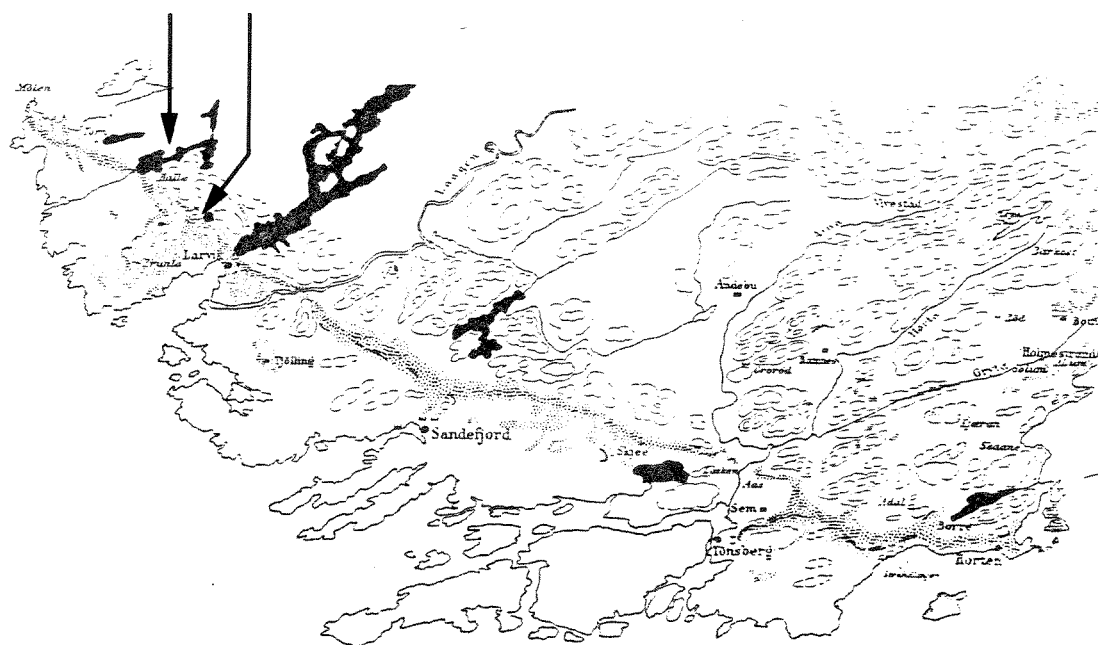


RA-SJØENE I VESTFOLD

O-90087

Hallevatnet og Ufsbaktjernet

En hydrobiologisk undersøkelse i 1990



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-90087	Undernr.:
Løpenr.: 2689	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: HALLEVATNET OG ULFSBAKTJERNET En hydrobiologisk undersøkelse i 1990	Dato: 15.12. 1991	Trykket: NIVA 1992
	Faggruppe: Hydrobiologi	
Forfatter(e): Olav Skulberg	Geografisk område: Vestfold	
	Antall sider: 46	Opplag: 100

Oppdragsgiver: Larvik kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
----------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

Forholdene i innsjøenes fri vannmasser i vegetasjonsperioden 1990 er behandlet. Innsjøene hadde næringsfattige vanntyper, men algeplanktonets stoffskifte satte sitt preg på vannkvaliteten. En stor forekomst av alger med cellestørrelse <math><10 \mu\text{m}</math> kan gi problemer for renseteknisk behandling i vannforsyningssammenheng. Det er foretatt en sammenlikning av vannkvaliteten i innsjøene Hallevatnet, Ulfsbaktjernet, Farris og Akersvatnet (trofigrad, råvannskvalitet).

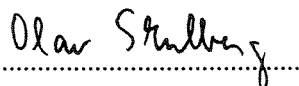
4 emneord, norske

1. Hydrografi
2. Alger
3. Vannkvalitet
4. Vannforsyning

4 emneord, engelske

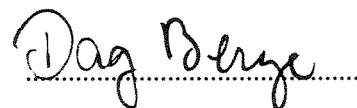
1. Hydrography
2. Algae
3. Water quality
4. Water supply

Prosjektleder



Olav Skulberg

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN 82-577-1968-4

Norsk institutt for vannforskning

O-90087

HALLEVATNET OG ULFSBAKTJERNET

En hydrobiologisk undersøkelse i 1990

Oslo, 15.12.1991

Olav Skulberg

Forord

Det ble i 1990 foretatt hydrobiologiske undersøkelser i innsjøene Farris, Ulfsbaktjernet og Hallevatnet. Resultatene fra arbeidet med Farris er behandlet i NIVA-rapport datert 29. juli 1991, hvor også undersøkelsenes formelle og praktiske sammenheng er fremstilt.

I denne rapporten legges resultatene fra undersøkelsene i Hallevatnet og Ulfsbaktjernet fram. Det var interessant å få innsikt i hvordan vannkvaliteten ble preget av lokalitetenes stoffskifteprosesser. Organismeutviklingen medfører konsekvenser for innsjøenes bruk som råvannskilde til vannforsyning.

Arbeidet ble utført i samarbeid mellom NIVA, Næringsmiddeltilsynet for Larvik og Lardal, Larvik og omland vannverk, Vestfold interkommunale vannverk og Porsgrunn vannverk.

Oslo, 15.12. 1991

Olav Skulberg

Innhold

	Side
FORORD	2
1. INNLEDNING	7
2. METODER OG FORHOLD UNDER UNDERSØKELSEN	7
3. GEOGRAFISKE OPPLYSNINGER	7
4. HALLEVATNET	8
4.1 Hydrografiske og kjemiske forhold	8
4.2 Planktonalger	9
5. ULFSBAKTJERNET	10
5.1 Hydrografiske og kjemiske forhold	10
5.2 Planktonalger	10
6. SAMMENLIKNING AV VANNKVALITET (Ulfsbaktjernet, Hallevatnet, Farris og Akersvatnet)	11
6.1 Trofitilstand	11
6.2 Råvannskvalitet	12
7. PRAKTISKE TILRÅDNINGER	15
7.1 Hallevatnet	15
7.2 Ulfsbaktjernet	15
7.3 Sammenliknende vurdering	16
8. HENVISNINGER	17

TABELLOVERSIKT

	Side
Tabell 1 Geografiske, morfometriske og hydrologiske data.	19
Tabell 2 Hallevatnet. Sammenstilling av vannkjemiske analyseresultater mai-september 1990.	20
Tabell 3 Hallevatnet. Middel-, minimums- og maksimumsverdier av analyseresultater mai-september 1990.	21
Tabell 4 Hallevatnet. Fremtredende arter i planteplanktonet 1990.	22
Tabell 5 Ulfsbaktjernet. Sammenstilling av vannkjemiske analyseresultater mai-september 1990.	23
Tabell 6 Ulfsbaktjernet. Middel-, minimums- og maksimumsverdier av analyseresultater mai-september 1990.	24
Tabell 7 Ulfsbaktjernet. Fremtredende arter i planteplanktonet 1990.	25

FIGUROVERSIKT

	Side	
Figur 1	Månedsmiddel av lufttemperatur i 1990 og normalen for perioden 1931-1960.	26
Figur 2	Månedlige nedbørsummer i 1990 og normalen for perioden 1931-1960.	27
Figur 3	Hallevatnet. Dybdekart.	28
Figur 4	Ulfsbaktjernet. Dybdekart.	29
Figur 5	Hallevatnet. Observasjoner av vanntemperatur.	30
Figur 6	Hallevatnet. Oksygeninnhold som prosent av metning.	31
Figur 7	Hallevatnet. Resultater av bestemmelse av totalfosfor.	32
Figur 8	Hallevatnet. Resultater av bestemmelse av totalnitrogen.	33
Figur 9	Hallevatnet. Resultater av bestemmelse av nitrat.	34
Figur 10	Hallevatnet. Målinger av surhetsgrad.	35
Figur 11	Ulfsbaktjernet. Observasjoner av vanntemperatur.	36
Figur 12.	Ulfsbaktjernet. Oksygeninnhold som prosent av metning.	37
Figur 13	Ulfsbaktjernet. Resultater av bestemmelse av totalnitrogen .	38
Figur 14	Ulfsbaktjernet. Målinger av surhetsgrad.	39
Figur 15	Middelverdier av totalfosfor i Ulfsbaktjernet, Hallevatnet, Farris og Akersvatnet.	40
Figur 16	Middelverdier av totalnitrogen i Ulfsbaktjernet, Hallevatnet, Farris og Akersvatnet.	41

Figur 17	Relativ betydning av N og P i sammenheng med forurensningsbelastede innsjøers trofiske nivå.	42
Figur 18	Middelverdier av forholdet mellom totalnitrogen og totalfosfor i Ulfsbaktjernet, Hallevatnet, Farris og Akersvatnet, mai-september 1990.	43
Figur 19	Totalfosfor. Sammenlikning av vannkvalitet i vannforsyningenes inntaksdyp.	44
Figur 20	Turbiditet. Sammenlikning av vannkvalitet i vannforsyningenes inntaksdyp.	45
Figur 21	Surhetsgrad. Sammenlikning av vannkvalitet i vannforsyningenes inntaksdyp.	46

1. Innledning

Innsjøene Hallevatnet og Ulfsbaktjernet er råvannskilder for drikkevannsforsyning i Vestfold. Hensikten med undersøkelsen av disse lokalitetene i 1990 var å karakterisere den biologiske og kjemiske vannkvaliteten. Arbeidet inngikk i de sammenliknende undersøkelser av innsjøene knyttet til raet i Vestfold (NIVA 1991).

2. Metoder og forhold under undersøkelsen

Det ble foretatt feltobservasjoner og prøvetaking i lokalitetene på tre tidspunkter, henholdsvis 30. mai, 2. august og 25. september 1990.

Prøvetakingen foregikk på en stasjon i innsjøens dypeste område. I Hallevatnet lå denne i innsjøens sydlige basseng - Hallefjorden - hvor det er dyp ned til 57 m. I Ulfsbaktjernet lå stasjonen i hovedbassenget i området med dyp ned til 30 m.

Kjemiske analyser ble utført ved laboratoriet til Næringsmiddeltilsynet for Larvik og Lardal. Et fåtall komponenter ble analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo. Metoder som ble anvendt var de rutinemessige for undersøkelser av vannkvalitet (NIVA 1991).

Biologiske analyser ble utført tilknyttet feltarbeidet og ved NIVAs laboratorium i Oslo. Identifikasjon og kvalitative undersøkelser av alger ble foretatt med optisk mikroskop og teknikk for planktonbearbeiding (Christensen 1982).

De meteorologiske forhold i undersøkelsesperioden ble omtalt i rapporten om Farris (NIVA 1991). Månedsmidler for lufttemperatur og nedbør ved Melsom (Det Norske Meteorologiske Institutt, målestasjon nr. 2745) er gjengitt i Figur 1 og Figur 2. Her er også normalene for perioden 1931-1960 tegnet inn.

3. Geografiske opplysninger

Innsjøenes bassenger og dybdeforhold er vist i figur 3 (Hallevatnet) og figur 4 (Ulfsbaktjernet).

Hallevatnet er demmet opp av raet. Det ligger i et nedbørfelt preget av bart fjell og relativt tynt morenedekke. Ulfsbaktjernet ligger direkte i en forsenkning i raet, og nedbørfeltet har løsmasser med til dels stor mektighet. Begge innsjøene ligger under den marine grense som i dette området av Vestfold er ca 146 m o.h. (Hansen 1910).

I Tabell 1 er det gitt opplysninger om noen karakteristiske forhold ved innsjøene knyttet til areal, morfometri og hydrologi. For en beskrivelse av Hallevatnet og nedbørfeltet vises til limnologiske undersøkelser (Fevang 1953, NIVA 1988, Johansen et al. 1991). Ulfsbaktjernet er ikke tidligere behandlet i limnologisk sammenheng.

I sammenlikning med innsjøen Farris - Tabell 1 - er både Hallevatnet og Ulfsbaktjernet nærmest som dverger i regne. Vannmassenes teoretiske oppholdstid i bassengene det gjelder er imidlertid størst for Hallevatnet - 2,3 år - , men er tilnærmet like store for Ulfsbaktjernet og Farris - henholdsvis 1,5 år og 1,8 år. Disse forhold har bl.a. konsekvenser for vannmassenes kvalitative egenskaper.

4. Hallevatnet

Resultatene av de hydrografiske og hydrobiologiske observasjoner fremgår av Tabellene 2-4 og de grafiske fremstillinger i Figurene 5-10.

4.1. Hydrografiske og kjemiske forhold

Innsjøen hadde markert lagdeling gjennom observasjonsperioden (Figur 5). I juni var temperaturspranget i dybdeintervallet 5-7 m. Overflatevannet ble varmet opp til over 20°C i august, og overflatevannlaget (epilimnion) strakk seg ned til omlag 10 m dyp. Under partialsirkulasjonen på ettersommeren ble temperaturspranget flyttet nedover, og var beliggende i 15 m dyp i slutten av september. I dypvannet - bl.a. på inntaksdypet (20 m) for råvannet til vannforsyningen - varierte temperaturen lite og var ca 4,5 °C.

Lagdelingen gjenspeiles også i oksygenfordelingen til vannmassene (Figur 6). Oksygenmetningen i overflatevannet var størst i august. Dette hadde sammenheng med både fysiske forhold (varmt vann) og organismeaktivitet (bl.a. fotosyntese). Et fremtredende oksygenforbruk gjorde seg gjeldende på ettersommeren. Dette var hovedsakelig betinget av biologiske nedbrytningsprosesser for organisk stoff. Verdiene for septemberobservasjonen viste undermetning av oksygen på alle prøvedyp (Figur 6). Men oksygenreserven i Hallevatnet var likevel tilfredsstillende ut fra vannkvalitetsnormer for drikkevann (SIF 1987).

Vannmassenes konsentrasjoner av plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen gjenspeilte innsjøens næringsfattige - oligotrofe - karakter (Tabell 2 og 3). Verdiene for totalfosfor i overflatevannlaget varierte mellom 14,5 - 2,5 µg P/l. Tilsvarende varierte totalnitrogen i konsentrasjonsområdet 720 - 453 µg N/l. I dypvannmassene - under temperaturspranget - var konsentrasjonene av disse

plantenæringsstoffene mindre skiftende (Figur 7 og 8). Verdiene for totalnitrogen viste et karakteristisk forløp gjennom observasjonsperioden (Figur 8). Det høyeste innhold av totalnitrogen hadde vannmassene på forsommeren (30.5. 1990). På den annen side ble de laveste verdiene målt i september (26.9. 1990). Forholdet med avtakende verdier gjennom sommeren er knyttet til livsprosessene gjennomført av planter og dyr. Planteplanktonets produksjon av organisk stoff medfører f.eks. forbruk av nitrat (Figur 9). Samtidig foregår en oppbygning av proteiner i høyere ledd av næringskjeden (bl.a. fisk), og en mikrobiell omdannelse i vannmassene med frigjøring av nitrogen (denitrifikasjon). Dette gir bl.a. forklaringen på de tendenser i variasjon av totalnitrogen som fremkommer av kurvene i Figur 8.

4.2. Planktonalger

Planktonalgenes fotosynteseaktivitet hadde betydelig innflytelse på vannkvaliteten. Dette viste f.eks. observasjonene av surhetsgrad (Figur 10). Under kulminasjon i algeutviklingen (2.8. 1990) ble det målt pH-verdier i området 6,1 - 6,3 i overflatevannlaget (epilimnion), mens vannet under det planktonproduserende overflatelaget var betydelig surere. Også på de øvrige observasjonsdagene ble liknende forhold registrert.

Målingene av vannmassenes klorofyllinnhold gir holdepunkter om mengdemessige sider ved planteplanktonutviklingen. Verdiene fra Hallevatnet varierte i området 0,5 - 2,9 µg/l klorofyll a. Dette er klorofyllmengder som er vanlige å finne i østnorske oligotrofe innsjøer under produksjonssesongen (Klaveness 1984).

