbør.

For nitrogen er situasjonen en annen. Nitrogen tilføres hovedsaklig fra landbruksområdene og pga. naturlig bakgrunnsavrenning, og i mindre grad fra husholdningsavløp. En kilde til nitrogen kan også være rester av sprengstoff fra pukkverket på Vinterbro tilført via Fåleslora. Nitrogentilførslene til Gjersjøen økte gradvis fra 1971, trolig pga. av en kombinasjon av økt tilførsel fra kilder som nevnt over. Etter 1987 har også nitrogen-tilførslene vist en avtakende tendens, men med en utflating utover på 90-tallet. Variasjoner i nedbør og avrenning kan trolig forklare en del av de til dels store variasjonene i nitrogentilførsel de senere årene.

Tilførslene av nitrogen vil neppe ha negative virkninger på vannkvaliteten i Gjersjøen.



Figur 5.1 Nitrogentilførsel til Gjersjøen 1969-1996

Tabell 5.1 Fosfor- og nitrogenbudsjett for Gjersjøen 1996

	Tot-P (kg/år)	Tot-N (tonn/år)
Kantorbekken	75	2.3
Greverudbekken	91	3.9
Tussebekken	101	6.0
Dalsbekken	378	25.8
Fåleslora	60	9.8
Restfelt (ut frå arealtilf. Greverudbekken)	127	5.4
Dir.på innsjøen (25 kg P/km ² *år og 700 kg N/km ² *år)	68	1.9
Sum tilløp	900	55.1
Gjersjøelva	156	26.6
Uttapping vannverk	50	9.1
Belastning Gjersjøen:	694	19.4

LITTERATUR

- Brettum, P., Rognerud, S., Skogheim, O. og Laake, M. 1975. Små eutrofe innsjøer i tettbygde strøk. NIVA A2-05. 109 s.
- Erlandsen, A.H., Brettum, P., Løvik, J.E., Markager, S. og Källqvist, T. 1988. Kolbotnvannet. Sammenstilling av resultater fra perioden 1984-87. NIVA O-8307802. 118 s.
- Faafeng, B. 1991. Børsesjø - sedimentanalyser og rapportering av overvåkingsresultater 1990. NIVA-rapport l.nr. 2617. 28s.
- Faafeng, B. 1996. Innsjøsedimenter i Farstad- og Lilandsvassdragene. Om betydningen av indre gjødsling for bedring av vannkvaliteten. NIVA-rapport l.nr. 3387. 24s.
- Holtan, H., Brettum, P., Holtan, G. og Kjellberg, G. 1981. Kolbotnvannet med tilløp. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1978- 1979. NIVA O-78007. 50 s.
- ICES. 1986. Report of the ICES advisory comitee on marine pollution, 1985. ICES. Cop. Res. Rep. 135.
- Jensen, H.S., P. Kristensen, E. Jeppesen og A. Skytte, 1992. Iron:phosphorus ratio in surface sediment as an indicator of phosphorus release from aerobic sediments in shallow lakes. I: (red. Hart, B.T. og P.G. Sly) Sediment-Water Interactions: 235-236
- Knutzen, J. og Skei, J. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA, rapport 2540. 139 s.
- Lyche, A. 1984. Plankton i innsjøer langs en trofigradient. En regional undersøkelse av samfunnsstrukturen i fyttoplankton og zooplankton i 20 innsjøer i Oslo-området. Cand.real. oppgave i limnologi, Univ. i Oslo.
- Palm,H.C., Vatne,B.H., Krog,R. og Høiberg,J. 1983. Simulering av oksygenutviklingen i en innsjø i dyplagene under sommer-stagnasjonen med praktisk utforming for Kolbotnvannet.Prosjektoppgave INI53, Inst. for Informatikk, Universitetet i Oslo.
- Ripl,W. 1976. Biochemical oxidation of polluted lake sediment with nitrate - a new lake restoration method. *Ambio*, 5,3.
- Rognerud, S. og Fjeld, E. 1993. Regional survey of heavy metals in lake sediments in Norway. *Ambio* 22: 206-212.
- Sanni, S. 1988. Tiltaksrettede undersøkelser og overvåking av Mosvatnet 1977-1987. Rogalandsforskning rapport RF-164788. 109S.
- Statens Forurensningstilsyn 1992. Klassifisering av vannkvalitet i ferskvann. Kortversjon. SFT 92:06, TA-905/1992. 31s.

Vedlegg

Tidligere NIVA-rapporter om Kolbotnvannet
resultater fra bekkene
vannprøver fra Kolbotnvannet
sedimentprøver fra Kolbotnvannet

tidligere NIVA-rapporter om Kolbotnvannet

Holtan, H. 1971. Kolbotnvannet. En limnologisk undersøkelse 1967-1970. NIVA-rapport.

Holtan, H. 1974. Undersøkelser av Kolbotnvannet i forbindelse med luftingsforsøk. NIVA-notat O-5/70. 21.8.74.

Brettum, P., S. Rognerud, O. Skogheim og M. Laake 1975. Små eutrofe innsjøer i tettbygde strøk. NIVA.

Holtan, H. og G. Holtan 1978. Kolbotnvannet. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1972-1977. NIVA O-5/70.

Holtan, H., P. Brettum, G. Holtan og G. Kjellberg 1981. Kolbotnvannet med tilløp. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1978- 1979. NIVA O-78007 (l.nr. 1261).

Erlandsen, A.H., P. Brettum, J.E. Løvik, S. Markager og T. Källqvist 1988. Kolbotnvannet. Sammenstilling av resultater fra perioden 1984-87. NIVA O-8307802 (l.nr. 2161).

Faafeng, B., A. Erlandsen og J.E. Løvik 1990. Kolbotnvannet med tilløp 1988 og 1989. NIVA-rapport l.nr. 2408. 56s.

Faafeng, B., A.H. Erlandsen, J.E. Løvik og Tone Jøran Oredalen 1991. Kolbotnvannet med tilløp 1990. NIVA-rapport l.nr. 2604. 42s.

Faafeng, B. 1995. Overvåking av Kolbotnvannet 1994 samt av Gjersjøens tilløpsbekker. NIVA-rapport l.nr. 3397-96. 46s.

Kolbotnvannet		
Dato	Siktedyp	Farge
23/03/94	Islagt	
10/05/94	1.5	Brunlig gul
09/06/94	2.3	Gul
14/07/94	1.5	Grønlig gul
04/08/94	1.4	Grønn
Median	1.7	
Middel	1.5	

Resultater fra bekkene

Augestadbekken

DATO	TOT-P (mg/m3)	PO4-PF (mg/m3)	TOT-N (mg/m3)	NO3-N (mg/m3)	NH4-N (mg/m3)
03/01/96	57	51	2400	1520	416
12/02/96	69	55	2200	1470	373
04/03/96	83	56	2500	1370	790
27/03/96	49	40	2100	1640	232
29/04/96	90	73	3900	3150	281
28/05/96	65	54	3400	2680	199
25/06/96	75	64	2500	2120	102
17/07/96	48	40	2000	1810	16
19/08/96	168	147	3300	2520	570
20/09/96	143	126	3200	2860	340
21/10/96	82	71	3400	2675	381
19/11/96	57	48	2700	2080	179
17/12/96	65	58	2800	2195	237
max	168	147	3900	3150	790
min	48	40	2000	1370	16
middel	80.8	67.9	2800.0	2160.8	316.6
median	69.0	56.0	2700.0	2120.0	281.0
st.avvik	35.9	32.3	590.2	580.7	202.1
ant.obs.	13	13	13	13	13

Skredderstubekken

DATO	TOT-P (mg/m3)	PO4-PF (mg/m3)	TOT-N (mg/m3)	NO3-N (mg/m3)	NH4-N (mg/m3)
03/01/96	58	28	1600	1390	15
12/02/96	56	47	1700	1470	22
04/03/96	34	27	1700	1460	44
27/03/96	60	45	2400	1940	136
29/04/96	44	31	3700	3570	95
28/05/96	70	62	3600	2980	160
25/06/96	52	36	2100	1910	11
17/07/96	77	68	2500	2190	105
19/08/96	88	67	2800	2150	245
20/09/96	40	34	2200	2140	23
21/10/96	52	43	3500	3185	44
19/11/96	48	38	2800	2375	41
17/12/96	24	18	2200	1815	29
max	88	68	3700	3570	245
min	24	18	1600	1390	11
middel	54.1	41.8	2523.1	2198.1	74.6
median	52.0	38.0	2400.0	2140.0	44.0
st.avvik	17.4	15.7	722.4	678.8	70.4
ant.obs.	13	13	13	13	13

TEMPERATUR OG OKSYGENINNHOLD I KOLBOTNVANN 1996												
Dato	06/06/96		27/06/96		23/07/96		20/08/96		04/09/96		26/09/96	
	Temp (°C)	O ₂ Felt (mg/l)	Temp (°C)	O ₂ Felt (mg/l)	Temp (°C)	O ₂ Felt (mg/l)	Temp (°C)	O ₂ Felt (mg/l)	Temp (°C)	O ₂ Felt (mg/l)	Temp (°C)	O ₂ Felt (mg/l)
0.5	11.5	13.1	18.5	11.8	19.8	14.2	21.0	12.9	18.3	9.7	12.5	7.2
1	11.5	13.0	18.0	11.6	19.5	14.7	20.6	12.8	18.3	9.4	12.5	7.0
1.5	11.2	12.8	17.5	11.9	18.9	13.7	20.0	11.6	18.3	9.4	12.5	7.0
2	11.2	12.8	17.4	11.6	17.5	10.9	19.5	11.1	18.2	9.2	12.5	7.0
2.5	11.2	12.8	17.1	11.8	17.5	10.9	18.3	5.3	18.2	8.9	12.5	6.8
3	11.0	12.6	17.0	11.4	15.0	7.1	16.0	0.5	18.2	8.9	12.5	6.8
4	11.0	12.6	16.0	10.0	12.0	7.4	13.5	0.9	16.5	1.5	12.5	6.8
5	10.3	12.5	14.5	10.0	10.6	6.8	11.5	1.5	14.5	0.3	12.5	6.6
6	10.0	12.2	11.7	11.8	10.6	6.8	10.8	1.6	12.5	0.3	12.5	6.6
7	10.0	12.2	10.9	10.0	10.0	6.6	10.8	1.6	10.6	0.6	12.3	4.5
8	9.8	12.0	10.4	9.6	9.8	6.1	9.6	1.6	10.1	0.6	12.3	0.6
9	9.8	11.9	10.1	9.7	9.6	6.4	9.2	0.3	10.0	0.3	10.5	0.4
10	9.5	11.8	10.0	9.6	9.2	5.2	9.2	0.3	10.0	0.3	10.0	0.3
12	9.5	11.7	9.8	7.5	9.0	2.2	9.1	0.2	9.3	0.3	9.3	0.3
13												
14	9.5	11.6	9.5	5.2	8.8	0.2	8.8	0.2	9.0	0.3	9.0	0.3
15	9.3	11.5	9.5	5.2	8.8	0.2	8.8	0.2	9.0	0.3	9.0	0.3
16			9.3	3.8	8.8	0.1	8.8	0.1				
17	9.2	11.0	9.2	3.6	8.8	0.1	8.8	0.1				
18			9.2	3.6	8.8	0.1	8.8	0.1				

