



C4 Teknik

KRISTIANSTADS KOMMUN

**Orsaksutredning bakteriekontamination av
Åhus dricksvatten**

2010

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	2 (22)

SAMMANFATTNING

I månadsskiftet juli-augusti, 2010, rapporterades påvisade E-coli bakterier vid en rutinprovtagning av dricksvattnet i Åhus dricksvattennät. En omprovtagning gjordes omedelbart som bekräftade att det fanns en kontaminering. En kokrekommendation gick ut till allmänheten och en utredning av händelsen påbörjades. Ett stort antal provtagningar har sedan gjorts för att ringa in källan till föroreningen samtidigt som stora resurser lagts ner för att säkra dricksvattnet.

Under tiden arbetet pågått med att säkra dricksvattnet och att utreda orsaken till händelsen har flertalet hypoteser lagts fram. Flera av dessa har förkastats och tre misstänkta anledningar kvarstår som troliga och därmed utretts vidare. De tre huvudsakligen misstänkta föroreningskällorna har varit avhärldningssaltet, vattentornet och luftfilter i vattenverket.

I ljuset av analysresultat och händelser i en annan kommun, gör att teorin om ett förorenat avhärldningssalt väger tyngst. Det är ett faktum att det finns höga halter bakterier i saltbassängerna för avhärldningen vilket även tidigare varit föremål för utredning i en annan kommun vid påträffade bakterier på dricksvattennätet. Detta är en reell och mycket allvarlig risk för kontaminering av dricksvattnet. De två andra hypoteserna gäller bland annat möjliga sprickbildningar och gamla tätning i vattentornet samt luftfilterkassetter som delvis rasat ner i luftningsbassängen i vattenverket. Inga direkta fynd på och kring dessa har gjorts som direkt kan kopplas till föroreningarna vilket gör att dessa två blir möjliga orsaker men med en lägre trolighet för att ha bidragit till utbrottet. Slutsatsen av utredningen är att ingen av de tre misstänkta orsakerna helt kan uteslutas som möjligt bidragande till händelsen men att, sammantaget analysresultat och externa händelser, avhärldningssaltet framstår som huvudorsak.

Uppdrag Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Upprättad av Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare C4 Teknik, Kristianstads Kommun	Kontrollerad av OCÖ/FCG	Godkänd av AT	Datum 2010-10-21	Projektnr. 10142	Sidnr 3 (22)

Sammanfattning.....	2
1 Bakgrund.....	4
2 Syfte.....	4
3 Dricksvattensystemet	5
3.1 Vattenverket	5
3.2 Ledningsnätet	5
3.3 Vattentornet	5
3.4 Råvatten	6
4 Provtagningar	7
4.1 Resultat	7
5 Nederbörd	9
5.1 Nederbörd Åhus	9
6 Utredning kring möjliga orsaker.....	10
6.2 Saltbassänger	10
6.3 Diskussion och Slutsats, salt.....	13
6.4 Övriga misstänkta orsaker.....	15
6.4.1 Vattentornet.....	15
6.4.2 Diskussion och Slutsats, vattentornet	16
6.4.3 Luftfiltren i vattenverket	18
6.4.4 Diskussion och Slutsats, luftfilter	18
6.4.5 Uteslutna orsaker.....	20
7 Slutsats	21
8 Fortsättning och uppföljning av händelsen	22

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	4 (22)

1 BAKGRUND

Enligt kommunens provtagningschema togs rutinprover i Åhus dricksvatten den 27 juli, 2010. Preliminära resultat från analyserande laboratorium den 29 juli visade på risk för koliforma bakterier och eventuellt E-coli bakterier i dricksvattnet. Nya prover togs enligt upprättade rutiner samma dag. Den 30 juli bekräftades att det var E-coli i proverna från den 27 juli. Den 2 augusti bekräftades att det även fanns påvisade bakterier i proverna från den 29 och 30 juli. En utredning startades internt enligt kommunens rutiner vid risk för vattenburen smitta. Kommunen kontaktade i ett tidigt skede extern kompetens i form av expertgrupper som livsmedelsverkets Vattenkatastrofgrupp, VAKA. Åtgärder vidtogs genom att den 2 augusti via hemsida och lokal media för säkerhets skull gå ut med en kokrekommendation till allmänheten. Samtidigt sattes en stödklorering in på dricksvattnet. Tappställen för enskilda konsumenter upprättades och vattentankar, egna och rekvirerade från VAKA, sattes ut för att täcka behov hos vissa konsumenter såsom företag, vårdcentraler, skolor, förskolor m.fl. Den 18 augusti, mitt under händelsen, rasade ett filter till luftningssteget i vattenreningen delvis ner i luftningsbassängen i vattenverket. I samband med genomgång och sanering av vattenverket kopplades avhärddningen bort. Den 25 augusti togs prover på saltbassängerna där det konstaterades att de var kontaminerade med bland annat E-coli bakterier. Avhärddningen har därefter varit bortkopplad och är fortsatt bortkopplad tills sanering och vidare utredning gjorts.

Efter knappt 4 veckor, den 27:e augusti, och med ca. en vecka utan påvisade bakterier i dricksvattnet togs kokrekommendationen och vattentankarna bort. Kloreringen har fortsatt och gradvis minskats. Utifrån händelser och de uppställda hypoteser om orsak som framkommit, har en rad åtgärder vidtagits för att säkra vattenkvaliteten. Exempelvis har vattenverket sanerats, avhärddningen kopplats bort och vattentornet har rengjorts samt tätning av fogar och reparationer utförts på denna.

