

UV-desinfeksjon, hva kan gå galt?

Ansvar, kompetanse og sikkerhet.

Paula Pellikainen
Bergen Vann KF

VA konferansen 2019
Alexandra Hotell
17.10.19



Kommunen er snart tom for vann – i fremtiden kan redningen komme fra Bergen

ASKØY (NRK): Vannstanden i den viktigste drikkevannskilden på Askøy synker med fem centimeter om dagen. En vannledning fra Bergen skal vannkrise i fremtiden.



Mild og grønn vinter kan føre til tidlig spiring

Det er stor forskjell på vinteren mellom bygder i Gudbrandsdalen. Bønder frykter altfor tidlig vekstsesong i nord.



GRØNT. Gresset er fortsatt grønt etter i høst, og sneen lar vente på seg konstaterer Øyvind Bakken og Sigurd Eggen. I Lom har det vært 8–10 varmegrader flere ganger i løpet av januar.
FOTO: OLE MARTIN SPONBERG / NRK

 Ole Martin Sponberg
Journalist

 Linda Vespestad
Journalist

Publisert 27. jan. 2017 kl. 20:04

 Artikkelen er mer enn ett år gammel.

Ber folk skru av sprederen

Rekordvarmen gir vanntrøbbel i sør- og øst-Norge. Mange kommuner strammer inn mulighetene til å vanne i hagen. Hvis ikke, risikerer du svakt k og dårlig vannkvalitet.



Oslo får ikke rensedrikkevannet

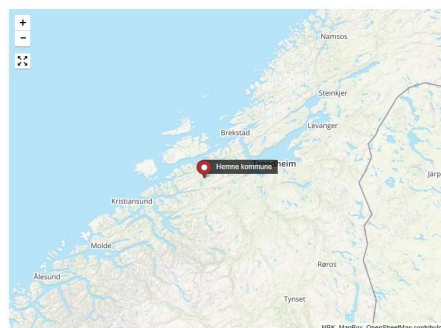
Mangel på CO₂ i hele Europa gjør at Oslo kommune forbyr hagevaning, for å unngå å bruke opp rent drikkevann. I verste fall kan det bli anbefalt å koke vannet.



RENSEANLEGG: Her på Oset blir all vannet fra Maridalen rensed, før det renner ut i springen hjemme hos folk.
FOTO: JUNGE, HEIKO / SCANPIX

Funn av e.coli-bakterier i drikkevann

Omtrent 2000 abonnenter må koke drikkevannet etter funn av e-coli bakterier i vannet til Eide kommunale vannverk i Hemne kommune.



 Marit Langseth
@maritlang
Journalist

Publisert 10. des. 2016 kl. 11:39

 Artikkelen er mer enn ett år gammel.



— Vi har funnet spor av e.coli og koliforme bakterier på både råvann og nettpøver fra Eide vannverk, sier enhetsleder for teknisk, landbruk og miljø i Hemne kommune, Magne Jøran Betsvik.

E.coli og koliforme bakterier

Flommen i Agder var dyrest i 2017

Over halvparten av fjorårets naturskader var forårsaket av flom, viser forsikringsselskapenes utbetalinger. Det skjer stadig oftere.



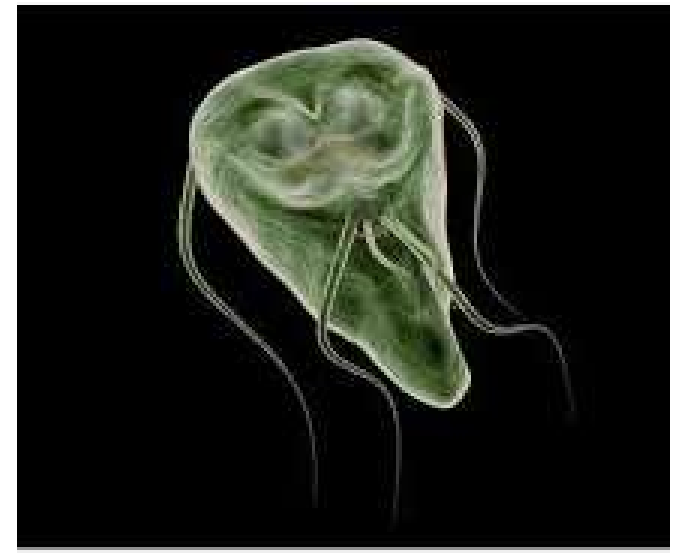
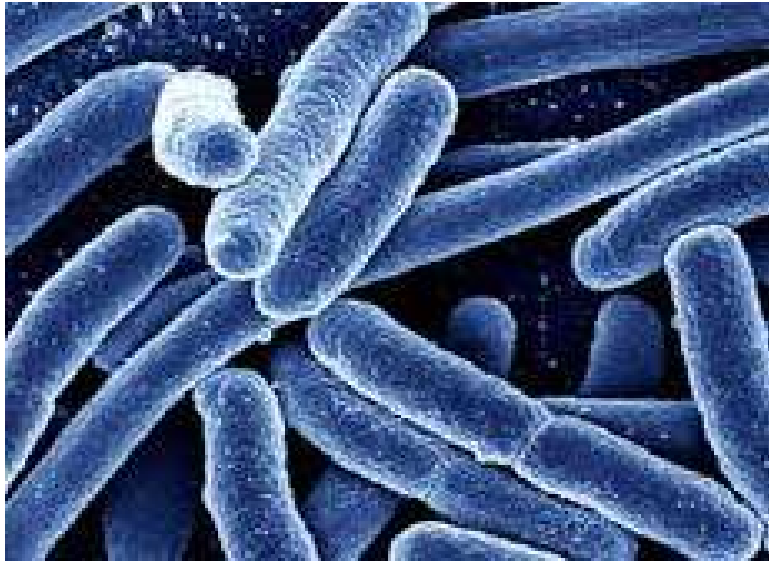
Kilde: NTB

Publisert 9. jan. kl. 08:15
Oppdatert 9. jan. kl. 08:16

Den dyreste flomhendelsen i 2017 var flommen som rammet Rogaland og Agder-fylkene i månedsskiftet september-oktober.
FOTO: ODD RØMTELAND / NRK

Kilde: nrk.no





Hygienisk trygt drikkevann

kilde: news-medical.net, cph.net, onehealth.com bbc.com

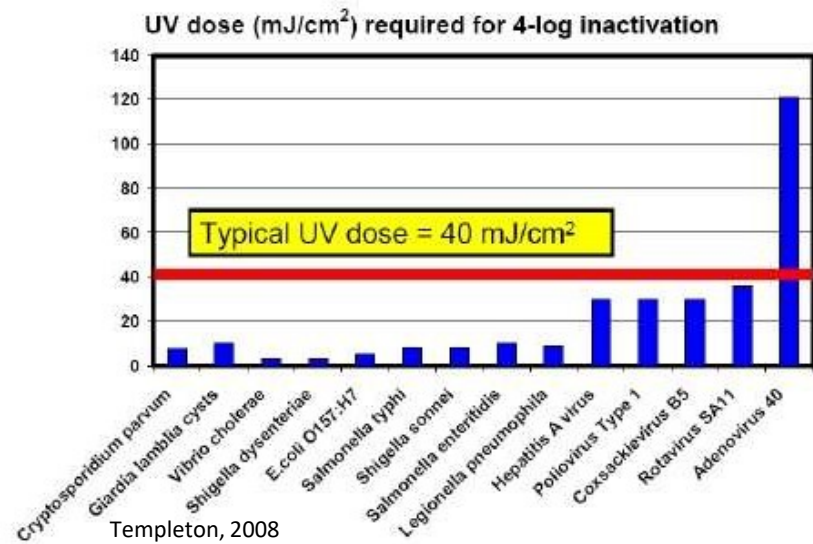


Table 4.3 Recommended Ct values for 99% (2-log) inactivation

	Temperature (°C)	pH	Ct (mg.min L ⁻¹)
Bacteria	<2	7	0.08
	<2	8.5	3.3
Viruses	<5	7 – 7.5	12
	10	7 – 7.5	8
Giardia	0.5	7 – 7.5	230
	10	7 – 7.5	100
	25	7 – 7.5	41

