

# UV-desinfeksjon av vann

## II. DIMENSJONERING OG KONTROLL AV UV-ANLEGG

Av Erik Skipperud Johansen og Jan Aug. Myhrstad

Erik Skipperud Johansen er siv.ing. fra NTH, 1977 og engasjert ved Statens Institutt for Folkehelse (SIFF).  
Jan Aug. Myhrstad er cand. real fra Universitetet i Oslo 1965. Han er sjefingeniør og avd.leder ved SIFF.

### 1. Innledning.

Desinfeksjon av vann gjennomføres av hygieniske grunner. Spesielt må drikkevann ha tilfredsstillende mikrobiologisk kvalitet. Dette forutsetter et riktig dimensjonert, bygget og drevet desinfeksjonsanlegg.

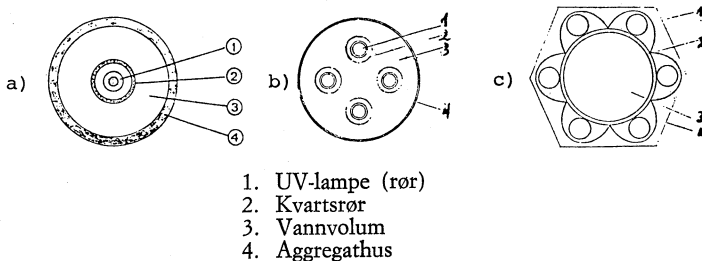
I foreliggende artikkel vil det bli gitt en orientering om kriterier for dimensjonering og kontroll av anlegg for desinfeksjon med ultrafiolett bestråling med bakgrunn i de krav helsemyndighetene stiller.

Denne artikkel er den andre i serien «UV-desinfeksjon av vann». (Det vises til den forrige i vann nr. 2 1978, ref. 1).

### 2. Dimensjonering.

Utforming/konstruksjon av UV-aggregater for desinfisering av vann er i prinsippet lik for de forskjellige aggregattyper.

Aggregatet er i enkelhet sammensatt av et bestrålingskammer hvor vannet UV-desinfiseres, og et kontrollskap der UV-effekten overvåkes kontinuerlig. Forskjellen på aggregatene er hovedsakelig avhengig av hvor UV-lampene (rørene) plasseres i strålekammeret. Fig. 1 viser tverrsnitt av strålekammer med plassering av lampene i eller utenom vannstrømmen. Antallet lamper bestemmer størrelsen på stråleintensiteten; jo flere lamper jo høy-



Figur 1. Tverrsnitt av UV-aggregat med ulikt antall UV-lamper og ulik plassering av lampene.

ere intensitet. (Lampene er omgitt av et kvartsrør som reduserer dannelsen av eksplosjonsfarlig ozon-gass).

Korrekt dimensjonering vil til enhver tid være bestemt av forholdet mellom den baktericide effekt og anvendt UV-dose. Dosen (D) er produktet av stråleintensiteten (I) og bestrålingstiden, dvs. vannets oppholdstid (T) i aggregatet:

$$D = I \times T.$$

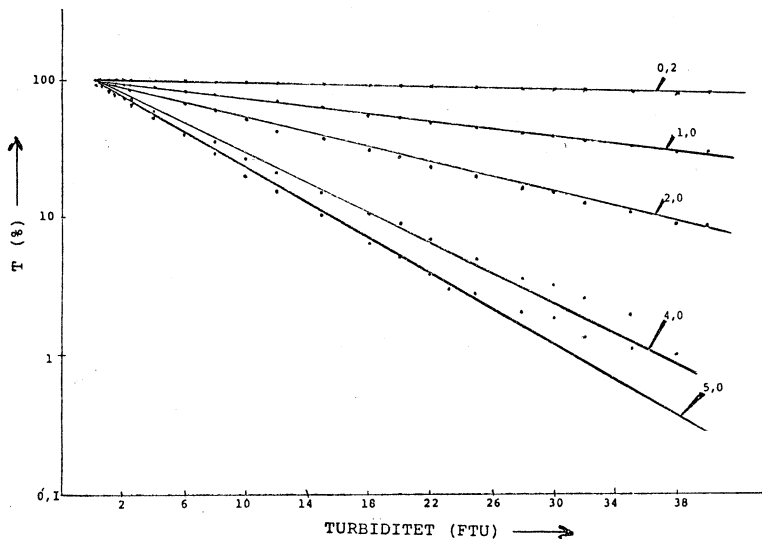
Dosen måles gjerne i ultrads (1 ultrads = 1  $\mu\text{ws/cm}^2$ ).

Desinfiseringseffekten er bestemt av dosestørrelsen. For å sikre en tilfredsstillende inaktivering av mikroorganismer/virus er det satt krav til UV-dosen. Kravet er at dosen til enhver tid og i ethvert punkt av strålekammeret skal være minimum 16.000 ultrads.

