

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

0-81060

RESIPIENTUNDERSØKELSE I FØRSVATN - VURDERING AV UTSLIPP FRA ET  
PLANLAGT TURISTSENTER

NIVA, Oslo januar 1982.

Saksbehandler : Dag Berge

Medarbeider : Arne Kjellsen,  
Telemark fylkeskomm.

For administrasjonen : Lars N. Overrein

J. E. Samdal.

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Brekke 23 52 80  
Gaustadalleen 46 69 60  
Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0 - 81060
Undernummer:
Løpenummer: 1351
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  RESIPIENTUNDERSØKELSE I FØRSVATN - VURDERING AV UTSLIPP  FRA ET PLANLAGT TURISTSENTER	Dato: 8/1-82
Forfatter(e):  Dag Berge	Prosjektnummer: 0-81060
	Faggruppe: VASSDRAGSEKSJONEN
	Geografisk område: Vest-Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 17

Oppdragsgiver:  Ing. Egil G. Ek A/S	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Det er planer om å bygge et turistsenter på fjellet mellom Dalen i Telemark og Valle i Setesdal. Turistsenteret fullt utbygd, vil omfatte ca. 500 pe. Utslipppet skal renses og ledes ut i Førsvatn. I denne forbindelse er det foretatt en resipientundersøkelse av Førsvatn for å klarlegge dagens forurensningssituasjon, samt å vurdere effekten av utslippet fra turistanlegget. Førsvatn er i dag et typisk oligotroft fjellvatn i god økologisk balanse. Vannet virker lite påvirket av forurensning og av annen menneskelig aktivitet. Utslipppet fra turistsenteret vil øke mengden med ca. 25%. Dette vil neppe forårsake noen problemer m.h.t. økologiske forstyrrelser i Førsvatn.

4 emneord, norske:
1. Resipientundersøkelse
2. Tilstandsbeskrivelse
3. Resipientkapasitet
4. Førsvatn

4 emneord, engelske:
1. Recipient survey
2. Water quality
3. Recipient capacity
4. Lake Førsvatn

Prosjektleder:

*Dag Berge*

Seksjonsleder:

*Klaus Holben*

For administrasjonen:

*J. E. Sandel*

*Karsten Ouenin*

ISBN 82-577-0456-3

## FORORD

NIVA ble i mai 1981 kontaktet av Ing. Vidar Tveiten A/S om å gjøre en enkel resipientundersøkelse i Førsvatn, Tokke kommune, i forbindelse med det planlagte turistsenteret Hallbjønnsekken Vest. Ansvarlig for utbyggingen er Ing. Egil G. Ek, A/S. Det skal senere dannes et interesseselskap som skal stå for driften av senteret.

På møte hos Ing. Vidar Tveiten, A/S, i Seljord 21/5 - 81, med representanter fra Telemark fylke, Vidar Tveiten A/S, Egil G. Ek A/S, Tokke kommune og NIVA, ble planene gjennomgått i detalj og omfanget av de nødvendige undersøkelser ble skissert.

Ansvarlig for gjennomføringen av undersøkelsene har vært cand real Dag Berge, NIVA, med assistanse fra DH - kandidat Arne Kjellsen, Telemark fylkeslaboratorium. Disse to har stått for prøveinnsamlingen og opploddingen av Førsvatn. De kjemiske analysene er foretatt av Telemark fylkeslaboratorium, de bakteriologiske analyser av Byveterinæren i Skien, mens planteplanktonet er analysert av cand real Pål Brettum, NIVA. Materialet er bearbeidet og rapportert av Dag Berge.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	side	1
1.1. Formål		1
1,2. Omfanget av undersøkelsen		1
2. KORT BESKRIVELSE AV UTBYGGINGEN OG DE TILHØRENDE VASSDRAGSPROBLEMER		1
2.1. Turistsenteret		1
2.2. Problemområder		4
3. RESULTATER		4
3.1. Landskapsbeskrivelse - nedbørfelt		4
3.2. Hydrologi og morfometri		5
3.3. Fysisk/kjemiske forhold i Førsvatn		6
3.4. Planteplanktonundersøkelse i Førsvatn		8
3.5. Fysisk/kjemiske forhold i Fyråi		11
3.6. Bakteriologiske forhold i Fyråi		11
4. VURDERING AV RESIPIENTKAPASITET		12
5. RENSEANLEGG - PLASSERING AV UTSLIPP FRA DETTE		14
6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON		16
7. LITTERATUR		17

## FIGURFORTEGNELSE

Fig. 1. Førsvatns nedbørfelt.	2
Fig. 2. Turistanleggets plassering ved Hallbjønnsektjønni	3
Fig. 3. Dybdekart over Førsvatn	5
Fig. 4. Algemengde målt som klorofyll <u>a</u> i sjiktet 0-6m i Førsvatn sommeren 1981	8
Fig. 5. Volum og sammensetning av planteplanktonet i Førsvatn(0-6m blandprøve) ved den anledning det ble registrert høyest klorofyll <u>a</u> - konsentrasjon i prøvene, nemlig den 11/6 - 81	9

## TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1. Morfometriske og hydrologiske data for Førsvatn	6
Tabell 2. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Førsvatn og Fyråi	6
Tabell 3. Temperaturmålinger i Førsvatn	7
Tabell 4. Oksygenmålinger i dyplagene i Førsvatn den 20/8-81	7
Tabell 5. Klorofyll <u>a</u> konsentrasjonen i blandprøver (0-6m) ved de forskjellige observasjoner i Førsvatn 1981 ( $\mu\text{gKla}/\text{l}$ ).	9
Tabell 6. Volum og artssammensetning av planteplanktonet i Førsvatn den 11/6-81. Denne dato ble det målt størst algemengde ved klorofyll <u>a</u> analyse.	10
Tabell 7. Bakteriologiske analyser fra Fyråi	11

## 1. INNLEDNING

### 1.1. Formål

Hensikten med undersøkelsen er:

1. Å fremskaffe data fra Førsvatn slik at situasjonen i dag, før utbygging av turistsenteret, kan beskrives.
2. Dernest, på bakgrunn av det innsamlede materialet, å vurdere i hvilken grad utbyggingen vil påvirke Førsvatn i forurensende retning.

