

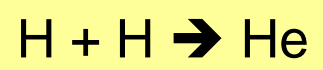


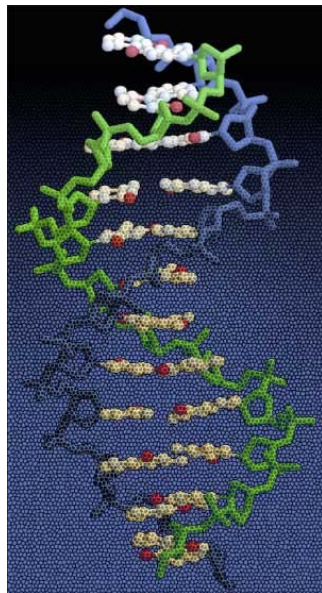
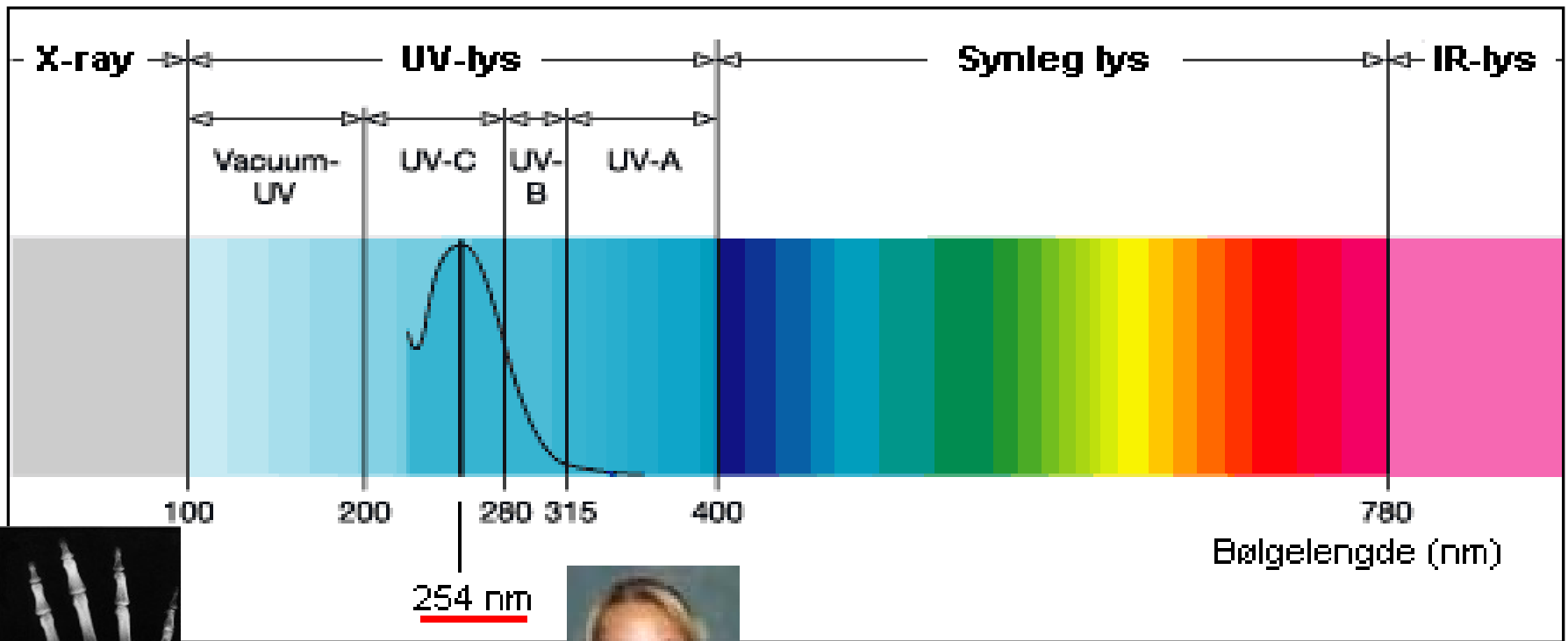
# **UV-desinfeksjon**

