

0-77102

DOKKA/ETNA-VASSDRAGET

Undersøkelser i forbindelse med plan om kraftverksutbygging

Vannkvalitet

Virkninger av reguleringsinngrep

Forslag til minstevannføringer

Saksbehandler: Lars Lingsten

Medarbeidere: Bjørn Alsaker-Nøstdahl

Trond Gulbrandsen

Hans Holtan

Espen Lydersen

Marit Mjelde

Dick Wright

Instituttetsjef: 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: 0-77102
Undernummer:
Løpenummer: 1270
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: DOKKA/ETNA-VASSDRAGET Undersøkelser i forbindelse med plan om kraftverksutbygging. Vannkvalitet. Virkninger av reguleringsinngrep. Forslag til minstevannføringer.	Dato: 30. mars 1981
	Prosjektnummer: 77102
Forfatter(e): Lingsten, Lars	Faggruppe: SEKVAS
	Geografisk område: Oppland
	Antall sider (inkl. bilag): 90

Oppdragsgiver: Oppland fylkes elektrisitetsverk	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

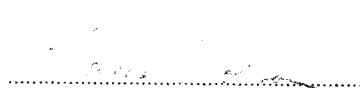
Ekstrakt:


I forbindelse med planlagte reguleringer i Dokka/Etna-vassdraget er Dokka, Etna og sju innsjøer undersøkt kjemisk og biologisk. Rapporten stiller sammen resultater fra disse undersøkelser samt en teoretisk beregning av forurensningstilførsler fra skog, jordbruk, befolkning og industri. Et samlet vurdering av resipientforholdene og et forslag til minstevannføringer er gitt.

4 emneord, norske:
1. Resipientforhold
2. Vassdragsreguleringer
3. Minstevannføring
4. Dokka/Etna-vassdraget

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


Prosjektleders sign.:


Seksjonsleders sign.:


Instituttssjefs sign.:

ISBN 82-577-0357-5

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENFATNING OG KONKLUSJON	3
1. INNLEDNING	6
2. BESKRIVELSE AV DOKKA/ETNA-VASSDRAGET	8
2.1 Naturlandskap	8
2.2 Klima	9
2.3 Hydrologiske forhold	11
2.4 Forurensningstilførsler	13
3. DE UTFØRTE UNDERSØKELSENE	32
3.1 Generelt om de kjemiske og bakteriologiske parametrene	32
3.2 Undersøkelser i Dokka og Etna	34
3.2.1 Materiale, metoder og stasjonsvalg	34
3.2.2 Kjemiske og bakteriologiske parametre	36
3.2.3 Biologiske parametre	36
3.2.4 Fysisk-kjemiske forhold i Dokka og Etna	36
3.2.5 Bakteriologiske forhold, Dokka og Etna	40
3.2.6 Begroing i Dokka og Etna	43
3.2.7 Sammendrag av vannkjemiske og bakteriologiske forhold i Dokka og Etna	43
3.3 Undersøkelser i Dokka/Etna-vassdragets innsjøer	44
3.3.1 Materiale, metoder, stasjonsvalg og fysisk-kjemiske parametre	44
3.3.2 Generelt om de fysisk-kjemiske forhold i Dokka/Etna-vassdragets innsjøer	47
3.3.3 Fysisk-kjemiske forhold i de 7 undersøkte innsjøene	48
3.3.4 Biologiske forhold i de 7 undersøkte innsjøene	52
3.3.4.1 Planteplankton	52
3.3.4.2 Dyreplankton	55
3.3.5 Sammendrag og konklusjon av vannkjemiske og biologiske forhold i Dokka/Etna-vassdragets innsjøer	55
4. DE PLANLAGTE REGULERINGERS VIRKNING PÅ DOKKA/ETNA-VASSDRAGET	57
4.1 Målsetting for vurdering av reguleringsvirkninger	57
4.2 De planlagte reguleringsers virkning på innsjøene	59
4.3 Forslag til minstevannføringer på de aktuelle elvestrekningene	60
5. LITTERATUR	66
VEDLEGG	68

SAMMENFATNING OG KONKLUSJON

Sammendrag av undersøkelsen

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har i tidsrommet oktober 1977 - desember 1978 foretatt undersøkelser av Dokka/Etna-vassdraget i forbindelse med en eventuell utbygging av vassdraget.

Undersøkelsen har skjedd i nært samarbeid med Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer (KFV) ved Universitetet i Oslo (UiO) og Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) ved Zoologisk museum i Oslo.

Undersøkelsen omfatter elvene Dokka (med bielven Synna) og Etna, innsjøene Dokkvatnet, Dokkfløyvatnet, Mjogsjøen, Etnsenn, Sæbu Røssjøen, Røssjøen og Rotvollfjorden.

Den foreliggende rapport beskriver vassdragets nåværende vannkvalitet og en vurdering av virkninger av eventuelle reguleringsinngrep, samt et forslag til minstevannføring.

Undersøkelsen har omfattet hydrologiske forhold, fysisk-kjemiske og biologiske forhold og en teoretisk beregning av forurensningstilførsler fra skog, jordbruk, befolkning, industri o.l.

Rapporten stiller sammen resultater fra de nevnte fagfeltene. Av viktige resultater kan nevnes

- Konsentrasjonen av nærings saltene fosfor og nitrogen var i Dokka stort sett lave gjennom hele vassdraget og Dokka må betegnes som næringsfattig.
- Etna er noe mer næringsrik. Laveste nitrogenverdier finner en øverst med en klar økning nedover i vassdraget. Dette skyldes primært avrenning fra jordbruksmark. Fosforverdiene er også noe høyere i Etna enn i Dokka.

- Resultatene fra de bakteriologiske undersøkelsene viser at størsteparten av Etna og nedre del av Dokka er forurenset. Disse forurensninger kommer fremfor alt fra spredt bebyggelse og jordbruksaktiviteter. Dette er viktig å ta hensyn til ved beregningene av minstevannføringer.
- De 7 undersøkte innsjøene har lave konsentrasjoner med kalsiumbikarbonat. Konsentrasjonene av næringssalter er lave, noe som er typisk for upåvirkede næringsfattige (oligotrofe) innsjøer.
- Planteplanktonundersøkelsene har vist at samtlige av de undersøkte innsjøene må karakteriseres som typisk oligotrofe renvannslokaliteter med et algevolum og en sammensetning som er vanlig i de fleste uberørte og relativt uberørte norske innsjøer.

Konklusjon

På grunnlag av data og vurderinger lagt fram i rapporten vil NIVA foreslå følgende tiltak og minstevannføringer:

Innsjøene

- Ut fra resipientens synspunkt er forholdene i de undersøkte innsjøene stort sett tilfredsstillende. Skal denne tilstanden beholdes må utslipp av urensset avløpsvann fra fast bosetting og hytter unngås.
- Ved valg av Dokkfløyvatn som reguleringsmagasin med ca. 33 m reguleringshøyde, vil innsjøens brukbarhet til andre formål bli sterkt redusert. En moderat reduksjon eller økning av reguleringshøyden vil ikke ytterligere påvirke resipientforholdene i Dokkfløyvatn i særlig grad. Det vil være fordelaktig at Dokkfløymagasinet benyttes mer effektivt, f.eks. ved en ytterligere høyning av demningen, hvis til gjengjeld en eller flere av de andre innsjøene kunne holdes utenfor reguleringen. I tillegg ville en større restvannføring og minstevannføring være mulig i Etna, hvilket skulle ha en gunstig effekt på resipientforholdene i Etna.

Elvene

- Vi vil foreslå en minstevannføring for Etna ved Kvernán på $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ om vinteren og $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ om sommeren.
- Vi vil foreslå en minstevannføring for Dokka ved Grønvoll på $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ om vinteren og $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ om sommeren. Dokka ved Kornsiló bør ha en minstevannføring på $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ om vinteren og $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ om sommeren.
- Som følge av de foreslåtte minstevannføringene vil vannføringen ved Kolbjørnhus bli minst $2 \text{ m}^3/\text{s}$ om vinteren og $5 \text{ m}^3/\text{s}$ om sommeren.
- Vi vil sterkt anbefale at det om sommeren blir sørget for å slippe ut enkelte kortvarige flomvannføringer - dette for å spyle, renske ut avlagret løv, detritus, begroing og annet partikulært materiale. Vi kan senere komme tilbake til om og på hvilken måte dette bør bli gjort.

1. INNLEDNING

I brev av 2. november 1977 fra Oppland fylkes elektrisitetsverk ble Norsk institutt for vannforskning, NIVA, bedt om å vurdere resipientforholdene i Dokka/Etna-vassdraget, sett på bakgrunn av selskapets kraftutbyggingsplaner.

Planlegging og gjennomføring av undersøkelsen er skjedd i nært samarbeid med Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer ved UiO (KFV), Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI). Cand. real. Gunnar Halvorsen, KFV, cand. real Svein Jakob Saltveit og cand. real Åge Brabrand (LFI) takkes herved for godt samarbeid.

Den 25. - 26. oktober 1977 ble det foretatt en befarings i den hensikt å fastlegge felles prøvetakingsstasjoner for vannkjemi og biologi. Prøvetakingen ble da også igangsatt. Undersøkelsen ble avsluttet i desember 1978.

Arbeidet med å skaffe materiale om arealfordeling, befolkning, industri og annen aktivitet i nedbørfeltet er utført av overingeniør Hans Korsvold, Oppland fylkes elektrisitetsverk i samarbeid med berørte kommuner o.l. Korsvold har også fungert som kraftselskapets kontaktmann og koordinator for de ulike undersøkelsene. Vi takker for godt samarbeid.

Denne rapporten stiller sammen resultater fra de fysisk-kjemiske og biologiske undersøkelser i Dokka/Etna-vassdraget, samt en teoretisk beregning av forurensningstilførsler fra skog, jordbruk, befolkning, industri o.l.

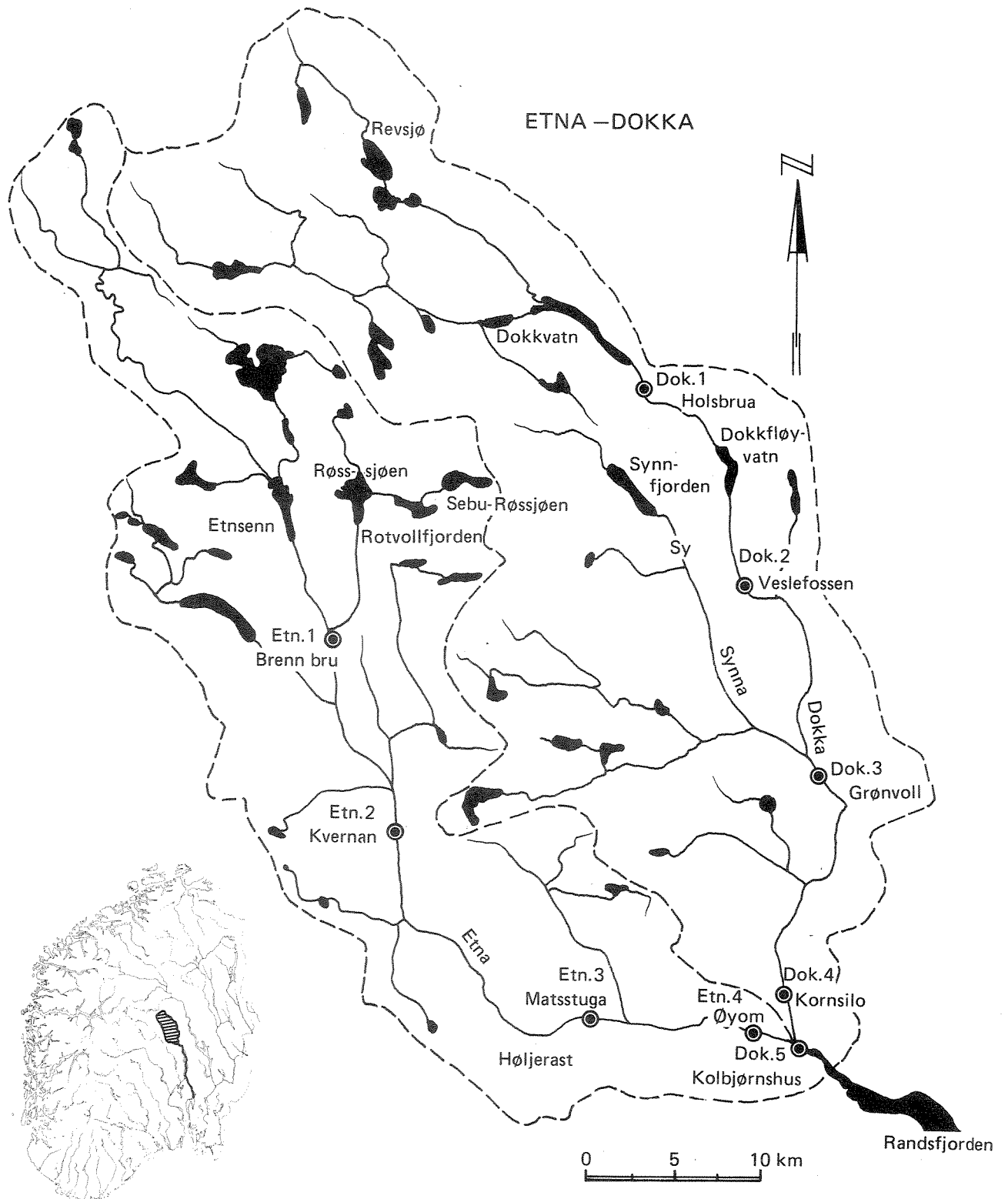
Avsnittet om forurensningstilførsler er skrevet av cand. real Bjørn Alsaker-Nøstdahl.

Planteplankton er bestemt av cand. real. Pål Brettum som også har skrevet denne delen av rapporten.

Det fysisk-kjemiske analyse materialet er bearbeidet og beskrevet av Ph.D. Dick Wright, cand. real. Trond Gulbrandsen og fil. kand. Lars Lingsten.

Fig. 1. Vassdragenes beliggenhet, og nedbørfeltenes avgrensning.
(Etter Halvorsen 1980.)

● Prøvetakingsstasjoner



2. BESKRIVELSE AV DOKKA/ETNA-VASSDRAGET

2.1 Naturlandskap

Dokka og Etnas nedbørfelt ligger sentralt i Oppland fylke. Det samlede areal er på 2050 km², hvorav Etna utgjør 911 km² og Dokka 1113 km² ovenfor samløpet (figur 1).

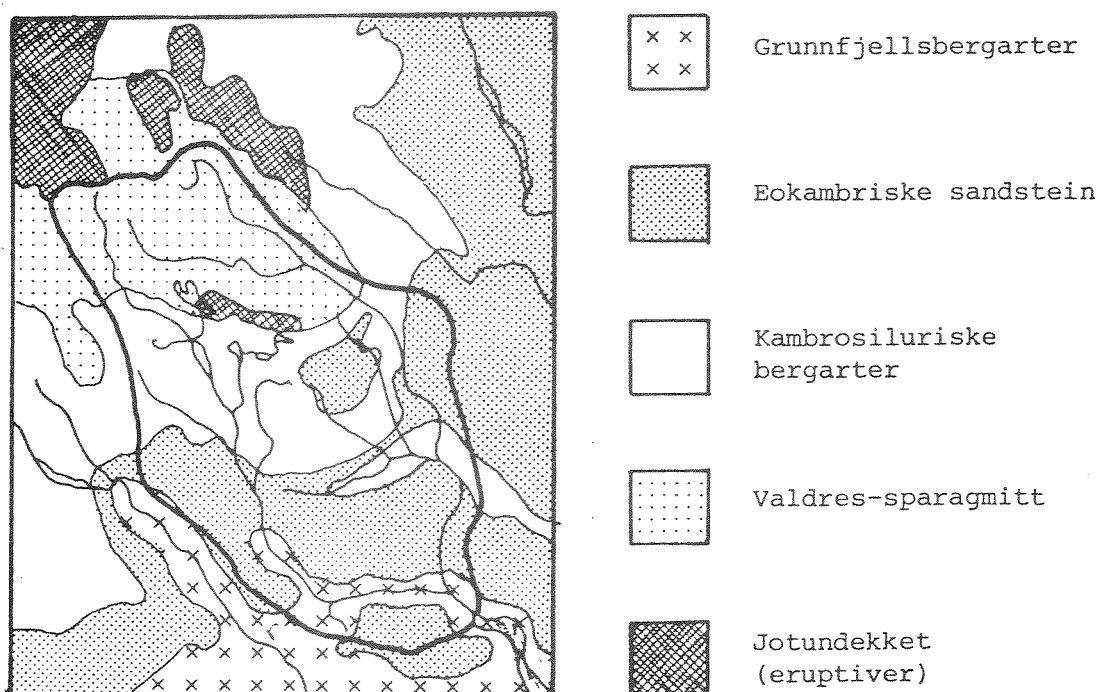
Elvene løper sammen ved Dokka sentrum og har derfra felles løp ut i Randsfjorden. Etna og Dokka utgjør tilsammen ca. 56% av Randsfjordens nedbørfelt.

Vassdragene har sitt utspring i fjellområdene vest for Espedal og øst for Austre Slidre.

Storparten av nedbørfeltet befinner seg i høydedraget 600-1200 m.o.h. Skaget (1686 m o.h.), som ligger på nedbørfeltets grense i nordvest, og Randsfjorden (135 m o.h.) danner hhv. høyeste og laveste punkt.

Vassdragene drenerer områder med stor geologisk variasjon (figur 2).

Figur 2. Geologisk kart over nedbørfeltet med tilgrensende strøk.
Noe modifisert etter Holtedahl (1960), Halvorsen (1980).



og består av Valdres-sparagmitt. Syd for Valdres-sparagmitten er det store områder av sterkt omdannede kambrosiluriske bergarter, som igjen lenger syd er overdekket av eokambriske sparagmitter. Innenfor det kambro-siluriske området er det en rekke mindre felter av eokambriske bergarter, hvorav Synnfjellet er det største. I Snuen, Røssjøkollen og Djuptjernkampen finner en rester etter Jotundekket. Innenfor området med eokambriske bergarter er det også større eller mindre felter med kambrosiluriske bergarter.

De nedre deler av Etnedalen ligger på grunnfjellsbergarter (Holtedahl 1960).

Med unntak av Mjogsjøen, ligger alle de undersøkte innsjøene på kambro-siluriske bergarter. Nedbørfeltene til Sebu-Røssjøen, Røssjøen og Rotvollfjorden ligger i sin helhet på kambro-siluriske bergarter, mens de andre har et stort innslag av mer fattige, tungt forvitrede bergarter (sparagmitter) i nedbørfeltene. Mjogsjøen ligger på eokambriske bergarter med rygger av kalkstein i nedbørfeltet.

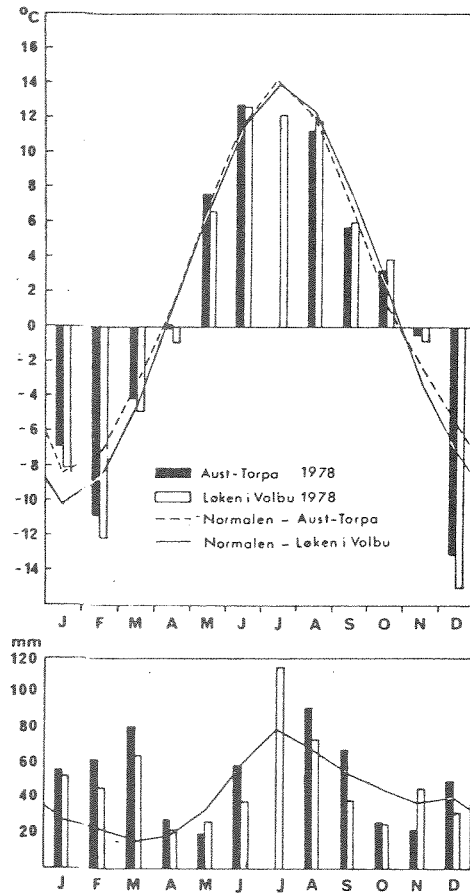
Glasifluviale og fluviale avsetninger forekommer spredt langs vassdragene, men spesielt store avsetninger finnes bare i de lavereliggende deler av Etnedal. Berggrunnen er dekket av morenemateriale av til dels betydelig tykkelse (Strand 1938, Gjessing 1980).

Til mer detaljerte beskrivelser henvises i Halvorsen 1980, Moss et al. 1980 og Gjessing et al. 1980.

2.2 Klima (etter Halvorsen 1980)

Det finnes ingen meteorologiske stasjoner i nærheten av de undersøkte lokalitetene, og en har derfor valgt å bruke stasjonene Aust-Torpa II og Løken i Volbu som referanse (fig. 3). Disse stasjonene er ikke representative for de høyereliggende områdene i nedbørfeltet, men vil kunne gi oss verdifulle opplysninger om hvordan året 1978 var sammenliknet med et normalår. Nedbørnormalene mangler for Aust-Torpa II. Månedsmiddeltemperaturen og nedbøren mangler også for Aust-Torpa II i juli 1978.

Figur 3. Månedsmiddeltemperaturen og månedsnedbøren for de meteorologiske stasjonene Aust-Torpa II og Løken i Volbu. Temperaturnormalen (1931-1960) er gitt for begge stasjonene, mens nedbørnormalen (1961-1976) er gitt for Løken i Volbu. (Etter Halvorsen 1980.)



April, juli og august var noe kaldere i 1978 enn normalt, mens juni var noe varmere.

Stasjonene hadde unormalt mye nedbør i januar, februar og mars, og dette ga en meget stor vårflom i vassdragene i slutten av mai. Juli og tildels august hadde større nedbør enn normalt, og elvene hadde forholdsvis stor vannføring hele sommeren.

Sylte (1977) har forsøkt å beregne middeltemperatur og nedbørnormalen for Kittelbu, som ligger relativt sentralt til for de undersøkte lokalitetene. Årsmiddeltemperaturen for Kittelbu er beregnet til å være $0,6^{\circ}\text{C}$ kaldere enn for Løken i Volbu. I perioden april - september er temperaturen $1,2 - 1,6^{\circ}\text{C}$ lavere på Kittelbu enn på Løken i Volbu. Forskjellen mellom disse stasjonene er også stor med hensyn til nedbøren. Løken i Volbu har et årsmiddel på 498 mm, mens Kittelbu har 754 mm. Spesielt sommermånedene har høyere nedbør.

2.3 Hydrologiske forhold

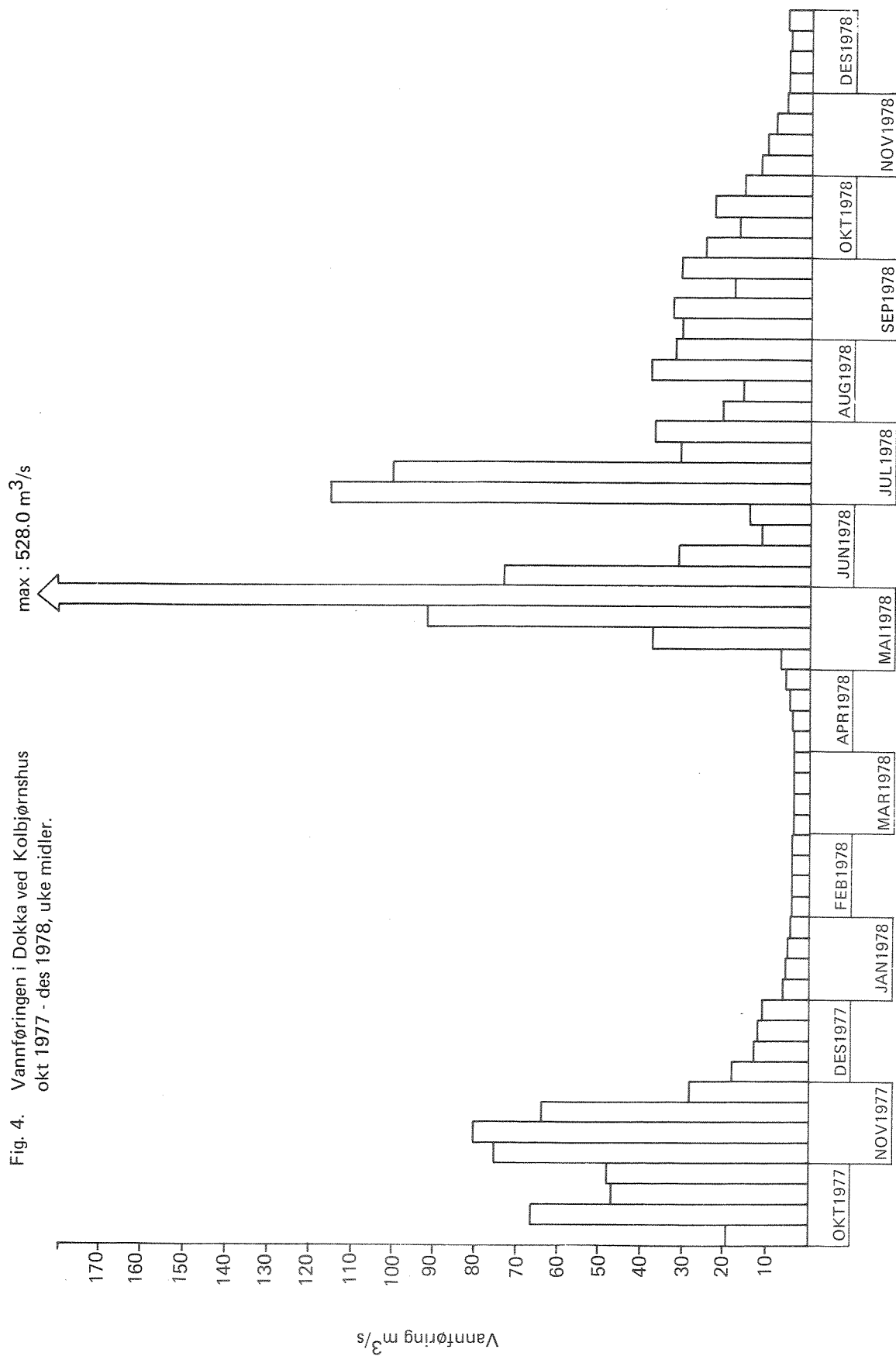
Som normalt er det store årstidsvariasjoner i vannføringen i vannløpene i dette område. Om vinteren er vannføringen i de fleste elver meget liten. Når avsmeltingen tar til om våren øker vannføringen relativt hurtig. Vanligvis vil flommen kulminere i mai-juni. Sensommeren - høsten kan vanligvis være lavvannsperiode, men mer høy nedbør kan gi flomsituasjoner om høsten.

Vannføringsforholdene i tidsrommet oktober 1977 til desember 1978, ved Kolbjørnshus lengst ned i vassdraget (fig.10) er vist i figur 4.

Vannføringen om høsten 1977 var relativt høy. Vårflommen mai 1978 var tydelig større enn normalt. Statistisk sett forekommer en så stor flom bare ca. hvert 20. år (NIVA 1979).

Det er grunn til å legge merke til den meget store vannføringen i begynnelsen av juli. Hele sommeren var vannføringen i Dokka og Etna stor eller meget stor.

Fig. 4. Vannføringen i Dokka ved Kolbjørnshus
okt 1977 - des 1978, uke midler.



2.4 Forurensningstilførsler

Beregning av forurensningstilførsler er basert på litteraturstudier og målinger utført både av NIVA og andre institusjoner f.eks. NLH. Beregningene er derfor belemret med stor grad av usikkerhet. Til tross for usikkerheten antas det at beregningene gir en forholdsvis riktig fordeling av tilførslene på hovedkilder. Tilførslene av fosfor (P) og nitrogen (N) samt lett nedbrytbart organisk materiale (BOF₇), de såkalt vekststimulerende stoffer, er forsøkt beregnet.

