

Planlegging og drift av UV-anlegg

Av Eyvind Andersen, Truls Krogh og Vidar Lund

Eyvind Andersen er overingeniør

Truls Krogh er avdelingsdirektør

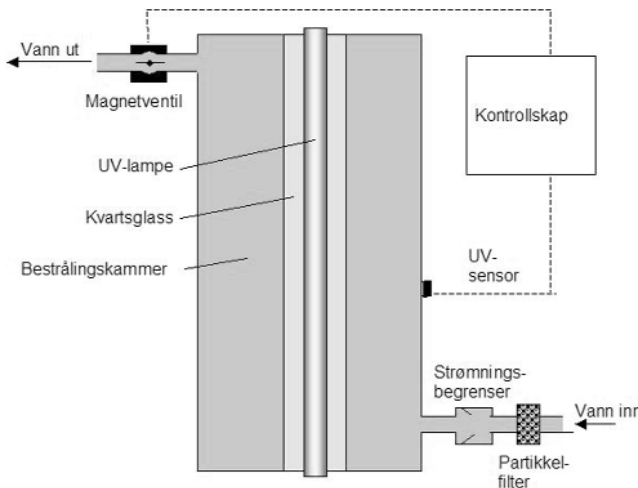
Vidar Lund er forsker

Alle er ansatt ved Nasjonalt folkehelseinstitutt

Introduksjon

Et UV-anlegg kan enkelt sies å bestå av bestrålingskamre som vannet passerer igjennom, og kontrollskap hvor UV-effekten overvåkes kontinuerlig. Figur 1 er en prinsippskisse av et slikt anlegg. Denne artikkelen omhandler hvordan man bør bygge og drive UV-anlegg, og den er basert på kapittelet om UV-desinfeksjon i Vannforsyningens ABC (www.fhi.no/vannabc).

UV-bestråling er den desinfeksjonsmetoden som benyttes ved flest norske vannverk, og da spesielt ved mindre anlegg, blant annet fordi slike desinfeksjonsanlegg er enkle å drive. Nå er også flere av de store vannverkene i ferd med å ta i bruk UV. Dette skyldes at UV-bestråling virker mot protozoer som ikke blir inaktivert av klor, for eksempel *Giardia intestinalis* og *Cryptosporidium parvum* (1).



Figur 1.
Prinsippskisse av et UV-anlegg (ikke riktige mål). Strålingsintensiteten i UV-kammeret måles av en UV-sensor på kammerveggen, som sender signaler til kontrollskapet. Dersom UV-intensiteten blir for lav, stenges anlegget automatisk ved hjelp av en magnetventil (Figur: Folkehelseinstituttet, Karin Melsom).

UV-strålers virkning på mikrober

UV-stråler inaktiverer/dreper mikrober (bakterier, virus, protozoer m.m.) ved at mikrobenes påføres ulike skader. Blant annet kan mikroben hindres i å dele seg på grunn av skader på arvestoffene (DNA eller RNA), eller sentrale livsprosesser kan forhindres på grunn av skader på proteiner. Skadens omfang avhenger av stråledosen som treffer mikroben, og stråledosen er et produkt av UV-lysets intensitet og tiden mikroben blir bestrålt. For å sikre tilstrekkelig stråledose må man vite vannets evne til å slippe gjennom/holde tilbake UV-strålene, fordi dette vil påvirke UV-lysets intensitet i deler av kammeret. Vanngjennomstrømningen må begrenses for å sikre tilstrekkelig bestrålingstid for å oppnå den nødvendige verdi på produktet av intensitet og tid. Noen mikrober har evne til å reparere mindre alvorlige skader, og det er derfor viktig å sørge for at UV-dosen alltid er høy nok.

