

Helsemessig sikkert vannledningsnett

Av Frøydis Sjøvold og Arve Hansen

Frøydis Sjøvold er sivilingeniør og forsker ved SINTEF Infrastruktur og Arve Hansen er VA-ingeniør og ansatt i Asplan Viak

Sammendrag

Norsk Vann-prosjektet om helsemessig sikkert vannledningsnett har studert ulike farer for forurensning, uheldige utforminger og potensielle feil som kan oppstå i drikkevannsnettet. Det er laget en oversikt over forskjellige hendelser og komponenter som kan representere en fare for innsug av forurenset vann. Forskjellige problemstillinger er diskutert, og det er laget forslag til endring av rutiner for å sikre hygienisk betryggende drikkevann.

Flere studier har vist at vannbårne sykdomsutbrudd (diaré og oppkast) har vært knyttet til trykløse situasjoner i ledningsnett. Vi var derfor spesielt interessert i å diskutere situasjoner som kan forårsake

forurensning ved trykløse situasjoner. Det har blitt samlet inn erfaringer og kunnskap om utforming, drift og vedlikehold for å sikre hygienisk betryggende drikkevann. Vårt fokus har hovedsakelig vært å avdekke forhold som kan føre til fare for innsug av fremmedvann, noe som igjen kan medføre en helsemessig risiko. Vi har drøftet ulike hydrauliske situasjoner hvor forurensinger kan komme inn i ledningsnett, ved:

- Undertrykk forårsaket av store uttak av vann eller for dårlig kapasitet
- Trykløse situasjoner pga brudd, lekkasjeutbedring og driftsproblem på ledningsnett
- Tilbakestrømning av vann fra abonnenter

Den tekniske utformingen av ledningsnett er viktig for å sikre et robust og sikkert ledningsnett. Kjente komponenter i ledningsnett som kan være potensielle innsugingspunkt for forurensinger er drøftet, og anbefaling til løsning er foreslått.

Forurensningsfarer ved drifts-/vedlikeholdsoppgaver på ledningsnett hvor man skal være spesielt oppmerksom er ved:

- Lekkasjeutbedringer/reparasjoner
- Vannavslag
- Spyling/rengjøring
- Fornyelse
- Tilbakestrømning av forurenset vann ved provisorisk vannforsyning
- Tilbakestrømning fra abonnenter uten tilbakeslagsventil

Forholdet til abonnentene og varslingsrutiner var et sentralt diskusjonstema med deltakerne i referansegruppa. Skal man sende ut kokevarsel ved kun mistanke om at drikkevannet kan være forurenset, eller skal man vente på svar fra vannprøver? Det var enighet i gruppa om at det er bedre å varsle én gang for mye enn for lite. Kommunen er pliktig å varsle abonnentene om tilfeller der man misstenker forurensing av drikkevannet. Det er også foreslått at man bør satse på å øke abonnentenes generelle kompetanse og oppmerksomhet i forhold til trykløse situasjoner. Slik at de selv kan i verksette koketiltak man har sjekket med kommunen om vannet er trygt å drikke.

Det er laget noen forslag til nye rutiner, basert på de tema som vi har vært igjennom. I stor grad dreier det seg om å skaffe seg oversikt over situasjonen i ledningsnett og utføre nødvendige risiko og sårbarhetsanalyser (ROS) for å få oversikt over risikobildet og utføre utbedringer på risikoelementer i ledningsnett. De temaene som er omtalt i denne rapporten kan benyttes som en huskeliste over forhold man bør være ekstra oppmerksom på i dette arbeidet.

I prosjektet ble det laget noen forslag til temaark for driftspersonell, entreprenører og andre som utfører praktisk arbeid med ledningsnett. Temaarkene er tenkt å gi en kortfattet anbefaling med oversikt over tema relatert til hygiene i ledningsnett.

Denne artikkelen er basert på Norsk Vann rapport nr 161, 2008.

English summary

Focus on safe and healthy water supply has increased in the recent years in Norway.

A recognition that we have less overview of the situation in the underground assets has been the motivation for this project.

