



O-87144 E-86650

Lufting av Langevatn

Effekter på
vannkvalitet og sedimenter

Avløpssambandet Nordre Øyeren, ANØ
Norsk institutt for vannforskning, NIVA

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 89

Sørlandsavdelingen
Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752
Telefax (065) 78 402

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

Prosjektnr.:
0-87144
E-86650

Undernummer:

Løpenummer:
2553

Begrenset distribusjon:
Fri

| | |
|--|---------------------------------------|
| Rapportens tittel: Lufting av Langevatn. Effekter på vannkvalitet og sedimenter. | Dato: 15.4.1991 |
| | Prosjektnummer: 0-87144 E-86650 |
| Forfatter (e): Morten Nicholls (ANØ) Hans Holtan Dag Berge | Faggruppe: Vassdrag |
| | Geografisk område: Akershus |
| | Antall sider (inkl. bilag): 45 |

| | |
|--|----------------------------------|
| Oppdragsgiver: Lørenskog kommune Norsk institutt for vannforskning | Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.): |
|--|----------------------------------|

Ekstrakt:
Lufting av det søndre basseng i Langevatn i årene 1987-89 har medført en rekke bedringer både av vannkvalitet og sedimentkvalitet. Oksygen har vært tilstede i dypvannet i rikelige mengder til at dyreliv er etablert både i vannet og sedimentet. Hydrogensulfiddannelsen er stanset. Sedimentoverflaten er oksydert og binder igjen fosfor. Ved stans i luftingen blir det raskt reduserende forhold igjen, noe som kommer av at det fortsatt er betydelige mengder oksygenkrevende materiale tilbake i sedimentet, og at den eksterne fosfortilførselen fortsatt er stor.

4 emneord, norske:

1. Dypvannslufting
2. Vannkvalitet
3. Sediment
4. Langevatn

4 emneord, engelske:

1. Deep water aeration
2. Water quality
3. Sediments
4. Lake Langevatn

Prosjektleder:

Hans Holtan

Hans Holtan

For administrasjonen:

Dag Berge

Dag Berge

ISBN 82-577-1872-6

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

AVLØPSSAMBANDET NORDRE ØYEREN

Kjeller

0-87144

E-86650

Lufting av Langevatn

Effekter på vannkvalitet og sedimenter

Oslo/Kjeller, 15. april 1991

Prosjektleder (ANØ): Morten Nicholls

Prosjektleder (NIVA): Hans Holtan

Medarbeider (NIVA): Dag Berge

I N N H O L D

FORORD

| | Side |
|--------------------------------|-----------|
| INNLEDNING | 1 |
| SAMMENDRAG OG ANBEFALINGER | 2 |
| 1 VANNKVALITET | 4 |
| 1.1 Temperatur | 6 |
| 1.2 Siktedyp | 6 |
| 1.3 Oksygen | 7 |
| 1.4 Surhet | 8 |
| 1.5 Organisk stoff | 8 |
| 1.6 Fosfor | 9 |
| 1.7 Nitrogen | 10 |
| 1.8 Silisium | 11 |
| 1.9 Klorofyll | 11 |
| 1.10 Jern | 12 |
| 1.11 Bakterier | 14 |
| 2 PLANKTONSAMMENSETNING | 15 |
| 2.1 Planteplankton | 15 |
| 2.2 Dyreplankton | 18 |
| 3 SEDIMENTUNDERSØKELSER | 21 |
| 3.1 Valg av metodikk | 21 |
| 3.2 Resultater | 23 |
| 3.2.1 Visuelle observasjoner | 23 |
| 3.2.2 Dialyseforsøk | 23 |
| 3.2.3 Sedimentkjerner | 25 |
| Litteratur | 33 |
| Vedlegg | 34 |

F O R O R D

Denne rapporten beskriver resultatene fra de oppfølgende undersøkelsene av luftingen av Langvann i 1987, 1988 og 1989. En sammenstilling av tidligere undersøkelser og resultatene fra undersøkelsene i 1986 er gitt i ANØ-rapport 41/87 (NIVA-rapport E 86650).

Luftingen av det søndre bassenget, som ble startet 10. juli 1986, administreres av Lørenskog kommune. Avløpssambandet Nordre Øyeren og Norsk institutt for vannforskning er faglige rådgivere og utøvende for de undersøkelser som har blitt gjennomført. De vannkjemiske og biologiske undersøkelsene har vært utført av ANØ, mens NIVA har utført sedimentundersøkelsene.

Kultursjef Hans Krogvold og personell ved Park- og Idrettskontoret har vært våre kontaktpersoner og ansvarlige for drift av lufteren.

Utgiftene til undersøkelsene er dekket av Lørenskog kommune, Avløpssambandet Nordre Øyeren (ANØ) og med forskningsmidler fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Lufteren som tidligere var på utlån, er nå kjøpt av Lørenskog kommune.

Hans Holtan

Morten Nicholls

INNLEDNING

Tilførsel av næringsstoffer og organisk materiale, primært på grunn av avløpsvann fra befolkningen, har medført at Langvann var sterkt forurensset allerede i 1960-årene. Regelmessige undersøkelser av ANØ siden 1976 har vist at vannkvaliteten, særlig i overflaten, er blitt bedre med årene.

Sjøen er imidlertid i mange henseende fortsatt betydelig forurensset selv om fosforinnholdet er vesentlig redusert. Algemengden er også i perioder meget høy og klassifiserer sjøen som eutrof. Dette medfører bl.a. at bunnvannet raskt blir oksygenfritt og det dannes hydrogensulfid.

Luftingen av det søndre basseng av Langvann har som formål å hindre oksygenfrie forhold i bunnvannet samt å øke nedbrytningen av det organiske materialet som er i bunnslammet (sedimentene). Dette vil hindre utlekking av næringsstoffer fra slammene og til vannet, på denne måten bidra til lavere fosforinnhold i vannet. En sekundæreffekt av dette vil normalt være at algemengden blir mindre. Her er det imidlertid avgjørende hvilke stoffer som er begrensende faktor for algeveksten.

Luftingen har nå foregått i 4 år, og blitt fulgt opp med undersøkelser i 3 av disse (1987, 1988 og 1989). Med unntak av 1989 har luftteutstyret fungert uten store problemer eller lengre driftsstans. I 1989 derimot var utstyret ute av drift flere ganger og ofte i lengre perioder. Dette skyldes havari av motor og kompressor. Resultatene fra 1989 viser klart hva som vil skje hvis luftingen stanses. Det er derfor viktig at luftingen gis nødvendig prioritet.

SAMMENDRAG OG ANBEFALINGER

Luftingen av det søndre basseng tilfredsstillende forventningene om full sirkulasjon av vannet i dette bassenget og god innblanding av oksygen også i bunnvannet. Kvalitative forskjeller mellom overflatevannet i de to delene av sjøen er små.

Generelt har vannkvaliteten blitt bedre. Sedimentene i det luftede bassenget er blitt oksydert slik at nedbrytningen av organisk materiale har økt og dyrelivet i sedimentene har tatt seg opp. Det bør vurderes også å igangsette lufting av det nordre bassenget.

Når lufteutstyret er i drift, oppnås full sirkulasjon i det søndre bassenget. Lengre driftstans medfører at vannkvaliteten i bunnvannet blir gradvis dårligere.

Luftingen har også medført at siktedypet i denne delen av sjøen er noe bedre enn i den uluftede. Videre har oksygeninnholdet i bunnvannet økt fra 0% til 80 - 100%. Dette medfører også at utviklingen av H₂S-gass i bunnvannet er stanset. Dårligere oksygeninnhold i 1989 skyldes at utstyret var ute av drift i lengre perioder.

Surhetsgraden i Langvann varierer mellom ca 6,5 og ca 8,5 med en generelt noe høyere pH i overflatevannet i det uluftede bassenget. Dette tilskrives effekter av større primærproduksjon i denne delen av sjøen. Luftingen medfører at surhetsgraden i det luftede bassenget er relativ lik fra bunn til topp og med en pH-verdi rundt 7.

Det organiske materialet i vannet blir enten tilført sjøen eller dannet i sjøen ved primærproduksjonen. Innholdet lå oftest mellom 6-8 mg C/l, med et gjennomgående noe høyere innhold i den uluftede delen av sjøen. Forøvrig synes innholdet av organisk stoff å ha blitt noe mindre siden 1986.

Dette må tas som tegn på at utviklingen går i positiv retning.

Mengden fosforforbindelser i vannet er blitt sterkt redusert siden midten på 70-tallet, og ligger nå på ca 30 ug P/l. Det har generelt vært noe større fosforinnhold i bunnvannet enn i overflatevannet, og noe mer i det uluftede enn i det luftede bassenget. I 1989 var imidlertid denne forskjellen liten. Det har tildels sammenheng med at lufteren var ute av drift store deler av sesongen. Hadde ikke dette skjedd, lå det ifølge utviklingstendensen an til at fosforinnholdet ville bli lavere enn tidligere observert.

Pga. at fosforinnholdet i vannet er blitt redusert, er også algemengden blitt mindre. I 1988 og 1989 lå denne på 8-9 ug/l i snitt for sommeren, mens den f.eks. i 1987 lå på 15-16 ug/l. Den mest positive utviklingen ligger imidlertid i det forhold at algemengden på sensommeren har gått ned, hvilket tilsier at mengden blågrønnalger er blitt mindre. Midlere klorofyllinnhold for sommerperioden bør reduseres til 4-5 ug/l før man kan si seg fornøyd med vannkvaliteten i sjøen.

Mengden av dyreplankton var moderat/rik, men noe lavere enn mengden planteplankton skulle tilsi. Dette kan skyldes stor beiting av fisk, eventuelt kombinert med at kiselalger (som dominerer) er dårlig grunnlag som næring for dyreplanktonet.

Luftingen har gitt merkbar bedring av sedimentene i den luftede delen. Disse er nå oksygenholdige og dyreliv er reetablert. Stopp i luftingen vil imidlertid raskt bryte ned denne positive utviklingen.

Kommunen bør vurdere å få igangsatt lufting av det nordre bassenget. Dette vil bidra til en raskere restaurering og bedret vannkvalitet. En slik lufting kan trolig gjennomføres på en rimelig måte ved hjelp av perforerte slanger lagt ut på bunnen og gjennomblåsing med trykkluft.

1 VANNKVALITET

Vannkvaliteten i Langvann har vært undersøkt på to steder (La 2 og La 5) i årene 1987, 1988 og 1989. Formålet med dette har vært å se hvordan vannkvaliteten endrer seg over tid i den luftede (La 5) og uluftede (La 2) delen av sjøen.

Prøvene er samlet inn fra to dyp i hver av de to delene av sjøen; en prøve fra overflaten (0-2 m) og en fra bunnvannet. Temperatur og oksygen er i tillegg målt på flere dyp.

Lufteenheten (Planox) har vært periodevis ute av drift i deler av undersøkelsesperioden pga. maskinelle problemer primært i 1989. Dette gjenspeiler seg i tallmaterialet. Forøvrig er vårt inntrykk at lufteren har hatt en meget god driftsstabilitet. Det er imidlertid viktig at kommunen gir drift av lufteren nødvendig prioritet, slik at langvarig driftsstans (over 1 uke) ikke forekommer.

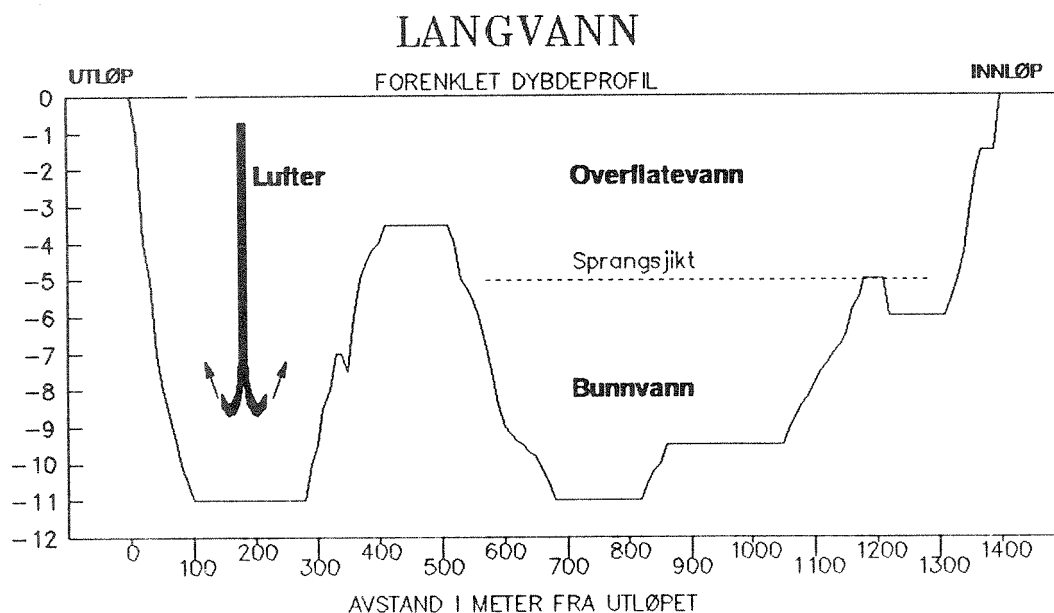
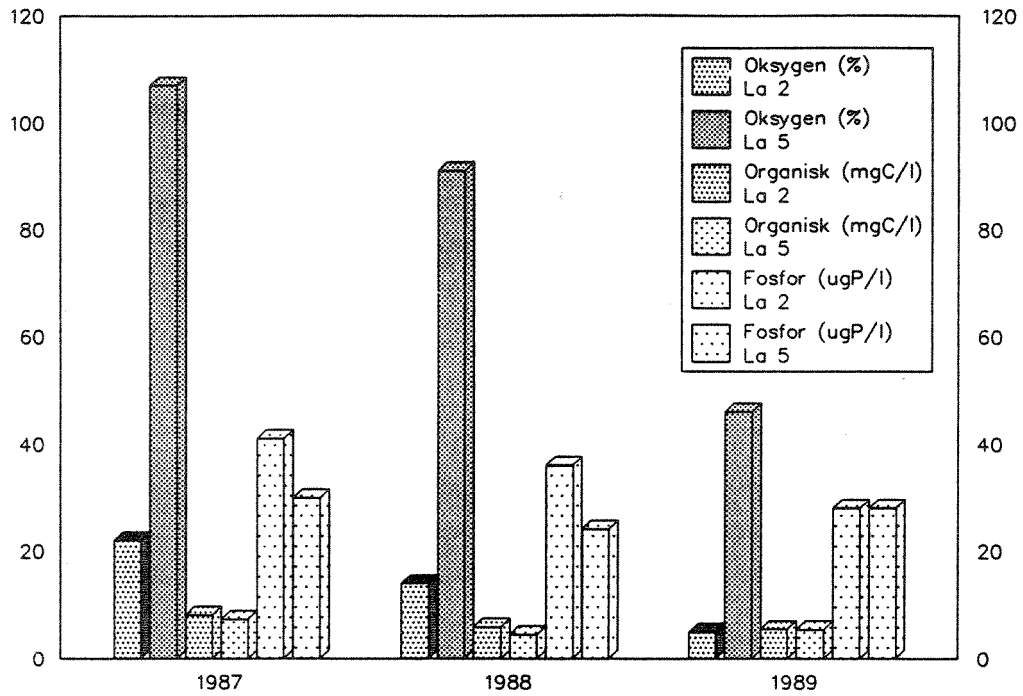


