

0-80107

KALANDSVATN OG HAUKELANDSVATN I BERGEN KOMMUNE

En orienterende undersøkelse av forurensnings-
situasjonen i 1981

Saksbehandler : Karl Jan Aanes

For administrasjonen: J.E. Samdal

Lars N. Overrein

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80107
Undernummer:
Løpenummer: 1383
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Kalandsvatn og Haukelandsvatn i Bergen kommune. En orienterende undersøkelse av forurensningssituasjonen i 1981.	Dato: 19/3 1982
	Prosjektnummer: 0-80107
Forfatter(e): Karl Jan Aanes	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Byfjordprosjektet v/Bergen kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Som en tilvekst til Byfjordprosjektet ble det i 1981 utført orienterende undersøkelser av de to innsjøene Kalandsvatn og Haukelandsvatn. Resultatene viser at begge vannene tilføres store mengder organisk materiale og næringssalter. Dette har medført at det i dag er en betydelig oksygentæring i bunnvannet (Haukelandsvatn) og en meget stor algevekst som plasserer både Haukelandsvatn og Kalandsvatn i en begynnende eutrof (næringsrik) til eutrof fase. Klorofyll a-verdiene var i 1981 2 til 2,5 ganger høyere enn den som ble målt i Mjøsa når denne innsjøen var på sitt verste. Det bør derfor straks settes inn tiltak for å hindre at forurensningssituasjonen blir ytterligere forverret, noe som i særlig grad gjelder Haukelandsvatn.

4 emneord, norske:
1. Bergen kommune
2. Haukelandsvatn
3. Kalandsvatn
4. Resipientundersøkelse Eutrofiering

4 emneord, engelske:
1. Bergen
2. Lake Haukelandsvatn
3. L. Kalandsvatn
4. Preliminary survey of eutrophication

Prosjektleder:

Karl Jan Aanes

Seksjonsleder:

Hans Holten

Før administrasjonen:

J. E. Sundel

Karsten Ovein

ISBN 82-577-0498-9

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	4
1. INNLEDNING	6
2. FORURENSNINGSTILFØRSLER	9
3. METEOROLOGISKE FORHOLD	10
3.1 Lufttemperatur	10
3.2 Nedbør	10
4. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	11
4.1 Kalandsvatn	11
4.2 Haukelandsvatn	11
5. UNDERSØKELSEN I 1981	13
5.1 Prøvetakingsfrekvens og metodikk	13
5.2 Analyseresultater for et utvalg fysisk-kjemiske parametre	14
5.2.1 Temperatur	14
5.2.2 Oksygen	14
5.2.3 pH og konduktivitet	17
5.2.4 Næringssaltene fosfor og nitrogen	18
5.2.5 Tungmetaller	19
5.3 Bakteriologi	20
5.4 Planteplankton	20
5.5 Klorofyll	24
5.6 Dyreplankton	24
6. STATUS OVER FISK OG FISKE	26
7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	27
VEDLEGG	29

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1 A og B Kalandsvatns nedbørfelt med kartskisse av vannets dybdeforhold og stasjonsplassering	5,7
2 A og B Haukelandsvatns nedbørfelt med kartskisse av vannets dybdeforhold og stasjonsplassering	7,8
3. Klimatiske avvik fra normalen N (1931-1960) i 1981 på stasjon 5046 Fana Forsøksstasjon	9
4. Illustrasjon av fosforets kilder og virkning i innsjøer	19
5. Sammensetning og totalvolum av planteplankton i Kalandsvatn og Haukelandsvatn samt volum av bakterier i Haukelandsvatn 13/8-1981	21
6. Beregnet midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen i en del utvalgte norske innsjøer	23
7. Prosentfordeling av de viktigste arter planktoniske krepsdyr i Kalandsvatn og Haukelandsvatn 13/8-1980 (håvtrekk 30-0 m)	26

TABELLFORTEGNELSE

1. Morfometriske og hydrologiske data	6
2. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra blandprøver tatt i vannlaget 0-6 m i perioden 15.juli til 28. oktober 1981 i Kalandsvatn og Haukelandsvatn	12
3. Oksygenmålinger i Kalandsvatn og Haukelandsvatn i 1981, samt data fra tidligere år i Kalandsvatn	15
4. Forurensningstilførsler fra nedbørfeltet rundt Haukelandsvatn (III) og Kalandsvatn (XVI)	30
5. Klimatiske data fra stasjon 5046 Fana Forsøksstasjon (50 m o.h.) i 1981	34
6. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Kalandsvatn 4.oktober 1966	35
7. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Kalandsvatn og Haukelandsvatn 13. august 1981	36
8. Analyseresultater av kvalitative dyreplanktonprøver fra Kalandsvatn og Haukelandsvatn 13. august 1981. Håvtrekk 30-0 m, 95 µm.	37

TABELLFORTEGNELSE (forts.)

	Side
9. Sanitærbakteriologiske analyseresultater fra en vertikalserie tatt 13. august i Kalandsvatn og Haukelandsvatn	39
10. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra ulike dyp i Kalandsvatn og Haukelandsvatn 13. august 1981	40
11. Resultater fra målinger av temperatur, klorofyll, siktedyp og farge i Kalandsvatn og Haukelandsvatn i perioden juli-oktober 1981	41

FORORD

Bergen kommune ønsket i 1980, som en tilvekst til Byfjordprosjektet, å foreta en undersøkelse av en del aktuelle ferskvannsresipienter i kommunen. Dette arbeidet skulle inngå som en del av det totale overvåkingsprogrammet i 1981. Arbeidsutvalget for Byfjordprosjektet behandlet dette 22. oktober 1980. Det ble her fastlagt at Kalandsvatn i Fana og Langevatn i Asane skulle være med i programmet for 1981. Målet med undersøkelsen skulle være å få fram en tilstandsrapport om forholdene i ferskvannsresipientene i og rundt Bergen. På grunn av kommunens planer om en ny drikkevannskilde for Bergen by i Bjørndalen ble Haukelandsvatn i Arna senere valgt i stedet for Langevatn. Arbeidsutvalget skisserte også et mulig opplegg for en slik undersøkelse og ba NIVA utforme et program for en overvåking av de to innsjøene. NIVAs program for en "Overvåking av vannforekomster i Bergen" ble oversendt Bergen kommune 14. november 1980. Programmet inneholdt et forslag til et opplegg hvor det alt vesentligste av arbeidet knyttet til innsamling og analysering skulle utføres lokalt.

På grunn av startvanskeligheter kom prøvetakingen først i gang i juli 1981. Den foreliggende rapport om forurensningssituasjonen i Kalandsvatn og Haukelandsvatn bygger derfor på et noe begrenset materiale. Men dataene har vist at begge innsjøene er så sterkt belastet at den naturlige selvrensingsevne er kraftig overskredet. Innsjøene har i dag ikke noen "ubrukt" resipientkapasitet. Den viten som er kommet fram om Kalandsvatn og Haukelandsvatn er derfor tilstrekkelig for en grov karakterisering av tilstanden i disse resipientene. Det må settes inn tiltak i nedbørfeltet for å hindre at situasjonen skal forverres. Undersøkelsen i 1981 har ellers gitt verdifulle erfaringer av mer praktisk karakter knyttet til feltarbeid, prøvetaking og analysering som vil komme det videre overvåkingsarbeid til nytte.

Koordinator for innsamling og analysering av fysisk-kjemiske og bakterielle prøver har vært overing. J.A. Brinkmann, Helseseksjonen, Bergen kommune. Det ble i løpet av feltsesongen innsamlet plante- og dyreplankton 13. august. Dette materialet er bestemt og vurdert av henholdsvis cand.real. P. Brettum og cand.mag. J.E. Løvik, begge NIVA. Rapporten er utarbeidet av cand.real. K.J. Aanes, som også har vært NIVAs prosjektleder.

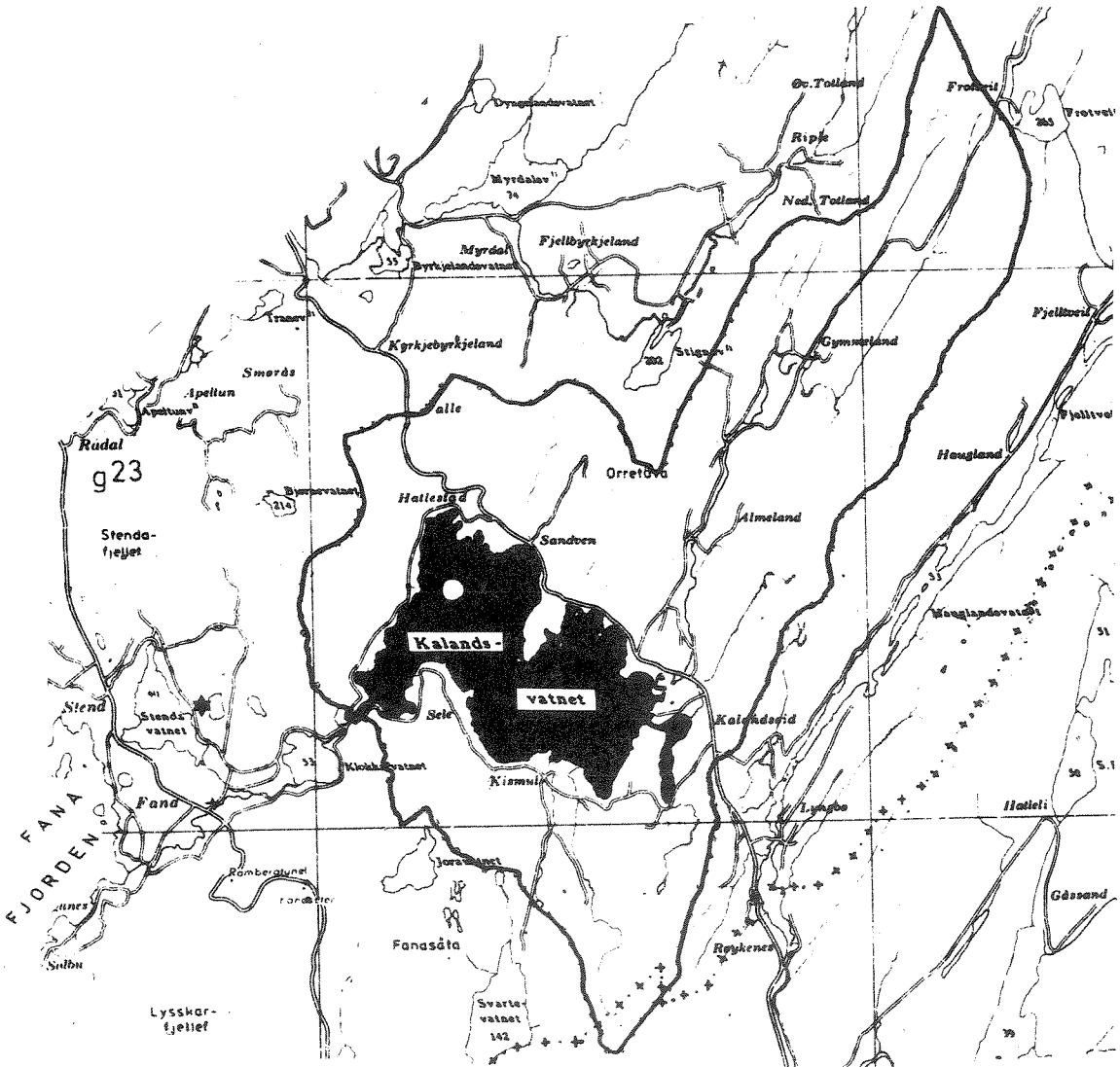


Fig. 1 A og B. Kalandsvannets nedbørfelt med kartskisse av vannets dybdeforhold og stasjonsplassering ○ .