We have studied situations and components in water mains that can represent a potential risk for pollution of the water supply system. This study is based on Norwegian water supply networks and has been based on experiences from Norwegian experts and operators.

Studies indicate that situations with registered water born illness can be linked to pressure less situations in the

water mains. This project has made an overview of hydraulic situations that can cause ingress of polluted water, caused by operational situations or network design. There are also a number of components and technical solutions that are discussed in a hygienic aspect, in order to avoid ingress of polluted water situations.

The report includes recommendations linked to:

- Network design
- Normal operation and control of potential risk points
- Pressure less situations
- Backflow of polluted water from customers and industry connections
- Operation and maintenance
- Recommendations for boil notice

Innledning

Fokus på godt og sikkert drikkevann har fått økt oppmerksomhet i det siste, spesielt etter at vi har opplevd flere uheldige situasjoner knyttet til vannkvalitet og ledningsnett de siste årene. Spesielt har nok Giardia epidemien i Bergen i 2004 påvirket bransjen til innskjerpet fokus mot hygiene. Det stilles strengere krav til hygieniske barrierer, og man tar jevnlig prøver av vannet som sendes ut på ledningsnettet. En erkjennelse av at vi ikke har like god kontroll på hva som skjer med vannet på dets ferd i ledningsnettet, var grunnlaget for å

gjøre en studie over potensielle forurensningsfarer eller uheldige situasjoner som kan representere en risiko for forurensning av drikkevannet.

Ulike studier har vist at man kan anta at ca. 20-30 % av vannbårne sykdomsutbrudd skriver seg fra feil på ledningsnettet (www.microrisk.com) og (Craun og Calderon, 2001). Med dette som utgangspunkt, samt at vi vet at tilstanden på ledningsnettet jevnt over er for dårlig i Norge, ønsket vi å øke fokuset på hygiene i ledningsnettet. Prosjektet siktet på å gi en oversikt over situasjoner og utstyr på ledningsnettet som kan være kritiske i et helsemessig perspektiv. Rapporten gir anbefalinger til løsninger for å sikre helsemessig betryggende vannforsyning slik at man reduserer risiko for forurensning av drikkevannet, både ved arbeid på nettet og i de ulike systemkomponentene. Det er også drøftet hvordan en bør utforme ledningsnett for å redusere risiko for forringet vannkvaliteten.

Det finnes flere dokumenterte tilfeller i Norge der det har forekommet forurensning til transport-systemet på ulike måter, både med og uten at det er dokumentert sykdomsutbrudd knyttet til hendelsen. Noen av disse tilfellene er angitt i tabell 1 sammen med noen kjente utenlandske tilfeller. (Tabellen inkluderer også noen andre tilførselsveier enn innlekking til ledningsnett.)

Hendelse	Sted	År	Årsak og omfang	Ref
Mikrobiologisk forurensing av drikkevann	Milwaukee, USA	1993	Sub-optimal design og drift av vannbehandlingsanlegg (koagulering + filtrering) medførte et stort vannbåret utbrudd av cryptosporidiose (400 000 syke og 69 døde). En medvirkende faktor til hendelsen var gjenbruk av spylevann fra filter.	Hrudney and Hrudney (2004)
	Gideon, USA	1993	650 av 1100 abonnenter ble smittet av salmonella. 7 personer døde. Årsaken til utbruddet er usikker, men ledningsnettets var i generelt dårlig tilstand med mye korrosjon. En mulig årsak var forurensing av rentvanns-basseng pga fugler (måser).	Hrudney and Hrudney (2004)
	NW London/Hertfordshire, England	1997	345 personer bekreftet syke av Cryptosporidium. En grunnvannsbrønn var infisert. Årsaken til forurensingen ble ikke fastlagt, men i forkant av utbruddet hadde det vært en lang tørkeperiode, etterfulgt av intens nedbør. Det hadde også vært en lengre frostperiode i forkant av utbruddet. Kokevarsel ble sendt ut til 746 000 innbyggere. Membrananlegg ble bygget i etterkant for å fjerne parasitter.	Three valleys water (2006)
	Sydney, Australia	1998	Høye konsentrasjoner av Cryptosporidium og Giardia cyster ble påvist i råvann og rentvann. Ingen rapporter på vannbåret utbrudd (inaktive cyster). Kokevarsel ble sendt ut. Evalueringen påpekte mangelfull risikokommunikasjon og kommunikasjon mellom vannverk og helsemyndigheter. Stort fokus på helhetlig risikohåndtering i etterkant av hendelsen.	McClellan (1998), Hrudney and Hrudney (2004)