Vi er også bedt om å vurdere hvorvidt en utvidelse av anlegget fra 420 p. e. til 500 p.e. vil medføre en betenkelig tilleggsbelastning.

Siden det ikke er drikkevannsinteresser i vassdraget, er det hygieniske aspektet ved utbyggingen relativt flyktig behandlet. Man har konsentrert seg om den eutrofiende effekt utbyggingen vil ha på Førsvatn. Det vil i all enkelhet si om hvorvidt "gjødslingen" som følge av kloakkutslippet vil medføre økologiske forstyrrelser med hensyn til økt algevekst.

### 1.2. Omfanget av undersøkelsen

Undersøkelsene har omfattet fysisk/kjemiske og biologiske prøver fra Førsvatn, samt bakteriologiske og noen kjemiske prøver fra utløpselven, Fyråi. Prøver har vært tatt ut i juni, juli, august og september 1981. Førsvatn er dessuten blitt loddet opp da det var nødvendig å kjenne volumet. Området rundt turistsenteret er blitt befart. Det samme har bekken som er tenkt å motta avløpsvannet fra senteret.

## 2. KORT BESKRIVELSE AV UTBYGGINGEN OG DE TILHØRENDE VASSDRAGSPROBLEMER.

### 2.1. Turistsenteret.

Turissenteret er tenkt plassert rett vest for Hallbjønnsektjønni like ovenfor riksveg 45 mellom Dalen og Valle, se figur 1 og 2.

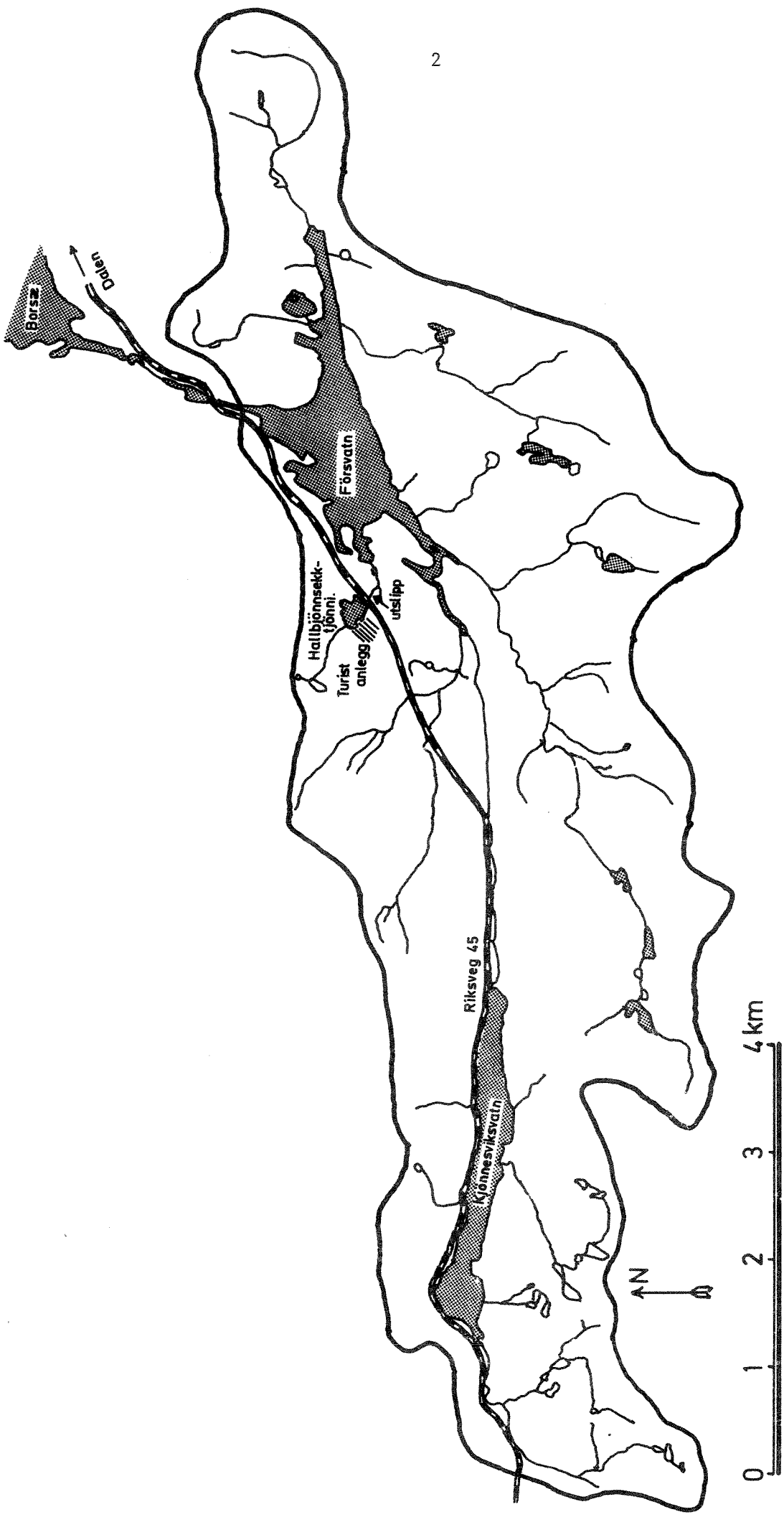


Fig. 1. Fjorvatns nedbørfelt. Plasseringen av det planlagte turistanlegg er også inntegnet. Riksveg 45 går mellom Dalen i Telemark og Valle i Setesdal.

