

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 209/72

UNDERSØKELSE AV KLOAKKUTSLIPP I SANDVATN

Saksbehandler: Tekn.lic. Peter Balmér

Medarbeider: Siv.ing. Folkvard Ravndal

Rapporten avsluttet: November 1973

I N N H O L D

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. UNDERSØKELSENE	4
2.1 Prøver ved slamavskilleren	4
2.2 Undersøkelser i resipienten	5
3. RESULTATER	6
3.1 Slamavskilleren	6
3.2 Resipienten	11
4. VURDERING	12
4.1 Slamavskilleren	12
4.2 Resipienten	13
5. REFERANSER	16

- o -

TABELLFORTEGNELSE

Tabell nr.

1.	Suspendert stoff (SS), gløderest (SS glr.), flyktig suspendert stoff (VSS)	8
2.	Biokjemisk oksygenforbruk (BOF ₇) og kjemisk oksygenforbruk (KOF)	8
3.	Total fosfor (Tot P)	8
4.	Spes. ledningsevne og pH	8
5.	Stikkprøver 10.4-11.4.1973	9
6.	Stikkprøver 14.8-15.8.1973	9
7.	Fysisk-kjemiske analyseresultater	11
8.	Bakteriologiske analyseresultater	12
9.	Fysisk-kjemiske analyseresultater v/stasjon 2	13

- o -

FIGURFORTEGNELSE

Figur nr.

1	Skisse av slamavskilleren	17
2	Kartskisse av Sandvatn og Mjåvatn med stasjonsplassering	18

- o -

i. INNLEDNING

I forbindelse med planleggingen og byggingen av Fagerfjell turistsenter for Norsk Folke Ferie, fikk Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i 1964 i oppdrag av teknisk konsulent, Ingeniør Stener Wold, å vurdere mulige rensemetoder og utslippsarrangement for kloakkvann fra turistsenteret, samt å vurdere mulighetene for samtidig å bruke Sandvatn som resipient og som fiskevann.

NIVA's undersøkelser i Sandvatn samt vurderinger foreligger i rapport 0-58/64, datert mars 1965 (1) (2). NIVA foreslo at kloakkvannet renses mekanisk i en slamavskiller og ledes ut på 20 m dyp i Sandvatn. Slamavskilleren (figur 1) bygges slik at den senere kan ombygges til biologisk anlegg av langtidsluftertypen for aerob nedbrytning av slammet. Som bilag til ovenfor nevnte rapport følger beregninger og målsatte tegninger for renseanlegget.

Slamavskilleren og dyputslippet er bygd etter NIVA's anbefalinger.

I departements utslipptillatelse, datert 7. juli 1965, er Norsk Folke Ferie pålagt å utføre undersøkelser omkring kloakkutslippet i Sandvatn. De undersøkelser som er pålagt byggherren, etter tillatelsens punkt 9, angår kloakkvannets mengde, sammensetning, fordeling over døgnet, slam-mengde tilbakeholdt i anlegget, virkningen av dyputslippet og utslippets bakteriologiske virkning på resipienten.

NIVA ble i brev fra Fagerfjell turistsenter, datert 1.11.1972, bedt om å foreta de nødvendige undersøkelser i henhold til utslippstillatelsen. Fra NIVA's side ble det foreslått, som et minimum, å gjennomføre to prøvedøgn,- ett ved vintersituasjon med Sandvatn islagt og maksimalt belegg ved turistsenteret, og et tilsvarende prøvedøgn i en typisk sommersituasjon. Som tidspunkt ble foreslått påsketider og på sensommeren, i august.

2. UNDERSØKELSENE

Det er gjennomført to prøvetakingstokt til Fagerfjell turistsenter. Første tokt ble foretatt 10. og 11. april 1973, og andre 14. og 15. august 1973.

Ved første tokt var Sandvatn nedtappet til laveste regulerte vannstand. Det var lite sne i området, og belegget ved turistsenteret var bare 48 personer. Maksimalt belegg ved nåværende utbygging (gjester + personell) er ca. 200 personer. Ved andre tokt var vannstanden i Sandvatn hevet til nesten fullt magasin. Toktet ble foretatt i en tørrværsperiode, og belegget ved turistsenteret var 96 personer.

Under begge tokt ble det hentet prøver og gjort målinger både i slamavskilleren og i resipienten. Prøvetakingen og målingene som ble utført, var de samme for begge tokt.

2.1 Prøver ved slamavskilleren

- a) Vannføringsmålinger ut av anlegget over prøvedøgnet ved hjelp av målebøtte og stoppeklokke én gang pr. time.
- b) Stikkprøver av innløpsvann og utløpsvann for analysering av organisk (KOF) og suspendert (SS) stoff, **én gang** hver annen time.
- c) Døgnprøver av innløpsvann og utløpsvann dannet som blandprøver over døgnet ved stikkprøver hver time, og proporsjonalt med vannføringen. Døgnprøvene ble analysert med hensyn på:
Suspendert stoff
Gløderest
Biokjemisk oksygenforbruk
Kjemisk oksygenforbruk
Total fosfor
Spes. ledningsevne.
Dessuten ble det tatt stikkprøver av innløps- og utløpsvannets surhetsgrad (pH).