Tabell 1. Et utvalg eksempler på historiske forurensingstilfeller av drikkevannsforsyning

Hendelse	Sted	År	Årsak og omfang	Ref
	Walkerton, Canada	2000	2300 syke og 7 døde grunnet E.coli O157:H7 og Campylobacter jejuni. Årsaken var overflateavrenning fra husdyrsgjødsel ned i grunnvannsbrønn.	Hrudney and Hrudney (2004)
	Bergen, Norge	2004	Giardia-epidemien i Bergen der man antar at opptil 6000 ble smittet. Parasitten Giardia ble funnet i drikkevannskilden Svartediket.	www.bergen vann.no
	Nord West Wales, UK	Oct. 2005	Utbrudd av cryptosporidiose, sannsynligvis forårsaket av avføring/smitte (diaré) fra en eller flere personer i nedbørfeltet. Vannkilden var en stor kilde med antatt god barriere virking (A1 klassifisering). 231 personer rapportert syke. Innsykning over en lang periode indikerte kontinuerlig forurensing og lave konsentrasjoner. Alle målinger ved VBA viste at vannverket virket som planlagt. Kontinuerlig prøvetaking (filtrering av rentvann) på vannverket i den aktuelle perioden viste bare lave konsentrasjoner av parasitter. Konklusjonen fra utvalget som gransket hendelsen var bl.a. at infeksjons dose kan være så lav som 1 oocyst. Videre konkluderte man at en ikke bør basere seg bare på målinger samlestokken fra parallelle filtre. Utvidet vannbehandling igangsatt i etterkant i form av UV-installasjon for å sikre seg mot tilsvarende hendelser i fremtiden.	Lines C (2006)

Tabell 1. Et utvalg eksempler på historiske forurensingstilfeller av drikkevannsforsyning (forts.)

Hendelse	Sted	År	Årsak og omfang	Ref
	Køge, Danmark	Jan. 2007	27.000 liter spillvann fra kommunens kloakkrensaneanlegg strømmet ut på vannledningsnettet og 3000 personer fikk forurenset vann, hvorav ca 140 ble syke. Forurensingen oppsto fordi rensed spillvann (med høyt trykk) ble koblet til vannledningsnettet manuelt. Kombinert med en dårlig vedlikeholdt ventil og manglende tilbakestrømningssikring gjorde hendelsen mulig.	www.bt.dk
	Røros, Norge	2007	Forurenset drikkevann var trolig årsaken til utbruddet av campylobacteriose. Ca. halvparten av de ca 4000 personene som fikk vann fra Røros vannverk ble syke. Ingen entydig årsak ble bestemt, men det ble avdekket flere uønskede hendelser på ledningsnettet. Ingen vannbehandling (grunnvann).	Mattilsynet Gauldalen (2007)
	Dingtuna/ Västerås, Sverige	April 2007	400 av totalt 1000 innbyggere ble syke pga innsug av forurenset avløpsvann på hovedvannledningen (3.7 km lang) som følge av arbeid på ledningsnettet og trykk-løst nett. Årsaken til hendelsen var utette skjøter på en PVC-ledning fra 1973, med innlekking av vann fra en nærliggende avløpsledning. Under anleggsarbeidet ble det registrert kloakk-lukt i grøften, noe som ikke ble videre undersøkt. Renovering av ledningsnettet utført (helsveist PE-ledning inntrukket).	Svenskt Vatten oktober 2007
	Øyestad, Norge	1979	Inntrengning av prosessvann fra elv til vannledningsnettet. 2000 syke.	K. Nygård (2007)

Tabell 1. Et utvalg eksempler på historiske forurensingstilfeller av drikkevannsforsyning (forts.)

