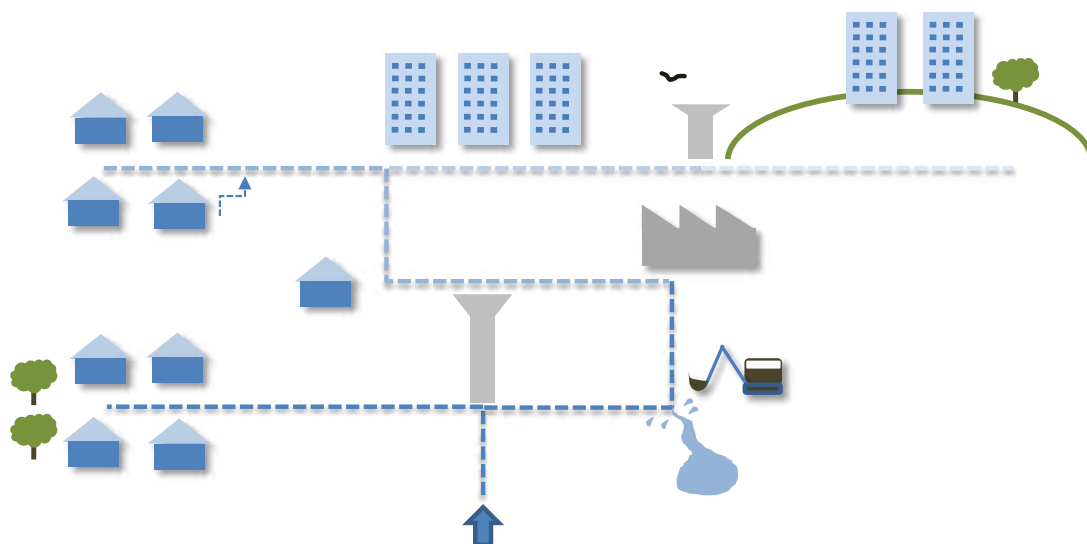


Mikrobiologiska risker vid dricksvattendistribution

– översikt av händelser, driftstörningar,
problem och rutiner

av Melle Säve-Söderbergh, Annika Malm, Rikard Dryselius och Jonas Toljander

Rapporten har tagits fram tillsammans med Chalmers Tekniska Högskola och i samverkan med Svenskt Vatten



Innehåll

Om rapporten	2
Sammanfattning	3
Bakgrund	4
Enkätundersökning om mikrobiologiska risker kopplade till distributionsanläggningen	5
Händelser, störningar och problem vid dricksvattendistributionen	6
Ledningsbrott, läckor på ledningar och ledningars närbelägna omgivning	7
Vattentryck och dricksvattenomsättning	11
Backventiler, korskopplingar, händelser på reservoarer och tryckstegringsstationer, samt översvämmade anordningar	12
Distribution av dricksvatten och associerade hälsorisker	13
Sjukdomsframkallande mikroorganismer	13
Dricksvattendistribution och sjukdomsutbrott	14
Dricksvattendistribution och endemisk smitta	15
Bedömning av risker och riskreducerande åtgärder	17
Ledningsbrott, läckor på ledningar och ledningars närbelägna omgivning	17
Vattentryck och dricksvattenomsättning	20
Backventiler, korskopplingar, händelser på reservoarer och tryckstegringsstationer, samt översvämmade anordningar	21
Största risken för mikrobiologisk kontaminering	23
Slutsatser	23
Referenser	25
Bilagor	28

Om rapporten

Rapporten presenterar resultat från en enkätstudie som utfördes från och med vecka 39 2012 till och med vecka 3 2013 av Livsmedelsverket i samarbete med Chalmers tekniska högskola och Svenskt Vatten. Enkäten togs fram i samråd med Sveriges Kommuner och Landsting. Studien var en del i projektet ”SOFÄ-12-12-Dricksvattenrisker – förberedande studie”, som finansierades av anslag 2:4 Krisberedskap från Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.

Rapportens författare skulle vilja tillkännage och tacka de som bidragit till enkätstudien och/eller rapporten:

Kommuner som svarat på enkäten.

Gullvy Hedenberg, Svenskt Vatten
Lars-Gunnar Bergman, Svenskt Vatten
Bo Rutberg, Sveriges Kommuner och Landsting
Christina Nordensten, Livsmedelsverket

Sammanfattning

Nästan 40 procent av alla kända dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott kan härledas till händelser i distributionsanläggningen (dricksvattenledningsnätet). Det har hittills saknats detaljerad statistik om hur vanliga olika typer av händelser på distributionsanläggningen är och vilka rutiner som används för att minska den mikrobiologiska risken när de åtgärdas. Dessutom saknas kunskap om vilken mikrobiologisk risk olika händelser har för de förhållanden som råder för svenska distributionsanläggningar. I en enkät samlade Livsmedelsverket in information om kända händelser, driftstörningar och problem på distributionsanläggningen samt vilka riskreducerade åtgärder, rutiner och förebyggande arbete som utförs i kommunerna. Enkäten besvarades av 165 kommuner.

Den vanligaste händelsen var ledningsbrott, vilket inträffar minst en gång i månaden i över hälften av kommunerna. Tryckfall inträffar minst en gång per år i över hälften av kommunerna. Övriga störningar, som händelser på reservoarer, korskopplingar och översvämmande anordningar inträffar mer sällan än årligen i de flesta kommunerna. De flesta kommuner har över 80 procent av dricksvattenledningsnätet i samma rörgrav som avloppsledningar. En tredjedel saknar backventiler i servisledningarna i över 80 procent av distributionsanläggningen. Dålig vattenomsättning, dåligt tryck och/eller ledningar som ligger under grundvattennivån förekommer endast i mindre omfattning eller inte alls. I de flesta kommunerna finns rutiner för att minska mikrobiologisk risk vid arbeten på ledningsnätet och cirka två tredjedelar använder desinfektionsmedel i samband med sådant arbete. Utöver desinfektion, vidtar nästan hälften av kommunerna ytterligare åtgärder för att minska den mikrobiologiska risken.

Den risk som flest kommuner bedömer som störst är samtidigt ledningsbrott på dricksvatten- och avloppsledningar. Arbetsomständigheterna vid ledningsarbeten kan göra att kontamination av delar av ledningsnätet är svår att undvika, trots förebyggande åtgärder. Då är det viktigt med utbildad och erfaren personal som kan bedöma om ytterligare åtgärder, som spolning, desinfektion eller kokningsrekommendationer behövs. Utbildad och erfaren personal anses vara centralt för att undvika risker med andra händelser, exempelvis korskopplingar.

Ledningsbrott inträffar på alla typer av ledningar och det kan också finnas mindre slitskador som påverkar ledningarnas barriärverkan. Kunskapen är begränsad om hur hälsorisken påverkas av olika typer av ledningar, händelser, rutiner och andra omständigheter kring händelserna. För att kommuner och dricksvattenproducenter ska få bättre underlag för att kunna planera för säkert dricksvatten och avgöra vilka riskreducerande åtgärder som bör prioriteras behövs en noggrannare kartläggning av hur många konsumenter som blir magsjuka till följd av specifika händelser och omständigheterna kring dessa.

Bakgrund

Sverige har cirka 70 700 km ledningar som distribuerar dricksvatten från produktionen ut till konsumenterna (1). Utöver ledningarna finns det ett stort antal anordningar (exempelvis reservoarer, tryckstegringsstationer, brandposter, osv.) som möjliggör distribution av dricksvattnet till anslutna abonnenter och aktörer. Både vid dessa anordningar och på själva rörnätet kan det ibland ske oförutsedda händelser som medför att föroreningar kontaminerar dricksvattnet. Detta innebär i värsta fall att sjukdomsframkallande mikroorganismer når dricksvattnet, vilket kan leda till sjukdomsfall (magsjuka) hos dricksvattenkonsumenter. Både i Sverige och internationellt har orsaken till en stor andel av rapporterade dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott härletts till kontamination i samband med distributionen (2, 3, 4, 5).

Utöver kända dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott förekommer det troligen även fall av dricksvattenrelaterad endemisk (sporadisk) smitta (6, 7). Endemisk smitta omfattar alla de fall där enstaka personer insjuknat eller där ett utbrott inte uppdagas av någon orsak. Kunskapen om hur många endemiska sjukdomsfall som sker årligen är begränsad och i internationella studier har dricksvattnets bidrag av alla magsjukor uppskattats till alltifrån 0-35 procent (7, 8). Ett tänkbart bidrag till endemisk dricksvattenburen smitta är att dricksvattnet kontamineras under distributionen (6). Det är emellertid inte klarlagt om detta även gäller för de förhållanden som råder för den svenska dricksvattenproduktionen och distributionen.

Dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott kan bli en stor ekonomisk belastning för samhället (9, 10), vilket motiverar ett förebyggande arbete för att minska risken för utbrott och smitta. För att kunna prioritera rätt i det förebyggande arbetet behövs ökade kunskaper om mikrobiologiska risker i samband med distributionen. Detta kräver information om vilka händelser, störningar och problem som förekommer på de svenska distributionsanläggningarna och hur ofta dessa inträffar. Frekvensen av ledningsbrott/läckage finns från tidigare sammanställd av Livsmedelsverket för distributionsanläggningar anslutna till vattenverk som har ytvattentäkt som råvattenkälla (totalt 105 vattenverk i 70 kommuner) (11). Sammanställningen visar att det för cirka 30 av vattenverken sker ledningsbrott/läckage minst en gång i månaden, och för drygt tio av vattenverken sker det minst en gång i veckan. I samma sammanställning presenteras även frekvensen av störningar på ledningsnätet förorsakade av den mänskliga faktorn (exempelvis felkopplingar, öppning/stängning av ventiler m.m.). Händelser förorsakade av den mänskliga faktorn sker mer sällan än årligen eller aldrig för de flest, men några vattenverk har svarat att det sker från mindre än en gång i månaden till minst en gång per år (11). Svaren i den tidigare sammanställningen indikerar att störningar vid dricksvattendistributionen troligtvis förekommer i alla svenska kommuner, men i varierande omfattning. Eftersom denna information samlades in endast från kommuner med ytvatten som råvatten och detaljnivån på informationen är

begränsad, genomfördes här en betydligt mer omfattande och mer detaljerad undersökning för att få bättre helhetsbild av de nationella förhållandena.

Enkätundersökning om mikrobiologiska risker kopplade till distributionsanläggningen

För att få detaljerad kunskap om de svenska kommunernas distributionsanläggningar, ombads landets samtliga kommuner svara på en webbenkät (Bilaga 1) på Livsmedelsverkets hemsida. Syftet med enkäten var att samla in kunskap om kända händelser, driftstörningar och problem, samt att utreda vilka riskreducerande åtgärder, rutiner och förebyggande arbete som kommunerna utför. I enkäten fanns även frågor där kommunerna fick svara på om det förekommit en risk för mikrobiologisk kontaminering.

Enkäten besvarades med både flervalsalternativ (där ett eller flera alternativ kunde väljas beroende på frågan) och fritextsvar. En del frågor var obligatoriska att svara på, medan andra var valfria. Frågorna utarbetades utgående från driftstörningar och problem som har visat sig kunna leda till risk för att dricksvatten kan kontamineras av sjukdomsframkallande mikroorganismer. Frågornas detaljnivå var även anpassade efter nivån på sammanställd statistik hos kommuner. Eftersom varje distributionsanläggning i Sverige är utformad efter de lokala behov och förutsättningar som finns, omfattar vissa typer av problem på distributionsanläggningarna inte alla kommuner. Exempelvis saknar en del kommuner reservoarer eller tryckstegringsstationer inom det område de är huvudmän för.

Enkätsvar samlades in från vecka 39, 2012 fram till och med vecka 3, 2013. Under tiden skickades tre påminnelser ut och adresser till utsända kontaktpersoner kompletterades under hela perioden efter önskemål och behov. 165 kommuner svarade på enkäten och 5 kommuner meddelade att de inte kunde svara på enkäten, vilket gav en total svarsfrekvens på cirka 60 procent. Enkäten riktades till ansvariga för den kommunala distributionsanläggningen, vilket gör att eventuellt ledningsnät som finns fram till anslutningspunkten för det kommunala distributionsnätet inte omfattas av enkäten. Enkäten omfattar heller inte ledningsnät som ligger inne i fastigheter, även om vissa av svaren på frågorna kan omfatta apparatur som ligger utanför det kommunala ledningsnätet (exempelvis backventiler vid vattenmätare inne i fastigheter). Ingen uppföljning har gjorts av svaren, med undantag av enkätfråga fem och dess följdfråga (Bilaga 1). I detta fall kontaktades de kommuner som svarat ”ja” på enkätfråga fem eller som angett ett svar på följdfrågan. Frågan har följts upp för att säkerställa svaret och vid behov även få ytterligare upplysningar som inte redan framkommit.

I sammanställningen av antalet påträffade händelser under 2011 i kommunerna har enkätresultaten presenterats som antal händelser per 100 km distributionsanläggning. Information om längden distributionsanläggningar är hämtad ur Svenskt Vattens statistikdatabas VASS (VAttentjänstbranschens StatistikSystem).

