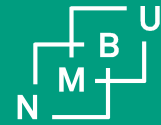
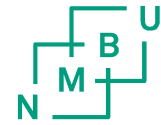


# Hygieneaspekter i forbindelse med utslipp av avløpsvann og drikkevannsforsyning i spredt bebyggelse



24.05.2016

Arve Heistad,  
Vann- og Miljøteknikk, NMBU



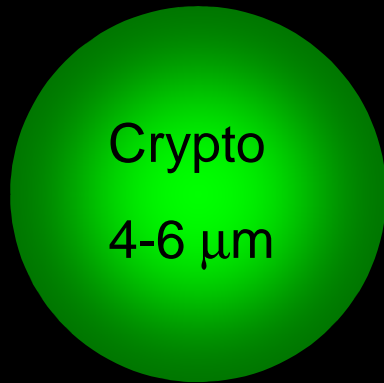
# Hygiene

- Hygiene brukes i dagligtale om det som er rent, friskt og sunnhetsfremmende, i motsetning til det som er usunt og sykdomsfremkallende<sup>1</sup>
- **I dag : Spredning av smittestoffer**

1) Store medisinske leksikon. Om hygienedefinisjonen; I. Hellesnes, Vann1b 1979



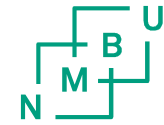
E.coli  
0,7 x 2  $\mu\text{m}$



← Rotavirus  
0,06  $\mu\text{m}$

Sand grain  
surface  
Diam.0,1 mm

# Sykdomsutbrudd i Norge:

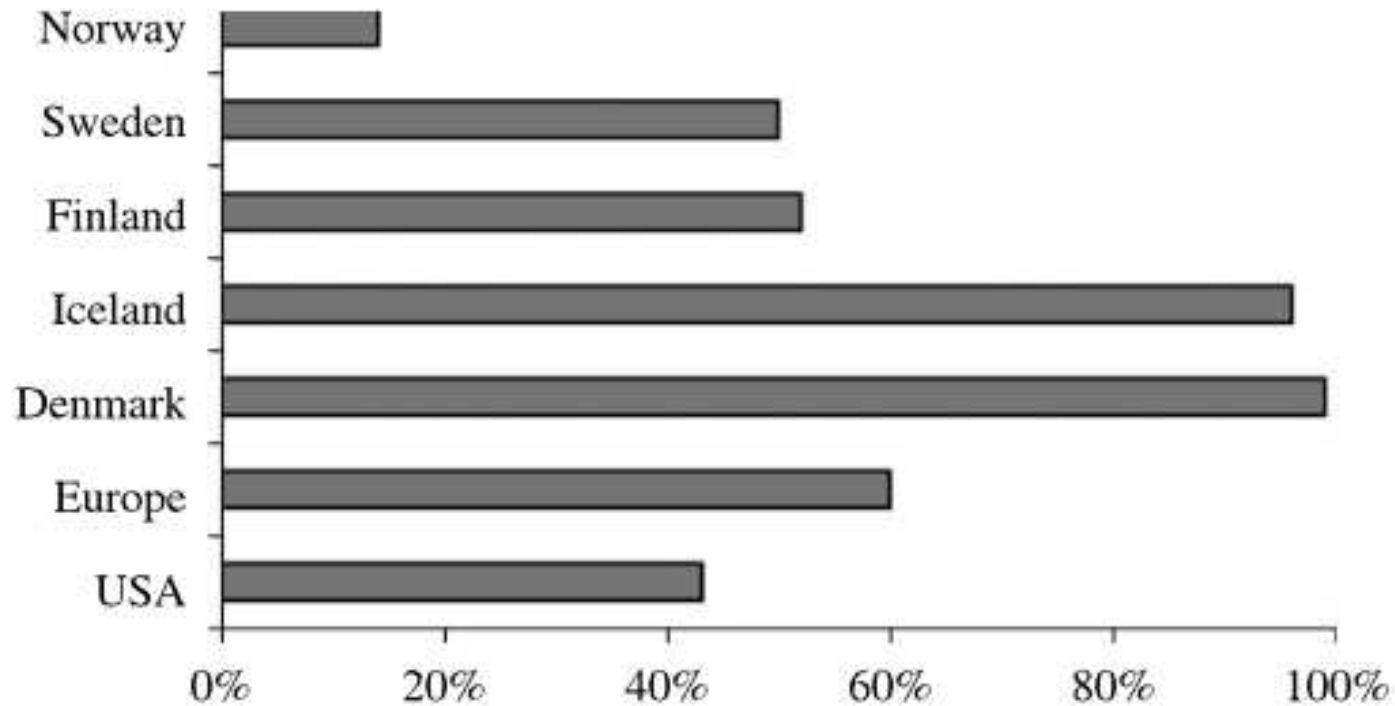
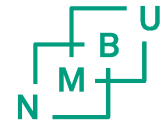


**Table 3** | Reported outbreaks and cases of illness classified by water type and etiological agents (1984–2007)

Etiologic agent	Type of water source number of outbreaks (disease cases)			WNID*	Total
	Groundwater	Surface water	Unknown		
Norovirus	9 (4067)	9 (3162)		1 (10)	19 (7239)
Campylobacter	8 (1026)	10 (2461)	6 (52)	2 (6)	26 (3545)
Giardia		2 (4005)			2 (4005)
F. tularensis	3 (22)	3 (7)	1 (5)		7 (34)
Salmonella	1 (3)	3 (65)			4 (68)
Shigella	1 (2)				1 (2)
Hepatitis A		1 (9)			1 (9)
Unknown	13 (332)	18 (1905)	10 (91)	1 (13)	42 (2341)
<b>Total</b>	<b>35 (5452)</b>	<b>46 (11601)</b>	<b>17 (148)</b>	<b>4 (29)</b>	<b>102 (17243)</b>

\*WNID: water not intended for drinking.

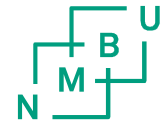
# Andel forsynt med grunnvann



Use of groundwater in drinking water production

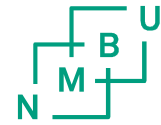
**Figure 1** | Proportion of the population served by groundwater supplies in different countries (EEA 1999; Miettinen *et al.* 2001; Ojala *et al.* 2004; Kenny *et al.* 2009; Jørgensen & Stockmarr 2009).

# Bidrag til reduksjon fram til drikkevannsbrønn:



- Fjerning i rensesystemet
- Fortynning
- Inaktivering/død etter utslipp
  - Oppholdstid
  - Temperatur
  - Enzymer
  - UV/sollys
- Filtrering i løsmasser
  - Sorpsjonsmekanismer
  - Fysisk - begrenset av porestørrelsen
- Predasjon
  - Foregår i den umetta sonen

# Vurdering av risiko (QMRA)



- **Identifisere de mest aktuelle smittestoffene**  
og de akutte og kroniske effektene av en infeksjon
- **Eksponeringsvurdering.**  
Bestemme konsentrasjoner, aktuelle eksponeringsveier og varighet av eksponeringen. Beskrive populasjonen som blir eksponert
- **Dose – respons vurdering**  
Karakterisering av sammenhengen mellom dosen som er konsumert og den resulterende helseeffekten
- **Risikokarakterisering**  
Basert på punktene over, beregning/vurdering av helserisiko, variabilitet og usikkerhet.



