



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Vejledning om videregående vandbehandling

Vejledning nr. 38

Oktober 2019

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:
Krüger A/S
Miljøstyrelsen.

En følgegruppe bestående af repræsentanter fra Dansk Vand- og Spildevandsforening (DANVA), Danske Vandværker, Brancheforeningen Dansk Miljøteknologi og Kommunernes Landsforening (KL) har været inddraget ved udarbejdelse af vejledningen. Derudover er Styrelsen for Patientsikkerhed (STPS) og Energistyrelsen blevet hørt i forbindelse med udarbejdelsen af vejledningen.

Indhold

Forord	4
1. Introduktion	5
1.1 Vejledningens opbygning	5
1.2 Lovgrundlag	6
1.3 Definition af videregående vandbehandling	7
2. For vandforsyninger	9
2.1 Før ansøgningen skrives	9
2.2 Udarbejdelse af ansøgning	9
2.2.1 Lovmæssige krav til indhold i ansøgning	10
2.2.2 Teknisk redegørelse	10
2.2.3 Økonomisk redegørelse	16
2.2.4 Miljømæssig redegørelse	19
2.3 Fremsendelse af ansøgning og sagsbehandling	21
2.4 Godkendelse, etablering og drift	22
2.5 Indsigelser	22
3. For myndigheder	23
3.1 Myndighedens rolle	23
3.2 Før ansøgningen modtages	23
3.3 Behandling af ansøgningen	25
4. Referencer	27
Bilag 1.Fakta-ark	28
Bilag 1.1 Indledning	28
Bilag 1.2 Adsorptivt granulat	30
Bilag 1.3 Elektrolytisk dekarbonatisering	33
Bilag 1.4 Ionbytning, blødgøring med kationbytter	36
Bilag 1.5 Ionbytning, blødgøring med både kat-og anionbytter	39
Bilag 1.6 Kemikaliedosering	42
Bilag 1.7 Kemisk oxidation	45
Bilag 1.8 Kulfiltrering	48
Bilag 1.9 Membranfiltrering	51
Bilag 1.10 Pellet-metoden, blødgøring	55
Bilag 1.11 Stripning	59
Bilag 1.12 UV-behandling	62
Bilag 2.Forslag til dialogskemaer	65

Forord

Vandforsyningen i Danmark bygger på rent grundvand, der som udgangspunkt alene skal gennemgå en simpel vandbehandling for at kunne bruges til drikkevand. Nogle steder er ressourcerne af rent grundvand imidlertid under pres. Det kan for eksempel være på grund af forurening med miljøfremmede stoffer eller et for højt indhold af naturligt forekomne stoffer. I visse situationer kan en videregående vandbehandling således være den bedste løsning, når såvel tekniske, økonomiske som miljømæssige forhold tages i betragtning.

Miljøstyrelsen er af den opfattelse, at videregående vandbehandling kun bør anvendes, når andre muligheder og alternativer er grundigt undersøgt, og da kun for en nærmere defineret periode. Miljøstyrelsen anbefaler ikke bug af permanent forbyggende vandbehandling med mindre konkrete forhold taler for det. Videregående vandbehandling kan ikke træde i stedet for beskyttelse af grundvandsressourcerne, herunder forpligtelsen til kommunale indsatsplaner efter vandforsyningsloven.

Denne vejledning henvender sig til ejere af almene vandforsyningsanlæg (herefter *vandforsyninger*), der påtænker at etablere videregående vandbehandling, og til kommuner, der skal træffe afgørelse om tilladelse til videregående vandbehandling efter vandforsyningslovens § 21. Vejledningen beskriver de juridiske og praktiske problemstillinger og afvejninger, der måtte opstå eller bør vurderes i forbindelse med beslutninger om etablering af videregående vandbehandling.

Vejledningen er udarbejdet af Miljøstyrelsen. En følgegruppe bestående af repræsentanter fra Dansk Vand- og Spildevandsforening (DANVA), Danske Vandværker, Dansk Miljøteknologi (DMT) og Kommunernes Landsforening (KL) har været inddraget ved udarbejdelse af vejledningen. Derudover er Styrelsen for Patientsikkerhed (STPS) og Energistyrelsen blevet hørt i forbindelse med udarbejdelsen af vejledningen.

Den relevante lovgivning er citeret i vejledningen under de enkelte afsnit, men læserne opfordres til altid at bruge retsinformation.dk, der viser den til enhver tid gældende lovgivning.

Vejledningens anvisninger er ikke bindende eller udtømmende. Vejledningen bør derfor ses som et supplerende og uddybende materiale, der skal læses og forstås i sammenhæng med lovgivningen. Eksemplerne i vejledningen er ligeledes alene vejledende og skal benyttes med omtanke. Miljø- og Fødevareklagenævnet samt Domstolene kan i en konkret tvist tilsidesætte ordlyden i eksemplerne.

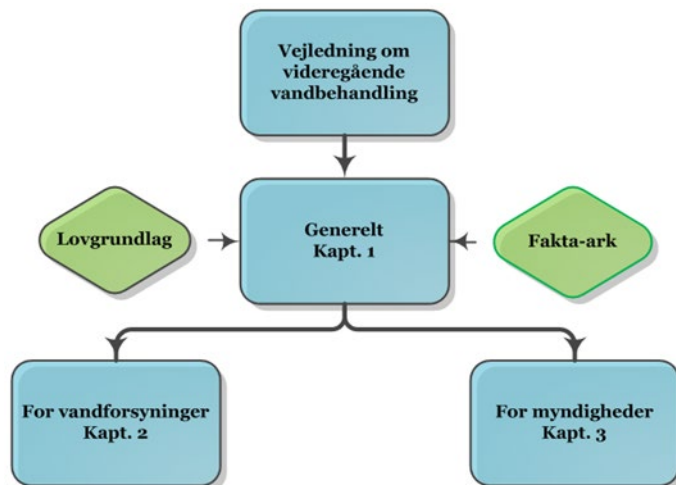
1. Introduktion

Denne vejledning skal være en hjælp ved vandforsyningernes overvejelser og ansøgning om tilladelse til etablering af videregående vandbehandling og ved kommunernes myndighedsbehandling i forbindelse med tilladelser til videregående vandbehandling.

Vandforsyningen skal være opmærksom på, hvordan den videregående vandbehandling indarbejdes i vandforsyningens økonomiske ramme, herunder om den kan indgås som et mål¹.

1.1 Vejledningens opbygning

Vejledningens opbygning er skematisk vist i figur 1.1 og består, ud over en generel introduktion af to indgange – én for vandforsyninger og én for myndigheder.



FIGUR 1.1 Vejledningens opbygning

I den generelle introduktion beskrives lovgrundlaget og de faktuelle forhold omkring videregående vandbehandling, herunder hvilke metoder som er omfattet af vejledningen.

For vandforsyningerne er der givet forslag til, hvordan der kan ansøges om videregående vandbehandling, herunder hvad de tilhørende redegørelser om tekniske, økonomiske og miljømæssige forhold bør indeholde.

I fakta-arkene, vedlagt i bilag 1 er der for hver teknologi angivet fokuspunkter, som vandforsyningerne bør forholde sig til i ansøgningen.

For myndighederne er der tilsvarende givet forslag til, hvordan sagsbehandlingen kan tilrettelægges og afvikles. I fakta-arkene er der for hver teknologi givet forslag til vilkår ved indførelse af den ansøgte teknologi.

Fakta-arkene er forslag og udtryk for kendte, veldokumenterede teknologier og er ikke begrænsende ift. ny teknologi.

¹ Jf. Bekendtgørelse nr. 938 af 28. juni 2018 om økonomiske rammer for vandselskaber

1.2 Lovgrundlag

Tilladelse til videregående vandbehandling på almene vandforsyningsanlæg meddeles med hjemmel i Vandforsyningslovens² § 21, stk. 1:

Vandindvindingsanlæg må ikke etableres eller på væsentlig måde udbedres eller ændres, før kommunalbestyrelsen har meddelt tilladelse hertil.

I bekendtgørelse om vandindvinding og vandforsyning³ (herefter "bekendtgørelsen") findes reglerne for meddelelse af tilladelser til vandindvinding og til etablering, væsentlige udbedringer eller væsentlige ændringer af vandindvindingsanlæg, herunder vandbehandlingsanlæg.

Det følger af bekendtgørelsens § 3, at tilladelser (herunder tilladelser til videregående vandbehandling) meddeles af kommunalbestyrelsen i den kommune, hvor indvindingsstedet ønskes placeret. Hvis en sag om en konkret tilladelse, der henhører under en kommunalbestyrelse, berører vandforsyningsforholdene i en anden kommune, skal der forhandles mellem kommunalbestyrelserne. Opnås der herefter ikke enighed mellem de to kommunalbestyrelser, afgøres sagen af miljø- og fødevareministeren⁴, jf. vandforsyningslovens § 4 og bekendtgørelsens § 2.

I henhold til bekendtgørelsens § 14, stk. 2, skal en ansøgning om etablering af vandindvindingsanlæg til almen vandforsyning eller væsentlige udbedringer eller væsentlige ændringer af bestående vandindvindingsanlæg til almen vandforsyning indeholde en teknisk, økonomisk og miljømæssig redegørelse for valget af indvindingssted og vandbehandling. Formålet med redegørelserne er at tilstræbe så lavt et rensbehov som muligt.

I henhold til bekendtgørelsens § 14, stk. 3, gælder kravet om redegørelse dog ikke, hvis vandet alene vil blive behandlet ved:

1. iltning med et normalt luft-vandforhold, hvilket i bekendtgørelsen forstås som iltning på vandværket, hvor vandet behandles for omsætning og fjernelse af indhold af jern (Fe), mangan (Mn), metan (CH₄), svovlbrinte (HS₂) og kuldioxid (CO₂),
2. filtrering gennem granulært filtermateriale, bortset fra aktivt kul til behandling af vandet for fjernelse af jern (Fe), mangan (Mn), ammonium (NH₄) og nitrit (NO₂) eller
3. neutralisering af aggressiv kuldioxid (CO₂).

De specifikke lovgivningsmæssige krav til indholdet i en ansøgning om videregående vandbehandling fremgår af bekendtgørelsens § 6 (ansøgning om foreløbig tilladelse) og § 14 (ansøgning om endelig tilladelse).

Tilsvarende fremgår de lovgivningsmæssige krav til indholdet i kommunalbestyrelsens tilladelse af § 13 (foreløbig tilladelse) og § 16 (endelig tilladelse) i bekendtgørelsen.

² Lovbekendtgørelse nr. 118 af 22. februar 2018 om vandforsyning m.v.

³ Bekendtgørelse nr. 470 af 26. april 2019 om vandindvinding og vandforsyning

⁴ Bemyndigelsen er delegeret til Miljøstyrelsen, jf. bekendtgørelse nr. 95 af 28. januar 2019 om henlæggelse af opgaver og beføjelser til Miljøstyrelsen

Indførelse af videregående vandbehandling kan betyde, at vandselskabets økonomiske ramme i henhold til bekendtgørelse om økonomiske rammer for vandselskaber⁵ kan øges med et tillæg, der udgør vandselskabets samlede afholdte omkostninger eller meromkostninger til statsligt eller kommunalt fastsatte, pålagte eller godkendte mål.

Når der foreligger en afgørelse fra kommunalbestyrelsen, kan den påklages i henhold til vandforsyningslovens kapitel 13. Der henvises hertil for en mere detaljeret beskrivelse af klagereglerne.

1.3 Definition af videregående vandbehandling

En definition på videregående vandbehandling er implicit beskrevet i Bekendtgørelsens § 14, stk. 2 og 3:

Ved videregående vandbehandling forstås al vandbehandling, der ikke er omfattet af metoderne nævnt i bekendtgørelsens § 14, stk. 3. Den ansøgte vandbehandling skal – jf. bekendtgørelsens § 14, stk. 2, beskrives i de tekniske, økonomiske og miljømæssige redegørelser.

I forlængelse af denne vejledning er der i bilag 1 vedlagt fakta-ark for en række veldokumenterede teknologier til videregående behandling af vand til drikkevandsformål. Fakta-arkene kan anvendes af vandforsyninger, der påtænker/ansøger om at etablere videregående vandbehandling, og af den tilladende myndighed (kommunen), i forbindelse med vurdering og afgørelse om tilladelse til videregående vandbehandling.

Formålet med fakta-arkene er at give et overblik over:

- mulige teknologier
- forhold for de enkelte teknologier vedr. teknik, driftssikkerhed, drikkevandssikkerhed, vandkvalitet og miljøpåvirkninger
- forhold, der kan indgå i en ansøgning skræddersyet til den enkelte teknologi for at sikre lettest mulig myndighedsbehandling af ansøgningen
- mulige vilkår, der kan stilles for den enkelte teknologi for sikring af høj drikkevandssikkerhed

Der er udvalgt følgende stofgrupper og serviceparametre for videregående vandbehandling:

- Ammonium (hvis fjernelsen ikke er tilstrækkelig ved traditionel vandbehandling)
- Hygiejnisk barriere
- Hårdhed (blødgøring af vand)
- Klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf
- Klorid
- Naturligt forekommende organisk stof (NVOC/farvetalet)
- Nitrat
- Pesticider og nedbrydningsprodukter heraf
- PFAS (perfluorerede forbindelser)
- pH (aggressiv kuldioxid, kalkovermætning)
- Arsen
- Nikkel

⁵ Bekendtgørelse nr. 938 af 28. juni 2018 om økonomiske rammer for vandselskaber (Udmøntning af vandsektorforliget)

Vandforsyningerne kan have andre kvalitetsmæssige udfordringer, men Miljøstyrelsen har i samråd med følgegruppen vurderet, at disse har et begrænset omfang, som ikke berettiger et særskilt fokus.

På baggrund af de udvalgte stoffer er der i fakta-arkene fokuseret på veldokumenterede metoder til videregående vandbehandling.

2. For vandforsyninger

2.1 Før ansøgningen skrives

Indledende anbefales vandforsyningen at analysere og klarlægge den aktuelle problemstilling og vurdere udfordringens omfang. Fordele og ulemper ved den metode til videregående vandbehandling, der overvejes, identificeres, og der foretages en screening af alternative løsningsmetoder. Særligt kræves der stor opmærksomhed på, hvilke risici den videregående vandbehandling kan have på bl.a. vandkvalitet, således at skadelige stoffer og biprodukter ved en eller flere vandbehandlingsmetoder og teknikker ikke opstår ved kemiske reaktioner.

Vandforsyningen anbefales at indlede en tidlig dialog med myndigheden om de udfordringer, som den nuværende vandbehandling ikke kan imødekomme, og de ønsker, som vandforsyningen har til etablering af videregående vandbehandling. En tidlig dialog med myndigheden vil også afklare, om der er planmæssige hindringer i vejen for en sådan indførelse af videregående vandbehandling. Myndigheden vurderer i samråd med Styrelsen for Patientsikkerhed, om der i projekterings- og anlægsperioden skal udstedes en dispensation for en eventuel overskridelse af en kravværdi, eller om der skal etableres midlertidig alternativ forsyning jf. § 16. stk. 2 i bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, BEK nr. 1068 af 23/08/2018.

En kontakt til myndigheden tidligt i processen kan give en god forståelse af, hvilke informationer myndigheden har behov for i forbindelse med deres vurdering af sagen, som supplement til denne vejledning.

Vandforsyningen bør ligeledes indledende undersøge hos myndigheden, hvilke øvrige tilladelser der evt. skal indhentes og ligge til grund for en konkret ansøgning.

2.2 Udarbejdelse af ansøgning

Kommunens vurdering af en ansøgning bygger primært på de aktiviteter, der er omfattet af projektet. Hvilken konkret information, der skal medtages i ansøgningen, kan ligeledes afhænge af projektets størrelse og indhold. F.eks. vil mange ansøgninger dreje sig om mindre udvidelser eller ændringer, hvor ikke alle punkter er relevante at beskrive detaljeret. Ved mindre udvidelser eller ændringer er det vigtigt at fokusere på de væsentligste forhold, men samtidig sikre, at alle relevante forhold kommenteres.

Myndigheden vil kunne oplyse vandforsyningen om, hvorvidt projektet kan være omfattet af anden lovgivning, som kan udløse krav om eksempelvis VVM, lokalplansudarbejdelse og indhentning af supplerende tilladelser, herunder tilladelse til vandindvinding, boringsetablering, udledning til kloak eller recipient og til bygningsopførelse.

Det er vandforsyningens ansvar at indhente de nødvendige øvrige tilladelser, der i mange tilfælde kan behandles sideløbende med ansøgningen om etablering af videregående vandbehandling.

Vandforsyningen skal i ansøgningen redegøre for, at tekniske, miljømæssige, økonomiske, etiske og/eller sundhedsmæssige overvejelser viser og taler for, at den ønskede videregående vandbehandling er den bedste løsning i det konkrete tilfælde.

2.2.1 Lovmæssige krav til indhold i ansøgning

De indholdsmæssige krav til ansøgningen afhænger af, om der ansøges om en foreløbig eller en endelig tilladelse til etablering af videregående vandbehandling. Se desuden vejledningens afsnit 2.3.

1. Foreløbig tilladelse

En foreløbig tilladelse kan være relevant, hvis der er tale om et pilotanlæg til afprøvning af en videregående vandbehandlingsteknologi.

2. Endelig tilladelse

Til mere permanente installationer skal vandforsyningen søge om endelig tilladelse.

Vandforsyningen skal være opmærksom på, at myndigheden kan vælge at begrænse tilladelsen til mindre end de 30 år, der typisk gives tilladelse til i henhold til Vandforsyningslovens § 21.

