

Utforming og drift av UV-anlegg

Driftsassistansen Møre og Romsdal,
Driftsoperatørsamling 2022



Agenda

- Viktige begreper
- Kapasitet på UV-anlegg, godkjenningsordninger
- Design, styring og overvåkning
- Doseberegning og dokumentasjon av hygieniske barrierer
- Vaskeanlegg og viskere
- Reservekraft/UPS

Men aller først:

- ☞ Å sikre et hygienisk trygt vann er det viktigste vi gjør i vannbehandlingen
- ☞ Desinfeksjon er det viktigste trinnet i vannbehandlingen
- ☞ UV-er den mest effektive desinfeksjonsmetoden vi har
- ☞ Mye av den andre avanserte vannbehandlingen vi gjør, f.eks fargefjerning, har som vesentlig funksjon å klargjøre vannet for desinfeksjon

Oppsummert....

- det er lite innenfor faget vannbehandling som er så viktig som bestråling med ultrafiolett lys (UV)

Viktige begreper

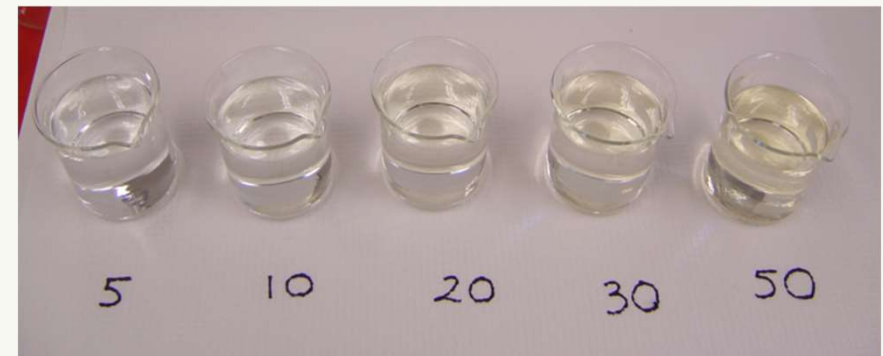
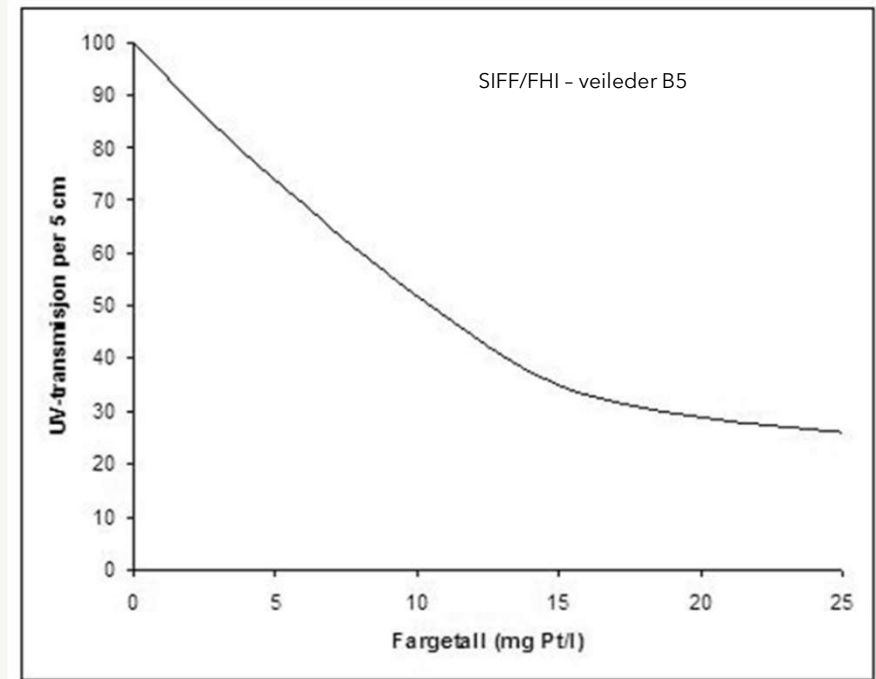
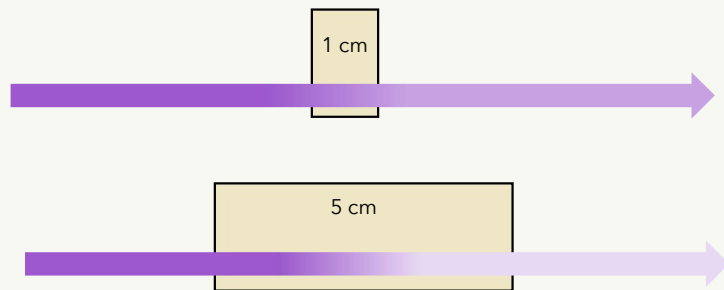
Som det ofte blir litt surr med.....

