

W RAPPORT 4|88

O-87045

Undersøkelse av forurensningssituasjonen i

Litlvatn

Agdenes kommune



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor Sørlandsavdelingen Østlandsavdelingen Vestlandsavdelingen
Postboks 33, Blindern Grooseveien 36 Rute 866 Breiviken 5
0313 Oslo 3 4890 Grimstad 2312 Ottestad 5035 Bergen - Sandviken
Telefon (02) 23 52 80 Telefon (041) 43 033 Telefon (065) 76 752 Telefon (05) 95 17 00
Telefax (02) 39 41 29 Telefax (041) 42 709 Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:	87045
Undernummer:	
Løpenummer:	2089
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: Undersøkelse av forurensningssituasjonen i Litl- vatn, Agdenes kommune.	Dato: 6/1-88.
	Prosjektnummer: 87045
Forfatter (e): Hans Holtan	Faggruppe: MIL
	Geografisk område: Agdenes Sør-Trøndelag
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Sør-Trøndelag	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

Litlvatn er en grunn produktiv innsjø som ligger i et utpreget jordbruks-
område. Innsjøen er sterkt bevokst med høyer vannplanter. Mengden av
planteplankton er meget stor sommerstid - med bl.a. stort innslag av
blågrønnalger og kiselalger. Avrenning av gjødselstoffer fra jordbruket
er den viktigste årsak til dette. Senkning av vannstanden er også en
medvirkende årsak. Innsjøen er vernet bl.a. som fuglebiotop. Innsjøens
nåværende forurensningstilstand er ikke forenlig med denne bruksform. Det
foreslås at næringssalttilførselen på årsbasis reduseres med ca. 400 kg
fosfor og ca. 6000 kg nitrogen.

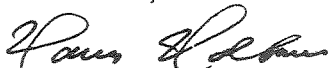
4 emneord, norske:

1. Eutrofiering
2. Forurensningstilførsel
3. Vannstandssenkning
4. Agdenes kommune, Sør-Trøndelag

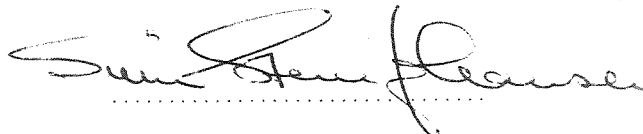
4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder:


Hans Holtan

For administrasjonen:



ISBN - 82-577-1360-0

1 INNLEDNING

I brev av 24.2.87 fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Miljøvern-avdelingen, ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA), bedt om å utarbeide et enkelt program for undersøkelse av forurensings-situasjonen i Litlvatn i Agdenes kommune.

Program ble utarbeidet og oversendt Fylkesmannen i brev av 9.3.87. I henhold til avtale med Fylkesmannen, ble det lagt opp til et samarbeidsprosjekt hvor Fylkesmannen var ansvarlig for opplodding av innsjøen, innsamling av prøver og innsamling av omkringinformasjon. Trondheim offentlige kjøtt- og næringsmiddelkontroll skulle utføre analysearbeidet og NIVA bearbeide data og utarbeide rapport.

Undersøkelsen startet opp i mars 1987 og ble avsluttet i løpet av samme år.

Hallvard Berget har vært ansvarlig saksbehandler hos Fylkesmannen, mens Hans Holtan har vært ansvarlig saksbehandler ved NIVA.

2 KONKLUSJON

- Litlvatn er en grunn eutrof eller produktiv innsjø med høyt innhold av næringsalter og følgelig stor produksjon av planteplankton.
- Over store grunntområder er høyere vannvegetasjon vel utviklet.
- Årsaken til de eutrofe eller produktive tilstander er stor tilførsel av plantenæringsstoffer - fosfor og nitrogen. Jordbruket er i denne sammenheng den viktigste bidragsyter.
- På bakgrunn av modellbetraktninger og kvalifisert skjønn er vi kommet fram til at fosfortilførselene bør reduseres med ca. 400 kg/år og nitrogentilførselen med ca. 6000 kg/år før noenlunde stabile tilstander kan forventes.

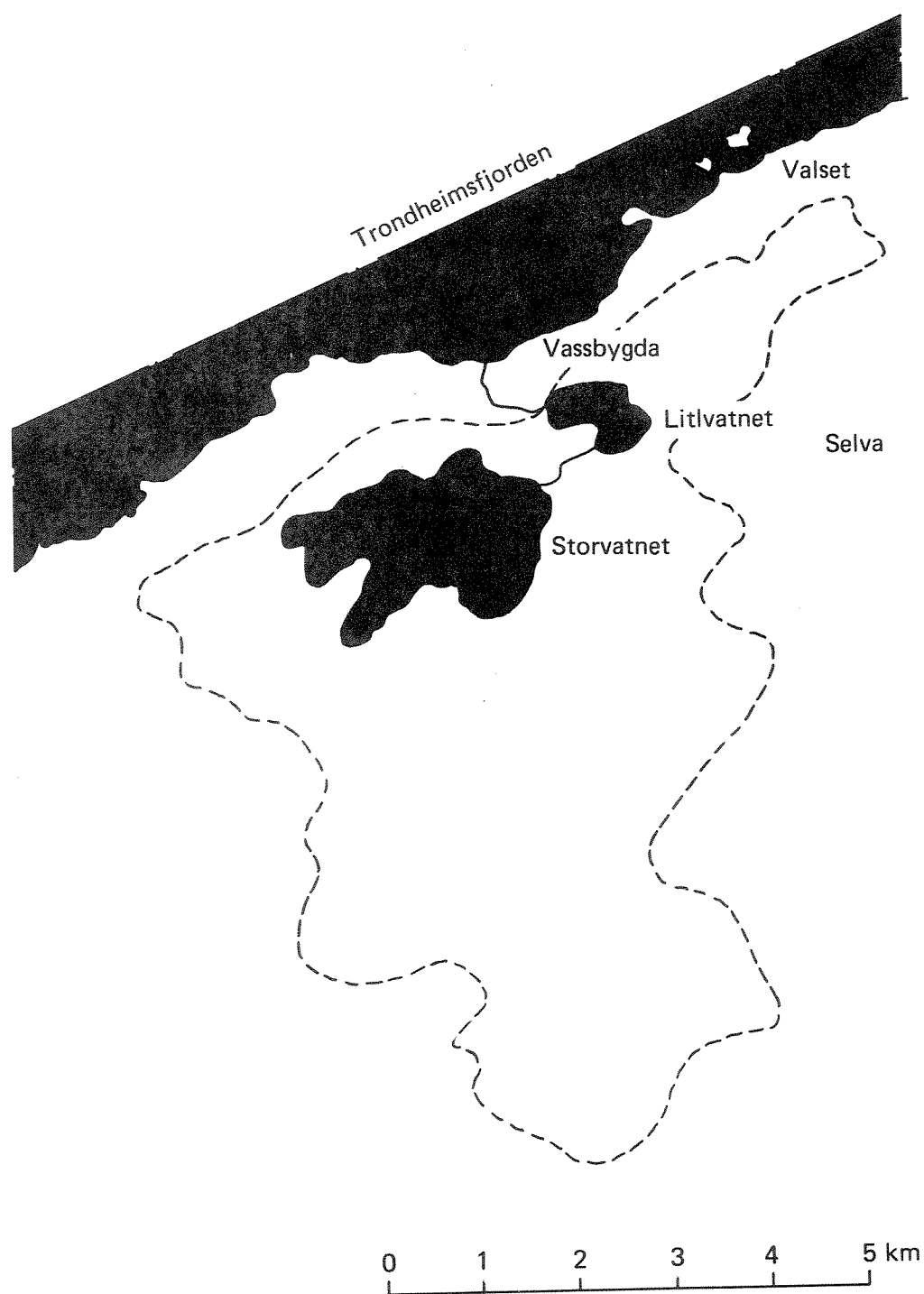


Fig 1. Situasjonsskisse av Litlvatn og Storvatn med nedbørfelt.

- Den sterke senkningen av vannstanden som har funnet sted i Litl-
vatnet har bl.a. medført at stadig større deler av innsjøen er
blitt bevokst med høyere vannvegetasjon og innsjøen er av denne
grunn i ferd med å forsumpes (gro igjen).
- Da jordbruksvirksomheten er den største forurensingskilde, er det
helt nødvendig å iverksette forurensningsbegrensende tiltak på
denne sektor hvis man ønsker å forbedre vannets kvalitet i Litl-
vatn.
Ved siden av mindre forbruk av gjødsel, endret gjødslingsrutiner,
utbedring av gjødselkjellere og førsiloer, bør det også av-
skjærende drens-ledninger med utløp i utløpselva vurderes.

3 TILRÅDNINGER

- Vannstanden i Litlvatn bør heves ihvertfall til nivået før de
siste kanalopprensninger. Dette for å motvirke en rask "for-
sumpingsutvikling".
- Næringssalttilførselen må reduseres drastisk (forslagsvis 400 kg
fosfor og 6000 kg nitrogen pr. år) hvis stabile produksjons-
tilstander og vannkvalitet ønskes.
- Næringssaltreduksjonen kan oppnås ved reduksjon av gjødsel-
forbruket, endret gjødslingsrutiner, utbedring av gjødselkjellere
og avløp fra førsiloene. Dessuten bør avskjærende drens-ledninger
med utløp i utløpsbekken fra Litlvatn vurderes.
- Avløpsvann fra gammel og eventuell ny bebyggelse bør samles opp i
tette ledninger og ledes ut av det lokale nedbørfeltet til Litl-
vatn. Hvis mulig bør ny bebyggelse innenfor det lokale nedbørfelt
unngås.
- På bakgrunn av teoretiske betraktninger og måleresultater fra
Fremstadelva, synes også Storvatnet å være i en eutrofierende ut-
vikling. Dette bør undersøkes nærmere.

4 KORT BESKRIVELSE AV LITLVATN MED NEDBØRFELT

Litlvatnets nedbørfelt (fig. 1) er ca. 35 km² stort. Feltet er geo-
logisk bygd opp av gneiss-granittiske bergartstyper. De høyereliggende
deler av feltet er til dels dekket av et tynt lag morenegrus og lyng-
humus. I de lavtliggende områder (rundt innsjøene) består løsav-

setningene i stor utstrekning av marin leire.

Vegetasjonsdekket er meget sparsomt i de høyereliggende områder. Nedover lier og dalganger vokser noe løv- og barskog. I feltet finnes flere vann- og myrområder. Rundt Litlvatn og det ovenforliggende Storstvatn er det ca. 2,6 km² dyrket mark, dvs. ca. 7,4 % av det lokale nedbørfelt.

