

Ishøj Kommune
Ishøj Store Torv 20
2635 Ishøj
Att.: Lone Annbritt Jacobsen

Vandressourcer & Miljø
Direkte tlf. 2795 4016
E-mail nebu@hofor.dk
Dato 29.04.2016

Ansøgning om tilladelse til blødgøring af vandet fra Værket ved Thorsbro ved hjælp af kalkfældning

HOFOR ansøger hermed om tilladelse til blødgøring af vandet fra Værket ved Thorsbro ved hjælp af kalkfældning i henhold til § 21 i "Lov om vandforsyning mv." (LBK nr. 1584 af 10/12/2015).

Indhold

1. Baggrund.....	2
2. Ansøgning om blødgøring af vandet på Værket ved Thorsbro	2
3. Forbrugernes holdninger og behov	5
4. Samfundsøkonomiske beregninger for HOFORs ejerkommuner	5
5. Sundhedsmæssige problemstillinger	5
6. HOFORs valg af metode	6
7. Pelletanlæg til kalkfældning på Værket ved Thorsbro	7
8. Vandkvalitet.....	8
9. Beskrivelse af den kommende vandbehandling på Værket ved Thorsbro.....	9
10. Pilotforsøg på Værket ved Thorsbro	9
11. Resultater af test med kalkfældning på Værket ved Marbjerg, Brøndbyvester Vandværk, Værket ved Søndersø og Værket ved Lejre.....	10
12. Kommunikation til HOFORs kunder om blødere vand	10
13. Sammenfatning og det videre forløb.....	11
14. Bilag	12

1. Baggrund

Inden for de senere år har der blandt politikerne på Christiansborg været fokus på fordelene ved at reducere indholdet af kalk i drikkevandet, specielt i den østlige del af Danmark. I *"Handlingsplan til sikring af drikkevandskvaliteten"*, som Miljøstyrelsen udsendte i december 2010, er der et afsnit om blødgøring af drikkevand, hvori det angives, at det er vigtigt at tilvejebringe større viden om emnet.

Som følge af denne handlingsplan blev redegørelsen *"Central blødgøring af drikkevand af COWI i april 2011 for: Naturstyrelsen, DANVA, Århus Vand, Vandcenter Syd, Nordvand & Københavns Energi"* udarbejdet. Heri tilvejebringes viden om effekten af at blødgøre drikkevandet, for både små og store vandforsyninger – herunder de samfundsøkonomiske og eventuelle sundhedsrelaterede konsekvenser af blødgøring. Den overordnede sammenfatning viser en samfundsøkonomisk gevinst ved indførelse af central blødgøring af drikkevand.

Miljøministeriet lancerede desuden i starten af 2015 *"Rent drikkevand – 9 initiativer til rent drikkevand i fremtiden!"*. Et af initiativerne omhandler, at Miljøministeriet vil gøre det lettere for kommunerne at reducere kalkindholdet i drikkevandet, hvoraf det kan udledes, at Miljøministeriet fortsat mener, at blødgøring kan være en idé i områder med naturligt hårdt vand.

HOFOR har løbende fået henvendelser fra forbrugere og boligselskaber, som ønsker det hårde vand blødgjort. På baggrund af ovenstående besluttede HOFOR derfor at undersøge holdningerne til blødere vand blandt borgerne i København (2011) og Brøndby (2013). Disse undersøgelser viste, at 75% af de private forbrugere fortrækker blødgjort vand frem for hårdt. Det samme gælder for erhvervsvirksomheder. Svenske og hollandske erfaringer med indførelse af blødere vand viser, at forbrugerne er meget positive og at vandforsyningerne får færre klager, bl.a. udtrykker 95% af forbrugerne hos det hollandske vandselskab Limburg, at de er positive.