Vannkjemiske analyser, Kolbotnvannet

Dyp	Dato	TURB FTU	TOTP µg/L	TOTPF µg/L	PO4PF µg/L	TOTN µg/L	TOTNF µg/L	NO3N µg/L	KLFA µg/L	SiO2 mg/L	PH
0-4 m	06/06/96	1.8	23	5	<1	1100	900	515	16.3		8.02
	27/06/96	1.4	26	5	<1	900	700	395	10.3	0.2	8.12
	23/07/96	2.7	29	7	<1	600	300	<1	28.8	<0.1	9.39
	20/08/96	5.0	26	6	<1	800	500	4	32.1	0.3	9.34
	04/09/96	2.1	23	9	3	800	400	11	28.2	0.5	8.00
	26/09/96	1.3	23	4	<1	700	500	113	14.1		7.62
max		5.0	29.0	9.0	3.0	1100.0	900.0	515.0	32.1	0.5	9.4
min		1.3	23.0	4.0	<1	600.0	300.0	<1	10.3	<0.1	7.6
middel		2.4	25.0	6.0		816.7	550.0	207.6	21.6	0.3	8.4
median		2.0	24.5	5.5		800.0	500.0	113.0	22.3	0.3	8.1
st.avvik		1.4	2.4	1.8		172.2	216.8	233.8	9.1		0.8
ant.obs.		6	6	6	6	6	6	6	6	4	6

Dyp	Dato	TURB FTU	TOTP µg/L	TOTPF µg/L	PO4PF µg/L	TOTN µg/L	TOTNF µg/L	NO3N µg/L	SiO2 mg/L	PH	O2 mg/L
15 m	06/06/96		13			1100		545			10.33
	27/06/96	1.5	19	6	2	1200	1100	470	0.4	7.69	6.10
	23/07/96	0.8	16	7	3	1200	1100	460	0.8	7.33	1.58
	20/08/96	2.1	70	57	55	1200	1200	325	1.1	7.34	0.28
	04/09/96	1.0	118	107	104	1100	1100	69	1.4	7.27	0.42
	26/09/96		140			1300		65			0.23
max		2.1	140.0	107.0	104.0	1300.0	1200.0	545.0	1.4	7.7	10.3
min		0.8	13.0	6.0	2.0	1100.0	1100.0	65.0	0.4	7.3	0.2
middel		1.3	62.7	44.3	41.0	1183.3	1125.0	322.3	0.9	7.4	3.2
median		1.3	44.5	32.0	29.0	1200.0	1100.0	392.5	0.9	7.3	1.0
st.avvik		0.6	55.9	48.1	48.8	75.3	50.0	210.1	0.4	0.2	4.2
ant.obs.		4	6	4	4	6	4	6	4	4	6

Dyp	Dato	TURB FTU	TOIP µg/L	TOTPF µg/L	PO4PF µg/L	TOTN µg/L	TOTNF µg/L	NO3N µg/L	SiO2 mg/L	PH	O2 mg/L
18 m	06/06/96		18			1100		530			10,41
	27/06/96	1,4	43	22	18	1200	1100	435	0,6	7,63	4,53
	23/07/96	1,3	55	37	32	1400	1200	260	1,1	7,62	0,42
	20/08/96	1,7	142	124	119	1400	1300	15	1,4	7,39	0,30
	04/09/96	1,6	174	158	153	1400	1300	6	1,6	7,21	0,14
	26/09/96		301			2000		<1			
max		1,7	301,0	158,0	153,0	2000,0	1300,0	530,0	1,6	7,6	10,4
min		1,3	18,0	22,0	18,0	1100,0	1100,0	<1	0,6	7,2	0,1
middel		1,5	122,2	85,3	80,5	1416,7	1225,0	247,2	1,2	7,5	3,2
median		1,5	98,5	80,5	75,5	1400,0	1250,0	250,0	1,3	7,5	0,4
st.avvik		0,2	106,5	66,1	65,8	312,5	95,7	238,4	0,4	0,2	4,5
ant.obs.		4	6	4	4	6	4	6	4	4	5

Siktedyp og visuell farge, Kolbotnvannet

Dato	Siktedyp	visuell farge
06/06/96	2.2	gullig brun
27/06/96	2.4	grønn
23/07/96	1.6	
20/08/96	1.1	gullig grønn
04/09/96	1.0	grønlig gul
26/09/96	2.3	grønlig gul

Alkalinitet, Kolbotnvannet

dyp (m) /dato	06/06/96	27/06/96	23/07/96	20/08/96	04/09/96	26/09/96
0,5	1,106	1,156	1,151	0,972	1,162	1,165
1,5	1,113	1,130	1,176	0,982	1,160	1,174
2,5	1,112	1,140	1,179	0,991	1,138	1,154
4	1,117	1,132	1,168	1,115	1,144	1,169
6	1,108	1,146	1,142	1,305	1,267	1,168
7	1,120	1,141	1,132	1,013	1,260	1,172

Kolbotnvannet		
Dato	Siktedyp	Farge
23/03/94	Islagt	
10/05/94	1.5	Brunlig gul
09/06/94	2.3	Gul
14/07/94	1.5	Grønlig gul
04/08/94	1.4	Grønn
Median	1.7	
Middel	1.5	

Kvantitative planteplankton analyser: K o l b o t n v a t n

Dato =>	960606	960627	960723	960820	960904	960926
Gruppe	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum
Arter						
Cyanophyceae (blågrønner)						
Achnanthes sp.	.	.	1.5	3.6	0.4	.
Anabaena flos-aquae	.	4.2	1295.3	1577.8	1646.7	940.5
Anabaena solitaria f. planctonica	5.4	56.3	2095.1	3160.4	692.4	53.3
Aphanizomenon flos-aquae	.	.	.	5.6	.	.
Aphanizomenon gracile	.	.	.	5.3	45.7	8.0
Aphanothece sp.	.	.	6.4	.	.	.
Microcystis aeruginosa	.	.	.	12.1	128.6	42.9
Microcystis marginata	.	.	.	.	2.4	10.8
Planktothrix agardhii	117.3	19.2	32.0	118.9	182.9	403.5
Snowella lacustris	.	.	.	4.0	.	.
Sum	122.6	79.7	3430.3	4887.6	2699.2	1458.8
Chlorophyceae (grønner)						
Ankistrodesmus falcatus	.	.	.	.	0.3	.
Botryococcus braunii	.	.	.	.	1.4	0.7
Carteria sp.	.	8.0	1916.0	.	6.0	15.9
Carteria sp. (l=6-7)	.	.	.	1.4	.	.
Chlamydomonas sp. (l=10)	.	.	.	.	11.1	9.8
Chlamydomonas sp. (l=12)	12.7	15.9	.	.	.	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	.	.	55.1	2.1	1.3	.
Closterium limneticum	27.2	1.6	.	.	.	.
Coelastrum asterioideum	.	.	6.4	.	.	.
Coelastrum microporum	.	.	.	1.0	1.0	9.8
Coelastrum reticulatum	.	.	.	4.0	8.0	16.9
Cosmarium sp.	.	.	2.0	.	.	.
Cosmarium subcostatum	.	1.0	1.5	.	.	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	1.9	2.9	5.1	.	0.4	0.8
Gyromitus cordiformis	.	.	.	1.4	1.2	6.6
Monoraphidium minutum	24.8	142.8	24.1	4.7	12.9	9.3
Mougeotia sp.	.	1.8	.	.	.	.
Oocystis parva	.	1.1	1.6	14.0	4.6	3.7
Pediastrum duplex	2.0	2.0	18.0	.	2.0	.
Scenedesmus arcuatus	.	.	.	2.1	.	0.5
Scenedesmus armatus	0.9	.	.	0.8	1.6	.
Scenedesmus ecornis	.	23.2	74.2	22.3	51.9	36.8
Scenedesmus sp. (Sc.bicellularis ?)	237.2	168.0	15.9	16.2	84.9	67.7
Selenastrum capricornutum	28.4	.	0.8	.	.	0.6
Staurastrum chaetoceras	.	0.5	.	.	.	.
Staurastrum paradoxum	.	7.7	.	.	.	.
Staurastrum paradoxum v. parvum	.	.	76.3	10.6	2.7	.
Staurastrum planktonicum	.	.	.	3.2	1.5	.
Staurastrum tetracerum	.	.	4.0	112.1	45.1	26.5
Staurodesmus triangularis	.	.	.	.	.	0.5
Tetraedron minimum	2.0	29.3	15.9	24.5	56.0	40.4
Treubaria triappendiculata	.	.	2.1	.	.	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	.	10.7	0.2	.	3.2	2.0
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	.	.	.	3.4	7.2
Sum	337.1	416.4	2219.1	220.2	300.5	262.2
Chrysophyceae (gullalger)						
Chrysochromulina parva	5.8	137.3	31.5	13.0	22.9	0.7
Craspedomonader	0.5	3.2	.	4.8	0.4	9.9
Dinobryon divergens	.	0.4	.	.	.	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	1.7	2.3	2.6	0.6	0.6	2.7
Små chrysomonader (<7)	8.3	9.3	14.5	5.2	4.8	21.7
Store chrysomonader (>7)	8.6	31.0	17.2	12.1	3.4	24.1
Ubest.chrysophyceae	0.1	.	.	.	.	.
Sum	25.1	183.5	65.8	35.6	32.2	59.2
Bacillariophyceae (kiselalger)						
Asterionella formosa	1988.0	0.3	.	.	.	.
Aulacoseira ambigua	.	.	.	1.4	.	.
Cyclotella comta v. oligactis	.	2.1	.	.	.	.
Diatoma tenuis	135.5	.	2.4	.	.	.
Fragilaria crotonensis	314.8	10.3	13.2	3.3	4.4	2.2
Fragilaria sp. (l=40-70)	17.9	0.7	305.3	3.2	.	.
Fragilaria ulna (morfotyp "angustissima")	196.0	19.5	291.5	42.0	77.5	251.8
Nitzschia sp. (l=40-50)	7.4	1.9	11.1	.	.	.
Stephanodiscus hantzschii v. pusillus	6.9	.	.	.	1.7	1.7
Stephanodiscus hantzschii	23.2	.	14.6	.	.	.
Sum	2689.8	34.9	638.1	49.9	83.6	255.7
Cryptophyceae						
Cryptomonas curvata	.	1.0	.	.	.	.
Cryptomonas erosa	25.4	115.8	27.0	45.3	42.8	17.0
Cryptomonas erosa v. reflexa (Cr.ref.?)	26.5	75.8	198.2	6.9	.	27.6
Cryptomonas marssonii	6.4	8.0	.	.	.	3.2
Cryptomonas sp. (l=15-18)	9.5	.	.	.	.	.
Cryptomonas spp. (l=24-28)	26.5	26.5	10.6	.	3.2	.
Cyathomonas truncata	0.7	.	1.4	2.1	0.7	1.4
Katablepharis ovalis	19.6	343.0	28.6	1.4	11.1	39.8
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanktica)	25.2	453.2	136.4	58.5	87.2	112.3
Ubest.cryptomonade (Chromonas sp.?)	.	.	.	.	1.7	9.3
Sum	139.8	1023.2	402.3	114.3	146.7	210.5
Dinophyceae (fureflagellater)						
Ceratium hirundinella	.	.	18.0	48.0	96.0	324.0
Gymnodinium cf. lacustre	.	2.8	4.2	.	3.2	.
Gymnodinium helveticum	19.2	.	.	.	.	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	.	.	.	3.2	.
Peridinium aciculiferum	.	1.6	2.4	.	.	.
Peridinium cinctum	.	42.0	8.0	91.0	70.0	35.0
Peridinium palatinum	.	.	.	36.0	58.8	9.0
Peridinium sp. (l=15-17)	.	8.7	26.2	.	.	.
Peridinium willei	.	.	8.0	.	.	.
Sum	19.2	55.1	66.9	175.0	231.2	368.0
Euglenophyceae						
Trachelomonas volvocina	.	0.8	.	15.5	8.7	.
My-alger						
My-alger	19.4	8.1	11.9	14.8	21.4	12.5
Total sum (nm³/m³ = mg våtvekt/m³)	3353.0	1801.5	6834.3	5512.9	3523.5	2626.8

Greverudbekken, vannføring m³/sek.