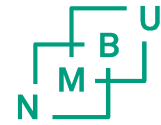
# Renseevne (bakterier)

• Kun slamavskiller	0-1 log
• Biol/kjem minirensesanlegg	2-3 log
• Sandfilteranlegg	3-6 log
• Infiltrasjonsanlegg	4-6 log
• Filterbed/våtmark	4-6 log
-----	
• Tett tank WC/utslipp urensset gråvann	3-4 log
• Tett tank WC/ rensing av gråvann	6-12 log

Kilde: [www.avlop.no](http://www.avlop.no)

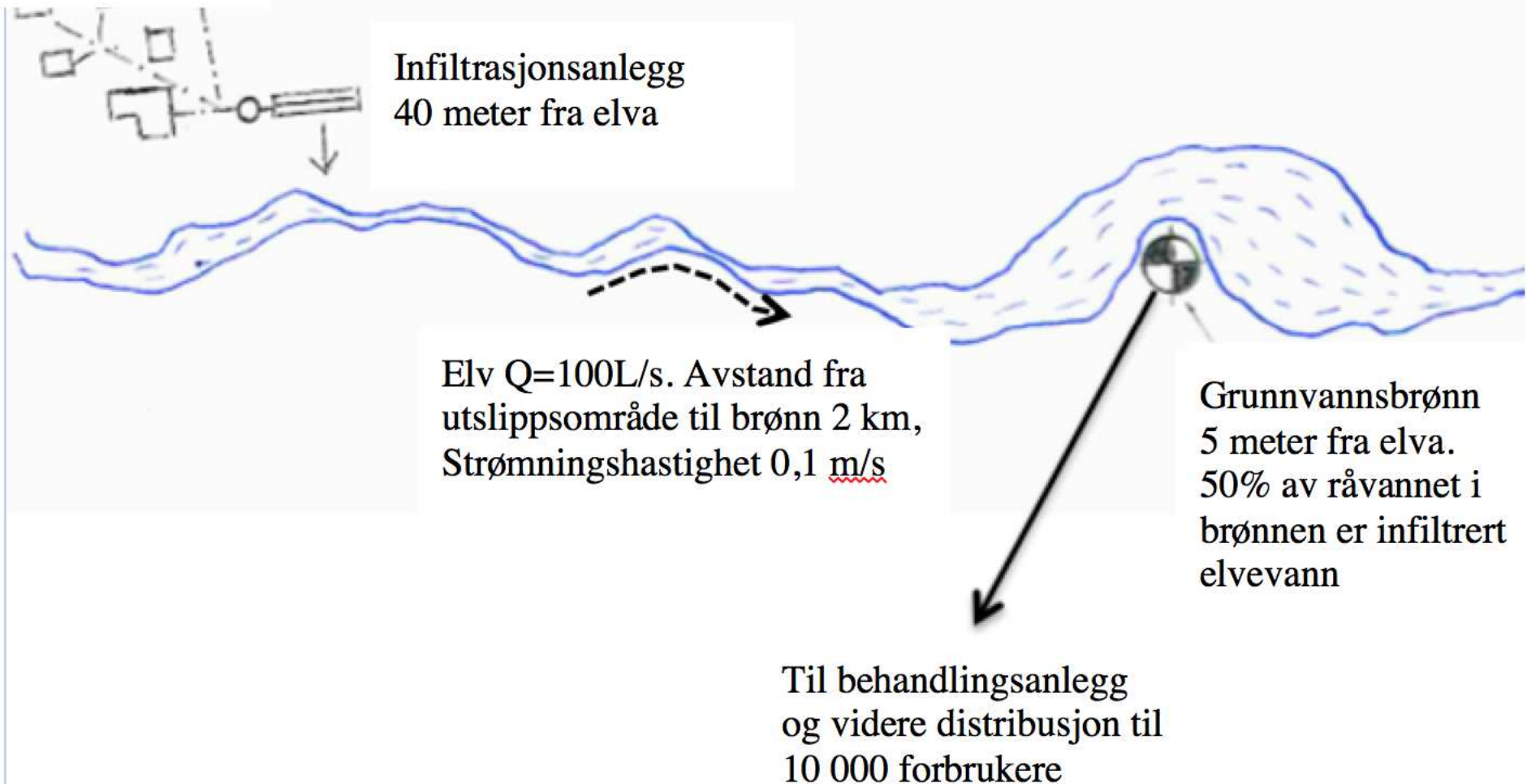


# Typisk situasjon

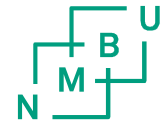


50 personer,  
hver med  
forbruk 120 L/d

**$8 \times 10^{10}$  rotavirus/L  
ut av slamavskiller**

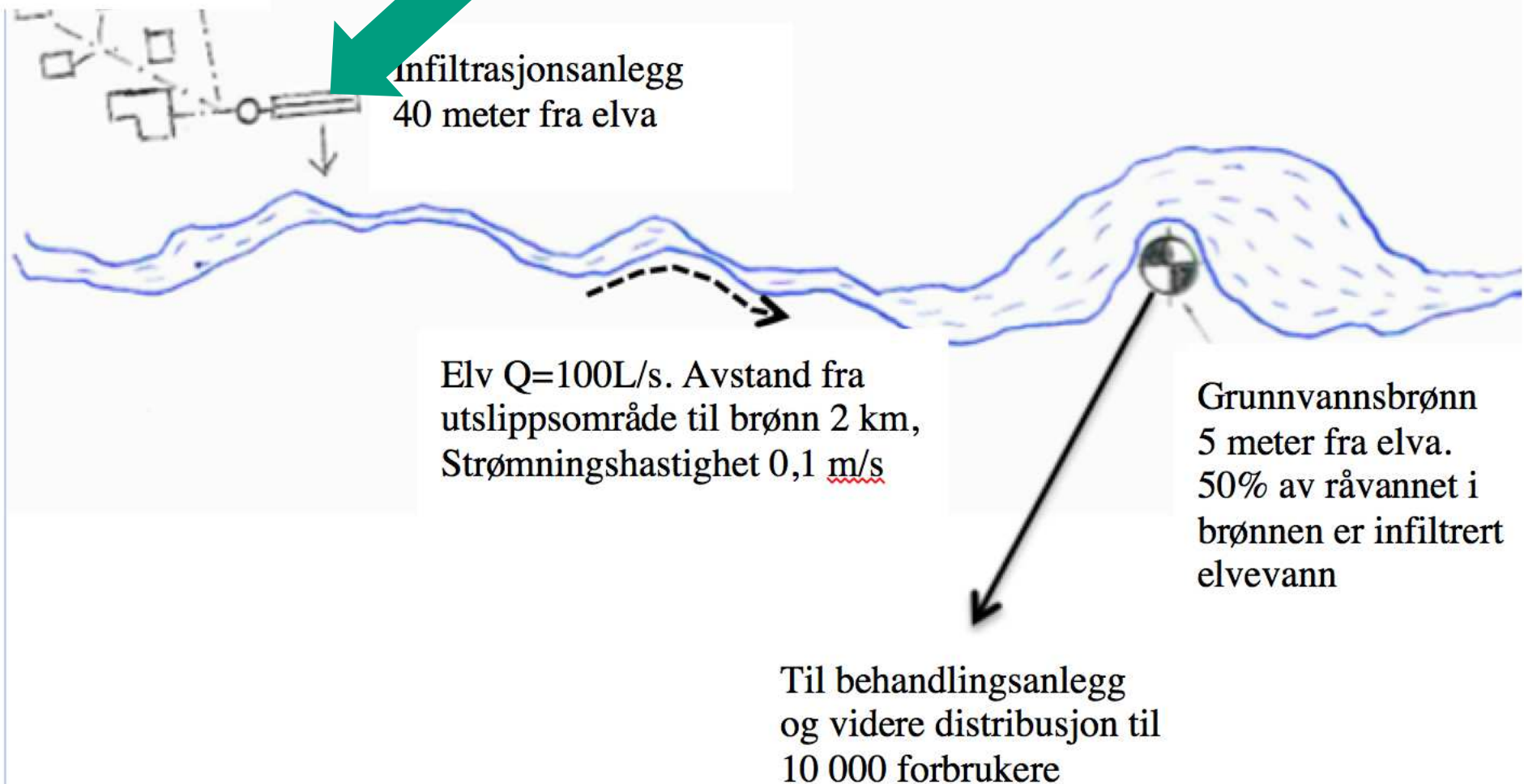


# Typisk situasjon

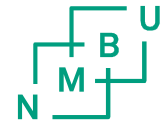


50 personer,  
hver med  
forbruk 120 L/d

**3 log**



# Typisk situasjon



50 personer,  
hver med  
forbruk 120 L/d

**3 log**

**4 log**

Infiltrasjonsanlegg  
10 meter fra elva

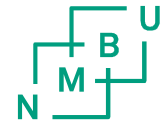


Elv  $Q=100\text{L/s}$ . Avstand fra  
utslippsområde til brønn 2 km,  
Strømningshastighet  $0,1\text{ m/s}$

