

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-77032

ENGERÅA - ENGEREN
RESIPIENTUNDERSØKELSE

1977 - 1978

23. april 1979

Saksbehandler : Hans Holtan
Medarbeidere : Gjertrud Holtan
Pål Brettum
Eli-Anne Lindstrøm

Instituttssjef : Kjell Baalsrud

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: 0-77032
Undernummer:
Løpnummer: 1116
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Engeråa - Engeren Resipientundersøkelse 1977-1978	Dato: 23. april 1979
	Prosjektnummer: 0-77032
Forfatter(e): Gjertrud Holtan Pål Brettum Eli-Anne Lindstrøm	Faggruppe: SEKVAS
	Geografisk område: Engerdal/Trysil
	Antall sider (inkl. bilag): 79

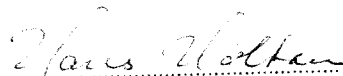
Oppdragsgiver: J. Sögaard Ingeniörsbyrå AB, Gävle Engerdal kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

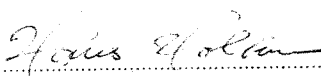
Ekstrakt:

Det er foretatt en enkel undersøkelse av Engerenvassdraget i 1977-1978. Vannkvaliteten var tydelig preget av forurensnings-tilførsler fra nedbørfeltet. Utvasking av gjødsel fra jordbruks-områder, særlig om våren, kan fremheves som en vesentlig kilde i denne sammenheng.

4 emneord, norske:
1. Engerenvassdraget
2. Resipientundersøkelse
3. Forurensningsutvikling
4. Fritidsbebyggelse

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


Prosjektleders sign.:


Seksjonsleders sign.:


Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0159-9

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	7
2. GENERELL BESKRIVELSE AV VASSDRAGET, AREALFORDELING OG AKTIVITETER I NEDBØRFELTET	8
2.1 Vassdraget	8
2.2 Arealfordeling og aktiviteter i nedbørfeltet	8
Tilførsler fra befolkning	10
Tilførsler fra fritidshus og turisme	12
Deponier for fast avfall	14
Tilførsler fra industri	14
Tilførsler fra landområder	15
Gardsdrift og husdyrhold	16
Tilførsler via nedbør	17
Nåværende forurensningsbelastning	17
3. NATURLANDSKAPET	19
3.1 Geologi og løsmasser	19
3.2 Geomorfologi	19
3.3 Klima	20
Nedbør	20
Temperatur	23
Vind	25
3.4 Hydrologi	25
Materialtransport	31
3.5 Morfometri	35
4. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE	37
4.1 Resultater og kommentarer	39
4.1.1 Fysisk-kjemiske forhold	39
Siktedyp og innsjøens farge	39
Temperatur	40
Oksygen	41
Surhetsgrad og konduktivitet	44
Farge, turbiditet og organisk materiale	44

INNHALDSFORTEGNELSE (forts.)

	Side
Jern og mangan	46
Silisium	46
Hovedkomponentene (kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat og bikarbonat)	48
Plantenæringsstoffer (fosfor- og nitrogenforb.)	48
Tørrstoff, gløderest, glødetap	52
4.1.2 Biologiske forhold	53
Total klorofyll <u>a</u>	53
Planteplanktonet i Engeren i 1977	55
Begroing i vassdraget	57
Dyreplankton	61
4.1.3 Bakteriologiske forhold	66
5. SAMMENFATTENDE DISKUSJON	68
6. KONKLUSJON	70
7. REFERANSER	71

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Arealfordeling i nedbørfeltet	8
2. Beregnede tilførsler fra befolkning til vassdraget	11
3. Beregnede tilførsler fra landområder (jordbruk, skog etc.)	15
4. Beregnede tilførsler til Engeren i tonn pr. år og prosentvis fordeling	18
5. Største nedbørhøyder i hele mm på ett døgn (kl. 0800-0800) for årets tolv måneder	20
6. Nedbørnormaler 1931-60 i hele mm	21
7. Månedsnedbør i hele mm (januar 1977-mai 1978)	21
8. Normaltemperatur for Engerdal II og Drevsjø	23
9. Engeren, Hydrologiske data	25
10. Materialtransport (næringssalter) i kg pr. år og kg pr. km ² pr. år (mai 1977-april 1978)	31
11. Morfometriske data	35
12. Enheter og analysemetoder for kjemiske analyser	38
13. Engeren. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra observasjonsdagene 15.4.1972 og 21.5. - 23.10.1977	42
14. Engeren, stasjon 4, Klorofyll <u>a</u> , µg chl _a /l	53
15. Begroing i Engeråa og Engeren. Samlet 18. september 1977	60
16. Koliforme bakterier og kimtall i Engeråa og Engeren	67
17. Engeråa - Engeren. Fysisk-kjemiske analyseresultater mai 1977 - mai 1978	72-75
18. Engeren. Middelerverdier, milliekvivalenter og ekvivalentprosent for hovedkomponentene	76
19. Engeråa, stasjonene 1, 2, 3, 5. Røa, stasjon 6. Middelerverdier, milliekvivalenter og ekvivalentprosent for hovedkomponentene	77
20. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Engeren, stasjon 4, 1977	78
21. Kvalitativ forekomst av dyreplankton i Engeren på prøvetakingsdagene 19. juni - 23. oktober 1977	79

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Engeren. Nedbørfelt med prøvetakingsstasjoner	9
2. Bosetting i nedbørfeltet til Engeren	11
3. Fritidshus og overnattingsmuligheter for turister i nedbørfeltet til Engeren	13
4. Heggeriset, Drevsjø, Gløtvola. Nedbør i hele mm	22
5. Engerdal II og Drevsjø. Temperatur i °C	24
6. Vannstandsvariasjon i Engeren fra 1. januar 1977 til 31. mai 1978	26
7. Utløp Engeren. Karakteristiske månedsvannføringer (1921-1950)	27
8. Vannføring i m ³ /s v/utløpet av Engeren 1.1.1977 - 31.10.1978	28
9. Utløp Engeren. Oppstrøms Engeren. Vannføring i m ³ /s (7-døgnsmidler) fra 1.5.1977 - 5.5.1978	29
10. Utløp Engeren. Oppstrøms Engeren. Avløp pr. måned i mill.m ³	30
11. Engeråa 1977-1978. Totalnitrogen og nitrat. Transportverdier i kg pr. måned	33
12. Engeråa 1977-1978. Totalfosfor og ortofosfat. Transportverdier i kg pr. måned	34
13. Dybdekart over Engersjøen	36
14. Engeråa - Engeren. Temperatur, °C, og pH på observasjonsdagene 21. mai 1977 - 18. mai 1978	43
15. Engeråa - Engeren. Konduktivitet, µs/cm v/20 °C og Farge, mg Pt/l på observasjonsdagene 21. mai 1977-18. mai 1978	45
16. Engeråa - Engeren. Silisium, mg SiO ₂ /l, Kaliumpermanganat, mg O/l og Turbiditet, FTU på observasjonsdagene 21. mai 1977-18. mai 1978	47
17. Engeråa - Engeren. Prosent ionesammensetning	49
18. Engeråa - Engeren. Totalnitrogen og nitrat i µg N/l på observasjonsdagene 21. mai 1977 - 18. mai 1978	50
19. Engeråa - Engeren. Totalfosfor og ortofosfat i µg P/l på observasjonsdagene 21. mai 1977 - 18. mai 1978	51

FIGURFORTEGNELSE (forts.)

	Side
20. Engeren, stasjon 4. Siktedyp i meter, klorofyll <u>a</u> ($\mu\text{g chl}_a/1$) og tørrstoff/organisk materiale (mg/l) på prøve- takingsdagene i perioden 22. mai - 23. oktober 1977	54
21. Variasjoner i totalvolum av planteplankton og prosentvis sammensetning av de viktigste algegruppene i Engeren 1977	56
22. Planktonkrepsdyr i Engeren. Prosentvis fordeling i prøvene 19. juni - 23. oktober 1977	62

1. INNLEDNING

I brev av 25. mars 1977 fra J. Sjøgaard Ingeniørbyrå AB, Gävle, ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) bedt om å foreta en resipientundersøkelse av Engeråa og Engeren.

Bakgrunnen for undersøkelsen var å skaffe til veie grunnlagsdata for å kunne vurdere forurensningsvirkningen i forbindelse med avløpsforhold for det planlagte hyttefeltet Engerdal Østfjell nær Engerdal sentrum. Senere fattet også Engerdal kommune interesse for undersøkelsen, og i brev av 20. juli 1977 sa de seg villige til å dekke 2/5 av omkostningene.

Program for undersøkelsen ble utarbeidet av Hans Holtan som satte arbeidet i gang ved befaring av vassdraget og innsamling av prøver den 21. mai 1977. Feltarbeidet i vekstperioden (mai-oktober) 1977 ble utført av han sammen med Gjertrud Holtan. Fra november 1977 til mai 1978 hadde Engerdal kommune, ved operatør Per Solheim, ansvaret for innsamling av vannprøver fra Engeråa.

Den 1. november 1977 ble det levert et foreløpig notat (0-32/77. H. Holtan) om forholdene i vassdraget.

De kjemiske, biologiske og bakteriologiske analyser er foretatt ved NIVAs laboratorier. Pål Brettum og Eli-Anne Lindstrøm har hatt ansvaret for bearbeiding av henholdsvis planteplankton- og begroingsmaterialet og behandlet dette i rapporten. Dyreplanktonmaterialet er bearbeidet av G. Holtan under veiledning av Gerd Justås og Gösta Kjellberg, NIVA, Hamar. G. Holtan har bearbeidet de fysisk-kjemiske data og har i vesentlig grad utarbeidet rapporten. Hans Holtan har vært ansvarlig saksbehandler ved NIVA.

2. GENERELL BESKRIVELSE AV VASSDRAGET, AREALFORDELING OG AKTIVITETER I NEDBØRFELTET

2.1 Vassdraget

Engeråa - Engeren hører til Trysilvassdraget som fortsetter som Klaraelv inn i Sverige. Vassdraget ligger i Engerdal og Trysil kommuner i Hedmark fylke. Nedbørfeltet til Engeren og stasjonsplassering i forbindelse med undersøkelsen er vist i figur 1.

Engeråa har sitt utspring i området vest for Gløtvola, og drenerer den ca. 40 km lange Engerdalen med høye og bratte, skogklede sider. Engerdal er en typisk fjellbygd med basis i primærnæringene jord- og skogbruk. Det er hovedsakelig spredt bosetning i nedbørfeltet til Engeren. Tettstedet Engerdal er administrasjonssenter for Engerdal kommune.

Engeråa har flere tilløp, hvorav Blakka er det største. Av andre kan nevnes Leråa, Kandsbekken og Messelta. Engeråa danner Lille Engeren, ca. 535 m o.h. (0,5 km² overflate) og den ca. 18 km lange, 1 km brede fjordsjøen Engeren, ca. 468 m o.h. (12,0 km² overflate), som er det laveste punktet i Engerdal kommune. Ved Engerneset i Trysil opptar Trysilelva Engeråa.

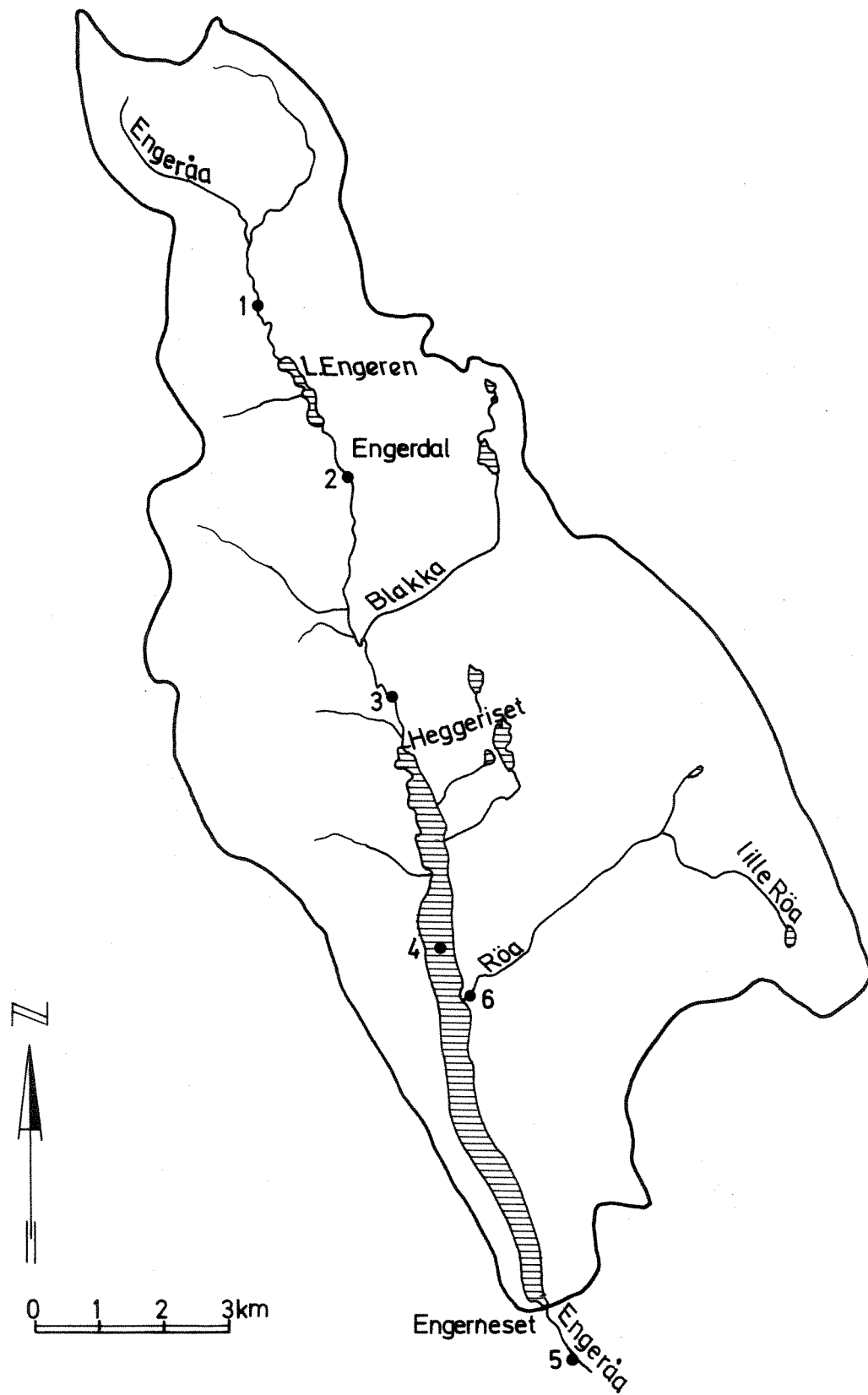
2.2 Arealfordeling og aktiviteter i nedbørfeltet

Data angående befolkning og arealbruk (tabell 1) er hentet fra statistiske årbøker, Generalplan for Engerdal kommune (1975), bosettingskart (NGO, 1974), kartverket "Produksjonsgrunnlaget for landbruket (NGO, 1969)", kommuneingeniøren i Engerdal og Ingeniørkontoret i Trysil kommune.

Tabell 1. Arealfordeling i nedbørfeltet.

Nedbørfelt, totalt	394 km ²	
Lite prod. område (snaufjell, myr etc.)	293 "	74,4 %
Skogareal	82 "	20,8 "
Jordbruksareal	5 "	1,2 "
Sjøareal	14 "	3,6 "
Folketall	700 pers.	

Fig. 1. ENGEREN
Nedbørfelt - prøvetakingsstasjoner



Tilførsler fra befolkning

Her i landet regner man med en fosforproduksjon på 2,5 g fosfor pr. person og døgn, hvorav minst 25 % stammer fra fosfor i vaskemidler. For organisk stoff målt som BOF_7 og totalnitrogen bruker en vanligvis henholdsvis 75 g O og 12 g N pr. person og døgn.

For spredt bosetting varierer tilførselsbidraget sterkt fra husstand til husstand avhengig av hvordan det enkelte hus har ordnet sitt avløpsforhold. Det er derfor vanskelig å fastslå en generell faktor for bidraget fra slik bebyggelse. Imidlertid tyder data og informasjoner fra "Mjøssaksjonen" på at noe over 50 % av tilførselsbidraget fra spredt bosetting blir transportert til vassdraget (NIVA, 0-92/78).

Befolkningsfordelingen går frem av figur 2 og er konsentrert til Engerdal sentrum, 325 personer, og spredt langs vassdraget, ca. 375 personer. Engerdal kommune har et simultanfellingsrenseanlegg med utslipp ved Nybrua i Engeråa. Anlegget er dimensjonert for en belastning av 300 personekvivalenter, mens bare ca. 200 p.e. er tilknyttet foreløpig. For slike anlegg anvender SFT generelt en renseseffekt på 80 % for fosfor, 10 % for nitrogen og 90 % for BOF_7 , under forutsetning av at anlegget virker tilfredsstillende.

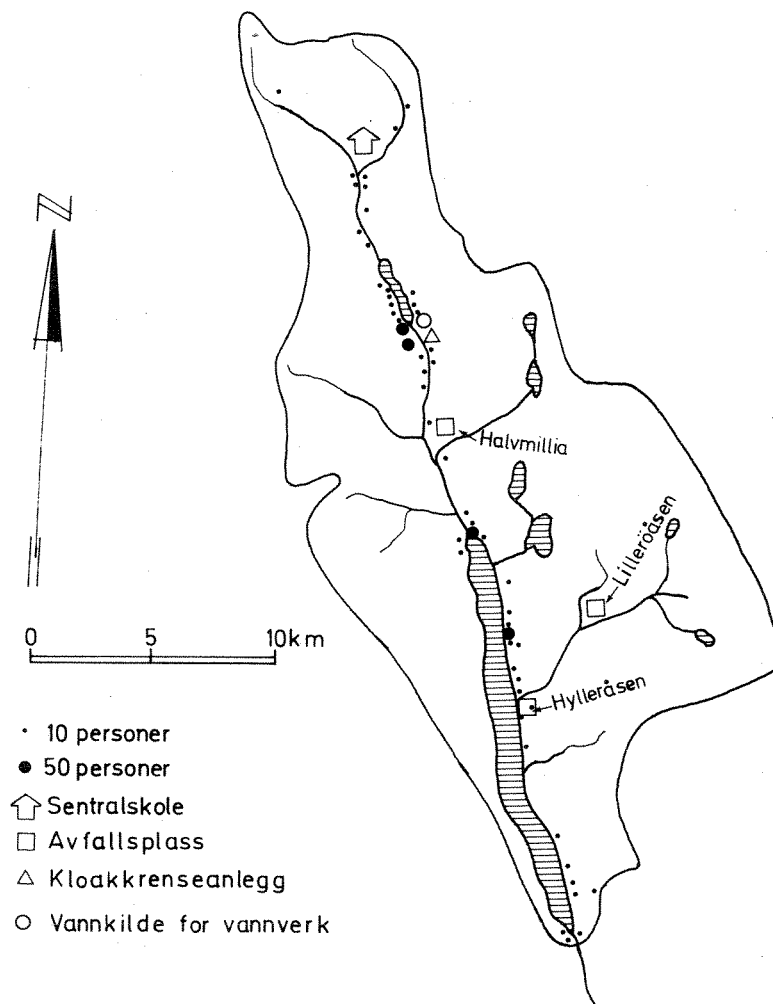
Ved en driftsundersøkelse av renseanlegget 14. september 1976 (0-52/75, NIVA, PRA. 2.10) fungerte dette noenlunde tilfredsstillende. Det ble imidlertid bemerket at anlegget mottok altfor store vannmengder i nedbørperioder, og konkludert med viktigheten av å utbedre lekkasjer på ledningsnettet for å oppnå en bra drift av renseanlegget.

Ut fra ovenstående skulle det være rimelig å regne med følgende belastning til vassdraget fra befolkningen.

Tabell 2. Beregnete tilførsler fra befolkning til vassdraget.

Antall personer	BOF ₇ kg O/år	Tot P kg/år	Tot N kg/år
Tilknyttet renseanlegg (200 p.e.)	547,5	36,5	788,4
Infiltrasjon etc. (500 p.e.)	6.844,-	228,-	1.095,-
Sum i tonn/år	7,392	0,265	1,883

Fig. 2. Bosetting i nedbørfeltet til Engeren etter Folketelling 1970 (Bosettingskart NGO 1974).



Tilførsler fra fritidshus og turisme

I henhold til Generalplan for Engerdal kommune ble det i januar 1974 foretatt en registrering av hytter i Engerdal. Det fantes da ca. 450 hytter i kommunen, derav ca. 180 i nedbørfeltet til Engeren (figur 3). Mange av hyttene ligger svært spredt, men til sammen er ca. 150 samlet i større og mindre konsentrasjoner (hyttefelt). I tillegg til de hyttene som ble registrert i 1974 kommer nå foruten noen spredte enkelthytter, et felt på 23 hytter som er under utbygging ved Hyllsjøen. I Trysil er det ved siden av en del enkelthytter (spredt hyttebebyggelse), et mindre hyttefelt ved Eidet. Totalt finnes altså nå ca. 230 hytter i Engerens nedbørfelt.

Av overnattingsmuligheter for turister i området er det et Sportell og et pensjonat i Engerdal tettsted. I tilknytning til Sportellet er det 6 utleiehytter. I tillegg finnes det 1 utleiehytte i Heggeriset og 5 slike hytter i Hylleråsen.

Foruten planer om å bygge flere utleiehytter i Engerdal, er det planer for anlegg av campingplasser med hytter i Heggeriset og i Hylleråsen, men ingen av disse planer er foreløpig realisert.

De fleste hyttene har biologiske klosetter/klosetter uten avløp eller utedoer, kun et fåtall har innlagt vannklosett. Det er derfor ikke forsøkt å beregne hva eventuell forurensningstilførsel i forbindelse med fritidshus kan utgjøre.

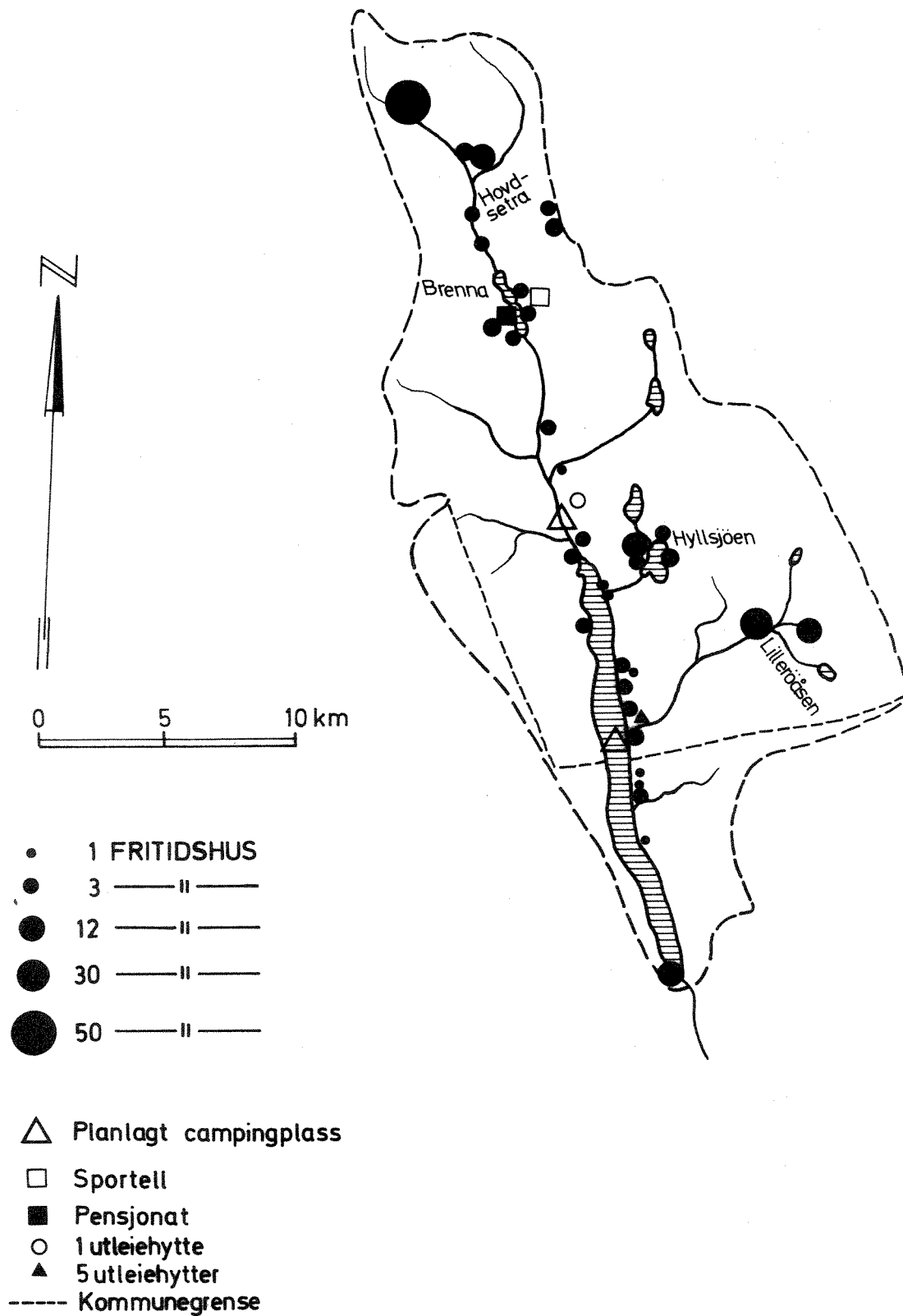
De 6 utleiehyttene (Heggeriset og Hylleråsen) har biologiske klosetter. Det er følgelig heller ikke beregnet eventuell tilførsel fra disse.

