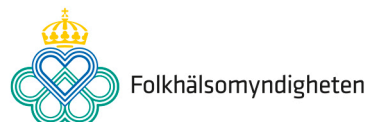


# Infektion med Cryptosporidium

Ett nationellt strategidokument



Du får gärna citera Socialstyrelsens texter om du uppger källan, exempelvis i utbildningsmaterial till självkostnadspris, men du får inte använda texterna i kommersiella sammanhang. Socialstyrelsen har ensamrätt att bestämma hur detta verk får användas, enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk (upphovsrättslagen). Även bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten, och du måste ha upphovsmannens tillstånd för att använda dem.


ISBN 978-91-7555-188-3  
Artikelnummer 2014-6-8

Publicerad [www.socialstyrelsen.se](http://www.socialstyrelsen.se), september 2014


## Förord

Hantering av zoonotiska sjukdomar kräver en god samverkan mellan berörda myndigheter. Infektion med *Cryptosporidium* har på senare år alltmer uppmärksammats som orsak till tarminfektion hos människa både i Sverige och internationellt. Kombinationen av att de s.k. oocystorna utsöndras i höga halter, är infektiösa direkt efter utsöndring, överlever länge i miljön och är tåliga mot desinfektionsmedel samt att infektionsdosen är låg gör att *Cryptosporidium* är ett viktigt smittämne att ta hänsyn till i frågor som gäller folkhälsa. De omfattande dricksvattenburna utbrotten i Östersund och Skellefteå år 2010-2011 har aktualiserat betydelsen av *Cryptosporidium* som sjukdomsframkallande smittämne.

Jordbruksverket, Livsmedelsverket, Folkhälsomyndigheten<sup>1</sup>, Socialstyrelsen och Statens veterinärmedicinska anstalt har gemensamt tagit fram en femårig strategi för arbetet med cryptosporidiuminfektion. Arbetet är en del i ett större projekt om myndighetssamverkan kring zoonoser. Som utgångspunkt har de fem centrala myndigheterna gjort en kunskapssammanställning och identifierat ett antal kunskapsluckor. Strategin, som ska revideras senast år 2019, baseras på kunskapssammanställningen och listar de åtgärder som de centrala myndigheterna anser vara särskilt angelägna för att minska risken för cryptosporidiuminfektion hos människa. Dokumentet riktar sig huvudsakligen till de undertecknande myndigheterna, men kan även användas av andra myndigheter och aktörer inom vatten- och livsmedelsproduktion.



Leif Denneberg  
Generaldirektör  
Jordbruksverket



Johan Carlson  
Generaldirektör  
Folkhälsomyndigheten



Stig Orustfjord  
Generaldirektör  
Livsmedelsverket



Lars-Erik Holm  
Generaldirektör  
Socialstyrelsen



Jens Mattsson  
Generaldirektör  
Statens veterinärmedicinska anstalt

<sup>1</sup> Folkhälsomyndigheten bildades den 1 januari 2014 och har övertagit de uppgifter som de avvecklade myndigheterna Smittskyddsinstitutet och Statens folkhälsoinstitut tidigare ansvarade för. Även större delen av Socialstyrelsens arbete kring miljöns påverkan på hälsan, liksom ansvaret för miljö- och folkhälsorapporteringen har överförs till Folkhälsomyndigheten.



# Innehåll

Förord .....	3
Sammanfattning .....	7
Angelägna åtgärder .....	7
Introduktion .....	10
Definitioner, begrepp och förkortningar .....	11
Bakgrund .....	13
Smittämne .....	13
Diagnostik och analys .....	14
Sjukdom hos människa .....	16
Epidemiologi .....	19
Förekomst i livsmedel .....	26
Förekomst i råvatten och dricksvatten .....	27
Förekomst och överlevnad i miljön .....	29
Förekomst i badvatten .....	30
Förekomst i avloppsvatten och avloppsslam .....	30
Förekomst och sjukdom hos djur .....	31
Smittvägar .....	33
Resultat av utförda riskvärderingar .....	35
Myndigheternas ansvar .....	38
Näringsansvar .....	40
Riskhantering .....	43
Åtgärder för att minska risken för infektion med <i>Cryptosporidium</i> hos människa .....	43
Kostnad-nytta-analys .....	48
Exempel på riskhantering i andra länder .....	49
Dricksvatten .....	49
Avloppsslam .....	50
Identifierade kunskapsluckor .....	51
Förekomst och smittspridning .....	51
Diagnostik och analys .....	52
Vatten och avlopp .....	52
Kostnad-nytta-analys .....	52
Strategi .....	53
Målsättning .....	53
Angelägna åtgärder .....	53
Utvärdering och revidering .....	55
Referenser .....	56



# Sammanfattning

*Cryptosporidium* är en encellig parasit som kan infektera tarmsystemet hos både människor och djur och orsaka svår diarré. Det finns flera olika arter av *Cryptosporidium*. Detta strategidokument behandlar endast de arter som kan smitta människor. De viktigaste är *C. hominis*, som endast drabbar människa, samt zoonotiska *C. parvum* som finns hos framför allt idisslare som nötkreatur och får.

Parasiten utsöndras i höga halter med avföringen hos smittade individer och kan direkt efter utsöndringen infektera en ny individ när den sväljs. Infektionsdosen är låg. Den form av parasiten som utsöndras (oocystan) har en skyddande vägg som gör att den kan överleva länge i miljön. Oocystorna är motståndskraftiga mot klor i de koncentrationer som får användas i dricksvatten och bassängbad. Parasiten sprids bl.a. via förorenat dricksvatten eller bassängvatten och kan då orsaka stora utbrott, som de dricksvattenburna utbrotten i Östersund och Skellefteå år 2010–2011, då närmare 50 000 personer insjuknade av *C. hominis*. Parasiten har påvisats i utgående avloppsvatten i ett flertal studier och i utbrottet i Östersund var avloppsvatten den misstänkta smittkällan. Även djur är en potentiell smittkälla för parasiten, men med den kunskap vi har i dagsläget bedöms djur utgöra en låg risk som orsak till dricksvattenburna utbrott orsakade av *Cryptosporidium* i Sverige.

*Cryptosporidium* kan även spridas via förorenade livsmedel, från person till person eller vid direktkontakt med djur. Symtombilden hos människa karakteriseras av magont och vattentunna diarréer, ibland med ett långdraget förlopp. Infektionen läker som regel spontant, men hos individer med kraftigt nedsatt immunförsvar kan den bli kronisk, eftersom specifik behandling saknas. Sammantaget är *Cryptosporidium* ett viktigt smittämne att ta hänsyn till i frågor som gäller folkhälsa.

Den femåriga strategin beskriver de åtgärder som myndigheterna anser vara särskilt angelägna för att minska den inhemska incidensen av cryptosporidiuminfektion hos människa. Dessa åtgärder kommer att följas upp årligen i Zoonosrådet. Dokumentet kommer att uppdateras när ny relevant information erhålls.

## Angelägna åtgärder

Dessa åtgärder är listade utan inbördes prioritering.

## Förekomst och smittspridning

- Att uppskatta hur stort mörkertalet är avseende cryptosporidiuminfektion hos människa (dvs. modellera fram multiplikatorn för att beräkna bortfallet).
- Att mäta sjukdomsburda och samhällskostnader för cryptosporidiuminfektion hos människa.

- Att ta fram standardiserade enkäter till människor som har smittats med *Cryptosporidium*.
- Att genomföra studier för att öka kunskapen om förekomst, halter och artfördelning av *Cryptosporidium* i olika livsmedel (i inhemskt producerade och införda eller importerade).
- Att genomföra studier för att öka kunskapen om förekomst, halter och artfördelning av *Cryptosporidium* i råvatten och enskilda dricksvattentäkter samt hur stor andel påvisade oocystor som är humanpatogena.
- Att sammanställa och analysera resultat från utförda studier om förekomst av *Cryptosporidium* spp. hos djur i Sverige för att bedöma användbarheten av dessa i värdering av risker för folkhälsan. Dessutom bör behovet av fler studier om förekomst hos djur samt betydelsen för smittspridning till människa utredas. Detta arbete har påbörjats under 2014 (MSB-projekt "Beslutsstöd vid hantering av risk för spridning av zoonotiska smittämnen via vatten till människor och djur").
- Att genomföra källattributionsstudier, däribland fallkontrollstudier, för att öka kunskapen om olika smittkällors relativa betydelse för cryptosporidieinfektion hos människa.

Åtgärder som i ett senare skede kan bli aktuella beroende på utfallet av ovanstående åtgärds punkter

- Att verka för att det införs tydliga riktlinjer för den mikrobiologiska kvaliteten på det dagvatten och avloppsvatten som släpps ut till recipient, inklusive bräddningsvatten.
- Att verka för att olagliga och undermåliga enskilda avlopp åtgärdas så att risken för smittspridning från avlopp minimeras.
- Att verka för att regler för omhändertagande och spridning av avloppsslam utformas så att relevanta smittskyddsaspekter beaktas.
- Att utreda om befintliga regler för strandbete och spridning av gödsel i anslutning till ytvatten behöver ändras för att beakta smittskyddsaspekter. I relation till dricksvatten och *Cryptosporidium* är denna åtgärd aktuell först om nya uppgifter avseende förekomst hos djur framkommer som tyder på att djur kan utgöra en mer betydande smittkälla till dricksvatten än de bedöms göra utifrån den kunskap som finns i dagsläget

## Diagnostik och analys

- Att verka för att *Cryptosporidium* alltid ska övervägas i den parasitologiska diagnostiken vid analys avseende cystor och maskägg i samband med diarréstillstånd hos människa.
- Att verka för att analyserna inom humandiagnostiken kvalitetssäkras och standardiseras.
- Att verka för att en standardiserad metod för detektion och bestämning av halten *Cryptosporidium* i livsmedel tas fram.



- Att utvärdera värdet av artbestämning och molekylär typning av *Cryptosporidium* så att en strategi för hur typningsverksamheten ska bedrivas och finansieras i framtiden kan tas fram. Därefter, om tillämpligt, bör följande två åtgärder genomföras:
  - Att förbättra den molekylärbiologiska metodiken för artbestämning för att bättre kunna skilja olika subtyper åt. Därmed skulle kunskapen om spridningsvägar, spridningspotential och sjukdomsalstrande förmåga hos *Cryptosporidium* kunna öka.
  - Att spara ett representativt urval av isolat av *Cryptosporidium* spp. med tillhörande databas med genetisk och epidemiologisk information för att underlätta smittspårning och för att öka kunskapen om spridningsvägar, spridningspotential och sjukdomsalstrande förmåga hos *Cryptosporidium*.

## Vatten

- Att utvärdera förutsättningarna för att etablera normer för vad som är tillräckligt säkert dricksvatten med avseende på *Cryptosporidium* vid dricksvattenproduktion. Det kan exempelvis gälla normer i form av nationellt hälsomål (årlig infektionsrisk, årlig sjukdomsrisk eller DALY) för cryptosporidiuminfektion orsakad av konsumtion av dricksvatten, krav på regelbundna undersökningar av råvatten samt reviderade normer avseende krav på beredningen i vattenverket (processkriterier).
- Att sammanställa och utvärdera befintlig information om hur basängbad skulle kunna renas från *Cryptosporidium* på ett optimalt sätt samt, om nödvändigt enligt utvärderingen, verka för att bättre metoder utvecklas.

## Kommunikation

- Att utveckla strategier för att informationsinsatser ska nå fram till målgrupperna, t.ex. till vårdpersonal, förskolepersonal, personal vid badanläggningar, berörda livsmedelsföretagare, dricksvattenproducenter samt lokala och regionala tillsynsmyndigheter.
- Att verka för att branschriktlinjer för odling av vegetabilier som stöd för livsmedelsproducenter, bl.a. vid användning av bevattningsvatten, tas fram.
- Att stödja informationsinsatser om mikrobiologiska risker kring avlopp.
- Att sprida information till vårdpersonal om *Cryptosporidium* som orsak till diarréstillstånd hos människa, så att fler provtas.

## Kostnad-nytta-analys

- Att undersöka möjligheterna att genomföra kostnad-nytta-analys av riskreducerande åtgärder avseende cryptosporidiuminfektion hos människa.

# Introduktion

Arbetet med att ta fram ett nationellt strategidokument för infektion med *Cryptosporidium* är en del i ett större projekt om myndighetssamverkan kring zoonoser, där liknande strategier tagits fram för infektion med *Campylobacter*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica* och *Listeria monocytogenes* samt kommer att tas fram för EHEC/VTEC. Beredskapen för och insatserna mot dessa zoonoser behöver förbättras för att på sikt minska antalet sjukdomsfall hos människa och därmed även den belastning och kostnad de utgör för samhället. För att nå dit bör myndigheterna arbeta i samma riktning och mot uppsatta mål. Gemensamma målsättningar och angelägna åtgärder för respektive zoonos har därför satts upp. Dessa åtgärder kommer att följas upp årligen i Zoonosrådet. Åtgärder inom respektive myndighets ansvarsområde tas med i den enskilda myndighetens planering för genomförande. Några angelägna åtgärder ligger utanför deltagande myndigheters ansvarsområden, men nämns för att visa att myndigheterna anser att de är viktiga för att minska incidensen för cryptosporidiuminfektion. Deltagande myndigheter ska verka för och ge stöd till att även dessa åtgärder ska genomföras. I arbetet med strategidokumentet ingår inte att göra kostnad-nyttö-analyser av de föreslagna åtgärderna.

Detta strategidokument har tagits fram av en myndighetsgemensam arbetsgrupp bestående av projektledaren Annica Wallén Norell (Jordbruksverket), Ann-Christine Ring och Kim Rock (Jordbruksverket), Maria Egervärn och Torbjörn Lindberg (Livsmedelsverket), Linda Trönnberg, Jessica Beser och Anette Hansen (Folkhälsomyndigheten), Martin Holmberg och Ingrid Nilsson (Socialstyrelsen), Bo Svenungsson (extern konsult anlitad av Socialstyrelsen) samt Kaisa Sörén, Charlotte Axén (tidigare Silverlås), Anna Nordström, Jakob Ottoson och Karin Troell (Statens veterinärmedicinska anstalt).

## Syfte

Syftet med strategidokumentet är att sätta upp gemensamma mål och identifiera åtgärder som bör prioriteras av de undertecknande myndigheterna för att minska risken för cryptosporidiuminfektion hos människa. Hantering av zoonotiska sjukdomar kräver en god samverkan mellan berörda myndigheter. Dokumentet är ett verktyg för deltagande myndigheter i deras prioriteringar och verksamhetsplaneringar, men kan även användas av andra myndigheter och näringen i samband med insatser mot infektion med *Cryptosporidium*. Diskussioner om prioritering och uppföljning av de angelägna åtgärderna kommer att föras inom Zoonosrådet.

# Definitioner, begrepp och förkortningar

antigen	ett kroppsfrämmande ämne som framkallar en reaktion hos immunförsvaret när det kommer in i ett djur eller i en människa
bräddning	obehandlat avloppsvatten släpps ut till recipient p.g.a. till exempel överbelastning av ledningsnät vid kraftigt ökade vattenflöden
direktutstryk	utstryk av avföring på objektglas för mikroskopi
dos-respons	sambandet mellan en mängd av ett smittämne som en person exponeras för och sannolikheten för att bli sjuk av smittämnet
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control, Europeiskt centrum för förebyggande och kontroll av sjukdomar, d.v.s. den Europeiska smittskyddsmyndigheten
EFSA	European Food Safety Authority, Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet
epidemiologi	studie av sjukdomars förekomst och spridning i en grupp av individer
fallkontrollstudie	typ av epidemiologisk undersökning där friska kontrollpersoner jämförs med sjuka för att identifiera smittkällan
fekal	som har med avföring att göra
genotyp	för <i>Cryptosporidium</i> är genotyp definierad som isolat som skiljer sig signifikant från kända arter på gener som används för artbestämning, men där information om värdspektrum m.m. saknas, varför man inte har verifierat att det rör sig om en egen art
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points (faroanalys och kritiska styrpunkter). System som identifierar, bedömer och kontrollerar faror som är av betydelse för livsmedelssäkerheten
incidens	antalet individer som insjuknar under en viss period i relation till antalet friska individer vid periodens början, anges oftast som ”antal nya fall per 100 000 personer (som var och en skulle kunna bli ett fall) och år”
infektionsdos	den minsta mängd av ett smittämne som krävs för att orsaka sjukdom
införda livsmedel	livsmedel som förts in till Sverige från annat EU-land

importerade livsmedel	livsmedel som förts in till Sverige från land utanför EU
intestinal kluster	som har att göra med tarmen i det här dokumentet är ett kluster en grupp individer som har infekterats med samma art eller subtyp av <i>Cryptosporidium</i> , vanligtvis även under samma tidsperiod
källattributionsstudie	översatt från det engelska begreppet source attribution som är en metod som syftar till att med hjälp av epidemiologiska eller mikrobiologiska data relatera sjukdomsfall till olika smittkällor
molekylär epidemiologi	studie av hur olika arter/genotyper och subtyper av ett smittämne sprids och förekommer i en grupp individer
molekylär typning	metoder för att genetiskt identifiera och klassificera organismer
oocysta	det smittsamma stadiet av <i>Cryptosporidium</i> som utsöndras i avföringen
patogen	sjukdomsframkallande mikroorganism
PCR	Polymerase Chain Reaction, en analysmetod för att öka mängden DNA så att små mängder går att påvisa
realtids-PCR	som PCR, men med samtidig beräkning av mängden DNA
recipient	det vatten som tar emot utgående vatten från reningsverk och ledningsnät
råvatten	råvaran till dricksvatten, dvs. ytvatten från sjöar och vattendrag eller grundvatten från brunnar i marken
sekundärfall	individ som smittas av en annan individ. Sekundärfallet har inte utsatts direkt för smittkällan, utan har smittats av en person som i sin tur har utsatts för smittkällan
sjukdomsbörda	den belastning som en viss sjukdom utgör på ett samhälle. Ett exempel på mått av sjukdomsbörda är DALYs (disability adjusted life years) som är summan av antal förlorade år p.g.a. för tidig död och antal år med nedsatt funktion p.g.a. sjukdom
subtyp	genetisk variant av art eller genotyp med avseende på variabla gener eller delar av gener
typning	sammanfattande benämning för bestämning av art/genotyp och/eller subtyp
WHO	World Health Organization, Världshälsoorganisationen
zoonos	zoonoser är infektioner som kan överföras mellan djur och människa antingen genom direktkontakt eller indirekt via livsmedel, miljö (t.ex. vatten och jord) eller via vektorer som myggor och fästingar

# Bakgrund

## Smittämne

*Cryptosporidium* är en encellig parasit (protozo) som kan infektera människors och djurs tarmsystem och orsaka svår diarré. Ungefär 25 olika arter har identifierats och 15 av dem har visats kunna orsaka infektion hos människor. De vanligaste arterna är *C. hominis*, som bara infekterar människor, och *C. parvum*, som är zoonotisk. Andra zoonotiska arter som förekommer är *C. meleagridis*, *C. felis*, *C. canis*, *C. ubiquitum* och *C. cuniculus* (Chalmers, 2012). Ett flertal andra arter av *Cryptosporidium* har identifierats hos olika djurslag och några av dem har även påvisats sporadiskt hos människa, till exempel gäller detta *C. andersoni*, *C. muris* och *Cryptosporidium* chipmunk genotype I (Ryan och Power, 2012; Lebbad et al., 2013). Arten *C. viatorum* har än så länge bara påvisats hos människa (Chalmers, 2012; Lebbad et al., 2013).

Parasitens livscykel, som sker i värdens tunntarm, är relativt komplicerad och resulterar i en oocysta som utsöndras i mycket höga halter via avföringen. Oocystan mäter cirka 5 µm i diameter och innehåller fyra sporozoiter (Sunnotel et al., 2006). Sporozoiterna är parasiten i dess infektiösa fas, dvs. den fas som invaderar tarmslemhinnan och orsakar infektion. I oocystan är sporozoiterna skyddade från det att oocystan utsöndras i avföringen tills den åter sväljs av en individ. I tarmen utvecklas oocystan och släpper ut sporozoiterna, som då kan infektera tarmslemhinnan och fortsätta sin livscykel, vilken åter resulterar i nya oocystor. De nybildade oocystorna kan antingen utsöndras via avföringen eller direkt utvecklas till sporozoiter i värdens tarm och orsaka en ny infektion. Det senare kallas för autoinfektion (Smith et al., 2005). *Cryptosporidium* kan inte föröka sig utanför sin värd, utan endast överleva tills oocystan sväljs av en ny värd.

På grund av oocystans tjocka vägg överlever *Cryptosporidium* länge i miljön. Hur lång tid oocystorna kan överleva i miljön beror mycket på hur varmt och fuktigt det är och variationen är stor (se avsnittet om förekomst och överlevnad i miljön). Ju varmare och torrare det är, desto kortare tid överlever oocystorna. Oocystor förlorar sin förmåga att orsaka infektion vid temperaturer motsvarande pastörisering. Exempelvis har Harp et al. (1996) visat i försök med möss att fem sekunder vid 72 °C räcker för avdödning av oocystor av *Cryptosporidium*. Vidare fann Robertson et al. (1992) exempelvis att samtliga 50 000 oocystor som spridits ut på en glasyta dog efter lufttorkning i fyra timmar. Oocystans kraftiga vägg gör den även tålig mot klor i de koncentrationer som får användas i dricksvatten och bassängbad.

# Diagnostik och analys

## Människa

Humandiagnostik av cryptosporidiuminfektion grundas på mikroskopisk påvisning (ej kvantifiering) av oocystor i avföring. Till skillnad från bakterier går det inte att odla oocystor för påvisning inom rutindiagnostiken. Istället görs en koncentreringsprov. Referensmetoden<sup>2</sup> för *Cryptosporidium* är syrafast färgning, s.k. modifierad Ziehl-Neelsen-färgning (mZN-färgning) av koncentrerat avföringsprov. Oocystor av *Cryptosporidium* är små och svåra att upptäcka med mikroskopi utan mZN-färgning. Vid rutinmässig undersökning av parasiter ingår vanligtvis inte mZN-färgningen, utan den måste begäras specifikt på remissen. För att upptäcka andra tarmparasiter, som exempelvis *Giardia* och *Entamoeba histolytica*, räcker det att mikroskoperera ett jodfärgat våtpreparat.

