

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O-112/70

TELEMARKSVASSDRAGET

Fremdriftsrapport nr. 3

RESULTATER FRA UNDERSØKELSENE I 1977

Blindern, 25. mai 1978

Saksbehandler: Hans Holtan

Medarbeidere: Dag Berge

Sigurd Rognerud

Morten Johannessen

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

ISBN 82-577-0063-0

FORORD

Denne delen av undersøkelsen er foretatt som et samarbeid mellom Telemark Distriktshøgskole (TDH) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Såvel feltarbeid, analyser og bearbeidelse av materiale er foretatt ved TDH, og de som arbeider med dette er cand.real. Dag Berge, cand.real. Sigurd Rognerud, TDH og TDH-kandidat Morten Johannessen, NIVA. Dessuten har TDH-kandidat Tom Andersen, NIVA vært med på en del innsamling av materiale i sommermånedene. NIVA's saksbehandler er seksjonsleder Hans Holtan.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	5
2. PLANTEPLANKTONBIOMASSE	5
3. PLANKTONISK PRIMÆRPRODUKSJON	8
4. SIKTEDYP	11
5. ZOOPLANKTON	11
6. FOSFOR OG PARTIKULÆRT MATERIALE	12
7. SEDIMENTASJON	14
8. TILFØRSELSANALYSER - FOSFORBUDSJETT	15
8.1 Fosforanalyser fra elvene	16
8.2 Tilførsel fra nærområdene rundt Heddalsvatn og Norsjø	22
8.3 Nedbør	23
9. KONKLUDERENDE SAMMENDRAG	25

FIGURFORTEGNELSE

1. Total klorofyll a -konsentrasjoner i Heddalsvatn	5
2. Total klorofyll a -konsentrasjoner i Norsjø	6
3. Total klorofyll a -konsentrasjoner for 7 innsjøer i vassdraget	7
4. Primærproduksjonen for Heddalsvatn og Norsjø målt på en stasjon midt på innsjøene	8
5. Primærproduksjonen på tre stasjoner i Heddalsvatn og Norsjø (inkubator dagsproduksjon)	9
6. Primærproduksjon på tre stasjoner i Heddalsvatn og Norsjø (inkubator årsproduksjon)	10
7. Det midlere siktedyp i de angitte innsjøer 1977	10
8. Zooplanktonbiomasse (middel av tre stasjoner) i Heddalsvatn og Norsjø	11
9. Den midlere konsentrasjon av fosfor på tre stasjoner i Heddalsvatn og Norsjø	12

	Side
10. Middelkonsentrasjonen av partikulært materiale på tre stasjoner i Heddalsvatn og Norsjø	13
11. Sedimentasjonen på 2 stasjoner (20 m's dyp) i Heddalsvatn	14
12. Sedimentasjonen på 1 stasjon i nedre enden av Heddalsvatn (20 m) over sommersesongen 1977	15
13a-i: Konsentrasjonene av de forskjellige fosforfraksjonene i innløps- og utløpselvene til Heddalsvatn og Norsjø	16
a. Tinnelva ved innløpet i Kloumannsjøen	16
b. Tinnelva ved innløpet i Heddalsvatn	17
c. Heddøla ved flyplassen	17
d. Hjukseelva	18
e. Sauerelva ved Nautesund bru	18
f. Sauerelva ved Akkerhaugen	19
g. Bøelva ved Gvarv	19
h. Eidselva ved Ulefoss	20
i. Skienselva ved utløpet av Norsjø	20
14. Total fosforkonsentrasjoner i Tinnsjøområdet	21
15. Fosfortransport i et av delnedbørfeltene	23
16. Nedbørsanalyser fra en stasjon ved Heddalsvatn (Hjuksebø)	24
 Tabell 1. Primærproduksjon (in-situ årsproduksjon) for Heddalsvatn og Norsjø målt på en stasjon midt på innsjøene.	 8

1. INNLEDNING

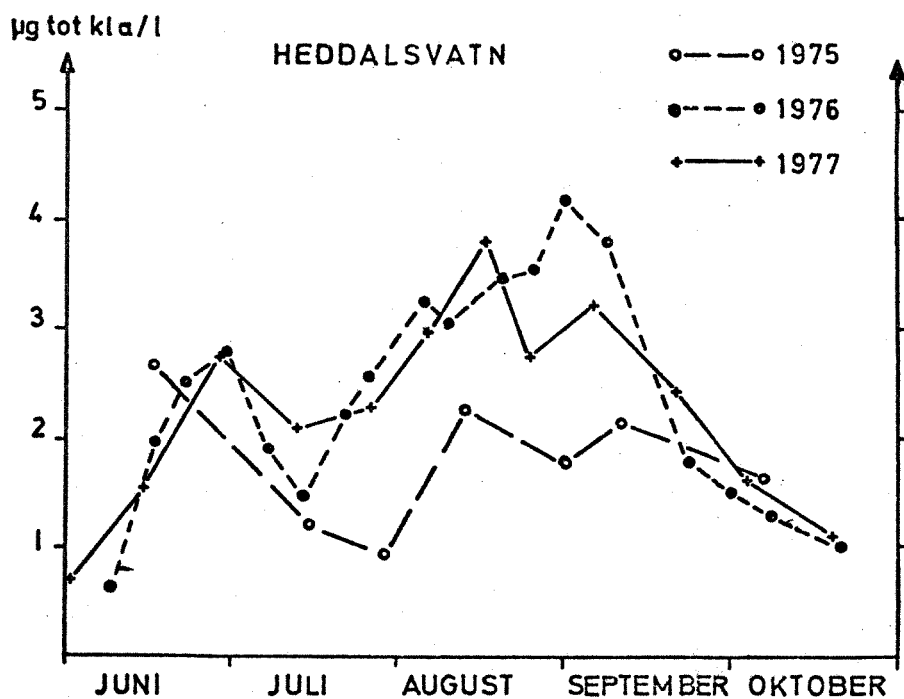
I følge program for den videre undersøkelsen skissert i forrige rapport (Fremdriftsrapport nr. 2) har en i 1977 hatt som hovedmålsetting å kartlegge den relative betydning av fosfortilførslene til Norsjø og Heddalsvatn. Arbeidet med dette er ennå ikke avsluttet slik at det er foreløpige resultater som presenteres.

Parallelt med denne registreringen har en også fulgt med i variasjonen i planktonmengden, samt fysisk/kjemiske forhold i innsjøene. En del av disse resultatene fra 1977 er samstilt med tidligere observasjoner.

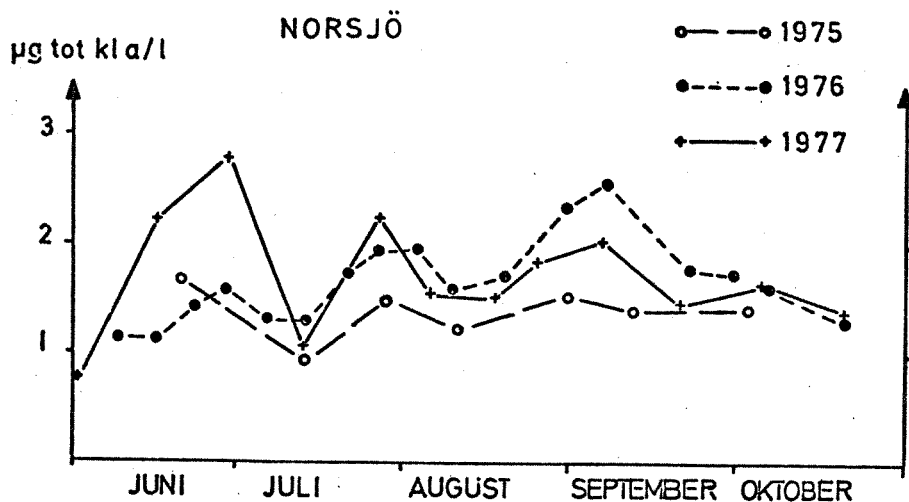
En del materiale er imidlertid ikke ferdig behandlet og kan derfor ikke publiseres før i sluttrapporten, som vil foreligge våren 1979.

2. PLANTEPLANKTONBIOMASSE

Variasjonen i planteplanktonets biomasse for Heddalsvatn og Norsjø er fremstilt i figur 1 og 2.



Figur 1. Total klorofyll a - konsentrasjoner i Heddalsvatn.



Figur 2. Total klorofyll a - konsentrasjoner i Norsjø.

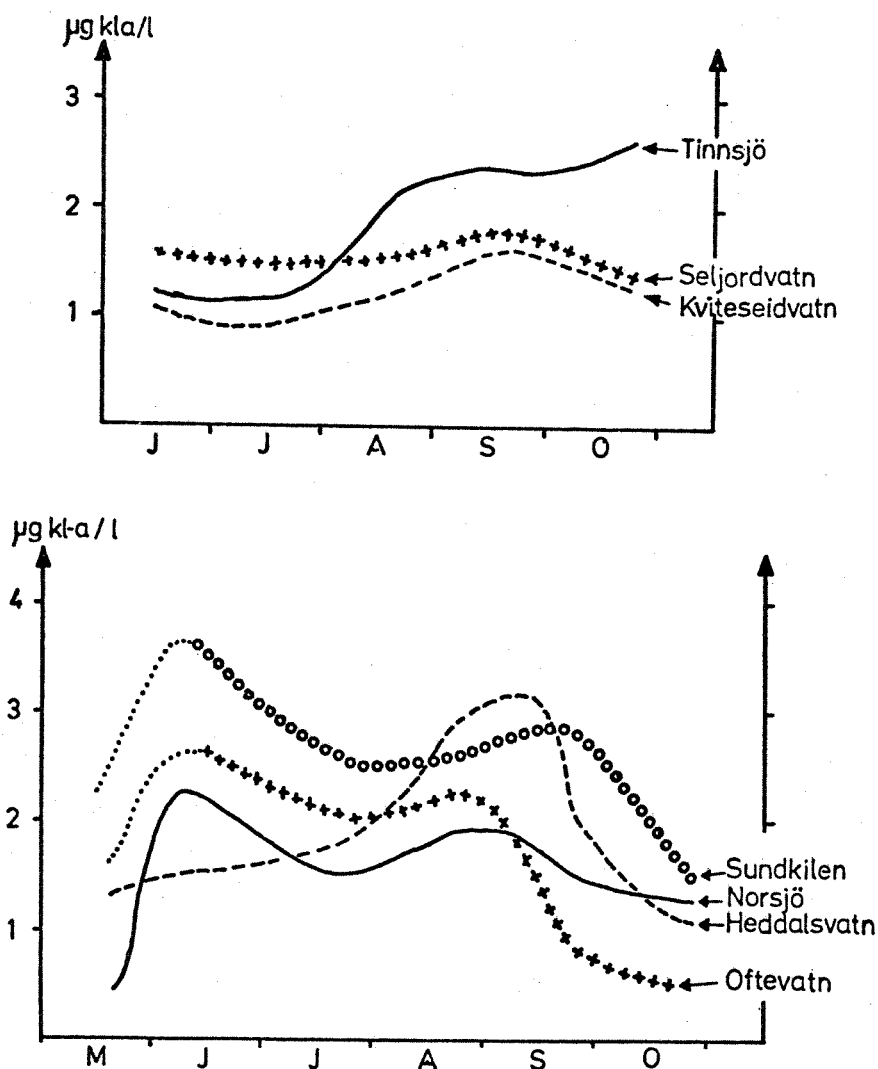
Variasjonsmønsteret i perioden juni-oktober er relativt likt i de tre år undersøkelsen har pågått. I Norsjø er det hvert år tre biomassetopper, i Heddalsvatn to. Dette har sammenheng med sirkulasjonsforholdene i innsjøene.