*En introduksjon*

*v/Karl Olav Gjerstad*





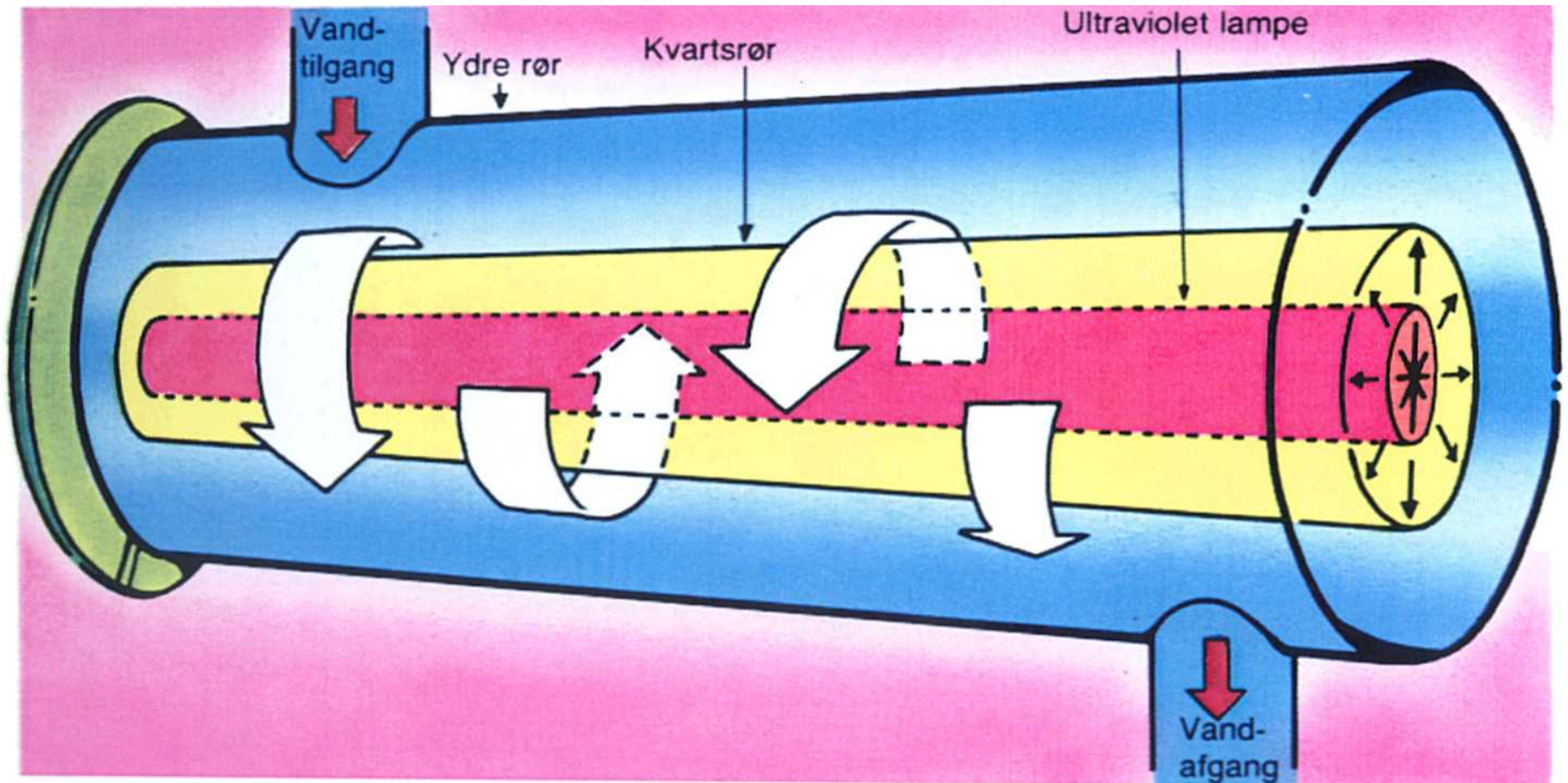


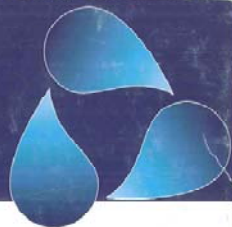
- Tidlig utgave av et "UV anlegg" anlagt ved Nilens bredd

- 1877 – Belysning av testrør med bakterier

- 1910 - Første kjente kommersielle UV anlegg Marseille

- 1974 - Første installerte UV anlegg i Norge





*KOE*

## Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann



## Andre aktuelle NORVAR-rapporter

*Nr 139 2004*

### **Erfaringar med klorering og UV-stråling av drikkevann**

*Nr 136 2004*

### **Hygieniske barrierer og kritiske punkt i vannforsyningen - Hva har gått galt ?**

*Undersøkelsene gir mange eksempler (27stk)  
på svikt i desinfeksjons-prosessen for UV*

- *Endring i råvannskvalitet*
- *Svikt i forbehandling*
- *Strømstans*
- *Tekniske forhold: svekket UV-lampe,  
lynnedslag, knust UV-lampe*

**VREG 2003 →**

Forekomst av E. coli i renvannsprøver:

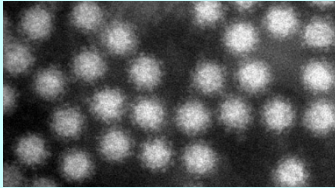
**10 % av vv som benytter UV**

**8 % av vv som benytter Klor**

**5 % av vv som benytter Membranfiltrering**

**UV – bestråling er en solid barriere mot :**

→ *Virus*



→ *Bakterier*



→ *Parasitter*



## Viktige begreper

**Dose:** *Mål på drapeseffekt*

**Intensitet:** *Strålingsstyrke*

**UV-transmisjon:** *Vannets evne til å slippe igjennom UV – lys  
(destillert vann = 100% transmisjon v/5 cm)*

- Dose "krav" og doseberegningsmåter
- Grunnleggende forutsetninger for typegodkjenningen
- Hvilke faktorer påvirker intensiteten

**Dose** =  x 

Intensitet  
(strålingsstyrke)

Tid

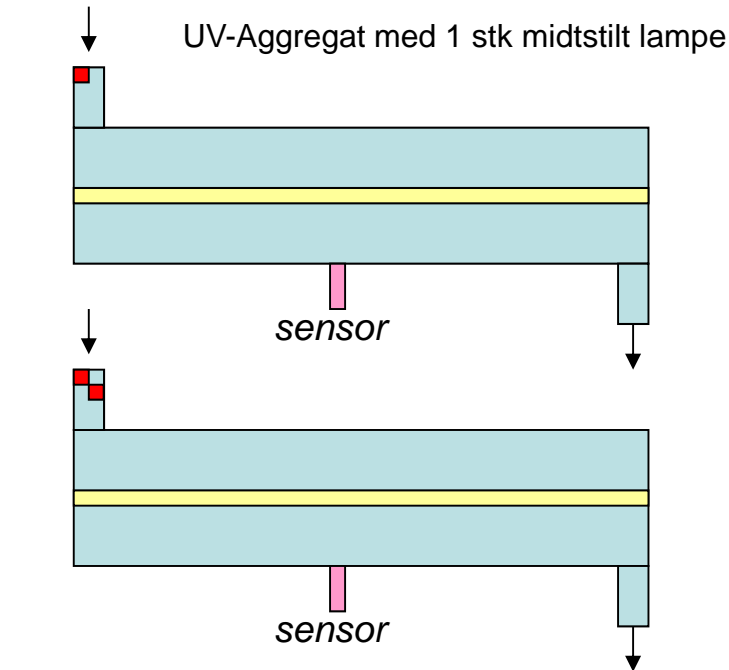
**Dose** ( $\text{mJ}/\text{cm}^2 = \text{mWs}/\text{cm}^2$ ) = **Intensitet** ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ ) x **virkingstid** (s)





# Doseberegningsmåter

*Intensitet som vist av sensor har ingen direkte sammenheng med doseberegningen*



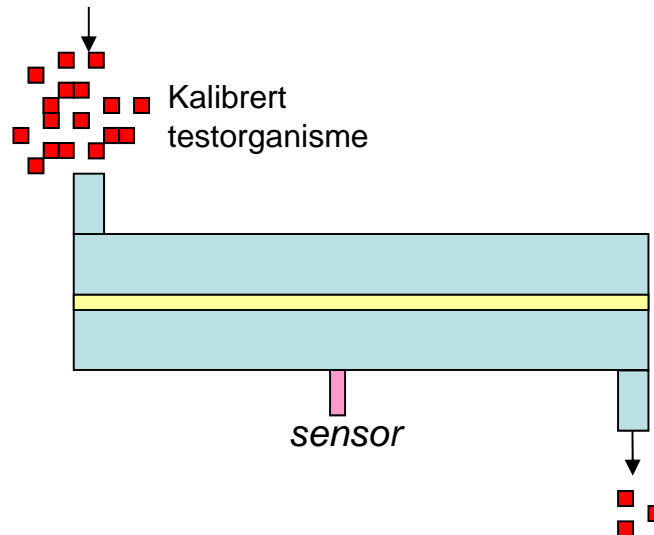
***Teoretisk beregnet veggdose***

***Dosekrav : 16 mJ/cm<sup>2</sup>***

***Teoretisk beregnet gjennomsnittsdose  
(ulike beregningsmetoder)***

***Dosekrav : 30 mJ/cm<sup>2</sup>***

*Intensitet som vist av sensor er direkte relatert til dose uttrykt via en formel*  
***Dose =  
(Intensitet,  
vannhastighet,  
transmisjon)***

