

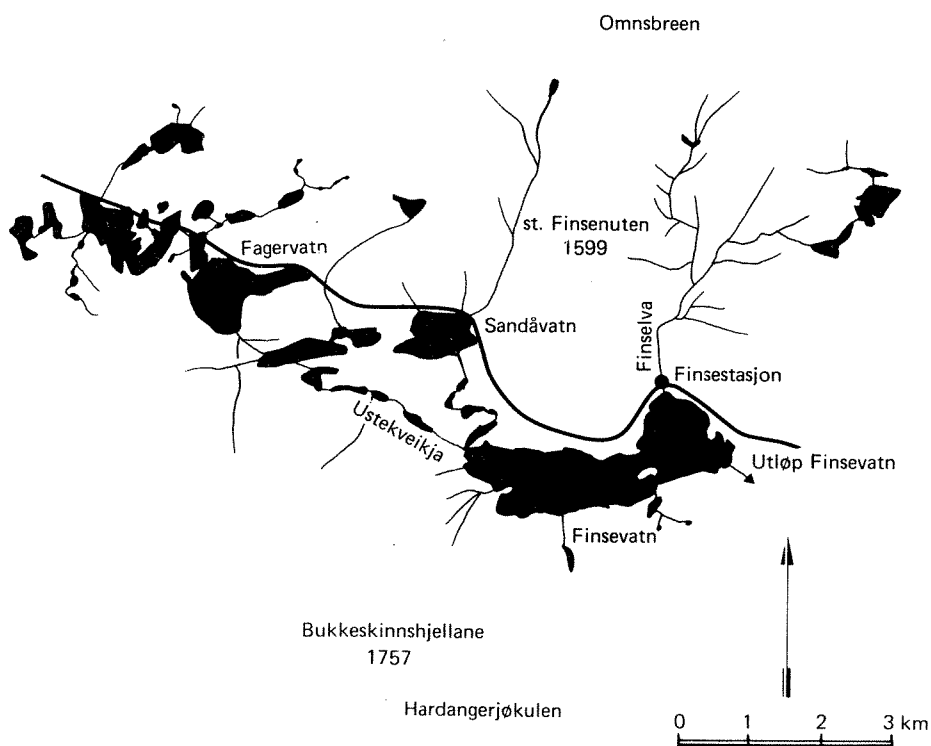
0-
85130

1980

O-85130

Resipientsituasjonen i Finsevatn 1985

Vurdering av behovet for rens tiltak



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 03 3

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 75 2

Vestlandsavdelingen
Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:	0-85130
Undernummer:	
Løpenummer:	1980
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:	Dato:
Resipientsituasjonen i Finsevann - vurdering av behovet for rensetiltak.	12. februar 1987
	Prosjektnummer:
	0-85130
Forfatter (e):	Faggruppe:
Karl Jan Aanes Leif Lien Pål Brettum	Vassdrag
	Geografisk område:
	Hordaland fylke Ulvik kommune
	Antall sider (inkl. bilag):
	41

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
Ulvik kommune, teknisk etat. Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavdelingen	

Ekstrakt: Finsevann tilføres i dag en årlig fosformengde som omregnet til personekvivalenter i gjennomsnitt utgjør ca. 200 p.e. pr. døgn. Resipientundersøkelsen har vist et økt næringssaltinnhold og innhold av tarmbakterier i Finsevann når disse forholdene sammenlignes med referanselokaliteten Sandåvann. Finsevannets vannkvalitet tilfredsstillende ikke SIFF's hygieniske krav til drikkevann. For effektparametre som algemengde og algesammensetning er forskjellen mellom innsjøene små, og begge karakteriseres som oligotrofe (næringsfattige) innsjøer.

Teoretiske beregninger viser at Finsevann trolig vil kunne tåle en økt belastning på opp mot 250 p.e. pr. døgn og fremdeles være i økologisk balanse. Behovet for en høygradig rensing er derfor ikke til stede med dagens belastning. Vi vil foreslå at det bygges en felles slamavskiller ved Finse st. med utslipp i Finsebukta på dypt vann, men med en desinfeksjon av avløpsvannet for å hindre konflikter med rekreasjonsinteressene rundt innsjøen og langs vassdraget nedstrøms. Det ble i undersøkelsesperioden registrert oljeforurensning i Finsevann fra stasjonsområdet.

4 emneord, norske:
1. Finsevann, Sandåvann
2. Organisk belastning-eutrofiering
3. Resipientvurdering
4. Rensetekniske tiltak

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

Prosjektleder:

Karl Jan Aanes

For administrasjonen:

Bix Feib

ISBN 82-577-1220-5

0-85130

RESIPIENTSITUASJONEN I FINSEVATN 1985

VURDERING AV BEHOVET FOR RENSETILTAK

12. februar 1987

Prosjektleder : Karl Jan Aanes

Medarbeidere : Leif Lien

Pål Brettum

For administrasjonen :

Bjørn Faafeng

FORORD

Planer om økt aktivitet og utbygging på Finse førte til at vi våren 1985 ble kontaktet av Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Hordaland og Teknisk etat, Ulvik kommune, om resipientsituasjonen i Finsevann (1220 m o.h.). På bakgrunn av disse samtalene ble NIVA bedt om å utarbeide forslag til et undersøkelsesprogram for Finsevann. Programforslag med omkostningskalkyle ble sendt de berørte parter 15. mars 1985.

Den 15. august samme år ble det avholdt et møte på Finse hvor NIVAs utkast til undersøkelsesprogram ble diskutert. Med noen mindre endringer ble programmet godkjent.

Rapporten presenterer materialet fra feltperioden 1985-86 og inneholder opplysninger om fysisk-kjemiske og sanitærbakteriologiske forhold, samt data om plante- og dyreplanktonsamfunnene i Finsevann og referanselokaliteten Sandåvann.

Prøveinnsamling, analysering, databearbeidelse, vurdering og rapportering er foretatt av NIVA. Opplysninger om aktiviteten i nedbørfeltet er gitt av teknisk etat, Ulvik kommune.

Oslo, 12. februar 1987.

Karl Jan Aanes
prosjektleder

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
SAMMENDRAG - KONKLUSJON	3
1. INNLEDNING	6
1.1 Bakgrunn og målsetting	6
1.2 Områdebeskrivelse	6
1.3 Klima	6
1.4 Geologi	7
1.5 Hydrologi - Regulering	8
2. VANNFORBRUK OG FORURENSNINGER	11
2.1 Oljeforurensning	12
3. PRØVETAKINGSSTEDER - STASJONSPASSERING	14
4. HYDROKJEMISKE UNDERSØKELSER	15
4.1 Metodikk i felt og på laboratoriet	15
4.2 Resultater og diskusjon	15
4.2.1 Temperatur	15
4.2.2 pH og konduktivitet	16
4.2.3 Turbiditet - Siktedyp/vannfarge	17
4.2.4 Næringssalter	18
4.2.4.1 Fosfor, Tot-P og PO_4 -P	8
4.2.4.2 Nitrogen, Tot-N og nitrat NO_3 -N	19
4.2.5 Organisk karbon, TOC	20
4.2.6 Hovedkomponenter, jern og mangan	20
4.2.7 Diskusjon fysisk-kjemiske forhold	21
5. BIOLOGISKE FORHOLD	24
5.1 Sanitærbakteriologiske forhold	24
5.2 Planteplankton i Finsevann og Sandåvann	25
5.3 Dyreplankton	26
5.4 Fisk	27
6. RESIPIENTBRUK/MILJØEFFEKTER	28
6.1 Vurdering av resipientkapasiteten i Finsevann	29
6.2 Rensetekniske tiltak	31
6.2.1 Rensetiltak - Utslippssted	31
LITTERATUR	33
VEDLEGG	34-41

SAMNENDRAG - KONKLUSJON

1. Finsevann (1214,7 m o.h.) ligger ved Finse stasjon på Bergensbanen i Ulvik kommune. Innsjøen er det øverste av reguleringsmagasinene i Hallingdalsvassdraget. Nedbørfeltet er 74 km² og gjennomsnittlig årlig avløp fra Finsevann er 5,2 m³/s.
2. Finsevann og referanselokaliteten Sandåvann (1262 m o.h.) ble undersøkt i 1985-86 for å beskrive forurensningssituasjonen i Finsevann og vurdere behovet for og type rensetekniske tiltak.
3. Nedbørfeltets høyde over havet gir spesielle klimatiske forhold. Midlere årstemperatur på Finse er $\div 2,25$ °C, og i åtte måneder av året er månedsmiddeltemperaturen under 0 °C. Finsevann er islagt i ca. 9 måneder. Midlere årsnedbør er 1000 mm.
4. Geologien i nedbørfeltet er en blanding av harde bergarter som granitt/gneis og mer lettløselige fylitter.
5. Finsevann har ved høyeste regulerte vannstand et volum på 31,75 x 10⁶m³, og middeldypet er beregnet til 10 m. Teoretisk oppholdstid for Finsevann er bare 0,2 år.
6. Forurensende aktiviteter finner vi nederst i nedbørfeltet rundt Finsevann. Samlet pr. år utgjør dette knapt 70.000 p.e., hvor NSBs aktivitet står for 47 %. Det alt vesentlige av dette er avløpsvann fra boliger og overnattingssteder. Det ble i undersøkelsesperioden registrert oljeforurensning i Finsebukta fra NSBs verksted/oljelager.
7. Sen isløsning og kraftig vindpåvirkning fører til at vanntemperaturen er lav og noen sjikning av vannmassen av betydning finner vi ikke i Finsevann. Maksimumtemperaturen i Finsevann var 8 °C sommeren 1985.
8. pH i Finsevann ligger like under 7 og konduktiviteten er knapt 2,0 mS/m.
9. Fra å være en bresjø i 1930 årene med 1 meters siktedyp, har Finsevann i dag 7-8 m siktedyp. Dette skyldes at breslam fra Hardangerjøkulen nå tilføres vassdraget nedstrøms innsjøen.
10. Middelveidien for totalfosfor er lav i Finsevann ($x = 2,6$ µg tot P/l), men er 60 % høyere enn tilsvarende verdi fra Sandåvann. Nitratverdiene i bunnvannet er nesten det dobbelte i Finsevann av

det som ble målt i Sandåvann. Dette er særlig markert for næringssaltene før isløsning i Finsevann, noe som medfører en oppkonsentrasjon av næringsalter i vinterhalvåret.

11. Effektene av næringssalttilførselen til Finsevann reduseres noe på grunn av innsjøens korte produksjonssesong, lav temperatur, korte oppholdstid i sommerhalvåret og gode sedimentasjonsforhold i vinterhalvåret.
12. De sanitærbakteriologiske analysene viste at det særlig var i Finsevann og i utløpet det ble funnet tarmbakterier. Dette viser at den menneskelige aktiviteten rundt Finsevann har betydning for den hygieniske vannkvaliteten i innsjøen og at denne ikke tilfredsstiller SIFFs krav til drikkevann. Dette er viktig å være klar over da det rundt Finsevann og langs vassdraget er en stor friluftaktivitet sommer og vinter.
13. Algevolument i begge innsjøene er lavt, vel $200 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ og sammensetningen er også stort sett den samme, men med et noe større innslag av grønnalger i Finsevann. Det beskjedne algevolument og sammensetningen plasserer begge innsjøene i den nedre delen av det oligotrofe (næringsfattige) området.
14. Dyreplanktonet er svært likt i de to innsjøene og karakteriseres ved lav tetthet og få krepsdyrarter. Dette kan dels knyttes til klimatiske forhold og lavt næringsinnhold, men også til et stort beitepress på krepsdyrene fra en meget tett bestand av småfallen røye.
15. Teoretiske beregninger har vist at dagens fosfortilførsel til Finsevann er på vel 600 kg pr. år. Tar vi hensyn til tilbakeholdelsen i innsjøen, gir dette en midlere konsentrasjon i utløpet av Finsevann på $2,6 \mu\text{g P/l}$.
16. Ved en midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen på $2 \mu\text{g Chl a/l}$ mener vi at gode økologiske forhold kan opprettholdes i Finsevann. Dette tilsvarer en fosfortilførsel på ca. 800 kg pr. år.
17. Finsevann har i dag en uutnyttet resipientkapasitet på ca. 200 kg, noe som tilsvarer en daglig belastning på ca. 250 person-ekvivalenter.
18. Vi ser derfor ikke noe behov for en høygradig rensing av dagens utslipp i Finsevann, men vil foreslå at disse samles og via en

slamavskiller slippes ut på dypt vann i Finsebukta. En økt nærings saltbelastning opp mot innsjøens resipientkapasitet vil virke positivt på innsjøens biologiske produksjon/fiskeavkastning.

