

0-82133

# Store Stokkavatn

Beskrivelse av forurensnings situasjonen

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor      Sørlandsavdelingen      Østlandsavdelingen      Vestlandsavdelingen  
Postboks 333      Grooseveien 36      Rute 866      Breiviken 2  
0314 Oslo 3      4890 Grimstad      2312 Ottestad      5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (02)23 52 80      Telefon (041)43 033      Telefon (065)76 752      Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.: 0-82133
Undernummer:
Løpenummer: 1738
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Store Stokkavatn. Beskrivelse av forurensnings- situasjonen.	Dato: 12. august 1985
	Prosjektnummer: 0-82133
Forfatter (e):  Hans Holtan	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Rogaland
	Antall sider (inkl. bilag): 58

Oppdragsgiver: Stavanger kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
-------------------------------------	----------------------------------

**Ekstrakt:** Rapporten, som er et ledd i arbeidet med en vannbruksplan for Store Stokkavatn ved Stavanger, sammenstiller og diskuterer data som er samlet inn fra innsjøen og dens tilløp av Byveterinæretaten i Stavanger.  
Store Stokkavatn er reservevannkilde for Stavanger og dessuten er innsjøen sentral i rekreasjonsmessig sammenheng.  
På bakgrunn av de foreliggende data, er innsjøens forurensningstilstand på grensen av det akseptable hva algeproduksjon (eutrofiering) og bakteriologiske forhold angår.  
Flere av tilløpsbekkene er sterkt forurenset med plantenæringsstoffer og tarmbakterier. Dette skyldes tilførsel av kloakkvann og avrenning fra jordbruksområder.  
Tilførslene av fosfor, både teoretisk beregnet og målt, er mye større enn det man skulle forvente ut fra forurensningssituasjonen i innsjøen. Dette har antakelig sammenheng med at fosforet i stor utstrekning er bundet til partikler og jern som sedimenterer før de når hovedvannmassene.  
Bruksinteressene tatt i betraktning, må tilførslene av fosfor og tarmbakterier reduseres betydelig.

4 emneord, norske:
1. Store Stokkavatn
2. Vannbruksplan
3. Eutrofiering
4. Forurensningstilførsler

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

Prosjektleder:

*Hans Holtan*

For administrasjonen:

*Jon Knutsen*

ISBN 82-577-0927-1

0-82133

STORE STOKKAVATN

Beskrivelse av forurensningssituasjonen

12. august 1985

Saksbehandler: Hans Holtan

For administrasjonen:

J. Knutzen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	2
2. SAMMENDRAG - KONKLUSJON	3
3. KORT OMTALE AV STORE STOKKAVATN MED NEDBØRFELT	5
4. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	8
5. UNDERSØKELSER 1977-1985	12
5.1 Store Stokkavatn	15
5.1.1 Temperatur	15
5.1.2 Oksygen	16
5.1.3 pH - Surhetsgrad	17
5.1.4 Konduktivitet	17
5.1.5 Partikkelinnhold målt som turbiditet (FTU)	18
5.1.6 Organisk stoff målt som $\text{KMnO}_4$ -tall	18
5.1.7 Totalfosfor	19
5.1.8 Ortofosfat	19
5.1.9 Totalnitrogen	20
5.1.10 Nitrater	20
5.1.11 Biologiske forhold	21
5.1.12 Bakteriologiske forhold	21
6. TILLØP/AVLØP STORE STOKKAVATN	25
6.1 Generelle kommentarer	25
7. FORURENSNINGSTILFØRSLER	27
7.1 Teoretisk beregning	27
7.2 Forurensningstilførsler ut fra målinger	27
7.3 Belastning - biologisk respons i Store Stokkavatn	29
7.4 Leikvollbekken (nedbørfelt 0,244 km <sup>2</sup> )	31
7.5 Tastasig (nedbørfelt 0,199 km <sup>2</sup> )	31
7.6 Mississippibekken (nedbørfelt 0,889 km <sup>2</sup> )	32
7.7 Møllebekken (nedbørfelt 0,657 km <sup>2</sup> )	32
7.8 Golfbanebekken (nedbørfelt 0,448 km <sup>2</sup> )	32
7.9 Kulebergbekken (nedbørfelt 0,105 km <sup>2</sup> )	32
7.10 Krossbergbekken (nedbørfelt 0,284 km <sup>2</sup> )	33
8. LITTERATUR	33
 VEDLEGG	 34-58

## 1. INNLEDNING

Denne beskrivelse av forurensningssituasjonen i Store Stokkavatn på Stavangerhalvøya, er basert på observasjoner og prøver som er samlet inn og analysert av Byveterinæretaten i Stavanger i tidsrommet 1977-1985. Dataene til og med 1983 er utførlig bearbeidet og diskutert av Byveterinæretaten i Stavanger ved Kristian Staveland og Karl Olav Gjerstad i notater og årsrapporter - senest i en samler rapport "Vannovervåking av Store Stokkavatn 1977-1983". Resultatene fra 1984 og 1985 er bearbeidet av NIVA. Følgende utredning er forankret både i byveterinæretatens rapport samt i observasjonsmateriale for 1984 og 1985.

Rapporten er et ledd i Vannbruksplanarbeidet for Store Stokkavatn med Stavanger kommune som oppdragsgiver.

## 2. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Byveterinæretaten i Stavanger har i tidsrommet 1977-1985 foretatt en omfattende undersøkelse av de kjemiske og bakteriologiske forhold i Store Stokkavatn med tilløpsbekker. Hensikten med undersøkelsen var å dokumentere vassdragets forurensningstilstand samt fremskaffe data for forurensningstilførslene til innsjøen. Denne rapport, som er et ledd i arbeidet med en vannbruksplan for innsjøen, bygger på data fra denne undersøkelse samt tidligere rapporter.

Store Stokkavatn er i dag katastrofereservevannkilde for Stavanger, Randaberg, Sola og Sandnes. Dessuten er innsjøen sentral i rekreasjonsmessig sammenheng. Eventuelle problemer som kan oppstå og som reduserer innsjøens brukbarhet til disse formål, er en eventuell eutrofiutvikling (overgjødning) og en betenkelig bakteriologisk (sykdomsfremkallende bakterier og virus) tilstand.

Undersøkelsesresultatene viser at innsjøens forurensningstilstand er på grensen av det akseptable, bruksinteressene tatt i betraktning. Innsjøen har noe høy konsentrasjon av fosfor (middel ca. 11 µg P/l), og dette resulterer i økt produksjon av planktonalger. Siktedypet ligger i området 4-8 m. I enkelte perioder er det opplyst at blågrønnalger er i dominans. Til tider (vinter og sommer) er det lavt innhold av oksygen i dyplagene. De bakteriologiske forhold tyder på forurensningstilførsler fra landbruk og bebyggelse. Vannets kjemiske kvalitet er akseptabel i bruksmessig forstand.

Flere av tilløpsbekkene, særlig Leikvollbekken, Mississippibekken og Krossbergbekken, er sterkt forurenset og vannets innhold av nærings-salter og bakterier tyder på betydelig tilførsel av kloakkvann så vel som sterkt forurenset vann fra landbruksvirksomhet.

Hva næringssaltene angår - fosfor og nitrogen - er det et misforhold mellom tilførsler og biologisk respons i innsjøen, idet tilførslene er langt større enn det den biologiske respons i innsjøen skulle tilsi. Den totale fosfortilførselen er ifølge observasjonsresultater og våre beregninger av størrelsesorden 420 kg P/år, men på bakgrunn av modellbetraktninger og fosforkonsentrasjonen i innsjøen burde tilførslene være i størrelsesorden 88 kg P/år. Årsaken til denne store forskjell er sannsynligvis at en vesentlig del av fosfortransporten skyldes jordbruksaktiviteter og at fosforet foreligger i utilgjengelig form - erosjonsprodukter og jernforbindelser - som sedimenterer før det når ut i innsjøens hovedvannmasser. I hvilken grad dette fosforet kan komme algeproduksjonen til gode beror på vannets oksygen- og

redoksforhold i dyplagene. Lavt oksygeninnhold medfører reductive tilstander og mulighet for utløsning av fosfor fra bunnsedimentene. Disse forhold bør undersøkes nærmere.

Som et forslag til "grenseverdi" for fosforbelastningen vil vi antyde en tilførsel på ca. 100 kg fosfor/år, men vi forutsetter også da en betydelig sedimentasjon.

De høye bakterietall fra bekkene tilsier også at forurensningskildene langs vassdraget bør saneres.

Vi vil anbefale at det fortsatt blir gjennomført en enkel overvåkingsundersøkelse i Store Stokkavatn m/tilløp.

### 3. KORT OMTALE AV STORE STOKKAVATN MED NEDBØRFELT

Store Stokkavatn som har et overflateareal på 2,25 km<sup>2</sup>, er delt i to bassenger - et nordre basseng med største dyp på ca. 23 m og et søndre med største dyp på 42 m. Mellom bassengene er det en terskel med terkskeldybde på 5 m.

Følgende innsjødata oppgis (Byveterinæren i Stavanger):

Høyde over havet	11 m
Overflateareal	2,25 km <sup>2</sup>
Største dyp	42 m
Middeldyp	10,6 m
Volum	23,8 mill. m <sup>3</sup>

Berggrunnen i nedbørfeltet er bygd opp av kvartsrisk fyllitt eller sterkt omdannet kambro-silurisk sedimentære bergarter. Løsavsetningene består i vesentlig grad av lokale forvittringsprodukter som gir et fruktbart jordsmonn.

Arealfordelingen pr. desember 1983 er som følger:

<u>Naturlig nedbørfelt</u>	<u>9,8 km<sup>2</sup></u>	
Vekk-kloakkert (pr. des. 1983)	2,9 km <sup>2</sup>	29 %
Vatn (Store og Lille Stokkavatn)	2,4 "	25 "
Gjødslet jordbruksareal	2,2 "	22 "
Skog	0,9 "	9 "
Annet	1,4 "	15 "
	-----	
Sum	9,8 km <sup>2</sup>	100 %
	=====	

I henhold til NIVA-notat nr. 3 av 24/2-84 angående Vannbruksplan for Store Stokkavatn, er det i nedbørfeltet en bosetning tilsvarende 288 personer, som ikke er tilknyttet offentlig kloakksystem med avløp utenfor nedbørfeltet. 80 % av kloakkvannet fra den spredte bebyggelse og gårdsbruk har ingen rensing eller slamavskiller.

Av andre aktiviteter i nedbørfeltet som kan ha forurensningsmessig betydning kan nevnes: jordbruk, golfbane, hestehold i forbindelse med ridning, friluftaktiviteter som turgåing, bading, fiske o.l.



### Hydrologi

I henhold til NVE's Hydrologiske undersøkelser i Norge fra 1958, er spesifikk avrenning i det aktuelle område oppgitt å være ca. 35 l/s km<sup>2</sup>. I rapport "Vannovervåking av Store Stokkavatn 1977-1983 av 20/5 1984 er man ved å anvende nedbørdata kommet fram til at spesifikk avrenning er 20 l/s.km<sup>2</sup>. Ved denne beregning er normalnedbøren 1107 mm/år og fordampning på 450 mm lagt til grunn.

I 1984 var nedbørhøyden (993 mm) ca. 90 % av normalen. Særlig var senvinter- (febr., mars) og høysommer (juli, aug.) månedene nedbørfattige, mens oktober var meget fuktig og nedbørrik (Fig. 1).

Byveterinæretaten i Stavanger har i forbindelse med sine undersøkelser i Stokkavatn målt vannføringen i flere tilløpsbekker til innsjøen, nemlig Leikvollbekken, Mississippibekken, Kulebergbekken og Krossbergbekken (Fig. 2). På bakgrunn av disse observasjoner, forhold mellom nedbørfelt og kvalifisert skjønn, er vi kommet fram til at arealavrenningen i tidsrommet juni 1984 til juni 1985 var ca. 16 l/sek.km<sup>2</sup>. Arsavrenningen fra de ulike nedbørfelt blir i henhold til dette omtrent som følger:

<u>Lokalitet</u>	<u>Nedbørfelt, km<sup>2</sup></u>	<u>Årlig vannføring i m<sup>3</sup></u>
Leikvollbekken	0,244	124350
Mississippibekken	0,889	453065
Møllebekken	0,657	334830
Golfbanebekken	0,448	228316
Kulebergbekken	0,105	53512
Krossbergbekken	0,284	144736
<u>Tastasiq</u>	<u>0,199</u>	<u>10141</u>
Sum bekker	2,826	1440226
Nærområdet (utenom bekkene)	1,824	929573
<u>Store Stokkavatn</u>	<u>2,25</u>	<u>1146677</u>
Totalt	6,9	3516476
=====		

Legges denne avrenning (16,2 l/sek.km<sup>3</sup>) til grunn, blir vannets teoretiske oppholdstid i Store Stokkavatn ca. 6,8 år. Anvendes 20 l/sek.km<sup>2</sup> som avrenningskoeffisient får vi en teoretisk oppholdstid på ca. 5,5 år, som kanskje kan betraktes som en middelvei.