Algemengden i Heddalsvatn er ca. dobbelt så stor som i Norsjø, hvilket skyldes en større fosforbelastning (Fremdriftsrapport nr. 2).

Det kan synes som om det har vært mer alger de to siste år enn i 1975. Dette kan være en reell forskjell forårsaket av en markert økning av belastningen. Imidlertid hadde prøvene fra 1975 en relativt lang lagringstid før de ble analysert, og fra litteraturen er det kjent at klorofyllkonsentrasjonen avtar ved lagring. Det er derfor sannsynlig at 1975-verdiene er for lave. En har unngått denne lagringseffekten på materialet fra 1976 og 1977. Verdiene fra disse 2 år er som det fremgår av figuren, svært like. Det er derfor ikke mulig å se at planktonmengden har endret seg signifikant i dette tidsrommet.

Planteplanktonmengden fra de andre undersøkte innsjøene er vist i figur 3. Av disse er det mest alger i Sundkilen, noe som skyldes en kombinasjon av stor belastning og liten gjennomstrømning.

Oftevatn har i perioder relativt høye klorofyllkonsentrasjoner. Dette kan ha sammenheng med resuspensjon av algerester fra de store gruntområdene i innsjøen.



Figur 3. Total klorofyll-a konsentrasjoner for de angitte innsjøer. I Norsjø og Heddalsvatn er kurvene basert på månedsmidler, i de andre innsjøene på en observasjon i hver måned.

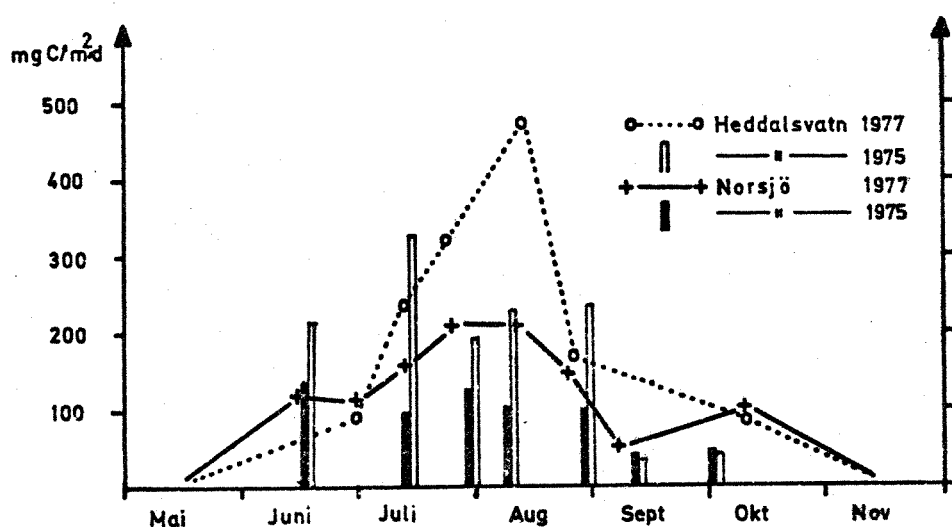
Det kan imidlertid også nevnes at grunne innsjøer naturlig er mer produktive enn dype. Kloakkpåvirkningen fra Høydalmo synes ikke på nåværende tidspunkt å ha forårsaket en betenkelig vekst av planktonalger.

Verdiene fra Kviteseidvatn er lave, og det synes som om eventuell påvirkning fra utløpet av Sundkilen er av liten betydning. I Seljordsvatn er også klorofyllkonsentrasjonene lave.

I Tinnsjøen blir det, til tross for relativt høye konsentrasjoner av nærings-salter, ikke utviklet noen markert algebiomasse før ut på høsten. Dette skyldes den lave temperaturen denne innsjøen har på forsommeren på grunn av smeltevann fra fjellet.

3. PLANKTONISK PRIMÆRPRODUKSJON

Algeproduksjonen ble målt med den tradisjonelle ^{14}C in-situ teknikk på en stasjon i hver innsjø (samme stasjoner som i 1975) for at eventuell utviklingstendens skulle kunne belyses. Verdiene fra 1975 publisert i NIVA's Fremdriftsrapport nr. 1 er imidlertid overestimert som følge av en senere oppdaget feil i analysen av uorganisk karbon. De korrigerte verdiene fra 1975 og fra 1977 er fremstilt i tabell nr. 1.



Figur 4. Primærproduksjonen (in-situ dagsproduksjoner) for Heddalsvatn og Norsjø målt på en stasjon midt på innsjøene.

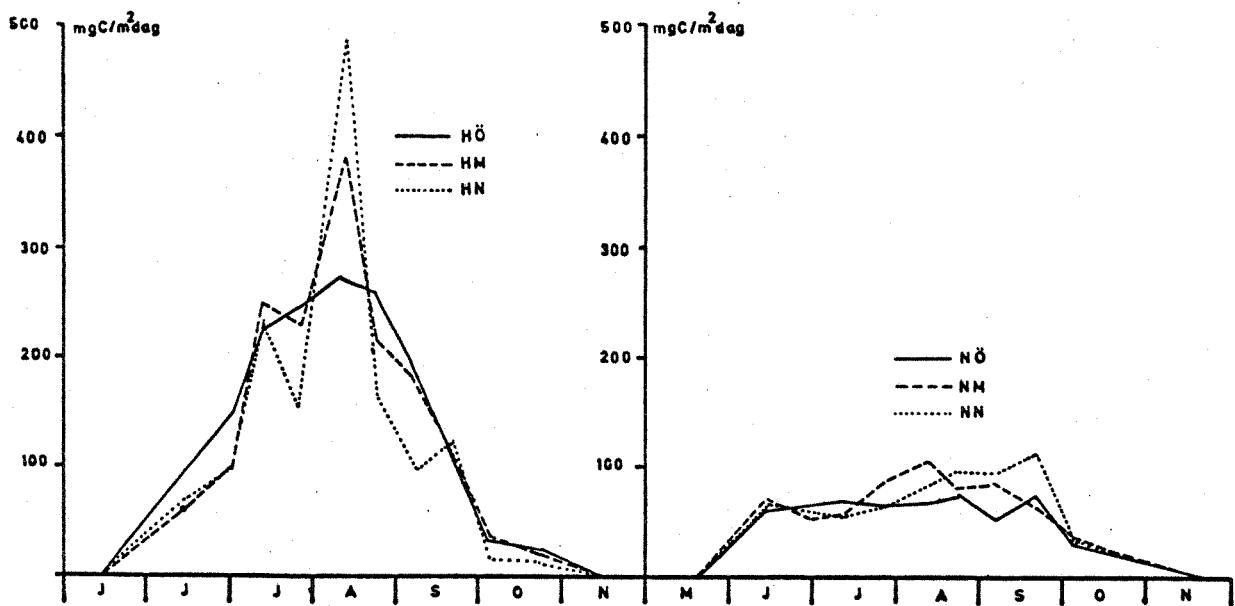
År	Heddalsvatn	Norsjø
1975	22,5 g C/m ² år	17 g C/m ² år
1977	24,6 g C/m ² år	19 g C/m ² år

Tabell 1. Primærproduksjon (in-situ årsproduksjon) for Heddalsvatn og Norsjø. (g C/m² år).

Forskjellen mellom de 2 år er så liten at den ligger innenfor usikkerhetsområdet for metoden. Den tilsynelatende økning kan derfor ikke tillegges noen betydning. Ellers går det tydelig frem at algeproduksjonen er høyere i Heddalsvatn enn i Norsjø.

Det ble også forsøkt å måle primærproduksjonen ved inkubatormetoden. Denne baserer seg på at vannprøver tas inn på laboratoriet. Her plasseres de i en inkubator hvor innsjøens lys og temperatur simuleres. Metoden er mindre tidkrevende og muliggjør produksjonsmålinger på mange stasjoner samtidig.

