

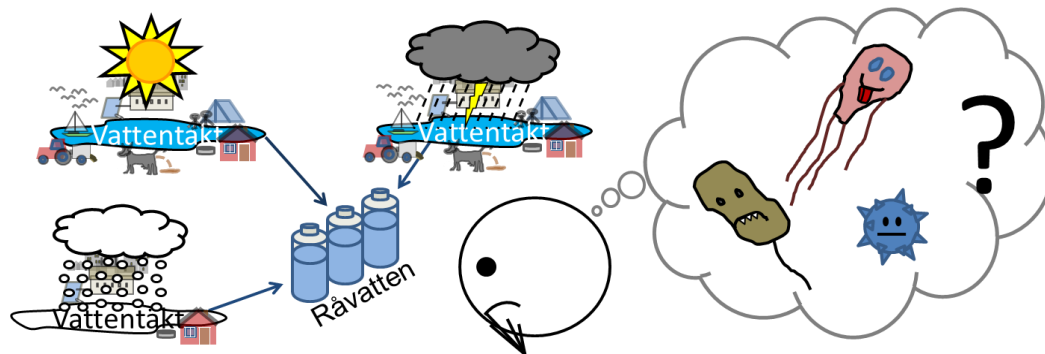
Nationell handläggartärf för länsstyrelsernas
vattenskyddshandläggare, 20170208, Stockholm

Att utreda mikrobiologisk påverkan på ytråvatten

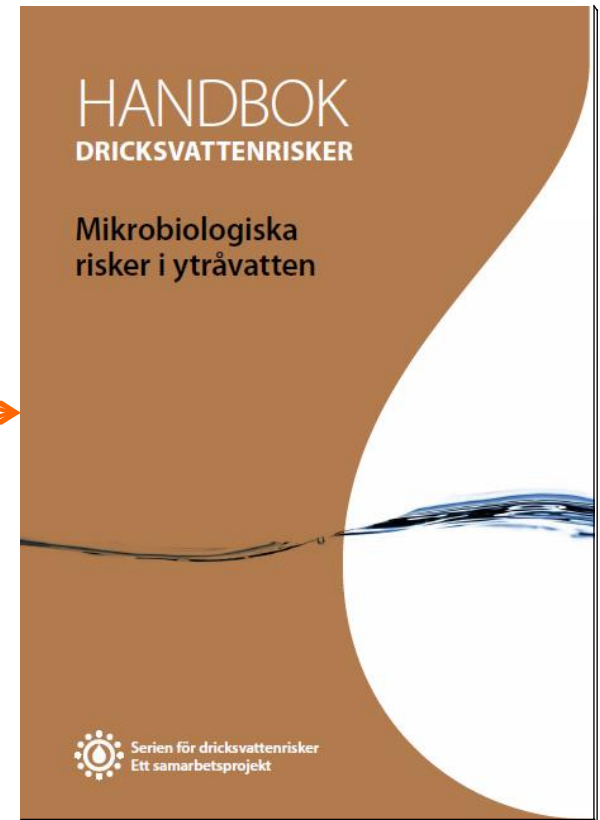
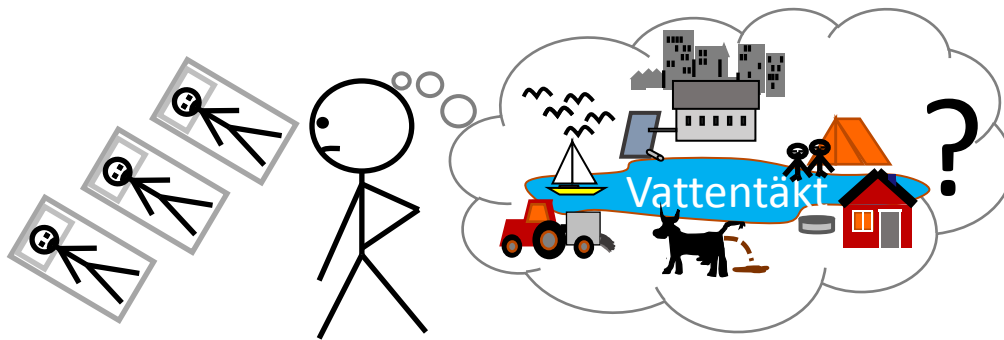
Rikard Dryselius, Livsmedelsverket

Bakgrund

Risikklassning av svenska ytråvatten



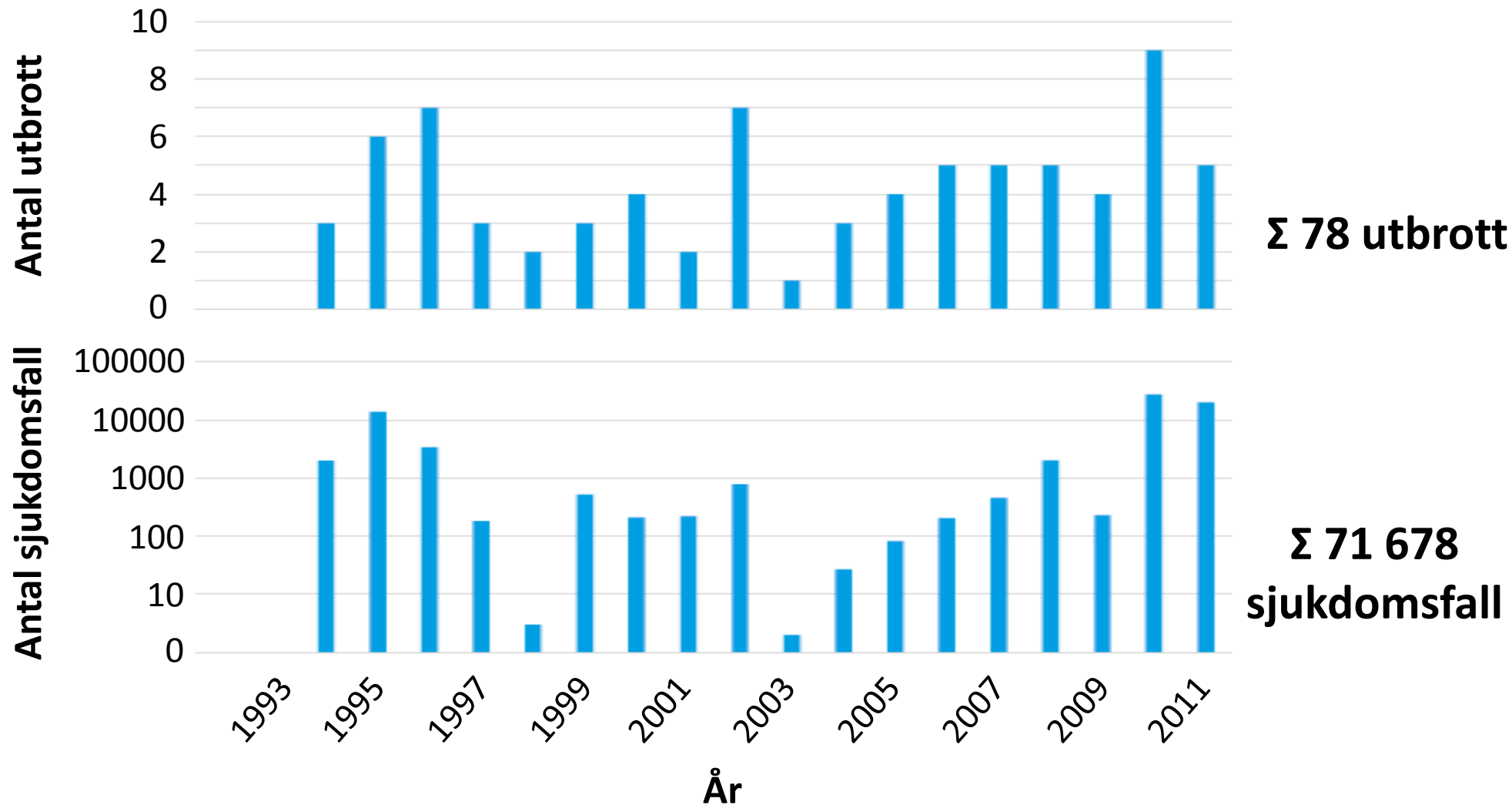
Verktygslåda för fekal källspårning



Mikrobiologiska smittämnen

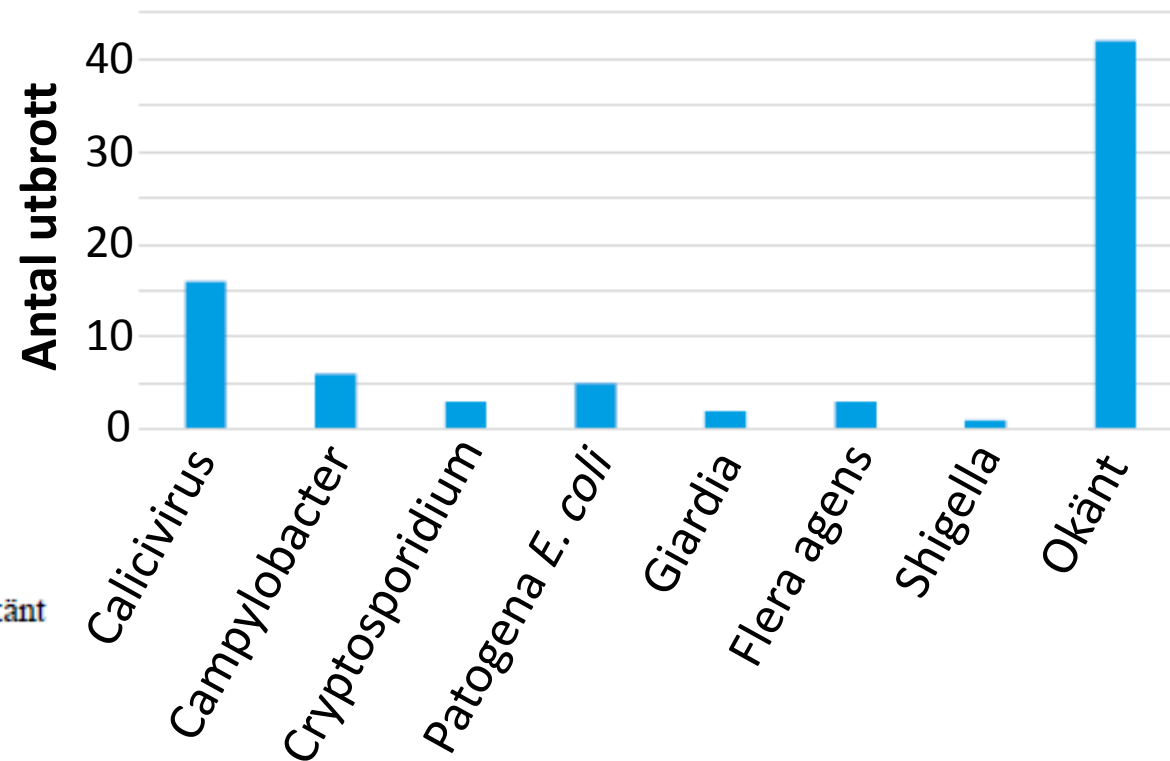
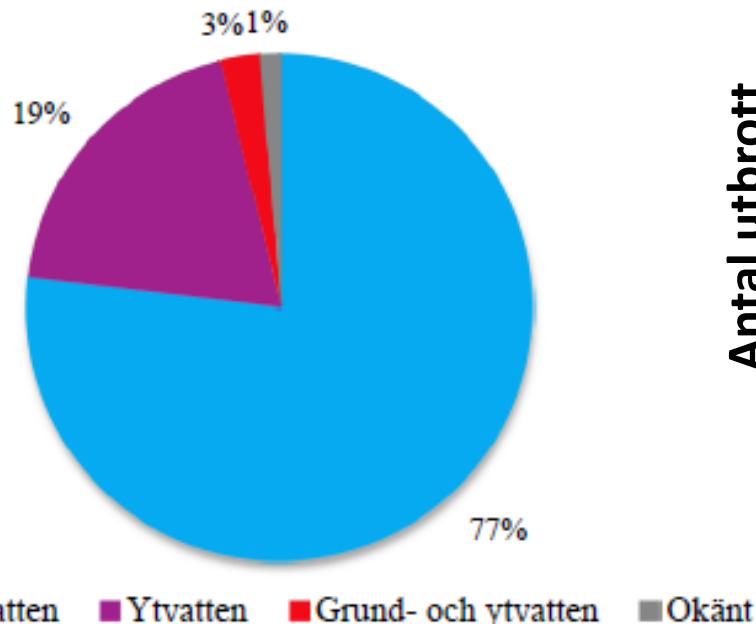
- Orsakar akut sjukdom men kan även medföra kroniska besvär
- Är diskreta enheter där koncentrationer och risk för sjukdom varierar mycket över tid
- Smitta beror av dos, infektionsförmåga och virulens hos mikroorganismen samt individens immunförsvar
- Förökar sig vid infektion men har normalt begränsad överlevnad utanför en värd
- Har ingen kumulativ effekt
- Härrör normalt från fekalier från människor och djur
- Kan (i undantagsfall) föröka sig i miljön

