

# Blødt Vand

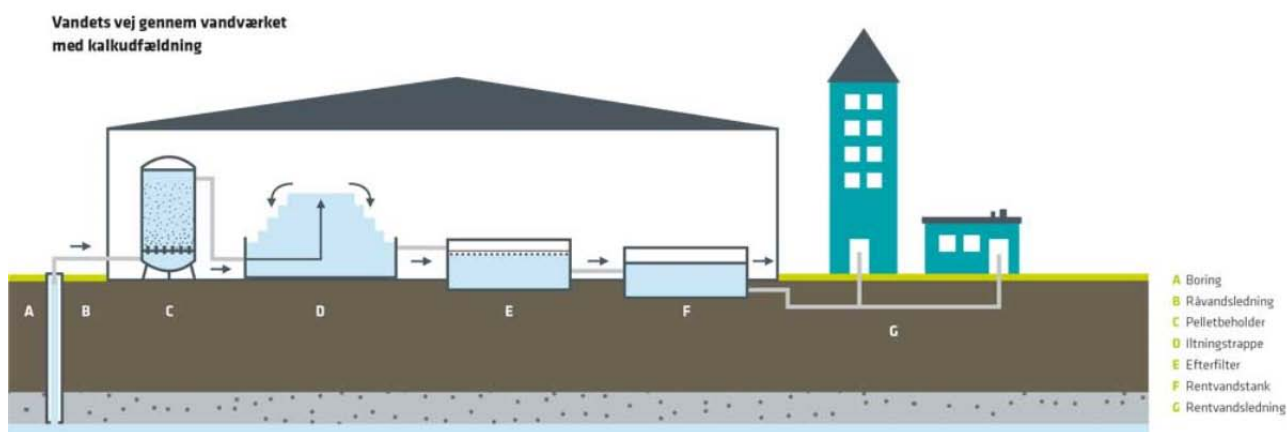
## En udredning af de økonomiske, forbrugermæssige, klima- og miljømæssige gevinster ved at reducere kalkindholdet

Borgerrepræsentationen vedtog den 31. oktober 2013 et medlemsforslag stillet af Socialdemokraterne og Enhedslisten om reduceret kalk i den københavnske vandforsyning (BR 2013-0237022).

Medlemsforslagets at-punkter er følgende:

At Københavns Kommune anmoder HOFOR om at iværksætte en udredning af de økonomiske, forbrugermæssige, klima- og miljømæssige gevinster ved at reducere kalkindholdet i den københavnske vandforsyning, samt

At der på baggrund af denne udredning udarbejdes et beslutningsoplæg, så Borgerrepræsentationen kan tage stilling til, om Borgerrepræsentationen skal anmode HOFOR om at arbejde videre med at investere i kalkudfældning med henblik på at reducere mængden af kalk i drikkevandet i de kommuner HOFOR leverer vand til, herunder Københavns Kommune, og om kalkudfældningen kan indgå som et miljø- og servicemål i prisloftreguleringen.



Juli 2014, version 1

Forretningsanalyse

Sidst gemt: 26-08-2014 12:45:00

Filnavn: P:\Blødt Vand\05\_Rapporter\HOFOR BC forår 2014\BC\Beslutningsoplæg til KKBR\HOFOR blødt vand udredning\_020714.docx

**INDHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>BAGGRUND.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>METODEN DER BENYTTES TIL BLØDGØRING.....</b>	<b>5</b>
2.1	HOFORS VALG AF METODE .....	5
2.2	TEST PÅ MARBJERG OG BRØNDBYVESTER.....	5
2.3	VANDKVALITET .....	6
2.4	PELLETS.....	6
<b>3</b>	<b>BLØDT VAND I BRØNDBY .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>UDRULNING AF BLØDT VAND I RESTEN AF HOFOR .....</b>	<b>10</b>
4.1	TILLADELSER .....	10
4.2	FORBRUGERNE OG VANDKVALITET .....	11
<b>5</b>	<b>KOMMUNIKATION .....</b>	<b>13</b>
5.1	FORBRUGERUNDERSØGELSER I KØBENHAVN OG BRØNDBY.....	13
5.2	KOMMUNIKATIONSTILTAG I BRØNDBY.....	14
5.3	KOMMUNIKATIONSTILTAG I FORHOLD TIL KØBENHAVN OG ØVRIGE AFTAGERKOMMUNER .....	15
<b>6</b>	<b>ØKONOMI, FORBRUGERNE OG MILJØET .....</b>	<b>17</b>
6.1	ØKONOMI .....	17
6.2	SUNDHED OG MILJØ .....	20

## 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"<sup>1</sup> som Miljøstyrelsen udsendte i december 2010, er der et afsnit om blødgøring. Som følge af denne plan blev der udarbejdet en redegørelse om "Central blødgøring af drikkevand"<sup>2</sup> af COWI i april 2011 for: Naturstyrelsen, DANVA, Århus Vand, Vandcenter Syd, Nordvand & Københavns Energi (nu HOFOR). Heri tilvejebringes viden om effekten af at blødgøre drikkevandet, for både små og store vandforsyninger – herunder de samfundsøkonomiske og eventuelle sundhedsrelaterede konsekvenser af blødgøring.

Det er således kendt, at hårdt drikkevand medfører gener for forbrugerne i form af tilkalkning af fx elkedler med deraf følgende større elforbrug, kalkpletter i vådrum og et merforbrug af vaske- og rengøringsmidler samt shampoo. Hårdheden af drikkevand afhænger af dets indhold af calcium og magnesium og drikkevandet HOFOR distribuerer, varierer fra 17-30 dH og er således "hårdt" til "meget hårdt" på hårdhedsskalaen, se Figur 1.

Svenske og hollandske erfaringer med indførelse af blødt vand viser, at vandforsyningerne får færre klager, og at forbrugerne er meget positive<sup>3</sup>. Hos det hollandske Limburg Vandselskab udtrykker 95 % af forbrugerne, at de er positive<sup>4</sup>.

HOFOR har et ønske om at blødgøre vandet, fordi kunderne udtrykker ønske om blødt vand for at undgå generne beskrevet ovenstående. [Læs mere i afsnit 5]. Den principielle beslutning om at indføre blødt vand i HOFOR og at påbegynde implementering af blødt vand i Brøndby blev taget af HOFOR Vand Holdings bestyrelse i august 2012. I foråret 2013 sendte HOFOR en ansøgning om kalkfældning på Brøndbyvester Vandværk til Brøndby Kommune. Ansøgningen blev imødekommet og tilladelse givet i november 2013, og nu følger projektering og anlægsperiode. Planen er herefter, at kunderne i Brøndby Kommune vil kunne tappe blødt vand fra hannerne i 2016. I april 2014 besluttede bestyrelsen at udrulle blødt vand på alle HOFORs vandværker i takt med renoveringen af vandværkerne, og de årlige investeringsbudgetter vil løbende blive behandlet i HOFOR Vand Holding A/S bestyrelsen.

Rækkefølgen for implementering af blødt vand på værkerne er nøje gennemtænkt og skal bl.a. sikre, at kunderne oplever færrest mulige gener i forbindelse med skiftende hårdhed i implementeringsperioden grundet opblanding af drikkevandet fra de forskellige vandværker i det store ledningsnet undervejs til forbrugerne. Forud for indføringen af blødt vand skal HOFOR iht. Vandforsyningslovens § 21 indhente tilladelse i yderligere 9 myndighedskommuner og derudover i dialog med 15 aftagerkommuner. [Læs mere i afsnit 4].