★ Klimaregistrering.

1. INNLEDNING

Kalandsvatn (53 m o.h.) ligger langs riksvei 14 syd for Bergen tettsted på veien mot Os, og er den største innsjøen i Bergen kommune (tabell 1). Største dyp ble målt til 110 m. Hovedtilsiget kommer via Austevollselvi (figur 1) i øst og innsjøen har sitt avløp til Fanafjorden. I figur 1B er det gitt en kartskisse av innsjøen med dybdeforhold og stasjonsplassering. Tross store nedbørmengder har Kalandsvatn en relativt lang oppholdstid, noe som har stor betydning for responsen på den nærings-salttilførsel som innsjøen i dag mottar.

Tabell 1. Morfometriske og hydrologiske data.

	Kalandsvatn	Haukelandsvatn
Overflate	3,5 km ²	0,75 km ²
Volum	125 mill. m ³	10,650 mill.m ³
Største dyp	110 m	43 m
Middeldyp	35,7 m	Antatt 10 m
Oppholdstid	1,6 - 2,5 år	ca. 2,5 mnd.
Nedbørfelt	23 km ²	15,2 km ²
Gjennomstrøm/år	50 - 80 mill. m ³	~ 48 mill.m ³
Stasjonsplassering		
UTM koordinater	LM005884	LM049975

Haukelandsvatn (73 m o.h.) ligger langs E 68 øst for Bergen tettsted på veien mot Arna. Innsjøen har en svært uregelmessig form, noe som også gjenspeiler seg i bunnforholdene, hvor innsjøen er delt opp i en rekke mindre bassenger (figur 2). Hovedtilsiget kommer via en mindre tilløpselv i øst som på grunn av reguleringer i øvre deler av nedbørfeltet (13,3 km² - Osevatn) med overføring vekk fra Haukelandsvatns nedbørfelt, i dag har en sterkt begrenset vannføring. Innsjøen har sitt avløp via Storelvi til Arnavågen.

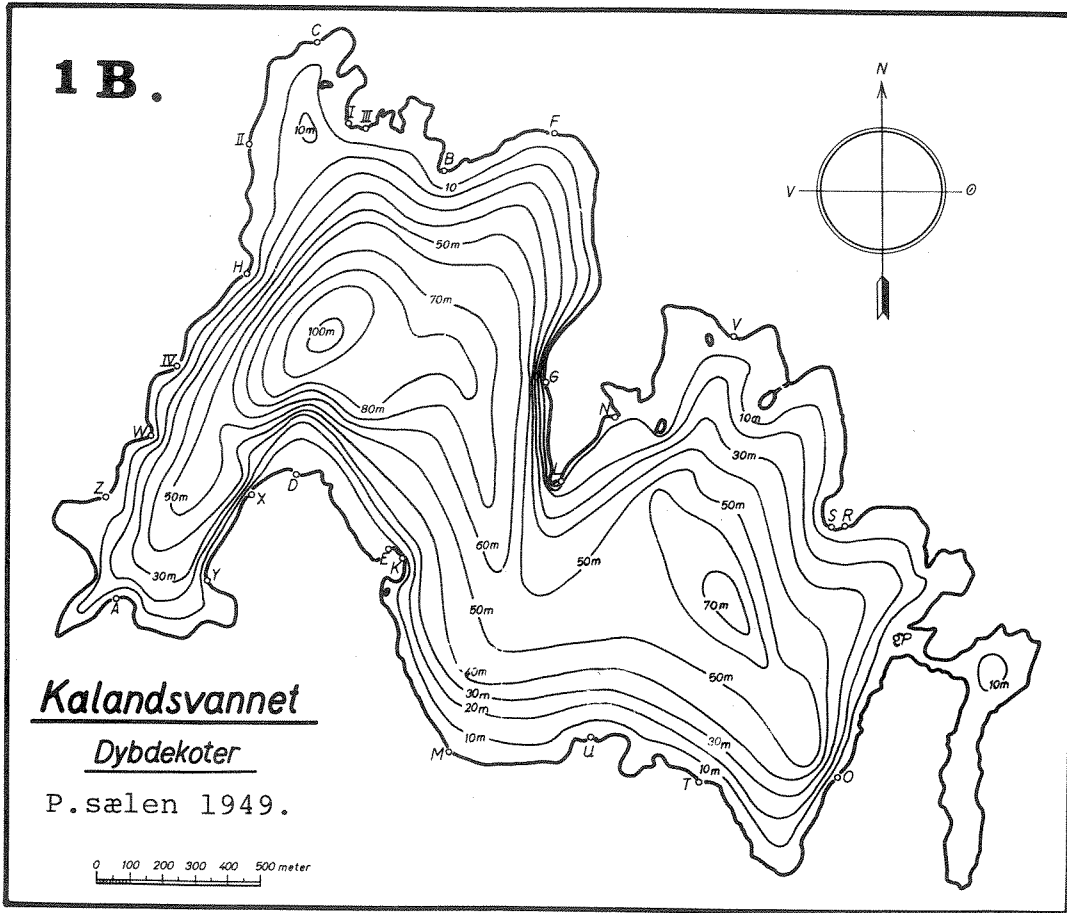


Fig. 2 A.
Haukelandsvannets
nedbørfelt.

* Deponi for
søppel og sikte -
rester fra Dano -
anlegget.

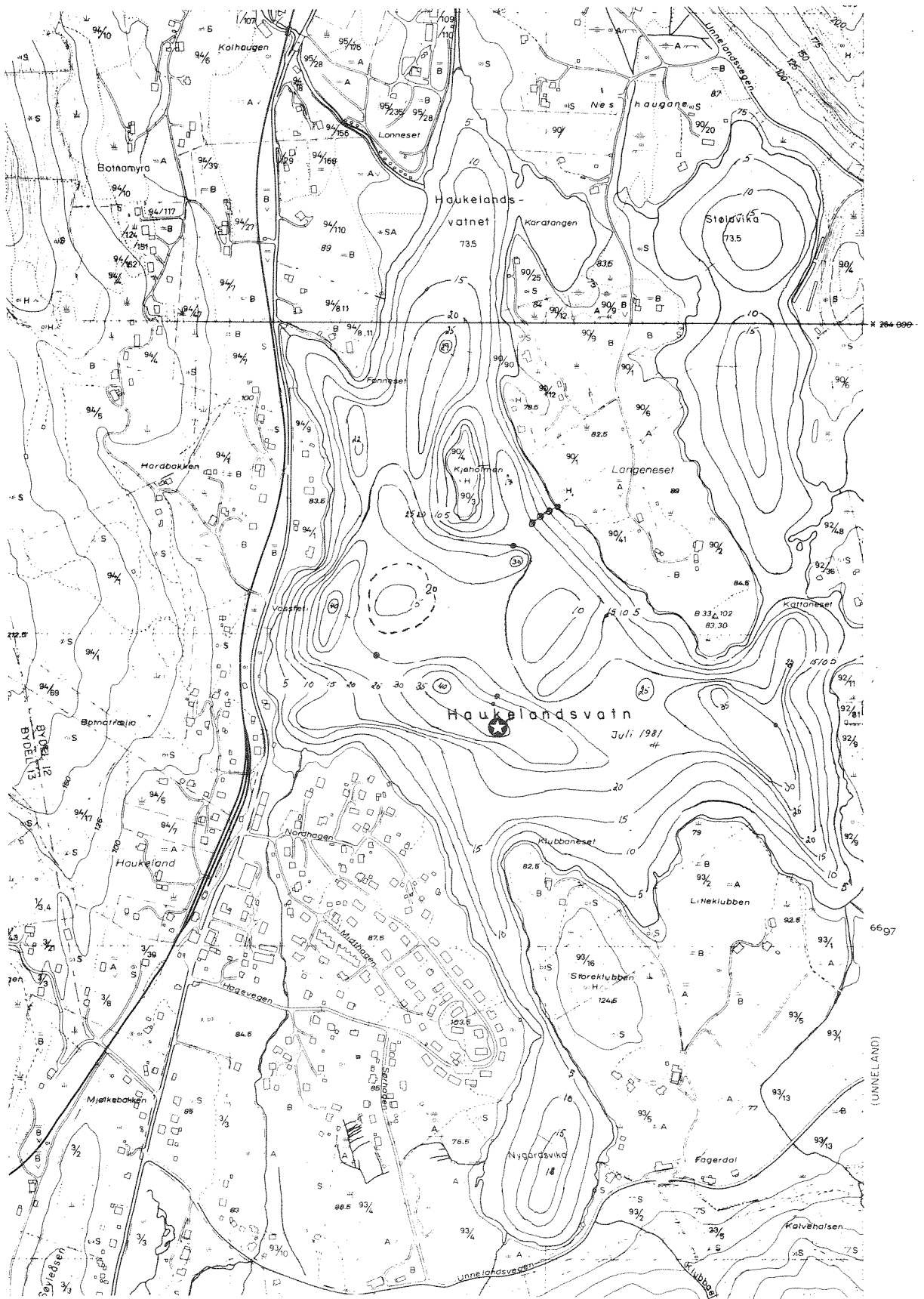


Fig. 2 B. Haukelandsvatnets dybdeforhold.
★ Stasjons plassering.

2. FORURENSNINGSTILFØRSLER

Data om forurensningstilførsler er hentet fra rapport utarbeidet av Anleggsseksjonen, Bergen kommune: "Vannforurensningskilder i Bergen. Hovedrapport 1976", og presentert i tabell 4 i rapportens vedlegg. Dette materialet er nå allerede 5 år gammelt og følgelig noe foreldet, og en oppjustering hadde vært ønskelig.