Alternativa metoder finns, såsom immunofluorescensfärgning med specifika monoklonala antikroppar som har visat högre känslighet än mZN-färgning, men nackdelarna är att analysmaterialet är dyrt, att tillgång till fluorescensmikroskop krävs samt att korsreaktion med andra organismer kan ske. Immunokromatografiska tester för samtidig påvisning av *Cryptosporidium* och *Giardia* i avföring finns också och är lätta att använda, men känsligheten är lägre jämfört med mikroskopi. Ett flertal Realtids PCR-metoder finns beskrivna för primärdetektion av *Cryptosporidium*, ofta i kombination med parasiterna *Giardia* och *Entamoeba histolytica*. Dessa metoder används rutinmässigt vid flera laboratorier i Europa och nu även vid ett fåtal parasitologiska laboratorier i Sverige. Metoden är känsligare än mikroskopi, men kan i dagsläget endast användas för att hitta *C. hominis* och/eller *C. parvum*. Antikroppsbestämning i serum rekommenderas inte för diagnostik av cryptosporidiuminfektion, men har använts vid epidemiologiska studier. Vid smittspårning utförs artbestämning och typning (se avsnittet om typning).

## Livsmedel

Det finns i dagsläget ingen standardmetod för detektion av *Cryptosporidium* i prov från livsmedel, utöver dricksvatten (se avsnittet om vatten och avlopp). De metoder som används för livsmedelsanalyser baseras på PCR-metodik eller separationstekniker, som immunomagnetisk separation (IMS) följt av mikroskopering av oocystor. Detektionsmetoderna har överlag låg känslighet och är specialiserade och arbetskrävande (EFSA, 2013). En analysmetod för bladgrönsaker och bär är under utveckling inom ISO (ISO/DIS 18744) som även den bygger på IMS och mikroskopering. I dag görs ingen rutinmässig analys av livsmedel i Sverige.

---

<sup>2</sup> [http://referensmetodik.folkhalsomyndigheten.se/w/PAR\\_02\\_Ziehl-Neelsen\\_f%C3%A4rgning](http://referensmetodik.folkhalsomyndigheten.se/w/PAR_02_Ziehl-Neelsen_f%C3%A4rgning)

## Vatten och avlopp

En ISO-standard finns för analys av *Cryptosporidium* från vattenprov (ISO 15553:2006). Under utbrotten i Östersund och Skellefteå var det bara dåvarande Smittskyddsinstitutet som tog emot vattenprover för analys av *Cryptosporidium* i Sverige. Numera kan såväl Folkhälsomyndigheten och Livsmedelsverket som vissa kommersiella laboratorier ta emot prov för analys av *Cryptosporidium*. Metoden, som är omfattande och kostsam, består av en analyskedja med ett flertal steg. Partiklar och organismer från stora volymer vatten (10–1 000 liter beroende på typ av vatten) koncentreras. I ett prov med mycket organiskt material och partiklar kan endast en mindre mängd prov analyseras. Ytvatten (vanligen 10–100 l enligt ISO; 100 l rekommenderas för att få tillräcklig känslighet) (Livsmedelsverket et al., 2011) som kontrolleras för förekomst av oocystor filtreras genom ett membranfilter eller en filterpatron. För analys av större volymer, t.ex. dricksvatten, används en filterpatron och filtreringen sker i vattenverket, varefter filtret skickas till ett laboratorium för analys. Från respektive filter koncentreras de partiklar och organismer som finns i vattnet. Koncentratet behandlas vidare med IMS-metoden som separerar oocystor från andra partiklar i vattnet. De separerade oocystorna fästs sedan på objektglas och färgas dels med immunfluorescerande antikroppar specifika för *Cryptosporidium*, dels med ett fluorescerande ämne som färgar DNA. Preparatet avläses därefter mikroskopiskt efter storlek och formspecifika objekt. Avloppsvatten kan analyseras på samma sätt som ytvatten, men med skillnaden att en mindre volym vatten koncentreras.

Organismer med rätt form, storlek, färg och struktur bedöms som s.k. *presumptiva* oocystor. Om det dessutom går att se infärgat DNA i fyra kärnor bedöms oocystan som *verifierad*. Detta innebär att oocystan kan vara levande. Det går inte att säga säkert om påvisad oocysta är levande och inte heller om den är av en art som kan orsaka sjukdom hos människa enbart med hjälp av mikroskopering. Det finns metoder för att bedöma om oocystor är levande, men dessa analyser är dyra och komplicerade och görs inte i Sverige. Vid behov kan dock analysen göras i exempelvis USA.

## Djur

På Statens veterinärmedicinska anstalt sker påvisande av oocystorna med immunofluorescens på direktutstryk. Vid osäkerhet om resultatet kan även en mZN-färgning göras. Artbestämning och subtypning görs inte rutinmässigt, men görs bl.a. vid utredning av misstänkt smitta mellan djur och människa. I sådana fall används samma metoder på djurprover som på humanprover (se avsnittet om typning).

## Typning

För att undersöka källan till smitta samt infektionens smittvägar mellan människor respektive mellan människor och djur är det viktigt att undersöka art och subtyp av *Cryptosporidium*.

Vid mikroskopisk analys är det mycket svårt att artbestämma *Cryptosporidium*, eftersom oocystorna från olika arter ser lika ut. Artbestämning görs därför med molekylärbaserade metoder (Xiao et al., 1999; Xiao et al., 2001).

Vid utbrott är det av stor betydelse att tidigt få veta vilken art människorna är infekterade med, eftersom djursmitta kan uteslutas vid förekomst av *C. hominis*.

Inom samma art kan det finnas stora genetiska variationer. Efter artbestämning vid smittspårning bör därför subtypning göras. Vanligen används PCR och sekvensering av GP60-genen. Artbestämning och subtypning möjliggör jämförelse mellan miljö- eller djurisolat med prover från människa för att se om de kan kopplas till varandra (Alves et al., 2003).

Ett problem med miljöprover är att oocystorna oftast är få och kan ha försämrad kvalitet på sitt DNA, vilket försvårar typningen som är beroende av att det finns DNA att undersöka. Ett annat problem är att provet dessutom är förbrukat och sitter fast på ett objektglas, varför det först måste skrapas av innan vidare molekylärbioologisk analys är möjlig.

Typning av diagnostiska prover utförs på Folkhälsomyndigheten och på Statens veterinärmedicinska anstalt.

## Sjukdom hos människa

Sjukdomsbilden vid infektion med *Cryptosporidium*, som är en tunntarmsinfektion, karakteriseras av frekventa, vattentunna, men ej blodtillblandade diarréer med buksmärtor och oftast ingen eller endast låggradig feber. Inkubationstiden är 2–10 dagar. Hos personer med normalt immunförsvar läker infektionen vanligen spontant inom 1–3 veckor, men den kan ibland pågå under längre tid (Guerrant, 1997; Kosek et al., 2001; Chen et al., 2002; Leav et al., 2003; Davies and Chalmers, 2009; Svenungsson et al., 2009; Shirley et al., 2012).

Patienter med kraftigt nedsatt immunförsvar, t.ex. på grund av hivinfektion, får ofta en allvarligare infektion med akuta eller kroniska, ibland livshotande koleraliknande diarréstillstånd (Kosek et al., 2001; Chen et al., 2002; Leav et al., 2003; Davies and Chalmers, 2009). Även påverkan på lungor, gallvägar och bukspottkörtel har rapporterats hos denna patientgrupp (Chen et al., 2002; Leav et al., 2003; Davies and Chalmers, 2009). I fattiga länder är infektion med *Cryptosporidium* en av de vanligaste orsakerna till allvarliga diarréstillstånd hos barn yngre än fem år och ofta associerad med undernäring och hög dödlighet (Kosek et al., 2001; Leav et al., 2003; Davies and Chalmers, 2009; Kotloff et al., 2013). År 2004, samma år som anmälningsplikten infördes i Sverige, fördes *Cryptosporidium* upp på WHO:s lista över försummade sjukdomar (Savioli et al., 2006).

Infektioner utan symtom är relativt vanligt förekommande. I en översikt omfattande 78 rapporter med mer än 130 000 individer med diarré identifierades *Cryptosporidium* hos 2,2 procent i höginkomstländer och 6,1 procent i låginkomstländer. Motsvarande siffror för symtomfria kontrollpersoner var 0,2 procent respektive 1,5 procent (Guerrant, 1997; Shirley et al., 2012). I en svensk studie omfattande 786 sporadiska patienter med diarré och 203 friska kontrollpersoner kunde *Cryptosporidium* påvisas hos 1,5 procent av de sjuka, men inte hos någon av de friska kontrollpersonerna (Svenungsson et al., 2000).



Infektionsdosen är låg och så få som 10–100 oocystor kan räcka för att framkalla infektion (Kosek et al., 2001; Chen et al., 2002; Leav et al., 2003; Shirley et al., 2012). Smittbärartiden efter genomgången sjukdom är vanligen 2–5 veckor, men kan hos individer med kraftigt nedsatt immunförsvar vara från några månader upp till flera år (Crawford and Vermund, 1988, Guerrant, 1997).

I en studie omfattande 271 patienter 0–73 år (medianålder 32 år) med cryptosporidiuminfektion i Stockholms län uppgav 99 procent att de hade diarréer, varav 45 procent hade mer än tio lösa avföringar per dygn och för 15 procent krävdes sjukhusvård (Insulander et al., 2013). Buksmärtor, kräkningar och feber högre än 38 °C rapporterades hos respektive 86, 34 och 50 procent av patienterna. Hos 69 procent varade symtomen längre än tio dagar och 15 procent hade fortfarande tarmbesvär vid uppföljning efter 24–36 månader. Cirka 5 procent av patienterna uppgav besvär från leder och muskler i efterförloppet. Frekvensen av rapporterade symtom stämde väl överens med vad som rapporterades vid ett stort vattenburet utbrott i Milwaukee på 1990-talet (Mac Kenzie et al., 1994) och även med ett bassängbadsassocierat utbrott i Stockholms län år 2002 (Insulander et al., 2005). Det var endast marginella skillnader i symtom mellan de två vanligaste arterna *C. parvum* och *C. hominis*, men symtomen varade något längre hos patienter som infekterats med *C. parvum* (Insulander et al., 2013). Andra studier har talat för att infektion med *C. hominis* möjligen ger en något allvarligare sjukdomsbild än infektion med *C. parvum* (Shirley et al., 2012).

## Behandling

Det finns ingen specifik behandling av infektion med *Cryptosporidium*. Det enda som kan erbjudas är vätsketerapi, ibland intravenöst vid stora vätskeförluster. Till patienter med nedsatt immunförsvar och allvarlig sjukdomsbild har antimikrobiella läkemedel som nitazoxanide, paromomycin och azithromycin prövats med varierande resultat (Kosek et al., 2001; Pantenburg, 2009; Abubakar et al., 2007). Förbättrad behandling av hivinfektion har gjort att infektion med *Cryptosporidium* alltmer sällan ses hos hivinfekterade patienter i Sverige.

## Falldefinition

Infektion med *Cryptosporidium* är en anmälningspliktig och smittspårningspliktig sjukdom på människa enligt smittskyddsförordningen (2004:255) och Socialstyrelsens föreskrifter (SOSFS 2012:2) om smittspårningspliktiga sjukdomar. I falldefinitioner används begreppen misstänkt fall och bekräftat fall (Socialstyrelsen, 2013). Enligt falldefinitionen för cryptosporidiuminfektion är ett misstänkt fall en person som har en klinisk sjukdomsbild förenlig med diagnosen (bedöms av diagnostiserande läkare) och där det även finns ett epidemiologiskt samband, dvs. att personen har utsatts för smittorisk. För att en person ska bedömas som ett bekräftat fall krävs även ett positivt laboratoriesvar, dvs. minst ett av följande kriterier ska uppfyllas:

- påvisande av *Cryptosporidium* spp. oocystor i kliniskt prov (vanligen avföring) med mikroskopi
- påvisande av *Cryptosporidium*-antigen i avföring
- påvisande av *Cryptosporidium*-nukleinsyra i avföring

Både bekräftat och misstänkt fall är anmälningspliktigt enligt smittskyddsförordningen (2004:255).

## Övervakning av cryptosporidiuminfektion bland människor

Övervakning av cryptosporidiuminfektion sker med hjälp av ett webbaserat system (SmiNet) där både behandlande läkare och diagnostiskt laboratorium är skyldiga att anmäla smittan. Smittskyddsenheterna i landsting och regioner samt Folkhälsomyndigheten övervakar på länsnivå respektive nationell nivå i Sverige. Folkhälsomyndigheten ansvarar för att regelbundet rapportera svensk statistik över cryptosporidiuminfektion till European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) och till WHO som övervakar på europeisk respektive global nivå.

Utbrott kan upptäckas genom den övervakning som Folkhälsomyndigheten och smittskyddsenheterna gör dagligen via SmiNet eller via de internationella epidemiologiska nätverken (främst via ECDC). Utbrott kan även upptäckas genom signaler från allmänheten, t.ex. via media, eller genom anmälan om matförgiftning till kommunerna.

## Sjukdomsörda och samhällskostnader

*Cryptosporidium* har potential att förorena dricksvatten och orsaka allvarliga sjukdomsutbrott som drabbar hela samhällen med sjukskrivningar och rekommendationer att koka dricksvatten. Utbrottet av *Cryptosporidium* i Östersund 2010, då cirka 27 000 människor insjuknade, har uppskattningsvis kostat samhället 220 miljoner kronor, exklusive kostnader för själva utredningen, såsom analyskostnader, arbetstid för utredare och investering av reningsutrustning i vattenverk (Lindberg et al., 2011).

Enligt en holländsk utredning från 2004 är kostnaden för sjukdom relaterat till *Cryptosporidium* i Nederländerna låg jämfört med andra livsmedelsburna smittämnen. Den totala kostnaden för samhällsförvärd cryptosporidiuminfektion i Holland, som har nästan 17 miljoner invånare, uppskattades i studien till cirka 5 miljoner euro per år. När risken för efterföljande komplikationer togs med i beräkningarna ökade den uppskattade kostnaden till 7 miljoner euro per år (Vijgen et al., 2007).

En metod för att uppskatta sjukdomsördan förknippad med en viss hälsosfara är att för en grupp människor, vanligtvis ett lands befolkning, beräkna antal hälsosamma levnadsår som förloras på grund av faran. Måttet kallas DALYs (Disability-Adjusted Life Years/funktionsjusterade levnadsår) och beräknas genom att för hela befolkningen summera förlorad livslängd (för tidig död jämfört med förväntad livslängd) och levd tid med nedsatt funktion. Enligt en svensk undersökning är sjukdomsördan för mag-tarminfektion orsakad av de zoonotiska smittämnen *Campylobacter*, *Salmonella*, *Yersinia*

*enterocolitica* och EHEC i Sverige beräknad till sammanlagt 120 DALYs (Lindqvist et al., 2011). DALYs för cryptosporidiuminfektion i Sverige är i dagsläget inte känd. I Nederländerna, som har en population på cirka 17 miljoner människor, har sjukdomsbördan för *Cryptosporidium* uppskattats till 160 DALYs, vilket kan jämföras med giardiainfektion som uppskattas orsaka 364 DALYs (Vijgen et al., 2007).

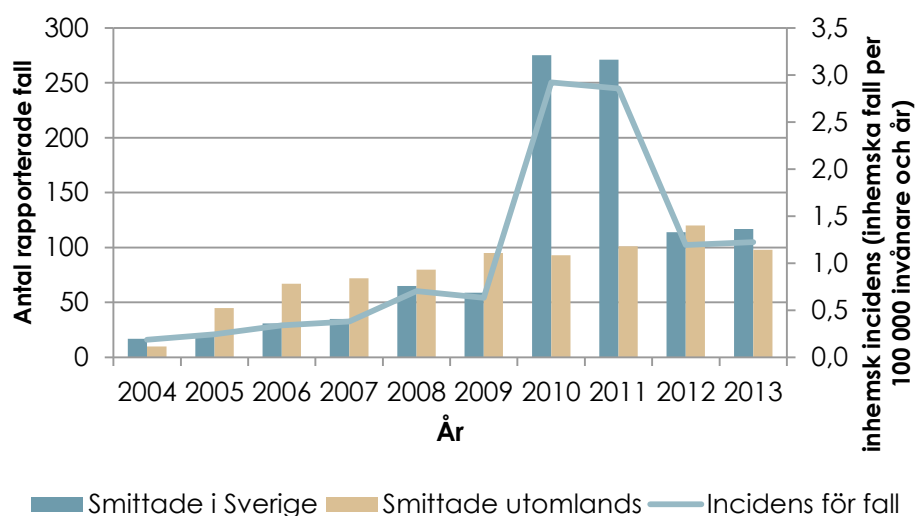
## Epidemiologi

Sedan anmälningsplikten för cryptosporidiuminfektion infördes den 1 juli 2004 har totalt 1869 fall t.o.m. år 2013 rapporterats i SmiNet (47–392 fall per år). Av dessa var 54 procent inhemska, 42 procent utlandssmittade och för resterande fall var smittland inte angivet. Medianåldern var 32 år för både inhemska fall och utlandssmittade. Något fler fall bland kvinnor (56 procent) än män rapporterades. Bland de inhemska fallen ingår även personer som har smittats av importerade/införda livsmedel i Sverige, samt sekundärfall till personer som har smittats utomlands.

Antalet inhemska fall som rapporteras varje år beror bl.a. på hur många utbrott som inträffar, men det är tydligt att antalet anmälda fall successivt har ökat sedan år 2004 (figur 1). Ökningen avspeglar förmodligen en ökad medvetenhet inom sjukvården och förbättrade analysmetoder på några av de kliniskt mikrobiologiska laboratorierna. De två stora utbrotten 2010–2011 i Östersund och Skellefteå har också bidragit till ökningen av antalet rapporterade fall, även om bara en bråkdel av de närmare 50 000 personer som insjuknade under utbrotten laboratorieverifierades och rapporterades.

**Figur 1.**

Incidens (antal rapporterade fall per 100 000 invånare och år) av inhemska och importerad cryptosporidiuminfektion i Sverige. Toppen under 2010 och 2011 beror på utbrotten i Östersund och Skellefteå.



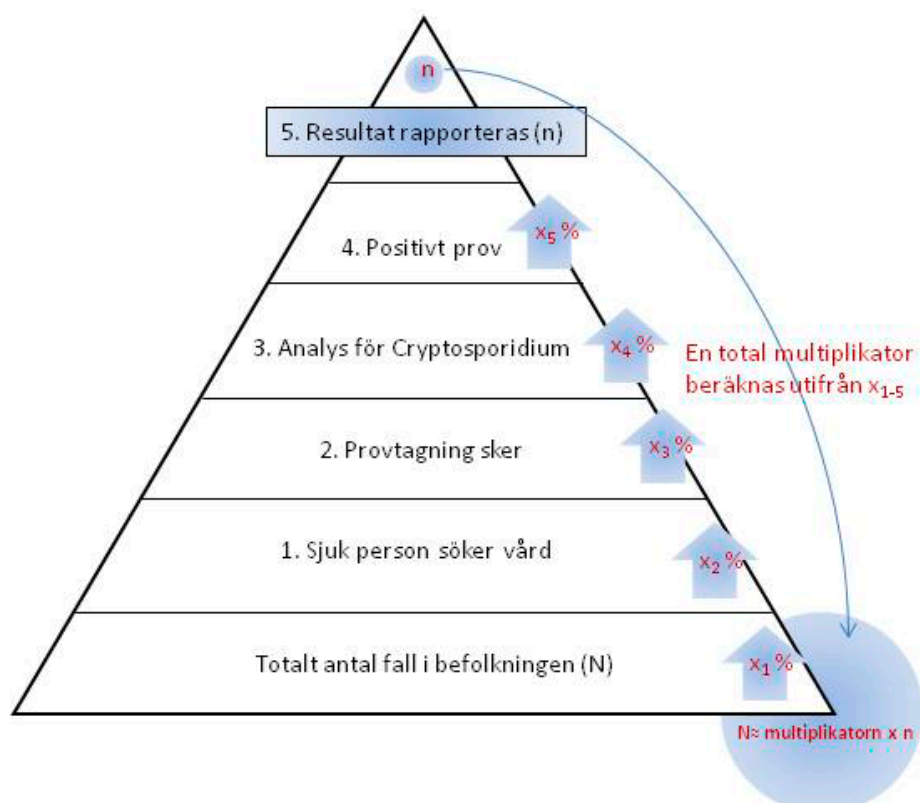
Trenden är att fler fall av *Cryptosporidium* rapporteras varje år, men fortfarande är mörkertalet stort och antalet verkliga fall är okänt i Sverige. När 786

sporadiska fall med diarré undersöktes var *Cryptosporidium* och *Giardia* ungefär lika vanligt förekommande (1,5 respektive 2,3 procent) (Svenungsson et al., 2000). I Sverige rapporteras dock ungefär sju gånger så många fall av *Giardia* som av *Cryptosporidium* till SmiNet. Infektion med *Cryptosporidium* är troligen även en vanligare orsak till turistdiarré än vad statistiken påvisar (Jelinek et al., 1997, Jiang et al., 2002).

De bortfall som sker, dvs. de sjukdomsfall som inte blir kända och därmed inte kan rapporteras, kan beskrivas i en så kallad rapporteringspyramid (figur 2). För en del smittämnen har ett uppskattat mått på bortfallet beräknats, en s.k. multiplikator, men för *Cryptosporidium* är denna okänd. I Nederländerna uppskattas att drygt 7 procent av de som drabbas av cryptosporidiumsinfektion uppsöker vårdcentral, blir provtagna för *Cryptosporidium* och rapporteras (Vijgen et al., 2007).

**Figur 2.**

Rapporteringspyramid. På varje nivå faller ett antal fall bort och bara en viss andel följer med till nästa nivå. Det totala bortfallet går att uppskatta genom att beräkna det sannolika bortfallet på varje nivå. Med hjälp av multiplikatorn går det att uppskatta hur många fall som verkligen finns i en befolkning utifrån hur många fall som rapporteras.



