



Workshop II: Bæredygtig håndtering af pesticidfund

8. marts 2023

Anne Esbjørn

Programmet for workshoppen

Del 1: Håndtering af pesticidfund hos forsyningerne

- Oplæg og diskussion

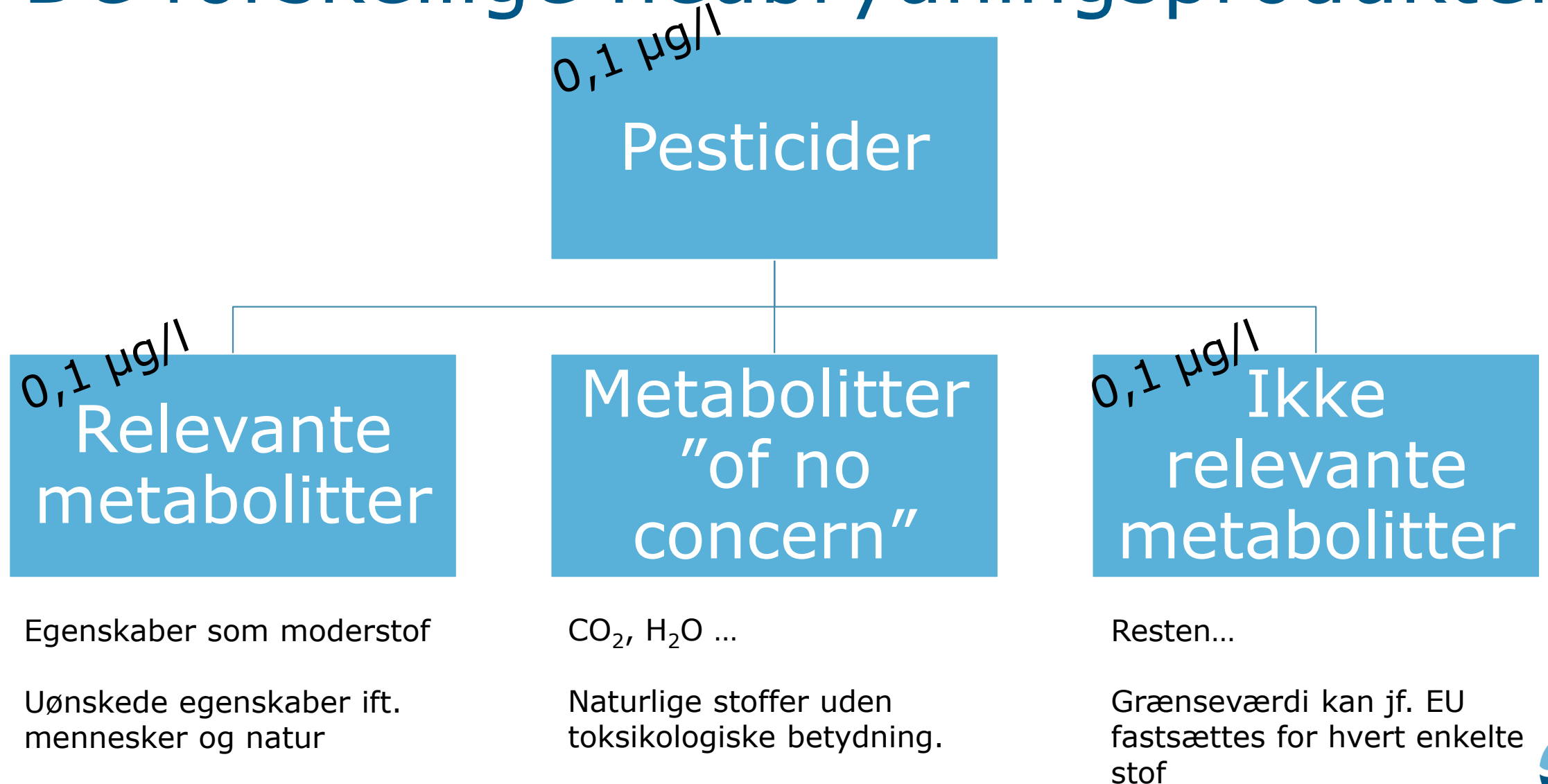
Kaffepause

Del 2: Bæredygtighedsvurdering af løsninger ved høje pesticidfund på vandværker

- Oplæg og diskussion



De forskellige nedbrydningsprodukter



Grundvandsgrænseværdier i EU

Grundvandsgrænseværdi	Anvendelse
0,1 µg/L	Grænseværdi for relevante metabolitter
$\leq 0,75$ µg/L	Ikke-relevante metabolitter kan godkendes
$> 0,75 \leq 10$ µg/L	En raffineret vurdering af ikke-relevante metabolitter er nødvendig for at bestemme om de kan godkendes
> 10 µg/L	Ikke-relevante metabolitter skal vurderes nøje fra sag til sag om de kan godkendes, med særlig hensyntagen til opretholdelse af højt beskyttelsesniveau for grundvand

Muligheden for at hæve kravene til 0,75 µg/l nævnes i pesticidstrategien fra 2017.

Kilde til figur: Notat "Håndtering af pesticidmetabolitter i grund- og drikkevand i EU". Udarbejdet af DTU Miljø på bestilling af InSa-Drikkevand.



Principper for fastsættelse af grænseværdier i drikkevand

Sundhedsmæssig fastsat: Vurderes ud fra giftighed og eksponering.

Politiske principper: Ønskes dette stof i vandet? Krav til pesticider sat efter, hvad der kunne måles i 80'erne.

Teknisk muligt: Hvis der stilles urimeligt høje krav, kan det teknisk være svært eller meget dyrt at efterleve.



Den sundhedsskadelige grænse

Vurdering af de to mest udbredte metabolitter

Desphenyl-chloridazon (DPC):

300 µg/l for voksne og **50 µg/l** for børn.

N,N-dimethylsulfamid (DMS):

60 µg/l for voksne og **10 µg/l** for børn.

→ Nuværende kravværdi for drikkevand er **0,1 µg/l**

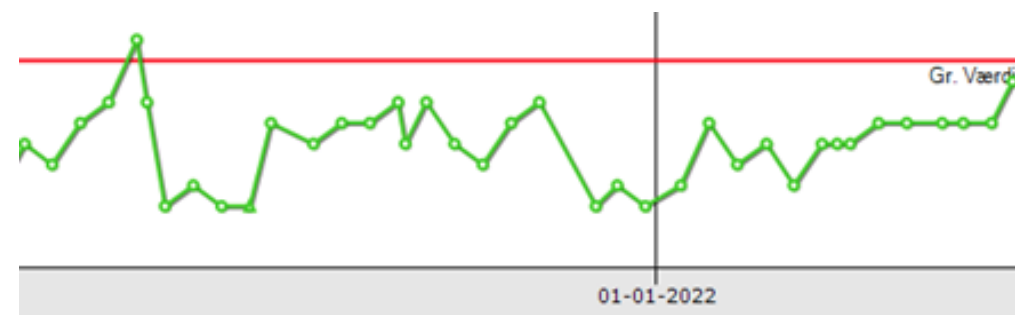


Pesticidanvendelse og overskridelser

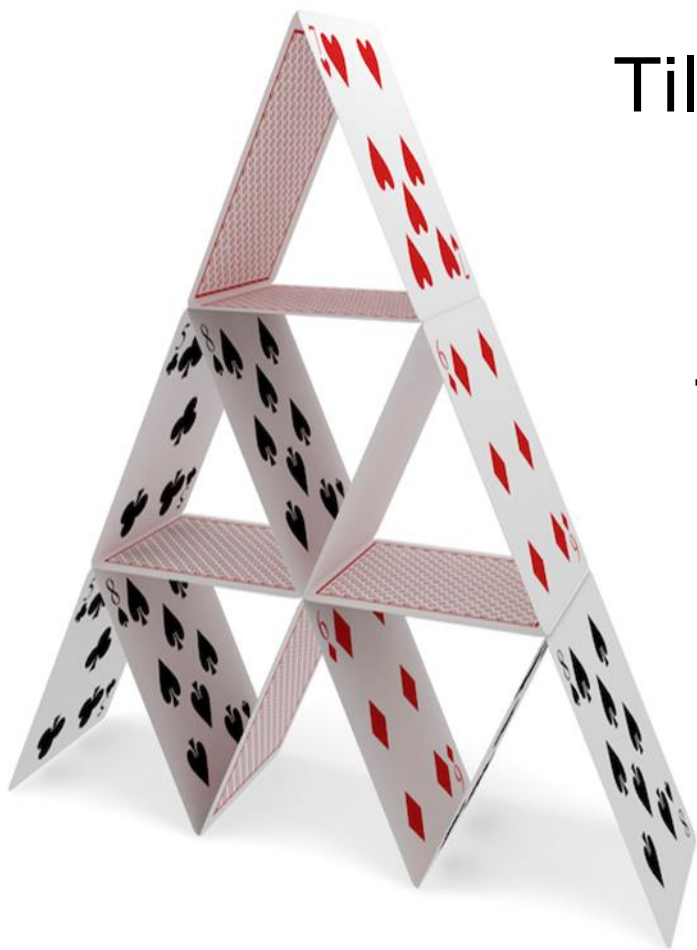
Udvaskning af anvendte pesticider: En overskridelse på 20 år er acceptabelt i DK. I EU er det en hvert 5 år.

VAP-marker: Årligt gennemsnit af flux-konc. $< 0,1 \mu\text{g/l}$

→ Kunne man bruge samme tilgang ift. overskridelse af drikkevandskravene?



Forbrugertillid gennem fælles indsats



Tillid til vandets kvalitet

Tillid til forsyningerne

Tillid til systemet
(myndighederne)

Gennemsigtighed

Hvad har vi af muligheder?

- Kan vi undgå forurenede boringer
- Bliver vi nød til at rense vandet

Omkostninger ved avanceret vandbehandling

- Højt vandspild
- Øget energiforbrug
- Uønskede kemikalieforbrug
- Højere vandpris
- ...

Hvad gør vi?