2. Ansøgning om blødgøring af vandet på Værket ved Thorsbro

På baggrund af ovennævnte rapporter og forbrugerundersøgelser igangsatte HOFOR de indledende undersøgelser om muligheden for indførelse af blødgøring af vandet på HOFORs vandværker. Der er som følge heraf udarbejdet en udrulningsplan for renovering af og blødgøring på HOFORs vandværker. Udrulningsplanen er godkendt af HOFORs bestyrelse og løber i perioden frem til forventeligt 2024.

Brøndbyvester Vandværk er det første lokale værk, hvor HOFOR har fået tilladelse til at blødgøre vandet, og det forventes at levere blødgjort vand til kunderne i Brøndby Kommune i 2016. Det første af de regionale vandværker i udrulningsplanen er Værket ved Sønderød, hvor der pt. er ansøgt om tilladelse til blødgøring af vandet og tilbagemelding fra Furesø Kommune forventes i maj 2016. Værket ved Marbjerg og

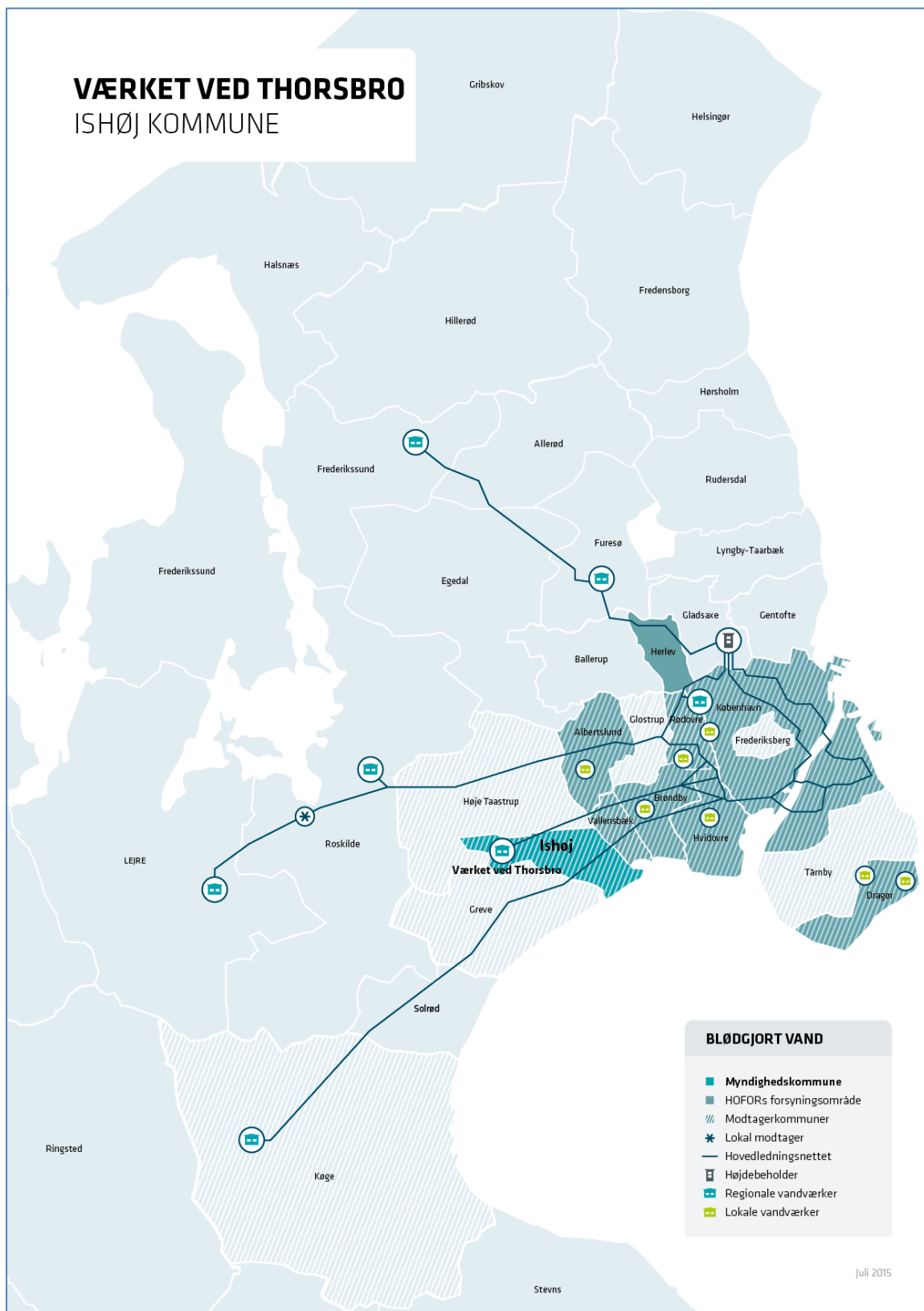
Værket ved Lejre er de næste regionale værker, hvor HOFOR har ansøgt om tilladelse til blødgøring af vandet. Tilladelse til blødgøring blev opnået i hhv. december 2015 og januar 2016. Værket ved Thorsbro er det næste af de regionale Værker, hvor HOFOR ønsker at indføre blødgøring af vandet.