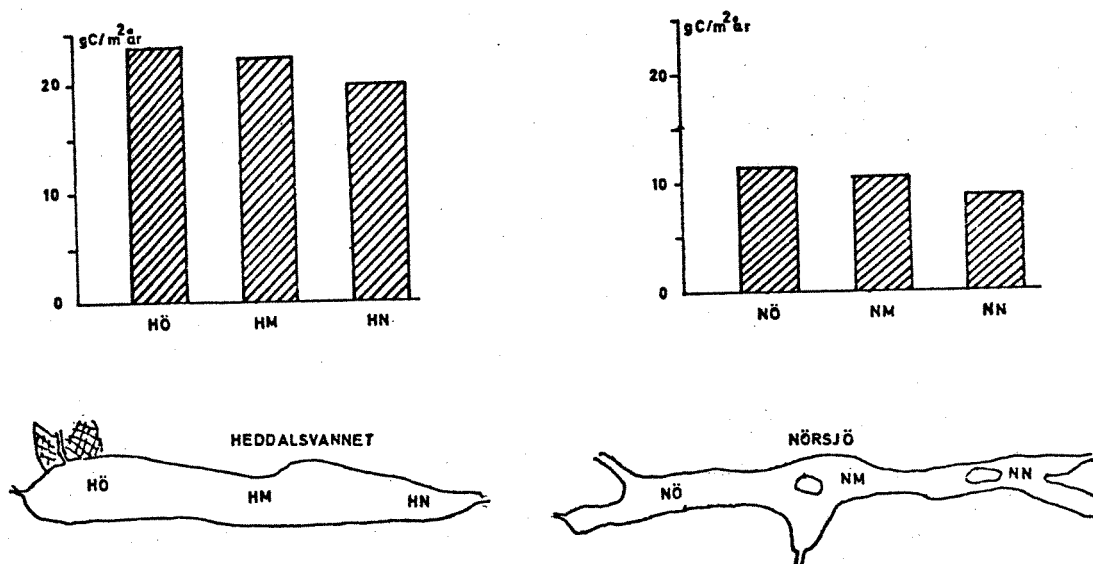
Resultatene fra tre stasjoner i Norsjø og Heddalsvatn er fremstilt i figur 5.



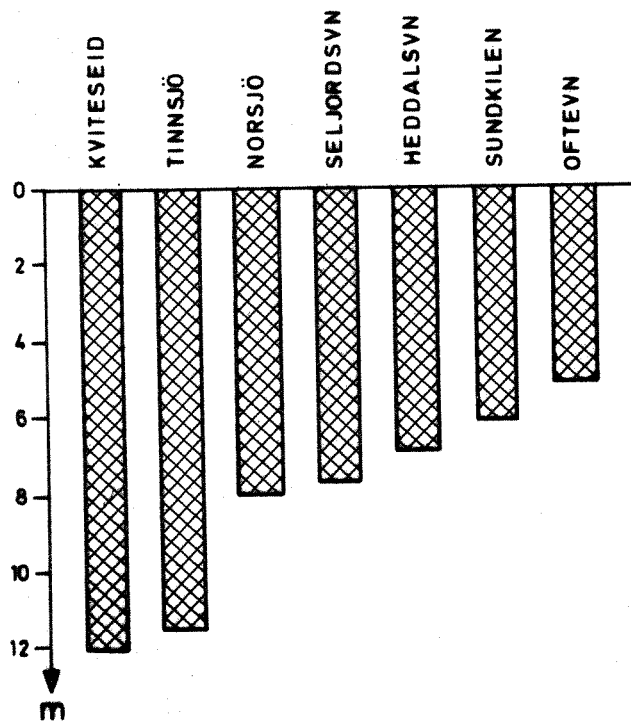
Figur 5. Primærproduksjonen (inkubator dagsproduksjon) på tre stasjoner i Heddalsvatn og Norsjø. For stasjonsbeliggenhet, se figur 6.

I Heddalsvatn er det godt samsvar mellom disse og in-situ målingene. I Norsjø er de noe lavere hvilket sannsynligvis skyldes en for lang lagringstid av prøvene før inkubering. Selv om de absolutte verdiene er noe for lave, så kan verdiene fra de enkelte stasjonene i hver innsjø sammenliknes.

De tidligere antagelser om at primærproduksjonen var noe høyere i innløpsenden av innsjøene (Fremdriftsrapport nr. 2) ble med denne undersøkelsen dokumentert. Dette fremgår av figur 6 hvor de integrerte årsproduksjonene på tre stasjoner i hver innsjø er fremstilt. Dette må ses i sammenheng med at det er i de øvre ender innsjøene mottar størst fosfortilførsler (foreløpige tilførselsanalyser).



Figur 6. Primærproduksjon (inkubator årsproduksjonen) på tre stasjoner i Heddalsvatn og Norsjø.



Figur 7. Det midlere siktedyp i de angitte innsjøer. 1977.

4. SIKTEDYP

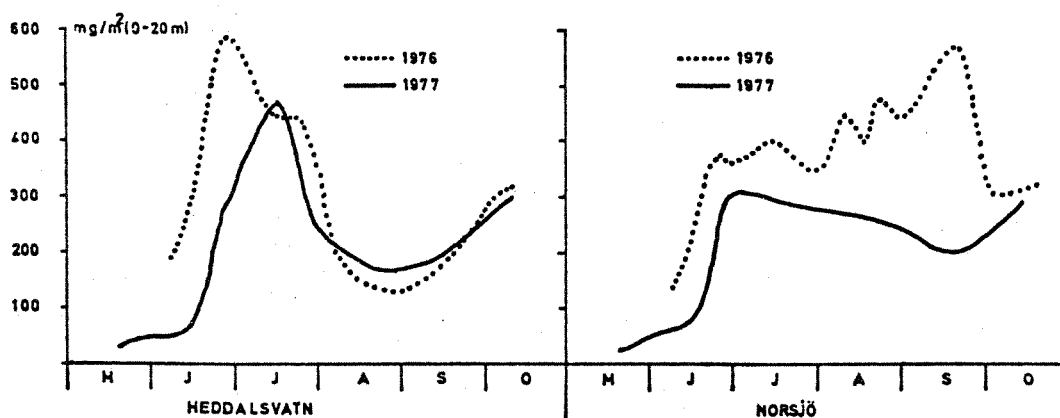
Som nevnt i NIVA's Fremdriftsrapport nr. 1 vil en relativt liten økning av algemengden gi en markert reduksjon av siktedypet. Forutsatt at innhold av humus og leirpartikler er lavt kan siktedypet gi verdifull informasjon om innsjøens tilstand. Midlere siktedyp i sommerhalvåret for de undersøkte innsjøer er fremstilt i figur 7.

Med hensyn til forurensningsgrad er tendensen stort sett i tråd med klorofyllanalysene. Et unntak er imidlertid Oftevatn der humusinnholdet er med på å redusere siktedypet betraktelig. Det samme gjelder til en viss grad for Seljordsvatn som også er noe humuspåvirket.

5. ZOOPLANKTON

Resultatene fra 1976 og 1977 er fremstilt i figur 8.

I Heddalsvatn er variasjonsmønsteret det samme og mengden relativt lik begge år, mens det i Norsjø synes å være noe mindre zooplankton i 1977. Som nevnt i Fremdriftsrapport nr. 2, kan predasjon fra fisk ha stor betydning for zooplanktonets biomasse og artssammensetning. Det er derfor ikke urimelig å anta at de observerte forhold i Norsjø kan skyldes økt predasjon, eksempelvis fra en stor årsklasse av sik.

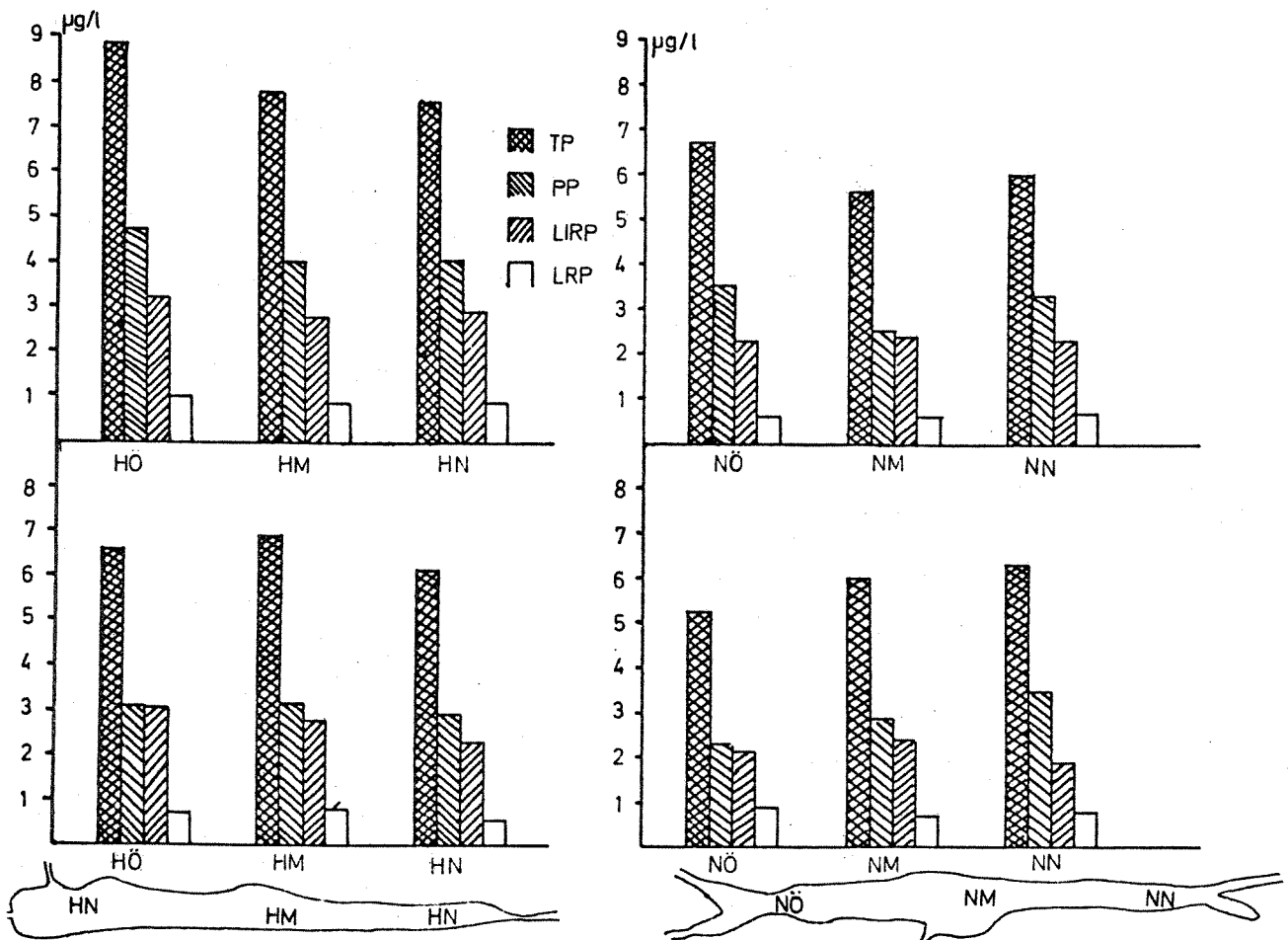


Figur 8. Zooplanktonbiomassen (middel av tre stasjoner) i Heddalsvatn og Norsjø.