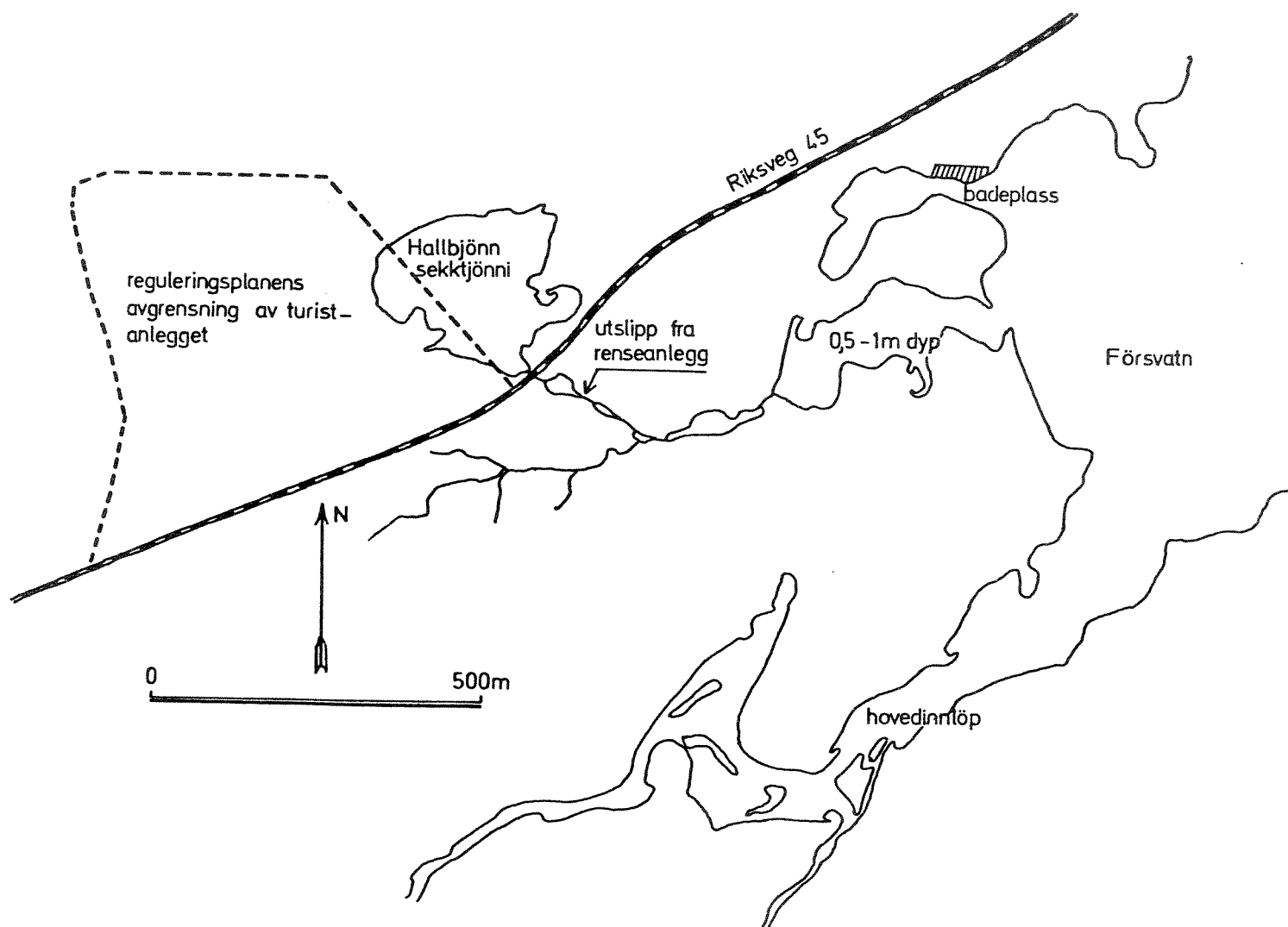


Fig. 2. Turistanleggets plassering ved Hallbjønnsekkjønni. Legg merke til at bekken som er ment å motta avløpsvannet fra renseanlegget danner flere små dammer før den renner ut i den grunne bukten i Försvatn. Den omstridte badeplassen ligger ved utløpet av nabobukten.

Anlegget skal omfatte hytter, motellenheter, butikk, samt grendehus. Grendehuset skal normalt betjene gjestene på turissenteret, men det skal også kunne nyttes som hotell, kursvirksomhet ol. Alle enheter skal ha full sanitær standard, med bad og vannklosett. Inkludert grendehuset med hotellenhet vil turistsenteret omfatte 500 p.e. forutsatt fullt belegg. Uten hotellenheten vil senteret omfatte 420 p.e.

Kloakkvannet skal renses ( med 90% effektivitet på fosfor og organisk materiale, fylkesmannens krav) og ledes ut i utløpsbekken fra Hallbjønnsekkjønni som fører ned til Försvatn.

## 2.2. Problemområder.

Erfaringsmessig vet man at for store utslipp av kloakk til en innsjø vil medføre problemer, først og fremst med hensyn til algevekst. Den første respons er at det blir mer alger. Etterhvert endres algesamfunnets sammensetning til å bestå av arter som er dårlig egnet som føde for neste ledd i næringskjeden (dyreplankton, div. bunndyr). Det blir opphopning av alger (ofte blågrønnalger) som nedbrytes mikrobielt i stedet for å inngå i den vanlige næringskjeden. Mye av algematerialet vil synke til bunns og nedbrytes der. Bunnvannet kan da bli fattig på oksygen. De store algekonsentrasjonene gjør at vannet blir grumsete og ser utrivelig ut. Denne prosessen kalles eutrofiering. Det er faren for en slik utvikling vi skal vurdere ved den foreliggende undersøkelse.

Førsvatn er med blant de vassdrag som er 10 - års vernet mot kraftutbygging. Verneplanen forutsetter også at utbygging av annen menneskelig aktivitet ikke skal føre til tilstander beskrevet over.

I tillegg til at man må forvente noe mer alger etter utbyggingen, vil vannet også bli bakteriologisk forurenset, selv etter rensing av avløpsvannet. Det er imidlertid ikke drikkevannsinteresser i det nedenfor liggende vassdrag, så dette problemet blir bare flyktig behandlet.

Hallbjønnsektjønni vil ikke bli berørt av kloakkutslipp.

