

Bakteriologisk undersøkelse av
vassdrag i Bergen med hensyn
på forurensning fra kloakk
1994



Annie Bjørklund
og
Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 121, juli 1994.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen
med hensyn på forurensning fra kloakk, 1994.

FORFATTERE:

Cand. scient. Annie Bjørklund

og

Dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRAGSGIVER:

Bergen kommune ved Kommunalavdeling teknisk utbygging, VVA-prosjektering.
Postboks 805, 5001 Bergen.

OPPDRAGET GITT:

Mars 1994

ARBEIDET UTFØRT:

Mai og juni 1993

RAPPORT DATO:

6. juli 1994

RAPPORT NR:

121

ANTALL SIDER:

29

ISBN NR:

ISBN 82-7658-030-0

SAMMENDRAG:

I løpet av mai og juni 1994 ble det foretatt bakteriologisk undersøkelse ved to tidspunkt på i alt 62 målepunkter fordelt på 13 vassdrag i Bergen kommune. Den første prøvetakingen skjedde i løpet av en tørrværsperiode, slik at eventuelle lekkasjer fra kloakkledningsnettet til vassdragene kunne avsløres. Det andre prøvetakingstidspunktet var lagt til en nedbørrik periode, slik at eventuelle kapasitetsproblemer på ledningsnettet med påfølgende overløp til vassdragene ble grovlokalisert. Prøvepunktene var stort sett de samme som ved undersøkelsen i 1992, men det ble i tillegg foretatt en nærmere undersøkelse av Fyllingsdalsvassdraget.

De fleste vassdragene er kloakkbelastet både grunnet både lekkasjer fra kloakkledningsnettet og overløpsproblemer, men også private utslipp er mange steder betydelige kilder til kloakkforurensningene. Det ble ikke observert store forskjeller i tilførselsmønsteret til vassdragene sammenlignet med undersøkelsen i 1992.

EMNEORD:

- Vassdrag
- Tarmbakterieforurensning

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75



FORORD

Rådgivende Biologer har på oppdrag fra Bergen kommune utført en undersøkelse av 13 vassdrag i Bergen kommune for å lokalisere forurensninger fra kloakk. Fyllingsdalsvassdraget er spesielt nøye undersøkt.

Oppdraget ble gitt i mars 1994, og innsamlingen av prøver har foregått i mai og juni 1994. Enkelte av lokalitetene blir også undersøkt i forbindelse med den pågående resipientundersøkelsen Rådgivende Biologer utfører for Bergen kommune.

Målsettingen med undersøkelsen har vært å kartlegge eventuelle tilførsler av kloakk fra det offentlige kloakkledningsnett til vassdragene i Bergen. De undersøkte lokalitetene ble valgt ut i samarbeide med oppdragsgiver. Kontaktperson i Bergen kommune har vært Kjell Rypdal.

De bakteriologiske prøvene som er samlet inn i forbindelse med denne undersøkelsen er analysert av Chemlab Services as.

Vi takker Kjell Rypdal, Moris Bendiksen og Arne Svendsen fra Bergen kommune for velvillig assistanse underveis.

Rådgivende Biologer takker for oppdraget.

Bergen, 6. juli 1994.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
SAMMENDRAG	4
INTRODUKSJON	8
HAUKÅSVASSDRAGET	11
MIDTBYGDAVASSDRAGET	12
ÅSTVEITVASSDRAGET	13
GAUPÅSVASSDRAGET	14
ARNAVASSDRAGET	15
NESTTUNVASSDRAGET	16
APELTUNVASSDRAGET	17
KALANDSVASSDRAGET	18
OSVASSDRAGET	19
GRIMSEIDVASSDRAGET	21
FYLLINGSDALSVASSDRAGET	23
GRAVDALSVASSDRAGET	26
FJØSANGERVASSDRAGET	27
LITTERATURHENVISNINGER	29



SAMMENDRAG

I alt 13 vassdrag i Bergen kommune ble undersøkt i mai og juni 1994 for å registrere kloakkforurensninger, spesielt med hensyn på forurensninger fra det kommunale kloakkledningsnett. Stasjonsvalget ble gjort i samarbeid med Kommunalavdeling Teknisk utbygging i Bergen kommune. Som indikator på kloakktilførsler ble det brukt termostabile koliforme bakterier. Prøvetaking ble utført både i en periode med tørt vær for å registrere lekkasjer på kloakkledningsnett eller direkte utslipp fra private kilder, og i en periode med mye nedbør for å registrere overløp på kloakkledningsnett eller arealavrenning. Resultatene fra undersøkelsen i år er også sammenlignet med en tilsvarende undersøkelse for to år siden.

De fleste av de undersøkte vassdragene i Bergen er kloakkbelastet (figur 1). Ut fra variasjonsmønsteret i konsentrasjonene av tarmbakterier i forhold til nedbørmengder, ser det ut til at både lekkasjer fra kloakkledningsnett og overløpsproblemer er vanlige forurensningskilder, men også private utslipp er mange steder betydelige kilder til kloakkforurensningene. De høyeste bakteriekonsentrasjonene ble i år funnet i Fyllingsdalsvassdraget ved innløpet til Lynghaugtjernet, i begge greinene av Fjøsangervassdraget, i utløpselva fra Birkelandsvatnet i Grimseidvassdraget og i utløpselva fra Haukelandsvatnet i Arnassdraget. Alle disse skyldes sannsynligvis lekkasjer på ledningsnett eller private utslipp. Det ble registrert relativt færre overløpsproblemer i vassdragene i år enn i 1992. Dette skyldes de spesielt store nedbørmengdene i hele juni måned, som resulterte i så stor vannføring i vassdragene at de fleste tilførsler ble forfynnet. Derfor kan det være tilførsler eller arealavrenning til vassdrag som ikke ble registrert ved undersøkelsen denne gangen. De største registrerte overløpsproblemene ble funnet i Myravatnet, med overløp fra en offentlig kloakkum, og i Iglevatnet, der det trolig er overløp på private avløpsanlegg. I alt 24 % av de undersøkte lokalitetene var meget sterkt eller sterkt forurenset, mens 8 % var markert forurenset. Kun 19 % var lite eller ikke forurenset av kloakk, men det er viktig å understreke at de undersøkte områdene er valgt ut spesielt med tanke på mistanke om kloakkforurensning.

HAUKÅSVASSDRAGET

Haukåsvassdraget var moderat forurenset i de nedre deler, og ettersom bakteriekonsentrasjonene var høyest ved små nedbørmengder tyder det på at det er lekkasjer eller direkte utslipp som forurenser vassdraget. De største tilførslene kom ved Myrseter. Den store forurensningen ved mye nedbør i 1992, ble ikke observert i år. Ved utløpet ved Hylkje ble det både i år og tidligere registrert tegn på direkte tilførsler til vassdraget oppstrøms prøvetakingsstasjonen.

MIDTBYGDAVASSDRAGET

Vassdraget var sterkt forurenset ved Flatevad og ved utløpet til sjøen i Kvernevik, sannsynligvis på grunn av private tilførsler eller lekkasjer på offentlige kloakkledningsnett. Disse funnene er de samme som ble observert for to år siden, men de store overløpsproblemene som ble observert i 1992 ble ikke registrert i år.

ÅSTVEITVASSDRAGET

Det ble funnet lave bakteriekonsentrasjoner i dette vassdraget i denne undersøkelsen, og konsentrasjonene var så lave at de kan skyldes naturlige årsaker. Det ble imidlertid registrert til dels store tilførsler til både Griggastemma og Åstveitstemma seinere i sesongen, og det ble funnet tegn på direkte tilførsler til vassdraget ved undersøkelsen i 1992.



GAUPÅSVASSDRAGET

Dette vassdraget er markert forurenset ved utløpet til sjøen i Ytre Arna, mens utløpet fra Haukåsvatnet og innløpet til Gaupåsvatnet ikke var forurenset ved denne undersøkelsen. Ettersom bakterietettheten var størst ved lite nedbør er det sannsynlig at det er direkte tilførsler som gir forurensningene ved utløpet til sjøen. Undersøkelsen i år samsvarer i hovedsak med funnene fra undersøkelsen i 1992.

ARNAVASSDRAGET

Kun utløpselva fra Haukelandsvatnet og Storelvas utløp til sjøen er sterkt forurenset av direkte tilførsler til vassdraget. Undersøkelsen viser samme forurensningsmønster som for to år siden. Det har imidlertid vært en omfattende kloakksanering i boligfeltet sørvest for Haukelandsvatnet, så det er mulig at forurensningene i Storelva skyldes lokale utslipp. Også i den nedre delen av Arnadalen har det vært en omfattende kloakksanering siden forrige undersøkelse, men det er likevel fremdeles kloakktilsig til Storelva.

NESTTUNVASSDRAGET

De øvre deler av dette vassdraget er ikke forurenset, men Nesttunelva er sterkt forurenset og Helldalselva er markert forurenset der de renner sammen ved Nesttun. Også innløpet til Nesttunvatnet fra øst er markert forurenset. Disse tilførslene preger de nedre deler av Nesttunvassdraget, men det er ikke påvist flere store tilførsler til den delen av vassdraget. Myrvatnet er moderat forurenset. På samtlige stasjoner, unntatt Myrvatnet, er det tilsynelatende direkte tilførsler eller lekkasjer fra kloakkledningsnett som forurenser vassdraget. Undersøkelsen i år viser samme forurensningsmønster som undersøkelsen i 1992, unntatt i Myrvatnet, der det kun ble funnet overløpsproblemer i år.

APELTUNVASSDRAGET

Utløpet fra Iglevatnet er moderat forurenset, antagelig på grunn av overløp fra private kloakkanlegg, mens utløpet til Nordåsvatnet er sterkt forurenset, antagelig på grunn av private utslipp eller lekkasjer på offentlig kloakkledningsnett. Resultatene er hovedsakelig de samme som for to år siden, men i denne undersøkelsen ble det, i motsetning til seinere i sesongen, samt ved undersøkelsen i 1992, ikke funnet tarmbakterier i Apeltunvatnet.

KALANDSVASSDRAGET

Kalandsvatnet får tilførsler av tarmbakterier både fra bekken ved Hatlestad, som er sterkt forurenset, og fra Austevollselvi, som er moderat forurenset. Ved utløpet fra Klokkevatnet ble det funnet svært få tarmbakterier, mens elven ved utløpet til sjøen var moderat forurenset. Både i Austevollselvi og ved utløpet til sjøen er det sannsynligvis direkte tilførsler som gir forurensningene. Bekken ved Hatlestad var den mest forurensete lokaliteten i vassdraget i år. Forurensningsmønsteret i Kalandsvassdraget samsvarte med funnene fra 1992.

OSVASSDRAGET

I Osvassdraget er Frotveitvatnet moderat forurenset på grunn av private utslipp fra bebyggelsen i området. Det ble ikke funnet slik forurensning verken ved innløpet til Samdalsvatnet eller ved utløpet fra Hauglandsvatnet. Det samme mønsteret ble observert ved undersøkelsen i 1992.