Hvis myndigheden vurderer, at den ansøgte teknologi opfylder definitionen for videregående vandbehandling, følger det af bekendtgørelsens § 14, stk. 2, at ansøgning skal indeholde en teknisk, økonomisk og miljømæssig redegørelse for valg af indvindingssted og vandbehandling.

Forslag til indholdet i disse redegørelser fremgår af de følgende afsnit, ligesom der er vedlagt tjeklister for redegørelserne i bilag 2.

2.2.2 Teknisk redegørelse

De typiske elementer i den tekniske redegørelse er vist i nedenstående figur 2.1.



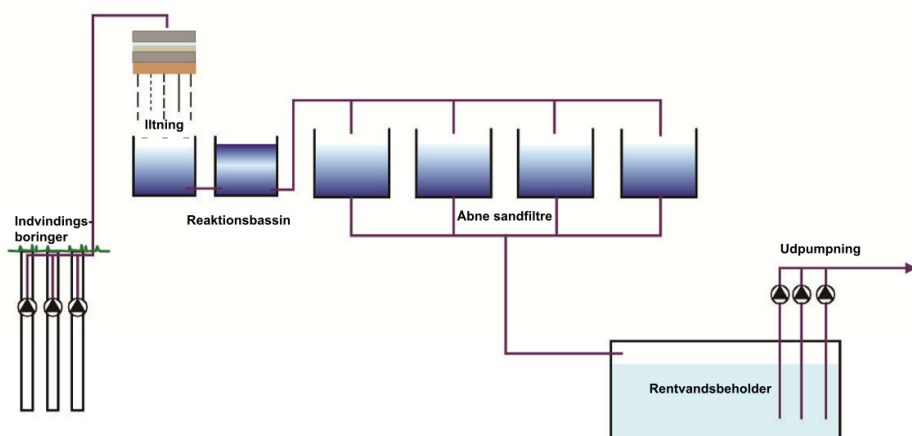
FIGUR 2.1 Elementer i den tekniske redegørelse

Indledningsvis beskrives de nuværende vandforsyningsforhold, dernæst hvilke udfordringer vandforsyningen ønsker at løse, hvilke afhjælpende foranstaltninger, som kan bringes i anvendelse i forhold til den aktuelle problematik, hvordan den ansøgte vandbehandlingsteknologi kan bringes i anvendelse og afslutningsvis, hvordan der i både anlægs- og driftsfase sikres den fornødne forsyning af drikkevand til forbrugerne.

1B Det nuværende vandbehandlingsanlæg

Her beskrives den eksisterende vandbehandling på vandværket, herunder indvinding, iltning/beluftning, filtrering og lagring af det resulterende drikkevand inden udpumpning til forbrugerne, herunder hvor mange m³, der ledes igennem vandbehandlingen, og hvor mange m³, der pumpes ud til forbrugerne.

Beskrivelsen kan suppleres med et flowdiagram, som viser vandets vej fra indvindingsanlæggene (boringerne) til udpumpningen på vandværket. Diagrammet kan ofte hentes fra kommunens vandforsyningsplan; se eksempel i figur 2.3.



FIGUR 2.3 Vandets vej fra råvandsboringer til udpumpning på vandværk.
Eksempel fra Vandforsyningsplanen for Egedal Kommune

1C Vandkvalitet igennem det nuværende anlæg

I det omfang, der foreligger driftsanalyser af de aktuelle problemstoffer i vandet igennem vandbehandlingsanlægget, beskrives disse, gerne i tabelform, som vist i tabel 2.2.

Analyseresultaterne vedlægges ligeledes i bilag til redegørelsen. Tabellen udarbejdes kun, hvis analyser foreligger, eller hvis det er relevant for den ansøgte teknologi.

TABEL 2.2 Vandkvalitet igennem vandbehandlingsanlægget

	Enhed	Efter beluftning	Mellem filtre	Efter filtre	Afgang vandværk	Drikkevandskrav
Prøvetagningsdato	dd.mm.år					
1. parameter	mg/l					
2. parameter	mg/l					
3. parameter	µg/l					
4. parameter	Antal/ml					
Etc.						

Vandanalyser ved afgang vandværk vedlægges som bilag til den tekniske redegørelse for de sidste 1 – 2 år. Hvis vandforsyningen har oplevet store udsving i vandkvaliteten, kan analyserne suppleres med tidsserier.

2. Begrundelse for ansøgning

Vandforsyningens ønske om at etablere videregående vandbehandling kan være udløst af forskellige forhold, herunder overskridelse af drikkevandskvalitetskrav.

Alternativt kan ønsket om videregående vandbehandling være begrundet i et ønske om sikring af hygiejnen som led i kvalitetssikringssystemet, f.eks. DDS eller ISO 20001, eller i forbindelse med ombygningsarbejder.

Endelig kan der være vandbehandling, der ikke er begrundet i overskridelser af kvalitetskrav. Indførelse af en videregående vandbehandlingsteknologi baseret på sidstnævnte hensyn, eksempelvis blødgøring af drikkevandet tager således ikke nødvendigvis udgangspunkt i en kritisk parameter, men kan være et ønske om øget komfort for forbrugere.

Tilsvarende tager indførelse af en hygiejnisk barriere i vandbehandlingen ikke udgangspunkt i overskridelser i vandkvaliteten, da dette vil afspejle kritisable forhold på vandværket, og derfor skal afhjælpes.

I det følgende vil afdækningen af mulige årsagssammenhænge relatere sig til overskridelser – eller risiko for overskridelser – af drikkevandskrav for én eller flere kvalitetsparametre.

2A Mulige årsager

Overskridelser af drikkevandskravet til en eller flere vandkvalitetsparametre kan have mange årsager.

Vandforsyningen skal indledningsvis redegøre for, hvad der er årsag til den vandkvalitetsmæssige overskridelse af en given parameter. Sådanne årsagssammenhænge kan indledningsvis søges afklaret ved en anlægs-/procesgennemgang.

3. Valg af teknologi

Når problemparametre og mulige årsagssammenhænge er afklaret, skal vandforsyningen begrunde, hvorfor den vurderer det mest hensigtsmæssigt at indføre en given videregående vandbehandling fremfor at afhjælpe forholdene ved en ændret indvindings- og/eller behandlingsstrategi.

3A Teknisk beskrivelse

Fordele og ulemper ved de videregående vandbehandlingsmetoder, som kan anvendes til den konkrete problemstilling, beskrives.

I begrundelsen vægtes de enkelte evalueringsparametre i forhold til hinanden og sættes i forhold til eksempelvis samfundsøkonomiske aspekter og ønsket om bedst tilgængelig teknologi (BAT). Tidligt i beslutningsprocessen kan det derfor være en fordel at mødes med myndigheden med henblik på at foretage forventningsafstemning.

4. Ansøgning

4A Teknisk beskrivelse

Her beskrives, hvordan den ansøgte teknologi fungerer, og hvor i vandbehandlingsprocessen teknologien tænkes indsat. Sidstnævnte kan illustreres ved hjælp af et procesdiagram, som viser vandstrømme ind og ud af anlægget.

4B Design og robusthed

Her beskrives procesdesignet og dets robusthed i forhold til ændringer i den nuværende vandkvalitet og i det nuværende vandbehov.

4C Forventet effekt på vandkvaliteten

Her beskrives, hvordan vandkvaliteten påvirkes som følge af den videregående vandbehandling, herunder om den kan give anledning til supplerende vandbehandling, eksempelvis i form af pH-justering, UV-behandling eller kulfiltrering.

4D Dokumentation

Her beskrives dokumentation for anlæggets effekt, eksempelvis i form af en certificering eller en standard. Dokumentationen vedlægges som bilag til den tekniske redegørelse.

4E Risikovurdering

Her kortlægges, hvilke risici den videregående vandbehandling kan have på eksempelvis vandkvalitet, drikkevandssikkerhed, forsyningssikkerhed og korrosion. Risici kunne f.eks. være dannelse af skadelige biprodukter ved en eller flere vandbehandlingsmetoder og teknikker, som kan kræve indgående kendskab til kemiske reaktioner og et mere omfattende kontrolprogram med analyser.

4F Plan ved nedbrud af anlæg

Her beskrives, hvordan vandforsyningen vil sikre en tilfredsstillende vandkvalitet i drikkevandsforsyningen i anlægsfasen og senere i driftsfasen. Forholdsregler kunne være nødforsyning fra nabovandværker eller opretholdelse af flere separate produktionslinjer.

4G Tekniske tegninger

Tegninger af det tekniske anlæg vedlægges som bilag til den tekniske redegørelse.

4H Ind- eller tilbygning i eksisterende bygningsmasse

Her beskrives, hvordan vandforsyningen påtænker at indarbejde den ansøgte teknologi i bygningsmassen. Skal det f.eks. ske inden for de eksisterende fysiske rammer eller skal der opføres en separat tilbygning.

Som bilag til den tekniske redegørelse kan der vedlægges en skitse af, hvordan teknologien tænkes indpasset i den nuværende bygningsmasse, herunder af nuværende og fremtidige rørføringer.

4I Forbrugsstoffer

Hvis den ansøgte teknologi kræver tilført forbrugsstoffer, anføres det her. Forbrugsstoffer kan være pH-regulerende væsker, jernklorid, aktivt kul eller sand. Vandforsyningen skal beskrive, hvordan stofferne håndteres hygiejnemæssigt forsvarligt og hvilke krav, der vil blive stillet til stoffernes renhed, så de kan anvendes i en drikkevandsproduktion.

4J Afledte effekter

Indførelse af en videregående vandbehandlingsteknologi kan have en række afledte effekter, som vandforsyningen skal lokalisere og redegøre for.

Afledte effekter i både anlægs- og driftsfasen kan være:

- Støj, vibrationer, trafik
- Restprodukter i vandfasen
- Spildevand
- Luftemission
- Afsmitning fra materialer til vandfasen
- Dannelse af uønskede stoffer i vandfasen

Restprodukter

Restprodukter kan eksempelvis være kalkpiller fra blødgøring ved hjælp af pellet-metoden.

I forbindelse hermed skal vandforsyningen redegøre for:

- hvilke restprodukter der er tale om
- hvor stort omfanget er (mængde på årsbasis)
- hvordan restprodukterne kan bortskaffes miljømæssigt forsvarligt

Spildevand

Afhængig af den ansøgte teknologi kan spildevandet fra anlægget indeholde forskellige stoffer.

I forbindelse hermed skal vandforsyningen redegøre for:

- hvilke stoffer der er opkoncentreret i skyllevandet og i hvilke koncentrationer
- om koncentrationerne kan udgøre en risiko for modtageren (kloak/regnvandsledning/recipient) – evt. ny udledningstilladelse
- hvilke afhjælpende foranstaltninger vandforsyningen kan indføre for at minimere påvirkningen fra bortskaffelse af skyllevand

Luftemission

I nogle tilfælde kan indførelse af en videregående vandbehandlingsteknologi give anledning til luftemission.

I givet fald skal vandforsyningen redegøre for, hvilke stoffer der er tale om og hvilke koncentrationer der kan påregnes ved skel til naboejendomme.

4K Service og vedligeholdelse

Hvis anvendelse af den ansøgte teknologi giver anledning til særlige personalemæssige kvalifikationer anføres de hér.

Hvis vandforsyningen selv ønsker at varetage service på anlægget, kan der være behov for en opgradering af medarbejdernes kvalifikationer, eksempelvis i form af instruktion hos leverandøren af teknologien. Vandforsyningen oplyser hér, om det i givet fald vil være tilfældet.

Hvis vandforsyningen ikke selv ønsker at varetage servicen på det ansøgte anlæg, kan den vælge at lade eksterne teknikere varetage dette. Vandforsyningen kan stille krav om, at teknikeren er uddannet/godkendt til at varetage en sådan service.

5. Forsyningssikkerhed under anlæg og i drift

5A Risikofaktorer i anlægsfasen

Her beskriver vandforsyningen, hvordan den vil opretholde drikkevandsforsyningen under ombygningen af vandværket til den ansøgte teknologi, herunder om den eksempelvis påtænker at få nødforsyning fra et nabovandværk, eller om der kan træffes de fornødne hygiejnemæssige foranstaltninger, som sikrer drikkevandsforsyningen under ombygningen.

5B Tidsplan for anlæg og indkøring

Her beskriver vandforsyningen, hvor lang tid anlægsarbejderne vil strække sig over, og hvornår det ansøgte anlæg vil være driftsklart.

5C Beskrivelse af indkøringsprogram

Her beskriver vandforsyningen, hvordan den påtænker at indkøre den videregående vandbehandlingsteknologi, herunder:

- Analyseprogram
- Afledning af indkøringsvand

5D Drifts- og vedligeholdelsesprogram

Når den videregående vandbehandlingsteknologi er implementeret i drikkevandsproduktionen, skal den indarbejdes i de daglige driftsrutiner, herunder:

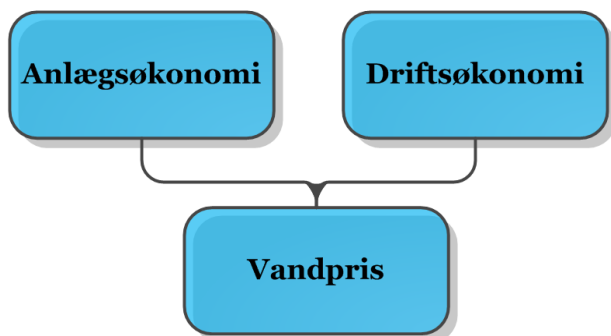
- Indarbejdelse af anlæg i kvalitetssikringssystem (f.eks. DDS eller Tethys)
- Plan for overvågning af vandkvalitet, eksempelvis med online-målere og vandanalyser
- Plan for service og vedligehold, herunder frekvens
- I styringen med driftsparametre i SCADA

Kontrolprogrammer for drikkevand skal efterprøve, om foranstaltninger til at begrænse risici for menneskers sundhed i hele vandforsyningskædens længde fungerer effektivt og er indarbejdet i bekendtgørelsen. Det betyder, at forsyningerne fortsat i et vist omfang skal kontrollere vandet i forsyningsanlægget, typisk ved afgang vandværk og i ledningsnettet for de stoffer, som er relevante for den valgte videregående vandbehandlingsmetode. Kommunerne skal i et vandforsyningsanlægs kontrolprogram fastsætte omfanget af denne kontrol.

Forsyningernes kontrolprogrammer skal, som tidligere, godkendes af kommunerne efter forslag fra vandforsyningerne.

2.2.3 Økonomisk redegørelse

De typiske elementer i den økonomiske redegørelse er vist i nedenstående figur 2.4.



FIGUR 2.4 Elementer i den økonomiske redegørelse

Vandforsyningen skal i henhold til Bekendtgørelsen redegøre for de økonomiske konsekvenser ved den ansøgte vandbehandling, herunder den forventede anlægs- og driftsøkonomi. Bemærk at redegørelsens omfang kan variere, afhængig af om vandforsyningen er omfattet af bekendtgørelsen om økonomiske rammer for vandselskaber.

Baseret herpå foretages en konsekvensberegning af den fremtidige vandpris. Vandprisen fastsættes i forhold til den solgte vandmængde, sådan at de samlede indtægter holder sig inden for selskabets økonomiske ramme. I samråd med vandforsyningens revisor vurderes det, om den ansøgte teknologi kan indarbejdes som et mål i henhold til bekendtgørelsen om økonomiske rammer for vandselskaber.

Omkostningerne ved indførelse af en videregående vandbehandlingsteknologi skal ligeledes sættes i relation til, hvad det ville koste at gennemføre alternative løsninger.

Eventuelle samfundsøkonomiske aspekter kan ligeledes inddrages i forbindelse med valget af den bedst tilgængelige teknologi (BAT).

1. Anlægsøkonomi

I dette afsnit beskrives:

- Forventet anlægspris på den ansøgte videregående vandbehandling, inklusiv montage
- Regulatorisk afskrivningsperiode

1A Anlægspriser

Anlægsprisen kan indledningsvis baseres på overslagspriser fra leverandører og entreprenører og anvendes til at beregne, hvad den vil betyde for den resulterende m³-pris (forudsat at det nye mål giver tillæg i henhold til bekendtgørelsen om økonomiske rammer for vandselskaber, eller at selskabet kan afholde omkostningen inden for den økonomiske ramme); jf. afsnit 4.

Anlægsprisen skal senere verificeres efter detailprojektering og udbud. Hvis den afviger væsentligt fra forudsætningerne i ansøgningen, skal dette oplyses til myndigheden.

1B Alternative løsningsmuligheder

Her beskrives, hvad eventuelle alternativer til den valgte videregående vandbehandling vil koste i anlæg.

1C Regulators afskrivningsperiode

Her beskriver vandforsyningen, hvor lang afskrivningsperiode det tekniske anlæg kan sættes til.

Anlæggets levetid kan typisk sættes lig afskrivningsperioden og dermed anvendes til at beregne anlæggets samlede afskrivning i perioden.

2. Driftsøkonomi

I forbindelse med driften af et videregående vandbehandlingsanlæg vil der typisk være ekstra udgifter til blandt andet:

- Energi

- Indkøb af forbrugsstoffer
- bortskaffelse af restprodukter
- Tilsyn og servicering

2A Energibehov

Energiforbruget ved at drive den ansøgte videregående vandbehandlingsteknologi skal beregnes ud fra et sandsynligt driftsmønster. Driftsmønsteret har især betydning for anlæg, som ikke – eller kun i begrænset omfang – kan regulere energiforbruget i forhold til flowet igennem anlægget.

Energiforbruget kan omregnes ud fra en sandsynlig pris pr. kWh til en pris pr. m³ produceret drikkevand.

