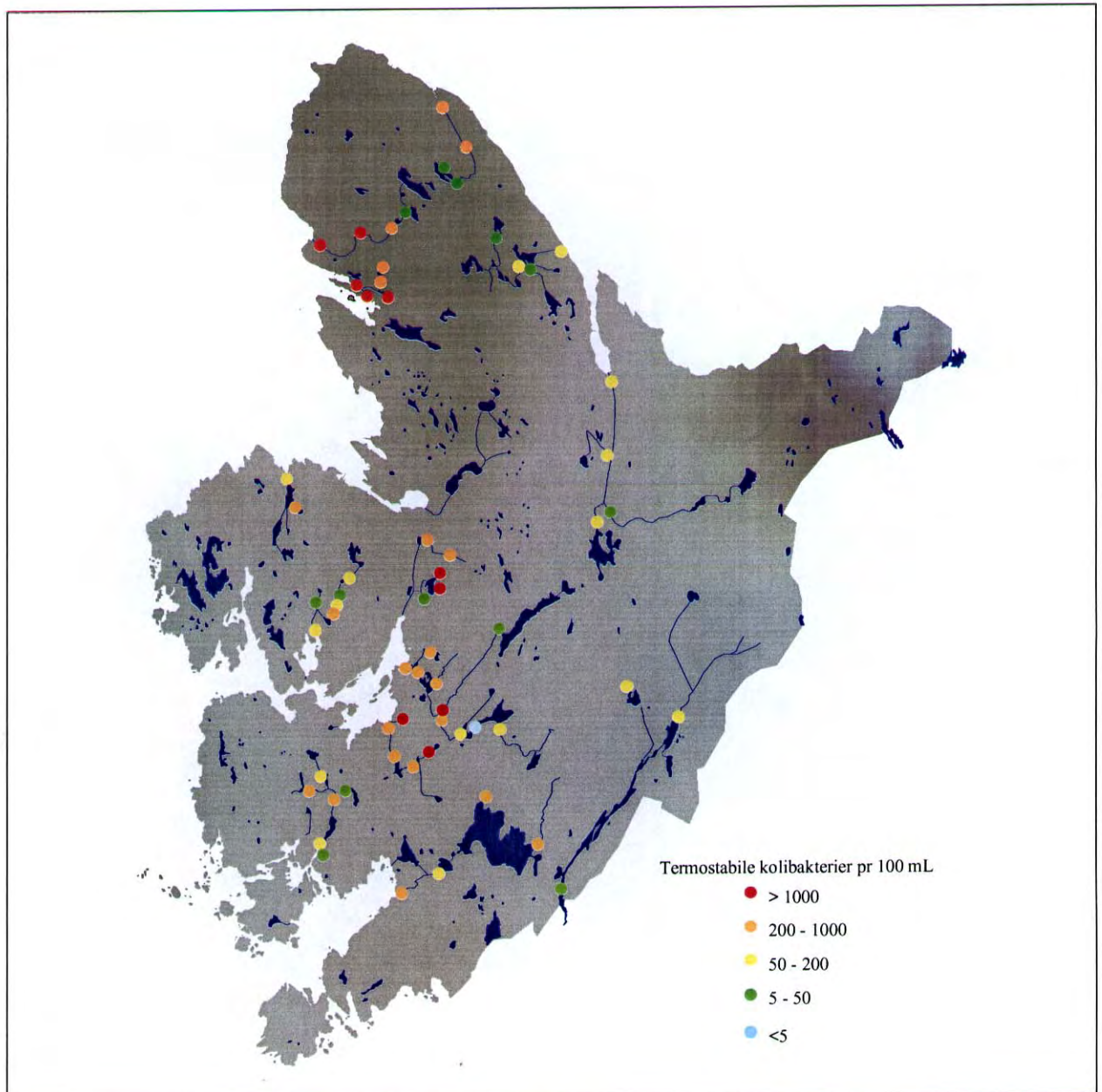


RAPPORT LNR 3791-98

# Kloakkforurensning av vassdrag i Bergen kommune høsten 1997



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 04 30 33  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

Fiolveien 15  
9016 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Kloakkforurensning av vassdrag i Bergen kommune høsten 1997	Løpenr. (for bestilling) 3791-98	Dato 1998.01.25
	Prosjektnr. Undernr. O-97077	Sider Pris 30 kr 75,-
Forfatter(e) Hobæk, Anders	Fagområde Kommunale forurensninger	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Bergen kommune, Kommunalavdeling Teknisk Utbygging, VA-seksjonen	Oppdragsreferanse 143/97
--	-----------------------------

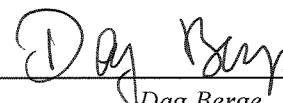
<p>Sammendrag</p> <p>Høsten 1997 ble det tatt sanitærbakteriologiske prøver på vel 60 stasjoner i 14 vassdrag i Bergen kommune, for å kartlegge kloakkforurensning av vassdragene. Termotabile koliforme bakterier ble benyttet til å karakterisere vannkvaliteten. Prøvene ble tatt på høy og lav vannføring for om mulig å angi om tilførslene skyldes lekkasjer/direkte tilførsler eller overløpsproblemer/arealavrenning. Stasjonsnettets var i alt vesentlig en oppfølging av tidligere undersøkelser fra 1992-1996.</p> <p>Resultatene bekreftet i hovedsak tidligere påviste tilførsler av kloakk fra offentlig kloakknnett eller private kilder i samtlige vassdrag. Forurensningssituasjonen var verre ved stor vannføring med arealavrenning og overløp fra kloakknettet enn ved liten vannføring.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vassdrag</li> <li>2. Forurensning</li> <li>3. Kloakk</li> <li>4. Tarmbakterier</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Watercourses</li> <li>2. Pollution</li> <li>3. Domestic sewage</li> <li>4. Coliform bacteria</li> </ol>
--	--



Anders Hobæk  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3366-0



Dag Berge  
Forskningssjef

**Kloakkforurensning av vassdrag i Bergen  
kommune høsten 1997**

## Forord

Som ledd i et flerårig overvåkingsprogram som Bergen kommune gjennomfører i kommunens vassdrag, har NIVA Vestlandsavdelingen utført lekkasjesøking i 13 vassdrag. Denne delen av prosjektet gjentas årlig, og resultatene fra flere års undersøkelser vil tilsammen bidra til et grunnlag for å prioritere saneringstiltak for å redusere forurensning i vassdragene. Kloakktilførsler fra det offentlige kloakknnett har derfor spesiell interesse. Stasjonsnettet er i all hovedsak fastlagt gjennom tidligere undersøkelser utført i 1992 og 1994-96, og bare små tillegg er gjort i denne undersøkelsen.

Feltarbeidet er utført av Bjørn Ove Jansen, Morten Hage og Anders Hobæk. Inger Midttun har medvirket ved redigering av rapporten. Bakterie-prøvene er analysert ved Chemlab Services A/S. Ansvarlig i Bergen kommune og kontakt for prosjektet har vært Kjell Rypdal. Alle takkes for et godt samarbeid.

Bergen, 25. januar 1998

*Anders Hobæk*

# Innhold

<b>1. SAMMENDRAG</b> .....	<b>5</b>
<b>2. INNLEDNING</b> .....	<b>8</b>
<b>3. MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>9</b>
3.1 RASJONALE.....	9
3.2 PRØVETAKING OG ANALYSER .....	10
<b>4. RESULTATER</b> .....	<b>12</b>
4.1 HAUKÅSVASSDRAGET .....	12
4.2 MIDTBYGDAVASSDRAGET .....	13
4.3 ÅSTVEITVASSDRAGET .....	14
4.4 GAUPÅSVASSDRAGET.....	15
4.5 ARNAVASSDRAGET .....	16
4.6 GRAVDALSVASSDRAGET .....	17
4.7 FYLLINGSDALSVASSDRAGET .....	19
4.8 FJØSANGERVASSDRAGET.....	21
4.9 NESTTUNVASSDRAGET .....	22
4.10 BEKK TIL SKJOLDABUKTEN .....	24
4.11 APELTUNVASSDRAGET .....	25
4.12 GRIMSEIDVASSDRAGET .....	26
4.13 KALANDSVASSDRAGET .....	28
4.14 ØSVASSDRAGET .....	29
<b>5. HENVISNINGER</b> .....	<b>30</b>

# 1. Sammendrag

Som del av et årlig program for å kartlegge tilførsler av kloakk fra offentlige og private kilder, er det tatt prøver for analyse av tarmbakterier i 13 vassdrag i Bergen kommune. Prøvene er tatt i to perioder høsten 1997, og omfatter ca. 60 stasjoner hver gang. Den første perioden (november 97) var preget av lite nedbør og lav vannføring, mens i den andre perioden (desember 1997) var det mildt med betydelig nedbør og stor vannføring. Ved å sammenligne bakterietall ved lav og høy vannføring ble det søkt å karakterisere kildene til kloakkforurensning.

Alle de undersøkte vassdragene var forurenset. Ved stor vannføring var vassdragene generelt mer forurenset enn ved liten vannføring. De fleste problemområder påvist i tidligere undersøkelser var kraftig forurenset også i denne undersøkelsen.—

En oversikt over resultatene er presentert i Figur 1 (data fra lav vannføring i november) og i Figur 2 (data fra høy vannføring i desember).

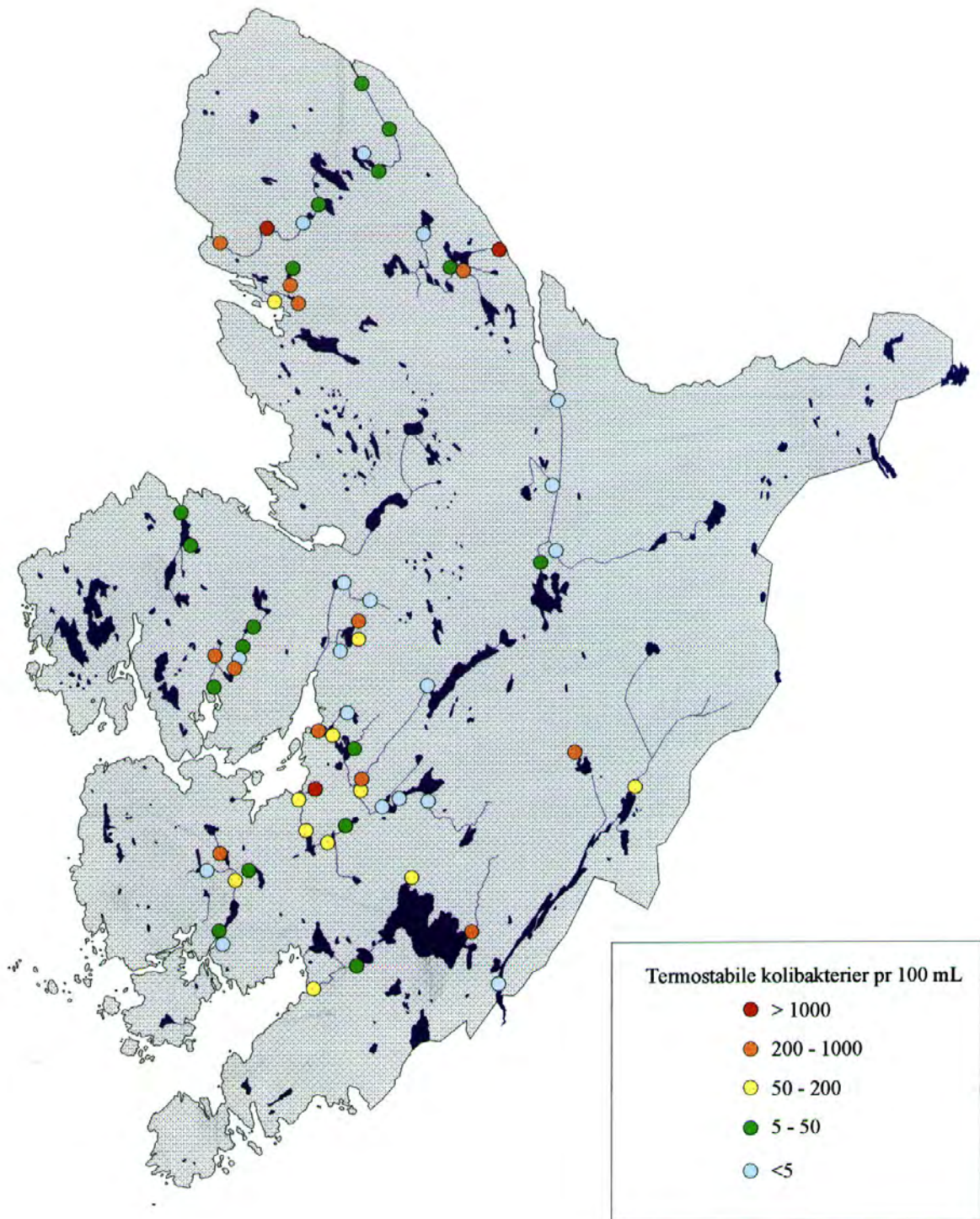
**Haukåsvassdraget** var sterkt forurenset i de nedre deler, mens de øvre stasjonene var moderat forurenset. I **Middbygdavassdraget** var de nedre delene meget sterkt forurenset. De øvre delene var moderat til sterkt forurenset av kloakk. I **Åstveitvassdraget** var alle fem stasjoner sterkt eller meget sterkt forurenset. I **Gaupåsvassdraget** var utløpselven meget sterkt forurenset. To innløpselver til Gaupåsvatnet var markert til sterkt forurenset, mens utløpet av Hetlebakkstemma var moderat forurenset.

