

Mikrobiologiska dricksvattenrisker

– Magsjuka orsakad av störningar i dricksvattendistributionen

av Melle Säve-Söderbergh, John Bylund, Annika Malm, Magnus Simonsson och
Jonas Toljander

Innehåll

| | |
|--|----|
| Projektorganisation..... | 3 |
| Ordlista | 4 |
| Om rapporten..... | 5 |
| Sammanfattning..... | 6 |
| Inledning..... | 8 |
| Metodbeskrivning | 10 |
| Intervjustudie..... | 10 |
| Enkät till dricksvattenproducenter..... | 10 |
| Intervjuer i hushåll..... | 11 |
| Statistisk analys och resultat | 11 |
| Mikrobiell och kemisk kvalitet på obehandlat vatten som omger ledningsnätet | 12 |
| Löst organiskt material och mikrobiella indikatorer i distributionsnätet | 12 |
| Resultat och diskussion | 14 |
| Intervjustudien om magsjuka | 14 |
| Beskrivning av händelser och andelen insjuknade..... | 14 |
| Risken för AGI vid händelserna på ledningsnätet och förklarande faktorer | 16 |
| Vattenkonsumtion, kvalitetsproblem och risken för magsjuka | 18 |
| Definitionen av magsjuka och konsumentrelaterade riskfaktorer..... | 19 |
| Uppskattad årlig incidens och antal fall av magsjuka kopplade till händelser på ledningsnätet..... | 20 |
| Slutsatser om händelser på ledningsnätet och risken för magsjuka..... | 21 |
| Kvalitet på obehandlat vatten som omger ledningsnätet | 21 |
| Slutsatser om kvalitet på obehandlat vatten som omger ledningsnätet | 22 |
| Löst organiskt material och mikrobiella indikatorer i ledningsnätet..... | 22 |
| Slutsatser om dricksvattenkvaliteten i ett ledningsnät..... | 24 |
| Referenser | 25 |
| Bilaga 1 | 28 |
| Frågor vid rapportering av händelser på ledningsnätet | 28 |
| Bilaga 2 | 30 |
| Frågor vid telefonintervjuer..... | 30 |
| Bilaga 3 | 34 |
| Analysmetoder för patogener | 34 |

Projektorganisation

Projektgrupp

Melle Säve-Söderbergh, John Bylund,
Jonas Toljander och Magnus Simonsson
vid Livsmedelsverket.

Annika Malm vid RISE Research Institutes
of Sweden och DRICKS, Chalmers.
Kathleen Murphy och Masoumeh Heibati
vid DRICKS, Chalmers.

Analys av vatten i mätarbrunnar

Rikard Dryselius, Karin Jacobsson,
Emmy Borgmästars och Paula Ågren
vid Livsmedelsverket.

Styrgruppen i projektet

Roland Lindqvist, Christina Nordensten
och Irene Mattisson vid Livsmedelsverket.

Referensgruppen (representeras av)

Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Havs-
och Vattenmyndigheten, Svenskt Vatten,
Sydvatten, Göteborgs Stad Kretslopp och
vatten, Tyréns, Stockholm Vatten och
Lunds universitet.

Diskussioner före och under studien, hjälp
med tolkning av resultat, samt hjälp med
att samla in ledningsnätshändelser under
studiens gång:

Pär Alejung och Maria Lysén, vid
Livsmedelsverket.

Karolina Stenroth, Malin Delin och
Niclas Edorsson vid Gästrike Vatten.

Erik Wahl vid Mattilsynet i Norge.

VA-chefer, driftschefer/rörnätschefer,
driftsingenjörer, arbetsledare,
underhållstekniker, kommunikatörer,
projektplaneringschefer och VA-utredare
vid MittSverige Vatten, Jönköpings
kommun, Gästrike Vatten, Nordvästra
Skånes Vatten och Avlopp samt Karlskrona
kommun.

Rapporten är granskad av Monica Olsen, Roland Lindqvist och Irene Mattisson på Livs-
medelsverket, samt Caroline Schönning och Elisabeth Hallin på Folkhälsomyndigheten.

Stort tack till alla som gjort studien möjlig.

Ordlista

| | |
|-----------------------------------|---|
| Akut gastroenterit, AGI | Magsjuka definierad som diarré minst tre gånger under ett dygn och/eller minst en kräkning. |
| Fluorescensspektroskopi | Analysmetod där våglängder av ljus som sänds ut från ett prov undersöks. |
| Incidens | Andelen av en population som insjuknar i en viss sjukdom under en period. |
| 95 % konfidensintervall (95 % KI) | Det intervall där det med 95 % sannolikhet går att förutsäga att ett medelvärde finns. |
| Oddsquot, OR | Förkortas OR från engelska odds ratio. OR är ett mått som säger om risken att insjukna är förhöjd eller lägre jämfört med en referens. OR beräknas genom att dela oddsen för sjukdom i ett påverkat område med oddsen för sjukdom i ett referensområde. En OR på 1,0 innebär att risken är lika stor i båda områdena. |
| p-värde | Sannolikheten att skillnaden mellan två grupper beror på slumpmässig variation. |
| Patogener | Sjukdomsframkallande mikroorganismer. |
| Spillvatten | Vatten som avleds från toalett, bad, dusch, disk och tvätt. |

Om rapporten

Studien som presenteras i denna rapport är en del av projektet ”Mikrobiologiska dricksvattenrisker – Hälsoeffekter av planerade förändringar i produktion och oplanerade händelser i distribution av kommunalt dricksvatten”. Projektet finansierades av anslag 2:4-Krisberedskap från Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). Det övergripande målet med projektet var att öka kunskapen om dricksvattenrelaterade mikrobiologiska risker i samband med ordinarie verksamhet för att öka dricksvattenproducenternas förmåga att vidta lämpliga riskreducerande åtgärder. I studien undersöktes om händelser i samband med dricksvattendistributionen, exempelvis ledningsbrott, bidrar till förhöjd risk av magsjuka. Rapporten behandlar även två kartläggningar av mikrobiologiska risker kopplade till ledningsnätet i en kommun. Resultaten som presenteras i rapporten, återspeglar situationen som den ser ut idag och kan således användas som ett underlag för riskhantering. Delar av Tabell 1 och Tabell 2 i rapporten är omtryck från tidsskriften *Water Research* 122: 503-511. Säve-Söderbergh, et al., *Gastrointestinal illness linked to incidents in drinking water distribution networks in Sweden*, 2017, med godkännande av Elsevier.

Sammanfattning

I denna rapport presenteras en intervjustudie för undersökning av risken för magsjuka i samband med händelser på ledningsnätet för dricksvatten. I ett av studieområdena genomfördes också två kartläggningar av vattenkvalitet i ledningsnätet samt i dess omgivning.

Intervjustudie om magsjuka vid händelser på ledningsnätet

Intervjustudien genomfördes i fem områden över hela Sverige. I varje område rapporterade dricksvattenproducenten händelser på ledningsnätet till Livsmedelsverket. I rapporterna angavs vilka förhållandena vid händelsen var och vilka riskreducerande åtgärder som vidtogs. 7-14 dagar efter varje händelse genomfördes telefonintervjuer bland hushållen i det påverkade området och av hushåll i ett referensområde. Totalt intervjuades respondenter för 3 238 hushåll (motsvarande totalt 7 423 individer). Under intervjuerna tillfrågades respondenterna om någon i hushållet varit magsjuk med följdfrågor om symtom. Alla intervjuade fick dessutom frågor om antal personer i hushållet, ålder, vattenkonsumtion, olika riskfaktorer, om de nyligen noterat några förändringar av dricksvattnet, samt om de fått information om händelser på ledningsnätet.

Resultaten visar att risken för att insjukna i magsjuka generellt sett var låg (ca 3 % insjuknade) och risken för att insjukna i magsjuka var som högst för barn i åldrarna 2-5 år (13 % insjuknade i det påverkade området och 4 % i referensområdet). För självdiagnosticerad magsjuka (oberoende av symtom), förhöjdes inte risken vid ledningsnätshändelser. Dock var risken förhöjd för akut gastroenterit, definierad som magsjuka med diarré minst tre gånger under ett dygn och/eller minst en kräkning (AGI, OR= 1,9, 95 % KI: 1,2-3,0). Vissa typer av riskfaktorer vid händelser påverkade även risken för att insjukna i magsjuka. Händelser där det förekom intilliggande spillvattenledningar på samma höjd i marken som dricksvattenledningar var förknippade med en förhöjd risk för AGI (OR= 13, 95 % KI: 1,3-99). Trots att klorering fungerar som en avdödande barriär vid dricksvattenproduktion tyder studien på att klorering i dricksvattenproduktionen inte utgör något fullständigt skydd vid ledningsnätshändelser. Till skillnad från tidigare internationella studier sågs en fortsatt förhöjd risk för AGI trots att spolning av ledningarna användes som riskreducerande åtgärd (OR= 2,9, 95 % KI: 1,6-5,1). Detta tyder på att spolning som enda riskreducerande åtgärd inte är tillräcklig för att helt eliminera risken.

Kartläggning av kvaliteten på det obehandlade vatten som omger ledningsnätet

På vattenledningsnätet förekommer mätarbrunnar, där vatten kan bli stående runt dricksvattenledningen. Från detta vatten som omger vattenledningar i mätarbrunnar togs prover vid tre tillfällen där det första provtagningstillfället var en mindre kartläggning (endast indikatororganismer). I de två efterföljande kartläggningarna gjordes mer

omfattande analyser, däribland även av vanliga sjukdomsframkallande mikroorganismer, i ett urval av mätarbrunnarna. De utökade provtagningarna utfördes under vintern 2014 och våren 2015. Vid de flesta provtagningarna var dricksvattenledningarna täckta av omgivande vatten. Vattnet analyserades för halt av indikatorbakterier samt förekomst av organismerna campylobakter, salmonella, STEC (shigatoxigenic Escherichia coli) och norovirus. Resultaten visar att både kvalitetsindikatorerna och förekomsten av patogener varierade både mellan brunnar och mellan provtagningstillfällen. Patogener påvisades i fyra av de sex utvalda mätarbrunnarna under den första utökade analyskartläggningen. I två brunnar påvisades STEC, i en brunn norovirus och i en brunn både norovirus och campylobakter. Vid provtagningen under våren var förekomsten koliforma bakterier lägre i alla mätarbrunnar och inga patogener detekterades.

Kartläggning av löst organiskt material och mikrobiella indikatorer i ledningsnätet

I kartläggningen analyserades variationen i dricksvattenkvalitet på ett ledningsnät med hjälp av mikrobiologiska indikatorer och fluorescensspektroskopi. Fluorescensspektroskopi möjliggör mätning av mängden lösligt organiskt material, vilket kan ge en indikation om dricksvattnets mikrobiella kvalitet och eventuell inträngning av smutsigt vatten. Både halten av lösligt organiskt material och bakteriehalten var låga i större delen av ledningsnätet. Enligt resultaten gick det inte att påvisa något samband mellan genomsnittlig distributionstid av dricksvattnet och mängd organiskt material i vattnet. Inte heller gick det att påvisa någon generell korrelation mellan långsamväxande bakterier och lösligt organiskt material. Höga halter av koppar tydde på minskad känslighet vid fluorescensmätningarna. Detta bör beaktas vid tolkningen av resultat från analys av vatten som passerar kopparledningar, exempelvis vid provtagning i byggnader.