2B Forbrugsstoffer

Hvis der anvendes forbrugsstoffer i forbindelse med driften af anlægget, skal udgiften til disse oplyses her og omregnes til en pris pr. m³ produceret drikkevand.

2C Bortskaffelse af restprodukter

Hvis driften af anlægget giver anledning til restprodukter, skal disse kvantificeres og bortskaffelsen kapitaliseres.

Udgifterne til dette omregnes til en pris pr m³ produceret drikkevand.

2D Tilsyn og servicering

Anlægget skal tilses med jævne mellemrum, vandkvaliteten overvåges, og anlægget serviceres i henhold til drifts- og vedligeholdelsesprogrammet, herunder have udslidte dele udskiftet.

Forventede udgifter til mandetimer, vandanalyser og reservedele opgøres, og udgiften til disse omregnes til en pris pr. m³ produceret drikkevand.

3. Samfundsmæssige aspekter

Hvis der er samfundsmæssige fordele eller ulemper ved den ansøgte vandbehandling beskrives det her. Dette kunne være besparelser hos forbrugerne ved blødgøring af vandet eller sikring af mulighed for at kunne udnytte en nødvendig vandressource.

4. Forventet vandpris

4A Konsekvensberegning

Vandforsyningen beregner en pris pr. m³ produceret drikkevand igennem anlægget baseret på anlægs- og driftsudgifterne samt den forventede tekniske levetid af anlægget. En evt. prisstigning vil afhænge af, om omkostningerne afholdes inden for selskabets økonomiske ramme eller udløser et tillæg hertil.

4B Relation til takstblad og de økonomiske rammer

Kommunalbestyrelsen godkender én gang årligt anlægs- og driftsbidrag for de almene vandforsyningsanlæg i kommunen⁸.

⁸ Jf. Vejledning om fastsættelse af takster for vand. Vejledning nr. 9214 af 7. marts 2017 Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet.

Indførelse af videregående vandbehandling vil få indflydelse på disse bidrag, hvorfor taksten, der fastsættes ud fra anlægs- og driftsudgifterne til et sådant anlæg skal godkendes af kommunalbestyrelsen.

Hvis vandforsyningen er omfattet af vandsektorloven, skal kommunalbestyrelsen desuden sikre, at den økonomiske ramme kan overholdes. Vandforsyningen skal i den forbindelse afklare, om kommunen kan godkende indførelse af en videregående vandbehandling som et nyt kommunalt mål.

Et vandselskabs økonomiske ramme kan øges med et tillæg, der udgør vandselskabets samlede afholdte omkostninger eller meromkostninger til kommunalt eller statsligt fastsatte, pålagte eller godkendte mål.

For at opnå tillæg skal omkostningerne overstige enten 1 pct. af den fastsatte økonomiske ramme for det pågældende år eller 500.000 kr. inden for et kalenderår.

Der henvises til Forsyningssekretariatets vejledning, som indeholder retningslinjer om, hvad der skal være opfyldt for at få tillæg efter bekendtgørelse om økonomiske rammer for vandselskaber.

Herudover giver bekendtgørelsen om økonomiske rammer for vandselskaber mulighed for, at Forsyningssekretariatet kan justere/dispensere fra den økonomiske ramme i særlige tilfælde, jf. §§ 14 og 15.

2.2.4 Miljømæssig redegørelse

De typiske elementer i den miljømæssige redegørelse er vist i nedenstående figur 2.5.



FIGUR 2.5 Flow igennem den miljømæssige redegørelse

Vandforsyningen skal beskrive det ressourceforbrug, som er kvantificeret i den tekniske redegørelse, i en miljømæssig sammenhæng, ligesom eventuelle effekter på miljøet, herunder jord, grundvand, overfladevand og luft, beskrives.

Arbejds miljø og sundhedsmæssige forhold samt grundvandsbeskyttelse er omfattet af anden lovgivning og medtaget hér for at sikre helheden i udredningen.

1. Ressourceforbrug

I dette afsnit beskrives de ressourcer, herunder råvarer og kemikalier samt energiforbrug, som er identificeret og kvantificeret i den tekniske redegørelse, i en miljømæssig sammenhæng.

1A Forbrugsstoffer

Forbrugsstoffer kan eksempelvis være pH-regulerende væsker, jernklorid, aktivt kul eller sand. Der skelnes mellem råvarer, eksempelvis filtersand og –grus, og kemikalier.

Vandforsyningen beskriver, hvordan forbrugsstofferne håndteres hygiejnemæssigt forsvarligt og hvilke krav, der vil blive stillet til stoffernes renhed, så de kan anvendes i en drikkevandsproduktion. Derudover beskrives, hvordan kemikalier håndteres og opbevares forsvarligt.

Mængden af forbrugsstoffer gengives fra den tekniske redegørelse, hvor forbruget er kvantificeret.

1B Energiforbrug

Energiforbruget ved at drive den ansøgte videregående vandbehandlingsteknologi skal beregnes ud fra et sandsynligt driftsmønster. Driftsmønsteret har især betydning for anlæg, som ikke – eller kun i begrænset omfang – kan regulere energiforbruget i forhold til flowet igennem anlægget.

Derudover beskriver vandforsyningen, hvilken energikilde der vil blive anvendt samt fordele og ulemper herved.

2. Miljøeffekter

Indførelse af en videregående vandbehandlingsteknologi kan give anledning til en række miljøeffekter, herunder påvirkning af jord, grundvand, åbne vande, herunder søer og vandløb samt luft.

Vandforsyningen skal vurdere, om der vil være behov for at søge om tilladelse eller dispensation i henhold til anden lovgivning, herunder miljøbeskyttelsesloven, før teknologien kan indføres.

I dette afsnit redegør vandforsyningen ud fra en screening for omfanget af forventede miljøeffekter, herunder hvordan de forventes håndteret.

2A Rest- og affaldsprodukter

Hvis den videregående vandbehandling giver anledning til rest-/affaldsprodukter beskrives det, herunder hvordan mængden kan reduceres, eventuelt ved genanvendelse. Hvis der er alternative løsninger, beskrives de ligeledes i forhold til valg af den bedst tilgængelige teknologi (BAT) og i forhold til CO₂-aftryk.

2B Jord og grundvand

Hvis håndteringen af kemikalier eller restprodukter fra den videregående vandbehandling kan give anledning til risiko for forurening af jord eller grundvand beskrives det, herunder hvordan vandforsyningen vil minimere denne risiko.

Hvis indførelse af den videregående vandbehandling kan have positive effekter på jord og grundvand, eksempelvis ved at opretholde en vandindvinding i et område og derved sikre, at en forurening ikke spreder sig, beskrives det ligeledes.

Vandforsyningen redegør for, om indførelse af den ansøgte teknologi vil øge vandforbruget på vandværket og dermed belastningen af grundvandsressourcen. Hvis den eksisterende vandindvindingstilladelse herved overskrides, beskrives hvordan belastningen kan reduceres, eller om der skal søges om en ny indvindingstilladelse.

2C Søer og vandløb samt hav

Hvis der kan være en risiko for forurening af åbne vande, eksempelvis ved udledning af spildevand fra anlægget, beskriver vandforsyningen dette, herunder hvordan vandforsyningen planlægger at minimere denne risiko.

Vandforsyningen redegør for, hvordan der i givet fald vil blive indhentet tilladelse til udledning til recipient i henhold til miljøbeskyttelsesloven.

2D Luft

Hvis den ansøgte teknologi giver anledning til luftemission, redegør vandforsyningen for, om den kan overholde emissionskravene i henhold til Luftvejledningen⁹, og hvis ikke, hvordan luftemissionen kan nedbringes til overholdelse af kravene.

2E Støj

Hvis indførelse af en videregående vandbehandlingsteknologi kan give anledning til støj, redegør vandforsyningen for, om gældende krav, som typisk er indarbejdet i kommune- og lokalplan, forventes overholdt. Hvis kravene ikke forventes overholdt, redegør vandforsyningen for, hvordan støjen kan nedbringes til overholdelse af kravene.

2F Miljøledelse

Hvis vandforsyningen har indført et miljøledelsessystem, redegøres for, hvordan de afledte miljøeffekter ved den ansøgte teknologi tænkes indarbejdet i dette system.

3. Relation til øvrig lovgivning

3A Arbejdsmiljø

Arbejdsmiljøområdet er reguleret af Lov om Arbejdsmiljø¹⁰. I forbindelse med indførelse af en videregående vandbehandlingsteknologi redegøres i forhold til Lov om Arbejdsmiljø for de initiativer, der iværksættes for at sikre en sund og sikker håndtering af teknologien, herunder forebyggende initiativer for at undgå arbejdsulykker.

I nogle tilfælde kan det være en fordel at kontakte Arbejdstilsynet og eventuelt tilknytte en arbejdsmiljøkonsulent, som kan være behjælpelig med at afdække eventuelle risici ved den ansøgte teknologi.

I henhold til gældende lovgivning skal virksomheden, i dette tilfælde vandforsyningen redegøre for:

Det fysiske arbejdsmiljø

Det kemiske arbejdsmiljø

Det biologiske arbejdsmiljø

3B Sundhedsmæssige forhold

Når der ansøges om videregående vandbehandling, kan den kommunale myndighed drøfte ansøgningen med sundhedsmyndighederne (Styrelsen for Patientsikkerhed).

2.3 Fremsendelse af ansøgning og sagsbehandling

Ansøgningen om videregående vandbehandling indsendes til kommunalbestyrelsen i den eller de kommuner, hvor indvindingsstedet eller i dette tilfælde den videregående vandbehandling ønskes etableret.

Kommunens sagsbehandling er mere udførligt beskrevet i kapitel 3.

⁹ Miljøstyrelsen. Luftvejledningen. Begrænsning af luftforurening fra virksomheder. Vejledning nr. 2, 2001

¹⁰ Bekendtgørelse om lov om arbejdsmiljø nr. 1084 af 19. september 2017

2.4 Godkendelse, etablering og drift

I forbindelse med godkendelsen af den ansøgte videregående vandbehandling stiller myndigheden vilkår i tilladelsen til efterlevelse. Forslag til vilkår afhænger af valg af videregående vandbehandling og fremgår af fakta-arkene i bilag 1.

2.5 Indsigelser

Vandforsyningen har mulighed for at gøre indsigelse over for kommunens afgørelse i forbindelse med en partshøring og i forbindelse med den offentlige høring at indgive klage over en afgørelse i henhold til vandforsyningslovens kapitel 13; se også afsnit 1.2.

3. For myndigheder

3.1 Myndighedens rolle

Ifølge Vandforsyningslovens § 21 er det kommunalbestyrelsen, der giver vandforsyninger tilladelse til at etablere videregående vandbehandling; se kapitel 1. I forbindelse med det rutinemæssige tilsyn med vandforsyningsanlæggene har tilsynsmyndigheden i kommunen et godt kendskab til potentielle udfordringer i de enkelte vandforsyninger. En ansøgning om videregående vandbehandling bør derfor kun være kulminationen på en række overvejelser, som vandforsyning og kommune løbende har drøftet for at afhjælpe en given situation.

Kommunen skal foretage en konkret vurdering af hver enkelt sag ud fra individuelle lokale forhold for den enkelte vandforsyning samt individuelle tekniske, økonomiske samt miljø- og sundhedsmæssige forhold.

Særligt kræves der stor opmærksomhed på, hvilke risici den videregående vandbehandling kan have på bl.a. vandkvalitet, således at skadelige stoffer og biprodukter ved en eller flere vandbehandlingsmetoder og tekniker ikke opstår ved kemiske reaktioner.

Kommunen bør i de konkrete tilfælde overveje, om andre løsninger end videregående vandbehandling, f.eks. omlægning af indvinding, etablering af nye borer, ændret pumpestrategi, blanding af vand, levering af vand (helt eller delvis) fra andet vandværk e.l. skal belyses.

Kommunen skal i det konkrete tilfælde sikre, at valg af løsning sker i overensstemmelse med kommunens samlede planlægning på området (kommuneplan, vandområdeplan, vandforsyningsplan, indsatsplan, klimatilpasningsplan o.l.).

Kommunen kan i hvert enkelt tilfælde, og før der gives tilladelse til videregående vandbehandling, inddrage Styrelsen for Patientsikkerhed i sagen.

En grundlæggende forudsætning for en kvalitetssikker vandforsyning sker gennem det kommunale tilsyn med vandforsyningerne. Gennem tilsynet sikrer kommunen løbende, at vandforsyningen lever op til kravene til drift af forsyningen, at vandet overholder kvalitetskravene til drikkevandet samt at vandforsyningen løbende tilstræber, at vandkvaliteten er bedst mulig uanset kvalitetskravene.

Hvis en vandforsyning alligevel har problemer med at overholde kvalitetskravene til drikkevandet, eller er kommunen eller vandforsyningen af andre årsager interesseret i at vandet behandles mere vidtgående, er tilladelse til videregående vandbehandling typisk en blandt flere løsninger, kommunen kan overveje. Dette gælder specielt, når kommunen har benyttet de muligheder, der foreligger i forbedring af drikkevandskvaliteten via det kommunale tilsyn og kommunens viden om forsyningens indførelse af kvalitetssikring.

3.2 Før ansøgningen modtages

Kommunen bør i forbindelse med de rutinemæssige tilsyn indlede en dialog med vandforsyningen om de eventuelle kvalitetsmæssige problemer, som vandforsyningen oplever med den nuværende vandbehandling, og hvordan disse udfordringer søges imødegået. Kommunen kan i konkrete tilfælde overveje andre løsninger, f.eks. omlægning af indvinding, etablering af nye

boringer, ændret pumpestrategi, blanding af vand, levering af vand (helt eller delvis) fra andet vandværk o.l.

Eventuelle overskridelser af kvalitetskrav kan i nogle tilfælde og efter forudgående konsultation hos Styrelsen for Patientsikkerhed udløse en dispensation eller i andre mere graverende tilfælde krav om anden forsyning, indtil forholdet er udbedret.

Alle sager om behandling af vandet skal behandles konkret.

Rensning af grundvand til drikkevand kan overvejes:

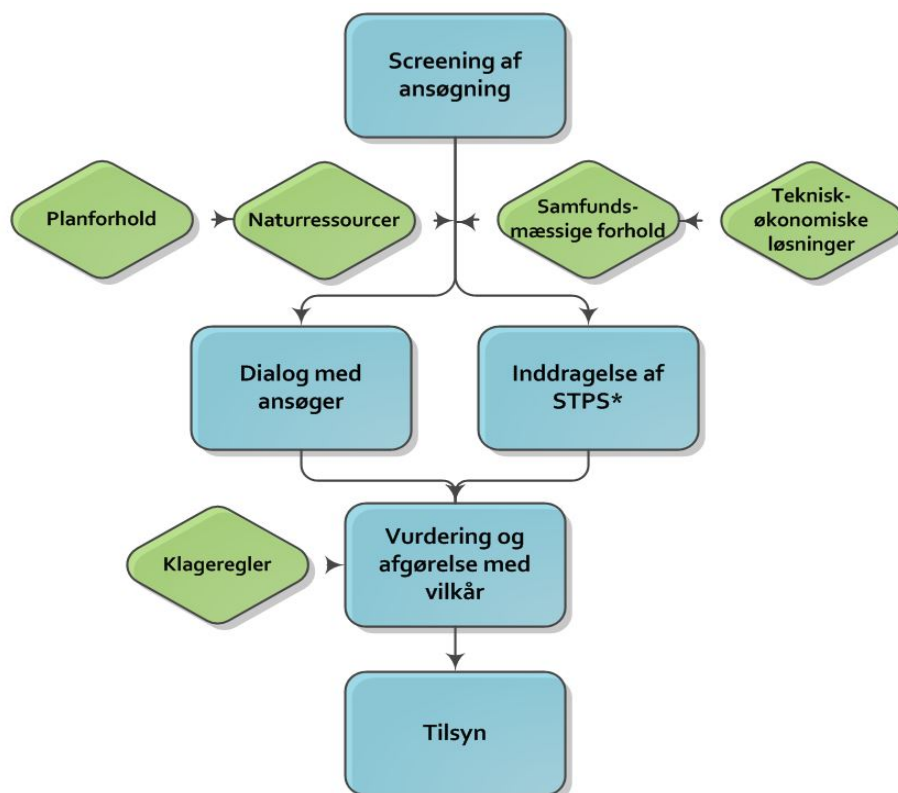
- hvor grundvandet er forurenet som følge af geologisk betingede forhold. I disse tilfælde kan tilladelsen gøres permanent. Det kunne dreje sig om rensning for stofferne nikkel, arsen, humus o.l.
- hvor grundvandet er forurenet som følge af menneskeskabt forurening. I disse tilfælde gøres tilladelsen midlertidig. Det kunne dreje sig om rensning for i dag forbudte sprøjtemidler, forurening fra gamle industrigrunde, perkolat fra lossepladser o.l.

Når ansøgningen om videregående vandbehandling skyldes andre hensyn, kan kommunen – efter de indledende overvejelser – prioritere at give tilladelse, hvis tilladelsen samlet set er til gavn for en større del af de berørte forbrugere. Det kunne eksempelvis være besparelser på energiforbrug eller en folkesundhedsmæssig gevinst. I disse tilfælde kan tilladelsen gøres permanent.

3.3 Behandling af ansøgningen

Behandling af ansøgningen sker i henhold til gældende lovgivning og i henhold til den enkelte kommunes administrationspraksis.

Nedenfor er der i figur 3.1 vist et muligt flow igennem sagsbehandlingen, fra kommunen modtager ansøgningen til afgørelsen er truffet, og anlægget er sat i drift.