I **Gravdalsvassdraget** var begge stasjoner sterkt forurenset. Tre stasjoner i **Fyllingsdalsvassdragets** nedre del var sterkt forurenset, mens tre stasjoner høyere opp var moderat til markert forurenset. I **Fjøsangervassdraget** var alle undersøkte tilløp til Solheimsvatn og Tveitevatn sterkt eller meget sterkt forurenset, mens Storetveitvatn var moderat forurenset.

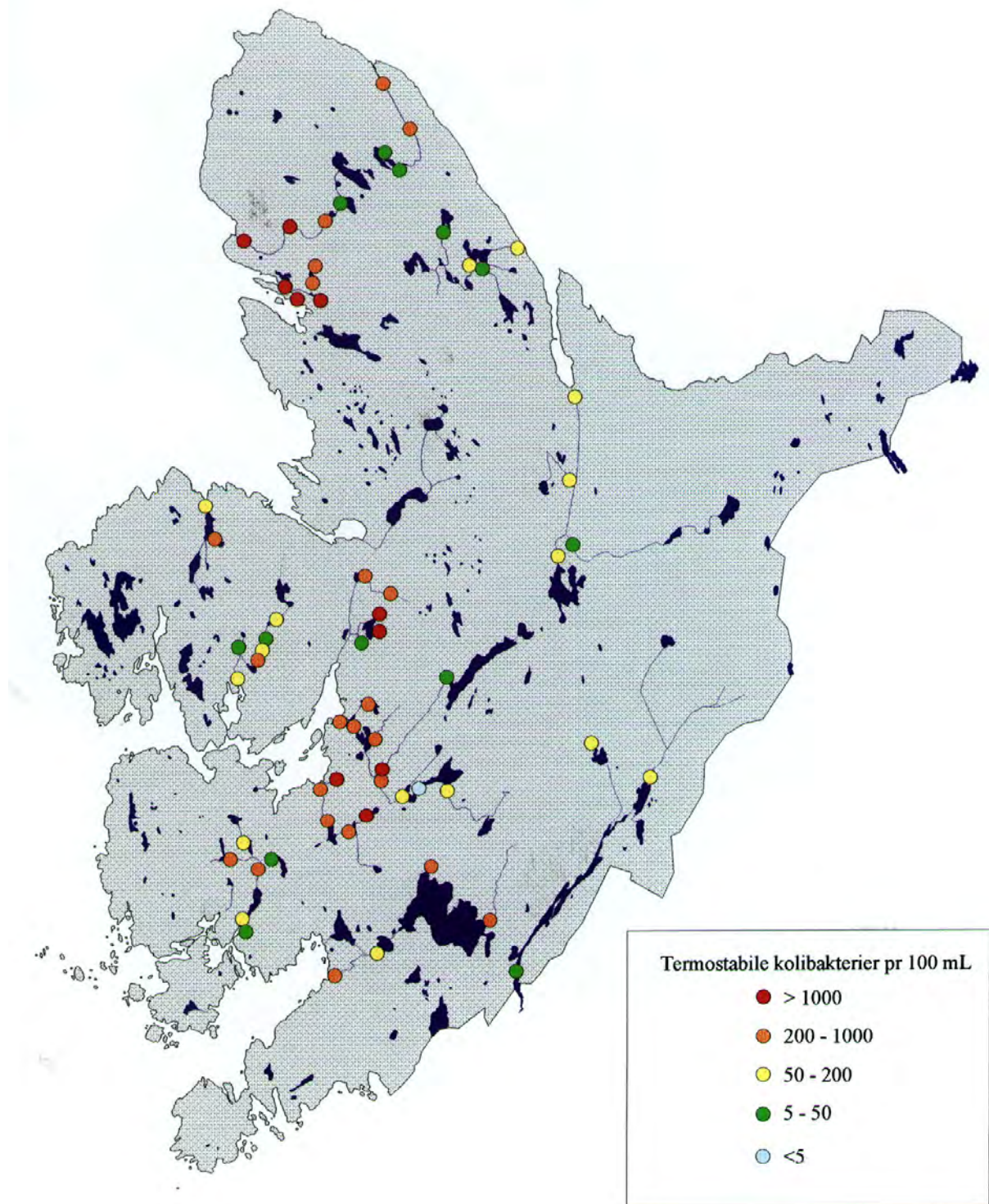
**Arnavassdraget** var markert forurenset på tre av fire stasjoner, mens en stasjon var moderat forurenset. I **Nesttunvassdraget** var de øvre stasjonene ubetydelig til moderat forurenset, men fra Midttun til utløpet ved Hop var alle stasjoner sterkt til meget sterkt forurenset. I **Apeltunvassdraget** ble det påvist sterk til meget sterk forurensning på alle stasjoner. Meget sterk forurensning ble også funnet i en bekk med utløp ved Skjoldabukten. I **Grimseidvassdraget** var de nederste stasjonene moderat til markert forurenset. Lenger oppe var en stasjon moderat, og tre stasjoner sterkt forurenset.

I **Kalandsvassdraget** var to tilløpselver til Kalandsvatnet sterkt forurenset. Lengre nede i vassdraget var kloakkforurensningen markert til sterk. I øvre del av **Osvassdraget** ble det påvist sterk forurensning på to stasjoner, mens en stasjon var moderat forurenset.

Resymeéet over er basert på den dårligste måling på hver stasjon. Det er viktig å understreke at stasjonene er utvalgt for å kartlegge forurensning, og dermed representerer de mest belastede delene av vassdragene.



**Figur 1.** Sanitærbiologisk tilstand i undersøkte vassdrag i Bergen kommune 24 - 25.11.97 (lav vannføring). Klasseinndelingen tilsvarer tilstandsklassene I (meget god) til V (meget dårlig) etter SFT (1997).



**Figur 2.** Sanitærbiologisk tilstand i undersøkte vassdrag i Bergen kommune 9 - 10.12.1997 (høy vannføring). Klasseinndeling som i Figur 1.



## 2. Innledning

Bergen kommune gjennomfører et overvåkingsprogram av ferskvannsresipienter i perioden 1992 - 2000. Programmet er begrunnet i pålegg fra Fylkesmannen i Hordaland i forbindelse med utslippstillatelse for Bergen kommune. Overvåkingsprogrammet er organisert i to komponenter, som hver gjentas årlig etter en planlagt syklus. Den mest omfattende delen er en resipientovervåking, der utvalgte vassdrag overvåkes gjennom en produksjonssesong. Denne overvåkingen dekker vesentlig innsjøer, og omfatter vannkjemiske og biologiske parametre. Primært er denne delen av programmet rettet mot overgjødning. I 1997 ble Apeltun-, Nesttun-, Fyllingsdals-og Gravidalsvassdragene overvåket (Hobæk 1998).

Den andre komponenten i overvåkingsprogrammet omfatter lekkasjesøking, for å kartlegge tilførsler av kloakk til vassdragene. Tilsig fra det offentlige kloakknnett er av spesiell interesse, med tanke på kommende tiltak for å redusere belastningen på vassdragene. I hovedsak blir denne delen av programmet gjentatt hvert år. Omfanget er ca. 60 stasjoner i elver og bekker, fordelt på 13 ulike vassdrag. Disse prøvetas kun for termotabile koliforme bakterier, som indikator på kloakkforurensning. Det samles inn prøver på høy og på lav vannføring, for å finne indikasjoner på hva slags kilder som forurensner. Programmet er gjennomført i 1992 (bare lav vannføring; Bjørklund & Johnsen 1993), 1994 (Bjørklund & Johnsen 1994), 1995 (Hobæk 1996) og 1996 (Bjørklund 1996). I 1993 ble det istedet for den regulære undersøkelsen gjennomført et tettere program for å lokalisere forurensningskilder i to spesielt belastede deler av Fjøsangervassdraget (Hobæk 1994). I 1996 ble det i tillegg til den regulære lekkasjesøkingen også gjort mer detaljert kartlegging i Midtbygdavassdraget (Bjørklund 1996).

I denne rapporten presenteres resultatene fra lekkasjesøkingen for året 1997. Prøvetakingen ble utført i november - desember 1997.

Resultatene presenteres vassdragsvis (kap. 3). For å øke lesbarheten, er det henvist til tidligere resultater fra lekkasjesøkingen bare med årstall. Henvisningene ovenfor viser hvilke rapporter data er hentet fra.

## 3. Materiale og metoder

### 3.1 Rasjonale

Det primære mål med undersøkelsene er å kartlegge kloakktilførsler til vassdragene, spesielt fra det offentlige kloakknnett, med sikte på utbedrende tiltak. Forurensning med tarmbakterier til vassdrag kan ha flere typer kilder, og ofte bidrar flere kilder til samme vassdragsavsnitt. De viktigste kildene er vanligvis kloakkledninger (offentlige og private), septiktanker med infiltrasjon i grunn, og avrenning fra forurensete arealer. Det siste kan omfatte gjødselkjellere og gjødslet mark. Lekkagesøkingen innen overvåkingsprogrammet for vassdrag i Bergen kommune tar bl. a. sikte på å gi informasjon om hva slags kilder som forurenser ulike segmenter av vassdragene.

I undersøkelsesprogrammet skilles det mellom tre typer tilførsler:

1. **Lekkasje** fra kloakknnett og direkte utslipp. Ulovlige private utslipp og feilkoplinger på kloakknettet hører med her. Ved høy vannføring fortynnes slik forurensning, og observerte bakterietall blir lavere enn i tørrvær.
2. **Overløp** fra offentlig kloakknnett. Hvis ikke kloakknettet har kapasitet nok, vil overløp renne til vassdrag. Dette er særlig aktuelt der kloakknettet og overvann samles i felles nett. Overløpsproblemer i vassdrag er knyttet til mye nedbør, evt. til forstoppelser i kloakknettet.
3. **Arealavrenning** fra forurensete områder (hager, parker, beitemark, gjødslet mark). Også denne typen er knyttet til høy avrenning. Alle typer avføring (gjødsel, hundemøkk, fugleskitt) kan føre tarmbakterier ut i vassdrag.

Det årlige undersøkelsesprogrammet er lagt opp med to prøvetakinger i vassdragene, en på lav og en på høy vannføring. Forskjellen i innhold av tarmbakterier på en stasjon målt på høy og lav vannføring kan dermed gi indikasjon på hva slags kilde som forurenser.

