

E. coli och koliforma bakterier i brunnsvatten

Riskvärderingsrapport



Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelverkets webbplats](#).

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

© Livsmedelsverket, 2021.

Författare:

Jakob Ottoson.

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Ottoson, J. 2021. L 2021 nr 03: *E. coli* och koliforma bakterier i brunsvatten. Livsmedelsverkets rapportserie. Uppsala.

L 2021 nr 03

ISSN 1104-7089

Omslag: Livsmedelsverket

Förord

Denna rapport utgör ett vetenskapligt underlag för hur förekomsten av *E. coli* och koliforma bakterier i dricksvatten från egen brunn påverkar sannolikheten för smitta till människa via dricksvattnet.

Rapporten har tagits fram på beställning av Livsmedelsverkets avdelning för Hållbara matvanor och besvarar både allmänna samt specifika frågeställningar. Den kommer att användas i översynen av Livsmedelsverkets Råd om egen brunn. Rapporten är uppdelad i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering, där de specifika frågeställningarna besvaras.

Ansvarig för rapportens innehåll är Jakob Ottoson, mikrobiolog och riskvärderare på Risk- och nyttovärderingsavdelningen. Rapporten har granskats av Melle Säve-Söderbergh och Jonas Toljander, riskvärderare på Risk- och nyttovärderingsavdelningen.

Per Bergman

Avdelningschef, Risk- och nyttovärderingsavdelningen

Livsmedelsverket

April 2021

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning.....	7
Summary	8
<i>E. coli</i> and coliform bacteria in private water supplies	8
Bakgrund	9
Metod.....	10
Faroidentifiering.....	11
Farokarakterisering	13
Dos-respons.....	14
Exponeringsuppskattning.....	15
Riskkaraktärisering	17
Svar på specifik frågeställning.....	18
Referenser	20
Bilaga 1. Riskvärdering för smittspridning via enskilt vatten	23

Sammanfattning

Sjukdomsframkallande mikroorganismer kan spridas via dricksvattnet och orsaka både akut och kronisk sjukdom. Bland sjukdomsframkallande mikroorganismer som sprids via dricksvatten finns en lång rad virus, bakterier och parasitära protozoer (encelliga organismer).

Eftersom sjukdomsframkallande mikroorganismer som påträffas i dricksvatten huvudsakligen härstammar från fekal förorening (förorening från avföring) bedöms den mikrobiologiska dricksvattenkvaliteten genom att mäta förekomsten av indikatorbakterien *E. coli*. Fynd av denna bakterie ger ett mått på graden av fekal förorening och därmed, indirekt, av risken för sjukdom.

Andra parametrar som mäts är koliforma bakterier och totalantal bakterier. Eftersom flera arter inom dessa grupper kan bryta ner växtmaterial och därmed föröka sig i naturen är de inte lika starkt förknippade med fekal förorening som *E. coli*. De ger däremot ett mått på brunnens funktion och om vattnet kan vara påverkat av ytvatten.

För enskilt vatten är dagens riktvärde för *E. coli* 1/100 ml för vatten som är tjänligt med anmärkning och 10/100 ml för vatten som är otjänligt. Motsvarande riktvärde för koliforma bakterier är 50/100 ml för tjänligt med anmärkning och 500/100 ml för otjänligt.

Epidemiologiska studier visar på ökad risk för magsjuka hos barn som dricker vatten där *E. coli*-bakterier har påträffats, men detta samband ses inte bland vuxna. Det är inte dessa bakterier i sig som orsakar sjukdom, utan i de flesta fall olika tarmvirus som i huvudsak cirkulerar mellan barn under tio år innan en starkare immunitet byggts upp. Andra faktorer som bidrar till en högre känslighet hos barn är att de har en lägre pepsinutsöndring i magsäcken än vuxna och att slemhinnan i tarmen är mer genomsläpplig för vatten. Det finns även belegg för att vuxna som för första gången dricker vatten från en förorenad vattentäkt också har en ökad risk för magsjuka.

En kvantitativ mikrobiologisk riskvärdering utfördes för att uppskatta vad en säker nivå på vattnet är. Den visade att sannolikheten för magsjuka är kraftigt förhöjd om föroreningen kommer från avloppsvatten. Kommer föroreningen från naturgödsel finns en något förhöjd risk för enterohemorragisk *E. coli* (EHEC). Detta innebär att inga *E. coli*-bakterier bör påträffas i 100 ml prov för att kvaliteten ska vara jämförbar med kommunalt dricksvatten.

Koliforma bakterier är inte lika förknippade med fekal förorening som *E. coli*. Om en analys av vattnet visar på mer än 50 koliforma bakterier per 100 ml prov, men ingen förekomst av *E. coli* innebär konsumtion av vattnet sannolikt inte någon förhöjd risk för magsjuka. Däremot är det en indikation på att brunnen inte är tät och att det vid andra tillfällen finns risk för att förorenat ytvatten kan tränga in.

Summary

E. coli and coliform bacteria in private water supplies

Disease-causing microorganisms, pathogens, can be transmitted by drinking water causing acute as well as chronic disease. Waterborne pathogens include a wide range of viruses, bacteria and parasitic protozoa. Since these waterborne pathogens mainly derive from faecal contamination, microbiological drinking water quality is assessed by analysing indicator bacteria such as *E. coli*, normally occurring in the gut of warm blooded animals, including humans.

By enumerating indicator bacteria in a sample, the degree of faecal contamination is determined and, thus, indirectly, the risk of disease. Other microbial parameters enumerated in water analyses are coliform bacteria and total number of bacteria (total counts). These are not as strongly associated with faecal pollution as *E. coli*, as several species within these groups can digest plant material and thus reproduce in the environment. Coliforms and total counts, on the other hand, provide a measure of a well's function and whether the water may be affected by surface water.

For private water supplies, the guideline values for *E. coli* are 1/100 ml for a notice and if 10/100 ml and above, water is unfit for consumption. The corresponding values for coliform bacteria are 50/100 ml and 500/100 ml respectively.

Epidemiological studies have shown an increased risk of acute gastro-enteritis in children, but not in adults, who drink water where *E. coli* bacteria have been detected. It is not these bacteria that cause disease, but in most cases various enteric viruses that mainly circulate among children under ten years of age, before they build up a stronger immunity. Other factors that affect children's relative sensitivity to enteric viruses are that they have a lower pepsin secretion in the stomach than adults and that the intestinal mucosa is more permeable to water. Further, there is evidence that adults who drink water from a contaminated water supply for the first time have an increased risk of acute gastro-enteritis.

A quantitative microbiological risk assessment was performed to estimate acceptable water quality. It showed that the probability of stomach illness is greatly increased if the contamination comes from wastewater. If the contamination comes from manure, there is a slightly increased risk of enterohaemorrhagic *E. coli*. This means that *E. coli* should not be detected in 100 ml samples to achieve water quality comparable to municipal drinking water.

Bakgrund

Denna riskvärdering har genomförts på begäran av Avdelningen för Hållbara matvanor som ser över olika riktvärden i och med att Livsmedelsverket har tagit över informations- och rådgivningsansvaret för enskilt vatten från Socialstyrelsen. Dagens riktvärde för *E. coli* är för tjänligt med anmärkning 1/100 ml och för otjänligt 10/100 ml. För koliforma bakterier är motsvarande värden 50 samt 500/100 ml vatten. Specifika frågor som ska besvaras:

- Finns det risker med att dricka ett vatten som innehåller *E. coli* och koliforma bakterier?
- Vilka risker finns med att dricka ett vatten som innehåller *E. coli* och koliforma bakterier?
- Finns det risker med att dricka ett vatten som innehåller *E. coli* eller koliforma bakterier inom riktvärdena?
- Är barn och vuxna olika känsliga?
- Kan man sätta några gränser för hur mycket *E. coli* och koliforma bakterier ett vatten kan innehålla för att det ska vara säkert att dricka?