- UV-transmisjon
- UV-intensitet
- UV-dose



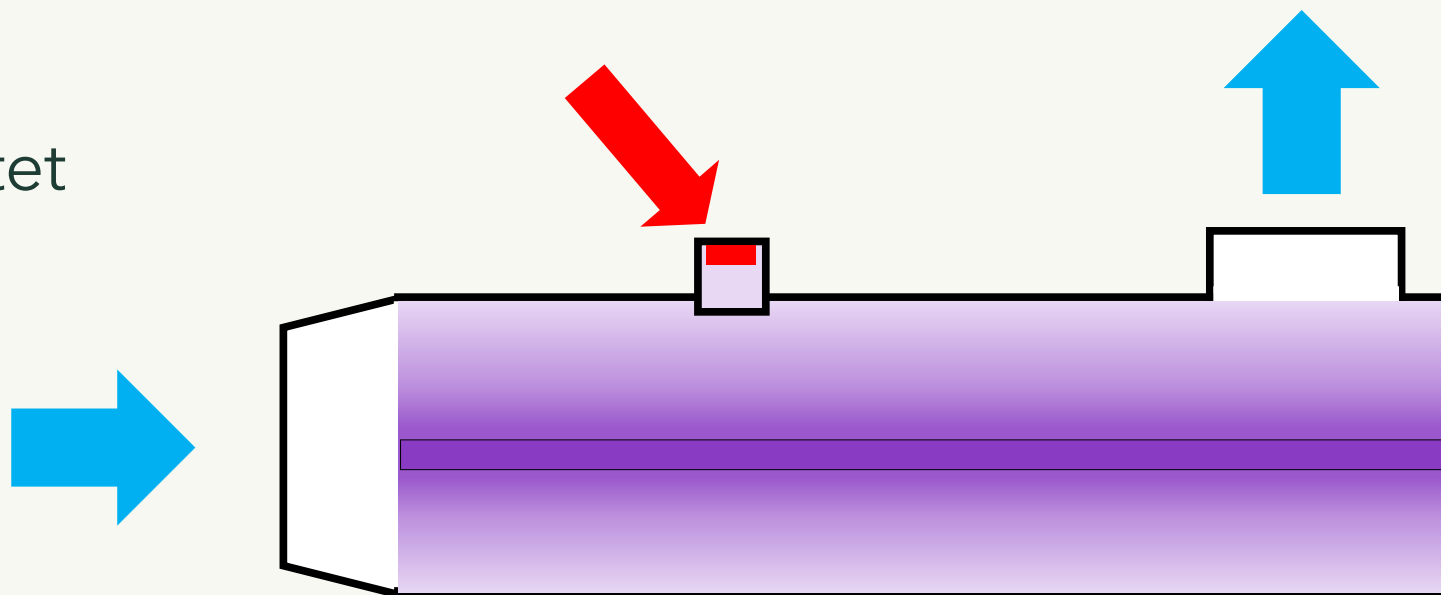
UV-transmisjon

- UV-transmisjon er mål på vannets evne til å slippe gjennom UV-stråler og måles i %
- Høyt fargetall gir lav UV-transmisjon
- UV-anlegg dimensjoneres for laveste UV-transmisjon i innkommende vann
- UV-transmisjon oppgis som UVT10 eller UVT50 målt i hhv 1 eller 5 cm kyvette/måleglass



