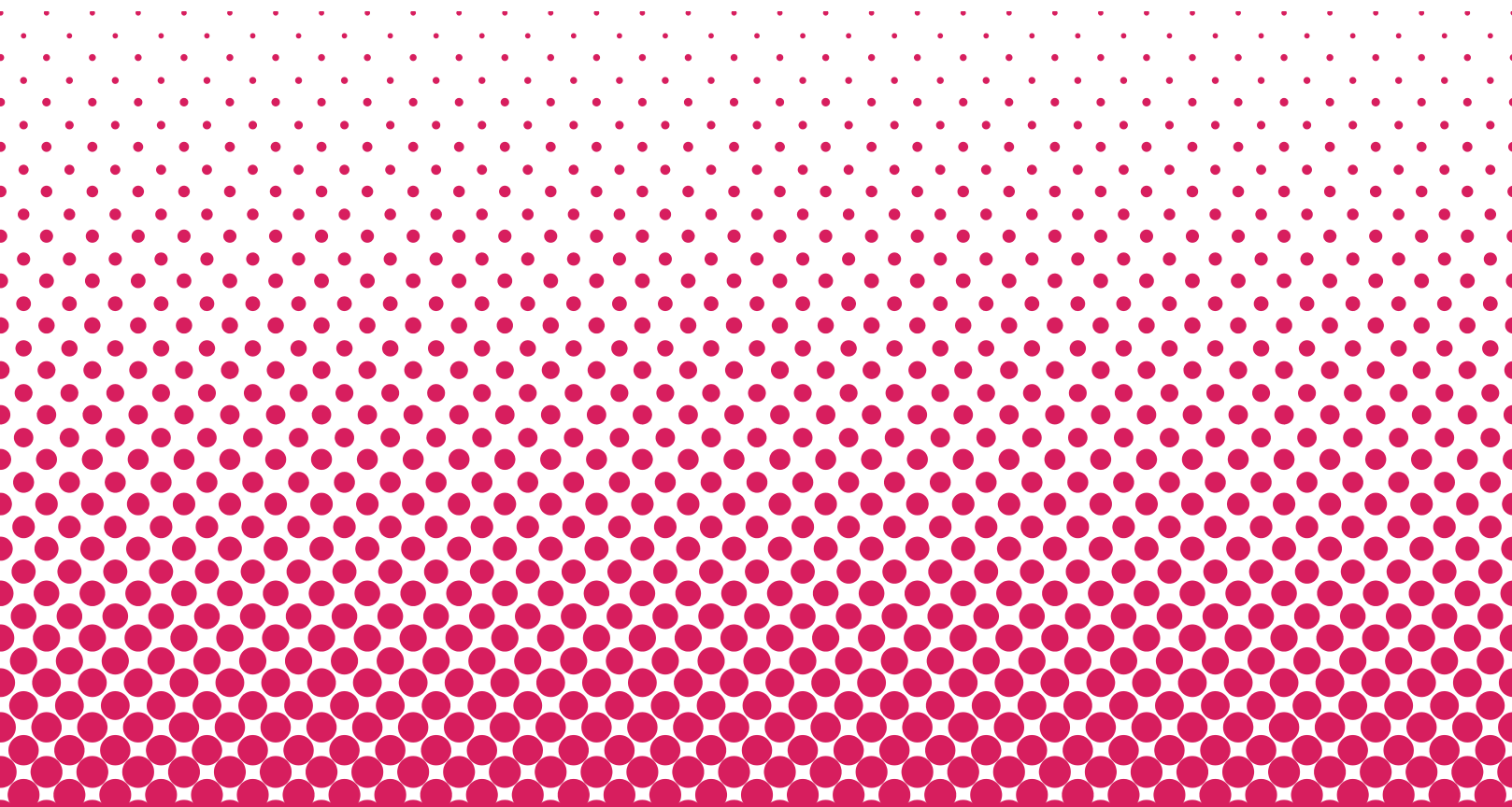


Cryptosporidium i Östersund

Smittskyddsinstitutets arbete med det dricksvattenburna
utbrottet i Östersund 2010-2011



Cryptosporidium i Östersund

Smittskyddsinstitutets arbete med det dricksvattenburna utbrottet i Östersund 2010–2011

Citera gärna Smittskyddsinstitutets rapporter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd för att använda dem.

Utgiven av: Smittskyddsinstitutet 171 82 Solna. Tel: 08-457 23 00, fax: 08-32 83 30
smi@smi.se, www.smittskyddsinstitutet.se. November, 2011.

Foto: Marianne Lebbad, SMI och Centers for Disease Control and Prevention (CDC).

Artikelnummer: 2011-15-4

ISBN: 978-91-86723-12-5

Förord

Cryptosporidium är en av de sjukdomsframkallande mikroorganismer som troligen kommer att öka i miljön till följd av den globala uppvärmningen. Detta kan i sin tur leda till ett ökat behov av åtgärder vid såväl vattenverk som avloppsreningsverk för att inte risken för smittspridning via dricksvatten ska öka.

Utbrottet i Östersund 2010–2011 som beskrivs i denna rapport satte fokus på vikten av fungerande barriärer i dricksvattenberedningen. Över 20 000 personer blev då sjuka efter att ha druckit förorenat dricksvatten. Kort därefter inträffade ett nästan lika stort utbrott av *Cryptosporidium* i Skellefteå. Dessa båda händelser visar med all tydlighet dels vilka konsekvenser ett utbrott kan få, dels behovet av att utveckla kunskapen inom detta område ytterligare.

Smittskyddsinstitutet (SMI) genomförde sin första kartlägningsstudie av parasiter i råvatten 1996 och har sedan dess analyserat både *Cryptosporidium* och *Giardia* i råvatten, dricksvatten, avloppsvatten och avloppsslam. Genom åren har metoderna utvecklats och numera används en ISO-standard för *Cryptosporidium* och *Giardia* i vatten. Dessutom har molekylär teknik etablerats som verktyg för att spåra samband mellan smittkällor och patienter. Eftersom SMI analyserar prover från både människa och miljö, och därtill kombinerar det mikrobiologiska arbetet med epidemiologisk övervakning, har myndigheten en unik möjlighet att upptäcka samband i ett tidigt skede och därmed förhindra vidare smittspridning i samhället.

Rapporten har sammanställts av *Caroline Schönning*, mikrobiolog, *Anette Hansen*, biomedicinsk analytiker, *Görel Allestam*, biomedicinsk analytiker, *Margareta Löfdahl*, epidemiolog och *Marianne Lebbad*, biomedicinsk analytiker vid Smittskyddsinstitutet.

Johan Carlson

Generaldirektör
Smittskyddsinstitutet

Britta Björkholm

Enhetschef, Livsmedel och Vatten
Smittskyddsinstitutet

Innehållsförteckning

Förord.....	5
Innehållsförteckning	7
Sammanfattning	9
Inledning.....	11
Bakgrund.....	12
Allmänt om Cryptosporidium.....	12
Cryptosporidium i Sverige.....	13
Utbrott av Cryptosporidium	13
Typning av Cryptosporidium	14
Dricksvattenbehandling i Sverige.....	15
Förekomst i ytvattentäkter och i avloppsvatten.....	15
Utbrottet i Östersund	17
Upptäckarfase	17
Provtagning av vatten	17
Artbestämning och typning	18
Epidemiologisk utredning av utbrottet.....	18
Enkät på kommunens webbplats.....	18
Uppföljning genom skriftliga enkäter.....	19
Smittspårning i vatten	20
Analys av vattenprover	20
Analysmetod	23
Spridning av utbrottet till andra kommuner.....	24
Information och kommunikation	26
Avslutningsfas och åtgärder.....	26
Diskussion	28
Vattenburna utbrott av parasiter	28
Utbrottet i Östersund – konsekvenser	28
Utbrott av Cryptosporidium i Skellefteå	29
Utbrott av Giardia i Bergen	30
Arbetsmetoder och beredskap vid vattenburna utbrott.....	30

Epidemiologi	30
Mikrobiologi och vattenprovtagning	31
Viabilitetsmetoder	32
Samverkan och information	32
Ökad förmåga att upptäcka utbrott	33
Provtagning och kliniska analyser	33
Värdet av typning	34
Prevention genom analys av råvatten	35
Rekommendationer om åtgärder för att minska risken för vattenburen smitta	35
Slutsatser	37
Förkortningar och begrepp	38
Referenser	39

Sammanfattning

I mitten av november 2010 noterades något fler fall av cryptosporidiuminfektion än förväntat i Jämtlands län. Inledningsvis misstänktes livsmedel vara orsaken till de synbart sporadiska fallen, eftersom det tidigare under hösten hade rapporterats flera utbrott av *Cryptosporidium* i olika delar av landet med livsmedel som trolig smittkälla. En enkät skickades ut till ett antal invånare från enheten för Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting i samråd med Smittskyddsinstitutet (SMI).

I slutet av november konstaterade avdelningen för Miljö och Hälsa i Östersunds kommun, tillsammans med smittskyddsläkaren och Vatten Östersund, att dricksvattnet inte kunde uteslutas som smittkälla. Ett kokningspåbud utfärdades därför.

SMI kontaktades återigen, denna gång för att analysera dricksvattnet, och ett par dagar senare lämnades ett provsvar som visade att det förekom oocystor, det vill säga det smittsamma stadiet, av *Cryptosporidium* i vattnet.

Utbrottet har nu konstaterats som det största vattenburna i Sverige med över 20 000 smittade.

Att de första fallen av cryptosporidiuminfektion upptäcktes tidigt i Jämtlands län beror bland annat på att det mikrobiologiska laboratoriet på Östersunds sjukhus sedan hösten 2008 har en ökad observans på *Cryptosporidium* vid analys av parasiter i avföringsprover. När ett stort antal personer inom ett närområde insjuknar samtidigt ligger det nära till hands att misstänka att dricksvattnet är smittkällan. Det är dock relativt ovanligt att den sjukdomsorsakande organismen kan påvisas i vattenprover, men i Östersund påvisades oocystor från *Cryptosporidium* både i råvatten från Storsjön, det vill säga det vatten som efter behandling i vattenverk blir dricksvatten, och i utgående dricksvatten från Minnesgårdets vattenverk samt på ledningsnätet.

Den troliga orsaken till utbrottet var att avloppsvatten kommit ut i Storsjön. De möjliga orsaker till detta som hittats under utredningen är två felkopplingar av avlopp i flerfamiljshus som oavsiktligt leddes direkt ut till Storsjön via bäckar, bräddningar i två punkter på avloppsnätet och ett stort skyfall i slutet av augusti som ledde till en omfattande bräddning av avloppsvatten. Hur utbrottet startade är dock oklart. I vattenverket saknades tillräckliga barriärer för att avlägsna och avdöda de oocystor som fanns i råvattnet. Sammanlagt har 163 vattenprover analyserats på SMI och uppföljningsprover tas fortfarande i oktober 2011.

Detta är första gången *Cryptosporidium* har påvisats i dricksvatten i Sverige i samband med ett utbrott och detaljerade analyser av oocystorna har visat att det var samma art (*Cryptosporidium hominis*) och subtyp (IbA10G2) i både vattenprov från en av de misstänkta smittkällorna och i avföringsprov från insjuknade personer.

Utbrottet fick regional spridning eftersom många personer arbetar i Östersund men bor i andra kommuner. Oocystor spreds på så sätt till andra vattentäkter via utgående avloppsvatten. Detta resulterade i att kokningspåbud utfärdades även för hushåll anslutna till ett antal vattenverk i andra kommuner. Den slutliga åtgärden för att säkerställa ett säkert vatten ut från Minnesgårdets vattenverk i Östersund var att installera en UV-anläggning samt att göra en genomspolning av hela distributionssystemet i Östersund. Kokningspåbudet upphörde efter tolv veckor.

SMI ansvarar för att övervaka inrapporterade fall, bistå kommuner och landsting i utredningsarbetet vid sjukdomsutbrott och bearbeta epidemiologiska data. Det är viktigt att både epidemiologiska och mikrobiologiska metoder finns tillgängliga och att ett tätt utbyte finns däremellan. En tidig upptäckt av pågående cryptosporidieinfektioner inom en befolkning är ofta avgörande och att, vilket Östersunds kommun gjorde, snabbt lägga ut en webbenkät ger en god möjlighet till att få en tidig bild av omfattningen av utbrottet. Inför framtiden skulle en standardiserad webbenkät inriktad på vattenburet utbrott underlätta och förkorta utredningsarbetet.

