

# Samfundsøkonomisk analyse af central blødgøring af vand på Forsyning Ballerups værker – konsekvenser for husholdninger

## Afrapportering af delopgave 1



18. november 2015



# Indhold

---

1. Opsummering af resultater for delopgave 1

2. Introduktion til analysen

3. Gevinster og omkostninger ved central blødgøring på Forsyning Ballerups vandværker

4. Følsomhedsanalyser og usikkerheder

5. Bilag



# 1. Opsummering af resultater for delopgave 1

**Analysen viser, at der for husholdninger forventes at være en lille samfundsøkonomisk gevinst ved central blødgøring af vand i Ballerups forsyningsområde, men resultatet er meget følsomt overfor usikkerheder**

---

Formålet med analysen er at opgøre de samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger der vil være for husholdninger i Forsyning Ballerups forsyningsområde ved forskellige scenarier for produktion og levering af centralt blødgjort vand.

Den samfundsøkonomiske analyse omfatter kort beskrevet følgende scenarier:

## **Nulscenariet:**

Fortsættelse af nuværende situationen, dvs. Forsyning Ballerup påbegynder ikke blødgøring af vand og modtager heller ikke ikke-blødgjort vand fra Hofor.

## **Scenarie 1:**

Forsyning Ballerup påbegynder ikke blødgøring af vand, men modtager blødgjort vand fra Hofor.

## **Scenarie 2a:**

Forsyning Ballerup påbegynder blødgøring af vand med Pelletmetoden, og modtager blødgjort vand fra Hofor.

## **Scenarie 2b**

Forsyning Ballerup påbegynder blødgøring af vand med ionbytningsmetoden, og modtager blødgjort vand fra Hofor.

Analysen bygger videre på de samfundsøkonomiske analyser på området som Cowi har gennemført. Deloitte har dog foretaget et review af antagelserne gennem inddragelse af andre kilder - herunder især en tysk og en hollandsk undersøgelse af de tekniske og samfundsøkonomiske effekter af blødgøring, samt drøftelser med udvalgte eksperter i husholdningsmaskiner.

Vi har på den baggrund re-estimeret gevinsterne og omkostningerne og tilpasset dem til de forhold, der kendetegner Forsyning Ballerup og tilhørende forsyningsområde.

Deloitte's analyse viser, at der for husholdninger forventes at være en lille samfundsøkonomisk gevinst ved central blødgøring af vand i Ballerups forsyningsområde. Størrelsen på gevinsten vurderes dog at være betydeligt mindre end den beregnede gevinst i Cowi's analyser, som er lagt til grund for HOFOR's beslutning om at blødgøre vand.

Den samfundsøkonomiske rentabilitet mht. blødgøring af vand er således mere sårbar over for usikkerheder på de enkelte parametre end indikeret i Cowi's analyser. Det er især af afgørende betydning, at det af Deloitte re-estimerede niveau for besparelser på husholdningsapparater holder nogenlunde. Hvis besparelserne på husholdningsapparater er mere end 25 pct. ringere end re-estimeret af Deloitte, vil der ikke længere være et samfundsøkonomisk overskud ved central blødgøring for husholdningerne.

Der er desuden af afgørende betydning, at der ikke forekommer forøget korrosion af rør, når hårdheden reduceres til 10 dH. Et brud på denne forudsætning kan underminere den samfundsøkonomiske rentabilitet af central blødgøring.

Analysen viser under disse forudsætninger, at scenarie 2a er det mest optimale, dvs. det er bedre at blødgøre vandet for Ballerup som helhed end kun at modtage blødgjort vand fra HOFOR og dermed kun i perioder opnå blødere vand for en del af forsyningsområdet

# 1. Opsummering af resultater for delopgave 1

## Set i forhold til husholdningerne er der en mindre nettogevinst ved at Forsyning Ballerup blødgør vandet

Hvis blødgøring implementeres vil det give sig udslag i en stigning på vandprisen på ca. 4,2 kr./m<sup>3</sup> for pellet-metoden hhv. 3,4 kr./m<sup>3</sup> opgjort i køberpriser (dvs. inklusive moms mv.), når der ses på tværs af Forsyning Ballerups værker. Blødgøring vil kræve en investering i omegnen af 30. mio. kr. i ny anlæg på Forsyning Ballerups fem vandværker. Når der tages højde for, at ca. 44 % af det blødgjorte vand leveres fra HOFOR, som kan blødgøre billigere pga. stordriftsfordele, vil den gennemsnitlige prisstigning blive 3,4 kr./m<sup>3</sup> hhv. 3,0 kr./m<sup>3</sup>.

De foreløbige resultater fra den samfundsøkonomiske analyse viser, at der for husholdninger i Ballerups forsyningsområde forventes at være en lille nettogevinst ved central blødgøring af vand på ca. 1,9 kr. for hver m<sup>3</sup> vand husholdningerne bruger i det optimale scenarie 2a. At der er en mindre gevinst for husholdninger ved central blødgøring understøttes af lignende analyser foretaget af uafhængige parter i Tyskland, Belgien, og Holland.

Størrelsen på gevinsten vurderes dog af Deloitte at være ca. 4 gange mindre end den beregnede gevinst i Cowis analyser, som er lagt til grund for HOFORS beslutning om at blødgøre vand. Den samfundsøkonomiske rentabilitet mht. blødgøring af vand er således væsentlig mere sårbar over for usikkerheder på de enkelte parametre end indikeret i Cowis analyser. Følsomhedsanalyserne viser fx, at hvis forbrugergevinsterne ifm. husholdningsmaskiner, midler og rengøring er 33 pct. lavere end opgjort af Deloitte tipper den samfundsøkonomiske balance til negativ

De totale nettogevinster viser en årlig gevinst på 1,1 mio. kr. i scenarie 1, 6,2 mio. kr. i scenarie 2a og 4,6 mio. kr. i scenarie 2b. Scenarie 2a er således det foretrukne scenarie.

Grunden til at scenarie 2a er bedre end scenarie 2b er, at pellet-metoden – trods de højere anlægs- og drifts-omkostninger – undgår de forbrugeromkostninger der er i forhold til hjerte-kar sygdomme ved ionbytningsmetoden.

Resultaterne viser, at det – i forhold til husholdningerne – er bedre for Ballerup, at foretage blødgøring af vandet på egne vandværker som supplement til det blødgjorte vand fra Hofor end at modtage og betale for blødgjort vand uden at gøre noget selv. Scenarie 2a og 2b indebærer således større samlede nettogevinster for husholdningerne end scenarie 1, hvor det kun er det vandet fra Hofor, der blødgøres.

De lavere gevinster ved scenarie 1 skyldes for det første, at fordelene bliver lavere i den del af området, der modtager blødgjort vand fra HOFOR, fordi vandforsyningen så veksler mellem hårdt vand fra Ballerup og blødt vand fra HOFOR. Det fjerner den del af forbrugergevinsterne, som forudsætter konstant blødere vand. For det andet skyldes de lavere gevinster ved scenarie 1, at de mange husholdninger i Ballerup, som ikke modtager vand fra HOFOR, vil gå glip af de mindre nettofordele, der trods alt er ved blødgøring.

Det vil dog kun vil være samfundsøkonomisk fordelagtigt for Ballerup at blødgøre vandet, hvis der også er nettofordele for erhverv, eller nettoulempene for erhverv ikke overstiger husholdningernes nettofordele, når der tages højde for de to gruppers relative forbrugsandel. Dette besvares i delopg. 2.

# Indhold

---

1. Opsummering af resultater for delopgave 1

2. Introduktion til analysen

3. Gevinster og omkostninger ved central blødgøring på Forsyning Ballerups vandværker

4. Følsomhedsanalyser og usikkerheder

5. Bilag



## 2. Introduktion til analysen

### Der foretages en analyse af 3 alternative scenarier for blødgøring af vand vs. fortsættelse uden blødgøring

Formålet med analysen er at opgøre de gevinster og omkostninger der vil være i Forsyning Ballerups forsyningsområde ved forskellige scenarier for blødgøring af vand i forsyningsområdet. Forsyning Ballerup leverer cirka 3,4 mio. m<sup>3</sup> vand til i alt 55.000 forbrugere i Ballerup Kommune og 8.000 forbrugere i Egedal Kommune, samt til erhvervsvirksomheder i samme områder. Godt halvdelen af dette vand produceres på Forsyning Ballerups egne fem vandværker, og resten købes hos HOFOR.

Baggrunden for analysen er at Forsyning Ballerup har modtaget et høringsbrev om modtagelse af blødgjort vand fra Hofors værker. Hvis vandet fremover blødgøres på disse værker, vil det få en hårdhed på 10 °dH, hvilket er væsentligt under de 15-22 °dH, som vandet fra Forsyning Ballerups egne vandværker har. Forsyning Ballerup står derfor nu over for en beslutning om, hvorvidt selskabets egne vandværker ligeledes skal foretage central blødgøring af vandet for at sikre en konstant leverance af blødt vand. Spørgsmålet er, hvorvidt gevinsterne hos husholdninger og erhverv vil stå mål med de ændrede anlægs- og driftsomkostninger for Forsyning Ballerup, samt øvrige samfundsøkonomiske omkostninger, som blødgøring vil indebære.

Der opstilles fire scenarier for blødgøring af vand:

#### **Nulscenariet:**

Fortsættelse af situationen som den er i dag. Det vil sige, at Forsyning Ballerup ikke påbegynder blødgøring af vand, og at Forsyning Ballerup som hidtil modtager ikke-blødgjort vand fra Hofor. Den gns. hårdhed vil dermed forblive 18,4 dH for vand fra Forsyning Ballerups værker, og 19 dH for vand fra Hofors værker.

#### **Scenarie 1:**

Forsyning Ballerup påbegynder ikke blødgøring af vand, men modtager blødgjort vand fra Hofor. Den gns. hårdhed vil dermed forblive 18,4 dH for vand fra Forsyning Ballerups værker, og reduceres fra 19 dH til 10 dH for vand fra Hofors værker.