Inledning

Varje år inträffar flera dricksvattenrelaterade utbrott av magsjuka i Sverige och under det senaste decenniet har flera stora utbrott inträffat både här och i våra grannländer (Jakopanec et al. 2008; Laine et al. 2011; Widerstrom et al. 2014). Erfarenheter från dessa visar att det finns kunskapsbrister om mikrobiologiska risker i dricksvattenförsörjningen (Säve-Söderbergh et al. 2013a; Säve-Söderbergh et al. 2013b) och hur stor andel av alla magsjukesfall som beror på dricksvattnet, både vad gäller utbrott, men även sporadiska fall. En nyligen publicerad studie visade att 6 % av alla magsjukor i Sverige kan vara dricksvattenrelaterade (Toljander et al. 2016), men hur vattnet blir kontaminerat med patogener känner vi inte alltid till. Internationella studier indikerar att allt mellan 1 och 37 procent av all dricksvattenrelaterad magsjuka kan härledas till distributionen (transporten från vattenverk till konsument) (Nygard et al. 2007; Lambertini et al. 2012; Murphy et al. 2015). Därtill har studier visat på samband mellan magsjuka och dricksvattendistribution både då störningar skett och vid till synes normal drift (Payment et al. 1994; Payment et al. 1997; Nygard et al. 2004; Hunter et al. 2005; Nygard et al. 2007; Tinker et al. 2009; Lambertini et al. 2012; Ercumen et al. 2014; Shortridge & Guikema 2014).

Vattentrycket, tillsammans med täta vattenledningar (fysisk integritet), möjliggör att dricksvatten kan levereras till konsument (NRC 2007). Förutom att täta vattenledningar förhindrar dricksvatten från att läcka ut, fungerar de samtidigt som en barriär mot att externa föroreningar läcker in (NRC 2007). Brister i den fysiska integriteten beror antingen på handhavarfel, till exempel korskopplingar, bristande skydd av ledningarna i samband med ledningsarbeten eller slitage (sprickor eller läckande skarvar) (Kirmeyer et al. 2001). Vattentrycket i ledningsnätet är vanligtvis konstant högt, men vattentrycket kan sjunka vid stora läckor, stora vattenuttag eller arbeten som utförs på ledningsnätet. Även öppnandet och stängandet av ventiler, samt start och stopp av pumpar, kan orsaka kortvariga tryckfall, som kan påverka delar av ledningsnätet (LeChevallier et al. 2003). Vid tryckfall kan obehandlat vatten läcka in via otätheter i ledningarna (Kirmeyer et al. 2001; Besner et al. 2008). Detta kan medföra en hälsorisk, eftersom patogener kan förekomma i mark och vatten som omger dricksvattenledningsnätet (Karim et al. 2003; Besner et al. 2008). I vilken omfattning dricksvattnet kontamineras av externa föroreningar under distributionen är inte helt utrett (Besner et al. 2011). Studier har däremot bekräftat att patogener, exempelvis virus, kan öka i förekomst i samband med distributionen (Lambertini et al. 2011; Lambertini et al. 2012). Trots att patogener påträffas i dricksvattnet (Szewzyk et al. 2000), kan mängden vara för låg för att orsaka infektioner och alltså inte nödvändigtvis leda till att konsumenter insjuknar. En studie utförd av Nygård et al. (2007) visade emellertid att tryckfall i samband med arbeten på ledningsnät i Norge ledde till ökad risk för kräkningar och/eller diarré. I studien var en möjlig förklaring till den ökande risken för magsjuka att externa föroreningar kontaminerar dricksvattnet. Förutom att externt vatten kan läcka in vid ett förändrat vattentryck, kan även biofilm eller ansamlingar av sediment som finns i ledningsnätet frigöras (WHO 2004). Studier har visat att patogener kan förekomma i biofilmen i sådana mängder att de skulle kunna orsaka sjukdom om de frigjordes i vattenfasen (Szewzyk et al. 2000; Storey & Ashbolt 2003). Om detta medför några reella hälsorisker för dricksvattenkonsument är emellertid okänt.

I denna rapport presenteras en intervjustudie där risken för magsjuka i samband med händelser på distributionsnätet studerats. Studien fokuserar på de förhållanden som förekommer i samband med dricksvattendistribution idag, både vad gäller rutiner och inträffade händelser. Studien utformades på ett liknande sätt som den norska studien av Nygård et al. (2007). Utöver intervjustudien har också kartläggningar med vattenprovtagning utförts. Dessa gjordes för att få bättre kunskap om förekomst av patogener och indikatororganismer i vattenledningsnätets omedelbara omgivning samt för att kartlägga hur vattenkvalitet varierar i ett ledningsnät och utvärdera fluorescensspektrometri som metod för att upptäcka inträngning av obehandlat vatten.

Metodbeskrivning

Intervjustudie

Händelser på ledningsnätet följdes upp med telefonintervjuer av hushåll i det påverkade området och i ett närliggande opåverkat referensområde. En händelse definieras i denna studie som antingen ett ledningsbrott med eller utan tryckfall nedströms ledningsbrottet, tryckfall uppströms ledningsbrottet eller tryckfall av okänd anledning. De studieområden som valdes ut bestod av små eller medelstora distributionsområden i olika delar av Sverige. Ett kriterium vid urvalet var att rundmatningarna på distributionsområdet skulle vara begränsade så att ett avgränsat påverkat område skulle kunna identifieras när en händelse inträffat. Dessutom skulle dricksvattenproduktionen vara centraliserad till ett eller två vattenverk. Detta för att lättare hitta ett referensområde med vatten från samma vattenverk som det påverkade området. Fem områden i mellersta och södra Sverige fullföljde studien och utöver de fem huvudområdena inkluderades även två mindre, närliggande tätorter. Studien är godkänd av regionala etikprövningsnämnden i Uppsala.

Enkät till dricksvattenproducenter

Deltagande kommuner ombads rapportera in så stor andel som möjligt av inträffade händelser under perioden 2014-2015. I första hand oplanerade händelser, men även relevanta planerade händelser, till exempel underhåll av ledningsnätet. Ett kriterium för att en händelse skulle följas upp var att minst 20 hushåll med permanentboende påverkades av händelsen. Inom tre dagar från att en relevant händelse inträffade, ombads ansvariga för distributionsområdet att fylla i en enkät (Bilaga 1). Ifall händelsen uppfyllde alla kriterier följdes den upp med telefonintervjuer dag 7-14 efter händelsen.

För varje händelse som följdes upp valdes också ett referensområde. Referensområdet skulle ligga nära det påverkade området, men inte påverkas av händelsen. Referensområdet skulle också ha en liknande sammansättning med avseende på demografi, utbildningsnivå och typ av fastigheter som det påverkade området. För att välja ut ett referensområde användes statistik på postnummernivå i tätortsområdena från 2010 från Statistiska centralbyrån. I enkäten kunde kommunerna själva föreslå ett referensområde vilket primärt användes om det uppfyllde fastslagna kriterier.

Eftersom områdena som ingick i studien var fördelade över stora delar av landet, fanns det årstidsrelaterade temperaturskillnader mellan områdena. Därför används den meteorologiska årstidsdefinitionen i denna rapport, med medeltemperaturen lägre än 0 °C under mer än fem dygn för vinter; medeltemperatur mellan 0.1-9.9 °C under minst sju dygn för vår (tidigast 15 februari); medeltemperatur över 10 °C mer än 5 dygn för sommar; samt medeltemperaturen 0.1-9.9 °C under minst fem dygn för höst. Detta gjordes eftersom både dricksvattentemperatur och marktemperatur är faktorer som kan påverka dricksvattenledningsnätet.

Intervjuer i hushåll

Telefonintervjuer genomfördes av Ipsos Sweden. För att minska risken för metodfel i samband med intervjuerna blindades (med kodning) det påverkade området och referensområdet innan de skickades till intervjuföretaget. Intervjuaren hade på så sätt inte någon kunskap om den person som intervjuades bodde i ett påverkat område eller ett referensområde. Kontaktinformation till hushåll i de utvalda områdena togs fram genom ett utdrag av konsumentregistret PAR. Telefonintervjuerna utfördes på svenska (cirka en procent bortfall på grund av språk- eller kommunikationsproblem). En vuxen person intervjuades och svarade för hela hushållet. Målsättningen var att utföra så många intervjuer som möjligt, men av resursskäl sattes en gräns för maximalt 100 intervjuer i respektive område vid varje händelse.

Intervjuer utfördes dag 7-14 efter en händelse. Under intervjuerna tillfrågades den intervjuade om någon i hushållet varit magsjuk under de senaste 7 dagarna. Vid denna fråga användes ingen definition av magsjuka, utan den intervjuade fick själv bedöma om någon i hushållet varit sjuk eller inte (självdagnostiserad magsjuka). Om någon i hushållet hade varit sjuk fick intervjupersonen följdfrågor om vilka symtom varje person med magsjuka hade haft (kräkningar, diarré, magont och/eller feber) och antal dagar med sjukdom. Utöver frågor om magsjuka ställdes även frågor om: Antal personer i hushållet enligt åldersgruppering (0-1, 2-5, 6-10, 11-17, samt 18 år eller äldre), uppskattat antal glas kallt kranvatten som druckits under de senaste 24 timmarna för den intervjuade och för hushållets barn i åldrarna 0-5 år, utlandsresor under de senaste 28 dagarna, sällskapsdjur, om någon i hushållet har ett yrke som kan medföra ökad smittorisk (förskola, daghem, skola, fritidsgård, sjukvård, äldreboende, avloppsrelaterad verksamhet), samt om den intervjuade har observerat förändringar i vattentryck eller kvaliteten på dricksvattnet eller mottagit information om en händelse på ledningsnätet. Det kompletta frågeformuläret som användes vid telefonintervjuer finns i Bilaga 2.

Statistisk analys och resultat

I denna rapport ges en sammanställning av de resultat som är mest relevanta för slutsatserna. Ytterligare resultat kommer att presenteras i vetenskapliga publikationer. I studien har oddskvoter (OR) räknats ut genom en mixad logistisk regressionsmodell där hushållets alla personer har inkluderats i analyserna. Oddskvoter har beräknats för det påverkade området jämfört mot referensområdet. I dessa modeller har utöver utfallet för AGI även de slumpmässiga variablerna kommun, händelse och hushåll tagits i beaktning (så kallad klustring). Detta innebär att den bakomliggande risknivån tilläts variera inom dessa kluster och att vi skattade den riskförändring som tillkommer genom OR, oavsett grundläggande risk. Detta gör att trots att det i genomsnitt fanns vissa mindre demografiska skillnader mellan områdena, så kommer de slumpmässiga variablerna att beakta detta. Huvudhypotesen i studien är att analysera om risken för magsjuka eller AGI påverkas av händelser på ledningsnätet. Övriga analyser skall därför endast ses som förklarande till huvudhypotesen.

