



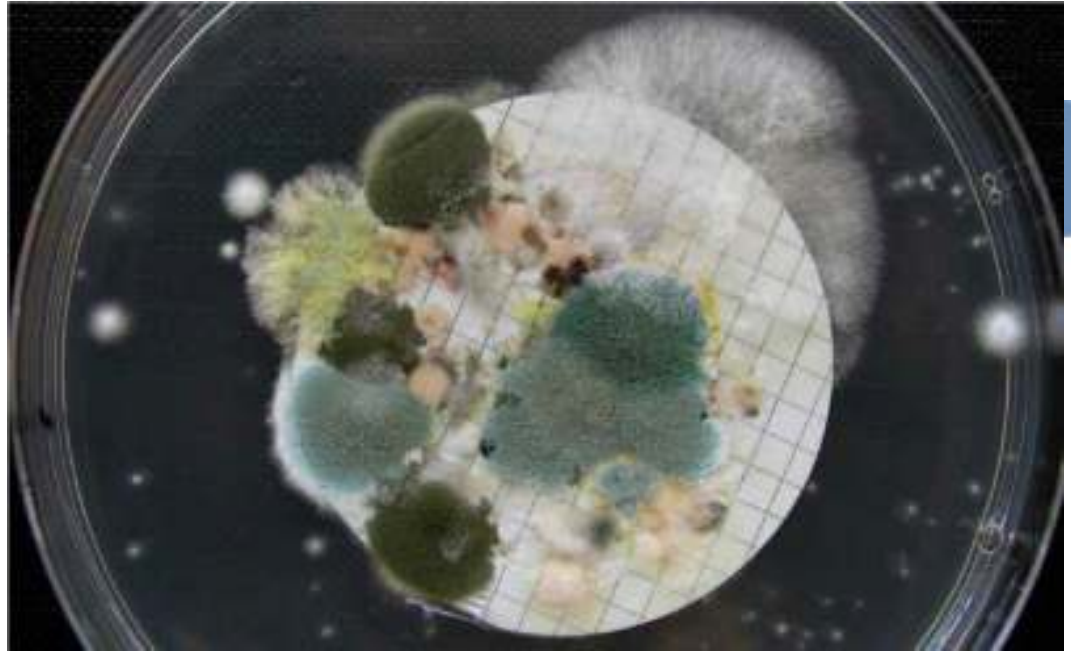
# Kimtall på ledningsnettet

## – Årsaker og mulige tiltak

Stein W. Østerhus  
NTNU

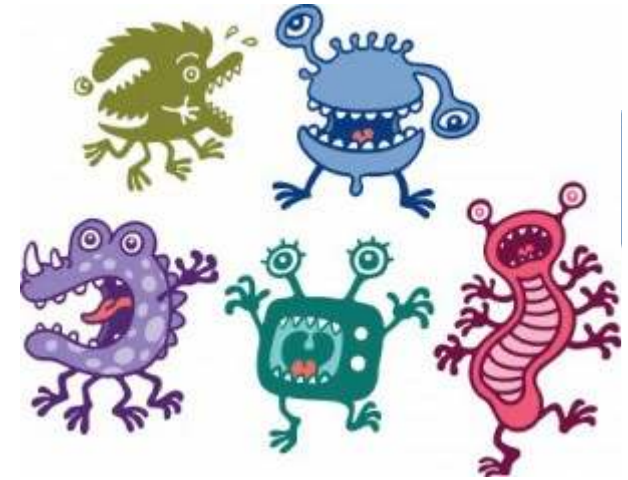
# Innhold

- Introduksjon
  - Hva kimtall er
  - Problemstilling
- Årsak
  - Beskrivelse av hva som skjer
  - Sentrale faktorer
- Mulige tiltak
  - Straks tiltak og langsiktige tiltak
- Oppsummering



# Hva er kimtall?

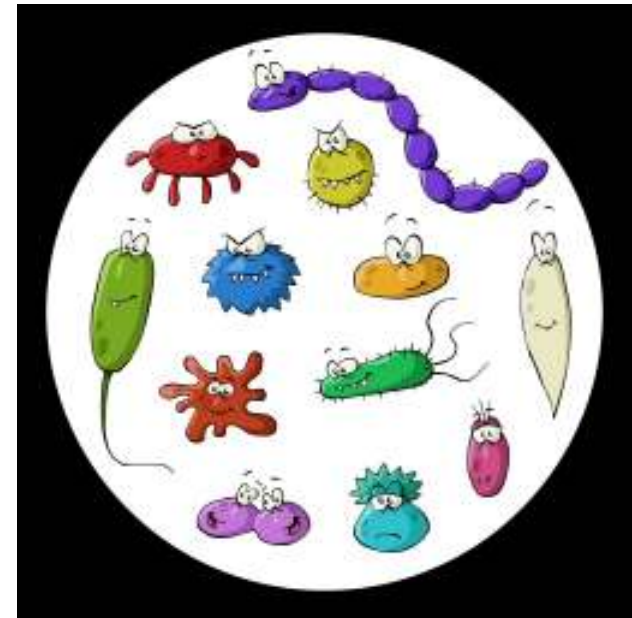
## Antall dyrkbare heterotrofe bakterier



- Brukes som generell indikator på vannbehandlingseffektiviteten og for å vurdere ettervekst av bakterier nedstrøms behandlingsanlegget
- Ingen direkte sammenheng mellom vannets kimtall og befolkningens helse
- Utilstrekkelig til å fastslå vannets innhold av mikrober (mindre enn 1% av bakterier i miljøprøver kan dyrkes på laboratoriemedier)
- Billig og rask å utføre

# Analyse av kimtall

- Kim-22 (ISO 6222), dyrkes på næringsrik PGA agar
  - ved 22 °C
  - i 3 døgn
- Kim-R2A, dyrkes på næringsfattig R2A agar
  - ved 22 °C
  - i 7 døgn
- Kim-36, dyrkes på næringsrik agar
  - ved 36 °C
  - i 2 døgn
- Andre



# Krav til kimtall



- Drikkevannsforskriften
  - Dersom kim22 >100 cfu/ml: Det skal undersøkes hva som er årsaken til de forhøyede verdien
- Noe forhøyet kimtall antas i utgangspunktet å være harmløst forutsatt at undersøkelsen ikke viser at det skyldes (fekal) forurensning
- Men høye kimtall kan.....forts...!



# Problem med høyt kimtall



- Kan indikere fekal forurensning
  - Gjelder spesielt ved plutselig kraftig økning
- Kan inkludere patogene bakterier
  - Selv om kimtall i hovedsak er harmløse bakterier, kan det også inkludere flere patogene bakterier
- Kan gi lite brukervennlig vann med dårlig lukt og smak
- Kan inkludere oppblomstring av opportunistiske patogene organismer
  - Organismer som er sykdomsfremkallende og farlig for immunsvakkede personer
  - F.eks: Legionella, P.aeruginosa, osv

