



Mikrobiologiska risker i dricksvatten – hur ska de värderas och hanteras?

Jakob Ottoson



Aktörer och ansvar från täkt till kran



**Ytvattentäkt
Grundvatten**

**Havs- och Vatten-
myndigheten**

Miljödepartementet

**SVERIGES
GEOLOGISKA
UNDERSÖKNING**

Näringsdepartementet

LÄNSSTYRELSE OCH KOMMUN

**Ramdirektivet för vatten
2000/60/EG**

Miljöbalken



Vattenverk

LIVSMEDELSVERKET

Landsbygdsdepartementet

Livsmedelslagstiftning



**Distributions-
anläggning**

**LIVSMEDELS-
VERKET**

BOVERKET

Socialdepartementet

Finansdepartementet

Vattentjänstlagen

**LIVSMEDELS
VERKET**

NATIONAL FOOD
AGENCY



VA-installation

BOVERKET

**Dricksvattendirektivet
98/83/EG**

Plan- och Bygglagen/ BBR



Konsument



Att producera säkert vatten

VSP

VSO

Känn din
vattentäkt

Inventering av föroreningskällor, påverkan
av väder- och andra händelser.

HACCP

Känn ditt
råvatten

Halter av indikatorer och deras variation.
Uppskattning av patogenhalter.

Sätt mål
för rening

Vilken barriärverkan behövs med
avseende på vattenkvalitet.
Övervakning av funktion.

Skydda
lednings-
nätet

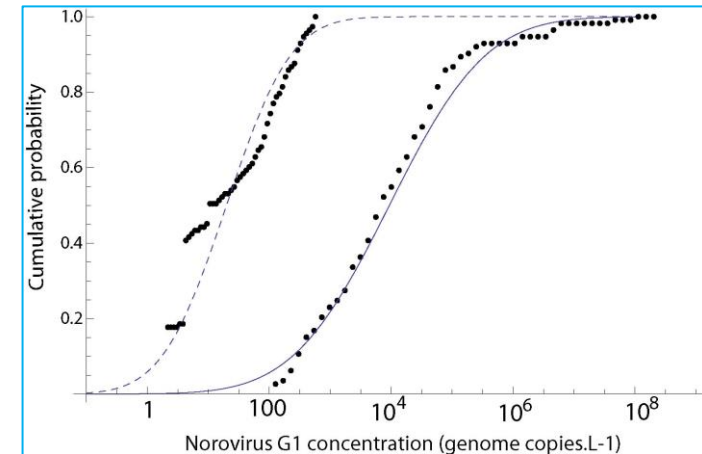
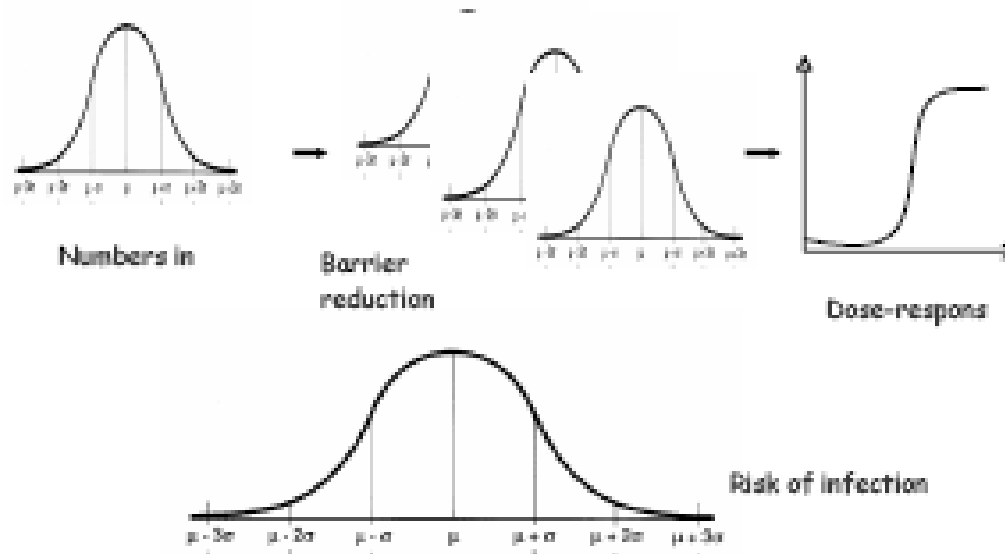
Utbytningstakt, rutiner vid
arbeten, skydd av uttagsbrunnar,
tryck i ledningsnät.



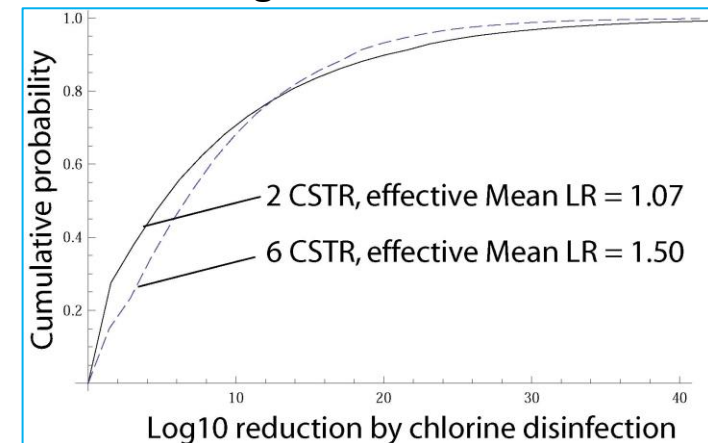
LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Riskbedömning – MRA-verktyget som hjälp



Figures: Susan Petterson



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY



**LIVSMEDELS
VERKET**

NATIONAL FOOD
AGENCY

www.visk.nu

Sjukdomar som kan spridas med vatten

- Framför allt mag-tarmsjukdomar som sprids fekalt-oralt
- Förutom magsjuka kan mer allvarliga sjukdomar spridas fekalt-oralt. Dessutom allvarliga följsjukdomar av vissa magsjukor
- 150-200 agens: virus, bakterier, parasiter