Sportellet og pensjonatet i Engerdal er begge tilknyttet renseanlegget. Til sammen hadde disse stedene ca. 6000 overnattingsgjester i 1978.

Ut fra dette tallet er det beregnet tilførsel (1978) til vassdraget:

Antall personer	BOF ₇ kg O/år	Tot P kg/år	Tot N kg/år
6000	45	3	65

Fig. 3. Fritidshus og overnattingsmuligheter for turister i nedbørfeltet til Engeren (Engerdal kommune. Generalplan 1974).



Deponier for fast avfall

Det er ikke innført tvungen renovasjon for tettstedet Engerdal, men problemet med hensyn til avfall fra fast bosetting er delvis under kontroll, da det er kommunale søppel- og septikslamplasser i de større grendene. 3 av disse ligger i nedbørfeltet til Engeren; Lillerøåsen, Hylleråsen og Halvmillia.

For 4 av hyttefeltene er det innført ordnet renovasjon; Volbrenna, Lillerøåsen Hovdseter- og Hyllsjøområdet.

På de 3 avfallsplassene deponeres det slam fra septiktank og renseanlegg, og søppel (vesentlig husholdningsavfall) fra til sammen ca. 600 personer årlig. Sigevannet går fritt ut i grunnen som består av sand- og grusforekomster.

Sigevann fra avfallsdeponier inneholder som regel store mengder organisk stoff, nitrogen (NH_3) og jern. Eventuelle tilførsler fra deponiene er ikke kvantifisert nærmere.

Tilførsler fra industri

I tillegg til Eggen-Ski A/S med ca. 25 ansatte finnes det i nedbørfeltet til Engeren 8 mindre bedrifter med til sammen ca. 17 ansatte og to bensinstasjoner. Ingen av disse er typisk forurensende bedrifter. Det er derfor ikke gått nærmere inn på å kvantifisere tilførselen fra disse aktivitetene. I Generalplanen for Engerdal kommune fremmes bl.a. forslag om å sette av et større felt til industriformål ved Engerdalssetra. Det er da avhengig av type industri, om eller i hvor stor grad dette vil føre til forurensning av vassdraget. Det er i alle tilfeller gunstig for innsjøen at fremtidig industrilokalisering skjer langt fra Engeren og høyt oppe langs vassdraget. Det ville også av hensyn til fremtidige rens tiltak etc. være en fordel å samle mest mulig av industrien på et sted.

Tilførsler fra landområder (jordbruksareal, skog og lite produktivt område)

Avløpstallene som er satt opp i oversikten nedenfor er brukt for å beregne tilførslene fra jordbruk, skog og lite produktivt område.

Tilførsler	Spesifikke avløpstall, kg/km ² /år	
	Totalfosfor	Totalnitrogen
Fra jordbruk	70	1000
" skog	6,5	220
" lite produktivt område	6	120

For nitrogen er beregningstallene hentet fra St.melding nr. 71 for 1972-73, for fosfor fra NIVA (1978, 0-92/78).

Tilførselen fra disse områder varierer betydelig fra landsdel til landsdel og innenfor de forskjellige nedbørfeltene, avhengig av naturgitte forhold på stedet, driftsmåte, gjødlingsrutiner, avstand til resipienten etc. Det er derfor en forenkling å bruke samme beregningstall for hele nedbørfeltet. Resultatene angitt i tabellen nedenfor skulle likevel gi en antydning om tilførslenes størrelsesforhold og fordeling.

Tabell 3. Beregnete tilførsler fra landområder (jordbruk, skog etc.).

Jordbruksareal x)		s k o g		Lite prod.omr.		Sum landarealer	
Tot N kg/år	Tot P kg/år	Tot N kg/år	Tot P kg/år	Tot N kg/år	Tot P kg/år	Tot N t/år	Tot P t/år
5000	350	18040	533	35160	1758	58,2	2,641

x) Det foregår nydyrking i området. Tallet for jordbruksareal kan derfor være noe for lavt.

Gardsdrift og husdyrhold

Opplysninger om antall husdyr og nedlagt silofôr bygger på jordbrukstellinga i 1969 og Generalplan for Engerdal kommune, 1975.

Husdyr m.v. i nedbørfeltet (1969)

Antall storfe	Antall småfe	Antall fjørfe	Antall griser	Mengde nedlagt silo, tonn
500	2300	115	70	1020

Driftsopplegg for jordbruket i nedbørfeltet er husdyrhold (melkeproduksjon ku/geit og kjøttproduksjon). Antall husdyr gikk tilbake i perioden 1959 - 1969, men antas å ha stabilisert seg eller steget noe (både i Engerdal og Trysil) som følge av nydyrking. Tallene kan derfor sies å være representative for dagens forhold.

I 1969 var det i området 61 bruk med siloanlegg, men ingen av brukene hadde halmlutingsanlegg. Avrenning fra siloanlegg kunne tidligere være en betydelig forurensningskilde. SFT/MD har imidlertid pr. 1. juni 1976 innført forskrifter som forbyr disponering av silopressaft på en slik måte at det kan være fare for forurensning. Dersom forskriftene praktiseres skal det derfor teoretisk ikke føres utslipp fra silo til vassdrag.

Forurensningstilførsler i forbindelse med husdyrhold går inn i faktorene for beregning av tilførsel fra landområder (jordbruk). Vi har imidlertid i avsnitt 3.4, side 31, Materialtransport, forsøkt å kvantifisere betydningen av direkte utslipp av gjødsel fra nærområder.

En del av jordene ligger langs vassdraget. Da jorda, som nevnt, er næringsfattig, er det nødvendig at den blir rikelig gjødslet og kalket. Det er da avhengig av gjødslingsrutiner, om eller i hvor stor grad dette fører til forurensning av vannet. Utkjøring av gjødsel på frossen mark har betydning på grunn av overflateavrenning. Videre skjer det utvasking av gjødselstoffer på grunn av oversvømmelsessituasjoner (vårflom). I tillegg til dette kommer sig fra utette gjødselkjellere o.l. Det anbefales derfor

at restriksjoner på gjødslingsrutiner overveies innført i den grad det er fare for denne type utvasking. For eksempel må gjødsling unngås før vårfloppen er over. Dette vil bli nærmere diskutert i avsnittet om materialtransport.

Imidlertid beror tilførselen ikke bare på forbruk av gjødselstoffer, men i høy grad også på tilførsel av erosjonsprodukter fra jordbruksområder. Særlig er dette tilfelle om våren i forbindelse med snøsmelting og nedbør med derpå følgende flomvannførings situasjoner.

Tilførsler via nedbør (fosfor og nitrogen)

Nedbørens og tørravsetningenes (atmosfærens) bidrag med hensyn til belastning av en vannforekomst er ikke bare avhengig av atmosfærens innhold av de forskjellige stoffer, men også av vannoverflatens størrelse i forhold til nedbørfeltet. De stoffer som faller ned på landarealer vil inngå i kjemiske og biologiske prosesser i planter og jordsmonn, eller føres direkte ut i resipienten med overflatevann eller sigevann. I avløpstallene for landarealer er tilførsler fra nedbør inkludert. Her er bare tilførslene til fri vannflate (Engeren) beregnet.

Beregningstallet for fosfor ($14 \text{ kg/km}^2/\text{år}$) er hentet fra NIVA (1978, O-92/78) og bygger på undersøkelser fra Sverige og Finland. For nitrogen er beregningstallet ($450 \text{ kg/km}^2/\text{år}$) hentet fra NIVA (1978, A2-32) og bygger på nedbørkjemiske målinger foretatt i Norge.

Med nevnte bakgrunnsverdier blir tilførslene til Engeren via nedbør 168 kg P og 5400 kg N pr. år.

Nåværende forurensningsbelastning

Forurensningskildene er kartlagt og tilførslene beregnet der tilgang på erfaringstall og spesifikke avrenningstall har gjort dette mulig. Eventuell forurensningstilførsel fra industri, deponier for fast avfall og hytteområder er ikke beregnet. Det ville i tilfelle være nødvendig med målinger av avsløpsvann/sigevann fra den enkelte kilde.

Tabellen nedenfor viser tilførselen fra fast bosetting, turisme, landarealer og nedbør i tonn pr. år. De spesifikke avrenningstallene er usikre, men skulle gi et tilnærmet rimelig bilde av nåværende (1978) belastning på innsjøen.

Tabell 4. Beregnete tilførsler til Engeren i tonn pr. år og prosentvis fordeling.

	BOF ₇ tonn 0/år	Tot N		Tot P	
		tonn N/år	%	tonn P/år	%
Fast bosetting	7,392	1,883	2,87	0,265	8,61
Turisme	0,045	0,065	0,10	0,003	0,10
Jordbruksarealer		5,000	7,63	0,350	11,38
Skogarealer		18,040	27,52	0,533	17,32
Lite prod. omr.		35,160	53,64	1,758	57,13
Nedbør		5,400	8,24	0,168	5,46
		65,548		3,077	

3. NATURLANDSKAPET

3.1 Geologi og løsmasser

Berggrunn og løsmasser i Engerdal er beskrevet av høgskolelektor J.P. Nystuen i Engerdal bygdebok.

Det som preger området geologisk sett er bergarter fra eokambrium. Mest utbredt er den feltspatførende sandsteinen sparagmit. Den er finkornet med innslag av kalk- og dolomitt-bergarter, noe som spiller en viss rolle for vannkvaliteten i Engersjøen (høyere saltinnhold enn f.eks. i Femunden). Selve sjøen og dalføret ligger i grenseområdet (forkastningen) mellom sparagmittformasjonen i vest og grunnfjellet i øst. Grunnfjellet består av porfyr og granitt (rød eller grå "Trysilgranitt"). Grunnfjellet som sparagmitten er avsatt på, kommer i dagen øst for Engersjøen langs Engerdalsforkastningen. Området vest for sjøen er sunket ned i forhold til østsiden.

Løsmassene i Engerdal består hovedsakelig av forskjellig morenemateriale, breelvavsetninger og bresjøsedimenter. Materialet i bunmorenen er som regel lite flyttet, slik at undergrunnens bergart setter sitt preg på jordartens næringsinnhold, noe vegetasjonen er et bilde på. I vestlia der undergrunnen består av de karbonatholdige bergartene dolomitt og kalkstein, er det frodig granskog, mens vegetasjonen i granittområdet på østsiden av dalen i vesentlig grad består av glissen furuskog.

De største sammenhengende myrrealene finnes på østsiden. Fra myrområdene tilføres vassdraget humusstoffer som bl.a. påvirker vannets farge.

3.2 Geomorfologi

Topografisk er nedbørfeltet preget av avrundede fjell og isgravde daler med slakt hellende fjellsider mot nordvest og til dels brattere mot sørøst. Dette er gjennomgående trekk i store deler av sparagmittområdet i det sentrale Norge.

Engerdalen fortsetter som en dypt nedskåret dal i forlengelse av Trysil- dalen. Det såkalte "Kvitvolakomplekset" hever seg i vest til en høyde av 1200 m o.h. Området øst for dalen er forholdsvis flatt, 830-875 m o.h.

3.3 Klima

De meteorologiske stasjoner som er aktuelle for undersøkelsen er angitt nedenfor. Data som danner grunnlaget for tabellene 5-8 og figurene 4 og 5 er innhentet fra Det norske meteorologiske institutt.

Værstasjoner

Engerdal II Heggeriset	61°41'N	12°01'E	479 m o.h.	1935-1947
Drevsjø, Drevsjø	61°53'N	12°03'E	675 m o.h.	1947-

Nedbørstasjoner

Heggeriset, Nordstrand	61°41'N	12°00'E	479 m o.h.	1968-
Drevsjø	61°53'N	12°03'E	675 m o.h.	1947-
Gløtvola	61°51'N	11°51'E	699 m o.h.	1895-

Nedbør

Nedbørforholdene i området går frem av tabellene 5-7 og figur 4.

Tabell 5. Største nedbørhøyder i hele mm på ett døgn (kl. 0800-0800) for årets tolv måneder.

Stasjon	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Heggeriset {1935-47}	14	22	10	17	29	32	42	67	46	26	23	26
Drevsjø {1947-60}	15	12	15	29	39	37	53	31	51	26	19	21

Tabellen viser at verdiene for døgn-nedbør er relativt lave i nedbørfeltet til Engersjøen. Dette indikerer at mulighetene for flom i forbindelse med regnskyll er små i forhold til i vassdrag f.eks. i det sydlige Østlandsområdet hvor maksimal døgn-nedbør kan komme opp i mer enn 100 mm.

Tabell 6. Nedbørnormaler 1931-60 i hele mm.

Stasjon	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR
Heggeriset	33	24	31	21	38	53	82	91	54	55	50	47	579
Drevsjø	28	19	18	26	31	82	96	74	56	38	38	39	545
Gløtvola	28	18	16	26	33	80	97	80	61	44	37	35	555

Nedbørnormalene for de 3 stasjonene (579, 545 og 555 mm) tyder på temmelig ensartede nedbørforhold i området. Forskjellig topografi, høyde over havet etc. har imidlertid en viss innflytelse på fordelingen av nedbøren fra stasjon til stasjon.

Over året fordeles nedbøren nokså jevnt, men de største mengdene kommer i juni, juli og august. Minst nedbør er det på ettervinteren (februar, mars og april).

Midlere nedbørhøyde i perioden 1931-60 er relativt lav etter norske forhold. Tilsvarende tall for Oslo, Bergen og Trondheim er henholdsvis 684, 2625 og 1184 mm.

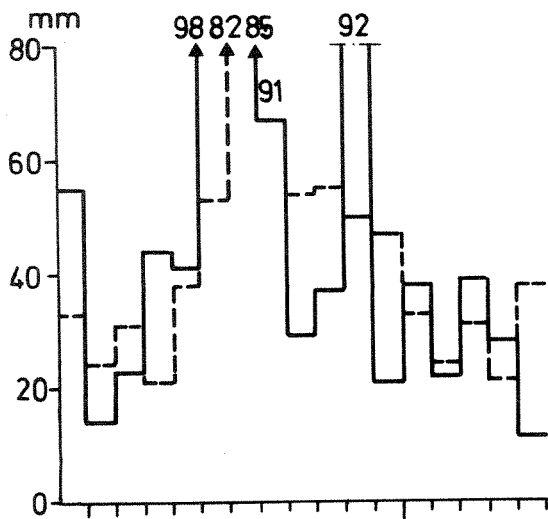
Tabell 7. Månedsnedbør i hele mm (januar 1977 - mai 1978).

Stasjon	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ÅR
Heggeriset	55	14	23	44	41	98	85	67	29	37	92	21	606
	38	22	39	28	11								
Drevsjø	42	14	16	36	19	73	79	55	16	33	51	26	460
	29	18	37	27	13								
Gløtvola	49	15	17	44	21	81	81	62	9	38	54	26	497
	28	14	30	23	11								

Nedbørtallene for året 1977 viser at stasjonene Drevsjø og Gløtvola hadde mindre nedbør enn normalt, Heggeriset mer. I november 1977 var nedbøren for alle stasjoner betydelig høyere enn det normale.

FIG. 4. NEDBØR I HELE MM

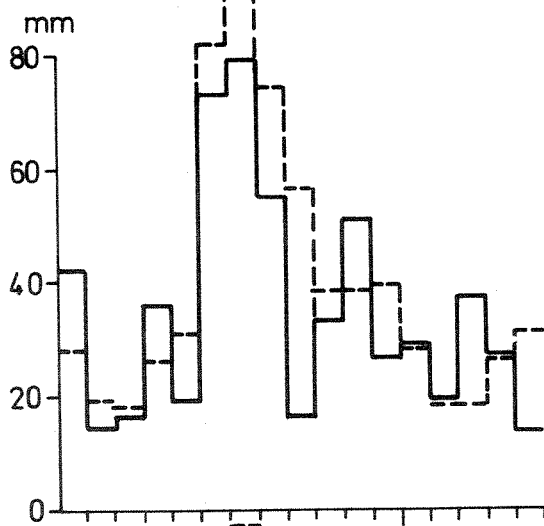
— Månedsverdier januar 1977 - mai 1978



HEGGERISET 479 M.O.H.

Normalen ----

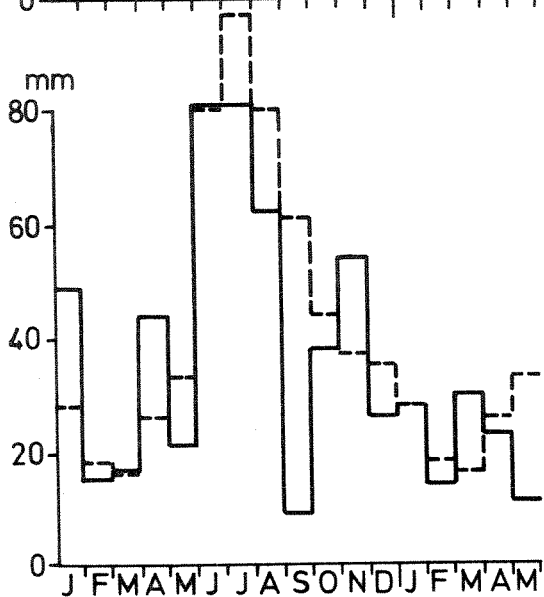
(basert på målinger fra 1968-1977)



DREVSJØ, 675 M.O.H.

Normalen ----

(basert på målinger fra 1947-1960)



GLØTVOLA, 699 M.O.H.

Normalen ----

(basert på målinger fra 1931-1960)

Temperatur

Temperaturforholdene i nedbørfeltet er vist i tabell 8 og figur 5.

Tabell 8. Normaltemperatur for Engerdal II og Drevsjø.

Normaltemperatur for Engerdal II (1935-47):												
Jan.	Febr.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Årsmiddeltemperatur
-9,5	-8,3	-4,8	0,4	6,2	10,8	13,5	12,0	7,4	2,2	-2,3	-6,2	1,8
Normaltemperatur for Drevsjø (1947-60):												
Jan.	Febr.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Årsmiddeltemperatur
-11,1	-10,2	-6,5	-0,8	5,3	9,8	12,9	11,1	6,6	1,2	-4,1	-7,5	0,6

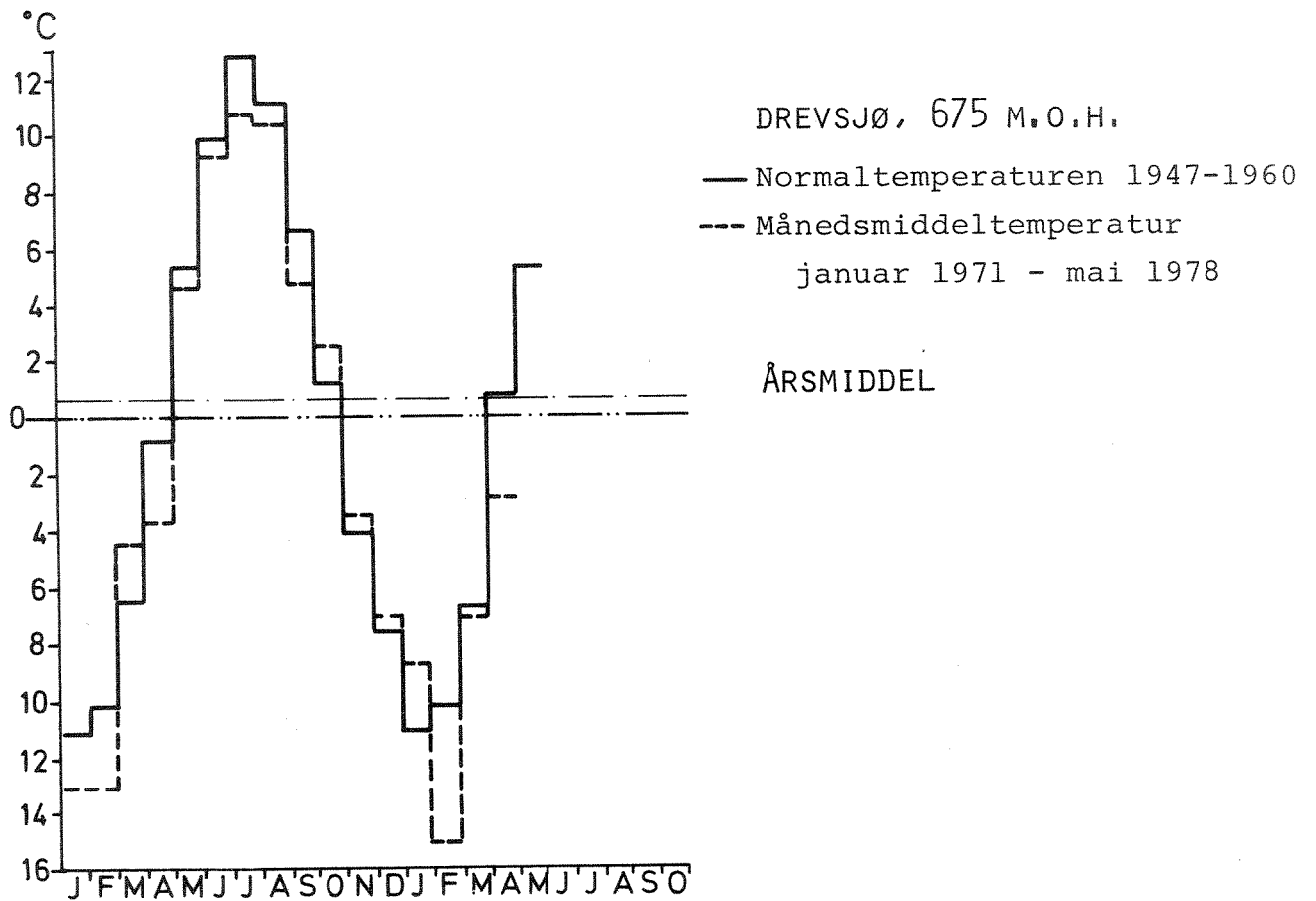
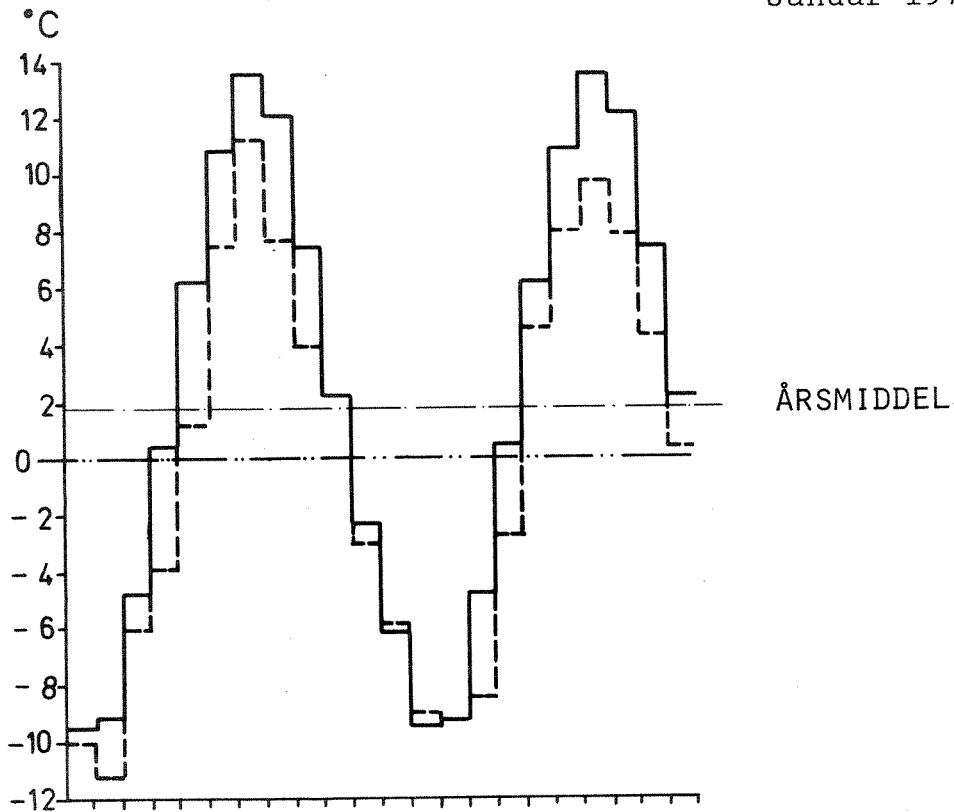
Værstasjonen Engerdal II (479 m o.h.) ble nedlagt i 1947, og vi har derfor sammenliknet normalverdiene (1935-1947) herfra med temperaturer målt ved utløpet av Engeren (ca. 472 m o.h.) for året 1977 og månedene januar - oktober 1978. Målingene viser at praktisk talt i hele perioden var temperaturen noe lavere enn det normale, men mønsteret er naturlig nok det samme.

For Drevsjø (675 m o.h.) er normalverdiene regnet ut for perioden 1947-1960. Det samme mønsteret gjør seg gjeldende her, men mens de målte temperaturer fra januar 1977 - mai 1978 også ligger noe lavere for vinter- og sommermånedene, viser målingene for vår- og høstmånedene en tanke høyere temperaturer. Værstasjonen på Drevsjø er plassert under helt andre forhold enn Engerdal II, med hensyn til høyde over havet, topografi etc., og dette er årsak til de relativt store temperaturvariasjoner. Området som helhet har et typisk innlandsklima med store variasjoner i temperatur fra vinter til sommer, lange og kalde vintre og korte somre. Midlere lufttemperatur gjennom året er forholdsvis lav på begge stasjoner. Normalen er under null halve året på Drevsjø og ca. 5 måneder ved Engerdal II. I disse måneder vil nedbøren hovedsakelig komme som snø.