Karakteriseringen av algesamfunnet i de fri vannmassene er basert på håvtrekkmateriale (planteplanktonhåv med poreåpning 25 µm). Resultatet er stilt sammen i Tabell 4, hvor de fremtredende arter er nevnt. Blågrønnalger og flagellater (av klassene gullalger og fureflagellater) var de dominerende komponenter i planteplanktonet. Av blågrønnalger var arter av slektene *Chroococcus* og *Merismopedia* typiske innslag. Blant gullalgene var slektene *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura* og *Stichogloea* representert. Flere arter av slekten *Peridinium* utgjorde forekomsten av fureflagellater. Påfallende lite kiselalger ble funnet i planteplanktonet.

Det var et fremtredende trekk at relativt små former av planktonalger preget algesamfunnet. En betydelig andel av artene tilhørte størrelsesgruppen ultraplankton (cellestørrelse 0,5 - 10 µm). Også mindre organismer (picoplankton) var tydelig representert med flere arter, bl.a. av gruppen *Synechococcus* (blågrønnalger). Dette forhold har praktiske konsekvenser i sammenheng med den vannverkstekniske bruk av Hallevatnet som råvannskilde til drikkevannsforsyning., ved f.eks. at disse organismene for en stor del vil passere et vanlig mikrosilanlegg.

5. Ulfsbaktjernet

Den følgende fremstilling av forholdene i Ulfsbaktjernet er basert på resultatene sammenstilt i Tabellene 5-7 og de grafiske fremstillingene i Figurene 11-14.

5.1. Hydrografiske og kjemiske forhold

Vannmassene viste i observasjonsperioden en temperaturbettinget lagdeling typisk for sommerstagnasjon. Spranlaget flyttet seg nedover fra omlag 6 m dyp i mai til omlag 14 m dyp i september (Figur 11). Temperaturen i dypvannmassene - under 20 m dyp - varierte i området 4,3 - 5,0 °C. I overflatevannlaget ble det målt 21,8°C i august (2.8. 1990).

Vannmassenes oksygeninnhold hadde betydelig variasjon i ulike dyp (Figur 12). I overflatevannlaget (epilimnion) var det gjennomgående nær metningspunktet eller overmetning med oksygen. Et spesielt forhold med økende oksygeninnhold i et vannsjikt i eller nær spranlaget (metalimnion) ble påvist i august og september. Et oksygenmaksimum av denne type har sammenheng med fotosynteseaktivitet og frigjøring av oksygen. De begrensede utskiftningsmuligheter i metalimnion medfører at overmetning med oksygen blir resultatet. Vannmassene beliggende under spranlaget viste et betydelig oksygenforbruk gjennom sommeren. Ved observasjonen i september (26.9. 1990) ble det påvist under femti prosent metning med oksygen i dypvannmassene. Dette gjenspeiler en aktiv mikrobiologisk nedbrytning av organisk stoff i Ulfsbaktjernet.

Vannmassenes innhold av plantenæringsstoffer var lavt (Tabell 7). Totalfosfor hadde konsentrasjoner i området 10 - 2,0 µg P/l. Tilsvarende varierte totalnitrogen i konsentrasjonsområdet 535 - 295 µg N/l. I Figur 13 er det gjort en grafisk fremstilling av hvordan totalnitrogen forholder seg gjennom observasjonsperioden. De biologiske stoffskifteprosesser var utslagsgivende for det påviste utviklingsforløp (se diskusjon under Hallevatnet).

5.2. Planktonalger

Planktonalgenes fotosynteseaktivitet gjenspeilet seg i målingene av vannmassenes surhetsgrad (Figur 14). Den vertikale fordeling av planktonalgene kommer tilsyne i de målte variasjoner i pH fra overflaten mot dypet på observasjonsdagene. De tilhørende verdier for klorofyll a (Tabell 5) varierte i konsentrasjonsområdet 0,5 - 3,4 µg/l. Det ble funnet relativt høyt innhold av klorofyll i vannmassene under spranlaget. Dette kan ha sammenheng med algeplanktonkonsentrasjoner i metalimnion (Figur 12), men trenger nærmere undersøkelse for å finne sin forklaring.

Undersøkelsene av håvtrekk materialet viste at algesamfunnet i de fri vannmasser var dominert av flagellater, grønnalger og chroococcale blågrønnalger. Fremtredende arter av de tilhørende systematiske klassene er sammenstilt i Tabell 7. Gullalger (Chrysophyceae) var mengdemessig av størst betydning med arter som *Dinobryon divergens* og *Stichogloea doederleinii*. Men også fureflagellater var kvantitativt viktige. Av disse kan nevnes bl.a. artene *Glenodinium sanguineum* og *Peridinium inconspicuum*. Grønnalgene var representert med kuleformede arter av slektene *Gloeococcus* og *Oocystis*. Av blågrønnalger hadde *Chroococcus turgidus*, *Gomphosphaeria lacustris* og *Merismopedia tenuissima* karakteristisk forekomst.

6. Sammenlikning av vannkvalitet

Det er foretatt en sammenlikning av vannkvaliteten i rasjøene i Vestfold som benyttes som råvannskilde til drikkevannsforsyning. I det følgende fremlegges en slik drøftelse av innsjølokalitetene Ulfsbaktjernet, Hallevatnet, Farris og Akersvatnet. To forhold har spesiell betydning i aktuell sammenheng. Det gjelder innsjøenes trofitilstand (NIVA 1990) og vannkvalitetsforhold som viser råvannets egnethet for drikkevannsforsyning (SIFF 1987).

Det sier seg selv at det er nødvendig med flere forbehold når det foretas en jevnførelse av vannkvalitet i ulike innsjøer (Hutchinson 1958). Hver enkelt lokalitet har sine særegenheter knyttet til naturforhold og det spesielle nedbørfeltet innsjøen tilhører. Dette begrenser gyldigheten av vurderende sammenlikninger. En styrke er imidlertid i den aktuelle forbindelse at observasjonene ble gjort i samme tidsrom, og med de samme metoder i felt og laboratorium for innsjøene det gjelder.

6.1. Trofitilstand

Med utgangspunkt i den trofiske inndeling av vanntyper er det vanlig å regne med noen hovedkategorier (NIVA 1990).

- Den oligotrofe vanntype (fattig på plantenæringsstoffer) er karakteristisk for områder med lite løsavsetninger, skog og liten menneskelig aktivitet.
- Den dystrofe vanntype (fattig på plantenæringsstoffer, med betydelig innhold av humus) er karakteristisk for områder med skog og myrområder og liten menneskelig påvirkning.
- Den mesotrofe vanntype (middels rik på plantenæringsstoffer) er karakteristisk for områder hvor påvirkningen av vannmassene gjennom menneskelig virksomhet bare delvis er fremherskende.

- Den eutrofe vanntype (rik på plantenæringsstoffer) er karakteristisk for områder med marine avsetninger, intensiv jordbruksutnyttelse og befolkningstetthet.

Rasjøene i Vestfold gir eksempler på lokaliteter som hører til alle disse typene av trofigrad.

Plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen har en sentral betydning for innsjøenes eutrofiutvikling (NIVA 1990). Vannmassenes innhold av disse forbindelser kan benyttes til en hovedsakelig bedømmelse av lokalitetenes eutrofistatus (Berge 1987).

Middelverdier for totalfosfor i Ulfsbaktjernet, Hallevatnet, Farris (hovedstasjon - NIVA 1991a) og Akersvatnet i 1990 er fremstilt grafisk i Figur 15. Tilsvarende er middelverdier for total nitrogen vist i Figur 16. Ulfsbaktjernet har lave verdier for begge komponenter, og peker seg ut med dette resultat. Hallevatnet og Farris har også lave verdier for totalfosfor. Når det gjelder verdier for totalnitrogen, ligger disse på et høyere nivå i de to sistnevnte innsjøene sammenliknet med Ulfsbaktjernet. Svært annerledes er forholdene for Akersvatnets vedkommende, med høye konsentrasjoner i vannmassene for både totalfosfor og totalnitrogen.

Den relative betydning av totalnitrogen og totalfosfor i sammenheng med innsjøenes trofiske utvikling er vist i Figur 17 (etter Forsberg 1975). Høye verdier for forholdstallet (TN/TP) indikerer oligotrof forfatning, mens lave verdier gjenspeiler eutrof forfatning. Det kan føyes til at når forholdstallet synker under verdien 29, er det ut fra foreliggende erfaring økende sannsynlighet for at masseutvikling med blågrønnalger kan opptre (Seip 1988, NIVA 1989, 1991b). I Figur 18 er beregningsresultatene for Ulfsbaktjernet, Hallevatnet, Farris og Akersvatnet fremstilt grafisk. På dette bedømmelsesgrunnlag er Farris den mest oligotrofe lokalitet, Ulfsbaktjernet og Hallevatnet er tilnærmet på samme nivå, mens Akersvatnet er utpreget eutrof og med markert tendens til masseutvikling av blågrønnalger.

6.2. Råvannskvalitet

Det er mange forhold som bestemmer hvordan en innsjø er egnet som råvannskilde for vannforsyning. Foruten hydrologiske forutsetninger knyttet til vannmengde, vil fysiske, kjemiske og biologiske faktorer som bestemmer vannkvaliteten, være avgjørende. God drikkevannskvalitet vil i praksis oppnås hvor egnet råvann kombineres med sikker vannbehandling/distribusjon.

Kvalitetsnormene til drikkevann - kranvann - er utarbeidet av Statens institutt for folkehelse (SIF 1987). Det kan være av interesse å vurdere hvordan vannkvaliteten i innsjøene Ulfsbaktjernet,

Hallevatnet, Farris og Akersvatnet befinner seg i forhold til noen av disse retningsgivende kriterier.

Jo mer kvaliteten på råvannet avviker fra de kravene som stilles til drikkevann, jo mer omfattende behandling vil vannforsyningsanlegget i praksis måtte besørge.

I figurene 19, 20 og 21 er faktorene totalfosfor, turbiditet og surhetsgrad i inntaksdypene for vannforsyningsanleggene i Ulfsbaktjernet, Hallevatnet, Farris (Vestfold interkommunale vannverk) og Akersvatnet fremstilt grafisk. Det er maksimum-, minimum og middelveidene for observasjonene i mai, august og september 1990 som er lagt til grunn. De er sammenliknet med normene for drikkevannskvalitet (SIFF 1987).

Totalfosfor (Figur 19) er tatt med blant stoffer som indikerer uheldig utvikling i vannkilden. Følgende normer benyttes:

Totalfosfor	<7 µg P/l	- god
Totalfosfor	7-11 µg P/l	- mindre god
Totalfosfor	>11 µg P/l	- ikke tilrådelig

Som det fremgår ligger Ulfsbaktjernet, Hallevatnet og Farris på godt nivå i denne sammenheng, mens Akersvatnet befinner seg langt over det tilrådelige med hensyn til fosforkonsentrasjon.

Turbiditet (Figur 20) er en faktor som angår både uegnede forhold i vannkilden, og forhold knyttet til helse og bruk av vannet. Følgende grenseverdier benyttes:

Turbiditet	<0,5 FTU	- god
Turbiditet	0,5-1,0 FTU	- mindre god
Turbiditet	>1,0 FTU	- ikke tilrådelig

Ulfsbaktjernet og Farris kommer etter dette begge inn under kategorien god vannkvalitet når det gjelder turbiditet. For Hallevatnets vedkommende kan maksimumsverdiene av turbiditet være i området for mindre god vannkvalitet. Akersvatnet befinner seg langt utenfor det tilrådelige.

Surhetsgrad pH (Figur 21) er også en faktor som angår forhold i vannkilden, men som dessuten har betydning for praktiske vannverksproblemer (f.eks. korrosjon) og helseeffekter. Følgende grenseverdier benyttes:

pH-verdi	6,5-7,4 - mindre god
pH-verdi	7,5-8,5 - god kvalitet
pH-verdi	8,6-9,0 - mindre god

Mens de tre lokalitetene Ulfsbaktjernet, Hallevatnet og Farris alle har vanntyper med for surt vann ut fra helsemyndighetenes normer, ligger Akersvatnet i dette tilfellet i et gunstig område for faktoren surhetsgrad.

7. PRAKTISKE TILRÅDNINGER

7.1. Hallevatnet

Undersøkelsen har dokumentert forekomsten av et spesielt samfunn av alger i Hallevatnet. Dette forhold er av praktisk interesse i forbindelse med innsjøens bruk til vannforsyningsformål. Den store andel i planktonet av blågrønnalger og flagellater tilhørende ultraplankton/picoplankton (med cellediameter $< 10 \mu\text{m}$) kan i perioder innebære en betydelig transport av organiske partikler til ledningsnett for vannforsyningen. Det er vanskelig å fjerne slike alger fra råvannet ved teknisk behandling. Problemene som følger er bl.a. slamavsetninger og beleggdannelse (begroing) i distribusjonssystemet til vannverket (Skulberg 1964).

Årsakene til den spesielle planktonutviklingen er trolig knyttet til vannkjemiske særegenheter. Bergartene i nedbørfeltet (bl.a. larvikitt) vil gi et avrenningsvann av spesiell ionesammensetning (sporelementer, alkalimineraler etc.). Surhetsgraden til vannmassene i inntaksdypet er betenkelig med hensyn til utløsning av labilt aluminium.

Det anbefales at spørsmålene knyttet til partikkelinnhold/ultraplankton får oppmerksomhet i fortsatte undersøkelser (kjemiske, biologiske) hvor konsekvensene for vannforsyningen (vannkvalitet, praktiske vanskeligheter) samtidig blir belyst. Vannmassenes innhold av aluminium bør måles.

7.2. Ulfsbaktjernet

De store forskjeller i vannkvalitet som ble påvist gjennom vannmassene fra overflate til bunn i Ulfsbaktjernet, understreker at det er viktig med et hensiktsmessig valgt inntaksdyp for råvann til vannforsyning. Både overflatevann - nåværende inntaksdyp for råvann er 6 m - og dypvann har f.eks. kvalitetsmessige egenskaper som er negative for praktisk bruk til drikkevann.

Det anbefales at et eventuelt nytt vanninntak blir tilrettelagt i dypdeintervallet 15-20 m. Imidlertid er det behov for først å avklare forekomsten av mikroorganismer i dette vannsjikt som muligens kan være problematisk i praktisk sammenheng. På grunn av den lave pH i vannmassene bør innhold av labilt aluminium få oppmerksomhet.

7.3. Sammenliknende vurdering

Den foretatte sammenlikning av innsjøene Hallevatnet, Ulfbaktjernet, Farris og Akersvatnet med hensyn til trofitylstand og råvannskvalitet gir visse holdepunkter for både praktisk vannressursforvaltning og vannbehandling. Bedømt i sammenheng med vannforsyning forsterkes inntrykket av Farris (NIVA 1991a) som den desidert best egnede råvannskilde til vannforsyning blant de fire innsjøene. Det gjelder såvel vannkvalitet (i vid betydning) som hydrologiske forhold (vannutskiftning etc.).

Det anbefales at de fire innsjøene følges opp med løpende undersøkelser av vannkvalitet. Farris bør få skjerpet oppmerksomhet i bestrebelsen på å opprettholde innsjøens gode forutsetninger som råvannskilde for vannforsyning.