## 3. RESULTATER

### 3.1. Landskapsbeskrivelse - nedbørfelt

Førsvatn ligger i naturskjønne omgivelser i overgangen furuskog/bjerkebelte. Høyden over havet er 769 m. Fjell på over 1000 m reiser seg mot vest. Strandsonen er variert med bukter og odder hvor fjellbjerk og kronglete kjempefuruer danner en trollesk kontrast til nakne berg. Øst i vannet holder det til bevere. I vannet er det ørret av god kondisjon. Kun veien, en høyspentlinje, samt noen få hytter vitner om menneskelig aktivitet. Området må kunne karakteriseres som en riktig naturperle.

Nedbørfeltet strekker seg mot vest som vist i figur 1. Arealet er ca 36 km<sup>2</sup> (planimetrert etter 1 : 50 000 kart). Nedbørfelt med Førsvatn er 10 - års vernet mot vannkraftutbygging. Der finnes nærmest ingen forurensende aktiviteter, kun spredt hyttebebyggelse langs riksveg 45. Det synes heller ikke (på bakgrunn av våre analyser) å være nevneverdig sur avrenning fra nedbørfeltet.



### 3.2. Hydrologi og morfometri

Det har blitt foretatt en enkel opplødding av Førsvatn. Dybdekartet som er vist i figur 3, er basert på ca 50 loddsudd og må derfor regnes som relativt grovt.

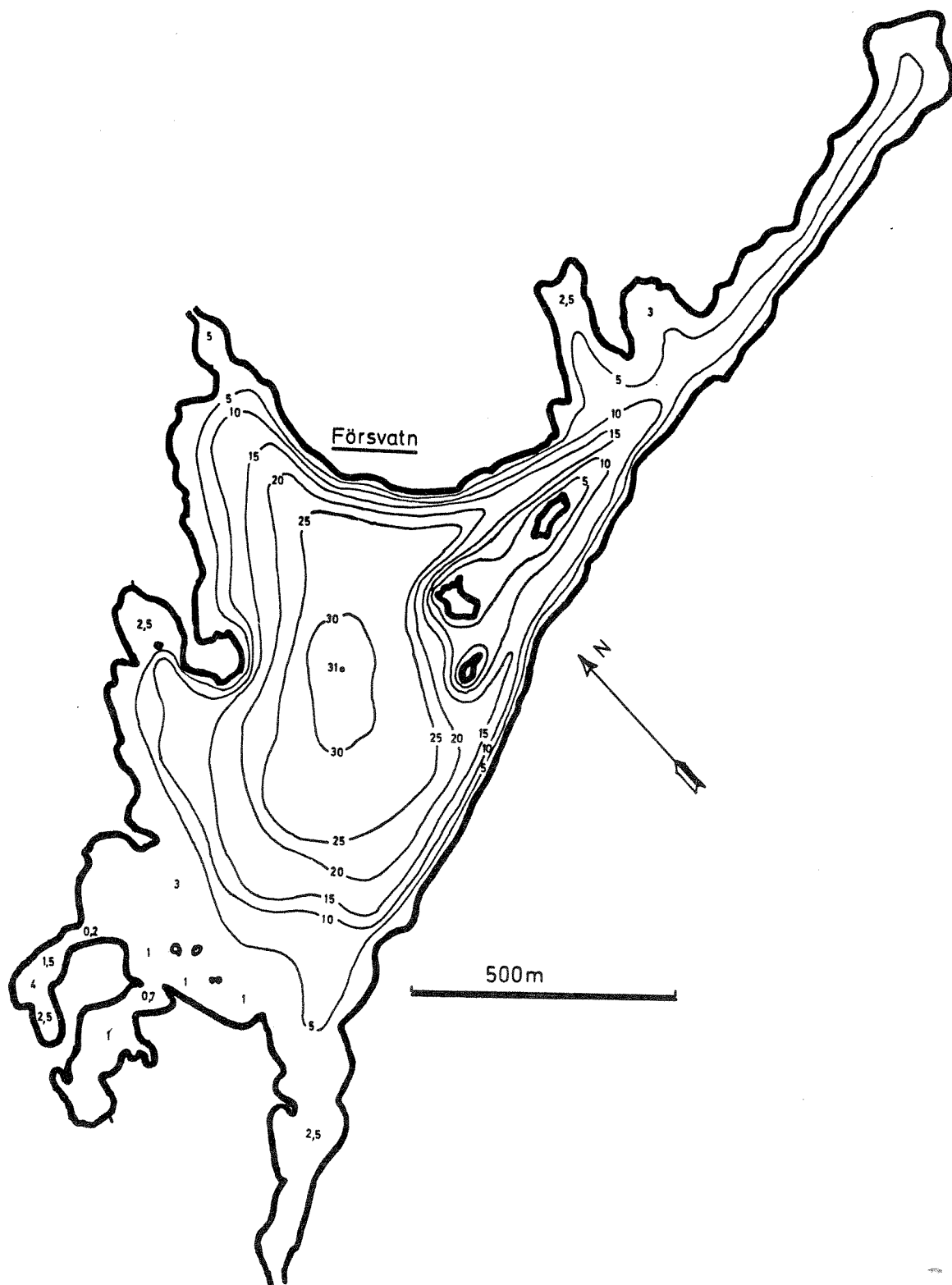


Fig. 3. Dybdekart over Førsvatn. Kartet er basert på 50 loddsudd og må derfor regnes som relativt grovt.

Midlere tilsig fra nedbørfeltet er i følge Skafså Kraftverk ca.  $40 \text{ l/km}^2\text{sek}$ . Ut fra dette, dybdekartet, samt planimetrering av dybdekartet kan følgende hydrologiske og morfometriske data settes opp, tabell 1 .

Tabell 1 . Morfometriske og hydrologiske data for Førsvatn.