ENGERDAL II, 479 M.O.H.

FIG. 5. TEMPERATUR I °C

— Normalverdi 1936-1945
--- Månedsmiddeltemperatur
utløp Engeren 472 m.o.h.
Januar 1977 - oktober 1978



Vind

Engeren ligger godt beskyttet mot vind fra øst og vest, mens vinden kan gå mer uhindret langsetter dalen, dvs. følger dalens lengderetning.

Ifølge vindobservasjoner utført ved Engerdal II i perioden 1935-1947, dominerer de nordlige og sørlige vinder, hvorav vind fra sør forekommer oftere enn nordavind.

3.4 Hydrologi

Vanmerke nr. 374, Engeren, ble opprettet av NVE i 1911. Data som danner grunnlaget for tabell 9 og figurene 6-10 er innhentet fra NVE.

Tabell 9. Engeren. Hydrologiske data.

Nedbørfelt, km ²	394
Spesifikk avrenning, l/s/km ²	19,2
Midlere avrenning, m ³ /s	7,5
Årlig tilsig, mill. m ³	238
Teoretisk oppholdstid, år	1,7

Vannføringen i Engeråa oppstrøms Engeren er beregnet ut fra kontinuitetsbetraktninger, ved hjelp av formelen:

$$Q_{\text{inn}} = \frac{A}{\Delta T} (H_2 - H_1) + Q_{\text{ut}}$$

hvor Q_{inn} = vannføringen oppstrøms Engeren

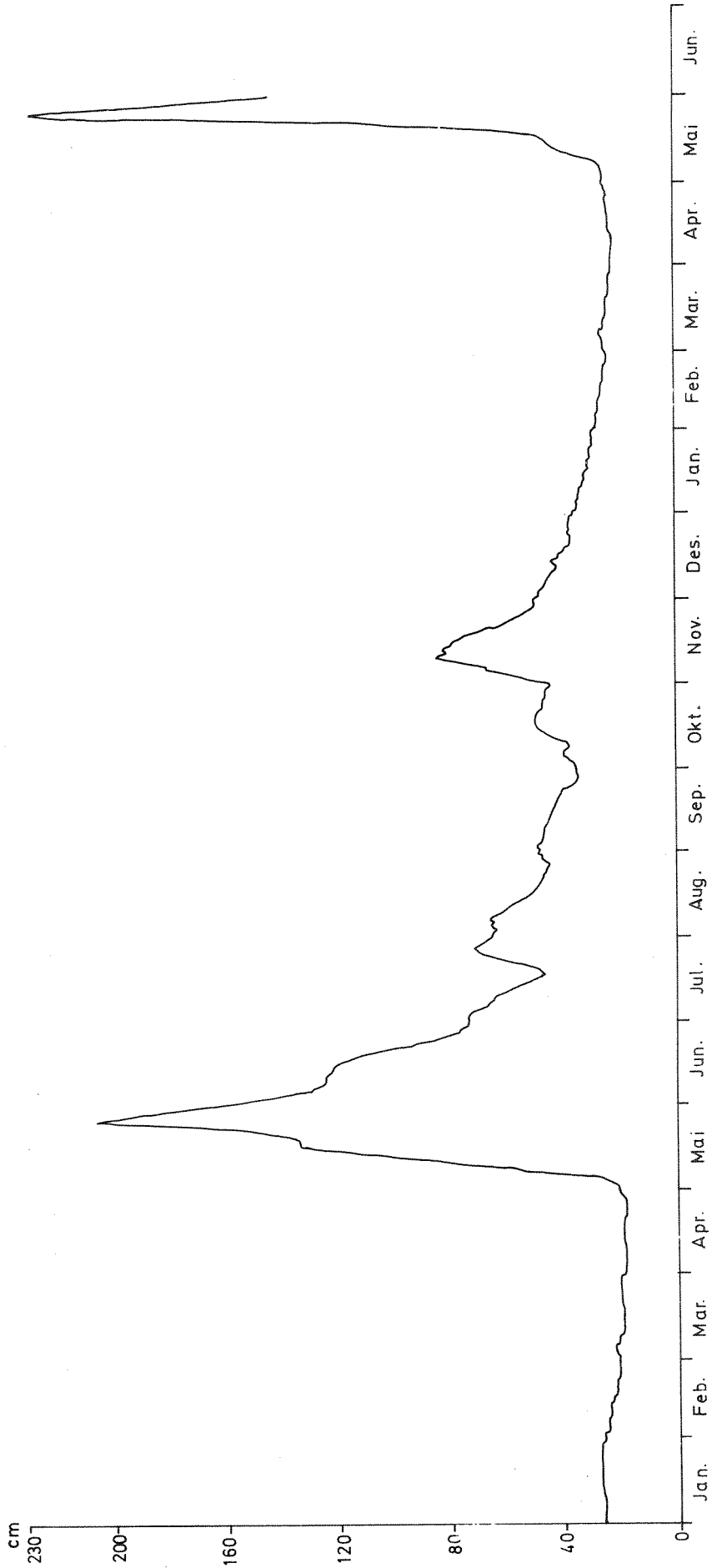
Q_{ut} = vannføringen ved utløpet av Engeren

$H_2 - H_1$ = vannstanden ved slutt og begynnelse av perioden

A = areal

ΔT = tiden mellom beregningene

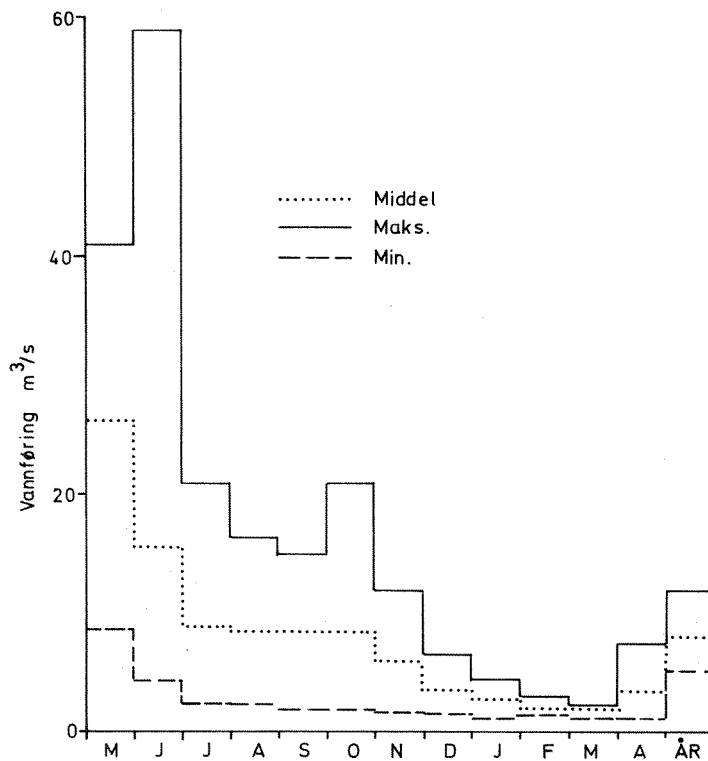
FIG. 6. VANNSTANDSVARIASJON I ENGEREN FRA 1.1.1977 - 31.5.1978



Figur 6 viser vannstandsvariasjonen i Engeren fra 1. januar 1977 til 31. mai 1978. Forskjellen mellom høyeste og laveste vannstand var i perioden 2,10 m. Innsjøen er noe regulert til fløtningsformål.

Figur 7 viser karakteristiske månedsvannføringer (middel-, maks-, min-) i m^3/s . Av figuren går det frem at ca. 55 % av årsvolumet som drenerer Engeråa i et normalår, kommer under vårflommen (mai-juli).

FIG. 7 UTLØP ENGEREN
KARAKTERISTISKE MÅNEDSVANNFØRINGER
(1921 - 1950)



Vannføringen i Engeråa (utløp Engeren) representerer et typisk østlands- vassdrag. Årshydrogrammet kan karakteriseres ved en høy snøsmelteflom som kulminerer i juni-juli. Den høyeste observerte vannføring i Engeråa, $110 m^3/s$, ble målt den 6. mai 1934. I sommermånedene er vannføringen relativt jevn, med noe stigning i forbindelse med nedbør om høsten (oktober-november), men ingen typisk høstflom. Verdiene om vinteren (desember-april) er lave (absolutt minstevannføring $1,0 m^3/s$).

Fig. 8. Vannføring i m³/s v/utløpet av Engeren 1.1 1977 - 31.10 1978

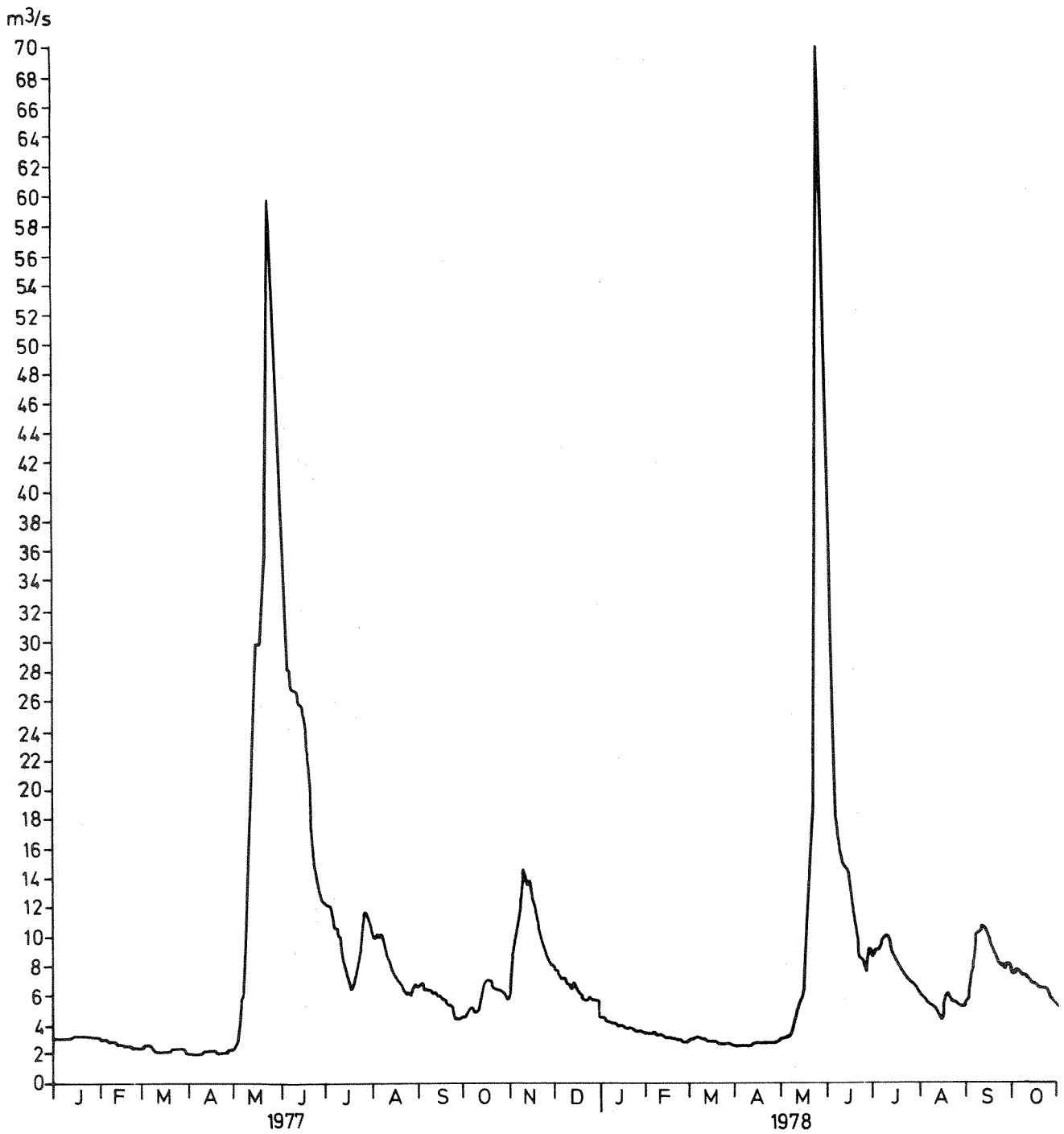
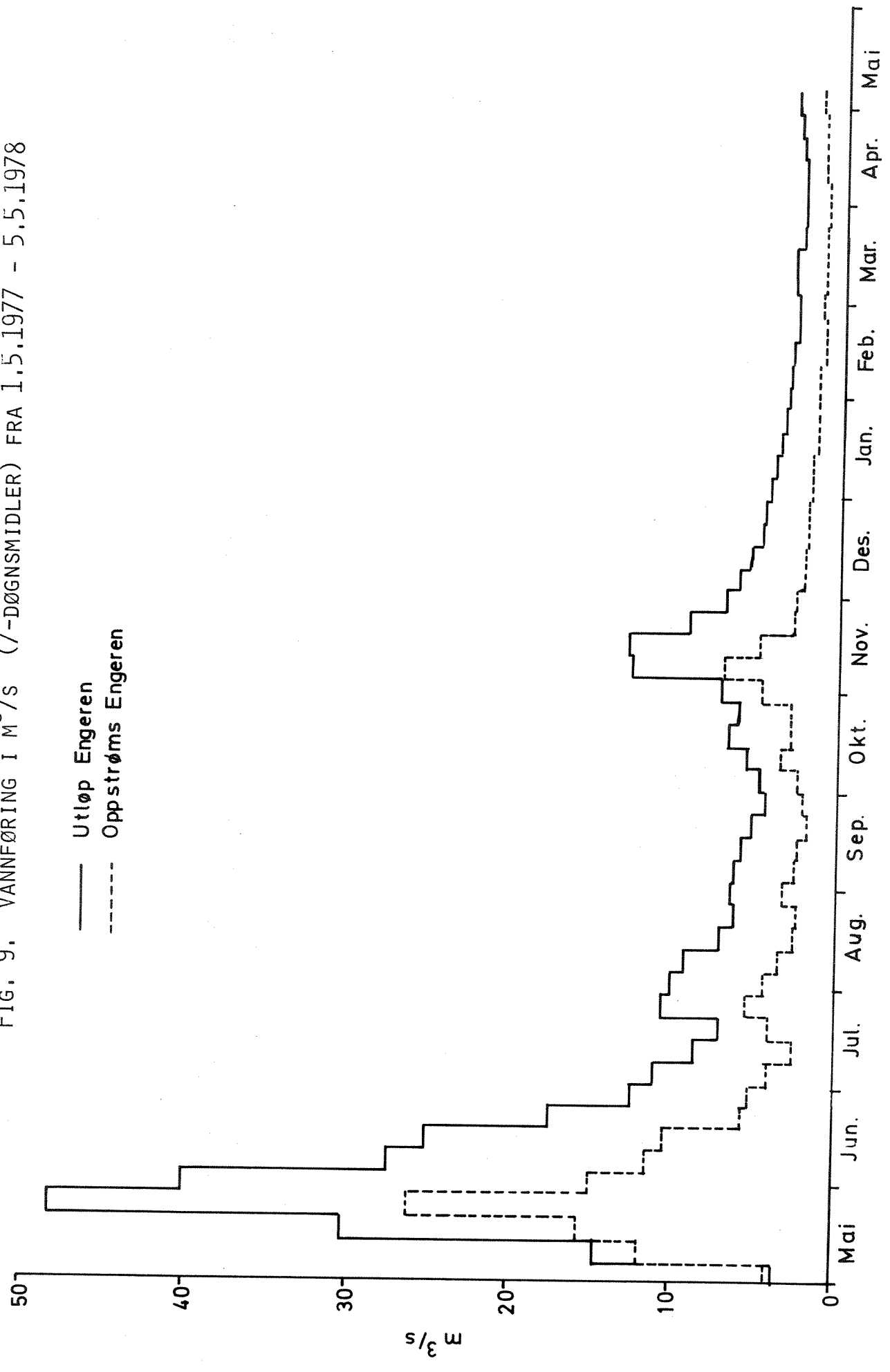
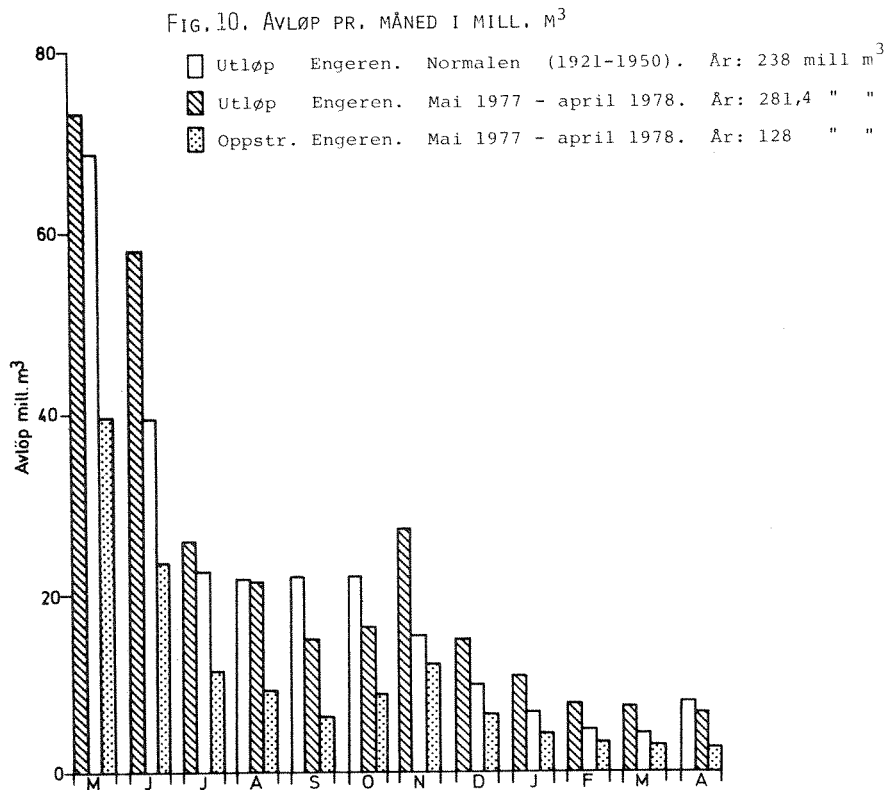


FIG. 9. VANNFØRING I M³/S (7-DØGNSMIDLER) FRA 1.5.1977 - 5.5.1978



I figur 8 er vannføringen i m^3/s fra 1. januar 1977 til 31. oktober 1978 fremstilt. Figur 9 viser vannføringen i m^3/s (7-døgnsmidler) for undersøkelsesperioden nedstrøms og oppstrøms Engeren. Ved å sammenlikne døgn-, ukes- og månedsmidler (figurene 7, 8 og 9) går det tydelig frem hvordan månedsmidlene demper flomtoppene.

Midlere avløp pr. måned i mill. m^3 for perioden 1921-1950 (normalen) og månedsverdier (mill. m^3) fra 1. mai 1977 til 30. april 1978 nedstrøms og oppstrøms Engeren er illustrert i figur 10.



I undersøkelsesperioden var vannføringen med unntak av høyere verdier i juni og november, meget nær midlet for perioden 1921-1950. Figurene 9 og 10 gir også et bilde av andelen tilførselvann via Engeråa (ca. 45,5 %), nedbørfelt $179,5 km^2$ og (54,5 %) fra restfeltet ($214,5 km^2$).

Materialtransport

Ved hjelp av vannføringsdata for Engeråa og kjemiske analyseresultater for stasjonene 3 og 5 er det gjort materialtransportberegninger.

Tabellen nedenfor angir transportverdier for næringssalter (fosfor- og nitrogenforbindelser) oppstrøms (st. 3) og ved utløpet (st. 5) av Engeren. Det er benyttet analyseresultater fra prøver tatt i elva 1 gang pr. måned, og materialtransporten er beregnet som kg. pr. måned.

Tabell 10. Materialtransport (næringssalter) i kg pr. år og kg pr. km² pr. år (mai 1977 - april 1978).

Stasjon	Totalfosfor		Ortofosfat		Totalnitrogen		Nitrat	
	kg pr. år	kg pr. km ² /år	kg pr. år	kg pr. km ² /år	kg pr. år	kg pr. km ² /år	kg pr. år	kg pr. km ² /år
3	1480	8,24	304	1,69	23825	132,7	5232	29,15
5	1747	4,43	563	1,42	52324	132,8	16421	41,7

Månedsverdiene (figurene 11 og 12) gir et klart bilde av vannføringens betydning for stofftransporten. For mai måned har vi for stasjon 3 brukt 1978-verdi for totalfosfor (24 µg P/l), da dette antas å gi et rimeligere bilde av situasjonen enn verdien 4 µg P/l fra mai 1977. Det antas at på denne årstid er det betydelig utvasking av gjødselstoffer fra jordbruksarealer. Transport av fosfor via Engeråa til Engeren blir da 1480 kg P pr. år. Anvendes en tilsvarende avrenningskoeffisient for restfeltet $(1480 : 179,5) = 8,3$, vil den diffuse fosfortilførselen fra resten av nedbørfeltet bli ca. 1780 kg pr. år. I tillegg til dette antas det en viss fosfortilførsel som direkte-utslipp fra bebyggelsen i strandområdene (ca. 100 personer). Dessuten er det en betydelig utvasking av gjødselstoffer fra de lavereliggende områder, f.eks. Heggeriset, særlig under flomsituasjonen om våren. Antar vi at denne gjødsel tilsvarer ekvivalentene fra 100 storfe, blir den totale fosfortilførsel til Engeren følgende:

Fosforbelastning via Engeråa	1480 kg P/år
" fra restfelt	1780 "
" fra 100 p.e.	45 "
" ved utvasking av gjødsel fra 100 storfe x)	760 "
<hr/>	
Til sammen	4065 kg P/år
<hr/>	

x) 1 dyreenhet = 7,6 kg fosfor/år (Mikkelsen et al. 1974).

Dette er i god overensstemmelse med hva man kan forvente på bakgrunn av transportverdien ut av innsjøen, idet man ifølge beregninger ut fra vannmassenes teoretiske oppholdstid i Engeren kan anta at ca. 57 % av tilført fosfor holdes tilbake i innsjøen. (Beregningsmåten synes å være i god overensstemmelse med måleresultatene på en rekke innsjøer i det sydlige Norge, som det finnes observasjonsresultater fra).