8. HENVISNINGER

- Berge, D. (1987): Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport O-85110. Oslo, 24. juni 1987. 44 pp.
- Christensen, T. (1982): Alger i naturen og i laboratoriet. Nucleus. ISBN 87-87661-37-3. 136 pp.
- Fevang, H. (1953): Hallevann ved Larvik. En limnologisk undersøkelse. Bind I og II. Hovedfagsoppgave i fysisk geografi. Universitetet i Oslo.
- Forsberg, C. (1976): Nitrogen as a growth factor in fresh water. Conference on nitrogen as a water pollutant. IAWPR. 18-20th August 1975. København.
- Hansen, A.M. (1910): Fra istiderne. Vest-raet. Norges Geologiske Undersøkelse, nr. 54. 265 pp.
- Hutchinson, G.E. (1957): A treatise on limnology. Volume 1. Geography, physics and chemistry. John Wiley & Sons, New York.
- Johansen, F.P., Mikkelsen, K.O. & Nygaard, H.C. (1991): Hallevannet; en limnologisk undersøkelse. Hovedoppgave. Telemark distrikthøgskole.
- Klaveness, D. (1984): Klorofyll a. I: K. Vennerød (red.). Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi, pp. 127-131. Universitetsforlaget, Oslo.
- Norsk institutt for vannforskning (1988): Morfometri, hydrologi, vannkvalitet og beregninger av akseptabel fosforbelastning i 15 Vestfoldinnsjøer. Rapport O-87062. Oslo 28. oktober 1988. 98 pp.
- Norsk institutt for vannforskning (1989): Blågrønnalger - vannkvalitet i Akersvatnet, Vestfold. Resultater fra undersøkelser i 1987 og 1988 for Vestfold interkommunale vannverk (VIV). Rapport O-84135. Oslo, 20. juni 1989. 35 pp.
- Norsk institutt for vannforskning (1990): Landsomfattende undersøkelse av trofitylstand i 355 innsjøer i Norge. Rapport O-87124, Oslo 31. januar 1990. 57 pp.
- Norsk institutt for vannforskning (1991a): Farris. En hydrobiologisk undersøkelse i 1990. Rapport O-90087, Oslo 29. juli 1991. 49 pp.

Norsk institutt for vannforskning (1991b): Akersvatnet. Blågrønnalger - vannkvalitet, resultater av undersøkelser i 1989 og 1990. Rapport O-90086. Oslo, 29 juli 1991. 56 pp.

Seip, K.L. (1988): Et regelsystem for å identifisere innsjøers respons på reduksjoner i fosforbelastning. Del II. Forekomst av blågrønnalger (Cyanobacteria). *Limnos* 3: 8-12.

Skulberg, O.M. (1964): Algal problems related to the eutrophication of European water supplies, and a bio-assay method to assess fertilizing influence of pollution on inland waters. In: D.F. Jackson (ed.) *Algae and Man*, pp. 262-299. Plenum Press, New York.

Statens institutt for folkehelse (1987): Kvalitetsnormer for drikkevann. Avdeling for vannhygiene, Oslo. ISBN 82-7364-013-2. 72 pp.

Aarum & Berge - Grøner A/S (1984): Bunnkotecart Ulfsbak. 1219-003. Porsgrunn.

TABELLER

TABELL 1. GEOGRAFISKE, MORFOMETRISKE OG HYDROLOGISKE DATA.

Faktor	Enhet	Farris	Hallevatnet	Ulfsbaktjernet
Nedbørfelt-areal	km ²	484	43	1,254
Innsjø-areal	km ²	21,2	3,58	0,271
Høyde o.h.	m	22	48	135
Største dyp	m	140	54	30
Middel dyp	m	35	18,1	3,6
Volum	10 ⁶ m ³	740	64	1
Midlere avrenning	l/s/km ²	26	21	21
Årlig avløp	10 ⁶ m ³	394	28,4	0,83
Teoretisk opph.tid	år	1,8	2,3	1,5

TABELL 2. HALLEVATNET. SAMMENSTILLING AV VANNKJEMISKE ANALYSERESULTATER MAI-SEPTEMBER 1990.

Parameter		Suhetsgrad	Alkalitet	Konduktivitet	Farge	Turbiditet	Klorofyll a	Totalfosfor	Ortofosfat	Totalnitrogen	Nitrat	TotN/TotP
Dyp, m		pH	mmol/l	$\mu\text{S/cm, } 20^\circ\text{C}$	mg P/l	FTU	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g P/l}$	$\mu\text{g P/l}$	$\mu\text{g N/l}$	$\mu\text{g N/l}$	
Prøvetaking: 30. mai 1990												
0		6,0	0,05	*	10,0	0,4	0,70	2,5	2,3	720	5,31	289
1		6,1	0,05	*	10,0	0,4	0,70	3,1	2,7	688	528	226
2		6,0	0,06	*	10,0	0,4	0,83	3,5	2,7	688	528	197
4		6,0	0,05	*	5,0	0,5	0,82	3,5	2,3	680	518	194
6		5,9	0,05	*	10,0	0,6	1,14	3,0	1,3	653	524	218
8		5,9	0,05	*	10,0	0,6	1,51	3,0	2,3	650	524	217
10		5,8	0,04	*	10,0	0,5	1,64	6,5	3,2	650	521	99
20		5,8	0,05	*	10,0	0,9	0,66	3,5	2,3	645	528	184
30		5,8	0,05	*	10,0	0,6	0,51	8,6	3,2	613	465	72
Prøvetaking: 2. august 1990												
0		6,2	0,04	67,1	10,0	0,4	1,45	14,5	3,0	550	415	38
1		6,2	0,05	65,8	10,0	0,3	1,84	11,5	2,5	590	411	51
2		6,2	0,05	66,0	10,0	0,3	2,05	9,0	2,5	540	431	60
4		6,2	0,05	65,2	10,0	0,3	2,50	9,4	2,5	550	425	59
6		6,3	0,05	64,6	10,0	0,3	2,95	14,0	2,5	573	430	41
8		5,9	0,05	65,3	10,0	0,3	2,55	10,5	2,5	513	445	49
10		5,9	0,05	62,9	10,0	0,4	1,62	8,0	3,5	535	491	67
20		5,9	0,05	62,8	10,0	0,3	0,55	9,5	3,0	570	504	60
30		5,8	0,05	63,3	10,0	0,3	0,50	10,0	3,0	583	510	58
Prøvetaking: 25. september 1990												
0		6,0	0,06	64,3	5,0	0,4	2,32	9,0	2,0	460	411	51
1		6,0	0,06	66,3	5,0	0,4	2,16	8,0	2,0	453	403	57
2		6,0	0,06	65,9	5,0	0,4	2,23	8,0	2,0	468	405	59
4		6,1	0,05	65,8	5,0	0,5	2,30	8,0	2,0	478	405	60
6		6,0	0,06	65,9	5,0	0,4	2,37	6,0	2,0	470	424	78
8		6,0	0,06	65,8	5,0	0,4	2,42	5,0	2,0	470	424	94
10		6,0	0,06	65,7	5,0	0,4	2,27	6,0	2,0	463	412	77
20		5,7	0,05	64,7	5,0	0,5	1,27	6,5	2,5	548	498	84
30		5,7	0,05	64,7	5,0	0,5	0,49	5,0	2,5	553	526	111

* fellmåling

**TABELL 3. HALLEVAINET. MIDDEL-, MINIMUMS- OG MAKSIMUMSVERDIER AV ANALYSERESULTATER
MAI-SEPTEMBER 1990.**

Parameter	30. mai			2. august			25. september		
	Mid	Min.	Maks.	Mid.	Min.	Maks.	Mid.	Min.	Maks.
Surhetsgrad									
pH	5,9	5,8	6,1	6,1	5,8	6,3	5,9	5,7	6,1
Alkalitet mmol/l	0,05	0,04	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,06
Konduktivitet µS/cm, 20°C	*	*	*	64,8	62,8	67,1	65,5	64,3	66,3
Farge									
mg Pt/l	9,4	5,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	5,0	5,0
Turbiditet FTU	0,5	0,4	0,9	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
Klorofyll a µg/l	0,9	0,5	1,6	1,8	0,5	3,0	2,0	0,5	2,4
Totalfosfor µg P/l	4,1	2,5	8,6	10,7	8,0	14,5	6,8	5,0	9,0
Ortofosfat µg P/l	2,4	1,3	3,2	2,8	2,5	3,5	2,1	2,0	2,5
Totalnitrogen µg N/l	665	613	720	556	513	590	485	453	553
Nitrat µg N/l	519	465	531	451	411	510	434	403	526

* fellmåling

TABELL 4. HALLEVATNET. FREMTREDEDE ARTER I PLANTEPLANKTONET I 1990.

Systematisk klasse	30. mai	2. august	25. september
CYANOPHYCEAE - blågrønnalger	Chroococcus limneticus Chroococcus turgidus Merismopedia tenuissima	Gomphosphaeria lacustris Chroococcus limneticus Merismopedia tenuissima	Chroococcus sp. Chroococcus limneticus Merismopedia tenuissima Gomphosphaeria lacustris
CHLOROPHYCEAE - grønnalger	Sphaerocystis schroeteri Oocystis borgei Staurastrum cingulum	Gloeocystis planctonica Quadrigula pfizeri Dictyosphaerium simplex	Elakatothrix gelatinosa Dictyosphaerium simplex Staurastrum gracile
CHRYSTOPHYCEAE - gullalger	Dinobryon divergens cf. var. schauinslandii Mallomonas caudata Synura uvella	Stichogloea doederleinii Dinobryon divergens cf. var. schauinslandii Dinobryon bavaricum	Stichogloea doederleinii Dinobryon divergens cf. var. schauinslandii Mallomonas caudata
BACILLARIOPHYCEAE - kiselalger	Tabellaria flocculosa Tabellaria fenestrata Rhizosolenia longiseta	Rhizosolenia longiseta Tabellaria flocculosa Tabellaria fenestrata	Rhizosolenia longiseta Tabellaria flocculosa Tabellaria fenestrata
DINOPHYCEAE - fureflagellater	Peridinium willei Peridinium aciculiferum Gymnodinium lacustre	Peridinium sp. Peridinium willei	Peridinium willei Peridinium cinctum

TABELL 5. ULFSBAKTJERNET. SAMMENSTILLING AV VANNKJEMISKE ANALYSERESULTATER MAI-SEPTEMBER 1990.

Parameter		Surhetsgrad	Alkalitet	Konduktivitet	Farge	Turbiditet	Klorofyll a	Totalfosfor	Ortofosfat	Totalnitrogen	Nitrat	TotN/TotP
Dyp, m	pH	mmol/l	$\mu\text{S/cm, } 20^\circ\text{C}$	mg P/l	FTU	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g P/l}$	$\mu\text{g P/l}$	$\mu\text{g P/l}$	$\mu\text{g N/l}$	$\mu\text{g N/l}$	
Prøvetaking: 30. mai 1990												
0	5,9	0,04	*	5,0	0,2	0,63	2,5	2,3	443	314	178	
1	5,9	0,04	*	5,0	0,3	0,60	2,0	2,0	445	311	223	
2	5,7	0,03	*	5,0	0,3	0,56	7,0	2,7	430	306	61	
4	5,9	0,04	*	5,0	0,2	0,51	2,0	2,0	450	306	225	
6	5,8	0,04	*	5,0	0,2	0,56	2,5	2,3	503	307	202	
8	5,8	0,04	*	5,0	0,2	0,63	2,5	2,3	525	309	211	
10	5,7	0,03	*	5,0	0,3	0,66	3,1	2,3	525	305	172	
20	5,7	0,03	*	5,0	0,4	3,43	2,5	1,3	478	309	192	
30	5,6	0,03	*	5,0	0,4	2,41	2,5	2,3	535	306	215	
Prøvetaking: 2. august 1990												
0	6,0	0,04	59,6	5,0	0,3	0,62	5,5	2,5	408	284	74	
1	6,0	0,04	58,1	5,0	0,2	0,65	7,5	2,5	423	284	56	
2	5,9	0,03	58,1	5,0	0,2	0,65	7,5	2,0	435	283	58	
4	5,9	0,03	58,0	5,0	0,2	0,73	8,5	2,5	405	283	48	
6	5,9	0,03	57,5	5,0	0,2	0,62	7,5	2,5	433	290	58	
8	5,9	0,03	57,4	5,0	0,2	0,78	8,5	2,5	448	295	53	
10	5,9	0,03	57,4	5,0	0,2	0,87	7,5	2,5	428	326	57	
20	5,5	0,03	56,4	5,0	0,3	3,33	10,0	2,5	473	343	47	
30	5,4	0,03	58,0	5,0	0,3	2,27	10,0	2,5	450	326	45	
Prøvetaking: 25. september 1990												
0	5,8	0,05	57,9	<5	0,3	1,65	6,2	2,0	375	259	60	
1	5,8	0,05	58,1	<5	0,4	1,74	6,5	2,5	348	257	54	
2	5,8	0,05	57,9	<5	0,3	1,78	7,5	3,0	392	255	52	
4	5,9	0,05	58,3	<5	0,3	1,82	6,5	2,0	373	259	57	
6	5,9	0,05	58,1	<5	0,3	1,60	6,5	2,5	328	254	50	
8	5,9	0,05	57,8	<5	0,3	1,65	9,0	2,5	325	256	36	
10	5,9	0,05	57,7	<5	0,3	1,76	6,0	2,5	295	257	49	
20	5,8	0,05	57,9	5,0	0,4	1,70	7,0	2,0	318	249	45	
30	5,4	0,04	58,0	5,0	0,5	2,89	9,0	2,0	410	250	46	

* feilmåling

TABELL 6. ULFSBAKTJERNET. MIDDEL-, MINIMUMS- OG MAKSIMUMSVERDIER AV ANALYSERESULTATER MAI-SEPTEMBER 1990.

Parameter	30. mai			2. august			25. september		
	Mid	Min.	Maks.	Mid.	Min.	Maks.	Mid.	Min.	Maks.
Surhetsgrad									
pH	5,8	5,6	5,9	5,8	5,4	6,0	5,8	5,4	5,9
Alkalitet mmol/l	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05
Konduktivitet µS/cm, 20°C	*	*	*	57,8	56,4	59,0	58,0	57,7	58,3
Farge									
mg Pt/l	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	<5	<5	5,0
Turbiditet FTU	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5
Klorofyll a µg/l	1,1	0,5	3,4	1,2	0,6	3,3	1,8	1,6	2,9
Totalfosfor µg P/l	2,9	2,0	7,0	8,1	5,5	10,0	7,1	6,0	9,0
Ortofosfat µg P/l	2,1	1,3	2,7	2,4	2,0	2,5	2,3	2,0	3,0
Totalnitrogen µg N/l	482	430	535	434	405	473	352	295	410
Nitrat µg N/l	308	305	314	302	283	343	255	249	259