HOFOR ansøger hermed Ishøj Kommune om tilladelse til blødgøring af vandet fra Værket ved Thorsbro ved hjælp af kalkfældning i henhold til § 21 i "Lov om vandforsyning mv." (LBK nr. 1584 af 10/12/2015). For Værket ved Thorsbro vil det være ideelt at reducere vandets hårdhed fra ca. 22 °dH til ca. 10 °dH i det færdige drikkevand.

Ved væsentlige ændringer af bestående vandbehandlingsanlæg er det vurderet, at myndigheder, der har en interesse i sagen, skal høres (jvf. Vandindvindingsbekendtgørelsen, BEK nr. 154 af 25/02/2016). I dette tilfælde er det modtagere af vandet fra Værket ved Thorsbro.

Kortet i figur 1 viser hvilke kommuner, der vil kunne komme til at modtage blødgjort vand fra Værket ved Thorsbro, som Ishøj Kommune er myndighed for.

HOFOR ønsker at implementere blødgøring i vandbehandlingen i forbindelse med modernisering af Værket ved Thorsbro. Moderniseringen, herunder myndighedsprocessen i forbindelse med ønsket om indførelse af blødgøring af vandet, er planlagt til at skulle foregå i perioden 2016-2021. Blødgjort drikkevand med en hårdhedsgrad på ca. 10 °dH vil derfor kunne modtages fra værket fra forventeligt 2021.



Figur 1: Kort over modtagere af vand fra Værket ved Thorsbro.

3. Forbrugernes holdninger og behov

Som nævnt i indledningen har HOFOR udført repræsentative og statistisk signifikante forbrugerundersøgelser blandt Københavns borgere (2011) og Brøndbys borgere (2013). Begge undersøgelser viser, at 75% af de private forbrugere foretrækker blødgjort vand frem for det hårde vand. De vægter især miljøfordele som mindre forbrug af sæbe, kemikalier og energi samt mindre rengøring og afkalkning¹. Samtidige undersøgelser blandt et udsnit af erhvervskunder i begge kommuner viser, at flertallet af erhvervskunderne ligeledes ønsker blødere vand, og at de især vægter de økonomiske besparelser, som kan opnås gennem blødgøring af vandet så som markant øget levetid på installationer, mindre afkalkning og vedligehold samt mindsket energitab². Se endvidere bilag 1 for en sammenfatning af forbrugerundersøgelserne.

4. Samfundsøkonomiske beregninger for HOFORs ejerkommuner

COWI, som forestod den samfundsøkonomiske vurdering af central blødgøring af vand i husholdninger i Naturstyrelsens rapport "Central blødgøring af drikkevand" fra 2011, foretog efterfølgende beregninger af de samfundsøkonomiske effekter specifikt for København (2012) og for alle HOFORs ejerkommuner (2014). I disse beregninger blev etageboligers særlige forhold inddraget såvel som effekter for kontorbygninger og hoteller. Rapporten fra COWI fra 2014 vedrørende alle HOFORs ejerkommuner findes i bilag 2 og en sammenfatning af beregningerne fremgår af bilag 3.