Tilførsler fra skog- og fjellområder

Fra alle typer landarealer (arealfordeling se tabell 1) vil det foregå

Tabell 1. Arealfordeling

Delnedbørfelt	Kommune	Totalareal km ²	Tettstedareal km ²	Dyrket mark da	Skog km ²	Fjell km ²
1	Øystre Slidre	39,5			7,8	31,7
	Nord-Aurdal	21,0			11,2	9,8
	Etnedal	72,0		1306	29,0	41,7
	Gausdal	401,2			14,0	387,2
	Nordre Land	398,8		9290	258,8	130,7
	Fron	6,9				6,9
	Lillehammer	4,9			3,4	1,5
2	Nordre Land	248,7		11260	216,1	21,3
	Gjøvik	1,5		80	1,5	
3A	Øystre Slidre	133,5			36,9	96,6
	Nord-Aurdal	153,9		271	57,2	96,4
	Etnedal	107,3		3589	46,0	57,7
	Nordre Land	15,1			2,9	12,2
3B	Nord-Aurdal	61,7			28,2	33,5
	Etnedal	91,3		2493	49,0	39,8
4A	Nord-Aurdal	15,2			5,5	9,7
	Sør-Aurdal	0,4			0,4	
	Etnedal	111,8		3398	88,5	19,9
4B	Sør-Aurdal	14,7		170	11,5	3,1
	Etnedal	66,5		1992	60,5	4,0
	Nordre Land	176,2		8630	151,9	15,7
5	Nordre Land	35,3	3,0	4110	25,3	2,9
Etna/Dokka		2177,5	3,0	46589	1105,6	1022,3

en viss borttransport av forskjellige stoffer og partikler (erosjonsprodukter) uavhengig av menneskelig aktivitet. Den foregår med sigevann og overflatevann. Det er mange faktorer som er med på å styre avrenning, utløsning av kjemiske komponenter og dermed tilførslene til vassdraget. Jordsmonn, jordart, topografi, nedbør, temperatur, årstid, plantedekke etc. er alle faktorer som har betydning. Det finnes i dag ikke tilstrekkelig kunnskaper om hvordan disse forholdene tallmessig virker inn på tilførslene. Våre beregninger må derfor bygge på gjennomsnittstall foreslått at Uhlen (1973), Ahl (1974), NIVA 1978: O-92/78 og NIVA 1979: O-69091.

	TOT-N kg/km ² ·år	TOT-P kg/km ² ·år
Skog	130	6,5
Fjell	110	6

Tilførsler av organisk stoff fra fjell og skogområder er vanskelig å bestemme ved generelle avrenningskoeffisienter, men bør bestemmes i hvert enkelt tilfelle ved målinger. Fordelingen av tilførslene fremgår av tabell 2.

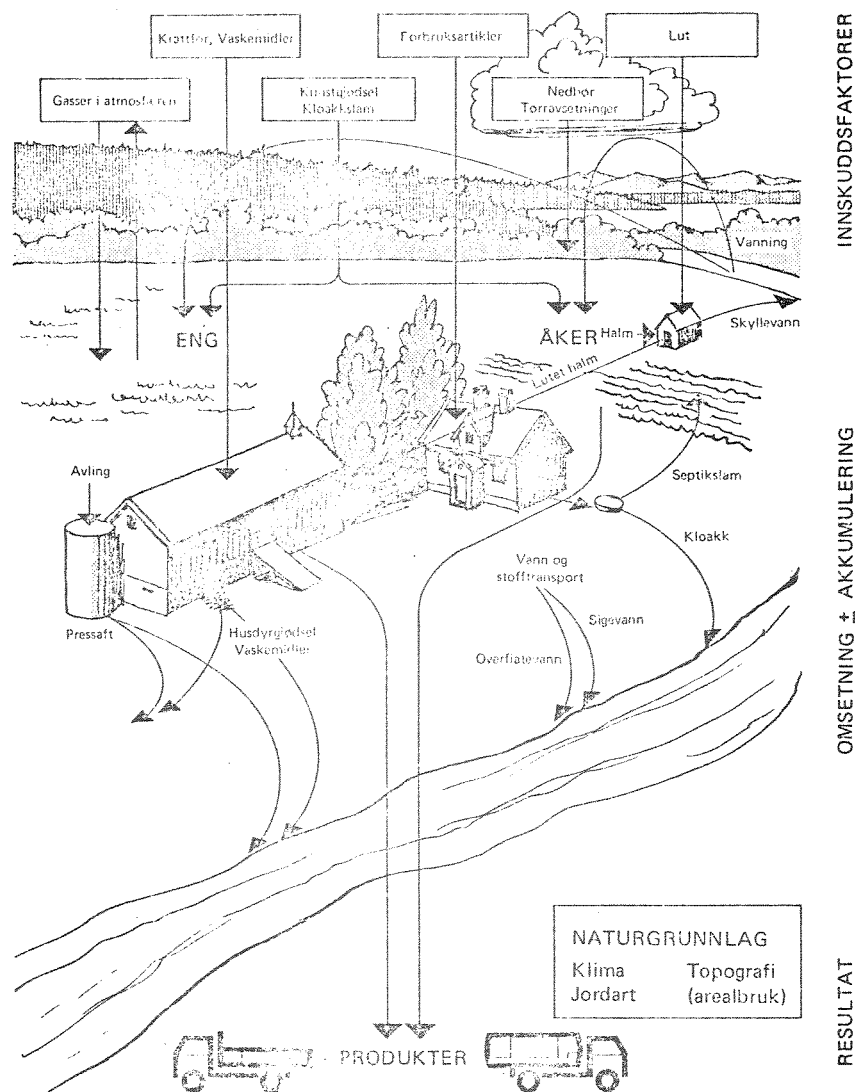
Tabell 2. Tilførsler via arealavrenning fra skog og fjell

Del-nedbørfelt	Kommune	Skog		Fjell		Totalt	
		TOT-N tonn/år	TOT-P tonn/år	TOT-N tonn/år	TOT-P tonn/år	TOT-N tonn/år	TOT-P tonn/år
1	Øystre Slidre	1,0	0,05	3,5	0,19	4,5	0,24
	Nord-Aurdal	1,5	0,07	1,1	0,06	2,6	0,13
	Etnedal	3,8	0,19	4,6	0,25	8,4	0,44
	Gausdal	1,8	0,09	42,6	2,32	44,4	2,41
	Nordre Land	33,6	1,68	14,4	0,78	48,0	2,46
	Fron			0,8	0,04	0,8	0,04
	Lillehammer	0,4	0,02	0,2	0,01	0,6	0,03
2	Nordre Land	28,1	1,40	2,3	0,13	30,4	1,53
	Gjøvik	0,2	0,01			0,2	0,01
3A	Øystre Slidre	4,8	0,24	10,6	0,58	15,4	0,82
	Nord-Aurdal	7,4	0,37	10,6	0,58	18,0	0,95
	Etnedal	6,0	0,30	6,3	0,35	12,3	0,75
	Nordre Land	0,4	0,02	1,3	0,07	1,7	0,09
3B	Nord-Aurdal	3,7	0,18	3,7	0,20	7,4	0,38
	Etnedal	6,4	0,32	4,4	0,24	10,8	0,56
4A	Nord-Aurdal	0,7	0,04	1,1	0,06	1,8	0,10
	Sør-Aurdal	0,05	0,003			0,05	0,003
	Etnedal	11,5	0,58	2,2	0,12	13,7	0,70
4B	Sør-Aurdal	1,5	0,07	0,3	0,02	1,8	0,09
	Etnedal	7,9	0,39	0,4	0,02	8,3	0,41
	Nordre Land	19,7	0,99	1,7	0,09	21,4	1,08
5	Nordre Land	3,3	0,16	0,3	0,02	3,6	0,18
	ETNA/DOKKA	143,7	7,2	112,5	6,1	256,2	13,40

Jordbruket

Tilførslene fra jordbruket skriver seg fra de oppdyrkede arealer og bruken av dem og fra punktkilder som gjødselkjellere, silo, halmluting og melkerom.

Figur 5. Forenklet oversikt over stoffomsetningen i landbruket, med vekt på nitrogen- og fosforholdige stoffer



Naturgitte forhold som temperatur, nedbør, jordtype/jordart og topografi vil virke inn på både omsetningsforhold av stoffer og avrenningsforhold for vannet som transporterer stoffene. Men også menneskegitte forhold som arealbruk og jordbearbeidingsrutiner, tilførte gjødselmengder og gjødslingspraksis, utstyr og rutiner for lagring og behandling av silo-pressaft og husdyrgjødsel vil ha stor betydning for tilførslene av forurensning.

Kunnskapen om alle disse faktorenes innvirkning er ennå ikke tilstrekkelig selv om undersøkelser stadig pågår. I våre beregninger må vi derfor trekke inn mer eller mindre velbegrunnede gjennomsnittstall.

Med bakgrunnsavrenning fra dyrket mark mener vi den gjødseluavhengige avrenning. Opplysningene om arealstørrelse og fordeling (tabell 1) er kommet fra de enkelte kommuner og er supplert med planimetrering på kartene "Produksjonsgrunnlaget for landbruket, 1:100000".

Tidligere er det gjort forsøk på å beregne bakgrunnsavrenningen (vi får en økning i den naturgitte avrenning som følge av oppdyrkingen alene), men det har vist seg svært vanskelig å skille den fra den mer gjødselavhengige avrenning.

Avhengig av driftsmåten i jordbruket anvendes husdyrgjødsel og/eller handelsgjødsel (mengden gjødsel oppgitt av kommunene fremgår av tabell 3). Etter hvert vil også kloakkslam kunne komme inn. Mikkelsen et al.

Tabell 3. Jordbruksvirksomhet

Del- nedbørfelt	Kommune	Storfe	Sau/geit	Svin	Fjørfe	Naturgjødsel		Kunstgjødsel		Silofôr m ³	Sæterdrift
						Tonn N	Tonn P	Tonn N	Tonn P		
1	Øystre Slidre										18-20 sætre
	Nord-Aurdal										
	Etnedal	149	150			10,2	2,3	6,4	1,7	756	
	Gausdal										
Fron	Nordre Land	1165	608	108	170	59,8	13,3	89,8	23,6	5012	
	Lillehammer										
2	Nordre Land	1493	769	207	924	79,7	17,7	108,9	28,6	6260	
	Gjøvik	7	6	3						24	
3A	Øystre Slidre										70 sætre 1) 55 sætre 2)
	Nord-Aurdal	26	19							81	
	Etnedal	490	394			25,6	5,7	14,9	3,9	2067	
3B	Nord-Aurdal										5 sætre 3)
	Etnedal	385	126			20,1	4,5	13,2	3,5	1703	
4A	Nord-Aurdal										2 sætre 4)
	Sør-Aurdal										
4B	Etnedal	315				16,3	3,6	9,4	2,5	1110	
	Sør-Aurdal	21	53	4						16	
	Etnedal	150				4,6	1,0	14,3	3,8	706	
5	Nordre Land	605	265	74	2301	32,4	7,2	83,4	21,9	2394	
		300	150	136	830	16,4	3,7	39,8	10,5	890	

- 1) 8-9 melkekyr pr. sæter, 2500-3000 sau, 120-150 ungdyr
- 2) 750-800 melkekyr, 600 sau, 25 geit, 40-50 hest i hamm
- 3) 100 melkekyr, 200-300 sau
- 4) 30 melkekyr, 100 sau

(1974) har foretatt beregninger på bakgrunn av opplysninger om gjødselmengde, gjødslingsrutiner og naturforhold. Ut fra disse beregninger antar vi at 5 % av anvendt gjødselmengde for nitrogen og 0,5 % for fosfor tilføres vassdraget. Men siden det senere er lagt restriksjoner spesielt på vinterspredningen, vil vi ikke benytte disse faktorene i våre beregninger, men lar så vel bakgrunnsavrenning som gjødselavhengig avrenning inngå i en generell avrenningskoeffisient for dyrket mark.

Kommunene opplyser at fremdeles er 2/3 av gjødselkjellerne gamle og av dårlig kvalitet. Lekkasjer og utette gjødselporter medfører fare for forurensning, men uten mer detaljerte opplysninger er det umulig å gjøre en nærmere kvantifisering.

Hvor mye silopressaft som når vassdraget vil avhenge av disponeringsmåten. På bakgrunn av at forskriftene for avrenning fra silo trådte i kraft 21. august 1973, bør slike utslipp nå være sterkt redusert. På bakgrunn av stikkprøveundersøkelser av anlegg rundt Mjøsa er det dog fremdeles rimelig å anta at 15 % av produsert forurensning i pressaften når vassdraget. Mikkelsen et al. (1974) regner med at det dannes

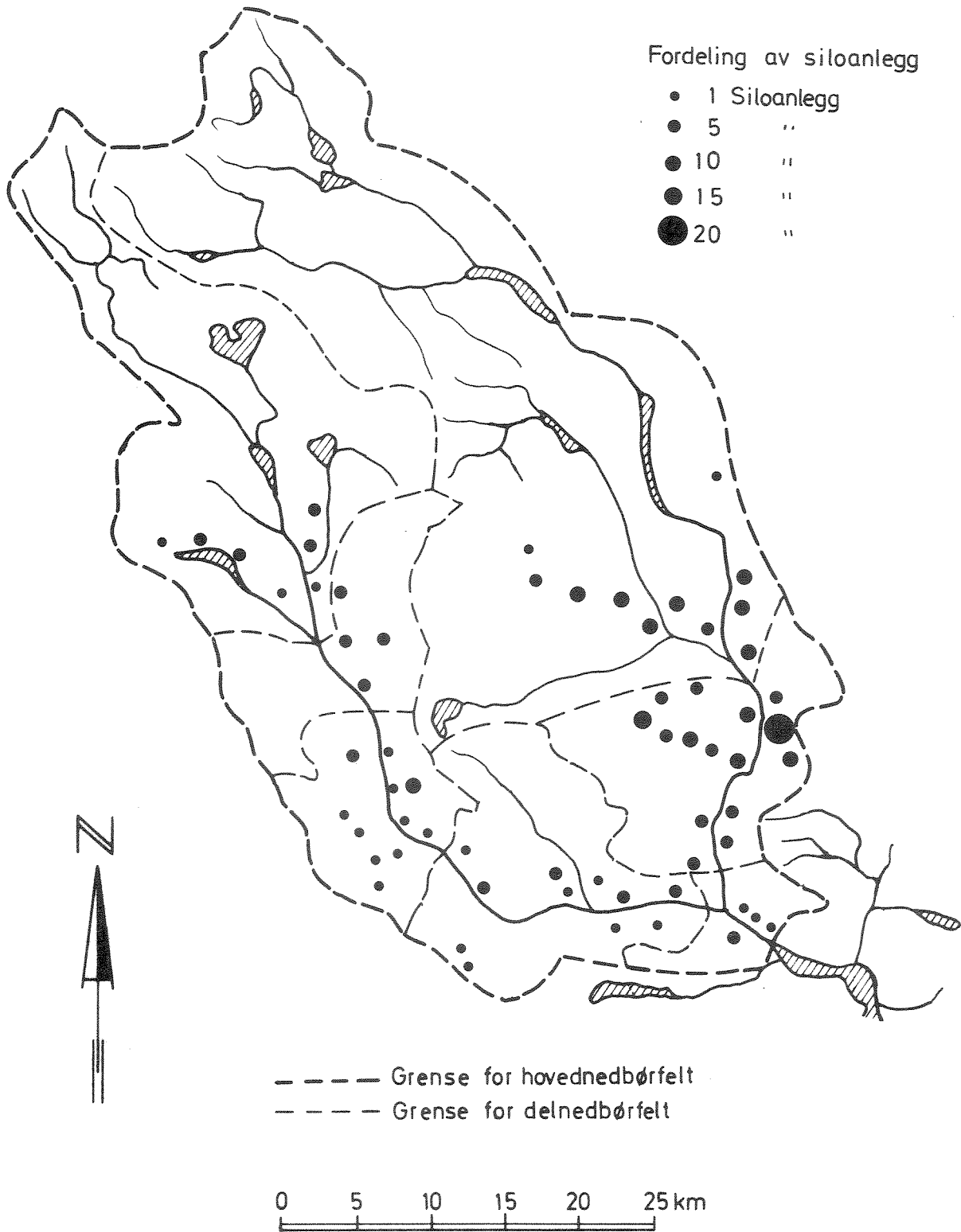
14,7 kg organisk stoff som BOF_7
0,3 kg nitrogen
0,1 kg fosfor

pr. m^3 ferdig surfor. Mengden silo (tabell 3) er oppgitt av kommunene, eventuelt supplert med opplysninger fra Jordbrukstelingen 1969 (Statistisk Sentralbyrå). Fordelingen av siloanlegg i 1969 fremgår av figur 2. Mengden organisk stoff er presentert i tabell 4.

Undersøkelser utført av Bjerve (1977) indikerer at utslipp fra melkerom kan ha en viss forurensningsmessig betydning. Hovedtyngden av forurensning stammer fra bruken av vaskemidler. Koeffisienten er satt til

KOF_{dikr}	TOT-P	TOT-N
<u>kg O/ku·år</u>	<u>kg P/ku·år</u>	<u>kg N/ku·år</u>
5,9	0,14	0,27

Figur 6. Fordeling av siloanlegg



Endringer i forbruket av fosfor og nitrogen i vaskemidlene vil endre beregningsgrunnlaget. Opplysninger om antall storfe er oppgitt av de enkelte kommuner (tabell 3). Antall mjølkekyr er beregnet ved å anta at forholdet mjølkekyr: storfe er det samme i dag som ved Jordbruks-tellingen 1969 (Statistisk Sentralbyrå).

Siden Bjerves (1977) undersøkelser bare gjelder få melkerom i kort tid, vil vi ikke bruke dem for nitrogen og fosfor men regne at tilførslene av disse stoffene allerede er med i den generelle avrenningskoeffisient. For organisk stoff som KOF_{dikt} presenterer vi tilførslene fra melkerom i tabell 4.

Kommunene oppgir at det kun drives et halmlutingsanlegg etter våtlutingsmetoden i nedbørfeltet i dag. I 1977 ble det kjøpt inn 250 kg kautsisk sodatil dette anlegget. Ellers foregår det utstrakt tørrlutning med ammoniakk. Hvis vi legger til grunn de opplysninger Martinsen et al. (1974) oppgir og reduserer tilførslene på lik linje med nedgangen i antall anlegg i forhold til Jordbruksstillingen i 1969 (Statistisk Sentralbyrå) blir tilførslene 46 kg BOF_7 og 8,5 kg TOT-N til delnedbørfelt 1.

Sæterdrift bidrar også noe til forurensningen av vassdraget. I kommunene Etnedal og N. Land antar vi at dette er beregnet indirekte i det forannevnte.

For kommunene Gausdal, Øystre Slidre og Nord-Aurdal er det innhentet opplysninger om sæterdriften.

Forurensningsbidraget fra husdyrhold skriver seg fra gjødselhåndtering og melkerom. Det er ikke mulig å kvantifisere gjødselhåndteringen ved sæterdrift da metodene varierer mye. Våre beregninger vil derfor være knyttet til melkerom. Sætringsperioden er satt til 2 1/2 mnd.

Den totale forurensning fra jordbruksdrift fordelt på ulike kilder og nedbørfelter, fremgår av tabell 4. Som beregningsgrunnlag er benyttet en generell avrenningsfaktor

TOT-N	800 kg/km ²	år
TOT-P	50 kg/km ²	år

Disse er fremsatt på bakgrunn av opplysninger fra Uhlen (1973), Mikkelsen et al. (1974), Lundekvam (1976), NIVA 1978, 0-92/78 og NIVA 1979: 0-69091. BOF₇ og KOF_{dikr} skriver seg fra henholdsvis silo og melkerom.

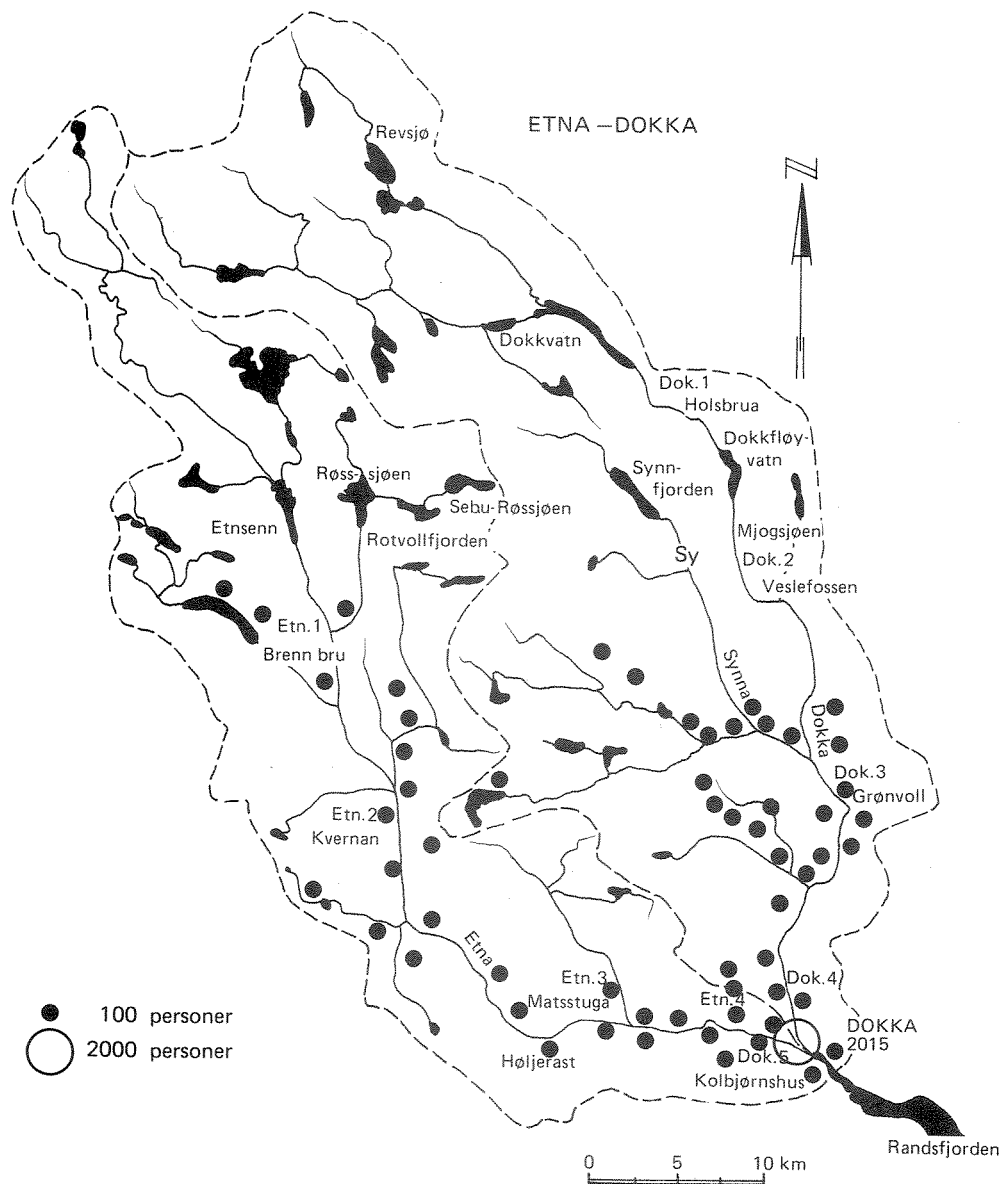
Tabell 4. Forurensningstilførsler fra jordbruket

Del- nedbørfelt	Kommune	Søtting			Jordbruket totalt		
		TOT-N kg/år	TOT-P kg/år	KOF _{dikr} kg/år	TOT-N t/år	TOT-P t/år	BOF ₇ +KOF _{dikr} t/år
1	Øystre Slidre				1,04	0,005	1,7 + 0,35
	Nord-Aurdal				0,01	0,007	
	Etnedal				7,43	0,465	11,1 + 3,16
	Gausdal	10	7	221			
	Nordre Land						
Fron							
Lillehammer							
2	Nordre Land				9,01	0,563	13,8 + 4,05
	Gjøvik				0,06	0,004	0,05 + 0,02
3A	Øystre Slidre	35	24	775	0,04	0,024	+ 0,78
	Nord-Aurdal	45	30	984	0,26	0,044	0,2 + 1,04
	Etnedal				2,87	0,179	4,6 + 1,00
	Nordre Land						
3B	Nord-Aurdal	6	4	123	0,01	0,004	+ 0,12
	Etnedal				1,99	0,125	3,8 + 0,93
4A	Nord-Aurdal	2	1	37	0,002	0,001	+ 0,04
	Sør-Aurdal						
	Etnedal				2,72	0,170	2,4 + 0,71
4B	Sør-Aurdal				0,14	0,009	0,04 + 0,05
	Etnedal				1,59	0,100	1,6 + 0,25
	Nordre Land				6,90	0,432	5,3 + 1,64
5	Nordre Land				3,29	0,206	1,8 + 0,81
	ETNA/DOKKA	98	66	2140	37,36	2,461	46,4 + 15,2

Befolkning

Opplysninger om antall bosatte, fordelingen på delnedbørfelter.

Figur 7. Bosettingskart



og hvordan avløpsforholdene er ordnet, er innhentet fra de enkelte kommuner. En del tilleggsopplysninger er innhentet fra Folke- og bolig-tellingen i 1970 (Statistisk Sentralbyrå), se tabell 5 og figur 7.

Tabell 5. Befolkningsfordeling, avløpsforhold

Del- nedbørfelt	Kommune	Antall bosatte	Tett bosetting	Spredt bosetting	Tilknyttet off. avløps- system	Tilknyttet renseanlegg (type)
1	Øystre Slidre	100		100	←	Spåtind hotell 250 p.e. renseanlegg under bygging
	Nord-Aurdal					
	Etnedal		1212			
	Gausdal					
	Nordre Land					
2	Nordre Land	1987		1987	←	Torpa skole og aldershjem 155 p.e. rensanlegg under bygging
3A	Øystre Slidre	20		20		
	Nord-Aurdal	349		349		
3B	Nord-Aurdal					
	Etnedal	255		255		
4A	Nord-Aurdal	821		821		← Bruflat rensanlegg under bygging
	Sør-Aurdal					
4B	Etnedal	40		40	30	← Sør Etnedal rensanlegg (biol/kjem)
		213		213		
	Nordre Land	904		904		← Nordsinni rensanlegg under bygging
5	Nordre Land	2394	2015	379	1500-2000	← Dokka rensanlegg (mek/kjem)

Nylig gjennomførte undersøkelser (NIVA 1978, 0-73/76) anbefaler følgende spesifikke forurensningsverdier.

BOF₇ : 75 g O/person og døgn

TOT-N : 12 g N/person og døgn

TOT-P : 2,5 g P/person og døgn

Hvor meget av de produserte mengder som når vassdraget og målestasjonene vil være bestemt av sanitær standard, avløpsforhold, kvalitet på avløpsnett, eventuelle rensiltak etc. Kvantifisering av disse forhold er vanskelig, og i denne beregningen vil vi benytte følgende rens effekter:

Parameter	Uten ordnede kloakkforhold	Med ordnede kloakkforhold		
		Uten renseanordning	Mek/kjem rensing	Biol/kjem rensing
BOF ₇	50 %	0	65 %	75 %
TOT-N	50 %	0	10 %	20 %
TOT-P	50 %	0	85 %	90 %

Oppstillingen er basert på registreringer i Mjøsområdet og "Retningslinjer for dimensjonering av avløpsanlegg" (SFT 1978).

Tabell 6 er en oversikt over forurensningstilførslene fra befolkningen.

Tabell 6. Tilførsler fra befolkningen

Del-nedbørfelt	Kommune	Tilknyttet renseanlegg			Ikke tilknyttet renseanlegg			Totalt		
		BOF ₇ t/år	TOT-N kg/år	TOT-P kg/år	BOF ₇ t/år	TOT-N kg/år	TOT-P kg/år	BOF ₇ t/år	TOT-N kg/år	TOT-P kg/år
1	Øystre Slidre									
	Nord-Aurdal				1,4	219	46	1,4	219	46
	Etnedal									
	Gausdal				16,6	2654	553	16,6	2654	553
	Nordre Land									
2	Fron									
	Lillehammer									
3A	Nordre Land				27,2	4351	907	27,2	4351	907
	Gjøvik				0,1	22	5	0,1	22	5
3B	Øystre Slidre									
	Nord-Aurdal				0,3	44	9	0,3	44	9
	Etnedal				4,8	764	159	4,8	764	159
4A	Nordre Land									
	Etnedal				3,5	558	116	3,5	558	3,5
4B	Nord-Aurdal									
	Sør-Aurdal				11,2	1798	375	11,2	1798	375
5	Etnedal				0,5	88	18	0,5	88	0,5
	Nordre Land	0,2	13	3	3,8	466	97	4,0	479	100
					12,4	1980	412	12,4	1980	412
5	N.Land (spredt)				4,5	714	149	4,5	714	149
	(tett)	16,8	6132	240	3,6	580	121	20,4	6712	361
	ETNA/DOKKA	17,0	6145	243	89,9	14238	2967	106,9	20383	3210

Overflateavrenning fra tettstedsarealer

Erfaringer har vist at overflateavrenning fra bymessige områder kan inneholde relativt store mengder forurensning (NIVA 1976, O-57/74). På bakgrunn av nevnte undersøkelse kan følgende tilførselsfaktorer benyttes:

BOF_7 $\frac{\text{kg}}{\text{km}^2} \text{ år}$	TOT-P $\frac{\text{kg}}{\text{km}^2} \text{ år}$	TOT-N $\frac{\text{kg}}{\text{km}^2} \text{ år}$
200	10	50

Dokkas areal er planimetrert på kart over tettsteds-kretser for Folke- og bolig-tellingen 1970 (Statistisk Sentralbyrå). Forurensningsbidraget ved overflateavrenning fra Dokka tettsted blir etter dette

BOF_7	0,6	tonn/år
TOT-P	30	kg/år
TOT-N	150	kg/år

Turisme

Kvantifisering av forurensningsbelastningen fra turistvirksomhet i denne undersøkelsen, hytter, hoteller, pensjonater og campingplasser, er vanskelig. Siden det ikke er foretatt skikkelige undersøkelser av dette her i landet, må vi nøye oss med å gjøre beregninger for bare hoteller og pensjonater.