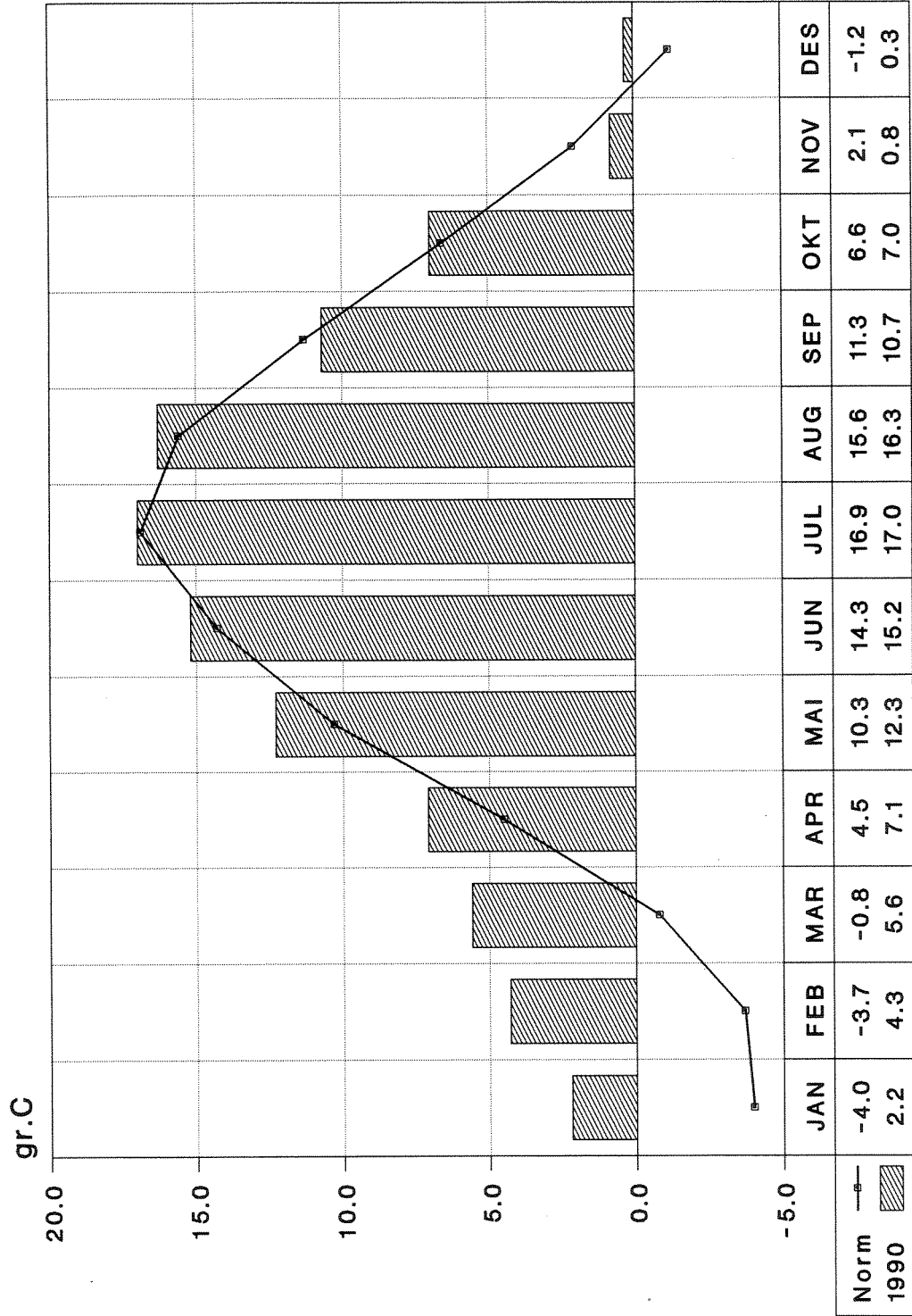
* feilmåling

TABELL 7. ULFSBAKTJERNET. FREMTREDENDE ARTER I PLANTEPLANKTONET I 1990.

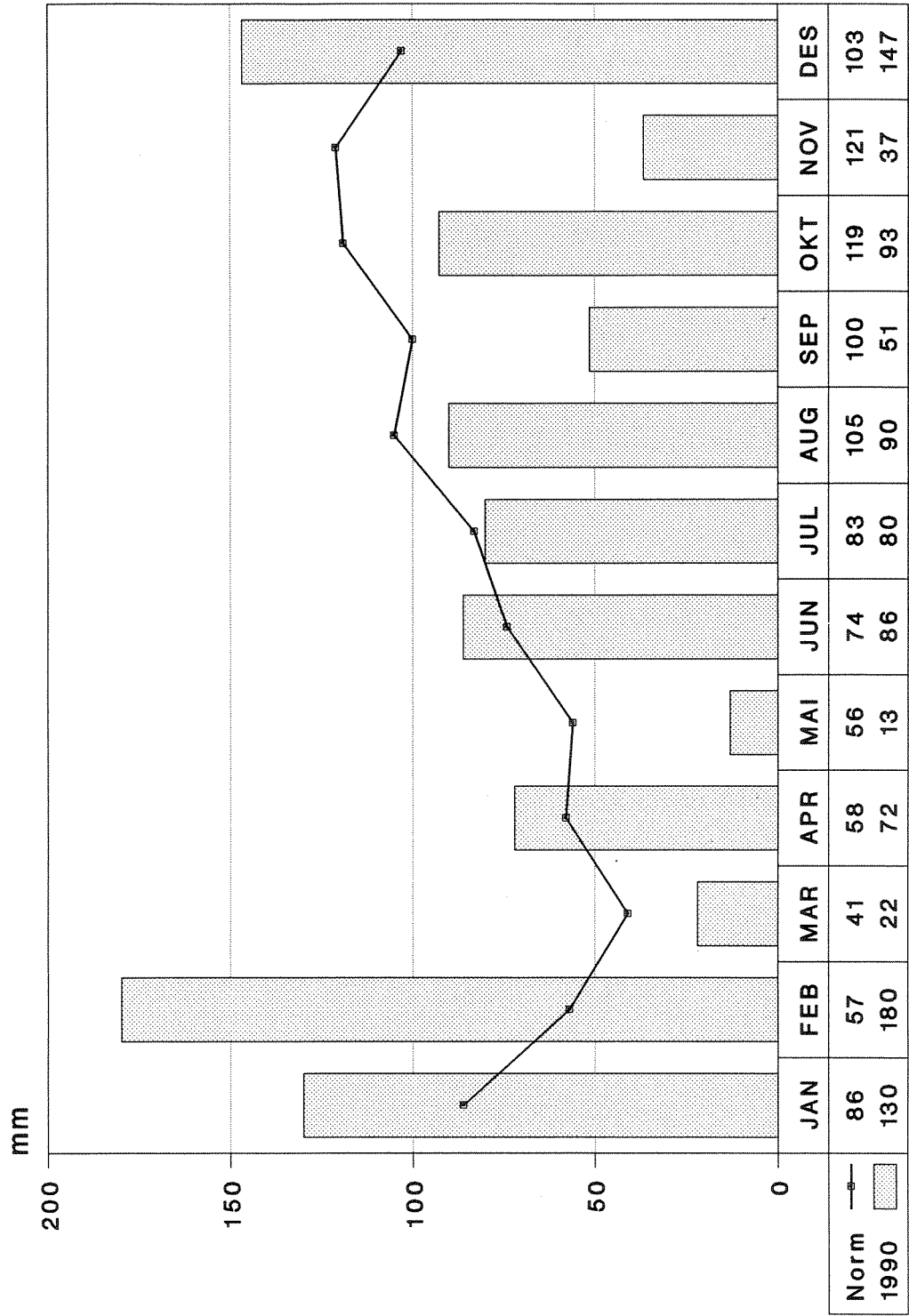
Systematisk klasse	30. mai	2. august	25. september
CYANOPHYCEAE - blågrønnalger	Chroococcus limneticus Merismopedia tenuissima Gomphosphaeria lacustris	Chroococcus turgidus Gomphosphaeria lacustris Merismopedia tenuissima	Chroococcus limneticus Gomphosphaeria lacustris Merismopedia tenuissima
CHLOROPHYCEAE - grønnalger	Dictyosphaerium simplex Oocystis sp. Spondylosium secedens	Dictyosphaerium simplex Botryococcus braunii Arthrodesmus incus	Dictyosphaerium simplex Cosmarium depressum Botryococcus braunii
CHRYSOPHYCEAE - gullalger	Dinobryon divergens Dinobryon sociale	Dinobryon divergens Stichogloea doederleinii	Dinobryon divergens Dinobryon bavaricum
BACILLARIOPHYCEAE - kiselalger	Tabellaria flocculosa	Tabellaria flocculosa	Tabellaria flocculosa
DINOPHYCEAE - fureflagellater	Glenodinium sanguineum Peridinium inconspicuum	Peridinium inconspicuum Peridinium cinctum Peridinium willei	Peridinium cinctum Peridinium inconspicuum

FIGURER

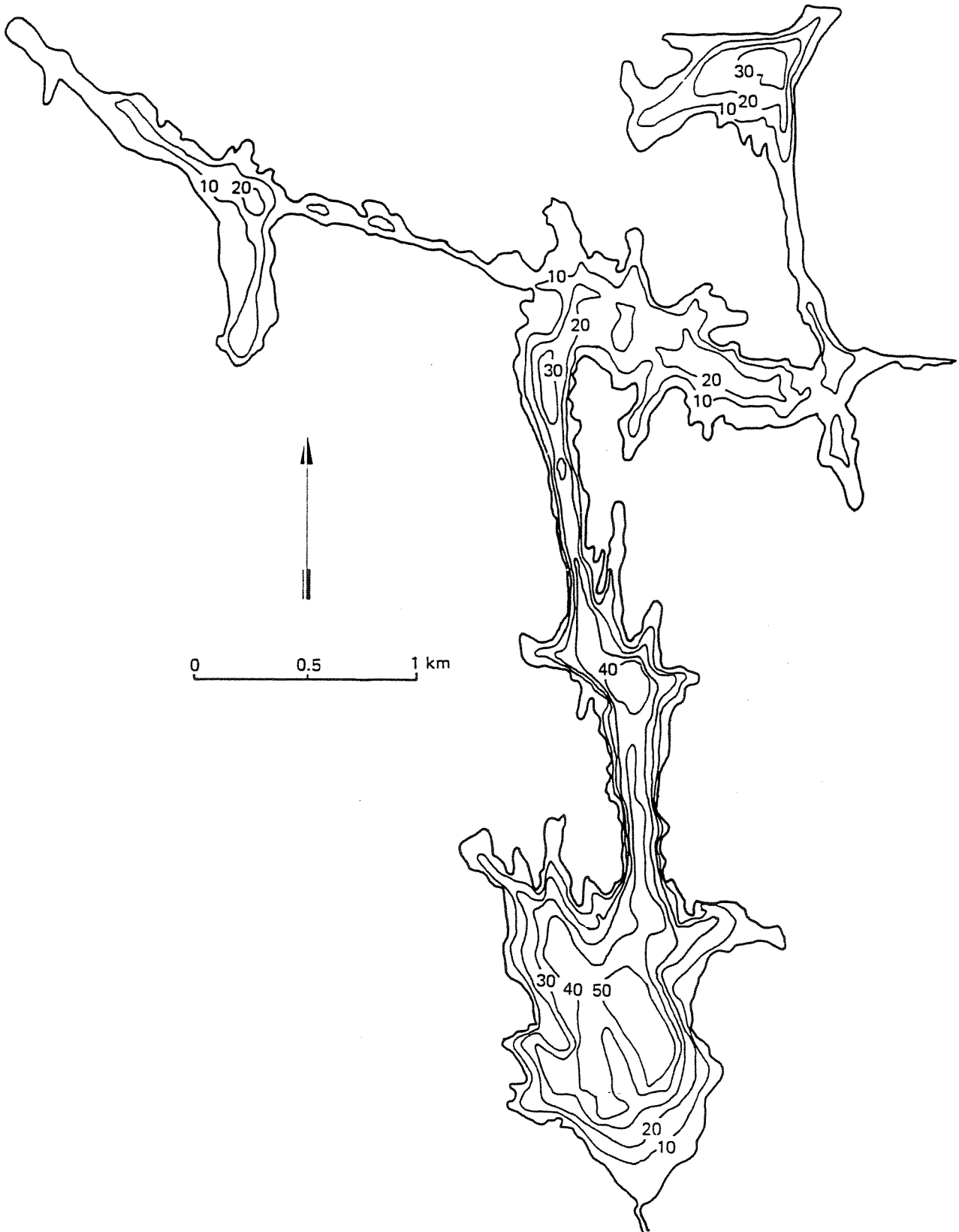
FIGUR 1. MÅNEDSMIDDEL AV LUFTTEMPERATUR I 1990 OG NORMALEN FOR PERIODEN 1931 - 1960.
Målestasjon Melsom - nr. 2745.



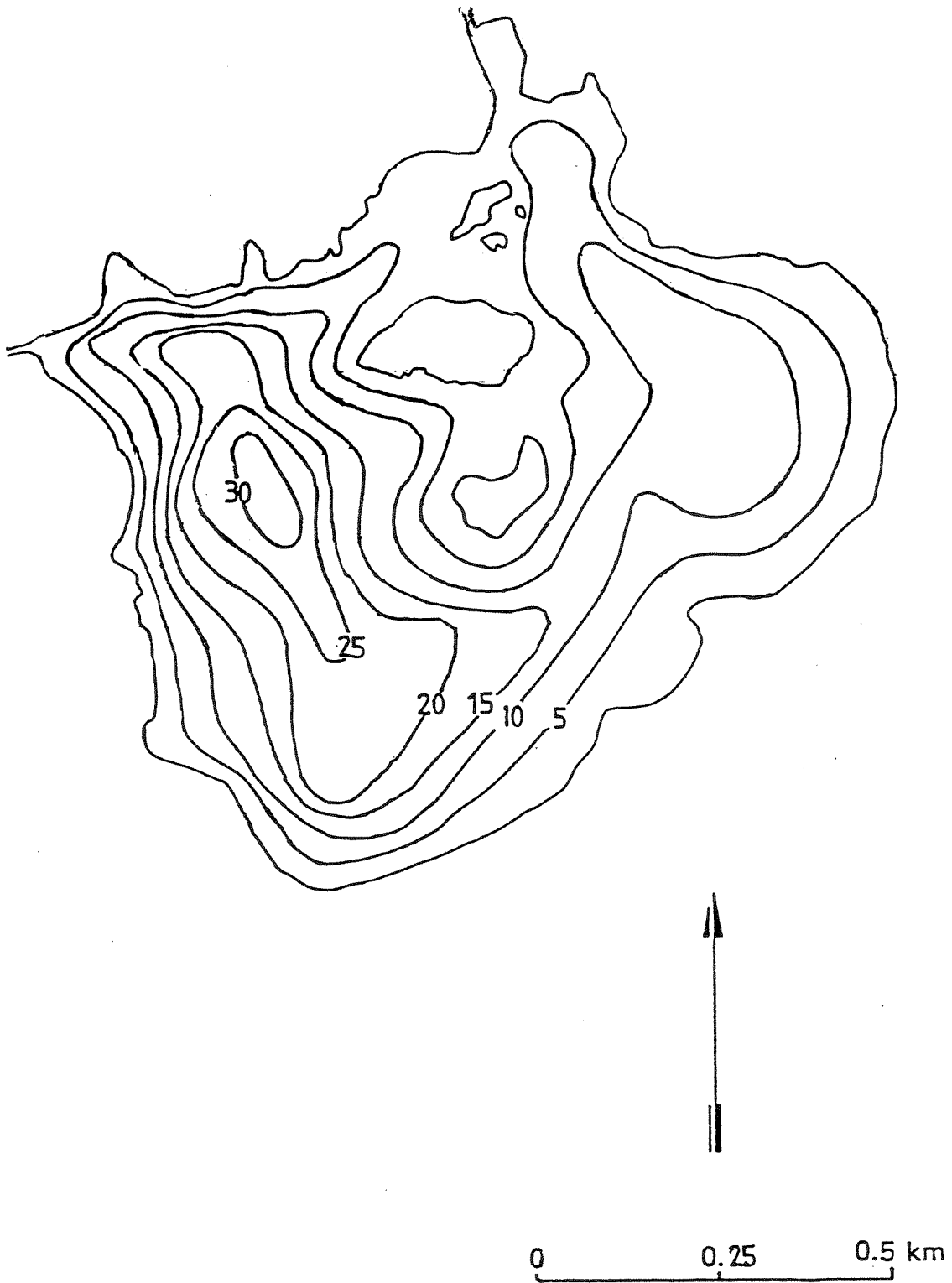
FIGUR 2. MÅNEDLIGE NEDBØRSUMMER I 1990 OG NORMALEN FOR PERIODEN 1931 - 1960.
Målestasjon Melsom - nr. 2745.