I København er udfordringen i forhold til udrulningen af blødt vand, at drikkevandet til København leveres fra 7 regionale vandværker og opblandes, og derfor kan HOFOR først garantere blødt vand til alle københavnere i 2022, når alle vandværker leverer blødt vand. HOFORs kunder vil altså ikke få et fuldt udbytte af blødt vands egenskaber, hvis ikke der implementeres blødt vand anlæg på alle vandværker. Kun implementeringen af blødt vand i Brøndby kommune er et

---

<sup>1</sup> [www.ft.dk/samling/20101/almDEL/mpu/bilag/184/925343.pdf](http://www.ft.dk/samling/20101/almDEL/mpu/bilag/184/925343.pdf)

<sup>2</sup> <http://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/CentralblodgringafdrikkevandNSTmaj20116.pdf>

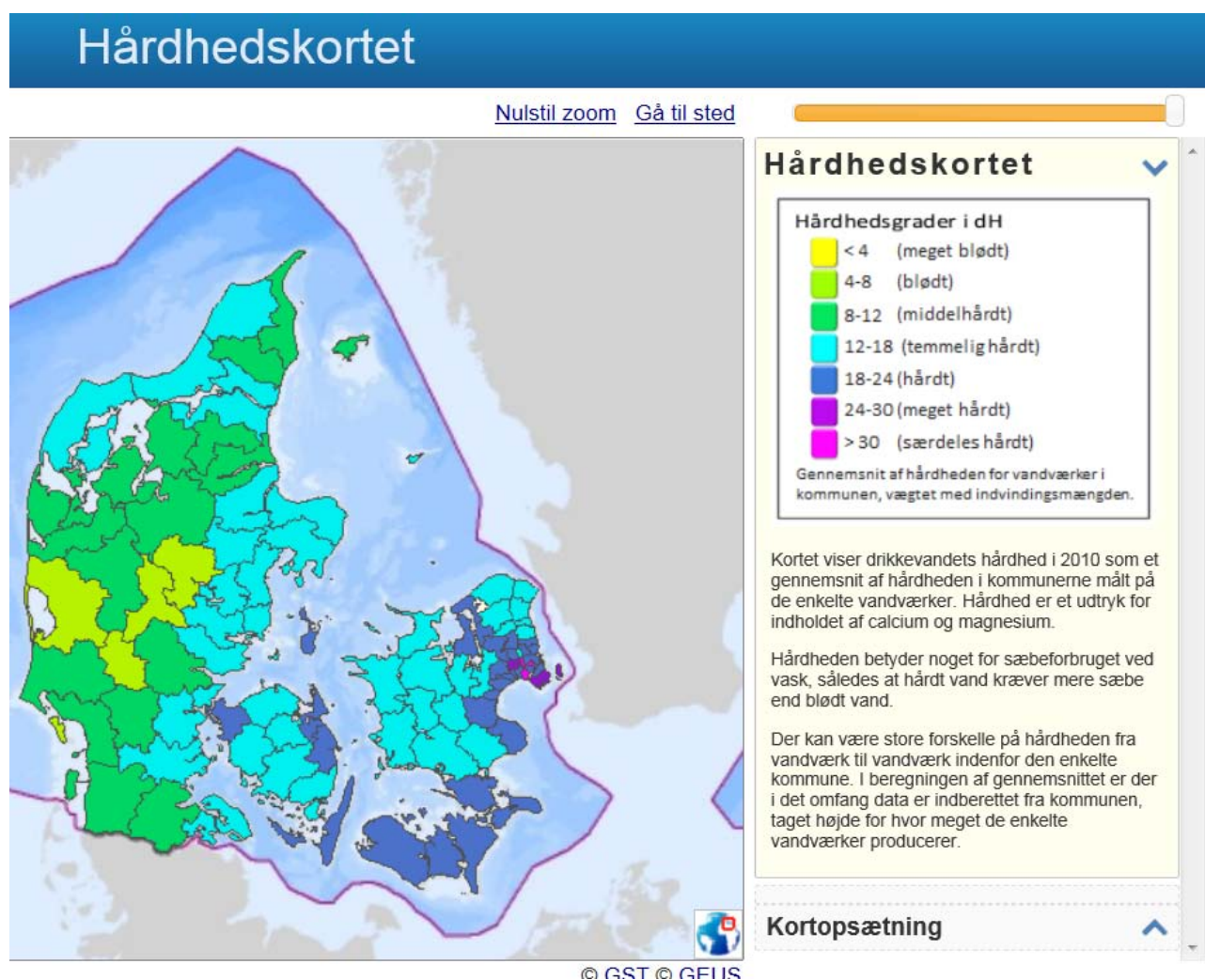
<sup>3</sup> Mailkorrespondance med 1) Philip McCleaf, Uppsala Vatten, Sverige mail 16.6. 2010 og 2) Frank Schoonenberg, Vitens Waterworks, Holland, mail 4.6. 2010

<sup>4</sup> Mailkorrespondance med Gert Reijnen, WML, Limburg, Holland, mail 2. 6. 2010.

selvstændigt projekt, da Brøndby Kommunes ca. 40.000 borgere udelukkende får vand fra Brøndbyvester Vandværk.

I forhold til kommunikation kræver indførelsen af blødt vand en nøje gennemtænkt kommunikationsplan. Implementeringen af blødt vand kommer til at strække sig over mange år og vil alene af den årsag kræve en massiv kommunikationsindsats. Men det er også vigtigt at forberede kunderne i god tid inden, da nogle boligforeninger og virksomheder måske selv har installeret eller påtænker at installere blødgøringsanlæg og derfor har brug for at kunne planlægge i forhold til den nye situation med centralt blødgjort vand. Endelig skal der efterfølgende følges op på business casen; har kunderne fx ændret adfærd og bruger de mindre sæbe m.v.? [Læs mere i afsnit 5].

Der er samfundsøkonomiske besparelser forbundet med implementeringen af blødt vand, på trods af, at der er udgifter for HOFOR forbundet med samme. [Læs mere i afsnit 6].



**Figur 1 Hårdhedskortet. Kilde: GEUS**

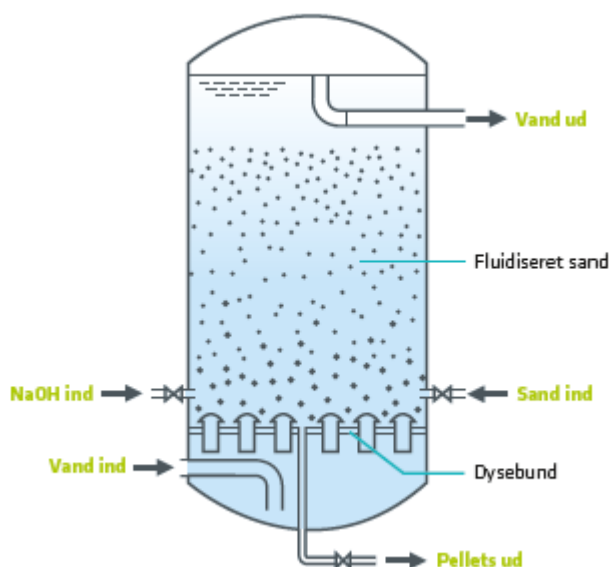
## 2 Metoden der benyttes til blødgøring

### 2.1 HOFORs valg af metode

HOFOR har valgt den såkaldte pelletmetode, hvor kalk udfældes på sandkorn ved tilsætning af en base. Denne metode, der er anvendelig på store anlæg, har vi set udført 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 hårdhedsreduktion, således at det blødgjorte vand stadig kan opblandes med hårdt vand uden at blive kalkaggressivt. Dette er vigtigt, da der i praksis vil være forhold hvor muligheden for en opblanding mellem blødgjort og hårdt vand vil være til stede.

### 2.2 Test på Marbjerg og Brøndbyvester

HOFOR har opbygget et pilotanlæg på Værket ved Marbjerg til at udføre forsøg med kalkfældning. Anlægget er siden blevet indbygget i containere og er derefter flyttet til Brøndbyvester vandværk, hvor testen nu er afsluttet.