Det er kjent at stråleeffekten reduseres ved

- forringelse av vannkvaliteten (bakteriologisk såvel som fysikalsk/kjemisk)
- belegg (smuss) på kvartsrørene rundt strålelampene
- elding av UV-lamper og/eller fabrikkasjonsfeil.

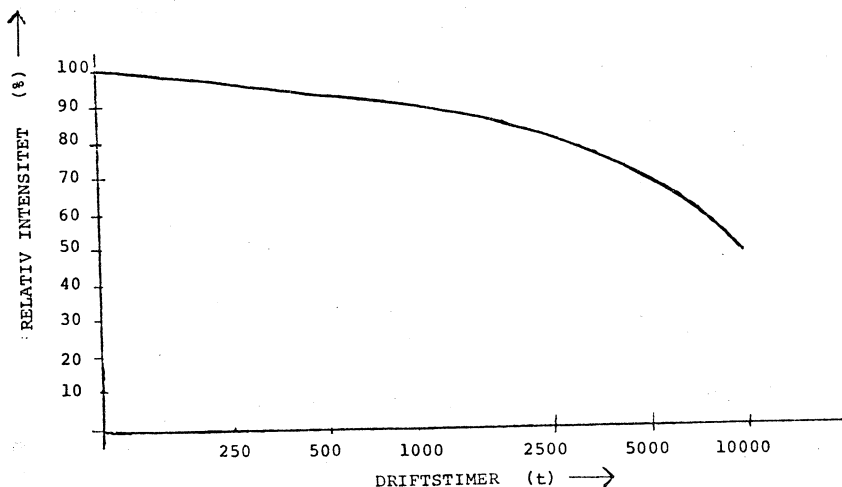
Som omtalt i forrige artikkel (ref. 1) og i debattkommentar i VANN nr. 3 (ref. 2) vil partikulære forurensninger i vannet (turbid vann) absorbere UV-energien. Dermed reduseres UV-effekten. Dette kan vises f.eks. ved måling av UV-transmisjonen (dvs. strålenes penetrasjonsevne) i formazin standardløsning (turbiditetsstandard) med varierende turbiditet og kuvettelengde (lysvei), se fig. 2.



Figur 3. Prosent UV-transmisjon ved 253,7 nm i formazin standardoppløsning som funksjon av turbiditet (Lysvei: 0,2; 1,0; 2,0; 4,0 og 5,0 cm).

Det er kjent at stråleeffekten fra lampene avtar med økende driftstid. Effekten avtar i gjennomsnitt med ca. 40% etter 1 års driftstid (dvs. ca. 7000 — 8000

brenntimer, kontinuerlig drift). Lampene er da modne for utskiftning. Figur 3 viser hvordan lampeeffekten avtar med økende brenntid (ref. 3).



Figur 3. Utstrålt effekt som funksjon av UV-lampens brennetid.

For å kompensere for mulig reduksjon i stråleeffekten må der i dosestørrelsen som aggregatene dimensjoneres etter, være innebygget en sikkerhetsfaktor som gjør at dosekravet til enhver tid er oppfylt. I praksis bygges aggregatene for utgangsdoser som er 2—3 ganger større enn minimumsdosen og er i de fleste tilfeller tilstrekkelig.

Ved dimensjonering av UV-anlegg på vannverk, vannrenseanlegg o.l. må det alltid tas hensyn til vannbehov/kapasitet, såvel som vannkvalitet. Disse forhold avgjør valg av både aggregatstørrelse og antall aggregater som må tilkoples anlegget. Når det av effekt messige grunner er nødvendig å øke den reelle bestrålingstid, kan anlegget påbygges et eller flere ekstra aggregater. I praksis koples aggregatene

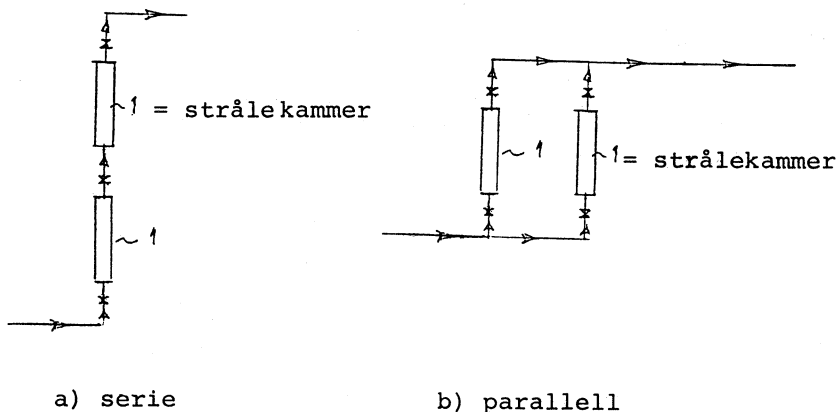
i serie og/eller i parallell som vist på fig. 4.