- d) Det var også meningen å bestemme den slammengde som blir tilbakeholdt i anlegget. På grunn av den helt forskjellige karakter slammet hadde ved de to prøvetokt, ble det umulig å finne noe tall for slamproduksjonen.

2.2 Undersøkelser i resipienten

Det ble hentet prøver fra 5 lokaliteter i Sandvatn (figur 2):

- Stasjon 1: Rett over utslippet i Sandvatn
" 2: Rett over dypeste punkt i Sandvatn
" 3: Ved Sandvatns bredd nærmest turistcenteret
" 4: Ved innløp i Sandvatn
" 5: Ved utløp av Sandvatn.

I alle stasjonene ble det hentet prøver for kjemisk og bakteriologisk analyse av overflatevannet (1 m dyp). I stasjon 2 ble det i tillegg hentet prøver fra 10 og 20 m dyp, ved andre tokt også fra 30 m dyp, for kjemisk analyse.

I tillegg ble det hentet prøve for bakteriologisk analyse ved Mjåvatns utløp, nedstrøms Sandvatn, stasjon 6.

Fysisk-kjemisk analyse

- pH
Farge
Turbiditet
Spes. ledningsevne
Oksygen
Total fosfor
Total nitrogen
Kjemisk oksygenforbruk.

Biologisk analyse

- Kintall, medium: Kjøtttekstrakt-pepton-agar
inkuberingstid: 3 døgn
inkuberingstemperatur: 20 °C.

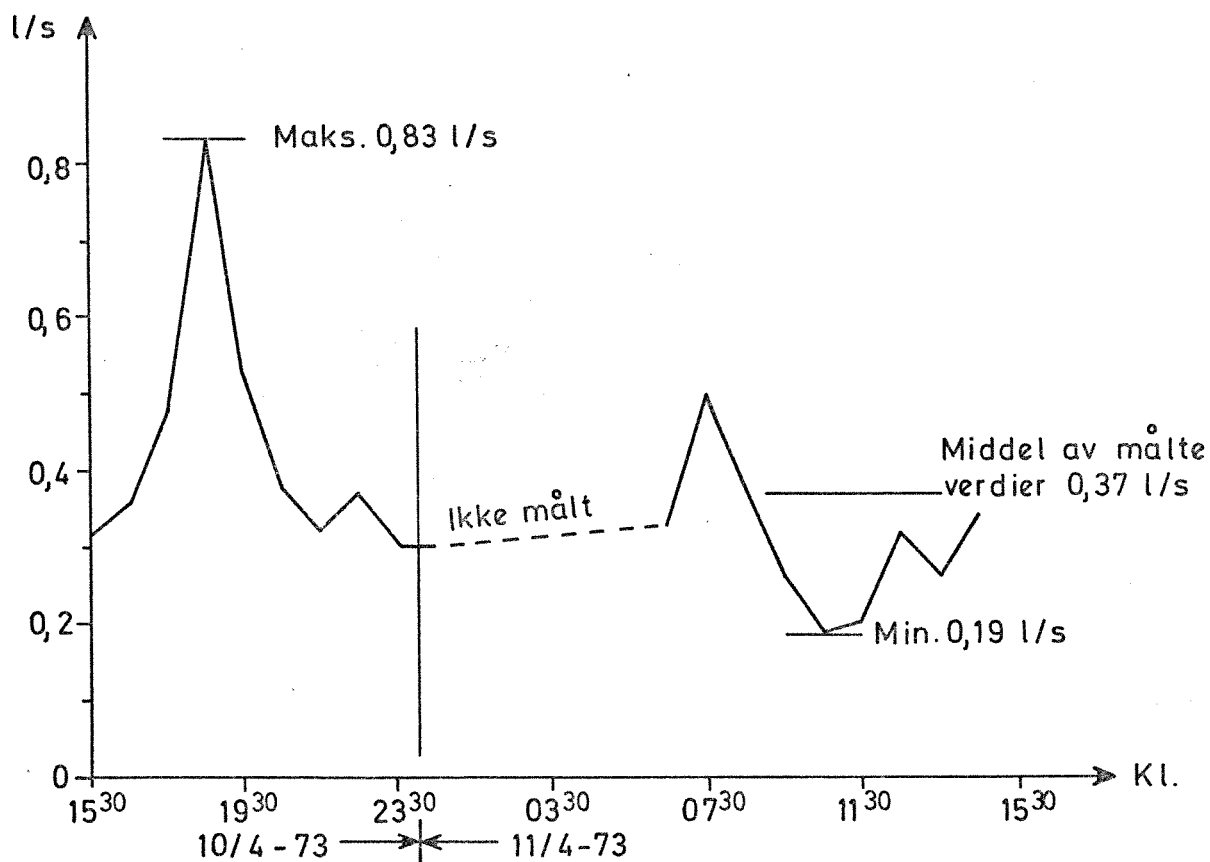
Coliforme bakterier, medium: Endobuljong (membranfiltermetoden)
inkuberingstid: 19 timer
inkuberingstemperatur: 37 °C.