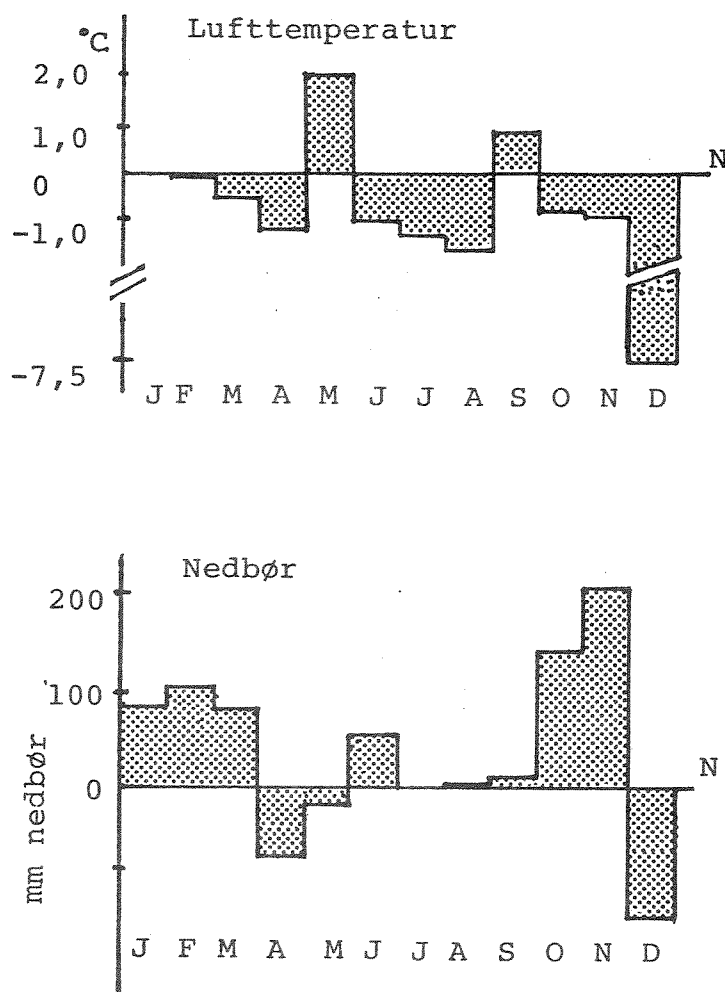


Fig. 3. Klimatiske avvik fra normalen, N (1931 - 1960) for året 1981 på stasjon 5046 Fana Forsøksstasjon.

3. METEOROLOGISKE FORHOLD

Været i produksjonssesongen er viet oppmerksomhet for å understreke at konklusjonene i denne rapporten baserer seg på prøvetaking i en nedbørrik og kjølig sommer.(figur 3). Det er en generell erfaring at det i spesielt varme og tørre somre kan være kraftigere algeoppblomstringer enn i tilsvarende kjølige somre.

3.1 Lufttemperatur

Årsmiddeltemperaturen for 1981 var 1,0 °C under et normalår (1931-1960) (tabell 5). Tilsvarende var middeltemperaturen i produksjonssesongen mars til oktober hele 3,4 °C under normalverdien for tilsvarende normalperiode på stasjonen 5046 Fana Forsøksstasjon (figur 1).

3.2 Nedbør

Årsmiddelnedbøren for 1981 var 447 mm større enn i et normalår (tabell 5). Tilsvarende var middelnedbøren i produksjonssesongen mars til oktober 187 mm større enn normalverdien for samme periode på st. 5046.

4. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

4.1 Kalandsvatn

Det ble i perioden 7/4-1946 til 29/4-1947 foretatt en hovedfagsoppgave i Kalandsvatn av Per Sælen i limnologi ved Universitetet i Oslo. Oppgaven ble avsluttet med eksamen i 1949, men det har ikke vært mulig å fremskaffe hans arbeid til rapportens avslutning.

NIVA har tidligere gjennomført en mindre undersøkelse av Kalandsvatn. Denne undersøkelsen ble foretatt i 1966 for å kunne gi en vurdering av innsjøens resipientkapasitet. Oppdragsgiver var Fana kommune. Fysisk-kjemiske resultater fra denne undersøkelsen er samlet i tabell 6.

Ellers kjenner en til at VIAK foretok utredning av Kalandsvatn-Hauglands-vassdraget som et alternativ til vannforsyning for Bergenshalvøya i 1968. Utredningen er i hovedsak av teknisk-økonomisk karakter.

4.2 Haukelandsvatn

Vi er ikke kjent med at det tidligere er utført fysisk-kjemiske undersøkelser i Haukelandsvatn.

Tabell 2. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra blandprøver tatt i vannlaget 0-6 m i perioden 15. juli til 28. oktober 1981.

Dato	K a l a n d s v a t n						H a u k e l a n d s v a t n					
	pH	Kond. µS/cm	Tot-P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Tot-N µg/l	NO ₃ -N µg/l	pH	Kond. µS/cm	Tot-P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Tot-N µg/l	NO ₃ -N µg/l
<u>1981</u>												
15/7	6,4	38	-	0	186	70	6,1	36	-	0	186	28
29/7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/8	6,7	37	4	0	271	79	6,4	34	10	0	217	27
26/8	6,2	38	21	0	207	100	6,1	37	17	0	-	-
9/9	6,3	37	12	0	194	-	6,3	33	22	0	157	-
29/9	6,2	39	17	6	490	250	6,2	35	37	22	330	250
14/10	6,0	41	26	8	730	210	6,1	35	24	5	620	160
28/10	6,1	35	56	11	270	90	5,9	31	28	1	370	130
\bar{X}	6,3	38	23	8	335	133	6,2	35	23	9	313	119

\bar{x} : aritmetisk middel

µg/l : 1/1000 milligram pr.liter

5. UNDERSØKELSEN I 1981

5.1 Prøvetakingsfrekvens og metodikk

Prøvetakingen i Kalandsvatn og Haukelandsvatn kom i gang midt i juli måned og med et intervall på ca. 14 dager ble det samlet inn prøver for fysisk-kjemisk analyse samt klorofyll ut oktober måned (tabell 2). Ved befaringen 13. august ble det i tillegg samlet inn bakteriologiske og biologiske prøver (plante- og dyreplankton). Dette materialet er samlet henholdsvis i tabell 7, 8 og 9.

De fysisk-kjemiske analysene av materialet som ble innsamlet 13. august er utført av Hordaland Fylkes Vannlaboratorium i Bergen. Norsk Standard for vannanalyser skal være benyttet. Prøver fra resten av undersøkelsesperioden samt sanitærbakteriologiske prøver er analysert ved Helseseksjonen i Bergen kommune, avd. for næringsmiddelkontroll.

I utgangspunktet er det uheldig at de samme analysene, og da på ulike prøveserier, utføres på forskjellige laboratorier. Få prøver og usikkerhet knyttet til analysepresisjon og erfaring med de enkelte parametrene tilfører materialet en begrenset utsagnskraft, samtidig som mulighetene for å tolke og vurdere tilstanden i resipientene gjøres vanskeligere. Her kan f.eks. nevnes at prøvene som ble innsamlet 13. august ble liggende ca. 3 måneder i fryseboks før analysering. Dette vil nok i noen grad ha påvirket resultatene slik at bl.a. næringssaltkonsentrasjonene i tabell 10 bare gir orienterende informasjon om forholdene i de to innsjøene.

I det videre overvåkingsarbeide må slike forhold unngås og analysene bør samles til ett laboratorium. Vi vil foreslå at Hordaland Fylkes Vannlaboratorium får denne oppgaven og at det i de første prøveseriene tas dobbeltprøver som parallelt analyseres av dette laboratoriet og NIVA, Oslo. Vi vil derved få et mål for analysepresisjon samt muligheten for å avklare årsaken til eventuelle analyseforskjeller og vanskeligheter.

5.2 Analyseresultater for et utvalg fysisk-kjemiske parametre.

5.2.1 Temperatur

Temperaturforholdene ved prøvetakingene er gitt i tabell 11. Av observasjonene går det fram at begge innsjøene har et tydelig utviklet sprangsjikt. Høstsirkulasjonen tok til i oktober og ved prøvetakingen 28/10 hadde det vært en fullstendig omrøring i Haukelandsvatn, mens denne gikk ned mot 30 m i Kalandsvatn.

Haukelandsvatn hadde jevnt over en noe lavere temperatur i vannlaget over sprangsjiktet (epilimnion) enn Kalandsvatn, mens det motsatte var tilfelle under dette laget (hypolimnion). Som ventet ligger sprangsjiktet noe høyere i Haukelandsvatn enn i Kalandsvatn på grunn av forhold som volum, morfometri og ulik vindpåvirkning.

Sprangsjiktet vil i stagnasjonsperioden om sommeren virke som en barriere for vannutskifting mellom epilimnion og hypolimnion. Derved vil sprangsjiktets dyp og volumet av produksjonssonen over dette ha stor betydning for fortynning og oppholdstid av organisk materiale og næringsalter som tilføres innsjøen i produksjonsperioden.

5.2.2 Oksygen

Oksygenmålinger ble foretatt ved to prøvetakinger, 13. og 26. august, med et YSI O₂-meter. Resultatene er gitt i tabell 3, hvor det også er tatt med data fra Sælens undersøkelse i 1946 og NIVAs undersøkelse i 1966. Disse resultatene er fremkommet ved Winkler-metoden og i denne sammenheng vil en sammenligning med resultatene fra 1981 ha noe begrenset verdi.

Resultatene fra høsten 1981 viser at oksygenmetningen er høy, men det er ønskelig med flere målinger for å stadfeste målingenes pålitelighet. Særlig viktig er det å få oksygenmålinger fra Haukelandsvatn på ettervinteren for å følge oksygenforbruket i dyplagene. Den høye oksygenmetningen i den øvre del av epilimnion er en naturlig følge av algenes primærproduksjon, noe som er særlig fremtredende i Haukelandsvatn.

Tabell 3. Oksygenmålinger i Kalandsvatn og Haukelandsvatn i 1981,
med data fra tidligere år i Kalandsvatn

Kalandsvatn:

D y p m	13/8		26/8	
	O ₂ ppm	% metn	O ₂ ppm	% metn
0	10,0	102,6	10,3	101,2
1	10,1	103,6	10,3	100,9
4	10,1	102,4	10,5	102,7
8	8,7	79,8	9,2	85,2
12	10,1	82,2	10,5	86,6
16	10,3	80,7	11,5	90,5
20	10,7	82,7	11,8	92,4
30	10,7	82,7	12,2	94,3
40	10,7	82,2	12,2	94,3
66	10,7	81,8	12,2	93,6

D y p m	Oksygen i mg/l		
	20/9-46	4/10-66	Forskjell
1	9,74	9,82	+ 0,08
4		9,72	} + 0,04
5	9,68		
8		9,60	} - 0,14
10	9,74		
15	10,62		} - 1,33
16		9,29	
20	11,43	9,72	- 1,71
30	11,80	9,82	- 1,98
50	11,90	9,62	- 2,28
92		8,76	} - 2,28
95	11,04		

Tabell 3 (forts.)

Haukelandsvatn

D y p m	13/8		26/8	
	O ₂ ppm	% metn	O ₂ ppm	% metn
0	10,9	110,6	10,6	101,8
1	10,8	108,9	10,6	101,8
4	9,5	91,3	7,5	70,0
8	7,0	59,1	5,8	49,0
12	8,0	62,7	7,2	57,1
16	8,2	63,7	7,6	59,5
20	8,2	63,5	7,6	59,1
30	7,8	60,2	7,4	57,6
37	7,5	57,9	-	

Sonde i mudderet på bunnen => 3 ppm O₂
=> 23,2 %

Det var ellers et avtak i oksygenkonsentrasjonen på grunn av nedbrytning av organisk materiale som synker ned gjennom vannmassene (tabell 10). I Haukelandsvatn var oksygenmetningen i bunnvannet betydelig lavere enn i Kalandsvatn. Dette understreker at vannet i dag mottar store mengder organisk materiale som dels er produsert i selve innsjøen og dels er tilført fra nedbørfeltet. Sannsynligvis er oksygenmetningen på ettervinteren svært lav i Haukelandsvatn.