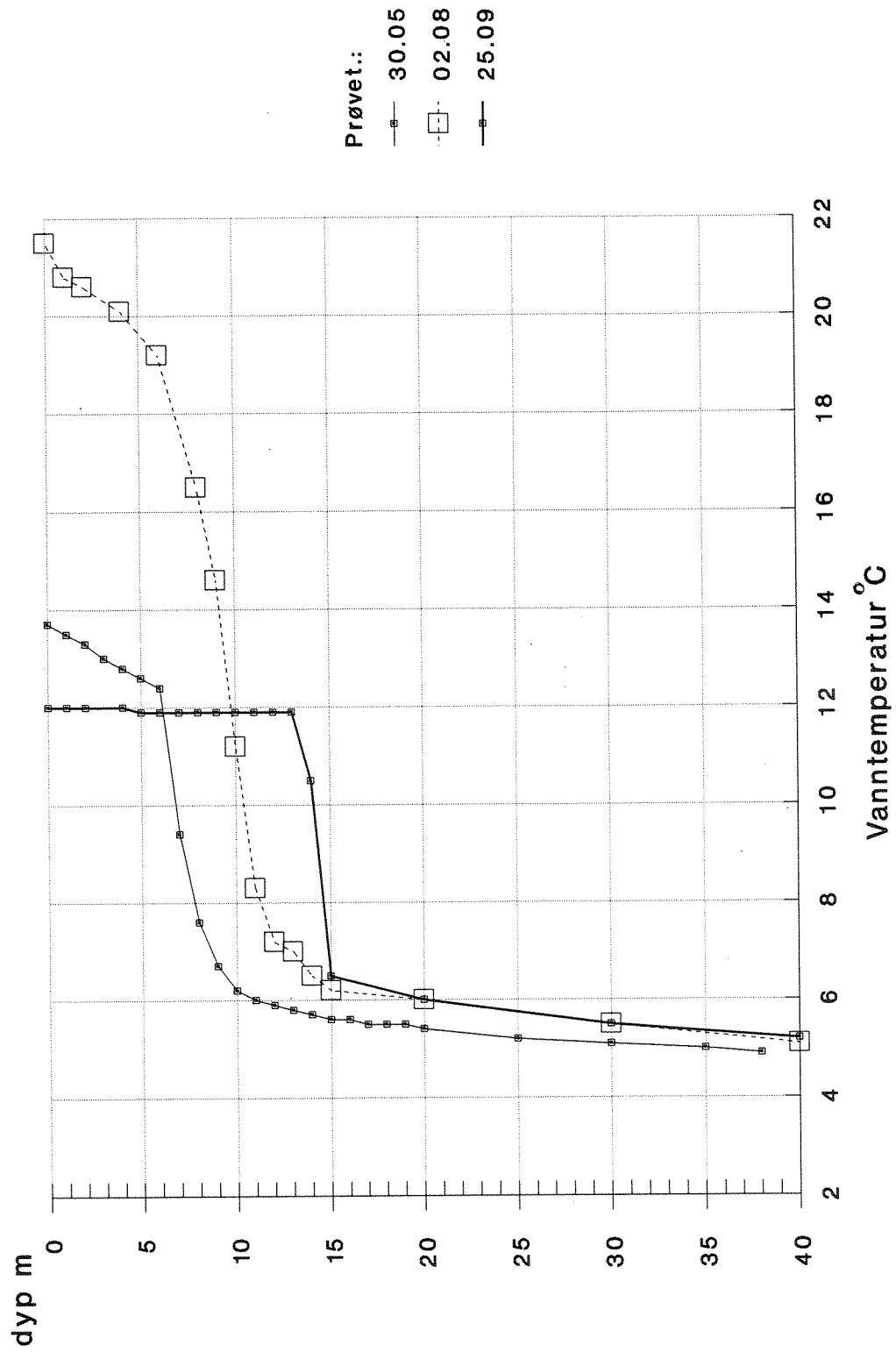
FIGUR 3. HALLEVATNET. DYBDEKART.
(Fevang 1953)



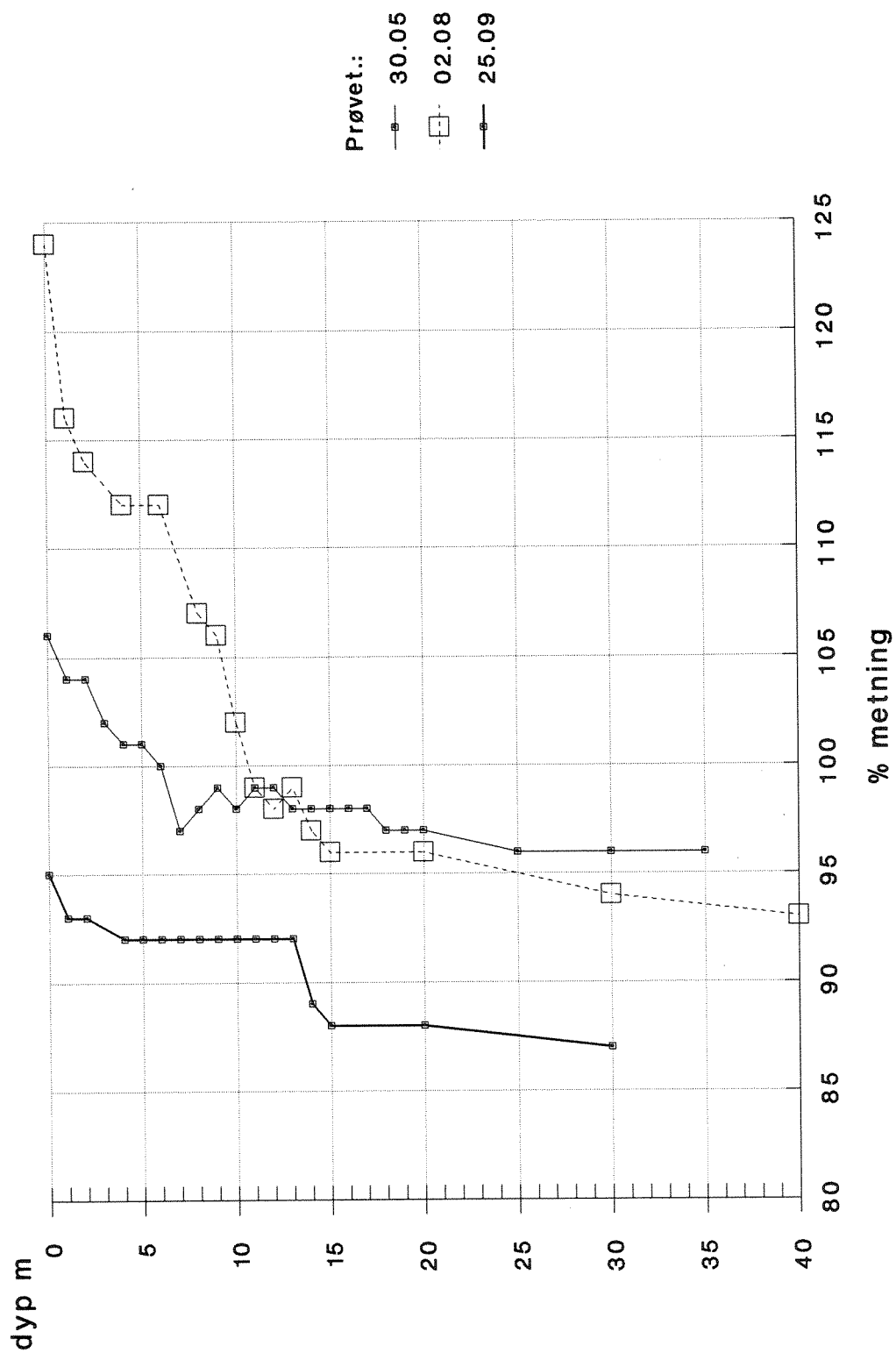
FIGUR 4. ULFSBAKTJERNET. DYBDEKART.
(Aarum & Berge-Grøner A/S 1984)



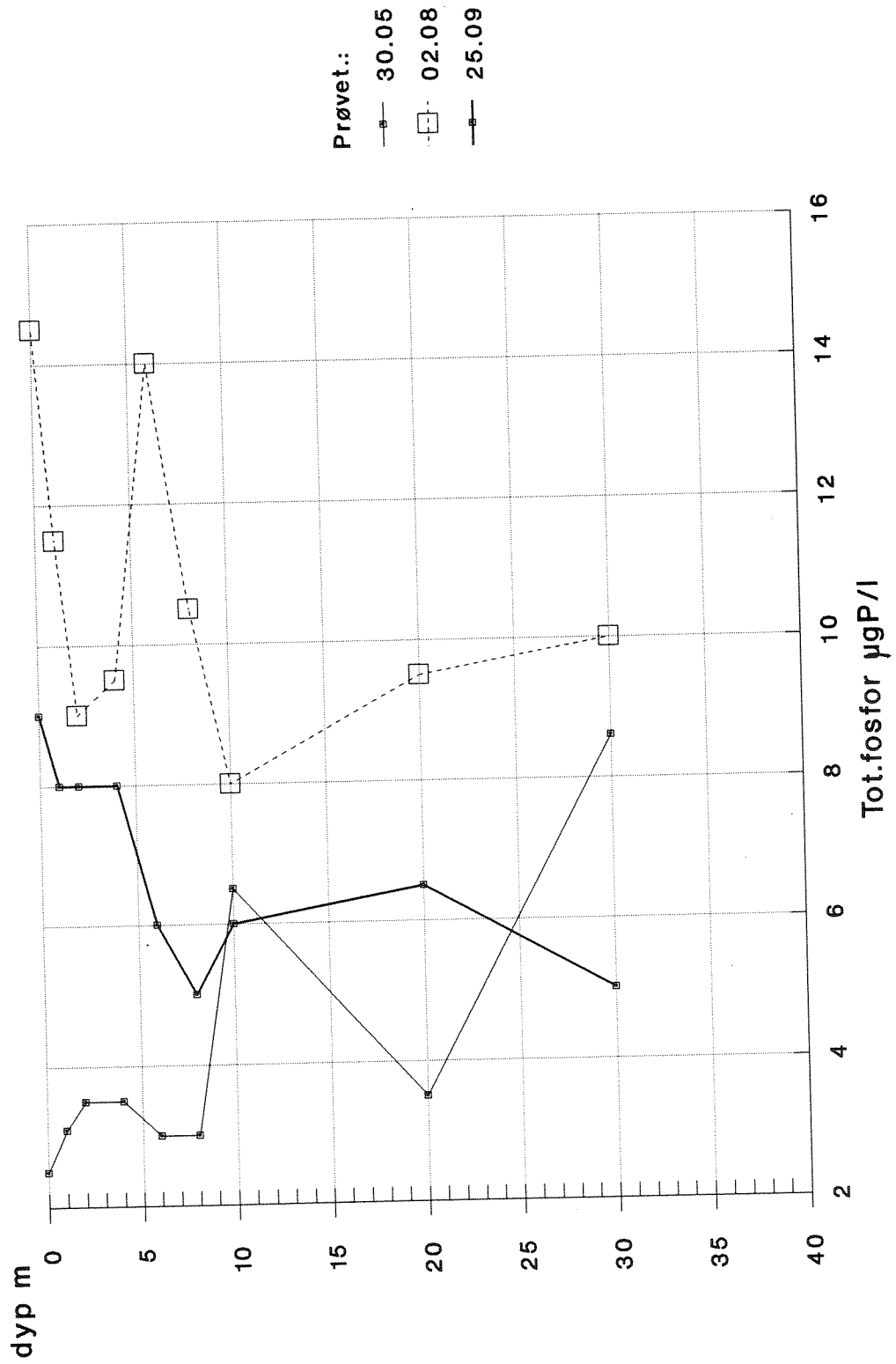
FIGUR 5. HALLEVATNET. OBSERVASJONER AV VANNTEMPÉRATUR I 1990.



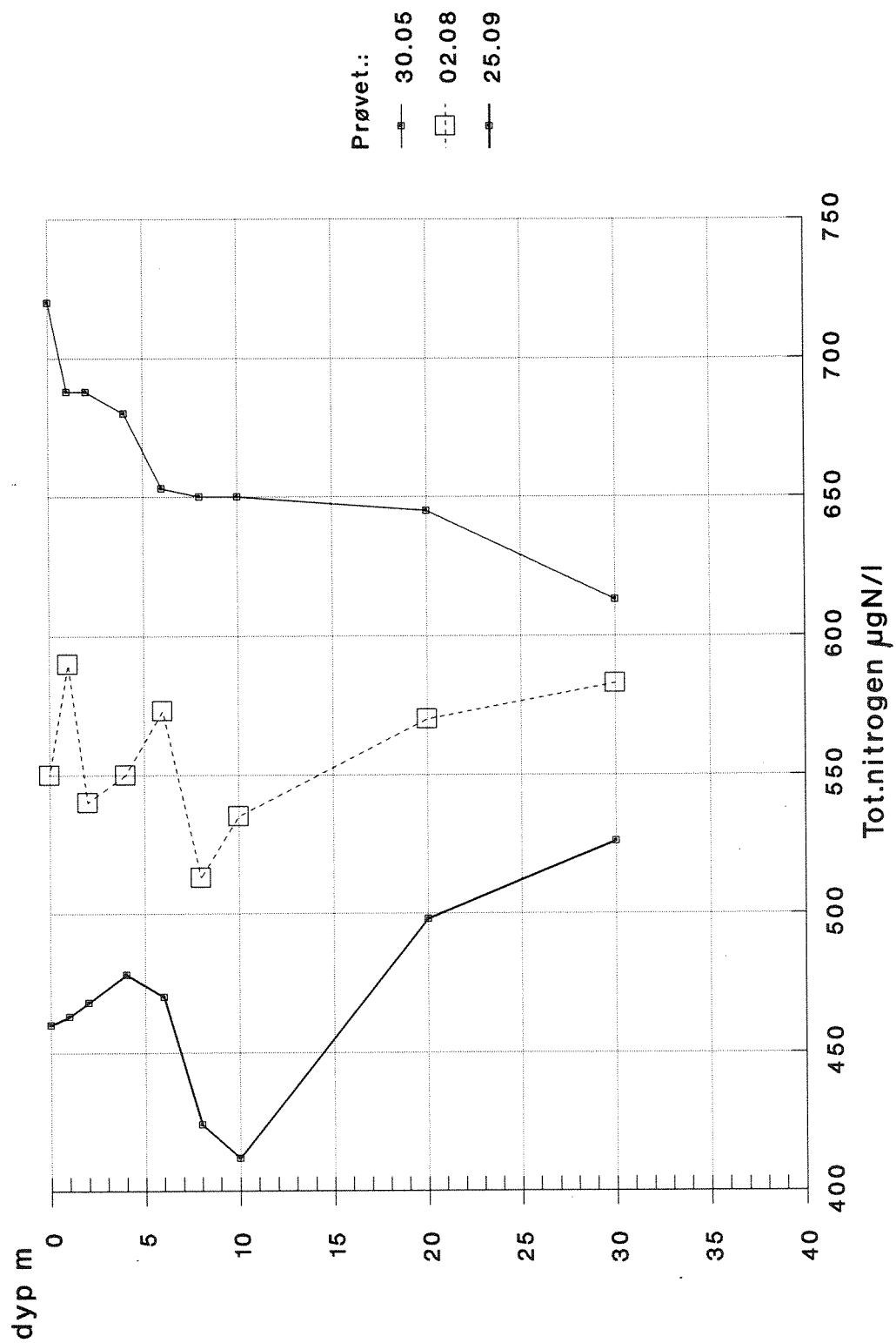
FIGUR 6. HALLEVATNET. OKSYGENINNHOLD SOM PROSENT AV METNING I 1990.