Litlvatnet ble i mars 1987 loddet opp av Miljøvern avdelingen i Sør-Trøndelag. Vannstanden under opploddingen var 4,03 meter over havet (normal høyvannstand). Utover våren (april) ble utløpselven rensket opp og kanalisert hvorved vannstanden i Litlvatnet ble senket med minst 0,5 m - antakelig 0,6 - 0,7 m. Dybdekart er fremstilt i fig. 2 og dyp-areal kurve i fig. 3.

De viktigste innsjødata går frem av følgende tabell hvor arealer, dybder og volum er relatert både til vannstanden under opploddingen og til den nåværende (dvs. med 70 cm senkning):

Innsjøparametre	Under opplodding	Nåværende
Høyde over havet i m	4,03	3,33
Overflateareal, km ²	0,44	0,30
Største målte dyp, m	3,95	3,25
Volum, mill m ³	0,529	0,271
Middeldyp (volum: overfl) m	1,2	0,9
Nedbørfelt, km ²	35	35
Midlere avrenning (NVE 1958)	40 l/s.km ²	40 l/s.km ²
Vannets midlere teoretiske oppholdstid, døgn:	4,4	2,2

I løpet av de siste hundre år er vannstanden i Litlvatnet senket flere ganger for å vinne inn nytt åkerland. Dette har foregått ved utgraving og opprensning av utløpselva. Terrenget rundt innsjøen er flatt og selv små senkninger har betydd at relativt store områder er blitt tørrlagt. Forrige opprensning av utløpselva fant sted i begynnelsen av 1960-årene. Da ble bl.a. en sone på over 200 m langs østre bredd tørrlagt (Baadsvik og Suul 1977).

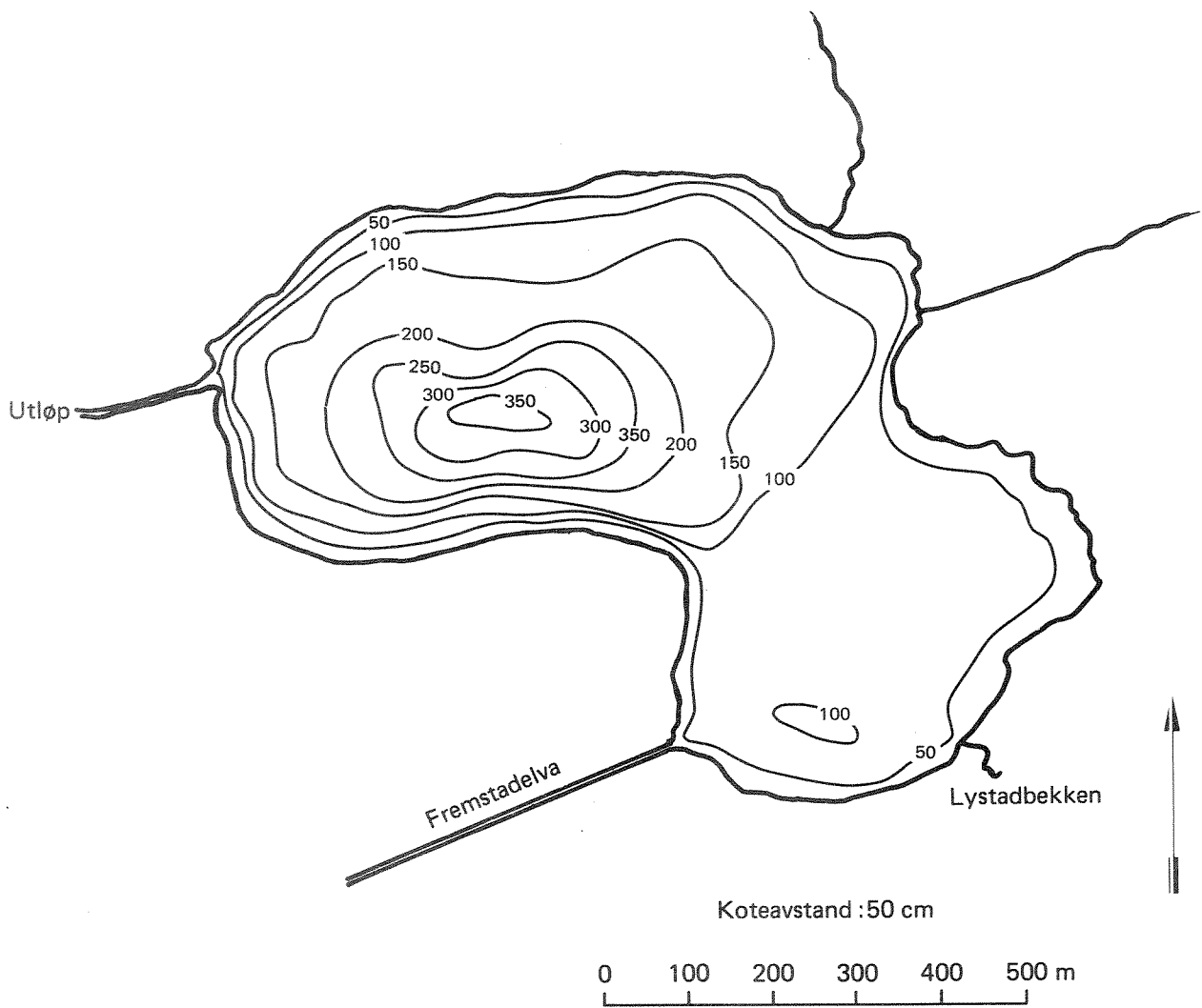


Fig 2. Litlvatn. Dybdekart.

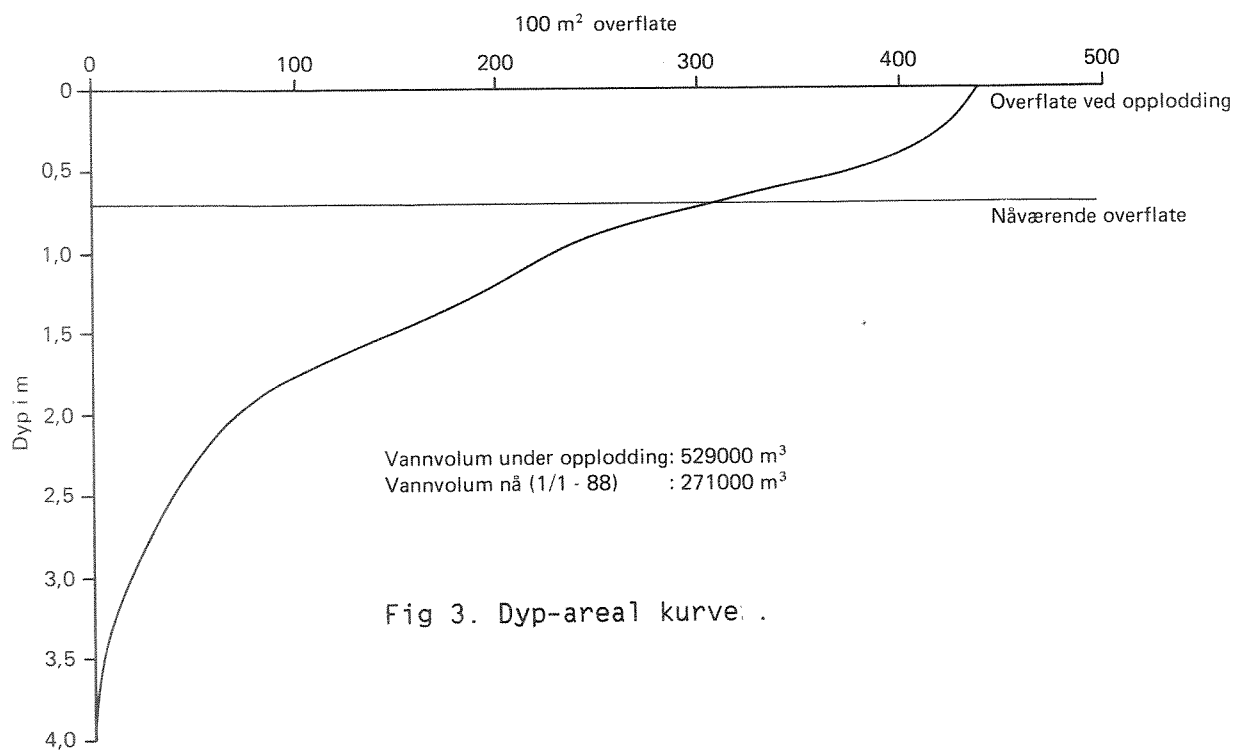


Fig 3. Dyp-areal kurve.

5 FORURENSNINGSKILDER

Litlvatnet ligger i en typisk jordbruksbygd og avrenning fra jordbruksarealer, driftsbygninger og tilførsel av kloakkvann fra bebyggelsen rundt vannet, er viktige forurensningskilder. Industri finnes ikke i området, heller ikke campingplasser, forretninger, kontorbygg o.l.

5.1. Jordbruk:

Jordbruksetaten i Agdenes har samlet inn data om jordbruksarealer, husdyrbestander osv. i det aktuelle området rundt Storvatnet og Litlvatn. De innsamlede data er vist i tabell 1.

Tabell 1.

Oversikt over jordbruksaktiviteter:

Område	Dyrket areal da	Melkekyr antall	Storfe antall ₁	Fullgjødsel tonn/år ₂	Kraftfôr tonn/år ₃	Innlagt silo m ³ ₄
Rundt Storvatnet	1140	124	170	84	360	-
" Litlvatnet	1195	115	166	72	335	2300
Totalt	2595	239	336	156	695	2300

- 1) Ufullstendig antall (oppgaver fra noen gårdsbruk mangler)
- 2) Beregningsgrunnlag er satt til 60 kg/da.
- 3) Kraftfôr satt til 8 kg/ku dag (oppgis av enkelte gårdbrukere)
- 4) Ufullstendig oppgave - bare for Litlvatn.

- Enkelte gårdbrukere opplyser at de i tillegg til husdyrhold dyrker litt rotvekster og korn.

Miljøvernavdelingen i Sør-Trøndelag opplyser at gjødselkjellerne er av alminnelig god standard dvs. uten de store lekkasjer. På enkelte gårdsbruk har det fram til i dag vært vanlig å kjøre ut og spre husdyrgjødsel på frossen mark. Det er registrert betydelig lekkasjer av silosaft fra fôrsiloene, men utbedringstiltak er satt i verk.