- Åbenhed omkring valg af løsningsmodel ud fra fordele og ulemper



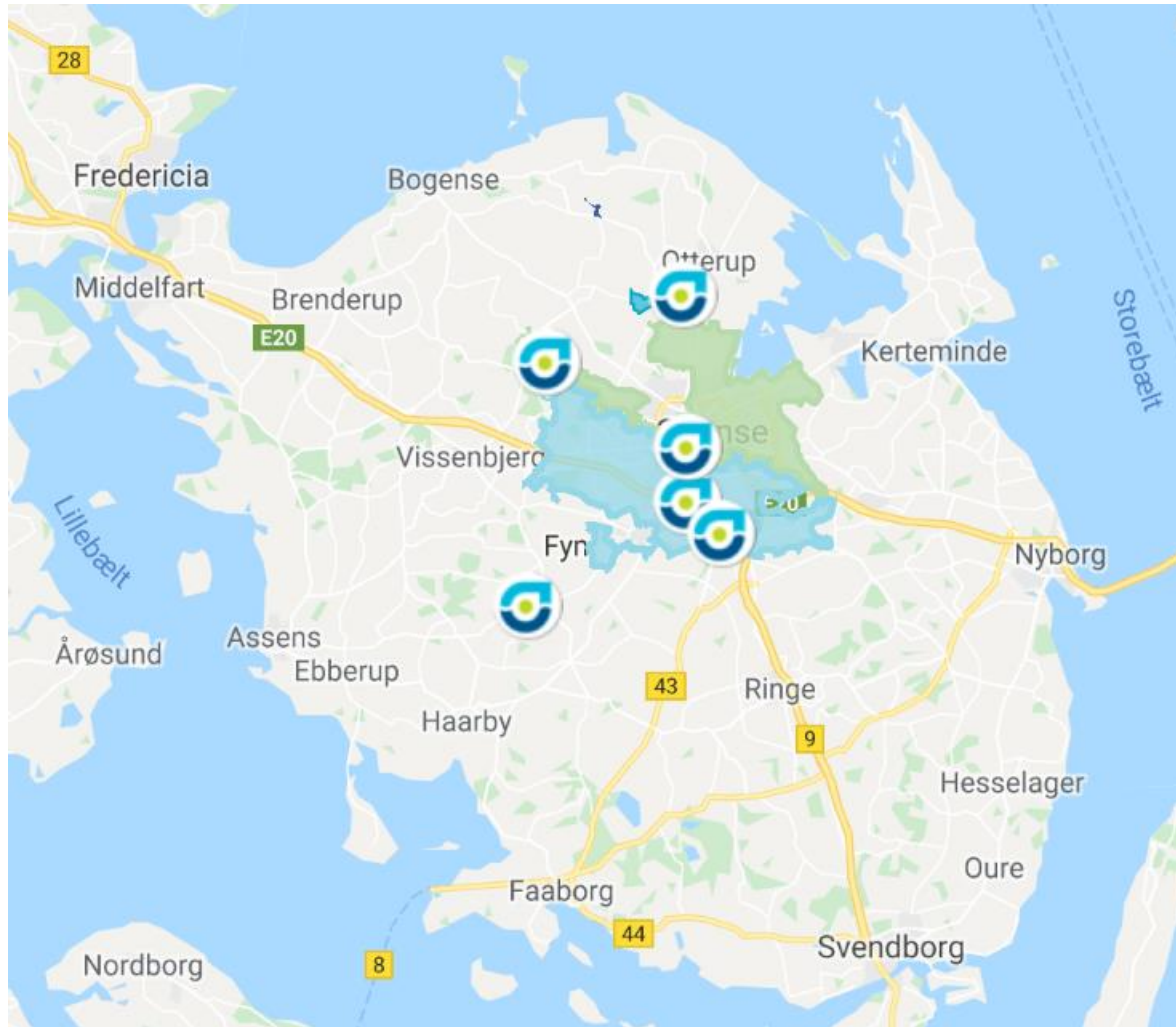


Intro til workshop: Lindvedværket – en case

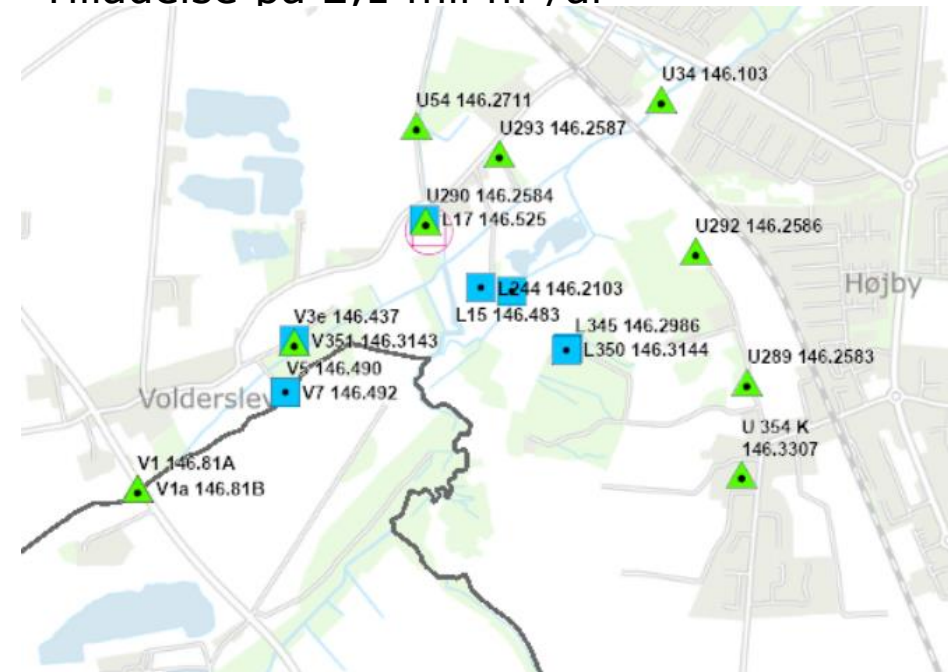
8. marts 2023

Ulla Trettenes

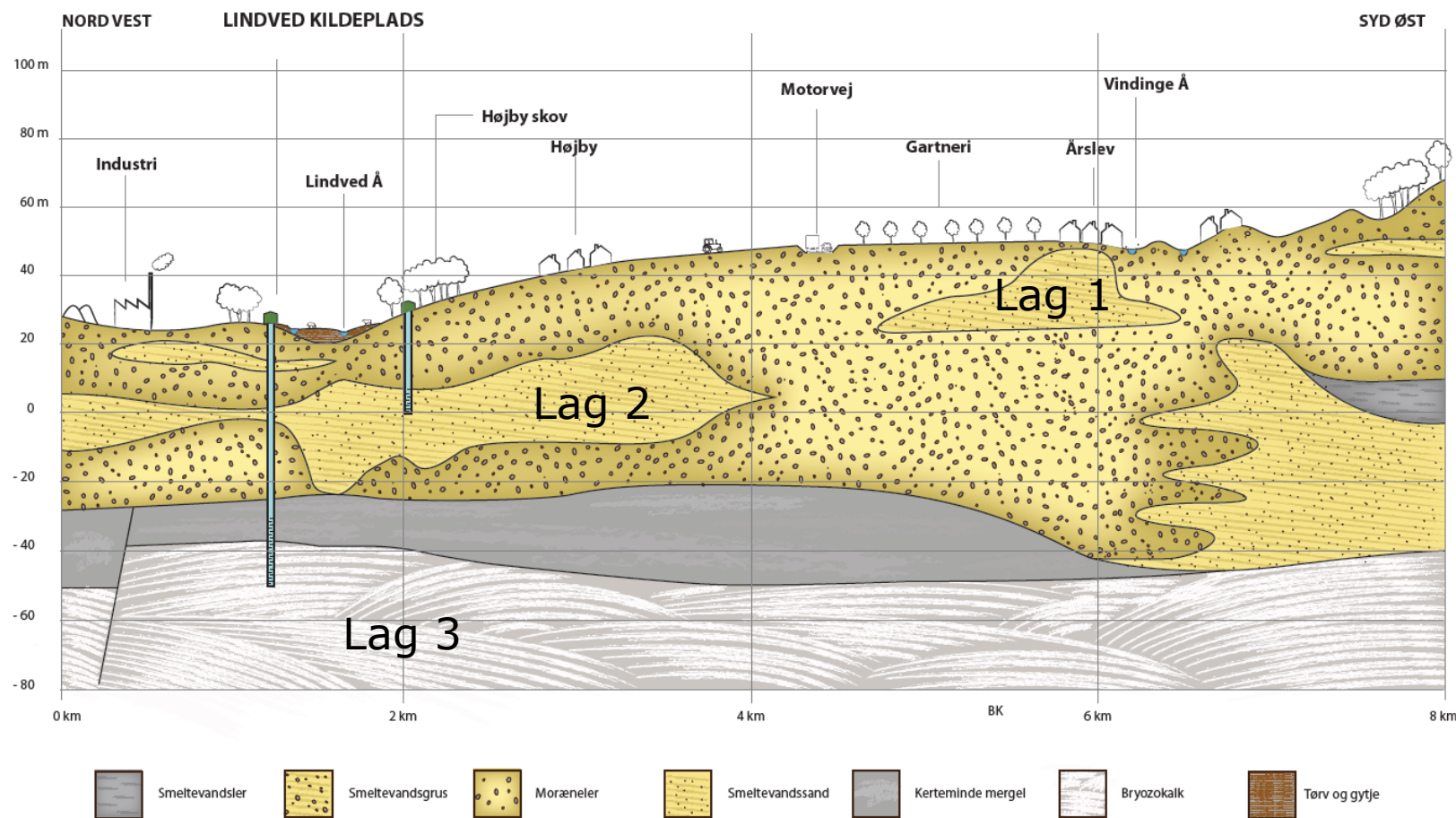
Lindvedværket – en case



8 indvindingsboringer
Tilladelse på 2,1 mil m³/år



Bæredygtig indvinding



3 indv. boringer i lag 2

5 indv. boringer i lag 3

INDLAND

Overset pesticid lukker vandværker

Det er uvist, hvor længe forbrugerne har drukket vand med pesticider i.



To vandværker i Odense er taget ud af drift efter fund af et pesticid, som kun ganske få kommuner i landet tester drikkevandet for. (© Colourbox)

 LÆS OP

 ORDBOG

 TEKST

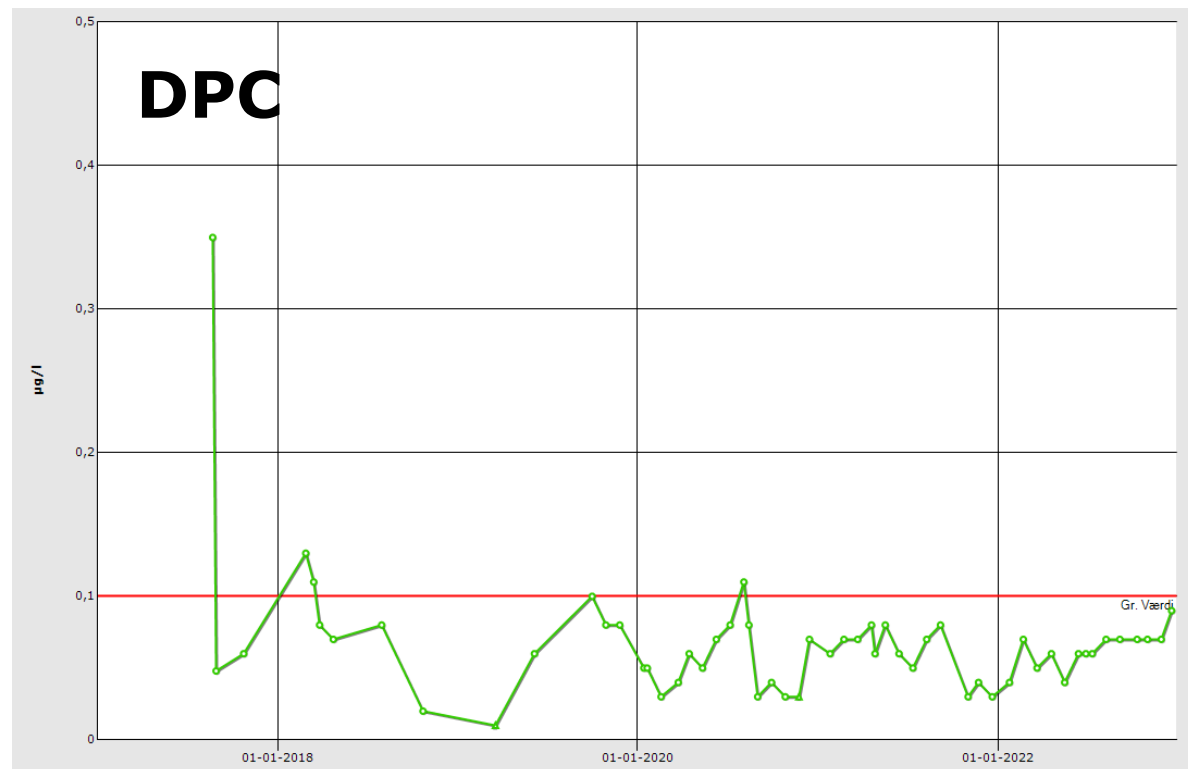
AF
Sune Lundby Møller

24. AUG 2017 | OPDATERET 24. AUG 2017 | MERE END 30 DAGE GAMMEL

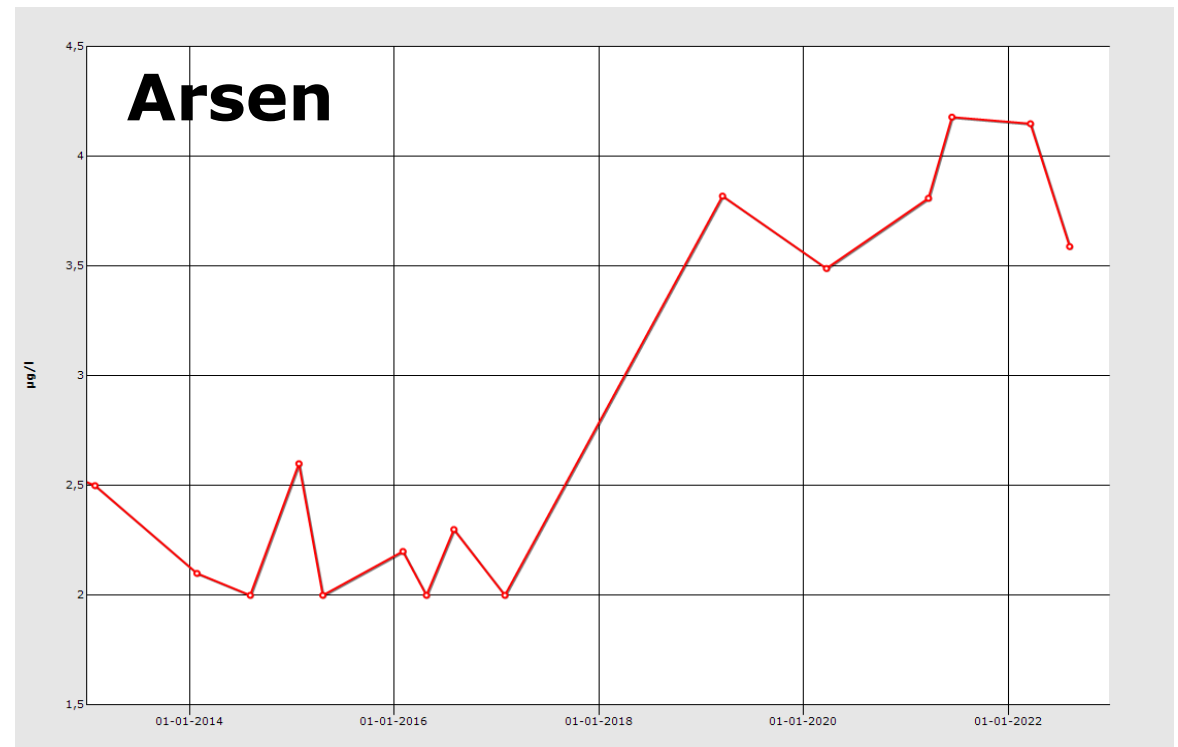


DPC vs. Arsen

Grænseværdi: 0,10 $\mu\text{g/l}$ (politisk)
Sundhedsgrænse: 300 $\mu\text{g/l}$ (voksne) 50 $\mu\text{g/l}$ (børn)



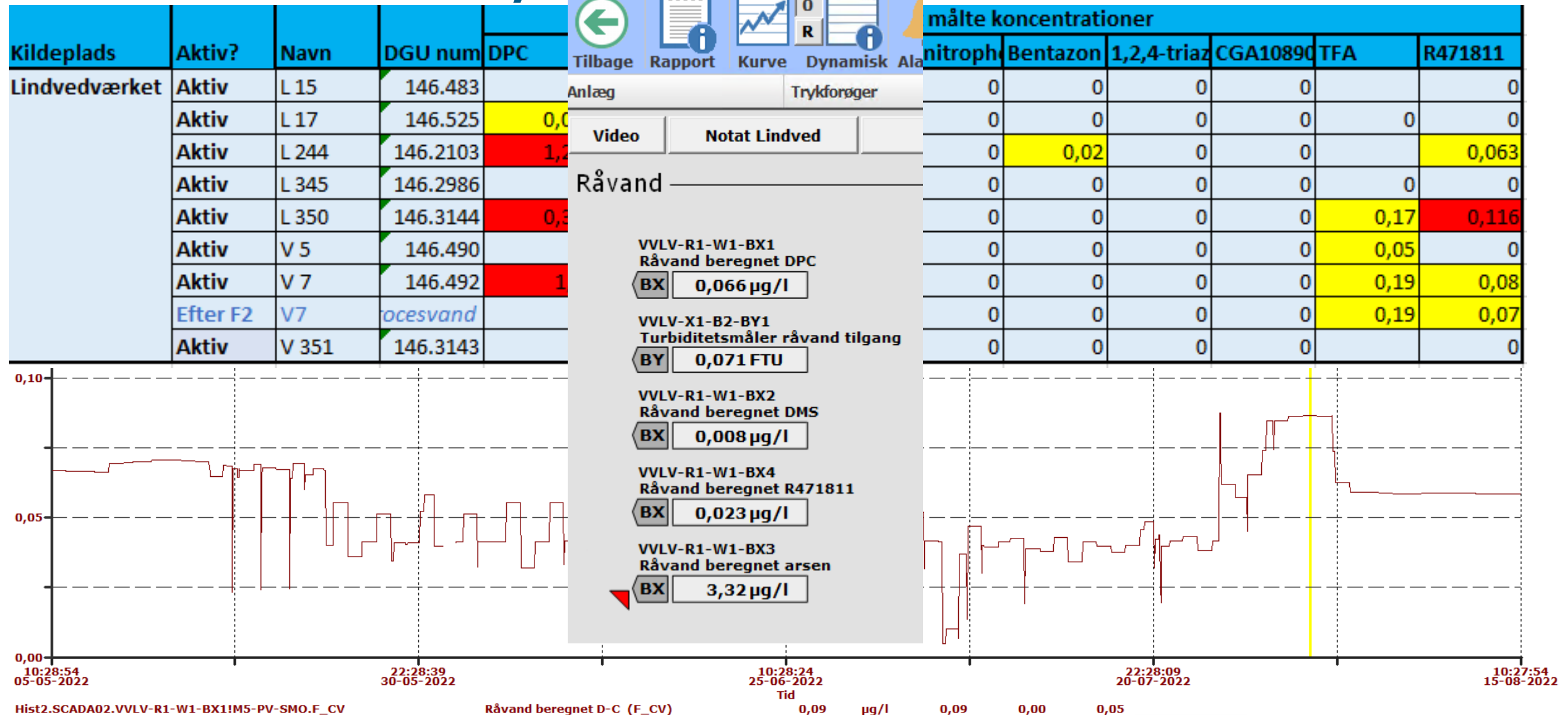
Grænseværdi: 5 $\mu\text{g/l}$
Sundhedsgrænse: Ingen nedre