För många tarmsjukdomar sker bortfallen framför allt på nivå ett och två i rapporteringspyramiden. Det som är speciellt för *Cryptosporidium* är att undersökningen vanligen inte ingår vid rutinmässig undersökning av parasiter, utan måste begäras specifikt (se avsnittet om diagnostik och analys, människa). För att minska underrapporteringen krävs alltså att patienter med rätt

symtom (framför allt vattning diarré) provtas samt att *Cryptosporidium* anges som specifik frågeställning på remissen. När den ovan nämnda studien av Vijgen et al 2007 genomfördes (år 2004) krävdes även i Nederländerna att behandlande läkare aktivt måste kryssa i analys av *Cryptosporidium* på remissen. I studien lyftes hypotesen att läkaren själv inte alltid är medveten om att det krävs en speciell förfrågan för att analys av *Cryptosporidium* ska ske. Om detta även gäller för många svenska läkare är okänt.

Även analysförfarandet för cryptosporidiumdiagnostik skiljer sig åt i landet. Ett fåtal laboratorier utför mZN-färgning på alla avföringsprov med parasitologisk frågeställning från patienter med nedsatt immunförsvar, oavsett vilken analys som begärs av läkaren och åtminstone ett laboratorium utför alltid cryptosporidium-PCR på prov från patienter med diarré. De flesta laboratorier i landet uppger att de även screenar för *Cryptosporidium* (med hjälp av jodfärgat våtpreparat) då analysen ”cystor och maskägg-prov” har begärts på remissen samt att de verifierar misstänkta fynd med mZN-färgning. Detta förfarande kan ändå leda till missade fall, då det kan vara svårt att upptäcka oocystor av *Cryptosporidium* i ett våtpreparat och kräver en skicklig mikroskopist. Fördelningen av rapporterade fall mellan olika län är ojämn, vilket troligtvis beror både på hur aktiva olika län är då det gäller provtagning för just *Cryptosporidium* samt laboratoriernas skicklighet och val av analysförfarande. I dagsläget är det inte känt hur många av alla inkommande avföringsprov som testas för *Cryptosporidium* i respektive län.

## Molekylär epidemiologi

Molekylär analys av prover från människa kan underlätta spårning av smittkällan samt ge information om smittspridningsvägar. För närvarande saknas tillräcklig kunskap om fördelning, symtom och smittvägar av arter och subtyper i Sverige. Den enda undersökning som gjorts avseende detta är Insulander et al., 2013, som studerade 271 patienter i Stockholms län avseende symtom, epidemiologi samt artbestämning och subtypning. I denna studie hittades förutom arterna *C. hominis* (33 procent) och *C. parvum* (57 procent) de mer ovanliga arterna *C. meleagridis* (6 procent), *C. felis* (1 procent), *C. viatorum* (1 procent) samt genotypen *Cryptosporidium* chipmunk genotyp 1 (1 procent). Av *C. hominis* och *C. parvum* identifierades totalt 42 olika subtyper.

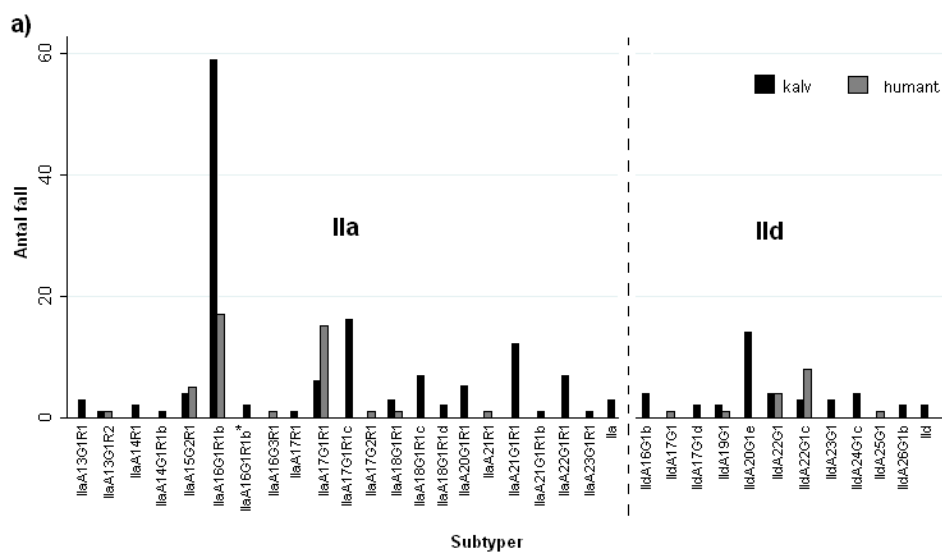
Som en del av projektet ”Integrerad riskkaraktärisering och riskhantering för *Cryptosporidium*”, som drivs av Folkhälsomyndigheten och finansieras av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), startades under 2013 studien ”Kartläggning av cryptosporidiumarter och subtyper hos människor i Sverige”. Inom en tvåårsperiod ska alla tillgängliga humanisolat av *Cryptosporidium* i Sverige artbestämmas och subtypas. Genom att studera förekomst av arter och subtyper i humanpopulationen är det möjligt att få en bättre bild av vilka arter och subtyper som orsakar sjukdom samtidigt som möjligheten att upptäcka utbrott med *Cryptosporidium* ökar. När detta projekt har avslutats bör värdet av molekylär typning av *Cryptosporidium* utvärderas så att en strategi för hur typningsverksamheten ska bedrivas och finansieras i framtiden kan tas fram.

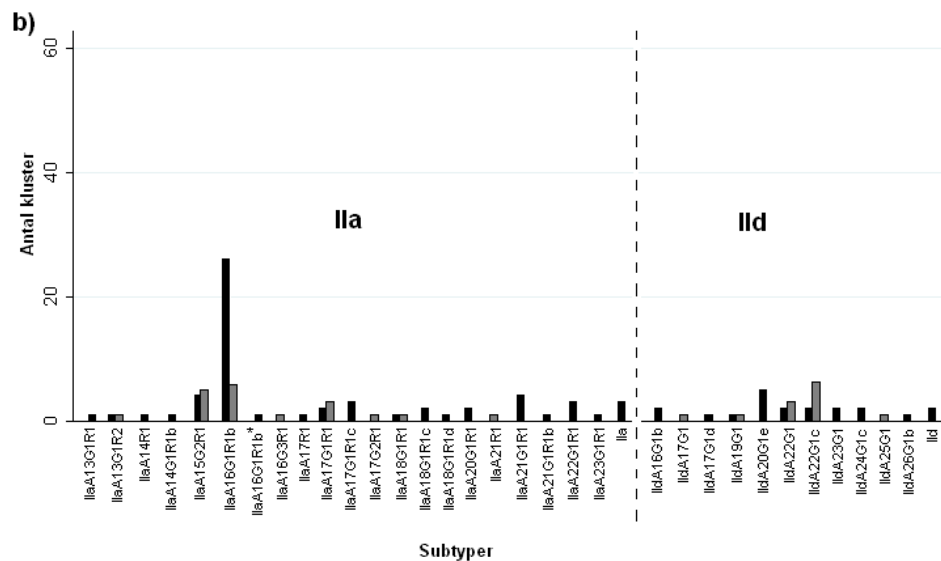
Nedan beskrivs de molekylärepidemiologiska aspekterna av cryptosporidie-  
 uminfektion hos djur, för att kunna göra en jämförelse med situationen hos  
 människa. Förekomsten av *Cryptosporidium* spp. hos djur beskrivs närmare i  
 avsnittet om förekomst och sjukdom hos djur.

På nötkreatur finns några svenska studier som inkluderar molekylär epi-  
 demiologi (Silverlås, 2010; Silverlås och Blanco-Penedo, 2012; Silverlås et  
 al., 2013). *C. parvum* är relativt ovanlig i kalvpopulationen. Hos kalvar med  
 diarré är det dock nästan uteslutande denna art som förekommer (Silverlås et  
 al., 2013). Alla isolat av *C. parvum* från kalv där subtyp har kunnat bestä-  
 mas har tillhört de två zoonotiska subtypfamiljerna Ila och IId. I figur 3 görs  
 en jämförelse av identifierade subtyper från kalvar (Silverlås et al., 2013) och  
 inhemska humanfall (Insulander et al., 2013). Molekylär analys har även  
 använts för att karakterisera isolat av *C. meleagridis* från fjäderfå vid ett ut-  
 brott på människa (Silverlås et al., 2012).

**Figur 3.**

Fördelning av subtyper av *C. parvum* i diarréprover i a) individuella prover från 157 mjölk-  
 raskalvar samt 57 humanfall och i b) samma prover på klusternivå, där kalvproverna bildar  
 46 kluster och humanproverna 45 kluster.





\* IlaA16G1R1b\* har en liten mutation i sekvensen jämfört med de isolat som bara klassas som IlaA16G1R1b.

Kalvproverna som redovisas i figur 3 har kommit in till Statens veterinärmedicinska anstalt under åren 2010–2012 för cryptosporidiumdiagnostik. De kommer från besättningar med kalvdiarréproblem över hela Sverige (Silverlås et al., 2013). Humanfallen inkluderar alla inhemska bekräftade fall av *C. parvum* i Stockholmsregionen under 2006–2008 (Insulander et al., 2013). Ett kluster representerar i figuren en besättning för kalvar respektive ett sporadiskt fall, ett familjekluster eller ett utbrott för humanfall. Subtypsnotering Ila respektive IId vid staplarna på x-axeln innebär att proverna kunnat grupperas i respektive subtypsfamilj, men den fullständiga subtypen har inte kunnat bestämmas.

Av figur 3 framgår att de subtyper som är vanligast hos människa på individnivå även är vanliga hos kalv, medan vissa andra subtyper enbart setts hos människa eller kalv. Att samma subtyper identifieras hos människa och djur måste inte innebära att det handlar om zoonotisk överföring. Det kan även bero på att vissa subtyper är vanligt förekommande och cirkulerar inom båda populationerna. Ett utbrott leder till en ansamling av många prover av samma subtyp, vilket ger intryck av att denna subtyp dominerar mer än den kanske gör. Dominansen hos vissa subtyper minskar därför när man tar hänsyn till att ett antal prover kan ingå i ett utbrott och därmed utgör ett kluster av prover. Den dominans som IlaA16G1R1b uppvisar i kalvprover kvarstår dock även på klusternivå, vilket tyder på att denna subtyp är mycket vanligt förekommande hos mjölkkraskalvar. Denna subtyp tillhör även de vanligaste bland humanfall.

## Utbrott av cryptosporidiuminfektion i Sverige

Under åren 2002–2013 har totalt 15 utbrott av *Cryptosporidium* i Sverige kommit till dåvarande Smittskyddsinstitutets kännedom. Av dessa utbrott bedömdes 7 vara kopplade till förorenat livsmedel, 3 till bassängbad, 2 till kommunalt dricksvatten, 2 till förskolor och 1 utbrott var kopplat till kontakt

med sjuka djur. Utöver de stora utbrotten i Östersund och Skellefteå har drygt 1 300 sjukdomsfall kopplats till utbrott av *Cryptosporidium* genom provtagning och/eller intervjuer i samband med respektive utbrotsutredning. Det är bara de provtagna och bekräftade fallen som rapporteras och syns i statistiken. Under år 2010 och 2011 laboratorieverifierades exempelvis endast 275 respektive 271 inhemska fall, fast det är känt att betydligt fler insjuknade i samband med utbrotten i Östersund och Skellefteå.

#### *Utbrott på förskolor*

År 2007 inträffade ett utbrott i en förskola i Stockholm. Prover samlades in från barn och personal varpå *Cryptosporidium* påvisades hos åtta barn och en vuxen. Vid utredningen framkom att barnen hade badat i en gemensam plaskpool på förskolans gård. Den troliga anledningen till att smittspridningen startade var att ett barn, som troligen fortfarande var smittsamt, återgick till förskolan innan symtomen upphört. Flera familjemedlemmar till barnet hade också haft diarré (Persson et al., 2007). Ett annat utbrott på en förskola inträffade i Stockholm 2008 då totalt sju barn och en vuxen insjuknade. Vid analysen påvisades *C. hominis*. Orsaken till utbrottet misstänktes vara att ett barn hade blivit smittat vid en utlandsresa och sedan spridit infektionen vidare på förskolan via kontaktsmitta (Insulander et al., 2013).

#### *Dricksvattenburna utbrott*

I Sverige inträffade det första kända dricksvattenburna utbrottet med *Cryptosporidium* år 1991 då avloppsförorenat råvatten trängde in i det kommunala dricksvattnet i Jönköping. Närmare 100 personer insjuknade och *Cryptosporidium* påvisades hos några av de insjuknade.

Utbrottet i Östersund 2010, då uppskattningsvis minst 27 000 människor insjuknade, var det första utbrottet där *Cryptosporidium* kunde påvisas i dricksvatten i Sverige (Widerström et al., 2014). Den 26 november 2010 uppskattades att 10–20 procent av Östersunds befolkning var magsjuk och senare på kvällen rekommenderade Östersunds kommun, via radio och TV, kokning av det kommunala vattnet (figur 4). Ett par dagar efter att kokningsrekommendationerna infördes kunde oocystor av *C. hominis* påvisas i både ingående råvatten från Storsjön och utgående dricksvatten i Minnesgårde vattenverk i Östersund. Hur utbrottet startade är oklart, men några olika misstänkta föroreningskällor kunde identifieras under utredningen. Exempelvis hittades två felkopplingar av avlopp 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, identifierades också som möjliga orsaker till initial förorening av råvattnet (Östersunds kommun, 2012). I vattenverket saknades tillräckliga barriärer för att avlägsna och avdöda de oocystor som fanns i råvattnet. Molekylär analys av oocystorna visade att det var *C. hominis* subtyp IbA10G2 i både vattenprov från en misstänkt smittkälla och i avföringsprov från patienter (Smittskyddsinstitutet, 2011a).

Nästa stora vattenburna utbrott inträffade i april 2011. Flera fall av *Cryptosporidium* rapporterades då i Skellefteå, vilket ledde till misstanke om smitta via dricksvattnet. Skellefteå kommun rekommenderade kokning av

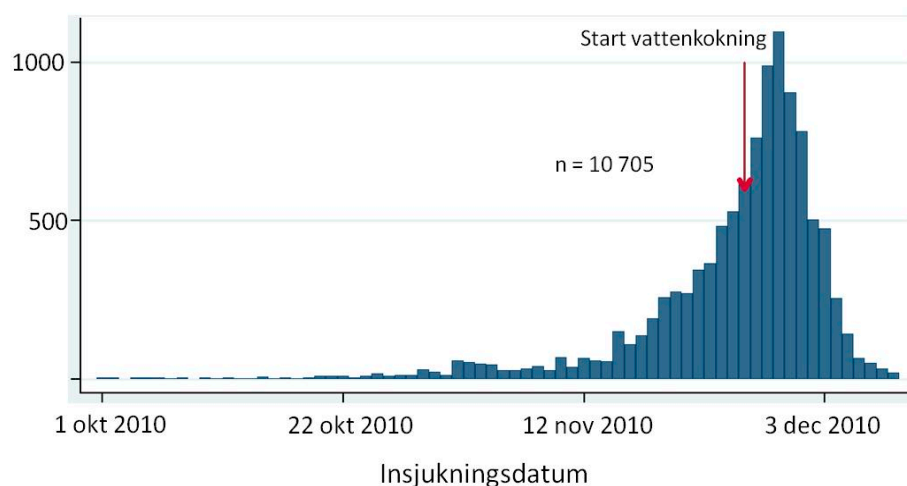


vattnet för de personer som fick vatten från vattenverket Abborren. Inga oocystor hittades i råvattnet eller dricksvattnet under de följande månaderna, men den epidemiologiska undersökningen visade att smitta via vattnet var den troliga orsaken. Samma genotyp som i Östersund hittades i samtliga undersökta personer i Skellefteå, dvs. *C. hominis* subtyp IbA10G2. Totalt cirka 20 000 personer beräknas ha blivit sjuka i Skellefteå under utbrottet. Både i Östersund och Skellefteå spolades vattenledningssystemet noggrant igenom och UV-aggregat installerades vid vattenverken.

#### Figur 4.

Insjukningskurvan vid det vattenburna utbrottet i Östersund, enligt webbenkät på kommunens hemsida (10 705 personer hade svarat när insjukningskurvan gjordes) (Östersunds kommun, 2012). På grund av inkubationstiden fortsatte antalet insjuknade att öka dagarna efter att vattnet började kokas. Sedan avtog insjukningskurvan, eftersom antalet personer som exponerades för smittkällan minskade drastiskt då kokningsrekommendationerna infördes

Antal personer



#### Livsmedelsburna utbrott

Även livsmedelsburna utbrott, som inte är kopplade till dricksvatten, har inträffat med jämna mellanrum i Sverige. Det första beskrivna utbrottet med koppling till livsmedel i Sverige inträffade år 2008. Totalt insjuknade 21 personer efter att ha ätit en festmåltid i Stockholm och *C. parvum* subtyp IIaA17G1R1 kunde påvisas hos 16 av dem. Den misstänkta smittkällan var bearnaisesås med färsk persilja (Insulander et al., 2008). År 2010 misstänktes kantarellsås och även färska örter som smittkälla i ett utbrott av *Cryptosporidium* i Umeå med närmare 100 sjuka (Gherasim et al., 2012). Med hjälp av molekylär typning kunde samma subtyp som i utbrottet även påvisas hos personer som insjuknat i Stockholm och Uppsala vid samma tidpunkt.

Under 2012 inträffade ett utbrott i Sverige där grönsaker från en gårdshandel misstänktes ligga bakom att drygt 30 personer insjuknade med *C. parvum*. *Cryptosporidium* kunde påvisas i bevattningsvattnet och i avföring från får på gården, men inte på grönsakerna.

### Bassängbadsrelaterade utbrott

År 2002 utreddes det första kända bassängbadsutbrottet av *Cryptosporidium* i Sverige. Totalt insjuknade cirka 1 000 personer efter att ha badat i bassängbad i Stockholms län (Insulander et al., 2005). Vid subtypning av prover från några av patienterna kunde det konstateras att det rörde sig om två olika utbrott – ett mindre utbrott (fem personer) kopplat till en inomhuspool och ett annat större utbrott kopplat till en utomhuspool (Mattsson et al., 2008). I dagsläget finns det inte någon standardiserad enkät för *Cryptosporidium*, men en sådan enkät där även en frågeställning om bad finns med skulle kunna bidra till att fler badrelaterade fall upptäcks. Inget utbrott av *Cryptosporidium* kopplat till strandbad finns beskrivet i Sverige.

### Utbrott efter kontakt med djur

Under sommaren 2011 inträffade ett mindre utbrott av *C. meleagridis* på en gård i Sverige, då tre av gårdens personal insjuknade. Smittan kunde spåras till gårdens värphöns och slaktkycklingar. Zoonotisk smitta kunde bekräftas med hjälp av molekylär analys av prover från fjäderfä och sjuka personer (Silverlås et al., 2012). I april 2013 inträffade ett utbrott av *Cryptosporidium* bland veterinärstudenter i Uppsala. Totalt 14 fall kunde identifieras. Gemensamt för dessa var att de hade deltagit vid den ambulatoriska kliniken vid universitetsdjursjukhuset, Sveriges lantbruksuniversitet. Två olika subtyper av *C. parvum* kunde påvisas bland fallen. De personer som hade *C. parvum* av den ena subtypen hade besökt en djurbesättning där samma subtyp kunde visas hos kalvar med diarré. De övriga fallen hade inte besökt den här besättningen, utan en annan besättning där det också fanns kalvar med diarré, men där provtagning för att fastställa orsaken inte genomförts (Kinross et al., under produktion 2014).

## Förekomst i livsmedel

Oocystor av *Cryptosporidium* har påvisats i prov från oprocessade livsmedel, såsom frukt, grönsaker, kött och skaldjur (Budu-Amoako et al., 2011), men hur vanligt det är med *Cryptosporidium* i dessa produkter är inte känt. Det finns inga undersökningar gjorda om förekomsten av *Cryptosporidium* i livsmedel på den svenska marknaden.

I de fåtal studier om förekomst i vegetabilier som gjorts, framför allt i Centralamerika, Sydamerika och Norge, har oocystor av *Cryptosporidium* påvisats i varierande grad med upp till 14,5 procent positiva prov (sammanfattat av Moore et al., 2007). I en norsk undersökning påvisades exempelvis *Cryptosporidium* i 19 (4 procent) av 475 prov från inhemskt producerade och importerade frukt och grönsaker, varav 14 av fynden gjordes i mungbönsgrodor (Robertson och Gjerde, 2001). Övriga fem fynd gjordes i prov från sallat, varav två positiva prov var från norska produkter. Halterna i sallat och groddor varierade från 1 till 6 oocystor per 100 g prov. Själva groddfröna, som importerats från Kina och odlats i Norge, analyserades inte, men misstänktes vara förorenade med *Cryptosporidium* (Robertson och Gjerde, 2001). Groddfröna hade troligtvis inte genomgått något dekontamineringssteg. Pastörise-

ring används vid i stort sett all produktion av mungböngröddor i Sverige, enligt uppgifter från groddproducenter.

I en spansk fältundersökning innehöll 12 av 19 prov från olika salladsprodukter oocystor av *Cryptosporidium* i halter om 2 till 15 oocystor per 50 g prov (Amoros et al., 2010). Fynd av *Cryptosporidium* gjordes även i prov från det vatten som användes för att bevattna grönsakerna i halter om 10 till 70 oocystor per liter (Amoros et al., 2010). En undersökning från Nordirland visade att ett av 50 prov från spansk eller inhemskt producerad sallad var positivt för *Cryptosporidium* med PCR (Shigematsu et al., 2007). Med en liknande PCR-metod detekterades *Cryptosporidium* i ett prov från spenat i en kanadensisk undersökning om totalt 157 prov från sallad, spenat, lök och jordgubbar (Bohaychuk et al., 2009).

Tvåskaliga blötdjur, såsom musslor och ostron, kan förorenas med *Cryptosporidium*, eftersom de filtrerar stora volymer potentiellt fekal förorenat vatten. Fynd av *Cryptosporidium* har gjorts i enstaka internationella förekomststudier (sammanfattat av Smith och Nichols, 2010). *Cryptosporidium* påvisades exempelvis i halter om 1–2 oocystor per 1–3 gram prov i totalt 6 av 14 partier blåmusslor som samlats in vid flera ställen längs den norska kusten (Robertson och Gjerde, 2008). Även 4 (9 procent) av 46 prov från ostron tagna från odlingar i nederländska kustvatten innehöll oocystor av *Cryptosporidium* (Schets et al., 2007). Andelen förorenade prov är dock förorenat med viss osäkerhet på grund av metodologiska svårigheter (Schets et al., 2007; Moore et al., 2007).