VM.NR.: KODE : ÅR : 1996, Datakilde: NIVA Reg.Dato:

Dato	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1	0.016	0.002	0.002	0.004	0.108	0.081	0.005	0.001	0.013	0.098	0.390	0.140
2	0.016	0.002	0.002	0.004	0.098	0.060	0.007	0.001	0.009	0.060	0.310	0.060
3	0.016	0.002	0.002	0.016	0.140	0.047	0.011	0.001	0.007	0.036	0.215	0.041
4	0.016	0.002	0.002	0.052	0.275	0.036	0.011	0.001	0.005	0.117	0.230	0.098
5	0.016	0.002	0.002	0.081	0.260	0.041	0.016	0.001	0.004	0.200	0.720	0.990
6	0.016	0.002	0.002	0.140	0.630	0.036	0.052	0.001	0.003	0.215	0.780	0.760
7	0.016	0.002	0.002	0.230	0.470	0.036	0.047	0.001	0.003	0.150	0.550	0.350
8	0.016	0.002	0.002	0.245	0.245	0.032	0.032	0.003	0.002	0.098	0.310	0.245
9	0.016	0.002	0.002	0.330	0.150	0.027	0.036	0.004	0.002	0.073	0.200	0.245
10	0.016	0.002	0.002	0.260	0.108	0.020	0.023	0.001	0.002	0.041	0.140	0.230
11	0.016	0.002	0.002	0.150	0.090	0.016	0.016	0.001	0.004	0.027	0.108	0.185
12	0.016	0.002	0.002	0.125	0.073	0.016	0.011	0.001	0.011	0.032	0.090	0.150
13	0.016	0.002	0.002	0.117	0.060	0.108	0.007	0.001	0.032	0.036	0.073	0.117
14	0.016	0.002	0.002	0.117	0.060	0.060	0.004	0.001	0.027	0.036	0.060	0.150
15	0.004	0.002	0.002	0.117	0.200	0.036	0.004	0.001	0.016	0.027	0.060	0.150
16	0.004	0.002	0.002	0.150	0.160	0.023	0.004	0.001	0.011	0.027	0.108	0.107
17	0.004	0.002	0.002	0.150	0.117	0.020	0.004	0.001	0.009	0.450	0.175	0.081
18	0.004	0.002	0.002	0.160	0.090	0.047	0.004	0.001	0.007	0.550	0.330	0.081
19	0.004	0.002	0.002	0.160	0.098	0.036	0.003	0.001	0.007	0.310	0.300	0.081
20	0.004	0.002	0.002	0.160	0.098	0.027	0.003	0.001	0.007	0.230	0.230	0.081
21	0.002	0.002	0.002	0.160	0.090	0.020	0.003	0.001	0.005	0.175	0.175	0.073
22	0.002	0.002	0.002	0.160	0.060	0.016	0.003	0.001	0.005	0.125	0.160	0.073
23	0.002	0.002	0.002	0.160	0.041	0.016	0.003	0.001	0.004	0.098	0.140	0.073
24	0.002	0.002	0.002	0.160	0.027	0.011	0.002	0.007	0.004	0.081	0.108	0.073
25	0.002	0.002	0.002	0.160	0.041	0.007	0.002	0.011	0.004	0.066	0.090	0.073
26	0.002	0.002	0.004	0.150	0.041	0.007	0.001	0.011	0.004	0.073	0.081	0.066
27	0.002	0.002	0.004	0.125	0.060	0.007	0.001	0.009	0.013	0.117	0.073	0.066
28	0.002	0.002	0.004	0.125	0.125	0.007	0.001	0.007	0.081	0.475	0.117	0.066
29	0.002	0.002	0.004	0.117	0.090	0.009	0.001	0.011	0.160	0.550	0.140	0.066
30	0.002		0.004	0.108	0.090	0.005	0.001	0.016	0.120	0.600	0.140	0.060
31	0.002		0.004		0.073		0.001	0.016		0.310		0.060
Max. :	0.016	0.002	0.004	0.330	0.630	0.108	0.052	0.016	0.160	0.600	0.780	0.990
Min. :	0.002	0.002	0.002	0.004	0.027	0.005	0.001	0.001	0.002	0.027	0.060	0.041
Sum :	0.270	0.058	0.074	4.193	4.268	0.910	0.319	0.116	0.581	5.483	6.603	5.091
Middel:	0.009	0.002	0.002	0.140	0.138	0.030	0.010	0.004	0.019	0.177	0.220	0.164
Median:	0.004	0.002	0.002	0.150	0.098	0.025	0.004	0.001	0.007	0.098	0.150	0.081
Volum:	23328	5011	6394	362275	368755	78624	27562	10022	50198	473731	570499	439862

Årsum: 27.966 Maks. Vannføring: 0.990
 Årsmiddel: 0.075 Min. Vannføring: 0.001
 Årsvolum: 2416262

Kantorbekken, vannføring m³/sek.

VM.NR.: KODE : ÅR : 1996, Datakilde: NIVA Reg.Dato:

Dato	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1	0.040	0.026	0.016	0.045	0.093	0.100	0.022	0.016	0.045	0.011	0.100	0.050
2	0.040	0.026	0.013	0.056	0.093	0.085	0.026	0.013	0.045	0.011	0.100	0.045
3	0.040	0.019	0.013	0.070	0.140	0.070	0.040	0.013	0.045	0.011	0.093	0.026
4	0.040	0.019	0.037	0.077	0.175	0.070	0.045	0.013	0.045	0.011	0.070	0.040
5	0.040	0.019	0.037	0.093	0.190	0.077	0.070	0.013	0.037	0.019	0.070	0.045
6	0.040	0.016	0.037	0.120	0.230	0.070	0.085	0.013	0.026	0.165	0.130	0.022
7	0.037	0.016	0.037	0.140	0.230	0.077	0.077	0.013	0.019	0.130	0.140	0.019
8	0.037	0.016	0.037	0.140	0.175	0.063	0.077	0.016	0.019	0.110	0.130	0.019
9	0.040	0.013	0.037	0.130	0.120	0.063	0.070	0.045	0.019	0.085	0.100	0.016
10	0.040	0.013	0.037	0.110	0.100	0.056	0.056	0.037	0.019	0.040	0.093	0.016
11	0.045	0.013	0.037	0.093	0.085	0.056	0.045	0.037	0.022	0.011	0.077	0.016
12	0.056	0.011	0.037	0.085	0.077	0.077	0.030	0.030	0.037	0.013	0.063	0.016
13	0.056	0.011	0.030	0.077	0.070	0.130	0.030	0.030	0.045	0.016	0.050	0.022
14	0.070	0.011	0.030	0.077	0.100	0.130	0.030	0.022	0.050	0.013	0.050	0.022
15	0.070	0.011	0.030	0.070	0.165	0.093	0.022	0.013	0.050	0.013	0.050	0.026
16	0.070	0.011	0.030	0.070	0.130	0.077	0.019	0.009	0.050	0.013	0.056	0.026
17	0.063	0.011	0.030	0.070	0.100	0.070	0.016	0.004	0.040	0.070	0.050	0.030
18	0.056	0.011	0.030	0.070	0.093	0.070	0.013	0.002	0.030	0.270	0.063	0.030
19	0.056	0.009	0.030	0.070	0.100	0.056	0.011	0.001	0.022	0.200	0.085	0.030
20	0.056	0.009	0.030	0.070	0.100	0.045	0.011	0.007	0.016	0.175	0.110	0.030
21	0.045	0.009	0.037	0.070	0.077	0.037	0.011	0.007	0.011	0.100	0.110	0.030
22	0.045	0.009	0.037	0.070	0.063	0.037	0.011	0.011	0.007	0.093	0.110	0.030
23	0.045	0.009	0.037	0.085	0.063	0.030	0.011	0.007	0.005	0.070	0.085	0.030
24	0.045	0.009	0.037	0.093	0.063	0.026	0.011	0.019	0.005	0.056	0.085	0.030
25	0.045	0.009	0.040	0.100	0.056	0.022	0.011	0.045	0.005	0.050	0.085	0.030
26	0.045	0.009	0.040	0.100	0.056	0.022	0.011	0.045	0.005	0.056	0.070	0.030
27	0.045	0.007	0.037	0.100	0.077	0.022	0.016	0.045	0.007	0.077	0.063	0.030
28	0.045	0.022	0.040	0.100	0.077	0.022	0.013	0.040	0.011	0.093	0.056	0.030
29	0.037	0.019	0.040	0.093	0.077	0.022	0.013	0.037	0.011	0.110	0.050	0.030
30	0.030		0.040	0.093	0.077	0.022	0.013	0.045	0.011	0.093	0.050	0.030
31	0.030		0.037		0.077		0.019	0.045		0.100		0.030
Max. :	0.070	0.026	0.040	0.140	0.230	0.130	0.085	0.045	0.050	0.270	0.140	0.050
Min. :	0.030	0.007	0.013	0.045	0.056	0.022	0.011	0.001	0.005	0.011	0.050	0.016
Sum :	1.449	0.393	1.037	2.637	3.329	1.797	0.935	0.693	0.759	2.285	2.444	0.876
Middel:	0.047	0.014	0.033	0.088	0.107	0.060	0.030	0.022	0.025	0.074	0.081	0.028
Median:	0.045	0.011	0.037	0.085	0.093	0.063	0.019	0.016	0.021	0.070	0.081	0.030
Volum:	125194	33955	89597	227837	287626	155261	80784	59875	65578	197424	211162	75686

Årsum: 18.634 Maks. Vannføring: 0.270
 Årsmiddel: 0.050 Min. Vannføring: 0.001
 Årsvolum: 1609978

Tussebekken, vannføring m³/sek.