Händelser, störningar och problem vid dricksvattendistributionen

Dricksvattnet kan kontamineras under distributionen vid tillfällen då föroreningar tränger in på ledningsnätet, vid nyinstallationer/ledningsarbeten, korskopplingar, i samband med felaktiga installationer, avsaknad av återströmningsskydd eller vid händelser på reservoarer (12, 13). Föroreningar som tränger in på ledningsnätet beror på brister i distributionsanläggningens barriärverkan, samtidigt som förmågan att tillhandahålla mottagare med dricksvatten begränsas, dvs. att inte ett tillräckligt högt vattentryck kan upprätthållas (13). Vattentrycket upprätthålls generellt med hjälp av pumpar och/eller reservoarer på ledningsnätet. I de fall trycket inte kan bibehållas leder det till antingen ett tryckfall (trycklöst över längre tid) eller tryckslag (lågt eller negativt tryck under en eller flera kortare intervaller) (14). Tryckfall kan ske exempelvis vid en större vattenläcka, vid stora vattenuttag eller på grund av ett pumpstopp. Tryckslag kan uppkomma exempelvis vid stora momentanuttag eller i samband med start eller stopp av pumpar. Förmågan för distributionsanläggningen att fungera som en barriär kan försämrats över tid i och med att ledningsnätet åldras, slits eller på grund av olika händelser som orsakar ledningsbrott (13). Sådana händelser kan vara undermineringar, sättningar, avgrävningar och tjälskador. Även ett litet hål på ledningsnätet förorsakat av slitage kan vid korta intervaller av lågt eller negativt tryck (från några millisekunder till några minuter) leda till att okänt vatten tränger in i ledningsnätet (12). De eventuella hälsomässiga effekterna för konsumenterna på grund av denna typ av händelser är dock inte undersökta (14).

Förutom att distributionsanläggningens barriärverkan kan försämrats, finns det omständigheter där barriärverkan saknas permanent, antingen avsiktligt eller oavsiktligt. Det kan handla om att ledningsnätet är ihopkopplat med okänt vatten (ex. korskopplingar) eller att delar av ledningsnätet tillfälligt saknas (ex. ledningsarbeten eller vandalism). Vid ett tryckfall kan detta leda till att okänt vatten eller andra föroreningar sugas in på distributionsanläggningen (12, 15). Korskopplingar har olika stora konsekvenser beroende på det obehandlade vattnets beskaffenhet och även var i distributionssystemet korskopplingen är gjord. Till de mest ogynnsamma händelserna hör korskoppling mot en spillvattenledning, som var fallet i Nokia i Finland (16). Vid arbeten på ledningsnätet saknas även barriärverkan när ledningsnät och material periodvis är oskyddade mot omgivande vatten, jord och luft (13). I dessa fall är en god riskbedömning och vidtagande av riskreducerande åtgärder essentiellt för att förhindra kontaminering fram till det att vatten ansluts efter avslutat arbete.

Dricksvattenreservoarer finns i många utformningar och placeringar beroende på distributionsområdets förhållanden och detta innebär även att risken för kontaminering av reservoarerna varierar. Exempelvis medför en reservoar på eller

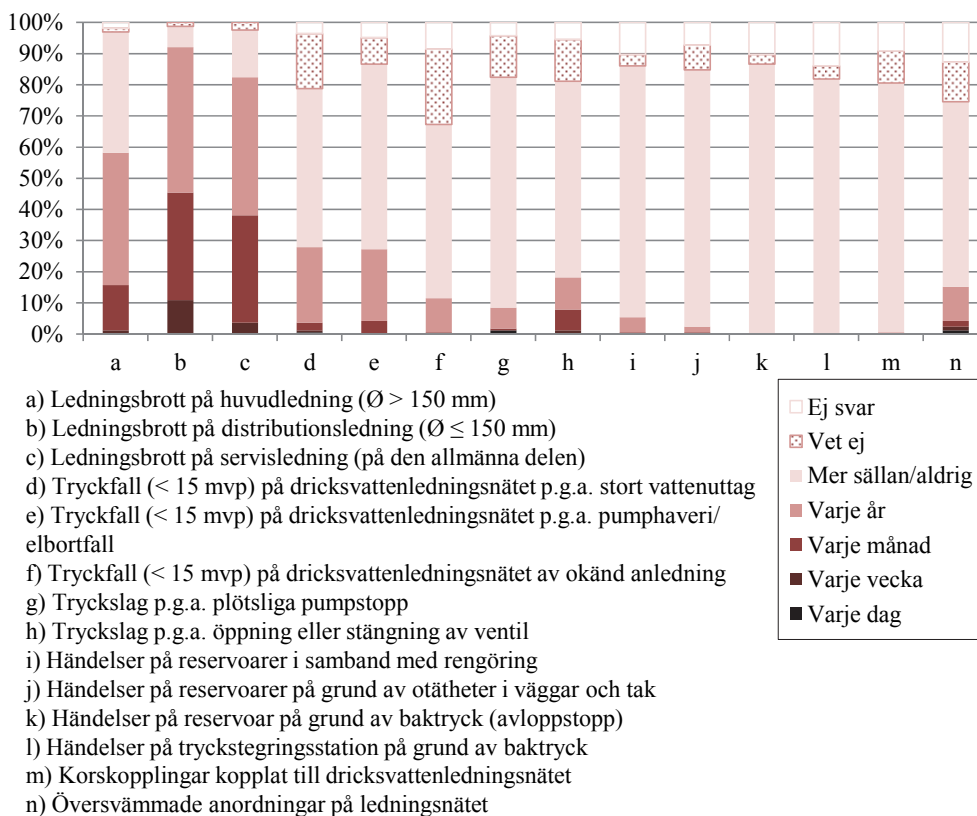
under marknivå andra risker än ett högt beläget vattentorn. Källan till kontaminering av en reservoar kan vara fåglar och skadedjur, där föroreningarna har kommit in genom otätheter i konstruktionen eller via luftintaget (17, 18). I reservoarer finns även en tendens till sedimentering och tillväxt av biofilm (18). En av orsakerna till detta är att omsättningen och hastigheten av dricksvattnet är lägre i reservoarerna än i ledningsnätet. Reservoarer behöver därför regelbundet rengöras, vilket även det kan leda till kontaminering (17).

Sedimentering och omfattande tillväxt av biofilm sker även på ledningsnät och problem kan uppstå vid dålig vattenomsättning, exempelvis vid ändledningar som inte används regelbundet (18). Vid provtagning på ledningsnätet i 13 kommuner i Sverige har heterotrofa bakterier påträffats i halter upp till 1 000 000 cfu/ml i några prov (två dagars inkubationstid), vilket är avsevärt högre än antalet heterotrofa bakterier som påträffas vid utgående vatten från vattenverk (19). I flera av proverna på ledningsnätet var halterna låga eller ej detekterbara av heterotrofa bakterier, vilket tyder på stora variationer i tillväxt mellan olika områden (19). Om sedimentering och tillväxt av biofilm kan medföra hälsorisker för konsumenter är inte utrett till fullo (11). Sjukdomsutbrott på grund av dålig omsättning på dricksvattenledningar har dock inträffat (20), vilket gör att omsättningsproblem inte ska uteslutas som en möjlig mikrobiologisk risk.

Om anordningar översvämmas på ledningsnätet finns en överhängande risk att dricksvattnet kan kontamineras, exempelvis om luftningsventiler översvämmas och det samtidigt sker ett tryckfall på ledningsnätet. I en amerikansk studie, visade att andelen översvämmade luftningsanordningar (under hela året eller perioder) varierade mellan 0-80 procent i tolv studerade områdena (12). En kanadensisk studie visade att vatten som är stagnerat i luftningsanordningar hade högre halter av organismer som indikerar fekal kontaminering än de halter som påträffades i rörgrovar i samband med ledningsarbeten (21).

Ledningsbrott, läckor på ledningar och ledningars närbelägna omgivning

Ledningsbrott inträffar årligen i nästintill alla kommuner som svarat på enkäten (Figur 1). Framförallt sker ledningsbrott på servisledningar och på smalare distributionsledningar ($\text{Ø} \leq 150$ mm). Under 2011 inträffade i över hälften av kommunerna mellan en till tre ledningsbrott per 100 km ledningsnät, främst på servisledningar och smalare distributionsledningar (Figur 3). Ett ledningsbrott på en huvudledning, överföringsledning eller en stor distributionsledning kan påverka en stor del av kommunens abonnenter om dricksvattnet kontamineras, medan ledningsbrott på en smal distributionsledning eller servisledning endast påverkar mindre områden eller enstaka fastigheter. Från enkätsvaren kan inte uteslutas att ytterligare ledningsbrott kan förekomma, exempelvis när det gäller huvudledningar från producent fram till kommunens anslutningspunkt.



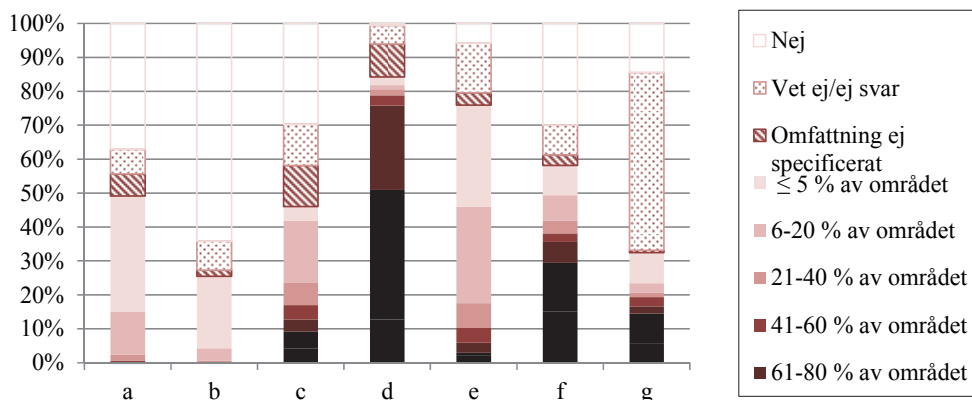
Figur 1 Uppskattad frekvens av händelser/driftstörningar på distributionsanläggningen i 165 svenska kommuner. I frågorna har endast kända händelser efterfrågats.

Av allt dricksvatten som produceras årligen i Sverige är det cirka 20 procent som aldrig debiteras (22). Delar av detta vatten används i kommunala verksamheter, exempelvis vid spolningar eller som brandvatten, men i övrigt det handlar det om vatten som läckt ut eller om felmätningar (22). I hälften av kommunerna som svarat på enkäten noterades att det förekommer diffust vattenläckage, varav för de flesta av dessa kommuner förekommer detta i delar av området (Figur 2). En stor läcka eller ett stort vattenuttag medför i kombination med diffust vattenläckage på grund av bristande barriärverkan en risk en risk för inläckage av föroreningar.

I de flesta kommuner ligger avloppsledningar i samma rörgravar som dricksvattenledningar i en del av distributionsområdet, varav för hälften av kommunerna finns avloppsledningar i samma rörgrav som dricksvattenledningar i över 80 procent av distributionsområdet (Figur 2). I de flesta fall bör dricksvattenledningar och avloppsledningar i samma rörgrav utgöra en begränsad risk tack vare riskreducerande åtgärder som vidtagits (exempelvis att avloppsledningar i många fall ligger under dricksvattenledningar), men i de fall det samtidigt sker ett ledningsbrott eller läckage på både avloppsledningar och dricksvattenledningar i närliggande område är risken överhängande att dricksvattnet kontamineras med

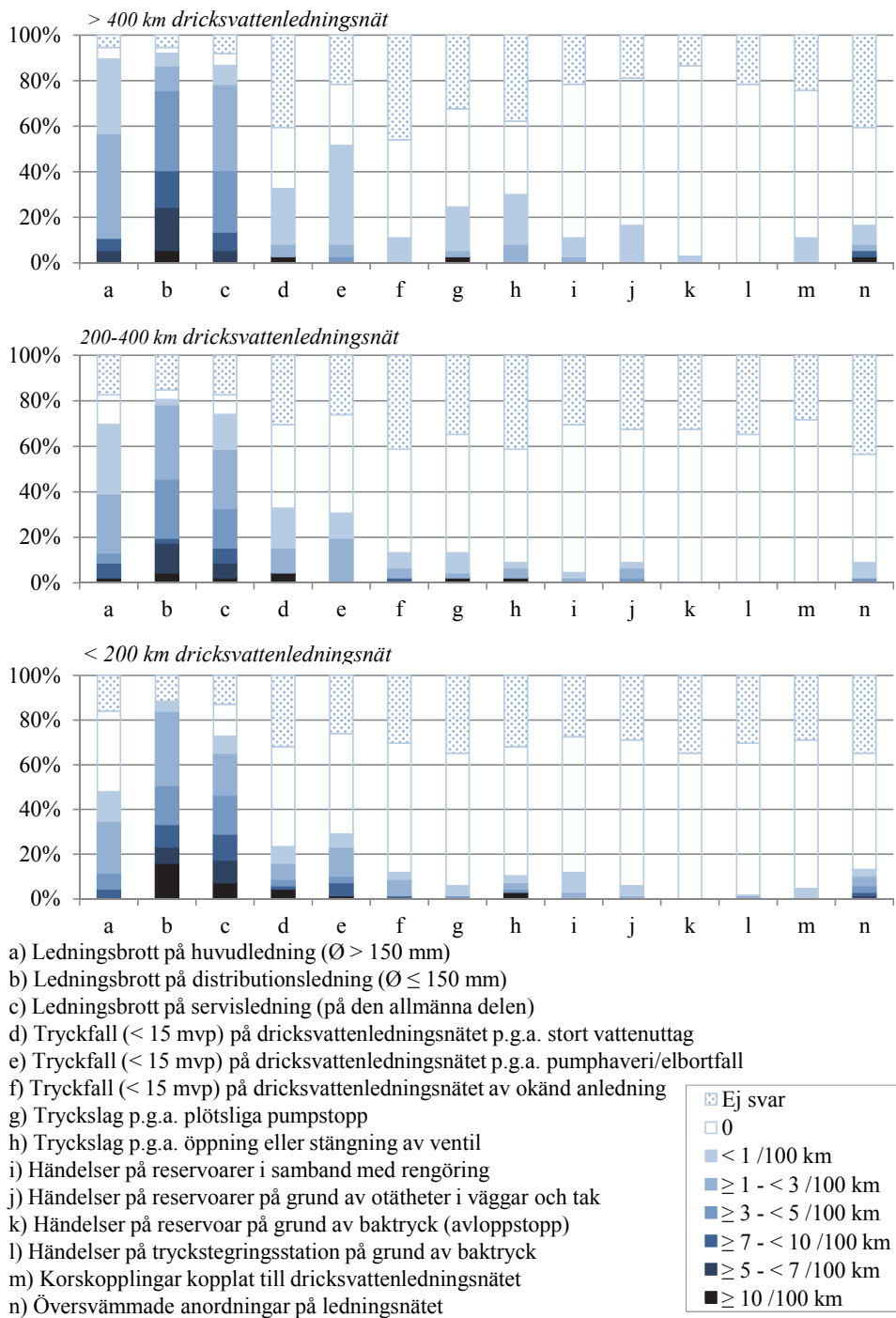
avloppsvatten. Frekvensen av kända läckage på avloppsledningar har inte efterfrågats i enkäten.