Klor versus UV

Bakterieprøver:

- 100ml analyseres en gang i uken eller mer sjelden og klordesinfeksjon ikke er effektiv mot parasitter

Dokumentere 40mj/cm² UV-dose

Vannverkseier har ansvar

§ 5. Grenseverdier

Vannverkseieren skal sikre at drikkevannet er helsemessig trygt, klart og uten fremtredende lukt, smak og farge.

§ 8. Kompetanse og opplæring

Vannverkseieren skal sikre at alle som deltar i aktiviteter omfattet av denne forskriften, gis opplæring som står i forhold til arbeidsoppgavene. Alle skal være kjent med betydningen av kravene i § 5, § 10 og § 11.



Mattilsynet Region Øst - tilsyn med UV-anlegg 2018 - Regelverksbruddene

- Mangelfull etterlevelse av kravet til å gjennomføre av farekartlegging og farehåndtering,
- Mangler ved styring og drift av UV-anlegg i vannbehandlingen,
- Manglende tilgjengelig kompetanse i vannforsyningssystemet til styring og drift av UV-anlegg,
- Manglende overvåking og kontroll med vannets UV-transmisjon som driftsparameter for UV-anlegget.

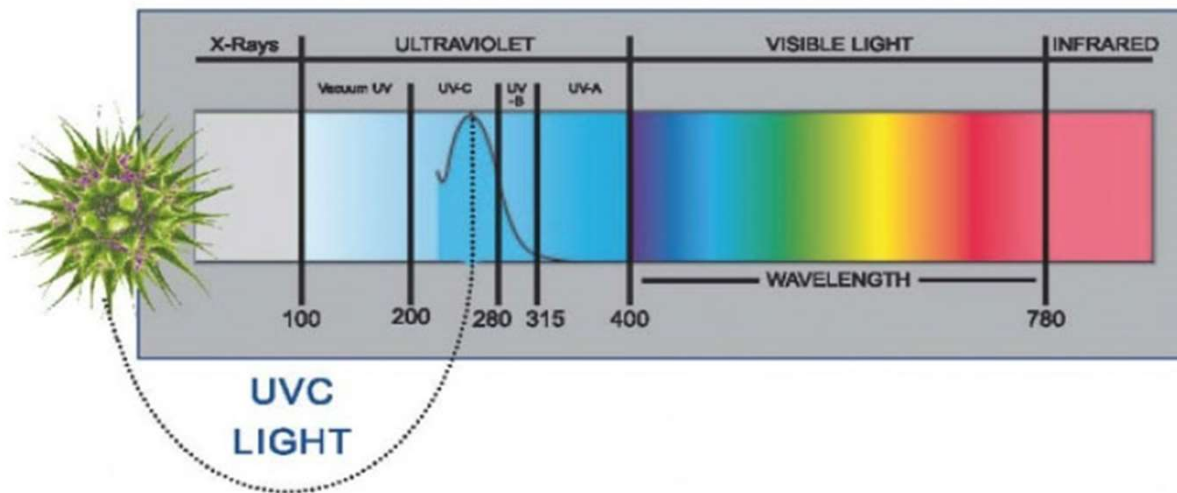


Kontroll over UV-dose

- Det desinfiserte vannet må til enhver tid ha mottatt en UV-dose på minimum 40 mWs/cm^2 (40 mJ/cm^2) ved en bølgelengde på $253,7 \text{ nm}$, dokumentert ved biodosimetertest.
- **Hvor stor andel av drikkevann var ikke tilstrekkelig desinfisert?**
- **Hvor stor andel av drikkevann var ikke desinfisert?**



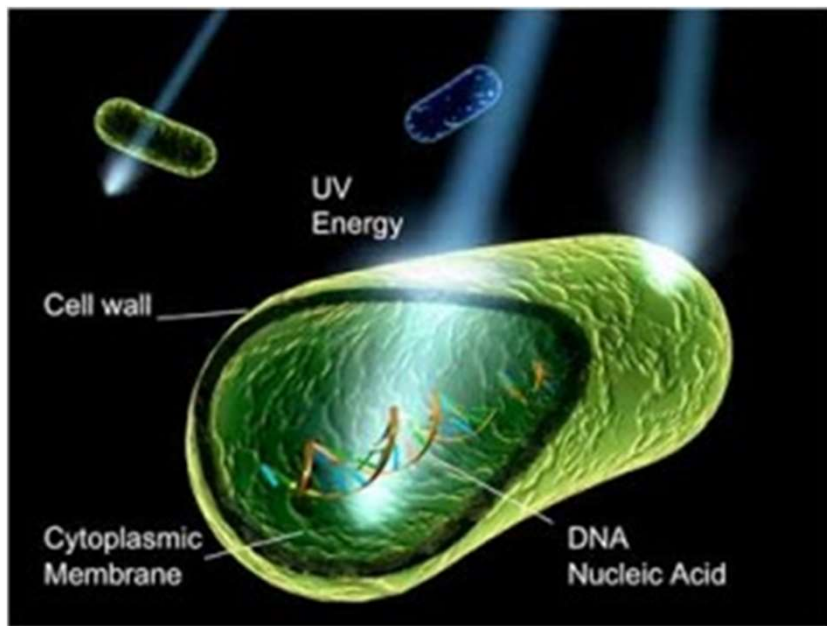
UV-desinfeksjon



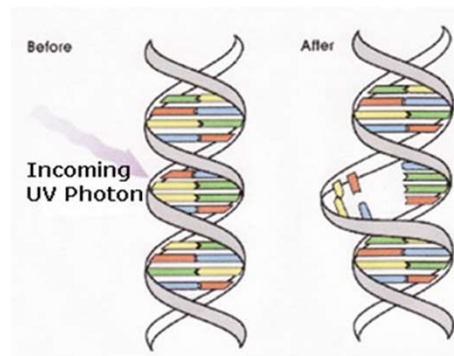
- UV-lys produseres ved å sette elektrisk spenning på en gassblanding som inneholder kvikksølv damp, noe som generer fotoner
- Kvikksølv emitterer lys i et bølglengdeområde som effektivt kan inaktivere mikro-organismer



Effekt av UV-lys



How UV Works



- UV-energi penetrerer ytre sellevæggen, gå gjennom sellekroppen og skader DNA/RNA=inaktivering