Uppföljning av utbrottet har därutöver skett genom skriftliga enkäter framtagna av FoU-enheten och enheten för Smittskydd och Vårdhygien vid Jämtlands läns landsting i samarbete med SMI.

Metoden för att detektera *Cryptosporidium* i vatten är tidskrävande och relativt komplicerad. I Östersundsfallet bistod SMI kommunen och länsstyrelsen i deras prioriteringar av vilka vattenprover som skulle tas – både i relation till utbrottet och för utvärdering av vidare spridning i närliggande kommuner. SMI kan analysera prover från både människa och miljö, vilket är en fördel eftersom typningsmetoder då kan appliceras på samma sätt. Det är avgörande att artbestämning och typning sker för att kunna spåra smittkällan och bedöma riskerna för smittspridning.

I samband med utbrottet har rekommendationer för kontroll av råvatten tagits fram av Livsmedelsverket, SMI och Svenskt Vatten. Huvudbudskapet är att verksamhetsutövaren (vattenverket) ska ha kunskap om eventuella föroreningskällor och att behandlingen i vattenverket utifrån detta ska anpassas så att potentiellt förekommande patogener reduceras tillräckligt. Detta ska kombineras med analyser av råvattnet. Riskvärderingar genom metoder som mikrobiell riskanalys (MRA) och optimal desinfektionspraxis (ODP) kan här vara till hjälp.

Många andra vattenverk runt om i landet har aktivt sett över sina barriärer efter händelsen i Östersund.

Inledning

Vintern 2010–2011 drabbades Östersund av det som nu visat sig vara Sveriges största vattenburna utbrott. Utbrottet fick av förklarliga skäl stor uppmärksamhet både i media och inom vattenförvaltningen, och för många var det en oväntad händelse som satte fokus på behovet av bättre dricksvattenbehandling. Utbrottet ledde till en ökad medvetenhet om vilka risker som finns kopplade till våra dricksvattensystem.

Cryptosporidium, som orsakade utbrottet, uppfattades av vissa som en ”ny” parasit i detta sammanhang men tidigare kartläggningar har visat att den ibland förekommer i råvatten i Sverige och i tidigare utbrott har *Cryptosporidium* spridits via dricksvatten, bassängvatten och livsmedel. Några månader efter Östersundsutbrottet inträffade ytterligare ett dricksvattenburet utbrott av *Cryptosporidium* i Skellefteå.

Smittskyddsinstitutet (SMI) anser att det finns ett behov av att dels ge en samlad bild av händelseförloppet, dels dokumentera det arbete som gjorts vid myndigheten och förmedla de erfarenheter vi fått under utredningsarbetet. SMI vill också peka på vilka utvecklingsbehov som finns inom området smittskydd och utbrottsutredning för att Sverige i framtiden ska ha en god beredskap inför vattenburna utbrott. Denna rapport redogör framför allt för det epidemiologiska och mikrobiologiska arbetet, där SMI hade en central roll.

Ett stort antal aktörer har varit inblandade i utredningen av Östersundsutbrottet. Arbetet har letts av avdelningen för Miljö och Hälsa i Östersunds kommun och enheten för Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting, vilka har lämnat värdefulla synpunkter på delar av rapporten. SMI vill även tacka Vatten Östersund som bidragit med synpunkter.

Bakgrund

Allmänt om *Cryptosporidium*

Cryptosporidium är ett urdjur, en så kallad protozo, som förekommer hos både djur och människor över hela världen. I dagsläget har över 20 olika arter identifierats, varav några är zoonotiska, det vill säga de kan överföras mellan djur och människa. Hos människa förekommer främst *Cryptosporidium parvum*, där kopplingen mellan djur och människa är helt fastställd, samt *Cryptosporidium hominis* som betraktas som specifik för människa. Övriga arter räknas som djurspecifika, men några av dem kan ibland påvisas vid infektioner hos människa.

Organismen beskrevs redan för över 100 år sedan men det kom att dröja till 1970-talet innan dess medicinska betydelse uppmärksammades. Det första fallet hos människa identifierades i USA 1976 och det första kända utbrottet rapporterades 1984 (D'Antonio m.fl., 1985).

Cryptosporidium måste ha en värd i form av en människa eller ett djur för att föröka sig och benämns därför parasit. Ingen förökning sker alltså fritt i miljön. Människa, nötboskap (särskilt kalvar), lamm och andra djur kan vara reservoarer. Smittämnet utsöndras med avföringen i form av oocystor och smitta sker framför allt via fekal förorenat vatten eller födoämnen. Smitta från djur eller människa genom direkt eller indirekt kontakt kan också förekomma.

Oocystorna utsöndras i höga halter och överlever länge (månader) i miljön. De är även tåliga mot klor i de doser som används vid dricksvattenbehandling, vilket bidrar till att *Cryptosporidium* är en hälsomässigt viktig mikroorganism relaterad till dricksvatten och badvatten.

Infektionsdosen, det vill säga den minsta mängd av smittämnet som behövs för att smittas, är låg; endast ett fåtal oocystor kan leda till infektion och sjukdom. Den tid det tar för en person att utveckla symtom (inkubationstiden) är cirka sju dygn men variationer mellan två och tolv dygn har angetts.

Sjukdomsbilden karakteriseras av vattniga diarréer, buksmärtor, illamående, huvudvärk och feber. Kräkningar är mindre vanliga, framför allt hos vuxna. En del smittade får dock inga symtom alls. Sjukdomen är vanligen självläkande inom en till två veckor och komplikationer är ovanliga men om patienten har nedsatt immunförsvar kan diarrén vara livshotande. Behandlingen är endast symptomatisk och består av vätskeersättning vid behov.

Diagnosen ställs vanligen genom mikroskopisk påvisning av oocystor från avföringsprov. Oocystorna är små, endast fyra till sex μm , och de kan inte artbestämmas med mikroskop. I utbrottssituationer är därför molekylärbiologisk artbestämning och subtypning av *Cryptosporidium* av stort värde för smittspårningen.

Figur 1. Modifierad Ziehl-Neelsenfärgning av cryptosporidiumoocystor.

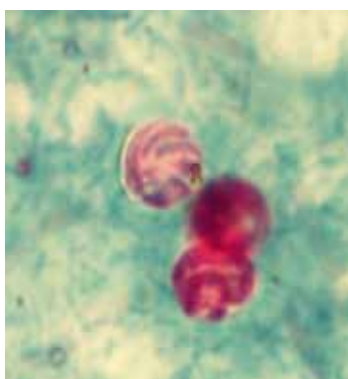


Foto: Marianne Lebbad, SMI.

Cryptosporidium i Sverige

Sedan 2004 är cryptosporidiuminfektion en anmälningspliktig sjukdom i Sverige, vilket innebär att diagnostiserade sjukdomsfall ska anmälas både till SMI och till smittskyddsmyndigheten i det landsting där den insjuknade har sökt vård.

Mellan 2006 och 2009 rapporterades årligen mellan 100 och 160 fall av laboratorieverifierad cryptosporidiuminfektion till SMI, varav 35–40 procent var inhemska fall. År 2010 skedde dock en kraftig ökning då 392 fall rapporterades. Av dessa var cirka 70 procent smittade i Sverige, vilket berodde på ett antal inhemska livsmedelsburna utbrott samt Östersundsutbrottet.

Antalet rapporterade fall från olika landsting påverkas av hur många prover som analyseras avseende *Cryptosporidium*. Endast en mindre del av de avföringsprov som tas på magsjuka personer undersöks för *Cryptosporidium*, vilket innebär att det troligen är betydligt fler som är sjuka med cryptosporidiuminfektion än de fall som rapporteras och det är därför svårt att säga något säkert om det egentliga epidemiologiska läget i landet.

På djursidan är det främst unga kalvar infekterade med *C. parvum* som utgör en smittkälla för människor. En svensk studie från 2009 visade att cryptosporidiumoocystor fanns i 68 av 69 undersökta mjölkbesättningar och att det var vanligare med cryptosporidiumoocystor hos yngre djur, där halterna av oocystor kan vara så höga som 100 miljoner per gram avföring (Silverlås m.fl., 2009). I en senare studie påvisades *C. parvum* i 20 procent av de positiva proverna från kalvar och inte i några prover från äldre nötkreatur, medan *Cryptosporidium bovis*, som inte infekterar människa, var den dominerande arten i alla åldersgrupper (Silverlås m.fl., 2010). Även får och getter kan sprida sjukdomen till människor, men här är kunskapen begränsad för svenska förhållanden.

Utbrott av Cryptosporidium

Cryptosporidium har orsakat vattenburna utbrott både internationellt och i Sverige. Det största kända utbrottet inträffade 1993 i Milwaukee, USA, där uppskattningsvis över 400 000 människor infekterades av cryptosporidiumoocystor via dricksvattnet

från ett vattenverk som försörjde cirka 900 000 personer med dricksvatten (Mac Kenzie m.fl., 1994). Runt 50 personer, varav de flesta äldre eller med nedsatt immunförsvar, avled som en följd av utbrottet (Hoxie m.fl., 1997). Vattenburna utbrott av *Cryptosporidium* har också rapporterats från andra delar av världen, till exempel från Storbritannien, Frankrike och Australien (Smith m.fl., 2006; Beaudeau m.fl., 2008; Waldron m.fl., 2011).

Sommaren 2002 orsakade bassängvatten som förorenats av avföring ett utbrott med *Cryptosporidium* på Lidingö och cirka 1 000 personer insjuknade (Insulander m.fl., 2005). Detta första svenska bassängutbrott av cryptosporidiuminfektion pågick i fyra veckor om även sekundärfallen inkluderas. Det finns också ett troligt mindre utbrott från 1991, orsakat av att avloppsförorenat åvatten av misstag trängts in i det kommunala dricksvattennätet i Jönköping. Där hittade man *Cryptosporidium* i en andel av avföringsproven från 100 personer med magsjuka.

I oktober 2010 förekom *Cryptosporidium* vid livsmedelsburna utbrott i Umeå, Stockholm, Uppsala och Örebro. Sammanlagt insjuknade cirka 130 personer i dessa utbrott. Den troliga smittkällan var någon typ av ört eller grönsak (Gherasim m.fl., pågående manuskript).

Typning av *Cryptosporidium*

Vid ett misstänkt utbrott är en snabb och säker identifikation av agens avgörande för den epidemiologiska uppföljningen. Molekylär analys av prover från människor kan underlätta spårning av smittkällan samt ge information om huruvida smitta skett mellan personer. Att hitta orsakande agens direkt i dricksvattnet är dock alltid mycket svårt i situationer med vattenburen smitta, eftersom inkubationstiden samt den tid det tar att diagnostisera patienter oftast är någon vecka, och under denna tid har den förorening som orsakat utbrott i regel försvunnit och går inte längre att påvisa i dricksvattnet.

För att undersöka källan till smitta samt infektionens smittvägar mellan människor är det viktigt att undersöka art och subtyp av *Cryptosporidium*. Vid mikroskopisk analys är det dock omöjligt att artbestämma *Cryptosporidium*, eftersom oocystorna från olika arter ser identiska ut. Genom tämligen enkla molekylärbaserade metoder (PCR kombinerat med RFLP) är det däremot möjligt att relativt snabbt se om det rör sig om en infektion med *C. parvum* eller med *C. hominis*.

Speciellt vid vattenburna utbrott är det av stor betydelse att tidigt få veta vilken art det rör sig om, eftersom djursmitta kan uteslutas vid förekomst av *C. hominis*.

Inom samma art kan det finnas stora genetiska variationer. Efter artbestämning vid smittspårning bör man därför gå vidare med så kallad subtypning av olika isolat. Vanligen används sekvensering, det vill säga DNA-analys av ett visst genfragment, och man kan då jämföra miljö- eller djurisolat med patientprover och se om de kan kopplas till varandra.

I samband med utbrottet på Lidingö 2002 etablerades en metod på SMI för artbestämning av *Cryptosporidium*. Metoden för subtypning etablerades däremot

först i samband med det livsmedelsburna utbrottet i Umeå hösten 2010. När man jämförde Umeåfallen med samtida sjukdomsfall i Stockholm och Örebro visade det sig att samtliga patienter var infekterade med *C. parvum*, men subtypningen visade att isolaten från Örebro skiljde sig från de övriga.