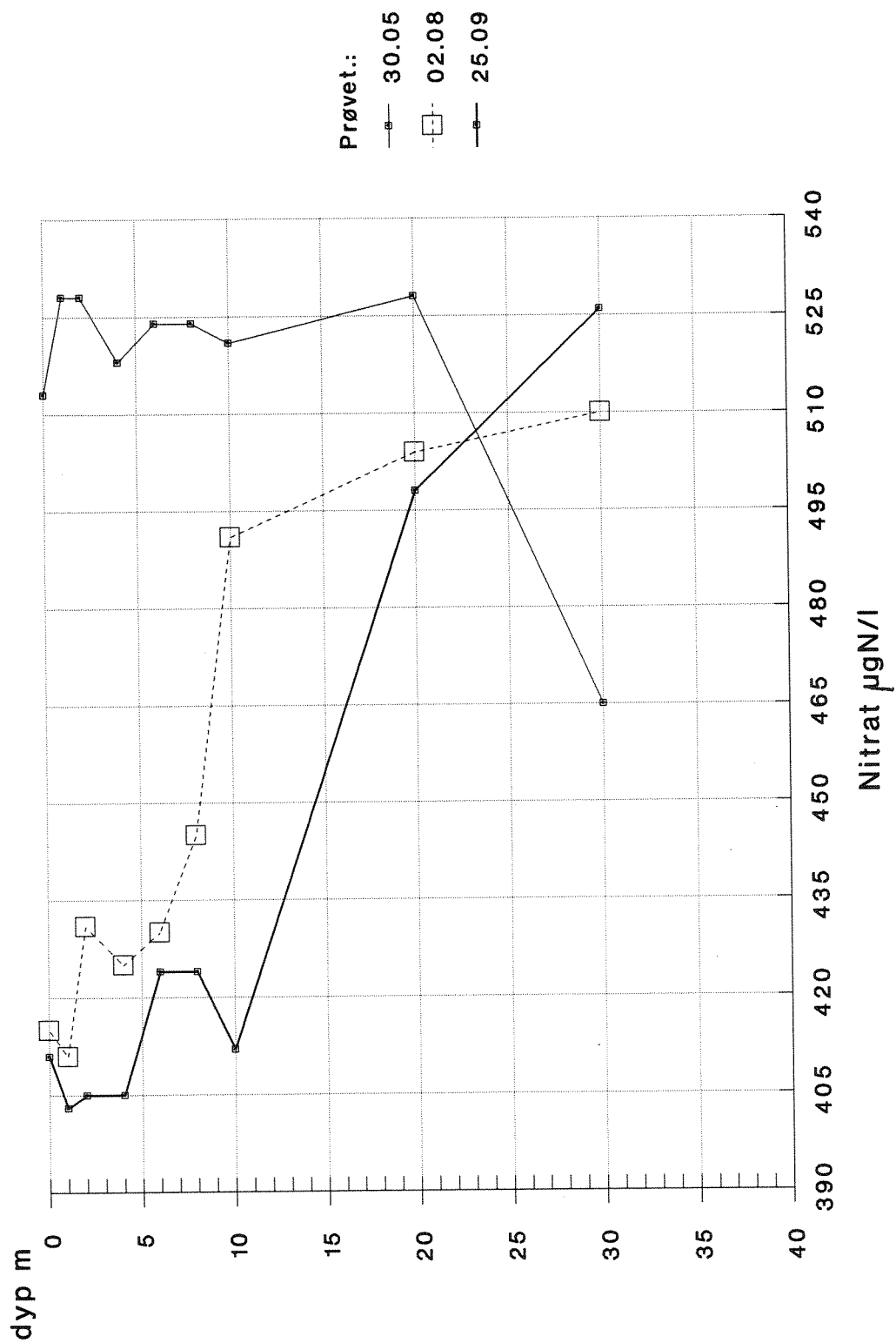
FIGUR 7. HALLEVATTNET. RESULTATER AV BESTEMMELSE AV TOTALFOSFOR I 1990.



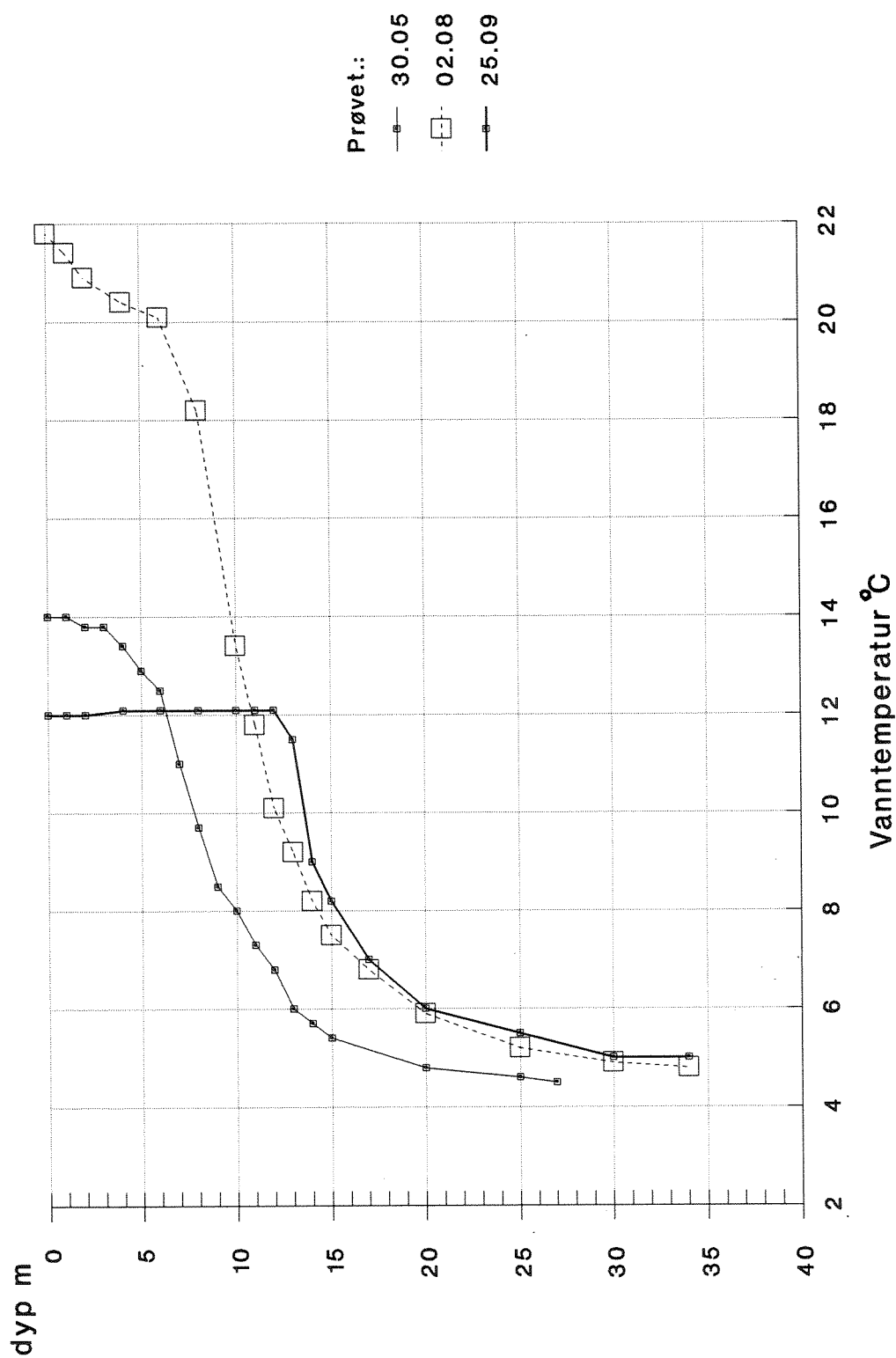
FIGUR 8. HALLEVATNET. RESULTATER AV BESTEMMELSE AV TOTALNITROGEN I 1990.



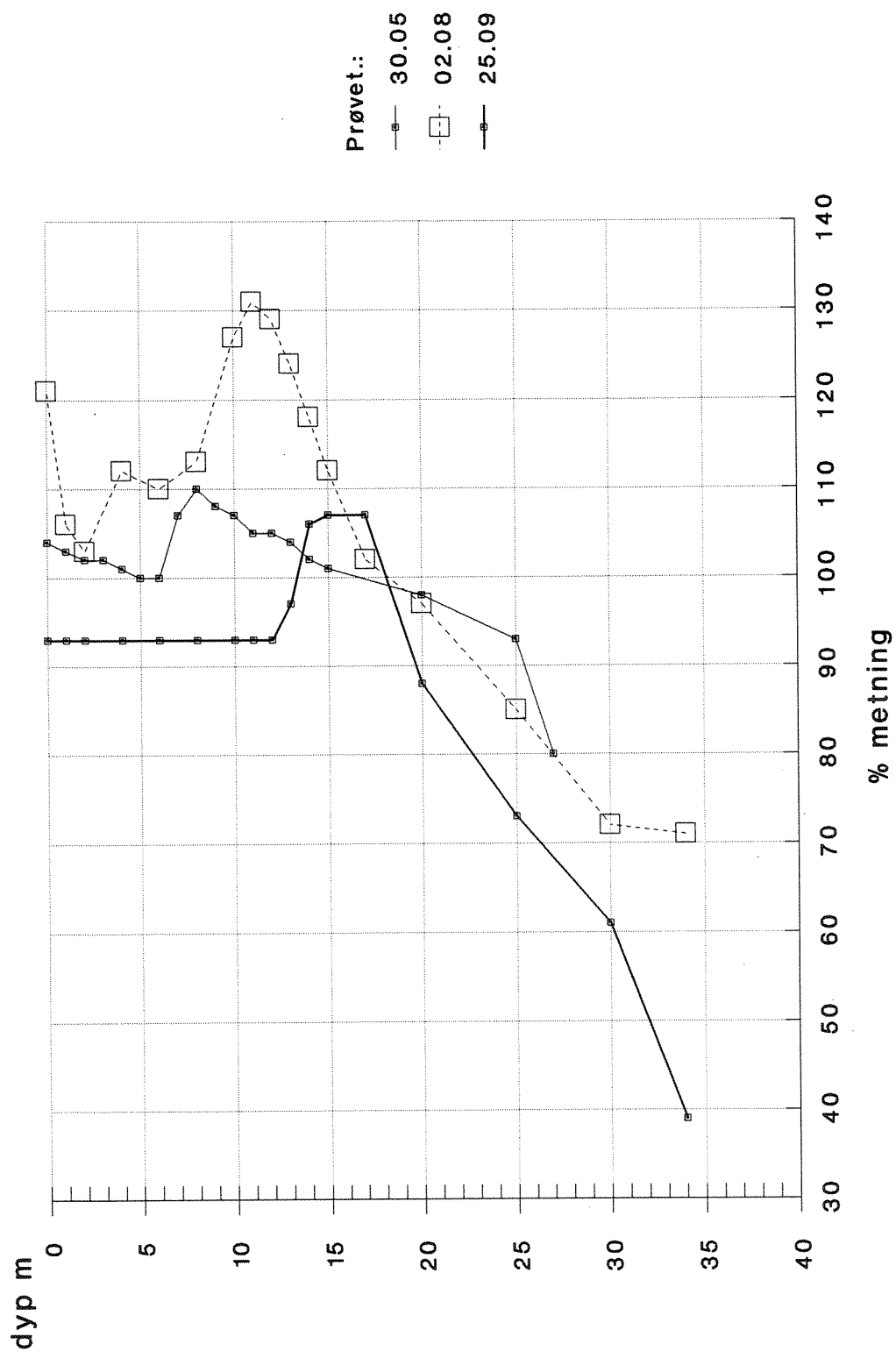
FIGUR 9. HALLEVAINET. RESULTATER AV BESTEMMELSE AV NITRAT I 1990.



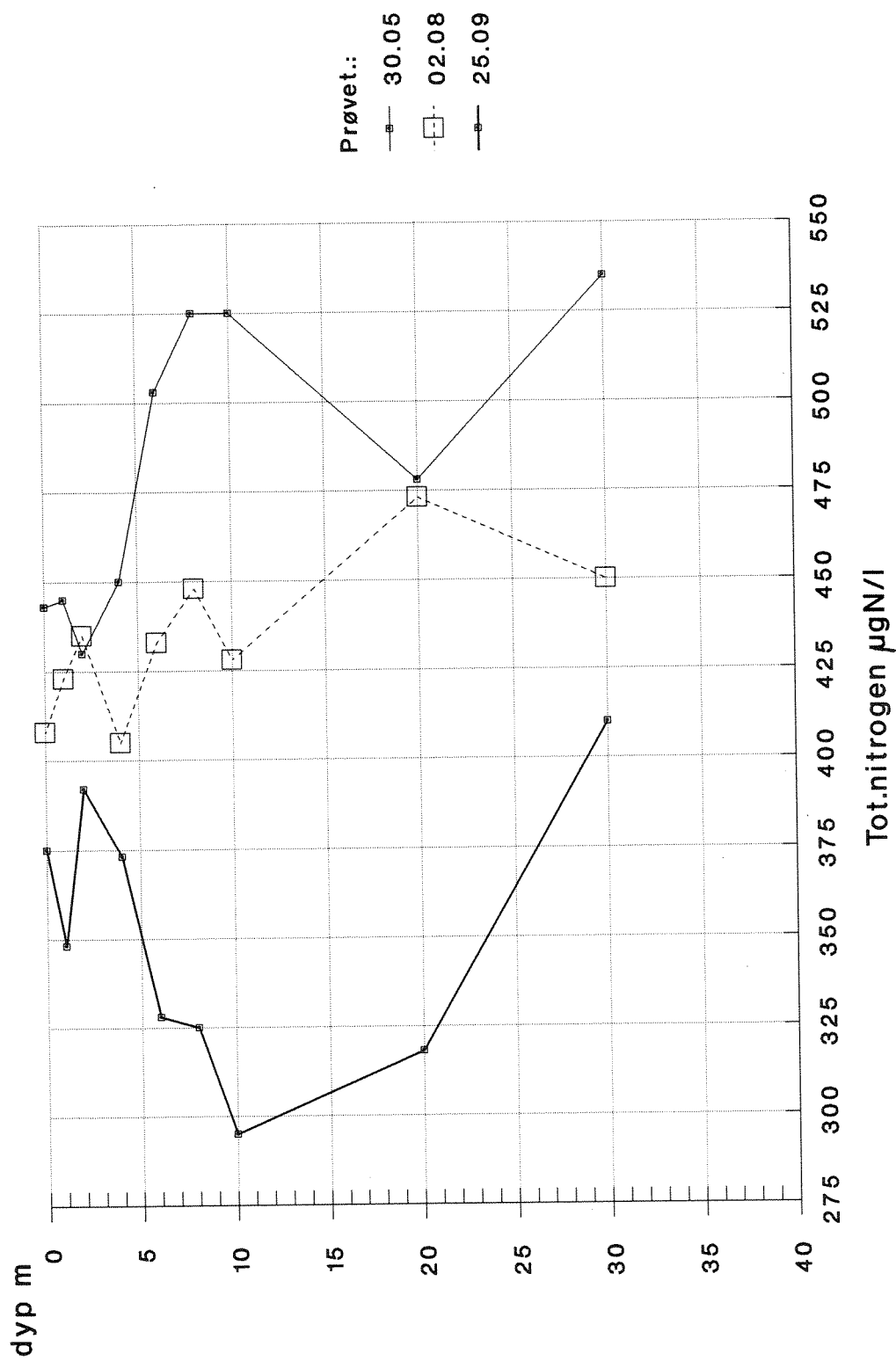
FIGUR 11. ULFSBAKTJERNET. OBSERVASJONER AV VANNTEMPERATUR I 1990.