Metod

Relevanta vetenskapliga artiklar identifierades genom PubMed (2019-11-22) med söksträng: “water AND (quality OR guideline) AND (well OR small OR on-site OR rural) AND (pathogen* OR virus* OR *E. coli* OR campylobacter OR coliform* OR cryptosporidium) AND risk”. Endast fallstudier från Europa, Nordamerika och Australien inkluderades eftersom förhållandena kan anses vara mer lika de svenska än i många låg- och medelinkomstländer med bristande sanitet och sjukdomsspridning av fler agens. Av 499 träffar var 38 titlar relevanta för frågeställningen.

Utöver den internationella vetenskapliga litteraturen har underlag om brunnsvatten från Socialstyrelsen och Sveriges geologiska undersökningar använts. Vidare utfördes en kvantitativ riskvärdering för att bedöma sannolikhet för infektion av ett antal agens utifall *E. coli* och koliforma bakterier i ett brunnsvatten härstammar från antingen avlopp eller gödsel. Denna riskvärdering utgör en egen bilaga i rapporten.

Faroidentifiering

Världshälsoorganisationen WHO har identifierat vattenburen smitta som den viktigaste hälsorisk förknippad med dricksvattenförsörjning (WHO 2011). Sjukdomsframkallande mikroorganismer kan spridas via dricksvattnet och orsaka ohälsa genom akut och kronisk sjukdom. Bland sjukdomsframkallande mikroorganismer som sprids via dricksvatten finns en lång rad virus, bakterier och parasiter (tabell 1).

Det finns flera faktorer som påverkar risken för dricksvattenburen sjukdom, såsom förekomst hos människor och varmblodiga djur (zoonoser), överlevnadsförmåga i vatten samt infektionsdos. Vanligast förekommande sjukdomsframkallande mikroorganismer vid dricksvattenburna utbrott i Norden har varit Norovirus, *Campylobacter*, *Giardia duodenalis* och *Cryptosporidium* spp. (Guzman-Herrador m.fl., 2015). Alla dessa sprids genom mänsklig fekal förorening och kan därmed finnas i avloppsvatten. *Campylobacter jejuni* och *Cryptosporidium parvum* kan även spridas genom fekalier från djur, framför allt kor och får (Won m.fl., 2013). Kor och får är dessutom viktiga reservoarer för shigatoxinproducerande *E. coli* (STEC) vilka kan orsaka allvarlig sjukdom, framför allt hos barn (Eriksson 2010). Från griségödsel kan *Yersinia enterocolitica* (Socialstyrelsen 2013a), *Campylobacter coli* (Socialstyrelsen 2013b), *Salmonella enterica* (Socialstyrelsen 2013c) och Hepatit E virus (Ottoson, 2019) potentiellt spridas, men vattenburen smitta anses vara av mindre betydelse än andra livsmedel och direktkontakt med djur (Socialstyrelsen 2013a, 2013b, 2013c; Ottoson 2019).

Eftersom sjukdomsframkallande mikroorganismer som påträffas i dricksvatten huvudsakligen härstammar från fekal förorening bedöms den mikrobiologiska dricksvattenkvaliteten med hänseende till förekomsten av indikatorbakterien *E. coli*, där fynd ger ett mått på graden av fekal förorening och därmed, indirekt, risk för sjukdom (Livsmedelsverket 2014). Andra parametrar som mäts är koliforma bakterier och totalantal bakterier. Dessa parametrar ger ett mått på brunnens funktion och huruvida vattnet kan vara påverkat av ytvatten.

Socialstyrelsen genomförde tillsammans med Sveriges geologiska undersökningar (SGU) ett nationellt tillsynsprojekt under år 2007 om dricksvatten från enskilda vattentäkter. Sammanställningen av resultaten från vattenanalyserna visade att dricksvattenkvaliteten endast var tjänlig i cirka 20 % av alla prover och att lika stor andel var otjänliga. Sämst dricksvatten fanns i grävda brunnar, där nästan 35 % av proverna var otjänliga. Mikrobiologiska föroreningar var den vanligaste orsaken till otjänligt dricksvatten (Socialstyrelsen 2008).

Tabell 1. Exempel på sjukdomsframkallande mikroorganismer som kan spridas med vatten (modifierad från WHO 2011)

Domän	Patogen	Sjukdom – symtom
Bakterier	<i>Campylobacter jejuni</i> och <i>C. coli</i> *	Campylobacterios - diarré, kramper, magsmärta, feber, illamående, följsjukdomar såsom reumatisk artrit och neurologiska sjukdomen Guillain-Barrés syndrom kan uppstå
	Patogena <i>Escherichia coli</i> (EIEC, EPEC, ETEC, STEC/EHEC*, EAggEC, DAEC) ^a	Vattniga till blodiga diarréer, EHEC kan även ge allvarligare symtom såsom haemolytiskt uremiskt syndrom och neurologiska problem
	<i>Salmonella</i> spp.*	Salmonellos - diarré, feber, magkramper, följsjukdomar såsom IBS (känslig tarm, irritable bowel syndrome) har rapporterats
Virus	Adenovirus genotyp 40/41	Gastroenterit
	Astrovirus	Gastroenterit
	Calicivirus (inkl. norovirus)	Gastroenterit, kaskadkräkningar (vinterkräksjuka)
	Rotavirus	Gastroenterit
	Hepatit A virus	Hepatit – feber, illamående, anorexia, magbesvär, gulsot
	Hepatit E virus, genotyp 3*	Hepatit – feber, illamående, anorexia, magbesvär, gulsot. Kan ge kroniska problem hos immunedsatta
	Enterovirus	Varierande – från milda influensaliknande symtom till encefalit, myokardit, polio m.m.
Parasitära protozoer	<i>Cryptosporidium parvum</i> * och <i>C. hominis</i>	Cryptosporidios – vattnig diarré, magkramper och smärta
	<i>Giardia duodenalis</i> *	Giardiasis – diarré, magkramp, illamående, viktnedgång

* Zoonoser; ^a Enterinvasiva-, Enteropatogena-, enterotoxinbildande- enterohemorragiska/shigatoxiska- enteroaggregativa-, anteroadherande *E. coli*

Farokarakterisering

Dricksvattenrelaterad mikrobiologisk smitta kännetecknas av kort inkubationstid och akuta sjukdomsbesvär, såsom illamående, feber och magsjuka. Ibland uppstår även kroniska neurologiska besvär, bestående tarmproblem, samt njur- och leverskador (Livsmedelsverket 2012). Därtill kan antibiotikaresistenta bakterier spridas via vatten (Ottoson 2013).

Stauber m.fl. (2018) rapporterade ett signifikant samband mellan förekomst av *E. coli* i dricksvattnet och ökad risk för kräkningar och diarré (OR: 7.75, 95 % CI = 2,06 – 29,15) i lantliga delar av Alabama. I England genomförde Risebro m.fl. (2012) en studie i vilken de bestämde antal nya magsjuketillfällen per år samt antal dagar med magsjuka per år hos personer som får vatten från små vattentäkter. Klassificeringen gjordes för olika åldersgrupper och kvaliteten på brunnsvattnet. Man kunde påvisa en signifikant högre risk för magsjuka hos barn (< 10 år) vars vatten var förorenat med *E. coli*. Sannolikheten att bli magsjuk var mer än tre gånger så stor och antalet sjukdagar mer än fem gånger fler i denna population jämfört med kontrollen där *E. coli* inte kunde påvisas. För personer mellan 10 och 60 år, sågs ett omvänt samband, det vill säga att det förorenade vattnet minskade risken för magsjuka. Detta samband var dock inte signifikant (Risebro m.fl. 2012).