Den store friluftaktivitet rundt Finsevann og langs vassdraget nedstrøms gjør det ønskelig å vurdere om det her er behov for en bakteriell rensing (desinfisering) av avløpsvannet.

1. INNLEDNING

1.1. Bakgrunn og målsetting

Hensikten med undersøkelsen i Finsevann var å få frem en beskrivelse og vurdering av dagens forurensningssituasjon i innsjøen. Materialet skulle danne bakgrunnen for en vurdering av behovet av rensetekniske tiltak i nedbørfeltet med den aktivitet som nå finnes. Videre skulle undersøkelsen gi opplysninger om hvordan den utbygging som er planlagt rundt Finsevann i årene fremover (skøytebane, alpinanlegg, turistnæring m.m.) vil påvirke resipientkapasiteten i innsjøen.

Finsevann, med sin store høyde over havet og derved korte produksjonsperiode, blir spesiell på mange måter i resipient-sammenheng. Det finnes lite erfaringsmateriale fra slike lokaliteter her i Norge. For å styrke utsagnskraften i materialet fra Finsevann ble det parallelt tatt prøver fra et upåvirket referansevasdrag i nærheten, Sandåvann.

1.2 Områdebeskrivelse

Finsevann ligger ved Finse stasjon (Fig. 1) på Bergensbanen og i Ulvik kommune. Innsjøen er det øverste av reguleringsmagasinene i Hallingdalsvassdraget, og har ved utløpet et nedbørfelt på 74 km². Gjennomsnittlig årlig avløp fra Finsevann er 5,2 m³/s.

Finsevann ligger 1214 m o.h. og Sandåvann ligger 48 m høyere. Begge innsjøene ligger i den lavalpine regionen og godt over tregrensen. Vegetasjonen i nedbørfeltet må karakteriseres som sparsom med gress, starr, musøre og noe lyng og vier. Tilførselene av organisk materiale fra nedbørfeltet til innsjøene er dermed ganske beskjedent. Nedbørfeltet til Finsevann er 74 km², mens nedbørfeltet til Sandåvann er knapt 8 km².

1.3 Klima

Finseområdet er klimatisk påvirket fra vest med et kystklima og fra øst med en kontinental klimatype. Midlere nedbør er årlig omkring 1000 mm, og middeltemperaturen ligger mellom ± 2.0 °C og ± 2.5 °C årsbasis. Månedsmiddeltemperaturen passerer 0 °C i mai. I fire måneder er middeltemperaturen over 0 °C og i september synker den under frysepunktet igjen. Isen på Finsevann går vanligvis opp i begynnelsen av juli og legger seg igjen i slutten av september. Varigheten av den isfrie perioden varierer en del fra år til år.

Ingen av innsjøene mottar i dag brevann av betydning, men for bare 40-50 år siden var Finsevann en typisk bresjø med direkte tilførsler fra Hardangerjøkulen. Vannfargen var da grågrønn og siktedypet var mindre enn 1 m (Strøm, 1956). Siden den gang har isen trukket seg en del tilbake og smeltevannet fra breen har tatt nye veier og munnner i dag ut nedenfor Finsevann.

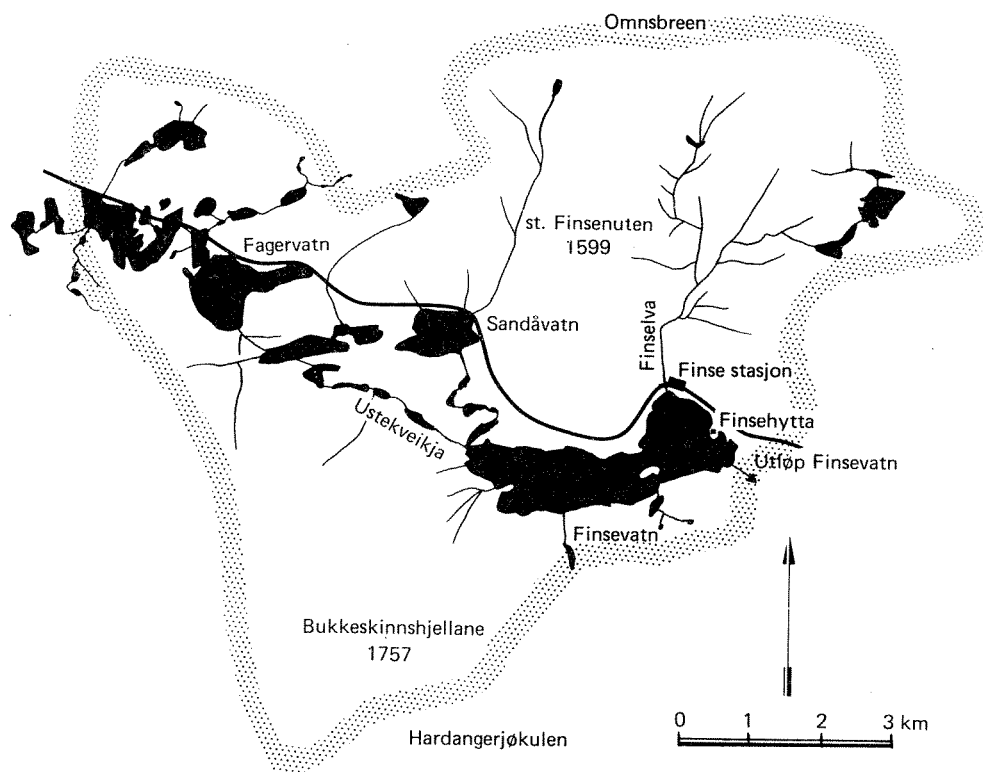


Fig. 1. Skisse av Finsevannets nedbørfelt.

1.4 Geologi

De geologiske forholdene i nedbørfeltet til Finsevann er i grove trekk vist på Fig. 2. Både Finse- og Sandåvann ligger i granittområder, men i deler av nedbørfeltet til begge innsjøene består grunnen av mer lettløselig fyllitt.

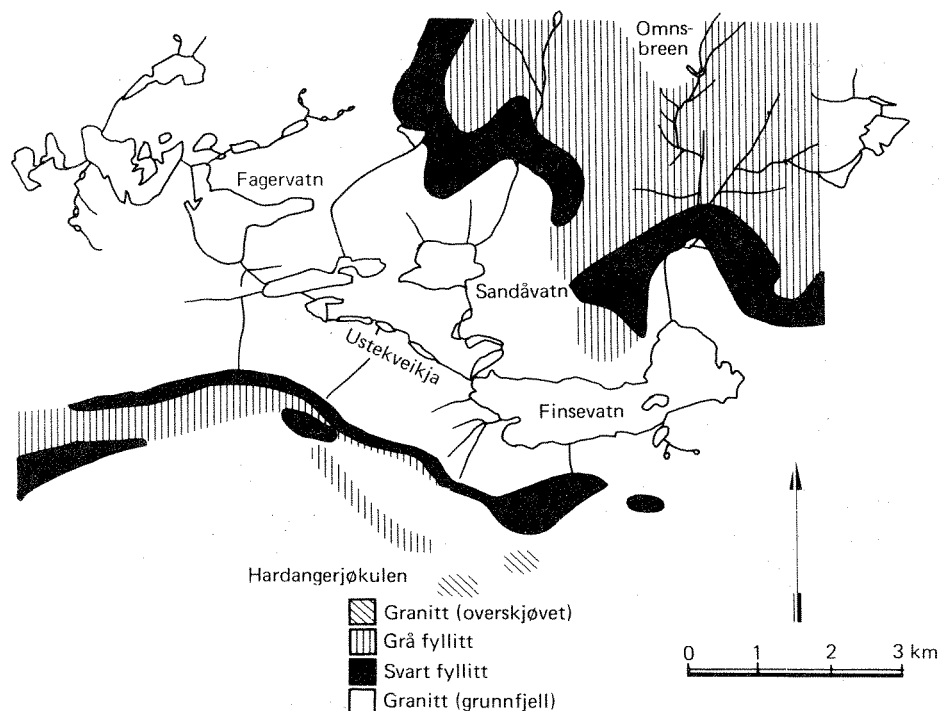


Fig. 2. Geologisk skisse over nedbørfeltet til Finsevann.
(Etter Strøm, 1954.)

1.5 Hydrologi - Regulering

Finsevann er det øverste av reguleringsmagasinene i Hallingdalsvassdraget og reguleres 3,3 m mellom kotene 1215,00 og 1211,70. Normalvannstanden er definert til kt. 1214,70. Reguleringen er utført ved at det om sommeren kan foretas en heving på ca. 0,3 m og om vinteren en senkning på 3 m i forhold til normalvannstand.

Magasinet i Finsevann tappes ut i månedsskiftet oktober/november og tømning skjer i løpet av 2-3 uker. Magasinet i Finsevann er derfor stort sett enten helt fyllt opp (om sommeren) eller helt nedtappet (om vinteren).

Ved utløp av Finsevann er nedslagfeltet 74 km^2 og gjennomsnittlig spesifikk avløp er beregnet til ca. 70 l/sek.km^2 . Middeldypet er beregnet til 9,9 m og teoretisk oppholdstid (eller oppfyllingstiden) er beregnet til 72 dager (0,2 år), noe som viser at det er en relativt rask fornyelse av vannmassene i Finsevann, særlig i sommerhalvåret.

Tabell 1. Morfometriske og hydrologiske data for Finse- og Sandåvann.
Data for Finsevann gjelder høyeste regulerte vannstand.