Dricksvattenburna sjukdomsutbrott

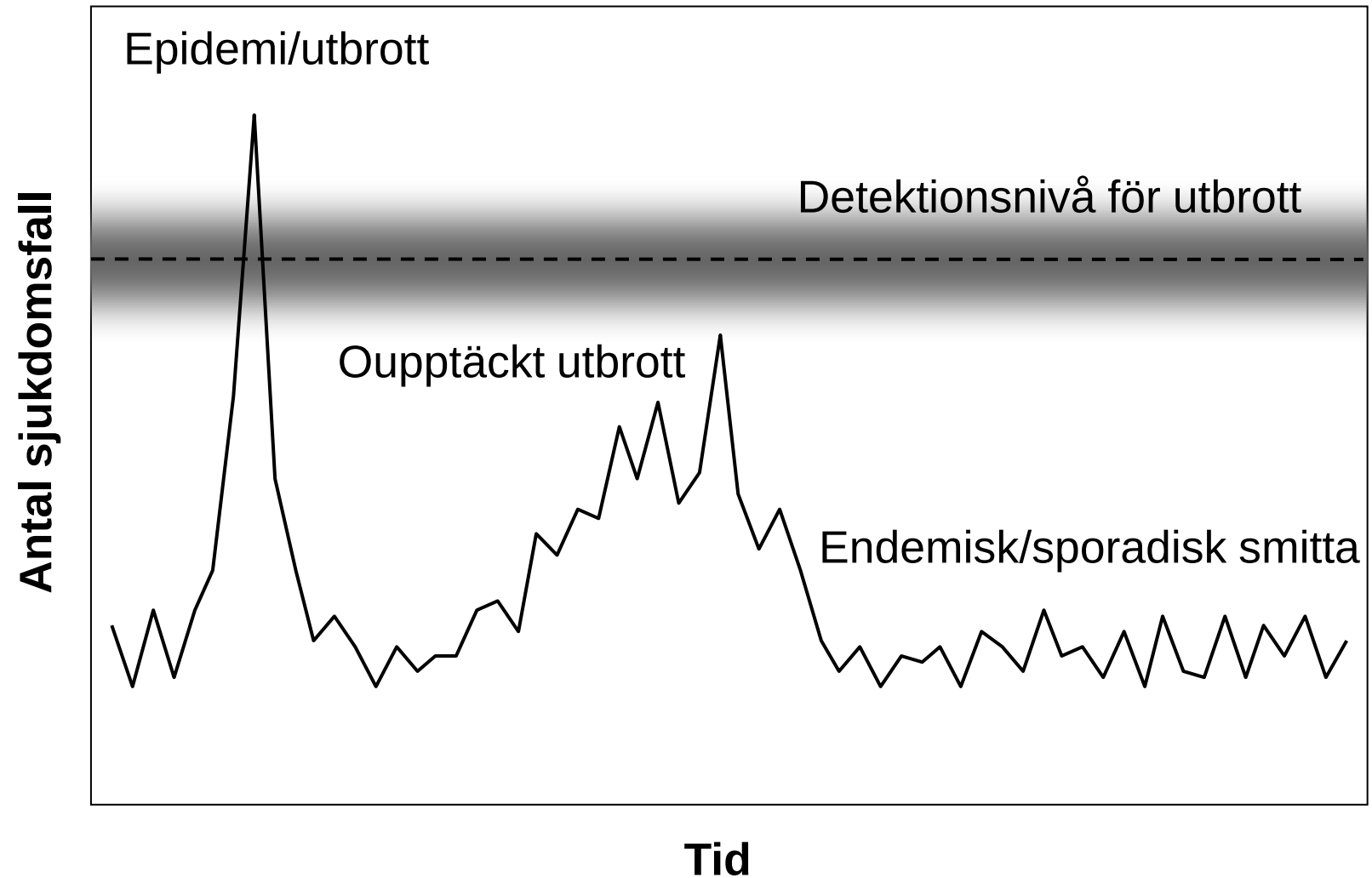


Vattentyp och orsakande agens

Utbrott i Sverige 1992-2011

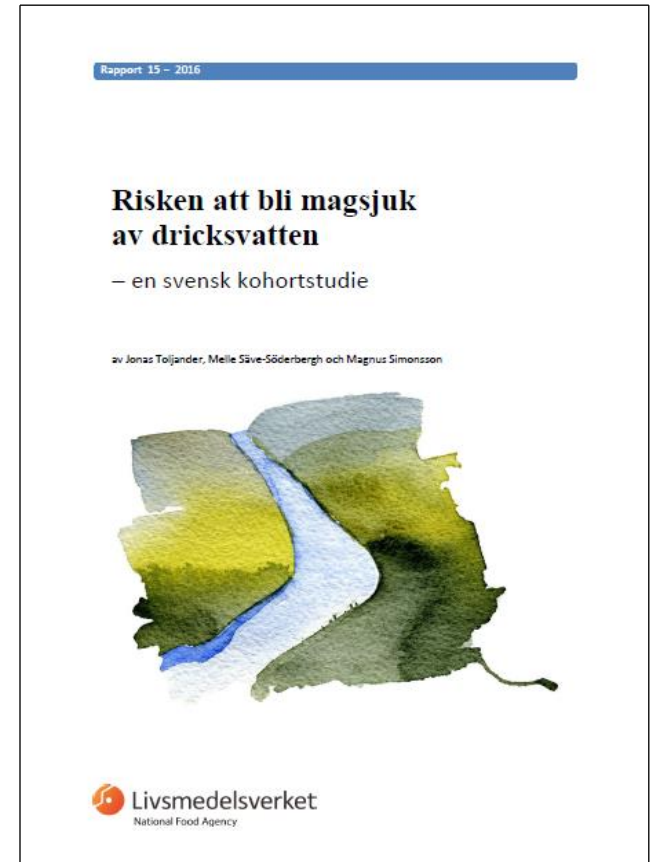
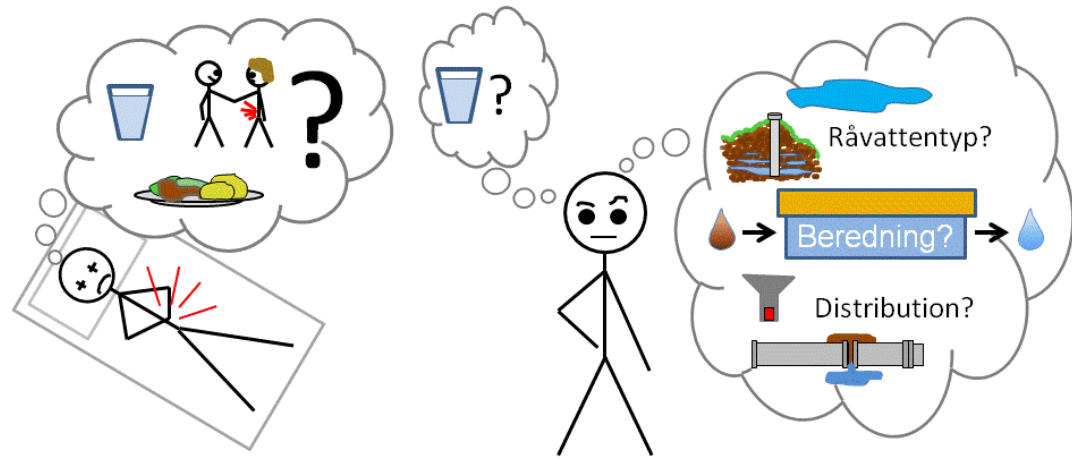


Stort mörkertal



Endemisk smitta

Hälsoeffekter av händelser i produktion och distribution av dricksvatten

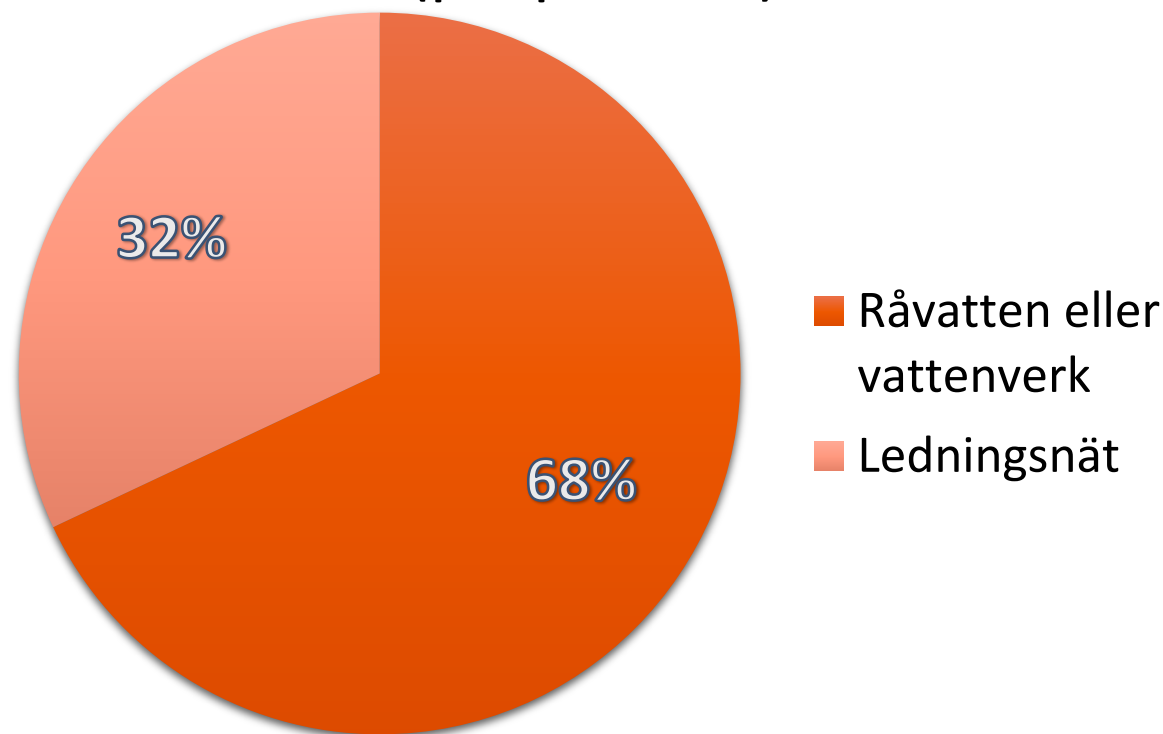


-> 175 000 fall/år

Orsak till sjukdomsutbrotten

Orsak till 49 utbrott med totalt 28 000 sjuka

Antal utbrott (proportion)



Hur övervakar man vattnets mikrobiologiska kvalitet?