- $UVT50 = UVT10^5$
- $UVT10 = 90\% = 0,9$ gir $UVT50 = 0,9^5 = 0,59 = 59\%$

UV-intensitet

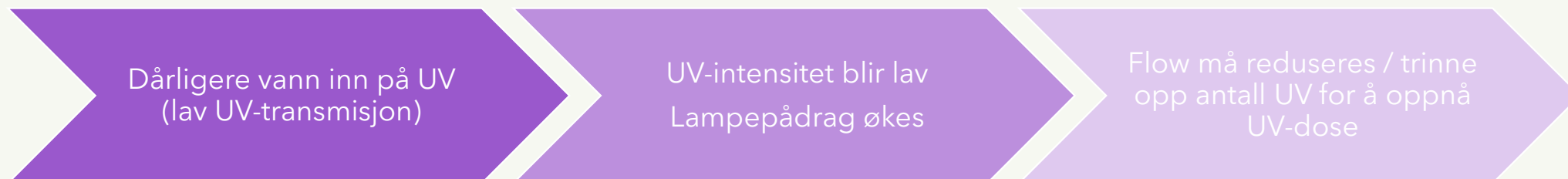


- UV-intensitet måles med sensor i kammerveggen som viser bestrålingseffekt i **W pr m²**
- UV-intensitet er spesifikt for det aktuelle aggregatet og er avhengig av:
 - Lampeeffekt
 - Avstand mellom lampe og intensitetssensor
- Lav UV-transmisjon (dårlig vann) gir lav UV-intensitet
- Dimming av lampene gir lavere intensitet

UV-dose

UV-dose = UV-intensitet x tid

- Riktig UV-dose skal sikre den hygieniske barrieren
- Nyere UV-anlegg er dimensjonert for en UV-dose på **40 mJ/cm²**
- Med denne dosen er UV den viktigste hygieniske barrieren i vannforsynignen med god effekt mot alle typer sykdomsfremkallende mikroorganismer (patogener).



Hvordan vet vi hvilken kapasitet UV-anlegget har?

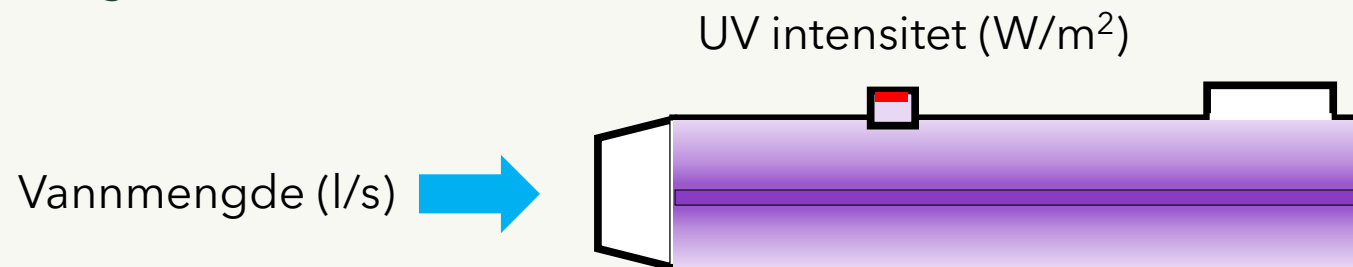
- UV-aggregat er testet enten i USA (USEPA), Tyskland (DVGW) eller Østerrike (ÖNORM)
- FHI godkjenner kapasitet på aggregatene ut fra testsertifikat
- Testsertifikatet viser hvor mye vann som kan slippes gjennom ved varierende UV-transmisjon T50

Tabell 1. Kapasitetene er overensstemmende med valideringsrapporter fra Carollo engineers, datert april 2008 (4L12), november 2008 (4L24 og 6L24) **korrigert for dopet kvartsglass (Action Spectrum Correction Factor i hht Water Research Foundation Rapport 4376).**