6. FOSFOR OG PARTIKULÆRT MATERIALE

Den midlere konsentrasjon av fosfor er vist i figur 9.

Epilimnion-konsentrasjoner i Heddalsvatn er størst i den øvre enden der hovedtilløpene munner ut. I hypolimnion er konsentrasjonene noe lavere enn i epilimnion. Dette har sammenheng med at tilførslene sommerstid vesentlig fordeles i epilimnion. Nedsatt vannføring i sommerhalvåret kombinert med konstante punktutslipp bidrar til å øke konsentrasjonen av P i tilløpene.

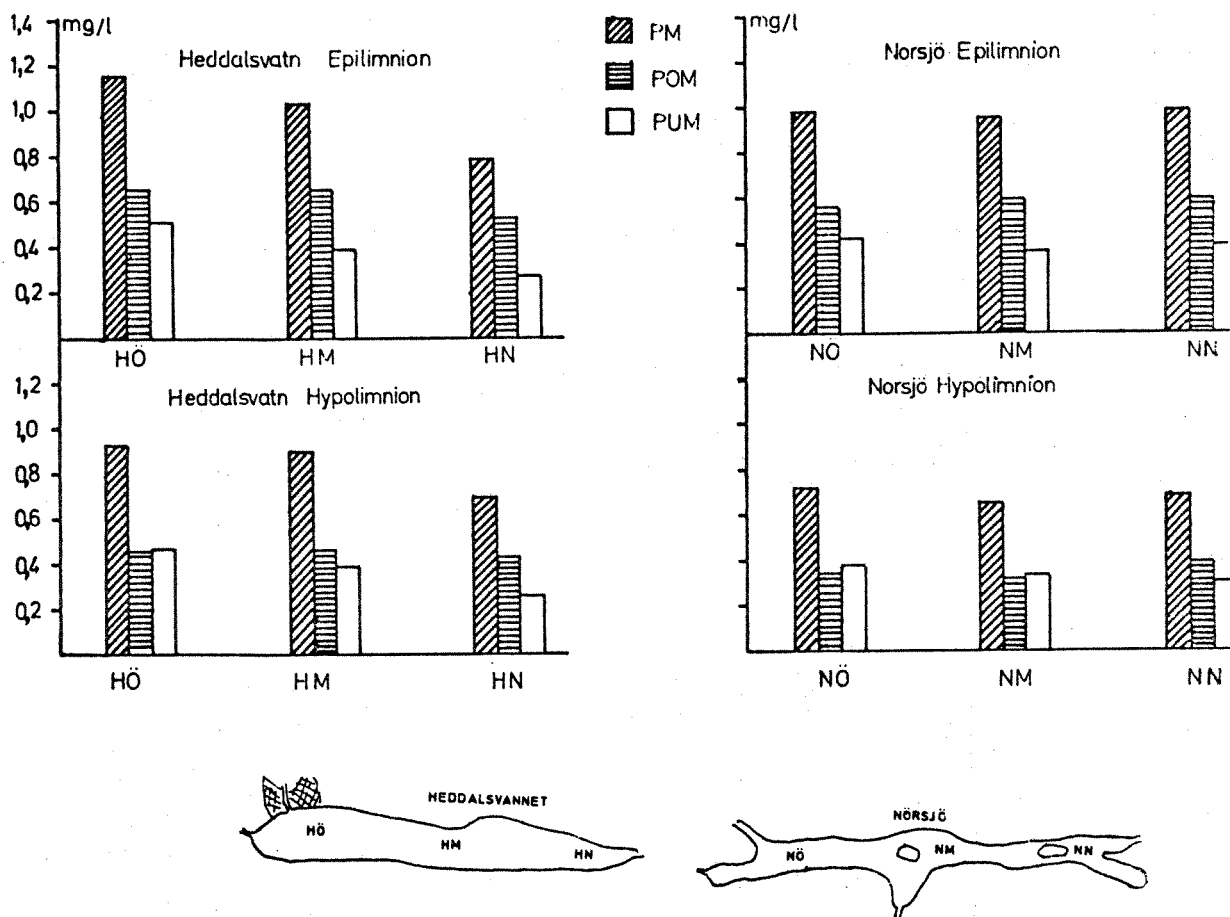


Figur 9. Den midlere konsentrasjon av fosfor på tre stasjoner i Heddalsvatn og Norsjø. TP - total fosfor, PP - Partikulært fosfor, LIRP - Løst ikke reaktivt fosfor og LRP - Løst reaktivt fosfor.

I Norsjø er konsentrasjonene både i epi- og hypolimnion lavere enn i Heddalsvatn. Forskjellen mellom epi- og hypolimnion er også mindre utpreget enn i Heddalsvatn.

Konsentrasjonene av partikulært materiale er fremstilt i figur 10.

Fordelingsmønsteret viser samme tendens som for fosfor. Forholdet mellom POM (partikulært organisk materiale) og PUM (partikulært uorganisk materiale) er større i epi- enn i hypolimnion, noe som skyldes at organisk materiale (bl.a. alger) nedbrytes etter hvert som det sedimenterer.

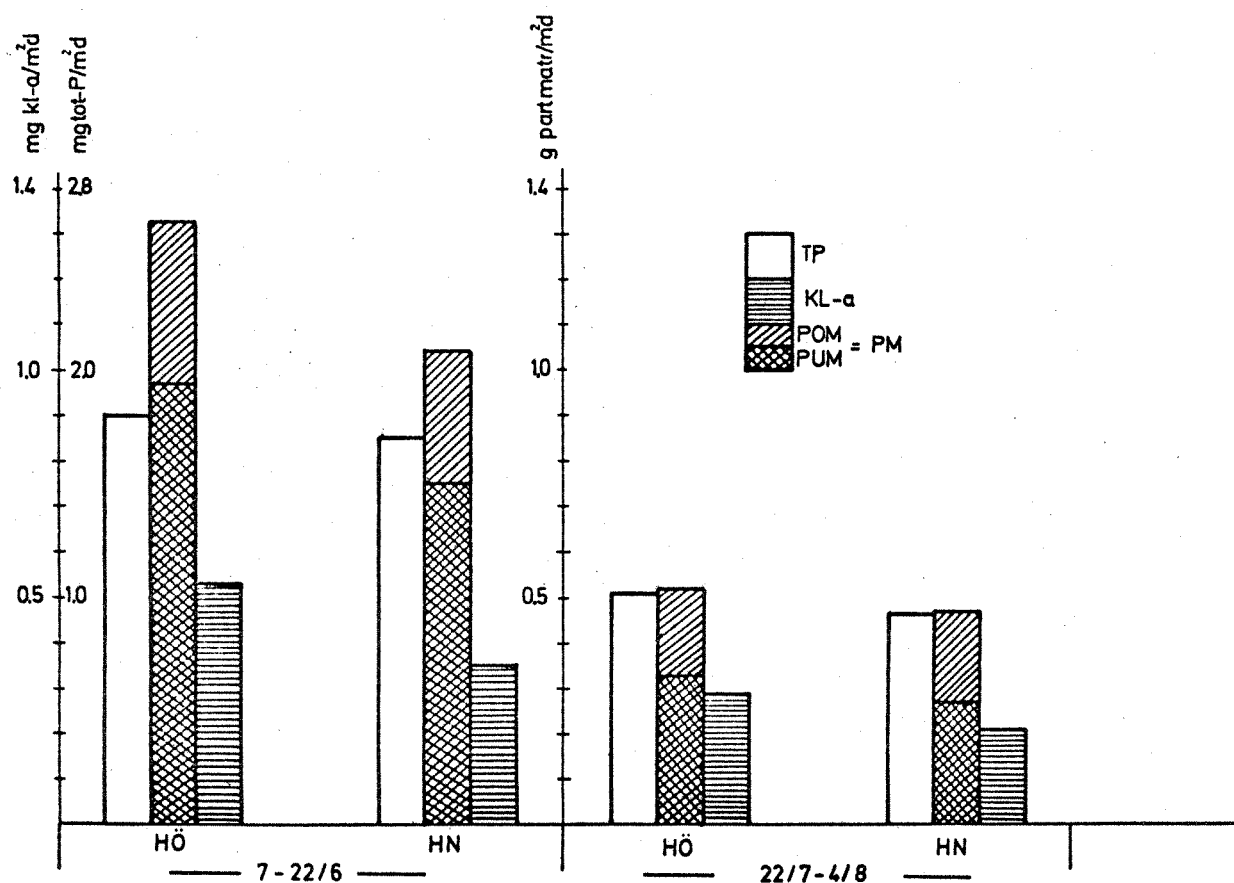


Figur 10. Middelkonsentrasjonen av partikulært materiale (PM) på tre stasjoner i Heddalsvatn og Norsjø. PUM - partikulært uorganisk materiale, POM - partikulært organisk materiale.

7. SEDIMENTASJON

Sedimentasjonen ble målt på tre stasjoner i hver innsjø. En del praktiske problemer oppsto etter hvert, og denne delen av undersøkelsen ble derfor avsluttet etter første sommersesong.

Sedimentasjonen vår og høst er størst i øvre ende av innsjøene, se figur 11. Midtsommers når materialtilførselen er mindre, er også forskjellen i sedimentasjon mellom øvre og nedre enden av innsjøen mindre.