Hydrologiske forhold om vinteren kan tenkes å gi både bedre og verre forhold i vassdragene sammenlignet med en sommersituasjon. Arealtilførsler vil være annerledes om vinteren (vesentlig lavere), mens frost kan medføre andre forhold med tanke på lekkasje fra kloakknettet. Ved snøsmelting vil avrenningen raskt komme ut i vassdragene pga. tele, og i liten grad påvirkes av infiltrasjon og nedbrytning i jordsmonnet. Lekkagesøkingen er oftest gjennomført i mai-juli (1992, 1994, 1996), mens i 1995 ble prøvene tatt under vinterforhold. Resultatene fra 1995 viste markert verre tilstand enn om sommeren for mange stasjoner. De klimatiske forholdene ved 1997-undersøkelsen var ikke særlig vinterlige, siden telen ikke hadde satt seg. I desember lå det litt snø i høyereliggende deler av nedbørfeltene, og avsmelting av dette bidro sammen med nedbør (regn) til stor avrenning. Situasjonen var dermed en mellomting mellom den vinterpregete 1995-situasjonen og de øvrige registreringene.

**Tabell 1.** Klassifikasjon av tilstand i ferskvann med hensyn til kloakkforurensning, basert på SFT (1997). Den tidligere definisjon av forureningsgrad (avvik fra naturtilstand, SFT 1992) er også vist.

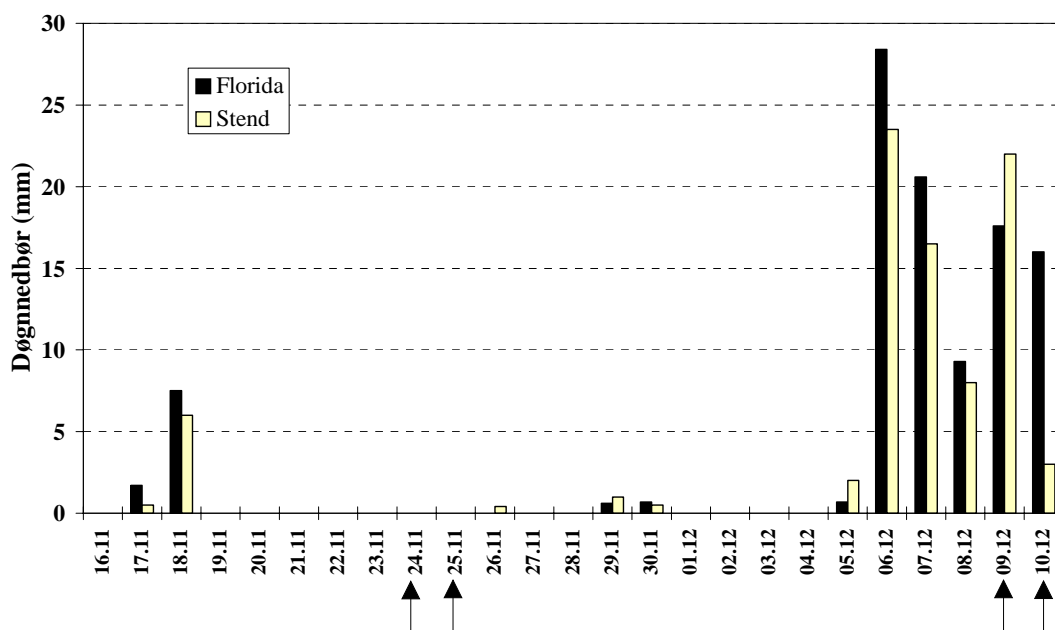
Antall termotolerante kolibakterier pr. 100 ml	TILSTANDSKLASSE		FORURENSNINGSGRAD	
<5	I	Meget god	1	<b>Lite</b> forurenset
5 - 50	II	God	2	<b>Moderat</b> forurenset
50 - 200	III	Mindre god	3	<b>Markert</b> forurenset
200 - 1000	IV	Dårlig	4	<b>Sterkt</b> forurenset
>1000	V	Meget dårlig	5	<b>Meget sterkt</b> forurenset

Tilstanden i vassdragene karakteriseres etter SFT's klassifikasjonssystem (SFT 1992; 1997). Systemet for klassifisering mhp. kloakkforurensning er vist i Tabell 1. I den sist reviderte versjon av systemet er begrepet forurensningsrad erstattet med en enklere presentasjonsform for avvik fra naturtilstand. For sikre tarmbakterier er imidlertid den "gamle" versjon av forurensningsgrad enkel å forstå, fordi klassene for tilstand og forurensningsgrad er identiske (siden naturtilstand er satt til 0). Terminologien er derfor opprettholdt i denne rapporten. Klassifiseringen baseres på øverste 90-persentil av minst månedlige prøver gjennom ett år. Data samlet inn i dette programmet tilfredsstillende ikke dette kravet, og klassifiseringen er derfor ikke tillagt videre vekt. Imidlertid er klasse-inndelingen benyttet for å sammenfatte data visuelt (Figur 1, Figur 2), og for å beskrive resultatene på en konsistent måte.

### 3.2 Prøvetaking og analyser

Stasjonsnettet følger undersøkelsen fra 1995 (Hobæk 1997). Enkelte nye stasjoner er tatt med. Disse er omtalt i kap. 3, der resultatene presenteres for hvert vassdrag.

Innsamling på lav vannføring ble gjennomført 24-25. november 1997, i en periode med litt frost, lite nedbør og dermed svært lav vannføring. Telen var ganske overfladisk (noen få cm) ved prøvetakingen. I perioden 6-10. desember 1997 falt det på Florida i Bergen 91mm nedbør som regn, og det ble tatt nye prøver de to siste dagene i perioden. Vannføringen var da stor, og fikk tilskudd også av snøsmelting fra høyereliggende deler av nedbørfeltene. Det lå imidlertid ikke snø igjen i de lavere områdene der prøvestasjonene ligger, og det var fritt for tele.



**Figur 3.** Døggnedbør i prøvetaksperioden for stasjonene Florida (Bergen) og Stend (Fana). Datoer for prøvetaking er markert med piler. Data fra Meteorologisk Institutt.

Prøvene ble tatt på sterile 250 ml plastflasker, og disse ble oppbevart mørkt i kjøleboks inntil de ble levert laboratoriet samme dag. Analysene er utført ved Chemlab Services A/S. Prøvene er analysert for termotabile koliforme bakterier (antall pr. 100 ml). Dette kalles også 'sikre tarmbakterier'. I noen få tilfeller er bakterietallet rapportert som f. eks. >1000. I disse tilfellene var alle bakteriene døde i løpet av natten etter prøvetaking, og en ny fortykning for å øke presisjonen var dermed ikke mulig. Årsaken til dette er usikker.

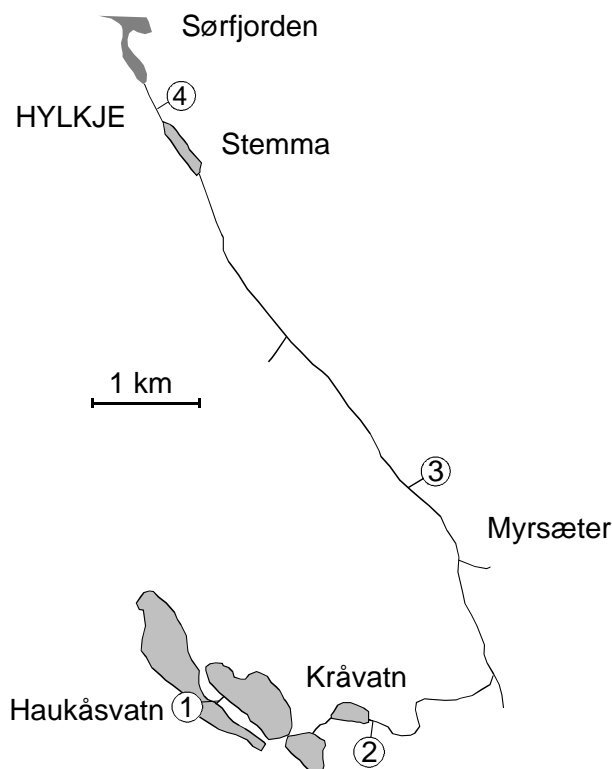
Fire av vassdragene (Apeltunvassdraget, Nesttunvassdraget, Fyllingsdalsvassdraget og Gravdalsvassdraget) var også med i årets resipientovervåking, som er en annen del av dette programmet. Også her

inngår prøvetaking for sikre tarmbakterier. Data fra denne overvåkingen er tatt med i denne rapporten for aktuelle stasjoner. Resultatene blir presentert vassdragsvis, etter samme opplegg som tidligere.

## 4. Resultater

### 4.1 Haukåsvassdraget

Det ble tatt prøver på 4 stasjoner, fra øverst i Haukåsvatnet til utløpet i fjorden ved Hylkje (Figur 4). Måleresultatene er vist i Tabell 2. De to øverste stasjonene var lite til moderat forurenset, begge med høyest bakterietall ved høy vannføring. Arealavrenning fra innmark er en sannsynlig kilde. Ved tidligere undersøkelser har forholdene vært tilsvarende, med opptil markert forurensning ved utløpet av Kråvatn ved høy vannføring.



**Figur 4.** Skjematisk kart over Haukåsvassdraget med plassering av stasjoner.

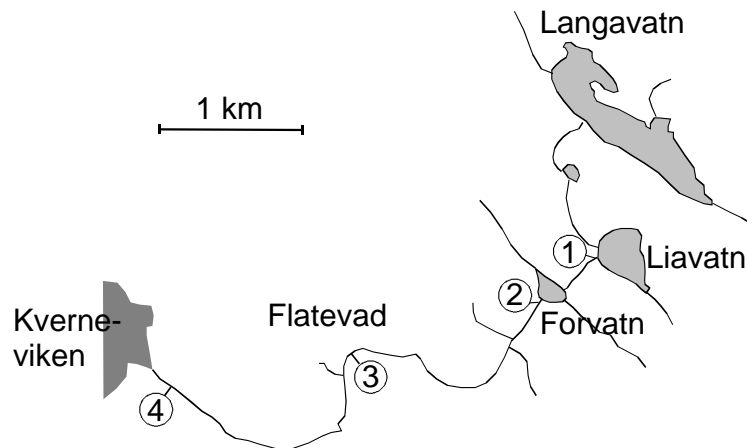
St. 3 og 4 var moderat forurenset ved lav, men markert til sterkt forurenset ved høy vannføring. Som i 1992, 1994 og 1995 var St. 3 ved Myrsæter mest forurenset. Et unntak fra dette mønsteret var 1996, da St. 4 ved Hylkje hadde høyest bakterietall ved høy vannføring. Vassdraget som helhet var mindre forurenset i 1997 enn i 1995-1996. Overløp og/eller arealavrenning var klart dominerende kilde.

**Tabell 2.** Haukåsvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Haukåsvatn	LN 000 010	1	28	Arealavrenning
2	Utløp Kråvatnet	LN 008 109	10	12	
3	Myrsæter	LN 012 117	5	350	Overløp/arealavr.
4	Utløp v/Hylkje	KN 999 139	5	190	Overløp/arealavr.

## 4.2 Midtbygdavassdraget

Vassdraget ble prøvetatt på samme stasjonsnett som ved tidligere undersøkelser, dvs. 4 stasjoner (Figur 5). Resultater er vist i Tabell 3.



**Figur 5.** Skjematisk kart over Midtbygdavassdraget med plassering av stasjoner.

Bakterietallene lå i 1997 generelt høyere enn året før. Utløpet av Liavatn var denne gang moderat forurenset ved både lav og høy vannføring. Verdiene var lavere enn 1995-96, da det ble påvist hhv. lekkasje og overløp. Forskjellen mellom de to prøvene fra 1997 var for liten til å gi noen ytterligere pekepinn om kilder.

