

# Velkommen til webinarret om Re.CaP

Du vil møde:



Christian Balder  
Markedschef



Peter Borch Nielsen  
Chefingeniør, proces

# Program

1. Hvorfor Re.CaP nu?
2. Sammenligning mellem Re.CaP og blødgøring
3. Vandkemi og procesteknik
4. Danske erfaringer med CO<sub>2</sub> dosering
5. Re.CaP løsning i praksis
6. Risici ved Re.CaP
7. Projektforløb

# Hvorfor Re.CaP netop nu?

## COWI rapporter 2011/15, Rambøll rapport 2018:

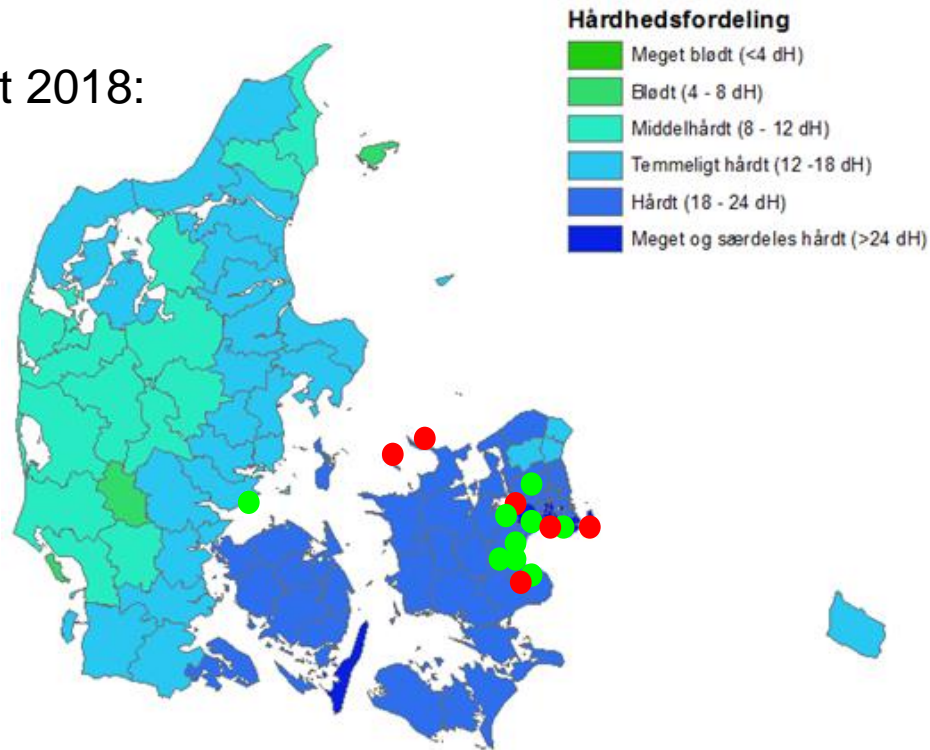
- God samfundsøkonomi i central blødgøring

## Stor interesse for blødgøring, men...

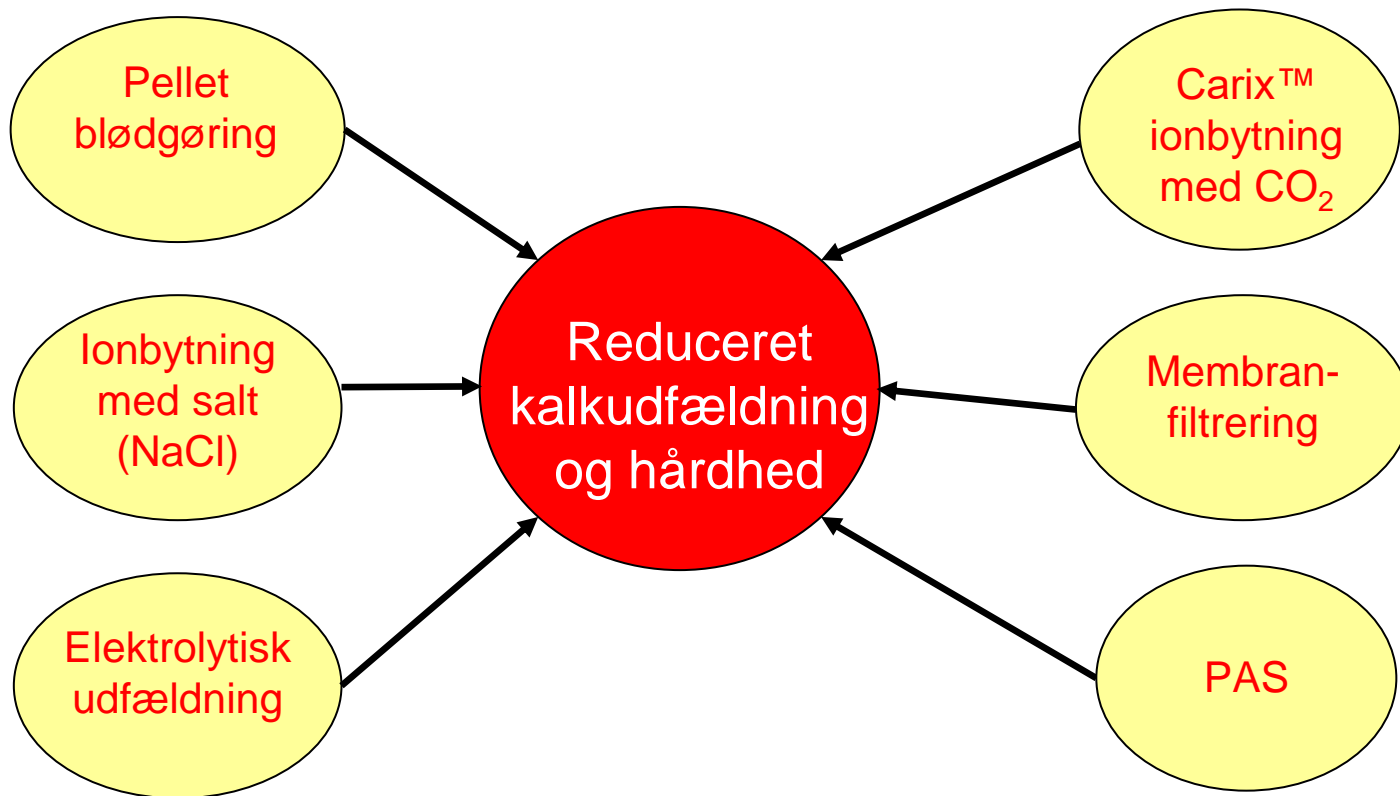
- Ionbytning med NaCl billigt, men problematisk spildevand
- CARIX/ Pellet/ PAS – store anlæg
- Membranfiltrering/LPRO – stort vandspild