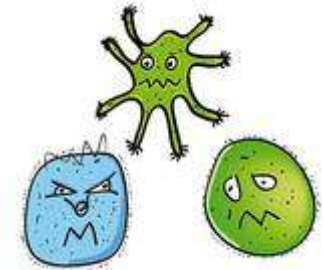
# Årsak til høye kimtall



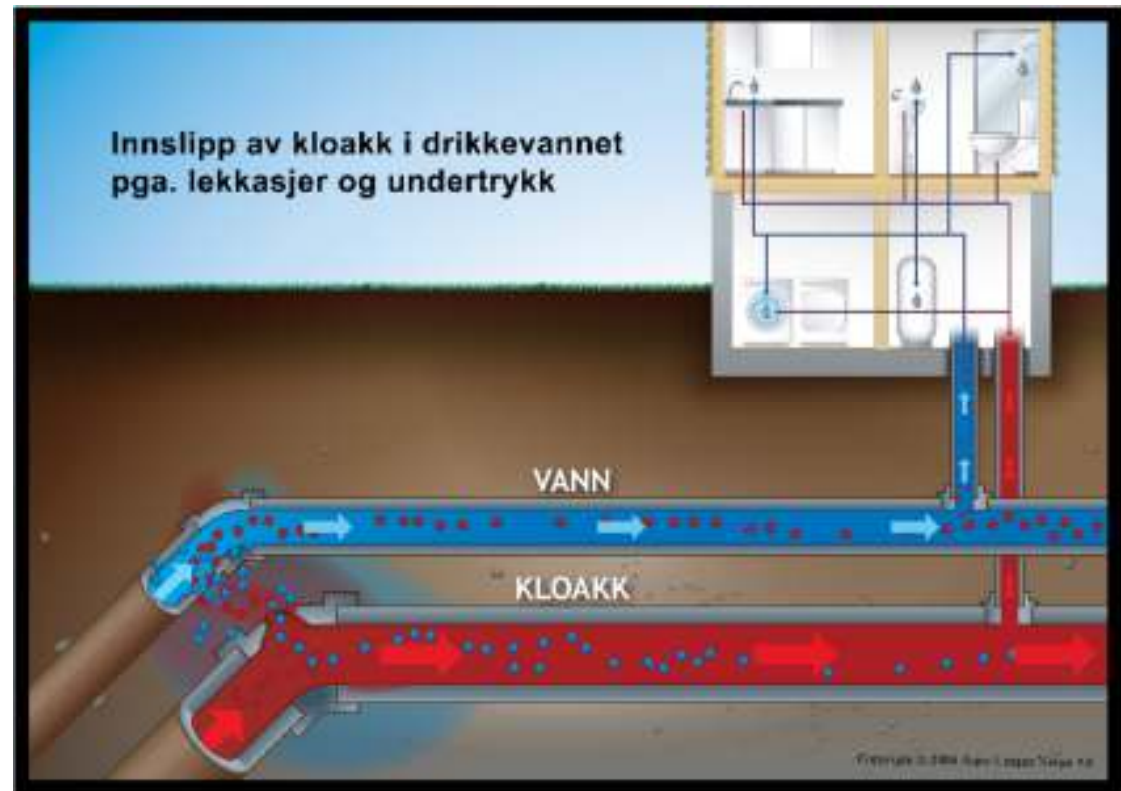
- Forurensning
- Begroing i ledningsnett
- Utilstrekkelig/dårlig vannbehandling
- Transport av sediment/slam i ledningsnett
- Andre årsaker (materialer, korrosjon, strømningshastighet)



# Forurensning

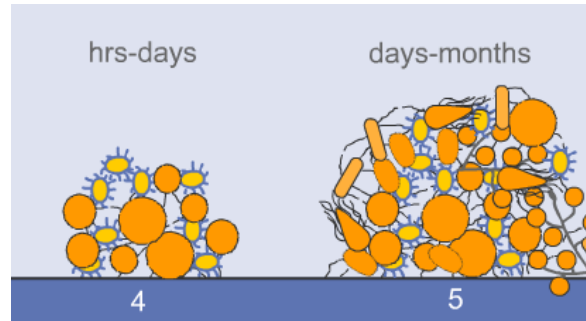
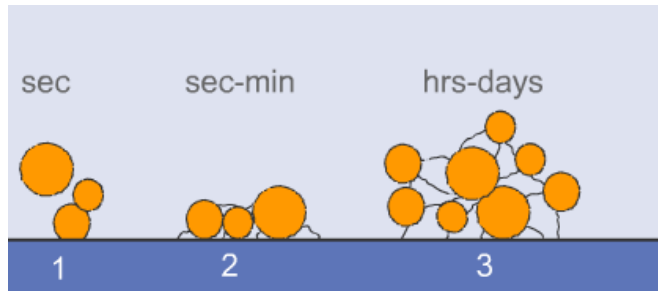


- Innslipp av kloakk pga lekkasjer og undertrykk
  - Årsak: dårlig tilstand på ledningsnett
- Forurensning etter reparasjon av ledning
  - Årsak: trykkløst nett og dårlige rutiner
- Annen tilførsel av forurenset vann
  - Årsak: feilkobling, uhell, dårlige rutiner