Hendelse	Sted	År	Årsak og omfang	Ref
	Trysil, Norge	1980	Innsug på ledningsnett av avløpsvann etter brudd på avløpsledning. 32 syke.	K. Nygård (2007)
	Tinn, Norge	1986	Infiltrasjon av avløpsvann til vannledningsnett. 200 syke av Norovirus.	K. Nygård (2007)
	Oslo, Norge	1988	Overvann inn på høydebasseng pga flom, 500 syke.	K. Nygård (2007) A. Kønig (2000)
	Lavangen, Norge	1990	Smågnagere i ledningsnett. 6 syke av Salmonella.	K. Nygård, (2007)
	Brandbu, Norge	1992	Arbeid på vannledningsnett, innsug av kloakk på ledningsnett. 7 syke.	K. Nygård (2007)
	Gran, Norge	1992	Kryss-smitte under arbeid på vannledningsnett. 7 syke.	K. Nygård (2007)
	Gol, Norge	1992	Lekkasje fra forurenset elv til drikkevannsbasseng. 2000 syke av Norovirus.	K. Nygård (2007), A. Kønig (2000)
	Kristiansand, Norge	1993	Reparasjon av vannledning, gjort trykkløs, råkloakk i grøften, mulig innsug. 80 syke.	K. Nygård (2007), A. Kønig (2000)
	Holtålen, Norge	1999	Forurensning til ledningsnett, 2 syke av campylobacter.	K. Nygård (2007), A. Kønig (2000)
	Moss, Norge	1999	Forurensning til ledningsnett. 40 syke av norovirus.	K. Nygård (2007), A. Kønig (2000)
	Søgne, Norge	2000	Mulig forurensning til ledningsnett. 150 syke av campylobacter.	K. Nygård (2007), A. Kønig (2000)

Tabell 1. Et utvalg eksempler på historiske forurensningstilfeller av drikkevannsforsyning (forts.)

Hendelse	Sted	År	Årsak og omfang	Ref
	Drammen, Norge	1980	Forurenset vann i grøft, avstengt drikkevannsledning, innsug via defekt brannventil. Det ble ikke dokumentert hvordan tilfellet ble oppdaget og heller ikke sykdomsutbrudd.	K. Nygård (2007), A. Kønig (2000)
	Karmøy, Norge	1998	Sjøvann pumpet inn på vannledningsnettet fra båt ved havn. Tilfellet ble oppdaget da det ble registrert unormal smak på vannet. Det ble ikke dokumentert sykdomsutbrudd.	J. I. Alne (1998)
	Haugesund, Norge	1999	Vann fra drikkekar til gris pumpet tilbake på vannledningsnettet. Påvist forurensning ved rutineprøver. Det ble ikke dokumentert sykdomsutbrudd.	J. I. Alne (1999)
	Oslo, Norge	2000	Innlekkasje til råsprengt overføringstunnel. Påvist koliforme bakterier ved rutineprøver. Det ble ikke dokumentert sykdomsutbrudd.	FHI
	Orkdal, Norge	2002	Urent prosessvann i industribedrift pumpet inn på vannledningsnettet. Påvist koliforme bakterier ved rutineprøve. Det ble ikke dokumentert sykdomsutbrudd.	FHI
	Anonym	2002	Undertrykk på nett, innsug av vann fra bilvaskemaskin. Tilfellet ble oppdaget da det ble registrert såpevann i kran hos abonnent. Det ble ikke dokumentert sykdomsutbrudd.	K. Gjerstad (2004)
	Anonym	2003	Reparasjon/utskiftning av vannledningsnett. Det ble påvist koliforme bakterier i rutineprøver. Det ble ikke dokumentert sykdomsutbrudd.	K. Gjerstad (2004)

Tabell 1. Et utvalg eksempler på historiske forurensingstilfeller av drikkevannsforsyning (forts.)