**Figur 2** Skitse af en pelletreaktor.

Kalkfældningen finder sted i en såkaldt pelletreaktor, se Figur 2, hvor råvand tilføres under en dysebund i bunden af reaktoren. I reaktoren, der er ca. 7 m høj, svæver fint sand ved hjælp af en opadgående vandstrøm på ca. 100 m/h. Sandet er vasket og rensat kvartssand med en kornstørrelse på ca. 0,3-0,4 mm. Kalkfældningen startes ved at tilsætte natriumhydroxid til vandet lige over dysebunden. Natriumhydroxiden er af fødevarer kvalitet med en koncentration på ca. 25-30 %. Ved denne øgning af pH-værdien, fra ca. 7 til ca. 9, startes kalkfældningen, som finder sted på de svævende sandkorn. Det er krystallinsk calciumcarbonat, der udfældes på sandkornene, som dermed danner de såkaldte pellets, der bliver stadigt større og til sidst falder mod bunden af reaktoren, hvor de dagligt udtømmes. Der tilføres løbende fint rensat sand til erstatning for de pellets, der tappes fra reaktoren.

Sammen med udfældning af calciumcarbonat udfældes fra råvandet også langt det meste af råvandets jern og mangan-indhold. Der udfældes også en stor del nikkell, i størrelsesordenen ca. 40 %. Samlet giver det nogle meget hårde hvidlige til lysebrune pellets med en størrelse på ca. 1-2 mm.

Vandet, der løber ud fra toppen af reaktoren, har en hårdhed på ca. 7-9 dH. Det indeholder en del fine kalkpartikler, samt et lille overskud af den tilsatte natriumhydroxid, som skal fjernes inden efterfiltreringen.

Overskuddet af natriumhydroxid skal fjernes ved tilsætning af kulsyre - CO<sub>2</sub>. Kulsyren stammer delvis fra den del af råvandet, der ikke er blevet blødgjort, den såkaldte splitstream, der tilsættes for at hæve den samlede hårdhedsgrad til den ønskede for vandet der forlader vandværket. Resten af den nødvendige CO<sub>2</sub> tilsættes, når vandet forlader reaktoren. Derefter beluftes vandet umiddelbart inden efterfiltreringen, der fjerner tilstedeværende såkaldte kalkfines samt omsætter vandets indhold af ammonium mv. inden vandet leveres som færdigt drikkevand. Processen kører fuldautomatisk og kontrolleres kontinuert ved hjælp af pH-målinger, konduktivitet og turbiditet, så det sikres, at der ikke sker procesfejl.

### 2.3 Vandkvalitet

Den fremtidige vandkvalitet vil være påvirket af hvilke råvarer og kemikalier, der tilsættes i forbindelse med kalkfældningsprocessen.

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 af fødevarer kvalitet vil 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 pænt under grænseværdien for natrium.

Den tilsatte mængde CO<sub>2</sub> vil ikke bidrage med andet end det ønskede pH-fald samt med hydrogencarbonat til vandet.

Kalkfældningen reducerer alene vandets indhold af calcium. Der ændres ikke på vandets indhold af magnesium og fluorid, der især er vigtige parametre for hjerte-karsygdomme og tandsundhed. Ved at reducere hårdheden til 10 dH undgås samtidig kemiske reaktioner, når vandet blandes med vand af anden hårdhed, ligesom tæring af rørene undgås.

Smagen af drikkevandet påvirkes ikke af blødgøringen. Dette har været verificeret i forbindelse med smagstest hos akkrediteret smagspanel<sup>5</sup> samt ved blindtest<sup>6</sup> blandt forbrugerne.

Den mikrobiologiske kvalitet af vandet bliver ikke påvirket ved kalkfældningsprocessen, da det tilsatte sand bliver desinficeret inden tilsætning, og natriumhydroxid og CO<sub>2</sub> er rene kemikalier.

### 2.4 Pellets

De dannede pellets, der primært består af krystallinsk calciumcarbonat, med et lille indhold af jern og mangan, er meget hårde hvidlige til lysebrune kugler (pellets) med en størrelse på ca. 1-2 mm. De dannede pellets fra Værket ved Marbjerg har været analyseret og Miljøstyrelsen har vurderet, at de producerede pellets kan betragtes som et restprodukt. Det er derfor forventningen, at restproduktet frit kan anvendes som jordforbedringsmiddel, som erstatning for kalk fra kalkbrud (minedrift).

De dannede pellets fra Brøndbyvester vandværk viser efter analyse, at de pellets der er dannet ved blødgøring af råvand fra Brøndbyvester, indeholder nikkel i mængder, der overskrider de

---

<sup>5</sup> "Sensorisk analyse af drikkevand". Slagternes Forskningsinstitut, revideret 14. april 2009.

<sup>6</sup> Blindtest udført af HOFOR.

kvalitetskrav, der er gældende for udbringning på landbrugsjord. Pellets dannet ved blødgøring af vandet fra Regnemark vandværk overholder disse krav.

De dannede pellets opsamles i for eksempel containere, der periodevis kan tømmes og leveres til forbrug. Det er derfor kun pellets fra Brøndbyvester, der skal holdes adskilte og måske skal deponeres eller have anden anvendelse pga. indhold af nikkel. Alle pellets fra de øvrige værker forventes der ingen problemer med i forhold til anvendelsen på landbrugsjord.

Det er relativt store mængder, der produceres af pellets ved kalkfjernelsesprocessen. For eksempel dannes der samlet knap 500 tons pr. år fra Brøndbyvester, heraf 300 tons pr. år fra Brøndbyvester og ca. 200 tons pr. år fra Regnemark og i alt ca. 14.000 tons pr. år når alle værker efter 2022 afkalker vandet.

De ca. 300 tons pellets pr. år fra Brøndbyvester vandværk, der vurderes at have et for højt nikkelindhold ift. at blive spredt på landbrugsjord, indgår i et afsætningsprojekt, som udarbejdes i samarbejde med DTU, hvis formål er at finde alternative anvendelser til disse pellets, samt skabe kontakter til øvrige afsætningsmuligheder for de pellets, der kan leveres til anvendelse som jordforbedringsmiddel på landbrugsjord. Læs endvidere afsnit 6.2.

### 3 Blødt vand i Brøndby

Brøndby Kommune blev valgt som første kommune af HOFOR's bestyrelse, fordi Brøndby Kommune kan forsynes fuldt ud med vand produceret på Brøndbyvester Vandværk i modsætning til alle øvrige kommuner, der får vand fra flere vandværker. Desuden indebærer brugen af Brøndbyvester Vandværk en enklere ansøgningsprocedure, idet den ansøgte kommune, Brøndby, ikke har behov for at høre andre kommuner om tilladelse til blødgøring, da ingen andre kommuner aftager vand herfra.

HOFOR sendte den 23. april 2013 en ansøgning til Brøndby Kommune. For at give borgerne i Brøndby en forbedret vandkvalitet og samtidig udnytte de samfundsmæssige gevinster, der er ved at blødgøre vandet, ansøgte HOFOR om tilladelse til at etablere blødgøring af hele den leverede vandmængde i Brøndby Kommune ved hjælp af kalkfældning på Brøndbyvester Vandværk. Brøndbyvester Kommune gav tilladelsen hertil den 11. december 2013.

HOFOR har søgt om tilladelse til blødgøring af vandet i Brøndby Kommune ved hjælp af kalkfældning. Tilladelsen er delt op i 2 trin:

Trin 1: omfatter principiel tilladelse til blødgøring af alt vand i Brøndby Kommune samt et pilotforsøg med kalkfældning ved hjælp af pelletmetoden på Brøndbyvester Vandværk

Trin 2: omfatter tilladelse til ombygning af værket samt etablering af kalkfældningsanlæg

Tilladelsen fra Brøndby Kommune omfatter i første omgang trin1. Det forventes at HOFOR søger om Trin 2 i efteråret 2014. Ved ansøgningens behandling på Teknik og Miljøudvalgets møde den 20. november 2013 besluttede udvalget,

**at** der gives principiel tilladelse til blødgøring af alt vand i Brøndby Kommune til en hårdhed på 10 dH samt tilladelse til gennemførelse af pilotforsøg på Brøndbyvester Vandværk til test af kalkfældningsmetoden.