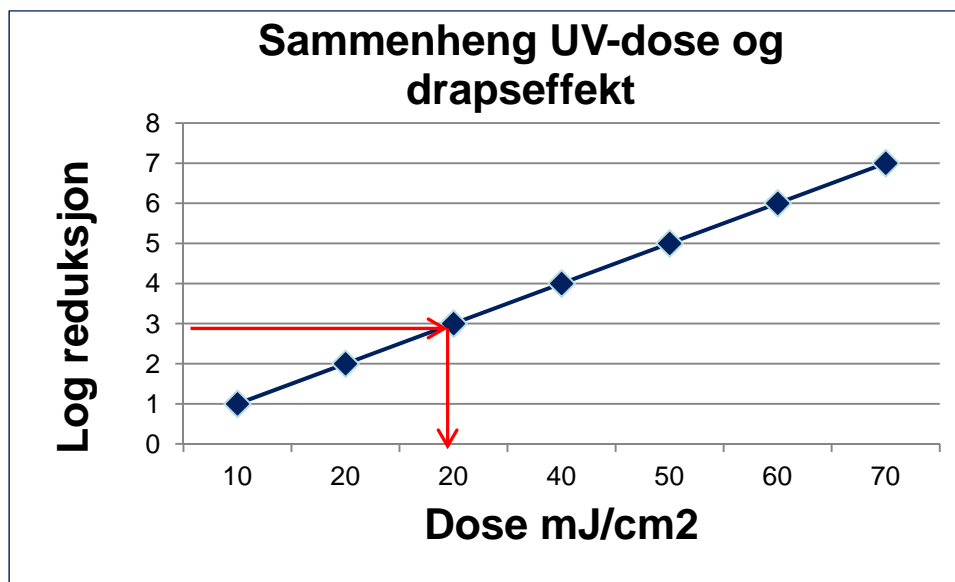
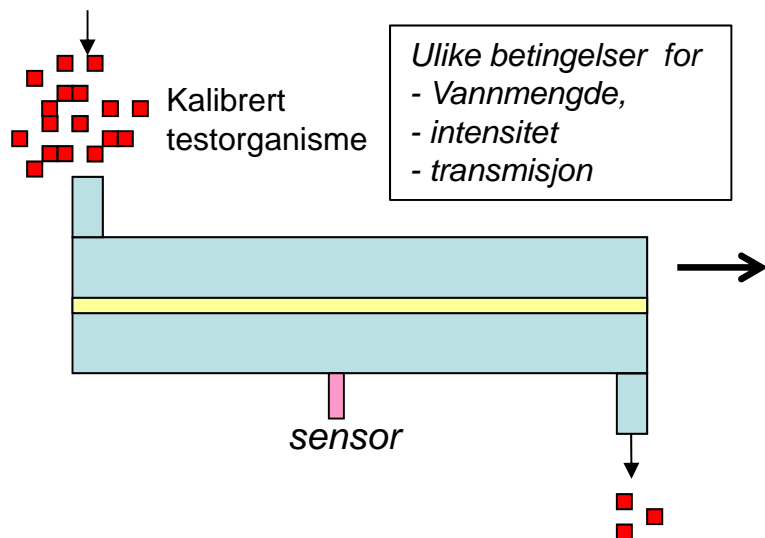
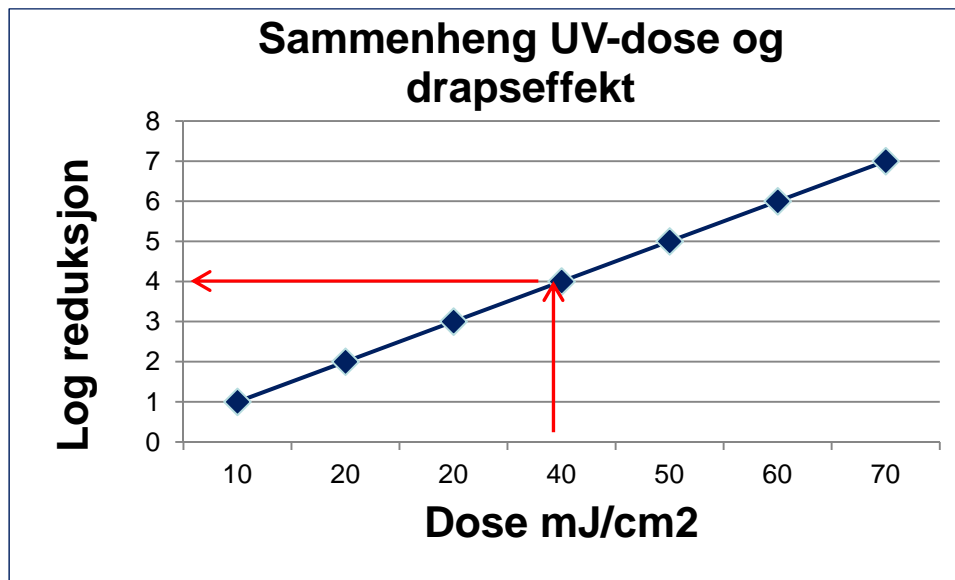
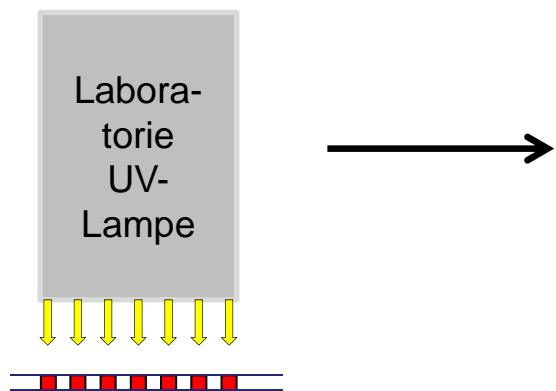