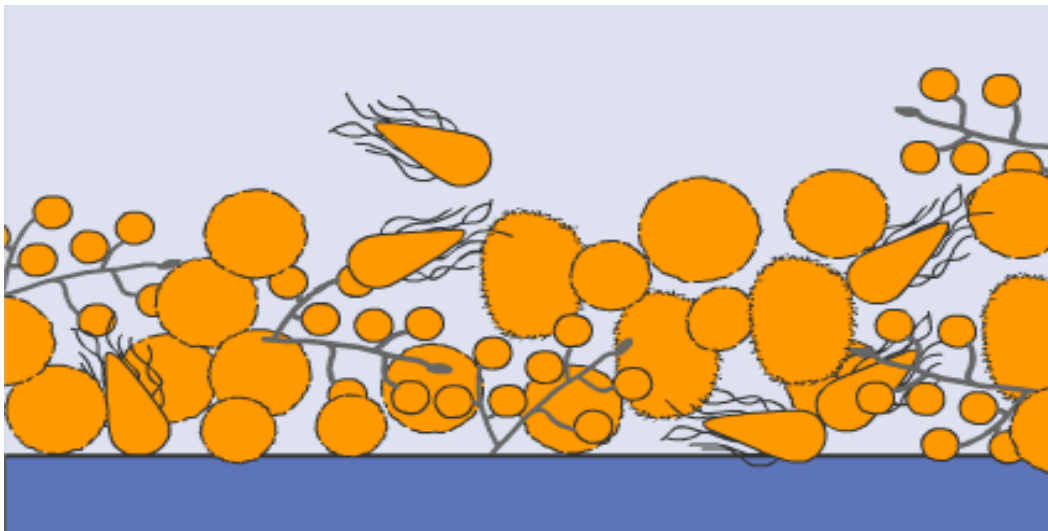




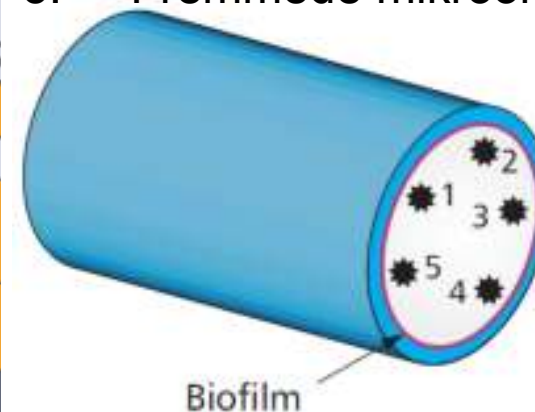
# Begroing og dannelse av biofilm



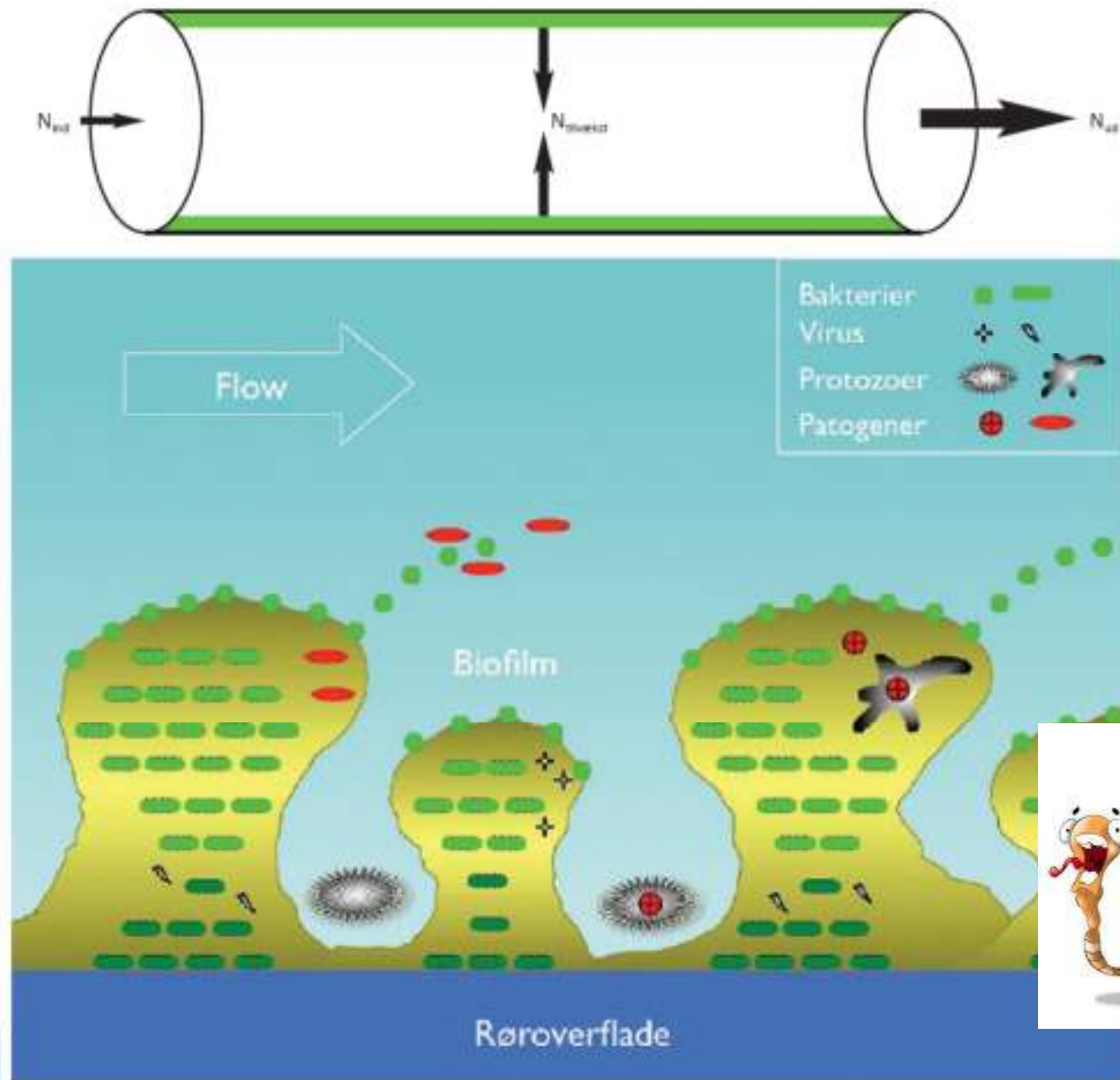
## Biofilm ved likevekt



1. Uorganiske utfellinger (kalk, jern, mangan)
2. Organiske utfellinger (humus)
3. Naturlige mikroorganismer
4. Ekstracellulære polymerer
5. Fremmede mikroorganismer

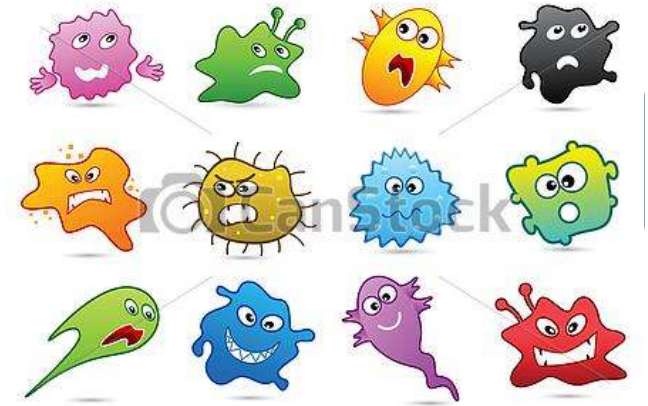


# Fluks av bakterier fra biofilm til vann



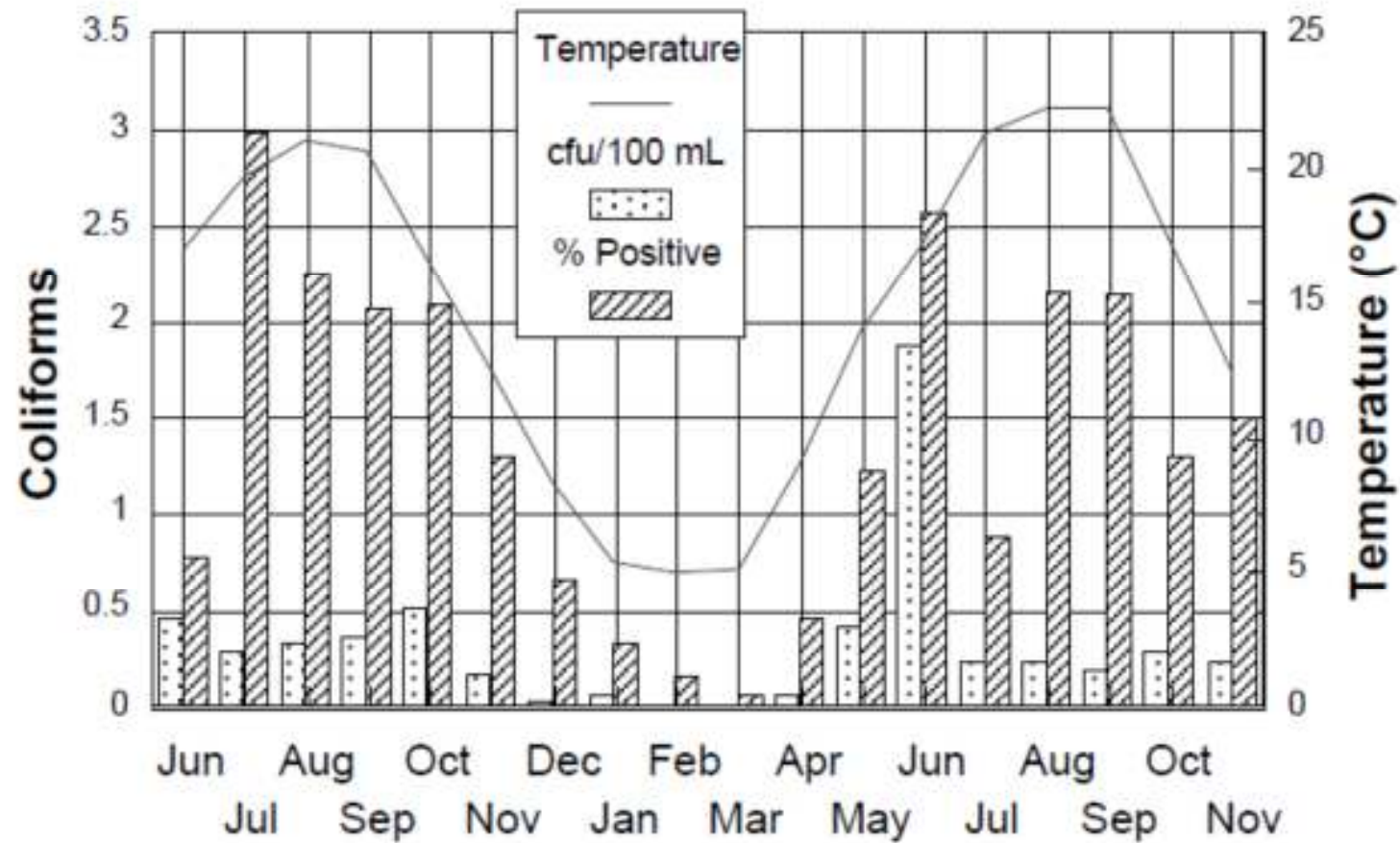
# Hva påvirker begroing?