Bland de kommuner som svarat på enkäten har 70 procent ledningar i sitt distributionsområde som ligger under grundvattennivån (inkluderar även sjöledningar) (Figur 2). För majoriteten av kommunerna handlar detta om en liten andel av det totala ledningsnätet (< 20 %), men i några kommuner ligger största delen av ledningsnätet under grundvattennivån. Höga grundvattennivåer eller stora nederbörds mängder kan på flera sätt öka risken för mikrobiologisk kontaminering av dricksvattnet. Mikroorganismer överlever generellt längre i mättad jord än i omättad och kan även transporteras långa sträckor under kort tid om jorden är mättad (23). Vid ledningsarbeten kan en hög grundvattennivå eller nederbörd försvåra möjligheterna att genomföra ett säkert arbete, dels på grund av att omgivande jord kan bli underminerad (15), men även på grund av att det kan försvåra möjligheten till att begränsa vattenmängder i rörgraven under arbetet. Motsvarande problem kan även uppstå på grund av de stora vattenmängder som en läckande vattenledning i sig kan åstadkomma (15). Med en förbättrad överlevnad och transport av eventuella sjukdomsframkallande mikroorganismer i mättad mark, ökar risken för att mikrobiologisk kontaminering av dricksvatten ske om exempelvis vattnet i rörgraven når ett oskyddat och trycklöst vattenledningsnät.



- a) Dålig vattenomsättning av dricksvattnet på distributionsanläggningen
- b) Lågt tryck på dricksvattenledningsnätet (< 15 mvp) hos konsument
- c) Stor andel diffust vattenläckage som är svårt att lokalisera
- d) Vattenledningar som ligger i samma rörgrav som avloppsledningar
- e) Vattenledningar som ligger under grundvattennivå största delen av året
- f) Avsaknad av backventiler på servisledningar
- g) Avsaknad av backventiler på annat ex. bevattningssystem, fontäner, räddningstjänstens

Figur 2 Förekomst av driftstörningar/problem på distributionsanläggningar i 165 svenska kommuner och uppskattat område av totala distributionsanläggningen där driftstörningar/problem förekommer. Svaren syftar endast till för kommunen känd förekomst av driftstörningarna/ problemen. Observera att på alternativen c och e har alla kommuner svarat på frågan, medan för de övriga frågorna har 2 respektive 3 av kommunerna inte angett ett svar på frågorna ("ej svar").



Figur 3 Antal påträffade händelser/driftstörningar i kommuner per 100 km av kommunens dricksvattenledningsnät under 2011. I figurerna har inkluderats 152 kommuner som både svarat enkänt och där längden på kommunens distributionsanläggning finns inrapporterad i VASS (Svenskt Vatten). Antal påträffade driftstörningar/händelser per 100 km presenteras i tre figurer baserat på längden av ledningsnätet i kommunen: > 400 km dricksvattenledningsnät (37 kommuner), 200-400 km (46 kommuner) och < 200 km (69 kommuner).

Vattentryck och dricksvattenomsättning

Tryckfall kan ske vid stora vattenuttag, när ventiler som öppnas eller stängs, samt vid ledningsbrott och problem med anläggningar på ledningsnätet som reglerar trycket. Som tidigare nämnts innebär ett lågt eller negativt tryck att okänt vatten (förorenat grundvatten, avloppsvatten, etc.) kan nå dricksvattnet. Omfattande tryckfall är normalt relativt lätta att upptäcka, men tryckslag och kortvariga tryckfall kan i de flesta fall förbli okända. Det beror på att tryckslag kan förorsaka lågt eller negativt tryck under några millisekunder till några minuter (14) och att de system som används för att mäta tryck eller vattennivåer inte är känsliga nog att mäta dessa kortvariga tryckförändringar på alla delar av ledningsnätet. I samband med ledningsarbeten, kan delar av ledningsnätet i ett isolerat område vara trycklöst över en längre tid. Ledningsarbeten eller större vattenläckor kan även medföra att tryckförändringar sker i de delar av ledningsnätet som inte är isolerade. Dessa situationer hör även till de mest kritiska när det gäller risken för att okänt vatten tränger in på ledningsnätet (14). Någon typ av trycksänkning (tryckfall/tryckslag) observeras årligen i 52 procent av alla kommunerna och i 15 procent av kommunerna har trycksänkning observerats minst en gång per månad (Tabell 1). I nästan hälften av kommunerna sker det tryckfall mindre frekvent än årligen eller så saknar kommunerna kunskap om frekvensen (Tabell 1). I en kommun har tryckfall på grund av stora vattenuttag observerats en gång i veckan (överföringsledning med för många anslutna). Övriga typer av stora vattenuttag, som i svenska kommuner har bevisats leda till tryckfall, är brandvattenuttag, spolningar, vattenläckor, sprinklertest, vid styromställningar och i ett fåtal fall även i samband med att bassänger fylls.

På grund av höjdskillnader i distributionsområdet och distributionsledningars omfattning och uppbyggnad, kan det ibland uppstå områden på ledningsnäten där det är svårt att upprätthålla tryck utan omfattande åtgärder. I allmänhet handlar det om små områden med enstaka hushåll som kan vara högre belägna än övrig bebyggelse, men ibland kan det även handla om större samhällen. I drygt 60 procent av kommunerna som svarade på enkäten överstiger trycket alltid 15 mvp (meter vattenpelare) hos konsumenter (Figur 2). I cirka 20 procent av kommunerna förekommer det ett tryck under 15 mvp i mindre än fem procent av det totala distributionsområdet medan ett fåtal kommuner har ett lågt tryck ett större område än fem procent.

Drygt 50 procent av de kommuner som svarat på enkäten har problem med dricksvattenomsättningen i delar av distributionsanläggningen (Figur 2). I de flesta fall handlar det om små områden på distributionsanläggningen med endast ett fåtal anslutna konsumenter, säsongsboende eller områden med hög utflyttning. Låg omsättning på ledningsnätet kan leda till sedimentering och tillväxt av mikroorganismer, något som förstärks av att effekterna av eventuella desinfektionsmedel sjunker ju längre tid vattnet befinner sig i ledningsnätet (13).

Tabell 1 Sammanställning av frekvensen av händelsetyper och antal kommuner som har den frekvensen för händelsetypen (totalt svar från 165 kommuner). För varje händelsetyp har den högsta frekvensen för någon av händelserna angivits i tabellen. Händelsetyperna som sammanställts är ledningsbrott (brott på tre olika storlekar av ledningar), tryckfall/tryckslag (fem olika orsaker till tryckslag/tryckfall) och händelser på reservoarer/tryckstegringsstationer (fyra händelser där källan till kontamination varierar).

Frekvens av händelsetyperna (frekvensen för minst en av händelserna inom respektive händelsetyp)	Händelsetyper (omfattar svar från 3-5 händelser)		
	Ledningsbrott (Fråga 1.1 a-c)	Tryckfall/tryckslag (Fråga 1.1 d-h)	Händelse på reservoar/tryckstegringsstation (Fråga 1.1 i-l)
minst varje dag	-	3 (2 %)	-
minst varje vecka	18 (11 %)	6 (4 %)	-
minst varje månad	89 (54 %)	24 (15 %)	2 (1 %)
minst varje år	154 (93 %)	85 (52 %)	11 (7 %)
mindre frekvent än årligen eller okänd frekvens	11 (7 %)	80 (48 %)	154 (93 %)

Backventiler, korskopplingar, händelser på reservoarer och tryckstegringsstationer, samt översvämmade anordningar

Ingen av kommunerna svarade att korskopplingar är något som de påträffar frekvent (Figur 1). I de enstaka fall korskopplingar har påträffats, har detta varit mot enskilda dricksvattenbrunnar eller processvatten (vatten från industriella processer), samt felkopplingar i samband med nyinstallationer mot fastigheter. Många korskopplingar och felkopplingar medför endast en liten eller obefintlig risk för mikrobiologisk kontaminering, men i de fall korskopplingar eller felkopplingar sker mot exempelvis vatten i jordbruksfastigheter, processvatten eller sjukhus, är risken hög att dricksvattnet kontamineras (15).

Över 60 procent av kommunerna meddelade att backventiler i servisleddningarna saknas i delar av distributionsområdet och närmare 30 procent av kommunerna svarade att backventiler i servisleddningar saknas i nästan hela distributionsområdet (Figur 2). I över 30 procent av kommunerna saknas backventiler mot övriga aktörer eller system anslutna till distributionsanläggningen (exempel i frågan: bevattningssystem, fontäner och räddningstjänstens fordon). Kommuner har nämnt att backventiler/brutet vatten saknas mot brandposter och fontän i dessa fall. Ytterligare cirka 50 procent av alla kommuner svarade att de ej känner till om backventiler saknas. Flera kommuner har kommenterat att det sker en pågående inventering och att de därför ännu saknar heltäckande kännedom om tillståndet.

I de flesta kommuner som svarat på enkäten sker det sällan eller aldrig händelser på reservoarer och tryckstegringsstationer (Figur 1). I några områden har händelser skett vid rengöring av reservoarer eller på grund av otätheter. Översvämmade anordningar förekommer likaså sällan eller aldrig i de flesta kommuner, men i några få kommuner förekommer översvämmade anordningar årligen och i några få till och med dagligen (Figur 1), där det handlar om översvämmade luftventiler. Större översvämmingar är ofta regionala problem och kan i vissa fall vara årligen återkommande, exempelvis när flödet i vattendrag ökar.

Distribution av dricksvatten och associerade hälsorisker

Sjukdomsframkallande mikroorganismer

För att händelser, driftstörningar eller problem på distributionsanläggningen ska leda till att konsumenter insjuknar, krävs att sjukdomsframkallande mikroorganismer finns i anslutning till det obehandlade vattnet eller föroreningen som kontaminerar dricksvattnet. I en amerikansk studie togs prov i samband med ledningsarbeten i åtta olika områden. Fekala föroreningar och enteriska virus analyserades i jord (totalt 33 prov) och vatten (totalt 32 prov) i direkt anslutning till distributionssystemet (12). Fekala koliforma bakterier påvisades i 43 procent av vattenproven och i 50 procent av jordproven. I 56 procent av alla prov påvisades förekomst av virus (Hepatit A, enterovirus och/eller Norwalk virus). Studien indikerar att sjukdomsframkallande mikroorganismer kan förekomma i dricksvattendistributionsnätets direkta omgivning. Eftersom endast ett fåtal prov analyserades och informationen kring källor till föroreningarna är begränsad krävs dock ytterligare studier för att få en säkrare bild av omfattningen. I undersökningen framkom att dricksvattenledningar och avloppsledningar i regel inte låg i samma rörgrav (minst tre meters avstånd) vid platserna för provtagning (12). Detta avviker från förhållandena i Sverige där en stor del av avloppsledningar och dricksvattenledningar ligger i samma rörgrav (Figur 2).

Förutom att organismer som tyder på fekal förorening har påträffats i jord och vatten i anslutning till ledningsarbeten har indikatororganismer för fekal förorening påträffats vid exempelvis översvämmade anordningar på dricksvattenledningsnätet. I en kanadensisk studie undersöktes 45 översvämmade luftventiler i ett distributionsområde och vid 30 av ventilerna, där kontaminering misstänktes, togs vattenprov. I proven påvisades förekomst av bland annat koliforma bakterier (100 %, varav *E. coli* återfanns i 67 % av proven), *C. perfringens* (60 %), enterokocker (97 %) och kolifåger (10 %) (21). Inga andra virus kunde påvisas i proven (21). Förekomsten av indikatororganismer i en stor del av proven visar på ytvatten-

påverkan eller fekal påverkan av det vatten som översvämmar luftningsventilerna i det undersökta området. I en situation med tryckfall på ledningsnätet skulle de översvämmade anordningarna medföra en ökad risk för mikrobiologisk kontaminering, vilket motiverar riskreducerande åtgärder för att undvika att anordningar översvämmas.

Bland de dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott som registrerats sedan 1980 i Sverige har mikroorganismerna *Campylobacter*, patogena *E. coli*, *Samonella*, *Shigella*, Norovirus, *Cryptosporidium*, *Entamoeba histolytica* och *Giardia* identifierats som sannolik orsak (11). *Campylobacter* var före utbrotten i Östersund och Skellefteå den mikroorganism som orsakat dricksvattenrelaterade sjukdomsfall i Sverige efter 1980 (11). I cirka 70 procent av alla identifierade dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott i Sverige under perioderna 1980-1989 och 1992-2003 kunde dock inte någon sjukdomsframkallande mikroorganism kopplas till utbrotten (2, 11).

Dricksvattendistribution och sjukdomsutbrott

Årligen inträffar flera sjukdomsutbrott där dricksvatten har varit källan till utbrotten. Cirka 40 procent av alla kända dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott i Sverige under perioden 1995-2003 (13 av totalt 33 utbrott) kan härledas till händelser på distributionsanläggningen (2). Dessa utbrott stod för 19 procent av det totala rapporterade antalet insjuknade av dricksvattenburen smitta, vilket kan förklaras med bland annat att det under perioden förekom några ovanligt stora råvattenrelaterade sjukdomsutbrott. I en utökad sammanställning av dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott under perioden 1980-2008 baserat på tidningsnotiser, påvisades att 34 procent av alla sjukdomsutbrott (27 av totalt 79 utbrott) kunde härledas till händelser på ledningsnätet (3).