## Övervakning av förekomst hos livsmedel

Det finns ingen särskild övervakning av förekomsten av *Cryptosporidium* i livsmedel.

## Förekomst i råvatten och dricksvatten

Råvatten är det vatten som går obehandlat från vattentäkten in i vattenverket för beredning till dricksvatten. *Cryptosporidium* kan förekomma i råvatten som förorenats med avföring genom avlopps- eller gödselpåverkan. Svenska vattenverk använder i varierande omfattning olika avskiljande och inaktiverande säkerhetsbarriärer vid beredning från råvatten till dricksvatten för att motverka förekomsten av *Cryptosporidium* och andra mikroorganismer. På grund av tillfälliga händelser, såsom felkoppling och läckage, eller vid frånvaro av tillräckliga säkerhetsbarriärer i vattenverken kan *Cryptosporidium* finnas i dricksvatten.

Det finns förhållandevis få förekomst- och haltdata för *Cryptosporidium* i svenska råvatten. I en undersökning från 1996–97 påvisades *Cryptosporidium* i 32 procent av 50 råvattenprover vid 26 olika ytvattenverk geografiskt spridda över Sverige (Hansen och Stenström, 1998). Halten presumtiva oocystor av *Cryptosporidium* varierade mellan 12 och 460 per 100 liter råvatten. I ett av sex prover från dricksvatten, vars råvatten varit positivt för *Cryptosporidium*, påvisades presumtiva oocystor i en halt av 3 per 100 liter behandlat dricksvatten (Hansen och Stenström, 1998). En grov klassificering i

olika typer av påverkan visar att lägst antal positiva prov återfanns i vatten utan känd påverkan från avlopp eller jordbruk (1/8), följt av i huvudsak jordbrukspåverkat vatten (7/31) samt i huvudsak avloppspåverkat vatten (8/10) (Hansen och Stenström, 1998). I en senare svensk undersökning påvisades *Cryptosporidium* i 12 procent av 200 råvattenprov som togs mellan 2003 och 2008 vid nio av de tidigare undersökta ytvattenverken (Smittskyddsinstitutet, 2011b). Halterna av presumtiva oocystor varierade mellan 1 och 20 oocystor per 10 liter råvatten, dvs. 10–200 per 100 liter. Prover från dricksvatten, vars råvatten innehöll *Cryptosporidium*, analyserades också och samtliga av dessa var negativa (Smittskyddsinstitutet, 2011b). Analyser från provtagning i Göta älv, vid råvattenintaget för Göteborg stad under 2004–2005, visade att 8 av 23 råvattenprov var positiva för *Cryptosporidium* och att oocystor påvisades mer frekvent vid perioder av kraftigt regn med ökad avrinning som följd (Åström et al., 2007). Hur vanligt förekommande *Cryptosporidium* är i rå- eller dricksvatten från svenska vattenverk är inte känt i övrigt. Kunskapsuppbyggande undersökningar om *Cryptosporidium* och andra patogener i råvatten pågår för närvarande. Exempelvis kommer förekomst av patogena mikroorganismer inklusive *Cryptosporidium* att studeras i råvatten från fler ytvattenverk i ett treårigt myndighetsgemensamt MSB-finansierat projekt. Provtagningen kommer att vara både kontinuerlig och händelsestyrd med intensifierade provtagningar efter kraftiga regn.

Förekomsten av *Cryptosporidium* i enskilda dricksvattentäkter, såsom egna brunnar, är inte heller känd.

De analysmetoder som användes i de svenska undersökningarna ger ingen information om artfördelning eller livsduglighet hos påvisade oocystor. I en studie från södra delarna av Ontario, Kanada, där man har en årlig incidens av cryptosporidiuminfektion om ca 4 fall per 100 000 invånare och år, typades sammanlagt 58 isolat från vattenprover tagna vid ett råvattenintag. I huvudsak påvisades *C. andersoni* (53 procent), som inte är humanpatogen, medan 5 respektive 3 procent av isolaten utgjordes av *C. hominis* och *C. parvum* (Pintar et al., 2012).

## Övervakning av förekomst i råvatten och dricksvatten

I dagsläget analyseras inte *Cryptosporidium* som en del av övervakningen av råvatten eller dricksvatten. Den löpande kvalitetsövervakningen av dricksvatten hos de flesta vattenverk innebär att följa förekomst och halt av bakteriella indikatorer såsom *E. coli*. Det finns även många dricksvattenproducenter som rutinmässigt övervakar sitt råvatten för indikatorer (Svenskt Vatten, 2008a).

Att korrelationen mellan förekomsten av indikatorbakterier och *Cryptosporidium* är svag är inget nytt. Det finns egenskaper hos oocystorna som skiljer deras transportmönster och inaktivering i en vattentäkt från indikatorbakteriernas. Framför allt är oocystorna större, vilket gör att de borde avskiljas bättre i avloppsreningsprocesser och sedimentera effektivare i öppet vatten än bakterierna. Samtidigt överlever de längre, vilket gör att uppslammat sediment med stor sannolikhet kan innehålla levande oocystor, medan bakterierna dör i större utsträckning. Ett undantag är sporer av bakterien *Clostri-*

*dium perfringens*, som anses vara en bra indikator för reduktion av oocystor i desinfektionsprocesser (Hijnen et al., 2006). Sådana sporer är dock mindre och avskiljs sämre i såväl filtrerings- som sedimentationsprocesser än oocystor. Vidare utsöndras inte *C. perfringens* i särskilt höga halter av idisslare (Leeming et al., 1998), som är en viktig källa till förekomst av oocystor i miljön. Spridningsmönstret är således inte detsamma som det för *Cryptosporidium*. I den senaste kartläggningen av *Cryptosporidium* i svenskt ytvatten (Smittskyddsinstitutet, 2011b) undersöktes också korrelationen med traditionella indikatorparametrar såsom *E. coli*, koliforma bakterier, enterokocker, *C. perfringens*, nederbörd (2–6 dygn innan provtagning) samt turbiditet (grad av grumlighet). Det var generellt en dålig korrelation mellan indikatorer och oocystor, vilket till viss del antogs bero på det låga antalet prov som var positiva för *Cryptosporidium* vid flera av provtagningsplatserna. Vid ett av råvattenintagen, där ett utökat provtagningsprogram utfördes, var det dock en signifikant högre sannolikhet för fynd av oocystor vid förhöjda halter av *E. coli* och koliforma bakterier (Smittskyddsinstitutet, 2011b).

## Förekomst och överlevnad i miljön

Oocystor av *Cryptosporidium* är motståndskraftiga och kan överleva under längre perioder på eller i mark där avföring från infekterade individer hamnat. Enligt en sammanställning av WHO varierar D-värdet (dvs. den tid som krävs för att avdöda 90 procent av alla mikroorganismer eller sporer i ett prov) vid 20 °C för utsöndrade oocystor mellan cirka 20–120 dagar i avföring och cirka 30–400 dagar i jord (WHO 2006). Ju högre fuktighet, desto längre överlever oocystorna, som är relativt känsliga för uttorkning. Från marken kan vidare transport till yt- eller grundvatten ske. Även dagvatten kan föra med sig smittämnen och andra föroreningar till såväl yt- som grundvatten. Kunskapen om förekomst av föroreningar och smittämnen i det dagvatten som ibland leds direkt ut till recipient och ibland leds in i samma nät som avloppsvattnet, är för närvarande låg (Svenskt Vatten, 2013). I både sötvatten och saltvatten kan oocystor behålla sin förmåga att orsaka infektion under flera månader, dock avtar överlevnaden snabbt när temperaturen ökar (Fayer et al., 1998). Vilka halter samt vilka arter och subtyper som förekommer i miljöprover beror framför allt på om det är människor eller djur (samt vilka djurslag) som står för spridningen, samt förekomsten av *Cryptosporidium* i aktuell population. När det gäller vatten påverkar även utspädningsfaktorn koncentrationen.

Som tidigare nämnts, används yt- och grundvatten som råvatten för dricksvattenproduktion. Förekomst av cryptosporidier i råvatten beskrivs under stycket om förekomst i råvatten och dricksvatten.

## Övervakning av förekomst i miljön

Det finns ingen särskild övervakning av förekomsten av *Cryptosporidium* i miljön.

## Förekomst i badvatten

Det finns inte några publicerade undersökningar kring förekomst av *Cryptosporidium* i bassängbad eller strandbad. I Sverige är det totalt sett få fall av *Cryptosporidium* som har kopplats till bassängbad och hur vanligt det är med förekomst av oocystor i bassängvatten i Sverige är okänt. Av 153 prover från backspolat filtervatten från bassänger i Nederländerna återfanns *Cryptosporidium* i 4,6 procent av proverna (Schets et al., 2004) och i USA i 1,2 procent av 160 provtagna bassänger (Shields et al., 2008).

## Övervakning av förekomst i badvatten

Bassängbad kontrolleras rutinmässigt, dels allmänt för bakterieförekomst, dels specifikt för *Pseudomonas aeruginosa*. Analyserna görs främst för att kontrollera att kloreringen fungerar och ingen rutinmässig kontroll görs av *Cryptosporidium*.

Den mikrobiologiska kvaliteten för strandbad kontrolleras med hjälp av indikatorer för fekal påverkan, *E. coli* och intestinala enterokocker (indikatororganismer), men inte specifikt för *Cryptosporidium*. Indikatororganismerna visar att det skett en fekal förorening av badvattnet och att det då också finns risk att sjukdomsframkallande mikroorganismer kan förekomma i vattnet. Som rutin utförs inga analyser av smittämnen i badvattnet, men om misstanke finns om sjukdomsfall kopplat till bad kan analyser av misstänkt smittämne göras. Provtagningen av strandbad regleras av badvattenförordningen (2008:218) och Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om badvatten (HVMFS 2012:14). Regelverket gäller för bad med ett stort antal badande, s.k. EU-bad, vilket i Sverige innebär i genomsnitt 200 badande per dag under badsäsongen.

## Förekomst i avloppsvatten och avloppsslam

Inkommande avloppsvatten till avloppsreningsverk innehåller oocystor av *Cryptosporidium* i förhållande till antal infekterade personer som är anslutna till reningsverket. Obehandlat avloppsvatten kan på så sätt spegla pågående infektioner i samhället. Under det vattenburna utbrottet i Östersund 2010 steg halterna i det inkommande avloppsvattnet till Östersunds avloppsreningsverk Göviken från ungefär 20 oocystor per liter vid provtagningar i samband med en studie i september upp till 27 000 oocystor per liter då utbrottet nådde sin kulmen den 29 november 2010 (Smittskyddsinstitutet, 2011a).

Det finns en del undersökningar av förekomst av oocystor av *Cryptosporidium* i svenska reningsverk och andelen positiva prover i inkommande respektive utgående avloppsvatten varierar något. I en svensk studie påvisades oocystor i ca 80 respektive 50 procent av prover på obehandlat och behandlat avloppsvatten (17 prover av respektive provtyp) (Carlander et al., 2002). I en annan studie förekom *Cryptosporidium* i 67 procent av proverna av inkommande respektive 17 procent av proverna från utgående avloppsvatten (Ottoson, 2001).

Undersökningar i Sverige har visat att *Cryptosporidium* påvisas mer sällan och i lägre halter än *Giardia* i inkommande avloppsvatten (Hansen et al., 2006; Ottoson et al., 2006). Av fyra undersökta avloppsreningsverk påvisades *Cryptosporidium* i 5 av 19 inkommande avloppsprov med en medelkoncentration på 20 oocystor per liter (Ottoson et al., 2006). I ett annat projekt undersöktes förekomsten av oocystor i avloppsvattnet vid Henriksdals och Tegelvikens reningsverk i Stockholm respektive Kalmar. I det inkommande avloppsvattnet innehöll 3 av 9 prover oocystor och halten varierade mellan 3–15 oocystor per liter (Hansen et al., 2006). I denna studie visades även att protozoer kan koncentreras i avloppsslammet, men att endast ett fåtal oocystor per gram kunde påvisas i det obehandlade slammet i ett av avloppsreningsverken. Inga oocystor kunde ses i det behandlade slammet vid något av avloppsreningsverken. Studier som visar förekomsten i obehandlat slam från avloppsreningsverk i Irland och i USA har visat på en medelhalt av 8 respektive 14 oocystor per gram obehandlat avloppsslam (Cheng et al 2009, Graczyk et al 2008). Förekomsten av arter och subtyper i avloppsvatten och avloppsslam i Sverige är okänt.

## Övervakning av förekomst i avloppsvatten och avloppsslam

Eftersom det inte finns något direkt krav på mikrobiologisk reduktion i reningsverk, finns det inte något generellt etablerat övervakningssystem för mikrobiologiska aspekter och inte heller något speciellt övervakningssystem för *Cryptosporidium* i avloppsvatten och avloppsslam från avloppsreningsverk.

## Förekomst och sjukdom hos djur

### Förekomst hos djur

Nötkreatur i mjölkbesättningar är den enda djurgrupp som mer ingående har undersökts i Sverige. I dessa undersökningar har infektion med framför allt *C. bovis*, men också med *C. parvum*, *C. ryanae* och *C. andersoni*, påvisats. Av dessa arter är endast *C. parvum* zoonotisk. *Cryptosporidium* finns i de flesta mjölkbesättningar med mer än cirka 40 mjölkkor (Silverlås, 2010; Silverlås och Blanco-Penedo, 2012) och förekomsten är högst hos kalvar (>50 procent). Förekomst av arten *C. parvum* är dock låg i de svenska mjölkbesättningarna sett ur ett internationellt perspektiv. I en studie av Silverlås (2010) var cirka 20 procent av de artbestämda positiva proverna från kalvar i svenska besättningar *C. parvum* och i en studie av Silverlås och Blanco-Penedo (2012) var motsvarande siffra cirka 3 procent. *C. parvum* har endast påvisats hos kalvar och inte hos ungdjur och vuxna djur i Sverige (Silverlås, 2010; Silverlås och Blanco-Penedo, 2012). Hos kalvar med diarré är *C. parvum* den vanligaste cryptosporidiumarten som ses, men förekomsten avtar snabbt redan efter ett par veckors ålder (Silverlås, 2010; Silverlås et al., 2013). I en studie av Björkman och Mattsson (2006) visades att *C. parvum* kan finnas kvar i en mjölkbesättning i minst tio månader. Nyligen genomfördes en studie för att undersöka förekomsten hos kalvar i dikobesättningar.

Preliminära resultat visar att *C. parvum* fanns hos 8 procent av de undersökta kalvarna upp till 12 veckors ålder och i 10 av 30 undersökta besättningar (Björkman et al., under produktion 2014).

Vad gäller förekomsten hos får finns inga svenska studier som inkluderar artbestämning, men parasiten har påvisats hos lamm i en studie av Schwan et al. (1996/1997) samt i rutindiagnostiken. I utländska studier har framför allt infektion med *C. parvum*, *C. xiaoi*, *C. ubiquitum* och *C. andersoni* påvisats. Förutom *C. parvum* har även *C. ubiquitum* zoonotisk potential. Vilken art som är vanligast varierar stort mellan studierna (Geurden et al., 2008; Sweeny et al., 2011; Imre et al., 2013).

Cryptosporidier hos get har inte studerats i Sverige och *Cryptosporidium* har aldrig påvisats i rutindiagnostiken. I utländska studier har framför allt infektion med *C. parvum* och *C. xiaoi* påvisats (Geurden et al., 2008; Rieux et al., 2013).

Förekomst av cryptosporidier hos häst har heller aldrig undersökts i Sverige. Från utlandet finns ett fåtal rapporter där artbestämningar inkluderats och där har *C. parvum*, *Cryptosporidium* horse genotype och *Cryptosporidium* hedgehog genotype påvisats (Ryan et al., 2003; Grinberg et al., 2009; Veronesi et al., 2010; Perrucci et al., 2011; Laatamna et al., 2013). I studien av Veronesi et al. (2010) var *C. parvum* vanligare hos föl än hos vuxna hästar.

*C. meleagridis*, som är den tredje vanligaste arten på människa, har sitt ursprung hos fåglar. Förekomsten hos tamfåglar i Sverige är okänd, men arten har påvisats hos värphöns och slaktkycklingar i en hobbybesättning vid smittspårning efter ett utbrott hos människa (Silverlås et al., 2012).

Hos hund och katt med diarré påvisas ibland *C. canis* respektive *C. felis*, som båda två kan överföras till människa. Inga studier har dock gjorts för att ta reda på hur vanligt det är med cryptosporidiuminfektion på hund och katt.

*Cryptosporidium* förekommer även hos vilda djur. I Sverige har endast en mindre undersökning på vildsvin gjorts. Avföringsprov togs då från 93 djur från ca tre månaders ålder och uppåt som skjutits i Mälardalsregionen. Totalt var 13 djur (14 procent) positiva för cryptosporidier. Ett par av proverna kunde typas till *C. scrofarum* (ej zoonotisk). Resultat från en undersökning i Norge visade förekomst av *Cryptosporidium* i 2 procent (6/269) av undersökta prover från rödräv, 3 procent (15/455) av undersökta prover från älg, < 1 procent (1/289) av undersökta prover från hjort, 6 procent (18/291) av undersökta prover från rådjur och 0 procent (0/155) av undersökta prover från ren (Hamnes et al., 2006; Hamnes et al., 2007). Eftersom typning av dessa prover inte har genomförts är det oklart om humanpatogena arter förekom.

Hos vilda gäss och ankor återfinns de fågelspecifika genotyperna *Cryptosporidium* goose genotypes I, II, III, IV och *Cryptosporidium* duck genotype, samt i en del prover *C. parvum*, *C. hominis* och *C. hominis*-like genotype (Jellison et al., 2004; Zhou et al., 2004; Jellison et al., 2009). Författarna drar slutsatsen att fynden av humanpatogena arter/genotyper sannolikt inte är associerade med infektion och uppförkning av parasiter, utan att det handlar om passage av parasiterna genom fåglarnas magtarmkanal. Det innebär i så



fall att vilda fåglar har en viss potential att sprida smitta. De utgör dock inte en reservoar för smitta till människa, eftersom de sannolikt enbart plockat upp smittämnet från omgivande miljö.

## Sjukdom hos djur

Cryptosporidiuminfektion hos djur kan generellt ge kraftig, vattentunn, gulaktig diarré, uttorkning, slöhet och nedsatt aptit. Diarrén och utsöndringen av oocystor varar från några dagar upp till ett par veckor.

I en besättning ger infektionen i allmänhet hög sjuklighet, men låg dödlighet på kalv, men kan orsaka hög dödlighet på lamm och killingar. Klinisk infektion ses främst vid 1–3 veckors ålder. Den art som framför allt orsakar diarré på kalv är *C. parvum*. Ibland påvisas *C. bovis* hos kalvar med diarré, men betydelsen är oklar (Silverlås, 2010; Silverlås et al., 2013). *C. parvum* och *C. xiaoi* har associerats med hög dödlighet på killing och lamm (Diaz et al., 2010a; Paraud et al., 2010; Cacciò et al., 2013; Rieux et al., 2013). Även *C. ubiquitum* har påvisats i avföringsprov från lamm med diarré (Diaz et al., 2010b).

Hos häst har diarré setts i samband med cryptosporidiuminfektion hos föl (Grinberg et al., 2009; Perrucci et al., 2011). *C. meleagridis* kan orsaka både diarré och hosta hos fåglar (Srèter och Varga, 2000; Pagès-Manté et al., 2007). Kunskapen om hur sjukdom orsakad av cryptosporidiuminfektion yttrar sig hos katt och hund är dålig, men diarré förekommer. Sjukdomsbilden hos vilda djur är okänd.

## Övervakning av förekomst hos djur

Cryptosporidiuminfektion hos djur är inte anmälningspliktig och det finns ingen särskild övervakning av förekomsten av cryptosporidiuminfektion hos djur.

## Smittvägar

Som redan beskrivits kan *Cryptosporidium* spridas via förorenat dricksvatten, badvatten och livsmedel. Smitta kan även spridas via direktkontakt med infekterade människor och djur. Då spridning har skett via livsmedel, har det oftast rört sig om frukt eller grönsaker som bevattnats med förorenat vatten eller på annat sätt kommit i kontakt med avföring (Millard et al., 1994; Pönka et al., 2009; Robertson och Chalmers, 2013).

## Människor

På grund av låg infektionsdos samt att oocystor av *Cryptosporidium* är infektiösa direkt vid utsöndring sprids infektionen lätt där många människor vistas nära varandra, t.ex. på förskolor och vårdinrättningar. Flera utbrott i sådana miljöer har inträffat och *Cryptosporidium* är därför ett av de smittämnen som är viktiga att beakta när det gäller just förskolesmitta och vårdrelaterad smitta (Ravn et al., 1991; Cordell och Addiss, 1994; Persson et al., 2007; Artieda et al., 2012).

## Livsmedel

På grund av den relativt långa inkubationstiden är livsmedelsburna utbrott av *Cryptosporidium* svåra att utreda. Även påvisning av oocystor och efterföljande artbestämning och typning är svårt, såväl i vatten som i livsmedel. Flera cryptosporidiumutbrott med förorenade grönsaker som trolig smittkälla har dock rapporterats i Sverige (Insulander et al., 2008; Svenungsson et al., 2008) och andra nordiska länder (till exempel Ethelberg et al., 2009; Pönka et al., 2009). I USA har opastöriserad äppelmust gjord på fallfrukt orsakat flera utbrott av cryptosporidiuminfektion (Millard et al., 1994; Blackburn et al., 2006). Även opastöriserade eller otillräckligt pastöriserade mjölkprodukter har orsakat utbrott av *Cryptosporidium* (Djuretic et al., 1997; Gellellie et al., 1997). I något enstaka fall har *Cryptosporidium* spridits via en person som hanterat livsmedel (Quiroz, 2000).