St. 2 (Forvatn) var ubetydelig forurenset i november, og sterkt forurenset i desember. Overløp synes å gi tilførsler her som i 1996. Ved undersøkelsene i 1994-1995 var imidlertid direkte tilførsler dominerende.

Prøvene fra Dalaelv ved Flatevad (St. 3) var meget sterkt forurenset ved begge tidspunkt, som i 1992 og 1995. Prøvene fra 1994 og 1996 viste noe lavere verdier, med moderat til markert forurensning. Både lekkasje/utslipp og overløpsproblemer synes å gjøre seg gjeldende her. Bakteriene i desember-prøven døde i løpet av en natt, og det var derfor ikke mulig å få avlest resultatene fra en større fortykning. En potensiell feilkilde på denne stasjonen er at et betydelig antall ender har tilhold på elvestrekningen.

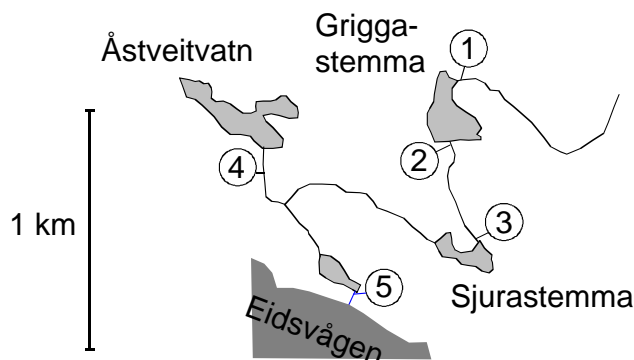
St. 4 ved Kverneviken var sterkt forurenset i november, og meget sterkt forurenset i desember. Her må både direkte tilførsler og overløpsproblemer opptre. I 1992 og 1995 var direkte tilførsler mest iøynefallende, mens i 1992 lignet tallene mer på 1997 med høyt bakterietall ved høy vannføring. Tallene var lavere i 1996 (markert forurenset ved begge tidspunkt).

**Tabell 3.** Midtbygdavassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Utløp Liavatn	KN 988 099	12	8	
2	Forvatnet ved Håbro	KN 982 094	4	520	Overløp
3	Dalaelv ved Flatevad	KN 968 091	6200	>1000	Lekkasje og overløp
4	Dalaelv ved Kvernevik	KN 955 088	450	1470	Lekkasje og overløp

### 4.3 Åstveitvassdraget

De samme 5 stasjoner ble prøvetatt som i 1994 (Figur 6). Måleresultater er vist i Tabell 4. Tallene lå vesentlig høyere enn ved tidligere målinger.



**Figur 6.** Skjematisk kart over Åstveitvassdraget med plassering av stasjoner.

Ved St. 1 var vannet ved lav vannføring moderat, og ved høy vannføring sterkt forurenset. Både direkte tilførsler og overløp/arealavrenning synes å skape problemer her. I 1994 tydet resultater av resipientovervåkingen (Bjørklund 1994) på lekkasjep problemer eller direkte utslipp, men ved den sanitærbiologiske undersøkelsen viste verdiene bare liten til moderat forurensning. I 1995 var bakterietallene høyere enn i år, mens 1996-verdiene lå langt lavere.

Ved utløpet av Griggastemma (St. 2) var bakterietallene høyere enn i innløpet ved begge prøvetakinger (sterkt forurenset). Direkte tilførsler må forekomme, noe som også ble konkludert i 1994, men overløp eller arealavrenning er et problem også her.

Innløpet til Sjurastemma (St. 3) var sterkt forurenset i november, og meget sterkt forurenset i desember. Resultatet tyder på både direkte tilførsel og overløp. Ut fra tidligere registreringer synes overløpsproblemet å ha oppstått fra 1996, mens det tidligere bare ble påvist direkte tilførsel.

St. 4, bekken fra Åstveitvatnet, var tørr ved lav vannføring, og meget sterkt forurenset ved høy vannføring. Bakterietallet var da >10.000 pr 100 mL. Både direkte tilførsler og overløpsproblemer er konkludert ved tidligere undersøkelser. Tallene fra 1994 var lave, men både resipientovervåkingen og lekkasjesøkingen tydet på tilførsler ved mye nedbør.

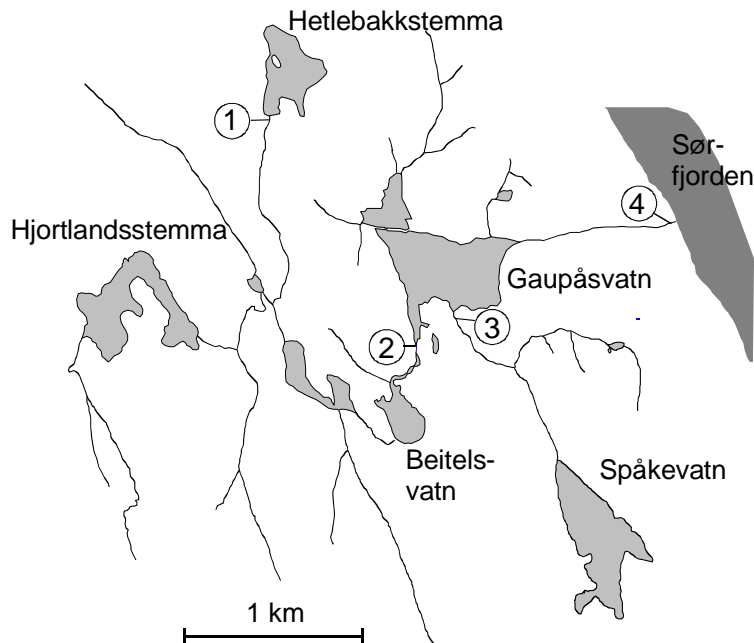
Den nederste stasjonen i vassdraget (St. 5) var markert forurenset i november, og meget sterkt forurenset i desember. I 1994-95 ble det ikke funnet tegn på direkte tilførsler her, mens tallene fra lav vannføring i 1996-97 ligger noe høyere. Et konsistent mønster er likevel at bakterietallene er langt høyere ved stor vannføring. Det er imidlertid sannsynlig at dette henger sammen med forholdende høyere opp i vassdraget, selv om vi ikke kan se bort fra ytterligere overløpsproblemer også i den nederste delen.

**Tabell 4.** Åstveitvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Innløp Griggastemma	KN 976 078	6	420	overløp
2	Utløp Griggastemma	KN 976 077	310	670	lekkasje og overløp
3	Innløp Sjurastemma	KN 977 072	520	1830	lekkasje
4	Utløp Åstveitvatn	KN 968 077	tørr	>10.000	lekkasje og overløp
5	Utløp stemme ved Nor.Talc	KN 972 070	96	1210	lekkasje og overløp

#### 4.4 Gaupåsvassdraget

Vassdraget ble prøvetatt på 4 stasjoner. En av disse (St. 3, innløp Gaupåsvatn fra Spåkevtn) er tidligere bare prøvetatt i 1995 (Figur 7). Resultater fra bakterietellingene er vist i Tabell 5.



**Figur 7.** Skematisk kart over Gaupåsvassdragets sentrale deler med plassering av stasjoner.

Utløpet av Hetlebakkstemma (St. 1) var moderat forurensset ved høy vannføring, og det ble ikke påvist sikre tarmbakterier ved lav vannføring. Dette bekrefter resultater fra tidligere undersøkelser, inklusive resipientovervåkingen i 1995 (Hobæk 1996).

St. 2 (elven til Gaupåsvatn fra Beitelsvatn) var moderat forurensset ved lav, og markert forurensset ved høy vannføring. Arealavrenning eller et overløpsproblem synes mest aktuelt. Bakterietallene var lavere enn i 1995 og 1996, da det også var betydelige direkte tilførsler.

Spåkeelven (St. 3) var sterkt forurensset i november, mens forurensningen var moderat i desember. Dette indikerer direkte tilførsler. Resultatene fra 1995 viste samme mønster. Stasjonen er bare undersøkt i 1995 og 1997.

Utløpselven ved Ytre Arna var meget sterkt forurensset ved lav vannføring, og markert forurensset ved høy vannføring. Direkte tilførsler er påvist ved alle undersøkelser fra 1994, inklusive resipientovervåking i 1995 (Hobæk 1996).

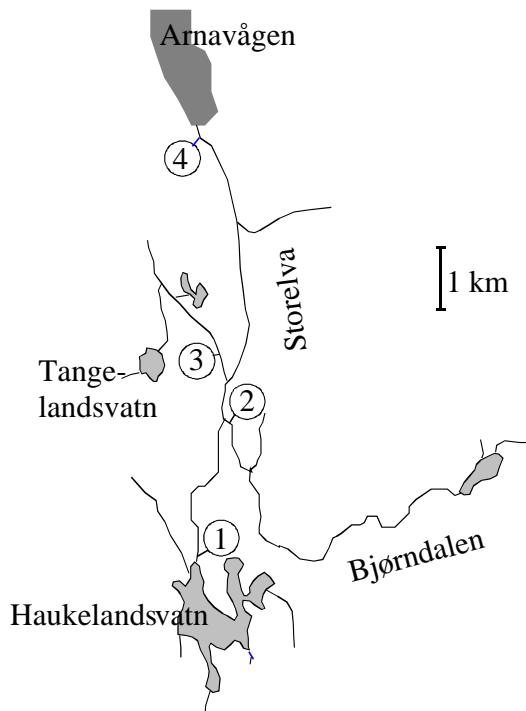
**Tabell 5.** Gaupåsvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Utløp Hetlebakkstemma	LN 018 091	0	12	Arealavrenning
2	Innl. Gaupåsv. fra Beitelsv.	LN 026 077	11	170	Arealavr./overløp
3	Innl. Gaupåsv. fra Spåkev.	LN 027 075	210	40	Direkte tilførsel
4	Elv Ytre Arna	LM 056 034	1520	140	Lekkasje og overløp



## 4.5 Arnavassdraget

Det ble tatt prøver på 4 stasjoner i vassdraget (Figur 8). Resultatene av bakterietellingene er satt opp i Tabell 6. St. 2 (elven fra Bjørndalen) viste også tegn på overløp evt. arealavrenning, med høyest bakterietall i desember (moderat forurenset). I 1995 og 1996 var forurensningen sterkere ved høy vannføring (markert forurenset), men mønsteret har vært det samme alle årene stasjonen er undersøkt.



**Figur 8.** Skjematisk kart over Arnavassdraget med plassering av stasjoner.

Utløpet av Haukelandsvatn var moderat forurenset ved lav, og markert forurenset ved høy vannføring. Dette kan tyde på mindre tilførsler til innsjøen eller utløpsområdet fra arealavrenning eller overløp. Situasjonen i 1995 og 1996 var omtrent den samme. I 1994 ble det registrert langt høyere tall (sterkt forurenset) ved lav vannføring i mai. Bakterier ble også påvist ved resipientovervåkingen i 1994 i alle (4) prøver fra innsjøen (Bjørklund 1994). En prøve ved lav vannføring i 1992 viste også markert forurensning på St. 1. Forurensningsmønsteret synes å ha endret seg etter 1994, trolig som følge av kloakksanering i deler av Haukelandsvatnets nedbørfelt.

St. 2 (elven fra Bjørndalen) viste tegn på overløp evt. arealavrenning, med høyest bakterietall i desember (moderat forurenset). I 1995 og 1996 var forurensningen sterkere ved høy vannføring (markert forurenset), men mønsteret har vært det samme alle årene stasjonen er undersøkt.

I elven fra Tangedalsvatn (St. 3) tyder også bakterietallene på et overløpsproblem eller på arealavrenning. Elven var markert forurenset i desember. Mønsteret var det samme i 1996, men forurensningen var da sterkere. I 1995 var derimot bakterietallet høyest ved lav vannføring. Dette er den hittil eneste registrering som kan tyde på en direkte tilførsel. Det er mulig dette har sammenheng med at det var tele i jorda i 1995. Målinger før 1995 har bare påvist lave bakterietall.