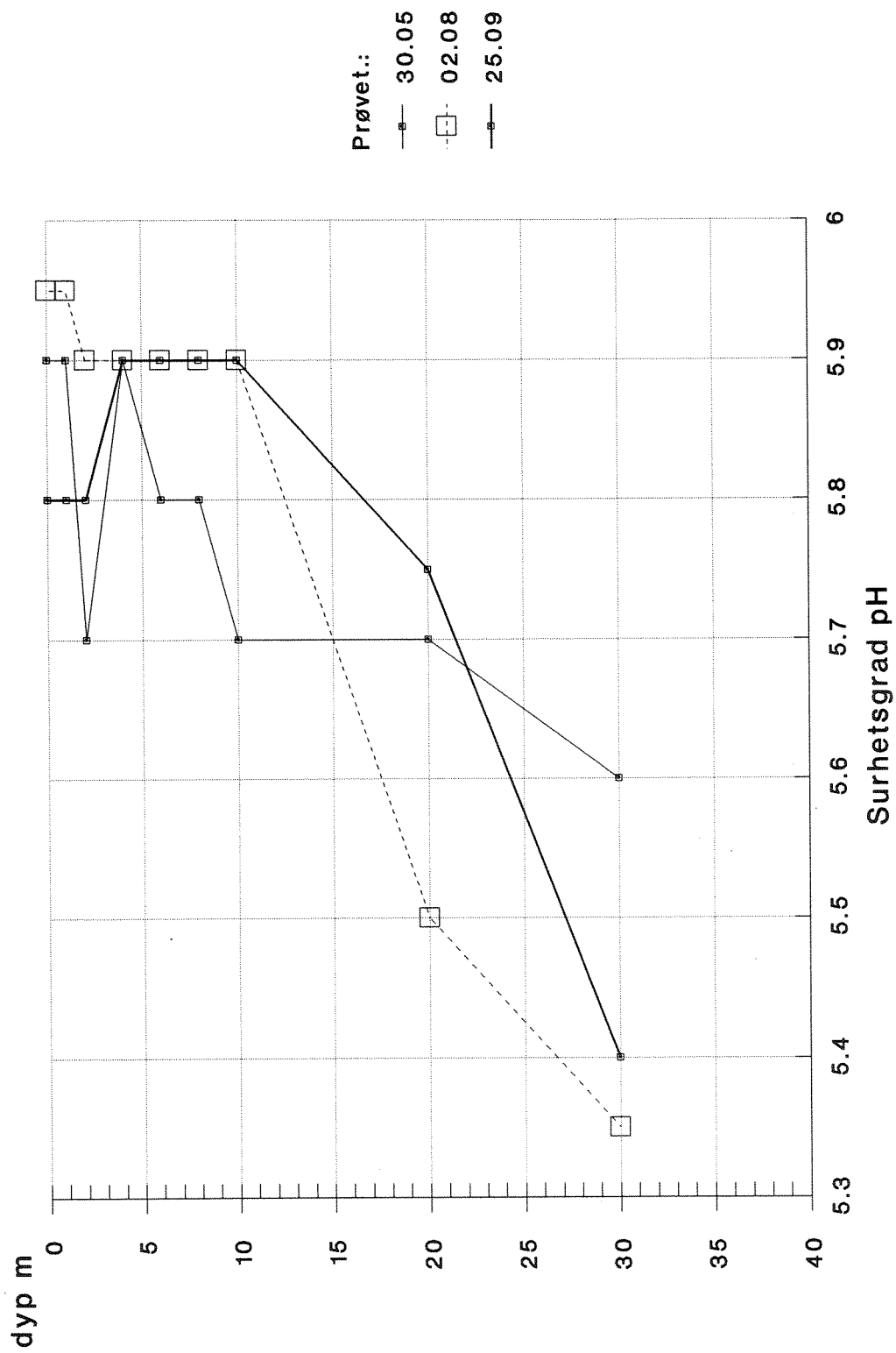
FIGUR 12. ULFSBAKTJERNET. OKSYGENINNHOLD SOM PROSENT AV METNING I 1990.



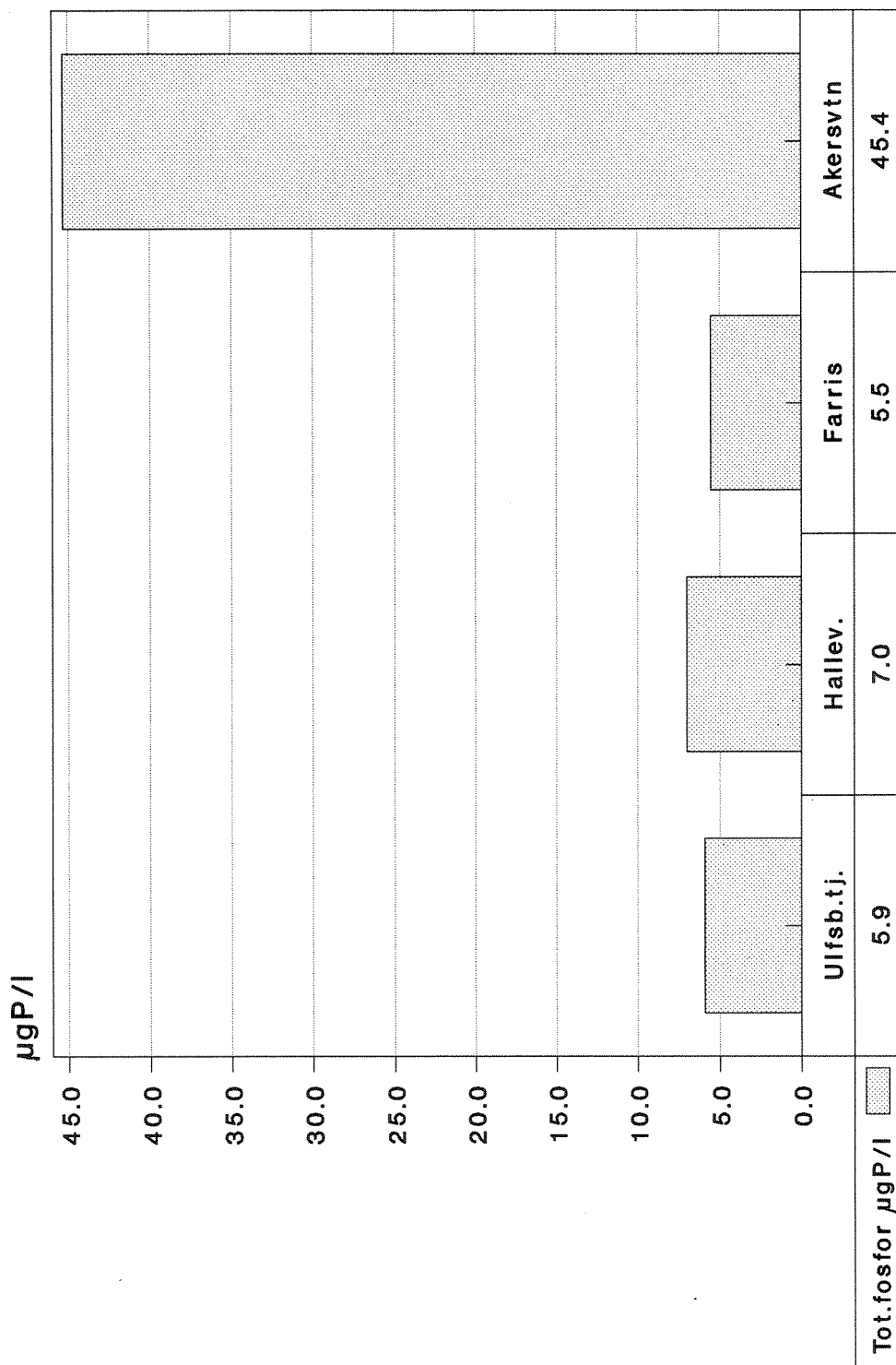
FIGUR 13. ULFSBAKTJERNET. RESULTATER AV BESTEMMELSE AV TOTALNITROGEN I 1990.



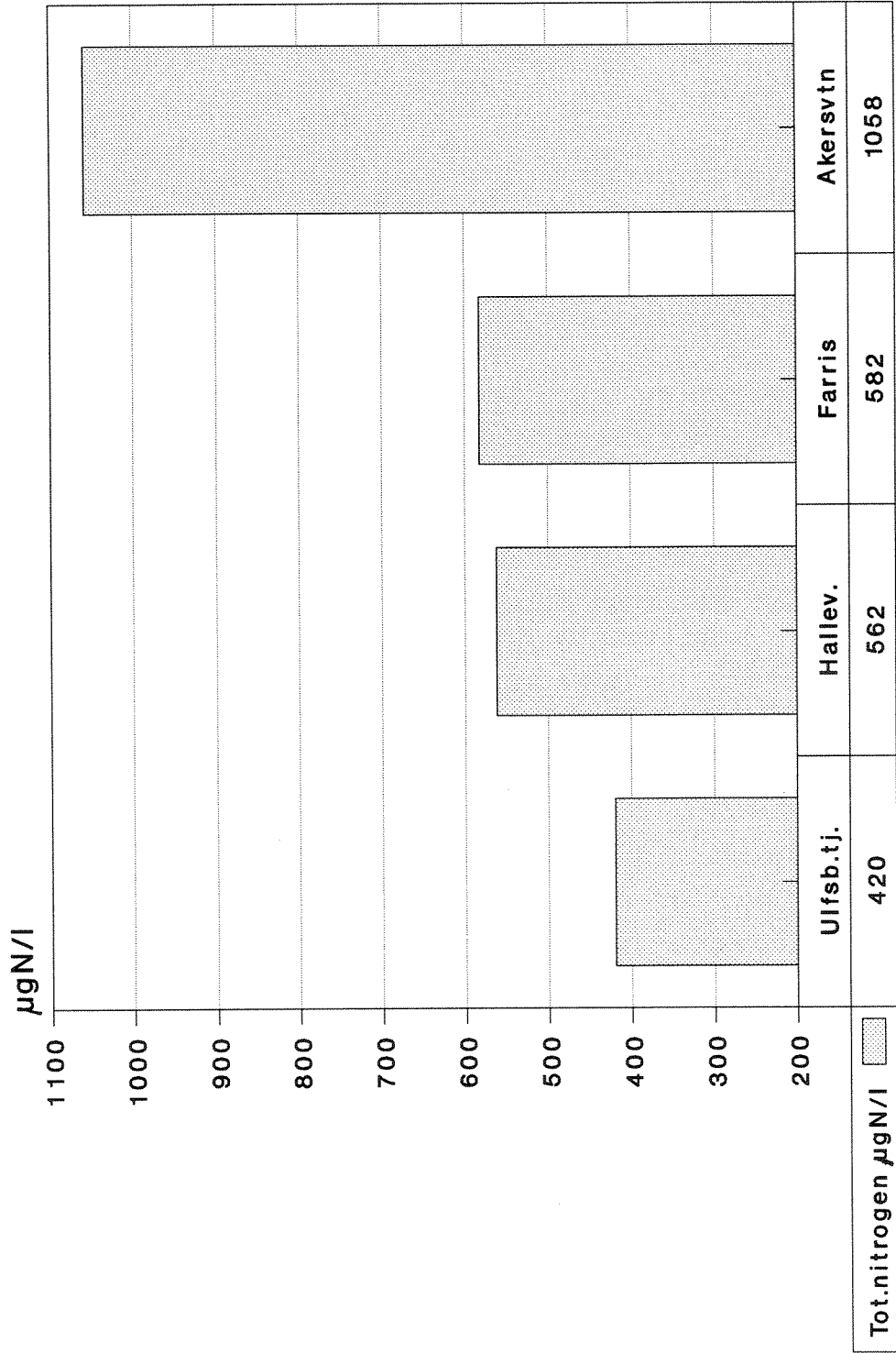
FIGUR 14. ULFSBAKTJERNET. MÅLINGER AV SURHETSGRAD I 1990.



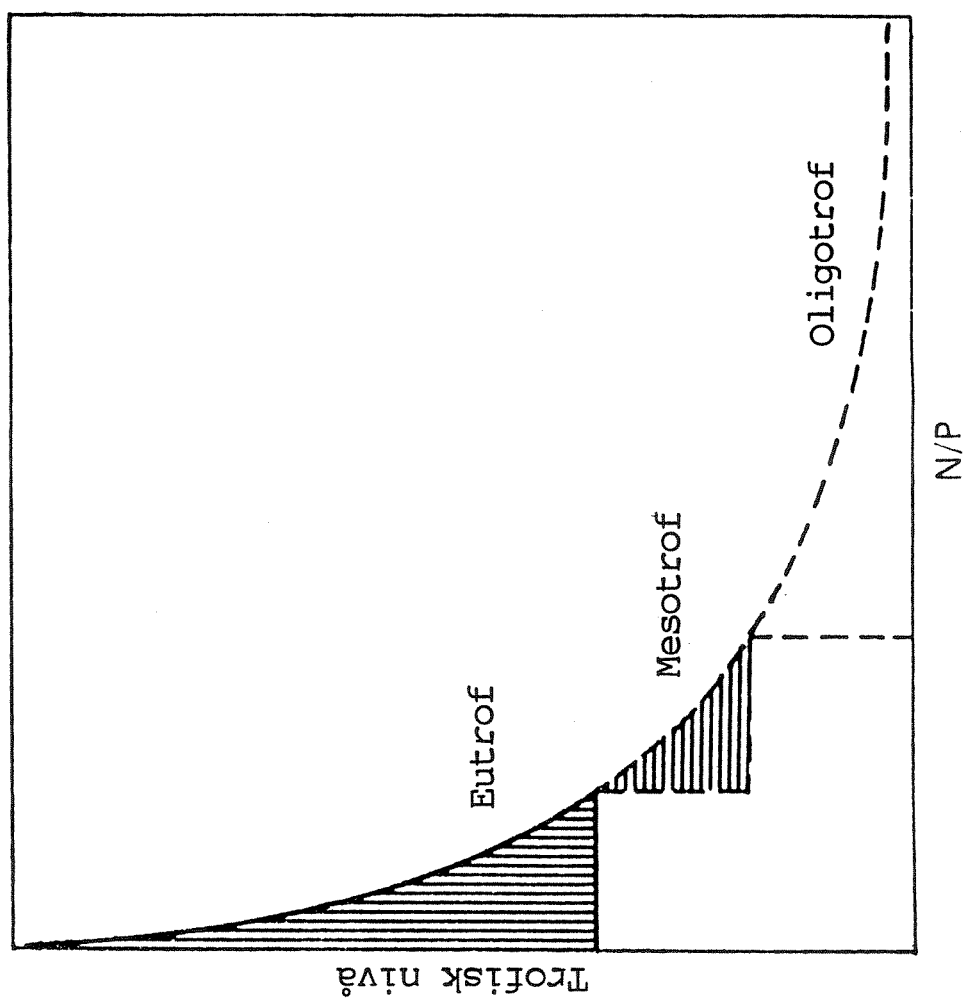
**FIGUR 15. MIDDELVERDIER AV TOTALFOSFOR I ULFSBAKTJERNET, HALLEVATNET, FARRIS OG AKERSVATNET
MAI - SEPTEMBER 1990.**