- Temperatur
  - Dvs risiko for kraftig økning innomhus
- Mat
  - Mengde og sammensetning av organisk materiale (dvs begroingspotensialet)
    - F.eks. mengde AOC eller BDOC
- Rest av desinfeksjonsmiddel (klor og kloramin)
- Korrosjon
- Ledningsnettets utforming og drift
  - Inklusive vannhastigheter, oppholdstider, materialer



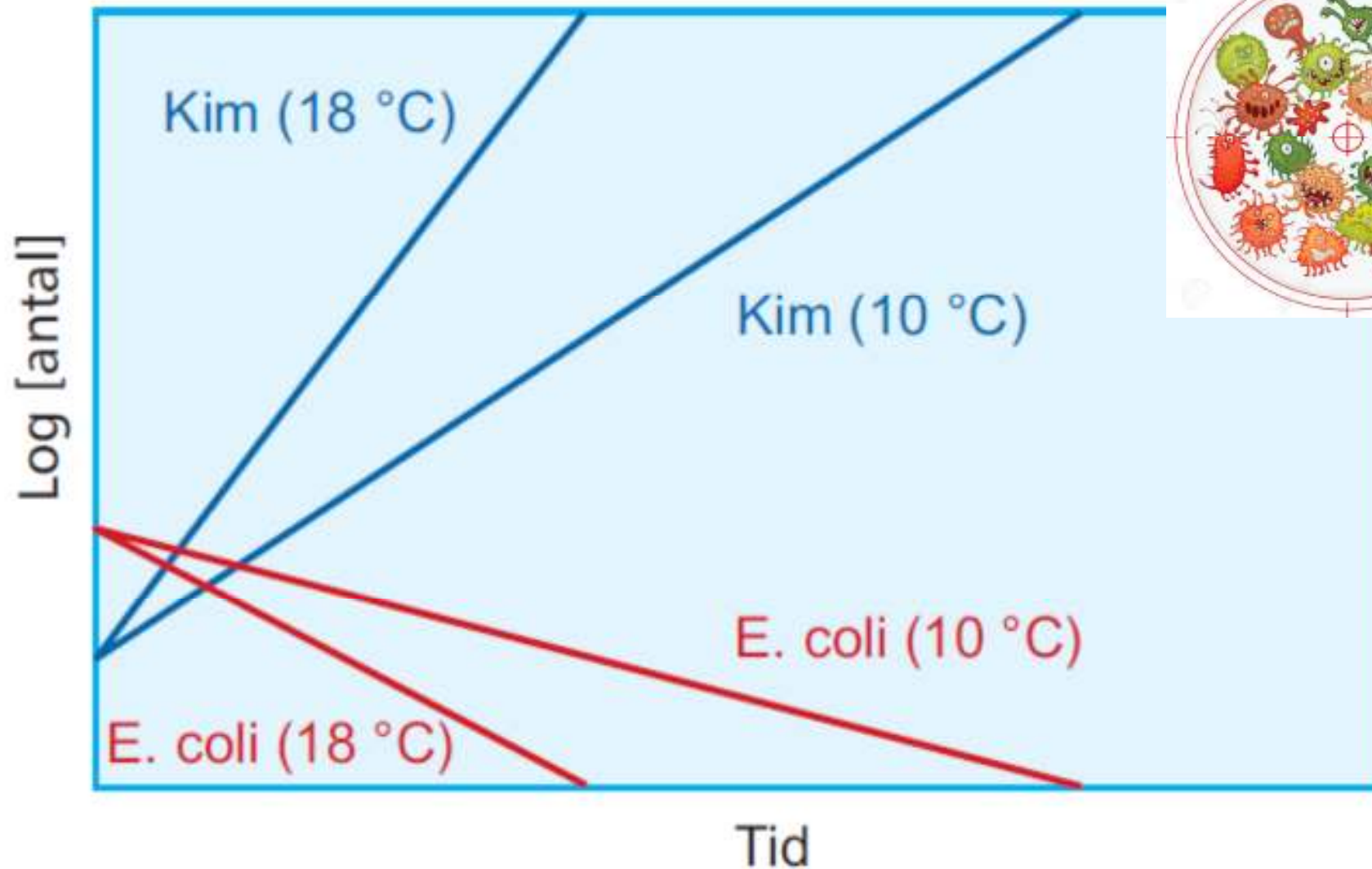
© Can Stock Photo - csp6931410

# Temperatureeffekt - årstid

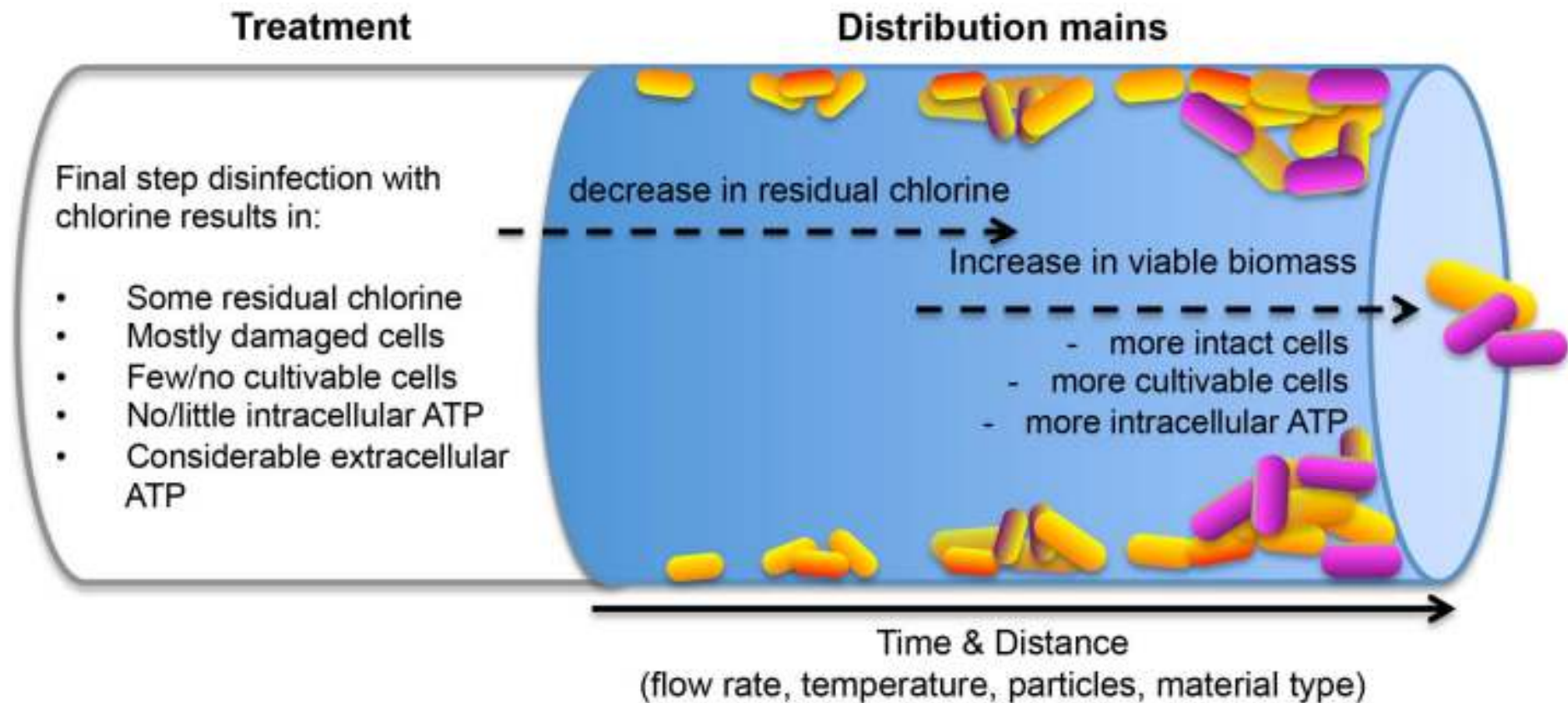




