



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen
med hensyn på forurensning fra kloakk, 2000.

FORFATTER:

Cand. scient. Annie Elisabeth Bjørklund

OPPDRAKSGIVER:

Bergen kommune ved Kommunalavdeling teknisk utbygging,
VVA-prosjektering, Allehelgensgt. 5, 5016 Bergen

OPPDRAGET GITT:**ARBEIDET UTFØRT:****RAPPORT DATO:**

Mars 2000

2000

20. januar 2001

RAPPORT NR:**ANTALL SIDER:****ISBN NR:**

474

34

ISBN 82-7658-324-5

RAPPORT UTDRAG

Forurensningstilstanden i vassdragene i Bergen kommune ble undersøkt med hensyn på tarmbakterier sommeren 2000. På 55 steder i 13 vassdrag ble det tatt prøver i en periode med tørt vær for å registrere lekkasjer på kloakkledningsnettet eller direkte utslipp fra private kilder, og i en periode med mye nedbør for å registrere overløp på kloakkledningsnettet eller arealavrenning. Generelt sett var forurensningen størst i nedbørperioden. De mest forurensede stedene i nedbørperioden var hele den nedre delen av Midtbygdavassdraget, utløpet av Haukåsvassdraget, innløpet til Kalandsvatnet ved Hatlestad og innløpet til Nesttunvatnet fra øst (Sædalen). De mest forurensede stedene i tørrværsperioden var utløpet fra Iglevatnet i Apeltunvassdraget, de nedre deler av Midtbygdavassdraget og Fjøsangervassdraget i Christieparken og ved innløpet til Tveitevatnet.

EMNEORD:**SUBJECT ITEMS:**

- Vassdrag
- Tarmbakterieforurensning

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082

www.radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

E-post: post@radgivende-biologer.no

FORORD

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag fra Bergen kommune, utført en undersøkelse av 13 vassdrag i kommunen for å vurdere omfang av forurensninger fra kloakk i 2000. Undersøkelsen er en del av et flerårig overvåkningsprogram, der målsettingen er å kartlegge eventuelle tilførsler av kloakk fra det offentlige kloakkledningsnettet til vassdragene i Bergen. De undersøkte lokalitetene ble valgt ut i samarbeide med oppdragsgiver (Johnsen mfl. 1992). Kontaktperson i Bergen kommune har vært Kjell Rypdal.

Rapporten baserer seg på to prøvetakinger, og prøveinnsamlingen har foregått i en tørrværsperiode i mai og i en regnværsperiode i desember 2000. Enkelte av lokalitetene ble også undersøkt månedlig fra mai til oktober i forbindelse med den parallelle resipientundersøkelsen Rådgivende Biologer utførte for Bergen kommune i 2000. Data fra de tidligere lekkasjeundersøkelsene i denne serien er sammenstilt i figurer, slik at en lettere kan få en oversikt over samtlige registreringene på hvert enkelt prøvetakingspunkt.

Erling Brekke og Kurt Urdal har deltatt i feltarbeidet, og prøvene er analysert av Chemlab Services as.

Vi takker Kjell Rypdal fra Bergen kommune for velvillig assistanse underveis. Rådgivende Biologer AS takker for oppdraget.

Bergen, 20. januar 2001

INNHold

Forord	2
Innhold	2
Sammen drag	3
Introduksjon	7
Tilstanden i vassdragene	10
Haukåsvassdraget	10
Midtbygdavassdraget	12
Åstveitvassdraget	13
Gaupåsvassdraget	15
Amavassdraget	16
Nesttunvassdraget	18
Apeltunvassdraget	21
Kalandsvassdraget	23
Osvassdraget	24
Grimseidvassdraget	25
Fyllingsdalsvassdraget	27
Gravdalsvassdraget	29
Fjøsangervassdraget	31
Litteraturhenvisninger	33

SAMMENDRAG

BJØRKLUND, A.E. 2001.

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen med hensyn på forurensning fra kloakk, 2000.

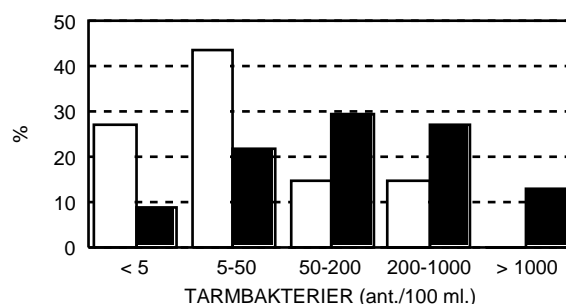
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 474, 34 sider, ISBN 82-7658-324-5.

Forurensningstilstanden med hensyn på tarmbakterier ble undersøkt i Bergen kommune sommeren 2000. På 55 steder i 13 vassdrag ble det tatt prøver i en periode med tørt vær for å registrere lekkasjer på kloakkledningsnett eller direkte utlipp fra private kilder, og i en periode med mye nedbør for å registrere eventuelle overløp på kloakkledningsnett eller arealavrenning. Undersøkelsen er den niende i et ti-årig overvåkingsprogram for Bergen kommune. Resultatene fra årets undersøkelse er sammenstilt med resultatene fra de tidligere undersøkelsene for å lette totalvurderingen av funnene.

De fleste av de undersøkte vassdragene i Bergen var forurenset av tarmbakterier ved undersøkelsene i 2000 (figur 1). Generelt sett var forurensningen størst i nedbørperioden; både med hensyn på antall forurensete steder og med hensyn på konsentrasjonen av tarmbakterier. 40 % av de undersøkte stedene var enten meget sterkt eller sterkt forurenset (> 200 bakt./100 ml). De nedre deler av Midtbygdavassdraget, utløpet av Haukåsvassdraget, innløpet til Kalandsvatnet ved Hatlestad og innløpet til Nesttunvatnet fra øst (Sædalen) var de mest forurensete i nedbørperioden.

I tørrværsperioden var vassdragene mindre forurenset. Hele 27 % av de undersøkte stedene var ikke forurenset denne gangen (< 5 bakt./100 ml) og 44 % tilhørte nest beste klasse (figur 1). Ingen tilhørte dårligste tilstandsklasse. Utløpet fra Iglevatnet i Apeltunvassdraget, de nedre deler av Midtbygdavassdraget og Fjøsangervassdraget i Christieparken og ved innløpet til Tveitevatnet var de mest forurensete stedene i tørrværsperioden.

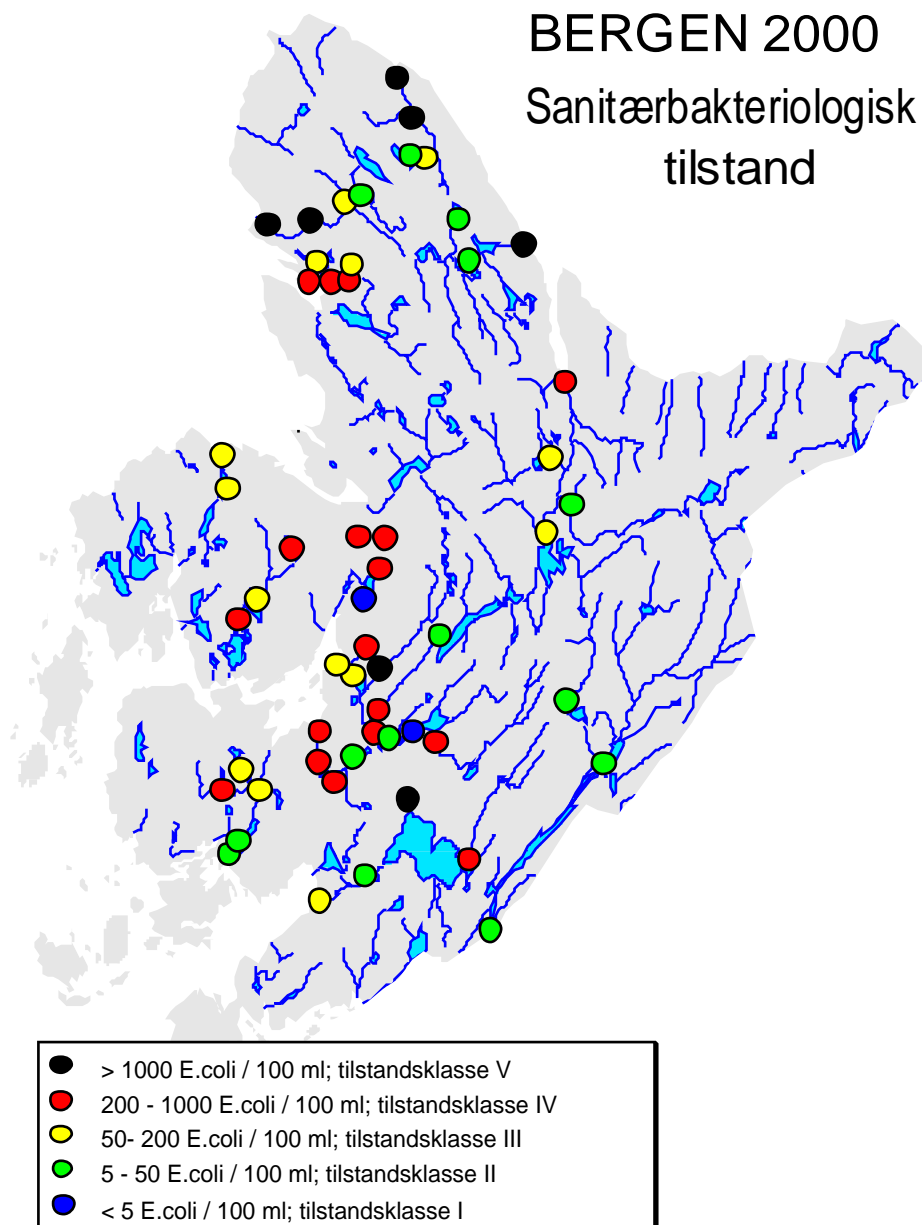
FIGUR 1. Prosentvis fordeling av tarmbakteriekonsentrasjonene på 55 undersøkte steder i 2000 på en prøvetaking i tørt vær (hvite søyler) og etter mye nedbør (svarte søyler).



Dersom en ser de to prøvetakingstidspunktene under ett, viser undersøkelsen at de aller fleste av de undersøkte stedene i kommunen er periodevis forurenset (figur 2). 13 % tilhørte den dårligste tilstandsklassen i 2000 (svarte prikker), og 31 % nest dårligste klasse (røde prikker). Bare to steder (4%) ble klassifisert i beste klasse, og var dermed ikke forurenset ved noen av prøvetakingstidspunktene. Dette var utløpet fra Myrdalsvatnet og Storetveitvatnet. Generelt sett var tilstanden i de undersøkte vassdragene i tørrværsperioden i 2000 adskillig bedre enn ved de tidligere undersøkelsene i denne serien. I nedbørperioden derimot var forurensningsnivået omtrent som tidligere.

BERGEN 2000

Sanitærbakteriologisk tilstand



FIGUR 2: Sanitærbakteriologisk tilstand på 55 prøvetakingssteder i 13 vassdrag i Bergen kommune. Det er samlet inn to prøver fra hvert sted; i en tørrværsperiode 9. mai 2000 og i en regnværsperiode 6-7. desember 2000, og høyeste konsentrasjon av bakterier er benyttet i klassifiseringen. Prøveresultatene er klassifisert i henhold til SFTs klassifiseringssystem for vannkvalitet (SFT 1997). For nærmere forklaring henvises til omtale av systemet på side 9.

Haukåsvassdraget

Ingen av de undersøkte stedene i Haukåsvassdraget var vesentlig forurenset på grunn av direkte tilførsler. Overløp og/eller arealavrenning ble imidlertid påvist i de midtre- og nedre deler. Forurensningen på grunn av direkte tilførsler var mindre i 2000 enn tidligere, men ellers var forurensningene som ved tidligere undersøkelser.

Midtbygdavassdraget

Hele Midtbygdavassdraget var noe forurenset på grunn av arealavrenning i de øvre deler og sterkt forurenset på grunn av overløp på kloakkledningsnett i de nedre deler. Det ble også påvist moderate direkte tilførsler i den nedre delen av vassdraget. Forurensningsmønsteret var omtrent som ved tidligere undersøkelser.

Åstveitvassdraget

I Åstveitvassdraget ble det påvist moderat forurensning på grunn av overløp fra kloakkledningsnett i hele vassdraget. Vesentlige direkte tilførsler ble kun påvist ved innløpet til Sjurastemma. Overløpsproblemene var stort sett på samme nivå som ved tidligere undersøkelser, men de direkte tilførslene ga mindre forurensning i 2000.

Gaupåsvassdraget

Gaupåsvassdraget var lite forurenset i de øvre deler. Ved utløpet derimot, var vassdraget forurenset både på grunn av direkte tilførsler og på grunn av overløp. Forurensningene i vassdraget var stort sett som før, men ved utløpet var forurensningen i nedbørperioden større enn tidligere.