Fordeler med UV-desinfeksjon

Effektiv også mot virus og parasitter

Ingen kjemikalietilsetning

Kort reaksjonstid-ikke behov for reaksjons/kontaktsbasseng

Ikke påvirket av pH eller temperatur

Ingen eller lite DBPs

Ingen eller lite smak eller lukt



Utfordringer med UV-desinfeksjon

- ~~Ingen direkte målbar resteffekt~~

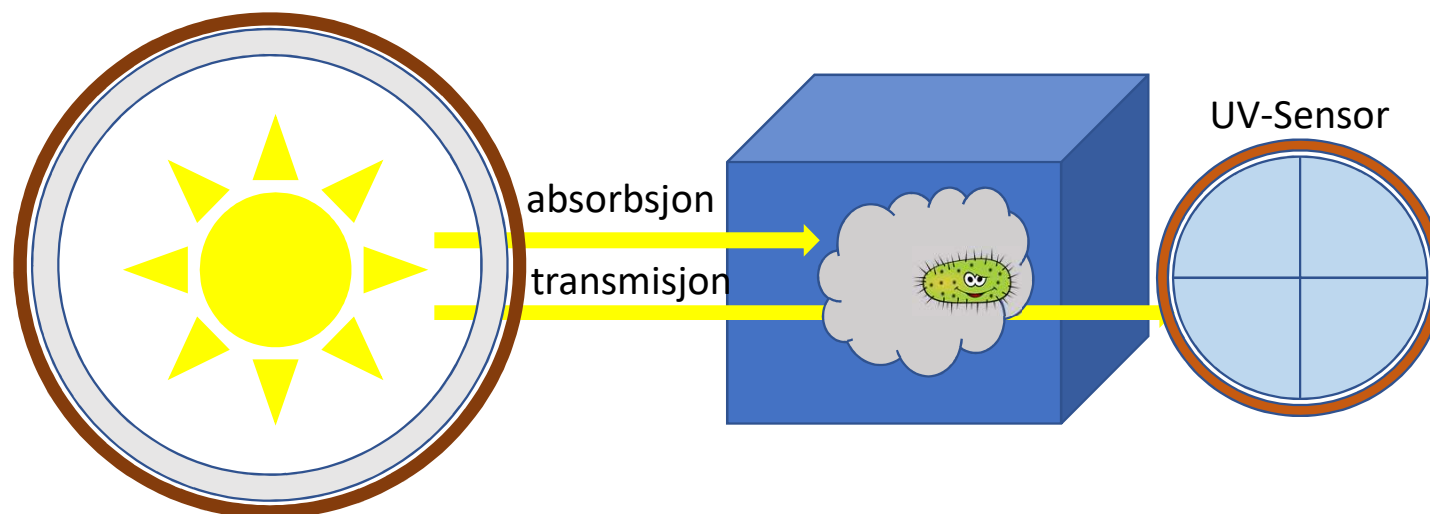
UV-sertifikat

- UV-anlegget må driftes som gitt i UV-sertifikat i form av UV-intensitet og mengde
- UV-anlegget kan være krevende å drifte for eksempel på grunn av mye beleggdannelse på lampene som kan ikke kontrolleres med viskere/vasking
 - Optimalisere prosessene før UV-anlegget, visker, UV-vaskeanlegg, lampetest, sensorkontroll, service
- Strømforsyning
 - Nødstrøm, UPS, ROS-analyse
- Følsom på vannkvalitetsendringer som påvirker på UV-transmisjon
 - Optimalisere prosessene før UV-anlegget
- De fleste UV-lampene inneholder kvikksølv-må håndteres som spesialavfall



Viktige parameter for sikker UV-desinfeksjon

- Dårlig eller defekt lampe
- Kondens/fuktighet i kvartsglass
- Belegg på kvartsglass
- Redusert vannkvalitet
- Belegg på sensor
- Dårlig eller defekt sensor
- Kondens/Fuktighet i sensorhylse



UV-anlegg og UV-sertifikat

2.3

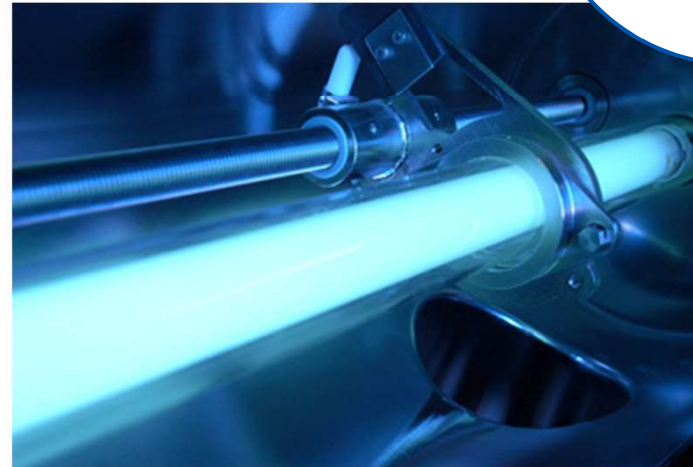
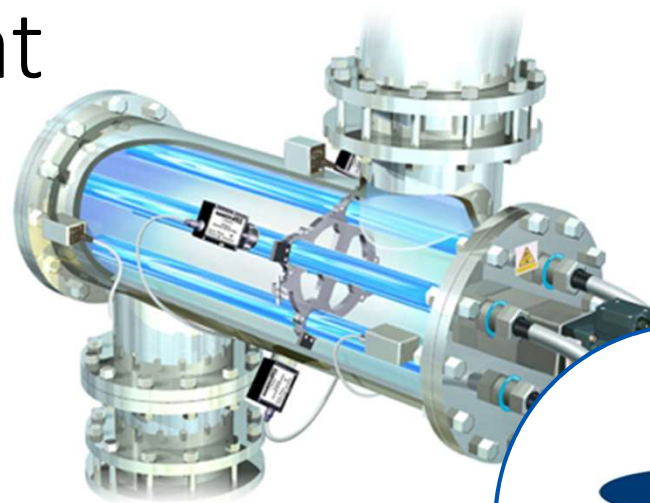
The maximum capacities for the UV unit versus UV transmission are given in the table below. The UV transmission values are given at 254 nm, measured in a 5 cm and in a 1 cm cuvette. The dimensioning of UV systems must take into account the lowest UV transmission measured.

Table 1. The capacities are given in Test certificate for K4XL18.130.D, dated 27th July 2010, in accordance with NEN-EN 14897; 2006, and based on biosimetric test procedures in ÖNORM M 5873-1, Procedure B (2001). The tests performed by Austrian Institute of Technology (AIT).

T50 (%)	89	80	70	60	50	40	30	24.5	17.3	
T10 (%)	97.8	95.6	93.1	90.3	87.1	83.3	78.6	75.5	70.4	
K4XL18.130.D	471	381	314	259	211	167	130	112	88	m ³ /h
Min. intensity*	411	330	270	221	177	138	105	88	67	W/m ²

* Measured by a sensor configured to meet ÖNORM M5873-1 standard, with a Viewing angle of 160°.

- Biosimetrisk testing for hver type UV-anlegg



Toppsystem

PLS

Vannverk

UV-Leverandør

UV-Skap 1
UV-PLS

FI



22

The acceptance test results for the UV unit, unless UV measurement are given in the table below. The UV measurement values are given at 20 km, measured at a 1 m depth, at a 1 m distance. The determination of UV content must also be carried out before UV measurement.