#### **Scenarie 2a:**

Forsyning Ballerup påbegynder blødgøring af vand med Pellet-metoden, og modtager blødgjort vand fra Hofor. Den gns. hårdhed vil dermed reduceres fra 18,4 dH til 10 dH for vand fra Forsyning Ballerups værker, og fra 19 dH til 10 dH for vand fra Hofors værker.

#### **Scenarie 2b**

Forsyning Ballerup påbegynder blødgøring af vand med ionbytningsmetoden, og modtager blødgjort vand fra Hofor. Den gns. hårdhed vil dermed ændres fra 18,4 dH til 10 dH for vand fra Forsyning Ballerups værker, og fra 19 dH til 10 dH for vand fra Hofors værker.

## 2. Introduktion til analysen

### Analysen er afgrænset til at omfatte gevinster og omkostninger for husholdninger og erhverv i Forsyning Ballerups eget forsyningsområde

---

Analysen er afgrænset til at omfatte gevinster og omkostninger for husholdninger og erhverv i Forsyning Ballerups eget forsyningsområde. Der er således tale om en samfundsøkonomisk analyse for et "mini-samfund" der inkluderer Ballerup Kommune og den del af Egedal kommune, som Forsyning Ballerup leverer vand til. Afgifter til staten behandles i henhold til samfundsøkonomisk teori som overførsler og dermed ikke som en samfundsøkonomisk omkostning. Skatteoverførslerne bidrager dog til positiv/negativ skatteforvridding, der medregnes.

Analysen bygger videre på de samfundsøkonomiske analyser på området som Cowi har gennemført. Deloitte har dog foretaget et review og justering af antagelserne ud fra drøftelser med eksperter og inddragelse af andre kilder fra Holland, Tyskland, Sverige og Belgien, som kort omtales nedenfor. Vi har desuden tilpasset estimaterne til de forhold, der kendetegner Forsyning Ballerup og forsyningsområdet.

- Den hollandske cost-benefit analyse er udført af Witteveen & Bos (2005) og viser en samfundsøkonomisk gevinst på 20 euro per husholdning ved reduktion af vandets hårdhed fra 13,8 til 8,4 dH, hvilket svarer til ca. 1,5-2 kr./m<sup>3</sup> i 2015. I rapporten fremgår ikke resultater for de enkelte C-B poster. Deloitte har dog været i dialog med NIRAS, Witteveen & Bos som velvilligt har givet os indsigt i deres data på de enkelte poster.
- Den tyske cost-benefit analyse af Hillenbrand (2005) finder en samlet nettogevinst på mellem 0 og 3,8 kr./m<sup>3</sup> ved reduktion af dH med 10. Denne analyse viser gevinster og omkostninger per m<sup>3</sup> for hver af de underliggende C-B poster.

- Den belgiske cost-benefit analyse finder også et positivt nettoresultat, men da Cowi allerede inddrager denne i deres resultater, anvendes den ikke direkte i vores analyse.

Tidsmæssigt forholder beregningerne sig til årlige gevinster og omkostninger. Dette skyldes, at der ikke forventes en relativ forskydning af betydning mellem disse, hvilket overflødig gør tilbagediskontering. Anlægsinvesteringer er fordelt over anlæggenes forventede levetid på 25 år ved hjælp af annuisering med en rentesats på 3 pct. Omkostninger og gevinster er opgjort i kr./m<sup>3</sup> vand samt i totale årlige nettogevinster.

Delopgave 1 omfatter omkostninger og gevinster for husholdninger i forsyningsområdet, mens delopgave 2 omfatter en screening af nettoomkostningerne for erhverv baseret på konsekvenser for de fire største vandforbrugende erhvervsvirksomheder i forsyningsområdet. Screeningen for erhverv er baseret på interviews med og dataindsamling fra de fire virksomheder i forsyningsområdet, som forbruger mest vand, eksklusive vaskerier, da disse ikke modtager vand fra Forsyning Ballerup. De fire virksomheder er: Leo Pharma, Novo Nordisk, Toms og BASF. Slutteligt konsolideres de to delopgaver i et samlet resultat. Først præsenteres de analyserede teknologier til blødgøring.

## 2. Introduktion til analysen

### Omkostninger og gevinster belyses for anvendelse af to forskellige teknologier til blødgøring af vand på Forsyning Ballerups værker: pellet- og ionbytningsmetoden.

Vand kan blødgøres med flere forskellige metoder, eksempelvis pelletmetoden, membranfiltrering, traditionel ionbytning og CARIX ionbytning. Pelletmetoden er den mest udbredte blødgøringsmetode i Holland, og er samtidig den metode, som Hofor planlægger at anvende. Ionbyttermetoden anvendes ofte på mindre anlæg, fx i virksomheder, som har behov for blødt vand. Beregninger fra Krüger (2015) viser umiddelbart, at ionbyttermetoden er mest omkostnings-effektive at iværksætte for Forsyning Ballerup.

For at belyse forskellene omfatter den samfundsøkonomiske analyse af central blødgøring i Forsyning Ballerup både pelletmetoden (Scenarie 1 og 2a) og ionbyttermetoden (Scenarie 2b), og metoderne beskrives derfor kort herunder.

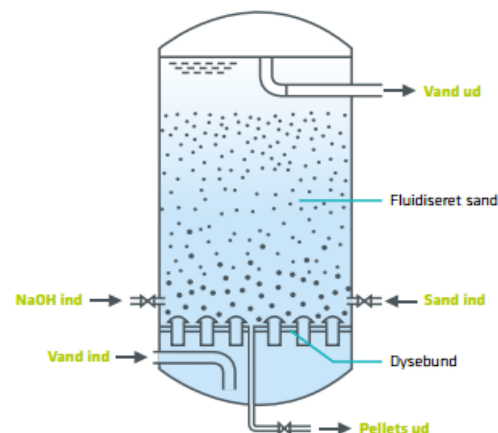
#### Pelletmetoden

Pelletmetoden fungerer ved at basen NaOH og fint sand tilsættes til det hårde vand. Basen hæver vandets pH, hvormed der dannes mere karbonat, som sammen med calciumioner udkrystalliseres på sandkornene, der dermed bliver til pellets. Natriumindholdet stiger mens magnesium, i modsætning til ionbyttermetoden, forbliver i vandet.

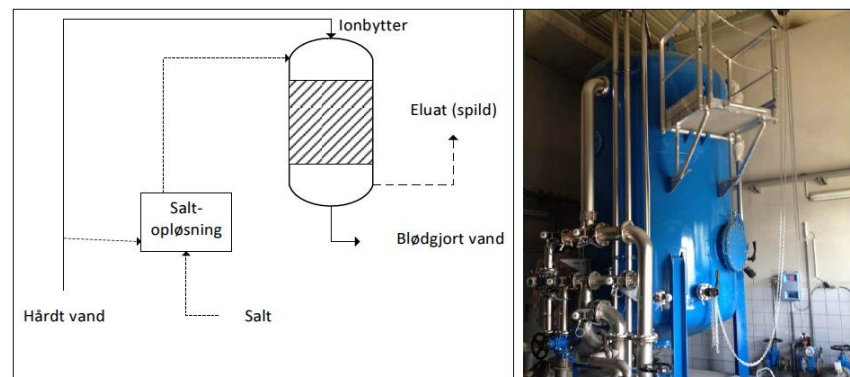
#### Ionbyttermetoden

Ved ionbyttermetoden bringes det hårde vand i kontakt med en ionbyttermasse, som er mættet med natriumioner. Calcium- og magnesiumioner bytter plads med natriumionerne på ionbyttermassen, og fjernes dermed fra vandet.

Vandet får til gengæld en forøget koncentration af natrium, ligesom ved pelletmetoden. Ved regenerering af ionbyttermassen dannes eluat, som skal bortskaffes.



Skitsering af pelletmetoden. Kilde: ing.dk



Skitsering af ionbyttermetoden. Kilde: Krüger A/S



# Indhold

---

---

1. Opsummering af resultater for delopgave 1

---

2. Introduktion til analysen

3. Gevinster og omkostninger ved central blødgøring på Forsyning Ballerups vandværker

4. Følsomhedsanalyser og usikkerheder

---

5. Bilag

---



### 3. Gevinster og omkostninger

#### Oversigt over de forskellige gevinster og omkostninger samt justeringer af disse

---

De hidtidige samfundsøkonomiske analyser på området har vist, at følgende gevinster og omkostninger skal tages i betragtning, når de samfundsøkonomiske værdi af central blødgøring skal opgøres i forhold til husholdninger:

- **Omkostninger til blødgøring hos vandforsyningerne**
  - Kombinerede drifts, anlægs og rentekomkostninger
- **Forbrugergevinster:**
  - Levetid for husholdningsapparater og installationer
  - Energiforbrug i husholdningsapparater
  - Forbrug af vaskepulver
  - Vedligehold (afkalkning, kemikalier)
  - Forbrugetid på vedligehold af husholdningsapparater
  - Rengøring af baderum m.m.
  - Forbrug til personlig hygiejne
- **Forbrugeromkostninger**
  - Hjertekarsygdomme
  - Huller i tænderne
- **Forvridding og offentligt provenu**
  - Skatteforvridding
  - Markedsforvridding
- **Andet**
  - Besparelse på rensningsanlæg mv.

For sammenlignelighedens skyld anvender vi samme opdeling af poster i vores samfundsøkonomiske analyse

Som nævnt bygger analysen videre på de samfundsøkonomiske analyser, som Cowi har udført på området. På baggrund af et grundigt review af Cowis og Krügers analyser og sammenligning af resultater fra de tilsvarende analyser i Holland (Witteveen & Bos, 2005) og Tyskland (Hillenbrand, 2004), tilpasses de enkelte poster på gevinst- og omkostningssiden til Forsyning Ballerups forsyningsområde. Omkostninger justeres først for en række faktorer:

- a) Ombygning på eksisterende vandværker
- b) Moms i vandafledningsbidraget betragtet som overførsel
- c) Direkte værditab ved vandspild i blødgøringsprocesserne
- d) Omkostninger fordelt på forbrugt vand (frem for produceret)
- e) Omkostninger til arealinddragelse

Dernæst justeres for en række faktorer, der påvirker både omkostninger og gevinster:

- a) Sammensætning af boligtyper
- b) Reduktion af hårdhed
- c) Fremskrivning
- d) Nettoafgiftsfaktor

Efterfølgende gennemgås hver forbrugerpåvirkende kategori en efter en, og vurderes mere individuelt.