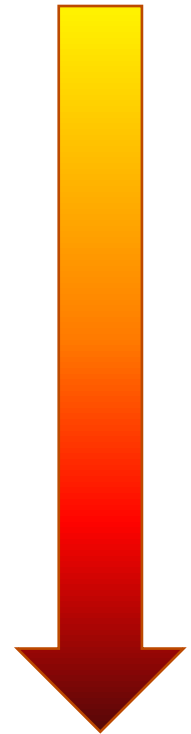
Övervakning av och information om föroreningskällor och olika påverkansfaktorer i och kring vattentäkten

Övervakning av råvattenkvaliteten

Övervakning av dricksvattenkvaliteten

Epidemiologisk övervakning

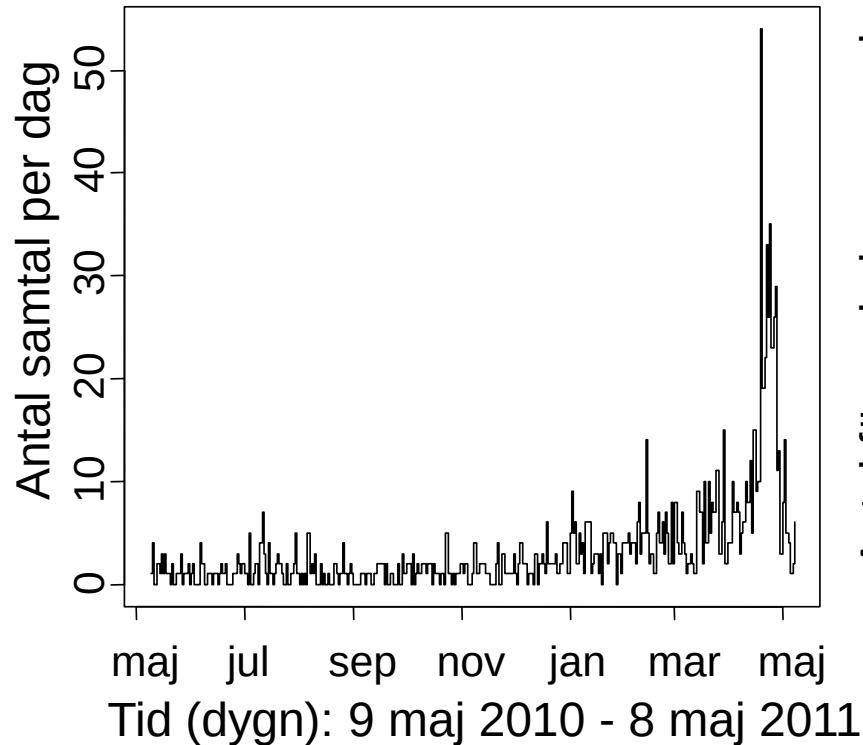
Förebyggande



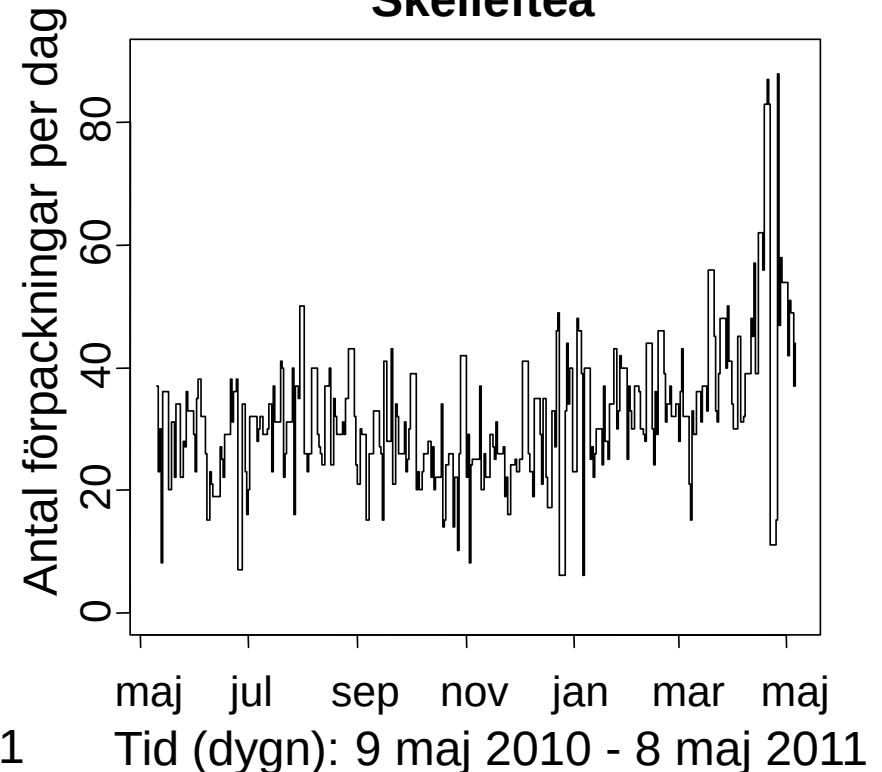
Begränsande

Exempel epidemiologisk övervakning

1177 samtal om diarré för
Skellefteå



Försäljning av anti-diarré i
Skellefteå



Tjänsten hälsoläge: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/overvakning-och-rapportering/syndromovervakning/>

Vattenverkens utgångspunkt

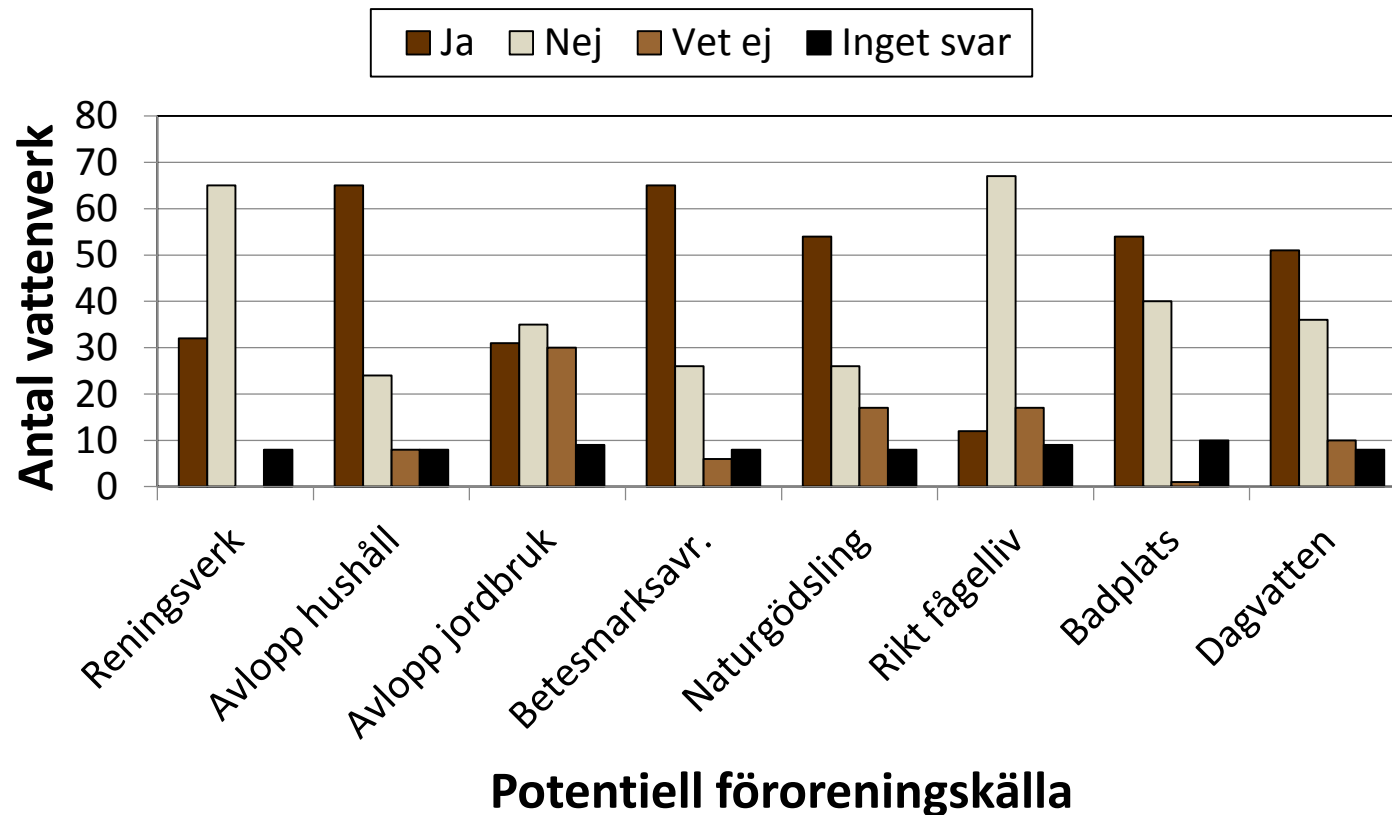
I Livsmedelsverkets vägledning till dricksvattenföreskrifterna står det:

”Det är viktigt att skaffa sig kunskap om föroreningskällor i råvattentäkten och i råvattentäktens tillrinningsområde och kontinuerligt arbeta för att avlägsna eller minimera utsläppen från dessa.”

Samt att:

”Det är bättre att motverka en förorening av täkten än att införa en beredningsmetod med syfte att ta bort föroreningen.”