Table A: The acceptance test results for the UV unit for 4000 L/h flow, dated 17th July 2016, as performed by DSI (UK) Ltd, and the acceptance test results for the UV unit for 4000 L/h flow, dated 17th July 2016, as performed by DSI (UK) Ltd, and the acceptance test results for the UV unit for 4000 L/h flow, dated 17th July 2016, as performed by DSI (UK) Ltd.

Parameter	Unit	Value	Acceptance
UV	mW/cm ²	100	100
Flow	L/h	4000	4000
Temperature	°C	20	20
Pressure	bar	1.5	1.5

UV-Skap 2
UV-PLS

FT



22

The acceptance test results for the UV unit, unless UV measurement are given in the table below. The UV measurement values are given at 20 km, measured at a 1 m depth, at a 1 m distance. The determination of UV content must also be carried out before UV measurement.

Table A: The acceptance test results for the UV unit for 4000 L/h flow, dated 17th July 2016, as performed by DSI (UK) Ltd, and the acceptance test results for the UV unit for 4000 L/h flow, dated 17th July 2016, as performed by DSI (UK) Ltd.

Parameter	Unit	Value	Acceptance
UV	mW/cm ²	100	100
Flow	L/h	4000	4000
Temperature	°C	20	20
Pressure	bar	1.5	1.5

UV-Skap 3
UV-PLS

FT

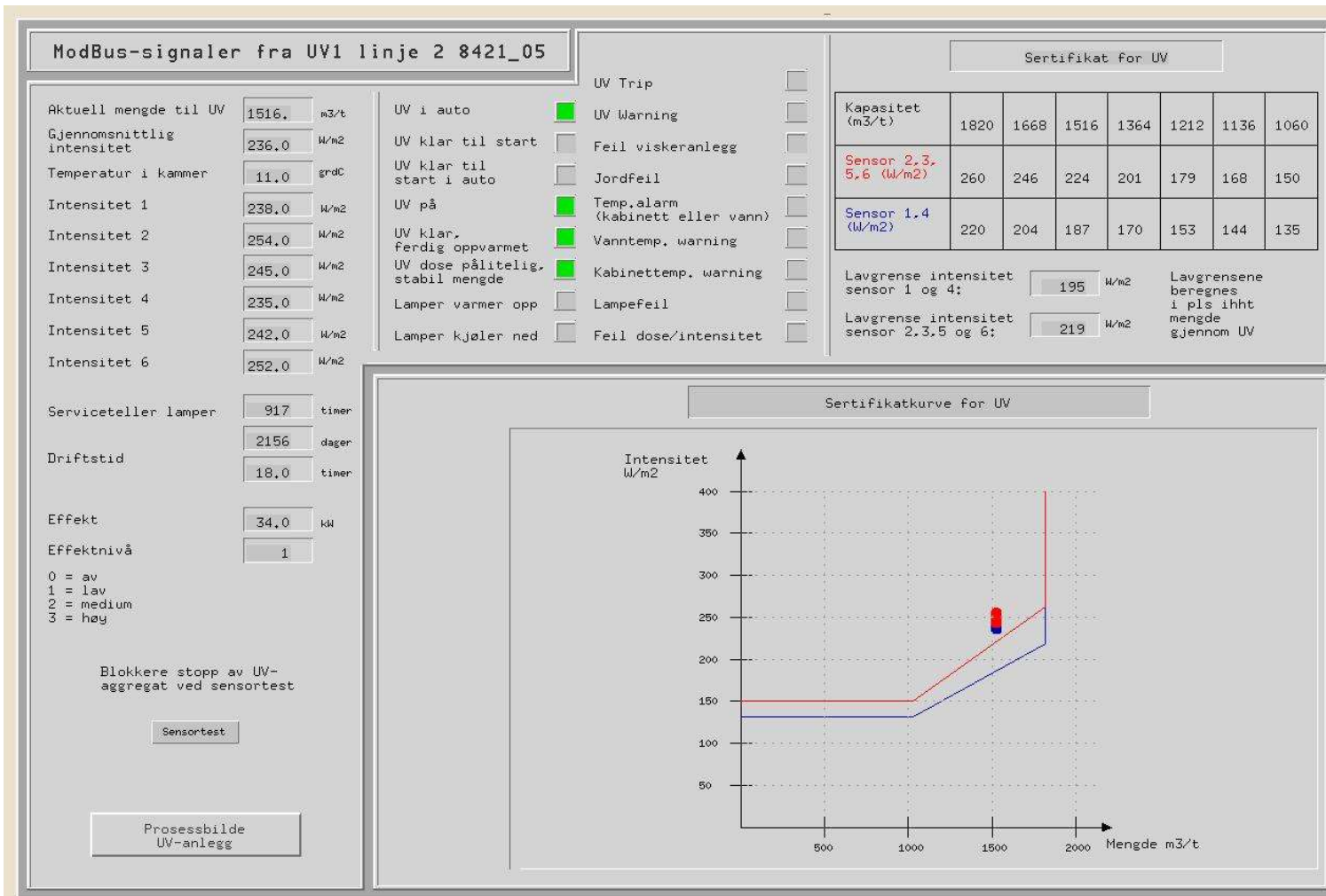


22

The acceptance test results for the UV unit, unless UV measurement are given in the table below. The UV measurement values are given at 20 km, measured at a 1 m depth, at a 1 m distance. The determination of UV content must also be carried out before UV measurement.

Table A: The acceptance test results for the UV unit for 4000 L/h flow, dated 17th July 2016, as performed by DSI (UK) Ltd, and the acceptance test results for the UV unit for 4000 L/h flow, dated 17th July 2016, as performed by DSI (UK) Ltd.

Parameter	Unit	Value	Acceptance
UV	mW/cm ²	100	100
Flow	L/h	4000	4000
Temperature	°C	20	20
Pressure	bar	1.5	1.5



Vannverk A

koagulering-filtrering-UV-desinfeksjon-nødklor
forsyning for 12 000 personer

- 3 UV-12 sensor
- Sum fra mengdemålerne etter filter brukes for å estimere mengde for UV-desinfeksjon
- Alarm kun hvis målt intensitet i UV-sensor er under lavest gitt verdi i UV-sertifikatet
- Kun et analogt signal som sendes til vannverk-PLS -lavest sensorlesning
- Alarmgrense manipulert (vannverk-PLS/toppsystem)
- Meget krevende å følge opp, drifte, feilsøke og dokumentere desinfeksjonseffekt



Vannverk B

koagulering, filtrering, UV-desinfeksjon
forsyning for 10 000 personer

- Total produksjon 49 000 m³ i de siste 3 månedene
- 53% av produksjon UV-dose 40 mJ/cm² ikke oppnådd
- 22% av produksjon avvik fra sertifikatet mer enn 10%
- UV-PLS og vannverk-PLS manipulert
- UV-service utført, UV-intensitet testet mot manipulert verdi (154W/m² mot minimum 235W/m²)

Tabell 1. Kapasitetene er overensstemmende med DVGW sertifikat, datert 19.12.06 og TZW-Prüfbericht (Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe, Tyskland, datert 22.11.2006. Verdiene er i henhold til kurve og tabell i DVGW sertifikat og TZW rapporten. Testpunktene er uthevet.

T50 (%)	82	70	60	59	50	44	
SSK 254(m ⁻¹)	1,7	3,1	4,4	4,6	6,0	7,1	
IL1000+ DW	360	290	237	230	187	160	m ³ /t
Minste- bestråling (40° målefeltvinkel)	450	364	301	290	235	200	W/m ²

*Testpunktene er uthevet.