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Samlet overblik over de beregnede gevinster og omkostninger

I Tabel 1 til højre præsenteres en oversigt over Deloitte's vurdering af gevinster og omkostninger for Ballerups forsynings-område i de respektive scenarier.

Cowis estimater for gevinster og omkostninger for Hofors forsyningsområde er vist i parentes til sammenligning. Det bemærkes, at der er foretaget en opskalering af Cowis gevinstestimater, så de afspejler husholdningernes fulde fordele pr. m<sup>3</sup> de bruger, idet vi i modsætning til Cowi også foretager en foreløbig opgørelse af gevinsterne for erhverv (i delopgave 2), hvorfor der ikke er behov for at trække en del af husholdningsgevinsten ud til erhverv som Cowi gør.

Mens Cowi (2014) har reduceret husholdningernes gevinster og omkostninger med 37 % (fordi de "kun" forbruger 63 % af den samlede mængde produceret blødt vand) er dette ikke relevant for vores rapport. Vi ser i stedet på husholdningernes fulde gevinster og omkostninger for hver m<sup>3</sup> vand de bruger og tilsvarende for erhverv. Hvor vidt blødgøring kan betale sig afhænger af, om den samlede, vægtede nettogevinst for de to grupper er positiv. For at kunne sammenligne vores og Cowis estimater, er det derfor nødvendigt at opskalere Cowis estimater for husholdninger fra 63 % til 100 %. De oprindelige tal fra Cowi (2014) og de opskalerede tal fremgår af bilag 2

Kombinerede drifts, anlægs og renteomkostninger er baseret på rapporten "Analyse af muligheder for central blødgøring: Teknisk – økonomisk analyse" udfærdiget af Krüger A/S i 2015 for Ballerup Forsyning samt tilpasninger via efterfølgende dialog mellem Deloitte og Krüger.

Tabel 1. Nettogevinster sammenlignet med nulscenariet (kr./m<sup>3</sup>)

Kategori	Scen. 1	Scen. 2a	Scen. 2b
<b>Omk. central blødgøring</b>			
Drift, anlæg og renter	-2,4	-3,5 (-2,4)	-3,2 (-2,0)
<b>Forbrugergevinster</b>			
Levetid, vaskemaskiner mv.	2,3	2,2 (4,5)	2,2
Energiforbrug	0,04	0,04 (0,3)	0,04
Forbrug af vaskepulver	-	1,4 (1,1)	1,4
Midler til vedligehold	0,4	1,0 (2,1)	1,0
Forbrugertid, vedligehold	2,2	2,1 (1,9)	2,1
Midler til afkalkning af bad	0,2	0,2 (0,3)	0,2
Sæbe til personlig hygiejne	-	0,2 (0,4)	0,2
<b>Forbrugerkomkostninger</b>			
Hjertekarsygdomme	-	- (-)	-1,1 (-1,9)
Huller i tænderne	-1,8	-1,7 (-1,7)	-1,6
<b>Forvridningseffekter</b>			
Skatteforvridning	-0,02	0,02	0,02
<b>Andet</b>			
Rensningsanlæg m.m.	0,06	0,06 (0,1)	0,06 (0,1)
Total, kr./m <sup>3</sup> /år	0,9*	1,9 (6,6)	1,3
Total, mio. kr./år	1,1	6,2	4,6

\*Denne gevinst tilfalder kun den del af forsyningsområdet, som får vand fra Hofor

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Samlet overblik over de beregnede gevinster og omkostninger

---

Størrelserne for de resterende kategorier er som omtalt i introduktionen baseret på Cowi (2014), Witteveen & Bos (2005) og Hillenbrand (2004). Der er i flere tilfælde foretaget trianguleringer mellem de 3 studier, hvor dette findes velbegrunderet, og i enkelte tilfælde er gevinster/omkostninger lagt til eller fjernet, hvor forholdene taler for dette.

Cowis estimat for drift, anlæg og renter for ionbytningsmetoden samt omkostningen for hjertekarsygdomme er hentet fra Cowi (2011), eftersom Cowi (2014) ikke inkluderer ionbytnings-teknologien. For pellet-teknologien bygger Cowi (2014) på den mere omfattende Cowi (2011), og begge rapporter er derfor benyttet.

Gevinster og omkostninger fra tidligere år er fremskrevet til 2015-priser.

Det fremgår af oversigten i Tabel 1 på forudgående side, at det samlede resultat for husholdninger er en nettogevinst på 1,9 kr./m<sup>3</sup> hhv. 1,4 kr./m<sup>3</sup> vand for pelletmetoden (scenarie 2a) hhv. ionbyttermetoden, hvilket er betydeligt mindre end de 6,6 kr./m<sup>3</sup> som Cowi har estimeret for pellet-metoden i HOFORs forsyningsområde.

De totale nettogevinster viser en årlig gevinst på 1,1 mio. kr. i scenarie 1, 6,2 mio. kr. i scenarie 2a og 4,6 mio. kr. i scenarie 2b. Scenarie 2a er således det foretrukne scenarie.

Grunden til at scenarie 2a er bedre end scenarie 2b er, at pellet-metoden – trods de højere anlægs- og drifts-omkostninger – undgår de forbrugeromkostninger, der er i forhold til hjerte-kar sygdomme ved ionbyttermetoden.

De samlede lavere gevinster i scenarie 1a skyldes for det første, at fordelene bliver lavere i den del af området, der modtager blødgjort vand fra HOFOR, fordi vandet så vil have skiftende hårdhed, når forsyningen veksler mellem hårdt vand fra Ballerup og blødt vand fra HOFOR. Det fjerner den del af forbrugergevinsterne, som forudsætter konstant blødere vand. For det andet skyldes de samlede lavere gevinster ved scenarie 1, at de mange husholdninger i Ballerup, som ikke modtager vand fra HOFOR, vil gå glip af de mindre nettofordele, der trods alt er ved blødgøring.

Det fremgår desuden af Tabel 1 samt af bilag 2, at såfremt husholdningernes omkostninger og gevinster i Cowis analyse blev opskrevet til deres fulde gevinst af forbruget ville den økonomiske gevinst beregnet i vores analyse være omtrent 1/4 af Cowis.

Hvis vores beregninger omvendt blev nedskrevet som i Cowis analyse, ville værdien for husholdninger komme ned omkring nul eller blive negativ. Husholdningernes nettofordele er således ikke i sig selv store nok til at kunne begrunde blødgøring. Som det fremgår af resultaterne af delopgave 2 er der netop tale om en negativ samfundsøkonomisk nettoeffekt for de mest vandforbrugende virksomheder. Det tilbageværende spørgsmål er derfor, om husholdningernes gevinst opvejer det samlede tab for erhverv inklusive de mange, mindre virksomheder som Deloitte ikke har undersøgt konsekvenserne for.

På de følgende sider foretages en nærmere redegørelse for, hvordan vi er kommet frem til estimaterne for husholdninger for hver enkelt post under gevinster og omkostninger.

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Anlægs-, drifts- og renteomkostninger som beregnet af Krüger og justeret af Deloitte (1/4)

Hvis Forsyning Ballerup skal foretage central blødgøring af vand, vil det kræve investeringer i blødgøringsanlæg på alle fem vandværker. Krüger har i "Analyse af muligheder for central blødgøring - Teknisk – økonomisk analyse" beregnet, hvad det samlet vil koste per m<sup>3</sup> vand produceret på hvert af de fem anlæg og med fire forskellige metoder, herunder pellet- og ionbytningsmetoden. Disse beregninger inkluderer både anlægs-, drifts- og renteomkostninger, og er bl.a. baseret på anlæggenes produktionskapacitet, levetid, energiforbrug, kemikalier og bemanning. Estimerne for hhv. pellet og ionbytningsmetoden med og uden vandafledningsbidrag fremgår af tabel 2.

**Tabel 2. Krüger A/S' estimerede omkostninger ved blødgøring.**

Vandværk	Ballerup	Lautrup	Pilegården	Måløv	Stangkær
Pellet, med vandafsl.	-2,6	-2,4	-2,9	-2,7	-4
Pellet, uden vandafsl.	-2,4	-2,2	-2,7	-2,5	-3,7
Ionbytning, med vandafsl.	-2,3	-1,8	-2,5	-2,2	-3,2
Ionbytning, uden vandafsl.	-1,9	-1,6	-2,2	-2	-2,9

Disse omkostningsestimater kan sættes i forhold til estimatet i Cowi (2014) på 1,8 kr./m<sup>3</sup>. Til de 1,8 kr. lægges 0,6 kr. til spildevandsbehandling, som var medregnet i Cowi (2011), men ikke Cowi (2014), således at de fulde omkostninger afspejles. I Cowi (2011) fastslås det, at "alle tre metoder bruger ekstra vand, der skal bortskaffes som spildevand" (s. 47). Cowi estimerer, at der er et vandspild på ca. 2 pct. ved både pellet- og ionbytningsmetoden som skal produceres og ledes til kloak, og at den samfundsøkonomisk omkostning herved er 0,6 kr./m<sup>3</sup>. Deloitte vurderer ligeledes, at denne

omkostningskomponent ikke kan udelades.

Eftersom det må formodes, at Forsyning Ballerup ikke kommer til at levere differentierede priser til forbrugerne, baseret på de forskellige omkostninger på værkerne til blødgøring, beregner Deloitte i tabel 4 en gennemsnitsomkostning for henholdsvis pellet- og ionbytningsmetoden for de fem vandværker, vægtet med den solgte vandmængde fra hvert af værkerne i 2014 vist i tabel 3.