Opplysninger om anleggene som fremgår av tabell 7 er delvis innkommet fra de enkelte kommuner, men er også supplert ved telling på kart i målestokk 1 : 50000 og fra boken "Overnatting i Norge 1977/78" og kontakt med Reiselivsdirektoratet.

For hoteller og pensjonater setter vi, der utslippet ikke er kvantifisert på annen måte, belegget til 50 % på årsbasis og benytter renseeffekten for spredt bebyggelse. Tabell 8 viser tilførslene.

Tabell 7. Turistanlegg

Del- nedbørfelt	Kommune	Hoteller, pensjonater		
		BOF ₇ kg/år	TOT-N kg/år	TOT-P kg/år
1	Øystre Slidre			
	Nord-Aurdal			
	Etnedal	616	99	21
	Gausdal			
	Nordre Land	6844	1095	228
	Fron			
	Lillehammer			
2	Nordre Land			
	Gjøvik			
3A	Øystre Slidre			
	Nord-Aurdal			
	Etnedal			
	Nordre Land			
3B	Nord-Aurdal	137	22	5
	Etnedal	1027	164	34
4A	Nord-Aurdal			
	Sør-Aurdal			
	Etnedal	1095	174	37
4B	Sør-Aurdal			
	Etnedal			
	Nordre Land			
5	Nordre Land			
	ETNA/DOKKA	9719	1554	323

Tabell 8. Forurensningstilførsler fra turistanlegg

Del- nedbørfelt	Kommune	Hytter	Hoteller pensjonater	Camping
1	Øystre Slidre			
	Nord-Aurdal			
	Etnedal	200	90 senger	14 hytter
	Gausdal	120	<-----	
	Nordre Land	685	250 p.e.	
	Fron			
	Lillehammer	7		
2	Nordre Land	97		
	Gjøvik			
3A	Øystre Slidre	80		
	Nord-Aurdal	400	20 senger	
	Etnedal	300	150 senger	
	Nordre Land	2		
3B	Nord-Aurdal	175		
	Etnedal	400		
4A	Nord-Aurdal	80		
	Sør-Aurdal			
	Etnedal	480	160 senger	10 hytter
4B	Sør-Aurdal	2		
	Etnedal	105		25 hytter
	Nordre Land	109		
5	Nordre Land	21		

Kitilsbu og Liumseter (ingen tall)

Badeplasser

Ifølge de opplysninger som er kommet inn, egner vassdraget seg dårlig for bading. Det er mange kulper i elvene, og en del bading foregår nok. Men badestedene blir mest brukt til "dukkerter", fordi arealene rundt egner seg dårlig for soling - til å tilbringe en hel dag på.

De tre mest attraktive badeplassene i Etnedal kommune er:

- B 5 Lisbrua
- B 4 Bruflat
- B 3 Sør Etnedal

Deres beliggenhet fremgår av kartet på figur 8. Ifølge planlegger K. Fløgum i Etnedal kommune, er det litt usikkert om man egentlig kan kalle disse stedene skikkelige badeplasser. Han antyder at omlag halvparten av badingen foregår her, mens resten er spredt til andre kulper. Når det gjelder besøksfrekvens er det ifølge kommunen vanskelig å komme med antydninger, men badingen er svært avhengig av vær- og temperaturforhold.

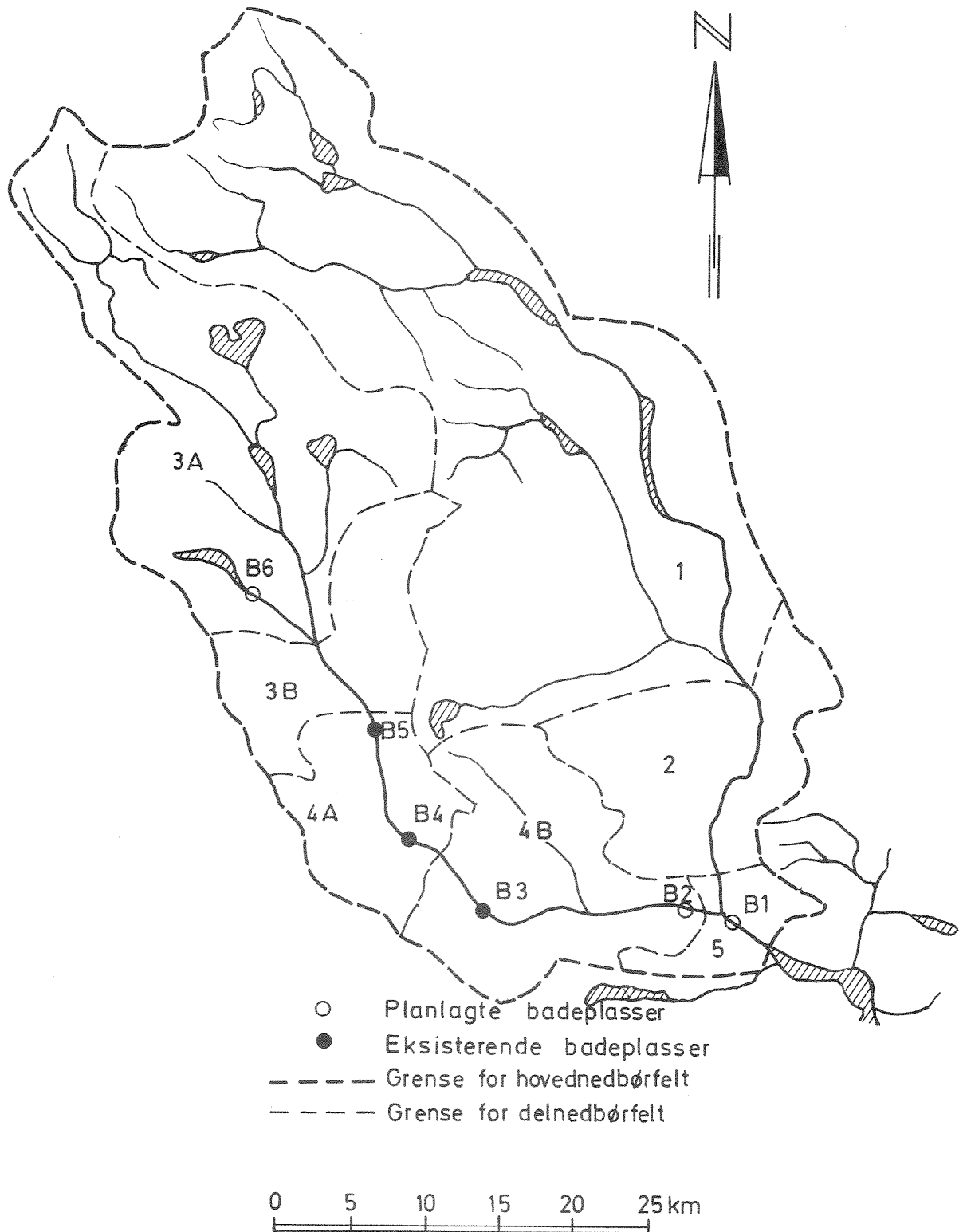
Videre kan det nevnes når det gjelder Etnedal kommune at det for få år siden ble bygd et utendørs basseng ved Bruflat (vannforsyning fra Etna), med lekeplass og opparbeidet friareal rundt. Meningen var å få konsentrert badingen her. Men bassenget viste seg lite egnet og er ennå ikke tatt i bruk, og dets fremtid er usikker, ifølge Fløgum. Ifølge Generalplan Etnedal kommune (1977), er det planlagt en badeplass med tilhørende friområder ved Oset (B 6).

Fra Nordre Land kommune har vi ingen opplysninger om eksisterende bade-plasser, men ifølge Generalplan for Nordre Land (1978), er det planlagt etablert 2.

- B 2 v/Røste på Nordsinni
- B 1 v/Kolbjørnshusbru

(se kart figur 8), begge beliggende nær Dokka tettsted. De planlagte badeplassene er ifølge planlegger K.T. Stensvold ment brukt av

Figur 8. Dokka/Etna-vassdraget. Badeplasser



hjemneværende, barn og til ettermiddagsdukkerter. De skal dekke nær-badebehovet for ca. 2500 personer. En undersøkelse gjort av Statens Friluftsråd i 1968 ligger til grunn for beregning av tilhørende fri-arealer. Ellers i Nordre Land anses bading ifølge Generalplanen (1978) ikke å ha større omfang enn at det kan skje på tilfredsstillende måte langs vassdraget, uten særskilte tiltak. Videre er det på noe lengre sikt vurdert anlagt et større friluftsområde med bade plass ved Randsfjorden. Dette skal brukes mer ved dagsutflukter.

Industriutslipp

Ifølge de opplysninger kommunene har gitt finnes det tilsammen 9 industri-bedrifter med ialt 302 ansatte.

Oversikt:

Etnedal bilverksted/bilruter	20	ansatte
Etnedal Sag & Høvleri (trevarer)	15	"
Mølle og kornsilo	1	"
Møbelfabrikk (stoler og bord)	36	"
Betongvarer (rør og fasadeplater)	25	"
Smieprodukter (kaldsmidde bolter m.m)	85	"
Mekanisk industri (motorvarmere)	18	"
Konfeksjonsfabrikk (uniformsøm)	86	"

Bare en av bedriftene (smieproduksjonen) har direkte utslipp av prosessvann (kjølevannet fra smiemaskinene). Vannet passerer fettavskiller og utslippstillatelse foreligger.

Utslipet fra smøregraver på bilverkstedet passerer også fettavskiller før det ledes til infiltrasjonsanlegg.

De resterende bedrifter har bare utslipp av sanitærvann fra toaletter og lignende.

Utover en generell bemerkning om at industrien antagelig bidrar lite til forurensningen av vassdraget, har vi ikke bakgrunnsmateriale for å gjøre nærmere beregninger av tilførslene.

Søppelfyllplasser

Lokalt kan søppelfyllplasser utgjøre en stor vannforurensningskilde. Analysedata av sigevann fra en rekke fyllinger viser meget høye forurensningskonsentrasjoner, særlig av organisk stoff, nitrogenforbindelser og enkelte tungmetaller. En del beregninger (Wigdel 1974) indikerer endog at søppelfyllplasser betyr en del også i større regional sammenheng. De opplysninger som er tilgjengelige er ikke tilstrekkelige til å beregne årlig bidrag fra denne kilden heller.

Totalbelastninger

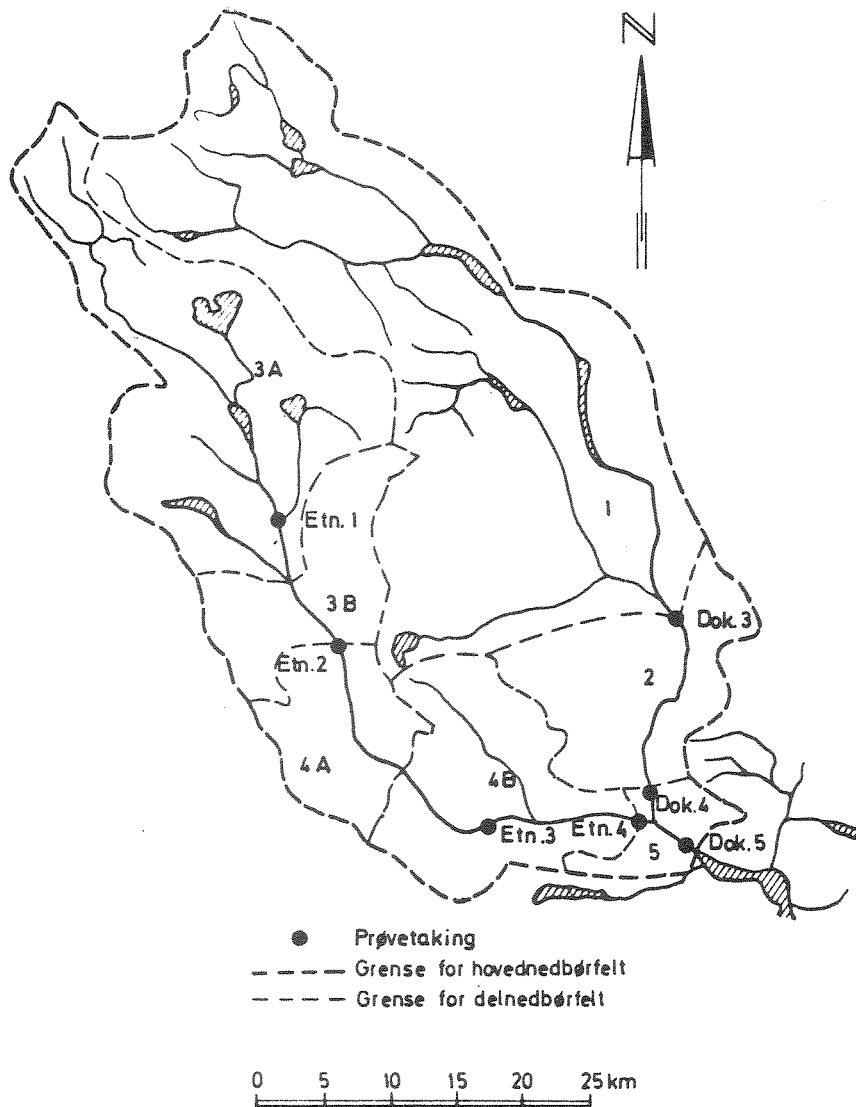
Tabell 9 viser de belastninger disse teoretiske beregningene indikerer at vassdraget mottar, tabell 10 er en fordeling på kommuner. Tallene er minimumsverdier idet utslippene fra industri og søppelfyllplasser ikke er med.

Tabell 9. Forurensningsbelastninger i vassdraget

	Sum			Skog og fjell			Befolkning			Tettstedarealer			Jordbr. og saterdr.			Turisme		
	BOF ₇ t/år	TOT-N t/år	TOT-P t/år	BOF ₇ t/år	TOT-N t/år	TOT-P t/år	BOF ₇ t/år	TOT-N t/år	TOT-P t/år	BOF ₇ t/år	TOT-N t/år	TOT-P t/år	BOF ₇ t/år	TOT-N t/år	TOT-P t/år	BOF ₇ t/år	TOT-N t/år	TOT-P t/år
Utløpet av delnedbørfelt 1, målestasjon Dokka 3	38,2+?	121,9	7,2	?	109,3	5,75	18,0	2,87	0,60				12,8+?	8,48	0,55	7,4	1,20	0,25
Utløpet av delnedbørfelt 2, 400m oppstrøms målestasjon Dokka 4	79,4+?	165,9	10,2	?	139,9	7,29	45,3	7,25	1,51				26,7+?	17,55	1,12	7,4	1,20	0,25
Utløpet av delnedbørfelt 3A. Ingen målestasjon i nærheten	9,9+?	51,4	3,0	?	47,4	2,61	5,1	0,81	0,17				4,8+?	3,17	0,25			
Utløpet av delnedbørfelt 3B. Målestasjon Etna 2	18,3+?	72,3	4,3	?	65,6	3,55	8,6	1,37	0,28				8,6+?	5,17	0,38	1,1	0,18	0,04
Utløpet av delnedbørfelt 4A. Ingen målestasjon i nærheten	33,0+?	92,5	5,6	?	81,2	4,35	19,8	3,16	0,66				11,0+?	7,89	0,55	2,2	0,35	0,08
Utløpet av delnedbørfelt 4B. Målestasjon Etna 4	56,8+?	135,3	8,3	?	112,7	5,93	36,7	5,71	1,17				17,9+?	16,52	1,09	2,2	0,35	0,08
Utløpet av delnedbørfelt 5. 1500 m nedstrøms målestasjon Dokka 5	163,6+?	315,7	19,4	?	256,2	13,40	106,9	20,38	3,19	0,6	0,15	0,03	46,4+?	37,36	2,42	9,7	1,55	0,32

Som det har fremgått av det foran nevnte er det knyttet en rekke usikkerheter til beregningene, de største antagelig til tilførslene fra landarealer generelt og jordbruket. Dessuten er det viktig å være klar over at avstanden fra aktiviteten til målepunktet (beregningpunktet) spiller stor rolle. Det er svært vanskelig å kvantifisere effekter som sedimentering, selvrensing, utspyling etc.

Figur 9. Delnedbørfelter benyttet ved beregning av de teoretiske forurensningstilførslene



Disse teoretiske tall er altså mer en illustrasjon av størrelsesorden og variasjon mellom kilder, enn noe uttrykk for absolutte mengder.

3. DE UTFØRTE UNDERSØKELSENE

3.1 Generelt om de kjemiske og bakteriologiske parametrene

Vannets konduktivitet er et mål for innholdet av løste salter i vannet. De ionene som vanligvis utgjør makrokomponentene er de positivt ladede Ca, Mg, Na og K og tilsvarende de negativt ladede HCO_3 , SO_4 og Cl.

Berggrunnen har avgjørende innflytelse på den kjemiske sammensetning av vannet i vassdragene. De forskjellige bergarter har forskjellig kjemisk sammensetning og løser seg mer eller mindre lett opp. Forenklet kan det sies at vassdrag som drenerer grunnfjellområder har lavt innhold av løste salter, mens det motsatte kan være tilfelle i områder med kalkfjell. Tilsvarende innflytelse vil løsmassene ha.

Nedbør inneholder både løste gasser og forskjellige ioner som kan være transportert f.eks. fra havet. Flere undersøkelser har vist at lokaliteter nær kysten inneholder forholdsvis større mengder Na, Mg, Cl og SO_4 enn lokaliteter i innlandet. Med nedbør kan også forskjellige forurensninger føres over lange strekninger, og i denne sammenheng kan nevnes forurenset nedbør som har sin opprinnelse i utslipp av oksyder av svovel og nitrogen til luften over kontinentet.

Menneskelig aktivitet i nedbørfeltet kan påvirke vannkvaliteten direkte eller indirekte (kommunale utslipp, jord- og skogbruk, industri og bergverk o.l.).

pH er et mål for konsentrasjonen av hydrogenioner i vannet. Verdiene under 7 viser at vannet er surt, over 7 er vannet basisk, mens verdien 7 angir at vannet er nøytralt. pH i vann bestemmes i de fleste tilfeller av en likevekt mellom CO_2 - HCO_3 - CO_3 (bikarbonatsystemet). pH gjenspeiler ofte de geologiske forhold i området, men påvirkes også av nedbør, humussyrer, utslipp til vassdraget og biologisk aktivitet.

Turbiditeten er et mål for vannets innhold av partikler og måles direkte ved vannets evne til å spre lys. Normalt finner en verdier nær null når vannet ikke er påvirket av breslam eller annen partikkeltransport.

Vannets farge har oftest sammenheng med innhold av organiske forbindelser, og vann påvirket av humus fra jord og myr har høye fargeverdier.

KMnO₄-forbruk gir informasjon om innholdet av organisk materiale, både løst (humus og andre organiske forbindelser) og i en viss utstrekning også partikulært organisk materiale.

Næringssalter. Forbindelser av nitrogen og fosfor kalles for nærings-salter, da de stimulerer veksten av høyere planter og alger. Indirekte påvirkes også andre organismer av slike stoffer ved at plantene nyttiggjøres som føde. Stor tilførsel av næringssalter fører til økt begroing av alger i elver og økte planteplanktonmengder i innsjøer. Dette er effekter som i mange sammenhenger blir sett på som lite ønskelige, da verdien av vassdraget til andre formål reduseres.

Innholdet av fosfat (ortofosfat), nitrat og amonium viser hva som er direkte tilgjengelig for algene, mens totalfosfor og totalnitrogen utgjør den potensielt tilgjengelige mengde. Mye av slike stoffer er bundet enten i mineraler eller organisk materiale, slik at det bare over lang tid kan frigjøres i tilgjengelig form for plantevekst.

Bakteriologiske analyser (koliforme bakterier og kimtall) gir opplysninger om i hvilken grad vannet er forurenset med kloakkvann og naturgjødsestoffer. Slike opplysninger er av vesentlig betydning ved vurdering av vannets kvalitet i hygienisk sammenheng, (drikkevann for mennesker og dyr), og vassdragets brukbarhet for rekreasjonsformål.

For hygienisk bedømmelse av vann benytter man som oftest metoder for påvisning av organismer fra den normale tarmflora; koliforme bakterier.

I analysemetodene for koliforme bakterier ønsker man å bestemme alle bakterier av fekal opprinnelse, dvs. fra varmlodige dyrs og menneskers ekskrementer. En del av de koliforme bakterier kan imidlertid også ha et reservoar i jord og vann og disse blir da medbestemt i større eller mindre grad, avhengig av analysemetode.

Dersom man ønsker å påvise sikker fekal forurensning (fra mennesker), må man analysere på termostabile koliforme bakterier, som i det vesentlige er *Escherichia coli*. *E. coli* skal bare ha tarmen som reservoar (SIFF 1976).

3.2 Undersøkelser i Dokka og Etna

3.2.1 Materiale, metoder og stasjonsvalg

Materialet omfatter kjemiske og bakteriologiske analyser av månedlige prøver i tidsrommet oktober 1977 til og med desember 1978. Kjemiprøvene er analysert i henhold til Norsk Standard ved NIVA. De bakteriologiske prøvene er gjort av Byveterinæren i Lillehammer.

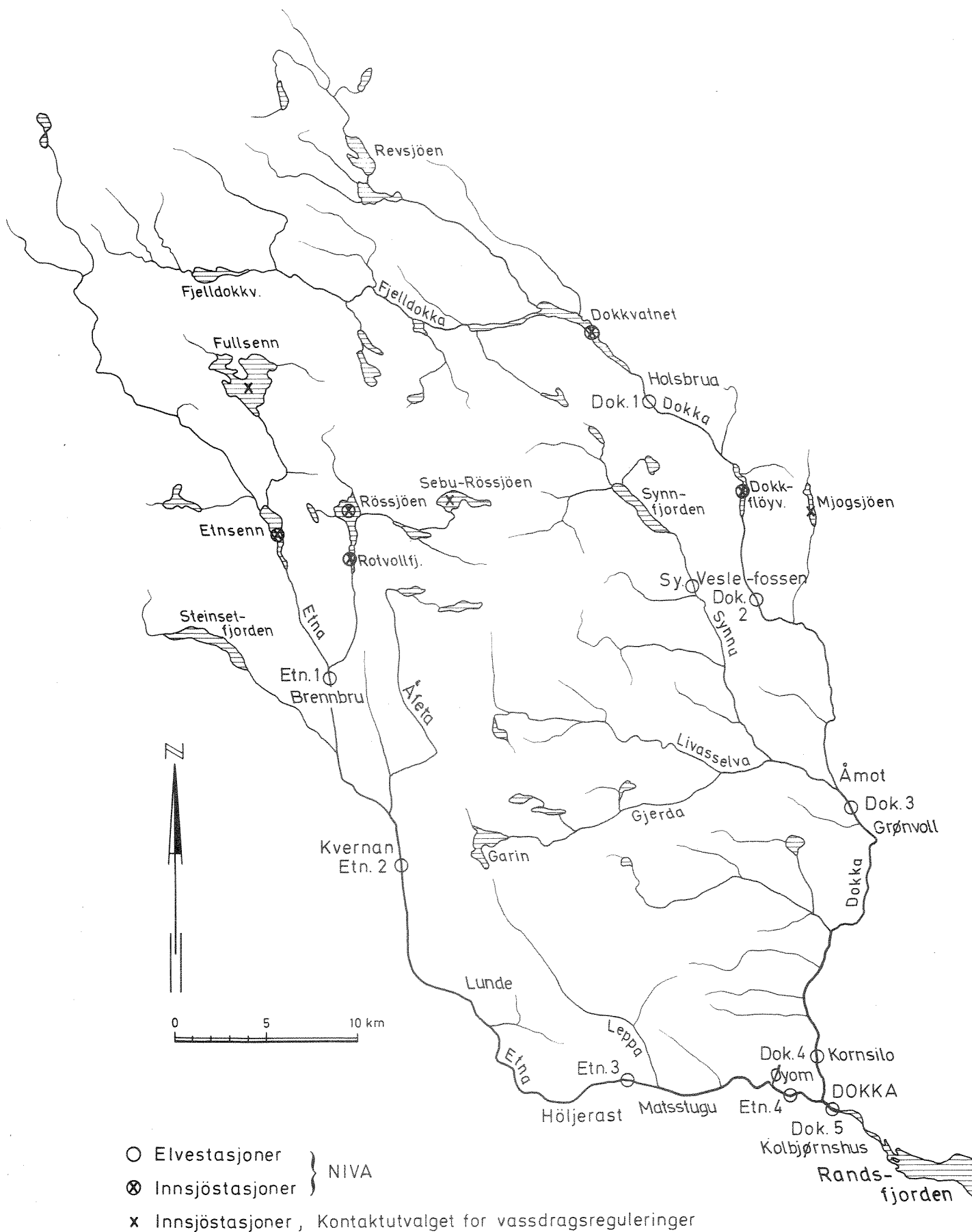
Vannprøvene for analyse av vannkjemi og bakterieinnhold ble samlet inn av Oppland fylkes elektrisitetsverk og personell fra NIVA.

Valg av stasjoner ble basert på informasjon om reguleringsplanene og befaring i vassdraget. Det ble lagt vekt på områder som i dag er, eller i fremtiden kan bli problemområder med hensyn til forurensningsbelastning, og områder hvor det er ventet at tiltak kan settes i verk. I tillegg ble det valgt en referansestasjon i upåvirket del av hvert vassdrag.

Følgende prøvetakingsstasjoner ble benyttet (figur 10).

		<u>UTM-koordinator</u>
DOK 1	Holsbrua	32 V NN 468832
DOK 2	Veslefossen	" " 534725
SY	Synna	" " 506713
DOK 3	Grønvoll	" " 591602
DOK 4	Oppstrøms Dokka tettsted	" " 574462
DOK 5	Nedstrøms renseanlegg	" " 601427
ETN 1	Brenn bru	" " 298675
ETN 2	Kvernan	" " 339575
ETN 3	Nedstrøms Høljerast	" " 456451
ETN 4	Oppstrøms samløp med Dokka	" " 531456

Fig. 10. Dokka - Etnavassdraget. Prøvetakingsstasjoner.



3.2.2 Kjemiske og bakteriologiske parametre

De kjemiske parametrene har vær: pH, konduktivitet, turbiditet, farge, KMnO_4 -forbruk, totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen, nitrat, alkalitet, kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat, klorid, silisium, jern, mangan, tørrstoff og gløderest.

Bakteriologiske prøver er blitt analysert på kimtall, koliforme bakterier og termostabile koliforme.

3.2.3 Biologiske parametre

Begroingsalger

De ekstreme hydrologiske forhold i undersøkelsesperioden (se avsnitt 2.2), sett ut fra en biologisk synsvinkel, medførte at store deler av begroingssamfunnene ble spylt vekk. Særlig var de høye vannføringene i juli-august avgjørende. En begroingsundersøkelse i 1978 hadde vært lite representativt.

Bunnfauna

Bunnfaunaundersøkelsene er utført av Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI). Resultatene vil bli presentert av LFI.

3.2.4 Fysisk-kjemiske forhold i Dokka og Etna

Tabell 11 viser medianverdier av målt konsentrasjon for endel fysisk-kjemiske parametre. Med medianverdi forstås her den midtre verdien i en tallrekke fra laveste til høyeste konsentrasjon.

Måleresultatene for vannkjemi er stilt sammen i tabellene 15-30 i vedlegg.

DOKKA

pH og alkalitet

Dokka har pH-verdier nær nøytralitetspunktet hele året med små variasjoner mellom de ulike stasjonene. Smeltevannet om våren gir ingen entydig innvirkning på pH.

Alkalitet uttrykker vannets buffer-kapasitet overfor tilførte sure stoffer. Vassdraget har relativt lave alkalitetsverdier. De høyeste verdier er målt ved lavvannføring om vinteren når grunnvannstilsig dominerer og de laveste verdiene er målt under vårflommen.

Det er en generell tendens til økende alkalitet nedover i vassdraget.