2 SYFTE

Att utreda de olika teorierna kring bakteriesmittan i Åhus dricksvatten och om möjligt komma fram till den avgörande smittorsaken.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	5 (22)

3 DRICKSVATTENSYSTEMET

Åhusvattenverk är ett relativt litet verk och är det enda vattenverket i kommunen som har avhärdning. Vattenproduktionen uppgår till ca 3500 m³/dygn vid lågsäsong med toppar upp till ca 6000 m³/dygn vid högsäsong. Sommar/högsäsong ökar befolkningen kraftigt varav många är tillfälliga sommargäster. På nätet finns även några större företag, livsmedelsindustrier som har stora krav på vattenkvaliteten. Några av dessa har möjlighet till delvis egen vattenförsörjning.

3.1 Vattenverket

Vattenverket består av en luftningsanläggning på inkommande vatten för att oxidera metaller framför allt järn. Järnet fälls ut och filtreras bort i sex stycken trycksandfilter. Därefter delas vattnet upp och hälften går via en avhärdningsanläggning för att sedan blandas med icke avhärdat vatten till en hårdhet på runt sju tyska hårdhetsgrader (7°dH). Regenerering sker av avhärdningsfiltren efter var 1000 m³. Verket har ingen permanent klorering av vattnet men möjligheten finns att stödklorera vid händelser som denna.

3.2 Ledningsnätet

Ledningsnätet sträcker sig mycket tydligt i en nordgående riktning, en central del och en lång södergående sträckning. På den södergående delen finns en tryckstegringsstation för att upprätthålla trycket även i de mest avlägsna delarna (Furuboda).

Utgående ledning från vattenverket delar sig utanför vattenverket i en söder- och en norrgående riktning. Vattentornet ligger i direkt anslutning till vattenverket men ligger rent faktiskt på den södergående ledningen, se fig 1. En teoretisk modellberäkning av tryckfördelningen mellan nät, vattentorn, utgående pumptryck och förbrukning har gjorts i och med händelsen. Den visar att vid speciella förhållanden, med bland annat mycket hög förbrukning, kommer delar av södra distributionsnätet att försörjas av vatten från vattentornet medan de norra delarna direkt från vattenverket. Detta kan enligt beräkningarna eventuellt ske endast under någon eller några timmar vid mycket högre förbrukning än normalt.

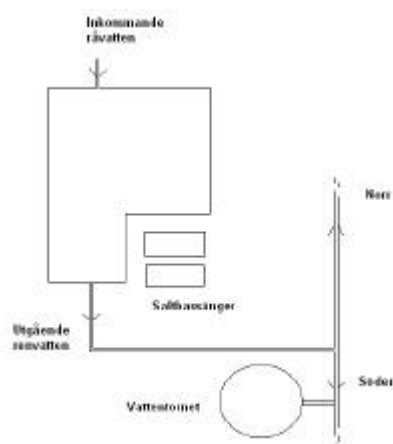
3.3 Vattentornet

Vattentornet finns i direkt anslutning till vattenverket i Åhus. Tornet är ca 30 år gammalt och har en överbyggnadskonstruktion med ett dubbelt tak. Det består av en betongplatta, ett vattenspärrlager, ett gruslager samt ett yttre betongskikt i form av "tårtbitar" med fogar. Under utredningsarbetet har taket sanerats från föroreningar, främst rester från fåglar samt nedfall, luftfiltret har bytts ut mot en modernare konstruktion och alla fogar ersatts med nya.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	6 (22)

3.4 Råvatten

Råvattnet tas från djupborrade grundvattenkällor. Normalt används inte alla så kallade borrar. Då dessa ger ett mycket bra vatten har inte behövts ytterligare rening av vattnet än järneliminering och avhärdning. Tidigare använda grundvatten har haft en hårdhet på över 20°dH (tyska hårdhetsgrader). Det nuvarande råvattnet har en naturlig hårdhet på ca 11°dH.



Figur 1. Ej skalenligt skiss över inkommande och utgående vatten från vattenverket. OBS endast principskiss.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	7 (22)

4 PROVTAGNINGAR

Under händelsen och fram till nu har mer än 375 prover tagits på stora delar av distributionsnätet, vattenverket, vattentornet, råvattnet, saltbassänger, vatten efter filter, lågreservoarer mm. I utredningssyfte har prover skickats till flera laboratorier och analyserats med olika metoder. Utökade provvolymerna har tagits och typning, identifiering, av bakteriestammar gjorts.

Kommunen har ett schema för rutinprovtagningar över året. Den 8 juni gjordes ordinarie provtagningen enligt schemat och ett omprov togs den 11 juni. Varken provet den 8 juni eller provet den 11 juni visade på några bakterier. Den efterföljande provtagningen med påvisade bakterier togs den 27 juli enligt kommunens normala provtagningsrutiner.

Provtagningen av vatten i vattentornet har varit svåra och inte skett under ideala förutsättningar på grund av tornets utformning vilket medför en viss osäkerhet i tolkningen av vissa av provsvaren. Provtagningssvårigheterna resulterade i att det togs dubbelprover med två olika metoder, dels uppumpning av vatten och dels nedsänkning av ytdesinficerade provflaskor.

4.1 Resultat

Resultaten från den omfattande provtagningen visar på en kontaminering av delar av ledningsnätet. Även i vattenprover från vattentornet och utgående vatten från vattenverket har bakterier påvisats. I stor utsträckning har det varit koliforma bakterier varav de flesta av de koliforma bakterierna har konfirmerats som E-coli bakterier. Även enterokocker har påvisats i enstaka analyser i dricksvattnet. E-coli bakterier, enterokocker och till viss del koliforma bakterier indikerar normalt sett en fekal förorening. Det är ovanligt att hitta ett så stort antal prover med bara E-coli bakterier. I en avloppsförorening till exempel kan man förvänta sig en betydligt större variation av mikroorganismer.