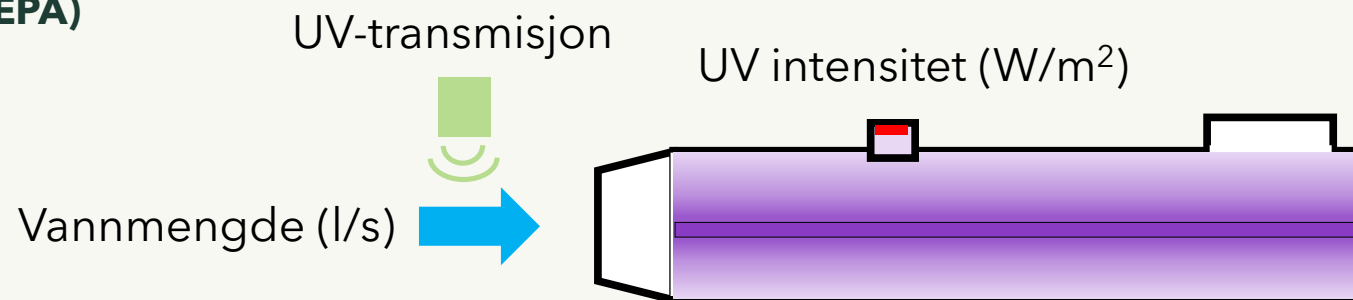
T50 (%)	90,4	81,5	73,4	59,1	49,8	34,9	23,7	16,8	
Swift 4L12	1022	1022	824	522	374	223	147	72	m³/h
Min. intensitet	334	417	400	333	276	205	153	79	W/m²

Hvordan sikrer vi tilstrekkelig UV-dose?

Europeisk godkjenning (ÖNORM og DVGW)



Amerikansk godkjenning (USEPA)



Styring – kontroll av UV-dose

USEPA

- UV-PLS beregner UV-dose (RED) basert på:
 - UV-intensitet
 - UV-transmisjon
 - Vannmengde gjennom UV

DVGW/ÖNORM

- UV-PLS kontrollerer UV-dose mot
 - UV-intensitet
 - Vannmengde gjennom UV



Målesignaler og alarmer

Må måle:

- Mengde gjennom UV (l/s)
- UV-intensitet (W/m^2)

Andre nyttige verdier fra UV-PLS:

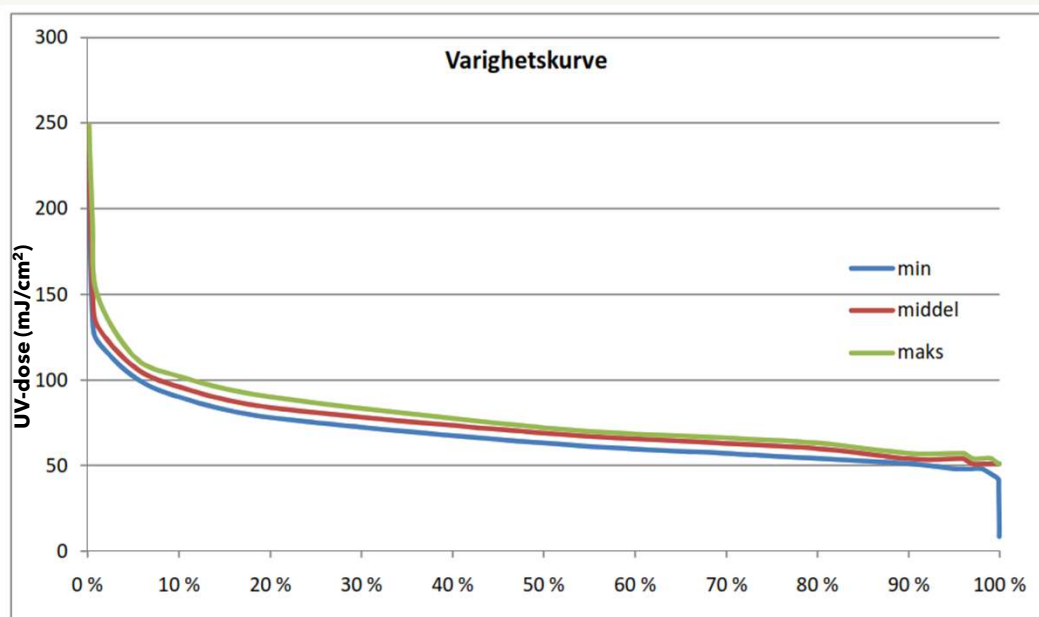
- UV-transmisjon (mJ/cm^2)
- Lampepådrag (%)
- UV-dose (mJ/cm^2)
Kun med godkjenning basert på USEPA