Godkjenning av UV-anlegg

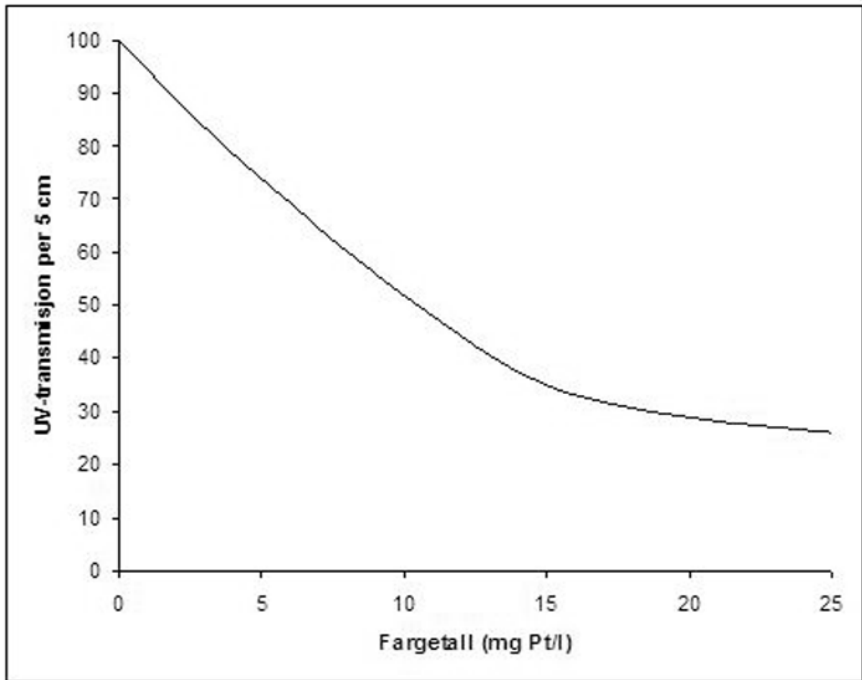
Vannbehandlingsanlegget vurderes som et ledd i Mattilsynets godkjenning av det enkelte vannverk. På bakgrunn av vannkvalitet og øvrig vannbehandling vurderes dimensjonering, teknisk utforming og plassering av UV-anlegget. Derfor vil ikke et UV-anlegg som godkjennes brukt ved ett vannverk, nødvendigvis bli godkjent ved et annet vannverk hvis forutsetningene er forskjellige.

Folkehelseinstituttet har en frivillig typegodkjenningsordning for UV-anlegg hvor hvert aggregats kapasitet

i forhold til forskjellige vannkvaliteter fastsettes. Ved at leverandøren får vurdert tekniske løsninger, kapasitet og krav til drift på forhånd, forenkles Mattilsynets saksbehandling for det enkelte anlegg. På Folkehelseinstituttets hjemmesider finnes to lister over typegodkjente UV-anlegg. Den ene inneholder anlegg som har tilstrekkelig virkning i forhold til de fleste typer sykdomsfremkallende mikrober, med unntak av bakteriesporer og enkelte virus. Den andre listen inneholder anlegg som gir en høyere UV-dose (40 mJ/cm²), og som har tilstrekkelig virkning også til å inaktivere hardføre bakteriesporer (for eksempel Clostridium- og Bacillus-sporer). Folkehelseinstituttet anbefaler at man velger denne siste typen anlegg ved nybygg og utskiftning av anlegg, både på grunn av bedre effekt overfor mikrober og fordi det er sannsynlig at EU i framtiden vil stille krav om denne typen UV-anlegg.

Vannkvalitetens betydning

UV-stråler absorberes etter hvert som lyset passerer gjennom vann. Mengden som absorberes, øker med økende mengde partikler og oppløste organiske stoffer i vannet. Gjenværende UV-stråling etter at strålene har passert et fastsatt vannsjikt (kan være 1 eller 5 cm), måles som vannets UV-transmisjon. Figur 2 viser hvordan transmisjonen avtar når vannets fargetall øker.



Figur 2. Viser hvordan UV-transmisjonen faller når fargetallet øker. Figuren er basert på en rekke målinger av surt, norsk overflatevann (Figur: Folkehelseinstituttet (2)).

Generelt anbefales UV-anlegg der vannet er klart og lite farget. Det er ikke satt noen nedre transmisjonsgrense for når UV-anlegg kan benyttes. Ved lave transmisjonsverdier blir imidlertid kostnadene ved et UV-anlegg store sammenliknet med andre desinfeksjonsanlegg. Under slike forhold er det også større risiko for svikt i desinfeksjonen. Som en tommelfingerregel bør ikke UV-anlegg velges dersom UV-transmisjonen er lavere enn ca 30 % per 5 cm. Vannkvaliteten kan også føre til driftsproblemer ved UV-anlegget. Dersom vannet inneholder mye jern, mangan eller kalsium, vil kvartsglasset kunne få et "fastbrent" belegg som er vanskelig å fjerne.

