

Hygieniske forhold ved utslipp av kommunalt avløpsvann

Av Ingunn Midttun, Toril Hofshagen og Vidar Lund

Ingunn Midttun er ansatt i DNV Industry,
Toril Hofshagen i Statens forurensningstilsyn og
Vidar Lund ved Statens Institutt for Folkehelse.

SAMMENDRAG

Omlag en fjerdedel av Norges befolkning mottar drikkevann fra kilder som samtidig har tilførsel av avløpsvann fra kommunale rensesanlegg. I tillegg kan avløpsvann nå drikkevannskilder via utslipp og/eller utlekking fra ledningsnett. I hvilken grad fører dette til konfliktsituasjoner? Nivået av bakterier i kommunalt avløpsvann i Norge er funnet å være tilsvarende eller noe lavere enn det som er oppgitt i utenlandsk litteratur. Forekomst av virus og parasitter i avløpsvann er lite undersøkt i Norge. Overlevelsestiden for bakterier, virus og parasitter i akvatisk miljø varierer fra noen timer til over 100 dager. Kjemisk og biologisk/kjemisk rensing synes å ha størst effekt mht. de rensemetoder som reduserer innholdet av mikroorganismer i avløpsvann. Disse rensemetodene dominerer som rensesprinsipp ved utslipp til ferskvannsresipienter i Norge. Drikkevannsforsyningen i Norge domineres av overflatevann med enkel vannbehandling, bestående av siling eller sandfiltrering samt desinfeksjon. Behandlingsnivået er ikke alltid tilpasset kildens vannkvalitet. Basert på en mer tilfeldig rapportering er

det i perioden 1975-1991 registrert omlag 30 vannbårne sykdomsutbrudd i Norge. Det er imidlertid klare indikasjoner på at det er et stort problem med underrapportering. Økt kunnskap om omfanget av utslipp/utlekking fra ledningsnett, forekomst av patogener i norsk avløpsvann og omfanget av vannbårne sykdomsutbrudd i Norge er nødvendig for å kunne identifisere problemområder og iverksette aktuelle tiltak.

SUMMARY

About one million Norwegians are supplied with drinking water from sources which also receive discharges from public waste water treatment plants. In addition public sewage may reach drinking water sources through discharges or leakage from the sewerage system. To what extent does this situation lead to conflicts? The bacteria content in Norwegian sewage is found to be similar or somewhat lower than what has been found abroad. Chemical and biological/chemical treatment seems most efficient in removing/inactivating microorganisms. These treatment methods are dominating 5)

treatment principles for public sewage discharged to fresh water in Norway. The survival time of bacteria, virus and protozoans in aquatic environment varies from some hours to more than hundred days. Surface water dominate as drinking water sources in Norway. The treatment at the waterworks is mainly straining or rapid sand filtration and disinfection. The water treatment is not always appropriate for the raw water quality. In the period 1975-1991 thirty outbreaks of waterborne disease have been reported in connection with public water supply in Norway. However, we have indications that the actual number of outbreaks of waterborne disease is much higher. Increased knowledge about discharges and leakages from the distribution system, occurrence of pathogens in norwegian waste water and the extent of waterborne outbreaks in Norway, is necessary to make it possible to identify problem areas and initiate appropriate efforts.

INNLEDNING

Innen år 2000 skal det foretas en opprydning på avløpssektoren. Statens forurensningstilsyn (SFT) har derfor sett nærmere på de hygieniske forholdene ved utslipp av kommunalt avløpsvann og mulige konfliktsituasjoner med drikkevannsinteresser. DNV Industry har utarbeidet to rapporter for SFT: "Patogener i kommunalt avløpsvann" og "Smitte-spredning fra kommunalt avløpsvann til drikkevann". Denne artikkelen gir et sammendrag av de to rapportene.

Utslipp av avløpsvann fra renseanlegg, utlekking fra ledningsnettet og utslipp via overløp kan på ulike måter havne i ferskvannsresipienter. Utslippstypen, resipienten og smittestoffenes overlevelsessevne er av betydning m.h.t. mulige konfliktsituasjoner med drikkevannsinteresser. Problemstillingen er skissert i figur 1.