5.2. Bosetting

Teknisk kontor i Agdenes kommune opplyser at det bor ca. 180 personer i nedbørfeltet hvorav 70 personer bor i nedbørfeltet til Storvatnet. De fleste bosatte er ervervsmessig knyttet til jordbruksvirksomheten. Det finnes ingen oversikt over avløpsforholdene, f.eks. antall slamavskillere. Det antas at avløpet fra boligene blir ført til bekker og drengrofter som munner ut i innsjøene (se fig 4). P.g.a. at løsavsetningene i vesentlig grad består av marin leire vil vi anta at tilbakeholdelsen ved infiltrasjon i grunnen er meget beskjeden.

Det opplyses videre at Lysheim skole som ligger i kort avstand fra Litlvatn har ca. 40 elever. Avløpet herfra går via slamavskillere til Litlvatn. Videre finnes det i nedbørfeltet 50 - 80 hytter. Det er ikke gitt noen opplysninger om hyttenes beliggenhet i forhold til Litlvatn - heller ikke i hvilken grad hyttene er utstyrt med sanitærtekniske innretninger.

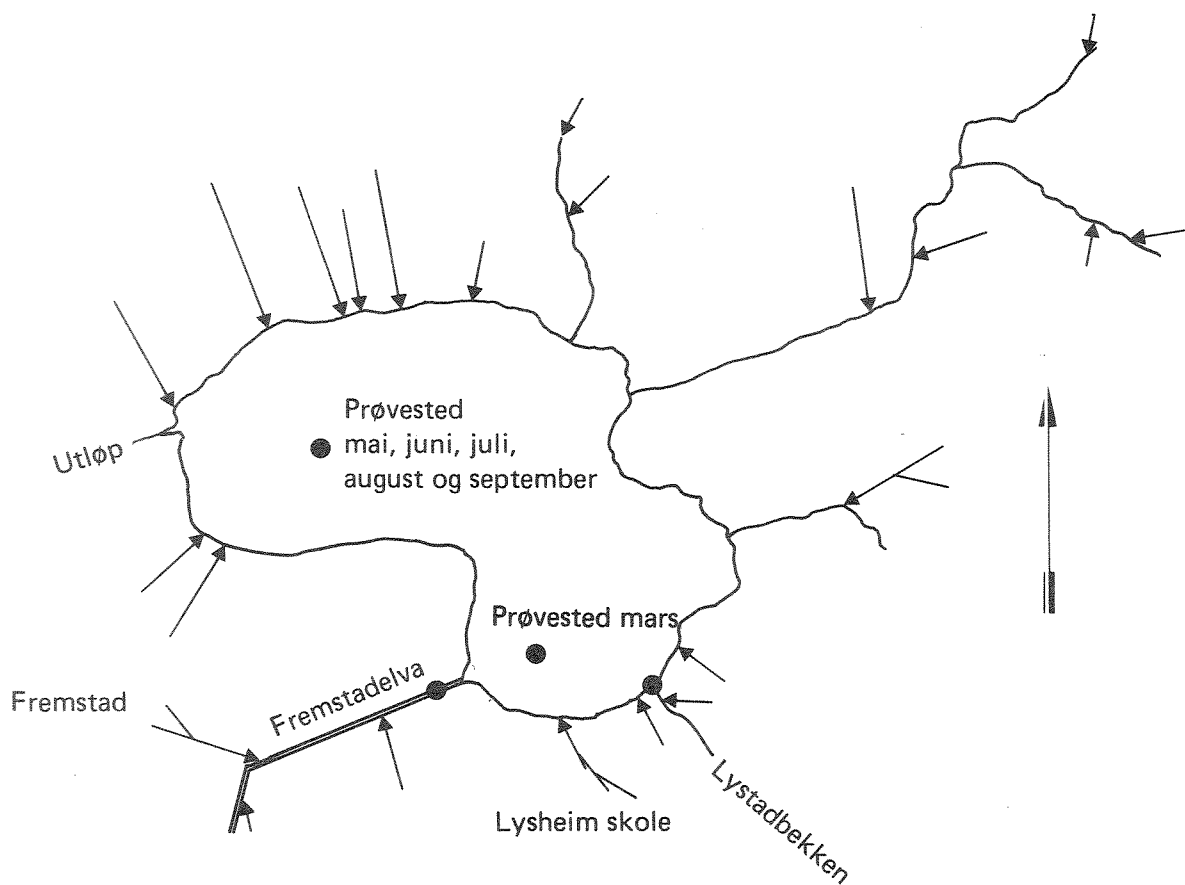


Fig 4. Litlvatn. Pilene angir sansynlig utslipp av kloakkvann. prøvestedene er avmerket.

6 FORURENSNINGSTILFØRSEL

Uklare avløpsforhold, mangelfull opplysninger om jordbruksvirksomheten og manglende tilsigsdata gjør at følgende beregninger av forurensningstilførselen blir noe spekulativ. Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder (Vennerød 1984) er ved siden av erfaring fra tilsvarende problemstillinger andre steder lagt til grunn for beregningene.

Da eutrofiering eller stor algeproduksjon er den vesentligste forurensningsvirkning, skal vi på bakgrunn av tilgjengelig informasjon teoretisk forsøke å beregne tilførselen av gjødselstoffene fosfor og nitrogen til vassdragssystemet.

6.1. Beregningsgrunnlag:

- Avrenning fra skog og utmark: Det skilles ikke her mellom skog og fjellområder. Vennerøds koeffisienter for fjellområder anvendes, dvs. 6 kg fosfor pr. km² og år og 110 kg nitrogen pr. km² og år. Skog og utmarksarealene (innbefattet vannarealene) er 28,6 km² og 2,8 km² for henholdsvis Storvatn og Litlvatn.
- Avrenningskoeffisientene for dyrket mark er 8 kg fosfor pr. km² år og 220 kg nitrogen pr. km². år. (Vennerød 1984).
- Avrenning for fôrsiloer:
I følge Vennerød (1984) blir det produsert 0,1 kg fosfor og 0,3 kg nitrogen pr. m³ innlagt silomasse. Oppgavene over innlagt silomasse er ufullstendige. På bakgrunn av de innhentede opplysninger, regner vi her med at ca. halvparten av silosaften når vassdraget. Vi antar at det produseres omtrent samme mengde silofôr rundt Storvatnet som rundt Litlvatnet.
- Avrenning fra melkerom:
Beregningsgrunnlaget er usikkert. Vennerød (1984) oppgir verdier på 0,25 kg fosfor/ku og år og 0,20 kg nitrogen pr. ku og år.
- Avrenning fra gjødselkjellere:
Et flertall av gjødselkjellerne er av relativ bra standard (opplysninger fra Miljøvernnavdelingen i Sør-Trøndelag). Vi regner her skjønnsmessig med en lekkasje på 5 % med hensyn til fosfor og nitrogen (Vennerød 1984).

- Avrenning av naturgjødning:
Forurensningsproduksjonen i kg/dyr. år er (veiledende verdier):

Storfe:	7,6 kg fosfor og 47 kg nitrogen pr. dyr pr. år
Melkekyr:	13 kg " " 83 " " " ku " "

Vi regner med (Vennerød 1984) at 2 % av fosforet og 15 % av nitrogenet tilføres vassdrag.

- Avrenning av handelsgjødsel:
Handelsgjødselens innhold av fosfor og nitrogen varierer med type gjødning. Fullgjødning som er den vanligste gjødningstype inneholder 6 vekt-% fosfor og 13,7 vekt-% nitrogen. Vi regner her med at ca. 2 % av fosforet og ca. 15 % av nitrogenet tilføres vassdrag.
- Tilførsel av kloakkvann:
I henhold til Vennerød (1984) regner vi her med at det produseres 2,5 g fosfor og 12 g nitrogen pr. person og døgn. I hvilken grad denne produksjonen når vassdrag varierer selvfølgelig med avløpsordningen, infiltrasjonsmulighetene, og hvordan bebyggelsen er lokalisert i forhold til resipienten. Skjønnsmessig setter vi her tilførselene fra bebyggelsen til 75 % av total produksjon.
- Tilførsel fra gjødsling på frossen mark:
I henhold til Miljøvernavdelingen i Sør-Trøndelag forekommer utkjøring og spredning av naturgjødning på frossen mark. Omfanget og betydningen av dette er ikke kjent og vi regner derfor ikke med et eventuelt slik bidrag her.

6.2. Belastning av fosfor og nitrogen:

Med bakgrunn i ovenfornevnte koeffisienter og oppgaver over arealfordeling, gjødselforbruk, antall husdyr og bosatte osv., er tilførselene av fosfor og nitrogen beregnet (tabell 2). Tilførselene fra Storvatnet til Litlvatn er beregnet som differansen mellom total belastning og antatt/beregnet tilbakeholdelse (sedimentasjon) i innsjøen. Tilbakeholdelsen av fosfor i Storvatnet er beregnet på bakgrunn av erfaringsmodeller. Vannets teoretiske oppholdstid er lagt til grunn. Med bakgrunn i dette er vi kommet fram til at ca. 37 % av fosforet som tilføres Storvatnet holdes tilbake i innsjøen.

Tabell 2

Tilførsel av fosfor og nitrogen til Storsvatn og Litlvatn i kg/år.

Aktivitet	Storsvatn		Litlvatn	
	Fosfor	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen
Avrenning fra skog og fjell	171,6	3146	16,8	308
Normal avr. fra dyrket mark	11,2	308	9,6	263
Avr. fra fôrsiloer	115,0	345	115,0	345
Avr. fra melkerom	31,0	25	28,8	23
Avr. fra gjødselkjellere	145,2	914	137,8	867
Avr. av naturgj. fra åker/eng	58,1	2742	55,1	2602
" " handelsgj. " " "	100,9	1726	86,4	1480
Kloakkvann fra bebyggelse	47,9	230	80,8	388
Sum	680,9	9436	530,3	6276
+ tilførsler fra Storsvatn til Litlvatn			429,0	9436
Total tilført	680,9	9436	959,3	15712

7 NEDBØR

Det Norske Meteorologiske Institutt har ingen observasjonsstasjon for nedbør i Agdenes. Den nærmeste stasjonen ligger på Ørlandet. Observasjonsresultatene herfra er neppe representative for nedbørsforholdene i Litlvatnets nedbørfelt. Dette fordi at de fuktige luftmassene som kommer inn mot Agdenes, bringes til værs av fjellformasjonene. Derved blir de avkjølet og gir fra seg nedbør (orografisk nedbør). Vi antar imidlertid at nedbørens variasjons-mønster i store trekk er den samme i det aktuelle nedbørfelt som på Ørlandet. De månedlige nedbørhøyder på Ørland er vist på fig. 5 og i tabellene appendix 1.