***Biodosimetrisk testet dose***

***Dosegrunnlag: 40 mJ/cm<sup>2</sup>***

# BIOMETRISK TESTING

Kalibrering av testorganisme med ulike kontrollerte doser



*Dosen kan uttrykkes via en formel = (vannmengde, intensitet, transmisjon)*

## En dose på 40 mJ/cm<sup>2</sup> gir gode marginer

### Nødvendig dose (mJ/cm<sup>2</sup>) for log – reduksjon ihht krav i Drikkevannsforskriften

Mikroorganisme	Bakterier	Virus	Parasitter	Bakteriesporer
<i>Drikkevannsforskriften:</i>	<b>3 log</b>	<b>3 log</b>	<b>2 log</b>	<b>2 log</b>
Bacillus sp				35 – 48
<b>Campylobacter j.</b>	<b>4</b>			
E.Coli	3 - 8			
Salmonella	4 - 15			
Shigella	2 - 6			
Staphylococcus	7 - 10			
Streptococcus	10			
Vibrio	2 - 3			
Yersinia	3			
Cryptosporidium			1-10	
Giardia			2-10	
<b>Calicivirus (norovirus)</b>		<b>14 - 25</b>		
Hepatit A		12 - 22		

### Norsk Vann rapport 169, 2009

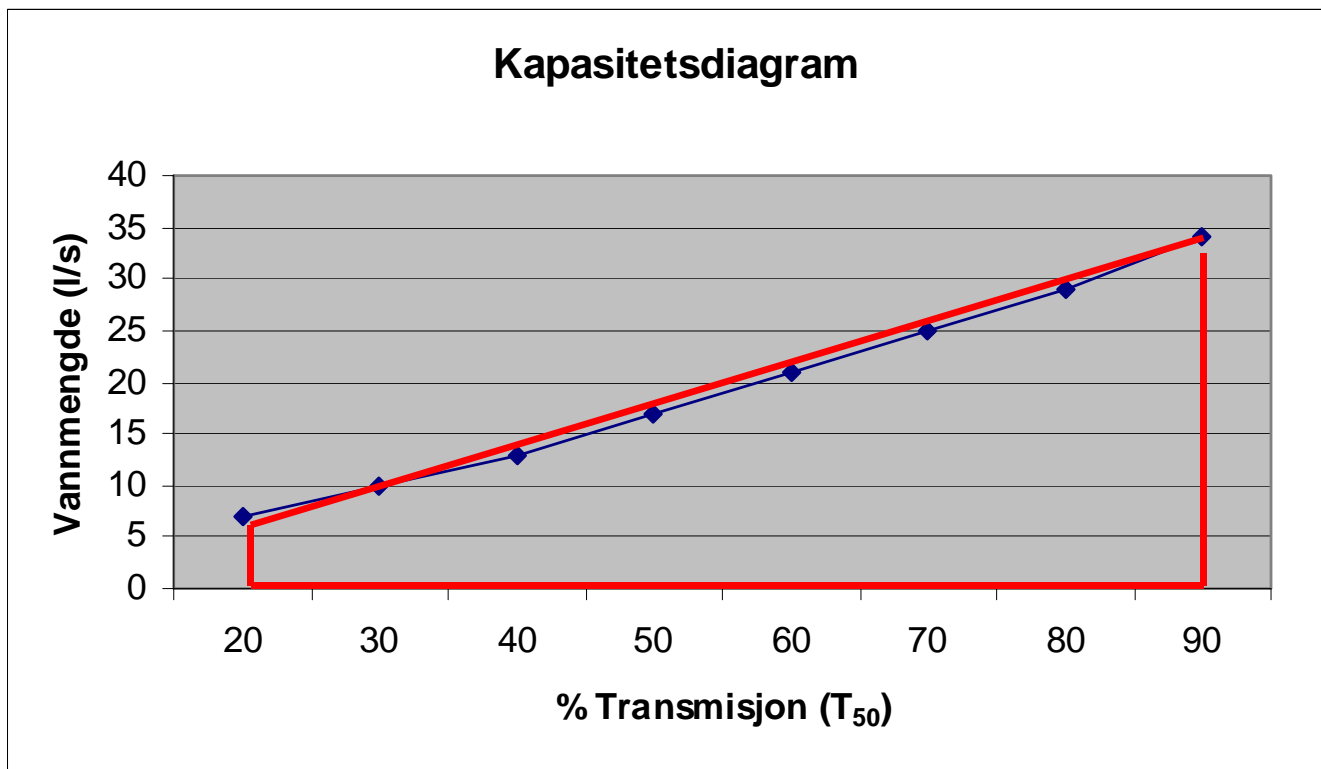
*Optimal desinfeksjonspraksis fase 2*

UV-aggregat 40 mJ/cm<sup>2</sup> bestemt biodosimetrisk

Log kredit	Bakterier = 4
	Virus = 3,5
	Parasitter = 4