Fig. 1.1

Langvann

Midlere vannkvalitet i dypvannet
1987 - 1989



Langvann

Midlere vannkvalitet i dypvannet
1987 - 1989

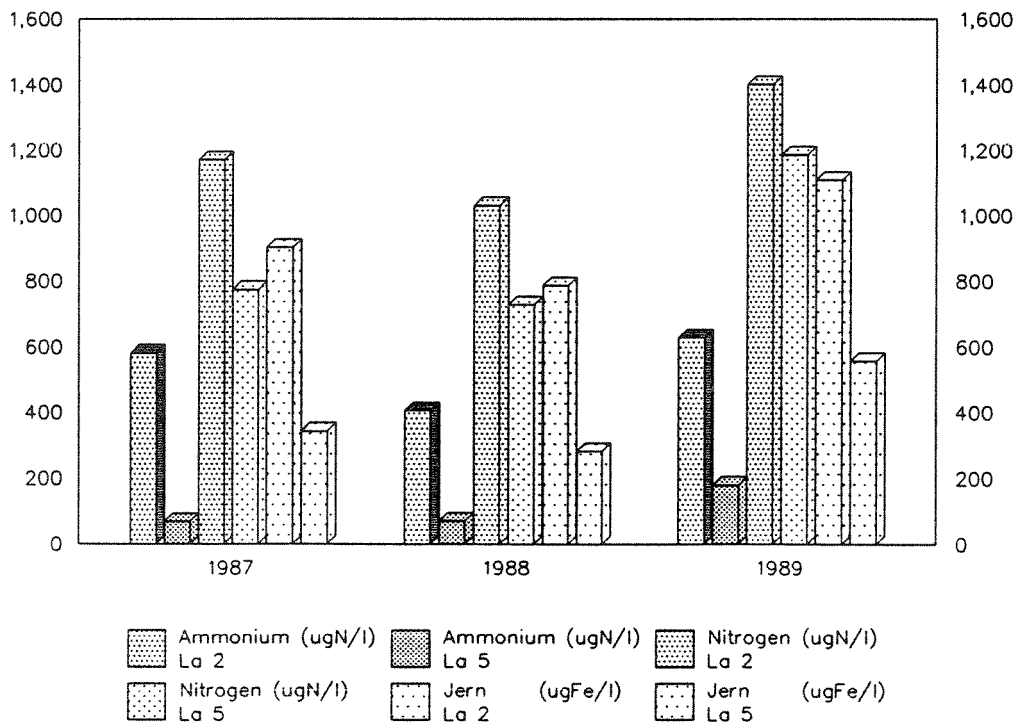


Fig. 1.2

1.1 Temperatur

Luftingen av det søndre bassenget medfører at vannet her har relativt lik temperatur fra overflaten til bunnen. Omblendingen medfører ingen generell temperaturtemperatursenkning i forhold til det nordre bassenget. Middelttemperaturen i overflaten har derfor vært den samme i begge deler av sjøen. Maksimal observert vanntemperatur fant vi imidlertid i det nordre bassenget 23.6. 1988, målt til 21.1 °C. I det søndre bassenget var temperaturen da 20,5 °C. Dette viser at det luftede bassenget er noe "tregere". Dette har sammenheng med at vannvolumet er større. Det luftede bassenget vil derfor bli noe senere oppvarmet, men også holde noe lenger på varmen enn overflatevannet i det uluftede bassenget. Tidsforskjellen er imidlertid trolig ikke mer enn et par dager.

Omrøringen av det søndre bassenget medfører også en senere islegging, samt en åpen råk store deler av vinteren, i forhold til den nordre delen.

I 1989 var lufteren ute av drift i lengre perioder. Dette gjenspeiler seg bl.a. i temperaturforholdene. Det var først i prøven fra 5.7. at effekter av luftingen var merkbare. (Lufteren har øyensynlig vært i drift mellom 14.6. og 5.7. selv om den ikke var i drift på prøvedagene). Etter denne tid var vanntemperaturen i bunnvannet mellom 11 og 15 °C og i overflaten mellom 13 og 19 °C. Disse driftsstansene har derfor vært årsak til at temperaturforskjellen mellom overflatevannet (0-2 m) og bunnvannet var større i 1989 enn i 1988 og 1987.

1.2 Siktedyp

Siktedypet i Langvann påvirkes primært av uorganisk (leire) og organiske (alger) partikler. Siktedypet varierer om sommeren vanligvis mellom 1 og 2,5 meter.

Forskjellen mellom de to bassengene er liten, men det er likevel et noe større siktedyp i den luftede delen.

Bedringen i siktedyp fra 1987 til 1989 (bedring på ca 0,5 m) skyldes sannsynligvis nedgang i algemengde (klorofyll). Siktedypet er typisk for eutrofe sjøer.

1.3 Oksygen

Et av luftingens primære formel er å tilføre oksygen til vannet slik at oksygenforbrukende prosesser i bunnvannet ikke gjør dette oksygenfritt. At luftingen, når den er i drift, har stor effekt fremkommer tydelig av resultatene. Det luftede bassenget har ved normal drift av lufteren et høyt (80 - 100%) innhold av oksygen. I det andre bassenget, der lufting ikke pågår, er oksygeninnholdet i store deler av året nær eller lik 0. Utvikling av H₂S-gass (hydrogensulfid) forekommer ofte, og da særlig på ettersommeren/høsten.

At lufteren var ute av drift i lengre perioder i 1989 sees tydelig på metningsgraden (O₂). I 1989 var laveste metning på 24%, mot 62% i 1988 og 74% i 1987. Når lufteren så kommer i drift igjen vil oksygeninnholdet øke, men et visst etterslep vil man ha i lengre periode. Det er derfor viktig at avbruddene i luftingen blir så få og så korte som mulig.

Ser man på midlere O₂-metning i bunnvannet i det uluftede bassenget, er denne blitt mindre fra 1987 til 1989; dvs en negativ utvikling. Dette kan ha sin forklaring i mindre vannutskifting pga. mindre flomvann om våren og følgelig en raskere oppbygging av sprangsjiktet. Sprangsjiktet ligger forøvrig noe dypere i 1988 og 1989 enn i 1987, hvilket medfører at vannvolumet under dette blir mindre. Dette vil igjen medføre at oksygenet blir raskere oppbrukt.

Vi kan imidlertid ikke fri oss fra å ha en følelse av at luftingen på en eller annen måte også virker positiv, men svært lite, på det uluftede bassenget.

1.4 Surhet

Surhetsgraden i overflatevannet varierte mellom 6.7 og 8.4, med de høyeste verdier i det uluftede bassenget. Middelveien for de to bassengene viser at det uluftede bassenget har et generelt høyere pH-nivå (0,2 - 0,3 pH-enhet). Dette har sammenheng med primærproduksjonen og at det sirkulerende vannvolum er mindre.

I det luftede bassenget var det liten forskjell i surhetsgrad i overflaten og dypvannet. I den uluftede delen hadde bunnvannet en lavere pH enn overflatevannet. Dette er normalt og har bl.a. sammenheng med nedbrytning/bredbrytningsprosesser. Surhetsgraden her var ca 6.6 i middel både i 1987 og 1988. Surheten ble ikke målt i 1989.

1.5 Organisk stoff

Mengden organisk stoff i vannet er målt som total organisk karbon (TOC). Dette omfatter både løste og partikulære forbindelser.

Høyeste målte verdi var i overflaten i den uluftede delen (13.4 mg C/l) i 1987. Ellers lå innholdet i begge basseng mellom 6-8 mg C/l. Det var imidlertid et generelt høyere innhold i den uluftede delen. Dette kan ha sammenheng med at luftingen øker nedbrytningen, men også at den uluftede delen i utgangspunktet har et større innhold pga. større primærproduksjon og større tilførsel via innkommende vann fra Ellingsrudelva.

Innholdet av organisk stoff synes å ha blitt noe mindre i

undersøkelsesperioden.

1.6 Fosfor

Fosformengden tilført Langvann har i en årrekke vært høyere enn det sjøen tåler uten å komme i ubalanse. Dette er årsaken til at sjøen har blitt forurenset. Diverse forurensningsbegrensende tiltak opp gjennom 70- og 80-tallet har redusert forurensningen til sjøen, men på grunn av at sedimentene nå har et høyt innhold av næringsstoffer og organisk materiale påvirker dette sjøen slik at den fortsatt opptrer eutrof. Fosforinnholdet er imidlertid sterkt redusert i forhold til f.eks. 1976 (figur 1.3). Ytterligere forurensningsbegrensende tiltak må gjennomføres slik at midlere fosforinnhold i tilløpsvannet blir 20 ug P/l eller mindre. Selv om dette målet nås vil sjøen i mange år opptre eutrof pga sedimentenes innvirkning på vannkvaliteten. For å redusere denne negative innvirkningen er det viktig at det organiske materialet i sedimentene blir nedbrutt. Lufting har slik effekt.

Luftingen har hatt svak positiv effekt på fosforinnholdet i overflatevannet. Etter at luftingen startet i 1986 er vannkvaliteten generelt, men også fosforinnholdet, blitt bedre. Det er noe bedre forhold i det luftede bassenget enn i det uluftede. Forskjellene er imidlertid små når det gjelder fosforinnhold. Ser man imidlertid på fosforinnholdet i dypvannet er det klar forskjell mellom bassengene frem til 1989, hvor kvaliteten i det uluftede bassenget har vært dårligere.

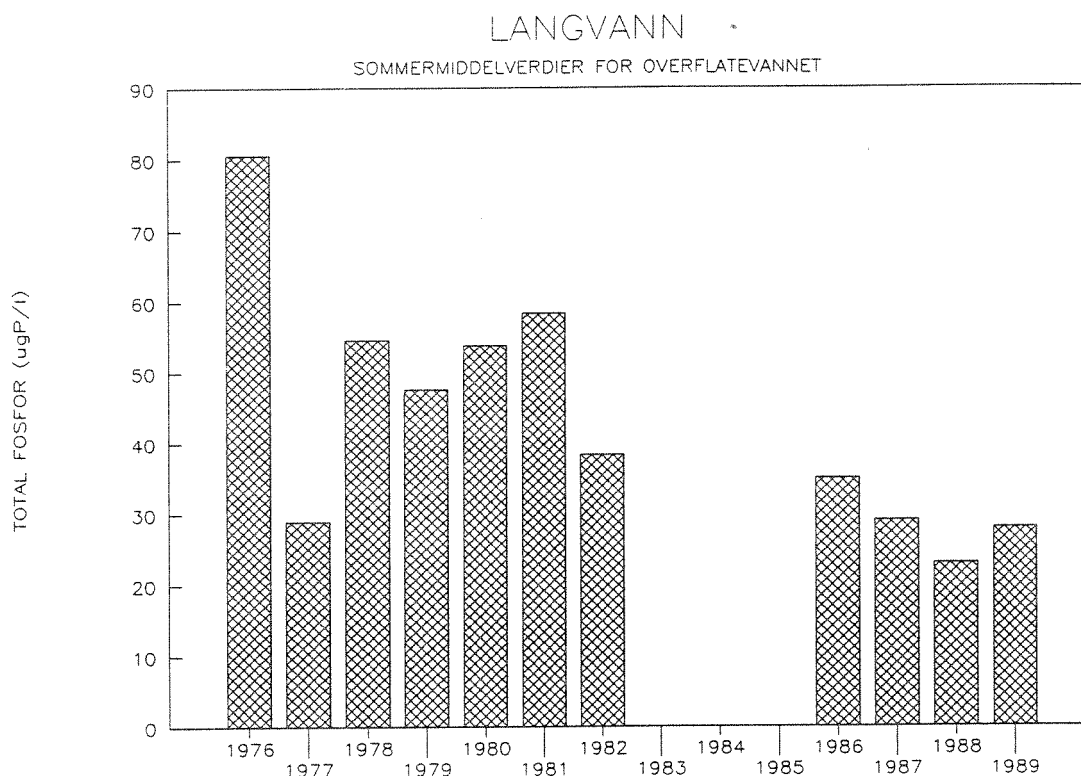


Fig. 1.3

1.7 Nitrogen

Også nitrogeninnholdet i Langvann var vesentlig høyere tidligere enn det er i dag. I perioden 1987-89 varierte N-innholdet mellom ca 500 - 1200 ug N/l i overflatevannet og ca 800 - 2100 ug N/l i dypvannet. Forskjellen mellom den luftede delen og overflatevannet i den uluftede delen av sjøen er for små til å si om det er noen signifikant endring i overflatevannet etter at luftingen startet. Sammenlignet med kvaliteten i bunnvannet er imidlertid forskjellen tydelig, og da med et lavere totalnitrogen-

ninnhold i den luftede delen. Dette er å forvente som en positiv effekt av luftingen.

1.8 Silisium

Silisium er også et næringstoff for alger, og da primært for den type alger som dominerer i Langvann; dvs kiselalger. Dette medfører at silisiuminnholdet blir sterkt redusert i løpet av sommerperioden. Forbruket har i perioder vært så stort at dette har begrenset algeveksten selv om fosformengden har vært høy. Dette er trolig årsaken til at man ikke alltid finner godt samsvar mellom fosformengde og algemengde (klorofyll). Når blågrønnalgene overtar på høstparten, vil mengden silisium igjen øke, slik som observert i 1987 og 1989.

Midlere silisiuminnhold var dessuten noe lavere i 1987 enn i 1989. Dette tilskrives et større algeinnhold og da større forbruk i 1987 enn i 1989.

1.9 Klorofyll

Klorofyll er et mål på mengden alger i vannet. På grunn av at klorofyllmengden pr alge vil variere avhengig av algeart og livsbetingelser, vil det kunne være forskjell mellom den reelle algemengden og klorofyllverdiene.

Som nevnt før er fosfor og silisium to viktige næringsstoffer for algene i Langvann, og de vil derfor innvirke på mengdene klorofyll i sjøen. I perioden 1987 - 1989 har klorofyllmengden blitt redusert fra 15-16 ug/l til ca 8 ug/l. Forskjellen mellom 1988 og 1989 var imidlertid ubetydelig. Det samme gjelder for forskjellen mellom den luftede og uluftede delen av sjøen når årlige middelveirdier legges til grunn. Ser man imidlertid nærmere på utviklingen i løpet av året var det stor forskjell på de to delene av sjøen i 1987, og da i retning av et vesentlig mindre algeinnhold på ettersommeren i den

luftede delen. Dette er den årstiden hvor f.eks. blågrønnalgene begynner å dominere. Denne type alger var derfor trolig mindre utbredt i den luftede delen i 1987 enn i den uluftede.

I 1988 og 1989 var klorofyllinnholdet på ettersommeren fortsatt lavt i forhold til tidligere år. Mengden blågrønnalger var dessuten lavere i 1989 enn i 1988, og klart lavere i den luftede delen av sjøen.

Forskjellen mellom de to delene av sjøen må tillegges effekter av luftingen. Årsaken til at algemengden også viser positiv utvikling i den uluftede delen kan trolig ikke tillegges luftingen, selv om vi generelt er usikker på om det ikke foregår en viss påvirkning fra den luftede til den uluftede delen.

Som nevnt er klorofyllinnholdet blitt sterkt redusert fra tidligere år. Dersom man gjennom forurensningsbegrensende tiltak og lufting klarer å redusere klorofyllmengden til det halve, dvs til 4-5 ug/l i snitt for sommeren, har man kommet til et forurensningsnivå som bør være akseptabelt for sjøen. Lavere enn dette er trolig urealistisk.

1.10 Jern

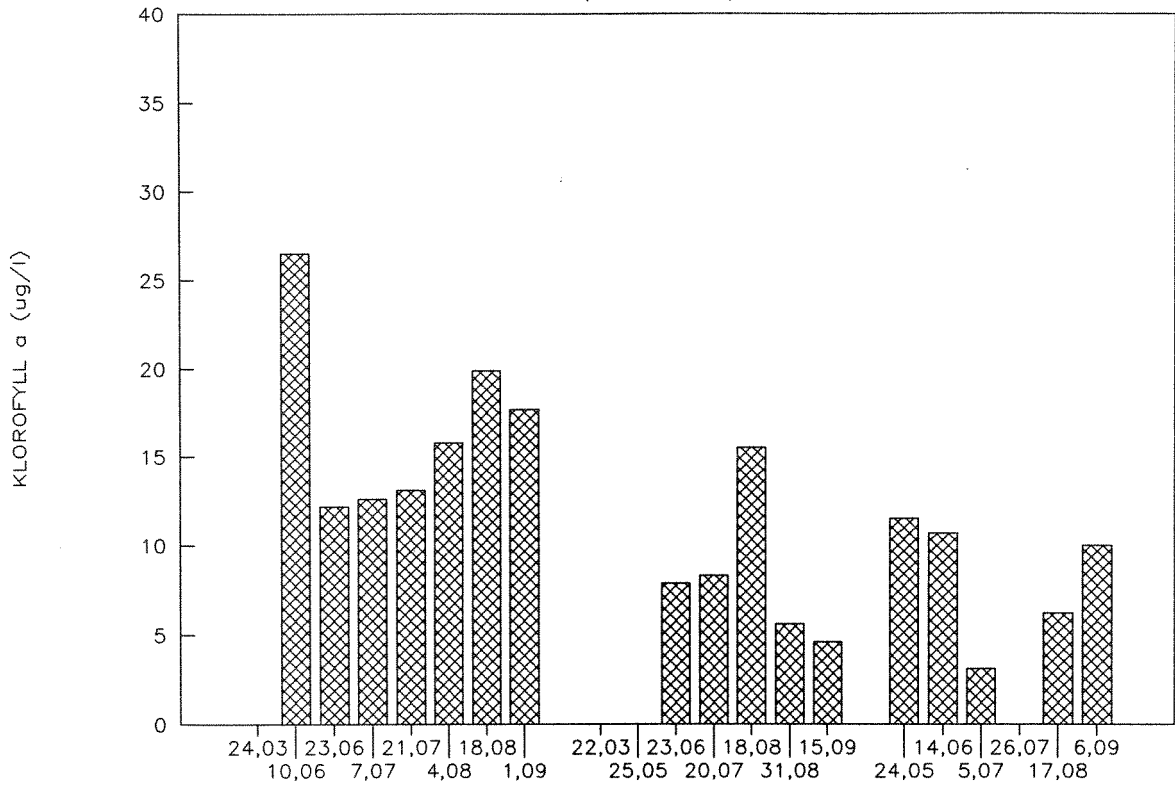
Jern vil normalt foreligge i små mengder i en sjø med godt oksygenholdig vann. Jernmengden vil imidlertid også være avhengig av mengden organisk stoff i vannet. Humusrikt vann vil derfor ha et høyere jerninnhold enn et med lite humus.