Sammenlignet med et normalår (jan.-nov. = 908 mm) var det lite nedbør i 1987. Spesielt var det lite nedbør i mars, juni og utover høsten fra og med september. I den aktuelle produksjonsperioden fra og med mai til og med september kom det 329 mm nedbør i 1987, mens det normale er 356 mm i samme tidsrom. Sommeren 1987 kan derfor betraktes som et normalår med hensyn til nedbør.

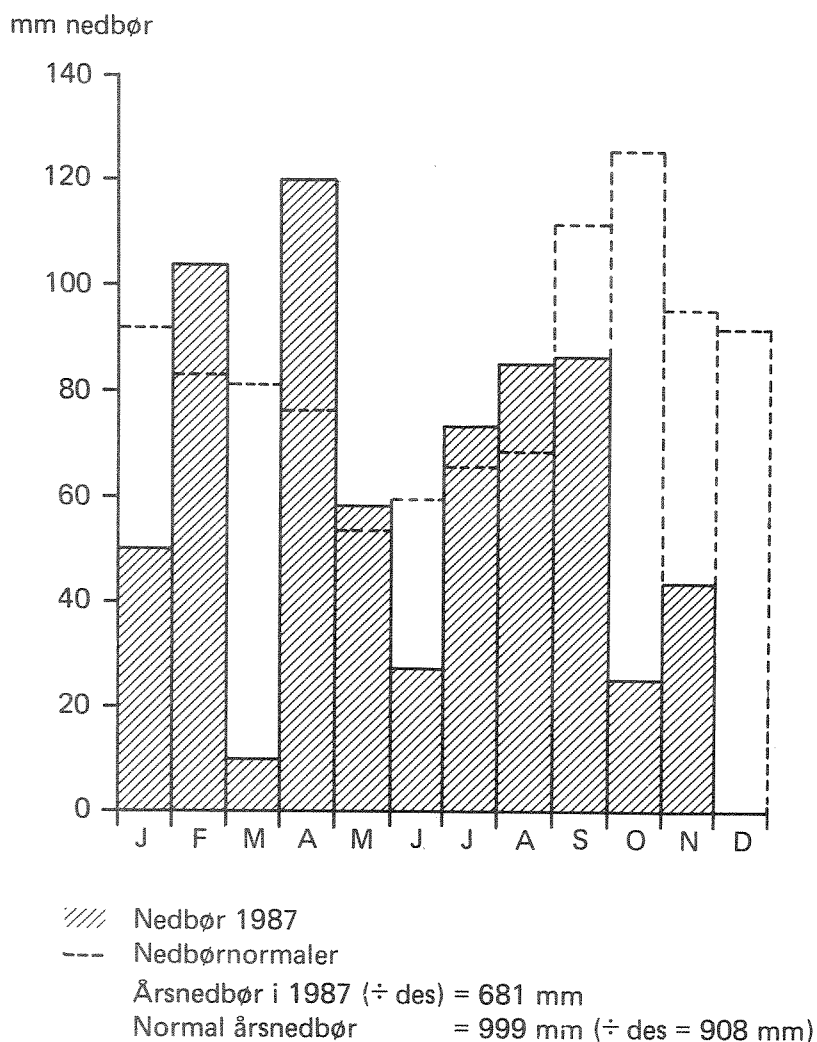


Fig 5. Nedbørforhold på Ørlandet.

8 HYDROLOGI/AVRENNING

Det finnes ingen målestasjon for vannføring i det aktuelle vassdrag. I Hydrologiske undersøkelser i Norge (NVE 1958) oppgis det at den midlere avrenning i Lennas nedbørfelt (1911-1950) er 43,5 l/s.km², og i Stjørnavassdraget 49 l/s.km². På isohydatkartet har NVE angitt 40 l/s.km² som avrenningskoeffisient for det aktuelle område. Med et nedbørfelt på 35 km² skulle i følge dette den midlere tilrenning til Litlvatn bli ca. 1,4 m³/s.

Både p.g.a. snøsmeltingen såvel som mye nedbør i april/mai, må vi anta at vannføringen var relativ stor om våren 1987, mens junivannføringen var liten. Videre utover sommeren (juli/august) var vannføringen anta-

kelig som normalt for årstiden. Utover høsten var vannføringen langt lavere enn normalt.

9 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab, Museet i Trondheim gjennomførte i 1976 en biologisk undersøkelse i Litlvatnet. Hensikten med denne undersøkelse var å fremskaffe datagrunnlag for vurdering av verneinteressene.

Disse data samt data som er samlet inn over en 10-årsperiode (fra slutten av 60 årene til slutten av 70 årene) i forbindelse med feltkurs ved universitetet i Trondheim, er lagt til grunn for en rapport ved Kongelige Norske Videnskabers Selskab, Museet i Trondheim.

[Karl Baadsvik & Jon Suul (red), 1977: Biologiske registreringer og verneinnteresser i Litlvatnet, Agdenes i Sør-Trøndelag. Botanisk serie 1977-4]. Denne rapport konkluderer med følgende:

- Den høyere vegetasjonen i vatnet var meget godt utviklet. Det ble konstatert at det i løpet av de siste 10-12 år (fram til 1977) var skjedd betydelige vegetasjonsforandringer i Litlvatn og det forelå klare tegn på at vatnet var i ferd med å gro igjen.
- Høsten 1976 ble det målt algebiomasse på størrelse med hva man normalt finner i eutrofe innsjøer. Det ble bl.a. konstatert betydelige mengder av blågrønnalger og diatomeer under høstsituasjonen.
- Det ble registrert et artsrikt dyreliv (invertebrater) med en rekke sorter som er sjeldne i Trøndelag, men som er vanlige i eutrofe (produktive) vannforekomster i Sør-Skandinavia. Tettheten av bunnfaunene var usedvanlig stor.
- Det ble videre registrert et rikt fugleliv. Innsjøen og dens strandområder fungerer bl.a. som raste- og hvileplass i trekketidene, som hekkeplass m.m.
- Vannet var kalkrikt med høyt innhold av klorider (sjøsprøyt).
- Innsjøen ble karakterisert som særlig verneverdig og betraktet å stå i en særstilling i Sør-Trøndelag i så måte.

- Verneverdien ble betraktet som truet p.g.a. stor tilførsel av gjødselstoffer samt at vannstandssenkinger kan ødelegge innsjøen totalt som naturvernområde.
- Det ble sterkt anbefalt å redusere tilførselen av gjødselstoffer.

10 DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE

I 1987 ble det i tidsrommet 25. mars til 14. september samlet inn kjemiske prøver fra Litlvatn i alt 6 ganger. Dessuten ble det samlet inn prøver for næringssaltanalyser fra Fremstadbekken og Lystadbekken (nedenfor Lystadbakken dvs. nærmest Fremstadbekken) i alt 3 ganger. Bakteriologiske prøver fra Litlvatnet ble samlet inn to ganger, nemlig den 25. mars og 26. august.

Prøvetakingsstedene er avmerket på fig. 4. Prøvene ble samlet inn av Miljøvernavdelingen i Sør-Trøndelag (Hallvard Berget) og analysearbeidet ble utført av Trondheim offentlige Kjøtt- og Næringsmiddelkontroll. Angående anvendt analysemetodikk henvises til denne instans.

Resultater (tabell 3):

Vannets surhetsgrad (pH) varierte fra 7,0 til 7,6 dvs. en basisk reaksjon. Konduktiviteten som er et mål for vannets innhold av salter, er relativt høy og viser at vannet er godt bufret - dvs. effektiv barriere mot sur nedbør. Vannets innhold av organisk stoff (TOC) er ikke spesielt høy, men verdiene tyder på en viss tilførsel av humustoffer - planteplankton - produksjonen kan også ha en viss betydning. 26. august inneholdt vannet 9,63 mg oksygen pr. l. dvs. en oksygenmetning på ca. 96 %. Vannets fosforinnhold, både totalt fosfor og fosfater, var høyt. Det totale nitrogeninnholdet samt ammoniuminnholdet var høyt, mens nitratinholdet var lavt. Klorofyllverdiene som er et mål for vannets innhold av planteplankton var relativt høyt.

Næringssaltkonsentrasjonen i Fremstadbekken og Lystadbekken var høy - dette gjelder spesielt Lystadbekken (nærmest Fremstadbekken dvs. nedenfor Lystadbakken).

De bakteriologiske analyseresultater viser at vannet er betydelig påvirket av kloakkvann. Dette kommer spesielt tydelig til uttrykk gjennom verdiene for termotolerante koliforme bakterier, disse bakterier er nemlig klare indikatorer på innhold av tarmbakterier fra mennesker.

Tabell 3

Litlvatn. Kjemiske analyseresultater 1987.

(Bl. pr. = blandprøver fra 1 og 2 mm)

Parameter	25/3	20/5	29/6	20/7	26/8			14/9
					Bl.pr.	0 m	1 m	
pH	6,98	7,37	7,65	7,44	7,34	7,32	7,45	7,41
Konduktivitet m S/m	10,2	8,1	12,1	12,5	10,6	10,4	10,6	11,6
TOC mg C/l	5,7		5,7			5,5	5,3	
Total fosfor $\mu\text{g P/l}$	28,0	27,5	45,0	28,9	27,1	16,4	17,6	23,2
Fosfatfosfor $\mu\text{g P/l}$	10,2			9,6		5,5	2,5	
Total nitrogen $\mu\text{g N/l}$	543	431	322	421	288	416	345	472
Nitrater $\mu\text{g N/l}$	63	7	4	1	10	< 5	< 5	16
Ammonium $\mu\text{g N/l}$			39	55				
Oksygen $\mu\text{g O}_2/\text{l}$							9,63	
Klorofyll $\mu\text{g k1a/l}$		8,4	4,5					
Temperatur, $^{\circ}\text{C}$			14,0	18,5	13,6	13,7	13,7	

Tilløpsbekker:

Parameter	Fremstadsbekken			Lystadbekken		
	20/5	20/7	23/9	20/5	20/7	23/9
Total fosfor, $\mu\text{g P/l}$	19,1	28,8	19,8	150	tørr	50
Total nitrogen, $\mu\text{g N/l}$	257	292	270	2757	tørr	1129

Bakteriologiske analyseresultater

Parameter	Benevn.	25/3		26/8	
		0 m	1 m	0 m	1 m
Kimtall, 20°C	pr. ml	290	330	370	190
Kimtall, 37°C	pr. ml	32	50	211	71
Koliforme bakt. (membran)	pr.100 ml	204	212	200	200
Termotolerante bakt. (filterm)	pr.100 ml	3	3	34	2
Fekal streptokokker	pr.100 ml	2	2	42	0
Clostridium perfringens	pr.100 ml	5	10	90	50

11 DISKUSJON

Ca. 35 % av Litlvatnets lokale nedbørfelt er dyrket mark med intensivt husdyrhold. I tillegg kommer noe beiteareal. Da de dyrkede arealene i vesentlig grad består av marin leire og ligger tett opp til innsjøen tilføres denne betydelige gjødselmengder fra åker og eng, utette gjødselkjellere og forsiloer samt fra den omliggende bebyggelse. I følge våre teoretiske beregninger er de årlige næringssalttilførsler fra det lokale nedbørfelt ca. 536 kg fosfor og ca. 6386 kg nitrogen. I tillegg kommer årlig da. 429 kg. fosfor og ca. 9436 kg nitrogen fra Storvatnet.