Dricksvattenbehandling i Sverige

I Sverige finns cirka 1 800 vattenverk, varav de flesta (runt 80 procent) är små grundvattenverk medan de större vattenverken ofta är ytvattenverk (10 procent) och producerar hälften av allt dricksvatten i landet. Resterande vattenverk (10 procent) använder konstgjord grundvattenbildning. Grundvatten är normalt sett skyddat från fekal påverkan men på grund av olyckliga omständigheter, till exempel ytvattenintrång efter häftiga regn, kan vattnet bli förorenat av sjukdomsframkallande mikroorganismer. Grundvattenverk har normalt få barriärer och är därmed extra sårbara.

Vattenverkens reningsprocess bygger på att de så långt som möjligt ska reducera antalet mikroorganismer. För detta krävs att vattenverken har tillräckligt många barriärer och att verksamhetsutövaren har god kännedom om råvattnet samt att man har genomfört en mikrobiologisk riskanalys. Ytvattenverk i Sverige använder av tradition ofta kemisk fällning i kombination med filtrering som barriär, och i vägledningen till dricksvattenföreskrifterna anges hur många barriärer som krävs. Dessa barriärer bygger på principerna avskiljning och inaktivering (Livsmedelsverket, 2006). Övriga barriärer kan vara konstgjord infiltration, långsamfiltrering eller desinfektion med hjälp av till exempel klor, ozon eller UV-ljus.

Membranfiltrering med liten porstorlek ger även ett avskiljande skydd mot virus som annars är för små att avskiljas. Av tradition har ofta klor använts som desinfektion för bakterier men klor har dålig effekt på parasiter medan UV-ljus har en bättre avdödande förmåga för exempelvis *Cryptosporidium*. Desinfektion med ozon är inte tillräckligt effektivt för att avdöda *Cryptosporidium*, speciellt inte under kalla förhållanden då ozonets verkan minskar.

Vägledningen till dricksvattenföreskrifterna rekommenderar att ytvattenverken ska vara försedda med två till tre säkerhetsbarriärer beroende på råvattnets kvalitet och att både avskiljning och inaktivering ska användas.

Bakteriella indikatororganismer har av tradition använts för att säkerställa den mikrobiologiska kvaliteten och avdödningen av patogener. Värdet av dessa har dock ifrågasatts framför allt när det gäller möjligheten att avspegla förekomsten av patogener, till exempel virus och parasiter.

Förekomst i ytvattentäkter och i avloppsvatten

Det stora utbrottet i Milwaukee 1993 var en av anledningarna till att SMI i mitten av 1990-talet började arbeta med både *Cryptosporidium* och *Giardia* (en annan vattenburen och diarrérelaterad protozo) i vatten. Analysmetoderna hämtades från USA, Australien och Storbritannien och inom flera projekt undersöktes både

förekomst och överlevnad av organismerna i olika typer av vatten samt i olika avfallsfraktioner, till exempel avloppsslam (Höglund m.fl., 1999; Hansen m.fl., 2007).

Den första svenska kartläggningen av förekomst i miljön av *Cryptosporidium* och *Giardia* utfördes 1996 i samarbete mellan Livsmedelsverket och SMI (Hansen och Stenström, 1996). *Cryptosporidium* och/eller *Giardia* påvisades då i 32 procent av de undersökta ytvattentäkterna. Utifrån resultatet av denna kartläggning rekommenderade Livsmedelsverket, tillsammans med SMI och Svenskt Vatten, ytvattenverk att göra en fördjupad provtagning av ytvatten som används för dricksvattenproduktion. Därefter har prover tagits på råvatten för dricksvattenproduktion för analys av *Cryptosporidium* och *Giardia* vid ett antal större svenska ytvattenverk, men rekommendationerna fick inget större genomslag i form av regelbundna provtagningar vid mindre eller medelstora vattenverk.

Provtagningsfrekvensen har därtill varierat mellan olika vattenverk, där en del har valt regelbundna kontroller årligen medan andra har kontrollerat sitt råvatten för protozoer under en period men sedan avbrutit kontrollen.

Analysresultat 2003–2008 från sju svenska ytvattenverk har nyligen sammanställts för förekomst av *Cryptosporidium* och *Giardia* i råvatten (SMI, 2011). Av 200 prover var 11,5 procent (23 av 200) positiva för *Cryptosporidium*. Halterna i råvatten var 1–30 oocystor per 10 liter råvatten; vanligen upptäcktes ett par oocystor per 10 liter vatten. Kompletterande data i form av nederbörd, turbiditet och närvaro av indikatororganismer i form av *Escherichia coli* (*E. coli*), *Clostridium perfringens*, intestinala enterokocker och koliforma bakterier, visar svårigheten att förutsäga eventuell förekomst av *Cryptosporidium* i ytvatten. Endast vid ett specifikt råvattenintag visade förhöjda halter av *E. coli* och koliforma bakterier ett signifikant samband med förekomst av parasiter.

De analysmetoder som användes gav inte svar på vilka arter av *Cryptosporidium* som förekom. Artbestämning och subtypning är därför intressant för att om möjligt härleda eventuell källa till förorening.

Undersökningar i Sverige av Ottoson m.fl. (2006) visade att *Cryptosporidium* förekom mer sällan och i lägre halter än *Giardia* i inkommande avloppsvatten. Av fyra undersökta avloppsreningsverk påvisades *Cryptosporidium* i 5 av 19 inkommande avloppsprov med en medelkoncentration på 20 oocystor per liter. I en pågående studie vid SMI har *Cryptosporidium* oocystor påvisats i 19 av 90 avloppsprover, i liknande halter som i tidigare nämnda svenska studier. Både *C. parvum* och *C. hominis* har påvisats.

Utbrottet i Östersund

Upptäckarfase

Under senare delen av november 2010 ökade antalet personer som insjuknade i cryptosporidiuminfektion i Jämtlands län. Eftersom ett flertal livsmedelsburna utbrott med *Cryptosporidium* hade inträffat i landet i oktober samma år misstänktes inledningsvis en livsmedelssmitta. Enheten för Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting skickade i samråd med SMI ut en enkät till de totalt personer som hade insjuknat men enkäten gav inga indikationer på orsaken till utbrottet.

När det stod klart att anmärkningsvärt många i Östersund, 10-20 procent av den arbetsföra befolkningen, stannade hemma från jobbet på grund av magsjuka sista veckan i november intensifierades provtagningen av dem som nyinsjuknat i magsjuka. Provresultaten från det mikrobiologiska laboratoriet på Östersunds sjukhus visade att majoriteten av proverna (13 av 18) var positiva för *Cryptosporidium* och att samtliga var negativa för andra tarmpatogener, inklusive norovirus (vinterkräksjuka).

En klar majoritet av dem som insjuknat med magsjuka bodde i Östersunds kommun enligt sjukvårdsrådgivningen, och det stärkte misstanken att dricksvatten kunde vara orsak till utbrottet. På fredagskvällen den 26 november beslutade därför kommunens miljöchef, tillsammans med smittskyddsläkaren och Vatten Östersund, att utfärda rekommendationer om att boende i Östersund skulle koka dricksvattnet, i syfte att undvika att fler insjuknade. I anslutning till detta lades en webbenkät ut på kommunens webbplats, där de som insjuknat i magsjuka kunde rapportera detta.

Provtagning av vatten

Samma vecka kontaktades SMI av avdelningen för Miljö och Hälsa inom samhällsbyggnadsförvaltningen i Östersunds kommun, angående provtagning av det kommunala dricksvattnet. Miljö och Hälsa beställde filter av SMI och dessa skickades med post på fredagen den 26 november. Genom Vattenkatastrofgruppen (VAKA) fick kommunen dock tag på filter i Sundsvall som hämtades med bil till Östersund för att påskynda provtagningen. De två första proven på råvatten och utgående dricksvatten togs lördagen den 27 november och skickades omgående till SMI för analys av *Cryptosporidium* och redan på söndagen meddelades Vatten Östersund att både råvatten och dricksvatten var misstänkt positiva för *Cryptosporidium*, vilket bekräftades och även meddelades avdelningen för Miljö och Hälsa på måndagen den 29 november.

Genom fynden kunde det fastställas att ett dricksvattenburet utbrott pågick i Östersund. Detta var första gången som *Cryptosporidium* kunde påvisas i dricksvatten i Sverige.

Under utbrottets första vecka analyserades 20 vattenprov och under den första månaden analyserades sammanlagt 81 prov.

Artbestämning och typning

De första avföringsproven för artbestämning av *Cryptosporidium* kom till SMI från mikrobiologiska laboratoriet i Östersund redan måndagen den 29 november och de följdes av ytterligare prover på tisdagen. Totalt erhöll SMI 38 avföringsprov relaterade till utbrottet i Östersund, varav 34 från laboratoriet i Östersund och 4 från olika parasitlaboratorier i Stockholmsområdet. Torsdagen den 2 december meddelades resultaten av artbestämning gällande de första 10 proven till enheten för Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting. I samtliga fall hade *C. hominis* påvisats med PCR–RFLP-teknik. Resultatet var betydelsefullt eftersom man då kunde utesluta zoonotisk smittspridning, det vill säga att utbrottet orsakats av djur. Det gjorde att smittspårningen kunde avgränsas till att leta efter smittkällor av mänskligt ursprung.

Vidare visade subtypning att proven innehöll en identisk subtyp av *C. hominis* – IbA10G2. Denna subtyp återfanns i samtliga 37 prov som var möjliga att typa.

Artbestämning och subtypning av miljöprov har utförts med samma metoder som använts för prov från människa. Två vattenprov från en misstänkt smittkälla i form av vatten från en bäck (se nedan), fem prov från inkommande avloppsvatten till Gövikens avloppsreningsverk i Östersund och fyra prov från andra avloppsreningsverk i Jämtlands län analyserades. *C. hominis* subtyp IbA10G2 fanns i samtliga prov.

Det var således samma subtyp i alla prover från miljö respektive människa, vilket visade att utbrottet orsakades av en enda ursprunglig smittkälla.

Epidemiologisk utredning av utbrottet

Från utbrottet i Östersund har 186 diagnostiserade cryptosporidiumfall rapporterats enligt smittskyddslagen, vilket innebär att proverna visat sig innehålla cryptosporidiumoocystor. Fallen rapporteras till SMI i det nationella övervakningssystemet SmiNet. Av fallen hade ett fyrtiotal besökt Östersund och därefter insjuknat och rapporterats från respektive hemlandsting. I endast tre av fallen har sekundärsmitta kunnat påvisas som trolig orsak och då genom person-till-person-smitta inom familjen. Det är dock väl känt att endast ett fåtal smittade personer uppsöker sjukvården, lämnar prov och hamnar i den officiella sjukdomsstatistiken vid utbrott av magsjuka, så antalet smittade överstiger kraftigt antalet rapporterade fall, både under normala omständigheter och under utbrott av det här slaget.

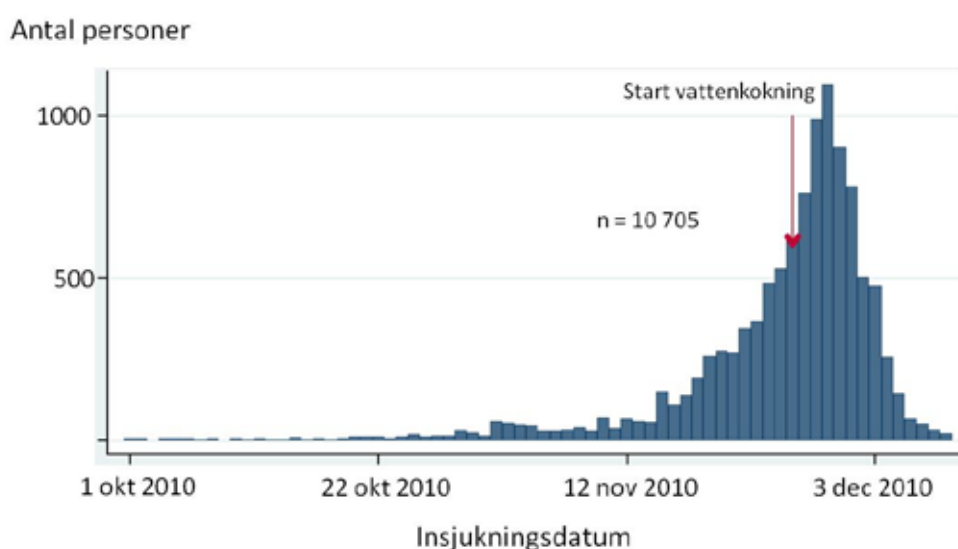
Enkät på kommunens webbplats

Östersunds kommun var förutseende och lade redan den 27 november ut en webbenkät på sin webbplats där invånarna kunde rapportera om och när de insjuknat. När enkäten stängdes den 13 december hade cirka 12 700 personer rapporterat att de varit magsjuka och det stora antalet sjuka under en begränsad tidsperiod är typiskt för ett dricksvattenburet utbrott. Det fanns dock inga specifika frågor om konsumtion av dricksvatten i enkäten.