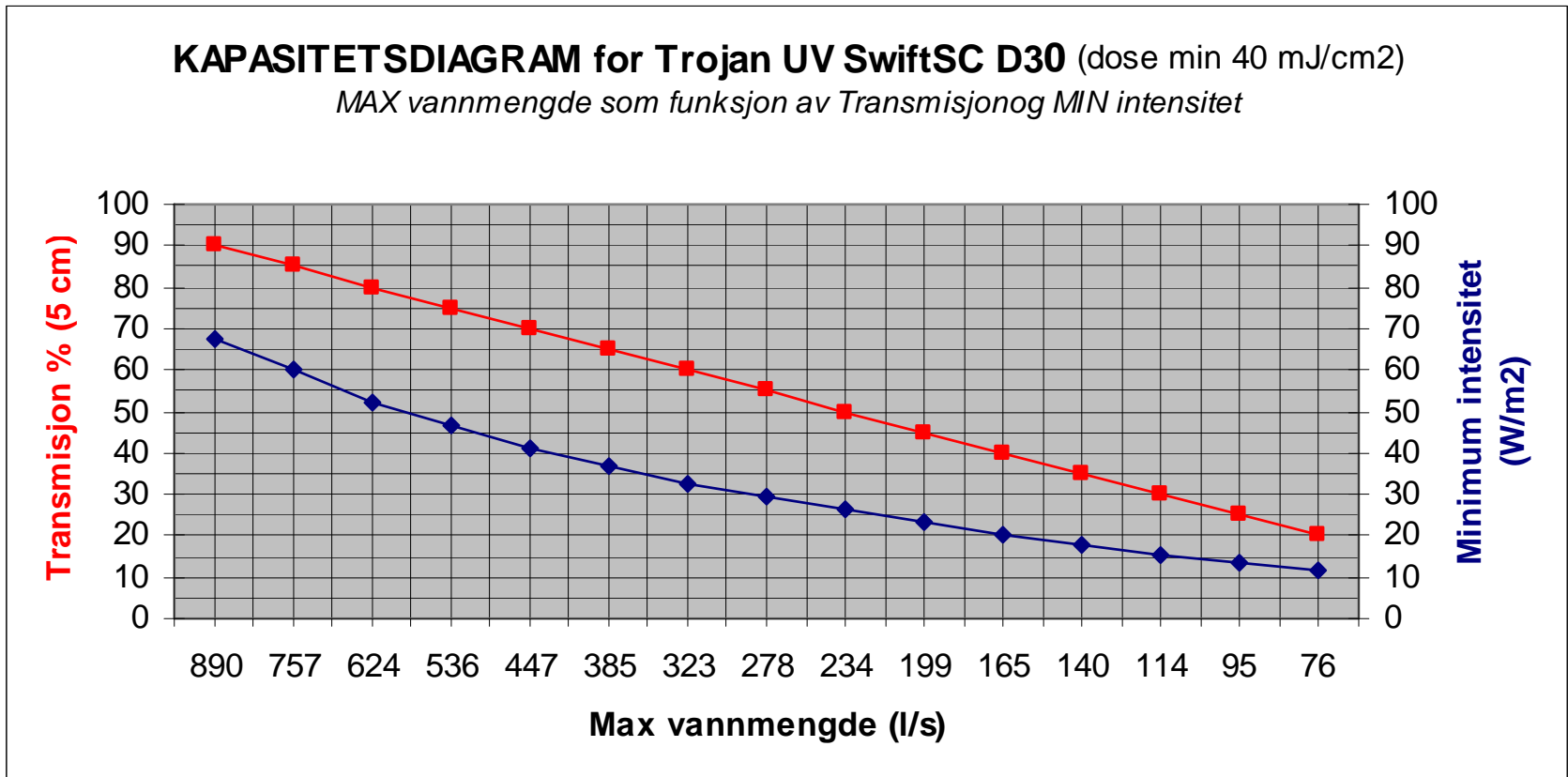
# Forutsetninger gitt i typegodkjenningen

→ *Kapasitetsdiagram (forholdet mellom vannmengde og transmisjon)*



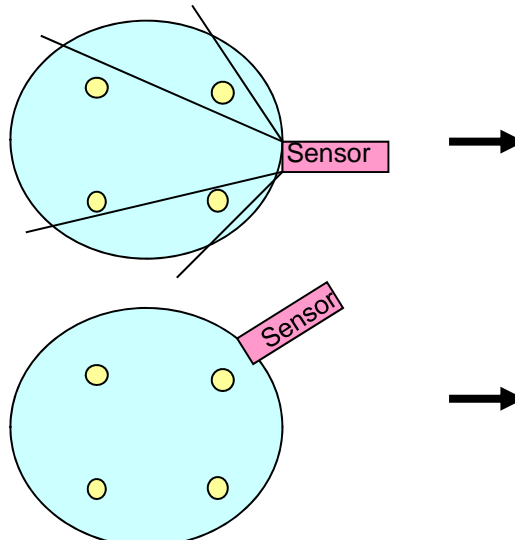
# Forutsetninger gitt i typegodkjenningen

→ *Kapasitetsdiagram (forholdet mellom vannmengde, transmisjon og intensitet)*



## → Sensor

- Aggregatet skal være utstyrt med sensor for måling av UV-intensitet
- Sensoren må være spesifikk for UV stråling rundt bølglengde 254 nm (lommelykttesten)
- Det skal være angitt en nedre alarmgrense for målt **intensitet**
- Sensoren bør være plassert i kammerets dårligst belyste punkt



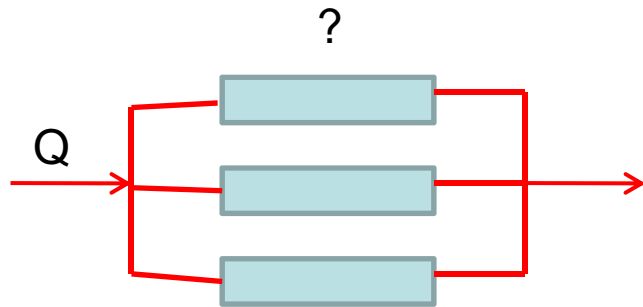
Intensitet (mW/cm <sup>2</sup> ) v/T <sub>50</sub> = 60%	Intensitet (mW/cm <sup>2</sup> ) v/T <sub>50</sub> = 20%	Endring %
10,6	3,0	<b>72</b>
17,2	11,2	<b>35</b>

## → Øvrige presiseringer

- Individuell lampealarm
- Maks driftstid for lampene
- Minst kvartalsvis vask

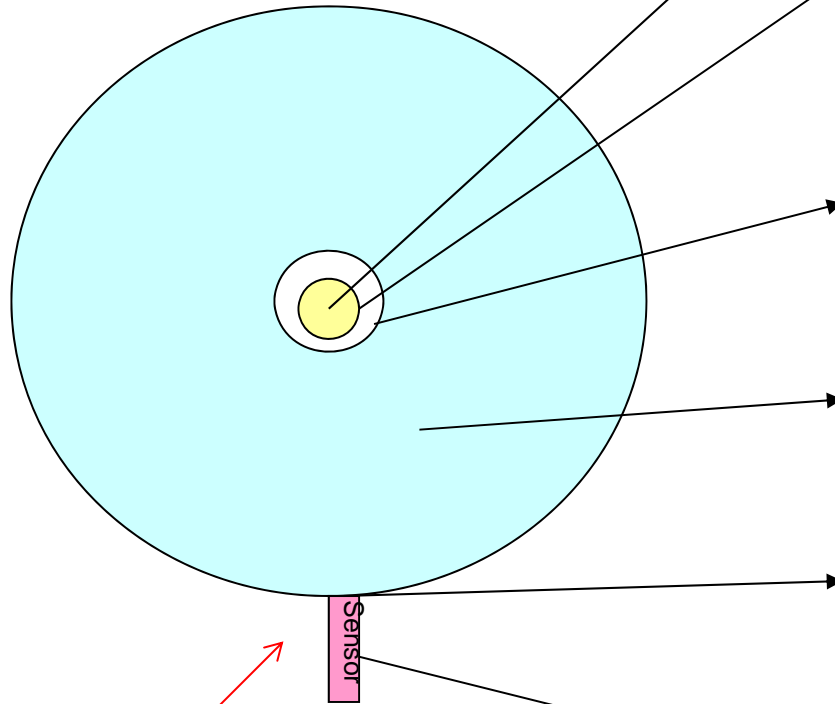
**Dose = Intensitet x oppholdstid = Intensitet x volum aggregat/vannmengde**