Konduktivitet

Konduktiviteten er relativt lav på tross av at lite forvittringsbestandige bergarter utgjør en betydelig del av nedbørfeltets berggrunn (figur 2). Konduktiviteten varierer med vannføringen på samme måte som alkaliteten. Konduktiviteten øker også nedover i vassdraget.

Vannets innhold av partikler, målt som turbiditet, er normalt størst ved økende og maksimal vannføring. De høyeste verdiene er således observert i vassdragets nedre del (DOK 5) under vårflommen. Generelt er turbiditetsverdiene relativt lave.

Tabell 11. Noen kjemiske parametre (medianverdier) fra Dokka og Etna perioden oktober 1977 - desember 1978

	pH	KOND mS/m 20°C	TURB FTU	FARG mg Pt/l	KMnO ₄ mg O/l	TOT-P µg P/l	ORT-P µg P/l	TOT-N µg N/l	Nitrat µg N/l
ETN 1	7,0	2,03	0,52	29	2,8	10	< 2	200	20
ETN 2	7,08	2,49	0,45	22	2,4	9,0	< 2	210	45
ETN 3	7,02	2,88	0,57	23	2,3	8,0	< 2	230	80
ETN 4	6,95	3,19	0,56	32	2,1	10	2	260	95
DOK 1	6,9	1,55	0,56	40	3,8	8,0	< 2	200	< 10
DOK 2	6,8	1,8	0,57	47	3,7	9,0	< 2	190	< 10
SYN 1	6,8	1,63	0,38	29	2,8	7,5	< 2	150	35
DOK 3	7,0	2,3	0,38	29	2,8	7,0	< 2	210	30
DOK 4	7,0	2,5	0,43	31	3,0	9,0	< 2	200	65
DOK 5	7,0	3,16	0,50	38	2,8	10	2,6	230	75

Farge og KMnO_4 -forbruk

Det er relativt høye verdier for farge og KMnO_4 -forbruk, hvilket indikerer humuspåvirkning fra myrområder innen nedbørfeltet.

I de øvre deler av Dokka der turbiditeten er lavest gir disse parametrene et godt mål på humusinnholdet. De høye fargeverdiene under vårflommen spesielt ved de nederste stasjonene er i stor grad influert av partikulært materiale. Fargeverdiene har en relativt større økning under flommen enn KMnO_4 -forbruket. Dette viser at det er partikulært uorganisk materiale som gir økning i farge og turbiditet.

Tørrstoff og gløderest

Vannets innhold av partikulært materiale målt som tørrstoff følger turbiditetsverdiene med klare maksimumsverdier under vårflommen. Den uorganiske delen av tørrstoff, gløderesten, er også størst i denne perioden. Andel uorganiske partikler øker nedover i vassdraget.

Næringssalter

Det er lave, naturlige konsentrasjoner av fosfor og nitrogen i Dokka. Den høyeste mediankonsentrasjonen er ved den nederste stasjonen (DOK 5). Det skyldes vesentlig bidraget fra Etna der konsentrasjonene er høyere. Her munner også utslipp fra Dokka renseanlegg ut.

De høyeste næringssaltkonsentrasjonene er registrert om vinteren ved lav vannføring og tidlig under vårflommen.

Makrokomponenter

Konduktivitetsmålingene viste at vannets innhold av salter er relativt lavt. Kalsiumbikarbonat er det dominerende salt på alle stasjoner hele året. Dette er mest utpreget i vassdragets øvre deler der Dokka drenerer kambrosilurbergarter.

Sulfatverdiene er høyest i begynnelsen av vårflommen. Dette kan skyldes sur nedbør. På grunn av utfrysingsmekanismer vil nedbørtransporterende salter tilføres vassdraget i høyeste konsentrasjon under den tidligste snøsmeltingen. I tråd med konduktiviteten øker vannets innhold av salter nedover i vassdraget.

ETNA

pH og alkalitet

Vannets pH-verdier er relativt stabile omkring nøytralitetspunktet. Alkalitetsverdiene er høyere i Etna enn i Dokka. Årsaken til dette er at Etna drenerer større områder med kambrosilur-bergarter.

Konduktivitet

Etna har også høyere konduktivitet enn Dokka. Dette skyldes også at større deler av nedbørområdet er bygget opp av kambrosilur-bergarter og at Etna drenerer større jordbruksområder. Som for Dokka er det betydelig økning i konduktiviteten nedover i vassdraget.

Turbiditet

Turbiditetsverdiene er generelt relativt lave og ligger på samme nivå som i Dokka. Variasjonen i turbiditet følger endringene i vannføringen.

Farge og KMnO_4 -forbruk

Fargeverdiene og KMnO_4 -forbruket er lavere for Etna enn for Dokka. Siden turbiditeten er av samme størrelsesorden gir dette klart uttrykk for mindre humuspåvirkning i Etna. Humuskonsentrasjonen er størst øverst i vassdraget. Verdiene for farge og KMnO_4 -forbruk minker fra ETN 1 til ETN 2. Dette indikerer at vannet fra Dalselv er mindre humuspåvirket.

Tørrstoff og gløderest

Vannets innhold av partikulært materiale, målt som tørrstoff/gløderest, øker nedover i vassdraget. Den uorganiske delen (gløderest) utgjør også en større andel av tørrstoffet nedover i vassdraget. Partikkeltransporten er naturlig nok størst under vårflommen.

Næringssalter

Etna har generelt høyere konsentrasjoner av næringssalter enn Dokka. Det er sannsynlig at denne økning skyldes avrenning fra jordbruksarealer. Vannets innhold av næringssalter er høyest ved lavvannføringer.

Makrokomponenter

Etna og Dokka har kvalitativt sett tilnærmet samme ionesammensetning. Kalsiumbokarbonatens andel av det totale saltinnhold er imidlertid enda noe høyere i de øvre deler av Etnavassdraget enn i Dokka. Dette skyldes at det fremfor alt er de øvre deler av nedbørfeltet som er bygget opp av kambrosiluriske bergarter.

3.2.5 Bakteriologiske forhold, Dokka og Etna

De bakteriologiske analyseresultatene (medianverdier) er presentert i tabell 12 og figur 11.

Ved resipientundersøkelser kan en generell bedømmelse av den hygieniske vannkvaliteten baseres på verdier for totalantall koliforme bakterier pr. 100 ml ut fra nedenstående vurderingskriterier som er brukt ved NIVA i samråd med Statens Instisutt for Folkehelse (SIF). (Merk: Ikke sammenfallende med de bestemte kravene til drikkevann etc. som er foreslått av helsemyndighetene, kfr. SIFF 1976.)

< 20	lite forurenset
20 - 100	moderat forurenset
100 - 500	betydelig forurenset
> 500	sterkt forurenset

Øvre delen av Dokkavassdraget (DOK 1-3 og Synna) er ifølge denne bedømmelse lite forurenset, mens DOK 4 (Kornsilø) er moderat forurenset (figur 11). Imidlertid er enkelte målinger for DOK 4 (februar, september og november) så høye at i disse perioder må en betegne vannet som betydelig forurenset. Dette har sammenheng med lave vannføringer i disse perioder.

I Etna ligger verdiene jevnt over høyere enn hva tilfelle var i Dokka. Kun ved ETN 1 finner en tilsvarende verdier som øverst i Dokka. Dette har sammenheng med høyere jordbruksaktivitet i Etnadalen. Enkelte målinger er også her vesentlig høyere enn medianverdiene. De høyeste verdiene faller også her sammen med lav vannføring.

Etter Dokka sentrum har Etna og Dokka felles løp ned i Randsfjorden. Selv om det er renseanlegg for tettstedet Dokka, er verdiene relativt høye. Medianverdien for total-koliformer faller under betegnelsen moderat forurensning. Stort sett er vannkvaliteten lengst ned i vassdraget i hygienisk sammenheng ikke helt bra.

Analyseresultatene bekrefter også at en god del av de koliforme bakterier er av fekal opprinnelse (termostabile koliforme bakterier).

Vannkvaliteten nedstrøms ETN 2 (Kvernán) og DOK 4 er av en slik beskaffenhet at vannet ikke kan brukes som drikkevann uten foregående desinfisering.

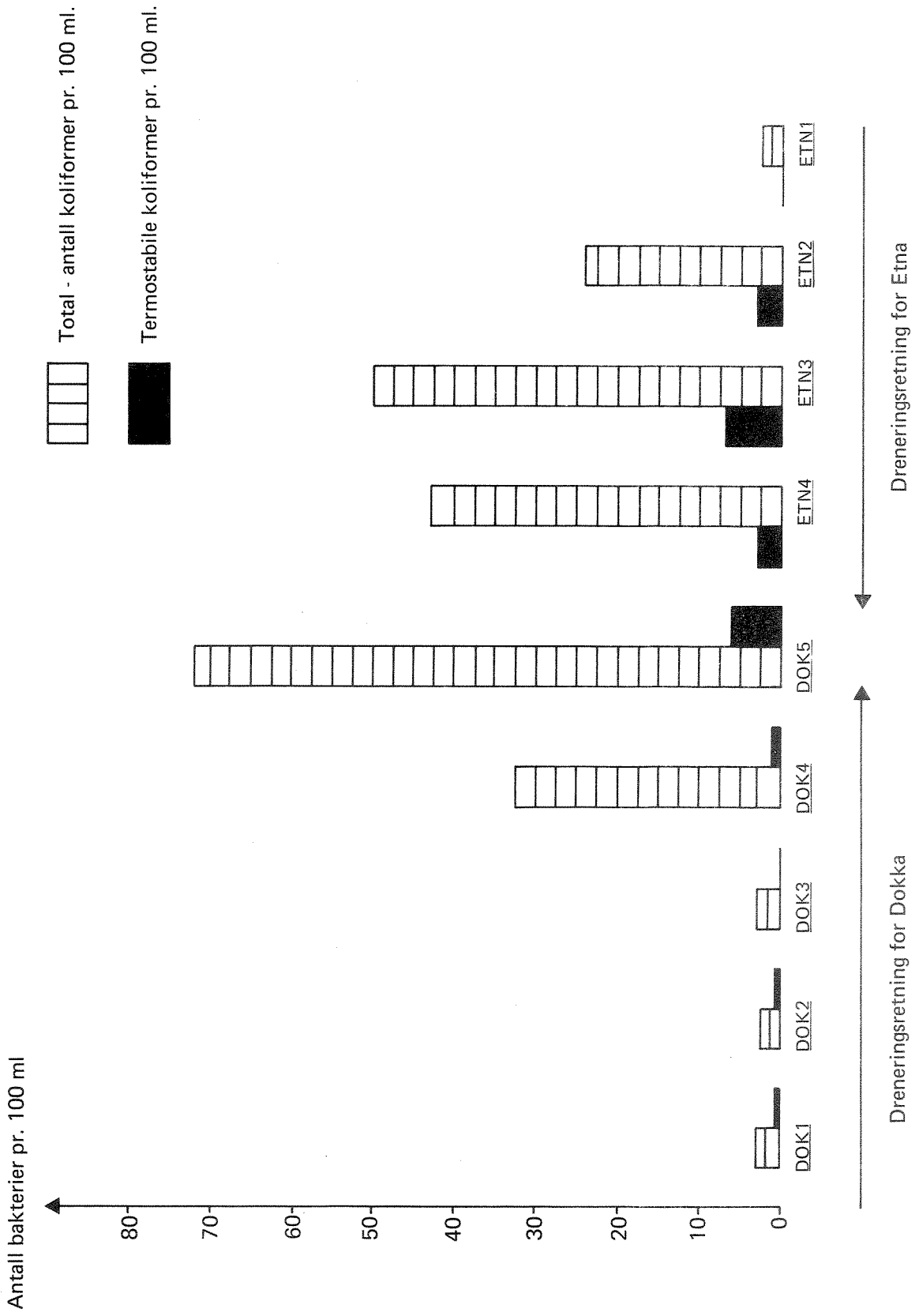
Resultatene fra de bakteriologiske undersøkelsene viser at størsteparten av Etna og nedre del av Dokka er forurenset. Disse forurensninger kommer fremfor alt fra spredt bebyggelse og jordbruksaktiviteter. Dette er viktig å ta hensyn til ved beregningene av minstevannføringer.

Tabell 12. Etna og Dokka. Bakteriologiske analyseresultater
perioden desember 1977 - desember 1978.

STASJON	MEDIANVERDIER		MAKSIMALVERDIER	
	Koliforme bakterier pr. 100 ml	Termostabile koliforme bakt. pr. 100 ml	Koliforme bakterier pr. 100 ml	Termostabile koliforme bakt. pr. 100 ml
ETN 1	2,5	0	20	5
ETN 2	24	3	70	35
ETN 3	50	7	300	45
ETN 4	43	3	500	68
DOK 1	3	0,5	12	1
DOK 2	2,5	0,5	6	1
SYN 1	1	0	26	1
DOK 3	3	0	30	2
DOK 4	35	1	150	28
DOK 5	72	6	>1000	200

Fig. 11. Dokka - Etnavassdraget.

Medianverdier for termostabile og total - antall koliforme bakterier pr. 100 ml.



3.2.6 Begroing i Dokka og Etna

Som tidligere nevnt er det ikke utført noen begroingsundersøkelse i Dokka og Etna i 1978 (avsnitt 3.2.3).

For bedømmelse av resipientforhold og minstevannføring har ikke dette noen avgjørende betydning.

Etter en eventuell regulering vil antagelig begroingsforholdene bli forandret. For å kartlegge forholdene før utbyggingen vil vi sterkt anbefale at det settes i gang undersøkelser av begroing når en eventuell konsesjon er gitt. Resultatene fra denne undersøkelsen kan siden benyttes til sammenligningsmateriale hvis det blir behov for undersøkelser etter kraftverksutbyggingen.

3.2.7 Sammendrag av vannkjemiske og bakteriologiske forhold i Dokka og Etna

Variasjonen i pH i Etna og Dokka er svært små. pH-verdiene ligger rundt 7 og de laveste verdiene inntreffer om våren og høsten, hvilket er normalt.

Konduktiviteten følger en normal årsvariasjon, med høyeste verdier om vinteren når grunnvannsdominansen er størst, og lavest når ellevannet er smeltevannsdominert.

Etna har høyere konduktivitetsverdier enn Dokka. For Etna ser en også at økningen av konduktiviteten begynner relativt høyt opp i vassdraget. Dette skyldes at Etna drenerer større kambro-siluriske områder og at jordbruksaktiviteten er større i Etnadalen enn i Dokkadalen.

Konsentrasjonen av næringssaltene fosfor og nitrogen var i Dokka stort sett lave gjennom hele vassdraget og Dokka må betegnes som næringsfattig.

Etna er noe mer næringsrik. Laveste nitrogenverdier finner en øverst med en klar økning nedover i vassdraget. Dette skyldes primært avrenning fra jordbruksmark.

Fosforverdiene er også noe høyere i Etna enn i Dokka.

Resultatene fra de bakteriologiske undersøkelsene viser at størsteparten av Etna og nedre del av Dokka er forurenset. Disse forurensninger kommer fremfor alt fra spredt bebyggelse og jordbruksaktiviteter. Dette er viktig å ta hensyn til ved beregningene av minstevannføringer.

3.3 Undersøkelser i Dokka/Etna-vassdragets innsjøer

3.3.1 Materiale, metoder, stasjonsvalg og fysisk-kjemiske parametre

For å skaffe basis-data for innsjøer i det området hvor kraftutbyggingen er foreslått, ble vannprøver hentet på 4 forskjellige tidspunkter (april, juni, juli og august 1978) fra ulike dyp i 7 innsjøer (tabell 14). Siktedyp, temperatur, oksygen, pH, ledningsevne, alkalitet og farge ble målt i felt av G. Halvorsen, Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer ved Universitetet i Oslo. De øvrige makrokomponentene (Na, K, Ca, Mg, Cl, SO_4 , NO_3), næringssalter (total-P, orto-P, total-N og NO_3 -N), 2 sporelementer (Fe og Mn), og $KMnO_4$ (permanganattall) ble målt på NIVA ved rutinemetoder (tabell 13).

Tabell 13. Kjemisk analyseresultat fra vannprøver tatt fra de 7 undersøkte innsjøer i Dokka/Etna-området

Kolonne Koder:

Vann nummer (se tabell 14)
Dato (år/mnd/døgn)
Dyp (cm)
pH
K20 (ledningsevne i $\mu S/cm$ ved $20^\circ C$)
TEMP (vanntemperatur i $^\circ C$)
FARGE (farge i mg Pt/l)
FE (μg Fe/l)
MN (μg Mn/l)
Cl, Na, K, Ca, Mg (mg/l)
O2 (surstoff i mg O_2/l)
SULF (mg SO_4/l)
NO3N (NO_3 , μg N/l)
TOT-N (totalnitrogen, μg N/l)
ORT-P (orto-fosfat, μg P/l)
TOT-P (totalfosfor, μg P/l)
PERM (permanganatforbruk, mg O_2/l)
ALK 4 (alkalitet, ml 0.1 N HCl til pH 4,5)

M foran betyr "mindre enn". TOT-P-analysene er kontaminert (se tekst).

Tabell 13.

VANN	A M D K N G	DYP	KOM	TEMP	OKS	PH	K2O	ALK4.5	FARG	PERM	FE	MN
1	780414	100		.20	11.9	6.00	29.5	2.54	15.0	2.5	395.	14.
1	780414	800		2.70	9.1	5.80	21.9	1.73	15.0	3.0	100.	38.
1	780414	1600		3.50	3.9	5.90	67.3	4.18	15.0	2.4	160.	385.
1	780621	100		16.70	8.1	6.50	12.5	1.18	16.0	3.8	200.	12.
1	780621	600		11.00	8.6	5.90	11.8	1.13	16.0	4.7	480.	14.
1	780621	1400		9.20	7.9	5.70	13.7	1.14	16.0	4.1	170.	22.
1	780714	100		15.20	8.6	6.60	13.3	1.70	49.0	5.4	150.	12.
1	780714	700		11.20	9.0	6.50	13.6	1.50				
1	780714	1500		11.10	8.4	6.40	15.1	1.50	49.0	5.4	160.	19.
1	780826	100	1	11.60	9.0	6.80	16.3	1.56	46.0	4.5	280.	16.
1	780826	700		11.60	9.0	6.70	16.2	1.90				
1	780826	1500		11.30	9.0	6.70	16.3	1.56	43.0	5.1	295.	17.
2	780413	100		.20	11.9	6.40	29.6	2.47	15.0	3.0	370.	21.
2	780413	600		1.20	9.1	5.90	28.1	2.11	15.0	2.5	175.	24.
2	780413	1200		2.00	3.9	5.80	30.0	2.40	30.0	2.5	525.	269.
2	780620	100		17.10	8.1	6.40	13.1	1.22	22.0	4.3	180.	15.
2	780620	600		11.70	8.6	6.40	12.7	1.50	38.0	5.4	300.	50.
2	780620	1400		10.80	7.9	6.40	12.5	1.13	16.0	4.4	320.	16.
2	780713	100		15.00	8.7	6.60	16.6	1.50	67.0	5.8	175.	15.
2	780713	600		13.20	9.0	6.50	14.8	1.50				
2	780713	1400		12.40	8.4	6.40	14.6	1.50	92.0	5.5	190.	19.
2	780824	100		13.10	11.8	6.70	16.7	1.69	41.0	5.1	255.	9.
2	780824	600		12.80	8.6	6.70	17.7	1.70				
2	780824	1300		12.30	8.4	6.50	18.2	1.60	46.0	5.9	305.	18.
3	780413	100		.30	9.1	6.20	41.6	3.40	10.0	2.4	40.	15.
3	780413	500		1.80	8.1	6.10	45.5	3.87	15.0	2.1	60.	18.
3	780413	1000		2.70	4.4	6.10	51.9	4.65	15.0	2.0	140.	202.
3	780622	100		14.60	8.6	7.00	23.2	1.10	5.0	2.9	70.	25.
3	780622	500		9.20	8.9	6.70	24.0	3.05	19.0	3.1	100.	34.
3	780622	1000		5.70	6.6	6.40	32.0	1.09	22.0	2.5	105.	110.
3	780714	100		14.00	9.0	6.90	26.8	2.10	61.0	3.6	70.	17.
3	780714	500		11.50	9.0	6.80	2.6	2.50	50.0	3.7	80.	18.
3	780714	1000		6.70	5.6	6.10	32.3	2.90	70.0	2.3	60.	90.
3	780824	100		12.80	8.9	6.90	27.5	2.64	33.0	3.8	80.	12.
3	780824	500		12.80	8.9	6.90	27.9	2.66	35.0	3.6	85.	13.
3	780824	1000		8.00	3.1	5.90	32.5	2.99	30.0	2.4	105.	50.
4	780411	100		.30	9.2	5.90	26.6	2.18	20.0	1.9	525.	36.
4	780411	500		3.10	.3	5.70	32.3	2.77	35.0	1.8	935.	1300.
4	780626	100		12.70	8.6	6.70	13.9	2.21	43.0	3.4	350.	23.
4	780626	500		12.00	8.4	6.70	14.2	1.06	22.0	3.1	250.	17.
4	780626	900	4	12.00	8.4	6.70	14.2	.95	33.0	3.2	450.	15.
4	780716	100		13.40	8.6	6.60	14.8	1.20	52.0	5.2	150.	20.
4	780716	500		12.30	8.6	6.50	14.3	1.20				
4	780716	800		10.60	8.3	6.30	14.0	1.30	55.0	6.0	260.	16.
4	780828	100		9.20	9.9	6.80	17.3	1.60	46.0	4.9	285.	16.
4	780828	500		9.20	9.9	6.80	17.6	1.62	43.0	4.3	270.	16.
5	780412	100		.50	8.9	5.90	18.9	1.20	15.0	2.6	60.	18.
5	780412	600		2.50	3.9	5.60	24.5	1.68	15.0	3.0	170.	192.
5	780623	100		14.00	8.3	6.60	13.5	1.17	33.0	3.6	320.	36.
5	780715	100		12.80	8.9	6.60	13.9	1.40	38.0	4.2	130.	12.
5	780715	700		11.30	8.0	6.50	13.9	1.50	38.0	4.0	170.	14.
5	780825	100		11.90	9.0	6.70	15.1	1.28	33.0	3.8	140.	12.
5	780825	600		11.90	9.0	6.70	15.0	1.25	33.0	6.6	130.	11.
6	780411	100		.30	10.9	5.90	23.6	1.67	15.0	2.8	150.	13.
6	780411	600		2.50	7.3	5.70	21.3	1.42	15.0	2.2	60.	15.
6	780411	1200		3.50	3.7	5.70	27.9	2.03	15.0	2.0	140.	57.
6	780625	100		12.50	8.6	6.20	13.1	.99	27.0	4.7	105.	21.
6	780625	800		9.80	8.3	5.90	13.0	.98	27.0	2.8	130.	21.
6	780625	1400		7.30	7.6	5.70	13.1	2.08	33.0	4.2	160.	28.
6	780717	100		12.70	8.9	6.60	14.5	1.20	52.0	4.7	60.	11.
6	780717	800		10.80	8.4	6.30	14.4	1.30				
6	780717	1400		8.30	6.0	5.50	14.7	1.30	41.0	4.0	105.	60.
6	780829	100		10.30	9.4	6.70	16.2	1.37	33.0	4.2	95.	17.
6	780829	800		10.10	9.3	6.70	16.2	1.70				
6	780829	1400		10.10	904.0	6.70	16.2	1.70	33.0	4.2	90.	16.
7	780411	100		.40	10.1	5.90	22.5	1.44	15.0	3.6	90.	52.
7	780411	600		2.60	7.0	5.90	22.7	1.43	10.0	3.0	40.	9.
7	780411	1200		3.30	3.1	5.70	28.9	1.95	10.0	2.5	45.	22.
7	780624	100		14.30	8.1	6.70	13.0	1.02	22.0	4.4	100.	15.
7	780624	600		10.00	8.3	5.90	12.7	1.21	33.0	4.6	150.	15.
7	780624	1200		5.80	8.6	5.60	13.3	1.19	49.0	4.2	400.	25.
7	780717	100		12.90	9.1	6.70	14.7	1.30	36.0	4.5	70.	11.
7	780717	600		12.30	9.0	6.60	14.6	1.30				
7	780717	1200		5.70	7.4	5.50	15.0	1.50	86.0	4.4	80.	27.
7	780824	100		10.40	9.3	6.70	16.5	1.46	27.0	4.5	80.	11.
7	780824	600		10.30	9.3	6.70	16.7	1.70				
7	780824	1300		10.30	9.3	6.60	16.6	1.42	27.0	4.5	100.	32.

Tabell 13 (forts.)

VANN	A M D R N G	DYP	KOM	TOTP	OrTP	TOTN	NO3N	CA	MG	NA	K	SULF	CL
1	780414	100		17.	4.	190.	110.	3.65	.99	1.56	.35	2.1	.4
1	780414	800		21.	9.	200.	40.	2.40	.66	1.24	.20	1.7	.4
1	780414	1600		25.	11.	215.	170.	9.15	1.89	2.04	.60	10.2	.6
1	780621	100		31.	M 2.	920.	M 10.	1.46	.43	.62	.17	1.2	.3
1	780621	600		8.	M 2.	150.	M 10.	1.30	.40	.56	.17	1.3	.3
1	780621	1400		11.	M 2.	160.	25.	1.62	.44	.59	.22	2.1	.3
1	780714	100		11.	1.	200.	M 10.	2.55	.44	.72	.21	1.2	.2
1	780714	700											
1	780714	1500		9.	1.	170.	M 10.	2.55	.47	.72	.17	1.6	.2
1	780826	100	1	12.	M 1.	330.	M 5.	2.05	.55	.65	.10	1.1	.3
1	780826	700											
1	780826	1500		7.	1.	240.	M 5.	2.10	.55	.70	.15	1.1	.3
2	780413	100		9.	M 2.	210.	110.	3.65	.90	1.30	.20	2.4	.6
2	780413	600		24.	4.	185.	60.	3.95	.66	1.06	.35	2.8	.6
2	780413	1200		15.	4.	280.	55.	4.10	.66	.94	.20	2.7	.6
2	780620	100		8.	M 2.	130.	M 10.	1.57	.43	.59	.17	1.5	.3
2	780620	600		8.	8.	140.	M 10.	1.57	.43	.59	.17	1.4	.3
2	780620	1400		13.	M 2.	120.	M 10.	1.51	.42	.56	.17	1.3	.4
2	780713	100		16.	6.	200.	M 10.	2.55	.43	.66	.21	1.4	.2
2	780713	600											
2	780713	1400		10.	1.	180.	M 10.	2.62	.45	.66	.21	1.5	.2
2	780824	100		14.	1.	220.	M 5.	2.50	.57	.75	.10	1.3	.5
2	780824	600											
2	780824	1300		18.	4.	320.	5.	2.60	.54	.65	.15	1.6	.5
3	780413	100		11.	M 2.	170.	30.	8.00	.53	.68	.20	3.8	.6
3	780413	500		10.	3.	175.	45.	8.55	.61	1.00	.20	3.9	.6
3	780413	1000		14.	4.	180.	75.	9.40	.66	.84	.20	3.6	.6
3	780622	100		16.	M 2.	120.	M 10.	4.20	.39	.47	.17	2.5	.4
3	780622	500		5.	M 2.	110.	10.	4.39	.38	.47	.17	2.6	.3
3	780622	1000		7.	M 2.	130.	45.	5.45	.49	.53	.17	3.0	.4
3	780714	100		13.	M .	170.	M 10.	4.73	.31	.42	.21	2.7	.3
3	780714	500		11.	.	120.	M 10.	4.51	.30	.50	.21	2.5	.8
3	780714	1000		11.	2.	150.	60.	5.63	.36	.50	.37	2.9	.4
3	780824	100		17.	2.	280.	5.	5.10	.42	.50	.20	2.4	.4
3	780824	500		11.	2.	250.	M 5.	5.10	.42	.55	.30	2.5	.4
3	780824	1000		14.	1.	250.	50.	6.10	.42	.50	.35	2.6	.4
4	780411	100		15.	M 2.	250.	110.	3.20	.85	1.10	.25	2.4	.6
4	780411	500		15.	M 2.	300.	25.	3.40	.78	1.00	.50	2.4	.6
4	780626	100		8.	M 2.	130.	M 10.	1.73	.50	.68	.13	1.7	.4
4	780626	500		10.	M 2.	130.	M 10.	1.73	.49	.71	.13	1.7	.3
4	780626	900	4	7.	M 2.	110.	M 10.	1.73	.48	.65	.13	1.6	.4
4	780716	100		12.	1.	170.	M 10.	2.62	.46	.60	.17	1.6	.2
4	780716	500											
4	780716	800		10.	7.	180.	M 10.	2.55	.36	.54	.17	1.6	.3
4	780828	100		11.	1.	270.	M 5.	2.40	.59	.90	.25	1.4	.3
4	780828	500		11.	6.	270.	M 5.	2.40	.59	.85	.50	1.2	.4
5	780412	100		10.	M 2.	200.	20.	2.20	.48	.84	.10	2.4	.6
5	780412	600		11.	7.	240.	75.	3.15	.53	.92	.15	3.0	.6
5	780623	100		12.	M 2.	160.	M 10.	1.78	.40	.53	.17	1.8	.4
5	780715	100		10.	2.	210.	M 10.	1.82	.37	.54	.21	1.7	.3
5	780715	700		13.	6.	150.	M 10.	1.89	.37	.54	.25	1.7	.3
5	780825	100		10.	7.	250.	M 5.	2.10	.42	.50	.10	1.4	.4
5	780825	600		12.	1.	320.	M 5.	2.10	.42	.50	.10	1.4	.4
6	780411	100		11.	M 2.	250.	50.	3.30	.52	.90	.20	2.6	.6
6	780411	600		11.	M 2.	195.	40.	2.95	.46	1.04	.40	3.0	.6
6	780411	1200		13.	6.	180.	80.	4.10	.59	.84	.40	3.3	.6
6	780625	100		8.	M 2.	100.	M 10.	1.89	.34	.53	.17	1.8	.4
6	780625	800		3.	4.	130.	M 10.	1.84	.33	.47	.17	2.2	.4
6	780625	1400		11.	4.	110.	15.	1.78	.33	.50	.22	1.8	.4
6	780717	100		12.	11.	180.	M 10.	2.04	.26	.42	.21	1.9	.3
6	780717	800											
6	780717	1400		11.	7.	940.	35.	1.96	.26	.50	.25	1.8	.3
6	780829	100		12.	M 1.	260.	M 5.	2.50	.37	.55	.15	1.3	.4
6	780829	800											
6	780829	1400		11.	M 1.	250.	5.	2.50	.36	.50	.20	1.2	.4
7	780411	100		9.	M 2.	240.	25.	3.15	.48	.80	.20	2.6	.8
7	780411	600		8.	M 2.	190.	40.	3.20	.41	.68	M .10	2.2	.6
7	780411	1200		8.	M 2.	230.	60.	4.65	.50	.86	.15	3.8	.6
7	780624	100		11.	M 2.	100.	M 10.	1.95	.33	.50	.17	1.6	.4
7	780624	600		15.	M 2.	140.	M 10.	1.95	.32	.47	.17	1.5	.4
7	780624	1200		9.	3.	160.	20.	1.95	.34	.50	.22	1.5	.4
7	780717	100		8.	2.	150.	M 10.	2.25	.32	.50	.25	1.8	.3
7	780717	600											
7	780717	1200		10.	2.	200.	50.	2.18	.33	.49	.29	1.9	.3
7	780824	100		9.	2.	290.	M 5.	2.70	.36	.50	.10	1.3	.3
7	780824	600											
7	780824	1300		7.	2.	250.	M 5.	2.70	.35	.50	.15	1.6	.3

3.3.2 Generelt om de fysisk-kjemiske forhold i Dokka/Etna- vassdragets innsjøer

Makrokomponenter

Alle 7 innsjøer har lave konsentrasjoner med kalsium-bikarbonat. Konsentrasjoner av komponenter (Cl, Na) med hovedkilde sjøsalt er lavt, som ventet i disse innlandssjøer. Hvis en antar at Cl kommer utelukkende fra sjøsalter, så kan ca. 30 % av Na tilskrives den samme kilde. Mesteparten av sulfatet kan også tilskrives nedbørtilførsel, her ikke sjøsalt-sulfat, men langtransporterte luftforurensninger (sur nedbør). Nedbøren i disse områder inneholder ca. 40 $\mu\text{ekv. SO}_4/1$, som er omtrent det samme som SO_4 -konsentrasjonen i de 7 innsjøene. De øvrige parametrene (Na, K, Ca, Mg og HCO_3) kommer hovedsakelig fra kjemisk forvitring av berggrunn, løsmasser og jord i nedbørfeltet.