Arnavassdraget

De undersøkte stedene i Arnavassdraget var ikke vesentlig forurenset av direkte tilførsler. Dette samsvarer med tidligere undersøkelser, som viser at de direkte tilførslene til vassdraget nedstrøms Haukelandsvatnet stort sett har vært lave etter 1995. Samtlige steder var imidlertid forurenset på grunn av arealavrenning/overløp. Mest forurenset var utløpet av vassdraget og utløpet av Haukelandsvatnet,- også dette i samsvar med tidligere funn.

Nesttunvassdraget

I Nesttunvassdraget var forurensningen på grunn av direkte tilførsler liten i de øverste delene av vassdraget og moderat i de sentrale deler. Forurensningen var størst i de to elvene som renner sammen like ovenfor Nesttun. Forurensning på grunn av overløp/arealavrenning ble derimot påvist i det aller meste av vassdraget, og også her var det prøvetakingsstedene ved Nesttun som var mest forurenset. Stort sett var forurensningene i vassdraget på samme nivå som tidligere.

Apeltunvassdraget

I Apeltunvassdraget ble det ikke påvist noen forurensning i utløpet fra Tranevatnet, men alle de andre undersøkte stedene var forurenset av både direkte tilførsler og overløp/arealavrenning. Dette er stort sett i samsvar med funnene fra de andre lekkasjeundersøkelsene.

Kalandsvassdraget

I Kalandsvassdraget var Austevollselva moderat forurenset av direkte tilførsler, mens elva ved Hatlestad var sterkt forurenset på grunn av overløp. Ved utløpet av Klokkevatnet var vassdraget ikke forurenset, men ved utløpet til Fanafjorden var forurensningen moderat på grunn av arealavrenning/overløp. Resultatene i 2000 gjenspeiler stort sett tidligere funn.

Osvassdraget

De øvre deler av Osvassdraget var ikke vesentlig forurenset på noen av prøvetakingsstedene ved undersøkelsen i 2000. Tidligere er det påvist en del forurensning på grunn av arealavrenning i dette vassdraget, men direkte tilførsler er påvist kun enkelte ganger.

Grimseidvassdraget

I Grimseidvassdraget ble det påvist direkte tilførsler ved utløpet av Birkelandsvatnet og overløpsproblemer ved innløpet til Håvardstunvatnet og i Skeievatnet. Ellers var forurensningene generelt små på alle de undersøkte stedene. Tidligere er det påvist store direkte tilførsler til innløpet av Håvardstunvatnet, og store overløpsproblemer ved Birkelandsvatnet og i den nedre delen av vassdraget, men dette ble ikke påvist i 2000.

Fyllingsdalsvassdraget

Vassdraget som renner gjennom Fyllingsdalen, var moderat forurenset på grunn av direkte kloakktilførsler. I tillegg var det overløpsproblemer på alle de undersøkte stedene. Forurensningene var på samme nivå som i de tidligere undersøkelsene.

Gravdalsvassdraget

Begge de undersøkte stedene i Gravdalsvassdraget var moderat forurenset på grunn av overløp ved undersøkelsen i 2000. Overløpsproblemer er tidligere registrert på begge prøvetakingsstedene ved hver eneste undersøkelse de siste årene. Det ble ikke påvist direkte tilførsler dette året, noe som er registrert i enkelte perioder tidligere.

Fjøsangervassdraget

På samtlige undersøkte steder, bortsett fra Storetveitvatnet, var vassdraget forurenset på grunn av overløp på kloakkledningsnettet. Direkte tilførsler ble kun påvist i innløpselva til Tveitevatnet ved bensinstasjonen og i elva i Christieparken. Storetveitvatnet derimot, var ikke forurenset ved noen av prøvetakingene. Undersøkelsene de siste årene bekrefter at kloakksaneringen ved Storetveit har vært effektiv.

INTRODUKSJON

Bergen kommune gjennomfører et undersøkelsesprogram for å vurdere omfanget av kloakkforurensning til vassdragene i kommunen, spesielt med hensyn på forurensning fra det kommunale kloakkledningsnett. Programmet består av årlige undersøkelser over en ti-års periode, og omfatter i alt 55 faste steder i 13 vassdrag i kommunen. Denne undersøkelsen er den niende i denne serien.

Prøvetakingen gjennomføres to ganger årlig, i en nedbørperiode for å lokalisere eventuelle overløp på det offentlige kloakkledningsnett eller arealavrenning og i en tørrværsperiode for å lokalisere lekkasjer/direkte tilførsler fra offentlig kloakkledningsnett eller separate kloakkanlegg. Undersøkelsen kan ikke identifisere de ulike forurensningskildene, men variasjonen i resultatene kan vise av hvilken type de er. Undersøkelsen samsvarer med de tidligere undersøkelsene; i 1992 (Bjørklund og Johnsen 1993), i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1994), i 1995 (Hobæk 1996 a), i 1996 (Bjørklund 1996), i 1997 (Hobæk 1998 a), i 1998 (Bjørklund 1998) og i 1999 (Hobæk 2000). I 1993 var undersøkelsesopplegget endret, og den gang ble i stedet to utvalgte vassdrag nærmere undersøkt (Hobæk 1994).

To prøvetakinger pr. år er imidlertid for lite til å gi et detaljert bilde av forurensningsnivået i vassdragene, men sammenstillingen av de årlige undersøkelsene gir et mer utfyllende bilde. I tillegg vil enkelte av lokalitetene hvert år inngå i resipientundersøkelsene med månedlige prøvetakinger i perioden mai-oktober som kommunen gjennomfører parallelt med disse undersøkelsene. I 2000 gjelder dette resipientene i Haukåsvassdraget, Nesttunvassdraget, Fjøsangervassdraget og Apeltunvassdraget. I vurderingene av resultatene er det tatt med resultater fra tidligere gjennomførte resipientundersøkelser i 1992 (Bjørklund mfl. 1993), i 1993 (Hobæk mfl. 1994), i 1994 (Bjørklund 1994), i 1995 (Hobæk 1996 b), i 1996 (Bjørklund 1997), i 1997 (Hobæk 1998 b), i 1998 (Bjørklund og Brekke 1999) og i 1999 (Hobæk 2000 b).

KILDER FOR TARMBAKTERIER

Vassdragene kan tilføres tarmbakterier fra flere kilder, ofte flere innen samme vassdrag, og det kan være problematisk å finne den viktigste forurensningskilden. Innen Bergen kommune er det både boligområder tilknyttet offentlig kloakkledningsnett og områder med private kloakkløsninger, samt områder med husdyrhold. Alle disse vil i varierende grad kunne tilføre tarmbakterier til vassdragene.

Konsentrasjonen av tarmbakterier i vassdragene vil variere i forhold til vannføringen, og denne samvariasjonen mellom bakteriekonsentrasjon og vannføring er ulik for de enkelte tilførselskildene. Direkte utslipp eller lekkasjer fra ledningsnett vil fortynnes ved stor vannføring, mens arealavrenning eller overløp fra ledningsnett vil gi økte bakterietilførsler med økende nedbørmengder og dermed høy vannføring. Dette gjør at det til en viss grad er mulig å skille mellom de ulike forurensningskildene. I denne undersøkelsen er det lagt vekt på å dekke opp tre typer forurensningskilder:

- TYPE 1 LEKKASJER på offentlig kloaknett eller ULOVLIGE UTSLIPP fra private ledninger. Dette gir lavere bakteriekonsentrasjoner i perioder med høy vannføring, fordi utslippene er "konstante" og dermed blir fortynnet.
- TYPE 2 OVERLØP fra offentlig kloaknett. 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 fra områder det er spredd møkk / går dyr på beite eller forekommer tilsig vil gi høyere bakteriekonsentrasjoner ved nedbørperioder. Denne typen vil derfor kun registreres ved nedbørperioder.

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

UNDERSØKELSESPARAMETER

Som indikator på kloakkforurensning brukes termotolerante koliforme bakterier (presumptiv *Escherichia coli*). Denne bakterien finnes i avføring fra mennesker og dyr. Den formerer seg ikke i vann, og den dør etter et par dager i vannet ved normale temperaturer (SIFF 1987).

Naturlig forekommende fugler og dyr i vassdraget og nedslagsfeltet vil bidra til tilførsler av tarmbakterier. Derfor vil en kunne finne denne bakterien i vassdrag som er upåvirket av menneskelige aktiviteter, men da i atskillig lavere konsentrasjoner. Det kan være vanskelig å anslå mengden av dette bidraget, men en antar grovt sett at forurensningen skyldes menneskelig aktivitet når konsentrasjonen av termotolerante koliforme bakterier er høyere enn 5 pr. 100 ml (SFT 1989). I tettbygde strøk kan en imidlertid vente å finne tarmbakterier i noe større mengder fordi overflateavrenning ofte kan inneholde tarmbakterier fra kjæledyr 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 fortennet og kan være helt eller delvis utdødd.

KLASSIFISERING

Statens Forurensningstilsyn (SFT 1989, 1997) har laget et system for klassifisering av bakteriologisk belastning i vassdrag. Klassifiseringen er basert på vannets innhold av termotolerante koliforme bakterier, og er inndelt i fem tilstandsklasser der I er beste og V er dårligste klasse (tabell 1). Klassifiseringen bør helst bygge på månedlige undersøkelser i minst ett år, men i denne undersøkelsen er det basert på høyeste måling av to prøvetakinger.

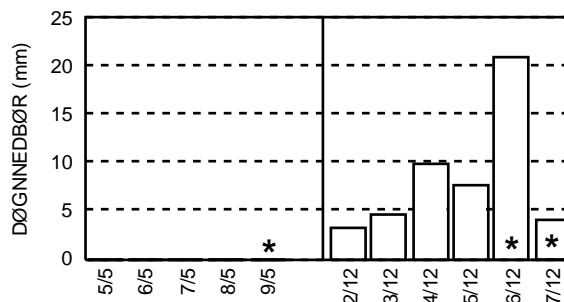
TABELL 1: Klassifiseringsmodell for forurensningsgrad med hensyn på konsentrasjon av termotolerante koliforme bakterier utarbeidet av Statens forurensningstilsyn (SFT 1997).

TERMOTOLERANTE KOLIFORME BAKTERIER	TILSTANDSKLASSE	
< 5 bakterier pr. 100 ml	I	Meget god
5 - 50 bakterier pr. 100 ml	II	God
50 - 200 bakterier pr. 100 ml	III	Mindre god
200 - 1000 bakterier pr. 100 ml	IV	Dårlig
> 1000 bakterier pr. 100 ml	V	Meget dårlig

UNDERSØKELSEN I 2000

Første del av undersøkelsen i 2000 ble gjennomført 9. mai. Det hadde da ikke regnet på seks dager (figur 3), og vannføringen i vassdragene var liten. Funn av høye bakteriekonsentrasjoner på dette tidspunktet vil derfor være et resultat av direkte utslipp eller lekkasjer til vassdragene. Den andre prøvetakingen ble gjort i desember etter et døgn med relativt mye nedbør (figur 3). Prøvetakingen i desember gjenspeiler derfor i større grad overløp fra kloakkledningsnettet med kapasitetsproblemer og arealavrenning.

*FIGUR 3: Døgnet nedbør før prøvetakingene den 9. mai og 6-7. desember 2000. Data er hentet fra Det Norske Meteorologiske Institutt sine målinger ved Bergen-Florida. Prøvetakingsdatoene er markert med *. Døgnet nedbøren viser 24 timers-nedbøren fram til klokken 07 den aktuelle dag.*

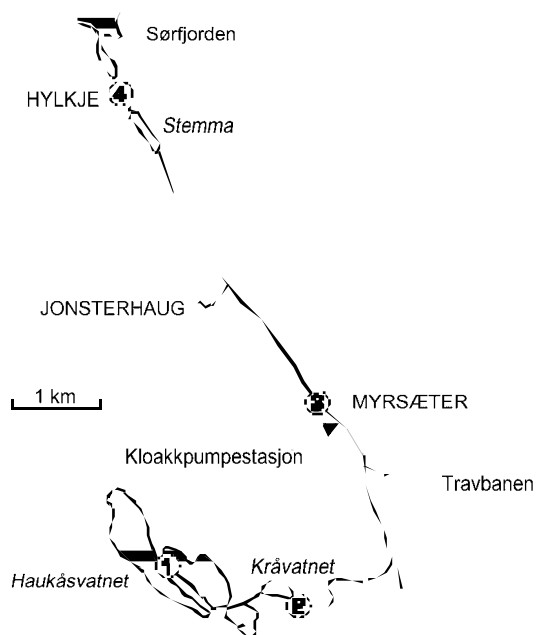


Det ble samlet inn 55 prøver ved hver prøvetaking. Alle prøver ble tatt ute i de rennende vannmassene lengst mulig fra elvebredden. Prøvene ble oppbevart kjølig og levert til analyse innen 12 timer etter prøvetaking.