Det samlede resultat af COWIs samfundsøkonomiske beregninger viser, at fordelene ved kalkfældning blandt andet er markant længere levetid på installationer, reduktion af kemikalieforbruget i private hjem og virksomheder, mindre energiforbrug til husholdningsapparater og varmeanlæg, reduktion af CO₂-udledning, mindre slid på husholdningsmaskiner samt lettere rengøring i hjemmet og i industrien. Ulemperne er blandt andet tilsætning af fældningskemikalie samt risiko for flere cariestilfælde. Når fordele og ulemper gøres op for HOFORs ejerkommuner, kan den samfundsøkonomiske konsekvens af central blødgøring opgøres til en gennemsnitlig besparelse på 4,40 kr./m³ vand, se vedlagte bilag 2 og 3. Heri er indregnet udgifter til afskrivning og drift af anlæg til kalkfældning på vandværkerne.

5. Sundhedsmæssige problemstillinger

I forbindelse med forslaget om den ændrede vandbehandling med blødgøring har det givet anledning til spørgsmål om de sundhedsmæssige aspekter ved fjernelsen af

¹ Analyse Danmark: "Københavns Energi. Panelundersøgelse om blødgøring af vand", feb. 2011. Analyse Danmark: "Undersøgelse af holdninger til vand i Brøndby Kommune", juni 2013.

² Modus Kommunikation: "Sammenfatning af fem kundeundersøgelser ang. central blødgøring af vandet i Københavns Kommune", 15.8.2012.

Modus Kommunikation: "Kvalitativ undersøgelse ang. central blødgøring af vand blandt erhvervskunder i Brøndbys forsyningsområde", 29.8.2013.

calcium fra drikkevandet. For at undersøge de sundhedsmæssige effekter af kalkfældning på vandværker med pelletmetoden (se afsnit 6 og 7 for beskrivelse af metoden), har DTU for HOFOR undersøgt og udarbejdet en rapport vedrørende dette. Af rapporten fremgår det blandt andet at:

- der er set en stor reduktion i caries over de seneste årtier, der skyldes andre forhold end drikkevandskvaliteten
- cariesforekomsten er påvirket af en lang række faktorer fx tandhygiejne, genetik, kostsammensætning og tandplejetilbud
- fluoridindholdet i drikkevand er påvist at have betydning for cariesforekomsten. Ved blødgøring ved pelletmetoden ændres ikke ved fluoridindholdet i vandet
- det ikke vurderes sandsynligt, at calciumindholdet i drikkevandet påvirker risikoen for hjertekarsygdomme. Magnesiums betydning for hjertekarsygdomme er kommet i fokus og ved blødgøring med pelletmetoden ændres magnesiumindholdet i drikkevandet ikke.

Som det fremgår af rapporten, er der stor usikkerhed forbundet med forudsigelse af cariesniveauet efter blødgøring pga. de mange medvirkende faktorer og manglende viden om de grundlæggende processer for calciums betydning for caries. Udlandets brug af blødgøring gennem adskillige år har dog ikke givet anledning til bekymring i de pågældende lande.

En detaljeret fremstilling af de sundhedsmæssige effekter findes i bilag 4 "*Redegørelse om sundhedseffekter af blødgøring i København specielt med fokus på caries, Notat fra DTU Miljø, februar 2012*".

I forbindelse med de hidtidige ansøgninger om blødgøring på HOFORs vandværker, har Sundhedsstyrelsen v/Embedslægen³ blandt andet udtalt, at det alt i alt er Sundhedsstyrelsens vurdering, at fordelene i forbindelse med det pågældende projekt formentlig vil være større end ulemperne, og at det vil være forsvarligt, at myndighedskommunen giver tilladelse til den påtænkte blødgøring af drikkevandet.