Begrundelsen for tilladelsen er at give borgerne i Brøndby en forbedret vandkvalitet og samtidig udnytte de samfundsmæssige gevinster, der er ved at blødgøre vandet samt en positiv udtalelse fra Sundhedsstyrelsen.

Udtalelsen fra Sundhedsstyrelsen er angivet efterfølgende (se næste side).



**Fra:** Sundhedsstyrelsen Embedslægeinstitutionen Øst [<mailto:seost@SST.DK>]  
**Sendt:** 30. september 2013 10:30  
**Til:** Connie Tilgren Askløf  
**Cc:** 'soli@hofor.dk'; Henrik L. Hansen  
**Emne:** Blødgøring af drikkevand, Brøndby/HOFOR  
**Prioritet:** Høj

Til Brøndby Kommune, att. Connie Tilgren Askløf

Med mail af 13. maj 2013, jf. nedenfor, anmodede Brøndby Kommune om Sundhedsstyrelsens bemærkninger til ansøgning af 23. april 2013 fra HOFOR A/S om tilladelse til blødgøring af drikkevandet i Brøndby Kommune ved hjælp af kalkfældning.

Med blødgøring af drikkevandet forventer man øget forbrugertilfredshed samt væsentlige miljømæssige og samfundsøkonomiske fordele.

I den fremsendte ansøgning for projektet, hvor der vil blive anvendt vand fra Brøndbyvester Vandværk, Værket ved Marbjerg samt Regnemark, beskrives en stor grad af stabilitet i den påtænkte vandbehandlingsproces, en kontinuerlig driftskontrol samt løbende dokumentation.

I det medsendte materiale findes en beregning for den forventede vandkvalitet før og efter iværksættelse af projektet. Det fremgår, at de væsentligste ændringer, udover en nedsættelse af hårdheden fra 28 til 10 hårdhedsgrader, forventes at være nedsættelse af calcium fra 160 til 31 mg/l og nikkel fra 22 til 6 µg/l, og en forøgelse af natrium fra 76 til 143 mg/l, mens indholdet af fluorid, magnesium og hydrogencarbonat vil være stort set uændret.

Med ansøgning fulgte blandt andet "Redegørelse om sundhedseffekter af blødgøring i København specielt med fokus på caries", DTU februar 2012.

Det er Sundhedsstyrelsens vurdering, at redegørelsen om sundhedseffekterne på et velunderbygget grundlag redegør afbalanceret for de sundhedsmæssige problemstillinger i forbindelse med blødgøring af drikkevand.

Det er videre Sundhedsstyrelsen vurdering, at der er en lang række fordele forbundet med det påtænkte projekt, men også nogle ulemper. Blandt andet må nedsættelsen af nikkelindholdet betragtes som positiv, mens nedsættelsen af calcium må forventes at øge forekomsten af caries, som det omtales i den medsendte redegørelse om sundhedseffekterne, og det giver Sundhedsstyrelsen anledning til bekymring. Der er som omtalt i redegørelsen om sundhedseffekterne også andre forhold, man skal være opmærksom på, og her vil Sundhedsstyrelsen særligt pege på problemstillingen omkring osteoporose. Sundhedsstyrelsen anbefaler, at kommunen overvejer, om der kan findes acceptable måder, hvorpå mulige negative helbredsmæssige effekter af blødgøringen af drikkevandet kan imødegås.

Sundhedsstyrelsen finder, at projektet har forsøgsmæssig karakter, og skal derfor anbefale, at kommunen stiller krav om regelmæssig afrapportering.

Alt i alt er det Sundhedsstyrelsens vurdering, at fordelene i forbindelse med gennemførelse af det konkrete projekt formentlig vil være større end ulemperne, og at det derfor vil være forsvarligt, at Brøndby Kommune giver tilladelse til den påtænkte blødgøring af drikkevandet.

Venlig hilsen

Kåre Kristiansen

---

**Kåre Kristiansen**

Embedslæge  
Tlf. 72 22 74 71  
[kkr@sst.dk](mailto:kkr@sst.dk)

Sundhedsstyrelsen  
Embedslægeinstitutionen Øst  
Axel Heides Gade 1  
DK-2300 København S  
Tlf. +45 72 22 74 50  
[seost@sst.dk](mailto:seost@sst.dk)

**Figur 3 Mail fra Embedslægen 30. september 2013.**

## 4 Udrulning af blødt vand i resten af HOFOR

I forbindelse med udrulningsstrategi for blødt vand i HOFOR, skal hensyn til tilladelser, forbrugerne og vandkvalitet tilgodeses.

Processen omkring ansøgning til blødgøring af vandet på HOFORs værker kompliceres af en række forhold, som gennemgås nedenfor.

### 4.1 Tilladelser

I vandforsyningslovens § 21 er angivet, at "Vandforsyningsanlæg må ikke etableres eller på væsentlig måde udbredes eller ændres, før kommunalbestyrelsen har meddelt tilladelse hertil". Tilladelsen skal gives i den kommune, hvor værkerne ligger og tilladelsen skal desuden i parthøring i de kommuner, der modtager det blødgjorte vand.

Myndighedskommuner og høringskommuner i forbindelse med HOFORs ansøgninger om blødgøring af vandet på vandværkerne fremgår af Figur 4.

HOFORs ansøgninger til myndighedskommunerne for de regionale vandværker falder sammen med at de samme kommuner samtidig skal meddele nye indvindingstilladelser til de regionale kildepladser. I forbindelse med høring af VVM<sup>7</sup>en for HOFORs regionale indvinding, har flere kommuner med større eller mindre kraft meldt ud, at de ikke vil acceptere den mængdeudmelding, der er givet af Naturstyrelsen i VVM-materialet. Det må antages at være usandsynligt, at disse kommuner vil give tilladelse til blødgøring til den ønskede mængde, hvis de samtidig ikke vil acceptere at give indvindingstilladelser til samme mængde.

Indvindingstilladelserne forventes at komme på plads i perioden november 2015 til oktober 2016. En evt. påklage af HOFORs VVM fra én eller flere kommuner kan dog udsætte opnåelsen af indvindingstilladelserne. Det er p.t. uklart hvilken effekt for de øvrige kommuner en påklage fra én kommune vil have.

Det forudses, at nogle kommuner kan være henholdende med at meddele tilladelse til blødt vand, på trods af at de er positive overfor blødt vand, fordi de stadig anser spørgsmålet om HOFORs fremtidige indvindingstilladelser for at være uafklaret.

Når indvindingstilladelserne – antagelig - alle er meddelt i ultimo 2016, vil usikkerheden om indvindingsmængderne ikke længere være en barriere for opnåelse af tilladelse til blødt vand. Samtidig må det også lægges til grund, at når først der er præcedens for at tillade vandbehandlingen fra 4-5 kommuner, vil de efterfølgende kommuner formentlig vanskeligt kunne give afslag, og vil formentlig stå meget dårligt i en eventuel ankesag.

Sammenfattende kan man sige: når der er opnået tilladelse til blødt vand i 4-5 kommuner, og indvindingstilladelserne er på plads, vil der ikke længere være en væsentlig sandsynlighed for at myndighederne i indvindingskommunerne kan stoppe udrulningen af blødt vand til alle HOFORs værker.

Figur 4 viser kompleksiteten i forbindelse med indhentning af tilladelserne.

---

<sup>7</sup> VVM: Vurdering af Virkninger på Miljøet

## 4.2 Forbrugerne og vandkvalitet

Udrulningen skal tilgodese forbrugerne. Her er dels tale om forbrugere i HOFORs forsyningsområde og dels forbrugere, der modtager vand fra aftagerforsyningerne, se Figur 4 Kort over myndighedskommuner og høringskommuner.