GRIMSEIDVASSDRAGET

Vassdraget er meget sterkt forurenset i de øvre deler, ved utløpet fra Birkelandsvatnet, og sterkt forurenset ved innløpet til Håvardstunvatnet. I de nedre deler ble kun små bakteriemengder registrert, mens utløpet til sjøen var moderat forurenset. Dersom en ser på bakteriekonsentrasjonene i forhold til nedbørmengdene, tyder det på at det er direkte utslipp eller lekkasjer fra offentlig kloakkledningsnett som gir forurensningene i vassdraget. Variasjonene i bakteriekonsentrasjoner under resipient-undersøkelsen som ble utført i dette vassdraget i 1992, tyder imidlertid på at tilførslene er periodiske og at forurensningene derfor ikke kunne tilskrives jevnlig kloakktilførsler.

FYLLINGSDALSVASSDRAGET

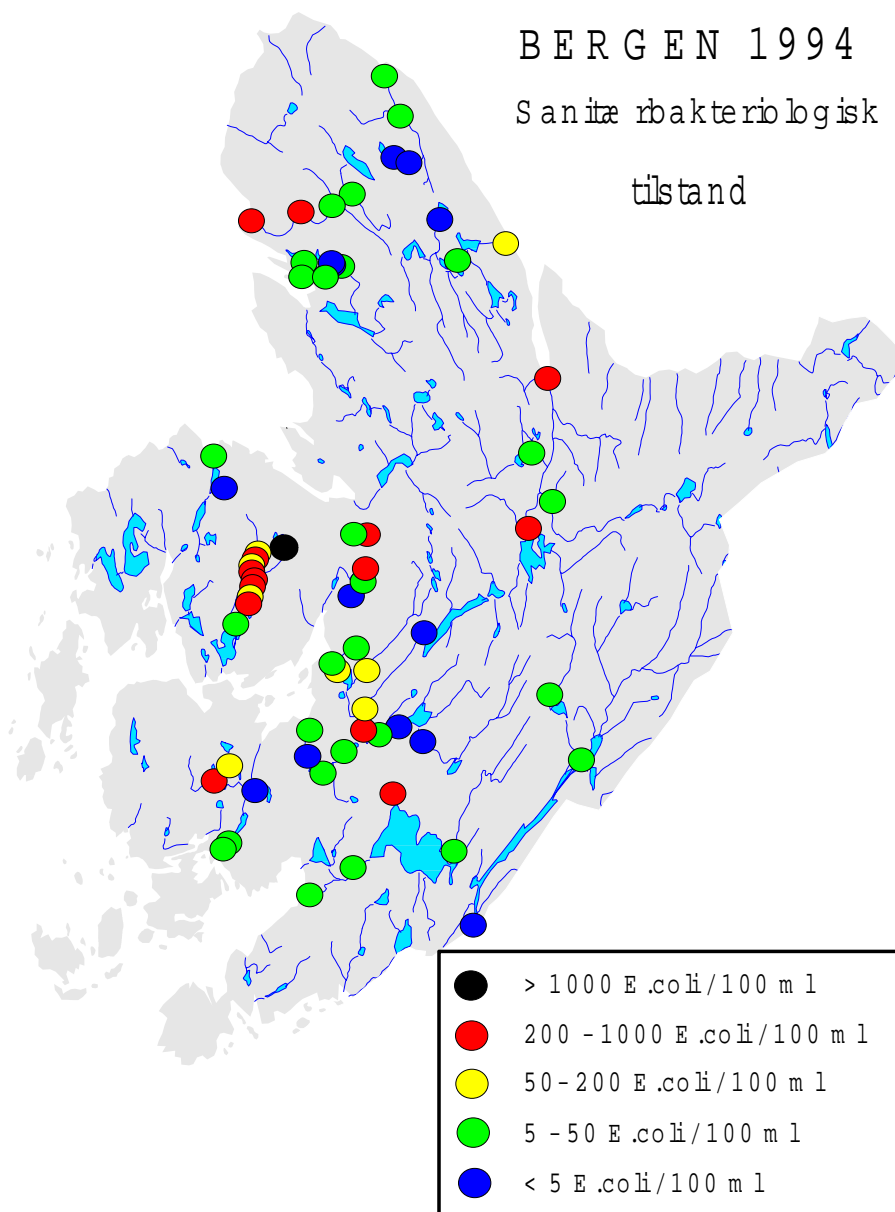
Hele vassdraget er forurenset av direkte kloakkutslipp eller lekkasjer fra det offentlige kloakkledningsnett. Vassdraget var markert forurenset allerede ved det øverste prøvetakingspunktet i Fyllingsdalsveien, og det ble i tillegg funnet tre nye områder med kloakktilførsler til vassdraget. Det første var nord i elvetunnelen der veien fra Traudalsgrend møter Fyllingsdalsveien. Det neste var innløpselva til Lynghaugtjernet, som var meget sterkt forurenset. Det ble ikke påvist forurensninger videre nedover langs elva før like ved utløpet ved Fyllingsdalen videregående skole. Der er det et innløpsrør fra øst, og det forurenser slik at vassdraget var sterkt forurenset i det området. Dette innløpsrøret er ikke inntegnet på kommunenes kart. Det ble ikke registrert tegn på overløpsproblemer i noen del av vassdraget i år, til tross for meget store nedbørmengder like før prøvetaking.

GRAVDALSVASSDRAGET

I Gravidalsvassdraget ble det ikke funnet tarmbakterier i den nedre delen av vassdraget ved undersøkelsen i 1994, og dette samsvarer med funnene fra undersøkelsen i -92. Vassdraget var imidlertid med i resipientundersøkelsen i 1993, og da ble det funnet et høyt bakterieinnhold ved utløpet fra Lyngbøvatnet i hver av de månedlige prøvene fra mai til oktober. Lyngbøvatnet er belastet med kloakktilførsler, og det er flere boliger med kloakkutslipp til innsjøen. Årsaken til det spesielt høye innholdet av tarmbakterier sommeren 1993, kan være forhold i forbindelse med byggingen av den nye motorveien langs innsjøen.

FJØSANGERVASSDRAGET

Av de undersøkte lokalitetene i Fjøsangervassdraget i 1994, var vassdraget sterkt forurenset ved innløpet til Tveitevatnet ved Shellstasjonen og i elva fra Landås i Christieparken. Innholdet av tarmbakterier var høyest ved lite nedbør, og det tyder på at det er direkte tilførsler eller lekkasjer på det offentlige kloakkledningsnett som fører til forurensningene. Dette stemmer overens med funnene i tidligere undersøkelser i vassdraget. Siden undersøkelsen i 1992 er nedslagsfeltet til Storetveitvatnet og det lokale nedslagsfeltet til Tveitevatnet fullstendig kloakksanert. Det ble ikke registrert tarmbakterier i Storetveitvatnet eller i innløpselva til Tveitevatnet ved kirken i år.



FIGUR 1: Sanitær bakteriologisk tilstand på 62 prøvetakssteder i 13 vassdrag i Bergen kommune. Det er samlet inn to prøver fra hvert sted, og høyeste konsentrasjon av bakterier er benyttet i klassifiseringen. Prøveresultatene er klassifisert i henhold til SFTs klassifiseringssystem for vannkvalitet (SFT 1992). For nærmere forklaring henvises til omtale av systemet på side 10.



INTRODUKSJON

I alt 13 vassdrag i Bergen kommune ble undersøkt i mai og juni 1994 for å lokalisere forurensninger med utspring fra det kommunale kloakkledningsnett. Stasjonsvalget ble gjort i samarbeid med oppdragsgiver. Prøver ble samlet inn i to perioder, ved lite nedbør for å finne lekkasjer- og ved mye nedbør for å finne overløp fra kloakkledningsnett, og undersøkelsen samsvarer med undersøkelsen i 1992 (Bjørklund og Johnsen 1993).

Enkelte av lokalitetene i denne lekkasjekontrollen inngår også i den samtidige resipientundersøkelsen Rådgivende Biologer utfører for Bergen kommune. Det blir der samlet inn prøver månedlig fra mai til oktober, og resultatene derfra kan ytterligere belyse enkelte av funnene i denne undersøkelsen.

KILDER TIL TARMBAKTERIER

Vassdragene kan tilføres tarmbakterier fra flere kilder, ofte flere innen samme vassdrag, og det kan i enkelte tilfeller være problematisk å finne den viktigste kilden til disse forurensningene. Innen Bergen kommune er det både boligområder tilknyttet offentlig kloakkledningsnett og områder med private kloakkløsninger, samt områder med husdyrhold. Ved forurensning fra disse kildene vil en som oftest finne tarmbakterier i elver og innsjøer.

Konsentrasjonen av tarmbakterier i vassdragene vil variere i forhold til nedbøren, og denne samvariasjonen mellom bakteriekonsentrasjon og nedbørmengder er ulik for de enkelte tilførselskildene. Direkte utslipp eller lekkasjer på ledningsnett vil fortynnes ved store nedbørmengder, mens arealavrenning eller overløp på ledningsnett vil gi økte bakterietilførsler med økende nedbørmengder. Dette gjør at det til en viss grad er mulig å skille mellom de ulike forurensnings-kildene. I denne undersøkelsen er det lagt vekt på tre typer forurensninger:

- | | |
|--------|--|
| TYPE 1 | LEKKASJER på offentlig kloakknett eller ULOVLIGE UTSLIPP fra private ledninger. Dette gir lavere bakteriekonsentrasjoner i perioder med mer nedbør, fordi utslippene er "konstante" og dermed blir fortennet. |
| TYPE 2 | OVERLØP fra offentlig kloakknett. I store deler av nettet går kloakk og overløpsvann useparert, og ved mye nedbør vil ikke nettet ha kapasitet til å ta alt unna. Dette gir overløp og høyere bakteriekonsentrasjoner i perioder med mye nedbør. |
| TYPE 3 | AREALAVRENNING, som gir høyere bakteriekonsentrasjoner ved nedbørsperioder der det er spredd møkk eller forekommer tilsig som vaskes uti. Denne typen vil kun registreres ved nedbørsperioder. |

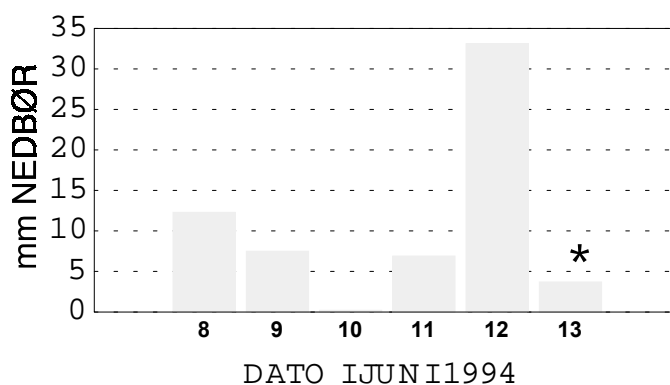
Mengden nedbør både like før og under selve prøvetaking virker inn på konsentrasjonene av tarmbakterier i vassdragene. Jordsmonnets fuktighet har betydning for mengden avrenningsvann, slik at langvarig nedbør forut for prøvetakingen påvirker avrenningsmengden ved prøvetakingen, samtidig som det også påvirker belastningen på ledningsnett. Vi har derfor valgt å sammenholde måleresultatene med den daglige nedbørmengden i perioder like før - og under prøvetakingen.