Mulig omfang av konfliktsituasjoner mellom utslipp av kommunalt avløpsvann og drikkevannsinteresser i Norge er vurdert ut fra følgende momenter:

- 1) Forekomst av patogener (sykdomsfremkallende mikroorganismer) i kommunalt avløpsvann.
- 2) Utslipp av kommunalt avløpsvann.
- 3) Overlevelse av patogener i akvatiske miljøer.
- 4) Oversikt over vannressursutnyttelsen i Norge.
- 5) Oversikt over felles utnyttelse av vannressursene i Norge, (utslipp av kommunalt avløpsvann til drikkevannskilder).
- 6) Omfang av vannbårne sykdomsutbrudd i Norge.

Vurderingene er basert på informasjon fra nasjonal og internasjonal litteratur, kontakt med norske og internasjonale fagmiljøer, mikrobiologiske undersøkelser av norsk avløpsvann, og henvendelser til Fylkesmennenes miljøvern avdelinger.

PATOGENER I AVLØPSVANN

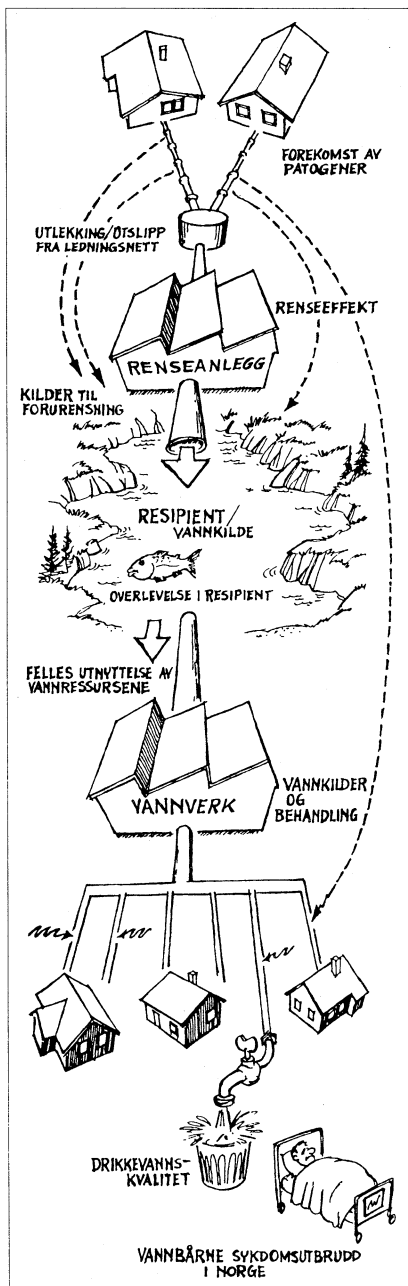
Tilførsel av patogener til avløpsvannet skjer først og fremst via syke personer eller friske smittebærere og ved industri-

Tabell I: Eksempler på innhold av ulike mikroorganismer/patogener som kan forekomme i avløpsvann, basert på norsk og internasjonal litteratur. /5/.

Patogen/ mikroorganisme	Innhold: 100 ml urenset avløpsvann
Bakterier	
- Termotolerante koloforme bakterier	$10^5 - 10^8$
- bakterier (TKB)	
- Fekale streptokokker	$<1 - 10^7$
- <i>Clostridium perfringens</i>	$10^2 - 10^5$
- <i>Salmonella</i>	$<1 - 2 \times 10^3$
- <i>Campylobacter</i>	$<1 - 10^5$
- <i>Aeromonas</i>	$10^5 - 10^8$
Virus	
- Cocksackievirus	$<1 - 10^4$
- Rotavirus	$<1 - 100$
Parasitter	
- <i>Cryptosporidium</i>	$<1 - 1500$
- <i>Giardia lamblia</i>	$<1 - 50$

utslipp f.eks. fra slakterier. I tillegg til personer som smittes her i landet, er det en rekke sykdomstilfeller som "importeres" via turister, innvandrere eller nordmenn som har vært i utlandet. Endel patogener tilføres også avløpsvannet via avføring fra dyr. /1/,/2/,/3/.