12.1.2018

Uv-transm. v/service: 51 % v/75

Uv-intensitet etter service: 229/235

Referanse uv-intensitet etter service: 226/230

Avvik i uv-intensitet i %: -

Sensortype: DVGW Uv^o

Min. tillatt. uv-intensitet: 154 W/m²

Max. tillatt vannmengde: 187 m³

Vannverk C

koagulering-filtrering-UV-desinfeksjon
forsyning for 8 000 personer

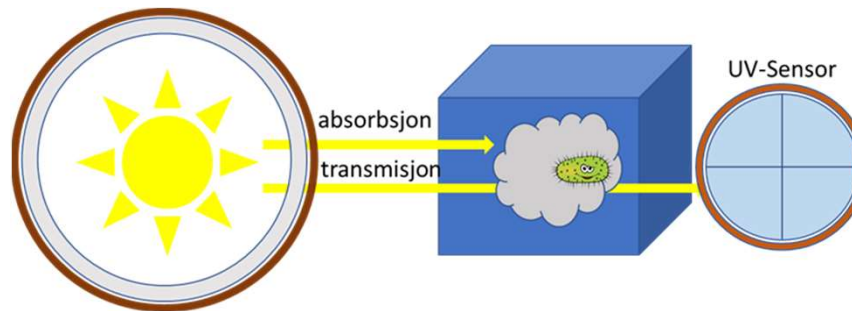
- Bypass i drift
- Ingen kokevarsling eller rutiner for kokevarslig ved svikt av desinfeksjon
- Glømt å sette UV i drift
- Oppdaget etter 3 uker
- Ingen vannprøver tatt i denne perioden

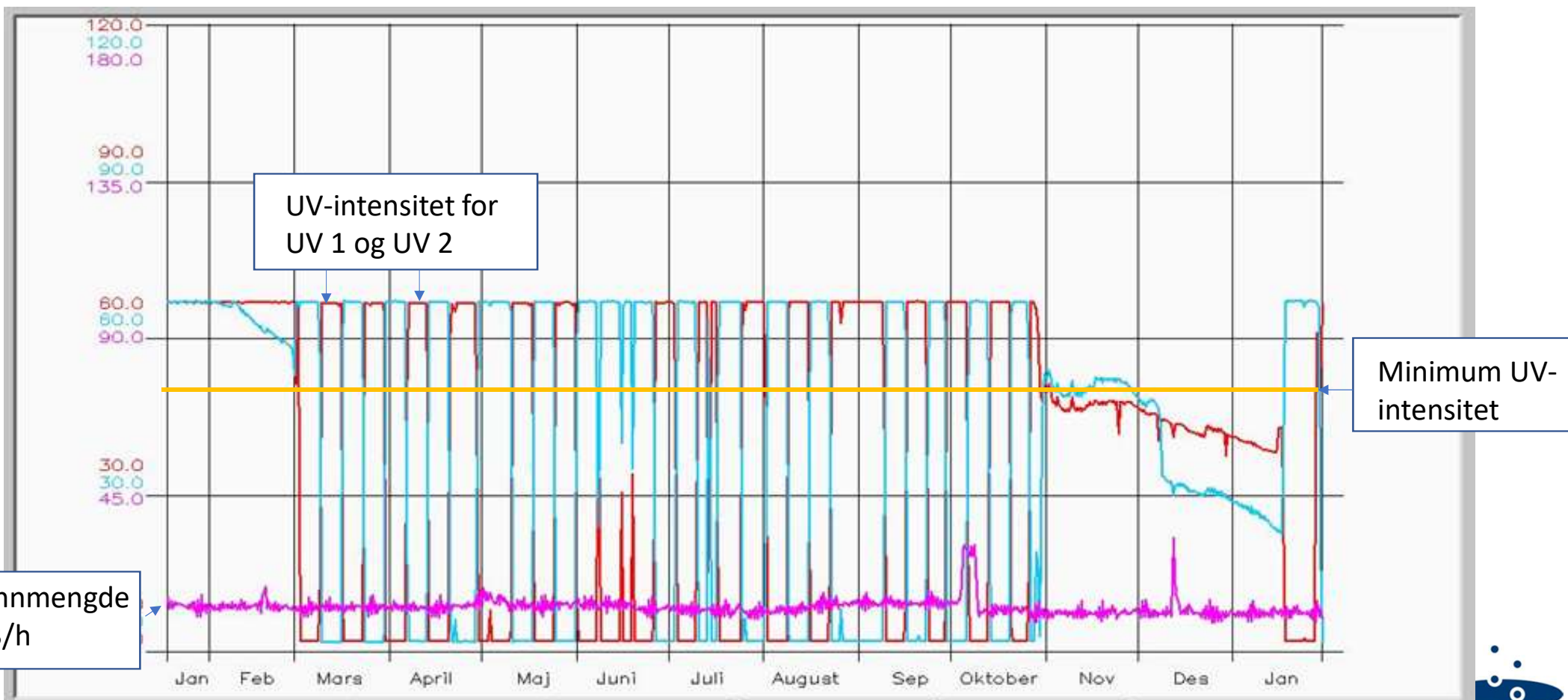


Vannverk D

Klor og UV forsyning for 700 personer

- Feil i viskersystem registrert i november
- Gradvis nedgang i UV-intensitet og UV-desinfeksjon på grunn av belegg på lampene og sensor i perioden november-januar
- I løpet av 7 uker 80% av vannmengden ikke oppfylt UV-dose 40 mJ/cm²
- Hvorav 40 % av vannmengden UV-dose under 50%