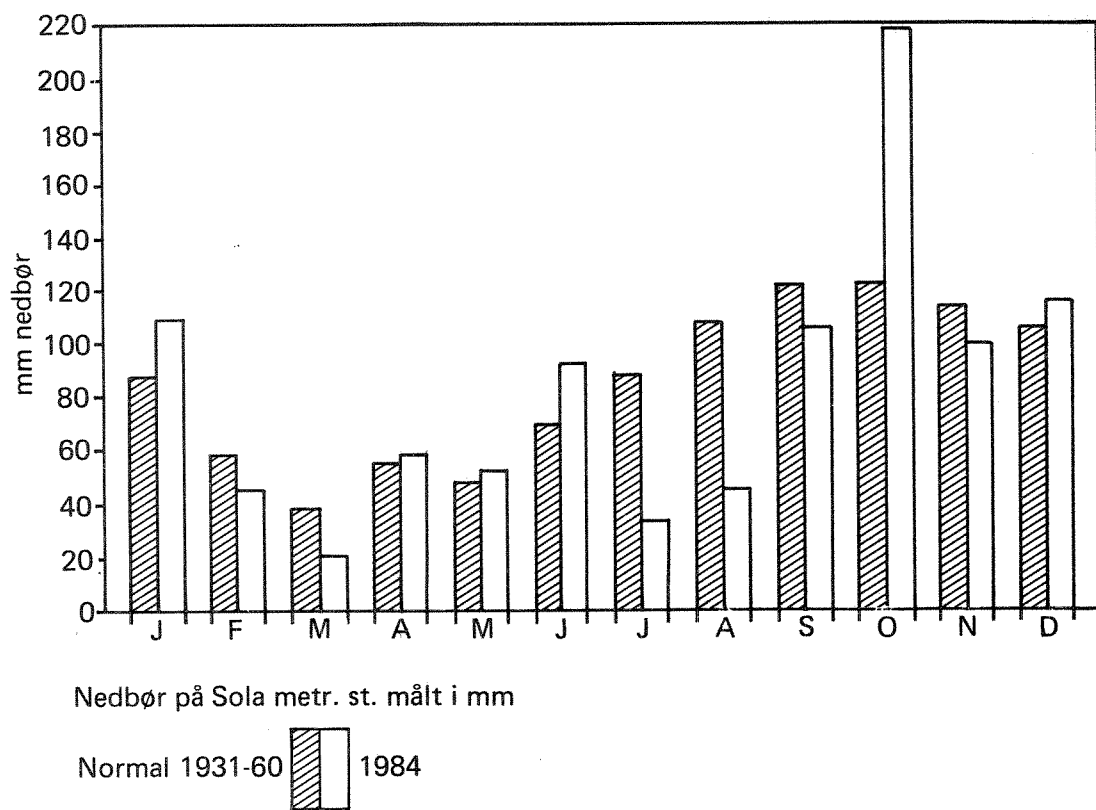


Fig. 1. Nedbør på Sola meteorologiske stasjon.

Av figuren går det fram at mens juli og august var nedbørfattige i forhold til normalen, var oktober en fuktig og nedbørrik måned.

#### 4. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Før 1977 da Stavanger veterinæretat satte i gang sine undersøkelser, var Store Stokkavatn undersøkt ved 3 anledninger. Resultatene fra disse undersøkelser kan kort oppsummeres på følgende måte:

- \* I perioden 1942-1959 var Store Stokkavatn drikkevannskilde for Stavanger. På bakgrunn av undersøkelser som ble gjort den gang, var typiske verdier for råvannet:

pH : ca. 7  
Organisk stoff (permanganattall) : 2-4 mg O/l  
Termotolerante koliforme bakterier: Vanligvis < 10 pr. 100 ml  
(kilde:Byveterinæren i Stavanger)

- \* I 1970 gjennomførte NIVA en undersøkelse av Store Stokkavatn med 4 prøvetakinger i løpet av året. (NIVA-rapport 102/69). Det ble tatt prøver i vertikalserier på fra 6 til 8 prøver i hver serie. De mest relevante resultater i eutrofisammenheng var følgende:

Parameter	28/1-70		13/5-70		18/8-70		16/11-70	
	Middel	Variation	Middel	Variation	Middel	Variation	Middel	Variation
pH	7,1	6,96-7,25	7,4	7,24-7,76	7,1	6,70-7,30	9,9	6,84-12,00
Konduktivitet, S/m	13,5	13,4-13,8	13,3	12,8-13,6	13,8	13,6-14,2	12,5	12,3-12,7
Permitt, mg O/L	1,6	1,3-2,3	1,8	1,5-2,0	1,7	0,8-2,3	1,3	1,1-1,5
Oksygenmetning % O	90,2	81,7-95,6	106,7	99,7-113,2	84,5	70,1-96,2	94,6	92,7-97,0
Totalfosfor, mg P/L	8	7-9	14	9-18	3	6-10	12	9-16
Urtofosfat, g P/L	3	2-3	3	2-3	2	2	3	3
Totalnitrogen, g N/L	1280	1080-1480	1232	1105-1300	1200	1120-1280	1320	1220-1420
Nitrat, g N/L	1049	1040-1055	1013	1000-1020	957	840-1120	960	960
NOLII. bakt. /100 ml	5,5	0-11	1,7	0-2	24	13-33	49	23-79
Termustabile kolit. bakt. /100 ml	2,0	0-4,5	0	0	3,6	0-7,8	8	4,5-13
Siktedøp	4,5		4,2		5,0		9,0	

På bakgrunn av denne undersøkelse kunne det konstateres at:

- I sommerhalvåret var det en viss produksjon av planktonalger, uten at overhengende overproduksjon (eutrofi) foreslå.
- For å motvirke en overproduksjon av planktonalger i Store Stokkavatn, burde det forhindres at innsjøen ble benyttet som resipient for avløpsvann.
- Store Stokkavatn var brukbar som råvannskilde for et vannverk forutsatt nødvendige sanerings- og sikringstiltak i nedbørfeltet.
- Innsjøen var til sine tider betydelig bakteriologisk forurenset.

Fra SIFF's undersøkelse av Store Stokkavatn, 2. september 1976, hitsettes følgende oversikt og konklusjon gjengitt i "Vannovervåkning av Store Stokkavatn 1977-1983" av Byveterinæren i Stavanger:

Analyseresultater fra SIFF's prøveuttak 2. sept. 1976 (enkeltverdier).  
STORE STOKKAVATN

Parameter	Nordre basseng		Søndre basseng		
	2m	17m	2m	35m	
Total fosfor	µg P/l	9	6	7	6
Ortofosfat	µg P/l	-	-	-	-
Total nitrogen	µg N/l	900	1000	860	1100
Nitrat	µg N/l	600	850	630	960
Permanganattall	mg O <sub>4</sub> /l	1,8	1,9	2,0	1,7
Fargetall	mg Pt/l	10	5	10	5
Spesifikk ledningsevne	mS/m	15,5	15,7	15,3	15,3
pH		7,2	6,6	7,3	6,7
Bly	µg Pb/l	12	14	2	80
Oksygen % metning			17		58

SIFF ga bl.a. følgende kommentarer:

- \* Vannet fra begge stasjoner var lett farget og inneholdt noe organisk materiale. Vannet var noe hardt som overflatevann betraktet. Innholdet av jern og mangan var uten betydning i bruksmessig sammenheng. Innholdet av klorid og sulfat var relativt

høyt, noe som forventes i vann som ligger ved kysten og dertil under den marine grense.

- \* Det relativt høye nitratinnholdet skyldes trolig påvirkning fra jordbruksaktivitet, kloakk og diffuse utslipp fra bebyggelse.
- \* Det ble funnet et foruroligende høyt innhold av bly i prøven fra 35 m dyp i sydenden.
- \* Oksygenmålingene viste at det var et betydelig oksygenvinn i dyp-lagene, trolig som følge av organisk materiale produsert i innsjøen.
- \* Kvalitative planktonprøver viste at planteplanktonsamfunnet var totalt dominert av blågrønnalger. (Microcystis, Merismopedia og Anabaena). Den store andelen av blågrønnalger viste at innsjøen var tydelig eutrofiert og at masseoppblomstring av blågrønnalger trolig kunne oppstå.

SOM HOVEDKONKLUSJON PÅ DISSE UNDERSØKELSER VIL VI UNDERSTREKE:

- \* Den opprinnelige, naturlige vannkvalitet i Store Stokkavatn er tilfredsstillende for alle aktuelle bruksinteresser innbefattet drikkevann.
- \* Tilførsel av forurensninger, først og fremst næringssalter og tarmbakterier, er betenkelig både med hensyn til bruk av innsjøen som drikkevannskilde, men også hva friluftsliv/estetiske forhold angår.
- \* Ifølge SIFF's konklusjoner, kan planteplanktonsamfunnet til tider være "totalt dominert" av blågrønnalger (Microcystis, Merismopedia og Anabaena). Dette er forhold som etter vår mening må tillegges stor vekt i det videre arbeide med å "bevare" innsjøen.

5. UNDERSØKELSER 1977-1985

I tidsrommet 1977-1983 har Byveterinæren i Stavanger samlet inn tilnærmet månedlige prøver fra 0,2 og 37 m dyp i Store Stokkavatn (St. 1) og fra utløpet av Møllebekken og Missisippibekken (Fig. x ). Mer sporadisk ble det i dette tidsrom samlet inn prøver fra flere til-løpsbekker samt at det er blitt utført enkle undersøkelser i for-bindelse med algeoppblomstringen. Oversikt over prøvesteder, prøve-takingsfrekvens og utførte analyser er som følger:

Oversikt over prøvesteder, prøvetakingsfrekvens pr.år og utførte analyser.

Prøvested	1977				1978				1979				1980				1981				1982				1983			
	K	B	O	A	K	B	O	A	K	B	O	A	K	B	O	A	K	B	O	A	K	B	O	A	K	B	O	A
Store Stokkavatn 0m	7	7	2	5	7	7	7	2	11	10	11	10	11	11	12	10	10	11	10	10	9	9	9	9	8	8	5	7
<u>St.1</u> 20m	6	6	2		1	7			1	11				12				10				9					5	
37m	5	4	4		7	7	7		9	10	11		11	11	12		10	10	10	10	9	9	9		8	8	5	
Store Stokkavatn 0m													2				3								1			
<u>St.2</u> ca. 20m													2				3								1			
Store Stokkav.utløp	11	11	3		11	11	7		12	12	12		12	12	12		12	12	3		11	11	9		9	9	7	
Møllebekken	11	11	5		11	11	7		12	12	12		12	12	12		13	12	13		11	11	11		8	8	8	
Missisippibekken	11	11			11	11			12	14			12	12			12	12			11	11			9	9		
Leikvollbekken	11	11			9	9											4	4							4	4		
Kulebergbekken	11	10			9	9							6	6			9	9			8	8			6	6		
Golfbanebekken													3	3			1	1										
Krossbergbekken													2	1											2	3		

K = Kjemiske undersøkelser (pH, konduktivitet, turbiditet, perman-ganattall, ortofosfat, totalfosfor, totalnitrogen, nitrat).

B = Bakteriologiske undersøkelser (termotolerante koliforme bakterier, koliforme bakterier, kimtall).

O = Oksygenmålinger.

A = Klorofyll a analyser.

NB! I 1984 og 1985 ble det ikke analysert på konduktivitet, turbiditet, permanganattall og N-forbindelser i prøver fra selve innsjøen.

Resultater fra disse undersøkelser (til og med 1983) er beskrevet i "Vannovervåking av Store Stokkavatn 1977-1983" av Byveterinøren i Stavanger.

I tidsrommet juni 1984 til april 1985 ble undersøkelsesopplegget intensivert. Fra tilløpsbekkene (Fig. 2):

Mississippibekken v/rør  
Møllebekken  
Golfbanebekken  
Kulebergbekken  
Krossbergbekken  
Tastasiq

ble det samlet inn prøver omtrent hver uke.

Fra Leikvollbekken ble det i samme tidsrom samlet inn ukentlig blandprøver i alt 44 prøver ved hjelp av en automatisk "proporsjonalprøvetaker" (prøvevolum proporsjonalt med vannføring). Tilsvarende prøver er også samlet inn fra Mississippibekken i tidsrommet november 1984 til april 1985 ( i alt 15 prøver). Hensikten med denne undersøkelsen var å fremskaffe data for stofftransporten i bekkene.

Fra Store Stokkavatn er det i det angitte tidsrom samlet inn prøver fra både St. 1 (søndre basseng) og St. 2 (nordre basseng) i alt 18 ganger. Prøvene ble tatt fra 1-4 m (blandprøver), 12 m og 2 m fra bunnen.

Analyseresultatene går fram av tabellene i vedlegget.



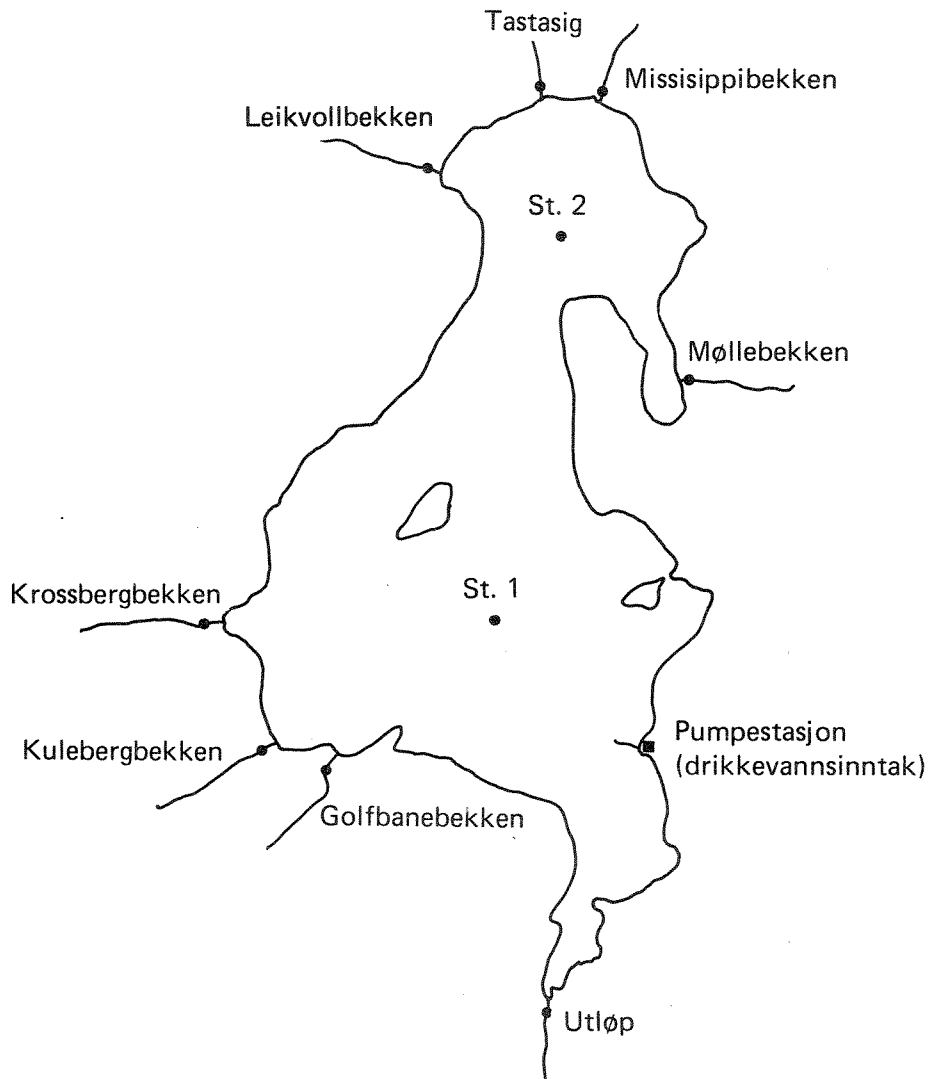


Fig. 2. Prøvetakingssteder i Store Stokkavatn og tilløpsbekker.