VM.NR.: KODE : ÅR : 1996, Datakilde: NIVA Reg.Dato:

Dato	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1	0.008	0.009	0.008	0.022	0.220	0.200	0.035	0.008	0.044	0.245	0.660	0.096
2	0.008	0.009	0.008	0.022	0.210	0.185	0.039	0.006	0.039	0.165	0.640	0.089
3	0.008	0.009	0.008	0.028	0.285	0.155	0.048	0.006	0.035	0.110	0.490	0.089
4	0.008	0.009	0.008	0.044	0.480	0.135	0.053	0.006	0.031	0.145	0.435	0.200
5	0.008	0.009	0.008	0.053	0.500	0.135	0.120	0.005	0.028	0.260	0.930	0.560
6	0.008	0.008	0.008	0.076	0.960	0.135	0.200	0.005	0.025	0.360	1.350	0.465
7	0.009	0.008	0.008	0.135	0.680	0.135	0.155	0.005	0.021	0.260	1.110	0.230
8	0.009	0.008	0.008	0.210	0.430	0.127	0.120	0.006	0.018	0.185	0.830	0.465
9	0.009	0.008	0.008	0.185	0.300	0.110	0.096	0.014	0.016	0.127	0.570	0.430
10	0.009	0.005	0.008	0.230	0.230	0.096	0.076	0.014	0.014	0.110	0.400	0.430
11	0.011	0.005	0.008	0.175	0.185	0.082	0.059	0.014	0.014	0.089	0.285	0.360
12	0.011	0.005	0.008	0.135	0.165	0.076	0.048	0.014	0.021	0.076	0.230	0.300
13	0.011	0.008	0.008	0.127	0.155	0.165	0.039	0.011	0.035	0.082	0.200	0.145
14	0.014	0.008	0.008	0.145	0.155	0.185	0.035	0.009	0.053	0.082	0.165	0.185
15	0.014	0.008	0.008	0.165	0.315	0.145	0.028	0.009	0.059	0.076	0.155	0.145
16	0.011	0.008	0.008	0.200	0.330	0.110	0.025	0.008	0.053	0.070	0.200	0.110
17	0.011	0.008	0.008	0.210	0.260	0.089	0.022	0.008	0.048	0.300	0.300	0.096
18	0.011	0.008	0.008	0.220	0.200	0.089	0.019	0.006	0.053	0.850	0.510	0.082
19	0.009	0.008	0.008	0.345	0.185	0.096	0.019	0.006	0.044	0.520	0.520	0.145
20	0.009	0.008	0.008	0.345	0.200	0.082	0.019	0.009	0.035	0.410	0.410	0.127
21	0.009	0.008	0.008	0.300	0.175	0.076	0.016	0.011	0.031	0.360	0.315	0.076
22	0.009	0.008	0.008	0.285	0.145	0.070	0.016	0.014	0.028	0.285	0.285	0.076
23	0.009	0.008	0.008	0.300	0.127	0.059	0.014	0.014	0.028	0.230	0.245	0.076
24	0.009	0.008	0.008	0.245	0.110	0.048	0.014	0.028	0.014	0.200	0.210	0.070
25	0.009	0.008	0.008	0.260	0.110	0.044	0.014	0.053	0.011	0.165	0.185	0.076
26	0.009	0.008	0.008	0.260	0.105	0.039	0.014	0.053	0.011	0.155	0.165	0.076
27	0.009	0.008	0.019	0.260	0.110	0.035	0.012	0.044	0.016	0.300	0.145	0.076
28	0.009	0.008	0.035	0.260	0.245	0.035	0.012	0.035	0.076	0.700	0.127	0.070
29	0.009	0.008	0.028	0.260	0.230	0.031	0.009	0.031	0.185	0.890	0.110	0.070
30	0.009		0.025	0.220	0.230	0.031	0.008	0.035	0.340	1.140	0.105	0.070
31	0.009		0.022		0.210		0.008	0.044		0.850		0.070
Max. :	0.014	0.009	0.035	0.345	0.960	0.200	0.200	0.053	0.340	1.140	1.350	0.560
Min. :	0.008	0.005	0.008	0.022	0.105	0.031	0.008	0.005	0.011	0.070	0.105	0.070
Sum :	0.295	0.228	0.337	5.722	8.242	3.000	1.392	0.531	1.426	9.797	12.282	5.555
Middel:	0.010	0.008	0.011	0.191	0.266	0.100	0.045	0.017	0.048	0.316	0.409	0.179
Median:	0.009	0.008	0.008	0.210	0.210	0.093	0.025	0.011	0.031	0.230	0.293	0.096
Volum:	25488	19699	29117	494381	712109	259200	120269	45876	123206	846461	1061165	479952

Årsum: 48.807 Maks. Vannføring: 1.350
 Årsmiddel: 0.131 Min. Vannføring: 0.005
 Årsvolum: 4216925

Dalsbekken, vannføring m³/sek.

VM.NR.: KODE : ÅR : 1996, Datakilde: NIVA Reg.Dato:

Dato	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1	0.160	0.110	0.072	0.072	0.370	0.320	0.160	0.041	0.018	0.200	0.850	0.800
2	0.160	0.110	0.072	0.072	0.370	0.300	0.170	0.041	0.015	0.150	0.850	0.700
3	0.160	0.110	0.072	0.072	0.400	0.300	0.170	0.036	0.012	0.096	0.750	0.650
4	0.160	0.110	0.072	0.072	0.445	0.290	0.180	0.036	0.010	0.130	0.800	0.800
5	0.160	0.110	0.072	0.072	0.620	0.290	0.275	0.031	0.008	0.215	1.275	1.950
6	0.160	0.110	0.072	0.072	0.650	0.290	0.260	0.031	0.007	0.300	1.275	1.500
7	0.160	0.110	0.072	0.072	0.500	0.290	0.220	0.051	0.007	0.240	1.225	1.275
8	0.160	0.110	0.072	0.072	0.465	0.275	0.190	0.071	0.007	0.215	0.950	1.150
9	0.160	0.110	0.072	0.072	0.425	0.275	0.160	0.051	0.007	0.180	0.850	1.025
10	0.160	0.110	0.072	0.072	0.400	0.260	0.150	0.041	0.005	0.150	0.800	0.850
11	0.160	0.110	0.072	0.072	0.390	0.245	0.140	0.036	0.007	0.120	0.700	0.850
12	0.160	0.072	0.072	0.072	0.370	0.260	0.130	0.031	0.021	0.120	0.650	0.750
13	0.160	0.072	0.072	0.078	0.370	0.320	0.120	0.031	0.039	0.130	0.610	0.700
14	0.160	0.072	0.072	0.085	0.370	0.275	0.120	0.031	0.025	0.130	0.570	0.700
15	0.130	0.072	0.072	0.180	0.445	0.260	0.110	0.031	0.018	0.130	0.530	0.700
16	0.130	0.072	0.072	0.335	0.400	0.245	0.110	0.031	0.015	0.130	0.610	0.650
17	0.130	0.072	0.072	0.370	0.370	0.230	0.100	0.028	0.012	0.420	0.700	0.610
18	0.130	0.072	0.072	0.370	0.350	0.245	0.086	0.024	0.012	0.700	1.100	0.610
19	0.130	0.072	0.072	0.370	0.335	0.230	0.071	0.004	0.010	0.530	1.275	0.610
20	0.130	0.072	0.072	0.370	0.335	0.205	0.064	0.004	0.008	0.455	1.225	0.610
21	0.130	0.072	0.072	0.370	0.335	0.220	0.064	0.004	0.008	0.420	1.150	0.610
22	0.130	0.072	0.072	0.370	0.335	0.205	0.057	0.004	0.008	0.420	1.150	0.610
23	0.130	0.072	0.072	0.370	0.320	0.180	0.057	0.004	0.010	0.390	1.100	0.610
24	0.130	0.072	0.072	0.370	0.320	0.160	0.051	0.015	0.010	0.360	1.025	0.610
25	0.130	0.072	0.072	0.370	0.320	0.150	0.051	0.029	0.010	0.360	0.950	0.610
26	0.130	0.072	0.072	0.370	0.300	0.150	0.051	0.018	0.010	0.360	0.856	0.610
27	0.130	0.072	0.072	0.370	0.300	0.150	0.046	0.015	0.021	0.490	0.856	0.610
28	0.130	0.072	0.072	0.370	0.300	0.150	0.046	0.010	0.180	0.800	0.856	0.610
29	0.130	0.072	0.072	0.370	0.290	0.150	0.046	0.012	0.180	0.950	0.856	0.610
30	0.130		0.072	0.370	0.290	0.140	0.041	0.029	0.280	1.100	0.856	0.610
31	0.130		0.072		0.300		0.041	0.029		0.800		0.610
Max. :	0.160	0.110	0.072	0.370	0.650	0.320	0.275	0.071	0.280	1.100	1.275	1.950
Min. :	0.130	0.072	0.072	0.072	0.290	0.140	0.041	0.004	0.005	0.096	0.530	0.610
Sum :	4.450	2.506	2.232	6.722	11.790	7.060	3.537	0.850	0.980	11.191	27.250	24.200
Middel:	0.144	0.086	0.072	0.224	0.380	0.235	0.114	0.027	0.033	0.361	0.908	0.781
Median:	0.130	0.072	0.072	0.258	0.370	0.245	0.110	0.031	0.010	0.300	0.856	0.650
Volum:	384480	216518	192845	580781	1018656	609984	305597	73440	84672	966902	2354400	2090880

Årssum: 102.768 Maks. Vannføring: 1.950
 Årsmiddel: 0.276 Min. Vannføring: 0.004
 Årsvolum: 8879155

Faaleslora, vannføring m³/sek.