Föroreningsbilden är komplex



Strategi för råvattenövervakning

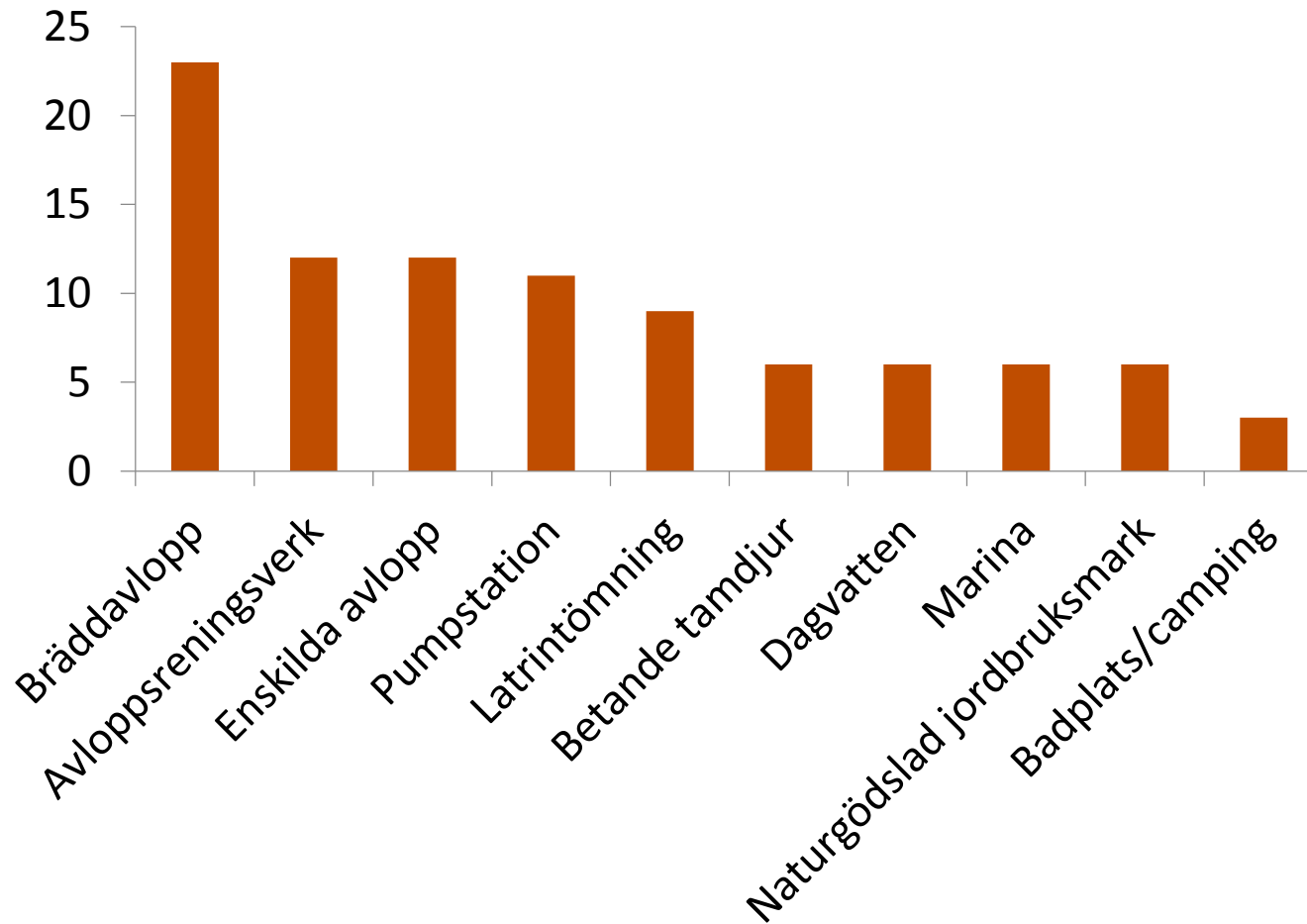
- Vad påverkar råvattenkvaliteten?
- Hur förorenat är råvattnet?
- Hur varierar kvaliteten på råvattnet?
- Vilka risker kan föroreningen innebära?
- Hur identifierar man föroreningskällor?

Vad påverkar råvattenkvaliteten?

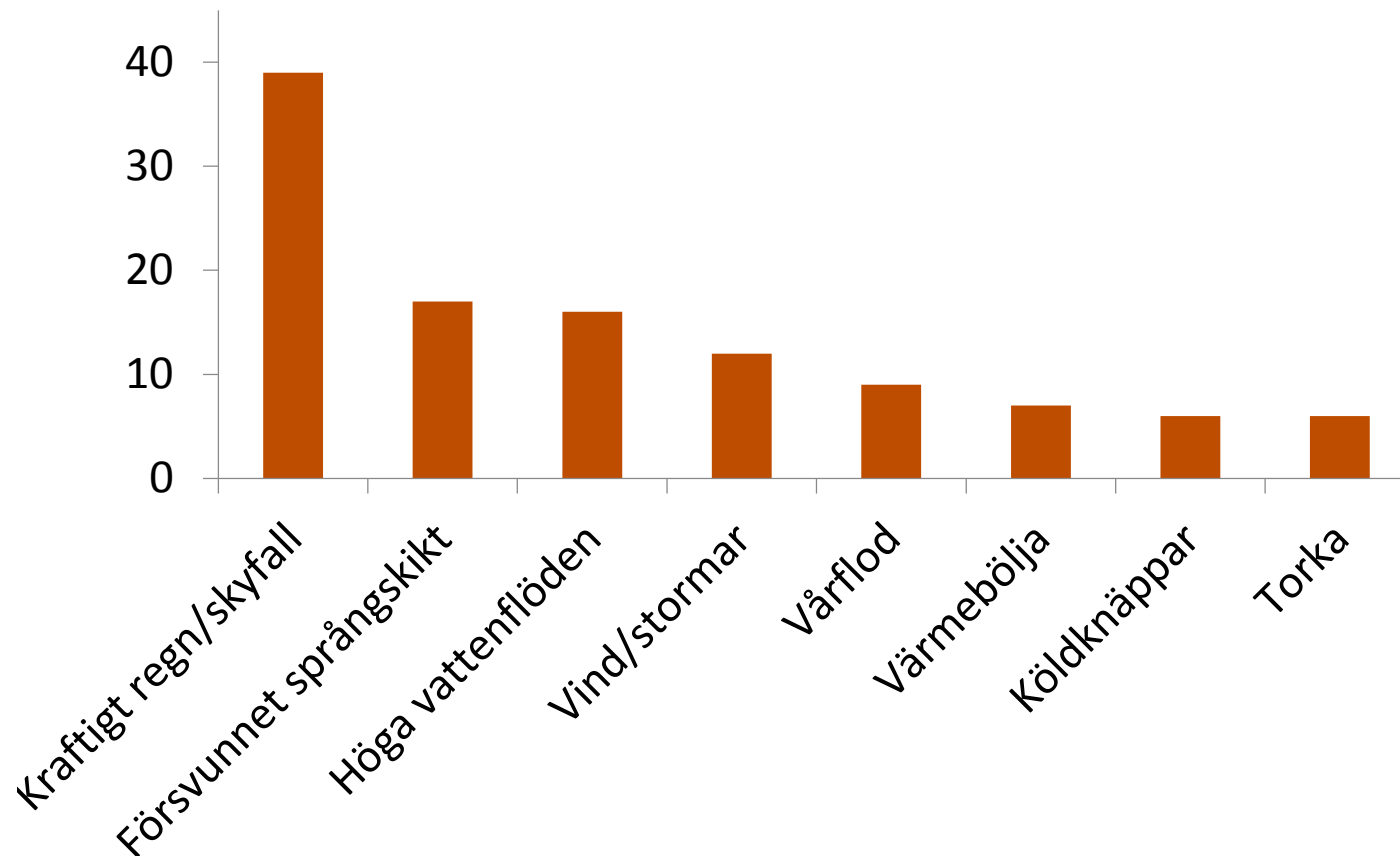
- Bedöm täktens och tillrinningsområdets omfattning och identifiera tillflöden
- Inventera möjliga föroreningskällor
- Undersök om och hur väder, säsong och klimat påverkar föroreningsgrad
- Gradera hur mycket olika föroreningskällor samt väder och klimat inverkar på råvattenkvaliteten
- Uppdatera detta arbete med jämna mellanrum



Nio dricksvattenproducenters samlade bedömning av de största riskerna vid den egna vattentäkten



Nio dricksvattenproducenters samlade bedömning av vilka klimat- och väderfaktorer som har störst påverkan på råvattnet



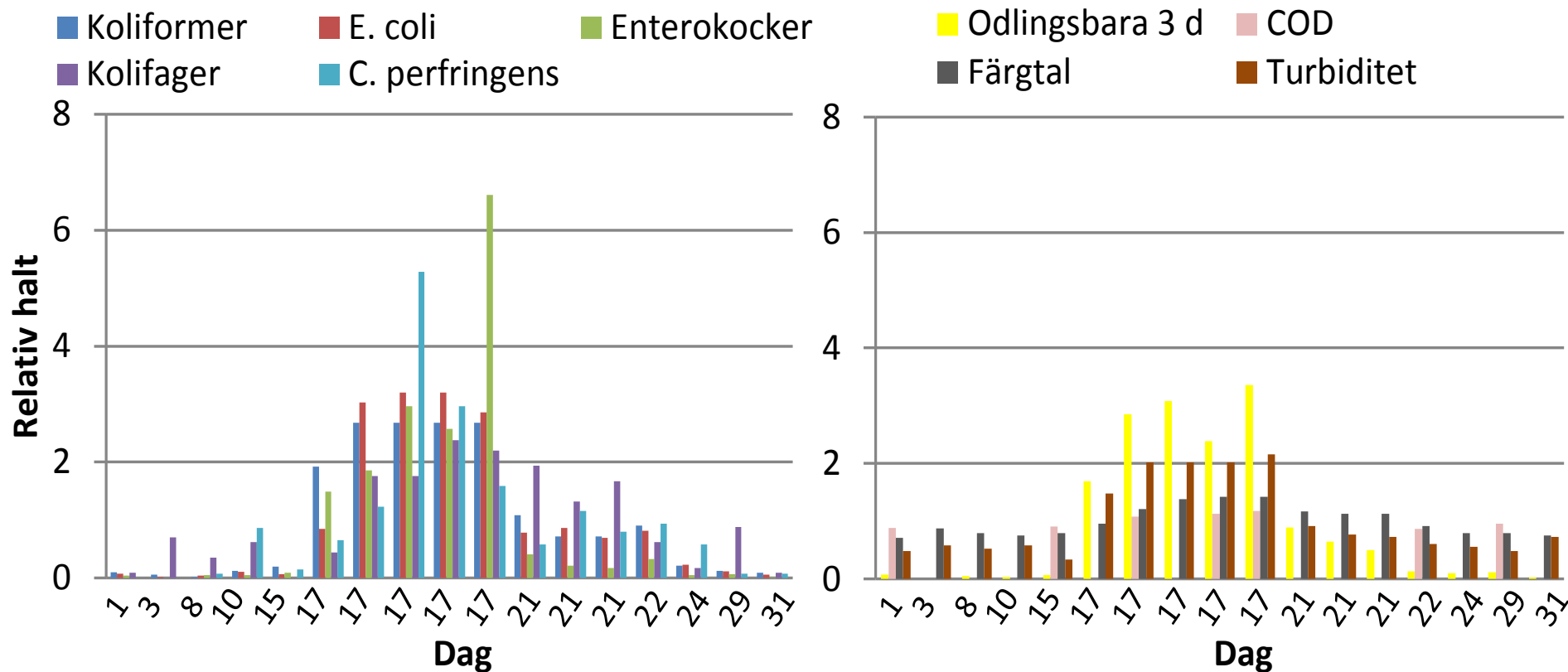
Hur förorenat är råvattnet?