I tillegg er pumpestasjonen for inntak av drikkevann markert.

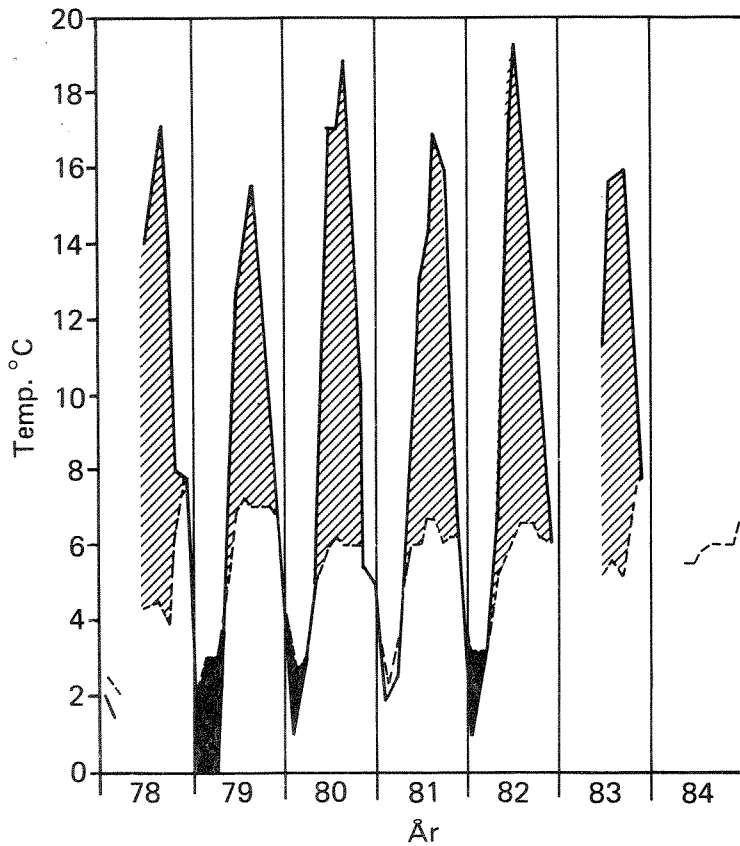
I det følgende gis en kort oppsummering av resultatene og de konklusjoner man kan trekke av disse for hele undersøkelsesperioden, dvs. 1977-1985.

Datamaterialet er i sin helhet tatt med som Bilag bakerst i rapporten.

Forurensningssituasjonen i Store Stokkavatn blir først kommentert, hvorefter tilstanden i tilløpsbekkene blir vurdert.

## 5.1 STORE STOKKAVATN

### 5.1.1 Temperatur



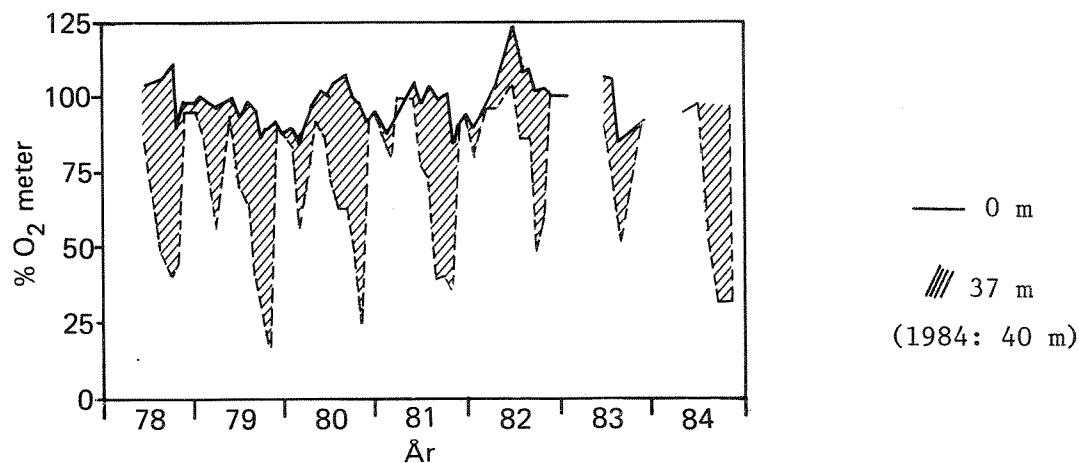
(St. 1). Temperaturobservasjoner fra overflatelagene (—) og fra dyplagene (---) i tidsrommet 1978-1984.

Vår (mars/april) og høst (nov.) er temperaturen målt gjennom hele vannsøylen (sirkulasjon).

Om sommeren kan overflate-temperaturen nå henimot 20 °C og dypvannstemperatur varierer da rundt 6 °C. Vintersituasjonen, med overflatetemperatur på ca. 0 °C og dypvannstemperatur på 2-3 °C, er kortvarig (des.-mars).

Bunnvannstemperaturen i Nordre basseng (20 m) er om sommer/høst gjennomgående 2-3 °C høyere enn i Søndre basseng (se tabellen i Vedlegg). Dette skyldes forskjell i dyp.

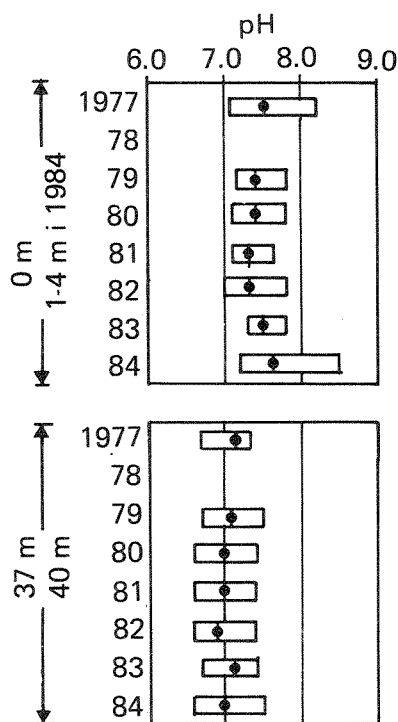
### 5.1.2 Oksygen. Oksygenmetning 1978 - 1984 i Søndre basseng



Oksygenmetningen i overflaten av Store Stokkavatn varierer normalt rundt 100 %. I enkelte perioder om sommeren forekommer overmetning - dette som følge av stor algeproduksjon (fotosyntese). Overmetningen kan antakelig også til tider skyldes en termisk effekt (oksygenets løselighet i vann er temperaturavhengig).

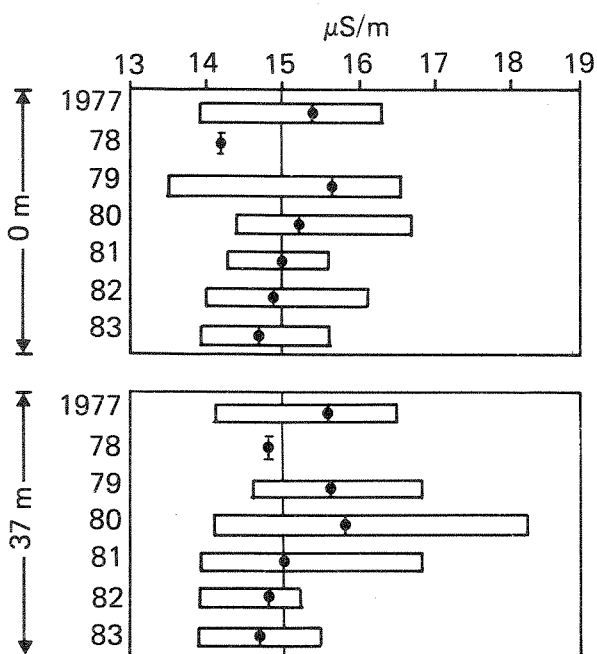
Om sommeren, til dels også om vinteren, avtar oksygenet sterkt i dyplagene, og ved bunnen er det om høsten målt oksygenmetning på under 25 % i Søndre basseng (St. 1) og henimot 0 % i Nordre (St. 2). Årsaken til dette er nedbrytning av organisk materiale som til dels er tilført fra nedbørfeltet og til dels produsert i innsjøen. Ut fra det foreliggende materiale er det vanskelig å kvantifisere de ulike kildene. Oksygenforbruket i dyplagene er høyere om sommeren enn om vinteren - noe som skyldes at stagnasjonsperioden om sommeren er lengere og mer stabil enn om vinteren. Videre er det grunn til å merke seg at forbruket er størst i det nordre basseng, hvor forurensningstilførslene er størst (mest konsentrert).

5.1.3 pH - Surhetsgrad - variasjonsbredde og årsmiddel.



pH i Store Stokkavatn varierer i overkant av pH 7. De høyeste pH-verdier er målt i de øverstliggende vannmasser. Dette skyldes til dels produksjon av planteplankton. Noe lavere pH-verdier i dyplagene har sammenheng med nedbrytning av organisk stoff (frigjøring av CO<sub>2</sub>). 1984-resultatene viser at pH-verdiene i Søndre og Nordre basseng er av samme størrelsesorden.

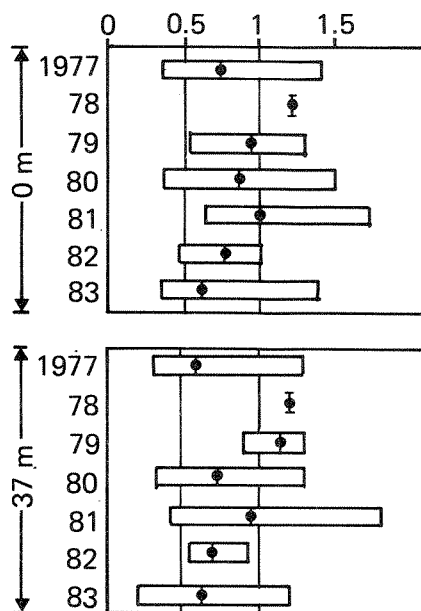
5.1.4 Konduktivitet  $\mu\text{S}/\text{m}$  - variasjonsbredde og årsmiddel.



Konduktiviteten, som er et mål for vannets innhold av mineralsalter, er relativt høy i Store Stokkavatn. Den vesentligste årsak til dette er innsjøens geografiske beliggenhet ved kysten - hvor nedbøren inneholder betydelige mengder natrium og klorider (f.eks. er kloridinnholdet her ca. 20 mg Cl/l, mens tilsvarende verdi i innlandet er < 1 mg Cl/l).

Verdiene varierer noe i løpet av året - sannsynligvis som følge av nedbørens og tilrenningsvannets innhold av salter. Biokjemiske prosesser spesielt i de dypere lag og i sedimentene, kan også spille en viss rolle.

5.1.5 Partikkelinnhold målt som turbiditet (FTU) - variasjonsbredde og årsmiddel.



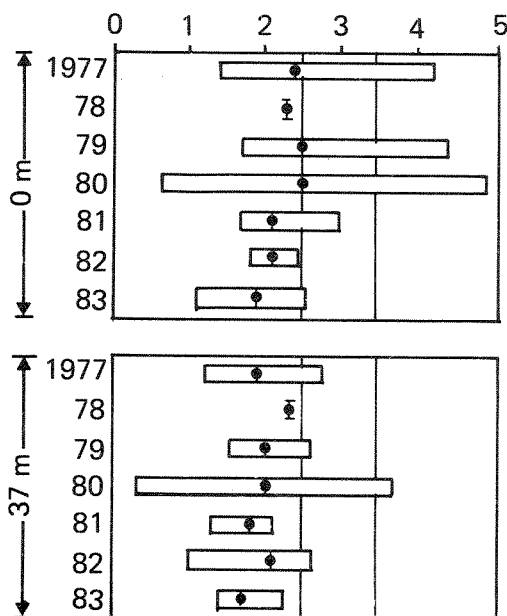
I henhold til helsemyndighetenes krav (SIFF, 1976), skal turbiditeten (innhold av partikler) i drikkevann ikke overskride 1 FTU. FTU-verdi på < 0,5 ansees som ønskelig i kranvann.

I Store Stokkavatn varierer turbiditeten vanligvis mellom 0,5 og 1 FTU, men i enkelte prøver er turbiditeten høyere.

Det er liten forskjell på turbiditetsverdiene i overflaten og ved bunnen.

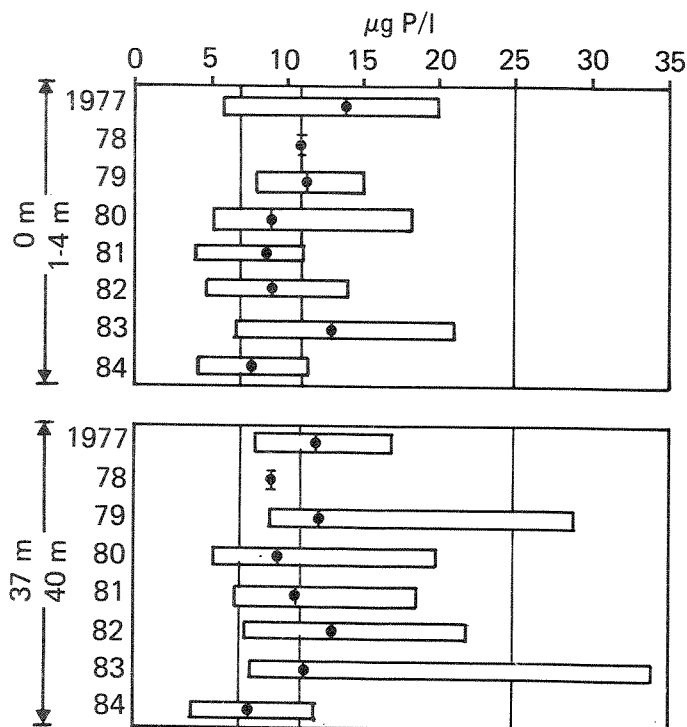
Turbiditeten tilføres i form av erosjonsprodukter fra jordbruksområder samt algevekst.