### 3. Kontroll av UV-effekten.

#### 3.1 Fotocellen

UV-apparatet skal være utstyrt med en fotocelle (sensor) som overvåker UV-intensiteten i kammeret. Sensoren er en fototransistor av silisium materiale. Sensoren måler egentlig den relative stråleintensiteten (UV-transmisjonen) i sensorens posisjon. UV-transmisjonen anvises på et meter.

Sensoren er følsom for et spekter av stråler, men strålefølsomheten er størst for stråler ved 254 nm. Sensoren skal være plassert i den posisjon der kun stråler fra UV-lampen(e) registreres og der UV-intensiteten er minst.



Figur 4. Serie- og parallellkopling av 2 stk. UV-aggregater.

Hvis UV-effekten reduseres såpass at kravet til UV-dose (min. 16 000 ultrads) ikke er oppfylt, skal en avstengningsanordning (f.eks. en magnetventil) automatisk stoppe vannstrømmen gjennom aggregatet. Samtidig koples inn en lys- og/eller audioalarm.

Sensoren skal være justert m.h.t. dosekravet og plombert av produsenten/leverandøren.

### 3.2 Signallampe

På kontrollpanelet skal hvert av UV-rørene være indikert med en signallampe. Signallampene skal under normale driftsforhold lyse. Signallampene slukkes hvis de respektive rør er utbrente eller ved brutt strømtilførsel. Signallampene muliggjør en rask og effektiv kontroll med UV-rørene.

### 3.3 Timeteller

Tidspunktet for utskifting av strålerør er som tidligere nevnt avhengig av rørenes driftstid. En timeteller holder kontroll

med driftstiden. Timetelleren er montert på kontrollpanelet. Timetelleren er til hjelp for rutinemessig skifting av rør.

### 3.4 Rengjøring

Partikulært materiale i vannet kan settes på innsiden av strålekammeret. Spesielt vil belegg på UV-rørene (eg. på kvartsglasset omkring) virke stråleabsorberende og UV-effekten reduseres.

Avhengig av vannkvaliteten er det med jevne mellomrom behov for rengjøring av kvartsglassene. Rengjøringen kan foretas mekanisk såvel som kjemisk. Det skal være mulig å rengjøre aggregatene enkeltvis uten at vannforsyningen stopper opp eller at vannet går udesinfisert ut på ledningsnettet.

## 4. Diskusjon.

UV-dosen er av betydning for å oppnå tilfredsstillende mikrobiologisk vannkvalitet. Som nevnt vil UV-dosen være avhengig av vannkvalitet og UV-anleggets dimensjonering. Dagens krav til UV-dose

(16 000 ultrads) er basert på relativt tilfredsstillende vannkvalitet før UV-bestrålingen, slik at denne prosess utgjør den ene av de to forsvarslinjer som kreves ved en moderne vannforsyning (dypinntak den andre).

Man vurderer fortløpende om det er nødvendig å justere dosekravet.

Anleggene som hittil er levert til Norge, har vært rikelig dimensjonert, blant annet på grunn av den nevnte sikkerhetsfaktor (kfr. kap. 2). En eventuell økning av kravet til UV-dose, vil neppe medføre problemer for de anlegg som er installert.

Det bør understrekes at UV-desinfeksjon ikke må nyttes ukritisk. Som nevnt er råvannets kvalitet avgjørende for dimensjoneringen av anleggene. Dette fordrer nøye kjennskap til vannkvaliteten og eventuelle variasjoner i denne over året.

Vi har foreløpig relativt beskjedne driftserfaringer med UV-anlegg på vannverk i Norge. Tilfredsstillende UV-behandling av vann vil imidlertid bare kunne

oppnås ved regelmessig vedlikehold og kontroll med UV-anlegget.

UV-bestråling aktualiserer også behovet for en forsvarlig drift av transportsystemene (ledningsnett med innretninger). Dette behovet eksisterer allerede både for anlegg med svakklorering og anlegg som ikke desinfiserer vannet.

#### REFERANSER

- (1) *E. S. Jobansen og J. A. Myrstad* «UV-desinfeksjon av vann I Innvirkning på mikroorganismer/virus og forhold som kan begrense bruken av UV-stråler som desinfeksjonsmiddel». Vann — 2-78, s. 147.
- (2) *E.S. Jobansen* «Debattkommentarer: Svar til Langeland og Underdal fra SIFF». Vann — 3-78, s. 245.
- (3) Original Hanau, tysk lampeprodusent.

## GROVHULLSBORING

Vi utfører horisontale og vertikale borer i lausmasser og fjell. Boringene blir brukte til VANNFORSYNING og mange andre formål.

### Hallingdal Bergboring

Magne Veslegard

3572 Leveld. Tlf. Ål 4200.

5700 Voss. Tlf. 055.11285 - 11289