Under hösten 2008 kunde en ökning av sporadiska fall av *Cryptosporidium* i Stockholms län associeras med konsumtion av ruccolasallad (Svenungsson et al., 2008). Det finns även rapporter från andra länder om att oocystor har påvisats i sallat som har sköljts eller bevattnats med förorenat vatten (Pönka et al., 2009; Amoros et al., 2010; Robertson och Chalmers, 2013).

## Dricksvatten

*Cryptosporidium* har orsakat ett flertal stora dricksvattenburna sjukdomsutbrott världen över (Baldursson och Karanis, 2011; Semenza och Nichols, 2007). År 1993, i Milwaukee, USA, inträffade det hittills största utbrottet av *Cryptosporidium* då oocystor av *C. hominis* spreds via vattnet från ett vattenverk som försörjde cirka 900 000 människor med dricksvatten. Uppskattningsvis insjuknade 400 000 personer i cryptosporidiuminfektion. Utbrotten i Östersund och Skellefteå 2010–2011 är ytterligare exempel på hur omfattande ett vattenburet utbrott av *Cryptosporidium* kan bli.

Hur många utbrott respektive sporadiska fall som kan kopplas till privata brunnar i Sverige är okänt, men i England har privata brunnar varit inblandade i utbrott av *Cryptosporidium* (Duke et al., 1996; Said et al., 2003). Även om få personer är anslutna till ett enskilt avlopp kan påverkan från dessa bli betydande, eftersom en infekterad person kan utsöndra mycket stora mängder infektiösa oocystor. Från avloppet kan oocystorna sedan, trots rening, spridas till vattentäcker och dricksvattenbrunnar.

## Badvatten

Flera bassängburna utbrott är kända, både i Sverige och utomlands (Insulander et al., 2005; Chalmers et al., 2011). I Storbritannien är utbrott av *Cryptosporidium* från bassängbad vanliga och i en sammanställning för åren 2004–2006 konstaterades att särskilt *C. hominis* kunde kopplas till bassängbad (Chalmers et al., 2011).

## Djur

I de fall djur bär på zoonotiska arter av *Cryptosporidium* finns en risk för smitta vid direktkontakt. Sannolikt är smitta vanligast vid kontakt med kalvar som bär på *C. parvum*, men även fjäderfä och sällskapsdjur med cryptospori-

diuminfektion kan utgöra en risk. Både i Sverige och utomlands har direktkontakt med nötkreatur beskrivits som smittkälla vid utbrott (Robertson et al., 2006; Kinross et al., under produktion 2014), men även som en riskfaktor för sporadisk smitta hos människor (Robertson et al., 2002; Hunter et al., 2004). Under 2012 verifierades zoonotisk smitta i en mjölkbesättning i Sverige där besökande och nyanställda ofta drabbades av diarré (Axén och Lebbad, under produktion 2014). Zoonotisk koppling av *C. meleagridis* mellan människa och fjäderfä har rapporterats i Sverige (Silverlås et al., 2012). Nyligen har det första bekräftade fallet i världen av *C. felis* som smittat från en katt till kattens ägare kunnat fastställas i Sverige (Lebbad et al., under produktion 2014).

## Klimatfaktorer

Dricksvattnets kvalitet och därmed risk för att innehålla *Cryptosporidium* är till viss del väderberoende. I England och Wales har sporadiska fall av *Cryptosporidium* relaterats till perioder av ihållande regn, vilket skulle kunna förklaras av otillräcklig rening av dricksvattnet (Lake et al., 2005). Även utbrott av *Cryptosporidium* har associerats till såväl torra som regn och översvämningar (Bridgman et al., 1995; Yamamoto et al., 2000). Vid häftiga regn kan avloppsreningsverken inte rena allt avloppsvatten, utan tvingas brädda, dvs. släppa ut avloppsvattnet orenat. Vid sådana tillfällen kan höga halter av oocystor med förmåga att orsaka infektion hos människor spridas direkt ut till miljön. Kraftiga regn tros öka med kommande klimatförändringar. Utöver bräddningar av reningsverk och ledningsnät, kan även ökade vattenflöden och nederbörd medföra en ökad ytavrinning och därmed transport av eventuella oocystor från mark till sjöar och vattendrag. Ökad nederbörd leder även till ökad risk för förorening av grundvattnet i och med att markens förmåga att rena vatten genom naturlig infiltration minskar då grundvattennivån stiger (Svenskt Vatten, 2013).

## Resultat av utförda riskvärderingar

### Livsmedel

EFSA har nyligen identifierat och rangordnat olika kombinationer av hälsofaror och livsmedel av icke animaliskt ursprung med avseende på risken för livsmedelsburen sjukdom (EFSA, 2013). Följande kriterier låg till grund för riskrankningsmodellen: bevis för samband mellan mikrobiologisk fara och livsmedel baserat på utbrottsstatistik från zoonosövervakningen inom EU (2007–2011), sjukdomsincidens, sjukdomsbörda, dos-responssamband, konsumtion, förekomst i livsmedlet samt tillväxtförmåga under livsmedlets hållbarhetstid. Olika kombinationer av *Cryptosporidium* och icke-animaliska livsmedel rangordnades genomgående lågt enligt modellen i förhållande till andra kombinationer. Enligt EFSA är en svaghet med modellen att den sannolikt underskattar betydelsen av sporadiska sjukdomsfall, vilket *Cryptosporidium* i vegetabilier ofta kan orsaka. Dessutom gör svårigheter att påvisa *Cryptosporidium* i livsmedelsprover att antalet positiva fynd vid utbrott och

kartläggningar troligtvis underskattas. Detta liksom bristen på förekomstdata avseende *Cryptosporidium* i livsmedel bidrar till ytterligare osäkerheter i rankningen (EFSA, 2013).

I en enkel riskvärdering av *Cryptosporidium* i mungböngroddar i Norge uppskattades antalet fall av cryptosporidiuminfektion till 3–44 per 100 000 invånare och år (Robertson et al., 2005). Risken beräknades för flera scenarier utifrån olika antaganden om groddkonsumtion och andelen infekterade personer som insjuknar i cryptosporidiuminfektion. I riskvärderingen togs dock inte hänsyn till osäkerhet och/eller variabilitet hos en rad faktorer såsom förekomst, halter och genotyp av *Cryptosporidium* i groddar samt konsumtionsdata och dos-responsdata.

## Dricksvatten

Ett antal riskvärderingar av *Cryptosporidium* i dricksvatten har gjorts, varav den mest övergripande är den från WHO (2009). Eftersom halten av *Cryptosporidium* i dricksvatten oftast är mycket låg, uppskattas exponeringen via dricksvatten och därmed risken för cryptosporidiuminfektion vanligtvis genom att förutsäga förekomsten i dricksvatten utifrån förekomsten i råvatten och förmågan att minska halterna av parasiten vid beredningen i vattenverket (WHO, 2009).

Mot bakgrund av de stora dricksvattenburna utbrotten i Sverige har Livsmedelsverket nyligen gjort en riskvärdering av förekomsten av *Cryptosporidium* i dricksvatten (Lindqvist et al., 2013) som underlag för ett pågående arbete om hanteringsåtgärder som syftar till att minska riskerna för dricksvattenburen smitta. Exponering för oocystor via dricksvatten beräknades för 30 000 konsumenter som försörjs av ett ytvattenverk med tre säkerhetsbarriärer (kemisk fällning, långsamfilter och UV-desinfektion). Exponeringsuppskattningen baserades på oocysthalter som beräknats från befintliga, ganska fåtaliga prover från olika svenska ytvatten. Med dessa tre barriärer exponerades inte konsumenter vid halter som antogs representera ett ”normalt” svenskt ytvatten. Endast vid mycket höga halter av oocystor i råvattnet (10 000 per 10 liter eller högre) exponerades konsumenter för *Cryptosporidium* i doser som uppskattades ge upphov till omkring tre sjukdomsfall eller mer per år bland 30 000 konsumenter. De absoluta talen för exponering och antalet fall är dock mycket osäkra på grund av kunskapsluckor om exempelvis dos-responssamband, liksom om förekomst och halter (medelhalt och variation) av infektiösa oocystor av olika arter av *Cryptosporidium* i svenska råvatten och barriärverkan av olika beredningar. Riskvärderingen illustrerar därför främst principer och relativa effekter av oocysthalter, barriärverkan och provtagning (Lindqvist et al., 2013).

En norsk riskvärdering visar att behandling av dricksvatten motsvarande minst 99 procents minskning av halten *Cryptosporidium* ger ett tillräckligt skydd och att de flesta konsumenter i Norge inte exponeras för parasiten i dricksvattnet under normala förhållanden i vattenverket (VKM, 2009). I en riskvärdering från Ontario, Kanada, med ungefär fyra fall av cryptosporidiuminfektion per 100 000 invånare och år, var sannolikheten för exponering via dricksvatten mycket låg vid normal drift, framför allt beroende på bra effekt

av säkerhetsbarriärer i vattenverket. Därmed kunde incidensen troligtvis inte kopplas till dricksvattenkonsumtion (Pintar et al., 2012). Liksom i den svenska riskvärderingen gjordes ett antal antaganden om bl.a. oocystförekomst, infektionsduglighet och halter i råvattnet, barriärverkan och dos-responssamband (VKM, 2009; Pintar et al., 2012). Dessa kunskapsluckor har även identifierats i liknande riskvärderingar från Nederländerna och Irland (Medema et al., 2003; Cummins et al., 2010).

Det behövs även kunskap om effekten av extremväder på råvattenkvaliteten avseende *Cryptosporidium* för att kunna värdera riskerna (VKM, 2009). En genomgång av internationella studier visar att extrema händelser, som kraftiga regn och översvämningar, kan leda till en ökning av halten av *Cryptosporidium* i råvatten med 5–100 gånger och därmed en förhöjd risk för cryptosporidiuminfektion via dricksvatten (sammanfattat av Lindqvist et al., 2013).

Sammanfattningsvis identifierar gjorda riskvärderingar en brist på data som leder till osäkerheter i resultaten, särskilt vad gäller absoluta tal för risker och antal fall.

## Badvatten

Riskvärderingar med hjälp av litteraturdata samt faktiska mätdata av halten *Cryptosporidium* har gjorts för olika scenarier avseende risken att smittas efter fekal förorening i en badbassäng, flod samt sjö (Pintar et al., 2010). Störst risk för smitta av *Cryptosporidium* var efter bad i en kraftigt förorenad sjö där risken för barn var tio infektioner per 1 000 badtillfällen. Motsvarande risk för vuxna i samma sjö var fyra infektioner per 1 000 badtillfällen. Det finns inte några genomförda riskvärderingar för smitta via bad i Sverige. Det har förekommit utbrott kopplade till bassängbad både i Sverige och utomlands (se avsnitten om utbrott av cryptosporidiuminfektion i Sverige respektive smittvägar).

## Avloppsvatten och avloppsslam

Enligt ett nyligen rapporterat regeringsuppdrag om återföring av fosfor från avlopp till mark och jordbruk bedöms avloppsslam utgöra en så pass stor källa för smittämnen, däribland *Cryptosporidium*, att det alltid ska behandlas innan det sprids i miljön (Naturvårdsverket, 2013). Enligt utredningen kan olika krav på hantering och behandling av avloppsslam vara aktuella, beroende på till vilken typ av livsmedelsproduktion slammet ska användas.

I Sverige har även flera mikrobiella riskvärderingar genomförts för olika avloppssystem (Höglund et al., 2002; Ottoson och Stenström, 2003; Westrell et al., 2003; Westrell et al., 2004). I studien av Höglund et al., 2002 bedömdes risken för exponering av urin som förorenats med avföring innehållande *Cryptosporidium*, som väldigt låg (1:10 000). På samhällsnivå skulle den största risken vara om grönsaker som äts råa gödslas med avloppsslam (Westrell et al., 2004). I studien av Westrell et al., 2004 bedömdes *Cryptosporidium* och EHEC vara de smittämnen som har potential att ha störst påverkan på befolkningen vid exponering via avloppsvatten och avloppsslam.

## Djur

I dagsläget finns inga vetenskapligt publicerade (dvs. av oberoende part granskade) eller av nationella expertmyndigheter genomförda riskvärderingar vad gäller djur som potentiell smittkälla till cryptosporidiuminfektion hos människa under svenska förhållanden. Däremot finns ett antal av forskare och konsulter utgivna rapporter innehållande bedömningar av betydelsen av nötkreatur som risk för dricksvattensäkerheten (Rosén och Friberg, 2003; Åström et al., 2011; Ottoson, 2012; Åström, 2012). Bedömningarna är till viss del motsägelsefulla och att göra en sammanvägd tolkning av dem kompliceras även av att de gjorts med olika metoder och antaganden. Vid riskbedömningar påverkas resultaten starkt av de antaganden som görs om förekomst av *Cryptosporidium* hos djur. Det är därför viktigt att använda uppgifter för svenska förhållanden (se avsnittet om förekomst hos djur). I äldre studier om förekomst saknas artbestämning, varför nyare studier inkluderande artbestämning bör användas vid bedömning av zoonotisk smitta.

## Myndigheternas ansvar

Förutom de myndigheter som undertecknat detta dokument har även många andra myndigheter ett ansvar i arbetet med smittsamma sjukdomar. Smittskyddsläkaren har ett samlat ansvar för det personinriktade smittskyddsarbetet i sitt landsting. Länsstyrelserna ansvarar för att samordna livsmedelskontrollen på regional nivå och är också ansvariga för livsmedelskontrollen i primärproduktionen. Aktuell kontrollmyndighet (Livsmedelsverket eller kommunal nämnd) är ansvarig för den lokala hanteringen av berörda livsmedelsanläggningar och anläggningar för dricksvattenproduktion. Kommunerna ska, enligt miljöbalken, meddela smittskyddsläkaren om iakttagelser som kan vara av betydelse för smittskyddet för människor. Kommunerna får också meddela föreskrifter om spridning av gödsel och avloppsslam. Med stöd av 7 kap. miljöbalken får länsstyrelsen eller kommunen fatta beslut om inrättande av vattenskyddsområden i syfte att skydda grund- och ytvattentäkter. Inom vattenskyddsområden ska föreskrifter meddelas i syfte att begränsa och reglera markanvändning som på kort och lång sikt kan utgöra en risk för vattentäkten. Havs- och vattenmyndigheten vägleder kommuner och länsstyrelser i arbetet med att inrätta vattenskyddsområden och att meddela föreskrifter.

## Folkhälsomyndigheten

Folkhälsomyndigheten har ett nationellt ansvar för folkhälsofrågor. Myndigheten ska verka för god folkhälsa, utvärdera effekterna av metoder och strategier på folkhälsoområdet, följa hälsoläget i befolkningen och faktorer som påverkar detta samt genom kunskapsuppbyggnad och kunskapsspridning främja hälsa och förebygga sjukdomar och skador. Särskild vikt ska fästas vid de grupper som löper störst risk att drabbas av ohälsa.

Folkhälsomyndigheten bildades den 1 januari 2014 och är en sammanslagning av Smittskyddsinstitutet, Statens folkhälsoinstitut och de delar av Socialstyrelsen som ansvarar för miljöhälsa och folkhälsorapportering. Social-

styrelsens centrala tillsynsvägledningsansvar för bassängbad och objektburen smitta enligt miljöbalken (1998:808) har också överförs till Folkhälsomyndigheten.

Folkhälsomyndigheten övervakar dagligen det epidemiologiska läget av cryptosporidiuminfektion i Sverige, utför analys av vatten- och miljöprov samt artbestämning och typning av humanisolat. Folkhälsomyndigheten utför även statistiska och epidemiologiska analyser av folkhälsodata för såväl utbrottsutredningar som studier och kan vidare vara behjälplig i utbrottsituationer och vid smittspårning. På Folkhälsomyndighetens webbplats finns statistik över cryptosporidiuminfektion och antalet fall uppdateras kontinuerligt. Där finns information om ålders- och könsfördelning, smittland, fördelningen mellan landsting, trendanalyser samt information om specifika utbrott.

## Jordbruksverket

Jordbruksverket har ett övergripande ansvar för att säkerställa ett gott hälsotillstånd hos djur i människans vård, förebygga spridning av och bekämpa smittor hos djur i människans vård samt verka för produktion av säkra livsmedel och ta hänsyn till konsumenten. Myndigheten har också det nationella ansvaret för miljö kvalitetsmålet ”Ett rikt odlingslandskap”, där betande djur är viktiga för att bevara biologisk mångfald och kulturmiljövärden.

Eftersom zoonoslagen (1999:658) för närvarande endast omfattar salmonella är den inte tillämplig vid cryptosporidiuminfektion hos djur. I fråga om andra zoonoser hos djur än salmonella, t.ex. cryptosporidiuminfektion, har Jordbruksverket möjlighet att, med stöd av lagen (2006:806) om provtagning på djur, besluta om utredning, provtagning och eventuella andra åtgärder i en djurbesättning. Förekomst av *Cryptosporidium* hos djur är inte anmälningspliktig enligt Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2012:24) om anmälningspliktiga djursjukdomar och smittämnen.

## Livsmedelsverket

Livsmedelsverket har ett övergripande ansvar för att livsmedelsburna utbrott utreds och följs upp och man ansvarar tillsammans med Folkhälsomyndigheten för den årliga rapporteringen av dessa till EU:s gemensamma zoonosrapport. Livsmedelsverket utarbetar riskvärderingsunderlag som grund för beslut om hanteringsåtgärder, t.ex. regler, råd och information till konsumenter och andra intressenter i livsmedelskedjan. Livsmedelsverket utvecklar också analysmetoder och genomför vid behov kartläggningar avseende *Cryptosporidium* och andra smittämnen i vatten och livsmedel. Livsmedelsverket samordnar även det Nationella nätverket för dricksvatten, vilket utgörs av de sektorsansvariga myndigheterna Havs- och vattenmyndigheten, Sveriges geologiska undersökning, Vattenmyndigheterna, Folkhälsomyndigheten, Boverket och Livsmedelsverket samt branschorganisationerna Sveriges Kommuner och Landsting och Svenskt Vatten.

## Socialstyrelsen

Socialstyrelsen är ansvarig för att befolkningen ges ett gott skydd mot smittsamma sjukdomar. Enligt smittskyddslagen (2004:168) ska Socialstyrelsen

samordna, följa och utveckla smittskyddet på nationell nivå och ta de initiativ som krävs för att upprätthålla ett effektivt smittskydd. Myndigheten har därför kontinuerlig kontakt med smittskyddsläkarna, Folkhälsomyndigheten och andra myndigheter kring det epidemiologiska läget. Socialstyrelsen följer och vidareutvecklar smittskyddsarbetet genom att bl.a. utfärda föreskrifter och allmänna råd kring smittspårning och har en samordnande roll i att upprätta nationella rekommendationer och beredningsplaner för att hantera utbrott av zoonoser. Socialstyrelsen är nationell kontaktpunkt för EWRS (*Early Warning and Response System*) inom EU och IHR (*International Health Regulations*) för WHO, där utbrott med *Cryptosporidium* rapporteras om det blir gränsöverskridande.

## Statens veterinärmedicinska anstalt

Statens veterinärmedicinska anstalt är en berednings- och expertmyndighet i vars uppdrag ingår att övervaka och, i händelse av utbrott, utreda smittsamma djursjukdomars uppkomst, orsak och spridningssätt samt medverka i förebyggandet och bekämpandet av dessa sjukdomar. Uppdraget omfattar också zoonoser. Statens veterinärmedicinska anstalt har ett särskilt uppdrag att följa och analysera sjukdomssituationen hos vilt samt inom myndigheten ha en strategigrupp för rationell antibiotikaanvändning. Statens veterinärmedicinska anstalt arbetar aktivt med att följa och analysera utvecklingen av resistens mot antibiotika och andra antimikrobiella medel bland mikroorganismer hos djur och i livsmedel. Myndigheten är ansvarig för sammanställningen av en årlig zoonosrapport till EFSA. Statens veterinärmedicinska anstalt är nationellt referenslaboratorium för zoonotiska livsmedelsburna parasiter, inklusive *Cryptosporidium*.

## Näringsansvar

### Livsmedelsföretagare och dricksvattenproducenter

Livsmedelsföretag inklusive dricksvattenproducenter som producerar eller hanterar livsmedel som kan innebära en risk med avseende på exempelvis *Cryptosporidium*, ska ha en produktion och en egen kontroll baserad på s.k. HACCP-principer och god hygienpraxis som säkerställer att livsmedlen inte utgör en smittrisk. HACCP innebär att livsmedelsföretagen ska identifiera relevanta faror i sin hantering och införa åtgärder som eliminerar, förebygger eller reducerar farorna till acceptabla nivåer. I detta ingår även att ställa krav på sina leverantörer, vilket gäller vid såväl inhemsk produktion av livsmedel som import.

En förutsättning för att bereda säkert dricksvatten är att ha kunskap om råvattnets kvalitet och dess variationer så att beredningsprocessen i vattenverket kan anpassas. Kravet på att ta hänsyn till råvattnets kvalitet när man bereder dricksvattnet finns i Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten, men det är varje verksamhetsutövers ansvar att ta fram ett eget undersökningsprogram för att bestämma sin råvattenkvalitet. Till stöd finns en branschriktlinje från Svenskt Vatten, som är den branschorganisat-



ion som företräder de kommunala vattentjänstleverantörerna i Sverige (Svenskt Vatten, 2008b).

## Bassängbad

Den som driver ett bassängbad är skyldig att vidta åtgärder för att förebygga risker, däribland risken för att sprida smitta. För badanläggningar som är till för allmänheten eller som många personer använder finns det krav på att badvattnets kvalitet kontrolleras rutinmässigt enligt miljöbalken (1998:808) och Folkhälsomyndighetens allmänna råd (FoHMFS 2014:12) om bassängbad, samt att brister som kan innebära hälsorisker omedelbart åtgärdas. Det är den ansvarige för verksamheten som har kontroll- och åtgärdsansvaret och som ska ha ett egenkontrollprogram som ska omfatta bl.a. rengörings- och reningsrutiner samt provtagning. Alla sådana badanläggningar ska vara anmälda till och avstämda med den lokala tillsynsmyndigheten, dvs. kommunens nämnd för miljö- och hälsoskyddsfrågor.