5.1.6 Organisk stoff målt som  $KMnO_4$ -tall, mg  $O/l$  - variasjonsbredde og årsmiddel



I henhold til kravene som helsemyndighetene (SIFF 1976) stiller for drikkevann < 15 mg  $KMnO_4/l$  som tilsvarer ca. 4 mg  $O/l$ , har Stokkavatn en god drikkevannskvalitet hva innhold av organisk stoff angår. De lave tallene skyldes hovedsakelig effektiv omsetning i selve innsjøen av tilført organisk materiale (lang oppholdstid).

5.1.7 Totalfosfor,  $\mu\text{g P/l}$  - variasjonsbredde og årsmiddel.

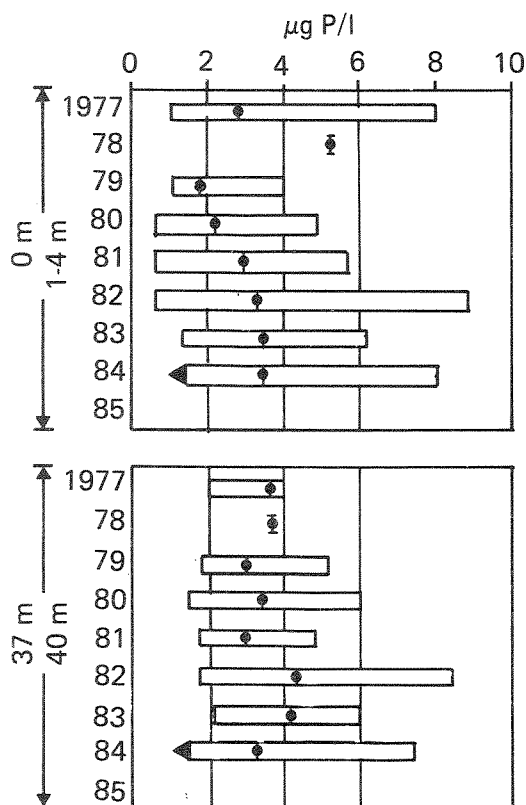


Erfaringsmessig er fosforkonsentrasjon  $< 7 \mu\text{g P/l}$  betryggende i eutrofisammenheng. Konsentrasjoner mellom 7 og  $11 \mu\text{g P/l}$  betinger en økt produksjon, men stort sett fortsatt dominans av samme algesamfunn. Konsentrasjoner mellom 11 og  $25 \mu\text{g P/l}$  uttrykker vanligvis en økt produksjon og betydelig innslag (dominans) av nye arter. Ved konsentrasjoner  $> 25$  er faren for dominans av blågrønnalger overhengende.

I Stokkavatn varierer middelverdiene mellom 7 og  $14 \mu\text{g P/l}$  (middel  $10 \mu\text{g P/l}$ ) som tyder på at innsjøen har en algemengde som nærmer seg

det betenkelige hva eutrofiering angår. Det synes ikke å foreligge noen klar stigende trend med tiden. I 1984 var fosforkonsentrasjonen i middel ca.  $1 \mu\text{g/l}$  høyere i Nordre basseng enn i Søndre.

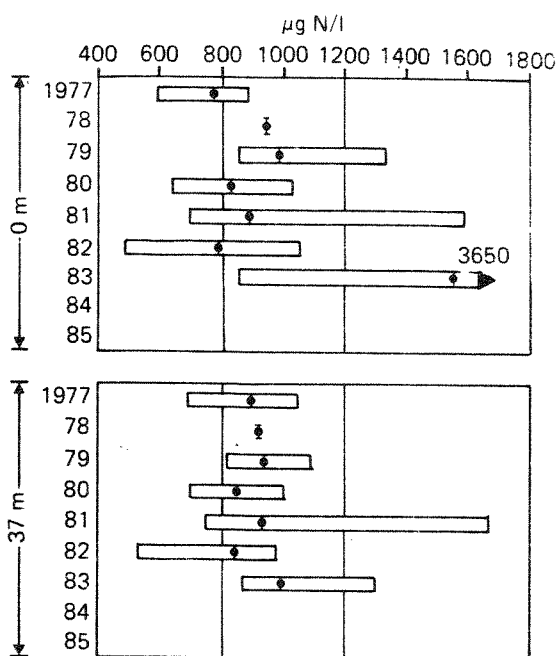
5.1.8 Ortofosfat,  $\mu\text{g P/l}$  - variasjonsbredde og årsmiddel.



Ortofosfat er løst uorganisk fosfor som er lett tilgjengelig for alger. Vanligvis er derfor ortofosfatverdiene lave i overflaten om sommeren pga. algeproduksjon. Verdier  $> 2 \mu\text{g P/l}$  viser at vannforekomsten er belastet og produktiv.

På grunn av algeproduksjonen er ortofosfatverdiene noe lavere i overflate-lagene - produksjonslagene - enn i dypvannsmassene. En stigende trend med tiden som materialet kunne antyde, tillegges ingen vekt, idet vi antar at dette i vesentlig grad beror på tilfeldigheter. Ortofosfatverdiene (midlere) i de to bassenger var omtrent av samme størrelsesorden i 1984.

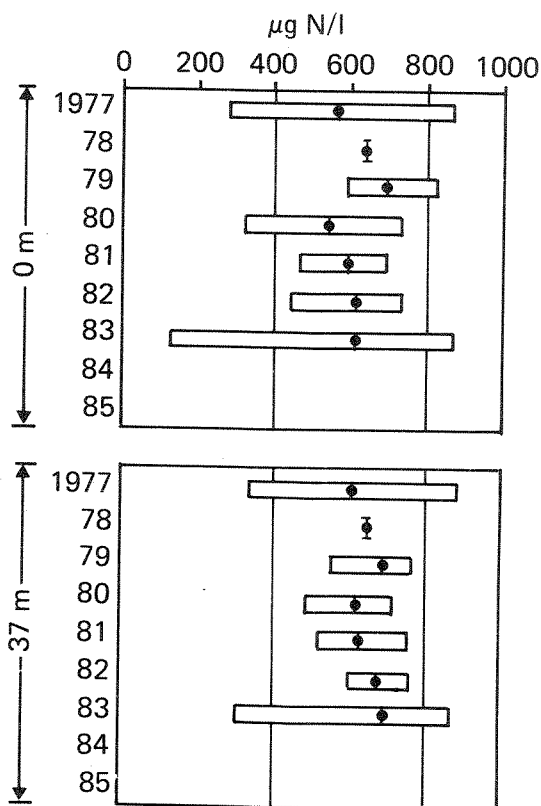
### 5.1.9 Totalnitrogen i $\mu\text{g N/l}$ - variasjonsbredde og årsmiddel.



Vannets innhold av totalnitrogen er høyt og varierer betydelig med tiden uten at markerte årstidstrender kan spores. Jordbruksaktiviteten i nedbørfeltet er uten tvil årsak til både mengde og variasjonsmønster (det siste sammen med nedbørforholdene). Ca. 200  $\mu\text{g N/l}$  antas å være naturlig nitrogenkonsentrasjon i innsjøer i dette området.- De høye nitrogenverdiene i forhold til fosfor viser at fosfor er begrensende for algeveksten.

Selv om nitrogen ikke er begrensende stoff for algevekst, kan det likevel ha betydning for omsetningshastigheten og muligens for planteplanktonets artssammensetning. Høyt nitrogeninnhold stimulerer sannsynligvis også utbredelsen av makrovegetasjonen i strandområdene.

### 5.1.10 Nitrater, $\mu\text{g N/l}$ - variasjonsbredde og årsmiddel.



Vannets innhold av nitrater er meget høyt og viser at en vesentlig del av det totale nitrogen foreligger som nitrater. Dette tyder også på at jordbruksaktiviteten er den dominerende nitrogenkilde.

Som følge av planteplanktonreduksjonen er nitratinholdet i overflatelagene gjennomgående lavest i sommerhalvåret.

#### 5.1.11 Biologiske forhold

I forbindelse med undersøkelsen i Store Stokkavatn ble det også samlet inn prøver fra overflatelagene for bestemmelse av klorofyll a. Denne parameter betraktes som et tilnærmet mål på vannets innhold av planteplankton - dette fordi alle planteceller inneholder klorofyll. Noen kvalitativ analyse av planteplanktonet er ikke utført, bortsett fra at det ved enkelte anledninger er blitt påvist blågrønnalger, sogar i dominans.

Siktedypet, som også påvirkes av en eventuell algevekst, er målt på alle prøvetakingsdager. Middelerverdier for de ulike år er gjengitt nedenfor:

	År	Siktedyp, m	Klorofyll a, µg/l	Mrk.
Søndre	1979	4,7	2,3	
basseng	80	6,0	1,6	
	81	5,4	3,2	
	82	6,0	2,3	
	83	5,2	3,1	
	84	6,1	2,8	
Nordre	84	5,7	2,4	(1,4 m dyp)
basseng				

Siktedypet kan også være påvirket av vannets egenfarge og innhold av partikulært materiale. Enkeltobservasjon på 8 m viser antakelig siktedypet uten algepåvirkning og verdier lavere enn dette indikerer påvirkning av planteplankton. Selv om de midlere klorofyllverdier ikke er spesielt høye, ligger de likevel på et betenkelig nivå hva eutrofiering angår. Dette inntrykk forsterkes ved at det ved enkelte anledninger er målt klorofyll-a-verdier på over 6 µg/l.

#### 5.1.12 Bakteriologiske forhold

Vannets innhold av bakterier, spesielt koliforme bakterier eller tarmbakterier, er undersøkt (tabell 1 og bilag). Kimtallene bestemt (dyrket) ved 20 °C omfatter alle typer bakterier, også nedbrytningsbakterier. Koliforme bakterier (tarmbakterier) dyrket ved 37 °C omfatter varmblodige dyrs, deriblant menneskers tarmbakterier, men



Tabell 1. De bakteriologiske forhold (variasjonsbredde) i Store Stokkavatn med tilløp/avløp.

Sjåkk	År	Total kim 20 % Antall/ml	Koliforme bakt. v/37 °C Antall/100 ml	Termostabile koli v/44 °C Antall/100 ml
U m (variasjonsbredde)	1977	< 1-1060	0- 33	0- 2
	78	15- 100	0- 33	0- 5
	79	10-3000	0-240	0- 8
	80	6- 120	0- 23	0- 7
	81	10- 200	2- 23	0-13
	82	13- 280	0- 33	0- 8
	83	5- 140	0- 22	0- 8
S r m (variasjonsbredde)	1977	10- 400	0- 13	0- 2
	78	28- 80	0- 49	0- 2
	79	33- 100	-	0-12
	80	15- 250	-	0-29
	81	4- 280	-	0-22
	82	6- 280	-	0-10
	83	10- 220	-	0- 7
Store Stokkavatn v/utløp	-83	18-2000	0-918	0-221
Møllebekken	1977-83	<10-40000	-	0-3160
	1984-85			0- 97
Mississippibekken	1977-83	330-56000	-	0-7000
	1984-85			150-200000
Kulebergbekken	1977-83	200-22000	-	0-7500
	1984-85			6-1950
Leikvollbekken	1977-83	800-50000	-	0-40000
	1984-85			20-50000
Gulroanebekken	1980-81	300-12000	-	2-250
	1984-85			0-2000
Krossbergbekken	1980-83	1000-6800	-	240-4000
	1984-85			14-35000
Iastasi	1984-85			0-400

også jordbakterier. Analysen er derfor ikke entydig. De termotolerante bakterier dyrket ved 44 °C består av kun tarmbakterier fra mennesker og dyr. Denne type bakterieanalyser anvendes derfor for å påvise i hvilken grad en vannforekomst er forurenset med ekskrementer.

På bakgrunn av Norsk Standard 4751 som angir retningslinjer for bakteriologisk bedømmelse ved bruk av overflatevann (innsjø, elv, bekk o.l.) som drikkevannskilde uten desinfeksjon, har vi sammen med Statens institutt for folkehelse utarbeidet følgende foreløpige veiledende retningslinjer (offisielle normer for klassifisering av vann finnes foreløpig ikke i Norge):

Kvalitetsgradering	Kimtall (20 °C)	Koliforme (37 °C)	Termostabile kolif. (44 °C)
	antall/ml	antall/100 ml	antall/100 ml
God kvalitet	< 100	< 1	0
Akseptabel kvalitet	100-500	1-30	0-1
Betenkelig "	500-1000	30-100	1-10
Dårlig "	>1000	>100	>10
(ubrukelig sone drikkevann)			

De bakteriologiske forhold (variasjonsbredde) i Store Stokkavatn med tilløp/avløp er ifølge Byveterinæretaten i Stavanger som vist i tabell 1.

Kommentarer:

Vannet i Store Stokkavatn er noe påvirket av kloakkvann og bakterieinnholdet er i perioder betydelig høyere enn det helsemyndighetene anser som godt eller akseptabelt for brukbart drikkevann uten desinfisering. Vi antar imidlertid at vannet også i fremtiden blir desinfisert (klorert) før det tas i bruk som drikkevann.

## 6. TILLØP/AVLØP STORE STOKKAVATN

Analyseresultatene fra og med 1977 til og med 1983 er behandlet og rapportert av byveterinæretaten i Stavanger (se foran). Arsmiddelverdiene for de ulike parametre også fra 1984 og 1985 er gjengitt i tabell 2 (Arsmiddelverdier for kjemiske parametre i tilløp/avløp Store Stokkavatn).

### 6.1 Generelle kommentarer

Stoffkonsentrasjonen i bekker og mindre vassdrag som drenerer jordbruksområder, varierer vanligvis meget sterkt. Dette skyldes ujevn tilførsel av forurensningskomponenter på grunn av variasjon i klima, nedbør og avrenningsforhold samt gjødslingsrutiner og sesongvirksomhet.

I de aktuelle bekker, f.eks. Kulebergbekken, varierte totalfosfor fra 31 til 11200 µg P/l. Middelerverdiene gir derfor ikke noe godt bilde av forurensningstilstanden og transportnivåene. Opplysninger om de egentlige transportnivåer vil man først oppnå ved registrerende verdier både av vannføring og konsentrasjoner.