Blir bunnvannet fritt for oksygen (anoksisk) vil næringsalter som gjennom mange år er akkumulert i bunnsedimentet løses ut. Eutrofiutviklingen vil aksellerere og vi er inne i en utviklingsfase som er vanskelig å endre uten omfattende tiltak og store økonomiske uttelling. Samtidig vil vannets rekreasjonsverdi være sterkt begrenset og nærområdene kan i perioder få ulemper med dårlig lukt (H_2S).

Haukelandsvatn er i dag kommet meget lengre i sin eutrofiutvikling enn Kalandsvatn, fordi denne innsjø er langt mer sårbar og har en langt mindre resipientkapasitet enn Kalandsvatn. Selv om algetettheten i Kalandsvatn er betydelig (konferer det lave siktedypet og figur 4), må det en vesentlig økning i algeproduksjonen eller tilførsel av organisk materiale til før en tilsvarende endring i oksygenkonsentrasjonen i dypvannet kan registreres. Dette har sin årsak i denne innsjøens store dybde, vannvolum og morfometri. Målinger av O_2 -metningen i Kalandsvatns bunnvann vil derfor være mindre egnet til å karakterisere innsjøens eutrofiutvikling.

5.2.3 pH og konduktivitet

pH-verdiene var høye i overflatelaget ved prøvetakingen 13. august (tabell 10), noe som er en effekt av algenes fotosyntese. Resultatene ellers viser at pH i blandprøvene fra 0-6 m (tabell 2) ligger rundt 6,2 - 6,3, der laveste verdi ble målt i Haukelandsvatn med pH 5,9 28. oktober.

Konduktiviteten er noe høyere i Kalandsvatn enn i Haukelandsvatn (\bar{x} = henholdsvis 38 og 35 $\mu S/m$), men forskjellen er liten. Bidraget fra sjøsaltkomponentene natrium, klorid og sulfat bidrar med en stor del av konduktiviteten i vannet (tabell 10).

5.2.4 Næringssaltene fosfor og nitrogen

Fosforets betydning for algeproduksjonen i innsjøer er fastslått i en rekke vitenskapelige undersøkelser de siste 10 år. Videre vil fosfor være det næringsstoff som ut fra algenes behov begrenser planteveksten i disse innsjøene. Derfor er fosfor det element som først kommer i underskudd ved algenes produksjon, slik at veksten og biomassen (algemengden) begrenses av tilgangen på fosfor.

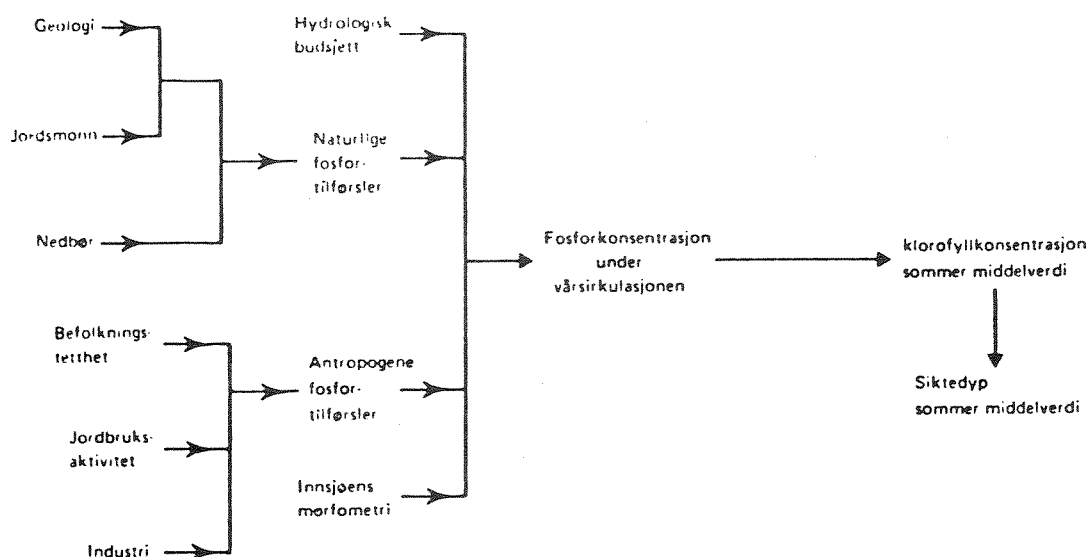
Når konsentrasjonen av totalfosfor overskrider en konsentrasjon omkring 10 mg/m^3 , skjer ofte betydelige endringer i planktonsamfunnets artssammensetning. Blågrønnalgene får en mer dominerende plass. I Mjøsa kom eksempelvis årsmiddelkonsentrasjonene av fosfor opp i $10\text{-}12 \text{ mg/m}^3$ i perioden 1972-1976 og blågrønnalgen *Oscillatoria bormetii* f. *tenius* ble snart den dominerende arten i planktonsamfunnet om høsten. Denne utviklingen ble ytterligere forsterket av klimatiske forhold i 1975 og 1976, og førte til at omfattende forurensningsbegrensende tiltak måtte settes i verk ("Mjøsaksjonen").

Verdiene for tot. P og orto-P er høye og størst er konsentrasjonen i Haukelandsvatn (tabell 10). Verdiene fra blandprøvene (0-6 m) i perioden juli-oktober (tabell 2) viser små forskjeller mellom produksjonslaget i de to innsjøene, og igjen er tot.P-konsentrasjonene foruroligende høye med en midlere konsentrasjon i denne perioden på $23 \text{ } \mu\text{g tot.P/l}$. Dersom disse analysene gir et riktig bilde av nærings-saltkonsentrasjonene (se 5.1) kan det ventes en kraftig videre utvikling i algebiomassen, og responsen kan bli vesentlig større enn i 1981, som hadde en kald og nedbørrik sommer.

Figur 4 gir et bilde av mulige fosforkilder og effekter av tilførslene.

Nitrogen

Verdiene for nitrogenforbindelsene er høye både i Kalandsvatn og Haukelandsvatn (tabell 2). Det er et visst avtak opp mot overflaten på grunn av algenes opptak, uten at konsentrasjonene blir så lave at $\text{NO}_3\text{-N}$ skulle være begrensende for algeveksten.



Figur 4. Illustrasjon av fosforets kilder og virkning i innsjøer (modifisert etter Dillon og Rigler 1975, hentet fra Faafeng et al. 1981).

5.2.5 Tungmetaller

Konsentrasjonen av tungmetallene kopper (Cu) og jern (Fe) er som ventet lave i Kalandsvatn og ligger på et konsentrasjonsnivå som er naturlig for denne delen av landet.

I Haukelandsvatn er konsentrasjonen av Cu og Fe vesentlig høyere og må ha sin årsak i en ytre belastning. Konsentrasjonen av kopper er i Haukelandsvatnets bunnvann så høy (tabell 10) at den er dødelig for fisk og trolig også for de fleste andre organismene som finnes i dette sjiktet av innsjøen. Jernverdiene er også meget høye i Haukelandsvatn, men harmonerer dårlig med verdiene for farge og den vanlige parallellitet en ofte finner til fosforkonsentrasjonen.

Det er derfor behov for et større antall analyser for å stadfeste presisjonen i tungmetallanalysene. Vi vil foreslå at det i 1982 foretas tungmetallanalyser av bunnvannet i innsjøen, supplert med biologisk prøvetaking av organismelivet i sedimentet for å fastslå størrelsen og utstrekningen av tungmetallpåvirkningen i Haukelandsvatn.

5.3 Bakteriologi

Resultatene fra de sanitærbakteriologiske analysene 13. august er gitt i tabell 9. Igjen er det Haukelandsvatn som er mest påvirket av sanitært avløpsvann. Det generelle antall bakterier pr. ml ved 20 °C etter 3 døgn er høyt og særlig er dette tilfelle i Haukelandsvatn (figur 5). Naturlige årsaker som at produksjonssesongen er i sin slutfase og mye dødt organisk materiale er i ferd med å brytes ned, bidrar nok en del til det høye bakterieantallet. For en videre vurdering av materialet mot forhold som bruk av innsjøene i drikkevannssammenheng og rekreasjonsbruk (f.eks. bading), henvises til de vurderinger som blir foretatt av Helseseksjonen ved Bergen kommune.

5.4 Planteplankton

Artsammensetning, fordelingsmønster, utvikling og mengdevariasjoner i planteplanktonet gir informasjon om vannkvaliteten i en innsjø og forandringer i denne kvaliteten. Endringer i miljøet i en innsjø vil relativt raskt spores i det algesamfunnet innsjøen har til enhver tid, fordi mange planteplanktonarter har forholdsvis snevre toleransegrenser med hensyn til flere miljøfaktorer.

Ved en eutrofierende utvikling (økende næringssaltkonsentrasjon i vannmassene, spesielt av fosfor og nitrogen) vil en i algesamfunnet først registrere dette ved at totalvolumet av planktonalger pr. volumenhet vann øker. Går den eutrofierende utvikling videre vil en, foruten en økning i totalvolumet, også få en endring i artsammensetningen. Ved vurderingen av trofinivået i en innsjø og dermed vannkvaliteten, benytter en derfor først og fremst totalvolumet, men også de enkelte hovedgruppens mengdemessige sammensetning og de enkelte artenes sammensetning og mengdeforhold som grunnlag.

Analyseresultatene av kvantitative planteplanktonprøver fra Kalandsvatn og Haukelandsvatn 13. august 1981 er gitt i tabell 7 og figur 5.

Da det innsamlete materialet bare omfatter prøver fra ett tidspunkt i de to innsjøene, kan en selvsagt vanskelig si noe om maksimalt totalvolum

av planktonalger i vekstsesongen og utviklingen innen de ulike algegruppene og enkeltartene. Grunnlaget for kvalitetsvurderingen er derfor noe begrenset.

KALANDSVATN

Fra denne innsjøen ble det samlet inn både en blandprøve fra vannsjiktet 0-10 m til planteplanktonanalyse og en separat prøve fra 1 m dyp. Som det fremgår av figur 5 var totalvolumet ca. $3400-3500 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, noe som i seg selv viser at vannet må betegnes som eutroft, selv om det er i et tidlig stadium av en eutrof fase.

Det uvanlige ved sammensetningen er det store innslag av desmidiaceer (en orden innen grønnalgene). Disse utgjorde omkring 90 % av det samlede algevolum og dominert av arten *Staurodesmus cuspidatus* v. *curvatus*. I Rosen 1981 (Tusen sjöar. Växtplanktons miljökrav) nevner han at denne arten kan forekomme i flere typer innsjøer, men at den vanligvis har sine største forekomster i relativt beskjedent eutrofe innsjøer, noe som stemmer bra med den foreliggende analyse. Videre heter det at denne arten ikke forekommer i mer humøse innsjøer.

Dette er blant de relativt få *Staurodesmus*-arter som har de største forekomster i noe eutrofe innsjøer. Vanligvis finner en de fleste *Staurodesmus*-artene i oligotrofe (næringsfattige) innsjøer.

Forholdsvis mye av grønnalgen *Paulschulzia pseudovolvox* i prøven er med på å vise det tidlige eutrofe stadium i vannmassene.

Som en ser av figuren var totalvolumet omtrent det samme i 1 m dyp som i hele vannsjiktet, noe som viser en relativt jevn fordeling i lyssonen.