I den rutinmässiga kontrollen ingår främst kontroll av bakteriehalten, att det finns tillräckliga vattenflöden, att filterkapaciteten är anpassad till belastningen och att den fungerar samt att tillräcklig halt av desinfektionsmedel och desinfektionskapacitet finns. Det finns inget krav på att kontroll av *Cryptosporidium* ska göras rutinmässigt i bassängvattnet. Oocystorna påverkas troligen inte nämnvärt vid rening under pågående verksamhet.

Vid tecken på risk för spridning av *Cryptosporidium* via bassängvattnet, t.ex. att många med anknytning till badet blivit sjuka eller att inkommande vatten innehåller *Cryptosporidium*, bör badet stängas.

För dammar som inte är avsedda för bad, men som skulle kunna användas som plaskpooler, finns det inga krav på rutinmässig kontroll av vattenkvaliteten.

## Reningsverken

Reningen och dess processer i reningsverk är primärt inte konstruerade för att reducera mikroorganismer, utan för att reducera syreförbrukande ämnen samt näringsämnen som kväve och fosfor som orsakar övergödning i sjöar och vattendrag. Det finns inga direkta krav på reduktion av mikroorganismer i avloppsvatten. Enligt det s.k. avloppsdirektivet<sup>3</sup>, som är infört i svensk lagstiftning genom Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1994:7<sup>4</sup>, ska normalt sett minst biologisk behandling (s.k. sekundär rening) användas för rening av avloppsvatten. Av 9 kap. 7 § miljöbalken (1998:808) framgår att avloppsvatten ska avledas och renas så att inte olägenhet för människors hälsa eller miljö uppkommer. I den nyligen framtagna Vattenvisionen, som är en vägledning för svensk forskning, identifieras behovet av att utveckla ny

<sup>3</sup>Rådets direktiv 91/271/EEG av den 21 maj 1991 om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse,

<sup>4</sup>Kungörelse (SNFS 1994:7) med föreskrifter om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse, med ändring SNFS 1998:7, NFS 2004:7 och NFS 2006:13

reningsteknik för både dagvatten och avloppsvatten samt för enskilda avlopp och gemensamhetsanläggningar (Svenskt Vatten, 2013).

## Lantbruksföretag

Djurhållare ska genom smittskyddsforebyggande åtgärder i sin besättning medverka till att minska risken för spridning av smittämnen som kan överföras mellan djur och människa, t.ex. *Cryptosporidium*. Detta regleras i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2013:14) om forebyggande och särskilda åtgärder avseende hygien m.m. för att förhindra spridning av zoonoser och andra smittämnen och innebär bl.a. att det ska finnas möjlighet till handtvätt, handdesinfektion, skyddskläder m.m.

På anläggningar där det förekommer organiserad besöksverksamhet (t.ex. 4H-gårdar och ridskolor) ställs högre krav och det ska även finnas särskilda besöksregler som ska anpassas efter den verksamhet som bedrivs. Vid omfattande verksamhet bör besöksreglerna vara skriftliga. Omfattande verksamhet ska även anmälas till länsstyrelsen. Djurhållare och personal på anläggningen ska informera besökare om reglerna.

I Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring finns regler för hur mark får gödslas, bl.a. i syfte att undvika markavrinning som kan leda till övergödning av vattendrag och sjöar. Enligt Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 1999:119) om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket får stallgödsel inte spridas på åkermark så att det hamnar utanför åkern eller spridas på ängs- eller betesmark om natur eller kulturvärden kan skadas av spridningen. Dessa regler bedöms även kunna minska risken för spridning av smittämnen.

Lantbruksföretagare som är primärproducenter av livsmedel ska enligt förordning (EG) nr 852/2004 om livsmedelshygien se till att spridning av gödsel på jordbruksmark inte medför en hälsorisk för konsumenter, exempelvis genom att livsmedel eller dricksvatten förorenas med *Cryptosporidium* från gödseln.

Enligt förordning (EG) nr 183/2005 om fastställande av krav för foderhygien<sup>5</sup> ansvarar den som tillverkar (inklusive odlar eget foder) eller släpper ut ett foder på marknaden för att detta är säkert. Detta innebär t.ex. att foder till livsmedelsproducerande djur inte får innebära en smittrisk med avseende på *Cryptosporidium*. I likhet med livsmedelsföretagare ska foderproducenter identifiera relevanta risker i sin foderhantering och införa åtgärder som eliminerar, förebygger eller reducerar riskerna till acceptabla nivåer.

---

<sup>5</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 183/2005 av den 12 januari 2005 om fastställande av krav för foderhygien

# Riskhantering

## Åtgärder för att minska risken för infektion med *Cryptosporidium* hos människa

### Kontaktsmitta

Eftersom cryptosporidiuminfektion är en fekal-oral smitta, dvs. smittar från avföring till mun, är god handhygien avgörande för att förebygga direkt-smitta mellan infekterade individer. Efter kontakt med smittade människor eller djur bör händerna tvättas noga med ljummet vatten och flytande tvål.

### Livsmedel inklusive dricksvatten

På Livsmedelsverkets och kommunernas webbplatser finns konsument-information om livsmedel och dricksvatten. När det t.ex. finns misstanke om att dricksvattnet innehåller mikroorganismer som kan orsaka sjukdom hos människa rekommenderar kommunen att dricksvattnet ska kokas innan det används. Kokningen dödar mikroorganismer som bakterier och virus, samt parasiter som *Cryptosporidium*. Även om oocystan är väldigt tålig mot olika miljöfaktorer och desinfektionsmedel som klor är den känslig för höga temperaturer. När kommunen går ut med kokningsrekommendationer ska dricksvattnet kokas upp i en kastrull eller vattenkokare. Det kokade vattnet ska också användas till exempelvis kaffebyggare, tandborstning, och sköljning av grönsaker. När kommunen har gått ut med kokningsrekommendationer av dricksvatten, ska barn inte leka i vattenspridare, barnbassänger eller liknande.

Eftersom *Cryptosporidium* och andra smittämnen kan spridas via grönsaker är det viktigt att de sköljs för att reducera halterna och därmed smittrisken.

Det är också viktigt att smittade personer har en god handhygien samt undviker att laga mat till andra.

Dricksvatten får inte innehålla mikroorganismer i sådana mängder att det kan innebära fara för människors hälsa. Ändå har flera stora utbrott med *Cryptosporidium* orsakats av dricksvatten. Förebyggande åtgärder för att minska risken att dricksvatten orsakar sådana utbrott är bl.a. att minimera eller eliminera förorening av råvattentäkten, att löpande kontrollera råvattnets kvalitet samt att ha tillräckliga och effektiva säkerhetsbarriärer mot mikrobiologisk förorening i vattenverken (Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten). För att utvärdera säkerhetsbarriärernas effektivitet mot olika smittämnen har två olika hjälpverktyg utvecklats: GDP (*God desinfektionspraxis*) (Norsk Vann, 2009) och MRA (Mikrobiologisk riskanalys) (Abrahamsson et al., 2009). Till skillnad från GDP, som ger en mer allmän rekommendation om nödvändig barriäreffekt, kan man med MRA-verktyget testa specifika händelser och hur dessa påverkar dricksvat-

tenssäkerheten. MRA tar bl.a. hänsyn till variationer i såväl råvattenkvalitet som i vattenverkets funktion.

Inaktiverande barriärer, såsom klorbehandling och ozonering, har generellt sett låg effektivitet mot parasiter, medan avskiljande barriärer, liksom inaktivering med UV-ljus överlag har en bättre effekt. Senaste årens stora cryptosporidiumutbrott i Sverige har ökat intresset för att använda UV-ljus som inaktiverande beredningssteg i ytvattenverken, vilket därmed förbättrar skyddet mot parasiter i dricksvattnet. Ökningen av användningen av UV-ljus sedan de stora dricksvattenutbrotten är uppskattningsvis i storleksordningen 30 procent (Mats Moëll, Prominent Doserteknik AB, personlig kontakt, 2013). Vid kraftigt förorenat råvatten kan det dock även krävas avskiljande barriärsteg, såsom membranfiltrering, i syfte att säkra en god kvalitet på dricksvattnet. Vattenverket i Östersund hade vid utbrottet 2010 två mikrobiologiska barriärer – ozon med efterföljande sandfilter och klorering (Östersunds kommun, 2012).

Dricksvattenkvaliteten i enskilda dricksvattenstäckter är överlag sämre än den kommunala. Därmed utgör enskild vattenförsörjning en större potentiell smittkälla för *Cryptosporidium*. Åtgärder för att minska förekomsten av *Cryptosporidium* och andra mikroorganismer i enskilda brunnar är bl.a. att se till att brunnen är tät och inte påverkas av ytvatten, att omsätta vattnet i brunnen ordentligt, speciellt efter längre perioder då brunnen inte använts samt att ombesörja provtagning av egen brunn för att säkerställa vattenkvaliteten.

## Bevattningsvatten

För att minska risken för spridning av *Cryptosporidium* och andra smittämnen via bevattningsvatten ska det vatten som används vid odling av frukt och grönsaker vara tillräckligt rent för att inte medföra en hälsorisk för konsumenter (förordning (EG) 852/2004 om livsmedelshygien). Branschen håller för närvarande på att ta fram nationella riktlinjer för frilandsodling av grönsaker som stöd vid bl.a. användning av bevattningsvatten.

## Bassängbad

För bassängbad ska kontroll av badvattnet ske enligt miljöbalken (1998:808). Eftersom många människor utnyttjar badanläggningarna finns det risk för exponering av oocystor av *Cryptosporidium*. Barn löper dessutom större exponeringsrisk än vuxna, eftersom de oftast sväljer mer vatten.

I Socialstyrelsens handbok om bassängbad (Socialstyrelsen, 2006) beskrivs hälsorisker för de badande vid olika badverksamheter, skötsel av anläggning, vikten av personlig hygien för att förhindra föroreningar i badvattnet samt handlingsrutiner vid upptäckt av avföring i bassängvattnet. När bassängvatten råkar förorenas av avföring utförs saneringsåtgärder och efterföljande kontroller. Dock ingår inte analys av *Cryptosporidium* i efterkontrollen.

I den rutinmässiga kontrollen av bassängbad ingår främst kontroll av bakteriehalten, att det finns tillräckliga vattenflöden, att filterkapaciteten är anpassad till belastningen samt att rekommenderad halt av desinfektionsmedel och desinfektionskapacitet finns för reduktion av mikroorganismer. Den re-

kommenderade halten klor avdödar, som redan nämnts, inte *Cryptosporidium* och det finns inte heller något krav på att *Cryptosporidium* ska kontrolleras rutinmässigt i bassängvatten.

## Strandbad

Badvattendirektivet (2006/7/EG)<sup>6</sup>, vilket är implementerat i svensk lagstiftning genom badvattenförordningen (2008:218) och Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter och allmänna råd (HVMFS 2012:14) om badvatten, sätter kvalitetsstandard för utvalda strandbad vid kuster, sjöar och vattendrag inom EU. Syftet med badvattendirektivet (2006/7/EG) är att skydda människors hälsa genom att ta prover och kontrollera badvatten för att kunna upptäcka eventuella föroreningar och vidta åtgärder för att förbättra kvaliteten där det krävs. Förutom påverkan från dagvatten och avloppsvatten till badplatsen eller genom spridning från djur, kan även smittade människor orsaka förhöjda halter av *Cryptosporidium* visar en studie av havsbad i USA (Graczyk, et al., 2010). Enligt badvattenförordningen och badvattenföreskriften ska det vid varje s.k. EU-bad tas fram en badvattenprofil där potentiella föroreningskällor identifieras. Badvattnets placering ska vara valt så att det inte påverkas av stora föroreningskällor.

## Avloppsvatten och avloppsslam

### Avloppsvatten

Som redan nämnts, anger miljöbalken (1998:808) att avloppsvatten ska avledas och renas eller tas om hand så att olägenheter för människors hälsa och miljö inte uppkommer, men i Sverige ställs det inte några mikrobiologiska krav på det avloppsvatten som når recipient efter rening från avloppsreningsverk eller orenat genom bräddningar och nödavledningar. Desinficering föreskrivs inte och förekommer normalt inte i svenska avloppssystem. År 1990 gav Naturvårdsverket ut föreskrifter<sup>7</sup> om krav på redovisning av bräddade mängder från avloppsledningsnät. Enligt dessa föreskrifter ska de reningsverk som har mer än 500 personer anslutna redovisa bräddningar till sin kontrollmyndighet. Bräddning av orenat avloppsvatten kan leda till en smittrisk nedströms i recipienten vid t.ex. strandbad. Kontrollmyndigheten för avloppsverket är inte samma som den som har tillsyn för strandbad, vilket försvårar möjligheten att vidta åtgärder om de inte informeras om bräddning. Ofta leds dagvatten ut i samma nät som avloppsvatten till reningsverk och med ökad nederbörd kan problem med bräddningar därför öka. Dagvatten bör därför ledas bort och renas i ett annat system än det som hanterar avloppsvatten (Svenskt Vatten, 2013). I stycket om förekomst i avloppsvatten nämns att studier har visat på förekomst av oocystor i 67–80 procent av prover från inkommande avloppsvatten till reningsverk, och 17–50 procent av prover på det renade avloppsvattnet som går ut från reningsverket till recipi-

---

6 Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/7/EG av den 15 februari 2006 om förvaltning av badvattenkvaliteten

7 Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1990:14) om kontroll av utsläpp till vatten- och markrecipient från anläggningar för behandling av avloppsvatten från tätbebyggelse med ändringarna SNFS 1991:9, 1993:9 och 1998:5

ent. De oocystor som tas bort från avloppsvattnet hamnar istället i avloppsslammet.

### Avloppsslam

Eftersom *Cryptosporidium* är en organism som finns i avloppsvatten och avloppsslam, kan den således spridas i miljön om slammet används på jordbruksmark eller annan mark. Den absolut viktigaste barriären för att inte sprida oocystor i markmiljön är ett säkert omhändertagande av infekterat material som avloppsslam och en behandling som reducerar halterna av smittämnen i det, dvs. hygienisering. Det finns kemiska hygieniseringsmetoder med exempelvis kalk eller ammoniak, samt värmebehandlingar som är vanligare än de kemiska behandlingarna. Oocystor är generellt tåliga mot kemiska behandlingar och kan t.ex. överleva i drygt 60 dagar i urin (Höglund och Stenström 1999), men är däremot känsligare för värme än många andra smittämnen. En relativt effektiv inaktivering sker redan vid temperaturer på 20–50 °C. Vid många stora reningsverk rötas idag avloppsslammet, vilket innebär en mikrobiell nedbrytning under syrefria förhållanden. Under denna process sker en temperaturökning som i många fall kan ge en tillräcklig avdödande effekt på *Cryptosporidium*. I en studie av Hansen et al. (2006) påvisades inga levande oocystor efter rötning av avloppsslam. Långtidslagring av avloppsslam används också vid många reningsverk, men det är inte troligt att det ger en avsevärd avdödning av oocystor i svenskt klimat.

Enligt förordningen (EG) 852/2004 om livsmedelshygien får spridning av avloppsslam på jordbruksmark inte medföra en hälsorisk för konsumenterna, exempelvis genom att livsmedel eller dricksvatten förorenas med *Cryptosporidium* från avloppsslammet. För att få sprida avloppsslam från avlopp på betesmark, på viss åkermark och på mark som ska användas för grödor som bär, potatis och grönsaker, måste det också gå minst 10 månader mellan slamspridning och skörd. Under dessa förutsättningar får obehandlat avloppsslam spridas på jordbruksmark om detta kan ske utan olägenheter för närboende (bedöms av kommunens nämnd för miljö- och hälsoskyddsfrågor) och under förutsättning att avloppsslammet plöjs ned i marken inom ett dygn. I dagsläget regleras användning av avloppsslam av Naturvårdsverkets föreskrifter<sup>8</sup>, där det inte finns några specifika krav på mikrobiologisk kvalitet av avloppsslam. Dock finns det för avloppsslam ett certifieringssystem (REVAQ), med fokus på miljögifter och salmonella, för att näringsämnen ska kunna återföras till jorden på ett säkert sätt. För certifiering ställs det krav på att avloppsslammet ska ha långtidslagrats samt att slammet ska kunna förklaras salmonellafritt.

Naturvårdsverket lämnade i september 2013 in sin redovisning av ett regeringsuppdrag om hållbar återföring av fosfor till Miljödepartementet. Där föreslås att avloppsslam ska behandlas med relativt kraftfulla metoder såsom pastörisering eller termofil rötning (dvs. behandling i temperaturer 50–60 °C).

<sup>8</sup> Kungörelse och föreskrifter (SNFS 1994:2) om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket, ändrad genom SNFS 1998:4 och NFS 2001:5

## Enskilda avlopp

Inventering av enskilda avlopp görs i samband med inrättandet av vattenskyddsområden. I en ny studie från Havs- och vattenmyndigheten beräknas närmare 130 000 små avlopp i Sverige vara olagliga på grund av att de bara har en slamavskiljare, något som inte är tillåtet enligt miljöbalken (1998:808) (Havs- och vattenmyndigheten, 2013). Utredningen lyfter även fram att det i Sverige finns många markbaserade avloppsanläggningar, uppskattningsvis 450 000 som är äldre än 15 år och som eventuellt inte längre har en väl fungerande reningsfunktion och som därför behöver ses över. Det finns även ett behov av att utveckla bättre reningsteknik för enskilda avlopp (Svenskt Vatten, 2013). Det finns allmänna råd för enskilda avlopp som generellt hanterar risken för smittspridning både från utgående (renat) avloppsvatten och för användning av avloppsfraktioner för att skapa ett kretslopp av växtnäring. Havs- och vattenmyndigheten arbetar för närvarande med ett förslag på föreskrifter för enskilda avlopp där reduktionskrav för indikatororganismer ingår.

## Lantbruk

Att minska risken för att *C. parvum* introduceras och sprids i nötkreatursbesättningar innebär både att man skyddar de unga kalvarna från sjukdom och att man förhindrar en uppförökning av ett zoonotiskt smittämne i besättningen. Ett sätt att undvika att föra in smittan i besättningen är att inte köpa in kalvar under två månaders ålder. Detta är ett mindre problem i mjölk- och köttbesättningar som i allmänhet har egen uppfödning, medan risken är större för införsel av smitta till besättningar som föder upp köttkalvar, eftersom denna uppfödningstyp bygger på att kalvarna ofta köps in från olika gårdar. Om det är nödvändigt att köpa in kalvar bör man, om möjligt, välja kalvar från besättningar utan diarréproblem.

Besökare är en riskfaktor för introduktion av smitta. Det är därför viktigt med noggrann hygien och att skyddskläder byts eller tvättas efter och mellan gårdsbesök. Regler för detta finns i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2013:14) om förebyggande och särskilda åtgärder avseende hygien m.m. I besättningar där man har problem med diarré bland kalvarna ökar risken för smitta till människor. Detta bör man särskilt tänka på när det gäller besök av små barn.

Enligt förordningen (EG) 852/2004 om livsmedelshygien får spridning av gödsel på jordbruksmark inte medföra en hälsorisk för konsumenterna, exempelvis genom att livsmedel eller dricksvatten förorenas med *Cryptosporidium* från gödseln.

I Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring finns regler för spridning av gödsel för att undvika markavrinning. Syftet med reglerna är att minska riskerna för övergödning av vattendrag och sjöar, men innebär också att risken för spridning av smittämnen kan minska. Bl.a. ska gödslingen anpassas till markens miljömässiga förutsättningar och får i nitratkänsliga områden inte spridas på översvämmad, vattenmättad, frusen eller snötäckt mark. I dessa områden får gödselmedel inte spridas närmare än två meter från åkerkant som gränsar till vattendrag eller sjö eller överhuvudtaget om marken

lutar mer än tio procent mot vattendraget eller sjön. För övriga områden finns i ovan nämnda föreskrifter allmänna råd till 2 kap. 3 § i miljöbalken (1998:808) om miljöhänsyn vid spridning av gödselmedel som har samma syfte som reglerna för nitratkänsliga områden.

Att bruka ner gödselmedel efter spridning minskar också risken för avrinning vid kommande regn, vilket ur smittskyddssynpunkt får vägas mot att man förlorar den reducerande effekten av uttorkning och UV-strålning.

I EU:s förordning nr 1069/2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter<sup>[1]</sup> finns regler om att bl.a. gödsel och avskilt innehåll från magtarmsystemet får spridas på mark utan föregående bearbetning eller annan behandling om den behöriga myndigheten, dvs. Jordbruksverket, inte anser att den medför risk för spridning av allvarliga överförbara sjukdomar. Med allvarlig överförbar sjukdom i detta sammanhang avser Jordbruksverket för närvarande sjukdomar som omfattas av epizootilagen och zoonoslagen samt sjukdomar som omfattas av restriktioner avseende dessa animaliska biprodukter enligt lagen om provtagning av djur. I dagsläget ingår inte *Cryptosporidium* bland dem.

Att begränsa strandbete inom vattenskyddsområde diskuteras som en riskreducerande åtgärd på vissa platser. Med den kunskap om förekomst av zoonotiska cryptosporidier hos svenska lantbruksdjur vi idag besitter kan nyttan av sådana restriktioner ifrågasättas och bör utredas vidare innan de införs.

## Kostnad-nytta-analyser

Så kallade kostnad-nytta-analyser görs för att bedöma nyttan av insatta riskreducerande åtgärder i förhållande till vad de kostar. Vad gäller cryptosporidieinfektion handlar det alltså om att bedöma hur många färre sjukdomsfall insatta riskreducerande åtgärder leder till och vilken besparing detta utgör för samhället i form av minskade kostnader för sjukfrånvaro, sjukhusvård m.m. Denna besparing ställs sedan mot kostnaderna för samhället och för enskilda för de insatta åtgärderna. Hittills har ingen kostnad-nytta-analys gjorts vad gäller cryptosporidieinfektioner i Sverige.

---

<sup>[1]</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1069/2009 av den 21 oktober 2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om upphävande av förordning (EG) nr 1774/2002 (förordning om animaliska biprodukter)



# Exempel på riskhantering i andra länder

I detta avsnitt presenteras exempel på riskhantering från utvalda länder som kommit särskilt långt i sitt arbete med att minska risken för infektion med tarmsmittor som exempelvis *Cryptosporidium* hos människa via dricksvatten och avloppsslam.