Høyde over havet	769 m
Innsjøoverflate - øyer A	$0,95 \text{ km}^2$
Volum V	$11 \times 10^6 \text{ m}^3$
Største dyp $z_{\text{maks}}$	31 m
Midlere dyp $\bar{z} = \frac{V}{A}$	11,6 m
Midlere tilsig	$40 \text{ l/km}^2\text{sek}$ .
Årlig avløp Q	$45 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
Teoretisk oppholdstid(= oppfyllingstid) $T_w = \frac{V}{Q}$	0,25 år.
Nedbørfelt	$36 \text{ km}^2$

### 3.3. Fysisk/kjemiske forhold i Førsvatn

Resultatene er gitt i tab.2 og 3. Vannet i Førsvatn er svært ionefattig og har svakt sur reaksjon. Ledningsevnen har ved de observasjonene som er gjort, ligget mellom  $10$  og  $12 \mu\text{S/cm}$  ( $20^\circ\text{C}$ ), og pH mellom  $5,5$  og  $6,5$ .

Tabell. 2. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Førsvatn og Fyråi. Analysene fra Førsvatn er foretatt på blandprøver fra overflatelaget(0-6m dyp).

		Førsvatn				Fyråi
		11/6-81	14/7-81	20/8-81	15/9-81	15/9-81
Surhetsgrad	pH	6,2	6,36	6,51	5,43	5,65
Konduktivitet	mS/m( $20^\circ\text{C}$ )	1,28	1,19	1,24	1,16	1,17
Turbiditet	FTU	0,41	0,33	0,38	0,36	0,22
Farge	mgPt/l	10,0	2,5	17,5	2,5	7,5
Total fosfor	$\mu\text{gP/l}$	3,5	3	6	5	4
Orthofosfat	$\mu\text{gP/l}$	<1	<1	<1	<1	<1
Total nitrogen	$\mu\text{gN/l}$	155	85	100	90	100
Nitrat + nitritt	$\mu\text{gN/l}$	-	50	25	10	10
Oksyderbarhet( $\text{KMnO}_4$ )	mgO/l	3,20	1,43	1,83	0,80	1,03
Siktedyp	m	7,5	9,5	10,5	12,0	-

Dyp	Dato	14/6-81	14/7-81	20/8-81	15/9-81
0.5m		8,2	14,8	12,5	10,5
2 m		8,0	14,8	13,0	10,5
4 m		8,0	14,2	13,0	10,5
6 m		8,0	14,0	12,8	10,5
20 m				6,7	
28 m				6,2	

Tabell 3. Temperaturmålinger i Førsvatn. Legg merke til den store temperaturforskjellen mellom overflatelagene og dyplagene i august, noe som viser at innsjøen er termisk sjiktet.

Vannet er klart, noe de lave turbiditets og fargeverdiene samt høye siktedypsverdier bekrefter. Turbiditetsverdiene har variert fra 0,3 - 0,4 FTU, fargeverdiene fra 2,5 - 17,5 mg Pt/l, og siktedypet har ligget mellom 8 og 12 m. Innholdet av lett oksyderbare forbindelser er lavt.  $\text{KMnO}_4$  - forbruket har ligget mellom 0,8 og 3,0 mgO/l.

Likeledes er innholdet av næringssalter lavt. Konsentrasjonene av total fosfor har i undersøkelsesperioden ligget mellom 3 og 6  $\mu\text{g P/l}$ , og total nitrogen mellom 85 og 150  $\mu\text{g N/l}$ . Ortofosfat konsentrasjonen har hele tiden ligget under 1  $\mu\text{g P/l}$ . Nitratkonsentrasjonene er også lave og har ved flere anledninger ligget under deteksjonsgrensen på 10  $\mu\text{g N/l}$ .

Oksygenforholdene under sommerstagnasjonen må også kunne sies å være bra. I slutten av august, da innsjøen var markert termisk sjiktet, ble det registrert 77% oksygenmetning ved bunnen. Tatt i betraktning det relativt trange dypområdet, tyder dette på liten organisk belastning på dypområdene (se tabell 4).

Tabell 4. Oksygenmålinger i dyplagene i Førsvatn 20/8-1981. Maksimåldyp = 31m.

Dyp	mgO <sub>2</sub> /l	O <sub>2</sub> -metn. %
20m	9,12	82
28m	8,66	77

### 3.4. Planteplanktonundersøkelser i Førsvatn.

Studium av planteplankton står meget sentralt når innsjøers forurensnings-situasjon skal belyses. Disse mikroskopiske plantene som danner første ledd i næringskjeden, er direkte avhengig av vannets kjemiske sammensetning, samt sollys for å kunne vokse. De har også meget kort generasjonstid. Derfor reagerer de svært raskt på utslipp som endrer det kjemiske miljø, spesielt hvis det er snakk om tilførsler av fosfor, noe det er mye av i kloakkvann.

Mengden planteplankton ved de forskjellige observasjoner er gitt som klorofyll  $a$  i fig. 4 (se også tabell 5). Med unntak av en markert forsommertopp i juni, var algemengden svært lav gjennom hele resten av vekstsesongen. En forsommertopp av denne størrelsesorden er naturlig. Næringsalter som om sommeren er bundet i planktonorganismer detritus etc., blir nedbrutt i løpet av vinteren. Som følge av mørke og lav temperatur blir dette i liten grad brukt før isen går. Da har algene i en periode rikelig med tilgjengelige næringsalter og blomstrer raskt opp. Etter hvert brukes næringsaltene opp og algemengden avtar. Midlere klorofyll  $a$  konsentrasjon i produksjonssesongen var  $1,12 \mu\text{gKl}_a/\text{l}$ , og det må sies å være omtrent av den størrelsesorden man kan forvente i en upåvirket innsjø av denne type.