Normalt enkelt å ha god kontroll på vannmengde, men ---

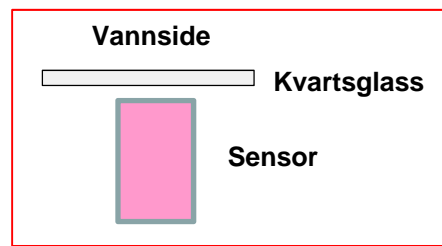


# Hvilke faktorer påvirker intensiteten målt av sensor

**NB!** Sensoren ser bare en liten del av det totale lampelyset

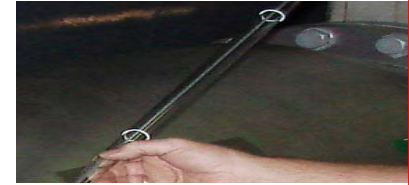


Dårlig sensorplassering  
(slamoppsamling)



**Lampeintensitet** (svækkelse 2 – 30%)

**Utvendig strømledning** (skyggeeffekt 5 – 15%)



**Kvartsrør** - innvendig belegg (avdamping)  
- gjennomtrengelighet for UV-lys  
- utvendig (vannside) **belegg**

**Vannets:** - **UV-transmisjon**  
- Luftblærer

**Kvartsglass** (sensorbeskyttelse)

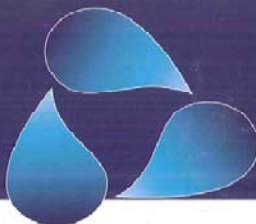
- **Beleggsdannelse** på vannside  
- Duggdannelse på sensorside  
- Vannlekkasje fra vannside



**Sensor** - UV spesifikk  
- **Plassering på aggregatveg**  
- Stabilitet  
- Følsomhet (svækkelse)  
- Målefeltvinkel  
- Spenningsjustering  
- Nullpunktjustering







## Veiledning til bestemmelse av god desinfeksjonspraksis

Sluttrapport fra prosjektet Optimal desinfeksjonspraksis



### Drikkevannsforskriften:

Krav til 2 hygieniske barrierer  
hvorav minst 1 i vannbehandling  
som innebærer:

Bakterier:	Log reduksjon = 3
Virus:	Log reduksjon = 3
Parasitter:	Log reduksjon = 2

### Optimal desinfeksjonspraksis:

Krav til 2 hygieniske barrierer tolkes som:

Bakterier:	Log reduksjon = 6
Virus:	Log reduksjon = 6
Parasitter:	Log reduksjon = 4

## UV-bestråling bestemt biodosimetrisk (Dose 40 mJ/cm<sup>2</sup>)

<i>Maksimal log kreditt</i>		<i>(drikkevforsk. krav)</i>
<i>Bakterier:</i>	<i>4 log</i>	<i>(6 log)</i>
<i>Parasitter:</i>	<i>4 log</i>	<i>(4 log)</i>
<i>Virus:</i>	<i>3,5 log</i>	<i>(6 log)</i>

### Forutsetninger

#### Tiltak ved kortvarig bortfall

- Automatisk stenging av vannproduksjon
- Automatisk start av reservedesinfeksjon

#### Redusere risikoen for bortfall

- UPS installert
- Nødstrømsaggregat installert
- God dokumentasjon av strømforsyningen

#### Andre dimensjonerende tiltak

- Flere reaktorer – overkapasitet
- Separat vannmengdemåler for hvert aggregat
- Dårligste råvannskvalitet lagt til grunn
- Utjevningsvolum etter UV

#### Andre driftsmessige tiltak

- Gode driftsrutiner
- Lager med reserveutstyr
- God dosekontroll

# Behov for vannanalyser og overvåking

## Før anskaffelse (*riktig dimensjoneringsgrunnlag*):

- *E.Coli*
- *UV-transmisjon (tenk og noen år fremover - klimaendringer) →*
- *Jern*
- *Mangan*
- *Kalsium*

## Under innkjøring (*bli kjent med anlegget*)

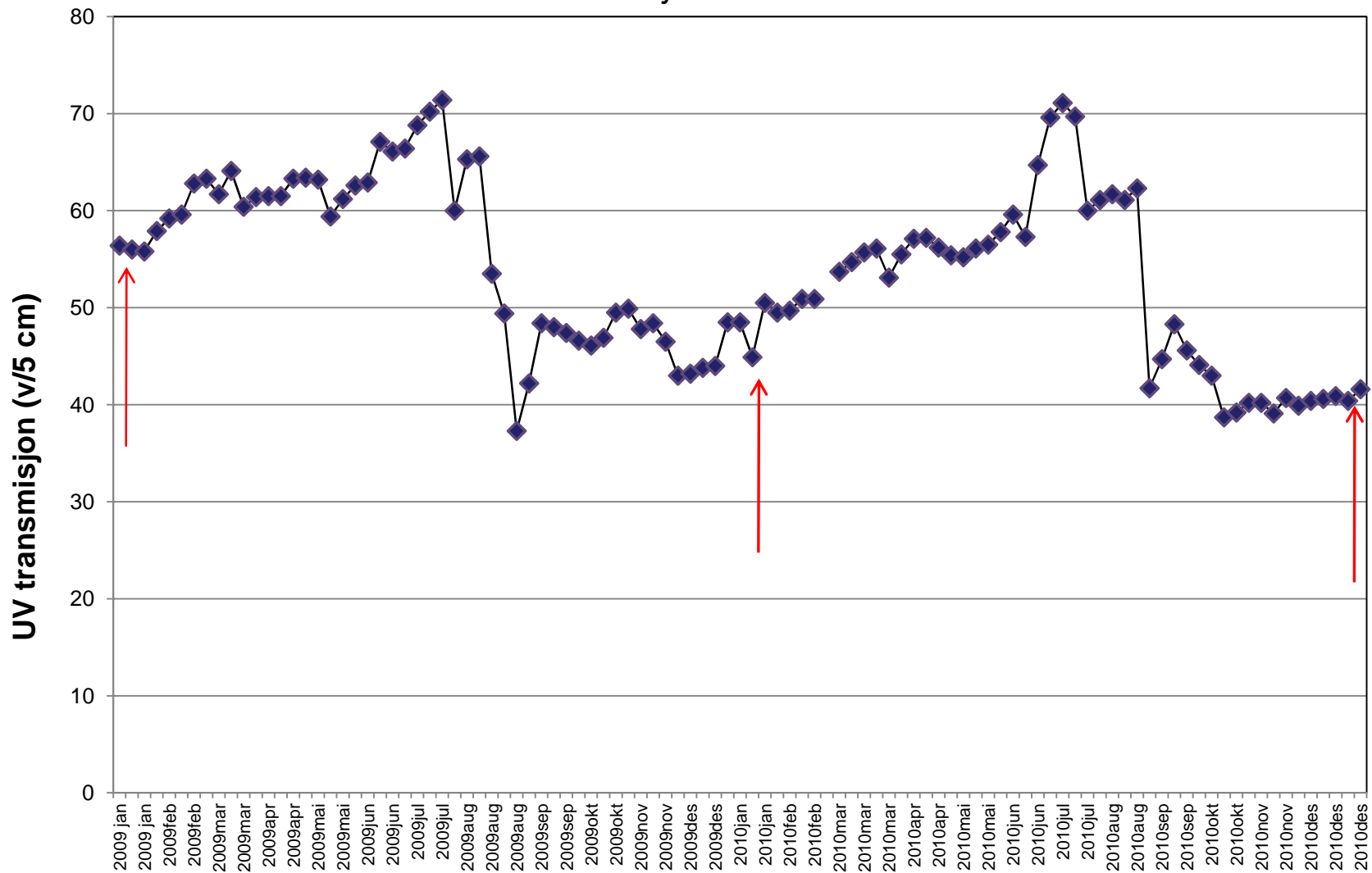
- *Forstå hvordan anlegget styres ! (hvordan er det programmert ?) →*
- *Registrer hyppig nøkkelparametre som intensitet, UV transmisjon, vannmengde etc.*
- *Kimtall før og etter UV (kran rett etter UV)*
- *Koliforme pr liter før og etter UV*