Vannstanden i Litlvatnet er i løpet av det siste århundre senket flere ganger for å utvinne nytt åkerareal. I begynnelsen av 1960-årene ble en sone på over 200 m i den østre del av vannet tørrlagt på denne måte. I forbindelse med opprensning av utløpselva (kanalen) våren 1987 ble vannstanden senket ytterligere ca. 70 cm. Innsjøens vannvolum ble derved omtrent halvert.

Innsjøens totale nedbørfelt er på ca. 35 km² og med en midlere avrenning på 40 l/s.km² blir vannets teoretiske oppholdstid i innsjøen ca. 2.2 døgn i middel. I lavvannsperioder er selvfølgelig vannets oppholdstid mye lengere.

De grunne innsjøpartier særlig i de østre områder er sterkt bevokst med høyere vannvegetasjon. I følge Baadsvik og Suul (1977) har denne vegetasjonen i betydelig grad økt og endret karakter i løpet av de siste 20-25 år - det var allerede den gang (1977) klare tegn på igjengroing. Vi antar at vannstandssenkingen som fant sted våren 1987 forsterker denne tendens ytterligere. Vannvegetasjonen vil sannsynligvis bre seg til stadig større områder av vannet slik at Litlvatnet etterhvert kan utvikle seg til et frodig sumpområde og derved miste mye av sine kvaliteter som fuglebiotop, fiskelokalitet osv.

P.g.a. at Litlvatnet ligger i et område med marine avsetninger er vannkvalitetene svakt basisk og har som overflatevannkilde et høyt innhold av salter etter norske forhold. Vannet er noe påvirket av organisk stoff. Innsjøens vannmasser sirkulerer og omblendes gjennom hele den isfrie periode. Følgelig er vannet godt mettet med oksygen i denne periode. I hvilken grad det kan oppstå redusert oksygeninnhold under isen om vinteren er ikke kjent, på bakgrunn av den store vanngjennom-

strømning er det lite trolig at oksygenmangel gjør seg gjeldende i hovedvannmassene, i strandområder/bakevjer er imidlertid mulighetene for slike tilstander tilstede.

Litlvatnet tilføres i betydelig grad gjødselstoffer (fosfor og nitrogen fra den omliggende jordbruksvirksomhet og bebyggelse). I følge våre teoretiske beregninger fordeler tilførselene seg på de ulike kilder i henhold til oppstillingen i tabell 4.

Tabell 4

Teoretisk beregnet fosfor og nitrogentilførsler fordelt på kilder.

Innsjø	Aktivitet	Belastning kg/år	%	Belastning kg/år	%
Storvatn	Naturlig tilf	182,8	27	3454	37
	Jordbrk. aktivitet	450,2	66	5752	61
	Boligkloakk	47,9	7	230	2
	Sum	680,9	100	9436	100
Litlvatn	Naturlig tilf.	26,4	5	571	9
	Jordbr. aktivitet	423,1	80	5317	85
	Boligkloakk	80,8	15	388	6
	Sum	530,3	100	6276	100

I tillegg til tilførsel fra de lokale områder, mottar Litlvatnet ca. 429 kg fosfor og ca. 9436 kg nitrogen pr. år fra Storvatnet.

På bakgrunn av de teoretiske verdier for belastning og vannføring, blir konsentrasjonene for fosfor og nitrogen følgende:

Storvatn: 18 µg P/l og 249 µg N/l

Litlvatn: 21,9 µg P/l og 358 µg N/l

Middelverdiene av de målte verdier for fosfor og nitrogen i Litlvatnet er 26,7 $\mu\text{g P/l}$ og 405 $\mu\text{g N/l}$. Tilsvarende middelveier av måleresultatene fra Fremstadbekken hvor vannkvaliteten burde være i overensstemmelse med Storvatnets, er 22,6 $\mu\text{g P/l}$ og 27,3 $\mu\text{g N/l}$. P.g.a. altfor få målinger er ikke middelverdiene reelle, men de viser imidlertid at de teoretisk beregnede og målte verdier er av samme størrelseorden.

De mest iøynefallende ved verdiene i tabell 4 er jordbruksvirksomhetens bidrag til de høye konsentrasjoner av fosfor og nitrogen. For fosforets vedkommende utgjør jordbruksbelastningen 66 og 80 % av den totale belastning for henholdsvis Storvatnet og Litlvatnet. Tilsvarende verdier for nitrogen er henholdsvis 61 og 85 %. Selv om vi må anta at relativt sett en større del av fosfortilførselene fra jordbruket er partikulert fosfor, kan det likevel konstateres at jordbruket er den dominerende kilde hva næringssalttilførselen angår. Dette gjelder både Storvatnet og Litlvatnet.

Nitratkonsentrasjonene i Litlvatn var meget lave på alle observasjon-dager sommeren 1987. Dette har sammenheng med planteplanktonets/makrovegetasjonens forbruk av næringsalter. I de fleste ferskvannsforkomster i Norge er fosforet begrensende for plantevekst. For Litlvatnets vedkommende synes det derimot som om nitrat er det vekstbegrensende stoff. Den 20. juli f.eks. var nitratkonsentrasjonen 1 $\mu\text{g N/l}$, mens verdien for fosfatfosfor (som er lett tilgjengelig for algevekst) var hele 9,6 $\mu\text{g P/l}$. Eventuelle tiltak for å redusere vekstpotensialet i Litlvatn bør derfor omfatte reduksjonen av både fosfor, og nitrogentilførselen.

Vannets innhold av klorofyll som er et mål for algebiomasse, ble målt den 20. mai og 29. juni. På begge dager ble det målt relativt høye verdier (8,4 og 4,5 $\mu\text{g kl/l}$). Erfaringsmessig er større innsjøer i en klar eutrofierende utvikling når klorofyllinnholdet som middel over

sommeren overstiger 2 $\mu\text{g kl/l}$. I grunne innsjøer bør klorofyllverdier opp mot 4 $\mu\text{g kl.l}$ kunne aksepteres uten at noen "alvorlig fare" er på ferde. De observerte verdier ligger betydelig over dette nivå.

Planteplanktonets artssammensetning ble ikke bestemt ved denne undersøkelse. Den 14. september 1976 (Baadsvik og Suul 1977) var innslaget av blågrønnealger (Oscillatoria Agardii) 48,6 % og diatomeer (Asterionella formosa) 47,8 % av det totale algevolum som på denne dag var meget høyt (1.394,5 mg/m^3 -våttvekt). Begge disse arter, spesielt den førstnevnte er karakteristiske for sterkt eutrofe eller produktive innsjøer.

Det bør også nevnes i denne forbindelse at flere arter av blågrønnalger er giftproduserende. På Jæren f.eks. har det flere ganger vært registrert fiske- og husdyrdød p.g.a. algeforgiftning.

Da nitrogen synes å være den begrensende faktor for algevekst, er det vanskelig å beregne nødvendig forurensningsreduksjon, men på bakgrunn av modellbetraktninger og kvalifisert skjønn er vi kommet frem til at fosfortilførselen til Litlvatnet bør reduseres med ca. 400 kg/år og nitrogentilførselen med ca. 6000 kg/år før noenlunde stabile produksjonstilstander uten blågrønnalger kan forventes.

De bakteriologiske analyseresultater viser også at vannet er betydelig påvirket av tarmbakterier. Tilstedeværelsen av slike bakterier kan taes som indikasjon på at sykdomsfremkallende bakterier kan være tilstede. De anvendte indikatotbakterier (koliforme bakterier) stammer nemlig fra menneskers og varmblodige dyrs (også fuglers) tarmkanaler. Termotolerante koliforme bakterier er mer spesifikk for mennesker og tilstedeværelsen av disse i så store mengder som i Litlvatn, kan taes som et sikkert tegn på at vannet er påvirket av kloakkvann. Imidlertid er ikke bakterieinnholdet noe hinder for bading (friluftsbad).

LITTERATUR

Baadsvik, Karl & Jon Suul (red), 1977:
Biologiske registreringer og verneinteresser i Litlvatnet, Agdenes i
Sør-Trøndelag.
Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet.
Rapport. Botanisk Serie 1977-4.

Norsk Vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) 1958:
Hydrologiske undersøkelser i Norge.
NVE - Hydrologisk avdeling.

Vennerød, Kaare 1984:
Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførselen til vassdrag
og fjorder.
NIVA-rapport o-82014/F82436 - 1984.