Höga halter av 3 dygns odlingsbara bakterier och 7 dygns långsamväxande bakterier har också påvisats. Detta kan dels vara ett resultat av en förorening men är sannolikt till stor del ett resultat av kloreringen av systemet. Vid en klorering ser man ofta en förhöjd mängd odlingsbara och långsamväxande bakterier.

Bakterierna är analyserade på dels normal odlingsplatta och dels med colilert metod. Enkelt beskrivet ger odling på platta endast resultat från levande celler som kan växa fram som kolonier på odlingsmediet. Colilert bygger på specifika enzymatiska reaktioner. Detta medför att denna metod även ger resultat från bakterier som har en cellaktivitet men som är skadade eller till exempel klorchockade. Den visar alltså även bakterier inte kan tillväxa och som därför inte växer fram som kolonier på plattorna med normalt odlingsmedie. Typning har gjorts med en så kallad

Uppdrag Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten		Upprättad av Peter Norberg, Weedo AB			
Beställare C4 Teknik, Kristianstads Kommun	Kontrollerad av OCÖ/FCG	Godkänd av AT	Datum 2010-10-21	Projektnr. 10142	Sidnr 8 (22)

API metod som är identifikation genom ett enzymatiskt test. Ett antal bakterieisolat från olika provtagningar har under händelsen identifierats som E-coli genom samma API profil. För att fastställa att identiteten mellan de funna bakterierna är samma krävs betydligt mer avancerade analyser. API identifiering ger en bra indikation på, men inte fullständig, att det finns en koppling mellan de olika bakteriefynd i utredningen.

Provpunkt	VV	VT	Ledning	Saltsystem
27-jul	1 / 0 / -		3 / 3 / -	
29-jul			1 / 1 / -	
30-jul			6 / 4 / -	
02-aug			9 / 8 / 6	
03-aug			7 / 6 / 7	
04-aug		1 / 1 / 0	1 / 0 / 0	
11-aug			1 / 1 / 0	
14 -aug		1 / 0 / 0	1 / 0 / 0	
16 - aug	6 / 1 / -	12 / 3 / -	7 / 2 / -	
17 - aug		26 / 20 / -		
19 - aug			2 / 0 / -	
25 - aug				440 / 440 / -
26 - aug				1150 / 1150 / -
31 - aug				23 / 23 / -
3 - sept				200 / 0 / -
8 - sept				0 / 0 / 107
10-15 sept*				>100 / > 100 / > 100

Tabell 1: Resultat, siffrorna anger koliforma bakterier / E-coli / Enterokocker. Ett streck betyder att analys inte gjorts. Redovisade resultaten är i huvudsak plattodling och inte colilert. Tabellen är inte komplett, bland annat redovisas inte de prover som inte visat bakterieväxt och de prover som parallellt analyserats med colilert metoden. VV = vattenverk, VT = vattentorn, Resultaten är det sammanslagna antalet bakterier på flera provpunkter.

* Omfattande provtagning på vatten i saltbassängerna av flera oberoende laboratorier.

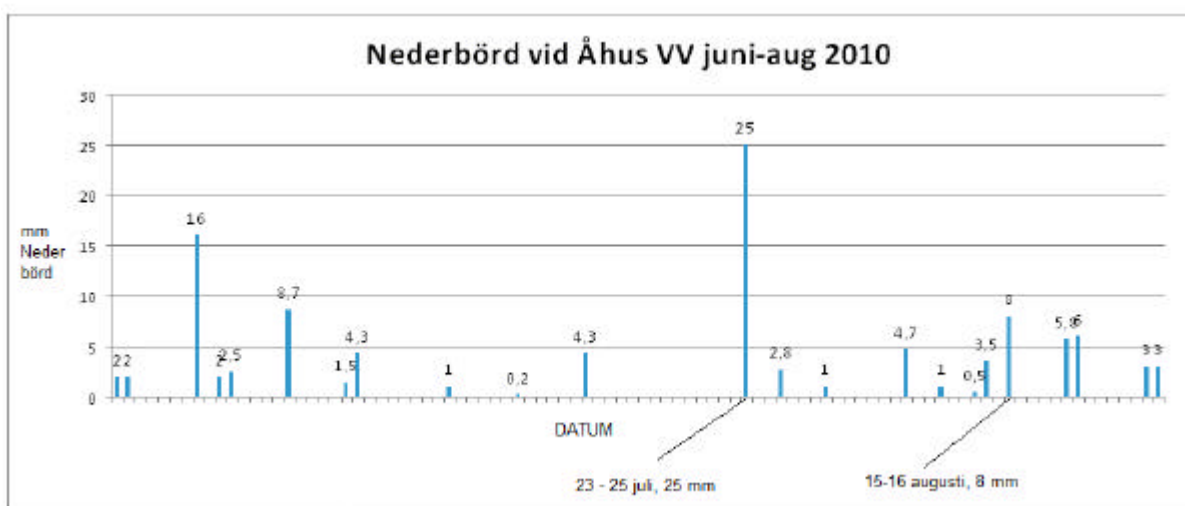
Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	9 (22)

5 NEDERBÖRD

Vid händelser på dricksvattensystem är naturliga faktorer så som nederbörd en ibland bidragande faktor som bör tas hänsyn till. Man kan generellt se i flera händelser att kraftiga regn, snösmältning, översvämningar, tjärskott mm under vissa förhållanden kan bidra till kontaminering av dricksvattensystem. För de flesta av dessa går det att kalkylera risker, göra förebyggande arbete och ha beredskap vilket gör att det i de allra flesta fall inte påverkar. Eftersom det finns en teoretisk möjlighet att påverkan kan ske på till exempel råvatten eller på andra delar av systemet, samt då två av nedanstående hypoteser bygger på tesen om kraftig nederbörd redovisas även vattenverkets regnmätningar under perioden. Under orsaksutredningen kommer detta att tas upp ytterligare.