HAUKELANDSVATN

Fra denne innsjøen ble det samlet inn både en blandprøve fra vannsjiktet 0-10 m og en separat prøve fra 1 m dyp. Av figur 5 fremgår det at algesamfunnet her er mer sammensatt uten dominans av en enkelt eller noen få arter. Blandprøven hadde et algevolum på ca. $1500 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, mens 1 m

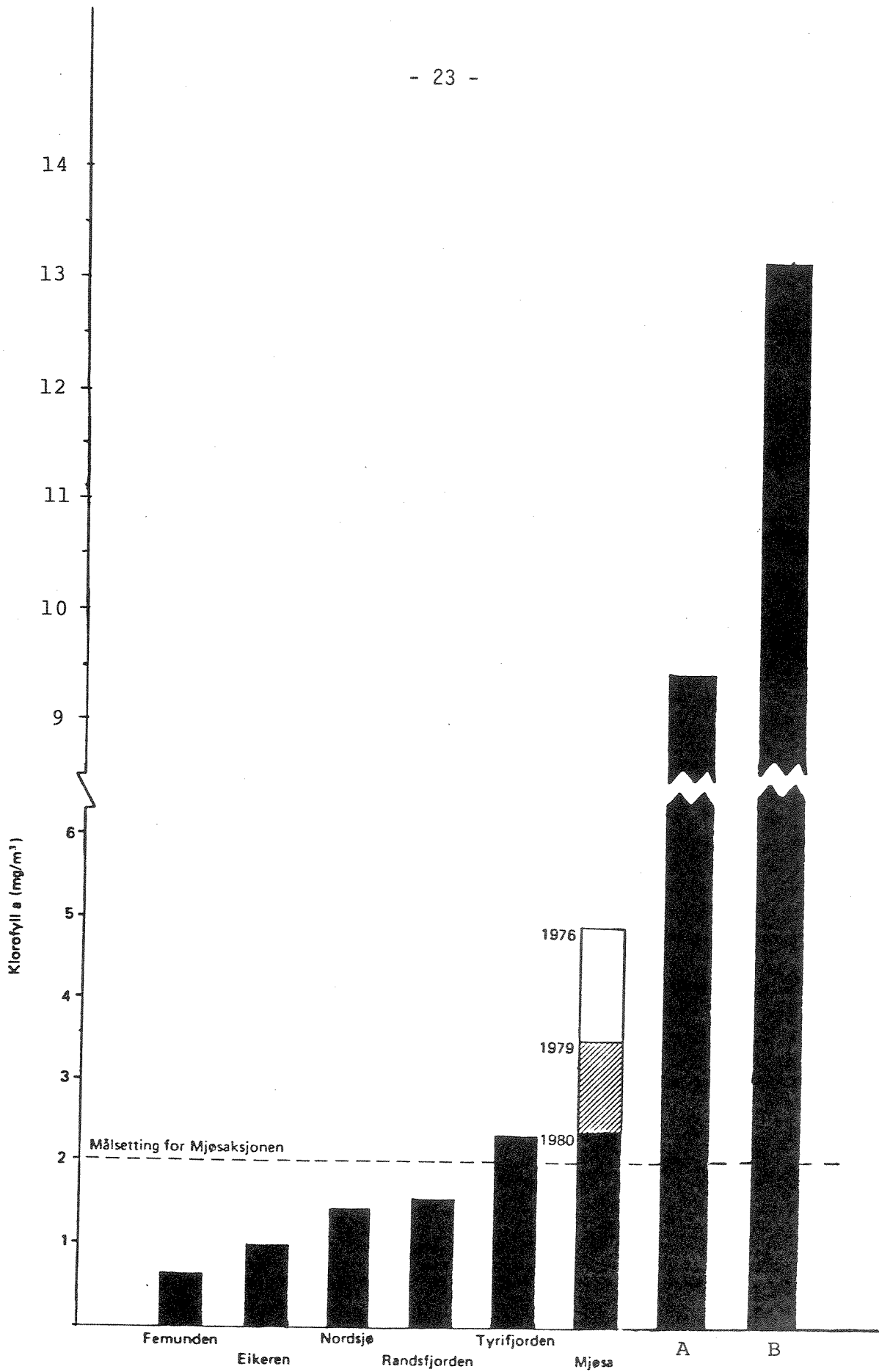


Fig. 6. Beregnet midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen (veid middel: mai-september) for endel utvalgte norske innsjøer, sammenlignet med data fra perioden juli-oktober i Kalandsvatn (A) og Haukelandsvatn (B), (aritmetisk middel).

prøven hadde et volum på hele $3400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Ut fra blandprøvens volum og det faktum at prøvene var varierte i sin sammensetning, gjør at en må betegne Haukelandsvatn som sterkt mesotrof, dvs. at innsjøen har beveget seg fra et oligotroft (næringsfattig) mot et eutroft (næringsrikt) stadium. De relativt store algevolumene i 1 m dyp viser imidlertid at sjøen nærmer seg en eutrof fase. Relativt store forekomster i prøvene av en stavformet bakterie er med på å gjøre prøvene "tette", noe som er med på å senke siktedypet og dermed gjøre lysklimaet nedover i vannmassene dårligere. Dette er nok medvirkende årsak til det større algevolum i 1 m dyp, og medvirker til at siktedypet blir mindre her enn i Kalandsvatn, der store arter utgjør totalvolumet.

5.5 Klorofyll

Resultatene fra klorofyllmålingene er samlet i tabell 11. Materialet viser at klorofyll a-konsentrasjonen er betydelig i begge innsjøene (figur 6) med maksverdier på 17,4 og 24,5 mg Chl a/ m^3 i henholdsvis Kalandsvatn og Haukelandsvatn for perioden juli - oktober 1981 (blandprøve 0-6 m). Stort sett vil klorofyllkonsentrasjonene variere i takt med algevolumet, og supplerer således data om algeproduksjonen i resipienten.

Til sammenligning kan det her nevnes at i Mjøsa var den midlere klorofyllkonsentrasjonen i produksjonssesongen (blandprøve 0-10 m) 4,8 (1976) og 3,5 mg/ m^3 (1979) (figur 6). Målsettingen for Mjøsaksjonen er at innholdet av klorofyll ikke vesentlig skal overstige 2 mg Chl a/ m^3 for produksjonssesongen mai - oktober. Resultatene fra 1981 viser klart den næringsrike tilstand Kalandsvatn og Haukelandsvatn er i, samtidig som resultatene understreker det som tidligere er sagt om påvirkningsgrad.

5.6 Dyreplankton

Prøvene ble samlet inn ved hjelp av et vertikalt håvtrekk 13. august fra 30 - 0 m dyp (maskevidde 0,095 mm). Materialet er bearbeidet ved NIVA, og resultatene er fremstilt i figur 7 og tabell 8.

Materialet er for spinkelt til å kunne si noe sikkert om dyreplankton-samfunnets tilstand, f.eks. sett i sammenheng med en eventuell eutrofi-utvikling. Videre er det sparsomt med opplysninger om forhold som har betydning for dyreplanktonets sammensetning og biomasse. Viktig i denne sammenheng er forhold som årstidsvariasjoner i fysisk-kjemiske forhold, planteplanktonets biomasse og produksjon, beitepress fra fisk o.l. Dette gjør at materialet har begrenset utsagnskraft om tilstanden i vannene. Resultatene er tatt med først og fremst for å ha et grunnlag for eventuelle senere studier av dyreplanktonet.

Resultatene i tabell 8 viser et noe mer artsrikt dyreplanktonsamfunn i Haukelandsvatn enn i Kalandsvatn. Begge vannene, og i særlig grad Haukelandsvatn, var preget av en kraftig dominans av cyclopoide hoppekreps med små utviklingsstadier (nauplier) som de mest tallrike (figur 7). Disse stammer mest sannsynlig hovedsakelig fra *Cyclops scutifer*. Av andre hoppekreps kan nevnes at *Eudiaptomus gracilis* var representert med 3 prosent i Kalandsvatn og 10 prosent i Haukelandsvatn.

Vannloppene ble funnet i nokså små antall (tilsammen ca. 3 prosent) i Haukelandsvatn med *Bosmina longispina* som den tallrikest. I Kalandsvatn utgjorde denne gruppen tilsammen vel 20 prosent av totalantallet med *Daphnia galeata* som den dominerende arten. På grunn av størrelsen av dyrene vil vannloppene utgjøre en betydelig andel av dyreplanktonets biomasse i Kalandsvatn.

Av hjuldyrene ble de samme tre artene funnet i begge vannene. *Kellicottia longispina* så ut til å forekomme i nokså stort antall i Kalandsvatn.

Artsammensetningen og den relative forekomsten av artene gir ikke det typiske bilde av eutrofe forhold en ville vente ut fra det som er nevnt tidligere om tilstanden i Haukelandsvatn og Kalandsvatn. Dette tillegger en først og fremst de forhold som ble nevnt under omtalen av materialets utsagnskraft, men det skal nevnes at det i materialet savnes typiske indikatorer på oligotrofe forhold.

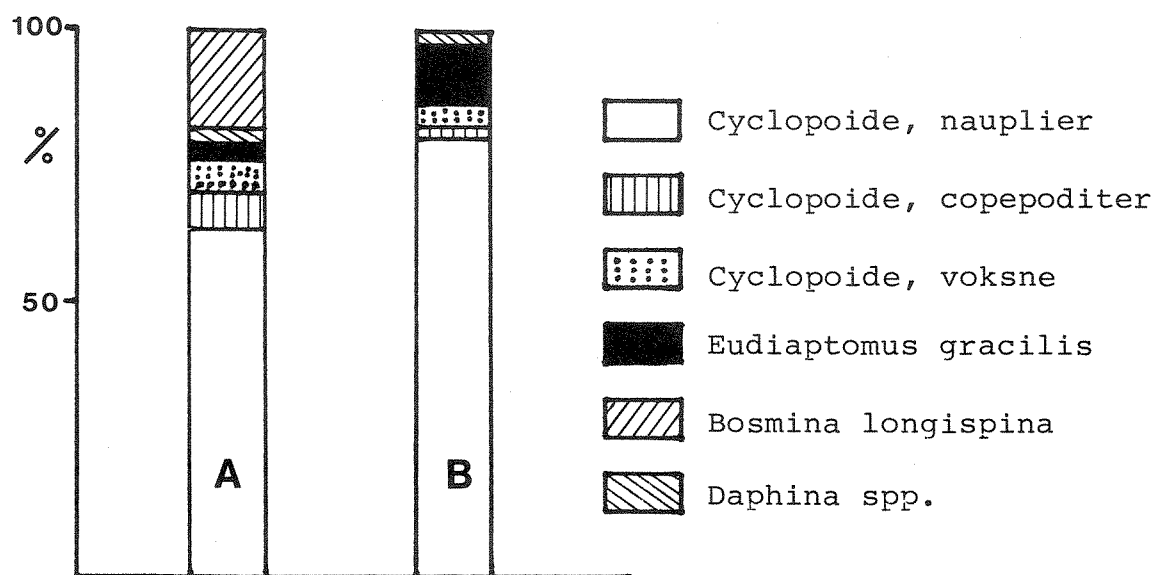


Fig. 7. Prosentfordeling av de viktigste arter planktoniske krepsdyr i Kalandsvatn (A) og Haukelandsvatn (B), 13. august 1981 (håvtrekk 30 - 0 m).