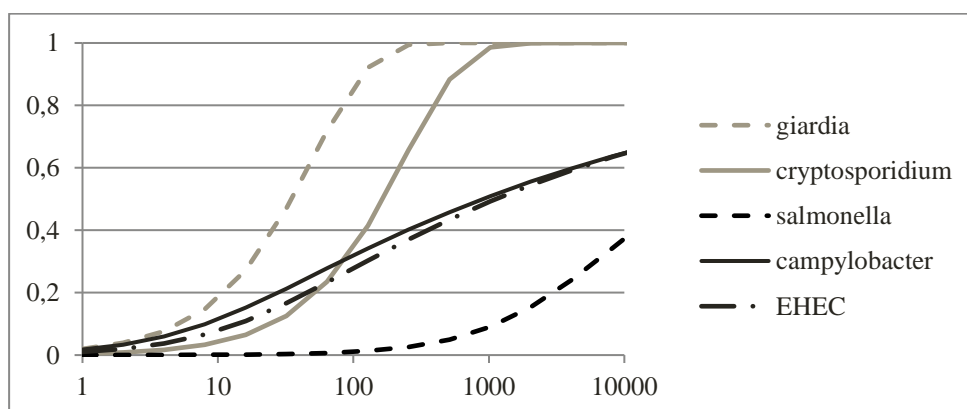
Även Strauss m.fl. (2001), Kuusi m.fl. (2003), Denno m.fl. (2009) och Gorelick m.fl. (2011) har påvisat samband mellan ålder och förhöjd risk för magsjuka på grund av förorenat grundvatten. Strauss m.fl. (2001) kunde vidare visa att tiden med samma vattentäkt påverkar risken för magsjuka, där de som bott mer än tio år på samma ställe påvisade en signifikant lägre sannolikhet för magsjuka (OR 0,25 (0,08-0,85)).

Särskild riskgrupp för smitta av norovirus (och annan smitta som orsakar magsjuka) är personer med utvecklat eller nedsatt immunförsvar, det vill säga barn, äldre personer eller personer med underliggande sjukdom. Med avseende på vatten har dock endast barn kunnat utpekas som specifik riskgrupp i epidemiologiska studier (Risebro m.fl. 2012; Säve-Söderbergh m.fl. 2020). Att barn generellt är mer känsliga för virusorsakade tarminfektioner beror till största del på att de har ett mindre utvecklat immunförsvar än vuxna. Andra faktorer som spelar in är lägre pepsinutsöndring i magsäcken (det vill säga högre pH i magsäcken), att slemhinnan i tarmen är mer genomsläpplig för vatten samt att barn har proportionellt mindre extracellulär vätska än vuxna. Det senare leder till att de lättare blir uttorkade i samband med magsjuka (Nwachuku & Gerba, 2004).

Dos-respons

Dos-responsvärderingen bedömer förhållandet mellan dosen (intag av infektiösa celler) och förväntad hälsoeffekt, d.v.s. hur stor del av populationen som blir infekterad och/eller uppvisar sjukdomssymtom efter exponering. Baserat på humanstudier med frivilliga deltagare, djurmodeller eller data från utbrott kan sambandet mellan dos och respons beskrivas med hjälp av matematiska fördelningar (Haas m.fl. 1999). I figur 1 visas exempel på att dos-respons sambandet kan vara exponentiellt, (*Giardia*, *Cryptosporidium*) eller följa en β -Poisson fördelning (*Salmonella*, *Campylobacter* och enterohaemorrhagiska *E. coli*). Det här innebär ett avsteg från föreställningen att det finns ett tröskelvärde, infektionsdos, som behövs för att orsaka sjukdom. Teoretiskt kan en enskild organism infektera en värd om förhållandena är de rätta, men sannolikheten för detta är liten för många patogener, såsom *Salmonella*. Det finns dock organismer, framförallt många tarmvirus men också *Giardia*, *Campylobacter* och STEC/EHEC, där redan ett fåtal organismer kan orsaka infektion hos en stor del av den exponerade populationen och följaktligen benämns dessa som organismer med ”låg infektionsdos”. En viktig faktor som bestämmer infektionsdosen är mikroorganismens syratålighet, för möjligheten att överleva passage genom magsäcken. Även andra faktorer såsom adhesion (hur väl mikroorganismen binder till tarmceller), olika stammars specifika toxinproduktion samt humanpopulationens immunitet spelar roll (Ottoson 2005).

Det bör understrykas att modellerna har begränsningar, däribland användningen av data från djurstudier och mellan-populationsskillnader från humanstudierna i vilka interneter, militärer och studenter i flera fall har utgjort studiepopulation. En annan begränsning är huruvida man kan extrapolera andelen infekterade vid låga doser från de högre som måste användas för att få resultat i försöken (Gale 2001). Livsmedelsverket (2005) tar vidare upp skillnaden i virulens mellan olika stammar av en och samma mikroorganism, förvärvad immunitet och huruvida låga doser som inte leder till sjukdom kan ge viss immunitet, vilket indikerades i studien av Strauss m.fl. (2001) (se ovan).



Figur 1. Dos-responsförhållande för några sjukdomsframkallande mikroorganismer. På X-axeln, som är logaritmerad, syns antal viabla celler och på Y-axeln den andel av en population som i snitt blir infekterad av en given dos enligt dos-responsfunktioner från (Teunis, m.fl., 1996, Strachan, m.fl., 2005). Vid förtäring av en cell blir endast någon promille sjuk medan 10 celler kan vara tillräckligt för att var femte person (frekvens 0,2) infekteras av Giardia.

Exponeringsuppskattning

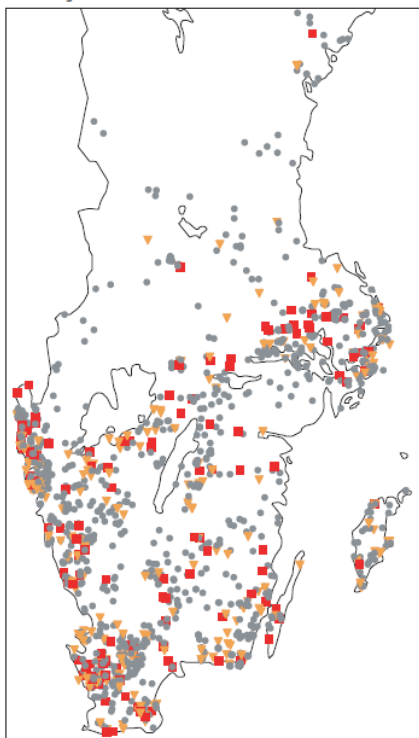
Ungefär 1,2 miljoner permanentboende och nästan lika många fritidsboende i Sverige konsumerar vatten från enskilda vattentäkter. I ett tillsynsprojekt av dricksvattenkvaliteten från egen brunn visade en stor andel av proven på förekomst av fekal förorening, mätt som *E. coli*, eller att grundvattnet var ytvattenpåverkat, mätt som koliforma bakterier (figur 2). Kvaliteten var i regel sämre i grävda (jord)brunnar, i jämförelse med borrhäls (berg)brunnar (Socialstyrelsen 2008). Även internationella studier har visat på liknande brister i kvaliteten på vattnet från små vattentäkter (Strauss m.fl. 2001; Pikänen m.fl. 2009; Yip-Richardson m.fl. 2009; Won m.fl. 2013; Gunnarsdottir m.fl. 2017; Stauber m.fl. 2018).

Det stora antalet förorenade brunnar kan bero på dålig utformning av brunnen, vilket kan leda till inläckage av ytvatten eller fekalt påverkat grundvatten från tillrinningsområdet. Den senare kan härröra från till exempel gödselspridning eller närliggande avloppsanläggningar (O'Dwyer m.fl. 2018). Kommer *E. coli* från avloppsvatten och/eller naturgödsel finns med hög sannolikhet sjukdomsframkallande mikroorganismer i vattnet.