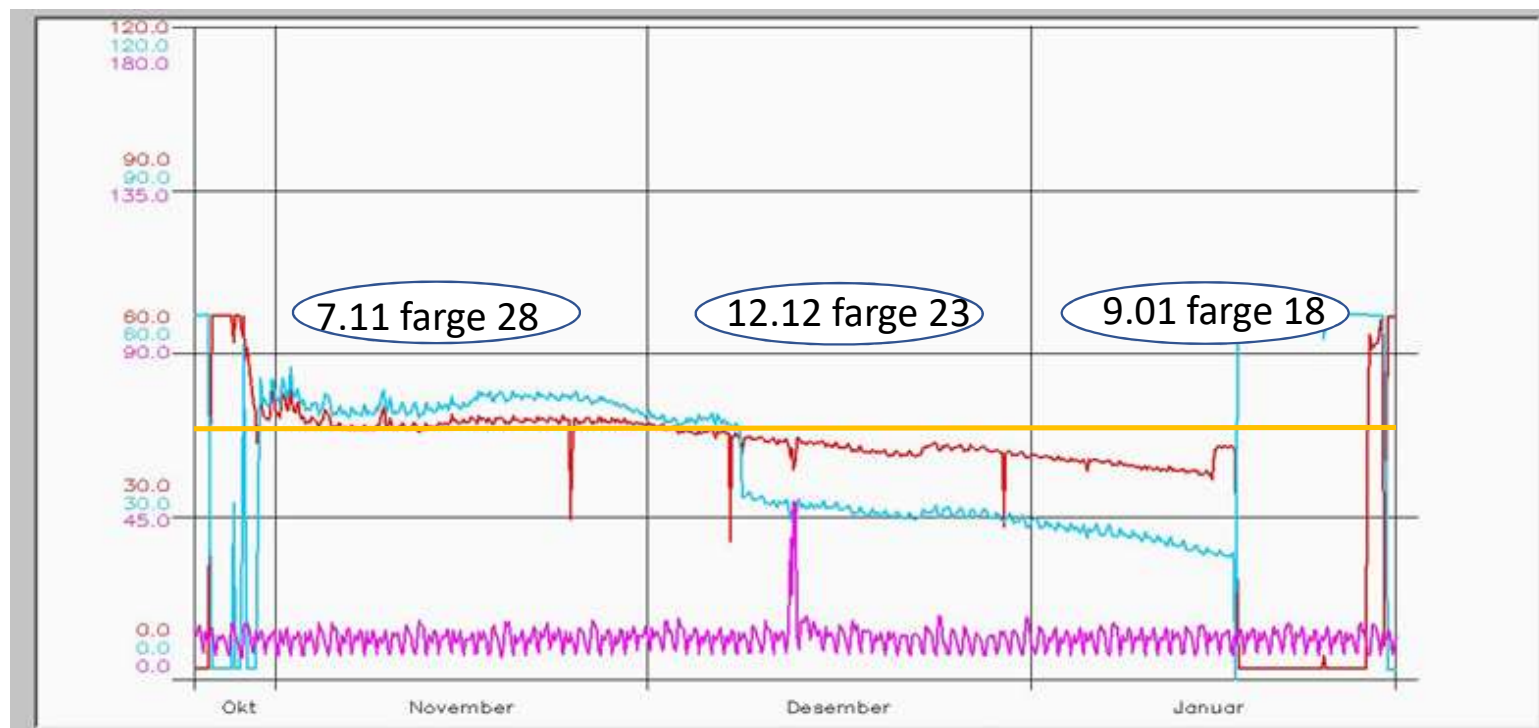
Vannmengde
m³/h

UV-intensitet for
UV 1 og UV 2

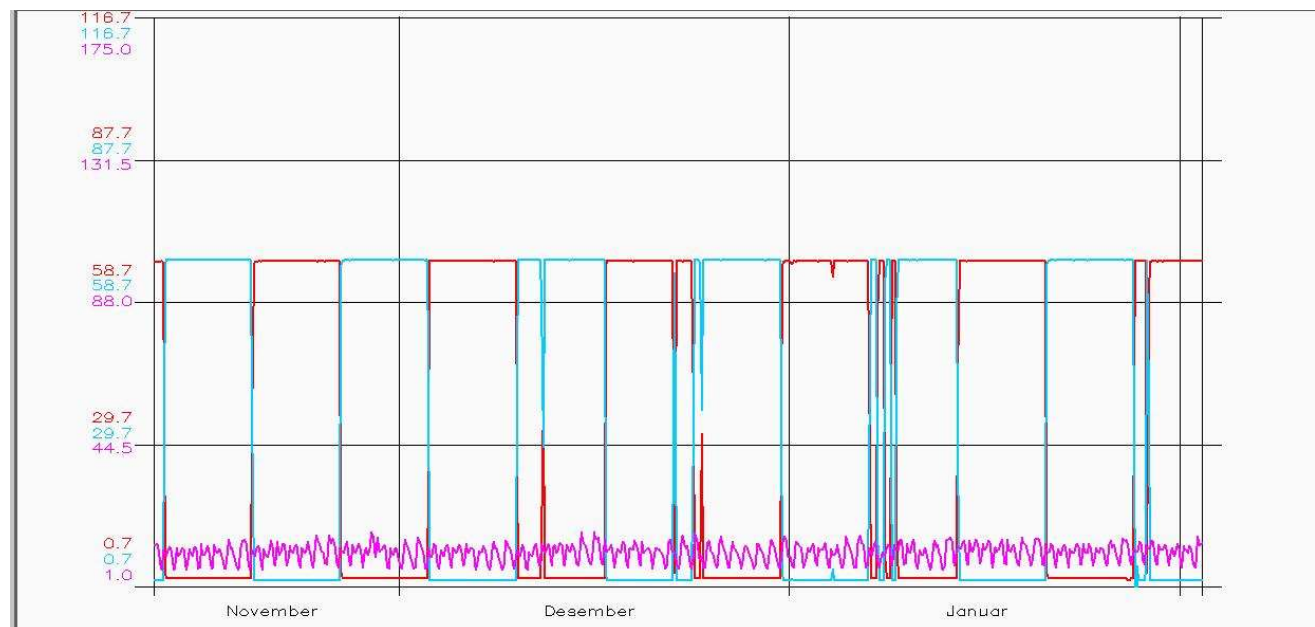
Minimum UV-
intensitet

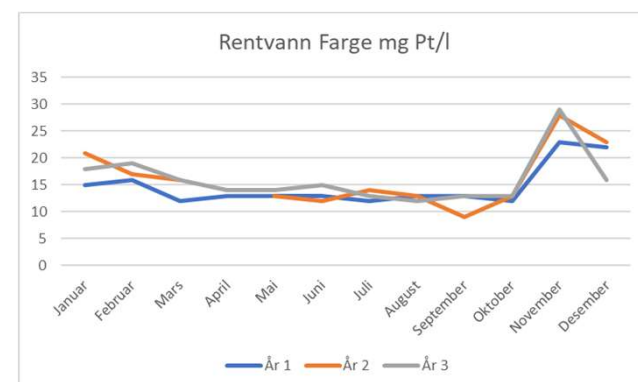
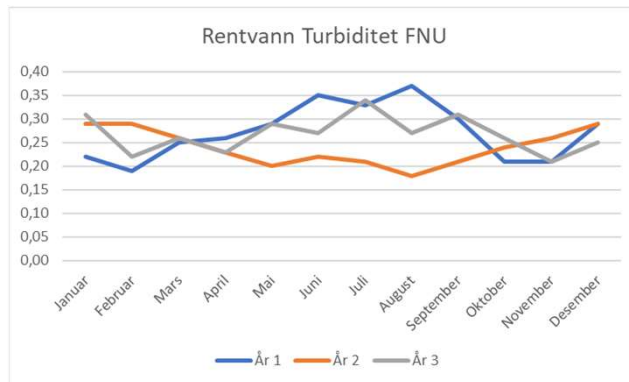
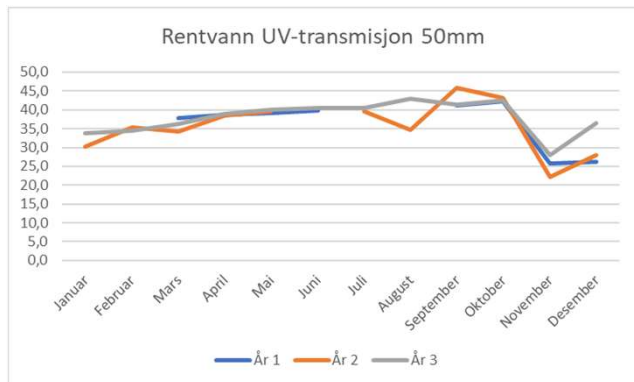
Tiltak

- Lampekontroll
- Sensorkontroll
- Visker
- UV-vask
- Vannprøver
- UV-sertifikat
- Historisk data
- UV-service
- Kontakt Mattilsynet
- Kokevarsling dersom desinfeksjon ikke er tilstrekkelig