5.1 Nederbörd Åhus

Juli 2010 var en mycket torr månad och det kom endast ca fyra mm regn i mitten av månaden förutom det kraftiga regn, 25 mm, som kom under helgen den 24 - 25:e juli. Även avläsningen den 16 augusti visade ett relativt kraftigt regn på åtta mm. Däremellan kom utspritt måttliga mängder. I figuren nedan visas en sammanställning av nederbörden i Åhus från juni till och med augusti. Avläsningarna görs varje morgon, förutom helgerna, vilket medför att avläsningen den 26 juli gäller nederbörd som fallit från fredag morgon till måndag morgon. Samma sak gäller avläsningen den 16 augusti vilket gäller nederbörd ett dygn bakåt. Provtagningen med de initiala påvisade bakterierna togs dagen efter avläsningen för helgens sammanlagda nederbörd.



Figur 2, Sammanställning av nederbörden vid Åhus VV. Vattenverkets egna avläsningar.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	10 (22)

6 UTREDNING KRING MÖJLIGA ORSAKER

Under arbetet har flertalet möjliga orsaker lagts fram. Dels händelser i anslutning till utbrottet och dels andra händelser som skulle kunna ha haft påverkan på vattenkvaliteten under perioden. Vissa av dessa har uteslutits i relativt tidigt stadium och andra efter hand som nya fakta kommit fram. De som inte är föremål för denna rapport och som krisledningen på C4 teknik med flera avfört, redovisas endast kortfattat i punkt 6.6 nedan.

Punkterna 6.1 till 6.5 redovisar de tre huvudmisstänkta möjliga orsakerna med diskussion kring deras troliga sannolikhet.

6.2 Saltbassänger

Vattnet genom vattenverket fördelas så att ca hälften går genom avhärdningsfiltren. I samband med saneringen av vattenverket den 18 augusti kopplades avhärdningsfiltren bort och har varit bortkopplad sedan dess. Det avhärdate vattnet blandas med ej avhärdat vatten för att få önskad hårdhet. Avhärdningsfiltret regenereras regelbundet genom spolning med saltlösning.

Regenereringen görs automatiskt efter att 1000 m³ vatten passerat filtret. Medelproduktionen av dricksvatten ligger på ca 4000 m³ per dygn. Med en produktion av mellan 3000 och 5000 m³ per dygn kommer därmed spolningen av filtren att ske mellan en och tre gånger per dygn.

Regenereringen startas med 10 minuters genomspolning. Därefter spolas filtret i 30 - 50 minuter för att spola bort överflödigt salt. Totalt 22 m³ spolvatten från filtren spolas ut i avloppet. En kontaminering från saltet och regenereringen av filtren skulle därför ha pytsats ut vid ca två tillfällen per dygn.

Då det normalt är mycket låg sannolikhet att man skall hitta fekala bakterier i så höga saltkoncentrationer som i en saltbassäng, togs inte prover på saltbassängerna förrän första gången den 25 augusti, då i saltbassäng 1. Proverna togs som ett led i provtagning på flera delar av dricksvattenprocessstegen. Där påvisades 687 E-coli i Colilert testet och 440 E-coli på platta. Efter denna provtagning har flertalet prover tagits i saltbassängerna som visar på höga halter av bakterier.

De koliforma bakterier som påvisats har till stor del kunnat typas till E-coli bakterier. Även enterokocker har påvisats. Mönstret är detsamma för både saltbassängerna och ute på ledningsnätet. Identifikation av bakterier med API test ger samma profil på bakterierna i saltet som i ledningsnätsproverna. API typning är dock ingen absolut metod men ger en indikation att det kan vara samma ursprung.

Det har skett två saltleveranser i samband med händelsen och strax före. Den saltleverans som troligtvis är mest aktuell är den från den 9 juli, eftersom den från den 27 juli inte kan, på grund av

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	11 (22)

transporttider på nätet, ha hunnit påverka resultatet från provtagningen längst ut på nätet i Furuboda samma dag.

Normalt sett är det mycket oväntat att hitta denna typ av bakterier och i dessa halter i ett saltmättat vatten. Det är normalt endast ett fåtal bakterier som trivs i en mättad saltlösning. E-coli bakterier är tarmbakterier och trivs bäst i en omgivning som liknar tarmarnas. Undersökningar visar generellt att E-coli inte klarar saltkoncentrationer över ca 6 % (uppgifter genom samtal med SMI).

Det har också framkommit att en liknande händelse inträffat i Trelleborg 2007. Där kunde de påvisade bakterierna i dricksvattnet relativt snabbt spåras tillbaka till avhärdningsbassängerna. I samband med händelsen i Trelleborg gjordes en utredning med bland annat ett försök på salttålighet hos E-coli från prover tagna under händelsen. Där konstaterades att dessa överlevde och kunde föröka sig i upp till 8 % saltlösning (natriumklorid och inte avhärdnings salt) och under vissa förhållanden även överlevde i mer än 14 dagar i betydligt högre koncentrationer.

Sambandet mellan denna händelse och Trelleborg förstärks också genom att det visat sig att bakterienivåerna i saltbassängerna i Åhus inte nämnvärt sjunkit med tiden. Fortfarande i oktober, tre månader efter den misstänkta saltleveransen, visar analyser på höga halter bakterier.

Saltprover

Stensalt har normalt sett varit det som levererats till Åhus fram till februari 2010. Då på grund av saltbrist levererades havssalt från slutet på februari till slutet av april 2010. Efter klagomål och diskussioner om havssaltleveranserna, då de vid flertalet tillfällen sett "skitiga" ut med bland annat metall- och plastbitar och även en död fågel i saltbassängerna, levererades sedan stensalt från maj (Salt 3 Grov). För leveransen den 9 juli förs diskussioner med leverantören och transportören vad som körts på flaket och leverantören kan inte redovisa vad som transporterats på transportfordonet innan leveransen. Saltleverantören har efter kontakter i samband med händelsen ändrat transportrutinerna. Fortsatta samtal mellan kommunen och leverantören pågår.