Det kan imidlertid på bakgrunn av de observerte verdier konstateres at de undersøkte bekker, bortsett fra Møllebekken, er sterkt belastet med næringssalter - både fosfor og nitrogen. Ut fra de til dels høye turbiditetsverdier må det antas at en vesentlig del av fosforet tilføres som partikulært fosfor. De høye jernkonsentrasjoner kan også være en medvirkende årsak til dette. Erosjonsprodukter fra jordbruksvirksomheten er en meget vesentlig faktor i denne sammenheng. Sannsynligvis er mye av fosforet lite tilgjengelig for algevekst.

Det skal bemerkes at vannet i bekkene er relativt surt; pH-verdier på under 5 er blitt målt. Dette er noe oppsiktsvekkende i et så godt buffret vann som det her er snakk om. Konduktivitetsverdiene er nemlig bortimot 3 ganger så høye som de normalt er i overflatevann i Norge.

Årsaken til de lave pH-verdier er ikke i første rekke sur nedbør, men sannsynligvis oksydasjon av ammoniumforbindelser (husdyrgjødsel og kloakkvann) til nitrater (nitrifikasjon). Dette er nemlig en forsurende prosess som mange steder f.eks. i Sverige har tiltrukket seg betydelig oppmerksomhet. På bakgrunn av de høye konduktivitetsverdier burde bufferkapasiteten (bl.a. evnen til å nøytralisere syrer) normalt være god - det skal "store" syremengder

til før det innvirker på pH. Dette gjelder vann hvor konduktiviteten i vesentlig grad er forårsaket av kalsiumhydrogenkarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ). På grunn av det aktuelle områdets nære beliggenhet til havet, inneholder avrenningsvannet her store mengder sjøsalter (i første rekke natriumklorid (se NIVA-rapport 0-102/69)) som ikke har de samme bufferegenskaper som  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Dette kan være medvirkende årsak til de relativt sett lave pH-verdier.

Det skal også knyttes noen kommentarer til vannets innhold av nitrogen. I henhold til Helsemyndighetenes forskrifter må nitrat- og nitrittinnholdet i drikkevann ikke overskride henholdsvis 2,5 og 0,05 mg N/l (kvalitetskrav for drikkevann. Sos.dep. 1975)

I de fleste tilløpsbekker til Store Stokkavatn overstiger nitratinnholdet til tider de nevnte krav. Dette gjelder spesielt Mississippibekken, Leikvollbekken, Kulebergbekken og Krossbergbekken. I den sistnevnte bekk ble det målt totalnitrogenverdier på hele 90 mg/l! Det kan ellers bemerkes at det var først og fremst i sommermånedene, juni, juli og august, de "skyhøye" konsentrasjoner av nitrogen, men også fosfor, ble observert. Fra lokalt hold opplyses det at det finnes et gartneri i bekkens nedbørfelt, men om dette kan være årsak til de høye konsentrasjoner er ikke undersøkt.

Alle bekker er bakteriologisk sett uegnet som drikkevann for mennesker og dyr. Dette gjelder spesielt Mississippibekken. Leikvollbekken og Krossbergbekken, hvor den bakteriologiske vannkvalitet til tider minner om urensset kloakkvann (se vedlegg).

Tabell 2. Årsmiddelverdier for kjemiske parametre i tilløp/avløp Store Stokkavatn.

Stasjon	År	pH	Kond. S/m	Turb. FTU	KMnO <sub>4</sub> -tall mg P/L	TOT-P g P/L	PO <sub>4</sub> -P g P/L	TOT-N g N/L	NO <sub>3</sub> -N g N/L	Jern mg F/L	
Utløp Stokkavatn	1977	7,3	15,7	0,8	2,0	14	3	1100	558		
	78	-	14,5	1,1	2,5	14	4	950	677		
	79	7,4	14,6	0,9	2,5	14	2	992	677		
	80	7,2	15,7	0,8	2,5	8	2	786	551		
	81	7,2	15,3	1,3	2,4	11	3	865	593		
	82	7,3	14,4	0,7	2,0	10	4	799	601		
	83	7,6	14,5	0,8	2,0	13	4	1000	626		
	84	Ingen observasjoner									
	85										
											2,34
MISSESSIPPI- becken	1977	7,1	23,3	1,3	3,6	55	33	2280	691		
	78	-	21,6	3,5	4,9	91	35	5920	739		
	79	7,2	22,0	3,4	5,3	95	39	5900	765		
	80	7,1	26,0	2,6	4,0	72	25	3830	720		
	81	6,9	22,6	3,8	4,0	114	38	4280	850		
	82	7,0	22,5	2,0	4,5	79	46	3640	1205		
	83	7,0	21,2	3,3	5,6	100	52	4520	3520		
	84	6,8	24,7	9,1	4,2	181		4569		2,34	
	85	6,6	29,0	14,4	3,8	212		6092		"	
											198
Leikvollbecken	1977	7,3	14,3	1,1	3,2	21	3	744	198		
	78	-	13,1	1,8	3,7	16	5	412	287		
	79	7,4	13,3	1,4	3,6	19	4	470	200		
	80	7,1	13,5	1,0	3,6	11	2	493	173		
	81	7,2	13,3	1,4	3,2	14	3	558	299		
	82	7,2	13,5	1,1	3,1	16	4	575	309		
	83	7,3	13,4	1,7	2,9	16	3	611	305		
	84	7,0	14,1	0,9	3,0	16		795		0,07	
	85	7,0	13,7	0,7	3,5	22		847		"	
											1762
Leikvollbecken	1977-83	6,3	29,7	10,3	9,0	241	53	5018	1762		
	1984-85	6,3	28,6	3,9	6,2	313		10169		1,77	
Kulebergbecken	1977-83	6,8	29,8	8,3	8,1	457	101	5127	1278		
	1984-85	6,2	23,3	1,1	4,2	77		9786		0,08	
Bekk fra Gøltf- banebecken *	1980-81	6,7	35,0	9,0	6,8	124	29	4491	655		
	1984-85	6,4	36,5	20,0	7,6	288		6669		10,40	
Krossberfj- becken *	1980-83	6,4	49,4	21,0	6,0	290	131	4433	2199		
	1984-85	6,5	39,4	8,4	6,5	1041		12929		4,10	
Tastastly	1934-85	6,8	30,6	2,7	5,6	84,0		9700		0,37	

\* Leikvollbecken : 20 prøver i 77-83; 45 prøver i 84-85  
 \* Kulebergbecken : 20 " " 77-83; 18 " " 84-85  
 \* Bekk fra Gøltf. : 20 " " 77-83; 39 " " 84-85  
 \* Krossberfjbecken : 20 " " 77-83; 41 " " 84-85  
 \* Tastastly : 0 " " 77-83; 34 " " 84-85

## 7. FORURENSNINGSTILFØRSLER

### 7.1 Teoretisk beregning

En teoretisk beregning av forurensningstilførslene til Store Stokkavatn er det redegjort for i NIVA-notat nr. 3 av 24/2-84 angående Vannbruksplan for Store Stokkavatn.

Her heter det at jordbruket er det overlegent største teoretiske forurensningspotensialet, men husholdningsavløp tillegges også stor betydning. Delnedbørfeltene til Mississippibekken og Møllebekken (Fig. 2) bidrar med bortimot halvparten av fosfortilførslene som tillegges størst vekt i forurensningssammenheng (Vennerød, 1984).

Den totale tilførsel av fosfor, nitrogen og organisk stoff til Store Stokkavatn er (NIVA-notat nr. 3) teoretisk sett følgende (det understrekes at tallene ikke må oppfattes som absolutte) - benevning kg/år:

Tabell 3. Teoretisk belastningsverdier - Store Stokkavatn.

	Tot.P	Tot. N	BOF <sub>7</sub>	
Naturgjødtsel	50-150	830-4200	3700-19000	
Kunstgjødtsel	50-160	830-4200		
Bakgrunnsavr.dyrket mark	20	480	?	
Melkerom	16	13	260	
Silo	65	195	7800	
Husholdninger	160	760	4400	
Skogareal	21	700	?	
Nedbør	2,4-24	480-2400		
	Maks.	616,0	12948	31460 + ?
Sum	Min.	384,4	4288	16160 + ?
	Middel	500,2	8618	23810 + ?

=====

### 7.2 Forurensningstilførsler ut fra målinger:

Hensikten med undersøkelsen i 1984/85 var bl.a. å fremskaffe datagrunnlag for beregning av tilførsler av fosfor og nitrogen. I tidsrommet juni 1984 til april 1985 ble det derfor stort sett samlet inn ukentlige prøver fra de fleste tilløp. Vannføringen ved de ulike prøvetakingstidspunktene ble målt i Krossbergbekken, Missis-

sippibekken, Kulebergbekken og Leikvollbekken. Fra Leikvollbekken ble det dessuten under hele perioden samlet inn ukentlige blandprøver med en proporsjonalprøvetaker - vannføringen ble målt kontinuerlig. Tilsvarende prøver ble i 1985 samlet inn fra Mississippibekken. Resultatene er gjengitt i bilag, tabell s. 51.

På bakgrunn av vannføringsmålingene i Leikvollbekken er vannføringen i de øvrige bekker kalkulert ut fra forholdene mellom nedbørfeltene. Stofftransporten i Leikvollbekken er beregnet som summen av ukeverdiene. I de andre bekker er stofftransporten beregnet ut fra veide middelverdier:

$$\text{Transport kg/år} = \frac{(q_i \cdot c_i)}{q_i} \cdot Q$$

$q_i$  og  $c_i$  er vannføring resp. konsentrasjon av fosfor - nitrogen på prøvetakingsdagene og  $Q$  er årlig vannføring.

Selv om man ved en slik fremgangsmåte må passere flere og til dels store feilkilder, antar vi at størrelsesorden på belastningen fra de ulike delfelt er noenlunde realistiske.

"Målt" transport av totalfosfor og totalnitrogen til Store Stokkavatn blir etter dette følgende i kg/år:

Tabell 4. "Målt" belastningsverdier - Store Stokkavatn.

<u>Elv/bekk</u>	<u>Totalfosfor</u>	<u>Totalnitrogen</u>
Leikvollbekke	24,7	1171
Mississippibekken	77,8	2156
Tastasig	9,2	1138
Møllebekken	5,1	257
Golfbanebekken	27,8	1275
Kulebergbekken	3,8	665
Krossbergbekken	59,6	1025
Sum	208,0	7687
Nærområdet 1)	134,2	4961
Via nedbør på St.Stokkav. 2)	76,7	1100
<b>Totalt</b>	<b>418,9</b>	<b>13748</b>

=====

1) Ved beregning av tilførsel fra nærområdet er midlere avrenningskoeffisient for alle bekkene anvendt, dvs. 73,6 kg fosfor og 2720 kg nitrogen pr. km<sup>2</sup> . år. 2) Nedbørens bidrag på Store Stokkavatn er beregnet på bakgrunn av en undersøkelse utført i Telemarksvassdraget som gav 34,1 mg fosfor pr. m<sup>2</sup> og år (0-70112 - Telemarksvassdraget - Hovedrapport 15/8 1979) og 4,9 kg nitrogen pr. ha og år (Eutrofierende emnen av T. Ahl og T. Wiederholm 1977).

Summen av den ukentlige transport av fosfor i Leikvollbekken basert på blandprøver, var over dobbelt så stor (ca. 56 kg/år) som den som ble beregnet ut fra veid middelverdi. Den årlige nitrogentransport var ca. 1460 kg/år basert på blandprøver mot 1171 kg/år ved veid middel (tabell 4).

Det var kun fra Leikvollbekken ukeblandprøver for hele perioden forelå. For at alle bekker skulle kunne behandles likt, ble veid middel valgt ved beregning av den totale stofftransport til Store Stokkavatn. Dessuten synes enkelte uketransportverdier å være unormalt høye, f.eks. var uketransporten i uke 6 (11/2) 1985 hele 11 kg fosfor, dvs. 20 % av årstransporten. Sannsynligvis skyldes dette stor transport av partikulært materiale - turbiditetsverdien (3,6 FTU) var imidlertid ikke spesiell høy i denne prøve. Høy transportverdi av fosfor i uke 8 (25/2) 1985, ca. 3,5 kg, skyldes uten tvil stor partikkeltransport (turbiditet 11 FTU).

Ved sammenligning av de teoretisk beregnede stofftransportverdier og de "målte" ligger fosfortransporter (ca. 419 kg/år) godt innenfor det beregnede intervall (384-616 kg/år), mens nitrogentransporten (13748 kg) ligger i overkant av det beregnede intervall (4288-12948 kg/år).

### 7.3 Belastning - biologisk respons i Store Stokkavatn

Store Stokkavatn kan, slik tilstanden er i dag, karakteriseres som en frodig oligotrof innsjø på overgangen til mesotrofi. Dvs. at innsjøen synes å være på gli mot mer produktive tilstander.

Arsaken til en slik utvikling skyldes for stor tilførsel av næringssalter. Ut fra forholdet mellom fosfor og nitrogen (ca. 1:150), er fosfor uten tvil det bestemmende element for en eutrofiutvikling (økt algeproduksjon) i Store Stokkavatn. Vi antar at andre næringselementer (sporelementer) er til stede i tilstrekkelig grad. Den følgende diskusjon om utviklingen i Store Stokkavatn blir derfor gjort ut fra fosforkonsentrasjoner og algemengde målt som klorofyll a.



Middelverdien for totalfosfor og klorofyll målt over flere år er henholdsvis 10 µg fosfor/l og 2,5 µg kl.a/l. Som "betryggende" grenseverdier for at en uheldig utvikling ikke skal kunne inntreffe, har vi for tilsvarende innsjøtype på Østlandet erfaringsmessig satt til 2 µg kl.a/l tilsvarende 7 µg fosfor/l. Ut fra det anvendte modellverktøy (modifisert Vollenweider-modell) som gir god overensstemmelse med de observerte forhold i en rekke innsjøer på Østlandet, tilsvarer "grenseverdien" 7 µg fosfor/l i innsjøen en årlig fosforbelastning på Store Stokkavatn på 60 kg pr. år.

På bakgrunn av middelverdiene for de observerte fosforverdier i innsjøen, skulle fosforbelastningen i henhold til den anvendte modell være ca. 88 kg fosfor pr. år, mens den "målte" fosforbelastning er hele 420 kg fosfor pr. år.