Alarmer og warnings:

- Lampefeil
- Lav UV-dose
-
- Samle feil
- **Temperatur kammer**
- **Temperatur tavle**

Dokumentasjon av barriereeffekt

USEPA



DVGW/ÖNORM

- Antall minutter med godkjent dose
- Antall minutter med lavere dose enn beregnet



Styring og alarmhåndtering

UV-PLS styrer

- Lampepådrag
- Dosekontroll
- Alarmutsendelse til vannverks-PLS
- Timetellere
- ...

Vannverks-PLS

- Antall UV i drift
- Alternering av UV
- Egen dosekontroll
- Dokumentasjon varighetskurver



Andre krav fra typegodkjenningen

2.5

Anleggene må utstyres med automatisk lukkeventil som trer i funksjon dersom den foreskrevne UV-dosen underskrides. Dersom vannet pumpes må pumpen stoppe dersom minimumsdosen underskrides, slik at det ikke er mulig å levere udesinfisert vann til abonnentene.

2.6

UV-strålerørene må skiftes før 12 000 driftstimer. Tidspunktet vil variere med driftsforholdene (transmisjon/flow) og bestemmes av UV-signalets terskelverdi (intensitetsreduksjon 2 %) Anleggene må derfor være utstyrt med timeteller.

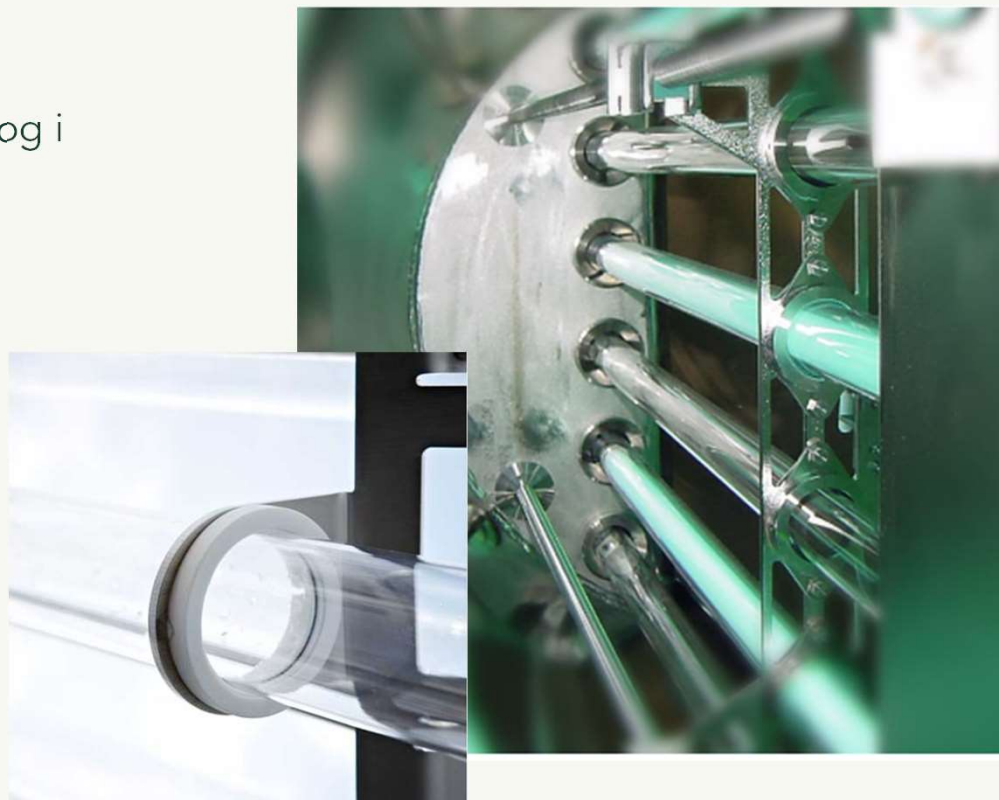