3. RESULTATER

Rutinelaboratoriet ved NIVA har utført de kjemiske analysene. NIVA's bakteriologiske avdeling har besørget analysene av kintall og coliforme bakterier.

3.1 Slamavskilleren

Vannføring 10.-11.4.1973



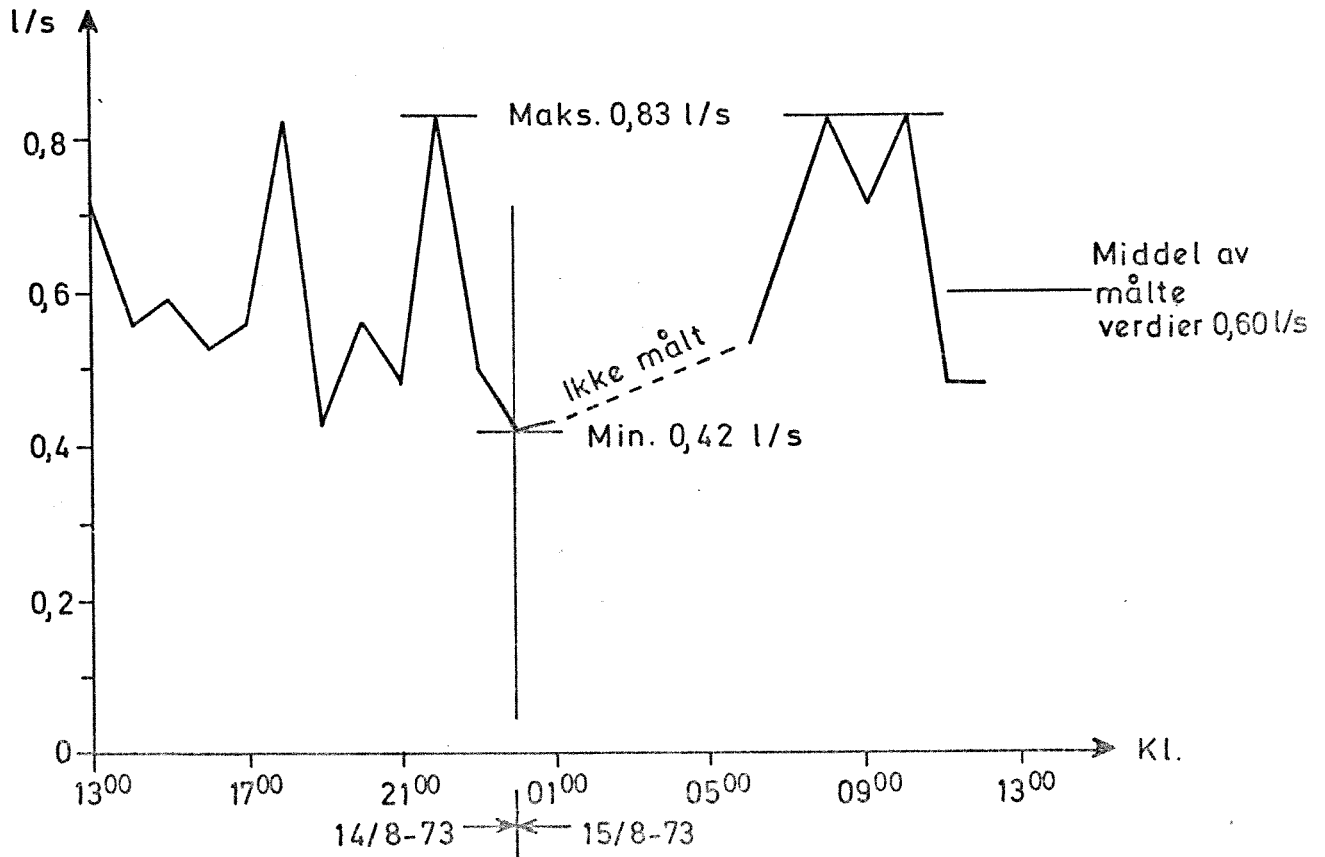
Middelverdien av målte vannføringer: 0,36 l/s.

Utfra middelverdien:

Total vannføring (24 h): 31,1 m³/d

Vannforbruk pr. person: $(\frac{31,1 \times 1000}{48})$ l/p.d. = 647 l/p.d.

Vannføring 14.-15.8.1973



Middelverdien av målte vannføringer: 0,60 l/s.

Ut fra middelverdien:

Total vannføring (24 h): 51,7 m³/d

Vannforbruk pr. person: $\left(\frac{51,7 \times 1000}{96}\right)$ l/p.d. = 538 l/p.d.

Det beregnede vannforbruket pr. person er noe større enn det reelle i og med at det ikke er gjort målinger om natten mellom kl. 0100 og kl. 0600. Antas en tilrenning på nattetid lik den minste målte vannføring i hver av de to prøvedøgn, blir tilrenningen pr. person:

10.-11.4-1973: 594 l/p.d.