*Brøndby* udgør her et optimalt scenarie, idet alle kommunens forbrugere får samme vandkvalitet og 10 dH fra starten af implementeringen af blødt vand. I de øvrige tilfælde vil der være tale om, at forbrugerne får en gradvis blødere vandkvalitet i takt med etablering af blødt vand på de regionale værker. Forbrugerne vil derfor ikke opdage den store forskel fra før og efter blødt vand som i *Brøndby* før alle vandværker har fået blødtvandsanlæg. Men det vurderes, at forbrugerne ikke vil opleve nogen større gener ved en gradvis implementering i den mellemliggende periode.

Når *Søndersø* som det første blandt de regionale værker renoveres med blødgøring, vil det blive i stand til at behandle værkets normalvandmængde på ca. 30.000 m<sup>3</sup>/døgn til en hårdhedsgrad på 8 dH. Når denne vandkvalitet blandes med normalproduktionen på ca. 20.000 m<sup>3</sup>/døgn fra *Slangerup* med en hårdhedsgrad på 19 dH vil det resultere i en samlet hårdhed på ca. 12 dH som tilføres *Tinghøj* og derefter fordeles til den nordlige og østlige del af Københavns Kommune.

*Lejre* og *Marbjerg*, som derefter står for tur til renovering og blødgøring, vil for de 25 % af vandmængdens vedkommende blive forbrugt af aftagerkommunerne og resten vil fylde op i midtbyen med blødt vand.

*Thorsbro*, hvor ca. 50 % af vandet forbruges inden det når København, er det næste fulgt af *Regnemark*, der fylder København op fra syd med blødt vand.

*Islevbro* og *Slangerup* er de sidste regionale værker, der fuldender forsyningen til København med blødt vand og dermed sikrer, at alt vand i København er blødgjort til en hårdhedsgrad på ca. 10 dH.

*Espevang*, der ligesom *Islevbro* ligger i Rødovre kommune, udbygges samtidig. *Espevang* kan af vandkvalitetsmæssige årsager kun reduceres til ca. 11 dH.

Perioden på ca. 5 år, er tiden der går, fra de første forbrugere modtager blødgjort vand i Københavns kommune, til de sidste også modtager det bløde vand.

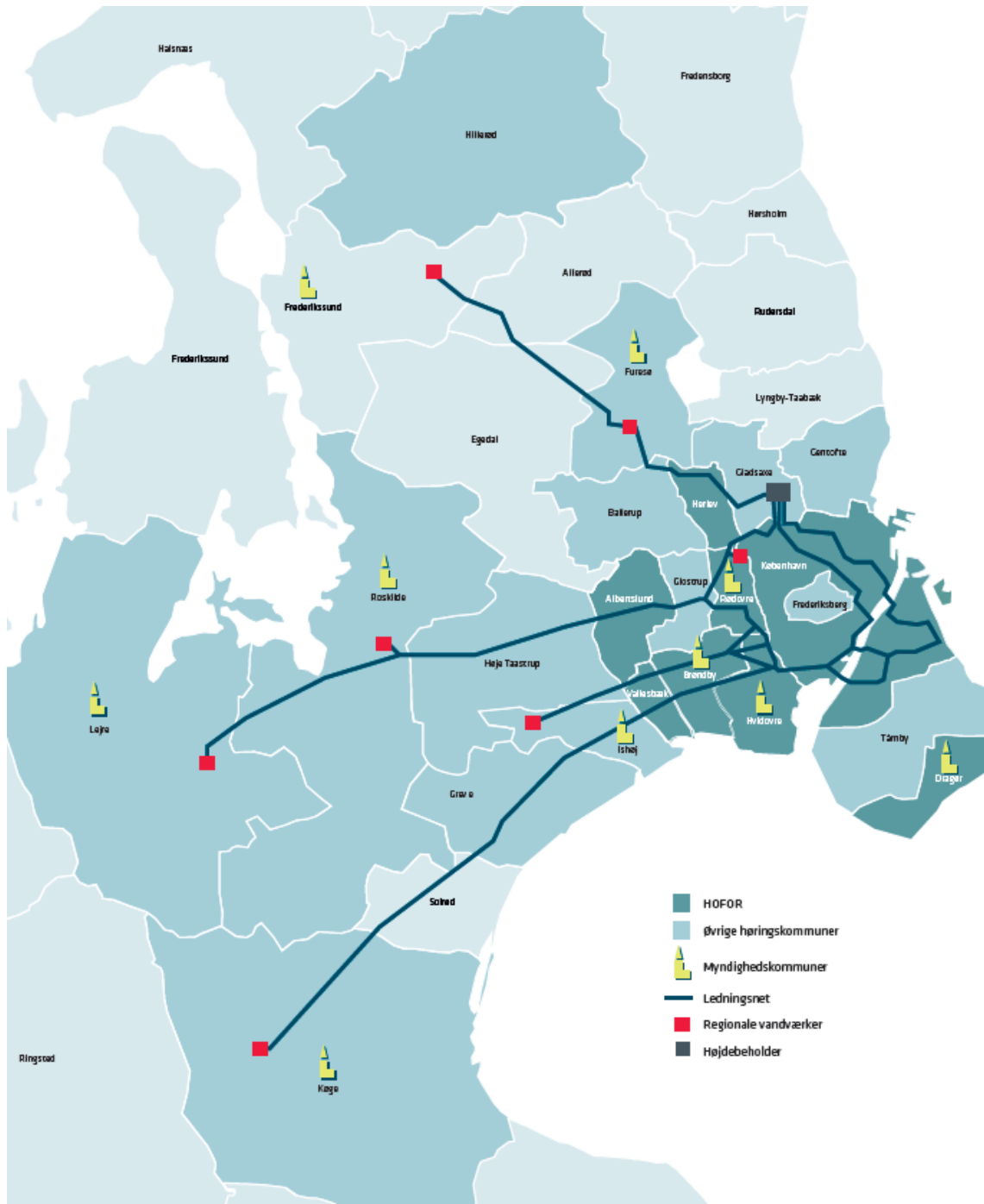
Når alle vandværker leverer blødt vand til København vil kunderne modtage drikkevand med en hårdhedsgrad på 10 dH.

I *Dragør* kommune gælder lidt specielle forhold, idet vandet pga. indhold af natrium ikke kan blødgøres som de øvrige værker. Her skal anvendes calciumhydroxyd i stedet for natriumhydroxyd, hvilket medfører, at vandet bliver mere afhærdet og dermed ikke kan blandes med normalt hårdt vand uden at blive kalkaggressivt. Forudsætningen for at kunne blødgøre vandet er derfor, at der kan tilføres blødt vand fra byledningsnettet med en hårdhed på 10 dH. Derfor er *Dragør* kommune valgt som den sidste, når denne sikkerhed er gældende. Det fordrer dog, at vand fra ledningsnettet kan føres gennem *Tårnby* kommune direkte til *Dragør*.

Tidsplanen for udrulning af det bløde vand forløber i perioden 2016 til 2022. Denne tidsplan er meget presset, men med den valgte prioriteringsrækkefølge opnås, at en stor del af aftagerkommunerne modtager blødgjort vand hurtigst muligt, samt at forbrugerne i København får de mindst mulige gener i forbindelse med skiftende hårdhed.

Først når alle forbrugere i København modtager det bløde vand, skal der målrettet kommunikeres om ændringer i sæbeforbrug mv.

Allerede fra ansøgningstidspunkt, vil HOFOR drøfte med myndighedskommuner og høringskommuner, hvordan og hvornår forbrugerne bør informeres om blødt vand. Ved implementeringen af blødt vand vil HOFOR gennemføre en informationskampagne målrettet alle forbrugere i HOFORs forsyningsområde.



Figur 4 Kort over myndighedskommuner og høringskommuner.