FIGUR 3.1 Muligt flow igennem sagsbehandlingen ved en ansøgning om videregående vandbehandling (*STPS: Styrelsen for Patientsikkerhed)

Det foreslås at sammenholde dialogskemaerne i bilag 2 med ansøgningen med henblik på at vurdere, om ansøgningen kan anses for fyldestgørende i forhold til den ansøgte teknologi.

Kommunalbestyrelsen kan i forbindelse med behandling af en ansøgning om videregående vandbehandling indhente udtalelse fra Styrelsen for Patientsikkerhed.

Kommunalbestyrelsen beslutter på baggrund af oplysningerne i sagen, herunder en evt. udtalelse fra Styrelsen for Patientsikkerhed, om der skal gives tilladelse til videregående vandbehandling i det konkrete tilfælde, samt på hvilke vilkår tilladelsen skal gives.

Sager om tilladelse til anlæg i forbindelse med en vandindvinding, herunder videregående vandbehandling behandles i henhold til kapitel 2 i bekendtgørelsen om vandindvinding og vandforsyning.

Afhængig af den valgte teknologi kan der knyttes forskellige vilkår til tilladelsen om videregående vandbehandling. I fakta-arkene i bilag 1 er der opstillet fokuspunkter og forslag til vilkår for hver videregående vandbehandlingsmetode.

Generelt skal kommunalbestyrelsen være opmærksom på, hvilke risici (hvis nogen) den videregående vandbehandling kan have på eksempelvis vandkvalitet, drikkevandssikkerhed og forsyningssikkerhed. Risici kunne f.eks. være dannelse af skadelige biprodukter ved en eller flere vandbehandlingsmetoder og teknikker, som kan kræve indgående kendskab til kemiske reaktioner og et mere omfattende kontrolprogram med analyser.

Vilkår kan eksempelvis grupperes som følger:

- Forsyningssikkerhed
 - o Evt. krav til back-up
 - o Evt. krav til dimensionering
 - o Evt. krav til dokumentation for teknik
- Overvågning
 - o Evt. On-line målinger
 - o Vandanalyser
 - o Logbog
- Indkøring og manualer
 - o Indkøring – dokumentation
 - o Manual for drift og vedligehold
- Drift og vedligehold
 - o Rensning/vedligehold
 - o Reservedele
 - o Arbejds miljø
 - o Evt. kalibrering
- Dokumentation

Nedenfor er der anført ikke-udtømmende lister, som beskriver nogle begrundelser og forudsætninger for at meddele accept til det ansøgte anlæg:

Begrundelser:

- Der findes ingen alternative vandforsyningsmuligheder
- Alle muligheder for at finde rent vand uden problemstoffet er undersøgt

Forudsætninger:

- Sagen vurderes at være tilstrækkeligt belyst
- Årsagen til problemet er afklaret
- Den ansøgte behandling er den teknisk, økonomisk og samfundsmæssigt mest fordelagtige for vandværket (og dermed for forbrugerne)
- Vandforsyningen vurderes at have de fornødne kompetencer og ressourcer til at drive et anlæg til videregående vandbehandling
- Grænseværdien for problemstoffet i drikkevandet er overskredet med den eksisterende indvinding
- Der er andre overskridelser af vandkvalitetsparametre, som kan løses med den ansøgte teknologi
- Den resulterende vandkvalitet efter behandling med den ansøgte teknologi vurderes uproblematisk for folkesundheden.

Et afslag skal begrundes, eksempelvis hvis en eller begge af begrundelserne for en afgørelse nævnt ovenfor ikke er opfyldt.

4. Referencer

Miljøministeriet, Naturstyrelsen, 2015. Optimering af teknologi til blødgøring af drikkevand. Udvikling af kalkpilleteknologien for anvendelse i dansk vandforsyning.

Miljøministeriet. Naturstyrelsen. UV-behandling. Fordele og ulemper ved anvendelse som ekstra sikkerhed i drikkevandsforsyningen. 2013.

By og Landskabsstyrelsen, 2009. Manual om arsen i dansk drikkevand med forslag til løsninger.

Naturstyrelsen, 2008. Rensningsmuligheder for chloroform i vand - Delrapport 3.

Miljøstyrelsen, 2007. Erfaringsopsamling inden for tilladelse til videregående vandbehandling.

Miljøstyrelsen, 2005. Arsenfjernelse på danske vandværker.

Miljøprojekt nr. 882, 2004. Membranfiltrering, erfaring og muligheder i dansk vandforsyning.

Miljøprojekt Nr. 859 2003. Rensning af grundvand med aktivt kul for BAM og atrazin.

Miljøprojekt Nr. 391. 1998. Vandrensning ved hjælp af aktiv kulfiltre.

Bilag 1. Fakta-ark

Bilag 1.1 Indledning

Formål

Som bilag til vejledning om videregående vandbehandling er udarbejdet fakta-ark for en række veldokumenterede teknologier til videregående behandling af vand til drikkevandsformål.

Fakta-arkene kan anvendes af vandforsyninger, der påtænker/ansøger om at etablere videregående vandbehandling, og af kommuner, i forbindelse med deres vurdering og afgørelse om tilladelse til videregående vandbehandling.

Fakta-arkene er forslag og udtryk for kendte teknologier og er ikke begrænsende ift. ny teknologi. Når der foreligger nye teknologier, som kan tilvejebringe den fornødne dokumentation for deres effekt, kan de tilføjes rækken af kendte teknologier.

Formålet med fakta-arkene er at give et overblik over:

- mulige teknologier
- forhold for de enkelte teknologier vedr. teknik, driftssikkerhed, drikkevandssikkerhed, vandkvalitet og miljøpåvirkninger
- forhold, der kan indgå i en ansøgning skræddersyet til den enkelte teknologi for at sikre lettest mulig myndighedsbehandling af ansøgningen
- mulige vilkår, der kan stilles for den enkelte teknologi for sikring af høj drikkevandssikkerhed.

Valg af stofgrupper og teknologier

Der er udvalgt følgende stofgrupper og serviceparametre for videregående vandbehandling:

- Ammonium (hvis fjernelsen ikke er tilstrækkelig ved traditionel vandbehandling)
- Hygiejnisk barriere
- Hårdhed (blødgøring af vand)
- Klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf
- Klorid
- Naturligt forekommende organisk stof (NVOC/farvetalet)
- Nitrat
- Pesticider og nedbrydningsprodukter heraf
- PFAS (perfluorerede forbindelser)
- pH (aggressiv kuldioxid, kalkovermætning)
- Arsen
- Nikkel

Vandforsyningerne kan have andre kvalitetsmæssige udfordringer, men Miljøstyrelsen har i samråd med følgegruppen vurderet, at disse har et begrænset omfang, som ikke berettiger et særskilt fokus.

På baggrund af de udvalgte stoffer er der i fakta-arkene fokuseret på veldokumenterede metoder til videregående vandbehandling.

På baggrund af de udvalgte stoffer er der fokuseret på de videregående vandbehandlingsmetoder, som er vist i figur 1.1. Oversigten i figur 1.1 kan anvendes til at vurdere og udpege teknologier, der kan anvendes til at behandle de enkelte stofgrupper, og som er beskrevet i fakta-arkene i afsnit 2.

	Stofgrupper/udfordringer										
	Ammonium	Hygiejnisk barriere	Hårdhed	Klorerede opløsningsmidler	Klorid	Naturligt forekommende organisk stof (NVOC)	Nitrat	Pesticider	PFAS	pH	Spormetaller
Teknologi	Adsorptivt granulat	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
	Elektrolyse	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	Ionbytning	✗	✗	✓	✗	✗	!	✓	✗	!	!
	Kemikaliedosering	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓
	Kemisk oxidation	✗	✓	✗	!	✓	✗	!	✗	✗	✗
	Kulfiltrering	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗
	Membranfiltrering	!	✓	✓	!	✓	✓	!	!	✗	!
	Pellet softening	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	!
	Stripning	✗	✗	✗	!	✗	✗	✗	✗	!	✗
	UV-behandling	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
✗ : Uegnet ! : Måske egnet ✓ : Eget											

Figur 1.4.1 Oversigt over, hvilke teknologier, der kan anvendes til behandling af de udvalgte stofgrupper.

Anvendelse af fakta-ark

Fakta-arkene er opbygget i 2 dele:

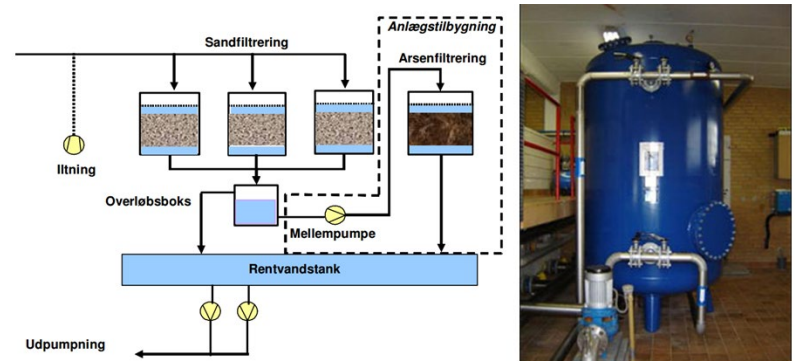
- Teknisk beskrivelse
- Anbefaling til vilkår i tilladelse

Den tekniske beskrivelse giver en generel indføring i teknologien og afsluttes med forhold, som vandforsyningen og myndigheden skal have særlig fokus på i forhold til den valgte teknologi.

Anbefalingerne til vilkår er blandt andet tiltænkt myndigheden, som skal meddele tilladelse i henhold til vandforsyningsloven. Derudover adresseres forhold, som relaterer sig til anden lovgivning.

Fakta-ark

Bilag 1.2 Adsorptivt granulat

Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	 Skitse af vandbehandlingsanlægget: Indledning → Iltning → Sandfiltrering → Overløbsboks → Mellempumpe → Rentvandstank → Udpumpning. Der er også en Arsensfiltrering, der modtager vand fra Overløbsboksen og Mellempumpen. Et Anlægstilbygning er vist som en separat enhed. Foto af en blå vandbeholder (Rentvandsbeholder) med tilhørende rør og ventiler.
Principdiagram	 <pre> graph LR Indvinding --> Iltning Iltning --> Filtrering Filtrering --> Rentvandsbeholder Rentvandsbeholder --> Udpumpning AdsorptivtGranulat[Adsorptivt granulat] --> Filtrering </pre>
Anvendelse/teori	Adsorptivt granulat anvendes til fjernelse af spormetaller, herunder i særdeleshed arsen. Processen minder om kulfiltrering, idet vandet bringes i kontakt med et filtermedie, som kan binde spormetaller. Til fjernelse af arsen anvendes et jernbaseret granulat, hvor de negativt ladede arsenit- og arsenat-ioner adsorberes på overfladen af det positivt ladede okkergranulat.
Tekniske forhold	Arsenfjernelse indsættes i procesrækkefølgen efter jern- og manganfjernelsen som et efterstillet filter. Teknologien er relativ billig og enkel at installere, og systemet kræver stort set ikke tilsyn under normal drift. Adsorption af arsen på jernbaseret adsorptivt granulat udføres i praksis i trykfiltre i lighed med aktive kulfiltre. Der anvendes en forholdsvis kort opholdstid (empty bed contact time) for adsorptivt granulat, normalt cirka 5 - 10 minutter. Lagtykkelsen er 1 til 2 meter, og der gøres plads til, at mediet under returskylning kan ekspanderes 20 - 30 %. Returskylning gennemføres for at reducere eventuelt øget tryktab på grund af tilstopning og for at genfordele materialet, så der ikke opstår kanaldannelser med reduceret effektiv opholdstid til følge. Skyllevandet indeholder minimalt arsen og kan normalt følge den sædvanlige skyllevandsbehandling på værket. Når mediet er mættet, skiftes der til nyt medie, og det brugte medie deponeres i henhold til miljølovgivningen, hvilket typisk vil være som farligt affald.

Teknisk beskrivelse	
	Adsorptivt granulat fjerner andre sporstoffer end arsen. Fosfat og silikat konkurrerer effektivt med arsen om pladserne på granulatets overflade, og ved dimensionering skal der tages hensyn til vandets indhold af disse stoffer.
Særlige fokus-punkter	➤ Renskylning og/eller desinfektion af granulatet inden ibrugtagning. ➤ Renhed af granulatet – dokumentation fra leverandør. ➤ Effektiv forfiltrering til fjernelse af jern og mangan. ➤ Bortskaffelse af brugt filtergranulat.
Referencer	Miljøstyrelsen, 2005. Arsenfjernelse på danske vandværker. By og Landskabsstyrelsen, 2009. Manual om arsen i dansk drikkevand med forslag til løsninger.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Det kan tage tid at gennemføre udskiftning og renskylning af granulat, og der kan derfor stilles krav om en ekstra linje, med mindre der foreligger mulighed for alternativ forsyning i forbindelse med serviceringen.
	Dokumentation for teknologi	- Dokumentation for renhed af filtergranulat. - Dokumentation for tilbageholdelseskapacitet og forventet levetid fastsat ud fra pilotforsøg eller beregninger baseret på erfaringstal.
Overvågning	On-line måling	- On-line måling er ikke almindeligvis relevant for denne teknologi.
	Vandanalyser	- Kontrol af arsen før og efter anlæg. Frekvens for kontrol tilpasses til den forventede tilbageholdelseskapacitet og forventede levetid af granulatet, så der analyseres hyppigst i den periode, hvor der er risiko for gennembrud.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder behandlet vandmængde, trykopbygning, frekvens for returskylning, prøvetagning og udskiftning af granulat.
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for, at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse, herunder dokumentation for renhed af granulat mht. bakteriologi og eventuelle urenheder.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval og procedure for udskiftning af granulat. Manualen kan indeholde retningslinjer/procedurer for tømning og ilægning af nyt granulat samt procedure for renskylning og/eller desinfektion af granulat.
	Rensning	- Procedure for ilægning og renskylning af granulat, så det sikres, at disse skift udføres

Anbefaling til vilkår		
Drift og vedligehold		hygiejnemæssigt forsvarligt og at eventuelle små partikler og urenheder er skyllet ud.
	Reservedele	- Dokumentation om lagerføring eller sikkerhed for leverancen af nyt (supplerende) granulat, som er godkendt til drikkevandsproduktion.
	Arbejdsmiljø	- Ingen særlige forhold under daglig drift. Ved udskiftning af granulat skal leverandørens instruktioner følges.
	Kalibrering	- Ingen specielle krav til kalibrering af udstyret.
Dokumentation		- Anvendelse af drikkevandsgodkendt granulat ifølge f.eks. DIN/EN 15029 eller NSF/ANSI 61.

Bilag 1.3 Elektrolytisk dekarbonatisering

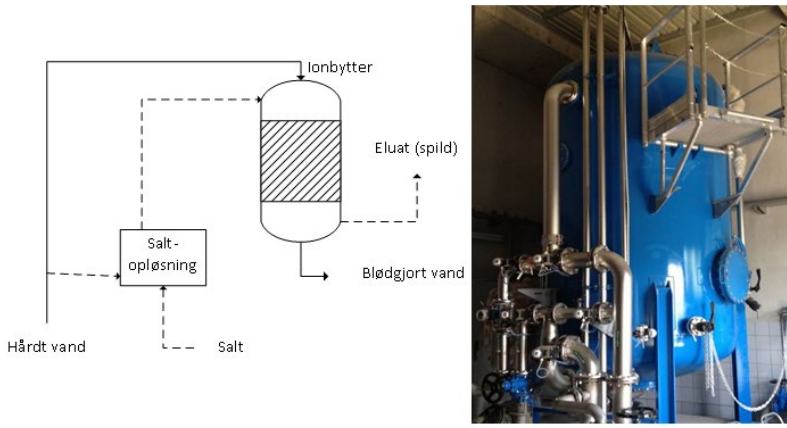
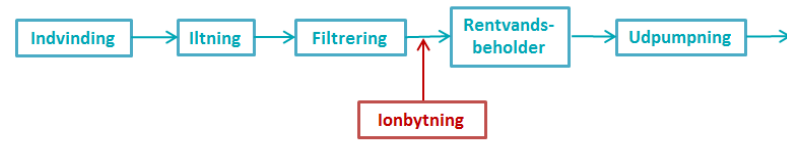
Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	
Principdiagram	<pre> graph LR A[Indvinding] --> B[Iltning] B --> C[Filtrering] C --> D[Rentvands-beholder] D --> E[Udpumpning] F[Elektrolyse] --> C </pre>
Anvendelse/teori	Elektrolytisk dekarbonatisering kan fjerne calcium fra vandet og dermed reducere vandets hårdhed (blødgøring). Rensningen foregår ved hjælp af elektroder, hvor der sker en oxidation ved den elektrode, hvor der afgives elektroner (anoden), og en reduktion ved den elektrode, hvor der optages elektroner (katoden). Ved anoden vil oxidation af vand danne H^+-ioner. Disse ioner neutraliserer hydrogenkarbonater og danner kuldioxid: $HCO_3^- + H^+ \leftrightarrow H_2O + CO_2(g)$ Ved katoden sker der en reduktion af opløst oxygen under produktion af hydroxyl ioner (OH^-), hvilket gør det omgivende miljø basisk. Herved forskydes kulsyrelegvægten og calciumkarbonat fælder ud: $Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^- \leftrightarrow CaCO_3(s) + H_2O$ Hvis der er klorid i vandet, vil der som biprodukt dannes klorgas og brintgas ved elektrolyse: $2 H^+ + 2 Cl^- \rightarrow H_2 + Cl_2.$ Klorgas reagerer med naturligt forekommende organisk stof i vandet (NVOC) og danner trihalomethaner, som er potentielt kræftfremkaldende. Stigende indhold af klor og/eller NVOC vil øge dan-

