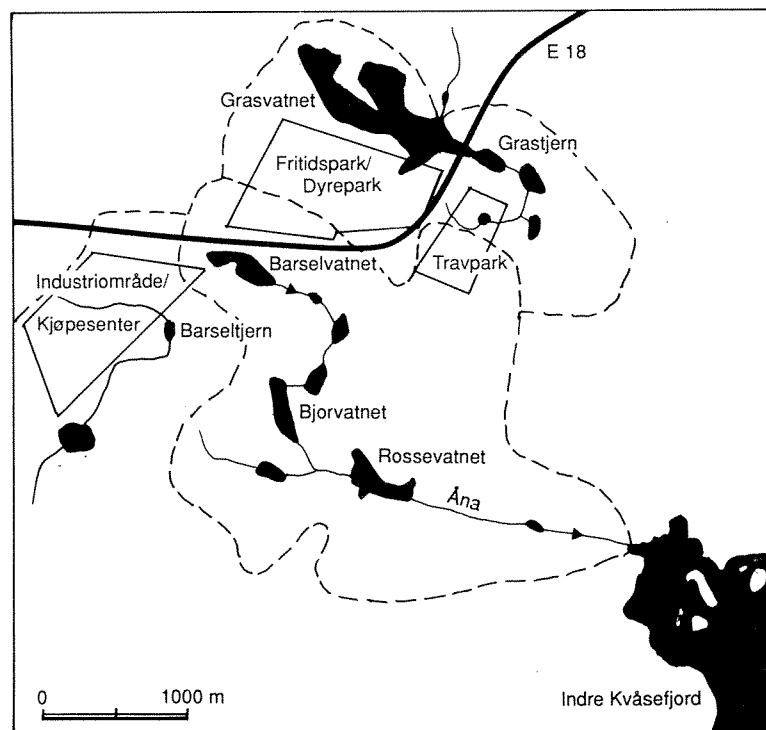


O-88134

**Forurensnings situasjonen i vassdrag
ved Fritidsparken/Travparken,
Kristiansand i 1988-89**



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: 0-88134
Undernummer:
Løpenummer: 2366
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Forurensningssituasjonen i vassdrag ved Fritidsparken/Travparken, Kristiansand i 1988 - 89.	Dato: Februar 1990
Forfatter (e): Atle Hindar	Prosjektnummer: 0-88134
	Faggruppe: Eutrofi - ferskv.
	Geografisk område: Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 31

Oppdragsgiver: Miljøvern avdelingen i Vest-Agder	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Et område 8 km nordøst for Kristiansand by er sterkt utnyttet til nærings- og fritidsformål. Det er anlagt fritidspark/dyrepark, travpark og kjøpesenter. Vassdrag i området er i varierende grad påvirket av tilførsler fra denne aktiviteten. Tilførsler kommer i form av nitrogen fra sprengstein, erosjonsmateriale, nærings-salter og sannsynligvis sterk syre.
--

4 emneord, norske:
1. Eutrofiering
2. Forsuring
3. Vassdrag
4. Næringsutbygging

4 emneord, engelske:
1.
2.
3.
4.

Prosjektleder:

Atle Hindar

For administrasjonen:

Kristoff Ves

ISBN 82-577 -1651-0

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
SØRLANDSAVDELINGEN
GRIMSTAD

O - 88134

Forurensningssituasjonen i vassdrag ved
Fritidsparken/Travparken, Kristiansand i 1988-89.

Saksbehandler: Atle Hindar
Medarbeider: Rolf Høgberget

FORORD

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har fått i oppdrag å utarbeide en rapport om forurensningssituasjonen i vassdrag ved Fritidsparken/Travparken, Kristiansand på grunnlag av tilsendte data. Miljøvernavdelingen i Vest-Agder er oppdragsgiver.

Undersøkelsen er utført etter et opplegg utarbeidet av oppdragsgiver i samarbeid med NIVA. De vannkjemiske analysene er utført av Agder Distriktshøgskole, Vannlaboratoriet. Personalet ved dette laboratoriet har også samlet inn vannprøvene.

Grimstad, februar 1990

Atle Hindar

INNHOLDSFORTEGNELSE

	SIDE:
1. SAMMENDRAG	4
2. INNLEDNING	5
3. MATERIALE OG METODER	5
4. RESULTATER	8
4.1 Surhet	8
4.2 Fosfor- og nitrogenforhold	12
4.3 Organisk stoff	17
5. DISKUSJON	20
5.1 Surhet	20
5.2 Forurensningsforhold	21
6. REFERANSER	24
7. VEDLEGG	25
7.1. Primærdata	25
7.2. Dydbekart	30

1. SAMMENDRAG

Kristiansand kommune har i løpet av få år tilrettelagt for og etablert en rekke aktiviteter langs E 18 omlag 8 km nordøst for Kristiansand by. Dyreparken/Fritidsparken hadde vært i drift flere år da undersøkelsen ble gjennomført. Et større industriområde med kjøpesenter (Sørlandssenteret) var også i drift før undersøkelsen startet. Sørlandets Travpark ble anlagt før undersøkelsen startet og kom i drift sommeren 1989.

Forurensningseffekter fra disse aktivitetene i Ånavassdraget og Grasvatn-vassdraget er undersøkt.

Ånavassdraget har sitt utspring i det området som nå er sterkt utnyttet til nærings - og fritidsformål. Barselvatn var sterkt preget av denne aktiviteten og var turbid, hadde økt pH og relativt høye konsentrasjoner av nitrogen og fosfor. Vannet kan være i en kritisk fase med hensyn til eutrofiering.

Rossevatn og Åna ned til Kvåsefjorden var lite preget av forurensningsutslipp i nedbørfeltet. Det tilskrives vassdragets selvrensningsevne. Dette vassdragsavsnittet var imidlertid så surt at fisk trolig har problemer med reproduksjon.

Grastjern nord for Travparken var surere (pH 4.1-4.2) enn samtlige innsjøer i to omfattende regionale innsjøundersøkelser i Norge. Årsaker til dette er diskutert. I april 1989 var det en uvanlig stor algeoppblomstring i dette tjernet, som trolig skyldes utslipp av fosfor.

Grasvatn er et typisk sterkt surt, klart og fosforfattig vann for denne regionen.

2. INNLEDNING

Kristiansand kommune har i løpet av få år tilrettelagt for og etablert en rekke aktiviteter langs E 18 omlag 8 km nordøst for Kristiansand by (figur 1). Dyreparken har eksistert i 25 år og fritidsparken har vært i drift siden 1983. Sørlandets Travpark kom i drift i 1989. Et større industriområde med kjøpesenter (Sørlandssenteret) er også lagt til dette området.

Den utbyggingen som har funnet sted medfører fare for uønsket forurensning av de vassdragene som drenerer området. Det ble derfor tatt initiativ til denne undersøkelsen.

Målet med undersøkelsen er å gi en beskrivelse av forurensningssituasjonen i Ånavassdraget og Grasvatn-vassdraget. Undersøkelsen ble gjennomført før Travparken kom i drift og kan derfor danne et grunnlag for å se på forurenings-effektene fra denne parken.

Selvom det kan være fare for påvirkning av indre del av Kvåsefjorden, sørøst for området, ble dette sjøområdet i første omgang ikke tatt med i undersøkelsen. En vurdering av nitrogen- og fosforbelastningen skulle imidlertid gis.

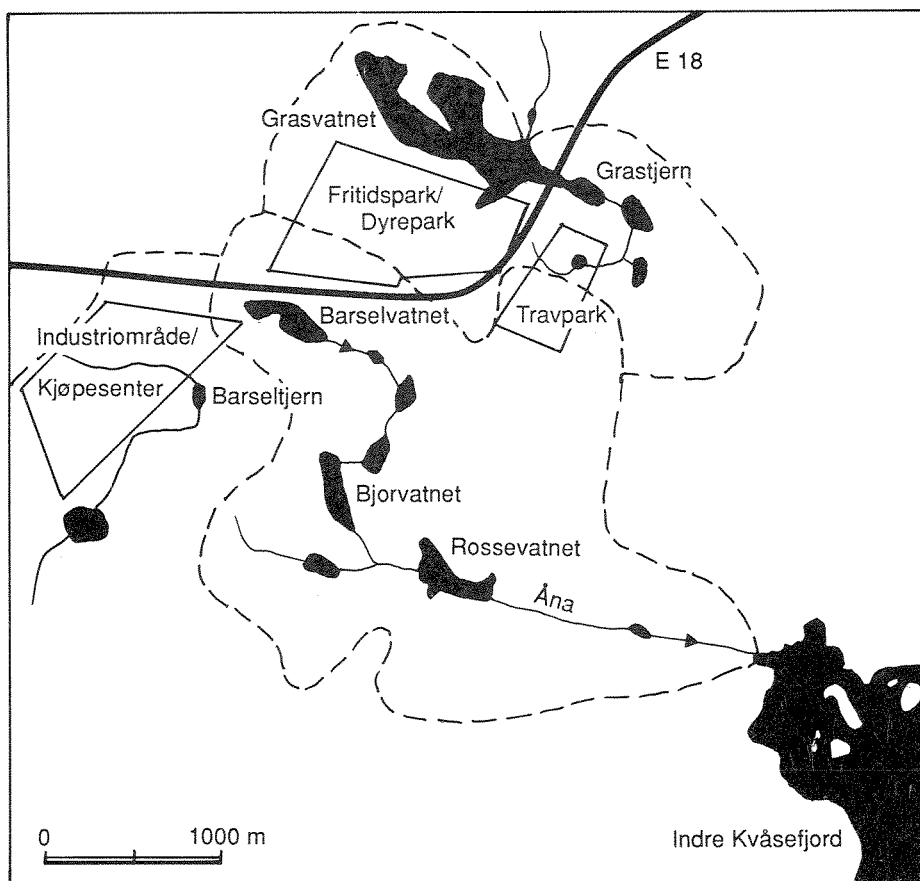
3. MATERIALE OG METODER

Utbyggingsområdet med fritidspark, travpark, industri og kjøpesenter er vist i figur 1. E 18 går gjennom området. To vassdrag har sitt utspring her. Ånavassdraget drenerer mot indre del av Kvåsefjorden. Grasvatn-vassdraget renner nord-vestover og ned i Topdalselva. Nedbørfeltet til Ånavassdraget er omlag 6 km².

Det er spredt hyttebebyggelse ved Grasvatn og noe gårdsdrift langs Åna, ellers er det den omfattende nærings- og fritids-

utbyggingen som er den helt dominerende kilde til evt. forurensninger.