Planlegging av UV-anlegg

UV-anlegg skal dimensjoneres slik at de fungerer tilfredsstillende, selv når råvannet er på det dårligste. Man trenger derfor gode vannkvalitetsdata for vannkilden. For innsjøer trenger man minimum kvartalsvise data for transmisjon og kjemisk og bakteriologisk vannkvalitet. For elver må det foreligge analyseresultater fra hver måned gjennom året, og det er spesielt viktig å ta prøver i flomperioder. Selv om transmisjonen er akseptabel, kan partikler skape problemer for desinfeksjonen, da partikler i vannet kan innkapsle mikrober eller skjerme mikrober mot UV-lys. Partikkelholdig vann bør derfor filtreres før UV-bestråling. Dersom vannverket har

forbehandling for å fjerne farge og partikler, må UV-anlegg dimensjoneres på basis av den dårligste vannkvaliteten som det kan forventes at den aktuelle behandlings-prosessen vil kunne komme til å produsere under ugunstige driftsvilkår.

Anlegget må også dimensjoneres etter det maksimale vannbehov, det vil si at UV-anlegget skal kunne desinifisere alt vann som produseres. Vannverk som bruker UV, bør derfor alltid ha utjevningsbasseng i ledningsnettet for å minske den maksimale momentanbelastningen. Avhengig av bassengstørrelsen, kan kapasiteten for UV-anlegget begrenses til maksimalt døgn- eller timeforbruk, da man ikke trenger å dimensjonere for maksimalt forbruk i et øyeblikk. For å dekke perioder med lengre driftsstans, er det et krav at anlegget skal ha et kloranlegg som reserve for UV-anlegget, og vannproduksjonen kan gjenopptas når tilstrekkelig klorrest er påvist. Sikkerheten for at vannproduksjonen kan forløpe uforstyrret økes hvis et nødstrømanlegg også er på plass.

Valg av lampetype får konsekvenser for anleggsstørrelse og drift. Fordelene med lavtrykkslamper er blant annet lang levetid, høyere andel av stråling i bakteriedrepende område, lavere driftstemperatur, mindre biprodukter og mindre belegg på kvartsglasset. Fordelene med mellom- og høytrykkslamper er at de gir sterkere bestråling per lampe, og da det behøves færre lamper, blir slike anlegg mer kompakte.

Den vannmengde som skal UV-bestråles, bør fordeles på to eller flere UV-enheter koplet i parallell. UV-enheter bør ha samme kapasitet, og

kapasiteten bør være stor nok til å desinifisere alt vann, selv i perioder med normalt vedlikeholdsarbeid eller teknisk svikt. Dersom man for eksempel dimensjonerer anlegget med 2x100 % eller 3x50 % kapasitet på UV-enheter, kan man fortsette å levere vann selv om én UV-enhet er ute av drift.

Utforming av UV-anlegg

Et UV-anlegg består av bestrålingskammer og kontrollskap, se figur 1. Kvartsglass benyttes mellom UV-lampene og vannet, da vanlig glass ikke slipper igjennom UV-stråler. Rengjøring av kvartsglasset må være mulig, og de fleste anlegg utstyres med automatiske eller manuelle rengjøringsmekanismer. Disse kalles gjerne "wipere" eller "viskere", se figur 3, hvor håndtaket foran hvert UV-kammer brukes til å dra viskeren fram og tilbake. Det vil allikevel være nødvendig med mer omfattende rengjøring minst hvert halvår (se avsnittet om Drift og vedlikehold).



Figur 3. UV-anlegget på bildet består av to kontrollskap og to bestrålingskamre som begge er utstyrt med UV-sensor på siden og manuell renseanordning foran (Foto: Folkehelseinstituttet, Bjørn Løfsgaard).

Til å overvåke intensiteten i kammeret brukes en UV-sensor som sender signal til kontrollskapet. Sensoren er plassert på det stedet i kammeret der intensiteten er lavest. Det bør være mulig å bytte ut sensoren med en referansesensor, slik at man får sjekket at sensoren viser korrekt verdi. Ved lampesvikt, strømbrydd eller dersom intensiteten underskrider en på forhånd innstilt verdi, må vannproduksjonen stoppes automatisk.

Kontrollskapet (figur 4) må inneholde signallys, UV-intensitetsmåler og timeteller. Disse er vanligvis plassert på døren til skapet. Signallys viser om hver enkelt UV-lampe er i drift og fungerer, intensitetsmåleren viser hvor sterkt UV-lyset inne i bestrålingskammeret er, og timetelleren viser hvor lenge UV-lampene har vært i drift.