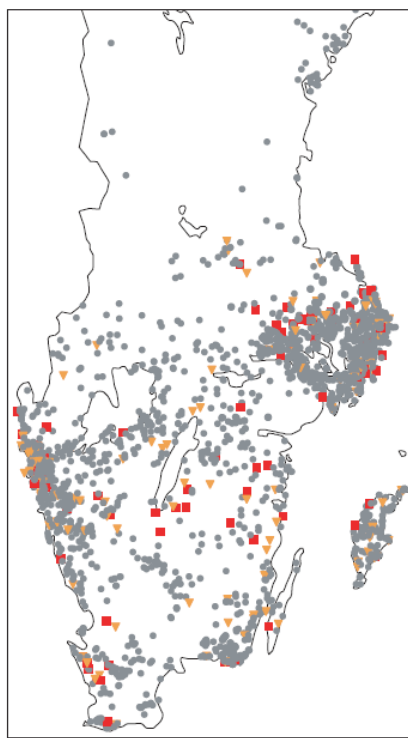
De siffror som använts i riskvärderingen med avseende på förekomsten av sjukdomsframkallande mikroorganismer i avloppsvatten och gödsel finns angivna i tabell B1 (Bilaga 1). Förekomsten i dricksvattnet kan sedan beräknas baserat på *E. coli*-halterna i vattnet respektive avloppet/gödslen (Bilaga 1). Två scenarier har bedömts 1: *E. coli* och koliforma bakterier kommer från ett avlopp innehållande hushållsspillvatten, samt 2: *E. coli* och koliforma bakterier kommer från en intilliggande djurbesättning. Som index-organismer användes i exempel 1: norovirus, *Campylobacter jejuni* och *Giardia duodenalis* samt i exempel 2: STEC och *Cryptosporidium parvum* (Bilaga 1).

Westrell m.fl. (2006) uppskattade den dagliga konsumtionen av dricksvatten i Sverige till i medel 0,86 liter per person. Uppföljande svenska studier bekräftar detta (Säve-Söderbergh m.fl. 2018).

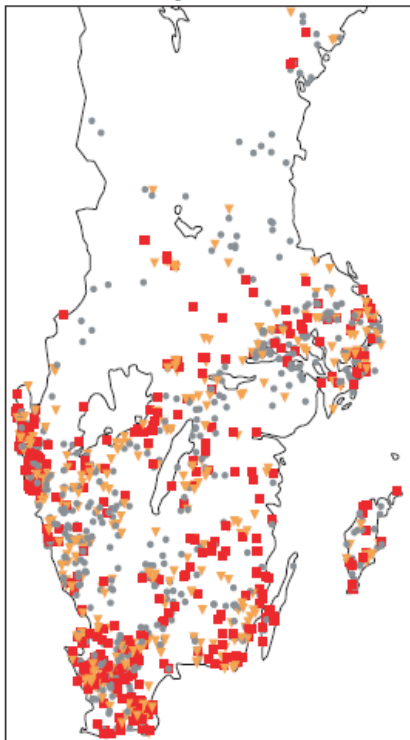
E.coli, jordbrunnar



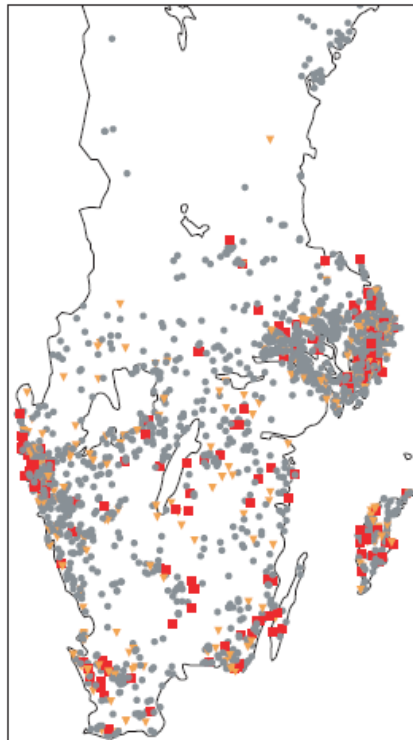
E.coli, bergborede brunnar



Koliforma bakterier, jordbrunnar



Koliforma bakterier, bergborede brunnar



Figur 2. Provresultat och bedömning med avseende på *E. coli* (över) och koliforma bakterier (under) i jord- (vänster) och bergborede (höger) brunnar. Röda kvadrater står för otjänligt (> 10 *E. coli*/100ml eller > 500 koliforma bakterier/100 ml), gula trianglar tjänligt med anmärkning (1-10 *E. coli*/100 mL eller 50 – 500 koliforma bakterier/100 ml) samt gråa prickar tjänligt (*E. coli* ej påvisat i 100 ml och < 50 koliforma bakterier/100 ml) (Socialstyrelsen 2008).

Riskkaraktärisering

En av de mer omfattande epidemiologiska studierna som gjorts på förorenat vatten från enskilda brunnar visar på ett tydligt samband mellan förorenat vatten och ökad risk för magsjuka hos barn (Risebro m.fl. 2012). Troligtvis orsakas de flesta sjukdomsfallen av olika virus såsom norovirus och astrovirus (tabell 1).

Riskvärderingen (Bilaga 1) visar att man med stor sannolikhet exponeras för sjukdomsframkallande mikroorganismer om man dricker fekalt förorenat vatten där indikatororganismen *E. coli* påvisas i 100 ml. För känsliga grupper, såsom barn, finns en förhöjd risk för sjukdom (Strauss m.fl. 2001; Denno m.fl. 2003; Risebro m.fl. 2012;). I tabell 2 anges sannolikheten för infektion (medianvärdena i en simulering med 10 000 upprepningar) för ett antal sjukdomsframkallande mikroorganismer som kan spridas från avloppsvatten och gödsel. Summerar man utfallet från alla upprepningarna i en simulering får man en uppskattning på antalet infektioner för respektive patogen (Ottoson m.fl. 2011, tabell 2). För att fånga in variation (variabilitet samt osäkerhet) angavs också antalet fall samt 95e percentilen uträknad som $10\,000 * P_{inf\,0,95}$ (se figur B1). De faktorer (fördelningar) som spelade störst roll för utfallet var förekomst i avlopp/gödsel > utspädnings- och avdödningsseffekt > vattenkonsumtion (data visas inte).

Kommer föroreningen från avloppsvatten är den årliga sannolikheten för norovirus-, giardia- och campylobacter-infektion väldigt hög (tabell 2). Detta behöver dock inte leda till någon reell ökning av sjukdomsfall då immunitet kan påverka risken för insjuknande (se dos-respons ovan), vilket modellen inte tar hänsyn till (Livsmedelsverket 2005). Signor & Ashbolt (2009) argumenterar för att daglig risk kan vara ett bättre mått än årlig. Dessutom bör risken ställas i relation till andra spridningsvägar i samhället såsom mellan barn i skolan och förskolan där sannolikt den huvudsakliga spridningen av virus mellan barn sker (Ethelberg m.fl. 2006). Eftersom föroreningen sannolikt kommer från grannens avlopp har antalet fall uppskattats på daglig basis för avloppsförorenat vatten och att risken bör ställas i relation till den dagliga kontakten mellan grannar.