Overflatevannet i Langvann har et jerninnhold på ca 300 ug/l, med liten forskjell mellom de to delene av sjøen.

Bunnvannet i den uluftede delen av sjøen har imidlertid et vesentlig høyere jerninnhold. Dette skyldes dels

LANGVANN

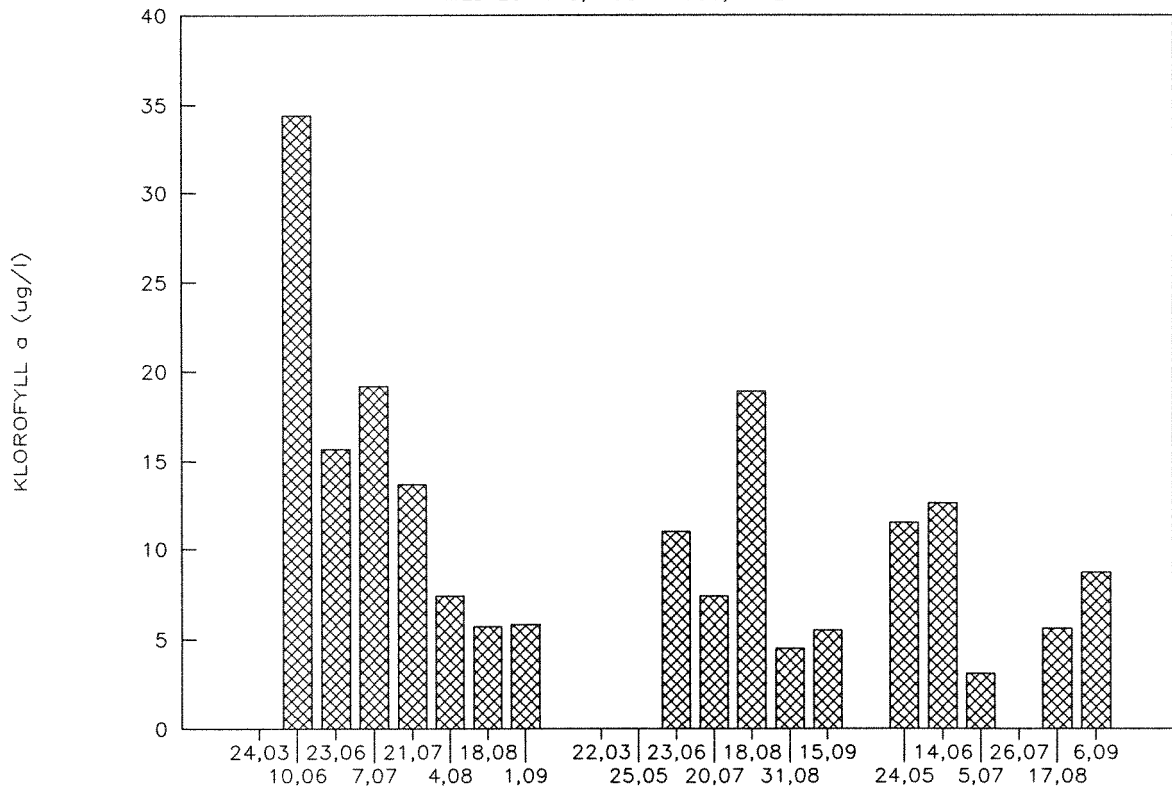
UTEN LUFTING, 1987-1989, 0-2 m



Figur 1.4

LANGVANN

MED LUFTING, 1987-1989, 0-2 m



Figur 1.5

sedimentasjon av partikulært materiale og dels frigivelse av 2-verdig jern fra bunnslammet. Årsaken til at bunnvannet i den luftede delen av sjøen hadde et høyere jerninnhold i 1989 enn i 1987 og 1988, samt et høyere innhold enn i overflaten, skyldes det forhold at lufteren var ute av drift i lang tid i 1989. Disse driftsproblemer gjenspeiler seg imidlertid i flere andre parametre og gjør trendbetragtninger vanskelig.

1.11 Bakterier

I årene 1987 - 1989 var innholdet av tarmbakterien E-Coli generelt noe lavere i den luftede delen enn i den uluftede. Forskjellen var imidlertid liten og uvesentlig for bruken av sjøen til badevann. Verdiene var lavere enn helsemyndighetenes normer for slik bruk. Den høyeste verdien, 120 E-Coli/100 ml, ble funnet i den uluftede delen i 1988. Forskjellen mellom bassengene vil neppe ha noe med luftingen å gjøre, men være avhengig av avstanden til utslippspunktet; f.eks. Ellingsrudelva.

2 PLANKTONSAMMENSETNING

Plankton er små (mikroskopiske) organismer som aktivt eller passivt svømmer/svever rundt i vannet. Disse deles inn i to typer; planteplankton og dyreplankton.

Planteplankton er å sammenligne med planter, i den forstand at de utnytter næringsstoffene i vannet (bl.a. fosfor og nitrogen) og sollyset for å opprettholde sin eksistens. Dyreplanktonet er på sin side å sammenligne med andre dyr, som livnærer seg ved å spise andre organismer; i dette tilfelle planteplanktonet.

Planktonmengden og - sammensetningen vil derfor gjenspeile hvordan den økologiske balansen i sjøen er.

2.1 Planteplankton

Planteplankton (alger) ble innsamlet ved hver prøvetaking i 1988 og 1989. I 1987 ble det bare tatt to prøver; en tidlig og en senere på sommeren. Planktonet ble samlet inn fra 0-2 m dyp med en Ramberghenter, og fiksert med 1 ml Lugol pr 100 ml prøve. Deretter ble 50 ml av prøven sedimentert i et spesielt tellekammer og algene bestemt gjennom et omvendt mikroskop.

Langvann har et høyt innhold av alger, hvorav kiselalger (*Arterionella formosa*) utgjør den største andelen. Deretter følger vanligvis cryptophyceer og gullalger (chrysophyceer). Blågrønnalger utgjør normalt under 10% av biomassen, og domineres da av *Oscillatoria limnetica*. I 1988 var imidlertid mengden blågrønnalger høyere, primært på grunn av et større innslag av *Anabaena flos-aquae*.

Algemengden og sammensetningen er karakteristisk for næringsrike sjøer. Algemengden varierer i løpet sommerperioden mellom 1000 - 10 000 mm³/m³, med et

middel på rundt 3000 mm³/m³. Etter dette blir sjøen å karakterisere som eutrof/polyeutrof ut fra algemengden.

Forskjellen i algemengde og sammensetning i den luftede (La 5) og uluftede (LA 2) delen av Langvann var vanligvis ikke stor, men allikevel merkbar. Algemengden var generelt lavere i det luftede bassenget, samtidig som andelen kiselalger var noe høyere. Særlig merkbar forskjell oppsto i 1988 da mengden blågrønnalger var ca 30% i snitt i den uluftede delen av sjøen. I den luftede delen var den da ca 12%. 1988 hadde dessuten et generelt høyere innhold av alger enn i 1989.

Årsaken til at algemengden og sammensetningen var bedre i det luftede bassenget tilskrives effekter av selve luftingen.

Sett i en praktisk brukssammenheng (rekreasjon) er algemengden alt for høy. Denne bør reduseres med ca 50%, samtidig som mengden blågrønnalger må reduseres. Dette kan oppnås gjennom fortsatt reduksjon av næringstilførselen kombinert med tiltak for å lufte også den nordre delen av sjøen. Dette siste kan trolig gjøres mest hensiktsmessig ved å legge ut en perforert slange i sjøens lengderetning og pumpe trykkluft gjennom denne.

Den betydelige algemengden vil i seg selv tilføre sedimentene en vesentlig mengde organisk materiale, som i neste omgang vil forbruke oksygen fra vannet for å bli nedbrutt. Selv om næringstilførselen reduseres vil sedimentene i flere år gi anaerobe forhold i dypvannet. En utvidet lufting vil øke nedbrytningshastigheten og redusere muligheten for oksygenfritt bunnvann også i det nordre bassenget. Dette vil videre virke positivt på algesammensetningen i hele sjøen.

Langvann

Plantep plankton 1988 og 1989

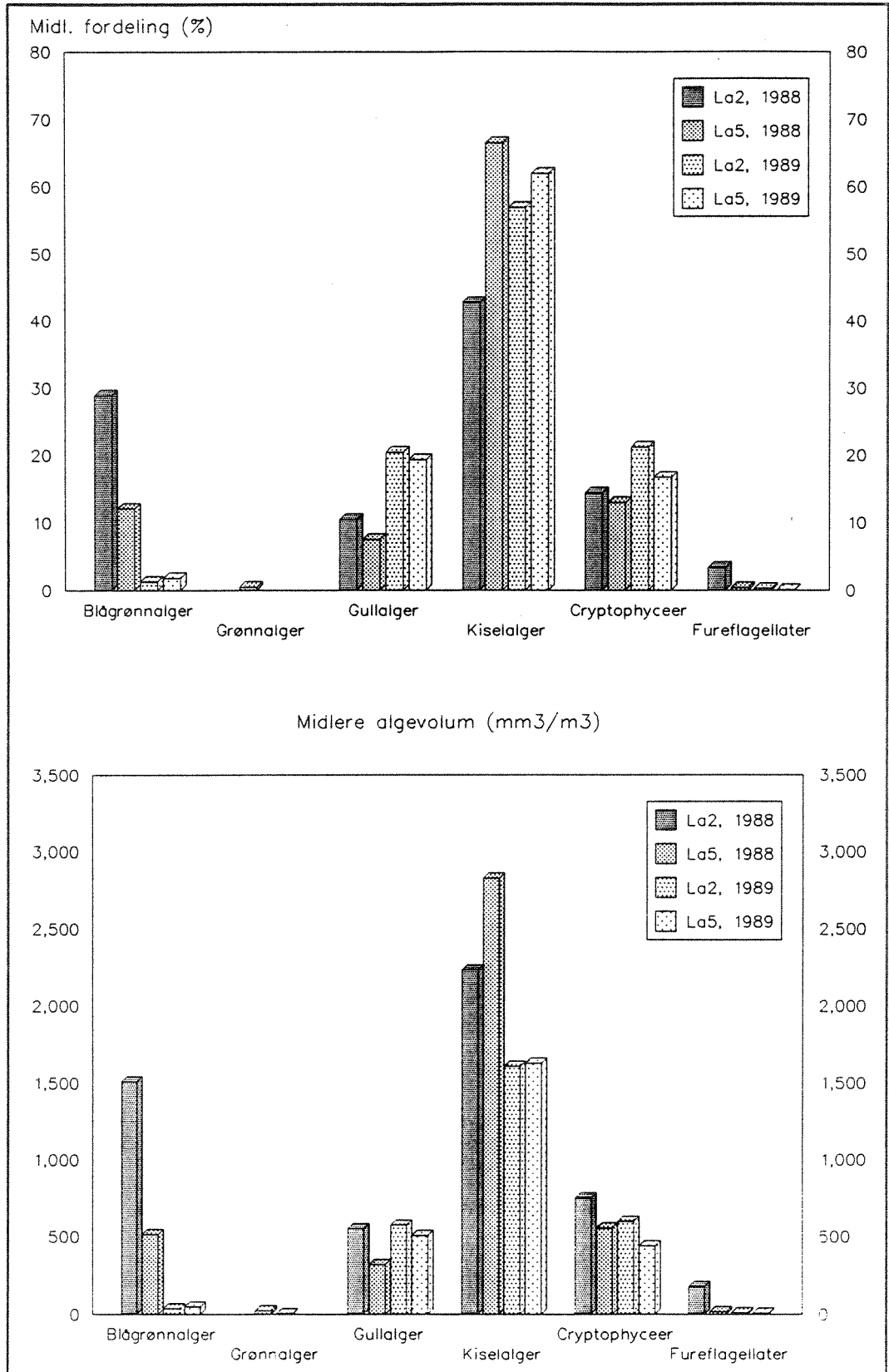


Fig. 2.1 og 2.2

2.2 Dyreplankton

Dyreplankton ble innsamlet og analysert i 1988 og 1989. Prøvene ble tatt fra 0-2 m dyp med en Ramberghenter og oppbevart på 100 ml flasker tilsatt fikseringsmiddel (Lugol). 50 ml av prøven ble senere helt over i tellekammere og undersøkt i et omvendt mikroskop. Metoden her er derfor identisk med den som ble benyttet ved planteplanktonundersøkelsen. Dyreplanktonet besto i hovedsak av følgende arter:

| | |
|-----------------------|------------|
| Tintinopsis lacustris | (ciliat) |
| Keratella cochlearis | (hjuldyr) |
| Polyarthra vulgaris | (hjuldyr) |
| Daphnia cf. cucullata | (krepsdyr) |
| Cyclops sp. | (krepsdyr) |

Selv om det er registrert visse forskjeller mellom den luftede og uluftede delen av Langvann, kan man ikke si at disse er spesielt store. Forskjellene må imidlertid trolig tas som tegn på effekter av luftingen.

I 1988 var det i den uluftede delen av sjøen (La 2) noe større mengder hjuldyr (fig. 2.3) og krepsdyr (fig. 2.4) på forsommeren/sommeren enn i den luftede delen. Senere på året (august-september) var imidlertid forholdet omvendt. Særlig stor forskjell ble funnet 31.8. innen gruppen hjuldyr. Dette skyldes stor forekomst av *Polyarthra vulgaris* i den luftede delen.

1989 viste et noe tilsvarende utviklingsmønster for hjuldirene som i 1988, men dette året var det liten forskjell på de to delene av sjøen. For krepsdyrene var imidlertid forholdet noe annerledes. Dette året var mengden krepsdyr på sensommeren i det uluftede bassenget høyere enn året før, og i en periode også noe høyere enn i den luftede delen. Størst mengde ble imidlertid registrert i den luftede delen av sjøen (La 5).