Figur 4. Kontrollskap for UV-anlegg. Signallys viser om UV-lampene lyser, timetelleren (sort) angir hvor lenge anlegget har vært i drift, og intensitetsmåleren (hvit) viser lysintensiteten inne i UV-kammeret (Foto: Folkehelseinstituttet, Eyvind Andersen).

Forbiløp ved UV-anlegget må være plombert, og må ikke åpnes uten at dette skjer etter myndighetsaksepterte prosedyrer. Anlegget må om nød-

vendig være utstyrt med strømningsbegrenser som sikrer at vanngjennomstrømningen ikke overstiger det anlegget er dimensjonert for.

Drift og vedlikehold

Utsett aldri øyne eller bar hud for lys fra UV-lamper, da slikt UV-lys kan gi alvorlige forbrenninger og synsskader. I prinsippet bør man ha tilsyn med UV-intensitetsmåler, driftstimeteller og signallys for UV-lamper daglig. Dersom feil på UV-anlegget gir alarm til bemannet sentral eller til sovende vakt, kan tilsynet reduseres.

Bestrålingskamre kan ha én eller flere lamper. Lamper av ulik type som fysisk har samme størrelse, kan ha ulik styrke, og man skal derfor kun anvende den lampetypen som er angitt i typegodkjenningspapirene, eller lamper som er dokumentert likeverdige i utstrålt effekt. Etter at lampen er skrudd på, tar det oftest noen minutter før den gir full effekt, og i denne perioden må ikke vannet ledes til forbrukerne. Lampenes intensitet reduseres i løpet av driftstiden. Lavtrykkslamper har oftest en maksimal driftstid på 7000-12000 timer, mens mellomtrykkslamper holder 3000-7000 timer.

Enkeltlamper i bestrålingskammeret skiftes når signallyset indikerer at lampen ikke virker. Uavhengig av om UV-sensoren fortsatt viser at intensiteten i kammeret er høy nok, skal alle lampene i kammeret skiftes samtidig når den maksimale driftstiden for et lampesett er omme, jamfør typegodkjenningsvilkårene. Effekten av UV-lamper avtar med tiden, og ved den oppgitte maksimale driftstidens slutt, kan effekten i hele eller deler av kammeret være for dårlig selv om lampene fortsatt lyser.

Dersom intensiteten i et UV-kammer blir for lav før lampenes maxi-

male driftstid er omme, sjekker man først for mulige årsaker, før man eventuelt skifter alle lampene i kammeret. Dersom det har lagt seg et belegg på kvartsglass eller sensorøye, må hele bestrålingskammeret rengjøres nøye. Årsaken til lav intensitet kan også være at vannkvaliteten har blitt for dårlig.

UV-alarmgrensen skal ikke justeres av andre enn leverandør/produzent i forståelse med godkjenningsmyndighet. Det kan også være feil ved UV-sensoren, og den må derfor kontrolleres og kalibreres årlig mot en referansesensor, eller eventuelt byttes dersom den ikke lar seg kalibrere. Sensorkalibreringen må utføres i henhold til retningslinjer gitt av produsent/leverandør. Videre må det sjekkes at den automatiske stengeventilen fungerer.

Selv om intensiteten som måles er høy nok, kan det være flekkvist belegg som gir dårlig lys andre steder i kammeret, og det kan også tenkes at den målte intensiteten er feil. Bestrålingskammer (kvartsglass, sensorøye, reflektorer o.l.) må derfor rengjøres jevnlig, med høyest frekvens ved vannverk som har dårlig vannkvalitet. Hvis anlegget er utstyrt med innretninger for rengjøring (børster, slepering av gummi eller liknende) må effekten av disse sjekkes, og de må rengjøres minimum en gang i halvåret. Det kan være nødvendig med bruk av rengjøringskjemikalier der mekanisk rengjøring ikke er tilstrekkelig. Ved bruk av rengjøringskjemikalier forutsettes det god gjennomskylling/spyling med rent vann ut til avløp før UV-anlegget igjen tas i bruk.

Referanser

1. Krogh, T. og Andersen, E.: Klorering av drikkevann – er det godt nok? Nytt fra folkehelseinstituttet vol. 2, nr 17, 2003
2. Folkehelseinstituttet 1989: B5 Desinfeksjon av drikkevann Ultrafiolett bestråling. ISBN 82-7364-035-3.