Forekomst av patogener i avløpsvann er avhengig av mengden av patogener som tilføres avløpsnettet, fortynningsgrad og organismenes evne til å overleve. Omtrentlig innhold av typiske



Figur 1: Skisse av problemstillingen.

patogener i avløpsvann basert på norsk og internasjonal litteratur er gitt i tabell I. Undersøkelser av norsk avløpsvann tyder på at sykdomsfremkallende bakterier forekommer i tilsvarende eller noe mindre grad enn i andre land. Forekomst av virus og parasitter er lite undersøkt i Norge. /1/,/4/,/5/.

UTSLIPP AV KOMMUNALT AVLØPSVANN

Utlekking/utslipp fra ledningsnett
 Utlekking/utslipp av kommunalt avløpsvann fra ledningsnett er rapportert å utgjøre omlag 24% av den totale utslippsmengden av avløpsvann i Norge, men det må presiseres at tallet er svært usikkert /6/. Undersøkelser har vist at utlekkning fra spillvannsledninger i enkelte tilfeller kan være betydelig. Det er imidlertid funnet store lokale

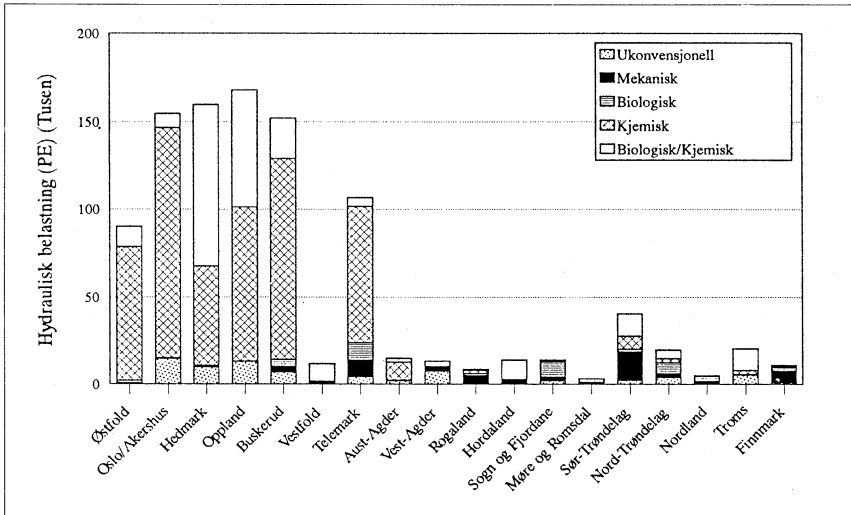
variasjoner. /8/,/9/. Lekkasje fra spillvannsledninger kan føre til direkte kontaminering av drikkevann på ledningsnett /19/. Slik forurensning kan få alvorlige hygieniske følger, fordi vannet ledes videre direkte til forbrukeren.

Under nedbør eller ved overbelastede avløpsanlegg kan det være betydelige vann-mengder som går i overløp på lednings-nettet.

Overløp ved pumpestasjoner kan aktiviseres i ekstraordinære tilfeller, som f.eks. ved ekstreme nedbørmengder eller strømbrydd. Utslipp via overløp havner ofte i lokale resipienter, og det er ofte mangelfull overvåking og kontroll av overløpene. /10/.

Utslipp fra renseanlegg til ferskvannsresipienter

Drøyt halvparten av Norges befolkning er tilknyttet kommunale eller interkom-



Figur 2: Renseprinsipp ved renseanlegg med utslipp til ferskvannsresipienter (elv/bekk, innsjø) og omfanget av utslippene. (Basert på hydraulisk belastning [PE]). /12/.

Tabell II: Renseeffekt ved ulike behandlingsmetoder /5/.

Behandlingsmetode					
Patogen	Mekanisk	Kjemisk	Biologisk	Biologisk/ Kjemisk	Biologisk Nitrogen- fjerning
Bakterier	0-75 %	81,6-99,99 %	90-99 %	99,5-99,9 %	15-99,9 %
Bakteriesporer (f.eks clostridier)	Ingen data	Ingen data	75%	99,8%	Ingen data
Virus	20-80 %	95-98 %	94-98 %	99,6-99,85 %	Ingen data
Parasitter	80-98%	Ingen data	90-99%	Ingen data	Ingen data

Der det er oppgitt kun en verdi skyldes det begrenset tallmateriale.
Renseeffekt for anlegg med overbelastning er ikke med i oversikten.

Tabell III: Renseeffekt ved ulike etterbehandlingsmetoder /5/.