Langvann

Zooplankton 1988 og 1989
Hjuldyr

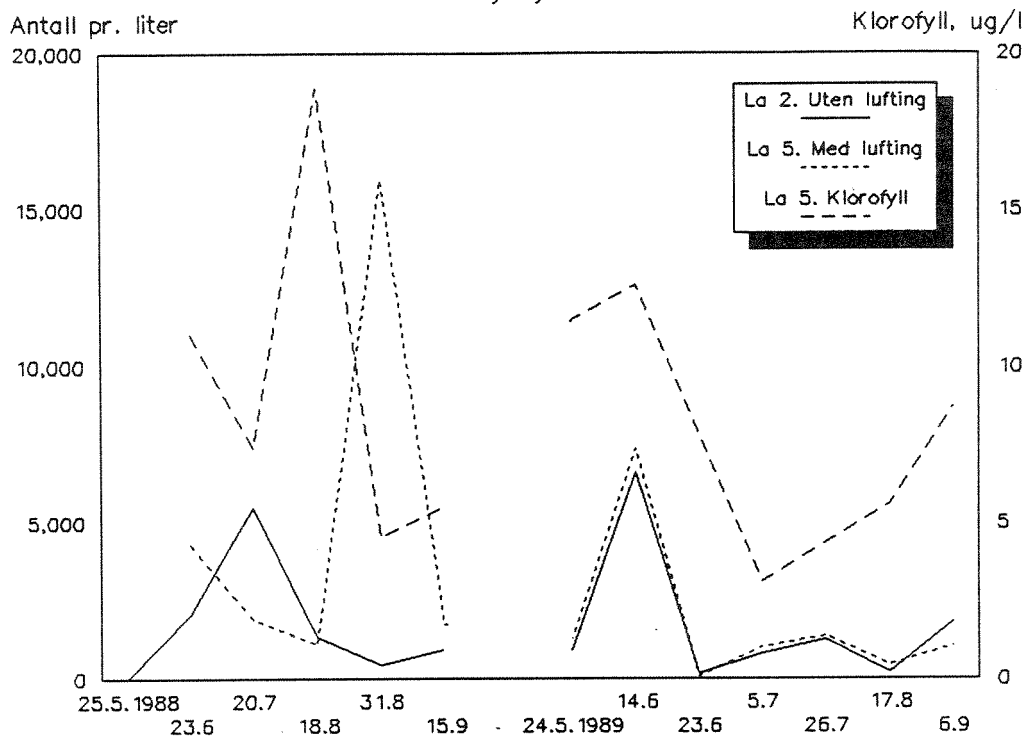


Fig. 2.3

Langvann

Zooplankton 1988 og 1989
Krepsdyr

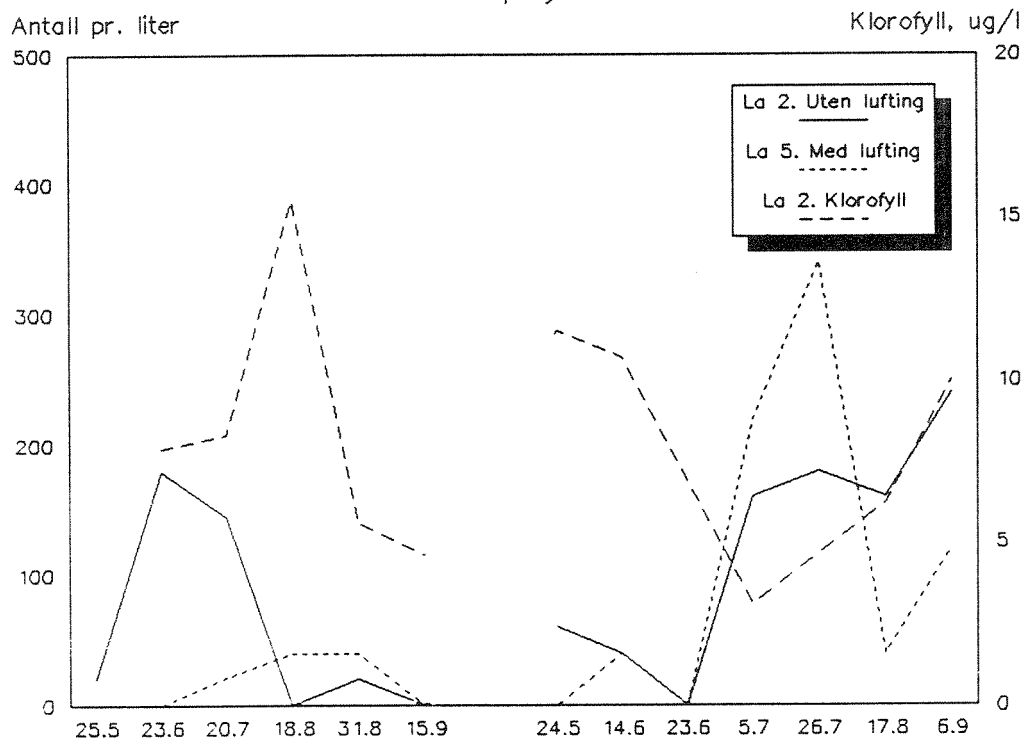


Fig. 2.4

I figur 2.3 og 2.4 er det også tegnet inn verdiene for algemengde (klorofyll) ved de to målestedene La 2 og La 5. Algemengde og variasjonsmønster for disse målestedene var relativt like i 1988 og 1989. Av figurene ser vi også at det er en viss sammenheng mellom algemengde og mengden dyreplankton. Dette arter seg slik at algemengden reduseres når mengden dyreplankton øker, og vice versa. I 1988 synes det som om det var hjuldyrene som var de viktigste algespisende planktonartene. For 1989 synes det imidlertid som om det var krepsdyrene som primært hadde denne innvirkningen.

Størst mengde krepsdyr eller hjuldyr ble funnet i det luftede bassenget. Mengden hjuldyr var gjennomgående over 10 ganger større enn mengden krepsdyr. Ut fra mengde og sammensetning må sjøen karakteriseres som moderat/markert rik på dyreplankton. Dyreplanktonmengden synes imidlertid å være noe lavere enn mengden planteplankton skulle tilsi. Dette kan skyldes stor beiting av planktonspisende fisk, evt. kombinert med at kiselalger er lite attraktive som føde for dyreplankton.

3 SEDIMENTUNDERSØKELSER

Luftingen av det ene bassenget i Langvann har medført at det igjen er dyreliv i profundalsedimentet. Det er dannet et meget markert jernhydroksydlag (rust) på toppen av sedimentet. Dette ser ut til å danne en betydelig sperre for diffusjon av fosfor ut av sedimentet og opp i vannfasen. Resultatene indikerer imidlertid at hvis luftingen stopper på nåværende tidspunkt, vil det oksyderte sjiktet brytes raskt ned som følge av sedimentets oksygenforbruk.

3.1 Valg av metodikk

I naturen vil man alltid ha vandring av stoffer fra steder med høye konsentrasjoner til steder med lave konsentrasjoner. Denne vandringen kalles diffusjon. Diffusjon gjennom semi-permeable hinner kalles osmose i fysiologisk sammenheng. I analyseteknisk sammenheng kan man produsere slike hinner med definert "cut off", dvs det slippes bare gjennom stoffer under en viss molekylvekt. Slike hinner kalles dialysemembraner og prosessen kalles dialyse.

Bruk av dialyseteknikk har vist seg velegnet til studium av utveksling av stoffer mellom fast sediment og sedimentets porevann, samt utlekking av en del stoffer over sedimentets overflate. Metoden, som først ble tatt i bruk ved norske sedimentundersøkelser av Skogheim (1979), beskrives bare kort her: En dialysestav som vist på figur 3.1 tres ned i sedimentet til et gitt dyp. Etter ca 3 uker vil konsentrasjonene av relevante stoffer være de samme inne i dramglassene som utenfor. Ved utsetting er dramglassene fyllt med oksygenfritt, destillert vann. Cut off på den anvendte membranen er 20000, noe som innebærer at sulfid ikke slipper inn, mens de aller fleste løste

jern-, fosfor- og nitrogenforbindelser diffunderer fritt over membranen.

Det ble satt ut tre dialysestaver med målekamre for hver cm fra 10 cm nede i sedimentet til 7 cm over sedimentet. Utsettingen ble foretatt av dykker. Staven ble trykket ned i sedimentet til et på forhånd påsatt merke. Av økonomiske grunner ble bare en dialysestav fra hvert basseng viderebehandlet.

Samtidig med at det ble satt ut dialysestaver, ble det tatt sedimentkjerne fra de samme områder. Kun en kjerne fra hvert basseng ble viderebehandlet.

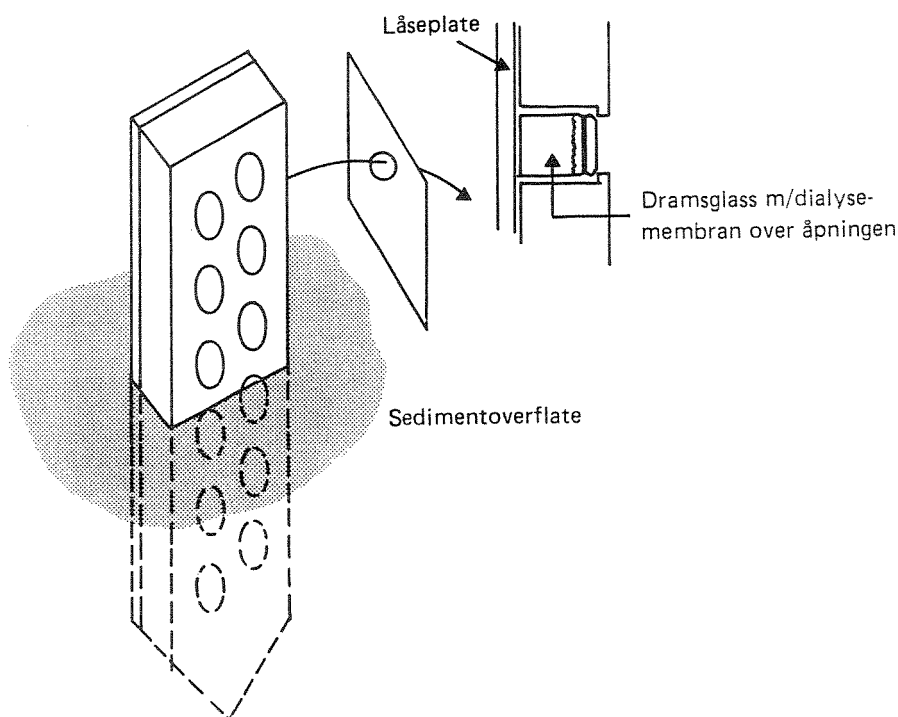


Fig. 3.1

3.2 Resultater

3.2.1 Visuelle observasjoner

Dykkerobservasjoner viste at sedimentoverflaten i det luftede bassenget var helt rustbrun. Den var en klart definert flate og hadde et meget stort innhold av oppstikkende chironomiderør (fjærmygglarver). Visuell inspeksjon av sedimentkjernene viste at rustutfellingene gjorde seg gjeldende helt ned til 5-6 cm nede i sedimentet. Forekomsten av rust var ujevnt fordelt, og den vertikale utstrekning falt sammen med forekomsten av chironomider. Dette sammen med redoksmålinger indikerte at reell sedimentoksydasjon kun var begynt å skje i de øvre par cm, og at dypereliggende oksydert materiale har sin årsak i nedtransport fra gravende bunndyr (bioturbasjon). Det luktet sterkt sulfid av sedimentet.

Sedimentoverflaten i det uluftede bassenget var kullsvart. Det var ingen vel definert flate, men en diffus og "fluffy" overgang fra vannfase til sediment. Vi fant ingen bunndyr i noen av sedimentkjernene fra det uluftede bassenget. Trolig er hele det profundale sediment (under sprangsjiktet) anoksisk. Det må bemerkes at vi bare har undersøkt profundalt sediment. Sulfidlukten begynte her langt oppe i vannfasen.

3.2.2 Dialyseforsøk

Det ble satt ut tre dialysestaver i hvert basseng i Langvann den 15.september 1987 og 8.september 1988. På grunn av den kraftige stormen i begynnelsen av oktober 1987 med etterfølgende flom, ble våre markører stående ca 2 m under vann, og det var ikke mulig å finne dem og få tatt opp stavene før den 23.oktober. Stavene hadde da stått ute 2 uker lenger enn det som strengt

tatt var nødvendig for diffusiv likevektsinnstilling. Imidlertid medførte forsinkelsen og stormen at også det uluftede bassenget hadde startet høstsirkulasjon på det tidspunkt stavene ble tatt opp. Denne begynnelige sirkulasjon kan ha påvirket våre resultater dithen at forskjellen mellom vannfasen i de to bassengene er blitt mindre enn hva den ville ha vært om vi hadde tatt opp stavene 14 dager før i tråd med den opprinnelige planen. Imidlertid har ikke dette hatt noe å si for de observerte konsentrasjonsforskjeller i sedimentets porevann. I 1988 ble dialysestavene tatt opp 30.9.88; dvs etter 22 dager.

Resultatene er gitt i figur 3.2. og 3.3.

Tilførsel av luft til det ene bassenget har resultert i at selve vannmassen over sedimentet i sin helhet er godt oksygenert. Dette fører til at det aller øverste sedimentet blir oksydert. Tilstedeværelsen av oksygen gjør det mulig for gravende bunndyr å rekolonisere det tidligere døde sedimentet. Deres graving og husbygging (bioturbasjon) resulterer i at sedimentet oksyderes også dypere ned.

Ammonium er svært mobilt langs diffusjonsgradienter og en lufting vil raskt gi seg utslag i forbindelsens forekomst i interstitialvannet. At dette også skjedde i Langvann, ses klart av figur 3.2 og 3.3 øvre venstre panel. Nitratfordelingen i 1987 viser derimot ikke signifikante forskjeller i luftet og uluftet basseng. Årsaken til dette skyldes trolig i hovedsak ovennevnte delcirculasjon. I 1988, da stavene ble tatt opp før høstsirkulasjonen, var det klare forskjeller i nitrogenfordelingen, med best forhold i det luftede bassenget.

Mest interessant med hensyn til å vurdere effekten av luftingen er hva som skjer med fosfor og jern. Dette

vises i figurens to nedre paneler. Det man teoretisk skal få inn i dialysekammerne av disse to elementene er hhv. 2-verdig løst jern og løst fosfor, vesentlig løst reaktivt fosfor. I praksis kalt ortofosfat. For å sjekke at dette stemte ble det analysert både på ortofosfat og på total fosfor, og forskjellene var minimale.

Det ble observert store forskjeller mellom de 2 år med hensyn til både jern og fosfor. I 1988 var de observerte jernkonsentrasjonene ca 10 ganger så høye som i 1987. Fordelingen var også en helt annen. Over sedimentoverflaten var fosforkonsentrasjonen noe høyere i 1988 enn i 1987. Under sedimentoverflata var fosforkonsentrasjonene lavere i 1988, særlig påfallende var dette i det luftede basseng. Dette kommer nok så sikkert av at sedimentet er blitt bedre oksydert etter 2 års lufting enn etter ett som var tilfellet i 1987. I det uluftede basseng hadde man både i 1987 og 1988 en typisk diffusjonsgradient med økende verdier mot sedimentdypet. Den høye verdien man hadde like under sedimentoverflaten i det luftede bassenget i 1988, kan være en "opphopning" eller "kødannelse" langs diffusjonsgradienten som følge av effektiv jernhydrokysydspærre som luftingen har dannet på toppen av sedimentet. Diffusjonsstrømmen skyver på nedenfra, mens sperren sørger for kødannelse. I det luftede bassenget så man allerede i 1987 en begynnende tendens til en slik utvikling.

3.2.3 Sedimentkjerner

Resultatene fra 1987 er gitt i tabell 3.1 og i figur 3.4. Det ble ikke utført tilsvarende analyser i 1988.

Redokspotensialet (tabell 3.1) i sedimentet er tydelig

påvirket i positiv retning av luftingen. Det er særlig de to øverste cm som er bedret. Forskjellene lenger nede representerer trolig ulikheter som var tilstede mellom de to sedimentene før luftingen tok til. Imidlertid ble det registrert gravende bunndyr helt ned til 6 cm i det luftede sedimentet, og det er velkjent at deres respirasjons- og graveaktivitet bidrar til å oksydere sediment dypere ned enn der hvor lufting ellers ville ha gjort seg gjeldende.

Tabell 3.1 Redokspotensialer i de to bassengene etter ett års lufting.

| Sedimentdyp (cm) | Uluftet basseng (mV) | Luftet basseng (mV) |
|---------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1 | - 4 | + 34 |
| 2 | - 51 | + 24 |
| 3 | - 106 | - 31 |
| 4 | - 86 | - 36 |
| 5 | - 96 | - 31 |

Det var en del problemer med måleutstyret, noe som gjør det vanskelig å diskutere absoluttverdiens størrelse i forhold til hvilke redoksprosesser som dominerer i sedimentet. Verdiene som er gitt i tabell 3.1 var imidlertid reproducerbare, så vi antar at verdienes innbyrdes variasjon representerer reelle forskjeller.