TILSTANDEN I VASSDRAGENE

HAUKÅSVASSDRAGET

Ingen av de undersøkte stedene i Haukåsvassdraget (figur 4) var vesentlig forurenset på grunn av direkte tilførsler. Overløp og/eller arealavrenning ble imidlertid påvist i de midtre- og nedre deler (tabell 2). Forurensningen på grunn av direkte tilførsler var mindre i 2000 enn tidligere, men ellers var forurensningene som ved tidligere undersøkelser (figur 5).



FIGUR 4. Kart over sentrale deler av Haukåsvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 2.

TABELL 2. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Haukåsvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 4.

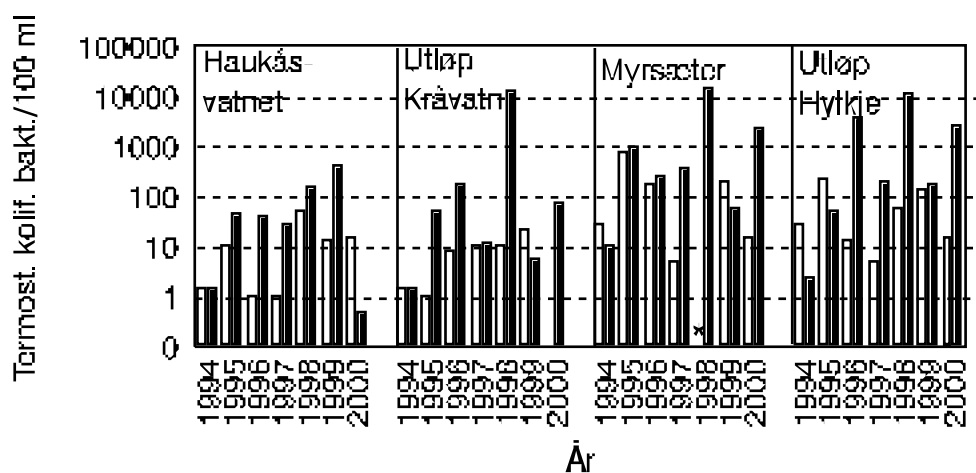
ST.NR	LOKALITET	UTM	9.MAI	6. DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Haukåsvatnet	LN 000 110	15	< 2	
2	Utløp Kråvatnet	LN 008 109	0	76	Arealavrenning
3	Etter kloakkpumpestasjon ved Myrsæter	LN 012 117	15	2250	Overløp/arealavrenning
4	Utløp ved Hylkje	KN 999 139	15	2750	Overløp/arealavrenning

Ved utløpet av Haukåsvatnet ble det ikke påvist noen vesentlig tarmbakterieforurensning verken i nedbør- eller tørrværsperioden ved undersøkelsen i 2000. Den viktigste forurensningskilden til Haukåsvatnet er arealavrenning fra områder med husdyrmøkk, og den sannsynlige årsaken til lav forurensning dette året er at prøvetakingen skjedde først i desember, på en tid av året da det vanligvis ikke er dyr på beite og det ikke er lov å spre husdyrmøkk på markene. Resipientundersøkelsen av Haukåsvatnet denne sommeren (Bjørklund og Brekke 2001) bekreftet at Haukåsvatnet vanligvis er lite forurenset, men i perioder på høsten ble til dels sterk tarmbakterieforurensning påvist.

Utløpet fra Kråvatnet var moderat forurenset på grunn av arealavrenning, men det var ikke direkte tilførsler dit. Det samme mønsteret er funnet ved de fleste tidligere undersøkelser. Arealavrenning fra områder med husdyrmøkk er den sansynligste forurensningskilde, og ettersom forurensningene var større her enn i Haukåsvatnet, må disse komme fra det lokale nedslagsfeltet til Haukåsvatnet.

Ved Myrsæter var vassdraget, som tidligere, sterkt forurenset på grunn av arealavrenning eller overløp på offentlig kloakkledningsnett. Prøvetaksstedet ligger like nedstrøms kloakkpumpestasjonen, men tidligere undersøkelser viser at det ikke er overløp derfra (Bjørklund og Johnsen 1993). Trolig er det sidebekken som drenerer områdene mot travparken som forurenser hovedvassdraget.

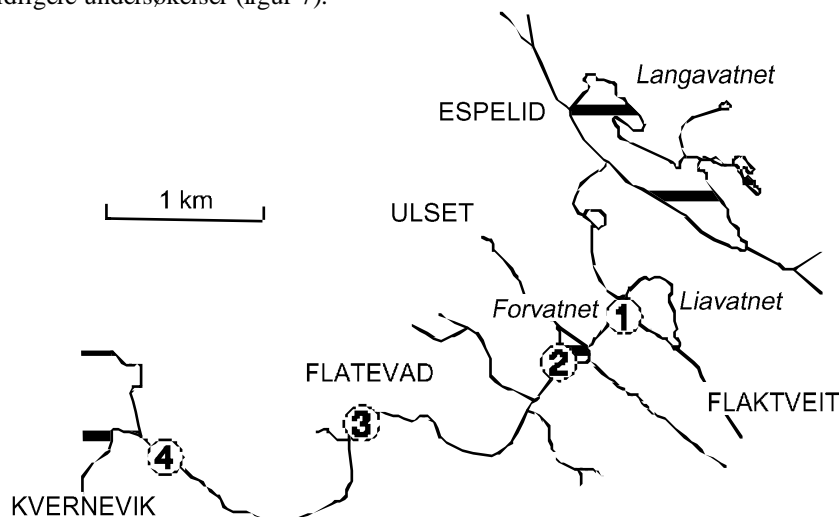
Utløpet ved Hylkje var sterkt forurenset i perioden med mye nedbør. Forurensningen var noe større enn ved Myrsæter og det må derfor være tilførsler også fra området mellom disse to stedene. Både overløp fra offentlig kloakkledningsnett og arealavrenning er aktuelle forurensningskilder der. Direkte tilførsler er tidligere registrert kun i perioder, men forurensning på grunn av overløp/arealavrenning er påvist hvert år siden 1995. Resipientundersøkelsen i 2000 bekrefter at elva er forurenset; det ble påvist moderat til sterk tarmbakterieforurensning ved fem av seks prøvetakinger.



FIGUR 5. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på fire lokaliteter i Haukåsvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvide kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren. * = ikke tatt prøve.

MIDTBYGDA VASSDRAGET

Hele Midtbygdavassdraget (figur 6) var også dette året forurenset i den nedbørrike perioden, hovedsakelig på grunn av arealavrenning i de øvre deler og overløp i de nedre deler (tabell 3). I tørrvårsperioden forurenset direkte tilførsler hovedsakelig den nedre delen av vassdraget. Forurensningsmønsteret var omtrent som ved tidligere undersøkelser (figur 7).



FIGUR 6. Kart over sentrale deler av Midtbygdavassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 3.

TABELL 3. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Midtbygdavassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V).

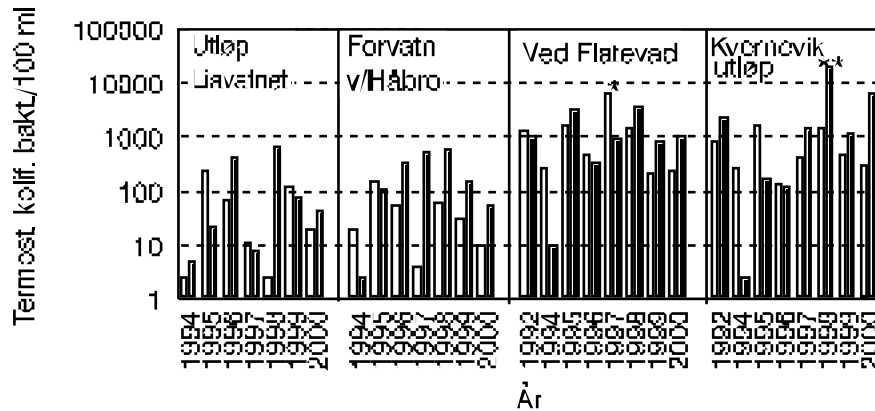
ST.NR	LOKALITET	UTM	9.MAI	6.DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Liavatnet	KN 988 099	20	46	Overløp/arealavrenning
2	Forvatnet ved Håbro	KN 982 094	10	56	Overløp
3	Dalelva ved Flatevad	KN 968 091	235	1050	Direkte tilførsler og overløp
4	Dalelva ved Kvernevik	KN 955 088	320	6600	Direkte tilførsler og overløp

Utløpet av Liavatnet var vesentlig forurenset kun i nedbørperioden, noe som tyder på at overløp eller arealavrenning er forurensningskilden. Den utvidede undersøkelsen i 1995 viste at noe av forurensningen kom med elva fra Langavatnet, men at det i tillegg var tilførsler direkte til innsjøen (Bjørklund 1995).

Ved Forvatnet var det moderat forurensning i nedbørperioden, og hovedkildene ser ut til å være overløp på offentlig kloakkledningsnett. Undersøkelsen i 1995 viste at forurensningene for en stor del kom med to sideelver som renner til innsjøen. I tillegg til offentlig kloakkledningsnett, drenerer det også en del bebyggelse med separate kloakkanlegg til disse elvene.

Dalelva ved Flatevad var sterkt forurenset på grunn av direkte tilførsler i 2000, som ved samtlige tidligere undersøkelser. I tillegg var elva forurenset på grunn av overløp. Undersøkelsen fra 1995 viste at dette kunne skyldes overløpsproblemer i området ved Hesthaugen. I de tidligere undersøkelsene er det nevnt at det er en betydelig mengde ender på denne elvestrekningen, noe som også vil kunne bidra til å forurense vassdraget.

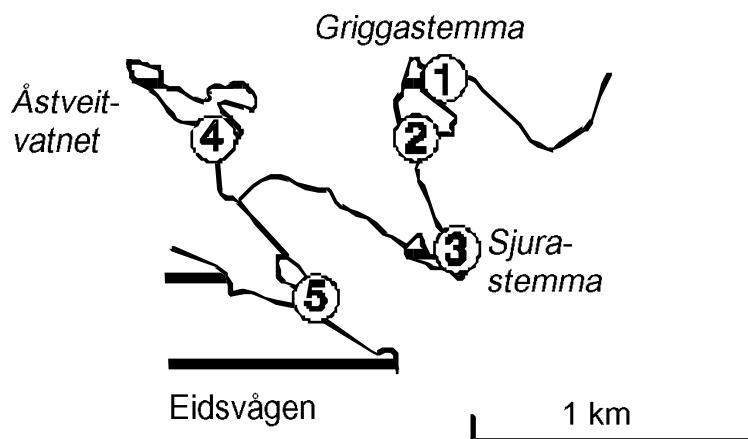
Ved utløpet ved Kvernevik var vassdraget også forurenset ved begge prøvetakingene, men forurensningene var spesielt store i nedbørperioden. Overvannet fra hovedkloakktunnelen fra Flaktveit renner ut i Daleelva oppstrøms prøvetakingspunktet, og ved undersøkelsen i 1996 (Bjørklund 1996) ble det registrert problemer der. Det er også direkte tilførsler til den nedre delen av vassdraget, muligens på grunn av tilsig fra de separate kloakkanleggene til den eldre bebyggelsen i nedslagsfeltet.



FIGUR 7. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på prøvetakingslokalitetene i Midtbygdavassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren. * = > 1000 bakt/100 ml, ** = > 20000 bakt/100 ml.

ÅSTVEITVASSDRAGET

I Åstveitvassdraget (figur 8) ble det påvist moderat forurensning på alle prøvetakingsstasjonene i perioden med mye nedbør (tabell 4). I tørrværsperioden var det kun ved innløpet til Sjurastemma at vesentlig forurensning ble påvist. Forurensningsmønsteret skiller seg ikke vesentlig fra tidligere undersøkelser, men forurensningen i nedbørperioden var noe mindre enn tidligere (figur 9).



FIGUR 8. Kart over sentrale deler av Åstveitvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 4.

TABELL 4. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Åstveitvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 9.

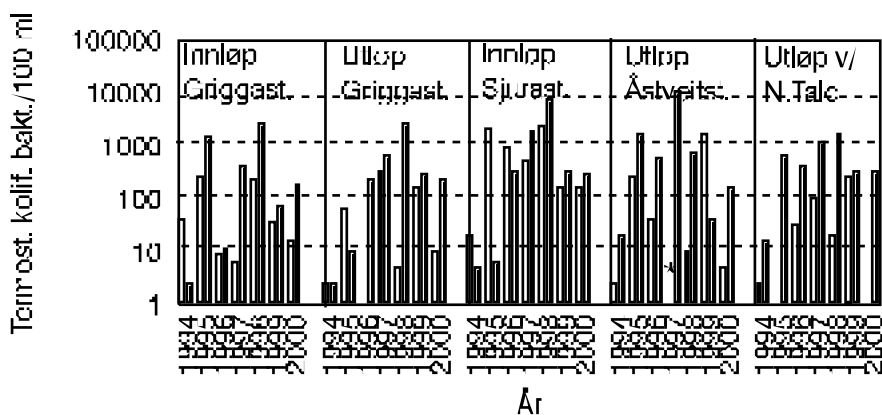
NR	LOKALITET	UTM	9.MAI	6. DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Innløp Griggastemma	KN 976 078	15	188	Overløp/arealavrenning
2	Utløp Griggastemma	KN 976 077	10	234	Overløp
3	Innløp til Sjurastemma	KN 977 072	160	274	Direkte tilførsler og overløp/arealavrenning
4	Utløp Åstveitstemma	KN 968 077	5	166	Overløp
5	Utløp stemme v. Norw. Talc	KN 972 070	0	332	Overløp/arealavrenning

Innløpselva til Griggastemma var moderat forurenset på grunn av arealavrenning og/eller overløp. Dette samsvarer stort sett med tidligere funn, bortsett fra i 1996 da forurensningen var liten. Selve Griggastemma er i tillegg moderat forurenset på grunn av arealavrenning eller overløp, og også dette er påvist ved tidligere undersøkelser.