	Finsevann	Sandåvann
Høyde over havet	1214 m o.h.	1262 m o.h.
Innsjøoverflate A	3,2 km ²	0,47 km ²
Volum V	31,75x10 ⁶ m ³	
Største dyp Z maks	~ 30 m	~
Midlere dyp $z=V/A = 31,75/3.2$	9,9 m	
Midlere tilsig	70 l/s km ²	
Midlere årlig avløp	5,2 m ³ /s	
Teoretisk oppholdstid $TW=V/Q$ (=oppfyllingstid)	71,6 dager	
Nedbørfeltareal	74 km	8 km

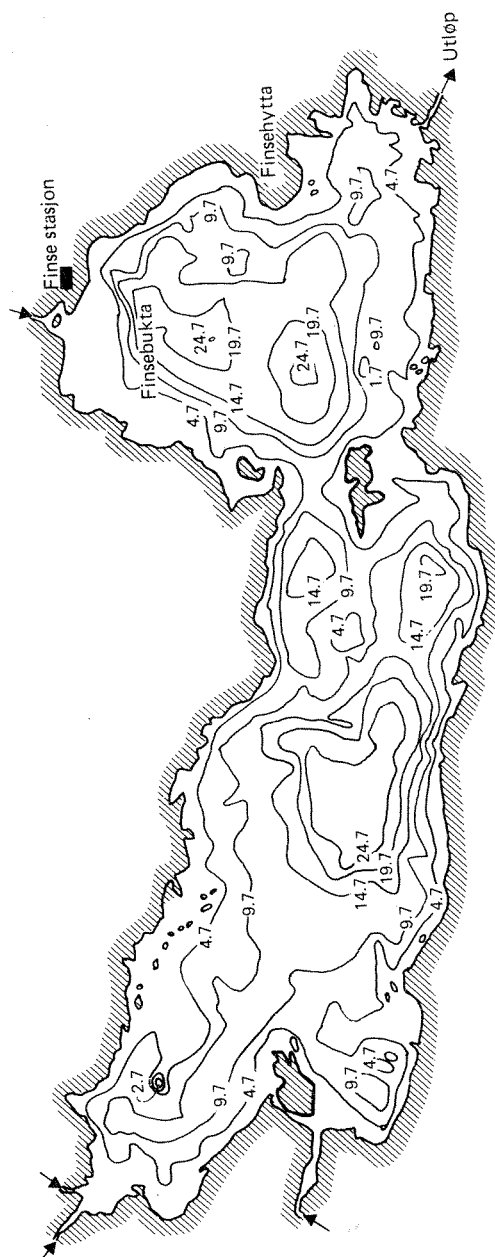


Fig. 2. Dybdekart av Finsevatn.
Tegnet med normalvannstand 1214,7 m o.h.

2. VANNFORBRUK OG FORURENSNINGER

Vassdraget oppstrøms Finsevann er lite eller ikke påvirket av menneskelig aktivitet. Fast bosetting finner vi først rundt Finsevann, og da knyttet til NSBs stasjon på Bergensbanen samt til hotell- og turistforeningens hytte, Finsehytta. I tillegg til en rekke privathytter er det rundt Finsevann en utbredt friluftaktivitet med teltslagning i både sommer- og vinterhalvåret av ski- og fotturister. Finse stasjon er et mye brukt utgangspunkt for turer bl.a. mot Aurlandsdalen og Hardangervidda. Antallet hytter i nedbørfeltet er 85, og belegget er anslått til 13 døgn/år.

I Finseområdet er det i dag en tvungen renovasjon og NSB transporterer avfallet til Voss. For de septiktankene som finnes i nedbørfeltet er det ikke noen fast kontroll, slamsugebil frakter via NSB slammet østover til for oss ukjent depot. Eksisterende avløpssystem er bygget som separatsystem. 95 % av alt avløpsvann slippes ut under laveste vannstand kote 1211,70.

Ulvik kommune ved Teknisk etat, har beregnet/anslått størrelsen på de ulike aktivitetene i nedbørfeltet. Disse dataene er sammenstilt i tabell 2.

Tabell 2. Forurensningskilder i nedbørfeltet til Finsevann, gitt som antall persondøgn (p.e.) pr. aktivitet og år.

Aktivitet	Antall p.e. pr. år
I Belegg på hotell/år	10.000
II Belegg på Finsehytta/år	10.000
III Fast ansatte på I og II, korr. for IV	3.285
IV Fast bosatte på Finse	10.220
V NSB, aktivitet	21.900
VI Teltslagning, ski- og turaktivitet	9.000
VII Hyttebruk: ca. 4 pers./hytte, 13 g/År	4.420
SUM	68.825

=====

Dette tilsvarer en gjennomsnittlig belastning på 200 p.e. pr. døgn. Av tabellen går det frem at 53 % av dette er knyttet til turistnæring/friluftaktivitet, mens resten er knyttet til NSBs aktivitet på Finse.

Det er gjennom året store svingninger i forurensningsbelastningen til Finsevann. Den største belastningen får vi i perioder med fullt belegg på overnattingsstedene (f.eks. påsken).

Antall fast bosatte var pr. 11. august 1986: 28 innbyggere, og har i de senere år sunket kraftig. Tilsvarende antall fast bosatte var i 1979 vel 100 (Hydroconsult 1979). I forbindelse med NSBs tunnellplaner vil det bli en ytterligere reduksjon i mannskap og beredskap ved Finse stasjon, og antall fast bosatte vil synke enda mer. Turisttrafikken, derimot, vil holde seg omtrent konstant og her utarbeides planer for nye aktivitetstilbud og overnattingsmuligheter, men de har frem til nå vært vanskelige å realisere. Som eksempel kan her nevnes planene for en internasjonal skøytebane ved Finse stasjon.

Eksisterende hytteplan for Finseområdet er fullt utnyttet. I stadfestet generalplan er det ikke lagt opp til utvidelse eller fortetting i nedbørfeltet.

2.1 Oljeforurensing

Ved befaringen til Finse 4-5 juni 1985 ble det observert en markert oljeforurensing i indre deler av Finsebukta, nær jernbanestasjonen. Dette skyldtes et uhell under tømming av en dieseltank da 2000 liter diesel rant ut i Finsevann. Området ble avfotografert og prøver som ble tatt med til laboratoriet viste et oljeinnhold på 58 µg/l. Oljen var lite påvirket av fordampning, nedbrytning og adsorpsjon. Alkaninholdet tydet på at utslippet skyldtes diesel eller lett fyringsolje.

I tillegg til dette uhellet var det fra jernbaneområdet på Finse i undersøkelsesperioden et jevnt sig av oljeholdig vann ut i Finsebukta. Årsaken til dette kan være lekkasje fra nedgravde oljetanker og/eller oljesøl fra NSBs verkstedhall/lokomotivstall. Ojevnskiller er nå installert for å ta hånd om det siste og det letes for å finne eventuelle andre kilder bl.a. ved trykkprøving av nedgravde tanker.

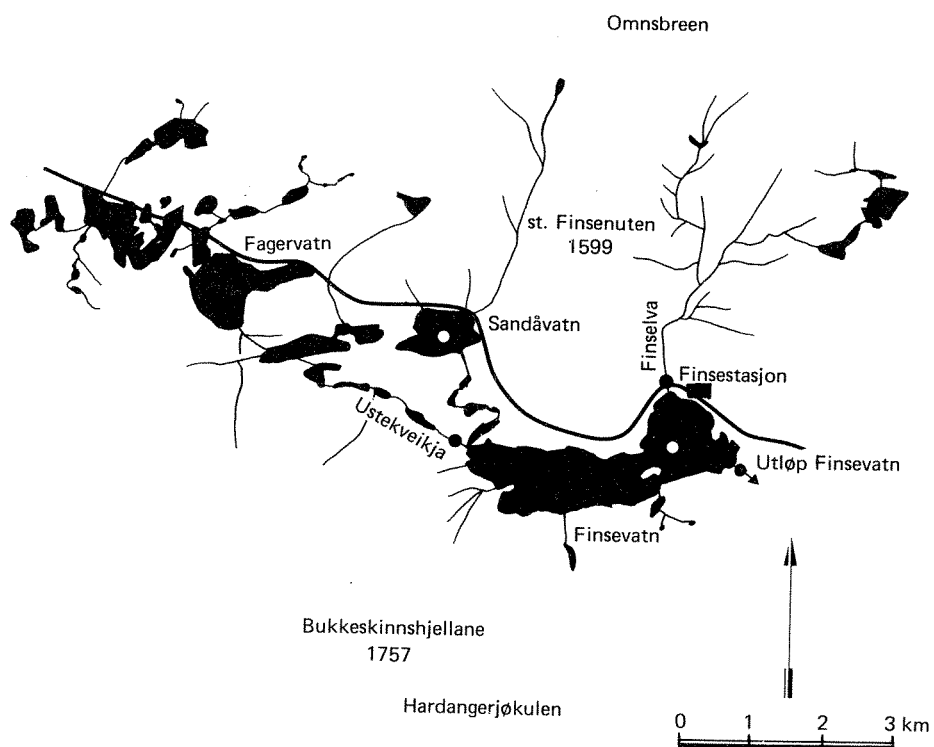


Fig. 4. Finsevassdraget med prøvetakingslokaliteter. Stasjonene for rutinemessig prøvetaking er avmerket med hvite sirkler for vannsjøstasjoner og sorte sirkler for elvestasjoner.

3. PRØVETAKINGSSTEDER - STASJONSPLOSSERING

Undersøkelsene av Finsevann tok til 28. april 1985 og ble avsluttet 10. februar 1986. I denne perioden ble det gjennomført i alt 6 prøvetakinger. Det var en noe tettere prøvetakingsfrekvens i sommerhalvåret under den isfrie perioden. I tabell 3 er det gitt en oversikt over prøvetakingssteder med tilhørende kartreferanse etter UTM-systemet. I tillegg til hovedstasjonene ble det foretatt en innsamling av supplerende prøver fra en del ekstra stasjoner for å gi en mer inngående beskrivelse av de sanitærbakteriologiske forholdene i nedbørfeltet (se avsnitt om Bakteriologi).

I Fig. 4 er det vist en kartskisse av vassdraget oppstrøms Finsevann som gir opplysninger om nedbørfeltets utstrekning med delnedbørfelt og stasjonsplassering.

Tabell 3. Prøvetakingssteder - kartreferanser.
(se Fig. 4.)

Stasjons- betegnelse	Prøvetakingssted	Kartblad	Kartreferanse
Finse R.	utløp Finsevann	M711-1416 II	32VMN 186187
	Finsevann	"	" 178192
	Finseelva	"	" 177199
	Ustekveikja	"	" 148191
	Sandåvann	"	" 147207

4. HYDROKJEMISKE UNDERSØKELSER

4.1 Metodikk i felt og på laboratoriet

I felt er det brukt 1 liters klare plastflasker som fra elvestasjonene er fylt ved at prøvetakeren har vasset ut på steder hvor vannmassen på grunn av god omrøring (turbulens) kan regnes for å være homogen over elvetverrsnittet. I innsjøene er det brukt båt og vha. en Ruttner-henter er det hentet opp vannprøver fra aktuelle dyp. Videre ble det på disse stasjonene registrert siktedyp og vannfarge vha. en hvit Secchi-skive og vannkikkert. Siktedypet er det dyp hvor skiven ikke lenger er synlig, og vannfargen avleses på det halve siktedypet mot den hvite skiven etter en fast fargeskala.

På laboratoriet er de ulike analysene utført etter standardiserte metoder beskrevet i Norsk Standard for vannundersøkelse, og det henvises til denne for en nærmere beskrivelse av analysemetoder.

4.2 Resultater og diskusjon

Analyseresultatene for de fysisk-kjemiske målingene er stilt sammen i tabellene 7 og 8 som finnes bak i rapportens Vedlegg. Det er her tatt med opplysninger om aritmetisk middelværdi og maksimum- og minimumverdier er markert. Det siste er tatt med da ekstremverdier for de fleste abiotiske variable vil være av større betydning enn gjennomsnittsverdier. Figurene 5 til 8 gir et grafisk bilde av aritmetiske middelværdier for undersøkelsesperioden.

4.2.1 Temperatur

Resultatene fra målingene av vanntemperaturen i Finsevann og Sandåvann er vist i tabell 4.

Tabell 4. Temperatur-registrering i Finsevann og Sandåvann gjennom undersøkelsesperioden 1985-1986. \bar{X} : Aritm.middelverdi.