UNDERSØKELSEN I 1994

Første del av undersøkelsen ble gjennomført i midten av mai. Det hadde da ikke vært nedbør på et par uker, slik at vannføringen var meget lav. Funn av høye bakteriekonsentrasjoner på dette tidspunktet vil derfor være et resultat av direkte utslipp eller lekkasjer til vassdragene. Prøvetakingen i juni ble gjort etter en lang periode med nedbør (figur 2). Store nedbørmengder kan føre til stor belastning på ledningsnett i byområder, der store deler av nedbøren fanges opp av avløpssystemet som overflatevann og fører til kapasitetsproblemer på ledningsnett. Prøvetakingen i juni gjenspeiler derfor i større grad overløp fra kloakkledningsnett og arealavrenning.

FIGUR 2: Daglig nedbør i perioden rundt prøvetakingen 13. juni 1994. Nedbørdata er hentet fra Det Norske Meteorologiske Institutt sine målinger ved Bergen-Florida. * = prøvetaksdato. Nedbørmengden denne dagen viser nedbør fram til klokken 06.



Det ble samlet inn 62 prøver ved hver prøvetaking. Innsjøprøvene ble tatt ved innsjøens utløp, og alle prøver ble tatt ute i de rennende vannmassene lengst mulig fra elvebredden. Prøvene ble oppbevart kjølig og levert til analyse innen 24 timer etter prøvetaking.

Resultatene er sammenholdt med tidligere lekkasje- og resipientundersøkelser (Bjørklund og Johnsen 1993; Bjørklund mfl. 1993; Hobæk 1994; Hobæk mfl. 1994). Ved prøvetakingen i år var tørkeperioden forut for prøvetakingen lenger enn ved prøvetakingene i mai -92 og i oktober -93. Nedbørmengdene i juni i år var også adskillig større enn ved de to andre prøvetakingene. Det betyr at bakteriemengdene ikke kan sammenlignes direkte, og derfor ikke gir et godt grunnlag for å vurdere om tilførslene har økt eller avtatt siden undersøkelsen for to år siden. Variasjonsmønsteret i bakteriekonsentrasjonene i forhold til nedbørmengdene vil imidlertid kunne brukes som sammenligningsgrunnlag mellom denne og forrige undersøkelse. Dette kan brukes til å bekrefte eller avkrefte funnene fra forrige undersøkelse, og undersøkelser gjennom flere år kan oppveie få prøvetakinger i året. Av den grunn blir det heller ikke lagt stor vekt på å klassifisere graden av forurensning i vassdragene, basert på årets to prøvetakinger.

UNDERSØKELSESPARAMETER

Som indikator på kloakkforurensning brukes termostabile koliforme bakterier (presumptiv *Escherichia coli* (også kalt *E. coli*). Denne bakterien finnes i avføring fra mennesker og dyr. Den formerer seg ikke i vann, og tilførsler har en halveringstid på rundt 2 dager ved normale temperaturer etter at den er kommet ut i vannet (SIF 1987).

Fra fugler og dyr i vassdraget eller nedslagsfeltet vil det imidlertid også tilføres tarmbakterier. Derfor vil en kunne finne denne bakterien også i vassdrag som er upåvirket av menneskelige aktiviteter, men i atskillig lavere konsentrasjoner. Det kan være vanskelig å anslå mengden av dette bidraget, men en antar grovt sett at forurensningen skyldes menneskelig aktivitet ved konsentrasjoner av termostabile, koliforme bakterier høyere enn 5 pr. 100 ml (SFT 1989). I tettbygde strøk kan en imidlertid vente å finne tarmbakterier i noe større mengder på grunn av at overflateavrenning ofte kan inneholde tarmbakterier fra husdyr mm.



Det må også tas i betraktning at prøver fra innsjøer eller deres utløpselv ikke alltid gjenspeiler omfanget av kloakkforurensning. Dette har sammenheng med at vann som renner inn i en innsjø har en viss oppholdstid før det renner ut. Dette kan ta flere dager, og i denne perioden er bakteriemengdene både fortynnet og kan være helt eller delvis utdødd.

KLASSIFISERING

Statens Forurensningstilsyn (SFT 1992) har revurdert sitt tidligere system for klassifisering (SFT 1989) av bakteriologisk belastning i vassdrag. Denne klassifiseringen er basert på vannets innhold av indikatorbakterien *E. coli*, og er nå oppdelt i fem forurensningsgrader, der 1 er beste og 5 er dårligste grad (tabell 1). Disse klassifiseringene bør helst bygge på månedlige undersøkelser i minst et år, men i figur 1 er høyeste måling fra mai og juni benyttet.

TABELL 1: Klassifiseringsmodell for forurensningsgrad med hensyn på konsentrasjon av tarmbakterien E.coli utarbeidet av Statens forurensningstilsyn (SFT 1992).

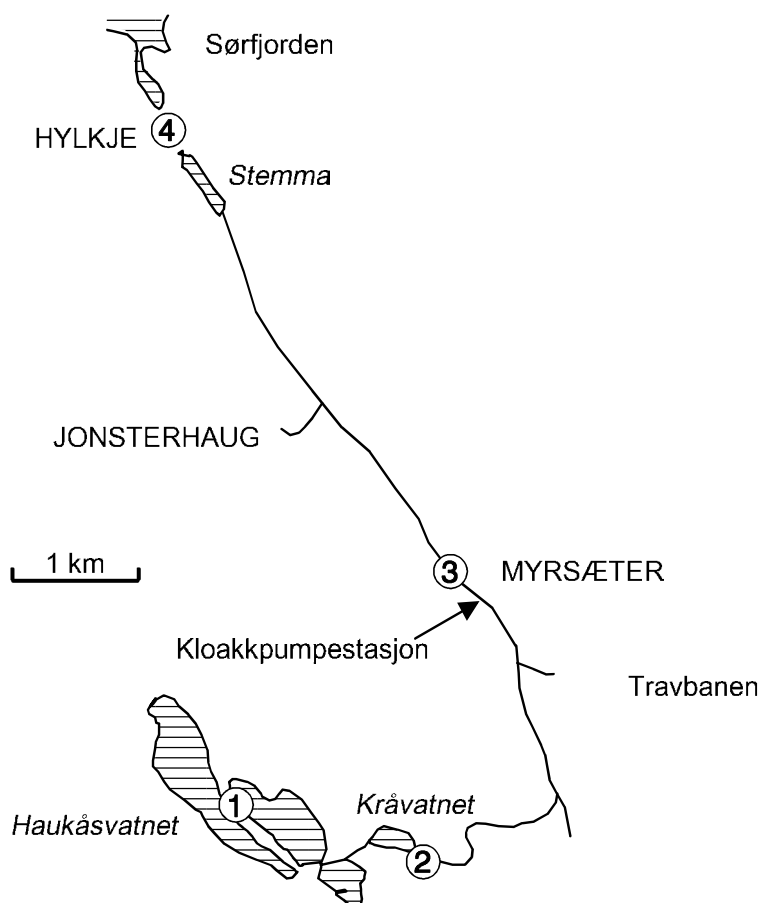
ANTALL TERMOTOLERANTE, KOLIFORME BAKTERIER PR. 100 ML	TILSTANDSKLASSE		FORURENSNINGSGRAD	
< 5	I	God	1	Lite forurenset
5 - 50	II	Mindre god	2	Moderat forurenset
50 - 200	III	Nokså dårlig	3	Markert forurenset
200 - 1000	IV	Dårlig	4	Sterkt forurenset
> 1000	V	Meget dårlig	5	Meget sterkt forurenset



HAUKÅSVASSDRAGET

I Haukåsvassdraget (figur 3) ble det ikke funnet termostabile, koliforme bakterier i den øvre delen av vassdraget verken i mai eller juni 1994 (tabell 2). Ved Myrsæter, etter kloakkpumpestasjonen, og ved utløpet til sjøen var imidlertid vassdraget moderat forurenset. I denne delen av vassdraget var bakterietettheten høyere i perioder med lite nedbør, og det tyder på at det er lekkasjer eller direkte utslipp som forårsaker disse forurensningene. Det høye bakterieinnholdet som ble funnet ved Myrsæter ved mye nedbør i 1992 ble ikke funnet i år, og ved utløpet fra Kråvatn ble det heller ikke registrert tarmbakterier i år i motsetning til i 1992. Det er ellers noe vanskelig å sammenligne med prøvetakingene i 1992, ettersom prøvene da kun ble tatt ved ett tidspunkt.

Det ble i år registrert tegn på kun små direkte tilførsler til den nedre delen av vassdraget. I 1992 ble det imidlertid funnet tegn på både direkte utslipp og arealavrenning i vassdraget like nedstrøms en liten bekk som renner ut i vassdraget ovenfor kloakkpumpestasjonen ved Myrsæter. Denne bekken drenerer områdene i nord-øst opp mot travbanen. Ved utløpet ved Hylkje ble det både i år og tidligere registrert tegn på direkte tilførsler til vassdraget oppstrøms prøvetakingsstasjonen.



FIGUR 3. Kart over sentrale deler av Haukåsvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 2.

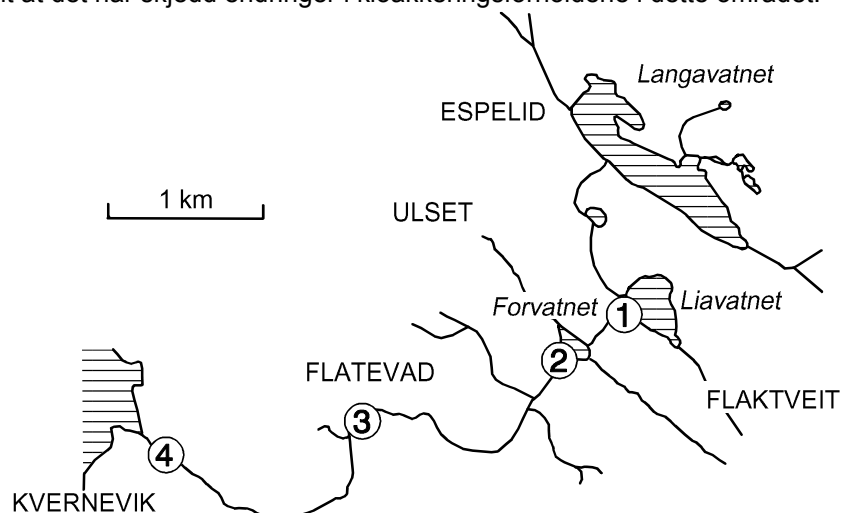


TABELL 2. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Haukåsvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

STASJON NR.	LOKALITET	UTM	18. MAI	13. JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Haukåsvatnet	LN 000 110	<5	< 5	
2	Utløp Kråvatnet	LN 008 109	<5	< 5	
3	Etter kloakkpumpestasjon ved Myrsatn	LN 012 117	30	10	Direkte utslipp
4	Utløp ved Hylkje	KN 999 139	30	< 5	Direkte utslipp

MIDTBYGDAVASSDRAGET

De øvre deler av Midtbygdavassdraget (figur 4), ved utløpet fra Liavatnet og ved Forvatnet ved Håbro, var ikke forurenset av kloakktilførsler ved undersøkelsen i år (tabell 3). De nedre deler var imidlertid sterkt forurenset, og hadde høyest bakterieinnhold ved lite nedbør, noe som tyder på at det er direkte tilførsler som forårsaker forurensningene. Undersøkelsen i år viser samme forurensningsmønster som i 1992 med hensyn på direkte tilførsler, men de store overløpsproblemene ved Flatevad i 1992, ble ikke funnet i år. Det er ikke kjent at det har skjedd endringer i kloakkeringsforholdene i dette området.