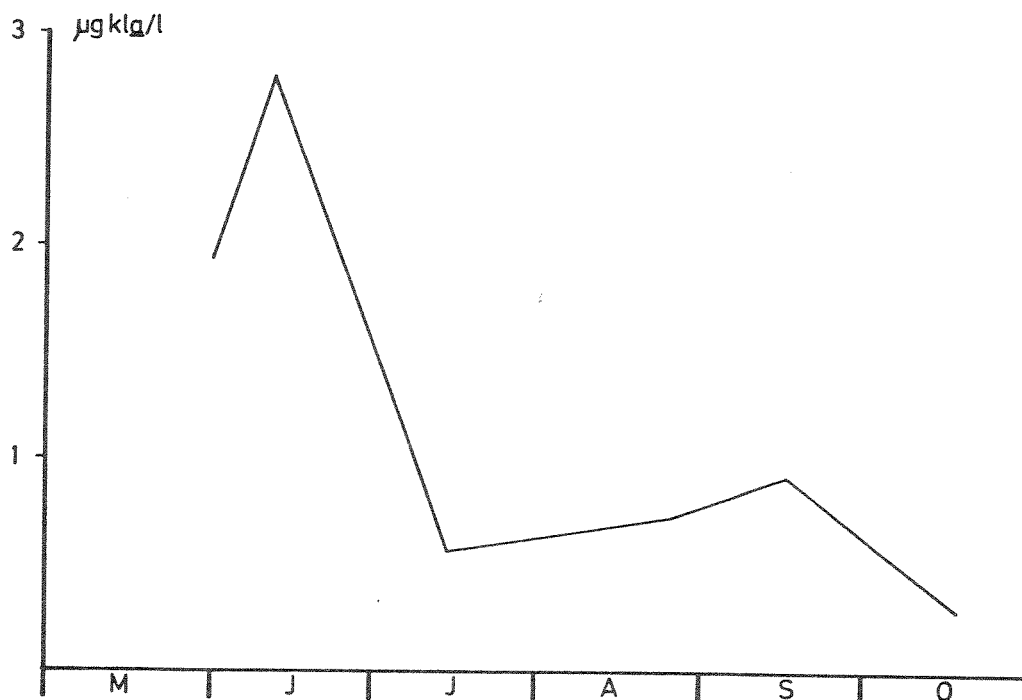


Fig. 4. Algemengde målt som klorofyll  $a$  i sjiktet 0-6m i Førsvatn sommeren 1981.

Tabell 5. Klorofyll a konsentrasjonen i blandprøver(0-6m) ved de forskjellige observasjoner i Førsvatn 1981. ( $\mu\text{g klor/l}$ ).

Dyp	11/6-81	14/7-81	20/8-81	15/9-81
0-6m	2,8	0,56	0,73	0,92

Kvalitativ analyse av planteplanktonet er bare foretatt ved en anledning, nemlig ved den dato da det ble registrert mest klorofyll a i prøvene. Dette var den 11. juni 1981, hvor algevolumet ble målt til  $110 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ . Dette er svært lavt til å være sommermaksimum og vitner om næringsfattige (oligotrofe) forhold. Den kvalitative sammensetningen fremgår av figur 5 og tabell 6. Algesammensetningen er typisk for denne typen innsjøer og vitner om oligotrofe forhold og god økologisk balanse.

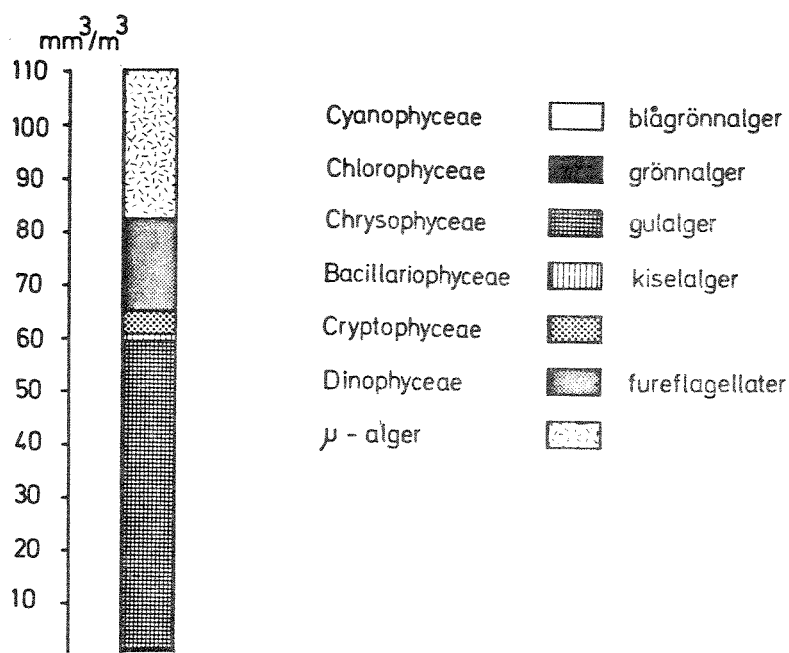


Fig. 5. Volum og sammensetning av planteplanktonet i Førsvatn (0-6m blandprøve) ved den anledning det ble observert høyest klorofyll a konsentrasjon i prøvene, nemlig den 11/6-81.

Tabell 6. Volum og artsammensetning av planteplanktonet i Førsvatn (0-6m bland-prøve) den 11/6-81. Denne datoen ble det registrert størst algemengde målt som klorofyll a

ARTER	Antall ×1000celler/L	Volum mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<u>CYANOPHYCEAE</u> (blågrønnalger)		
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	6	0.2
<u>CHLOROPHYCEAE</u> (grønnalger)		
<i>Scourfieldia cordiformis</i> Tak.	3	0.1
<u>CHRYSOPHYCEAE</u> (gøialger)		
<i>Dinobryon crenulatum</i> West & West	12	1.6
<i>Bitrichia chodatii</i> (Rev.) Chod.	8	0.8
<i>Chrysoikos skujai</i> (Nauw.) Willén	14	0.8
<i>Cyster</i> av <i>Chrysoikos skujai</i>	16	1.0
<i>Craspedomonader</i>	19	1.2
<i>Cyster</i> av chrysophyceer	28	6.2
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americanum</i> (Bromth.) Bachm.	61	7.6
Små chrysomonader	400	26.0
Store chrysomonader	40	13.2
Ubest. chrysophycé	2	0.2
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u> (kiselalger)		
<i>Cyclotella</i> sp. (d=8-10 µm)	1.5	0.5
<u>CRYPTOPHYCEAE</u>		
<i>Cryptomonas</i> sp. (15-17 x 8 µm)	8	4.2
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	2	0.1
<u>DINOPHYCEAE</u> (fureflagellater)		
<i>Gymnodinium</i> 4- <i>lacustre</i> Schiller	31	10.1
<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemm.	1.5	5.0
Ubest. dinoflagellat	14	2.1
µ-alger	2941	29.4
TOTALVOLUM		110.3

### 3.5. Fysisk/kjemiske forhold i Fyråi.

Fysisk/kjemiske analyser fra Fyråi er bare foretatt ved en anledning, nemlig 15/9 -81. Som det er rimelig å vente, siden dette er utløpet fra Førsvatn, var resultatene nærmest identiske med de som ble observert i Førsvatn samme dato. Vannkvaliteten var med andre ord bra (se tabell 2).