Ut fra ionebalanse (sum av kationer og sum av anioner) i de enkelte prøvene fås en intern kontroll av datakvaliteten, med få unntak er kationer i overskudd med 10-20 %. Dette kan skyldes analysefeil på f.eks. bikarbonat (alkalitet) som er de mest usikre parametre, men det skyldes antagelig kationoverskuddet.

Kationer kan delvis være kompleksbundet til organiske komponenter og er derfor elektrisk nøytrale. Kationoverskuddet er dermed typisk for farget vann, som er tilfelle her (fargetall mellom 10-50 mg Pt/l).

Tabell 14. Navn, beliggenhet og vannets og nedbørfeltets areal
for de 7 undersøkte innsjøer.

Vann nr.	Navn	UTM		H.o.h. m	Areal (km ²)	Nedbørfelt (km ²)
		Sone	Ø/V N/S			
1	Dokkvatn	2 - 544	6787	778	1,8	404
2	Dokkfløyvatn	2 - 552	6778	696	0,5	479
3	Mjogsjøen	2 - 544	5787	887	0,5	9,5
4	Etnsenn	2 - 527	6776	801	1,3	209
5	Sebu Rossjøen	2 - 536	6777	963	1,3	21
6	Rossjøen	2 - 531	6777	895	1,7	76
7	Rotvollsjøen	2 - 531	6774	894	0,4	79

Samtlige innsjøer hadde høyere konsentrasjoner av hovedkomponentene i april enn i de prøvene som ble tatt om sommeren. Aprilprøvene ble tatt fra isen før snøsmelting, og vannene var sannsynligvis preget av større grunnvanntilsig om vinteren. Prøvene tatt i juni etter snøsmelting hadde vesentlig lavere ionestyrke enn prøver tatt om vinteren som skyldes fortykning og utskifting av "vinter"-vann med forholdsvis ionefattig smeltevann.

Næringssalter

Av næringssaltene er fosfor av primær interesse, fordi dette element ofte er den begrensende faktor for algevekst i slike oligotrofe innsjøer. Uheldigvis er total-P-resultatene for høye på grunn av kontaminering i selve analyseprosessen i 1978. Total-P-resultatene fra 1974-1976 fra de 2 nærliggende innsjøer Synnfjorden og Hornsjøen var mellom 0-9 µg P/l. I en undersøkelse i Synnfjorden 1978 (NIVA 1980) var totalfosforverdiene mellom 3-6 µg P/l. Det antas at nivået i de 7 innsjøer også ligger under 10 µg P/l. Orto-P-resultater som ikke er kontaminert ligger for det meste mellom 0-4 µg P/l. Med disse lave fosfornivåer er innsjøene dermed klart næringsfattige og oligotrofe.

3.3.3 Fysisk-kjemiske forhold i de 7 undersøkte innsjøene

Resultatene er stilt opp i tabell 13 og i figurene 12 og 13.

Dokkvatnet

Dokkvatnet er den dypeste av de undersøkte innsjøene. Vindeksponeringen er tilstrekkelig til å hindre en stabil temperatursjiktning. Dette gir stor varmetransport til dypvannet og tidlig høstsirkulasjon. I Dokkvatnet er det særlig høyt saltinnhold i bunnvannet om vinteren sammenlignet med resten av året. Konduktiviteten er 4 ganger høyere i april enn om sommeren. Årsaken til dette er kalsium-bikarbonat som kommer inn i større konsentrasjoner via grunnvann.

En viss økning kan også registreres i konsentrasjonen av andre salter. Det er markert økning i innsjøens farge utover sommeren.

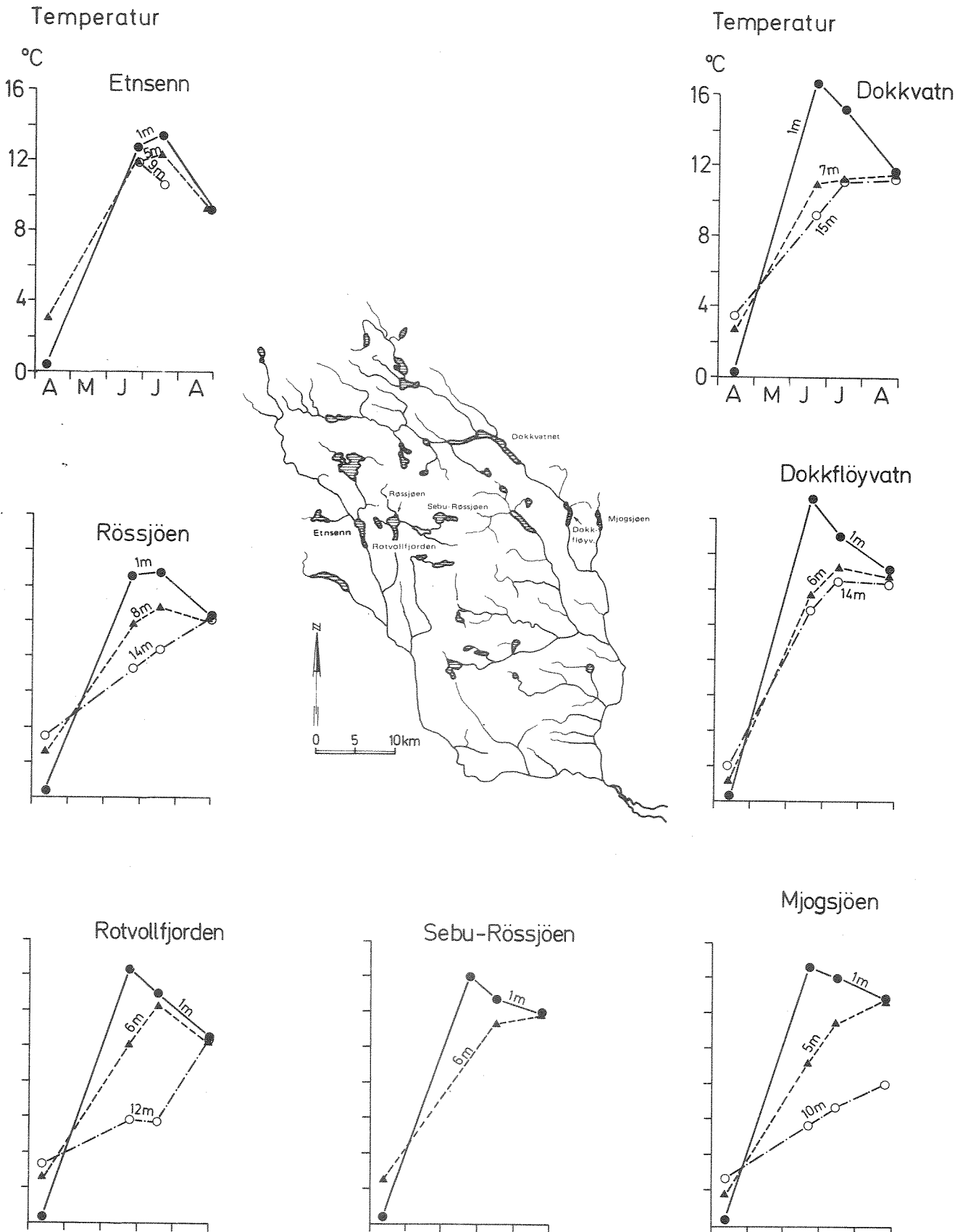


Fig. 12. Temperaturforhold i sju innsjøer i Dokka -Etnavassdraget 1978.

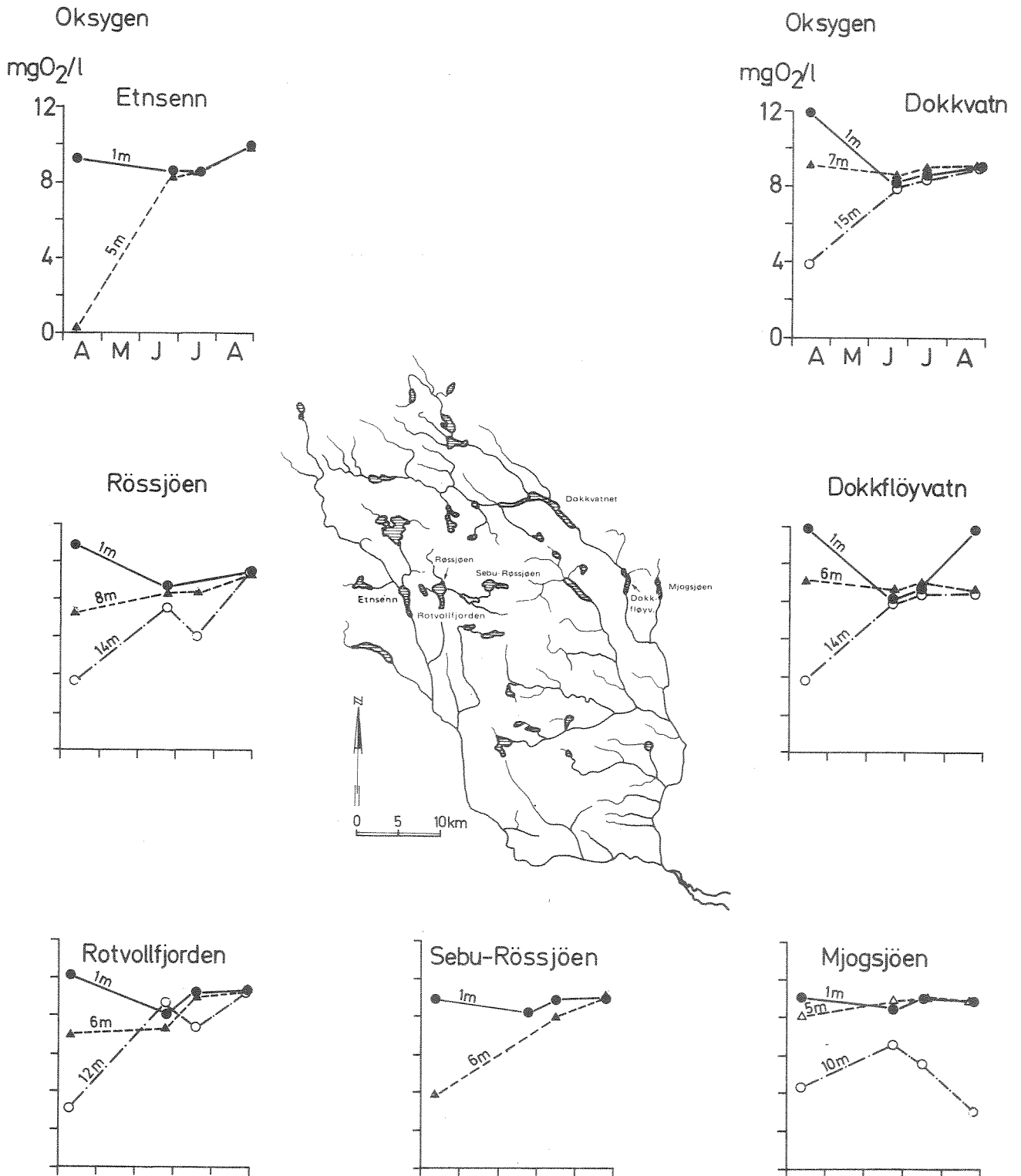


Fig. 13. Oksygenforhold i 7 innsjøer i Dokka - Etnavassdraget 1978.

Dokkfløyvatn

I Dokkfløyvatn oppnås ingen stabil termisk sjiktning om sommeren, og temperaturen var 12,4 °C ved 14 meters dyp den 13/7-78. De hydrografiske forholdene i Dokkfløyvatn er svært lik forholdene i Dokkvatn. Det kan imidlertid ikke observeres tilsvarende konsentrasjonsøkninger i bunn- om vinteren.

Mjogsjøen

På tross av at Mjogsjøen er en av de grunneste innsjøene oppnår den en relativt stabil termisk sjiktning, og det var den eneste innsjøen som ikke sirkulerte i august. Mjogsjøen har den høyeste konduktiviteten av de undersøkte innsjøene. Det er særlig kalsium-bikarbonatkonsentrasjonen som er høyere. Sulfat er også funnet i høyest konsentrasjon i Mjogsjøen. Konduktiviteten ligger i denne innsjøen i størrelsesorden det dobbelte av de andre. Mjogsjøen er den eneste av innsjøene der det i 1978 kunne observeres oksygenvinn i bunnvannet om sommeren. Humusinnholdet i Mjogsjøen ser ut til å være noe lavere enn gjennomsnittet for de andre innsjøene.

Etnsenn

Etnsenn oppnådde ingen temperatursjiktning sommeren 1978. Innsjøen utmerker seg ved et markert oksygenavtak mot dypet om vinteren. Det er registrert 0,3 mg O₂/l ved 5 m dyp. Det er dermed sannsynlig at det er fullstendig anaerobe forhold fra omkring 6 m dyp ned til bunnen. Jern og mangan frigjøres fra sedimentene under disse forhold og betydelig konsentrasjonsøkning er observert. På grunn av sirkulasjonsforholdene om sommeren tilføres oksygen dypvannet slik at anaerobe forhold unngås.

Sæbu - Røssjøen

Sæbu - Røssjøen er den grunneste av de undersøkte innsjøene, og den sirkulerer hele den isfrie perioden. Innsjøen er den elektrolyttfattigste av de som er undersøkt, hvilket ses av laveste konduktivitetsverdier og laveste konsentrasjoner av de fleste analyserte stoffer.

Røssjøen

Røssjøen hadde liten termisk stabilitet sommeren 1978, men innsjøen sirkulerte ikke på observasjonsdagene i juni og juli. Røssjøen har i likhet med alle de andre innsjøene oksygenavtak mot dypet om vinteren. Om vinteren er det en økning av konduktiviteten som skyldes grunnvannspåvirkning.

Rotvollfjorden

Rotvollfjorden oppnådde stabil termisk sjiktning om sommeren. Innsjøen var imidlertid i full sirkulasjon i august (24/8-78). Det er ikke registrert oksygenavtak av betydning om sommeren slik tilfellet var i Mjogsjøen. Hydrografien er for øvrig svært lik forholdene i Røssjøen.

3.3.4 Biologiske forhold i de 7 undersøkte innsjøene.

3.3.4.1 Planteplankton

Kjennskapen til artsammensetning, fordelingsmønster og suksesjon av planktonalger gir informasjon om vannkvaliteten i en innsjølokalitet. Endringer i miljøet i en innsjø vil relativt raskt gjenspeiles i det algesamfunnet en til enhver tid har i innsjøen, fordi mange planteplanktonarter og også deler av hele algesamfunnet har forholdsvis snevre toleransegrenser med hensyn på mange miljøfaktorer. I figur 14 og tabellene 31-37 i vedlegget er gitt resultatene av planteplanktonanalyser. Av resultatene fremgår det at totalvolumet i samtlige innsjøer og ved alle de fire prøvetakingsperioder var lite. Ut fra erfaring fra andre innsjøer i Norge må alle innsjøene betegnes som oligotrofe (lite nærings-saltinnhold, lavt produksjonspotensial) og enkelte av innsjøene, først og fremst Dokkflogvatn, men også Røssjøen og Dokkvatn, hadde meget lave verdier for totalvolum av planteplankton.

Analysene er basert på blandprøver, hovedsakelig i vannsjiktet 0-10 m, og dette gir vanligvis lavere verdier enn om prøvene var tatt fra sjiktet 0-2 m, der algemaksimum i vekstperioden vanligvis ligger. I den type innsjøer det her er snakk om, vil forskjellene være relativt små. For øvrig viser sammensetningen av algesamfunnet både med hensyn til dominerende

algegrupper og fremtredende enkeltarter et bilde som er vanlig å finne i norske renvannslokaliteter.

Cryptophyceae (gulalger) er i alle de undersøkte innsjøene og på alle prøvetakingstidspunktene den dominerende algegruppen, med gode indikatorarter på oligotrofi som Bitrichia chodatii, Dinobryon borgei, D. crenulatum, Kephyrion spp. og Pseudokephyrion sp.

De andre algegruppene er mer varierende i sin andel i planktonet, men arter innen gruppen Cryptophyceae var fra tid til annen mer fremtredende i det samlede planteplankton. Vanlige arter innen denne gruppen var Rhodomonas lacustris, Katablephaus ovalis og Cryptomonas marssonii, arter som er uten noen spesiell indikatorverdi da de finnes i nær sagt alle typer vannkvaliteter og også er vanlige i oligotrofe innsjøer.

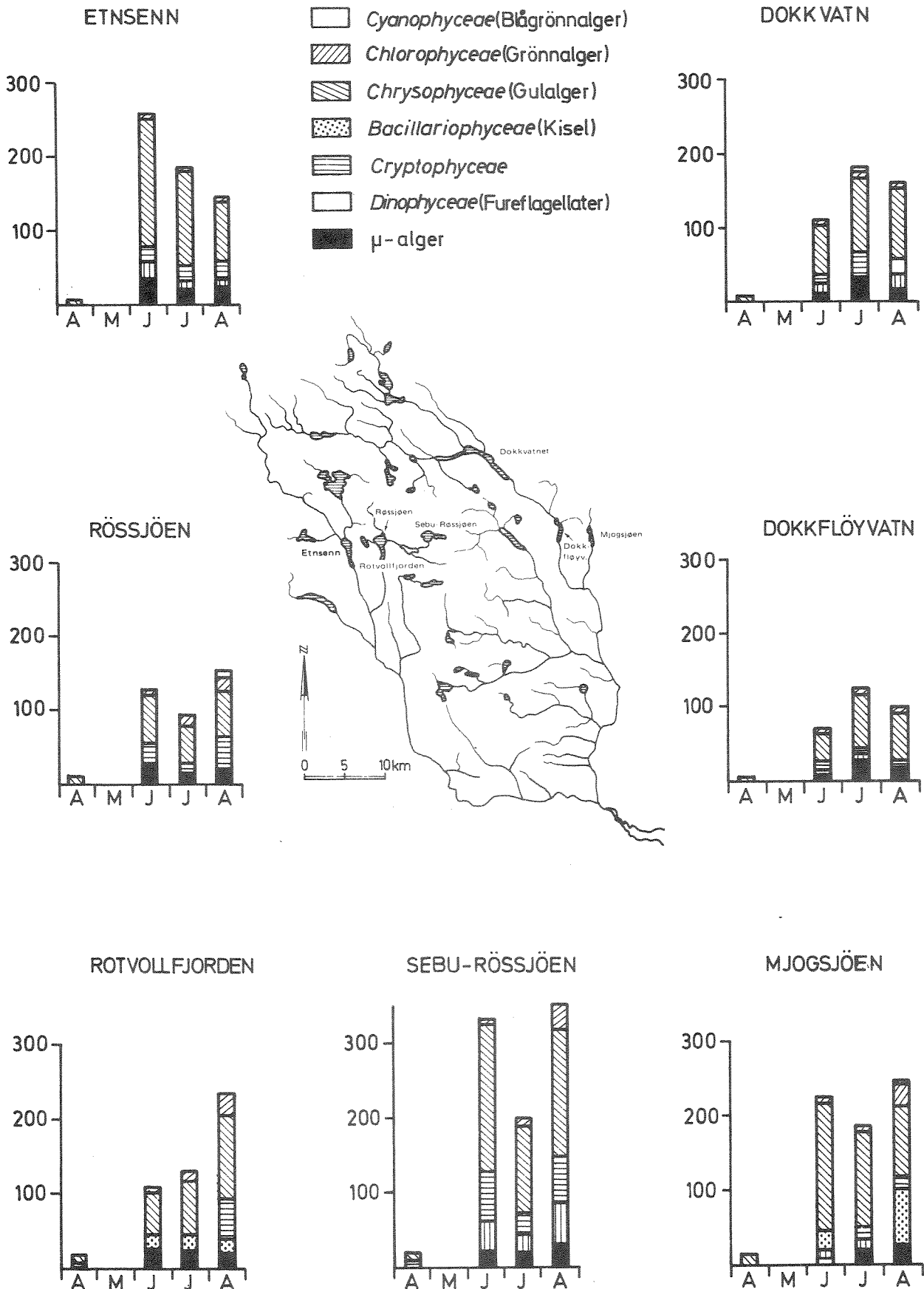
Chlorophyceae (grønnalger) var svært beskjedent representert i alle innsjøene; det samme var tilfelle med Bacillariophyceae (kiselalger). Bare i august i Mjogsjøen var det et relativt sett større innslag av kiselalger i prøven med artene Melosira distans v. alpigena og Cyclotella sp. Fureflagellatene (Dinophyceae) var også relativt beskjedent representert og da hovedsakelig med arten Gymnodinium lacustre.

μ -algene, som er en samlegruppe av små kuleformede alger (diameter 2-4 μ m) som ikke kan bestemmes nærmere, utgjør i oligotrofe innsjøer en liten, men relativt stabil del av det samlede planktonvolum på 10-20 % i vekstsesongen.

Samtlige av de undersøkte innsjøene må karakteriseres som typisk oligotrofe renvannslokaliteter med et algevolum og en sammensetning som er vanlig i de fleste uberørte og relativt uberørte norske innsjøer.

Fig. 14. Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planktonalger i 7 innsjøer i Dokka - Etnavassdraget 1978. Basert på blandprøver 0 - 10m.

Verdiene gitt i mm^3/m^3



3.3.4.2 Dyreplankton

I Halvorsen (1980) er resultatene fra dyreplanktonundersøkelsene presentert. Ut fra disse undersøkelser må de undersøkte innsjøene karakteriseres som næringsfattige (oligotrofe) og upåvirkede.

3.3.5 Sammendrag og konklusjon av vannkjemiske og biologiske forhold i Dokka/Etna-vassdragets innsjøer

De 7 undersøkte innsjøer har lave konsentrasjoner med kalsium-bikarbonat og sjøsalter. Konsentrasjonene av næringssalter (spesielt fosfor) er lave, noe som er typisk for upåvirkede næringsfattige innsjøer. Vannkjemien i disse 7 innsjøer er nokså lik vannkjemien i 2 nærliggende innsjøer som tidligere er blitt undersøkt.

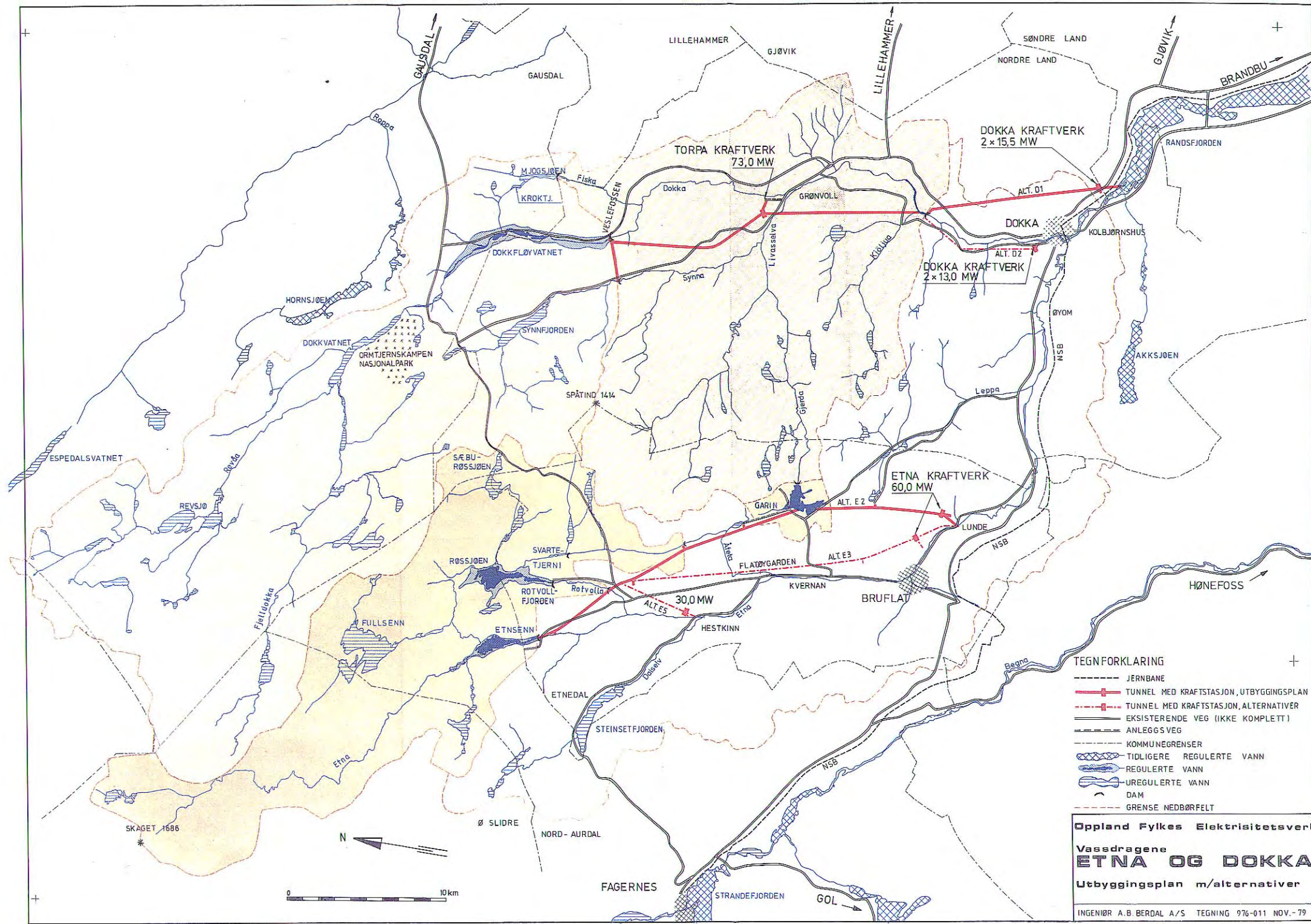
Det er sannsynlig at det var fullstendig anaerobe forhold fra 6 m dyp til bunnen i Etnsenn vinteren 1978. I Mjogsjøen er det påvist oksygen-svinn i bunnvannet om sommeren. Disse forhold er i og for seg ikke unaturlig i humuspåvirkede innsjøer, men en regulering av disse innsjøene vil i hvert fall ikke forbedre forholdene.