Dyp	F i n s e v a n n				S a n d å v a n n			
	10.7.85	15.8.85	16.9.85	10.2.86	10.7.85	15.8.85	16.9.85	10.2.86
1 m	8,0	8,3	5,8	0,0	6,5	8,0	5,1	0,0
3-5 m	7,4		5,7		6,0	8,0	5,0	
10 m	6,0	8,2	5,8	0,5	5,2	8,0	5,0	1,0
1 m over bunn	5,1	8,2	5,9	0,4	5,0	7,8	5,0	0,8
x	6,6	8,2	5,8	0,3	5,7	7,8	5,0	0,6

Høyeste målte temperatur var henholdsvis 8,3 °C og 8,0 °C i Finsevann og Sandåvann. Dette er lavt og tilskrives sen isløsning og vannenes høyde over havet samt vindeksponering. Likeledes er det ikke noen markert vertikal sjiktning i vannmassen når det gjelder temperaturen. Dette vil påvirke dannelsen av vertikale gradienter for andre fysisk-kjemiske parametre og som vi senere skal se, er det for disse små forskjeller mellom målingene i overflatelaget og i bunnvannet.

4.2.2 pH og konduktivitet

pH-målingene i vassdraget (Fig. 5) viser en vannkvalitet som ligger like under nøytralt punktet (pH = 7). Den er noe mer basisk i Sandåvann, men forskjellene er små. Av tilløpselvene (Tabell 8) finner vi de høyeste pH-verdiene i Finseelva hvor den midlere pH for undersøkelsesperioden var 6,9. Dette har sammenheng med de geologiske forholdene i nedbørfeltet (Fig. 1), hvor Finseelva drenerer fylittholdig berggrunn.

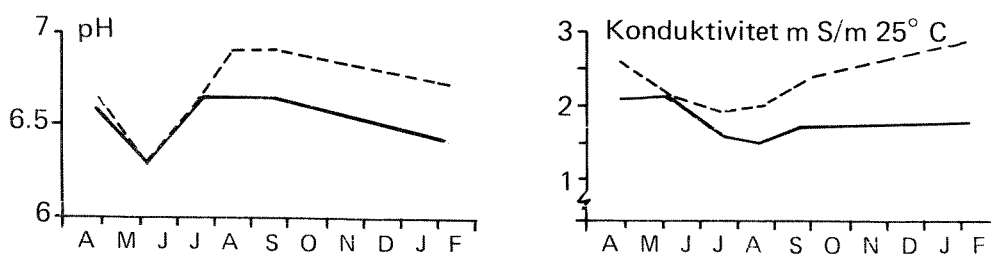


Fig. 5. Grafisk fremstilling av middelverdiene for pH og konduktivitet gjennom undersøkelsesperioden. Stiplet linje: Sandåvann.

Konduktiviteten i Sandåvann er noe høyere enn i Finsevann (Fig. 5), men verdiene er lave og viser en vannkvalitet følsom for forurensninger, hvor utslipp som f.eks. næringssalter vil gi rask respons i resipienten.

4.2.3 Turbiditet - Siktedyp/vannfarge

Turbiditeten gir et uttrykk for vannets innhold av partikler og gjenspeiler naturlige erosjonsprosesser i nedbørfeltet samt partikkelforurensning - eksponering knyttet til menneskelig aktivitet.

Finsevann var helt opp til vår tid en bresjø med stort partikkelinnhold (Strøm, 1956) som skyldtes breslam fra Hardangerjøkulen. Isbreens tilbaketrekning har ført til at smeltevannet fra breen i dag møter vassdraget nedstrøms Finsevann.

Resultatene fra turbiditetsmålingene viser et noe høyere partikkelinnhold i Finsevann enn i Sandåvann (Fig. 6). Trolig er dette et resultat av at innsjøen tidligere var en bresjø og at erosjon i glaci-fluviale avsetninger i innsjøens nærhet påvirker partikkelinnholdet i Finsevann. Men det skal også legges til at mengden er noe større i Finsevann enn i Sandåvann.

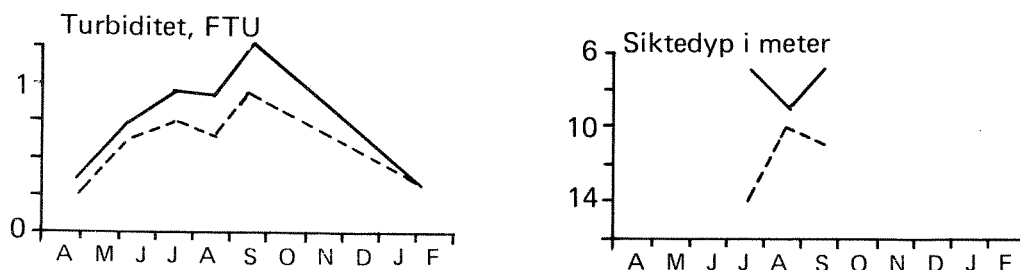


Fig. 6. Grafisk fremstilling av resultatene fra målinger av turbiditet og siktedyp i Finsevann og Sandåvann. (Stiplet linje: Sandåvann.)

Siktedypet (Tabell 9) er det dyp der en hvit skive som senkes ned i vannet forsvinner for øyet. Det er først og fremst avhengig av vannets innhold av partikler og løste fargede forbindelser (i de fleste tilfeller humus). En vesentlig del av det partikulære materialet i innsjøer utgjøres av planteplankton. Siktedypet kan derfor gi en indikasjon på produktiviteten i systemet. Dette blir noe vanskeligere å tolke når det er spesielle forhold som breslam-påvirkning eller

sterkt humuspåvirkning. Humus er ikke noe problem i Finsevasdraget. Målingen av siktedypet viser et noe større partikkelinnhold i Finsevann enn i Sandåvann (Fig. 6). Finsevann hadde i 1985 et siktedyp på 7,0 til 8,5 m. Tilsvarende målinger viste i 1933 (Strøm 1956) et siktedyp i Finsevann på 1 m og i 1954 4 til 5 m.

Vannets egenfarge ble avlest mot den hvite skiven på halve siktedypet. Vannfargen (Tabell 9) var betydelig grønnere i Finsevann enn i Sandåvann. Dette avspeiler en noe større algetetthet i Finsevann (se også avsnitt 5.2 om alger/klorofyll).

4.2.4 Næringsalter

Næringssaltene fosfor og nitrogen samt en del sporstoffer er de nøkkelfaktorene som i stor grad styrer planteveksten i vann - primærproduksjonen. Fosfor er oftest begrensende for algeveksten i ferskvann. Silikat kan i perioder være en minimumsfaktor for kiselalgene, hvor SiO_2 utgjør en viktig del av skallene som omgir disse algene. I eutrofe (næringsrike) innsjøer kan nitrogen i perioder være begrensende i kortere eller lengre perioder, især på ettersommeren. Den naturlige kilden for fosforforbindelser er erosjonsprosesser i nedbørfeltet, hvor avrenning fra impedement, skog og jordbruksområder gir et jevnt tilsig langs vassdraget.

4.2.4.1 Fosfor, Tot-P og PO_4 -P

Forholdet mellom de to viktigste næringssaltene fosfor og nitrogen er henholdsvis 1/75 og 1/116 i Finsevann og Sandåvann. Dette viser at fosfor er det styrende element hva eutrofiutviklingen angår. Erfaring viser at fosfor er normalt begrensende for vekst hvis P:N er mindre enn 1/12 (basert på vekt).

Resultatene (Fig. 7) viser relativt store forskjeller i fosforkonsentrasjonen mellom Finsevann og Sandåvann. Den midlere Tot-P-konsentrasjonen i Finsevann øker med vel 60 % når denne sammenlignes med tilsvarende verdi fra Sandåvann, og maksimumverdiene mer enn fordobles fra 3,5 (Sandåvann) til 7,5 μg Tot-P/l i Finsevann.

Fosforkonsentrasjonen i tilløpsbekkene (Tabell 8) er lave. Det er derfor rimelig å anta at det økte fosforinnholdet i Finsevann har sitt opphav i menneskelig aktivitet i nærområdet til Finsevann.

Det er bare en liten del av vannmassens totale innhold av fosfor (Tot-P) som er løst, reaktivt og direkte tilgjengelig for plantevekst. Denne fraksjonen betegnes fosfat-fosfor og består hovedsakelig av ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$). Tilgjengeligheten for plantevekst øker når fosforforbindelsene har et kunstig opphav, som punktutslipp til vassdrag fra menneskelig aktivitet. Disse inneholder høye fosfor-konsentrasjoner og vil i forhold til naturlig avrenning også medføre øket nitrogeninnhold i resipienten.

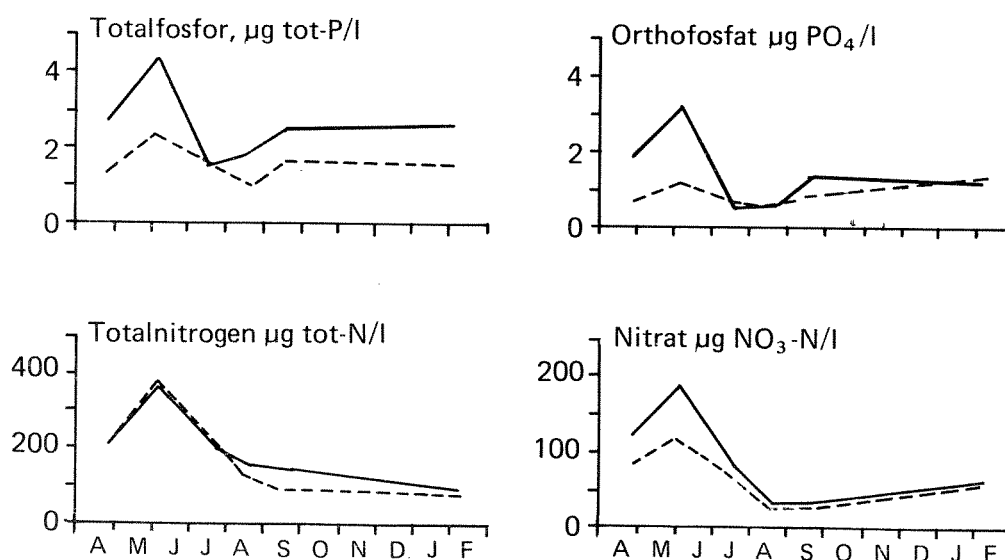


Fig. 7. Resultatene fra næringssaltanalysene.

Stiplet linje: Sandåvann.

Analyseresultatene for ortofosfat er vist i Fig. 7. De høyeste konsentrasjonene finner vi om våren før produksjonssesongen tar til. Orthofosfatkonsentrasjonen er da betydelig større i Finsevann, men faller i begge innsjøene ned mot deteksjonsgrensen i resten av året på grunn av opptak i algene og økt gjennomstrømming i innsjøene.

4.2.4.2 Nitrogen, Tot-N og nitrat $\text{NO}_3\text{-N}$

For konsentrasjonen av totalnitrogen er det små forskjeller mellom Finsevann og Sandåvann (Fig. 7). Denne forskjellen er mer markert for nitratverdiene, og da særlig i Finsevannets bunnvann hvor nitrat-konsentrasjonene er nesten det dobbelte av tilsvarende målinger i Sandåvann.

4.2.5 Organisk karbon, TOC

Målingene av total organisk karbon i vannprøven kan gi et bilde av produksjonen og tilførselen av organisk materiale i og til innsjøen. Resultatene viser (Fig. 8) at bortsett fra en topp i juli i Finsevann, ble det bare registrert små forskjeller mellom de to innsjøene i innholdet av TOC.