Hendelse	Sted	År	Årsak og omfang	Ref
	Anonym	2003	Flom, ledningsbrudd. Det ble påvist koliforme bakterier i rutineprøve. Det ble ikke dokumentert sykdomsutbrudd.	K. Gjerstad (2004)
	Anonym	2003	Trykløst nett, innlekking til kum. Det ble påvist koliforme bakterier i prøve av vann levert til båt. Det ble ikke dokumentert sykdomsutbrudd.	K. Gjerstad (2004)
Kjemisk forurensing av drikkevann	Camelford, England	1988	20 tonn aluminiumsulfat ble pumpet inn i feil tank (klor) på et ubemannet vannverk. Det var ikke den faste transportøren som leverte kjemikalierne.	Hamilton et al. (2006)
	Greve, Danmark	2006	Grunnvannsbrønn ble forsøkt forurenset med stryknin. Fokus i etterkant ble satt på fysisk sikring av vannforsyningsanleggene med henblikk på å unngå hærverk og terrorhandlinger.	www.danva.dk
	Mosjøen, Vefsn kommune, Norge	Mars 2007	Ventilbrudd på Elkem forårsaket at prosessvann strømmet ut på drikkevannsnettet i kommunen. En tilbakeslagsventil hadde åpnet seg, og urensset industrivann kom inn i drikkevannsnettet. Kommunelegen sendte ut kokepåbud.	http://www.helgeland-arbeiderblad.no

Tabell 1. Et utvalg eksempler på historiske forurensingstilfeller av drikkevannsforsyning

Hvordan kan foruren- sing på ledningsnettet oppstå?

Generelt kan forurensing på ledningsnettet bare skje når det både er:

1. Negativ trykkgradient/lavere trykk på vannforsyningsnettet enn utenfor
2. Når det er en forurensing til stede.
3. Og det er en mulig transportveg for forurensningen.

1) Negativ trykkgradient/lavere trykk på nettet kan oppstå ved store uttak av vann, som for eksempel ved brannslukking eller når kapasiteten til ledningsnettet er generelt for lav til å tåle store uttak. Negativ trykkgradient og trykløse situasjoner kan også oppstå ved pumpevikt, når en automatisk bruddventil stenger uten grunn, ved brudd på ledning eller ved trykkstøt.

2) Når det er forurensning til stede. Forurensning av drikkevannet kan skje i situasjoner ved bortfall av overtrykk i ledningsnettet og at det samtidig er en forurensing til stede. Dette kan skje der det er vann og avløpsledning i samme grøft, og hvor det er utette avløpsledninger i nærheten. En bør være spesielt oppmerksom hvis avløpsledningen er en pumpeledning. I felleskummer kommer drikkevannledningen i kontakt med avløpssystemet. Når kummen har brannventiler, luftventiler, sluseventiler og forskjellige skjøteforbindelser, kan vannledningsnettet være utsatt for innsug av forurensninger hvis det skjer en oppstuvning på avløpsnettet slik at rørdeler og armatur neddykkes i avløpsvann. Forurensninger kan også

komme fra tilbakeslag fra trykksatte installasjoner som for eksempel ved bruk av høytrykksspylere der tilbakeslagssikring mangler. En annen mulig forurensingskilde kan skje ved fylling av tankbiler der en kan få en heverteffekt og tilbakeslag inn på drikkevannsnettet igjen.

3) Mulig transportvei. For at en forurensingen skal komme inn i ledningsnettet må man ha en mulig transportvei. Alle hull og åpninger inn til ledningsnettet kan i prinsippet utgjøre en fare som innsug av forurenset vann. Typiske eksempler er utette ledninger og skjøter, brannventiler uten fjærbelastet kule og åpne ledningsender ved reparasjoner eller legging av ny ledning. Alle installasjoner og armaturer på ledningsnettet bør sjekkes med tanke på hygienisk utforming.