**Tabel 3. Solgt vandmængde på per værk.**

Vandværk	Ballerup	Lautrup	Pilegården	Måløv	Stangkær
Solgt vandmængde, m <sup>3</sup> , tusinde	612	593	292	290	70

**Tabel 4. Vægtede gennemsnitsomkostninger for alle værker.**

Alle Forsyning Ballerups vandværker	Vægtet gennemsnitsomkostning
Pellet, med vandafledning	-2,7
Pellet, uden vandafledning	-2,4
Ionbytning, med vandafledning	-2,2
Ionbytning, uden vandafledning	-1,9

På Hofors værker har Cowi i 2014 estimeret, at det vil koste 1,8 kr./m<sup>3</sup> vand for pelletmetoden, mens de i 2011 estimerede 1,5 kr./m<sup>3</sup> for ionbytningsmetoden (svarende til 1,6 kr. i 2015). Væsentlige forskelle ligger bl.a. i, at Cowi har anslået én ugentlig arbejdstime ved ionbytningsanlæg til at være tilstrækkeligt, mens Krüger vurderer ti timer som værende nødvendigt. For pelletanlæg anvender Cowi, men det formodes, at Cowi anslår ca. 15 timer, mens Krüger bruger 14-21 timer per uge. Krüger antager desuden knap dobbelt så stort et energiforbrug ved begge metoder.

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Anlægs-, drifts- og renteomkostninger som beregnet af Krüger og justeret af Deloitte (2/4)

Krügers rapport udtrykker uvished om hvorvidt der skal betales vandafledningsbidrag (omtalt som spildevandsafgift i Krügers rapport) eller ej, og Deloitte vælger af forsigtighedsgrunde derfor at inkludere vandafledningsbidraget. Følgelig vil de -2,7 kr. og -2,2 kr. fra tabel 4 blive anvendt i de videre beregninger.

Deloitte har efter dialog med Krüger foretaget en række justeringer i forhold til Krügers estimater. Justeringerne gennemgås på de følgende sider i punkt a-e.

Justeringerne resulterer i en samlet vægtet pris for pellet- og ionbyttermetoden på Forsyning Ballerups værker på hhv. 4,4 kr./m<sup>3</sup> og 3,8 kr./m<sup>3</sup>, når der er foretaget opregning til køberpriser som det kræves i samfundsøkonomiske analyser,

Som det fremgår af Tabel 5 til højre vil prisen yderligere blive reduceret til 3,5 kr./m<sup>3</sup> hhv. 3,2 kr./m<sup>3</sup>, når der tages højde for, at 44 % af det blødgjorte vand i Ballerups forsyningsområde leveres af Hofor til en formodet pris på 2,4 kr./m<sup>3</sup>.

Tabel 5. Nettogevinster sammenlignet med nulscenariet (kr./m<sup>3</sup>)

Kategori	Scen. 1	Scen. 2a	Scen. 2b
<b>Omk. central blødgøring</b>			
Drift, anlæg og renter	-2,4	-3,5 (-2,4)	-3,2 (-2,0)
<b>Forbrugergevinster</b>			
Levetid, vaskemaskiner mv	2,3	2,2 (4,5)	2,2
Energiforbrug	0,04	0,04 (0,3)	0,04
Forbrug af vaskepulver	-	1,4 (1,1)	1,4
Midler til vedligehold	0,4	1,0 (2,1)	1,0
Forbrugertid, vedligehold	2,2	2,1 (1,9)	2,1
Midler til afkalkning af bad	0,2	0,2 (0,3)	0,2
Sæbe til personlig hygiejne	-	0,2 (0,4)	0,2
<b>Forbrugerkomkostninger</b>			
Hjertekarsygdomme	-	- (-)	-1,1 (-1,9)
Huller i tænderne	-1,8	-1,7 (-1,7)	-1,6
<b>Forvridningseffekter</b>			
Skatteforvridning	-0,02	0,02	0,02
<b>Andet</b>			
Rensningsanlæg m.m.	0,06	0,06 (0,1)	0,06 (0,1)
Total, kr./m <sup>3</sup> /år	0,9*	1,9 (6,6)	1,3
Total, mio. kr./år	1,1	6,2	4,6

\*Denne gevinst tilfalder kun den del af forsyningsområdet, som får vand fra Hofor

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Anlægs-, drifts- og renteomkostninger som beregnet af Krüger og justeret af Deloitte (3/4)

---

##### a) Ombygning på eksisterende vandværker

Krüger oplyser, at tilkobling af blødgøringsanlæg i de fleste tilfælde vil nødvendiggøre ombygning af eksisterende udstyr og/eller anlæg. Omfanget af omkostninger til ombygning vil dog variere meget fra anlæg til anlæg, og det vil kræve yderligere undersøgelser at estimere konkrete omkostninger for Forsyning Ballerups enkelte anlæg. Det er således en ekstraomkostning, der ikke er indregnet i Krügers estimater vist i tabel 2 på forrige side. Krüger vurderer, at der vil være tale om ekstra investeringer på mellem 25 og 100 %. Vi har derfor valgt at opjustere anlægsomkostningsdelen med 25 %, hvilket ligger tæt op af de estimerede bygningsudgifter i Cowi (2011). Krügers basisomkostninger for Forsyning Ballerup forhøjes derfor med 0,2 kr./m<sup>3</sup>. Grundet det store spænd i ekstraomkostningen på 25-100 %, foretages der i kapitel 5 en følsomhedsanalyse, hvor der anvendes 100 % ekstra investeringsomkostninger til ombygning.

##### b) Direkte værditab ved vandspild i blødgøringsprocesserne

Det i punkt b) omtalte vandspild udgør i sig selv et tab, eftersom Forsyning Ballerup vil skulle oppumpe og producere ekstra vand som kompensation for det spildte. Krüger (2015) angiver spildet ved hhv. ionbytning og pelletmetoden for hvert anlæg. I gennemsnit er det ca. 4 % eller 40 liter vand. Vandtabet værdiansættes med en marginal produktionsomkostning for vand på 5,6 kr./m<sup>3</sup>,

hvilket derfor forøger omkostningen ved blødgøring af vand med 0,2 kr./m<sup>3</sup> ift. Krügers basisomkostninger for Forsyning Ballerup.

##### c) Omkostninger fordelt på forbrugt vand

Beregningerne fra Krüger A/S fordeler de samlede omkostninger ud over den producerede mængde vand. Brugerbetalingen vil imidlertid påføres den forbrugte mængde. Den forbrugte mængde er mindre end den producerede mængde på grund af vandtab, og Krügers omkostningstal opjusteres derfor med 6 %, svarende til en gennemsnitlig stigning på cirka 0,2 kr./m<sup>3</sup> ift. Krügers basisomkostninger for Forsyning Ballerup.

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Anlægs-, drifts- og renteomkostninger som beregnet af Krüger og justeret af Deloitte (4/4)

##### d) Omkostninger til arealinddragelse

Værdien af arealet hvorpå blødgøringsanlæggene placeres er ikke indregnet i beregningerne fra Krüger A/S. Forsyning Ballerup oplyser, at der ved vandværkerne i Måløv og Stangkær skal købes nyt areal, mens der ved de tre andre vandværker er rigeligt ekstra plads, som ikke vil kunne have anden anvendelse. Der tillægges derfor kun omkostninger til arealinddragelse for Måløv og Stangkær.

Arealets værdi estimeres ud fra oplysninger på boliga.dk om grundværdier for huse i de to byområder. Kvadratmeter-værdien ganges dernæst med det antal m<sup>2</sup> Krüger A/S har vurderet nødvendigt for de to anlæg, hhv. 70 og 60 m<sup>2</sup>. For hvert anlæg inkluderes et udenomsareal på 50 m<sup>2</sup>. Dette forøger prisen per m<sup>3</sup> forbrugt vand med 0,03 og 0,13 kr. i hhv. Måløv og Stangkær.

##### Samlede omkostninger for produktion af blødgjort vand fra Forsyning Ballerup og HOFOR

På baggrund af ovenstående justeringer, som er afstemt på baggrund af dialog med Krüger, samt nettoafgiftsfaktoren (se punkt i) estimeres de vægtede omkostninger til central blødgøring på Forsyning Ballerups værker at være 4,2 kr./m<sup>3</sup> for pellet-metoden henholdsvis 3,4 kr./m<sup>3</sup> for ionbytter-metoden.

I Scenarie 2a og 2b vil ca. 44 pct. af det blødgjorte vand dog komme fra Hofor, hvilket på baggrund af Cowis analyser kan forventes leveret til en meromkostning på 2,4 kr./m<sup>3</sup> inkl. omkostninger til ekstra vandforbrug og spildevand.

Det bemærkes, at HOFOR i samarbejde med COWI (2014) har estimeret, at de kan levere vandet til en gennemsnitlig meromkostning på 1,8 kr./m<sup>3</sup>. Dette estimat inkluderer dog ikke omkostninger i forbindelse med vandspild, herunder afledning til kloak, som COWI tidligere har opgjort til ca. 0,6 kr./m<sup>3</sup> (se s. 13 i nærværende rapport).

Dette tillæg kan der efter Deloitte's opfattelse ikke ses bort fra, da blødgøringsmetoderne pellet og ionbytning begge vil være forbundet med et vandspild ifm. med regenereringen af anlæggene. Det er muligt, at noget af dette vandspild kan recirkuleres, eller udledes direkte til havet, men heller ikke disse alternativer vil være omkostningsfrie, ligesom det altid vil koste noget på vandværket at producere den ekstra mængde vand, der skal bruges til regenerering. Deloitte afviser ikke, at omkostningerne evt. kan være lavere end de 0,6 kr./m<sup>3</sup> hos HOFOR, men der vil helt sikkert være en omkostning, og i fravær af et alternativt estimat for denne tillægges de 0,6 kr./m<sup>3</sup> fra COWI (2011).