## Rutinemessig drift (*forebygge feil – dokumentere drift*)

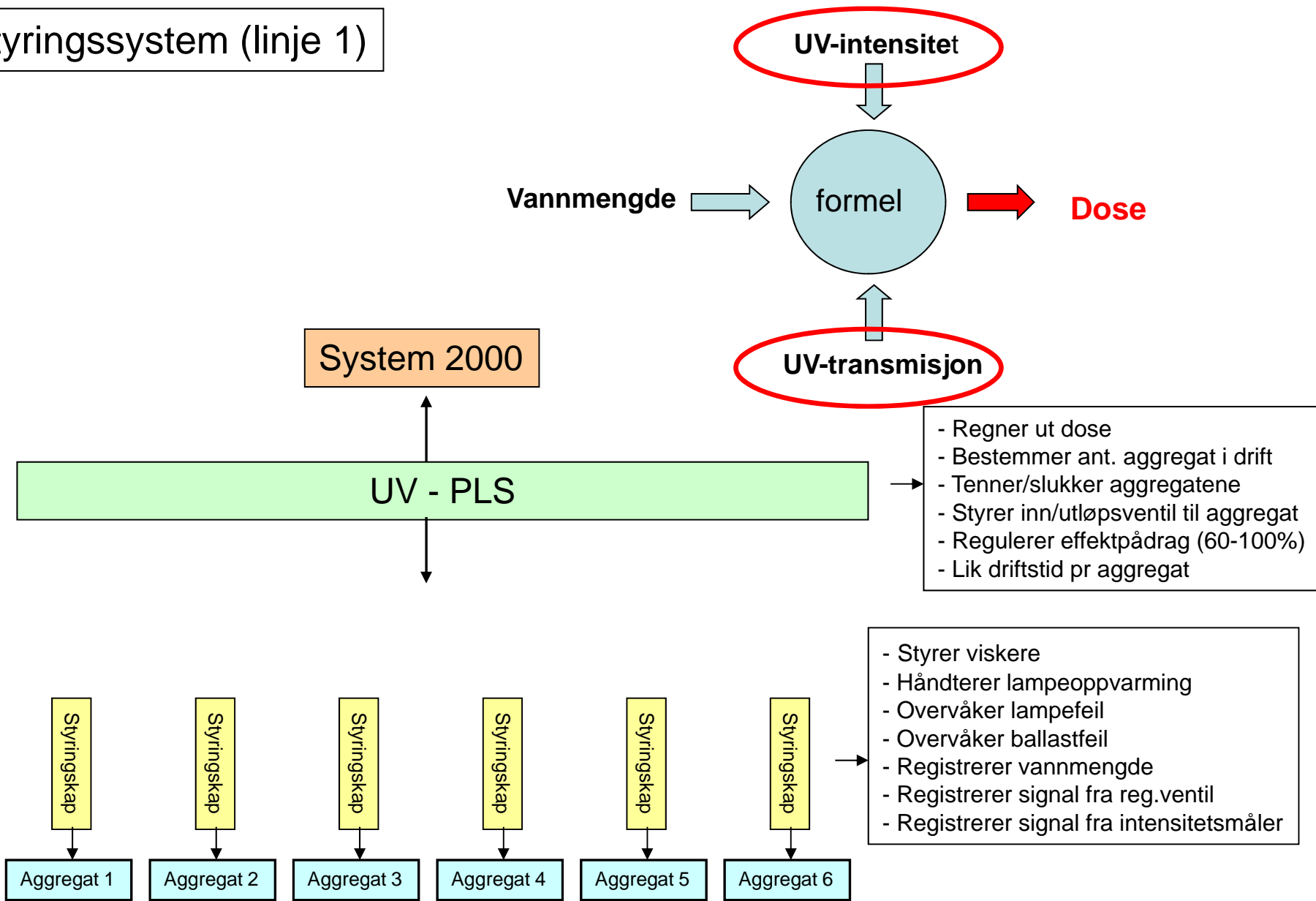
- *Kontinuerlige registreringer (intensitet, vannmengde, dose)*
- *E.coli, koliforme og kimtall før og etter UV*
- *Avles manuelt vannmengde og transmisjon – sjekk mot kapasitetsdiagram*