Mätning och övervakning med mikrobiologiska och fysikalisk-kemiska indikatorer

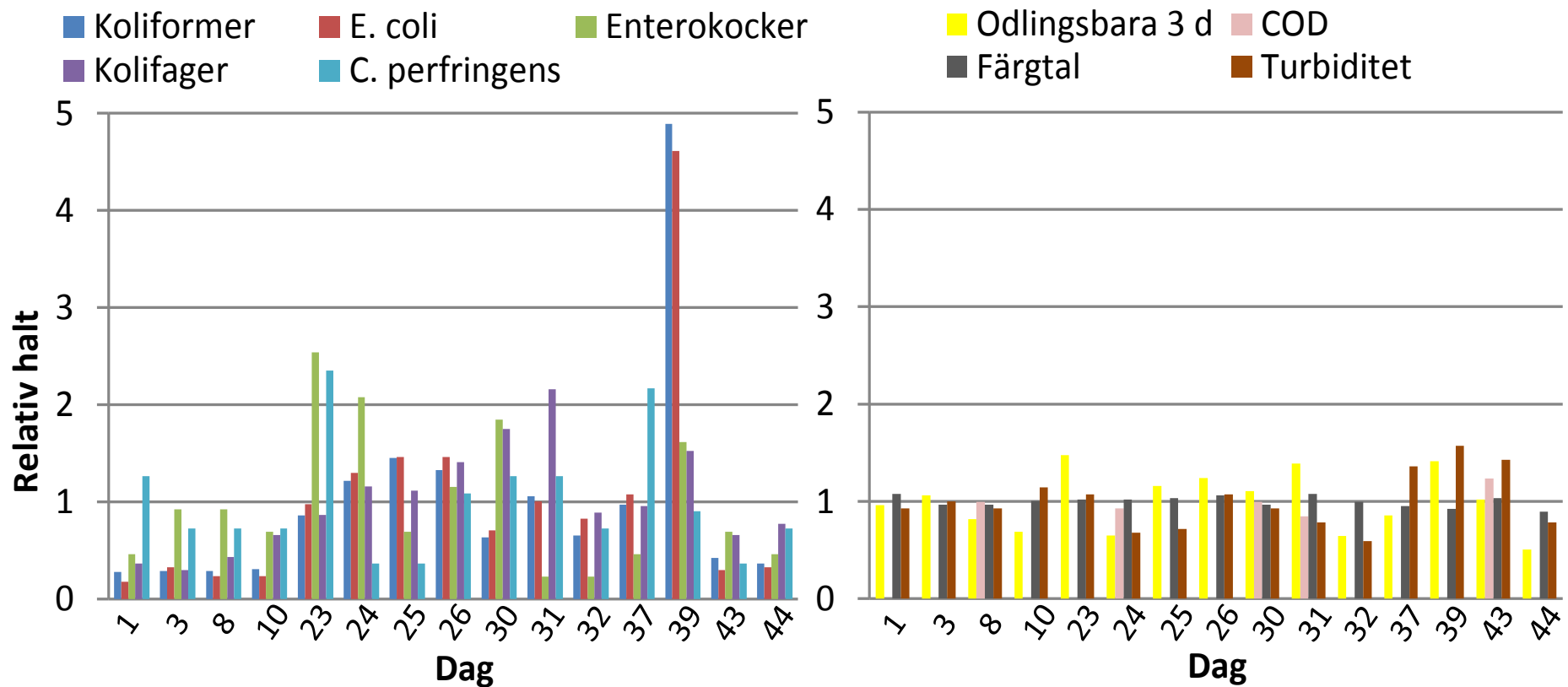
- ***E. coli*, enterokocker och kolifager** är tydliga indikatorer på fekal förorening
- **Koliformer** och ***Clostridium perfringens*** är svagare fekala indikatorer
- **Odlingsbara mikroorganismer, 3d och Långsamväxande bakterier, 7d** är inte fekala indikatorer men kan indikera förändringar i råvattenkvaliteten
- **Turbiditet, pH, färgtal, konduktivitet, COD och temperatur** är inte fekala indikatorer men kan indikera förändringar i råvattenkvaliteten



Variationer för indikatorparametrar före, under och efter kraftiga regn i en vattentäkt



Variationer för indikatorparametrar vid avloppsbräddningar i en vattentäkt



Rekommenderade provtagningsfrekvenser

Svenskt Vattens branschriktlinjer

”Råvattenkontroll – krav på råvattenkvalitet”:

Antal anslutna personer	Producerad volym/dygn (m ³)	Antal råvattenprov/ år
≤ 2 000	≤ 400	2
>2000 - ≤5 000	>400 - ≤1 000	4
>5 000 - ≤50 000	>1 000 - ≤10 000	8
>50 000 - ≤ 500 000	>10 000 - ≤100 000	16
>500 000	>100 000	32

Introduktion till mikrobiologisk barriäranalys (MBA):

Vattenverkets storlek	Rekommenderat antal
<1000 personer	12
1000-10 000 personer	24
>10 000 personer	48



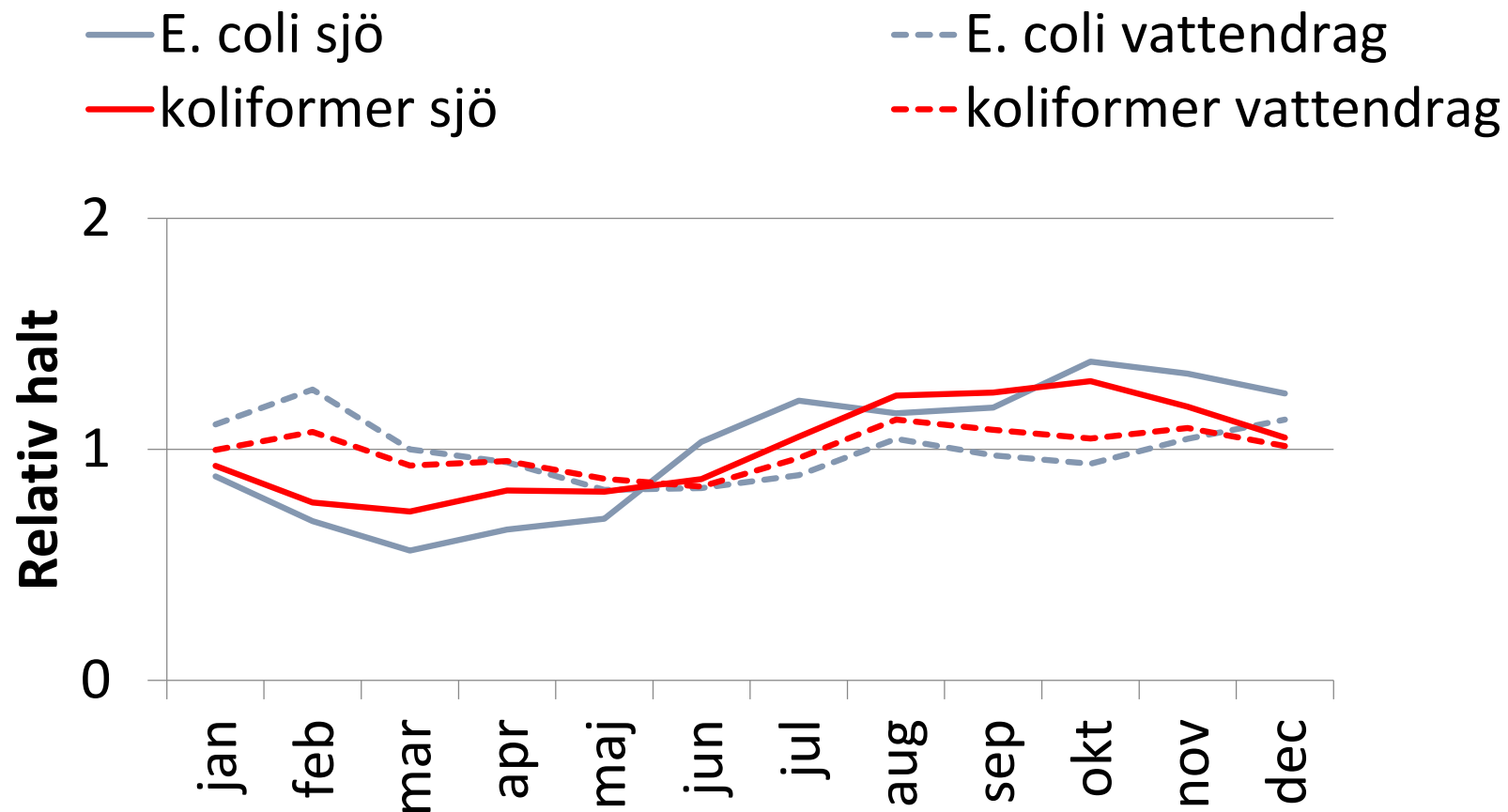
Livsmedelsverket

Hur varierar kvaliteten på råvattnet?