## Alternativer til blødgøring

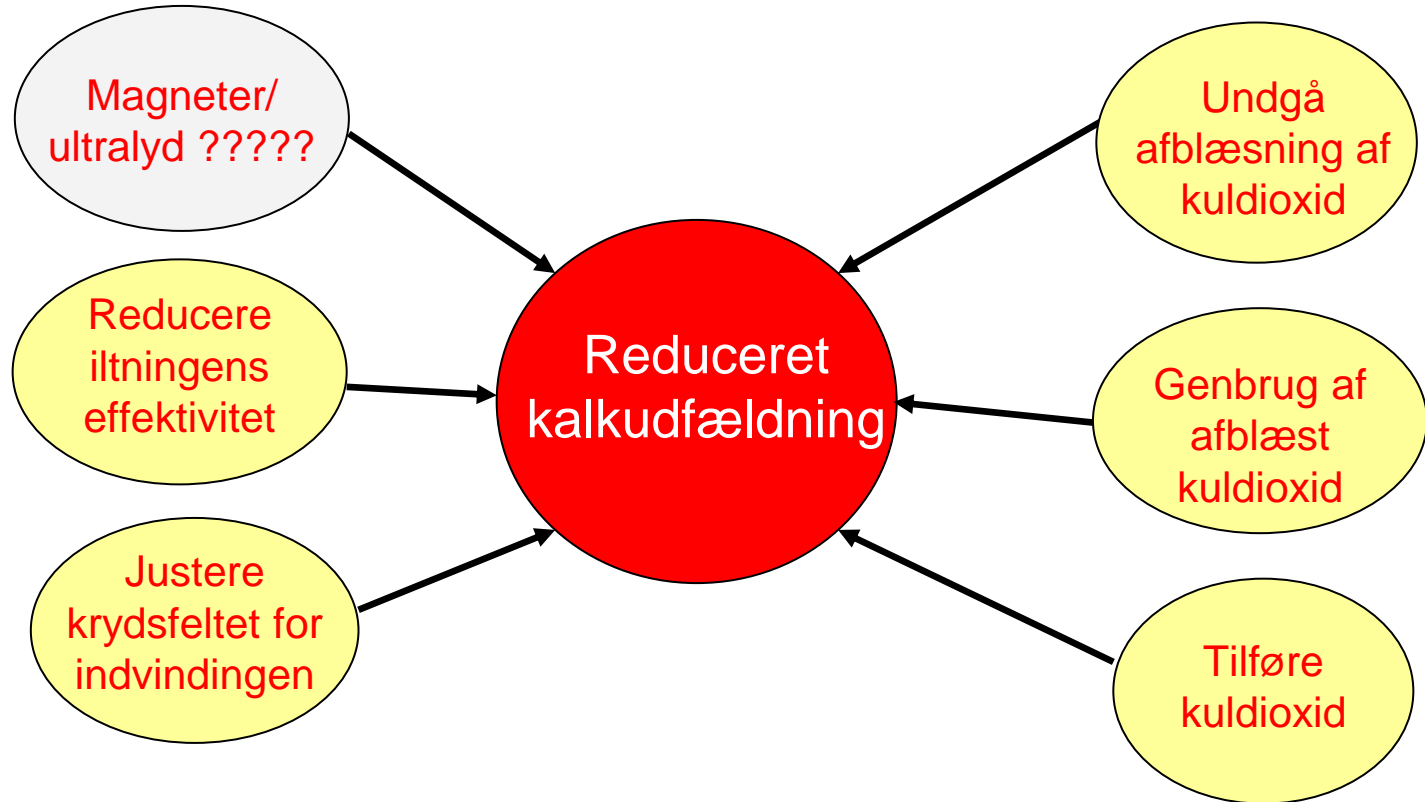
- Metoder med fysisk påvirkning – ej entydig påviselig effekt
- Reduktion af CCPP i vandbehandlingen



# Mere komplicerede metoder til reduktion af kalkudfældningen (og hårdheden)



# Nemme metoder til reduktion af kalkudfældningen



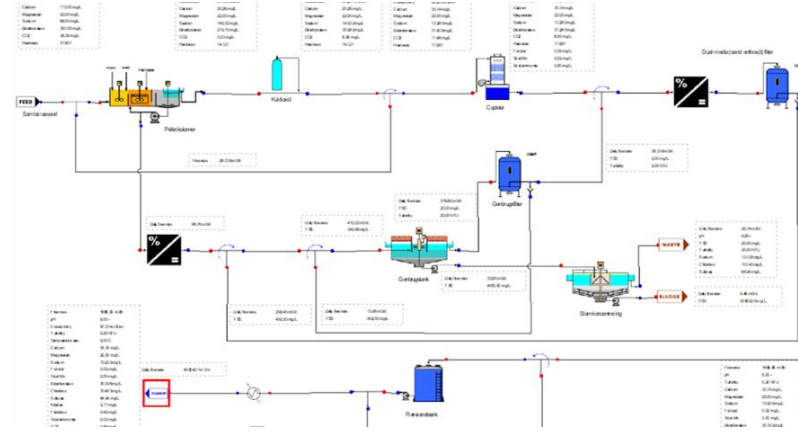
# CCPP – Calcium Carbonate Precipitation Potential

**CCPP = Hvor meget kalk kan der teoretisk udfældes**  
(beregnes iterativt med dedikerede programmer)

Typisk  $CCPP_{10}$  i hårdt dansk drikkevand er 30 - 60 mg/l  
 - dvs. ved f.eks. 500.000 m<sup>3</sup>/år => 15 - 30 ton/år kan udfældes i anlæg/ledningsnet.....