6. HOFORs valg af metode

Til blødgøring af vand på vandværkerne har HOFOR valgt den såkaldte pelletmetode, hvor kalk udfældes på sandkorn ved tilsætning af en base. Denne metode, der er særligt anvendelig på store anlæg, anvendes i Sverige og Holland, hvor de gennem mange år problemfrit har anvendt kalkfældning ved central blødgøring.

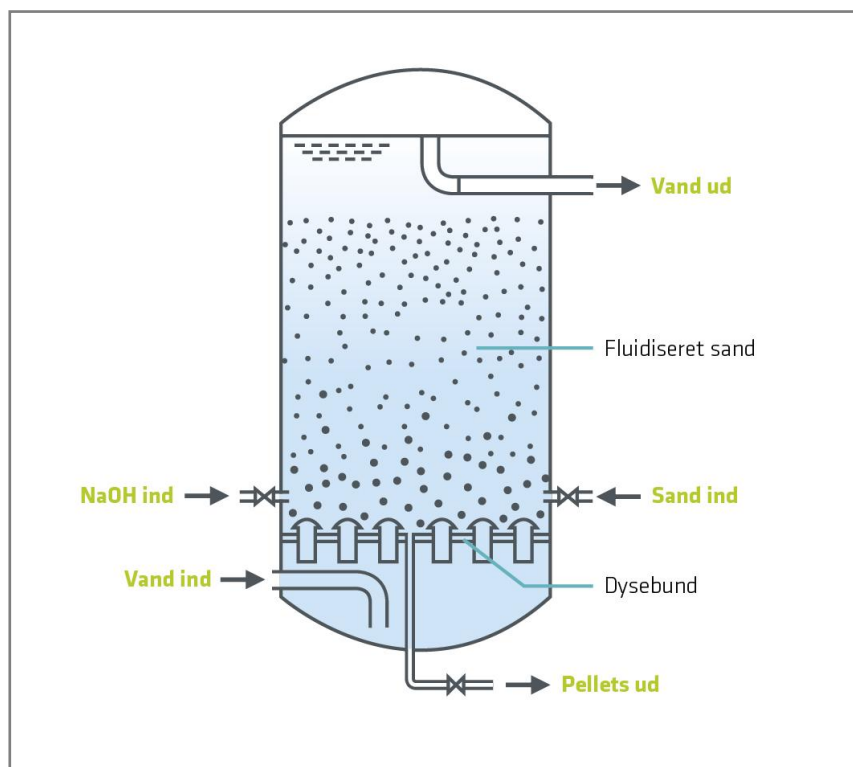
Valget af base afhænger af hvilken reduktion i vandets kalkindhold, der ønskes. HOFOR har valgt at anvende natriumhydroxid til formålet, da dette giver den ønskede

³ Mail fra Sundhedsstyrelsen Embedslægeinstitution Øst til Brøndby Kommune d. 30.09.2013, til Furesø Kommune d. 26.01.2015 og til Roskilde Kommune d. 24.08.2016.

hårdhedsreduktion, således at det blødgjorte vand stadig kan opblandes med hårdt vand uden at vandet bliver kalkaggressivt og dermed kan forårsage tæring af ledningsnettet. Dette er vigtigt, da der i praksis vil være forhold, hvor muligheden for en opblanding mellem blødgjort og hårdt vand vil være til stede, da HOFOR også fremover skal kunne levere vand til forsyninger, som ikke har blødgjort vand.

7. Pelletanlæg til kalkfældning på Værket ved Thorsbro

Kalkfældningen finder sted i en såkaldt pelletreaktor, hvor råvand tilføres under en dysebund i bunden af reaktoren, se figur 2. I reaktoren, der er ca. 7 m høj, svæver fint sand ved hjælp af en opadgående vandstrøm på ca. 100 m/time. Sandet er vasket og rensat kvartssand med en kornstørrelse på ca. 0,2-0,4 mm.



Figur 2: Pelletreaktor til kalkudfældning.