Deloitte bemærker endvidere, at der i både COWI 2011 og 2014 er regnet med en utidssvarende nettoafgiftsfaktor på 1,17. Finansministeriet anvender i dag en nettoafgiftsfaktor på 1,32, dvs. estimatet for den samfundsøkonomiske anlægs- og driftsomkostning på 1,8/ kr./m<sup>3</sup> hos HOFOR skal opjusteres med ca. 13 pct. Deloitte har dog undladt at gøre dette, idet forudsættes dækket af den ovenfor omtalte tillæg på 0,6 kr./m<sup>3</sup>, der som nævnt kan reduceres, hvis HOFOR kan finde billigere måder at komme af med spildevandet.



### 3. Gevinster og omkostninger – effekter der påvirker flere kategorier

#### Beregningerne tilpasses Forsyning Ballerups situation...

Den samlede gennemsnitlige omkostning for blødgjort vand i Ballerups forsyningsområde bliver derfor 3,4 kr./m<sup>3</sup> for scenarie 2a henholdsvis 3,0 kr./m<sup>3</sup> for scenarie 2b.

Forbrugergevinsterne og –omkostningerne i Cowi (2014) tilpasses til Forsyning Ballerups område ved at tage hensyn til sammensætningen af husholdningstyper, som har lidt forskellige nettogevinster.

#### e) Sammensætning af boligtyper:

Gevinster og omkostninger per m<sup>3</sup> vand hos husholdninger er i Hofor-analysen opgjort efter hvor meget vand der forbruges i henholdsvis enfamiliehuse (kan også benævnes "enkeltboliger") og etageboliger. Gevinster og omkostninger skal derfor tilpasses til det samlede forbrug for hver boligkategori i Forsyning Ballerups forsyningsområde. Hos Forsyning Ballerup står enfamiliehuse for 32 % af det samlede forbrug, mens etageboliger står for 38 %. De tilsvarende tal i Hofors område er 11 % og 52 %.

Omkostninger og gevinster per m<sup>3</sup> vand skaleres derfor, så de passer til sammensætningen af forbrug i Ballerups forsyningsområde. Sammenlignet med Cowis analyse skaleres gevinsterne og omkostningerne derudover op, så de afspejler de fulde effekter for husholdninger, hvoraf  $32/(32+38) = 46\%$  afholdes i enfamiliehuse og  $38/(32+38) = 54\%$  afholdes i etageboliger. Generelt er der en anelse større gevinster for enfamiliehuse end for etageboliger. Eftersom en større andel af husholdningers forbrug i Ballerups forsyningsområde afholdes af enfamiliehuse, er gevinsterne på denne baggrund derfor større.

#### f) Reduktion af hårdhed

Konsekvenserne af blødgøring af vand er proportionale med hvor meget vandets hårdhed reduceres. Den seneste analyse for Hofor antager beregningsmæssigt en reduktion af hårdheden fra 18 °dH til 8 °dH, altså en reduktion på 10 °dH. På Forsyning Ballerups værker vil man i givet fald reducere hårdheden til 10 °dH, men hvor stor en reduktion der er tale om, afhænger af udgangspunktet. Hårdheden af vandet fra Forsyning Ballerups fem vandværker er dog ikke ens, og der beregnes derfor en gennemsnitlig hårdhed, vægtet med de producerede mængder på hvert anlæg. Det vægtede gennemsnit er 18,4 °dH, og der vil således blive tale om en reduktion på 8,4 °dH. Derfor vil visse gevinster og omkostninger kun være 84 % af størrelsen i Hofor-analysen. Vand leveret af Hofor giver lidt større gevinster, da reduktionen af hårdhed for denne del er fra 19 dH til 10 dH.

Tabel 6. Produceret vand og hårdhed på vandværker

#	Navn	m <sup>3</sup> vand, tusinde	dH år 2021
1	Ballerup	612	22
2	Måløv	290	17
3	Stangkær	70	15
4	Pilegården	292	17
5	Lautrup	593	18
6	Skovvejen (Hofor)	1443	10
7	Hanevad (Hofor)	47	10

### 3. Gevinster og omkostninger – effekter der påvirker flere kategorier

#### ... og justeres for generelle samfundsøkonomiske faktorer

---

##### g) Fremskrivning

For at kunne sammenligne gevinster og omkostninger estimeret i forskellige år, fremskrives størrelser fra år før år 2015 til 2015. Dette gøres vha. prisindeksering baseret på Danmarks Statistiks forbrugerprisindeks.

##### h) Nettoafgiftsfaktor

Omkostningen til anlæg, drift og renter er målt i faktorpriser, dvs. priser eksklusive moms o.l. Når priserne skal indregnes i det samlede samfundsøkonomiske resultat, ganges med den aktuelle nettoafgiftsfaktor på 1,325 for at opregne til køberpriser. Denne omregning fra faktorpriser til køberpriser foretages af hensyn til, at det samfundsøkonomiske resultat afspejler scenariets betydning for hele samfundets velfærd målt ved borgernes forbrugsmuligheder, jf. Finansministeriet (1999), afsnit 3.3.

Deloitte bemærker endvidere, at der i både COWI 2011 og 2014 er regnet med en utidssvarende nettoafgiftsfaktor på 1,17. Finansministeriet anvender i dag en nettoafgiftsfaktor på 1,32, dvs. COWIs estimatetr for de samfundsøkonomiske anlæg- og driftsomkostninger for central blødgøring skal opjusteres med ca. 13 pct.

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Beskrivelse af de enkelte gevinster

#### Levetid for husholdningsapparater og installationer

Mindre kalkindhold i vandet kan betyde mindre tilkalkning af apparater og installationer, som bruger vand. Dette kan igen betyde, at apparaterne og installationerne skal udskiftes sjældnere, fordi der går længere tid, før de kalker til.

I Cowi (2014) regnes der med levetidsgevinster for kaffemaskiner, elkedler, vaskemaskiner, opvaskemaskiner, toiletter, vandhaner, vandvarmere og varmtvandsbeholdere. Samtidigt regnes der dog også med en vedligeholdelsesbesparelse i form af et mindre forbrug af afkalkningsmidler samt mindre tid brugt på afkalkning.

Når forbrugerne mindsker deres vedligeholdelse (afkalkning) af husholdningsapparater som følge af langsommere tilkalkning, vil den effektive tilkalkning forblive relativt uændret, hvilket alt andet lige må betyde, at levetiden ikke ændres. Til sammenligning indregner Witteveen & Bos (2005) og Hillenbrand (2004) ingen levetidsbesparelser overhovedet, kun vedligeholdelsesbesparelser. Modsat Cowi, indregner vi derfor ikke en levetidsbesparelse for kaffemaskiner og elkedler, hvilket mindsker den opskalerede levetidsgevinst med 0,5 kr./m<sup>3</sup> vand sammenlignet med Cowis estimat.

Levetidsbesparelsen på opvaskemaskiner trækkes fra på tilsvarende vis, eftersom Cowi (2014) allerede indregner en besparelse på salt til opvaskemaskinens eget blødgøringsapparat..

Tabel 7. Nettogevinster sammenlignet med nulscenariet (kr./m<sup>3</sup>)

Kategori	Scen. 1	Scen. 2a	Scen. 2b
<b>Omk. central blødgøring</b>			
Drift, anlæg og renter	-2,4	-3,5 (-2,4)	-3,2 (-2,0)
<b>Forbrugergevinster</b>			
Levetid, vaskemaskiner mv	2,3	2,2 (4,5)	2,2
Energiforbrug	0,04	0,04 (0,3)	0,04
Forbrug af vaskepulver	-	1,4 (1,1)	1,4
Midler til vedligehold	0,4	1,0 (2,1)	1,0
Forbrugertid, vedligehold	2,2	2,1 (1,9)	2,1
Midler til afkalkning af bad	0,2	0,2 (0,3)	0,2
Sæbe til personlig hygiejne	-	0,2 (0,4)	0,2
<b>Forbrugeromkostninger</b>			
Hjertekarsygdomme	-	- (-)	-1,1 (-1,9)
Huller i tænderne	-1,8	-1,7 (-1,7)	-1,6
<b>Forvridningseffekter</b>			
Skatteforvridning	-0,02	0,02	0,02
<b>Andet</b>			
Rensningsanlæg m.m.	0,06	0,06 (0,1)	0,06 (0,1)
Total, kr./m <sup>3</sup> /år	0,9*	1,9 (6,6)	1,3
Total, mio. kr./år	1,1	6,2	4,6

\*Denne gevinst tilfalder kun den del af forsyningsområdet, som får vand fra Hofor

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Beskrivelse af de enkelte gevinster

---

##### Levetid for husholdningsapparater og installationer (fortsat...)

Dette mindsker den opskalerede levetidsgevinst med cirka 1,1 kr./m<sup>3</sup> vand

Vaskemaskiner forventes derimod at få en levetidsgevinst, eftersom afkalkning af disse er mindre tilgængelig. Med et lavere kalkindhold vil forbrugere sjældnere opleve, at vaskemaskinen ikke virker, og vil derfor og sjældnere udskifte den. I Cowi (2014) antages det dog, at den eneste grund til udskiftning af vaskemaskiner er tilkalkning.

I en følsomhedsanalyse anfører Cowi dog, at der kan være andre grunde til at maskinen udskiftes, eksempelvis at kalkafhængige dele, såsom elektroniske dele, går i stykker. Forbrugere kan desuden også tænkes at udskifte vaskemaskinen, for at få en ny model. Fx viser flere undersøgelser, at det – henset til det lavere energiforbrug som kan opnås med en ny model – allerede kan betale sig at udskifte vaskemaskiner efter ca. 10 år.

I forlængelse af ovenstående finder vi, at det er mest relevant at antage, at tilkalkning er én af årsagerne til udskiftning af vaskemaskiner, men at det ikke er den eneste grund til udskiftning af vaskemaskiner, og derfor mindskes den opskalerede levetidsgevinst fra 1 til 0,5 kr./m<sup>3</sup> vand (som indgår som en del af den totale gevinst ikategorien "Levetid for husholdningsapparater og installationer").