Normalt sett är salt som levereras enligt specifikation 98,5 % NaCl, < 0,4% Calcium/Magnesium och < 0,7% Sulfat. I saltet finns också en liten ospecificerad del klumpförebyggande medel, <0,002%.

Kommunen har gjort omfattande tester på saltet inte bara vad gäller bakteriehalt utan också saltkvalitet och innehåll. Det som man kan se på resultaten är att vattnet i bassängerna inte är en mättad saltlösning. Salthalten i bassängerna kan variera och kommer att variera beroende på otillräcklig omrörning eller omblandning och på så sätt skiktning. Det kan också variera beroende på mängd salt som är kvar i bassängerna och graden av påfyllt spädvatten vid provtagningen. Det som framgår av proverna är att dels är det en förhållandevis låg salthalt och salinitet i vattnet.

Uppdrag Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten		Upprättad av Peter Norberg, Weedo AB			
Beställare C4 Teknik, Kristianstads Kommun		Kontrollerad av OCÖ/FCG	Godkänd av AT	Datum 2010-10-21	Projektnr. 10142
				Sidnr 12 (22)	

Med tanke på överlevnaden hos bakterierna i försöken i Trelleborg kan detta förklara varför man hittat bakterier under lång tid i bassängerna. Dels är det också en något avvikande fördelning av joner i vattnet jämfört med leverantörens specifikationer. Om detta beror på avvikelser i saltkvalitet eller annat går inte att avgöra på de analyser som gjorts. Tabell 2 redovisas delar av analysresultaten för saltprovtagningarna.

	Samlingsprov salt							
	Salt 1:1		Salt 1:2		Salt 2:1		Salt 2:2	
Ca/Mg %	0,26		0,30		0,37		0,37	
Na %	40,25		40,49		40,21		39,96	
K %	0,04		0,04		0,03		0,03	
Cl %	59,45		59,18		59,39		59,64	
NaC %I	99,70		99,66		99,60		99,60	
Salthalt %	Ca 30		Ca 30		Ca 30		Ca 30	
	Prover från saltbassängernas vattenfas							
	Vatten från Saltbassäng 1			Vatten från Saltbassäng 2				
	Yta	mitten	Botten	Yta	mitten	Botten		
Ca %	2,1	1,9	2,1	1,9	0,8	0,5		
Mg %	0,18	0,18	0,17	0,07	0,02	0,01		
Na %	38	39	39	39	40	42		
K %	0,16	0,16	0,16	0,12	0,06	0,04		
Cl %	59	59	58	59	59	58		
NaCl %	97	98	98	98	99	99		
Salinitet * ppt	4	4	4	9	25	87		
Konduktivitet mS/m	630	610	1000	1500	>3000	>3000		
Salinitet** ppt	3,8	3,8	6,3	9,8	20,8	20,8		

Tabell 2: Delar av provtagningar på dels saltlagret i bassängerna och dels olika nivåer i vattenfasen.

Analysresultaten är från olika analyslaboratorier och tillfällen.

* Salinitet uträknat av laboratoriet

** Salinitet uträknat genom konduktivitet och en antagen temperatur vid analysen, 20 °C

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	13 (22)

6.3 Diskussion och Slutsats, salt

Det finns omständigheter som talar både för och emot misstankarna mot saltet som orsak till de påvisade bakterierna i Åhus dricksvatten. Det är ändå saltteorin som i ljuset av provtagningsresultat och andra händelser är den som är mest trolig.

Om kontaminerat eller okontrollerat salt levererats tidigare borde problemet ha uppstått förut. Varför har då inte dessa setts i föregående analysresultat? En anledning skulle kunna vara att om dessa saltskadade och chockade bakterier inte skulle återhämta sig i dricksvattnet så skulle de inte växa fram på en normal odlingsplatta. Det kan också vara en fråga om skillnader i salthalt eller omblandning, se ovan, vilket gjort att tidigare bakteriekontamination avdödat av en högre salthalt. I saltbassängerna kan man förvänta sig att eventuella tarmbakterier skulle vara skadade eller saltchockade. De flesta levande organismer klarar heller inte snabba byten av saltkoncentrationer. Saltchocken kommer både genom att de ligger i en stark saltlösning och att de därefter utsätts för ett jonsvagt vatten i form av det normala dricksvattnet. De som klarar det kommer troligtvis även att vara skadade eller tillfälligt immobiliserade. Detta talar för att man inte hittat några i utgående vatten, då teoretiskt saltchockade bakterier skulle kunna finnas men inte kunna odlas fram med traditionella metoder i utgående vatten från vattenverket. Mot detta talar resultaten från provtagningen från saltbassängen som visat på höga bakteriehalter både med odling på platta och med Colilert metoden. Inga Colilert tester togs i början av provtagningen på utgående vatten från vattenverket.

De omfattande provtagningar som gjorts visar på fortsatt höga halter av bakterier i saltet ännu snart tre månader efter sista saltleveransen. Detta betyder att de bakterier som finns i saltet är långlivade i denna miljö. Det har nu framkommit att så troligtvis också varit fallet i en annan kommun och undersökningar från denna styrker saltteorin från Åhus.

Den 16 augusti då taket på vattentornet var rengjort gjordes ett stopp i kloreringen. Efter detta stopp påvisades höga halter bakterier både ut från vattenverk och i vattentornet. Vilket stöder hypotesen att kontamineringen kommit från vattenverket och saltet. Detta argument kan även användas på hypotesen om luftfiltren som rasade.