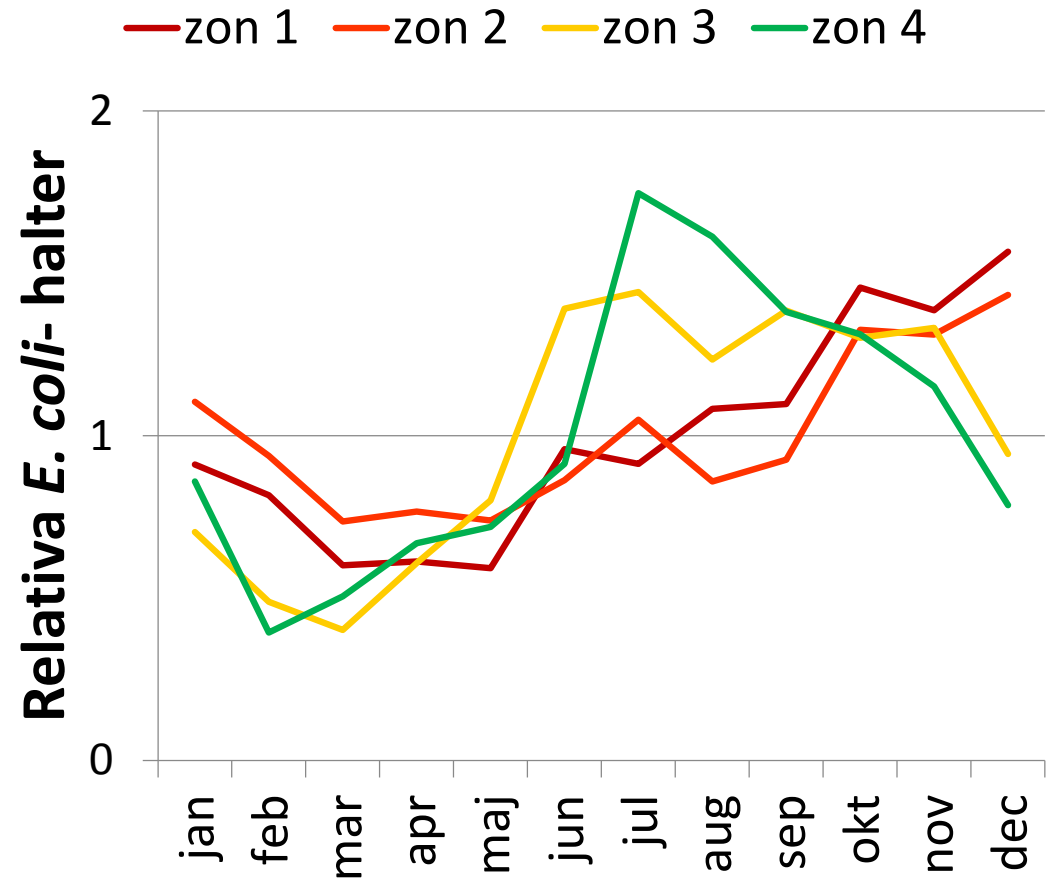
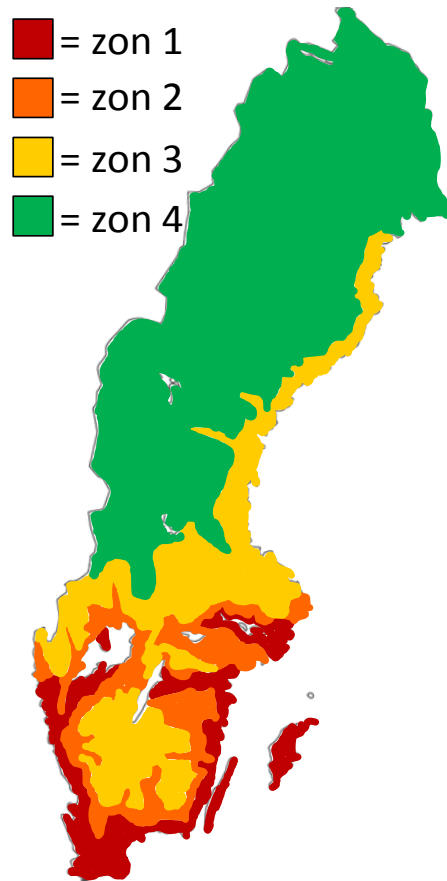
I Livsmedelsverkets vägledning till dricksvattenföreskrifterna står det:

”Kunskap om variationer i råvattnets mikrobiologiska och kemiska kvalitet på kort och lång sikt är en förutsättning för att kunna utforma beredningen i vattenverket, liksom för styrning av beredningsprocesserna. Det är speciellt viktigt att kartlägga de sämsta förhållandena i råvattnet, och se till att beredningen klarar dessa”

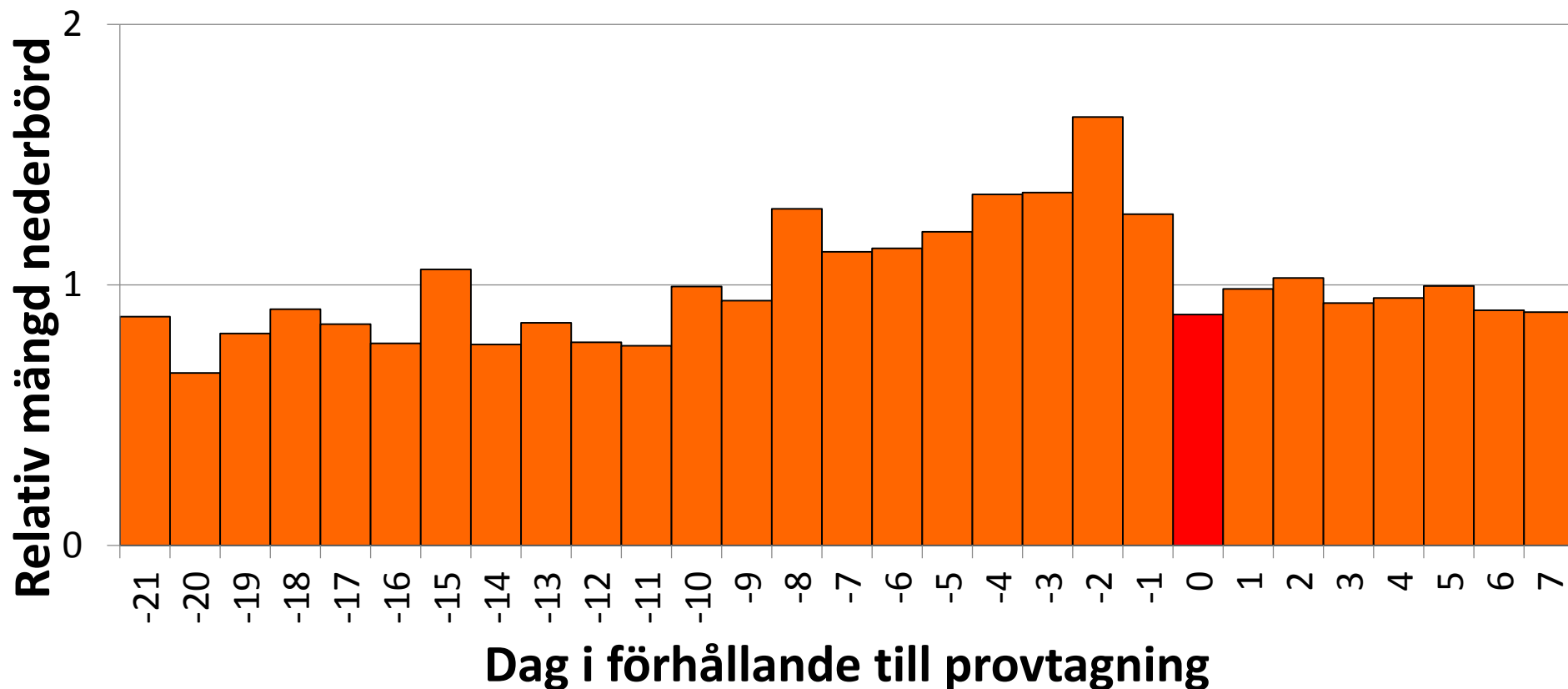
Variationer beroende på säsong



Variationer beroende på klimat



Förorening föregås av större regnmängder

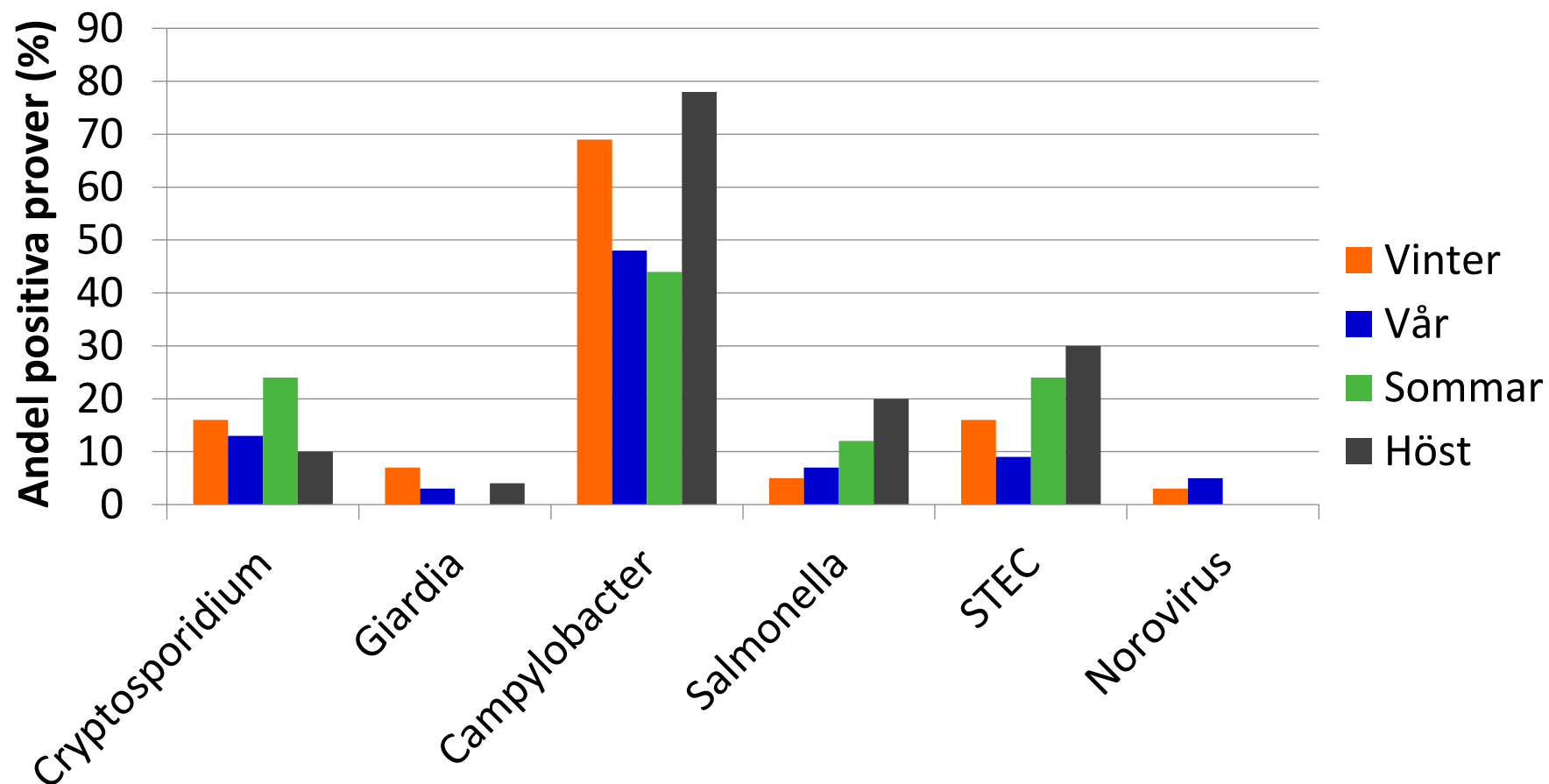


Vilka risker kan föroreningen innebära?