Rentvandsafgang på Lindvedværket

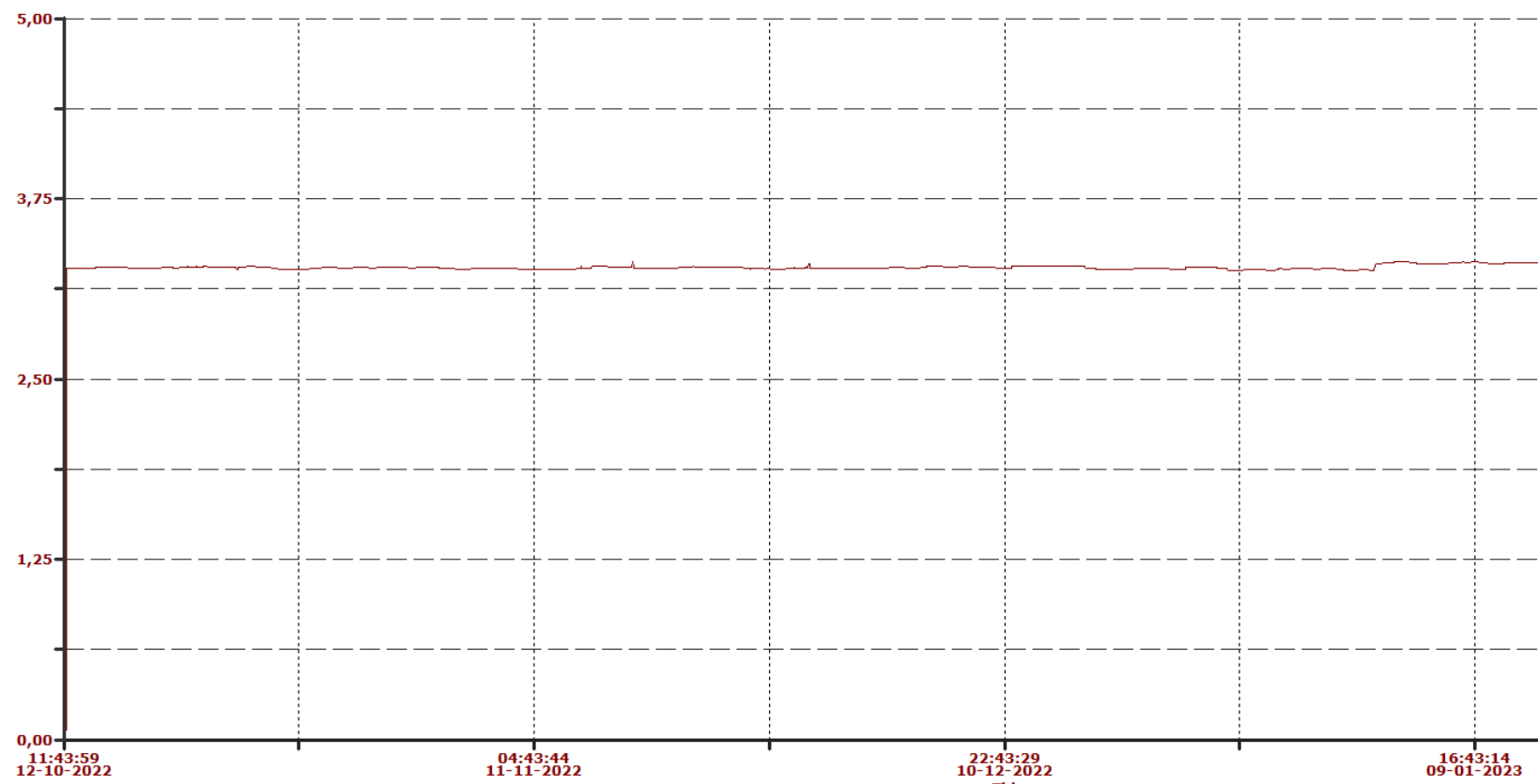
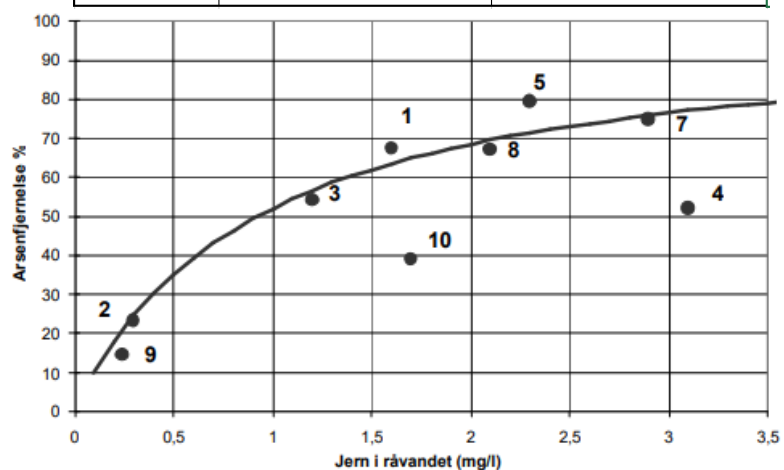


Styring i SRO - DPC



Styring i SRO - Arsen

	Arsen (As)	Jern (Fe)
Boring	µg/l	µg/l
L244	3,3	2030
V7	3,4	1090
L350	3,7	1710
V351	5,5	240
L17	6,3	732
V5	6,4	511
L15	7,9	828
L345	8,1	837

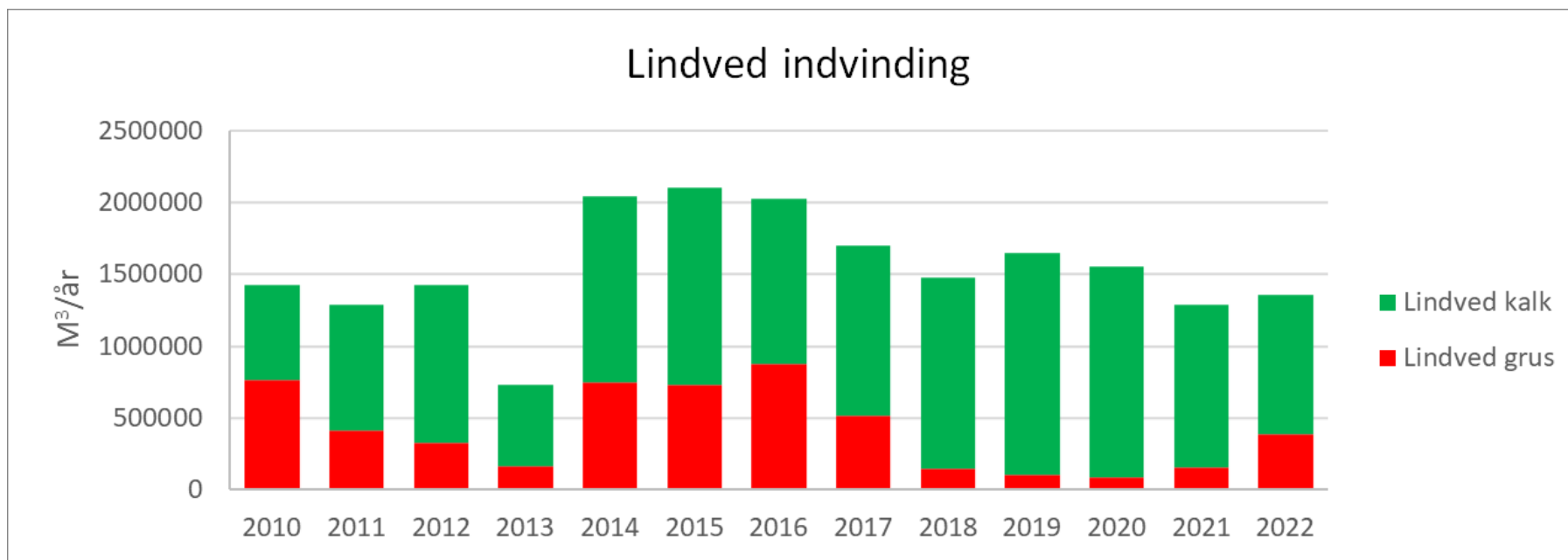


Figur 1 Sammenhæng mellem jern og arsenfjernelse
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 8 2005

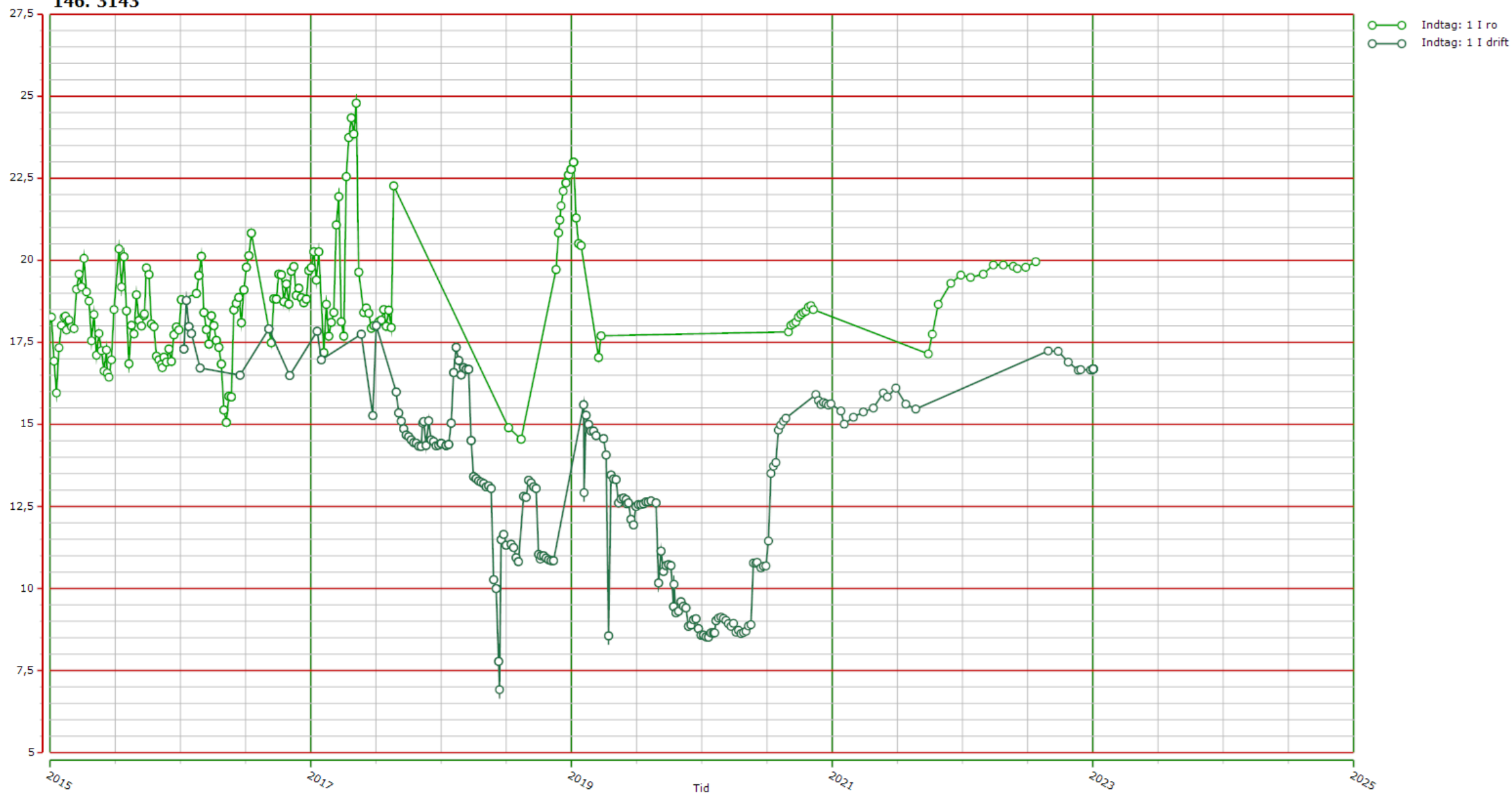


Udnyttelse af indvindingstilladelse Før og Efter fund af DPC på Afgang VV

	FØR Fund	EFTER fund
DPC afgang VV [$\mu\text{g/l}$] <i>Beregnet</i>	0,59	0,04
Arsen afgang VV [$\mu\text{g/l}$] <i>Beregnet</i>	2,7	3,7
Årlig indvinding [m^3]	2.032.320	1.436.640
Udnyttet tilladelse [%]	97	68



146. 3143



Udnyttelse af indvindingstilladelse

DeCentral Kulfiltrering	DPC Grænse 0,10 µg/l
Arsen afgang VV	3,1
Årlig indvinding [m ³]	1.760.760
Udnyttet tilladelse [%]	84



	FØR 2017
DPC afgang VV [µg/l] <i>Beregnet</i>	0,59
Arsen afgang VV [µg/l] <i>Beregnet</i>	2,7
Årlig indvinding [m ³]	2.032.320
Udnyttet tilladelse [%]	97

Reaktioner fra forbrugere

Nyt om pesticider - grænseværdi hævet

Fagligt nyt



Siden årsskiftet har vi øvet os i at udtale navnet: chlorothalonil-amidsulfonsyre. Det er tungen lige i munden, så populært har det været kaldet "det nye stof" eller CTA.

Stoffet er en pesticidrest der er blevet fundet i forbindelse med et regionssamarbejde til kortlægning af punktkilder. Der fandtes på det tidspunkt ikke en vurdering af stoffets farlighed og stoffet blev mistænkt for at kunne skade vores arveanlæg. Derfor gik Miljøstyrelsen (MST) frem efter forsigtighedsprincippet. Det betød at der 1. maj udkom en ny Drikkevandsbekendtgørelse hvor alle forsyninger inden 1. november 2019 skulle teste alle drikkevandsboringer for det nye stof. Samtidig blev grænseværdien sænket til en tiendedel svarende til 0,01 µg/l.

I dag har MST udsendt en rapport der frikender stoffet for at kunne skade arveanlæggene. Det er godt nyt! Også set i lyset af at vi har fundet stoffet i to af vores drikkevandsboringer.

Miljøministeriet ændrer snarest muligt drikkevandsbekendtgørelsen, så kvalitetskravet for stoffet igen hæves fra 0,01 mikrogram/liter til det generelle krav for pesticider på 0,10 mikrogram/liter.

<https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2019/sep/pesticidrest-skader-ikke-arveanlaeggene/>



Siden årsskiftet har vi øvet os i at udtale navnet: chlorothalonil-amidsulfonsyre. Det er tungen lige i munden, så populært har det været kaldet "det nye stof" eller CTA.

Stoffet er en pesticidrest der er blevet fundet i forbindelse med et regionssamarbejde til kortlægning af punktkilder. Der fandtes på det tidspunkt ikke en vurdering af stoffets farlighed og stoffet blev mistænkt for at kunne skade vores arveanlæg. Derfor gik

Kage - kage - kage! ;o))

Trist måde at løse et problem på!

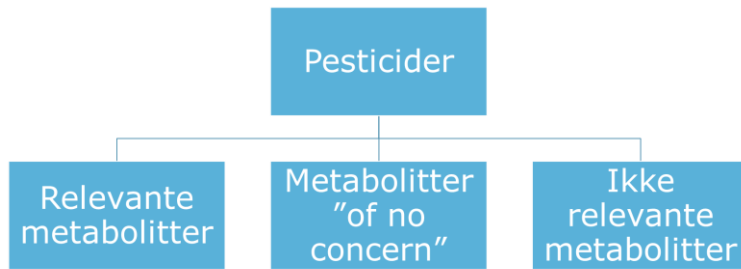
Det er godt nyt! Også set i lyset af at vi har fundet stoffet i to af vores drikkevandsboringer.