Som tidigare nämnts finns det många typer av händelser på distributionsanläggningen som kan medföra att sjukdomsframkallande mikroorganismer når dricksvattnet. Av 61 dricksvattenburna utbrott i Europa under 1990-2004, visade distributionsrelaterade händelser som backflöde, arbeten på ledningsnätet, ledningsbrott, lågt tryck och spolning/rengöring, ensamma eller i kombination med varandra har lett till utbrott (24). I Sverige har korskopplingar, baktryck och händelser på reservoarer varit orsak till många av utbrotten under perioden 1980-2009 (3). Flest antal personer har insjuknat i utbrott kopplade till händelser på reservoarer, trycklöst nät och ledningsarbeten (3).

Av alla kommuner som svarade på enkäten om ledningsnätet framkom att sex kommuner har haft sjukdomsfall/utbrott under 2002-2012 som misstänks ha förorsakats av driftstörningar/problem på distributionsanläggningen (Tabell 2, Bilaga 1). En kommun hade haft två utbrott under perioden. Ytterligare elva kommuner angav i enkäten att det skulle ha förekommit sjukdomsutbrott/sjukdomsfall förorsakade av driftstörningar/problem, men efter uppföljning visade sig

svaren antingen vara felaktiga eller att händelser resulterat i otjänligt dricksvatten där dock inga kända sjukdomsfall kunde kopplas samman med händelsen.

Av alla dricksvattenrelaterade sjukdomsutbrott är det troligt att det finns fall som aldrig blir kända eller att omfattningen av utbrotten aldrig blir klarlagd (2). Detta kan bero på utbrottets storlek, karaktär eller andra parallellt pågående utbrott förorsakade av en annan smittokälla, men likväl på utformningen av inrapporteringsystem för utbrott (11, 25). Sex av de sju utbrott som framkom i enkäten kunde även identifieras i den befintliga statistiken över dricksvattenrelaterade utbrott som orsakats av händelser på distributionsanläggningen (2, 3).

Tabell 2 Driftstörningar/problem på distributionsanläggningen som lett till sjukdomsfall/utbrott under perioden 2002-2012. 17 av totalt 165 kommuner svarade att det har förekommit sjukdomsfall/utbrott under perioden, men efter uppföljning visade det sig att sex kommuner bekräftade att sammanlagt sju utbrott förekommit (presenteras i tabellen). Åtta kommuner meddelade att de inte kände till om det förekommit och 140 kommuner svarade att det inte förekommit några kända utbrott.

År	Distributionsstörning/problem
2003	Ledningsbrott
2005	Avloppsstopp som orsakade bräddning från avloppssystem till en dricksvattenreservoar
2007	Korskoppling mellan enskild brunn och distributionsanläggningen, där dricksvattnet kontaminerades på grund av baksug
2007	Inläckage till dricksvattenledningsnätet i samband med inkoppling av ny ledning på grund av undertryck i befintlig överföringsledning
2009	Läckande spillvattenledningar som i samband med vattenläcka, undertryck, gav baksug
2009	Inläckage på reservoar
2009	Automatisk luftare sög in vatten i samband med lagning av läcka

Dricksvattendistribution och endemisk smitta

Utöver kända dricksvattenrelaterade utbrott, finns även mindre utbrott eller enskilda fall av sjukdom orsakade av dricksvatten som av olika anledningar inte uppdagas, så kallade endemiska sjukdomsfall. Endemiska sjukdomsfall som beror på kontamination under distributionen har studerats (t.ex. 6, 5, 26, 27). En studie har visat att antalet virus kan öka i dricksvatten under distributionen och kan således åtminstone delvis vara en bidragande orsak till endemisk sjukdom (28). Detta innebär att avståndet från vattenverket till konsument, dvs. ledningsnätets längd kan vara en faktor som skulle kunna bidra till ökad frekvens av magsjuka (26). Dock finns det även studier som visar på lägre frekvens av magsjuka ju längre tid dricksvattnet befinner sig i ledningsnätet, vilket förklaras med att inaktiveringen av patogener skulle kunna ske i samband med distributionen (6). Orsaken till skillnaden kan till stor del bero på att studiedesignen, exempelvis hur stora distributionsområden som inkluderas i studien.

Några få studier har varit inriktade på att studera specifika händelser/ omständigheter som bidrar till ökad frekvens av endemisk dricksvattenburen smitta. En

studie i Norge visade ett samband mellan tryckfall under ledningsarbeten och ökad frekvens av magsjuka hos konsumenterna (5). Studien visade också en ökad risk för magsjuka vid arbeten på ledningsnätet, om ledningsnätet var trycklöst längre än sex timmar, om det förekom nederbörd vid arbetstillfället och/eller om ledningsnätet rengjordes. En annan studie i Storbritannien visade ett starkt samband mellan tryckfall på ledningsnätet och förhöjd frekvens av magsjuka och i studien bedömdes att upp till cirka 15 procent av alla magsjukesfall i Storbritannien kan kopplas till tryckfall på dricksvattenledningsnätet (27). I Sverige har mindre omfattande studier utförts för att studera hälsomässiga effekter av trycklöshet (5 undersökta episoder med 9-18 intervjuade hushåll som exponerats/episod). I dessa studier har det inte påvisats något samband mellan trycklöshet och förhöjd frekvens av magsjuka (29), vilket delvis kan förklaras av det begränsade underlaget i studien.

De studier som har fokuserat på endemisk smitta har alla varierande förhållanden i studieområdet, vilket tillsammans med hur studierna är uppbyggda kan påverka både resultaten och hur resultaten kan anses representativa för andra områden. Ett exempel är den kohort-studie som starkast pekar på distributionsanläggningens bidrag till ökad frekvens av magsjuka där det finns många områdesspecifika omständigheter som bidrar till ökad risk (6). Studien utfördes på en distributionsanläggning vars utformning bedömts vara känslig för tryckfall, exempelvis vid strömavbrott (6, 12). Dricksvattnet desinficerades genom sekundärdesinfektion, men i låga halter, vilket innebar att framförallt ändledningarna hade bristande tillgång till desinfektionsmedel (6, 12). Området bedömdes även ha en hög risk för inträngande av mikroorganismer och stagnerat vatten med mikroorganismer påträffades i områdets luftningsanordningar (21). Kombinationen av låg desinfektion och risk för tryckfall har föreslagits kunna vara en förklaring till de påvisade förhöjda frekvenserna av magsjuka (13). Ett annat exempel är en studie som fann en ökad frekvens av magsjuka i samband med tryckfall (27). I studien presenterades inte vad händelserna berott på, vilket gör att det inte framkom om exempelvis en större vattenläcka kan ha bidragit till magsjukesfrekvensen vid tryckfallen (13). Trots att kopplingen mellan förhöjd magsjukesfrekvens och tryckfall är stark i studien, var deltagarunderlaget relativt litet, vilket även bör finnas i åtanke när resultaten tolkas.

Bedömning av risker och riskreducerande åtgärder

Ledningsbrott, läckor på ledningar och ledningars närbelägna omgivning

För att kunna genomföra effektiva riskreducerande åtgärder vid händelser på distributionsanläggningen är det centralt att kunna bedöma risken för kontaminering, samtidigt som man känner till hur effektiva de riskreducerande åtgärderna är. I en norsk studie fick personal som arbetar med ledningsarbeten gradera risken för kontaminering av dricksvattnet (låg, medel, hög) vid 88 tillfällen där även tryckfall inträffade vid händelsen (5). Risken bedömdes inte som hög vid något av arbetena, men i de fall personalen bedömde risken som medel (8,8 %), var även frekvensen av magsjuka en vecka efter arbetet dubbelt så hög hos konsumenterna som berördes av ledningsarbetet, jämfört med de tillfällen där personalen bedömde risken som låg. Eftersom risken inte bedömdes som hög, användes inte desinfektion vid något av tillfällena.

I vår enkät har majoriteten av kommunerna som svarat bedömt att det har funnits en risk för mikrobiologisk kontaminering vid < 10 procent av ledningsbrotten, men det förekommer även de kommuner som bedömer att risk funnits vid en högre andel av ledningsbrotten (Figur 4). Som riskreducerade åtgärder vid ledningsbrott har kommunerna angett både akuta och långsiktiga åtgärder som vidtas. De akuta åtgärder som vidtas mest frekvent är upprätthållande av tryck, desinfektion och spolning (Bilaga 2; 1.1 a-c). Bland de långsiktiga åtgärderna har flera kommuner svarat att de anpassar schaktningen och att de har ökat sin utbytestakt på ledningsnätet. Svaren visar genomgående på att samma eller liknande riskreducerande åtgärder vidtas oavsett storleken på ledningen. Undantag är dock åtgärden att utfärda kokningsrekommendationer efter åtgärdat arbete, som framförallt vidtas i samband med arbeten på servisledning (Bilaga 2; 1.1 a-c).

I mer än 80 procent av alla kommuner som svarade på enkäten, finns rutiner för att minska den mikrobiologiska risken vid arbeten på ledningsnätet (Bilaga 2; 4.1a). Dessa följs vid varje eller i de flesta fall av ledningsarbetena som utförs. Endast 15 av kommunerna (8,5 %) svarade att de inte har rutiner för att minska den mikrobiologiska risken. Rekommendationer från branschorganisationen Svenskt Vatten som ges vid utbildning för ledningsarbeten är att läns pumpa rörgraven eller schakten för att undvika att ledningar kontamineras under arbetet (22). Om det finns risk för att ledningen har kontaminerats med avloppsvatten i samband med reparation, rekommenderas att ledningen spolas och desinficeras, varefter prov ska tas. Vid reparationsarbeten där det bedöms att ledningsnätet direkt eller indirekt har förorenats av avloppsvatten, rekommenderas lokal förhöjd

klorering eller kokningsrekommendationer som säkerhetsåtgärd (22). Klorering och spolning i samband med ledningsarbeten med tryckfall har visats sig minska risken för att konsumenter insjuknar i magsjuka, även om risken för kontamination bedömdes som låg vid de berörda ledningsarbetena (5).

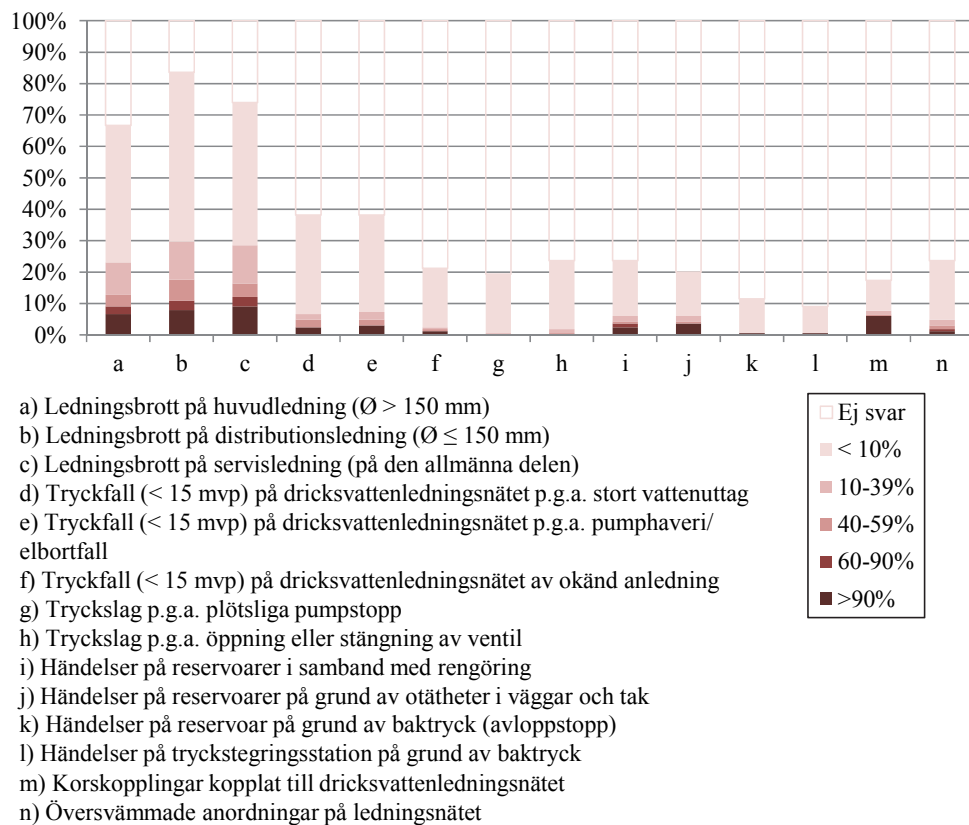
Av de kommuner som svarade på enkäten informerade 67 procent att de använder desinfektionsmedel i samband med arbete på ledningsnätet (Bilaga 2; 4.1b-1). Desinfektionsmedel används i många fall på kontaktytor, såsom insidan av ledningar, rörändar och olika anordningar (Bilaga 2; 4.1b-2). Vanligt är även att desinfektionsmedel appliceras på verktyg och desinfektion av händer för att förebygga smitta från personalen. Några kommuner har svarat att de använder sig av chockklorering, varav hälften menar att de använder chockklorering vid endast ett fåtal tillfällen, exempelvis när det är stor risk för förorening av dricksvattnet (Bilaga 2; 4.1b-2). Chockklorering medför en hälsorisk om konsumenter nås av det högt klorerade vattnet, vilket gör att det chockklorerade området måste vara isolerat från övriga delar av distributionsanläggningen, dvs. alla ventiler bör vara helt stängda (22). För att desinfektionsmedlet ska kunna ha önskad effekt, är det relevant att känna till både dricksvattnets egenskaper, omständigheter i distributionsanläggningen och andra desinfektionsmedel som använts i samband med exempelvis beredningen (15). Kemisk desinfektion (även i höga doser) ska dock inte ses som ett heltäckande skydd mot mikrobiologiska faror, utan ska gärna kombineras med andra riskreducerande åtgärder (15). Utöver desinfektion, vidtar 44 procent av kommunerna ytterligare åtgärder för att minska mikrobiologisk risk (Bilaga 2; 4.1c). Sex procent av kommunerna som svarade på enkäten informerade att deras personal som jobbar med dricksvattendistribution inte jobbar med avloppsrelaterad verksamhet (Bilaga 2; 4.2a) och 81 procent av kommunerna informerade att alla eller nästan alla som jobbar med distributionsanläggningen har hygienutbildning (Bilaga 2; 4.2b).