# Langevatn VBA - Råvann

## UV transmisjon 2009 - 2010



# Styringssystem (linje 1)



## Bruk av intensitetsavlesning og fastsettelse av alarmgrense

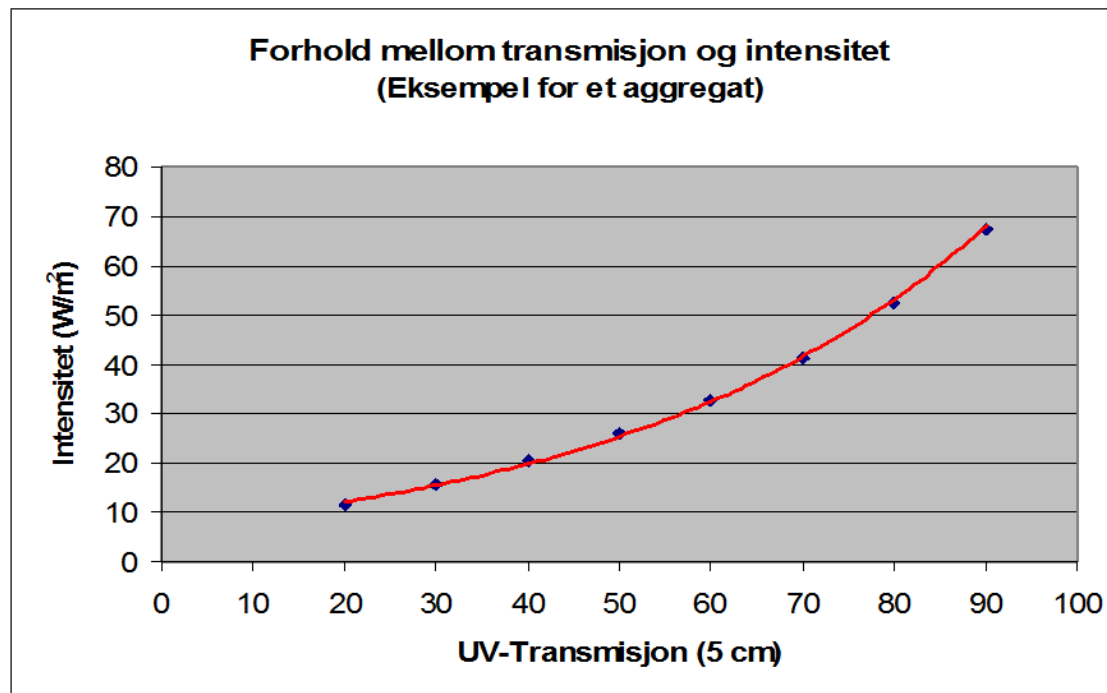
I ikke biodosimetrisk testede aggregater vil intensitetsavlesningen bare gi **relative** uttrykk for endringer i driftsforholdene. Vi er derfor avhengige av et **referansepunkt (-område)**.

Faktorene som påvirket intensiteten fører til reduksjon av denne over tid med unntak av endringer i vannets transmisjon som både kan føre til reduksjon og økning i intensitet

Grunnvannskilder (spesielt løsmassebrønner) kan ha stabil transmisjon, mens spesielt små og grunne overflatevannskilder kan vise betydelige variasjoner

Sammenhengen mellom Intensitet og UV-transmisjon etableres etter at aggregatet er klargjort for **størst mulig UV-lysgjennomgang**

- Dvs:
- Nye lamper (oppnådd stabilitet)
  - Nyvasket kvartsrør/glass
  - Ny sensor (helst av type som kan kontrolleres mot eksternt referansesensor m/viserinstrument)
  - Helst nye kvartsrør



## Kaffemetoden

- Det tillages en sterk løsning (stamløsning) av pulverkaffe
- Doseringpunkt bestemmes slik at god innblanding oppnås
- Ved hjelp av doseringspumpe doseres ulike mengder stamløsning slik at aktuelt transmisjonsområde dekkes.

10 teskjeer pulverkaffe oppløses i 1 liter vann. Videre fortynning 1:1000 med vann (100% transmisjon) gir en transmisjon på 60%.

### Eks

Kapasitet 3 l/s = 11 m<sup>3</sup>/time

Nødvendig dosering stamløsning = 180 ml/min

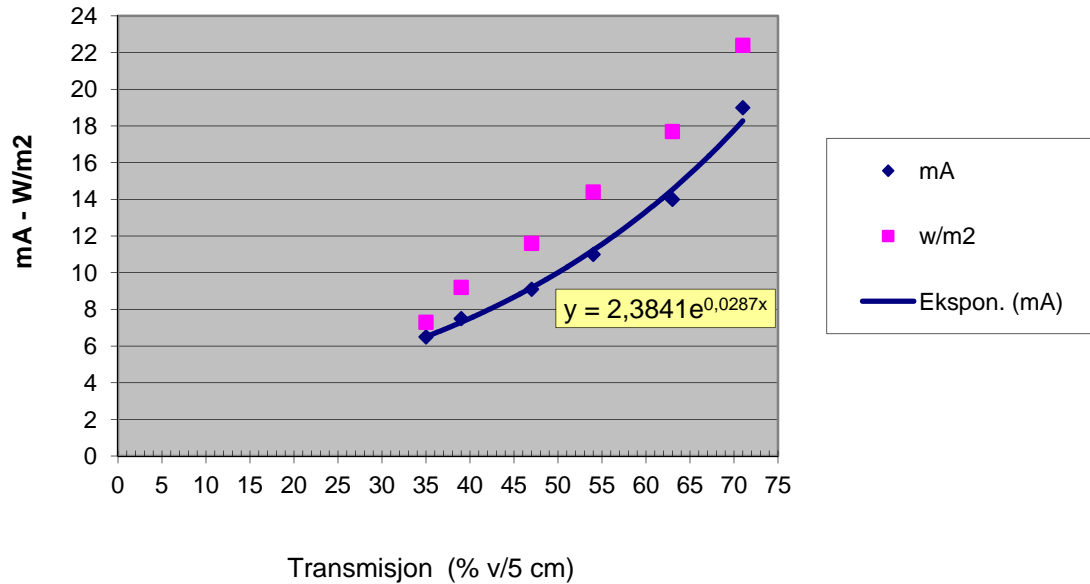
## Målinger gjennom sesongen

En alternativ metode der en benytter naturlig variasjon i vannets UV-transmisjon. Bør foretas over et relativt kort tidsrom (få måneder)



# Kaffemetoden benyttet for et eldre anlegg dimensjonert etter veggdose (16 mWs/cm<sup>2</sup>)

Aggregat UV1



Ved oppfølgende målinger av UV-transmisjon og kontroll mot den etablerte sammenheng mellom transmisjon og intensitet kan en finne ut hva intensiteten ville vært ved optimale forhold i UV-anlegget. Sammenlign denne mot observert intensitet. Dersom Differansen  $i_{opt} - i_{obs}$  er for høy (> 30%) og anlegget drives langs grenselinjen av kapasitetsdiagrammet er dosen for lav.

*Kommentarer.....*

# Langevatn VBA

UV-transmisjon i råvann og etter alkalisk filter 2010