4062 FIG. 11. ENGERÅA 1977 - 1978

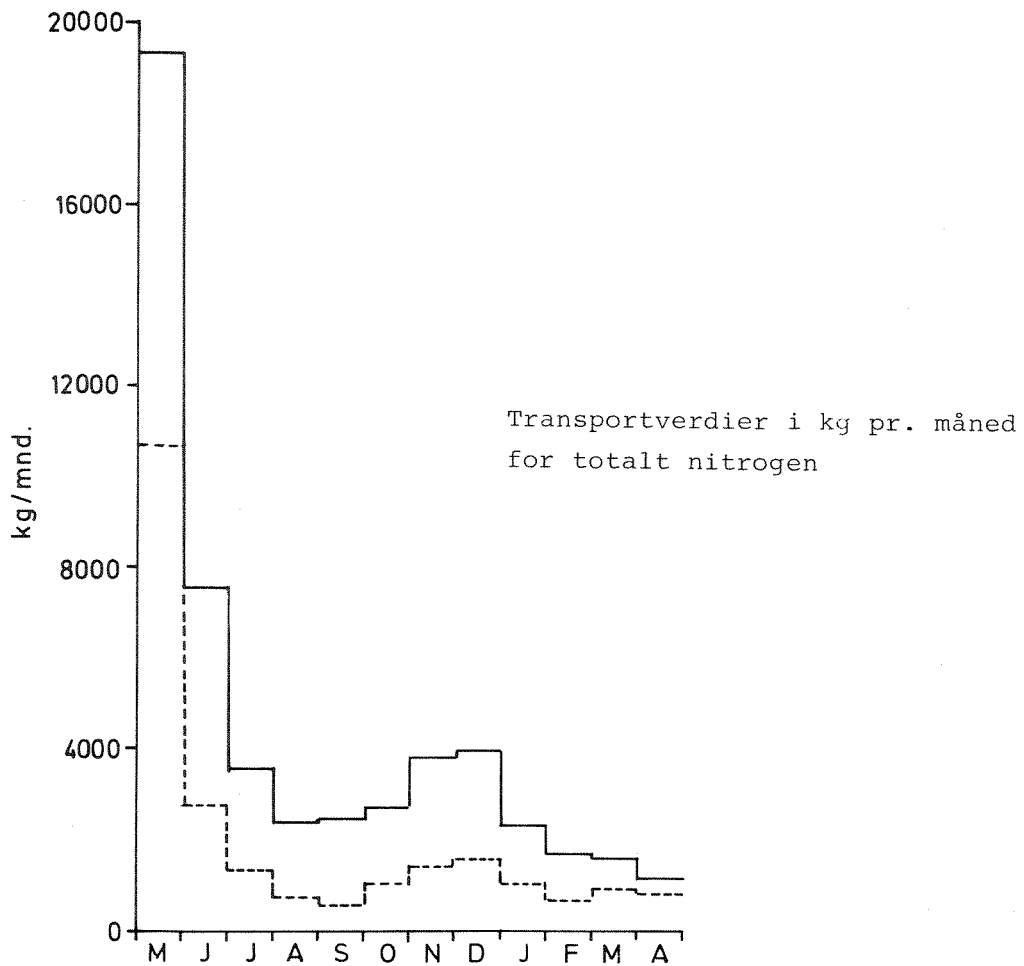
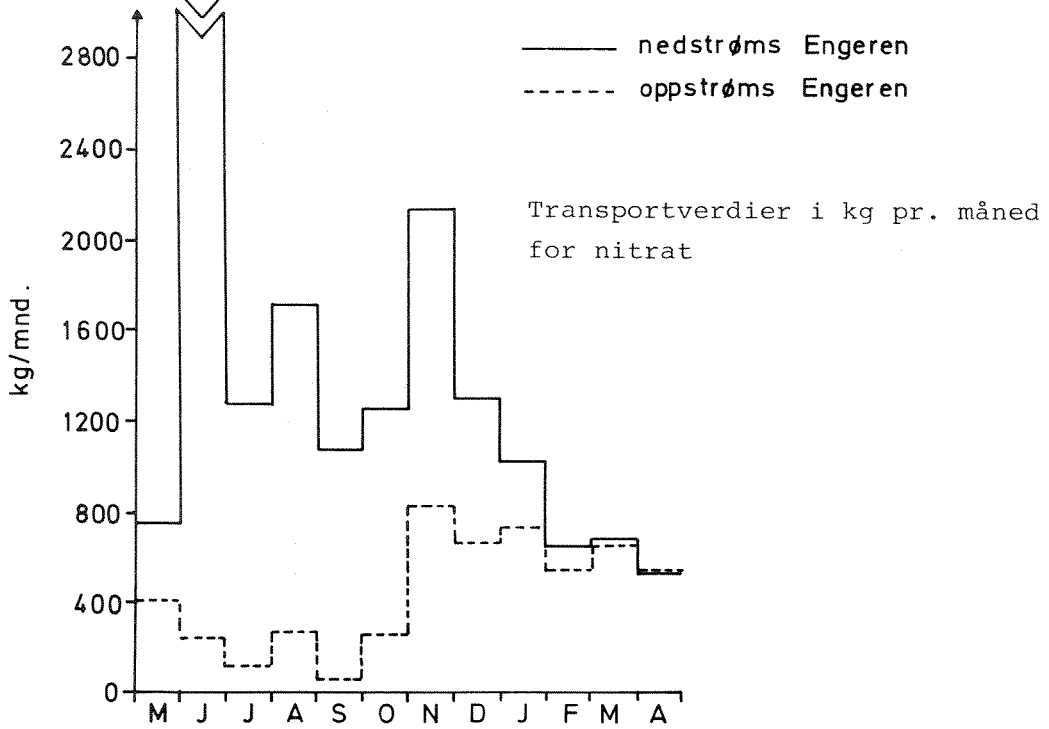
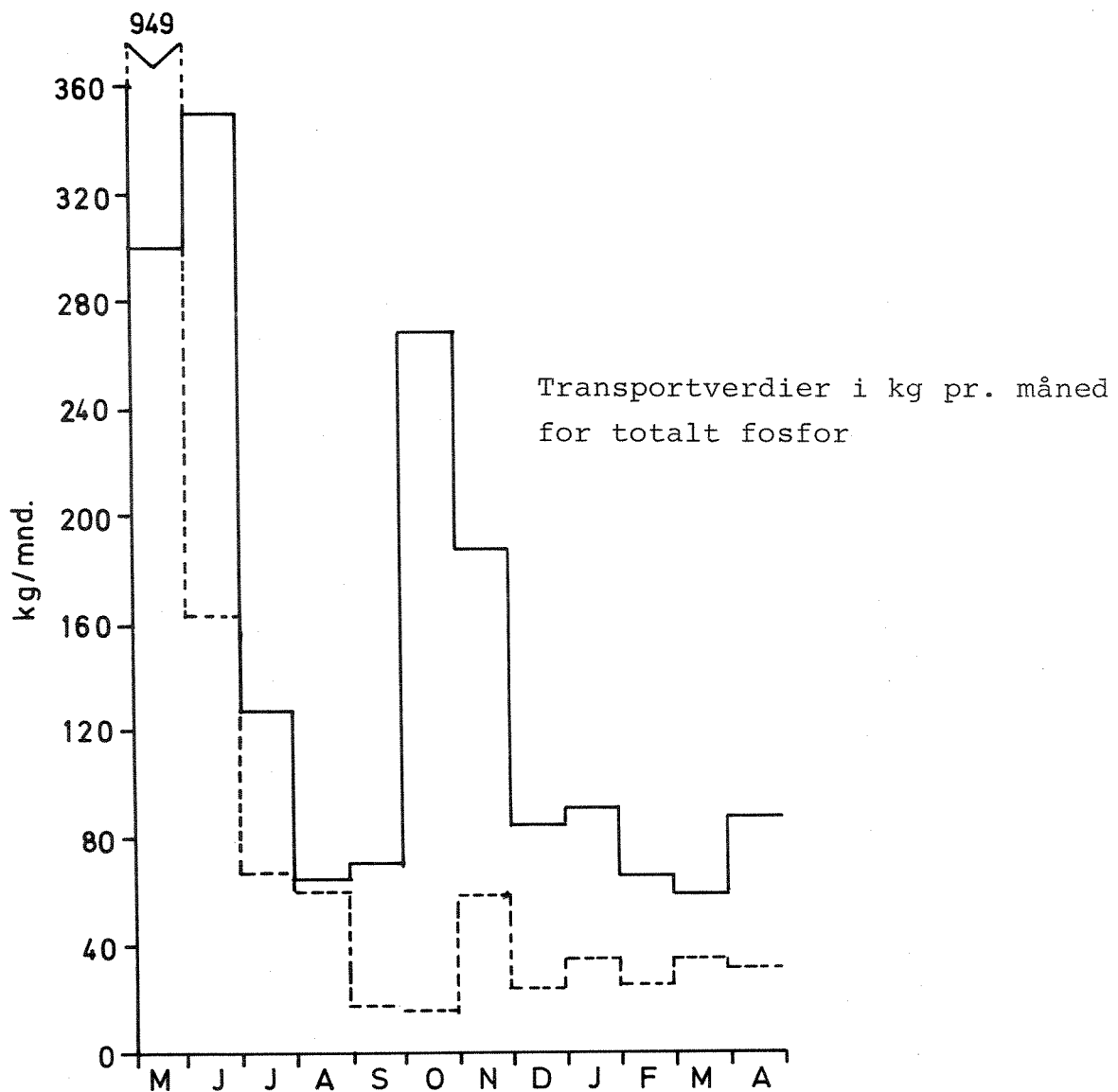
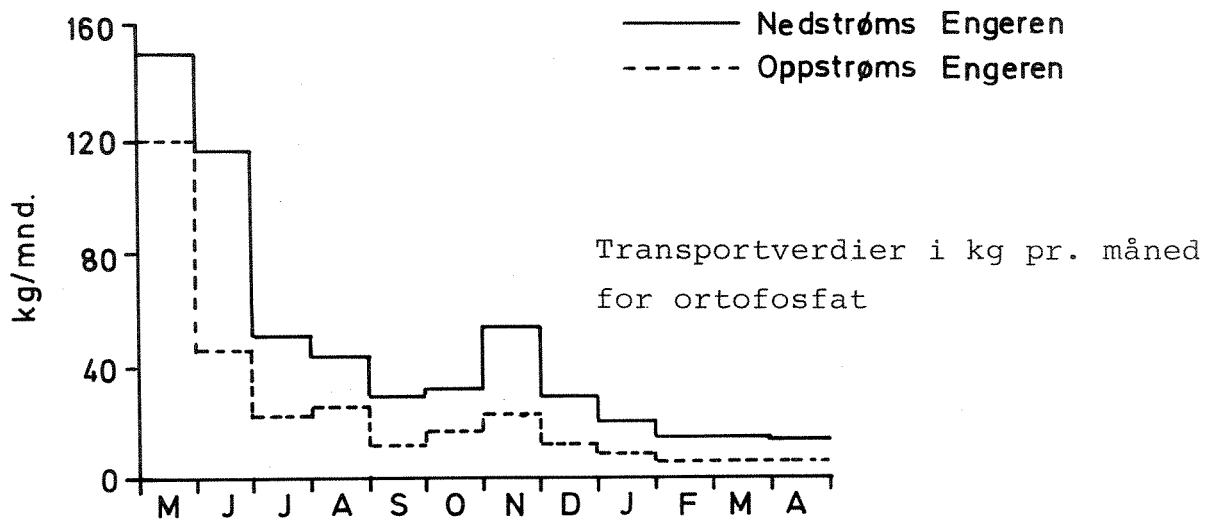


FIG. 12. ENGERÅA 1977 - 1978



3.5 Morfometri

Innsjøen ble loddet opp av cand.real. Oddvar Åsbø i forbindelse med hovedfagsarbeid i geografi ved Universitetet i Oslo (1952). Han har utarbeidet dybdekart (figur 13) og morfometriske data (tabell 11) over innsjøen.

Tabell 11. Engeren. Morfometriske data.

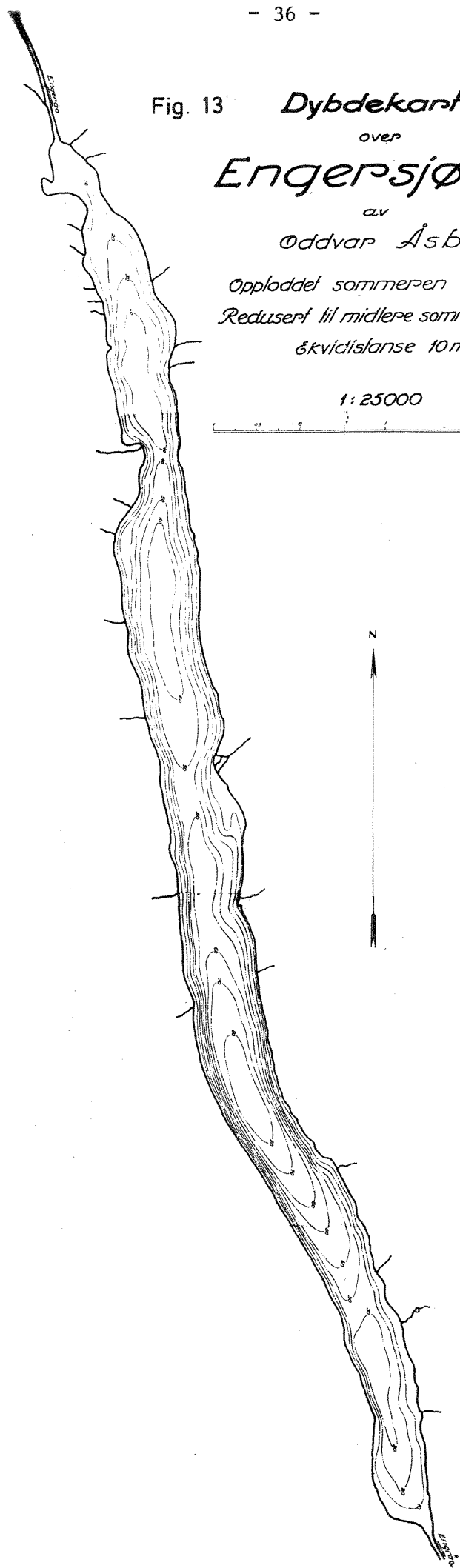
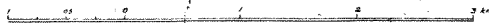
Overflatens høyde o.h., m	468
Største dyp, m	84
Overflate, A km ² (med øyer)	12
Overflate, A km ² (uten øyer)	12
Volum, V km ³	0,41
Middeldybde $\frac{V}{A}$ m	34,4
Strandlinjne, S km	37,3
Strandlinjens omfangsutvikling $\frac{S}{2\sqrt{A}}$	3,06
Største lengde, km	17,5
Største bredde, km	0,95

Engeren består av 4 mindre basseng med dyp regnet fra nord: 48, 65,5, 84 og 32 meter. Sjøen har en regelmessig form med sider som faller steilt ned mot dypet. Det finnes ingen øyer, men 3 mindre grunner, 1 utenfor Engeråas utløp, 1 utenfor Røas utløp og 1 noe dypere (26 m) utenfor Harrbekken. Engersjøen som helhet må sies å være en typisk fjordsjø.

Fig. 13 *Dybdekart*
over
Engersjøen
av
Oddvar Åsbø

*Oppløst sommeren 1949 —
Redusert til midlere sommervannstand
Økvidistans 10 m*

1:25000



4. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE

I tidsrommet mai 1977 til mai 1978 ble det i henhold til programmet samlet inn månedlige prøver for kjemiske analyser fra 4 stasjoner i elvesystemet (Engeråa). I månedene mai-oktober ble det også tatt med biologiske prøver for å belyse begroingen i vassdraget. Beliggenhet og beskrivelse av stasjonene går frem av figur 1 og oversikten nedenfor. I juni og august ble det i tillegg tatt med vannprøver for kjemiske analyser fra Røa før utløp i Engeren. Fra selve Engeren ble det samlet inn månedlige blandprøver fra 0-10 m i vekstperioden (mai-oktober) 1977. Den 21/5, 19/6, 20/8 og 18/9 ble det i tillegg tatt prøver fra flere dyp for å få informasjon om innsjøens tilstand fra overflate til bunn. Analyseresultatene er fremstilt i tabeller og figurer. I tabell 13 er det også tatt med resultater fra en observasjonsserie fra innsjøens dypeste område samlet inn 15/4 1972.

Stasjonsnummer	Beliggenhet og beskrivelse
1	Engeråa, oppstrøms Lille Engeren ved bro. Spredt bosetting - gårdsbruk som ligger langs elva - skole og sagbruk i nærheten. Morenelandskap med skog. Små rullesteiner og sand i elveleiet. Relativt hurtigflytende parti.
2	Engeråa, nedstrøms Engerdal sentrum ved bro nær fotballplass. Lite gårdsbruk på østsiden av elva. Morenelandskap med myr. Relativt stilleflytende parti. Gjødelsekker og annet skrot henlagt i elva.
3	Engeråa, Heggeriset, ved nest siste bro før utløp i Engeren. Gårdsbruk på vestsiden av elva. Rullestein og grus i elveleiet. Elva kanalisert.
4	Engeren - ut for Hylleråsen, i området med største dyp ca. 60 m.
5	Engeråa, ca. 200 m nedstrøms utløp av Engeren. Morenelandskap med skog. Rullesteiner i elveleiet. Relativt hurtigflytende parti.
6	Røa, tilløp på østsiden av Engeren. Myr langs elva i prøvetakingsområdet. Rullesteiner og grus i elveleiet. Hurtigflytende parti.

Tabell 12. Enheter og analysemetoder for kjemiske analyser

Parameter	Enhet	Analyseinstrument - metode
Temperatur	°C	Målt ved hjelp av vendetermometer og termistor.
Oksygen	mg O ₂ /l	Modifisert Winkler metode.
pH	NS 4720	Målt med glasselektrode Orion pH-meter, modell 801.
Konduktivitet	µS/cm	Norsk Standard 4721. PHILIPS PW 9501.
Silisium	mg SiO ₂ /l	Bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator . Prøven tilsettes svovelsur ammonium-molybdatløsning, hvoretter det dannede silisiummolybdat reduseres til molybdenblått med en blanding av sulfitt og 1-amino-2-naftol-4-sulfonsyre.
Farge	mg Pt/l	Norsk Standard 4722. Metode C.
Turbiditet	FTU	Norsk Standard NS 4723.
Kalium-permanganat	mg O/l	Norsk Standard 4732.
Jern	µg Fe/l	Jern er bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Oppvarming med thioglykolsyre frigjør jern til en "reaktiv" form. Hydroxylamin hydroklorid reduserer treverdig jern til toverdig. 2,4,6 tripyridyl-s-triazine (TPTZ) danner en blå farge med toverdig jern som måles ved 590 mµ.
Mangan	µg Mn/l	Mangan bestemmes med Perkin Elmer Atomabsorpsjon-spektrofotometer, modell 306.
Kalsium	mg Ca/l	Disse metallioner er bestemt med Perkin Elmer Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 306. Det ble benyttet caetylenluftblanding til flammen.
Magnesium	mg Mg/l	
Natrium	mg Na/l	
Kalium	mg K/l	
Klorid	mg Cl/l	Klorid er bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Klorid reagerer med kvikksølvthiocyanate, som danner udisosiert kvikksølvklorid. Det frigjorte thiocyanate-ionet reagerer med jern III og danner det røde jernthiocyanate som måles ved 480 nm.
Sulfat	mg SO ₄ /l	Bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Prøven tilsettes en bestemt mengde bariumperklorat løst i isopropanol. Det dannes BaSO ₄ og overskudd av barium bestemmes v.h.a. bariums reaksjon med thorin.
HCO ₃	mg/l	Beregnet på grunnlag av pH og alkalitet.
Nitrogen	µg N/l	Bundet nitrogen overføres til en blanding av nitrat, nitritt og ammonium ved bestråling av ultraviolettlys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd. Den bestrålte prøven overføres til Autoanalysator hvor den går gjennom en sink-kolonne som reduserer nitrat-nitritt til ammonium. Ammonium bestemmes etter indofenolmetoden.
Fosfor	µg P/l	Prøven for totalfosfor-analyser er tatt på glassflasker og konservert. Bundet fosfor overføres til ortofosfat ved oksydasjon v.h.a. ultraviolettlys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd.

Blandprøvene fra innsjøen (0-10 m) for fysisk-kjemiske analyser og kvantitative planteplanktonprøver ble tatt ved hjelp av en Ramberghenter. For innsamling av fysisk-kjemiske prøver fra innsjøens dypere område ble det brukt en 2-liters Ruttner vannhenter. Temperaturen ble målt med et Richter og Wiese vendetermometer. De bakteriologiske prøver (18/9 og 23/10 1977) ble samlet inn ved hjelp av "NIVA-henteren" - det ble benyttet steriliserte flasker fra instituttet. Dyreplanktonprøvene ble samlet inn med planktonhåv med maskevidde 95 μ (vertikale håvtrekk 20-0 m). Det fysisk-kjemiske analyseprogram omfattet i alt 21 komponenter, nemlig: Temperatur, oksygen, pH, konduktivitet, silisium, farge, turbiditet, kaliumpermanganat, jern, mangan, kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, alkalitet, totalnitrogen, nitrat, totalfosfor og ortofosfat. Tabell 12 viser de analysemetoder som er benyttet, dessuten benevning, deteksjonsgrenser og måleenheter.

4.1 Resultater og kommentarer

4.1.1 Fysisk-kjemiske forhold

De fysisk-kjemiske analyseresultatene på de forskjellige stasjonene er gjengitt i tabellene 13 og 17.

Siktedyp og innsjøens farge

Siktedypet er avstanden fra overflaten til det dyp en nedsenket hvit skive (secchi-skive) ikke lengre er synlig. Siktedypet bestemmes særlig av algekonsentrasjonen og innholdet av andre partikler og løst, fargede forbindelser. I Engeren varierte siktedypet ved de forskjellige prøvetakinger mellom 4,2 og 5,5 m. Dette er lavere enn det en forventer å finne i denne innsjøtypen. Til sammenlikning kan nevnes at lavtproduserende innsjøer i fjell- og bergområder med lite vegetasjon ofte har betydelig høyere siktedyp enn 10 m. Relativt upåvirkede vannforekomster i lavlandet har normalt siktedyp fra 5-10 m. I undersøkelsen fra 1950 varierte siktedypet mellom 6 og 3,5 m, men kan vanskelig sammenliknes med resultatene fra 1977/78 da det ble foretatt mudring av Engeråa i den perioden.

Som en enkel hovedregel kan en gå ut fra at algenes netto primærproduksjon foregår ned til ca. 2,5 ganger siktedypet. Siktedyp, klorofyll a og tørrstoff/organisk materiale er fremstilt i figur 20.

Innsjøens farge bestemmes av det lys som kommer ut fra innsjøens overflate og som subjektivt oppfattes ved å se mot secchi-skiven i halve siktedypet. Ved de forskjellige prøvetakinger hadde innsjøens farge brunt og gult som hovedkomponenter (f.eks. gulaktig brun, brungul og brunlig gul). Dette viser at innsjøen er påvirket av humusholdig vann fra myr- og skogområdene i nedbørfeltet. I juni 1950 var fargen grønnlig gul og i juli betydelig mer gul, mens den i august samme år var brunlig gul (mudring av Engeråa).

Temperatur (tabellene 13 og 17)

De fleste norske innsjøer gjennomløper 4 forskjellige termiske perioder i løpet av et år, nemlig vinter- og sommerstagnasjonsperiodene, høst- og vårfullsirkulasjonsperiodene.

De homogene temperatur- og dermed tetthetsforhold som forekommer i slutten av mai, fører til store vertikale strømningsbevegelser (vårfullsirkulasjon), og omblending av vannmassene på denne tiden.

I løpet av sommeren forårsaker soloppvarmingen at innsjøen deles inn i et øvre sjikt (epilimnion) med mindre tetthet (oppvarmet vann) enn det underliggende kaldere sjikt (hypolimnion). I overgangssonen mellom sjiktene (sprangsjiktet) motvirker de store tetthetsforskjellene en effektiv blanding av de to vannmassene, dvs. at oppløst stoff som tilføres epilimnion i stor grad blir i dette sjikt.

Avkjøling i løpet av høsten skaper igjen homogene forhold med tilhørende sirkulasjon i løpet av november-desember.

Vannet har maksimal tetthet ved 4 °C. Videre avkjøling medfører en ny lagdeling - denne gang med kaldere vann oppå noe varmere (vinterstagnasjon).

Målingene fra 15. april 1972 viser at innsjøen da var inne i vinterstagnasjonsperioden, dvs. kaldere vann over det noe varmere dypvann. Den 21. mai 1977 viser temperaturene at innsjøen var på vei til å sirkulere, dvs. relativt ensartede forhold fra overflate til bunn. Den 19. juni var temperaturen $9,8^{\circ}\text{C}$ i 1 meters dyp og $4,4^{\circ}\text{C}$ i 43 meters dyp, altså en sjiktning av vannmassene med et lag av forholdsvis varmt vann øverst (epilimnion) som i liten grad blandes med det kaldere vannet i dyplagene (hypolimnion). Dette har betydning bl.a. for tilgangen av næringsalter til planktonalgenes produksjon av organisk stoff og tilførsel av oksygen til dyplagene. De følgende observasjonsdagene, 18. juli, 20 august og 18. september gjorde de samme forhold seg gjeldende.

I Engeråa var vannets temperatur relativt lav på alle stasjoner og på alle observasjonsdager (figur 14).

Oksygen

Oksygensituasjonen i Engeren på observasjonsdagene 21. mai - 20. august 1977 er angitt i tabell 13.

I overflatelagene (1 m) varierte oksygeninnholdet fra 85,5 til 95,6 % metning, dvs. henimot full metning.

På grunn av nedbrytningsprosesser (frigivelse av CO_2 og forbruk av O_2) avtok oksygeninnholdet i samme periode svakt mot dypet og varierte her mellom 81,0 og 86,1 % metning. Den samme tendens gjorde seg også gjeldende i 1950 med svakt avtakende oksygeninnhold mot dypet i sommerperioden.

Den 14. april 1972 varierte oksygeninnholdet fra 95,5 % metning i 1 meters dyp til 55,6 % i 80 meters dyp. Dette tyder på at det under vinterstagnasjonen finner sted en viss oksygentæring i dyplagene av Engersjøen - noe som antakelig har sammenheng med nedbrytning av organisk stoff som tilføres fra nedbørfeltet.

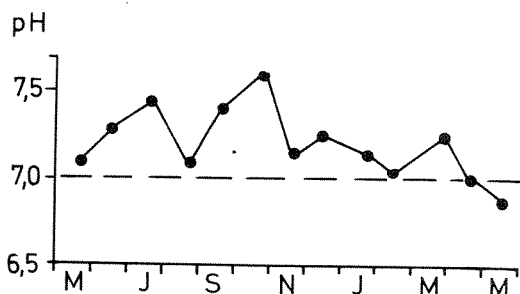
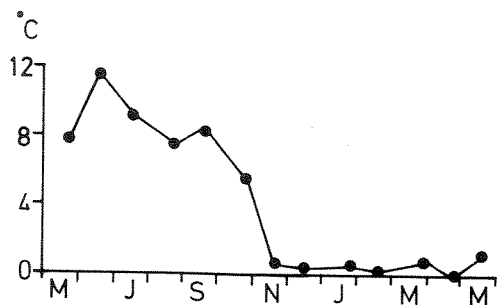
Tabell 13. Engeren. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra observasjonsdagene 15.4.1972 og 21.5. - 23.10. 1977.