För gödsel förorening uppskattades dock det årliga utfallet och sattes i relation till Svenskt Vattens riktvärde för kommunalt dricksvatten, en infektion per 10 000 konsumenter och år (Lundberg Abrahamsson m.fl. 2009) (tabell 2). Kommer föroreningen från nötgödsel finns en något förhöjd risk för EHEC till följd av exponering för STEC (tabell 2). Detta kan vara av särskilt vikt i områden med hög lokal prevalens av STEC, då denna bakterie kan ge upphov till allvarlig sjukdom hos framför allt barn (Eriksson 2010). Statens veterinärmedicinska anstalt har gjort en sammanställning över områden där STEC förekommer i Sverige, med särskild tonvikt på områden där mer högpatogena stammar (*E. coli* O157, klad 8) har påvisats (SVA 2019). Även campylobacter kan spridas från gödsel förorenat vatten vilket bland annat har lett till stora vattenburna utbrott i Kanada (Clark m.fl. 2003) och på Nya Zeeland (Bartholomew m.fl. 2014). Det saknas dock svenska data på förekomsten av campylobacter i gödsel.

Vidare har Denno m.fl. (2009) visat på en trefaldigt ökad risk för salmonella för de som har enskilt vatten (OR 3,2 (1,4-29,7)). Salmonella har däremot inte tagits upp i detta underlag då vi i Sverige har en förhållandevis låg förekomst i djurbesättningar och den högre infektionsdosen jämfört med t.ex. STEC och *Campylobacter jejuni* (figur 1) gör enskilt vatten till en mindre sannolik spridningsväg än t.ex. importerade livsmedel (Socialstyrelsen 2013b).

Tabell 2. Daglig och årlig sannolikhet för infektion av sjukdomsframkallande mikroorganismer från konsumtion av enskilt vatten med en *E. coli*/100 ml förutsatt att denna kommer från hushållspillvatten eller nötgödsel. Resultaten motsvarar medianvärdet i en fördelning från en Monte-Carlosimulering med 10 000 upprepningar samt det summerade antalet fall per 10 000 konsumenter och dag (avloppsförorening) eller år (gödsel-förorening). För mer information se Bilaga 1

Föroreningskälla	Patogen	Daglig P_{inf}	Antal fall per 10 000 konsumenter och dag (95e percentil)	Årlig P_{inf} ^a	Antal fall per 10 000 konsumenter och år (95e percentil)
Avlopp	Norovirus	$8,0 \cdot 10^{-05}$	2 (74)	0,03	-
	Campylobacter	$9,2 \cdot 10^{-05}$	3 (107)	0,03	-
	Giardia	$6,0 \cdot 10^{-06}$	1 (11)	$2,2 \cdot 10^{-03}$	-
Nötgödsel	STEC	$2,4 \cdot 10^{-07}$	-	$8,8 \cdot 10^{-05}$	18 (67)
	Cryptosporidium	$1,1 \cdot 10^{-09}$	-	$4,2 \cdot 10^{-07}$	3 (2)

^a Svenskt vattens riktlinje för kommunalt dricksvatten är $1 \cdot 10^{-04}$; P_{inf} , probability of infection, sannolikhet för infektion

Svar på specifik frågeställning

Dagens riktvärde för *E. coli* är för tjänligt med anmärkning 1/100 ml och för otjänligt 10/100 ml. Motsvarande för koliforma bakterier är för tjänligt med anmärkning 50/100 ml och för otjänligt 500/100 ml.

1. Finns det risker med att dricka ett vatten som innehåller *E. coli* och koliforma bakterier?

E. coli och koliforma bakterier är oftast ofarliga i sig men förekomst av dessa indikerar att andra, sjukdomsframkallande mikroorganismer, också kan finnas i vattnet. Förekomst av *E. coli* visar med stor sannolikhet på fekal förorening och en ökad risk för exponering för ett antal sjukdomsframkallande mikroorganismer som sprids från avlopp och naturgödsel. Epidemiologiska studier visar på en ökad incidens av magsjuka hos barn medan detta samband inte har påvisats i samma utsträckning bland vuxna. Däremot finns visst belägg för att även vuxna som exponeras för en förorenad vattentäkt för första gången också kan ha en ökad risk för sjukdom. Närvaron av koliforma bakterier visar på ytvattenpåverkat vatten som, om det är fekalt påverkat, kan leda till en förhöjd risk. Detta samband är dock inte lika starkt som vid påvisande av *E. coli* som med stor sannolikhet kommer från fekal förorening. Epidemiologiska studier har dock visat på en ökad incidens av magsjuka hos barn vars vatten är förorenat med koliforma bakterier. Det framgick dock inte hur stor andel av dessa som utgjordes av *E. coli*.

2. Vilka risker finns med att dricka ett vatten som innehåller *E. coli* och koliforma bakterier?

Som påpekats ovan är det framförallt magsjukesvirus som sprids via vatten t.ex. via bristfälliga små avlopp i kombination med otäta brunnar. Beroende på vilka verksamheter som finns i det absoluta närområdet kan även andra sjukdomar spridas. I en djurtät region kan vatten vara en spridningsväg för

zoonoser såsom STEC, campylobacter och hepatit E virus. Hur viktig den spridningsvägen är sett i relation till andra vägar såsom livsmedel eller direktkontakt med infekterade individer och djur är svårt att uppskatta, men ju mer förorenat vatten desto större andel riskerar att smittas via vattnet.

3. *Finns det risker med att dricka ett vatten som innehåller E. coli och koliforma bakterier inom riktvärdena?*

För vatten som lever upp till det gällande gränsvärdet en *E. coli* och/eller 50 koliforma bakterier/100 ml finns det en ökad risk för framförallt barn och eventuellt förstagångsexponerade beroende på varifrån föroreningen kommer. Kvoten koliforma bakterier/*E. coli* har bestämts till 16 i avloppsvatten och 6,3 i gödsel (bilaga 1, tabell B1); det vill säga lägre än 50 som kvoten mellan de respektive riktvärdena för idag ligger på. Det betyder att om koliforma bakterier påvisas i avsaknad av *E. coli* i en analys av vattnet innebär det sannolikt inte någon förhöjd risk för magsjuka vid konsumtion av det. Däremot är det en indikation på att brunnen inte är tät och att det vid andra tillfällen kan finnas risk för att förorenat ytvatten kan tränga in.

4. *Är barn och vuxna olika känsliga?*

Ja, framförallt barn upp till 10 år har en ökad risk för dricksvattenrelaterad infektion. Detta beror på att de har ett mindre utvecklat immunförsvar och högre pH i magsäcken än vuxna samt att slemhinnan i tarmen är mer genomsläpplig för vatten. Även äldre och personer med underliggande sjukdom är i regel känsligare för magsjuka. Dessa grupper har dock inte specifikt kunnat pekats ut som riskgrupper i epidemiologiska studier.

5. *Kan man sätta några gränser för hur mycket E. coli och koliforma bakterier ett vatten kan innehålla för att det ska vara säkert att dricka?*

Det är svårt att sätta en exakt gräns för hur mycket *E. coli* ett vatten kan innehålla i och med att risken beror på varifrån dessa *E. coli* kommer, infektionsstatusen i just den populationen samt konsumentens känslighet. Som en del epidemiologiska studier har visat så verkar man skapa sig en viss tolerans mot fekal förorening inom ett område över tid. Dessutom måste spridningen via vatten sättas i relation till andra spridningsvägar i samhället, såsom mellan barn i förskolan. Om man siktar på ett mål som motsvarar ett fall av vinterkräksjuka per 10 000 invånare och dag innebär det att *E. coli* inte bör detekteras i 100 ml prov. Denna nivå är jämförbar med den årliga risken för infektion med STEC (tabell 2, figur B1).

Ser man till koliforma bakterier blir det mer problematiskt eftersom det finns arter som klassificeras som koliforma bakterier som kan bryta ner växtmaterial och därmed tillväxa i miljön. Påvisas koliforma bakterier men inte *E. coli* i ett prov innebär det sannolikt inte någon förhöjd risk för infektion, beskrivet i svar 3 ovan.