Etterbehandlingsmetoder					
Patogen	Filtrering	Kalking	Klorering	Ozonengng	UV-bestråling
Bakterier	30-99%	99,999%	>99,5%	99-99,99%	94,1-100%
Bakt.sporer (f.eks.clostridier)	Ingen data	Mindre god	Mindre god	Ingen data	Mindre god
Virus	18-90 %	96-99 %	17-99,999 %	40-99,9 %	God
Parasitter	30-99,9%	Mindre god	Mindre god	99%	Mindre god

Der det ikke er funnet verdier for renseseffekt, men vurderinger av metoden, er det angitt behandlingens egnethet.

munal renseanlegg for avløpsvann. Ca. 30% av den hydrauliske belastningen på renseanlegg i Norge, eller ca. 1 million personenheter, har utslipp til ferskvannsresipienter (dvs. innsjø, elv/ bekk eller jord). Av disse utslippene blir 57% kjemisk renses og 26% kjemisk/biologisk renses. De resterende 17% er forholdsvis jevnt fordelt mel-

lom mekaniske, biologiske og ukonvensjonelle rensemetoder. /12/. I figur 2 er det gitt en fylkesvis oversikt over rensesprinsipp ved utslipp til ferskvannsresipienter.

Renseeffekt ved ulike behandlingsmetoder

Reduksjon av patogener ved rensing er

avhengig av rensenivå, prosess-utforming ved det enkelte rensanlegg og andre lokale forhold. Generelt synes biologisk/kjemiske rensanlegg å ha størst renseseffekt, mens mekaniske anlegg i liten grad reduserer innholdet av mikroorganismer. /11,/41,/51,/11/. Et sammendrag av renseseffekt ved ulike behandlingsmetoder er gitt i tabell II. Et sammendrag av renseseffekt for ulike etterbehandlingsmetoder er gitt i tabell III.

OVERLEVELSE AV PATO- GENER I AKVATISKE MILJØER

Patogener overlever i ulik grad ute i naturen. Generelt overlever virus lengst,

parasitter omlag tilsvarende lenge eller noe kortere og bakterier kortest tid. De viktigste faktorene mht. overlevelse av patogener i akvatiske og terrestriske miljøer er temperatur og lys. Grunnvann med lav temperatur og lite lys gir best overlevelsesmuligheter for patogener.

Forurenset vann og elvevann gir kortest overlevelsestid. Det er oppgitt overlevelses-tider for virus på mer enn 110 dager i brønnvann ved 10 °C. /13/. Overlevelse av ulike patogener agens (smittebærere) i relasjon til indikatorbakterien *Escherichia coli* er gitt i tabell IV.

Tabell IV. Relativ overlevelse av mikroorganismer i akvatiske miljøer (i relasjon til Escherichia coli). 121.

Smittestoff	Overlevelse i vann	Desinfeksjon av vann		
		Klor	UV	Ozon
Virus	+	+	+	?
Bakterier				
<i>Campylobacter</i>	-	-	-	?
<i>Legionella</i>	(1)	++	-	++
<i>Listeria monocytogenes</i>	+(2)	?	?	?
<i>Salmonella sp.</i>	0	0	0	0
<i>Yersinia enterocolitica</i>	+	+	-	?
Parasitter:				
<i>Cryptosporidium</i>	++	+++	?	++
<i>Entamoeba</i>	++	++	?	+
<i>Giardia</i>	++	++	?	?
Spolorm	++	++	?	?
Bendelorm	++	++	?	?

0: Ca. samme overlevelse/samme dose desinfeksjonsmiddel, -: Overlever kortere tid/dør ved lavere dose, +: Overlever i lengre tid/dør ved høyere dose, ?: Lite opplysninger/lite kjent. 1) Er hjemmehørende i vann. 2) Kan formere seg i aktivslam anlegg.