Innløpet til Sjurastemma var moderat forurenset ved begge prøvetakingene og både direkte tilførsler og overløp forurenser elva på strekningen mellom Griggastemma og Sjurastemma. Direkte tilførsler er påvist der hver gang, men forurensning på grunn av overløp er kun påvist etter 1995.

Åstveitstemma var også dette året forurenset på grunn av overløpsproblemer. Prøven i tørrværsperioden ble tatt i innsjøen da utløpselva var tørr. Undersøkelsen tyder ikke på at det er store direkte tilførsler til innsjøen.

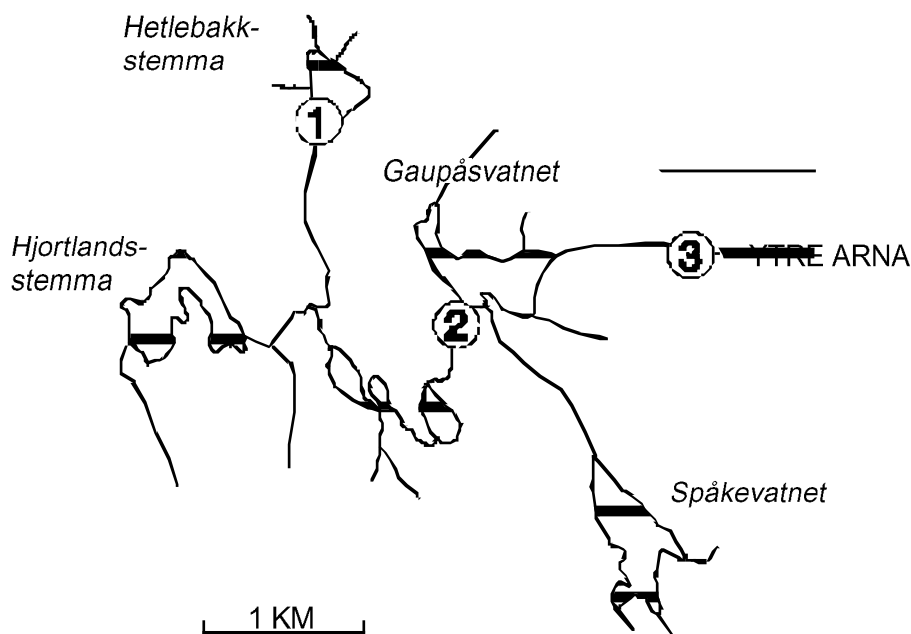
Ved utløpet til sjøen var vassdraget moderat forurenset i regnværsperioden, men ingen forurensning ble påvist i perioden med tørt vær. Ved tidligere undersøkelser har elva stort sett vært moderat til sterkt forurenset på grunn av overløp/arealavrenning, mens direkte tilførsler har vært påvist kun enkelte ganger.



FIGUR 9. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på fem lokaliteter i Åstveitvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren. * = ingen prøve tatt.

GAUPÅSVASSDRAGET

Gaupåsvassdraget (figur 10) var lite forurenset i de øvre deler (tabell 5). Ved utløpet derimot, var vassdraget forurenset både i tørrværsperioden og spesielt i nedbørperioden. Forurensningene i vassdraget var stort sett som før, men ved utløpet var forurensningen i nedbørperioden større enn tidligere (figur 11).



FIGUR 10.

Kart over sentrale deler av Gaupåsvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 5.

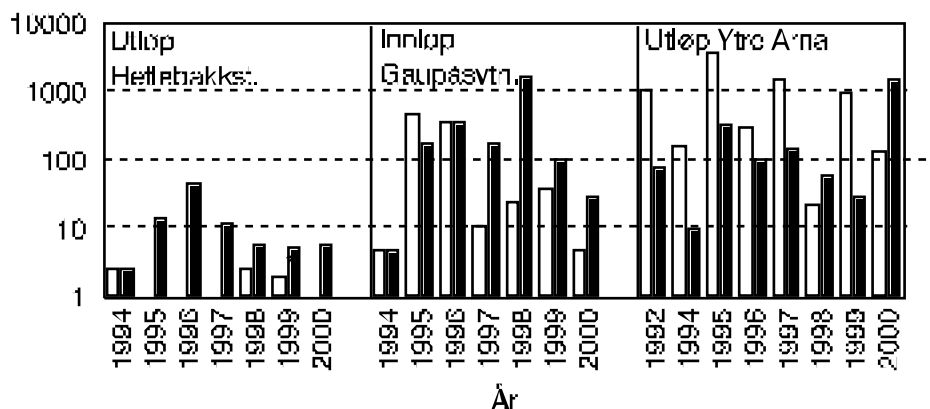
TABELL 5. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Gaupåsvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 11.

NR.	LOKALITET	UTM	9. MAI	6. DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Hetlebakkstemma	LN 018 091	0	6	
2	Innløp Gaupåsvatnet fra Hjortlandstemma	LN 026 077	5	30	Arealavrenning
3	Elv før fjorden i Ytre Ama	LM 056 034	135	1550	Direkte tilførsler

Utløpet av Hetlebakkstemma var ikke forurenset ut over naturtilstanden ved noen av prøvetakingene i 2000. Bortsett fra i 1996 har det heller ikke vært store forurensninger der ved de tidligere undersøkelsene i denne serien. Forurensningssituasjonen i innsjøen ser ut til å være bedret adskillig siden 1990 (Johnsen og Kambestad 1990), men en kan likevel ikke utelukke at det kan være mindre tilførsler til innsjøen som ikke gjenspeiles i prøver tatt ved utløpet.

Innløpselva til Gaupåsvatnet var heller ikke særlig forurenset ved prøvetakingene i 2000. Elva har vært forurenset ved de fleste tidligere prøvetakinger og resipientundersøkelsen i 1995 viste at Gaupåsvatnet mottar betydelige mengder tarmbakterier både med elva fra Hjortlandstemma og med elva fra Spåkevatnet (Hobæk 1996 b).

Ved utløpet i Ytre Arna var elva moderat forurenset av direkte tilførsler og sterkt forurenset på grunn av overløp på kloakkledningsnett. Ved resipientundersøkelsen i 1998 ble det også påvist tilførsler av tarmbakterier til elva nedstrøms Gaupåsvatnet, men det ble i tillegg påvist periodevis moderat forurensning i Gaupåsvatnet (Bjørklund og Brekke 1999). Trolig skyldes det meste av forurensningen ved utløpet i Ytre Arna tilførsler til elva nedstrøms Gaupåsvatnet, men mindre bidrag fra selve Gaupåsvatnet kan ikke utelukkes.



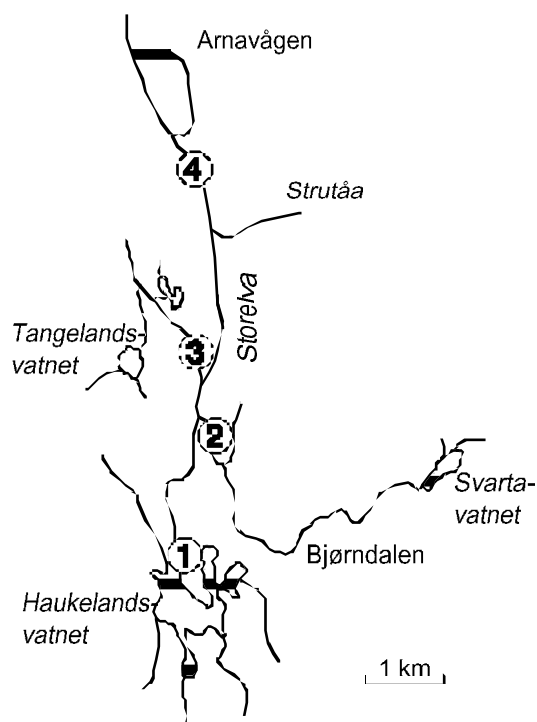
FIGUR 11. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på tre lokaliteter i Gaupåsvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.

ARNAVASSDRAGET

De undersøkte stedene i Arnassdraget (figur 12) var ikke vesentlig forurenset av direkte tilførsler (tabell 6). Dette samsvarer med tidligere undersøkelser, som viser at de direkte tilførslene til vassdraget nedstrøms Haukelandsvatnet har vært lave etter 1995 (figur 13). I nedbørperioden var samtlige steder forurenset av tarmbakterier, men kun i små til moderate mengder. Mest forurenset var utløpet av vassdraget og utløpet av Haukelandsvatnet (figur 13). Også dette var i samsvar med tidligere funn.

TABELL 6. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Arnassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 13.

ST. NR.	LOKALITET	UTM	9. MAI	6. DES	PROBLEMTYPE
1	Utløp Haukelandsvatnet	LM 049 989	2	124	Overløp/arealavrenning
2	Elv fra Bjørndalen	LM 054 097	0	28	
3	Elv fra Tangelandsvatn	LM 055 008	0	78	Overløp/arealavrenning
4	Storelva ved kirken	LM 056 034	3	264	Overløp/arealavrenning



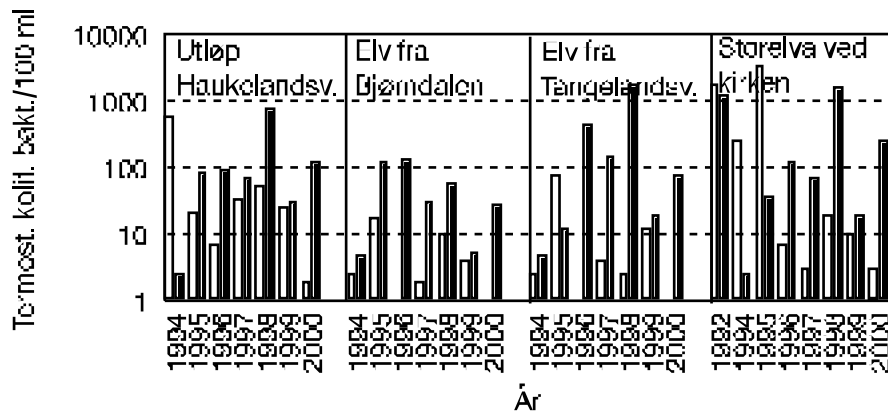
FIGUR 12. Kart over sentrale deler av Arnavassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 6.

Utløpet fra Haukelandsvatnet var ikke forurenset av direkte tilførsler og moderat forurenset på grunn av overløp/arealavrenning. Tidligere har en stort sett påvist moderat forurensning på grunn av direkte tilførsler dit, men denne gangen var utløpet ikke forurenset. Forurensningen på grunn av overløp/arealavrenning er i samsvar med tidligere undersøkelser.

Elva fra Bjørndalen var ikke vesentlig forurenset verken i nedbør- eller tørrvårsperioden ved undersøkelsene i 2000. Elva har aldri vært særlig forurenset i tørrvårsperioder, men arealavrenning har ført til forurensninger i enkelte perioder tidligere.

Elva fra Tangelandsvatnet var heller ikke forurenset av direkte kloakktilførsler, men var moderat forurenset på grunn av arealavrenning/overløp. Mønsteret er omvendt i forhold til funnene vinteren 1995/96, men stemmer med funnene de øvrige årene.