$CCPP_{10}$  skal være større end 0 mg/l  
 - ellers aggressivt vand, som er kalkopløsende

**Og stigende temperatur giver større udfældning !**



Element	Phase	Dissolved species
Ca	CaCO <sub>3</sub> (s)	Ca <sup>2+</sup> , CaCO <sub>3</sub> <sup>0</sup> , CaHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup> , CaOH <sup>+</sup> , CaSO <sub>4</sub> <sup>0</sup> , CaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CaHPO <sub>4</sub> <sup>0</sup> , CaPO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Mg		Mg <sup>2+</sup> , MgCO <sub>3</sub> <sup>0</sup> , MgHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup> , MgOH <sup>+</sup> , MgSO <sub>4</sub> <sup>0</sup> , MgH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>+</sup> , MgHPO <sub>4</sub> <sup>0</sup> , MgPO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Na		Na <sup>+</sup>
K		K <sup>+</sup>
C*	CaCO <sub>3</sub> (s)	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (= CO <sub>2</sub> aq), HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
Cl		Cl <sup>-</sup>
N		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
S*		HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
P*		H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
H	H <sub>2</sub> O (l)	H <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup>

\* The dissolved species already specified for the cations Ca and Mg are not repeated for the anions.

# Kalkudfældning – noget teori



(forskellige mineraler)

**Kalkudfældningen kan reduceres ved at:**

- reducere indholdet af  $\text{Ca}^{2+}$  (blødgøring)
- reducere indholdet af  $\text{CO}_3^{2-}$
- reducere indholdet af både  $\text{Ca}^{2+}$  og  $\text{CO}_3^{2-}$

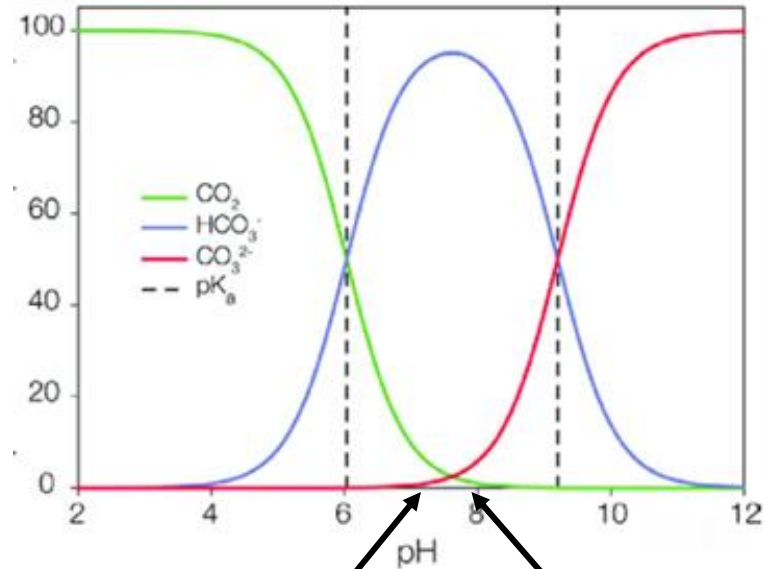


$[\text{Ca}][\text{CO}_3] > K_s$  (kalkudfældning)

$[\text{Ca}][\text{CO}_3] = K_s$  (ligevægt)

$[\text{Ca}][\text{CO}_3] < K_s$  (kalkopløsning)