En annat indicie för att det är saltet som påverkat dricksvattnet är att avhärdsningsdelen i vattenverket stängdes av i samband med saneringen av vattenverket natten till den 19 augusti. Efter avstängningen har inga E-coli hittats vare sig ut från vattenverket, i vattentornet eller ute på ledningsnätet.

På grund av de mycket höga halterna bakterier i saltet och de låga halterna i vattentornet kan man också utesluta att vatten från vattentornet eller det rasade luftfiltret har kontaminerat saltet.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	14 (22)

Det som skulle kunna tala emot saltteorin är att bland annat att om den teoretiska modellen över vattenfördelningen vid (mycket) höga flöden gäller skulle fördelningen i detta fall ha varit mer jämn över nätet. Detta är svårtolkat då fördelningsmodellen är teoretisk, uppdelningen i ett sydligt och norrgående område oklart samt att fördelningen av provtagningspunkter kan vara missvisande.

Vattentornet borde även ha varit kontaminerat i större utsträckning då det är en reservoar med blandvatten som fylls på med vatten under en längre tidsperiod. Även om kontamineringen av utgående vatten skett stötvis borde kontaminerat vatten ha tillförts vattentornet flertalet gånger före och under händelseperioden. Vid en regenerering av avhärningsfiltren var 1000:e kubikmeter och med en medelproduktion av 4000 m³/dygn varav 2000 m³ gått genom avhärningen skulle över 40 stötar av bakterier ha kommit ut mellan den 27 juli och den 19 augusti när avhärningen stängdes av. Detta borde ha märkts i provtagningar i vattentornet. Utspädning, dålig omblandning och provtagningssvårigheter kan ha påverkat detta

Slutligen då regenereringen av avhärningsfiltren sker med mycket stor genomströmmande vattenvolym vid sista spolningen med renvatten borde kvarvarande bakteriemängder vara mycket små. Detta kan förklara varför man i början inte hittat mer än några enstaka bakterier i till exempel utgående vatten och i vattentornet.

Sammantaget från det som framkommit och redovisats ovan framstår saltet som den troliga huvudorsaken.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	15 (22)

6.4 Övriga misstänkta orsaker

Utöver teorin om kontaminerat salt till avhärddningen har andra möjliga hypoteser framlagts.

Vattentornsteorin och luftfilterteorin redovisas utförligare nedan.

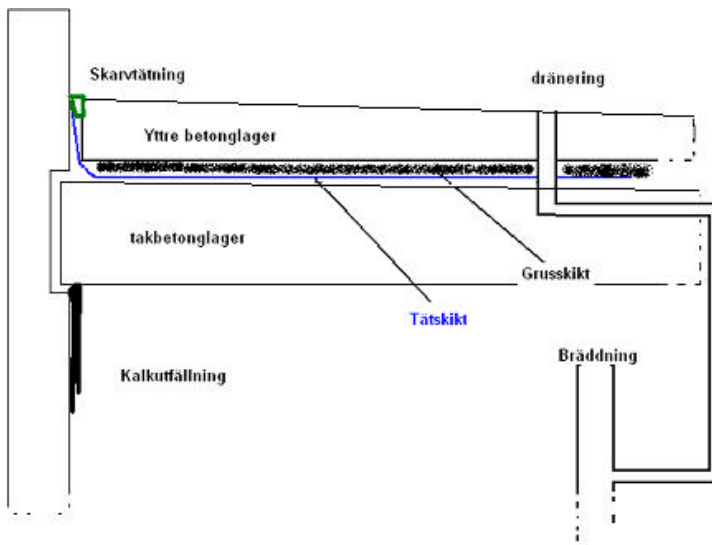
6.4.1 Vattentornet

En inspektion av vattentornet gjordes tidigt i händelsen och, förutom de inledande bakterieanalyserna på vattenverket och ute på nätet, påbörjades provtagning på vattentornet den 4 augusti. De påbörjades som en del i orsaksutredning för att säkra dricksvattnet. Proverna den 4 augusti skickades parallellt till två olika laboratorier. En indikation på att det fanns koliforma bakterier i provet från vattentornet konfirmerade som E-coli av Smittskyddsinstitutet, SMI.

Den initiala utbredningen av påvisade bakterier på nätet gjorde att vattentornet i ett tidigt stadium framstod som en möjlig orsak till händelsen. Detta byggde också på de teoretiska beräkningsmodeller som visade att det vid mycket kraftiga uttag fanns möjlighet till att periodvis endast de södra delarna av nätet försörjdes från vattentornet. Efter detta sanerades och klorerades tornets tak och dykare inspekterade insidan av tornet. Dagvattensystemet filmades för att utesluta inläckage via detta. En byggfirma kontaktades och fogarna på taket lades om den 20 augusti för att säkerställa att inget regnvatten skulle kunna tränga in. Luftningsfiltret på taket byttes också ungefär samtidigt. Dagvattenbrunnarna är inte bytta.

Dykarna hittade inte några synliga sprickor i taket. Inte heller några missfärgningar som visar på inläckage. Däremot syntes tydliga kalkgardiner mellan tak och vägg relativt jämnt fördelat runt om insidan av tornet. Kalkgardiner på detta sätt indikerar att det trängt eller tränger igenom vatten genom betongkonstruktionen och inte bara att det fälls ut kalk genom kondensbildning. De skulle därför eventuellt kunna dölja ett inläckage. Den invändiga inspektionen av vattentorn visar dock inte på något inläckage utöver kalkutfällningarna.

Uppdrag		Upprättad av			
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten		Peter Norberg, Weedo AB			
Beställare		Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.
C4 Teknik, Kristianstads Kommun		OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142
					Sidnr
					16 (22)



Figur 2. Förenklad skiss av en sektion av vattentornet i genomskärning.