Utöver självdiagnostiserad magsjuka så presenteras även AGI (kräkningar och/eller diarré minst tre gånger under ett dygn). I studien efterfrågades magsjuka under de senaste 7 dagarna (intervjuerna utfördes 7-14 dagar efter en händelse). Magsjukan kommer i denna rapport att beskrivas som den procentuella andelen insjuknade av alla personer som

inkluderat från området. I analyserna som presenterades i denna rapport inkluderades data för hushållets alla personer.

Mikrobiell och kemisk kvalitet på obehandlat vatten som omger ledningsnätet

För att utvärdera förekomsten av patogener i omgivningen kring vattenledningsnätet provtogs vatten i mätarbrunnar i studieområde 2 (Tabell 1). Vattenmätarbrunnar används för att avläsa kommunala vattenmätare som är permanent kopplade till vattenledningsnätet. Vattenmätarbrunnarna består av betongrör med ett brunnslock av metall i nivå med gatan. Detta gör att det vatten som kan finnas i brunnarna kan vara en blandning av ytligt grundvatten, dagvatten, samt vatten som läckt ut från vatten- och spillvattenledningar. Brunnarna ska i regel hållas torra, men eftersom inläckage till brunnarna ibland kan vara omfattande, kan vattenledningarna i botten av en del brunnar vara täckta av vatten. I studien prioriterades brunnar med högt inläckage för att öka chansen för att ha tillräckligt med vatten för provtagning. Detta medför att resultaten endast ska ses som representativa för förhållanden som liknar de som presenteras i studien.

En kartläggning av provtagningsområden utfördes under sommaren 2014. Vattenprover togs från tio brunnar. Vattenprov (en liter) samlades in från varje brunn och analyserades vid Livsmedelsverket för indikatororganismer (totalantal efter 3-dygn, koliforma bakterier, *E. coli*, enterokocker och presumtiva *Clostridium perfringens*), COD (chemical oxygen demand), färgtal, turbiditet och bakteriofager. I de flesta brunnar täcktes dricksvattenledningarna av vatten vid provtagningstillfället. Sex mätarbrunnar med höga halter av koliforma bakterier valdes ut för utökade provtagningar. Dessa brunnar länsdumpades under september 2014 för att avlägsna befintligt vatten i brunnarna, så att fortsatt provtagning endast skulle omfatta nytt tillrinnande vatten. De utökade provtagningarna utfördes under vintern 2014 och våren 2015. Vid de utökade provtagningarna samlades 60 liter vatten in från varje brunn (utökad vattenmängd för patogenanalyserna). Trots tömning var vattennivåerna vid nästa provtagning i de flesta fall lika höga som före tömning och således var det möjligt att provta 60 liter vatten i alla utvalda brunnar. I den utökade provtagningen analyserades samma parametrar som vid de första provtagningarna. Utöver dessa analyser koncentrerades provet genom ultrafiltrering och filtratet undersöktes för förekomst av campylobakter, salmonella, STEC och norovirus. De analysmetoder som användes beskrivs i Bilaga 3.

Löst organiskt material och mikrobiella indikatorer i distributionsnätet

En kartläggning av dricksvattenkvaliteten på ledningsnätet utfördes i område 2. Under december 2014 gjordes en pilotstudie, medan huvudprovtagning gjordes under månads-skiftet november-december 2015. Provtagningsplatserna valdes ut för att representera den variation i genomsnittlig distributionstid som fanns i området, från kort (< 2 h) till lång (> 72 h). Dessutom togs prover från områden där det misstänktes finnas risk för problem med dricksvattenkvaliteten: områden med nya ledningar, områden med lågt tryck och ändledning. Vattenprover togs i dricksvattenkranar i 87 privata hus och offentliga byggnader. För att mäta den mikrobiella kvaliteten analyserades indikatorerna odlings-

bara mikroorganismer, långsamväxande bakterier, E. coli, koliforma bakterier och enterokocker. Dessa analyser utfördes av Eurofins (Environment Testing Sweden AB). Fluorescens- och absorptionspektroskopi användes för att mäta halter och kvalitet av löst organiskt material. För att undersöka om fluorescensen påverkas av spårämnen i vattnet analyserades elva av dessa (Fe, Al, Mg, Zn, Pb, Cr, Mn, Cd, Ca, Ni och Cu) genom indikativt kopplad plasmasspektroskopi (ICP-MS).

Resultat och diskussion

Intervjustudien om magsjuka

Beskrivning av händelser och andelen insjuknade

Under intervjustudien följdes 69 händelser upp och totalt intervjuades 3 238 hushåll, vilket omfattade totalt 7 423 personer (Tabell 1 & Tabell 2). Svarefrekvensen var i medeltal 30 procent (8-72 %) i de påverkade områdena och i referensområdena 31 procent (7-67 %) av det totala antalet kontaktade hushåll. Ålderssammansättningen av de som bor i påverkade områden respektive referensområden skiljer sig genom att antalet barn i åldrarna noll till fem år i genomsnitt är något högre bland de påverkade hushållen (Tabell 2). Detta trots att demografi har tagits med som en aspekt vid val av referensområden.

Vid alla händelser som följdes upp förekom tryckfall. De flesta händelser omfattade rörbrott, varav några händelser var mycket akuta händelser, till exempel där dricksvattenledningar grävts av. Den vanligaste riskreducerande åtgärden som vidtogs var spolning av ledningarna. Andra åtgärder var vattenprov och att konsumenterna tillfälligt försörjdes med dricksvatten (från brandposter eller vattentankar). Klorering i samband med ledningsnätshändelserna förekom inte (inte samma typ av klorering som vid beredningen) och kokningsrekommendationer utfärdades inte vid någon händelse. Vid alla händelser var vädret antingen klart eller med begränsad nederbörd och det förekom inga händelser där ledningar skulle ha skadats av köld. Vattennivåerna i rörgraven var vid de flesta händelser obefintliga eller låga, men vid enstaka händelser förekom det höga eller mycket höga vattennivåer. Det rapporterades även in några händelser med läckande spillvattenledningar i samma rörgrav som vattenledningarna. Vid vissa av händelserna fanns spillvattenledningar på samma höjd som dricksvattenledningarna. Vid de flesta av händelserna bedömdes risken som låg av de ansvariga kommunerna. Kommunerna använde sig dock av olika kriterier för riskbedömning och dessa gick därför inte att jämföra med varandra. Trots att händelserna var utspridda över hela året så inföll de flesta händelser under meteorologisk vår eller sommar. Detta berodde delvis på att den meteorologiska vintern i södra delarna av landet varade kort tid under 2015.

Tabell 1 Beskrivning av de fem studieområdena.

| Omr. | Invånare | Råvatten | Terräng | Klor som desinfektion | Uppföljda händelser | Intervjuer | |
|-----------|----------|-------------|---------|-----------------------|---------------------|------------|------|
| | | | | | | Påv. | Ref. |
| 1 | 50 000 | Grundvatten | Kuperat | Nej | 13 | 403 | 298 |
| 2 | 71 000 | Grundvatten | Slätt | Ja | 20 | 385 | 339 |
| 3a | 89 000 | Ytvatten | Kuperat | Ja | 6 | 173 | 170 |
| 3b | 800 | Grundvatten | Kuperat | Ja | 1 | 52 | 66 |
| 4* | 30 000 | Ytvatten | Slätt | Ja | 15 | 278 | 283 |
| 5a | 35 000 | Ytvatten | Slätt | Ja | 11 | 339 | 354 |
| 5b | 600 | Grundvatten | Kuperat | Nej | 3 | 57 | 42 |

** Området mottar dricksvatten via överföringsledning från ett vattenverk som producerar dricksvatten till över 400 000 invånare.*

Under studien rapporterades totalt 214 fall av självdiagnostiserad magsjuka, vilket innebär att 3 procent insjuknat under en 7-dagarsperiod. Risken att insjukna magsjuka var något högre i påverkade områden (3,0 %) jämfört med referensområden (2,8 %), men skillnaderna var inte signifikanta (Tabell 2). Nittiosex personer hade AGI och andelen som insjuknat var signifikant högre i de påverkade områdena (1,6 %) jämfört med referensområdena (1,0 %). Barn under tio år hade en högre incidens av magsjuka jämfört med äldre åldersgrupper. Högst incidens hade barn i åldersgruppen 2-5 år. Där hade tretton procent i det påverkade området och fyra procent i referensområdet rapporterat självdiagnostiserad magsjuka, medan elva procent i det påverkade området och fyra procent i referensområdet rapporterat AGI (Tabell 2).

Tabell 2 Resultaten i de intervjuade grupperna.

| | Påverkat | Referens |
|--|---------------|---------------|
| Kön, intervjuad person | | |
| Kvinna | 753 (46 %) | 761 (48 %) |
| Man | 867(54 %) | 816 (51 %) |
| Individer per åldersgrupp | | |
| 0-1 år | 57 (1,5 %) | 35 (1,0 %) |
| 2-5 år | 193 (5,1 %) | 145 (4,0 %) |
| 6-10 år | 274 (7,2 %) | 289 (8,0 %) |
| 11-17 år | 348 (9,2 %) | 324 (8,9 %) |
| Vuxna | 2 929 (77 %) | 2 829 (78 %) |
| Totalt | 3 801 (100 %) | 3 622 (100 %) |
| Utlandsresa i hushållet de senaste 28 dagarna | 365 (11 %) | 335 (11 %) |
| Riskyroken i hushållet* | 396 (24 %) | 346 (22 %) |
| Symtom | | |
| Magsjuka | 114 (3,0%) | 100 (2,8%) |
| Kräkning | 49 (1,3 %) | 28 (0,8 %) |
| Diarré | 61 (1,6 %) | 54 (1,5 %) |
| Illamående | 38 (1,0 %) | 33 (0,9 %) |
| Magont | 45 (1,2 %) | 53 (1,5 %) |
| Feber | 15 (0,4 %) | 12 (0,3 %) |
| AGI** | 61 (1,6 %) | 35 (1,0 %) |
| Insjuknade i magsjuka per åldersgrupp | | |
| 0-1 år | 2 (3,5 %) | 2 (5,7 %) |
| 2-5 år | 25 (13 %) | 6 (4,1 %) |
| 6-10 år | 6 (2,2 %) | 7 (2,4 %) |
| 11-17 år | 12 (3,4 %) | 7 (2,2 %) |
| Vuxna | 69 (2,4 %) | 78 (2,8 %) |

*Förskola, daghem, skola, fritidsgård, sjukvård, äldreboende, avloppsrelaterad verksamhet(t ex avloppsreningsverk)