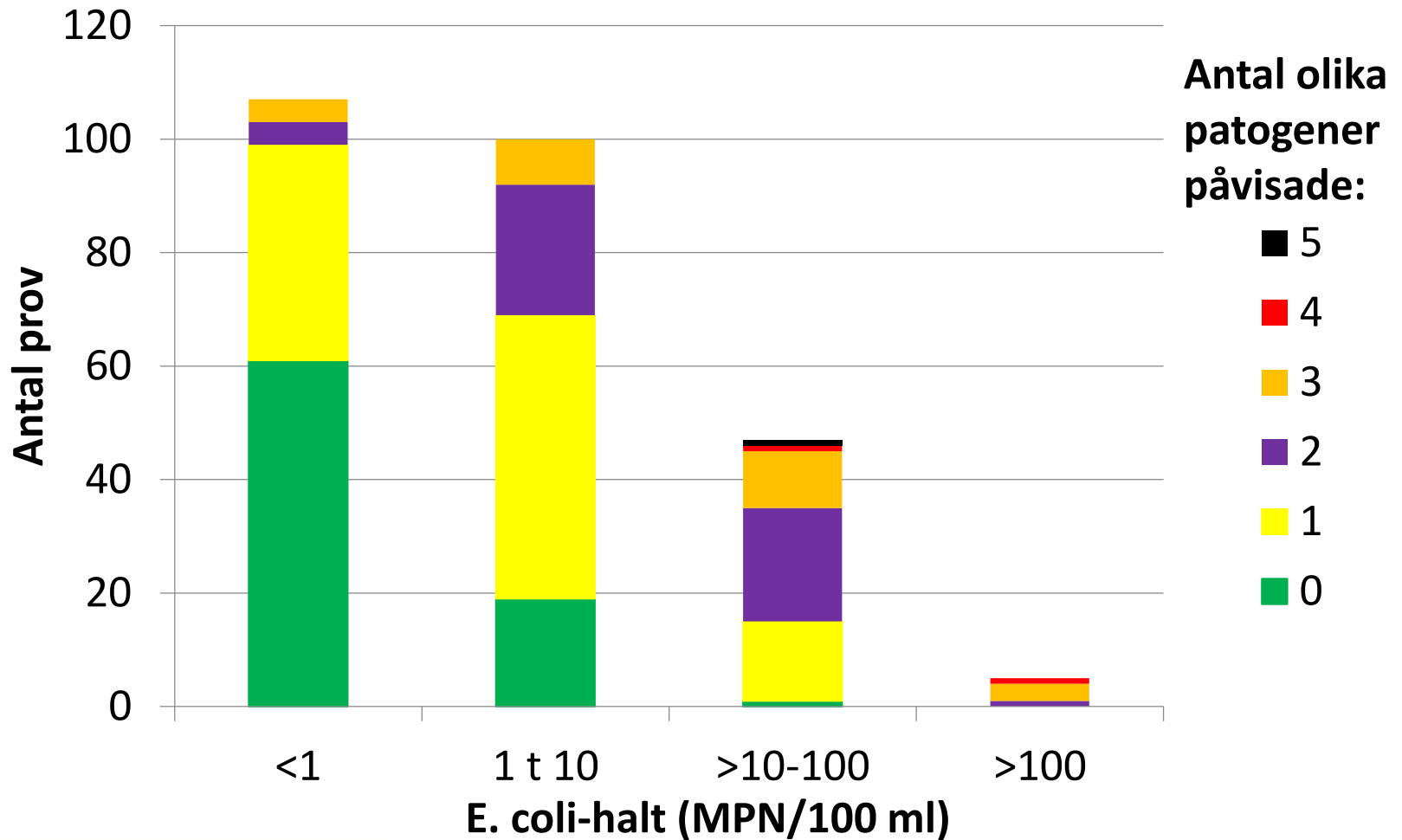
Sjukdomsframkallande mikroorganismer
som orsakat utbrott i Sverige 1992-2011

Organism	Antal	Överlevnad i råvatten	Infektions- dos	Kända källor (WHO, "Guidelines for drinking water", 2011)
Campylobacter	6	Måttlig	Låg	Vilda och tama djur speciellt fjäderfä, vilda fåglar och nötdjur Människa
Patogena E. coli[#]	5	Måttlig	Låg	Människa Boskap som nötdjur, får och i mindre utsträckning getter, grisar och kycklingar
Shigella	1	Kort	Låg	Människa
Cryptosporidium	3	Lång	Låg	Människa och andra däggdjur
Giardia	2	Måttlig	Låg	Människa och andra däggdjur
Calicivirus[‡]	16	Lång	Låg	Människa

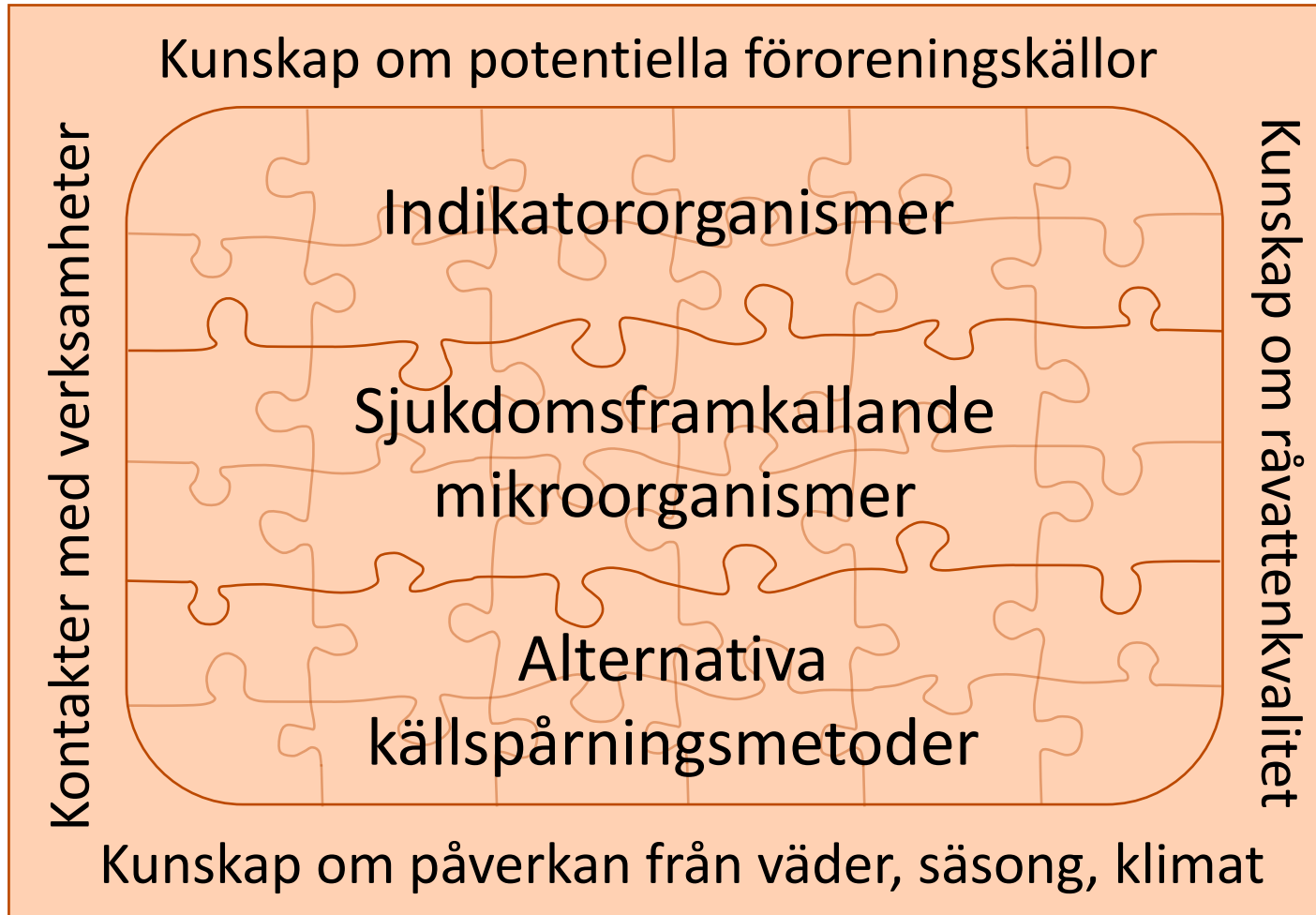
Förekomst av sjukdomsframkallande mikroorganismer i sex ytråvatten



Samband mellan *E. coli* och sjukdomsframkallande mikroorganismer



Hur identifierar man föroreningskällor?



Hur källspårar man?

- Kunskap om potentiella föroreningskällor

Vilka, var, när, rinntider...?

- Kunskap om råvattenkvalitet

Fysikalisk-kemiskt, mikrobiologiskt, normalvärden?

- Kunskap om påverkan från väder, säsong och klimat

Vad, när, hur, vad påverkas/hur påverkar det...?

- Kontakter med verksamhetsutövare

Informationsutbyte om risker mm.

Detta bidrar med den nödvändiga ramen runt källspårningsarbetet och är i sig ofta tillräckligt

Källspårning med indikatororganismer

Proportion *E. coli* i förhållande till Enterokocker:

$>4,0$ -> human förorening, $\leq 0,7$ -> icke-human förorening

Högre proportion *C. perfringens* hos kött- och allätare än hos växtätare

Men:

- Olika indikatororganismer överlever olika länge i miljön
- Vissa indikatororganismer förmår tillväxa i miljön
- Flera olika källor bidrar ofta till förorening

Indikatororganismer är betydelsefulla för kvantifiering av förorening och dessutom billiga och enkla att analysera

Källspårning utifrån patogener

Detekterat agens	Sannolika källor	Möjliga källor
Cryptosporidium	?	Människa, lantbruksdjur, sällskapsdjur, vilda däggdjur, fåglar
C. hominis	Människa	-
C. parvum	Människa, idisslare	Häst
Campylobacter	?	Människa, lantbruksdjur, sällskapsdjur, vilda däggdjur, fåglar
C. jejuni	Människa, fjäderfä, idisslare	Övriga lantbruksdjur, sällskapsdjur, vilda däggdjur, fåglar
C. coli	Människa, svin	Övriga lantbruksdjur, sällskapsdjur, vilda däggdjur, fåglar
C. lari	Sjöfågel	Lantbruksdjur, sällskapsdjur, vilda däggdjur, fåglar
C. upsaliensis	Hund, katt	Lantbruksdjur, övriga sällskapsdjur, vilda däggdjur, fåglar
Calicivirus	Människa	-

Källspårning utifrån patogener forts.