Grunnvannsbrønn  
5 meter fra elva.  
50% av råvannet i  
brønnen er infiltrert  
elvevann

Til behandlingsanlegg  
og videre distribusjon til  
10 000 forbrukere

# Typisk situasjon

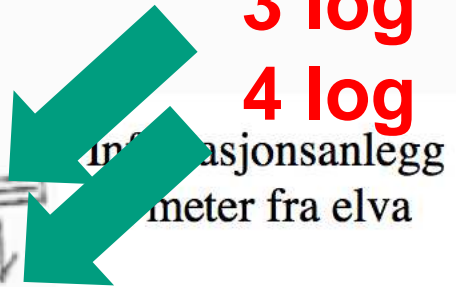
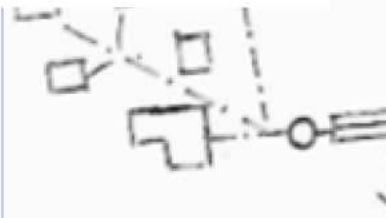


50 personer,  
hver med  
forbruk 120 L/d

**3 log**

**4 log**

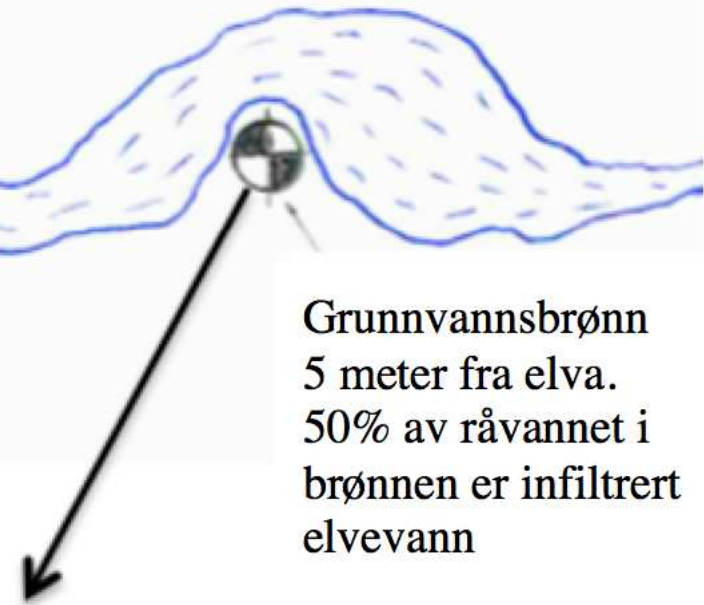
Infiltrasjonsanlegg  
5 meter fra elva



**3,16 log  
(fortynn.)**

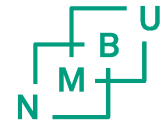


Grunnvannsbrønn  
5 meter fra elva.  
50% av råvannet i  
brønnen er infiltrert  
ellevann