## Dricksvatten

I Sverige, liksom länder som USA (USEPA, 2006), Norge (Mattilsynet, 2011), Nederländerna (VROM, 2005) och Skottland (Scottish water, 2003) är det vanligt att basera krav och beslut om beredning i vattenverk på en faroanalys av råvattentäkten kombinerat med löpande övervakning av råvattnets kvalitet. I de flesta fall innebär den löpande kvalitetsövervakningen att följa förekomsten av bakteriella indikatorer, medan det är sällsynt med rutinmässig övervakning av smittämnen, t.ex. *Cryptosporidium*. Det normala är också att den löpande kvalitetsövervakningens omfattning styrs av resultatet av faroanalysen, tidigare kunskap om råvattenkvaliteten och/eller dricksvattenanläggningens storlek. I samtliga länder krävs eller rekommenderas perioder av intensiv och riktad kvalitetsövervakning av råvattnet avseende bakteriella indikatorer och/eller smittämnen med syfte att utforska systemets gränser, dvs. dess sämsta kvalitet.

Reglerna varierar från målstyrande utan detaljer, som i Sverige och Norge, till tekniskt detaljerade, som i USA, Nederländerna och Skottland. I de fall reglerna saknar detaljer kompletteras de av myndighetsvägledningar och branschriktlinjer med verktyg i form av tabeller, listor, scheman, klassificeringar, riktvärden, index och poängbaserade beslutsstöd till hjälp för verksamhetsutövarna.

I Nederländerna och Skottland, som kräver rutinmässig övervakning av råvattnet avseende *Cryptosporidium*, domineras dricksvattenförsörjningen av få stora producenter och central myndighetsövervakning, dvs. ett system där aktörerna har stor individuell förmåga i form av ekonomiska resurser och kompetens. Det är bara Nederländerna som på ett tydligt och transparant sätt baserar sina regler på ett kvantitativt nationellt hälsomål (mindre än ett sjukdomsfall per 10 000 personer per år). Hälsomålet innefattar inte bara parasiter, utan även virus och bakterier. Även om reglerna i USA återkopplar till acceptabla risknivåer är det inte lätt att följa hur riskerna har omsatts till praktiska åtgärder i dricksvattenförsörjningen. Generellt sett har en pragmatisk syn på vad som är möjligt att åstadkomma tekniskt och ekonomiskt varit mest styrande i de länder som beskrivits ovan.

## Avloppsslam

Det direktiv som gäller inom EU för avloppsslam (Rådets direktiv (86/278/EEG) av den 12 juni 1986 om skyddet för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket) innehåller inte några specifika krav på mikrobiell kvalitet på avloppsslam. Det finns inte heller några specifika rekommendationer för metoder som bör användas för att behandla avloppsslammet (Vinnerås 2013). Vid hantering av avloppsslam anses behandlingen, dvs. hygieniseringen, vara den primära barriären. Metoder för detta specificeras inte mer än att behandlingen kan vara biologisk, termisk eller kemisk, alternativt lagring under lång tid eller ”annan behandling”. För att minska risken för smittspridning finns även krav på hur spridning av avloppsslam får ske och detta anses vara den sekundära barriären (Naturvårdsverket 2003). Ett förslag på ett tillägg som inkluderar krav på reduktion av mikroorganismer samt klassificering av behandlingsmetoder och avloppsslam har diskuterats, men har ännu inte införlivats i direktiv 86/278/EEG (Vinnerås 2013).

Enligt Naturvårdsverket (2003) är kraven på avloppsslam (både behandling, kvalitet och användning) mer definierade i de övriga nordiska länderna än i Sverige. Några länder i EU (Danmark, England, Finland, Polen, Italien och Luxemburg) har till exempel valt att införa krav på reduktion av smittämnen och/eller indikatororganismer i sina nationella regleringar, fast detta inte ingår i direktiv 86/278/EEG (Vinnerås 2013). Även Norge har en förordning som innehåller krav på mikrobiologisk kvalitet på avloppsslam som ska föras tillbaka till jordbruket.

I USA är det den mikrobiologiska kvaliteten på slammet som avgör om spridning får ske eller inte. Avloppsslammet kan få klass A eller B beroende på vilka gränsvärden för oönskade ämnen, t.ex. smittämnen, som nås (Naturvårdsverket 2003). För att ett avloppsslam ska få klassas som A-slam, ska antingen specificerad behandlingsteknik som bevisligen reducerar smittämnen tillräckligt användas, alternativt ska analys av vissa smittämnen vara helt negativa. För att uppnå B-klass får en viss halt av dessa smittämnen påvisas, om risken för exponering och smittrisk är tillräckligt liten (Vinnerås 2013).

# Identifierade kunskapsluckor

I arbetet med detta dokument har nedanstående kunskapsluckor identifierats. För de kunskapsluckor som bedömts vara särskilt viktiga har angelägna åtgärder tagits fram.

## Förekomst och smittspridning

Kunskap saknas eller är ofullständig om

- eventuella skillnader i symtombild och spridningspotential mellan olika arter eller subtyper
- sambandet mellan intagen dos och sannolikheten för cryptosporidiuminfektion (dos-responssamband), särskilt vad gäller *C. hominis*, för att bättre kunna värdera folkhälsoriskerna av *Cryptosporidium* i dricksvatten
- hur stort mörkertalet är avseende cryptosporidiuminfektion hos människor i Sverige
- förekomsten av *Cryptosporidium* hos friska individer i Sverige
- sjukdomsburda och samhällskostnader av infektion med *Cryptosporidium* hos människor
- smittbartid efter genomgången sjukdom i olika åldersgrupper
- hur incidensen av cryptosporidiuminfektion påverkas av effekter av klimatförändringen, såsom mer skyfall och översvämningar med ökad ytavrinning och avloppsbräddning som följd
- följsymtom och effekter på lång sikt efter infektion hos människor, t.ex. utveckling av irritable tarm/*irritable bowel syndrome* (IBS).
- förekomst, halter och artfördelning av *Cryptosporidium* i råvatten och enskilda dricksvattentäkter, liksom andelen av påvisade infektiösa oocyster i råvatten
- haltvariationer av *Cryptosporidium* i råvatten, t.ex. med tiden och vid extremväder
- förekomst, halter och artfördelning av *Cryptosporidium* i såväl kommunalt som enskilt avloppsvatten och avloppsslam samt grad av påverkan på ytvatten och folkhälsa
- betydelse för smittspridning till människor av bevattningsvatten som används vid odling av vegetabilier i Sverige
- förekomst, halter och artfördelning av *Cryptosporidium* och betydelse för smittspridning till människor av inhemskt producerade, införda och importerade livsmedel

- fördelningen av arter och subtyper hos människa i Sverige
- olika smittkällors relativa betydelse för cryptosporidiuminfektion hos människa
- förekomst och betydelse för smittspridning till människa av *Cryptosporidium* spp. hos lantbrukets djur, sällskapsdjur och vilda djur
- förekomst i bassängbad, strandbad och plaskpooler i t.ex. parklekar.

## Diagnostik och analys

Kunskap saknas eller är ofullständig om

- hur en standardiserad och tillräckligt känslig analysmetod för detektion och haltbestämning av oocystor av *Cryptosporidium* i prov från livsmedel ska utformas
- hur stor andel av patienter med tarminfektion som provtas för *Cryptosporidium*
- hur stor andel av inkommande avföringsprov för parasitologisk undersökning som även analyseras för *Cryptosporidium*.

## Vatten och avlopp

Kunskap saknas eller är ofullständig om

- hur effektiva vattenverkens säkerhetsbarriärer är avseende förmågan att reducera *Cryptosporidium* inklusive hur barriärverkan varierar samt hur man gör i praktiken för att ta reda på hur effektiva de är. Det gäller såväl ytvattenverk som vattenverk som använder grundvatten eller konstgjort grundvatten
- avloppsreningsverks förmåga att reducera *Cryptosporidium*
- enskilda avloppsanläggningars förmåga att reducera *Cryptosporidium*
- metoder för en optimal rening av bassängvatten
- hur Folkhälsomyndighetens allmänna råd (FoHMFS 2014:12) om bassängbad följs.

## Kostnad-nytta-analys

Kunskap saknas eller är ofullständig om

- kostnad för olika åtgärder mot cryptosporidiuminfektion i förhållande till nyttan i form av färre sjukdomsfall inklusive minskade kostnader för sjukfrånvaro, sjukhusvård m.m. samt åtgärdernas påverkan på andra samhällsmål som miljö kvalitetsmålen och målen för friluftsliv.

# Strategi

## Målsättning

- Incidensen av cryptosporidiuminfektion hos människa ska visa en entydig nedåtgående trend, efter korrigering för exempelvis förändringar i provtagnings- och analysrutiner som kan påverka utfallet.
- Den nationella förmågan att upptäcka och smittspåra sporadiska fall samt utbrott av *Cryptosporidium* hos människa ska öka.
- Kunskapen om cryptosporidiuminfektion hos människa, såsom följsymtom, samhällskostnader och olika smittkällors betydelse, ska öka.
- Kunskap ska finnas och vara spridd till dricksvattenproducenter om utformningen av beredningen i olika typer av vattenverk så att ett hälsomässigt säkert dricksvatten produceras med avseende på *Cryptosporidium*.

## Angelägna åtgärder

Med utgångspunkt från identifierade kunskapsluckor samt för att nå ovanstående målsättningar har följande åtgärder bedömts vara de mest angelägna. Åtgärderna är listade utan inbördes prioritetsordning.

## Förekomst och smittspridning

- Att uppskatta hur stort mörkertalet är avseende cryptosporidiuminfektion hos människa (dvs. modellera fram multiplikatorn för att beräkna bortfallet).
- Att mäta sjukdomsburda och samhällskostnader för cryptosporidiuminfektion hos människa.
- Att ta fram standardiserade enkäter till människor som har smittats med *Cryptosporidium*.
- Att genomföra studier för att öka kunskapen om förekomst, halter och artfördelning av *Cryptosporidium* i olika livsmedel (i inhemskt producerade och införda eller importerade).
- Att genomföra studier för att öka kunskapen om förekomst, halter och artfördelning av *Cryptosporidium* i råvatten och enskilda dricksvattentäkter samt hur stor andel påvisade oocystor som är humanpatogena.
- Att sammanställa och analysera resultat från utförda studier om förekomst av *Cryptosporidium* spp. hos djur i Sverige för att bedöma användbarheten av dessa i värdering av risker för folkhälsan. Dessutom bör behovet av fler studier om förekomst hos djur samt betydelsen för smittspridning till människa utredas. Detta arbete har påbörjats under 2014 (MSB-projekt "Beslutsstöd vid hantering av risk för

spridning av zoonotiska smittämnen via vatten till människor och djur”).

- Att genomföra källattributionsstudier, däribland fallkontrollstudier, för att öka kunskapen om olika smittkällors relativa betydelse för cryptosporidiuminfektion hos människa.

Åtgärder som i ett senare skede kan bli aktuella beroende på utfallet av ovanstående åtgärds punkter

- Att verka för att det införs tydliga riktlinjer för den mikrobiologiska kvaliteten på det dagvatten och avloppsvatten som släpps ut till recipient, inklusive bräddningsvatten.
- Att verka för att olagliga och undermåliga enskilda avlopp åtgärdas så att risken för smittspridning från avlopp minimeras.
- Att verka för att regler för omhändertagande och spridning av avloppsslam utformas så att relevanta smittskyddsaspekter beaktas.
- Att utreda om befintliga regler för strandbete och spridning av gödsel i anslutning till ytvatten behöver ändras för att beakta smittskyddsaspekter. I relation till dricksvatten och *Cryptosporidium* är denna åtgärd aktuell först om nya uppgifter avseende förekomst hos djur framkommer som tyder på att djur kan utgöra en mer betydande smittkälla till dricksvatten än de bedöms göra utifrån den kunskap som finns i dagsläget

## Diagnostik och analys

- Att verka för att *Cryptosporidium* alltid ska övervägas i den parasitologiska diagnostiken vid analys avseende cystor och maskägg i samband med diarréstillstånd hos människa.
- Att verka för att analyserna inom humandiagnostiken kvalitetssäkras och standardiseras.
- Att verka för att en standardiserad metod för detektion och bestämning av halten *Cryptosporidium* i livsmedel tas fram.
- Att utvärdera värdet av artbestämning och molekylär typning av *Cryptosporidium* så att en strategi för hur typningsverksamheten ska bedrivas och finansieras i framtiden kan tas fram. Därefter, om tillämpligt, bör följande två åtgärder genomföras:
  - Att förbättra den molekylärbiologiska metodiken för artbestämning för att bättre kunna skilja olika subtyper åt. Därmed skulle kunskapen om spridningsvägar, spridningspotential och sjukdomsalstrande förmåga hos *Cryptosporidium* kunna öka.
  - Att spara ett representativt urval av isolat av *Cryptosporidium* spp. med tillhörande databas med genetisk och epidemiologisk information för att underlätta smittspårning och för att öka kunskapen om spridningsvägar, spridningspotential och sjukdomsalstrande förmåga hos *Cryptosporidium*.

## Vatten

- Att utvärdera förutsättningarna för att etablera normer för vad som är tillräckligt säkert dricksvatten med avseende på *Cryptosporidium* vid dricksvattenproduktion. Det kan exempelvis gälla normer i form av nationellt hälsomål (årlig infektionsrisk, årlig sjukdomsrisk eller DALY) för cryptosporidiuminfektion orsakad av konsumtion av dricksvatten, krav på regelbundna undersökningar av råvatten samt reviderade normer avseende krav på beredningen i vattenverket (processkriterier).
- Att sammanställa och utvärdera befintlig information om hur bas-sängbad skulle kunna renas från *Cryptosporidium* på ett optimalt sätt samt, om nödvändigt enligt utvärderingen, verka för att bättre metoder utvecklas.

## Kommunikation

- Att utveckla strategier för att informationsinsatser ska nå fram till målgrupperna, t.ex. till vårdpersonal, förskolepersonal, personal vid badanläggningar, berörda livsmedelsföretagare, dricksvattenproducenter samt lokala och regionala tillsynsmyndigheter.
- Att verka för att branschriktlinjer för odling av vegetabilier som stöd för livsmedelsproducenter, bl.a. vid användning av bevattningsvatten, tas fram.
- Att stödja informationsinsatser om mikrobiologiska risker kring avlopp.
- Att sprida information till vårdpersonal om *Cryptosporidium* som orsak till diarrétillstånd hos människa, så att fler provtas.

## Kostnad-nytta-analys

- Att undersöka möjligheterna att genomföra kostnad-nytta-analys av riskreducerande åtgärder avseende cryptosporidiuminfektion hos människa.

## Utvärdering och revidering

En utvärdering ska göras avseende i vilken utsträckning målsättningarna i strategin har uppnåtts och strategidokumentet ska revideras före utgången av år 2019. När information erhålls som har betydelse för detta dokument ska myndigheterna diskutera eventuella förändringar av strategin.

# Referenser

Abrahamsson JL, Ansker J, Heinicke G. MRA – Ett modellverktyg för svenska vattenverk. Svenskt Vatten Utveckling : 2009. Rapport nr 2009-05.

Abubakar I, Aliyu SH, Arumugam C, Usman NK, Hunter PR. Treatment of cryptosporidiosis in immunocompromised individuals: Systematic review and meta-analysis. *Br J Clin Pharmacol* 2007;63:387-93.

Alves M, Xiao L, Sulaiman I, Lal AA, Matos O, Antunes F. Subgenotype analysis of *Cryptosporidium* isolates from humans, cattle, and zoo ruminants in Portugal. *J Clin Microbiol* 2003;41(6):2744-7.

Amoros I, Alonso JL, Cuesta G. *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts on salad products irrigated with contaminated water. *J Food Prot* 2010; 73(6) 1138-1140.

Artieda J, Basterrechea M, Arriola L, Yagüe M, Albisua E, Arostegui N, et al. Outbreak of cryptosporidiosis in a child day-care centre in Gipuzkoa, Spain, October to December 2011. *Euro Surveill* 2012;17(5).

Baldursson S, Karanis P. Waterborne transmission of protozoan parasites: review of worldwide outbreaks - an update 2004-2010. *Water Res* 2011; 45(20) : 6603-6614.

Björkman C, Mattsson JG. Persistent infection in a dairy herd with an unusual genotype of bovine *Cryptosporidium parvum*. *FEMS Microbiol Lett* 2006 ;254 :71-4.

Blackburn BG, Mazurek JM, Hlavsa M, Park J, Tillapaw M, Parrish M, et al. Cryptosporidiosis associated with ozonated apple cider. *Emerg Infect Dis*. 2006; 12: 684-686.

Bohaychuk M, Bradbury RW, Dimock R, Fehr M, Gensler GE, King RK, et al. A microbiological survey of selected Alberta-grown fresh produce from farmers' markets in Alberta, Canada. *J Food Prot* 2009; 72(2): 415-420.

Bridgman SA, Robertson RMP, Syed Q, Speed N, Andrews N, Hunter P R. Outbreak of cryptosporidiosis associated with a disinfected groundwater supply. *Epidemiol Infect* 1995; 115(03), 555-566.

Budo-Amoako E, Greenwood SJ, Dixon BR, Barkema HW, McClure JT. Foodborne illness associated with *Cryptosporidium* and *Giardia* from livestock. *J Food Prot* 2011; 74(11) : 1944-1955.



Cacciò SM, Sannella AR, Mariano V, Valentini S, Berti F, Tosini F, et al. A rare *Cryptosporidium parvum* genotype associated with infection of lambs and zoonotic transmission in Italy. *Vet Parasitol* 2013;91 :128-31.

Carlander A, Stenström T, Albihn A, Hasselgren K. Bevattning av energiskogmed förbehandlat avloppsvatten - en hygienisk undersökning vid tre fullskaleanläggning. Stockholm: Va-forsk; 2002-1.

Chalmers RM, Smith R, Elwin K, Clifton-Hadley FA, Giles M. Epidemiology of anthroponotic and zoonotic human cryptosporidiosis in England and Wales, 2004-2006. *Epidemiol Infect* 2011 May; 139(5):700-12.

Chalmers RM. Waterborne outbreaks of cryptosporidiosis. *Ann Ist Super Sanità* 2012;48(4):429-446.

Chen X-M, Keithly JS, Paya CV, LaRusso NF. Cryptosporidiosis. *N Engl J Med* 2002; 346: 1723-31.

Cheng HW, Lucy FE, Graczyk TK, Broaders MA, Tamang L, Connolly M. Fate of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* oocysts and *Giardia duodenalis* cysts during secondary wastewater treatment. *Parasitol Res* 2009 Sep;105(3):689-96.

Cordell RL, Addiss DG. Cryptosporidiosis in childcare settings: a review of the literature and recommendations for prevention and control. *Pediatr Infect Dis* 1994; 13: 310-7.

Crawford FG, Vermund SH. Human cryptosporidiosis. *Crit Rev Microbiol* 1988 ;16 :113-59.

Cummins E, Kennedy R, Cormican M. Quantitative risk assessment of *Cryptosporidium* in tap water in Ireland. *Sci Total Environ* 2010; 408(4): 740-753.

Davies AP, Chalmers RM. Cryptosporidiosis. *BMJ* 2009;339:963-7.

Diaz P, Quilez J, Chalmers RM, Panadero R, Lopez C, Sanchez-Acedo C, et al. Genotype and subtype analysis of *Cryptosporidium* isolates from calves and lambs in Galicia (NW Spain). *Parasitology* 2010b; 137:1187-93.

Diaz P, Quilez J, Robinson G, Chalmers RM, Diez-Banos P, Morrondo P. Identification of *Cryptosporidium xiaoi* in diarrhoeic goat kids (*Capra hircus*) in Spain. *Vet Parasitol* 2010a; 172:132-4.

Djuretic, T, Wall PG, Nichols G. General outbreaks of infectious intestinal disease associated with milk and dairy products in England and Wales: 1992 to 1996. *Communicable disease report. CDR review* 1997; 7(3) R41.

Duke LA, Breathnach AS, Jenkins DR, Harkis BA, Codd AW. A mixed outbreak of *Cryptosporidium* and *Campylobacter* infection associated with a private water supply. *Epidemiol Infect* 1996; 116(03): 303-308.

EFSA. Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations). *EFSA Journal* 2013; 11(1): 3025.

Ethelberg S, Lisby M, Vestergaard LS, Enemark HL, Olsen KEP, Stensvold CR, et al. A foodborne outbreak of *Cryptosporidium hominis* infection. *Epidemiol Infect* 2009; 137: 348-356.

Fayer R, Trout JM, Jenkins MC. Infectivity of *Cryptosporidium* oocysts stored in water at environmental temperatures. *J Parasitol* 1998 Dec;84(6):1165-9.

Gelletlie R, Stuart J, Soltanpoor N, Armstrong R, Nichols G. Cryptosporidiosis associated with school milk. *Lancet* 1997;350(9083),1005-1006.

Geurden T, Thomas P, Casaert S, Vercruysse J, Claerebout E. Prevalence and molecular characterisation of *Cryptosporidium* and *Giardia* in lambs and goat kids in Belgium. *Vet Parasitol* 2008;155:142-5.

Gherasim A, Lebbad M, Insulander M, Decraene V, Kling A, Hjertqvist M, et al. Two geographically separated food-borne outbreaks in Sweden linked by an unusual *Cryptosporidium parvum* subtype, October 2010. *Euro Surveill* 2012; 17: 46.

Graczyk TK, Kacprzak M, Neczaj E, Tamang L, Graczyk H, Lucy FE, et al. Occurrence of *Cryptosporidium* and *Giardia* in sewage sludge and solid waste landfill leachate and quantitative comparative analysis of sanitization treatment on pathogen inactivation. *Environ Res* 2008 Jan;106(1):27-33.

Graczyk TK, Sunderland D, Awantang GN, Mashinski Y, Lucy FE, Graczyk Z, et al. Relationships among bather density, levels of human waterborne pathogens, and fecal coliform counts in marine recreational beach water. *Parasitol Res* 2010;106:1103–1108.

Grinberg A, Pomroy WE, Carslake HB, Shi Y, Gibson IR, Drayton BM. A study of neonatal cryptosporidiosis of foals in New Zealand. *NZ Vet J* 2009; 57: 284-9.

Guerrant RL. Cryptosporidiosis: an emerging, highly infectious threat. *Emerg Infect Dis* 1997; 3:51-7.