VANNRESSURSTNYTTELSEN

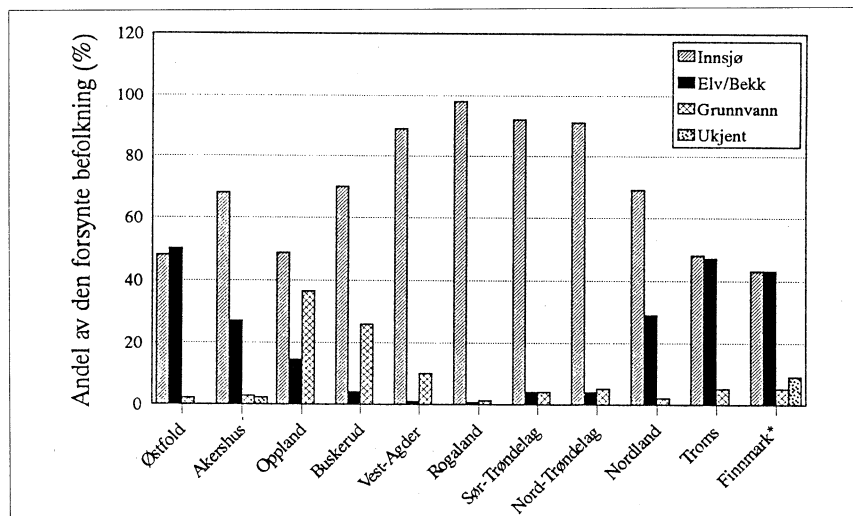
Overflatevann generelt, men spesielt elver og bekker er mest utsatt med hensyn til tilførsel av mikrobiologisk forurensning. Disse kildene har derfor dårligst sikkerhet som drikkevannskilde. Konsekvensene av kontaminering av drikkevannskilder vil være avhengig av hvor omfattende behandling drikkevannet gjennomgår.

Statens institutt for folkehelse (Folkehelse) er i ferd med å avslutte prosjektet "Drifts-oppfølgning av vannverk" (DOP). Undersøkelsen omfatter vannverk som forsyner mer enn 100 personer.

En fylkesvis oversikt over bruk av ulike vannkilder for de fylkene der DOP-prosjektet er avsluttet, er vist i figur 3 / 14/. I tillegg forsynes større deler av befolkningen med vann fra elv/bekk i

Hordaland (53%), Sogn og Fjordane (71%) og Møre og Romsdal (70%) /15/. I figur 4 er det gitt en oversikt over behandlingsnivå på vannverkene for de fylkene der DOP-prosjektet er avsluttet /14/. Kjemisk felling i kombinasjon med desinfeksjon dominerer som behandlingsmetode i Østfold og Akershus. I resten av landet dominerer desinfeksjon som behandlingsmetode, eventuelt i tillegg til annen enkel behandling /14./15/. I Oppland og fylkene i Nord-Norge forsynes store deler av befolkningen med ubehandlet vann. (se fig 4).

Figur 3 og 4 viser at behandlingsnivået ikke alltid er tilpasset vannkildens sikkerhet mot forurensning. Dette gjelder f.eks. fylkene i Nord-Norge der større deler av befolkningen forsynes med drikkevann fra elv/bekk i kombinasjon med liten eller ingen behandling.



Figur 3: Bruk av ulike vannkilder i 11 av 19 fylker i Norge /14/.

*) For Finnmark er fordelingen mellom innsjø og elv/bekk vurdert på grunnlag av informasjon gitt i /14/