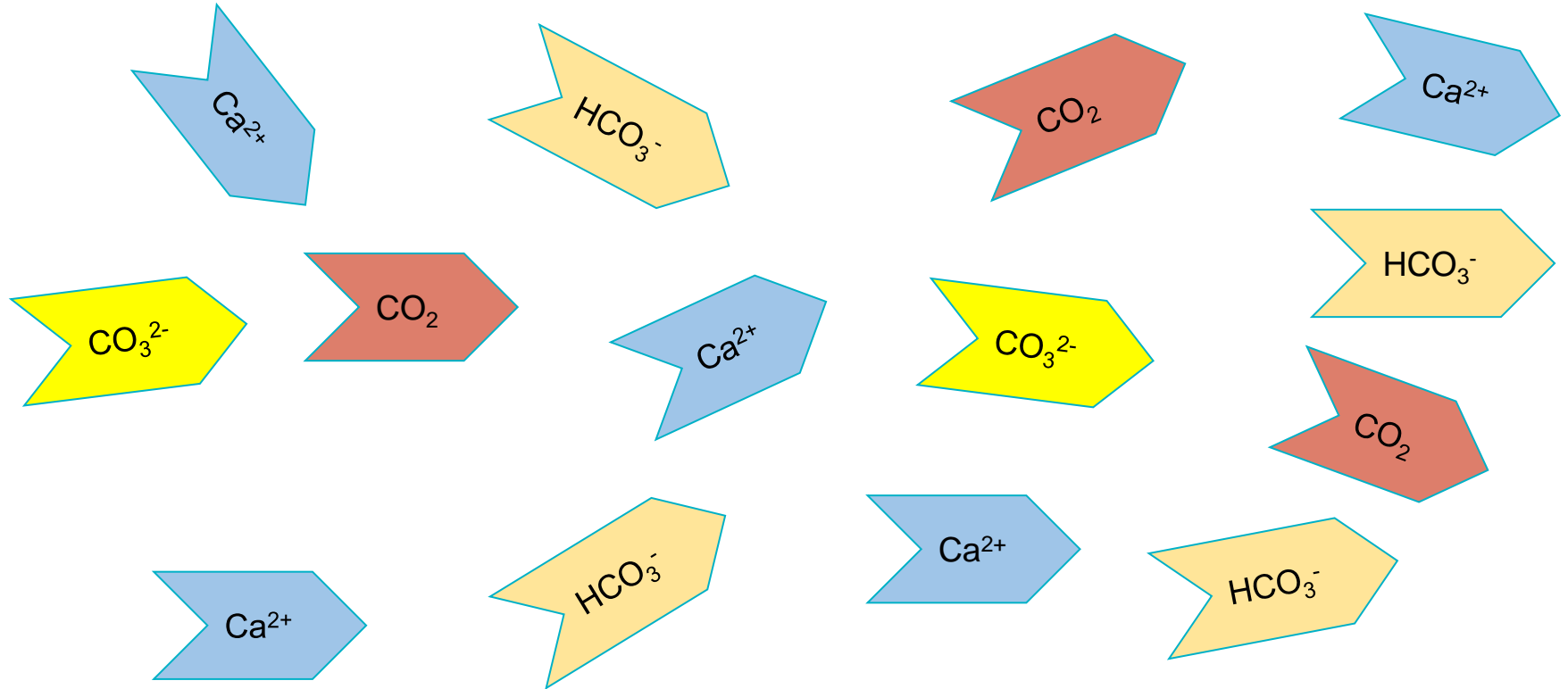
$K_s$ : opløselighedsproduktet



Grundvand

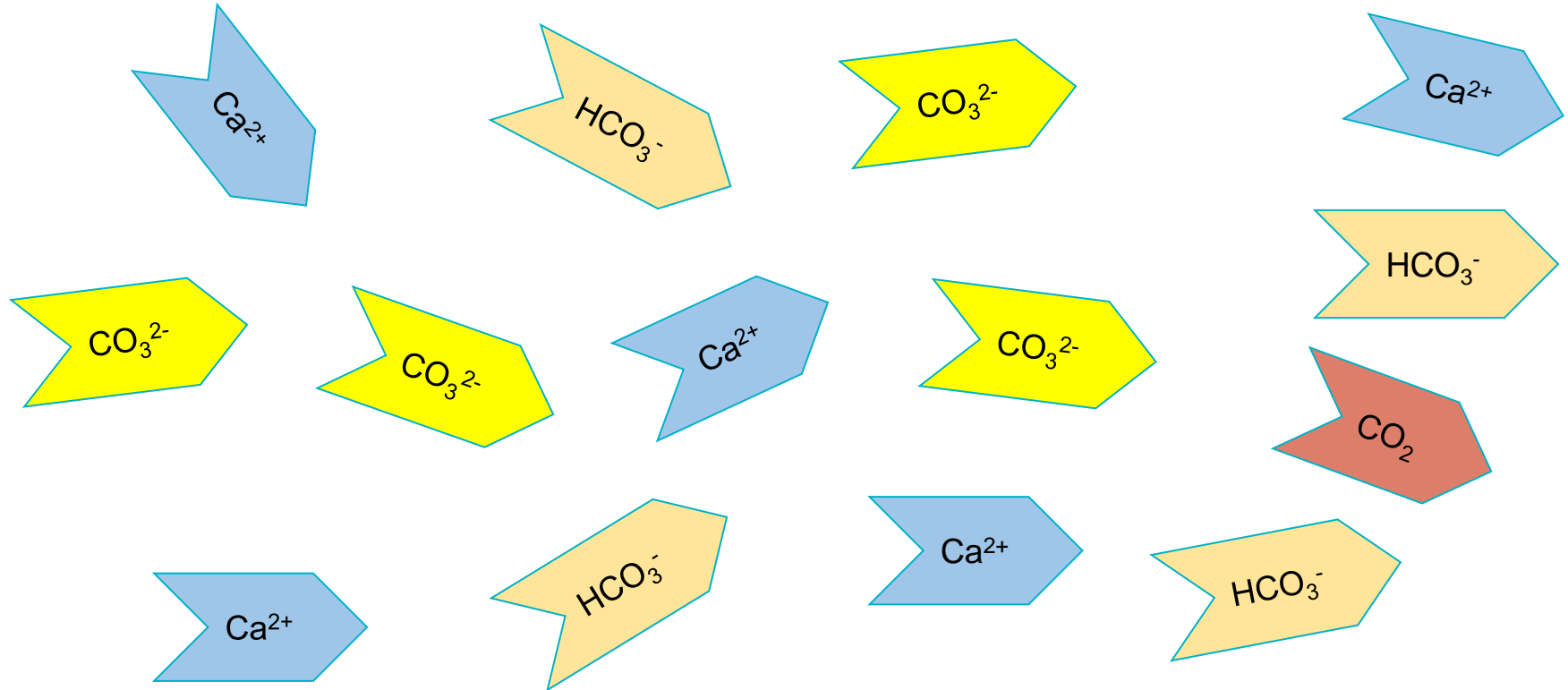
Illtet vand  
 $\text{CO}_2$  reduceres  
 $\text{CO}_3$  stiger