Toiletter og vandhaner antages ligeledes at blive udskiftet af andre årsager end tilkalkning, fx for at få et mere moderne design eller ved restaurering, og den opskalerede levetidsgevinst mindskes med 0,5 kr./m<sup>3</sup> vand.

Dog vil der være en vedligeholdelsesbesparelse i form af sjældnere fjernelse af kalk fra cisternen. 1/3 af levetidsgevinsten på 0,5 kr./m<sup>3</sup> er derfor medregnet som mål for den sparede vedligeholdelse.

Den resterende levetidsgevinst i denne kategori på 1,9 kr./m<sup>3</sup> vand udgøres således af forlænget levetid på vandvarmere, varmtvandsbeholdere og vaskemaskiner, samt en tillagt gevinst fra vedligeholdelsesbesparelse for toiletter.



## 3. Gevinster og omkostninger

### Beskrivelse af de enkelte gevinster

---

#### Energiforbrug i husholdningsapparater

Energiforbruget i husholdningsapparater er i Cowi (2014) vurderet til at kunne reduceres med 5 %, fordi mindre tilkalkning betyder større energieffektivitet. Man kan dog argumentere for, at siden der indregnes mindre vedligeholdelse af opvaskemaskiner, elkedler og kaffemaskiner, vil tilkalkningen af disse apparater være den samme, og derfor vil der ikke være en energigevinst. For vaskemaskiner, hvor det ikke antages at blødere vand vil føre til mindre vedligeholdelse, vil der dog være en gevinst på energiforbruget. Cowis estimat er desuden baseret på en elpris på 0,54 kr. per kWh ekskl. afgifter, hvilket er knapt dobbelt så højt som den gennemsnitlige elpris ekskl. afgifter fra år 2000 til 2015 og mere end dobbelt så højt som prisen fra 2014 til 2015 (ens.dk). Hillenbrand (2004) estimerer en energibesparelse på 0,31 kr./m<sup>3</sup>. Witteveen & Bos (2005) udelader denne energibesparelse.

På denne baggrund vurderer Deloitte, at den i Cowi (2014) estimerede energibesparelse på 0,2 kr./m<sup>3</sup> før skalering skal justeres ift. energiprisen fra år 2000-2015 samt ift. at det kun er vaskemaskiner der får denne besparelse. Opskaleret til gevinsten ved en hel m<sup>3</sup> vand er energibesparelsen dermed 0,04 kr./m<sup>3</sup>.

#### Forbrug af vaskepulver

Mængden af vaskepulver kan og bør mindskes, når vandet er blødere, jf. vaskepulverproducenters vejledninger. I Cowi (2014) vurderes denne besparelse at være 40 % ved sænkning på 10 dH, hvilket giver en besparelse på 0,8 kr./m<sup>3</sup> vand, og 1,3 kr. efter opskalering til fuld gevinst. Estimatet i Hillenbrand (2004) er lidt mindre med 0,75 kr./m<sup>3</sup> vand, når 2004-tallet er fremskrevet, men det er stadig ikke langt fra. I Witteveen & Bos (2005) antages en vaskepulverbeparelse på 42 % ved en sænkning på 10 dH, hvilket ligger meget tæt op af de 40 %. De 0,8 kr. (opskaleret 1,3 kr.) beholdes derfor i nærværende rapport.

I scenarie 1 vil hårdheden i vandet svinge mellem 18,4 i gennemsnit i Forsyning Ballerups leverancer og 10 i Hofors. Forbrugerne forventes ikke at tilpasse sig hårdheden på de forskellige tidspunkter, og de vil derfor være nødt til konstant at bruge en vaskepulvermængde svarende til hårdt vand. Der vil derfor ingen gevinst være for vaskepulver i scenarie 1. Omvendt kan man argumentere for, at der ligefrem skulle være en omkostning forbundet med den meget svingende hårdhedsgrad, eftersom en stor sæbemængde benyttet til blødt vand ifølge Teknologisk Institut kan efterlade sæberester i tøjlet ligesom sæbebakken i vaskemaskinen kan skumme over.

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Beskrivelse af de enkelte gevinster

---

##### **Afkalkningsmidler og kemikalier til vedligehold af husholdningsapparater**

I denne kategori er mindre forbrug af opvaskemaskinesalt og afkalkningsmiddel til kaffemaskiner og elkedler inkluderet. Besparelsen til varmtvandsbeholdere er derimod trukket fra, eftersom der allerede er indregnet en levetidsgevinst for varmtvandsbeholdere. Beregningen af vedligeholdelsesbesparelsen for varmtvandsbeholdere er ikke vist i Cowi (2014). Denne størrelse kan dog isoleres ved at beregne besparelsen på opvaskemaskinesalt ud fra et prisgennemsnit fra fire online forhandlere på 14 kr. per kg, en antagelse om et månedligt forbrug på 1 kg per opvaskemaskine og fire personer per opvaskemaskine.

Witteveen & Bos estimerer, at en reduktion på 10 dH mindsker saltbehovet i opvaskemaskiner med 65,5 %, og sammen med det årlige forbrug per person i Forsyning Ballerups område på 35 m<sup>3</sup> kan besparelsen på opvaskemaskinesalt beregnes til 0,8 kr./m<sup>3</sup>.

På lignende vis beregnes besparelsen til kalkfjerner til elkedler og kaffemaskiner. Dette gøres dog ud fra oplysninger i Cowi (2011), til 0,4 kr./m<sup>3</sup>. Besparelserne på salt og kalkfjerner summerer til 1,0 kr./m<sup>3</sup>, og denne sum reskaleres ikke, da det er en direkte beregnet gevinst. Modsat Cowi (2014) indregnes således ikke vedligeholdelsesbesparelse på varmtvandsbeholdere, fordi der allerede er indregnet en levetidsgevinst for dette produkt.

I scenarie 1 er der ligeledes en besparelse på kalkfjerner, men der er ikke nogen besparelse på opvaskemaskinesalt. Dette skyldes, at forbrugerne – ligesom når de doserer sæbe til vaskemaskinen – ikke forventes at have løbende kendskab til vandets hårdhed. De er derfor nødt til hele tiden at have indstillet opvaskemaskinens egen blødgører til hårdt vand, og derved mistes besparelsen på opvaskemaskinesalt

##### **Forbrugertid på vedligehold**

Med en mindsket kalkmængde tilkalkes elkedler og kaffemaskiner langsommere, og derfor vil forbrugere kunne vedligeholde mindre. Denne kategori regnes også med i Witteveen & Bos (2005), og der antages en tidsbesparelse på 67 til 74 %, hvilket er lidt over de cirka 45 % tidsbesparelse i Cowi (2011). Kategorien er ikke med i Hillenbrand (2004). Deloitte vurderer, at den generelle tilpasning af gevinsten beskrevet på side 16 til 17 er tilstrækkelig for denne kategori.

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Beskrivelse af de enkelte gevinster

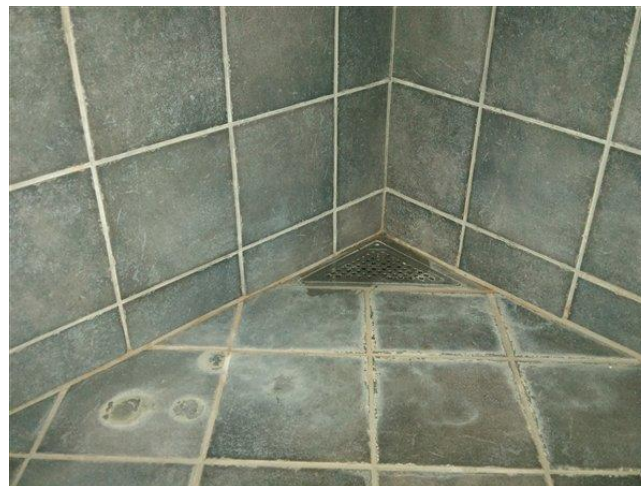
---

##### Rengøringsmidler til afkalkning af badeværelser

Blødere vand betyder mindre kalk i badeværelser, og dermed mindre forbrug af kalkfjerner i badeværelser. Cowi (2011) vurderer 33 % mindre mængde, hvilket er en besparelse på 0,2 kr./m<sup>3</sup> vand efter skalering. Witteveen & Bos estimerer 58 % mindre forbrug og Hillenbrand (2004) estimerer en besparelse på 0,05 kr./m<sup>3</sup> vand. Cowis estimat ligger således i midten af estimaterne fra Holland og Tyskland, og ændres ikke, ud over de generelle tilpasninger beskrevet på side 16 til 17.

##### Sæbe og shampoo til personlig hygiejne

Ved brusebad og håndvask vil mængden af sæbe og shampoo kunne mindskes, hvis vandet bliver blødere. Den opskalerede besparelse hos Cowi (2014) er 0,4 kr./m<sup>3</sup> baseret på en mindskelse på 17 %. Hillenbrand (2004) estimerer besparelsen til at være 0,03 kr./m<sup>3</sup> mens Witteveen & Bos (2015) ikke indregner denne effekt. Deloitte benytter et gennemsnit mellem estimaterne fra Hillenbrand (2004) og Cowi (2014) (begge fremskrevet til 2015) på 0,2 kr./m<sup>3</sup>. I scenarie 1 forventes forbrugeren igen ikke at have løbende kendskab til vandets hårdhed, og derfor vil de ikke kunne tilvænne sig at bruge mindre sæbe og shampoo.