SMI fick tillgång till enkätsvaren från Östersunds kommun och efter att svaren bearbetats inkluderades 10 705 svar i insjukningskurvan (figur 2).

Insjukningskurvan visar ett ökande antal fall av insjuknade i magsjuka från mitten av november fram till den 29 november, vilket var det dygn då flest hade rapporterat att de insjuknat. Tre dygn efter att rekommendationen om att koka dricksvattnet hade utfärdats började antalet fall minska och efter sju dygn var kurvan starkt avtagande. Det snabba beslutet om kokningsrekommendationer förhindrade troligen att fler insjuknade, eftersom inkubationstiden för cryptosporidiuminfektion är cirka sju dagar.

Figur 2. Insjukningskurva över det dricksvattenburna utbrottet i Östersund oktober–december 2010. Kokningsrekommendationer infördes 26 november 2010.



Källa: Ursprungsdata från Östersunds kommun, bearbetade data från SMI.

Uppföljning genom skriftliga enkäter

FoU-enheten och enheten för Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting genomförde under januari 2011 en skriftlig enkät för att få mer detaljerad information om antal insjuknade, symtom, sjukdomsförlopp med mera, och SMI fick i förväg möjlighet att lämna synpunkter på frågorna i enkäten. FoU-enheten och enheten för Smittskydd och Vårdhygien administrerade utskicket till 1 530 slumpvis utvalda personer och kompletterade senare med enkäter till 600 barn. Preliminära resultat i oktober 2011 visar att antalet insjuknade i Östersund med omnejd var över 20 000 personer.

SMI gör för närvarande en uppföljning av eventuella kroniska besvär hos boende i Östersund. Tidigare utbrott orsakade av parasiter har nämligen visat att en andel av de insjuknade får bestående problem med olika symtom (Hunter m.fl., 2004; Wensaas m.fl., 2011). Det är därför intressant – både ur ett vetenskapligt perspektiv och ur ett folkhälsoperspektiv – att undersöka hur situationen ser ut i Östersund en

tid efter utbrottet. En enkätundersökning genomfördes cirka sex månader efter utbrottet och resultaten kommer att redovisas separat.

Smittspårning i vatten

När det stod klart att dricksvattnet var orsak till utbrottet inledde kommunen ett intensivt och omfattande utredningsarbete för att ta reda på hur vattnet blivit förorenat av *Cryptosporidium*. Eftersom patientproverna visat sig innehålla *C. hominis* inriktades arbetet på smittkällor från människor, det vill säga någon slags avloppspåverkan. På plats i Östersund samarbetade Vatten Östersund, avdelningen för Miljö och Hälsa i Östersunds kommun, VAKA och enheten för Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting för att identifiera orsaken till att vattnet förorenades.

En av SMI:s huvudsakliga uppgifter var att analysera de vattenprover som kommunen skickade in men SMI deltog även i planeringen av vilka prover som skulle tas för att smittkällan skulle kunna spåras på säkraste och smidigaste sätt.

Under hela utbrotsutredningen hölls telefonmöten med en epidemiolog på SMI som sammankallande, vilken också förde protokoll. Därutöver deltog statistiker, mikrobiologer och en kommunikatör från SMI i arbetet tillsammans med miljöchefen, VA-chefen och en miljö- och hälsoskyddsinspektör från Östersunds kommun, Länsstyrelsen i Jämtlands län, smittskyddsläkaren och annan personal från Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting samt representanter från VAKA och Livsmedelsverket. Gruppen diskuterade resultat av analyser och sjukdomsläget i Östersund och kringliggande kommuner samt det fortsatta arbetet med enkäter och åtgärder i vattenverket. Det första mötet hölls den 29 november 2010; sammanlagt hölls cirka 20 telefonmöten fram till det sista mötet den 25 februari 2011.

Analys av vattenprover

Kommunen genomförde en intensiv provtagning från tänkbara föroreningskällor. I första hand analyserades fekala indikatororganismer. Platser där man såg avloppspåverkan provtogs igen och prov skickades till SMI för analys av *Cryptosporidium*. Relativt snabbt ringade man in ett mindre vattendrag, vilket rinner ut i Storsjön, som avloppspåverkat och ytterligare prov togs från denna bäck. Dessa prover innehöll flera tusen oocystor per 10 liter, vilket kan jämföras med de halter på någon enstaka oocysta per 10 liter som påvisats i råvatten vid olika kartläggningar. Prov från bäcken analyserades även med molekylära metoder och det kunde konstateras att det rörde sig om samma art av *Cryptosporidium* (*C. hominis*) som i patientproverna, vilket underlättade det vidare utredningsarbetet.

Det visade sig att en ledning som var avsedd för dagvatten innehöll avloppsvatten från en flerfamiljsfastighet. Ledningen ledde till den aktuella bäcken, vilken i sin tur mynnade i Storsjön. Strömningarna i Storsjön ledde till att vatten kring mynningen sedan fördes norrut mot råvattenintaget till Minnesgårdets vattenverk som förser Östersund, Frösön, Orrviken, Brunflo och Lockne med dricksvatten (se figur 3). Så

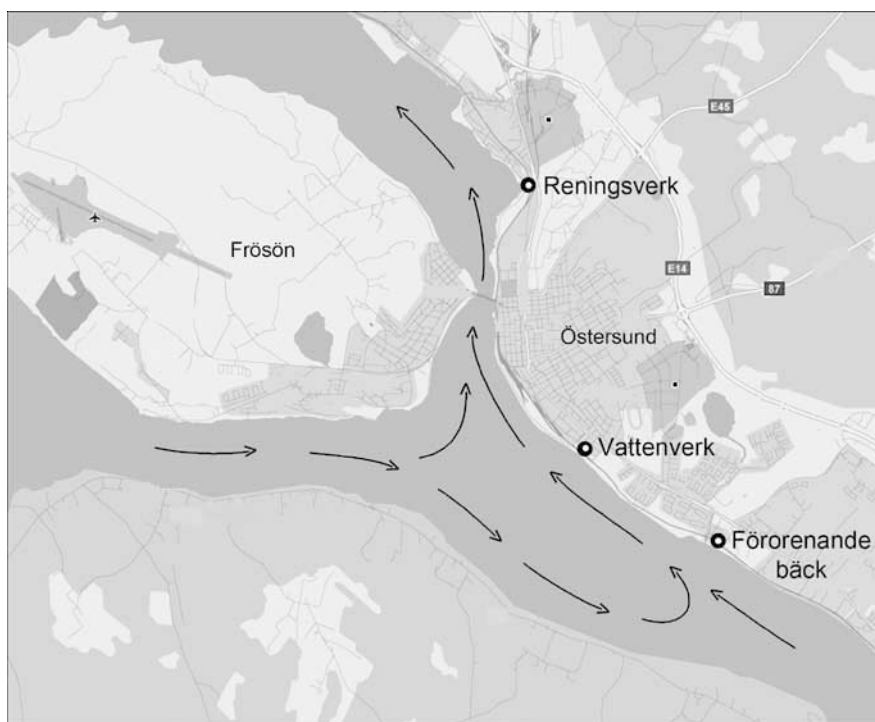
snart detta upptäcktes stoppade kommunen utflödet till bäcken genom att leda om avloppsledningen till avloppsnätet.

Ett felkopplat avlopp upptäcktes även i anslutning till en annan bäck längre söderut (i Brunflo) där oocystor också kunde påvisas men i betydligt lägre halter än den bäck som mynnade närmast råvattenintaget som beskrivs ovan och är markerad i figur 3.

Avdelningen för Miljö och Hälsa i Östersunds kommun har också noterat att bräddningar i två punkter på avloppsnätet och ett stort skyfall i slutet av augusti som ledde till en omfattande bräddning av avloppsvatten skulle kunna vara möjliga orsaker till att råvattnet förorenats och utbrottet startat. Den ursprungliga orsaken till att råvattnet förorenats är dock inte fastställd.

Enligt kommunen medförde Storsjöns generellt sett höga vattenkvalitet att en relativt enkel beredningsmetod har använts för att framställa dricksvatten. Före utbrottet bestod behandlingen av alkalisering, ozonering, snabbfiltrering samt desinficering med klor och varje dygn pumpades 16–17 miljoner liter vatten ut till cirka 50 000 konsumenter.

Figur 3. Schematisk bild över intaget till Minnesgårdets vattenverk, avloppsreningsverket, utloppet från en förorenande bäck* och strömningsriktningen i Storsjön.



* Bäckens förorenade troligen råvattnet men det är oklart om det är en orsak till att utbrottet startade.

Källa: Östersunds kommun.

Regelbundna prover togs fortsättningsvis från det obehandlade råvattnet, det behandlade dricksvattnet samt ute på dricksvattennätet. *Cryptosporidium* oocystor påvisades i samtliga prover under en tvåmånadersperiod – från november 2010 till

början av februari 2011. Någon direkt minskning av halterna kunde inte påvisas under denna period utan halterna varierade (se tabell 1). De råvattenprover som tagits därefter och fram till början på september 2011 har samtliga varit negativa för *Cryptosporidium*. I inkommande avlopp påvisades oocystor någon vecka längre än i råvatten, fram till mitten av februari 2011, och i andra delar av Storsjön påvisades oocystor ända till slutet av mars 2011. Vid kalla temperaturer har oocystor särskilt god överlevnad.

I den ordinarie analysen av råvattnet som genomförs veckovis påvisades cirka tio gånger högre halter av *E. coli* än medelvärdet (beräknat från resultat från oktober 2009 till februari 2011) under tiden strax före utbrottet. Detta tyder på att råvattnet kan ha varit påverkat av avlopp eller annan förorening av fekalt ursprung i högre grad än normalt mellan den 9 och 23 november 2010 då proverna togs.

Tabell 1. Förekomst av oocystor av *Cryptosporidium* i Östersund fördelat på provtyper den 27 november 2010 till den 6 september 2011. Resultat angivet som presumtiva (pres.) eller konfirmerade (konf.) oocystor samt lägst och högst antal per 10 liter.

Provtyp	Antal tagna prov	Antal positiva prov	Oocystor lägst – högst antal pres. per 10 liter	Oocystor lägst – högst antal konf. per 10 liter	Tidsperiod positiva prov
Råvatten	18	10	0,2–3,1	0,1–0,7	101127 – 110209
Dricksvatten utgående	7	7	0,047–1,4	0,02–1,3	101127 – 110120
Dricksvatten ledningsnät	9	9	0,063–0,36	0,05–0,05	101129 – 110131
Avlopp inkommande	21	13	200–270 000	*–160 000	101129 – 110217
Avlopp utgående	15	14	30–21 000	30–10 000	101201 – 110124
Recipient (Storsjön)	14	8	2–21	1–18	101129 – 110322
Tillflöden (bäck m.m.)	8	5	1 400–5 000	950–3 500	101130 – 101214
Övriga (bassäng, spolvatten**)	10	2	1–3	1–3	101130 – 110117
Totalt	102	68	0,047–270 000	0,02–160 000	101127 – 110322

*Lägsta halt ej möjlig att bedöma; hög förekomst av så kallat bakgrundsmaterial i det koncentrerade vattenprovet omöjliggjorde avläsning i mikroskop.

**Spolvatten togs i samband med spolning av ledningsnätet.

Prover från Gövikens avloppsreningsverk i Östersund innehöll höga halter av *Cryptosporidium*, vilket var ett tecken på att ett stort antal personer som var anslutna till reningsverket utsöndrade oocystor. Som högst påvisades 270 000 oocystor per 10 liter inkommande avloppsvatten. Detta var ytterligare en bekräftelse på att utbrottet pågick och det ledde till diskussioner om riskerna för vidare spridning av oocystor i miljön. Avloppsreningsverk är inte optimerade för

att avskilja eller avdöda mikroorganismer och för parasiter kan man normalt räkna med en reduktion på cirka 99–99,9 procent.