Ulike komponenter og transport-veier er drøftet nærmere i rapporten. Deriblant tilbakeslagssikringer. Tilbakeslag kan oppstå ved tilkoblede installasjoner har høyere trykk enn ledningsnett og tilbakeslagsventil mangler og oppstår ved for eksempel bruk av høytrykksspylere, i vaskehaller, ved fylling av spylebiler med mer. Norsk standard NS-EN 1717 og VA/Miljøblad nr 61 (Asplan Viak AS, 2003) gir beskrivelser av de tekniske løsningene.

Forslag til tiltak for å øke den hygieniske sikker- heten i lednings- nettet

Det er beskrevet noen forslag for å øke den hygieniske sikkerheten i ledningsnettet.

Trykkløst nett

Det er mange situasjoner hvor nettet kan bli trykkløst. En bør søke oversikt over disse situasjonene og unngå dem om mulig. Steder på nettet hvor en vet at eventuelt forurenset vann kan trenge inn bør kontrolleres og gjerne overvåkes med trykksensorer. Når man får en lekkasjereparasjon bør man først undersøke om man kan unngå å ta av trykket, hvis man likevel må stenge av er det viktig at reparasjonen utføres på en hygienisk betryggende måte. Nedenfor er det listet noen retningslinjer som Trondheim kommune benytter for å øke den hygieniske sikkerheten ved reparasjoner. Trondheim kommune har også etablert hygienekurs for alle ansatt og innleide som jobber med ledningsnett - (Odd Atle Tveit, Foredrag 2007):

- Kan det unngås å ta av trykket helt?
- Gjøre det trykkløse området minst mulig?
- Vurdere rekkefølgen av ventilstenginger
- Holde vannstanden i grøfta under vannledningen, figur 1
- Bruk av rent utstyr/sikring av åpne rørender
- Spyling av nettet, eventuell desinfeksjon ved mistanke om inntrengning av forurensninger
- Vente med å åpne for ringsystemet
- Kontroll og rengjøring av vannverkskummer og brannventiler pga eventuell høy vannstand i kummer eller oppstuvning av kloakk
- Stille strenge krav til private aktører ved avstengning av nettet



Figur 1. Drenering er en forutsetning for å oppnå hygienisk tilfredsstillende lekkasjeutbedring.

Alle drifts- og vedlikeholdsoppgaver bør utføres med tanke på hygiene, spesielt hvis de innebærer at deler av nettet kan bli trykløst. Hvis det skal foretas vannavslag, og det ligger en avløpsledning i samme grøft, bør man foreta en visuell inspeksjon av berørte avløpskummer for å sjekke om eventuell oppstuvning. Dette gjelder også for spyle og rengjøringsoppgaver der man stenger av deler av nettet for å øke hastigheten der spyling foretas.

Utbedring av felleskummer og kontroll av brannventiler

Brannventiler som mangler fjærbelastet kule er kjent for å utgjøre en risiko for innsug av forurenset vann ved trykkbortfall. Spesielt utsatt hvis brannventilen ligger under vann og i felleskum. Felleskummer er spesielt omtalt i prosjektet, og her er noen anbefalinger for utforming av felleskummer:



Figur 2. Et eksempel på at moderne vannkummer bygges med fokus på gode arbeidsforhold og høy hygienisk sikkerhet.

- Utstøping av god, hydraulisk renne for avløpsvannet for å redusere oppstuvningsfaren, og bedre det hygieniske arbeidsmiljø i kummen. Figur 2 viser et eksempel på en kum med god utforming.
- Montering av brannventil-sikringer m/beskyttelsehette på brannventiler som festes godt til flensebolter. Alle brannventiler bør ha fjærbelastet kule enten den er i felleskum eller vannkum
- Sikring av kumtopper (HMS tiltak)
- Ved mistanke om innsug av avløpsvann bør alltid kokevarsel sendes, selv etter desinfeksjon med klor. Dette er fordi vi vet i dag at klor ikke fjerner parasitter og fordi det kan være vanskelig å begrense forurensninger. Ofte vil en desinfisering berøre kun det vannet som kommer etter forurensningen.