### 3. Gevinster og omkostninger

#### Beskrivelse af de enkelte omkostninger

#### Hjertekarsygdomme

Ved blødgøring med ionbyttermetoden reduceres indholdet af magnesium-ioner i vandet, som forbrugerne efterfølgende drikker. Dette kan have sundhedsmæssige konsekvenser, og WHO (2009) refererer til konsensus blandt eksperter om magnesiums beskyttende virkning mod hjertekarsygdomme. Cowi (2011) baserer et estimat på -1,2 kr./m<sup>3</sup> på Rygaard et al. Witteveen (2005) og Hillenbrand (2004) inkluderer ikke sundhedsomkostninger, men disse studier er også fra før WHO (2009). Der er ikke grundlag for at justere estimatet på -1,2 kr./m<sup>3</sup>, ud over at fremskrive det til en 2015-pris på 1,25 kr./m<sup>3</sup>, opskalere det til fordele ved 100 % af en m<sup>3</sup> vand og vægte omkostningen sammen med nulomkostningen på denne post for vandet fra Hofor. Ved pellet-metoden reduceres indholdet af magnesium-ioner ikke, og omkostningen er derfor nul i scenarie 1 og 2a.

#### Huller i tænderne

WHO (2009) konkluderer at de fleste voksne i i-lande ikke indtager den fornødne mængde calcium og/eller magnesium. Det kan derfor medføre en sundhedsmæssig risiko at mindske kalkindholdet i drikkevand. Arvin (2010) estimerer omkostningen til at være 0,2 € per m<sup>3</sup>, hvilket i Cowi (2011) konverteres til 1,3 kr./m<sup>3</sup>. Grundet manglende information om decimaler, er der ikke grundlag for at ændre de 1,3 kr./m<sup>3</sup>, ud over de generelle justeringer beskrevet på side 16 til 17, som opjusterer til 1,7 kr./m<sup>3</sup>. For ionbytningsmetoden udfældes der lidt mindre kalk i ft. pelletmetoden.

Tabel 8. Nettogevinster sammenlignet med nulscenariet (kr./m<sup>3</sup>)

Kategori	Scen. 1	Scen. 2a	Scen. 2b
<b>Omk. central blødgøring</b>			
Drift, anlæg og renter	-2,4	-3,5 (-2,4)	-3,2 (-2,0)
<b>Forbrugergevinster</b>			
Levetid, vaskemaskiner mv	2,3	2,2 (4,5)	2,2
Energiforbrug	0,04	0,04 (0,3)	0,04
Forbrug af vaskepulver	-	1,4 (1,1)	1,4
Midler til vedligehold	0,4	1,0 (2,1)	1,0
Forbrugertid, vedligehold	2,2	2,1 (1,9)	2,1
Midler til afkalkning af bad	0,2	0,2 (0,3)	0,2
Sæbe til personlig hygiejne	-	0,2 (0,4)	0,2
<b>Forbrugeromkostninger</b>			
Hjertekarsygdomme	-	- (-)	-1,1 (-1,9)
Huller i tænderne	-1,8	-1,7 (-1,7)	-1,6
<b>Forvridningseffekter</b>			
Skatteforvridning	-0,02	0,02	0,02
<b>Andet</b>			
Rensningsanlæg m.m.	0,06	0,06 (0,1)	0,06 (0,1)
Total, kr./m <sup>3</sup> /år	0,9*	1,9 (6,6)	1,3
Total, mio. kr./år	1,1	6,2	4,6

\*Denne gevinst tilfalder kun den del af forsyningsområdet, som får vand fra Hofor



### 3. Gevinster og omkostninger

#### Forvridningseffekter

#### Skatteforvridning

Skatteforvridningseffekter medregnes når en ændret aktivitet medfører en ændring i det offentlige provenu. Hvis provenu-effekten er negativ vil det offentlige skulle indkræve andre skatter for at opnå balance, hvilket antages at have en negativt samfundsøkonomisk effekt på 20 pct. af provenu-effekten, da de øgede skatter mindsker arbejdsudbuddet – og omvendt hvis provenueffekten er positiv.

Blødgøring af vand vil øge det offentlige indtægter fra vandværker, idet de øger eget forbrug af vand og dermed betaling af spildevandsafledningsbidrag, som indeholder afgifter, samt øger elforbruget, der ligeledes medfører øget afgiftsbetaling.

Afgiftsindtægten fra private forbrugeres elforbrug vil derimod mindskes, men denne effekt er relativt set mindre

Blødere vand vil desuden medføre mindre forbrug af husholdningsmaskiner og midler til vedligeholdelse og rengøring, hvilket påvirker det offentlige momsregnskab. Pengene som private sparer på dette område, antages imidlertid at blive forbrugt på andre momsbelagte varer, hvorfor disse effekter går nogenlunde lige op.

Samlet set går positive og negative skatteforvridningseffekter går næsten lige op, og har en beskedne størrelse på 0,02 kr./m<sup>3</sup>, bortset fra i scenarie 1, hvor påvirkningen er - 0,02.

Tabel 9. Nettogevinster sammenlignet med nulscenariet (kr./m<sup>3</sup>)

Kategori	Scen. 1	Scen. 2a	Scen. 2b
<b>Omk. central blødgøring</b>			
Drift, anlæg og renter	-2,4	-3,5 (-2,4)	-3,2 (-2,0)
<b>Forbrugergevinster</b>			
Levetid, vaskemaskiner mv	2,3	2,2 (4,5)	2,2
Energiforbrug	0,04	0,04 (0,3)	0,04
Forbrug af vaskepulver	-	1,4 (1,1)	1,4
Midler til vedligehold	0,4	1,0 (2,1)	1,0
Forbrugertid, vedligehold	2,2	2,1 (1,9)	2,1
Midler til afkalkning af bad	0,2	0,2 (0,3)	0,2
Sæbe til personlig hygiejne	-	0,2 (0,4)	0,2
<b>Forbrugerkostninger</b>			
Hjertekarsygdomme	-	- (-)	-1,1 (-1,9)
Huller i tænderne	-1,8	-1,7 (-1,7)	-1,6
<b>Forvridningseffekter</b>			
Skatteforvridning	-0,02	0,02	0,02
<b>Andet</b>			
Rensningsanlæg m.m.	0,06	0,06 (0,1)	0,06 (0,1)
Total, kr./m <sup>3</sup> /år	0,9*	1,9 (6,6)	1,3
Total, mio. kr./år	1,1	6,2	4,6

\*Denne gevinst tilfalder kun den del af forsyningsområdet, som får vand fra Hofor

### 3. Gevinster og omkostninger

#### Andre forhold

#### Besparelse på rensningsanlæg m.m.

Der bruges en mindre mængde vaskepulver og udledes derfor mindre fosfor til rensningsanlæg. Dette giver besparelser, og der spares mest hvis man har meget kemisk rensning. Hos Forsyning Ballerup er der mere biologisk rensning end benyttet i beregningerne for i Cowi (2011), og besparelsen er derfor mindre på Forsyning Ballerups anlæg. Besparelsen hos Forsyning Ballerup opgøres til 0,06 kr./m<sup>3</sup> vand. Besparelser for rensningsanlæg er i sidste ende en besparelse for borgerne, og derfor regnes effekten ind her.

Miljøbesparelser er også medregnet i Cowi (2014), men er kun på 0,01 kr./m<sup>3</sup>. Miljøbesparelsen summeres med besparelsen på rensningsanlæg.



Tabel 10. Nettogevinster sammenlignet med nulscenariet (kr./m<sup>3</sup>)

Kategori	Scen. 1	Scen. 2a	Scen. 2b
<b>Omk. central blødgøring</b>			
Drift, anlæg og renter	-2,4	-3,5 (-2,4)	-3,2 (-2,0)
<b>Forbrugergevinster</b>			
Levetid, vaskemaskiner mv	2,3	2,2 (4,5)	2,2
Energiforbrug	0,04	0,04 (0,3)	0,04
Forbrug af vaskepulver	-	1,4 (1,1)	1,4
Midler til vedligehold	0,4	1,0 (2,1)	1,0
Forbrugertid, vedligehold	2,2	2,1 (1,9)	2,1
Midler til afkalkning af bad	0,2	0,2 (0,3)	0,2
Sæbe til personlig hygiejne	-	0,2 (0,4)	0,2
<b>Forbrugeromkostninger</b>			
Hjertekarsygdomme	-	- (-)	-1,1 (-1,9)
Huller i tænderne	-1,8	-1,7 (-1,7)	-1,6
<b>Forvridningseffekter</b>			
Skatteforvridning	-0,02	0,02	0,02
<b>Andet</b>			
Rensningsanlæg m.m.	0,06	0,06 (0,1)	0,06 (0,1)
Total, kr./m <sup>3</sup> /år	0,9*	1,9 (6,6)	1,3
Total, mio. kr./år	1,1	6,2	4,6

\*Denne gevinst tilfalder kun den del af forsyningsområdet, som får vand fra Hofor

# Indhold

---

---

1. Opsummering af resultater for delopgave 1

---

2. Introduktion til analysen

---

3. Gevinster og omkostninger ved central blødgøring på Forsyning Ballerups vandværker

---

4. Følsomhedsanalyser og usikkerheder

---

5. Bilag

---



## 5. Følsomhedsanalyser og usikkerheder

Følsomhedsanalyserne viser, at der er en mindre risiko, at der er ikke opnås en positiv nettogevinst

På baggrund af en ikke ubetydelig usikkerhed om visse af omkostningerne og gevinsterne ved scenarierne, har vi udført nedenstående følsomhedsanalyser:

1. Omkostning til ombygning af eksisterende anlæg sættes til 0 pct. hhv. 100 pct. af øvrige anlægsomkostninger i stedet for hovedantagelsen på 25 pct.
  - Jf. mailkorrespondance med Krüger A/S, er der stor usikkerhed i denne meromkostning.
2. De samlede anlægs- og driftsomkostninger til blødgøring hos Forsyning Ballerup sættes til -25 pct. hhv. +25 pct. sammenlignet med hovedantagelserne
3. Vandet fra Hofors anlæg koster hhv. 1,8 og 3,0 kr. i stedet for 2,4 kr./m<sup>3</sup> grundet usikkerhed om indregning af omk. til spildevandsrensning samt omk. til produktion af ekstra vand m.m.
4. De samlede forbrugergevinster ifm. husholdningsmaskiner, midler og rengøring sættes til -33 pct. hhv. +33 pct. sammenlignet med hovedantagelserne
  - Jf. overvejelserne på side 18-25 er der generelt betydelige usikkerheder omkring disse gevinster
5. Ingen hjerte-kar omkostning, dvs. omkostningen på 1,1 kr./m<sup>3</sup> for Scenarie 2b (ionbytning) trækkes ud
  - Selvom der er konsensus i WHO om at denne omkostning eksisterer, er den svær at kvantificere.