Vei fra E 18 til Sørlandssenteret er anlagt på en fylling som deler Barselvatnet i to atskilte bassenger. Prøvetaking ble gjennomført i det østlige bassenget. E 18 deler på samme måten av Grasvatnet i den østlige enden. Bassenget på østsiden av E 18 er kalt Grastjern. Dybdekart over en del vann er utarbeidet av Agder Distriktshøgskole og finnes som vedlegg bak i rapporten.



Figur 1. Aktivitetsområdene nordøst for Kristiansand og de vassdrag som er med i undersøkelsen.

Berggrunnen i området er dominert av variable kvarts-biotitt-plagioklas-felt, amfibolitter med metagabbroinnslag og granit-tiske gneisser (Starmer 1985). Berggrunnen har derfor svært liten evne til å nøytralisere sur nedbør.

Undersøkellesprogrammet framgår av tabell 1.

Standard prøvetakingsdyp for innsjøene var 1 og 5 meter, samt en prøve 1 meter over bunnen. For klorofyll ble det tatt en blandprøve fra 0 til 4 meter. Oksygenkonsentrasjonen ble bestemt for 5 meters dyp. I tillegg ble gradienter i oksygenkonsentrasjonen dekket etter vurdering av fargen etter tilsetting av Winkler-reagenser.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner og vannkjemiske analyser

Stasjonsnr.	Dyp/kode	Stasjonsnavn
1	1-14 meter	Barselvatn
1	66	Utløp Barselvatn
2	66	Utløp Barseltjern
3	1-14 meter	Rossevatn
3	66	Utløp Rossevatn
4	33	Innløp Kvåsefjorden
5	1-12 meter	Grastjern
6	1-30 meter	Grasvatn
6	66	Utløp Grasvatn

Øvrige parametere var: pH, konduktivitet, tot P, tot N, nitrat kjemisk oksygenforbruk (permanganat-metoden) og fargetall. Analysene ble utført etter standard metoder. Vanntemperatur ble målt for å finne termiske gradienter i vannene.

4. RESULTATER

Vannene i området ble undersøkt to ganger i 1988 og i april 1989. Både i august og i september var vannene termisk sjiktet. Vinteren 1988/89 var så mild at det ikke lå is på vannene den 4. april. Prøvene dekker derfor ikke høstsirkulasjonsperioden og vinterstagnasjonsperioden.

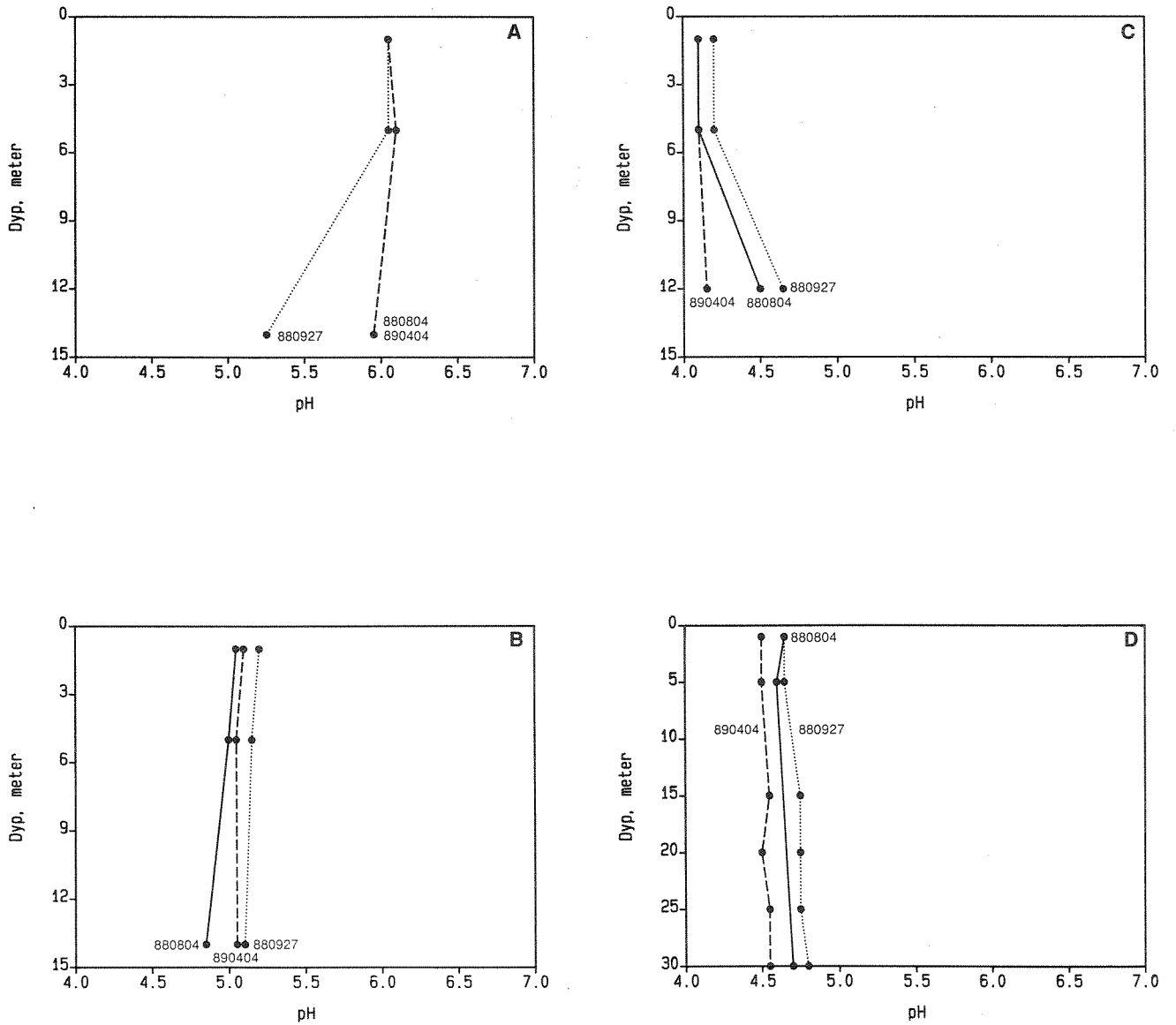
4.1 Surhet

Det var klare forskjeller på surheten i de fire vannene (figur 2). Barseltjern hadde på alle prøvetakingstidspunkter pH omkring 6.0, som er spesielt høyt for området. Dette bekrefter data fra Hindar og Kleiven (1984).

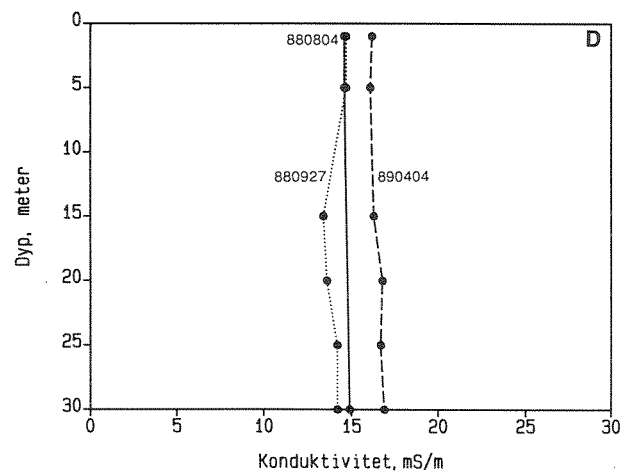
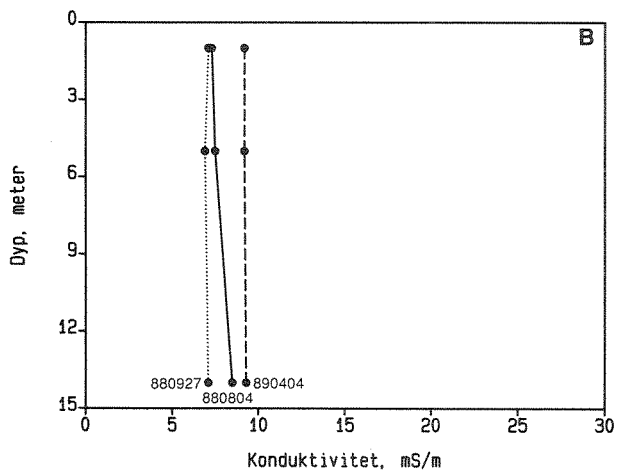
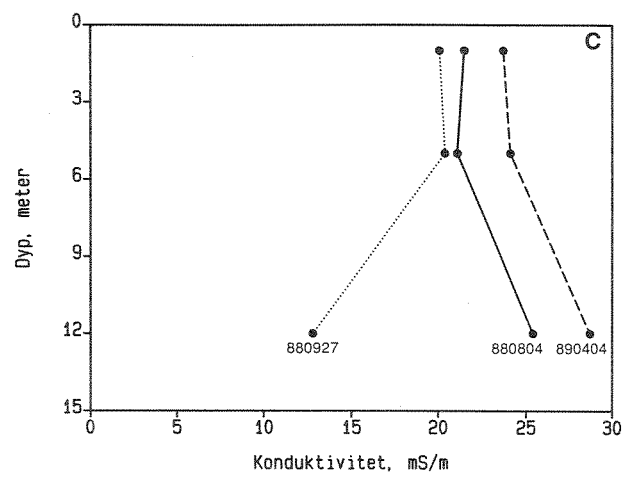
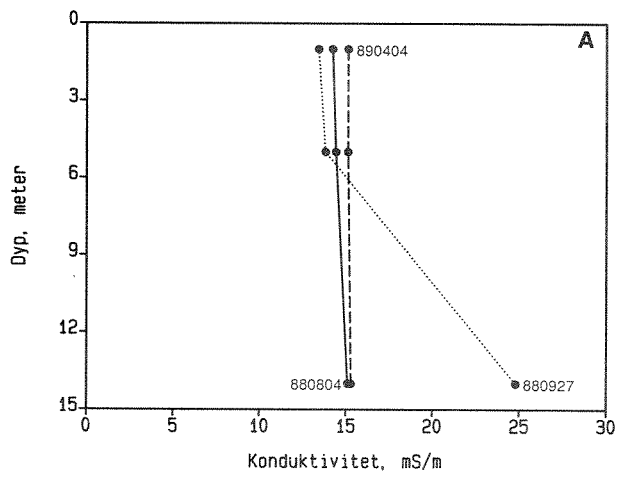
Rossevatn var surt, med pH omkring 5.0. Selvom konduktiviteten (figur 3) var relativt høy (7-9 mS/m), er det sannsynlig at fisk kan ha problemer både med overlevelse og reproduksjon i dette vassdraget. Fargetall på 30-55 mg Pt/L i overflaten viser imidlertid at det finnes en del organisk stoff i vannet som sannsynligvis vil dempe vannets giftighet.