14.-15.4-1973: 511 l/p.d.

Døgnprøver

Tabell 1. Suspendert stoff (SS), gløderest (SS glr.), flyktig susp. stoff (VSS).

Tids- punkt	Inn (mg/l)			Ut (mg/l)		
	SS	SS glr.	VSS	SS	SS glr.	VSS
1973						
10.-11.4	95	7	88	78	6	72
15.-15.8	64	2	62	42	2	40

Tabell 2. Biokjemisk oksygenforbruk (BOF₇), kjemisk oksygenforbruk (KOF).

Tids- punkt	Inn (mg O/l)		Ut (mg O/l)	
	BOF ₇	KOF	BOF ₇	KOF
1973				
10.-11.4	257	273	200	205
14.-15.4	122	188	143	226

Tabell 3. Total fosfor (Tot P).

Tids- Punkt	Inn	Ut
	(mg/l) Tot-P	(mg/l) Tot-P
1973		
10.-11.4	3,7	3,9
14.-15.4	2,6	3,4

Tabell 4. Spes. ledningsevne, og pH.

Tids- punkt	Inn		Ut	
	Spes. ledn. e. (μ S/cm)	pH	Spes. ledn. e. (μ S/cm)	pH
1973				
10.-11.4	355	7,2	350	6,8
14.-15.8	236	6,7	300	6,6

Stikkprøver

Tabell 5. Stikkprøver, 10.4.-11.4.1973.

Dato	Kl.	pH		Susp. stoff(mg/l)		KOF(mg O/l)	
		Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut
10.4	1530	7,3	6,7	36	75	167	202
"	1730	-	-	240	71	828	194
"	1930	-	-	320	87	761	248
"	2130	-	-	25	91	24	308
"	2330	7,2	6,7	17	47	34	302
11.4	0630	7,2	6,4	13	70	19	221
"	0830	-	-	16	74	79	186
"	1030	-	-	290	85	369	219
"	1230	-	-	152	43	628	262
"	1430	7,2	6,5	109	101	517	349

Tabell 6. Stikkprøver, 14.8.-15.8.1973.

Dato	Kl.	pH		Susp.stoff(mg/l)		KOF(mg O/l)	
		Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut
14.8	1300	6,9	6,5	394	54	333	172
"	1500	-	-	120	50	436	234
"	1700	-	-	48	79	163	377
"	1900	-	-	104	54	262	306
"	2100	-	-	18	10	72	320
"	2300	6,7	6,7	10	34	34	211
15.8	0100	-	-	119	33	48	143
"	0600	6,9	6,5	26	50	65	143
"	0800	-	-	48	53	156	140
"	1000	-	-	8	72	56	214

Slamproduksjon

Uken før første tokt var slamavskilleren blitt "tømt" for slam. Ved hjelp av slamlodd ble det imidlertid registrert et forholdsvis kompakt slamlag på bunnen, av gjennomsnittlig 1,2 m tykkelse. Tykkest var slamlaget i innløpsenden hvor slamdybden ble målt til ca. 1,5 m. Mot utløpsrennene avtok slamlaget til ca. 0,8 m. Det fantes ikke flyteslam av betydning i anlegget.

Etter avtale var det ikke foretatt slamtømming av anlegget mellom første og andre tokt. Ved andre tokt hadde slammene i anlegget helt skiftet karakter i forhold til første. Det ble registrert et slamlag på bunnen av gjennomsnittlig 0,9 m tykkelse, fra 1,0 m ved innløp, avtakende til 0,8 m ved utløpsrennene. Slamlaget var mindre kompakt enn ved første tokt, med horisontal lagdeling av løse og mer kompakte lag. I tillegg til dette bunnslammet var det også oppstått et 15-20 cm tykt flyteslamlag med en hard tørrskorpe øverst og av jordfuktig karakter under.

Noen direkte tall for den mengde slam som var tilbakeholdt i anlegget i tidsrommet mellom de to besøkene, kan ikke gis.