Miljøministeriet ændrer snarest muligt drikkevandsbekendtgørelsen, så kvalitetskravet for stoffet igen hæves fra 0,01 mikrogram/liter til det generelle krav for pesticider på 0,10 mikrogram/liter.

<https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2019/sep/pesticidrest-skader-ikke->

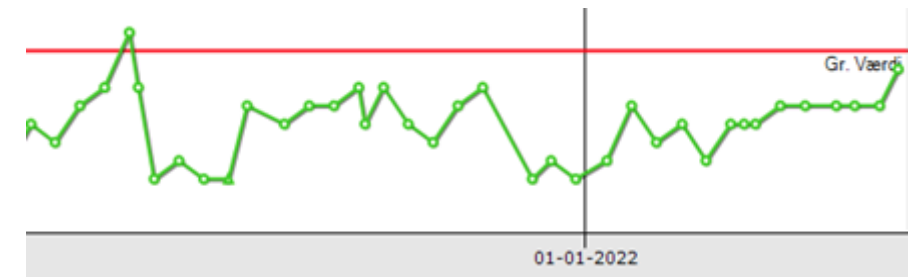


Oplæg til diskussion



Skal vi hæve grænseværdien for udvalgte ikke relevante metabolitter?

Skal der mere til en overskridelse end et enkelt fund?



**Sundhed
Politisk
Teknisk**

Principperne for fastsættelse af grænseværdier – kan vi gøre det bedre for Danmark som helhed?



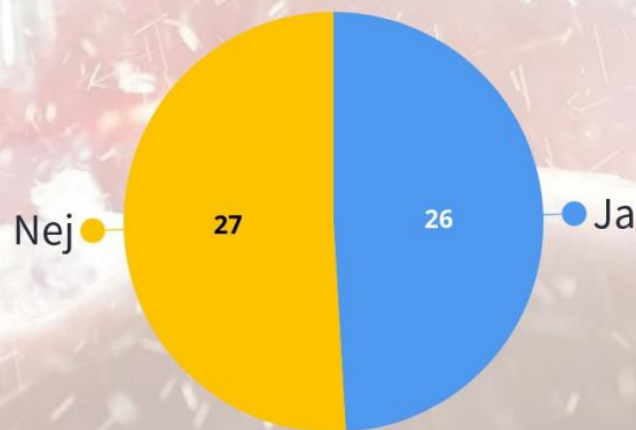
Mentimeter



Sidste år – temadag d. 7. marts

Skal vi hæve grænseværdien for udvalgte stoffer/ikke relevante metabolitter?

ATV JORD OG
GRUNDVAND



53





Breaking

**Mere gift i vores drikkevand
– vandværker sender nu flere
pesticider direkte ud til forbrugerne**

→ Kritik af en hævet
grænseværdi.