DATO	15.4. 1972				21.5. 1977				19.6. 1977				18.7. 1977		20.8. 1977		18.9.1977		23.10. 1977			
	1	8	16	30	80	1	8	20	40	1	0-2	2-10	10	43	0-10	1	0-10	55	0-10	20	0-10	
m dyp																						
Temperatur C	0,76	1,33	1,53	1,83	2,77	3,0	3,0	2,9	2,9	9,8	6,5	4,7			9,4	12,8	7,5		8,3			
Oksygen mg O ₂ /l	13,2	11,8	11,7	11,3	7,3	11,16	10,6	11,26	11,06	10,4	10,3	10,1				9,9	10,0					
Oksygen % O ₂	95,5	86,3	86,1	83,8	55,6	85,5	81,2	86,01	84,6	94,7	86,5	81,0				96,6	86,1					
pH	7,23	7,32	7,32	7,31	7,04	7,15	7,21	7,26	7,23		6,73	6,90			7,42	7,29	7,26		7,40	7,36		7,56
Konduktivitet μS/cm, 20°C	38,0	36,5	36,0	35,5	37,5	35,3	35,3	39,3	41,5		34,5	35,0			35,4	33,2	33,2		36,6	35,6		36,8
Farge mg Pt/l	25	22	22	23	45	30	30	26	20		39	39			55				22	16		30
Turbiditet F.T.U.	0,40	0,25	0,30	0,35	0,95	0,31	0,29	0,27	0,23		0,58	0,47			0,45				0,31	0,23		0,27
Pernanganattall mg O/l	3,31	3,24	3,31	3,31	3,31	3,7	3,4	3,2	2,3		7,82	3,32			3,87	3,9	3,8		3,3	3,2		2,6
Jern μg Fe/l	30	20	20	20	90	60	50	50	30							30	25					
Mangan μg Mn/l	10	10	10	10	35	16	18	17	11							4	5					
Klorid mg Cl/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8										0,4	0,4		0,8
Sulfat mg SO ₄ /l	2,7	2,7	2,8	3,4	1,6	2,8	2,5	2,5	2,6										2,7	2,6		2,3
Silisium mg SiO ₂ /l	3,9	3,4	3,3	3,3	3,7	3,4	3,4	3,5	3,6						3,75	3,5	3,7		4,2	4,2		4,0
Kalsium mg Ca/l	5,9	5,5	5,5	5,5	5,5	4,9	5,0	5,5	6,0										5,5	5,5		6,0
Magnesium mg Mg/l	1,30	1,25	1,20	1,20	1,20	1,3	1,3	1,4	1,5										1,4	1,4		1,0
Natrium mg Na/l	0,90	0,82	0,82	0,95	0,75	0,79	0,84	0,88	0,85										0,79	0,37		0,84
Kalium mg K/l	0,32	0,30	0,30	0,30	0,30	0,38	0,41	0,42	0,42										0,85	0,36		0,38
Totalt nitrogen μg N/l	250	185	190	165	225	290	270	250	270		140	130		160	170	130	130		200	180		180
Nitrat μg N/l	90	80	80	80	100	90	130	110	110		70	70		90	60	70	90		85	90		80
Totalfosfor μg P/l	10	7	7	5	12	13	4	5	5		8	6		5	5	3	4		4	5		2
Ortofosfat μg P/l	4	2	2	<2	6	<2	<2	<2	<2		<2	<2		<2	<2	<2	<2		<2	<2		2
Alkalitet pH 4,0 ml N/10 HCl/l	3,47	3,62	3,41	3,40	3,61	3,75	3,99	4,10	4,40		3,04	3,18	3,31	3,63					3,34	3,35		3,41
Tørrestoff mg/l						BI.1-8 m					BI.0-10 m								0,48			0,26
Uorganisk mat. mg/l						0,29					0,65				0,6	0,24						
Organisk mat. mg/l						0,09					0,05				0,2	0				0,13		0
						0,20					0,60				0,4	0,24				0,35		0,26

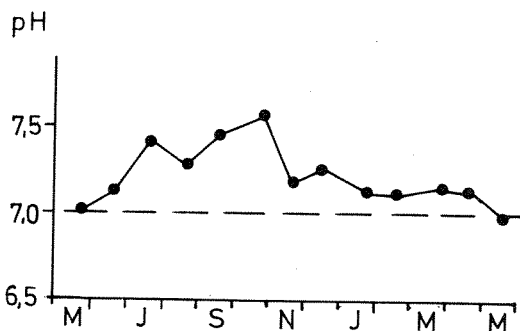
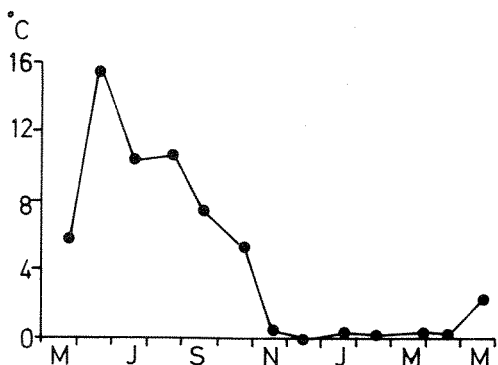
Temperatur, °C, og pH

på observasjonsdagene 21.5.1977 - 18.5.1978

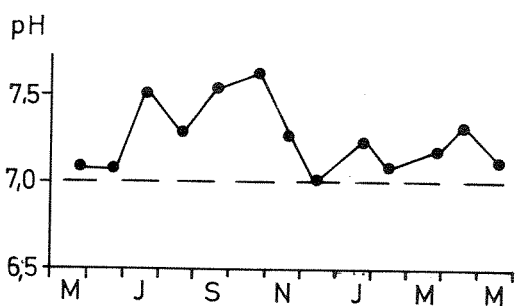
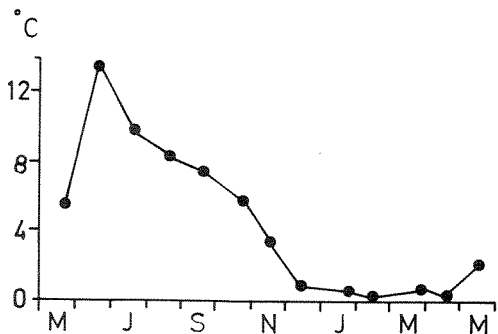
St.1



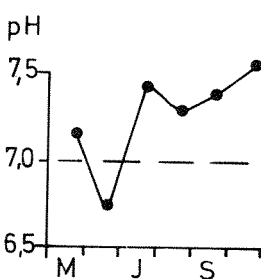
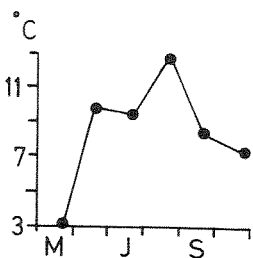
St.2



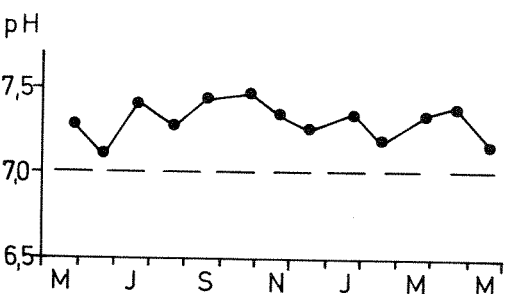
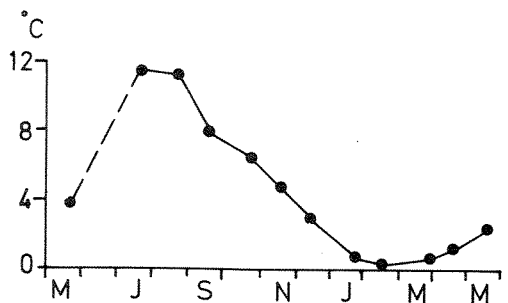
St.3



St.4



St.5



Surhetsgrad og konduktivitet (tabellene 13 og 17, figurene 14 og 15)

Surhetsgraden (pH) er et mål på vannets konsentrasjon av hydrogenioner. pH 7 er nøytral, lavere enn 7 er sur og høyere enn 7 er basisk.

På observasjonsdagene varierte vannets pH i området 7 - 7,6, bortsett fra den 19. juni da pH i innsjøens overflatelag var 6,73. pH-verdiene fra stasjonene i Engeråa var av samme størrelsesorden. Det var ingen systematiske variasjoner, bortsett fra i juni, da pH-verdiene i innsjøen var noe høyere i dypet enn i overflatelagene. Dette har antakelig sammenheng med tilførsel av smeltevann. Variasjonsområdet 7 - 7,6 viser at vannet var svakt basisk.

Vannets konduktivitet er et mål for innholdet av løste salter (elektrolytter) i vannet.

I innsjøen og utløpet lå elektrolyttinnholdet på observasjonsdagene i området 33,2 - 41,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Disse verdiene er av samme størrelsesorden som observasjonsresultatene fra Mjøsa. Oppstrøms Engeren varierte elektrolyttinnholdet i observasjonsperioden mellom 24,0 og 152 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og synes å variere omtrent omvendt proporsjonalt med vannføringen. Bortsett fra den 21. mai ble de høyeste verdiene målt øverst i vassdraget og avtok gradvis nedover.

I innsjøen viste målinger av saltholdigheten en svakt stigende tendens mot dypet i vår- og sommermånedene, men var ellers relativt konstant. Dette har sammenheng med de utjevne egenskaper et innsjøsystem representerer.

Farge, turbiditet og organisk materiale (kaliumpermanganat) (tabellene 13 og 17, figurene 15 og 16).

Fargetallet er først og fremst bestemt av vannets innhold av oppløste (særlig organiske) stoffer og suspenderte partikler. Filtrereres vannet før fargemåling, fjernes de suspenderte partikler.

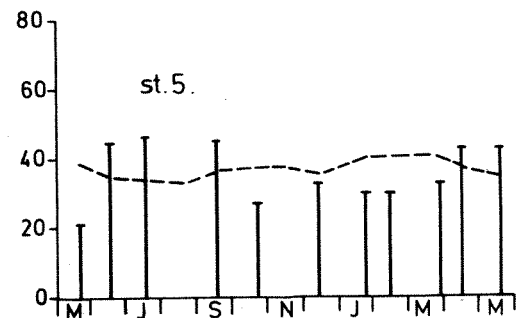
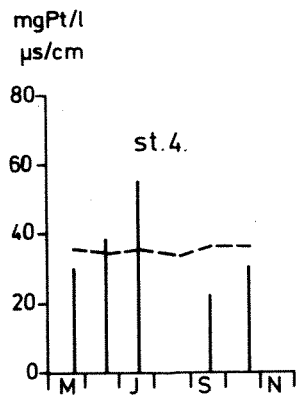
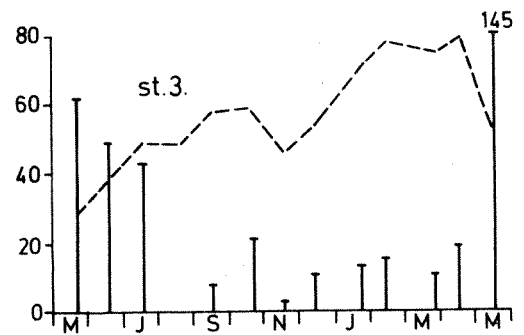
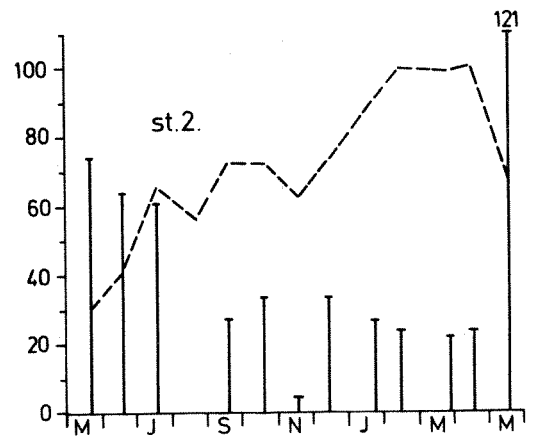
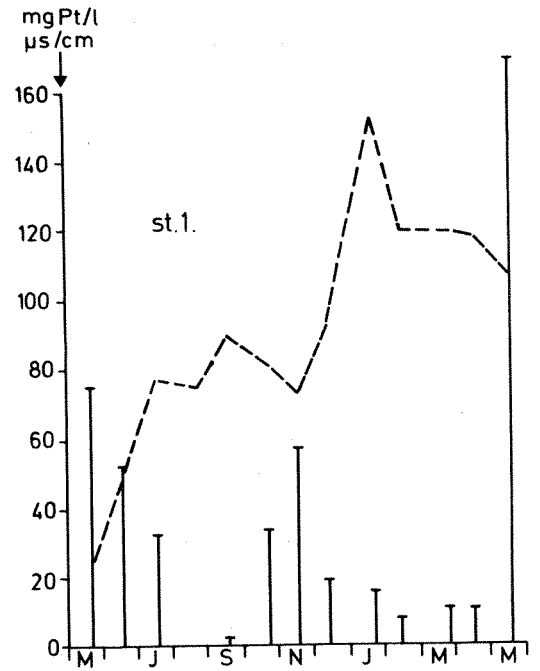
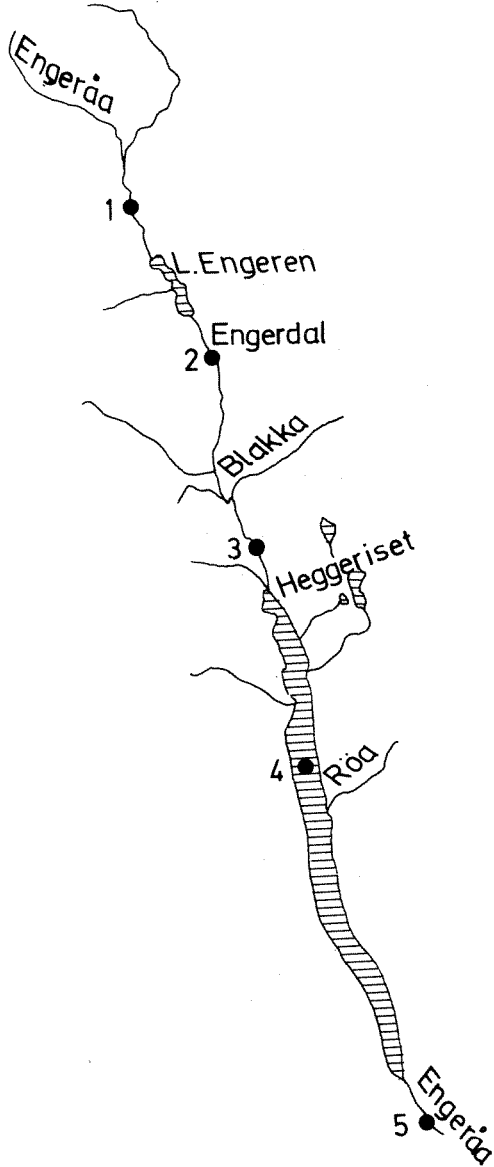
FIG. 15. ENGERÅA - ENGEREN

Konduktivitet, $\mu\text{S}/\text{cm}$ v/ 20°C ----

Farge, mg Pt/l \uparrow

på observasjonsdagene

21.5.1977 - 18.5.1978



Turbiditet gir uttrykk for vannets evne til å spre lyset og er avhengig av vannets innhold av suspenderte partikler.

Kaliumpermanganat (KMnO_4 -tallet) er et uttrykk for vannets innhold av organisk stoff.

De foreliggende analyseresultatene for disse parametre er for det meste høye og viser at vannet er påvirket av organisk stoff - i vesentlig grad ekstraksjonsstoffer fra myr-, jord- og skogbruksområder. Spesielt var verdiene høye i mai under (i slutten av)snøsmeltingen. Dette kan også ha sin årsak i at elva på denne tid strømmer utover sine bredder - noe som medfører betydelig utvasking (erosjon) av organisk stoff fra dyrket mark langs elva. De høyeste verdier ble hele perioden målt på stasjon 2 (oppstrøms Engeren), bortsett fra 18. november 1977 og 18. mai 1978, hvor analyseresultatene viser at stasjon 1 hadde til dels svært høye tall for farge, turbiditet og kaliumpermanganat. De laveste verdiene ble i vesentlig grad målt i månedene november til april.

Jern og mangan (tabellene 13 og 17)

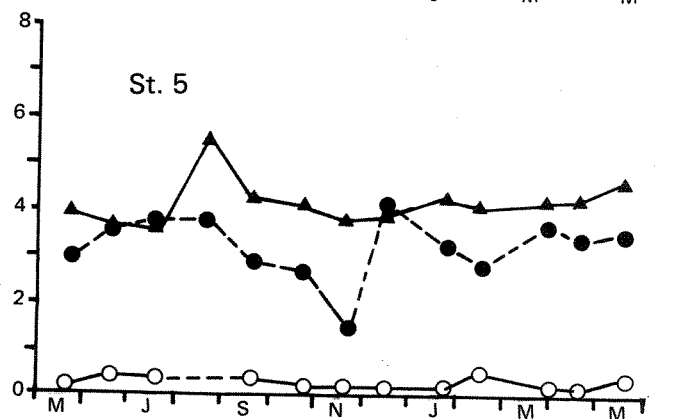
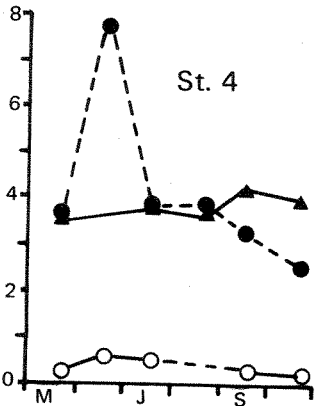
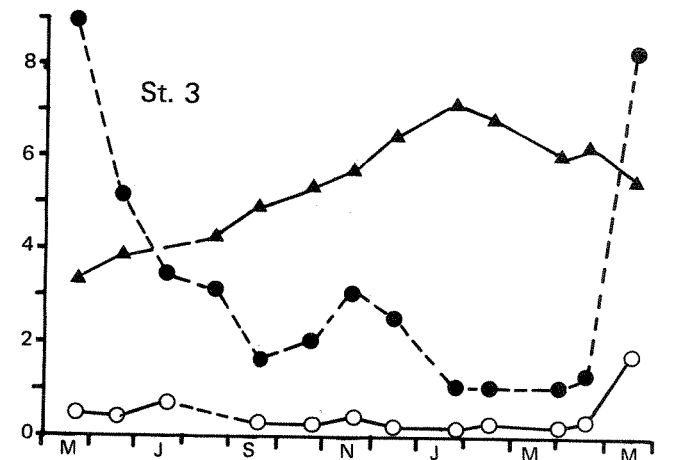
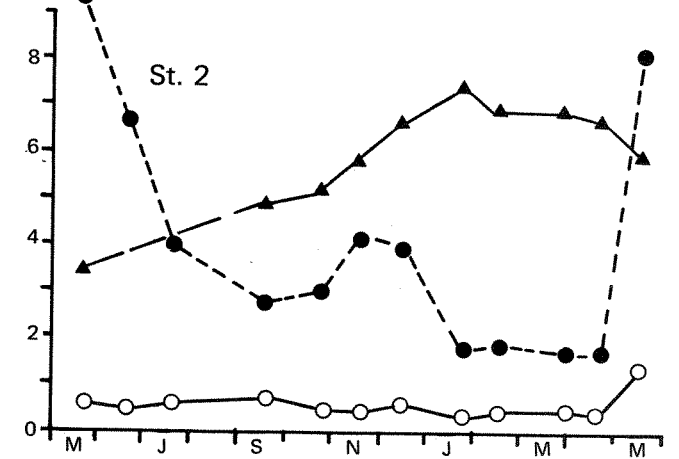
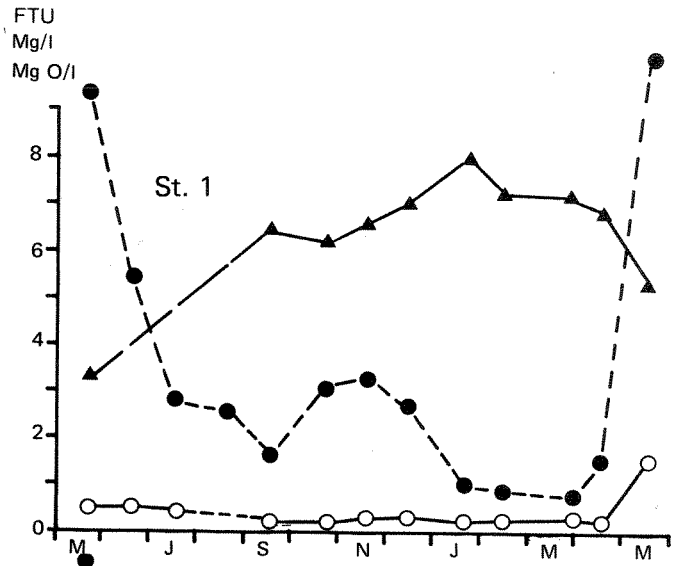
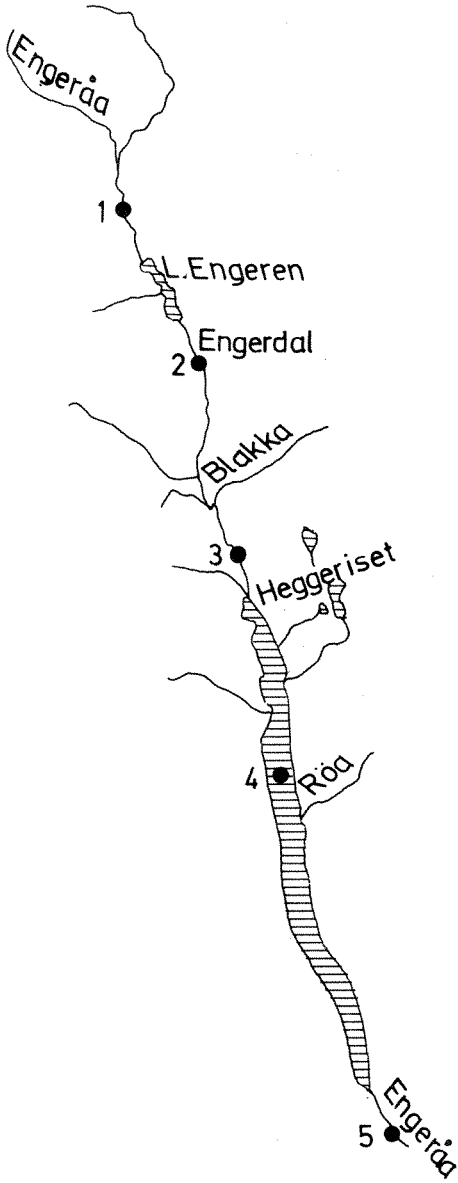
Innholdet av jern- og manganforbindelser ble undersøkt den 21. mai og 20. august 1977. Analyseresultatene var relativt lave både for innsjøen og Engeråa (st. 3), bortsett fra for Røa den 20. august, hvor innholdet av jern var 200 $\mu\text{g Fe/l}$. Middelverdiene var for observasjonsperioden henholdsvis 38 $\mu\text{g Fe/l}$ og 10 $\mu\text{g Mn/l}$ i Engeren.

Silisium (tabellene 13 og 17, figur 16)

Vannets innhold av silisium var på observasjonsdagene forholdsvis høyt både i Engeren og Engeråa. De høyeste verdiene ble, bortsett fra i mai måned, målt øverst i elva med avtakende tendens nedover mot Engeren, og de laveste verdiene ble målt i selve Engeren og ved utløpet. Variasjonsbredden for undersøkelsesmaterialet er 3,3 - 8,1 $\text{mg SiO}_2/\text{l}$ og middelverdi for innsjøen 3,8 $\text{mg SiO}_2/\text{l}$.

Fig.16 Engeråa - Engeren

Turbiditet FTU ○ — ○
 Silisium. mg Si O₂/l ▲ — ▲
 Kalium permanganat, mg O/l ● - - ●
 på observasjonsdagene 21/5 1977 - 18/5 1978.



Hovedkomponentene (kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat og bikarbonat)

Middelverdiene for hovedkomponentene samt den midlere ionesammensetningen i milliekvivalenter og ekvivalentprosent for Engeren for serien fra 1972 og seriene fra 1977 går frem av tabell 18. Prosentvis ionesammensetning er vist i figur 17.

De dominerende ionepar er kalsium og bikarbonat som utgjør henholdsvis 64 - 65 % av kationene og 82 - 84 % av anionene.

Over året ser som nevnt saltholdigheten (elektrolyttinnholdet) i vassdraget ut til å variere omvendt proporsjonalt med vannføringen, mens den for de forskjellige prøvetakinger avtar nedover i vassdraget. Materialet er fremstilt i tabell 17. Middelverdier, milliekvivalenter og ekvivalentprosent for de forskjellige stasjoner går frem av tabell 19 og figur 19 viser prosentvis ionesammensetning. De dominerende ionepar er som for innsjøen kalsium for kationene, hvor ekvivalentprosenten ut fra foreliggende data ser ut til å øke nedover i vassdraget (53 - 65 %) og for anionene bikarbonat som holder seg konstant på ca. 86 %.

Plantenæringsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser)

(Tabellene 13 og 17, figurene 17 og 18)

Næringssaltene nitrogen (N) og fosfor (P) blir ofte kalt minimumstoffer. De er av avgjørende betydning for vannforekomstenes økologiske balanse og stoffomsetning. Økning av næringssaltilførselen (ved forurensning) kan gi betydelige gjødseleffekter, først og fremst i form av oppblomstring av planteplankton (innsjøer) og tilgroing (grunne innsjøer og elver).

Av de fosfor- og nitrogenforbindelsene som har størst betydning for plantene, er ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) og nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$).