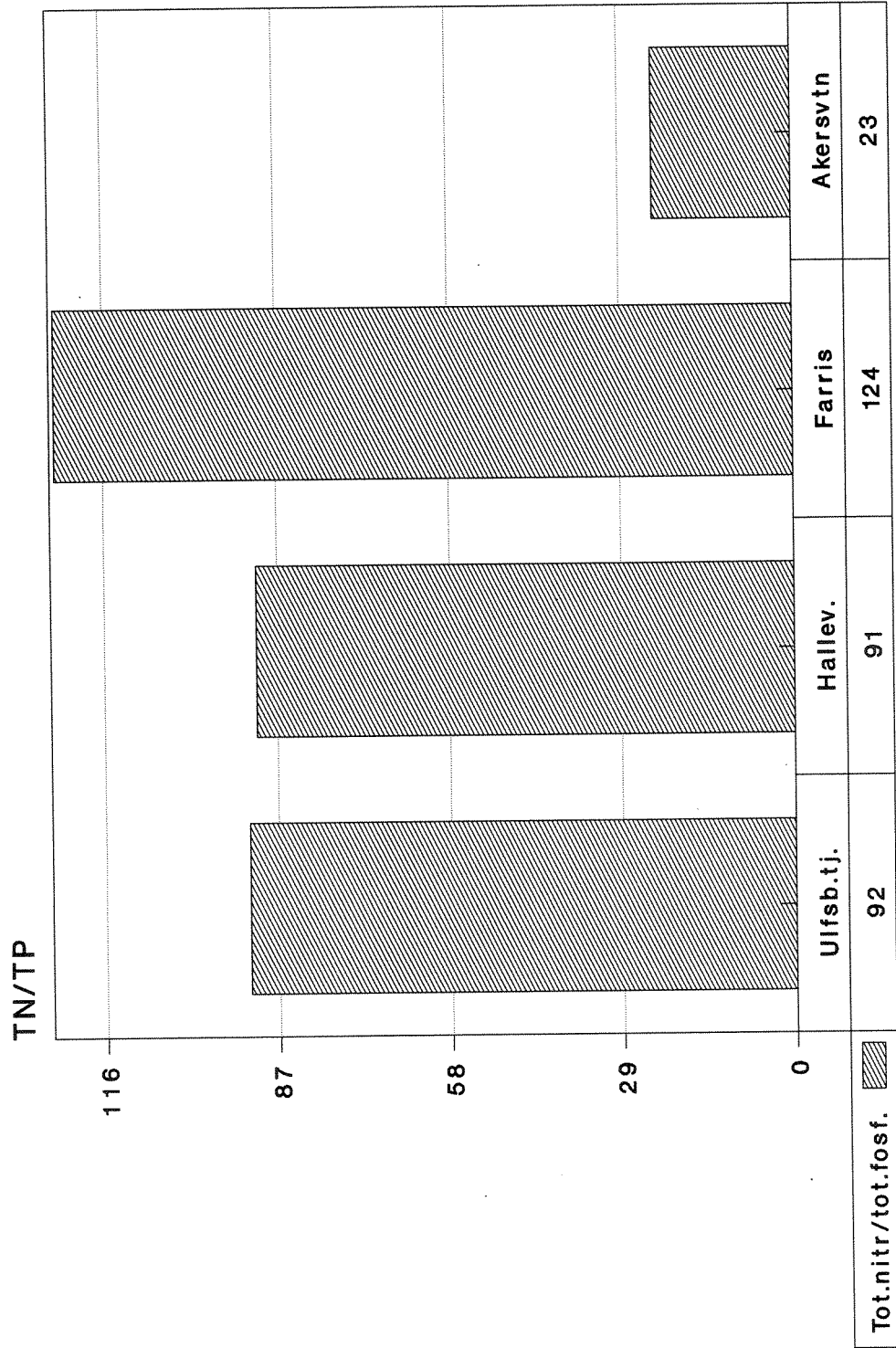
**FIGUR 16. MIDDELVERDIER AV TOTALNITROGEN I ULFSBAKTJERNET, HALLEVATNET, FARRIS OG AKERSVATNET
MAI - SEPTEMBER 1990.**



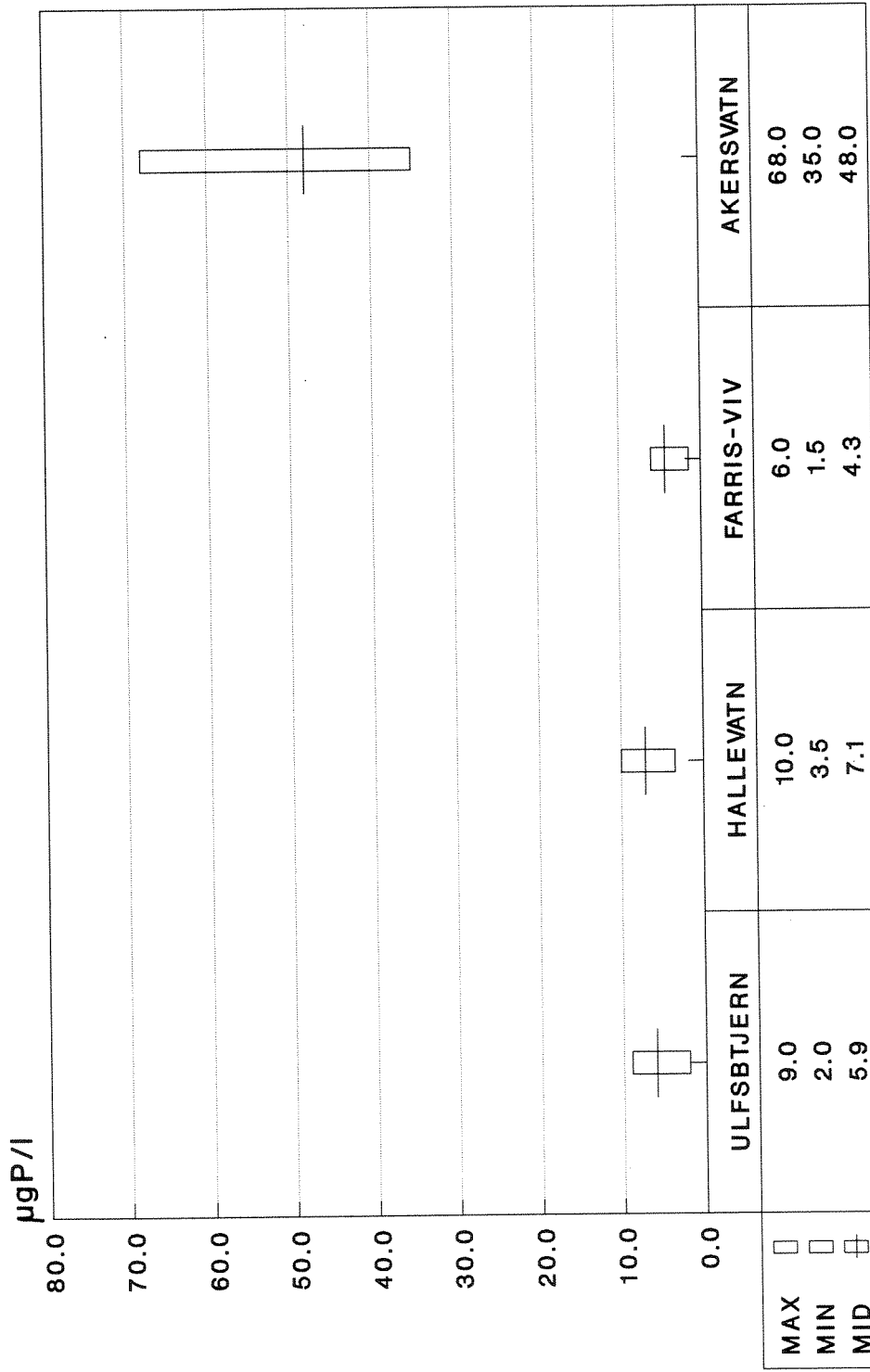
FIGUR 17. RELATIV BETYDNING AV N OG P I SAMMENHENG MED FORURENSNINGSBELASTEDE
INNSJØERS TROFISKE NIVÅ.
(Etter Forsberg 1975).



FIGUR 18. FORHOLDET MELLOM TOTALNITROGEN OG TOTALFOSFOR I ULFSBAKTJERNET, HALLEVATNET, FARRIS OG AKERSVATNET. MIDDELVERDIER MAI - SEPTEMBER 1990.



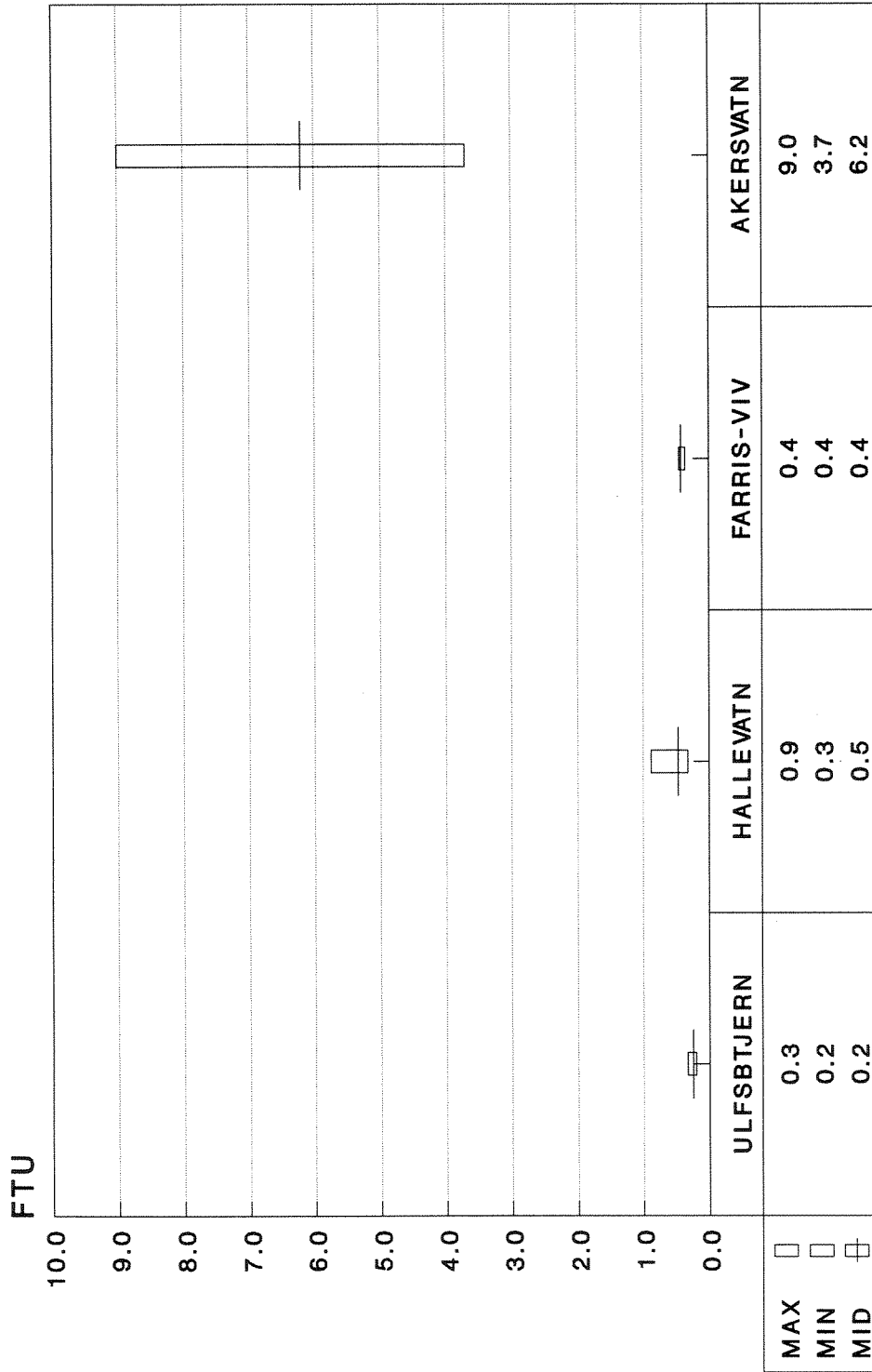
FIGUR 19. TOTALFOSFOR. SAMMENLIKNING AV VANNKVALITET I VANNFORSYNINGENES INNTAKSDYP.



SIFFs kvalitetsnormer (1987):

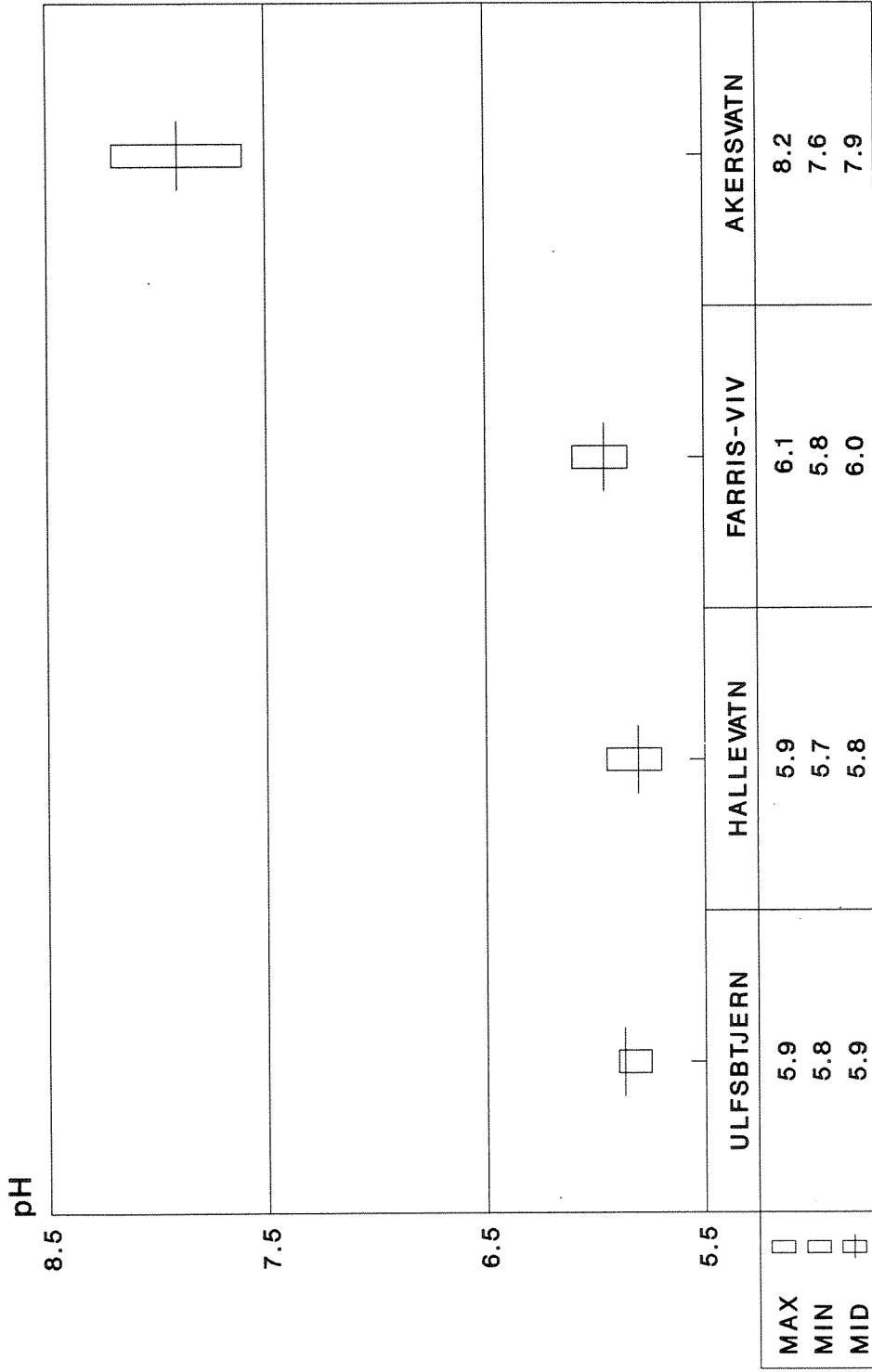
god <7, mindre god 7-11, ikke tilrådelig >11

FIGUR 20. TURBIDITET. SAMMENLIKNING AV VANNKVALITET I VANNFORSYNINGENES INNTAKSDYPP.



SIFFs kvalitetsnormer (1987):
 god < 0,5, mindre god 0,5-1,0, ikke tilrådelig > 1

FIGUR 21. SURHETSGRAD. SAMMENLIKNING AV VANNKVALITET I VANNFORSYNINGENES INNTAKSDYPP.



SIFFs kvalitetsnormer (1987):
god 7,5-8,5, mindre god 6,5-7,4 og 8,6-9,0

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-1968-4