Över hälften av de kommuner som svarade på enkäten anger att de har ett spolprogram för ledningsnätet (Bilaga 2; 3). I enkäten efterfrågade inte om pluggrensning, luft- och vattenspolningar, men en enkät från 1995 till landets alla kommuner visade på att vattenspolning då skedde regelbundet i nästan 50 procent av kommunerna (30). 72 procent av kommunerna svarade att de dock inte vet till vilken spolningshastighet de hade, medan 11 procent av kommunerna hade för låg rekommenderad spolningshastighet (rekommenderad 1-2 m/s för att få tillfredsställande effekt). I samband med vattenspolningarna var desinfektion inte så vanligt (30). I enkäten från 1995 förekom luftspolning i 30 procent av kommunerna och pluggrensning i 40 procent av kommunerna (30).

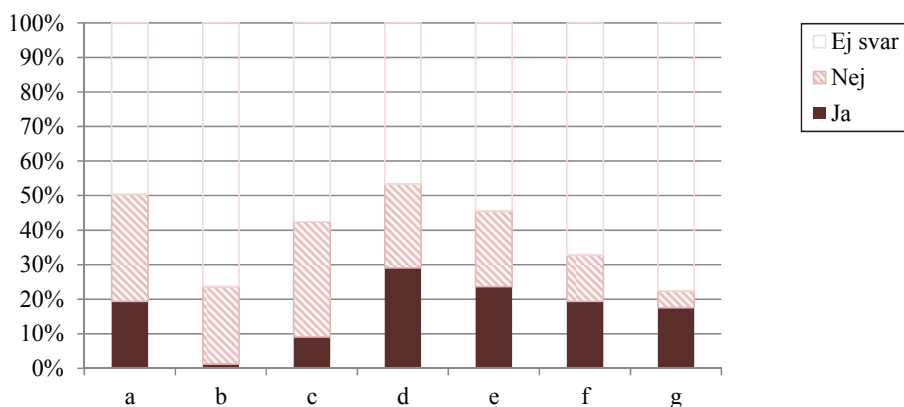
Dricksvattenproducenter har i allmänhet inte tid att invänta svar från provtagningar i samband med ledningsarbeten (undantag vid exempelvis nyanläggningar). Att ta prov är trots detta relevant, eftersom det kan användas som ett redskap för att utvärdera befintligt arbetssätt för att minska mikrobiologisk risk (15). Cirka 30 procent av kommunerna tar aldrig eller i enstaka fall vattenprov för analys i samband med arbeten på distributionsanläggningen (Bilaga 2; 4.3a). I

endast 13 procent av kommunerna tas prov vid minst 80 procent av alla ledningsarbeten. I 18 procent av kommunerna har prov visat på otjänligt vatten vid minst ett tillfälle och hos några kommuner har flera av proven visat på att vattnet har varit otjänligt (Bilaga 2; 4.3f). Proverna tas efter spolning eller före påsläpp av dricksvattnet och provtagningsplatsen är ofta ett tappställe, en spol- eller brandpost eller andra platser nära läckan. I de flesta kommuner tas proven av personal som vanligtvis har ansvarsuppgifter inom dricksvattenproduktionen (exempelvis drifttekniker eller maskinist) och som har provtagningsutbildning (Bilaga 2; 4.3c).

I vattenprov som tas vid arbeten på ledningsnät, analyseras i majoriteten av fallen *E. coli* och koliforma bakterier (Bilaga 2; 4.3e). Enterokocker analyseras i 18 procent av kommunerna och *Clostridium perfringens* i 25 procent av kommunerna. Förekomst av *E. coli*, *C. perfringens* och enterokocker indikerar fekal förorening, antingen från människor eller från djur. Koliforma bakterier indikerar i allmänhet ytvattenpåverkan, samt att fekal förorening inte kan uteslutas.



Figur 4 Andelen av alla kända händelser där kommuner bedömt att det funnits en risk för mikrobiologisk kontaminering. I figuren ingår information från totalt 165 svenska kommuner.



- a) Dålig vattenomsättning av dricksvattnet på distributionsanläggningen
 b) Lågt tryck på dricksvattenledningsnätet (< 15 mvp) hos konsument
 c) Stor andel diffust vattenläckage som är svårt att lokalisera
 d) Vattenledningar som ligger i samma rörgrav som avloppsledningar
 e) Vattenledningar som ligger under grundvattennivå största delen av året
 f) Avsaknad av backventiler på servisledningar
 g) Avsaknad av backventiler på annat ex. bevattningssystem, fontäner, räddningstjänstens fordon osv.

Figur 5 Bedömning av om det funnits risk för mikrobiologisk kontaminering i samband med driftstörningar/problem på distributionsanläggningen. I figuren ingår enkätsvar från totalt 165 svenska kommuner.

Vattentryck och dricksvattenomsättning

De flesta kommuner som svarat på frågan om risk i samband med tryckfall eller tryckslag bedömer att det i mindre än tio procent av händelserna har funnits risk för mikrobiologisk kontaminering (Figur 4). Endast ett fåtal kommuner bedömde att lågt vattentryck hos konsument kan ha lett till risk för mikrobiologisk kontaminering (Figur 5). Hälften av kommunerna svarade på frågan om risk vid dålig vattenomsättning och cirka 20 procent trodde att dålig vattenomsättning kan ha medfört risk för mikrobiologisk kontaminering (Figur 5).

Riskreducerande åtgärder som kommuner infört för att minska risken för tryckfall och tryckslag är främst återströmningsskydd/brutet vatten och olika åtgärder för att minska tryckfall/tryckslag. Exempel är kontrollerad stängning av pumpar (mjuk stängning, varvtalsreglering), åtgärder för att undvika pumphaveri, att ha en planering inför omfattande vattenuttag, väldimensionerat ledningsnät och genom en hög medvetenhet hos den personal som berörs (Bilaga 2; 1.1 d-h). Vid dålig omsättning på ledningsnätet används spolning av ledningar och andra metoder för att öka vattenomsättningen (Bilaga 2; 2a).

Ledningsnät som är trycklösta över en längre tid (> 6 h) har visat sig öka risken för konsumenter att bli magsjuka (5). Vid arbeten på ledningsnätet har cirka 15 procent av de kommuner som svarat angett att de försöker bibehålla tryck så länge

som möjligt i samband med att läckor åtgärdas (Bilaga 2; 1.1a-c). De flesta kommuner stänger sina ventiler i samband med alla arbeten på ledningsnätet, medan 10-20 procent av kommunerna delvis stänger sina ventiler (Bilaga 2; 1.2a-c). Vid ledningsarbeten som sker på servisledning stänger merparten av kommunerna ventilerna helt. I enkäten har inte efterfrågats hur länge ventilerna har varit stängda.

Backventiler, korskopplingar, händelser på reservoarer och tryckstegringsstationer, samt översvämmade anordningar

Endast ett fåtal kommuner har svarat på frågan om mikrobiologiska risker kopplade till korskopplingar och backventiler, och av de som svarat bedömer en stor andel att det finns en risk för mikrobiologisk kontamination kopplad till dessa (Figur 4, Figur 5). Vid händelser på reservoarer och översvämmade anordningar, bedömer de flesta kommuner som svarat på frågan att det vid mindre än tio procent av de påträffade händelserna kan det ha funnits en risk för mikrobiologisk kontaminering (Figur 4).

Som riskreducerande åtgärder i samband med rengöring av reservoarer, desinficeras reservoarer och redskap (Bilaga 2; 1.1i-l). Många kommuner har även svarat att de har tydliga rutiner för arbetet, använder sig av specialiserade entreprenörer eller rengöringsredskap (Bilaga 2; 1.1i-l). För att undvika kontamination via otätheter på reservoarer, utför många kommuner regelbundna kontroller och vid behov genomförs relevanta åtgärder, exempelvis att täta genomföringar och införande av ventilationsanläggningar.

I reservoarer kan det ibland förekomma avlopp för bräddning, som kan vara en riskfaktor i de fall det sker ett stopp på den anslutna avloppsledningen och ett eventuellt baktryck uppkommer. Som riskreducerande åtgärder för att undvika detta har kommuner svarat att de infört brutet vatten, alternativt återströmningsskydd eller att bräddningen från reservoarer inte sker mot avloppsledningar (Bilaga 2; 1.1i-l). En ytterligare åtgärd är att bygga bort avloppen, så att dricksvattensystemet är helt slutet.

Utöver att åtgärda korskopplingar när de påträffas, vidtar kommuner riskreducerande åtgärder för att minska förekomsten av korskopplingar genom att införa backventiler i vattenmätare och informera husägare om kravet på återströmningsskydd (Bilaga 2; 1.1m-n). Här har även nämnts vikten av god kompetens hos personalen. Åtgärder för att öka antalet backventiler mot fastigheter är att installera backventiler i samband med byte av vattenmätare eller när nya fastigheter ansluts till nätet (Bilaga 2; 2f-g). Mot övriga anslutna verksamheter åtgärdas eventuell avsaknad av backventiler vid kännedom, men riskreducerande åtgärder som vidtas är även att föra en dialog med berörda (ex. räddningstjänsten) och att göra inventeringar (Bilaga 2; 2f-g).

rande åtgärd, men även att ha goda rutiner och vidta försiktighetsåtgärder vid arbeten lyfts fram av kommuner. Vid översvämmade anordningar har främst tagits upp riskreducerade åtgärder på luftningsanordningar på ledningsnätet, exempelvis genom att förlänga luftningsanordningar. Åtgärderna är bland annat regelbunden kontroll och tömning av vattenfyllda luftare, samt ombyggnation av luftare genom förlängning av röret (Bilaga 2; 1.1 m-n).

Största risken för mikrobiologisk kontaminering

Kommunerna har bedömt att arbeten på ledningsnät och ledningsbrott är de händelser där risken för mikrobiologisk kontaminering under distributionen är som störst (Tabell 3). Framförallt är risken stor när det förekommer ledningsbrott både på vattenledningar och på spill- och avloppsledningar vid samma plats och samma tillfälle. I en intervjusammanställning med personal som jobbade på tre olika amerikanska distributionsområden, visade det sig att en majoritet av personalen bedömde att det ofta händer att smuts från rörgraven kontaminerar dricksvattenröret vid ledningsarbeten och att rörgraven ofta fylls med vatten från vattenläckan (31). Om det vid sådana förhållanden förekommer läckor på spill- och avloppsledningarna är risken stor för kontamination.

Utöver ledningsbrott och arbeten på ledningsnätet har kommuner framhållit den mänskliga faktorn som en av de största riskerna, däribland riskerna som kan uppkomma om personalen är dåligt utbildad (Tabell 3). Som tidigare nämnts är det viktigt att personal vid ledningsarbeten känner till vilka risker som kan förekomma för att relevanta åtgärder ska kunna vidtas. Tidigare sammanställningar av händelser på ledningsnätet (endast vattenverk med ytvatten) visar även att händelser försakade av den mänskliga faktorn sker sällan (11).

Slutsatser

I Sverige och internationellt finns kännedom om hundratals stora och små dricksvattenrelaterade utbrott, men hur stor andel av alla magsjukor i samhället som orsakas av dricksvatten är okänt. Vid sidan av utredda utbrott, förekommer det även sjukdomsfall som inte blir kända (endemisk smitta) eller där orsaken till utbrottet inte kan fastställas. Det senare handlar bland annat om att de sjukdomsframkallande mikroorganismerna inte kan identifieras eller att det inte går att säkerställa ingångsvägen för kontaminationen, men framförallt att inte alla sjukdomsfall uppdagas och att det därför inte finns kunskap om omfattningen av olika utbrott. Detta gör att det är svårt att säga hur stor andel av alla dricksvattenrelaterade sjukdomsfall som beror på kontamination i samband med distributionen.

Av de händelser som efterfrågades i enkäten för denna rapport, inträffar ledningsbrott mest frekvent. Ledningsbrott på både dricksvattenledningar och avloppsledningar vid samma tillfälle, är även den händelse som flest kommuner bedömer som den största mikrobiologiska risken. Eftersom en stor del av dricksvattenledningar och avloppsledningar ligger i samma rörgrav i de flesta av Sveriges kommuner, kan de svåra arbetsomständigheter som ibland förekommer vid ledningsarbeten leda till att kontamination av delar av ledningsnätet är svåra att undvika. I dessa fall är det viktigt med utbildad/erfaren personal, som kan göra en bedömning av ytterligare åtgärder som spolning, desinfektion eller kokningsrekommendationer, för att undvika att en eventuell kontamination når konsumenter när hela ledningsnätet tas i bruk igen. Utbildad/erfaren personal har även framhållits som centralt för att undvika risker med andra händelser, exempelvis korskopplingar. För att öka möjligheten för personal som jobbar förebyggande och vidta så effektiva långsiktiga och akuta riskreducerande åtgärder som möjligt, bör mikrobiologiska risker på distributionsanläggningen kartläggas för de förhållanden som finns i Sverige.

I samband med en amerikansk studie rangordnade en expertgrupp de viktigaste ingångsvägarna för patogener att kontaminera dricksvattenet där det finns ytterligare forskningsbehov (12). I den studien ansågs prioritet vara som störst för händelser vid vattenproduktionen, tillfälliga föroreningar, korskopplingar, ledningsarbeten och reservoarer med öppen vattenyta. För svenska förhållanden finns ett behov av att öka kunskapen om vilka omständigheter vid arbeten på ledningsnätet/ledningsbrott som kan leda till risk för ökad magsjuka hos konsumenter. Detta kan handla om allt från riskreducerande åtgärder, men även om andra omständigheter som kan uppkomma i samband med ledningsbrott/ledningsarbeten, exempelvis tryckfall. Utöver ledningsbrott finns det även händelser som inte sker lika frekvent, men som är prioriterade områden för ökad kunskap eftersom det finns kända fall där konsumenter har insjuknat. Här kan nämnas översvämmade anordningar och tryckfall/tryckslag, men även exempelvis korskopplingar. För dessa händelser finns det ett behov av ökad kunskap om hur stor risken är att konsumenter insjuknar på grund av händelsen och vilka omständigheter som leder till att konsumenter insjuknar, men även kunskap om vilka riskreducerande åtgärder som är mest effektiva att vidta.