Vannets innhold av nitrogenforbindelser var stort sett av en størrelsesorden som man kunne vente ut fra innsjøens geografiske beliggenhet og aktiviteter i nedbørfeltet. Variasjonsbredden for materialet fra Engeråa

FIG. 17, ENGERÅA - ENGEREN, ‰ IONESAMMENSETNING

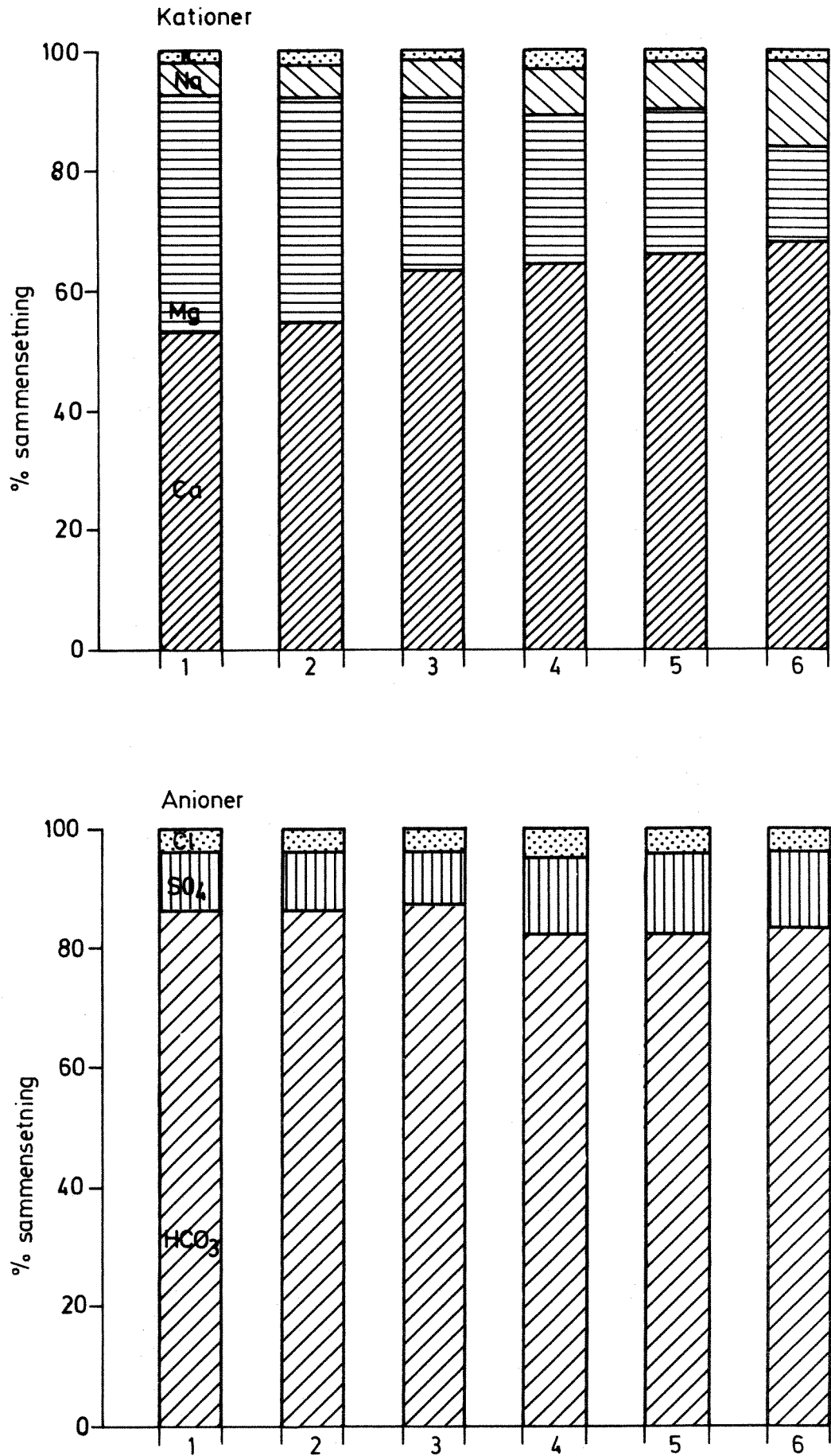


Fig.18 Engeråa - Engeren

Total nitrogen, $\mu\text{g N/l}$ ●---●
 Nitrat, $\mu\text{g N/l}$ ○—○
 på observasjonsdagene 21/5 1977 - 18/5 1978.

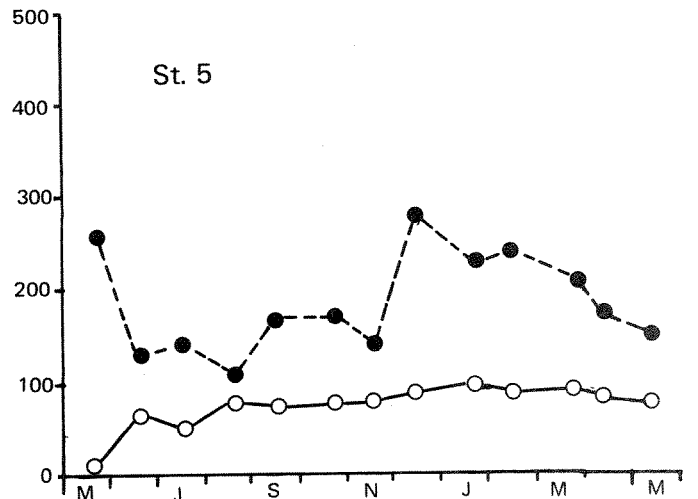
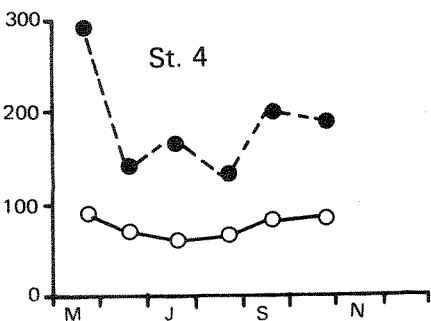
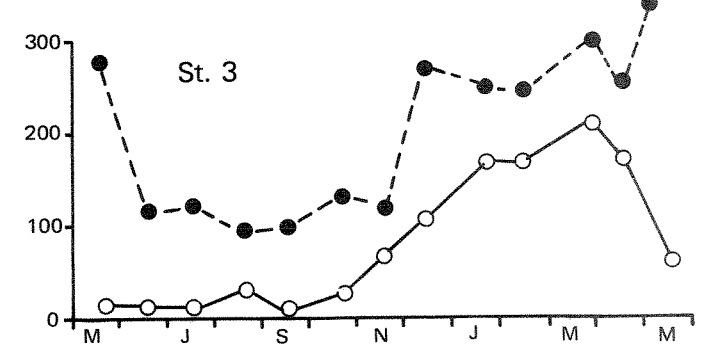
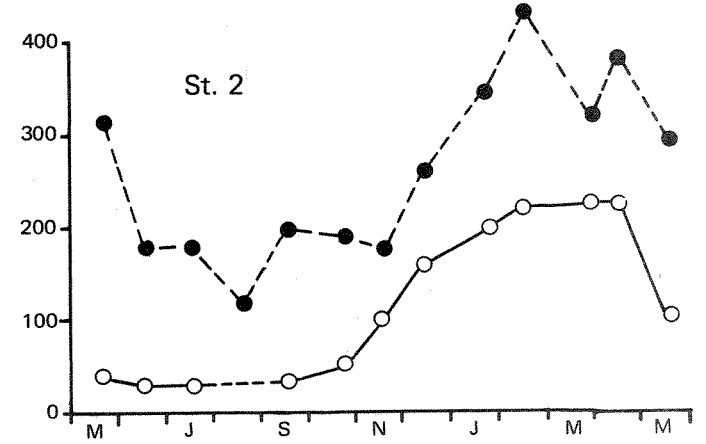
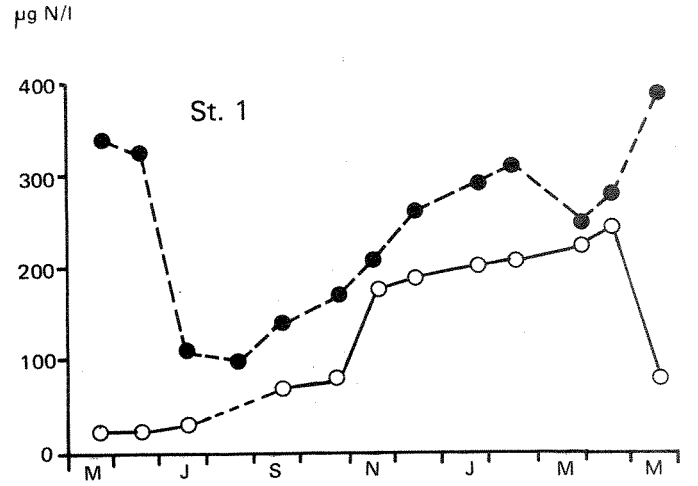
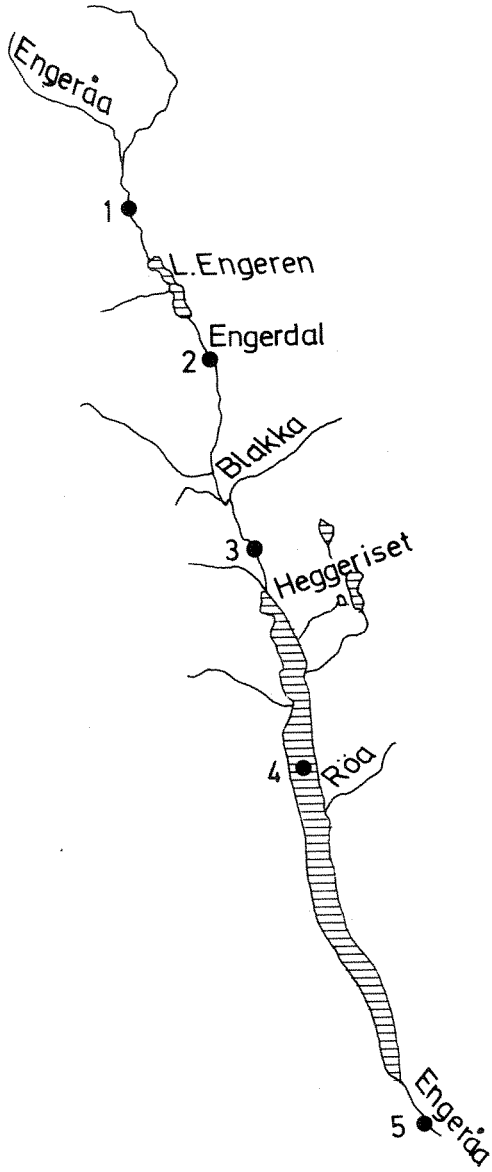
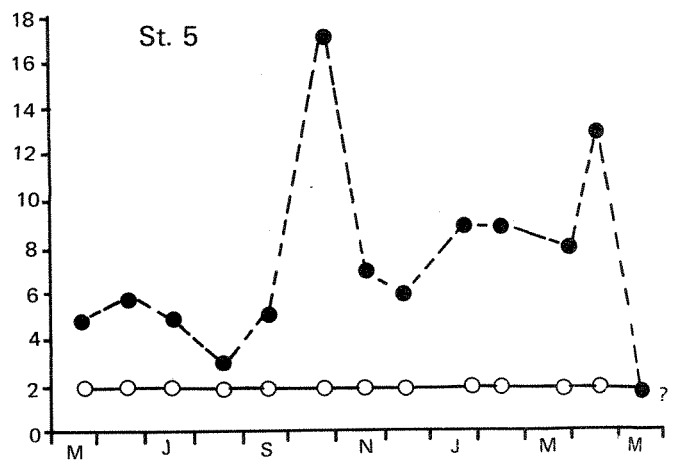
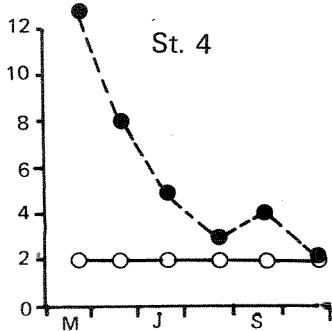
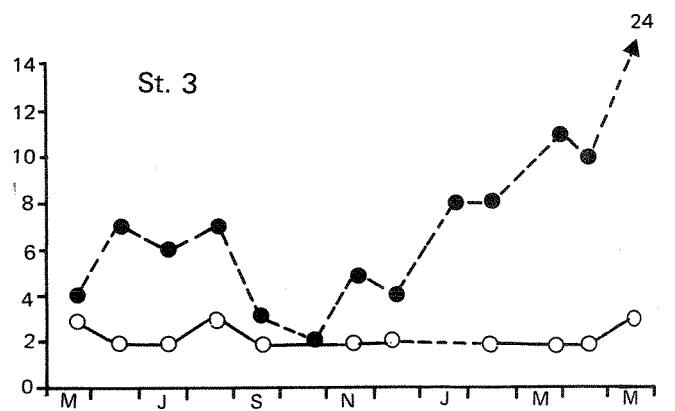
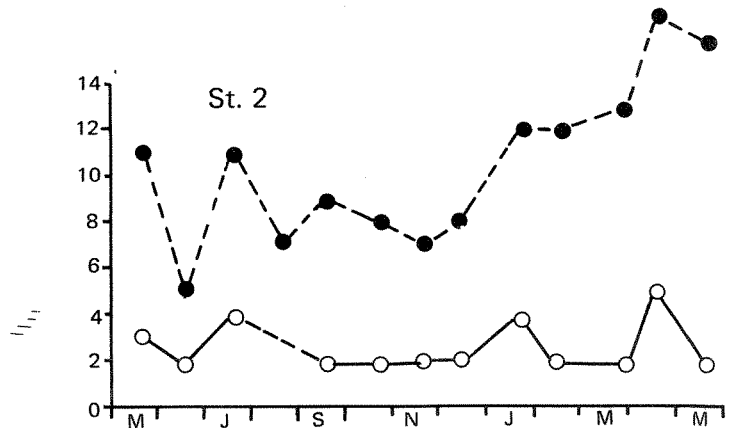
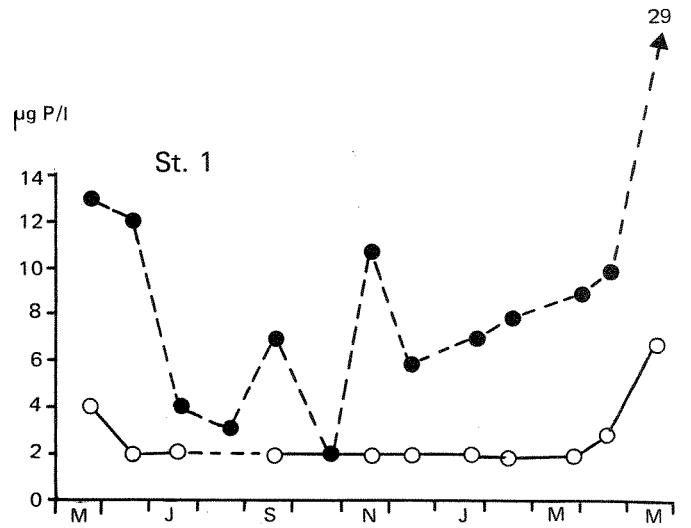
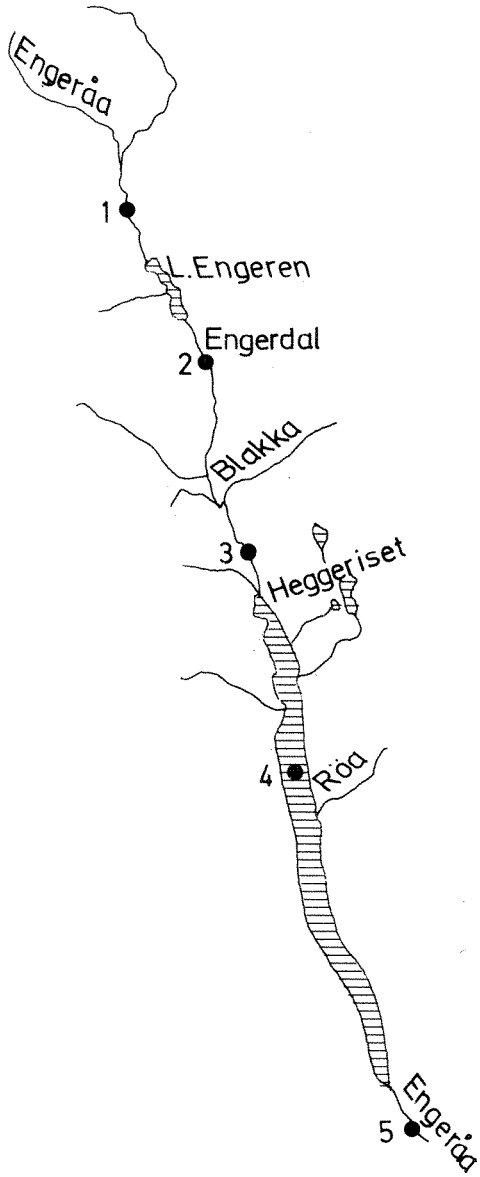


Fig.19 Engeråa - Engeren

Total fosfor, $\mu\text{g P/l}$ ●---●
 Ortofosfat, $\mu\text{g P/l}$ ○—○
 på observasjonsdagene 21/5 1977 - 18/5 1978



var fra 90 til 400 $\mu\text{g N/l}$. Den høyeste middelvei i undersøkelsesperioden, 265 $\mu\text{g N/l}$, er fra st. 2, og den laveste, 185 $\mu\text{g N/l}$, fra st. 5. De høyere verdier i mai og juni tyder på utvasking av nitrogenholdige stoffer fra jordbruksområdene langs vassdraget. Ellers kan bemerkes at de lave nitratverdiene i Engeråa oppstrøms Engeren og spesielt på st. 3, tyder på en betydelig biologisk aktivitet i elvesystemet.

Vannets fosforinnhold er noe høyere enn hva som er vanlig å finne i vannforekomster med lite påvirkning. Fosforverdiene synes å være spesielt høye under flomsituasjonen om våren (utvasking av gjødselstoffer fra omkringliggende jordbruksområder). Variasjonsbredden var her 4-29 $\mu\text{g P/l}$ for serien fra mai 1977. 4 $\mu\text{g P/l}$ ble målt ved utløpet av Engeren, mens det i selve Engeren i 1 meters dyp ble målt 13 $\mu\text{g P/l}$. Ortofosfatverdiene var lave, særlig i innsjøen og dens utløp. Variasjonsbredden for hele materialet var < 2-4 $\mu\text{g P/l}$.

Tørrstoff, gløderest (uorganisk materiale), glødetap (organisk materiale), mg/l

Med tørrstoff menes tørrvekten av det suspenderte materialet i vann. Tørrstoff bestemmes ved å filtrere et bestemt volum av vannprøven gjennom et glassfiberfilter (Whatman bF/C) som deretter tørkes i en time ved 95 °C. Filterets vektøkning er et mål på vannets innhold av suspendert materiale og uttrykkes som mg tørrstoff/l.

Gløderest er den del av tørrstoffet som blir igjen etter at det organiske materialet er blitt forbrent. Gløderest bestemmes ved at filterresten etter tørrstoffbestemmelsen opphetes til 490 °C i en time og deretter veies. Gløderesten angis som mg gløderest/l.

Variasjonene i vannets innhold av tørrstoff/gløderest/glødetap på prøvetakingsdagene er fremstilt i tabell 13 og figur 20. Middelvei for hele materialet er 0,42 mg tørrstoff/l, hvorav ca. 83 % består av organisk og ca. 17 % av uorganisk materiale.

4.1.2 Biologiske forhold

Total klorofyll a

Klorofyllprøvene er avlest på fluorimeter etter metode beskrevet av Krogh 1976.

Klorofyll a er det viktigste pigment i algene som omdanner lysenergi til kjemisk energi under fotosyntesen. Klorofyllinnholdet i planteplanktonet influeres av lys, næringstilgang og artsammensetning.

Figur 20 og tabell 14 viser variasjonene i vannets innhold av klorofyll a (blandprøver 0-10 m) i Engeren på prøvetakingsdagene i vekstperioden mai - oktober 1977. Variasjonsbredden i observasjonsmaterialet er 0,40 - 2,34 $\mu\text{g chl}_a/\text{l}$. Resultatene viser at algebiomassen er noe høyere enn hva en venter å finne i denne innsjøtype. Ved siden av en betydelig begroing langs strendene tyder dette på at innsjøen nå utsettes for en viss belastning av næringssalter.

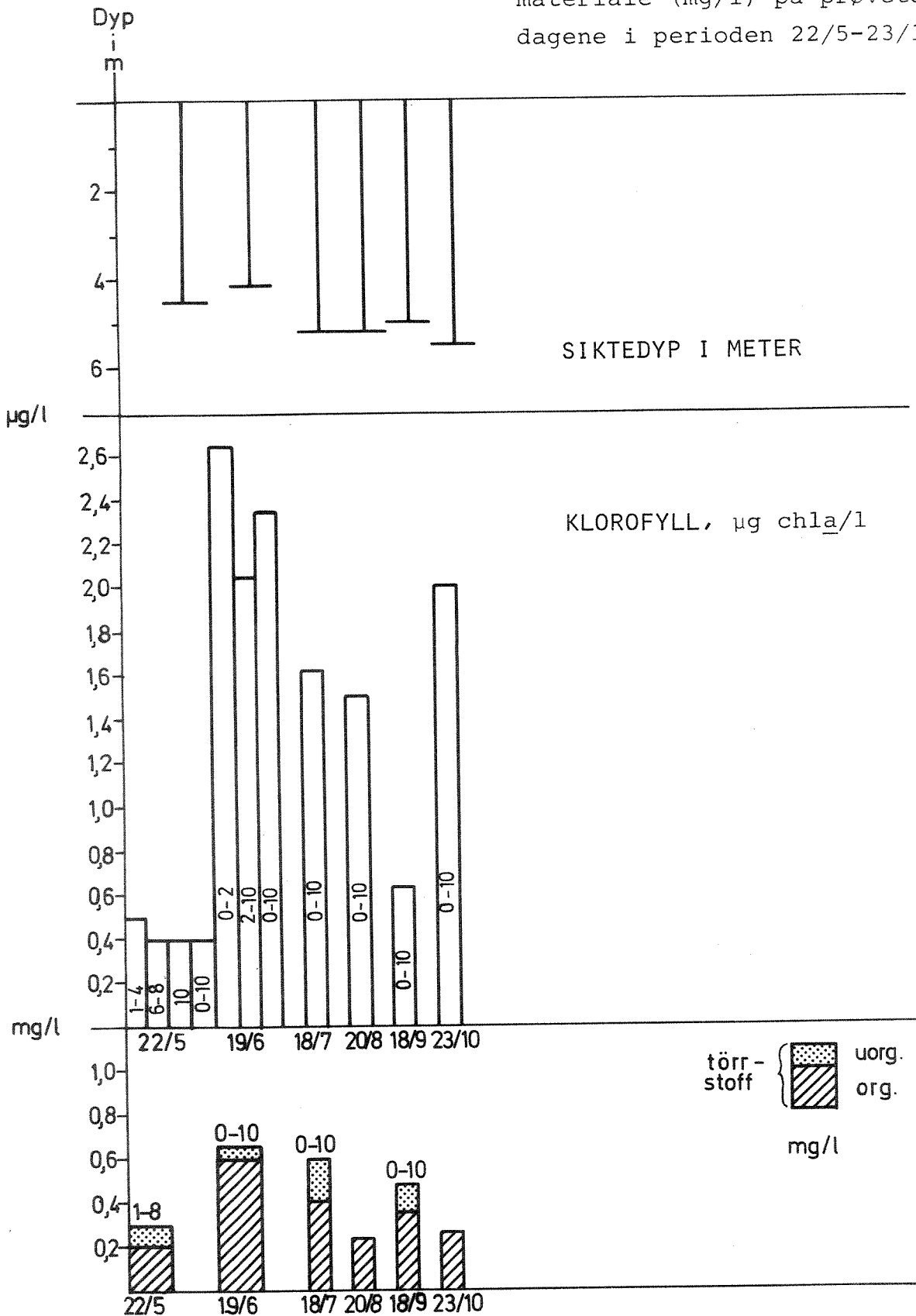
Tabell 14. Engeren, stasjon 4.

Klorofyll a, $\mu\text{g chl}_a/\text{l}$

22.5.1977 :	1- 4 m :	0,45 $\mu\text{g}/\text{l}$
	6- 8 m :	0,39 "
	10 m :	0,36 "
	0-10 m :	0,40 $\mu\text{g}/\text{l}$
=====		
19.6.1977 :	0- 2 m :	2,64 $\mu\text{g}/\text{l}$
	2-10 m :	2,04 "
	0-10 m :	2,34 $\mu\text{g}/\text{l}$
=====		
18.7.1977 :	0-10 m :	1,62 $\mu\text{g}/\text{l}$
=====		
20.8.1977 :	0-10 m :	1,50 $\mu\text{g}/\text{l}$
=====		
18.9.1977 :	0-10 m :	0,63 $\mu\text{g}/\text{l}$
=====		
23.10.1977 :	0-10 m :	2,0 $\mu\text{g}/\text{l}$
=====		

FIG. 20. ENGEREN, STASJON 4.

Siktedyp i meter, klorofyll a ($\mu\text{g chl}_a/\text{l}$) og tørrstoff/organisk materiale (mg/l) på prøvetakingsdagene i perioden 22/5-23/10 1977.



Planteplanktonet i Engeren i 1977

Variasjoner i planteplanktonmengde og sammensetning er en viktig faktor når en skal vurdere vannkvalitet og eventuelle endringer i denne.