Kalkfældningen startes ved at tilsætte natriumhydroxid (NaOH) til vandet lige over dysebunden. Natriumhydroxiden er af fødevarer kvalitet og med en koncentration på 27,65%. For at fordele natriumhydroxid jævnt i reaktoren skal det opblandes med vand blødgjort til en hårdhedsgrad på mindre end 0,1 °dH. En delstrøm af det producerede vand på Værket ved Thorsbro blødgøres fuldstændigt ved ionbytning inden det opblandes med natriumhydroxid. Ionbytteren regenereres med saltopløsning. Tilsætningen af natriumhydroxid til pelletreaktoren øger pH-værdien af vandet fra ca. 7 til ca. 9, hvilket starter kalkfældningen, som finder sted på de svævende sandkorn. Det er krystallinsk calciumcarbonat, der udfældes på sandkornene, som dermed danner de

så kaldte pellets, der bliver stadig større og til sidst falder mod bunden af reaktoren, hvor de dagligt udtømmes. Der tilføres løbende fint rensed sand til erstatning for de pellets, der tappes fra reaktoren.

Sammen med udfældning af calciumcarbonat udfældes også langt det meste af råvandets jern- og manganindhold. Samlet giver det nogle meget hårde pellets med en størrelse på ca. 1-2 mm.

For at udnytte reaktoren mest optimalt, har vandet, der løber ud fra toppen af reaktoren, en hårdhed på ca. 7 °dH. Vandet indeholder en del fine kalkpartikler, samt et lille overskud af den tilsatte natriumhydroxid, som skal fjernes inden næste procestrin. Vandets indhold af overskydende natriumhydroxid neutraliseres med kulsyre (CO₂), således at pH-værdien bliver mindre end 8. Det blødgjorte vand med en hårdhedsgrad på ca. 7 °dH tilsættes derefter ubehandlet råvand for at hæve hårdhedsgraden til de ønskede 10 °dH i det færdige drikkevand.

Processen kører fuldautomatisk og kontrolleres kontinuert ved hjælp af målinger af pH, konduktivitet og turbiditet, så det sikres, at der ikke sker procesfejl.

8. Vandkvalitet

Den fremtidige vandkvalitet vil være påvirket af hvilke kemikalier og råvarer, der tilsættes i forbindelse med kalkfældningsprocessen. I bilag 5 fremgår både den nuværende vandkvalitet samt den beregnede fremtidige vandkvalitet for Værket ved Thorsbro.

Det tilsatte kvartssand skal renses og desinficeres i en cyklon inden tilsætning til reaktoren, og det vil dermed ikke bidrage med bakterier.

Den tilsatte natriumhydroxid er af fødevarekvalitet og vil derfor ikke indeholde spor af andre kemikalier og dermed kun bidrage til vandkvaliteten med den mængde natrium, der tilsættes ved processen. Det resulterende natriumindhold vil holde sig langt under grænseværdien for natrium i drikkevand.

Den tilsatte mængde CO₂ vil kun bidrage med hydrogencarbonat og det ønskede pH-fald i vandet.

Kalkfældningen reducerer alene vandets indhold af calcium og hydrogencarbonat. Der ændres ikke på vandets indhold af magnesium og fluorid, der især er vigtige parametre for hjertekarsygdomme og tandsundhed.

Ved kun at reducere hårdheden til 10 °dH undgås kemiske reaktioner, når vandet efterfølgende ved distribution kan blandes med vand af anden hårdhed, ligesom tæring af rørene undgås.

Den mikrobiologiske kvalitet af vandet bliver ikke påvirket ved kalkfældningsprocessen, da det tilsatte sand bliver desinficeret inden tilsætning, og natriumhydroxid og CO₂ er rene kemikalier.

HOFOR arbejder endvidere efter Dokumenteret Drikkevands Sikkerhed (DDS) og er certificeret i henhold til fødevarerstandarden ISO 22000. I den forbindelse arbejder HOFOR systematisk med risikostyring, tilsyn, driftskontrol, vedligehold og hygiejne af vandforsyningens processer og anlæg. Dette vil også komme til at gælde den ansøgte proces.