### 3.6. Bakteriologiske analyser i Fyråi.

Det ble tatt ut prøver for bakteriologiske analyser ved tre anledninger. Resultatene er fremstilt i tabell 7 . Med unntak av juli- prøven må forholdene med hensyn til koliforme bakterier sies å være meget bra. En viss bakteriologisk påvirkning i juli skyldes trolig turistaktiviteten som på det tidspunktet var relativt stor.

Tabell 7. Bakteriologiske analyser fra Fyråi (utløpselven til Førsvatn).

	Antall koliforme bakterier pr. 100 ml			Kimtall
	Antatte (presumptiv) test 37 C	Sikre (konformativ) test 37 C	Termostabile test 44 C	Antall/ml 72t test 20 C
11/6-81	0	0	0	50
14/7-81	4,5	4,5	2	192
15/9-81	0	0	0	320

## 4. VURDERING AV RESIPIENTKAPASITET

Resipientkapasitet i et vassdrag er et svært relativt begrep. Vassdraget vil alltid bli noe påvirket av et utslipp uansett hvor lite utslippet måtte være. Hvor store utslipp man skal tillate er avhengig av hvordan man ønsker at vassdraget skal være i fremtiden. Forutsatt at resipienten ikke brukes som drikkevann, er det ønskelig at påvirkningsgraden er så lav at økosystemet ikke kommer i ubalanse.

Når det gjelder store sjiktede innsjøer så har man et godt grunnlag til å vurdere dette gjennom fosforbelastningsmodeller av Vollenweider - typen (Vollenweider 1976). Rognerud, Berge og Johannessen (1979) har justert Vollenweider-modellen til norske forhold, dvs. de har brukt data fra norske innsjøer som input i modellen for å finne sammenhengen mellom fosforbelastning og algeutvikling. Selv om Førsvatn ikke er noen stor innsjø, så har erfaring vist at denne modellbetraktningen kan brukes med relativt god utsagnskraft, i mindre sjøer som er termisk sjikket og oligotrofe av natur.

Vi tar utgangspunkt i at turistsenteret bygges ut maksimalt, dvs. 500 p.e., og antar fullt belegg hele året. Vi antar videre at hver p.e. bidrar med 2,8 gP/døgn  $\sim$  1 kg P/år, samt at renseanlegget fungerer i tråd med Fylkesmannens krav, dvs. 90% renseeffekt på fosfor og organisk stoff. Vi kan da gjøre følgende betraktning:

500 p.e. tilsvarer	500x10 <sup>6</sup> mg P/år
- 90% rensing	450x10 <sup>6</sup> mg P/år
= Belastning på innsjøen	<u>50x10<sup>6</sup> mg P/år</u>

Fordeles dette på den årlige vanntilførselen  $Q = 45 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{år}$ , får man at fosforkonsentrasjonen i innløpene til Førsvatn vil øke med 1,1  $\mu\text{g P/l}$ .

Går man da inn på likningen som beskriver sammenhengen mellom fosforkonsentrasjon i innløp og fosforkonsentrasjon i innsjøen beskrevet av de ovennevnte forfattere,

$$\log \frac{[P]_l}{[P]_i} = -0,029 \times T_w - 0,2$$

der:  $[P]_l$  = fosforkonsentrasjonen i innsjøen

$[P]_i$  = fosforkonsentrasjonen i innløpene

$T_w$  = Vannets teoretiske oppholdstid i innsjøen

får man at fosforkonsentrasjonen i innsjøen vil øke med 0,68  $\mu\text{g P/l}$ .



De målte fosforkonsentrasjonene i Førsvatn er svært lave og er derfor analytisk sett usikre. Dessuten er det tatt prøver over et kort tidsrum. Årlig middelkonsentrasjon i innsjøen lar seg derfor bedre beregne ut fra midlere klorofyllkonsentrasjon i sommerhalvåret. Her har vi relativt gode data. Sammenhengen mellom algemengde(klorofyll a) og fosfor er gitt av ovennevnte forfattere ved likningen:

$$[Kla] = 0,42 \times [P] - 0,93$$

Settes dagens midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssjiktet gjennom produksjonssesongen, 1,12 µgKla/l, inn i likningen, får man at årlig middelkonsentrasjon av fosfor er 4,88 µgP/l.

Legges så forventet konsentrasjonsøkning som følge av utslippet til (0,68µgP/l), blir årlig middelkonsentrasjon etter utslippet 5,56 µgP/l.

Forventet algemengde blir da etter likning anvendt over:

$$\underline{[Kla] = 0,42 \times [P] - 0,93 = 1,4 \mu gKla/l.}$$

Erfaringsmessig vet man at innsjøer som Førsvatn, dvs. innsjøer som fra naturens side er oligotrofe(næringsfattige), samt markert termisk sjiktet i sommerhalvåret, neppe vil utvise noen uheldig utvikling så lenge algekonsentrasjonen holdes under 2 µgKla/l, målt som middel i produksjonssjiktet gjennom produksjonssesongen.

Turistanlegget utbygget til 500 p.e. synes således ikke å medføre noen problemer forutsatt at renseanlegget fungerer.

Tar vi utgangspunkt i at renseanlegget ikke fungerer, hvilket dessverre hender, og gjør samme regnestykket som over, får man en midlere algemengde på 4 µgKla/l. Dette er langt oppe i det kritiske belastningsområdet, og man kan forvente økologiske forstyrrelser av betydelig omfang.