FIGUR 4. Kart over sentrale deler av Midtbygdavassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 3.

TABELL 3. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Midtbygdavassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

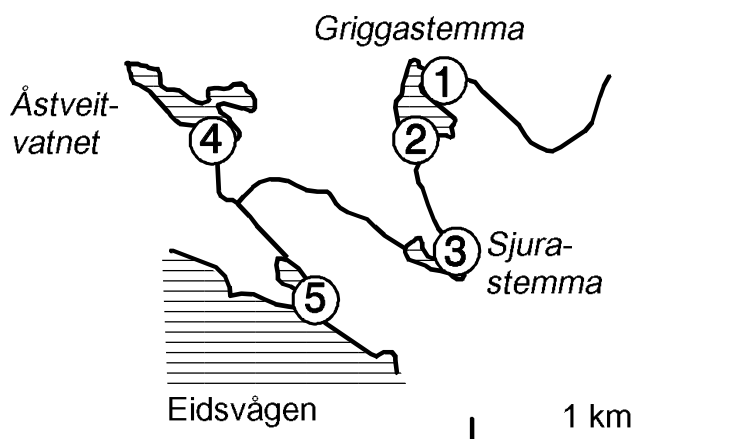
STASJON NR.	LOKALITET	UTM	18.MAI	13.JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Liavatnet	KN 988 099	<5	5	
2	Forvatnet ved Håbro	KN 982 094	20	< 5	
3	Dalaelv ved Flatevad	KN 968 091	260	10	Direkte utslipp
4	Dalaelv ved Kvernevik	KN 955 088	270	< 5	Direkte utslipp



ÅSTVEITVASSDRAGET

Åstveitvassdraget (figur 5) var svært lite forurenset ved prøvetakingen våren 1994, og konsentrasjonene var så lave at det ikke er mulig å si om dette skyldes kloakktilførsler eller forurensning fra andre og tilfeldige kilder (tabell 4). I den påfølgende resipientundersøkelsen i 1994 (Bjørklund 1994) ble det imidlertid funnet tilførsler til både Griggastemma og Åstveitstemma i perioden med mye nedbør. I 1992 var også både innløpet til Sjurastemma og utløpet til fjorden forurenset på grunn av direkte utslipp eller lekkasjer fra kloakkledningsnett.

Det er imidlertid flere boliger i nedslagsfeltet som ikke er tilknyttet offentlig kloakkledningsnett, og en kan ikke utelukke at det kan være små kloakkutslipp fra enkelte. I nedslagsfeltet til Griggastemma har samtlige boliger private avløpsanlegg, mens det i nedslagsfeltet til Åstveitstemma både er offentlig kloakkledningsnett og private avløpsanlegg.



FIGUR 5. Kart over sentrale deler av Åstveitvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 4.

TABELL 4. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Åstveitvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

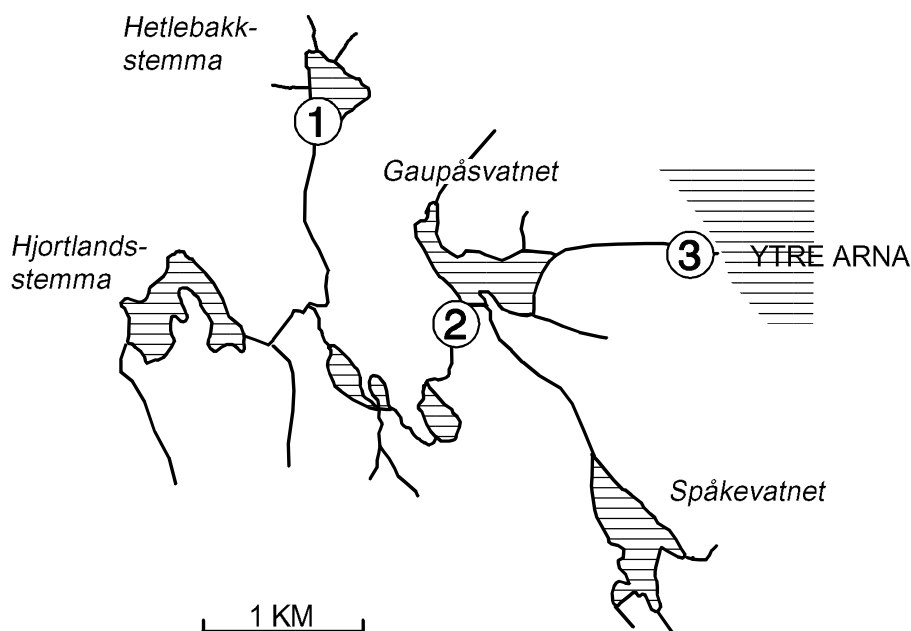
STASJON NR.	LOKALITET	UTM	18.MAI	13.JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Innløp Griggastemma	KN 976 078	40	< 5	evt. direkte utslipp
2	Utløp Griggastemma	KN 976 077	<5	< 5	
3	Innløp til Sjurastemma	KN 977 072	20	5	
4	Utløp Åstveitstemma	KN 968 077	<5	20	
5	Utløp stemme ved Norwegian Talk	KN 972 070	<5	15	



GAUPÅSVASSDRAGET

Gaupåsvassdraget (figur 6) er markert forurenset ved utløpet til sjøen i Ytre Arna, mens utløpet fra Hetlebakkstemma og innløpet til Gaupåsvatnet ikke var forurenset ved prøvetakingen i 1994 (tabell 5). Etersom bakterietettheten ved Ytre Arna var lavest ved prøvetakingen i nedbørsperioden, er det sannsynlig at det er direkte utslipp som forårsaker forurensningene der. Undersøkelsen ga i hovedsak samme resultat som undersøkelsen i 1992.

Utløpet fra Hetlebakkstemma var ikke forurenset, verken dette året eller ved undersøkelsen i 1992 (tabell 5). Det kan likevel ikke utelukkes at det kan forekomme tilførsler til innsjøen, ettersom oppholdstiden av vannet i innsjøen kan være for lang til at de termotabile koliforme bakteriene vil overleve i vannmassene. Undersøkelsen av innsjøen i 1990 (Johnsen og Kambestad 1990), viste at det da var store tilførsler til Hetlebakkstemma, spesielt fra tilløpsbekkene i nord og vest. Innløpet til Gaupåsvatnet var noe forurenset i 1992, mens innholdet av tarmbakterier i denne bekken var meget lavt i år.



FIGUR 6. Kart over sentrale deler av Gaupåsvassdraget med prøvetaksstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetaksstasjonene finnes i tabell 5.

TABELL 5. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Gaupåsvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

STASJON NR.	LOKALITET	UTM	18.MAI	13.JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Hetlebakkstemma	LN 018 091	<5	< 5	
2	Innløp Gaupåsvatnet	LN 026 077	5	5	
3	Elv før fjorden i Ytre Arna	AM 056 034	160	10	Direkte utslipp/lekkasje

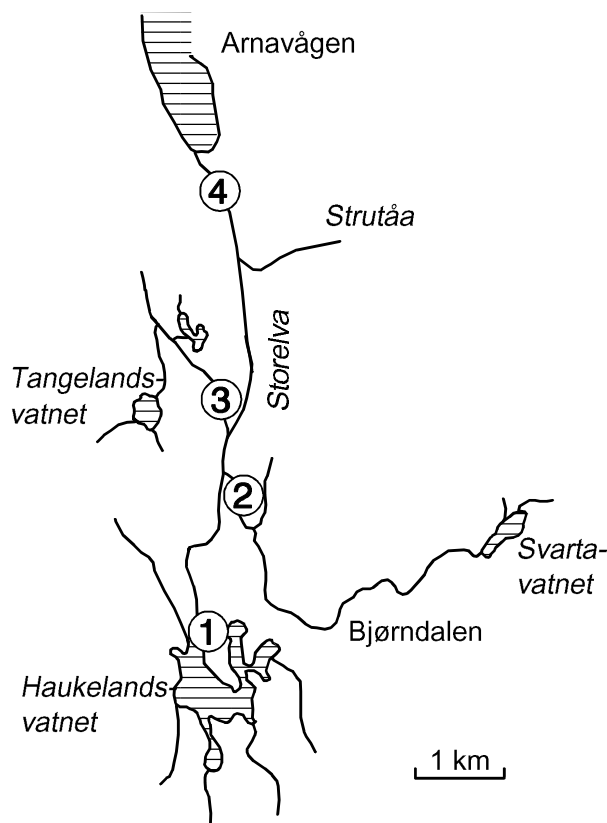


ARNAVASSDRAGET

I Arnavassdraget (figur 7) var det kun utløpselva fra Haukelandsvatnet og utløpet til sjøen av de undersøkte lokalitetene som hadde betydelig tarmbakterieinnhold, og begge var sterkt forurenset (tabell 6). Ettersom innholdet av tarmbakterier var lavest når nedbørmengdene var størst, tyder det på at direkte utslipp er årsaken til forurensningene til dette vassdraget. I den påfølgende resipientundersøkelsen ble det imidlertid registrert tilførsler også i perioder med mye nedbør. Undersøkelsen viser samme mønster og type forurensning observert to år tidligere. Haukelandsvatnet var imidlertid ikke med i undersøkelsen den gangen.

Det har vært en omfattende kloakksanering i boligområdet sørvest for Haukelandsvatnet. Ettersom prøvene er tatt i innsjøens utløpselv, der elva krysser veien, er det imidlertid ikke mulig å si om forurensningen kommer via Haukelandsvatnet eller om det er lokale tilførsler fra boligene som ligger mellom Haukelandsvatnet og prøvetakingsstasjonen i utløpselva. Haukelandsvatnet inngår imidlertid i årets resipientundersøkelse, slik at eventuelle forurensninger i selve innsjøen blir nærmere omtalt der.

Også i de nedre deler av Arnadalen er det utført omfattende kloakksanering, og kloakken ledes nå til renseanlegget på Garnes. Det er imidlertid fremdeles kloakkutslipp til denne delen av vassdraget. Innholdet av tarmbakterier var adskillig lavere ved denne undersøkelsen enn for to år siden, men ettersom vannføringen har avgjørende betydning for bakteriekonsentrasjonene, er ikke dette nødvendigvis et bevis på reduserte kloakktilførsler.



FIGUR 7. Kart over sentrale deler av Arnavassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 6.