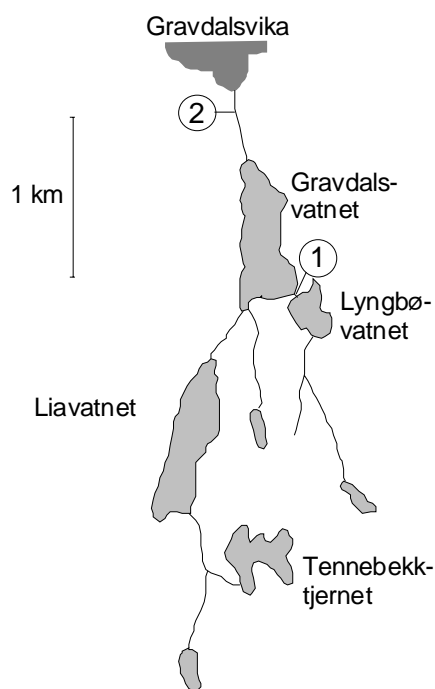
Storelven nær utløpet (St. 4) var ubetydelig forurenset i november, og markert forurenset i desember. Som i vassdragets øvrige stasjoner synes arealavrenning/overløp å være det primære problemet. Mønsteret var det samme i 1996, mens vinteren 1995 ble det påvist betydelige direkte tilførsler. I 1994 var forurensningen ubetydelig, men i 1992 ble det påvist sterk forurensning ved både høy og lav vannføring. Den variable situasjonen kan ha sammenheng med pågående kloakksanering. Det synes som om forholdene er blitt klart bedre etter 1995.

**Tabell 6.** Arnavassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Utløp Haukelandsvatn	LM 049 989	34	70	lekkasje og overløp?
2	Elv fra Bjørndalen	LM 054 097	2	30	overløp?
3	Elv fra Tangelandsvatn	LM 055 008	4	150	Overløp
4	Storelven ved kirken	LM 056 034	3	70	Overløp/arealavr.

## 4.6 Gravidalsvassdraget

De samme to stasjoner ble prøvetatt i som i 1992 og 1994 - 96 (Figur 9). Resultatene er vist i Tabell 7.



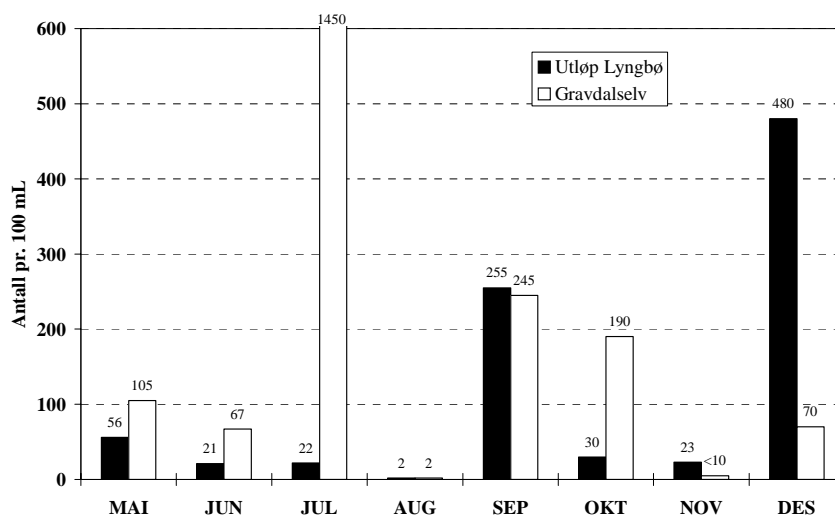
**Figur 9.** Skjematisk kart over Gravidalsvassdraget med plassering av stasjoner.

St. 1 (utløp fra Lyngbøvatn) var moderat forurenset i november, og sterkt forurenset i desember. I november var vannet i kulverten nesten stillestående. Her ble det ikke påvist sikre tarmbakterier ved lekkasjesøking i 1992 og -94. Ved resipientovervåkingen i 1993 ble det imidlertid funnet moderat til sterk forurensning av sikre tarmbakterier i alle fem prøver. I 1995 var utløpet ubetydelig forurenset ved høy vannføring, men markert forurenset ved samme situasjon i 1996. Resultatene spriker altså en del for denne stasjonen. Lyngbøvatnet var tidligere sterkt belastet med direkte utslipp. De fleste av disse skal være sanert, men bakterietallene fra 1993 og 1995-97 tyder på at innsjøen fortsatt får direkte tilførsler. Resipientovervåkingen 1997 viste høyest bakterietall i september ved høy nedbør, men at innsjøen også får tilførsler i tørre perioder (Figur 10). Noen ganger samler mange ender seg ved kulverten der prøvene tas, og dette kan ha påvirket resultatene i 1997. Resipientovervåking i 1993 og 1997 (Hobæk m.fl. 1994; Hobæk 1998) tyder klart på et overløpsproblem, og data fra lekkasjesøkingen i 1996 og 1997 bekrefter dette.

**Tabell 7.** Gravidalsvassdraget. Målinger av termotabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Utløp Lyngbøvatn	KM 943 997	23	480	Lekkasje og overløp
2	Gravdalselv	KN 941 007	<10	70	Overløp

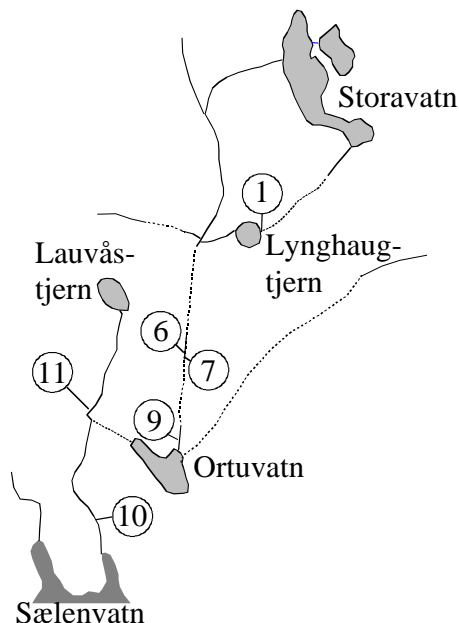
Gravdalselven (St. 2) var markert forurenset i desember, og ubetydelig eller moderat forurenset i november. Det rant svært lite vann i november. Lekkasjeundersøkelsene i 1996 og -97 tyder dermed på et overløpsproblem. Tidligere undersøkelser har vist liten til moderat forurensning, med unntak av ett tilfelle ved stor vannføring i 1993 (Hobæk m. fl. 1994). Dette ble antatt å være forårsaket av overløp pga. forstoppelse. Resultatene fra resipientovervåkingen i 1997 (Figur 10) bekrefter at forholdene på denne elvestrekningen er svært variable. I juli (tørt og nesten ikke vannføring) var stasjonen meget sterkt forurenset, mens ved samme situasjon i august var den bare ubetydelig forurenset. Lekkasje eller direkte utslipp forekommer derfor enkelte ganger. Ellers var det betydelige mengder bakterier i september og oktober ved høy vannføring (markert til sterkt forurenset; høyere enn i desember). Dette bekrefter at overløp kan gi forurensningstilførsler til elven.



**Figur 10.** Termotabile kolibakterier på to stasjoner i Gravdalsvassdraget 1997. Data i perioden mai-oktober er fra resipientovervåkingen, mens data fra november-desember er fra lekkasjesøkingen.

## 4.7 Fyllingsdalsvassdraget

Dette vassdraget ble undersøkt med et utvidet stasjonsnett i 1994; med 5 stasjoner i 1995; og med 3 stasjoner i 1996. Denne gang gjentok vi programmet fra 1995, utvidet med en ny stasjon (Figur 11). Stasjonsnumrene fra 1995 - undersøkelsen er beholdt. Den nye stasjonen (St. 11) ligger nederst i bekken fra Løvåsen, før denne løper ut i Sælenelven. Resultatene er vist i Tabell 8.



**Figur 11.** Sjematisk kart over Fyllingsdalsvassdraget med plassering av stasjoner. St. 11 er ikke undersøkt tidligere.

Innløpsbekken til Lynghaugtjern (St. 1) var moderat forurenset i november, og markert forurenset i desember. Verdien ved liten vannføring var vesentlig lavere enn i 1996 og 1995, og direkte tilførsel dermed redusert. Ved stor vannføring var bakterietallet omtrent som i 1996, men lavere enn i 1995. Et overløpsproblem synes fortsatt å gjøre seg gjeldende.

St. 6 og 7 ligger i en åpen kanal på et strekk der elven stort sett går i kulvert, den første oppstrøms og den andre nedstrøms et lite bekkeutløp. Den øverste av disse var moderat forurenset ved begge prøvetakinger. Ved den nedre ble det ikke påvist tarmbakterier i november, og moderat forurensning i desember. I 1995 var begge stasjoner sterkt forurenset ved liten vannføring, men forurensningen var kraftig uttynnet ved høy vannføring. Fraværet av bakterier på St 7 i november er uforklarlig, siden stasjonene ligger meget nær hverandre og uttynningen på dette tidspunktet var minimal. Resultatene bekrefter likevel at her finnes direkte utslipp i området, men dette problemet var beskjedent i forhold til tidligere. Et noe høyere bakterietall nedenfor tilførselsbekken i desember kan tyde på arealavrenning eller overløp til denne, som i 1995.

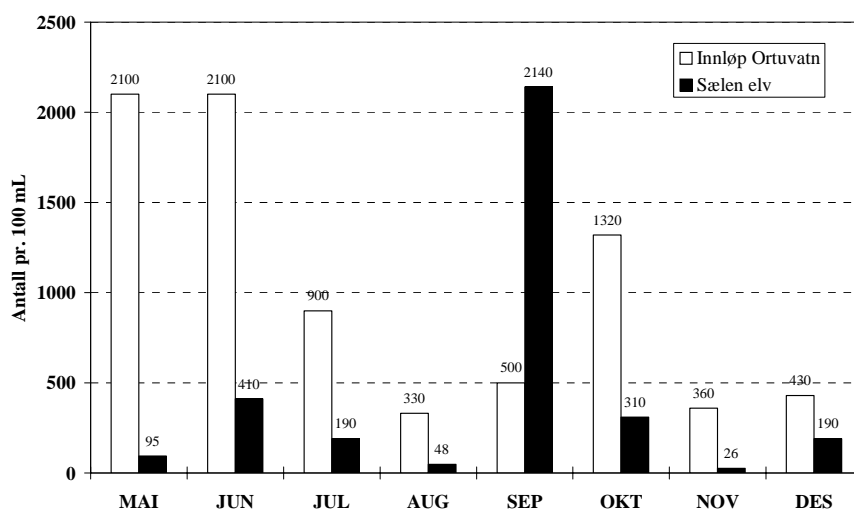
Innløpselven til Ortuvatnet (St. 9) nedenfor den lange kanalen under Oasen var sterkt forurenset både i november og desember. Både direkte tilførsler og overløp gjør seg gjeldende her, som ved tidligere undersøkelser. Data fra resipientovervåkingen 1997 er vist i Figur 12. Stasjonen var sterkt eller meget sterkt forurenset ved alle prøvetidspunkt. I mai og juni ble det målt over 2000 TKB pr. 100 mL. Avrenningen ved disse prøvetakingene var relativt liten. Målingen fra september (mye nedbør og stor vannføring) lå lavere, men økte igjen til oktober (mindre, men fortsatt stor avrenning). Denne elvestrekningen er fortsatt en av kommunens mest kloakkforurensete.