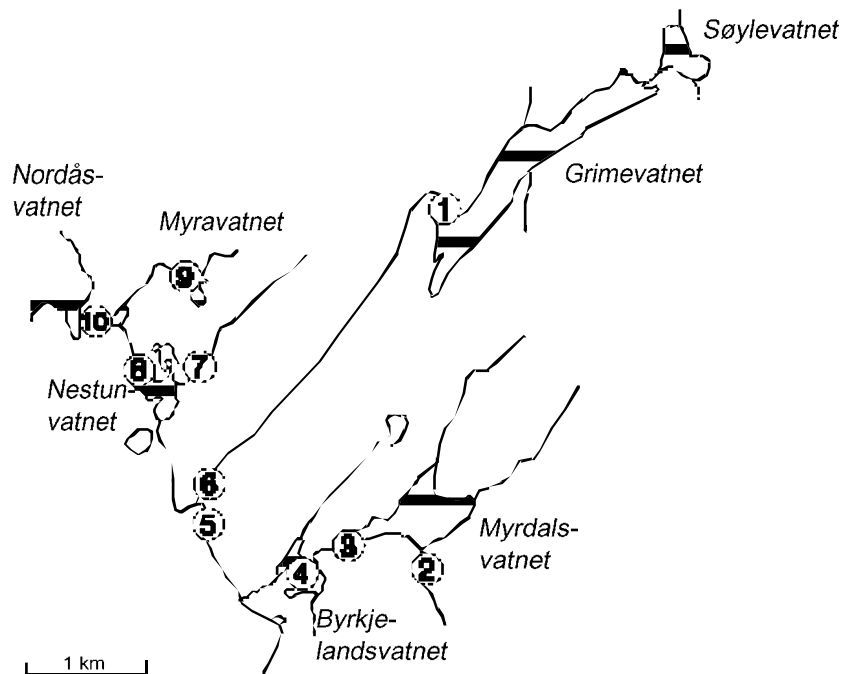
Utløpet av Storelva var ikke vesentlig forurenset av direkte tilførsler ved prøvetakingen i 2000. Elva var sterkt forurenset av direkte tilførsler fram til 1996, men de fem siste årene har forurensningen vært liten. I 1992 ble en omfattende kloakksanering i Arnatveitområdet påbegynt, og dette ser ut til å ha redusert forurensningen vesentlig. Overløps- og eller arealavrenningsproblemer registreres imidlertid fremdeles.



FIGUR 13. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på fire lokaliteter i Arnassvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.

NESTTUNVASSDRAGET

I Nesttunvassdraget (figur 14) var forurensningen på grunn av direkte tilførsler liten i de øverste deler av vassdraget og moderat i de sentrale deler. Forurensningen var størst i de to elvene som renner sammen like ved Nesttun (tabell 7). Forurensning på grunn av overløp/arealavrenning ble derimot påvist i det aller meste av vassdraget, og også her var det prøvetakingsstedene ved Nesttun som var mest forurenset. Stort sett var forurensningene i vassdraget omtrent som tidligere (figur 15).



FIGUR 14. Kart over sentrale deler av Nesttunvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 7.

TABELL 7. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Nesttunvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 15.

NR.	LOKALITET	UTM	9. MAI	6. DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Grimevatnet	LM 015 950	0	28	Overløp/arealavrenning
2	Elv fra Stignavatn før Myrdalsvatn	LM 012 918	1	62	Overløp/arealavrenning
3	Utløp Myrdalsvatnet	LM 003 917	0	2	
4	Utløp Byrkjelandsvatnet	KM 997 915	9	34	Overløp/arealavrenning
5	Nesttunelv før samløp elv fra Grimevatn	LM 990 922	230	780	Direkte tilførsler og overløp
6	Elv fra Grimevatn før samløp Nesttunelv	LM 990 922	185	508	Direkte tilførsler og overløp
7	Tilløp til Nesttunvatnet fra øst	KM 989 932	35	2050	Direkte tilførsler og overløp/arealavrenning
8	Utløp Nesttunvatnet	KM 985 936	25	190	Overløp/arealavrenning
9	Utløp Myravatnet	KM 989 944	5	256	Overløp/arealavrenning
10	Utløp til Nordåsvatnet, Hopsfossen	KM 984 940	30	196	Direkte tilførsler og overløp/arealavrenning

Innløpselva til Myrdalsvatnet fra Stignavatnet (st. 2) var ikke forurenset av direkte tilførsler med moderat forurenset på grunn av overløp/arealavrenning. I denne elva har forurensningsmengdene variert mye, både i perioder med mye nedbør og i tørrværsperioder. Dette kan tyde på at landbruket er en viktig forurensningskilde. For eksempel vil forurensningsgraden være adskillig høyere når det nettopp er spredt gylle på markene eller når det går beitende husdyr i nedslagsfeltet, enn dersom prøvetakingen ikke skjer i slike perioder.

Utløpet av Myrdalsvatnet (st. 3) var, som tidligere, lite forurenset ved begge prøvetakinger. Forurensningen med elva fra Stignavatnet ser derfor ikke ut til å påvirke utløpet av Myrdalsvatnet i vesentlig grad. Myrdalsvatnet var heller ikke vesentlig forurenset ved prøvetakingene i resipientundersøkelsen denne sommeren (Bjørklund og Brekke 2001).

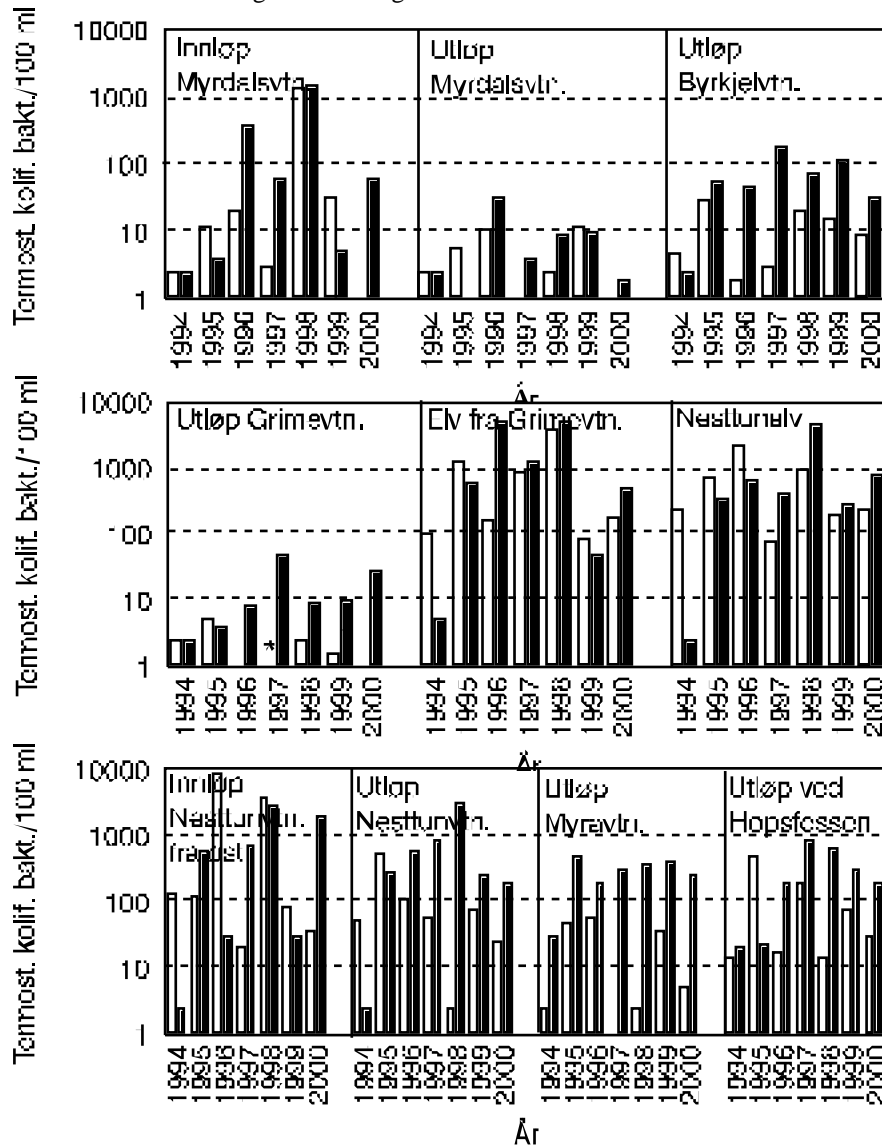
Utløpet av Byrkjelandsvatnet, nedstrøms Myrdalsvatnet (st. 4), var ikke vesentlig forurenset av direkte tilførsler men noe forurenset i perioden med mye nedbør. Det er tidligere registrert større forurensning i regnværsperioden der, men de direkte tilførslene har alltid vært små. Ved resipientundersøkelsen i 1994 ble det påvist tarmbakterier i hele undersøkelsesperioden i Byrkjelandsvatnet (Bjørklund 1994), men ved resipientundersøkelsen i 2000 (Bjørklund og Brekke 2001) var innholdet av tarmbakterier for det meste meget lavt. Aktuelle forurensningskilder kan være husstander med separate avløpsanlegg og tilførsler med elva fra Dyngeland.

Nesttunelva (st. 5); nedstrøms Byrkjelandsvatnet og før samløp med Helldalselva, var moderat forurenset på grunn av direkte tilførsler og sterkt forurenset på grunn av overløp. Funnene samsvarer godt med resultatene fra samtlige tidligere undersøkelser.

Utløpet av Grimevatnet (st. 1) derimot var lite forurenset og tarmbakteriekonsentrasjonene var meget små. Kun i nedbørperioden ble små mengder tarmbakterier påvist, og funnene bekrefter tidligere undersøkelser. Det ble heller ikke påvist vesentlig forurensning i løpet av resipientundersøkelsen av Grimevatnet sommeren 2000 (Bjørklund og Brekke 2001).

Helldalselva fra Grimevatnet, like før den renner sammen med Nesttunelva, (st.6) var imidlertid moderat forurenset på grunn av både direkte tilførsler og overløp. Også der er forureningsnivået som ved tidligere undersøkelser.

Innløpselva til Nesttunvatnet fra øst (st. 7) var moderat forurenset av direkte tilførsler og meget sterkt forurenset på grunn av overløp/arealavrenning. Forureningsgraden varierer mye i denne elva, noe som kan tyde på at landbruket er en vesentlig forureningskilde.



FIGUR 15. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på ti lokaliteter i Nesttunvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.* = elva var tørr og det ble ikke tatt prøve derfra.

Utløpet fra Nesttunvatnet (st. 8) var moderat forurenset i nedbørperioden, men ikke vesentlig forurenset i tørrværsperioden. Forurenningene der var lavere enn i innløpselvene ved begge prøvetakingene, så forurenningen der kan skyldes tilførsler med innløpselvene. Tidligere undersøkelser

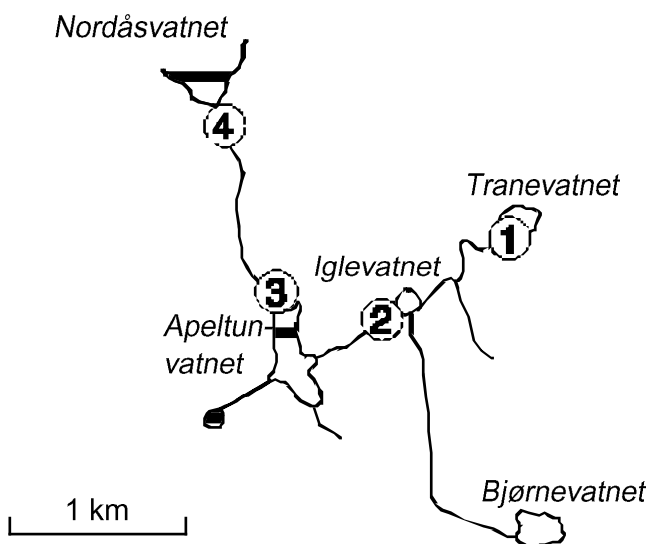
tyder imidlertid på at innsjøen også mottar direkte tilførsler fra lokalnedslagsfeltet, og ved resipientundersøkelsen i 2000 var innsjøen moderat forurenset ved de fleste prøvetakingene (Bjørklund og Brekke 2001).

Utløpet av Myrvatnet (st. 9) var ikke forurenset av direkte tilførsler, men i regnværperioden er det overløpsproblemer der. Tidligere er det funnet både direkte tilførsler og overløpstilførsler til innsjøen, og ved resipientundersøkelsen i 2000 var Myrvatnet periodevis moderat forurenset.

Utløpet av Nesttunvassdraget var moderat forurenset på grunn av overløp/arealavrenning. Samme type forurensning er funnet de siste årene, men før 1996 var disse tilførslene små. Forurensningen var imidlertid mindre enn i utløpet av Nesttunvatnet og kan derfor skyldes tilførsler derfra. Det ble heller ikke påvist sikre direkte tilførsler til denne delen av vassdraget. I resipientundersøkelsen denne sommeren var utløpet stort sett moderat forurenset ved alle prøvetakingene.

APELTUNVASSDRAGET

I Apeltunvassdraget (figur 16) ble det ikke påvist forurensning i utløpet fra Tranevatnet, men alle de andre undersøkte stedene var forurenset av både direkte tilførsler og overløp/arealavrenning (tabell 8). Resultatene fra denne undersøkelsen er i samsvar med tidligere undersøkelser i vassdraget (figur 17).



FIGUR 16. Kart over sentrale deler av Apeltunvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 8.

TABELL 8. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Apeltunvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 17.