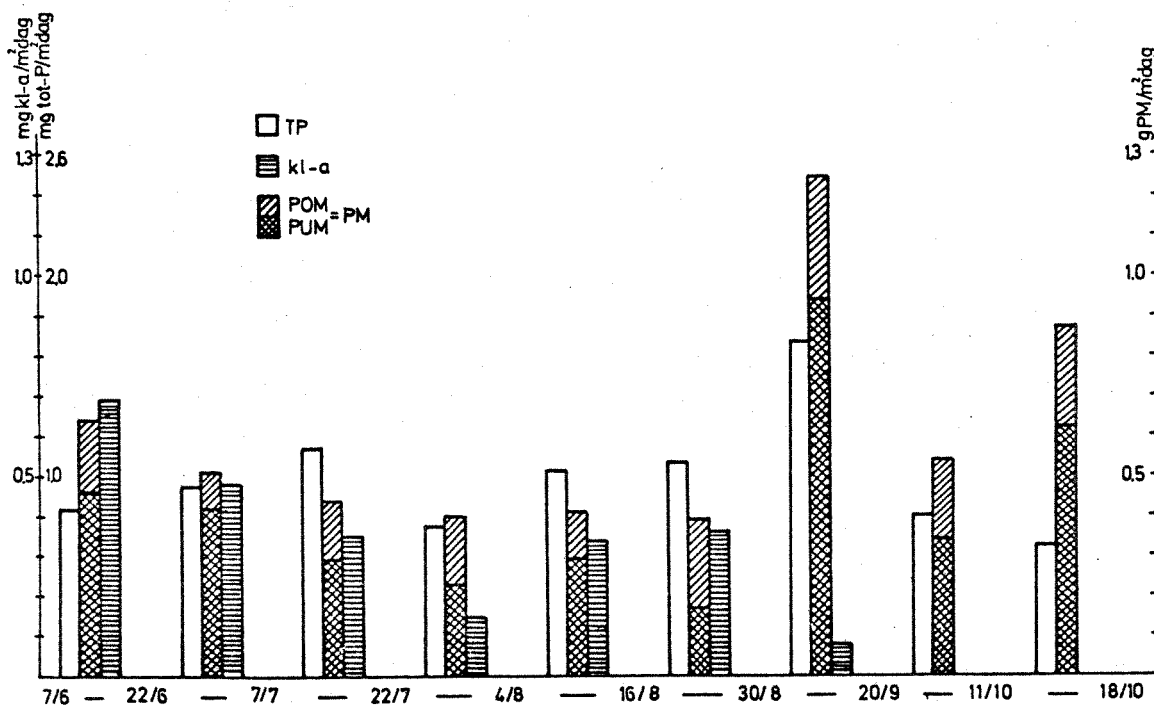


Figur 11. Sedimentasjonen på 2 stasjoner (20 m's dyp) i Heddalsvatn.
TP - total fosfor, kl-a total klorofyll a, PM - part. matr.

I figur 12 er sedimentasjonen over sommersesongen på en stasjon (nedre del) i Heddalsvatn fremstilt.

Sedimentasjonen av P og PM er størst vår og høst; dvs. på de tidspunkt da tilførselene er størst (foreløpige tilførselsanalyser).

Mønsteret for sedimentasjonen av klorofyll følger stort sett variasjonen i klorofyllkonsentrasjonen i vannmassene, dog noe faseforskjøvet i tid.



Figur 12. Sedimentasjonen på 1 stasjon i nedre enden av Heddalsvatn (20 m) over sommersesongen 1977, TP - total fosfor, kl a - total klorofyll a, PM - part. materiale.

8. TILFØRSELSANALYSER - FOSFORBUDSJETT

Som nevnt i innledningen er dette arbeidet bare halvferdig. Materialet som presenteres blir derfor mer å regne som en beskrivelse av de aktiviteter som er i gang enn som et ferdig produkt.

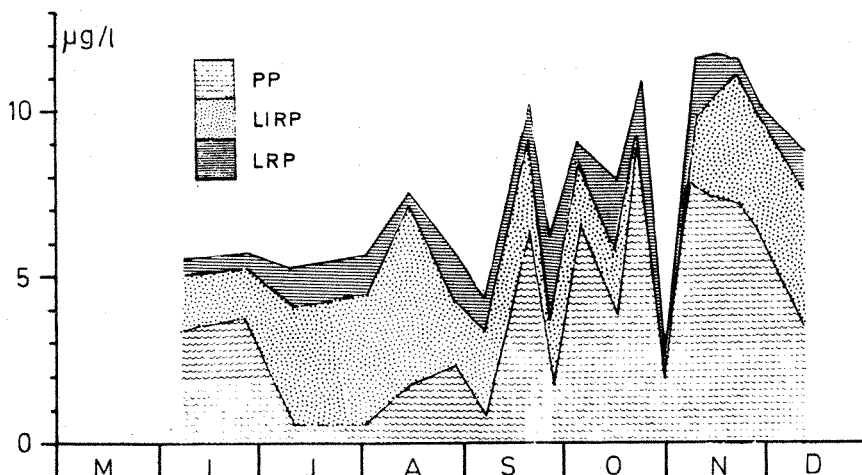
8.1 Fosforanalyser fra elvene

Konsentrasjoner fra innløps- og utløpselver er fremstilt i figur 13 a-i.

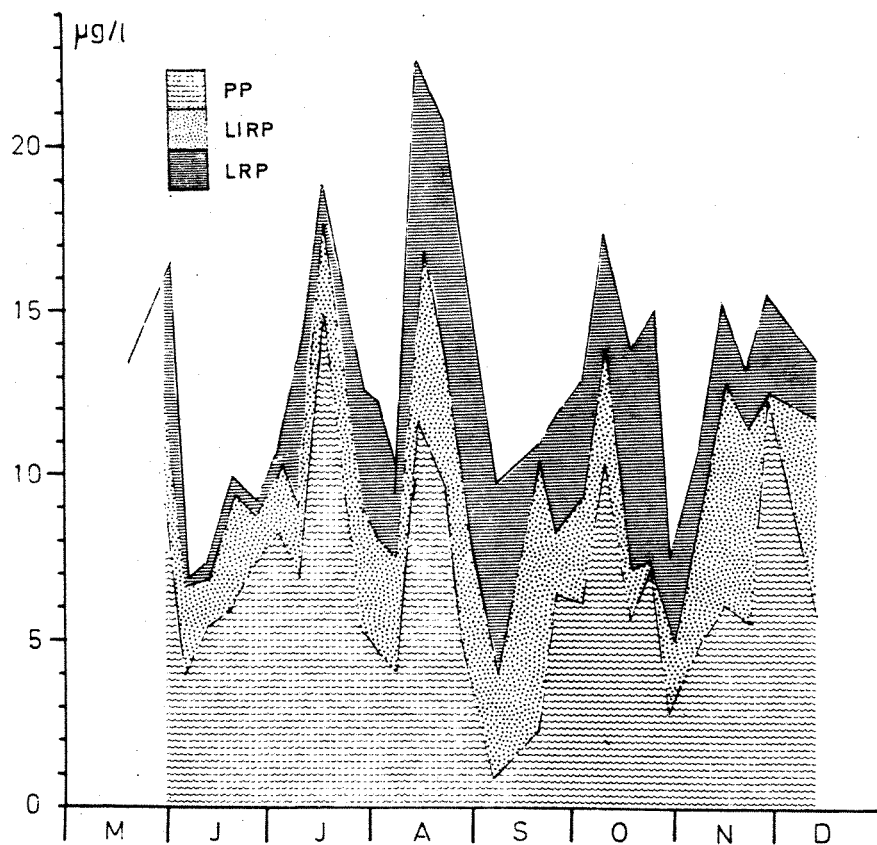
Både Heddalsvatn og Norsjø har lavere fosforkonsentrasjoner i utløpet enn i innløpene. Innsjøene virker som næringsfeller. Hvor mye fosfor som holdes tilbake pr. år kan først beregnes etter at undersøkelsen er ferdig.

I Tinnelva er det en markert økning av fosforkonsentrasjonen mellom utløpet av Kloumannsjøen og innløpet av Heddalsvatn. Denne økningen skyldes utslipp fra Notodden. Økningen er imidlertid større en antatt, og i denne forbindelse pågår en kartlegging av utslippene i dette området. Arbeidet utføres av en DH-kandidat engasjert av Plan og Utbyggingsavdelingen i fylket. Kandidaten vil også se på utslippene fra spredt bebyggelse og fra jordbruk.

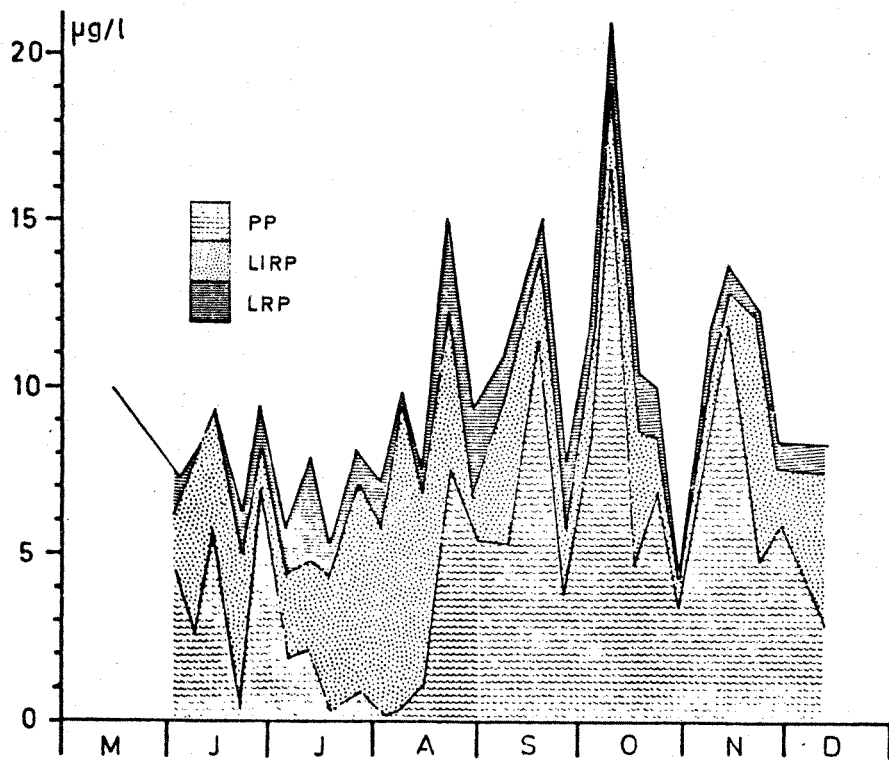
Figur 13:a-i. Konsentrasjonen av de forskjellige fosforfraksjonene i innløps- og utløpselvene til Heddalsvatn og Norsjø. TP - total fosfor, LIRP - løst ikke reaktivt fosfor, LRP - løst reaktivt fosfor, PP - part. fosfor.