TABELL 6. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Arnassvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

STASJON NR.	LOKALITET	UTM	18.MAI	13.JUNI	PROBLEMTYPE
1	Utløp Haukelandsvatnet	LM 049 989	575	< 5	Direkte utslipp/lekkasje
2	Elv fra Bjørndalen	LM 054 097	<5	5	
3	Elv fra Tangelandsvatn	LM 055 008	<5	5	
4	Storelva ved kirken	LM 056 034	260	< 5	Direkte utslipp/lekkasje

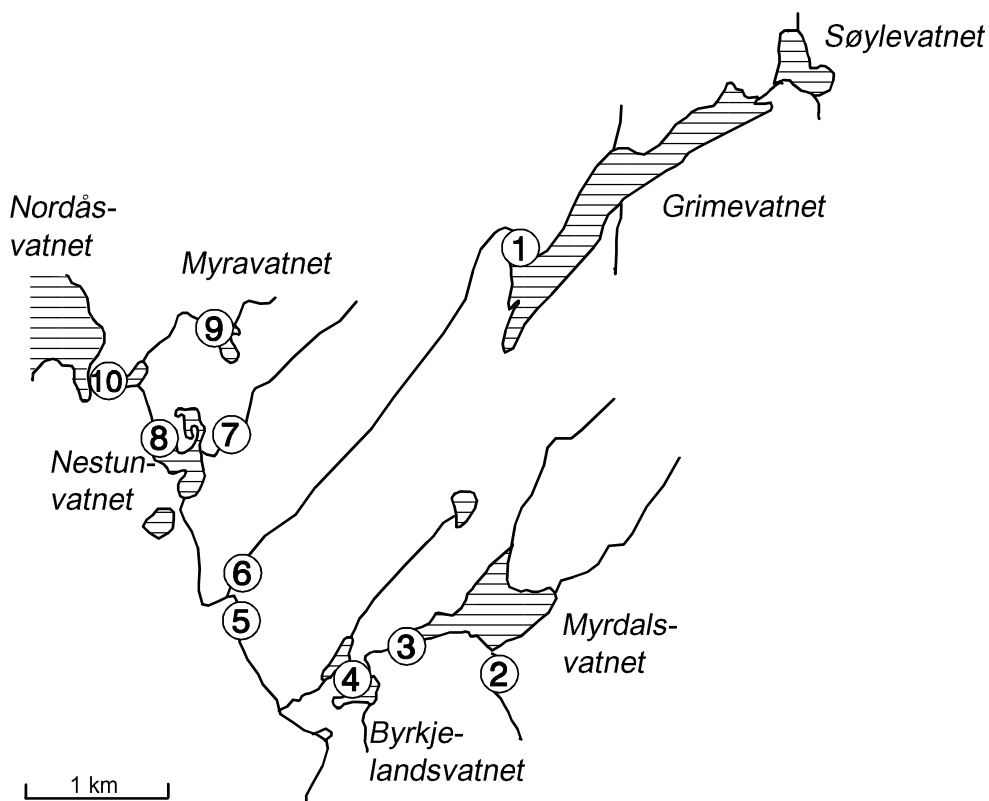
NESTTUNVASSDRAGET

De øvre deler av Nesttunvassdraget (figur 8) er ikke forurenset av tarmbakterier, mens Nesttunelva er sterkt forurenset og Helldalselva er markert forurenset der de renner sammen ved Nesttun (tabell 7). Også innløpet til Nesttunvatnet fra øst er markert forurenset av tarmbakterier. Disse tilførslene preger de nedre deler av Nesttunvassdraget, men det er ikke påvist flere store tilførsler til den delen av vassdraget. Myrvatnet er moderat forurenset. På samtlige stasjoner, unntatt Myrvatnet, er det direkte tilførsler eller lekkasjer fra kloakkledningsnett som forurenser vassdraget. Undersøkelsen i år viser samme fourensningmønster som undersøkelsen i 1992, unntatt i Myrvatnet, der det i år ble funnet tegn på kun overløpsproblemer.

De høyeste bakteriekonsentrasjonene ble funnet i Nesttunelva før samløp med Helldalselva (tabell 6). Målepunktet ligger like ovenfor samløpet og like nedenfor en kryssende kloakkledning i en veibru nord for Øvsttun kapell. Det antas imidlertid ikke å være lekkasje i denne, men samme sted ender det også et overløpsledningsnett fra Øvsttunområdet, der det muligens kan være en koplingsfeil eller en påkoplek kloakk. Dette kan være årsaken til de høye bakteriekonsentrasjonene der.

Innløpselva til Nesttunvatnet fra øst er ikke undersøkt tidligere. Elva kommer fra Gløvrevatn og drenerer både Sædalen og Sanddalen før den renner ut i Nesttunvatnet. I disse områdene er det både boliger og gårdsbruk, og forurensningene kan skyldes både lekkasjer på kloakkledningsnett, private kloakkutslipp eller tilsig fra gjødselkjellere.

I Myrvatnet skyldes overløpsproblemene trolig kloakkummen like ved innsjøen som fremdeles renner over på grunn av manglende pumpekapasitet. Det ble ikke påvist tegn på direkte tilførsler til innsjøen i år.



FIGUR 8. Kart over sentrale deler av Nesttunvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 7.

TABELL 7. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Nesttunvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

ST. NR.	LOKALITET	UTM	18. MAI	13. JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Grimevatnet	LM 015 950	<5	< 5	
2	Elv fra Stignavatn før Myrdalsvatn	LM 012 918	<5	< 5	
3	Utløp Myrdalsvatnet	LM 003 917	<5	< 5	
4	Utløp Byrkjelandsvatnet	KM 997 915	5	< 5	
5	Nesttunelv før samløp elv fra Grimevatn	LM 990 922	230	< 5	Direkte utslipp/lekkasje
6	Elv fra Grimevatn før samløp Nesttunelv	LM 990 922	105	5	Direkte utslipp/lekkasje
7	Tilløp til Nesttunvatnet fra øst	KM 989 932	135	< 5	Direkte utslipp/lekkasje
8	Utløp Nesttunvatnet	KM 985 936	55	< 5	
9	Utløp Myravatnet	KM 989 944	<5	30	Overløp
10	Utløp til Nordåsvatnet, Hopsfossen	KM 984 940	15	20	

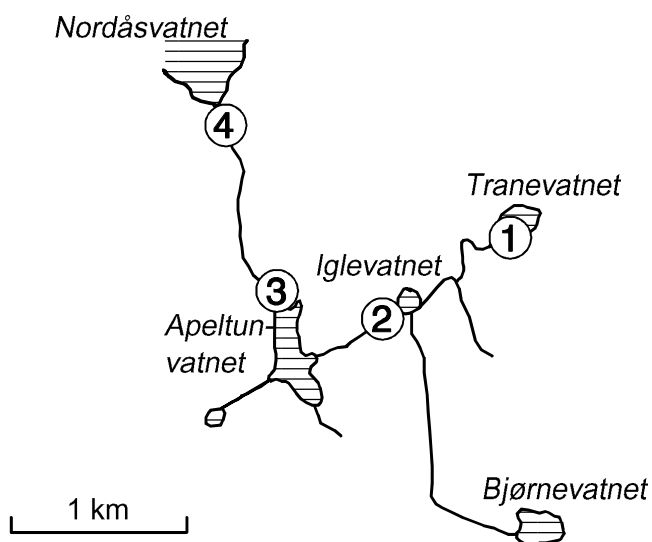


APELTUNVASSDRAGET

Av de utvalgte prøvetakingsstasjonene i Apeltunvassdraget (figur 9) var utløpselven fra Iglevatnet moderat forurenset og utløpet til Nordåsvatnet sterkt forurenset (tabell 8). På de andre stedene ble det ikke funnet spor av kloakkforurensninger. I Apeltunvatnet ble det imidlertid funnet tarmbakterier ved samtlige målinger resten av sommeren (Bjørklund 1994). Ved Iglevatnet var bakterieinnholdet høyest ved prøvetakingen i nedbørsperioden. Samtlige boliger i nedslagsfeltet har private avløpssystemer.

Ved utløpet til Nordåsvatnet var bakterieinnholdet høyest ved prøvetakingen i den tørre perioden, og det tyder på at direkte tilførsler i form av utslipp eller lekkasjer på kloakkledningsnett forurenses denne delen av vassdraget. Ved undersøkelsen for to år siden var forurensningsmønsteret det samme ved utløpet til sjøen. Det ble også funnet tarmbakterier i Apeltunvatnet dengang, i motsetning til i år. Det ble i 1988 funnet et høyt innhold av tarmbakterier i samtlige av de tre innsjøene i vassdraget (Aanes og Brettum 1989). Ved undersøkelsen i år var innholdet av tarmbakterier i utløpselva fra Iglevatnet ikke særlig høyt (tabell 8), men tettheten av tarmbakterier i utløpselva gjenspeiler ikke alltid størrelsen på bakterietilførselene til innsjøen. Iglevatnet blir undersøkt i forbindelse med resipientundersøkelsen i 1994, og en vil da få et mer nøyaktig bilde av belastningen til innsjøen. Ved utløpet til sjøen ble det funnet høyt innhold av bakterier både i 1992 og i 1994.

FIGUR 9. Kart over sentrale deler av Apeltunvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 8.



TABELL 8. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Apeltunvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

STASJON NR.	LOKALITET	UTM	19.MAI	13.JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Tranevatnet	KM 986 909	5	< 5	
2	Utløp Iglevatnet	KM 982 905	10	30	Overløp
3	Utløp Apeltunvatnet	KM 906 974	<5	< 5	
4	Utløp til Nordåsvatnet	KM 972 918	270	5	Direkte utslipp/lekkasjer

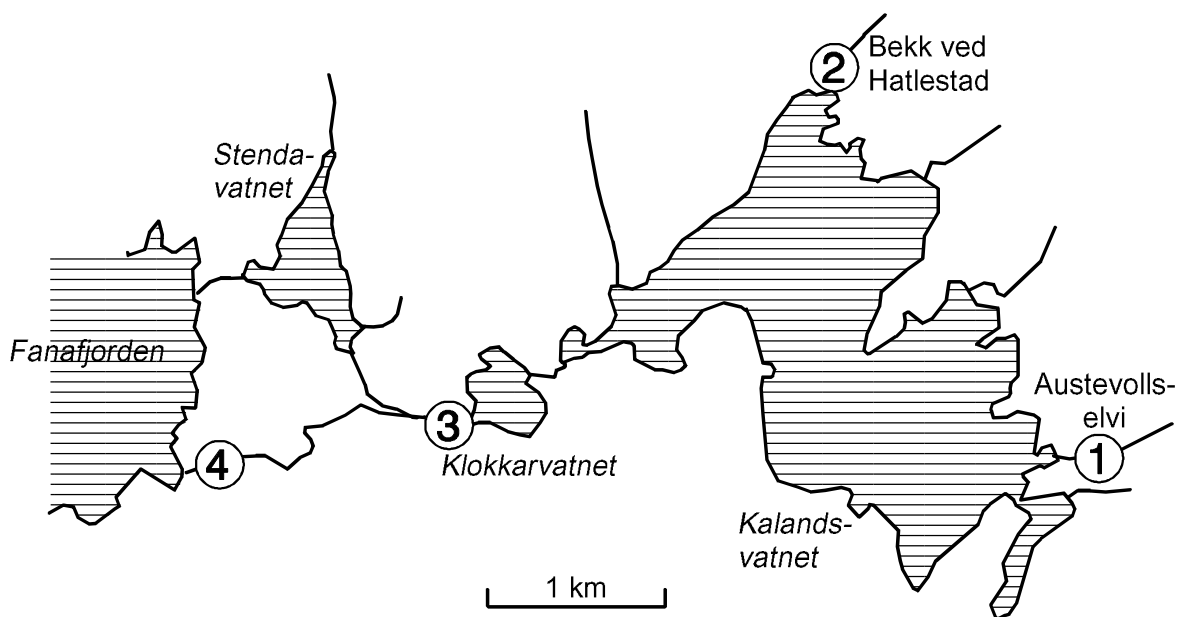


KALANDSVASSDRAGET

Kalandsvatnet (figur 10) får tilførsler av tarmbakterier både fra bekken ved Hatlestad, som er sterkt forurenset, og fra Austevollselvi, som er moderat forurenset (tabell 9). Ved utløpet fra Klokkarvatnet ble det funnet svært få tarmbakterier, mens vassdraget ved utløpet til sjøen var moderat forurenset. Både i Austevollselvi og ved utløpet til sjøen er det antagelig direkte tilførsler som gir forurensningene. Bekken ved Hatlestad var den mest forurensete stasjonen i vassdraget i år. Variasjonen i bakteriekonsentrasjon mellom de to prøvetakingene, med mye og lite nedbør, samsvarte i Kalandsvassdraget i 1994 med det som en fant i 1992.