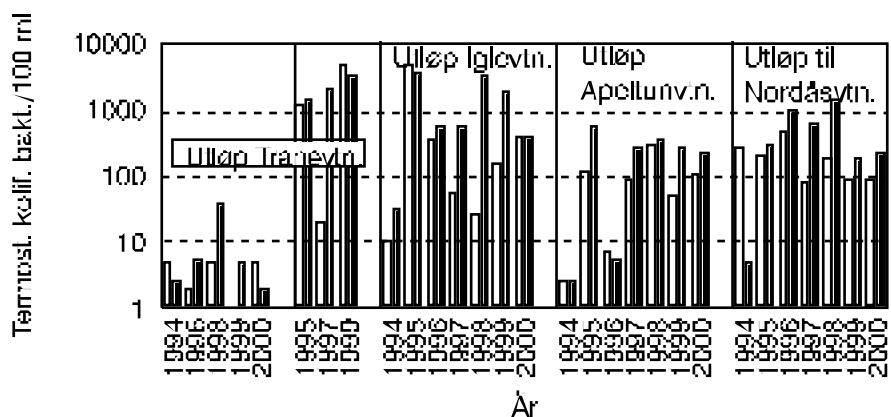
NR.	LOKALITET	UTM	9. MAI	6. DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Tranevatnet	KM 986 909	5	2	
2	Utløp Iglevatnet	KM 982 905	370	386	Direkte tilførsler og overløp/arealavrenning
3	Utløp Apeltunvatnet	KM 906 974	100	208	Direkte tilførsler og overløp/arealavrenning
4	Utløp til Nordåsvatnet	KM 972 918	85	218	Direkte tilførsler og overløp/arealavrenning

Utløpet av Tranevatnet var ikke vesentlig forurenset ved prøvetakingene i 2000. Det samme er funnet ved tre tidligere resipientundersøkelser av selve innsjøen (Bjørklund 1994, Hobæk 1998, Bjørklund og Brekke 2001), samt ved prøvetakingene like ved utløpet av innsjøen. Prøvetakingen har imidlertid skjedd på to forskjellige stasjoner i denne elva, og i 1995, 1997 og 1999 ble prøvene tatt ca 300 meter nedstrøms selve utløpet, og der er det alltid påvist stor forurensning. Det ser derfor ut til å være tilførsler til den øverste delen av utløpselva fra Tranevatnet, og trolig skyldes det lekkasjer og overløp fra offentlig kloakkledningsnett.

Utløpet av Iglevatnet var forurenset av både direkte tilførsler og arealavrenning/overløp ved prøvetakingen i 2000. Prøver fra resipientundersøkelsene i innsjøen (Bjørklund 1994, Hobæk 1998, Bjørklund og Brekke 2001) viste også at innsjøen var moderat til sterkt forurenset.

Ved utløpet av Apeltunvatnet var forurensningene som ved de fleste tidligere undersøkelsene; både direkte tilførsler og overløp forurenser denne delen av vassdraget. Noe av forurensningen kan skyldes tilførsler fra Iglevatnet, men trolig er det også andre tilførsler,- for eksempel med den andre innløpselva. Resipientundersøkelsene fra innsjøen viste at innsjøen hele tiden var noe forurenset, men at forurensningen var størst i nedbørperioder, noe som tyder på at landbruket er en viktig forurensningskilde til denne delen av vassdraget.

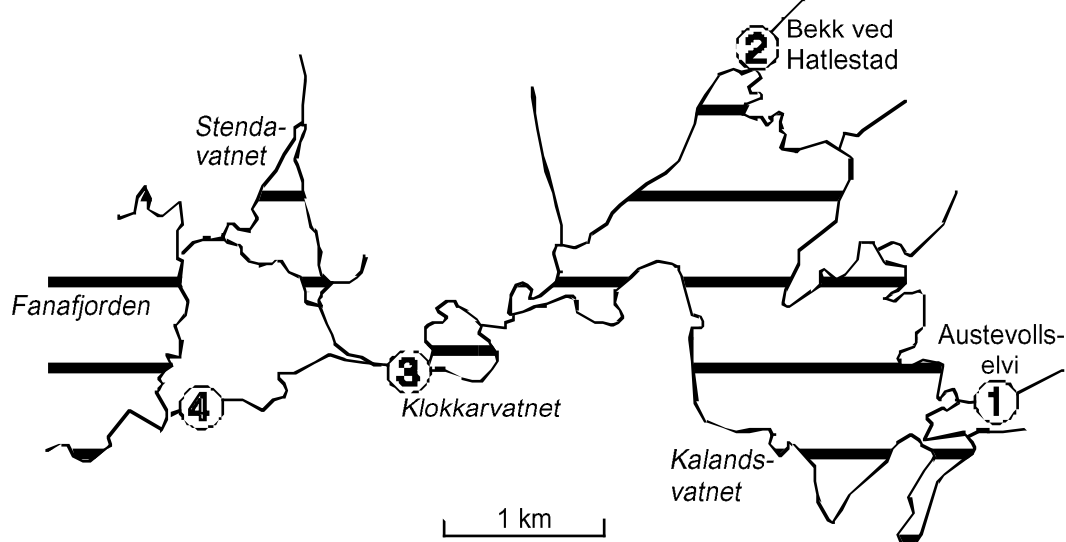
Ved innløpet til Nordåsvatnet var vassdraget moderat forurenset både på grunn av direkte tilførsler og på grunn av overløp/arealavrenning. Forurensningene i nedbørperioden må delvis komme til vassdraget nedstrøms Apeltunvatnet, ettersom forurensningen er høyere ved utløpet til sjøen. Forurensningene i tørrværsperioden kan imidlertid skyldes forurensningene i Apeltunvatnet. Også resipientundersøkelsen i 2001 påviste moderat forurensning ved alle prøvetakingene.



FIGUR 17. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på fem lokaliteter i Apeltunvassdraget ved de siste års undersøkelser. Utløpet av Tranevatnet er representert med to stasjoner med ca. 300 meters avstand, og i 1999 ble det ikke tatt prøve fra den øverste stasjonen i perioden med tørt vær. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.

KALANDSVASSDRAGET

I Kalandsvassdraget (figur 18) var Austevollselva moderat forurenset av direkte tilførsler, mens elva ved Hatlestad var sterkt forurenset på grunn av overløp (tabell 9). Ved utløpet av Klokkarvatnet var vassdraget ikke forurenset, men ved utløpet til Fana fjorden var forurensningen moderat på grunn av arealavrenning/overløp. Resultatene i 2000 gjenspeiler stort sett tidligere funn (figur 19).



FIGUR 18. Kart over sentrale deler av Kalandsvassdraget med prøvetaksstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetaksstasjonene finnes i tabell 9.

TABELL 9. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Kalandsvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 19.

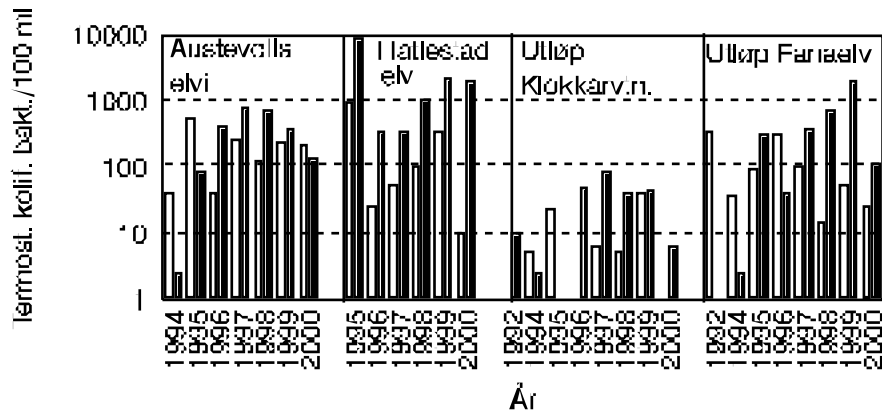
NR	LOKALITET	UTM	9. MAI	7. DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Austevollselvi	LM024 875	215	128	Direkte tilførsler og trolig overløp/ arealavrenning
2	Innløp Kalandsvatnet ved Hatlestad	LM003 892	10	>2000	Overløp
3	Utløp Klokkarvatnet	KM989 867	1	6	
4	Utløp Fanaelva ved Fana fjorden	KM974 859	25	112	Overløp/arealavrenning

Austevollselvi var moderat forurenset på grunn av direkte tilførsler. I perioden med mye nedbør var den også moderat forurenset, men bakteriekonsentrasjonene var lavere enn i tørrværsperioden. Denne forurensningen kan derfor være et resultat av at de direkte tilførslene fortynnes mer ved høy vannføring. Spesielt fordi regnværspøvetakingen skjedde så seint dette året kan dette være en mulig tolkning. Denne elva har imidlertid hatt tilførsler på grunn av arealavrenning ved nesten samtlige tidligere undersøkelser.

Innløpselva ved Hatlestad var sterkt forurenset på grunn av overløp fra kloakkledningsnettet. Dette er påvist ved hver eneste undersøkelse i denne serien. Elva var imidlertid ikke vesentlig forurenset av direkte tilførsler denne gangen, noe en stort sett har funnet tidligere. Der denne elva munner ut i Kalandsvatnet var innsjøen preget av sterk begroing og algevekst. Dette viser at det er næringstilførsler dit, men vi kan ikke vurdere om det kommer med elva eller om det skyldes tilsig fra kloakkpumpestasjonen som ligger der.

Ved utløpet fra Klokkarvatnet ble det ikke påvist vesentlig forurensning ved undersøkelsen i 2000. Tidligere har utløpet stort sett vært forurensnet på grunn av arealavrenning, men det seine prøvetakingstidspunktet da det ikke beitet dyr i nedslagsfeltet er trolig årsaken til manglende forurensning dette året.

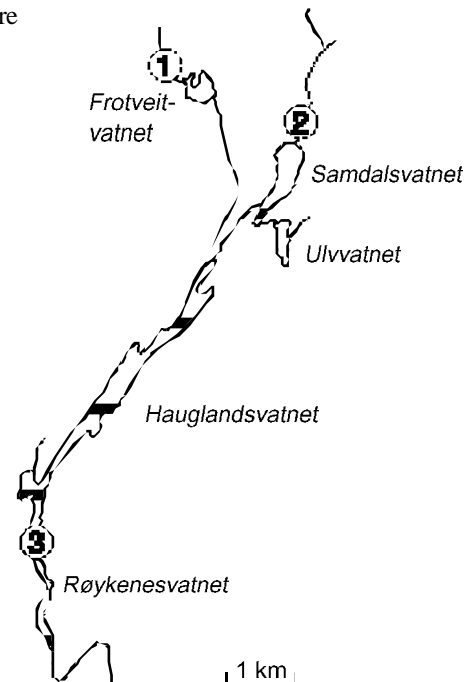
Ved utløpet til sjøen var vassdraget moderat forurensnet på grunn av arealavrenning, men det ble ikke påvist vesentlige direkte tilførsler til elva. Funnene skiller seg ikke vesentlig fra tidligere undersøkelser.



FIGUR 19. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på fire lokaliteter i Kalandsvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.

OSVASSDRAGET

I øvre deler av Osvassdraget (figur 20) ble det ikke påvist vesentlig forurensning på noen av prøvetakingsstedene, verken i tørrværs- eller nedbørperioden (tabell 10). Stort sett var forurensningene i vassdraget mindre enn ved de tidligere undersøkelsene (figur 21).



FIGUR 20. Kart over sentrale deler av Osvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 10.

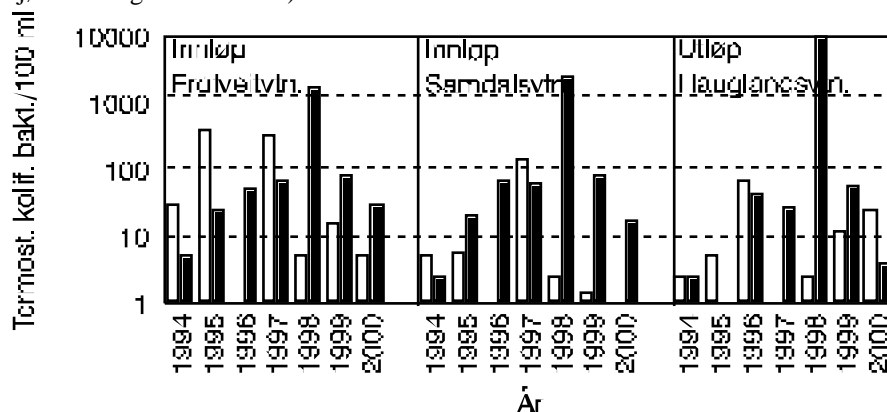
TABELL 10. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Osvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 21.

NR.	LOKALITET	UTM	5. MAI	6-7.DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Innløp Frotveitvatnet	LM056 923	5	30	Arealavrenning ?
2	Innløp Samdalsvatnet	LM074 915	0	18	
3	Utløp Hauglandsvatnet	LM031 859	25	4	Direkte tilførsler ?

I innløpselva til Frotveitvatnet ble det i 2000 ikke påvist vesentlig forurensning i perioden med lite nedbør. Dette står i kontrast til de fleste tidligere undersøkelser, da det er påvist moderat forurensning. Forurensningen på grunn av arealavrenning var også meget liten, trolig fordi prøvene er tatt så seint på året; etter at husdyrene er tatt inn og når spredning av møkk på jordene ikke lenger er tillatt.