Sælenelven (St. 10) var moderat forurenset ved liten vannføring i november, og markert forurenset i desember. I 1995 og 1996 var forholdet motsatt, med høye bakterietall ved liten avrenning. Direkte tilførsler var dermed mindre påfallende i 1997, men problemet med overløp/arealavrenning mer markert enn

tidligere. Resipientovervåkingen (Figur 12) viste svært høyt bakterietall (>2000 TKB pr. 100 mL) ved stor nedbør i september, og dette bekrefter at elven får tilførsler fra areal/overløp. Men elven var sterkt forurenset også i juni (liten avrenning), og tarmbakterie ble påvist ved alle prøvetidspunkt. Det er derfor klart at også direkte tilførsler påvirker elven.

**Tabell 8.** Fyllingsdalsvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier (antall pr. 100 mL) høsten 1997.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Innløp Lynghaugtjern	KM 958 969	23	130	Lekkasje og overløp
6	Sør i åpen kanal, oppstrøms bekkeutløp	KM 954 964	35	30	Lekkasje og overløp
7	Sør i åpen kanal, nedstrøms bekkeutløp	KM 954 964	0	60	Overløp i sidebekk?
9	Innløp Ortuvatn etter kanal	KM 953 958	360	430	Lekkasje og overløp
11	Bekk fra Løvåstjern		350	30	Lekkasje
10	Innløp Sælenvatn	KM 948 953	26	190	Lekkasje og overløp



**Figur 12.** Termotabile kolibakterier på to stasjoner i Fyllingsdalsvassdraget i 1997. Data fra perioden mai - oktober er fra resipientovervåkingen, mens data fra november og desember er fra lekkasjesøkingen.

Utløpselven fra Ortuvatn går i tunnel under Sælenveien, og bekken fra Løvåsen munner ut i hovedelven like ved åpningen av tunnelen. En ny stasjon (St. 11) ble lagt her. Denne var sterkt forurenset ved liten vannføring, og moderat forurenset ved stor vannføring. Resultatene tyder på at bekken får direkte tilførsler.

## 4.8 Fjøsangervassdraget

Stasjonsnettet var det samme som i 1995 (Figur 13). Resultatene er vist i Tabell 9.

St. 1, Storetveitvatn, har tidligere vært sterkt belastet av kloakk, men området er kloakksanert. Ved denne lekkasjesøkingen var innsjøen ved utløpet lite forurenset i november, og moderat forurenset i desember. Målingene bekrefter resultatene fra 1995 (inklusive resipientovervåkingen) og 1996, og kloakkbelastningen på innsjøen synes sterkt redusert.

Innløpselven til Tveitevatn ved bensinstasjonen i nordenden (St. 2) var sterkt forurenset i november, og meget sterkt forurenset i desember. Bakterietallet var dermed høyest ved stor avrenning. Mønsteret og nivået er det samme som i 1996, mens i 1994-95 var det høyest bakterietall ved liten avrenning. I 1993 var stasjonen meget sterkt forurenset i begge vannføringssituasjoner. Bildet er dermed variabelt, men det er klart at bekken har både direkte tilførsler og problemer med overløp. Undersøkelsene i 1993 påviste en lang rekke tilførsler lenger opp i denne delen av vassdraget.



**Figur 13.** Skjematisk kart over Fjøsangervassdraget med plassering av stasjoner.

St. 3 (innløp til Tveitevatn langs østbredden ved kirken) var moderat forurenset ved lav, men meget sterkt forurenset ved høy vannføring. I 1994 ble det knapt registrert kloakkforurensning her, men både i 1992 og 1995 ble det funnet indikasjoner på et overløpsproblem som nå. Det er imidlertid ikke påvist så høy forurensningsgrad tidligere. Bekken drenerer en gammel fyllplass på Slettebakken (nå overdekket til idrettsplass), og går i rør helt til munningen i Tveitevatn. Bekken er åpenbart forurenset av sigevann fra fyllingen. Dette kan likevel ikke forklare de høye bakterietallene ved stor vannføring, og bekken forurennes trolig av et overløp fra en annen kilde. Verdien fra november var også høyere enn tidligere registreringer ved liten vannføring, og kan tyde på at det er oppstått en lekkasje.

St. 4 i Christieparken (elv fra Landås) var sterkt forurenset i desember, men ubetydelig forurenset i november. Dette tyder på et overløpsproblem, men ubetydelig direkte tilførsel. Imidlertid spriker resultatene fra denne stasjonen atskillig. I 1992 var mønsteret det samme som i år, men i 1993 var stasjonen meget sterkt forurenset ved begge prøvetakinger. I 1994 og 1995 var lekkasje dominerende kilde, mens i 1996 var stasjonen moderat forurenset ved begge prøvetakinger. Med mindre det er utbedret lekkasjer siden 1995, er variasjonen vanskelig å forklare.

**Tabell 9.** Fjøsangervassdraget. Målinger av termotabile kolibakterier (antall pr. 100 ml) høsten 1997.

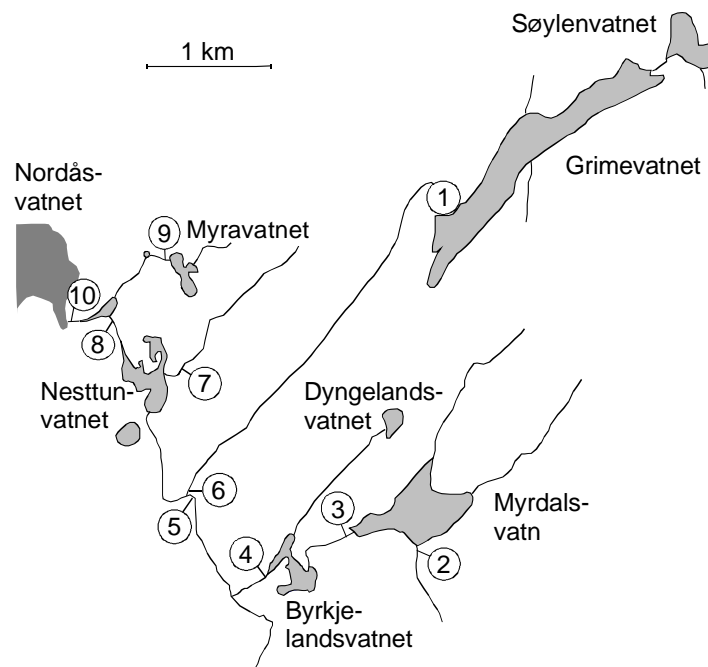
St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Storetveitvatn	KM 987 964	0	19	
2	Innløp Tveitevatn ved Shellstasjon	KM 993 970	490	1430	Lekkasje og overløp
3	Innløp Tveitevatn ved kirken	KM 992 965	50	1520	Lekkasje og overløp
4	Elv fra Landås ved Christieparken	KM 994 982	4	250	Overløp
5	Innløp Solheimsvatn	KM 987 984	3	475	Overløp

Elven fra Landås/Lægdene blir også prøvetatt ved utløpet til Solheimsvatn (St. 5). Her var forholdene de samme som på St. 4, med klar indikasjon på forurensning fra overløp (sterkt forurenset i desember, ubetydelig forurenset i november). Et overløpsproblem har vært indikert ved alle prøvetakinger 1992-97, unntatt i 1994. I 1993-96 ble det også funnet tegn på direkte tilførsler, mens dette ikke var tilfelle i år.

#### 4.9 Nesttunvassdraget

Vassdraget ble prøvetatt på 10 stasjoner (Figur 14). Resultatene er vist i Tabell 10.

Ved utløpet av Grimevatn (St. 1) rant det ikke vann i november. En prøve ble istedet tatt av en liten sidebekk fra nord som munner ut i elven like nedenfor utløpet. Det ble ikke funnet tarmbakterier i denne. I desember var utløpselven fra Grimevatn moderat forurenset, trolig som følge av arealavrenning. Tidligere registreringer her har ligget lavere (<10 TKB pr. 100 mL). Selve Grimevatnet var ubetydelig forurenset i perioden mai-oktober (Hobæk 1998), med unntak av juli (56 TKB pr. 100 mL).



**Figur 14.** Skjematisert kart over Nesttunvassdraget med plassering av stasjoner.

Stasjonene ved Myrdalsvatn var mindre forurenset enn i 1996. St. 2 (tilførselselv fra Stignavatn) var ubetydelig forurenset i november, og markert forurenset i desember. Som tidligere synes arealavrenning å

være forurensningskilden her. Utløpet av Myrdalsvatn (St. 4) var ubetydelig forurenset i år. I løpet av resipientundersøkelsen 1997 ble det i innsjøen likevel registrert >5 TKB pr. 100 mL ved tre anledninger (maksimalt 67 TKB pr. 100 mL i september ved mye nedbør).

Utløpet av Byrkjelandsvatn (St. 4) var ubetydelig forurenset i november, og markert forurenset i desember. Dette tyder på tilførsler med arealavrenning eller overløp, og det samme har vært indikert ved tidligere undersøkelser. Bakterietellinger fra selve innsjøen foreligger fra perioden mai-oktober 1997 (Hobæk 1998), og disse fulgte samme mønster som i Myrdalsvatn ovenfor (maks. 80 TKB pr. 100 mL i september). Verdiene lå imidlertid generelt høyere i Byrkjelandsvatnet. Dette kan skyldes utslipp fra private slamavskillere i området, eller tilførsler fra Dyngelandsbekken som også bør undersøkes.

St. 5 (Nesttunelv ovenfor samløp med elven fra Grimevatnet) var markert forurenset i november, og sterkt forurenset i desember. Både direkte tilførsel og overløp/arealavrenning forurenser denne elven. Mønsteret er imidlertid motsatt sammenlignet med tidligere år, da bakterietallene tidligere har ligget høyst ved liten vannføring. Direkte tilførsler var betydelig mindre i 1997 enn i 1996.

Elven fra Grimevatn (St. 6) ovenfor samløp med Nesttunelven var sterkt forurenset i november, og meget sterkt forurenset i desember. Også denne stasjonen er derfor forurenset av både direkte tilførsler og overløp/arealavrenning. I 1994-95 tydet tallene på at direkte tilførsler var dominerende, mens de to siste års undersøkelser peker mest i retning av et eller flere overløp. Lekkasje/utslippsproblemet synes ikke å ha avtatt siden første gangs prøvetaking i 1992.

Tilløpselven fra Sædal/Sanddalen til Nesttunvatn (St. 7) var moderat forurenset i november, og sterkt forurenset i desember. Forurensningsgraden ved liten vannføring var lavere i 1997 enn i 1994-96. I 1996 var bakterietallet ekstremt høyt. Ved stor vannføring har også bakterietallene variert betydelig. Direkte tilførsler er påvist ved flere anledninger. Både arealavrenning (dyrket mark) og overløp kan bidra til forurensning her ved mye nedbør.