9. Beskrivelse af den kommende vandbehandling på Værket ved Thorsbro

Den nuværende vandbehandling på Værket ved Thorsbro omfatter beluftning og filtrering af råvand fra Havdrup, Karlsunde, Lyksager, Tåstrup-Valby og Ishøj kildepladser, som fjerner jern, mangan og ammonium. Råvand fra Thorsbro kildeplads bliver UV- behandlet og beluftet før det løber til rentvandstanken. Vand fra Solhøj kildeplads beluftes på kildepladsen og løber derefter direkte til rentvandstanken på Værket.

Ved den kommende vandbehandling vil ca. 80 % af råvandet ledes direkte til kalkfældningen. Efter kalkfældningen tilsættes CO₂, for regulering af pH-værdien. Ubehandlet råvand tilsættes således, at den ønskede hårdhed på 10 °dH opnås. Herefter beluftes vandet til 80-90% iltmætning. Derpå skal vandet filtreres for at fjerne de medfølgende kalkpartikler og vandets indhold af ammonium samt resterende indhold af jern og mangan. Se vedlagte principskitse i bilag 6.

10. Pilotforsøg på Værket ved Thorsbro

HOFOR har i 2011-2012 opbygget og testet et pilotanlæg på Værket ved Marbjerg til at udføre forsøg med kalkfældning. Anlægget er efterfølgende blevet anvendt til test på Brøndbyvester Vandværk og Værket ved Søndersø i 2014 og Værket ved Lejre i 2015. I perioden fra juli 2016 til marts 2017 ønsker HOFOR at udføre pilotforsøg med blødgøring og filtrering af vandet på Værket ved Thorsbro. Ansøgning herom er sendt til Ishøj Kommune d. 1. marts 2016. Vandet fra pilotanlægget vil *ikke* indgå i drikkevandsproduktionen. Afrapportering af pilotforsøget vil blive fremsendt til Ishøj Kommune efter udførelse af forsøget.

Pilotanlægget er opbygget som en model af et minivandværk med en max. kapacitet på ca. 1 m³ vand/time. For at skabe plads til den ca. 7 meter høje pelletreaktor er anlægget blevet opbygget i 3 containere, der står oven på hinanden for lettere at kunne flyttes fra

sted til sted. Pilotanlægget vil blive tilpasset de givne forhold på Værket ved Thorsbro og forsøgsresultaterne skal danne grundlag for kravspecifikationen til den efterfølgende detailprojektering af den ønskede vandbehandling.

11. Resultater af test med kalkfældning på Værket ved Marbjerg, Brøndbyvester Vandværk, Værket ved Søndersø og Værket ved Lejre

De foreløbige forsøg har vist, at kalkfældningsprocessen fungerer som planlagt. Den er meget robust og let at kontrollere. Den styres ved hjælp af kontinuerlige pH-målinger med alarmer ved udløb fra reaktoren, efter CO₂-doseringen samt efter filtreringen. Desuden måles kontinuerligt turbiditet og konduktivitet ved udløb fra reaktoren samt efter filtreringen. Tryk måles kontinuerligt ved bunden af pelletreaktoren for at få et mål for den udfældede mængde kalk og dermed udviklingen i pelletstørrelsen. Forsøgene har vist, at ca. 90-95% af vandets jernindhold og op til 100% af vandets manganindhold, (samt at 40% af nikkelinholdet i vandet fra Brøndbyvester Vandværk) medudfældes ved kalkfældningen.

Test af den efterfølgende enkeltfiltrering forløb som forventet med fjernelse af de medfølgende kalkpartikler, den normale omsætning af ammonium ved nitrifikation samt fjernelse af den resterende mængde jern og mangan. Vandet havde ved udløbet fra enkeltfiltreringen drikkevandskvalitet.

De dannede pellets består af sand med den udfældede mængde kalk, jern og mangan. NaturErhvervsstyrelsen under Miljø- og Fødevareministeriet har givet HOFOR tilladelse til, at de dannede kalkpellets kan anvendes som jordforbedringsmiddel.