Planteplanktonundersøkelsene har vist at samtlige av de undersøkte innsjøene må karakteriseres som typisk næringsfattige renvannslokaliteter med et algevolum og en sammensetning som er vanlig i de fleste uberørte og relativt uberørte norske innsjøer.

FIGUR 15

DOKKA/ETNA-VASSDRAGET

UTBYGGINGSPLANENE



- TEGNFORKLARING**
- +— JERNBANE
 - +— TUNNEL MED KRAFTSTASJON, UTBYGGINGSPLAN
 - - -+ - - - TUNNEL MED KRAFTSTASJON, ALTERNATIVER
 - +— EKSISTERENDE VEG (IKKE KOMPLETT)
 - +— ANLEGG'S VEG
 - - - - - KOMMUNEGRENSER
 - +— TIDLIGERE REGULERTE VANN
 - +— REGULERTE VANN
 - +— UREGULERTE VANN
 - +— DAM
 - - - - - GRENSE NEDBØRFELT

Oppland Fylkes Elektrisitetsverk
Vassdragene
ETNA OG DOKKA
Utbyggingsplan m/alternativer

4. DE PLANLAGTE REGULERINGERS VIRKNING PÅ DOKKA/ETNA-VASSDRAGET

En utførlig beskrivelse av utbyggingsplanene finnes i Oppland fylkes elektrisitetsverks konsesjonssøknad (sammendragsrapport).

En kort beskrivelse av planene finnes i Halvorsen 1980.

Utbyggingsplanene fremgår også av figur 15.

I Etna vil hovedmagasinet bli lagt til Rotvollfjorden-Røssjøen med en reguleringshøyde på ca. 13 m. Etnsenn vil bli regulert med ca. 5 m.

Når det gjelder hovedalternativet (Alt. E 2) føres vannet i tunnel til Garin som vil fungere som inntaksmagasin for kraftverket ved Lunde.

I Dokka blir Dokkfløyvatn brukt til magasin med en ca. 70 m høy demning ved Vesle fossen. Høyeste reguleringshøyde vil bli 33 m over dagens nivå.

Fra magasinet føres vannet til Randsfjorden via Torpa og Dokka kraftverk.

4.1 Målsetting for vurdering av reguleringsvirkninger

Reguleringer av vannsystemer vil medføre skader på de biologiske samfunn som eksisterer der. Hele økosystemets funksjon og struktur undergår til dels store endringer. Påvirkningen som reguleringsinngrepene gir kan ikke defineres eller måles etter ett enkelt kriterium. Vurderingene må baseres dels på biologiske, dels på estetiske eller økonomiske kriterier. En klar målsetting for bruk av vannressursene må settes opp. Skal f.eks. vassdraget vurderes i resipientssammenheng, vil inngrep måtte vurderes ulikt om landskapsmessige hensyn skal trekkes inn.

Sett ut fra et biologisk og resipientmessig synspunkt er det klart ønskelig at vassdragenes økosystem blir mest mulig intakt etter reguleringsinngrepene.

Det er fra myndighetenes side ønskelig å beskytte enhver innsjø, uregulert som regulert, mot en utvikling i eutrofierende retning. Utløsende faktorer ved eutrofiering av innsjøer er belastningen med næringsalter sammen med innsjøens spesielle egenskaper (dybdeforhold, gjennomstrømning).

Innsjøenes (magasinenes) samfunn av bunndyr og vegetasjon vil bli påvirket av regulerings høyden. Her skal bare nevnes at stigende regulerings høyde ser ut til å øke skader som oppstår i bunnsamfunnene.

Reguleringenens virkning på innsjøene kan, etter de momentene som nå er nevnt, bedømmes etter følgende kriterier:

- Hvorvidt utslipp finner sted, eller planlegges å finne sted, direkte til innsjøen eller dens tilløp.
- Regulerings høyde og manøvrering av magasinet.

Når det gjelder elvestrekninger som berøres av reguleringsinn grep, er det vanskeligere å sette opp kriterier for bedømming av regulerings virkninger. En viktig årsak til dette er at målsettingen med vassdraget bestemmer vurderingsgrunnlaget. For reguleringene i Dokka og Etna er det minste vannføring som står sentralt. Denne minste vannføringen kan ikke bestemmes entydig. Såkalt "naturlig minste vannføring" er et svært uheldig begrep og har liten biologisk relevans. Elvas organismeliv er tilpasset de naturlige variasjonene i vannføring og vannstand, og framfor alt tidsmønsteret som disse variasjonene skjer med. Det dreier seg med andre ord ikke om absolutte verdigranser, men om varighet og frekvens av vannføringene. På dette feltet gjenstår store forskningsoppgaver. Basert på feltarbeidet som er utført, ser naturlig lavvannføring i biologisk sammenheng ut til å falle sammen med en vannføring som underskrides høyst 10 % av observasjonstiden.

Ved siden av ønsket om å holde "naturlig" lavvannføring kommer bruken av vassdraget til resipient inn i bildet, dvs. et elveavsnitt som er påvirket av forurensninger må i enkelte tidsperioder ha høyere vannføring enn 10. persentil.

Minstevannføringene bedømmes derfor etter følgende kriterier:

- Hensyn til "naturlig lavvannføring" anslagsvis 10. persentil i varighetsfordelingen (dvs. \bar{x} 90 % overskridelsestid).
- Resipienthensyn hvor dette er aktuelt for øyeblikket, eller kan tenkes å bli på tale.

Biologisk sett er det viktig at spesielt overgangen fra sommervannføring til vintervannføring skjer så naturlig som mulig, dvs. via en langsom og gradvis nedtrapping over lengre tid i tidsperioden oktober-november. Dette for å gi fisk og spesielt bunnorganismene mulighet til en normal utvandring, slik at de ikke tørrlegges eller stenges inne i grunnere vannansamlinger som senere bunnfryser. Man bør derfor ta sikte på å følge samme nedtrappingsmønster som i vassdrag uten reguleringsinngrep. Med tanke på fiskens gytemuligheter kan det kanskje i visse tilfeller bli aktuelt å nå ned til minimumstappingen (vintervannføringen) innen gytetiden. Derved vil det bli mulig å unngå at fisken gyter på områder som senere tørrlegges. Dette er spørsmål som fiskesakkyndige må ta standpunkt til.

4.2 De planlagte regulerings virkning på innsjøene

En eventuell regulering av Rotvollfjorden-Røssjøen, Etnsenn og Dokkfløyvatn vil medføre skader på det biologiske samfunn som nå eksisterer. Ut fra resipientsynspunkt er forholdene i de nevnte innsjøene stort sett tilfredsstillende. Skal denne tilstanden beholdes, må utslipp av urensset avløpsvann fra fast bosetting og hytter unngås.

Etnsenn var som tidligere nevnt anaerob i bunnvannet vinteren 1978. Det er ikke mulig å avgjøre hvilken effekt en regulering vil få. Vannet brukes ikke i noen særlig grad som resipient for avløpsvann.

Ved valg av Dokkfløyvatn som reguleringsmagasin med ca. 33 m reguleringshøyde, vil innsjøens brukbarhet til andre formål bli sterkt redusert. En moderat reduksjon eller økning av reguleringshøyden vil ikke påvirke resipientforholdene i Dokkfløyvatn i særlig grad. Det ville være en

fordel hvis Dokkfløymagasinet kunne benyttes mer effektivt f.eks. ved en ytterligere høyning av demningen og at en eller flere av de berørte innsjøene til gjengjeld holdes utenfor reguleringen. Dette ville antagelig medføre en større restvannføring og minstevannføring i Etna, hvilket skulle ha en gunstig effekt på resipientforholdene i denne clv.

Fra det vi vet om Garin og innsjøene generelt i området bør det ut fra resipientsynspunkt være tilfredsstillende forhold der.

4.3 Forslag til minstevannføringer på de aktuelle elvestrekningene

Undersøkelsene har vist at Etna er mer påvirket av forurensninger enn Dokka. Vannkvaliteten i Dokka ovenfor Dokka tettsted er god, mens forholdene er dårligere etter samløp Etna.

Forurensningene til Etna kommer fremfor alt fra spredt bebyggelse og jordbruksaktiviteter. Dette forhold har gjort at vi i vårt forslag til minstevannføring i Etna i alle tilfeller ligger over 10. persentilen.

Som tidligere nevnt ser naturlig lavvannføring i biologisk sammenheng ut til å falle sammen med en vannføring som underskriver høyst 10 % av observasjonstiden (10. persentil).

ETNA

I figur 16 vises ukemidler av vannføringen (10. og 3. persentil før og etter utbygging) ved Kvernan.

Vi vil foreslå følgende minstevannføring for Etna ved Kvernan.

Vinter	(1/12-30/4):	minimum $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Vår-sommer	(1/5-30/9):	minimum $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Høst	(1/10-30/11):	gradvis avtak fra $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ til $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Hvis andre utbyggingsalternativer blir aktuelle gjelder samme vannføring for Etna ved Lunde.

DOKKA

I figur 17-19 vises ukemidler av vannføringen (10. og 3. persentil før og etter utbygging) ved Grønvoll, Kornsilø og Kolbjørnshus.

Vi vil foreslå følgende minstevannføringer for Dokka ved Grønvoll og Kornsilø.

Grønvoll

Vinter (1/12-30/4): minimum $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Vår-sommer (1/5-30/9): minimum $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Høst (1/10-30/11): gradvis avtak fra $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ til $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Kornsilø

Vinter (1/12-30/4) : minimum $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Vår-sommer (1/5-30/9): minimum $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Høst (1/10-30/11): gradvis avtak fra $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ til $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Som følge av de foreslåtte vannføringene vil vannføringen ved Kolbjørnshus bli minst $2 \text{ m}^3/\text{s}$ om vinteren og $5 \text{ m}^3/\text{s}$ om sommeren.

Vi vil sterkt anbefale at det om sommeren blir sørget for påslipp av enkelte kortvarige flomvannføringer - dette for å spyle, renske ut avlagret løv, detritus, begroing og annet partikulært materiale.

Vi kan senere komme tilbake til om og på hvilken måte dette bør bli gjort.

SYNNA OG ÅFETA

Ved en eventuell regulering vil Synna og Åfeta bli tilnærmet tørrlagt og uegnet til resipient for avløpsvann. Imidlertid bør det være andre forhold enn resipientbruk som avgjør eventuell minstevannføring f.eks. eventuell terskelbygging, fiske og drikkevann til beitedyr.

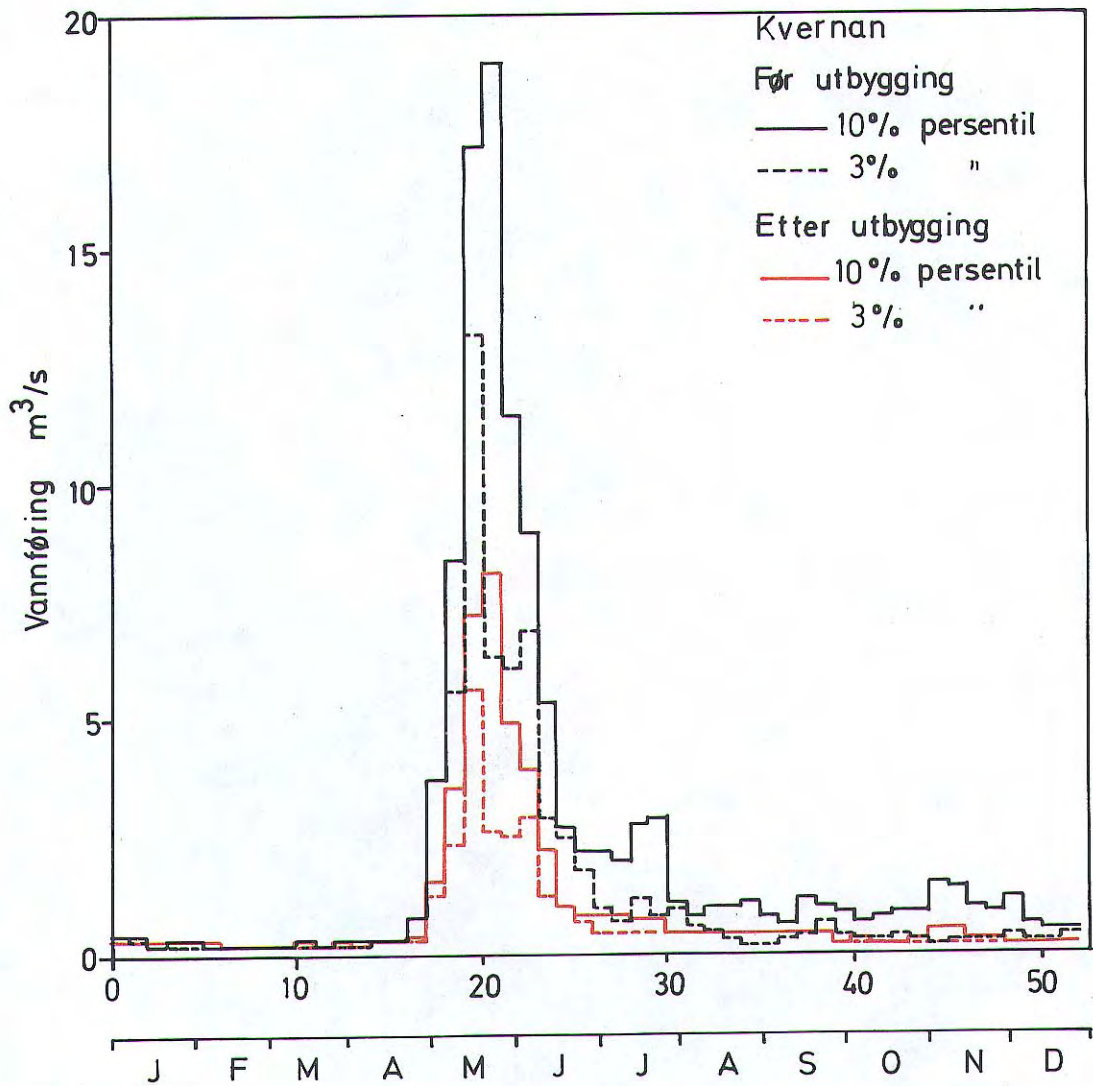


Fig. 16. KVERNAN. 10- og 3- persentil for ukemidler av vannføringen før og etter regulering.

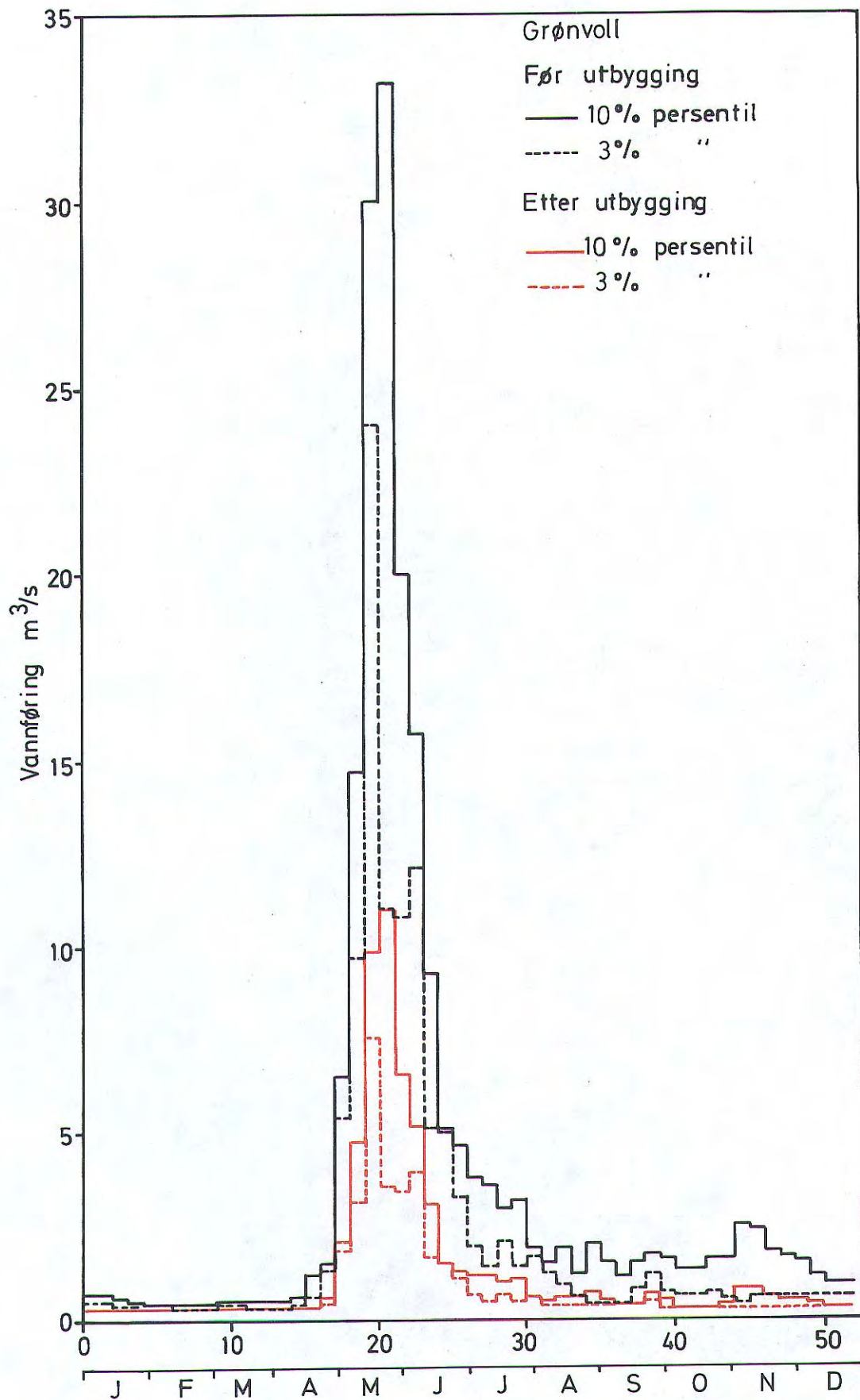


Fig. 17. GRØNVOLL. 10- og 3- percentil for ukemidler av vannføringen før og etter regulering.

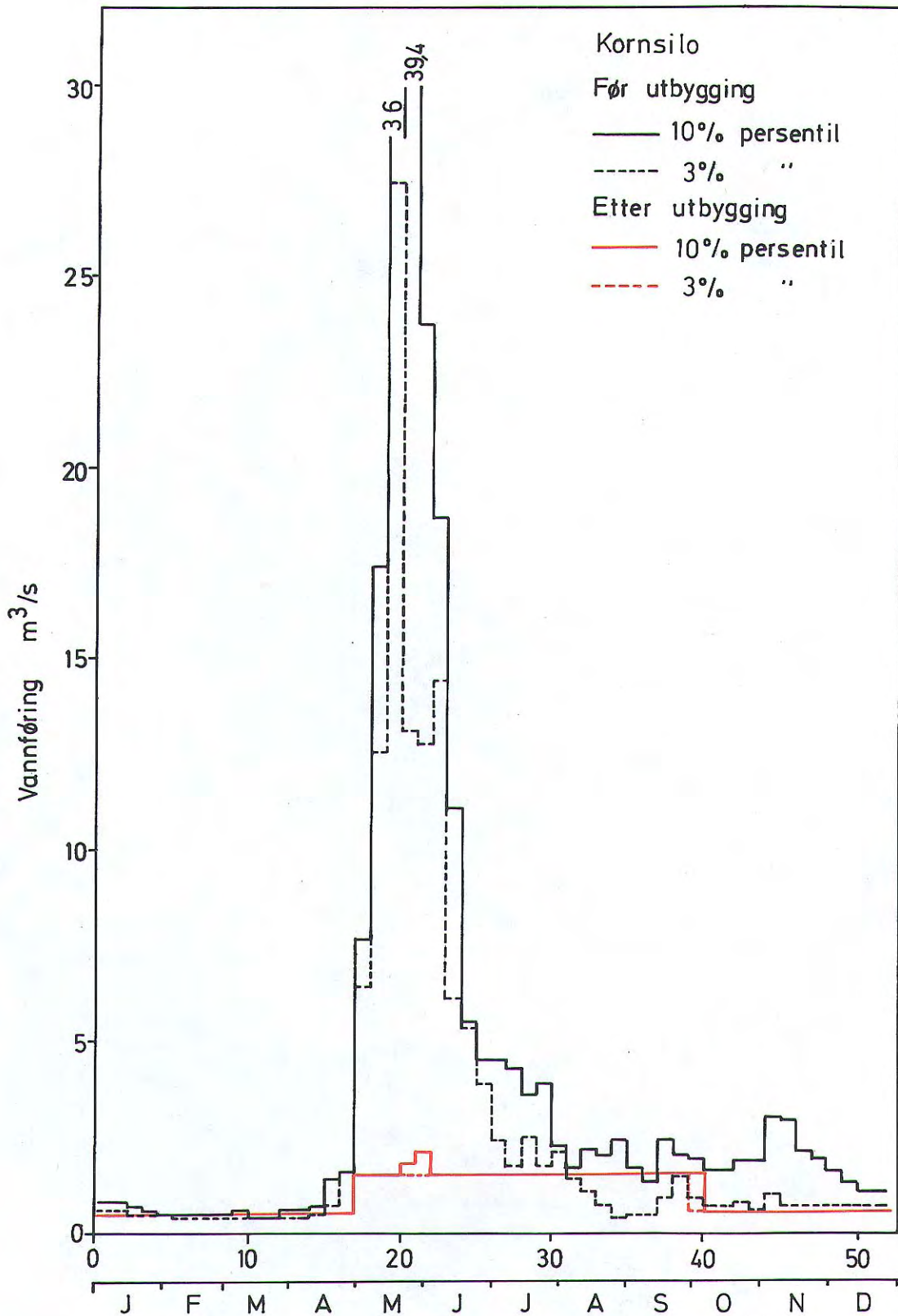


Fig. 18. KORNSILO. 10 - og 3 - percentil for ukemidler av vannføringen før og etter regulering.

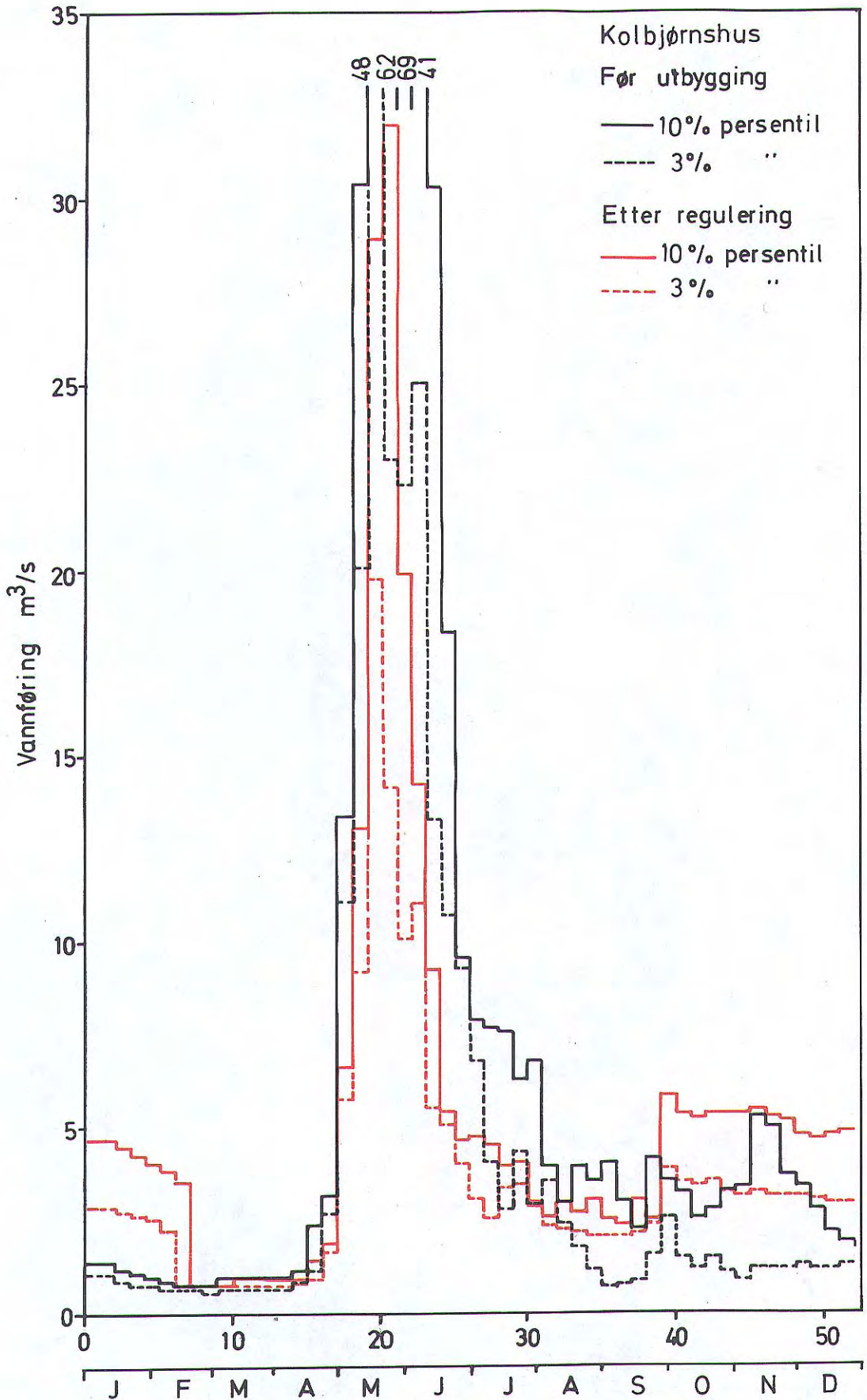


Fig. 19. KOLBJØRNSHUS. 10- og 3- persentil for ukemidler av vannføringen før og etter regulering.

5. LITTERATUR

Ahl, T. 1974: Närsaltkäller - en översikt.

NORDFORSK, Miljövärdsssekretariatet. Publ. 1975: 1, 99-134.

Bjerve, L. 1977: Avrenning fra mjølkerom og dren rundt gjødselkjeller.

Notat, 2 s.

Bækken, T., Fjellheim, A., Larsen, R. & Otto, C. 1979: Inn- og utførsel av organisk materiale til terskelbassenget ved Ekse, Eksingedalen.

Terskelprosjektet, Informasjon nr. 10. NVE - Vassdragsdirektoratet.

Gjessing, J. Fluvialgeomorfologisk befarung av Etna og Dokkas nedbørfelter. Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, Universitetet i Oslo. Rapport 80/02.

Halvorsen, G. 1980. Planktoniske og littorale krepsdyr innenfor vassdragene Etna og Dokka. Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer. Universitetet i Oslo. Rapport 11.

Lundekvam, H. 1976: Sluttrapport fra forskningsprogrammet "Naturforurensning i forbindelse med husdyrbruket. NLVF-rapport nr. 235, 87 s.

Mikkelsen, K. et al., 1974: Landsplan for bruken av vannressursene. Arbeidsrapport nr. 6, del A. Vannforurensning fra jordbruket, 82 s.

Moss, O.O. & T. Volden 1980. Botanisk rapport fra vassdragene Etna og Dokka. Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer. Universitetet i Oslo. Rapport 12.