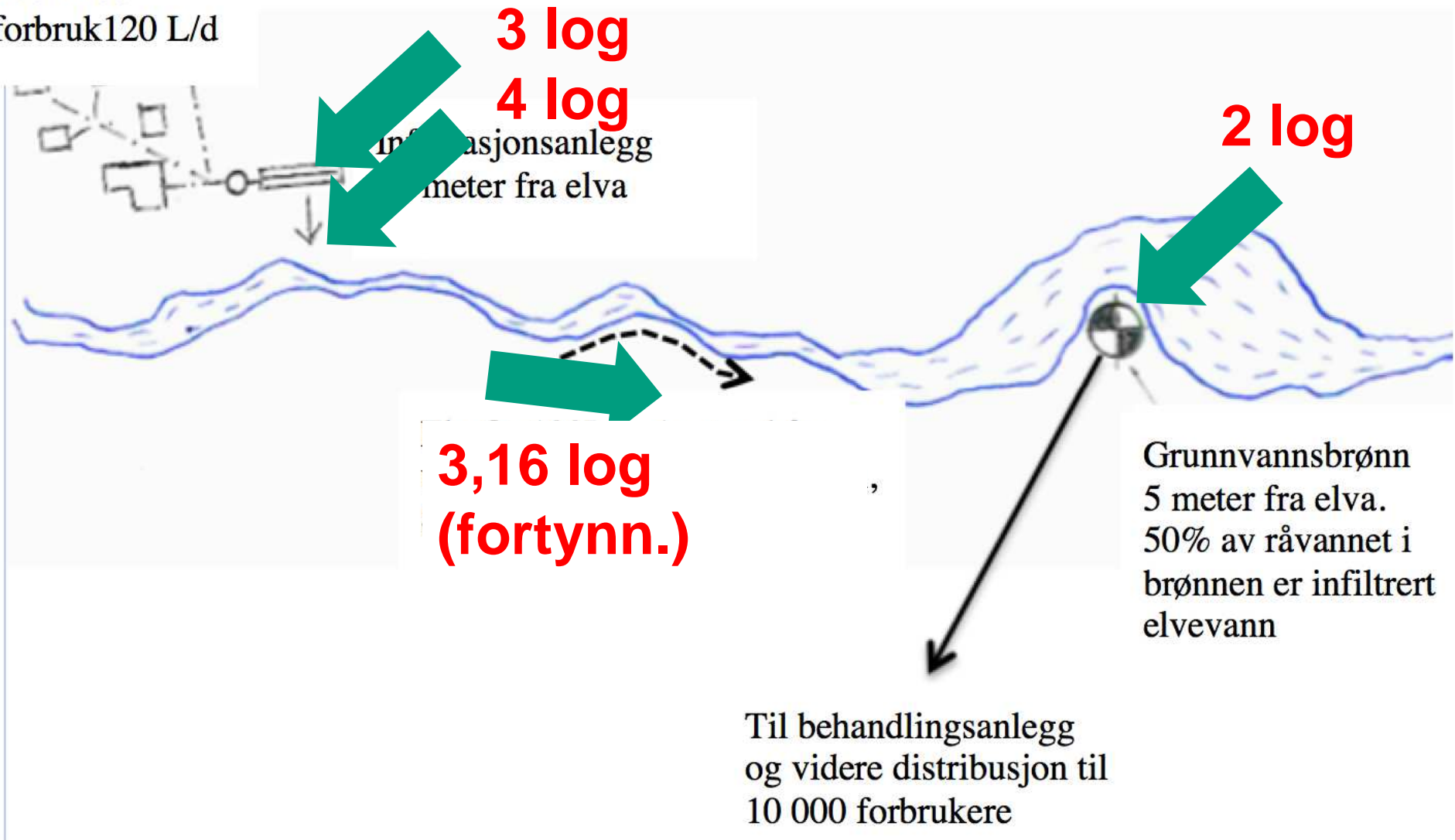


Til behandlingsanlegg  
og videre distribusjon til  
10 000 forbrukere

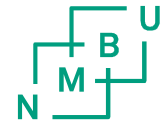
# Typisk situasjon



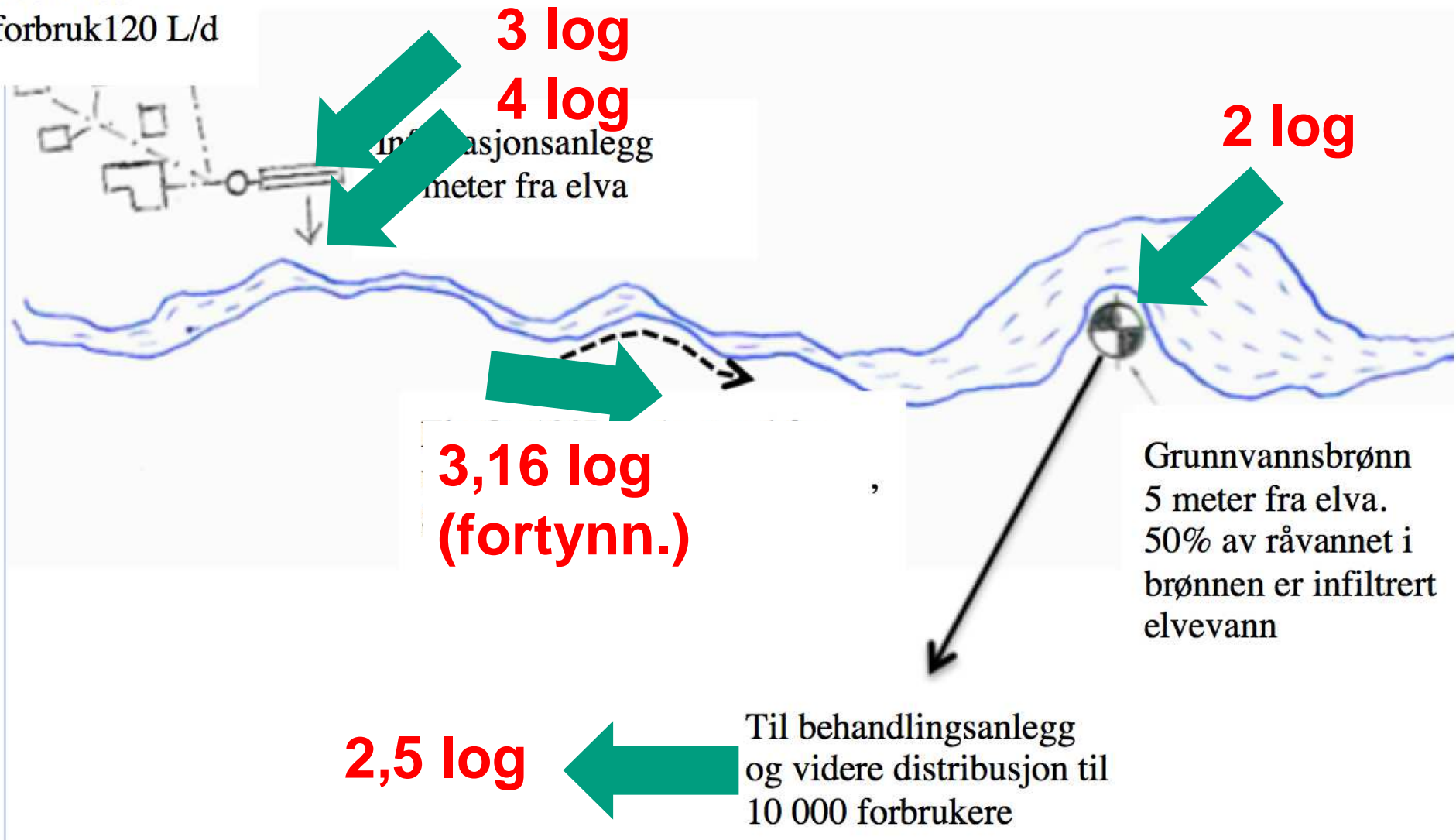
50 personer,  
hver med  
forbruk 120 L/d



# Typisk situasjon



50 personer,  
hver med  
forbruk 120 L/d

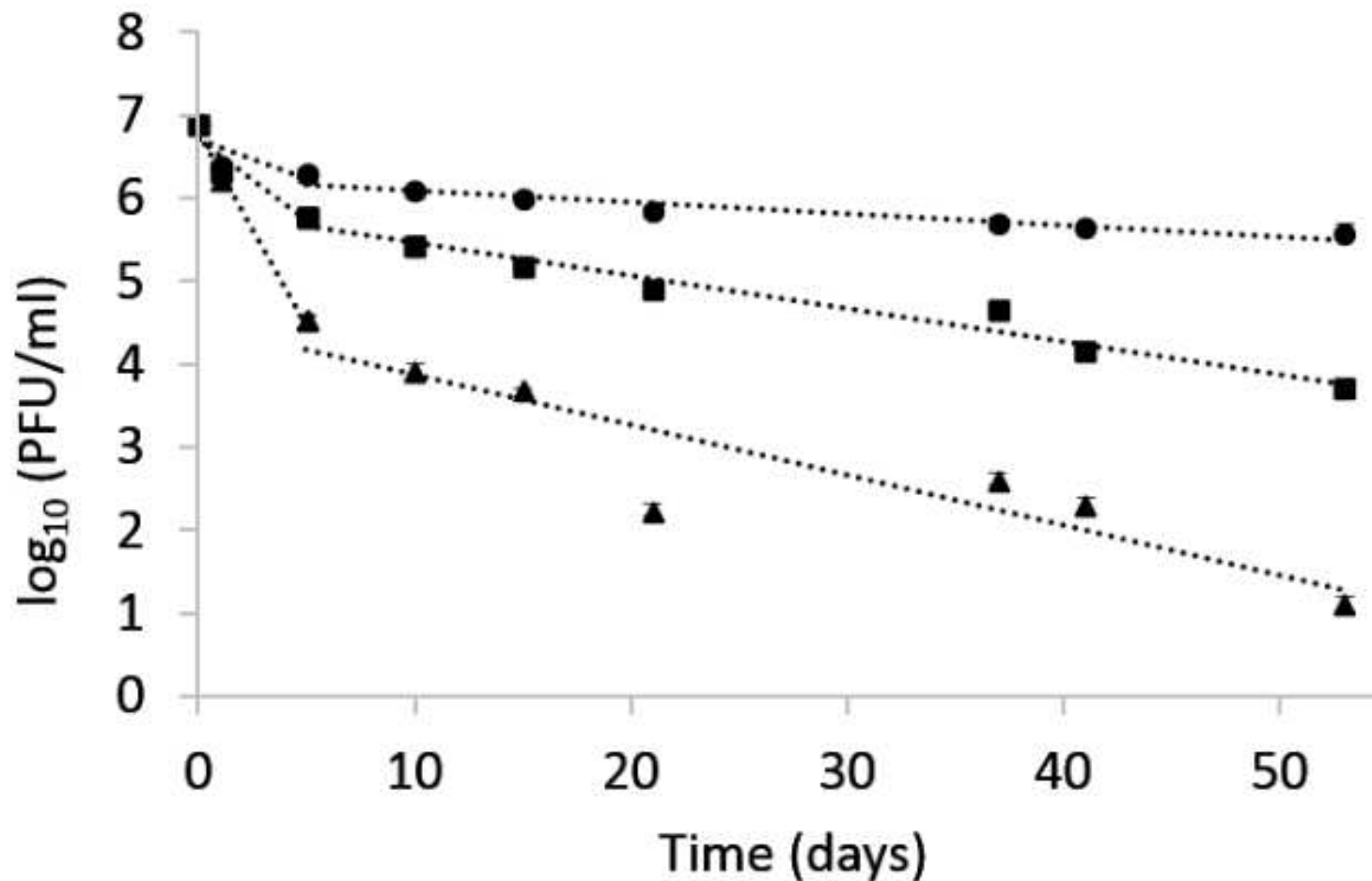
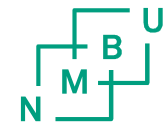




# Hva med inaktivering?

- *Første ordens inaktivering:*  $C(t) = C_0 e^{-0,05t}$
- **I dette tilfellet gir ikke oppholdstiden i elva nevneverdig reduksjon i konsentrasjon.**