Just när utbrottet i Östersund blev känt pågick en undersökning hos SMI över förekomsten av parasiter i inkommande avloppsvatten vid olika svenska avloppsreningsverk och prover hade tagits vid Gövikens avloppsreningsverk tidigare under hösten och även vid tiden strax före utbrottet. De senast tagna proverna var dock inte analyserade då utbrottet i Östersund upptäcktes.

Analyserna visade att prover tagna den 12 oktober och den 8 november innehöll 20 000 oocystor per 10 liter medan ett prov från den 16 november innehöll 180 000 oocystor per 10 liter. De höga halterna kan ses som en indikation på att fler personer än normalt var infekterade med *Cryptosporidium*, det vill säga ett tecken på att utbrottet hade startat. Provtagning av avloppsvatten kan således leda till att utbrott upptäcks tidigare än via sjukvården.

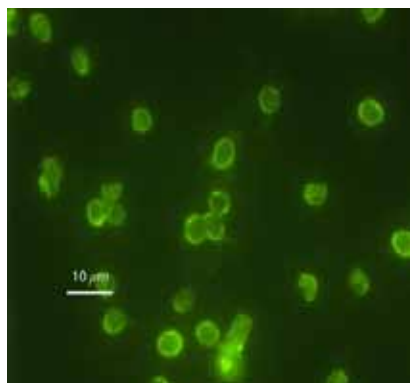
Analysmetod

En ISO-standard finns för samtidig analys av *Cryptosporidium* (oocystor) och *Giardia* (cystor) från vattenprov (ISO 15553: 2006), där (oo)cystor betyder både oocystor och cystor. Metoden är omfattande och består av en analys i flera steg:

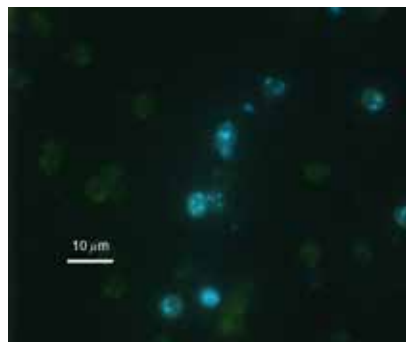
1. Partiklar och organismer från stora volymer vatten, 10–1 000 liter beroende av typ av vatten, koncentreras. I ett prov med mycket organiskt material och partiklar kan endast en mindre mängd analyseras. Vid provtagning av ytvatten som kontrolleras för förekomst av (oo)cystor filtreras vanligen 10–100 liter genom ett stort membranfilter eller en filterpatron. För analys av större volymer, till exempel vid kontroll av dricksvatten, används filterpatron och filtreringen sker alltid på plats varefter filtret skickas till laboratoriet för analys.
2. Från respektive filter koncentreras de partiklar och organismer som finns i vattnet. Koncentratet behandlas med immunomagnetisk separation (IMS), vilket separerar (oo)cystor från andra partiklar i vattnet.
3. De separerade (oo)cystorna fästs på objektglas och inkuberas med immunfluorescerande antikroppar som är specifika för *Cryptosporidium* och *Giardia*.
4. Preparatet avläses mikroskopiskt efter storlek och formspecifika objekt som har infärgats på ytan samt efter DAPI-infärgning som färgar kärnorna (se figur 4). När man kan se tydliga kärnor betraktas det som konfirmerad (oo)cysta, annars som presumtiv.

Att kärnorna färgas identifierar eventuella (oo)cystor och indikerar att den påvisade (oo)cystan kan vara levande och/eller infektiös. Däremot säger det inget om vilken art eller underart de tillhör. För att undersöka om (oo)cystor är sjukdomsframkallande hos människa måste således andra metoder användas.

Figur 4. Mikroskopbild av oocystor från *Cryptosporidium*: a) infärgade med immunfluorescerande antikroppar som visar struktur och storlek och ger antal presumtiva oocystor, b) infärgade med DAPI där kärnorna syns och visar på konfirmerade oocystor.



A Foto: CDC



B Foto: CDC

Utbytet med ISO-metoden, det vill säga hur stor andel av det faktiska antalet (oo)cystor som finns i ett prov som påvisas, varierar mellan olika typer av vatten men ligger ofta runt cirka 50–70 procent vid försök med tillsatta (oo)cystor. Interna och externa kvalitetskontroller och jämförelser med andra europeiska laboratorier genomförs regelbundet vid SMI.

Spridning av utbrottet till andra kommuner

Relativt snart stod det klart att även personer utanför Östersunds kommun hade drabbats av cryptosporidiuminfektion, eftersom många pendlar till staden för arbete och dricker av vattnet från Minnesgårdets vattenverk även om de är bosatta någon annanstans. Detta innebär att infekterade personer var anslutna till ett antal andra reningsverk, eller hade enskilda avlopp, som på motsvarande sätt som reningsverket i Östersund kunde tillföra oocystor till recipienten.

De vattendrag som fungerar som recipienter kan användas som råvatten för dricksvatten. Man försöker placera råvattenintag så att de är så opåverkade som möjligt av eventuella utsläpp. I regionen blev det ändå nödvändigt att införa kokningspåbud för ytterligare några vattenverk i andra kommuner utöver Östersund.

Det fanns även personer som tog vatten direkt från Storsjön för konsumtion utan någon föregående rening och det var uppenbart att detta innebär en risk eftersom utgående avloppsvatten till Storsjön innehöll höga halter av oocystor av *Cryptosporidium*. SMI avråder från att dricka obehandlat sjövattnet eftersom det kan vara påverkat av avloppsvatten eller av avrinning från jordbruksmark, och på sin webbplats uppmanar Östersunds kommun alla som tar sitt dricksvatten från en sjö eller vattendrag utan rening att alltid koka vattnet.

Det fanns även en oro från andra kommuner att oocystorna skulle spridas i Storsjön och vidare via utloppet till Indalsälven. Länsstyrelsen i Jämtlands län sammanställde därför kommunerna kring Storsjön och Indalsälven för

telefonmöten, där SMI och andra myndigheter gav sin syn på dessa risker. SMHI bidrog exempelvis med bedömningar av vattenströmningarna.

En diskussion rörde provtagning av avloppsreningsverk i området och det fanns ett stort intresse från många kommuner att ta prover både på inkommande och utgående avloppsvatten. Sådana prover kunde ge en indikation på hur stor andel av befolkningen i ett område som var smittad och hur god reduktionen i avloppsreningsverket var, vilket i sin tur gav information om tillförsel till recipient och vidare exponeringsrisker via vatten.

Det blev nödvändigt att prioritera och ibland avråda från provtagning vid vissa avloppsreningsverk; råvatten som riskerade vara starkt påverkat av avloppsvatten, vattenverk där man var osäker på om reningen av råvattnet var tillräcklig samt prov på utgående dricksvatten prioriterades högre. De prover som analyserades i närliggande kommuner redovisas i tabell 2.

Generellt sett påvisades något lägre halter i samtliga provtyper i prover från övriga Jämtland jämfört med Östersund. Vid ett tillfälle påvisades oocystor i utgående dricksvatten men inga oocystor påvisades i prov från ledningsnätet.

Efter diskussioner med SMI gick länsstyrelsen ut med en skrivelse undertecknad av länsveterinären, där man dels beskrev prioriteringarna, dels uppmanade de kommunala nämnderna att se över säkerheten rörande dricksvattnet och vid behov uppmana allmänheten att koka vattnet.

Tabell 2. Förekomst av oocystor av *Cryptosporidium* i övriga kommuner (förutom Östersund) kring Storsjön fördelade på provtyper den 6 december 2010 till den 9 mars 2011. Resultat angivet som presumtiva (pres.) eller konfirmerade (konf.) oocystor samt lägst och högst antal per 10 liter.

Provtyp	Antal tagna prov	Antal positiva prov	Oocystor lägst – högst antal pres. per 10 liter	Oocystor lägst – högst antal konf. per 10 liter	Tidsperiod positiva prov
Råvatten	22	4	0,1–0,35	0,14– 0,29	101206–110309
Dricksvatten utgående	5	1	0,13	0,08	101209–110207
Dricksvatten ledningsnät	1	0	-	-	-
Avlopp inkommande	6	6	600–110 000	*	101213–110119
Avlopp utgående	18	11	30–6 100	30–2 800	101207–110130
Recipient	9	6	1–36	1–26	101214–101227
Totalt	61	28	0,1–110 000	0,08–2 800	101206–110309

*Halt ej möjlig att bedöma; hög förekomst av så kallat bakgrundsmaterial i det koncentrerade vattenprovet omöjliggjorde avläsning i mikroskop.

Information och kommunikation

Intresset från media var stort under hela utbrottet – främst lokalt men även nationellt. För SMI:s del innebar det bland annat intervjuer i tv, radio och press samt publicering av nyhetstexter på SMI:s webbplats. Det är dock viktigt att komma ihåg att kommunen äger resultaten från en utbrottsutredning när det gäller miljöprover vid objektburen smitta, till exempel vattenburen smitta, och att smittskyddsmyndigheten är ansvarig för resultat som är kopplade till patientprover.

Det blev tydligt att särskilda resurser måste avsättas för att hantera den kommunikation som efterfrågas, detta gäller både externt och internt. SMI arbetar med målgruppsanpassad information, ofta i samarbete med andra myndigheter, eftersom det är viktigt att den information som sprids är överensstämmande och avstämd med övriga inblandade aktörer.

Avslutningsfas och åtgärder

Den viktigaste åtgärden för att stoppa utbrottet i Östersund var kokningsrekommendationerna som gavs och därefter, för att säkerställa ett rent vatten, installerades två UV-enheter på vattenverket. Installationen kunde göras relativt snabbt eftersom vattenverket fick överta en UV-anläggning som redan införskaffats till Katrineholm. UV-anläggningen var i drift den 23 december 2010.

Kommunen beslutade att rengöra hela distributionssystemet för vatten från Minnesgårdets vattenverk genom spolning av ledningarna. Detta gjordes områdesvis i flera omgångar på ett systematiskt sätt. Spolningen slutfördes den 18 februari 2011 och vattnet bedömdes då som rent. I detta sammanhang fick avdelningen för Miljö och Hälsa god hjälp och råd från sakkunniga i Norge som oberoende experter utifrån deras erfarenhet av sanering av ledningssystem från ett tidigare utbrott av parasiter i Bergen.

För att kontrollera effekten av UV-reningen analyserade SMI dricksvattenprover från vattenverket. Frågan om när vattnet åter var säkert att dricka var dock komplex, eftersom oocystorna inte förstörs helt av UV-behandlingen utan strukturen behålls och kan identifieras i mikroskop. Därför beslutades att analysera om oocystorna var levande (viabla) eller inte. Denna analys görs dock inte i Sverige, så efter spolningen anlät SMI ett laboratorium i USA (Clancy Environmental Consultants Inc. i Vermont) dit två analysfilter från två olika tappställen skickades för viabilitetsbestämning. Prover som togs samtidigt och analyserades på SMI visade förekomst av cryptosporidiumoocystor vid dessa tappställen men resultaten från USA visade att oocystorna i motsvarande prover inte levde.

Syftet med att även ta prover från tappställena i stället för enbart på utgående dricksvatten var att säkerställa att identifierade oocystor inte kom från vattenledningarna. Det fanns en teoretisk möjlighet att oocystor kunde finnas kvar, skyddade i biofilm på innerväggarna av ledningarna, även om syftet med spolningen var att i möjligaste mån avlägsna delar av biofilmen och eventuellt kvarvarande oocystor.

Resultaten tolkades som att levande oocystor inte fanns kvar i systemet och att UV-anläggningen fungerade som den skulle. Avgörande för att kokningspåbudet upphävdes efter tolv veckor den 18 februari var dock att UV-anläggningen, med sin kända effekt vad gäller reduktion av parasiter, var installerad och att spolningen hade genomförts. Att säkerställa UV-effektiviteten med andra, tekniska parametrar enligt certifieringen var vid tillfället en viktigare faktor än resultatet från viabilitetstesten av cryptosporidiumoocystorna.

Diskussion

Rapporten beskriver framförallt SMI:s arbete med utbrottet och diskussionen tar avstamp i smittskyddsarbetet i Sverige.