NIVA 1976: 0-57/74, PRA 4.2. Forurensning i overvann. 55 s.

NIVA 1977: 0-91/69, Teoretisk beregning av forurensningstilførsler til Mjøsa og Vorma. 75 s.

NIVA 1978: 0-73/76, PRA 1.1. Avløpsvannets mengde og sammensetning. 73 s.

NIVA 1978: O-92/78. Oversikt over fosfortilførsler til innsjøer. 51 s.

NIVA 1979: O-78014. Randsfjorden 1978. Årsrapport. 161 s.

NIVA 1980: O-77128. Synnfjorden - Synna. Resipientundersøkelser 1978.
66 s.

Produksjonsgrunlaget for jordbruket. Kartserie 1:100000. Jorddirek-
toratet.

SIFF 1976. Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning -
Badevann. Rev. utg. november 1976, 52 s.

Statens forurensningstilsyn 1974: Retningslinjer for dimensjonering
av avløpsrenseanlegg. TA-525. 78 s.

Statistisk Sentralbyrå. Jordbrukstillingen 1969.

Statistisk Sentralbyrå. Folke- og boligstillingen 1970.

Strand, T. 1938. Nordre Etnedal. Beskrivelse til det geologiske grad-
teigskart. NGU 152, 1-71.

Uhlen, G. et al. 1973: Langtidsprogrammet 1974-1977. Spesialanalyse 1.
Forurensninger. St. meld. nr. 71 for 1972-73. 237 s.

Wigdel, G. 1974: Deponering av avfall - sigevannsproblemer. Rapport
nr. 4.3.13. Utvalg for fast avfall NTNF, Oslo.

V E D L E G G

Tabell 15. Dokka - Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved DOK 1, Dokka ved Holsbrua.

Parameter	1977		1978				Median-verdi	Middel-verdi	Maks./min.	
	25/10	20/12	11/4	28/5	19/6	18/7				13/8
Lufttemperatur °C	-	14,5	-	-	-	10,5	18,5	10,5	9,5	-
Vanntemperatur °C	3,8	0,0	-	5,3	16,5	13,7	16,7	4,8	7,6	-
pH	7,0	6,7	6,6	6,5	7,0	6,7	6,9	6,9	6,8	7,0/6,5
Kondukt. 20°C mS/m	1,81	2,08	2,75	1,10	1,20	1,37	1,55	1,60	1,66	1,1/2,75
Turbiditet FTU	0,52	0,80	0,75	0,78	0,28	0,46	0,43	0,56	0,58	0,80/0,28
Farge mg Pt/l	52	27	35	64	38	49	33	40	44	64/27
Permanganat mg O/l	3,8	2,8	2,1	5,8	4,1	5,1	3,5	3,6	3,9	5,8/2,1
Totalfosfor µg P/l	2	6	7,5	17	8	10	12	6	9,0	17/2
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	< 2	11	< 2	3	6	< 2	3	11/<1
Totalnitrogen µg N/l	180	130	190	210	200	200	200	190	193	240/130
Nitrat µg N/l	<10	30	115	10	<10	<10	<10	<10	24,0	115/<10
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,146	-	0,264	0,109	-	-	-	0,146	0,173	-
Tørrstoff mg/l	0,50	0,70	-	0,54	0,60	0,74	0,95	0,77	0,67	0,95/0,50
Gløderest mg/l	0,00	0,43	-	0,00	0,35	0,05	0,09	0,27	0,18	0,43/0

Tabell 16. Dokka - Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved DOK 2, Dokka ved Veslefossen.

Parameter	1977		1978					Median-verdi	Middel-verdi	Maks./min.		
	25/10	14/12	26/2	19/6	19/7	13/8	24/9				22/10	20/2
Lufttemperatur °C	-	-	0,5	-	11,5	17,0	3,0	1,0	-1,5	2,0	3,0	-
Vanntemperatur °C	4,6	-	0,1	18,1	13,7	15,3	4,1	0,6	0,02	4,35	7,07	-
pH	7,0	6,8	6,8	6,7	6,7	7,0	6,7	7,0	6,94	6,8	6,85	7,0/6,7
Kondukt. 20°C mS/m	1,96	2,03	2,70	1,31	1,48	1,80	1,65	1,80	2,67	1,80	1,93	2,70/1,31
Turbiditet FTU	0,62	0,40	0,51	0,28	0,57	1,4	0,60	0,53	1,4	0,57	0,70	0,62/0,28
Farge mg Pt/l	55	30	22	38	55	70	71	47	43,5	47,0	47,9	71/22
Permanganat mg O/l	4,0	3,0	2,3	3,7	5,0	3,6	4,6	4,2	3,16	3,7	3,73	5,0/2,3
Totalfosfor µg P/l	2	6	8,5	12	14	15	9	6	11	9,0	9,28	15/2
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	< 2	< 2	5	7	1	< 1	< 1	< 2	(2,56)	7/<1
Totalnitrogen µg N/l	180	120	160	190	180	280	200	430	250	190	221,1	430/120
Nitrat µg N/l	<10	30	90	<10	<10	<10	<10	<10	80	<10	(28,89)	90/<10
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,157	-	-	-	-	-	-	-	-	0,157	0,57	-
Tørrstoff mg/l	0,34	0,70	0,20	0,72	1,12	2,69	1,15	0,63	-	0,71	0,94	2,69/0,20
Gløderest mg/l	0,00	0,45	0,07	0,22	0,59	1,58	0,50	0,13	-	0,33	0,44	1,58/0

Tabell 17. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved SY, Synna

Parameter	1977		1978								Median verdi	Middel verdi	Maks/min		
	25/10	12/12	28/2	12/4	15/5	28/5	19/6	18/7	13/8	24/9				22/10	19/11
Lufttemp. °C	-	-3,7	1,0	-2,5	0,0	-	-	9,0	17,0	5,0	-2,0	-4,0	-10	0,98	-
Vanntemp. °C	3,2	0,0	-	0,2	0,1	1,0	15,7	11,8	15,7	5,8	1,3	0,02	0,03	4,57	-
pH	6,8	7,0	7,0	7,2	-	7,0	6,7	7,1	6,7	6,6	6,7	6,8	6,66	6,86	7,2/6,7
Kondukt. 20°C ms/m	1,78	1,80	1,97	2,15	-	1,37	1,32	1,37	1,50	1,45	1,50	1,75	1,96	1,66	2,15/1,32
Turbiditet FTU	0,51	0,57	0,31	0,24	-	0,55	0,21	0,63	0,46	0,37	0,38	0,30	0,36	0,41	0,63/0,21
Farge mg Pt/l	41	27	22	22	-	35	22	41	30	50	28	24	30,5	31,0	50/22
Permanganat mg O/l	2,8	2,8	2,3	2,3	2,6	4,2	2,7	3,1	2,3	3,4	2,8	2,4	2,92	2,82	4,2/2,3
Totalfosfor µg P/l	< 2	5	7,5	7,5	3	22	29	10	5	7	8	13,5	12,5	10,15	29/<2
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	5,5	3	< 1	< 1	< 1	1,5	2,08	5,5/<1
Totalnitrogen µg N/l	120	110	130	150	200	150	130	110	170	170	250	170	190	157,7	250/110
Nitrat µg N/l µg N/l	10	40	55	60	60	45	<10	<10	<10	<10	15	35	60	32,3	60/<10
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,106	-	-	0,149	0,115	0,067	-	-	-	-	-	-	-	0,111	-
Tørrstoff mg/l	0,47	0,53	2,03	0,00	2,04	1,65	0,88	0,57	1,02	0,72	0,29	0,18	0,28	0,82	2,04/0
Gløderest mg/l	0,24	0,35	1,83	0,00	1,88	1,00	0,42	0,17	0,20	0,19	0,07	0	0,03	0,49	1,88/0

Tabell 18. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved DOK 3, Dokka ved Grønvoll

Parameter	1977		1978										Middell verdi	Maks/min	
	25/10	12/12	28/2	12/4	15/5	28/5	19/6	18/7	13/8	24/9	22/10	19/11			20/12
Lufttemp. °C	-	2,2	0,2	1,5	9,5	-	-	12,5	20,0	9,0	3,0	- 5	- 7	4,15	-
Vanntemp. °C	5,5	0,0	-	0,1	2,6	6,0	18,2	12,8	15,4	5,5	0,8	0,05	0,03	5,6	-
pH	6,9	7,2	7,0	7,0	-	7,2	6,9	6,7	7,0	6,7	6,9	7,0	7,04	6,96	7,2/6,7
Kondukt. 20°C mS/m	2,34	2,55	3,09	4,99	-	1,24	1,77	2,00	2,15	2,05	2,25	2,75	3,05	2,52	4,99/1,24
Turbiditet FTU	0,73	0,20	0,37	0,38	-	1,4	0,19	0,39	0,38	0,56	0,37	0,29	0,37	0,47	1,4/0,19
Farge mg Pt/l	49	22	22	22	-	67	27	38	22	50	31	21	37	34,0	67/21
Permanganat mg O/l	4,1	2,4	2,0	2,1	4,4	4,7	3,5	3,9	2,8	(0,5)	3,2	2,5	2,29	2,95	4,7/2,0
Totalfosfor µg P/l	2	4	8,5	7	3	19	3	15	7	20	5	14	11,5	9,15	20/2
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	< 2	4	4	9,5	< 1	2,5	7,5	3,27	9,5/<1
Totalnitrogen µg N/l	170	130	210	440	330	200	180	160	200	210	230	220	260	226,2	440/130
Nitrat µg N/l	10	90	120	350	220	20	30	30	20	20	25	50	95	83,1	350/10
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,155	-	-	0,280	0,184	0,065	-	-	-	-	-	-	-	0,171	-
Tørrestoff mg/l	0,35	0,28	0,15	0,20	0,33	5,00	0,44	0,52	0,38	0,83	0,44	0,30	0,13	0,72	5,00/0,13
Gløderest mg/l	0,06	0,16	0,05	0,03	0,20	3,56	0,31	0,20	0,05	0,30	0,16	0,02	0	0,39	3,56/0

Tabell 19. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved DOK 4, Dokka oppstrøms Dokka sentrum

Parameter	1977		1978												Middel verdi	Maks/min	
	25/10	12/12	28/2	12/4	15/5	25/5	28/5	19/6	18/7	13/8	24/9	12/10	22/10	19/11			29/12
Lufttemp. °C	-	-	1,0	2,5	14,0	18,0	-	-	14,8	25,0	10,0	3,5	3,0	- 2	- 8	7,44	-
Vanntemp. °C	4,6	0,0	-	0,2	3,2	4,2	6,5	17,1	12,7	14,8	6,1	4,2	0,7	0,05	0,03	5,31	-
pH	6,9	7,1	7,1	7,0	-	7,3	7,1	7,0	6,8	6,9	6,9	7,1	7,0	6,9	7,08	7,01	7,3/6,8
Kondukt. 20°C, mS/m	2,81	3,03	3,48	6,22	-	1,52	1,36	2,09	2,37	2,45	2,40	2,25	2,55	3,15	3,35	2,79	6,22/1,36
Turbiditet FTU	0,42	0,31	0,45	1,7	-	2,5	2,5	0,25	0,39	0,43	0,53	0,38	0,36	0,43	1,1	0,84	2,5/0,25
Farge mg Pt/l	46	30	22	76	-	102	105	22	38	24	40	31	31	21	27,5	43,96	105/21
Permanganat mg O/l	4,0	2,7	1,8	2,7	4,9	4,8	3,1	3,3	4,3	2,4	3,0	2,8	3,3	2,8	2,13	3,20	4,9/1,8
Totalfosfor µg P/l	< 2	4,5	8,5	48	3	19	27	(100)	9	8	12	6	6	18,5	12,5	18,93	48/<2
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	2,5	21	< 2	< 2	8	< 2	2	1	1	1	1	6,5	2,5	3,77	21/1
Totalnitrogen µg N/l	160	180	200	1150	370	270	210	170	190	230	200	200	190	270	250	282,7	1150/160
Nitrat µg N/l	30	150	160	480	300	65	30	60	65	40	40	50	50	85	120	115	480/30
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,166	-	-	0,334	0,201	0,064	0,070	-	-	-	-	-	-	-	-	0,167	-
Tørrestoff mg/l	0,28	0,29	0,08	0,13	0,28	4,38	3,00	0,48	0,46	0,35	0,77	0,40	0,34	0,37	0,32	0,79	4,38/0,08
Gløderest mg/l	0,14	0,10	0,00	0,05	0,00	3,46	2,23	0,25	0,08	0,02	0,40	0,20	0,13	0,14	0,09	0,49	3,46/0

Tabell 20. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved DOK 5, Dokka nedstrøms renseanlegg

Parameter	1977		1978												Median verdi	Middel verdi	Maks/min			
	25/10	12/12	28/2	12/4	15/5	25/5	28/5	19/6	18/7	13/8	24/9	12/10	22/10	19/11				20/12		
Lufttemp. °C	-	1,9	2,5	1,0	14,5	20,0	-	-	15,1	23,0	10,5	4,5	3,0	-	2,5	-	10	3,75	6,64	-
Vanntemp. °C	-	0,0	0,1	0,9	3,6	4,3	7,0	18,3	13,2	16,1	6,3	4,6	1,4	0,07	0,07	0,02	0,02	3,95	5,42	-
pH	6,9	7,0	7,0	7,1	-	7,2	6,5	6,9	7,3	6,9	7,0	7,2	7,1	7,1	7,1	6,9	6,9	7,0	7,0	7,3/6,5
Kondukt. 20°C mS/m	3,16	3,35	4,14	3,96	-	1,80	1,57	2,63	4,10	2,80	2,50	2,60	2,85	3,65	3,65	6,07	6,07	3,16	3,23	6,07/1,57
Turbiditet FTU	0,44	1,5	0,54	0,42	-	2,9	3,8	0,31	0,48	0,37	0,52	1,3	0,43	0,37	0,37	1,6	0,50	1,07	1,07	3,8/0,31
Farge mg Pt/l	55	43	24	19	-	120	184	22	38	19	37	50	28	21	21	40	38	50,0	50,0	184/19
Permanganat mg O/l	3,9	2,7	1,6	1,3	4,7	4,6	5,1	3,2	3,3	2,3	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4	1,82	2,8	3,02	3,02	4,7/1,3
Totalfosfor µg P/l	5	20	24	10	4	22	19	8	9	15	23	8	7	10	10	14,5	10,0	13,2	13,2	24/4
Ortofosfat µg P/l	2	10	12	2	< 2	7	9	< 2	2,6	9	12	1	< 1	< 1	< 1	3,5	2,6	5,07	5,07	12/<1
Totalnitrogen µg N/l	230	240	450	350	370	270	230	180	200	230	200	210	210	270	270	340	230	265	265	450/180
Nitrat µg N/l	50	190	255	250	265	30	35	75	90	60	45	60	60	115	115	180	75	117	117	265/30
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,176	-	-	0,261	0,203	0,079	0,120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,176	0,168	0,168	-
Tørrstoff mg/l	0,55	0,88	0,30	1,67	1,00	5,79	5,14	0,32	0,40	0,51	0,62	1,26	0,29	0,60	0,60	0,33	0,60	1,36	1,36	5,79/0,30
Gløderest mg/l	0,22	0,19	0,05	0,22	0,68	4,36	3,79	0,18	0,11	0,19	0,25	0,78	0,04	0,37	0,37	0	0,18	0,76	0,76	4,36/0

Tabell 21. Dokka - Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved ETN 1, Etna ved Brenn bru.

Parameter	Dato	1977												1978					Middel-verdi	Maks./min.
		25/10	12/12	28/2	11/4	15/5	28/5	19/6	18/7	13/8	24/9	22/10	19/11	20/12	Median-verdi					
Lufttemperatur °C	-		4,3	-	5,0	7,0	-	-	13,0	21,0	6,5	0,0	-2,0	-12	5,0	3,8	-			
Vanntemperatur °C	3,3	0,0	0,5	0,5	0,6	5,5	16,8	12,3	14,5	4,4	0,3	0,3	0,05	0,02	0,6	4,51	-			
pH	6,7	7,0	7,0	7,2	-	7,5	6,8	7,2	7,0	6,8	7,0	7,0	7,1	7,05	7,0	7,03	75/6,7			
Kondukt, 20°C mS/m	1,80	2,20	2,88	2,94	-	1,44	1,69	1,90	2,00	2,05	1,90	1,90	2,25	2,39	2,03	2,12	2,88/1,44			
Turbiditet FTU	0,76	0,35	0,43	0,68	-	1,3	0,32	0,44	0,50	0,65	0,53	0,53	0,40	0,53	0,52	0,57	1,3/0,32			
Farge mg Pt/l	49	27	22	26	-	73	27	61	27	50	31	24	24	30,5	28,75	37,29	73/22			
Permanganat mg O/l	3,8	2,8	1,8	2,2	3,7	4,5	3,5	4,1	2,7	3,6	2,8	2,6	2,6	2,69	2,8	3,14	4,5/1,8			
Totalfosfor µg P/l	< 2	6	14	10,5	10	36	4	8	10	13	8	8	9,5	12	10	11,0	36/<2			
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	< 2	10	6	2	2	6,5	1	3	< 1	< 1	< 1	1,5	< 2	3,08	10/<1			
Totalnitrogen µg N/l	170	130	180	260	270	250	200	180	250	200	180	180	210	250	200	210	270/130			
Nitrat µg N/l	10	40	80	130	175	20	25	15	<10	10	<10	<10	20	50	20	45,77	175/<10			
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,195	-	-	0,228	0,230	0,067	-	-	-	-	-	-	-	-	0,212	0,18	-			
Tørrstoff mg/l	0,19	0,48	0,20	0,03	0,92	2,85	0,58	0,69	0,62	1,17	0,43	0,69	0,69	0,31	0,58	0,70	2,85/0,03			
Gløderest mg/l	0,02	0,23	0,00	0,00	0,17	1,54	0,23	0,19	0,05	0,72	0,10	0,42	0,42	0,17	0,17	0,30	1,54/0			

Tabell 22. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved ETN 2, Etna ved Kvernann

Parameter	1977		1978										Median verdi	Middel verdi	Maks/min	
	25/10	12/12	28/2	11/4	15/5	28/5	19/6	18/7	13/8	24/9	22/10	19/11				20/12
Lufttemp. °C	-	-3,2	2,0	7,0	10,0	-	-	13,0	19,0	6,0	3,0	-3,0	-11	4,5	4,3	-
Vanntemp. °C	4,1	0,0	0,8	0,7	2,8	6,0	16,2	12,3	16,2	5,2	0,8	0,15	0,02	2,8	5,02	-
pH	6,8	7,0	7,0	7,1	-	7,4	6,9	7,1	7,1	6,9	7,0	7,1	7,08	7,08	7,04	7,4/6,8
Kondukt. 20°C mS/m	2,46	2,88	3,15	3,62	-	1,50	2,35	2,47	2,40	2,45	2,50	2,95	3,16	2,49	2,66	3,62/1,5
Turbiditet FTU	0,50	0,40	0,34	0,51	-	1,6	0,18	0,46	0,44	0,73	0,35	0,36	1,4	0,45	0,61	1,6/0,18
Farge mg Pt/l	41	22	16	19	-	67	19	52	16	44	21	15	37	21,5	30,5	67/15
Permanganat mg O/l	3,0	2,1	1,1	1,6	3,4	4,0	2,8	3,2	2,1	3,2	2,4	2,0	2,12	2,4	2,54	4,0/1,1
Totalfosfor µg P/l	< 2	3	10	16,5	8	39	8	9	7	14	5	9,5	16	9,0	11,31	39/<2
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	< 2	5	< 2	< 2	< 2	3	1	3	< 1	1,5	4	< 2	2,35	5/<1
Totalnitrogen µg N/l	140	130	210	310	260	210	190	140	200	230	180	210	270	210	206,2	310/130
Nitrat µg N/l	20	90	125	195	180	30	45	30	30	20	35	55	110	45	74,23	195/20
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,040	-	-	0,252	0,212	0,085	-	-	-	-	-	-	-	0,148	0,147	-
Tørrstoff mg/l	0,18	0,43	1,75	0,06	0,30	4,42	0,42	0,56	0,41	1,15	0,40	0,45	0,40	0,42	0,84	4,42/0,06
Gløderest mg/l	0,04	0,23	1,65	0,00	0,08	3,00	0,28	0,24	0,14	0,55	0,14	0,18	0	0,23	0,50	3,00/0

Tabell 23 . Dokka - Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved ETN 3, Etna nedstrøms Høllierast.

Parameter	1977		1978										Middelv verdi	Median- verdi	Maks./min.	
	25/10	12/12	28/2	11/4	15/5	28/5	19/6	18/7	13/8	24/9	22/10	19/11				20/12
Lufttemperatur °C	-	1,7	-	2,0	14,0	-	-	12,6	22,0	8,5	5,0	- 2,0	- 11	5,0	5,49	-
Vanntemperatur °C	4,6	0,0	-	0,8	3,8	7,0	17,0	14,3	14,7	6,0	1,0	0,05	0,04	4,2	5,77	-
pH	6,9	7,0	7,1	7,1	-	7,2	7,0	7,0	7,1	7,0	7,0	7,15	7,03	7,02	7,05	7,2/6,9
Kondukt. 20°C mS/m	2,66	3,16	3,66	4,75	-	1,60	2,73	2,85	2,80	2,55	2,90	3,45	3,58	2,88	3,06	4,75/1,6
Turbiditet FTU	0,96	0,26	0,50	0,78	-	2,3	0,26	0,61	0,30	0,69	0,31	0,53	1,7	0,57	0,77	2,3/0,26
Farge mg Pt/l	43	16	19	24	-	89	22	30	13	37	18	21	37	23	30,75	89/13
Permanganat mg O/l	2,8	1,9	0,6	1,6	4,8	3,7	2,3	3,2	2,1	3,2	2,5	2,0	1,82	2,3	2,50	3,7/0,6
Totalfosfor µg P/l	< 2	5	11,5	14,5	3	25	6	13	7	8	5	9,5	9	8,0	9,12	25/<2
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	< 2	5	< 2	7	< 2	< 2	1	1	< 1	1,5	< 1	< 2	2,27	7/<1
Totalnitrogen µg N/l	170	160	240	500	240	250	230	190	190	200	190	270	350	230	244,6	500/160
Nitrat µg N/l	40	140	190	370	185	40	80	65	60	35	60	100	165	80	117,7	370/40
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,179	-	-	0,256	0,200	0,088	-	-	-	-	-	-	-	0,189	0,180	-
Tørrstoff, mg/l	0,37	0,25	0,37	0,77	0,25	12,3	0,45	0,50	0,52	1,43	0,42	0,59	0,10	0,45	1,40	12,3/0,10
Cløderest mg/l	0,11	0,10	0,09	0,27	0,11	10,8	0,30	0,24	0,19	0,93	0,06	0,42	0,03	0,19	1,05	10,8/0,03

Tabell 24. Dokka-Etrnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1977-78 ved ETN 4, Etna oppstrøms samløp med Dokka

Parameter	1977		1978												Median verdi	Middel verdi	Maks/min	
	25/10	12/12	28/2	11/4	15/5	25/5	28/5	19/6	18/7	13/8	24/9	12/10	22/10	19/11				20/12
Lufttemp. °C	-	2,0	3,0	4,0	15,0	13,0	-	-	16,8	23,0	10,0	6,0	5,0	-1,0	-10,5	5,5	7,19	-
Vanntemp. °C,	5,0	0,0	0,1	0,7	4,4	3,0	6,0	16,9	13,4	14,4	6,0	4,4	1,4	3,0	0,04	4,4	5,25	-
pH	6,9	7,0	7,0	7,1	-	7,4	7,2	6,9	7,0	6,9	6,9	7,1	6,9	6,9	6,82	6,95	7,00	7,4/6,82
Kondukt. 20°C ms/m	2,99	7,61	3,96	5,04	-	1,93	1,36	3,18	3,05	3,25	2,95	2,80	3,20	3,70	4,14	3,19	3,51	7,61/1,36
Turbiditet FTU	0,53	0,35	0,57	0,86	-	2,2	1,9	0,50	0,55	0,36	0,43	0,40	0,88	1,2	1,6	0,56	0,88	2,2/0,35
Farge mg Pt/l	41	16	22	27	-	125	102	33	33	13	31	24	44	40	27,5	32	41,32	125/16
Permanganat mg O/l	2,8	1,3	1,2	2,1	4,1	4,6	4,4	2,2	2,8	2,1	1,7	2,1	2,4	2,1	1,54	2,1	2,50	4,6/1,2
Totalfosfor µg P/l	3	5	10	25	3	18	20	8	12	20	15	7	10	14	10	10	12,00	25/3
Ortofosfat µg P/l	< 2	< 2	< 2	8	< 2	8	2	< 2	5,5	7	6	2	1,5	3	3	2	3,73	8/1,5
Totalnitrogen µg N/l	200	(20)	250	500	260	260	190	320	180	280	240	200	290	390	340	260	261,3	500/180
Nitrat µg N/l	60	180	210	385	200	75	30	115	90	95	60	60	75	190	220	95	136,3	385/60
Alkalitet meq HCO ₃ /l	0,185	-	-	0,269	0,199	0,079	0,070	-	-	-	-	-	-	-	-	0,185	0,160	-
Tørrestoff mg/l	0,29	0,35	0,23	1,08	1,21	4,23	1,90	1,90	0,73	0,52	1,37	0,49	3,17	3,71	0,18	0,52	2,1	4,23/0,18
Gløderest mg/l	0,10	0,13	0,10	0,84	0,50	10,3	3,00	1,33	0,41	0,19	0,82	0,35	2,03	2,79	0,03	0,50	1,5	3,00/0,03

Tabell 25. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater
 1977-78 ved DOK 1, Dokka ved Holsbrua og DOK 2, Dokka ved
Veslefossen

DOK 1

Parameter \ Dato	1977 25/10	1978		Median- verdi	Middel- verdi
		12/4	15/5		
Kalsium, mg Ca/l	2,03	3,20	1,13	2,03	2,12
Magnesium, mg Mg/l	0,59	0,89	0,35	0,59	0,61
Natrium, mg Na/l	0,80	1,26	0,46	0,80	0,84
Kalium, mg K/l	0,18	0,15	0,17	0,17	0,17
Sulfat, mg SO ₄ /l	1,7	2,4	1,4	1,7	1,8
Klorid, mg Cl/l	0,6	0,4	0,2	0,4	0,4
Silisium, mg SiO ₂ /l	5,0	-	-	5,0	5,0
Jern, µg Fe/l	155	320	220	220	232
Mangan, µg Mn/l	5	10	12	10	9

DOK 2

Parameter \ Dato	1977 25/10
Kalsium, mg Ca/l	2,37
Magnesium, mg Mg/l	0,60
Natrium, mg Na/l	0,81
Kalsium, mg K/l	0,19
Sulfat, mg SO ₄ /l	1,9
Klorid, mg Cl/l	0,6
Silisium, mg SiO ₂ /l	5,0
Jern, µg Fe/l	160
Mangan, µg Mn/l	3

Tabell 26. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater
1977-78 ved SY, Synna og DOK 3, Dokka ved Grønnvoll

SY

Parameter	Dato	1977	1978			Median- verdi	Middel- verdi
		25/10	12/4	15/5	25/5		
Kalsium, mg Ca/l		2,11	2,65	2,40	1,71	2,26	2,22
Magnesium, mg Mg/l		0,40	0,46	0,43	0,35	0,42	0,41
Natrium, mg Na/l		0,64	0,80	0,80	0,54	0,72	0,70
Kalium, mg K/l		0,17	0,10	0,25	0,39	0,21	0,23
Sulfat, mg SO ₄ /l		2,4	3,1	3,1	2,1	2,8	2,7
Klorid, mg Cl/l		0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
Silisium, mg SiO ₂ /l		2,8	-	-	-	2,8	2,8
Jern, µg Fe/l		55	70	150	95	83	93
Mangan, µg Mn/l		6	9	26	21	15	16

DOK 3

Parameter	Dato	1977	1978			Median- verdi	Middel- verdi
		25/10	12/4	15/5	25/5		
Kalsium, mg Ca/l		3,18	8,00	4,30	1,49	3,74	4,24
Magnesium, mg Mg/l		0,54	0,87	0,64	0,32	0,59	0,59
Natrium, mg Na/l		0,82	1,42	1,10	0,54	0,96	0,97
Kalsium, mg K/l		0,27	0,60	0,60	0,22	0,44	0,42
Sulfat, mg SO ₄ /l		3,2	8,1	4,4	1,8	3,80	4,4
Klorid, mg Cl/l		0,8	1,6	0,8	0,3	0,80	0,9
Silisium, mg SiO ₂ /l		4,2	-	-	-	4,2	4,2
Jern, µg Fe/l		110	110	280	210	160	178
Mangan, µg Mn/l		4	4	67	25	14,5	25