## 5 Kommunikation

Kommunikationen til myndigheder og forbrugere omkring blødt vand vil ske ad flere omgange, først i forbindelse med myndighedsbehandling og høring, herefter i god tid før og i forbindelse med indførelsen af blødt vand samt efterfølgende som løbende evaluering og erfaringsopsamling. Evalueringen skal sikre, at myndigheder og forbrugere får den rette information under hele processen frem til et par år efter fuld implementering af blødt vand i 2022. Informationskampagner til forbrugerne vil bl.a. bygge på HOFORs forbrugerundersøgelser fra 2010 – 2013.

### 5.1 Forbrugerundersøgelser i København og Brøndby

Forud for HOFORs beslutning om at ansøge om blødgøring af alt vand på HOFORs vandværker, er der gennemført en række undersøgelser til at belyse forskellige aspekter af blødgøring. Et væsentligt element heri har været gennemførelsen af repræsentative og statistisk signifikante forbrugerundersøgelser blandt private samt stikprøveundersøgelser blandt erhvervsvirksomheder i henholdsvis Københavns Kommune (2010/2011) og Brøndby Kommune (2013). Begge undersøgelser bygger på enslydende spørgeskemaer og spørgelister for at kunne sammenligne resultaterne af undersøgelserne, og begge undersøgelser viste, at et stort flertal af forbrugerne, både private og erhverv, ønsker blødt vand frem for det hårde vand <sup>8</sup>.

Desuden fremgik det af undersøgelserne, at privatkunderne i forbindelse med implementering af blødt vand ønsker oplysning om fire kerneområder:

- Hvorfor vil HOFOR blødgøre vandet – motiv og argumenter?
- Hvordan foregår blødgøringsprocessen, herunder brug af kemi, energiforbrug, brug af kalkpellets m.m.?
- Hvilke gevinster er der for samfundet – økonomisk og miljømæssigt?
- Hvilke gevinster er der for den enkelte forbruger – økonomisk og miljømæssigt?

For erhvervsvirksomhedernes vedkommende gælder det, at de først og fremmest ønsker grundig information så tidligt som muligt, da det har betydning for deres eksisterende decentrale blødgøringsanlæg eller eventuelle investeringer i sådanne. Dette gælder især boligselskaber, kontorejendomme, hoteller, idrætsanlæg, hoteller, hospitaler m.v., hvor det hårde vand har en særlig negativ økonomisk effekt, fordi det indebærer store udgifter til afkalkning og vedligehold af installationer og varmtvandsanlæg. Udover ovenstående punkter ønsker erhvervsvirksomhederne ydermere information om:

- Hvilke konsekvenser får blødere vand for blødgøringsanlæg, maskiner, rør – hvad skal virksomheden tage højde for?
- Hvilke besparelser vil blødgøring af vand give for en virksomhed?

I tilrettelæggelsen af sin kommunikation til forbrugerne vil HOFOR bestræbe sig på i videst muligt omfang at imødekomme de forskellige forbrugersegmenters behov for information om blødt vand som beskrevet ovenfor.

---

<sup>8</sup> Analyse Danmark: "Københavns Energi. Panelundersøgelse om blødgøring af vand", feb. 2011.

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

Analyse Danmark: "Undersøgelse af holdninger til vand i Brøndby Kommune", juni 2013.

Modus Kommunikation: "Kvalitativ undersøgelse ang. central blødgøring af vand blandt erhvervs-kunder i Brøndby forsyningsområde", 29. 8. 2013.

## 5.2 Kommunikationstiltag i Brøndby

I forbindelse med myndighedsbehandlingen af HOFORs ansøgning til Brøndby Kommune om blødgøring på Brøndbyvester Vandværk udarbejdede HOFOR en folder "Blødt vand til Brøndby" (se Figur 5) til brug for kommunens politikere og borgere. Folderen beskriver, hvorfor HOFOR ønsker at blødgøre vandet samt effekterne for forbrugerne, økonomien og miljøet. Samtidig forklares blødgøringsprocessen på vandværket. På HOFORs hjemmeside<sup>9</sup> hofor.dk er der desuden en udførlig beskrivelse af alle væsentlige aspekter omkring blødt vand under linket "Vand/Fra hårdt vand til blødt vand". Her kan interesserede bl.a. læse om besparelser og omkostninger ved blødgøring samt om de miljømæssige og sundhedsmæssige effekter, om forbrugerundersøgelsen i Brøndby og København samt om udenlandske erfaringer med blødgøring.

I forbindelse med Brøndby Kommunes tilladelse til blødgøring december 2013 publicerede HOFOR sammen med Brøndby Kommune en pressemeddelelse og et faktaark til lokalaviserne samt en uddybende artikel i Brøndby Kommunes Miljøavis til virksomhederne i Brøndby.

Forud for indførelsen af blødt vand i Brøndby Kommune vil HOFOR tage kontakt til repræsentanter for de erhvervstyper, som har særlige krav til vandkvaliteten, som f.eks. hospitaler, vaskerier, trykkerier og fødevarerproducenter for at høre, om der er behov for særlig information til disse brancher forud for indførelsen af blødt vand. Ligeledes vil der blive taget kontakt til kommunens cheftandlæge for at drøfte eventuelle informationstiltag rettet mod forebyggelse af caries.

Desuden vil HOFOR gennemføre en præmåling i et udvalgt kundeselement for at etablere et billede af folks vaner med hensyn til brug af sæbe til tøjvask og personlig hygiejne, afkalkning og rengøring for kalk af hårde hvidevarer, installationer, kaffemaskiner, elkedler m.v. Denne præmåling skal bruges til opfølgning på informationskampagnen efter indførelsen af blødt vand.

I forbindelse med indførelsen af blødt vand i Brøndby i 2016 vil HOFOR gennemføre en informationskampagne, der indeholder målrettet information til de forskellige typer af vandforbrugere i Brøndby. Informationskampagnen skal sikre at forbrugerne opnår besparelserne ved reduceret sæbe-, kemikalie- og elforbrug, og for boligselskabers og en lang række andre erhvervsgruppers tilfælde i forhold til besparelser i f.eks. varmtvandsanlæg, installationer, vaskerier og kantiner. På HOFORs hjemmeside vil der blive lagt en spørgsmål- og svarliste, der besvarer de mest gængse spørgsmål fra private og erhvervs kunder.

For at nå bredest muligt ud vil HOFOR forsøge at etablere samarbejde med f.eks. dagligvareforretninger som COOP, lokale forhandlere af hårde hvidevarer, VVS'ere, de store boligselskaber, idrætsklubber og øvrige interessenter, der har interesse i at understøtte HOFORs informationsindsats over for forbrugere og borgere.

I 2017 vil informationsindsatsen blive evalueret i stikprøveundersøgelser blandt både private forbrugere og erhvervsvirksomheder for at måle, om informationen er blevet bredt tilstrækkeligt ud, om den har fungeret tilfredsstillende, og om der er behov for at gentage kampagnen eller supplere med yderligere tiltag. I denne forbindelse vil præmålingens kundeselement blive kontaktet igen for at deltage i en eftermåling af deres vaner og oplevelser og tilfredshed med blødt vand.

Erfaringerne fra Brøndbykampagnen vil indgå i det videre kommunikationsarbejde i de øvrige ejer- og aftagerkommuner.

---

<sup>9</sup> [https://www.hofor.dk/vand/fra\\_haardt\\_til\\_bloedt\\_vand/](https://www.hofor.dk/vand/fra_haardt_til_bloedt_vand/)

### **5.3 Kommunikationstiltag i forhold til København og øvrige aftagerkommuner**

Til brug for myndighedsbehandlingen og høringsfaser i de øvrige 10 myndighedskommuner og 14 aftagerkommuner vil HOFOR udarbejde en generel folder om blødt vand, som kan anvendes af myndighedskommuner og berørte høringskommuner til information af deres politikere, borgere, boligselskaber, institutioner og erhvervsvirksomheder. Folderen vil beskrive, hvorfor HOFOR ønsker at blødgøre det hårde vand, besparelser og øvrige effekter af blødgøring for forbrugerne og miljøet samt forklare afkalkningsprocessen på vandværket.