En eutrofierende utvikling i en innsjø ser en ofte i første omgang ved at mengdenivået av planktonalger pr. volumenhet vann øker uten at art-sammensetningen endres vesentlig. Ved fortsatt eutrofierende utvikling vil så artsammensetningen etter hvert endres mot færre arter i algesamfunnet, men større individantall på de dominerende artene.

Variasjonene i algemengde er gitt i figur 21 for Engeren 1977. Den 22. mai og 19. juni ble algematerialet samlet inn på en litt annen måte enn i resten av undersøkelsesperioden, da det ble samlet inn blandprøver fra 0-10 m dyp.

Den 22. mai ble det samlet inn og analysert på tre enkeltprøver fra henholdsvis 1, 6 og 10 m og 19. juni en blandprøve fra 0-2 m.

Som det fremgår av figuren var verdiene for de enkelte dypene 22 mai omtrent like, og en eventuell blandprøve 0-10 m ville derfor ligge i samme nivået. Resultatene for 19. juni representerer bare vannlaget 0-2 m og analyseresultatene er antakelig noe høyere enn hva de ville vært hvis blandprøven var tatt i vannlaget 0-10 m dyp.

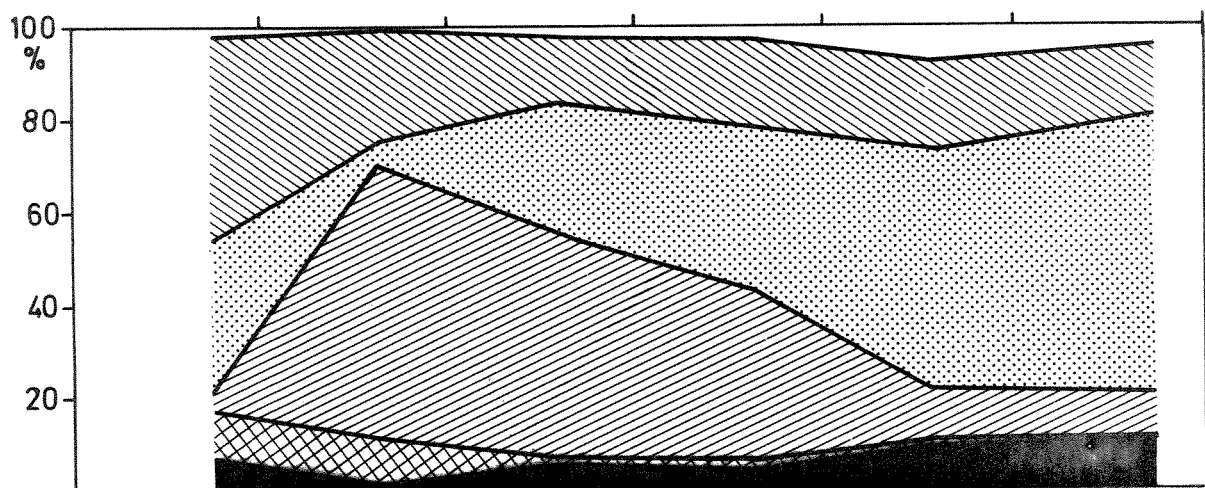
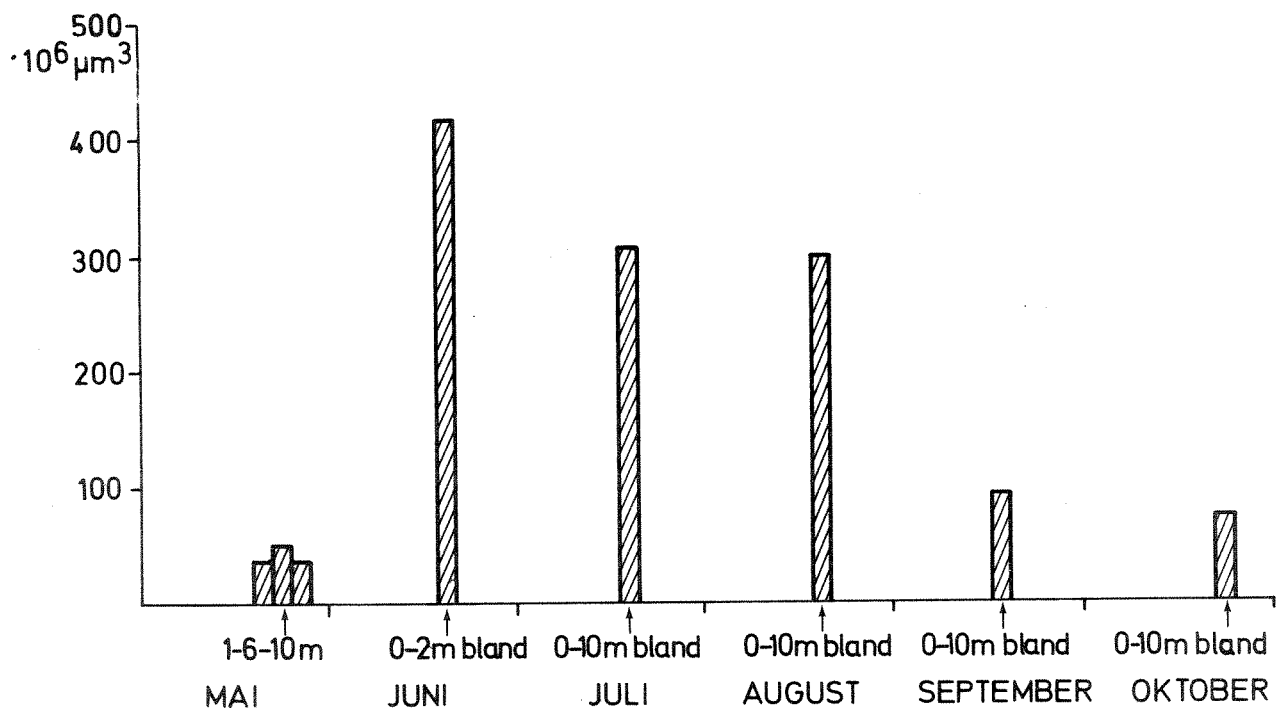
Med disse forbehold kan en si at figuren viser en årsvariasjon i algemengde (planteplankton) med relativt lave verdier (maksimum $300-400 \cdot 10^6 \mu\text{m}^3 \sim 0,3 - 0,4 \text{ mg}$ friskvekt alger pr. liter) slik en registrerer det i oligotrofe (næringsfattige, lavproduktive) innsjøer i Norge.

I figur 21 er også fremstilt variasjonene i den prosentvise sammensetning av hovedgruppene innen algesamfunnet gjennom sesongen.

Denne viser at gruppen gulalger (chrysophyceae) dominerer tidlig på vekstsesongen med ulike chrysomonader.

FIG. 21. VARIASJONER I TOTALVOLUM AV PLANTEPLANKTON OG PROSENT-
VIS SAMMENSETNING AV DE VIKTIGSTE ALGEGRUPPENE I
ENGEREN 1977

(Verdiene for totalvolum gitt i $10^6 \mu\text{m}^3$ pr. liter.
 $1000 \cdot 10^6 \mu\text{m}^3 = 1 \text{ mm}^3 = 1 \text{ mg friskvekt alger.}$)



- | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Chlorophyceae (grønnalger) | Bacillariophyceae (kiselalger) | Dinophyceae (fureflagellater) |
| Chrysophyceae (gulalger) | Cryptophyceae | μ -alger |

Gjennom sommersesongen er det imidlertid gruppen Cryptophyceae som er den viktigste, og særlig er arten *Rhodomonas lacustris* (Rh. minuta) et viktig element i det samlede algesamfunn på denne tiden sammen med forskjellige arter av slekten *Cryptomonas*.

Mot ettersommeren og høsten ble kiselalgene mer dominerende i bildet med arten *Melosira distans* v. *alpigena* som den mest fremtredende. I juli var en forholdsvis stor andel av algesamfunnet *Asterionella formosa*.

Andre algegrupper enn de som er nevnt foran spilte en helt underordnet rolle i det samlede algesamfunn. På grunnlag av de analyseresultater som er fremkommet (tabell 20) må en se at Engeren har en variasjon i mengde og sammensetning som karakteriserer den som oligotrof, selv om gruppen Chrysophyceae (gulalger) har en mindre andel av det samlede algevolum enn det vi vanligvis finner i slike innsjøer til fordel for gruppene Chryptophyceae og Bacillariophyceae (kiselalger).

Av de dominerende artene innen disse to gruppene er *Rhodomonas lacustris* vanlig i nær sagt alle typer innsjøer, mens *Melosira distans* v. *alpigena* vanligvis regnes som en typisk art i oligotrofe innsjøer. Interessant er det relativt store individtall av *Asterionella formosa* i juli. Økende mengder av denne i en innsjø har i enkelte lokaliteter vist seg å være en indikasjon på en begynnende påvirkning av oligotrofe innsjøer.

Som helhet må en imidlertid, som tidligere nevnt, betegne Engeren som en relativt næringsfattig innsjø i dag. Imidlertid skal det en relativt liten konsentrasjonsøkning til før det biologiske system bringes ut av balanse.

Begroing i vassdraget

I løpet av sommerhalvåret 1977 ble det samlet en del begroingsprøver i Engeråa og Engeren. Fordi det forelå en fullstendig prøveserie (alle stasjoner) fra 18. september og fordi begroingssamfunnet vanligvis er særlig velutviklet i august/september, ble prøver fra denne dato valgt ut for analyse.

Resultatene av mikroskoperingsanalysen er gitt i tabell 15.

Her er de mengdemessige forhold gitt ved:

- xxx : Dominerende i prøven
- xx : Av mengdemessig betydning i prøven
- x : Bare spredte funn i prøven

St. 1.

Grønnalgen *Microspora amoena* utgjorde den viktigste delen av begroingsmaterialet. *Microspora* er vanlig i ulike typer vann. Den opptrer ofte i store mengder i elver med forholdsvis kaldt vann der lokal aktivitet (f.eks. befolkningssentra) forårsaker lokal påvirkning (forurensning) av elva. Festet til *Microspora* var det tette bestander av heterotrof vekst; viktigst var soppen *Leptomitus lacteus* og en bakterie tilhørende familien *Chlamydobacteriaceae*. Dette indikerer et betydelig innhold av organisk materiale i vannmassene der prøvene ble samlet.

St. 2.

Det viktigste begroingselementet på denne stasjonen var *Microspora amoena*. Det markerte innslaget av heterotrof vekst var forsvunnet, mens trådformede grønnalger som f.eks. *Oedogonium* sp. 26-30 μ var kommet til i stedet. Dette tyder på en reduksjon i innholdet av organisk materiale og en forbedring av forholdene i forhold til st. 1.

St. 3.

Begroingssamfunnet var markert forskjellig fra ovenforliggende stasjon. Rødalgen *Lemanea* cf. *fluviatilis* dominerte algevegetasjonen sammen med den trådformede grønnalgen *Spirogyra* sp. L. 70-80 μ . *Lemanea* har vid trofisk valens (spenner over et bredt forurensningsspektrum), men er bare sparsomt utbredt i sterkt forurensningsbelastede vassdrag. Grønnalgen *Spirogyra* er ikke artsbestemt, og det er derfor vanskelig å si noe om dens økologiske preferanse. En totalvurdering av begroingssamfunnet indikerer mindre innhold av plantenæringssalter i vannet ved st. 3 enn ved stasjon 1 (særlig) og st. 2.

St. 4. (Engeren - strandområde ved Hylleråsen)

Prøven bestod av én sten med et gulgrått belegg. Prøven var representativ for den visuelle begroing langs stranden. Ved mikroskoperingsanalysen viste belegget seg å bestå av et uvanlig stort antall ulike kiselalger, av disse kan nevnes *Didymosphenia geminata*, *Synedra* (mange arter), *Gomphonema* (mange arter) og *Cymbella* (mange arter) som særlig fremtredende. I tillegg til kiselalger bestod en del av belegget av blågrønnalgene *Chroococcus* sp. og *Oscillatoria tenuis*. Sistnevnte observeres oftest på lokaliteter med en viss forurensningsbelastning. Begroingen langs strendene er en indikasjon på at innsjøen befinner seg i en eutrofiutvikling (utvikling mot næringsrik tilstand).

St. 5.

Det dominerende begroingselement på denne stasjonen var kiselalgen *Didymosphenia geminata* som dekket det meste av bunnen i tette begroinger. I tillegg hadde grønnalgene *Ulothrix zonata*, *Microspora* og *Oedogonium* sp. 26-30 µ mengdemessig betydning i begroingssamfunnet. Mosen *Fontinalis antipyretica* ble også funnet på denne stasjonen. En samlet vurdering av begroingskomponentene tilsier gode vekstmuligheter for alger med rikelig tilgang på plantenæringsalter. Det antas at vannhastigheten (strømningen) er raskere her enn på foregående stasjoner.

En samlet vurdering av vannkvalitet basert på begroingssamfunnet i Engeråa 18/9 1977:

- St. 1. Både organisk stoff og plantenæringsalter.
- St. 2. Mindre organisk stoff, men plantenæringsalter.
- St. 3. Mellom st. 1 og st. 3 har det tydeligvis foregått selvrensing slik at organisk stoff ikke lenger gir merkbare utslag i begroingen og plantenæringsaltene er redusert.
- St. 4. Noe avvikende, ikke sammenlignbart.
- St. 5. På ny rikelig tilgang på plantenæringsalter, men ikke merkbar innvirkning av organisk stoff.

Tabell 15. Begroing i Engeråa og Engeren. Samlet 18. september 1977.

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
HETEROTROF VEKST:					
Chlamydobacteriaceae	xx				
Filamentøse bakterier	x	x			
Leptomitius lacteus (sopp)	xxx				
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)					
Aphanocapsa sp.				x	
Chamaesiphon cf. incrustans Grun.	x				xx
" sp.			xx		
Chroococcus sp.				xx	
Oscillatoria tenuis Ag.				xx	
" sp.				x	
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)					
Closterium spp.		xx	x		
Hyalotheca sp.			x		
Microspora amoena (Kütz.) Rabh.	xxx	xxx			xx
Oedogonium sp. 15 µ		x			xx
" sp. 26-30 µ		xx			xx
Spirogyra sp. 75 µ L.			xxx		
" spp.	x	x			
Stigeochlonium sp.	x				
Ulothrix zonata (Weber & M.) Kütz. cf. Ulothrix sp.	x				xx
BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)					
Ceratoneis arcus (Ehrenb.) Kütz.			x	x	
Cymbella aspera (Ehrenb.) Cleve	x	x		x	
" ventricosa Kütz.			x	x	
" spp.	xx	xx		xx	
Diatoma hiemale var. mesodon (Ehrenb.) Grun.	x	x	x		
Didymosphenia geminata (Lyngb.) M.Schmidt			x	xx	xxx
Gomphonema spp.		x	x	xx	
Meridion circulare Ag.	xx	x	x	x	
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenb.	x	x	x	xx	
" spp.	x		x	xx	
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.			x	x	
Uspesifiserte diatomeer	x	x	x	xxx	x
RHODOPHYCEAE (Rødalger)					
Lemanea cf. fluviatilis (L.) Ag.			xxx		
BRYOPHYTA (Moser)					
Fontinalis antipyretica L.					x

Dyreplankton (zooplankton), tabell 21, figur 22

Innledning

Dyreplanktonet består av to hovedgrupper - hjuldyr (rotatorier) og krepsdyr (crustacéer), som hovedsakelig oppholder seg i de fri vannmasser. Krepsdyrene har stor betydning som føde for fiskens yngel- og ungdomsstadier og for flere fiskearter, spesielt de planktonetende, også for hele livet. Fiskefaunaen kan derfor ha stor innvirkning på dyreplanktonets størrelse og sammensetning, og dette må alltid tas hensyn til ved vurdering av ett dyreplanktonmateriale.

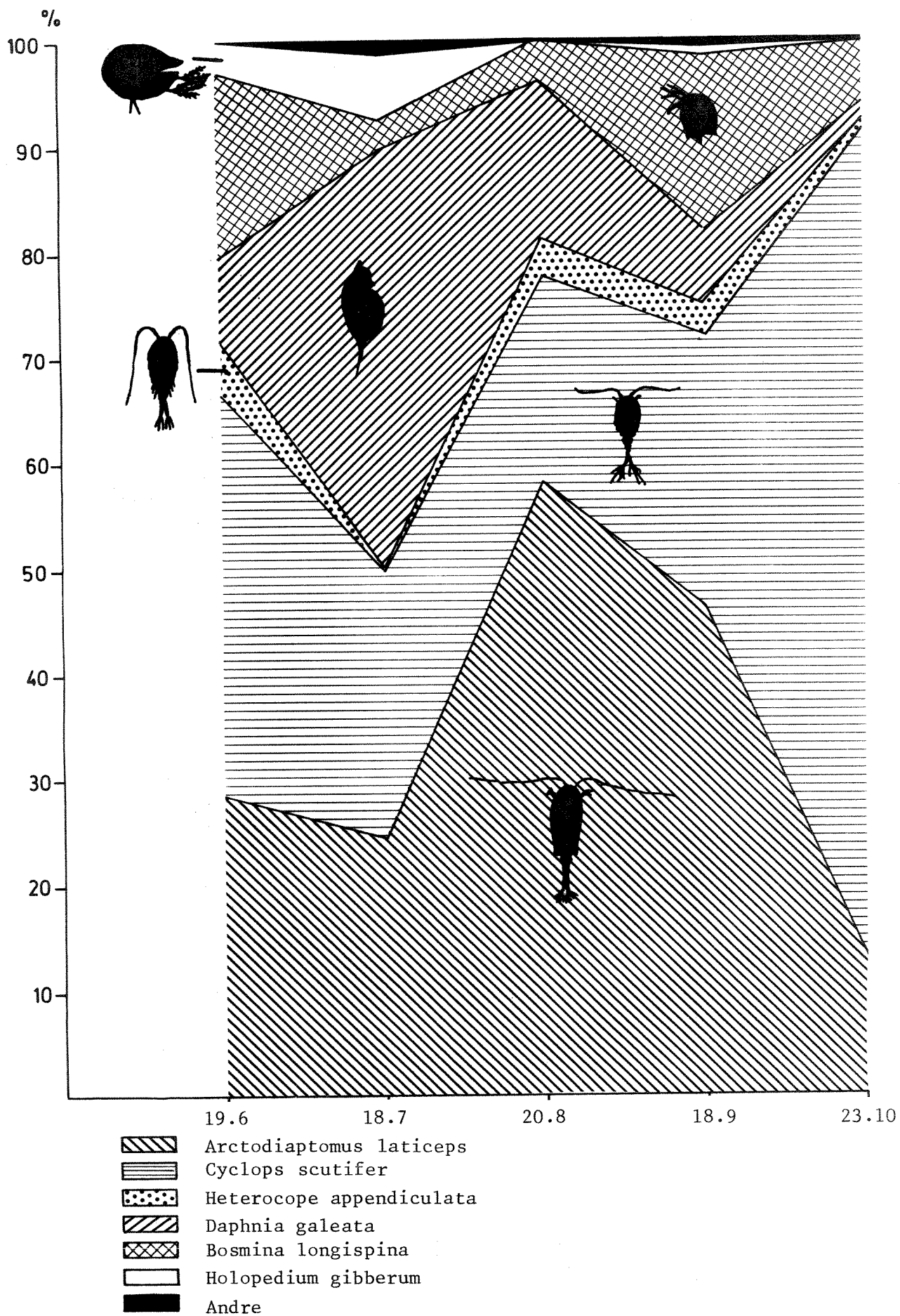
Her i landet er dyreplanktonfaunaen relativt ensartet. For næringsfattige innsjøer finnes det ikke like utpregede og entydige indikatorarter som for planteplanktonalgene. Det finnes likevel enkelte arter som synes å dominere i oligo- og mesotrofe sjøer. Ved kvantitative studier og studier av den kvalitative sammensetning av dyreplanktonet kan en likevel få god informasjon om en innsjø's næringsforhold og tilstand. Studiet av det mengdemessige forholdet mellom plante- og dyreplankton gir videre god informasjon om en innsjø's næringsbalanse.

Metodikk

Ved prøvetaking ble det brukt planktonhåv med diameter 31 cm og maskevidde 95 μm . Håvtrekkene er tatt som vertikaltrekk fra 20 m til overflaten. Det er sannsynlig at både små rotatorieformer og de minste nauplier/embryer muligens kan passere gjennom en håv med maskevidde på 95 μm , mens store lettbevegelige zooplanktonformer kan unnslippe ved denne metodikken (fluktreaksjon).

Prøvene ble studert under mikroskop, der artsbestemmelse ble utført. Deretter ble prøvene plassert i kammer for ved hjelp av stereomikroskop å kunne bestemme den prosentvise fordeling mellom de forskjellige planktonartene. En tiendedel av hver prøve er telt.

Fig. 22. Planktonkrepsdyr i Engeren på prøvetakingsdagens 1977.
Prosentvis fordeling i prøvene



Resultater og kommentarer

I prøvene ble det i alt funnet 14 forskjellige dyreplanktonarter. Av disse tilhørte 6 gruppen hjuldyr og de øvrige 8 gruppen krepsdyr. Blant krepsdyrene var det 3 arter hoppekreps (en cyclopid og 2 calanoide) samt 5 arter vannlopper. I krepsdyrsamfunnet dominerte gruppen hoppekreps klart ved alle prøvetakinger unntatt i juli-prøven da vannloppene utgjorde i underkant av 50 %.

Hjuldyr (Rotatoria)

Følgende arter ble registrert i håvtrekkene:

- Keratella cochlearis (Gosse 1851)
- Kellicottia longispina (Kellicott 1879)
- Asplanchna priodonta Gosse 1850
- Polyarthra vulgaris Carlin 1943
- Chonochilus hippocrepis (Schränk 1803)
- Chonochilus unicornis (Rousselet 1892)

De vanligst forekommende artene var *Chonochilus* spp. og *Kellicottia longispina* som dominerte hjuldyrsamfunnet ved samtlige prøvetakinger. På forsommeren var også *Asplanchna priodonta* vanlig, men denne arten ble ikke funnet i prøvene fra sensommer og høst. *Keratella cochlearis* og *Polyarthra vulgaris* ble funnet i et mindre antall i alle prøver, men aldri i dominans.

Hjuldyrsamfunnet viste stort sett en sammensetning som normalt kan forventes i en innsjøtype som Engeren. Forekomsten av *Polyarthra* var muligens mindre enn hva man kunne vente, men noen direkte indikasjon på unormale forhold foreligger ikke.

Krepsdyr (Crustacea)

Følgende arter ble registrert i håvtrekkene:

Hoppekreps (3 arter)

Calanoida

Heterocope appendiculata G.O. Sars 1863

Arctodiaptomus laticeps G.O. Sars 1863

Cyclopoida

Cyclops scutifer G.O. Sars 1863

Vannlopper (5 arter)

Holopedium gibberum Zaddach 1855

Daphnia galeata G.O. Sars 1864

Bosmina longispina Leydig 1860

Polyphemus pediculus (Linné 1761)

Bythotrephes longimanus Leydig 1860

Hoppekrepsene *Arctodiaptomus laticeps* og *Cyclops scutifer* dominerte krepsdyrsamfunnet sammen med vannloppene *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina*.

Heterocope appendiculata: Dette er en utpreget sommerform som overvintrer via hvileegg. Arten påtreffes hovedsakelig i de øverste vannlag og utgjør et begjærlig bytteobjekt for fisken. Den er derfor temmelig utsatt for fiskepredasjon. Arten ble funnet i samtlige prøver unntatt i prøven fra 18. juli, men forekom aldri i noe større antall.

Arctodiaptomus laticeps: Denne arten er vanlig i sjøer i høyere områder på Østlandet. Den erstattes som regel av sin nære slektning *Eudiaptomus gracilis* i lavlandet. Da den er liten og som regel oppholder seg i de dypere vannmassene tas den mer sjelden av fisk. Arten ble funnet i stort antall i samtlige prøver med størst forekomst i august og september.

Cyclops scutifer: Arten er en av de vanligst forekommende cyclopoider i Norge og finnes i de fleste vann. Som regel har den liten betydning som fiskeføde, men unntak forekommer. Arten var godt representert i samtlige håvtrekk med størst forekomst i juni-, juli og oktoberprøvene, og spesielt i oktober med rikelig forekomst av nauplier.

Holopedium gibberum: Denne arten som på norsk går under navnet gelekreps er en vanlig forekommende representant blant sommerplanktonets vannlopper i de fleste norske sjøer. Arten forsvinner ved mer påtakelig eutrofiering samt unnviker mer kalkrike lokaliteter. Den har betydning som fiskeføde og går som regel kraftig tilbake ved sterk fiskepredasjon. Gelekrepsen var representert i 3 av håvtrekkene og hadde størst forekomst i juli da den mengdemessig utgjorde 12 % av vannloppene og 6 % av den totale faunaen.

Daphnia galeata: Arten som hovedsakelig påtreffes i sommerperioden er vanlig forekommende og finnes i de fleste innsjøer i Østlandsområdet. *D. galeata*, som hovedsakelig forekommer i de øvre vannlag, utgjør et viktig bytteobjekt for planktonetende fisk som f.eks. sik og røye, og står sentralt i denne sammenheng når det gjelder fisken i Engeren. Arten ble funnet i samtlige prøver, men forekom bare i større antall i prøvene fra juli og august.

Bosmina longispina: I likhet med *D. galeata* er *B. longispina* en vanlig forekommende vannloppe spesielt i våre innsjøer og utgjør et viktig bytteobjekt for planktonetende fisk. *B. longispina* har hovedsakelig størst forekomst i de øvre vannlag, men går som regel noe dypere enn *D. galeata* og finnes ofte i stort antall i sprangsjiktområdet. Arten ble funnet i samtlige prøver med størst forekomst i oktoberprøven.