Anbefalinger fra prosjektet

Sentrale anbefalinger i prosjektet for å økte fokuset og sikkerheten til hygiene på ledningsnett:

Kokevarsel

Etter en hendelse som Oslo 2007, var det naturlig å diskutere rutiner rundt kokevarsel. Kommunene er generelt redde for å skape unødig uro blant abonnentene, men alle er enige i at det er bedre å varsle en gang for mye enn for lite. Har man mistanke om at drikkevannet kan være forurensset, så plikter man å varsle abonnentene.

- Vannverket plikter å varsle abonnentene om forhold som påvirker vannkvaliteten. Derfor: om man kjenner hendelser og forhold hvor man har misstanke om forurensning skal de berørte abonnenter få et kokevarsel.
- I tillegg anbefales det at man "lærer opp" abonnentene til selv å være oppmerksomme på trykkløse situasjoner. Dette må ikke erstattes av vannverkseiers ansvar, men kan redusere skadeomfang inntil kokevarsel er utsendt.
- Etterstreb god kvalitet på ledningsnett og komponenter i ledningsnett!
- Kontroller felleskummer og brannventiler hvor det er fare for oppsamling av vann i kummen
Sørg for utlufting av ledningsnett i høybrekk
- Etabler gode rutiner blant driftspersonell og entreprenører – hygienekurs til alle ansatte?
- Reparer lekkasjer under trykk, hvis mulig
- Vurder valg av materialer med tanke på konsekvenser ved brudd (sprø materialer – store brudd)
- Alle arbeider med trykkløst nett skal alltid utføres med tanke på hygiene, og desinfisering før igangsetting må alltid utføres ved den minste tvil.
- Alltid varsling av abonnenter ved misstanke om forurensning
- Påby tilbakeslagssikring!
- Etabler trygge, hygieniske uttak for vannuttak til spylebiler med mer.

Konklusjoner

Det er viktig å etterstrebe trykk i ledningsnett og at ledningsnett er i god stand. Diskusjoner i referansegruppa tyder på at man er oppmerksom på problemstillingen, men har en vei å gå for å øke sikkerheten. I Norge hvor lekkasjeandel er relativt høy og ca 1/3 av vannet forsvinner ut i grøfta (innrapportert lekkasjeandel VREG

2007), har man diskutert lite hva dette kan bety for den hygieniske sikkerheten. Høy lekkasjeandel betyr at ledningsnett ikke er i god stand, og et ledningsnett som ikke er i god stand vil medføre økt fare for innsug av forurenset vann ved trykkbortfall. Hygiene og helse er derfor et viktig argument for å redusere lekkasjer og utbedre kvaliteten på ledningsnett!

Referanser

Craun, G. F. and Calderon, R.L., (2001) Waterbourn disease outbreaks caused by distribution system deficiencies, Journal AWWA, 93:9:64

Kønig, A., 2000. Forurensing av drikkevann på grunn av forhold på ledningsnett. SINTEF Bygg og miljøteknikk Vannrensing og VA 2000. Rapport STF22 A00325.

Mays, L. (2000). Water distribution systems handbook. AWWA. Denver.

Norsk Standard, 2001. Beskyttelse mot forurensning av drikkevannsinstallasjoner og generelle krav til utstyr for å forhindre forurensning ved tilbakestrømning. NS-EN 1717.

Nygård, K., 2007. Nasjonalt Folkehelseinstitutt. Personlig meddelelse 2007.

Odd Atle Tveit, 2007. Hvordan har vi klart å redusere lekkasjene fra 50 – 20%... Foredrag i Norsk vannforening 12.03.2007. VANN 2007 – 42.

Røstum og Eikebrokk, 2007. Risiko- og sårbarhetsanalyse. Bergen kommunes vannforsynings-system. SINTEF rapport, fortrolig.

VA/Miljø-blad 4, 7, 8, 20/21, 25, 39, 40, 47, 61, 81, 82.

Aktuelle nettsider: www.ssb.no, www.fhi.no.