3.2 Resipienten

Tabell 7. Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Tidspunkt	St.1.	St.2				St.3	St.4	St.5
	1 m	1 m	10 m	20 m	30 m	1 m	1 m	1 m
<u>Temperatur (°C)</u>								
11.4.73	1,1	1,1	2,6	3,1	-	1,2	0,7	0,7
15.8.73	15,7	15,4	7,6	5,3	4,7	15,9	15,4	14,6
<u>Oksygen (mg O₂/l)</u>								
11.4.73	10,7	11,3	9,1	3,6	-	10,6	11,4	11,0
15.8.73	8,4	8,3	6,0	6,1	6,0	8,2	8,3	8,0
<u>Oksygenmetning (%)</u>								
11.4.73	75	80	67	27	-	75	79	77
15.8.73	83	82	50	48	46	82	82	78
<u>Surhetsgrad (pH)</u>								
11.4.73	4,7	4,8	4,8	5,3	-	4,7	5,0	4,7
15.8.73	-	4,7	4,8	4,9	5,0	4,7	4,7	4,8
<u>Spesifikk elek. ledningsevne (µS/cm)</u>								
11.4.73	17,1	14,5	15,5	17,4	-	18,4	17,0	17,9
15.8.73	14,0	15,0	14,0	13,9	13,6	13,6	14,0	14,0
<u>Farge (mg Pt/l)</u>								
11.4.73	80	48	107	138	-	98	80	98
15.8.73	12	106	106	103	116	110	106	113
<u>Turbiditet (JTU)</u>								
11.4.73	0,7	0,5	1,3	1,7	-	0,7	0,5	0,7
15.8.73	1,4	1,3	1,2	1,3	1,6	1,4	1,3	1,5
<u>Permanganattall (mg O/l)</u>								
11.4.73	7,0	4,3	6,7	7,0	-	7,5	8,0	7,7
15.8.73	8,5	8,2	7,4	7,6	7,4	8,3	8,6	8,5
<u>Total fosfor (µg P/l)</u>								
11.4.73	8	12	17	61	-	16	5	12
15.8.73	9	15	9	15	16	10	16	11
<u>Total nitrogen (µg N/l)</u>								
11.4.73	305	300	430	255	-	245	330	247
15.8.73	215	245	270	330	340	215	250	240

Tabell 8. Bakteriologiske analyseresultater.

Tidspunkt	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
<u>Kimtall (kolonier/ml)</u>						
11.4.73	2200	5700	2200	1800	2800	3000
15.8.73	220	200	200	210	300	1400
<u>Coliforme (antall/100 ml)</u>						
11.4.73	7	39	0	0,5	0	0
15.8.73	0,5	18	12	13	24	21

4. VURDERING

4.1 Slamavskilleren

Ved prosjektering av slamavskilleren (langtidslufteren) ble det spesifikke vannforbruket for turistsenteret antatt å bli 200 l/p.d. Spillvannsledningen fra hotellet til slamavskilleren er kort, ca. 100 m, og forholdsvis ny, slik at infiltrasjonsvannmengden burde være svært begrenset.

Vannføringsmålingene viser imidlertid at den reelle tilrenningen til slamavskilleren langt overskrider de antatte verdier. Med et belegg på ca. 100 personer er den spesifikke tilrenning i overkant av 500 l/p.d., eller totalt ca. 50 m³/døgn. De to vannføringsmålingene, i april og august, viser at den spesifikke tilrenning reduseres ved økende belegg, men selv ved fullt belegg, ca. 200 personer, må en regne med en høyere tilrenning enn antatt. Slamavskilleren har et volum på 55 m³, og skulle, selv med de større vannmengder, ha den avskillingseffekt med hensyn til partikulært stoff og flyttestoffer, som kan forventes av en slik innretning.

I en slamavskiller vil det stadig pågå gjæringsprosesser med gassutvikling. Disse prosessene er temperaturavhengige, og vil således være mer aktive i perioder med forholdsvis høy temperatur. Under sommersituasjonen, 14.-15.8.73, kunne man klart iaktta at gassutviklingen var betydelig. Gjæringsprosessene medfører at avsatt slam, på grunn av gassutvikling, flyter opp til overflaten, og at bl.a. organisk stoff og næringsalter løses ut av slammet og følger med utløpsvannet, hvilket også analyse-resultatene viser.

Ved begge tokt hadde slamavskilleren tekniske mangler som bør rettes. Flyteslambrett (figur 1) var ikke montert, og flyteslam lå mot utløpsrennene. Utløpsrennene hadde forskjøvet seg på en slik måte at det utelukkende var den ene rennes ende som var i funksjon. Skal utløpsrennene fungere optimalt, må de ligge i samme nivå og slik at begge rennes takkede overløpskanaler fungerer i hele sin lengde. Erfaring har også vist at regelmessig ettersyn og renhold bevirker et bedre resultat med hensyn til renseeffekt.

4.2 Resipienten

I Sandvatns dypeste punkt, stasjon 2, er det ved flere anledninger tidligere foretatt prøvetaking og gjort analyser på fysisk-kjemiske parametre. For sammenlikningens skyld er resultatene fra de to prøvetakingstokt foretatt 11.4 og 15.8 73 satt opp i tabellen nedenfor, sammen med måleresultatene fra undersøkelser foretatt 29.9.64 og 10.4.69.

Tabell 9. Fysisk-kjemiske resultater ved stasjon 2.

Dyp m	D a t o			
	29.9.64	10.4.69	11.4.73	15.8.73
	<u>Oksygenmetning (%)</u>			
1	78	78	80	82
4	75	68	-	-
8	77	68	-	-
10	-	-	67	50
12	76	62	-	-
16	59	47	-	-
20	53	31	27	48
24	53	0	-	-
26	-	0	-	-
30	-	-	-	46

Forts. tabell 9.