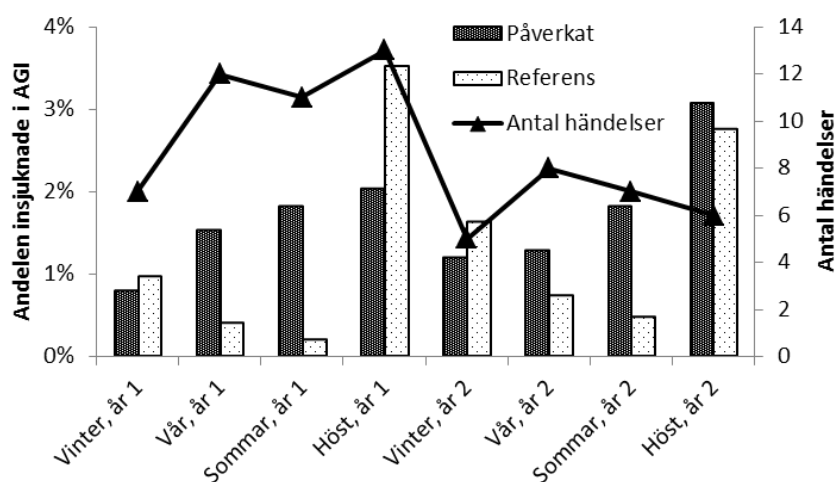
**AGI: akut gastroenterit (diarré minst tre gånger under ett dygn och/eller kräkning minst en gång)

Risken för AGI vid händelserna på ledningsnätet och förklarande faktorer

Resultaten visade på att det inte förekom en signifikant riskökning för av självdiagnosticerad magsjuka när det påverkade och referensområdet jämfördes (OR= 1,1, 95% KI: 0,9-1,5), men däremot påvisades en förhöjd risk för AGI (OR= 1,9, 95% KI: 1,2-3,0). En förhöjd risk för AGI fanns i påverkade områden jämfört med referensområden vid händelser som inträffade i centralorter (OR= 1,8, 95 % KI: 1,1-3,1), områden som inte var kuperade (OR= 2,6, 95% KI: 1,4-4,7), i områden som använde ytvatten (OR= 3,2, 95% KI: 1,6-6,3) samt i kommuner som använde någon typ av klorering (OR= 2,7, 95% KI: 1,5-4,6). För andra riskfaktorer sågs en förhöjd risk, dock ej signifikant, med undantag av händelser i kommuner som inte har klorering i produktionen, där en icke-signifikant reduktion av risken påvisades (OR=0,6, 95% KI: 0,3-1,4). En förhöjd risk för AGI syntes i påverkade områden jämfört med referensområden vid de händelser där spillvattenledning fanns på samma höjd som dricksvattenledningarna i rögraven (OR= 13, 95 % KI: 1,3-99). En förhöjd risk för AGI mellan det påverkade området och referensområdet sågs även vid de händelser där spolning av ledningsnätet användes som riskreducerande åtgärd (OR= 2,9, 95 % KI: 1,6-5,1). Dessutom fanns en förhöjd risk för AGI vid de händelser tillfällig vattenförsörjning

tillhandahölls (OR= 6,3, 95 % KI: 2,1-19). Om vattnet var avstängt mer än sex timmar sågs en förhöjd risk, dock ej signifikant (OR=1,7, 95% KI: 0,6-5,0).

Andelen som insjuknar i magsjuka varierar med årstiden och detta mönster kan vi se även i denna studie. Den största skillnaden i andelen insjuknade i AGI i påverkade områden jämfört med referensområden observerades under sommar och vår medan den lägsta riskökningen observerades under hösten (Figur 1). Detta beror troligtvis på skillnader i bakgrundsincidensen av magsjuka. Framförallt i referensområdena syns en tydlig årstidsvariation med högre incidens av AGI under hösten, medan motsvarande årstidsvariation inte är lika påtaglig i det påverkade området (Figur 1). Det bör dock tilläggas att omständigheterna (riskfaktorerna) i samband med händelserna var jämt fördelade över årstiderna.



Figur 1 Andelen insjuknade i AGI (vänster vertikal axel) och antalet händelser (höger vertikal axel) vid olika meteorologiska årstider under studien. AGI: akut gastroenterit (diarré minst tre gånger under ett dygn och/eller kräkning minst en gång).

Den förhöjda risken AGI i samband med händelser på ledningsnätet, bekräftas av resultat från tidigare internationella studier (Hunter et al. 2005; Nygard et al. 2007; Ercumen et al. 2014). Utöver en generell riskökning visade vissa omständigheter på en förhöjd risk, exempelvis händelser där spillvattenledningarna fanns på samma höjd som dricksvattenledningarna i rörgraven. Detta stärker hypotesen som presenterats i tidigare publikationer om att magsjuka kan orsakas av externa föroreningar, alltså patogener som förekommit i vatten som omgivit dricksvattenledningarna.

För att minska hälsorisker vid dricksvattendistribution, används oftast olika typer av riskreducerande åtgärder. Tidigare studier visar att spolning minskar antalet mikroorganismer i vattnet och även minskar risken för magsjuka (Nygard et al. 2007; Besner et al. 2008; Lambertini et al. 2011). Resultaten från denna studie indikerar dock att enbart spolning inte räcker för att eliminera risken för AGI. De dricksvattenproducenter som ingick i denna studie uppger att de använder spolning som riskreducerande åtgärd så ofta som möjligt, men att för stor diameter på vattenledningarna och dåligt planerade brand- eller spolposter kan begränsa möjligheten att spola vid ledningsnätshändelser. Således är

det inte troligt att valet att tillämpa spolning som riskreducerande åtgärd är påverkad av kommunernas riskbedömning vid händelser. Det samma gäller tillfällig dricksvattenförsörjning, där kommunerna vidtog åtgärden huvudsakligen om arbetet skulle ta lång tid att åtgärda, om det fanns samhällsviktig verksamhet i området och om det var praktiskt möjligt att tillhandahålla tillfälligt vatten (exempelvis tillgängliga redskap, osv.).

Klorering i samband med dricksvattenberedningen har visat sig minska risken för magsjuka i studier som utförs i områden med förhållanden som liknar Sverige (Kapperud et al. 2003; Kuusi et al. 2003; Kuusi et al. 2004). När referensområdena jämfördes med varandra kunde en lägre incidens av magsjuka observeras i de områden som använder klor i dricksvattenberedningen. När påverkade områden jämfördes med varandra sågs istället en högre incidens av magsjuka i de områden där vattnet kloreras. Detta skulle kunna indikera att klorering i allmänhet har en skyddande effekt mot sjukdomsframkallande mikroorganismer, men att användning av klor vid dricksvattenproduktion däremot inte innebär något extra skydd i samband med ledningsnätshändelser. Detta kan exempelvis bero att resthalterna av klor i distributionsnätet är för låga för att ha någon större effekt på mikroorganismer som tillkommer genom extern påverkan. Klorering skulle även kunna påverka biofilmen på ledningsnätet. Eftersom endast två av områdena inte använder klorering i sin beredning, kan resultaten även ha påverkats av faktorer som är specifika för enskilda kommuner. Tre av vattenverken använder klor i själva dricksvattenberedningen, medan det fjärde endast använder monokloramin (i kombination med UV-ljus). Monokloramin räknas inte som en mikrobiologisk barriär, utan används endast för att minska tillväxten av mikroorganismer på ledningsnätet. Området med monokloramin visar på tendenser till en högre riskökning vid händelser på ledningsnätet i jämförelse med de andra områdena. Underlaget är för litet för att kunna säkerställa detta statistiskt och olika omständigheter i samband med händelser påverkar troligtvis risken mer än användningen av monokloramin.

Resultaten visade på säsongvariationer både i de påverkade områdena och i referensområdena. Den största riskökningen observerades under sommaren medan skillnaderna i risk mellan påverkade områden och referensområden var lägre under hösten och vintern. Liknande mönster, dock inte statistiskt signifikanta, har observerats i tidigare studier (Nygard et al. 2007). De säsongvariationer som observerades i denna studie kan bero på skillnader i förhållanden vad gäller dricksvattendistributionen eller rutiner vid arbeten på ledningsnätet. Till exempel kan årstidsskillnader i omsättningen av vattnet på ledningsnätet, grundvattennivåer, vattentemperatur, marktemperatur och mätnadsgrad av marken som omger vattenledningsnätet kunna vara påverkande faktorer. Även det faktum att ordinarie personal reduceras eller ersätts under sommaren på grund av semestrar skulle kunna påverka hur riskreducerande åtgärder genomförs och hur snabbt en händelse kan åtgärdas. Den största bidragande faktorn till skillnader mellan säsonger är dock troligtvis säsongvariationer för magsjukor i samhället. Detta kan vi tydligt se i referensområdena, där andelen magsjukefall är som lägst under vår och sommar, men som högst under vinter och höst, både under 2014 och 2015.

Vattenkonsumtion, kvalitetsproblem och risken för magsjuka

Genomsnittlig vattenkonsumtion bland vuxna intervjupersoner var 4,6 glas/dygn (95 % KI 4,5-4,8 glas/dygn) och det fanns ingen statistiskt signifikant skillnad mellan personer i påverkade områden och referensområden. Medelkonsumtionen som presenteras i denna

studie stämmer överens med medelkonsumtionen som presenterats i en av Livsmedelsverkets tidigare studier (Toljander et al. 2016).

Cirka 40 procent av hushållen i de påverkade områdena upplevde någon form av förändring av vattenkvalitet eller vattentryck vid händelser. Tjugofyra procent av alla hushåll i påverkade områden uppgav att vattnet varit helt avstängt. I referensområde hade cirka nio procent upplevt någon form av förändring. De flesta av dessa i referensområdet angav att de upplevt förändringar i antingen tryck eller kvalitet. En procent av hushållen i referensområdena hade upplevt att vattnet varit avstängt. Analysen visade på en förhöjd risk av AGI i de hushåll där man upplevt förändringar i tryck eller i kvalitet, både i påverkade områden (kvalitet: OR= 2,6, 95 % KI: 1,0-6,8; tryck: OR= 2,6, 95 % KI: 1,2-5,6) och i referensområden (kvalitet: OR= 5,6, 95 % KI: 2,1-15, tryck: OR= 3,6, 95 % KI: 1,2-11).

Att hushållen i påverkade områdena upplever förändringar i vattenkvalitet, vattentryck eller avstängt vatten är inte överraskande. Att hushåll i referensområdena också har upplevt detta är däremot oväntat, eftersom inga kända händelser ska ha påverkat referensområdet. Vid de flesta händelser hade dock majoriteten av deltagarna i referensområdet inte upplevt några förändringar. I en handfull incidenter hade däremot en relativt stor andel personer i referensområdet också upplevt förändringar. Vi kan i denna studie inte dra slutsatser om detta beror på att även referensområdet påverkats av den undersökta händelsen, om det påverkats av en annan närliggande händelse, eller om det kan bero på händelser på de enskilda serviceledningarna som ligger utanför kommunens ansvarsområde. Det finns även en risk att själva undersökningen ledde respondenterna att felaktigt komma ihåg förändringar i vattenkvalitet alternativt fall av magsjuka (så kallad suggestion), men detta är mindre troligt i de fall en stor del av referensområdet upplevt förändringar. Liknande mönster om upplevda kvalitets- och tryckförändringar i det påverkade området och referensområdet har observerats i en tidigare studie (Nygård et al. 2007) vilket tyder på att kvalitetsförändringar kan vara vanlig förekommande även om ingen händelse kan identifieras på det kommunala ledningsnätet.