# Før iltning (=K<sub>s</sub>)

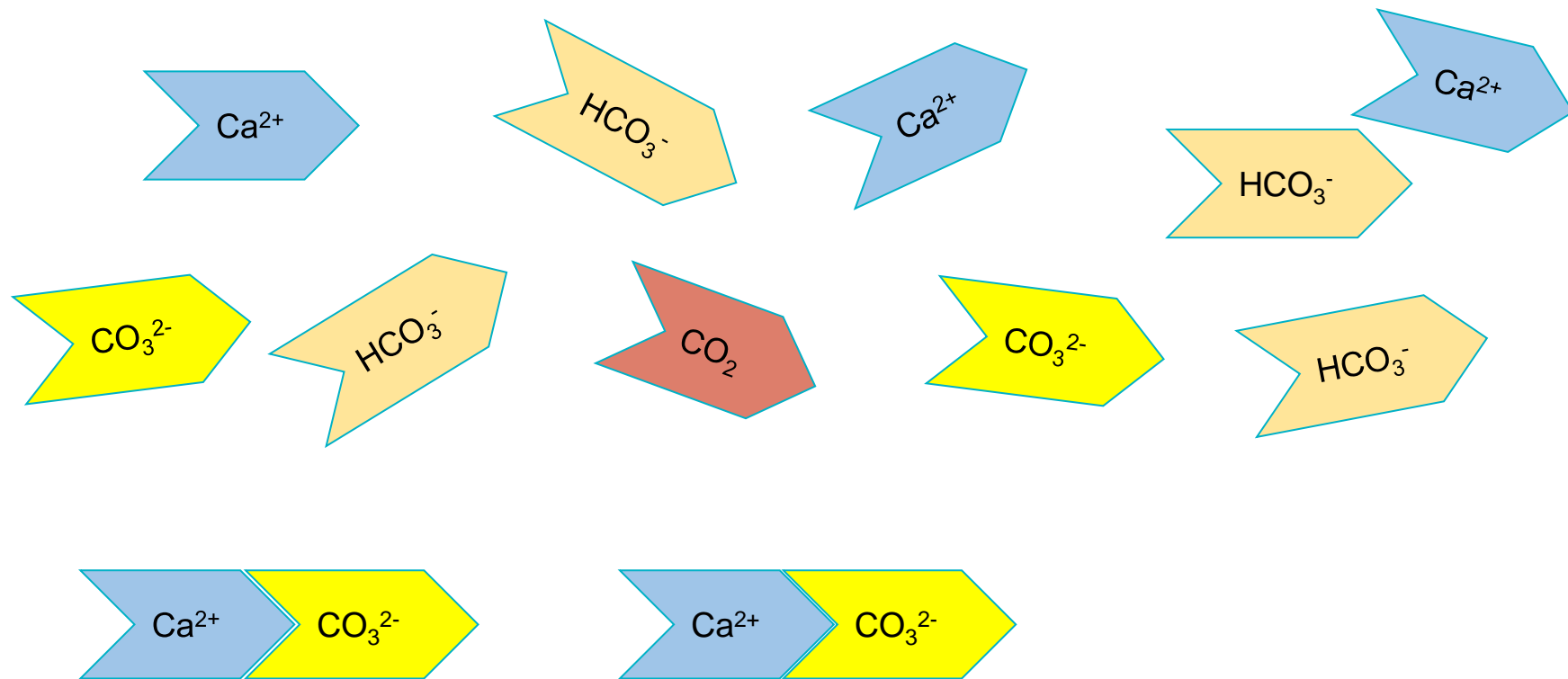




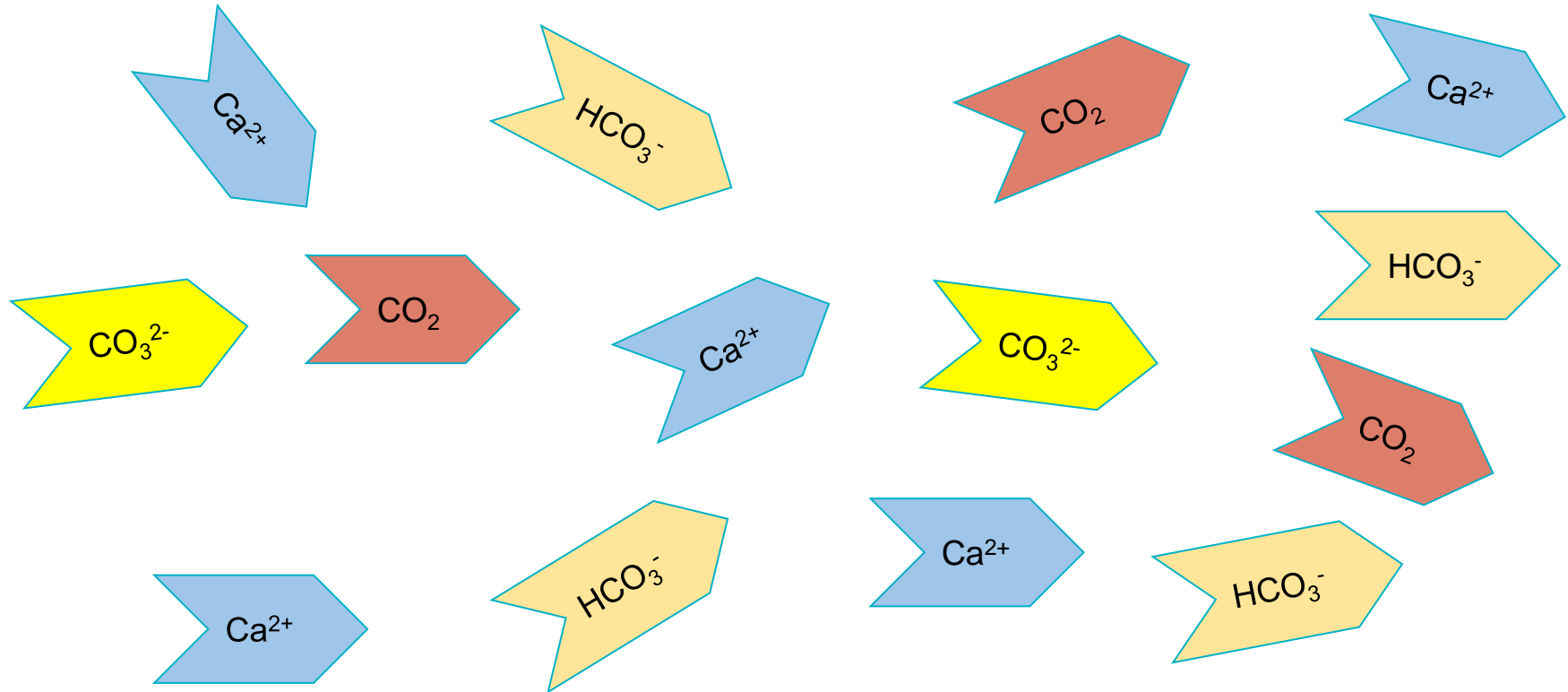
# Efter iltning ( $> K_s$ )