Grastjern hadde ekstremt lav pH (4.1-4.2) i hele undersøkelsesperioden. Den relativt høye konduktiviteten på over 20 mS/m kan tyde på høyt saltinnhold, men kan også skyldes de høye konsentrasjonene av hydrogenioner. Grasvatn var "normalt" surt for dette området, med pH-verdier i området 4.5-4.7.

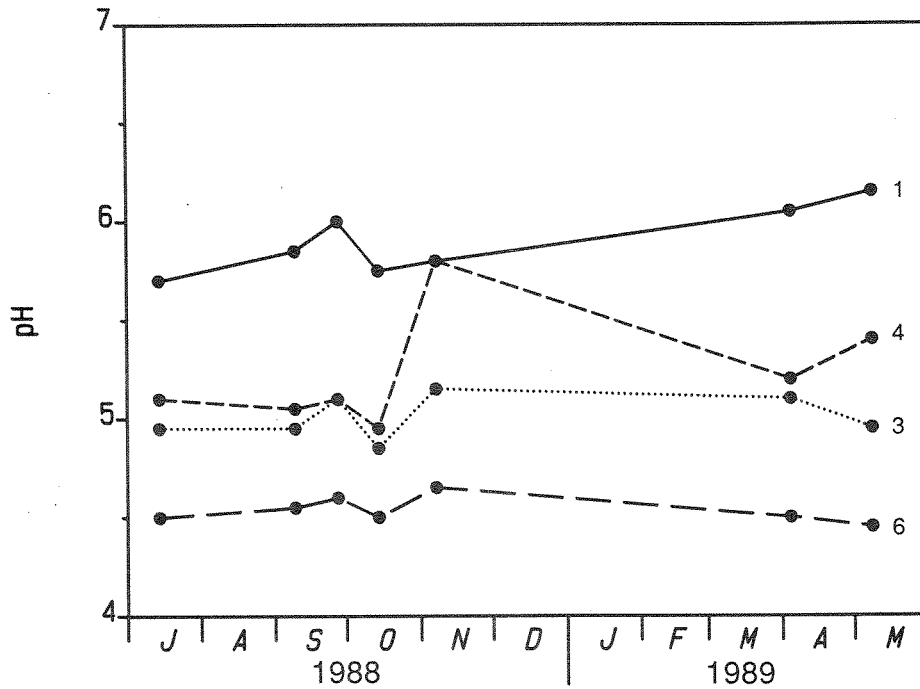
pH-verdiene som ble målt i bekkene gjenspeiler det som ble funnet i de fire vannene (figur 4). Det samme er tilfelle for konduktivitet (figur 5).



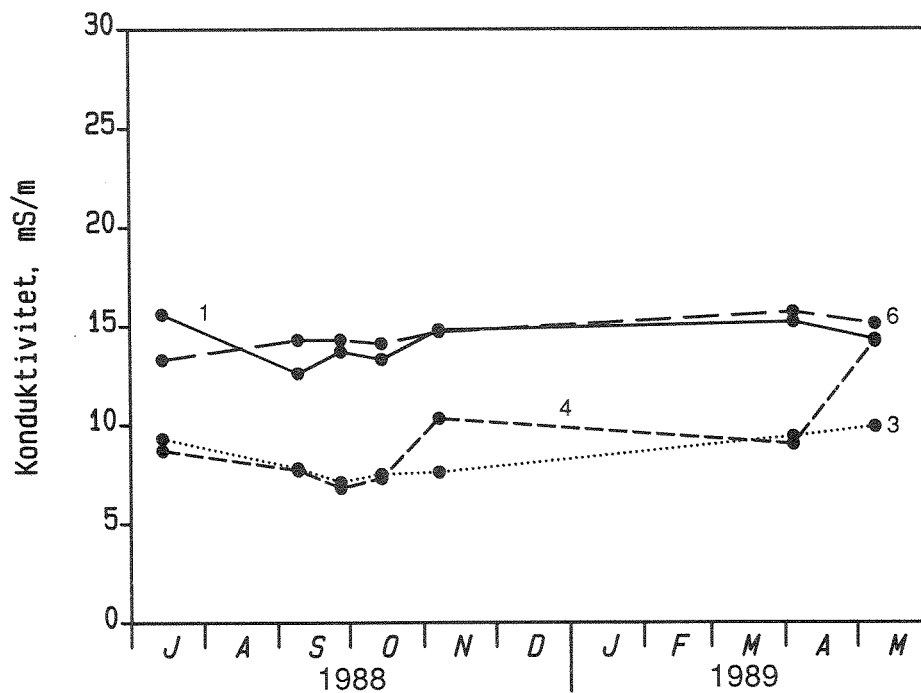
Figur 2. pH i a) Barselvatn, b) Rossevatn, c) Grastjern og d) Grasvatn.



Figur 3. Konduktivitet (mS/m) i a) Barselvatn, b) Rossevatn, c) Grastjern og d) Grasvatn.



Figur 4. pH for bekkestasjoner for 1) utløp Barselvatn, 3) utløp Rossevatn, 4) innløp Kvåsefjorden og 6) utløp Grasvatn.



Figur 5. Konduktivitet (mS/m) for bekkestasjoner for 1) utløp Barselvatn, 3) utløp Rossevatn, 4) innløp Kvåsefjorden og 6) utløp Grasvatn.

4.2. Fosfor- og nitrogenforhold

Det var relativt høye nitrat - og totalnitrogenverdier i de undersøkte vannene (figur 6 og 7), særlig i Barselvatn. Konsentrasjonene av nitrat i overflaten i Barselvatn var omkring 0.9 mg N/L. Det ble målt opp til 1.7 mg N/L som total nitrogen i overflaten.

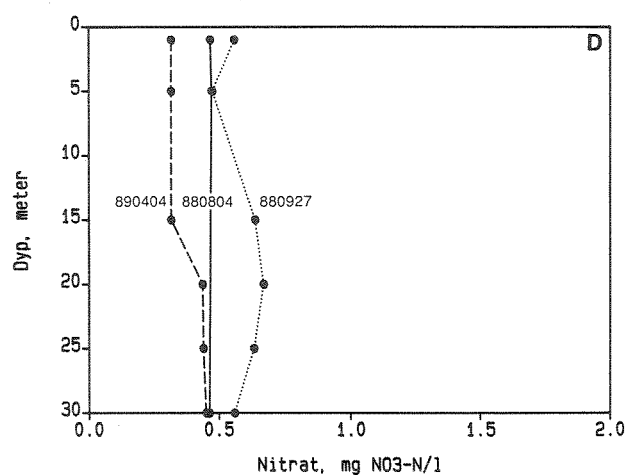
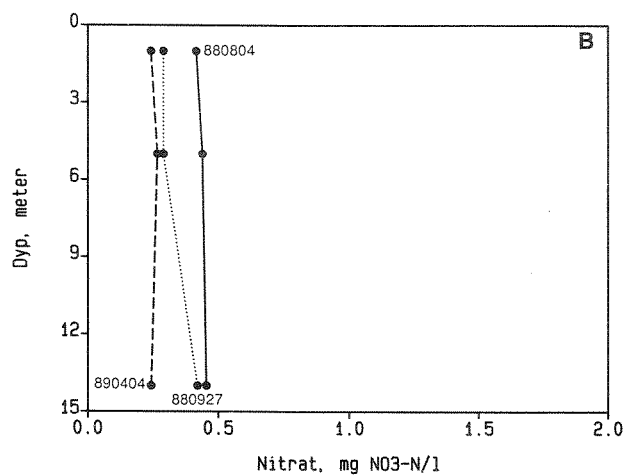
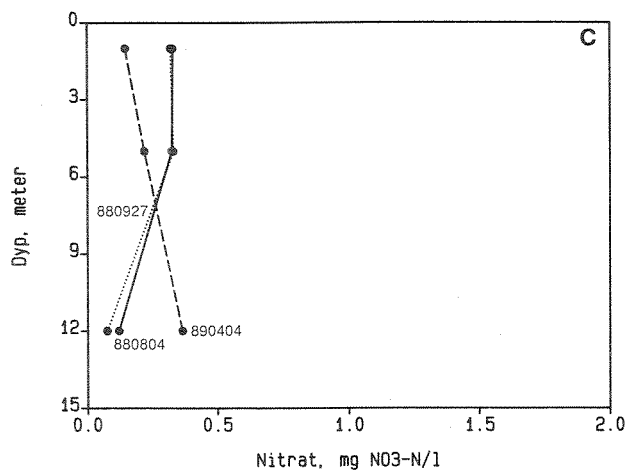
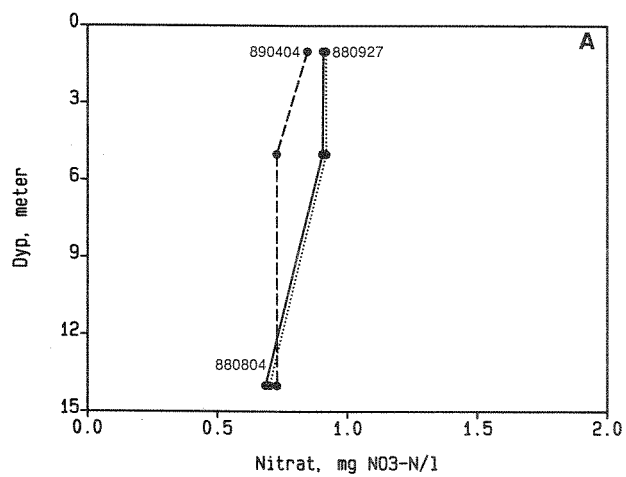
I Rossevatn var konsentrasjonene vesentlig lavere, omlag halvparten av det som ble funnet i Barselvatn i september og april. I august 1988 var konsentrasjonene både av nitrat og av total nitrogen høyere, hhv. 0.4 og 0.7-1.0 mg N/L i overflaten.

Det ble ikke funnet avtakende nitratkonsentrasjoner nær bunnen i disse to vannene. Oksygenforholdene var gode i begge vann, selvom det ble registrert et visst tap av oksygen mot bunnen i august og september 1988.