2.7

Bestrålingskammer, inkludert kvartsrør og sensorøye, må rengjøres etter behov, minimum hvert kvartal. Ved dårlig vannkvalitet, må rengjøringen skje hyppigere. Ved bruk av kjemiske rengjøringsmidler, må hele kammeret gjennomspyles med rent vann før UV-anlegget innkobles. Rengjøringsmiddel og skyllevann må føres til avløp.

Rengjøring av UV-aggregat - viskere og vaskeanlegg

Trenger vi viskere?

- Viskere fjerner belegg fra lampeglass og i varierende grad fra sensorglass
- Beleggdannelsen er avhengig av:
 - Innhold av kalk
 - Innhold av restkoagulant, spesielt jern
 - Innhold av organisk stoff
- Utfordringer:
 - Slitasje på viskergummi
 - Utfordringer med grensebrytere
 - Begrenset effekt på sensorglass
- Uten viskere vil vaskebehovet øke



Rengjøring av UV-aggregat - viskere og vaskeanlegg

Trenger vi vaskeanlegg?

Ja, typegodkjenningen krever vask hvert kvartal (nesten alltid)

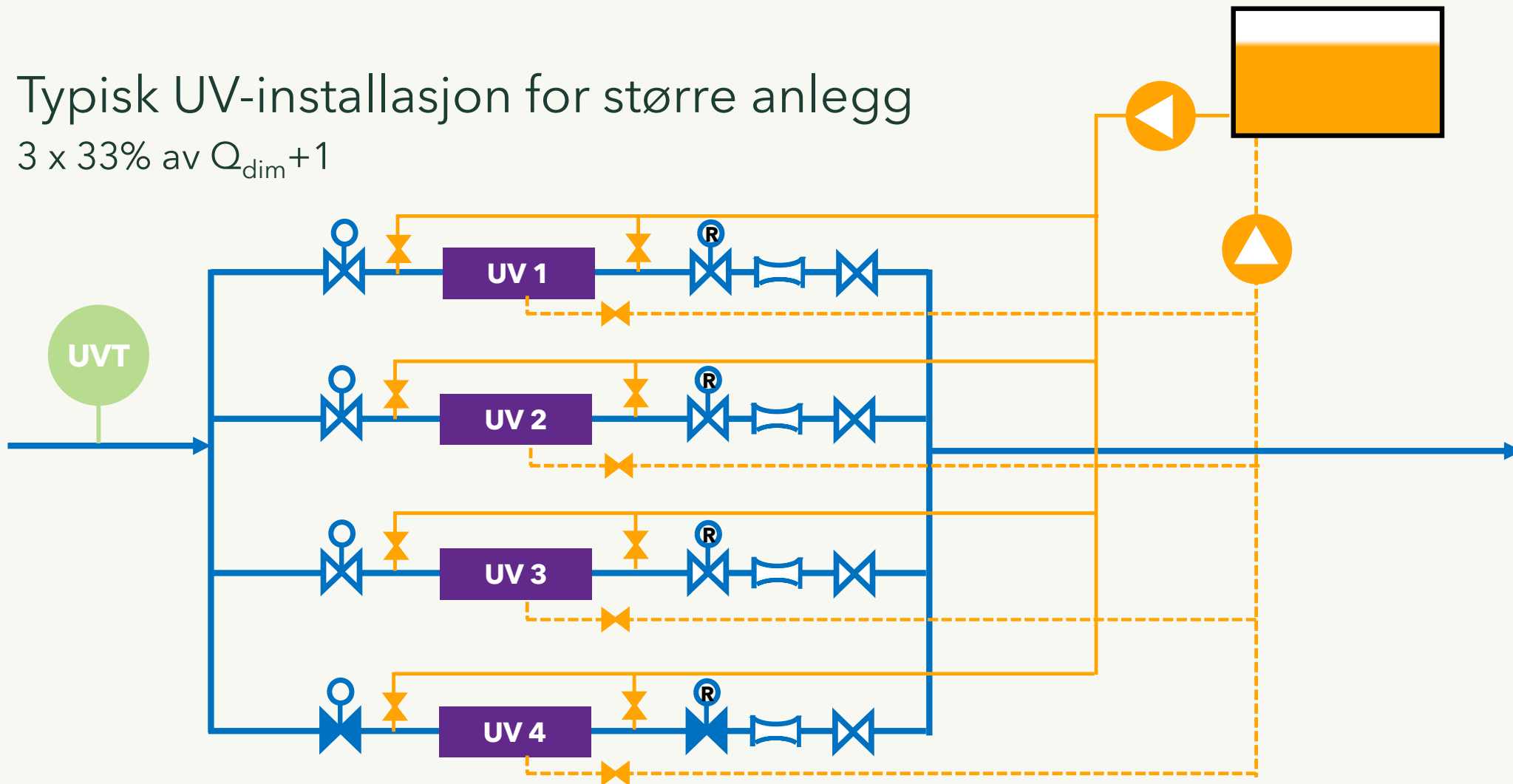
- Stasjonære, helautomatiske anlegg
- Stasjonære, manuelle anlegg
- Portable, manuelle anlegg