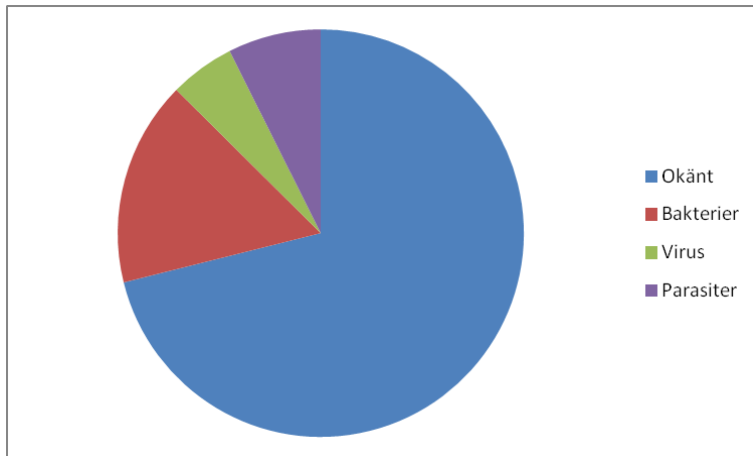


LIVSMEDELS
VERKET

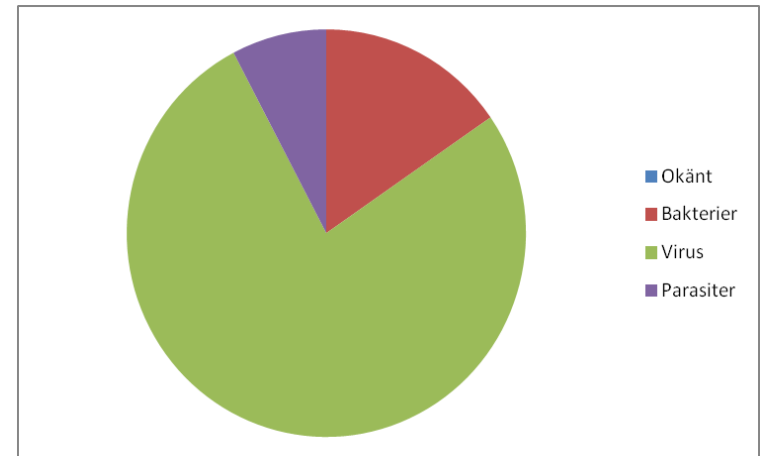
NATIONAL FOOD
AGENCY

Utbrott, orsakande mikroorganism

- Ofta inte bestämt
 - Blandade infektion (generell avloppsförorening)
 - Saknar patient och/eller vattenprov
- *Campylobacter*
- Norovirus
- *Giardia*
- *Cryptosporidium*



1980 – 2000



2001 – 2011

Elisabeth Hallin, Folkhälsomyndigheten



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Andra organismer

- *Shigella*
- *Salmonella*
- VTEC/STEC/EHEC
- Rotavirus
- Hepatit A virus
- Oppurtunister (vattenbaserade)
 - *Helicobacter pylori*
 - *Aeromonas*
 - *Mycobacterium*
 - *Legionella*



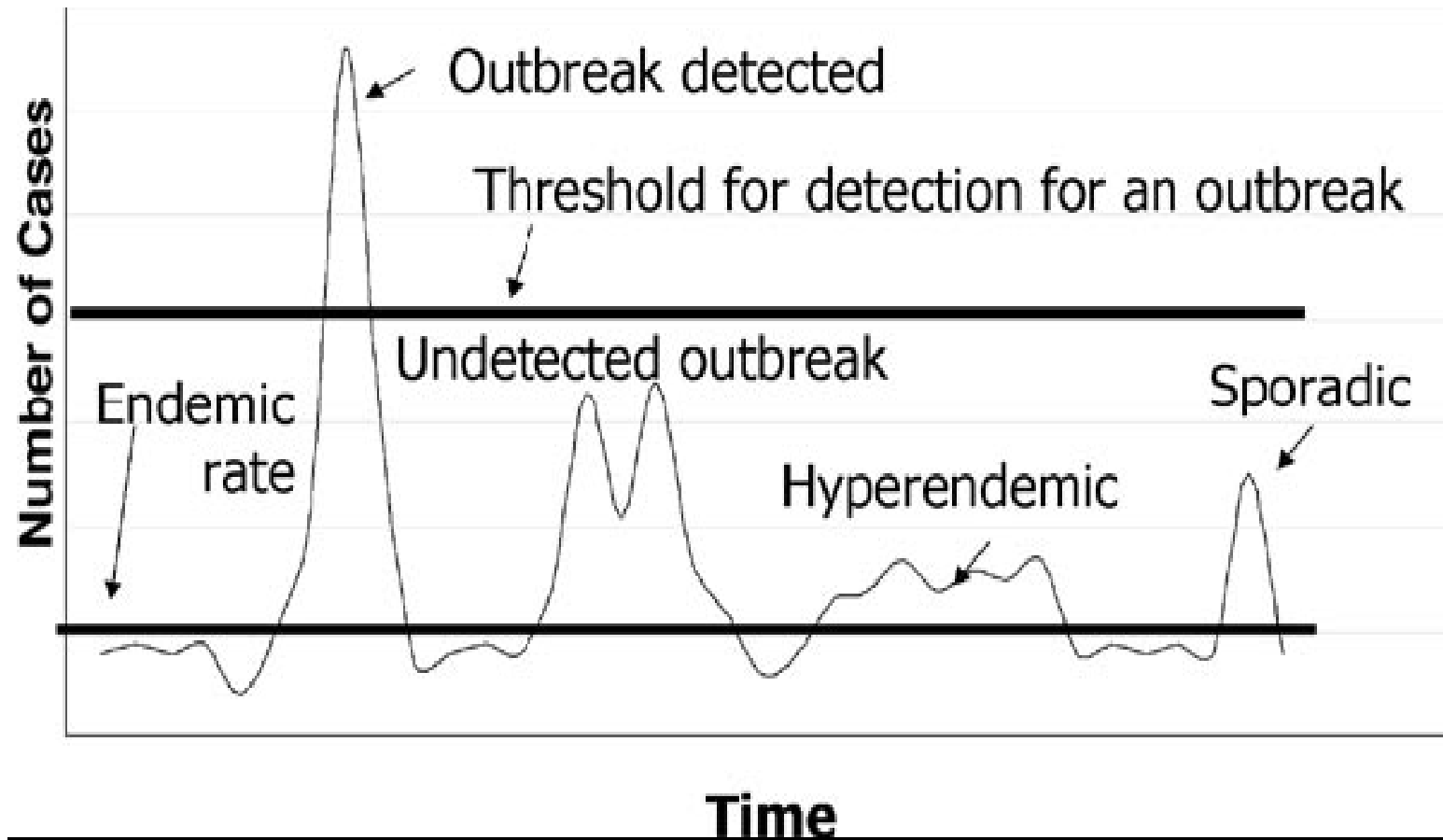
Foto: Therese Westrell



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Utbrott, toppen av isberget?!



Virus

- Genetiskt material, proteinhölje (membran)
- Små (20-100 nm) → svåra att avskilja mekaniskt
- Inte "levande" (behöver värdcell för replikation) → ingen aktivitet (resistenta mot uttorkning och andra processer)
- Ofta värd/vävnadsspecifika → korsar inte artbarriär (få zoonoser). Hepatit E påvisad zoonos (gris, hjort)
- Utsöndras i höga halter (10^9 per g feces)
- "Låg infektionsdos"
- Ex: Norovirus (vinterkräksjuka), rotavirus, Hepatit A virus

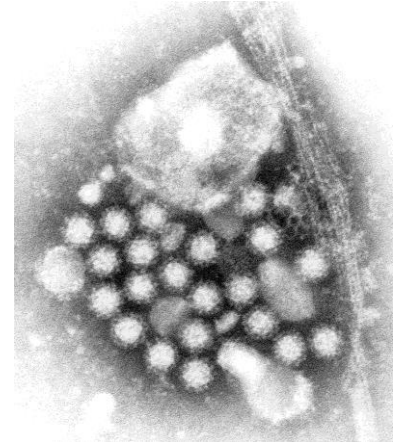
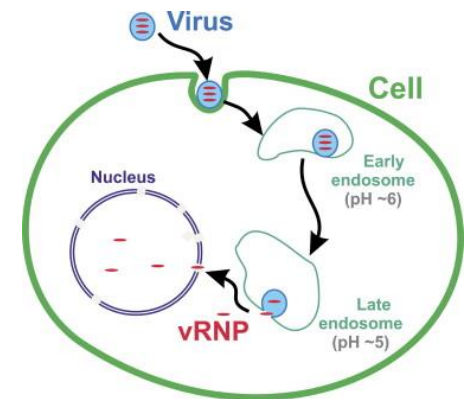