Ved innløpet til Samdalsvatnet ble det ikke påvist vesentlig forurensning ved noen av prøvetakingene. Denne delen av vassdraget har stort sett ikke vært forurenset på grunn av direkte tilførsler tidligere heller, men arealavrenning har ofte resultert i moderate forurensninger.

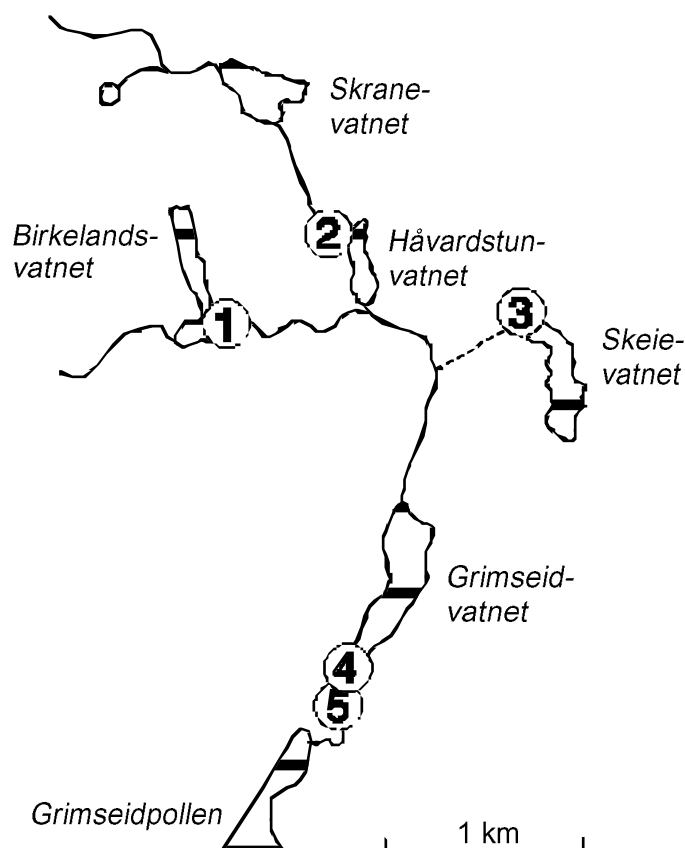
Ved utløpet fra Hauglandsvatnet var det meget små forurensninger som ble påvist i tørrværsperioden, og ingen forurensning i nedbørperioden. Funnene stemmer med de fleste tidligere undersøkelser, bare i 1998 ble det påvist sterk forurensning på grunn av arealavrenning. I månedlige undersøkelser i forbindelse med resipientundersøkelsen i 1998 var Hauglandsvatnet vanligvis moderat forurenset av tarmbakterier (Bjørklund og Brekke 1999).



FIGUR 21. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på tre lokaliteter i Osvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvide kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.

GRIMSEIDVASSDRAGET

I Grimseidvassdraget (figur 22) ble det påvist direkte tilførsler ved utløpet av Birkelandsvatnet og overløpsproblemer ved innløpet til Håvardstunvatnet og utløpet av Skeievatnet (tabell 11). Ellers var forurensningene meget små på alle de undersøkte stedene. Tidligere er det påvist store direkte tilførsler til innløpet av Håvardstunvatnet, og store overløpsproblemer ved Birkelandsvatnet og i den nedre delen av vassdraget, men dette ble ikke påvist denne gangen (figur 23).



FIGUR 22. Kart over sentrale deler av Grimseidvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 11.

Utløpet av Birkelandsvatnet var moderat forurenset på grunn av direkte kloakktilslig, noe samtlige tidligere undersøkelser også har påvist. Forurensningen registreres imidlertid hovedsakelig i utløpselva og ikke midt ute på innsjøen (Bjørklund og Brekke 1999), noe som tyder på at forurensningen skjer i området like ved utløpselva. Forurensninger på grunn av overløp ble ikke registrert denne gangen i motsetning til tidligere.

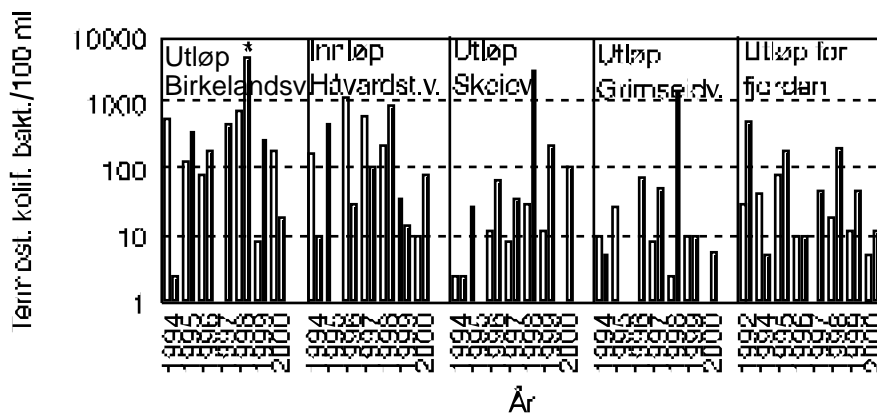
Innløpselva til Håvardstunvatnet var moderat forurenset på grunn av overløp, men ikke vesentlig forurenset av direkte tilførsler. Tidligere har det vært direkte tilførsler som har forurenset denne bekken sterkt. Det pågikk gravearbeider i området ved prøvetakingene, og muligens har dette hatt betydning for tilførslene. Tilførslene på grunn av overløp ligger på omtrent samme nivå som tidligere.

TABELL 11. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Grimseidvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 23.

ST. NR.	LOKALITET	UTM	9. MAI	6.DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Birkelandsvatnet	KM 942 898	205	20	Direkte tilførsler
2	Innløp Håvardstunvatnet	KM 949 900	10	82	Overløp
3	Utløp Skeievatnet	KM 959 894	0	114	Overløp
4	Utløp Grimseidvatnet	KM 947 877	1	6	
5	Utløp før fjorden	KM 947 877	5	12	

Utløpet av Skeievatnet var ikke forurenset av direkte tilførsler men moderat forurenset på grunn av arealavrenning/overløp. Tidligere lekkasjeundersøkelser og resipientundersøkelsen i 1992 (Bjørklund mfl. 1993) har påvist periodevis forurensninger til Skeievatnet hovedsakelig i nedbørperioder men også i tørrværsperioder. Ved resipientundersøkelsen i 1995 var imidlertid forurensningene meget små (Hobæk 1996). I de månedlige prøvene i resipientundersøkelsen i 1998 ble det påvist forurensning ved hver eneste prøvetaking, og den største ble registrert i tørrværsperioden i september (Bjørklund og Brekke 1999). Disse resultatene utelukker at det kan være store konstante lekkasjer på kloakkledningen som går gjennom innsjøen, men overløpsproblemer på ledningen og andre plutselige direkte tilførsler ser ut til å forekomme.

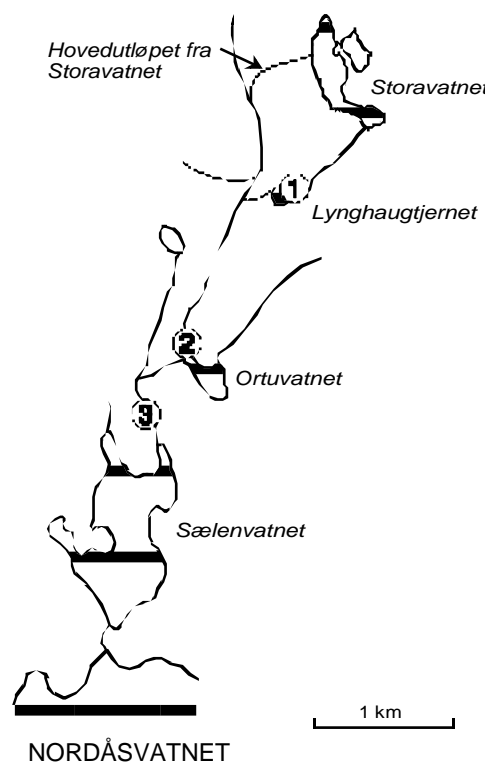
Verken ved utløpet fra Grimseidvatnet eller ved utløpet til fjorden var vassdraget forurenset ved prøvetakingene i 2000. Tidligere er det periodevis påvist både direkte tilførsler og arealavrenningstilførsler til begge stedene.



FIGUR 23. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på fem lokaliteter i Grimseidvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren. * = > 5000 bakt/100 ml.

FYLLINGSDALSVASSDRAGET

Vassdraget som renner gjennom Fyllingsdalen (figur 24) var moderat forurenset på grunn av direkte kloakktilførsler (tabell 12). I tillegg var det også overløpsproblemer ved alle de undersøkte stedene. Forurensningsnivået lå innenfor den variasjonen som er funnet i de tidligere undersøkelsene (figur 25).



FIGUR 24. Kart over sentrale deler av Fyllingsdalsvassdraget. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 12.

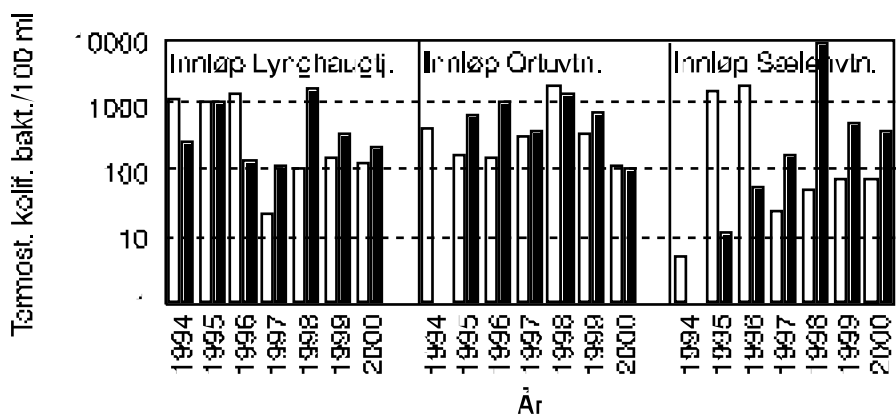
TABELL 12. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Fyllingsdalsvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 25.

NR	LOKALITET	UTM	9. MAI	6. DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Innløp til Lynghaugtjernet	KM 958 969	140	244	Direkte tilførsler og overløp
2	Innløp Ortuvatnet, like etter utløp kanal	KM 953 958	130	114	Direkte tilførsler og overløp
3	Sælnebekken v. innløp Sælenvatnet	KM 948 953	80	450	Direkte tilførsler og overløp/arealavrenning

Innløpet til Lynghaugtjernet (også kalt Lauvåstjernet) var moderat forurenset på grunn av både direkte tilførsler og overløp. Det er mye ender i Lauvåstjernet, men prøvene er tatt inne i innløpsrøret og derfor upåvirket av disse. Resultatene fra årets undersøkelse skiller seg ikke vesentlig ut fra de tidligere lekkasjeundersøkelsene.

Innløpet til Ortuvatnet, ved utløpet fra kanalen, var også moderat forurenset på grunn av både direkte tilførsler og overløp. Ved den utvidede lekkasjeundersøkelsen i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1994) fant vi et rør som kom inn fra øst, som ikke var tegnet inn på kommunenes kart. Prøvene den gang tydet på at dette røret førte kloakkforurenset vann til hovedvassdraget. Forurensningsmønsteret i 2000 samsvarer med tidligere undersøkelser.

Innløpet til Sælenvatnet var moderat forurenset på grunn av overløp/arealavrenning. I tørrværsperioden var forurensningen adskillig lavere, og det er mulig at det er forurensningen ved innløpet til Ortuvatnet som gjenfinnes i elva. Forurensningsmengdene avviker ikke vesentlig fra tidligere undersøkelser.



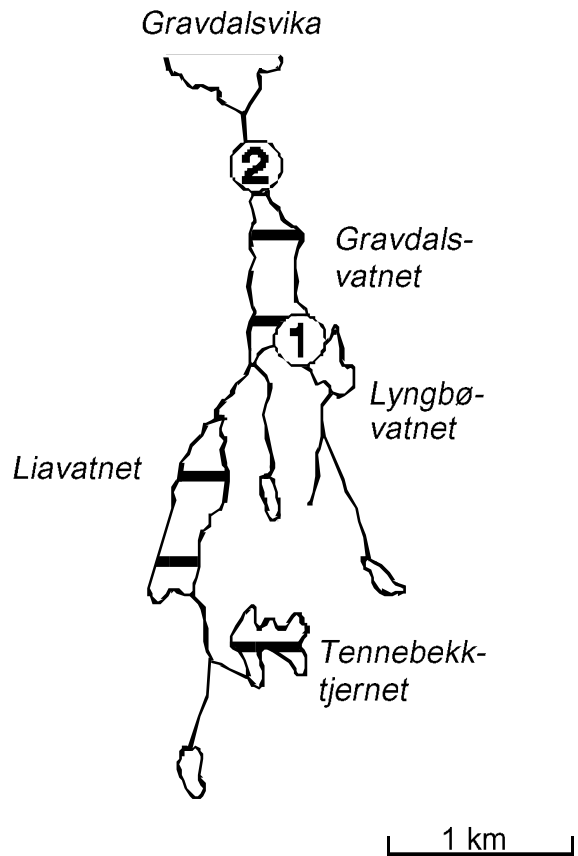
FIGUR 25. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på tre lokaliteter i Fyllingsdalsvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.