Det er stort spenn i vaskefrekvens - fra ukentlig til ingen merkbar effekt ved kvartalsvask.



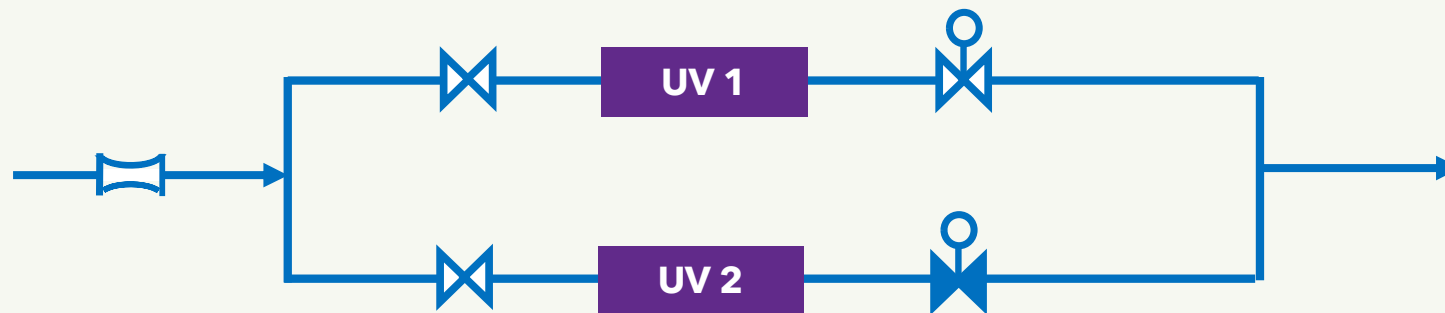
Typisk UV-installasjon for større anlegg

3 x 33% av $Q_{dim} + 1$



Typisk UV-installasjon for mindre anlegg

2 x 100 % av Q_{dim}



UPS og reservekraft

Hvorfor er det spesielt viktig med UPS på UV

- UV slår seg av ved korte strømutfall eller spenningsfall
- UV krever lang oppvarmingstid - opp til 5 minutter før man oppnår tilstrekkelig effekt
- Resten av prosessen er klar, men man må vente på UV for å komme i gang.

Utfordringer med UPS:

- Avgir en del energi i form av varme
- Batteripakken trenger kjølige omgivelser
- Må kobles riktig - ellers kan UPS gi feil på strømtilførselen (0-leder)

Trenger vi reservekraft for UV?

Flere faktorer avgjør:

- Er det pumping på anlegget eller gravitasjon?
- Hva er tilgjengelig bassengkapasitet nedstrøms UV og på nettet?
- Hvor god sikkerhet er det på strømforsyningen?
- Finnes det reserveløsninger?

Det må gjøres en overordnet ROS!