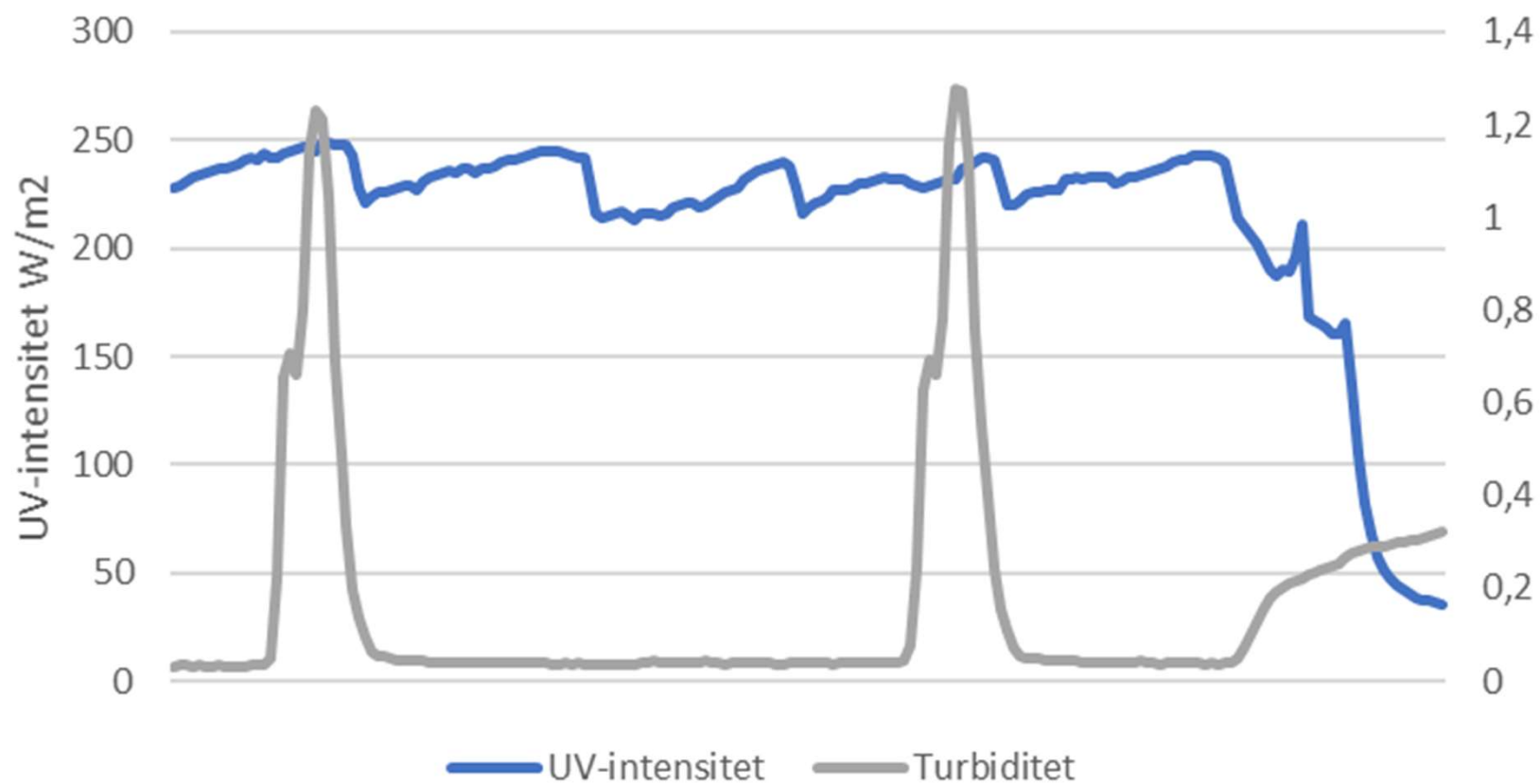
Hvordan
fungerte
anlegg i fjor?





Vannkvalitet

Svikt i koagulering og UV-intensitet



Sikker drift av UV-anlegg

- Ansvar er hos vannverkseier
- Intern kontroll

- Kompetent operativ personell
- Driftsrutiner, dokumentasjon, oppfølging av UV-anlegget
- Scada system- styring, overvåkning, alarm, samling av data
- Vedlikeholdsrutiner og vedlikeholdssystem- dokumentere utført vedlikehold
- Kvalitetssystem – dokumentasjon om kontroll med UV-drift og tiltak ved avvik
 - Avvikshåndtering og dokumentasjon



?

- Ikke kunnskap/kompetanse om UV-desinfeksjon
- Ikke kunnskap/kompetanse om UV-sertifikat
- Lite kunnskap om drift, kontroll og oppfølging av UV-anlegg
- Lite dokumentasjon om kontroll av UV-anlegget, vedlikehold osv.
- Mangler av overvåkning
- Manipulering av parameter tilknyttet til UV-desinfeksjon
- Ikke rutiner for kokevarsling/klorering
- Ikke definert ansvar for UV-drift



Hvorfor

- Norge har over 1000 UV-anlegg for desinfeksjon av drikkevann
 - Manglende kunnskap og kompetanse
 - Ikke tydelige/enkle krav som trengs for kontroll, overvåkning, og drift av UV-anlegget
 - Hvordan vannverk kan få til tilstrekkelig kompetanse blant annet for UV-drift
 - Ikke avvik -ikke prioritert
 - Vannverk har ikke resurser
-
- **Organisering av vannbransjen**



ID: 5733-1

Svartediket: Kontroll med UV-drift og tiltak ved avvik

Bergen Vann KF

Prosess	Vannproduksjon / Operative anlegg / Svartediket vba	Dokumentkategori	Prosedyrer
Godkjent dato	22.11.2017 (Asle Aasen)	Siste revisjon	16.08.2018
Endret dato	21.11.2017 (Annie Elisabeth Bjørklund)	Neste revisjonsdato	16.08.2020

Ref. standard ISO 9001: 2015; kap 8.2 og 10.2

Formål	Gi bestemmelser om hvordan avvik i målte intensitets, doseverdier og stans av UV-anlegget skal håndteres.
Dosering	<p>UV-bestrålingen skjer i fire parallelle linjer med ett aggregat i hver linje . Vannmengden gjennom hvert aggregat måles med vannmåler for hvert aggregat. Intensiteten måles kontinuerlig. Intensiteten kan reguleres i 3 trinn. Hvilket trinn som er nødvendig i hvert aggregat avhenger av hvilken intensitet som måles online og den beregna doseringen basert på den målte vannmengden. Dette styres av den interne UV-PLS (en for hvert aggregat).</p> <p>Hvor mange aggregat som skal være i drift styres av hoved-PLS.</p> <p>UV-aggregatene kan ha kortvarig reduksjon i doseringen i forbindelse med opptrinning/nedtrinning av effekttrinnene og inn/utkopling av aggregat.</p> <p>Aggregatene er romslig dimensjonert slik at 2 aggregater til vanlig vil være i drift ved maksimal vannproduksjon.</p> <p>Aggregatens testsertifikat er bestemmende for doseberegningen.</p>
Målinger	Intensiteten måles kontinuerlig online for hvert aggregat. Doseringen beregnes kontinuerlig for hvert aggregat.
Grenseverdier	Følgende grenseverdier gjelder for set.pkt-dose: 45 mJ/cm ² . Følgende grenseverdier gjelder for beregnet dose: 40 mJ/cm ² . Følgende grenseverdi gjelder for minimum intensitet pr sensor: Beregnes for hver sensor basert på sertifikat og registrert vannmengde.
Alarmer	Det overføres A-alarmer (stans /feil ved anlegg, lav intensitet og lav dose) til vaktentral og vannbehandlingsvakt. Via styring/overvåkingssystemet (Cactus) til vaktentral.
Tiltak ved avvik	<p>Lav intensitet:</p> <p>Ved målt for lav intensitet på et aggregat skal dette aggregatet automatisk stenges ned. Dersom dette ikke skjer automatisk må det utføres manuelt. Det kontrolleres at de andre aggregatene fungerer tilfredsstillende og at de håndterer den gitte vannmengde gjennom anlegget. Dersom ikke reduseres produksjonen inntil tilstrekkelig dose er oppnådd evt. stenges vannproduksjonen.</p> <p>Aggregatet kan settes i drift igjen når årsaken til avviket er lokalisert og ubedret.</p>