**Tabell 10.** Nesttunvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Utløp Grimevatn	LM 015 950	tørr	49	?
2	Elv fra Stignavatn før Myrdalsvatn	LM 012 918	3	63	Arealavrenning
3	Utløp Myrdalsvatn	LM 003 917	1	4	
4	Utløp Byrkjelandsvatn	KM 997 915	3	180	Overløp
5	Nesttunelv før samløp med elv fra Grimevatn	LM 990 922	75	430	Lekkasje og overløp
6	Elv fra Grimevatn før samløp med Nesttunelv	LM 990 922	870	1240	Lekkasje og overløp
7	Tilløp til Nesttunvatn fra Sandalen	KM 989 932	20	740	Lekkasje og overløp
8	Utløp Nesttunvatn	KM 985 936	60	860	Lekkasje og overløp
9	Utløp Myravatn	KM 989 944	0	305	Overløp
10	Hopsfossen	KM 984 940	200	820	Lekkasje og overløp

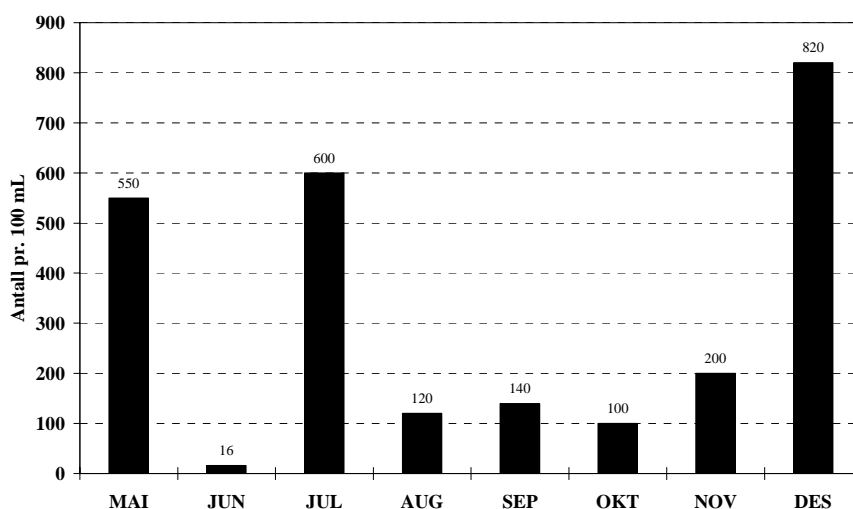
På St. 8 (utløp Nesttunvatn) ble det også i år funnet relativt høye bakterietall, som i 1995-96. Utløpet var markert og sterkt forurenset i hhv. november og desember. Dette samsvarer med data fra 1996. I 1994-95 var imidlertid forholdet motsatt, med størst forurensning ved stor vannføring. Nesttunvatnet har mange



tilførsler, så variasjon her må forventes. Registreringer av tarmbakterier i innsjøen i perioden mai-oktober (Hobæk 1998) viste at innsjøen var ubetydelig forurenset bare i august, og sterkt til meget sterkt forurenset i juli, september og oktober. Det ser derfor ut til at overløp/arealavrenning er den viktigste forurensningskilden, men innsjøen eller dens nærområder får trolig også direkte tilførsler.

Utløpet av Myrvatn (St. 9) var ikke forurenset i november, og sterkt forurenset i desember. Dette bekrefter mønsteret fra 1994-96 og tyder på overløpsproblemer. Dette bekreftes også av målinger i selve Myrvatnet i 1997, da det ble påvist markert til sterk forurensning i september og oktober (Hobæk 1998).

Vassdragets utløp til Nordåsvatnet ved Hopsfossen (St. 10) var sterkt forurenset ved begge prøvetakinger, men målingen fra november lå på grensen til markert forurensning. Ved dette tidspunktet var bakterietallet i Hopsfossen høyere enn utløpene av både Myrvatn og Nesttunvatn, og det må derfor finnes en eller flere direkte tilførsler i vassdragets nedre del (eller til bekken mellom Myrvatn og Hopsvatnet). Månedlige målinger fra Hopsfossen i 1997 (Figur 15) viser at elven ofte er sterkt forurenset. Bakterietallene i mai og august var vesentlig høyere enn i innsjøene ovenfor, og viser også direkte tilførsler (som i november). Derimot kan tallene fra juni-juli og september-oktober godt forklares av at innsjøene ovenfor har vært forurenset på disse tidspunktene.



**Figur 15.** Termostabile kolibakterier i Hopsfossen i 1997. Data fra perioden mai - oktober er fra resipient- overvåkingen (Hobæk 1998), mens data fra november og oktober er fra lekkasjesøkingen.

#### 4.10 Bekk til Skjoldabukten

Bekken drenerer Skjolddalen mot Skjoldabukten i Nordåsvatnet. Bekken har luktet kloakk over en 10-års periode (Hobæk pers. obs.), og munner ut ved en populær badeplass i Skjoldabukten. Stasjonen ble undersøkt første gang i 1995, men ble ikke tatt med i 1996.

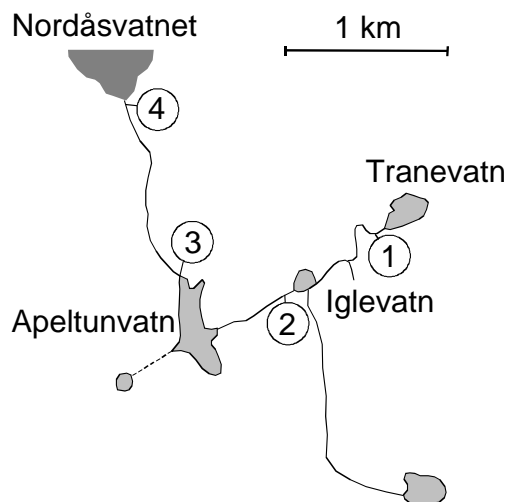
Bakterietellingene viser at bekken stadig er meget sterkt forurenset, og den må ha direkte tilførsler. Hvor høyt bakterietallet var ved høy vannføring er usikkert. I 1995 ble det målt 12400 TKB pr 100 mL ved høy vannføring, og så langt tyder målingene på at her også er et betydelig overløpsproblem.

**Tabell 11.** Skjoldbekken. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Kulvert under Fanaveien	LM 977 914	1770	>1000	Lekkasje og overløp

## 4.11 Apeltunvassdraget

De samme fire stasjoner ble undersøkt som tidligere (Figur 16). Resultatene er vist i Tabell 12.



**Figur 16.** Skjematisk kart over Apeltunvassdraget med plassering av stasjoner.

Utløpet av Tranevatn (St. 1) var moderat forurenset ved lav, og meget sterkt forurenset ved høy vannføring. Dette tyder på et overløpsproblem til selve utløpselven. Registreringene i 1995 viste meget sterk forurensning ved både liten og stor vannføring, mens stasjonen var ubetydelig forurenset i 1994 og 1996. Målinger i selve Tranevatnet i 1997 viste lave bakterietall i perioden mai-oktober, med unntak av juli (Hobæk 1998).

St. 2 ved utløpet av Iglevatn var moderat forurenset i november og sterkt forurenset i desember. Her finnes både direkte tilførsler og overløpsproblemer. Mønsteret var det samme i 1994 og 1996. I 1995 ble det påvist en alvorlig lekkasje/utslipp, men tallene fra 1996 og -97 har vært lavere. Resipient-overvåkingen 1997 omfattet også Iglevatn som var meget sterkt forurenset med tarmbakterier i september og oktober. I perioden mai-august var forholdene bedre (ubetydelig-moderat forurenset). Dette viser også at overløp er et hovedproblem her, mens direkte tilførsler var av beskjedent omfang i 1997.

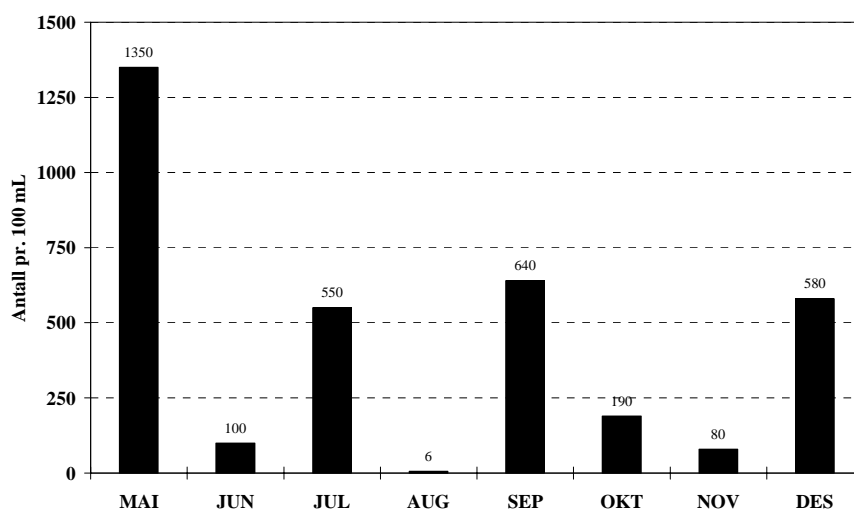
**Tabell 12.** Apeltunvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Utløp Tranevatn	KM 986 909	20	1950	lekkasje og overløp
2	Utløp Iglevatn	KM 982 905	55	560	lekkasje og overløp
3	Utløp Apeltunvatn	KM 906 974	90	215	lekkasje og overløp
4	Utløp til Nordåsvatn	KM 972 918	80	580	lekkasje og overløp

St. 3 i utløpet av Apeltunvatn var markert forurenset i november og sterkt forurenset i desember. Som i 1995 og 1996 peker resultatene på at direkte tilførsler forekommer, men at overløp/arealavrenning er den dominerende forurensningskilden. I 1994 ble det ikke påvist overløpsproblemer. Bakterietellinger fra selve innsjøen i perioden mai-oktober 1997 (Hobæk 1998) viser samme mønster som i Iglevatn ovenfor, med sterk forurensning i september og oktober. Overløpsproblemene kan derfor i allefall delvis tilskrives store tilførsler av tarmbakterier med elven fra Iglevatnet ved store nedbørmengder. I perioden mai-oktober

var imidlertid bakteriemengden i Apeltunvatn alltid noe høyere enn i Iglevatn, og dette tyder på at innsjøen fortsatt mottar direkte tilførsler.

Vassdraget munner i Nordåsvatnet ved St. 4. Denne stasjonen var markert forurenset ved liten vann-føring i november, og sterkt forurenset ved stor vannføring i desember. Målingen fra november var lavere enn ved tidligere lekkasjesøking i 1992-97, og var omtrent som på stasjonen ovenfor. I desember fikk vi imidlertid en tydelig økning på denne strekningen, som følge av arealavrenning eller overløp. Tidligere undersøkelser har påvist at elven mellom Apeltunvatn og utløpet mottar betydelige direkte tilførsler. Målingene fra perioden mai-oktober 1997 (Figur 17) bekrefter også dette, med betydelig høyere bakterietall enn i Apeltunvatn i mai-juli (Hobæk 1998). Elven var meget sterkt forurenset i mai, men bare moderat forurenset i august.



**Figur 17.** Termotabile kolibakterier ved Apeltunvassdragets utløp i Nordåsvannet i 1997. Data fra perioden mai - oktober er fra resipientovervåkingen, mens data fra november og desember er fra lekkasjesøkingen (Hobæk 1998).

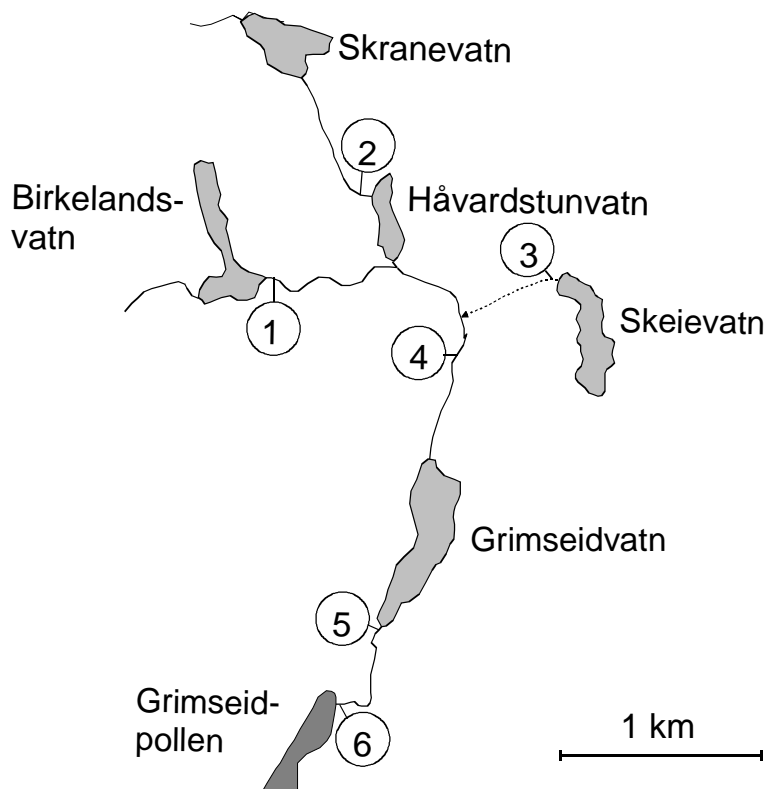
## 4.12 Grimseidvassdraget

Det ble tatt prøver på seks stasjoner (Figur 18). En av disse (St. 4) er ny i forhold til tidligere undersøkelser, og er plassert i innløpselven til Grimseidvatn. Tabell 13 viser resultatene av bakterietellingene.