Vattenburna utbrott av parasiter

Utbrottet i Östersund – konsekvenser

Utbrottet av *Cryptosporidium* i Östersund är speciellt på flera sätt. Det är det hittills största dokumenterade vattenburna utbrottet någonsin i Sverige och det största orsakat av *Cryptosporidium* i Europa. Det är också första gången denna patogen påvisas i dricksvatten i Sverige i samband med ett utbrott.

Under utredningens gång stod det klart att ett lokalt problem snabbt kan bli en regional angelägenhet. Det blev också tydligt att utbrottet ledde till en generell ökad medvetenhet i Sverige om parasitsmitta via vatten och om en generell sårbarhet i våra dricksvattensystem.

En person som är infekterad med *Cryptosporidium* kan utsöndra upp till 10 miljoner oocystor per gram avföring (Girdwood och Smith, 1999). En infekterad person kan utsöndra dessa höga, men troligen varierande, halter oocystor under någon till några veckors tid. Med hänsyn till dessa siffror, samt till utspädningseffekterna i vattenmiljön, är det teoretiskt möjligt att ett fåtal personer, alternativt ett enstaka toalettavlopp, kan vara ursprunget till utbrottet.

Den förorenade bäck där vattnet innehöll höga halter av oocystor har troligen förorenat råvattnet och därmed dricksvattnet eftersom strömningarna i Storsjön transporterar vattnet från bäcken mot råvattenintaget. Om detta var en primär smittkälla, det vill säga ursprunget till utbrottet, är dock oklart. Det kan lika väl vara så att boende i fastigheten anslutna till det felkopplade avloppet smittats av dricksvattnet under pågående utbrott. I anslutning till en annan bäck hittades ytterligare ett felkopplat avlopp och oocystor kunde påvisas i vattenprov från bäcken, men i betydligt lägre halter. Utloppet var dessutom betydligt längre ifrån råvattenintaget så det är mindre troligt att detta avloppsutsläpp påverkade dricksvattnet. De andra möjliga smittkällor som Östersunds kommun hittat under smittspårningen är olika typer av bräddningar. I samband med bräddningarna togs dock inga prover för analys av *Cryptosporidium*.

Utredningsarbetet leddes av den lokala myndigheten i form av avdelningen för Miljö och Hälsa inom samhällsbyggnadsförvaltningen i Östersund, och enheten för Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting, men även många andra aktörer var aktiva i utredningen. Till en början hölls dagliga telefonmöten med SMI som sammankallande. Uppslutningen var god och SMI:s bedömning är att samarbetet och informationsutbytet fungerade bra.

Även efter utbrottet har informationen varit öppen och givande genom presentationer från bland annat kommunen och vattenverket. Dessutom har

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) utvärderat påverkan på viktiga samhällsfunktioner utifrån händelsen.

Genom utbrottet uppmärksammades betydelsen av skydd och kontroll av råvatten, vilket har föranlett nya rekommendationer (se nedan). Många vattenverk har därtill sett över sina barriärer. Till hjälp finns metoderna mikrobiell riskanalys (MRA) och optimal desinfektionspraxis (ODP) som bland annat förmedlas via Svenskt Vatten.

Länsstyrelsen lyfte förtjänstfullt frågan om regional spridning och sammankallade ett antal kommuner och flera centrala myndigheter för att skapa en gemensam lägesbild och bedöma riskerna för vidare spridning via vatten. I detta sammanhang kunde SMI bidra med synpunkter vad gäller prioritering för att på det sättet bidra till bästa möjliga resursanvändning genom analys av relevanta prover. Utbrottet har också föranlett diskussioner om juridiska möjligheter att kontrollera råvatten och om möjligheten att inkludera mikrobiologiska parametrar för dricksvattenförekomster i vattenförvaltningens miljö kvalitetsnormer (MKN). I anslutning till detta kan det vara värt att nämna att det i dag inte finns några föreskrifter om utsläpp av mikroorganismer via avloppsvatten.

Utbrott av *Cryptosporidium* i Skellefteå

I mitten av april 2011 inträffade ännu ett stort vattenburet utbrott. Fler fall än vanligt av cryptosporidieinfektion hade noterats i Skellefteå och enligt en skriftlig enkät från SMI uppskattas cirka 20 000 personer ha smittats.

Den misstänkta orsaken till utbrottet var konsumtion av dricksvatten från Abborrens vattenverk, och under utbrottet analyserade SMI ett sjuttioalv prov från råvatten, dricksvatten, avloppsvatten, recipient samt dagvatten.

Inga cryptosporidieocystor kunde påvisas i råvattnet eller dricksvattnet men parasiten upptäcktes i avföringsprov från flera av de insjuknade samt i avloppsvatten. Därtill drabbades många människor under kort tid, så slutsatsen av den epidemiologiska analysen är att det är mycket troligt att oocystor spridits med dricksvattnet. Typningar av prover från människa har också utförts på SMI och resultaten visade att det var samma art och subtyp (*C. hominis* IbA10G2) som i Östersundsutbrottet.

Även i Abborrens vattenverk installerades UV-desinfektion som ett kompletterande steg i dricksvattenbehandlingen. Uppföljningsarbete med analys av vattenprover pågår fortfarande (oktober 2011).

Under utbrottet deltog representanter från VAKA i utredningsarbetet på plats och SMI var en av flera myndigheter som bidrog med kunskap och råd kring bland annat provtagning och epidemiologiska frågeställningar.

Dokumentation av utbrottet i Skellefteå kommer bland annat ske genom en rapport som SMI tar fram tillsammans med smittskyddsläkaren i Västerbottens län.

Utbrott av Giardia i Bergen

I Bergen i Norge drabbades cirka 6 000 människor av magsjuka efter att cystor av parasiten *Giardia* förorenat ytvattnet 2004. Vid denna tidpunkt hade vattenverket mycket begränsad rening av ytvattnet. *E. coli* påvisades innan utbrottet blivit känt, vilket eventuellt hade kunnat indikera ett kommande utbrott. Vid vattenverket installerades en redan planerad UV-rening strax efter utbrottet.

Även om orsakande patogen i detta utbrott var *Giardia* finns ett antal likheter med Östersundsutbrottet. SMI tog under utbrottet i Bergen emot ett stort antal vattenprov och får fortfarande regelbundet uppföljningsprover.

Från Bergen har det rapporterats att ett antal personer, främst yngre, har kroniska magtarmsbesvär efter att ha varit infekterade av *Giardia* under utbrottet (Wensaas m.fl., 2011). Det var främst yngre som tränade mycket och därmed konsumerade större volymer dricksvatten som stod för den största andelen insjuknade. Tack vare de erfarenheter som yrkesaktiva i Norge hade från utbrottet i Bergen kunde Östersunds kommun få hjälp med åtgärder för att säkerställa att vattnet blev rent igen, till exempel genom spolningen av vattenledningsnätet.

Arbetsmetoder och beredskap vid vattenburna utbrott

Epidemiologi

I Östersundsutbrottet lade kommunen relativt tidigt ut en enkät på sin webbplats. Det visade sig vara en framgångsrik metod för att uppskatta omfattningen av utbrottet, även om den efterföljande skriftliga enkäten tyder på betydligt fler sjukdomsfall. När utbrottet inträffade i Skellefteå några månader senare utarbetade SMI en enkät för att kunna fastställa om utbrottet var vattenburet eller inte. Enkäten lades på kommunens webbplats samma kväll som SMI fick veta att utbrottet troligen pågick.

SMI bedömer att webbaserade enkäter är en viktig del av en utbrotsutredning eftersom sådana bland annat kan ge information om den geografiska utbredningen av ett utbrott, vilket i sin tur underlättar smittspårningen. Man kan även få information om huruvida symtomen tyder på att sjukdomsutbrottet orsakas av ett specifikt agens.

Så kallade tidiga varningssystem (*early warning systems*) är ett område där det pågår forskning och utveckling. Ett sådant system, under utveckling på Livsmedelsverket, innebär att man studerar frekvenser av telefonsamtal till sjukvårdsrådgivningen (så kallade 1177-data). Av speciellt intresse är avvikelser ifråga om specifika symtom så som diarré och buksmärta.

Vid Östersundsutbrottet 2010 ökade antalet telefonsamtal till sjukvårdsrådgivningen 1177 om buksmärta och diarré cirka tre veckor innan den stora ökningen i samband med kulmen på utbrottet (figur 2). Ökningen av likartade symtom noterades i både Östersunds och Brunflos församlingar, vilka båda är kopplade till Minnesgårdets vattenverk. Utredare på Livsmedelsverket arbetar därför med hypotesen att även tidiga avvikelser i samtalstrafiken rörande

gastroenterit härör från ett utsläpp av något slag. Denna analys genomfördes efter utbrottet.

Det är alltså möjligt att se indikationer på förhöjd sjukdomsfrekvens i en del av befolkningen innan ett utbrott konstateras genom andra vedertagna metoder och signaler. Flera nya metoder är ännu i en utvecklingsfas och det saknas myndighetsrutiner för hur dessa uppgifter ska hanteras, men förhoppningsvis kan metoderna och tolkningen av resultat vidareutvecklas, så att man kan dra nytta av dem vid upptäckt av utbrott.

Som sågs i Östersund kan analys av avloppsvatten vara värdefullt för att upptäcka ett pågående utbrott.

Mikrobiologi och vattenprovtagning

Vid tiden för utbrotten i Östersund och Skellefteå var SMI:s vattenlaboratorium det enda laboratoriet i Sverige som kunde analysera *Cryptosporidium* i miljöprover. Som ovan nämnts är det relativt ovanligt att man lyckas identifiera den sjukdomsorsakande mikroorganismen i vattenprover vid vattenburna utbrott och för att öka dessa möjligheter är det viktigt att vattenverken samt miljö- och hälsoskyddskontoren i kommunerna är medvetna om vikten av snabb provtagning vid misstanke om utbrott. Det är också viktigt att vattenverken tar ytterligare prover vid andra konstaterade försämringar av vattenkvaliteten, vad gäller till exempel färg, ökad turbiditet eller förekomst av indikatorbakterier. Vissa instruktioner för provtagning finns i Livsmedelsverkets beredskapshandböcker och SMI har för avsikt att komma med tydligare och mer specificerade rekommendationer för provtagning för analys av olika agens. Vid misstanke om parasiter i dricksvattnet kan vattenverken dessutom kontakta SMI för utskick av filter för analys av stora volymer.

Både i det inledande skedet av utbrottet och när det stod klart att utbrottet fått regional spridning diskuterades vilka prover som skulle tas och analyseras för *Cryptosporidium*. Prioriteringen var viktig dels för att spara ekonomiska resurser för kommunerna, dels för att se till att antalet prov blev hanterbart, men framförallt handlade det om att prover som var relevanta för utredningen och riskbedömningar skulle kunna analyseras inom rimlig tid.

Den dagliga analysverksamheten på SMI säkerställer att det finns beredskap för analyser och kunskap om olika agens. Vid ett utbrott är det bra om samtliga prover analyseras på samma laboratorium för att underlätta kommunikation och logistik. Det finns även fördelar med att använda samma laboratorieutrustning och material samt att samma personer utför analyser och läser av resultaten under hela förloppet. Uthållighet vad gäller laboratorieresurser och andra funktioner är en förutsättning för en effektiv utbrottsutredning, och en lärdom av Östersundsutbrottet är att SMI:s uthållighet och kapacitet behöver definieras. Myndigheten har en central roll vid utredningar av vattenburna utbrott men det är önskvärt med en ökad formell samverkan med andra aktörer för att förbättra beredskapen. Detta innefattar även samverkan vid händelser när SMI:s kapacitet överskrids.

Den ovan beskrivna ISO-metoden används i bland annat Europa och USA, och den är det självklara valet för att påvisa *Cryptosporidium* i olika typer av vatten. Metoden är dock relativt tidskrävande och kräver särskilt upplärd och erfaren personal för mikroskopering. Därtill behövs en utveckling av känsligare molekylära metoder (PCR-metoder) för att direkt kunna utföra artbestämning och subtypning av oocystor vid låga halter i vattenprover.

Viabilitetsmetoder

En viktig och komplex fråga i Östersundsfallet var när och hur man skulle kunna förklara vattnet som säkert att dricka efter installering av UV-desinfektion. UV-ljus inaktiverar visserligen oocystor men strukturen finns fortfarande kvar. SMI fortsatte därför att analysera dricksvattenprover från vattenverket men det behövdes även en bedömning av huruvida oocystorna var levande (viabla) eller inte efter att de hade passerat UV-desinfektionen.