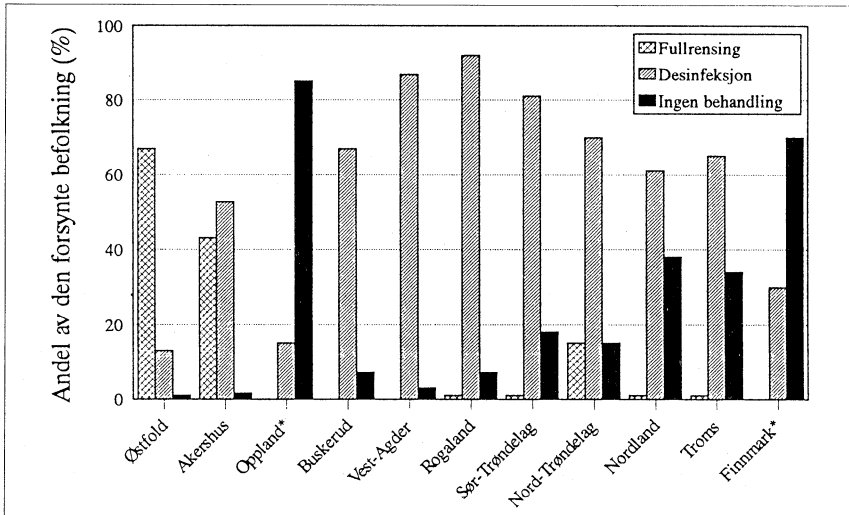
FELLES UTNYTTELSE AV VANNRESSURSENE

Totalt mottar omlag 1,2 millioner mennesker i Norge kontinuerlig eller periodvis drikkevann fra kilder som samtidig mottar utslipp av kommunalt avløpsvann. I tabell V er det gitt en landsdelsoversikt over personer tilknyttet vannverk med kilder som har tilførsel av rensset kommunalt avløpsvann. /7/,/14/,/16/.

Vi ser at felles utnyttelse av vannforekomstene er mest utbredt på Østlandet, dernest i Trøndelag og på Sørlandet. I tillegg til denne registrerte fellesutnyttelsen, kan utlekking og utslipp fra nettet som tidligere omtalt også havne i drikkevannskilder.

VANNBÅRNE SYKDOMSUTBRUDD

Tradisjonelle vannbårne sykdommer som kolera og tyfoidfieber har mer eller mindre forsvunnet fra Norge og Vest-Europa. Mikroorganismer som tidligere ikke ble satt i sammenheng med vannbåren smitte, registreres imidlertid i økende grad ved utbrudd. I Norge har bakterien *Campylobacter* og Norwalkvirus vært dominerende smittebærere ved registrerte sykdomsutbrudd. I USA, men også i enkelte nordiske land registreres et økende antall sykdomsutbrudd forårsaket av parasitten *Giardia lamblia*. Denne parasitten er av spesiell interesse fordi den er svært tolerant overfor ulike behandlingsmetoder og ytre miljøfaktorer. /7/,/17/.



Figur 4: Behandlingsnivå for drikkevann i 11 av 19 fylker i Norge /14/.

*) For Oppland og Finnmark er det ikke oppgitt nøyaktige data, men verdien er anslått på grunnlag av informasjon gitt i /14/.

Tabell V: *Personer tilknyttet vannverk med kilder som har tilførsel av rensset kommunalt avløpsvann /7/.*

Landsdel	Antall personer som mottar udesinfisert vann	Antall personer som mottar desinfisert vann	Antall personer som mottar vann som er behandlet med kjemisk felling og desinfeksjon
Nord-Norge	800	2.100	-
Trøndelag	-	116.100 ¹⁾	18,500
Vestlandet	-	16.000	-
Sørølandet	-	51.400	1300
Østlandet	2050	934.900 ^{2)/522.400}	241.100
Totalt	2859	934.900 ^{2)/522.400}	241.100
Avrundet antall	3000	930.000 ^{2)/520.000}	240.000

1) Tallet inkluderer Trondheim vannverk (100.000 personer) med Selbusjøen som reservevannkilde. Normalt benyttes Jonsvatnet som ikke har større utslipp av kommunalt avløpsvann.

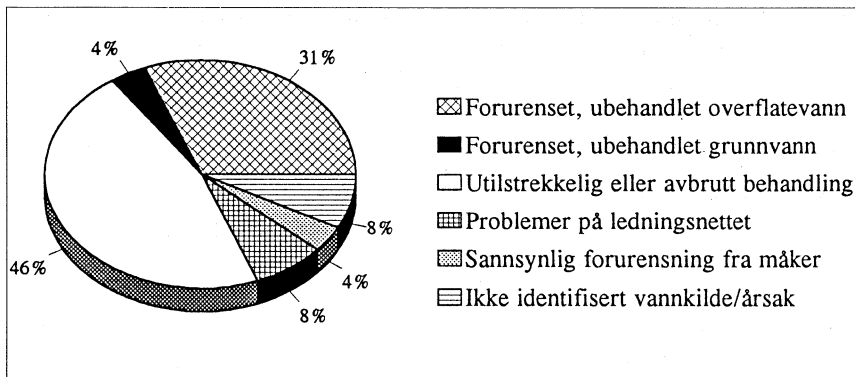
2) Tallet inkluderer personer i Oslo tilknyttet Oset vannverk (412.500 personer), med Maridalsvannet som vannkilde. Maridalsvannet mottar små mengder avløpsvann fra en militærleir som er i periodevis drift.