Innløpsbekken ved Hatlestad hadde de høyeste bakteriekonsentrasjonene i vassdraget. Dette ble målt i juni, i perioden med mye nedbør. På grunn av en feil ved prøvetakingen, ble bekken dessverre ikke undersøkt i den tørre perioden i mai. Tidligere har det imidlertid vært registrert indikasjoner på direkte tilførsler til denne elven, trolig fra boliger som fremdeles ikke har koblet seg til det offentlige kloakkledningsnettet. Bakteriekonsentrasjonene ved prøvetakingen i juni tyder på at denne forurensningen fremdeles er til stede.

Austevollselvi var ikke med i prøvetakingen i 1992, men ved denne undersøkelsen ble det funnet indikasjoner på moderate, direkte tilførsler av tarmbakterier. Utløpet fra Klokkarvatnet var ikke forurenset, verken ved undersøkelsen i 1992 eller i -94. Dette tyder på at denne innsjøen ikke er belastet med kloakktilførsler fra bebyggelsen i nærområdet. Ved utløpet til fjorden var innholdet av tarmbakterier høyere, og vassdraget var der moderat forurenset. Konsentrasjonen var høyest ved lite nedbør. Dette tyder på at det er direkte tilførsler til denne delen av vassdraget. Det samme mønsteret ble funnet i 1992.



FIGUR 10. Kart over sentrale deler av Kalandsvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 9.



TABELL 9. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Kalandsvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

ST NR	LOKALITET	UTM	18. MAI	13. JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Austevollselvi	LM 024 875	40	< 5	Direkte utslipp/lekkasjer
2	Innløp Kalandsvatnet ved Hatles	LM 003 892	--	215	Direkte utslipp/lekkasjer ?
3	Utløp Klokkarvatnet	KM 989 867	5	< 5	
4	Utløp Fanaelv ved Fanafjorden	KM 974 859	35	< 5	Direkte utslipp/lekkasjer

OSVASSDRAGET

I Osvassdraget (figur 11) er Frotveitvatnet moderat forurenset av kloakk, men det ble ikke funnet slik forurensning ved innløpet til Samdalsvatnet eller ved utløpet fra Hauglandsvatnet (tabell 10). Forurensningene i Frotveitvatnet skyldes sannsynligvis direkte utslipp til vassdraget, ettersom konsentrasjonene av tarmbakterier var høyest i perioden uten nedbør. Det samme mønsteret ble observert ved undersøkelsen i 1992.

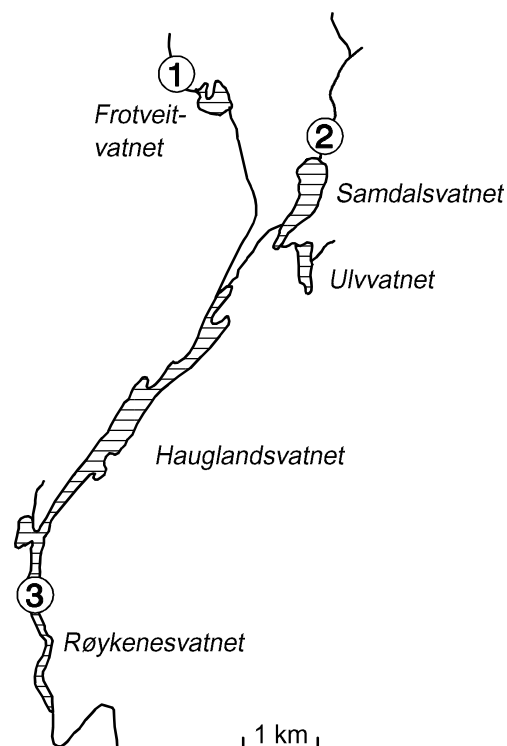
Frotveitvatnet ble undersøkt månedlig sommeren 1993, og det ble da funnet tarmbakterier i innsjøen nesten hele sommeren (Hobæk mfl. 1994). Dette viser at innsjøen mottar jevnlig tilførsler av tarmbakterier og at det derfor sannsynligvis skyldes kloakkutslipp fra bebyggelsen i området.

Ved innløpet til Samdalsvatnet ble det ikke funnet tarmbakterier verken i 1992 eller i 1994. Ved undersøkelsen i 1993 (Hobæk mfl. 1994), ble det imidlertid funnet store mengder tarmbakterier periodevis fra august til oktober. Høyere innhold av tarmbakterier på høsten er et vanlig funn i områder utenfor tettbebygde strøk, og det har ofte sammenheng med økt arealavrenning i denne perioden. En kan ikke se bort fra at dyr på beite, spredning av møkk på jorder osv. forårsaker bakterieinnholdet på høsten.

Utløpet fra Hauglandsvatnet var heller ikke forurenset ved noen av prøvetakingene i 1992 eller -94. I 1993 ble det imidlertid funnet tarmbakterier ved prøvetaking fra innsjøen, men kun i august (Hobæk mfl. 1994). Dette styrker antagelsen om at det i denne delen av vassdraget ikke er kloakktilførsler men andre, og periodevis, tilførsler som står for den største forurensningen.

TABELL 10. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Osvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

STASJON NR.	LOKALITET	UTM	18. MAI	13. JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Innløp Frotveitvatnet	LM 056 923	30	5	Direkte utslipp
2	Innløp Samdalsvatnet	LM 074 915	5	< 5	
3	Utløp Hauglandsvatnet	LM 031 859	<5	< 5	



FIGUR 11. Kart over sentrale deler av Osvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 10.

GRIMSEIDVASSDRAGET

Grimseidvassdraget (figur 12) var ved prøvetakingen i 1994 meget sterkt forurenset ved utløpet fra Birkelandsvatnet, og sterkt forurenset ved innløpet til Håvardstunvatnet (tabell 11). I de nedre deler ble kun små bakteriemengder registrert, mens utløpet til sjøen var moderat forurenset. Sett i forhold til nedbørmengdene tyder variasjonene i bakteriekonsentrasjonene på at det er direkte utslipp eller lekkasjer fra offentlig kloakkledningsnett som gir forurensningene i vassdraget. Imidlertid tydet resultatene fra resipientundersøkelsen i 1992 på at tilførslene er periodiske, og at forurensningene derfor ikke kan tilskrives jevne kloakktilførsler.

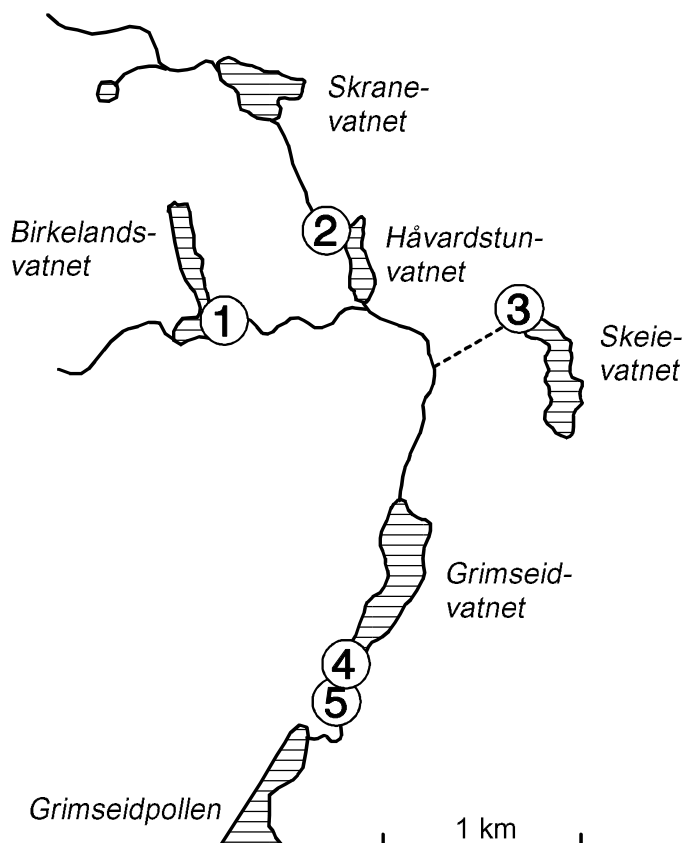
I Birkelandsvatnet ble det i 1992 ikke funnet tarmbakterier i mai. Det ble heller ikke observert store bakterietettheter ved prøvetakinger seinere det året (Bjørklund mfl. 1993). Disse prøvene ble imidlertid tatt midt ute på innsjøen. I år ble prøvene tatt i utløpselva, og det var meget høye konsentrasjoner av tarmbakterier i mai. Dette kan bety at det enten er lokale kloakktilførsler i området ved utløpselva, eller at det er periodevise bakterietilførsler til innsjøen.

Innløpselva til Håvardstunvatnet var også kloakkbelastet i mai, - men ikke i juni. Dette tyder på direkte tilførsler. I det ovenforliggende Skranevatnet, ble det i 1992 periodevis funnet et meget høyt innhold av tarmbakterier uten at årsaken er kjent. Det kan være de samme forholdene som gir det høye bakterieinnholdet i innløpselva til Håvardstunvatnet, eller det kan være tilførsler til elva mellom de to innsjøene.

Utløpselva fra Skeievatnet var ikke forurenset ved noen av prøvetakingstidspunktene, verken i 1992 eller i -94. Dette viser at det ikke er konstante kloakktilførsler til innsjøen. Innsjøen var imidlertid sterkt forurenset i august 1992, der gjødselspredning trolig var forurensningskilden.



Utløpet fra Grimseidvatnet var ikke sterkt forurenset, og det ble heller ikke funnet høyt bakterieinnhold i innsjøen ved undersøkelsen i 1992. Ved utløpet til fjorden var imidlertid innholdet av tarmbakterier noe høyere, og det er enten en gjødselkjeller like ved elva, eller boligene i området som gir disse tilførslene. Sett i sammenheng med nedbørmengdene, tyder variasjonen i bakteriekonsentrasjonene på at det var små direkte tilførsler til elva både i 1992 og i -94. I 1992 ble det imidlertid i tillegg antydnet at det var arealavrenning eller overløp i tillegg.