Även om det vore optimalt att i förväg kunna sätta upp vilka kriterier som skulle kunna ställas innan kokningspåbudet kunde upphävas blev det snarare så att ett förslag växte fram under utredningens gång genom diskussioner mellan Livsmedelsverket, SMI och medlemmar i VAKA.

SMI menade att man borde avvakta resultat av viabilitetsanalysen, eftersom oocystor kunde påvisas i dricksvattnet även efter att UV-anläggningen hade installerats. De fåtal oocystor som hade påvisats i prover från tappställena var inte viabla och de utgjorde således ingen risk. Det finns dock frågetecken kring hur specifik viabilitetsmetoden var vid analys av enstaka oocystor med den cellodlingsmetod som användes.

Avgörande för att kokningspåbudet upphävdes efter tolv veckor var den noggranna spolning som gjorts av hela distributionssystemet i Östersund efter ett planerat spolningschema, i kombination med att UV-desinfektionen effektivt inaktiverar cryptosporidiumoocystor. Avdelningen för Miljö och Hälsa fick stöd, råd och hjälp av experter i Norge som hade erfarenhet från andra dricksvattenutbrott för att bedöma de åtgärder som genomfördes för att säkerställa att vattnet blev rent.

Det kan vara relevant att skapa möjligheter för att undersöka viabiliteten hos *Cryptosporidium* antingen i Sverige eller genom ett nordiskt samarbete. Viabilitetstester kan vara en viktig del vid studier av olika behandlingsmetoders effektivitet.

Samverkan och information

Vilka aktörer som är involverade i utredningar av vattenburna utbrott varierar, bland annat beroende på agens och misstänkt smittkälla, och det är viktigt att det finns rutiner för kommunikation och arbetsfördelning såväl internt som externt. SMI deltar i ett antal projekt för att förbättra dessa rutiner. I dag saknas till exempel dokumenterade rutiner kring vem som ska informera eller kontakta vem. SMI har även identifierat ett behov av att kunna rapportera olika utbrott för att enklare kunna sprida informationen och lärdomar från utredningar.

Sedan årsskiftet 2010–2011 kommuniceras pågående utbrott orsakade av livsmedel och vatten inom den så kallade centrala utbrottsgruppen (CUG) där SMI, Livsmedelsverket, Socialstyrelsen, Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) och Jordbruksverket medverkar. Ordförandeskapet växlar mellan SMI och Livsmedelsverket. Det övergripande syftet är att så långt som möjligt kvalitetssäkra utbrottsutredningar. Gruppen är inte operativ men målet är att uppdatera varandra vad gäller misstänkta och pågående utbrott samt dokumentera dessa. En fortsatt utveckling med bland annat en gemensam databas pågår.

Därutöver driver Livsmedelsverket bland annat ett projekt för att ta fram manualer och checklistor för förbättrad hantering av kriser inom livsmedels- och dricksvattenområdet i kommunerna (KRIT-projektet), där vattenburen smitta är en sådan kris.

En slutsats från utbrotten i Östersund och Skellefteå är att mycket fungerade bra under rådande omständigheter då stora utbrott pågick under storhelger (jul respektive påsk), men förbättringar kan göras i flera olika led. Bland annat har olika sätt att formalisera samarbetet mellan VAKA och SMI diskuterats, där SMI även fortsättningsvis har ansvaret för laboratorieutredningar, primära analyser på vattenområdet samt fungerar som expertrådgivare till VAKA.

Vid utredningar bistår SMI kommunerna med diskussioner och rådgivning kring bland annat analyser, provtagningsmetoder, omfattning på provtagning och val av provpunkter, vilket innebär att SMI bistår med att både bedöma och prioritera var resurserna gör mest nytta. SMI bistår också med att skapa enkäter, sammanställa resultaten och analysera dessa. SMI samarbetar även med smittskyddsenheter och kommuner när det gäller andra epidemiologiska frågeställningar. Livsmedelsverket, SVA, Jordbruksverket, Socialstyrelsen och länsveterinärer är andra myndigheter som kan medverka i utbrottsutredningar.

Ökad förmåga att upptäcka utbrott

Provtagning och kliniska analyser

SMI:s statistik visar att enbart två landsting i landet, Landstinget i Jönköpings län och Stockholms läns landsting, rapporterat fall av *Cryptosporidium* varje år sedan sjukdomen blev anmälningspliktig; Stockholmregionen stod för merparten av anmälningarna fram till 2009. Det framgår också att 8 av 21 landsting inte anmälde något fall av cryptosporidieinfektion mellan 2004 och 2009. Denna snedfördelning över landet kan förklaras med att bara vissa parasitlaboratorier analyserar samtliga avföringsprov insända för parasitdiagnostik för cryptosporidieocystor och att andra laboratorier endast utför denna analys efter specifik förfrågan. Det finns alltså anledning att tro att cryptosporidieinfektioner är kraftigt underdiagnostiserade i Sverige. En undersökning visade att förekomsten av *Cryptosporidium* hos vuxna patienter med diarré var lika vanlig (2 procent) som för *Giardia* (Svenungsson m.fl., 2000).

För att öka möjligheterna att upptäcka såväl enstaka sjukdomsfall som större utbrott av *Cryptosporidium* krävs en ökad medvetenhet om

cryptosporidiuminfektion i sjukvården. Inom primärvården behöver man bli mer benägen att ta prov och begära analys av parasiter, speciellt på inhemska fall med magtarmsymtom, och de kliniska mikrobiologiska laboratorerna behöver kunskap om analyserna så att alla parasitprov undersöks för förekomst av *Cryptosporidium*.

Här kan SMI ha en aktiv roll genom informationsinsatser och genom att beskriva metoderna i *Referensmetodik för laboratediagnostik vid kliniskt mikrobiologiska laboratorier* (de så kallade Gula böckerna – <http://www.referensmetodik.smi.se/w/Huvudsida>).

Värdet av typning

De två vanligaste arterna av *Cryptosporidium* som kan infektera människa är *C. hominis* och *C. parvum*. I utbrottsammanhang är det av stor betydelse att så snabbt som möjligt få besked om arten så att utredningsarbetet kan ledas i rätt riktning, eftersom förekomst av enbart *C. hominis* i patientprov, vilket var fallet i Östersund, utesluter djur i smittkedjan. Förekomst av *C. parvum* gör däremot att djur inte kan uteslutas även om det lika gärna kan röra sig om en smitta från människa. Exempelvis visade subtypning av prov från människa vid Lidingöutbrottet 2002 att det handlade om en subtyp av *C. parvum* som nästan uteslutande identifierats hos människa (Insulander m.fl., pågående manuskript).

Som nämnts ovan kan subtypning av *C. hominis* och *C. parvum* ibland ge ytterligare information som är värdefull för smittspårningsarbetet. Både *C. hominis* och *C. parvum* kan delas in i stort antal olika subtyper och det visade sig att samtliga analyserade prov från människa och miljö från utbrottet i Östersund innehöll samma subtyp – *C. hominis* IbA10G2. Denna subtyp är den vanligast förekommande subtypen av *C. hominis* vid sporadiska fall och vid vattenburna utbrott i exempelvis England, USA och Australien (Chalmers m.fl., 2008; Xiao, 2010; Waldron m.fl., 2011).

Samma subtyp konstaterades vid utbrottet i Skellefteå och frågan som många ställer är om det var ”samma” parasiter som orsakade båda utbrotten. Den frågan lämnas dock obesvarad eftersom nuvarande typningsmetoder inte kan skilja olika IbA10G2-isolat åt. En tänkbar väg att hitta markörer med större upplösning vore att göra en helgenomsekvensering av olika IbA10G2-isolat, något som på sikt skulle kunna leda till svar på ovanstående fråga.

Utbrotten av *Cryptosporidium* visar att det finns ett behov av att kunna utföra både artbestämning och subtypning. Det är också viktigt med mer baskunskap om förekomsten av olika arter och subtyper av *Cryptosporidium* i Sverige. I en studie utförd 2006–2008 i samarbete mellan SMI, Karolinska sjukhuset, Smittskydd Stockholm och SVA analyserades 194 prov från människa med molekylära metoder. Resultaten visade att 111 personer var infekterade med *C. parvum* och 64 med *C. hominis*. Ungefär hälften av *C. parvum*-patienterna hade smittats i Sverige medan de flesta *C. hominis*-patienterna hade smittats utomlands. Subtypning visade att flera sporadiska inhemska *C. parvum*-fall hade subtyper som tidigare identifierats hos svenska kalvar (Silverlås m.fl., 2010) och att subtyp IbA10G2 förekom hos mer än hälften av alla *C. hominis*-fall.

Denna studie har dock sina begränsningar eftersom enbart prov från patienter i Stockholmsområdet analyserades; det är troligt att scenariot varierar i olika delar av landet. Det skulle därför vara av stort intresse att bygga upp en verksamhet där prov från olika delar av landet kan skickas in för molekylär analys. I England, där man under lång tid haft problem med *Cryptosporidium*, finns en sådan verksamhet och mycket av den kunskap som i dag finns om *Cryptosporidium* har genererats genom det arbetet (Chalmers m.fl., 2009).

Likartade typningsmetoder för *Cryptosporidium* finns på SMI för prov från människa och miljö samt på SVA för djurprov. I dagsläget finns viss möjlighet att skicka in patientprover till SMI för typning men utökade typningsmöjligheter efterfrågas redan av vissa smittskyddsenheter.

Prevention genom analys av råvatten

Det är producentens ansvar att säkerställa dricksvattenkvaliteten för konsumenten så att sjukdomsutbrott förhindras. Enligt dricksvattenföreskrifterna ska det finnas tillräckligt antal säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening i beredningen. Vidare ska det finnas larm med larmgränser satta så att de varnar vid förhållanden som kan medföra dålig effektivitet hos barriärerna. Föreskrifterna innehåller i dag inga kvantitativa krav på hur effektiva de mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna ska vara på att reducera patogener.

Det är svårt att undersöka råvattnet för alla patogena mikroorganismer och därför används generellt indikatororganismer för att påvisa påverkan. Analyser av indikatororganismer är användbara och kostnadseffektiva i många sammanhang men de är inte alltid pålitliga indikatorer för organismer som exempelvis har en betydligt längre överlevnad än dessa.

Rekommendationer om åtgärder för att minska risken för vattenburen smitta

I samband med utbrottet i Östersund tog Livsmedelsverket, SMI och Svenskt Vatten tillsammans fram nya rekommendationer för analys av parasiter i råvatten (Livsmedelsverket, 2011). Syftet är att motverka riskerna för utbrott av vattenburen smitta orsakade av parasiter som *Cryptosporidium* och *Giardia*.

Rekommendationerna riktar sig i första hand till ansvariga för verksamheten vid allmänna vattenverk, men även kontrollmyndigheter samt andra producenter och tillhandahållare av dricksvatten, vilka omfattas av livsmedelslagstiftningen, kan ha nytta av informationen.

I sammandrag innehåller rekommendationerna följande avsnitt:

Känn ditt råvatten

- Upprätta skyddsområden.
- Inventera källor till fekal påverkan.
- Upprätta ett program för löpande övervakning av råvattenkvaliteten.

Känn ditt vattenverk

- Utvärdera de mikrobiologiska säkerhetsbarriärerna i beredningen.
- Förbättra beredningen om utvärderingen visar på otillräckligt skydd mot vattenburen smitta.

Även om rekommendationerna fokuserar på parasiter kan resonemangen till viss del tillämpas även på andra patogener.

Det är viktigt med kunskap om föroreningskällor i råvattentäkter och i tillrinningsområden samt att kontinuerligt arbeta för att avlägsna dessa. Sjukdomsframkallande mikroorganismer härstammar från avlopp och naturgödsel och ett skydd av vattentäkterna är avgörande för en bra råvattenkvalitet. När det gäller val av mikrobiologiska parametrar för att analysera sjukdomsframkallande mikroorganismer bör detta alltid föregås av en grundlig riskanalys. För parasitanalys ändrades rekommenderad provtagningsvolym via filtrering från 10 till 100 liter råvatten.

Det är viktigt att vattenverken känner till variationerna i sitt råvatten för att kunna agera och sätta in tillräckligt bra barriärer. Två verktyg som kan användas är:

- Kvantitativ mikrobiell riskanalys (MRA) som bland annat ger underlag för att bedöma vilka barriärer som krävs för att upprätthålla god vattenkvalitet.
- Optimal desinfektionspraxis (ODP), vilket är en metod som utvecklats i Norge och som tar hänsyn till olika faktorer som påverkar råvattnet vid beräkning av vilken reduktion som krävs i vattenverket.