7155 ØRLAND III

FYLKE: SØR-TRØNDELAG KOMMUNE: 1621 Ørland

9 M.O.H.

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1987

DATO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
01.	6.8*	1.6-	.	1.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.1			
02.	1.4*	1.1-	.	0.0	11.6	0.0	6.9	.	0.5			
03.	1.6*	.	0.1*	.	0.0	.	1.4	7.2	1.3			
04.	0.2*	19.5	0.0*	.	.	1.3	0.4	7.1	.			
05.	1.0*	11.5	.	.	1.6	6.9	4.0	3.0	0.6			
06.	0.4*	7.6	.	0.0-	4.6	.	2.5	10.8	.			
07.	0.1*	2.0-	.	0.0	3.8	.	3.4	7.5	4.7			
08.	5.2-	2.4*	.	0.5	0.6	1.5	0.9	.	0.5			
09.	0.7*	3.6*	.	.	14.2	0.1	3.3	.	1.0			
10.	.	0.0*	.	.	4.3	0.2	7.2	.	2.5			
11.	.	.	.	.	7.0	0.1	7.3	.	0.0			
12.	.	0.3*	0.1*	0.0	.	0.0	0.0	.	1.5			
13.	.	0.0*	2.0*	4.2	.	.	1.5	0.0	8.0			
14.	.	0.0*	.	4.3	0.3	0.0	0.4	.	0.4			
15.	.	3.2*	0.0*	0.8	4.4	0.0-	.	.	5.3			
16.	1.5*	0.6*	0.6*	9.2	.	0.0	.	.	2.7			
17.	.	2.8*	4.3*	4.1	.	.	.	.	.
18.	.	0.0*	.	0.6	0.5	0.6	.	1.0	0.4			
19.	.	5.1*	.	.	1.0	1.5	.	8.2	10.5			
20.	0.3*	2.6-	.	.	1.3	0.7	.	1.1	16.5			
21.	3.6-	13.7	.	6.4	2.2	2.4	.	5.0	0.8			
22.	.	16.5-	.	22.6	.	0.0	.	0.0	8.5			
23.	0.0*	5.3*	.	3.7	0.0	0.9	0.1	0.0	3.1			
24.	2.4-	3.0*	.	1.3	0.0	2.9	6.9	.	1.5			
25.	3.0-	0.6*	0.5*	22.6	.	0.0	3.7	.	.			
26.	4.5*	0.5-	.	2.0	0.0	7.0	6.2	.	3.8			
27.	2.8*	0.0	0.3*	6.4	.	0.4	4.4	9.0	5.4			
28.	2.2*	.	.	13.3	.	0.0	8.9	0.0	5.3			
29.	.	.	0.0	13.8	.	0.0	3.0	10.8	0.8			
30.	3.8-	.	1.8-	2.0	.	0.3	0.0	13.5	0.1			
31.	8.7	.	0.6-	.	.	.	0.0	0.2	.			
SUM	50.2	103.5	10.3	119.5	57.4	26.8	73.0	84.4	85.8			

AVRUNDETE VERDIER

SUM	50	104	10	120	58	27	73	85	86			
NOR	92	83	81	76	53	59	65	68	111	125	95	91
PRD	54	125	12	158	109	46	112	125	77			

ARSSUM: * ARSNORMAL: 999 ARSPROSENT: *

MERKNADER ETTER NEDBØRHØYDEN HAR FØLGENDE BETYDNING:

INGEN MERKNAD NEDBØREN HAR FALT SOM REGN

* NEDBØREN HAR FALT SOM SNØ

- NEDBØREN HAR FALT SOM SNØ OG REGN ELLER BARE SLUDD

+ NEDBØREN HAR FALT SOM DUGG ELLER RIM

HELT BLANKT FELT FOR NEDBØRHØYDEN BETYR AT DATA MANG-
 LER HELT ELLER DELVIS I MÅNEDEN.

NEDBØREN ER MÅLT PÅ ANGITTE DATO KL 07/08 OG ER FALT I
 LØPET AV DE FOREGÅENDE 24 TIMENE.

7155 ØRLAND III

Kommune: ØRLAND

9 moh

DT	LUFTTEMPERATUR				Tm	Tx	Tn	SKY- DEKKE	NEDBØR i mm		
	01	07	13	19					R07	R19	R
1	6.6	5.7	6.4	3.6	5.0	7.7	3.1	8736	2.6	0.0	6.2
2	5.7	7.7	7.7	8.1	7.1	8.8	3.6	7887	0.0	1.2	0.0
3	7.5	6.4	8.7	9.2	7.8	9.3	6.1	6288	0.2	0.0	1.4
4	9.2	9.7	8.8	8.2	9.2	11.0	7.8	8877	1.2	0.0	1.2
5	9.7	9.5	9.6	9.4	9.3	10.0	8.2	8888	0.6	0.0	0.6
6	9.6	8.7	5.2	3.5	6.3	9.6	3.5	8888	1.4	13.9	1.4
7	3.1	1.5	1.8	0.6	1.6	3.8	0.5	8888	1.5	4.1	15.4
8	0.9	-0.7	0.2	-0.6	-0.5	1.2	-1.8	7675	1.1	1.3	5.2
9	0.5	-0.8	-0.4	-1.4	-0.8	0.5	-1.5	7761			1.3
10	-1.2	-0.5	3.7	2.5	1.2	4.5	-1.7	6677			
11	1.9	1.1	1.2	0.3	1.0	2.5	0.2	7513	0.0		0.0
12	0.4	3.2	5.4	4.8	3.3	5.6	-0.4	3577		0.0	
13	5.5	4.3	5.4	5.4	4.8	5.8	3.6	7221	0.0		0.0
14	5.0	5.0	7.0	6.3	5.5	7.4	3.3	2332			
15	4.4	4.6	4.7	4.0	4.6	6.6	3.0	1573		0.0	
16	2.6	4.4	6.6	3.7	4.3	6.8	2.3	1123			0.0
17	5.6	4.7	6.5	5.4	4.8	6.6	2.6	8677		0.3	
18	5.5	5.0	4.9	4.6	4.9	6.4	3.5	7773	0.5	0.2	0.8
19	5.0	3.7	5.0	4.6	4.4	5.9	3.5	8873	5.8	0.0	6.0
20	3.3	2.9	2.8	1.0	2.2	4.6	0.2	1111			0.0
21	0.6	0.7	3.1	4.0	2.2	4.2	0.0	1577		0.0	
22	3.9	2.2	3.7	4.6	3.3	4.7	1.5	8876	1.1	0.0	1.1
23	4.1	3.8	3.4	2.9	3.6	4.9	2.6	3566			0.0
24	2.0	1.0	1.2	0.8	1.3	3.0	0.4	3288		0.7	
25	0.8	0.8	0.4	-0.5	0.3	1.4	-0.5	3111	0.5		1.2
26	-0.7	-1.0	-0.6	-1.4	-1.0	-0.1	-1.4	1100			
27	-2.6	-3.4	-2.4	-0.9	-2.1	-0.7	-3.5	1167			
28	0.3	1.2	1.1	0.5	0.6	1.5	-1.0	7412	1.6		1.6
29	-0.3	-0.8	-1.0	-1.2	-0.7	0.7	-1.4	1013			
30	-0.5	0.3	3.2	4.7	2.4	5.8	-1.3	7687		3.5	
MIDDEL:	3.3	3.0	3.8	3.2	3.3	5.0	1.5		SUM:		43.4

Max dæontemp 9.3 dato 5. Max pos. endring av Tm 3.1 dato 29.
 Min dæontemp -2.1 dato 27. Max neg. endring av Tm -4.7 dato 6.
 Abs. maxtemp 11.0 dato 4. Max dæonamplitude 7.1 dato 30.
 Abs. mintemp -3.5 dato 27. Max dæonnedbør 15.4 dato 7.
 Tm-avvik av normalen: -0.2 Nedbørssum i % av normalen: 45

Dæon med:

Tm<0 Tn<-10 Tn<0 Tx<0 Tx=20 Tx>25 R)=0.1 R)=1.0 R)=10.0 R)=25.0
 5 0 10 2 0 0 13 11 1 0

Stasjoner som ikke observerer kl 01, har tom 01-kolonne

TEMPERATUR 01,07,13,19: temperatur ved respektive tidspunkt

Tm: dæonmiddel Tx: maksimum Tn: minimum

SKYDEKKE skydekke målt i attendedeler kl 01,07,13,19 eller 07,13,19

0=skvyfritt og 8=overskvet, 9=himmel ikke synlig

NEDBØR R07: nedbør kl 19-07 R19: nedbør 07-19 R: nedbør fra kl 07 fore-
 gående dæon til kl 07 dette dæon. Noen stasjoner har ikke R19.

7155 ØRLAND III

Kommune: ØRLAND

9 msh

LUFTTEMPERATUR

DT	LUFTTEMPERATUR							SKY- DEKKE	NEDBØR i mm		
	01	07	13	19	T _m	T _x	T _n		R07	R19	R
1	6.3	4.9	9.0	7.0	6.8	10.4	4.9	1211			
2	4.6	5.7	11.6	9.5	7.9	12.0	4.3	5773	0.0		
3	8.8	7.1	11.7	10.2	8.7	12.1	5.4	1678			0.0
4	9.0	8.9	9.1	7.2	8.5	10.7	7.2	8822			
5	5.6	5.8	10.5	11.3	8.3	11.7	4.2	1368	0.0		
6	11.1	11.6	11.7	11.9	11.5	12.8	9.8	5867		0.9	0.0
7	10.8	8.4	7.5	8.1	9.0	12.6	7.0	8772	0.2	3.2	1.1
8	6.1	9.7	11.5	13.7	10.6	13.9	5.2	7786		0.1	3.2
9	14.6	13.0	8.4	7.6	10.8	15.0	7.5	2783		5.0	0.1
10	7.5	9.3	12.6	13.4	11.2	15.6	6.3	1777		0.0	5.0
11	13.1	13.4	14.2	15.2	14.2	16.0	12.2	7777			0.0
12	9.5	8.9	10.9	8.0	10.3	16.2	8.0	3268	0.1		0.1
13	6.2	7.6	12.1	8.2	8.5	12.5	5.7	8888	10.2	0.0	10.2
14	7.8	6.6	11.6	10.8	8.9	11.6	6.5	8114	0.0		0.0
15	10.6	10.4	12.1	12.1	11.2	12.3	10.1	2768			
16	11.5	12.8	14.4	16.8	14.2	16.9	10.2	7873		0.5	
17	15.7	14.5	14.6	11.8	13.7	18.3	10.2	7771			0.5
18	9.3	10.3	12.2	11.0	10.8	13.2	8.5	2614		0.0	
19	10.5	10.9	12.7	12.1	11.7	13.5	10.1	2477			0.0
20	11.0	10.0	12.7	11.4	11.2	13.8	9.7	4377			
21	10.3	10.1	11.9	10.7	10.6	12.0	9.7	1262			
22	10.5	9.8	11.6	10.3	10.3	11.8	9.4	2212			
23	9.6	8.5	8.2	7.8	8.6	10.6	7.5	1372			
24	7.0	6.5	7.6	6.2	6.7	7.9	6.0	4163			
25	3.1	4.1	5.7	7.2	5.3	7.2	2.8	4157			
26	7.6	6.7	7.9	7.2	7.0	8.2	5.9	7676		0.0	
27	6.9	7.7	8.8	8.3	8.1	9.5	6.7	3674			0.0
28	9.0	9.9	11.1	8.7	9.3	11.4	7.2	8878	2.0	2.5	2.0
29	8.3	7.6	8.0	6.5	7.6	9.6	6.5	6374	0.1	0.0	2.6
30	4.9	3.7	5.1	5.7	4.8	6.5	3.4	4567			0.0
31	6.5	6.7	6.4	7.2	6.9	8.1	5.4	7887	0.0	3.6	0.0
MIDDEL:	8.8	8.7	10.4	9.8	9.5	12.1	7.2		SUM:	24.8	