VM.NR.: KODE : ÅR : 1996, Datakilde: NIVA Reg.Dato:

Dato	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1	0.012	0.012	0.012	0.018	0.115	0.050	0.018	0.004	0.023	0.089	0.303	0.044
2	0.012	0.012	0.012	0.018	0.098	0.038	0.027	0.004	0.018	0.062	0.213	0.044
3	0.012	0.012	0.012	0.027	0.170	0.033	0.023	0.004	0.014	0.033	0.160	0.044
4	0.012	0.012	0.012	0.027	0.185	0.033	0.044	0.004	0.014	0.145	0.195	0.210
5	0.012	0.012	0.012	0.027	0.240	0.033	0.105	0.004	0.010	0.230	0.525	0.620
6	0.012	0.012	0.012	0.033	0.410	0.038	0.082	0.004	0.010	0.180	0.400	0.310
7	0.012	0.012	0.012	0.033	0.210	0.033	0.050	0.010	0.010	0.120	0.293	0.195
8	0.012	0.012	0.012	0.038	0.170	0.027	0.038	0.033	0.010	0.082	0.180	0.225
9	0.012	0.012	0.012	0.038	0.125	0.027	0.023	0.010	0.010	0.070	0.135	0.230
10	0.012	0.012	0.012	0.044	0.103	0.023	0.018	0.006	0.010	0.049	0.103	0.185
11	0.012	0.012	0.012	0.044	0.098	0.018	0.014	0.006	0.023	0.038	0.082	0.143
12	0.012	0.012	0.012	0.050	0.082	0.044	0.010	0.006	0.028	0.044	0.069	0.125
13	0.012	0.012	0.012	0.050	0.075	0.120	0.010	0.006	0.089	0.044	0.062	0.098
14	0.012	0.012	0.012	0.056	0.089	0.050	0.010	0.006	0.033	0.038	0.050	0.075
15	0.012	0.012	0.012	0.056	0.260	0.033	0.010	0.006	0.023	0.038	0.089	0.082
16	0.012	0.012	0.012	0.062	0.180	0.027	0.010	0.004	0.018	0.033	0.160	0.098
17	0.012	0.012	0.012	0.098	0.135	0.023	0.006	0.004	0.018	0.480	0.204	0.103
18	0.012	0.012	0.012	0.103	0.103	0.082	0.006	0.004	0.014	0.325	0.303	0.103
19	0.012	0.012	0.012	0.098	0.135	0.038	0.006	0.004	0.014	0.204	0.233	0.103
20	0.012	0.012	0.012	0.103	0.125	0.027	0.006	0.006	0.014	0.213	0.180	0.103
21	0.012	0.012	0.012	0.098	0.098	0.050	0.006	0.006	0.014	0.160	0.250	0.103
22	0.012	0.012	0.012	0.098	0.075	0.062	0.006	0.006	0.006	0.135	0.150	0.103
23	0.012	0.012	0.012	0.098	0.069	0.044	0.006	0.006	0.006	0.095	0.120	0.103
24	0.012	0.012	0.012	0.098	0.062	0.027	0.006	0.062	0.006	0.098	0.098	0.095
25	0.012	0.012	0.012	0.098	0.062	0.023	0.006	0.023	0.006	0.082	0.082	0.095
26	0.012	0.012	0.012	0.110	0.050	0.018	0.006	0.018	0.006	0.103	0.070	0.095
27	0.012	0.012	0.015	0.119	0.044	0.018	0.006	0.014	0.044	0.233	0.070	0.095
28	0.012	0.012	0.015	0.110	0.038	0.027	0.006	0.015	0.204	0.380	0.062	0.119
29	0.012	0.012	0.015	0.103	0.050	0.018	0.006	0.038	0.185	0.410	0.062	0.119
30	0.012		0.015	0.110	0.044	0.014	0.004	0.038	0.160	0.325	0.049	0.119
31	0.012		0.015		0.050		0.004	0.044		0.178		0.119
Max. :	0.012	0.012	0.015	0.119	0.410	0.120	0.105	0.062	0.204	0.480	0.525	0.620
Min. :	0.012	0.012	0.012	0.018	0.038	0.014	0.004	0.004	0.006	0.033	0.049	0.044
Sum :	0.372	0.348	0.387	2.065	3.750	1.098	0.578	0.405	1.040	4.716	4.952	4.305
Middel:	0.012	0.012	0.012	0.069	0.121	0.037	0.019	0.013	0.035	0.152	0.165	0.139
Median:	0.012	0.012	0.012	0.059	0.098	0.033	0.010	0.006	0.014	0.103	0.143	0.103
Volum:	32141	30067	33437	178416	324000	94867	49939	34992	89856	407462	427853	371952

Årssum: 24.016 Maks. Vannføring: 0.620
 Årsmiddel: 0.065 Min. Vannføring: 0.004
 Årsvolum: 2074982

Gjersjøelva, vannføring m³/sek.

VM.NR.: KODE : ÅR : 1996, Datakilde: NIVA Reg.Dato:

Dato	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1	0.165	0.125	0.125	0.005	0.840	0.630	0.107	0.090	0.107	0.069	2.350	0.800
2	0.165	0.125	0.125	0.005	0.840	0.620	0.100	0.090	0.107	0.069	2.350	0.750
3	0.165	0.125	0.125	0.005	0.930	0.570	0.100	0.090	0.107	0.069	2.200	0.700
4	0.165	0.125	0.125	0.005	1.070	0.560	0.107	0.090	0.107	0.100	2.100	0.700
5	0.165	0.125	0.125	0.005	1.350	0.560	0.170	0.090	0.107	0.220	2.350	1.575
6	0.165	0.125	0.125	0.003	2.000	0.485	0.220	0.090	0.107	0.220	4.100	2.350
7	0.165	0.125	0.125	0.003	2.300	0.485	0.260	0.090	0.107	0.220	5.000	2.400
8	0.165	0.125	0.125	0.003	2.150	0.420	0.280	0.080	0.107	0.220	2.800	2.300
9	0.165	0.125	0.125	0.003	1.875	0.400	0.280	0.080	0.107	0.220	2.200	2.150
10	0.165	0.125	0.125	0.003	1.575	0.370	0.260	0.080	0.107	0.220	1.950	2.000
11	0.165	0.125	0.125	0.003	1.400	0.350	0.240	0.080	0.107	0.220	1.750	1.875
12	0.140	0.125	0.125	0.003	1.200	0.330	0.200	0.080	0.107	0.220	1.575	1.750
13	0.125	0.125	0.125	0.003	1.070	0.376	0.170	0.080	0.107	0.220	1.400	1.500
14	0.125	0.125	0.125	0.003	1.025	0.376	0.150	0.080	0.107	0.220	1.250	2.400
15	0.125	0.125	0.125	0.003	1.070	0.376	0.125	0.080	0.107	0.220	1.070	1.200
16	0.125	0.125	0.125	0.003	1.200	0.376	0.090	0.080	0.107	0.220	1.070	1.050
17	0.125	0.125	0.125	0.003	1.150	0.350	0.070	0.080	0.107	0.240	1.070	0.960
18	0.125	0.125	0.125	0.003	1.070	0.330	0.080	0.080	0.107	0.257	1.400	0.900
19	0.125	0.125	0.125	0.003	1.050	0.330	0.107	0.080	0.079	0.590	1.625	0.840
20	0.125	0.125	0.125	0.003	1.025	0.300	0.107	0.080	0.079	0.800	1.625	0.750
21	0.125	0.125	0.125	0.060	0.980	0.280	0.107	0.044	0.079	0.980	1.625	0.680
22	0.125	0.125	0.125	0.200	0.900	0.260	0.107	0.070	0.079	0.980	1.575	0.620
23	0.125	0.125	0.125	0.350	0.840	0.240	0.107	0.125	0.079	0.980	1.500	0.580
24	0.125	0.125	0.125	0.485	0.750	0.220	0.107	0.125	0.079	0.900	1.400	0.580
25	0.125	0.125	0.125	0.620	0.700	0.200	0.107	0.107	0.079	0.840	1.300	0.485
26	0.125	0.125	0.125	0.750	0.630	0.200	0.100	0.107	0.079	0.800	1.200	0.485
27	0.125	0.125	0.125	0.800	0.620	0.170	0.100	0.107	0.079	0.840	1.070	0.455
28	0.125	0.125	0.007	0.800	0.620	0.155	0.100	0.107	0.069	1.200	1.025	0.455
29	0.125	0.125	0.007	0.840	0.630	0.140	0.100	0.107	0.069	1.675	0.900	0.420
30	0.125		0.007	0.840	0.630	0.107	0.100	0.107	0.060	2.300	0.840	0.420
31	0.125		0.005		0.630		0.100	0.107		2.350		0.420
Max. :	0.165	0.125	0.125	0.840	2.300	0.630	0.280	0.125	0.107	2.350	5.000	2.400
Min. :	0.125	0.125	0.005	0.003	0.620	0.107	0.070	0.044	0.060	0.069	0.840	0.420
Sum :	4.330	3.625	3.401	5.815	34.120	10.566	4.358	2.783	2.835	18.679	53.670	34.550
Middel:	0.140	0.125	0.110	0.194	1.101	0.352	0.141	0.090	0.095	0.603	1.789	1.115
Median:	0.125	0.125	0.125	0.004	1.025	0.350	0.107	0.090	0.107	0.220	1.575	0.800
Volum:	374112	313200	293846	502416	2947968	912902	376531	240451	244944	1613866	4637088	2985120

Årsum: 178.732 Maks. Vannføring: 5.000
 Årsmiddel: 0.480 Min. Vannføring: 0.003
 Årsvolum: 15442445

St., År = Greverudbekken 1996

Dato	KOND mS/m	TOTP mg/m3	PO4PF mg/m3	TOTN mg/m3	NO3N mg/m3	STS mg/l	SGR mg/l
03/01/96	30.20	17.0	3.0	1600	1350	2.00	1.25
12/02/96	41.70	154.0	85.0	6800	1290	13.80	6.40
04/03/96	38.80	10.0	4.0	1600	1315	10.40	8.60
27/03/96	54.10	18.0	7.0	1500	1240	2.70	2.20
29/04/96	23.30	37.0	3.0	1700	1025	14.80	10.00
28/05/96	28.60	70.0	4.0	2000	1365	48.80	43.20
25/06/96	35.60	19.0	3.0	1300	855	3.78	2.33
17/07/96	39.40	24.0	8.0	1200	970	2.00	1.20
19/08/96	35.50	642.0	487.0	1400	1205	2.27	1.60
20/09/96	43.40	38.0	24.0	1000	770	2.13	1.60
21/10/96	29.20	28.0	3.0	1700	1305	11.80	8.60
19/11/96	24.40	32.0	4.0	1400	950	18.30	14.30
17/12/96	29.70	20.0	4.0	1400	1035	8.60	5.60
Min	23.30	10.0	3.0	1000	770	2.00	1.20
Max	54.10	642.0	487.0	6800	1365	48.80	43.20
Middel	34.92	85.3	49.2	1892.3	1128.8	10.88	8.22
Median	35.49	28.2	4.0	1501.6	1204.7	8.61	5.58
St.avvik	8.61	171.5	133.5	1495.8	203.1	12.74	11.29
Ant.obs	13	13	13	13	13	13	13

St., År = Kantorbekken 1996

Dato	KOND mS/m	TOTP mg/m3	PO4PF mg/m3	TOTN mg/m3	NO3N mg/m3	STS mg/l	SGR mg/l
03/01/96	26.70	72.0	50.0	1800	955	4.00	2.38
12/02/96	26.80	80.0	21.0	1400	930	27.40	22.60
04/03/96	26.70	31.0	17.0	1200	905	4.80	4.00
27/03/96	28.40	22.0	10.0	1200	900	1.30	0.50
29/04/96	21.20	32.0	1.0	1000	605	6.70	4.90
28/05/96	28.50	27.0	2.0	1300	800	6.10	3.30
25/06/96	27.50	59.0	34.0	1400	995	6.00	4.13
17/07/96	30.20	57.0	35.0	1400	1145	6.60	4.60
19/08/96	34.40	92.0	70.0	2400	2175	4.47	3.42
20/09/96	26.30	38.0	<1.0	900	485	4.80	1.40
21/10/96	25.80	37.0	22.0	1200	720	2.80	1.20
19/11/96	25.30	51.0	36.0	1400	905	3.00	2.00
17/12/96	18.80	49.0	38.0	1400	995	1.40	0.70
Min	18.80	22.0	<1.0	900	485	1.30	0.50
Max	34.40	92.0	70.0	2400	2175	27.40	22.60
Middel	26.66	49.8	<25.9	1384.6	962.7	6.11	4.24
Median	26.69	49.0	22.0	1399.5	905.0	4.80	3.29
St.avvik	3.81	21.6	~20.6	376.0	404.0	6.65	5.71
Ant.obs	13	13	13	13	13	13	13