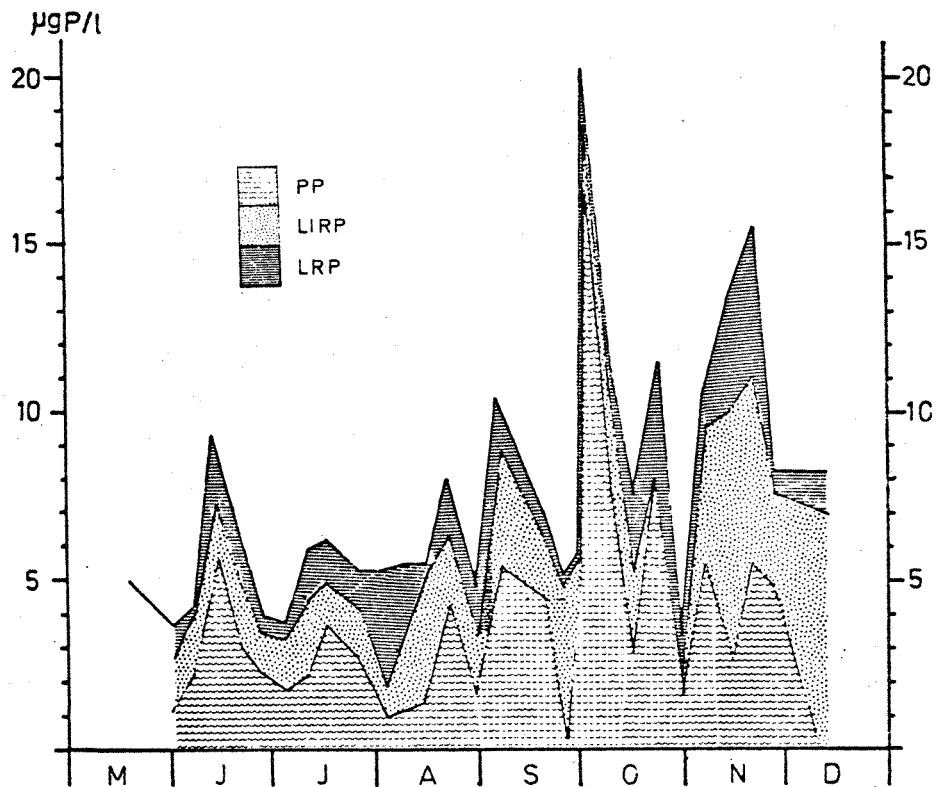
a. Tinnelva ved utløpet av Kloumannsjøen.



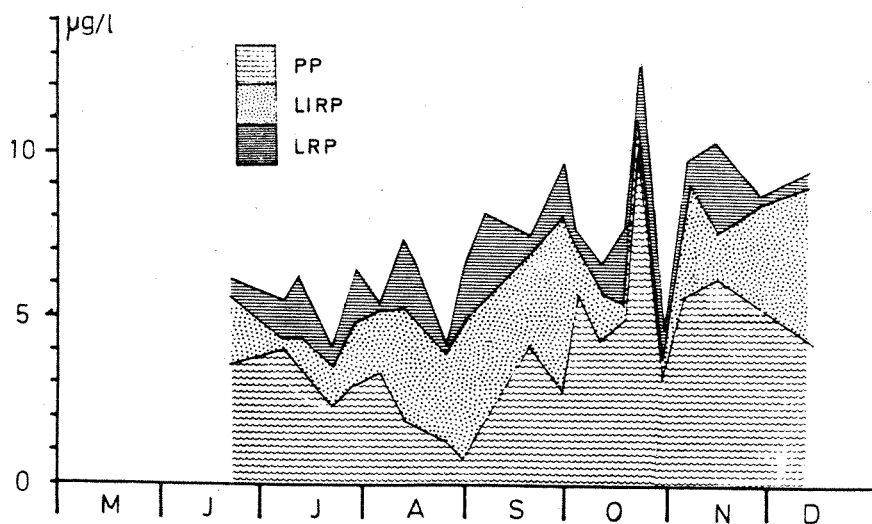
b. Tinnelva ved innløpet i Heddalsvatn.



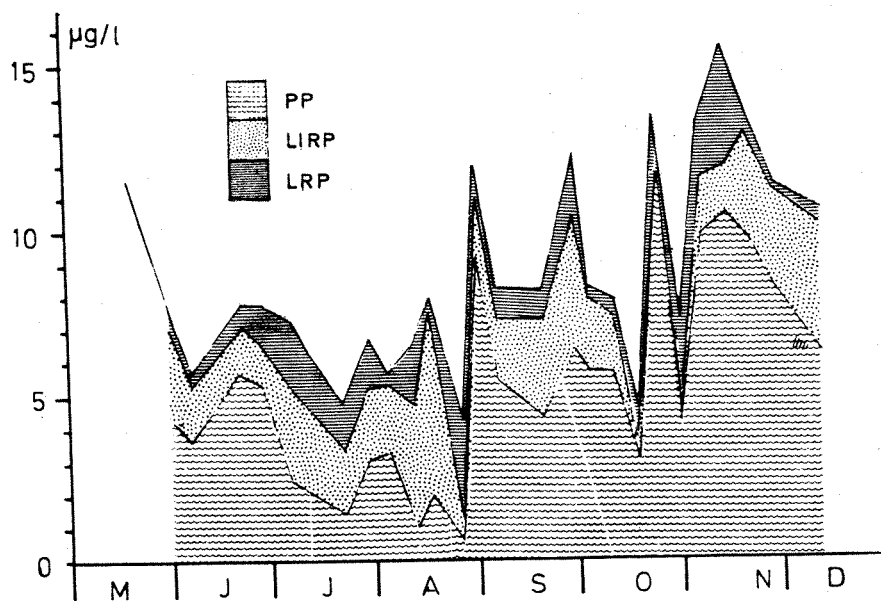
c. Heddøla ved flyplassen.



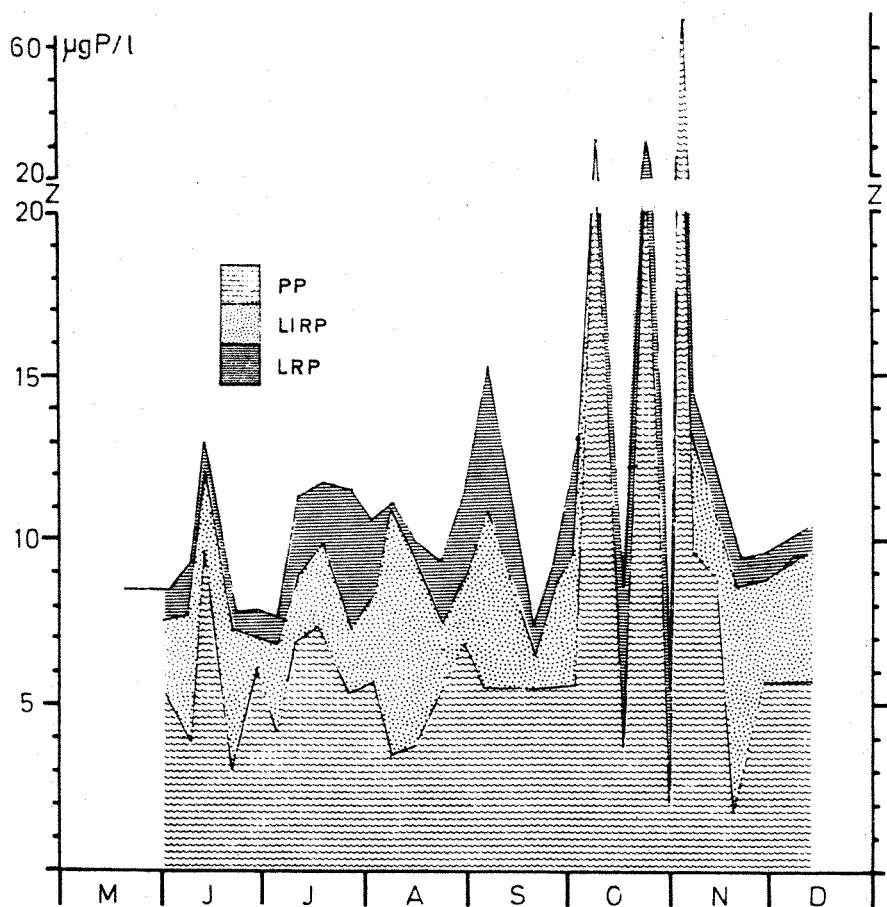
d. Hjukseelva.



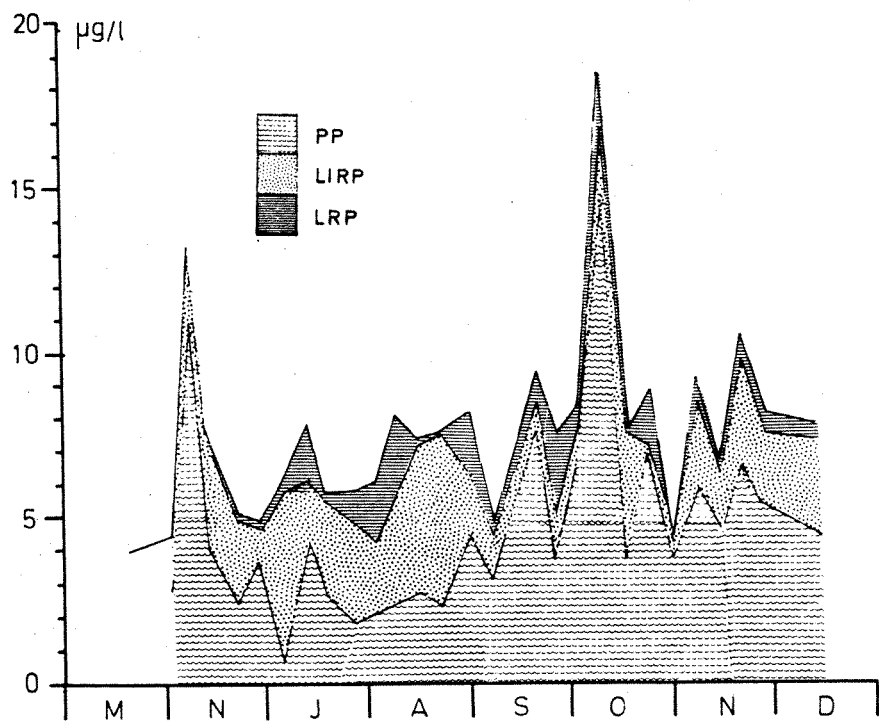
e. Sauerelva ved Nautesund bru.