Max døgntemp 14.2 dato 11. Max pos. endring av T_m 3.2 dato 5.
 Min døgntemp 4.8 dato 30. Max neg. endring av T_m -3.9 dato 11.
 Abs. maxtemp 18.3 dato 17. Max døgnaplitude 9.3 dato 10.
 Abs. mintemp 2.8 dato 25. Max døgnedbør 10.2 dato 13.
 T_m-avvik av normalen: 2.9 Nedbørssum i % av normalen: 20

Døgn med:

T_m<0 T_n<-10 T_n<0 T_x<0 T_x>=20 T_x>=25 R)=0.1 R)=1.0 R)=10.0 R)=25.0
 0 0 0 0 0 0 9 6 1 0

Stasjoner som ikke observerer kl 01, har tom 01-kolonne

TEMPERATUR 01,07,13,19: temperatur ved respektive tidspunkt

T_m: døgnmiddel T_x: maksimum T_n: minimum

SKYDEKKE skydekke målt i åttendedeler kl 01,07,13,19 eller 07,13,19

0=skvifritt og 8=overskvet, 9=himmel ikke synlig

NEDBØR R07: nedbør kl 19-07 R19: nedbør 07-19 R: nedbør fra kl 07 fore-
 gående døgn til kl 07 dette døgn. Noen stasjoner har ikke R19.

rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sigevann fra søppelfyllplass.
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskemikalier
ved Sandvika renseanlegg.
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske
råvannskilder
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge
Research Proposal
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging
av PAH-tilførsler til norske vannforekomster
A3-25 Lasse Berglind. Mars 1980
- 5/80 Mobil avvanning av septikslam
Utprøving av septikbil »HAMSTERN»
O-80019 Bjørn-Erik Haugan. November 1980
- 6/80 Tilføringsgrad
Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon
ved Monserud kloakkrenseanlegg. Del 1
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad
Forurensningstilførsler og beregning av
tilføringsgrad for Monserud renseanlegg i 1979. Del 2
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 8/80 Overløp i avløpsnett
Tilstand i dag og mulige tiltak
C2-32 Eivind Lygren. September 1980
- 9/80 Sikring av vannforsyning i Oslo mot
forensninger ved uhell eller sabotasje
Vurdering av faremomenter. (Sperrert)
O-79084 Egil Gjessing, Jens J. Nygård. September 1980
- 10/80 Important aspects of water treatment in USA
XT-25 Eilen Arctander Vik. Juli 1980
- 11/80 Myrgrøfting, effekt på vannkvalitet
Noen observasjoner fra grøftet myrområde
i Røyken 1971-79
XK-05 Egil Gjessing. September 1980
- 12/80 Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg
F-80417 Torbjørn Damhaug. November 1980
- 13/80 Hvirveloverløp
Avskilling av sedimenterbart materiale og
flyttestoffer i overløpsvann
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H₂O₂ in water and
wastewater treatment
Research Proposal
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by
electrolytic addition of aluminium followed by
direct filtration
Research Proposal
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries
A desk survey about planning and ongoing
research projects
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forsøkshall Sentralrenseanlegg Vest SRV
Notat
Arild Schanke Eikum, Arne Lundar. Februar 1981
- 4/81 Alkalization/hardening of drinking water
Research proposal
G-314 Egil Gjessing. Februar 1981
- 5/81 Tiltak mot forurensning fra fiskeoppdrett
Behandling av vann i resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrett
Forskningsprogram 1981-1984
FP-80802 Arild Schanke Eikum, Eivind Lygren. Mai 1981
- 6/81 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 2
O-80018 Svein Stene Johansen. Mai 1981
- 7/81 Kalking av tilløp til lille Asketjern for fjerning av humus
Innledende forsøk. O-81065 Eilen Arctander Vik. August 1981
- 8/81 Tilføringsgrad for oppsamlingsnett
Status for eksisterende målinger
O-80055 Lasse Vråle. August 1981
- 9/81 A Water Pricing Study for Western Province,
Zambia. Draft !
O-81022 Svein Stene Johansen. September 1981
- 10/81 Fjerning av humus ved H₂O₂ tilsetning
og UV - bestråling
F-80415 Lasse Berglind. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge
European practice
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

- 12/81 Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann
Buhrestua renseanlegg. Nesodden
O-80093 Lasse Vråle. Desember 1981
- 13/81 Analyse av vannbehov i husholdninger, næringsvirksomhet
institusjoner og til kommunaltekniske formål
O-78028-01 Svein Stene Johansen, Kim Wedum. Desember 1981
- 1/82 Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann
ved ammoniakkavdrivning
F-81427 Torbjørn Damhaug. Mars 1982
- 2/82 Rensing av sigevann fra søppelfyllplasser
OF-80606 Torbjørn Damhaug. Juni 1982
- 3/82 Hvirvelkammer og hvirveloverløp
Regulering av vannføring og rensing av overløpsvann
O-79090 Eivind Lygren, Kim Wedum. Mai 1982
- 4/82 Avvanning av septikslam i container
O-81104 Bjarne Paulsrud. August 1982
- 5/82 Kalibrering og justering av vannføringsmålere
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 Vurdering av driftsinstrukser og driftsforhold
ved renseanlegg rundt Indre Oslofjord
O-82004 Arne Lundar, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 7/82 Styring av kjemikaliedosering ved kjemiske renseanlegg
Erfaringer med bruk av ledningsevne som styringsparameter
O-82025 Torbjørn Damhaug, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 8/82 Strålingskjemisk oksydasjon av organisk stoff i vann
Programforslag. (Sperrert)
F-80415 Kim Wedum. September 1982
- 9/82 Slamstabilisering under høy temperatur ved bruk av rent oksygen
F-81430 Bjørn-Erik Haugan. Oktober 1982
- 10/82 Tørrværsavsetninger i fellssystemrør
O-82022 Oddvar Lindholm. November 1982
- 11/82 Treatment of septage
European practice
O-80040 Arild Schanke Eikum. Februar 1983
- 1/83 Alkalisering av drikkevann
Delrapport 1 NIVA/SIFF
F-82441 Eilen A. Vik. Mars 1983
- 2/83 Industriavløp på kommunale renseanlegg
Forbehandling av meieriavløp i luftede utjevningssasseng
Delrapport 1
O-82017 Torbjørn Damhaug. Februar 1983
- 3/83 Samlet optimalisering av avløpsrenseanlegg
og avløpsledningsnett
O-82124 Oddvar Lindholm. Februar 1983
- 4/83 Driftskontrollprogram for galvanoidindustriens renseanlegg
O-79049 Eigil Iversen. Mars 1983
- 6/83 Optimalisering av galvanotekniske industrirenseanlegg
O-82119 Eigil Iversen. Mai 1983
- 7/83 Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert
stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard
juli-oktober 1982
O-82067 Øivind Tryland. Mars 1983
- 8/83 Analyseresultater for avløpsvann fra
Mosjøen Aluminiumverk april-oktober 1982
O-82027 Øivind Tryland. Mars 1983
- 9/83 Vannforurensning ved bruk av kalksalpeter som
støvdempingsmiddel på grusveger
O-81050 Eivind Lygren, Reidun Schei. Juni 1983 (Sperrert)
- 10/83 Funksjonsprøving nr 2 av membran
kammerfilterpresser VEAS Mars 1983
O-82130 Lasse Vråle. Mars 1983
- 11/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 1
Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett
opsamlingsnett i Sydskogen, Røyken kommune
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 12/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 2
Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som
alternativ metode for beregning av tilførsingsgrad.
Resultater fra undersøkelsene ved Sydskogen,
Buhrestua og Siggerud.
O-81041 Lasse Vråle. Desember 1984
- 13/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 3
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta,
Ski kommune
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 14/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 4
Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet.
Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.
O-81041 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 15/83 A feasibility study of fishfarming in Jordan
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Sperrert)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrert)
- 17/83 Water Research in Zambia
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 18/83 Water Research in Kenya
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 19/83 Water research in Tanzania
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen, Torbjørn Damhaug. May 1984
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør
Programforslag
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrert)