# Inaktivering av virus (MS2) i grunnvann ved 5, 12 og 20°C

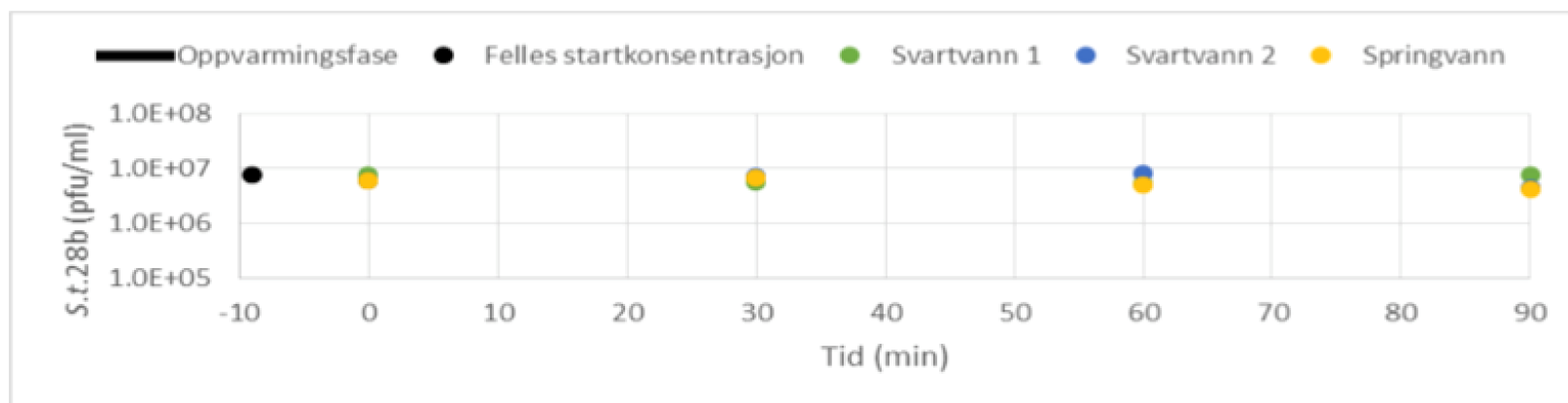




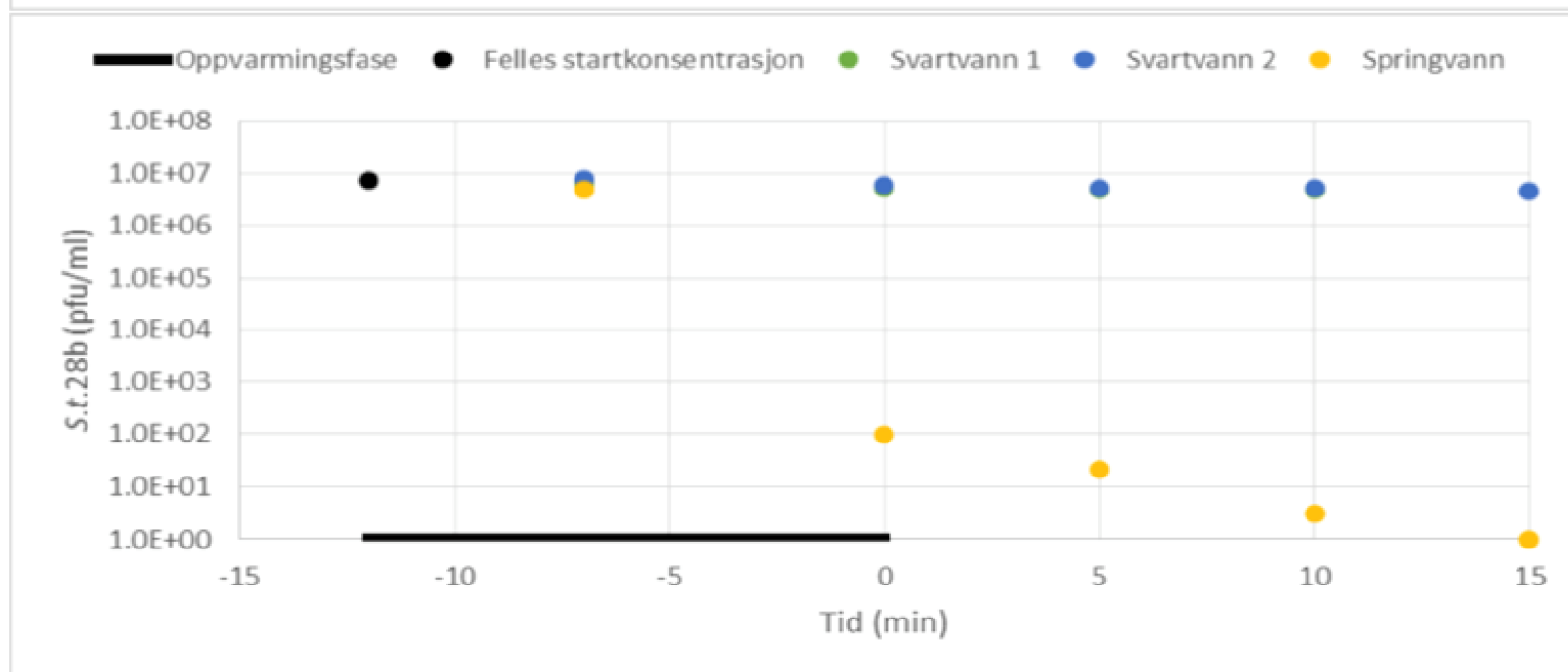
# Inaktivering av virus (S.t.28B) i svartvann og springvann