Breaking

**Vandprisen eksploderer
– fjernelse af uskadelige stoffer
koster forbrugerne dyrt**

→ Kritik af avanceret og dyr
vandbehandling for et
uskadeligt stof

Hvad er det kloge svar på Facebook
- Kort tekst med afsender

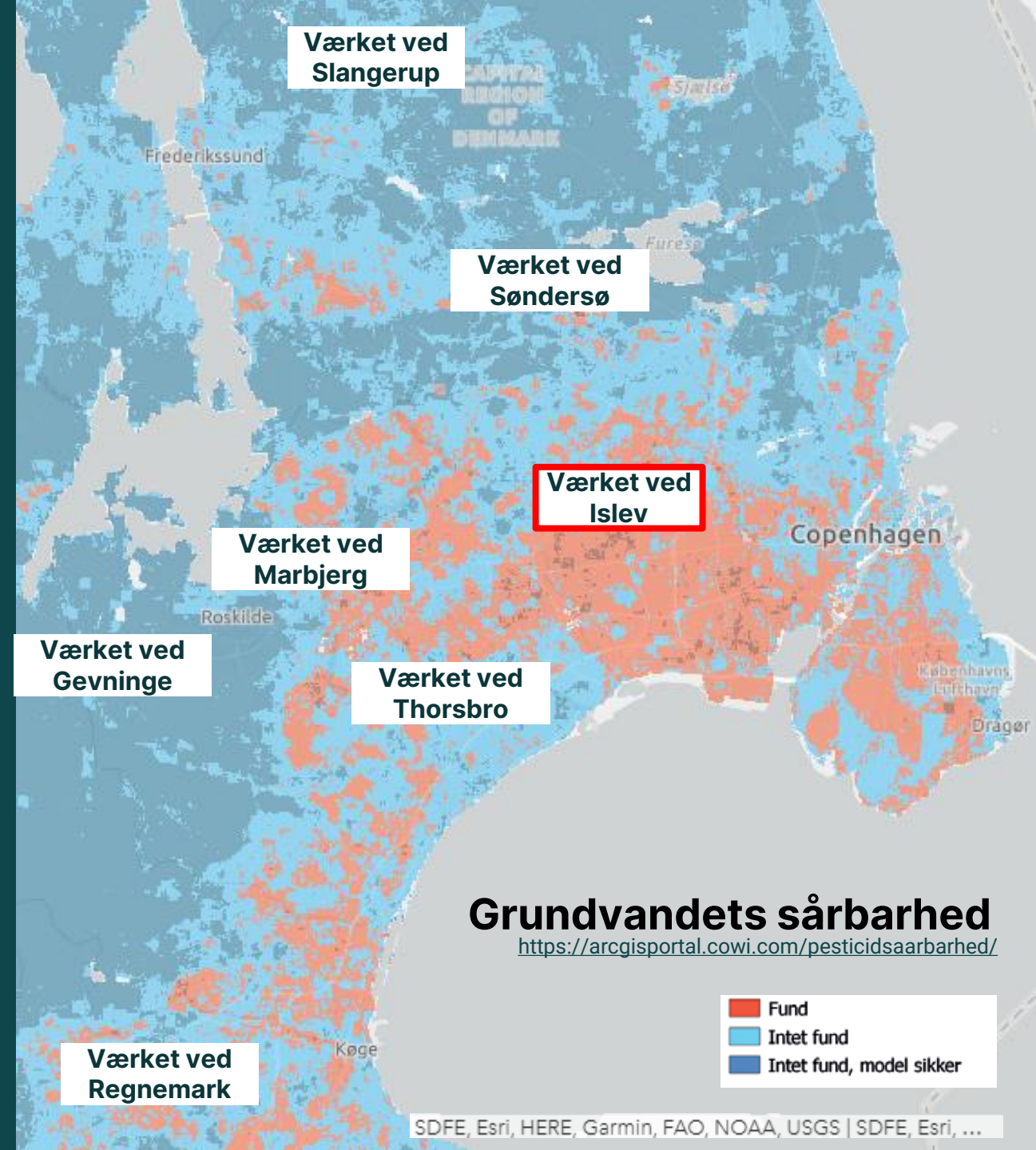


Mentimeter

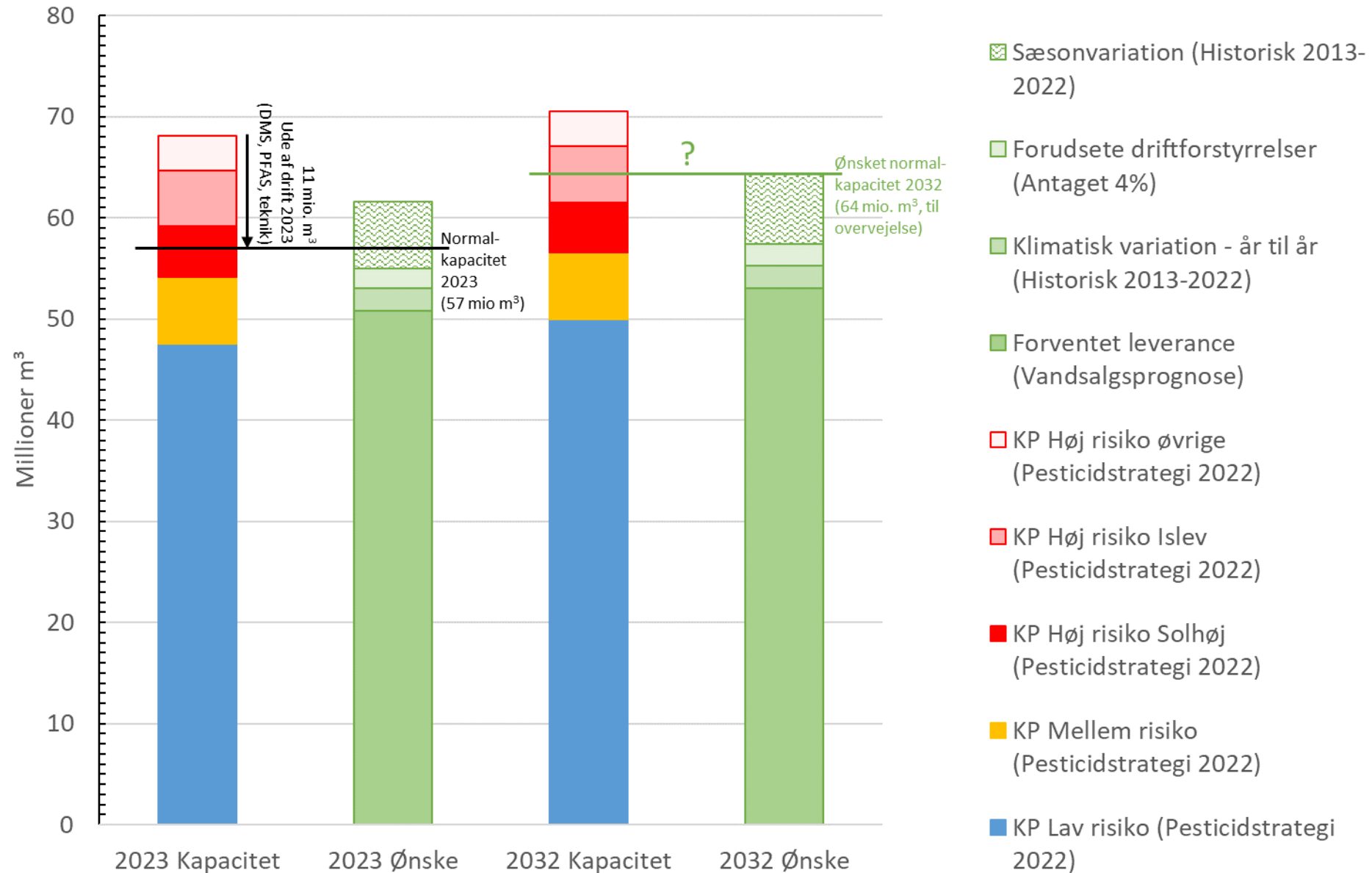


Nødvendighed af og mulighed for rensning. Værket ved Islev

Martin Rygaard
Liselotte Clausen



Nødvendigheden af sårbare kildepladser



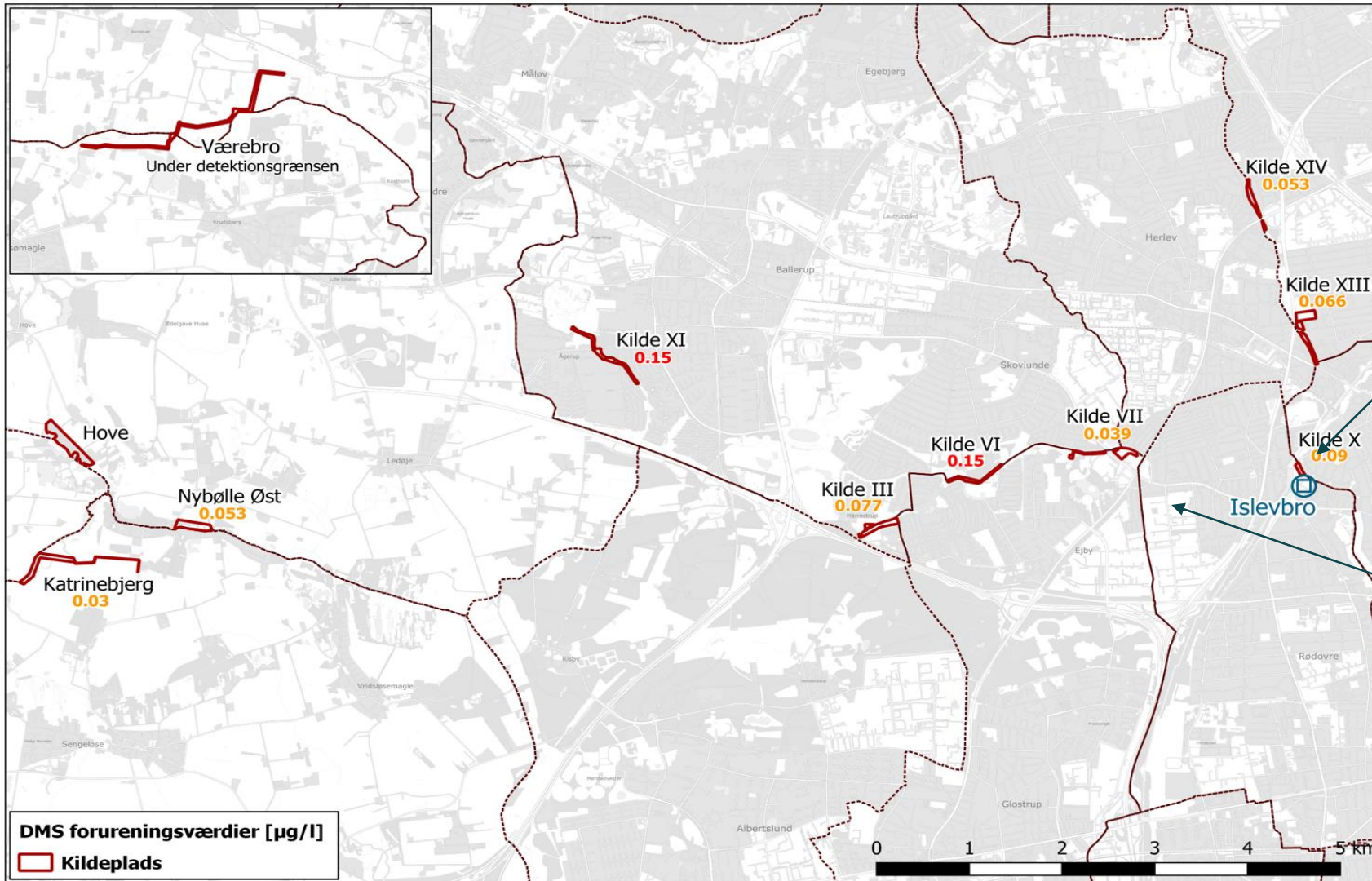
Værket ved Islev

Nuværende Islevbro



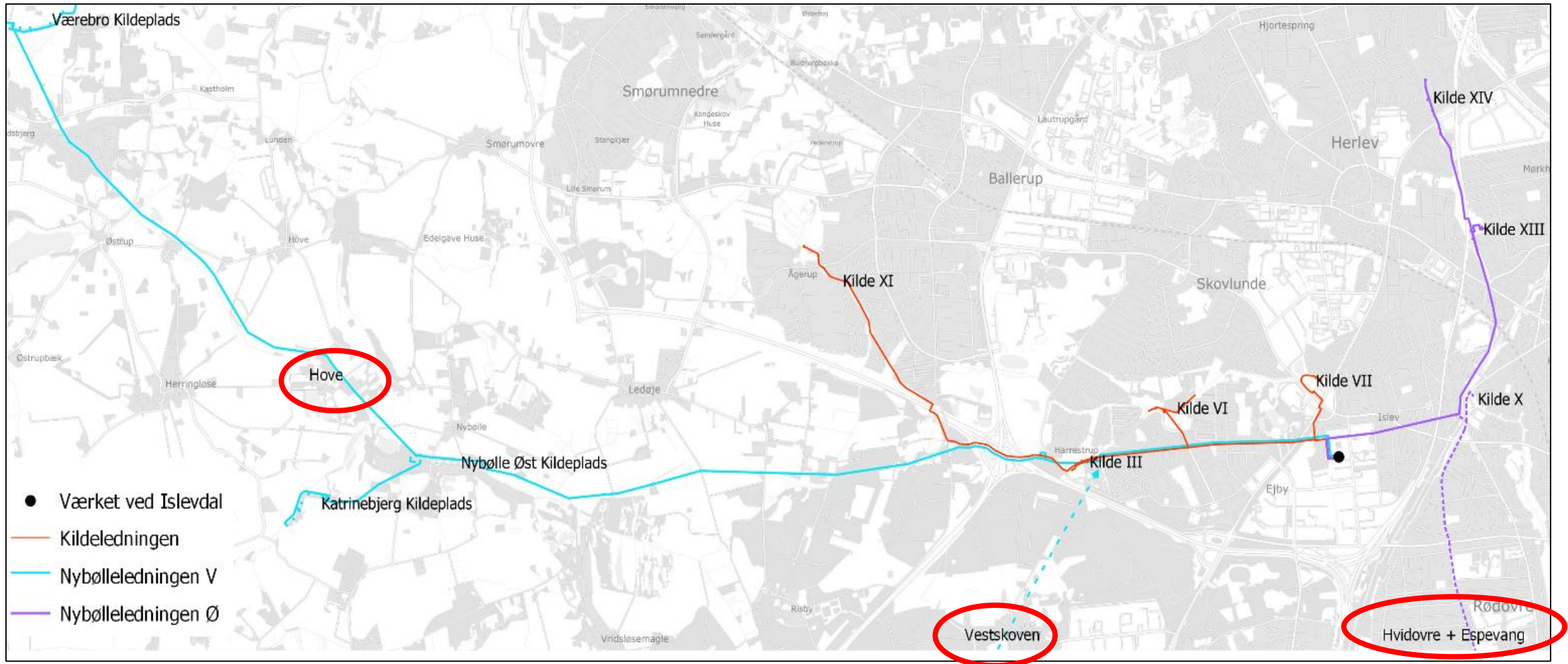
Eksisterende Kildepladser til Værket ved Islevbro

10 kildepladser i drift – 9 med fund af DMS



Fremtidige Kildepladser til Værket ved Islev

14 Kildepladser kildepladser – 12 med DMS



Tidligere undersøgelser: Rensning for DMS

Forsøg på Hvidovre Vandværk 2018-2022

1) Traditionelt Aktivt kul (GAC) 2018-2019



Ineffektiv og dyr metode:
Kulforbrug $\sim 125 \text{ g/m}^3$

2) Resinforsøg 2019-2021

VUDP: Renseteknologier for nye pesticidrester



Ingen fjernelse i pilotskala

3) Micro-GAC (μGAC) 2022

VTU: Belastningsundersøgelse af AOP/BAC- og μGAC -renseteknologier



Ikke mere effektivt end GAC

Lovende DMS teknologi 1: Avanceret oxidation (AOP) i kombination med kulfiltre

Fjerner flere stoffer end der dannes:

128 stoffer i råvand:

84 % fjernes ved BAC+AOP

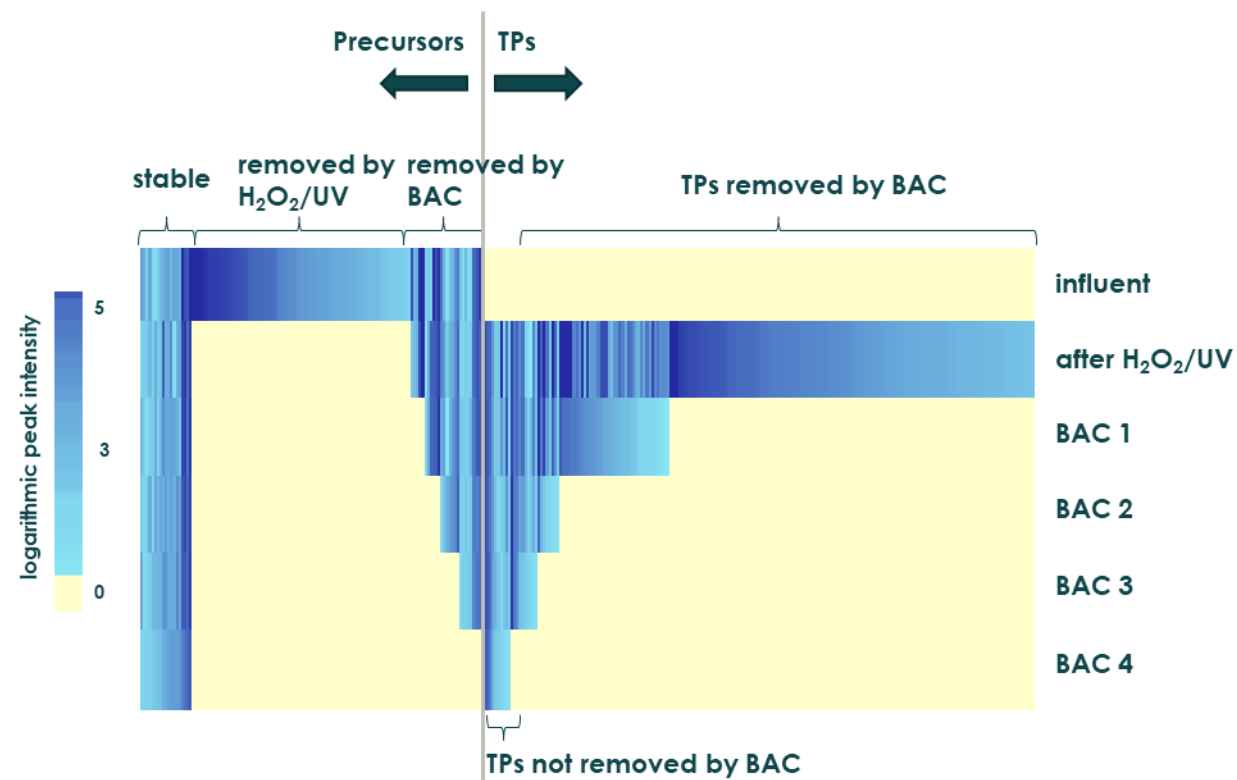
206 transformationsprodukter fra UV/H₂O₂

95 % fjernes ved BAC

PFAS fjernes i kulfiltre

11 stoffer tilbage efter BAC

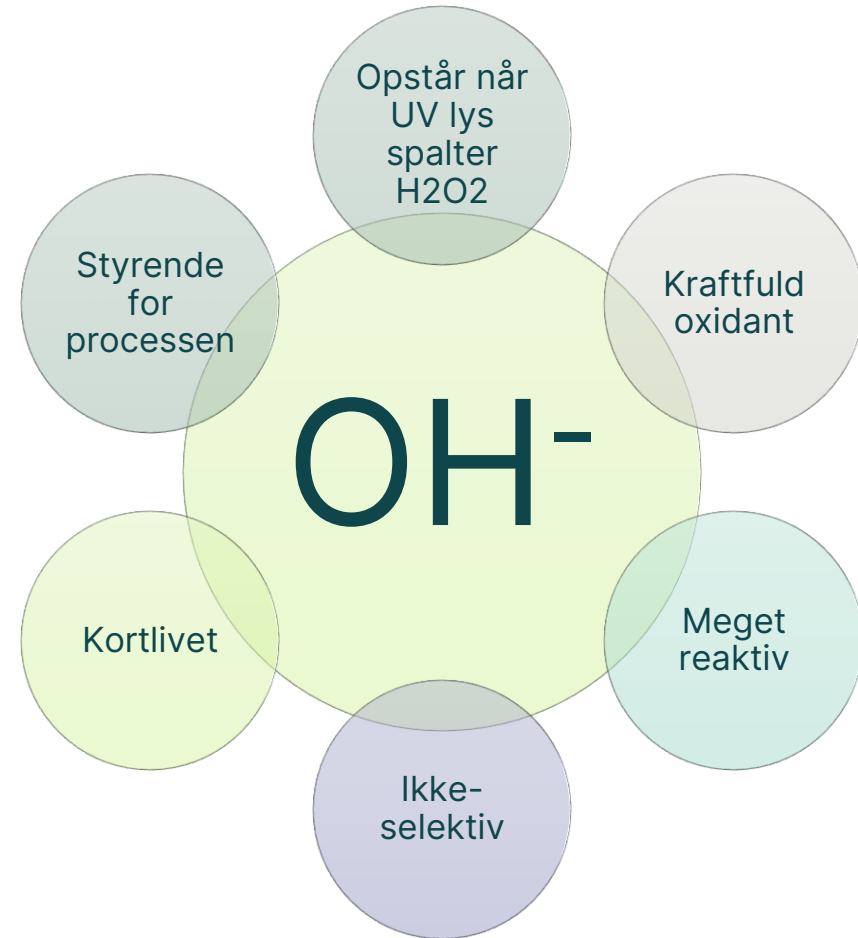
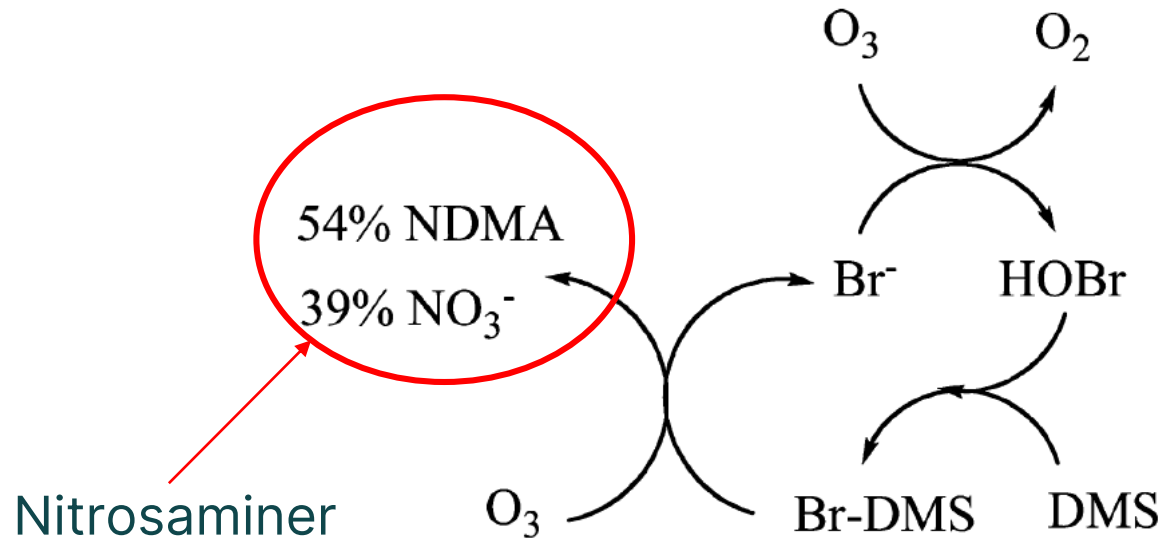
Antal kan variere over tid



Kilde: Selina Tisler, Københavns Universitet

Avanceret Oxidations Proces (AOP)

- AOP = kemisk oxidation kan fjerne organiske forbindelser fra vand, fx:
 - Pesticidrester
 - Klorerede opløsningsmidler
 - MTBE
 - Medicinrester
 - Bakterier

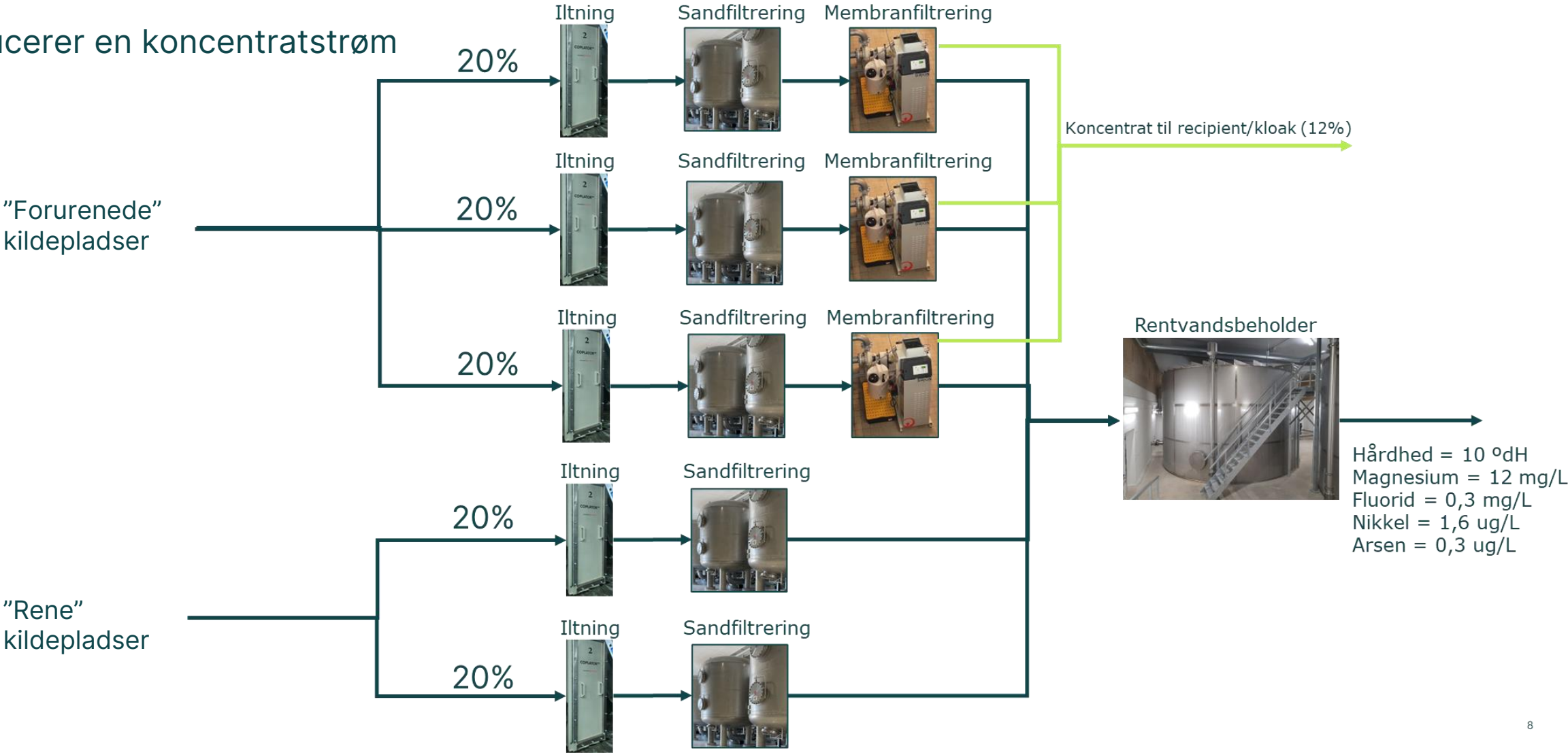


Lovende DMS teknologi 2: Membranfiltrering Low Pressure RO (LPRO)