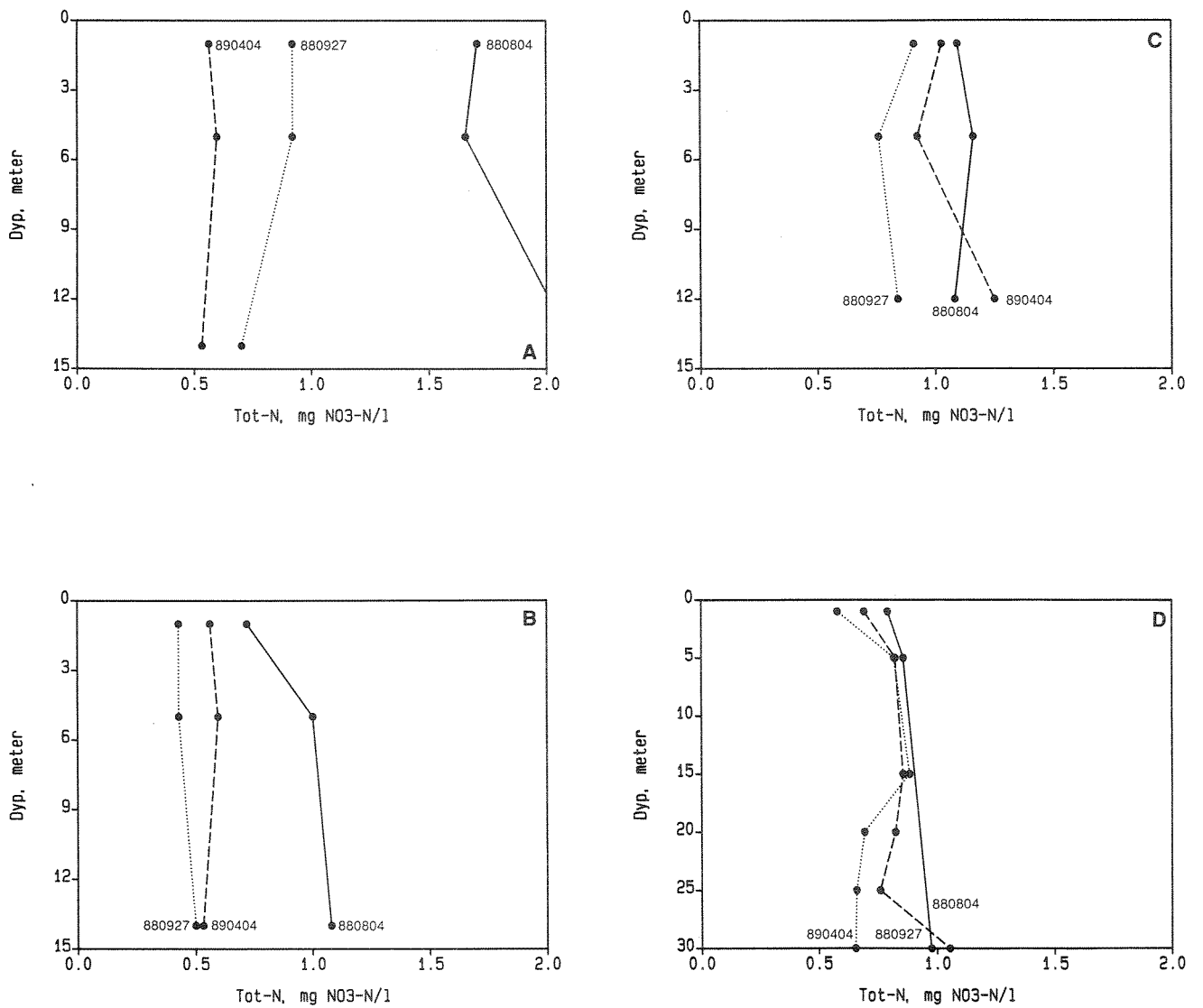
I Grastjern var det lave konsentrasjoner av nitrat (0.3 mg N/L i august og september 1988), men høye konsentrasjoner av total nitrogen (omkring 1.0 mg N/L). I april var totalverdiene for nitrogen fortsatt høye, men nitratkonsentrasjonene var redusert betydelig. Både i august og i september ble det registrert betydelig avtak i nitratkonsentrasjonen nær bunnen i Grastjern.

Nitratkonsentrasjonene i Grasvatn lå på 0.5 mg N/L i august og september, men avtok til 0.3 mg N/L i april 1989. Totalnitrogen var også her omlag 1.0 mg N/L i overflaten.

De høye konsentrasjonene av nitrat og total nitrogen i utløpet av Barselvatn (figur 8 og 9) reflekterer at det ble funnet høye konsentrasjoner i selve vannet. De to stasjonene lenger nede i vassdraget (utløp Rossevatn og innløp Kvåsefjorden) hadde vesentlig reduserte konsentrasjoner av nitrogen.

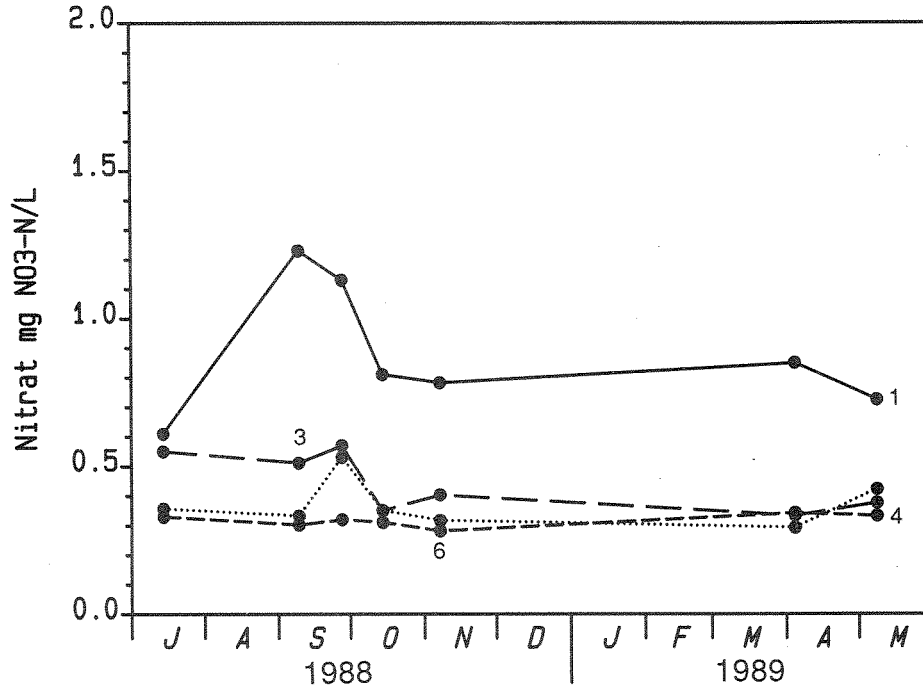


Figur 6. Nitrat (mg N/L) i a) Barselvatn, b) Rossevatn, c) Grastjern og d) Grasvatn.



Figur 7. Total nitrogen (mg N/L) i a) Barselvatn, b) Rossevatn, c) Grastjern og d) Grasvatn.

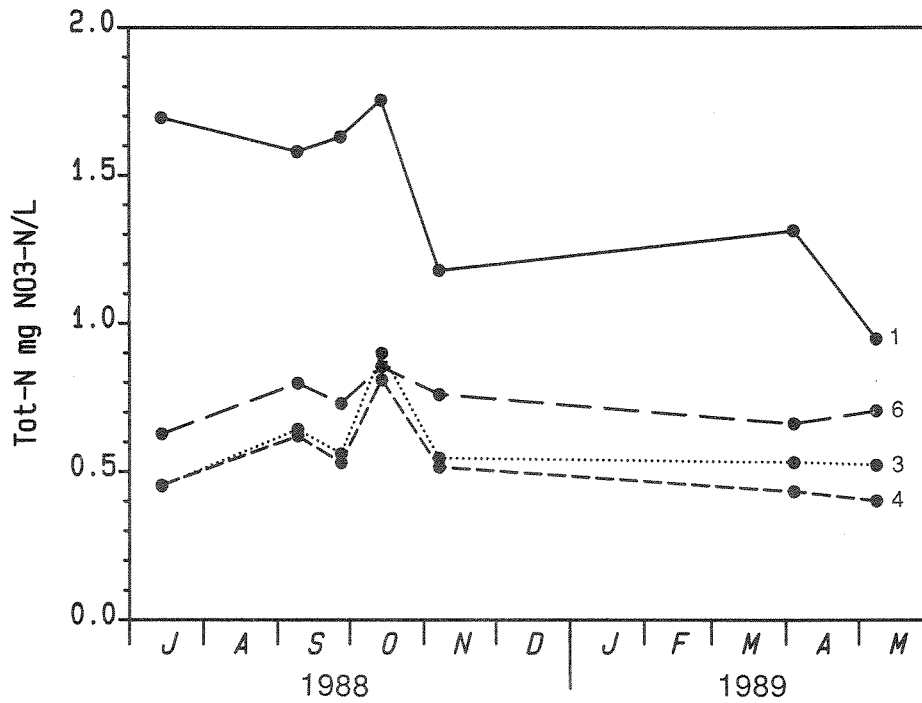
Den 14.10.88 økte konsentrasjonen av totalnitrogen i Åna fra noe over 0.5 mg N/L til 0.8-0.9 mg N/L. Samtidig økte turbiditeten og pH avtok. Nitratkonsentrasjonene var de samme. Slike forhold skyldes flom i vassdraget.