Det finnes ingen systematisk registrering av vannbårne sykdomsutbrudd, verken i Norge eller i andre land. Det er derfor ikke mulig å få et reelt bilde av omfanget. Basert på en mer tilfeldig rapportering er det i perioden 1975-1991 registrert til sammen 30 sykdomsutbrudd i Norge, hvorav 26 i tilknytning til offentlige vannverk eller annen fellesvannforsyning. Disse sykdomsutbruddene omfatter fra 4 til ca. 2000 personer. Tilfellene er registrert som vannbårne fordi det er klarlagt at forurenset drikkevann har vært den mest sannsynlige smittekilden. Antatt årsak til de registrerte vannbårne sykdomsutbruddene er gitt i figur 5.

De registrerte vannbårne sykdomsutbruddene omfatter 500 personer pr. år.

Telemark og Oppland hadde flest registrerte vannbårne sykdomsutbrudd i denne perioden. /17/. Under rapportering antas å være et stort problem på grunn av: ¹⁾ mangel på systematisk registrering, ²⁾ vanskelighetene som ligger i å dokumentere at et sykdomsutbrudd er vannbårent og ³⁾ den kjensgjerning at få mennesker tar kontakt med lege p.g.a. diaré-sykdom.

En spørreundersøkelse utført av Statens institutt for folkehelse for å forsøke å kartlegge omfanget av mage-tarm infeksjoner i vårt land, konkluderte med at minimum 50.000 syketilfeller eller 100.000 sykedager i året ble assosiert med forurenset drikkevann /18/. Det er imidlertid også hevdet at antall vann-



Figur 5. Årsak til vannbårne sykdomsutbrudd i Norge i tilknytning til fellesvann-forsyningsanlegg, i perioden 1975-1991. (Den prosentvise fordelingen er beregnet utifra antall hendelser, ikke antall syke personer.) Basert på /17/.

bårne sykdomstilfeller kan være betraktelig høyere /7/.

UTSLIPP FRA SPREDTBYGD STRØK M.M.

Enkeltutslipp av avløpsvann fra spredt bebyggelse, turistbedrifter og enkeltutslipp i tettbygd strøk kan også komme i konflikt med drikkevannsinteresser. Spesielt kan disse utslippene i kombinasjon med enkeltvannforsyningsanlegg utgjøre et stort hygienisk problem. Flere steder i landet er det også påvist forurensning av drikkevannet fra beitedyr eller ville dyr som ferdes i nedbørfeltet. Disse problemstillingene er imidlertid ikke vurdert nærmere i dette prosjektet.

DISKUSJON/OPPSUMMERING

Ved vurdering av mulige konflikt-situasjoner mellom utslipp av kommunalt avløpsvann og inntak av drikke-

vann er patogener som kan forårsake sykdom ved lave konsentrasjoner mest interessante, fordi konsentrasjonen av patogener vil reduseres ved fortykning, rensing og naturlig utdøing. Eksempler på slike patogener er parasitter og virus, men også noen typer bakterier, f.eks. *Campylobacter*. /1/.

Grunnet mangel på opplysninger er det i dag svært vanskelig å anslå omfanget av mulige konfliktsituasjoner ved utslipp av kommunalt avløpsvann til drikkevannskilder. Generelt kan man si at ethvert utslipp av avløpsvann (både urensnet og rensnet), til en drikkevannskilde, vil medføre en risiko for vannbåren smitte. Man bør derfor, om mulig, unngå å velge drikkevannskilder som samtidig er resipient for avløpsvann, eller unngå utslipp til drikkevannskilder.

På grunnlag av den informasjonen som foreligger i dag, er det imidlertid

grunn til å tro at de fleste vannbårne sykdomsutbrudd i Norge skyldes tilfeldig fekal forurensning av kilden i kombinasjon med utilstrekkelig vannbehandling på vannverket.

Med "tilfeldig" menes ukontrollerte utslipp av avløpsvann eller annen fekal forurensning av drikkevannskilden. Eller sagt på en annen måte; forurensning/patogener som ikke har fulgt veien fra avløpsvannet via rensing, resipient og vannverk til drikkevannskrana. I de deler av landet der man i stor skala har vært nødt til å benytte drikkevannskilder som samtidig er resipienter for avløpsvann, f.eks. Glomma, er det tatt hensyn til risikoen for vannbåren smitte ved å bygge inn økt sikkerhet i vannbehandlingsanleggene.