Fjerner mange stoffer

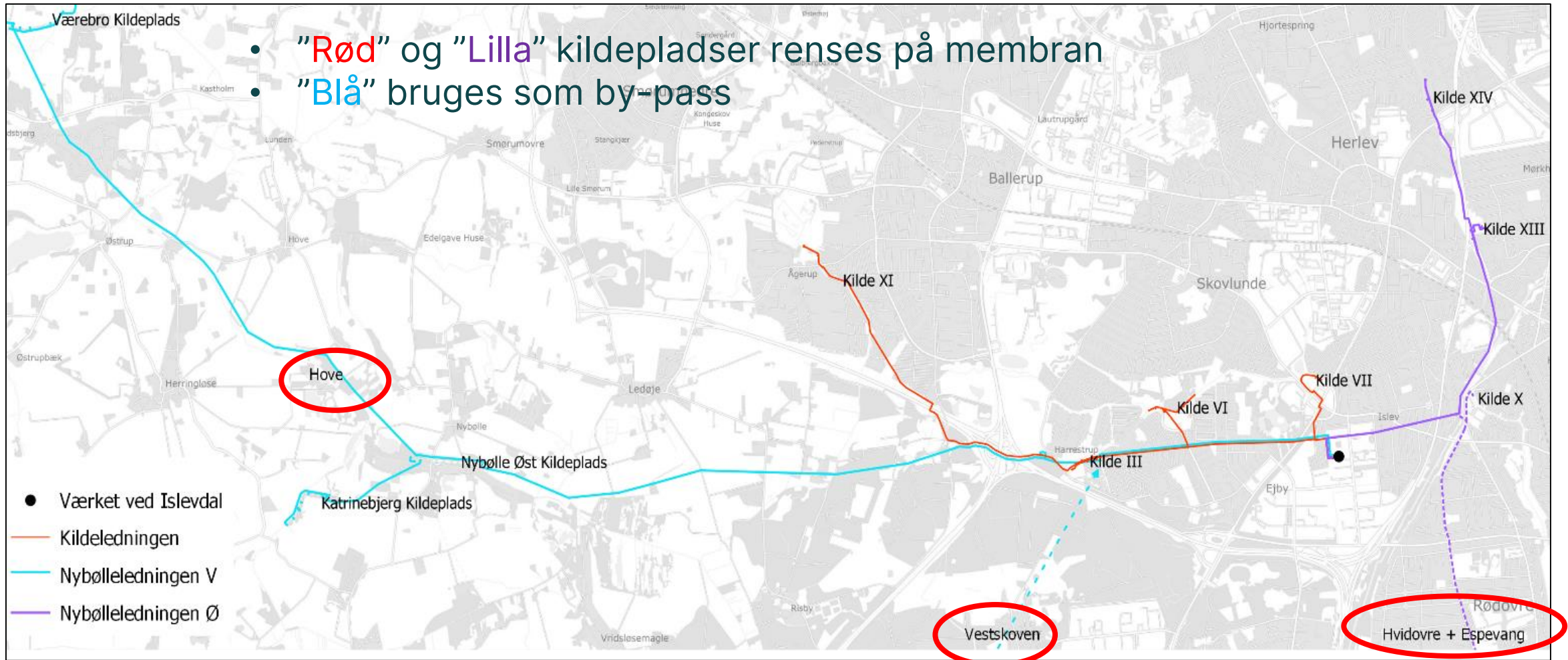
Blødgør vandet

Producerer en konzentratstrøm



Fremtidige Kildepladser til Værket ved Islev

14 Kildepladser kildepladser – 12 med DMS

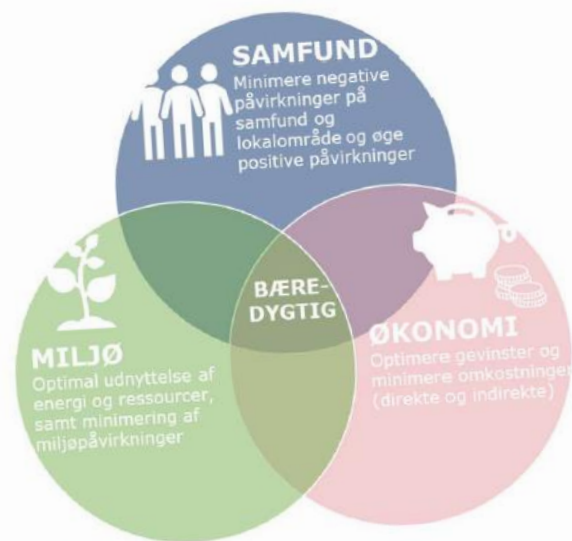


Ønske om helhedsorienteret evaluering af rensemuligheder

Hvad er bæredygtighed?

Ifølge FN er definitionen på bæredygtig udvikling (Brundlandrapporten 1987):

"...en udvikling, hvor opfyldelsen af nutlevende generationers behov ikke sker på bekostning af fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov."



FNs verdensmål for bæredygtig udvikling:

17 verdensmål og 169 delmål



Fra Gitte Lemming Søndergaard/Rambøll

Hvordan kan vi vurdere bæredygtigheden af vandforsyning?

Hvilke bæredygtighedsindikatorer er relevante?

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Gitte Lemming Søndergaard

*Workshop – Bæredygtig håndtering af pesticidfund.
ATV Vintermøde*

08-03 2023



Innovationssamarbejde til sikring af rent drikkevand - fokus på pesticider

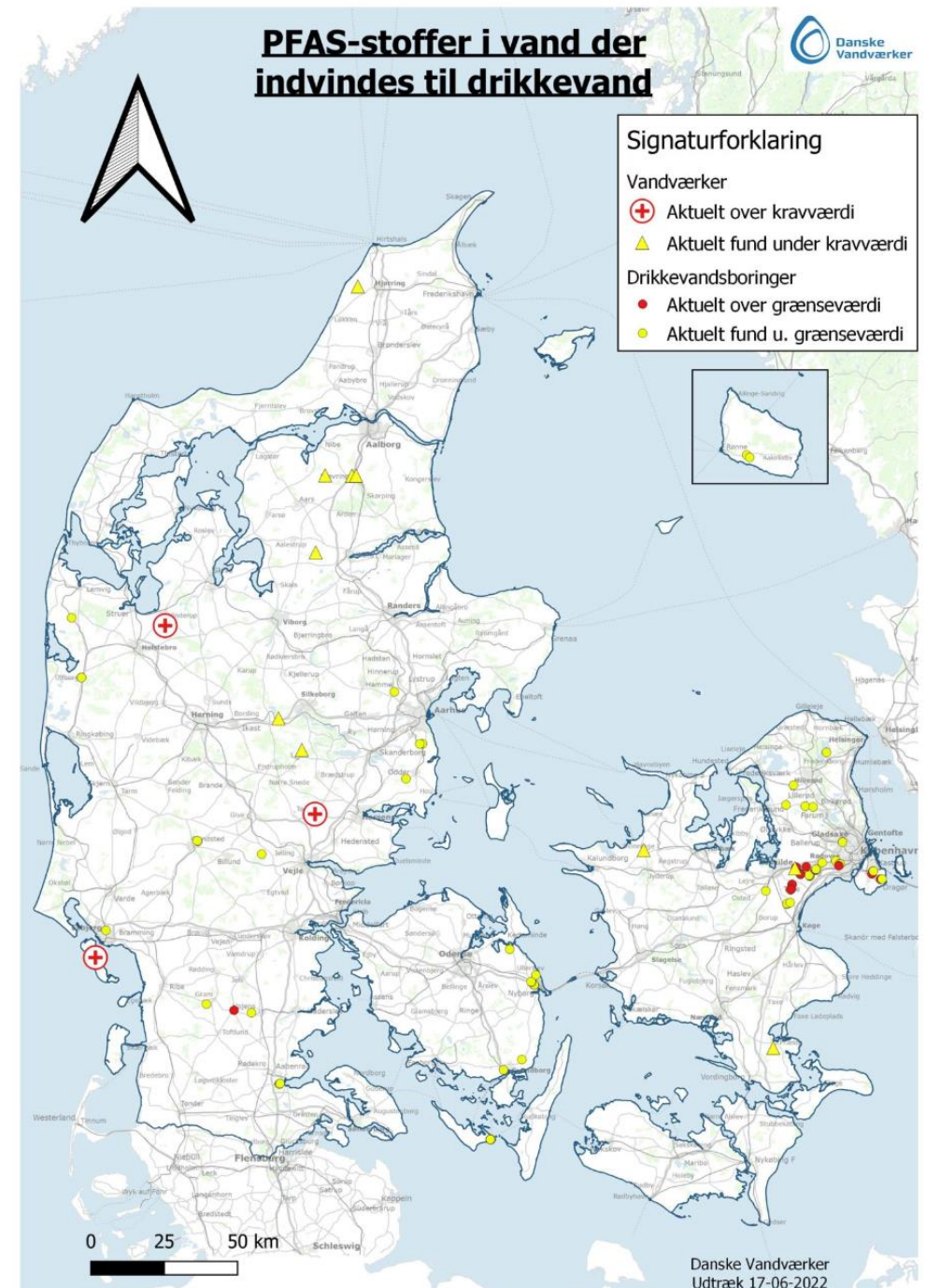
Vores grundvand og drikkevandsboringer er forurennet



INDLAND

Undersøgelse finder for tredje år i træk pesticidrester i over halvdelen af drikkevandsboringer

I undersøgelser af drikkevand tester man i dag for langt flere pesticider end tidligere, pointerer professor.

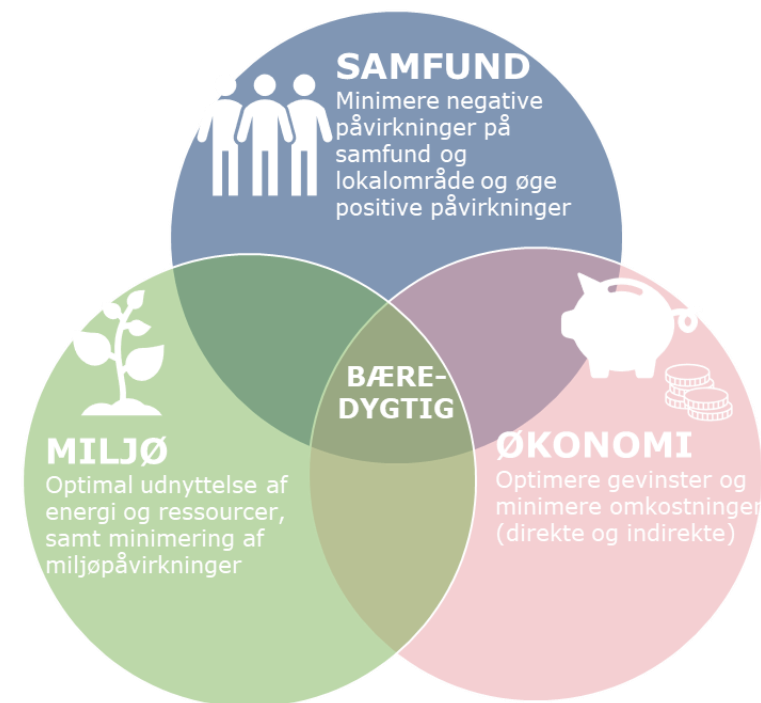


Grundvandet er forurenet i en grad så drikkevandet ikke overholder drikkevandskrav. Hvordan håndterer vi denne situation mest bæredygtigt?

Formål med projektet

- At udarbejde en **metode til bæredygtighedsvurdering** af forskellige alternativer for fremtidig vandforsyning med fokus på områder, der er udfordret af grundvandsforurening med pesticider som DMS og DPC. Disse alternativer kan eksempelvis omfatte:

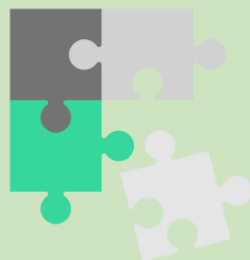
- Flytning af kildeplads
- Ændrede indvindingsmønstre
- Videregående rensning af drikkevand
- Ændret kravværdi til f.eks. DMS, hvilket gør rensning unødvendig



Projektoverblik

Udvikling af metode til bæredygtighedsvurdering af vandforsyningsalternativer

- Litteraturstudium
- Overordnet ramme og metodik
- Bæredygtighedsindikatorer



Anvendelse af metode

Sammenligning af bæredygtigheden af fremtidige vandforsyningsalternativer for to cases:

1. Det nye værk ved Islev



2. Bagsværd vandværk



Arbejdsgruppe

Rambøll, DTU, Region Hovedstaden, HOFOR, Novafos.

Workshops

4 workshops med relevante interessenter om forskellige emner relateret til projekterne

Mere avanceret rensning af drikkevand giver større aftryk på miljø, samfund og økonomi



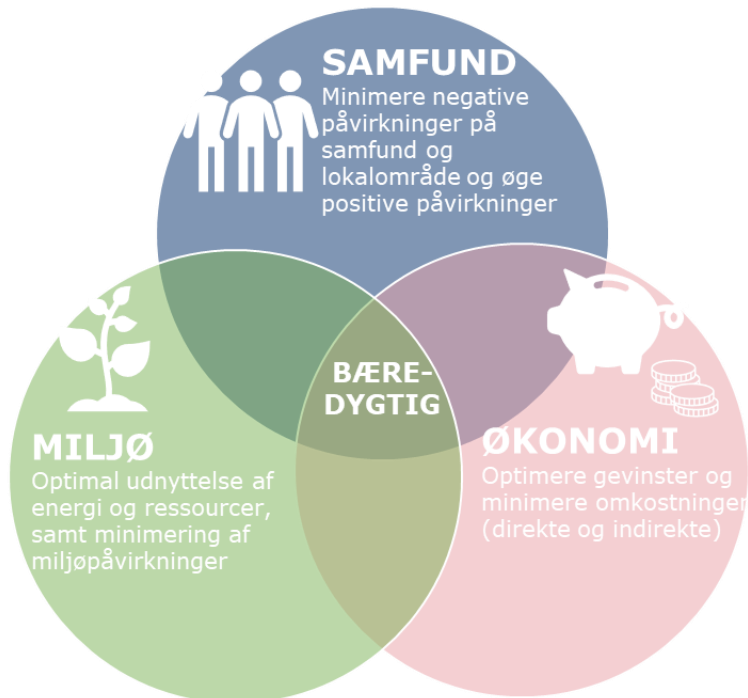
Hvad er bæredygtighed?

Ifølge FN er definitionen på bæredygtig udvikling (Brundtlandrapporten, 1987):

"...en udvikling, hvor opfyldelsen af nulevende generationers behov ikke sker på bekostning af fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov."

FNs verdensmål for bæredygtig udvikling:

17 verdensmål og 169 delmål



Hvordan kan vi vurdere og sammenligne bæredygtigheden af vandforsyningsalternativer?