Dyp m	D a t o			
	29.9.64	10.4.69	11.4.73	15.8.73
	<u>Surhetsgrad (pH)</u>			
1	4,7	5,2	4,8	4,7
4	4,7	4,9	-	-
8	4,6	4,8	-	-
10	-	-	4,8	4,8
12	4,7	4,8	-	-
16	4,7	4,8	-	-
20	4,8	5,2	5,3	4,9
24	4,9	-	-	-
26	-	6,3	-	-
30	-	-	-	5,0
	<u>Spesifikk elek. ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)</u>			
1	14,8	17,4	14,5	15,0
4	15,4	14,6	-	-
8	16,6	15,4	-	-
10	-	-	15,5	14,0
12	15,3	15,8	-	-
16	15,0	15,3	-	-
20	14,5	15,4	17,4	13,9
24	14,2	-	-	-
26	-	52,6	-	-
30	-	-	-	13,6
	<u>Farge (mg Pt/l)</u>			
1	84	41	48	106
4	86	40	-	-
8	84	40	-	-
10	-	-	107	106
12	91	43	-	-
16	73	41	-	-
20	69	51	138	103
24	70	-	-	-
26	-	158	-	-
30	-	-	-	116

Forts. tabell 9.

Dyp m	D a t o			
	29.9.64	10.4.69	11.4.73	15.8.73
	<u>Turbiditet (mg SiO₂/l)</u>			
1	1,1	1,7	0,4	0,9
4	1,2	1,4	-	-
8	1,1	1,2	-	-
10	-	-	0,9	0,8
12	1,4	0,8	-	-
16	1,1	1,0	-	-
20	1,2	1,0	1,2	0,9
24	1,5	-	-	-
26	-	-	-	-
30	-	-	-	1,1
	<u>Permanganattall (mg O/l)</u>			
1	8,6	7,3	4,3	8,2
4	9,7	7,8	-	-
8	9,0	7,7	-	-
10	-	-	6,7	7,4
12	10,6	7,8	-	-
16	7,6	7,5	-	-
20	7,6	7,8	7,0	7,6
24	7,7	-	-	-
26	-	-	-	-
30	-	-	-	7,4
	<u>Total fosfor (µg P/l)</u>			
1	-	10	12	15
4	-	9	-	-
8	-	11	-	-
10	-	-	17	9
12	-	12	-	-
16	-	21	-	-
20	-	39	61	15
24	-	-	-	-
26	-	-	-	-
30	-	-	-	16

Forts. tabell 9.

Dyp m	D a t o			
	29.9.64	10.4.69	11.4.73	15.8.73
	<u>Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)</u>			
1	-	420	300	245
4	-	250	-	-
8	-	210	-	-
10	-	-	430	270
12	-	250	-	-
16	-	275	-	-
20	-	395	255	330
24	-	-	-	-
26	-	-	-	-
30	-	-	-	340

Som det fremgår av tabellene, ligger analyseparametrene fra de to siste målinger stort sett i samme størrelsesorden som de tidligere, bortsett fra fargetallet som gjennomgående viser noe høyere verdier enn tidligere målt.

De bakteriologiske analyseresultatene gir ingen indikasjon på at dyputslip-
pet i stasjon 1 påvirker overflatevannmassene i det nærmeste området rundt
utslippsstedet i større grad enn ellers i Sandvatn.

5. REFERANSER

1. NIVA-rapport 0-58/64: "En vurdering av kloakkforhold ved Norsk Folkeferies hotellanlegg, Sandvatn, Flesberg kommune".
2. Cand.real. Hans Holtan: "Sandvatn som resipient for Norsk Folkeferie-
feriehjem på Blefjell". Femte nordiska symposiet om vattenforskning,
Kongsberg 1969.