Teknisk beskrivelse	
	nelsen af trihalomethaner. Klorgas reagerer desuden med ammonium og andre reducerede stoffer i vandet samt virker som desinfektionsmiddel over for mikroorganismer.
Tekniske forhold	Elektrolytisk dekarbonatisering kan udføres ved den patenterede proces ERCA ² (Elektro Reduktion af CaLciumkarbonat). ERCA ² -reaktoren består af en række elektroder (anoder og katoder) anbragt i en reaktor (krystallisator) og forbundet til en jævnstrømskilde. Reaktoren tilføres vand fra bunden, og vandet stiger op mellem de strømførende elektroder. Det behandlede vand opsamles ved overløb og udfældet kalk opkoncentreres i en bundfældningstank.
Særlige fokuspunkter	➤ pH: Metoden medfører en ændring i pH, og kræver derfor en efterfølgende pH-justering. ➤ Klor og Trihalomethaner: Der kan dannes klor og trihalomethaner. ➤ Korrosion: Vandets korrosive egenskaber ændres ved behandlingen. ➤ Bortskaffelse af kalkslam. ➤ Sikkert arbejdsmiljø (Højspænding og dannelsen af brintgas).
Referencer	Teknologien anvendes i Frankrig men der er foreløbig ingen danske fuldskala erfaringer, men der foreligger erfaringer fra pilotforsøg.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling
Forsynings-sikkerhed	Back-up	- Da blødgøring ikke er nødvendig for at overholde drikkevandskrav er et back-up system ikke nødvendigvis et krav.
	Dokumentation for teknologi	- Dokumentation for, at behandlingen ikke danner uacceptable koncentrationer af trihalomethaner og klorgas – enten ud fra erfaringstal fra lignende råvandstyper eller ud fra pilotforsøg. - Beregning/vurdering af korrosionsrisiko, så det sikres, at korrosion i ledningsnet og installationer ikke bliver problematisk. - Beregning af produktion af kalkslam og koncentration af metaller i kalkslam. - Dokumentation for bortskaffelse/genanvendelse af kalkslam.
Overvågning	On-line måling	- Installation af pH-måling på rentvand, og pH alarm på anlæg, hvis pH-værdien i rentvand ikke kan overholdes. - Turbiditet til sikring mod udledning af forhøjet indhold af suspenderet stof. - Evt. indhold af frit og total klor efter processen.
		-

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling
	Vandanalyser	- Kontrol af klor og trihalomethaner i rentvand. Hyppighed for kontrol fastsættes ud fra et opstartsmoniteringsprogram, hvor der analyseres hyppigt, indtil der foreligger stabile erfaringstal. Herefter kan frekvensen nedsættes. - Kontrol af NVOC og ammonium i råvand og efter behandling for at sikre, dels at dimensioneringsforudsætninger er overholdt, og dels at rensningen fungerer tilfredsstillende. - Kontrol af aggressiv kuldioxid og hårdhed.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder rensning af elektroder og tømning af bundfældningstank for kalk.
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for, at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse. Det kan dokumenteres ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval.
Drift og vedligehold	Rensning	- Elektroderne forventes at skulle renses nogle gange per år, og kalken fra bundfældningstanken bortskaffes til godkendt modtager eller om muligt genanvendes.
	Reservedele	- Alle reservedele skal som udgangspunkt være velegnede til anvendelse i drikkevand.
	Arbejds miljø	- Servicering af elektrolyseanlæg må kun varetages af medarbejdere i forsyningen, som har fået instruktion og/eller gennemgået kursus af leverandøren. - Dokumentation for, at eventuelt dannet brintgas, som afgasser til omgivelserne, ikke udgør en eksplosionsrisiko. - Dokumentation for, at arbejdet med højspænding følger gældende regler. - Dokumentation for, at der ikke dannes klorgas.
	Kalibrering	- pH-metre kalibreres jævnligt (f.eks. ugentligt).
Dokumentation		- Der er ikke oplysninger om certificering af anlæg i f.eks. Frankrig, hvor processen anvendes. I Frankrig stilles krav om, at vandets indhold af organisk kulstof (NVOC) skal være mindre end 1 mg/l af hensyn til risikoen for dannelse af trihalomethaner.

Bilag 1.4 Ionbytning, blødgøring med kationbytter

Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	 Skitse af ionbytter: Hårdt vand indgår i en saltopløsning med salt. Denne opløsning indgår i ionbytteren, som producerer blødgjort vand og eluat (spild). Foto af udstyret: En blå ionbytter i et industrielt miljø.
Principdiagram	 <pre> graph LR Indvinding --> Iltning Iltning --> Filtrering Filtrering --> Rentvandsbeholder Rentvandsbeholder --> Udpumpning Ionbytning --> Filtrering </pre>
Anvendelse/teori	Ionbytning anvendes i stor udstrækning til fjernelse af både kat- og anioner. Ionbytning med en kationbytter anvendes til fjernelse af calcium og magnesium, hvorved vandets hårdhed reduceres. Ved ionbytning udveksles ioner mellem en vandig opløsning og et fast stof, ionbytteren. Ionbytteren var tidligere naturlige aluminiumsilikater, men i dag anvendes typisk syntetisk fremstillede resiner, som i de fleste tilfælde er coatede polystyrenkugler. Ved blødgøring bruges typisk en kationbytter, som kan udskifte Ca^{2+} og Mg^{2+} med Na^+ og derved nedsætte hårdheden: $ \begin{array}{c} \text{Na}^+ \\ \text{Na}^+ \\ \text{Na}^+ \\ \text{Na}^+ \end{array} \text{K} + \begin{array}{c} \text{Ca}^{2+} \\ \text{Mg}^{2+} \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \text{Ca}^{2+} \\ \text{Mg}^{2+} \end{array} \text{K} + 4\text{Na}^+ $ Efter blødgøringen indeholder det producerede vand et forhøjet indhold af natrium. For at overholde drikkevandskravet til natrium kan det være nødvendigt at opblande med andet vand med lavere natriumindhold.
Tekniske forhold	Ionbytning foretages normalt i et lukket filter. Når f.eks. alt natrium på ionbytteren er udskiftet med calcium og magnesium, skal ionbytteren regenereres med nyt natrium. Dette sker ved en speciel skylleproces, hvor der bl.a. tilføres nyt natrium fra en saltopløsning. Samtidig skylles de bundne calcium- og magnesiumioner ud af ionbyttermassen. Regenereringen tager typisk 2 - 3 timer og skal udføres dagligt, da der ellers er risiko for kimvækst på resinen. Det er derfor ofte nødvendigt med flere ionbytterfiltre i parallel drift, hvor ét filter konstant står i regenerering/venteposition. Levetiden af selve ionbyttermassen vil typisk være mindst 10 år.

Teknisk beskrivelse	
	Vandspildet (eluat) fra regenereringen udgør typisk 2 - 4 % af det blødgjorte vand og er stærkt saltholdigt. Anlæggets kompleksitet afhænger af processen. Der er oftest tale om lagertanke for kemikalier i form af salt og flere kolonner med resiner.
Særlige fokus-punkter	➤ Natrium: Når der anvendes salt til regenerering af ionbytteren øges indholdet af natrium i rentvandet. ➤ Renhed af salt til regenereringen. ➤ Kimtal: Der kan være risiko for øget kimalt i ionbytterkolonnen. ➤ Spildevand: Vandspildet fra processen er stærkt saltholdig, og der skal søges om tilladelse til afledning efter Miljøbeskyttelsesloven – LBK nr. 1189 af 27/9 2016.
Referencer	Teknologien anvendes allerede i husholdningsopvaskemaskiner, på industrivaskerier samt på mange boligvaskerier og større industri anlæg, som kræver blødgjort vand. Der findes desuden referencer fra vandværker i bl.a. Sverige og Frankrig.

Anbefaling til vilkår		
Hoved-emne	Delemne	Anbefaling
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Da blødgøring ikke er nødvendig for at overholde drikkevandskrav er et back-up system ikke nødvendigvis et krav.
	Dokumentation for teknik	- Beregning/vurdering af rentvandskvaliteten (specielt mht. natrium), og dokumentation for at vandkvaliteten er overholdt ved alle kombinationer/indkoblinger af borer. - Evt. UV-behandling efter ionbytning, som ekstra sikkerhed mod forhøjet kimalt fra resin eller fra mikrobiologisk forurening i salt, som tilføres løbende. - Renhed af salt, som anvendes til regenerering. Generelt bør indholdet af urenheder i saltet dokumenteres og en massebalance vise, at urenhederne er uproblematisk. - Sikker og hygiejnisk håndtering af salt. - Der skal kunne gives tilladelse til afledning af det saltholdige spildevand efter Miljøbeskyttelsesloven - LBK nr. 1189 af 27/9 2016.
Overvågning	On-line måling	- Installation af ledningsevne måling og evt. hårdhedsmåling på rentvand, og alarm på anlæg, hvis værdierne ændres. - NB: Alarm for UV håndteres separat.
	Vandanalyser	- Kontrol af natrium med fast frekvens. Kontrolfrekvens baseres på en opstartstest. - Kontrol af bakteriologiske analyser med fast frekvens.

Anbefaling til vilkår		
Hoved-emne	Delemne	Anbefaling
		- Kontrol af hårdhed med fast frekvens.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder vandmængde, hyppighed for regenerering af ionbytter og forbrug af salt.
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for, at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval med angivelse af procedure for tilførsel af nyt salt.
Drift og vedligehold	Rensning	- Vilkår om, at ionbyttermassen skal regenereres med fast frekvens f.eks. minimum én gang per døgn for at minimere risikoen for kimvækst i filtermassen. - Krav til renhed af salt – f.eks. overholdelse af DIN 19604 EN 973.
	Reservedele	- Evt. krav til reservedele til UV anlæg.
	Arbejds miljø	- Servicering af anlæg varetages af medarbejdere, som har fået instruktion og/eller gennemgået et kursus af leverandøren.
	Kalibrering	- Ledningsevнемåler kontrolleres jævnligt (f.eks. ugentligt) og kalibreres om nødvendigt.
Dokumentation		- Krav til ionbyttermateriale – f.eks. overholdelse af US FDA food additive regulation 21 CFR eller DIN 19636-100: 2008-02.

Bilag 1.5 Ionbytning, blødgøring med både kat-og anionbytter

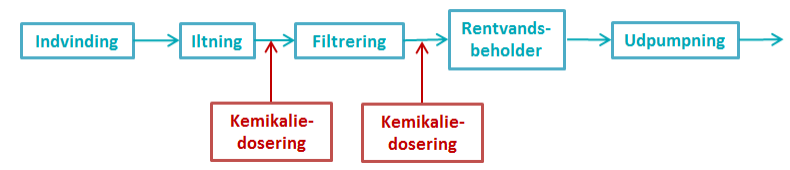
Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	
Principdiagram	
Anvendelse/teori	Ionbytning med mixed bed (både kat- og anion) ionbytter kan anvendes til blødgøring af vand. Metoden adskiller sig fra den traditionelle ionbytning ved, at der både fjernes calcium, magnesium, sulfat, klorid og nitrat: Ionbytteren regenereres med kulsyre, som genvindes. Herved øges indholdet af f.eks. natrium ikke i det behandlede vand, og spildevandet til afledning indeholder kun de ioner, der er fjernet fra indløbsvandet. Der er derved minimal belastning af recipienterne med salte. Ved ionbytningen dannes der kulsyre/kuldioxidgas i vandet, som efterfølgende skal afblæses i en kuldioxidafgasser for at undgå levering af aggressivt vand til ledningsnettet.
Tekniske forhold	Mixed bed ionbytning kan udføres ved CARIX® metoden, som er en filterkolonne med 2 forskellige ionbyttermaterialer samt en indbygget kuldioxidafgasser. Ved processen genbruges op til 95 % af den benyttede kuldioxid, hvorved kuldioxid forbruget til regenereringen bliver lavt. Vandspildet ved processen er højere end ved den traditionelle ionbytningsproces og udgør typisk 2,5 - 10 % af den blødgjorte vandmængde.

Teknisk beskrivelse	
	Anlæggets kompleksitet afhænger af processen, men er større end i et traditionelt vandværk. Der er tale om kuldioxidtanke, flere kolonner med resiner, kuldioxid genvindingsanlæg og kuldioxidafgasser.
Særlige fokus-punkter	➤ pH: Vandet bliver aggressivt, hvorfor der i procesanlægget skal være indbygget en kuldioxid afgasser eller på anden måde pH-justering. ➤ Kimtal: Der kan være risiko for øget kimtal i ionbytterkolonnen, hvis denne ikke hyppigt regenereres. ➤ Renhed af kuldioxid. ➤ Spildevand: Vandspildet fra processen er saltholdigt, og der skal søges om tilladelse til afledning efter Miljøbeskyttelsesloven – LBK nr. 1189 af 27/9 2016.
Referencer	Processen anvendes flere steder i Tyskland, men der er endnu ingen danske erfaringer.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Da blødgøring ikke er nødvendig for at overholde drikkevandskrav er et back-up system ikke nødvendigvis et krav.
	Dokumentation af teknik	- Opbevaring, håndtering og renhed af kuldioxid, som anvendes til regenerering. - Evt. UV-behandling efter ionbytning, som ekstra sikkerhed mod forhøjede kimtal. - Der skal kunne gives tilladelse til afledning af spildevandet efter Miljøbeskyttelsesloven - LBK nr. 1189 af 27/9 2016.
Overvågning	On-line måling	- Installation af pH- og ledningsevнемåler samt evt. hårdhedsmåler på rentvand, og alarm på anlæg, hvis værdierne ændres.
	Vandanalyser	- Bakteriologiske analyser med fast frekvens. - Kontrol af hårdhed og aggressiv kuldioxid med fast frekvens.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder behandlet vandmængde, hyppighed for regenerering af ionbytter og kuldioxidforbrug.
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for, at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval.
Drift og vedligehold	Rensning	- Vilkår om, at ionbyttermassen skal regenereres med fast frekvens for at minimere risikoen for kimvækst i filtermassen.
	Reserve dele	- Evt. krav til reservedele til UV anlæg.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling
	Arbejdsmiljø	- Servicing af anlæg må kun varetages af medarbejdere i forsyningen, som har fået instruktion og/eller gennemgået et kursus af leverandøren. - Udslip af kuldioxidgas skal overvåges med alarm og efter installation efter gældende regler.
	Kalibrering	- pH-metre kalibreres jævnligt (f.eks. ugentligt) - Ledningsevнемåler kontrolleres jævnligt (f.eks. ugentligt) og kalibreres om nødvendigt.
Dokumentation		- Krav til ionbyttermateriale – f.eks. overholdelse af US FDA food additive regulation 21 CFR eller DIN 19633: 2013-03.

Bilag 1.6 Kemikaliedosering

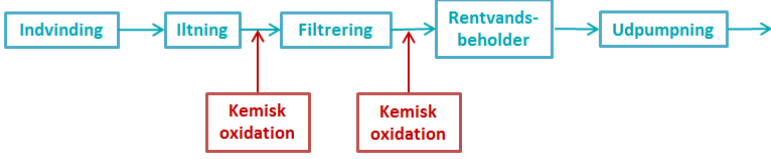
Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	
Principdiagram	
Anvendelse	Kemikaliedosering er anvendt i mange år i dansk vandbehandling til følgende: 6. pH-justering med kalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), lud (NaOH) eller syre ($\text{CO}_2/\text{HCl}/\text{H}_2\text{SO}_4$). 7. Fældning af naturligt forekommende organisk stof og spormetaller (jernklorid (FeCl_3), jernsulfat (FeSO_4), aluminiumklorid/-sulfat og kalium-/natriumpermanganat (KMnO_4, NaMnO_4). 8. Forbedring af den biologiske filterdrift (dosering af spormetaller). Derudover er det uden for Danmark også almindeligt at bruge kemikalier (f.eks. klor) som hygiejnisk barriere, ligesom der i den daglige drift på vandværkerne bruges klor og andre desinfektionsmidler til desinfektion af anlæg inden ibrugtagning, men dette er ikke nærmere beskrevet her.
Tekniske forhold	De anlægstekniske forhold ved kemikaliedosering spænder fra meget små anlæg (f.eks. sporstofdoseringsanlæg til stimulering af de biologiske processer i sandfiltre og små pH-justeringsanlæg til fjernelse af agg. kuldioxid) til meget avancerede doserings- og reaktionsanlæg (f.eks. fjernelse af naturligt organisk stof). Kemikaliedoseringen anvendes i processen i forbindelse med de valgte procestrin (fældning, filtrering), eller f.eks. sidst i processen til pH-regulering. Med undtagelse af dosering ved elektrolyse (sporstofdosering) er kemikaliedosering altid forbundet med modtagelse og opbevaring af kemikalier, og dette giver særlige udfordringer, hvad angår arbejdsmiljø, det ydre miljø og drikkevands-sikkerhed, jf. også bemærkningerne i faktaark om kemisk oxidation. Anlæg, maskiner og tekniske hjælpemidler skal indrettes, så man i praksis er sikret bedst muligt mod, at der under driften eller ved

Teknisk beskrivelse	
	brud på rørledninger, beholdere og doseringsudstyr forekommer sammenblanding af kemikalier eller opstår potentielt skadevoldende udslip til omgivelserne. Specielt skal det sikres, at klorgas aldrig kan udvikles i afløbssystemer ved blanding af syre og klorholdige produkter.
Særlige fokus-punkter	➤ Sikker håndtering, opbevaring og dosering af kemikalie. ➤ Renhed af kemikalier – specielt indhold af tungmetaller. ➤ Sikker arbejdsmiljø. ➤ Evt. korrosion i installationer og ledningsnet. ➤ Risiko for udfældninger. ➤ Skærpet overvågning.
Referencer	Der er i dag kemikaliedosering i mindre omfang på mange danske vandværker for at fjerne agg. kuldioxid og for at stimulere de biologiske processer. Der er dokumenteret uproblematisk drift af disse. Miljøstyrelsen, 2007. Erfaringsopsamling inden for tilladelse til videregående vandbehandling.