Dette misforhold mellom den beregnede og forventede fosforbelastning (ut fra fosforkonsentrasjonen i innsjøen) skyldes at den anvendte modell ikke har gyldighet for denne innsjøen, sannsynligvis på grunn av at en vesentlig del av fosforet i bekkene foreligger som partikulært bundet. Dette fosforet sedimenterer før det når innsjøens hovedvannmasser - og vil derfor umiddelbart være lite tilgjengelig for algevekst. Sedimentasjonen foregår sannsynligvis i bekkene eller i innsjøen umiddelbart utenfor bekkene. Spørsmålet er i hvilken grad det sedimenterte eller partikulære fosforet senere kan løses og tilføres innsjøens produksjonssone (overflatelagene)? Dette kan skje hvis dypvannets innhold av oksygen avtar ytterligere under stagnasjonsperiodene sommer og vinter. I det søndre basseng er oksygenmetningen nå under 25 % fra tid til annen - i det nordre basseng ennå lavere. Ved en ytterligere reduksjon kan det lett oppstå et "reduktivt" miljø som medfører utløsning av visse stoffer, deriblant fosfor fra bunnsedimentene. Det frigjorte fosforet kan på grunn av diffusjon og turbulens føres opp til de produktive lag i innsjøens overflate - og der stimulere produksjonen av planteplankton.

Arsaken til de lave oksygenkonsentrasjoner må i vesentlig grad være stor tilførsel av organisk materiale fra nedbørfeltet, vesentlig i form av erosjonsprodukter fra jordbruksområder. Det er derfor meget vesentlig at denne kilde reduseres.

Ut fra modellbetraktninger og skjønnsmessig vurdering av erosjonsmaterialets betydning, vil vi foreslå en målsetting for fosfortilførsel til Store Stokkavatn på maks. 100 kg pr. år.

Den store forskjellen i middelveidene for nitrogenertransporten (3910 µg N/l) som middelveid for alle tilløp og den observerte nitrogenkonsentrasjon i innsjøen (ca. 1500 µg N/l i 1983), tyder på at også nitrogenet i bekkene i vesentlig grad er organisk bundet og utfelles som partikulært organisk materiale samt at en viss denitrifisering foregår.

Selv om antallet tarmbakterier i innsjøvannet er høyere enn helsemyndighetenes normer (N.st. 4751), er verdiene dog ikke "urovekkende" høye. I de fleste tilløpsbekkene derimot, er bakterieinnholdet til dels meget høyt - og minner i flere tilfeller om urensset kloakkvann.

I det følgende skal tilstanden i hver enkelt bekk gis en kort omtale.

#### 7.4 Leikvollbekken (nedbørfelt 0,244 km<sup>2</sup>):

Vannet er svakt surt og har et høyt innhold av mineralsalter. Konsentrasjonene av næringssalter er vanligvis meget høye. Dette ved siden av høyt innhold av bakterier viser at bekken er sterkt utsatt for tilførlser av kloakkvann og avrenningsvann fra jordbruksaktiviteter. Det sistnevnte understøttes av at det til dels er stor transport av partikulært materiale eller erosjonsprodukter fra landbruksarealer (høy turbiditet). De høye verdier for jern og organisk materiale må også tilskrives en slik opprinnelse. Etter vår vurdering bør saneringstiltak i nedbørfeltet hva forurensningstilførsler angår, gi gode renter økologisk sett i Store Stokkavatn.

#### 7.5 Tastasiq (nedbørfelt 0,199 km<sup>2</sup>):

Vannet er nøytralt eller svakt surt og har et høyt innhold av mineralsalter (høye konduktivitetsverdier). Vannets innhold av næringssalter er høyt, men dog ikke så høyt som i Leikvollbekken. Verdien for turbiditet, jern og organisk stoff viser også at bekken er betydelig påvirket av avrenningsvann fra jordbruket.

Bakterietallene er høye, men klart lavere enn i en del andre tilløpsbekker. Tiltak i nedbørfeltet er også her fordelaktig, men bør etter vår mening stille noe lenger "bak i køen" i forhold til andre bekker.

#### 7.6 Mississippibekken (nedbørfeltet 0,889 km<sup>2</sup>):

Mississippibekken er en av de mest forurensede tilløpsbekker til Store Stokkavatn. Dette kommer til uttrykk ved meget høye verdier for næringssalter (fosfor og nitrogen) og tarmbakterier. Til dels høye verdier for turbiditet, jern og organisk stoff, tyder på at jordbruket er en viktig forurensningskilde, men de høye bakterietall viser også at bekken er sterkt belastet med kloakkvann. Verdiene for turbiditet og totalfosfor var i 1984/1985 mye høyere enn i tidligere år. Årsaken til dette er ikke kjent, men sannsynligvis har det sammenheng med tilførsler av erosjonsprodukter fra et veianlegg ved bekken.

#### 7.7 Møllebekken (nedbørfelt 0,657 km<sup>2</sup>):

Møllebekken kommer fra Lille Stokkavatn. Dette er antakelig til dels årsak til forholdsvis lave verdier for næringssalter og bakterier (stor selvrensning og tilbakeholdelse i L. Stokkavatn). Verdiene for turbiditet, jern og organisk stoff (KMnO<sub>4</sub>) er også relativt sett lave. Vannkvaliteten i denne bekken kan tjene som mål på hva man bør forsøke å oppnå med hensyn til vannkvalitet i de øvrige bekker.

#### 7.8 Golfbanebekken (nedbørfelt 0,448 km<sup>2</sup>):

Vannet er relativt sett surt og har et høyt innhold av mineralsalter. Ved bruk av vannkvaliteten i Møllebekken som norm, er vannet i Golfbanebekken betydelig mer forurensset - høyere innhold av næringssalter og bakterier. Dette skyldes antakelig i stor grad tilførsel av erosjonsprodukter fra nedbørfeltet - verdiene for turbiditet, jern og organisk stoff er høye. Saneringstiltak synes nødvendig.

#### 7.9 Kulebergbekken (nedbørfelt 0,105 km<sup>2</sup>):

Vannkvaliteten i Kulebergbekken vitner om betydelig forurensnings-tilførsler både fra jordbruksaktiviteter og boliger, men forholdene hva vannkvalitet angår er mye bedre i denne bekken enn (i forhold til tilstanden) i f.eks. Leikvollbekken og Krossbergbekken.

7.10 Krossbergbekken (nedbørfelt 0,284 km<sup>2</sup>):

Krossbergbekken er en av de mest forurensede tilløpsbekker til Store Stokkavatn. Forholdene var spesielt ille fra juni til august 1984, med meget høye konsentrasjonsverdier for totalfosfor og nitrogen. Bakterieinnholdet var også meget høyt. Høye verdier for turbiditet, jern og organisk stoff ( $\text{KMnO}_4$ ) viser at jordbruksaktiviteter er viktig som forurensningskilde.

8. LITTERATUR

- Ahl, T. og T. Wiederholm, 1972. Svenska Vattenkvalitetskriterier. Eutrofierande ämnen Statens Naturvårdsverk. SNV PM 918, 124 s.
- Gjerstad, K.O., 1984. Vannovervåking av Store Stokkavatn 1977-1983. Byveterinæren i Stavanger.
- NIVA, 1971. Store Stokkavatn. Limnologiske undersøkelser 1970. NIVA-rapport 102/69. 20 s.
- NIVA, 1979. Telemarksvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979. NIVA-rapport 0-70112 (ISBN 82577-0202-1).
- NIVA, 1984. Forurensningstilførselen til Store Stokkavatn. NIVA-notat nr. 3. 0-82133, 24/2-84, 22 s.
- Statens institutt for folkehelse, 1976. Kvalitetskrav til vann. Utgitt av Sosialdepartementet, Helsedirektoratet.
- Vennerød, K. 1984. Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. NIVA-rapport 0-82014 og F-82436 (ISBN 82-577-0843-7).

V E D L E G G

STORE STOKKAVANN, Nordre basseng, blandprøve(1-4 m). Skjema A

Dato	pH	P-orto (ug/l)	P-tot. (ug/l)	Klorofyll a (ug/l)	Siktedyp (m)	Oksygen (mg/l)	Temp. (°C)
25.4.84	7,5	10	22,8	2,4			
10.5.84	7,5	<2	5,3	2,0			
21.5.84	7,6	<2	6,1	2,5	6		
5.6.84	7,9	6,4	9,4	1,5	7		
14.6.84	7,7	3,2	4,1	1,3	7		
2.7.84	7,7	4,1	7,3	1,5	7		
18.7.84	7,9	<2	8,6	2,2	5,5		
31.7.84	7,8	2,1	-	5,4	4,5		
14.8.84	7,9	<2	4,0	3,3	5		
28.8.84	7,9	4,2	8,0	3,2	4,5		
12.9.84	7,5	<2	8,9	2,2	5		
9.10.84	7,3	2,1	6,9	1,9	4		
23.10.84	7,2	<2	7,8	2,1	6		
6.11.84	7,3	4,2	9,0	1,6	-		
20.11.84	7,3	3,1	8,3	3,3	7,5		
4.12.84	7,3	3,1	9,8	1,9	5		
10.4.85	7,3	-	3,3		5		
23.4.85	7,3	3,5	7,3		6,5		

Skjema A

STORE STOKKAVANN, Nordre basseng, 12 m

Dato	pH	P-orto (ug/l)	P-tot. (ug/l)	Klorofyll a (ug/l)	Siktedyp (m)	Oksygen (mg/l)	Temp. (°C)
25.4.84	7,4	5,0	5,3	2,7			
10.5.84	7,5	<2	9,8	2,1			
21.5.84	7,4	<2	6,9	2,0			
5.6.84	7,3	9,1	10,2	2,2			
14.6.84	7,3	<2	8,6	3,0			
2.7.84	7,2	3,6	9,4	2,4			
18.7.84	7,1	2,7	8,6	2,2			
31.7.84	7,2	<2	-	1,8			
14.8.84	7,2	<2	3,6	1,0			
28.8.84	6,9	4,6	6,0	0,54			
12.9.84	7,2	<2	8,0	1,8			
9.10.84	7,3	3,8	7,3	2,1			
23.10.84	7,2	<2	9,4	1,8			
6.11.84	7,3	2,1	7,8	1,7			
20.11.84	7,3	3,1	6,2	1,9			
4.12.84	7,3	3,5	10,7	2,2			
10.4.85	7,3	-	3,3				
23.4.85	7,4	<2	9,3				

STORE STOKKAVAI.N, Nordre basseng, 20 m

Skjema A

Dato	pH	P-orto (ug/l)	P-tot. (ug/l)	Klorofyll a (ug/l)	Oksygen (mg/l)	Oksygen-metn.	Temp. (°C)
25.4.84	7,4	4,1	11,8	-			
10.5.84	7,5	<2	5,7	-			
21.5.84	7,2	<2	6,5	-	9,2	78,2	7
5.6.84	6,9	7,3	7,3	-	8,8	75,8	7,5
14.6.84	6,9	<2	9,8	-	7,8	66,3	7
2.7.84	6,8	3,6	8,6	-	8,2	70,8	7,6
18.7.84	7,0	<2	9,0	-	4,8	41,3	7,5
31.7.84	6,7	5,0	-	-	3,2	27,6	7,5
14.8.84	6,7	2,5	8,0	-	2,9	25,0	7,5
28.8.84	6,7	8,9	16,1	-	1,9	16,5	7,7
12.9.84	6,8	<2	11,0	-	0,8	6,9	7,5
9.10.84	7,2	3,8	8,2	-	0,2	1,7	8,0
23.10.84	7,2	<2	12,6	-	10,0	89,8	9,2
6.11.84	7,2	2,5	8,2	-	11,0	98,3	9
20.11.84	7,2	7,3	9,2	-	11,8	97,8	6
4.12.84	7,3	2,6	9,4				
10.4.85	7,3	-	4,1				
23.4.85	7,4	<2	7,3				



STORE STOKKAVANN, Søndre basseng, blandprøve (1-4m) Skjema A

Dato	pH	P-orto (ug/l)	P-tot. (ug/l)	Klorofyll a (ug/l)	Siktedyp (m)	Oksygen (mg/l)	Temp. (°C)
25.4.84	7,5	4,1	4,9	2,3			
10.5.84	7,5	<2	8,2	2,3			
21.5.84	7,6	<2	8,2	2,4	6		
5.6.84	7,8	5,4	8,2	1,0	7		
14.6.84	7,8	<2	4,1	2,0	8		
2.7.84	7,7	5,9	9,0	2,1	-		
18.7.84	7,8	<2	8,6	4,2	6		
31.7.84	7,8	<2	-	5,9	5		
14.8.84	7,8	<2	4,4	5,3	5		
28.8.84	8,5	8,0	10,1	4,8	5		
12.9.84	7,5	<2	6,8	2,4	5		
9.10.84	7,4	4,6	9,0	1,7	6		
23.10.84	7,2	<2	9,0	1,8	7		
6.11.84	7,2	<2	7,3	1,7	7		
20.11.84	7,3	3,1	7,5	2,0	8		
4.12.84	7,3	3,5	8,5	2,3	5		
10.4.85	7,3	-	4,9		6		
23.4.85	7,4	3,5	4,1		6,5		

STORE STOKKAVANN, Søndre basseng, 12 m

Skjema A

Dato	pH	P-orto (ug/l)	P-tot. (ug/l)	Klorofyll a (ug/l)	Siktedyp (m)	Oksygen (mg/l)	Temp. (°C)
25.4.84	7,4	4,5	4,5	2,9			
10.5.84	7,5	<2	6,9	2,0			
21.5.84	7,4	2,7	7,8	2,2			
5.6.84	7,3	6,8	7,3	2,2			
14.6.84	7,4	<2	7,3	1,6			
2.7.84	7,3	4,5	7,8	1,5			
18.7.84	7,5	<2	6,9	2,7			
31.7.84	7,6	<2	-	2,0			
14.8.84	7,2	<2	3,2	1,9			
28.8.84	7,1	8,9	11,3	1,3			
12.9.84	7,4	<2	7,2	1,5			
9.10.84	7,4	4,2	7,3	1,8			
23.10.84	7,3	<2	11	1,5			
6.11.84	7,2	<2	6,9	1,6			
20.11.84	7,3	3,1	4,9	1,9			
4.12.84	7,3	<2	8,5	1,9			
10.4.85	7,3	-	4,5	-			
23.4.85	7,4	<2	4,1	-			

Skjema A

STORE STOKKAVANN, Søndre basseng, 40 m

Dato	pH	P-orto (ug/l)	P-tot. (ug/l)	Klorofyll a (ug/l)	Oksygen (mg/l)	Oksygen-metn.	Temp. (°C)
25.4.84	7,5	3,6	5,3	-			
10.5.84	7,3	<2	9,0	-			
21.5.84	7,2	<2	6,5	-	11,6	94,9	5,5
5.6.84	7,0	6,8	9,0	-	11,0	90,0	5,5
14.6.84	7,1	2,3	6,5	-	12	98,2	5,5
2.7.84	6,9	4,5	8,6	-	12,2	100,9	5,9
18.7.84	6,9	2,7	9,8	-	8	66,0	5,8
31.7.84	7,0	<2	-	-	7,2	59,7	6
14.8.84	6,8	<2	4,0	-	7,0	58,0	6
28.8.84	6,8	3,8	6,0	-	6	49,1	5,5
12.9.84	6,7	<2	7,2	-	5,2	43,1	6,0
9.10.84	7,3	2,5	5,7	-	4	33,2	6
23.10.84	6,6	<2	11	-	4,3	35,6	5,9
6.11.84	6,6	7,4	9,0	-	4	33,2	6
20.11.84	7,3	3,5	6,2	-	11,6	97,4	6,5
4.12.84	7,3	2,6	8,9				
10.4.85	7,3	-	14,2				
23.4.85	7,3	<2	4,9				

TERMOTOLERANTE KOLIFORME BAKTERIER PR. 100 ml.