GRAVDALSVASSDRAGET

Begge de undersøkte stedene i Gravdalsvassdraget (figur 26) var moderat forurenset på grunn av overløp ved undersøkelsen i 2000 (tabell 13). Overløpsproblemer er tidligere registrert på begge prøvetakingsstedene ved hver eneste undersøkelse de siste årene (figur 27). Det ble imidlertid ikke påvist direkte tilførsler dette året. Forurensning på grunn av direkte tilførsler er kun registrert periodevis tidligere.

TABELL 13. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Gravdalsvassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 27.

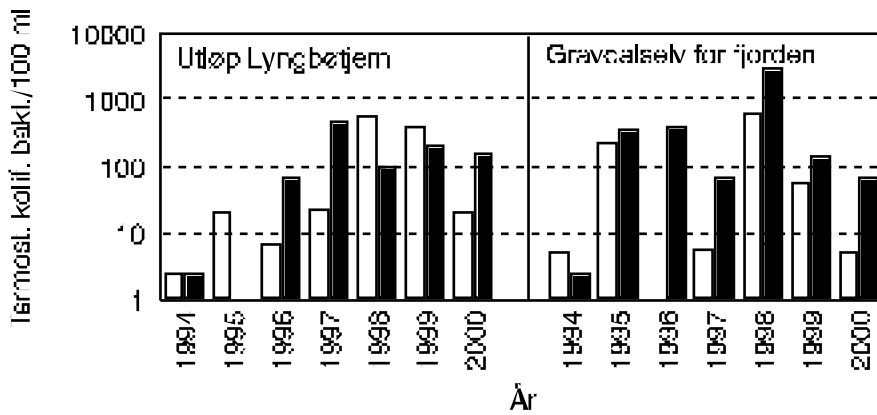
ST. NR.	LOKALITET	UTM	9. MAI	6.DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Utløp Lyngbøvatnet	KM 944 997	20	158	Overløp
2	Gravdalselv før fjorden	KN 941 007	5	68	Overløp ?



FIGUR 26. Kart over sentrale deler av Gravdalsvassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 13.

Utløpet fra Lyngbøvatnet var noe forurenset i tørrværsperioden. Forurensningene var ikke så store som ved lekkasjeundersøkelsene i 1998 (Bjørklund 1998) og 1999 (Hobæk 2000). Ved resipientundersøkelsene av Lyngbøvatnet (Hobæk mfl. 1994, Hobæk 1998) ble det påvist små direkte tilførsler til innsjøen. I nedbørperioden var bakteriekonsentrasjonene høyere enn ved tørrværsperioden, noe som tyder på overløpsproblemer fra kloakkledningsnett. Det er også påvist overløpsproblemer ved de tidligere undersøkelsene; både lekkasjeundersøkelsene og resipientundersøkelsene.

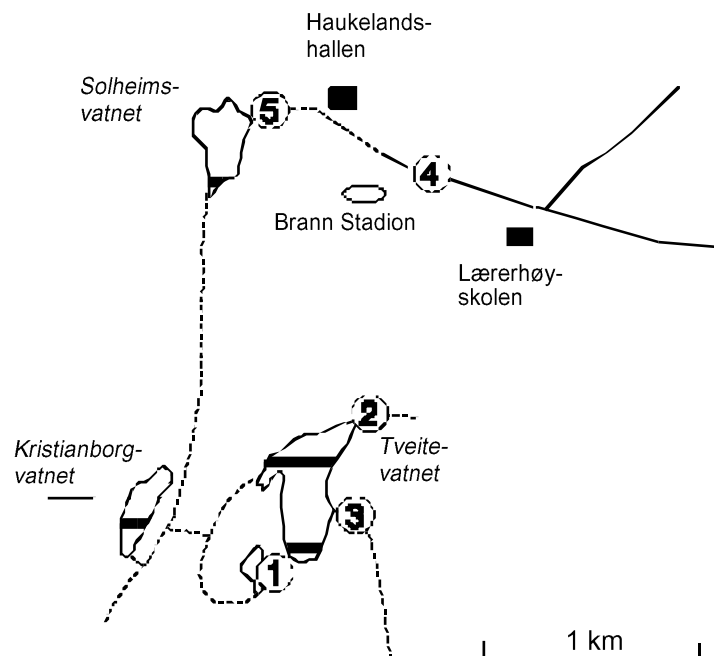
Gravdalselva var ikke forurenset på grunn av direkte tilførsler men moderat forurenset på grunn av overløp. Siden 1995 har en påvist overløpsproblemer ved alle lekkasjeundersøkelsene der. Direkte tilførsler er kun påvist i 1995 og periodevis i resipientundersøkelsen i 1993 (Hobæk mfl. 1994).



FIGUR 26. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på to lokaliteter i Gravidalsvassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.

FJØSANGERVASSDRAGET

Samtlige undersøkte steder i vassdraget (figur 28), bortsett fra Storetveitvatnet, var forurenset i perioden med mye nedbør. Funnene samsvarer med tidligere lekkasjeundersøkelser (figur 29), og viser at store deler av vassdraget stadig forurennes på grunn av overløp (tabell 14). Direkte tilførsler ble kun påvist i innløpselva til Tveitevatnet ved bensinstasjonen (st. 2) og i elva i Christieparken (st. 4). Storetveitvatnet derimot, var ikke forurenset ved noen av prøvetakingene. Undersøkelsene de siste årene bekrefter at kloakksaneringen ved Storetveit har vært effektiv.



FIGUR 28. Kart over sentrale deler av Fjøsangervassdraget med prøvetakingsstasjonene i 2000 inntegnet. Nærmere stedsangivelse av prøvetakingsstasjonene finnes i tabell 14. Stiplet linje angir at elva går i tunnel eller kulvert.

TABELL 14. Innhold av termotolerante koliforme bakterier i Fjøsangervassdraget i 2000, oppgitt som antall pr. 100 ml. I tillegg er prøvetakingslokalitetenes kartreferanser oppgitt (UTM 32V). For sammenligning med tidligere undersøkelser se figur 29.

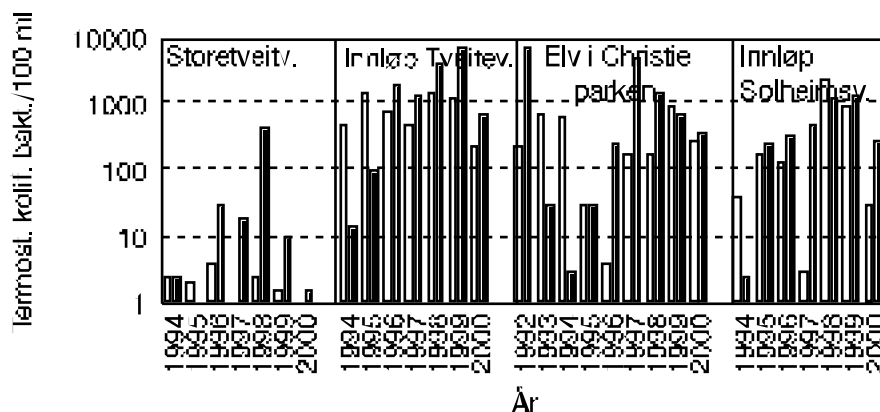
NR.	LOKALITET	UTM	9. MAI	6. DES	ANTATT PROBLEMTYPE
1	Storetveitvatnet, ved "kai"	KM987 964	0	< 2	
2	Innløp Tveitevatnet ved bensinstasjon	KM993 970	240	704	Direkte tilførsler og overløp
4	Elv fra Landås ved Christieparken	KM994 982	275	356	Direkte tilførsler og overløp
5	Innløp Solheimsvatnet	KM987 984	30	288	Overløp

Storetveitvatnet var ikke forurenset ved prøvetakingene i 2000. Også ved de fleste undersøkelser etter kloakksaneringen i 1993, har tarmbakterieinnholdet vært meget lavt ved begge prøvetakingsperiodene. I resipientundersøkelsen i 2000 ble det heller ikke påvist vesentlig forurensning (Bjørklund og Brekke 2001).

Innløpselva til Tveitevatnet ved bensinstasjonen var som vanlig forurenset på grunn av både direkte kloakktilførsler og overløp på kloakkledningsnettet. Elva ble nøyere undersøkt i 1993 (Hobæk mfl. 1994), og det ble funnet tegn på både lekkasjer og overløp på kloakkledningsnettet, samt forurensning fra en rekke private tilsig.

Elva i Christieparken var også forurenset,- både i perioden med lite og mye nedbør. Tarmbakteriekonsentrasjonene tyder på at det er både direkte tilførsler og overløp til elva. Forurensningsmønsteret spriker imidlertid en del mellom de enkelte undersøkelsene, og det er derfor vanskelig å si noe sikkert om forurensningskildene.

Innløpselva til Solheimsvatnet var vesentlig forurenset kun i nedbørperioden denne gangen. Lekkasjer og overløp på kloakkledningsnettet, samt en rekke private tilsig er tidligere påvist til elva (Hobæk mfl. 1994), men årets resultater bekrefter kun overløpsproblemene.



FIGUR 29. Innholdet av termotolerante koliforme bakterier på fire lokaliteter i Fjøsangervassdraget ved de siste års undersøkelser. Hvite kolonner viser tarmbakteriekonsentrasjoner i perioder med lite nedbør, mens svarte kolonner viser konsentrasjoner i perioder med mye nedbør (NB: y-aksen er logaritmisk). Der bakteriekonsentrasjoner er oppgitt som < 5 pr. 100 ml, er de framstilt som 2,5 i figuren.

LITTERATURHENVISNINGER

- BJØRKLUND, A.E. 1994.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1994.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 145, 166 sider.
- BJØRKLUND, A. E. 1996.
Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen med hensyn på forurensning fra kloakk, 1996.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 245, 40 sider.
- BJØRKLUND, A.E. 1997.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1996.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 263, 89 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.E., JOHNSEN, G.H., ÅTLAND,Å. & KAMBESTAD, A. 1993.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1992.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 81, 168 sider.
- BJØRKLUND, A. & JOHNSEN, G.H. 1994.
Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Bergen med hensyn på forurensning fra kloakk.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 121, 29 sider.
- BJØRKLUND, A., JOHNSEN, G.H. & KAMBESTAD, A. 1994.
Miljøkvalitet i vassdragene i Bergen kommune, status 1993.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 110, 156 sider.
- BJØRKLUND, A.E & BREKKE, E. 1999
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune i 1998.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 382.
- HOBÆK, A. 1994.
Kloakkforurensning av to overvannsledninger i Bergen karakterisert ved tarmbakterier.
NIVA rapport nr. 3013, 18 sider.
- HOBÆK, A. 1996 a.
Kloakkforurensning av vassdrag i Bergen kommune vinteren 1995 - 96.
NIVA rapport nr. 3507-96, 28 sider.
- HOBÆK, A. 1996 b.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune 1995.
Grimseid-, Fjøsanger-, og Gaupåsvassdragene.
NIVA rapport nr. 3506 - 96, 112 sider.

- HOBÆK, A. 1998 a.
Kloakkforurensning av vassdrag i Bergen kommune høsten 1997.
NIVA rapport nr. 3792-98, 30 sider.
- HOBÆK, A. 1998 b.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune 1997.
Gravdals-, Fyllingsdals-, Nesttun- og Apeltunvassdragene.
NIVA rapport nr. 3792 - 98, 110 sider.
- HOBÆK, A., LINDSTRØM, E.A. & AANES, K.J. 1994
Overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune 1993.
Gravdals-, Fyllingsdals-, Hauglandsdals- og Kalandsvassdragene.
NIVA rapport nr. 3026, 119 sider.
- HOBÆK, A. 2000.
Kloakkforurensning av vassdrag i Bergen kommune høsten 1999.
NIVA rapport nr. 4176-2000, 29 sider.
- JOHNSEN, G.H., G.B. LEHMANN & K. BIRKELAND, 1992.
Forberedende kartlegging for overvåking av ferskvannsresipienter i Bergen kommune.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 61, 112 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A. KAMBESTAD 1990.
Resipientvurdering av Hetlebakkstemma i Bergen.
Rådgivende Biologer rapport nr. 35, 40 sider.
- SIFF 1987.
Kvalitetsnormer for drikkevann.
Statens Institutt for Folkehelse, 72 sider.
- SFT 1989.
Vannkvalitetskriterier for ferskvann.
Statens forurensningstilsyn.
- SFT 1997.
Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.
Statens Forurensningstilsyn.
Veiledning 97:04. 31 sider.