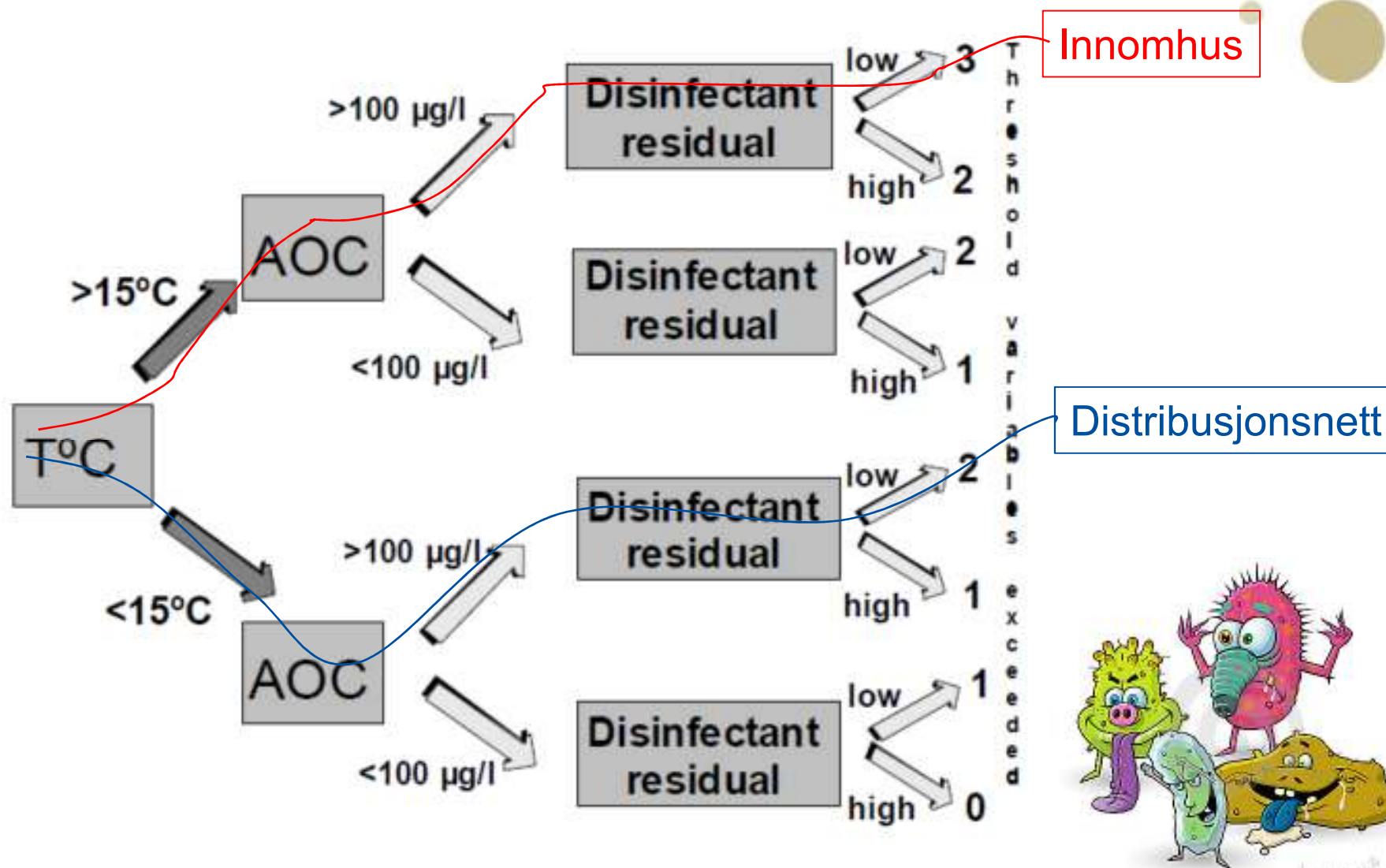
# Temperatureffekt-kimtallsoppblomstring



# Effekt av små rest-klor mengder



# Betydningen av temperatur, mat og rest-klor





# Utilstrekkelig/dårlig vannbehandling

## Utilstrekkelig fjerning:

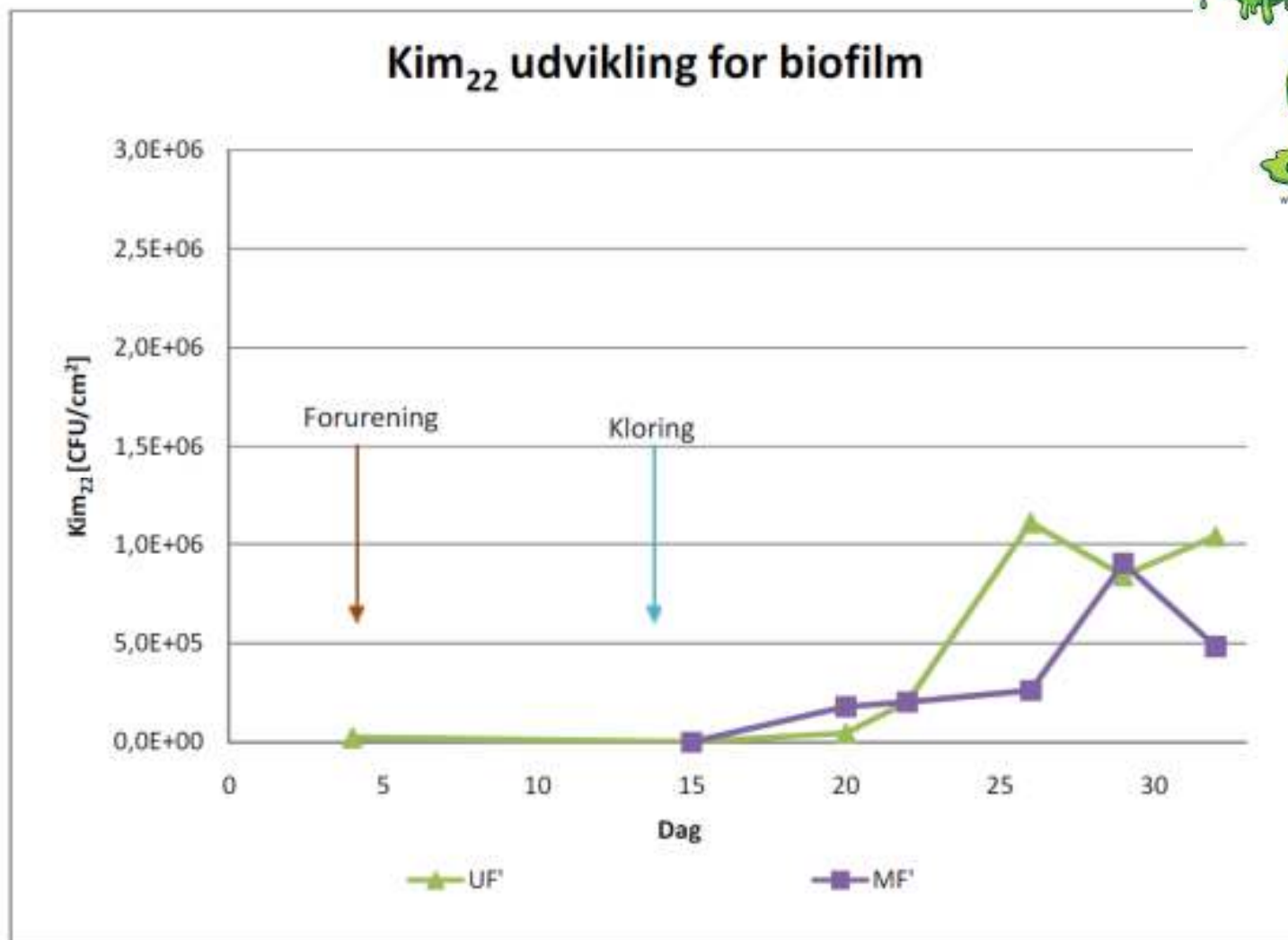
- For dårlig desinfeksjon
- For dårlig NOM-fjerning
- For dårlig BDOC-fjerning
- For dårlig partikkel-fjerning
- Manglende korrosjonskontroll?