Referenser

- 1 Malm A. & Svensson G. (2011). Material och åldersfördelning för Sveriges VA-nät och framtida förnyelsebehov. Svensk Vatten Utveckling, Rapport nr 2011-13.
- 2 Lindberg T. & Lindqvist R. (2005). Riskprofil – Dricksvatten och mikrobiologiska risker. Livsmedelsverket Rapport 28 – 2005.
- 3 Malm A., Pettersson T.J.R. & Bergstedt, O. (2010). Health effects of quality disturbances in Swedish water distribution networks (In Swedish). In Proceedings of the 7th Nordic Drinking Water Conference, Copenhagen, June 7-9, 97-101, DANVA, Skanderborg.
- 4 Jakopanec I., Borgen K., Vold L., Lund H., Forseth T., Hannula R. & Nygård K. (2008). A large waterborne outbreak of campylobacteriosis in Norway: The need to focus on distribution system safety. BMC Infectious Diseases, 8:128.
- 5 Nygård K., Wahl E., Krogh T., Tveit O. A., Bøhleng E., Tverdal A. & Aavitsland P. (2007). Breaks and maintenance work in the water distribution system and gastrointestinal illness: a cohort study. International Journal of Epidemiology, 36: 873-880.
- 6 Payment P., Siemiatycki J., Richardson L., Renaud G., Franco E. & Prevost M. (1997). A prospective epidemiological study of gastrointestinal health effects due to the consumption of drinking water. International Journal of Environmental Health Research, 7 (1): 5-31.
- 7 Payment P., Richardsson L., Siemiatycki J., Dewar R., Edwardes M. & Franco E. (1991). A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbial standards. American Journal of Public Health, 81 (6): 703-708.
- 8 Hellard M. E., Sinclair M. I., Forbes A. B. & Fairley C. K. (2001). A randomized, blinded, controlled trial investigating the gastrointestinal health effects of drinking water quality. Environmental Health Perspectives 109 (8): 773-778.
- 9 Lindberg A., Lusua J. & Nevhage B. (2011). *Cryptosporidium* i Östersund vintern 2010/2011. Konsekvenser av ett stort vattenburet utbrott. Totalförsvarets Forskningsinstitut på uppdrag av Livsmedelsverket.
- 10 Andersson Y., de Jong B. & Studahl A. (1997). Waterborne *Campylobacter* in Sweden: The cost of an outbreak. Water Science and Technology, 35 (11-12): 11-14.

- 11 Dryselius R. (2012). Mikrobiologiska dricksvattenrisker ur ett kretsloppsperspektiv – behov och åtgärder. Livsmedelsverket Rapport nr 6 – 2012.
- 12 Kirmeyer G. J., Friedman M., Martel K., Howie D., LeChevallier M., Abbaszadegan M., Karim M., Funk J. & Harbour J. (2001). Pathogen intrusion into the distribution system. #990835. Denver, CO: AWWA and AwwaRF.
- 13 National Research Council (2006). Drinking water distribution system: assessing and reducing risks. The national academies press, Washington, DC.
- 14 Besner M-C., Prévost M. & Regli S. (2011). Assessing the public health risk of microbial intrusion events in distribution systems: Conceptual model, available data and challenges. *Water Research*, 45 (3): 961-979.
- 15 WHO (2004). Safe piped water: managing microbial water quality in piped distribution systems. Ainsworth R. (ed). IWA Publishing, London, United Kingdom.
- 16 Miettinen T., Lepistö O., Pitkänen T., Kuusi M., Maunula L., Laine J., Ikonen J. & Hänninen M-L. (2012). A waterborne outbreak caused by a severe fecal contamination of distribution network: Nokia case. In: Kay D. & Fricker C. (eds), *Significance of Fecal Indicators in Water: A Global Perspective*, Royal Society of Chemistry.
- 17 Kramer M. H., Herwaldt B. L., Craun, G. F., Calderon R. I. & Juranek D. D. (1996). Surveillance for waterborne-disease outbreaks: 1993-1994. *Journal of the American Water Works Association*, 88 (3): 66-80.
- 18 Gelderich E. E. & LeChevallier M. (1999). Chapter 18: Microbiological quality control in distribution system. In: American Water Works Association, *Water quality and treatment: A handbook of community water supplies*, Fifth Edition, 1999, McGraw-Hill, Inc.
- 19 Szewzyk R. & Stenström T. A. (1993). Kartläggning av förekomsten av legionella i svenska vattensystem. Statens råd för byggnadsforskning, Byggnadsforskningsrådet, 1993; 9: 1103-6346.
- 20 Stenström T. A., Boisen F., Georgsson F., Lahti K., Lund V., Andersson Y. & Ormerod (1994). Vattenburna infektioner i Norden – Epidemiologiskt uppföljningsarbete och hälsoproblem relaterade till förekomst av mikroorganismer i vatten. TemaNord, Rapport 585 – 1994.
- 21 Besner M-C., Broséus R., Lavoie J., di Geovanni G., Payment P. & Prévost M. (2010). Pressure monitoring and characterization of external sources of contamination at the site of the Payment drinking water epidemiological studies. *Environmental Science & Technology*, 44 (1): 269-277.

- 22 Svenskt Vatten (2008). Allmänna VA-ledningar – Grundutbildning för römnätspersonal. Publikation U5.
- 23 Abu-Ashour J., Joy D., Lee H., Whiteley H. & Zelin S. (1994). Transport of microorganisms through soil. *Water, Air and Soil Pollution*, 75 (1-2): 141-158.
- 24 Risebro H. L., Doria M. F., Andersson Y., Medema G., Osborn K., Schlosser O. & Hunter P. R. (2007). Fault tree analysis of the causes of waterborne outbreaks. *Journal of Water and Health*, 5 (1): 1-18.
- 25 Andersson, Y. & Bohan, P. (2001). Chapter 6: Disease surveillance and waterborne outbreaks; 2001. In: Fewtrell, L. & Bartram, J. (Eds.). *WHO Water Quality: Guidelines, Standards, and Health*. IWA Publishing, London, UK.
- 26 Tinker S., Moe C. L., Klein M., Flanders W. D., Uber J., Amirtharajah A., Singer P. & Tolbert P. (2009). Drinking water residence time in distribution system networks and emergency department visits for gastrointestinal illness in Metro Atlanta, Georgia. *Journal of Water and Health*, 7 (2): 332-343.
- 27 Hunter P., Chalmers R., Hughes S. & Syed Q. (2005). Self-reported diarrhea in a control group: A strong association with reporting of low-pressure events in tap water. *Clinical Infectious Diseases*, 40 (4): e32-e34.
- 28 Lambertini E., Borchardt M. A., Kieke B. A. Jr, Spencer S. K. & Loge F. J. (2012). Risk of viral acute gastrointestinal illness from nondisinfected drinking water distribution systems. *Environmental Science & Technology*, 46(1): 9299-9307.
- 29 Alenius F., Hellberg M., Lilliestierna A., Lundström J., Pettersson J. & Utas J. (2013). Hälsomässiga risker på vattenledningsnätet. En studie om ett eventuellt samband mellan trycklöshet i vattenledningsnätet och förhöjd risk för magbesvär. Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad (BMTX01-13-80). Institutionen för Bygg- och miljöteknik, Avdelningen för Vatten Miljö Teknik, Chalmers Tekniska Högskola.
- 30 Svenska vatten- och avloppsföreningen (1995). *Vattenledningar och reservoarer – Spolning, rensning och desinfektion*. Publikation VAV P77.
- 31 Pierson G., Burlingame G. & Martin K. (2002). Establishing a tradition of contamination prevention. *Opflow*, 28:6, 7-11.

Bilagor

Bilaga 1 Enkätfrågor. Varje klammer representerar ett möjligt svar. De klamrar som saknar innehåll innebär att svaret på frågan är ett fritextalternativ.

Fråga 1.1

Hur ofta påträffas följande händelser/driftstörningar på distributionsanläggningen i ert verksamhetsområde OCH i hur stor andel av respektive händelse/driftstörning bedömer du att det har funnits en risk för mikrobiologisk kontaminering och vilka riskreducerande åtgärder finns eller har vidtagits?

Frågan gäller ej planerat underhållsarbete på ledningsnätet och syftar endast till de driftstörningar/händelser ni känner till. Frågorna om risk besvaras utgående från din subjektiva bedömning av risk.

a) Ledningsbrott på huvudledning (diameter större än 150 mm)?

Sker genomsnitt över året: *

[Varje dag]/[Varje vecka]/[Varje månad]/[Varje år]/[Mer sällan/aldrig]/[Vet ej]

Antal under 2011:

[]

Uppskattad andel där det funnits risk för mikrobiologisk kontaminering:

[Över 90%]/[60-90%]/[40-59%]/[10-39%]/[Mindre än 10%]/[-]

Riskreducerande åtgärd:

[]

b) Ledningsbrott på distributionsledning (diameter mindre än eller lika med 150 mm)?

c) Ledningsbrott på servisledning (på den allmänna delen)?

d) Tryckfall (som medför <15mvp hos konsument) på dricksvattenledningsnätet p.g.a. stort vattenuttag?

Typ av vattenuttag (t.ex. brandvattenuttag, sprinklertest, vatten till spolningar, etc.)?

[]

e) Tryckfall (som medför <15mvp hos konsument) på dricksvattenledningsnätet p.g.a. pumphaveri/elbortfall?

f) Tryckfall (som medför<15mvp hos konsument) på dricksvattenledningsnätet av okänd anledning?

g) Tryckslag p.g.a. plötsliga pumpstopp?

h) Tryckslag p.g.a. öppning eller stängning av ventil?

i) Händelse på reservoarer i samband med rengöring?

j) Händelse på reservoar på grund av otätheter i väggar och tak?

k) Händelse på reservoar på grund av baktryck (avloppsstopp)?

l) Händelse på tryckstegringsstation på grund av baktryck (avloppsstopp)?

m) Korskopplingar kopplat till dricksvattenledningsnätet?

Typ av korskoppling (t.ex. med processvatten, icke godkänt vatten, LTA-system, brunnsvatten etc)?

n) Översvämmade anordningar på ledningsnätet?

o) Övrigt?

Vad?

Fråga 1.2

Vid hur stor andel av reparationerna av ledningsbrott på ledningsnätet (Fråga 1.1 a-c) stängde ni ventilerna helt?

Frågan gäller ej planerat underhållsarbete på ledningsnätet och syftar endast till de ledningsbrott ni känner till.

a) Ledningsbrott på huvudledning (diameter större än 150 mm)?

Procent:

b) Ledningsbrott på distributionsledning (diameter mindre än eller lika med 150 mm)?

Procent:

c) Ledningsbrott på serviceledning?

Procent:

Fråga 2

Vilka av följande driftstörningar/problem påträffas på distributionsanläggningen i ert verksamhetsområde och hur stort område omfattas av driftstörningen/problemet OCH för vilka av driftstörningarna/problemen bedömer du att det finns en risk för mikrobiologisk kontaminering och vilka riskreducerande åtgärder finns eller har vidtagits?

Frågan gäller bestående eller långvariga problem/driftstörningar. Svara på frågan om ungefärlig procent av kommunen om ditt svar på frågan om förekomst är "Ja i vissa zoner"

a) Dålig omsättning av dricksvattnet på distributionsanläggningen (t.ex. på grund av säsonsboende)?

Förekommer i verksamhetsområdet: *

[Ja hela området]/[Ja i vissa zoner]/[Nej]/[Vet ej]

Ange ungefärlig procent av hela kommunen som zonen/området utgör:

Risk för mikrobiologisk kontaminering:

[Ja]/[Nej]/[-]

Riskreducerande åtgärd:

b) Lågt vattentryck på dricksvattenledningsnätet (<15mvp) hos konsument?

c) Stor andel diffust vattenläckage som är svårt att lokalisera?

d) Vattenledningar som ligger i samma rörgrav som avloppsledningar?

e) Vattenledningar som ligger under grundvattennivå (inkluderar sjöledning) största delen av året?

f) Avsaknad av backventiler på servisledningar?

g) Avsaknad av backventiler på annat ex. bevattningssystem, fontäner, räddningstjänstens fordon, osv.?

h) Övrigt?

Fråga 3

Vilka av följande åtgärder har införts för att minska mikrobiologisk risk på dricksvattenledningsnätet i kommunen? *

[Spolplaner för dricksvattenledningsnätet]

[UV-ljus på dricksvattenledningsnät/reservoarer/pumpstationer]

[Annan desinfektion som används regelbundet på dricksvattenledningsnätet (ej kopplat till arbeten på distributionsanläggningen)]

[Ingen av dessa åtgärder]

Fråga 4.1

Allmänna rutiner vid arbetet på distributionsanläggningen

a) Har ni rutiner för att minska mikrobiologisk risk som följs vid arbete på ledningsnätet? *

[Ja]/[Nej]/[Vet ej]

Om svaret är Ja, hur ofta följs rutinerna vid arbeten?

[Följs alltid]/[Följs oftast]/[Följs sällan]/[Vet ej]/[-]

b) Används ett desinfektionsmedel i samband med arbetet på distributionsanläggningen? *

[Ja]/[Nej]/[Vet ej]

Om svaret är ja, hur används det?