Anbefalinger til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Anvendes kemikaliedosering, er processen som regel helt afhængig af denne. Anlægget er derfor følsomt, og der kan stilles krav om dublerede doseringsanlæg, med mindre det kan dokumenteres, at der foreligger en uafhængig, sikker reserveforsyning.
	Dokumentation for teknik	- Beregning af rentvandskvalitet. Generelt bør en massebalance vise, hvad indholdet af de tilsatte kemikalier bliver i rentvandet i de forskellige driftssituationer. - Renhed af kemikalier, som anvendes i processen (drikkevand eller fødevarer godkendte). - Sikker opbevaring og håndtering af kemikalier samt sikkerhed for, at spild opsamles på forsvarlig vis og ikke kan forurene drikkevandet. Emballage, transportdunke, beholdere skal være godkendte til de pågældende kemikalier og tydelig opmærket med kemikalienavne og nødvendige risiko- og sikkerhedssætninger. - Udarbejdelse af risikovurdering, der redegør for mulige risici og hvilke foranstaltninger, der er implementeret for at sikre drikkevandsproduktion og arbejdsmiljø. - Beregning/vurdering af korrosionsrisiko, så det sikres, at korrosion i ledningsnet og installationer ikke bliver problematisk. - Udarbejdelse af beredskabsplan.

Anbefalinger til vilkår		
	On-line måling	- Hvis kemikalier tilsættes for at justere pH kan der stilles krav om online pH-måler, med tilhørende alarmværdi på SRO anlæg.
	Vandanalyser	- Afhængig af kemikalietsætningen kan der stilles krav om forøget analysefrekvens for de tilsatte stoffer /urenheder/stoffer der skal fjernes ved doseringen (f.eks. organisk stof).
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder kontrol af forbrug af kemikalier og kontrol af doseringsudstyr.
	Indkøring	- Dokumentation for, at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.
	Manual for drift og vedligehold	- Procedure for rensning, tømning og fyldning af kemikaliestanke. - Procedure for kontrol af doseringsenhed.
Drift og vedligehold	Rensning	- Rensning af lagertanke.
	Reserve dele	- Sikring af back up til dosering og online målere.
	Arbejds miljø	- Opbevaring og håndtering af kemikalier skal til enhver tid opfylde krav i gældende lovgivning ("Bekendtgørelse af lov om arbejdsmiljø – LBK nr. 1072 af 07/09-2010" og "Bekendtgørelse af lov om kemikalier – LBK nr. 115 af 26/01-2017"). - Der bør foreligge klare og tydelige instrukser vedrørende håndtering af kemikalier og brug af værnemidler. - Kemikalierum skal være tydeligt opmærket og de nødvendige værnemidler skal være til stede jf. gældende lovgivning.
	Kalibrering	- Hvis online pH-måler er relevant bør denne kalibreres jævnligt (f.eks. 1 gang per uge).
Dokumentation		- De sikkerhedsmæssige forhold omkring opbevaring og håndtering af kemikalier er omfattet af arbejdsmiljølovgivningen, hvor Arbejdstilsynet er den tilsynsførende myndighed.

Bilag 1.7 Kemisk oxidation

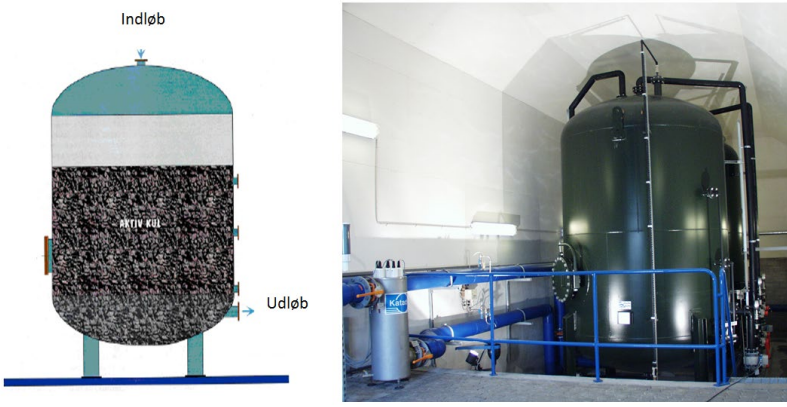
Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	
Principdiagram	
Anvendelse	Kemisk oxidation anvendes f.eks. ved behandling af vand med højt farvetal og med et højt NVOC indhold. Derudover kan kemisk oxidation anvendes til fjernelse af svovlbrinte og som hygiejnisk barriere. Visse pesticider og klorerede opløsningsmidler kan ligeledes nedbrydes kemisk. Kemisk oxidation er anvendt i mange år i vandbehandlingen som et supplement til almindelig beluftning. Kemisk oxidation står derfor ikke alene, men er altid suppleret med iltning, filtrering eller fældning og filtrering. Kemiske oxidationsmidler, som anvendes i drikkevandsbehandlingen er: Ozon, hydrogenperoxid, kalium-/natriumpermanganat og klordioxid. Formålet med kemisk oxidation er flere: Primær desinfektion, reduktion af farvetal/NVOC, forbedring af smag og lugt, bedre fældningsegenskaber samt bedre biologisk omsættelighed.
Tekniske forhold	Kemisk oxidation anvendes enten tidligt i processen som en forberedelse til de valgte procestrin (fældning, filtrering eller biologisk omsætning), eller sent i processen til polering og i dette tilfælde ofte sammen med aktivt kul. Ozon og hydrogenperoxid efterlader ikke salte i vandet og overskud af kemikaliet henfalder hurtigt til ilt og vand. pH-værdien påvirkes ikke i nævneværdig grad. Kalium-/natriumpermanganat er særligt effektiv sammen med kemisk fældning. Klordioxid anvendes sjældent. Ozon og klordioxid er ustabile gasser og må fremstilles på stedet. Ozongas er giftigt, og der stilles krav til destruktion af rester af ozongas inden udledning. Hydrogenperoxid kræver særlig omhu ved installeringen, da det sønderdeles naturligt og opbygger stort

Teknisk beskrivelse	
	tryk, hvis stoffet er indespærret i rør eller beholdere. Kalium-/natriumpermanganat kan være vanskeligt at arbejde med og farver voldsomt.
Særlige fokus-punkter	➤ Sikker dosering, håndtering og opbevaring af oxidationsmidler. ➤ Renhed af oxidationsmidler. ➤ Dannelse af sundhedsskadelige biprodukter ved oxidation, kan derfor kræve indgående kendskab til de kemiske reaktioner og et mere omfattende kontrolprogram med analyser. ➤ Sikkert arbejdsmiljø. ➤ Risiko for udfældninger. ➤ Risiko for korrosion.
Referencer	Miljøstyrelsen, 2007. Erfaringsopsamling inden for tilladelse til videregående vandbehandling. Naturstyrelsen, 2013: Optimering af vandbehandling af pesticid-forurenet grundvand.

Anbefalinger til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Vælges kemisk oxidation, er processen som regel helt afhængig af denne. Anlægget er derfor følsomt, og der kan stilles krav om dublerede doseringsanlæg, med mindre det kan dokumenteres, at der foreligger en uafhængig, sikker reserveforsyning. - Dersom anlægget installeres efter fuldstændig jern og manganjernelse, kan et enkeltstrenget anlæg accepteres, hvis formålet alene er forbedring af farve, smag og lugt.
	Dokumentation for teknik	- Dokumentation for proces og rentvandskvalitet ud fra pilotforsøg – herunder evt. dannelse af biprodukter ved oxidation. - Renhed af oxidationsmidler, som anvendes i processen (drikkevand eller fødevaregodkendte). - Sikker opbevaring og håndtering af oxidationsmidler samt sikkerhed for at spild opsamles på forsvarlig vis og ikke kan forurene drikkevandet. Der bør herunder være udarbejdet en risikovurdering, der redegør for mulige risici og hvilke foranstaltninger, der er implementeret for at sikre drikkevandsproduktion og arbejdsmiljø. - Beregning/vurdering af korrosionsrisiko, så det sikres, at korrosion i ledningsnet og installationer ikke bliver problematisk. - Udarbejdelse af beredskabsplan.
Overvågning	On-line måling	- Hvis der anvendes ozon skal rumluft overvåges for ozonlæk. - Evt. on-line måler for ozon/klor.
	Vandanalyser	- Kontrol af rentvandskvalitet inklusiv kontrol af eventuelle urenheder i oxidationsmidlet samt

Anbefalinger til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
		dannede biprodukter. Hyppighed for kontrol fastsættes ud fra et opstartsprogram, hvor der analyseres hyppigt indtil der foreligger stabile erfaringstal. Herefter kan frekvensen nedsættes.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder forbrug af kemikalie og kontrol af anlæg.
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for, at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ud fra af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval herunder procedure for håndtering af oxidationsmidler.
Drift og vedligehold	Rensning	- Evt. rensning af lagertanke.
	Reservedele	- Reservedele skal være compatible med oxidationsmidlet så korrosion og/eller utilsigtet gasudvikling ikke forekommer.
	Arbejds miljø	- Opbevaring og håndtering af kemikalier skal til enhver tid opfylde krav i gældende lovgivning ("Bekendtgørelse af lov om arbejdsmiljø – LBK nr. 1072 af 07/09-2010" og "Bekendtgørelse af lov om kemikalier – LBK nr. 115 af 26/01-2017"). - Der bør foreligge klare og tydelige instrukser vedrørende håndtering af oxidationsmidler og brug af værnemidler. Bemærk ozon er giftigt, selv i små koncentrationer. - Servicering af ozonanlæg må kun varetages af medarbejdere i forsyningen, som har modtaget undervisning eller gennemgået kursus af leverandøren.
	Kalibrering	- Der er ingen specielle krav til kalibrering af udstyret.
Dokumentation		Der er ikke oplysninger om certificering i lande, hvor processen har fundet udbredelse. Nogle lande har indført grænser for tilsætning af klor og klordioxid, som kan efterlade klorit og klorat i vandet. Tilsvarende vil ozon omdanne bromid i vand til bromat, som der er grænseværdier for.

Bilag 1.8 Kulfiltrering

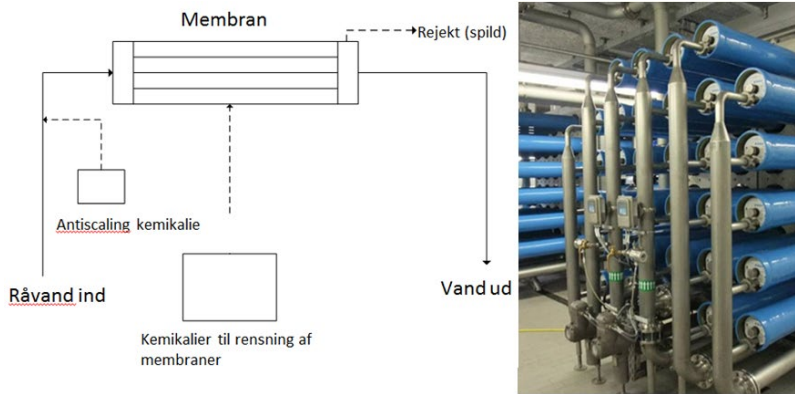
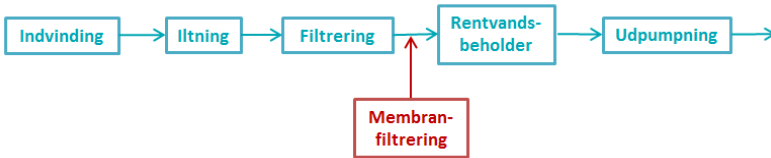
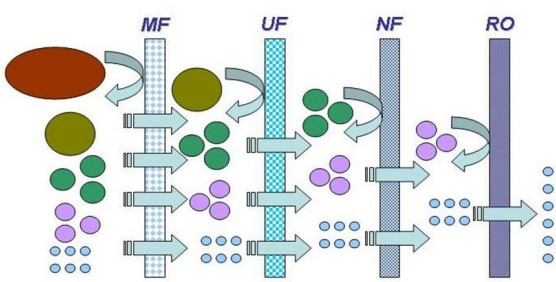
Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	
Principdiagram	 <pre> graph LR A[Indvinding] --> B[Iltning] B --> C[Filtrering] C --> D[Rentvands-beholder] D --> E[Udpumpning] F[Kulfiltrering] --> C </pre>
Anvendelse/teori	Ved aktiv kulfiltrering fjernes miljøfremmede stoffer ved adsorption til kullenes overflade. Aktiv kulfiltrering er effektiv til at fjerne en række opløsningsmidler, f.eks. trichlorethylen (TCE) og perchlorethylen (PCE), samt almindeligt forekommende pesticider, f.eks. phenoxy-syrer og atrazin, og nogle af pesticidernes nedbrydningsprodukter, f.eks. BAM. Aktiv kulfiltrering er derimod mindre effektiv til at fjerne andre, mere polære stoffer som f.eks. benzinadditivet MTBE og nedbrydningsprodukter fra klorerede opløsningsmidler (1,1-dichlorethan, 1,2 dichlorethan, vinylklorid og til en vis grad også 1,2-cis-dichlorethylen). Foruden fjernelse af miljøfremmede stoffer vil der ved aktiv kulbehandling opnås en forbedring af vandets kvalitet i form af mindre eftervækst i ledningsnet og husinstallationer og mindre udfældninger i ledningsnet af jern- og manganoxider.
Tekniske forhold	Størrelse, antal, facon og konfiguration af aktiv kulfiltre dimensioneres på basis af adsorptionskapacitet, hydraulisk belastning, kontaktid, råvandskvalitet, ønsket rentvandskvalitet, vandværkets udformning og driftsforhold samt ikke mindst økonomiske hensyn. Kulfiltre udformes enten som åbne gravitationsfiltre eller som lukkede trykfiltre, sidstnævnte med potentielt større filtreringshastighed. I Danmark har der på vandværker udelukkende været anvendt lukkede trykfiltre. Dimensioneringsparameteren for begge typer filtre er først og fremmest kontaktiden og dermed er den totale mængde kul, der er nødvendig i drift, ens for de to typer filtre.

Teknisk beskrivelse	
	Kulfiltre anbringes som regel sidst i proceskæden, eventuelt efterfulgt af et UV-anlæg til fjernelse af kim fra biologisk vækst på kulenes overflade. Kulfilteranlæg skal kunne returskylles, og der skal periodisk skiftes kul, når adsorptionskapaciteten er opbrugt. Brugte kul kan reaktiveres og genbruges, eller de kan bortskaffes i godkendte forbrændingsanlæg. Nye kul kan i en kort periode efter idriftsætning være iltforbrugende. Der har i litteraturen været diskussion af, om aktivt kul kan afgive uønskede stoffer til rentvandet, men såfremt der anvendes drikkevandsgodkendte kultyper har dette ikke været et dokumenteret problem.
Særlige fokuspunkter	➤ Ilt: Kulfiltre kan være iltforbrugende, og det skal sikres, at der er tilstrækkeligt ilt i rentvandet i alle situationer. Det er specielt vigtigt umiddelbart efter kulfilterskift. ➤ Kultyper: Der bør anvendes drikkevandsgodkendte kultyper. ➤ Kimtal: Der kan være risiko for forhøjet indhold af kimtal umiddelbart efter kulskifte.
Referencer	Kulfilterrensning er i dag implementeret på flere store vandværker i Danmark, og der er dokumenteret uproblematisk drift af disse. Miljøprojekt Nr. 391. 1998. Vandrensning ved hjælp af aktiv kulfiltre. Miljøprojekt Nr. 859 2003. Rensning af grundvand med aktivt kul for BAM og atrazin.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Hvis vandkvaliteten eller kapaciteten ikke kan opretholdes, når kulfilteranlægget er ude af drift, kan der stilles krav om, at værket er opdelt i flere linjer med back-up kapacitet, eller at der via andet værk er forsyningssikkerhed.
	Dimensionering	- Dokumentation for kulstype. - Dokumentation for kulfilteranlæggets evne til at fjerne problemstofferne – enten ud fra troværdige erfaringstal fra lignende råvandstyper eller ud fra pilotforsøg. Hvis erfaringstal eller resultater fra pilotforsøg ikke foreligger, kan der stilles krav om hyppige analyser i udløb i en opstartsfase. - Evt. UV-behandling som ekstra sikkerhed mod forhøjede kimtal.
Overvågning	On-line måling	- Online måling af ilt, hvilket dog kun er relevant i en kort periode efter kulskifte og online måling kan erstattes af hyppige iltmålinger lige efter kulskifte.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
	Vandanalyser	- Analyser for relevante miljøfremmede stoffer i udløb fra kulfilteret eller eventuelt fra prøvehaner i forskellige dybder af kullaget, så gennembrudskurven for de relevante stoffer kan følges. Prøvehypighed fastsættes ud fra forventet levetid. - Hvis der ved opstart af kulfiltreringen er tvivl om levetiden af kullene, kan der i en opstartsperiode stilles krav om hyppigere analyser i udløb eller fra prøvehaner igennem kulfilteret. - Bakteriologiske analyser med fast frekvens.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder trykopbygning i filtre, returskylning og kulskifte.
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes. Endvidere skal der foreligge acceptable bakteriologiske analyser eller dokumenteret drift af UV anlæg.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval. Manualen kan indeholde procedure for kulskifte, herunder retningslinjer for tømning og ilægning af kul samt procedure for renskylning af kul.
Drift og vedligehold	Rensning	- Procedure ved kulfilterskift, så det sikres, at disse skift udføres hygiejnemæssigt forsvarligt og af erfarne leverandører. - Kulfiltre returskylles kun, hvis der bliver en uacceptabel trykopbygning. Der kan stilles vilkår om returskylningsprocedure, så det sikres, at kullene ikke omlejres ved returskylning.
	Reservedele	- Evt. krav om leveringstid af nye kul, så vandværkes "nedetid" er kendt.
	Arbejds miljø	- Anlægget bør indrettes, så kulleverandøren enkelt kan skifte kul uden arbejdsmiljømæssige gener.
Dokumentation		- Krav om, at der kun anvendes drikkevandsgodkendte kultyper. Aktivt kul er i Europa godkendt efter normen: EN12915-1 for nye kul og EN12915-2 for reaktiverede kul.