- 21/83 **Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**
Fysisk-kjemisk karakterisering av drenevann og virkninger av drenevann på biologiske forhold i resipienten
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. April 1983
- 22/83 **Sandstangen vannverk**
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperret)
- 23/83 **Erfaringer med mottak av septikslam på kommunale renseanlegg**
O-82037 Bjarne Paulsrud. Juli 1983
- 24/83 **Miljøgifter i overvann**
O-83063 Oddvar Lindholm. August 1983
- 25/83 **Arealfordeling av korttidsnedbør**
O-83005, F-83450 Oddvar Lindholm. Oktober 1983
- 26/83 **Urbanhydrologi i Sverige**
En litteraturstudie
O-83092 Oddvar Lindholm. November 1983
- 27/83 **Tørrværsavsetninger i fellessystemrør**
Fase II
O-82111 Oddvar Lindholm, November 1983
- 28/83 **Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renseanlegg R-2, Lillehammer**
O-82083 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan. November 1983
- 29/83 **Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS, oktober-november 1983**
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. November 1983 (Sperret)
- 30/83 **Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperret)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. Desember 1983
- 32/83 **Suspensjoners synkehastighet**
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann
F-81434 Øivind Tryland. Desember 1983
- 33/83 **Silgrainsyre som fellingsmiddel ved SRV, VEAS Slemmestad**
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Sperret)
- 1/84 **Industriavløp på kommunale renseanlegg**
O-82017 Torbjørn Damhaug. Januar 1984
- 2/84 **Luftet lagene for rensing av sigevann**
Delrapport 1. Driftserfaringer
O-83027 Ragnar Storhaug. Februar 1984
- 3/84 **Highway pollution in a Nordic Climate**
O-79024 Eivind Lygren. Mars 1984
- 4/84 **An evaluation of large-scale algal cultivation systems for fish feed production**
O-84002 Torbjørn Damhaug et al. Februar 1984 (Sperret)
- 5/84 **Matematisk modell av avløpsrensing**
O-82124/F-83448 Oddvar Lindholm. Februar 1984
- 6/84 **Adsorption in Water Treatment**
Fluoride Removal
FP-83828 Eilen A. Vik. Februar 1984
- 7/84 **Analyse av vannføringsdata**
O-81113 Kim Wedum. Januar 1984
- 8/84 **Renseeffekt i Høistad renseanlegg med og uten tilkopling av industrielt avløpsvann**
O-83093 Øivind Tryland. April 1984
- 9/84 **Hygienisering av slam ved bruk av rent oksygen**
F-81430 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan, Gunnar Langeland. Juli 1984
- 10/84 **Slamavvanning med filterpresser ved SRV**
Økonomisk sammenligning av Lasta membran-filterpresser og Rittershaus & Blecher kammerfilterpresser
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. Mai 1984 (Sperret)
- 11/84 **Separat behandling av slamvann fra avvanning av septikslam**
Biologisk rensing ved bruk av aktivslam
O-83021 Ragnar Storhaug. Juni 1984
- 12/84 **Industriutslipp til vassdrag**
Avveininger for å beskytte resipienten, eksempel fra en tekstilbedrift
OF-81618 Bjørn-Erik Haugan, Kim Wedum. April 1984 (Sperret)
- 13/84 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Virkning av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann
F-81434 Øivind Tryland. Mai 1984
- 14/84 **Driftsassistanse**
Vannrensing, ÅSV A/S Fundo Aluminium
O-83141 Eigil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forurensningsparameter**
O-83035 Kim Wedum. August 1984
- 16/84 **Driftsoppfølging av Biovac renseanlegg for helårsbolig**
O-82101 Bjarne Paulsrud. September 1984
- 17/84 **Kalkfelling på små renseanlegg**
O-83067 Ragnar Storhaug. Oktober 1984
- 18/84 **Hygienisering av slam ved lufttilførsel (Janca-prosessen)**
O-84050 Bjarne Paulsrud, Gunnar Langeland. September 1984
- 19/84 **Utvikling av lukket mærkonstruksjon.**
Prosessløsning og optimalisering
O-84091 Kjell Maroni, Eivind Lygren, Bjørn Braaten. Oktober 1984. (Sperret)
- 20/84 **Forurensningsproduksjon fra husholdning**
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydsbogen i 1983, Røyken kommune.
F-83451 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 21/84 **Luftet lagene for rensing av sigevann**
O-83027 Ragnar Storhaug. April 1985
- 22/84 **Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984**
O-83090 Lasse Vråle. April 1985

- 1/85 **Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning**
Enkel litteraturstudie
O-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 **Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger**
O-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 **Treatment of leachate in aerated lagoons**
Lab-scale study
O-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 **Fiskeoppdrett på Granerudstøa, Nesodden**
O-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 5/85 **Oppdrett av ferskvannskreps ved Mesna Bruk A/S**
Forprosjekt
O-85126 Sigurd Rognerud, Stellan Karlson
Torbjørn Damhaug, Gösta Kjellberg. August 1985
- 6/85 **Driftsassistanse - Vannrenseanlegg ved Steens Fornikling A/S**
O-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 **Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal**
Forprosjekt
O-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperret)
- 8/85 **Driftsassistanse - Avløpsledning**
Høvik Lys A/S
O-85221 Øivind Tryland, Eigil Iversen,
Åse K. Rogne. August 1985
- 9/85 **Teknologi og miljø i oppdrettsnæring**
O-84159/O-84160 Kjell Maroni. Januar 1985
- 10/85 **Rensing av blyholdig avløpsvann.**
Undersøkelser ved Sønnak Batterier A/S
O-85222 Eigil Iversen, Øivind Tryland. September 1985
- 11/85 **Spillvarmebasert oppdrettsanlegg i tilknytning til Sauda Smelteverk A/S**
O-84167 Kjell Maroni. April 1985 (Sperret)
- 12/85 **Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt til Sentralrenseanlegg Vest, SRV.**
Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser
O-85147 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 14/85 **Vann- og avløpstekniske løsninger for Helleberg hytteområde**
Nordstul, Store-Ble, Notødden kommune
O-85292 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 15/85 **Fremdriftsrapport for Frogn Vannverk**
Perioden juni-oktober 1985
O-85211 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 17/85 **Landbasert fiskeoppdrettsanlegg i Grimstad**
O-85262/Kristoffer Næs, Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug,
Kjell Maroni, Bjørn Braaten. November 1985 (Sperret)
- 1/86 **NIVANETT på mikrodatamaskin**
O-85207 Oddvar Lindholm. Januar 1986
- 2/86 **Utvikling av resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrettsanlegg**
O-81068 Eivind Lygren, Kjell Maroni. April 1986
- 3/86 **Avfall fra skip på norske strender**
O-85174 Tor Moxnes. Mars 1986
- 4/86 **Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers renseanlegg**
O-82108 Eigil Iversen. Februar 1986
- 6/86 **Minivannverk - forsøk i full skala med prototyp**
O-84114 Tor Moxnes. Mai 1986
- 7/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget**
O-85255 Lasse Vråle. Mai 1986
- 8/86 **Virkning av dynamisk regn på hydrogram**
O-86037 Oddvar Lindholm. Juni 1986
- 9/86 **Driftserfaringer fra kalkdoseringsanlegg i vannverk**
O-86092 Jens Arne Ohren. Juni 1986
- 10/86 **Driftsundersøkelse av VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann**
O-86068 Jens Arne Ohren. Oktober 1986
- 11/86 **Følsomhetsanalyse for parametre i avløpsnettberegninger. Fase I**
O-86012 Oddvar G. Lindholm. Oktober 1986
- 12/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget Oppegård kommune**
O-86091 Lasse Vråle. November 1986
- 13/86 **Bestemmelse av tilføringsgrad**
O-86195 Lasse Vråle. November 1986
- 14/86 **Heterotrofe mikroorganismer i ledningsnett for drikkevann**
F-86635 Kari Ormerod. Januar 1987
- 15/86 **Driftserfaringer for hvirveloverløp**
O-85209, E-86638 Ole Jakob Johansen. Desember 1986
- 16/86 **Vannkvalitet Vansjø vannverk**
O-85075 Jens Arne Ohren. Desember 1986.
- 17/86 **Evaluering av ABW-filter**
O-86191 Jens Arne Ohren. Desember 1986
- 18/86 **VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann.**
Renseeffekter for alger, algetoksiner og andre vannkvalitetsparametre
O-86068 Jens Arne Ohren. Desember 1986

rapporter utgitt av NIVA

- 1/87 **Overløpsforurensninger**
Teoretiske beregninger
O-85285, O-86638 Oddvar G. Lindholm. Januar 1987
- 2/87 **Testing av pH og oksygenmålere**
Delrapport 1. Test av pHOX og oksygenmålere
O-86167 Tor Sukke. Februar 1987. Sperret
- 3/87 **Akvakulturmuligheter i Lilleelv**
O-86168 Arne Lande. Desember 1986. Sperret
- 4/87 **Desinfeksjon av vann i oppdrettsnæringen**
O-86148 Helge Liltved. Februar 1987
- 5/87 **Optimalisering av kalksjøvannsfelling**
Undersøkelse ved NIVAs laboratorie i Oslo og ved SRV
O-85251, E-86645 Lasse Vråle, Hans Kristiansen. Mars 1987
- 6/87 **Forurensningsmodell for avløpsvann fra boliger**
Bestemmelse av spesifikke tall
O-86121, O-87029 Lasse Vråle. Mars 1987
- 7/87 **Avløpsnettregninger med EDB**
O-86012 Oddvar Lindholm. April 1987
- 8/87 **Evaluation of the Water Supply Programme in Western Province, Zambia**
O-86236 Lars Aaby. Oktober 1987. Sperret
- 9/87 **Fagerstrand Vannverk**
Tiltak mot manganutfelling
O-87081 Hans Kristiansen. Juni 1987
- 10/87 **Levetid for asbestementrør**
Framdriftsrapport og generelle grunnlagsdata
Prosjektrapport nr.1
O-85208, E-85534 Lars Aaby. August 1987
- 11/87 **Pilotforsøk med karbonatisering, filtrering og direktefiltrering ved Skullerud vannanlegg**
O-86256 Jens Arne Ohren. Juni 1987
- 12/87 **Kartlegging av forurensningsveier til avisingsvæske brukt på fly**
O-86240 Tor Moxnes. August 1987. Sperret
- 13/87 **Forurensningsinntak via fremmedvann i avløpsnett**
O-85254 Lasse Vråle. Juli 1987
- 14/87 **Innledende utprøving av Petrofiber for filtrering av vann**
O-86198 Jens Arne Ohren. Juni 1987. Sperret
- 15/87 **Undersøkelse av forurensningssituasjonen i Rossfjordvassdraget**
O-86124 Hans Holtan. Juli 1987.
- 16/87 **Bakteriereduksjon ved kjemisk rensing med ulike flokkuleringskjemikalier**
Solumstrand renseanlegg
O-87147 Lasse Vråle. September 1987
- 17/87 **Forsøk med kalkbereder i kalkdoseringsanlegg**
O-87016 Jens Arne Ohren. September 1987
- 18/87 **Vurdering og omfang av fiskedød ved Flåskjer fiskeanlegg**
Ørsta, Møre og Romsdal 16. juli 1987
O-87149 Bjørn Olav Rosseland. September 1987. Sperret
- 19/87 **Forurensning fra overløp**
O-96032, E-86638 Lars Aaby. Januar 1988
- 20/87 **Rensing av avløpsvann fra settefiskanlegg med Algas Microfilter**
O-87106 Jens Arne Ohren. Oktober 1987
- 21/87 **Testing av pH- og oksygenmålere**
Delrapport 2
O-86167 Tor Sukke. November 1987. Sperret
- 22/87 **Prosesstekniske løsninger for kalkdosering i karbonatiseringsanlegg**
O-87016 Jens Arne Ohren. Januar 1988
- 1/88 **Etablering av hotell ved Gjersjøen**
O-87220 Jens Arne Ohren. Februar 1988
- 2/88 **Tilsetting av kalsiumkarbonat til vann**
E-88402 Jens Arne Ohren. Februar 1988
- 3/88 **Endringer i aluminiumsinnhold gjennom vannbehandlingsprosessen**
E-88401 Jens Arne Ohren. Februar 1988