---o0o---

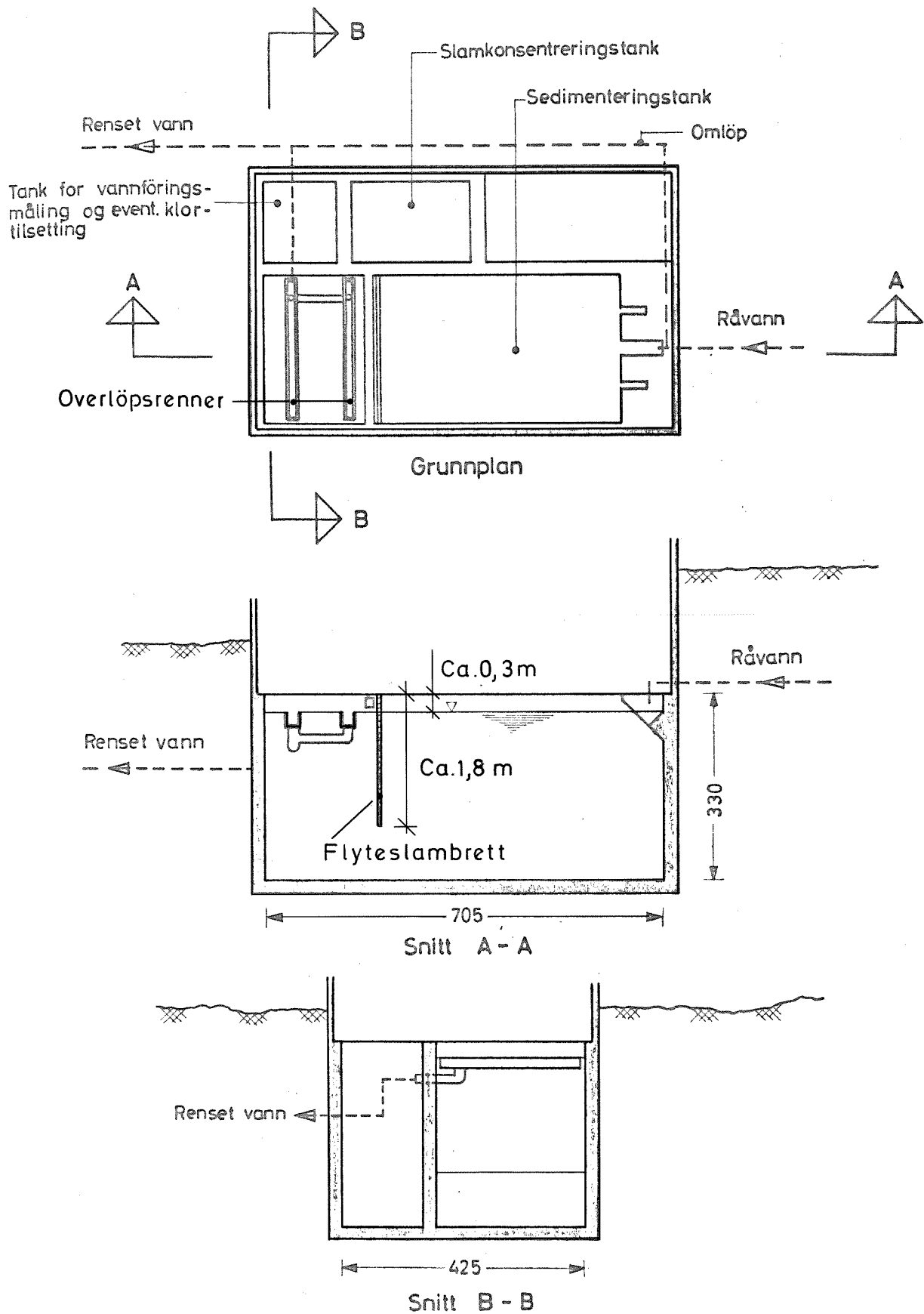


Fig.1 Skisse av slamavskilleren

Fig. 2

Kartskisse av Sandvatn og Mjåvatn med stasjonsplassering