12. Kommunikation til HOFORs kunder om blødere vand

I forbindelse med udrulningen af blødgøring på HOFORs vandværker vil HOFOR gennemføre informationskampagner målrettet de berørte forbrugere, boligselskaber og virksomheder i HOFORs forsyningsområde. Informationskampagnerne vil omhandle ændringen i vandkvaliteten fra hårdt til blødere vand med oplysning om fordelene ved blødere vand samt hvad kunderne selv skal gøre, primært halvere deres sæbeforbrug og indstille opvaskemaskiner til blødere vand.

HOFOR har i april 2016 udarbejdet en folder "*Mindre kalk i vandet – Blødere vand til forbrugerne*"⁴ til brug for generel information af HOFORs kunder og forbrugere. Folderen beskriver hvad blødere vand er, fordelene ved blødere vand frem for hårdt vand, hvad der sker på vandværket og processen omkring udrulning af blødere vand i HOFORs forsyningsområde.

⁴ Folderen findes på www.hofor.dk og kan også rekvireres ved henvendelse til HOFOR

Første informationskampagne gennemføres i Brøndby Kommune i forbindelse med opstarten af blødgøringsanlægget på Brøndbyvester Vandværk og HOFORs hjemmeside vil løbende blive opdateret om informationskampagnen.

13. Sammenfatning og det videre forløb

For at give borgerne i HOFORs forsyningsområde og øvrige modtagerkommuner en forbedret vandkvalitet og samtidig udnytte de samfundsmæssige gevinster, der er ved at blødgøre vandet, ansøger HOFOR med indeværende ansøgning om en principiel tilladelse til at etablere blødgøring af hele den leverede vandmængde fra Værket ved Thorsbro ved hjælp af kalkfældning.

Tilladelsen (Trin I), der ønskes som følge af indeværende ansøgning, skal give principiel tilladelse til blødgøring af vandet på Værket ved Thorsbro. Forudsat at HOFOR modtager den principielle tilladelse fra Ishøj Kommune vil detailprojekteringen opstarte. Dette vil munde ud i en ansøgning om endelig procestilladelse inkl. blødgøring (Trin II) med tilhørende vilkår om kontrol og tilsynsprogram, samt ansøgning om øvrige tilladelser fx byggetilladelse og eventuelle dispensationer mv.

Pilotforsøg til test af blødgøring på Værket ved Thorsbro ønskes gennemført i perioden fra juli 2016 til marts 2017, i henhold til tidligere fremsendt ansøgning (Trin 0) og skal danne grundlag for kravspecifikation til den efterfølgende detailprojektering og procesansøgning.

I forbindelse med HOFORs ansøgning om den principielle tilladelse fra Ishøj Kommune får modtagerkommunerne mulighed for i en høringsperiode at tilkendegive deres holdning til blødgøring af vandet fra Værket ved Thorsbro. I høringsprocessen af modtagerkommunerne stiller HOFOR sig gerne til rådighed med uddybende information om blødere vand og udrulningsprocessen for blødgøringsanlæg på HOFORs vandværker. Dette vil kunne ske efter aftale og i samarbejde med Ishøj Kommune.

Med venlig hilsen

Neel Bussenius

14. Bilag

- Bilag 1 Sammenfatning af forbrugerundersøgelser i København og Brøndby, HOFOR 2014

- Bilag 2 Samfundsøkonomisk vurdering af blødgøring af vand til husholdninger i HOFORs ejerkommuner, COWI 2014

- Bilag 3 Sammenfatning af samfundsøkonomisk vurdering af blødgøring af vand til husholdninger i HOFORs ejerkommuner, HOFOR 2014

- Bilag 4 Redegørelse om sundhedseffekter af blødgøring i København specielt med fokus på caries, Notat fra DTU Miljø, februar 2012

- Bilag 5 Vandkvalitet – Værket ved Thorsbro

- Bilag 6 Principskitse for vandbehandling med blødgøring