6.4.2 Diskussion och Slutsats, vattentornet

Vattentornet är en möjlig kontamineringsväg och historiskt i andra utbrott har det varit möjligt att spårat smittan tillbaka till denna typ av reservoarer. Den framstår dock som klart mindre trolig än saltteorin.

Med den konstruktion som tornet är byggt enligt och med de material som används är läckage möjligt. Se figur 2 för enkel skiss av konstruktionen. Även om inga sprickor upptäckts av dykarna är det troligt att viss sprickbildning finns. För att få en transport av vatten och därmed också eventuella föroreningar behövs inte större sprickor än någon enstaka mikrometers diameter. Tätskiktet som skall skydda mot vatteninträngning mellan betonglagren är av "papp" och kan vara åldrad men också vara skadad i vikningarna eller ha släppt mot ytterväggen.

En inträngning av regnvatten/förorenat vatten skulle då mycket troligt sprida sig i sidled över de ytor som finns tillgängliga. Detta skulle förklara den jämnt utspridda kalkgardinen. Vid inspektion av taket hittades dåliga fogar och rester från rovfåglar samt organiskt material i form av växter.

Att det påvisats bakterier i vattentornet efter regn den 15-16 augusti men inga bakterier har hittats i vatten från vattentornet efter tätning av fogar och byte av luftfilter talar också för denna hypotes. Även erfarenheter från händelser från andra delar av Sverige visar på att detta är en möjlig påverkansväg.

I motsats till detta står att trots den sanering och klorering av hela taket som gjorts påvisades bakterier i vatten från vattentornet efter regnet den 15 augusti. Detta plus att lutningen på taket gör att vattnet rinner från ytterväggarna ner till dräneringen och att inga synliga inträngningar syntes i taket på reservoaren.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	17 (22)

Kalkgardinerna tyder på att en långsam inträngning förekommit under en längre tid. Någon missfärgning av kalkgardinerna sågs inte heller vid inspektionen. Om det vore ett kraftigt inläckage mellan betongsektionerna och med en sprickbildning samt ett åldrat täckskikt skulle man även förvänta sig tecken på genomträngningar på andra ställen än i kanterna.

Beräkningsmodellen att vid hög förbrukning vattentornet matar vatten till södra området på ledningsnätet, där flest bakterier hittades stöder också till viss del hypotesen. Emot det står att det är en beräkning som simulerats fram för extremt höga flöden vilket man endast varit i närheten av under mycket korta tidsperioder. Nord och syd fördelningen av provresultat är heller inte helt riktig då ett mindre antal prover tagits på den teoretiskt norra delen av nätet samt att det även påvisats bakterier i denna del av nätet. Osäkerheter finns även om var en eventuell uppdelning av var gränsen söder/norr går. Detta kan ge en falsk bild av verkligheten.

Sammantaget framgår att vattentornet inte kan uteslutas helt som möjlig del i händelsen men att det är mindre sannolikt i förhållande till saltet.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	18 (22)

6.4.3 Luftfiltren i vattenverket

Onsdagen den 18 augusti havererade luftningsfiltren i vattenverket och rasade delvis ner i råvattenbassängerna. Filtren är relativt nya och nyinstallerades för ca ett år sedan och nuvarande filterkassetter har suttit installerade sen mars. Under perioden fram till händelsen har man vid inspektion upptäckt att kassetterna varit mycket fuktiga vilket i mars orsakade isbildning. Strax före händelsen har limstickor hittats flytande i lågreservoaren, dessa har senare visat sig komma från kassetterna.

Efter att filtret rasat ner i bassängerna gjordes en akut sanering av hela vattenverket. Detta gjordes natten mellan onsdagen den 18 augusti och torsdagen den 19 augusti. Luftningsfiltren byttes och hela vattenverket sanerades med klor. Avhärningsfiltret kopplades i samband med detta bort.

Luftintaget till luftningen sitter på taket till vattenverket. Det är ett kraftigt sug in i inloppet. Vid kraftiga slagregn kan smuts genom vattenaerosoler sugas in till filtren. Är dessa sedan vattenmättade på grund av kondens eller av aerosolerna finns hypotetisk risk för att kontaminerat vatten når luftningsbassängen och det inkommande vattnet.

Taket på vattenverket är ingen uppenbar tillflyktsort för fåglar. Vid inspektion av taket syntes inga tecken på rester av spillning eller andra rester från fåglar. Det finns därför ingen uppenbar kontamineringskälla på taket.

6.4.4 Diskussion och Slutsats, luftfilter

Teorin stämmer med provresultaten och nederbördsfrekvensen och luftfiltren är en möjlig föroreningskälla men minst trolig än de övriga teorierna. Det är dock troligt att filtret vid själva raset kan ha tillfört ytterligare bakterier i dricksvattnet men att detta inte haft med ursprungliga händelsen att göra.

Det kraftiga regnet helgen före provtagningen skulle ha kunnat påverka vattenkvaliteten vid provtagningen den 27 juli. Rent hypotetiskt skulle ett kraftigt kontaminerat och vattenmättat filter då kunnat släppa förorenat vatten ner i råvattenbassängen. Plastdelar som tidigare hittas i lågreservoaren, men inte förrän vid raset kunnat kopplas till filtren, skulle även det kunna innebära att en kontaminering skett innan raset.

Inga bakterier har heller funnits i råvattenproverna i lågreservoaren i vattenverket som tyder på en pågående kontamination.