Definitionen av magsjuka och konsumentrelaterade riskfaktorer

Denna studie, liksom en av Livsmedelsverkets tidigare studier (Toljander et al. 2016), visar på vikten av att använda tydliga falldefinitioner av vad som räknas som magsjuka. En allt för ospecifik definition av sjukdom försvårar möjligheterna att identifiera riskfaktorer på grund av bakgrundsfrekvensen av magsjuka och subjektiva bedömningar om vad som räknas som magsjuka.

Andelen som insjuknar vid en ledningsnätshändelse var som störst i de yngsta åldrarna (främst 2-5 år) vilket troligtvis beror på att barn är mer känsliga för infektioner än vuxna och därför lättare insjuknar. För liknande studier och vid utbrottsutredningar rekommenderar vi därför att fokusera på att samla in detaljerad information om magsjuka framförallt för små barn.

En stor del av alla magsjukor i samhället beror på sekundärsmitta där smittan sker mellan personer, så kallad person till person-smitta. Trots att en stor andel av de magsjukor som rapporterats in i denna studie är troligtvis även beror på person till person-smitta, bedömer vi dock att detta inte ska påverka de statistiska analyserna eftersom hushåll är inkluderat som en slumpvariabel i analyserna. I samband med sammanställningen av den studie som Nygård et al. (2007) utförde diskuterades om en del av den ökning i antalet

magsjukor i de påverkade områdena kunde bero på att risken för person till person-smitta ökar om vattnet är avstängt eftersom det kan vara svårt att hålla en god hygien utan tillgång till rinnande vatten (Erik Wahl, Mattillsynet, Norge, personlig kommunikation). Detta är även relevant att diskutera i denna studie, eftersom den största ökningen av antalet magsjukor är i de yngsta åldersgrupperna. Barn är mer känsliga för smitta och barn löper även större risk att få i sig patogener på grund av otillräckliga hygienrutiner och en frekvent hand-mun kontakt. Vi kan i denna studie dock inte sett någon tydlig ökning av magsjukefall kopplad till avstängt vatten. En möjlig förklaring till detta är att avstängningarna kan ha skett under den tid på dygnet då de flesta i hushållet troligtvis inte varit hemma, vilket bekräftas av att bara en fjärdedel av de påverkade hushållen upplevt avstängt vatten. Av de som varit magsjuka, bodde ungefär 15 procent i ett hushåll där vattnet varit avstängt. För åldrarna 2-5 år hade cirka 30 procent av alla magsjuka haft vattnet avstängt. Vår slutsats är därför att majoriteten av sjukdomsfallen som rapporterats i denna studie inte kan förklaras med en begränsad tillgång till rinnande vatten.

Uppskattad årlig incidens och antal fall av magsjuka kopplade till händelser på ledningsnätet

Resultaten från den här studien visar på en total årlig incidens av AGI på 0,3 fall per person och år (omräknat från en rapportering av 7 dagar). Detta stämmer överens med tidigare rapporterade årlig incidens av AGI i Sverige (Hansdotter et al. 2015; Toljander et al. 2016). I områden som påverkats av en händelse på dricksvattenledningsnätet är den årliga incidensen 0,4 fall av AGI årligen. De flesta händelser inträffade i områden med 20-50 hushåll, samtidigt som händelser som påverkade färre än 20 hushåll inte var inkluderade i denna studie. Vi gör uppskattningen att cirka 35 hushåll skulle kunna vara ett medeltal för antalet hushåll som påverkas av en händelse i Sverige. Antalet personer per hushåll är i medeltal 2,22. Under 2014 inträffade ca 7 000 händelser på kommunala ledningsnät i Sverige (VASS 2016). Dessa händelser omfattar allt från rörbrott på huvudledningar till kommunala servisledningar och eventuella arbeten på anläggningar (exempelvis brandposter). Detta innebär att cirka 5 % av Sveriges befolkning varje år påverkas av en händelse av den typen som inkluderats i denna studie ($7\,000 \times 35 \times 2,22 = 544\,000$ personer). Av dessa skulle cirka 8 700 insjukna i AGI (1,6 %), varav 3 300 (0,6 %) skulle vara kopplade till händelser på ledningsnätet, förutsatt en riskökning på 0,6 procentenheter mellan det påverkade (1,6 %) och referensområdet (1,0 %). Här bör dock nämnas att denna beräkning bygger på generella antaganden vad gäller antalet påverkade personer och därför endast ska ses som riktgivande och även att beräkning endast omfattar händelser på ledningsnätet inrapporterade av kommunen och alltså inte händelser som berör andra än kommunala aktörer och händelser som inte rapporterats, vilket gör att ytterligare fall av AGI ska ses som troligt. Eftersom personerna i referensområdet informerades att även de upplevt störningar av sitt dricksvatten är detta en indikation på att vi troligtvis inte fångat alla distributionsrelaterade risker. I denna beräkning har heller inte större ledningsnätrelaterade utbrott inkluderats och inte heller magsjukefall kopplade till andra typer av ledningsnätshändelser än de som inkluderats i denna studie (exempelvis inträngning i reservoar eller andra anläggningar på ledningsnätet).

Bedömningen av antalet sjuka i denna studie är ungefär en tiondel av vad som bedömdes i en norsk studie (Nygard et al. 2007). I den norska studien påvisades också en högre incidens av magsjuka (kräkningar eller diarré), både i det påverkade området (7,5 %) och i referensområdet (3,9 %). Det bedömdes också att 20 procent av befolkningen drabbas av

en tryckfallssituation årligen, vilket även det är högre än i vår studie. En annan skillnad är att det i denna studie huvudsakligen påvisades en riskökning i de yngre åldersgrupperna, medan den norska studien hade en riskökning i flera åldersgrupper (Nygard et al. 2007). En tidigare studie i Sverige av Malm et al. (2013) visade inte på signifikant ökat antal samtal om magsjuka till Vårdguiden 1177 om magsjuka i samband med händelser på ledningsnät. Resultaten från denna studie visar att andelen insjuknade är låg både i det påverkade och referensområdet och få påverkas av en händelse, vilket gör att datainsamling med Vårdguiden 1177 (dit bara en bråkdel av alla med magsjuka ringer) kan leda till att en eventuell riskökning inte kunde detekteras.

Slutsatser om händelser på ledningsnätet och risken för magsjuka

Resultaten i intervjustudien som presenteras i denna rapport visar att händelser på ledningsnätet sannolikt ökar risken för magsjuka, trots att riskreducerande åtgärder vidtas. Exempelvis händelser med spillvattenledning eller dagvattenledning på samma höjd som dricksvattenledning verkar bidra till förhöjd risk för magsjuka. Trots att klorering fungerar som en avdödande barriär indikerar studien att klorering i dricksvattenproduktionen inte utgör något skydd i samband med ledningsnätshändelser. På grund av denna studies design kan vi däremot inte dra några säkra slutsatser kring kloreringens eventuella effekter vid ledningsnätshändelser. Spolning har i tidigare studier visat sig reducera risken för magsjuka, men i denna studie sågs en ökning av magsjuka trots spolning. Detta indikerar att spolning inte kan ses som en lösning för att minska all mikrobiologisk risk och att detta är ett område som kräver ytterligare forskning.

Vi beräknar att åtminstone 3 300 fall av AGI totalt i Sverige årligen skulle kunna relateras till ledningsnätshändelser. Det totala antalet fall av AGI som händelser på dricksvattenledningsnätet bidrar med är troligtvis ännu högre, framförallt om utbrott inkluderas i beräkningen. Resultaten visar att risken för att insjukna i AGI är generellt sett låg. Förekomsten av AGI var 1,0 procent i referensområden och 1,6 procent i påverkade områden vilket innebär att den totala riskökningen av fall med AGI i påverkade områden var 0,6 procent. Ökningen av magsjuka är som högst bland barn i åldrarna 2-5 år, som därför ska ses som en av de mest känsliga riskgrupperna för ledningsnätshändelser. Vi vill därför lyfta hur viktigt det är att samla in data om barns magsjuka vid utbrottsituationer. Eftersom resultaten i denna studie påverkas av vilka slags symtom som används för att definiera magsjuka vill vi även lyfta vikten av att använda en tydlig definition av magsjuka där symtom och sjukdomsförlopp dokumenteras.

Kvalitet på obehandlat vatten som omger ledningsnätet

I den inledande karteringen i område 2 analyserades tio mätarbrunnar och sex av dessa valdes ut för utökade mikrobiologiska analyser. I den utökade analysen studeras förekomsten och halten för flera patogener (Tabell 3). Vid provtagningen under december 2014 påvisades patogener i fyra av de sex utvalda mätarbrunnarna. I två brunnar påvisades STEC, i en brunn norovirus och en brunn både norovirus och campylobakter. Vid provtagningen på våren var mängden koliforma bakterier lägre i alla mätarbrunnar och inga patogener detekterades (Tabell 3).

Tabell 3 Vattenkvalitet i urval av mätarbrunnar i område 2, 2014-2015

| Provtagningsperiod | Jun, 2014 | Dec, 2014 | Mar, 2015 |
|---|----------------|-----------------|-----------------|
| Indikatorer, medelvärden (min-max) | | | |
| Koliforma bakterier (antal/100ml) | 415 (<1-2420) | 525 (9-1046) | 136 (1-727) |
| E. coli (antal/100 ml) | 0,4 (<1-3) | 1,5 (<1-6) | <1 |
| Enterokocker (antal/100 ml) | 6,6 (<1-55) | 1,7 (<1-3) | 1 (<1-3) |
| Odlingsbara mikroorg. 22 °C 3 dygn (cfu/ml) | 2106 (67-7060) | 1815 (436-4900) | 3262 (640-4950) |
| Pres C. perfringens (cfu/100 ml) | 3,1 (<1-10) | 4,2 (<1-18) | 4,7 (<1-15) |
| COD-Mn (mg/l) | 3,8 (1,4-12) | 11,4 (1,7-11) | 5,5 (2,3-9) |
| Färgtal (mg Pt/l) | 26 (5-95) | 17(9-36) | 21(7-34) |
| Turbiditet (NTU) | 2 (0,4-4,2) | 3 (0,6-7,6) | 7 (0,7-17,4) |
| Mikroorganismer, antal brunnar med positiva prover | | | |
| Bakteriofager | ea | 0/6 | 1/6 |
| Campylobakter | ea | 1/6 | 0/6 |
| Salmonella, | ea | 0/6 | 0/6 |
| STEC | ea | 2/6 | 0/6 |
| Norovirus | ea | 2/6 | 0/6 |

Ea – ej analyserat; <1 innebär att halten var lägre än detektionsgränsen

Slutsatser om kvalitet på obehandlat vatten som omger ledningsnätet

Resultaten från studien av mätarbrunnar visar att patogener kan förekomma i vatten som omger dricksvattenledningsnätet vid normal drift. Studien visar även att både kvalitetsparametrar och förekomsten av patogener varierar kraftigt mellan brunnar och provtagningsstillfällena. Trots att endast sex mätarbrunnar valdes ut för utökad provtagning påvisades patogener i fyra av dem under provtagningen i december 2014. Under den uppföljande provtagningen i mars 2015 påvisades inte patogener i någon av brunnarna. Det var med denna undersökning inte möjligt att avgöra varifrån patogenerna härstammar eller hur stor risken är att de tränger in i dricksvattenledningarna. Det finns därför ett behov av att ytterligare undersöka detta.