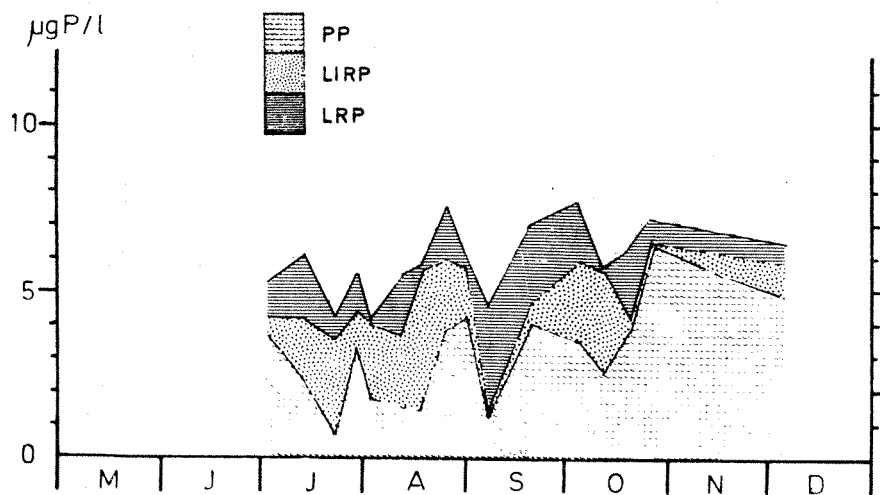
f. Sauerelva ved Akkerhaugen.



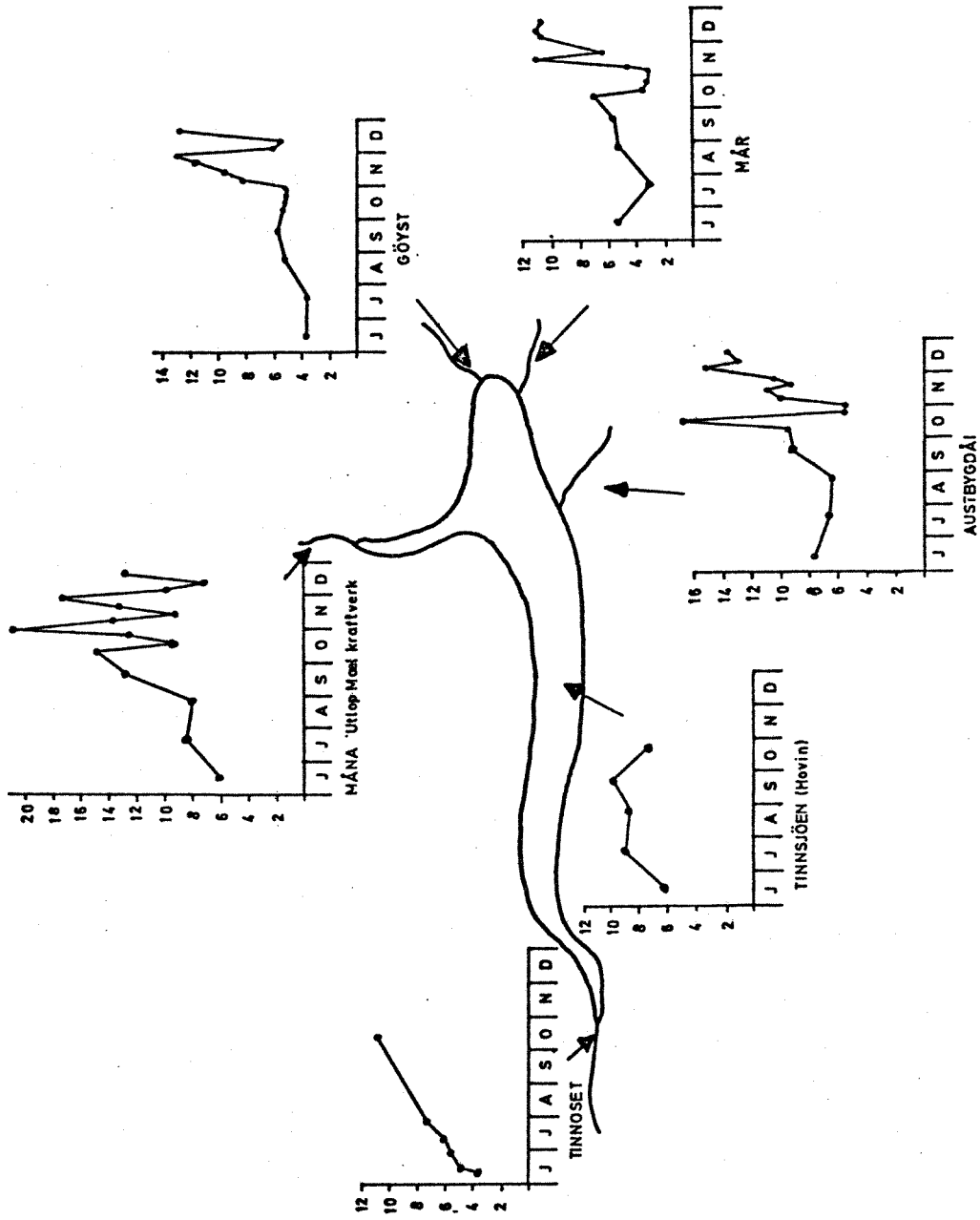
g. Bøelva ved Gvarv.



h. Eidselva ved Ulefoss.



i. Skienselva ved utløpet av Norsjø.



Figur 14. Total fosforkonsentrasjoner i Tinnsjøområdet.

Det som karakteriserer Tinnelva ved utløpet i Heddalsvatn er den store andelen av løst fosfor, og at konsentrasjonen er høy gjennom hele sesongen. For de andre mindre påvirkede elvene varierer fosforkonsentrasjonene stort sett i takt med vannføringen, slik at konsentrasjonen øker under flomperioder og avtar igjen ved minkende vannføring. De spredte konsentrasjonstoppene i Heddøla, Bøelva og Eidselva skyldes at disse drenerer områder bestående av marin leire som eroderer lett i flomperioder. En stor del av dette partikulære fosforet vil sedimentere relativt raskt og ikke i vesentlig grad komme algene til gode.

Fosfortilførselene til Tinnsjøen og Seljordsvatn blir også analysert, men med noe mindre hyppighet enn for Norsjø og Heddalsvatn. Materialet er ikke ferdigbehandlet enda, men noen analyser fra Tinnsjøområdet er vist i figur 14.

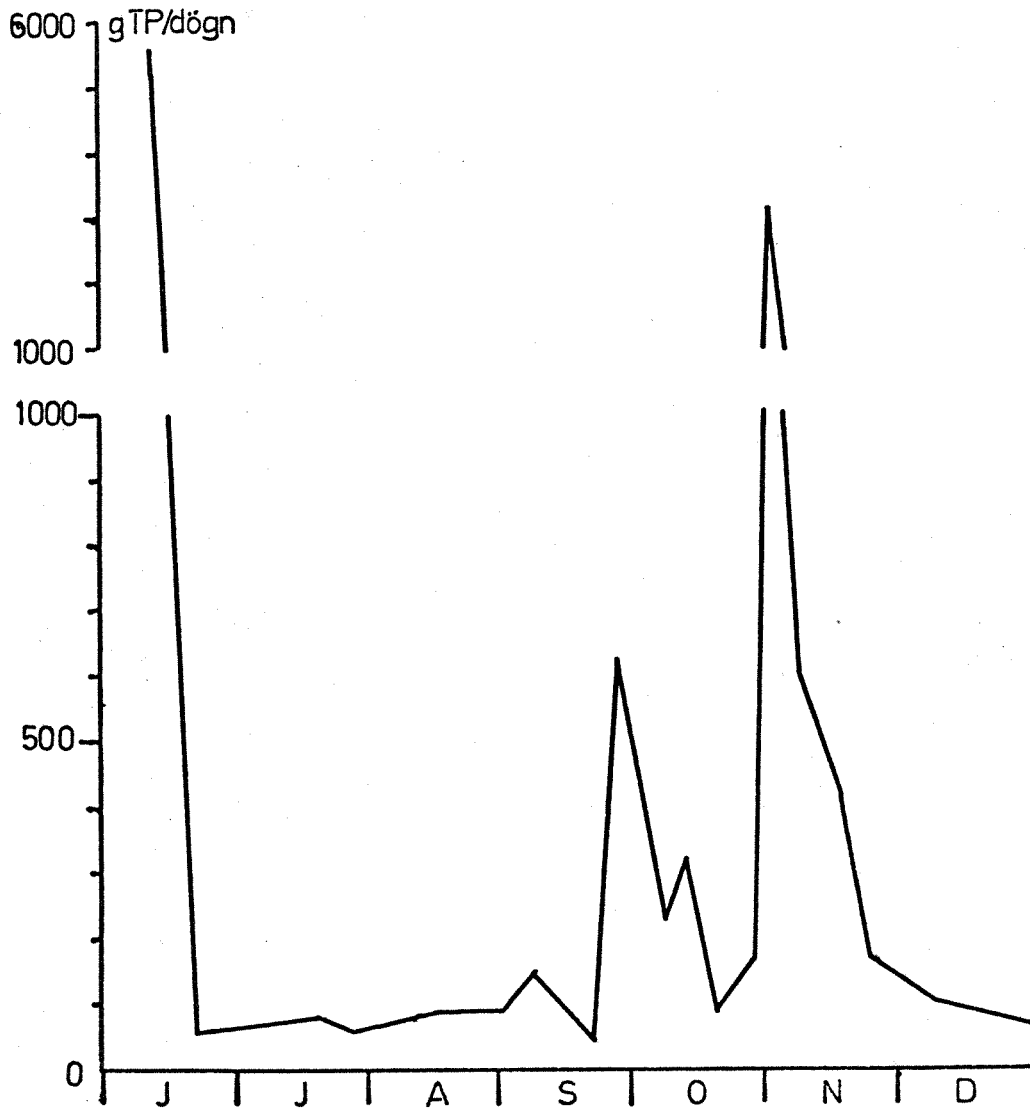
Den høyeste middelkonsentrasjonen finner en i Måna, noe som skyldes utslipp fra Rjukan. Austbygdåi har også noe høyere konsentrasjoner enn Mår og Gøyst.