Dato	MØLLEBEKKEN	MISSISSIPPIBEKKEN	TASTASIG	LEIKVOLLBEKKEN	KROSSBERGEBEKKEN	KULEBERGEBEKKEN	GOLFBANEBEKKEN
18.6.84	-	15.000	-	6.400	5.000	-	2.000
25.6.84	-	5.600	-	50.000	2.200	-	20
3.7.84	-	500	-	6.400	900	-	400
9.7.84	10	4.600	220	1.100	130	-	300
23.7.84	97	21.500	90	4.000	1.300	-	90
30.7.84	50	200.000	400	1.600	3.400	-	140
6.8.84	17	11.000	120	960	30.000	-	12
13.8.84	2	11.500	47	1.750	20.000	-	210
20.8.84	0	6.500	12	790	5.700	-	10
27.8.84	-	11.000	36	900	14.500	-	60
3.9.84	-	12.000	430	5.000	17.000	-	40
10.9.84	19	8.600	40	78	300	-	29
17.9.84	-	300	95	620	300	-	20
24.9.84	48	17.000	300	20	5.000	-	1
1.10.84	65	10.000	35	800	14.000	-	2
8.10.84	32	1.500	240	120	1.700	41	0
15.10.84	95	4.000	27	650	700	98	0
22.10.84	90	2.700	230	-	200	180	1
29.10.84	29	2.800	100	4.000	10.000	600	1
5.11.84	13	3.300	200	2.000	2.300	650	63
12.11.84	53	2.700	20	7.500	100	190	0
19.11.84	21	13.500	10	5.000	800	10	0
26.11.84	24	1.400	-	6.000	420	-	-
3.12.84	13	7.800	-	14.000	800	480	0

TERMOTOLERANTE KOLIFORME BAKTERIER PR. 100ml.

Dato	MØLLEBEKKEN	MISSISSIPPIBEKKEN	TASTASIG	LEIKVOLLBEKKEN	KROSSBERGBEKKEN	KULEBERGBEKKEN	GOLFBANEBEKKEN
7.1.85	3	4200	37	28.000	5200	-	10
14.1.85	3	2000	8	30.000	35.000	-	50
21.1.85	7	6000	2	14.200	11.800	-	55
28.1.85	28	700	2	24.500	5400	-	10
4.2.85	1	2000	210	11.200	7600	1950	175
11.2.85	1	13.000	11	16.000	200	-	0
18.2.85	0	1500		21.000	1000	-	0
25.2.85		2700	92	5500	2900	500	0
4.3.85	0	155	180	100	14	-	0
11.3.85	0	1200	5	4200	100	420	0
18.3.85	1	1800	0	4500	180	20	0
25.3.85	6	400	5	24.000	60	40	0
15.4.85	1	3600	1	20.000	145	6	0

## LEIKVOLLBEKKEN V/VEI

Skjema B

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
14.5.84	-	-	124	-	13,6	-	-	
4.6.84	6,5	29	235	10720	18	1,40	4,6	1,5
12.6.84	6,4	27,7	875	11210	13,3	1,65	0,68	2,0
18.6.84	6,3	28,1	175	12120	13,6	1,9	7,7	0,9
25.6.84	6,7	28,9	304	10710	22,8	1,8	12	1,9
3.7.84	6,7	26,6	176	11000	15,8	1,32	4,2	0,7
9.7.84	6,5	28,6	565	13750	13,0	1,01	4,0	0,5
23.7.84	6,8	22,2	535	-	17,4	1,27	4,4	0,4
30.7.84	6,3	33,6	-	18320	13,0	1,66	4,4	0,6
6.8.84	6,5	24,1	328	8710	16,4	1,35	4,4	0,4
13.8.84	-	-	515	20210	19,6	1,25	1,5	0,2
20.8.84	6,6	17,8	1930	5010	16,5	0,90	2,5	0,2
28.8.84	6,7	18,8	785	4990	18,8	1,17	3,5	0,1
3.9.84	6,4	12,6	490	4420	5,1	0,84	2,9	1,6
10.9.84	6,6	23,2	445	7380	13,21	1,7	4,6	0,2
17.9.84	6,3	24,9	285	8910	10,8	1,3	4,1	0,4
24.9.84	6,2	34	444	9520	28,6	2,16	9,2	2,3
1.10.84	6,2	32,5	675	12560	21,0	1,75	4,6	1,4
8.10.84	5,8	36,8	150	9200	39,8	4,75	8,5	5,2
15.10.84	6,0	33,9	235	8760	47,8	3,55	6,7	6,6
22.10.84	6,0	27,8	119	7900	-	3,10	4,5	9,0
29.10.84	6,0	29	173	8000	51,9	2,4	3,2	9,7
5.11.84	6,0	26,3	56	7780	33,2	1,7	4,7	11,2
12.11.84	6,3	32,3	164	9310	35,0	1,97	3,8	3,3
19.11.84	6,4	32,2	440	10240	25,9	2,49	3,6	1,9
26.11.84	6,0	29,0	153	8310	37,5	1,99	3,3	5,2

## LEIKVOLLBEKKEN V/VEI.

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
3.12.84	6,2	31,6	329	10800	30,4	2,33	3,2	4,6
10.12.84	6,1	26,9	173	9160	42,6	1,33	3,1	15,3
17.12.84	6,3	32,3	96	9480	23,0	1,42	2,6	2,9
7.1.85	6,4	32,0	126	10770	19,2	2,2	3,0	1,6
14.1.85	6,4	29,0	178	10800	19,1	1,9	2,4	1,7
21.1.85	6,3	29,4	73	10200	25,8	1,4	1,8	3,9
28.1.85	6,3	29,9	190	10110	14,8	2,2	2,6	1,7
4.2.85	6,1	28,3	120	9080	28,4	2,6	2,8	7,0
11.2.85	6,2	38,0	635	19260	31,9	2,0	3,3	1,8
18.2.85	6,3	30,2	100	11180	13,2	1,7	2,4	1,7
25.2.85	6,1	30,1	145	8980	27,6	1,8	2,4	3,9
4.3.85	6,3	30,7	73	8610	23,2	1,50	3,7	1,9
11.3.85	5,7	29,0	185	8580	37,3	1,59	2,9	6,6
18.3.85	6,1	30,3	130	10230	31,3	1,52	2,4	3,2
25.3.85	6,1	27,0	130	9030	23,8	1,5	2,3	3,6
29.3.85	-	-	105	10830	27,0	1,4	-	2,5
10.4.85	6,1	28,8	135	10820	35,3	1,4	3,1	-
15.4.85	6,3	27,5	210	10400	32,8	1,3	2,7	3,9
29.4.85	6,3	28,8	250	10850	23,8	1,32	3,2	2,5





LEIKVOLLBEKKEN, Blandprøve. (UKE)

Skjema B

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.	Vannmengde m <sup>3</sup> /uke
26.11.84	-	-	319	7480	40,0	2,28	4,7	5,2	2294
3.12.84	-	-	76	8540	48,4	1,87	6,2	4,6	8035
10.12.84	-	-	211	12790	44,6	1,62	6,3	15,3	4643
17.12.84	-	-	145	8170	30,0	3,6	2,2	2,9	2496
7.1.85	-	-	393	8930	74,3	1,89	15	1,6	2911
14.1.85	-	-	549	10510	34,2	7,8	4,1	1,7	747
21.1.85	-	-	535	13750	25,8	4,4	2,4	3,9	780
28.1.85	-	-	495	12850	34,8	7,7	2,5	1,7	617
4.2.85	-	-	420	7360	47,2	2,0	4,5	7,0	5426
11.2.85	-	-	4660	35760	68,3	2,6	3,6	1,8	2376
18.2.85	-	-	390	11180	18,8	2,1	2,0	1,7	1147
25.2.85	-	-	830	9510	74,0	1,3	11	3,9	4265
4.3.85	-	-	250	8860	46,4	1,68	2,1	1,9	2741
11.3.85	-	-	225	9120	38,9	1,67	4,7	6,6	3624
18.3.85	-	-	155	9570	44,5	1,90	2,4	3,2	3615
25.3.85	-	-	140	9640	28,0	1,74	1,7	3,6	2475
29.3.85	-	-	145	10150	34,0	2,2	-	2,5	1395
10.4.85	-	-	170	9860	39,3	2,0	1,7		8972
15.4.85	-	-	225	9540	35,6	1,54	1,6	3,9	1927
29.4.85	-	-	210	9990	28,2	1,76	4,0	2,5	5916

Skjema B

TASTASIG

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.
9.7.84	7,0	31,3	249	5750	28,8	0,19	3,0
23.7.84	7,0	27,4	103	-	10,4	0,36	2,2
30.7.84	7,2	28,6	-	8640	9,9	0,27	1,6
6.8.84	6,8	27,0	68	12100	10,7	0,19	1,5
13.8.84	7,0	27,5	57	7710	7,0	0,20	1,3
20.8.84	7,2	27,3	70	6680	8,0	0,20	1,2
28.8.84	7,4	27,1	195	7390	8,6	0,90	2,1
3.9.84	7,3	28,3	91	9180	7,6	0,35	1,6
10.9.84	7,3	26,7	57	5980	7,6	0,19	1,5
17.9.84	7,2	26,9	46	6460	7,6	0,17	1,7
24.9.84	6,8	34,2	191	6960	24,8	0,46	2,6
1.10.84	7,1	31,3	83	8470	15,9	0,55	2,3
8.10.84	6,9	42,2	127	15310	29,6	0,74	2,6
15.10.84	6,0	33,9	80	11670	25,5	0,39	1,5
22.10.84	6,0	32,7	144	11090	-	0,38	4,1
29.10.84	5,9	30,2	103	10490	25,6	0,45	1,8
5.11.84	6,3	28,5	108	10010	34,4	0,30	2,1
12.11.84	7,0	31,1	65	11720	22,0	0,25	1,8
19.11.84	6,7	27,1	33	7870	12,3	0,34	1,7

## TASTASIG.

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
10.12.84	6,1	31,5	146	13560	22,3	0,23	2,8	
17.12.84	6,8	30,6	47	9770	11,0	0,23	1,7	
7.1.85	6,9	30,2	28,1	10710	10,2	0,27	1,8	
14.1.85	6,8	29,4	48,2	10080	10,7	0,64	2,0	
21.1.85	6,9	29,5	21,7	10210	7,1	0,22	1,5	
28.1.85	7,0	29	26,9	10310	13,2	0,33	1,7	
4.2.85	6,3	52,8		16810	248	1,35	17	
11.2.85	6,9	30,3	24	10400	5,6	0,41	1,6	
25.2.85	6,6	35,2	71	12260	27,0	0,34	2,4	
4.3.85	7,2	25,1	110	3740	10,0	0,45	12	
11.3.85	5,9	29,4	76	10100	21,3	0,37	2,0	
18.3.85	6,9	28,3	59	9770	13,8	0,27	1,5	
25.3.85	6,7	28,8	89	10120	18,5	0,25	3,0	
29.3.85	-	-	36	8910	11,9	0,20	-	
15.4.85	6,6	29,0	35	10100	15,8	0,20	1,2	

Skjema B

MISSISSIPPIBEKKEN V/RØR

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permanganattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
4.6.84	6,9	24	443	5630	17,4	0,85	3,4	2,3
12.6.84	7,0	24	504	5380	17,4	1,88	6,4	1,0
18.6.84	6,9	24	214	4630	16,1	0,73	2,8	1,1
25.6.84	7,1	23,7	184	3650	16,4	0,70	2,0	2,7
3.7.84	6,9	22,4	63	4050	16,7	0,95	2,6	1,2
9.7.84	6,9	23,8	302	5000	17,7	0,70	3,4	0,5
6.8.84	7,0	23,4	162	4560	17,4	0,70	2,4	0,8
20.8.84	7,1	22,7	225	4270	12,7	0,45	1,5	0,3
3.9.84	7,2	28	271	5020	15,6	0,53	2,6	1,2
10.9.84	7,0	25,9	409	4510	17,5	2,9	5,5	1,3
17.9.84	6,9	27,1	40	4360	12,4	1,0	4,4	1,6
24.9.84	6,4	31,1	107	4220	15,6	2,63	5,4	10,0
1.10.84	6,7	28,4	150	4150	16,9	1,75	3,6	6,0
8.10.84	6,4	25,0	109	4440	17,5	2,41	15	29,5
15.10.84	6,3	24,0	750	4950	38,5	24,40	100	29,5
22.10.84	6,5	23,4	87	4310	-	0,75	6,3	34,9
29.10.84	6,5	23,7	104	4480	18,2	1,6	12	34,9
5.11.84	6,7	20,3	144	3630	24,0	1,6	22	42,5
12.11.84	6,7	25,1	52	4650	15,9	0,80	2,4	12,6
19.11.84	6,7	26,6	117	4800	13,9	1,24	4,1	11,0

## Skjema B

## MISSISSIPPIBEKKEN V/RØR.

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
26.11.84	7,1	24,2	67	4840	14,9	0,71	2,9	19,8
3.12.84	6,5	24,8	84	4910	9,7	0,78	2,5	19,8
10.12.84	6,7	20,9	88	4580	15,8	0,52	3,3	85
17.12.84	6,6	26,2	59	4630	11	0,64	2,0	11,5
7.1.85	6,6	26,1	86,5	5910	13,4	1,29	2,6	7,3
14.1.85	6,6	26,3	90,5	6280	13,2	1,37	3,0	6,6
21.1.85	6,6	25,9	515	6510	21,6	4,38	40	16,4
28.1.85	6,7	25,9	765	7150	24,5	14,5	51	6,6
4.2.85	6,8	33	229	5280	16,2	1,59	26	29,4
11.2.85	6,6	26	54	5800	17,8	1,02	2,3	7,6
18.2.85	6,7	27,2	127	6130	7,5	0,99	3,2	6,6
25.2.85	6,7	24,6	115	5360	15,1	0,53	5,3	16,4
4.3.85	6,7	36,9	70	4090	9,1	0,56	12	18,5
11.3.85	6,5	27,6	105	6390	15,1	0,71	6,9	29,5
18.3.85	6,8	29,4	190	7160	12,2	1,11	14	19,7
25.3.85	6,6	27,8	60	6750	12,5	0,65	3,3	12,0
29.3.85	-	-	260	6220	14,4	1,70	-	10,6
10.4.85	6,3	52,1	610	6260	24,6	11,4	26	
15.4.85	6,7	25,6	51	6080	15,5	0,46	3,1	19,4
29.4.85	6,7	27,2	56	5820	7,8	0,35	2,4	

Skjema B

MISSISSIPPIBEKKEN, BLANDPRØVE.