Tabell 27. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater
1977-78 ved DOK 4, Dokka oppstrøms Dokka sentrum og DOK 5,
Dokka nedstrøms renseanlegg

DOK 4

Parameter \ Dato	1977	1978				Median- verdi	Middel- verdi
	25/10	12/4	15/5	25/5	28/5		
Kalsium, mg Ca/l	3,93	8,85	5,60	2,13	1,74	3,93	4,45
Magnesium, mg Mg/l	0,56	0,87	0,64	0,37	0,31	0,56	0,55
Natrium, mg Na/l	0,86	1,66	1,00	0,71	0,54	0,86	0,95
Kalsium, mg K/l	0,31	0,80	0,75	0,36	0,22	0,36	0,49
Sulfat, mg SO ₄ /l	4,3	10,0	5,7	2,7	2,0	4,3	4,9
Klorid, mg Cl/l	1,0	2,4	1,0	0,4	0,3	1,0	1,02
Silisium, mg SiO ₂ /l	4,1	-	-	-	-	4,1	4,1
Jern, µg Fe/l	100	140	230	380	630	230	296
Mangan, µg Mn/l	3	31	13	50	50	31	29,4

DOK 5

Parameter \ Dato	1977	1978				Median- verdi	Middel- verdi
	25/10	12/4	15/5	25/5	28/5		
Kalsium, mg Ca/l	4,56	5,70	5,60	2,63	2,21	4,56	4,14
Magnesium, mg Mg/l	0,55	0,80	0,58	0,38	0,33	0,55	0,53
Natrium, mg Na/l	0,90	1,16	1,00	0,71	0,49	0,90	0,85
Kalsium, mg K/l	0,36	0,30	0,65	0,36	0,33	0,36	0,40
Sulfat, mg SO ₄ /l	5,2	5,6	5,5	3,2	2,6	5,2	4,4
Klorid, mg Cl/l	1,2	1,2	1,0	0,4	0,4	1,2	0,8
Silisium, mg SiO ₂ /l	4,0	-	-	-	-	4,0	4,0
Jern, µg Fe/l	90	140	250	390	240	240	222
Mangan, µg Mn/l	6	8	14	50	24	14	20,4

Tabell 28. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater
1977-78 ved ETN 1, Etna ved Brenn bru og ETN 2, Etna ved
Kvernann

ETN 1

Parameter	Dato	1977			1978		Median- verdi	Middel- verdi
		11/4	11/4	15/5	28/5			
Kalsium, mg Ca/l		2,36	3,50	3,95	1,79	2,93	2,9	
Magnesium, mg Mg/l		0,56	0,72	0,79	0,39	0,64	0,6	
Natrium, mg Na/l		0,74	1,08	1,10	0,57	0,91	0,87	
Kalium, mg K/l		0,17	0,30	0,50	0,17	0,24	0,29	
Sulfat, mg SO ₄ /l		3,4	2,7	3,6	1,9	3,05	2,9	
Klorid, mg Cl/l		0,6	1,4	0,6	0,4	0,6	0,8	
Silisium, mg SiO ₂ /l		4,1	-	-	-	4,1	4,1	
Jern, µg Fe/l		125	280	550	270	275	306	
Mangan, µg Mn/l		6	3,3	34,0	50	20	23	

ETN 2

Parameter	Dato	1977			1978		Median- verdi	Middel- verdi
		11/4	11/4	15/5	28/5			
Kalsium, mg Ca/l		3,55	5,70	4,90	2,11	4,22	4,07	
Magnesium, mg Mg/l		0,53	0,66	0,63	0,37	0,58	0,55	
Natrium, mg Na/l		0,75	1,38	1,00	0,63	0,87	0,94	
Kalsium, mg K/l		0,24	0,25	0,50	0,33	0,29	0,33	
Sulfat, mg SO ₄ /l		3,7	5,0	4,6	2,2	4,2	3,9	
Klorid, mg Cl/l		0,8	1,0	0,8	0,4	0,8	0,8	
Silisium, mg SiO ₂ /l		3,7	-	-	-	3,7	3,7	
Jern, µg Fe/l		80	140	280	220	180	180	
Mangan, µg Mn/l		7	7	13,0	50	28,5	19,3	

Tabell 29. Dokka-Etnavassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater
1977-78 ved ETN 3, Etna nedstrøms Høljerast og ETN 4,
Etna oppstrøms samløp med Dokka

ETN 3

Parameter \ Dato	1977	1978			Median- verdi	Middel- verdi
	25/10	11/4	15/5	28/5		
Kalsium, mg Ca/l	4,08	6,85	5,50	2,38	4,79	4,70
Magnesium, mg Mg/l	0,52	0,69	0,56	0,37	0,54	0,54
Natrium, mg Na/l	0,74	1,16	1,30	0,66	0,95	0,97
Kalium, mg K/l	0,31	0,45	0,75	0,28	0,38	0,44
Sulfat, mg SO ₄ /l	4,5	7,3	5,4	2,4	4,95	4,9
Klorid, mg Cl/l	1,0	1,8	1,2	0,5	1,1	1,1
Silisium, mg SiO ₂ /l	4,7	-	-		4,7	4,7
Jern, µg Fe/l	70	170	240	475	205	239
Mangan, µg Mn/l	5	30	25	50	27,5	27,5

ETN 4

Parameter \ Dato	1977	1978				Median- verdi	Middel- verdi
	25/10	11/4	15/5	25/5	28/5		
Kalsium, mg Ca/l	4,74	7,45	5,50	2,82	1,74	4,74	3,35
Magnesium, mg Mg/l	0,53	0,67	0,52	0,37	0,31	0,52	0,48
Natrium, mg Na/l	0,81	1,16	1,00	0,66	0,69	0,81	0,86
Kalsium, mg K/l	0,40	0,50	0,60	0,40	0,22	0,40	0,42
Sulfat, mg SO ₄ /l	4,9	9,9	5,6	3,3	1,9	4,9	5,1
Klorid, mg Cl/l	1,2	1,8	1,0	0,4	0,4	1,0	1,0
Silisium, mg SiO ₂ /l	4,0	-	-	-	-	4,0	4,0
Jern, µg Fe/l	75	170	200	450	250	170	229
Mangan, µg Mn/l	8	39	14	70	47	39	36

Tabell 30. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Dokkvatn i 1978.

Antall gitt i 10^3 celler. Volum gitt i mm^3/m^3 - betyr at volumet er mindre enn $0,1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.

x = kolonier.

Basert på blandprøver 0-10 m

A r t	14. april		21. juni		14. juli		26. august		
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)									
Anabaena flos-aquae Bréb.					3	6,2			
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)									
Chlamydomonas spp.					3	0,9	9	0,9	
Dictyosphaerium pulchellum v. minutum Defl.							6	0,1	
Elakatothrix gelatinosa Wille					25	2,5			
Gyromitus cordiformis Skuja			3	4,7					
Isthmocloron trispinatum (West&West) Skuja			3	0,6					
Kirchneriella sp.							16	0,5	
Monomastix sp.							11	0,5	
Monoraphidium minutum (Näg.) Kom.-Legn.			5	0,4	26	2,2	22	1,9	
Oocystis submarina v. variabilis Skuja			11	0,3	14	0,4			
Pediastrum tetras (Ehr.) Raifs							1,5	2,3	
Scourfieldia sp.			5	0,1	25	0,6	17	0,4	
Ubest. cocc. grønnalger					33	1,6	19	0,9	
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)									
Bicoeca alnickiae Järn.	0,6	-							
Bitrichia chodatii (Rev.) Chod.			5	0,5			12	1,2	
Chrysoikos skujai (Nauw.) Willén			9	0,5					
Craspedomonadineae	2	0,2	59	3,8	8	0,5	5	0,3	
Cyster av chrysophyceae			16	2,3	36	5,4	19	2,8	
Dinobryon borgei, Lemm.			6	0,2	34	0,9	19	0,5	
Dinobryon crenulatum West & West			3	0,5	3	0,5	28	4,2	
Dinobryon sociale v. americana (Brunth.) Bachm.			5	0,7					
Kephyrion spp.			9	0,5	33	1,6	9	0,5	
Mallomonas akrokomos Ruttn.					5	1,2	3	0,9	
Mallomonas sp.							3	1,2	
Phaeaster aphanaster (Skuja) Bourr.							3	0,5	
Spiniferomonas sp.			26	4,0	11	1,6	30	4,4	
Stichogloea doederleinii (Schmidle) Wille							17	2,0	
Små chrysomonader	45	3,0	378	24,6	716	46,6	455	29,6	
Store chrysomonader	7	2,4	86	27,8	135	44,0	156	50,6	
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)									
Cyclotella sp.					12	6,2			
Synedra sp.			5	1,9	1,5	0,5			
CRYPTOPHYCEAE									
Cryptaulax vulgaris Skuja	1,2	0,1							
Cryptomonas marssonii Skuja			5	4,6			9	10,3	
Cryptomonas spp.					6	15,6	5	4,7	
Katablepharis ovalis Skuja	0,6	0,1	37	3,7	54	5,4	30	3,0	
Rhodomonas lacustris Pasch. & Ruttn.			19	2,8	110	13,8	25	3,1	
Ubest. cryptophyceé									
DINOPHYCEAE (fureflagellater)									
Cyster av dinoflagellater			1,5	1,5					
Gymnodinium cf. lacustre Schill.			26	11,9			42	18,9	
μ - alger	45	0,4	1015	10,2	2242	22,4	1508	15,1	
TOTALVOLUM				6,2			180,6		161,3

Tabell 31. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Dokkføyvatn i 1978.

Antall gitt i 10^3 celler. Volum gitt i mm^3/m^3 - betyr at volumet er mindre enn $0,1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.

x = kolonier.

Basert på blandprøver 0-10 m

D a t o	13. april		20. juni		13. juli		24. august	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)								
x <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.							3	0,1
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)								
<i>Chlamydomonas</i> spp.			12	1,2			17	1,7
<i>Cosmarium</i> sp.			1,5	0,2				
x <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> v. <i>minutum</i> Defl.							8	0,1
<i>Kirchneriella</i> sp.					22	0,8	25	0,9
<i>Monomastix</i> sp.			5	0,2			3	0,2
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.			17	1,5	17	1,5	16	1,3
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.							30	3,8
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i> Skuja			14	0,4	47	1,4	28	0,8
<i>Scourfieldia</i> sp.	1,2	-	8	0,2	19	0,5	8	0,2
Ubest. cocc. grønnalger							20	1,0
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)								
<i>Bicoeca ainikkiae</i> Järn.	0,6	-						
<i>Bitrichia chodatii</i> (Rev.) Chod.							3	0,3
<i>Chrysoikos</i> skujai (Nau.) Willén			3	0,2	17	0,9		
Craspedominadineae	5	0,3	9	0,6	17	1,1	3	0,2
Cyster av chrysophyceae			9	1,4			16	2,3
<i>Dinobryon borgei</i> Lemm.					12	0,3	30	0,7
<i>Dinobryon crenulatum</i> West & West							8	1,2
<i>Dinobryon suecicum</i> Lemm.							14	0,5
<i>Kephyrion</i> spp.			8	0,4	20	1,0	5	0,2
<i>Mallomonas</i> sp.					6	2,2	5	1,2
<i>Phaeaster aphanaster</i> (Skuja) Bourr.					8	1,2	8	1,4
<i>Pseudokephyrion</i> sp.					8	0,4		
<i>Spiniferomonas</i> sp.			14	2,1	17	2,6	9	1,4
<i>Stichogloea doederleinii</i> (Schmidle) Wille							16	1,8
Små chrysomonader	49	3,2	331	21,6	534	34,7	339	22,1
Store chrysmonader	6	2,0	48	15,7	107	34,9	93	30,4
BACILIARIOPHYCEAE (kiselalger)								
<i>Synedra</i> sp.			8	3,1			1,5	0,5
CRYPTOPHYCEAE								
<i>Cryptaulax vulgaris</i> Skuja	1,2	0,1						
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja			3	3,4			3	3,4
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	0,6	0,1	39	3,9	42	4,2	20	2,0
<i>Rhodomonas lacustris</i> Pasch. & Ruttn.	0,6	0,1	3	0,4	12	1,6	16	1,9
DINOPHYCEAE (fureflagellater)								
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>lacustre</i> Schill.			12	5,0	17	7,7	3	1,4
μ - alger	71	0,7	984	9,8	2803	28,0	1894	18,9
TOTALVOLUM		6,5		71,3		125,0		101,9

Tabell 32. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Mjogsjøen i 1978.

Antall gitt i 10^3 celler. Volum gitt i mm^3/m^3 - betyr at volumet er mindre enn $0,1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.

x = kolonier

Basert på blandprøver 0-10 m

D a t o A r t	13. april		22. juni		14. juli		24. august	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)								
Chroococcus minutus (Kütz.) Näg.							6	0,8
x Gomphosphaeria lacustris Chod.							3	4,7
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)								
Chlamydomonas spp.			22	5,4			3	0,3
x Dictyosphaerium pulchellum v. minutum Defl.					9	0,1	37	0,6
Gyromitus cordiformis Skuja					1,5	2,4	3	4,7
Kirchneriella sp.							22	1,1
Monomastix sp.			9	0,6	8	0,4		
Monoraphidium minutum (Näg.) Kom.-Legn.			3	0,3	11	0,9	215	18,3
Oocystis submarina v. variabilis Skuja	0,6	-	6	0,2	9	0,2	137	4,1
Quadrigula pfitzeri (Schroed.) G. M. Smith					20	2,8		
Scourfieldia sp.	1,8	0,1			8	0,2		
Tetraedron minimum (A. Br.) Hansg.			3	0,6				
Tetraedron minimum v. tetralobulatum Reinsch.			6	0,2				
Ubest. cocc. grønnalger					16	0,8	40	2,6
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)								
Bitrichia chodatii (Rev.) Chod.					14	1,4	3	0,3
Chrysoikos skujai (Nauw.) Willén					17	0,9	9	0,5
Craspedomonadineae	29	1,9	34	2,2	64	4,1	9	0,6
Cyster av chrysophyceae	1,8	0,3	19	2,8	17	2,6	6	0,9
Dinobryon bavaricum Imh.							3	0,6
Dinobryon borgei Lemm.			28	0,7	14	0,4	9	0,2
Dinobryon crenulatum West & West			19	2,8	11	1,6		
Kephyrion spp.			109	5,4	17	0,8	6	0,3
Mallomonas akrokomos Ruttn.					3	0,8	9	2,3
Mallomonas caudata Iwan.							3	11,7
Mallomonas sp.			12	6,2				
Phaeaster aphanaster (Skuja) Bourr.			25	4,2				
Pseudokephyrion sp.					8	0,5	3	0,2
Spiniferomonas sp.			31	4,7	58	10,4	31	4,7
Stichogloea doederleinii (Schmidle) Wille					6	0,9		
Små chrysomonader	76	4,9	934	60,7	676	43,9	286	18,6
Store chrysomonader	9	3,0	227	73,9	196	63,8	149	48,6
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)								
Cyclotella sp.							62	34,3
Melosira distans v. alpigena Grun.							84	42,0
Synedra sp.			12	6,2				
CRYPTOPHYCEAE								
Cryptaulax vulgaris Skuja	25	2,4	16	1,6			9	0,9
Cryptomonas marssonii Skuja					6	6,9		
Katablepharis ovalis Skuja			62	6,2	67	6,7	37	3,7
Rhodomonas lacustris Pasch. & Ruttn.	7	0,9	81	10,1	6	0,8	93	11,7
Ubest. cryptophyceæ			19	14,0				
DINOPHYCEAE (fureflagellater)								
Gymnodinium helvericum Pen.	0,1	0,4						
Gymnodinium cf. lacustre Schill.	0,6	0,3	22	8,7	30	11,8	12	6,3
μ - alger	82	0,8	704	7,0	1857	18,6	1738	17,4
TOTALVOLUM		15,0		224,7		184,7		243,0

Tabell 33. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Etnesenn i 1978.

Antall gitt i 10^3 celler. Volum gitt i mm^3/m^3 - betyr at volumet er mindre enn $0,1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.

Basert på blandprøver 0-10 m

D a t o	11. april		26. juni		16. juli		28. august	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)								
Chlamydomonas spp.	0,6	0,1						
Elakatothrix gelatinosa Wille					3	0,3		
Isthmocloron trispinatum (West & West) Skuja			1,5	0,3				
Monomastix sp.			8	0,3	20	2,0	19	0,9
Monoraphidium minutum (Näg.) Kom.-Legn.			11	0,9	17	1,5	28	2,4
Oocystis submarina v. variabilis Skuja			23	0,7	25	0,7	22	0,7
Scourfieldia sp.	1,5	-			5	0,1	3	0,1
Ubest. cocc. grønnalger							28	1,4
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)								
Bitrichia chodatii (Rev.) Chod.			3	0,3	20	2,0		
Chrysoikos skujai (Nauw.) Willén			6	0,3	3	0,2		
Craspedomonadineae	4	0,2	11	0,7				
Cyster av chrysophyceae			20	3,0				
Dinobryon borgei Lemm.			170	4,2	54	1,4	16	0,4
Dinobryon crenulatum West & West			53	7,9	36	5,4	3	0,5
Dinobryon sociale v. americana (Brunnth.) Bachn.			11	1,6	11	1,6		
Dinobryon suecicum Lemm.			17	0,6				
Kephyrion spp.			30	1,5	28	1,4	19	0,9
Mallomonas akrokomos Ruttn.			3	0,7	14	3,5		
Mallomonas sp.			34	10,3				
Phaeaster aphanaster (Skuja) Bourr.					17	3,1		
Pseudokephyrion sp.					5	0,2	12	0,6
Spiniferomonas sp.					58	10,4	40	6,0
Stichogloea doederleinii (Schmidle) Wille					6	1,1		
Små chrysomonader	22	1,5	973	63,3	627	40,8	563	36,6
Store chrysomonader	6	2,0	226	73,4	193	62,7	103	33,4
Uroglena americana (Calk.)							25	2,5
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)								
Cyclotella sp. (d = 10-12 μm)					6	4,9		
DINOPHYCEAE (fureflagellater)								
Gymnodinium cf. lacustre Schill.	4	1,9	53	23,8	11	4,9	16	7,8
Peridinium inconspicuum Lemm.					1,5	2,3		
CRYPTOPHYCEAE								
Cryptomonas marssonii Skuja			6	6,9	6	6,9	6	6,9
Katablepharis ovalis Skuja	1,5	0,1	72	7,2	45	4,5	12	1,2
Rhodomonas lacustris Pasch. & Ruttn.	1,8	0,2	25	3,1	12	1,6	62	7,8
Ubest. cryptophyceae	1,2	0,4					9	7,0
μ - alger	16	0,2	3688	36,9	2330	23,3	2598	26,0
TOTALVOLUM		6,6		258,2		186,8		143,1

Tabell 34. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Sebu-Røssjøen i 1978.

Antall gitt i 10^3 celler. Volum gitt i mm^3/m^3 - betyr at volumet er mindre enn $0,1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$

x = kolonier

Basert på blandprøver 0-10 m

Dato	12. april		23. juni		15. juli		25. august	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
CHLOROPHYCEAE (grønnaelger)								
Chlamydomonas spp.	4	0,4	22	2,2	3	0,7	78	23,9
Elakatohris gelatinosa Wille					1,5	0,1		
Gyromitus cordiformis Skuja							1,5	1,8
Monomastix sp.			40	2,8	6	0,3	90	5,4
Monoraphidium minutum (Näg.) Kom.-Legn.					9	0,8	12	1,1
Oocystis lacustris Chod.							6	0,9
Oocystis submarina v. variabilis Skuja					33	1,0	22	0,6
Scourfieldia sp.	1,2				62	1,6	22	0,5
Ubest. cocc. grønnaelger					56	2,8		
CHRYSTOPHYCEAE (gulaelger)								
Bitrichia chodatii (Rev.) Chod.			6	0,6	9	0,9	6	0,6
Chrysoikos skujai (Nauw.) Willén			12	0,6				
Craspedomonadineae	12	0,8			17	1,1	34	2,2
Cyster av chrystophyceae			6	0,9	39	5,8	44	6,5
Dinobryon borgei Lemm.			37	0,9	51	1,3	25	0,6
Dinobryon crenulatum West & West			40	6,1	5	0,7	47	7,0
Kephyrion spp.			3	0,2	95	4,7	56	2,8
Mallomonas akrokomos Ruttn.			19	4,7	20	6,0	6	1,8
Mallomonas sp.			19	5,6	3	1,1	23	11,7
Phaeaster aphanaster (Skuja) Bourr.			9	1,6				
Spiniferomonas sp.	0,6	0,1	31	4,7	70	10,5	28	4,2
Små chrysomonader	57	3,7	1031	67,0	674	43,8	825	53,6
Store chrysomonader	11	3,6	327	106,3	125	40,5	252	81,9
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)								
Synedra sp.	0,6	0,2						
CRYPTOPHYCEAE								
Cryptomonas marssonii Skuja			22	24,0	11	12,0		
Katablepharis ovalis Skuja	9	0,9	165	16,5	67	6,7	75	7,5
Rhodomonas lacustris Pasch & Rüttn.	23	2,9	187	23,4	79	9,9	330	41,3
Ubest. cryptophyceae	6	2,2	6	4,7			16	11,7
DINOPHYCEAE (fureflagellater)								
Gymnodinium cf. lacustre Schill.	7	4,1	8	36,4	61	27,3	56	30,8
Peridinium inconspicuum Lemm.							11	26,1
μ - alger	74	0,7	2243	22,4	1888	18,9	2840	28,4
TOTALVOLUM		19,6		331,6		198,5		352,9

Tabell 35. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Røssjøen 1978.

Antall gitt i 10^3 celler. Volum gitt i mm^3/m^3 - betyr at volumet er mindre enn $0,1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$

x = kolonier

Basert på blandprøver 0-10 m

D a t o A r t	11. april		25. juni		17. juli		29. august	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)								
x Gomphosphaeria lacustris Chod.							6	9,3
x Merismopedia tenuissima Lemm.					3	0,1	50	1,5
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)								
Chlamydomonas spp.	0,6	0,1	5	1,4			3	0,3
Elakatothrix gelatinosa Wille							1,5	1,4
Gyromitus cordiformis Skuja							3	5,0
Monomastix sp.			34	1,7	95	9,5		
Monoraphidium minutum (Näg.) Kom.-Legn.			6	0,5	39	3,3	62	5,3
Nephrocystium agardhianum Näg.							1,5	3,9
Oocystis submarina v. variabilis Skuja					56	1,7	25	0,7
Quadrigula closterioides					1,5	0,2		
Quadrigula pfitzeri (Schroed.) G.M.-Smith							6	0,8
Scourfieldia sp.	1,2	-	6	0,2	16	0,5	11	0,3
Sphaerocystis schroeteri Chod.					1,5	0,8		
Ubest. cocc. grønnalger					9	0,5	20	3,0
CHRYSOPHYCEAE (gualger)								
Bitrichia choditii (Rev.) Chod.			11	1,1	19	1,9		
Chrysoikos skujai (Nauw.) Willén			8	0,4				
Craspedomonadineae	5	0,3	31	2,0	5	0,3	44	2,8
Cyster av chrysophyceae			8	1,2	6	0,9	11	1,6
Dinobryon borgei Lemm.			34	0,9	5	0,1	11	0,3
Dinobryon crenulatum West & West			14	2,1				
Kephyrion spp.			17	0,9	12	0,6	19	0,9
Mallomonas akrokomos Ruttn.			11	2,7	3	0,8		
Mallomonas sp.			14	4,9				
Phaeaster aphanaster (Skuja) Bourr.	1,2	0,2					9	1,6
Spiniferomonas sp.			3	0,4	9	1,7	16	2,3
Stichogloea doederleinii (Schmidle) Wille					23	4,2	36	4,1
Små chrysomonader	61	4,0	428	27,8	260	16,9	361	23,5
Store chrysomonader	13	4,3	72	23,3	58	18,7	62	20,2
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)								
Cyclotella sp. (d = 8-9 μm)	0,6	0,1	5	0,9				
Cyclotella sp. (d = 10-12 μm)							3	1,2
Cyclotella sp. (d = 14-16 μm)					1,5	1,5		
Melosira distans (Ehr.) Kütz.					5	2,3	6	4,7
Synedra sp.							3	1,2
CRYPTOPHYCEAE								
Cryptaulax vulgaris Skuja							5	0,5
Cryptomonas marssonii Skuja					3	3,4	12	13,7
Cryptomonas spp. (l > 24 μm)	0,6	1,6					3	7,8
Katablepharis ovalis Skuja	1,8	0,2	107	10,7	14	1,4	33	3,3
Rhodomonas lacustris Pasch. & Ruttn.	5	0,6	84	10,5	54	6,8	140	17,5
Ubest. cryptophyceae	1,2	0,5					3	2,3
DINOPHYCEAE (fureflagellater)								
Gymnodinium cf. lacustre Schill.	1,8	0,8	12	5,6				
μ - alger	36	0,4	3028	30,3	1663	16,6	1445	14,5
TOTALVOLUM								
		13,1		129,5		94,7		155,5

Tabell 36. Analyseresultater av kvantitative planteplanktonprøver fra Rotvollfjorden i 1978.

Antall gitt i 10^3 celler. Volum gitt i mm^3/m^3 - betyr at volumet er mindre enn $0,1 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.
x = kolonier

Basert på blandprøver 0-10 m

D a t o	11. april		24. juni		17. juli		28. august	
	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.	ANT.	VOL.
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)								
x <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.							75	2,2
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)								
<i>Chlamydomonas</i> spp.	4	0,4						
x <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> v. <i>minutum</i> Defl.							16	0,2
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille							9	0,2
<i>Gyromitus cordiformis</i> Skuja							1,5	2,3
<i>Monomastix</i> sp.			30	1,5	54	2,7		
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.			5	0,4	62	5,3	208	17,7
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Näg.							1,5	4,8
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.					6	1,2	6	0,8
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i> Skuja	0,6	-	20	0,6	139	4,2		
<i>Quadrigula pfitzeri</i> (Schroed.) G. M. Smith							19	2,0
<i>Scourfieldia</i> sp.	0,6	-	9	0,2			12	0,3
<i>Tetrastrum staurogeniforme</i> (Schroed.) Lemm.							9	1,9
Ubest. cocc. grønnalger			14	0,7			47	3,0
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)								
<i>Bitrichia chodatii</i> (Rev.) Chod.			8	0,8	9	0,9	16	1,6
Craspedomonadineae	7	0,4	64	4,1	11	0,7	9	0,6
Cyster av chrysophyceae			22	3,3	12	1,9	25	3,7
<i>Dinobryon borzei</i> Lemm.			12	0,3	14	0,4	37	0,9
<i>Dinobryon crenulatum</i> West & West					8	1,2		
<i>Kephyrion</i> spp.			5	0,2	62	3,1	25	1,2
<i>Mallomonas akromonas</i> Ruttn.			8	2,7	22	5,4		
<i>Mallomonas</i> sp.			1,5	0,5	1,5	1,2		
<i>Phaeaster aphanaster</i> (Skuja) Bourr.			1,5	0,2				
<i>Spiniferomonas</i> sp.					33	5,9	25	3,7
<i>Stichogloea doederleinii</i> (Schmidle) Wille			40	4,7			50	5,7
Små chrysomonader	66	4,3	399	25,9	329	21,4	523	34,0
Store chrysomonader	14	4,5	59	19,2	89	28,8	184	59,7
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)								
<i>Cyclotella</i> sp. (d = 8-9 μm)	1,2	0,2					6	1,2
<i>Melosira distans</i> (Ehr.) Kütz.							6	6,0
<i>Melosira distans</i> v. <i>alpigena</i> Grun.			9	4,6				
<i>Synedra</i> sp.	0,6	0,3					3	1,2
CRYPTOPHYCEAE								
<i>Cryptaulax vulgaris</i> Skuja							3	0,3
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	0,6	0,7			9	10,3	22	24,0
<i>Cryptomonas</i> spp. (l > 24 μm)							1,5	3,9
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	1,8	1,9	31	3,1	36	3,6	87	8,7
<i>Rhodomonas lacustris</i> Pasch. & Ruttn.	10	1,3	93	11,7	65	8,2	128	16,0
Ubest. cryptophyceae	5	2,2	5	3,5				
DINOPHYCEAE (fureflagellater)								
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>lacustre</i> Schill.	4	1,7	11	4,9	1,5	0,7	12	6,2
μ - alger	58	0,6	1408	14,1	2336	23,4	2168	21,7
TOTALVOLVUM		18,5		107,2		130,5		235,7