Referenser

Bartholomew N, Brunton C, Mitchell P, Williamson J & Brent Gilpin (2014) A waterborne outbreak of campylobacteriosis in the South Island of New Zealand due to a failure to implement a multi-barrier approach. *J Water Health* **12**: 555-63.

Clark CG, Price L, Ahmed R *et al.* (2003) Characterization of Waterborne Outbreak-associated *Campylobacter jejuni*, Walkerton, Ontario. *Emerg Inf Dis* **9**: 1232-41.

Denno DM, Keene WE, Hutter CM, *et al.* (2009) Tri-county comprehensive assessment of risk factors for sporadic reportable bacterial enteric infection in children. *J Infect Dis* **199**: 467-476.

Enemark HL, Ahrens P, Juel CD, *et al.* (2002) Molecular characterization of Danish *Cryptosporidium parvum* isolates. *Parasitology* **125**: 331-41.

Eriksson E (2010). Verotoxinogenic *Escherichia coli* O157:H7 in Swedish cattle and pigs. PhD Thesis in Veterinary Medicine and Animal Science, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.

Ethelberg S, Olesen B, Neimann J, Schiellerup P, Helms M, Jensen C, *et al.* (2006). Risk factors for diarrhea among children in an industrialized country. *Epidemiology* **17**: 24-30.

Folkhälsomyndigheten (2019). Fördjupad information om vaccination mot rotavirus. Accessed 2019-11-26. Last update 2019-11-14. URL: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/vaccinationer/vacciner-a-o/rotavirus/mer-om-rotavirusvaccin/>

Gale P (2001) Developments in microbiological risk assessment for drinking water. *J Appl Microbiol* **91**: 191-205.

Gorelick MH, McLellan SL, Wagner D & Klein J (2011) Water use and acute diarrhoeal illness in children in a United States metropolitan area. *Epidemiol Infect* **139**: 295-301.

Gunnarsdottir MJ, Persson KM, Andradottir HO & Gardarsson SM (2017). Status of small water supplies in the Nordic countries: Characteristics, water quality and challenges. *Int J Hyg Environ Health* **220**: 1309-17.

Guzman-Herrador B, Carlander A, Ethelberg S, Freiesleben de Blasio B *et al.* (2015). Waterborne outbreaks in the Nordic countries, 1998 to 2012. *Eurosurveillance* **20**: 21160.

Haas CN, Rose JB & Gerba CP (1999) Quantitative microbial risk assessment. John Wiley and Sons Inc., New York.

Kuusi M, Aavitsland P, Gondrosen B & Kapperud G (2003) Incidence of gastroenteritis in Norway--a population-based survey. *Epidemiol Infect* **131**: 591-7.

Livsmedelsverket (2005) Riskprofil - Dricksvatten och mikrobiologiska risker. Livsmedelsverket rapport 28 - 2005. Uppsala.

Livsmedelsverket (2012). Mikrobiologiska dricksvattenrisker ur ett kretsloppsperspektiv - behov och åtgärder. Livsmedelsverket Rapport nr. 6 - 2012. Uppsala.

Livsmedelsverket (2014). Vägledning Dricksvatten. Fastställd 2014-12-19. Livsmedelsverket. Uppsala.

Livsmedelsverket (2019). Livsmedelsburen Hepatit E. Riskvärderingsrapport. Livsmedelsverkets rapportserie nr 2019-09 del 2, Uppsala.

Lundberg Abrahamsson J, Ansker J & Heinicke G (2009) MRA – Ett modellverktyg för svenska vattenverk. Svenskt Vatten Utveckling Rapport Nr 2009-05. Svenskt Vatten, Stockholm.

Medema GJ, Teunis PF, Havelaar AH & Haas CN (1996) Assessment of the dose-response relationship of *Campylobacter jejuni*. *Int J Food Microbiol* **30**: 101-11.

Nwachuku N & Gerba CP. Microbial risk assessment: don't forget the children. *Curr Opin Microbiol* **7**: 206-9.

O'Dwyer J, Hynds PD, Byrne KA, Ryan, MP, & Adley CC (2018) Development of a hierarchical model for predicting microbiological contamination of private groundwater supplies in a geologically heterogeneous region. *Environ Poll* **237**: 329-38.

Ottoson J (2005) Comparative analysis of pathogen occurrence in wastewater - management strategies for barrier function and microbial control. PhD Thesis in Land and water resource science, Royal Institute of Technology, Stockholm.

Ottoson JR, Nyberg K, Lindqvist R & Albiñ A (2011) Quantitative microbial risk assessment for *Escherichia coli* O157 on lettuce, based on survival data from controlled studies in a climate chamber. *J Food Prot* **74**: 2000-7.

Ottoson, J (2013). Funktionskrav för Små Avlopp – Underlag för beslut om krav på reduktions- och utsläppsnivåer av fekala mikroorganismer från små avloppsanläggningar. Havs- och vattenmyndigheten. Göteborg.

Ottoson J, Simonsson M & Blom L (2016). Virus i Vatten – Skandinavisk Kunskapsbank. Svenskt vatten utveckling rapport 2016-2. Svenskt Vatten, Stockholm.

Pitkanen T, Karinen P, Miettinen IT, *et al.* (2011) Microbial contamination of groundwater at small community water supplies in Finland. *Ambio* **40**: 377-90.

QMRAwiki (2020) Rotavirus: Dose Response models. Accessed 2020-09-08, last update 2013-02-15. URL: http://qmrawiki.canr.msu.edu/index.php/Rotavirus:_Dose_Response_Models

Risebro HL, Breton L, Aird H, Hooper A & Hunter PR (2012) Contaminated small drinking water supplies and risk of infectious intestinal disease: a prospective cohort study. *PLoS One* **7**: e42762.

Rogan WJ & Brady MT (2009) Drinking water from private wells and risks to children. *Pediatrics* **123**: 1599-605.

Signor RS & Ashbolt N (2009). Comparing probabilistic microbial risk assessments for drinking water against daily rather than annualised infection probability targets. *J Water Health* **7**: 535-43.

Silverlas C, Naslund K, Bjorkman C & Mattsson JG (2010) Molecular characterisation of *Cryptosporidium* isolates from Swedish dairy cattle in relation to age, diarrhoea and region. *Vet Parasitol* **169**: 289-95.

Socialstyrelsen (2008). Dricksvatten från enskilda vattentäkter – Ett nationellt tillsynsprojekt 2007. Socialstyrelsen artikel 2008-109-15. Stockholm.

Socialstyrelsen (2013a). Infektion med *Yersinia enterocolitica* - ett nationellt strategidokument. Socialstyrelsen, Jordbruksverket, Livsmedelsverket, Smittskyddsinstitutet och Staens veterinärmedicinska anstalt. Stockholm.

Socialstyrelsen (2013b). Salmonella - ett nationellt strategidokument. Socialstyrelsen, Jordbruksverket, Livsmedelsverket, Smittskyddsinstitutet och Staens veterinärmedicinska anstalt. Stockholm.

Socialstyrelsen (2013c). Campylobacterinfektion - ett nationellt strategidokument. Socialstyrelsen, Jordbruksverket, Livsmedelsverket, Smittskyddsinstitutet och Staens veterinärmedicinska anstalt. Stockholm.

Stauber CE, Wedgworth JC, Johnson P, Olson JB, Ayers T, *et al.* (2018). Associations between Self-Reported Gastrointestinal Illness and Water System Characteristics in Community Water Supplies in Rural Alabama: A Cross-Sectional Study. *PLOS One* **11**: e0148102.

Strachan NJ, Doyle MP, Kasuga F, Rotariu O & Ogden ID (2005) Dose response modelling of *Escherichia coli* O157 incorporating data from foodborne and environmental outbreaks. *Int J Food Microbiol* **103**: 35-47.