St., År = Tussebekken 1996

Dato	KOND mS/m	TOTP mg/m3	PO4PF mg/m3	TOTN mg/m3	NO3N mg/m3	STS mg/l	SGR mg/l
03/01/96	18.60	14.0	6.0	1300	955	1.70	1.20
12/02/96	18.30	13.0	6.0	1300	985	0.73	0.53
04/03/96	23.10	14.0	6.0	1300	950	0.80	0.80
27/03/96	19.50	15.0	7.0	1300	940	1.00	0.70
29/04/96	14.00	36.0	5.0	1600	985	4.10	3.40
28/05/96	16.20	36.0	2.0	1600	990	6.60	4.00
25/06/96	15.10	19.0	5.0	1200	765	5.00	3.40
17/07/96	17.30	16.0	5.0	1100	830	2.00	1.40
19/08/96	20.80	13.0	4.0	800	535	2.44	2.00
20/09/96	17.80	12.0	5.0	1100	770	2.70	1.50
21/10/96	13.90	21.0	3.0	1400	980	6.25	4.38
19/11/96	12.20	20.0	6.0	1400	900	4.67	3.87
17/12/96	12.00	18.0	4.0	1300	950	5.20	4.00
Min	12.00	12.0	2.0	800	535	0.73	0.53
Max	23.10	36.0	7.0	1600	990	6.60	4.38
Middel	16.83	19.0	4.9	1284.6	887.3	3.32	2.40
Median	17.30	16.0	5.0	1300.2	950.2	2.70	2.00
St.avvik	3.33	8.1	1.4	211.5	132.2	2.08	1.46
Ant.obs	13	13	13	13	13	13	13

St., År = Dalsbekken 1996

Dato	KOND mS/m	TOTP mg/m ³	PO4PF mg/m ³	TOTN mg/m ³	NO3N mg/m ³	STS mg/l	SGR mg/l
03/01/96	23.90	45.0	17.0	1800	1205	4.00	2.60
12/02/96	28.60	60.0	23.0	2500	1725	11.60	10.20
04/03/96	27.80	44.0	20.0	1900	1365	3.70	3.20
27/03/96	28.80	44.0	21.0	2000	1430	3.00	1.80
29/04/96	19.00	51.0	5.0	3100	2690	16.60	14.40
28/05/96	19.20	33.0	2.0	1800	1400	7.10	5.40
25/06/96	20.60	57.0	24.0	1500	955	6.80	5.00
17/07/96	23.90	43.0	21.0	1400	975	3.40	2.20
19/08/96	30.10	39.0	18.0	1100	855	1.93	1.13
20/09/96	29.70	34.0	21.0	1500	1335	2.40	1.30
21/10/96	23.50	36.0	8.0	3800	3175	11.00	8.40
19/11/96	19.40	51.0	13.0	3700	3085	16.60	14.00
17/12/96	18.10	28.0	8.0	3000	2465	5.80	4.40
Min	18.10	28.0	2.0	1100	855	1.93	1.13
Max	30.10	60.0	24.0	3800	3175	16.60	14.40
Middel	24.05	43.5	15.5	2238.5	1743.1	7.23	5.69
Median	23.90	44.0	18.0	1899.8	1399.3	5.79	4.40
St.avvik	4.51	9.5	7.4	894.9	820.8	5.15	4.64
Ant.obs	13	13	13	13	13	13	13

St., År = Fåleslora 1996

Dato	KOND mS/m	TOTP mg/m ³	PO4PF mg/m ³	TOTN mg/m ³	NO3N mg/m ³	STS mg/l	SGR mg/l
03/01/96	47.30	17.0	3.0	4600	3990	3.40	2.50
12/02/96							
04/03/96	80.40	18.0	1.0	3400	2265	18.00	16.40
27/03/96	53.00	17.0	3.0	2800	2480	4.80	3.90
29/04/96	32.40	25.0	4.0	3900	3890	7.33	4.93
28/05/96	37.70	11.0	3.0	3800	3700	2.20	1.40
25/06/96	42.50	16.0	5.0	4900	4460	4.00	2.90
17/07/96	51.70	68.0	8.0	5800	5260	43.50	39.00
19/08/96	46.40	73.0	6.0	4700	4400	55.30	49.40
20/09/96	48.30	17.0	4.0	4600	4950	3.00	2.20
21/10/96	32.20	17.0	9.0	6100	5755	4.80	3.80
19/11/96	30.90	45.0	11.0	4700	4320	19.20	16.60
17/12/96	30.50	39.0	7.0	4200	3905	26.30	22.30
Min	30.50	11.0	1.0	2800	2265	2.20	1.40
Max	80.40	73.0	11.0	6100	5755	55.30	49.40
Middel	44.44	30.3	5.3	4458.3	4114.6	15.99	13.78
Median	44.46	17.5	4.5	4600.9	4154.0	6.05	4.41
St.avvik	14.04	21.3	2.9	930.7	1014.4	17.61	15.96
Ant.obs	12	12	12	12	12	12	12

St., År = Gjersjøelva 1996

Dato	KOND mS/m	TOTP mg/m ³	PO4PF mg/m ³	TOTN mg/m ³	NO3N mg/m ³	STS mg/l	SGR mg/l
03/01/96	19.50	8.0	3.0	1800	1550	0.58	0.05
12/02/96	19.30	9.0	2.0	1800	1535	0.47	<0.30
04/03/96	19.00	7.0	2.0	1900	1500	0.45	0.35
27/03/96	19.10	7.0	1.0	1800	1510	0.45	<0.20
29/04/96	17.80	10.0	<1.0	1500	1230	<0.80	<0.80
28/05/96	30.30	10.0	1.0	1800	1430	1.93	1.33
25/06/96	18.40	8.0	<1.0	1700	1300	1.80	0.40
17/07/96	19.30	8.0	1.0	1500	1175	0.50	<0.40
19/08/96	18.90	9.0	<1.0	1400	1085	1.05	0.42
20/09/96	19.00	10.0	<1.0	1400	1125	1.87	0.80
21/10/96	19.20	10.0	1.0	1500	1250	1.40	0.73
19/11/96	18.80	11.0	2.0	1700	1450	1.80	1.35
17/12/96	18.80	10.0	3.0	1700	1475	1.20	0.70
Min	17.80	7.0	<1.0	1400	1085	0.45	0.05
Max	30.30	11.0	3.0	1900	1550	1.93	1.35
Middel	19.80	9.0	<1.5	1653.8	1355.0	<1.10	<0.60
Median	19.01	9.0	1.0	1700.2	1429.8	1.05	0.42
St.avvik	3.19	1.3	0.8	171.3	166.4	0.60	0.40
Ant.obs	13	13	13	13	13	13	13

Greverudbekken
Stofftransport 1996

MÅNED	TOTP tonn	PO ₄ Pf tonn	TOTN tonn	NO ₃ N tonn	STS tonn	SGR tonn	Q-måned mil.m ³
1	0.000	0.000	0.037	0.031	0.046	0.029	0.023
2	0.001	0.000	0.034	0.006	0.069	0.032	0.005
3	0.000	0.000	0.018	0.015	0.063	0.052	0.012
4	0.013	0.001	0.615	0.371	5.358	3.620	0.362
5	0.026	0.001	0.738	0.504	18.007	15.941	0.369
6	0.002	0.000	0.103	0.068	0.299	0.184	0.079
7	0.001	0.000	0.034	0.027	0.056	0.034	0.028
8	0.006	0.005	0.014	0.012	0.023	0.016	0.010
9	0.002	0.001	0.050	0.039	0.107	0.080	0.050
10	0.013	0.001	0.806	0.619	5.593	4.076	0.474
11	0.018	0.002	0.798	0.542	10.431	8.151	0.570
12	0.009	0.002	0.616	0.455	3.784	2.464	0.440
SUM	0.091	0.015	3.863	2.688	43.835	34.679	2.422

VANNFØRINGSVEIDE MIDDELVERDIER:

$$C = S(Q * C) / SQ$$

MÅNED	TOTP mg/l	PO ₄ Pf mg/l	TOTN mg/l	NO ₃ N mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	Q-måned m ³ /S
1	0.017	0.003	1.600	1.350	2.000	1.250	0.009
2	0.154	0.085	6.800	1.290	13.800	6.400	0.002
3	0.015	0.006	1.533	1.265	5.267	4.333	0.005
4	0.037	0.003	1.700	1.025	14.800	10.000	0.138
5	0.070	0.004	2.000	1.365	48.800	43.200	0.140
6	0.019	0.003	1.300	0.855	3.780	2.330	0.030
7	0.024	0.008	1.200	0.970	2.000	1.200	0.011
8	0.642	0.487	1.400	1.205	2.270	1.600	0.004
9	0.038	0.024	1.000	0.770	2.130	1.600	0.019
10	0.028	0.003	1.700	1.305	11.800	8.600	0.180
11	0.032	0.004	1.400	0.950	18.300	14.300	0.217
12	0.020	0.004	1.400	1.035	8.600	5.600	0.168
ÅR	0.038	0.006	1.595	1.110	18.099	14.318	0.077

Kantorbekken
Stofftransport 1996

MÅNED	TOTP tonn	PO ₄ Pf tonn	TOTN tonn	NO ₃ N tonn	STS tonn	SGR tonn	Q-måned mil.m ³
1	0.009	0.006	0.225	0.119	0.500	0.298	0.125
2	0.003	0.001	0.048	0.032	0.932	0.768	0.034
3	0.005	0.002	0.216	0.162	0.549	0.405	0.180
4	0.007	0.000	0.228	0.138	1.528	1.117	0.228
5	0.008	0.001	0.374	0.230	1.757	0.950	0.288
6	0.009	0.005	0.217	0.154	0.930	0.640	0.155
7	0.005	0.003	0.113	0.093	0.535	0.373	0.081
8	0.006	0.004	0.144	0.131	0.268	0.205	0.060
9	0.003	0.000	0.059	0.032	0.317	0.092	0.066
10	0.007	0.004	0.236	0.142	0.552	0.236	0.197
11	0.011	0.008	0.295	0.191	0.633	0.422	0.211
12	0.004	0.003	0.106	0.076	0.106	0.053	0.076
SUM	0.075	0.037	2.263	1.500	8.606	5.560	1.701