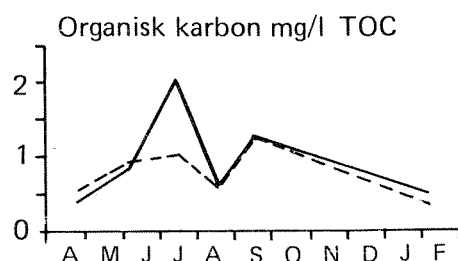


Fig. 8. Total organisk karbon.
Stiplet linje: Sandåvann.

4.2.6 Hovedkomponenter, jern og mangan

Den rutinemessige undersøkelsen ble utvidet med analyser på samtlige hovedkomponenter, samt metallene jern og mangan under prøvetakingen våren og høsten 1985. Resultatene er vist i Tabell 5 og prøvene er hentet fra 10 meters dyp. Dataene gir oss supplerende informasjon om naturlige vannkjemiske særtrekk i de to innsjøene.

Tabell 5. Analyseresultater fra supplerende prøvetaking våren og høsten 1985 i Finsevann og Sandåvann. Dyp: 10 m.

Dato Parameter	F i n s e v a n n		S a n d å v a n n	
	28. april	16. august	28. april	16. august
Ca mg/l	2,27	1,96	3,23	2,73
Mg mg/l	0,24	0,17	0,25	0,21
Na mg/l	0,33	0,21	0,33	0,30
K mg/l	0,12	0,07	0,10	0,08
SO ₄ mg/l	4,4	3,1	5,3	4,4
Cl mg/l	0,5	0,2	0,5	0,3
Alk *	0,089	0,079	0,091	0,093
Fe µg/l	14	34	13	21
Mn µg/l	6,4	2,9	5,6	2,6
KOND mS/m	2,15	1,51	2,53	2,02

* Alkalitet pH 4,5 m mol/l

Av Tabell 5 går det frem at det særlig er konsentrasjonen av kalsium og sulfat som er høyere i Sandåvann enn i Finsevann. Dette forklarer den noe høyere ledningsevnen i Sandåvann. Men generelt viser tabellen at det for de fleste hovedkomponentene er en økt konsentrasjon i Sandåvann, unntak er her metallene jern og mangan, hvor konsentrasjonen er noe høyere i Finsevann.

4.2.7 Diskusjon fysisk-kjemiske forhold

Resultatene fra undersøkelsene av vannets fysisk-kjemiske forhold har vist små forskjeller mellom Finsevann og referanse-lokaliteten Sandåvann. Vannkvaliteten kan betegnes som oligotrof mot det ultraoligotrofe, altså en svært næringsfattig vannkvalitet. Dette kombinert med en lav ledningsevne gjør at Finsevann som system er meget følsomt for utslipp av næringsalter. Særlig er dette tilfelle når disse kommer fra utslipp av kloakkvann. Tilførsler av fosfor vil raskt bli tatt opp av algene i vannmassen og algemengden vil øke.

Analysene har ellers vist at konsentrasjonen av næringsalter i

bunnvannet før isløsning er betydelig høyere i Finsevann enn ellers i året. Dette viser at det i vinterhalvåret her er en oppkonsentrasjon av disse forbindelsene. Næringssaltene blir dels tilgjengelige for algene og omsatt videre i næringskjeden og dels ført ut av innsjøen i forbindelse med vårflommen. Den organiske delen av utslippene til Finsevann har ikke gitt noen større oksygentæring i bunnvannet.

Fosforkonsentrasjonen i utløpet av Finsevann er høyere enn i innløpselvene. Dette innebærer at en del av næringssaltene som tilføres Finsevann transporteres ut av innsjøen. Men konsentrasjonene er ikke så høye i utløpet av Finsevann at næringssaltene vil ha noen negative effekter på vassdraget nedstrøms.

Næringssaltenes skjebne i Finsevann er bestemt av flere forhold i tillegg til den biologiske aktiviteten. Nøkkelfaktorene er her vanntemperaturen, vanngjennomstrømmingen og det mønster dette har gjennom året. Dette er bestemt av reguleringsmønster, avsmelting i nedbørfeltet og oppfyllingstider for Finsevann. Knyttet til dette er egenskaper som vannvolum/fortynning samt oppholdstid og sedimentasjonsforhold, alle faktorer som bestemmer næringssaltenes skjebne i Finsevann og som bidrar til at bare deler av næringssaltene som tilføres Finsevann inngår i næringskjeden.

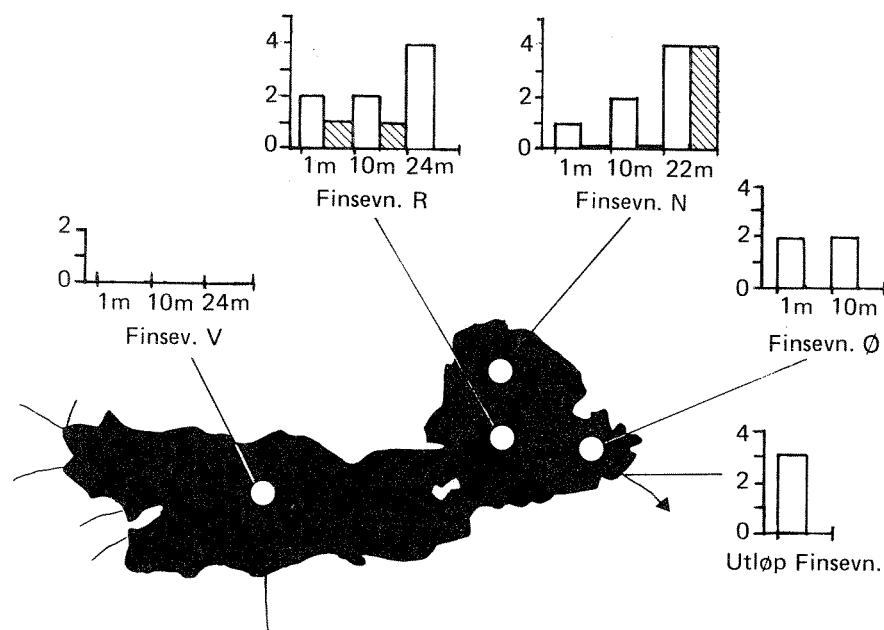


Fig. 9. Finsevann 15. august 1985. Utvidet sanitærbakteriologisk Prøvetaking. Koliforme bakterier ved 37 °C , og ved 44 °C Antall bakterier pr. 100 ml.

TEGNEFORKLARING.

- CHRYSDOPHYCEAE
(Gullalger)
- BACILLARIOPHYCEAE
(Kiselalger)
- CRYPTOPHYCEAE
- DINOPHYCEAE
(Rødtalgelalger)
- MY-ALGER
- Klorofyll
- Siktedyp

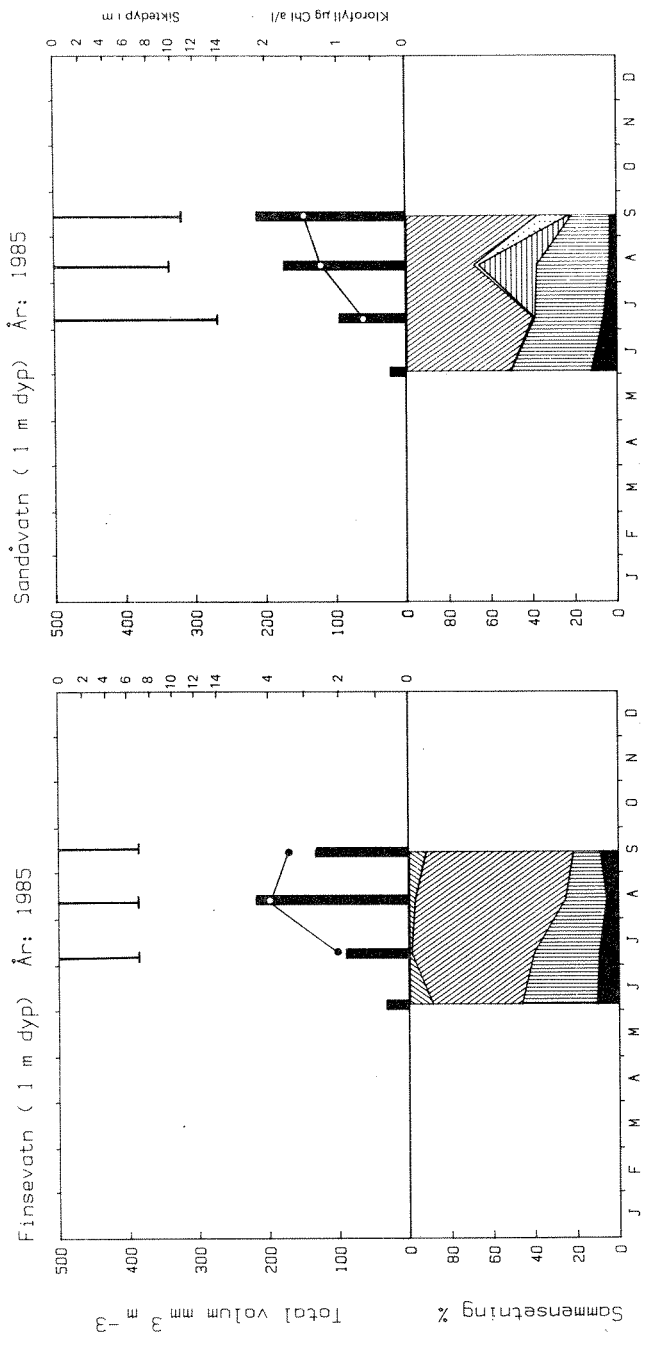


Fig. 10. Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Finsevann og Sandåvann i vekstsesongen 1985. Tilsvarende verdier for siktedyp og klorofyll er plottet inn på figuren.

5. BIOLOGISKE FORHOLD

5.1 Sanitærbakteriologiske forhold

Parallelt med innsamling av prøver for fysisk-kjemiske analyser ble det hentet inn spesielle prøver på sterile prøveflasker. Disse ble analysert etter Norsk Standard (NS-4751) ved NIVA. Koliforme bakterier brukes som indikatorer for påvisning av tarmbakterier fra mennesker og varmblodige dyr, men kan også forekomme i jord. Koliforme bakterier påvises ved 44 °C og indikerer eventuell fersk fekal påvisning (tarmbakterier) fra kloakkvann og/eller husdyrgjødsel.

Analyseresultatene er samlet i tabellene 10 og 11 i rapportens Vedlegg og gitt som antall koliforme bakterier ved 37 °C og 44 °C pr. 100 ml. Resultatene fra en utvidet prøvetaking 15. august 1985 er vist grafisk i Fig. 9.

Resultatene viser at det særlig er i Finsevann og i utløpet av denne innsjøen det ble funnet koliforme bakterier. Videre ble det nederst i Sandåelv registrert koliforme bakterier høsten 1985. Dette er det mest naturlig å knytte til fekalier fra dyr som beiter/lever i nedbørfeltet (f.eks. lemmen), men en skal ikke se bort fra at teltslagning kan gi et mindre bidrag i perioder. De verdiene som ble funnet i Finsevann er ikke generelt store, men viser at den menneskelige aktiviteten rundt innsjøen har betydning for den sanitærbakteriologiske vannkvaliteten i Finsevann. Men det skal legges til at det har vært et noe ulikt prøveuttak gjennom undersøkelsen. Antallet prøver måtte økes da det på grunn av temperatur- og tetthetsforskjeller mellom avløpsvann og innsjøvann var vanskelig å spore hvordan kloakkvannet fordelte seg i Finsevann.