Til folderen vil der desuden blive udarbejdet et kort, der viser de regionale vandværker og de store forsyningsledninger ind til Hovedstadsområdet som illustration af blødgøringsprocessens etaper. Folderen vil samtidig omtale, hvordan forbrugerne vil opleve vandkvaliteten i overgangsperioden frem til fuld indførelse af blødt vand i 2022.

Desuden vil der blive udarbejdet et faktaark, som vil indeholde grafik, der viser blødgøringsprocessen på vandværket og indeholder fakta om besparelsen for den enkelte familie modregnet den ekstra udgift på vandregningen til blødgøring på vandværket. Samtidig vil HOFORs hjemmeside<sup>10</sup> løbende blive opdateret.

I forbindelse med opstart af blødgøringsanlæg på de enkelte værker kan det være nødvendigt at oplyse borgere, boligselskaber og erhvervsvirksomheder i de berørte kommuner om ændringen af vandkvaliteten efter forudgående aftale med pågældende myndighedskommune og aftagerkommuner. I forbindelse med fuld implementering af blødt vand på alle HOFORs vandværker i 2022 vil der blive gennemført informationskampagner til alle de forskellige forbrugergrupper. Dette vil kræve en stor planlægningsindsats og involvere en lang række parter ud over myndighedskommuner og høringskommuner. HOFOR vil her trække på erfaringerne fra Brøndby.

---

<sup>10</sup> [https://www.hofor.dk/vand/fra\\_haardt\\_til\\_bloedt\\_vand/](https://www.hofor.dk/vand/fra_haardt_til_bloedt_vand/)

**GEVINSTER FOR BRØNDBYS  
HUSHOLDNINGER OG VIRKSOMHEDER**



**Figur 5** Eksempel fra pjece til Brøndbys forbrugere



## 6 Økonomi, forbrugerne og miljøet

Den samfundsøkonomiske vurdering af central blødgøring af vand i husholdninger er foretaget i Naturstyrelsens rapport "Central blødgøring af drikkevand"<sup>11</sup> fra 2011. COWI, som også stod bag rapporten, tilpassede i forlængelse heraf i 2012 beregningerne til det daværende Københavns Energi, bl.a. til at omfatte to af teknologierne: pelletmetoden og ionbytning. Endvidere blev etageboligers særlige forhold inddraget, og der blev opstillet en særskilt økonomi for decentral blødgøring af vand i en typisk etageejendom<sup>12</sup>. I forbindelse med at det i april 2014 skulle indstilles til HOFORs vandbestyrelse at rulle blødt vand ud på alle HOFORs vandværker, blev den samfundsøkonomiske vurdering opdateret endnu en gang (bl.a. til ikke kun at omfatte københavnere kunder men alle HOFORs kunder). Det er resultaterne fra dette notat<sup>13</sup>, der i det følgende refereres til.

### 6.1 Økonomi

Resultaterne vedrører husholdninger i en typisk etageejendom.

	Enhed		Post
<b>Udgifter for vandselskabet, HOFOR</b>			
Investeringsafskrivning	kr./m <sup>3</sup>	-0,4	0
Driftsomkostninger	kr./m <sup>3</sup>	-1,4	1
<i>Subtotal</i>	<i>kr./m<sup>3</sup></i>	<i>-1,8</i>	
<b>Forbrugeren</b>			
Levetid husholdningsapparater + installationer	kr./m <sup>3</sup>	3,4	2
Energiforbrug, husholdningsapparater	kr./m <sup>3</sup>	0,2	3
Forbrug af vaskepulver	kr./m <sup>3</sup>	0,8	4
Vedligehold (afkalkning, kemikalier)	kr./m <sup>3</sup>	1,6	5
Forbrugertid på vedligehold af husholdningsapparater	kr./m <sup>3</sup>	1,4	6
Rengøring af baderum m.m.	kr./m <sup>3</sup>	0,2	7
Forbrug til personlig hygiejne	kr./m <sup>3</sup>	0,3	8
<i>Subtotal</i>	<i>kr./m<sup>3</sup></i>	<i>7,7</i>	
Rensningsanlæg	kr./m <sup>3</sup>	0,1	9
<b>Eksternaliteter</b>			
Hjertekarsygdomme	kr./m <sup>3</sup>	0,0	10
Tænder	kr./m <sup>3</sup>	-1,3	11
Miljø, husholdninger	kr./m <sup>3</sup>	0,01	12
<i>Subtotal</i>	<i>kr./m<sup>3</sup></i>	<i>-1,3</i>	
Skatteforvridding	kr./m <sup>3</sup>	0,0	13
Direkte afgiftsændring	kr./m <sup>3</sup>	-1,3	14
Afgiftskorrektion	kr./m <sup>3</sup>	0,9	15
<i>Subtotal</i>	<i>kr./m<sup>3</sup></i>	<i>-0,4</i>	
<b>Total</b>	<b>kr./m<sup>3</sup></b>	<b>4,4</b>	

**Tabel 1 Reduktion i årlige udgifter i forbindelse med blødt vand, når blødt vand er implementeret i 2022. Tallene er afrundet til 1 decimal, hvorfor summerne ikke altid stemmer.**

<sup>11</sup> Andre bidragsydere: Naturstyrelsen, DANVA, Århus Vand, Vandcenter Syd, Nordvand og Københavns Energi

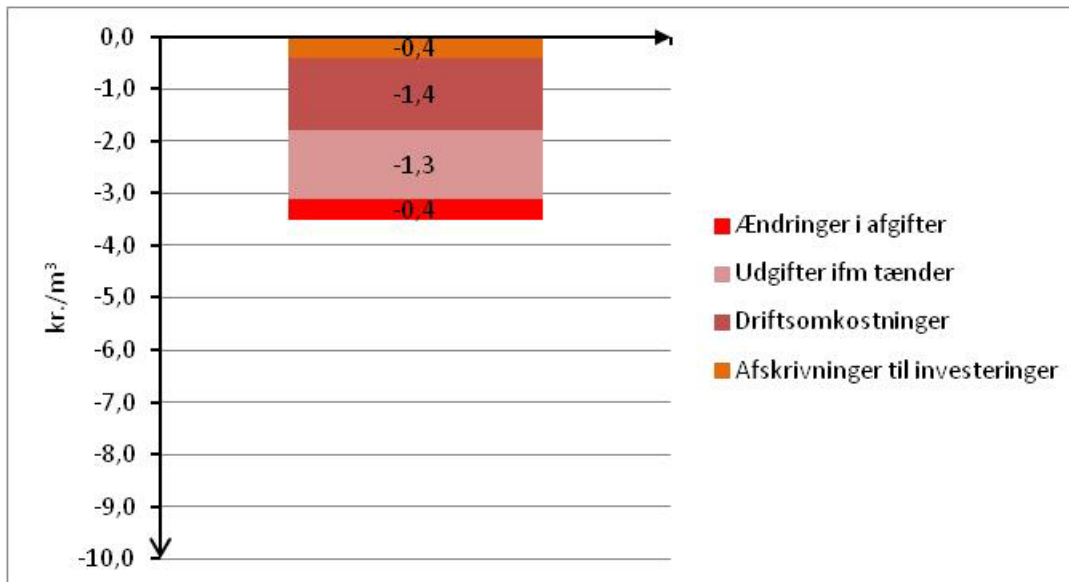
<sup>12</sup> Notat "Supplering af samfundsøkonomisk vurdering af blødgøring". COWI, 8. oktober 2012.

<sup>13</sup> Notat "Samfundsøkonomisk vurdering af blødgøring af vand til husholdninger i HOFOR's ejerkommuner". COWI, 27. marts 2014.