Tabel 11. Resultat af følsomhedsanalyser (nettogevinst kr./m<sup>3</sup>)

Følsomhedsparameter	Scen. 1	Scen. 2a	Scen. 2b
0 % tillæg for ombygning af eksisterende anlæg	0,9	2,1	1,5
100 % tillæg for ombygning af eksisterende anlæg	0,9	1,3	0,9
25 % reduktion af FB samlede anlægs- og driftsomkostninger	0,9	2,5	1,9
25 % forøgelse af FB samlede anlægs- og driftsomkostninger	0,9	1,3	0,8
Vand fra Hofor koster 1,8 kr./m <sup>3</sup>	1,5	2,2	1,6
Vand fra Hofor koster 3,0 kr./m <sup>3</sup>	0,3	1,6	1,1
33 % reduktion af alle forbrugergevinster ifm. husholdningsmaskiner, midler og rengøring	-0,6	-0,4	-1,0
33 % forøgelse af alle forbrugergevinster ifm. husholdningsmaskiner, midler og rengøring	2,5	4,2	3,7
Ingen omkostninger til hjerte-kar-sygdomme	0,9	1,9	2,4

Som det fremgår af tabel 11 vil en 33 pct. reduktion af forbrugergevinsterne kunne tippe den samlede samfundsøkonomiske effekt til negativ for husholdninger, mens de øvrige analyserede følsomheder ikke ændrer på, at den samlede effekt er positiv.

## 5. Følsomhedsanalyser og usikkerheder

### Korrosion af rør er en væsentlig usikkerhedsfaktor som Deloitte ikke har gennemført nærmere analyser af

---

Følsomhedsanalyserne viser desuden, at konklusionen om at scenarie 2a er at foretrække frem for 2b afhænger af, at der forventes at være en sundhedsomkostning i form af flere hjerte-karsygdomme, når magnesiumindholdet i vandet mindskes ved ionbyttermetoden. Hvis der ses bort fra denne omkostning er scenarie 2b (ionbyttermetoden) den samfundsøkonomisk foretrukne. Der er dog belæg for, at denne omkostning skal medtages med en positiv værdi. Men hvis den er under 0,6 kr./m<sup>3</sup> er scenarie 2b at foretrække.

Udover de gennemførte følsomhedsanalyser bør opmærksomheden også henledes på en anden meget vigtig usikkerhedsfaktor som Deloitte ikke har undersøgt nærmere. Det er således i alle de gennemførte samfundsøkonomiske analyser på området (inkl. Deloitte) antaget, at det blødere vand ikke vil føre til korrosion og dermed dysfunktionalitet eller hurtigere nedslidning af vandrør hverken hos forsyningerne eller husholdningerne og virksomhederne.

Det er ellers en velkendt effekt, at meget blødt vand kan medføre øget korrosion af vandrør. HOFOR vurderer, at deres undersøgelser giver belæg for, at når hårdhedsgraden ikke reduceres til mindre end 10 dH, vil der ikke forekomme korrosion i betydeligt omfang. Netop derfor er det valgt ikke at blødgøre vandet til mindre end 10 dH.

Det er vigtigt, at denne forudsætning holder; ellers vil det i sig selv kunne underminere den samfundsøkonomiske rentabilitet af central blødgøring.

Der er ikke medtaget eventuelle effekter mht. knogleskørhed i analysen. Ifølge WHO viser mange undersøgelser sammenhæng mellem øget calciumindtag og forøgelse af knoglemassen blandt unge samt mindskelse af knogleskørhed blandt ældre, særligt for de der i forvejen har et lavt indtag. WHO nævner dog ikke noget om, at det er kritisk vigtigt med højt calcium-indtag via drikkevand. En stor del af calciumindtaget kommer således fra madvarer.

I Cowi (2011) angives det på baggrund af WHO, at pelletmetoden ”potentielt kan give lidt større risiko for knogleskørhed, hvilket dog ikke har kunnet kvantificeres”. Der opereres heller ikke med tab ifm. knogleskørhed i de samfundsøkonomiske analyser af blødgøring af vand i andre lande. Det hollandske og tyske studie omtaler ikke knogleskørhed, mens Det belgiske studie, ligesom Cowi, vurderer, at effekten ikke kan kvantificeres.

På den baggrund kunne det fremadrettet overvejes at foretage en nærmere sundhedsmæssig vurdering, af om blødgøring efter pellet-metoden vil udgøre en så betydelig påvirkning af danske forbrugeres calciumindtag, at det kan have en sundhedsskadelig effekt mht. knogleskørhed.

Afhængigt af udfaldet af sådanne undersøgelser, kan det overvejes at foretage samfundsøkonomisk kvantificering af effekterne mht. knogleskørhed.

# Indhold

---

---

1. Opsummering af resultater for delopgave 1

---

2. Introduktion til analysen

---

3. Gevinster og omkostninger ved central blødgøring på Forsyning Ballerups vandværker

---

4. Følsomhedsanalyser

5. Bilag



# Bilag 1

## Litteraturliste

---

Arvin (2010): Caries og drikkevandskvalitet, Danva  
Høstmøde

Cowi (2014): Samfundsøkonomisk vurdering af blødgøring  
af vand til husholdninger i Hofor's ejerkommuner

Cowi (2011): Central blødgøring af drikkevand (udgivet af  
Miljøministeriet)

Hillenbrand (2004): Ökologische und ökonomische  
Bewertung der zentralen Enthärtung von Trinkwasser

Krüger (2015): "Analyse af muligheder for central  
blødgøring: Teknisk – økonomisk analyse" udfærdiget af  
Krüger A/S i 2015.

Teknologisk Institut: Interview med Jørgen Baadsgaard-  
Jensen

Witteveen & Bos (2005): Hard of zacht? MKBA  
drinkwaterontharding

## Bilag 2

### Skalerede og uskalerede effekter for Cowi sammenlignet med Deloitte's estimater

Kategori	Deloitte (100 %)		Cowi, skaleret (63 %)	Cowi, uskaleret (100 %)
	Pellet	Ionbytn.	Pellet	Pellet
<b>Investering og drift</b>				
Drift, anlæg og renter	-3,5	-3,2	-2,4	-2,4
<b>Forbrugergevinster</b>				
Levetid	2,3	2,2	2,9	4,5
Energiforbrug	0,04	0,04	0,2	0,3
Forbrug af vaskepulver	1,4	1,4	0,7	1,1
Vedligehold	1,0	1,0	1,3	2,1
Forbrugertid på vedligehold	2,1	2,1	1,2	1,9
Rengøring	0,2	0,2	0,2	0,3
Forbrug til personlig hyg.	0,2	0,2	0,3	0,4
<b>Forbrugeromkostninger</b>				
Hjertekarsygdomme	0,0	-1,1	0	0
Huller i tænderne	-1,7	-1,6	-1,1	-1,7
<b>Forvriddning og off. prov.</b>				
Skatteforvriddning	0,2	0,2	0	0
Markedsforvriddning			-	-
<b>Andet</b>				
Rensningsanlæg m.m.	0,06	0,06	0,1	0,1
<b>Total</b>	<b>1,9</b>	<b>1,3</b>	<b>3,2</b>	<b>6,6</b>



---

### **Om Deloitte Consulting – fra ide til virkelighed**

Deloitte Consulting fokuserer på udvikling og effektivisering af kundernes organisation, kerneprocesser, økonomistyring og it for at bidrage til realisering af kundernes strategiske målsætninger. Vi kender den offentlige og den private sektor til bunds og kombinerer vores faglige kompetencer med evnen til at lede, styre og gennemføre projekter i komplekse miljøer. Det kan være som rådgivere eller som ansvarlige for processer fra idestadie til implementering.

Deloitte er Danmarks største revisions- og rådgivningsfirma. Vi tilbyder en bred vifte af ydelser og kombinerer konsulentrollen i Deloitte Consulting med Deloittes kompetencer indenfor revision, skat og finansiering. Det giver vores kunder en unik mulighed for at få integrerede løsninger, der er skræddersyet til de enkelte opgaver.

Vi er del af den globale virksomhed Deloitte Touche Tohmatsu Limited. Vi udvikler og deler viden på tværs af kontorer i mange lande. Inspirationen fra udlandet kombineret med systematisk metodeudvikling på tværs af landegrænser sikrer, at vores løsninger altid tager udgangspunkt i den seneste viden. Det er forudsætningen for, at vi i dag og i fremtiden kan være en attraktiv og værdiskabende rådgiver.

### **Om Deloitte**

Deloitte leverer ydelser indenfor revision, skat, consulting og financial advisory til både offentlige og private virksomheder i en lang række brancher. Vores globale netværk med medlemsfirmaer i mere end 150 lande sikrer, at vi kan stille stærke kompetencer til rådighed og yde service af højeste kvalitet, når vi skal hjælpe vores kunder med at løse deres mest komplekse forretningsmæssige udfordringer. Deloitte's cirka 200.000 medarbejdere arbejder målrettet efter at sætte den højeste standard.

### **Deloitte Touche Tohmatsu Limited**

Deloitte er en betegnelse for Deloitte Touche Tohmatsu Limited, der er et britisk selskab med begrænset ansvar, og dets netværk af medlemsfirmaer. Hvert medlemsfirma udgør en separat og uafhængig juridisk enhed. Vi henviser til [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) for en udførlig beskrivelse af den juridiske struktur i Deloitte Touche Tohmatsu Limited og dets medlemsfirmaer.

© 2015 Deloitte Statsautoriseret Revisionspartnerselskab. Medlem af Deloitte Touche Tohmatsu Limited

Member of  
**Deloitte Touche Tohmatsu**