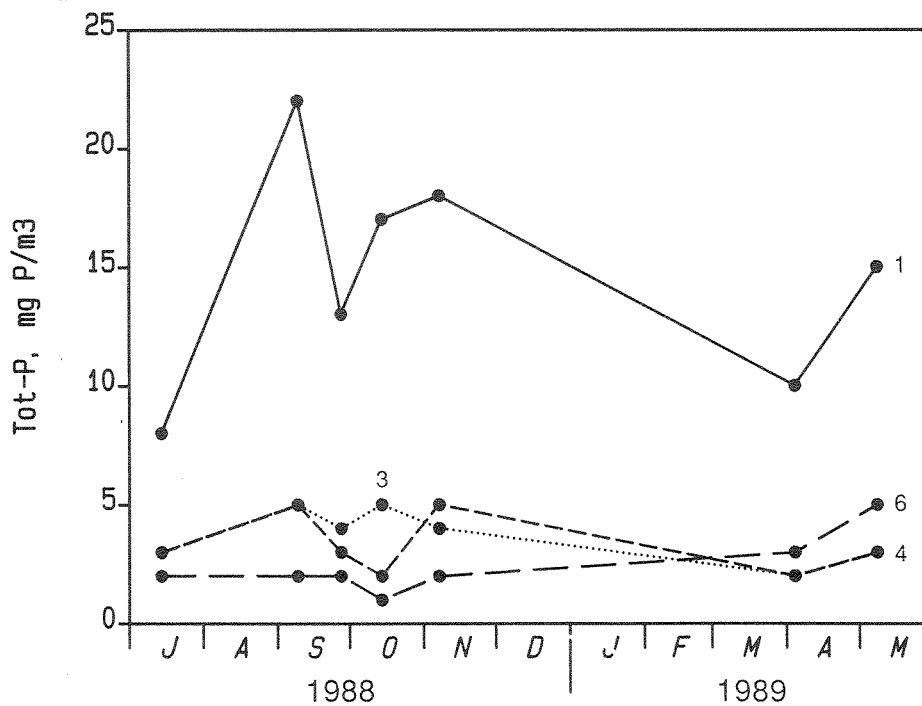
Figur 8. Nitrat (mg N/L) for bekkestasjoner for 1) utløp Barselvatn, 3) utløp Rossevatn, 4) innløp Kvåsefjorden og 6) utløp Grasvatn.

Nitrogenkonsentrasjonene i utløpet av Grasvatn (figur 8 og 9) var omlag de samme som ble funnet i selve vannet.

I Barselvatn var konsentrasjonene av total fosfor 10-17 mg P/m³. I Rossevatn var konsentrasjonene vesentlig lavere og nede i 2-3 mg P/m³. Det samme var tilfellet i Grastjern i august og september 1988, men der ble det målt høye fosforkonsentrasjoner i april 1989. Grasvatn hadde svært lave konsentrasjoner av total fosfor, omlag 2 mg P/m³. Disse forholdene gjenspeiles i bekkene (figur 10).



Figur 9. Total nitrogen (mg N/L) for bekkestasjoner for 1) utløp Barselvatn, 3) utløp Rossevatn, 4) innløp Kvåsefjorden og 6) utløp Grasvatn.



Figur 10. Total fosfor (mg P/m^3) for bekkestasjoner for 1) utløp Barselvatn, 3) utløp Rossevatn, 4) innløp Kvåsefjorden og 6) utløp Grasvatn.

4.3. Organisk stoff

Verdier for kjemisk oksygenforbruk (4-6 mg O/L) og fargetall (30-65 mg Pt/L) viser at Barselvatn og Rossevatn hadde et lavt til moderat innhold av oppløste organiske stoffer.

I Barselvatn ble fargetallet mer enn doblet fra august 1988 til april 1989, mens det kjemiske oksygenforbruket var det samme. Det kan henge sammen med en sterk økning i turbiditeten i april. Siktedypet var også sterkt redusert i april og nede i 1.7 meter.

Den høye turbiditeten i Barselvatn ved alle prøvetakinger skyldes ikke oppblomstring av planteplankton, fordi klorofyllkonsentrasjonene var svært lave i hele perioden.

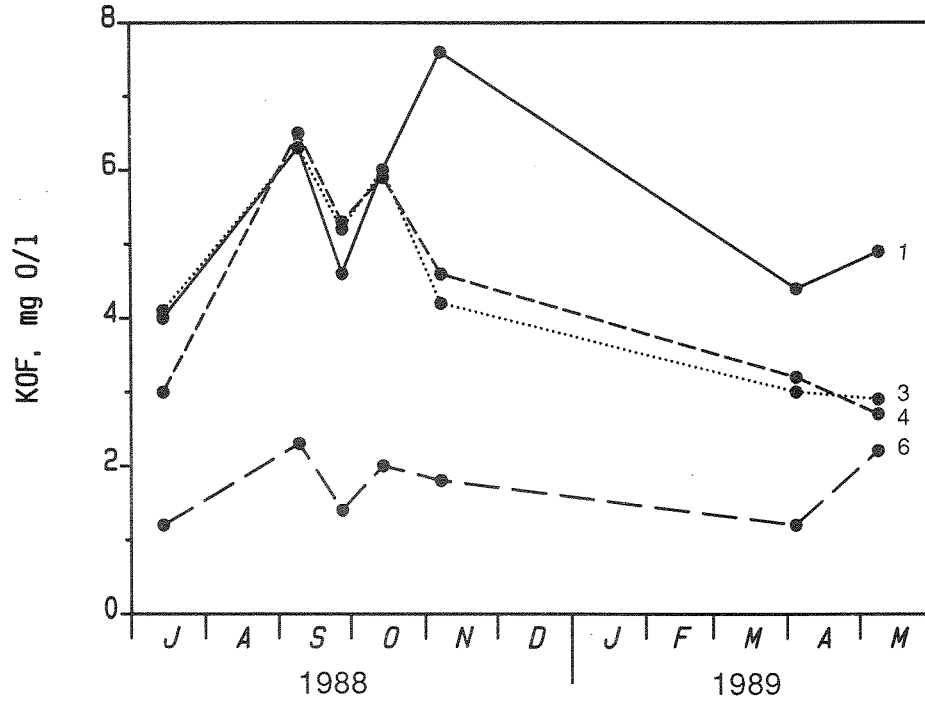
I august 1988 ble det registrert 3.6 mg Kl.a/m³ i Rossevatn. Denne verdien indikerer lave konsentrasjoner av planteplankton i vannet.

Grastjern og Grasvatn hadde et lavere innhold av oppløste organiske stoffer enn Ånavassdraget. Særlig Grasvatn var relativt klart, med fargetall på 20-30 mg Pt/L og kjemisk oksygenforbruk på 1.5-2.0 mg O/L i overflaten. Også klorofyllkonsentrasjonene var svært lave i Grasvatn. Siktdypet var høyt, noe over 8 meter både i august og i september 1988.

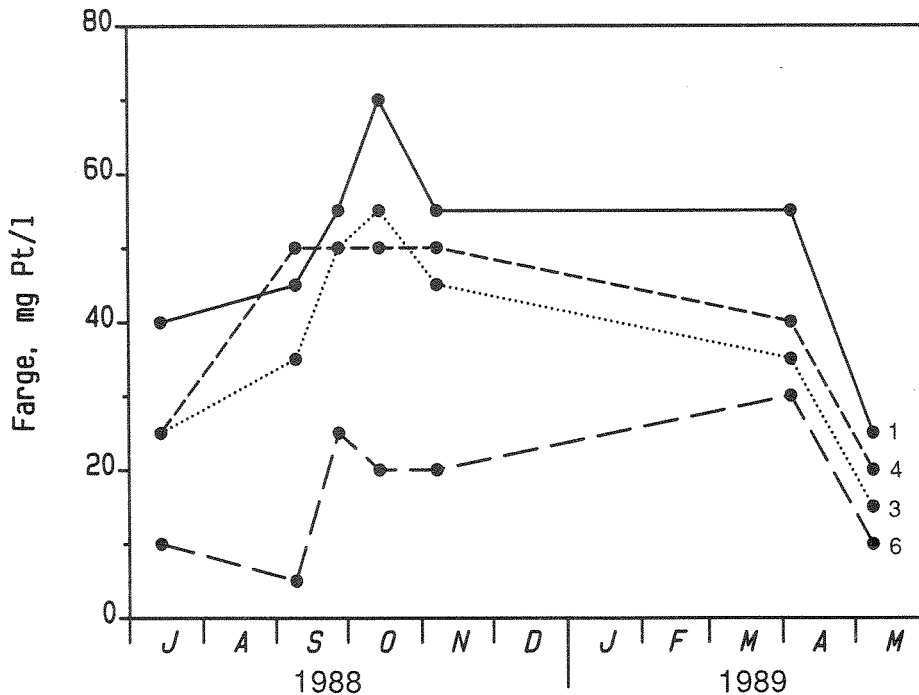
I april 1989 var konsentrasjonen av klorofyll i Grastjern ekstremt høyt for de vannene undersøkelsen omfatter, hele 44 mg Kl.a/m³. På 5 meters dyp var det svak overmetning av oksygen. Det indikerer høy produksjon av planteplankton. Siktedypet var redusert fra over 4 meter til under 1 meter. Nitratkonsentrasjonen var halvert i overflaten, mens total nitrogen var som tidligere. Konsentrasjonen av total fosfor var tredoblet.

Oksygenforholdene i Grastjern var langt dårlige enn i de andre vannene. I august og september 1988 var det sterkt oksygen-svinn på 10 og 12 meter, men ikke oksygenfritt. Disse forholdene førte til at nitrat ble redusert til ammonium ved bunnen. Derfor var det et relativt sterkt avtak i nitratkonsentrasjoner, mens konsentrasjonene av total nitrogen var uforandret.

Figur 11 og 12 viser kjemisk oksygenforbruk (KOF) og fargetall for de fire bekkestasjonene i undersøkelsen. Det var en klart større konsentrasjon av løst organisk stoff i Ånavassdraget enn i Grasvatnvassdraget. I Ånavassdraget skilte utløpet fra Barselvatn seg fra de to andre stasjonene ved høyere konsentrasjoner.



Figur 11. Kjemisk oksygenforbruk (KOF, mg O/L) for bekkestasjoner for 1) utløp Barselvatn, 3) utløp Rossevatn, 4) innløp Kvåsefjorden og 6) utløp Grasvatn.



Figur 12. Fargetall (mg Pt/L) for bekkestasjoner for 1) utløp Barselvatn, 3) utløp Rossevatn, 4) innløp Kvåsefjorden og 6) utløp Grasvatn.

5. DISKUSJON

5.1 Surhet

Barselvatn hadde en høyere pH enn det en ville vente. Både belastning med forurenset nedbør og berggrunn tilsier en langt lavere pH. Det antas at aktiviteten i nedbørfeltet nøytraliserer tilførsel av sure komponenter. Dataene gir ikke grunnlag for å forklare hvilke prosesser som er aktive.

I Rossevatn var pH redusert med en hel enhet i forhold til ovenforliggende Barselvatn. pH-verdier på omkring 5.0 viser at fisk kan ha problemer med overlevelse og reproduksjon i vassdraget. Relativt høyt innhold av organisk stoff og trolig relativt høy konsentrasjon av kalsium kan redusere giftvirkningen av aluminium i vannet.