FIGUR 12. Kart over sentrale deler av Grimseidvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 11.

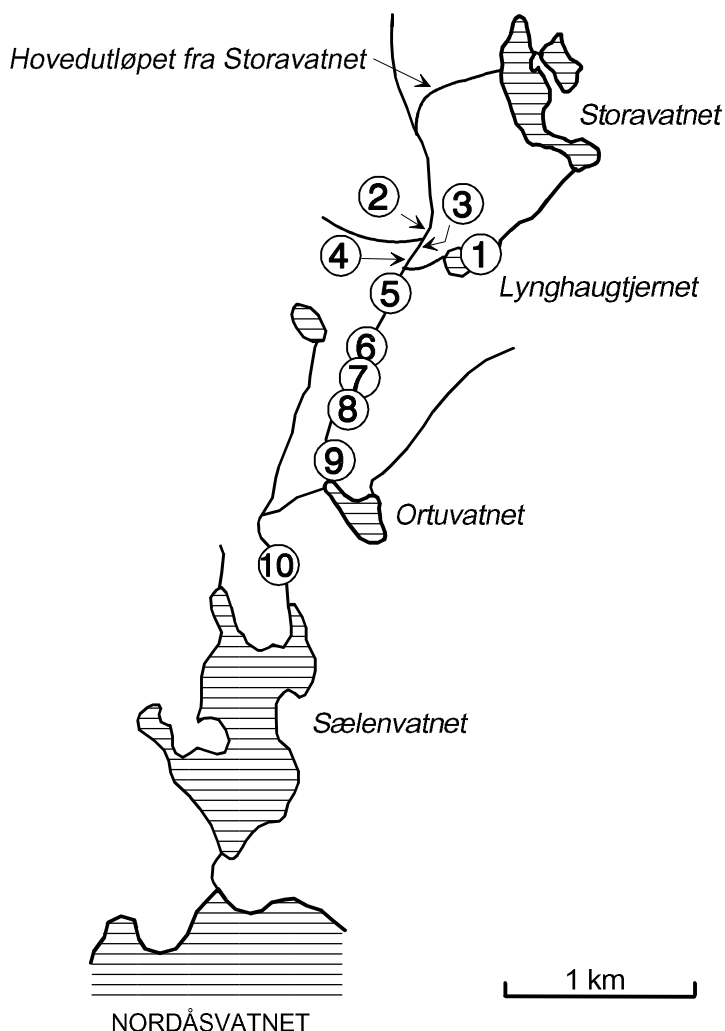
TABELL 11. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Grimseidvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

STASJON NR.	LOKALITET	UTM	18.MAI	13.JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Birkelandsvatnet	KM 942 898	620	< 5	Direkte utslipp/lekkasje
2	Innløp Håvardstunvatnet	KM 949 900	175	10	Direkte utslipp/lekkasje
3	Utløp Skeievatnet	KM 959 894	<5	< 5	
4	Utløp Grimseidvatnet	KM 947 877	10	5	
5	Utløp før fjorden	KM 947 877	45	5	Direkte utslipp



FYLLINGSDALSVASSDRAGET

Hele vassdraget (figur 13) var forurenset av kloakk. Høyest bakterieinnhold ble registrert i perioden med lite nedbør, og det tyder på at det er direkte utslipp eller lekkasjer som er hovedårsaken til forurensningene i vassdraget (tabell 12). Vassdraget var markert forurenset allerede ved det øverste prøvetakingspunktet i Fyllingsdalsveien, og det ble i tillegg funnet tre områder med kloakktilførsler nedover langs den undersøkte delen av vassdraget. Det første var nord i elvetunnelen i veikrysset ved Traudalsgrend og Fyllingsdalsveien. Her er det en kobling på kloakkledningen, og det kommer både en elv inn fra vest og en overløpskanal. Det neste var innløpet til Lynghaugtjernet, som renner inn i hovedvassdraget like nord for Løvås skole. Dette var meget sterkt forurenset, og førte til et økt innhold av tarmbakterier i hovedvassdraget. Det ble ikke påvist forurensninger videre nedover i vassdraget før like ved utløpet ved Fyllingsdalen videregående skole. Der er det et innløpsrør fra øst, som ikke er inntegnet på kommunenes kart, som forurenser. Det ble ikke registrert overløpsproblemer i noen del av vassdraget i år, til tross for meget store nedbørmengder like før prøvetaking.



FIGUR 13. Kart over sentrale deler av Fyllingsdalsvassdraget. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 12.



TABELL 12. Prøvetakingsstasjonene og deres kartreferanser. Koordinatene refererer til kartserie 1:500, koordinatsystem Bergen lokal. * = Lynghaugtjernet og Selenbekken refereres til med UTM-koordinater (UTM 32V).

STASJON NR.	LOKALITET	X-KOORDINAT	Y-KOORDINAT
1	Innløp til Lynghaugtjernet	KM 958 969*	
2	Fyllingsdalsvei ved V. Sikthaugen nr.19	62 937	58 258
3	Fyllingsdalsvei ved V. Sikthaugen nr.25	62 881	58 237
4	Folke Bernadottesvei/Løvåsvei	62 540	58 095
5	Nord i åpen kanal	62 185	58 060
6	Sør i åpen kanal, oppstrøms bekkeutløp	62 064	58 063
7	Sør i åpen kanal, nedstrøms bekkeutløp	62 049	58 070
8	I kanal like før utløp til åpen elv	61 575	57 885
9	Innløp Ortuvatnet, like etter utløp kanal	61 475	57 902
10	Sælenbekken v. innløp Sælenvatnet	KM 948 969*	

BESKRIVELSE AV ELVETUNNELEN

Den sentrale delen av Fyllingsdalsvassdraget, som går i kulvert gjennom store deler av Fyllingsdalen, ble undersøkt nærmere for å kartlegge forurensninger av kloakk. Seks prøvetakingssteder ble fordelt slik at vi fikk en områdevis dekning av kanalen (figur 14). Hoveddelen av vannet kommer fra Storavatnet (som har to utløp), men det er tilrenning fra andre og mindre elver. Elva går hovedsakelig i kulvert, bortsett fra et 150 meter langt åpent parti mellom Løvås skole og Oasen. Parallelt med mesteparten av den lukkede delen av elva går det en hovedkloakkledning, og den er flere steder påkoplede nye kloakkledninger (figur 14). Oppstrøms den åpne delen av elva er kloakkledningen plassert i siden på kanalen. Der elva renner åpent, ligger kloakkledningen øst for, - og vekk fra elva, mens den nedstrøms den åpne elva ligger innstøpt i kulverten. Like nedstrøms Oasen, etter kryssingen under Hjalmar Brantings vei, skilles elven og kloakkledningen. Derfra renner elva i egen kulvert og det er kun en kloakkledning som krysser under kanalen omtrent 100 meter før elva igjen renner åpent.

RESULTATER

Innholdet av tarmbakterier var høyt allerede ved den øverste prøvetakingsstasjonen i Fyllingsdalsveien (stasjon 2). Hovedkloakkledningen som ligger parallelt med elva kommer inn først etter denne prøvetakingsstasjonen, slik at forurensningene må komme fra andre kilder lenger oppe.

Konsentrasjonen av tarmbakterier økte ned til neste prøvetakingsstasjon (stasjon 3) som ligger bare 50 meter lenger sør i Fyllingsdalsveien (figur 14). Mellom disse stasjonene kommer det inn en elv fra vest, samt en overløpsledning. En kloakkledning fra vest er også påkoplede mellom disse prøvetakingsstasjonene. Tilførsler via sideelva eller lekkasjer i koblingen på kloakkledningen er trolig årsaken til forurensningen der.

Fra stasjon 3 til stasjon 4, som ligger der Løvåsveien krysser Folke Bernadottes vei, avtok innholdet av tarmbakterier, og det er derfor mest sannsynlig at det ikke er noen nye tilførsler av kloakk i denne delen av kulverten. Der er det en overvannsledning som renner inn, og det er trolig denne som fortynner kloakkkonsentrasjonene som ble funnet på stasjonene ovenfor. Det er to tilkoblinger til hovedkloakkledningen mellom disse stasjonene.



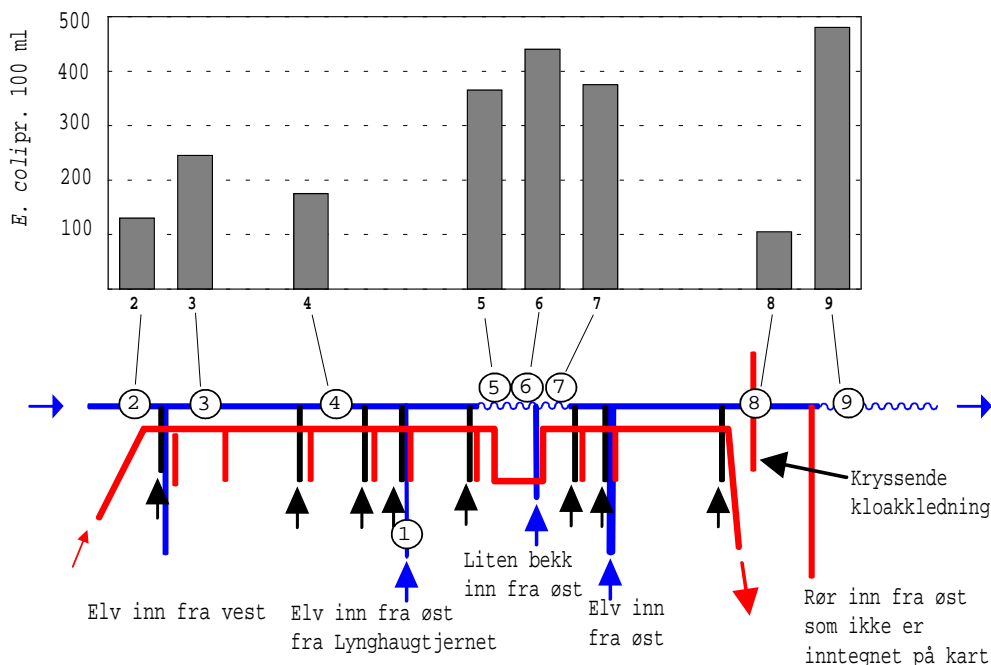
På neste stasjon, nord i den åpne elva (stasjon 5), var innholdet av tarmbakterier igjen høyere enn på stasjonene ovenfor. Det er mest sannsynlig at tilførslene der kommer med sideelva fra Lynghaugtjernet (stasjon 1), fordi den var meget sterkt forurenset (tabell 12). Det er imidlertid også tre tilkoblinger til hovedkloakkledningen i dette området, samt tre overvannsledninger som kommer inn, og en kan ved denne prøvetakingen ikke sikkert utelukke at det er lekkasjer der.

Det ble tatt en prøve i hver ende av den åpne elva nedenfor Løvås skole (stasjon 5 og 7), men der var det ingen nye tilførsler. Et bekkeinntak kommer inn fra øst, en kloakkledning krysser under elva og et overløpsrør som kommer inn mellom disse lokalitetene. Hovedkloakkledningen er gravd ned øst for elva i dette åpne partiet.