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.	Vannmengde m <sup>3</sup> /uke
12.11.84	-	-	70	4120	21,1	1,02	2,1	12,6	36601
26.11.84	-	-	203	5340	20,7	1,32	7,6	19,8	25920
3.12.84	-	-	165	5010	13,9	0,90	1,2	19,8	48135
10.12.84	-	-	178	4610	20,0	1,18	3,1	85	31603
17.12.84	-	-	6,2	3960	17,0	0,62	2,1	11,5	21546
7.1.85	-	-	225	5630	25,7	1,66	4,9	7,3	7322
14.1.85	-	-	135	6570	14,9	1,79	2,4	6,6	4160
4.3.85	-	-	140	5600	15,1	1,59	5,2	18,5	6495
11.3.85	-	-	190	6120	18,2	2,19	6,6	29,5	12039
18.3.85	-	-	205	7580	16,3	2,75	12	19,7	11966
25.3.85	-	-	96	7880	15,7	1,04	4,1	12,0	7887
29.3.85	-	-	450	6460	19,4	17,9	-	10,6	4195
10.4.85	-	-	225	6820	23,4	1,9	2,8		31956
15.4.85	-	-	150	6110	22,1	1,10	2,3	19,4	10398
29.4.85	-	-	80	6250	10,7	0,66	3,4	10,6	16179

Skjema B

MØLLEBEKKEN (Stikkprøve)

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permanganattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.
9.7.84	7,0	14,4	12,2	400	12	<0,2	1,0
23.7.83	6,8	13,9	26	-	15,8	<0,2	1,3
30.7.84	7,1	13,2	-	1065	13,3	0,05	0,64
6.8.84	7,1	15,6	20	610	13,6	<0,05	0,52
13.8.84	6,9	14,7	21	590	12,0	0,05	0,57
20.8.84	6,9	15,3	28	2080	13,7	0,06	0,55
10.9.84	7,0	14,1	27	570	14,0	0,17	1,5
24.9.84	7,1	13,9	12,2	395	9,5	<0,05	1,1
1.10.84	7,0	13,7	14,7	458	12,7	<0,05	0,73
8.10.84	7,0	14,0	12,6	470	12,4	0,08	0,84
15.10.84	6,9	14,3	6,3	1220	8,6	0,04	0,82
22.10.84	6,9	13,2	10,6	810	-	0,19	0,86
29.10.84	7,1	13,7	16,7	685	10	0,12	0,81
5.11.84	7,1	12,3	11	705	12,3	0,08	0,95
12.11.84	7,2	14,5	11	730	14,6	<0,05	0,65
19.11.84	7,1	14,6	11	670	11,3	<0,05	0,45
26.11.84	7,1	14,7	11	745	10,3	<0,05	1,2

## MØLLEBEKKEN.

## Skjema B

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
3.12.84	7,2	14,1	14,7	685	10,0	0,05	0,65	
10.12.84	7,2	13,7	8,9	705	9,7	0,09	0,70	
17.12.84	7,1	14,8	21,0	830	15,5	0,14	1,3	
7.1.85	7,1	16,1	11,6	900	14,0	0,12	0,59	
14.1.85	6,9	14,7	14,3	790	14,9	0,11	0,57	
21.1.85	7,1	12,1	16,9	790	12,3	0,12	0,44	
28.1.85	6,9	15,3	16,5	810	16,4	0,06	0,39	
4.2.85	6,9	13,7	19,2	950	13,9	0,08	0,44	
11.2.85	6,8	15,6	22	1000	17,1	0,13	0,59	
18.2.85	7,1	15,5	22	960	12,5	0,08	0,85	
25.2.85	6,9	13,7	59	1070	16,6	0,06	1,1	
4.3.85	7,1	12,9	51	900	14,3	0,11	0,90	
11.3.85	6,5	10,0	14	650	11,6	0,09	0,62	
18.3.85	7,2	11,9	15	710	10,7	0,10	0,66	
25.3.85	7,0	14,4	20	730	11,9	0,12	0,88	
29.3.85	-	-	6	750	16	0,08	-	
15.4.85	7,3	12,2	17	660	16,1	0,09	0,93	



GOLFBANEBEKKEN

Skjema B

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.
18.6.84	7,0	28	620	4860	46	5,4	8,6
25.6.84	7,0	34,7	66	7550	22,8	5,0	12
3.7.84	6,6	56	2310	26250	52	7,1	24
9.7.84	6,4	56	1870	20250	-	19	5,5
23.7.84	6,9	38,1	78	-	19	9,6	32
30.7.84	6,8	38,0	220	7950	21,4	5,66	12
6.8.84	6,8	39,2	340	5700	21,5	5,86	22
13.8.84	6,8	51,2	750	7200	110,6	85	130
20.8.84	6,9	44,5	142	4080	29	17	72
27.8.84	6,8	45,5	540	8110	86	34	56
4.9.84	6,9	50	775	8800	68	27	58
10.9.84	6,9	24,3	915	3980	23,2	10,4	6,7
17.9.84	7,0	41,6	335	5690	34,4	11,9	31
24.9.84	6,5	39	48	4930	14,3	5,9	14
1.10.84	6,6	37,1	47	5340	20,4	5,9	8,4
8.10.84	5,9	37,6	102	5520	30,2	7,3	14
15.10.84	5,4	32,5	40	5180	25,1	3,4	9,4
22.10.84	5,4	31,3	51	4750	-	4,5	14
29.10.84	5,4	29,4	61	5100	25,9	2,7	7,4
5.11.84	5,7	26,3	86	4770	41,5	2,0	9,6
12.11.84	6,2	33,3	29	5330	20,1	3,15	7,8
19.11.84	6,7	37,2	55	4830	20,1	6,54	6,8

GOLFBANEBEKKEN.

Skjema B

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
3.12.84	6,7	33,1	66	5990	17,8	4,9	12,0	
10.12.84	5,5	26,4	54	4750	24,2	1,82	8,1	
17.12.84	6,2	35,6	23	4980	14,0	4,6	6,2	
7.1.84	6,4	39,5	60	6390	26,3	10,2	8,3	
14.1.85	6,5	39,7	23	6350	19,1	11,0	3,4	
21.1.85	6,6	38,5	35	6670	18,1	8,4	4,5	
28.1.85	6,7	39,2	24	6330	35,6	10,5	3,3	
4.2.85	6,1	27,7	385	5320	47,8	3,0	11	
11.2.85	6,4	38,6	21	5310	26,7	10,0	5,1	
18.2.85	6,7	41,0	36	5940	12,9	17,0	4,7	
25.2.85	6,1	31,7	70	5540	32,6	4,4	6,5	
4.3.85	7,0	22,3	765	3730	8,1	2,9	104	
11.3.85	5,7	28,2	51	5280	24,5	2,46	4,8	
18.3.85	6,2	33,9	32	6410	17,9	4,8	5,7	
25.3.85	6,1	30,7	60	6150	19,1	4,0	4,8	
29.3.85	-	-	24	5460	19,4	18,1	-	
15.4.85	6,0	30,3	32	5820	23,5	3,7	5,9	

KULEBERGET

Skjema B

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permanganattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
25.6.84	6,4	17,6	117	5210	26	0,1	1,3	0,8
8.10.84	5,7	12,5	27	2680	17,8	0,08	0,82	0,2
15.10.84	6,0	22,6	55	6510	22,3	0,06	0,80	0,6
22.10.84	6,1	25,8	67	9860	-	0,13	1,1	1,2
29.10.84	6,3	29,3	64	16060	18,5	0,12	0,77	2,6
5.11.84	6,3	25	54	13670	24,3	0,08	1,0	3,4
12.11.84	6,3	24,9	69	12010	20,1	<0,05	0,95	0,5
19.11.84	6,2	17,6	75	5030	13,0	0,06	0,63	0,1
3.12.84	6,3	26,7	99	12750	13,2	<0,05	1,2	2,0
10.12.84	6,4	25,0	49	13260	16,2	0,10	1,1	3,9
17.12.84	6,5	16,3	152	4080	9,0	0,20	3,5	0,6
4.2.85	6,1	31,1	54	18390	14,9	<0,05	0,86	3,0
25.2.85	6,0	24,7	105	7790	21,9	0,05	1,2	1,7
11.3.85	6,0	20,1	78	10320	14,1	0,08	1,0	2,6
18.3.85	6,2	27,2	58	15500	12,9	<0,05	0,42	0,5
25.3.85	6,1	25,4	120	12800	11,0	<0,05	0,57	0,5
29.3.85	-	-	60	10220	14,4	<0,05	-	1,0
15.4.85	5,9	24,6	86	12430	17,4	<0,05	1,2	0,5

KROSSBERGBEKKEN

Skjema B

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permanganattall mg KMnO <sub>4</sub> /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
12.6.84	6,9	66,6	3180	35930	30	5,6	18	2,2
18.6.84	6,6	69,8	2850	52360	28	2,6	12	0,8
25.6.84	6,8	60,1	7528	50540	35	2,9	9,3	1,8
3.7.84	6,6	69,9	4200	46500	32	4,3	16	1,0
9.7.84	9,2	44,6	212	13000	15	1,5	7	1,0
23.7.84	6,5	82,5	4150	-	21,8	2,0	12	0,5
30.7.84	8,7	73,7	3500	54610	19,2	2,85	37	6,4
6.8.84	6,4	96,3	5000	90330	23,7	2,73	15	1,0
13.8.84	6,6	61,6	5870	39650	21,8	1,95	5,6	0,8
20.8.84	6,6	41,9	445	17700	20,4	2,04	10	0,7
28.8.84	6,7	31,6	1625	3640	16,5	4,45	18	0,1
3.9.84	6,7	32,1	249	5160	18,8	3,8	13	1,9
10.9.84	6,7	32,8	140	3360	19,7	4,4	18	0,6
17.9.84	6,7	32,5	105	2740	17,2	3,3	14	0,6
24.9.84	6,3	38,1	217	4960	31,8	5,9	9,3	2,7
1.10.84	6,3	36,0	119	4890	29,9	5,7	5,6	1,0
8.10.84	6,0	39,8	90	6120	33,7	7,4	5,4	2,6
15.10.84	5,9	34,8	80	6900	29,9	4,0	5,4	7,7
21.10.84	5,9	32,6	75	6090	-	3,7	4,3	5,7
29.10.84	5,9	30,5	114	5530	26,9	3,5	11	7,1
5.11.84	5,9	27,8	97	4920	39,6	2,8	5,1	8,6
12.11.84	6,3	32,3	60	3230	29,2	3,96	3,7	2,6
19.11.84	6,3	30,7	66	2050	22,4	5,9	3,1	1,8
26.11.84	6,0	29,6			24,9	3,52	2,7	

## KROSSBERGBEKKEN.

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	P-tot ug/l	N-tot ug/l	Permangnattall mg $\text{KMnO}_4$ /l	Jern mg/l	Turbiditet F.T.U.	Vannføring L/sek.
3.12.84	6,2	29,6	66	3480	24,2	4,2	3,6	5,4
16.12.84	6,0	24,8	60	4200	28,1	2,1	2,3	17,8
17.12.84	6,2	31,8	66	2400	25,0	4,8	2,6	8,6
7.1.85	6,3	29,3	99	2240	27,3	7,6	5,4	2,2
14.1.85	6,3	27,5	77	2200	23,6	7,0	2,3	1,5
21.1.85	6,4	27,6	99	3250	21,3	5,8	5,4	1,6
28.1.85	6,3	27,8	110	2080	26,4	7,2	4,2	2,0
4.2.85	6,2	27,5	295	2580	45,9	2,6	6,3	1,5
11.2.85	6,3	29,2	50	1830	30,8	6,2	2,4	8,6
18.2.85	6,4	30,2	80	2390	16,0	4,9	3,4	1,5
25.2.85	6,2	26,4	78	2240	28,2	4,2	2,1	4,4
4.3.85	6,5	25,6	280	2110	21,3	4,25	26	3,0
11.3.85	5,8	25,6	56	2730	31,0	2,96	1,6	3,5
18.3.85	6,3	29,5	90	3160	32,0	3,84	2,1	3,9
25.3.85	6,2	28,6	57	3220	25,8	3,4	2,1	2,6
29.3.85	-	-	87	3900	34	4,2	-	3,0
15.4.85	6,2	26,2	43	3630	28,7	3,0	2,4	1,8