Økt forekomst av mer resistente patogener i kommunalt avløpsvann (f.eks. *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum* og Norwalk-virus), som også har lave infeksjonsdoser /1/, vil kunne føre til flere konfliktsituasjoner ved felles utnyttelse av vannkildene.

Økt kunnskap om dagens situasjon både mht. omfanget av utslipp fra ledningsnett, forekomst av patogener i norsk avløpsvann, og omfanget av vannbårne sykdomsutbrudd i Norge, er derfor nødvendig for å kunne identifisere problemområder og omfanget av dem. En slik oversikt vil danne grunnlaget for vurdering/gjennomføring av aktuelle tiltak.

Referanser:

1 Nickelsen, C. og Krongaard Kristensen, K. 1991: "Hygiejnisk kvalitet af spildevand

fra renseanlæg". Spilde-vandsforskning fra miljøstyrelsen, nr.21, Miljøministeriet, Miljø-styrelsen.

2 SIFF-G5. 1989: "Smittestoffer som kan overføres via vann". Statens Institutt for Folkehelse. Aasens trykkerier.

3 Krogh, T. 1993: "Hygieniske forhold vedrørende utslipp av kommunalt avløpsvann - En problembeskrivelse." Folkehelse (SIFF).

4 Stenström, T.A. 1986: "Kommunalt avløpsvannet från hygienisk synpunkt, Mikrobiologiska undersökningar". SWEP (Sewage Works Evaluation Project), SNV PM 1956, Naturvårds-verket, Svenska Vatten- och Avlopps-verksföreningen.

5 Midttun, I. 1993: "Patogener i kommunalt avløpsvann." SFT-Rapport 93:25.

6 Hofshagen, T. 1993: "Fosforregnskap for avløp fra befolkningen 1992". Intern rapport SFT, Oslo.

7 Midttun, I. 1994: "Smittespredning fra kommunalt avløpsvann til drikkevann", SFT-Rapport 94:01.

8 Aasgaard, G.F. : "Forurensningstap i overvannsledninger i tørrvær." SFT-Rapport 92:13.

9 Dagestad, K. Aasgaard, G.Fr. 1994: "Forurensningstransport i overvannsledninger - utlekking fra spillvannsledninger". NIVA - SFT. In Press.

10 Endresen, S. Skudal, K. Endresen, H.K.: "Transportsystemet for avløpsvann - Funksjonsundersøkelse 1992." SFT-Rapport 92:21.

11 Ormerod, K.S. og Molvær, J. 1983: "Vurdering av renskrav for utslipp av kommunalt avløpsvann til sjoresipienter, Hygieniske effekter". NIVA, rapport nr. O-81006.

- 12 SSB-AVLØP 1991/1992.
- 13 Lund, V. 1984: "Overlevelse i vann av mikroorganismer med relasjon til menneskelig helse - et litteraturstudium". SIFF. SK 10/83. ISBN 82-990692-5-4.
- 14 Folkehelsa: Vannverksregisteret, 1983 og DOP-rapporter.
- 15 Vannressursutvalget, 1982: "Utredning om Norges vannforsyning." Utvalget for samordning av vannressursforvaltningen, juni 1982.
- 16 Opplysninger fra Fylkesmennes miljøvernavdelinger.
- 17 Stenström, T.A. Boisen, F. Georgsson, F. Lahti, K. Lund, V. Andersson, Y. Ormerod, K. 1993: "Vattenburna infektioner i Norden - Epidemiologisk uppföljningsarbete, registrering och metodologisk identifiering." In Press.
- 18 Bjorland, J. Lund, V. og Bakketeig, L. 1987: "Mage-tarm infeksjoner i norske husstander - en befolkningsundersøkelse." Folkehelsa (SIFF), Oslo.
- 19 Myhrstad, J.A. 1983: "Mikrobiologiske forhold i ledningsgrøfter". Siv. ing. Elliot Strømme A/S.PTV-22-rapport.
- SFT-rapportene som artikkelen er skrevet ut fra (5,7) bygger på godt over 70 rapporter, artikler og personlige meddelelser. Av plasshensyn er det bare referert til større rapporter. Fullstendig litteraturliste finnes i SFT-rapportene.