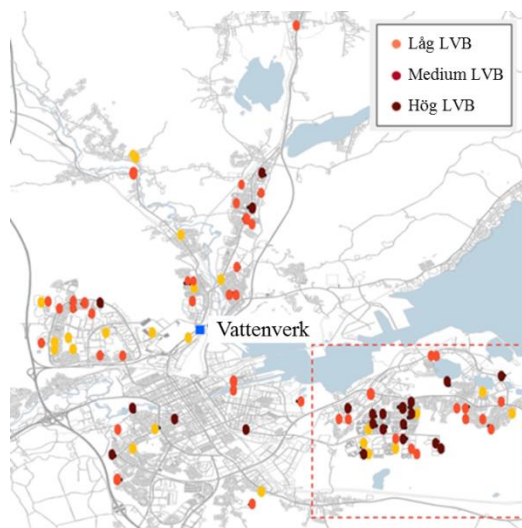
Löst organiskt material och mikrobiella indikatorer i ledningsnätet

I förstudien togs 72 dricksvattenprover som generellt visade på låg fluorescens, vilket indikerar låga halter lösligt organiskt material (DOM). Inget samband mellan genomsnittlig distributionstid och fluorescens i vattnet kunde detekteras. Förstudien visade att den nedfrysning av proverna innan analys som gjordes försämrade precisionen i fluorescensmätningen. Resultat av replikat från samma vattenprov varierade stort (variationskoefficient, CV \approx 10 %). Detta kan ha hindrat upptäckten av eventuella korrelationer mellan organiskt material och halten bakterier. Halten långsamväxande bakterier var över 100 cfu/ml i 27 procent av proverna och 75 procent av de prover som hade höga halter av långsamväxande bakterier var även mängden organiskt material högt eller medelhögt. I fyra prover (6 %) var mängden odlingsbara mikroorganismer högre än 100 cfu/ml. E.

coli, koliforma bakterier eller enterokocker detekterades inte i något prov.

I fortsättningsstudien togs prover vid 87 olika platser. Proverna kylades ned istället för att frysas vilket ökade reproducerbarheten mellan replikaten ($CV \approx 1\%$). Varken *E. coli*, koliforma bakterier eller enterokocker detekterades vid någon av analyserna. Långsamväxande bakterier (22°C , 7 dagar) påvisades i spannet 0-110 cfu/ml och odlingsbara mikroorganismer (22°C , 3 dagar) detekterades i spannet 0-30 cfu/ml. Variationen mellan replikat för dessa två analyser var relativt hög ($CV \approx 30\%$) vilket inte är ovanligt med denna typ av metod. Provtagningsplatser med hög halt långsamväxande bakterier (≥ 40 cfu/ml) påvisades mest frekvent i det sydöstra området av ledningsnätet, där även omsättningstiden för vattnet var som längst (Figur 2). Mängden DOM varierade något mellan olika platser i ledningsnätet ($CV < 5\%$). Denna variation reducerades ($CV < 3\%$) när mätningarna korrigerades för kopparhalten i provet, eftersom denna visade sig påverka mätningarna. Koppar, liksom flera andra metaller bildar komplex med DOM vilket resulterar i att fluorescensen dämpas.

Resultaten visade att det inte fanns någon generell korrelation mellan långsamväxande bakterier och DOM. Detta kan bero på att både mängden DOM och bakteriehalten var låga och relativt stabila, utan att några prover indikerade på förhöjd risk i ledningsnätet. Däremot fanns det på ledningsnätets sydöstra del (området med längst omsättningstid av vattnet) indikationer på förhöjda bakterienivåer med minskad fluorescensintensitet för proteinliknande molekyler. Detta samband berodde emellertid till största delen på att ett litet antal prover med höga halter som påverkade modellen. Över hela distributionsnätverket sågs en signifikant negativ korrelation ($r = -0,75$) mellan fluorescensintensitet för DOM och koncentrationen av koppar i dricksvattnet. Detta har stor betydelse för tolkningen av fluorescensmätningar i prover från kopparledningarna i byggnader. Resultaten indikerar också att metaller i dricksvattnet inte bara är relaterade till råvattenkällan, utan att dricksvattenledningarna i sig kan utgöra en relevant källa för de halter som påträffas hos konsumenterna.



Figur 2 Förekomst av långsamväxande bakterier (LVB) vid provtagningsstillfälle 2. Gul markering representerar lägsta förekomsten (< 7 cfu/ml), röd medelhög förekomst (7-40 cfu/ml) och svart den högsta förekomsten (≥ 40 cfu/ml). Markerat med rött är området med längst omsättningstid av vattnet.

Slutsatser om dricksvattenkvaliteten i ett ledningsnät

Kartläggningen av DOM och andra kvalitetsparametrar i distributionssystemet indikerade att dricksvattenkvaliteten i den undersökta kommunens distributionsnät var stabilt vid undersökningen, höll god mikrobiologisk kvalitet och att DOM och heterotrofa bakterier inte varierade särskilt mycket. Fluorescensintensiteten i distributionssystemet var mycket stabil och hälften av den uppmätta variationen kunde förklaras av kopparhalterna. Variationen var mycket lägre jämfört med en undersökning av ett australiskt distributionssystem ($CV > 25\%$), vilken är den hittills enda publicerade studien av fluorescensmätningar av dricksvatten (Hambly et al. 2015). En låg naturlig variation av bakgrundsfluorescens ger goda förutsättningar för att upptäcka förändringar som kan bero på föroreningar exempelvis på grund av inträngning eller korskoppling av förorenat vatten i ledningarna (Hambly et al. 2010). Fortsättningsstudier pågår för att bestämma detektionsgränserna i dricksvatten för fluorescensmetoden.

Kartlägningsstudien visar på läckage av koppar från dricksvattenledningsnätet. Detta tyder på att läckage av metaller bör beaktas i samband med att fluorescens används som analysmetod på dricksvattenledningsnätet. Resultaten indikerar också att metaller i dricksvattnet inte bara är relaterade till råvattenkällan, utan att dricksvattenledningarna i sig kan utgöra en relevant källa för de halter som påträffas hos konsumenterna.

Referenser

- Besner, M.-C., J. Lavoie, C. Morissette, P. Payment & M. Prevost (2008). Effect of Water Main Repairs on Water Quality. *Journal - AWWA* **100**(7): 95-109.
- Besner, M. C., M. Prevost & S. Regli (2011). Assessing the public health risk of microbial intrusion events in distribution systems: conceptual model, available data, and challenges. *Water Res* **45**(3): 961-979.
- Ercumen, A., J. S. Gruber & J. M. Colford, Jr. (2014). Water distribution system deficiencies and gastrointestinal illness: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect* **122**(7): 651-660.
- Hambly, A. C., R. K. Henderson, A. Baker, R. M. Stuetz & S. J. Khan (2015). Application of portable fluorescence spectrophotometry for integrity testing of recycled water dual distribution systems. *Appl Spectrosc* **69**(1): 124-129.
- Hambly, A. C., R. K. Henderson, M. V. Storey, A. Baker, R. M. Stuetz & S. J. Khan (2010). Fluorescence monitoring at a recycled water treatment plant and associated dual distribution system: Implications for cross-connection detection. *Water Research*
- Hansdotter, F. I., M. Magnusson, S. Kühlmann-Berenzon, A. Hulth, K. Sundström, K.-O. Hedlund & Y. Andersson (2015). The incidence of acute gastrointestinal illness in Sweden. *Scandinavian Journal of Public Health* **43**(5): 540-547.
- Hunter, P. R., R. M. Chalmers, S. Hughes & Q. Syed (2005). Self-reported diarrhea in a control group: a strong association with reporting of low-pressure events in tap water. *Clin Infect Dis* **40**(4): e32-34.
- Jakopanec, I., K. Borgen, L. Vold, H. Lund, T. Forseth, R. Hannula & K. Nygard (2008). A large waterborne outbreak of campylobacteriosis in Norway: the need to focus on distribution system safety. *BMC Infect Dis* **8**: 128.
- Kapperud, G., G. Espeland, E. Wahl, A. Walde, H. Herikstad, S. Gustavsen, I. Tveit, O. Natas, L. Bevanger & A. Digranes (2003). Factors associated with increased and decreased risk of Campylobacter infection: a prospective case-control study in Norway. *Am J Epidemiol* **158**(3): 234-242.
- Karim, M. R., M. Abbaszadegan & M. LeChevallier (2003). Potential for Pathogen Intrusion During Pressure Transients. *Journal - American Water Works Association* **95**(5): 134-146.
- Kirmeyer, G. J., A. R. Foundation, K. Martel & U. S. E. P. Agency (2001). Pathogen Intrusion Into the Distribution System, AWWA Research Foundation and American Water Works Association.
- Kuusi, M., P. Aavitsland, B. Gondrosen & G. Kapperud (2003). Incidence of gastroenteritis in Norway--a population-based survey. *Epidemiol Infect* **131**(1): 591-597.