Strauss B, King W, Ley A & Hoey JR (2001) A prospective study of rural drinking water quality and acute gastrointestinal illness. *BMC Public Health* **1**: 8.

SVA (2019). EHEC and VTEC. Accessed 2019-11-25, last update 2016-04-20. URL: <https://www.sva.se/en/research/strategic-research-areas/zoonotic-enteric-diseases/ehec-and-vtec>

Säve-Söderbergh M, Toljander J, Mattisson I, Åkesson A & Simonsson M (2018). Drinking water consumption patterns among adults-SMS as a novel tool for collection of repeated self-reported water consumption. *J Expo Sci Environ Epidemiol* **28**:131-9.

Säve-Söderbergh M, Åkesson A, Simonsson M & Toljander J. (2020) Endemic gastrointestinal illness and change in raw water source and drinking water production - A population-based prospective study. *Environ Int* **137**: 105575.

Teunis PFM, van der Heijden OG, van der Giessen JWB & Havelaar AH (1996) The dose-response relation in human volunteers for gastro-intestinal pathogens. RIVM, Bilthoven, Netherlands.

Teunis PF, Moe CL, Liu P, *et al.* (2008) Norwalk virus: how infectious is it? *J Med Virol* **80**: 1468-76.

Westrell T, Andersson Y & Stenstrom TA (2006) Drinking water consumption patterns in Sweden. *J Water Health* **4**: 511-22.

WHO (2011) Guidelines for drinking-water quality. 4th edition. World Health Organisation. Geneve.

Won G, Gill A & Lejeune JT (2013) Microbial quality and bacteria pathogens in private wells used for drinking water in northeastern Ohio. *J Water Health* **11**: 555-62.

Yip-Richardson H, Nichols G, Lane C, Lake IR & Hunter PR. (2009). Microbiological Surveillance of Private Water Supplies in England – The impact of environmental and climate factors on water quality. *Water Res* **43**: 2159-68.

Bilaga 1. Riskvärdering för smittspridning via enskilt vatten

Faroidentifiering: Norovirus, *Campylobacter jejuni* och *Giardia duodenalis* användes som indexorganismer för smittspridning från avlopp, STEC och *Cryptosporidium parvum* från nötgödsel. Rotavirus har traditionellt använts i kvantitativa riskvärderingar (Ottoson 2005). Det finns dock oegentligheter kring dos-responssambandet (QMRAwiki 2020) och en stor andel av befolkningen är sannolikt immun. Dessutom ingår rotavirus i det allmänna vaccinationsprogrammet sedan september 2019 (Folkhälsomyndigheten 2020).

Farokarakterisering: Ett exponentiellt förhållande mellan dos och respons användes för de parasitära protozoerna (ekvation 1). För virus och bakterier användes en förenklad beta-poisson modell (ekvation 2). Alla konstanter finns listade i tabell B1.

$$(1) P_{inf} = 1 - e^{-r \cdot Dos}$$

$$(2) P_{inf} = 1 - (1 + Dos/\beta)^{-\alpha}$$

Vid upprepade exponeringar kan följande samband användas för att beräkna den årliga risken:

$$(3) P_{inf (yearly)} = 1 - (1 - P_{inf})^{365}$$

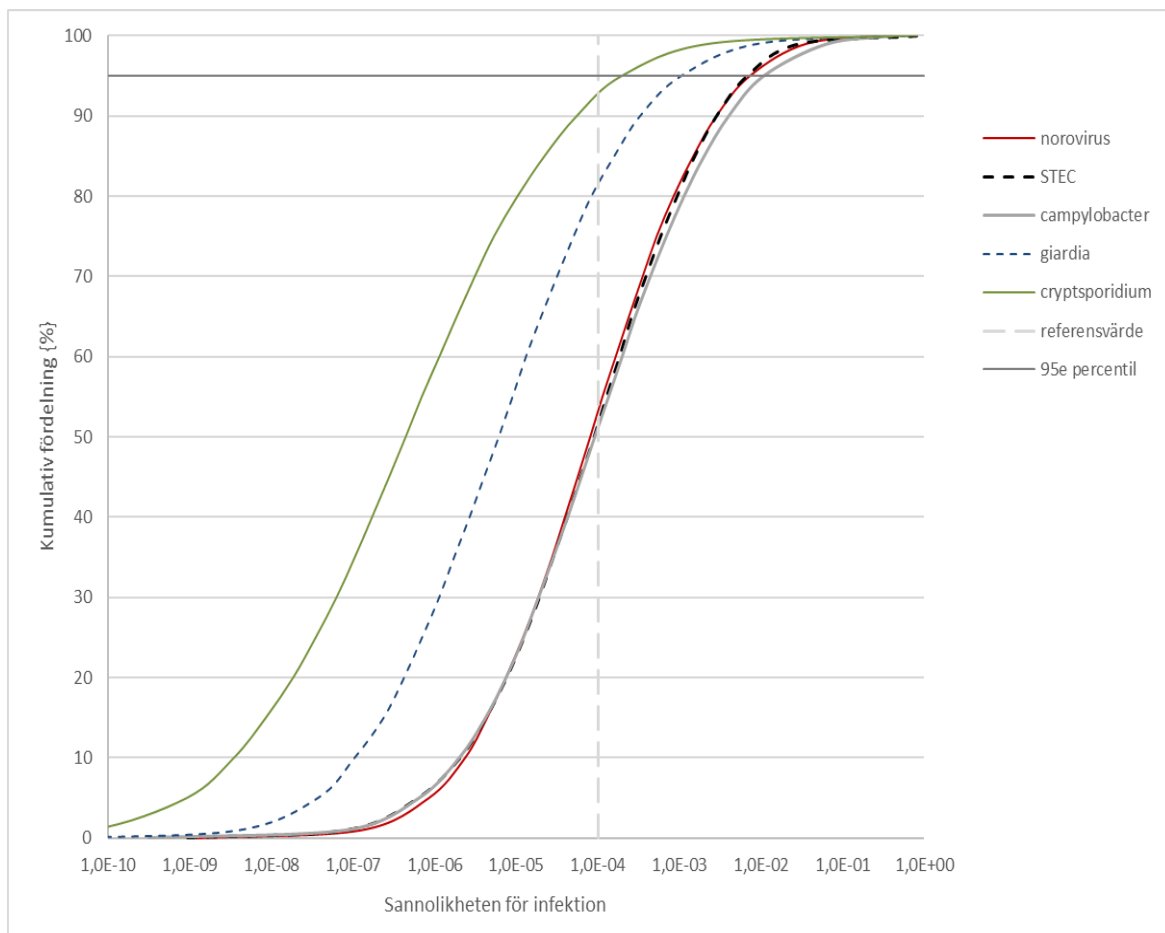
Exponeringsuppskattning: Halten i dricksvatten har beräknats från förekomst i avloppsvatten respektive gödsel samt en utspädning baserat på halterna *E. coli* och koliforma bakterier vid källan (tabell B1) dividerat med respektive riktvärde. I och med detta görs antagandet att spridningen och inaktiveringen i miljön är densamma för patogenerna som för indikatorerna. Detta innebär att utspädningsfaktorn i scenarierna *E. coli* i brunn kommer från avlopp = $10^{(6,9-0)}$ och gödsel $10^{(9,6-0)}$. Motsvarande utspädning i scenarierna för koliforma bakterier är $10^{(8,1-1,7)}$ och från gödsel $10^{(10,4-1,7)}$ för 50 koliforma bakterier per 100 ml.