Sammanfattningsvis finns det en teoretisk möjlighet att filtren kan ha påverkat vattnet. Denna är dock minst sannolik av hypoteserna.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	19 (22)



Bild 1. Luftfilterkassetter (foto: Peter Norberg, Weedo AB)

Uppdrag Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Upprättad av Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare C4 Teknik, Kristianstads Kommun	Kontrollerad av OCÖ/FCG	Godkänd av AT	Datum 2010-10-21	Projektnr. 10142	Sidnr 20 (22)

6.4.5 Uteslutna orsaker

Dessa orsaker har uteslutits genom att bland annat titta på fördelningen av provresultat och direktundersökningar av de misstänkta föroreningskällorna. Ett inläckage på grund av till exempel dåliga ledningar skulle ha gett ett annat spridningsmönster. Det skulle ej heller ha påverkat vattentorn och utgående vatten från vattenverket. En utredning och kontroll av tänkbara brukare med möjlighet att koppla in och med mottryck föra in förorenat vatten gjordes och avfördes som trolig.

- **Råvatten** – inga provtagningar på råvattenkällorna har visat på bakterieförekomst. Inga prover tagna på råvatten i lågreservoaren i vattenverket har visat på bakterier.
- **Läckor på vattenledningar**
- **Trycklöst i samband med att rörbrottsventilen stängts 13/7 (30 min mellan 11-12)**
- **Felkopplingar & illegala påkopplingar**
- **Stopp i avloppet på Beachhandbollen (18 juli)**

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	21 (22)

7 SLUTSATS

Den orsak som är mest trolig som huvudorsak är saltet. Saltteorin kommer att väga tyngre än de övriga teorierna just på grund av att man där faktiskt funnit höga halter bakterier. Att det funnits bakterier i övriga vattensystemet som kan typas till samma API-profil som saltbassängerna stödjer teorin men är inte avgörande. Det har också framkommit att det också finns en liknande händelse i Trelleborg 2007. I den omfattande utredningen kring denna kom Trelleborgs kommun fram till att orsaken till utbrottet kunde hänföras till saltet för vattenverkets avhärdning. I det efterföljande arbetet från Åhus händelse har, på saltleverantörens initiativ, nya prover tagits hos flera kommuner som fått salt levererat. Preliminära resultat pekar på att det finns bakterier även i vissa dessa prover. Detta är mycket graverande och eftersom det finns påvisat stora mängder bakterier i saltbassängerna och därmed saltet gör att det kan ha påverkat dricksvattenkvaliteten inte bara i Åhus.

Lufffiltren och vattentornets grad av förorening blir hypotetiska på grund av att inga direkta fynd har varit möjligt att göra i direkt anslutning till dessa. Det har inte varit möjligt att mäta och har inte heller påvisats några onormala mängder fekala föroreningar (fågelspillning) på vattentornets eller vattenverkets tak. Inte heller observerades några direkt synliga sprickor inne i reservoaren.

Det går inte att sätta en siffra på sannolikheten för de olika teorierna. Slutsatsen av den preliminära utredningen är att saltet är den troliga orsaken till händelsen men att ingen av de två andra huvudmisstänkta orsakerna helt kan uteslutas för att ha haft del i händelsen. Flera av argumenten sammanfaller och kan användas både för och emot alla tre hypoteserna. Där finns kraftiga regn, systemets utförande, avstängning och rengöring av delar av systemet, provtagningsresultat som lutar åt flera håll. Det kan därför inte heller uteslutas att flera parallella händelser har sammanfallit och tillsammans bidragit till resultaten vi sett i form av bakteriepåverkan i de olika delarna av systemet.

Uppdrag	Upprättad av				
Utredning bakteriekontamination, Åhus dricksvatten	Peter Norberg, Weedo AB				
Beställare	Kontrollerad av	Godkänd av	Datum	Projektnr.	Sidnr
C4 Teknik, Kristianstads Kommun	OCÖ/FCG	AT	2010-10-21	10142	22 (22)

8 FORTSÄTTNING OCH UPPFÖLJNING AV HÄNDELSEN

Vad som skall ses som positivt i händelsen och som måste betonas är att kommunens beredskap och rutiner fungerat. Kommunen reagerade och handlade snabbt genom att gå ut tidigt med kokrekommendationer, ställa ut vattentankar och tappställen för allmänheten.

Händelsen har även belyst problem i verksamheten som åtgärdats och som utreds för att ytterligare stärka säkerheten för invånarna och säkra dricksvattenkvaliteten. Vattentornet har gått igenom och brister uppdagats och åtgärdats. Detta är, även om det är osäkert om bristerna bidragit till den aktuella händelsen, åtgärder som varit nödvändiga och på sikt kanske hindrat en ny händelse. Filtret som rasade har satt fokus på hur detta filter skall hanteras och om det är en lämplig konstruktion.

Vad gäller avhärdningen i Åhus kommer kommunen behöva se över för och nackdelar med att koppla på den igen. Nackdelen med ett hårdare vatten för konsumenterna måste ställas mot eventuella säkerheten för dricksvattnet och vilka krav som bör kan ställas på saltleveranserna för att fortsatt hög säkerhet. Frågorna som ställas är många och kommunen har ett gediget arbete framför sig.

Vad gäller saltet i sig och att det de facto varit kontaminerat ställer inte bara krav på leverantörerna av salt utan även på att kommunerna måste se över sin egen salthantering och de kvalitetskrav som skall ställas på leverantören. Att en saltbassäng kunnat ha så höga halter bakterier ställer också frågan till övriga svenska vattenverk som har avhärdning om de också har en potentiell kontamineringsrisk och därför bör ta upp detta med sin saltleverantör. Frågan bör därför gå vidare inte bara till saltleverantörer och transportörer utan också till vattenproducenter och övriga som hanterar dricksvattenfrågor.

Möjligheterna finns att på olika sätt sätta in fler barriärer i våra vattenverk för att klara denna typ av händelser men frågan är om inte problemet borde lösas genom säkrade leveranser.