Med hensyn til totalinnhold av de undersøkte elementer var det liten forskjell på sedimentene i de to bassenger. Noe annet var heller ikke å vente etter bare ett års lufting.

Innhold av organisk karbon (fig. 3.4) ligger fra 60-80

mg/g TV, hvilket er relativt høyt, og vitner om en produktiv innsjø med ufullstendig mineralisering. Innholdet er imidlertid ikke avskrekkende. Hvis ikke dagens sedimentasjon av organisk materiale er for høy, bør noen års lufting gi signifikant reduksjon av den lettnekbrytbare delen av det organiske materialet. At dette allerede kan ha begynt å skje, kan indikeres av C/N-forholdet. Økningen i karboninnhold mot toppen av sedimentet kan skyldes at det organiske materialet har kommet kortere i nedbrytningen enn det dypere sedimentlag. Det er lite trolig at økningen skyldes økt produktivitet og økt sedimentasjon av organisk materiale, da det har skjedd en betydelig avlastning av innsjøen den senere tid.

Vanninnholdet er mellom 80 og 90%, noe som er normalt for innsjøer av denne typen. Forskjellen mellom øvre og nedre sjikt forklares av forskjeller i innhold av organisk materiale og ulik grad av kompaktasjon.

Fosforinnholdet var ca 1500 ug/g TV i det uluftede bassenget. Her var det liten sjiktning, noe som kan indikere at det her er innstilt seg en likevekt mht diffusjon. I det luftede bassenget var fosforinnholdet høyere i dypsedimentet enn i det uluftede bassenget. Dette har sin årsak i forskjeller i deposisjonsmønster i tidligere tider og har ikke noe med luftingen å gjøre. I overflaten var sedimentene helt like med hensyn til fosforinnhold. Det kan ikke sies at luftingen har hatt noe å si for sedimentets totalinnhold av fosfor.

Nitrogeninnholdet ligger fra 4-8 mg/g TV. Det vises en markert økning mot toppen, noe som skyldes at overflatesedimentet har kommet kortere i nedbrytningsfasen enn lenger nede i sedimentet. Det er ingen signifikante forskjeller mellom de to bassengene.

C/N-forholdet ligger mellom 10 og 12, noe som indikerer at sedimentets organiske materiale vesentlig har planktonopprinnelse. Rent planteplanktonsediment har C/N-forhold på ca 8, mens rent humussediment i myrsjøer ofte har C/N-forhold over 20. C/N-forholdet er noe lavere i det luftede bassenget.

Imidlertid er forskjellene størst dypest i sedimentet og minst i overflaten. Dette indikerer at det organiske materialet i tidligere tider er blitt mindre nedbrutt i det luftede bassenget. At forskjellene nå er borte i toppen av sedimentet, kan indikere at luftingen også har begynt å virke positivt på nedbrytningen av organisk materiale i sedimentet.

Med hensyn til jern er det en interessant forskjell mellom de to sedimentprøver. I det luftede basseng ser man en økning av total jern mot toppen av sedimentet. Dette er helt i tråd med teorien om dannelsen av hydroksydsjiktet, se nedenstående avsnitt. I det uluftede bassenget er jern stabilt bundet som sulfid og har innstilt seg i likevekt mht. diffusjon.

Effektiv oksydasjon av jern fra toverdig til treverdig skjer først når redokspotensialet nærmer seg + 200 mV. Redokspotensialet i overflatesedimentet i det luftede bassenget er altså lavere enn det som må til for å felle jern (forutsatt at våre målinger er riktige). Dette rimer dårlig med det tykke rustlaget som utvilsomt er dannet på toppen av sedimentet i dette bassenget. Ser man imidlertid på jernkurven i interstitialvannet, fremgår det at løst jern først omdannes til jernhydroksyd 3-4 cm oppe i vannfasen.

Rustsjiktet oppe på sedimentet dannes derfor trolig på følgende måte: Jern som ikke er bundet til sulfid i sedimentet diffunderer ut og felles oppe i vannmassen og sedimenterer så ned på sedimentoverflaten. Denne

prosessen går forttere enn diffusjonen ut fra sedimentet, slik at nettoresultatet blir oppbygging av et rustsjikt. Bestandigheten av dette sjiktet vil da være helt avhengig av fortsatt lufting. Tilsvarende luftingsforsøk gjøres i Kolbotnvatn i Oppegård. Ved svikt i luftingsanlegget forsvant jernhydroksydsjiktet her raskt. Det vil sikkert skje i Langvann også hvis lufting avsluttes nå. Hvor mange år luftingen må pågå for at sperresjiktet blir permanent, er avhengig av mange forhold og vanskelig å beregne. En restaurering kan ikke resultere i en permanent bedring før dagens fosforbelastning er redusert til akseptabelt nivå. I motsatt fall vil sedimentasjon av nytt algemateriale bygge opp et nytt oksygenforbruk i sedimentet, som igjen vil bidra til at "gamle synder" mobiliseres. Hvis en slik reduksjon av de eksterne tilførsler lar seg gjennomføre, vil nok betydelig bedring oppnås ved 4-5 års lufting.

LANGEVATN 1987

Konsentrasjoner av noen løste forbindelser nær sedimentoverflaten i de to bassengene etter ca. 1 års lufting.

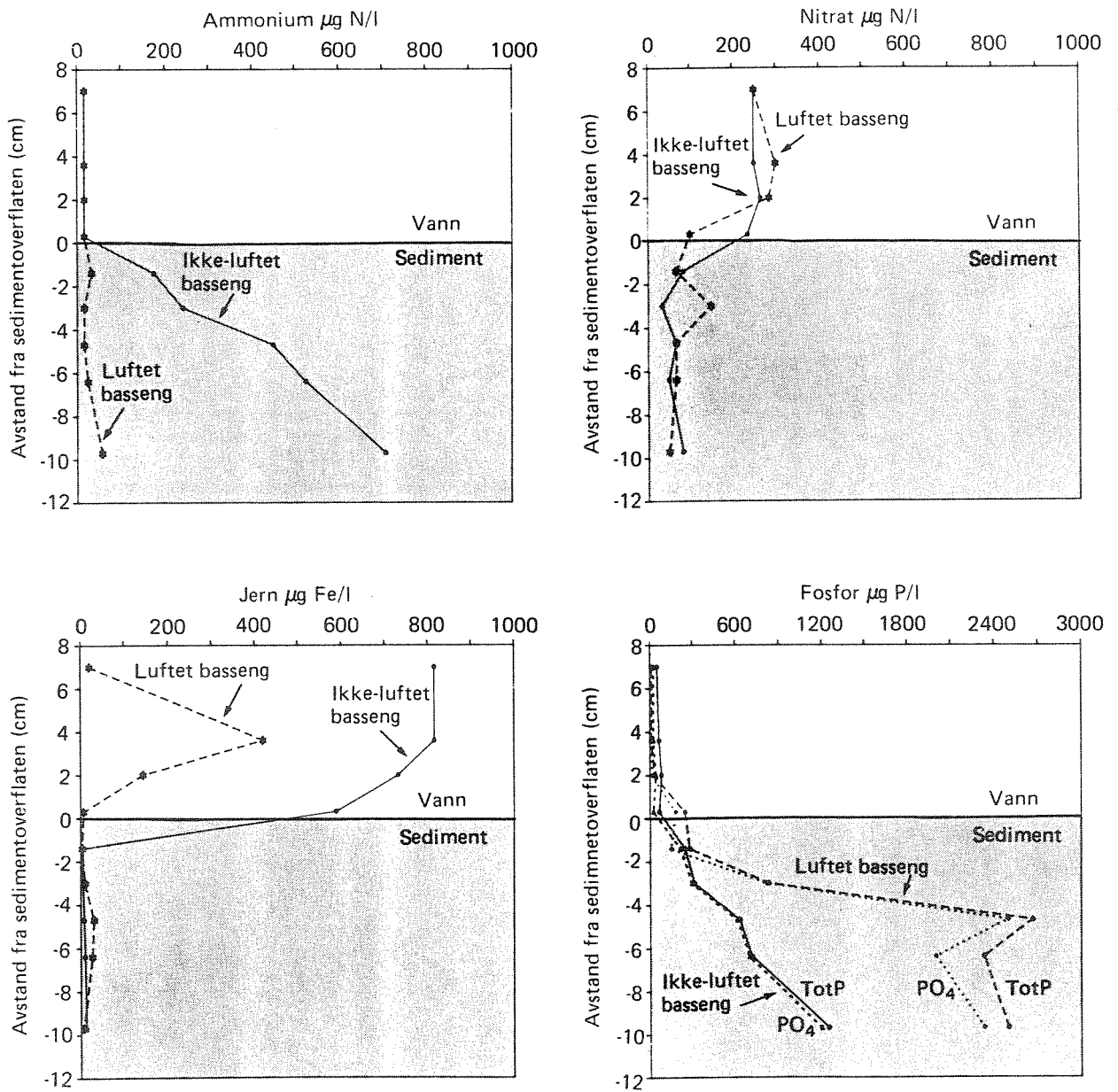


Fig. 3.2

LANGEVATN 1988

Konsentrasjoner av noen løste forbindelser nær sedimentoverflaten i de to bassengene etter ca. 2 års lufting

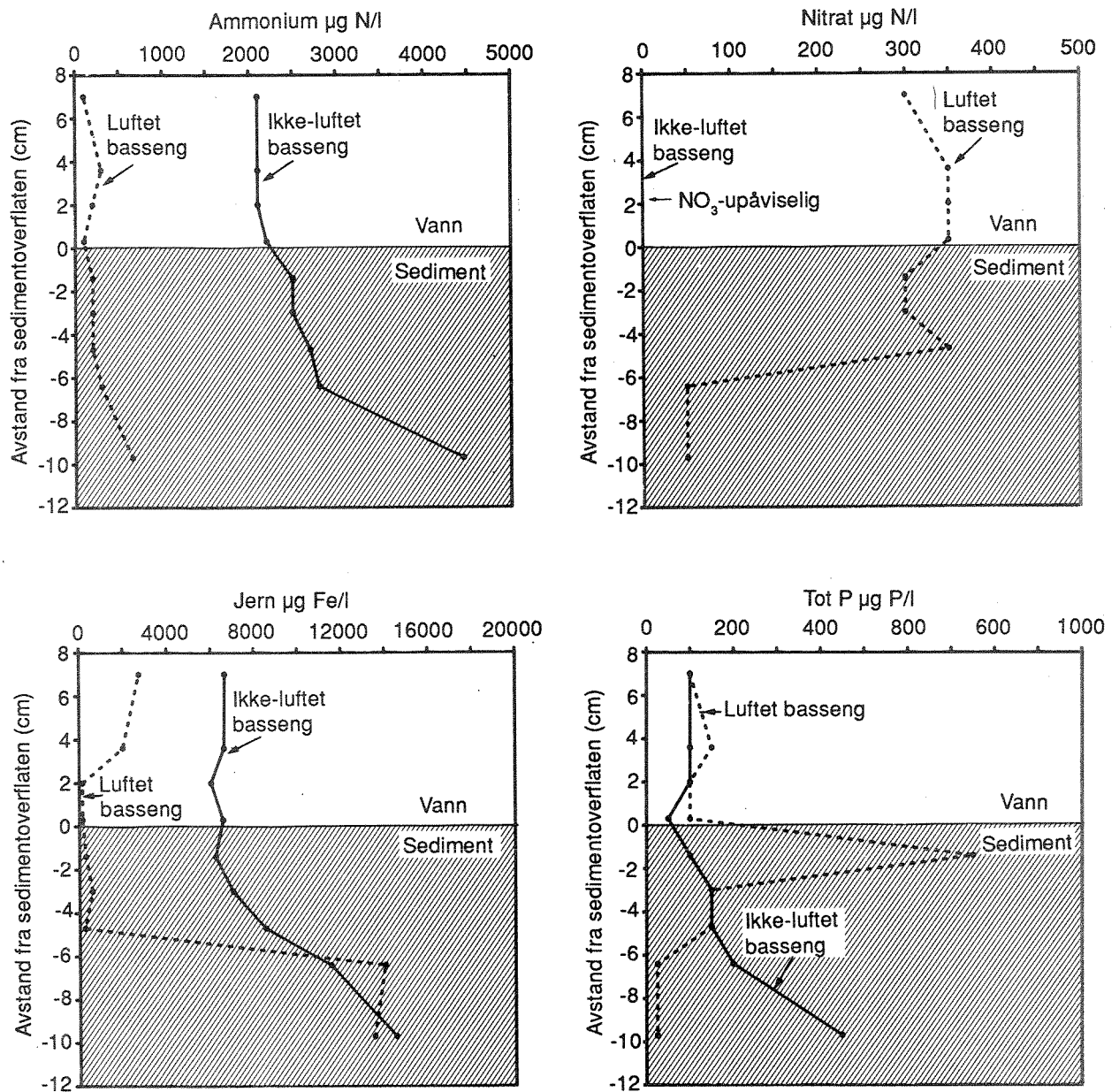


Fig. 3.3

LANGEVATN 1987
Sedimentkjem i luftet og uluftet basseng

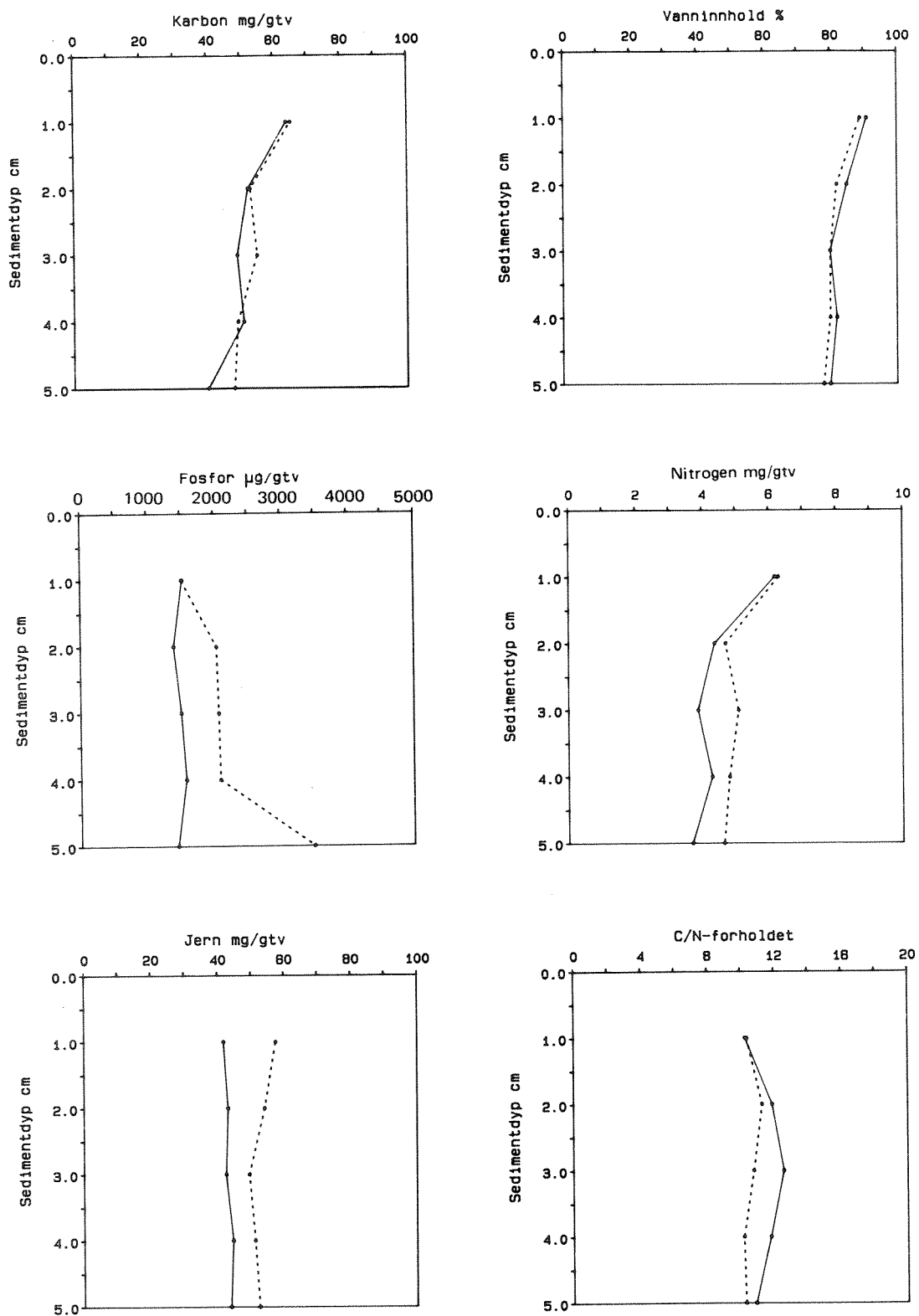


Fig. 3.4

— Ulufte basseng
- - - Luftet basseng

LITTERATUR

- ANØ/NIVA 1987 : Lufting av Langvann i Lørenskog
kommune. Sammenstilling av tidligere
undersøkelser samt rapport fra arbeidet
i 1986. ANØ- rapport 41/87,
NIVA-rapport E-86650.
Morten Nicholls, Hans Holtan
- Skogheim, O.K. 1979: Beskrivelse av et in-situ instrument
for prøvetaking av interstitialvann.
Årungenprosjektet, rapport nr.4.