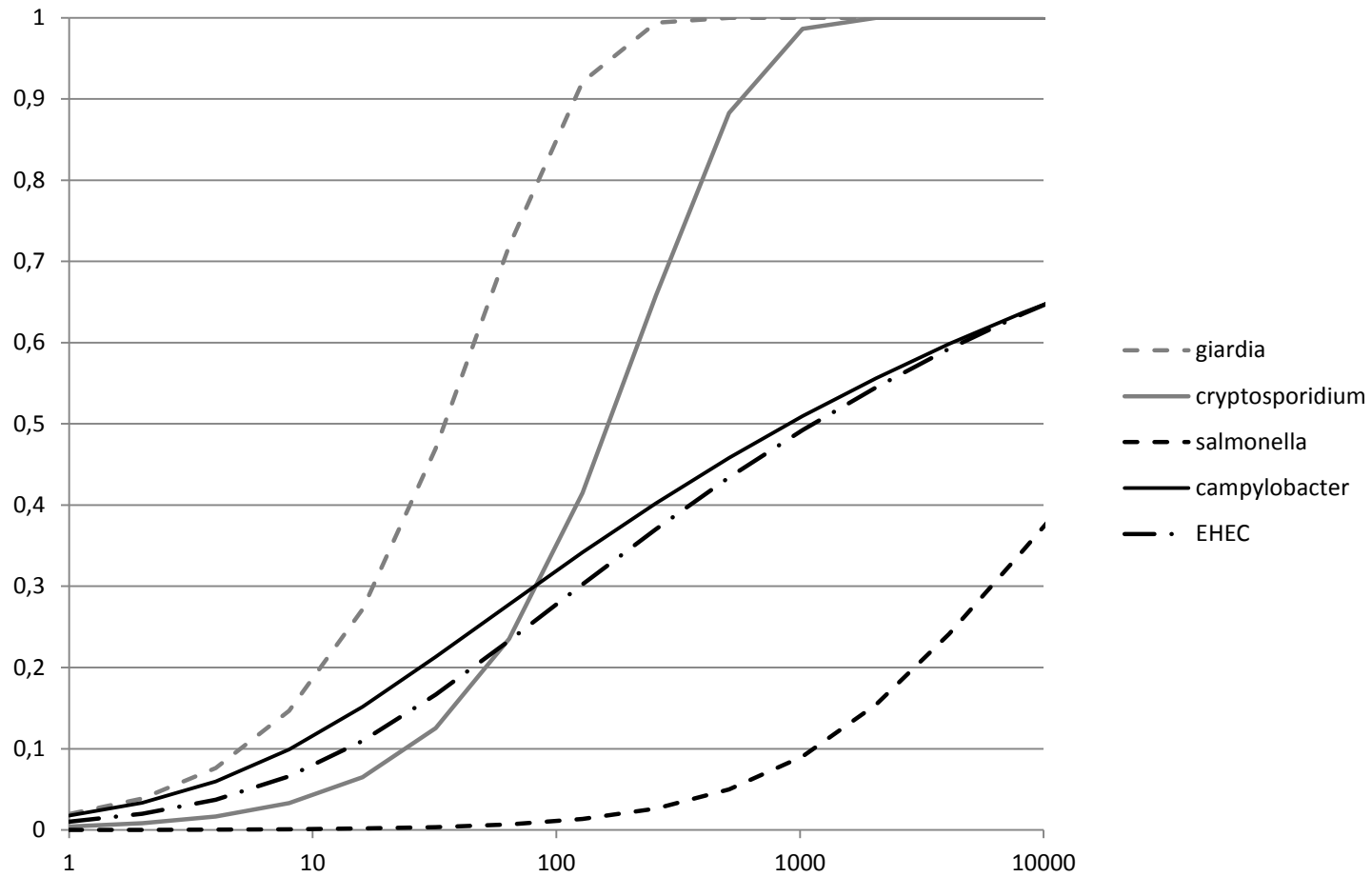
Foto: K-O Hedlund



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Farokarakterisering - dos-responsmodeller

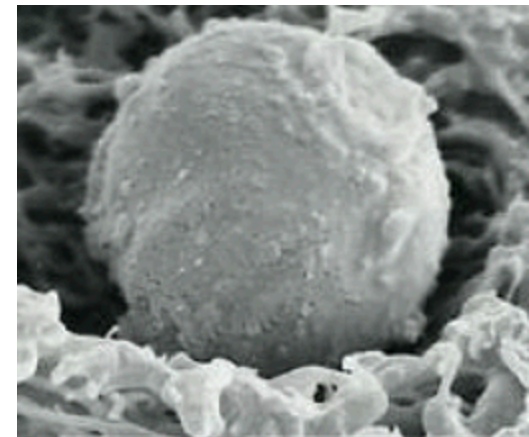
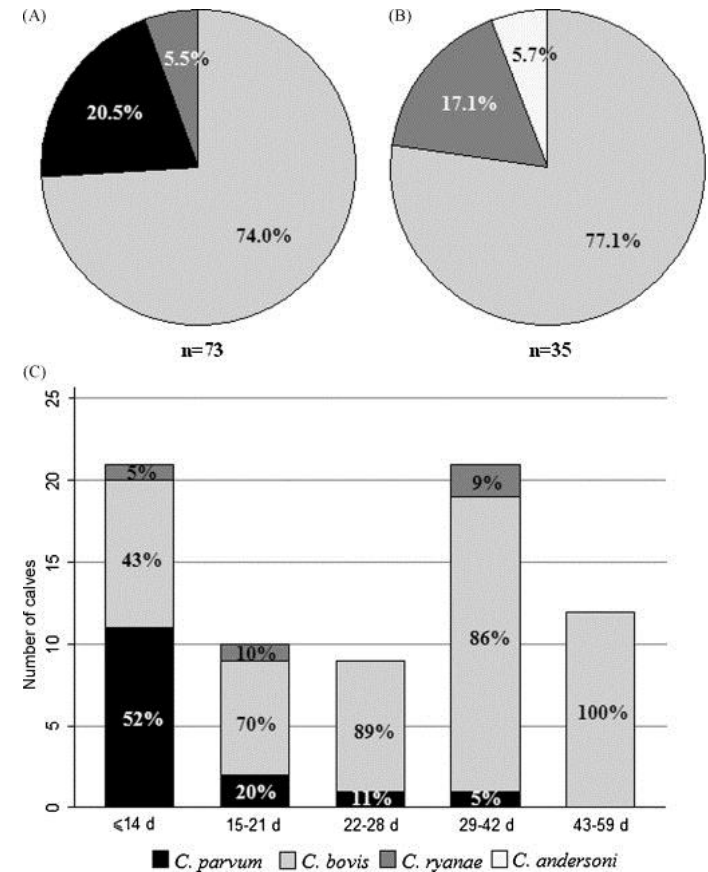


LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Parasiter

- Resistenta former i miljön: ägg, cystor och oocystor
- *Giardia intestinalis* (*lamblia*, *duodenalis*) zoonos?, 10-12 µm. Giardiasis ("Leningradsjuka"). Utbrott i Bergen 2004
- *Cryptosporidium hominis* (humanspecifik);
C. parvum (zoonos, fr.a. kalvar, får) 5 µm.
Orsak Milwaukee, 400 000 sjuka.
Östersund, 27 000 Fler
bassängrelaterade utbrott
- Klorresistenta (fr.a. *Cryptosporidium*)



Cryptosporidium Oocyst



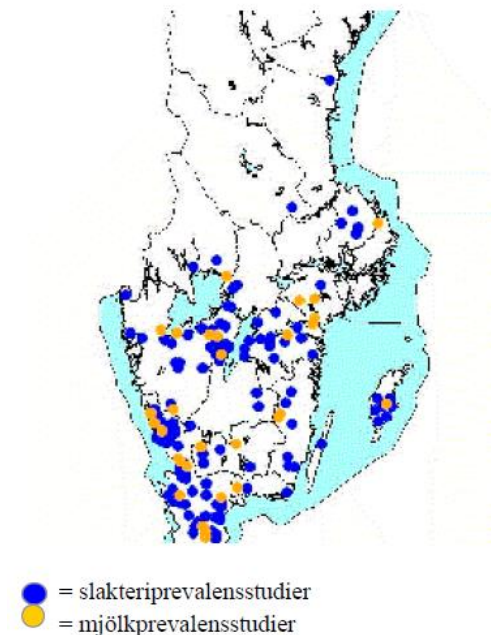
LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Bakterier

- Aktiva (om inte sporbildare)
- Kan tillväxa i miljön (men dör oftast snabbare än virus/parasiter p.g.a. konkurrens med adapterad mikrobiota)
- Flera zoonotiska agens (fåglar, däggdjur och reptiler)
- *Campylobacter jejuni* and *coli*; vanligast. Låg infektionsdos.
- *Salmonella* spp.; (relativt) låg incidens i Sverige. Hög infektionsdos
- VTEC, EHEC; Fr.a. hos idisslare (kor). Låg incidens i norra Sverige.
- Antibiotikaresistens

Karta 1. Spårade fynd av VTEC O157 från prevalensstudier på slakterier och i mjölkbesättningar 1996-2002.



Fekala indikatororganismer

- Naturligt förekommande i tarmen
 - Utsöndras i höga halter
 - Bör vara enkla och billiga att analysera
 - Inte patogena
 - Används som indikation på fekal förorening och därmed risk för närvaro av patogener – ”hygienisk kvalitet”
 - Förekommer i olika regelverk
 - T.ex koliforma bakterier och *E. coli*
 - Ej garanti för riskfritt – patogener kan ha längre överlevnad, beror på när provet tas, osv. samt tvärtom.
-
- Skillnad på indikatorer i råvatten jmf. med desinfekterat dricksvatten!



Bedömning (normal kontroll)

Parameter	Otjänligt	Tjänligt med anmärkning
Antal mikroorganismer vid 22 °C		100/ml (hos användaren; 10 efter desinfektion)
Antal långsamväxande bakterier		5 000/ml
Koliforma bakterier	10/100 ml	Påvisad i 100 ml
<i>E. coli</i>	Påvisad i 100 ml	

- *Clostridium perfringens*; endast ytvattenverk tj. anm. vid påvisad i 100 ml
- Utökad kontroll
 - Enterococci (otj. Påvisad 100 ml)
 - Actinomyceter (tj. anm. 100/100 ml)

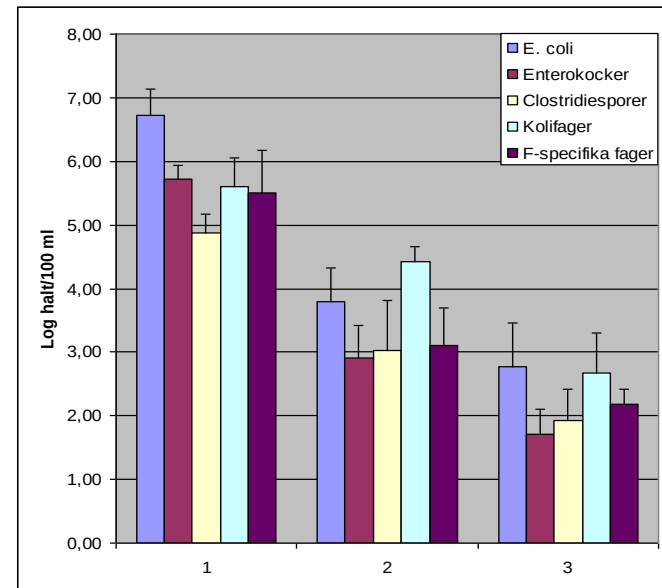


LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Komplementära indikatorer

- Kolifager, indikator för virus
- Intestinala enterokocker och Clostridium perfringens, tåligare bakterier
- Bacteroidales eller deras fager som källspårningsmetod
- *E. coli* fortfarande väl ansedd



Kort summering

- Sjukdomar som sprids med vatten kommer från fekal förorening
- Vad vattenverken behöver veta för att bedöma sina risker är:
 1. Hur mycket skit har jag i vattnet, och variation?
 2. Var kommer skiten ifrån?
 3. Hur effektivt plockar reningen bort skiten?

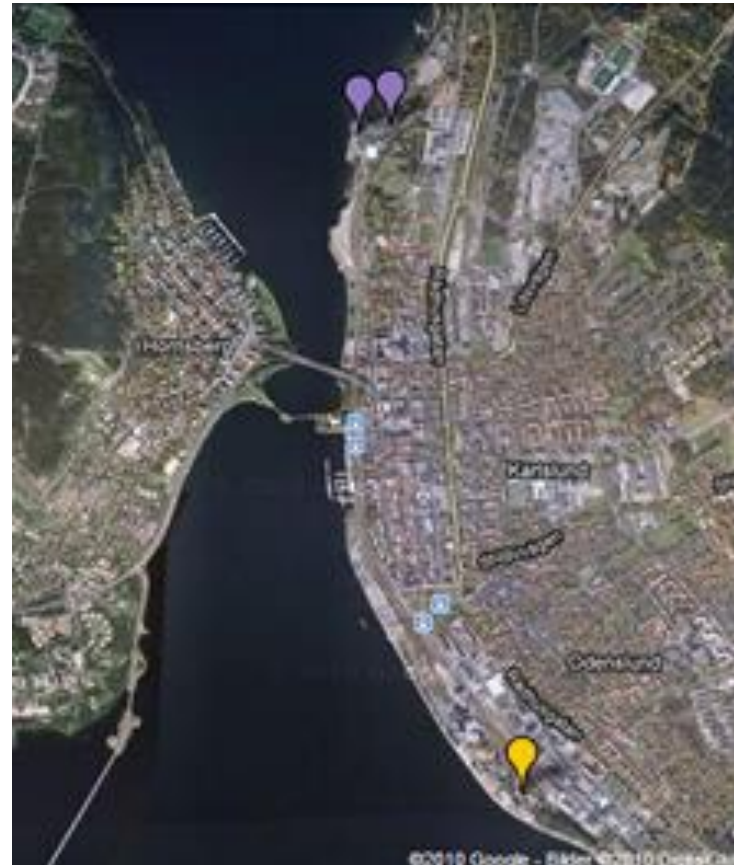


LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Östersund Dec 2010, *C. hominis* (gp60 subtype IbA10G2R2) outbreak

- Toilets connected to the stormwater in Odenslund?
- Wastewater contaminated stream south-east?
- Wastewater going round Frösön contaminating
- Simple treatment (rapid filtration and chlorination)
- Boiling advice (quick action)
- Now UV disinfection is installed
- And 23 other WTPs are following
- Relevant?

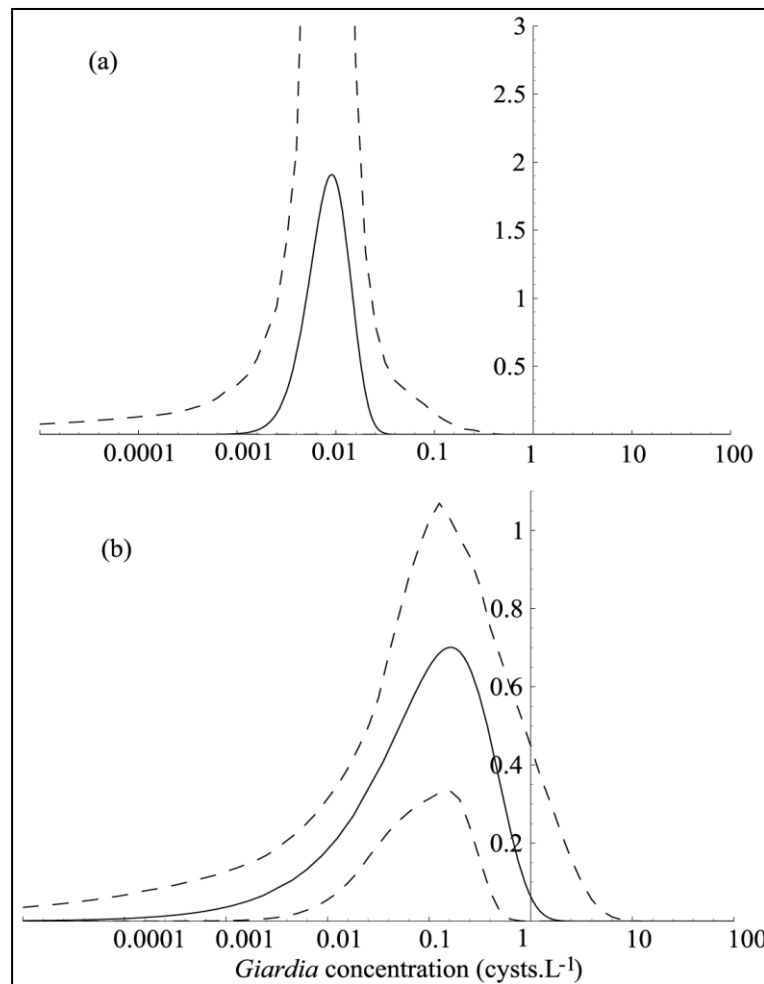


LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Waterborne disease – event driven!?

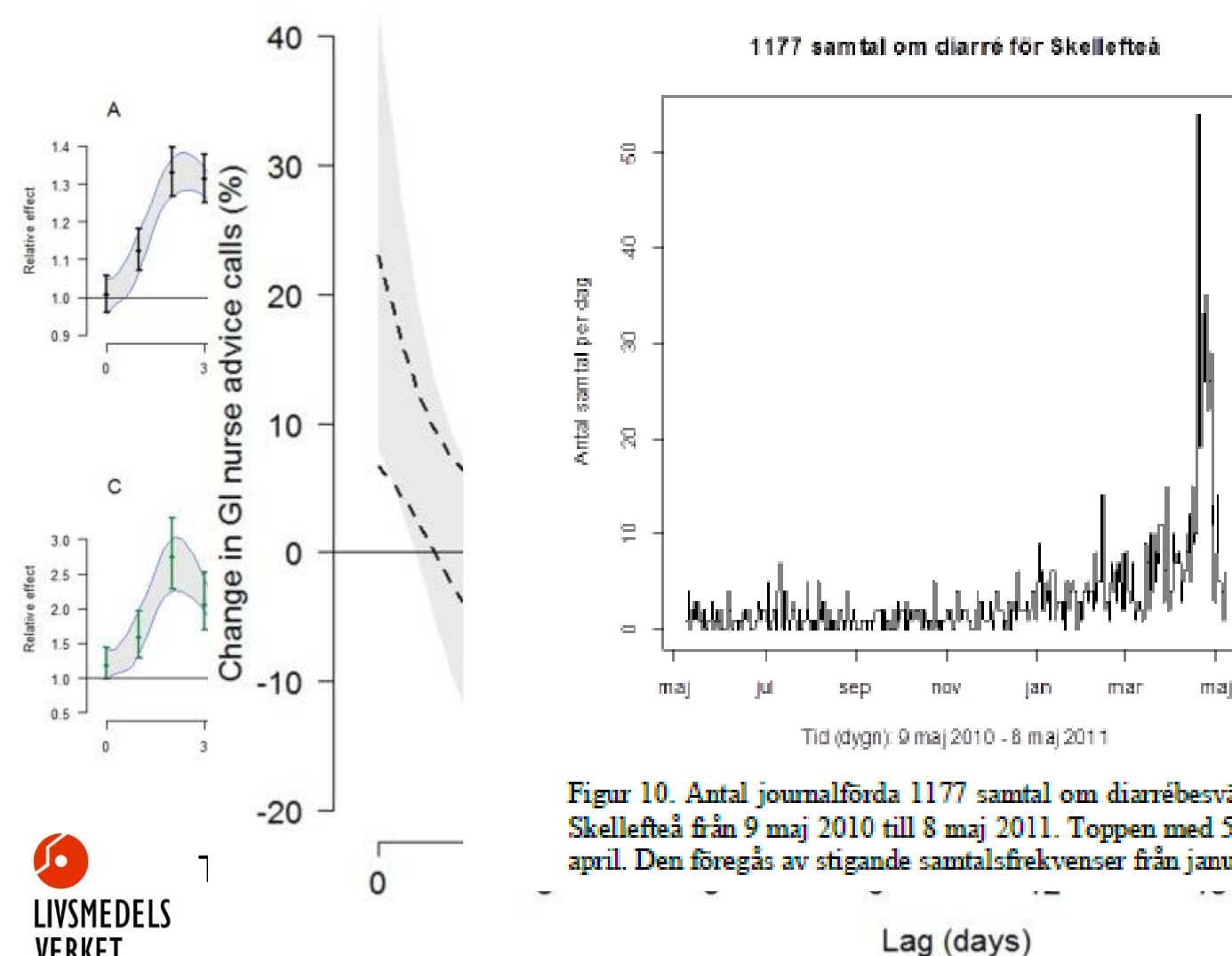
- Rain – CSOs, surface run-off
- Season – tourism, norovirus (winter vomiting disease), snowmelt, manuring
- Should we design WTP to manage normal or event situations?
- Other options?



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Regnhändelser och vattenkvalitet



Figur 10. Antal journalförda 1177 samtal om diarrébesvär bland vuxna som är folkbokförda i Skellefteå från 9 maj 2010 till 8 maj 2011. Toppen med 54 samtal sammanfaller med tisdag 19 april. Den föregås av stigande samtalsfrekvenser från januari och framåt.

Barriärer i vattenverket

Parameter	Opåverkat grundvatten	Ytvattenpåverk at grundvatten	Ytvatten och påverkat grundvatten	
E. coli el. enterococci	Ej påvisad (i 100 ml)	Ej påvisad (i 100 ml)	1 - 10 (CFU/100 ml)	> 10 (CFU/100 ml)
Koliforma bakterier	Ej påvisad (i 100 ml)	1 – 10 (CFU/100 ml)	10 - 100 (CFU/100 ml)	> 100 (CFU/100 ml)
Minsta antal barriärer	En En i beredskap	En	Två	Tre

Barriär = en anordning eller åtgärd i vattenverket som motverkar förekomst av patogener



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

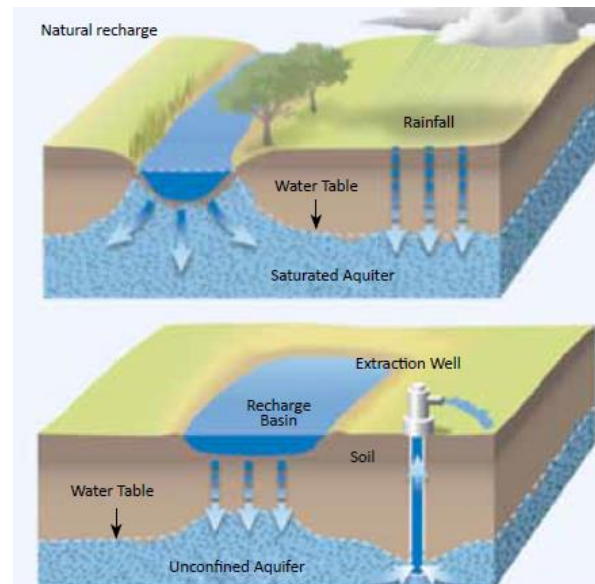
Vattenverk i Sverige

50% ytvatten:

- Färre men större
- Mycket humusämnen
- Känsligare för fluktuationer
- Kräver mer rening

50% grundvatten:

- Fler men mindre
- Oftast bara desinfektion som reningssteg





Vattenrening – funktion per domän

Avskiljande metod	Bakterier	Virus	Parasiter
Snabbfiltrering	Dålig	Mycket dålig	Ganska dålig
Fällning + snabbfiltrering	Mycket bra	Bra	Mycket bra
Membranfiltrering:			
• Omvänd osmos och nanofiltrering	• Mycket bra	• Mycket bra	• Mycket bra
• Ultrafilter	• Bra	• Ganska bra	• Mycket bra
• Mikrofiltrering	• Ganska bra	• Mindre bra	• Mycket bra
• Ultrafilter eller mikrofiltrering, med fällning	• Mycket bra	• Mycket bra	• Mycket bra

Effektiviteten hos de vanligaste avskiljande reningsmetoderna (källa: Svensk GDP-vägledning, 2012)

Desinficerande metod	Bakterier	Virus	Parasiter
Klorering	Mycket bra	Ganska bra	Dålig
Ozonering	Mycket bra	Mycket bra	Delvis bra ¹
UV-bestrålning	Mycket bra	Bra ²	Mycket bra

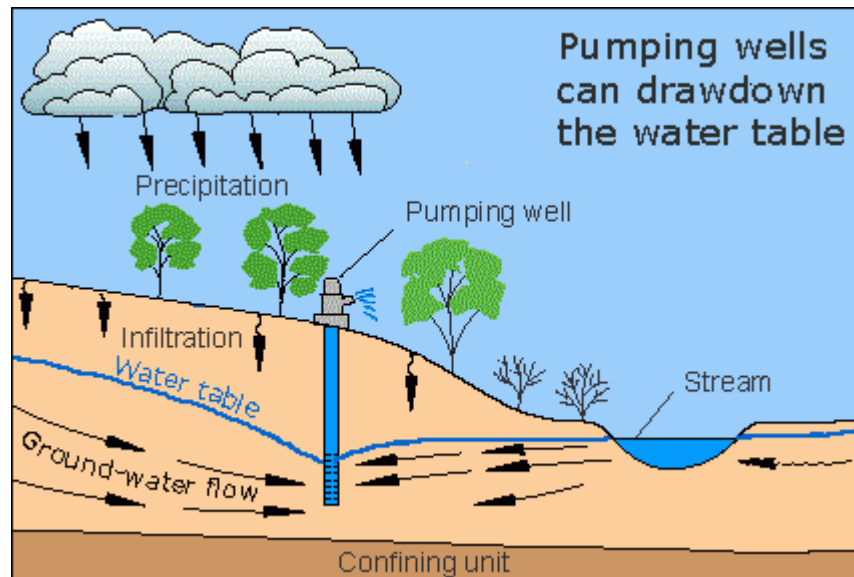
Effektiviteten hos de vanligaste desinfektionsmetoderna.

¹ Bra mot Giardia, mindre bra mot Cryptosporidium

² Bättre för vissa virus än andra, bland annat tål Adenovirus UV

Grundvatten

- Fysisk avskiljning av mikroorganismer (storlek och elektrostatisk bindning)
- Biologisk (nedbrytning av lättillgängligt kol)
- Kompletteras med lätt desinfektion



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Distributionssystem

- Känsliga
- Trycksatta system!
- Dricks- och avloppsvattenledningar i samma grav
- Rutiner vid reparationsarbeten (grundförutsättning)
- Hur viktig är biofilmen?

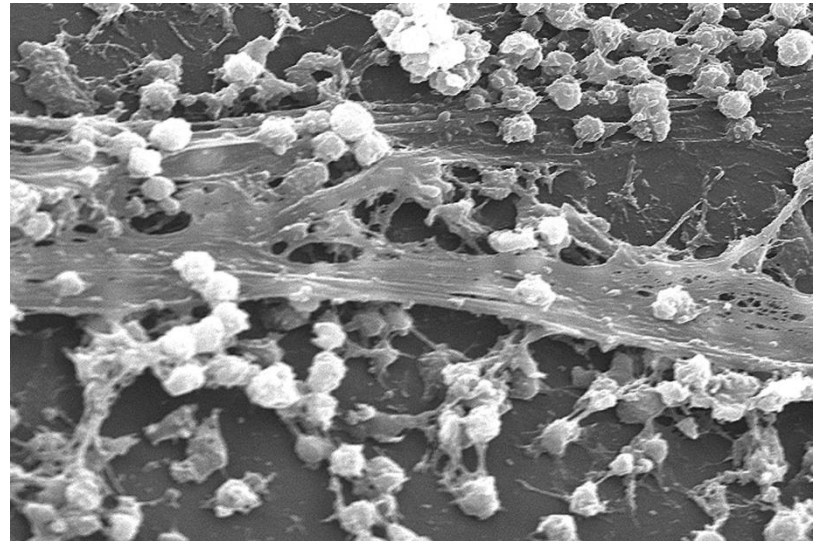


LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Biofilmer

- "Samhälle" av mikroorganismer och extracellulära produkter
- Utbyte av närings-, spårämnen
- Skydd mot desinfektion
- Tillväxt, frisättning → infektiös dos
- Orsakar problem på ledningsnät
- Barriär eller risk?
- Campylobacter/Achantamoeba

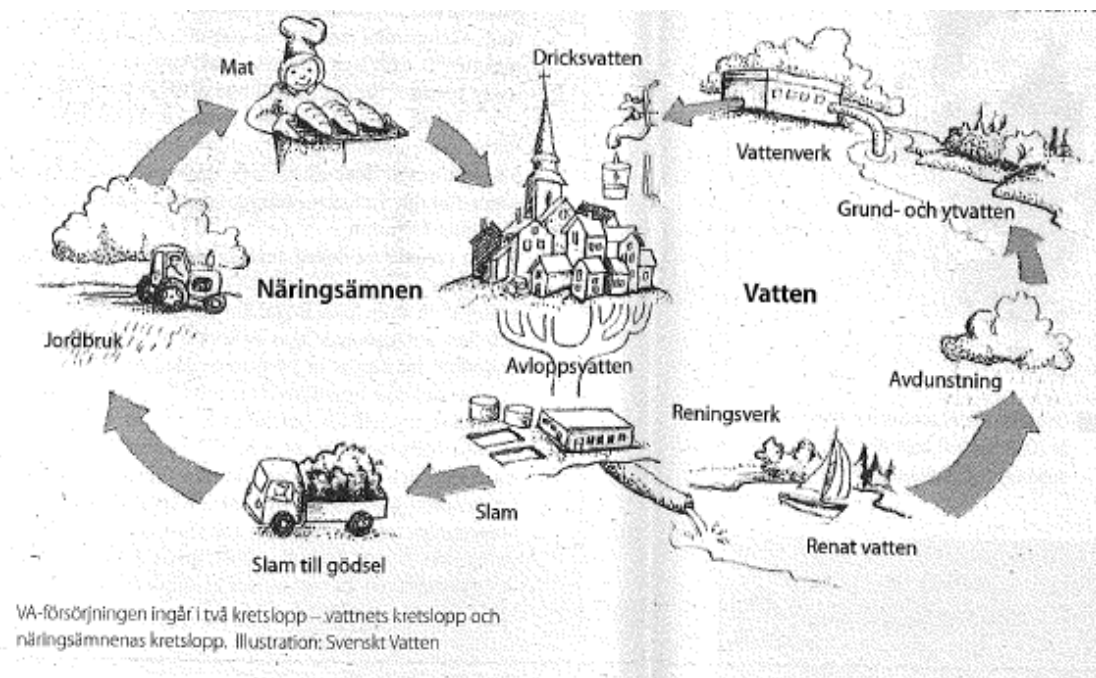


LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Källor till fekal förorening - uppströmsarbete

- Naturgödsel
- Kommunal avloppsrening
- Slam från avloppsreningsverk
- Enskilda avlopp
- Dagvatten
- Bräddpunkter
- Betande djur
- Vilda djur



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Föroreningskälla: från djur eller människa?

- Zoonoser: kan spridas från djur till människor. *Salmonella*, *Campylobacter*, EHEC, *Cryptosporidium parvum*, *Hepatit E virus*
- Tarmvirus: Värdspecifika. Till exempel norovirus och rotavirus. Humananpassade stammar/arter t.ex. *Cryptosporidium hominis*

Risken för infektion

... större i avloppsförorenade vatten än jordbruksförorenade



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Vad vet vi om riskerna med djurhållning för vattenförsörjningen i Sverige?

- Störst sannolikhet, *Campylobacter* från nöt
- Konsekvens (regionalt) EHEC från nöt

Att särskilt beakta:

- Vattenverk med bara snabbfiltrering och klorering, *Cryptosporidium parvum*
- Grundvattenverk utan klorering i svintäta områden, HEV; i nöttäta EHEC, *Campylobacter*



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Större problem

För dricksvattenproduktion

- Kommunala och enskilda avlopp, bräddningspunkter

För lantbruket att förhålla sig till

- Vatten som biosäkerhetsrisk (till gård)

Andra exponeringar än kommunalt vatten (vi bör kunna hantera förorening från djur i vattenverken)

- Enskilt vatten
- Strandbad
- Bevattningsvatten (EHEC-utbrott 2005 från sallat)



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Hantering - Barriärer på gården

- Gödsellagring (utspädning och inaktivering över tid)
- Gödselbehandling (kontrollerad inaktivering av patogener)
- Bra hygienrutiner (friska djur)



Mellan fält och vatten

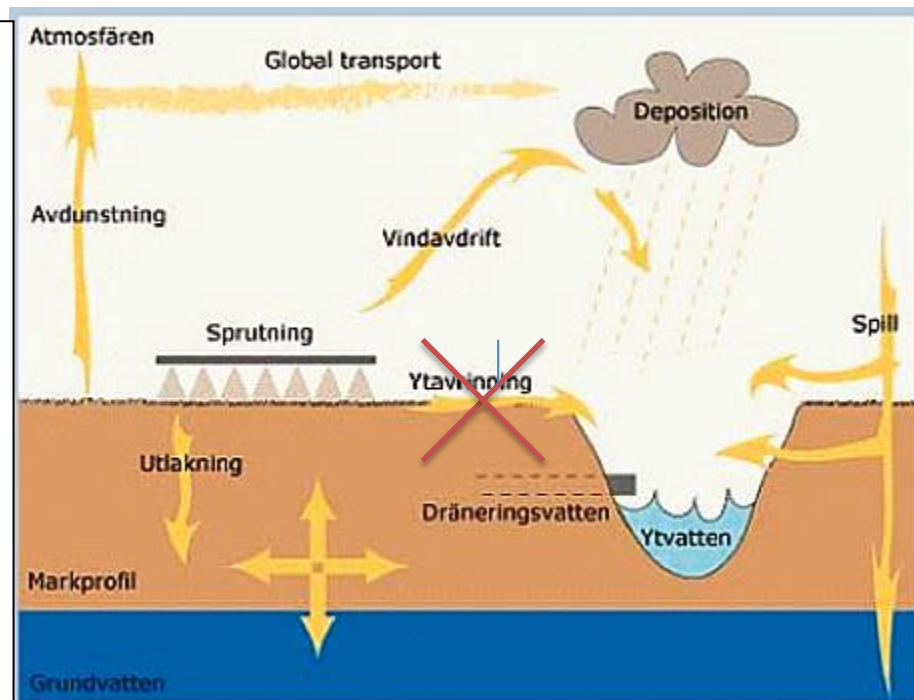
- Ytavrinning!
- Dränvatten
- Grundvattenförorening

**BALTIC
COMPASS**

REPORT

Summary of Country Reports

Implementation and status of priority measures



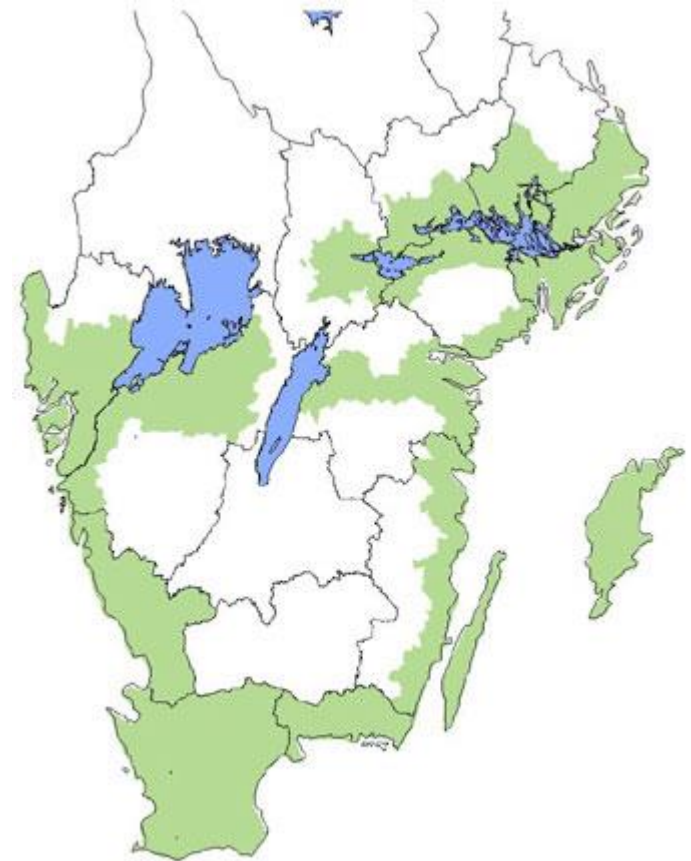
Minskad påverkan

Gödsling:

- Undvik riskperioder (kraftiga regn, vattenmättad mark, vid snö eller frost)
- Undvik riskområden (lutning, närhet till vatten)
- Buffertzoner utmed vattendrag
- Blanda in eller injicera gödsel

Strandbete:

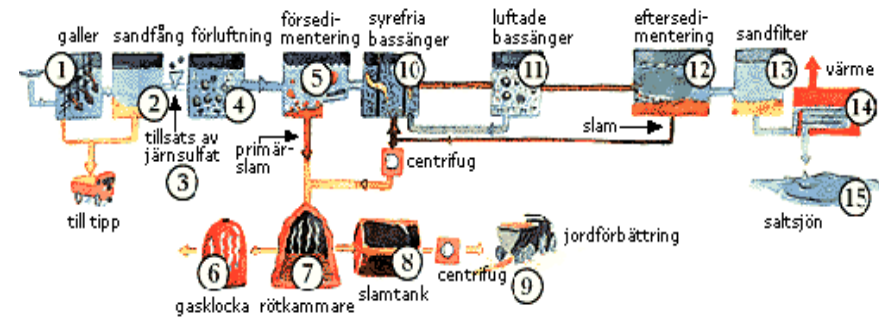
- Minska djurtäthet
- Unga djur
- Utfordring från vattnet
- Stängsling



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Avloppspåverkan



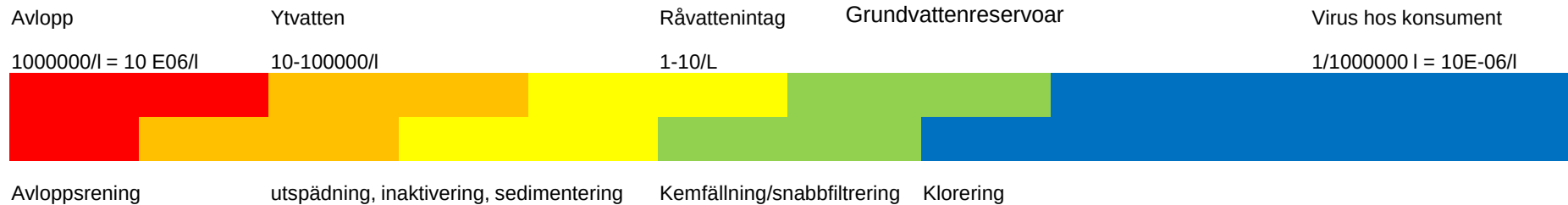
- Avlopp innehåller höga halter av fekala patogener
- Dessa avskiljs till viss del, men långt ifrån fullständigt
- Tusentals viruspartiklar per liter släpps ut i recipienten



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Virushalter från avlopp till säkert dricksvatten



Behov ~12 log reduktion:

- avloppsrening 1-2
- utspädning, sedimentation och inaktivering i recipient 3-5 log
- → kvar att rena ~6 log



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Mer effektiv avloppsrening

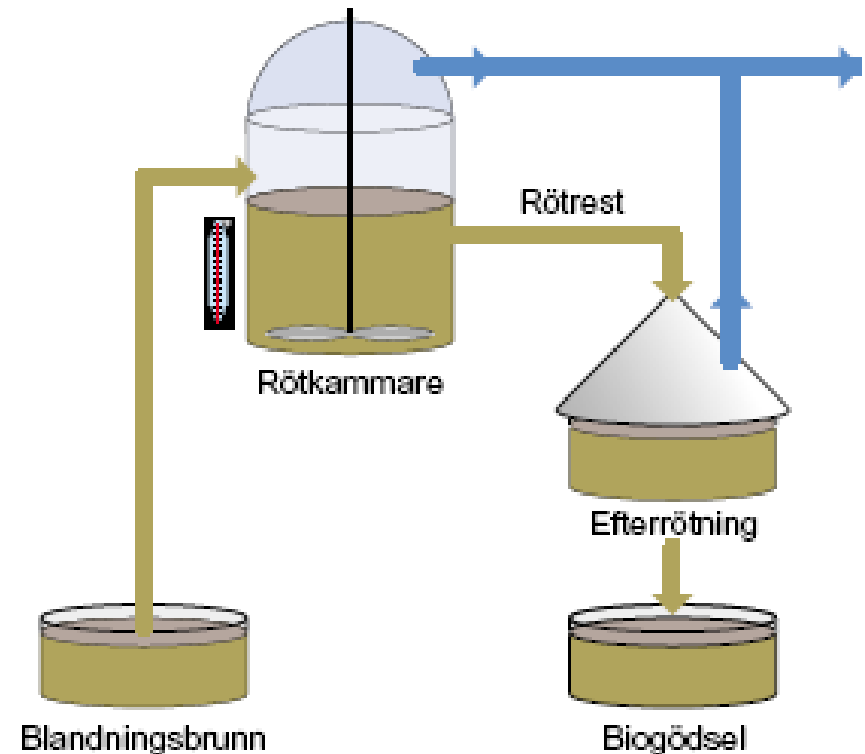
- Koagulering och snabbfiltrering (Henriksdal)
 - Ozonering
 - UV-behandling
 - Membranfiltrering
-
- Vilka ska driva utvecklingen?

Slam från ARV

- Koncentrering av partikulärt material från avloppsvatten
- Huvuddelen fosfor i denna fraktion
- Även koncentrering av patogener, tungmetaller och andra miljöstörande ämnen
- Nya riktlinjer från Naturvårdsverket på gång

Slambehandling

- Större ARV, rötning:
 - Mesofil ($\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Termofil ($\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Avdödning beroende på temperatur och uppehållstid (minsta samt hydraulisk)
- Mindre ARV, alternativ:
 - Slam- vassbäddar
 - Kompostering
 - Lagring
 - Kalk, Ammoniak



LIVSMEDELS
VERKET

NATIONAL FOOD
AGENCY

Små avlopp

- Få anslutna, perioder utan förekomst
- Vid sjukdom, liten utspädning → höga halter
- Viktigt med fler barriärer
- Person-personsmitta vs. Kontamination av grannens brunn
- Ofta lika bra/bättre reduktion av patogener i enskilda avlopp än i ARV
- Kräver dock längre uppehållstid
- Funktion försämras med tiden
- HaV:s nya förordning ser lovande ut



Exempel på tekniker

- Slamavskiljare
(med kemisk fällning för
bättre fosfor- och virusreduktion)
- Markbädd/ förstärkt infiltration
 - Reduktion av patogener
Fysisk (porstorlek, bindning)
Biologisk (biofilm på sandkornen)



Illustration: Baga



Bild: Avloppsguiden.se