VANNFØRINGSVEIDE MIDDELVERDIER:

$$C = S(Q \cdot C) / SQ$$

MÅNED	TOTP mg/l	PO ₄ Pf mg/l	TOTN mg/l	NO ₃ N mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	Q-måned m ³ /S
1	0.072	0.050	1.800	0.955	4.000	2.380	0.048
2	0.080	0.021	1.400	0.930	27.400	22.600	0.013
3	0.027	0.014	1.200	0.903	3.050	2.250	0.069
4	0.032	0.001	1.000	0.605	6.700	4.900	0.087
5	0.027	0.002	1.300	0.800	6.100	3.300	0.110
6	0.059	0.034	1.400	0.995	6.000	4.130	0.059
7	0.057	0.035	1.400	1.145	6.600	4.600	0.031
8	0.092	0.070	2.400	2.175	4.470	3.420	0.023
9	0.038	0.001	0.900	0.485	4.800	1.400	0.025
10	0.037	0.022	1.200	0.720	2.800	1.200	0.075
11	0.051	0.036	1.400	0.905	3.000	2.000	0.080
12	0.049	0.038	1.400	0.995	1.400	0.700	0.029
ÅR	0.044	0.022	1.330	0.882	5.059	3.269	0.054

Tussebekken
Stofftransport 1996

MÅNED	TOTP tonn	PO ₄ Pf tonn	TOTN tonn	NO ₃ N tonn	STS tonn	SGR tonn	Q-måned mil.m ³
1	0.000	0.000	0.033	0.024	0.043	0.030	0.025
2	0.000	0.000	0.026	0.020	0.015	0.011	0.020
3	0.001	0.000	0.075	0.055	0.055	0.042	0.058
4	0.018	0.002	0.790	0.487	2.025	1.680	0.494
5	0.026	0.001	1.139	0.705	4.699	2.848	0.712
6	0.005	0.001	0.311	0.198	1.295	0.881	0.259
7	0.002	0.001	0.132	0.100	0.240	0.168	0.120
8	0.001	0.000	0.037	0.025	0.112	0.092	0.046
9	0.001	0.001	0.135	0.095	0.332	0.185	0.123
10	0.018	0.003	1.184	0.829	5.288	3.705	0.846
11	0.021	0.006	1.485	0.955	4.955	4.106	1.061
12	0.009	0.002	0.624	0.456	2.496	1.920	0.480
SUM	0.101	0.018	5.972	3.947	21.554	15.667	4.244

VANNFØRINGSVEIDE MIDDELVERDIER:

$$C = S(Q * C) / SQ$$

MÅNED	TOTP mg/l	PO ₄ Pf mg/l	TOTN mg/l	NO ₃ N mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	Q-måned m ³ /S
1	0.014	0.006	1.300	0.955	1.700	1.200	0.010
2	0.013	0.006	1.300	0.985	0.730	0.530	0.008
3	0.015	0.007	1.300	0.943	0.941	0.730	0.022
4	0.036	0.005	1.600	0.985	4.100	3.400	0.188
5	0.036	0.002	1.600	0.990	6.600	4.000	0.271
6	0.019	0.005	1.200	0.765	5.000	3.400	0.099
7	0.016	0.005	1.100	0.830	2.000	1.400	0.046
8	0.013	0.004	0.800	0.535	2.440	2.000	0.018
9	0.012	0.005	1.100	0.770	2.700	1.500	0.047
10	0.021	0.003	1.400	0.980	6.250	4.380	0.322
11	0.020	0.006	1.400	0.900	4.670	3.870	0.404
12	0.018	0.004	1.300	0.950	5.200	4.000	0.183
ÅR	0.024	0.004	1.407	0.930	5.079	3.692	0.135

Dalsbekken
Stofftransport 1996

MÅNED	TOTP tonn	PO ₄ Pf tonn	TOTN tonn	NO ₃ N tonn	STS tonn	SGR tonn	Q-måned mil.m ³
1	0.017	0.007	0.691	0.463	1.536	0.998	0.384
2	0.013	0.005	0.542	0.374	2.517	2.213	0.217
3	0.017	0.008	0.753	0.539	1.293	0.965	0.386
4	0.030	0.003	1.801	1.563	9.645	8.366	0.581
5	0.034	0.002	1.834	1.427	7.235	5.503	1.019
6	0.035	0.015	0.915	0.583	4.148	3.050	0.610
7	0.013	0.006	0.428	0.298	1.040	0.673	0.306
8	0.003	0.001	0.080	0.062	0.141	0.082	0.073
9	0.003	0.002	0.128	0.113	0.204	0.111	0.085
10	0.035	0.008	3.675	3.070	10.637	8.123	0.967
11	0.120	0.031	8.710	7.262	39.076	32.956	2.354
12	0.059	0.017	6.273	5.154	12.128	9.200	2.091
SUM	0.378	0.104	25.830	20.909	89.600	72.241	9.073

VANNFØRINGSVEIDE MIDDELVERDIER: $C = S(Q \cdot C)/SQ$

MÅNED	TOTP mg/l	PO ₄ Pf mg/l	TOTN mg/l	NO ₃ N mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	Q-måned m ³ /S
1	0.045	0.017	1.800	1.205	4.000	2.600	0.146
2	0.060	0.023	2.500	1.725	11.600	10.200	0.083
3	0.044	0.021	1.950	1.398	3.350	2.500	0.147
4	0.051	0.005	3.100	2.690	16.600	14.400	0.221
5	0.033	0.002	1.800	1.400	7.100	5.400	0.388
6	0.057	0.024	1.500	0.955	6.800	5.000	0.232
7	0.043	0.021	1.400	0.975	3.400	2.200	0.117
8	0.039	0.018	1.100	0.855	1.930	1.130	0.028
9	0.034	0.021	1.500	1.335	2.400	1.300	0.032
10	0.036	0.008	3.800	3.175	11.000	8.400	0.368
11	0.051	0.013	3.700	3.085	16.600	14.000	0.896
12	0.028	0.008	3.000	2.465	5.800	4.400	0.796
ÅR	0.042	0.011	2.847	2.305	9.875	7.962	0.288

Fåleslora

Stofftransport 1996

MÅNED	TOTP tonn	PO ₄ Pf tonn	TOTN tonn	NO ₃ N tonn	STS tonn	SGR tonn	Q-måned mil.m ³
1	0.001	0.000	0.147	0.128	0.109	0.080	0.032
*2	0.001	0.000	0.138	0.120	0.090	0.090	0.030
3	0.001	0.000	0.202	0.157	0.704	0.624	0.066
4	0.004	0.001	0.694	0.692	1.305	0.878	0.178
5	0.004	0.001	1.231	1.199	0.713	0.454	0.324
6	0.002	0.000	0.465	0.424	0.380	0.275	0.095
7	0.003	0.000	0.290	0.263	2.175	1.950	0.050
8	0.003	0.000	0.165	0.154	1.936	1.729	0.035
9	0.002	0.000	0.414	0.446	0.270	0.198	0.090
10	0.007	0.004	2.483	2.342	1.954	1.547	0.407
11	0.019	0.005	2.012	1.849	8.218	7.105	0.428
12	0.015	0.003	1.562	1.453	9.784	8.296	0.372
SUM	0.060	0.014	9.804	9.226	27.636	23.225	2.107

VANNFØRINGSVEIDE MIDDELVERDIER:

$$C = S(Q \cdot C) / SQ$$

MÅNED	TOTP mg/l	PO ₄ Pf mg/l	TOTN mg/l	NO ₃ N mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	Q-måned m ³ /S
1	0.017	0.003	4.600	3.990	3.400	2.500	0.012
*2	0.017	0.003	4.600	3.990	3.000	3.000	0.011
3	0.017	0.002	3.067	2.384	10.667	9.456	0.025
4	0.025	0.004	3.900	3.890	7.330	4.930	0.068
5	0.011	0.003	3.800	3.700	2.200	1.400	0.123
6	0.016	0.005	4.900	4.460	4.000	2.900	0.036
7	0.068	0.008	5.800	5.260	43.500	39.000	0.019
8	0.073	0.006	4.700	4.400	55.300	49.400	0.013
9	0.017	0.004	4.600	4.950	3.000	2.200	0.034
10	0.017	0.009	6.100	5.755	4.800	3.800	0.155
11	0.045	0.011	4.700	4.320	19.200	16.600	0.163
12	0.039	0.007	4.200	3.905	26.300	22.300	0.142
ÅR	0.028	0.007	4.653	4.379	13.116	11.023	0.067

* Kjemedata manglet for Fåleslora i februar -96. I stofftransportberegningene er kjemedata fra januar lagt til grunn

Gjersjøelva
Stofftransport 1996

MÅNED	TOTP tonn	PO ₄ Pf tonn	TOTN tonn	NO ₃ N tonn	STS tonn	SGR tonn	Q-måned mil.m ³
1	0.003	0.001	0.673	0.580	0.217	0.019	0.374
2	0.003	0.001	0.563	0.480	0.147	0.094	0.313
3	0.004	0.001	1.088	0.885	0.265	0.162	0.588
4	0.005	0.001	0.753	0.617	0.402	0.402	0.502
5	0.029	0.003	5.306	4.216	5.690	3.921	2.948
6	0.007	0.001	1.552	1.187	1.643	0.365	0.913
7	0.003	0.000	0.566	0.443	0.189	0.151	0.377
8	0.002	0.000	0.336	0.260	0.252	0.101	0.240
9	0.002	0.000	0.343	0.276	0.458	0.196	0.245
10	0.016	0.002	2.421	2.017	2.260	1.178	1.614
11	0.051	0.009	7.883	6.724	8.347	6.260	4.637
12	0.030	0.009	5.075	4.403	3.582	2.090	2.985
SUM	0.156	0.028	26.559	22.088	23.450	14.937	15.736

VANNFØRINGSVEIDE MIDDELVERDIER

$$C = S(Q * C)/SQ$$

MÅNED	TOTP mg/l	PO ₄ Pf mg/l	TOTN mg/l	NO ₃ N mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	Q-måned m ³ /S
1	0.008	0.003	1.800	1.550	0.580	0.050	0.142
2	0.009	0.002	1.800	1.535	0.470	0.300	0.119
3	0.007	0.002	1.850	1.505	0.450	0.275	0.224
4	0.010	0.001	1.500	1.230	0.800	0.800	0.191
5	0.010	0.001	1.800	1.430	1.930	1.330	1.122
6	0.008	0.001	1.700	1.300	1.800	0.400	0.348
7	0.008	0.001	1.500	1.175	0.500	0.400	0.144
8	0.009	0.001	1.400	1.085	1.050	0.420	0.091
9	0.010	0.001	1.400	1.125	1.870	0.800	0.093
10	0.010	0.001	1.500	1.250	1.400	0.730	0.614
11	0.011	0.002	1.700	1.450	1.800	1.350	1.765
12	0.010	0.003	1.700	1.475	1.200	0.700	1.136
ÅR	0.010	0.002	1.688	1.404	1.490	0.949	0.499