Polyphemus pediculus: Denne rovformen opptrer hovedsakelig som strandform, men påtreffes til sine tider også i de fri vannmasser. Enkelte eksemplarer av denne arten ble funnet i håvtrekket fra juli måned.

Bythotrephes longimanus: Arten er vanlig forekommende i mer næringsfattige (oligotrofe) sjøer, men opptrer aldri i større mengder. Det er en rovform og utgjør et ettertraktet bytteobjekt for planktonetende fisk. *B. longimanus* ble funnet i prøvene fra juli og september.

Alle usikkerheter tatt i betraktning (metodikk ved prøvetaking etc.), synes dyreplanktonfaunaen i Engeren å ha en artsammensetning og fordeling som er vanlig for denne type innsjøer i Norge, dvs. den oligotrofe innsjøtype. Selv om det innen dyreplanktonfaunaen ikke finnes utpregede

indikatorarter for næringsfattig miljø, dvs. oligotrofiindikatorer, synes det i Norge som om *Kellicottia longispina*, *Holopedium gibberum*, *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina* oftest opptrer i oligo- og mesotrofe sjøer, men savnes eller bare finnes i et mindre antall i eutroft miljø.

Antydningen til eutrofipåvirkning som synes å foreligge ut fra begroingsmaterialet etc., kan ikke ses direkte ut fra zooplanktonmaterialet. Dette ville muligens kommet bedre frem om det hadde foreligget kvantitative prøver. Materialet antyder likevel at det foreligger tydelig fiskepredasjon. Her kan nevnes den lave bestanden av arter som hoppekrepsen *H. appendiculata* og vannloppen *H. gibberum* samt den hurtige nedgangen av *D. galeata*-bestanden utover sensommeren.

4.1.3 Bakteriologiske forhold

Koliforme bakterier forekommer i tarmkanalen til varmblodige dyr og mennesker samt i jord, gjødselstoffer o.l. (dyrket ved 37 °C). Termostabile koliforme bakterier (dyrket ved 44 °C) kan betraktes som fekale bakterier. Kimtallet er et mål for antall heterotrofe mikroorganismer i vannet og dermed indirekte et mål for innhold av lett nedbrytbart organisk stoff. Det vil alltid være en viss konsentrasjon av naturlige bakterier og sopp i vannet, men dersom konsentrasjonen overstiger gitte verdier kan det tyde på ekstra tilførsler fra forurensning og/eller utvasking av jord.

Bakterieinnholdet i vannet brukes til å vurdere vannkvaliteten ut fra hygienisk synspunkt. Det er ved NIVA i samråd med SIFF brukt følgende vurderingskriterier basert på antall koliforme bakterier pr. 100 ml vann (37 °C-koliforme):

0-20	:	lite forurensset
20-100	:	moderat forurensset
100-500	:	betydelig forurensset
Mer enn 500	:	sterkt forurensset

Den 18. september og 23. oktober 1977 ble det samlet inn bakteriologiske prøver fra Engeråa, Engeren og Engerens utløp. Prøvene ble oppbevart i kjølebagg og analysert dagen etter (19/9 og 24/10). Resultatene er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 16. Koliforme bakterier og kimtall i Engeråa og Engeren.

Stasjon	Koliforme bakterier pr. 100 ml				Kimtall (20°C) pr. ml	
	18.9.77		23.10.77		18.9.77	23.10.77
	37°C	44°C	37°C	44°C		
1:			14	0		1870
2:	overgrodd	300	86	0	overgrodd	2025
3:	160	9	39	0	overgrodd	1554
4: <u>Engeren</u>						
1 m	28	1	74	0	19	73
15 "			15	0		26
20 "	15	0			15	
30 "			83	0		29
5:	28	1	48	0	340	440

Analyseresultatene viser at Engeråa nedstrøms Engerdal sentrum (st. 2) var sterkt forurensset av tarmbakterier (også termostabile den 18/9). Det høye bakterietallet i vannet indikerer fekal forurensning, og vannet må her betraktes som hygienisk utilfredsstillende (dvs. risiko for forekomst av sykdomsfremkallende bakterier og virus samt egg av innvollsparasitter). Det egner seg derfor ikke som drikkevann hverken for mennesker eller dyr.

Nedover elva har det skjedd en viss selvrensning, og på st. 3 (Heggeriset) var de bakteriologiske forhold betydelig bedre begge observasjonsdager, men vannet er også her uegnet som drikkevann i bakteriologisk henseende.

Ved st. 1 i selve Engeren og ved utløpet er bakterieinnholdet lavere, men i hvilken grad vannet er egnet som drikkevann, må avgjøres av helsemyndighetene.

Analyseresultatene for kimtall, som gir informasjon om vannets innhold av organisk materiale, viste samme tendens som verdiene for koliforme bakterier, bortsett fra at prøvested 1 var langt rikere på heterotrofe kim enn vannet som befant seg i Engeren. Dette er en naturlig følge av at de tilførte forurensninger kan gjøre større utslag i en elv enn i en innsjø, der oppholdstiden for både vann og forurensningen er lenger slik at prosessene rekker å stabilisere seg bedre enn i en elv.

Kimtallene viser at det er betydelig forurensningstilførsel til Engeråa også ved prøvested 1.

5. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

I nedbørfeltet til Engeren er det hovedsakelig spredt bosetting. Hovednæringsveiene er jord- og skogbruk. Det fins lite industri i området, og denne er ikke av forurensende art.

Det er bygd renseanlegg for tettstedet Engerdal. Hvordan den øvrige bosetting har ordnet sine avløpsforhold er lite kjent, men det antas at denne praksis kan variere sterkt. Forurensningen fra nåværende fritidsbebyggelse er ikke av en slik størrelsesorden at det er grunn til bekymring, men vannkvaliteten i Engeren viser at en bør være varsom i forbindelse med videre utbygging.

Analyseresultatene og undersøkelsen for øvrig synes å tyde på at det er jordbruket som er den største forurensende faktor. Særlig skal utvasking av gjødselstoffer fra de lavereliggende områder under vårflommen fremheves. Dette bevirker bl.a. en relativt betydelig oppblomstring av planktonalger på forsommeren.

Oksygenmåling om vinteren tyder på at det er en viss oksygentæring i dyp-lagene av Engersjøen under vinterstagnasjonen, noe som antakelig har sammenheng med nedbrytning av organisk stoff fra nedbørfeltet. pH-verdiene viser at vannet er svakt basisk. Saltinnholdet er relativt lavt og av samme størrelse som analyseresultatene for Mjøsa viser. Som følge av stor utvasking (utlaking) av organiske stoffer (humus) er verdiene for farge, turbiditet og kaliumpermanganat høye, spesielt om våren. Dette må tas hensyn til ved eventuell bruk av innsjøen som drikkevannskilde, idet en må anta at kjemiske fellingsanlegg i så fall blir nødvendig. Innholdet av plantenæringsalter (nitrogen og fosfor) er relativt høyt under vårflommen.

Det biologiske materialet (klorofyll-, planteplankton- og zooplankton-materialet) viser at innsjøen fremdeles kan karakteriseres som oligotrof (næringsfattig), men bl.a. sterk begroing langs strendene indikerer en viss eutrofiutvikling.

Innsjøen er også noe påvirket av bakterier, og dette må det tas hensyn til ved eventuell bruk av vassdraget som drikkevannskilde.

Som helhet kan innsjøen karakteriseres som relativt næringsfattig, men relativt høye klorofyllverdier og begroingen langs strendene tyder på at innsjøen utsettes for en viss belastning av næringsalter.

I elvesystemet Engeråa gjør forurensningsbelastningen seg sterkest gjeldende øverst i vassdraget, mens det skjer en viss selvrensning nedover i elva. Forholdene ved stasjon 3 (Heggeriset) gir derfor inntrykk av betydelig renere vann enn forholdene ved stasjon 1 (ovenfor Lille Engeren) og stasjon 2 (nedenfor Engerdal Sentrum).

6. KONKLUSJON

Resultatene fra begroingsprøvene sammen med det høye innholdet av nærings- salter i Engeråa under flomsituasjonen om våren viser at vassdraget er tydelig påvirket av menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet. Særlig er stasjonen ovenfor Lille Engeren og like nedenfor Engerdal sentrum preget av gjødselutslipp (heterotrof vekst etc.), mens det nedover i vassdraget skjer en selvrensning.

I Engeren var innholdet av plantenærings-salter relativt lavt, bortsett fra under flomperioden. En viss algevekst (kiselalger) ble imidlertid obser- vert på forsommeren, men algebiomassen avtok utover i vekstperioden. Algeveksten, sammen med den betydelige tilgroingen langs strendene, vitner om en viss forurensningspåvirkning. Utvasking av husdyrgjødsel fra dyrket mark langs tilløpselva Engeråa under flommen på forsommeren er antakelig av stor betydning i denne sammenheng.

Engeråa - Engeren er fra naturens side et ømfintlig vassdragsystem sett i resipientsammenheng. Ifølge undersøkelsesresultatene kan Engeren frem- deles karakteriseres som oligotrof (næringsfattig), men analyseresultatene viser tydelig at innsjøen er noe påvirket. Avløpsforholdene (både kloakk- vann og jordbruksavrenning) bør derfor saneres ytterligere og bringes under kontroll. Også de hygieniske forhold tilsier at ytterligere tiltak mot for- urensning av vassdraget iverksettes.

Vi vil anbefale:

- utslipp av urensset avløpsvann fra fast bosetting og hytter til Engeren med tilløp må unngås
- gjødsling av frossen mark samt utvasking av gjødselstoffer må unngås
- hindre lekkasjer fra gjødselkjellere og gjødsellagre
- generelt sett må hyttefeltet Engerdal Østfjell i denne forbindelse betraktes som et tettsted. Dette betyr at avløpsvannet fra dette området må gjennomgå en fullverdig renseprosess (kjemisk fellings- anlegg) før det slippes til vassdrag. Da Engeråa - Engeren er en svak resipient vil det være fordelaktig for vassdraget at vann- klosetter ikke installeres, og at det øvrige avløpsvann blir behandlet etter moderne renseprinsipper
- omfanget av eventuelle andre etablissementer i forbindelse med fri- tidsaktiviteter må i forurensnings-sammenheng avstemmes etter effekti- viteten av de forurensningsbegrensende tiltak
- en eventuell bruk av vassdraget som drikkevannskilde kan kun tilrådes under forutsetning av effektiv desinfisering. Vannforsyningsplaner må forøvrig vurderes i samråd med helsemyndighetene. På grunn av at innsjøen er sterkt belastet med humusstoffer (høye fargetall) antar vi at vannet i denne sammenheng bør fullrenses
- innsjøens forurensningsutvikling bør overvåkes

7. REFERANSER

- Engerdal kommune. 1975: Generalplan.
- Holtan, H. 1978: Fysisk-kjemisk vannkvalitet og utviklingstendenser i store øst-norske innsjøer. NIVAs Årbok for 1977, pp. 21-41.
- Krogh, T. 1976: Klorofyllanalyse ved NIVA, D2-25, 1976.
- Mikkelsen, K., Ekern, A., Borgen, S., Rognerud, B. 1974: Landsplan for bruken av vannressursene. Arbeidsrapport nr. 6, Norsk jordbruk og vannressursene. Del A. Vannforurensninger fra jordbruket.
- Nilssen, J.P. 1978: Eutrophication, Minute Algae and inefficient Grazers. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 36: pp. 121-138.
- NIVA, 1975: Gudbrandsdalsvassdraget, Mjøsa, Vormå. Resipientundersøkelser i forbindelse med planlagte vassdragsreguleringer 1974-1975. A. Resultater og vurdering. Rapport 0-151/73, oktober 1975.
- NIVA, 1977: Driftsundersøkelse av renseanlegg i Hedmark. Rapport PRA 2.10. 0-52/75, 10. februar 1977.
- NIVA, 1977: Notat om forholdene i Engeren - Engeråa. Notat 0-32/77, 1. november 1977.
- NIVA, 1978: Oversikt over fosfortilførsler til innsjøer. Rapport 0-92/78, 14. desember 1978.
- NIVA, 1978: Tilførsler av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør, skog, snaufjell og jordbruk. Rapport A2-32, 12. november 1978.
- Nystuen, J. P. 1969: Geologien i Engerdal. Bygdebok for Engerdal. Bind III, Elverum 1969.
- St.meld. nr. 71 for 1972-73: Særskilt vedlegg 1. Langtidsprogrammet 1974-1977. Spesialanalyse 1. Forurensninger. Forfatter: G. Uhlen m.fl.
- Åsbø, O. 1952: Femund-Isteren og Engersjøen. En limnologisk undersøkelse. Hovedoppgave i geografi ved Oslo Universitet, Bind I og II, Blindern 1952.

Tabell 17. forts.

Farge, mg Pt/l

St.	21/5	18/6	18/7	20/8	18/9	23/10	18/11	14/12	23/1	15/2	28/3	17/4	18/5
1	74	52	33		3	24	67	19	16	8	11	11	169
2	74	64	61		27	33	5	33	27	24	22	24	121
3	62	49	43		8	22	3	11	13	11	11	19	145
4	30	39	55		22	30							
5	22	44	46		24	27	0	33	30	30	33	43	43
6		71											

Turbiditet, F.T.U.

St.	21/5	18/6	18/7	20/8	18/9	23/10	18/11	14/12	23/1	15/2	28/3	17/4	18/5
1	0,51	0,51	0,35		0,23	0,22		0,26	0,24	0,31	0,31	0,21	1,6
2	0,59	0,52	0,61		0,58	0,43	0,38	0,60	0,32	0,40	0,35	0,36	1,4
3	0,46	0,43	0,72		0,28	0,33	0,39	0,20	0,20	0,32	0,20	0,37	1,8
4	0,31	0,58	0,45		0,31	0,27							
5	0,18	0,48	0,38		0,37	0,22	0,21	0,20	0,22	0,45	0,20	0,23	0,38
6		0,60											

Kaliumpermanganat, mg O/l

St.	21/5	18/6	18/7	20/8	18/9	23/10	18/11	14/12	23/1	15/2	28/3	17/4	18/5
1	9,4	5,4	2,7	2,5	1,6	3,1	3,3	2,7	0,9	0,9	0,8	1,4	10,3
2	9,4	6,7	4,0		2,8	3,0	4,2	4,0	1,8	1,9	1,8	1,7	8,2
3	9,0	5,1	3,5	3,3	1,7	2,0	3,1	2,6	1,1	1,1	1,1	1,3	8,3
4	3,7	7,8	3,9	3,9	3,3	2,6							
5	3,0	3,6	3,8	3,8	2,9	2,7	2,5	4,2	3,2	2,9	3,7	3,4	3,6
6		7,4		5,3									

Jern, µg Fe/l

St.	21/5	20/8
3		40
4	48	28
5		30
6		200

Mangan, µg Mn/l

St.	21/5	20/8
3		10
4	16	< 5
5		< 5
6		10

Tabell 18. Engeren. Middelerdier, milliekvivalenter og ekvivalentprosent for hovedkomponentene.

a. 15/4 1972

K a t i o n e r				A n i o n e r			
Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %	Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %
Ca	5,58	0,278	65,9	SO ₄	2,64	0,054	13,0
Mg	1,23	0,101	23,9	Cl	0,60	0,016	3,8
Na	0,84	0,036	8,5	HCO ₃	3,46	0,346	83,2
K	0,31	0,007	1,7				
Σ Kationer		0,422		Σ Anioner		0,416	

Tabell 18 b. 21/5, 18/9 og 23/10 1977

K a t i o n e r				A n i o n e r			
Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %	Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %
Ca	5,48	0,273	64,2	SO ₄	2,57	0,053	13,1
Mg	1,32	0,108	25,4	Cl	0,68	0,019	4,7
Na	0,76	0,033	7,8	HCO ₃	3,32	0,332	82,2
K	0,46	0,011	2,6				
Σ Kationer		0,425		Σ Anioner		0,404	

Tabell 19. Engeråa, stasjonene 1, 2, 3, 5. Røa, stasjon 6. Middelverdier, milliekvivalenter og ekvivalentprosent for hovedkomponentene.

Stasjon 1.

K a t i o n e r				A n i o n e r			
Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %	Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %
Ca	11,83	0,590	53,45	SO ₄	4,95	0,103	9,600
Mg	5,35	0,439	39,76	Cl	1,70	0,047	4,38
Na	1,24	0,054	4,89	HCO ₃	9,23	0,923	86,02
K	0,85	0,021	1,90				
Σ Kationer		1,104		Σ Anioner		1,073	

Stasjon 2.

K a t i o n e r				A n i o n e r			
Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %	Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %
Ca	10,13	0,505	54,3	SO ₄	4,15	0,086	9,55
Mg	4,28	0,351	37,74	Cl	1,40	0,039	4,32
Na	1,25	0,054	5,81	HCO ₃	7,76	0,776	86,13
K	0,80	0,020	2,15				
Σ Kationer		0,930		Σ Anioner		0,901	

Stasjon 3.

K a t i o n e r				A n i o n e r			
Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %	Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %
Ca	9,64	0,481	63,04	SO ₄	3,22	0,067	9,57
Mg	2,74	0,225	29,49	Cl	0,92	0,025	3,57
Na	1,08	0,046	6,03	HCO ₃	6,08	0,608	86,86
K	0,45	0,011	1,44				
Σ Kationer		0,763		Σ Anioner		0,700	

Stasjon 5.

K a t i o n e r				A n i o n e r			
Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %	Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %
Ca	5,88	0,293	65,70	SO ₄	2,78	0,057	13,94
Mg	1,28	0,105	23,54	Cl	0,62	0,017	4,16
Na	0,93	0,040	8,96	HCO ₃	3,35	0,335	81,9
K	0,34	0,008	1,8				
Σ Kationer		0,446		Σ Anioner		0,409	

Stasjon 6.

K a t i o n e r				A n i o n e r			
Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %	Komponent	mg/l	m.ekv.	ekv. %
Ca	3,8	0,189	67,5	SO ₄	1,8	0,037	13,31
Mg	0,58	0,047	16,79	Cl	0,4	0,011	3,96
Na	0,98	0,042	15,0	HCO ₃	2,30	0,230	82,73
K	0,10	0,002	0,71				
Σ Kationer		0,280		Σ Anioner		0,278	

Tabell 20. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Engeren, stasjon 4, 1977.
 Antall celler pr. liter gitt i tusen. Algevolumet gitt i $\mu\text{m}^3 \cdot 10^6$ pr. liter
 ($1000 \cdot \mu\text{m}^3 \cdot 10^6 = 1 \text{ mm}^3 = 1 \text{ mg}$ friskvekt alger).

ARTER	22. mai						19. juni		18. juli		20. august		18. september		23. oktober	
	1 m		6 m		10 m		bland 0-2 m		bland 0-10 m		bland 0-10 m		bland 0-10 m		bland 0-10 m	
	ANT	VOL	ANT	VOL	ANT	VOL	ANT	VOL	ANT	VOL	ANT	VOL	ANT	VOL	ANT	VOL
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)																
Chlamydomonas spp.	2	0,5					9	0,9	9	4,9						
Dictyosphaerium simplex Skuja													9	0,1	11	0,2
Elakatothrix gelatinosa Wille											3	0,3				
Gyromitus cordiformis Skuja													3	4,7		
Monoraphidium minutum (Naeg.)Kom.-Legn.	3	0,3	14	1,2	8	0,7			9	0,8	62	5,3	14	1,2	19	1,6
Monoraphidium setiforme (Nyg.)Kom.-Legn.									6	0,3	3	0,2	3	0,2	5	0,2
Polytoma granuliferum Lack.													5	0,8	5	0,8
Scourfieldia sp.	2	0,1							3	0,1			3	0,1		
Tetraedron minimum var. tetralobulatum			1	0,5												
Ubestemt chlorophyceer Reinsch.											137	3,4				
VOLUM CHLOROPHYCEAE		0,9		1,7		0,7		0,9		6,1		9,2		6,9		2,8
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)																
Chrysococcus sp.	2	0,3														
Chrysolykos planctonicus Mack.							2	0,1								
Chrysocromulina sp.									9	0,5				5	0,2	
Cyster av chrysophyceae	17	3,6	11	2,0	12	2,2	22	3,9			12	2,2	5	0,8	6	1,1
Mallomonas akrokomos Ruttn.							3	0,8	6	1,6	112	28,0	16	3,9	5	1,2
Phaeaster aphanaster (Skuja)Bourr.					3	0,6	14	2,5							2	0,3
Rhizochrysis sp.	1	0,1														
Små chrysomonader	93	6,1	76	5,0	83	5,4	613	39,9	237	15,4	261	17,0	79	5,2	76	5,0
Store chrysomonader	20	6,6	28	9,1	23	7,6	181	58,7	78	25,3	28	9,1	19	6,1	9	3,0
Ubestemt chrysophyceer															3	0,4
VOLUM CHRYSOPHYCEAE		16,7		16,1		15,8		105,9		42,8		56,3		16,2		11,0
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)																
Asterionella formosa Hass.	2	0,9	2	0,9			1	0,6	109	59,9						
Cyclotella cf. comta (Ehrenb.)Kütz.															1	1,5
Cyclotella sp. (d=7-8 μm)			11	1,6	6	0,9										
Diatoma elongatum (Lyng.) Ag.							2	1,2								
Melosira distans v. alpigena (Ehrenb.) Kütz.	22	10,9	37	18,7	30	14,8	28	14,0	47	23,4	171	85,6	92	45,9	73	36,6
Navicula sp.	1	0,5	6	1,9											1	1,0
Synedra acus Kütz.															11	3,3
Synedra sp.							17	5,1	6	1,9	50	15,0	6	2,0		
VOLUM BACILLARIOPHYCEAE		12,3		23,1		15,7		20,9		85,2		100,6		47,9		42,4
CRYPTOPHYCEAE																
Cryptaulax vulgaris Skuja			5	0,5	3	0,3							8	0,8	3	0,3
Cryptomonas marsonii Skuja							23	25,7	16	17,1	3	3,4				
Cryptomonas sp. (l=17-18 μm)											9	7,0				
Cryptomonas spp. (l > 24 μm)							34	85,6	34	85,6	6	15,6				
Katablepharis ovalis Skuja							93	9,3	53	5,3	62	6,2	8	0,8	5	0,5
Rhodomonas lacustris (= Rh. minuta) Pasch.&Ruttn.	14	2,1	6	0,9	9	1,4	964	123,3	265	39,7	508	76,1	61	9,1	40	6,1
VOLUM CRYPTOPHYCEAE		2,1		1,4		1,7		243,9		147,7		108,3		10,7		6,9
DINOPHYCEAE (fureflagellater)																
Gymnodinium lacustre Schill.					2	0,9			6	3,4	6	3,4	2	0,9		
Gymnodinium sp. (d= 25 μm)	1	4,0					8	38,9								
VOLUM DINOPHYCEAE		4,0				0,9		38,9		3,4		3,4		0,9		
ANDRE																
Craspedophyceae			20	1,3	5	0,3			34	2,2	12	0,8	23	1,5	14	0,9
u-alger	266	2,7	371	3,7	277	2,8	629	6,3	1589	15,9	1221	12,2	660	6,6	660	6,6
TOTALVOLUM		38,7		47,3		37,9		416,8		303,3		290,8		90,7		70,6

Tabell 21. Kvalitativ forekomst av dyreplankton i Engeren på prøvetakingsdagene 19. juni - 23. oktober 1977.
(Vert. håvtrekk, 1/10 av hver prøve telt).

Arter	Dyp i meter Dato	10-0	20-0	20-0	20-0	20-0
		19.6.	18.7.	20.8.	18.9.	23.10.
COPEPODA						
Ordn. Calanoida						
Arctodiaptomus laticeps	♀ ♂ ov.		8 x	33	6	23
	cop.	2	5	30	7	
	naup.	15	18	4	2	
Σ Arctodiaptomus		18	62	101	48	74
Heterocope appendiculate						
	♀ ♂	1			1	
	cop.	1		1		1
	naup.	1		4	2	4
Σ Heterocope appendiculata		3		6	3	5
Ordn. Cyclopoida						
Cyclops scutifer	♀ ♂ ov.		11 x	7	4	12
	cop.	12	20	18		4
	naup.	11	2		21	443
Σ C. scutifer		24	66	34	26	459
PHYLLOPODA						
Ordn. Cladocera						
Daphnia galeata	♀ ♂ u/egg m/egg hv./egg	1	38	12	6	5
	Juv.	3	14	3		1
	Embr.		17			1
Σ D. galeata		5	100	26	7	9
Bosmina longispina	♀ ♂ u/egg m/egg hv.egg	6	3		5	13
	Juv.	3			2	8
	Embr.	2	2	7	9	5
Σ Bosmina		11	7	7	17	34
Σ Bythotrephes longimanus			1		1	
Σ Holopedium gibberum		2	15 x		1	
Σ Polyphemus pediculus			2			
Tot. copepoda		45	128	141	77	538
Tot. cladocera		18	125	33	26	43
Σ Krepssdyrplankton		63	253	174	103	581
ROTATORIA						
Asplanchna priodonta		+++	+			
Chonochilus spp.		+++	+++	+++	+++	+++
Kellicottia longispina		+++	+++	++	+++	+++
Keratella cochlearis		+	+	+	+	+
Polyarthra vulgaris		+	+	+	+	+

+++ rikelig
++ vanlig forekommende
+ forekommer

x løse eggsekker