Slik dataene viser i Tabell 10 og Tabell 11, ser det ut til å være en økning av koliforme bakterier ned mot bunnen og at tettheten er størst i Finsebukta. Selv om antallet prøver økte i siste delen av undersøkelsen er materialet lite, men påvisningen av termotabile koliforme bakterier viser at den hygieniske vannkvaliteten i Finsevann ikke tilfredsstillers Statens institutt for folkehelse's (SIF 1976) krav til drikkevann. Det er særlig det siste som her må tillegges betydning, og da med tanke på den friluftaktivitet som utøves ved Finsevann og langs vassdraget nedstrøms.

I den sammenheng skal det legges til at selv om de indikatorbakteriene som brukes ved en slik kvalitetsvurdering i seg selv ikke er

sykdomsfremkallende (patogene), betyr deres nærvær mulighet for at også patogene bakterier og virus kan være til stede.

5.2 Planteplankton i Finsevann og Sandåvann

I Fig. 10 og tabellene 12 og 13 er vist analyseresultatene av totalvolum og sammensetning av planteplankton fra Finsevann og Sandåvann i vekstsesongen 1985.

For oversiktens skyld er tegnet inn på figuren samhørende verdier for klorofyll og siktedyp.

Den første prøvetaking i begge innsjøene er utført i begynnelsen av juni, mens innsjøene ennå var islagt. Dette forklarer de lave algevolumverdier på dette tidspunkt. Ser en på de tre prøvetakingsseriene som ble tatt mens innsjøene var isfrie, ble det registrert maksimum i begge innsjøene på ca. $200 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.

Selv om det til andre tider kan ha vært et noe større algevolum, mellom prøvetakingstidspunktene er det lite ved sammensetningen og nivået ved de andre prøvetakingstidspunktene som tyder på noe vesentlig høyere algevolum i vekstsesongen i noen av innsjøene.

Planteplanktonets sammensetning var stort sett den samme i begge innsjøene. Mest fremtredende gruppe i begge innsjøene er gullalgene (Chrysophyceae) med chrysomonader av ulike størrelser, Uroglena americana, Chrysolykos skujae, Dinobryon sociale v. americanum og Dinobryon cylindricum v. alpinum, som vanlige elementer i planktonet.

Som figuren viser, var det i slutten av vekstsesongen i Sandåvannets planteplankton et relativt sett større innslag i Sandåvannets planteplankton av cryptomonader (Cryptophyceae), først og fremst arten Rhodomonas lacustris og av kiselalger (Bacillariophyceae) representert ved arten Synedra rumpens. Disse ble også registrert i Finsevann, men i svært lite antall. Til gjengjeld var det et litt større innslag av grønnalger (Chlorophyceae) i Finsevann enn i Sandåvann, først og fremst representert ved arten Monoraphidium komarkorae (tidligere M. setiforme).

Fureflagellatene (Dinophyceae) besto i begge innsjøene av ulike arter av slekten Gymnodinium og Peridinium inconspicuum.

Sammenstillt en de opplysninger som planteplanktonanalysene gir, viser dette et meget fattig planteplankton i begge innsjøene. På tross

av et litt større innhold av grønnalger i Finsevann enn i Sandåvann, tilsier de beskjedne algevolum og sammensetningen forøvrig at vannmassene i begge innsjøene må betegnes oligotrofe (næringsfattige) eller mer riktig ultraoligotrofe, altså i den nedre delen av det oligotrofe intervallet. Ut fra de planteplanktonanalysene som foreligger kan en ikke se noen vesentlig forskjell på vannmassenes næringsstatus (trofinivå) i de to innsjøene.

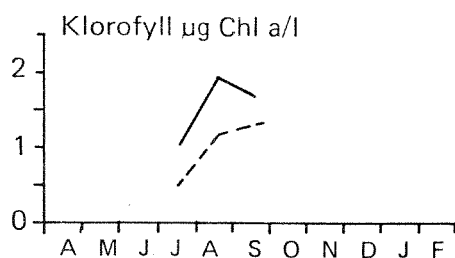


Fig. 11. Resultatene fra klorofyllanalysene.
Stiplet linje: Sandåvann.

5.3 Dyreplankton

Prøver fra dyreplanktonsamfunnet i Finsevann og Sandåvann ble samlet inn i juli, august og september 1985 vha. vertikale håvtrekk fra bunn mot overflate. Maskevidden var 0,095 mm.

Materialet er talt opp og bestemt av cand.mag. J.E. Løvik, NIVA, og resultatene er sammenstilt i Tabell 14.

Resultatene viser at dyreplanktonet i Finsevann og Sandåvann er meget likt og karakteriseres ved to fellestrekk; det er få krepsdyrarter og det er meget tynne bestander av disse krepsdyrene. Bestanden av hjuldyr er derimot som ventet for slike innsjøer.

Vi finner stort sett de samme artene i begge innsjøene både for hjuldyr og krepsdyr (Tabell 14). Halvorsen (1982) har gjennom flere år foretatt studier av dyreplanktonsamfunnet i disse vannene og har funnet disse krepsdyrene: Arctodiaptomus laticeps og Cyclops scutifer som begge forekommer i meget lave individantall og spredte registreringer av krepsdyrartene Holopedium gibberum, Daphnia longispina og Bosmina longispina.

Den lave tettheten som vi har funnet i de to innsjøene i dyreplanktonsamfunnet har flere årsaker. Klimatiske forhold og lavt næringsinnhold er av stor betydning. Videre mener Halvorsen (1982) at den tette røyebestanden i Finsevann og trolig også i Sandåvann har stor betydning og utøver på dyreplanktonet et stort beitepress. Dyreplanktonet holdes nede og særlig påvirker dette tettheten av krepsdyr som blir meget liten (se Tabell 14).

Det kan legges til at den lave tettheten i dyreplanktonet fører til et redusert beitepress på planteplanktonet fra denne dyregruppen, både i Finsevann og Sandåvann.

5.4 Fisk

I Finsevann er det registrert en liten bestand av ørret og en meget stor bestand av røye. Denne røyebestanden er for stor i forhold til næringsgrunnlaget, noe som gir seg utslag i en typisk overbefolket bestand med små og mager fisk. Noen få av disse røyene legger om kostholdet og blir rovfisk med en rask vekst og bra kondisjon, men antallet er svært lite (Klemetsen og Østbye 1967) og uten betydningen overfor resten av røyebestanden.

I Sandåvann kjenner vi lite til fiskebestandene, og denne undersøkelsen ga ikke økonomiske muligheter for prøvefiske. Trolig er det også røyen som dominerer i Sandåvann. På grunnlag av de resultatene vi har hentet inn om dyreplanktonet er det trolig også her en overbefolket røyebestand.

6. RESIPIENTBRUK/MILJØEFFEKTER

Resipientkapasiteten i en innsjø er et relativt begrep som vil være bestemt av flere forhold. Et forhold som ofte er tillagt liten verdi er innsjøens egenverdi som et naturlig økosystem i form av den utvikling innsjøen har gjennomgått fra istiden og frem til i dag. Et annet forhold er de krav og ønsker som stilles av brukerne av innsjøen/resipienten, og her ligger både bruksinteresser i form av drikkevannsuttak, utnyttelse til vannkraft, elektrisitetsproduksjon og som resipient for avfallsvann. Turisme, friluft- og rekreasjonsinteressene vil ofte i slike områder være tillagt stor betydning. For å få frem en beskrivelse av dagens belastninger på innsjøen og videre kunne vurdere hvordan nye utslipp vil påvirke forurensningssituasjonen av Finsevann, er det behov for å gjennomføre en vurdering av innsjøens resipientkapasitet. Dette gir oss viktige data når vi på bakgrunn av de brukerinteressene som er dominerende skal vurdere behovet for rensing.

Med den aktivitet og boligmasse vi har rundt Finsevann i dag, vil resipientbruken først og fremst skape problemer av eutrofierende og hygienisk karakter.

De sanitærbakteriologiske forholdene slik de er registrert gjennom prøvetakingsperioden viser at vannkvaliteten i Finsevann og nedenforliggende vassdrag (få data) neppe vil tilfredsstille de hygieniske krav man har til ubehandlet drikkevann.

Med tanke på den eutrofierende effekt næringsstofftilførselen har, kan vi sette som et krav at utslippenes størrelse samlet må holdes under det nivå hvor vi får alvorlige økologiske forstyrrelser i Finsevann. Eutrofiering er som kjent en økt tilførsel av plantenæringsstoffer og de konsekvenser dette medfører. Dette ser vi først ved at det blir noe mer alger i innsjøen. Dersom utviklingen går videre kan algesamfunnets sammensetning endres og da som regel dithen at det får en sammensetning av arter som er mindre tilgjengelige som mat for neste ledd i næringskjeden. Resultatet blir en opphopning av alger som for en stor del vil synke til bunns og nedbrytes der. Oksygenforbruket i bunnvannet øker, noe som kan medføre oksygenvikt i bunnvannet i vinterhalvåret og frigivelse av sedimentbundet fosfor. Dette fører så til at utviklingen i negativ retning akselereres.

6.1 Vurdering av resipientkapasiteten i Finse vann

Under diskusjonen av resultatene fra næringssaltanalysene ble det vist at fosfor er det styrende element hva eutrofiutviklingen angår. Og det finnes nå erfaringsmodeller som gir en relativt god forutsigelse av hvordan forholdene vil bli etter en endret fosforbelastning (Berge 1982a,b). For å kunne bruke disse er det viktig å få frem tilførsels- eller belastningsdata for alle fosforkildene i nedbørfeltet.

Dette er vanligvis et omfattende arbeid hvor det er behov for hyppige registreringer av fosfortilførselen i alle tilløpsbekker og elver. Ofte vil en stor del av disse tilførselene være diffuse og som det da er vanskelig å få gode tall for.

Det har derfor ved vurderingen av resipientkapasiteten i Finse vann vært nødvendig å anvende generelle koeffisienter som er forsøkt tilpasset områdets spesielle natur og klimaforhold. De fremkommede resultatene er dessuten "testet" mot innsamlete data fra fosforanalysene i innsjøen/utløpet, og den biologiske responsen dette har gitt i Finse vann.

I Tabell 6 er det gitt en oversikt over de ulike fosforkildene i nedbørfeltet. Det er regnet med en midlere arealavrenning på 70 l/sek km². Dette gir en midlere årlig vanntilførsel til Finse vann på 162,8 x 10⁶ m³/år og et midlere årlig avløp fra Finse vann på 5,2 m³/sek. Med en samlet årlig fosfortilførsel på 611 kg/år (Tabell 6) gir dette en midlere fosforkonsentrasjon i tilførselene på 3,75 µg P/l.

Tabell 6. Fosforkilder i Finsevannets nedbørfelt, samlet tilførsel pr. år. Belastningstall gitt av Ulvik kommune, teknisk etat, 1986.

Kilde	Koeffisient	Renseeffekt*	kg Tot P
1) Nedbør, samlet vannareal	6,4 km ²	-	64,4
2) Nedbørfelt - vannareal	67,6 km ²	-	405,6
3) Fast bosetting	28 pers.	10 %	23,0
4) Antall gjestedøgn samlet	20.000 døgn	10 %	45,0
5) Ski-fotturisme-teltslagning	9.000 døgn	50 %	11,3
6) NSBs aktivitet samlet, tilsvarende	60 p.e.	10 %	49,3
7) Hyttebruk 13 døgn pr. år a 4 pers.	85 hytter	50 %	5,5
8) Ansatte ved hotell og turisthytte, samlet:	9 pers.	10 %	7,4
		Sum	611,1 kg

* 1) og 2) : Erfaringstall Berge 1982a,b, Vennerød 1984.