[]

c) Vidtas andra åtgärder regelbundet för att minska mikrobiologisk risk? *

[Ja]/[Nej]/[Vet ej]/[-]

d) Uppskattningsvis hur stor andel av ALLA arbeten på distributionsanläggningen dokumenteras i ett digitalt system (t.ex. GIS/kartsystem) vid kommunen? *Gäller även arbeten utförda av entreprenörer.* *

Procent: []

Fråga 4.2

Rutiner angående de som arbetar på distributionsanläggningen

a) Arbetar samma personer både med arbeten på distributionsanläggningen och med arbeten kopplade till avlopp? *

[Ja]/[Ja vid enstaka tillfällen]/[Nej]/[Vet ej]/[-]

b) Har alla som arbetar med distributionsanläggningen även gått hygienutbildning? *Gäller även entreprenörer och tillfällig personal.* *

[Ja]/[Nästan alla (över 90%)]/[Nej]/[Vet ej]/[-]

Fråga 4.3

Provtagningsrutiner i samband med arbete på distributionsanläggningen

a) Uppskattningsvis vid hur stor andel av arbetena på distributionsanläggningen tas vattenprov för analys? *

Procent: []

OBS! Om inga prov tas, skriv "0" som svar på Fråga 4.3a och gå därefter till Fråga 5!

b) Vem tar vattenprov för analys i samband med arbete på distributionsanläggningen och har personen/personerna alltid provtagningsutbildning? (Svara inte med namn, utan med personens funktion/ansvarområde t.ex. arbetsledare, labbpersonal, entreprenör, etc) *
[Har alltid utbildning]/[Har inte alltid utbildning]/[Vet ej]/[-]

c) På vilka ställen tas vattenprov för analys i de flesta fall? *
[]

d) I vilket skede av arbetet tas proven i de flesta fall? *
[Direkt i samband med läcka]/[Efter spolning]/[Före påsläpp]/[Annat]/[Vet ej]/[-]
Om svaret är annat, vad?
[]

e) Vilka mikrobiologiska parametrar analyseras? *

- [Antal mikroorganismer 22°C]
- [Långsamväxande bakterier]
- [Koliforma bakterier]
- [*Esherichia coli* (*E. coli*)]
- [Enterokocker]
- [*Clostridium perfringens*]
- [Annan]
- Om svaret är annan, vad/vilka?
- []

f) Uppskattningsvis hur stor andel av proven där mikrobiologiska parametrar har analyserats, är provet otjänligt utgående från en mikrobiologisk parameter? *
Procent: []

Fråga 5

Har det under de senaste 10 åren (2002-2012) förekommit sjukdomsfall/utbrott i ert verksamhetsområde som har kunnat härledas till driftstörningar/problem på distributionsanläggningen?*

[Ja]/[Nej]/[Vet ej]

Om svaret är ja, vilka distributionsstörningar/problem och vilket/vilka år?

[]

Fråga 6

Vilken ser ni som den största mikrobiologiska risken (som kan leda till sjukdomsfall) på distributionsanläggningen i ert verksamhetsområde? *

[]

Fråga 7

Andra relevant mikrobiologiska risker på distributionsanläggningen som inte enkäten omfattar?

[]

Bilaga 2 Enkät svar

Fråga 1.1 a-c Riskreducerande åtgärder vid ledningsbrott på huvudledning ($\varnothing > 150$ mm) (1.1a), distributionsledning ($\varnothing \leq 150$ mm) (1.1b) och servisledning (1.1c). Svar från totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

													Antal kommuner				
													1.1	1.1	1.1		
													a	b	c		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	a	b	c		
a													13	13	10	a) bibehålla tryck	
a	b	c											2	2		b) desinfektion	
a	b	c	d	e				i					1	1	1	c) spolning	
a	b			e	f								1	1	1	d) läns pumpa	
a		c											3	5	3	e) rutiner för god hygien	
a		c	d	e				i						1	1	f) provtagning	
a		c		e									2	2	2	g) anpassad schaktning/ placering av ledning	
a			d	e									1	1		h) förnyelseplanering	
a			d	e	f								1	1	1	i) utbildad personal	
a				e									1	1	1	j) läcksökning	
a									j				1	1	1	k) koknings- rekommendationer	
	b												10	12	10	l) tryckreducering i låglänta stadsdelar	
	b	c											11	16	11	m) ej specificerat	
	b	c	d	e										1	1		
	b	c		e	f								4	1	1		
	b	c								k			1	4	4		
	b	c	d	e								m	1	1	1		
	b			e									1	1	2		
	b				f									1			
	b									k			9		1		
		c											1	11	14		
		c	d	e									1				
		c		e				i					1	1	1		
		c								k			5				
												m		1	1		
			d	e	f								3	5	2		
				e									3	3	3		
				e		g								1			
				e				i						2	1		
				e								m		1			
						g							2	2	2		
							h						2	2	2		
								i					2				
											l		1				
												m	1	1	3		
Svar totalt per område:													Totalt:				
1.1a	25	39	31	9	16	15	2	2	6	1	15	1	2	84	96	83	
1.1b	29	41	47	11	17	8	3	2	6	1	1		4	Ej svar:			
1.1c	23	35	43	8	14	9	2	2	5	1	2		5	81	69	82	

Fråga 1.1 i-l Riskreducerande åtgärder för att undvika händelser på reservoarer i samband med rengöring (1.1i), på grund av otätheter i väggar och tak (1.1j) eller på grund av baktryck (avloppstopp) (1.1k), samt händelser på tryckstegringsstation på grund av baktryck (avloppsstopp) (1.1l). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Svar		Antal kommuner																			
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	1.1i	1.1j	1.1k	1.1l
a																		9	1		
a	b	c																1			
a	b																	6			
a		c																1			
a			d	e								k						1			
a				f														1			
a									i									1			
a	b											k						1			
a	b			e	f													1			
				e								k						3			
				e	f													1			
				e								k						1			
				f														1			
																		1			
																			16	2	1
																		3	3		
																		1			
																		1			
																			13	2	2
																		14	1	1	1
																			3	12	2
																					8
																			1	1	
																		8	7	8	4
																		1	2	3	2
Svar totalt per område:																	Totalt:				
1.1i	20	9	2	1	6	3		1	1		18					8	1	52	48	32	20
1.1j	1						19	1		16	1	3		1	7	2	Ej svar:				
1.1k							5			5	1	12		1	8	3	113	117	133	145	
1.1l							1			2	1	2			4	2					

- a) desinfektion av reservoar
- b) provtagning
- c) spolning
- d) tömning av reservoar
- e) desinfektion av redskap
- f) god hygien
- g) kontroll/inspektion/besiktning
- h) åtgärder på ledningsnätet vid arbete på reservoar
- i) utbildning
- j) åtgärd på reservoar (ex. täta genomföringar, rätt ventilationsanläggningar, bärande konstruktion)/ombyggnation/förebyggande underhåll (ex. rensa avlopp)
- k) rutiner/specialiserad entreprenör/följer rekommendationer/noggrannhet/rengöringsrobot
- l) brutet system/backventil/återströmningsskydd/ej mot spillvatten
- m) slutet dricksvattensystem
- n) ej specificerat
- o) ej relevant
- p) ej åtgärd

Fråga 1.1 m-n Riskreducerande åtgärder för att undvika korskopplingar (1.1m), och översvämmade anordningar på ledningsnätet (1.1n). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Svar		Antal kommuner															
		1.1															
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	1.1 m	1.1 n
1.1m	a															5	
	a	b														1	
	a	b	c	d												2	
		b	c	d	e											5	
			c	d	e	f										8	
				d	e	f	g									5	
					e	f	g	h									7
								h	i								4
									i	j							1
										j	k					1	2
												l				1	1
													m			4	2
														n		2	6
																2	2
Svar totalt per område:		8	6	8	7					1	1	4	2	2	Totalt:		
1.1m		8	6	8	7					1	1	4	2	2	36	28	
1.1n					7	4	1	2	1	2	1	2	6	2	Ej svar:		
					7	4	1	2	1	2	1	2	6	2	129	138	

- a) kontrollplan vid anslutning/vattemätarbyte/information till abonnenter om krav på återströmningsskydd
- b) backventiler/brutet vatten/återströmningsskydd
- c) åtgärdas vid misstanke/kännedom
- d) utbildad/erfaren personal
- e) kontroll av luftare/anordningar/regelbunden tömning av luftare
- f) förlängda luftrör
- g) placering av vattenmätare
- h) ta bort luftare som inte behövs, utbyte av ledningsnätet
- i) pumpa bort vattnet
- j) spolning, rengöring, kloring, provtryck
- k) annat (larm, färgkoder på spill och) dricksvattennät
- l) ej relevant
- m) ej specificerat
- n) ej åtgärd

Fråga 1.2 a-c Andelen av reparationer av ledningsbrott där ventilerna har varit helt stängda på huvudledning ($\varnothing > 150$ mm) (1.2a), distributionsledning ($\varnothing \leq 150$ mm) (1.2b) och servisledning (1.2c). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Procent	Antal kommuner		
	1.2a	1.2b	1.2c
0%	33	21	15
≤10%	10	11	5
11-30%	2	8	6
31-50%	5	6	13
51-70%	2	2	1
71-90%	15	19	15
>90%	6	8	9
100%	63	68	78
Totalt:	136	143	142
Ej svar:	29	22	23

Fråga 2 a-b Riskreducerande åtgärder för att undvika dålig omsättning på ledningsnätet (2a) och lågt vattentryck (< 15 mvp) hos konsument (2b). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Svar														Antal kommuner			
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	2a	2b		
a																5	a) återströmningsskydd/brutet vatten/backventil
b		b														3	b) desinfektion (klorering/UV)
b		b	c													5	c) spolning/omsättning av vattnet
c			b	d												1	d) provtagning
c			c	d												42	e) åtgärder på ledningsnätet
c			c	d												2	f) bräddning/sänkta nivåer i reservoar
c			c	d			g	h								1	g) bygga om ledningsnätet
d				d	e											1	h) planering
e					e	f										2	i) tryckstegring
f						f	g	h								2	j) ej relevant
g							g	h								1	k) ej specificerat
h								h								1	l) ej åtgärd
i									i							3	m) annat (åtgärd på vattenverk)
j										j						3	
k											k					2	
l												l				2	
m													m			1	
Svar totalt per område:														Totalt:			
2a		9	50	4		2	3	2		3	2	1	1	67	17		
2b	5			1	2			1	3	2	1	2		Ej svar:			
														98	148		

Fråga 2 c-e Riskreducerande åtgärder för att undvika diffust vattenläckage (2c), risker med vattenledningar och avloppsledningar i samma rörgrav (d) och risker med vattenledningar som ligger under grundvattennivån (2e). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Svar															Antal kommuner		
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	2c	2d	2e
a															12	1	12
a	b														1		
a	b						g								1		
a		c													1		
a			d														1
a							g								1		
a	b						g								3	3	2
a	b						g									1	
a	b			e												1	
a		c															2
a		c	d												1		
			d													1	1
			d	e												1	2
			d	e	f											2	
			d	e		g									2	1	
			d	e	f	f	g								4	11	7
					f	f	g	h								1	1
					f	f	g									5	
						g										1	
							h										1
							h									1	
								i								17	
								i									1
								i									2
									j								
										k					2	1	1
											l				2	3	
												m			2		2
													n		2		1
Svar totalt per område:															Totalt:		
2c	16	5	2	1	2	4	2				2	2	2		32	53	35
2d	1	5		5	3	15	9	2	19		1	3			Ej svar:		
2e	13	2	2	4	2	8	1	1		2	1		2	1	133	112	130

- a) övervakning/läcksökning
- b) underhåll/förnyelse/reparationer av ledningsnätet
- c) planering/bygga om ledningsnätet
- d) spolning/provtagning
- e) klorering
- f) upprätthålla tryck/öka trycket (ex. vattentorn)
- g) god hygien/försiktighet i arbetet/medvetenhet/rutiner/god kommunikation
- h) läns-pumpning, pumpgröpar
- i) placering av ledningar
- j) backventil/ventilplacering
- k) ej relevant
- l) ej specificerat
- m) ej åtgärd
- n) saknar data

Fråga 2 f-g Riskreducerande åtgärder för att undvika avsaknad av backventiler på servisledningar (2f) och avsaknad av backventiler mot annat ex. bevattningsystem, fontäner, räddningstjänstens fordon osv. (2g). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Svar		Antal kommuner													
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	2f	2g	
a														31	
	b													5	1
		c												3	3
		c	d						h					1	1
		c	d					h						1	1
			d	e									3	6	3
				e	f									1	1
						g			h					1	5
										i				1	5
											j			6	1
												k		4	2
Svar totalt per område:													Totalt:		
2f	31	5	3	3			1			1	6	4	54	29	
2g		1	5	7	3	1		7	5	1	2	Ej svar:			
													111	136	

- a)** återströmningsskydd vid byte av vattenmätare
- b)** vid nyinstallation/förnyelse insättning av backventil
- c)** kontroll/inventering
- d)** vara tydlig med krav/informera berörda
- e)** begränsa vattenuttag/låsa brandposter/platser där andra än räddningstjänsten kan tappa vatten
- f)** tillfälliga backventiler vid behov
- g)** riskbedömning av vilka åtgärder är rimliga
- h)** åtgärdas vid kännedom
- i)** ej relevant (redan åtgärdat)
- j)** ej specificerat
- k)** ej åtgärd

Fråga 3 Åtgärder (förvalda) för att minska mikrobiologisk risk på dricksvattenledningsnätet. Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Svar				Antal kommuner
a	b	c	d	
a				47
a	b			24
a		c		7
a	b	c		13
	b			13
	b	c		8
		c		5
			d	48
Svar totalt per område:				Totalt:
91	58	33	48	165

- a)** Spolplaner för dricksvattenledningsnätet
- b)** UV-ljus på dricksvattenledningsnät reservoarer eller pumpstationer
- c)** Annan desinfektion som används regelbundet på dricksvattenledningsnätet (ej kopplat till arbeten på distributionsanläggningen)
- d)** Ingen av dessa åtgärder