SMI har i samarbete med Svenskt Vatten tagit fram ett analyspaket ”*Känn ditt Vatten*” för mikrobiologisk analys av råvatten och avloppsvatten. Paketet innehåller analyser av indikatororganismer, men framför allt av sjukdomsframkallande mikroorganismer med fokus på parasiter och finns tillgängligt för kommunerna från januari 2012.

En viktig lärdom från parasitutbrotten är möjligheten att följa sjukdomsbördan av parasiter i samhället med kvantitativ analys av parasiter i avloppsvatten. Resultaten från analyserna kommer också att kunna ge underlag till riskvärderingar och en bättre helhetsbild av förekomsten av olika patogener i miljön.

Slutsatser

Utbrottet av *Cryptosporidium* i Östersund är det hittills största dokumenterade vattenburna utbrottet i Sverige. SMI har genom analyser av parasiter i vatten och patientprover visat att smittan spridits via dricksvattnet. Det är första gången som *Cryptosporidium* påvisas i dricksvatten i Sverige.

Totalt 12 700 personer rapporterade sig sjuka i enkäten på kommunens webbplats och uppföljande skriftliga enkäter sammanställda av FoU-enheten och enheten för Smittskydd och Vårdhygien i Jämtlands läns landsting tyder på att över 20 000 personer smittades.

Traditionellt sett har telefonintervjuer eller brevenkäter använts vid utbrotsutredningar men utvecklingen går i dag mer mot webbaserade enkäter. Samordnade, validerade och nationella enkäter bör utvecklas både för publicering på webbplatser och för skriftliga uppföljningar. Vid större utbrott i landet bör SMI medverka i det epidemiologiska arbetet för att bistå med expertkunskap, även om utredningen leds av de lokala myndigheterna.

Tidigare kartläggningar av förekomst av *Cryptosporidium* i råvatten i Sverige, liksom utbrotten i Östersund och Skellefteå, har identifierat ett behov av att se över dricksvattentäkter och barriärer i vattenverken. Livsmedelsverket, SMI och Svenskt Vatten har gett ut gemensamma rekommendationer för bedömning av råvatten och riktlinjer för provtagning samt preventiva åtgärder. Eftersom cryptosporidiumoocystor är tåliga mot klor behövs andra behandlingsalternativ, exempelvis UV-desinfektion eller speciella filter.

För att tidigt upptäcka fall och utbrott är det viktigt att inkludera frågeställning om *Cryptosporidium* vid utredning av diarréfall, speciellt inhemska sådana. Dessutom behöver kunskap om analysmetoderna spridas ytterligare inom landet.

För en effektiv smittspårning är det viktigt att snabbt få kännedom om art och subtyp, både vid livsmedels- och vattenburna utbrott. Detta var mycket tydligt i Östersundsutbrottet, där fynd av en humanspecifik variant av *Cryptosporidium* snabbt kunde undanröja frågan om eventuell djursmitta. Smittspårningsarbetet kunde därmed koncentreras på smitta från infekterade människor. Subtypning av prov från människa och miljö visade en koppling till dricksvatten men den ursprungliga orsaken till att råvattnet förorenades är okänd.

Även vid enstaka fynd hos människa är det viktigt att kunna göra en art- eller subtypsbestämning av *Cryptosporidium* för att få information om eventuell smittkälla och kunna bedöma risken för vidare spridning i samhället. En möjlig väg för mikrobiologisk övervakning vore att utveckla rutiner för att skicka in patientprov till SMI för typning

Genom SMI:s dagliga analysverksamhet finns en beredskap att hantera vattenburna utbrott orsakade av olika agens. SMI har under utredningen i Östersund fungerat som en av de expertmyndigheter som bidragit med kunskap och råd under hela förloppet.

Förkortningar och begrepp

DAPI	4',6-diamidino-2-phenylindole
FOI	Totalförsvarets forskningsinstitut
FoU	Forskning och utveckling
IMS	Immunomagnetisk separation
MKN	Miljö kvalitetsnormer
MRA	Mikrobiell riskanalys
ODP	Optimal desinfektionspraxis
PCR	Polymerase Chain Reaction
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
SMI	Smittskyddsinstitutet
SVA	Statens veterinärmedicinska anstalt
VAKA	Vattenkatastrofgruppen
agens	Sjukdomsorsakande mikroorganism vid enskilda fall eller ett utbrott
cystor	Det infektiösa stadiet i livscykeln för <i>Giardia</i>
oocystor	Det infektiösa stadiet i livscykeln för <i>Cryptosporidium</i>
(oo)cystor	Kort skrivning för både oocystor och cystor
fekalt förorenat	Förorenat av avföring från människor eller djur
gastroenterit	Mag/tarminflammation
helgenomsekvensering	Kartläggning av hela den genetiska koden hos en organism
indikatororganism	En organism som används istället för en patogen för att påvisa förorening
konfirmerad	En oocysta detekterad genom mikroskopi med synliga kärnor
patogen	Sjukdomsframkallande mikroorganism
presumtiv	En oocysta detekterad genom mikroskopi men utan synliga kärnor
recipient	Vattendrag där renat avloppsvatten släpps ut
sekundärfall	Person smittad av en annan person, inte via konsumtion av förorenat vatten eller livsmedel
smittspårning	Utredning för att ta reda på vad som orsakade sjukdomsfall, att hitta smittkällan
symtomatisk behandling	Behandling av symtom vid en sjukdom
turbiditet	Grumlighet, mått på mängden uppslammat/suspenderat material i en viss vattenmassa
typning	Bestämning av art eller "underart" av en mikroorganism
UV	Ultraviolett
zoonos	En sjukdom som kan spridas mellan djur och människor

Referenser

- Beaudeau P, de Valk H, Vaillant V, Mannschott C, Tillier C, Mouly D, Ledrans M. (2008). Lessons learned from ten investigations of waterborne gastroenteritis outbreaks, France, 1998-2006. *J Water Health*. 2008 Dec;6(4):491-503.
- Chalmers RM, Elwin K, Thomas AL, Guy EC, Mason B. (2009). Long-term *Cryptosporidium* typing reveals the aetiology and species-specific epidemiology of human cryptosporidiosis in England and Wales, 2000 to 2003. *Euro Surveill* 14 4, pii: 19086.
- Chalmers RM, Hadfield SJ, Jackson CJ, Elwin K, Xiao L, Hunter P. (2008). Geographic linkage and variation in *Cryptosporidium hominis*. *Emerg Infect Dis* [serial on the Internet]. 2008 March; 14(3): 496–498.
- D'Antonio RG, Winn RE, Taylor JP, Gustafson TL, Current WL, Rhodes MM, Gary GW Jr, Zajac RA. (1985). A waterborne outbreak of cryptosporidiosis in normal hosts. *Ann Intern Med*. 1985 Dec;103(6(Pt 1)):886-8.
- Föreningen för Medicinsk Mikrobiologi och SMI. Referensmetodik för laboratoriediagnostik vid kliniskt mikrobiologiska laboratorier <http://www.referensmetodik.smi.se/w/Huvudsida>
- Girdwood RWA, Smith HV. (1999). *Cryptosporidium*. *Encyclopaedia of Food Microbiology*. Robinson R, Batt C, Patel P (eds.). London and New York, Academic Press. p 487-497.
- Hansen A, Stenström TA. (1996). *Giardia* och *Cryptosporidium* i svenska ytvattentäkter. Livsmedelsverket, Smittskyddsinstitutet.
- Hansen A, Stenström TA, Schönning C. (2006) Protozoan parasites in sewage sludge. Nordic Ministry of Council, Tema Nord 2006:596.
- Hoxie NJ, Davis JP, Vergeront JM, Nashold RD, Blair KA. (1997). Cryptosporidiosis-associated mortality following a massive waterborne outbreak in Milwaukee, Wisconsin. *Am J Public Health*. 1997 Dec;87(12):2032-5.
- Hunter, PR, Hughes S, Woodhouse S, Raj N, Syed Q, Chalmers RM, Verlander NQ, Goodacre J. (2004). Health sequelae of human cryptosporidiosis in immunocompetent patients. *Clin Infect Dis*. 2004 Aug 15;39(4):504-10.
- Höglund CE, Stenström TA. (1999). Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts in source separated human urine. *Can J Microbiol*. 1999 Sep;45(9):740-6.
- Insulander M, Lebbad M, Stenström TA, Svenungsson B. (2005). An outbreak of cryptosporidiosis associated with exposure to swimming pool water. *Scand J Infect Dis*. 2005;37(5):354-60.
- Livsmedelsverket. (2011). *Cryptosporidium* och *Giardia* – rekommendationer om åtgärder för att minska risken för vattenburen smitta. http://www.slv.se/upload/dokument/2011/cryptosporidier_och_giardia_rekommendationer_om_atgarder_for_att_minska_risken_for_vattenburen_smitta.pdf
- Livsmedelsverket, 2006. Vägledning Dricksvatten. <http://www.slv.se/upload/dokument/livsmedelsforetag/vagledningar/V%c3%a4gledning%20dricksvattenf%c3%b6reskrifterna%202006-03-01.pdf>
- Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, Gradus MS, Blair KA, Peterson DE, Kazmierczak JJ, Addiss DG, Fox KR, Rose JB, et al. (1994). A massive outbreak in Milwaukee of cryptosporidium infection transmitted through the public watersupply. *N Engl J Med*. 1994 Jul 21;331(3):161-7. Erratum in: *N Engl J Med* 1994 Oct13;331(15):1035.
- Ottoson J, Hansen A, Westrell T, Johansen K, Norder H, Stenström TA. (2006). Removal of noro- and enteroviruses, *Giardia* cysts, *Cryptosporidium* oocysts and fecal indicators at four secondary wastewater treatment plants in Sweden. *Water Environ Res*. 2006 Aug;78(8):828-34.
- Silverlås C, Emanuelson U, de Verdier K, Björkman C. (2009). Prevalence and associated management factors of *Cryptosporidium* shedding in 50 Swedish dairy herds. *PrevVet Med*. 2009 Aug 1;90(3-4):242-53.

Silverlås C, Näslund K, Björkman C, Mattson JG. (2010). Molecular characterisation of *Cryptosporidium* isolates from Swedish dairy cattle in relation to age, diarrhoea and region. *Vet Parasitol* 2010 May 11;169(3-4):289-95. SMI (2011). *Giardia* och *Cryptosporidium* i ytvattentäkter.

SMI rapport 2011. <http://www.smittskyddsinstitutet.se/upload/Publikationer/rekommendationer-parasiter-febr-2011.pdf>

Smith A, Reacher M, Smerdon W, Adak GK, Nichols G, Chalmers RM. (2006). Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-2003. *Epidemiol Infect.* 2006 Dec;134(6):1141-9.

Svenungsson B, Lagergren Å, Ekwall E, Evengård B, Hedlund KO, Kärnell A, et al. (2000). Enteropathogens in adult patients with diarrhea and healthy control subjects: A 1-year prospective study in a Swedish clinic for infectious diseases. *Clin Infect Dis* 2000; 30: 770-78.

Waldron LS, Ferrari BC, Cheung-Kwok-Sang C, Beggs PJ, Stephens N, Power ML. (2011). Molecular epidemiology and spatial distribution of a waterborne cryptosporidiosis outbreak, Australia. *Appl Environ Microbiol.* 2011 Sep 9. Epub ahead of print.

Wensaas KA, Langeland N, Hanevik K, Mørch K, Eide GE, Rortveit G. (2011). Irritable bowel syndrome and chronic fatigue 3 years after acute giardiasis: historic cohort study. *Gut.* 2011 Sep 12. Epub ahead of print.

Xiao L. (2010). Molecular epidemiology of cryptosporidiosis: an update. *Exp Parasitol.* 2010 Jan;124(1):80-9.

Smi

SMITTSKYDDSinSTITUTET

Denna rapport kan beställas från:
Smittskyddsinstitutets beställningsservice
c/o Strömberg, 120 88 Stockholm.
Fax: 08-779 96 67
E-post: smittskyddsinstitutet@strd.se
Webbutik: www.smittskyddsinstitutet.se/publikationer

Publikationen kan även laddas ner från:
www.smittskyddsinstitutet.se/publikationer