Grastjern hadde en ekstremt lav pH-verdi ved alle prøvetakinger. Det ble ikke funnet så lave verdier i en omfattende regional undersøkelse av innsjøer i Norge midt på 1970-tallet eller en tilsvarende undersøkelse i 1986 (Henriksen et al. 1988). Laveste verdier i de undersøkelsene var pH 4.2-4.3.

Det er kjent at kationer av sjøsalter kan bytte ut hydrogenioner akkumulert over tid i f. eks. torvmoser og på den måten gi surt vann i nedbørepisoder. I små, kystnære vann, slik som Grastjern, kan denne effekten trolig være av betydning i perioder, men her ser det ut til at det er en vedvarende tilstand.

En undersøkelse foretatt av Miljøvern avdelingen i Vest-Agder sommeren 1988 viser at avrenningen fra utsprengt areal ved Travparken har en pH-verdi på 3.5-4.0 (Vinje 1988). Om avrenningen har vært så stor at den har betydning for vannkvaliteten i Grastjern er usikkert.

Det anbefales å se nærmere på vannkjemi og tilførsler i Grastjern hvis en vil forsøke å forklare årsaken til disse ekstremforholdene.

Grasvatn var kronisk sur i undersøkelsesperioden. Berggrunn og løsavsetninger i nedbørfeltet klarer ikke å avsyre belastningen av sterk syre fra forurenset nedbør. Vannet inneholder dessuten lite organisk stoff. Fisk vil høyst sannsynlig ikke kunne leve under slike forhold.

5.2 Forurensningsforhold

Barselvatn hadde langt høyere konsentrasjoner av både fosfor og nitrogen enn de andre vannene i undersøkelsen. Sammen med den høye turbiditeten er det klart at dette vannet tilføres forurensende stoffer fra aktiviteter omkring vannet.

De store utsprengningene for Sørlandssenteret er sannsynligvis en kilde til økte konsentrasjoner av nitrat i vannet. Det er kjent at sprengstein inneholder rester av nitrogenholdig sprengstoff. Det er bl.a. vist for Vatnedalsdammen i Bykle (Lande 1986). ANFO-anolitt består av vel 90 % ammoniumnitrat og er idag den vanligste sprengstofftypen. Mesteparten av dette vil drive av som nitrose gasser, men en del vil bli igjen i sprengsteinen.

De høye nitrogenkonsentrasjonene i Barselvatn ble ikke funnet igjen lengere nedover i vassdraget. Det tyder på at det skjer en vesentlig tilbakeholdelse av nitrogen i den øvre del av vassdraget. Det antas at vegetasjonssonene langs vassdraget har en betydelig evne til å ta opp næringsalter.

Relativt høye nitrogenkonsentrasjoner i de andre vannene skyldes trolig at de ligger nær kysten. Nedbørfeltene vil derfor motta store mengder nitrogen fra forurenset nedbør

(SFT, diverse årsrapporter). Nitrogenet tilføres delvis direkte på vannoverflatene og i varierende grad som avrenning fra nedbørfeltet.

Nitratverdier på opp til 0.3-0.4 mg N/L kan forklares ved naturlig tilrenning og tilførsel fra forurenset nedbør. Selvom aktiviteter i nedbørfeltet kan tilføre nitrat, ser det derfor ut til at verdiene i alle vann utenom Barselvatn er innenfor det en kan forvente i området.

Den betydelige aktiviteten i nærings- og fritidsområdene gir høye konsentrasjoner av nitrogen i avrenningsvann på enkelte målepunkter (Vinje 1988), men det er uklart hvor store de totale tilførslene er.

Den var ingen økning i nitrat - eller totalnitrogenkonsentrasjonene fra Rossevatn og ned til utløpet av Åna ved Kvåsefjorden. Ved de fleste prøvetakinger var det noe lavere konsentrasjoner nederst i vassdraget. Det viser at eventuelle økte tilførsler av nitrogen i dette vassdragsavsnittet fanges opp av vegetasjonen.

Fosforkonsentrasjonene var lave i Rossevatn og Grasvatn. Det indikerer at vekstgrunlaget for planteplankton i disse vannene er begrenset. Det gjenspeiles også i de lave klorofyllkonsentrasjonene.

I Barselvatn var det åpenbart en betydelig tilførsel av fosfor. Om vi antar at middelveidier for fosfor i sommerhalvåret i Barselvatn er 15-20 mg P/m³, vil vannet være i en kritisk fase med hensyn til eutrofiering og uønsket algevekst. Det er omlag dette fosfornivået som ble funnet i august 1988. For nærmere vurdering må det tas hyppigere prøver i løpet av sommeren, se Berge (1987).

Fosfortilførsel via nedbør er trolig ubetydelig (Semb, NILU, pers. oppl.). Forhøyede konsentrasjoner av total fosfor vil derfor bety at det finnes forurensningskilder i nedbørfeltet. For Barselvatn er det avrenning fra Dyreparken (gjødning og arealavrenning), kloakk og slamdisponering som kan være kilder til fosfor.

Fosfor tas lett opp av vegetasjon i grunne vassdragsavsnitt når det er begrensede mengder tilstede i forhold til nitrogen. Lave konsentrasjoner i vannene kan derfor forklares selv om tilførslene av fosfor er relativt betydelige.

Næringssaltkonsentrasjonen i Ånavassdraget er ikke vesentlig forskjellig fra det som trolig er typisk for vassdrag langs kysten av Agder. Det er derfor ikke funnet spesielt grunnlag for bekymring for påvirkningen fra elva på Kvåsefjorden.

Situasjonen i Barselvatn var preget av høye konsentrasjoner av næringssalter, høy turbiditet, men lave klorofyllverdier. Det tyder på at det finnes uorganiske partikler i vannet, f.eks. leire. Fosforet kan være knyttet til disse partiklene, siden fosforet ikke gir opphav til algevekst. Det er kjent at fosfor føres ut i vassdrag som delvis partikkelbundet fosfor.

Verken Rossevatn i Ånavassdraget eller Grasvatn var preget av uorganiske partikler eller planktonalger. Vannet i Rossevatn og Åna var imidlertid relativt farget av humusstoffer i visse perioder. Det skyldes at vassdraget går gjennom myrområder og at det er en del vegetasjon i de grunne partiene.

Den spesielle planktonoppblomstringen som ble registrert i Grastjern i april 1989 må skyldes helt spesielle forhold. Tilført fosfor fra aktiviteter i nedbørfeltet har trolig gitt opphav til algeveksten. Temperaturforholdene var uvanlige for årstiden og vannet var ikke islagt. Tilførsler og dermed vekst av alger kan ha blitt konsentrert i det øverste vannlaget.

Det anbefales å følge utviklingen i dette vannet videre hvis en vil finne årsaken til oppblomstringer av denne typen. Sammensetningen av planteplanktonet karakteriserer vannkvaliteten og vil derfor være viktig å se på.

6. REFERANSER

Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5 - 15 meter. O-85110, NIVA. 44 s.

Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T.S., Sevaldrud, I.S. and Brakke, D.F. 1988. Lake acidification in Norway - present and predicted chemical status. *Ambio*, 17: 259-266.

Hindar, A. 1984. Forsuringssituasjonen i 69 kystnære vann i Aust-Agder. Kompendium, 25 s.

Lande, A. 1986. Nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra. Vurderinger av vannkvalitetsendringer 1981-85 i forbindelse med anleggsvirksomhet. O-83143, NIVA, Grimstad, 39 s.

Starmer, I.C. 1985. Geological map of the Bamble sector, South Norway. N.A.T.O. Adv. Study Inst. 1984, Excursion Guide. NGU 1986.

Vinje, J.E. 1988. Foreløpige resultater fra avrenningsundersøkelse fra arealer ved Travparken/Dyreparken, Kristiansand kommune. Notat, MV-avdelingen.

7. VEDLEGG

7.1. Primærdata

Forklaring til tabeller:

Stasjonsnr.	Dyp/kode	Stasjonsnavn
1	1-14 meter	Barselvatn
1	66	Utløp Barselvatn
2	66	Utløp Barseltjern
3	1-14 meter	Rossevatn
3	66	Utløp Rossevatn
4	33	Innløp Kvåsefjorden
5	1-12 meter	Grastjern
6	1-30 meter	Grasvatn
6	66	Utløp Grasvatn

Page No. 1
01/01/80

Data fra Ånavassdraget

Dato	St. nr	Dyp meter	Kond mS/m	pH	Turb FTU	NO3 ug/L	Tot N ug/L	Tot P ug/L	KOF mg O/L	O2 O2/L	O2-met % O2
07/14/88	1	66	15.6	5.70	1.6	609	1695	8	4.03	0.0	0
07/14/88	2	66	14.6	5.60	2.2	2207	3345	7	6.04	0.0	0
07/14/88	3	66	9.3	4.95	0.5	356	451	3	4.19	0.0	0
07/14/88	4	33	8.7	5.10	0.6	329	454	3	3.06	0.0	0
07/14/88	6	66	13.3	4.50	0.5	550	627	2	1.21	0.0	0
08/04/88	1	1	14.2	5.95	1.8	910	1705	17	4.47	0.0	0
08/04/88	1	5	14.4	5.95	1.4	906	1655	17	4.78	9.7	97
08/04/88	1	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	8.8	75
08/04/88	1	12	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	7.3	62
08/04/88	1	14	15.1	5.00	1.9	684	2115	47	2.93	6.1	50
08/04/88	3	1	7.3	5.05	0.6	416	722	2	5.39	0.0	0
08/04/88	3	5	7.5	5.00	0.6	440	1003	3	6.00	9.5	99
08/04/88	3	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	8.0	69
08/04/88	3	12	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	6.7	56
08/04/88	3	14	8.5	4.85	0.9	454	1081	8	4.07	3.3	28
08/04/88	5	1	21.5	4.10	1.5	328	1094	4	2.93	0.0	0
08/04/88	5	5	21.1	4.10	0.9	324	1160	3	2.39	9.2	96
08/04/88	5	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	4.5	38
08/04/88	5	12	25.4	4.50	1.1	120	1081	4	2.08	2.1	17
08/04/88	6	1	14.6	4.65	0.5	466	793	2	1.23	0.0	0
08/04/88	6	5	14.6	4.60	0.5	472	859	1	1.85	9.5	100
08/04/88	6	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	0.0	0
08/04/88	6	15	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	0.0	0
08/04/88	6	20	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	0.0	0
08/04/88	6	25	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	0.0	0
08/04/88	6	30	14.9	4.70	0.9	462	976	4	3.62	6.5	52
09/09/88	1	66	12.6	5.85	1.8	1230	1580	22	6.31	0.0	0
09/09/88	3	66	7.8	4.95	0.7	332	643	5	6.35	0.0	0
09/09/88	4	33	7.7	5.05	0.9	302	621	5	6.50	0.0	0
09/09/88	6	66	14.3	4.55	0.5	511	799	2	2.32	0.0	0
09/27/88	1	1	13.4	6.05	1.4	920	1030	14	4.96	0.0	0
09/27/88	1	5	13.8	6.05	1.6	920	1100	10	4.65	8.5	80
09/27/88	1	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	4.7	39
09/27/88	1	12	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	3.0	25
09/27/88	1	14	24.8	5.25	1.6	700	1360	4	2.40	2.5	21
09/27/88	3	1	7.1	5.20	0.6	290	430	3	5.50	0.0	0
09/27/88	3	5	6.9	5.15	0.6	290	430	2	5.00	9.4	89
09/27/88	3	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	8.8	75
09/27/88	3	12	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	4.9	41
09/27/88	3	14	7.1	5.10	1.3	420	500	5	3.64	3.6	30
09/27/88	5	1	20.1	4.20	0.7	320	910	2	2.56	0.0	0
09/27/88	5	5	20.4	4.20	0.8	330	760	2	1.63	8.9	84
09/27/88	5	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	3.1	26
09/27/88	5	12	12.8	4.65	1.4	75	840	4	1.32	0.7	6
09/27/88	6	1	14.7	4.65	0.4	560	580	1	2.17	0.0	0
09/27/88	6	5	14.7	4.65	0.4	475	820	1	2.25	10.4	100
09/27/88	6	15	13.4	4.75	0.7	640	885	2	2.02	9.8	78
09/27/88	6	20	13.6	4.75	0.9	672	695	2	1.95	9.4	74
09/27/88	6	25	14.2	4.75	0.7	635	660	2	1.94	8.4	66
09/27/88	6	30	14.2	4.80	0.7	560	655	2	2.48	6.6	52