60 °C

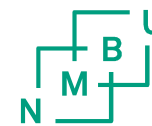


80 °C

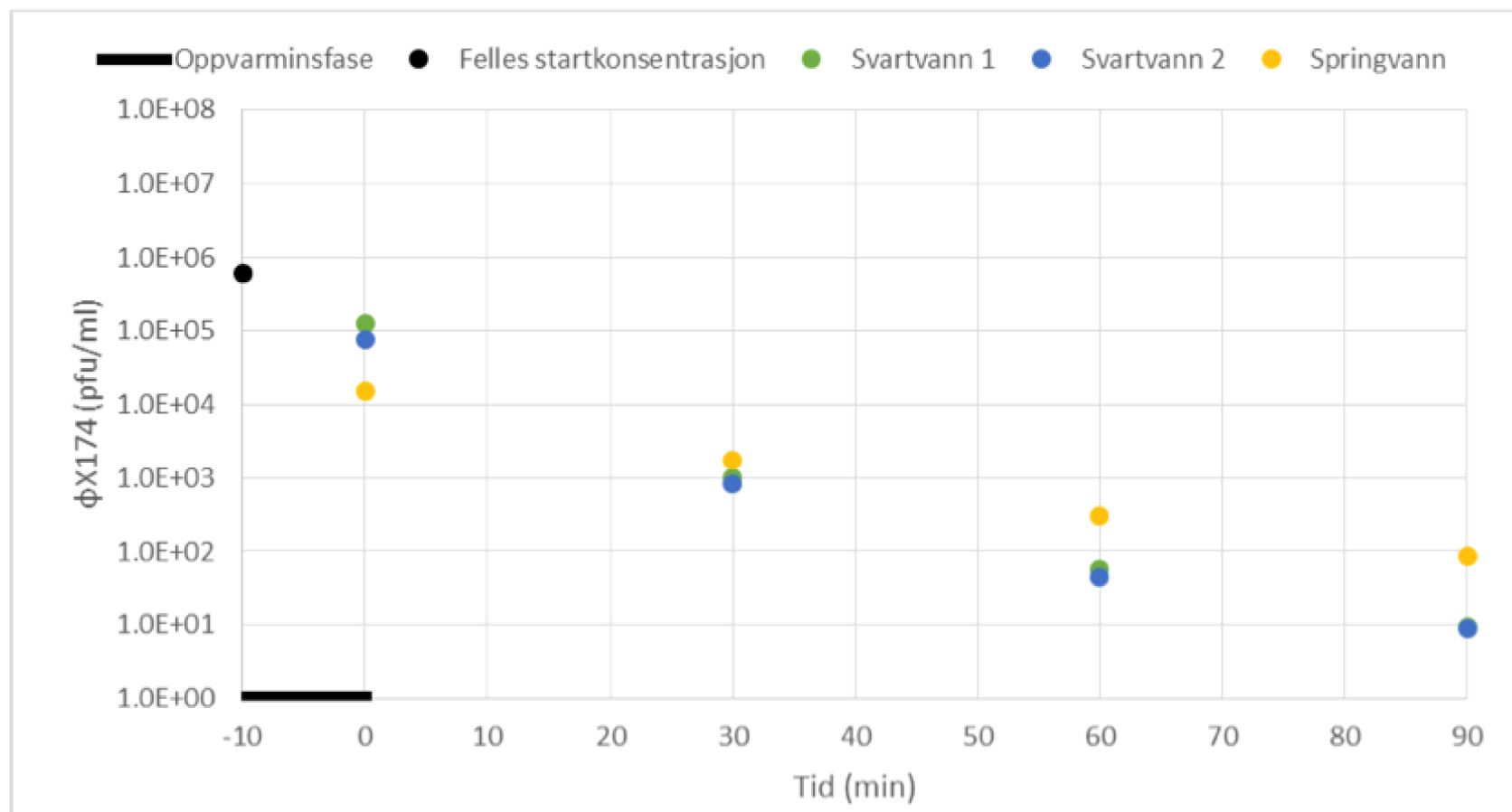


Termisk inaktivering av S t 28b ved 60 og 80 °C. Oppvarmingsfasen er vist med svart nå

# Inaktivering av virus ( $\phi$ X174) i svartvann og springvann

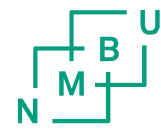


60 °C

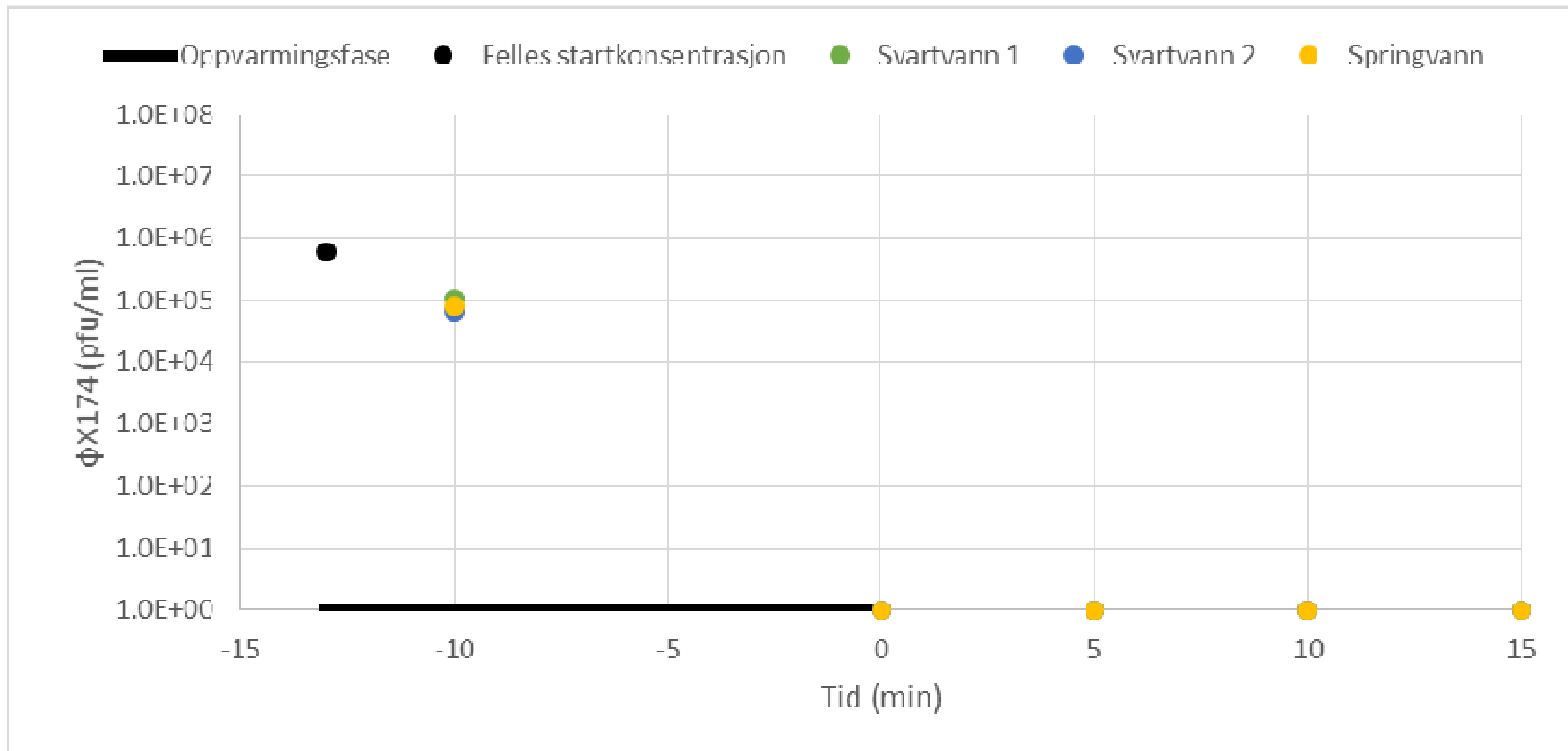


*Termisk inaktivering av  $\phi$ X174 ved 60 °C. Oppvarmingsfasen er vist med svart på førsteaksen. Tiden er målt fra da prøvene nådde 60 °C.*

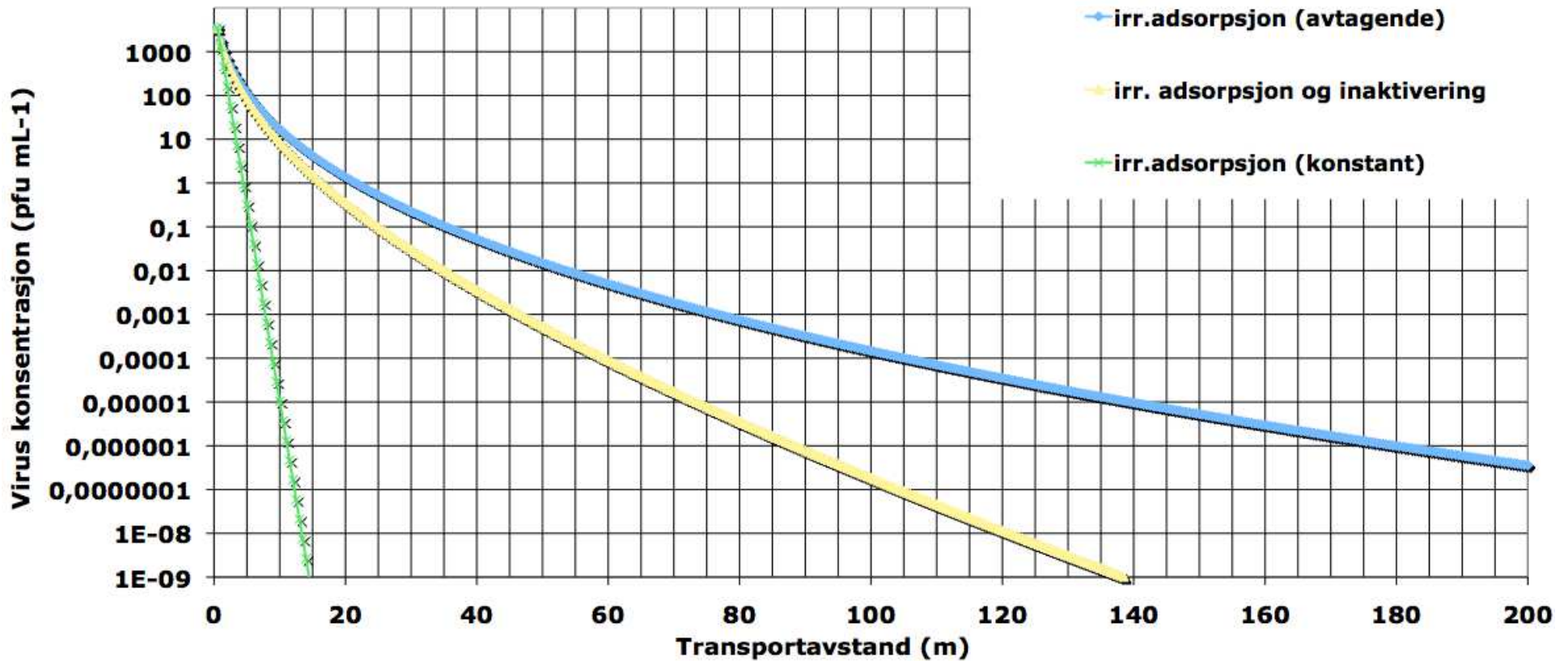
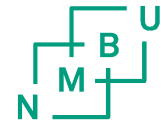
# Inaktivering av virus (phiX174) i svartvann og springvann