- Kuusi, M., P. Klemets, I. Miettinen, I. Laaksonen, H. Sarkkinen, M. L. Hanninen, H. Rautelin, E. Kela & J. P. Nuorti (2004). An outbreak of gastroenteritis from a non-chlorinated community water supply. *J Epidemiol Community Health* **58**(4): 273-277.
- Laine, J., E. Huovinen, M. J. Virtanen, M. Snellman, J. Lumio, P. Ruutu, E. Kujansuu, R. Vuento, T. Pitkanen, I. Miettinen, J. Herrala, O. Lepisto, J. Antonen, J. Helenius, M. L. Hanninen, L. Maunula, J. Mustonen & M. Kuusi (2011). An extensive gastroenteritis outbreak after drinking-water contamination by sewage effluent, Finland. *Epidemiol Infect* **139**(7): 1105-1113.
- Lambertini, E., M. A. Borchardt, B. A. Kieke, Jr., S. K. Spencer & F. J. Loge (2012). Risk of viral acute gastrointestinal illness from nondisinfected drinking water distribution systems. *Environ Sci Technol* **46**(17): 9299-9307.
- Lambertini, E., S. K. Spencer, B. A. Kieke, Jr., F. J. Loge & M. A. Borchardt (2011). Virus contamination from operation and maintenance events in small drinking water distribution systems. *J Water Health* **9**(4): 799-812.
- LeChevallier, M. W., R. W. Gullick, M. R. Karim, M. Friedman & J. E. Funk (2003). The potential for health risks from intrusion of contaminants into the distribution system from pressure transients. *J Water Health* **1**(1): 3-14.
- Malm, A., G. Axelsson, L. Barregard, J. Ljungqvist, B. Forsberg, O. Bergstedt & T. J. Pettersson (2013). The association of drinking water treatment and distribution network disturbances with Health Call Centre contacts for gastrointestinal illness symptoms. *Water Res* **47**(13): 4474-4484.
- Murphy, H. M., M. K. Thomas, D. T. Medeiros, F. S. Mc & K. D. Pintar (2015). Estimating the number of cases of acute gastrointestinal illness (AGI) associated with Canadian municipal drinking water systems. *Epidemiol Infect*: 1-15.
- NRC, N. R. C. (2007). *Drinking Water Distribution Systems: Assessing and Reducing Risks*, National Academies Press.
- Nygaard, K., Y. Andersson, J. A. Rottingen, A. Svensson, J. Lindback, T. Kistemann & J. Giesecke (2004). Association between environmental risk factors and campylobacter infections in Sweden. *Epidemiol Infect* **132**(2): 317-325.
- Nygaard, K., E. Wahl, T. Krogh, O. A. Tveit, E. Bohleng, A. Tverdal & P. Aavitsland (2007). Breaks and maintenance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study. *Int J Epidemiol* **36**(4): 873-880.
- Payment, P., E. Franco & G. S. Fout (1994). Incidence of Norwalk virus infections during a prospective epidemiological study of drinking water-related gastrointestinal illness. *Can J Microbiol* **40**(10): 805-809.
- Payment, P., J. Siemiatycki, L. Richardson, G. Renaud, E. Franco & M. Prevost (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.
- Shortridge, J. E. & S. D. Guikema (2014). Public health and pipe breaks in water distribution systems: Analysis with internet search volume as a proxy. *Water Research* **53**(0): 26-34.
- Storey, M. V. & N. J. Ashbolt (2003). Enteric virions and microbial biofilms-a secondary source of public health concern? *Water Sci Technol* **48**(3): 97-104.

- Szewzyk, U., R. Szewzyk, W. Manz & K. H. Schleifer (2000). Microbiological safety of drinking water. *Annu Rev Microbiol* **54**: 81-127.
- Säve-Söderbergh, M., R. Dryselius, M. Simonsson & J. Toljander (2013a). Mikrobiologiska dricksvattenrisker. Behovsanalys för svensk dricksvattenförsörjning – sammanställning av intervjuer och workshop. Livsmedelsverkets rapportserie nr 20 – 2013 Uppsala, Livsmedelsverket.
- Säve-Söderbergh, M., A. Malm, R. Dryselius & J. Toljander (2013b). Mikrobiologiska risker och dricksvattendistribution – översikt av händelser, driftsstörningar, problem och rutiner. Livsmedelsverkets rapportserie nr 19 – 2013 Uppsala, Livsmedelsverket.
- Tinker, S. C., C. L. Moe, M. Klein, W. D. Flanders, J. Uber, A. Amirtharajah, P. Singer & P. E. Tolbert (2009). Drinking water residence time in distribution networks and emergency department visits for gastrointestinal illness in Metro Atlanta, Georgia. *J Water Health* **7**(2): 332-343.
- Toljander, J., M. Säve-Söderbergh & M. Simonsson (2016). Risken att bli magsjuk av dricksvatten – en svensk kohortstudie. Livsmedelsverkets rapportserie nr 15 – 2016 Uppsala, Livsmedelsverket.
- VASS (2016). PM - Resultat från VASS Driftundersökning 2014 [in Swedish].
- WHO (2004). Safe piped water: Managing microbial water quality in piped distribution systems, World Health Organization (WHO) 2004.
- Widerstrom, M., C. Schonning, M. Lilja, M. Lebbad, T. Ljung, G. Allestam, M. Ferm, B. Bjorkholm, A. Hansen, J. Hiltula, J. Langmark, M. Lofdahl, M. Omberg, C. Reuterwall, E. Samuelsson, K. Widgren, A. Wallensten & J. Lindh (2014). Large Outbreak of *Cryptosporidium hominis* Infection Transmitted through the Public Water Supply, Sweden. *Emerg Infect Dis* **20**(4): 581-589.

Bilaga 1

Frågor vid rapportering av händelser på ledningsnätet

1. Datum då händelse pågick (om flera dagar, skriv gärna från och till):

2. Typ av händelse: (välj en eller flera)

Ledningsarbete (rörbrott, spricka eller slitageskada) utan tryckfall

Ledningsarbete (rörbrott, spricka eller slitageskada) med tryckfall

Tryckfall (pga stort vattenuttag eller okänd anledning)

Annat, vad?

3. **Område(n) som påverkats (ange område/gator):** Svara på en eller flera områden där minst 20 hushåll har påverkats, exempelvis har inte minst 20 hushåll påverkats av tryckfall uppflödes, behöver inget skrivas i rutan, utan anges då svar endast i andra relevanta rutor. Exempel på svar: Storgatan 1-130, Karlavägen 1-41 (endast udda nummer), osv. Observera att frågan vid behov kan svaras med exempelvis en karta eller en Excel-fil. Förklaringar på vilka områden som menas, finns på sida 4.

Område som påverkats som ligger **uppflödes (före) ett ledningsbrott OBS!** Svara endast på frågan om område uppflödes ledningsbrott påverkats av **tryckfall:**

Område som **isolerats av ventiler i samband med ledningsbrott** och/eller områden som ligger **nedflödes ett ledningsbrott:**

Område som påverkats av **tryckfall** (annan orsak än ledningsbrott):

Område som påverkats av **annan orsak:**

3.1 **Förslag på lämpligt referensområde** (frivilligt att svara på). Området skall likna det område som påverkades av händelsen.

4. **Bedömning av risk för mikrobiologisk kontaminering som kan påverka konsumenthälsan?**

Gör en bedömning utgående från din egen uppfattning:

Liten Medel Stor Vet ej

5. **Vilken/vilka riskreducerande åtgärder vidtogs?**

Inga riskreducerande åtgärder vidtogs

Spolning Pluggrensning Annan rensning

Chockklorering av rörväggar Chockklorering av skarvar Chockklorering av vattnet

Stödklorering Kokningsrekommendationer

Tillfällig vattenförsörjning från brandpost Tillfällig vattenförsörjning på annat sätt

Vattenprov efter utförd riskreducerande åtgärd

Annan åtgärd eller kommentarer på alternativ

5.1 Hur länge var området trycklöst eller ventiler helt stängda? Ange antal timmar:

Trycklöst Ventiler stängda Antal timmar:

6. Hur var vädret i samband med händelsen?

Torrt Duggregn Regn Snöfall Extremväder (snöstorm, ösregn, osv)

7. Kan det vid arbetet ha uppstått kylskador eller annat som påverkats av låg temperatur?

Nej Ja Vet ej Utveckla vid behov:

8. Hur var vattennivåerna i rörgraven?

Inget vatten Lite vatten Mycket vatten Vattnet når upp till dricksvattenledningarna

Sjöledning eller andra avvikande omständigheter

9. Var spillvattenledningar synliga i rörgraven och var fanns dessa?

Ja, under dricksvattenledningen

Ja, vid sidan av dricksvattenledning

Nej, i närheten, men inte synliga i rörgraven vid tillfället

Ej spillvattenledningar i samma rörgrav som dricksvattenledningar

Vet ej

10. Kan det ha funnits en risk att avloppsledningarna läckte vid arbetstillfället?

Nej

Ja, men ingen synligt läckande avloppsledning

Ja, synlig läckande avloppsledning i samma rörgrav

11. Andra besvärande omständigheter? *ex. risk för annan kontaminering, osv*

Nej Ja Vet ej

12. Typ av ledning (om rörbrott, spricka eller brott på grund av slitage):

Gråjärn Segjärn PVC PE Annat Vet ej

13. Ungefärlig ålder på ledningen? (om rörbrott, spricka eller brott på grund av slitage)

14. Informerades konsumenterna om händelsen och i så fall på vilket sätt?

Nej

Sociala medier (t.ex. Facebook, Twitter, Reddit)

Traditionell nationell media (t.ex. TV, radio, tidningar)

Traditionell lokal media (t.ex. TV, radio, tidningar)

Direkt kommunikation (t.ex. brev, e-post, telefonsamtal, SMS)

Andra kanaler, nämligen

Övriga kommentarer:

Bilaga 2

Frågor vid telefonintervjuer

Bakgrundsfråga 1

Hur många personer i följande åldrar bor i hushållet?

0-1 år

2-5 år

6-10 år

11-17 år

18 eller äldre

Följdfråga 1.1

Vilka barn går i förskola/dagis/dagmamma eller liknande?

Bakgrundsfråga 2

Har någon i hushållet varit magsjuk under de senaste 7 dagarna?

- | | | |
|---|--------------------------|-----|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Ja |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Nej |

Följdfråga 2.1

Har xxx varit magsjuk och vilka har då symtomen varit?

- | | | |
|---|--------------------------|------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Diarré |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Kräkningar |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Illamående |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Magont |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Feber |
| 9 | <input type="checkbox"/> | Ej magsjuk |

Följdfråga 2.2.1

Hur länge varade magsjukan?

Följdfråga 2.2.1

Hur länge varade symtomen diarré?

Följdfråga 2.2.1

Hur många diarréer förekom som mest under en 24-timmarsperiod

Följdfråga 2.2.1

Hur länge varade symtomen kräkningarna?

Följdfråga 2.2

Har någon i hushållet återkommande magbesvär såsom illamående, kräkningar eller diarré som inte beror på infektion och är det någon av dessa en av personerna som hade magsjuka?

Bakgrundsfråga 3

Hur många glas kallt kranvatten har du druckit under det senaste dygnet? Antal glas

Följdfråga 3.1

Hur många glas kallt kranvatten har hushållets barn upp till 5 år druckit HEMMA under det senaste dygnet?

Bakgrundsfråga 4

Har du märkt förändringar i dricksvattenkvalitet eller vattentryck för 7 till 14 dagar sedan?

- | | | |
|---|--------------------------|--|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Ja, dricksvattenkvalitet |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Ja, vattentryck |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Ja, dricksvattenkvalitet och vattentryck |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Ja, vattnet avstängt |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Annat |
| 6 | <input type="checkbox"/> | Nej |

b) Har du fått information från din kommun eller dricksvattenproducent om att det skulle ha inträffat en händelse på ledningsnätet för 7 till 14 dagar sedan?