Page No. 2
01/01/80

Data fra ^oAnavassdraget

Dato	St. nr	Dyp meter	Kond mS/m	pH	Turb FTU	NO3 ug/L	Tot N ug/L	Tot P ug/L	KOF mg O/L	O2 O2/L	O2-met % O2
09/27/88	1	66	13.7	6.00	1.4	1130	1630	13	4.65	0.0	0
09/27/88	3	66	7.1	5.10	0.6	530	560	4	5.27	0.0	0
09/27/88	4	33	6.8	5.10	0.6	320	530	3	5.35	0.0	0
09/27/88	6	66	14.3	4.60	0.5	570	730	2	1.47	0.0	0
10/14/88	1	66	13.3	5.75	2.9	810	1755	17	6.05	0.0	0
10/14/88	3	66	7.5	4.85	1.0	350	900	5	6.09	0.0	0
10/14/88	4	33	7.3	4.95	1.2	310	810	2	5.94	0.0	0
10/14/88	6	66	14.1	4.50	0.7	350	855	1	2.03	0.0	0
11/07/88	1	66	14.8	5.80	2.5	782	1180	18	7.69	0.0	0
11/07/88	3	66	7.6	5.15	0.8	316	545	4	4.22	0.0	0
11/07/88	4	33	100.3	5.80	0.8	281	515	5	4.67	0.0	0
11/07/88	6	66	14.7	4.65	1.3	403	760	2	1.81	0.0	0
04/04/89	1	1	15.1	6.05	2.6	850	1249	14	4.29	0.0	0
04/04/89	1	5	15.1	6.10	2.9	729	1216	12	4.45	11.9	94
04/04/89	1	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	11.1	86
04/04/89	1	12	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	11.8	92
04/04/89	1	14	15.3	5.95	2.9	729	1281	12	5.36	10.9	84
04/04/89	3	1	9.2	5.10	0.7	243	564	3	4.20	0.0	0
04/04/89	3	5	9.2	5.05	0.6	267	597	3	4.78	14.0	110
04/04/89	3	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	12.8	101
04/04/89	3	12	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	12.1	95
04/04/89	3	14	9.3	5.05	0.7	243	531	2	4.12	11.9	94
04/04/89	5	1	23.7	4.10	1.1	146	1027	15	5.11	0.0	0
04/04/89	5	5	24.1	4.10	1.0	219	923	10	3.54	13.1	102
04/04/89	5	10	0.0	0.00	0.0	0	0	0	0.00	9.6	73
04/04/89	5	12	28.7	4.15	1.1	365	1249	6	3.54	8.1	62
04/04/89	6	1	16.2	4.50	0.5	316	694	2	2.14	0.0	0
04/04/89	6	5	16.1	4.50	0.7	316	825	2	2.72	12.5	97
04/04/89	6	15	16.3	4.55	0.6	316	857	2	2.80	12.2	95
04/04/89	6	20	16.8	4.50	0.6	437	825	2	2.39	12.3	95
04/04/89	6	25	16.7	4.55	0.5	440	760	2	2.31	11.9	91
04/04/89	6	30	16.9	4.55	0.9	450	1053	2	2.14	11.7	90
04/04/89	1	66	15.2	6.05	2.3	850	1314	10	4.45	0.0	0
04/04/89	3	66	9.4	5.10	0.7	292	531	2	3.05	0.0	0
04/04/89	4	33	9.0	5.20	0.6	343	433	2	3.21	0.0	0
04/04/89	6	66	15.7	4.50	0.4	333	662	3	1.24	0.0	0
05/08/89	1	66	14.3	6.15	1.4	725	947	15	4.95	0.0	0
05/08/89	3	66	9.9	4.95	0.5	422	521	3	2.94	0.0	0
05/08/89	4	33	14.2	5.40	0.9	332	401	3	2.78	0.0	0
05/08/89	6	66	15.1	4.45	0.8	376	705	5	2.24	0.0	0

Page No. 1
01/01/80

Data fra ⁰navassdraget - 2

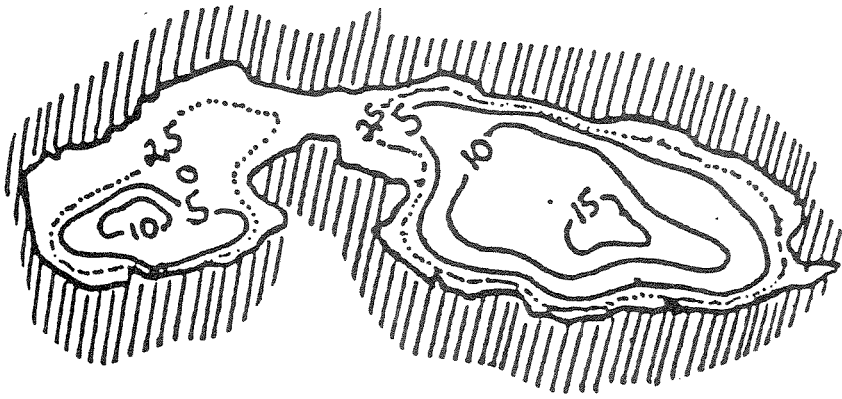
Dato	St. nr	Dyp meter	Farge mg Pt/L	Klorofyll ug Kl.a/L	Sikt meter	Farge visuell
07/14/88	1	66	40	0.0	0.0	
07/14/88	2	66	65	0.0	0.0	
07/14/88	3	66	25	0.0	0.0	
07/14/88	4	33	25	0.0	0.0	
07/14/88	6	66	10	0.0	0.0	
08/04/88	1	1	30	0.8	4.5	gul
08/04/88	1	5	30	0.0	0.0	
08/04/88	1	10	0	0.0	0.0	
08/04/88	1	12	0	0.0	0.0	
08/04/88	1	14	35	0.0	0.0	
08/04/88	3	1	55	3.6	2.1	gul
08/04/88	3	5	55	0.0	0.0	
08/04/88	3	10	0	0.0	0.0	
08/04/88	3	12	0	0.0	0.0	
08/04/88	3	14	105	0.0	0.0	
08/04/88	5	1	30	1.1	4.3	grønn
08/04/88	5	5	30	0.0	0.0	
08/04/88	5	10	0	0.0	0.0	
08/04/88	5	12	50	0.0	0.0	
08/04/88	6	1	15	0.3	8.4	grønn
08/04/88	6	5	20	0.0	0.0	
08/04/88	6	10	0	0.0	0.0	
08/04/88	6	15	0	0.0	0.0	
08/04/88	6	20	0	0.0	0.0	
08/04/88	6	25	0	0.0	0.0	
08/04/88	6	30	25	0.0	0.0	
09/09/88	1	66	45	0.0	0.0	
09/09/88	3	66	35	0.0	0.0	
09/09/88	4	33	50	0.0	0.0	
09/09/88	6	66	5	0.0	0.0	
09/27/88	1	1	45	1.0	3.4	gul-grønn
09/27/88	1	5	55	0.0	0.0	
09/27/88	1	10	0	0.0	0.0	
09/27/88	1	12	0	0.0	0.0	
09/27/88	1	14	40	0.0	0.0	
09/27/88	3	1	55	1.0	4.5	brun
09/27/88	3	5	55	0.0	0.0	
09/27/88	3	10	0	0.0	0.0	
09/27/88	3	12	0	0.0	0.0	
09/27/88	3	14	40	0.0	0.0	
09/27/88	5	1	30	1.1	4.5	grønn
09/27/88	5	5	30	0.0	0.0	
09/27/88	5	10	0	0.0	0.0	
09/27/88	5	12	65	0.0	0.0	
09/27/88	6	1	25	0.4	8.2	grønnlig
09/27/88	6	5	30	0.0	0.0	
09/27/88	6	15	30	0.0	0.0	
09/27/88	6	20	25	0.0	0.0	
09/27/88	6	25	35	0.0	0.0	
09/27/88	6	30	30	0.0	0.0	