V E D L E G G

VANNKVALITET

| ===== | | | | | | | | | |
|---------------|-------------------|------|-------|-----------|-----------------------------------|-------|--------|-------|--|
| Vassdrag: | LANGVANN | | | År: | Sommermiddelverdier for flere år. | | | | |
| Stasjon: | LA 2 (0-4m, 0-2m) | | | Edb-kode: | LAsum | | | | |
| ----- | | | | | | | | | |
| Parameter: | TEMP. | SIKT | SUSP. | G.REST | PO4 | TOT.P | KLORO- | TOT.N | |
| | | | | | | | FYLL a | | Merknader |
| | År | oC | m | mg/l | mg/l | ugP/l | ugP/l | ug/l | ugN/l |
| ----- | | | | | | | | | |
| | 1976 | 17.7 | 1.7 | 6.5 | 4.1 | 41.7 | 80.6 | 10.7 | |
| | 1977 | 16.9 | 2.9 | 7.1 | 4.4 | 8.5 | 28.9 | 8.7 | Kjemisk felling av fosfor utført. |
| | 1978 | 13.8 | 1.3 | 9.9 | 6.2 | 24.9 | 54.6 | 23.9 | |
| | 1979 | 14.6 | 1.5 | 7.1 | 3.5 | 16.8 | 47.6 | 20.2 | |
| | 1980 | 15.1 | 1.9 | 8.1 | 3.9 | 7.9 | 53.8 | 28.5 | |
| | 1981 | 15.8 | 1.3 | 6.7 | 2.7 | 3.0 | 58.4 | 29.2 | |
| | 1982 | 17.7 | 1.8 | 5.5 | 2.8 | 4.1 | 38.4 | 16.0 | |
| | 1983 | | | | | | | | |
| | 1984 | | | | | | | | |
| | 1985 | | | | | | | | |
| | 1986 | 17.2 | 2.4 | 3.8 | 1.8 | 7 | 35 | 6.5 | 640 Lufting startet i andre basseng 10. juli |
| | 1987 | 15.4 | 1.5 | | | 4 | 29 | 16.8 | 741 |
| | 1988 | 15.7 | 1.9 | | | 4 | 23 | 8.4 | 655 |
| | 1989 | 15.6 | 2.0 | | | 3 | 28 | 8.3 | 990 |
| | 1990 | | | | | | | | |
| ----- | | | | | | | | | |
| MIDDEL 76-86: | 16.1 | 1.9 | 6.8 | 3.7 | 14 | 50 | 18.0 | 640 | |
| MIDDEL 87-89: | 15.6 | 1.8 | ERR | ERR | 4 | 27 | 11.2 | 795 | |
| MAKS. VERDI: | 17.7 | 2.9 | 9.9 | 6.2 | 42 | 81 | 29.2 | 990 | |
| ANT. ÅR: | 11 | 11 | 8 | 8 | 11 | 11 | 11 | 4 | |

Avløpssambandet Nordre Øyeren (ANØ).

| ===== | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|------|-------|-----------|-----------------------------------|-------|--------|-------|--------------------------|
| Vassdrag: | LANGVANN | | | År: | Sommermiddelverdier for flere år. | | | | |
| Stasjon: | LA 5 (0-2m) | | | Edb-kode: | LAsum | | | | |
| ----- | | | | | | | | | |
| Parameter: | TEMP. | SIKT | SUSP. | G.REST | PO4 | TOT.P | KLORO- | TOT.N | |
| | | | | | | | FYLL a | | Merknader |
| | År | oC | m | mg/l | mg/l | ugP/l | ugP/l | ug/l | ugN/l |
| ----- | | | | | | | | | |
| | 1986 | | | | | | | | Lufting startet 10. juli |
| | 1987 | 14.5 | 1.5 | | | 2 | 33 | 14.6 | 738 |
| | 1988 | 15.7 | 2.0 | | | 3 | 23 | 9.5 | 748 |
| | 1989 | 15.6 | 2.1 | | | 3 | 26 | 8.3 | 1053 |
| | 1990 | | | | | | | | |
| ----- | | | | | | | | | |
| MIDDEL 87-89: | 15.3 | 1.9 | ERR | ERR | 3 | 27 | 10.8 | 846 | |
| MAKS. VERDI: | 15.7 | 2.1 | ERR | ERR | 3 | 33 | 14.6 | 1053 | |
| ANT. ÅR: | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Avløpssambandet Nordre Øyeren (ANØ).

ANALYSERESULTATER

Edb-kode: LA28789

Vassdrag: FJELLHAMARVASSDRAGET

Stasjon: LANGVANN (La 2)

OVERFLATEPRØVER

År: 1987 - 1989

| Parameter: | DYP | TEMP. | SIKT. | O2 | O2 | PH | KOND. | KALS- | ALU- | TOC | PO4 | TOT.P | NH4 | NO3 | TOT.N | KLORO- | JERN | SILI- | E. COLI | |
|------------|-------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|----|
| ÅR | Dato/enhet: | m | oC | m | mgO/l | % | mS/m | mgCa/l | ugAl/l | mgC/l | ugP/l | ugP/l | ugN/l | ugN/l | ugN/l | ug/l | ugFe/l | mgSi/l | ant/100ml | |
| | | | | | | | | | MINIUM | | fi.lt. | | | | FYLL a | | | SIUM | | |
| 1987 | 24.03 | 0 | 0.6 | 9.2 | 63.4 | 6.7 | 14.7 | 16.6 | 6.0 | 10 | 46 | 440 | 1070 | 307 | 2.74 | | | | | |
| | 10.06 | 0-2 | 12.9 | 0.9 | 13.2 | 124.5 | 7.5 | 12.3 | 13.1 | 680 | 5.9 | 2 | 37 | 295 | 728 | 26.5 | 527 | 0.06 | 60 | |
| | 23.06 | 0-2 | 11.0 | 0.9 | 11.2 | 100.9 | 7.3 | 12.2 | 13.0 | 760 | 7.7 | 3 | 28 | 639 | 915 | 12.2 | 518 | 0.29 | 30 | |
| | 07.07 | 0-2 | 17.4 | 1.6 | 12.8 | 133.3 | 7.5 | 11.1 | 13.0 | 344 | 7.4 | 5 | 24 | 274 | 659 | 12.6 | 276 | 0.03 | 15 | |
| | 21.07 | 0-2 | 19.2 | | | | 7.3 | 12.9 | 17.9 | 538 | 7.1 | 7 | 24 | 173 | 695 | 13.1 | 196 | 0.00 | 4 | |
| | 04.08 | 0-2 | 18.0 | 2 | 12.1 | 127.4 | 7.9 | 13.0 | 17.9 | 340 | 9.3 | 2 | 24 | 30 | 580 | 15.8 | 190 | 0.06 | 14 | |
| | 18.08 | 0-2 | 16.0 | 2 | 9.0 | 90.9 | 7.5 | 14.6 | 16.8 | 440 | 13.4 | 4 | 30 | 50 | 640 | 19.9 | 150 | 0.34 | 1 | |
| | 01.09 | 0-2 | 13.0 | 1.4 | 12.5 | 117.9 | 7.4 | 14.5 | 17.6 | 600 | 8.3 | 2 | 37 | 270 | 970 | 17.7 | 310 | 1.24 | 30 | |
| 1988 | 22.03 | 1 | 0.0 | 9.2 | 63 | 6.7 | 11.0 | 5.8 | | 13 | 32 | 320 | 710 | 274 | | | | | | |
| | 25.05 | 0-2 | 12.1 | 2.2 | 15.2 | 140 | 7.1 | | | 13 | 23 | 210 | 640 | 260 | | | | | 4 | |
| | 23.06 | 0-2 | 21.1 | 2 | 9.2 | 102 | 8.4 | | | 2 | 19 | 80 | 450 | 166 | | 7.9 | | | 13 | |
| | 20.07 | 0-2 | 18.5 | 2 | 11.6 | 123 | 7.6 | | | 2 | 26 | 190 | 630 | 115 | | 8.3 | | | 5 | |
| | 18.08 | 0-2 | 16.0 | 1.2 | 12.1 | 122 | 8.2 | | | 1 | 25 | 130 | 700 | 265 | | 15.5 | | | 120 | |
| | 31.08 | 0-2 | 14.3 | 1.5 | 11.7 | 114 | 7.0 | | | 3 | 27 | 360 | 800 | 485 | | 5.6 | | | 100 | |
| | 15.09 | 0-2 | 12.1 | 2.4 | 9.5 | 88 | 6.9 | | | 2 | 20 | 250 | 710 | 281 | | 4.6 | | | | |
| 1989 | 24/5 | 0-2 | 14.2 | 2.5 | 12.8 | 125 | | 5.4 | | 3 | 24 | 433 | 1040 | 180 | | 11.5 | | 0.86 | | |
| | 14/6 | 0-2 | 16.1 | 1.8 | 12.5 | 127 | | 6.2 | | 5 | 39 | 263 | 980 | 280 | | 10.7 | | 0.50 | 13 | |
| | 5/7 | 0-2 | 17.8 | 1.8 | 10.5 | 111 | | 6.2 | | 3 | 29 | 230 | 990 | 240 | | 3.1 | | 0.37 | 1 | |
| | 26/7 | 0-2 | 17.8 | 2.6 | 9.7 | 102 | | 6.7 | | 2 | 26 | 300 | 1090 | 310 | | 6.2 | | 0.04 | 12 | |
| | 17/8 | 0-2 | 14.3 | 1.4 | 9.3 | 91 | | 5.4 | | 3 | 28 | 490 | 980 | 380 | | 6.2 | | 2.10 | 60 | |
| | 6/9 | 0-2 | 13.5 | 1.7 | 10.1 | 97 | | 5.6 | | 3 | 22 | 350 | 860 | 250 | | 10 | | 1.51 | 12 | |
| Middel 87: | | 0-2 | 13.5 | 1.5 | 11.4 | 108 | 7.4 | 13.2 | 15.7 | 529 | 8.1 | 4 | 31 | ERR | 271 | 782 | 16.8 | 309 | 0.60 | 22 |
| Middel 88: | | 0-2 | 13.4 | 1.9 | 11.2 | 107 | 7.4 | 11.0 | | 5.8 | 5 | 25 | ERR | 220 | 663 | 8.4 | 264 | | 48 | |
| Middel 89: | | 0-2 | 15.6 | 2.0 | 10.8 | 109 | | 5.9 | | 5.9 | 3 | 28 | ERR | 344 | 990 | 8.3 | 273 | 0.90 | 20 | |

Avløpsområdet Nordre Øyeren (ANØ)

ANALYSERESULTATER

Edb-kode: LA58789

Vassdrag: FJELLHAMARVASSDRAGET Stasjon: LANGVANN (La 5) OVERFLATEPRØVER

År: 1987 - 1989

| ÅR | Dato/enhet: | m | oC | m | mgO/l | % | PH | KOND. | mS/m | KAL- SIUM | ALUMI- NIUM | TOC | P04 filt. | TOT.P ugP/l | NH4 ugN/l | NO3 ugN/l | TOT.N ugN/l | KLORO- FYLL a | JERN ugFe/l | SILISIAM mgSi/l | E. COLI filt. |
|--------------|--------------|------|------|------|-------|-----|------|-------|------|--------------|----------------|------|--------------|----------------|--------------|--------------|----------------|------------------|----------------|--------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1987 | 24.03 | 0 | 0.2 | 13.4 | 92 | 6.7 | 14.9 | 16.9 | 8.4 | 6 | 34 | 500 | 1020 | 301 | 2.87 | | | | | | |
| | 10.06 | 0-2 | 13.0 | 1.1 | 13.0 | 123 | 7.3 | 12.1 | 12.3 | 618 | 5.7 | 2 | 43 | 248 | 732 | 34.4 | 549 | 0.03 | 60 | | |
| | 23.06 | 0-2 | 10.4 | 0.9 | 14.0 | 125 | 7.0 | 11.7 | 12.7 | 806 | 7.9 | 3 | 31 | 510 | 930 | 15.7 | 611 | 0.42 | 40 | | |
| | 07.07 | 0-2 | 16.5 | 1.4 | 12.0 | 122 | 7.4 | 11.1 | 12.6 | 347 | 8.0 | 3 | 29 | 306 | 724 | 19.2 | 428 | 0.01 | 18 | | |
| | 21.07 | 0-2 | | | | | 7.2 | 12.9 | 17.1 | 455 | 8.7 | | | 188 | 387 | 13.7 | 240 | 0.05 | 8 | | |
| | 04.08 | 0-2 | 18.0 | 2.2 | 9.6 | 101 | 7.3 | 14.0 | 17.3 | 360 | 7.6 | 2 | 36 | 80 | 710 | 7.4 | 230 | 0.08 | 8 | | |
| | 18.08 | 0-2 | 15.5 | 1.8 | 8.0 | 80 | 7.3 | 15.1 | 17.1 | 510 | 8.5 | 3 | 41 | 120 | 770 | 5.7 | 260 | 0.44 | 14 | | |
| | 01.09 | 0-2 | 13.3 | 1.4 | 13.3 | 127 | 7.1 | 14.1 | 17.9 | 650 | 8.3 | 2 | 37 | 280 | 910 | 5.8 | 450 | 1.34 | 55 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1988 | 22.03 | 1 | 0.0 | 13.1 | 90 | 6.7 | 9.9 | 4.8 | 11 | 24 | 310 | 690 | 202 | | | | | | | | |
| | 25.05 | 0-2 | 12.0 | 2.1 | 14.1 | 131 | 6.8 | | 9 | 24 | 230 | 790 | 330 | | | | | | | | |
| | 23.06 | 0-2 | 20.5 | 2 | 9.5 | 104 | 7.4 | | 2 | 18 | 130 | 520 | 199 | | | | | | | | |
| | 20.07 | 0-2 | 18.5 | 2.2 | 9.5 | 101 | 7.4 | | 1 | 21 | 250 | 680 | 125 | | | | | | | | |
| | 18.08 | 0-2 | 16.2 | 1.2 | 10.2 | 90 | 7.7 | | 1 | 22 | 160 | 770 | 255 | | | | | | | | |
| | 31.08 | 0-2 | 14.0 | | 11.5 | 111 | 6.9 | | 3 | 26 | 380 | 910 | 520 | | | | | | | | |
| 15.09 | 0-2 | 12.8 | 2.3 | 9.6 | 90 | 6.9 | | 2 | 25 | 270 | 820 | 300 | | | | | | | | | |
| 1989 | 24/5 | 0-2 | 14.0 | | 12.6 | 122 | | 5.7 | 2 | 24 | 437 | 1040 | 195 | | | | | | | | |
| | 14/6 | 0-2 | 16.5 | 2.0 | 12.7 | 130 | | 6.4 | 2 | 25 | 255 | 1110 | 260 | | | | | | | | |
| | 5/7 | 0-2 | 17.8 | 1.9 | 12.3 | 129 | | 6.0 | 2 | 34 | 220 | 1020 | 260 | | | | | | | | |
| | 26/7 | 0-2 | 18.0 | 2.5 | 8.0 | 85 | | 7.9 | 2 | 20 | 250 | 820 | 250 | | | | | | | | |
| | 17/8 | 0-2 | 14.2 | 1.7 | 8.7 | 85 | | 5.9 | 3 | 29 | 590 | 1200 | 310 | | | | | | | | |
| 6/9 | 0-2 | 13.3 | 2.2 | 9.4 | 90 | | 6.2 | 4 | 22 | 370 | 1130 | 330 | | | | | | | | | |
| Midde1 1987: | | 0-2 | 12.4 | 1.5 | 11.9 | 110 | 7.2 | 13.2 | 15.5 | 535 | 7.9 | 3 | 36 | 279 | 773 | 14.6 | 384 | 0.66 | 29 | | |
| | Midde1 1988: | 0-2 | 13.4 | 2.0 | 11.1 | 102 | 7.1 | 9.9 | 4.8 | 4 | 23 | 247 | 740 | 276 | | | | | | | |
| | Midde1 1989: | 0-2 | 15.6 | 2.1 | 10.6 | 107 | | 6.4 | 3 | 26 | 354 | 1053 | 268 | | | | | | | | |