## Dannelse av mat (AOC, BDOC):

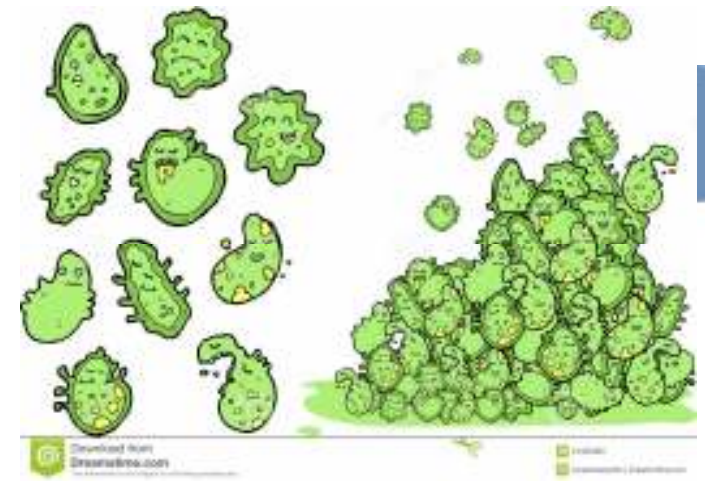
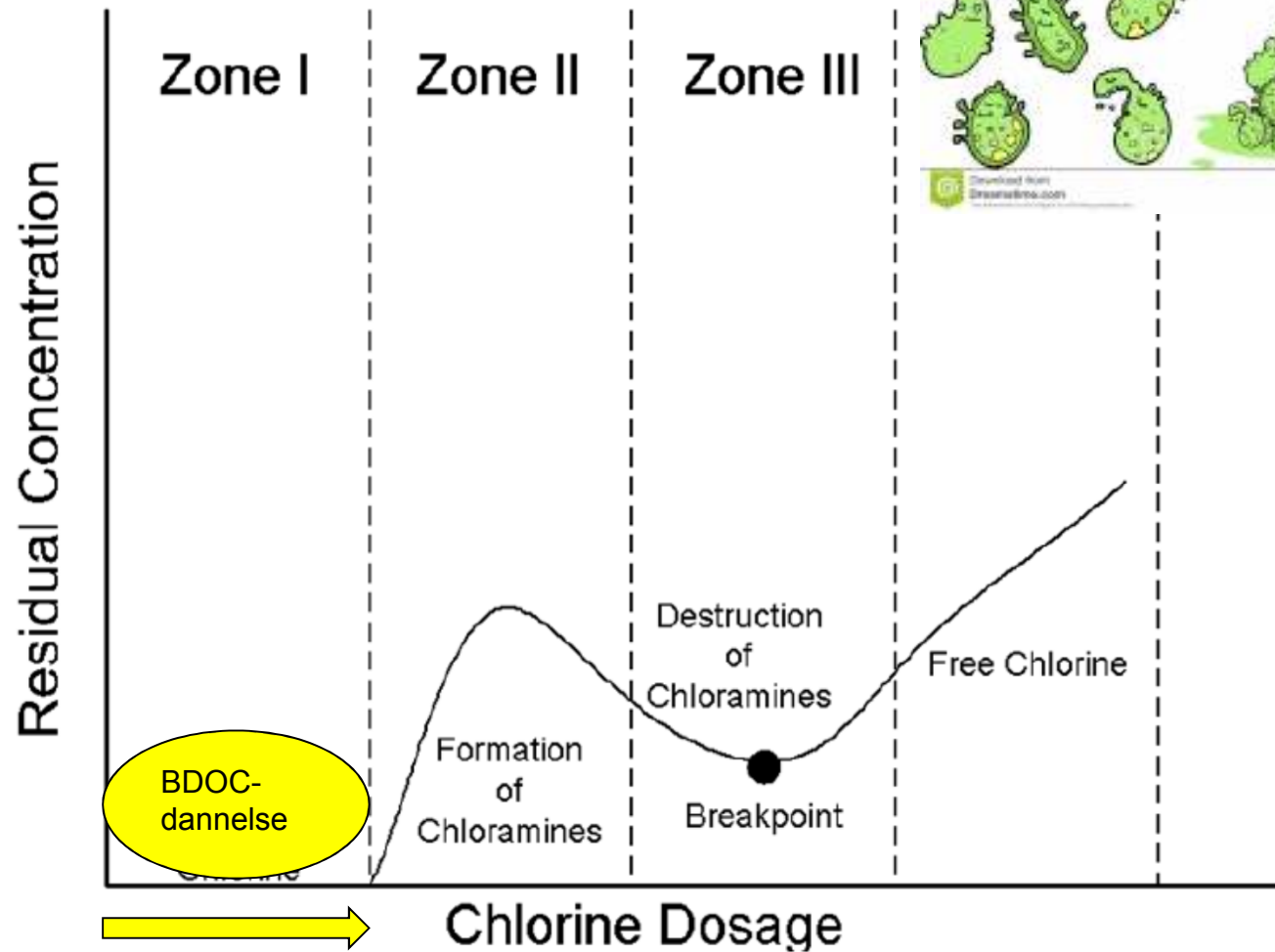
- Ozonering av NOM-holdig vann
- Klorering av NOM-holdig vann
- Andre oksidasjonsprosesser
- Nano-filtrering?