Formål med bæredygtighedsvurderingen

At sammenligne den relative bæredygtighed af forskellige alternativer for fremtidig vandforsyning med fokus på områder der er udfordret af grundvandsforurening med DMS og DPC

Alternativerne skal alle opfylde den samme funktionelle enhed:



De leverede funktioner "hvad?"

Produktion af drikkevand



Omfanget af funktionen "hvor meget?"

Værket ved Islev:
11,5 mio. m³ pr. år
Bagsværd: 1 mio. m³ pr. år



Kvalitetsniveauet "hvor godt?"

Drikkevandet skal overholde drikkevandskrav

Værket ved Islev:
- Blødgjort vand, 10 °dH
- Krav til Korrosions-potentiale



Varighed/levetid "hvor længe?"

- 30 år svarende til forventet varighed af DMS forurening

Multikriterieevalueringemetode

- Et antal bæredygtighedsindikatorer fordelt på 4 overordnede kategorier:

- **Miljø:** Effekter for klima, vandressourcer, ressourceforbrug, affald
- **Samfund:** Forbrugertillid, sundhedseffekter, samfundsaccept
- **Teknik:** Driftssikkerhed, fleksibilitet, teknisk vandkvalitet
- **Økonomi:** Påvirkning af vandpris, øvrige gevinster og omkostninger



Der beregnes en samlet bæredygtighedsscore baseret på de scorer alternativet opnår for hvert kriterium samt vægten af hvert kriterium:

$$v(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(x_i)$$

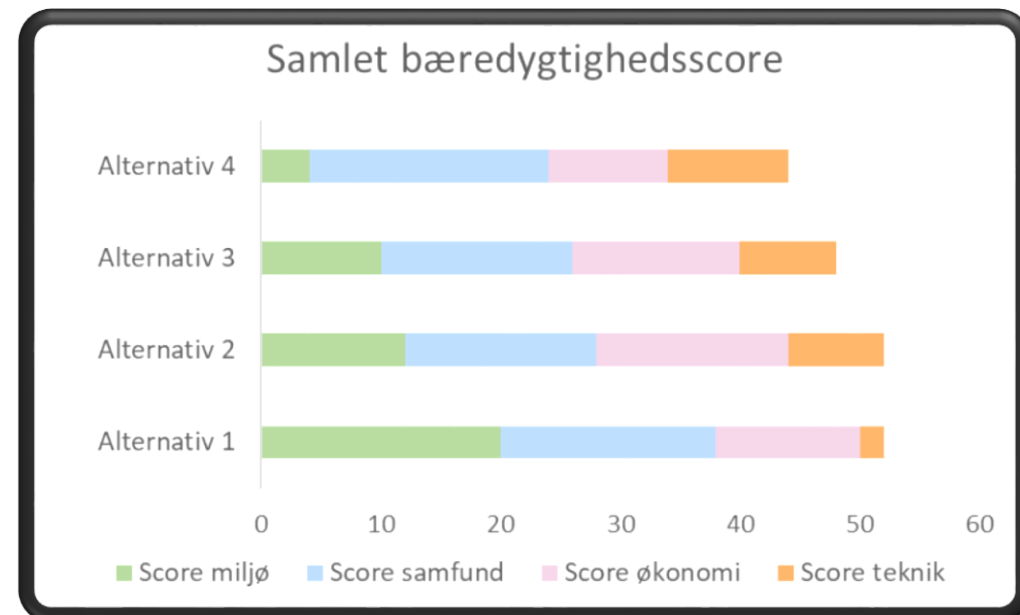
$v(\mathbf{x})$ = Total bæredygtighedsscore

$\mathbf{x}$ = Alternativ

v_i = Normaliseret score for indikator i

w_i = Vægt af indikator i

n = Antal indikatorer



Fastlæggelse af bæredygtighedsindikatorer

Litteraturstudium

Multikriterievurderingsmetoder og bæredygtighedsindikatorer

Fokus på vandforsyningsteknologier samt lignende fagområder

Arbejdsgruppemøder

Rambøll, Novafos, HOFOR, Region Hovedstaden, DTU

Workshop november 2022

Interessentinvolvering vha. gruppediskussioner



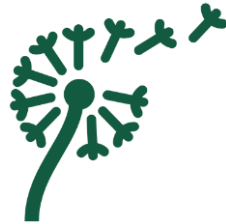
Bæredygtighedsindikatorer

Fastsættelse af bæredygtighedsindikatorer

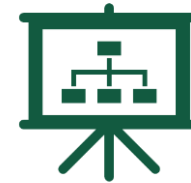


Fokus på de **vigtigste** indikatorer.

Indikatorerne skal beskrive væsentlige forskelligheder mellem alternativerne



Jo flere indikatorer, jo mindre betydning får den enkelte indikator



Indikatorer skal være **uafhængige**



Pas på med "**double counting**" dvs. påvirkninger der inkluderes flere gange f.eks under forskellige kategorier

Indikatorer fordelt på 4 overordnede kategorier

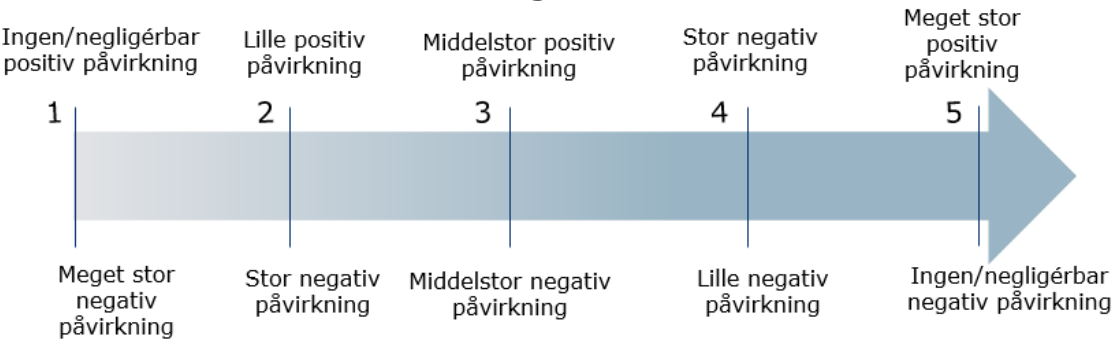
Indikator	MILJØ	
CO ₂ -aftryk	LCA	
Eutrofiering, marin	LCA	
Påvirkning af grundvandressourcen (kvantitet)		
Påvirkning af grundvandressourcen (kvalitet)		
Påvirkning af overfladevandssystemer (kvalitet)		
Ressourceforbrug, mineraler og metaller	LCA	
Ressourceforbrug, fossile energiressourcer	LCA	
Ikke genanvendeligt affald		
Arealanvendelse/ areal footprint		

Indikator	SAMFUND
Sikkerhed på arbejdsplads	
Sundhedseffekter	
Risiko for uønskede stoffer i drikkevandet	
Forbrugertillid og -accept	
Lokalområdets accept	
Lighed	
Grundvandet, Holdningsændring	

Indikator	TEKNIK
Driftssikkerhed	
Fleksibilitet	
Politisk uafhængighed	
Kompleksitet i myndighedsbehandling	
Vandkvalitet, teknisk	

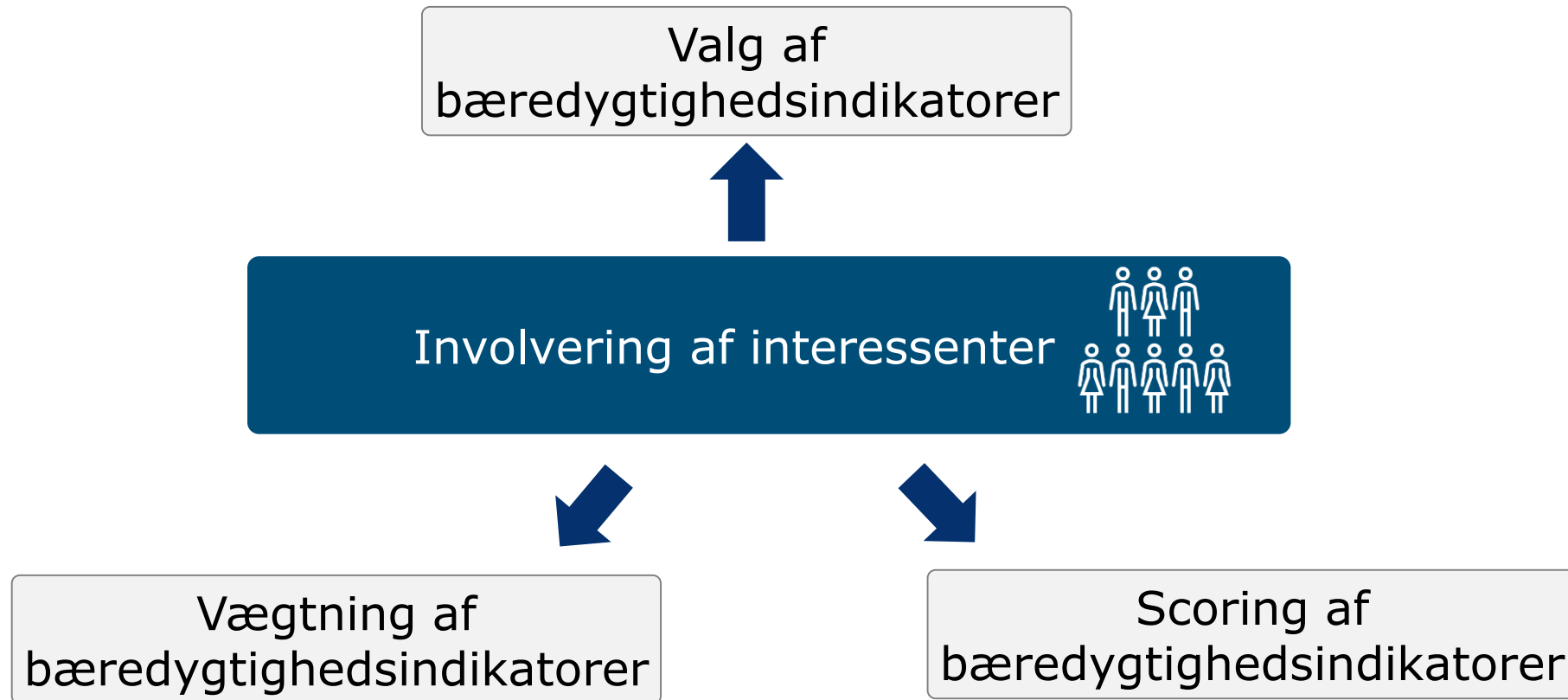
Indikator	ØKONOMI
Merpris, drikkevand	kr./m ³ 
Øvrige omkostninger og gevinster	kr./m ³ 
Kompetenceudvikling	

Tildeling af score på skala 1-5:
5: bedste score; 1: dårligste score



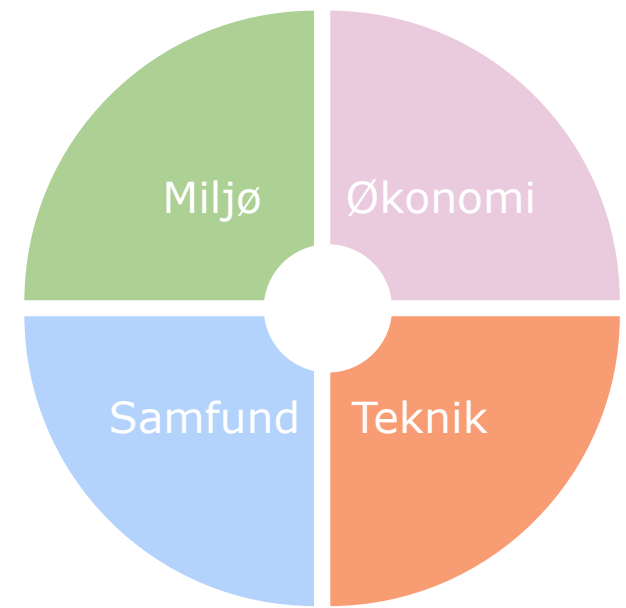
Interessentinvolvering

- **Interessenter** kan direkte eller indirekte påvirke en beslutning eller blive påvirket af en beslutning
- Inddragelse af interessenters meninger og perspektiver vil forbedre grundlaget for en beslutning og øge sandsynligheden for en succesfuld implementering (Reed 2008, Philips 2007)



Opsummering og diskussion

- 4 overordnede bæredygtighedskategorier
- Et antal indikatorer under hver kategori
- Multikriterievurdering med beregning af samlet bæredygtighedsscore og mulighed for at vægte kategorier/indikatorer forskelligt
- Livscyklusvurdering (LCA) som metode til vurdering af udvalgte miljøindikatorer
- Fokus på interessentinvolvering



Spørgsmål, kommentarer, input og ideer til metoden er velkomne



Oplæg til gruppearbejde

Gitte L. Søndergaard

Individuel stillingtagen - Mentimeter

- ♦ Du bor i hovedstadsområdet
- ♦ Dit drikkevand indeholder DMS i koncentrationer over grænseværdien på 0,1 µg/l, men under 0,75 µg/l.
- ♦ Der er øvrige mikroforureninger i vandet dog under grænseværdierne for drikkevand.
- ♦ Alle typer har samme hårdhed, da vandet blødgøres i alle tilfælde

Hvilken type drikkevand A, B eller C vil du helst drikke dagligt?

- **Rangér mulighederne fra 1 til 3, hvor 1 angiver den type du helst vil drikke og 3 angiver den type du mindst gerne vil drikke.**
- **TYPE A: Konventionel behandling. DMS kravværdi hæves til 0,75 µg/l**
- **TYPE B: Udvidet behandling: Avanceret oxidation, UV og kulfiltrering**
- **TYPE C: Udvidet behandling: Membranfiltrering**

Hvilken type vand vil du helst selv drikke dagligt, A, B eller C?

	A: Konventionel behandling. DMS kravværdi hæves til 0,75 µg/l	B: Udvidet behandling: Avanceret oxidation, UV og kulfiltrering	C: Udvidet behandling: Membranfiltrering
Kort beskrivelse af rensemetode	Ingen rensning. Antag at det ud fra en toksikologisk vurdering er sikkert at hæve grænseværdien	Der tilsættes et stærkt oxideringsmiddel (H ₂ O ₂) efterfulgt af UV-behandling og kulfiltrering	Drikkevandet renses vha. membranfiltrering – Low Pressure Reverse Osmosis
Blødgøring af vandet	Separat blødgøring (pelletanlæg, NaOH)	Separat blødgøring (pelletanlæg, NaOH)	Membranfiltreringen blødgør samtidigt vandet
Positiv påvirkning af drikkevandets kvalitet 		DMS og andre mikroforureninger fjernes	DMS og andre mikroforureninger fjernes
Negativ påvirkning af drikkevandets kvalitet 	Udover DMS kan der være spor af andre mikroforureninger	Teknikken er kompleks ift. styring og kontrol for at undgå uønskede biprodukter (nitrosaminer og trihalometaner) i vandet	- Reduceret mineralindhold (magnesium) - Der kan være spor af antiskalanter (kemikalier, som tilsættes foran membranen for at undgå udfældning)
Rangering 1-3 (1 angiver den type du helst vil drikke)			

Gruppearbejde - Spørgsmål 1

- ♦ Vi er i et område i hovedstadsområdet
- ♦ Drikkevandet indeholder DMS i koncentrationer over grænseværdien på 0,1 µg/l, men under 0,75 µg/l.
- ♦ Der er øvrige mikroforureninger i vandet dog under grænseværdierne for drikkevand.
- ♦ Alle typer har samme hårdhed, da vandet blødgøres i alle tilfælde

Hvilken type vand forventer I at den gennemsnitlige forbruger helst vil drikke dagligt dagligt, A, B eller C?