3) til 8): Antatt renseeffekt, ved bruk av slamavskiller, naturlig infiltrasjon

Tar vi hensyn til R = retensjonen (tilbakeholdelsen i sedimentet), får vi nå en midlere konsentrasjon i utløpet av Finsevann på $2,58 \mu\text{g P/l}$.

$$R = \frac{1}{1 + 1/VT_w} = 0,31 \quad Tw = \text{vannets teoretiske oppholdstid}$$

Middelverdien for alle fosformålingene i Finsevann er $2,6 \mu\text{g Tot P/C}$, og tilsvarende verdi i utløpet av Finsevann er $2,1 \text{ mg Tot P/l}$. Men disse dataene bygger på relativt få målinger.

Ved å bruke resultatene fra klorofyllmålingene lar det seg gjøre å regne ut den midlere Tot P konsentrasjonen ($P\lambda$) i Finsevann. Vi bruker da resultatene fra målingene av algemengden i sommerhalvåret, målt som midlere klorofyllmengde og nytter erfaringsmodellen (Berge 1987, under utarb.).

$$(P)\lambda = 1,7 (kla)^{1,04} = 1,7 (1,54)^{1,04} = 2,6 \mu\text{g Tot P/l}$$

Ut fra erfaring antar vi at det kritiske belastningsområde ligger ved en midlere klorofyllverdi i produksjonssesongen på $2,0 \mu\text{g kla/l}$. Setter vi dette i ligningen ovenfor får vi for Finsevann en midlere konsentrasjon i produksjonssesongen ($P\lambda$) på:

$$1,7 (2)^{1,04} = \underline{3,5 \mu\text{g Tot P/l}}$$

Tar vi hensyn til retensjonen vil dette gi en innløpskonsentrasjon på $5,0 \mu\text{g Tot P/l}$ eller en samlet fosfortilførsel til Finsevann på vel 800 kg/år . Dette er den teoretiske resipientkapasitet for Finsevann. Trekker vi fra det som vi tidligere har beregnet kom fra hele nedbørfeltet med dagens aktivitet (Tabell 6) gjenstår det en "uutnyttet resipientkapasitet" på ca. 200 kg . Dette, sammen med øvrige observasjoner i Finsevann, viser at dagens belastning er godt innenfor det innsjøen kan tåle.

Setter vi en personekvivalent til $2,25 \mu\text{g P/l}$ tilført i innsjøen pr. døgn får vi at denne fosfortilførselen tilsvarer en daglig belastning på $\approx 250 \text{ p.e.}$ Dette er så den uutnyttede resipientkapasitet som er igjen i Finsevann ut fra dagens belastning, og tilsvarer omtrent den forurensningsmengde som Finsevann i dag mottar.

6.2 Rensetekniske tiltak

Behov for høygradig rensing

Med dagens aktivitet ser det ikke ut til å være behov for ytterligere rensetekniske tiltak for å hindre en uheldig eutrofiutvikling i innsjøen. En kan heller si at den næringssalttilførsel som tilføres Finsevann fra aktivitetene omkring er viktig for dagens biologiske produksjon i innsjøen. For bruksinteressene knyttet til fiske og fiskeavkastning vil en ytterligere tilførsel av fosfor opp mot kritisk belastning kunne ha en gunstig virkning. Dette sammen med en reduksjon av røyebestanden vil gi et bedre fiske med større fisk og bedre kvalitet enn i dag.

Men det er viktig å bemerke at det i dag er knyttet problemer til den bakterielle påvirkning fra aktivitetene rundt Finsevann. De hygieniske kravene til drikkevann er ikke tilfredsstillende i innsjøen og i avløpet. Dette, sett i sammenheng med den friluftaktivitet som utøves rundt Finsevann og langs vassdraget nedstrøms, medfører at disse bruksinteressene (resipientbruken) vanskelig kan forenes uten at det oppstår konflikter av helsemessig karakter. Vi vil derfor foreslå at avløpsvannet som føres ut i Finsevann underkastes en bakteriell rensing/desinfisering.

6.2.1 Rensetiltak - Utslippssted

Ulvik kommune har fått utarbeidet en kloakkplan for Finseområdet (Hydrokonsult, 1979) hvor det er foreslått 4 alternativer til rensing av avløpet fra Finse. Disse er rangert etter stigende kostnader og var:

- Alt. I : Slamavskiller ved stasjonsområdet og slamavskiller ved Finsehytta.
- Alt. II : Felles slamavskiller ved Finsehytta.
- Alt. III : Felles mek./kjemisk renseanlegg ved Finsehytta.
- Alt. IV : Felles mek.biologisk renseanlegg ved Finsehytta.

Vi vil foreslå at et femte alternativ nyttes. Dette går ut på å samle alle avløpsledninger (som renoveres) til en felles slamavskiller ved

Finse stasjon. På avløpet fra denne kobles det til et "rensetrinn" for bakteriell rensing /desinfisering. Dette kan gjøres ved hjelp av UV-bestråling, kalkfelling eller ved bruk av klor. Ved kalkfelling vil en del av fosforet felles, men som nevnt tidligere, kunne det her være gunstig at dette var tilgjengelig for biologisk produksjon i Finsevann. Slammet avvannes og deponeres i egnet deponi i nærheten, om det er mulig å finne et slikt sted.

Utslippssted og dyp

Hydrokonsult foreslår at utslippet føres til hovedstrømmen ved Finsehytta og ikke i Finsebukta. Vi mener at det er viktig å utnytte den resipientkapasitet vi har i Finsevann og ikke eksportere problemene til vassdraget nedstrøms. Vi foreslår derfor at utslippet ledes ut på dypt vann i Finsebukta. En svak gjødsling av Finsevann vil trolig være positivt for fiske i innsjøen.

LITTERATUR

- Berge, D., 1982a. Resipientundersøkelser i Førsvann. Vurdering av utslipp fra et planlagt turistsenter, NIVA, 0-81060, 17 s.
- Berge, D., 1982b. Resipientundersøkelse i Tuddalsvassdraget i forbindelse med planlagt turistsenter. NIVA, 0-81026, 28 s.
- Halvorsen, G., 1982. Krepssdyr i våre høfjellsvann. I Østbye, E. & Mysterud, I. (red.). Høfjellsøkologi. Foreløbig kompendium til kursbruk. Høfjellsøkologisk forskningsstasjon, Finse. Universitetene i Bergen og Oslo. Stensil.
- Hydrokonsult, 1979. Sak 2120, Kloakkplan Finse 22.3.1979, 13 s.
- Klemetsen, A. & E. Østbye, 1967. Observasjoner over alder, kondisjon og ernæring hos røye fra Finsevatn. Fauna, 20: 183-188.
- SIFF, 1976. Statens institutt for folkehelse. Kvalitetskrav til vann. Statens trykksakseks. I-2026, Oslo, 1976.
- Strøm, K., 1954. Geofysiografi ved Finse. En ekskusjonsveileder. Stensil.
- Strøm, K., 1956. Change in a glacier-fed lake Finsevatn after 21 years. Hydrobiologica 8; 293-297.
- Vennerød, K., 1984. Håndbok i innsamling av data om forurensnings-tilførsler til vassdrag og fjorder. NIVA-rapport 0-82014. 48 s.

Vedlegg

Tabell 7. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Sandåvann og Finsevann.

Parameter	Dato	28.04.85			6.06.85			11.07.85			16.08.85			18.09.85			10.02.86			X̄		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	Maks.	Min.	
pH	Sandåvann	6,69	6,68	6,54	6,02	6,47	6,45	6,82	6,83	6,52	6,83	6,87	6,88	6,92	6,84	6,69	6,69	6,73	6,66	6,75	6,66	6,93
	Finsevann	6,62	6,60	6,48	6,03	6,50	6,33	6,63	6,79	6,76	6,79	6,79	6,76	6,73	6,64	6,48	6,48	6,40	6,50	6,48	6,57	6,03
Kjend. 25 C mS/m	Sandåvann	2,25	2,53	2,68	1,37	2,53	2,54	1,93	1,87	1,94	2,01	2,00	2,80	2,24	2,24	2,63	2,64	2,64	2,22	2,30	2,34	2,80
	Finsevann	1,85	2,15	2,31	1,58	2,32	2,55	1,62	1,53	1,58	1,55	1,47	1,62	1,67	1,87	1,86	1,81	1,81	1,65	1,86	1,93	2,55
Turb. F.I.U.	Sandåvann	0,18	0,17	0,31	0,62	0,63	0,58	1,0	0,54	0,67	0,68	0,43	1,0	1,2	0,63	0,45	0,35	0,35	0,62	0,58	0,58	1,2
	Finsevann	0,21	0,21	0,44	0,73	0,82	0,66	0,89	1,0	0,83	1,1	0,62	0,83	1,0	1,3	0,32	0,35	0,32	0,71	0,72	0,76	1,5
TOC mg O/l	Sandåvann	0,47	0,62	0,73	0,82	1,14	0,84	1,30	0,80	0,87	0,59	0,61	1,29	1,28	1,17	0,22	0,39	0,29	0,79	0,81	0,71	1,30
	Finsevann	1,36	0,33	0,48	0,88	0,74	0,71	1,50	1,44	2,99	0,69	0,56	1,28	1,04	1,36	0,52	0,53	0,39	0,87	0,53	1,0	2,99
TOT-P µg P/l	Sandåvann	1,5	1,0	1,5	1,5	2,0	3,5	2,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	1,6	1,3	2,0	3,5
	Finsevann	1,5	4,0	2,5	1,5	4,0	7,5	2,0	1,5	1,0	3,5	1,0	1,5	3,0	3,0	2,5	4,0	4,0	2,0	2,5	3,2	7,5
PO ⁻ P µg PO ₄ ⁻ /l	Sandåvann	<0,5	0,5	1,0	0,5	1,5	1,5	1,0	<0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	2,0	<0,8	<0,8	1,1	2,0	
	Finsevann	<0,5	3,0	2,0	1,0	2,0	6,5	0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	1,0	1,5	1,5	1,0	1,5	1,5	<0,8	1,0	<2,1	<0,5
TOI-N µg N/l	Sandåvann	130	180	310	310	460	370	300	140	250	115	120	105	92	78	84	90	174	181	174	203	460
	Finsevann	80	190	350	350	350	390	250	190	180	170	135	105	105	234	101	96	176	180	176	231	390
NO ⁻ N µg NO ₃ ⁻ /l	Sandåvann	58	79	115	181	77	101	65	66	65	26	30	33	22	22	53	55	69	54	69	64	181
	Finsevann	61	109	200	171	164	220	74	77	86	31	31	30	31	34	63	63	72	63	72	105	220

I : 1 meters dyp

II : 10 "

III : 1 meter over bunnen

Tabell 8. Fysisk-kjemiske analyseverdier fra innløpselvene Ustekveikja og Finseelva samt i utløpet fra Finsevann.