Page No. 2
01/01/80

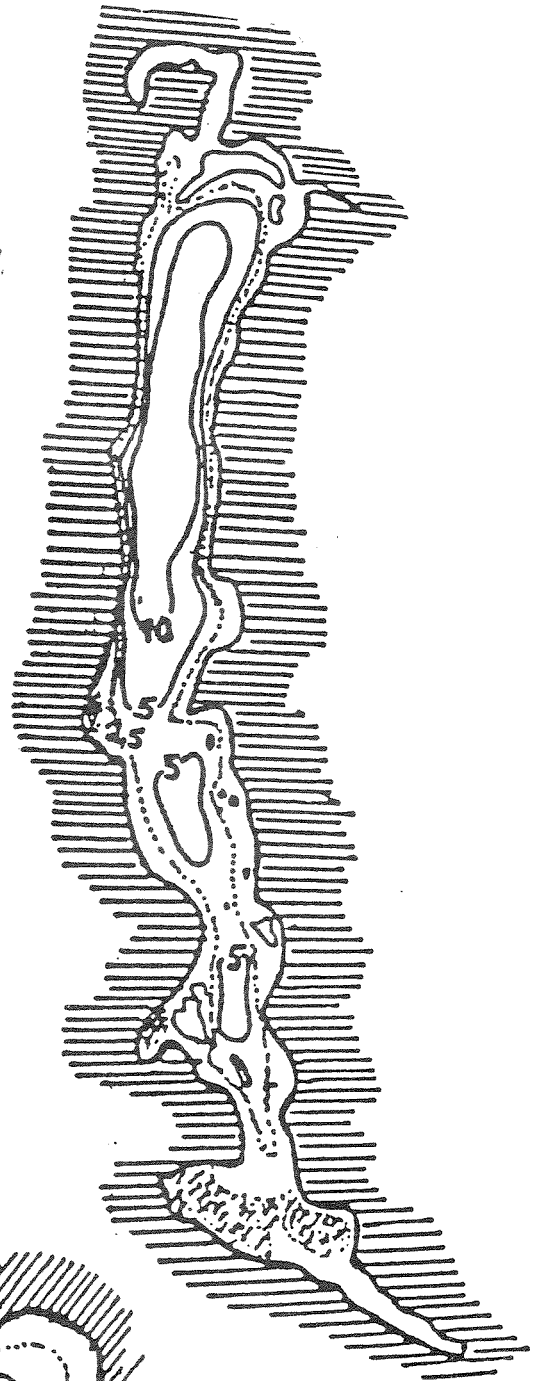
Data fra Anavassdraget - 2

Dato	St. nr	Dyp meter	Farge mg Pt/L	Klorofyll ug Kl.a/L	Sikt meter	Farge visuell
09/27/88	1	66	55	0.0	0.0	
09/27/88	3	66	50	0.0	0.0	
09/27/88	4	33	50	0.0	0.0	
09/27/88	6	66	25	0.0	0.0	
10/14/88	1	66	70	0.0	0.0	
10/14/88	3	66	55	0.0	0.0	
10/14/88	4	33	50	0.0	0.0	
10/14/88	6	66	20	0.0	0.0	
11/07/88	1	66	55	0.0	0.0	
11/07/88	3	66	45	0.0	0.0	
11/07/88	4	33	50	0.0	0.0	
11/07/88	6	66	20	0.0	0.0	
04/04/89	1	1	65	0.6	1.7	brun
04/04/89	1	5	65	0.0	0.0	
04/04/89	1	10	0	0.0	0.0	
04/04/89	1	12	0	0.0	0.0	
04/04/89	1	14	65	0.0	0.0	
04/04/89	3	1	30	1.4	3.9	brun
04/04/89	3	5	30	0.0	0.0	
04/04/89	3	10	0	0.0	0.0	
04/04/89	3	12	0	0.0	0.0	
04/04/89	3	14	30	0.0	0.0	
04/04/89	5	1	35	44.7	0.9	kr. grønn
04/04/89	5	5	35	0.0	0.0	
04/04/89	5	10	0	0.0	0.0	
04/04/89	5	12	30	0.0	0.0	
04/04/89	6	1	25	2.9	5.2	grønn
04/04/89	6	5	20	0.0	0.0	
04/04/89	6	15	25	0.0	0.0	
04/04/89	6	20	20	0.0	0.0	
04/04/89	6	25	20	0.0	0.0	
04/04/89	6	30	25	0.0	0.0	
04/04/89	1	66	55	0.0	0.0	
04/04/89	3	66	35	0.0	0.0	
04/04/89	4	33	40	0.0	0.0	
04/04/89	6	66	30	0.0	0.0	
05/08/89	1	66	25	0.0	0.0	
05/08/89	3	66	15	0.0	0.0	
05/08/89	4	33	20	0.0	0.0	
05/08/89	6	66	10	0.0	0.0	

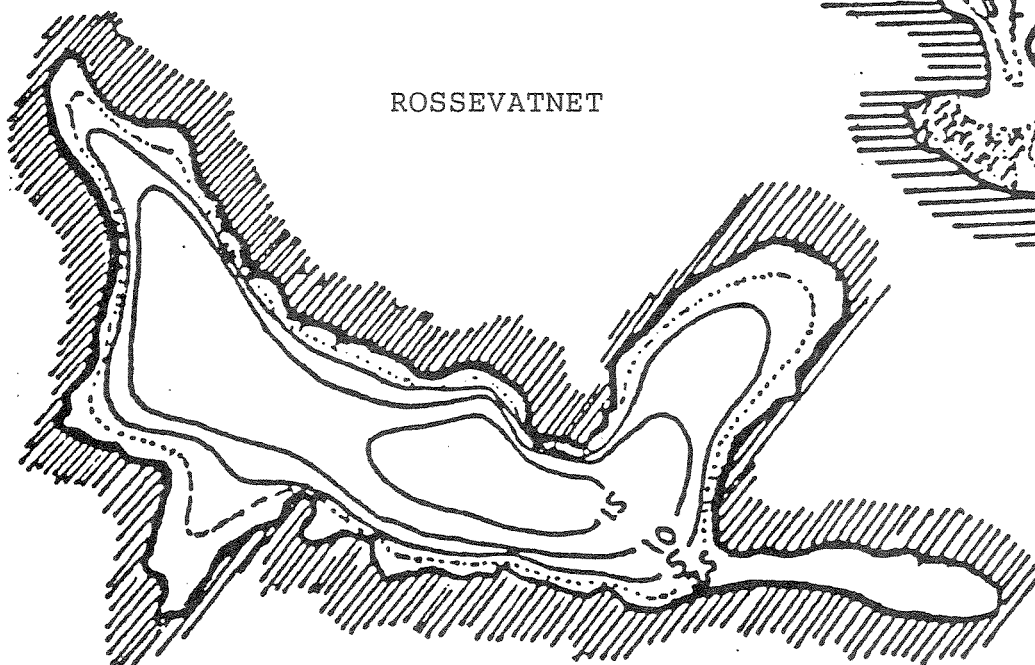
7.2. Dybdekart



BARSELVATNET

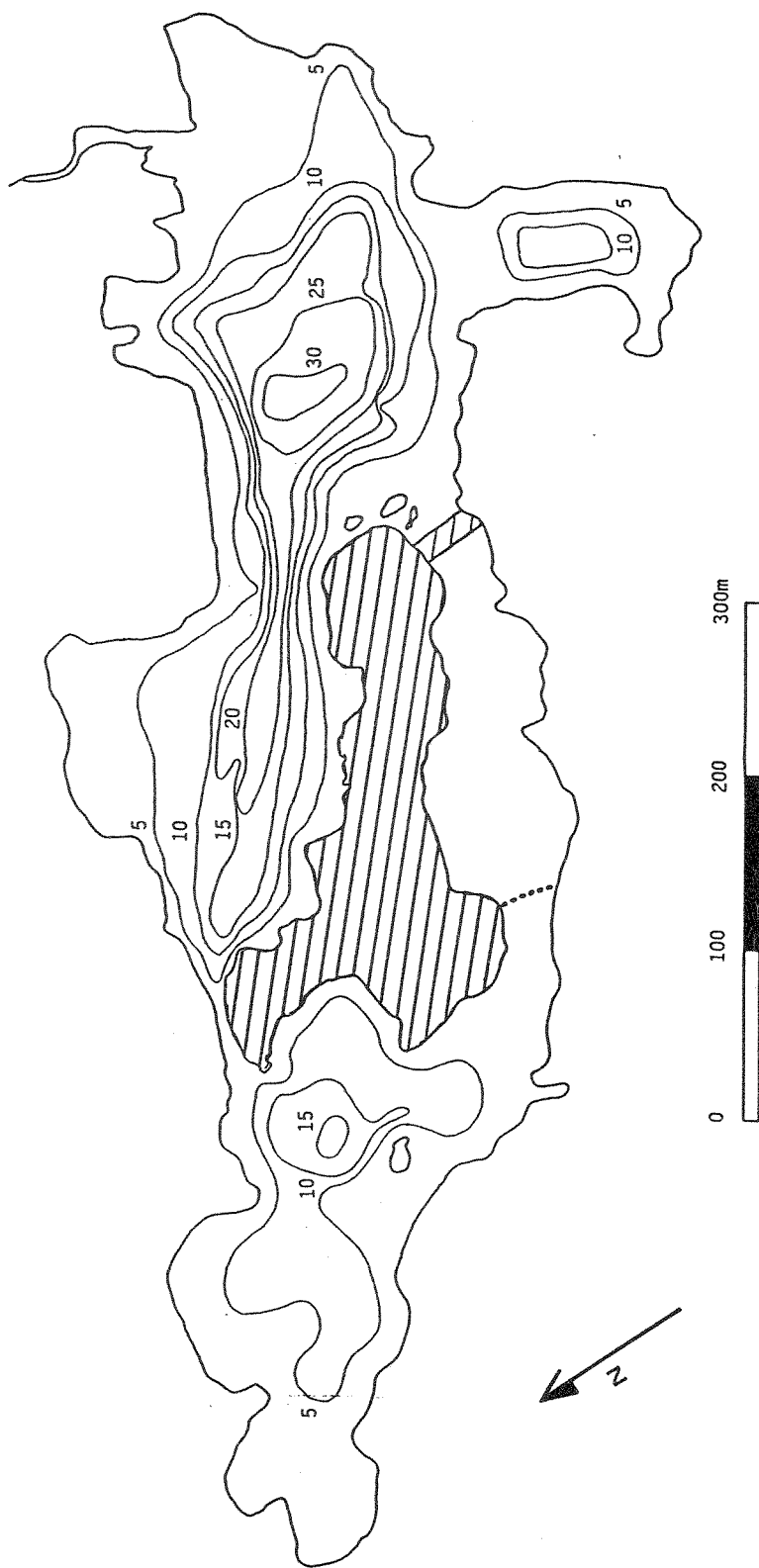


BJORVATNET



ROSSEVATNET

GRASVATNET



Ekvidistans 5m