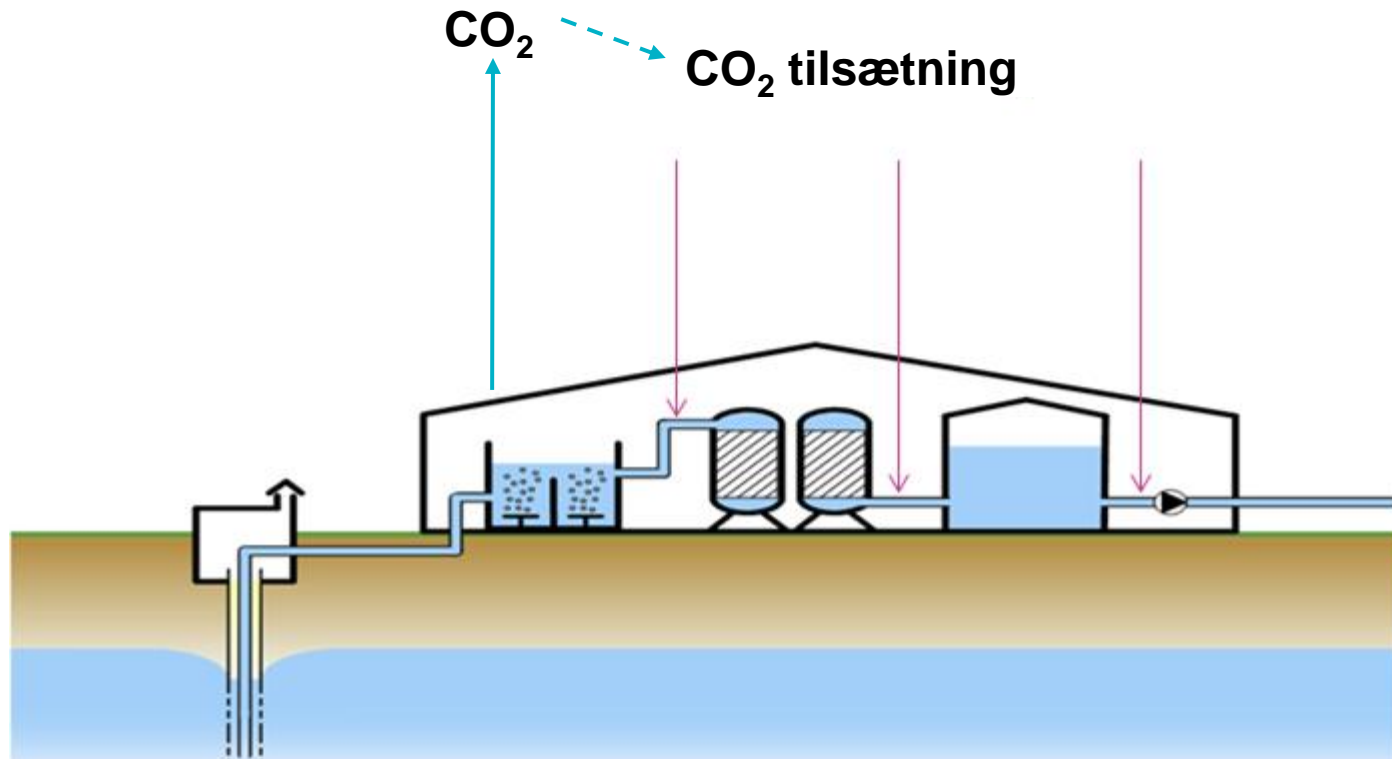
# Efter kalkudfældning (= $K_s$ )



# eller Re.CaP – tilbage til udgangspunktet før iltning



# Re.CaP



# Hvor meget CO<sub>2</sub> skal der doseres

	LSI <sub>10</sub>	CCPP <sub>10</sub>	CCPP <sub>35</sub>	CCPP <sub>60</sub>	CCPP <sub>90</sub>	pH	Hårdhed	Skal samme CCPP10 opnås gennem blødg. med konv. ionbytning, skal hårdheden sænkes til:
	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	dH	
VV!								
Nuværende rentvand	0,62	51	72	102	147	7,7	20,6	-

# Hvor meget CO<sub>2</sub> skal der doseres

	LSI <sub>10</sub>	CCPP <sub>10</sub>	CCPP <sub>35</sub>	CCPP <sub>60</sub>	CCPP <sub>90</sub>	pH	Hårdhed	Skal samme CCPP10 opnås gennem blødg. med konv. ionbytning, skal hårdheden sænkes til:
	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	dH	
VV!								
Nuværende rentvand	0,62	51	72	102	147	7,7	20,6	-
Med CO <sub>2</sub> -dosering	0,05	7	35	74	127	7,1	20,6	6,5