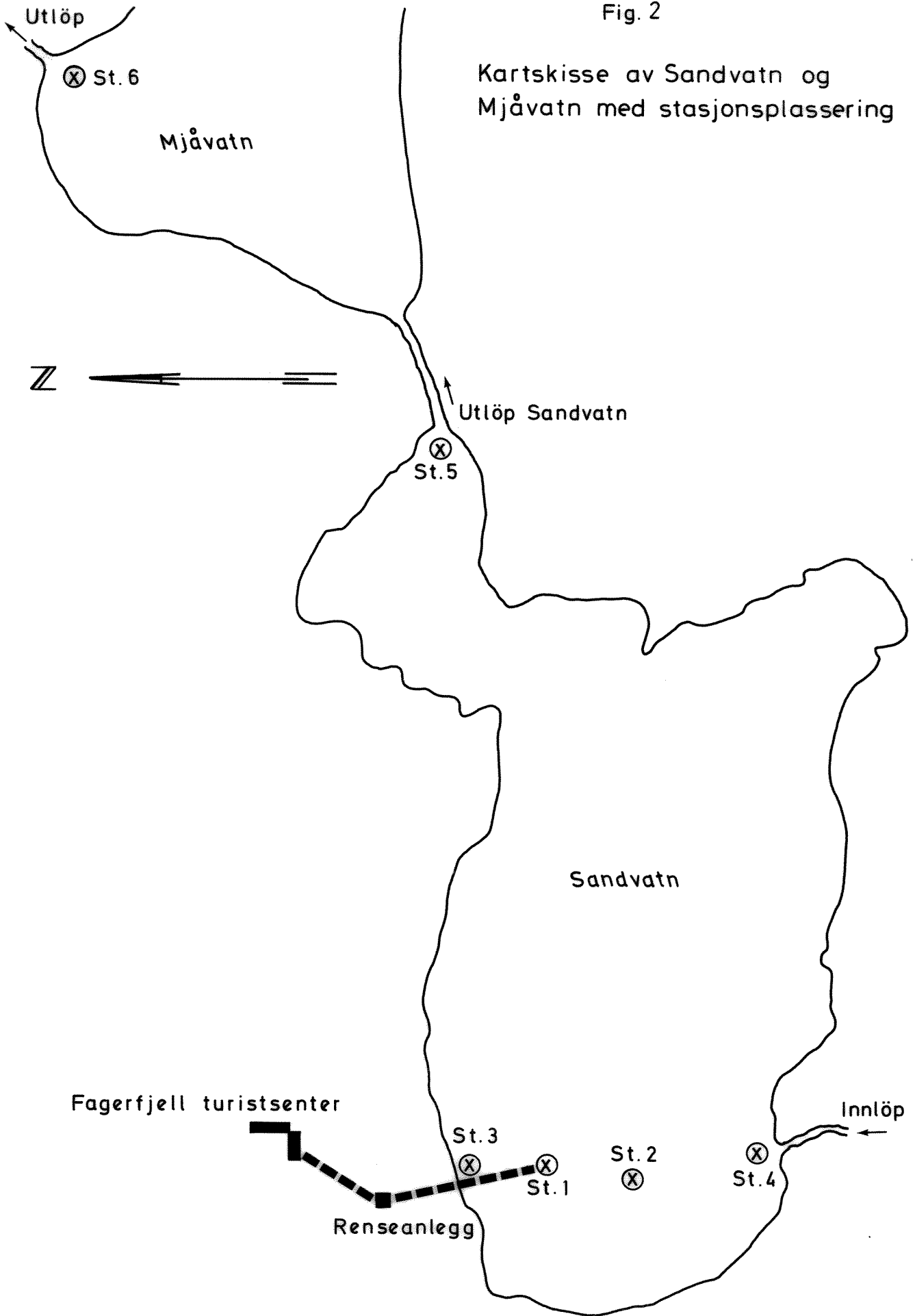


Diagram A 10-11/4-1973

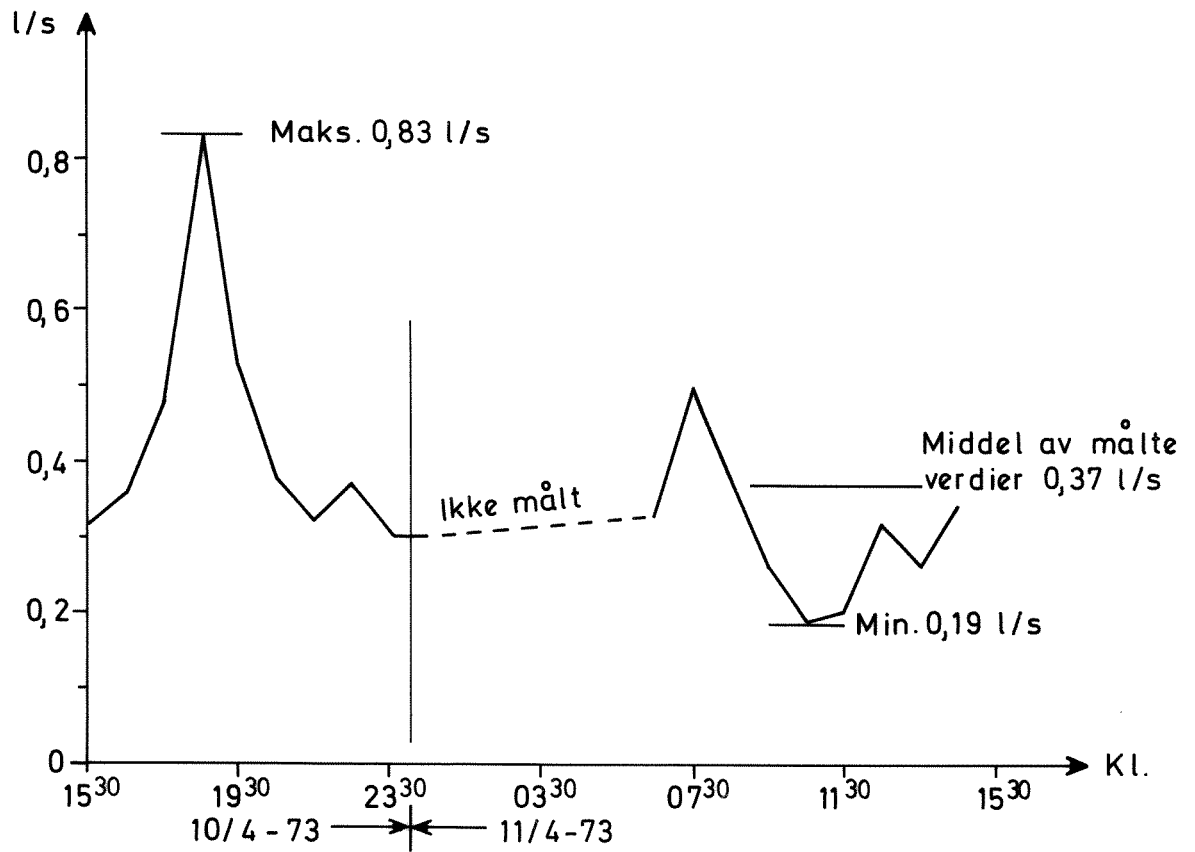


Diagram B 14-15/8-1973