- **Rangér mulighederne fra 1 til 3, hvor 1 angiver den type I forventer forbrugerne helst vil drikke og 3 angiver den type forbrugerne mindst gerne vil drikke**
- **Angiv en kort begrundelse**

Se bort fra prisen på vandet

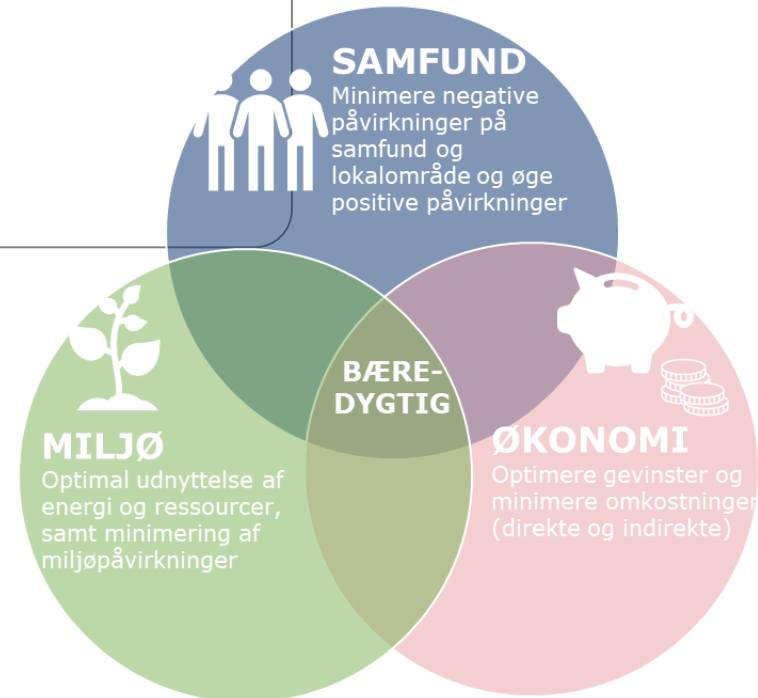
Hvilken type vand forventer I at den gennemsnitlige forbruger helst vil drikke dagligt dagligt, A, B eller C?

	A: Konventionel behandling. DMS kravværdi hæves til 0,75 µg/l	B: Udvidet behandling: Avanceret oxidation, UV og kulfiltrering	C: Udvidet behandling: Membranfiltrering
Kort beskrivelse af rensemetode	Ingen rensning. Antag at det ud fra en toksikologisk vurdering er sikkert at hæve grænseværdien	Der tilsættes et stærkt oxidationsmiddel (H ₂ O ₂) efterfulgt af UV-behandling og kulfiltrering	Drikkevandet renses vha. membranfiltrering – Low Pressure Reverse Osmosis
Blødgøring af vandet	Separat blødgøring (pelletanlæg, NaOH)	Separat blødgøring (pelletanlæg, NaOH)	Membranfiltreringen blødgør samtidigt vandet
Positiv påvirkning af drikkevandets kvalitet 		DMS og andre mikroforureninger fjernes	DMS og andre mikroforureninger fjernes
Negativ påvirkning af drikkevandets kvalitet 	Udover DMS kan der være spor af andre mikroforureninger	Teknikken er kompleks ift. styring og kontrol for at undgå uønskede biprodukter (nitrosaminer og trihalometaner) i vandet	- Reduceret mineralindhold (magnesium) - Der kan være spor af antiskalanter (kemikalier, som tilsættes foran membranen for at undgå udfældning)
Rangering 1-3 (1 angiver den type forbrugerne helst vil drikke)			

Gruppearbejde - Spørgsmål 2

Hvilket af alternativerne A, B eller C synes I er mest bæredygtigt ud fra et samfundsmæssigt, miljømæssigt og økonomisk perspektiv?

- **Rangér alternativerne fra 1 til 3, hvor 1 angiver det mest bæredygtige alternativ og 3 det mindst bæredygtige alternativ.**
- **Angiv en kort begrundelse**



Hvilket alternativ A, B eller C er mest bæredygtigt ud fra et miljømæssigt, samfundsmæssigt og økonomisk perspektiv?

	A: Konventionel behandling. DMS kravværdi hæves til 0,75 µg/l	B: Udvidet behandling: Avanceret oxidation, UV og kulfiltrering	C: Udvidet behandling: Membranfiltrering
"Forbrugerfortælling"	<i>Den simple behandling bevares. Ingen barriere mod miljøfremmede stoffer</i>	<i>Avanceret behandling og en barriere mod de fleste miljøfremmede stoffer. Risici for dannelse af biprodukter</i>	<i>Avanceret behandling og en barriere mod de fleste miljøfremmede stoffer. Ændret mineralsammensætning.</i>
Blødgøring af vandet	Separat blødgøring (pelletanlæg, NaOH)	Separat blødgøring (pelletanlæg, NaOH)	Membranfiltreringen blødgør samtidigt vandet
Øvrige informationer	Store affaldsmængder (kalkpellets) fra blødgøring	Store affaldsmængder (kalkpellets) fra blødgøring	- Stort vandspild (12%) og produktion af rejectvand - Der skal oprettes ekstra kildeplads til indvinding af mere vand
Energiforbrug, drift (kWh/m³)	0,1 kWh/m³ (pelletblødgøring)	0,85 kWh/m³ (rensning og pelletblødgøring)	0,38 kWh/m³ (rensning og kompensationsindvinding)
Merpris, drikkevand (kr./m³)	1,40 kr./m³ (pelletblødgøring)	3,30 kr./m³ (rensning og pelletblødgøring)	4,30 kr./m³ (rensning, kompensationsindvinding og afledning af spildevand)
Rangering 1-3 (1 angiver det mest bæredygtige alternativ)			

Miljøindikatorer

Indikator		Beskrivelse	Vurderingsmetode	
CO ₂ -aftryk		CO ₂ -aftrykket (kg CO ₂ -ækv.) opgøres som alternativets udledning af drivhusgasser som f.eks. CO ₂ , metan og lattergas, der bidrager til global opvarmning.	CO ₂ -aftrykket beregnes baseret på LCA. Der omregnes til en normaliseret score fra 1-5 efterfølgende	LCA
Eutrofiering, marin		Næringsstofudledning af primært nitrogen og fosfor til havvand (kg N-ækv.)	Akvatisk eutrofiering beregnes baseret på LCA. Der omregnes til en normaliseret score fra 1-5 efterfølgende	LCA
Påvirkning af grundvandressourcen (kvantitet)		Hvordan påvirkes den samlede vandmængde (m ³) der skal indvindes for at opretholde den ønskede drikkevandsproduktion. Denne inkluderer bl.a.: - Øget vandforbrug (og dermed indvinding) på vandværket f.eks. grundet vandspild ved rensemetode - Påvirker alternativet den samlede mængde af grundvand der indvindes – vil der ske ændringer i fx afværgepumpning? - Evt. forbruget af grundvand opstrøms i systemet til produktion af materialer mv.	Semi-kvantitativ, baseret på risikovurdering <i>Ingen/meget lille – lille – medium – stor – meget stor</i>	
Påvirkning af grundvandressourcen (kvalitet)		Påvirker alternativet grundvandets kvalitet? - Vil vandindvindingen påvirke grundvandskvaliteten negativt? F.eks. frigivelse af metaller eller ammonium ved overudnyttelse af magasin eller lign. - Vil vandbehandlingen betyde at en indvinding kan opretholdes og forhindrer forureningen i at sprede sig yderligere?	Semi-kvantitativ, baseret på risikovurdering <i>Ingen/meget lille – lille – medium – stor – meget stor</i>	
Påvirkning af overfladevandssystemer (kvalitet)		Er der risiko for negativ påvirkning af overfladevandskvalitet f.eks. gennem udledning af spildevand fra anlægget?	Semi-kvantitativ, baseret på risikovurdering <i>Ingen/meget lille – lille – medium – stor – meget stor</i>	
Ressourceforbrug, mineraler og metaller		Udtømning af abiotiske ressourcer (kg SB-ækv.)	Vurderes vha. LCA og omregnes til en normaliseret score fra 1-5 efterfølgende	LCA
Ressourceforbrug, fossile energiressourcer		Udtømning af fossile ressourcer (MJ)	Vurderes vha. LCA og omregnes til en normaliseret score fra 1-5 efterfølgende	LCA
Ikke genanvendeligt affald		Mængder af affald (kg), der ikke genanvendes (farligt affald, ikke-farligt affald) herunder restprodukter	Baseres på opgjorte affaldsstrømme for alternativet. Omregnes til en normaliseret score fra 1-5 efterfølgende	
Arealanvendelse/ areal footprint		Arealforbrug (m ²), volumen (m ³)	Baseres på opgjorte bygningsarealer og -volumener for fuldskaladesign. Omregnes til en normaliseret score fra 1-5 efterfølgende	

Samfundsindikatorer

Indikator		Beskrivelse	Vurderingsmetode
Sikkerhed på arbejdsplads		Vil alternativet øge risici for, eller behov for tiltag af hensyn til, ansattes sikkerhed og sundhed på arbejdspladsen? Dette kan f.eks. være i forhold til kontaktrisiko ved kemikaliehåndtering samt arbejdsulykker. Den samlede vurdering vil afhænge af - Risikoen (sandsynlighed for en uheldsmæssig hændelse) - Konsekvens af hændelse	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille - lille - medium - høj - meget høj</i>
Sundhedseffekter		Er der risiko for negative sundhedseffekter ved det producerede drikkevand pga. ændret indhold af f.eks. mineraler, metaller og flourid i drikkevandet? - Lavere magnesium- og fluoridindhold kan påvirke sundheden. Eksempelvis fjernes vandets magnesiumindhold ved membranfiltrering - Højere arsenindhold pga. ændret indvindingsmønster? Arsen kan være problematisk selv i koncentrationer under grænseværdien	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille - lille - medium - høj -</i>
Risiko for uønskede stoffer i drikkevandet		Er der risiko for midlertidig tilstedeværelse af uønskede stoffer i drikkevandet, f.eks. som følge af kemiske reaktioner, der forløber under vandbehandlingen og som kræver større grad af styring og kontrol at undgå? Avancerede oxidationsprocesser (AOP) kan eksempelvis medføre dannelse af nitrosaminer og trihalomethaner	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille - lille - medium - høj -</i>
Forbrugertillid og -accept		Hvordan vurderes forbrugernes tillid til teknologien og det producerede drikkevand? Dette kan f.eks. Påvirkes af: - Tilstedeværelse af miljøfremmede stoffer i drikkevandet f.eks. spor af antiskalanter fra membranfiltrering og mikroforureninger under grænseværdien - Forbedret smag gennem fjernelse af humusstoffer - Risiko for ønskede stoffer f.eks. biprodukter - Sundhed af drikkevandsalternativerne	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille - lille - medium - høj - meget høj</i>
Lokalområdets accept		Graden af gener fra drikkevandsproduktion i lokalområdet: - Øget tung trafik kan medføre mindre sikkerhed for fodgængere og cyklister - Støj - Visuelle gener	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille - lille - medium - høj - meget høj</i>
Lighed		I hvilken grad stilles nogle forbrugere dårligere end andre? I hvilken grad sendes problemet videre til næste generation?	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille - lille - medium - høj - meget høj påvirkning</i>
Grundvandet, Holdningsændring		Påvirker alternativet den "danske model" med at indvinde drikkevand fra uforurenet, urensset grundvand i en retning så rensning bliver det nye normale, således at vi risikerer en glidebane mod mindre beskyttelse af grundvandet?	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille - lille - medium - høj - meget høj påvirkning</i>

Uddybning vedr. forskellen på "sundhedseffekter" og "risiko for uønskede stoffer":
Sundhedseffekter: Vurderingen tager udgangspunkt i drikkevandets sammensætning som det er *hele* tiden. F.eks. fjerner membranfiltrering magnesium, hvilket påvirker sundheden af vandet permanent
Risiko for uønskede stoffer: Adresserer stoffer som potentielt kan findes i drikkevandet, hvis processen ikke styres optimalt, men som ikke forefindes permanent i vandet

Tekniske indikatorer

Indikator		Beskrivelse	Vurderingsmetode
Driftssikkerhed		Driftssikkerheden for systemet (kort sigt) - Sandsynlighed for nedbrud kan f.eks. påvirkes af kompleksitetsniveau ift. styring, sårbarhed ift. IT-kriminalitet, leveringssikkerhed af forbrugsstoffer og begrænsning på kvalificerede medarbejdere. - Resiliens i forhold til at tilpasse sig ændringer på kort sigt såsom strømsvigt. Er der lang opstartstid?	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille – lille – medium – høj – meget høj</i>
Fleksibilitet		Evnen til at være fleksibel i forhold til ændringer på længere sigt - Fleksibilitet i forhold til kvantitet (kan produktionen skaleres op/ned?) - Fleksibilitet i forhold til kvalitet af råvandet (kan alternativet håndtere en anden vandsammensætning i fremtiden, f.eks. fremtidige forureninger?)	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille – lille – medium – høj – meget høj</i>
Politisk uafhængighed		I hvilken grad øger alternativet muligheden for være selvforsynende med vand og uafhængig af myndigheder udenfor kommunen?	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille – lille – medium – høj – meget høj</i>
Kompleksitet i myndighedsbehandling		Hvordan vurderes kompleksitetsniveauet i forhold myndighedsbehandlingen ved alternativet?	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille – lille – medium – høj – meget høj</i>
Vandkvalitet, teknisk		Giver alternativet anledning til at den tekniske vandkvalitet ændres væsentligt, selvom den stadig overholder drikkevandskrav? F.eks.: - Øget indhold af sulfat eller chlorid - Ændring i pH - Øget korrosionspotentiale	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille – lille – medium – høj – meget høj</i>

Økonomiske indikatorer

Indikator		Beskrivelse	Vurderingsmetode
Merpris, drikkevand		Merprisen for drikkevand er udgifterne omregnet til kr/m ³ og inkluderer: - Finasieringsomkostninger (afskrivning og renter 1. år) - Driftsomkostninger	Prissættes og omregnes til en normaliseret score fra 1-5 efterfølgende
Øvrige omkostninger og gevinster		Øvrige omkostninger og gevinster som kan prissættes. Dette kunne f.eks. være - Markedspotentiale, gevinst ved salg af innovative løsninger - Afværgepumpning som kan indstilles eller lign.	Prissættes og omregnes til en normaliseret score fra 1-5 efterfølgende Alternativt semi-kvantitativ vurdering
Kompetenceudvikling		I hvor høj grad kræver alternativet en kompetenceopbygning af medarbejdere, som kan betragtes som en gevinst for forsyningen?	Semi-kvantitativ vurdering <i>Meget lille - lille - medium - høj - meget høj</i>