Avløpsbandet Nordre Øyeren (ANØ)

ANALYSERESULTATER

Edb-kode: LA28789

Vassdrag: FJELLHAMARVASSDRAGET

Stasjon: LANGVANN (La 2)

DYPVANNSPRØVER

År: 1987 - 1989

Parameter: DYP TEMP. SIKT. O2 O2 PH KOND. KALS- ALU- TOC PO4 TOT.P NH4 NO3 TOT.N KLORO- JERN SILI- E.COLI

SIUM

ÅR Dato/enhet: m oC m mgO/l % mS/m mgCa/l ugAl/l mgC/l ugP/l ugN/l ugN/l ugN/l ugN/l ug/l ugFe/l mgSi/l ant/100ml

| ÅR | Dato/enhet: | m | oC | m | mgO/l | % | mS/m | mgCa/l | ugAl/l | mgC/l | ugP/l | ugN/l | ugN/l | ugN/l | ugN/l | ug/l | ugFe/l | mgSi/l | ant/100ml | |
|------------|-------------|-----|-----|-----|-------|------|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|--------|-----------|--|
| 1987 | 24.03 | 7 | 3.3 | 3 | 5.5 | 41.0 | 6.6 | 15.0 | 17.6 | 6.9 | 6 | 35 | 315 | 460 | 1080 | | 472 | | | |
| | 10.06 | 8 | 3 | 3 | 4 | 29.6 | 6.8 | 12.8 | 12.4 | 6.0 | 6 | 30 | 205 | 405 | 863 | | 490 | | | |
| | 23.06 | 8 | 5 | 5 | 4.2 | 32.8 | 6.6 | 13.7 | 13.4 | 8.06 | 9 | 37 | 418 | 390 | 1030 | | 822 | | | |
| | 07.07 | 8 | 4.9 | 8 | 2.2 | 17.2 | 6.6 | 14.7 | 14.0 | 4.67 | 11 | 56 | | 237 | 1197 | | 1296 | | | |
| | 21.07 | 8 | 7.4 | 8 | | | 6.6 | 16.4 | 18.4 | 6.84 | 8 | 56 | 917 | 70 | 1305 | | 1578 | | | |
| | 04.08 | 8 | 7 | 7 | 2.2 | 18.0 | 6.6 | 14.0 | 16.3 | 5.60 | 7 | 36 | 555 | 280 | 1280 | | 860 | | | |
| | 18.08 | 8 | 5 | 5 | 0.9 | 7.0 | 6.8 | 16.2 | 15.7 | 5.60 | 8 | 41 | 803 | 30 | 1260 | | 920 | | | |
| | 01.09 | 8 | 5.5 | 8 | 0.9 | 7.1 | 6.7 | 15.0 | 15.6 | 6.20 | 9.3 | 4 | 38 | 857 | 13 | 1350 | | 780 | | |
| | 22.03 | 8 | 2.5 | 8 | 1.7 | 12 | 6.5 | 31.0 | | 5.9 | 13 | 46 | | 660 | 1110 | | 992 | | | |
| 25.05 | 8 | 4.9 | 8 | 6.2 | 48 | 6.5 | | | 14 | 65 | 168 | 300 | 820 | 820 | | 490 | | | | |
| 23.06 | 8 | 5 | 5 | 1.2 | 9 | 6.4 | | | 4 | 25 | 352 | 290 | 960 | 960 | | 602 | | | | |
| 20.07 | 8 | 5.5 | 8 | 1.9 | 15 | 7.1 | | | 2 | 28 | 110 | 130 | 1050 | 1050 | | 300 | | | | |
| 18.08 | 8 | 5.9 | 8 | 0.4 | 3 | 6.5 | | | 1 | 28 | 450 | 45 | 910 | 910 | | 385 | | | | |
| 31.08 | 8 | 5.5 | 8 | 0.4 | 3 | 6.7 | | | 6 | 41 | 1075 | 50 | 1510 | 1510 | | 2318 | | | | |
| 15.09 | 8 | 5.8 | 8 | 1.1 | 9 | 6.6 | | | 3 | 19 | 283 | 260 | 850 | 850 | | 413 | | | | |
| 1989 | 24/5 | 8 | 5.0 | 8 | 1.1 | 9 | | | 4.8 | 4 | 17 | 270 | 520 | 1300 | 1300 | | 385 | | | |
| | 14/6 | 8 | 5.1 | 8 | 0.5 | 4 | | | 4.2 | 6 | 26 | 390 | 519 | 1310 | 1310 | | 640 | | | |
| | 5/7 | 8 | 6.1 | 8 | 0.7 | 6 | | | 3.3 | 6 | 30 | 540 | 230 | 1250 | 1250 | | 700 | | | |
| | 26/7 | 8 | 5.5 | 8 | 0.9 | 7 | | | 6.0 | 3 | 20 | 390 | 390 | 1220 | 1220 | | 530 | | | |
| 17/8 | 8 | 5.2 | 8 | 0.2 | 2 | | | 5.3 | 6 | 34 | 843 | | 1180 | 1180 | | 1630 | | | | |
| 6/9 | 8 | 5.3 | 8 | 0.2 | 2 | | | 9.1 | 17 | 41 | 1098 | 10 | 2150 | 2150 | | 2770 | | | | |
| Midde1 87: | 8 | 5.1 | 8 | 2.8 | 22 | 6.7 | 14.7 | 15.4 | 6.25 | 8.1 | 7 | 41 | 581 | 236 | 1171 | | 902 | | | |
| Midde1 88: | 8 | 5.0 | 8 | 1.8 | 14 | 6.6 | 31.0 | | 5.9 | 6 | 36 | 406 | 248 | 1030 | 1030 | | 786 | | | |
| Midde1 89: | 8 | 5.4 | 8 | 0.6 | 5 | | | | 5.5 | 7 | 28 | 628 | 334 | 1402 | 1402 | | 1109 | | | |

Avløpsområdet Nordre Øyeren (ANØ)

ANALYSERESULTATER

Edb-kode: LA58789

Vassdrag: FJELLHARVASSDRAGET

Stasjon: LANGVANN (La 5)

År: 1987 - 1989

DYPVANNSPRØVER

| ÅR | Dato/enhet: | m | oC | m | mgO/l | % | PH | KOND. | KALS-IUM | ALU-MINIUM | TOC | P04 | TOT.P | NH4 | NO3 | TOT.N | KORO- | FYLL a | JERN | SILISIAM | E. COLI | filt. |
|--------------|-------------|---|------|------|-------|-----|------|-------|----------|------------|-----|-----|-------|------|-----|-------|-------|--------|------|----------|---------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1987 | 24.03 | 7 | 0.2 | 13.2 | 99 | 6.7 | 14.7 | 17.2 | 6.0 | 5 | 34 | 103 | 590 | 970 | 301 | | | | | | | |
| | 10.06 | 8 | 12.9 | 12.9 | 122 | 7.6 | 11.9 | 12.4 | 582 | 4.9 | 2 | 37 | 43 | 243 | 653 | 499 | | | | | | |
| | 23.06 | 8 | 10.3 | 11.5 | 103 | 7.0 | 11.7 | 12.8 | 852 | 8.1 | 3 | 32 | 52 | 495 | 882 | 577 | | | | | | |
| | 07.07 | 8 | 16.1 | 12.2 | 123 | 7.4 | 11.4 | 12.8 | 366 | 7.4 | 2 | 21 | | 302 | 783 | 252 | | | | | | |
| | 21.07 | 8 | | | | 7.3 | 12.4 | 16.9 | 473 | 8.7 | 2 | 24 | 52 | 188 | 747 | 239 | | | | | | |
| | 04.08 | 8 | 18 | 10 | 105 | 7.2 | 13.0 | 17.7 | 340 | 7.2 | 2 | 25 | 69 | 80 | 570 | 220 | | | | | | |
| | 18.08 | 8 | 15.5 | 7.4 | 74 | 7.3 | 14.6 | 13.9 | 500 | 7.9 | 4 | 27 | 76 | 110 | 680 | 240 | | | | | | |
| | 01.09 | 8 | 13.2 | 13.2 | 126 | 7.0 | 14.5 | 17.8 | 650 | 8.0 | 2 | 41 | 90 | 280 | 910 | 420 | | | | | | |
| 1988 | 22.03 | 8 | 0.0 | 16.6 | 114 | 6.7 | 9.7 | | 4.5 | 11 | 22 | | 310 | 710 | 227 | | | | | | | |
| | 25.05 | 8 | 11.5 | 15.0 | 136 | 6.8 | | | | 7 | 17 | 30 | 230 | 600 | 280 | | | | | | | |
| | 23.06 | 8 | 20.3 | 9.5 | 104 | 7.3 | | | | 2 | 24 | 30 | 130 | 540 | 250 | | | | | | | |
| | 20.07 | 8 | 17.5 | 6.0 | 63 | 7.2 | | | | 1 | 26 | 70 | 290 | 700 | 155 | | | | | | | |
| | 18.08 | 8 | 15.2 | 7.5 | 62 | 7.2 | | | | 2 | 28 | 90 | 290 | 850 | 265 | | | | | | | |
| | 31.08 | 8 | 13.8 | 9.0 | 87 | 6.8 | | | | 3 | 27 | 126 | 380 | 910 | 540 | | | | | | | |
| | 15.09 | 8 | 12.8 | 8.0 | 75 | 6.9 | | | | 2 | 22 | 79 | 270 | 790 | 264 | | | | | | | |
| 1989 | 24/5 | 8 | 5.0 | 6.1 | 48 | | | | 4.3 | 13 | | | 1230 | 210 | | | | | | | | |
| | 14/6 | 8 | 5.1 | 3.0 | 24 | | | | 3.4 | 17 | | | 1140 | 210 | | | | | | | | |
| | 5/7 | 8 | 11.0 | 4.3 | 39 | | | | 5.7 | 74 | | | 1310 | 1640 | | | | | | | | |
| | 26/7 | 8 | 15.3 | 5.2 | 52 | | | | 6.0 | 21 | | | 740 | 280 | | | | | | | | |
| | 17/8 | 8 | 13.1 | 7.5 | 71 | | | | 6.7 | 24 | | | 1100 | 530 | | | | | | | | |
| | 6/9 | 8 | 11.5 | 4.8 | 44 | | | | 6.2 | 21 | 180 | | 1590 | 473 | | | | | | | | |
| Midde1 1987: | | 8 | 12.3 | 11.5 | 107 | 7.2 | 13.0 | 15.2 | 538 | 7.3 | 3 | 30 | 69 | 286 | 774 | 344 | | | | | | |
| Midde1 1988: | | 8 | 13.0 | 10.2 | 91 | 7.0 | 9.7 | | 4.5 | 4 | 24 | 71 | 271 | 729 | 283 | | | | | | | |
| Midde1 1989: | | 8 | 10.2 | 5.2 | 46 | | | | 5.4 | 28 | 180 | | 1185 | 557 | | | | | | | | |

Avløpsbandet Nordre Øyeren (ANØ)

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
(LA 2, 1987)

TEMPERATUR

 DATO: 24/3 10/6 23/6 7/7 21/7 4/8 18/8 1/9
 DYP (m)

 0 0.6 12.9 11.4 19.0 18.0 16.1 13
 1 0.1 12.9 11.0 17.4 18.0 16.0 13
 2 0.1 12.1 10.0 15.9 18.0 15.5 12.1
 3 0.6 11.1 9.9 11.9 16.0 13.2 11.2
 4 1.6 9.5 8.5 9.0 11.0 10.5 10.5
 5 2.3 7.5 8.0 7.2 9.0 7.0 7.8
 6 3.0 4.1 5.9 6.0 8.0 6.0 6.2
 7 3.0 3.0 5.0 5.0 7.0 5.2 5.9
 8 3.0 3.0 4.9 5.0 5.0 5.5
 9 3 5.1
 10

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
(LA 2, 1987)

OKSYGEN

 DATO: 24/3 10/6 23/6 7/7 21/7 4/8 18/8 1/9
 DYP (m)

 0 9.2 13.5 11.6 11.1 11.5 9.0 13.1
 1 12.2 13.2 11.2 12.8 12.1 9.0 12.5
 2 11.5 12.6 10.6 13.9 12.5 8.1 9.9
 3 10.6 12.1 10.2 13.2 11.7 7.5 8.5
 4 10.0 11.2 10.1 10.9 7.5 3.5 6.2
 5 9.5 11.0 8.9 8.1 5.1 2.3 2.5
 6 7.2 8.0 6.5 5.9 2.3 1.1 1.2
 7 5.5 5.2 4.2 3.1 2.2 1.0 1.2
 8 3.5 4.0 2.2 0.9 0.9
 9 4
 10

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
(LA 2, 1987)

OKSYGENMETNING (%)

 DATO: 24/3 10/6 23/6 7/7 21/7 4/8 18/8 1/9
 DYP (m)

 0 63.4 127.4 105.5 119.4 0.0 121.1 90.9 123.6
 1 84.1 124.5 101.8 130.6 0.0 127.4 90.9 117.9
 2 79.3 116.7 93.8 140.4 0.0 131.6 81.0 91.7
 3 73.1 109.0 90.3 122.2 0.0 118.2 71.4 76.6
 4 70.9 97.4 86.3 94.0 0.0 67.6 31.3 55.4
 5 68.8 91.7 74.8 66.9 0.0 44.0 18.9 21.0
 6 53.3 60.6 52.0 47.2 0.0 19.3 8.8 9.6
 7 40.7 38.5 32.8 24.2 0.0 18.0 7.8 9.6
 8 25.9 29.6 0.0 17.2 0.0 0.0 0.8 7.1
 9 0.0 29.6 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 7.0
 10 0.0 0.0

Avløpsbandet Nordre Øyeren (ANØ)

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
(LA 2, 1988)

TEMPERATUR

 DATO: 22/3 25/5 23/6 20/7 18/8 31/8 15/9

DYP (m)

| | | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|--|--|
| 0 | | | | | | | | | |
| 1 | 0.0 | 12.1 | 21.1 | 18.5 | 16.0 | 14.3 | 12.1 | | |
| 2 | 0.0 | 11.0 | 20.5 | 17.3 | 15.5 | 13.9 | 12.0 | | |
| 3 | 0.0 | 9.1 | 17.1 | 17.3 | 14.9 | 13.1 | 11.9 | | |
| 4 | 0.0 | 7.0 | 11.2 | 14.0 | 13.0 | 12.8 | 11.6 | | |
| 5 | 1.0 | 6.1 | 7.3 | 9.5 | 9.9 | 11.5 | 9.0 | | |
| 6 | 2.0 | 6.0 | 5.9 | 6.8 | 7.2 | 8.0 | 7.0 | | |
| 7 | 2.5 | 5.9 | 5.1 | 5.8 | 6.0 | 6.0 | 6.1 | | |
| 8 | 2.5 | 4.9 | 5.0 | 5.5 | 5.9 | 5.5 | 5.8 | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
(LA 2, 1988)