Men:

- Analyserna är dyra, komplicerade och tidskrävande
- Långt ifrån alla föroreningskällor innehåller patogener vid ett specifikt tillfälle
- Detaljerad karaktärisering kräver ofta höga koncentrationer patogener för att lyckas

Analys av patogener är betydelsefulla för att bedöma risk och ett nödvändigt verktyg i utbrotsutredningar

Alternativa metoder för fekal källspårning

Målet med metoderna är att vara...

specifikare

känsligare

snabbare

billigare

flexiblare

enklare

...än gängse metodik för källspårning

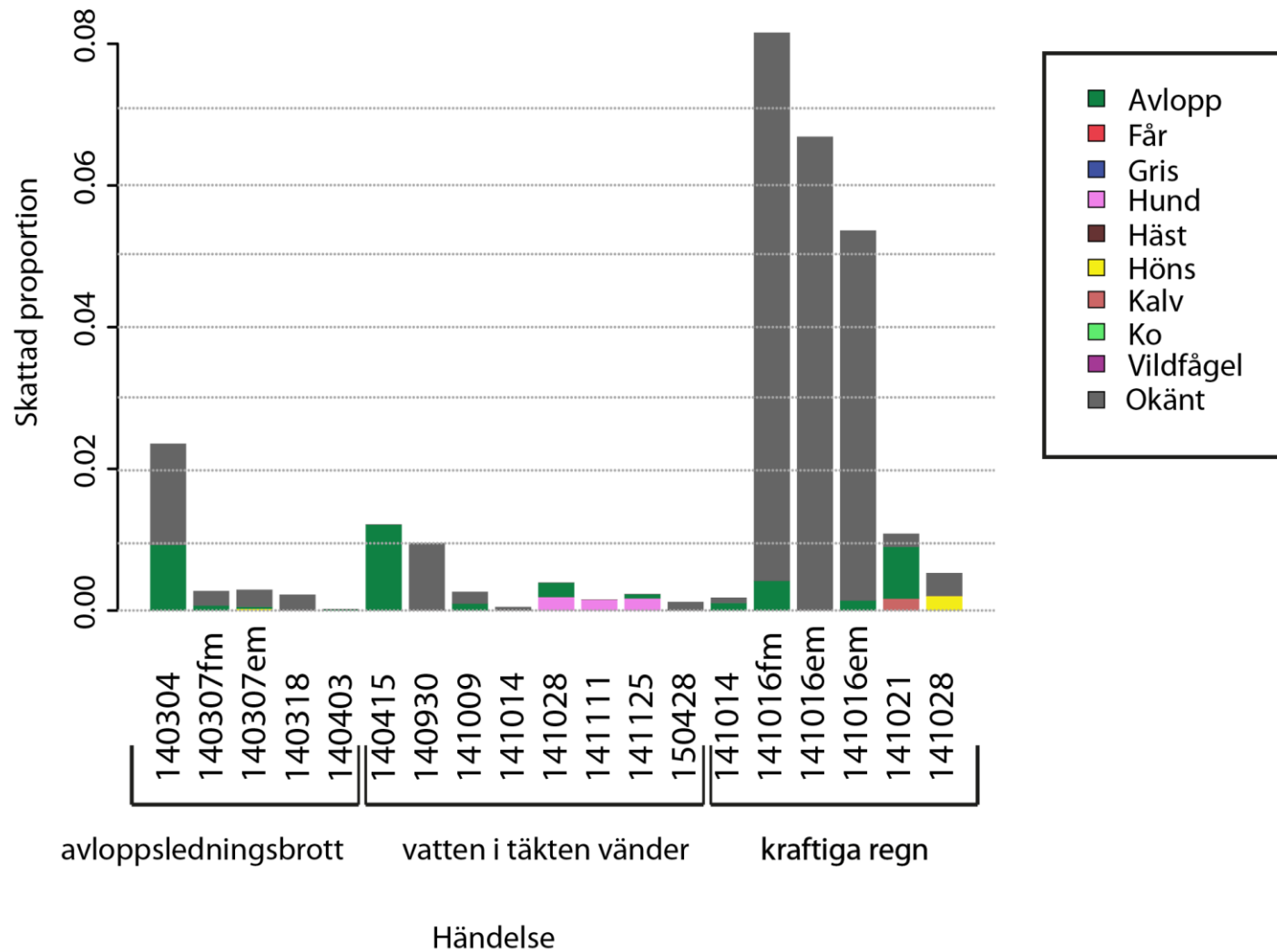


Livsmedelsverket

Några alternativa källspårningsmetoder

Metod	Identifierar	Påvisar förorening från
qPCR	Värdspecifika bakteriearter Värdspecifika virus Värdspecifika mitokondrier	Människa, lantbruksdjur, sällskapsdjur, vilda däggdjur, fåglar
Odling	Virus som angriper värdspecifika bakterier	Människa, lantbruksdjur
Masspektrometri	Kolesterolmetaboliter, läkemedel, djurläkemedel, substanser från livsmedel, foder, konsumtionsvaror	Människa, lantbruksdjur, sällskapsdjur
Fluorometri	Optiska blekmedel	Människa
Storskalig sekvensering	All arvsmassa eller valda delar av genetiskt material i ett prov	Människa, lantbruksdjur, sällskapsdjur, vilda däggdjur, fåglar

Analys av föroreningshändelser



Utvärdering alternativa metoder

Metodik	Fördelar	Nackdelar
qPCR	Snabb, billig och väl etablerad metodik	Varierande specificitet och känslighet
Odling	Ger kvantitativa svar	Lite långsam och har varierande specificitet och känslighet
Masspektrometri	Snabb och känslig metod	Svårt att hitta substanser som återfinns specifikt hos många individer
Storskalig sekvensering	Robust metod med mycket hög specificitet	Relativt dyr och arbetsintensiv
Fluorometri	Snabb och billig metodik med möjlighet till online-mätningar	Svag koppling till fekala föroreningar

Beslutsstöd för råvattenövervakning

Kontrollfråga

Åtgärd

1. Har det nyligen gjorts en inventering av potentiella fekala föroreningskällor i och kring vattentäkten?

JA



2. Analyseras fekala indikatorer i råvattnet på regelbunden basis och med tillräcklig frekvens?

JA



3. Analyseras fekala indikatorer i råvattnet vid tillfällen då den mikrobiologiska kvaliteten bör vara som sämst?

JA



4. Visar analyserna av fekala indikatorer att råvattnet är förorenat?

JA



5. Genomförs analyser av patogenförekomst?

JA



6. Visar patogenanalyserna att det förekommer sjukdomsframkallande mikroorganismer i råvattnet?

JA



NEJ/
~~VET EJ~~



NEJ/
~~VET EJ~~



NEJ/
~~VET EJ~~



NEJ



NEJ



NEJ



Gå igenom vilka föroreningskällor som finns, deras avstånd till råvattenintag, hur omfattande de är samt tillfällen då störst påverkan kan förväntas. Se Kapitel 2 i handboken för stöd.

Genomför regelbundna analyser enligt program beskrivet i Svenskt Vattens branschriktlinjer

Välj ut lämpliga provtagningstillfällen med utgångspunkt från inventeringen av föroreningskällor under fråga 1 och komplettera med information om hur väder, klimat och säsong/årstid kan påverka råvattenkvaliteten (se Kapitel 4 i handboken). Passa på att provta när händelser som särskilt kan försämra råvattenkvaliteten inträffar.

Fortsätt med indikatoranalyser både på regelbunden basis och när råvattenkvaliteten förväntas vara som sämst.

Undersök patogenförekomst. Överväg att införa ett kontrollprogram där förekomst av sjukdomsframkallande mikroorganismer analyseras (se exempelvis Folkhälsomyndighetens "Känn ditt vatten"). Provtva gärna regelbundet och när råvattenkvaliteten förväntas vara som sämst.

Fortsätt med indikatoranalyser både på regelbunden basis och när råvattenkvaliteten förväntas vara som sämst. Komplettera med patogenanalyser vid lämpliga tillfällen.

Se över barriärverkan exempelvis med stöd av riskanalysverktygen MRA och MBA. Sök upp källor till föroreningar och arbeta i möjligaste mån för att de avlägsnas eller minskas. Vid osäkerhet och/eller meningsskiljaktigheter om vad som orsakar föroreningen kan ett aktivt källspåringsarbete inledas (se Beslutsstöd för att motverka förorening av råvattnet, Bilaga 3)

Beslutsstöd för att motverka förorening av råvattnet

Kontrollfråga

1. Har beslutsstödet för råvattenövervakning (Bilaga 2) tillämpats?

JA



2. Är råvattnet fekal förorenat?

JA



3. Bedöms graden av förorening som en potentiell risk utifrån aktuellt kunskapsläge?

JA



4. Finns det tillräcklig kunskap för att fastställa orsak och källa till föroreningen?

JA



Arbeta i första hand för att avlägsna/minska påverkan från föroreningskällan. Vid behov kan föroreningskällan preciseras ytterligare med hjälp av specialiserade analysmetoder för fekal källspårning (se nedan till höger). I andra hand kan ytterligare beredningssteg i produktionsprocessen övervägas för att höja säkerheten.

Om problematik med råvattenkvaliteten kvarstår efter det att en föroreningskälla avlägsnats/minskats, gå tillbaka till kontrollfråga 3.

NEJ



NEJ



NEJ



NEJ



JA



Åtgärd

Gå igenom beslutsstödet för råvattenövervakning.

Fortgå med regelbundna och fördjupade analyser enligt program beskrivna i branschriktlinjerna och introduktionen till MBA. Beakta särskilt de tillfällen då råvattenkvaliteten förväntas vara som sämst i din vattentäkt (se Kapitel 4).

- A. Gör en uppdaterad inventering av potentiella föroreningskällor i och kring vattentäkten. Gör en lista och bedöm sannolik grad av påverkan (se Kapitel 2 och Bilaga 1).
- B. Sök samband mellan väder, klimat och säsong och graden av förorening utifrån analysresultat och väderdata. Leta efter mönster från online-mätningar av exempelvis turbiditet, temperatur konduktivitet och pH. Stryk potentiella föroreningskällor från listan om de inte längre är aktuella.
- C. Samråd med andra verksamhetsutövare runt vattentäkten för att klargöra när perioder av förorening inträffar/kan tänkas inträffa (se Kapitel 4). Stryk potentiella föroreningskällor från listan om de inte längre är aktuella.
- D. Intensifiera provtagning och analys av fekala indikatorer och eventuellt patogener vid tillfällen då misstänkta föroreningskällor kan antas påverka som mest. Provtva även på platser varifrån potentiella tillskott av förorening misstänks härstamma.

5. Går det efter genomgång av punkterna A-D att fastställa källa och orsak till föroreningen?

NEJ



Kontakta mikrobiologer på Livsmedelsverket (018-17 55 00) eller Totalförsvarets Forskningsinstitut (090-10 66 00) för att tillsammans med dem överväga en utredning med hjälp av specialiserade analysmetoder för fekal källspårning.

De som har deltagit

Livsmedelsverket, FOI, SVA, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå universitet, Folkhälsomyndigheten samt personal på vattenverken i Trollhättan, Borås, Stockholm, Östersund, Motala, Härnösand, Norrköping, Linköping, Partille, Järfälla och Uppsala.

Länk till handboken:

<https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/produktion-handel-kontroll/vagledningar-kontrollhandbocker/handbok-ytravatten---dricksvattenrisker.pdf>

Några funderingar

Uppströms arbete styrs till stor del av de 16 nationella Miljökvalitetsmålen och EUs Ramdirektiv för vatten -> Mycket litet fokus på mikrobiologiska hälsofaror.

God ekologisk status $\neq$ mikrobiologiskt säkert

Vi skiter i det vi dricker -> borde inte avlopp lyftas fram tydligare som en risk i vattentäkter?

Tydligare krav på mikrobiologisk rening av avlopp?

Stort tack för
uppmärksamheten!