Riskkarakterisering: Resultatet från simuleringen med avseende på förekomst av en *E. coli*/100 ml presenteras i tabell 2 i rapporten (medianvärdet) med avseende på daglig och årlig risk. Summerar man utfallet från alla 10 000 upprepningarna i en simulering får man en uppskattning på antalet infektioner för respektive patogen per 10 000 konsumenter och dag/år (Ottoson m.fl. 2011). Detta har gjorts på daglig basis för avloppsförorenat vatten eftersom föroreningen troligt kommer från grannens avlopp och där risken bör sättas i relation till dagliga kontakter t.ex. i skola eller förskola. För gödsel förorening uppskattades dock den årliga risken (tabell 2). För att fånga in variation (variabilitet samt osäkerhet) angavs också antalet fall samt 95e percentilen uträknad som $10\,000 * P_{inf 0,95}$ - se figur B1 i vilken variationen beskrivs kumulativt från lägsta till högsta värde. De faktorer (fördelningar) som spelade störst roll för utfallet var förekomst i avlopp/gödsel > utspädnings- och avdödningsseffekt > vattenkonsumtion (data visas inte). Simuleringen med avseende på förekomst av koliforma bakterier presenteras i tabell B2. Resultatet från den simuleringen ligger dock inte till grund för någon riskkarakterisering.

Tabell B1. Ingångsvärden för den kvantitativa riskvärderingen som utfördes som en Monte-Carlosimulering med 10 000 upprepningar i @Risk (Palisade Co; Ithaca, NY)

Parameter	Funktion och värde	Referens
<u>Halt avloppsvatten (L⁻¹)</u>		
Norovirus	Lognormal: $\mu = 5,3$; $\sigma = 0,9$	Ottoson m.fl. 2016 ^a
<i>Campylobacter jejuni</i>	Lognormal: $\mu = 4,7$; $\sigma = 1,0$	Ottoson 2005
<i>Giardia duodenalis</i>	Lognormal: $\mu = 3,5$; $\sigma = 1,1$	Ottoson 2005
<i>E. coli</i> (100 ml ⁻¹)	Lognormal: $\mu = 6,9$; $\sigma = 0,8$	Ottoson 2005
Koliforma bakterier (100 ml ⁻¹)	Lognormal: $\mu = 8,1$; $\sigma = 0,8$	Ottoson 2005
<u>Halt gödsel (kg⁻¹)</u>		
STEC	Lognormal: $\mu = 5,0$; $\sigma = 2,0$	Ottoson m.fl. 2011 ^b
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Lognormal: $\mu = 1,9$; $\sigma = 1,5$	Enemark m.fl. 2002; Silverlås m.fl. 2010 ^c
<i>E. coli</i> (100 g ⁻¹)	Lognormal: $\mu = 9,6$; $\sigma = 0,6$	Ottoson 2012 ^d
Koliforma bakterier	Lognormal: $\mu = 10,4$; $\sigma = 1,0$	Ottoson 2012 ^d
<u>Dos-respons</u>		
Norovirus	β -Poisson: $\alpha = 0,111$; $\beta = 32,81$	Teunis m.fl. 2008
<i>Campylobacter jejuni</i>	β -Poisson: $\alpha = 0,145$; $\beta = 7,59$	Medema m.fl. 1996
<i>Giardia duodenalis</i>	Exponentiell: $r = 0,0199$	Teunis m.fl. 1996
STEC	β -Poisson: $\alpha = 0,16$; $\beta = 15,044$	Strachan m.fl. 1996
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Exponentiell: $r = 0,00419$	Haas m.fl. 1996
<u>Dricksvattenintag (L dag⁻¹)</u>	Lognormal: $\mu = 0,864$, $\sigma = 0,475$	Westrell m.fl. 2006

^a data från projektet VISK (Ottoson m.fl. 2016). ^b Halten baseras på förekomsten på besättningsnivå samt andelen STEC av totala antalet *E. coli*. ^c Halten baseras på utsöndringsdata (Enemark m.fl. 2002), andel kalvar som utsöndrar (Enemark m.fl. 2002; Silverlås m.fl. 2010), samt hur stor andel av naturgödslet som kommer från dessa kalvar (en kalv per ko, inga kvigor, kalvar utsöndrar 40 % av vad en ko gör). ^d data från 30 kor under provtagning i ett projekt på SLU/SVA 2012 (ej publicerade)



Figur B1. Kumulativ risk (baserat på en Monte-Carlosimulering med 10 000 upprepningar, från lägsta värde till högsta) för daglig infektion av norovirus, campylobacter och giardia samt årlig risk för STEC och cryptosporidium vid en påvisad *E. coli* per 100 ml vatten. Referensvärdet motsvarar en infektion per 10 000 konsumenter och dag (om *E. coli* kommer från en avloppsförorening) eller år (om *E. coli* kommer från en gödsel förorening). Detta innebär att referensvärdet för kommunalt dricksvatten överskreds i nästan hälften av upprepningarna med avseende på campylobacter, STEC och norovirus, i cirka 20 % av upprepningarna för giardia samt knappt 10 % för cryptosporidium.

Tabell B2. Daglig och årlig sannolikhet för infektion av sjukdomsframkallande mikroorganismer från konsumtion av enskilt vatten med 1, 10 och 50 koliforma bakterier/100 ml respektive, förutsatt att koliformerna kommer från avloppsvatten eller götödsel. Resultaten motsvarar medianvärdet från en Monte-Carlosimulering med 10 000 upprepningar (Bilaga 1)

Föroreningskälla	Sjukdomsframkallande mikroorganism	Koliformer (antal/100 ml)	Daglig P_{inf}	Årlig P_{inf}^a
Avlopp	Norovirus	50	$2,6 \cdot 10^{-04}$	0,09
		10	$5,8 \cdot 10^{-05}$	0,02
		1	$5,8 \cdot 10^{-06}$	$1,9 \cdot 10^{-03}$
	Campylobacter	50	$3,0 \cdot 10^{-04}$	0,10
		10	$5,8 \cdot 10^{-05}$	0,02
		1	$5,8 \cdot 10^{-06}$	$2,2 \cdot 10^{-03}$
	Giardia	50	$1,8 \cdot 10^{-05}$	$6,7 \cdot 10^{-03}$
		10	$3,7 \cdot 10^{-06}$	$1,3 \cdot 10^{-03}$
		1	$3,8 \cdot 10^{-07}$	$1,4 \cdot 10^{-04}$
Nötgödsel	STEC	50	$1,9 \cdot 10^{-06}$	$7,1 \cdot 10^{-04}$
		10	$3,7 \cdot 10^{-07}$	$1,4 \cdot 10^{-04}$
		1	$3,5 \cdot 10^{-08}$	$1,3 \cdot 10^{-05}$
	Cryptosporidium	50	$9,7 \cdot 10^{-09}$	$3,5 \cdot 10^{-06}$
		10	$1,8 \cdot 10^{-09}$	$6,6 \cdot 10^{-07}$
		1	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$6,9 \cdot 10^{-08}$

^a Svenskt vattens riktlinje för kommunalt dricksvatten är $1 \cdot 10^{-04}$; P_{inf} = probability of infection, sannolikheten för infektion.

Denna rapport är ett vetenskapligt underlag om mikrobiologisk kvalitet på enskilt vatten och risken för magsjuka på grund av att konsumera vatten. Det finns studier som visar att framför allt barn har en ökad risk för magsjuka om indikatorbakterier påvisas i vattnet som bör vara fritt från *E. coli* i 100 ml prov.

Rapporten är skriven på förfrågan från avdelningen Hållbara matvanor som behöver detta underlag för att kunna ge råd till konsumenter i allmänhet och specifika riskgrupper i synnerhet.

Livsmedelsverket är Sveriges expert- och centrala kontrollmyndighet på livsmedelsområdet. Vi arbetar för säker mat och bra dricksvatten, att ingen konsument ska bli lurad om vad maten innehåller och för bra matvanor. Det är vårt recept på matglädje.