OKSYGEN

 DATO: 22/3 25/5 23/6 20/7 18/8 31/8 15/9

DYP (m)

| | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|-----|--|--|
| 0 | | | | | | | | | |
| 1 | 9.2 | 15.2 | 9.2 | 11.6 | 12.1 | 11.7 | 9.5 | | |
| 2 | 10.5 | 15.2 | 9.6 | 9.2 | 10.2 | 10.8 | 9.2 | | |
| 3 | 10.5 | 14.2 | 10.0 | 8.2 | 9.0 | 11.0 | 9.1 | | |
| 4 | 10.3 | 14.2 | 9.0 | 7.4 | 5.5 | 10.0 | 8.2 | | |
| 5 | 8.5 | 13.9 | 7.4 | 5.5 | 0.9 | 7.5 | 2.2 | | |
| 6 | 6.0 | 13.0 | 5.4 | 5.3 | 0.5 | 0.5 | 1.4 | | |
| 7 | 3.1 | 10.3 | 3.5 | 2.4 | 0.4 | 0.4 | 1.2 | | |
| 8 | 1.7 | 6.2 | 1.2 | 1.9 | 0.4 | 0.4 | 1.1 | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
(LA 2, 1988)

OKSYGENMETNING (%)

 DATO: 22/3 25/5 23/6 20/7 18/8 31/8 15/9

DYP (m)

| | | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--|--|
| 0 | | | | | | | | | |
| 1 | 63.0 | 140.7 | 102.2 | 123.4 | 122.2 | 113.6 | 88.0 | | |
| 2 | 71.9 | 136.9 | 105.5 | 95.8 | 101.5 | 103.8 | 85.2 | | |
| 3 | 71.9 | 122.4 | 103.1 | 85.4 | 88.2 | 103.8 | 84.3 | | |
| 4 | 70.5 | 116.4 | 81.1 | 71.2 | 51.9 | 93.5 | 74.9 | | |
| 5 | 59.9 | 111.2 | 61.2 | 48.0 | 8.0 | 68.2 | 19.0 | | |
| 6 | 43.2 | 104.0 | 43.2 | 43.8 | 4.1 | 4.2 | 11.5 | | |
| 7 | 22.6 | 82.4 | 27.3 | 19.4 | 3.2 | 3.2 | 9.6 | | |
| 8 | 12.4 | 48.4 | 9.4 | 15.0 | 3.2 | 3.2 | 8.8 | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

Avløpsbandet Nordre Øyeren (ANØ)

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
LA 2. 1989

TEMPERATUR

DATO: 24/5 14/6 5/7 26/7 17/8 6/9

DYP (m)

| | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 0 | | | | | | |
| 1 | 15.9 | 17.2 | 18.5 | 19.0 | 14.6 | 13.9 |
| 2 | 12.5 | 15.0 | 17.0 | 16.5 | 14.0 | 13.0 |
| 3 | 10.3 | 13.0 | 16.0 | 15.0 | 13.5 | 12.6 |
| 4 | 7.3 | 11.1 | 16.0 | 12.0 | 12.8 | 11.5 |
| 5 | 6.5 | 8.0 | 8.5 | 8 | 11.5 | 10.2 |
| 6 | 5.7 | 6.1 | 7.0 | 6.0 | 7.9 | 7.0 |
| 7 | 5.2 | 5.5 | 6.5 | 5.9 | 6.1 | 6.1 |
| 8 | 5.0 | 5.1 | 6.0 | 5.6 | 5.5 | 5.6 |
| 9 | 5.0 | | 6 | 5.5 | 5.2 | 5.3 |
| 10 | | | | | | |

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
LA 2. 1989

OKSYGEN

DATO: 24/5 14/6 5/7 26/7 17/8 6/9

DYP (m)

| | | | | | | |
|----|------|------|------|------|-----|------|
| 0 | | | | | | |
| 1 | 12.1 | 12.5 | 10.5 | 10.4 | 9.6 | 10.6 |
| 2 | 13.5 | 12.5 | 10.5 | 9.0 | 9.0 | 9.6 |
| 3 | 13.1 | 9.0 | 9.5 | 6.7 | 8.2 | 9.0 |
| 4 | 13.0 | 9.0 | 9.0 | 3.4 | 7.8 | 4.4 |
| 5 | 8.5 | 7.4 | 3.0 | 2.1 | 4.3 | 0.8 |
| 6 | 8.0 | 4.5 | 2.0 | 1.9 | 0.6 | 0.4 |
| 7 | 5.5 | 1.5 | 2.0 | 1.7 | 0.3 | 0.4 |
| 8 | 4.1 | 0.5 | 0.7 | 1.4 | 0.3 | 0.3 |
| 9 | 1.1 | | 0.7 | 0.9 | 0.2 | 0.2 |
| 10 | | | | | | |

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
OKSYGENMETNING (%) LA 2. 1989

DATO: 24/5 14/6 5/7 26/7 17/8 6/9

DYP (m)

| | | | | | | | |
|----|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 0 | | | | | | | |
| 1 | 0.0 | 122.2 | 129.5 | 111.7 | 111.8 | 93.2 | 101.9 |
| 2 | 0.0 | 126.2 | 122.5 | 108.2 | 91.8 | 86.5 | 90.6 |
| 3 | 0.0 | 116.4 | 84.9 | 96.0 | 65.7 | 78.1 | 84.1 |
| 4 | 0.0 | 107.0 | 81.1 | 90.9 | 31.5 | 73.6 | 40.2 |
| 5 | 0.0 | 68.8 | 62.2 | 25.5 | 17.6 | 39.3 | 7.1 |
| 6 | 0.0 | 63.5 | 36.0 | 16.4 | 15.2 | 5.0 | 3.3 |
| 7 | 0.0 | 43.1 | 11.9 | 16.2 | 13.6 | 2.4 | 3.2 |
| 8 | 0.0 | 32.0 | 3.9 | 5.6 | 11.1 | 2.4 | 2.4 |
| 9 | | 8.6 | | 5.6 | 7.1 | 1.6 | 1.6 |
| 10 | | | | | | | |

Av løpssambandet Nordre Øyeren (ANØ)

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
 (LA 5, 1987)
 TEMPERATUR
 STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

 DATO: 24/3 10/6 23/6 7/7 21/7 4/8 18/8 1/9
 DYP (m)

 0 0.2 13.0 10.5 16.8 18.0 8.5 13.5
 1 0.2 13.0 10.4 16.2 18.0 7.8 13.2
 2 0.2 13.0 10.4 16.2 18.0 7.8 13.2
 3 0.2 13.0 10.4 16.1 18.0 7.8 13.2
 4 0.2 13.0 10.4 16.1 18.0 7.5 13.2
 5 0.2 12.9 10.4 16.1 18.0 7.5 13.2
 6 0.2 12.9 10.4 16.1 18.0 7.4 13.2
 7 0.2 12.9 10.3 16.1 18.0 7.4 13.2
 8 12.9 10.3 16.1 7.4 13.2
 9 10.3 13.1
 10

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
 (LA 5, 1987)
 OKSYGEN
 STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

 DATO: 24/3 10/6 23/6 7/7 21/7 4/8 18/8 1/9
 DYP (m)

 0 13.9 13.2 14.5 11.5 9.5 8.5 12.5
 1 13.4 13.0 14.0 12.1 9.6 7.8 11
 2 13.4 13.0 13.5 12.5 10.5 7.8 9.5
 3 13.3 13.0 13.2 13.0 11.0 7.8 9.4
 4 13.2 13.0 12.5 13.1 10.5 7.5 9.2
 5 13.2 12.9 12.1 13.1 10.9 7.5 9.2
 6 13.2 12.9 11.9 13.0 10.5 7.4 9
 7 13.2 12.9 11.5 12.5 10.5 7.4 9
 8 12.9 11.5 12.2 10.0 7.4 8.8
 9 11.4 8.8
 10

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
 (LA 5, 1987)
 OKSYGENMETNING (%)
 STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

 DATO: 24/3 10/6 23/6 7/7 12/7 4/8 18/8 1/9
 DYP (m)

 0 95.9 124.5 129.5 117.3 0.0 100.0 85.0 119.0
 1 92.4 122.6 125.0 122.2 0.0 101.1 78.0 104.3
 2 92.4 122.6 120.5 126.3 0.0 110.5 78.0 90.0
 3 91.7 122.6 117.9 131.3 0.0 115.8 78.0 89.1
 4 91.0 122.6 111.6 132.3 0.0 110.5 75.0 87.2
 5 91.0 121.7 108.0 132.3 0.0 114.7 75.0 87.2
 6 91.0 121.7 106.3 131.3 0.0 110.5 74.0 85.3
 7 91.0 121.7 102.7 126.3 0.0 110.5 74.0 85.3
 8 0.0 121.7 102.7 123.2 0.0 105.3 74.0 83.4
 9 0.0 0.0 101.8 0.0 0.0 0.0 0.0 83.4
 10 0.0 0.0 0.0

Avløpsbandet Nordre Øyeren (ANØ)

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
 (LA 5, 1988)
 TEMPERATUR
 STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

DATO: 22/3 25/5 23/6 20/7 18/8 31/8 15/9
 DYP (m) %%

| | | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|--|--|
| 0 | | | | | | | | | |
| 1 | 0.0 | 12.0 | 20.5 | 18.5 | 10.2 | 14.0 | 12.8 | | |
| 2 | 0.0 | 11.5 | 20.4 | 18.0 | 9.0 | 13.8 | 12.8 | | |
| 3 | 0.0 | 11.5 | 20.4 | 18.0 | 9.2 | 13.8 | 12.8 | | |
| 4 | 0.0 | 11.5 | 20.4 | 18.0 | 8.8 | 13.8 | 12.8 | | |
| 5 | 0.0 | 11.5 | 20.4 | 17.9 | 8.8 | 13.8 | 12.8 | | |
| 6 | 0.0 | 11.5 | 20.4 | 17.9 | 8.5 | 13.8 | 12.8 | | |
| 7 | 0.0 | 11.5 | 20.4 | 17.7 | 8.5 | 13.8 | 12.8 | | |
| 8 | 0.0 | 11.5 | 20.3 | 17.5 | 7.5 | 13.8 | 12.8 | | |
| 9 | | | | 20.0 | 17.1 | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

 %% Lufter ute av drift 18/8

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
 (LA 5, 1988)
 OKSYGEN
 STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

DATO: 22/3 25/5 23/6 20/7 18/8 31/8 15/9
 DYP (m) %%

| | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|-----|------|------|-----|--|--|
| 0 | | | | | | | | | |
| 1 | 13.1 | 14.1 | 9.5 | 9.5 | 10.2 | 11.5 | 9.6 | | |
| 2 | 13.0 | 14.5 | 9.2 | 7.1 | 9.0 | 11.2 | 9.9 | | |
| 3 | 13.5 | 14.9 | 9.2 | 6.1 | 9.2 | 10.8 | 9.8 | | |
| 4 | 14.2 | 15 | 9.5 | 5.9 | 8.8 | 10.6 | 9.4 | | |
| 5 | 15.4 | 15.5 | 10.0 | 6.0 | 8.8 | 10.2 | 8.9 | | |
| 6 | 15.5 | 15.5 | 9.5 | 6.0 | 8.5 | 9.8 | 8.5 | | |
| 7 | 16.2 | 15.0 | 9.5 | 6.0 | 8.5 | 9.2 | 8.2 | | |
| 8 | 16.6 | 15.0 | 9.5 | 6.0 | 7.5 | 9.0 | 8.0 | | |
| 9 | | | | 9.0 | 6.0 | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

 %% Lufter ute av drift 18/8

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE
 OKSYGENMETNING (%) (LA 5, 1988)
 STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

DATO: 22/3 25/5 23/6 20/7 18/8 31/8 15/9
 DYP (m) %%

| | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|--|--|
| 0 | | | | | | | | | |
| 1 | 89.7 | 130.6 | 104.4 | 101.1 | 90.3 | 110.6 | 90.1 | | |
| 2 | 89.0 | 131.8 | 101.1 | 74.7 | 77.6 | 107.7 | 93.0 | | |
| 3 | 92.5 | 135.5 | 101.1 | 64.2 | 79.3 | 103.8 | 92.0 | | |
| 4 | 97.3 | 136.4 | 104.4 | 62.1 | 75.9 | 101.9 | 88.3 | | |
| 5 | 105.5 | 140.9 | 109.9 | 63.2 | 75.9 | 98.1 | 83.6 | | |
| 6 | 106.2 | 140.9 | 104.4 | 63.2 | 72.3 | 94.2 | 79.8 | | |
| 7 | 111.0 | 136.4 | 104.4 | 62.5 | 72.3 | 88.5 | 77.0 | | |
| 8 | 113.7 | 136.4 | 103.8 | 62.5 | 62.2 | 86.5 | 75.1 | | |
| 9 | | | | 97.8 | 61.9 | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |

 Avløpsbandet Nordre Øyeren (ANØ)

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE

LA 5. 1989

TEMPERATUR

STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

 DATO: 24/5 14/6 5/7 26/7 17/8 6/9 * * * * *
 DYP (m) * * * * *

| | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 0 | | | | | | |
| 1 | 14.8 | 17.0 | 18.0 | 18.7 | 14.3 | 13.3 |
| 2 | 13.2 | 16.0 | 17.5 | 17.2 | 14.1 | 13.3 |
| 3 | 10.3 | 13.3 | 16.5 | 16.2 | 13.9 | 12.8 |
| 4 | 7.9 | 11.0 | 15.6 | 15.9 | 13.6 | 12.5 |
| 5 | 6.2 | 7.5 | 15.2 | 15.5 | 13.5 | 12.3 |
| 6 | 5.5 | 6 | 15.0 | 15.5 | 13.4 | 12.1 |
| 7 | 5.2 | 5.8 | 14.0 | 15.3 | 13.3 | 11.5 |
| 8 | 5.0 | 5.3 | 13.0 | 15.3 | 13.3 | 11.5 |
| 9 | 5.0 | 5.1 | 11.0 | 15.3 | 13.1 | 11.5 |
| 10 | | | | | | |

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE

LA 5. 1989

OKSYGEN

STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

 DATO: 24/5 14/6 5/7 26/7 17/8 6/9 * * * * *
 DYP (m) * * * * *

| | | | | | | |
|----|------|------|------|-----|-----|-----|
| 0 | | | | | | |
| 1 | 12.0 | 12.2 | 12.5 | 9.2 | 8.9 | 9.4 |
| 2 | 13.2 | 13.1 | 12.0 | 6.7 | 8.4 | 9.4 |
| 3 | 12.9 | 11.5 | 11.0 | 4.5 | 8.1 | 7.9 |
| 4 | 10.5 | 10.0 | 7.5 | 4.0 | 8.0 | 7.1 |
| 5 | 9.0 | 9.0 | 7.2 | 4.0 | 7.6 | 6.9 |
| 6 | 8.1 | 6.3 | 6.2 | 4.0 | 7.5 | 6.5 |
| 7 | 7.5 | 5.5 | 6.0 | 4.0 | 7.5 | 5.6 |
| 8 | 7.0 | 4.8 | 5.5 | 7.2 | 7.8 | 5.4 |
| 9 | 6.1 | 3.0 | 4.3 | 5.2 | 7.5 | 4.8 |
| 10 | | | | | | |

Datoer merket * var lufter ute av drift !

LUFTING AV LANGVANN I LØRENSKOG KOMMUNE

OKSYGENMETNING (%) LA 5. 1989

STASJON 1 (100 m fra lufter, mot utløpet).

 DATO: 24/5 14/6 5/7 26/7 17/8 6/9 * * * * *
 DYP (m) * * * * *

| | | | | | | |
|----|-----|-------|-------|-------|------|------|
| 0 | | | | | | |
| 1 | 0.0 | 117.6 | 125.8 | 131.6 | 98.4 | 86.4 |
| 2 | 0.0 | 124.5 | 132.3 | 125.0 | 69.4 | 80.8 |
| 3 | 0.0 | 114.7 | 109.0 | 112.2 | 45.7 | 77.9 |
| 4 | 0.0 | 88.2 | 90.1 | 74.6 | 40.4 | 76.2 |
| 5 | 0.0 | 72.3 | 74.1 | 70.9 | 39.8 | 72.4 |
| 6 | 0.0 | 64.0 | 50.4 | 60.8 | 39.8 | 71.4 |
| 7 | 0.0 | 58.8 | 43.8 | 57.7 | 39.6 | 71.1 |
| 8 | 0.0 | 54.7 | 37.6 | 51.9 | 71.3 | 73.9 |
| 9 | | 47.7 | 23.5 | 38.7 | 51.5 | 70.8 |
| 10 | | | | | | |

Avløpsbandet Nordre Øyeren (ANØ)

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1872-6