Fra stasjon 7 til stasjon 8 renner elva under Oasen kjøpesenter og ned til Fyllingsdalen skole. Der avtok tettheten av bakterier sterkt, og det tyder ikke på nye kloakktilførsler i denne delen. Det renner inn en elv fra øst og tre overløpsledninger i dette området, samt at det er to nye tilkoblinger på hovedkloakkledningen. Det har periodevis vært problemer med den øverste av de to kloakkledningene, fordi hovedkloakkledningen ikke har klart å ta unna derfra i perioder med mye nedbør. Kloakkforurenset overløpsvann har da rent ut i vannkanalen. Dette ble ikke registrert i denne perioden.

Fra Fyllingsdalen skole er det omtrent 100 meter før elva igjen renner åpent, men på denne strekningen økte innholdet av tarmbakterier igjen, og der ble den høyeste bakteriekonsentrasjonene i kanalen funnet. Det er ikke inntegnet noen tilførselsledninger til denne delen av vassdraget på kartet, men det kommer ut et rør i denne delen av kanalen som en ikke vet hvor kom fra (M. Bendiksen, Bergen kommune, pers. medd). Det er tydelig at det derfra er store kloakktilførsler. I Sælenbekken like før innløpet til Sælenvatnet ble det kun funnet meget lave konsentrasjoner av tarmbakterier.

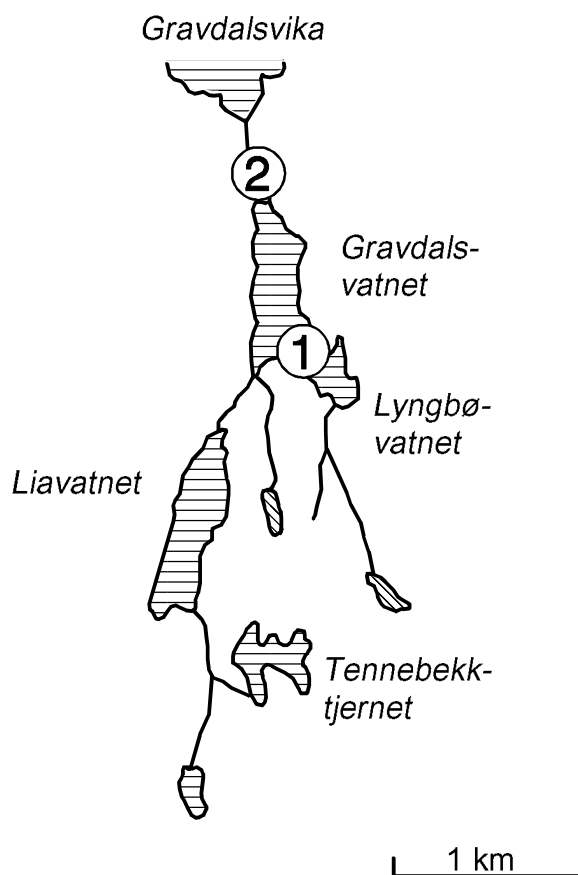
Prøvetakingen i mai ble fordelt på to dager (tabell 12). Det var sol og ingen nedbør, verken i ukene før eller i dagene mellom prøvetakingene, slik at forholdene på de to dagene var så like som mulig. Første dag ble det registrert forurensning i innløpselva til Lynghaugtjernet, ikke forurensninger i den åpne kanalen, men at innholdet av tarmbakterier var høyt ved utløpet fra kanalen. På grunn av dette ble det, i tillegg til den oppsatte prøvetakingen, tatt en kontrollprøve i den åpne kanalen (stasjon 7). Denne viste at bakterietettheten lå på omtrent samme nivå de to prøvetakingsdagene. Innholdet av tarmbakterier i kontrollprøven lå på 440 den siste dagen, mot 370 den første (tabell 12).



FIGUR 14. Konsentrasjonen av tarmbakterier (*E. coli* pr. 100 ml) på de undersøkte stasjonene i Fyllingsdalsvassdraget, og skjematisk tegning av vannkanalen med overvannsinnløp og innløpselver. I tillegg er kloakkledningen med påkoplinger tegnet inn. Det er også skjematisk angitt kloakkledningens plassering i forhold til elvekanalen. Blå heltrukken strek er elv i kanal, blå bølget strek er åpen elv, grønn strek er overvannsledninger og rød strek er kloakkledninger.

GRAVDALSVASSDRAGET

I Gravidalsvassdraget (figur 15) ble det ikke funnet tarmbakterier i den nedre delen av vassdraget ved undersøkelsen i 1994 (tabell 13), og dette samsvarer med funnene fra undersøkelsen i -92. Vassdraget var imidlertid med i resipientundersøkelsen i 1993, og da ble det funnet et høyt bakterieinnhold ved utløpet fra Lyngbøvatnet i månedlige prøver fra mai til oktober (Hobæk mfl. 1994). Lyngbøvatnet er belastet med kloakktilførsler, og det er flere boliger med kloakkslipp, via slamavskillere, til innsjøen. Årsaken til det spesielt høye innholdet av tarmbakterier sommeren 1993, kan være forhold i forbindelse med byggingen av den nye motorveien langs vannet. I utløpselva til fjorden var imidlertid innholdet av tarmbakterier meget lavt også i 1993, bortsett fra i september (Hobæk mfl. 1994).



FIGUR 15. Kart over sentrale deler av Gravdalsvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 13.

TABELL 13. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Gravdalsvassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

STASJON NR.	LOKALITET	UTM	18. MAI	13. JUNI
1	Utløp Lyngbøtjernet	KM 944 997	<5	< 5
2	Gravdalselva før fjorden	KN 941 007	5	< 5

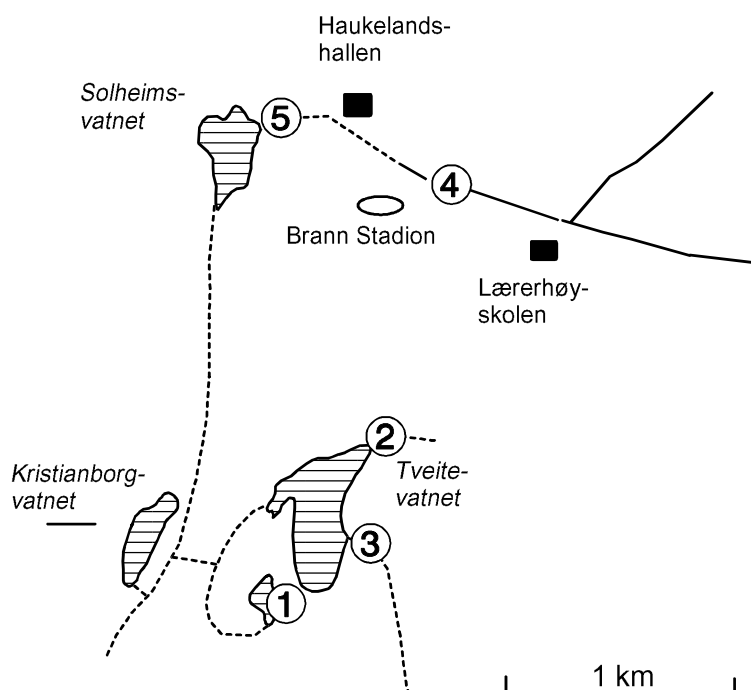
FJØSANGERVASSDRAGET

Av de undersøkte lokalitetene i Fjøsangervassdraget i 1994 (figur 16), var vassdraget sterkt forurenset ved innløpet til Tveitevatnet ved Shellstasjonen og i elva fra Landås i Christieparken (tabell 14). Innholdet av tarmbakterier var høyest ved lite nedbør, og det tyder på at det er direkte tilførsler eller lekkasjer på det offentlige kloakkledningsnett som fører til forurensningene. Dette stemmer med funnene i tidligere undersøkelser i vassdraget (Bjørklund og Johnsen 1993, Hobæk mfl. 1994). Siden undersøkelsen i 1992 er nedslagsfeltet til Storetveitvatnet og det lokale nedslagsfeltet til Tveitevatnet fullstendig kloakksanert. Det ble, i motsetning til i 1992, ikke registrert kloakktilførsler verken i Storetveitvatnet eller i innløpselva til Tveitevatnet ved kirken i år.



Innløpselva til Tveitevatnet fra Landås var imidlertid sterkt forurenset. Denne elva ble nøye undersøkt i 1993 (Hobæk mfl. 1994), og det ble funnet tegn på både lekkasjer og overløp på kloakkledningsnett, samt en rekke private tilsig. Det er en privat feilkoplingen på Natlandsfjellet, og den påvirker vassdraget videre nedover.

Elva fra Legdene til Solheimsvatnet var også sterkt forurenset ved prøvetakingsstasjonen i Christieparken. Også denne elva ble nøye undersøkt i 1993 (Hobæk mfl. 1994), og det ble funnet både lekkasjer og overløp på kloakkledningsnett, samt en rekke private tilsig også i denne elva. Overløpsproblemene ved innløpet til Solheimsvatnet ble imidlertid ikke registrert i år.



FIGUR 16. Kart over sentrale deler av Fjøsangervassdraget med prøvetakingsstasjonene i 1994 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 14. Stiplet linje angir at elva går i tunnel eller kulvert.

TABELL 14. Innhold av tarmbakterien *Escherichia coli* i Fjøsangervassdraget i 1994, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

ST. NR.	LOKALITET	UTM	18. MAI	13. JUNI	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Storetveitvatnet	KM 987 964	<5	< 5	
2	Innløp Tveitevatnet ved bensinstasjon	KM 993 970	505	15	Direkte utslipp/lekkasjer
3	Innløp Tveitevatnet ved kirken	KM 992 965	<5	5	
4	Elv fra Landås ved Christieparken	KM 994 982	735	30	Direkte utslipp/lekkasjer
5	Innløp Solheimsvatnet	KM 987 984	40	< 5	



LITTERATURHENVISNINGER

- AANES, K.J. & P.BRETTUM 1989.
Nesttunvassdraget og Apeltunvassdraget i Bergen kommune. En orienterende undersøkelse av forurensningssituasjonen forsommeren 1988.
NIVA-rapport 0-80107, 62 sider.
- BJØRKLUND, A.E. 1994
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1994.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 145, 166 sider.
- BJØRKLUND, A. & JOHNSEN, G.H. 1993
Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen med hensyn på forurensning fra kloakk.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 79, 35 sider.
- BJØRKLUND, A., JOHNSEN, G.H., ÅTLAND, Å. & KAMBESTAD, A. 1993.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1992.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 81, 154 sider.
- HOBÆK, A. 1994.
Kloakkforurensning av to overvannsledninger i Bergen karakterisert ved tarmbakterier.
NIVA rapport nr. 3013, 18 sider.
- HOBÆK, A., LINDSTRØM, E.A. & AANES, K.J., 1994.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1993.
Gravdals-, Fyllingsdals-, Hauglandsdals- og Kalandsvassdragene.
NIVA rapport nr. 3026, 119 sider.
- SFT 1989.
Vannkvalitetskriterier for ferskvann.
Statens forurensningstilsyn.
- SFT 1992.
Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon.
Statens Forurensningstilsyn.
- SIFF 1987.
Kvalitetsnormer for drikkevann.
Statens Institutt for Folkehelse, 72 sider.