# Hvor meget CO<sub>2</sub> skal der doseres

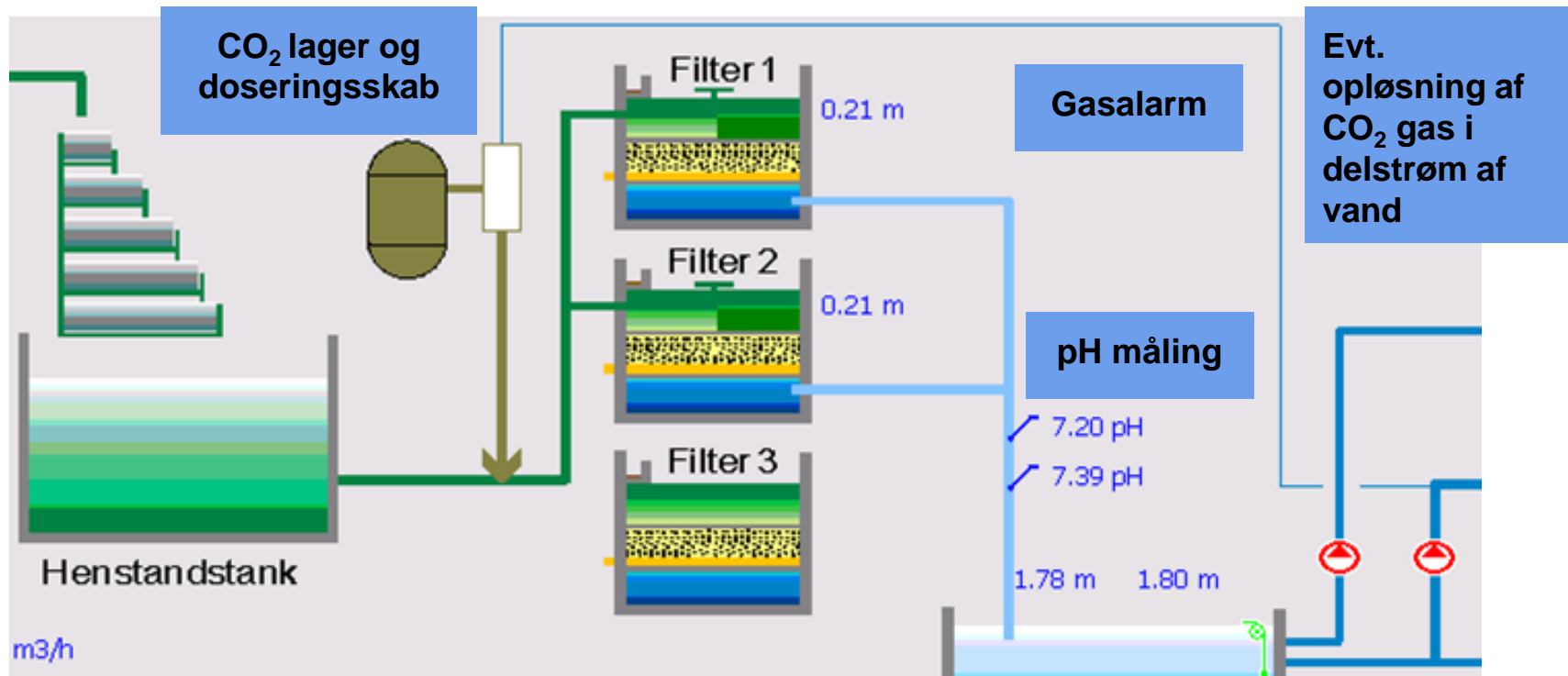
	LSI <sub>10</sub>	CCPP <sub>10</sub>	CCPP <sub>35</sub>	CCPP <sub>60</sub>	CCPP <sub>90</sub>	pH	Hårdhed	Skal samme CCPP10 opnås gennem blødg. med konv. ionbytning, skal hårdheden sænkes til:
	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	dH	
<b>VV!</b>								
Nuværende rentvand	0,62	51	72	102	147	7,7	20,6	-
Med CO <sub>2</sub> -dosering	0,05	7	35	74	127	7,1	20,6	6,5
Reduktion (%)	-	86	51	27	14	-	-	-

# Hvor meget CO<sub>2</sub> skal der doseres

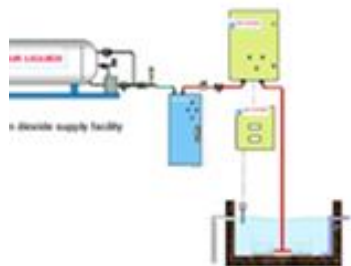
	LSI <sub>10</sub>	CCPP <sub>10</sub>	CCPP <sub>35</sub>	CCPP <sub>60</sub>	CCPP <sub>90</sub>	pH	Hårdhed	Skal samme CCPP10 opnås gennem blødg. med konv. ionbytning, skal hårdheden sænkes til:
	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	dH	
<b>VV1</b>								
Nuværende rentvand	0,62	51	72	102	147	7,7	20,6	-
Med CO <sub>2</sub> -dosering	0,05	7	35	74	127	7,1	20,6	6,5
Reduktion (%)	-	86	51	27	14	-	-	-
<b>VV2</b>								
Nuværende rentvand	0,45	37	58	87	129	7,6	16,3	-
Med CO <sub>2</sub> -dosering	0,05	6	31	66	116	7,2	16,3	7,0
Reduktion (%)	-	84	47	24	10	-	-	-
<b>VV3</b>								
Nuværende rentvand	0,36	36	60	94	137	7,4	20	-
Med CO <sub>2</sub> -dosering	0,05	6	32	74	128	7,1	20	10,0
Reduktion (%)	-	83	47	21	7	-	-	-



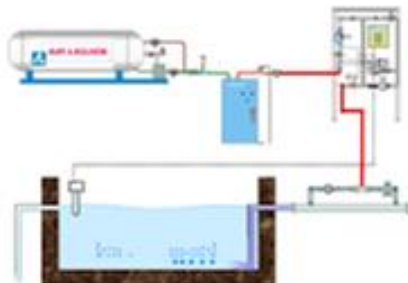
# Tilsætning af CO<sub>2</sub> – hvad kræves der af udstyr