Fråga 4.1 a-d Allmänna rutiner vid arbete på distributionsanläggningen: om det finns rutiner för att minska risk vid arbete på ledningsnätet och hur ofta rutinerna följs (4.1a), om ett desinfektionsmedel används i samband med arbete på distributionsanläggningen (4.1b - 1) och hur desinfektionsmedlet används (4.1b - 2, nästa sida), andra åtgärder som regelbundet vidtas för att minska mikrobiologisk risk (4.1c) och hur stor andel av alla arbeten som dokumenteras i ett digitalt system (t.ex. GIS/kartsystem) (4.1d). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Fråga 4.1 a	Antal kommuner
Ja, följs alltid	63
Ja, följs oftast	70
Ja, följs sällan	4
Ja, men vet ej	7
Nej	15
Vet ej	2
Totalt:	165

Fråga 4.1 c	Antal kommuner
Ja	72
Nej	53
Vet ej	12
Totalt:	137
Ej svar:	28

Fråga 4.1b -1	Antal kommuner
Ja	111
Nej	47
Vet ej	4
Totalt:	162
Ej svar:	3

Fråga 4.1d	Antal kommuner
0%	17
<10%	9
10-30%	7
50%	10
70-90%	33
>95%	80
Totalt:	156
Ej svar:	9

Fråga 4.1b - 2

a	b	c	d	e	f-i	j	k	l	m	Antal kommuner	
a										4	a) chockklorering
a*	b									1	b) material/rördelar/samtliga detaljer
a*	b							l		1	c) rörändar/skarvar
				e	g			l		1	d)
a*								l		1	anordningar/ventiler/muffar/kopplingar
a*								l		1	e) ej specificerade kontaktytor
	b									4	
	b	c								1	f) före svetsning
	b	c	d					l		1	g) före spolning/i samband med spolning
	b	c		e	g					4	h) före provtagning
	b	c					k			1	i) före påsläpp
	b			e						2	
	b			e	i			l		1	j) vid arbeten nära dricksvatten
	b				f		k			1	k) hygienrutiner/handdesinfektion
	b				f		k	l		1	l) verktyg
	b				g*					1	m) ej specificerat
	b*				i			l		1	
	b						k	l		2	
	b*						k	l		1	
	b							l		4	
	b*							l		2	
		c								2	
		c		e*				l		1	
		c		e						1	
		c						l		1	
		c								1	
			d	e	i					1	
			d					l		1	
				e						23	* vid behov, risk för kontaminering eller nyanläggning
				e	f					1	
				e	g					3	
				e	h					6	
				e	i					5	
				e				l		1	
						j				1	
							k			1	
							k	l		3	
								l		4	
									m	5	
									m*	13	
Svar totalt per område:										Totalt:	108
8	29	12	4	50	26	1	10	26	18		Ej svar:
											57

Fråga 4.2 a-b Rutiner angående de som arbetar med distributionsanläggningen: om personer arbetar både med distributionsanläggningen och arbeten kopplade till avlopp (4.2a), och om alla som arbetar med distributionsanläggningen även har hygienutbildning (4.2b). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Fråga 4.2 a	Antal kommuner
Ja	128
Ja, vid enstaka tillfällen	26
Nej	10
Totalt:	164
Ej svar:	1

Fråga 4.2 b	Antal kommuner
Ja	69
Nästan alla (över 90 %)	65
Nej	21
Vet ej	9
Totalt:	164
Ej svar:	1

Fråga 4.3 a-e Provtagning i samband med arbete på distributionsanläggningen: andelen arbeten på distributionsanläggningen där vattenprov tas för analys (4.3a), vem som tar prov och om personen har provtagningsutbildning (4.3b, nästa sida), på vilket ställe provet tas i de flesta fall (4.3c, två sidor framåt), i vilket skede av arbetet provet tas (4.3d), vilka mikrobiologiska parametrar som vanligtvis analyseras (4.3e, nästa sida) och hur stor andel av proven som visar på otjänligt dricksvatten utgående från en mikrobiologisk parameter (4.3f). Totalt 165 kommuner ingår i resultaten.

Fråga 4.3a	Antal kommuner
0%	45
<10%	23
10-30%	46
31-50%	19
51-90%	13
>90%	15
Totalt:	161
Ej svar:	4

Fråga 4.3 f	Antal kommuner
0%	94
1-10%	26
20%	2
30%	1
100%	1
Totalt:	124
Ej svar:	41

Fråga 4.3d	Antal kommuner
Direkt i samband med läcka	0
Efter spolning	49
Före påsläpp	59
Annat*	11
Vet ej	5
Totalt:	124
Ej svar:	41

* Endast vid behov/nya ledningar (4 kommuner)

Inom två dagar efter arbetet (1 kommun)

Efter färdig anläggning och före inkoppling (3 kommuner)

2 godkända prov innan ledning tas i bruk (1 kommun)

Efter klorering (1 kommun)

Ej relevant, ex. provtagning i vattenverk (3 kommuner)

Ej angivet (2 kommuner)

Fråga 4.3b

								Antal kommuner		
a	b	c	d	e	f	g	h	Alltid utbildning	Inte alltid utbildning	vet ej, ej svar
a								9		2
a	b							2	1	1
a		c							1	
a			d						2	1
	b							36	7	6
	b	c						1	1	1
	b		d					2		
	b		d	e				4		
	b			e				4	2	
	b				f				1	1
		c						6		1
			d					4		
				e				3	1	3
						g		10	2	
							h	8	1	41
Svar totalt per område:								Totalt:		
19	70	11	13	17	2	12	50	89	19	57

- a) arbetsledare
b) drifttekniker/maskinist/process tekniker/VA-ingångör/VA-tekniker/vattenverkspersonal
c) entreprenör
d) labbpersonal
e) römnätspersonal (ex. rörläggare)
g) ej specificerat
h) ej svar/vet ej

Fråga 4.3e

								Antal kommuner
a	b	c	d	e	f	g	h	
a*								1
a	b							1
a	b	c						1
a	b	c	d					69
a	b	c	d	e				1
a	b	c	d	e	f			24
a	b	c	d	e	f	g	h	3
a	b	c	d	e	f		h	1
a	b	c	d		f	g	h	10
a	b	c	d		f		h	1
a	b	c	d			g	h	3
a		c	d					4
a		c	d		f			1
	b		d					1
		c						2
		c	d					1
		c	d		f			2
Totalt:								127
Ej svar:								38

- a) Antal mikroorganismer 22 °C
b) Långsamväxande bakterier (7d)
c) Koliforma bakterier
d) *Esherichia coli*
e) Enterokocker
f) *Clostridium perfringens*
g) Actinomyceter
h) Mikrosvamp (jästsvamp och/eller mögelsvamp)

* i normalfallet analyseras bara 3-dygnsbakterier (22 °C) men ibland analyseras även koliforma/*Esherichia coli*, och ibland långsamväxande bakterier.

Fråga 4.3 c

a b c d e f g h Antal kommuner

a	b	c	d	e	f	g	h	Antal kommuner
a								17
a	b							9
a	b	c						3
a	b		d					1
a	b				f			2
a	b					g		1
a		c						2
a		c	d					1
a				e				1
a					f			3
a						g		3
a	b							10
	b	c						7
	b	c	d					1
		c						1
		c			f			2
			d					16
					f			27
						g		7
							h	1
Totalt:								115
Ej svar:								50

- a)** fastighet/tappställe
- b)** brandpost
- c)** spolpost
- d)** övrigt nära läcka (ex. påstick vid anborning, slang, munstycke för provtryck, osv.)
- e)** rörgrav
- f)** övrigt ej specificerat
- g)** ej relevant/ej nära anslutning till läcka
- h)** vet ej

1. Fisk, skaldjur och fiskprodukter – analys av näringsämnen av V Öhrvik, A von Malmborg, I Mattisson, S Wretling och C Åstrand.
2. Normerande kontroll av dricksvattenanläggningar 2007-2010 av T Lindberg.
3. Tidstrender av tungmetaller och organiska klorerade miljöföroreningar i baslivsmedel av J Ålander, I Nilsson, B Sundström, L Jorhem, I Nordlander, M Aune, L Larsson, J Kuivinen, A Bergh, M Isaksson och A Glynn.
4. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2012 av C Normark, I Boriak och L Nachin.
5. Mögel och mögelgifter i torkad frukt av E Fredlund och J Spång.
6. Mikrobiologiska dricksvattenrisker ur ett kretsloppsperspektiv – behov och åtgärder av R Dryselius.
7. Market Basket 2010 – chemical analysis, exposure estimation and health-related assessment of nutrients and toxic compounds in Swedish food baskets.
8. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, April 2012 av L Nachin, C Normark, I Boriak och I Tillander.
9. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Resultat 2010 av I Nordlander, Å Kjellgren, A Glynn, B Aspenström-Fagerlund, K Granelli, I Nilsson, C Sjölund Livsmedelsverket och K Girma, Jordbruksverket.
10. Råd om fullkorn 2009 – bakgrund och vetenskapligt underlag av W Becker, L Busk, I Mattisson och S Sand.
11. Nordiskt kontrollprojekt 2012. Märkning av allergener och ”kan innehålla spår av allergener” – resultat av de svenska kontrollerna av U Fäger.
12. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2012:1, mars av T Ślapokas, M Lindqvist och K Mykkänen.
13. Länsstyrelsens rapportering av livsmedelskontroll inom primärproduktionen 2010-2011 av L Eskilsson och K Bäcklund Stålenheim.
14. Vetenskapligt underlag för råd om mängden frukt och grönsaker till vuxna och barn av H Eneroth.
15. Kommuners och Livsmedelsverkets rapportering av livsmedelskontrollen 2011 av L Eskilsson.
16. Sammanställning av resultat från en projektinriktad kontrollkurs om skyddade beteckningar 2012 av P Elvingsson.
17. Nordic Expert Survey on Future Foodborne and Waterborne Outbreaks by T Andersson, Å Fulke, S Pesonen and J Schlundt.
18. Riksprojekt 2011. Kontroll av märkning – redlighet och säkerhet av C Spens, U Colberg, A Göransdotter Nilsson och P Bergkvist.
19. Från nutritionsforskning till kostråd – så arbetar Livsmedelsverket av I Mattisson, H Eneroth och W Becker.
20. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Oktober 2012 av L Nachin, C Normark och I Boriak.
21. Dioxin- och PCB-halter i fisk och andra livsmedel 2000-2011 av T Cantillana och M Aune.
22. Utgått.
23. Kontroll av kontaminanter i livsmedel 2011 – Resultat från kontrollprogrammen för dioxiner och dioxinlika PCB, PAH, nitrat, mykotoxiner och tungmetaller av A Wannberg, F Broman och H Omberg.
24. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2012:2, september av T Ślapokas och K Mykkänen.

1. Contaminants and minerals in foods for infants and young children – analytical results, Part 1, by V Öhrvik, J Engman, B Kollander and B Sundström.

Contaminants and minerals in foods for infants and young children – risk and benefit assessment, Part 2 by G Concha, H Eneroth, H Hallström and S Sand.

Tungmetaller och mineraler i livsmedel för spädbarn och småbarn. Del 3 Risk- och nyttohantering av R Bjerselius, E Halldin Ankarberg, A Jansson, I Lindeberg, J Sanner Färnstrand och C Wanhainen.

Contaminants and minerals in foods for infants and young children – risk and benefit management, Part 3 by R Bjerselius, E Halldin Ankarberg, A Jansson, I Lindeberg, J Sanner Färnstrand and C Wanhainen.

2. Bedömning och dokumentation av näringsriktiga skolluncher – hanteringsrapport av A-K Quetel.
3. Gluten i maltdrycker av Y Sjögren och M Hallgren.
4. Kontroll av bekämpningsmedelsrester i livsmedel 2010 av A Wannberg, A Jansson och B-G Ericsson.
5. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2013 av L Nachin, C Normark och I Boriak.
6. Från jord till bord – risk- och sårbarhetsanalys. Rapport från nationellt seminarium i Stockholm november 2012.
7. Cryptosporidium i dricksvatten – riskvärdering av R Lindqvist, M Egervärn och T Lindberg.
8. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Livsmedel, April 2013 av L Nachin, C Normark, I Boriak och I Tillander.
9. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2013:1, mars av T Šlapokas och K Mykkänen.
10. Grönsaker och rotfrukter – analys av näringsämnen av M Pearson, J Engman, B Rundberg, A von Malmborg, S Wretling och V Öhrvik. 11. Riskvärdering av perfluorerade alkylsyror i livsmedel och dricksvatten av A Glynn, T Cantilana och H Bjeremo.
12. Kommuners och Livsmedelsverkets rapportering av livsmedelskontrollen 2012 av L Eskilsson.
13. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Resultat 2011 av I Nordlander, B Aspenström-Fagerlund, A Glynn, I Nilsson, A Törnkvist, A Johansson, T Cantillana, K Neil Persson Livsmedelsverket och K Girma, Jordbruksverket.
14. Norovirus i frysta hallon – riskhantering och vetenskapligt underlag av C Lantz, R Bjerselius, M Lindblad och M Simonsson.
15. Riksprojekt 2012 – Uppföljning av de svensk salmonellagarantierna vid införsel av kött från nötkärr, gris och fjäderfä samt hönsägg från andra EU-länder av A Brådenmark, Å Kjellgren och M Lindblad.
16. Trends in Cadmium and Certain Other Metal in Swedish Household Wheat and Rye Flours 1983-2009 by L Jorhem, B Sundström and J Engman.
17. Miljöpåverkan från animalieprodukter – kött, mjölk och ägg av M Wallman, M Berglund och C Cederberg, SIK.
18. Matlagningsfettets och bordsfettets betydelse för kostens fettkvalitet och vitamin D-innehåll av A Svensson, E Warensjö Lemming, E Amcoff, C Nälsén och A K Lindroos.
19. Mikrobiologiska risker vid dricksvattendistribution – översikt av händelser, driftstörningar, problem och rutiner av M Säve-Söderbergh, A Malm, R Dryselius och J Toljander.