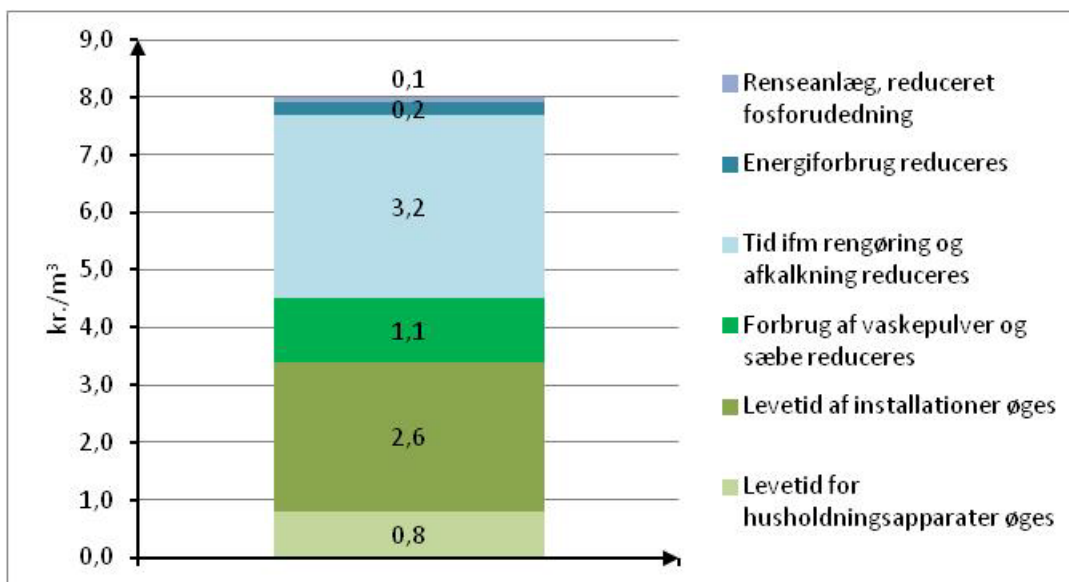
Post 0	<i>Investeringsafskrivning</i> Investeringer ifm blødt vand er estimeret til 240 mio. kr.
Post 1	<i>Driftsomkostninger</i> I denne post indgår pasning, slambortskaffelse, analyser, kemikalier, slam- og pelletbortskaffelse samt elforbrug (ca. 7% af driftsudgifterne) m.v.
Post 2	<i>Levetid husholdningsapparater + installationer</i> Besparelsen vedrører mindre hyppig udskiftning af kaffemaskiner, elkedler, opvaskemaskiner, vaskemaskiner, toiletter, vandhaner, vandvarmere, varmtvandsbeholdere. Levetiden forventes øget med 25 % for vaske- og opvaskemaskiner samt 33 % for kaffemaskiner og elkedler.
Post 3	<i>Energiforbrug, husholdningsapparater</i> Elforbruget til apparaterne reduceres med ca. 5 %, når vandets hårdhed reduceres.
Post 4	<i>Forbrug af vaskepulver</i> Mindre forbrug af vaskepulver. Vaskepulverforbruget kan reduceres med 40 %.
Post 5	<i>Vedligehold (afkalkning, kemikalier)</i> Besparelsen vedrører et mindre forbrug på ca. 40 % af afkalkningsmiddel til kaffemaskiner og elkedler, salt til opvaskemaskiner samt rensning af varmtvandsbeholdere i etageejendomme.
Post 6	<i>Forbrugetid på vedligehold af husholdningsapparater</i> Besparelsen vedrører et 50 % mindre tidsforbrug til afkalkning af kaffemaskiner og elkedler.
Post 7	<i>Rengøring af baderum m.m.</i> Besparelsen vedrører et 33 % mindre forbrug af rengøringsmiddel til rengøring af baderum. Tidsforbruget i den forbindelse vurderes at være det samme uanset vandets hårdhedsgrad.
Post 8	<i>Forbrug til personlig hygiejne</i> En reduktion på 17 % i forhold til forbruget af sæbe og shampoo.
Post 9	<i>Rensningsanlæg</i> Besparelser i forbindelse med spildevandsrensning grundet mindre vaskemiddel og dermed mindre udledt fosfor.
Post 10	<i>Hjertekarsygdomme</i> Ikke relevant ved den valgte metode.
Post 11	<i>Tænder</i> Udgifter ifm. stigning i antallet af huller i tænderne grundet reduktion af calcium og flour i drikkevandet.
Post 12	<i>Miljø, husholdninger</i> <i>CO<sub>2</sub> emissioner</i>
Post 13	<i>Skatteforvridning (ikke medtaget)</i>
Post 14	<i>Direkte afgiftsændring</i> Hvad forbrugeren sparer i afgifter relateret til vandforbrug. Og når forbrugerne sparer en omkostning inkl. moms, får staten færre momsindtægter.
Post 15	<i>Afgiftskorrektion</i> Hvad der betales mere i afgifter på alle andre vare. Når forbrugerne får flere penge mellem hænderne, fordi de sparer omkostninger til at afkalke, så bruger de pengene på andre varer. Disse varer er typisk momsbelagte, så her får staten en merindtægt.

**Tabel 2 Specificering af poster i Tabel 1.**

Figur 6 og Figur 7 viser de udgifter hhv. gevinster, der er forbundet med blødt vand. De samlede udgifter kan opgøres til 3,5 kr./m<sup>3</sup>. Heraf udgør udgifter der vedrører investeringer og drift, og som vil påvirke vandtaksten, 1,8 kr./m<sup>3</sup>. Gevinsterne er opgjort til 4,4 kr./m<sup>3</sup>. Således er den samlede samfundsmæssige besparelse på 4,4 kr./m<sup>3</sup>.



Figur 6 Udgifter ifm blødt vand. Der vil være udgifter for HOFOR på 1,8 kr./m<sup>3</sup> (1,4+0,4) til investeringer og drift. Posterne 14 og 15 i Tabel 2 Figur 6 er lagt sammen og vises på figuren som "ændringer i afgifter".



Figur 7 De vigtigste forbrugergevinster, der er ved at indføre blødt vand. Fx er der en besparelse på 3,2 kr./m<sup>3</sup> i det forbrugeren sparer tid ifm. rengøring og afkalkning og en besparelse på 1,1 kr./m<sup>3</sup> til vaskepulver og sæbeforbrug.

For en familie på fire personer vil man kunne opnå (netto)besparelser på ca. 500 kr. per år. som opnås gennem mindre forbrug af el, rengøringsmidler, sæbe, shampoo og afkalkningsmidler samt

længere levetid (50 %) på elkedel, kaffemaskine, vaskemaskine og opvaskemaskine. Besparelsen fordrer altså i høj grad, at kunderne ændrer adfærd, i det besparelsen ikke kommer af sig selv.

## 6.2 Sundhed og miljø

### *Vandspild*

Ved pelletmetoden aftappes noget vand fra reaktoren sammen med pelletkrystallerne. Det anslås til højst 2 % af den producerede vandmængde. Vandet kan forholdsvis let udskilles fra de dannede pellets, hvilket skal gøres før de kan bortskaffes til deponering eller udnyttelse. Det fraseparerede vand kan eventuelt genbruges, hvorved vandspildet kan minimeres betydeligt. På Vombværket i Sverige har man således kun et vandspild på 0,07 %.<sup>14</sup>

### *Pellets som affalds- eller restprodukt*

Det er forventningen, at den største mængde, ca. 13.700 tons pr. år, af de dannede pellets kan afsættes som et restprodukt som jordforbedringsmiddel. En mindre del, måske omkring 300 tons pr. år, kan ikke overholde kravene til nikkel og må bortskaffes på anden vis, evt. som et affaldsprodukt.

### *Sæbe*

I forbindelse med blødt vand vil der være et mindre sæbeforbrug

### *Energi*

Det øgede energiforbrug i forhold til blødgøringen på vandværket og energibesparelsen i forbindelse med husholdningsapparater fremgår af Tabel 1 og Tabel 2.

Embedslægen har vurderet det sundhedsmæssige aspekt. [Læs mere i kapitel 3].

---

<sup>14</sup> <http://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/CentralblodgringafdrikkevandNSTmaj20116.pdf>, side 48