# Effekt av klorering

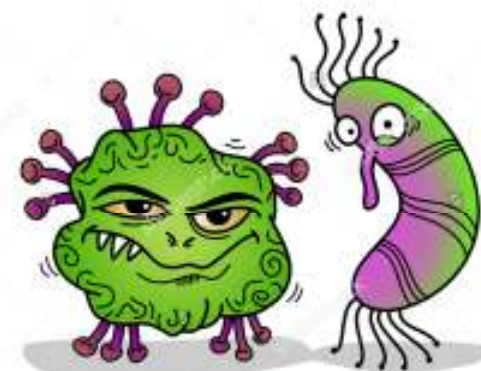


# Norsk kloreringspraksis

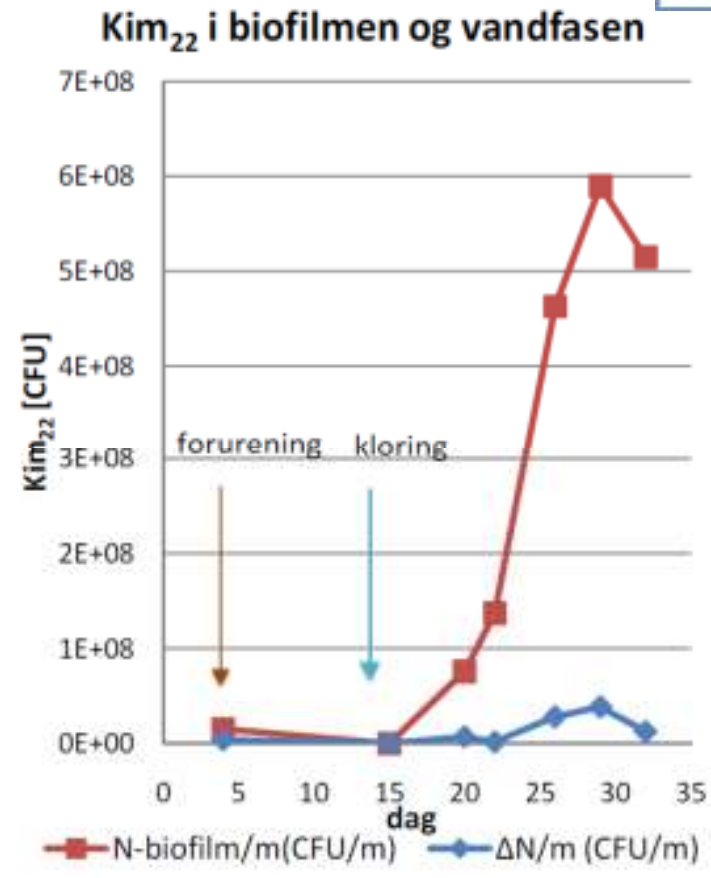
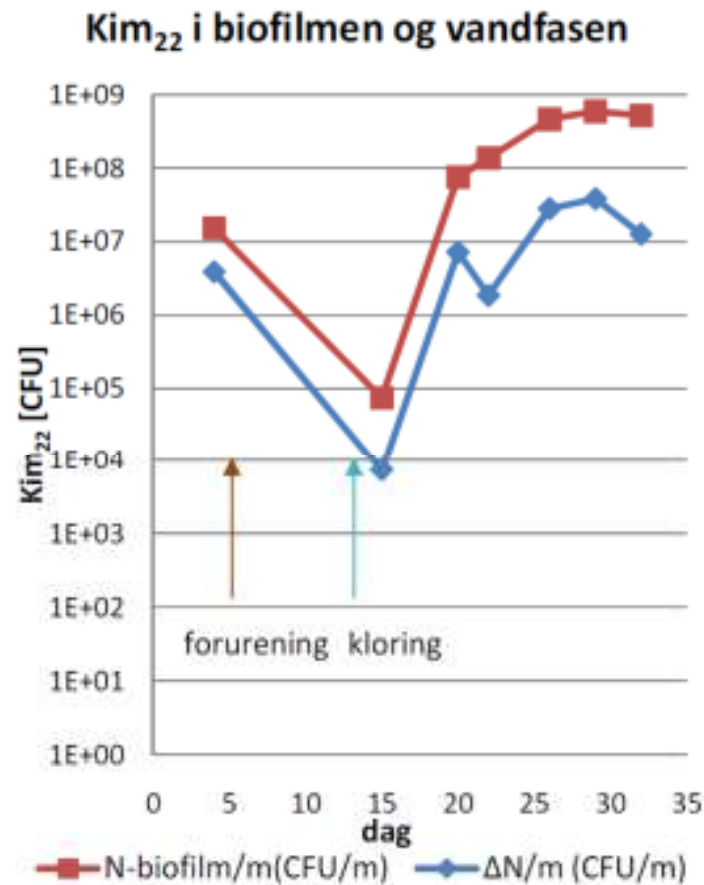


# Transport av sediment/slam i ledningsnett

- Dannelsen av sediment/slam/kimtall kan være andre steder enn der problemene oppstår
- Sediment/slam/kimtall transporteres med flow og deponeres i mer stagnante områder
- Variasjon og endring i strømningshastighet og mønster, kan øke løsrivelsen og problemene
- Korrosjon kan øke slamproblemene



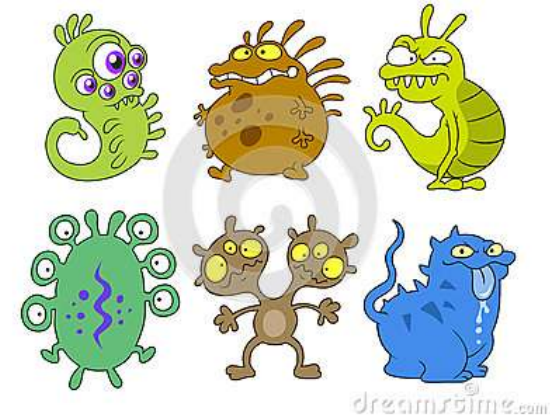
# Kloring øker kimtallsproblemene





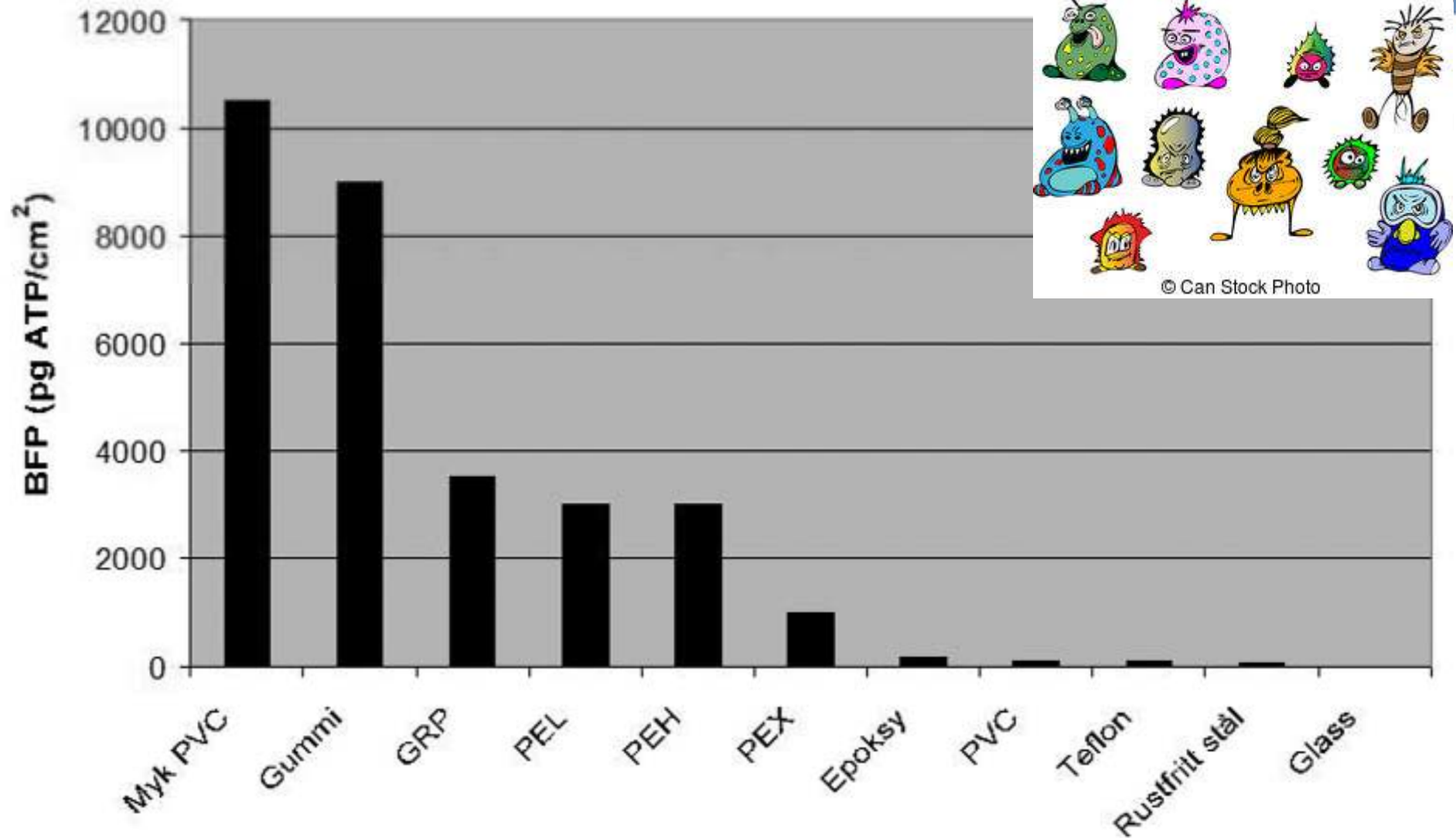
# Effekt av materialer på biofilmpotensialet