Hamnes IS, Gjerde BK, Forberg T, Robertson LJ. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in Norwegian red foxes (*Vulpes vulpes*). *Vet Parasitol* 2007;28(143):347-53.

Hamnes IS, Gjerde B, Robertson L, Vikøren T, Handeland K. Prevalence of *Cryptosporidium* and *Giardia* in free-ranging wild cervids in Norway. *Vet Parasitol* 2006;10; 141: 30-41.

Hansen A, Stenström TA. Kartläggning av *Giardia* och *Cryptosporidium* i svenska ytvattentäkter. Smittskyddsinstitutet och Livsmedelsverket; 1998.

Hansen A, Stenström TA, Schönning C. Protozoan parasites in sewage sludge. Nordiska Ministerrådet, Tema Nord 2006:596.

Harp JA, Fayer R, Pesch BA, Jackson GJ. Effect of pasteurization on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts in water and milk. *Appl Environ Microbiol* 1996; 2866-2868.

Havs- och vattenmyndigheten, Konsekvensanalyser av nya styrmedel för små avloppsanläggningar. 2013.

Hijnen WA, Beerendonk EF, Medema GJ. Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: a review. *Water Res* 2006;40, 3-22.

Hunter PR, Hughes S, Woodhouse S, Syed Q, Verlander NQ, Chalmers RM, et al. Sporadic cryptosporidiosis case-control study with genotyping. *Emerg Inf Dis* 2004;10:1241-9.

Höglund C, Stenström TA, Ashbolt N. Microbial risk assessment of source-separated urine used in agriculture. *Waste Manag Res* 2002;20(3): 150-161.

Höglund CE, Stenström TA. Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts in source separated human urine. *Can J Microbiol* 1999 Sep;45(9):740-6.

Imre K, Luca C, Costache M, Sala C, Morar A, Morariu S, et al. Zoonotic *Cryptosporidium parvum* in Romanian newborn lambs (*Ovis aries*). *Vet Parasitol* 2013;191(1-2):119-22.

Insulander M, de Jong B, Svenungsson B. A food-borne outbreak of cryptosporidiosis among guests and staff at a hotel restaurant in Stockholm county, Sweden, September 2008. *Eurosurveillance* 2008;13.pii:19071.

Insulander M, Lebbad M, Stenström TA, Svenungsson B. An outbreak of cryptosporidiosis associated with exposure to swimming pool water. *Scand J Infect Dis* 2005; 37: 354-60.

Insulander M, Silverlås C, Lebbad M, Karlsson L, Mattsson JG, Svenungsson B. Molecular epidemiology and clinical manifestations of human cryptosporidiosis in Sweden. *Epidemiol Infect* 2013;141:1009-20.

Jelinek T, Lotze M, Eichenlaub S, Löscher T, Nothdurft HD. Prevalence of infection with *Cryptosporidium parvum* and *Cyclospora cayentanensis* among international travellers. *Gut* 1997;41:801-4.

Jellison KL, Distel DL, Hemond HF, Schauer DB. Phylogenetic analysis of the hypervariable region of the 18S rRNA gene of *Cryptosporidium* oocysts in feces of Canada geese (*Branta canadensis*): evidence for five novel genotypes. *Appl Environ Microbiol* 2004;70:452-8.

Jellison KL, Lynch AE, Ziemann JM. Source tracking identifies deer and geese as vectors of human-infectious *Cryptosporidium* genotypes in an urban/suburban watershed. *Environ Sci Technol* 2009;43:4267-72.

Jiang Z, Lowe B, Verenkar MP, Ashley D, Steffen R, Tornieporth N, et al. Prevalence of enteric pathogens among international travelers with diarrhea acquired in Kenya (Mombasa), India (Goa), or Jamaica (Montego Bay). *J Infect Dis* 2002;185:497-502.

Kosek M, Alcantara C, Lima A AM, Guerrant RL. Cryptosporidiosis: an update. *Lancet Inf Dis* 2001; 1: 262-9.

Kotloff KL, Nataro JP, Blackwelder WC, Nasrin D, Farag TH, Panchalingam S, et al. Burden and aetiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (the Global Enteric Multicenter Study, GEMS) : a prospective, case-control study. *Lancet* 2013; May 13. doi:pii: S0140-6736(13):60844-2.

Laatamna AE, Wagnerová P, Sak B, Květoňová D, Aissi M, Rost M, et al. Equine cryptosporidial infection associated with *Cryptosporidium* hedgehog genotype in Algeria. *Vet Parasitol* 2013;Oct 18:350-3.

Lake I, Bentham G, Kovats R, Nichols G. Effects of weather and river flow on cryptosporidiosis. *J Water Health* 2005;3:469-474.

Leav BA, Mackay M, Ward HD. *Cryptosporidium* species: new insights and old challenges. *Clin Infect Dis* 2003; 36: 903-8.

Lebbad M, Beser J, Insulander M, Karlsson L, Mattsson JG, Svenungsson B, et al. Unusual cryptosporidiosis cases in Swedish patients: extended molecular characterization of *Cryptosporidium viatorum* and *Cryptosporidium* chipmunk genotype I. *Parasitology* 2013;15:1-6.

Leeming R, Nichols PD, Ashbolt NJ. Distinguishing sources of faecal pollution in Australian inland and coastal waters using sterol biomarkers and microbial faecal indicators. Melbourne, Urban Water Research Association of Australia: 1998. Research Report No. 204.

Lindberg A, Lusua J, Nevhage B. *Cryptosporidium* i Östersund vintern 2010/2011. Konsekvenser och kostnader av ett vattenburet sjukdomsutbrott. 2011. FOI-R--3376--SE, ISSN 1650-1942.

Lindqvist R, Egervärn M, Lindberg T. Riskvärdering: *Cryptosporidium* i dricksvatten. Livsmedelsverket; 2013. Rapport 7.

Lindqvist R, Lindblad M, Sand S. Riskmapping - stegvis riskvärdering för prioritering. Risk-Nyttovärderingsavdelningen, Livsmedelsverket; 2011.

Livsmedelsverket, Smittskyddsinstitutet och Svenskt Vatten. *Cryptosporidium* och *Giardia* – rekommendationer om åtgärder för att minska risken för vattenburen smitta. 2011.

Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, Gradus MS, Blair KA, Peterson DE, et al. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. N Engl J Med 1994; 33: 161-7.

Mattilsynet. Veiledning til Drikkevannsforskriften. 2011; version 3.

Mattsson JG, Insulander M, Lebbad M, Björkman C, Svenungsson B. Molecular typing of *Cryptosporidium parvum* associated with a diarrhoea outbreak identifies two sources of exposure. Epidemiol Infect 2008; 136: 1147-1152.

Medema GJ, Hoogenboezem W, van der Veer AJ, Ketelaars HA, Hijnen WA, Nobel PJ. Quantitative risk assessment of *Cryptosporidium* in surface water treatment. Water Sci Technol 2003; 47: 241-47.

Millard PS, Gensheimer KF, Addiss DG, Sosin DM, Beckett GA, Houck-Jankoski A, et al. An outbreak of cryptosporidiosis from fresh-pressed apple cider. JAMA 1994; 272: 1592-1596.

Moore JE, Millar BC, Kenny F, Lowery CJ, Xiao L, Rao JR, et al. Detection of *Cryptosporidium parvum* in lettuce. Int J Food Sci Tech 2007; 42: 385-393.

Naturvårdsverket Risker för smittspridning via avloppsslam. Redovisning av behandlingsmetoder och föreskrifter. 2003. Rapport 5215.

Naturvårdsverket Hållbar återföring av fosfor, Naturvårdsverkets redovisning av uppdrag från regeringen. September 2013. Rapport 6580.. ISBN 978-91-620-6580-5.

Norsk Vann. Veiledning til bestemmelse av god desinfeksjonspraksis. Slutrapport fra prosjektet Optimal desinfeksjonspraksis. 2009. Norsk Vann Rapport 170-2009.

Ottoson J. *Giardia* and *Cryptosporidium* in Swedish Wastewater treatment plants. *Vatten* 2001 57(4), 283-289.

Ottoson J, Hansen A, Westrell T, Johansen K, Norder H, Stenström TA. 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.

Ottoson J, Stenström TA. Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Res* 2003; 37(3): 645-655.

Ottoson JR. Dricksvatten och mikrobiologiska risker från lantbrukens djur. Stockholm: Lantbrukarnas riksförbund; 2012.

Pagès-Manté A, Pagès-Bosch M, Majó-Masferrer N, Goméz-Couso H, Ares-Mazás E. An outbreak of disease associated with *cryptosporidia* on a red-legged partridge (*Alectoris rufa*) game farm. *Avian Pathol* 2007; 36:275-8.

Pantenburg B, Cabada MM, White AC Jr. Treatment of cryptosporidiosis. *Expert Rev Anti Infect Ther* 2009; 7: 385-91.

Paraud C, Pors I, Chartier C. Evaluation of oral tilmicosin efficacy against severe cryptosporidiosis in neonatal kids under field conditions. *Vet Parasitol* 2010;170:149-52.

Perrucci S, Buggiani C, Sgorbini M, Cerchiai I, Otranto D, Traversa D. *Cryptosporidium parvum* infection in a mare and her foal with foal heat diarrhoea. *Vet Parasitol* 2011;182:333-6.

Persson K, Svenungsson B, de Jong B. An outbreak of cryptosporidiosis at a day-care centre in Sweden. *Eurosurveillance* 2007; 12:E070823.3. (34).

Pintar KDM, Fazil A, Pollari F, Waltner-Toews D, Charron DF, McEwen SA, et al. Considering the risk of infection by *Cryptosporidium* via consumption of municipally treated drinking water from a surface water source in a Southwestern Ontario community. *Risk Anal* 2012; 32:1122-38.

- Pönkä A, Kotilainen H, Rimhanen-Finne R, Hokkanen P, Hänninen ML, Kaarna A, et al. A foodborne outbreak due to *Cryptosporidium parvum* in Helsinki, November 2008. *Eurosurveillance* 2009; 14(28). pii19269.
- Quiroz ES, Bern C, MacArthur JR, Xiao L, Fletcher M, Arrowood MJ, et al. An Outbreak of Cryptosporidiosis Linked to a Foodhandler. *J Infect Dis* 2000; 181 (2): 695-700.
- Ravn P, Lundgren JD, Kjaeldgaard P, Holten-Anderson W, Højlyng N, Nielsen JO, et al. Nosocomial outbreak of cryptosporidiosis in AIDS patients. *BMJ* 1991; 302: 277-80.
- Rieux, A, Paraud C, Pors I, Chartier C. Molecular characterization of *Cryptosporidium* spp. in pre-weaned kids in a dairy goat farm in western France. *Vet Parasitol* 2013; 192:268-72.
- Robertson B, Sinclair MI, Forbes AB, Veitch M, Kirk M, Cunliffe D, et al. Case-control studies of sporadic cryptosporidiosis in Melbourne and Adelaide, Australia. *Epidemiol Infect* 2002;128:419-31.
- Robertson L, Gjerde B, Forberg T, Haugejorde G, Kielland C. A small outbreak of human cryptosporidiosis associated with calves at a dairy farm in Norway. *Scand J Infect Dis* 2006; 38:810-3.
- Robertson LJ, Campbell AT, Smith HV. Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts under various environmental pressures. *Appl Environ Microbiol* 1992; 58:3494-3500.
- Robertson LJ, Chalmers RM. Foodborne cryptosporidiosis: is there really more in Nordic countries? *Trends Parasitol* 2013;29(1):3-9.
- Robertson LJ, Gjerde B. Development and use of a pepsin digestion method for analysis of shellfish for *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts. *J Food Prot* 2008; 71: 959-966.
- Robertson LJ, Gjerde B. Occurrence of parasites on fruits and vegetables in Norway. *J Food Prot* 2001; 64(11): 1793-1798.
- Robertson LJ, Greig JD, Gjerde B, Fazil A. The potential for acquiring cryptosporidiosis or giardiasis from consumption of mung bean sprouts in Norway: a preliminary step-wise risk assessment. *Int J Food Microbiol* 2005; 98(3): 291-300.
- Robertson LJ, Hermansen L, Gjerde BK. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in sewage in Norway. *Appl Environ Microbiol* 2006 Aug; 72(8):5297-303.

- Rosén L och Friberg J. Påverkan på säkerheten i vattenförsörjningen från strandbetande nötkreatur - fallstudie Göta älv. Stockholm: Svenskt Vatten; 2003. VA-Forsk Rapport Nr 36.
- Ryan U, Power M. *Cryptosporidium* spp in Australian wildlife and domestic animals. Parasitol 2012;20:1-16.
- Ryan U, Xiao L, Read C, Zhou L, Lal AA, Pavlasek I. Identification of novel *Cryptosporidium* genotypes from the Czech Republic. Appl Environ Microbiol 2003; 69:4302-7.
- Said B, Wright F, Nichols GL, Reacher M, Rutter M. (). Outbreaks of infectious disease associated with private drinking water supplies in England and Wales 1970-2000. Epidemiol Infect 2003; 130(3), 469-479.
- Savioli L, Smith H, Thompson A. *Giardia* and *Cryptosporidium* join the 'Neglected Diseases Initiative.' Trends Parasitol 2006;22:203-208.
- Schets FM, Engels GB, Evers EG. *Cryptosporidium* and *Giardia* in swimming pools in the Netherland. J Water Health 2004 Sep;2(3):191-200.
- Schets FM, van den Berg HH, Engels GB, Lodder WJ, de Roda Husman AM. *Cryptosporidium* and *Giardia* in commercial and non-commercial oysters (*Crassostrea gigas*) and water from Oosterschelde, The Netherlands. Int J Food Microbiol 2007; 113: 189-194.
- Schwan O, Ljungström B-L, Nilsson O, Lindqvist Å, Rudby-Martin L, Viring S. Betydelsen av olika infektionsämnen som diarréorsak hos unga vår-födda lamm (Projekt nr / Dnr: L6 / 96) samt Förekomst av *Eimeria* hos 6 veckor gamla lamm i besättningar utan diarréproblem (Projekt nr / Dnr: L10 / 97). Slutrapport till Köttböndernas forskningsprogram. Svenska djurhälsovården 1996/1997.
- Scottish water. The Cryptosporidium Directions; 2003.
- Semenza JC, Nichols G. Cryptosporidiosis surveillance and water-borne outbreaks in Europe. Euro Surveill 2007;12(5).
- Shields JM, Gleim ER, Beach MJ. Prevalence of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* intestinalis in swimming pools, Atlanta, Georgia. Emerg Infect Dis 2008; Jun;14(6):948-50.
- Shigematsu M, Nagano Y, Millar BC, Kenny F, Lowery CJ, Xiao L, et al. Molecular detection and identification of *Cryptosporidium* species in lettuce employing nested small-unit rRNA PCR and direct automated sequencing. British J Biomed Sci 2007; 64(3):133-135.



Shirley DT, Moonah SN, Kotloff KL. Burden of disease from cryptosporidiosis. *Curr Opin Infect Dis* 2012;25:555-63.

Silverlås C. *Cryptosporidium* infection in dairy cattle - prevalence, age distribution and associated management factors. Doktorsavhandling. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet: 2010.

Silverlås C, Blanco-Penedo I. *Cryptosporidium* spp. in calves and cows from organic and conventional dairy herds. *Epidemiol Infect* 2012; 8:1-11.

Silverlås C, Bosaeus-Reineck H, Näslund K, Björkman C. Is there a need for improved *Cryptosporidium* diagnostics in Swedish calves? *Int J Parasitol* 2013;43:155-61.

Silverlås C, Mattsson JG, Insulander M, Lebbad M. Zoonotic transmission of *Cryptosporidium meleagridis* on an organic Swedish farm. *Int J Parasitol* 2012; 42:963-7.

Smith HV, Nichols RAB. *Cryptosporidium*: Detection in water and food. *Exp Parasitol* 2010;124(1): 61-79.

Smith HV, Nichols RAB, Grimason AM. *Cryptosporidium* excystation and invasion: getting to the guts of the matter. *Trends parasitol* 2005;21(3): 133-142.

Smittskyddsinstitutet. *Cryptosporidium* i Östersund, Smittskyddsinstitutets arbete med det dricksvattenburna utbrottet i Östersund 2010-2011. 2011a.

Smittskyddsinstitutet. *Giardia* och *Cryptosporidium* i svenska ytvattentäkter. Smittskyddsinstitutet; 2011b. Rapport 2011-1-6.

Socialstyrelsen. Bassängbad: hälsorisker, regler och skötsel 2006.

Socialstyrelsen. Falldefinitioner vid anmälan enligt smittskyddslagen. Reviderad maj 2013.

Srèter T, Varga I. Cryptosporidiosis in birds - a review. *Vet Parasitol* 2000; 87:261-79.

Sunnotel O, Lowery C.J, Moore JE, Dooley JSG, Xiao L, Millar BC, et al. *Cryptosporidium*. *Lett Appl Microbiol* 2006;43:7-16.

Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VA-forsk. Andreasson M och Larsson J. Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter. Stockholm. Rapport nr 1992-08.

Svenskt Vatten. Enkätundersökning: Hur fungerar dricksvattenkontrollen. Utförd av Miljökemigruppen i Sverige AB (projektnr 0706P17) 2008-08-19. 2008a.

Svenskt Vatten. Råvattenkontroll - Krav på råvattenkvalitet. Branschriktlinje från Svenskt Vatten 2008-12-08. 2008b.

Svenskt Vatten. Vattenvisionen, forskning och innovationsagenda för vatten-sektorn. 2013.

Svenungsson B, Insulander M, de Jong B. Ökning av cryptosporidios i Stockholms län – ruccolasallad misstänkt som smittkälla. Stockholm; Smittskyddsinstitutet. EPIaktuellt 2008;7:51.

Svenungsson B, Insulander M, de Jong B, Lebbad M. Kryptosporidios – kraftigt underdiagnostiserad diarrésjukdom. Läkartidningen 2009; 106:1810-13.

Svenungsson B, Lagergren Å, Ekwall E, Evengård B, Hedlund KO, Kärnell A, et al. 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.

Sweeny JP, Ryan UM, Robertson ID, Yang R, Bell K, Jacobson C., Longitudinal investigation of protozoan parasites in meat lamb farms in southern Western Australia. Prev Vet Med 2011; 101:192-203.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). 40 CFR Parts 9, 141, and 142 National Primary Drinking Water Regulations: Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule. U.S. EPA, Federal Register, Rules and Regulations. 2006; 71(3): 654-786.

Veronesi F, Passamonti F, Cacciò S, Diaferia M, Piergili Fioretti D. Epidemiological survey on equine *Cryptosporidium* and *Giardia* infections in Italy and molecular characterization of isolates. Zoonoses Pub Health 2010;57:510-7.

Vijgen SMC, Mangen MJM, Kortbeek LM, van Duijnhoven YTHP, Havelaar AH. Disease burden and related costs of cryptosporidiosis and giardiasis in the Netherlands. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM); 2007. report 330081001/2007.

Vinnerås, B. Hygienisering för säker återföring av fosfor i kretsloppet. Institutionen för energi och teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet; 2013.

VKM. Risikovurdering av parasitter i norskt drikkevann. Vitenskapskomiteen for mattrygghet. 2009-08-24.

Westrell, T, Bergstedt O, Stenström TA, Ashbolt NJ. A theoretical approach to assess microbial risks due to failures in drinking water treatment. *Int J Environ Health R* 2003; 13(2): 181-197.

Westrell T, Schönning C, Stenström TA, Ashbolt NJ. QMRA (quantitative microbial risk assessment) and HACCP (hazard analysis and critical control points) for management of pathogens in wastewater and sewage sludge treatment and reuse. *Wat Sci Tech* 2004; 50 (2):23-30.

Widerström M, Schönning C, Lilja M, Lebbad M, Ljung T, Allestam G, et al. A Large Outbreak of *Cryptosporidium hominis* Infection in Sweden Transmitted through the Public Water Supply. Accepted: *Emerg InfectDise* 2014;20:581-89.

WHO. WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey-water. Excreta and greywater use in agriculture, vol IV. 2006.

WHO. Risk assessment of *Cryptosporidium* in drinking water. World health organization. Geneva. Switzerland. 2009.

VROM. Assessment of the microbial safety of drinking water. Toevoeging aan NL Inspectierichtlijn tbv begrip lezers. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, VROM inspectorate guideline. 2005.

Xiao L, Bern C, Limor J, Sulaiman I, Roberts J, Checkley W, et al. Identification of 5 types of *Cryptosporidium* parasites in children in Lima, Peru. *J Infect Dis* 2001 Feb 1;183(3):492-7.

Xiao L, Morgan UM, Limor J, Escalante A, Arrowood M, Shulaw W, et al. Genetic diversity within *Cryptosporidium parvum* and related *Cryptosporidium* species. *Appl Environ Microbiol* 1999 Aug;65(8):3386-91.

Yamamoto N, Urabe KI, Takaoka M, Nakazawa K, Gotoh A, Haga M, et al. Outbreak of cryptosporidiosis after contamination of the public water supply in Saitama Prefecture, Japan, in 1996. *Kansenshōgaku zasshi. Jpn Assoc Infect Dis* 2000; 74(6): 518.

Zhou L, Kassa H, Tischler ML, Xiao L. Host-adapted *Cryptosporidium* spp. in Canada geese (*Branta canadensis*). *Appl Environ Microbiol* 2004;70:4211-5.

Åström J. Infektionsrisker via dricksvattnet med strandnära nötkreatur uppströms Eskilstunas råvattenintag. Tyréns; 2012. Slutrapport för uppdrag 242633, Strandbetesrisk Hyndevedsån.

Åström J, Bergstedt O, Sokolova E, Kjellberg I, Pettersson T, Borell-Lövstedt C. Värdering av risker för en relativt opåverkad ytvattentäkt. Modellering av Rådasjön med stöd av inaktiveringsstudier och mikrobiell källspårning. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling; 2011. Rapport Nr 2011-18.

Åström J, Petterson S, Bergstedt O, Pettersson TJR, Stenström TA. Evaluation of the microbial risk reduction due to selective closure of the raw water intake before drinking water treatment. J Water Health 2007; 5 Suppl 1: 81-97.

Östersunds kommun. Vattenburet utbrott av *Cryptosporidium* i Östersund november-december 2010. Östersund: Samhällsbyggnad, Miljö och hälsa, Östersunds kommun; 2012.