Ustekveikja

Parameter Dato	pH	KOND	TURB	TOC	TOT-P	PO ₄ -P	TOT-N	NO ₃ -N
6/6-85	6,23	0,98	0,37	0,66	1,5	0,5	250	137
11/7 "	6,18	0,67	0,33	0,91	1,0	<0,5	110	47
16/8 "	6,37	0,86	0,47	0,56	0,5	<0,5	120	38
18/9 "	6,29	0,89	0,50	1,07	1,5	0,5	86	39
Middelverdi	6,26	0,85	0,41	0,80	1,1	<0,5	116	65

Finseelva

Parameter Dato	pH	KOND	TURB	TOC	TOT-P	PO ₄ -P	TOT-N	NO ₃ -N
6/6-85	6,73	2,24	1,00	0,46	2,0	1,0	330	240
11/7 "	6,81	1,53	0,54	0,91	0,5	<0,5	100	52
16/8 "	6,97	2,28	2,86	0,44	1,0	0,5	120	50
18/9 "	6,94	2,90	0,70	0,89	1,5	1,0	92	66
Middelverdi	6,86	2,23	0,77	0,67	1,3	<0,7	160	102

Utløp Finseelva

Parameter Dato	pH	KOND	TURB	TOC	TOT-P	PO ₄ -P	TOT-N	NO ₃ -N
29/4-85	6,47	1,61	0,28	0,50	3,0	<0,5	150	75
6/6 "	6,45	1,88	0,89	0,64	2,0	1,0	280	198
11/7 "	6,71	1,40	0,64	0,98	0,5	<0,5	140	76
16/8 "	6,78	1,50	0,76	0,62	3,0	1,5	130	29
18/9 "	6,75	1,63	1,10	0,91	1,5	0,5	92	30
10/2-86	6,35	1,86	0,35	0,43	2,5	1,0	96	65
Middelverdi	6,45	1,64	0,67	0,68	2,1	<0,8	148	79

Tabell 9. Feltnmålinger Finsevann og Sandåvann i 1985.
Siktedyp og vannfarge samt analyseverdier for
klorofyll $\mu\text{g Chla/l}$.

Finsevann

Dato	Siktedyp	Vannfarge	Klorofyll
10. juli	7,8 m	Blågrønn	1,04
14. aug.	8,5 "	"	1,92
16. sept.	7,0 "	"	1,67

Sandåvann

Dato	Siktedyp	Vannfarge	Klorofyll
10. juli	14,0 m	Blå	0,50
14. aug.	10,0 "	"	1,17
16. sept.	11,0 "	"	1,33

Tabell 10. Sanitærbakteriologiske analyseresultater.
Koloforme bakterier 37°C , antall bakt. pr 100 ml.

Stasjon	Dato	28/4-85	5/6-85	10/7-85	15/8-85	16/9-85	10/2-86
Sandåvann	1 m	0	0	0	-		0
	10 "	-	-	-	-		-
	21 "	-	-	-	-		-
Sandåelv Ustekveikja Finseelva		-	-	-	1	4	-
		-	-	-	0	1	-
		-	0	0	0	0	-
Finsevann rutine st.	1 m	0	0	0	2	0	0
	10 "	-	28	1	2	0	0
	24 "	-	-	-	4	4	0
Finsevann nord	1 m	-	-	0	1	-	-
	10 "	-	-	0	2	-	-
	22 "	-	-	-	4	-	-
Finsevann øst	1 m	-	-	-	2	-	-
	10 "	-	-	-	2	-	-
Finsevann vest	1 m	-	-	-	0	-	-
	10 "	-	-	-	0	-	-
	27 "	-	-	-	0	-	-
Utløp Finsevann		0	3	1	3	1	2

Tabell 11. Analyseresultater. Sanitær bakteriologiske analyseresultater.
Termostabile koliforme bakterier 44 °C.

Stasjon \ Dato	28/4-85	5/6-85	10/7-85	15/8-85	16/9-85	10/2-86
Sandåvann 1 m	0	0	0	0	-	0
Sandåelv	-	-	-	-	3	-
Ustekveikja	-	-	0	0	0	-
Finseelva	-	0	-	0	0	-
Finsevann 1 m	0	0	0	1	0	0
rutinest. 10 "		2	0	1	0	0
24 "		-	-	0	0	0
Finsevann 1 m	-	-	0	0	-	-
nord 10 "		-	0	0	-	-
22 "		-	-	4	-	-
Finsevann 1 m	-	-	-	0	-	-
øst 10 "			-	0	-	-
Finsevann 1 m	-	-	-	0	-	-
vest 10 "			-	0	-	-
27 "			-	0	-	-
Utløp Finsevann	0	0	0	0	0	0

Tabell 12. Kvantitative planteplanktonprøver fra: Finsevatn (1 m dyp)
Volum 33/33

GRUPPER/ARTER	Dato=>	850606	850710	850815	850916
Chlorophyceae (Grønnalger)					
Chlamydomonas sp. (1=10)		1.0	-	-	.6
Chlamydomonas sp. (1=8)		-	-	.6	-
Cosmarium sp. (1=8, b=8) C.pygmaeum ?		.1	-	.2	3.0
Monoraphidium komarkovae		.6	1.2	4.2	7.1
Paramastix conifera		-	-	.9	-
Ubest.cocc.qr.algae (Chlorella sp.?)		1.9	-	.9	.2
Ubest.qr.flagellat		.2	-	-	-
Sum		3.7	1.2	6.9	11.0
Chrysophyceae (Gullalger)					
Bitrichia chodatii		-	-	.1	-
Chroaulina sp.		.5	-	.5	-
Chrysolykos planctonicus		-	.1	.1	-
Chrysolykos skujae		.1	7.3	3.9	3.7
Craspedomonader		-	-	.2	-
Cyster av Dinobryon spp.		-	.4	-	.9
Cyster av chrysophyceer		1.1	3.2	1.0	2.0
Dinobryon crenulatum		-	-	.4	.2
Dinobryon cylindricum var.alpinum		-	1.3	7.8	-
Dinobryon korschikovii		-	.2	-	-
Dinobryon sociale v.americana		-	-	6.2	14.6
Kephyrion boreale		-	.2	.3	.6
Løse celler Dinobryon spp.		.2	.9	6.0	6.0
Saa chrysonomader (<7)		6.5	21.0	19.5	24.3
Store chrysonomader (>7)		5.1	16.2	32.0	34.0
Synura sp. (1=9-11, b=8-9)		-	.1	-	-
Ubest.chrysophyceae		-	-	-	.2
Uroqlena cf.americana		-	1.1	74.7	2.3
Sum		13.5	52.0	152.7	88.7
Bacillariophyceae (Kiselalger)					
Achnanthes sp. (1=15-25)		-	-	.7	-
Eunotia lunaris		-	-	-	.1
Rhizosolenia longiseta		-	.2	.2	1.1
Synedra rumpens		-	-	.5	1.0
Tabellaria flocculosa		-	-	.9	-
Sum		-	.2	2.4	2.3
Cryptophyceae					
Cryptomonas marssonii		-	-	-	2.0
Cryptomonas spp. (1=24-28)		-	-	-	.5
Katablepharis ovalis		.1	.2	.5	.4
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		-	-	1.0	-
Sum1	.2	1.5	2.8
Dinophyceae (Fureflagellater)					
Gyrodinium cf.lacustre		1.7	12.6	4.7	5.2
Gyrodinium sp. (1=20-22, b=17-20)		9.6	-	-	-
Gyrodinium sp. (1=28-30, b=33-36)		-	-	-	4.2
Gyrodinium sp.1 (1=15-18)		-	1.7	8.4	1.4
Peridinium inconspicuum		-	1.9	6.4	5.2
Ubest.dinoflagellat		-	11.1	22.1	-
Sum		11.3	27.3	41.6	15.9
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)					
Isthmochloron trispinatum		-	-	.2	.5
Sum		-	-	.2	.5
Mv-alger					
Sum		3.3	8.1	11.6	10.8
Total					
		31.8	89.1	217.1	132.1

Tabell 13. Kvantitative planteplanktonprøver fra: Sandavatn (1 m dyp)
Volum m^3/m^3

GRUPPER/ARTER	Dato=>	850604	850710	850814	850916
Chlorophyceae (Grønnalger)					
Chlamydomonas sp. (1=8)		-	.1	2.5	2.2
Chlamydomonas sp.3 (1=12)		.4	-	-	-
Cosmarium sp. (1=8,b=8) C.pygmaeum ?		-	.5	-	2.4
Monoraphidium komarkovae		.1	.1	.5	.2
Staurastrum gracile		-	.2	-	-
Tetraedron minimum v.tetralobulatum		-	.1	-	.3
Ubest.cocc.qr.alge (Chlorella sp.?)		-	-	2.6	-
Sum4	1.0	5.6	5.2
Chrysophyceae (Gullalger)					
Chromulina sp.		.9	1.3	-	2.5
Chrysolykos skujae		-	3.1	9.5	3.1
Cyster av chrysophyceer		-	2.5	.5	.2
Dinobryon cylindricum var.alpinum		-	2.1	1.7	.6
Dinobryon sociale v.americanum		-	-	1.1	-
Dinobryon suecicum		-	-	.1	-
Kephyrion boreale		-	.1	.1	.2
Løse celler Dinobryon spp.		-	3.4	-	4.1
Phaeaster aphanaster		-	1.5	.4	-
Små chrysoomonader (<7)		6.8	28.7	12.8	23.0
Store chrysoomonader (>7)		3.0	12.1	25.1	17.0
Ubest.chrysoomnade		-	.5	-	.5
Uroqlena cf.americana		-	.9	2.3	77.9
Sum		10.7	56.0	53.5	129.3
Bacillariophyceae (Kiselalger)					
Rhizosolenia longiseta		-	.2	.9	7.2
Synedra rupeus		-	.2	3.0	22.9
Sum		-	.5	3.9	30.1
Cryptophyceae					
Cryptomonas sp.3 (1=20-22)		-	-	1.5	-
Katablepharis ovalis		-	-	1.8	-
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)		-	.3	42.7	2.6
Sum		-	.3	46.0	2.6
Dinophyceae (Fureflagellater)					
Cyster av dinophyceer		-	6.2	-	-
Gyrodinium cf.lacustre		5.8	14.0	14.8	3.7
Gyrodinium sp. (1=28-30,b=33-36)		-	.5	18.7	17.2
Gyrodinium sp.1 (1=15-17)		.7	1.5	6.7	.4
Peridinium inconspicuum		.6	4.5	9.6	10.6
Peridinium sp.1 (1=15-17)		-	1.1	-	.7
Ubest.dinoflagellat		1.0	2.2	6.7	4.9
Sum		8.2	30.0	56.6	37.4
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)					
Isthmochloron trispinatum		-	-	.7	-
Sum		-	-	.7	-
My-alger					
Sum		2.6	5.7	5.9	6.0
<hr/>					
Total		21.9	93.6	172.2	210.5
<hr/>					

Tabell 14. Dyreplankton i Finsevann og Sandåvann 1985.

+++ Rikelig/dominerende forekomst
 ++ Vanlig
 + Sjelden

Arter/grupper	Dato	Finsevann			Sandåvann		
		10/7	15/8	16/9	10/7	14/8	16/9
HJULDYR (Rotatoria)							
Kellicottia longispina		xx	xx	xxx	xx	xx	xxx
Keratella hiemalis/quadrata		x	x	x	x	xx	x
Keratella cochlearis			x	x		x	x
Conochilus hippocrepis/unicornis				x			
Synchaeta sp.		xx(x)	x		xx	x	
Polyarthra cf. dolichoptera			xxx	x	x	xx	x
Euchlanis dilatata			x				
KREPSDYR (Crustacea)							
Bosmina sp.				x			
Chydorus sp.			x		x		
Cladocera indet.				x			
Diaptomidae indet. naup.					x		
Cyclopoida indet. cop.		x	x		x		
Cyclopoida indet. naup.		x		x	x		