6. STATUS OVER FISK OG FISKE

Data om fiskebestandene i Haukelandsvatn og Kalandsvatn er hentet ut fra Fiskerikonsulenten for Vest-Norge i Bergen. Materialet er gjengitt bakerst i rapportens vedlegg.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Overvåkingen av en del ferskvannsresipienter i og rundt Bergen er en tilvekst til Byfjordprosjektet og må sees i sammenheng med dette. Målet med denne delen av prosjektet var i 1981 å få fram en tilstandsrapport om forurensningssituasjonen i de to innsjøene Kalandsvatn og Haukelandsvatn. I det videre overvåkingsarbeide er det lagt opp til at en suksessivt flytter aktiviteten til nye innsjøer/resipienter, slik at de kommunale myndigheter på sikt får et bilde av forurensningstilstanden i de bynære ferskvannslokaliteter i Bergensområdet.

Undersøkelsen av Kalandsvatn og Haukelandsvatn kom i gang sommeren 1981. Det er i den foreliggende rapport gitt data om fysisk-kjemiske forhold samt forhold som berører plante- og dyreplankton, fisk og bakteriologi. Da feltarbeidet først tok til noe ut i produksjonssesongen, bygger tilstandsvurderingen på et noe begrenset materiale.

Responen på den store tilførselen og produksjonen av lett oksyderbart organisk materiale er størst i Haukelandsvatn, hvor det er registrert et betydelig oksygenforbruk i dypvannet. En ser ikke bort fra at det i perioder av året kan være langt lavere O_2 -konsentrasjoner i bunnvannet i denne innsjøen enn det som ble registrert i løpet av feltsesongen.

Verdiene for plantenes viktigste næringssalt fosfater er høye og spesielt er dette tilfelle i Haukelandsvatn. En betydelig forurensningskilde er boligkloakk, men også avrenning fra jordbruksområder har betydning. Tilsvarende forhold gjelder vassdragets nitrogeninnhold. Det skal her legges til at avrenningsvann fra et eldre søppeldeponi bidrar til den økte næringssalttilførselen i Haukelandsvatn. Denne kilden har også tilført innsjøen betydelige mengder tungmetaller, noe vi vil anbefale blir undersøkt videre i 1982 for derved å fastslå utstrekning og størrelse av giftvirkningene.

Responser på de høye næringssaltnivået gir seg utslag i en stor algeproduksjon i begge innsjøene. Det totale algevolumet er på 1 m dyp $3400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ som plasserer både Haukelandsvatn og Kalandsvatn i en begynnende eutrof (næringsrik) til eutrof fase. Dette var i et år med en våt og kald sommer.

Den kraftige algeveksten understrekes også av verdiene for klorofyll a som i middel for perioden juli - oktober når opp i hele 9,4 og 13,1 mg Chl a/m³ i henholdsvis Kalandsvatn og Haukelandsvatn. Dette er fra 2 til 2,5 ganger høyere enn den som ble målt i Mjøsa når denne innsjøen var på sitt verste (figur 6).

Som konklusjon på undersøkelsen i 1981 har materialet vist at begge innsjøene i dag er sterkt belastet med organisk materiale og nærings-salter. Det naturlige plante- og dyrelivet er sterkt påvirket, og det er registrert store forandringer bort fra det som må sies å være innsjøenes naturtilstand. Det bør derfor straks settes inn tiltak for å hindre at forurensningssituasjonen blir ytterligere forverret. Dette gjelder spesielt Haukelandsvatn hvor en ytterligere kloakkvanntilførsel raskt vil føre innsjøen inn i en eutrofitilstand som ikke vil la seg reparere uten meget kostbare tiltak både i innsjøen (restaurering) og nedbørfeltet.

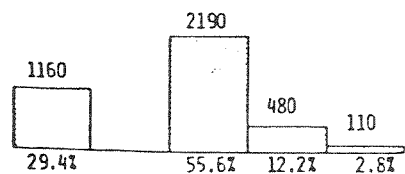
Vedlegg

Tabell 4. Forurensningstilførsler fra nedbørfeltet rundt Haukelandsvatn (III) og Kalandsvatn (XVI).

Tabell 4.1 Totale utslipp av organisk stoff
BOF₇ -Pe 1976, årsmiddeldøgn (AMD).

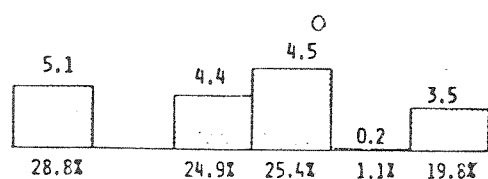
Felt	Utslipp		Deponi		Utslipp av silo		Urbant overv.	Totalt pr. år
	Sanitär	Prosess	Slam	F.avf.	pr. år	30 dg.		
III	1160			2190	480	5730	110	3940
XVI	2350				700	8380	70	3120

FORURENSINGSKILDER
UTSLIPP I BOF₇-PE (AMD - 1976).
FELT III: HAUKELANDSVANNET 3940 BOF₇-PE



SANITÆR AVLØP PROSSE AVLØP SIGE VANN SILO SAFT URBANT OVERVANN

FORURENSINGSKILDER
UTSLIPP I TONN TOTAL NITROGEN 1976.
FELT III: HAUKELANDSVANNET 17.7 TONN TOT. N



SANITÆR AVLØP PROSSE AVLØP SIGE VANN JORDBUK FORURENSNING URBANT OVERVANN NATURG. AREALAVR.

Tabell 4.2 Total tilførsel av nitrogen (tonn/år).
Tonn tot N - 1976

Felt	Utslipp		Deponi		Jordbruksfor.		Urbant overv.	Naturg areal-avr.	Totalt
	Sanitär	Pros.	Slam	F.avfall	Silo	Gjødsel			
III	5.06			4.4	0.44	4.07	0.2	3.54	17.71
XVI	10.30				0.65	8.33	0.1	5.65	25.03

Tabell 4.3 Total tilførsel av fosfor (tonn/år).
Tonn tot P - 1976.

Felt	Utslipp		Deponi		Jordbruksfor.		Urbant overv.	Naturg areal-avr.	Totalt
	Sanitär	Pros.	Slam	F.avfall	Silo	Gjødsel			
III	1.05			0.01	0.10	0.25	0.07	0.09	1.57
XVI	2.14				0.15	0.63	0.05	0.15	3.12

Tabell 4.4 Befolkning, arbeidsplasser, div. pe. og totalt antall sanitære pe.

Felt	Resipient	Fast bosatte 1:1 pe.	Antall arbeidsplasser 1:1/3 pe.	Diverse pe. 1:1 pe.	Sanitære pe totalt
III	Haukelandsvannet	1119	111	0	1160
XVI	Kalandsvannet	2120	380	104	2350

Tabell 4.5 Deponi av fast avfall (tonn).

Felt	Sone	Anlegg	Start	Stopp	Deponi i tonn		Totalt
					før 1970	1970-76	
III	J01	Neset	1959	010377	8730	12570	21300 (17260)

(): Sikterest fra Danoanlegget.

Tabell 4.6 Utslipp av sigevann fra fyllplasser i Bergen (tonn/år -76)

Felt	Sone	Anlegg	A ₂ (m ²)	H (m)	P - E (mm)	BOF ₇	totN (250 x)	Fe (83 x)	Zn (0.61 x)
III	J01	Neset	10000	5.6	1750	48	4.4	1.4	0.01

x) (k) = mg/l k(tot P) = 0.01 x k(tot N)

Tabell 4.7 Jordbruksdata 1975.

Nedbør felt	Dyretall					Gjødsel prod. 1) tonn	Silofôr m ³
	Melkekyr	Storfe	Svin x)	Sau	Høns		
III	81	140	24 (12)	222	100	3495	2220
XVI	191	266	317 (48)	84	1538	7652	3250

x) () : derav avlssvin

1) antatt: 14 tonn pr. storfe(hest), 10 sauer, 5 slaktegr, 4 avlssvin og pr. 100 høns. (ca. 0.5% nitrogen, 0.1% fosfor).

Tabell 4.8: Produksjon av silosaft og husdyrgjødsel (tonn/år-1975)

Felt	BOF ₇ silos.	Nitrogen (tot N) :			Fosfor (tot P) :		
		silos.	gjødsel	sum	silos.	gjødsel	sum
III	20.9	0.9	15.4	16.3	0.2	2.5	2.7
XVI	30.6	1.3	36.0	37.3	0.3	6.3	6.6

Tabell 4.9 Forurensing fra jordbruksdrift (tonn/år-1975).

Felt	BOF ₇ silos.	Nitrogen (tot N) :				Fosfor (tot P) :		
		Silos.	Husdyr gjødsel	Kunst gjøds.	Sum	Silo	Husdyr- gjødsel	Sum
III	8.4	0.44	3.09	0.98	4.51	0.10	0.25	0.35
XVI	12.2	0.65	7.19	1.14	8.98	0.15	0.63	0.78

Tabell 4.10 Areal fordeling (km²).

Nedbør felt	Tettbygde områder	Dyrket mark x)	Skog	Uprod. mark	Totalt Areal
III	0.6	1.631	3.5	9.5	15.2
XVI	0.4	1.907	12.7	7.9	22.9

x) Totalt driftsareal.

0

Tabell 4.11 Arealavrenning (tonn pr. år).

Felt	BOF ₇ tett bygd	Nitrogen (tot N) :					Fosfor (tot P) :				
		tett bygd	dyrket	skog	uprod.	Sum	tett bygd	dyrk.	skog	uprod.	Sum
III	2.4	0.2	1.63	0.77	1.14	3.74	0.07	0.01	0.02	0.06	0.16
XVI	1.6	0.1	1.90	2.80	0.95	5.75	0.05	0.02	0.08	0.05	0.20

Tabell 5. Klimatiske data fra stasjon 5046 Fana forsøksstasjon
500 m.o.h. i 1981.
Lufttemperatur er gitt som månedsmiddel for hver enkelt
måned og år og nedbør som månedssummer og årssum

Lufttemperatur			Nedbør	
Mnd.	1981	Normal	1981	Normal
J	- 0,2	- 0,2	257	171
F	- 0,2	- 0,1	225	121
M	1,5	2,0	187	104
A	3,9	5,1	59	134
M	11,8	9,7	59	88
J	11,1	12,1	186	133
J	13,3	14,6	151	152
A	12,6	14,2	174	172
S	12,3	11,4	238	228
O	6,8	7,6	393	249
N	3,8	4,7	428	219
D	- 5,0	2,5	65	204
Årets månedsmidl.	6,0	7,0	Årssum 2422	1975

Tabell 6. Fysisk-kjemiske analyseresultater Kalandsvatn 4/10 1966

dyp	Temp. °C	Oksygen mg O ₂ /l % O ₂	pH	El. ledn.c. 20°C m.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turb. mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ mg O/l	Jern µg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Alk. ml n/10 HCl/l	Tot. hårdh. mg CaO/l	Klorid mg Cl/l	Nitr. mg N/l	Orto PO ₄ µg P/l	BFA mg N/ l	Tot. fosfat µg P/ l
1	10,38	9,82	90,7	6,44	34	1,8	2,6	55	Ik.påv.	1,050	4,7		210	4	0,27	17
4	10,35	9,72	89,8	6,43	41	1,3	2,4	55	0,05	1,030	4,2	3,95	210	2	0,27	14
8	10,38	9,60	88,8	6,42	38	1,4	3,0	170	Ik.påv.	1,025	4,4	4,74	225	2	0,25	18
12	8,77	8,86	78,8	6,15	26	0,8	2,2	40	"	0,945	4,3	2,47	265	4	0,24	20
16	6,00	9,29	77,0	5,97	27	0,3	2,0	95	"	0,870	4,2	5,23	330	13	0,15	
20	5,23	9,72	79,0	6,05	25	0,5	1,5	40	"	0,925	4,3	3,16	325	16	0,15	22
30	4,71	9,82	73,7	6,07	11	0,5	1,5	40	"	0,950	4,4	4,54	300	16	0,30	21
50	4,54	9,62	76,7	6,10	13	0,6	1,5	30	"	0,905	4,5	2,37	305	18		25
70	4,36	9,66	77,0	6,16	12	0,6	1,6	30	<0,05	0,895	4,2	5,52	320	19	0,14	28
92	4,30	8,76	69,5	6,08	14	0,4	1,4	35	<0,05	1,120	4,4	3,95	325	19	0,15	25
Bekk(hovedtilløp)				6,25	30	0,3	2,9	55	Ik.påv.	0,925	3,6	0,39	155	15	0,14	22

Tabell 7. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Kalandsvatn og Haukelandsvatn 13. august 1981.