Sedimenter Gjersjøen og Kolbotnvannet

Analysevariabel	TTS	TGR	Tot-P/Sl	TN/F	TOC/F	As-Sn	Ca-Sn	Cd-Sn	Cr-Sn	Cu-Sn	Fe/fl-Sn	Hg-Sn	Mn-Sn	Ni-Sn	Pb-Sn	Zn-Sn	
Erhet	g/kg	g/kg	mg/g	µg/mg	µg/mg	µg/g	mg/g	µg/g	µg/g	µg/g	mg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	mg/g	
Metode	B3	B3	D1-2*	G6	G6	Intern*	E9-3	E2	E2	E2	E1	E4-2	E2	E2	E2	E1	
PNr PrDato Merking																	
001 970115 Kolbotn I 0-2cm	126	801	<0,1	8,4	91,6	8,35	6,59	1,35	83,1	86,7	28,7	0,201	1330	57,8	102	0,50	
002 970115 Kolbotn I 5-10cm	197	815	0,62	6,3	90,1	7,16	5,27	0,85	82,4	46,8	27,9	0,215	1280	56,0	45,2	0,33	
003 970115 Kolbotn I nedre 5cm	202	771	1,2	8,0	108	5,78	1,02	0,33	19,2	8,10	8,84	0,088	240	9,58	11,1	0,03	
004 970115 Kolbotn III 0-2cm	142	797	0,35	8,4	99,5	6,88	7,76	1,15	73,2	88,7	26,4	0,200	700	62,1	73,2	0,50	
005 970115 Kolbotn III 5-10cm	219	834	<0,1	6,1	84,1	5,17	6,34	1,52	76,0	76,0	25,7	0,885	580	60,4	80,5	0,58	
006 970115 Kolbotn III nedre 5cm	278	855	<0,1	5,7	70,7	3,77	4,97	0,69	68,6	36,0	21,4	0,202	510	54,9	40,7	0,22	
007 970115 Gjersjø I 0-1cm	224	877	0,83	5,0	44,1	9,42	4,37	1,15	93,4	41,1	41,1	0,132	32200	64,8	39,8	0,29	
008 970115 Gjersjø I 5-10cm	257	903	2,3	4,4	44,2	12,8	3,96	1,00	103,4	41,8	46,2	0,183	14700	58,7	54,4	0,27	
009 970115 Gjersjø I nedre 5cm	319	887	<0,1	4,2	42,7	10,6	3,03	0,77	110,1	33,3	44,7	0,133	2440	62,1	48,9	0,23	
010 970115 Gjersjø II 0-1cm	183	885	0,99	5,0	44,1	8,99	5,09	1,39	98,9	42,0	34,0	0,137	6890	77,9	38,1	0,33	
011 970115 Gjersjø II 5-10cm	204	881	0,63	5,5	46,0	10,5	4,61	1,14	100,3	46,1	34,1	0,176	7120	62,2	51,2	0,31	
012 970115 Gjersjø II nedre 5cm	299	912	0,23	3,7	35,4	10,1	4,67	0,41	98,1	34,2	42,0	0,079	5210	63,8	31,8	0,19	

Fortsetter i bredde;

Analysevariabel	OCB-Sn	HCb-Sn	HCHA-Sn	HCHG-Sn	CB28-Sn	CB52-Sn	OCs-Sn	CB101-Sn	DDEPP-Sn	CB118-Sn	CB153-Sn	TDEPP-Sn	CB105-Sn	CB138-Sn	CB156-Sn	CB180-Sn
Erhet	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Metode	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
PNr PrDato Merking																
001 970115 Kolbotn I 0-2cm	0,3	1,0	s.0,3	mask.	2,9	3,9	<0,2	4,9	1,5	5,0	6,0	1,4	2,1	6,1	1,5	4,3
002 970115 Kolbotn I 5-10cm	<0,2	0,2	<0,2	mask.	1,0	1,2	<0,2	1,9	0,6	1,8	2,2	0,4	0,7	2,3	0,5	1,8
003 970115 Kolbotn I nedre 5cm	<0,2	<0,2	<0,2	mask.	0,3	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
004 970115 Kolbotn III 0-2cm	0,4	1,3	<0,2	1,6	2,2	3,1	<0,2	5,6	1,4	4,9	9,5	0,6	2,0	9,9	2,7	8,5
005 970115 Kolbotn III 5-10cm	0,2	0,2	<0,2	mask.	4,1	5,2	<0,2	6,7	2,5	6,3	7,7	2,5	3,1	8,4	2,2	6,1
006 970115 Kolbotn III nedre 5cm	<0,2	<0,2	<0,2	mask.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
007 970115 Gjersjø I 0-1cm	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	<0,2	0,5	0,4	0,5	1,0	<0,2	0,2	0,9	0,2	0,7
008 970115 Gjersjø I 5-10cm	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,7	1,0	<0,2	2,6	0,9	2,6	3,9	0,4	1,0	3,9	1,0	2,7
009 970115 Gjersjø I nedre 5cm	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
010 970115 Gjersjø II 0-1cm	0,3	0,5	<0,2	<0,2	0,4	0,4	<0,2	0,6	0,6	0,7	1,2	<0,2	0,3	1,3	0,2	0,8
011 970115 Gjersjø II 5-10cm	0,2	0,2	<0,2	<0,2	0,7	1,3	<0,2	3,4	1,1	3,4	5,3	0,4	1,3	5,1	1,3	3,1
012 970115 Gjersjø II nedre 5cm	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,5	<0,2	1,3	0,3	1,3	1,8	<0,2	0,4	2,0	0,4	1,2

Fortsetter

Analysevariabel			CB209-Sm
Enhet	==>		$\mu\text{g}/\text{kg}$
Metode	==>		t.v. H3-3
PrNr	PrDato	Merking	
001!	970115	Kolbotn I 0-2cm	1,6
002	970115	Kolbotn I 5-10cm	1,9
003	970115	Kolbotn I nedre 5cm	<0,2
004	970115	Kolbotn III 0-2cm	<0,2
005	970115	Kolbotn III 5-10cm	<0,2
006	970115	Kolbotn III nedre 5cm	<0,2
007	970115	Gjersjø I 0-1cm	0,8
008	970115	Gjersjø I 5-10cm	2,2
009	970115	Gjersjø I nedre 5cm	mask.
010	970115	Gjersjø II 0-1cm	0,7
011	970115	Gjersjø II 5-10cm	1,4
012	970115	Gjersjø II nedre 5cm	0,3

OBS !!! Metoder som er markert med "*", er foreløpig ikke akkreditert.
 PrNr 001 + Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt. mask. = Maskert topp.
 + s.= Suspekt verdi.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
P.O.Boks 173 Kjelsås, 0411 OSLO

TESTRAPPORT

PAH-analyser fra Gjersjøens sedimenter

Oppdragsnr. 700601
Prøver mottatt 21.1.97
Lab.kode 112 7-12
Jobb nr. 97/14
Prøvetype Sedimenter
Kons. i Ug/kg tørrvekt
Metode H2-2
Dato 19.2.97
Analytiker Brg

1: Gjersjø I 0-1cm 17.1.97
2: Gjersjø I 5-10cm 17.1.97
3: Gjersjø I nedre 5cm 17.1.97
4: Gjersjø II 0-1cm 17.1.97
5: Gjersjø I 5-10cm 17.1.97
6: Gjersjø II nedre 5cm 17.1.97

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen	<5	<5	<5	5	<5	<5
2-M-Naf.	<5	<5	6	8	<5	<5
1-M-Naf.	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Bifenyl	8	10	7	9	8	7
2,6-Dimetylnaftalen	12	12	8	<5	14	10
Acenaftalen	10	12	11	<5	11	6
Acenaften	<5	<5	<5	<5	<5	<5
2,3,5-Trimetylnaftalen	7	<5	<5	<5	<5	7
Fluoren	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Fenantren	22	52	55	31	36	12
Antracen	<5	8	11	<5	<5	<5
1-Metylfenantren	10	16	21	16	14	12
Fluoranten	40	108	140	47	59	30
Pyren	42	88	107	48	57	29
Benz(a)antracen*	17	53	71	20	25	9
Chrysen/trifenylen	57	161	185	56	86	32
Benzo(b)fluoranten*	196	976	527	142	231	57
Benzo(j,k)fluoranten*	87	468	205	74	114	26
Benzo(e)pyren	113	543	258	83	146	35
Benzo(a)pyren*	52	171	110	39	64	16
Perylen	165	762	883	155	289	3154
Ind.(1,2,3cd)pyren*	69	178	258	75	82	29
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	15	35	40	15	19	9
Benzo(ghi)perylene	72	163	234	72	101	29
SUM	994	3816	3137	895	1356	3509
Derav KPAH(*)	436	1881	1211	365	535	146
%KPAH	43.9	49.3	38.6	40.8	39.5	4.2
%Tørrstoff						

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Denne testrapport får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Testresultat gjelder kun for den prøve som er testet.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
P.O.Boks 173 Kjelsås, 0411 OSLO

TESTRAPPORT

PAH-analyser fra Kolbotnvannets sedimenter

Oppdragsnr. 700601
Prøver mottatt 21.1.97
Lab.kode 112 1-6
Jobb nr. 97/14
Prøvetype Sedimenter
Kons. i Ug/kg tørrvekt
Metode H2-2
Dato 19.2.97
Analytiker Brg

1: Kolbotn I 0-2cm 15.1.97
2: Kolbotn I 5-10cm 15.1.97
3: Kolbotn I nedre 5cm 15.1.97
4: Kolbotn III 0-2cm 15.1.97
5: Kolbotn III 5-10cm 15.1.97
6: Kolbotn III nedre 5cm 15.1.97

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
Naftalen	31	17	<5	41	29	27
2-M-Naf.	35	13	<5	64	28	18
1-M-Naf.	8	<5	<5	21	8	5
Bifenyl	11	10	6	16	14	10
2,6-Dimetylnaftalen	51	19	5	77	31	20
Acenaftalen	14	15	8	16	18	14
Acenaften	<5	<5	<5	<5	<5	<5
2,3,5-Trimetylnaftalen	33	13	9	44	20	10
Fluoren	9	<5	<5	25	16	<5
Fenantren	90	84	12	108	166	112
Antracen	14	16	<5	16	38	26
1-Metylfenantren	71	32	16	85	48	35
Fluoranten	179	213	20	228	439	310
Pyren	212	174	12	281	362	232
Benz(a)antracen*	82	87	<5	90	176	117
Chrysen/trifenylen	183	180	19	198	327	223
Benzo(b)fluoranten*	282	356	22	272	547	420
Benzo(j,k)fluoranten*	108	153	<5	106	251	221
Benzo(e)pyren	177	186	11	187	292	217
Benzo(a)pyren*	128	147	5	131	252	181
Perylen	245	1420	5600	409	431	378
Ind.(1,2,3cd)pyren*	150	169	17	147	304	215
Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1)	28	30	<5	29	53	33
Benzo(ghi)perylene	188	152	13	207	268	196
SUM	2329	3486	5775	2798	4118	3020
Derav KPAH(*)	778	942	44	775	1583	1187
%KPAH	33.4	27.0	0.8	27.7	38.4	39.3
%Tørrstoff						

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Denne testrapport får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Testresultat gjelder kun for den prøve som er testet.