Problemer eller ikke problemer står og faller med om renseanlegget fungerer eller ikke. Dette gjelder like fullt om man velger 420 p.e.- alternativet eller 500 p.e.

## 5. RENSEANLEGG - PLASSERING AV UTSLIPP FRA DETTE

Med hensyn til renseanlegg og drift, antar vi at konsulenten er kjent med hvilke problemer man her står overfor, og prosjekterer anlegget ut fra dette. Da det er nevnt flere varianter i utslippssøknaden og hvis dette skal tilfredsstille de fremsatte rensekrav fra Fylkesmannen (90% effektivitet på fosfor og organisk stoff), vil vi likevel komme med noen kommentarer.

Ved turisttrafikk er det ofte svært ujevn belastning på renseanlegget. For at renseanlegget skal fungere bra, bør det derfor være et veldimensjonert utjevningskammer inne på anlegget.

Ledningsnettets må være tett. Det må bare ledes kloakkvann inn på anlegget, dvs. at avrenning fra takrenner, parkeringsplasser, svømmebasseng o.l. må ledes annen vei.

Ved den kjemiske felling bør man kanskje tenke på å bruke kalk fremfor aluminium. Førsvatn ligger i grensen av et forurensingsområde. Selv om vi ikke registrerte lavere pH-verdier enn 5.5 i sommerhalvåret, er det ikke urimelig å anta at man kan få langt surere episoder, f.eks. under snøsmeltingen om våren. Kalk har en nøytraliserende evne på surt vann. Aluminium derimot, er i seg selv forurensende samt at det har vist seg å være meget giftig for fisk ved pH-verdier rundt 5.0. Det forårsaker da slimdannelser på gjelleepithelet, noe som ofte fører til massiv fiskedød. Nå er det å bemerke at restutslipp av aluminium fra renseanlegg er relativt beskjedent. Dvs. at ved en forurensing vil neppe Al-utslippet fra renseanlegget føre til at Al-konsentrasjonen i Førsvatn når verdier som er kjent ved forekomst av fiskedød. Heller ikke vil kalkavrenningen fra renseanlegget dempe forsuringsepisodene i selve Førsvatn i vesentlig grad. Under slike episoder vil imidlertid den grunne bukten der bekken fra Hallbjønnsekken munner ut, kunne danne et såkalt "refugium". Det har nemlig vist seg at fisken har stor evne til å kunne trekke inn mot bekke-munnings med gunstigere pH under forsuringsepisoder. Ut fra en viss fare for økende forsuringproblemer i fremtiden, vil altså kalkfelling være å foretrekke. Kalkfelling har også noe bedre effekt når det gjelder fjerning av bakterier. Driftsmessig har man gode erfaringer med bruk av kalkfelling ved mindre anlegg i Sverige (Se Johansen 1981).

For at utløpet fra renseanlegget skal bli til så liten sjananse som mulig, bør det legges til utløpet av den øvre kulpen (nedenfor veien) i bekken fra Hallbjønnsekkjtjønni (se fig. 1 og 2). Man må regne med at denne bekken i perioder med lavvannsføring kan få et markert forurenset preg. Bekken danner flere små grunne dammer på sin ferd ned mot Førsvatn. Man kan derfor regne med en viss etterrensing av utslippet på denne strekningen, i størrelsesorden 10% kanskje. En viss påvirkning vil man også kunne spore i den grunne bukten som bekken kommer ut i. Det kan tenkes at denne økte næringstilgangen kunne utnyttas ved at bukten brukes som oppvekstområde for ørretyngel, særlig ved bruk av kalkfelling i renseanlegget.

## 6 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Førsvatn er blitt undersøkt for å kunne beskrive dagens situasjon, samt å kunne vurdere effekten av utslippet fra det planlagte turistanlegget Hallbjønnsekken Vest.

Innsjøen er blitt loddet opp, og dybdekart er tegnet. Største dyp er 31m, middeldyp 11,6m. Volumet er beregnet til  $11 \times 10^6 \text{ m}^3$ , og vannets teoretiske oppholdstid (innsjøens oppfyllingstid) til 0.25 år.

Vannet i Førsvatn er svært ionefattig og har svakt sur reaksjon (konduktivitet mellom 10 og 12  $\mu\text{S/cm}$  20°C, mens pH-verdier mellom 5,5 og 6,5). Vannet er klart og fint (siktedyp mellom 8 og 12m). Innhold av plantenæringsstoffer er lavt. Oksygenforholdene i dyplagene under sommerstagnasjonen var meget gode. Det er lite alger i innsjøen. Midlere sommer-klorofyll konsentrasjon var ca. 1,12  $\mu\text{gKl}_a/1$ , høyeste målte algevolum var 110  $\text{mm}^3/\text{m}^3$ . Sammensetningen av planteplanktonet vitner også om næringsfattige (oligotrofe) forhold og god økologisk balanse.

De bakteriologiske forhold i Fyråi (utløpselven til Førsvatn) var også god, med unntak av observasjonen i juli, noe den store turistaktiviteten må ta skylden for.

Utslipet fra det planlagte turistsenteret (fullt utbygd, 500 pe.) ser ut til å øke algemengden i Førsvatn med ca. 25%, fra ca. 1,1  $\mu\text{gKl}_a/1$  som sommermiddel nå, til ca. 1,4. Dette skulle ikke medføre noen problemer med hensyn til den økologiske balanse i Førsvatn. Forutsetningen er imidlertid at renseanlegget fungerer som det skal, dvs. med 90% effektivitet på fosfor og organisk stoff.

## 7. LITTERATUR.

Johansen, O. J. 1981: Felling med kalk i mindre renseanlegg kan løse mange drifts-  
problemer. Drift. Kloakkrens. Inf. no. 2/81.NTNF.

Rognerud, S., D. Berge og M. Johannessen 1979. TELEMARКСVASSDRAGET- Hovedrapport  
fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979. NIVA: 0-70112. 82s.

Vollenweider, R,A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phos-  
phorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33: 53-83.