Antallet gitt i 1000 celler pr. liter. Volumet gitt i mm³/m³.

* Antallet gjelder kolonier.

	KALANDSVATN				HAUKELANDSVATN			
	1 m dyp		0-10 m blandprøve		1 m dyp		0-10 m blandprøve	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)								
Ankyra judai (G.M. Smith) Fott	47	5,4	12	1,7			9	1,2
* Chlamydocapsa planctonica (West & West) Fott			3	4,5			12	17,9
Chlamydomonas spp.	25	3,7			1915	379,0	868	174,7
* Dictyosphaerium pulchellum Wood			3	0,6	548	109,6	90	18,1
Gyromitus cordiformis Skuja	3	1,6	3	1,6	53	27,8	78	40,9
Koliella sp.	255	14,0	240	13,2	411	16,4	280	11,2
* Micractinium pusillum Fres.							44	8,7
Monoraphidium contortum (Thur.) Kom.-Legn.					209	12,5	286	17,2
Monoraphidium dybawskii (M.minutum?) (Wolosz.) Hind.& Kom.-Legn.					81	6,5		
Paramastix conifera Skuja					16	3,9	22	5,4
* Paulschulzia, pseudovolvox (Schulz) Skuja	411	236,4	346	198,8				
Ubest. coccoide grønnalger					109	7,1		
Ubest. grønnalgekolonier (Dict.pulch.v.minimum?)					835	167,0	227	45,5
DESMIDIJIALES								
Closterium acutum v. variabile (Lemm.) Krieg.			6	3,1			3	1,1
Cosmarium sp.			3	4,0				
Spondylosium planum (Wolle) West & West					81	8,9	59	8,0
Staurastrum anatinum Cooke & Willis.	6	48,0	10	76,5				
Staurastrum cf. paradoxum Meyen	6	44,8	19	135,8				
Staurodesmus cuspidatus v. curvatus (W. West) Teil.	425	2871,5	421	2844,5				
CHRYSTOPHYCEAE (gulalger)								
Craspedomonader	682	68,2	694	69,4	570	57,0	274	27,4
Mallomonas akrokomas v. parvula Conr.					28	4,9	37	5,6
Mallomonas spp.					309	245,6	128	127,7
Små chrysomonader	582	37,1	629	40,9	1233	80,2	1267	82,4
Store chrysomonader	31	10,1	53	17,2	271	88,0	190	61,7
Ubest. chrysofycé					47	3,0		
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)								
Asterionella formosa Hass.							128	57,5
Cyclotella sp. (d = 12-14 µm)			3	3,1	439	197,6		
cf. Synedra sp. (l = 30-40 µm)					2791	837,3	1057	316,7
Synedra sp. (l = 70-100 µm)					3	2,3		
Synedra sp. (l = 70-100 µm)					3	2,3		
CRYPTOPHYCEAE								
Cryptomonas marssonii Skuja					62	68,5	28	30,8
Cryptomonas sp. (l = 17-20 µm)	3	2,0			561	490,5	202	177,1
Cyathomonas truncata (Fres.) Fisch.							78	9,7
Katablepharis, ovalis Skuja	34	3,4	31	3,1	1022	102,2	318	31,8
Rhodomonas lacustris (+ v.nannoplantica) Pasch.&Ruttn.	389	44,8	339	42,4	3850	385,0	1090	136,2
DINOPHYCEAE (fureflagellater)								
Gymnodinium cf. lacustre Schiller					31	10,9		
Peridinium sp. (17 x 15 µm)					22	34,9		
µ-alger	1558	15,6	2617	26,2	5588	55,9	4598	46,0
ALGER TOTALVOLUM		3406,6		3486,6		3402,5		1460,5
Stavformete bakterier					154043	616,2	112738	450,0

Tabell 8. Analyseresultater av kvalitative dyreplanktonprøver fra A Kalandsvatn og B Haukelandsvatn 13. august 1981.

Håvtrekk 30-0m, 95 µm

A

HJULDYR (Rotatoria) *

Kellicottia longispina (Kellicott)	+++
Conochilus spp.	++
Keratella cochlearis (Gosse)	+

KREPSDYR (Crustacea)	Antall	Prosent
VANNLOPPER (Cladocera)		
Σ Daphnia galeata G.O.Sars	75	17,7
Σ Bosmina longispina Leydig	12	2,8
Σ Bythotrephes longimanus Leydig	1	0,2
TOT. VANNLOPPER	88	20,7
HOPPEKREPS (Copepoda)		
Σ Heterocope saliens (Lilljeborg)	1	0,2
Eudiaptomus gracilis G.O.Sars	♀ u/egg	0,2
	♂	-
	cop.	12
	naup.	-
Σ Eudiaptomus	13	3,0
Cyclops scutifer G.O.Sars	♀ u/egg	16
	♂	9
Cyclopoide cop.	28	6,6
Cyclopoide naup.	269	63,4
Σ Cyclopoida	322	75,9
TOT. HOPPEKREPS	336	79,1
TOT. KREPSDYRPLANKTON	424	100

* +++ rikelig, ++ vanlig, + mindre vanlig, (+) sjelden

Tabell 8. (forts.)

B

HJULDYR (Rotatoria) *

Kellicottia longispina (Kellicott)	+++
Conochilus spp.	++
Keratella cochlearis (Gosse)	+

KREPSDYR (Crustacea)	Antall	Prosent	
VANNLOPPER (Cladocera)			
Σ Diaphanosoma brachyurum (Lievin)	1	0,2	
Σ Daphnia longispina O.F.Müller	1	0,2	
Σ Daphnia galeata G.O.Sars	1	0,2	
Σ Bosmina longispina Leydig	13	2,1	
Σ Bythotrephes Longimanus Leydig	1	0,2	
TOT. VANNLOPPER	17	2,9	
HOPPEKREPS (Copepoda)			
Σ Heterocope saliens (Lilljeborg)	1	0,2	
Eudiaptomus gracilis G.O.Sars	♀ u/egg	10	1,6
	♀ m/egg	1	0,2
	♂	8	1,3
	cop.	27	4,4
	naup.	17	2,8
Σ Eudiaptomus	63	10,3	
Cyclops scutifer G.O.Sars	♀ u/egg	13	2,1
	♂	9	1,5
Cyclops abyssorum G.O.Sars	♀ u/egg	1	0,2
	♂	2	0,3
Megacyclops sp. (?) cop. V		1	0,2
Cyclopoide cop.		12	2,0
Cyclopoide naup.		497	80,8
Σ Cyclopoida		535	87,1
TOT. HOPPEKREPS	598	97,4	
TOT. KREPSDYRPLANKTON	615	100	

* +++ rikelig, ++ vanlig, + mindre vanlig, (+) sjelden

Tabell 9. Sanitær bakteriologiske analyseresultater fra en vertikalserie tatt 13. august 1981 i Kalandsvatn og Haukelandsvatn

Dato	Prøven merket	Antall bakt. Dyp m	Antall bakt. pr. ml inkub. 20°C i 3 døgn	Koliforme bakt. pr. 100 ml 37 °C	Termostab. bakt. pr. 100 ml 44 °C
14/8-81	Kalandsvatn	0,5	600	11	4
"	"	8	330	0	
"	"	11	450	2	0
"	"	50	570	13	0
"	"	90	350	0	

Dato	Prøven merket	Antall bakt. Dyp m	Antall bakt. pr. ml inkub. 20°C i 3 døgn	Koliforme bakt. pr. 100 ml 37 °C	Termostab. bakt. pr. 100 ml 44 °C
14/8-81	Haukelandsvatn	0,5	750	109	11
"	"	6	1030	46	13
"	"	8	>3000	348	4
"	"	20	550	8	0
"	"	33	780	5	2

Tabell 10. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra ulike dyp i Kalandsvatn og Haukelandsvatn 13. august 1981

Dyp	pH	KOND 25°C µS/cm	FARG ufilt. mg Pt/l	TOT-P µg P/l	ORT-P µg P/l	TOT-N	NO ₃ µg N/l	SiO ₂	KOF perm mg O/l	ALK. pH 4,5	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l
0,5	7,70	33,4	45	12	< 2		75		16	0,64	3,34	4,3	0,58	1,55	2,98	0,69	30	10
8	7,40	40,0	35	17	6		290		13	0,56	3,60	5,2	0,67	1,79	3,51	0,83	40	< 5
11	7,20	40,9	30	30	22		395		44	0,54	3,60	5,8	0,67	1,84	3,56	0,82	< 5	10
50	7,17	36,8	25	22	17				8,5	0,50	3,30	5,6	0,63	1,70	3,33	0,76	< 5	< 5
90	6,91	40,3	25	24	18				13	0,56	3,60	5,7	0,66	1,78	3,48	0,80	< 5	10
0,5	7,90	33,9	75	40	6		<10*		18	1,00	3,15	4,7	0,54	1,91	2,99	1,01	110	10
6	7,65	33,4	50	43	21		295		13	0,50	2,85	4,7	0,51	1,67	2,81	0,83	70	10
8	6,50	40,0	25	29	25		420		9,3	0,69	3,00	6,2	0,60	1,85	3,39	0,85	40	20
20	6,20	30,5	15	14	7		380		12	0,61	-	6,2	0,61	1,82	3,47	0,84	100	60
33	6,05	37,6	15	10	< 2		390		6,4	0,62	2,55	6,2	0,62	1,88	3,46	0,85	140	130

* kontaminert

Tabell 11. Resultater fra målinger av temperatur, klorofyll, siktedyp og farge i Kallandsvatn og Haukelandsvatn i perioden juli - oktober 1981