Fosforkonsentrasjonen i Tinnsjøen er også relativt høy. Årsaken til at denne høye konsentrasjonen ikke gir seg utslag i en økning av planteplanktonmengden er at temperaturen er svært lav i sommermånedene som følge av smeltevann fra fjellet.

8.2 Tilførsel fra nærområdene rundt Heddalsvatn og Norsjø.

Det er svært vanskelig å måle tilførselen fra disse områdene direkte. Det er derfor valgt ut 20 delnedbørsfelter hvor fosforavrenningen blir målt. Underløkkesområdet ligger mellom Gvarv og utløpet av Seljordsvatn og omfatter jordbruks-, skogs-, myr- og høyfjellsområder. Resultatene vil bli brukt som beregningsgrunnlag for fosfortransporten fra nærområdene. Figur 15 viser fosfortransporten fra et av delnedbørsfeltene (jordbruksområde).

Transporten er størst i flomperiodene vår og høst, mens sommerstid er den relativt liten. De foreløpige resultater indikerer at avrenningen fra jordbruket er vesentlig større enn antatt ved tidligere norske beregninger (St.meld. nr. 71 1972-73).

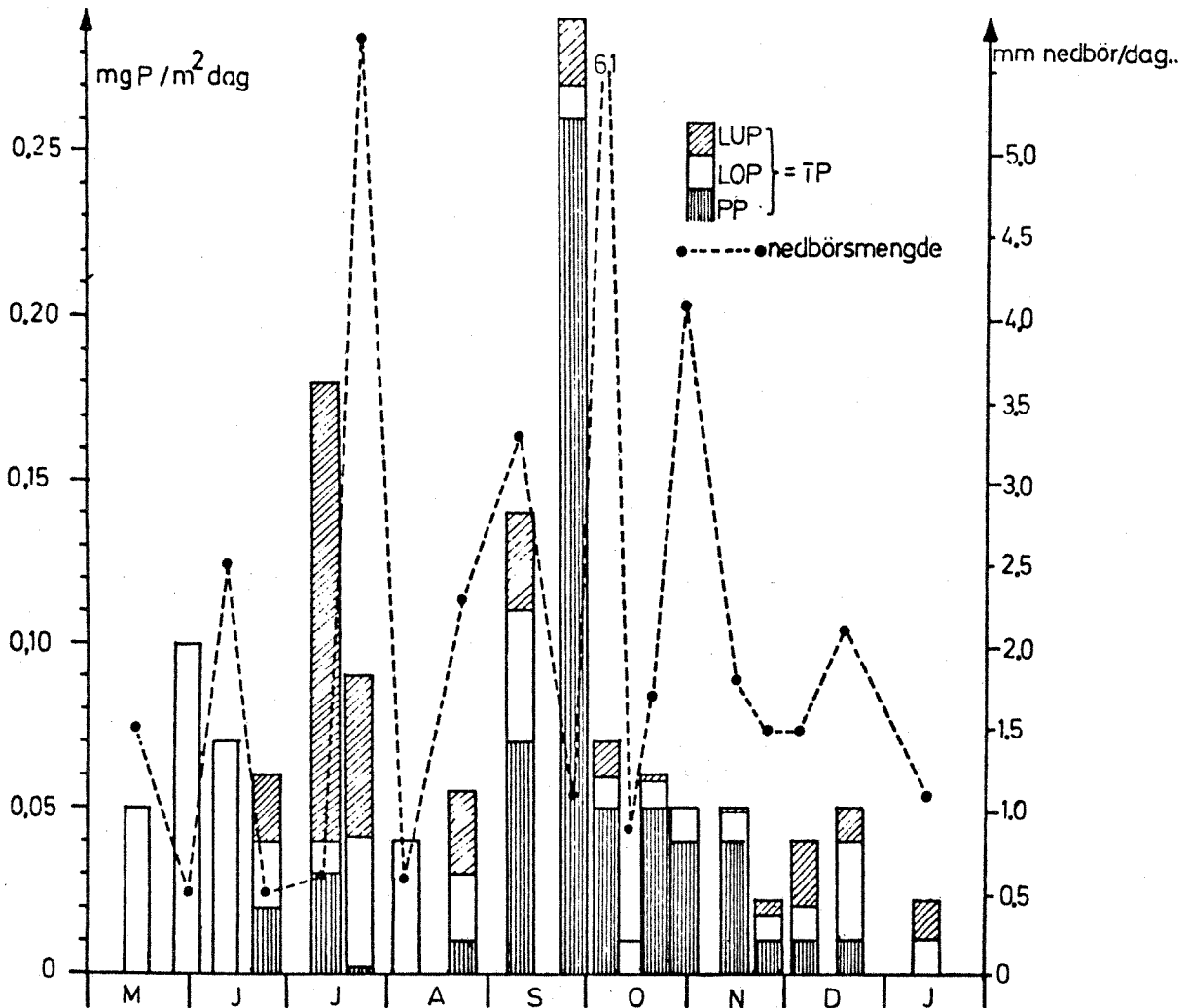


Figur 15. Fosfortransport i et av delnedbørfeltene (jordbruksområde).

8.3 Nedbør

For å kvantifisere atmosfærisk tilførsel av fosfor direkte på innsjøoverflaten er det satt opp et nett av nedbørfeller langs vassdraget. Figur 16 viser resultatene fra en stasjon ved Heddalsvatn.

Generelt ser det ut til å være relativt mye løst fosfor i nedbøren, som er lett tilgjengelig for algene. Nedbørens betydning for fosforbelastningen er tidligere undervurdert. Nyere litteratur, samt denne undersøkelsen viser at bidraget ikke er ubetydelig.



Figur 16. Nedbørsanalyser fra en stasjon ved Heddalsvatn. (Hjuksebø).
TP - total fosfor, LIRP - løst ikke reaktivt fosfor, LRP - løst reaktivt fosfor, PP - part. fosfor.

9. KONKLUDERENDE SAMMENDRAG

I Heddalsvatn og Norsjø synes det ikke å ha vært noen signifikante endringer når det gjelder planktonets produksjon og biomasse fra 1975-1977. Heddalsvatn har en betydelig produksjon av alger, og situasjonen må karakteriseres som betenkelig. Den store vanngjennomstrømningen, spesielt i produksjonssesongen, demper primærproduksjonen både i Heddalsvatn og Norsjø.

I Norsjø er produksjonen og biomassen av plankton mindre enn i Heddalsvatn. Prognoser om algevekst kan først gis med noenlunde sikkerhet etter at fosforbudsjettet er klart. Dette vil komme i sluttrapporten våren 1979.

Undersøkelsen viser at Sundkilen har en relativt stor mengde planktonalger og at utviklingen her bør holdes under oppsikt.

Utløpet av Sundkilen synes imidlertid ikke å ha noen nevneverdig innvirkning på vannkvaliteten i Kviteseidvatn.

Videre ser det ikke ut til at utslippene fra Høydalsmo har ført til en betenkelig algeproduksjon i Oftevatn.

Tinnsjøen har relativt høye konsentrasjoner av næringssalter, men algeproduksjonen dempes som følge av vindpåvirkning som bl.a. resulterer i lav vanntemperatur.

I Seljordvatn må tilstanden foreløpig kunne karakteriseres som tilfredsstillende.

Både Heddalsvatn og Norsjø har høyere fosforkonsentrasjoner i epilimnion enn i hypolimnion. Dette har sammenheng med at belastningen sommerstid fordeles i epilimnion. Økt belastning kombinert med redusert vannføring i tilførselvene i denne perioden vil ha særlig uheldig effekt.

Sedimentasjonsundersøkelsen viste at mye av det innkomne materiale synker til bunns i innsjøens innløpsende.

De midlertidige tilførselsanalyser viser at Tinnelya er den største tilførselen til Heddalsvatn. Det er en meget betydelig økning av fosforkonsentrasjonen på strekningen før-etter Notodden.

Bøelva og Heddøla har også høye fosforkonsentrasjoner i perioder. Den store andelen av partikulært fosfor tyder på at konsentrasjonstoppene skyldes erosjon av jordbruksområdene i Bødalen og Heddal.

Menneskelig aktivitet i nedbørfeltene til de andre tilløpselvene synes å bety lite for fosforkonsentrasjonen. Utløpselvene har betydelig lavere fosforkonsentrasjoner enn innløpselvene, hvilket indikerer at innsjøene virker som fosforfeller.

I Tinnsjøområdet har Måna og Austbygdåi størst fosforkonsentrasjoner av tilløpselvene. Forholdene i Austbygdåi vil bli behandlet i en egen rapport.

De foreløpige resultater fra undersøkelsen av fosfortilførsel via nedbør og avrenningen fra typeområdene viser at avrenning fra jordbruk og tilførsel via nedbør er større enn antatt. Fosforavrenningen fra skog, myr og høyfjellsområder er relativt liten.

Undersøkelsen vil fortsette som tidligere annonsert; dvs. tilførselsanalyser og annet feltarbeid i forbindelse med fosforbudsjettundersøkelsen vil foregå til ut september/begynnelsen av oktober. Det er mulig at det vanlige registreringsarbeidet i innsjøene (planktonstudier etc.) vil bli foretatt med noe mindre hyppighet enn før. Resultatene fra hele undersøkelsesperioden vil bli presentert i en sluttrapport som vil foreligge i løpet av våren 1979.