St. 1 i utløpet av Birkelandsvatn var ikke forurenset i november, men sterkt forurenset i desember. Overløp eller arealavrenning forekommer derfor, som ved tidligere undersøkelser. I 1994 og 1996 ble det også påvist direkte tilførsler.

Innløpselven fra Skranevatn til Håvardstunvatn (St. 2) var sterkt forurenset i november, og markert forurenset i januar. Et utslipp eller en lekkasje er påvist også tidligere (1994-96).

Utløpet fra Skeievatn (St. 3) var moderat forurenset både i november og desember, med høyest tall ved stor vannføring. Både arealavrenning og overløp kan forekomme her. Tilstanden var omtrent den samme i 1996, mens det i 1995 bare ble påvist en mindre direkte tilførsel.



**Figur 18.** Skjematisk kart over Grimseidvassdraget med plassering av stasjoner.

St. 4 i innløpselven til Grimseidvatn nedenfor Skeievegen var markert forurenset i november og sterkt forurenset i desember. Her finnes derfor både lekkasjer/utslipp og overløpsproblemer eller areal-avrenning. Resultatene bekrefter mønsteret fra 1995.

Utløpselven fra Grimseidvatn (St. 5) var moderat forurenset i november og markert forurenset i desember. Arealavrenning fra utløpsområdet synes som den mest sannsynlige kilden. Resipientovervåkingen i 1995 påviste ikke direkte tilførsler til innsjøen. Mønsteret var det samme i 1996, mens det i 1994-95 ble funnet litt høyere bakterietall ved lav vannføring. Alle registreringer her har ligget lavt (ubetydelig til moderat forurensning).

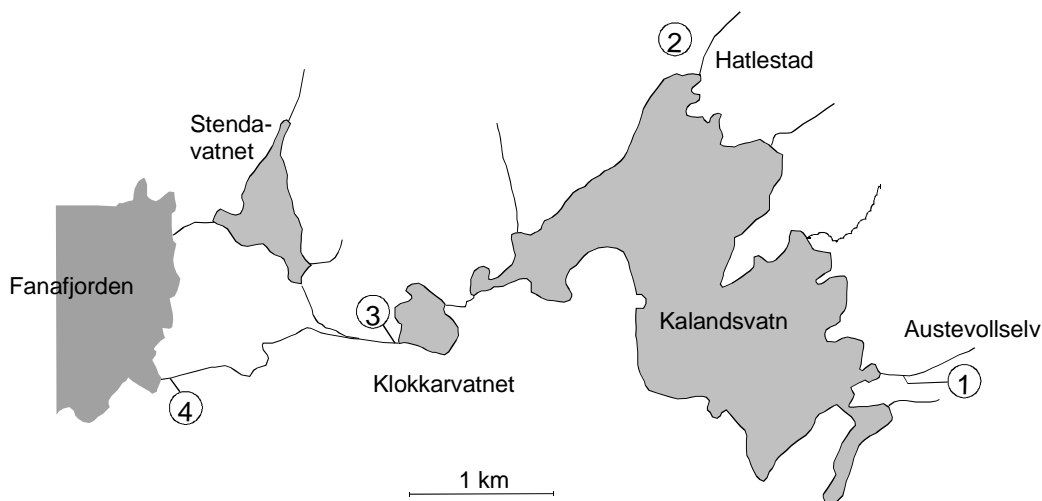
Utløpet til Grimseidpollen (St. 6) var moderat forurenset i desember, og det ble ikke påvist tarmbakterier i november. Det var ingen tegn til tilførsler mellom St. 5 og 6. I 1994 og 1995 tydet tallene ved lav vannføring på et beskjedent utslipp, og i 1992 og 1995 også på tilførsler fra arealavrenning eller overløp.

**Tabell 13.** Grimseidvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er angitt som antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Utløp Birkelandsvatn	KM 940 897	0	500	Overløp/arealavr.
2	Innløp Håvardstunvatn	KM 949 902	680	110	Lekkasje
3	Utløp Skeievatn	KM 958 898	8	36	Overløp/arealavr.
4	Innløp Grimseidvatn	KM 951 892	110	250	Lekkasje og overløp
5	Utløp Grimseidvatn	KM 947 879	8	53	Overløp/arealavr.
6	Utløp i Grimseidpollen	KM 946 876	0	47	Overløp/arealavr.

### 4.13 Kalandsvassdraget

Det ble tatt prøver på de samme fire stasjoner som tidligere (Figur 19). Resultatene er vist i Tabell 14.



**Figur 19.** Skjematisk kart over Kalandsvassdraget med plassering av stasjoner.

Den største tilløpselven til Kalandsvatnet ved Austevoll (St. 1) var sterkt forurenset ved begge prøvetidspunkt, men med høyest bakterietall i desember. Målingene i 1995-96 har vist det samme mønsteret, og peker samlet på både direkte tilførsel og arealavrenning/overløp. Bakterietallene har økt siden 1994, og elven har ikke tidligere vært så forurenset ved lav vannføring.

Innløpet ved Hatlestad (St. 2) var markert forurenset i november og sterkt forurenset i desember. Dette stemmer godt overens med målinger fra 1994 og 1996, mens i 1995 var bakterietallene langt høyere. Direkte tilførsler og overløpsproblemer forekommer her. Med unntak for ekstremsituasjonen i 1995, har bekken vært sterkt forurenset ved stor vannføring ved alle prøvetakinger.

St. 3 (utløp Klokkarvatn) var moderat forurenset i november og markert forurenset i desember. Mønsteret var det samme i 1996, men verdiene noe lavere. Arealavrenning fra beitemark er en sannsynlig kilde, men kan neppe forklare bakterietallet fra desember.

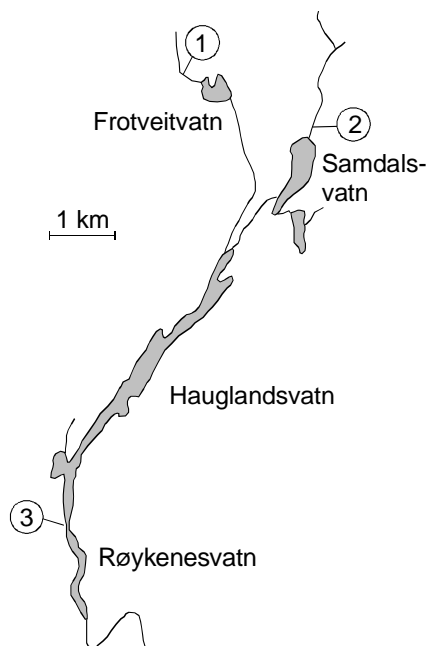
Ved utløpet til Fanafjorden (St. 4) viste målingene stor likhet med tallene fra 1995, med markert og sterk forurensning i hhv. november og desember. Arealavrenning eller mest trolig overløp forekommer derfor om vinteren, men er ikke påvist ellers. Alle målinger ved liten vannføring tyder på direkte tilførsler, med de høyeste målingene i 1992 og -96.

**Tabell 14.** Kalandsvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Austevollselv	LM 024 875	260	800	Lekkasje og overløp
2	Innløp Kalandsvatn ved Hatlestad	LM 003 892	52	340	Lekkasje og overløp
3	Utløp Klokkarvatn	KM 989 867	6	82	Overløp/arealavr.
4	Utløp Fanaelv ved fjorden	KM 974 859	100	380	Lekkasje og overløp

#### 4.14 Osvassdraget

De samme tre stasjoner som tidligere ble prøvetatt (Figur 20). Resultatene er vist i Tabell 15.



**Figur 20.** Skjematisk kart over Osvassdraget med plassering av stasjoner. Bare øvre del av vassdraget er med på figuren.

I innløpselven til Frotveitvatn (St. 1) var vannet sterkt forurenset i november og markert forurenset i desember. Resultatene tyder på en direkte tilførsel, som tallene fra 1994 og 1995. Målingene i 1996 viste derimot ingen direkte tilførsler, men markert forurensning ved høy vannføring (som i år).

Samdalselven (St. 2) var markert forurenset både i november og desember. Bakterietallet ved liten vannføring lå høyere enn ved tidligere registreringer under lekkasjesøking, men tilsvarende og høyere bakterietall ble påvist ved resipientovervåking i 1993. Dette kan skyldes avrenning fra gjødslet innmark eller sig fra gjødselkjellere. Ved årets undersøkelse var marken for det meste frosset i november.

St. 3 (utløp av Høgløpsvatnet) var ikke forurenset i november. I desember var elven moderat forurenset, trolig som følge av arealavrenning. Undersøkelsene i 1996 viste et motsatt forhold, og tydet på en direkte tilførsel. Generelt har bakterietallene ligget nokså lavt på denne stasjonen, med bare en registrering tilsvarende markert forurensning.

Ved Bahus renner en liten bekk under Osveien like sør for avkjørselen til St. 3. I november var denne bekken tydelig preget av organisk forurensning, med stor dekning av soppvekst. Dette tyder på sig av silosaft eller gjødsel fra gardsbrukene ovenfor.

**Tabell 15.** Osvassdraget. Målinger av termostabile kolibakterier høsten 1997. Verdiene er angitt som antall pr. 100 ml.

St. nr	Lokalitet	UTM (32V)	Kolibakt. pr 100 ml		Antatt problemtype
			Nov. 97	Des. 97	
1	Innløp Frotveitvatn	LM 056 923	320	70	Lekkasje
2	Innløp Samdalsvatn	LM 074 915	150	60	Direkte tilførsel
3	Utløp Høgløpsvatn	LM 031 859	0	27	Overløp/arealavr.

## 5. Henvisninger

- Bjørklund, A. 1994. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune 1994. Rådgivende Biologer, Rapp. nr. 145. 166 s.
- Bjørklund, A. 1996. Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen med hensyn på forurensning fra kloakk 1996. Rådgivende Biologer, Rapp. nr. 245. 40 s.
- Bjørklund, A. & G. Johnsen 1993. Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen med hensyn på forurensning fra kloakk. Rådgivende Biologer, Rapp. nr. 79. 35 s.
- Bjørklund, A. & G. Johnsen 1994. Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen med hensyn på forurensning fra kloakk 1994. Rådgivende Biologer, Rapp. nr. 121. 29 s.
- Bjørklund, A., G. Johnsen, Å. Åtland & A. Kambestad 1993. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1992. Rådgivende Biologer, Rapp. nr. 81. 168 s.
- Hobæk, A. 1994. Kloakkforurensning av to overvannsledninger i Bergen karakterisert ved tarmbakterier. NIVA-rapport Lnr. 3013. 18 s.
- Hobæk, A. 1996 a. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune 1995. Gaupås-, Fjøsanger- og Grimseidvassdragene. NIVA-rapport Lnr. 3506-96. 109 s.
- Hobæk, A. 1996 b. Kloakkforurensning av vassdrag i Bergen vinteren 1995-96. NIVA-rapport Lnr. 3507-97. 28 s.
- Hobæk, A. 1998. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune 1997. Apeltun-, Nesttun-, Fyllingsdals- og Gravdalsvassdragene. NIVA-rapport Lnr. 3792-98.
- Hobæk, A., E. A. Lindstrøm & K. J. Aanes. 1994. Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune 1993. Gravdals-, Fyllingsdals-, Hauglandsdals- og Kalandsvassdragene. NIVA-rapport Lnr. 3026. 119 s.
- SFT 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. TA-905/1992. 32 s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. 31 s.