Kallandsvatn

D a t o	15/7	29/7	13/8	26/8	9/9	29/9	14/10	28/10	\bar{x}
Temp. Luft	-	-	18,0	-	-	12,5	4,0	4,0	
0 m	16,0	18,0	17,5	15,5	14,5	11,5	9,9	7,5	13,8
1	16,0	18,0	17,5	15,3	14,5	11,5	9,9	7,5	13,8
4	16,0	17,5	17,0	15,3	14,5	11,5	10,0	7,5	13,6
8	12,0	11,0	12,5	12,9	13,0	11,5	10,0	7,3	11,3
12	6,0	6,0	6,5	7,0	6,5	11,5	9,5	7,3	7,5
16	5,0	5,0	5,0	5,2	5,0	9,5	5,5	7,2	5,9
20	4,9	4,9	4,5	5,0	5,0	5,5	5,0	7,3	5,3
30	4,5	4,6	-	4,5	4,5	4,8	4,5	4,5	4,6
40	4,5	4,4	-	4,5	4,0	4,5	4,5	-	4,4
50	4,5	4,3	-	-	4,0	-	-	-	4,3
60	4,2	4,2	4,1	-	-	-	-	-	4,2
Bl.prøve 0-6 m									
Klorofyll a	9,5	14,4	14,1	7,8	17,4	5,6	3,1	3,2	9,4
Siktedyp	4,75	5,25	4,0	5,25	3,75	4,75	5,0	4,25	4,6
Farge	grg	grg	grg	grg	g	gb	ggr	grg	
Værforhold	s	1v/r	r	1s	1s/st	1v/s	r	1v/k	
Kl.	11	9	13	9	11	10.30	10	11	

1s = lettskyet
 s = skyet
 r = regn

st = stille
 1v = lett vind
 k = klart

grg = grønnlig gul
 ggr = gullig grønn

gb = gulbrun
 g = gul

(forts.)

Tabell 11. (forts.)

Haukelandsvatn

D a t o	15/7	29/7	13/8	26/8	9/9	29/9	14/10	28/10	\bar{x}
Temp. Luft	13,0	16,0	18,0	-	-	12,5	5,0	5,0	
0 m	15,7	18,0	17,0	14,5	13,0	11,0	9,0	6,5	13,1
1	15,7	17,5	16,7	14,5	13,0	11,0	9,0	6,5	13,0
4	15,0	16,5	14,5	13,2	13,0	10,5	9,0	6,5	12,3
8	8,1	10,0	9,0	9,0	10,5	10,5	9,0	6,5	9,1
12	6,2	7,0	6,0	6,5	6,5	10,5	8,6	6,5	7,3
16	5,9	6,0	5,7	6,0	6,0	10,0	7,2	6,5	6,7
20	5,8	5,6	5,6	5,8	6,0	6,0	6,2	6,5	5,9
30	5,6	5,5	5,5	5,8	6,0	5,5	6,5	6,5	5,9
40		5,5	4,5					6,5	5,5
B1. prøve 0-6 m									
Klorofyll a	-	11,9	23,9	18,0	24,5	7,0	3,5	2,9	13,1
Siktedyp	2,5	2,25	2,0	2,0	1,6	2,8	2,9	2,8	2,4
Farge	g	grg	grg	grg	g	gb	grg	g	
Værforhold	s/st	1v/r	st/r	1s	1s/st	1v/s	r	1v/k	
Kl.	12	13	10	10	9.30	9.30	9	10	

Fiskeriundersøkelser i Kalandsvatn i Bergen 1978.

Etter oppdrag fra formann O.J.Lillevedt i Kalandsvatnet Grunneigarlag ble vatnet prøvofisket 23. til 24 juni. Vatnet har tidligere vært undersøkt 1969, 1971, 1972, 1973, 1974 og 1975. Denne vurdering av forholdene i Kalandsvatn bygger også på disse tidligere undersøkelser.

Vatnet ble i 1978 prøvofisket en natt med et garn av hvert av omfarene 12, 14, 16, 18, 22 og 24, og 2 garn på 30 omfar, tilsammen 8 garn.

All fisk ble veid og målt, mageinnhold og parasitter ble vurdert, og av auren ble der tatt skjellprøver for bestemmelse av fiskens alder og vekst.

Sammenligning av resultatene for de ymse år:

Aure	1969	1971	1972	1973	1974	1975	1978
Antall	34	32	37	33	38	25	13
Gj.sn.vekt	314 gr	185 gr	200 gr	229 gr	205 gr	194 gr	198 gr
K.faktor	1,14	1,06	1,07	0,97	0,97	1,04	1.00
Vekst	god	god	god	god	god	god	god
Kjøttfarge	ingen vesentlig endring fra år til år						

Røyr	1969	1971	1972	1973	1974	1975	1978
Antall	35	37	32	120	83	18	19
Gj.sn.vekt	213 gr	170 gr	225 gr	162 gr	160 gr	160 gr	126 gr

Der understrekes at en ikke må for stor vekt på detaljer i denne sammenligning fra år til, og likeledes må en ta med i vurderingen at fisket de forskjellige år ikke har vært gjort til samme tid. Særlig når det gjelder røyren vil årstiden ha stor betydning for fangstmengden.

Garmengden i 1978 var bare halvparten av det som har vært brukt tidligere år. Dette har betydning for den forholdsvis fåtallige fangsten 1978.

Omtrent all røyren var angrepet av gjelleparasitter, og en stor del var av dårlig kvalitet, såkalte "svartinger". Forholdene i vatnet er uklare, men der er ingenting som tyder på vesentlige endringer i fiskebestanden siden undersøkelsen i 1975.


Så langt jeg kan se er der ingen grunn til å minske beskatningen av aure, og det er ønskelig å øke røyrefisket. En reduisering av røyrebestanden kan kompenseres med utsetting av aure fra nærliggende overbefolkede vatn.

Ålefisket i Kalandsvatn er ikke nyttet. Bestanden er så stor at den kan gi grunnlag for næringsfiske.

Det er i Kalandsvatn nødvendig med en grundig fiskeriundersøkelse for å få mere klarhet i røyrebestandens størrelse og sammensetning.

En slik undersøkelse må gå over flere dager, og til ymse tider på året.

Bergen 08.03.79



Jan-Per Madsen

Fiskeriundersøkelser i Haukelandsvatn i Arna 1976.

Etter oppdrag fra Arne Nesse som formann i grunncierlaget ble der foretatt fiskeribiologiske granskinger i Haukelandsvatn 7. til 8. mai 1976.

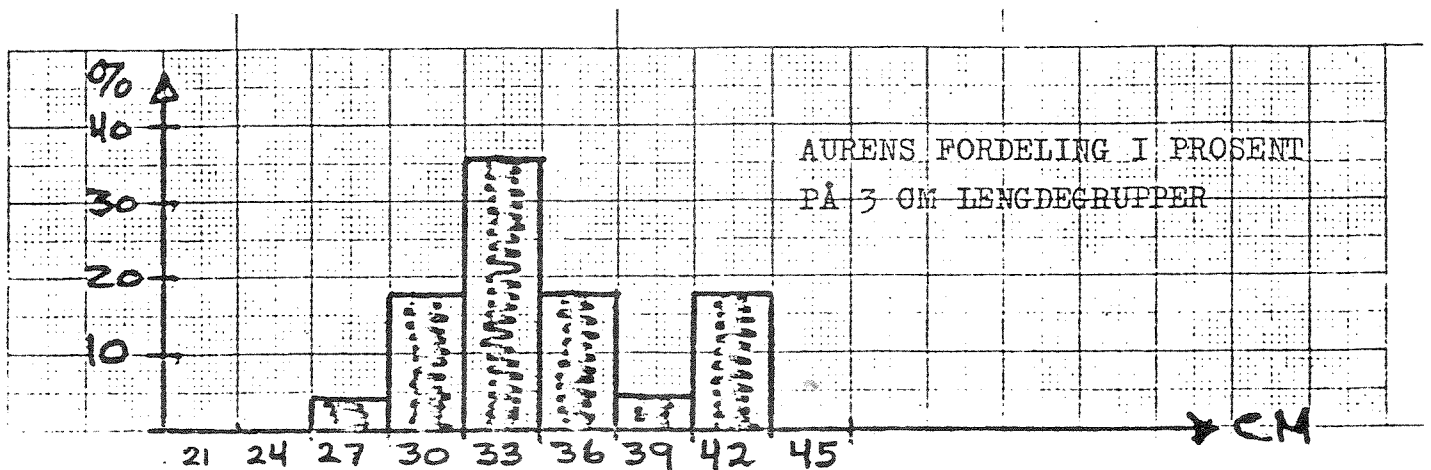
Der vises også til tidligere undersøkelser fra 1968 og 1972. Vatnet er omlag 900 da, og ligger 73 m.o.h. Areal og høyde er grovt regnet ut etter kart-blad Bergen 1115 I M = 1:50.000.

Der ble fisket en natt med 2 garn av hvert av omfarene 12, 14, 16, 18, 22, 24 og 30, tilsammen 14 garn. Fangsten ble 22 aurer og 2 gjedder. All fisk ble veid og målt, kjøttfarge og gytestadium ble vurdert, og mageinnhold ble undersøkt. Største aure var 750 gr, og minste aure 220 gr. Gjeddene var 600 gr og 285 gr.

All aure var rød i kjøttet, og 10 av fiskene var gjeldfisk. Viktigste mageinnhold var fjærmyggglarver og linsekreps. Den største gjedden hadde en aure og en gjedde som mageinnhold.

Sammenligning aure 1968 -1972 -1976:

	Antall aure.	K-fakt.	Gjennomsn. vekt	Ungfisk	Vekst	Kjøttfarge	Garn-tall
1968	17	1,23	577 gr	ingen	god	rød	20
1972	18	1,03	522 gr	ingen	god	rød	16
1976	22	1,03	418 gr	ingen	god	rød	14



Garnplasser, omfarsfordelig, årstid, værforhold og mere tilfeldig "fiskelykke" har stor betydning for fangstresultatene når en driver fiskeriundersøkelser. Ved vurdering av resultater fra prøvafiske bør derfor ikke legges for stor vekt på fangstmengden i de ymse vatn.

Ut fra dette kan der ikke konstanteres noen merkbar endring hverken i fiskens vekst, kvalitet eller aldersfordeling, og der er heller ingen vesentlig endring i fangstkvantum.

Aurebestanden i Haukelandsvatn er for liten i forhold til vatnets produksjonskapasitet. Gytemulighetene er dårlige, og der er ikke tilstrekkelig ungfisk til å opprettholde en rimelig aurebestand.

Der ble ikke tatt røyr under prøvafisket i 1976, og det er lite sannsynlig at der nå finnes røyr i Haukelandsvatn.

Vatnet har en god gjeddebestand. Gjedden er en utmerket mat- og sportsfisk, og bør ikke betraktes som ufisk.

Den gode ålebestand i Haukelandsvatn er praktisk talt ikke nyttet

I samsvar med tidligere rapporter anbefales der årlig utsatt omlag 500 "villfisk" av aure fra nærliggende overbefolkede bekker. Fiskeriteknikeren i Hordaland hjelper til med fangst av slik settefisk.

Bergen 16.0.77

Jan-Per Madsen