- | | | |
|---|--------------------------|-----|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Ja |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Nej |

Bakgrundsfråga 5

Arbetar någon av hushållets vuxna på

- | | | |
|---|--------------------------|------------------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Förskola |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Daghem |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Skola |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Fritidsgård |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Sjukvård |
| 6 | <input type="checkbox"/> | Äldreboende |
| 7 | <input type="checkbox"/> | Med avlopp, ex. avloppsreningsverk |
| 9 | <input type="checkbox"/> | Ingen av dessa |

Bakgrundsfråga 6

Finns det sällskapsdjur i hushållet?

- | | | |
|---|--------------------------|-----|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Ja |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Nej |

Följdfråga 6.1

Vilken/vilka sällskapsdjur?

- | | | |
|---|--------------------------|--------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Hund |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Katt |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Gnagare |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Reptil |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Fågel |
| 6 | <input type="checkbox"/> | Övrigt, vad? |

Bakgrundsfråga 7

Har någon i hushållet varit utomlands under de senaste 28 dagarna?

- | | | |
|---|--------------------------|-----|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Ja |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Nej |

Följdfråga 7.1

Vilken eller vilka personer och vilket land?

Bilaga 3

Analysmetoder för patogener

Koliformer, E.coli och enterokocker

Koliformer och E.coli detekterades och kvantifierades med hjälp av ett kommersiellt kit avsett för snabbanalys, Colilert 18 (IDEEX, Laboratories Inc, USA). Enterokocker detekterades och kvantifierades med ett liknande kommersiellt kit, Enterolert (IDEEX, Laboratories Inc, USA). I båda metoderna analyserades 100 ml ofiltrerat vatten och antalet bakterier beräknades med en Most Probable Number (MPN)-metod. Enterolert-prover inkuberades i 41 °C i ett dygn och Colilertprover inkubverades i 37 °C i ett dygn.

Odlingsbara mikroorganismer

Odlingsbara mikroorganismer analyserades genom att 1 ml provtagningsvatten gjöts in i jästextraktagar och inkuberades i 22±1 °C i tre dygn. Vid analyserna på Chalmers användes samma metod, men proverna inkuberades därtill i 7 dygn.

Färgtal, turbiditet och COD

Mätning av vattnets färgtal utfördes enligt metoden EN ISO 7887:2011 "Water quality- Examination and determination of colour" Method C: Determination of true colour using an optical instrument for determination of absorbance at wavelength $\lambda = 410 \text{ nm}$ ". Vattenprovet filtrerades genom ett 0,45 µm-filter (Sartorius stedim, Tyskland) och dess färgtal mättes genom att provets absorbans mättes och jämfördes med en kalibreringslösning.

Turbiditet, det vill säga hur grumligt provet är, mättes på ofiltrerat vatten med en turbidometer 2100Qiso (Hach, USA). Turbiditet mättes i enheten NTU.

Kemisk syreförbrukning, COD, mättes på ofiltrerat vatten enligt metoden: "SS 28118-1 - Bestämning av oxygenförbrukning hos vatten - CODMn oxidation med permanganat".

Ultrafiltrering

Vattenprover filtrerades genom ett dialysfilter (Asahi Kasei REXEED-25A eller 25AX filter, Scandinavian Medical Sweden AB). Filtret förbereddes genom att en 5%-lösning av kalvserum cirkulerades genom filtret. Innan provet filtrerades sköljdes filtret med 1 liter MiliQ-vatten. För varje prov filtrerades cirka 60 l vatten. Efter filtreringen eulerades provet ut ur filtret genom att 0,5 l PBS med 0,5 ml 10 % NaPP och 0,5 ml 1 % Antifoam A/10 % Tween80 backspolades genom filtret.

Presumptiva Clostridium perfringens

Presumptiva C. perfringens analyserades genom att 100 ml respektive 10 ml av vattenprovet sterilfiltrerades genom ett 0,45 µm-filter (Sartorius stedim, Tyskland) och filtren inkuberades sedan på Tryptos-sulfit- cyloserin agar, en selektiv agarplatta, i 44 ±1 °C och en mikroaerofil miljö under ett dygn.

Campylobakter

Ultrafiltrerade prover motsvarande ca 5 liter ofiltrerat vatten togs ut i tre replikat och centrifugerades i 4000 g i 30 min och pelleten slammades upp i PBS. En spädningsserie av det ultrafiltrerade provet (motsvarande 5 l; 500 ml; 50 ml och 5 ml av den ofiltrerade volymen) inokulerades i boltonbuljong i tre replikat. Prover som motsvarade 5 l av den ursprungliga volymen blandades med 2xBolton medan övriga prover blandades med Bolton-buljong av normal koncentration. Proverna inkuberades i 2 dygn i 37±1 °C prover ströks på mCDDA-agar och inkuberades i en mikroaerofil atmosfär (85% N₂, 10% CO₂ och 5% O₂) vid 41,5 ± 1 °C i två dygn. För att bekräfta att misstänkta kolonier också var *Campylobacter* odlades kolonier på blodagarplattor i 41,5 ± 1 °C i ett dygn och i mikroaerofil miljö. DNA extraherades genom koklysats av kolonier eller via BioRobot® EZ1(QIAGEN, Tyskland) på prover som preparaerats med InstaGene Matrix (Bio-Rad Laboratories, USA). Förekomsten av gener från *Campylobacter* detekterades med realtids-PCR. Detektion av gener *campylobacter* (16S rDNA) [1, 2] och för *C. coli* (*cadF*)[3] och *C.jejuni* (*HipO*) [3]

Salmonella

En spädningsserie av det ultrafiltrerade provet (motsvarande 5 l; 0,5 l; 50 ml och 5 ml av den ursprungliga volymen) inokulerades i BPV med 15 mg/l Amphotericin B. Proverna inkuberades i vid 37 ± 1 °C i 19±1 timmar. Från den anrikade buljongen överfördes 0,1 ml till 10 ml RVS-buljong. Proverna inkuberades sedan vid 42,0 ± 0,2 °C i 21 till 27 timmar. *Salmonella* bakterier isolerades genom att prover ströks ut på XLD-agar och inkuberades i 37 ± 1 °C i 21-27 timmar.

STEC

En spädningsserie av det ultrafiltrerade provet (motsvarande 5 l; 0,5 l; 50 ml och 5 ml av den ursprungliga volymen) inokulerades i BPV med 15 mg/l Amphotericin B. Proverna inkuberades i vid 37 ± 1 °C i 19±1 timmar. Från den anrikade buljongen extraherades DNA med hjälp av InstaGene Matrix (Bio-Rad Laboratories, USA) och extraktionsrobot via BioRobot® EZ1(QIAGEN, Tyskland). Detektion av generna för produktion av shigatoxin, *stx1* och *stx2* samt virulensfaktor *intimin(eae)* utfördes på det extraherade DNA:t med realtids-PCR enligt ISO/TS 13136:2012.

Cryptosporidium och Giardia

Vattenprover filterades genom ett 1 µm filter (Envirochek HV filter, Palla corporation, USA) och eulaterades enligt tillverkarens anvisningar. Eulaterat centrifugerades 15 min på 1100×g i rumstemperatur utan broms. Supernatanten hälls bort och centrifugeringen upprepades en gång. Provet koncentrerades ytterligare med hjälp av immunomagnetisk separation, (Dynabeads® GC-Combo, Thermo Scientific, USA), enligt tillverkarens instruktioner. Provet fixerades sedan på ett objektglas och färgades med ett kommersiellt kit, Aqua-Glo G/C Direct (Waterborne Inc) eller EasyStain (BTF) enligt tillverkarens instruktioner. Slutligen avlästes det fixerade och färgade provet med mikroskop.

Somatiska kolifager

Mängden somatiska kolifager, virus som infekterar *E.coli*-bakterier, mättes enligt ISO 10705-2. I korthet går metoden ut på att en kontrollstam av *E.coli* odlas på MSA-plattor tillsammans med vattenprovet. Finns kolifager i provet kommer dessa att förhindra att *E. coli*-bakterien tillväxer vilket visar sig som en kal fläck på plattan vilken annars snabbt

blir övervuxen. I analysen testades både prov från ultrafiltreringen vilka göts in i dubbelagar och ofiltrerade vattenprover som ströks ut på enkelagar.

Norovirus

Norovirus koncentrerades från 150 ml av det ultrafilterade vattenprovet genom att 2 gram beef extract och 50 ml polyetylglykol blandades med varje prov. Proven fick sedan stå över natten för att fälla ut eventuella norovirus innan de centrifugerades i 30 minuter vid 10 000 x g och 5±3 °C. Supernatanten avlägnades innan provet centrifugerades ytterligare i fem minuter vid 10 000 x g och 5±3°C. Den sista supernatanten avlägnades och pelleterna löstes upp i 1-5(?) ml PBS med 0,01 % Antifoam Y-30 och 0,001 % Tween80.

DNA extraherades ur proverna med hjälp av ett kommersiellt kit, NucliSENS® miniMAG® (BioMérieux, Frankrike), med vissa modifikationer från tillverkarens protokoll. Som positiv extraktionskontroll användes mengovirus, 20 µl 1:50 spädning i 980 µl PBS och som negativ extraktionskontroll användes 1 ml PBS. PRC-metoden som användes var designas för att detektera norovirus av typen GI(F-primer enligt da Silva et al 2007 [4], R-primer och probe enligt Svraka et al. 2007 [5]) och GII (F-primer enligt Loisy et al . 2005 [6], R-primer och probe enligt Hoehne & Schreier 2006 [7]) samt kontrollviruset mengovirus.

Referenser

1. Lubeck, P.S., et al., Toward an international standard for PCR-based detection of food-borne thermotolerant *Campylobacters*: assay development and analytical validation. *Appl Environ Microbiol*, 2003. 69(9): p. 5664-9.
2. Ronner, A.C. and H. Lindmark, Quantitative detection of *Campylobacter jejuni* on fresh chicken carcasses by real-time PCR. *J Food Prot*, 2007. 70(6): p. 1373-8.
3. Toplak, N., et al., Detection and quantification of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* using real-time multiplex PCR. *J Appl Microbiol*, 2012. 112(4): p. 752-64.
4. da Silva, A.K., et al., Evaluation of removal of noroviruses during wastewater treatment, using real-time reverse transcription-PCR: different behaviors of genogroups I and II. *Appl Environ Microbiol*, 2007. 73(24): p. 7891-7.
5. Svraka, S., et al., Etiological role of viruses in outbreaks of acute gastroenteritis in The Netherlands from 1994 through 2005. *J Clin Microbiol*, 2007. 45(5): p. 1389-94.
6. Loisy, F., et al., Real-time RT-PCR for norovirus screening in shellfish. *J Virol Methods*, 2005. 123(1): p. 1-7.
7. Hoehne, M. and E. Schreier, Detection of Norovirus genogroup I and II by multiplex real-time RT- PCR using a 3'-minor groove binder-DNA probe. *BMC Infect Dis*, 2006. 6: p. 69.



Livsmedelsverket

Uppsala Hamnesplanaden 5, SE-751 26

www.livsmedelsverket.se