ID: 5733-1

Svartediket: Kontroll med UV-drift og tiltak ved avvik

Bergen Vann KF

Prosess	Vannproduksjon / Operative anlegg / Svartediket vba	Dokumentkategori	Prosedyrer
Godkjent dato	22.11.2017 (Asle Aasen)	Siste revisjon	16.08.2018
Endret dato	21.11.2017 (Annie Elisabeth Bjørklund)	Neste revisjonsdato	16.08.2020

Har det vært produsert vann gjennom et aggregat med for lav intensitet så skal dette rapporteres som et avvik. Dette gjelder ikke i en situasjon med normal start/stopp/alternering av aggregater dersom koaguleringen/filtreringen har fungert tilfredsstillende.

Det skal tas bakteriologisk vannprøve etter filter og ut fra rentvannsbasseng.

Dersom koagulering/filtrering har fungert tilfredsstillende (som hygienisk barriere nr 2) rapporteres som B-avvik og i motsatt fall som A-avvik.

Dersom ikke koagulering/filtrering fungerer tilfredsstillende stenges anlegget evt. linjen inntil koagulering/filtrering og UV-anlegget fungerer tilfredsstillende.

Avviket kan lukkes når aggregatet kan produsere en stabil og høy nok intensitet og resultatene fra vannprøvene er ok.

Lav dose (under set.pkt.)

Ved lav dose skal det automatisk tas i bruk flere aggregater (styres av hoved-PLS).

Dersom alle tilgjengelige aggregater er i maksimal bruk skal hoved-PLS redusere produksjonen gjennom anlegget inntil dosekravet (set.pkt) er oppfylt.

Dersom dette ikke skjer automatisk skal det utføres manuelt.

Produksjonen fryses på denne nye mengden inntil denne styringen resettes.

Har det vært produsert vann gjennom et aggregat med lavere dose enn set.pkt. men høyere enn grenseverdien 40 mJ/cm² så skal det ikke rapporteres som et avvik.

Lav dose (under 40 mJ/cm²).

Det skal kontrolleres at koagulering/filtrering har fungert/ fungerer tilfredsstillende (som hygienisk barriere nr 2). Har det vært produsert vann gjennom et aggregat med for lav dose så skal dette rapporteres som et avvik.

Dersom koagulering/filtrering har fungert tilfredsstillende (som hygienisk barriere nr 2) rapporteres som B-avvik og i motsatt fall som A-avvik.

Det skal tas bakteriologisk vannprøve etter filter og ut fra rentvannsbasseng.

Dersom ikke koagulering/filtrering fungerer tilfredsstillende stenges anlegget evt. linjen inntil koagulering/filtrering og UV-anlegget fungerer tilfredsstillende.

Avviket kan lukkes når aggregatet kan produsere en stabil og høy nok dose og resultatene fra vannprøvene er ok.

Rapportering Hendelser (avvik, observasjoner og forbedringsforslag) skal registreres i TQM sin hendelsesmodul.

id	Bygg/Anlegg beskrivelse	Beskrivelse	Utføres av	Start dato	Fristdato
UV 1-2		Byttet sensor 1 & 3	Vannprod...	17.09.2013	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	01.12.2013	31.12.2
UV 1-2		Byttet sensor 6	Vannprod...	13.05.2014	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	01.06.2014	01.07.2
UV 1-2		Service u/lampebytte	Vannprod...	29.10.2014	
UV 1-2		Sensor kontroll + bytte av 2 stk sensorer	Vannprod...	13.11.2014	13.12.2
UV 1-2		Lampebytte	Vannprod...	16.02.2015	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	10.05.2015	09.06.2
UV 1-2		Byttet sensor 2, 4 og 5	Vannprod...	12.05.2015	
UV 1-2		Byttet 3 sensorer og 4 hylser.	Vannprod...	13.11.2015	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	26.11.2015	26.12.2
UV 1-2		Byttet sensor 4	Vannprod...	21.01.2016	
UV 1-2		Byttet sensor 2	Vannprod...	19.04.2016	
UV 1-2		Byttet sensor 6	Vannprod...	11.05.2016	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	13.05.2016	12.06.2
UV 1-2		Byttet NTC motstand på lampegruppe 4	Elektroavd	01.07.2016	
UV 1-2		Byttet sensor+hylse på sensor nr2	Vannprod...	04.07.2016	
UV 1-2		Byttet sensor 3 og 4	Vannprod...	10.11.2016	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	11.11.2016	11.12.2
UV 1-2		Byttet defekt NTC sikring på lampegruppe 4	Elektroavd	07.04.2017	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	10.05.2017	09.06.2
UV 1-2		Byttet sensor 5 og 6	Vannprod...	22.05.2017	
UV 1-2		Byttet kjølevifter i elektroskap	Elektroavd	03.11.2017	
UV 1-2		Service	Vannprod...	08.11.2017	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	22.11.2017	22.12.2
UV 1-2		Byttet sensor nr5	Vannprod...	30.11.2017	
UV 1-2		Byttet NTC motstand, lampegruppe 4	Vannprod...	17.01.2018	
UV 1-2		Sensor kontroll	Vannprod...	30.05.2018	29.06.2
UV 1-2		Byttet sensor 5	Vannprod...	06.06.2018	

Thomas E - Thomas Eriksson 06.06.2014



OK



Avbryt

Info	Tekst	Komme...	Ressurs	Reserv...	Bestilling	Tilstand	Til...
Hoved service uv.							
Byttet lamper, kvartsglass, vikser ringer, lager/tetning visker mekanisme og uv-sensor holdere.							
Driftstid lamper 8001 timer							
Total driftstid uv: 2054dager og 1 time.							

Oppsummering

- UV-desinfeksjon er effektiv dersom det driftes innom UV-sertifikatet
- Kompetent operativ personell
- Intern kontroll
 - Driftsrutiner, vedlikehold, service, dokumentasjon
- Scada system
 - Historisk data, alarm
- Ikke tillat manipulere alarmgrense for lav UV-intensitet
- Feilsøking, reservedeler, vannprøver, service (ekstern/intern)
- Rutiner for kokevarsling, nødklor
- Kvalitetssystemet
 - Avviksregistrering og –håndtering
- Kjenn ditt anlegg og begrensingene



Takk for meg!

paula.pellikainen@bergen.kommune.no