- Utlekking av mat (organisk stoff) fra ledningsmaterialene kan gi problemer med biofilmdannelse



| Materiale              | Biofilmpotentiale |
|------------------------|-------------------|
| Beton                  | +                 |
| Rustfrit stål          | ++                |
| Støbejern              | +++               |
| Polyetylen (PE)        | ++++              |
| Polyvinylchlorid (PVC) | ++++              |
| Gummi                  | +++++             |

# Begroing på ulike materialer



*Begroing på ulike materialer (etter van der Kooij et al. 1999)*

# Mulige tiltak

## Må det gjøres noe?



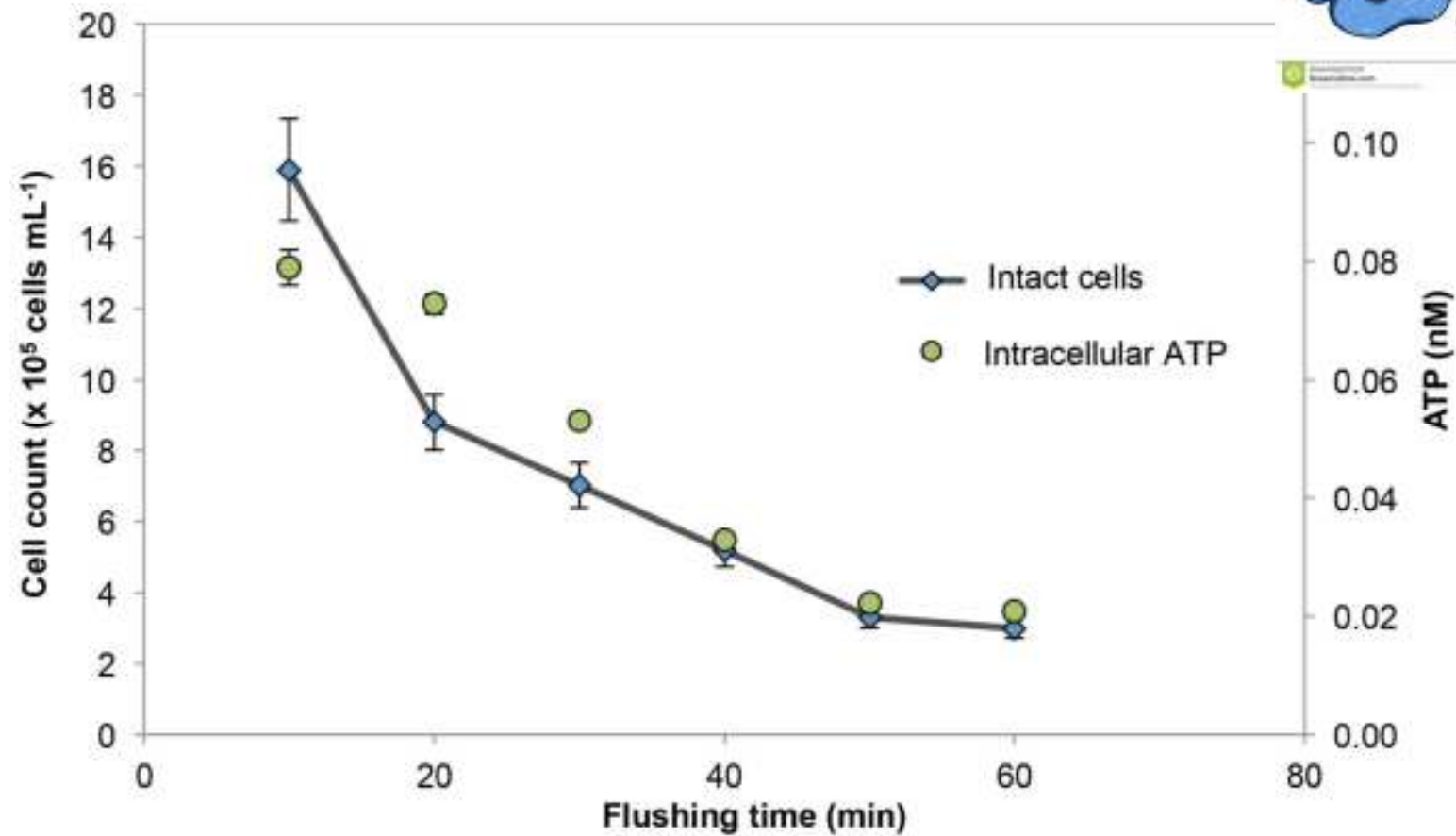
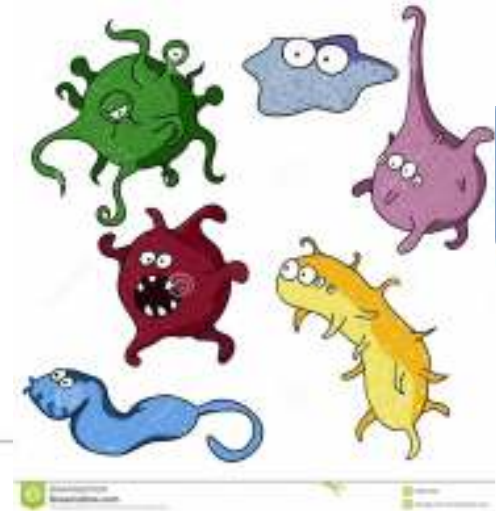
### Straks tiltak:

- Spyling og rengjøring
- Evt pluggkjøring
- Endre nettets driftsrutiner
- Anvende kloramin

### Langsiktige tiltak:

- Benytte mere effektive vannbehandlingsprosesser for BDOC-fjerning
- Bedre NOM-fjerning
- Bedre korrosjonskontroll
- Forbedre ledningsnett
- Benytte bedre rørmaterialer

# Effektive spyling tar tid



# Oppsummering



- For god tilgang på mat (AOC/BDOC) er den vanligste årsaken til høye kimtall
  - Manglende fjerning eller dannelse i vannbehandlingen
  - Samspillet med faktorer som temperatur, strømningshastighet, materialer, osv, er viktige
- Mest aktuelle straks tiltak ved høye kimtall
  - Spyling av nett
- Mest aktuelle langsiktige tiltak ved høye kimtall
  - Forbedre fjerning av AOC/BDOC i vannbehandlingen