Bilag 1.9 Membranfiltrering

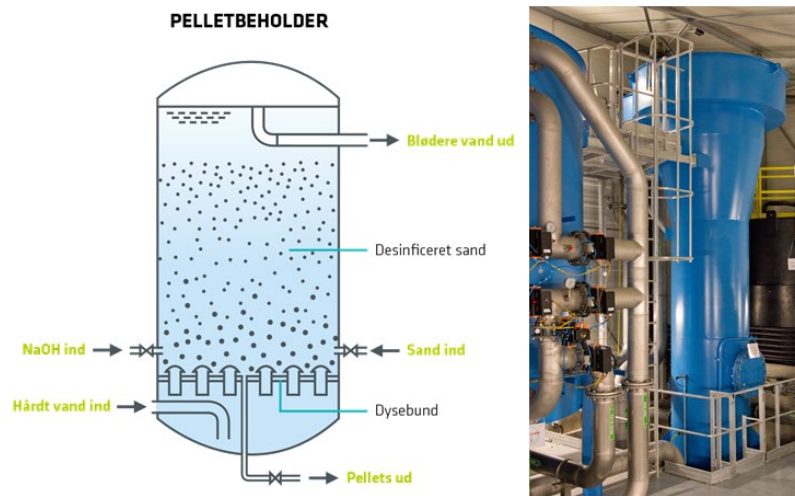
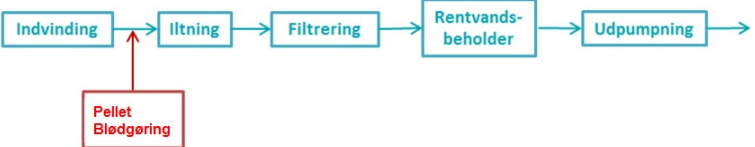
Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	 Diagrammet viser en skitse af en membranfiltreringsanlæg. Råvand indføres i en membranmodul. Antiscalant kemikalier og kemikalier til rensning af membraner tilføjes til vandet. Vandet passerer gennem membranen, og det rene vand udledes. Rejekt (spild) udledes fra den anden side af membranen. Til højre ses et foto af en fysisk installation af membranfiltreringsanlæg med flere blå membrankassetter monteret på en metalramme.
Principdiagram	 <pre> graph LR A[Indvinding] --> B[Iltning] B --> C[Filtrering] C --> D[Rentvands-beholder] D --> E[Udpumpning] F[Membran-filtrering] --> C </pre> Principdiagrammet viser vandbehandlingsprocessen: Indvinding → Iltning → Filtrering → Rentvands-beholder → Udpumpning. Membran-filtrering er vist som en del af Filtrering.
Anvendelse/teori	Membranfiltrering er fællesbetegnelsen for en række separationsprocesser, hvor vandet passerer en membran, som tilbageholder alle eller en del af de i råvandet opløste eller opslæmmede stoffer mere eller mindre fuldstændigt som funktion af membranernes porøstørrelse. Traditionelt opdeles processen i: (1) Mikrofiltrering (MF), (2) Ultrafiltrering (UF), (3) Nanofiltrering (NF) og (4) Omvendt Osmose (RO): Membranfiltrering  Diagrammet illustrerer fjernelsesevnen for forskellige partikelstørrelser gennem MF, UF, NF og RO membraner. MF fjerner store partikler, UF fjerner kolloide partikler, NF fjerner små molekyler og ioner, og RO fjerner vandmolekyler. - Suspenderet stof (Store partikler) - Makromolekyler (Målt på størrelse) - Multivalente ioner (Grønne cirkler) - Monovalente ioner (Lilla cirkler) - Vand (Blå cirkler) Mikrofiltrering (MF) anvendes til partikelfjernelse, og - i forbindelse med koagulering - til behandling af overfladevand samt genbrug af filterskyllevand. Ultrafiltrering (UF) anvendes til fjernelse af kolloide stoffer og som hygiejnisk barriere mod virus. Nanofiltrering (NF) anvendes til blødgøring og til fjernelse af spor-metaller, NVOC, samt udvalgte pesticider og PFAS. Omvendt Osmose (RO) anvendes til afsaltning; i grundvand specifikt til afhjælpning af kloridproblemer.

Teknisk beskrivelse	
Tekniske forhold	Membranerne er oftest syntetiske polymerer, hvilket kan føre til begrænsninger med hensyn til tryk, temperatur, partikelindhold og kemi; men der anvendes i dag også keramiske materialer, som er dyrere, men mere robuste. De fleste membransystemer opbygges af moduler, som er tryk-satte og med stigende energiforbrug ved faldende porestørrelse. Kun mikrofiltrering findes som et åbent gravitationssystem. Membranfiltres kapacitet er mere temperaturafhængig jo tættere membranen er og mindskes langsomt over tid ved tilstopning og kompaktering. Membranernes levetid er derfor typisk 3 - 10 år. Der anvendes normalt kemikalier til forbehandling af vand og rensning af membraner samt evt. til efterbehandling af rentvand eller spildevandet. Ved MF og UF er der typisk et forbrug af koagulanter eller flokkuleringsmidler, som f.eks. polyaluminiumklorid, aluminiumsulfat, jernklorid, jernsulfat eller polymerer. Ved NF og RO, der er diffusionsstyrede, foretages der typisk en forbehandling for at undgå udfældninger i membranen ved tilsætning af syrer/baser eller forskellige former for antiscalingsmidler, som eksempelvis hexametrafosfat. Efterbehandling af vandet er specielt relevant i forbindelse med RO og NF filtrering, da disse processer ofte influerer på pH og, fjerner store dele af hårdheden og alkaliniteten. Efterbehandling kan dog i flere tilfælde undgås ved opblanding med vand fra andre borer eller etablering af bypass i forbindelse med membran anlægget. Rengøringen af membraner foretages ofte med syre/base opløsninger. Til desinficering bruges der desuden ofte kloropløsninger. Vandspildet ved membranfiltrering varierer afhængig af membran-type, men vandspildet ved NF og RO anlæg er typisk stort og udgør 10 – 25 % af indløbsvandet ved behandling af grundvand.
Særlige fokus-punkter	➤ pH: Membranfiltrering kan medføre store forandringer i vandets kalkligevægt med faldende pH-værdi til følge, og processen kræver derfor efterfølgende pH-justering eller opblanding med andet vand. ➤ Korrosionspotentiale i system eller ledningsnet ➤ Kemikalietilsætning: Der anvendes typisk kemikalier i processen, hvilket stiller krav til renhed, arbejdsmiljø og vandkvalitet jf. faktaark 2.5. ➤ Spildevand: Vandspildet fra processen er saltholdigt, og der skal søges om tilladelse til afledning efter Miljøbeskyttelsesloven – LBK nr. 1189 af 27/9 2016. ➤ Neutralisering og afledning af rengøringskemikalier
Referencer	Membranfiltrering er implementeret på flere vandværker på lokaliteter, hvor det ikke har været muligt at finde grundvand uden forhøjet indhold af klorid. Miljøprojekt nr. 882, 2004. Membranfiltrering, erfaring og muligheder i dansk vandforsyning

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Hvis vandkvaliteten og/eller kapaciteten ikke kan opretholdes, når membrananlægget er ude af drift, kan der stilles krav om, at værket er opdelt i flere linjer med back-up kapacitet, eller at der via andet værk er forsyningssikkerhed. - Hvis der alene er tale om en efterbehandling f.eks. ved blødgøring, kan værket ved driftsstop på membrananlægget muligvis fortsat levere ikke membranfiltreret vand til forbrug.
	Dokumentation for teknik	- Dokumentation for membrananlæggets evne til at fjerne/opkoncentrere problemstoffer i råvand ved enten pilotforsøg eller ved beregning på basis af garanterede data fra membranleverandøren og råvandets sammensætning. - Beregning og vurdering af rentvandskvaliteten og spildevandskvaliteten ved alle kombinationer/indkoblinger af borer. - Beregning/vurdering af korrosionsrisiko, så det sikres, at korrosion i ledningsnet og installationer ikke bliver problematisk. - Renhed af kemikalier, som anvendes i processen (drikkevand eller fødevaregodkendte). Generelt bør en massebalance vise, hvad indholdet af de tilsatte kemikalier bliver i både rentvand og spildevand, og det bør dokumenteres, at indholdet af tilsatte stoffer samt urenheder er uproblematisk. - Sikker opbevaring og håndtering af kemikalier samt sikkerhed for, at spild opsamles på forsvarlig vis og ikke kan forurene drikkevandet. Der bør herunder være udarbejdet en risikovurdering, der redegør for mulige risici og hvilke foranstaltninger, der er implementeret for at sikre drikkevandsproduktion og arbejdsmiljø. - Der skal kunne gives tilladelse til afledning af det saltholdige spildevand efter Miljøbeskyttelsesloven - LBK nr. 1189 af 27/9 2016.
Overvågning	On-line måling	- Afhængig af problemstof og procesvalg kan der stilles krav om, at der installeres online pH-måler, ledningsevne måler og/eller turbiditetsmåler på færdigbehandlet vand samt at der opstilles alarmværdier.
	Vandanalyser	- Kontrol af rentvandskvalitet med fast frekvens.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder trykopbygning og udskiftning af membraner samt kemikalieforbrug.
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval.
Drift og vedligehold	Rensning	- Dokumentation for mængden af kemikalier til renholdelse af membranen. - Membranfiltrets effektivitet forudsætter rene membraner, og der kan derfor stilles krav om interval for rensning af membraner.
	Reservedele	- Der kan stilles krav om lagerføring af membraner eller krav om dokumentation fra leverandør om tilgængelighed af membraner inden for en fast tid.
	Arbejdsmiljø	- Dokumentation for, at kemikalier opbevares og håndteres sikkert i forhold til arbejdsmiljø. Der bør foreligge klare instrukser vedrørende værnemidler som f.eks. handsker og beskyttelsesbriller.
	Kalibrering	- Jævnlig kontrol og kalibrering af eventuelle onlinemålere.
Dokumentation		- F.eks. krav om at membranen skal overholde US FDA food additive regulation 21 eller tilsvarende.

Bilag 1.10 Pellet-metoden, blødgøring

Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	PELLETBEHOLDER 
Principdiagram	
Anvendelse/teori	Pellet-metoden anvendes til hårdhedsreduktion i lighed med en række konkurrerende teknologier (ionbytning og membranfiltrering). Ved Pellet-metoden udfældes calcium som calciumkarbonat ved at øge vandets pH ved tilsætning af et basisk kemikalie, eksempelvis natriumhydroxid (1) eller calciumhydroxid (2). (1): $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NaOH} \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$ (2): $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}$ Indholdet af magnesium ændres ikke ved processen. Jern og mangan (og til en vis grad nikkel og andre tungmetaller) udfældes sammen med kalk. Ved dosering af natriumhydroxid øges vandets indhold af natrium, hvilket stiller krav til råvandets indhold af natrium. Det blødgjorte vands pH-værdi er normalt 8,5 – 9,5, og pH skal reduceres inden udpumpning til forbrugerne enten ved opblanding med ikke blødgjort vand og/eller ved dosering af f.eks. kuldioxid.
Tekniske forhold	En pellet-reaktor er en "Fluidized Bed, Up-Flow Reactor", hvor det fluidiserede materiale kan være fint sand, der fungerer som katalysator for udfældning af CaCO_3. Ved at tilføre vand i bunden af kolonnen med en høj overfladehastighed på typisk 80 – 100 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{time}$ fluidiseres sandet. NaOH eller $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tilsættes i bunden af kolonnen, hvorved kalken udfælder på sandkornene og der dannes faste kalkpiller (pellets). Efterhånden som sandkornene med kalkbelægninger vokser, falder de mod bunden af

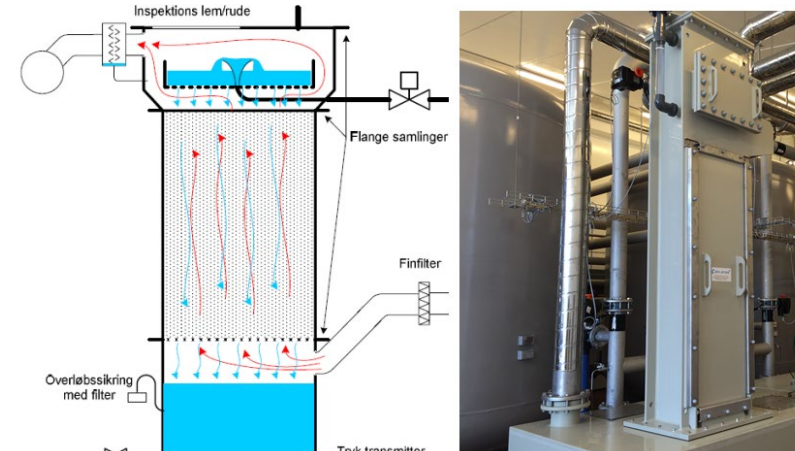
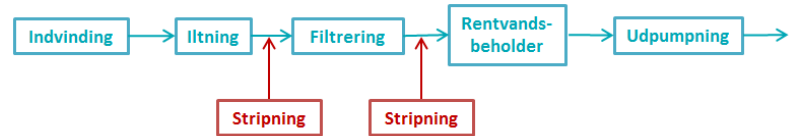
Teknisk beskrivelse	
	kolonnen. De største korn udtages automatisk dagligt til en container, og der tilføres nyt sand til kolonnens top. Natriumhydroxid leveres som et flydende produkt – typisk som 27 eller 50 % natriumhydroxid. Det kan doseres direkte til processen, eller opblandes med en lille mængde fuldstændigt blødgjort vand for at opnå en bedre fordeling i kolonnen ved tilsætningen. Calciumhydroxid leveres som et pulverprodukt, som skal opslæmme i vand inden det tilsættes. Typisk benyttes en 5 – 10 % opslæmning. Oftest anvendes natriumhydroxid, idet processen med opslæmning af calciumhydroxid gør det driftsteknisk mere kompliceret. Pellets afvander ved henstand til 90 – 95 % tørstof uden yderligere kemikalieforbrug eller mekanisk behandling. Kalkpillerne kan bortskaffes f.eks. til udspredning på landbrugsjord, kyllingefoder, bygningsmateriale eller deponi, afhængig af indholdet af tungmetaller. Det blødgjorte vand indeholder restpartikler af kalk og skal derfor efterfiltreres i et traditionelt dybdefilter, inden det kan udpumpes på ledningsnettet. Vandspildet ved selve pellet-metoden er typisk omkring 1 %.
Særlige fokus-punkter	➤ pH: Behandlet vand vil have en forhøjet pH-værdi og må justeres med syre eller blandes med råvand før luftning og filtrering. ➤ Natrium: Hvis der anvendes natriumhydroxid i processen, tilføres der natrium til drikkevandet. ➤ Kemikalietilsætning: Der anvendes kemikalier i processen, hvilket stiller krav til renhed, arbejdsmiljø og vandkvalitet ➤ Mikrobiologisk forurening: Ved f.eks. tilførsel af sand og rensning af dyser. ➤ Korrosion: Der er risiko for forøget korrosionspotentiale.
Referencer	Miljøministeriet, Naturstyrelsen, 2015. Optimering af teknologi til blødgøring af drikkevand. Udvikling af kalkpille teknologien for anvendelse i dansk vandforsyning.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Hvis vandkvaliteten og/eller kapaciteten ikke kan opretholdes, når en pellet-reaktor, der anvendes som forbehandling af råvandet, er ude af drift, kan der stilles krav om back-up. - Hvis pelletreaktoren installeres som efterbehandling kan værket ved driftsstop på pellet-reaktor fortsat levere ikke blødgjort vand til forbrug.
	Dimensionering	- Dokumentation for rentvandets kalk/kulsyre-ligevægt baseret på pilotforsøg eller på beregninger på basis af processen og råvandets sammensætning.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
		- Beregning/vurdering af rentvandskvaliteten (specielt mht. natrium, hvis der anvendes natriumhydroxid), og dokumentation for at vandkvaliteten er overholdt ved alle kombinationer/indkoblinger af borer. - Renhed af kemikalier, som anvendes til processen (drikkevand eller fødevaregodkendte). Generelt bør indholdet af tungmetaller i kemikalierne dokumenteres og en massebalance vise, at indholdet er uproblematisk. - Sikker opbevaring og håndtering af kemikalier samt sikkerhed for, at spild opsamles på forsvarlig vis og ikke kan forurene drikkevandet. Der bør herunder være udarbejdet en risikovurdering, der redegør for mulige risici og hvilke foranstaltninger, der er implementeret for at sikre drikkevandsproduktion og arbejdsmiljø. - Beregning/vurdering af korrosionsrisiko, så det sikres, at korrosion i ledningsnet og installationer ikke bliver problematisk. - Sikker og hygiejnisk anlæg inkl. desinficering af sand. - Bortskaffelse/genanvendelse af pellets til godkendt modtager. - Afledning af det saltholdige spildevand efter Miljøbeskyttelsesloven - LBK nr. 1189 af 27/9 2016.
Overvågning	On-line måling	- Installation af pH-, ledningsevne- og turbiditetsmåler på færdigbehandlet vand og opstilling af alarmværdier på SRO anlæg.
	Vandanalyser	- Kontrol af natrium (ved tilsætning af natriumhydroxid) med fast frekvens. Frekvens for kontrol kan evt. nedsættes efter dokumenteret stabil drift. - Kontrol af hårdhed før og efter anlæg med fast frekvens. - Kontrol af bakteriologiske analyser med fast frekvens. - Kontrol af aggressiv kuldioxid i rentvand.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold herunder rensning af dyser, kemikalieforbrug, spild, kalkpilleproduktion og kalibrering af onlinemålere.
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval og procedure for håndtering af kemikalier.
Drift og vedligehold	Rensning	- Pellet-reaktorens effektivitet forudsætter rene dyser, og der kan stilles krav om interval for rensning af dyser.
	Reservedele	- Sikring af back up til dosering og online målere.
	Arbejdsmiljø	- Opbevaring og håndtering af kemikalier skal til enhver tid opfylde krav i gældende lovgivning ("Bekendtgørelse af lov om arbejdsmiljø – LBK nr. 1072 af 07/09-2010" og "Bekendtgørelse af lov om kemikalier – LBK nr. 115 af 26/01-2017"). - Der bør foreligge klare og tydelige instrukser vedrørende håndtering af kemikalier og brug af værnemidler.
	Kalibrering	- Jævnlig kontrol og kalibrering af online-målere.
Dokumentation		Der findes både danske og internationale leverandører og mange referencer på anlæg i f.eks. Holland og Sverige.