80 °C



# I hvilken grad filtreres organismene under mettet transport i grunnvannssonen ?

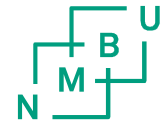




# Inaktivering

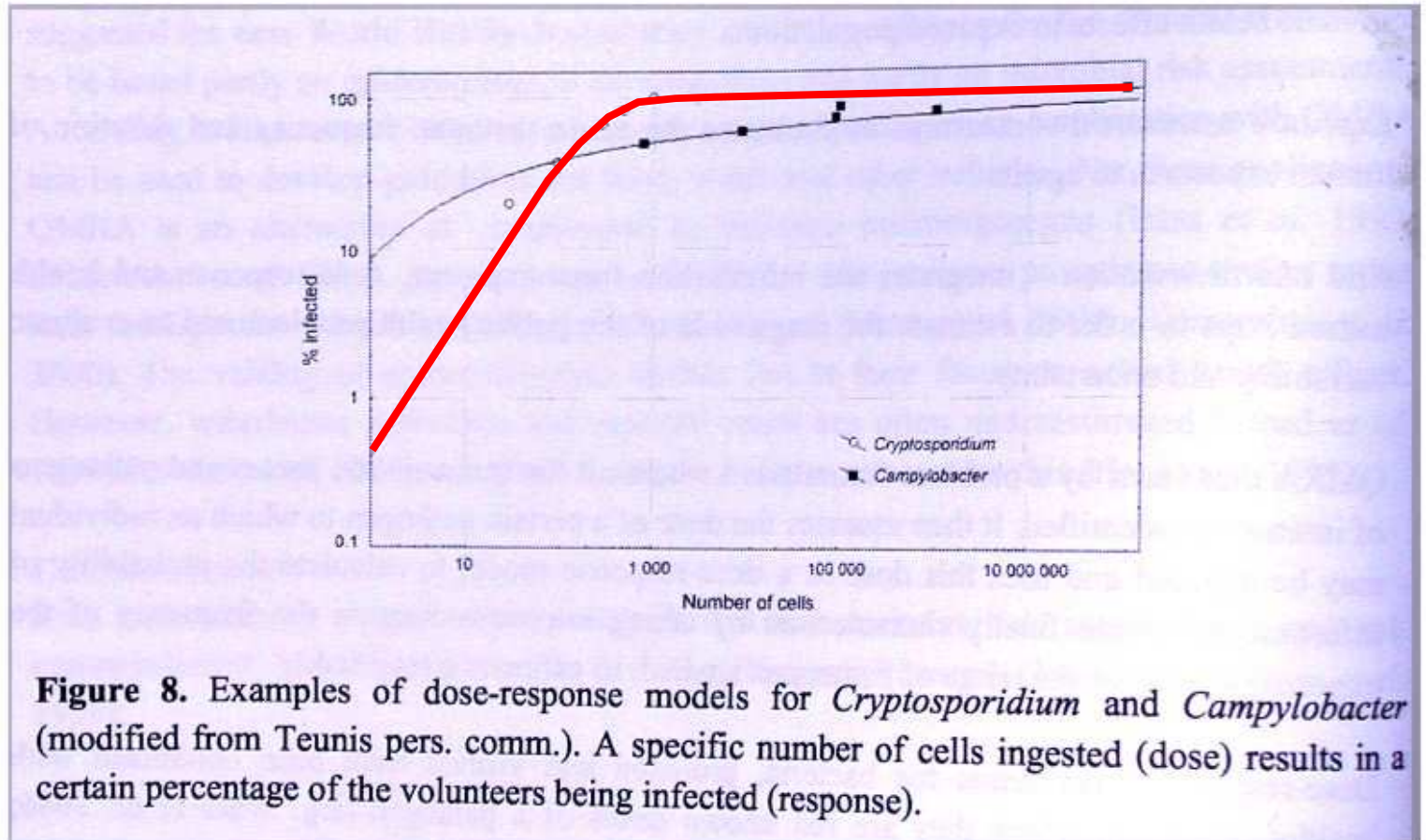
- Svært temperaturavhengig
- Store forskjeller mellom ulike organismer
- **Kravet om 60 døgns oppholdstid bør vurderes på nytt**

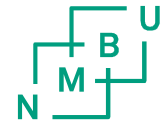
# Vurdering av risiko (QMRA)



- **Identifisere de mest aktuelle smittestoffene**  
og de akutte og kroniske effektene av en infeksjon
- **Eksponeringsvurdering.**  
Bestemme konsentrasjoner, aktuelle eksponeringsveier og varighet av eksponeringen. Beskrive populasjonen som blir eksponert
- **Dose – respons vurdering**  
Karakterisering av sammenhengen mellom dosen som er konsumert og den resulterende helseeffekten
- **Risikokarakterisering**  
Basert på punktene over, beregning/vurdering av helserisiko, variabilitet og usikkerhet.

# Dose-respons





# Hvor mange blir syke?

## Dose-respons

$$P_{i(d)} = 1 - \left[ 1 + \left( \frac{D_i}{N_{50}} \right) \left( 2^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right) \right]^{-\alpha}$$

*Hvor:*

$P_{i(d)}$  = Sannsynligheten for infeksjon ved inntak av  $D_i$  organismer

$D_i$  = Antall organismer inntatt ved en eksponering (en dag)

$N_{50}$  = Median infeksjonsdose, dvs antall virus som vil infisere 50% av den

$\alpha$  Dimensjonsløs infektivitetskonstant.





# Årlig risiko

$$P_{ann} = 1 - (1 - P_{inf})^n$$

$P_{ann}$  = årlig sannsynlighet for infeksjon

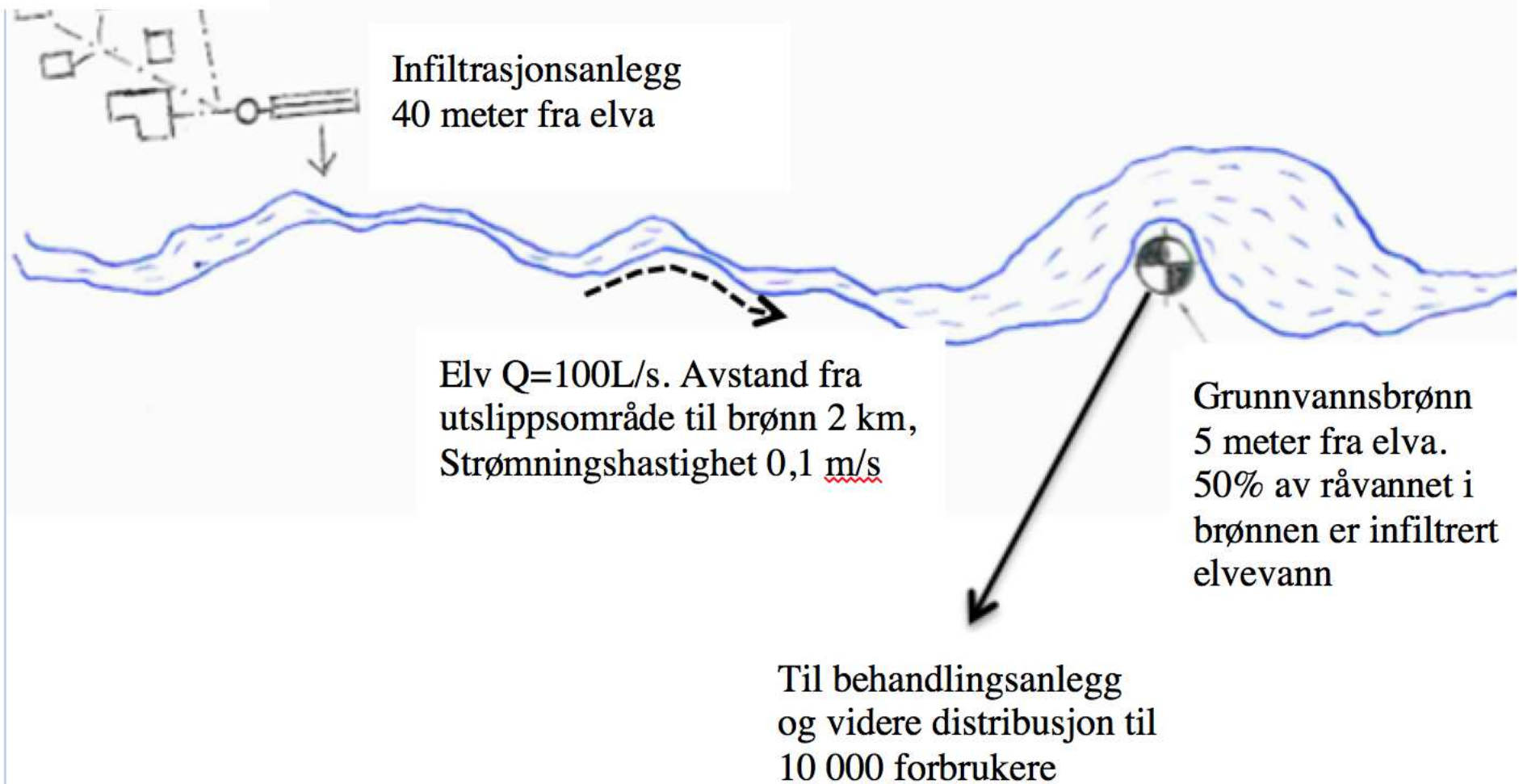
$P_{inf}$  = sannsynlighet for infeksjon fra en enkelt eksponering (en dags vannkonsum)

n = antall eksponeringer per år

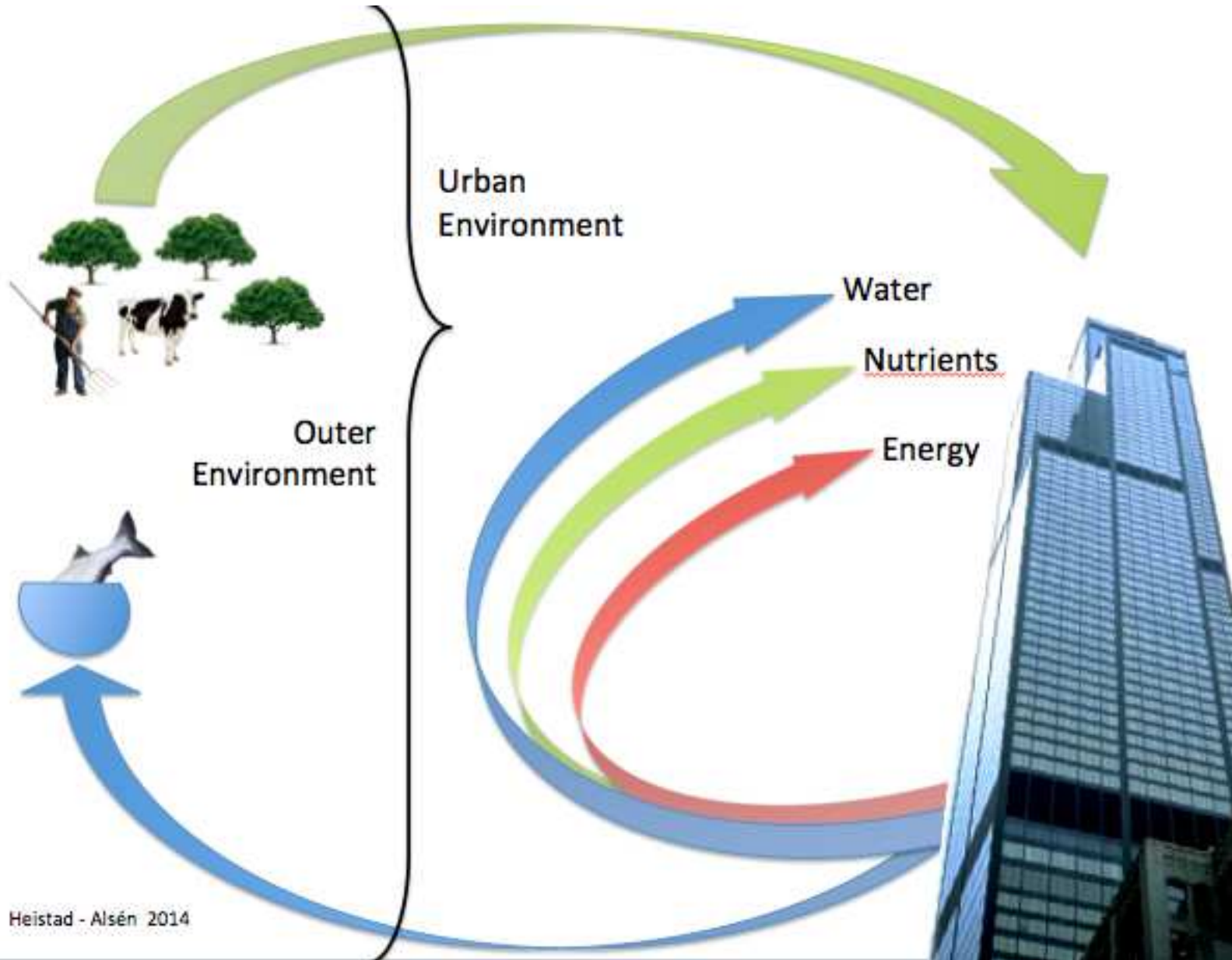
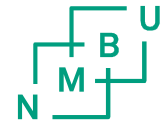
I vårt eksempel: 4 syke pr. år.  
Dette er ikke akseptabel risiko  
Hvor skal tiltakene settes inn?

# Strengere krav til avløpsrensing eller mer drikkevannsbehandling ?

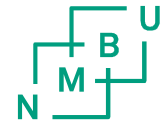
50 personer,  
hver med  
forbruk 120 L/d



# Mål: Lokal utnyttelse av ressurser – klarer vi hygieneutfordringene ?



# Mer fokus på smitterisiko i avløpsbransjen



- Vurdering av krav til fjerning av mikroorganismer I kommunale avløpsrenseanlegg som har utslipp til viktige råvannskilder.
- Utnytte muligheten til å velge skånsomme tekniske løsninger i områder med lokal drikkevannsinteresse (f.eks. kildeseparasjon)
- Prøve ut ulike kombinasjoner av renseteknologi, f.eks. Minirenseanlegg og infiltrasjon.
- Ved tvil i utslippssøknader: Still krav om risikovurdering