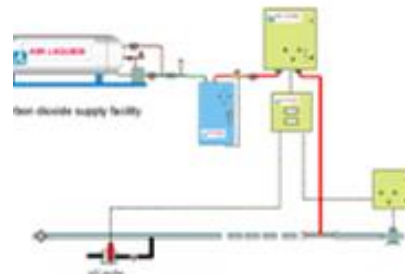
# Forskellige doseringsmuligheder



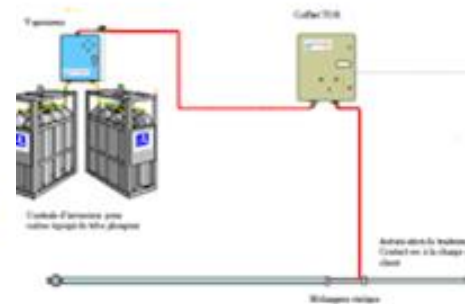
**Via diffusorer**



**I sidestrøm**



**Direkte fra kryotank  
(større anlæg)**



**Direkte fra flasker  
(mindre anlæg)**



# Doseringsudstyr – eksempler



CO<sub>2</sub> flasker i skur






eller udendørs  
kryotank

Doseringssskab



Doseringsrør - her de små slanger før pumper

# CO2 - en let håndterbar gas

Acids for pH Control	HCl / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
Kind of Acid	Strong , aggressive nature	Weak, natural component in the buffer system of water
Dissociation	Full	Partial
Harmful Overshooting Risk	Yes (need for NaOH...)	No : auto-buffering benefit , alkalinity remains
Harmful Emissions	Yes, chlorides, sulphates → salinity increase	No
Corrosion Risk	 High	Low, increased service life
Climate Change	?	Recovered Product
Safety & Handling	Hazardous storage, poisonous and carcinogenic fumes, burns, Breath protection  	Full-automated process (supply and injection) Continuous Process CO <sub>2</sub> is exhaled by humans, off course, like every gas in closed spaces is can cause asphyxia.
Evaporators	No	Atmospheric (electrical in back-up)
Pumps (energy) or Valves	Pumps	Valves
Opex Cost	Volatile	Stable and cost-competitive, cuts down indirect operating costs (more safe/chemical free/no pumps)

Added Values

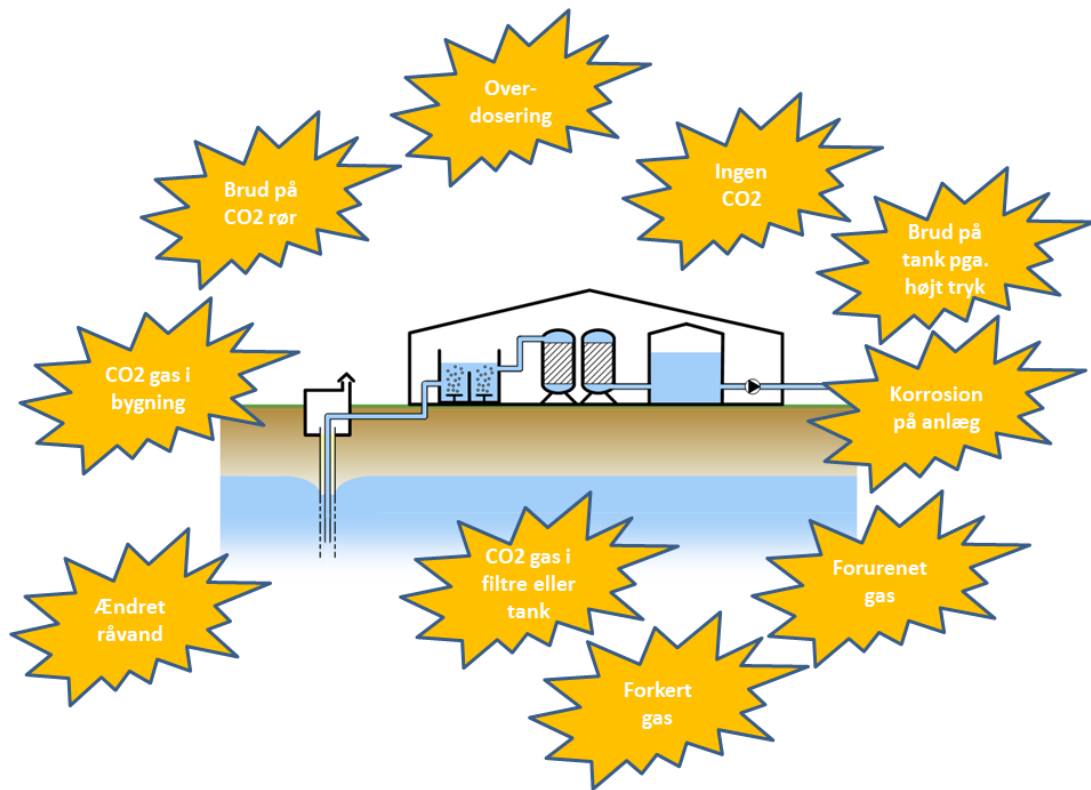
1

Environment friendly

2








Operational Comfort

# Risici ved Re.CaP



Risikovurdering		
Hændelser	Konsekvenser	Foranstaltninger
Ændret råvand	Oversdosering kan give aggressivt vand	Kontrol af pH, Justering af dosering
Brud på CO2 rørsystem	CO2 i bygning	Gas alarm, instruks for udluftning i tilfælde af alarm
Utæthed i CO2 rørsystem	CO2 i bygning	Gasalarm, instruks for udluftning i tilfælde af alarm
Ingen eller for lidt CO2	Øget kalkudfældning	Kontrol af pH, massebalance, kontrol af beregninger
Højt tryk af CO2	Brud på rør, filtre, rentvandstank	Trykreduktionsventil, overtryksventiler, placering så trykbygning undgås
Overdosering	Korrosion på vandværk, ledningsnet og forbruger	Kontrol af pH, massebalance, kontrol af beregninger

# Projektforløb

Aktiviteter	Kvt 1	Kvt 2	Kvt 3	Kvt 4
Beregning af potentiale				
Besigtigelse				
Løsningsforslag				
Beslutningsproces				
Ansøgning om tilladelse				
Udførelse				
Test og indkøring				

# Er der nogen spørgsmål?



# Kommende webinarer om vand i 2020



**Gratis webinar: Digitaliseringen er kommet  
– og nu går det stærkt!**

Torsdag den 10. december 2020 kl 14-15

[Tilmeld dig til webinar](#)