Bilag 1.11 Stripning

Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	
Principdiagram	
Anvendelse/teori	Stripning, også kaldet afblæsning, kan være egnet til at fjerne de let flygtige klorerede opløsningsmidler. Stripning kan derfor i nogle tilfælde være egnet til at fjerne PCE og TCE men er mindre egnet til at fjerne nedbrydningsprodukter fra klorerede opløsningsmidler. Stripning anvendes til - gennem intensiv kontakt mellem luft og vand - at overføre stof fra vandfasen til luftfasen. Vandfasen renses herved for flygtige komponenter, mens luftfasen tilsvarende "forurenes". Simultant med stripningen mættes vandet med ilt (O_2) og kvælstof (N_2). Fjernelsen af de miljøfremmede stoffer beregnes bl.a. ud fra Henrys konstant, kolonnens effektive højde, samt luft/vandforholdet.
Tekniske forhold	I vandværkteknologien udføres iltning og afblæsning på mange forskellige måder. Traditionel trappebeluftning, bundbeluftning og Inka-afblæsning har været anvendt i normalbehandlingen af grundvand, mens beluftning og afblæsning i lukkede kolonner i de senere år har vundet stigende indpas, idet luftmængden effektivt kan filtreres og luft/vand forholdet reguleres over et bredt område. Lukkede kolonner forsynes med en fyldning, der skaber turbulens og stor overflade for stofudvekslingen. Luft og vand kan passere kolonnen enten i medstrøm eller i modstrøm. Mens der i normalbehandlingen fokuseres på mætning med ilt og stripning af skadelige luftarter (metan, svovlbrinte og aggressiv kuldioxid) sigter stripning i videregående vandbehandling på fjernelse af miljøfremmede stoffer såsom klorerede opløsningsmidler og pesticider.

Teknisk beskrivelse	
	Stripning placeres oftest ligesom i normalbehandlingen først i proceskæden, men en efterbehandling kan også komme på tale. I forbindelse med stripningen kan der være risiko for kalkfældning i ledningsnettet, hvis der ved processen afblæses kulsyre. Dette kan dog forhindres ved recirkulation af luft over et kulfilter.
Særlige fokus-punkter	➤ pH: Stripning medfører en stigning i pH medmindre luften recirkuleres eller der på anden måde pH justeres. ➤ Luftrensning: Miljøfremmede stoffer overføres fra vandfasen til luftfasen, og det skal derfor sikres, at emissionen er acceptabel, eller at luften renses inden udledning.
Referencer	Naturstyrelsen, 2008. Rensningsmuligheder for chloroform i vand - Delrapport 3.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Hvis vandkvaliteten eller kapaciteten ikke kan opretholdes, når stripperenheden er ude af drift, kan der stilles krav om, at værket er opdelt i flere linjer med back-up kapacitet, eller at der via andet værk er forsyningssikkerhed.
	Dokumentation for teknik	- Dokumentation for rensningseffekt baseret på pilotforsøg eller på beregninger med dokumentation af fyldlegemernes karakteristika. - Dokumentation for sikring af hygiejne ved luft ind- og udtag. - Dokumentation for rentvandets kalk/kulsyrelige vægt. - Dokumentation for bortskaffelse af fyldlegemer og slam såfremt der er risiko for f.eks. arsenholdige belægninger. - Dokumentation for emissioner til omgivelserne og evt. nødvendig luftbehandling.
Overvågning	On-line måling	- Evt. installation af pH-måler og opstilling af alarmværdier på SRO anlæg.
	Vandanalyser	- Kontrol af relevante miljøfremmede stoffer før og efter anlæg med fast frekvens. Frekvens for kontrol kan evt. nedsættes efter dokumentation af stabil rensning og vandkvalitet.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold, herunder hvornår fyldninger er rensset eller skiftet og luft/vand forhold.

Anbefaling til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval herunder interval og procedure for rensning/udskiftning af fyldlegemer.
Drift og vedligehold	Rensning	- Systematisk, forebyggende rengøring af fordelingssystemet, da en jævn fordeling af vandet over hele kolonnens tværsnit er en forudsætning for optimal drift. - Systematisk og jævnlig rensning eller udskiftning af fyldlegemer.
	Reservedele	- Evt. krav om lagerbeholdning af fyldlegemer, hvis vandværkets nedetid er vigtig for forsyningssikkerheden.
	Arbejdsmiljø	- Hvis der anvendes kemikalier til rensning af fyldlegemer skal disse opbevares og håndteres sikkert i forhold til arbejdsmiljø. Der bør foreligge klare instrukser vedrørende værnemidler som handsker og beskyttelsesbriller.
	Kalibrering	- Hvis der er installeret online pH måler skal denne kalibreres jævnligt (f.eks. ugentligt).
Dokumentation		Stripning af svovlbrinte og metan er en almindelig del af normalbehandlingen på danske vandværker. Stripning af miljøfremmede stoffer er en almindelig rensemetode på afværgeanlæg, og der foreligger derfor mange erfaringer og referencer på anlæg.

Bilag 1.12 UV-behandling

Teknisk beskrivelse	
Foto/skitse	
Principdiagram	
Anvendelse/teori	Et UV anlæg anvendes som hygiejnisk barriere. Anlægget anvendes ofte forebyggende som en ekstra sikkerhed mod en mikrobiologisk forurening. Anlægget kan dog også bruges midlertidigt i akutte forureningssager og ved indkøring af nye anlæg på vandværker. I forbindelse med indførelse af anden videregående vandbehandling kan der være krav om efterfølgende desinfektion af vandet for at sikre mod eftervækst. UV-behandling kan i kombination med kulfiltrering og/eller kemisk oxidation også anvendes ved rensning for miljøfremmede stoffer. Et UV-anlæg fungerer ved at udsende ultraviolet lys, som med den rette UV-dosis kan inaktivere mikroorganismer, så disse ikke kan formere sig. Dosen er defineret som intensiteten af UV lyset ganget med eksponeringstiden. Intensiteten bestemmes af selve UV-lampen (den installerede effekt), afstanden fra lyskilden og vandets UV-transmission (UV-T), som er et udtryk for vandets evne til at lade UV-lys passere. For en lang række bakterier er en reduktion på over 99 % blevet konstateret ved UV-doser på 50-400 J/m², mens en reduktion på 99,99 % kan kræve 100-700 J/m². I Danmark anvendes typisk UV-doser omkring 400 J/m², og denne behandling giver ikke nogen signifikante ændringer i vandkvaliteten, hverken med hensyn til pH, korrosivitet, turbiditet, NVOC eller dannelse af biprodukter.
Tekniske forhold	UV anlæg kræver et relativt lille areal og kan normalt forholdsvis let indpasses på eksisterende vandværker. Den mest almindelige placering af UV anlægget er efter rentvandstanken, men i enkelte tilfælde placeres UV-aggregatet før rentvandstanken.

Teknisk beskrivelse	
	Der anvendes typisk enten lavtryks eller mellemtrykslamper. Forskellen er, at lavtrykslamper har mindre energiforbrug men fylder mere end de kompakte mellemtrykslamper.
Særlige fokus-punkter	➤ Algevækst: Der er i enkelte tilfælde påvist algevækst i rørsystemet umiddelbart uden for UV-anlægget. ➤ Rengøring: Dannelse af belægninger på kvartsglas og intensitetsmåler som kræver intervalvis rengøring ➤ Levetid af lamper ➤ Korrekt UV dosis til specifikke mikroorganismer
Referencer	Miljøministeriet. Naturstyrelsen. UV-behandling. Fordele og ulemper ved anvendelse som ekstra sikkerhed i drikkevandsforsyningen. 2013.

Anbefalinger til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Forsyningssikkerhed	Back-up	- Hvis UV-anlæg installeres forebyggende, er det ikke nødvendigt med back-up i form af dublerende UV-anlæg. - Hvis UV installeres i en akut forureningssag bør der være back-up eller anden mulighed for forsyning.
	Dimensionering	- UV-anlæg skal kunne imødekomme det maksimale vandbehov ved en given UV-transmittans (UV-T). Dette fastlægges ud fra målinger af det aktuelle vands UV-T samt en vurdering af det maksimale behov for kapacitet i UV-anlægget. - Dokumentation af, hvordan anlægget er dimensioneret, herunder beskrivelse af, hvor store variationer i UV-transmittansen, det aktuelle UV-anlæg kan håndtere. - Der henvises til Naturstyrelsens vejledning fra 2013 om: UV-behandling, <i>Fordele og ulemper ved anvendelse som ekstra sikkerhed i drikkevandsforsyningen</i>.
Overvågning	On-line måling	- Flowmåler. - Evt. UV-T måler, hvis der er risiko for store variationer i råvand. - Lyssensor, som giver alarm, hvis lys-intensiteten falder, og den foreskrevne UV-dosis ikke kan overholdes.
	Vandanalyser	- Bakteriologisk kontrol før og efter anlæg med fast frekvens.
	Logbog	- Journal med notering af vigtige drifts- og vedligeholdelsesforhold, herunder hvornår lamper er skiftet og rengøring foretaget. Logbogen bruges eksempelvis ved afdækning af eventuelle årsagssammenhænge ved en bakteriologisk hændelse.

Anbefalinger til vilkår		
Hovedemne	Delemne	Anbefaling til vilkår
Indkøring og manualer	Indkøring	- Dokumentation for at anlægget er indkørt og justeret forud for idriftsættelse ved udfyldelse af kontrolskema fra indkøringen, hvor anlæggets funktioner testes.
	Manual for drift og vedligehold	- Manual for drift og vedligehold med angivelse af forventet serviceinterval herunder interval for udskiftning af vigtigste sliddele som lamper, viskere mv.
Drift og vedligehold	Rensning	- For at forhindre belægnings kan anlæggene udstyres med en rengøringsfunktion, som manuelt eller automatisk kan holde kvartsrørene rene. - Anlægget forberedes for rengøring for algevækst – enten manuelt eller kemisk.
	Reservedele	- Der kan stilles krav om, at lamperne skal udskiftes efter et bestemt antal driftstimer, eller når UV dosis tilsiger det.
	Arbejdsmiljø	- Servicing af UV-anlæg må kun varetages af medarbejdere i forsyningen, som har gennemgået et kursus af leverandøren. - Hvis der bruges kemikalier til rengøring af lamperne bør der foreligge klare instrukser vedrørende rengøring samt værnemidler i form af handsker og beskyttelsesbriller. - UV-lamper indeholder kviksølv eller amalgam, hvorfor der bør foreligge instrukser og værnemidler til håndtering af lamper, hvis disse går i stykker samt krav til bortskaffelse af brugte lamper.
	Kalibrering	- Lyssensoren kontrolleres med faste intervaller, typisk én gang om året. Kontrollen skal udføres af medarbejdere, som har fået en udførlig instruks af leverandøren. - Kalibrering bør foretages af producenten.
Dokumentation		- Der kan stilles krav om, at anlæggets effekt over for vira, parasitter og bakterier dokumenteres med en uafhængig certificering, eksempelvis i henhold til den amerikanske US-EPA eller tyske DVGW, hvilket øger sikkerheden for anlæggets funktion og effektivitet.

Bilag 2. Forslag til dialogskemaer

Teknisk redegørelse		Er punktet relevant i forhold til den ansøgte teknologi?	
		Ja	Nej
1.	Nuværende forhold		
1A	Råvandskvalitet		
1B	Nuværende vandbehandlingsanlæg		
1C	Vandkvalitet igennem det nuværende anlæg		
2	Begrundelse for ansøgning		
2A	Mulige årsager		
3	Valg af teknologi		
3A	Fordele og ulemper		
4	Ansøgning		
4A	Teknisk beskrivelse		
4B	Design og robusthed		
4C	Forventet effekt på vandkvaliteten		
4D	Dokumentation		
4E	Risikovurdering		
4F	Plan ved nedbrud af anlæg		
4G	Tekniske tegninger		
4H	Ind- eller tilbygning i eksisterende bygningsmasse		
4I	Forbrugsstoffer		
4J	Afledte effekter		
	- Støj, vibrationer, trafik		
	- Restprodukter		
	- Spildevand		
	- Luftemission		
	- Andet?		
4K	Service og vedligeholdelse		
5	Forsyningssikkerhed		
5A	Risikofaktorer i anlægsfasen		
5B	Tidsplan for anlæg og indkøring		
5C	Indkøringsprogram		
5D	Drifts- og vedligeholdelsesprogram		

Økonomisk redegørelse		Er punktet relevant i forhold til den ansøgte teknologi?	
		Ja	Nej
1.	Anlægsøkonomi		
1A	Anlægspris		
1B	Alternative løsningsmuligheder		
1C	Afskrivningsperiode		
2	Driftsøkonomi		
2A	Energibehov		
2B	Forbrugsstoffer		
2C	Bortskaffelse af restprodukter		
2D	Tilsyn og servicering		
3	Samfundsøkonomiske aspekter		
3A	Fordele og ulemper		
4	Forventet vandpris		
4A	Konsekvensberegning		
4B	Relation til takstblad og prisloft		

Miljømæssig redegørelse		Er punktet relevant i forhold til den ansøgte teknologi?	
		Ja	Nej
1.	Ressourceforbrug		
1A	Forbrugsstoffer		
1B	Energiforbrug		
2	Miljøeffekter		
2A	Rest- og affaldsprodukter		
2B	Jord og grundvand		
2C	Søer og vandløb samt hav		
2D	Luft		
2E	Støj		
2F	Miljøledelse		
3	Relation til øvrig lovgivning		
3A	Arbejds miljø, fysisk, kemisk og biologisk		
3B	Sundhedsmæssige forhold		

Screening af ansøgning for potentielle konfliktområder				
		Ja	Nej	Uddyb
1.	Planmæssige forhold			
1A	Kommunale planer (natur- og miljøplaner, sektorplaner (vand/spildevand/vandløb), kommune- og lokalplaner)			
1B	Statslige planer (Natura 2000)			
1C	Statslige strategier for beskyttelse af grundvandsressource samt vandkredsløb			
1D				
1E				
2	Ressourcemæssige forhold			
2A	Er der tale om en knap grundvandsressource?			
2B	Vil den ansøgte teknologi give anledning til et forøget vand-/ressourceforbrug?			
2C	Er vandindvindingen i ligevægt med vandkvalitet og vand-balance?			
2D	Hvis grundvandsressourcen er forurenet, er forureningen da af midlertidig karakter?			
2E	Er der et permanent skred i den generelle vandkvalitet?			
2F				
3	Samfundsmæssige hensyn			
3A	Vil indførelse af teknologien give en folkesundhedsmæssig gevinst?			
3B	Vil indførelse af teknologien give energi-/ ressource-besparelser?			
3C	Vil alternative (mindre tekniske) løsninger være væsentlig dyrere at implementere (proportionalitetsprincippet)?			
3D				
4	Tekniske løsninger			
4A	Er der tale om en gennemprøvet teknologi?			
4B	Er den ansøgte teknologi omfattet af en miljøgodkendelse af listevirksomheder?			
4C	Er der behov for forsøg for at underbygge løsningen?			
4D				
4E				

Vejledning om videregående vandbehandling

Denne vejledning henvender sig til ejere af almene vandforsyningsanlæg, der påtænker at etablere videregående vandbehandling, og til kommuner, der skal træffe afgørelse om tilladelse til videregående vandbehandling efter vandforsyningslovens § 21. Vejledningen beskriver de juridiske og praktiske problemstillinger og afvejninger, der måtte opstå eller bør vurderes i forbindelse med beslutninger om etablering af videregående vandbehandling.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk