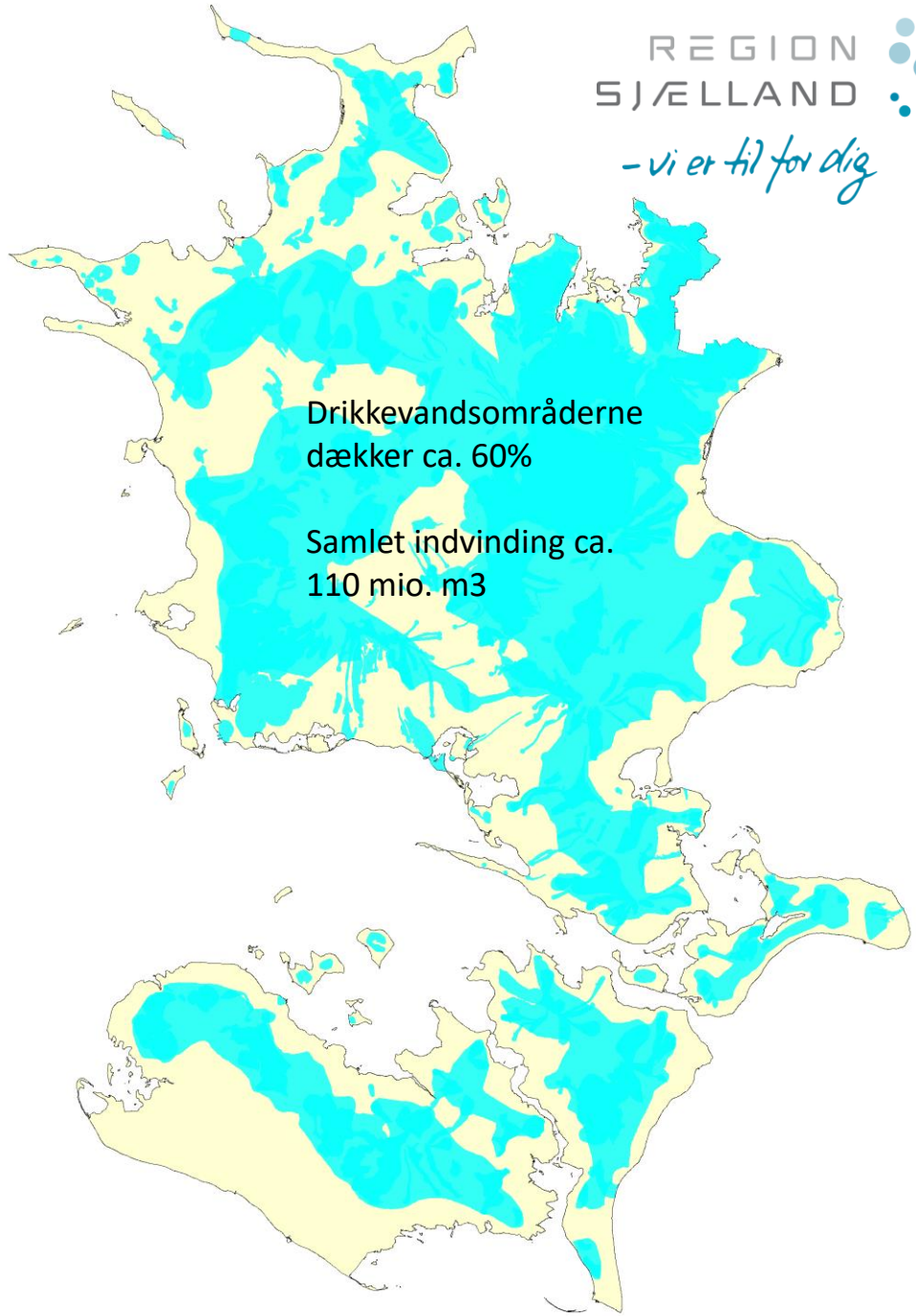
REGION SJÆLLAND

– vi er til for dig

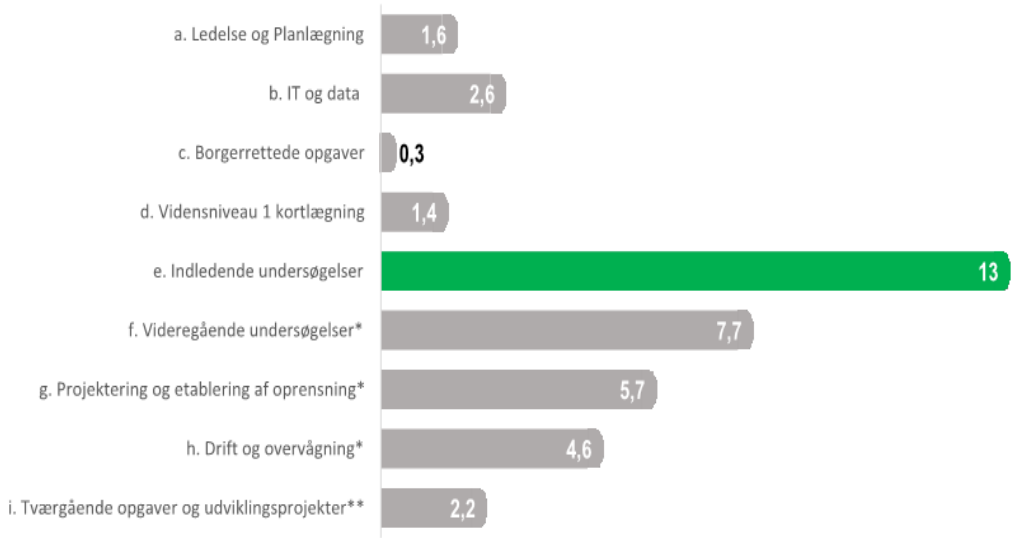
Strategi mod *jordforurening* 2021-2030

Indsats udgør **80**%

Grundvand
(alle drikkevandsområder)

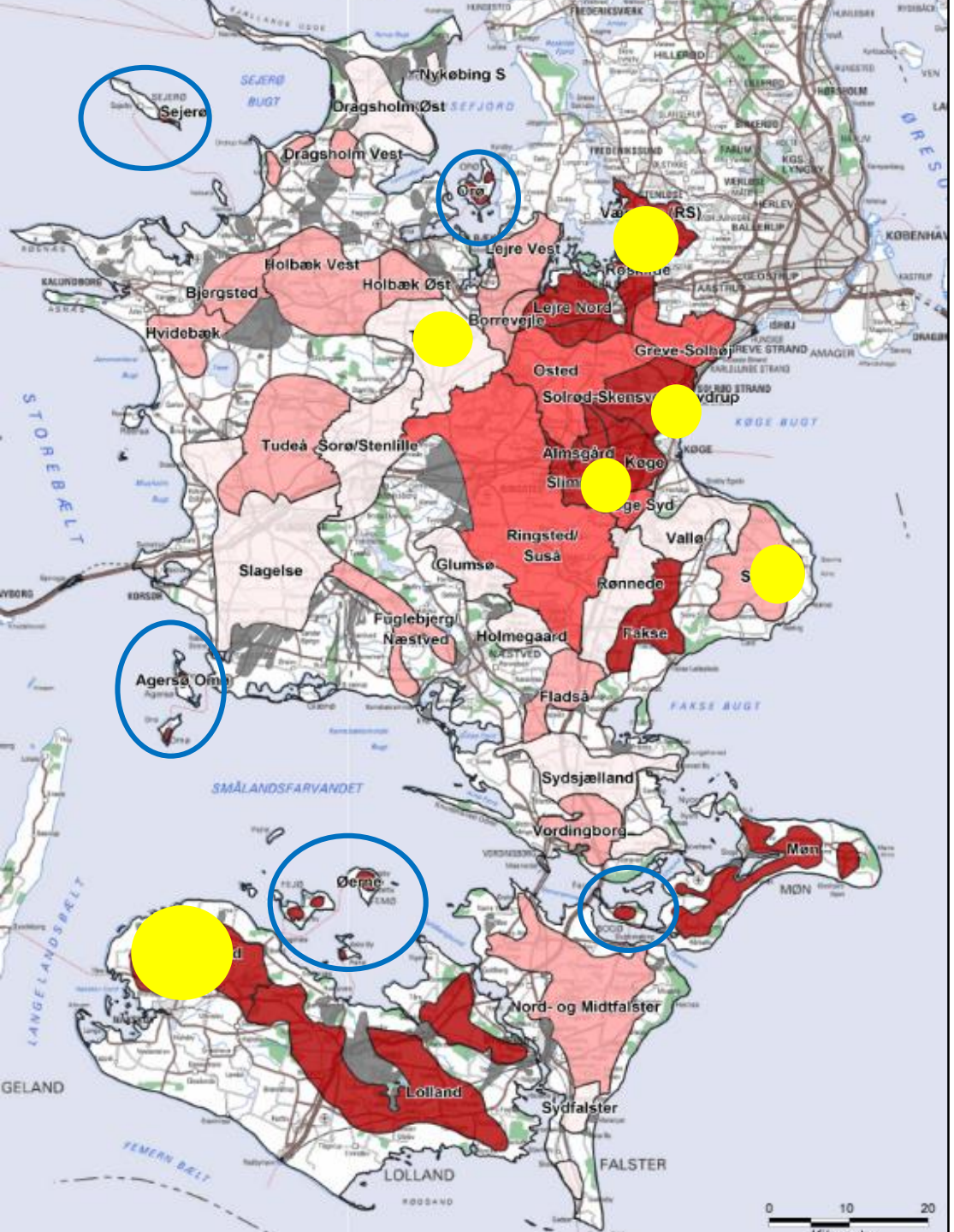


Budgettet for 2021 udgør samlet ca. 39,2 mio. kr.



Drømmen vi vil nå

Alle sårbare grundvandsdannende områder er fri for pesticidpunktkilder og kortlagte jordforureninger. Opgaven er løst i perioden 2021-2030

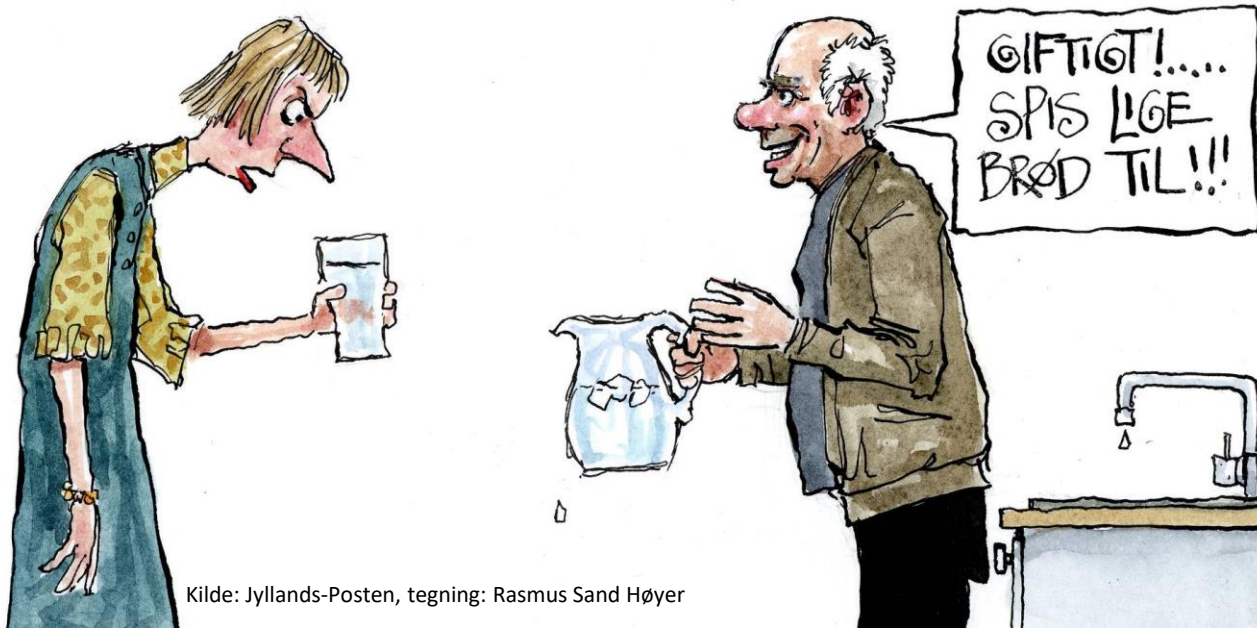


Beskyttelse af grundvandet

- Region Sjællands strategi for grundvandsindsats før og efter

- Fokus på **alle** punktkilder
- Fokus på fremdrift og effekt
- Skarp og synlig prioritering
- 10 års horisont
- Økonomisk realistisk
- Operationel
- Dialogskabende
- Fokus på samarbejde

Bekymringen



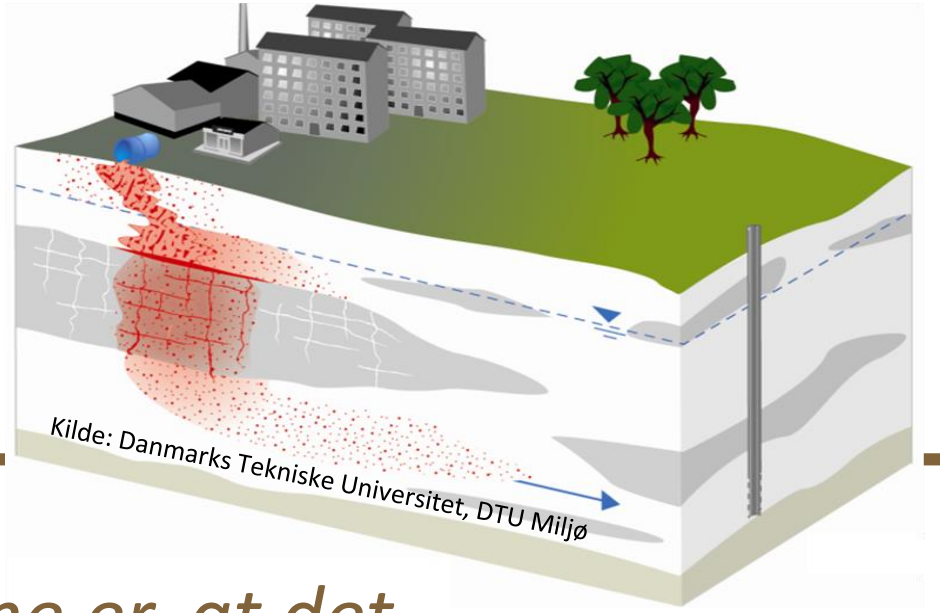
Kilde: Jyllands-Posten, tegning: Rasmus Sand Høyer

Tal fra statens grundvandsovervågning og vandforsyningernes drikkevandsanalyser viser en stigende tendens i fund og koncentrationer af sprøjtemidler i både drikkevandet og grundvandet.

Ren drikkevand

Kan det blive nødvendigt - i højere grad end i dag - at afvige fra den Danske praksis med simpel vandbehandling, og i stedet bliver tvunget til at indføre avancerede rensning på vandværker?

Hvor stort er pesticidproblemet?



- *En del af problemet med pesticidfundene er, at det kan være svært og meget omfattende at lokalisere, hvorfra de kommer.*
- *Vi ser et behov for at intensivere regionens pesticidopsporing, så vi får et overblik over pesticidtruslen… men i hvilket omfang?*

De udpegede forureninger

- Alle sager der afventer handlinger (JAR):
  - Historisk indsats **ca. 1000 sager**
  - Indledende undersøgelse **ca. 1.350 sager**
  - Videregående undersøgelse **ca. 750 sager**
  - Afværgeindsats - **11 sager**

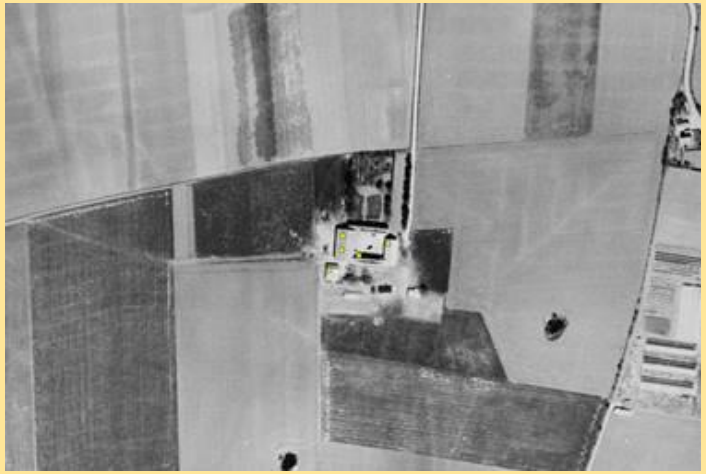
Dækker over en lang række brancher, stoffer og stofgrupper. Eksempelvis: Klorerede opløsningsmidler, polære opløsningsmidler, phenoler, MTBE, BTEX, naphtalen, oliestoffer, PFAS/PFOS, cyanid, tungmetaller

Pesticidpunktkilder

Der er opbygget en datatabel, som indeholder alle potentielle pesticidpunktkilder i Region Sjælland.

- Udtræk fra BBR på anvendelsen af bygninger, som er relateret til landbrug, gartneri og lignende. (maj 2020).
- Udtræk fra regionens JAR database på potentielle pesticidlokaliteter. (april. 2000)
  - F.eks. Maskinstationer og lossepladser
- Udtræk fra CVR på maskinstationer, som er foretaget i forbindelse med et tidligere projekt, udført for Region Sjælland. (marts 2016).

Ortofoto fra 1954



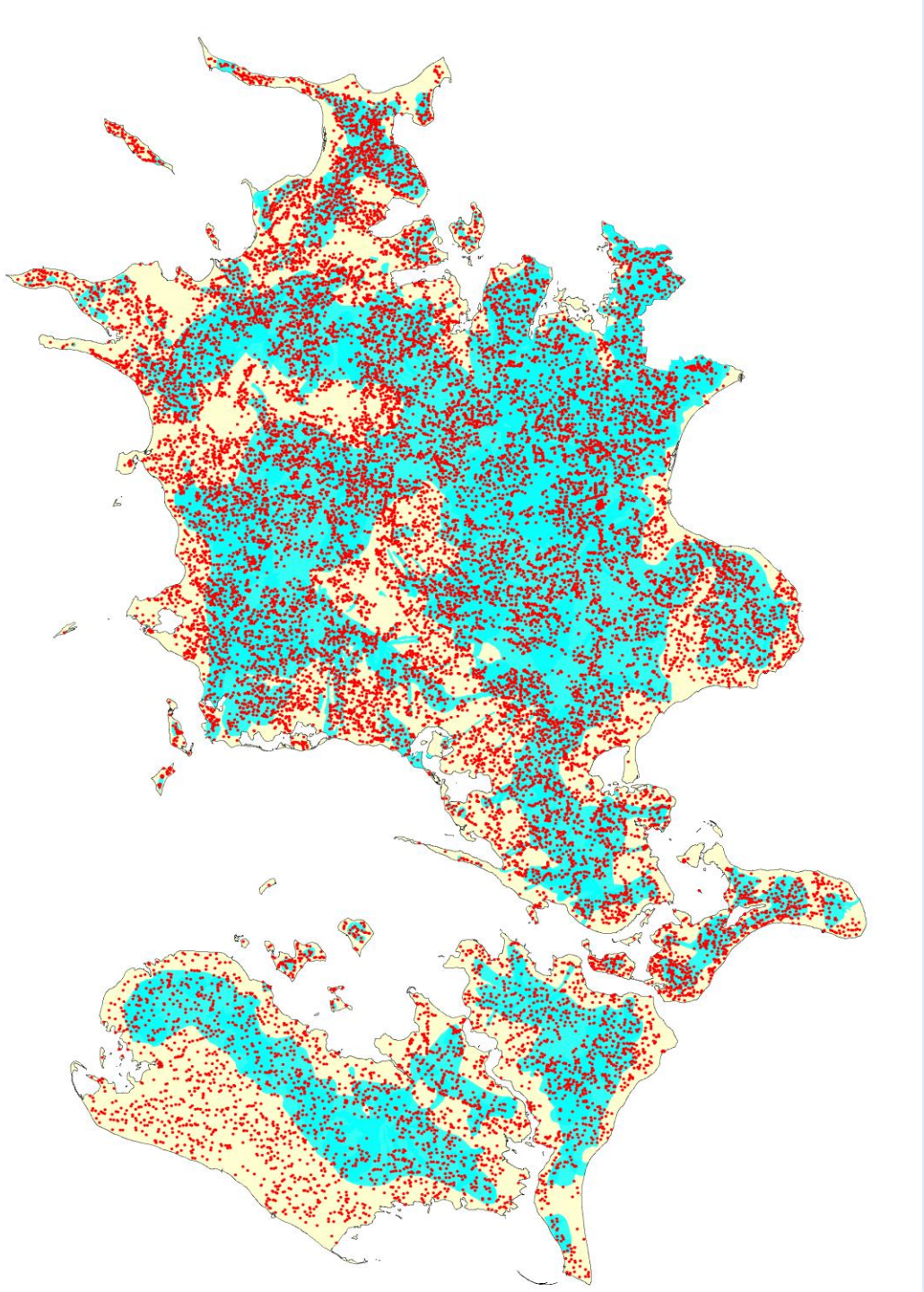
Ortofoto 1995

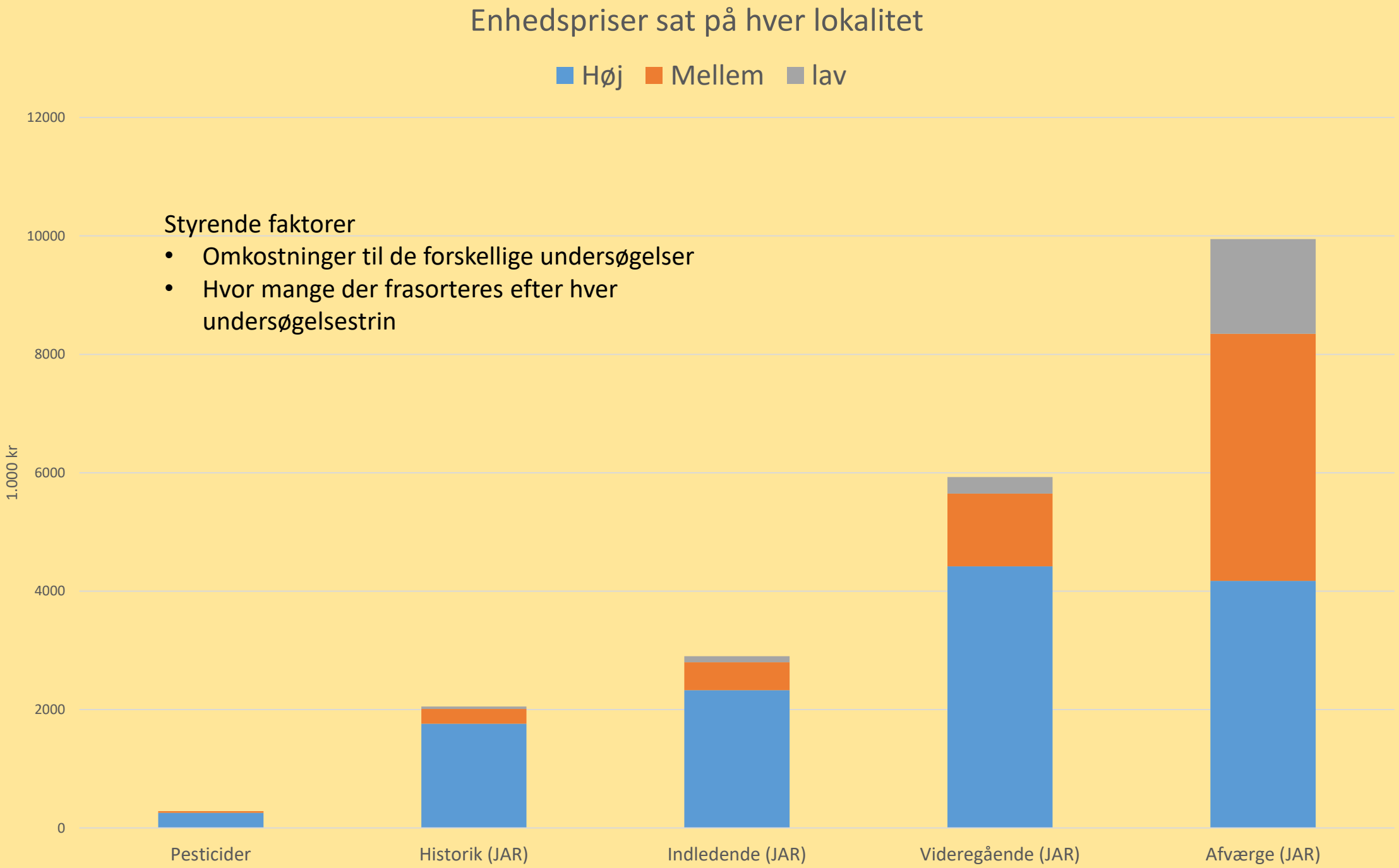
Ortofoto 2019

Stuehus til landbrugsejendom, Bygning til erhvervsmæssig produktion vedrørende landbrug, gartneri, råstofudvinding o. lign, Stald til svin, Stald til kvæg, får mv., Væksthus, Lade til foder, afgrøder mv., Maskinhus, garage mv. etc.

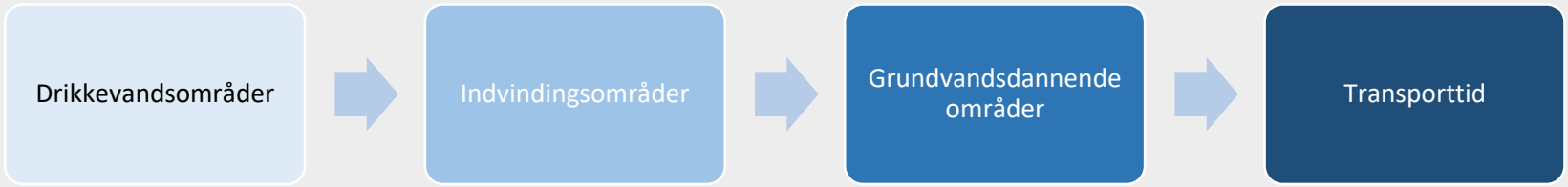
Estimat for antal potentielle pesticidpunktkilder

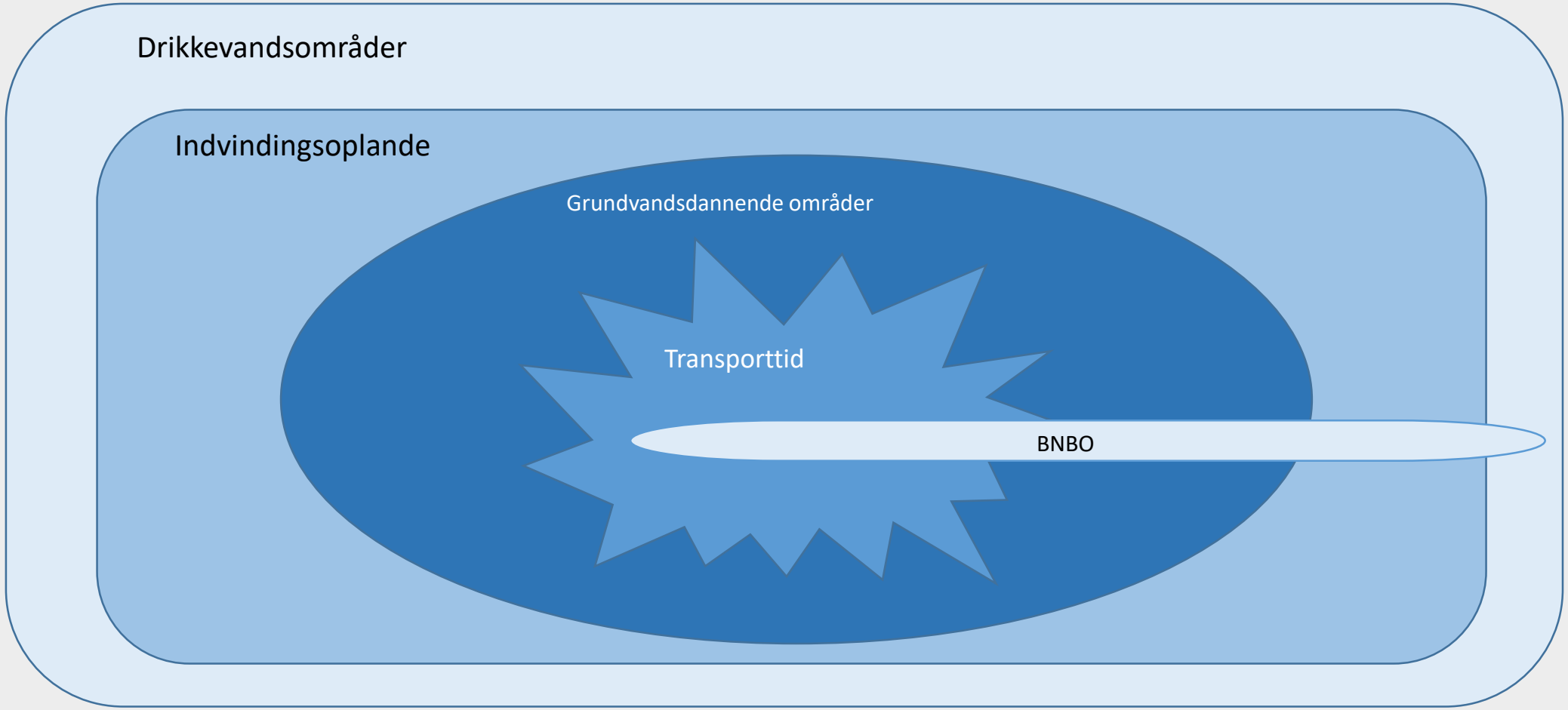
- Hele regionen: 24.000
- I drikkevandsområder: 12.600
- I indvindingsoplande: 6.800




Enhedspriser sat på hver lokalitet
Høj
Mellem
lav
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
1.000 kr
Styrende faktorer
• Omkostninger til de forskellige undersøgelser
• Hvor mange der frasorteres efter hver undersøgelsestrin
Pesticider
Historik (JAR)
Indledende (JAR)
Videregående (JAR)
Afværge (JAR)

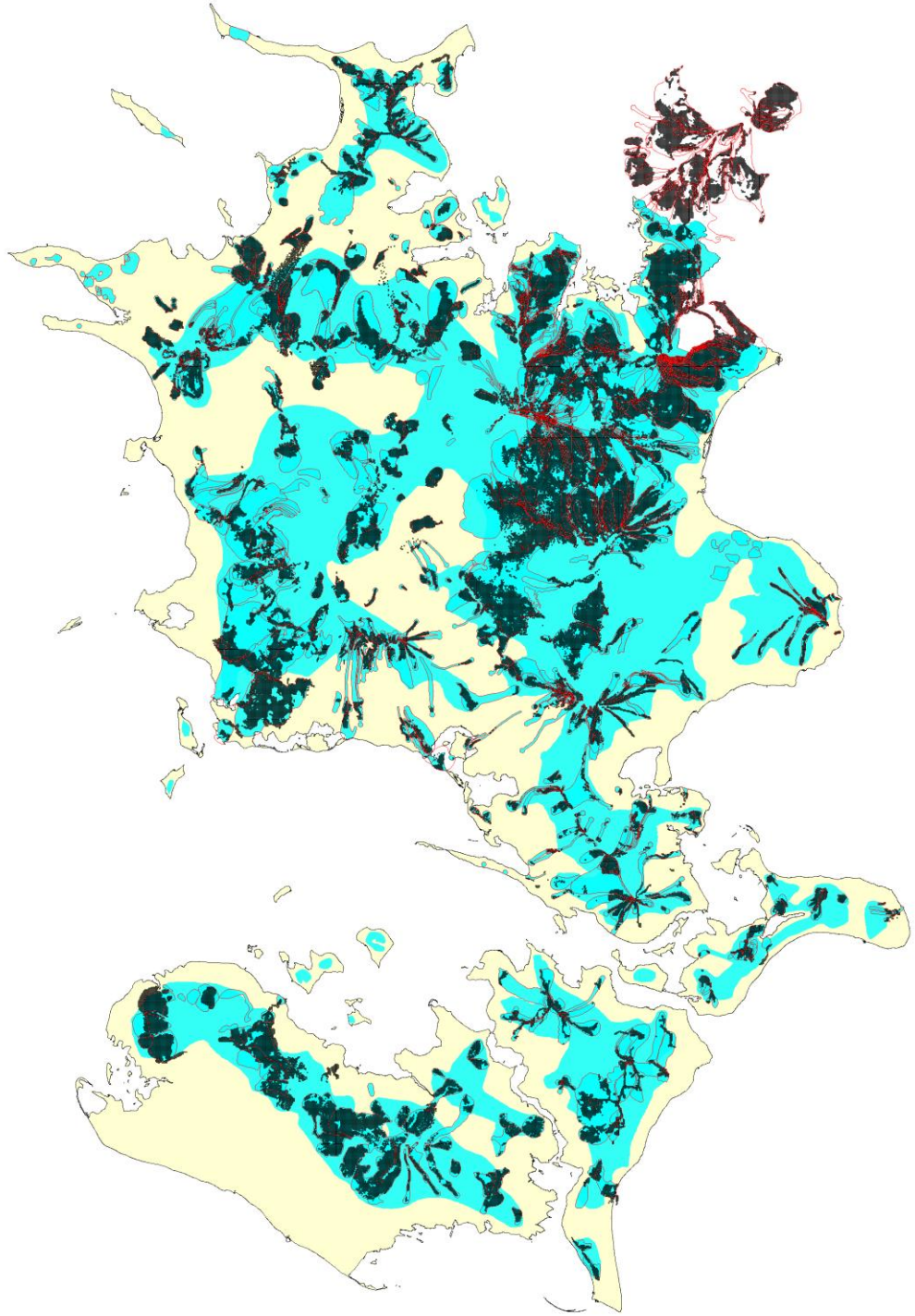
Udpegning af ”lande” hvor indenfor regionens indsats skal prioriteres



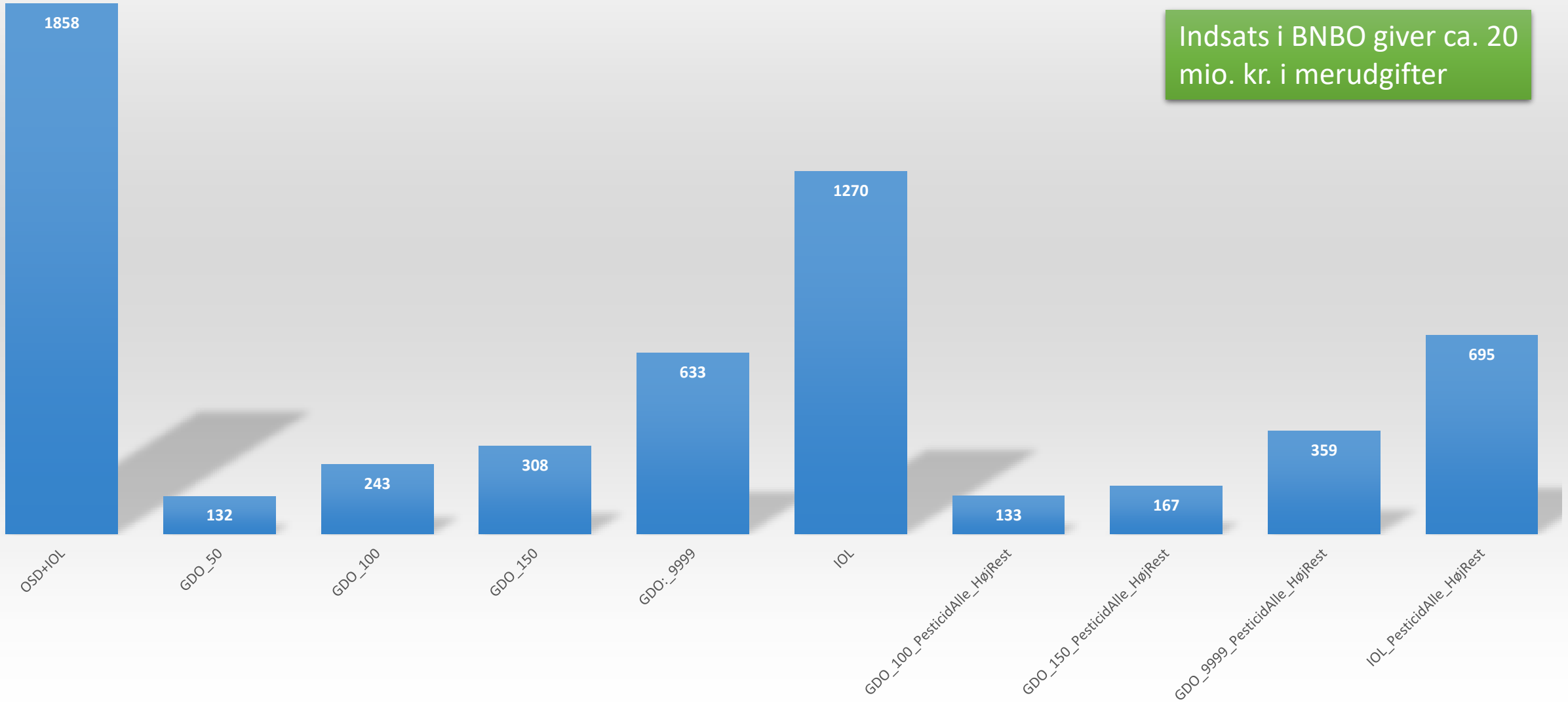


*Særlig sårbare områder bør kunne falde udenfor udpegningen. F.eks. øerne, BNBO, eller akutte fund i indvindingsboringer.

Modelresultater med grundvandsdannende områder



Hvad koster indsatsen [mio. kr.]



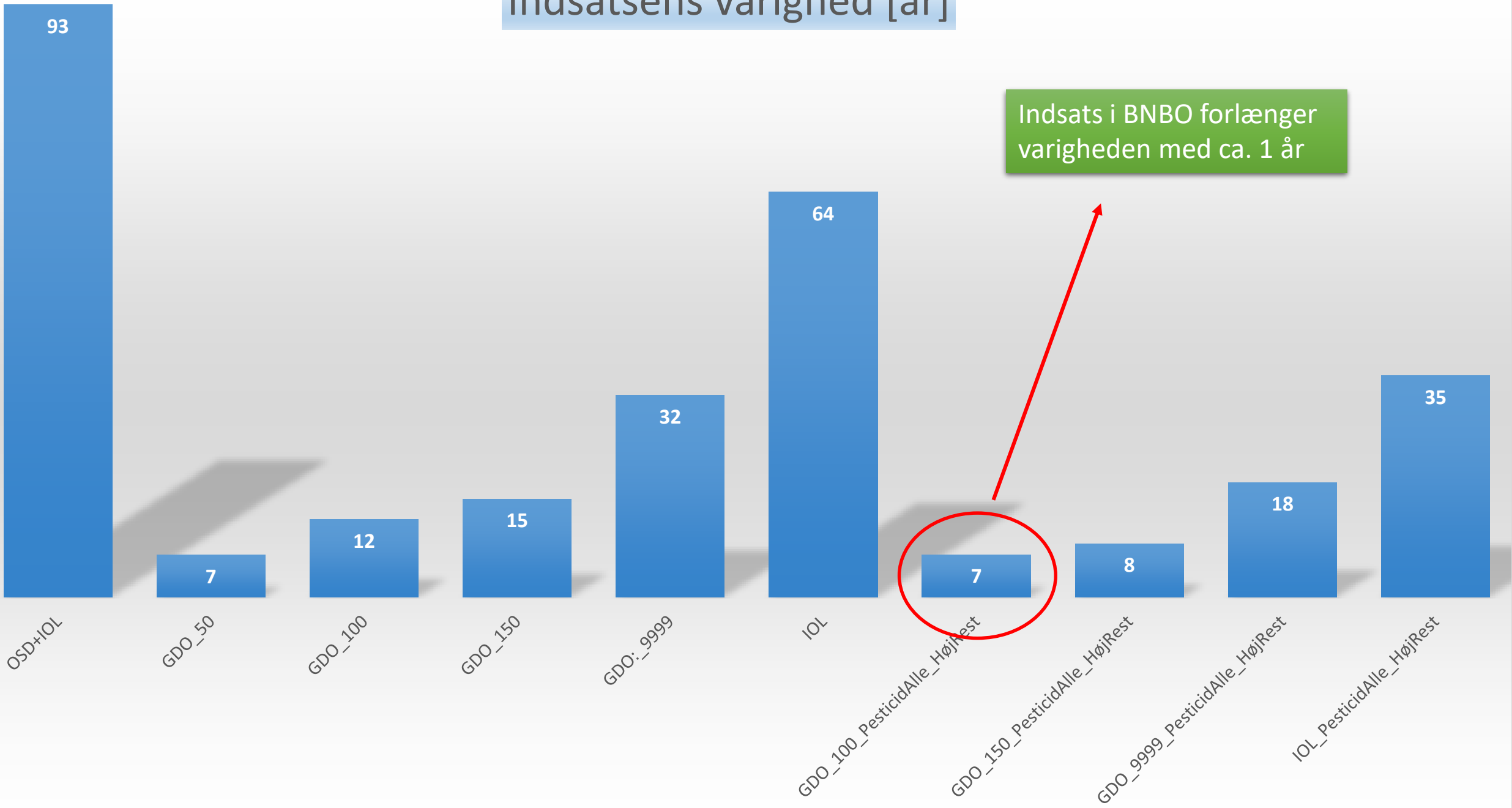
Indsats i BNBO giver ca. 20 mio. kr. i merudgifter

Resultater

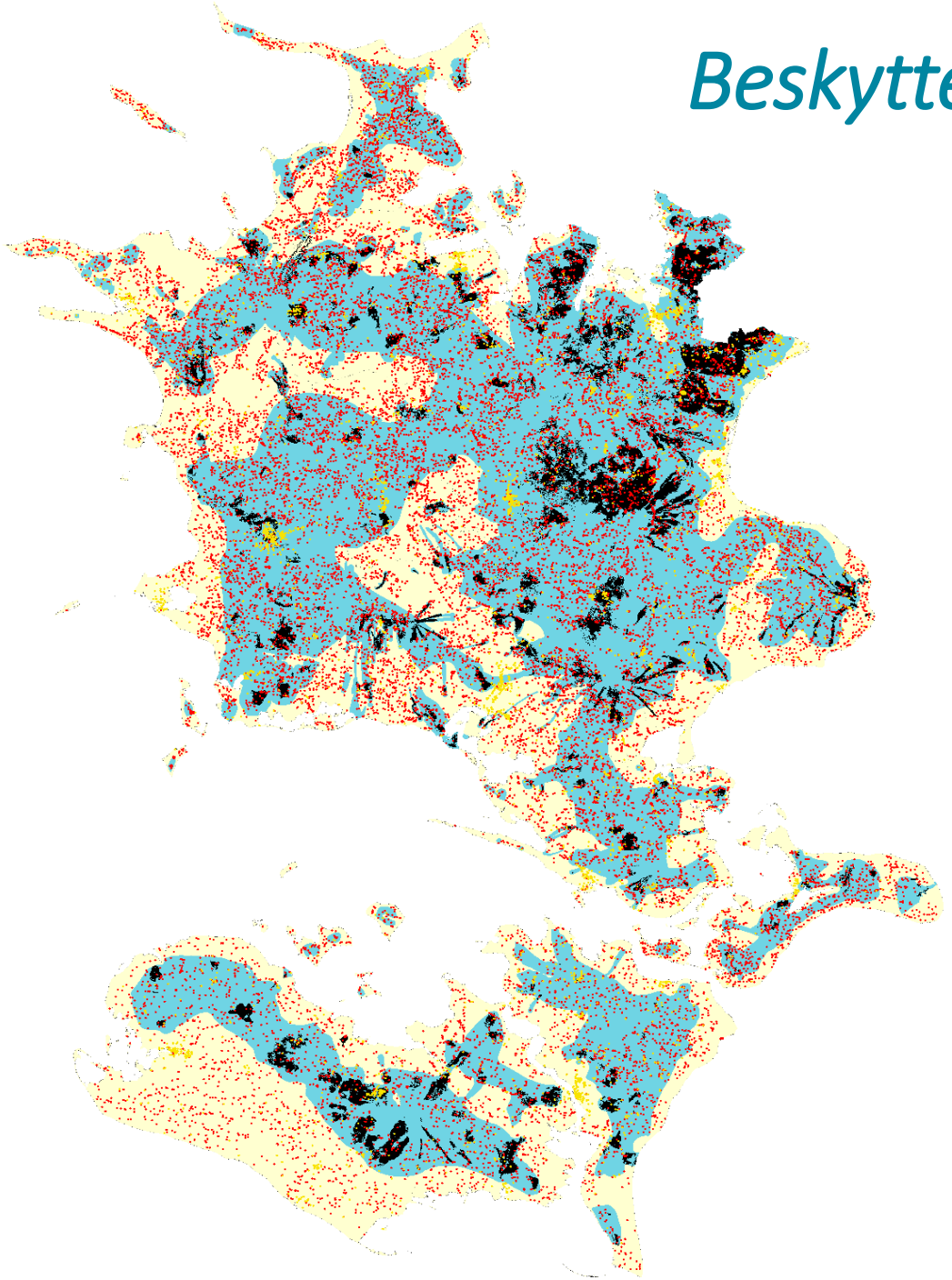
- *En indsats i alle regionens drikkevandsområder (udgør 60%) er ren fantasi – set med regionens nuværende økonomi og med den viden og undersøgelsestilgang vi i dag kender til og anvender.*

- *At inddragelse af BNBO'erne sammen med de mest sårbare områder er overkommelig og nyttig for kommunerne og vandforsyningerne.*

Indsatsens varighed [år]

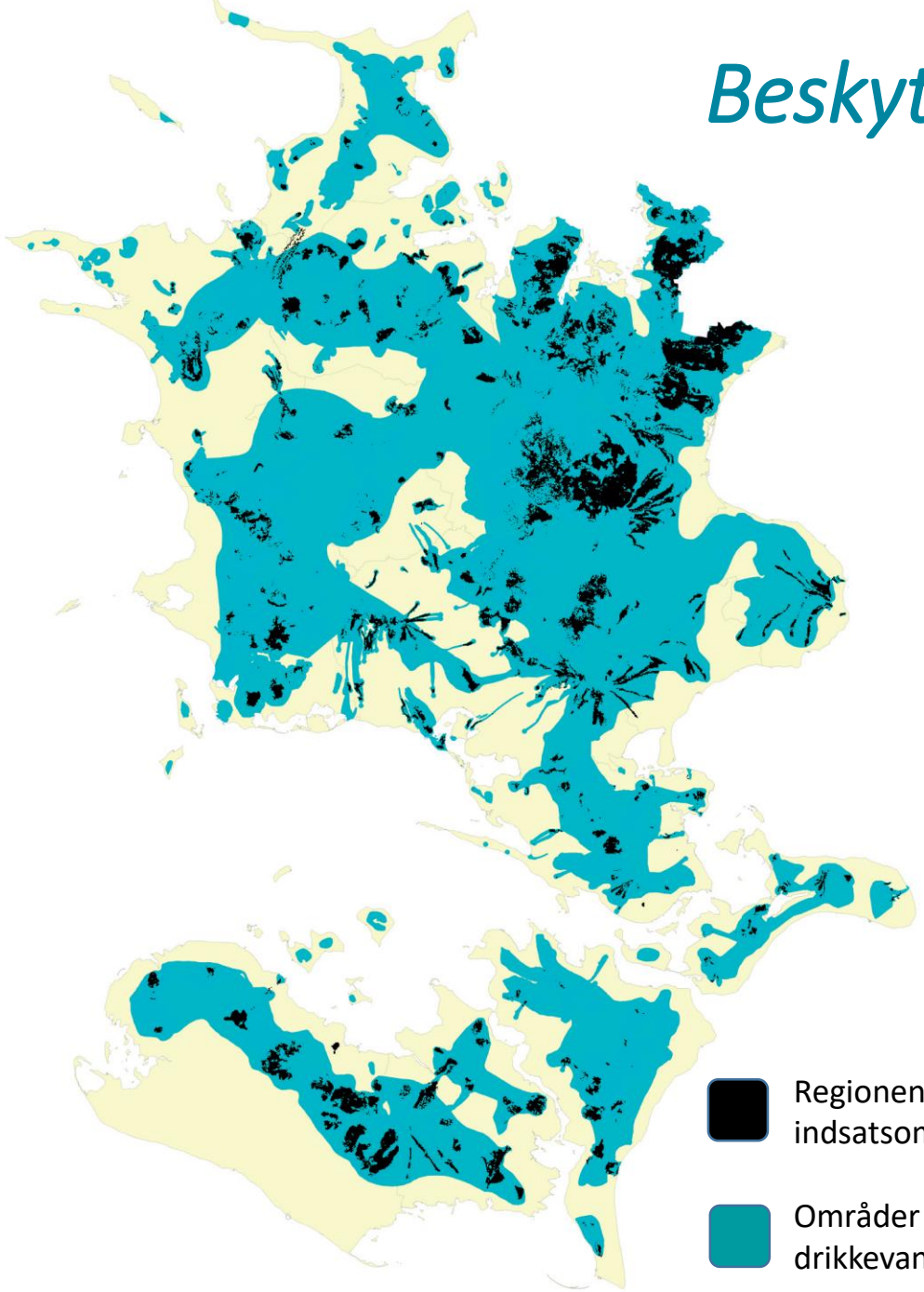


Beskyttelse af grundvandet



- Potentielle pesticidpunktkilder
- Kortlagte jordforureninger, der kan true grundvandet
- Regionens prioriterede indsatsområder de næste **10** år
- Områder med drikkevandsinteresser – indsatsens varighed er på **95** år

Beskyttelse af grundvandet



Strategisk mål:

75% af vandforsyningerne sikres aktivt mod jordforurening. De resterende 25% af forsyningerne ligger i geografiske områder med en naturlig beskyttelse.

Ca. 1400 forureningssager forventes håndteret med indsatsen, hvoraf pesticidpunktkilder udgør langt størstedelen

Det mener vi:

- Overblik over antal potentielle pesticidpunktkilder og de øvrige ”klassiske” punktkilder er en forudsætning for at sikre grundvandsbeskyttelse, der hvor grundvandet er mest sårbart.

- Grundvandsbeskyttelse skabes i fællesskab med kommuner, vandforsyninger og landbrugsorganisationerne. På den måde opnår vi bedst ”mest grundvand for pengene”.

- En strategi er et vigtig redskab for en konstruktiv dialog med staten. F.eks. Om den offentlige jordforureningsopgave er tidssvarende i forhold til opgaven.

Henvendelse

Etablering af samarbejde

Udpegning af bæredygtige vandforsyninger

Kvalitetstjek af modelberegnede oplande

Udvælgelse af lokaliteter

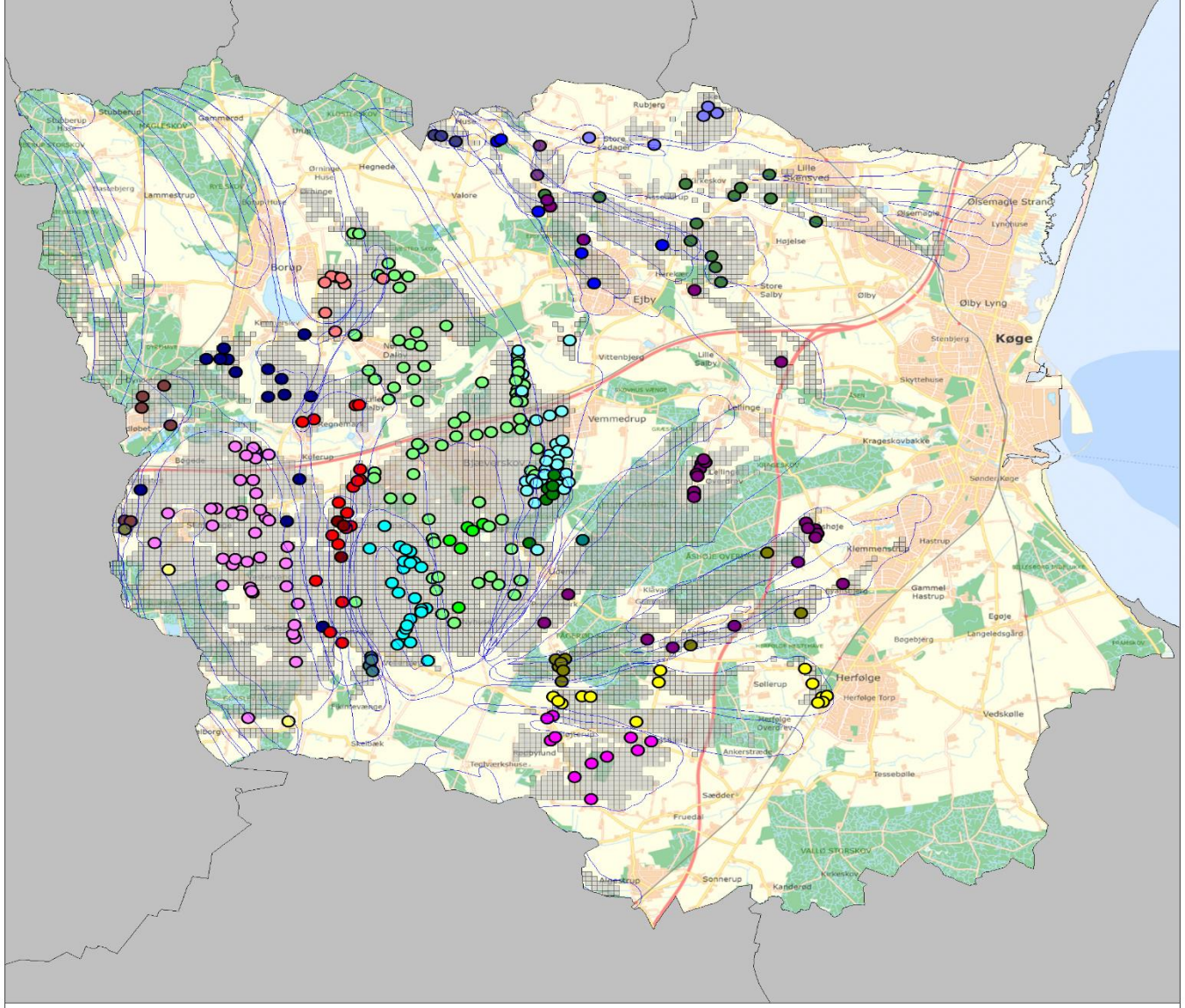
Undersøgelser

Risikovurderinger

Planlægning af videre tiltag

Et 1-årig forløb

Køge Kommune

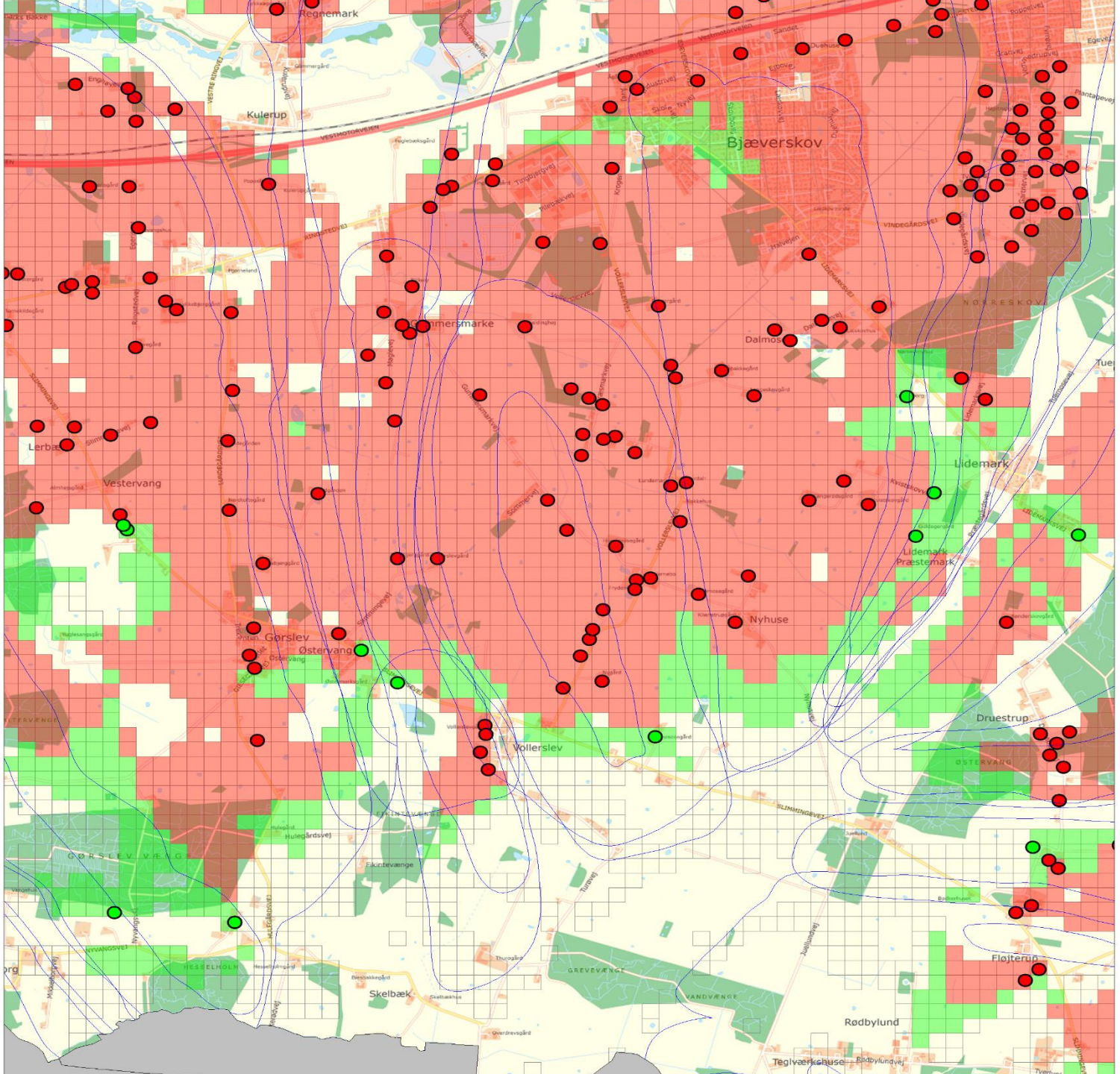


Køge Kommune. Pesticidpunktkilder fordelt på indvindingsoplande

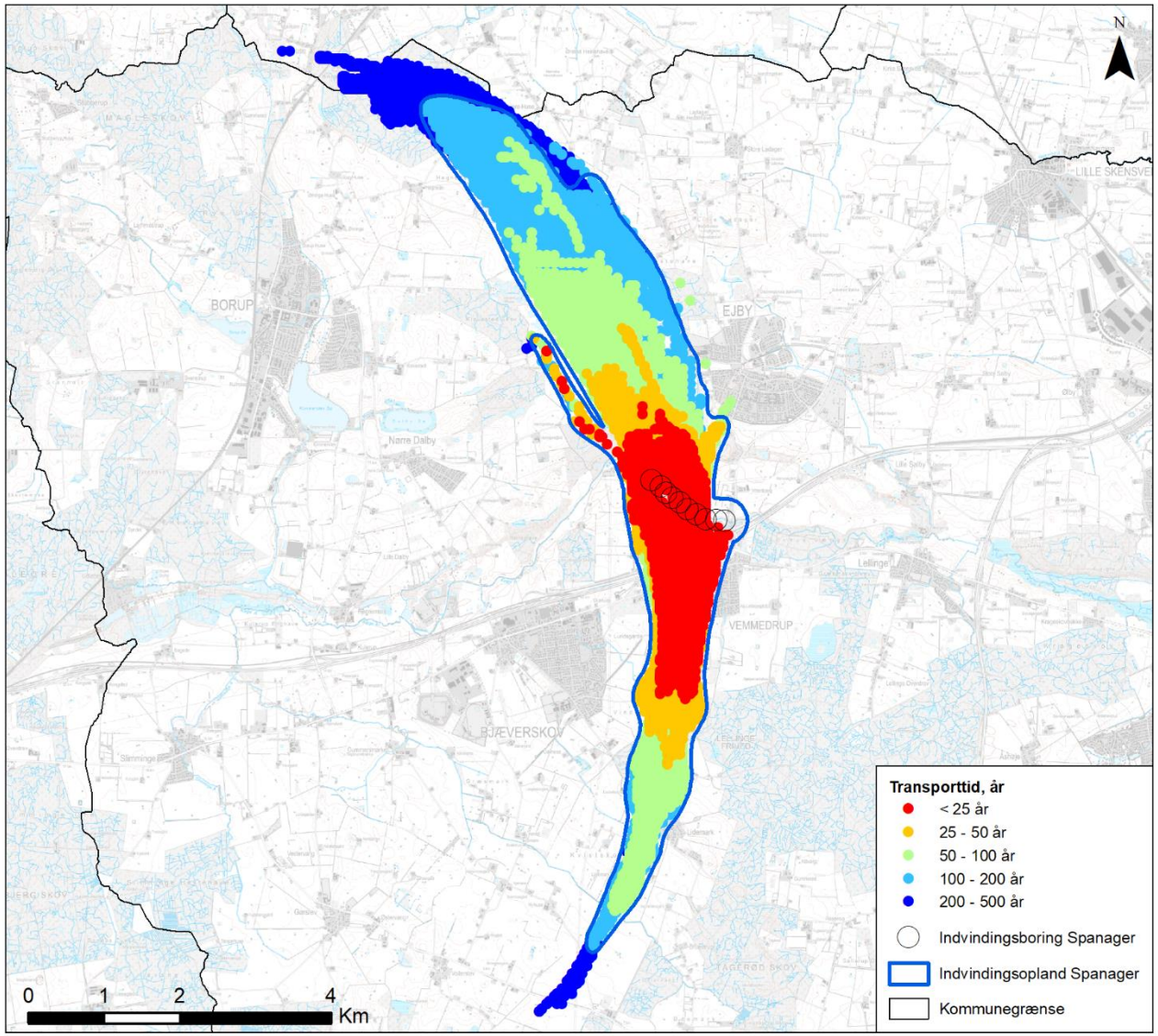
- Almsgård Kildeplads
- Bjæverskov Vandværk
- Ejby Vandværk
- Fruedal Vandværk
- Fruedal Vandværk-Herfølge Kildeplads
- Gummersmarke Kildeplads
- Gummersmarke-Kulerup Vandværk
- Højstrupgårds Vandværk
- Kimmerslev Kildeplads
- Køge Vandværk
- Køge Vandværk - Åshøje-Svansbjerg kildep
- Lellinge Vandværk
- Nr. Dalby Kildeplads
- Ravneshave Kildeplads
- Skensved Vandværk andels.
- Slimminge Kildeplads
- alle andre

Køge Kommune

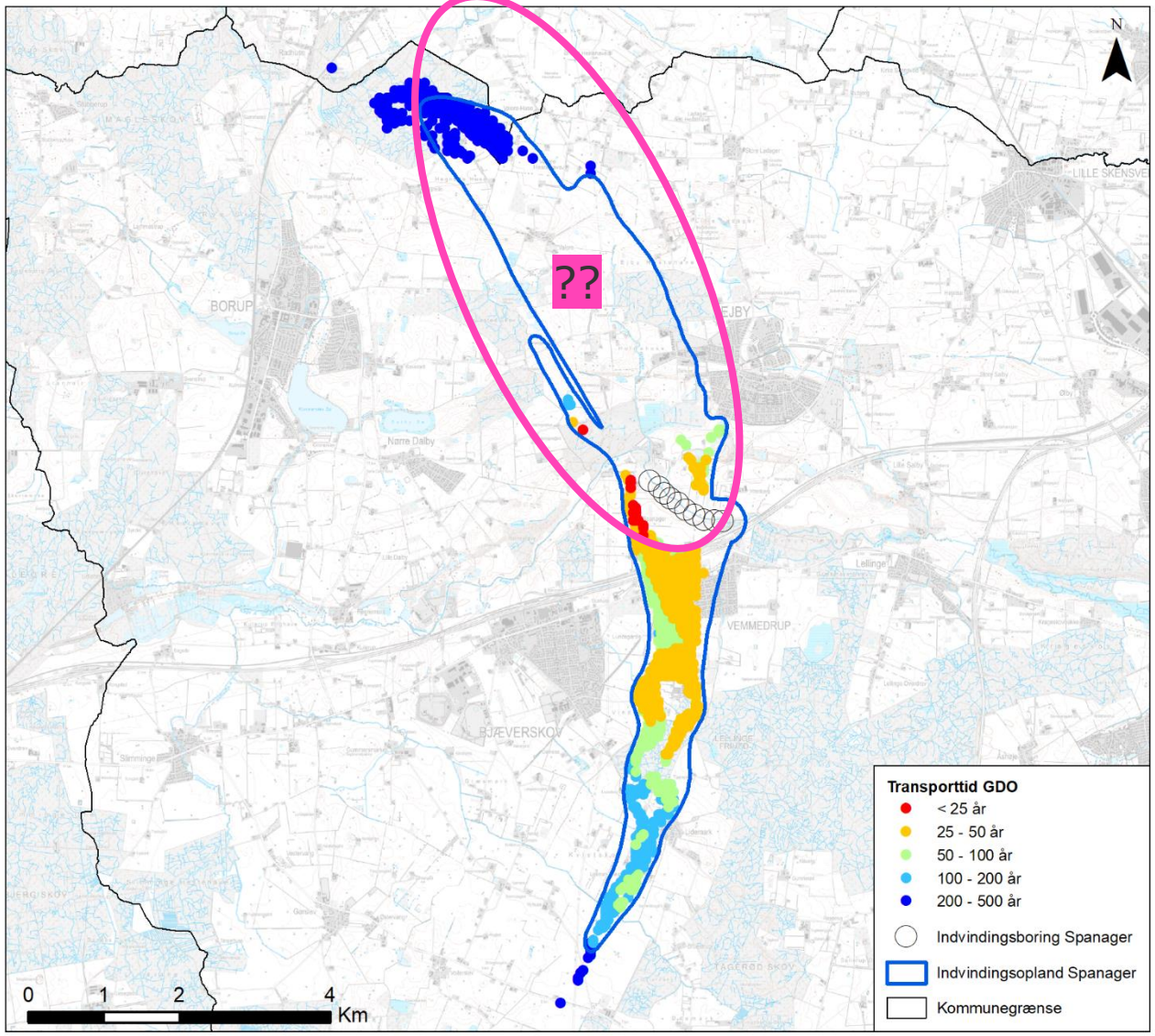
Indvindingsoplande syd for Køge



INDVINDINGSOPLAND



GRUNDVANDSDANNENDE IOL

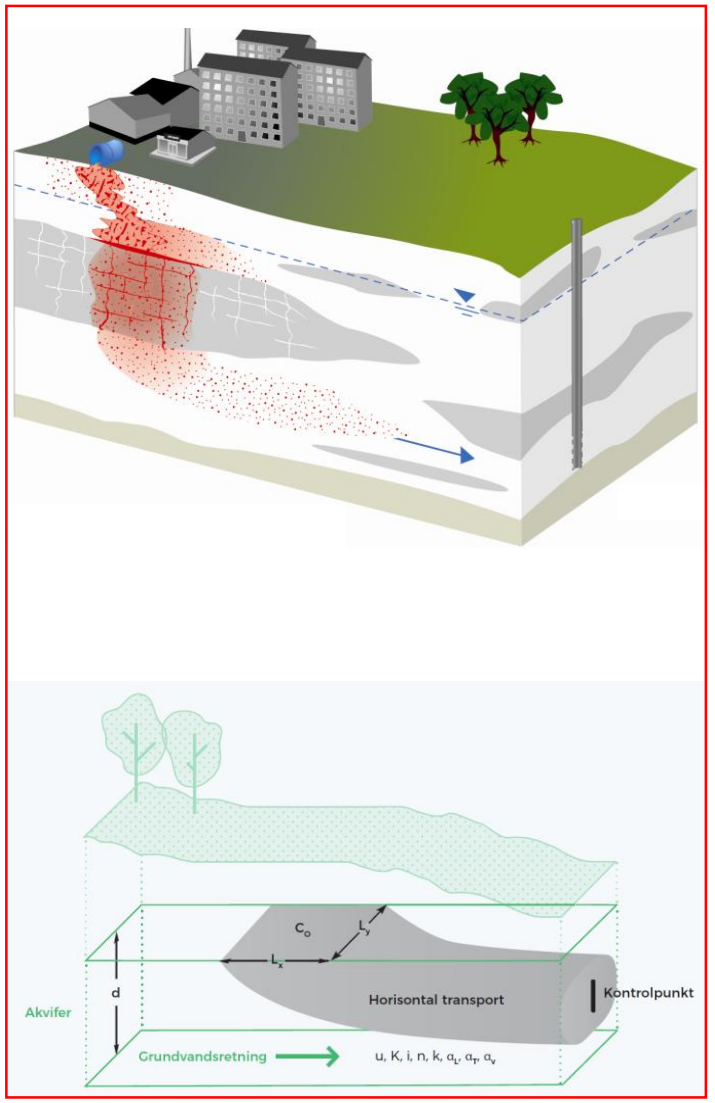


RAMBØLL

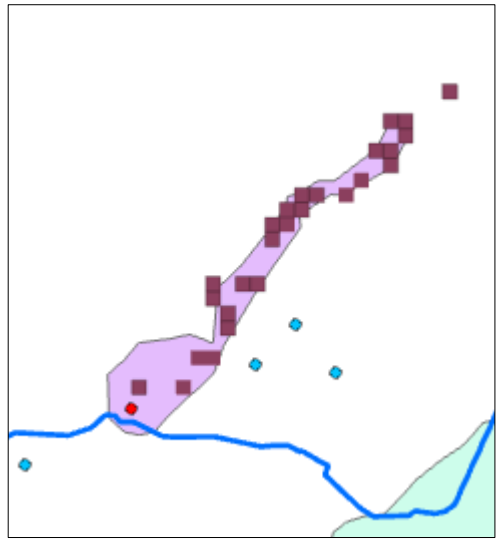
Risikovurderinger

- Fund af specifikt stof/stofgruppe
- Repræsentation (hotspot?)
- I hvilken forekomst forureningen er konstateret
- Hydrogeologi
- GrundRisk (umættet zone, nedbrydning, 3D strømning)
- Opblanding i fiktiv indvindingsboring (typisk 10.000 m3/år)
- Transporttider
- For pesticider ses risikoen udover grænseværdien

Punkt



Opland



REGION SJÆLLAND
– vi er til for dig

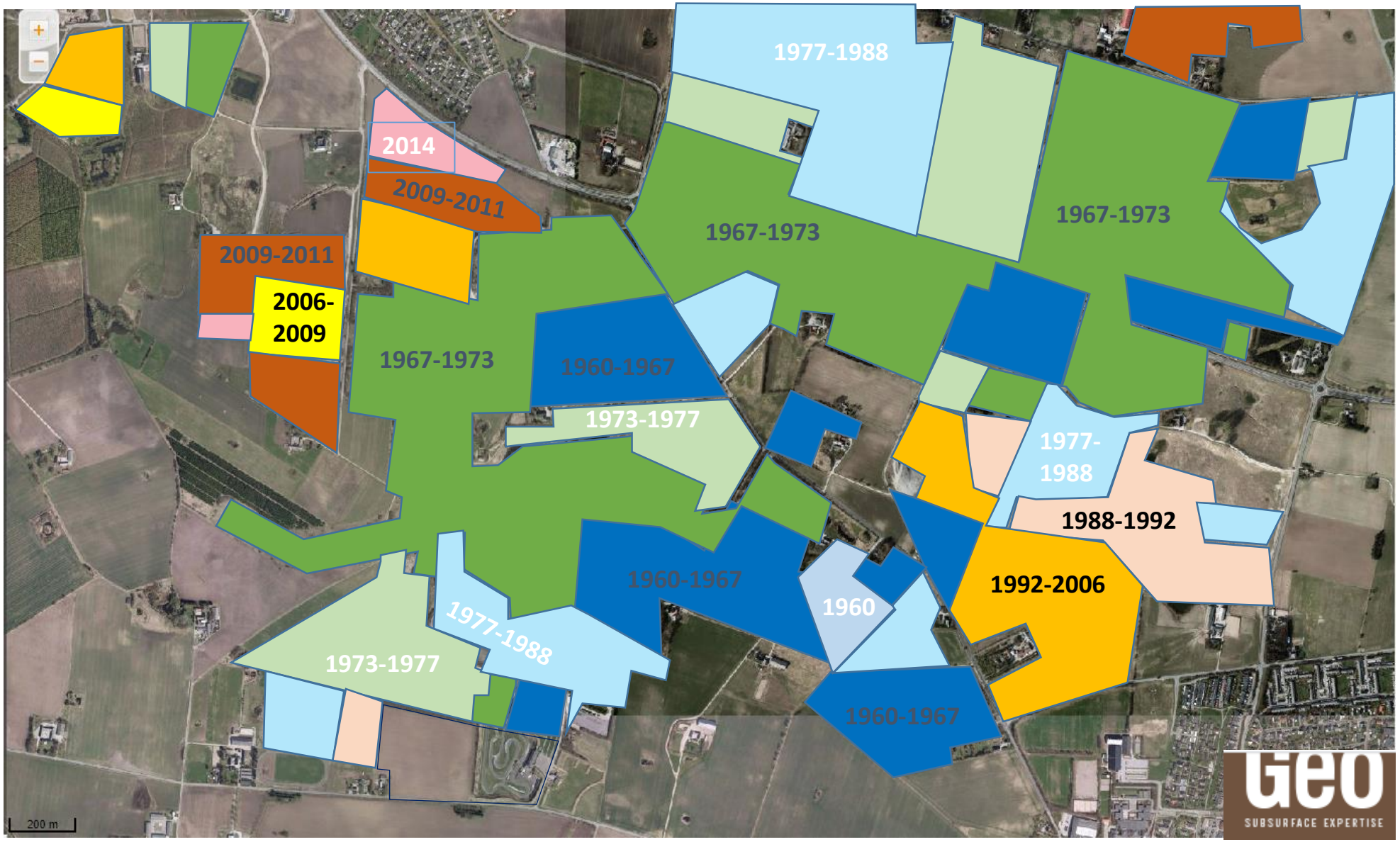
Tak for opmærksomheden

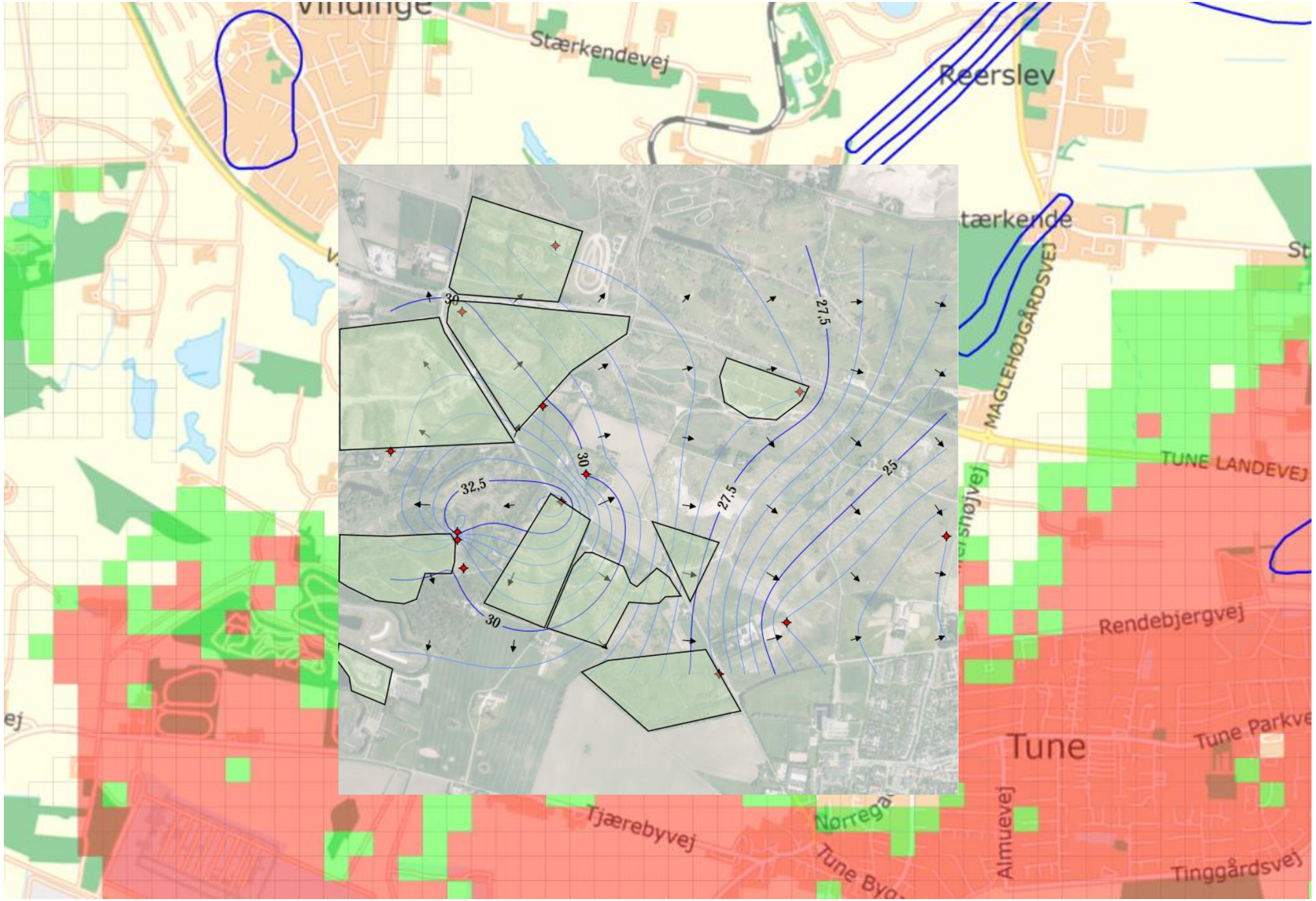
Non-target analyser ved Region Sjællands største grundvandsforekomst, Hedeland

Nanette Schouw, Region Sjælland
Martin Hansen, Emil Frøkjær, Anders Johansen, Robert Young, Århus Universitet

ATV Vintermøde, 9/3-2021

Råstofindvindinger



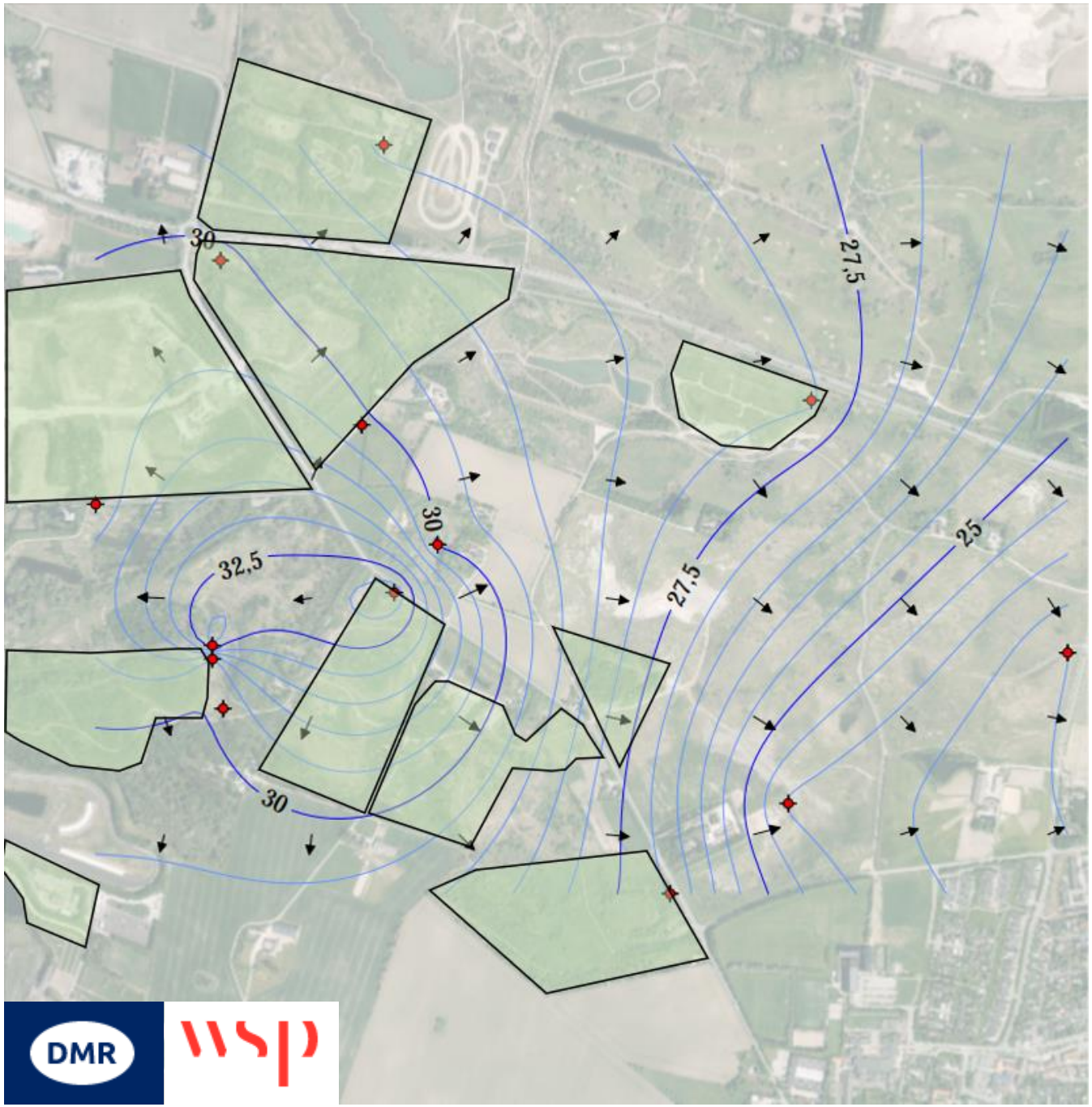


Grundvandsdannende opland til aktuel forsyning < 100 år

Grundvandsdannende opland til aktuel forsyning < 150 år

Grundvandsdannende opland til aktuel forsyning > 150 år

BNBO



Target analysepakker:

Pesticider og metabolitter (233)

Phenoler og Chlorphenoler (20)

Chlorerede opløsningsmidler og metabolitter (15)

Polære opløsningsmidler (16)

BTEX og kulbrinter (15)

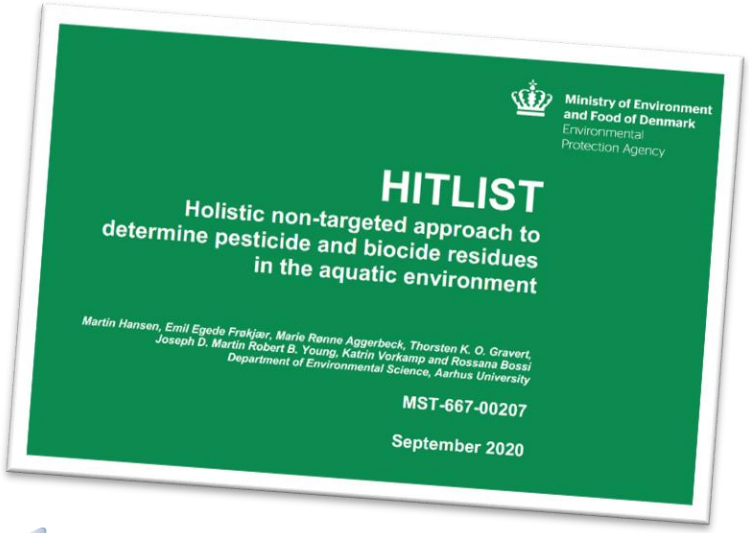
Boringskontrol, uorganisk (19)

Bisphenol A

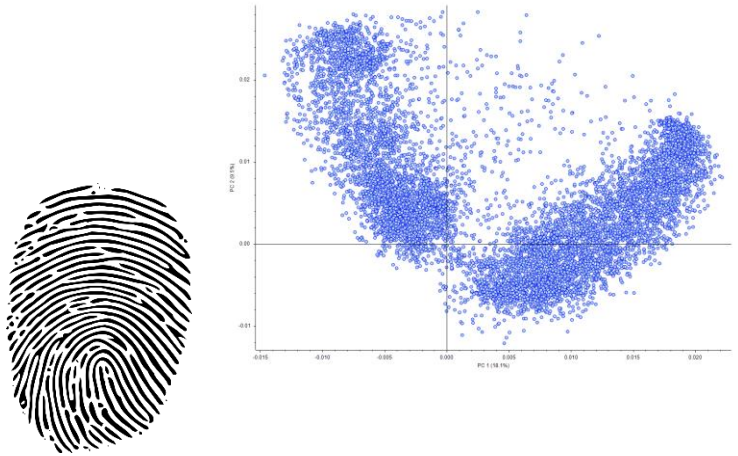
PFAS (12)

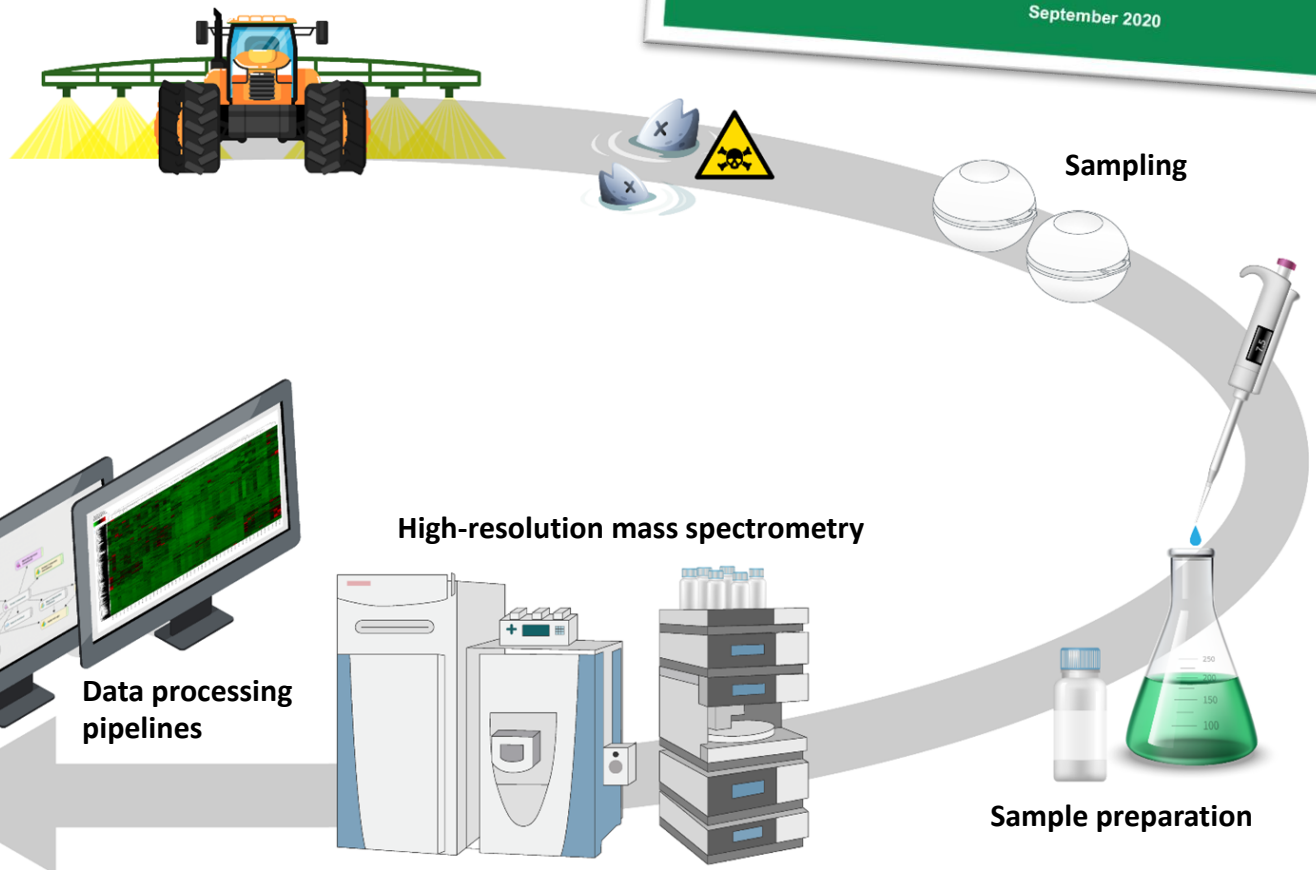
Redox parametre (15)

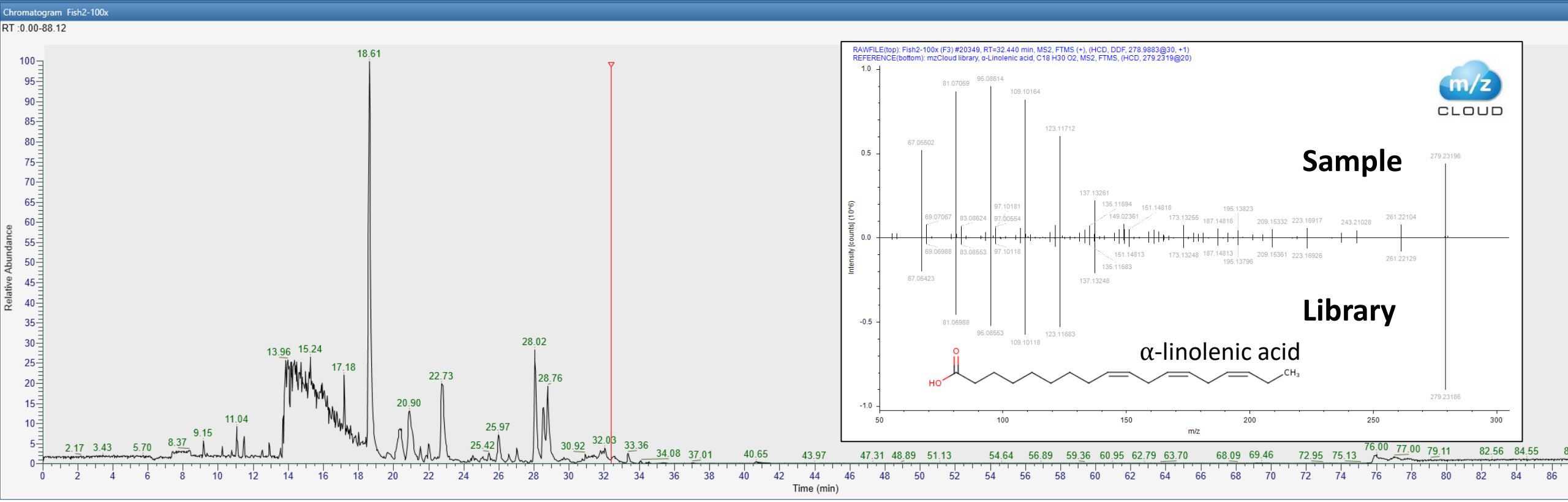
Holistic non-targeted and suspect screening

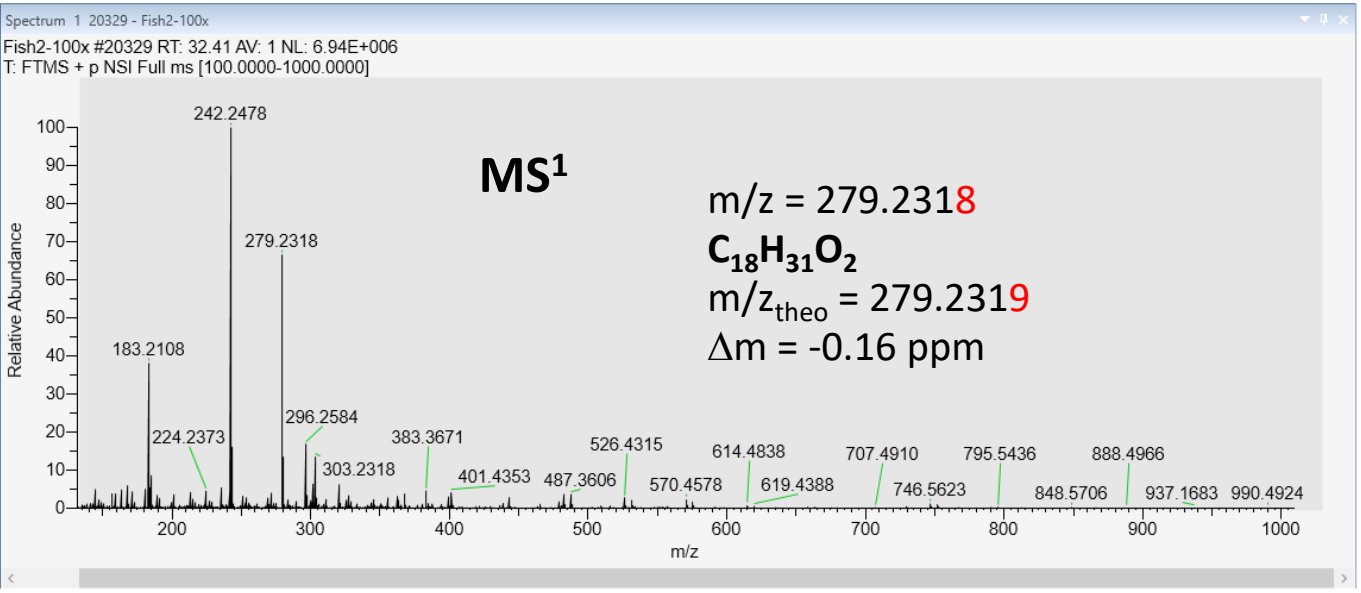


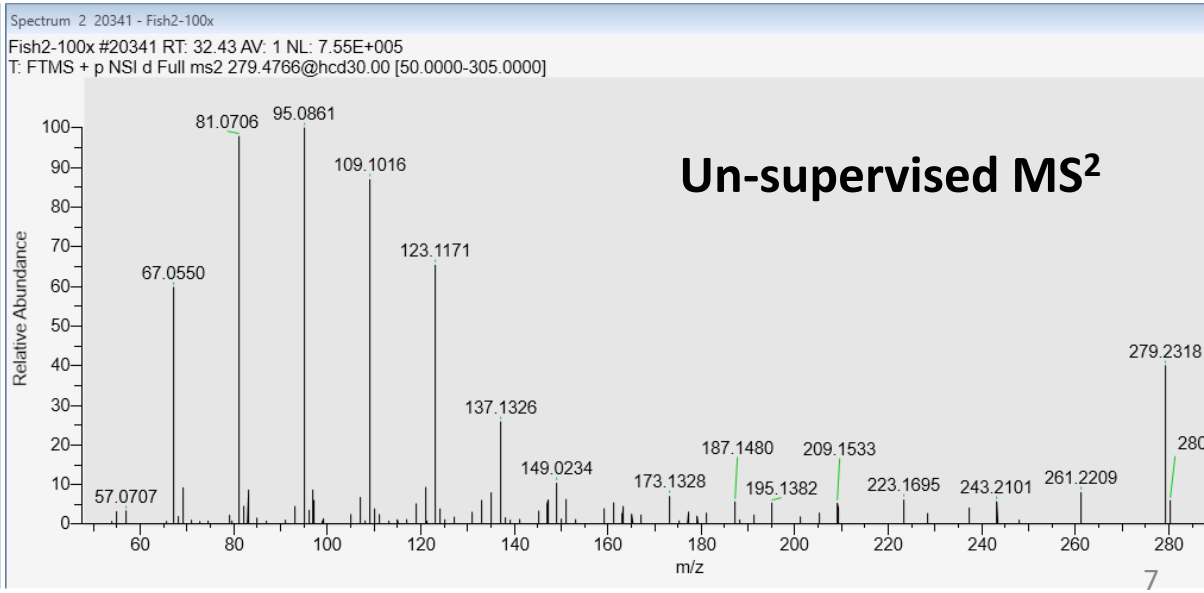
Non-targeted screening analysis

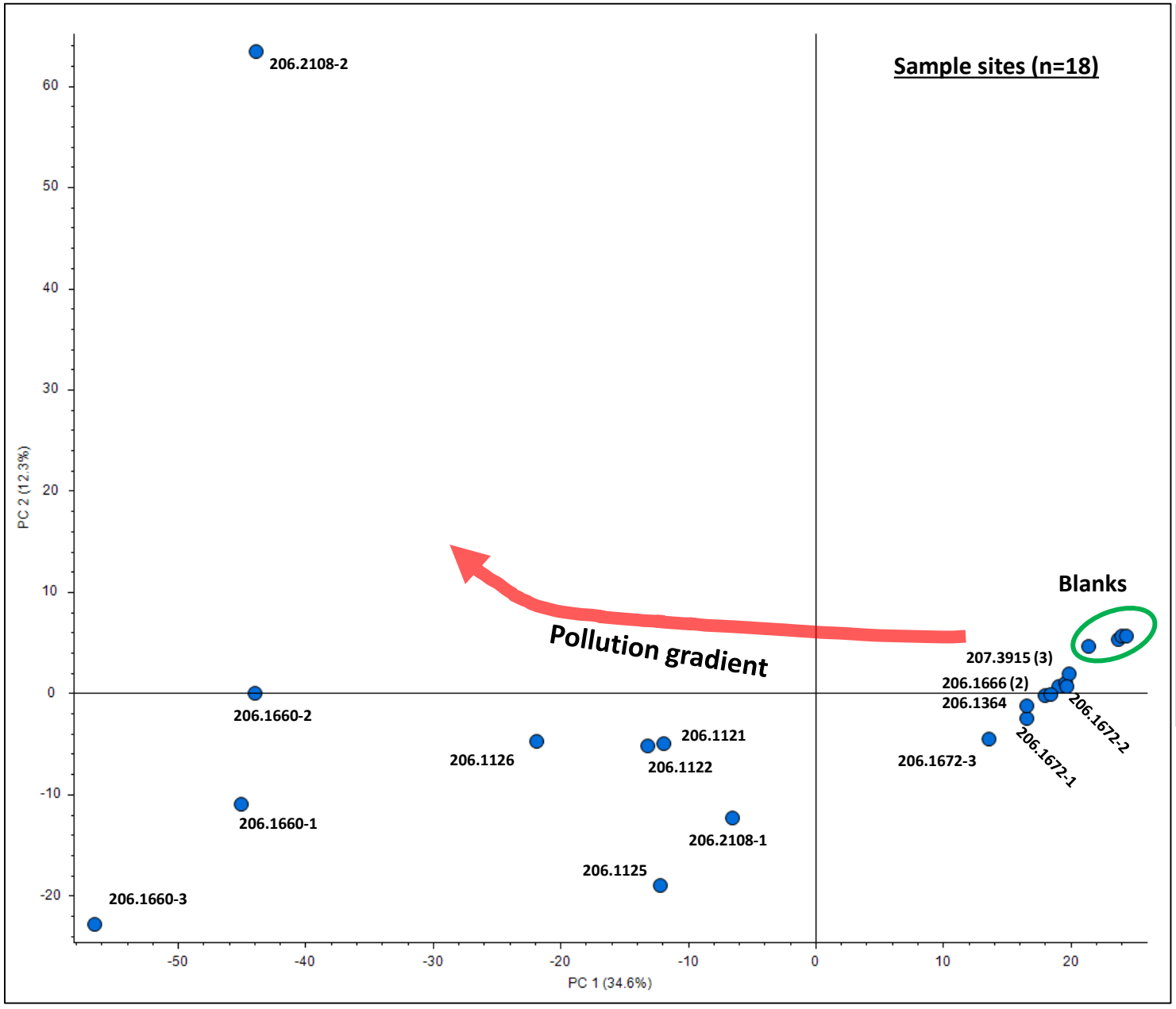


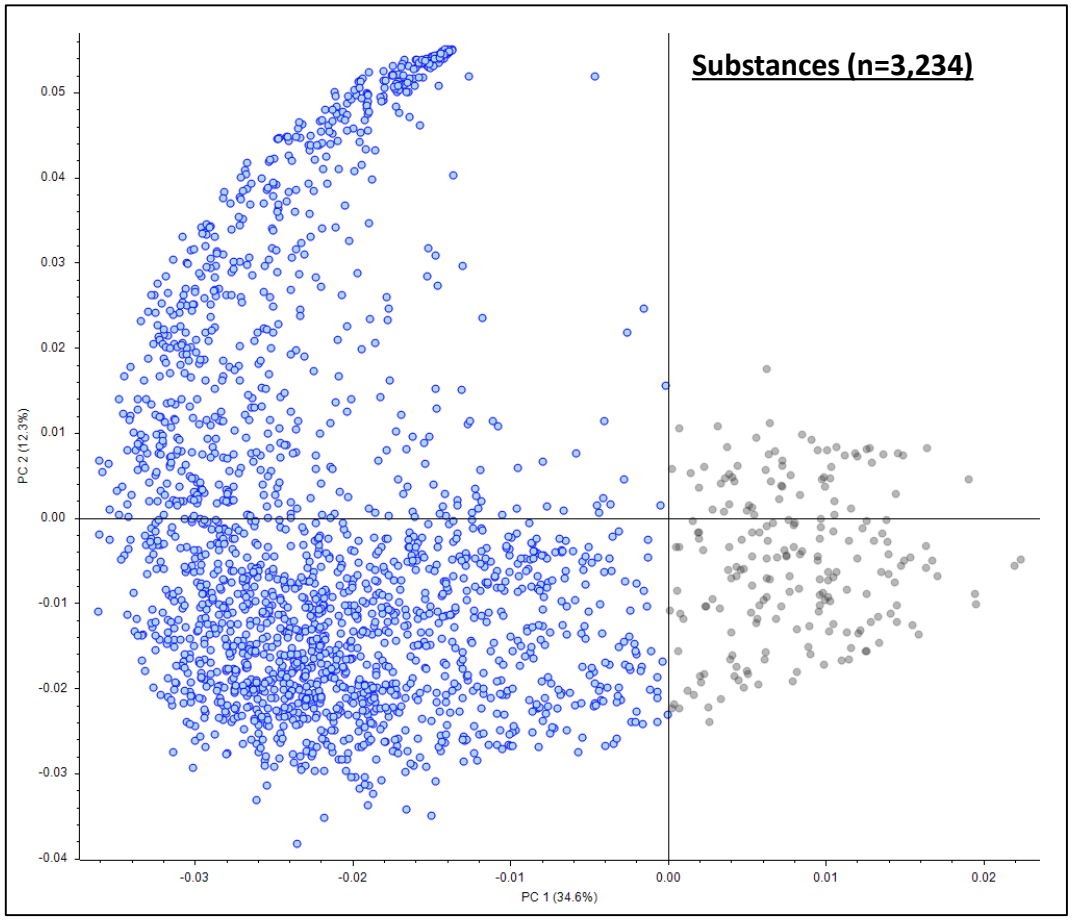


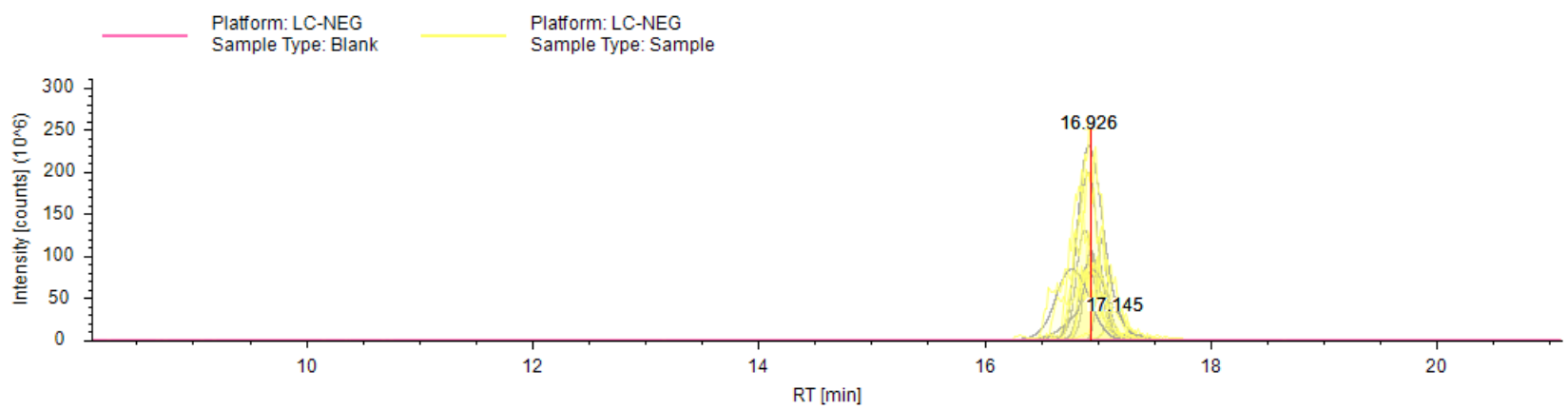

Chromatogram Fish2-100x
RT :0.00-88.12
Relative Abundance
Time (min)
18.61
13.96
15.24
17.18
22.73
28.02
28.76
20.90
25.97
11.04
9.15
8.37
2.17
3.43
5.70
25.42
30.92
32.03
33.36
34.08
37.01
40.65
43.97
47.31
48.89
51.13
54.64
56.89
59.36
60.95
62.79
63.70
68.09
69.46
72.95
75.13
76.00
77.00
79.11
82.56
84.55
RAWFILE(top): Fish2-100x (F3) #20349, RT=32.440 min, MS2, FTMS (+), (HCD, DDF, 278.9883@30, +1)
REFERENCE(bottom): mzCloud library, α-Linolenic acid, C18 H30 O2, MS2, FTMS, (HCD, 279.2319@20)
Intensity [counts] (10^6)
m/z
Sample
Library
α-linolenic acid
HO
O
CH3
m/z
CLOUD

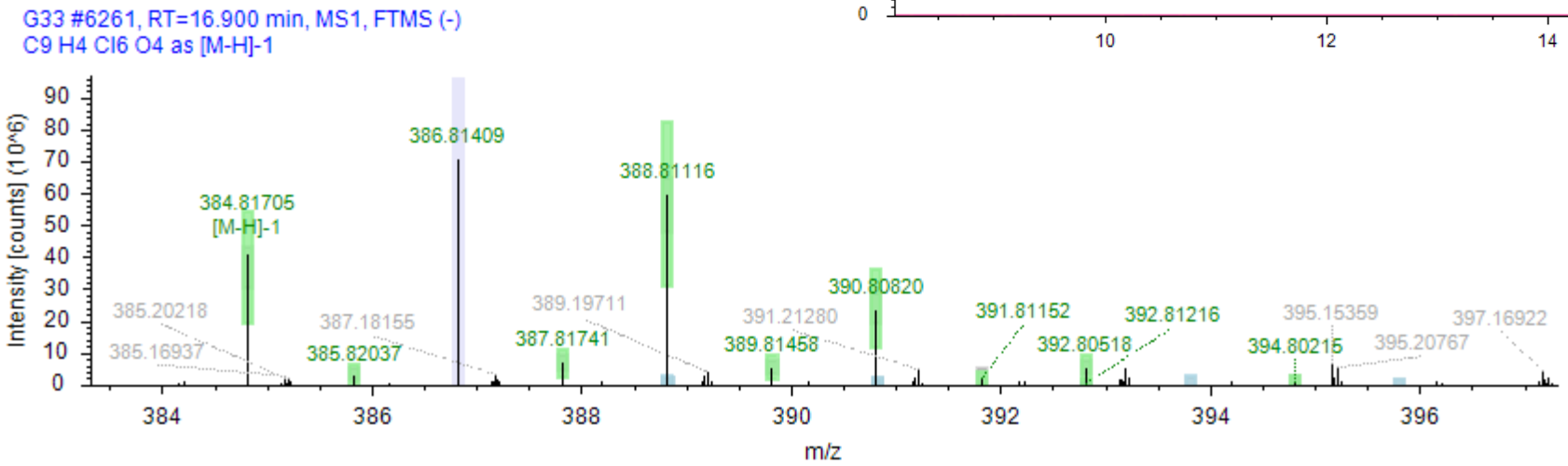

Spectrum 1 20329 - Fish2-100x
Fish2-100x #20329 RT: 32.41 AV: 1 NL: 6.94E+006
T: FTMS + p NSI Full ms [100.0000-1000.0000]
Relative Abundance
m/z
MS¹
m/z = 279.2318
C18H31O2
m/zTheo = 279.2319
Δm = -0.16 ppm
242.2478
279.2318
183.2108
296.2584
224.2373
383.3671
303.2318
401.4353
487.3606
526.4315
570.4578
614.4838
619.4388
707.4910
746.5623
795.5436
848.5706
888.4966
937.1683
990.4924

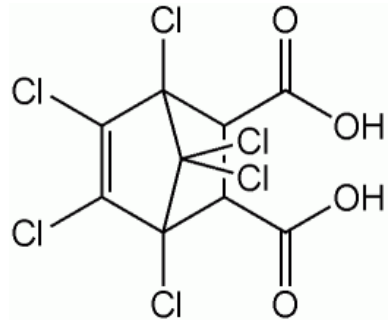

Spectrum 2 20341 - Fish2-100x
Fish2-100x #20341 RT: 32.43 AV: 1 NL: 7.55E+005
T: FTMS + p NSI d Full ms2 279.4766@hcd30.00 [50.0000-305.0000]
Relative Abundance
m/z
Un-supervised MS²
81.0706
95.0861
109.1016
67.0550
123.1171
137.1326
57.0707
149.0234
173.1328
187.1480
195.1382
209.1533
223.1695
243.2101
261.2209
279.2318

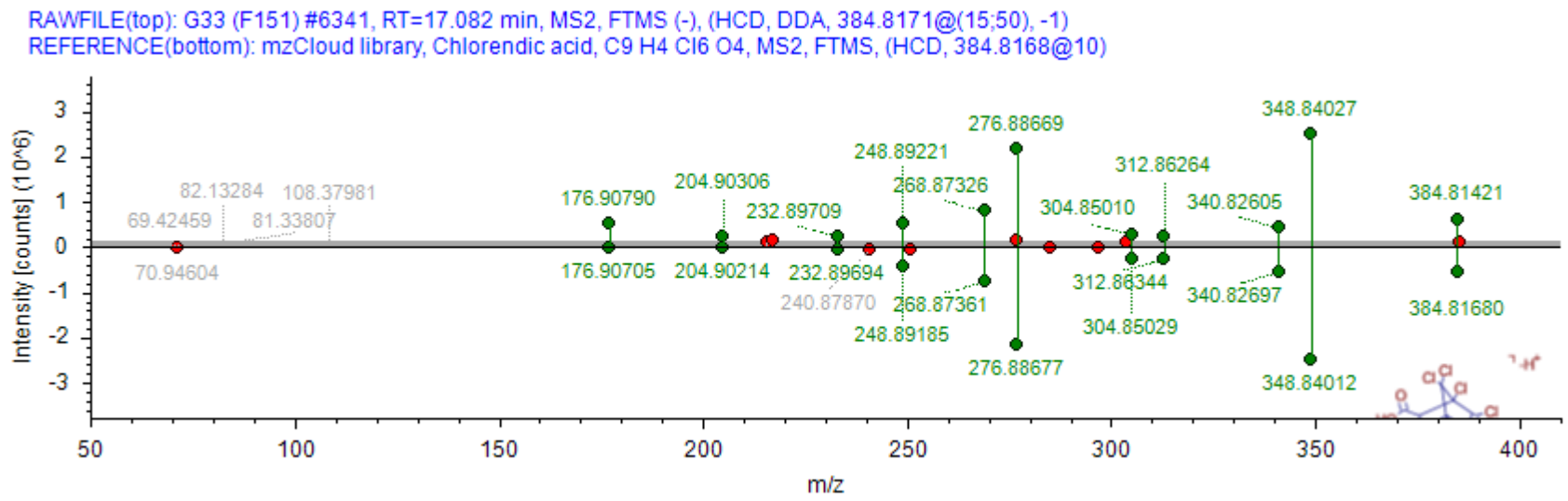

Sample sites (n=18)
206.2108-2
206.1660-2
206.1660-1
206.1660-3
206.1126
206.1121
206.1122
206.1125
206.2108-1
206.1672-3
206.1672-1
206.1672-2
206.1364
206.1666 (2)
207.3915 (3)
Blanks
Pollution gradient
PC 1 (34.6%)
PC 2 (12.3%)


Substances (n=3,234)
PC 1 (34.6%)
PC 2 (12.3%)









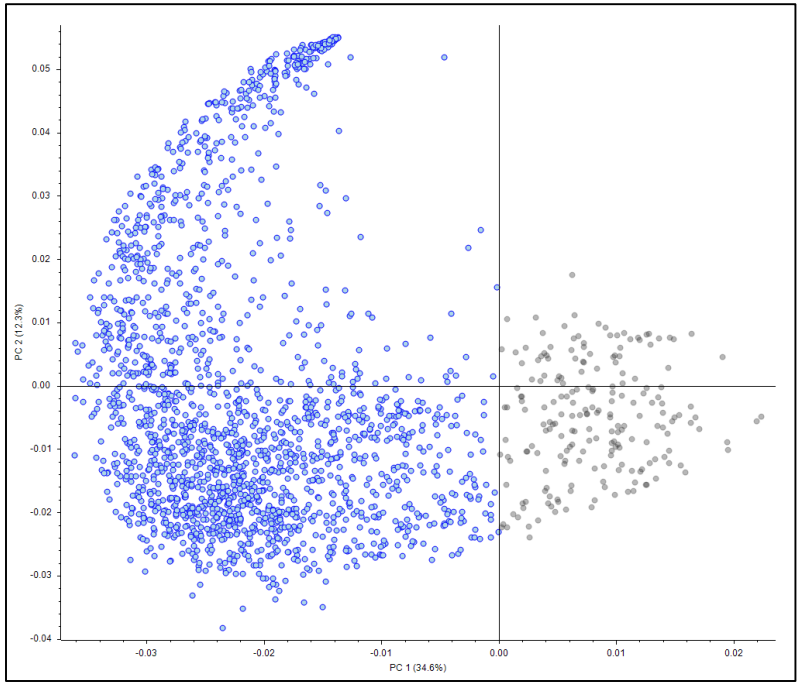
Chlorendic acid

(synthesis of flame retardants, polymers, breakdown produ
of several organochlorine insecticides)

Suspect list (n=14)

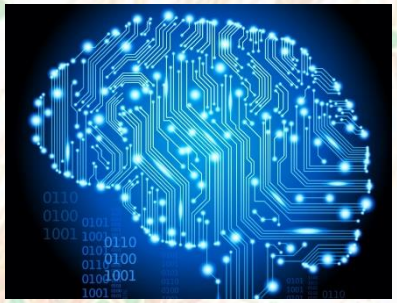
2,4-Dichlorophenol	C6 H4 Cl2 O
2,4-Dichlorophenoxypropionic acid	C9 H8 Cl2 O3
4-Chloro-3-methylphenol	C7 H7 Cl O
4-Chlorophenol	C6 H5 Cl O
6:2 Fluorinated telomer sulfonate	C8 H5 F13 O3 S
alachlor oxanilic acid	C14 H19 N O4
Bisphenol A	C15 H16 O2
DEET	C12 H17 N O
Ethofumesate	C13 H18 O5 S
kresoxim-methyl	C18 H19 N O4
Mecoprop	C10 H11 Cl O3
Napropamide	C17 H21 N O2
Perfluoro-1-octanesulfonic acid (PFOS)	C8 H F17 O3 S
Terbutylazin	C9 H16 Cl N5

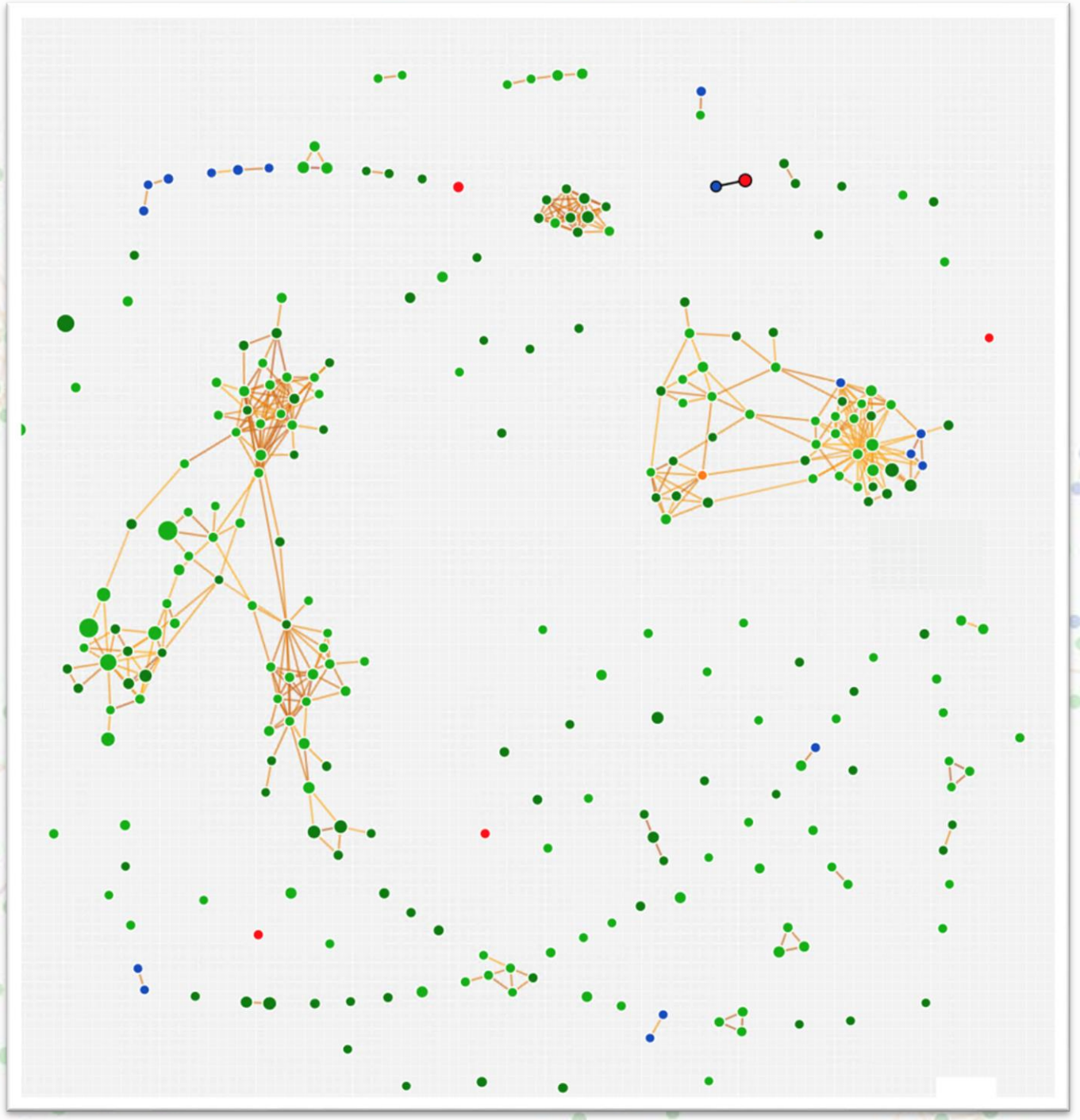
Non-targeted list:
~3234 unknown substances



Molecular network analysis

Machine learning



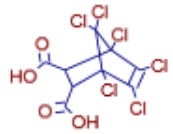


Reductive Dechlorination

Change	Cl-1 H
Mass	-33.96103 Da
Score	69 %
Coverage	75 / 63 %
Matches	21 / 12

Chlorendic acid

Formula	C9 H4 Cl6 O4
RT	16.921 min
MW	385.82429 Da
Max. Area	3,945,419,231
Fragments	28



Cl-1 H
-33.96103 Da

Unknown Compound

Formula	C9 H5 Cl5 O4
RT	16.066 min
MW	351.86319 Da
Max. Area	564,649,678
Fragments	19

Target < > Non-target, overensstemmelse?

	Target [µg/L]	Flest detektioner?	NTA - detekteret og identificeret [Ja/Nej]
MCPP	3,5	=	Ja
Dichlorprop	0,11	=	Ja
Napropamid	<0,01	<	Ja
Ethofumesat	<0,01	<	Ja
Alachlor o.a.	<0,01	<	Ja
4-Chlorophenol	<0,01	<	Ja
2,4-Dichlorphenol	<0,01	<	
Kresoxim-methyl	<0,01	<	
Terbutylazin	<0,01		
DEET	Begg		Ja
Bisphenol A	0,58		Ja
PFOS	0,034	>	Ja
FTS 6:2	0,019	>	Ja
4-chlor-3-methylphenol	<0,02	<	Ja

Target: 345 analyseparametre

	Target [µg/L]	Flest detektioner?	NTA - detekteret og identificeret [Ja/Nej]
BAM	0,26	>	Nej
Metaldehud	0,26	>	Nej
Dithiocarbamater		>	Nej
Pyrimidinol		>	Nej
4-CPP		>	Nej
	0,04	>	Nej
idazon	0,25	>	Nej
cnarin	11	>	Nej
DMST	0,1	>	Nej
DMS	2,1	>	Nej
Desethyl-hydroxy-atrazin	0,17	>	Nej
Formaldehyd	36	>	Nej
BTEX	0,27	>	Nej
Total-C	7,9	>	Nej
Chlorerede opl. Sum	0,8	>	Nej
4-methyl-Phenol p-cresol	2,2	>	Nej
Phenol	0,63	>	Nej

Non-target: 269 ekstra stoffer identificeret
I alt **3234** ekstra stoffer detekteret

Pesticider

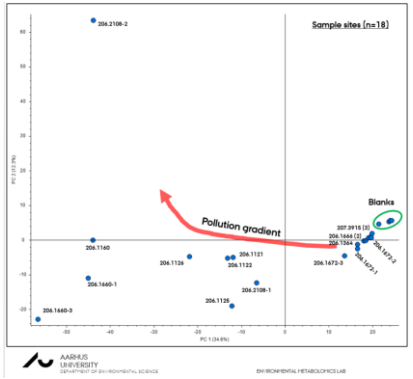
Forurenings-trykket er størst ved vandspejl

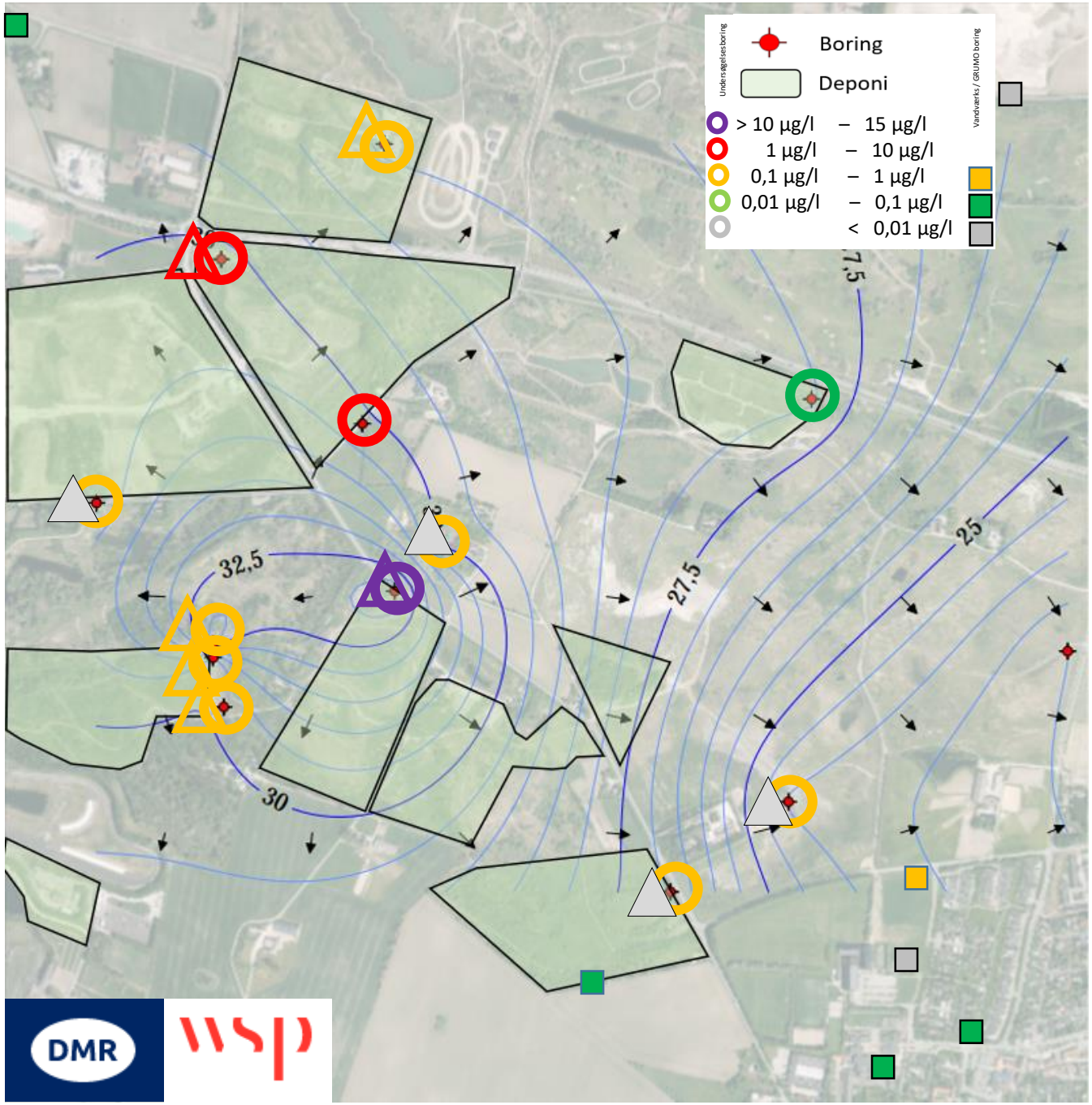
Særligt: MCPP, Dichlorprop, 4-CPP, DMS, BAM, DPC

Forureningsmassen baseret på NTA følger *nogenlunde* target pesticidanalyseresultaterne

Blank

Kraftig kemisk masse





Administrative overvejelser

Grundvandets DNA – sikring af fuldt overblik, regionens indsats kan medtage alt relevant af én omgang

Men kan vi følge med: administrativt og lovgivningsmæssigt?

Vil vi vide ‘alt’? < - > hvad er alternativet – lukke øjnene?

Viden giver handlemuligheder - handleforpligtelser

Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

SOLIDUM PETIT IN PROFUNDIS · UNIVERSITAS ARHUSIENSIS ·

REGION SJÆLLAND
– vi er til for dig

Funded by the Horizon 2020 Framework Programme of the European Union

AARHUS UNIVERSITETS
FORSKNINGSFOND

Novafos

ATV Vintermøde 9.-10. marts 2021

Pilotforsøg hos Novafos med RemUVe til fjernelse af DMS

RemUVe®
Advanced Oxidation Water Expertise

9. marts 2021

Peter Tüchsen (Novafos) & Martin Bymose (DGE Miljø- & Ingeniørfirma)

RemUVe® er et Insatech A/S og DGE samarbejde

RemUVe® Team	Mathias Schouw Product Manager Insatech	Ronny Rahbek Head of Water treatment Insatech	Martin Bymose Project director DGE Group
RemUVe® Advanced Oxidation Water Expertise			

Fra Proof of concept til pilotskalaforsøg

RemUVe®
Advanced Oxidation Water Expertise

2017 Proof of Concept test

Sept 2018 MUDP projekt opstart

Januar 2019 Teknologi døbt RemUVe™

2020 MUDP-projekt afsluttet

Maj 2020 Pilotforsøg med Novafos

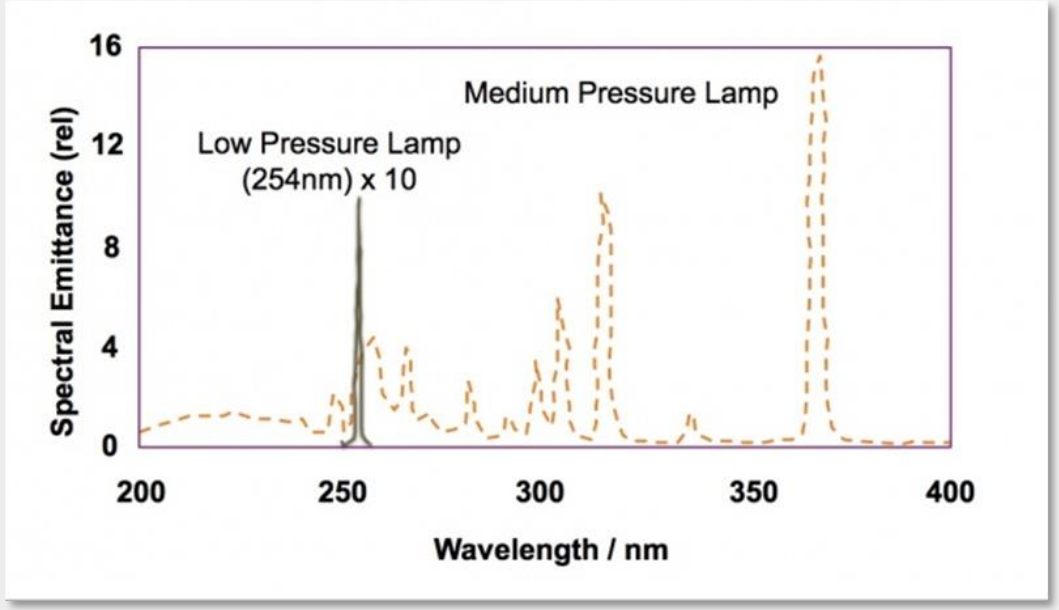
Januar 2021 VUDP-projekt opstart

Januar 2021 Novafos pilotskalaforsøg

Rapport findes på www.remuve.dk

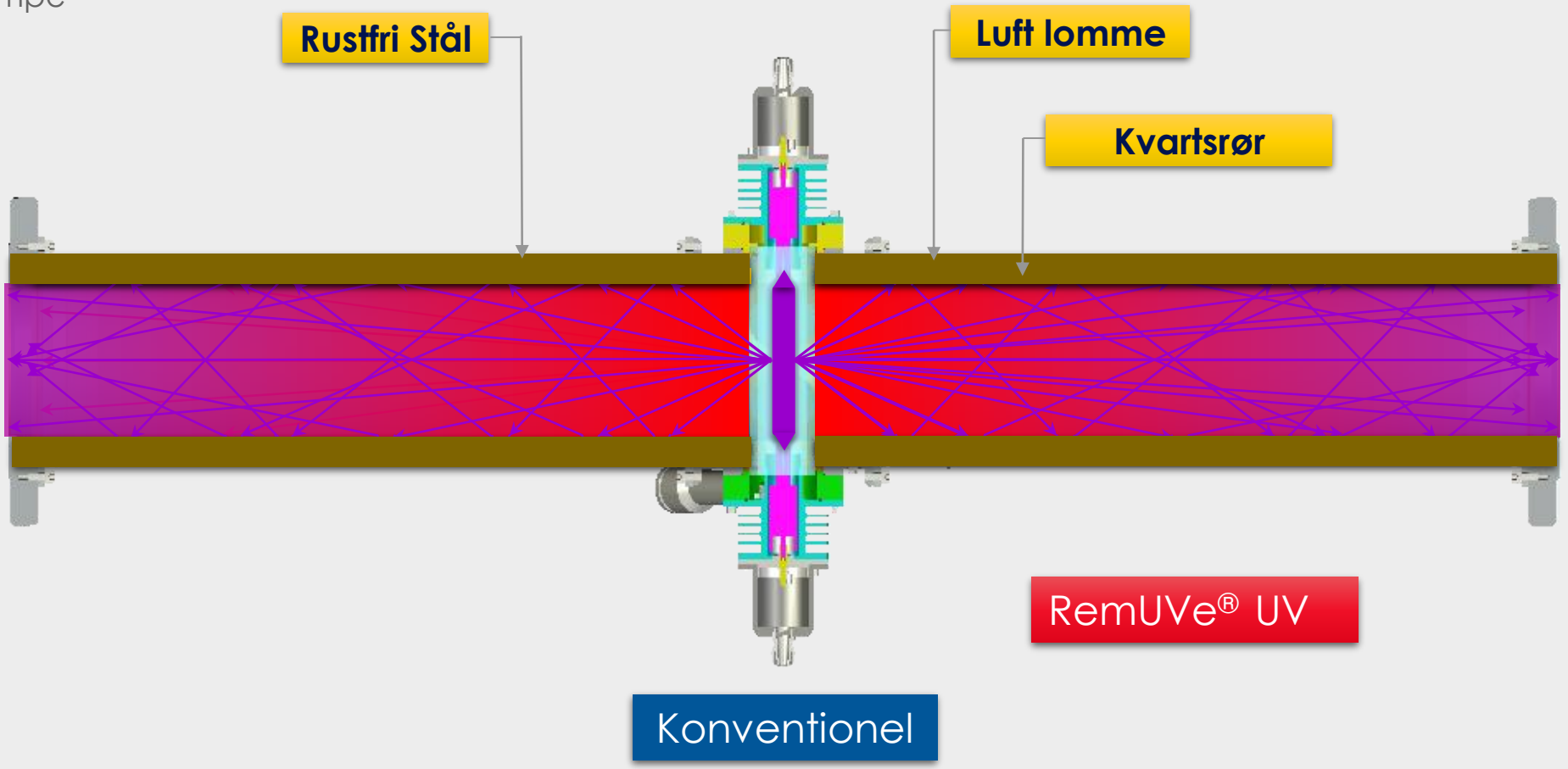
Avanceret Oxidations Proces (AOP)

- AOP en fotokemiske proces som bygger på kombination af lys og reagent.
- UV lys med bølgelængder mellem 100 og 380 nm kombineret med H_2O_2 danner hydroxyl radikaler (·OH) som skaber en reaktion der kan nedbryde blandt andet:
  - Pesticider
  - Klorerede opløsningsmidler
  - MTBE
  - Medicinrester
  - Bakterier



RemUVe® teknologien

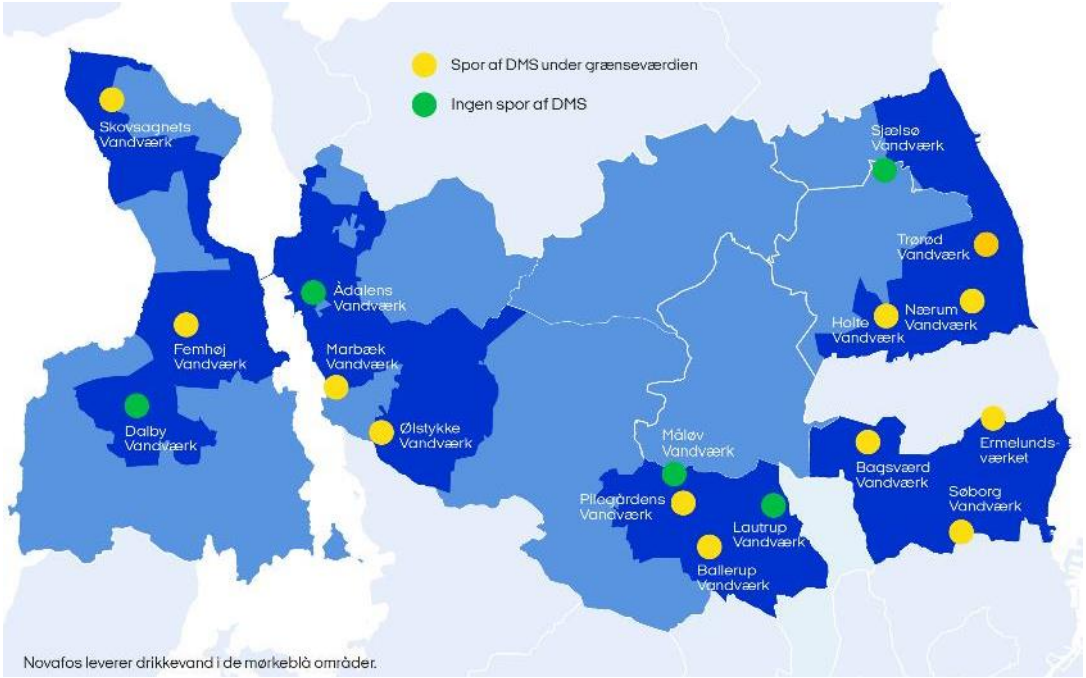
- H_2O_2-dosering pr. molvægt
- Mellemtryks UV-lampe



50 % af Novafos' drikkevand indeholder spor af DMS

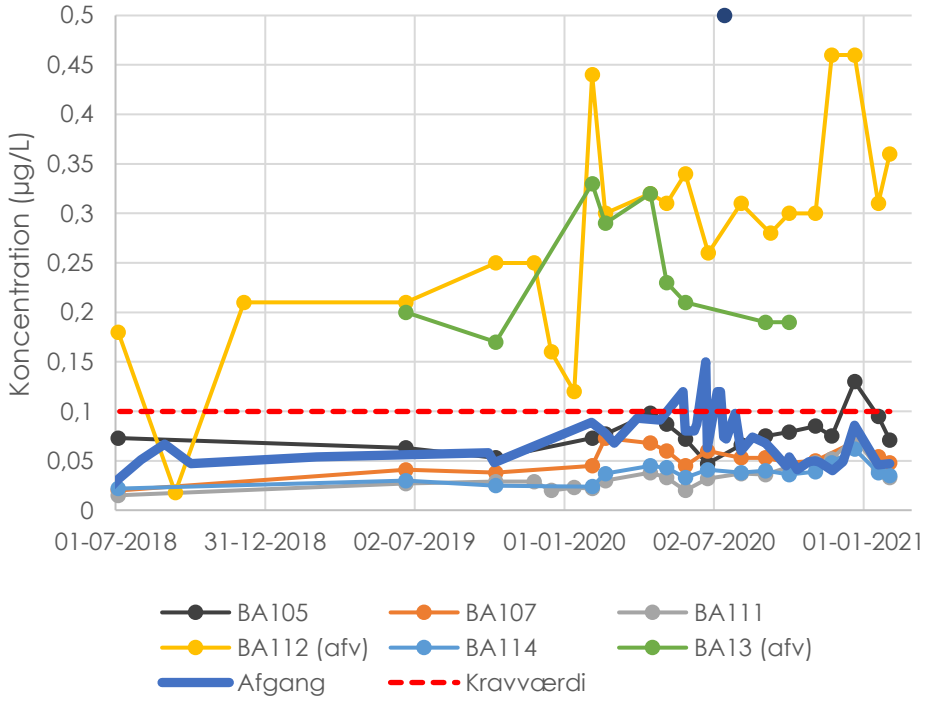
DMS er nedbrydningsprodukt fra svampemidlerne dichlofluanid og tolylfluanid, som har været anvendt til bl.a. jordbærmarker og træbeskyttelse.

- Novafos har 17 vandværker
- Vi producerer 17 mio. m^3 vand pr. år
- 12 værker med spor af DMS i drikkevand (alle under grænseværdien)
- Andre stoffer:
  - BAM
  - Dimethachlor og alachlor metabolitter
  - Trifloureddikesyre (TFA)



Bagsværd Vandværk er under pres på grund af DMS

- Idriftsat i 2016
- Kulfilter pga. chlorerede opløsningsmidler
- Producerer 110 m3/t ≈ 1 mio. m3/år
- Stigende koncentration af DMS i boringer
- Afværge på 2 boringer
- **Kul fjerner ikke DMS!**



Handlemuligheder

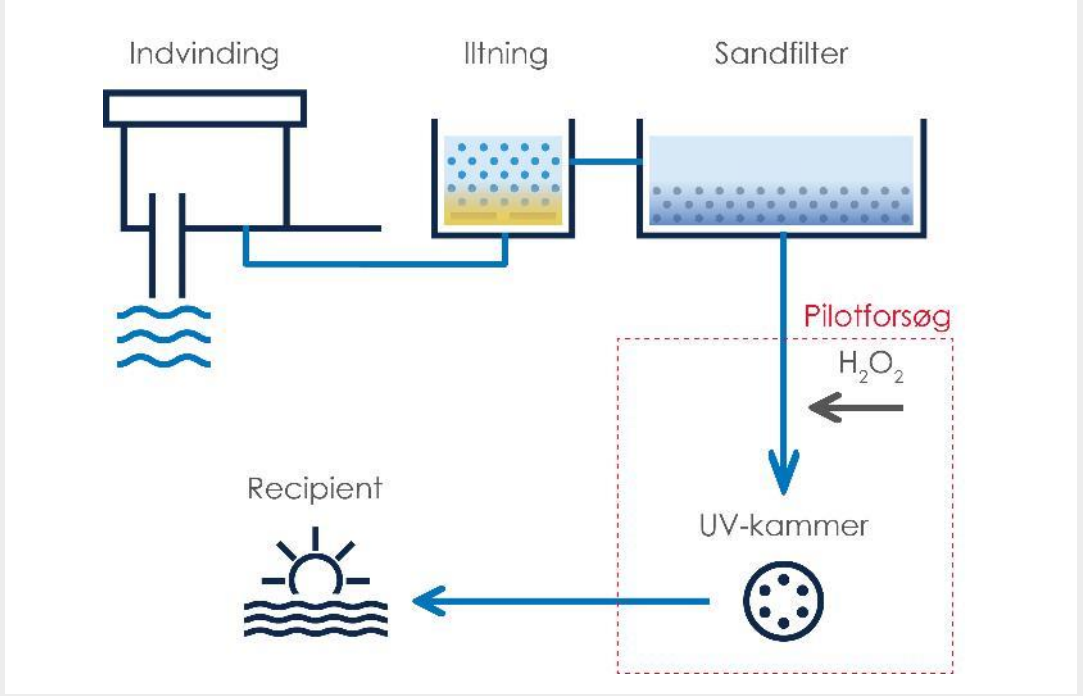
- Tilpasse indvindingen - fortynding
  - Svært at overholde kvalitetskravet
- Lukke forurenede boringer eller omlægge til afværge
  - Vandressourcen er begrænset
  - Risiko for spredning af forurening
- Søge dispensation
  - Ikke muligt p.t.
- Rense vandet
  - Ingen tilgængelige godkendte teknologier der kan rense for DMS
- Lukke vandværket og afskrive ressourcen

Rensningsforsøg med UV og H_2O_2 gennemført sommeren 2020

Succeskriterier

Belyst om teknologien:

1. kan fjerne DMS i drikkevand til 25% af grænseværdien (0,025µg/L)
2. Er robust ved langtidsdrift
3. Danner uønskede mellemprodukter
4. Er relevant ift. omkostninger pr. m^3 behandlet vand
5. Kan fjerne chlorerede opløsningsmidler – bonus!



Vi fjerner DMS i indkøringsforsøg

Forsøgsdesign

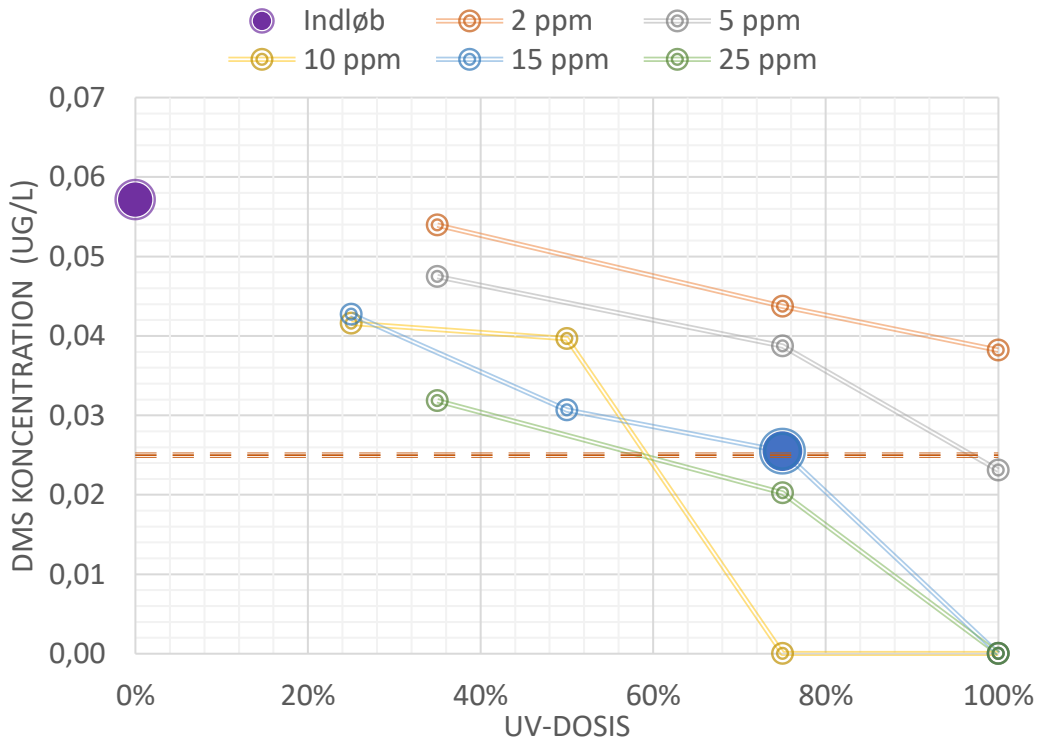
- 5 forskellige H_2O_2 dosering og stigende UV dosis
- Flow på ca. 5 m^3/h
- Online logning af UVT, samt dosering af UV og H_2O_2

Resultat

- DMS fjernes til 0,025 µg/L, med tilsætning af 15 ppm H_2O_2 og en UV-dosis på 75%
- Der kan ikke påvises NDMA over detektionsgrænsen (0,02 µg/L)

UVT: Ultraviolet transmissivitet

Figur: DMS fjernelse ved forskellige kombinationer af UV- og H2O2- doser



Stabil drift i langtidsforsøg

Forsøgsdesign

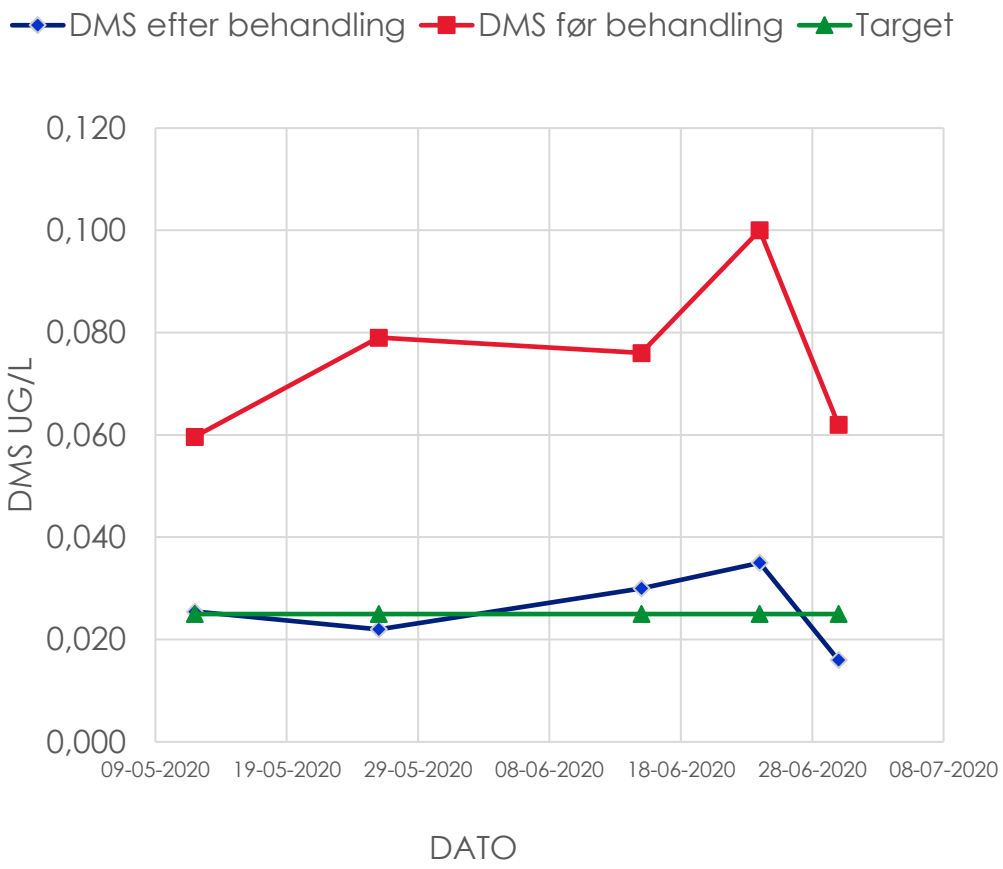
- Mål: Konstant DMS-fjernelse til 0,025 µg/L
- Online logning af UVT, samt dosering UV og H_2O_2

Erfaringer

- Tilfredsstillende fjernelse af DMS
- Ingen belægninger i UV-kammer
- Ingen nedetid
- Reduktion af TCE og cis-DCE til <0,020 µg/l

UVT: Ultraviolet transmissivitet
Lav UVT = mindre behandlingseffektivitet

Figur: DMS koncentrationer i langtidsforsøg over 48 dage



Behandling med AOP nedbryder eksisterende stoffer og danner nye biprodukter

Udvalgte parametre i indløb		Udløb
NVOC (ca. 2 mg/L) • AOC (ca. 4 µg/L) • DMS (ca. 0,1 µg/L) • Andre miljøfremmede? • Hummusstoffer? • ?		NVOC (Ca. 2 mg/L) • AOC (ca. 50 µg/L) • DMS (ca. 0,25 µg/L) • NDMA (< 0,02 µg/L) • Trihalomethaner (< 0,1 µg/L) • Andre miljøfremmede? • Organiske syrer? • ?
Uorganiske makro-ioner • Nitrat (ca. 1,4 mg/L) • Nitrit (ca. 0,002 mg/L) • Bromid (ca. 210 µg/L)		Uorganiske makro-ioner • Nitrat (1,2 mg/L) • Nitrit (0,11 mg/L) • Bromat (< 5,0 µg/L)

Der arbejdes videre på to spor

Langtidstest af AOP/BAC

Formål: Optimere rensning for DMS med AOP, og undersøge kombinationen af AOP og BAC, herunder fjernelsen af nitrit og AOC i kulfiler.

Deltagere: Novafos med underleverandører Insatech, DGE og Krüger

Output: Grundlag til en ansøgning for et fuldskalaanlæg

I gang og afsluttes i 2021

VUDP-projekt:
Renseteknologier for nye pesticidrester

Formål: Bl.a. undersøge AOP på forskellige vandtyper og over for 6 metabolitter

Deltagere: Novafos, HOFOR, DTU, Insatech, DGE og Krüger

I gang og afsluttes i 2022

Fælles

Anvendelse af non-taget metoder
Optimering af energi- og ressourceforbrug

AOP – Avanceret oxidations proces fx H_2O_2/UV
BAC – Bakteriologisk aktivt kulfilter

Opsummering

- Det er muligt at fjerne DMS til 25% af grænseværdien
- Der påvises ikke NDMA over detektionsgrænsen
- AOP danner AOC og Nitrit som skal håndteres
- Dannelse af evt. andre mellemprodukter skal undersøges nærmere med fx non-target
- Processens effektivitet afhænger af UVT
- Stabil drift over 6 uger
- Prisen er forventeligt omkring 1 kr/m^3
- Vi går videre med langtidsforsøg med AOP+BAC i 2021

Tak

Novafos

Værktøj til vurdering af grundvandets pesticidsårbarhed

COWI

AGENDA

- Kort om scope
- Parametre
- Machine learning
- Resultater
- Spin off projekt

COWI

PARTNERE I PROJEKTET

COWIfonden

Aalborg Forsyning

HOFOR

VandCenterSyd

DIT VAND · VORES ELEMENT

Novafos

SCOPE

Anvendelse af machine learning på nationale miljødata til forudsigelse af risikoen for pesticider i grundvandet

Formålet med dette projekt er at udvikle en algoritme via machine learning, som kan forudsige risikoen for, at der findes pesticider eller nedbrydningsprodukter i et givent punkt i grundvandet.

ARTIKLER

Ny algoritme
kan forudsige vandkvalitet

Fire forsyninger tester nyt værktøj fra COWI til vurdering af grundvandets pesticidsårbarhed. Det kan hjælpe os til mere præcis viden om, hvor nye boringer skal placeres.

Fund af pesticider i grundvandet har siden 1990'erne givet flere og flere vandforsyninger og vandværker udfordringer og medført lukkede boringer. Nye pesticider og nedbrydningsprodukter skaber nye problemer for vandforsyningerne, og i en skala vi ikke har set tidligere.

Sammen med Novafos, HOFOR, Vandcenter Syd og Aalborg Vand tester vi lige nu et nyt værktøj, som skal gøre det muligt at planlægge fremtidig vandindvinding, så vi undgår pesticider i vores drikkevand. Vi har via machine learning udviklet en algoritme, som kan forudsige risikoen for, at der findes pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet i et givent punkt.

Til algoritmen har vi anvendt offentlige miljødata, som beskriver jord- og grundvandsforhold. Deriblandt analysedata for pesticider og nedbrydningsprodukter, generel grundvandskemi og hydrologiske parametre. Disse data kan sammenkobles med andre betydende faktorer, som f.eks. nedbør, jordbundsforhold og kortlægning af arealanvendelse. Data bliver sammenstillet til en række beskrivende parametre, som indgår i den endelige model.

Fintmasket overblik

HOFOR, Vandcenter Syd og Aalborg Vand er vores sparringspartnere på projektet og har bidraget med input til relevant data. Modellen er anvendt til at forudsige pesticidfund for et nyt defineret datasæt. Det nye datasæt er baseret på den Nationale Vandressource Model (DK-modellen) og består af et grid af punkter, som ligger med 100 meters indbyrdes afstand, og som i dybden repræsenterer hvert af de grundvandsmagasiner, som findes i punktet.

Værktøjet består af et GIS-lag for hvert grundvandsmagasin, der viser risikoen for fund af pesticid i hvert punkt.

Vi har store forventninger til afprøvningen af datametoden, som foregik i april og maj måned. Der har længe været mangel på værktøjer, som kan hjælpe med at planlægge vandindvindingen, og derfor er det vigtigt, at værktøjet fungerer i praksis. Det er vores håb, at dette værktøj fremadrettet kan bidrage i planlægning og vurdering relateret til pesticidforureninger.

Flere muligheder

Til algoritmen er p.t. anvendt vurdering af den samlede mængde pesticider, men et spændende kommende projekt kunne være at o algoritme, hvor der vurderes på enke som BAM, DPC (desphenylchlorida DMS (N,N'-dimethylsulfamid). På de kan værktøjet tilpasses forskellige geo steder i Danmark, hvor der er anvendt lige pesticider til forskellige formål. ■

VIL DU VIDE MERE:

Læs mere om værktøjet og de anvend data på følgende webadresse, hvor også GIS-lag for hvert grundvandsmag sin kan downloades: https://arcgisportal.cowi.com/pesticidsaarbarhed/

VIDEN · DRIKKEVAND

Sikkert grundlag til bedre planlægning

Nyt værktøj fra COWI til vurdering af grundvandets pesticidsårbarhed giver et godt grundlag til planlægning af kildepladser.

FRIT TILGÆNGELIGT VÆRKTØJ

Offentlige data kan forudsige vandkvalitet

Nyt digitalt måleværktøj kan forudsige risikoen for pesticider i grundvandet. Modellen kan bidrage til bedre planlægning af vores drikkevandsforsyning, som i øjeblikket er presset af fund af pesticider.

AF JULIE KOEFOED BIELEFELDT OG MARIANNE JEPPESEN, COWI

Fund af pesticider i grundvandet har siden 1990'erne givet flere og flere vandforsyninger og vandværker udfordringer og medført lukkede boringer. Nye pesticider og nedbrydningsprodukter skaber nye problemer for vandforsyningerne og i en skala, vi ikke har set tidligere.

Brugen af offentlige data

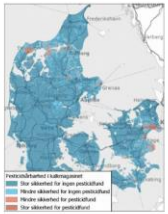
I Danmark har vi en lang tradition for at indsamle data om miljøets tilstand. I de senere år er visualiseringen og adgangen til data blevet bedre, men de store datamængder bliver sjældent brugt samlet. Vi fandt, at der lå et stort potentiale for udnyttelse af de offentlige data til at undersøge nationale problemstillinger, nemlig kvaliteten af drikkevandet.

Sammen med Novafos, HOFOR, Vandcenter Syd og Aalborg Forsyning har vi udviklet et nyt værktøj, som gør det muligt at planlægge fremtidig vandindvinding, så man undgår pesticider i drikkevandet. Kort sagt er der via machine learning udviklet en algoritme, som kan forudsige risikoen for, at der findes pesticider eller nedbrydningsprodukter i grundvandet i et givent punkt og dybde.

Datavask

Til algoritmen er der anvendt offentlige miljødata, som beskriver jord- og grundvandsforhold. Der anvendes analysedata for pesticider og nedbrydningsprodukter, hydrologiske parametre, jordbundsforhold og arealanvendelse. Data er sammenstillet til en række beskrivende variable, som indgår i den endelige model.

Det største arbejde har ligget i at indsamle og strukturere data. Der er brugt datasæt fra DK-modellen, som er en 3D-model, lag i GIS og



Resultater for kalkmagasinet.

forskellige databaser, så det har været vigtigt at udtrække data og opbevare dem i systemer, for at vi efterfølgende kunne kombinere dem. De der skulle processeres mere end 40 mio. datapunkter, var det vigtigt, at beregninger kunne automatiseres. Derefter er der lavet beregninger på data, som den samlede lertykkelse over boringsindtag, redoxdybde og enhedsberegninger. Til sidst er der indsat kriterier, som fjerner de mest åbenlyse fejl – såkaldt datavask.

En kompliceret regression

I dette projekt har vi anvendt supervised learning, hvilket groft sagt er en avanceret regressions- >>

Anne Eskjærs og Julie Koefoed Bielefeldt på en af VandCenter Syds kildepladser.

metode. Men lader modellen træne og forbedre sig selv på et kendt datasæt vha. forskellige typer algoritmer. Modellen forudsiger derved resultatet for et defineret grid, hvor de beslivende variable er givne.

Således er det lykkedes os at bestemme risikoen for at finde pesticider i hele landet med undtagelse af Bornholm og de mindre øer) i et 100*100 m grid og i hvert af de grundvandsmagasiner, som findes i dybden i hvert punkt.

Formidling giver værdi

Allerede ved opstarten af projektet gjorde vi os tanker om, hvordan resultatet skulle præsenteres. Målet var, at data skulle visualiseres, så det var intuitivt at forstå og anvende for alle kommende brugere. Derfor har vi præsenteret resultaterne i form af et magasin sammen på et online kort, hvor brugeren kan klikke lag til eller fra. Desuden kan kortene downloades, hvorved man kan sammenlægge det med sine egne kort. Det hele ligger frit tilgængeligt på en hjemmeside, så alle kan gå ind og hente data.

Ny viden, nye usikkerheder

En udfordring ved dette projekt har været at forklare teknologien, så vores slutbrugere kan føle sig trygge ved den. Traditionelt bruger man numeriske grundvandsmodeller til vurdering af grundvandets sårbarhed. Derfor har de fleste en vis kritisk sans over for hvilke begrænsninger, der er ved disse modeller, og hvor usikkerhederne ligger.

Med machine learning er usikkerhederne anderledes. Man kan ikke pege på præcist hvad, der gør, at et punkt ikke rammer plet et givent sted. Sikkerheden for modellen er dog langt bedre end det udgangspunkt, som forsyninger, kommuner og regioner havde.

Aalborg Forsyning har testet værktøjet på 10 kildepladser. Her forteller Helle Quesdon, at værktøjet viser overensstemmelse med eksisterende viden og analyseresultater for ca. 75 % af de testede lokaliteter. Det betyder for hende, at værktøjet er troværdigt i det omfang, at DK-modellen er troværdig.

Et troværdigt værktøj

Resultaterne fra vore partnere er generelt meget positive. Forsyningsselskaberne bakker op om værktøjet og har gode ideer til videreudvikling. Chefkonsulent Liselotte Clausen fra HOFOR fremhæver, at "en af de centrale ting ved det nye værktøj er, at det giver et grundlag at arbejde ud fra, når man sidder med vurderinger om risikoen for forureninger af vores kildepladser".

En del af strategiarbejdet

Novafos har planer om, at kortet skal indgå som et element i deres kommende pesticidstrategi. Værktøjet kan bidrage til den indledende screening af områder, inden fagspecialisten går i dybden.

"Sårbarhedskortet vil indgå som en del af strategiarbejdet sammen med andre parametre som indvindingsdybder, aktuelle pesticidfund, antal boringer, arealanvendelse og status på kommunernes indsatsplanerbejde, Jeg er sikker på, det kommer til at spille en vigtig rolle som værktøj til at skabe et overblik", siger projektleder Peter Lysholm Tüchsen fra Novafos.

Grundvandsspecialist hos VandCenter Syd, Anne Eskjærs, har testet værktøjet på forskellige typer af kildepladser. Hun understreger, at værktøjet sammen med viden om de lokale forhold fremover kan anvendes inden, der etableres undersøgelsesboringer, når de er på jagt efter nye kildepladser.

Det er vores vurdering, at også kommunerne kan anvende værktøjet i deres planlægnings- og myndighedsarbejde. For eksempel ved planlægning af indsatser, vurdering af BNBO og andre vurderinger af forureningstrusler.

Vil du vide mere:
Læs mere om værktøjet og de anvendte data på: https://arcgisportal.cowi.com/pesticidsaarbarhed/ ■

FAGLIGT UDGANGSPUNKT

Baseret på danske og udenlandske koncepter og metoder:

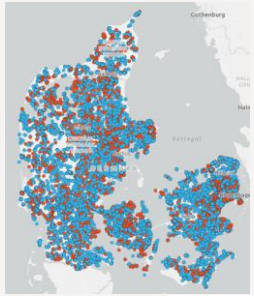
- Colorado sensitivity assessment (pointsystem).
- DRASTIC (pointsystem: **D**epth to water, net **R**echarge, **A**quifer media, **S**oil media, **T**opography, **I**mpact of vadose zone, hydraulic **C**onductivity).
- RAVE (pointsystem: **R**elative **A**quifer **V**ulnerability **E**valuation).
- Attenuation factor (antager værdier fra 0 til 1, 0 = ingen grundvandsrisiko, og 1 = hele pesticidmængden tilført på jordoverfladen kan nå grundvandet).
- Leaching Potential Index / Vulnerability Index (pointsystemer).
- KUPA (**K**oncept for **U**dpegning af **P**esticidfølsomme **A**realer): Omfatter kun risiko for udvaskning fra overjorden.

PARAMETRE

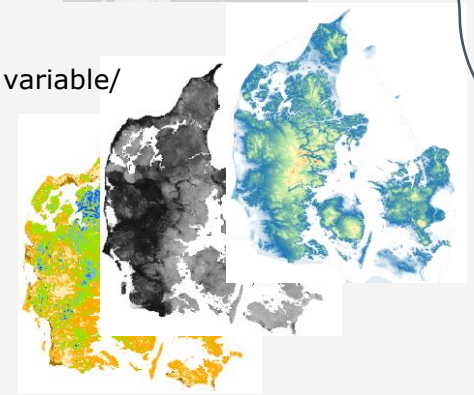
Parameter i grundvandets generelle pesticidsårbarhed	Kilde
Dybde til grundvandet	Jupiter, COWI
Magasintype	Jupiter, COWI, DK-model
Nettonedbør	DMI
Tykkelse af umættet zone	DK-model
Grundvandsdannelse til magasin	DK-model
Dybde til magasin	DK-model
Akkumuleret ler under redoxgrænsen	Jupiter, COWI, DK-model
Dybde til redoxgrænsen	GEUS
Mulighed for sprækkestrømning i overjorden (K_{jump})	AU
Indhold af organisk materiale i overjorden	AU
Arealanvendelse	AU
Detektion af pesticider (ja/nej)	Jupiter, COWI

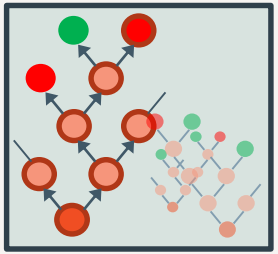
MACHINE LEARNING

Målværdi/target
(pesticidfund)

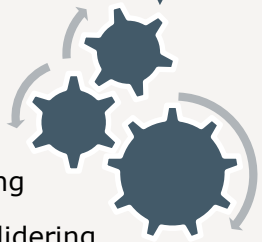


Beskrivende variable/
features





Random forest classifier

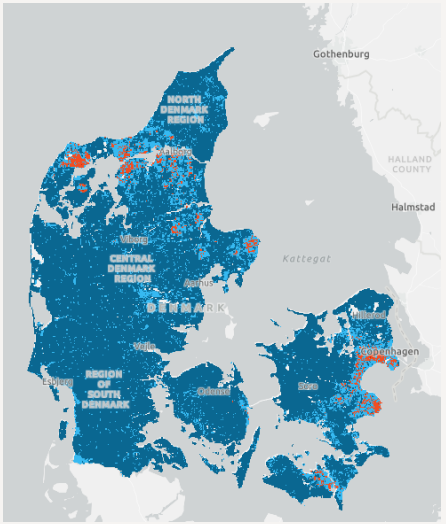


Træning

Validering

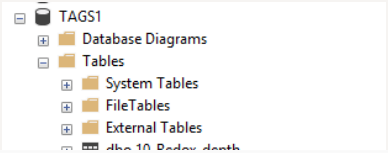
Model

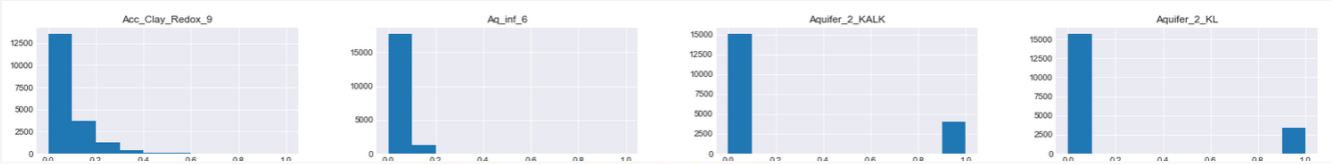
Model output
(forudsagte pesticidfund)



COWI

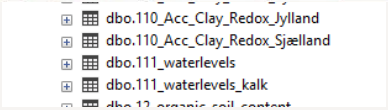
DATASET

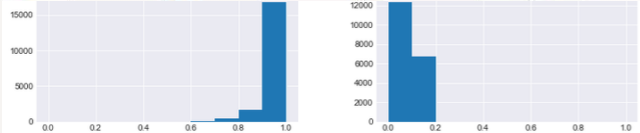




FEATURES CORRELATION MATRIX

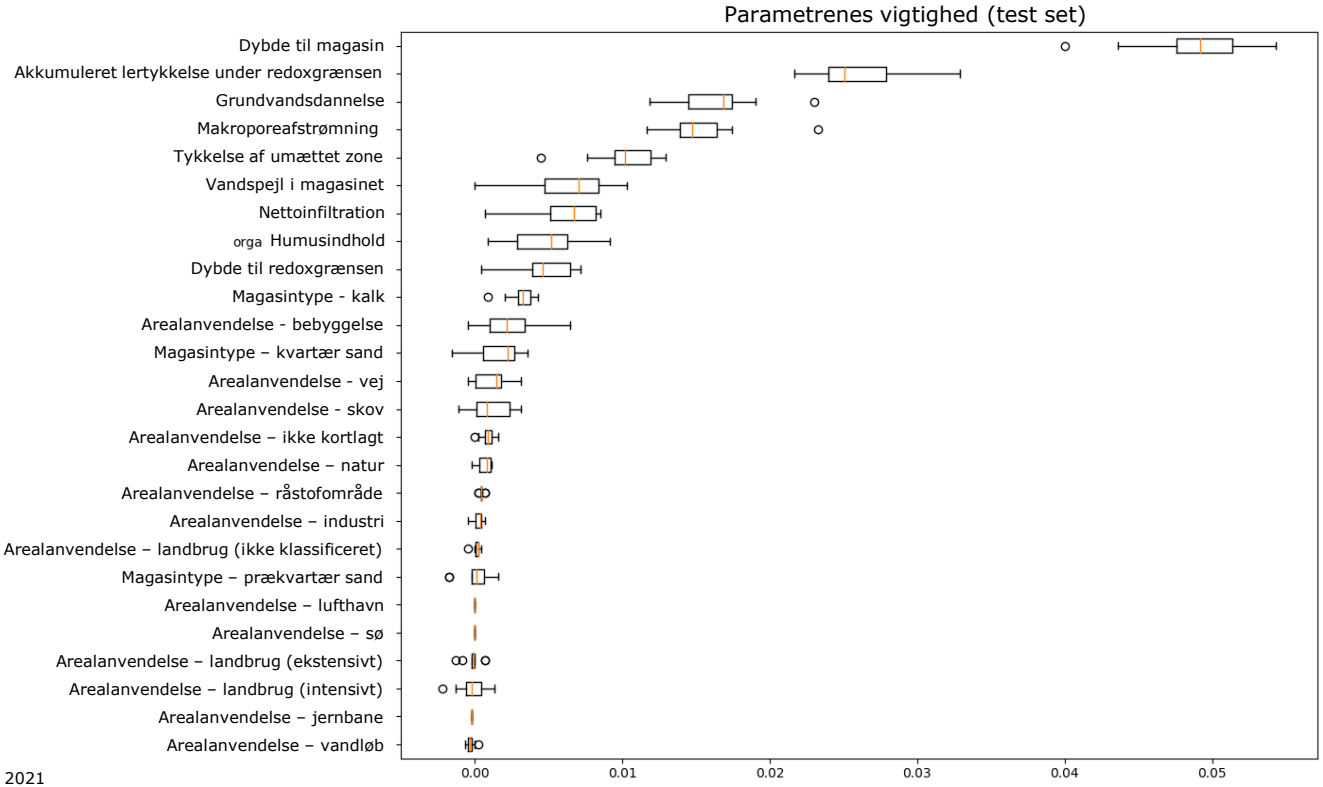
	topography_1	waterlevel_3	net_infiltration_4	unsaturated_zone_5	Aq_inf_6	Aquifer_depth_7	Acc_Clay_8	Redox_depth_10	Acc_Clay_Redox_9	k_jump_11
waterlevel_3	0,84									
net_infiltration_4	0,26	0,27								
unsaturated_zone_5	-0,27	-0,13	-0,15							
Aq_inf_6	0,18	0,15	0,30	-0,25						
Aquifer_depth_7	0,81	0,62	0,24	-0,26	0,04					
Acc_Clay_8	0,14	0,03	-0,06	0,09	-0,29	0,43				
Redox_depth_10	0,28	0,15	0,20	-0,41	0,16	0,27	-0,05			
Acc_Clay_Redox_9	0,12	0,02	-0,05	0,08	-0,29	0,42	0,99	-0,09		
k_jump_11	-0,12	-0,17	-0,63	0,26	-0,27	-0,13	0,15	-0,28	0,12	
organic_soil_content_12	-0,20	-0,11	-0,14	0,10	-0,07	-0,13	-0,02	-0,20	0,00	0,10



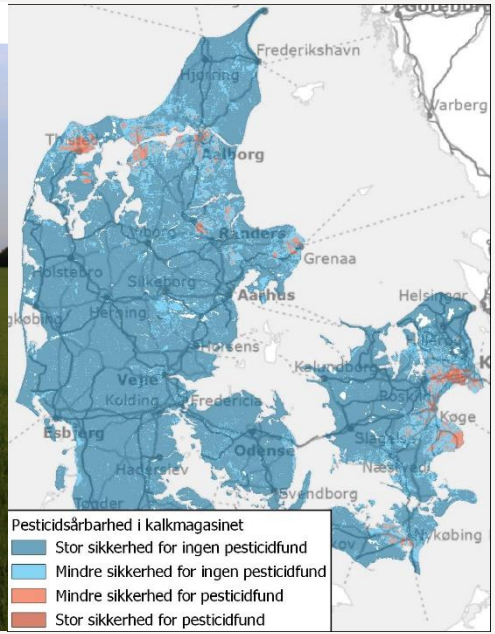


COWI

PARAMETRENES VIGTIGHED



PRÆSENTATION AF RESULTATET



https://arcgisportal.cowi.com/pesticidsaarbarhed/

COWI

DIFFERENTIERING MELLEM PUNKT- OG FLADEKILDER

Videreudvikling af miljøprojektet "Skelnen mellem pesticidkilder" (Miljøprojekt nr. 1502, Miljøstyrelsen, 2013)

COWI

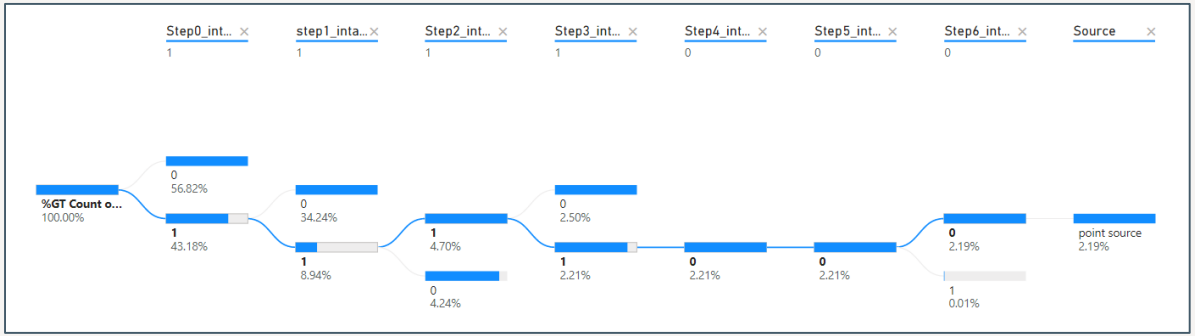
AUTOMATISERING

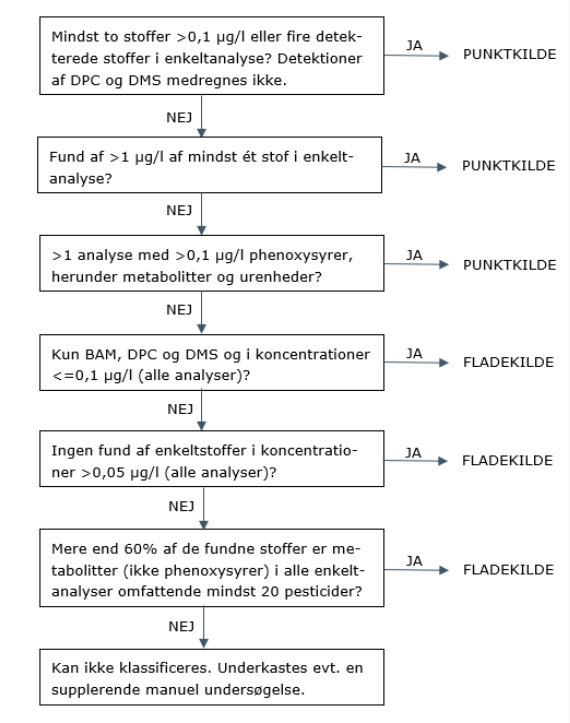
```
    from (

        select
        FK_INTV,
        A_BOR_name,
        A_BINT_number,
        A_ANVA_StartTime,

        DateOrderDesc = ROW_NUMBER() OVER (PARTITION BY FK_INTV ORDER BY A_ANVA_StartTime DESC),
        CNT_st0_smpl = COUNT(iif(sum(iif((L_ANVA_attribute is null or L_ANVA_attribute=' ') and M_ANVA_Value >= 0.002,1,0))=0,1,0)) OVER (PARTITION BY FK_INT
        SUM_st0_smpl = SUM(iif(sum(iif((L_ANVA_attribute is null or L_ANVA_attribute=' ') and M_ANVA_Value >= 0.002,1,0))=0,1,0)) OVER (PARTITION BY FK_INTV)
        SUM_dtcts = SUM(count(iif((L_ANVA_attribute is null or L_ANVA_attribute = ' ') and M_ANVA_Value >= 0.002,1,null))) OVER (PARTITION BY FK_INTV),

        -- column, which counts pesticide analysis
        count(A_ANVA_StartTime) as analysis,

        -- column, which counts pesticide detections
        detections = count(iif((L_ANVA_attribute is null or L_ANVA_attribute = ' ')  and M_ANVA_Value >= 0.002,1,null)),

        -- column, which determines if Step 0 is 1 or 0
        step0_sample = iif(sum(iif((L_ANVA_attribute is null or L_ANVA_attribute=' ' )  and M_ANVA_Value >= 0.002,1,0))=0,0,1)

        FROM TAGS3.dbo.Clean_data
        --where A_BOR_name = '103. 1676'
        --and A_BINT_number = 3

        group by FK_INTV, A_BOR_name, A_BINT_number,A_ANVA_StartTime

        ) as tableA

WHERE DateOrderDesc = 1
```


COWI

DIFFERENTIERING MELLEM PUNKT- OG FLADEKILDER

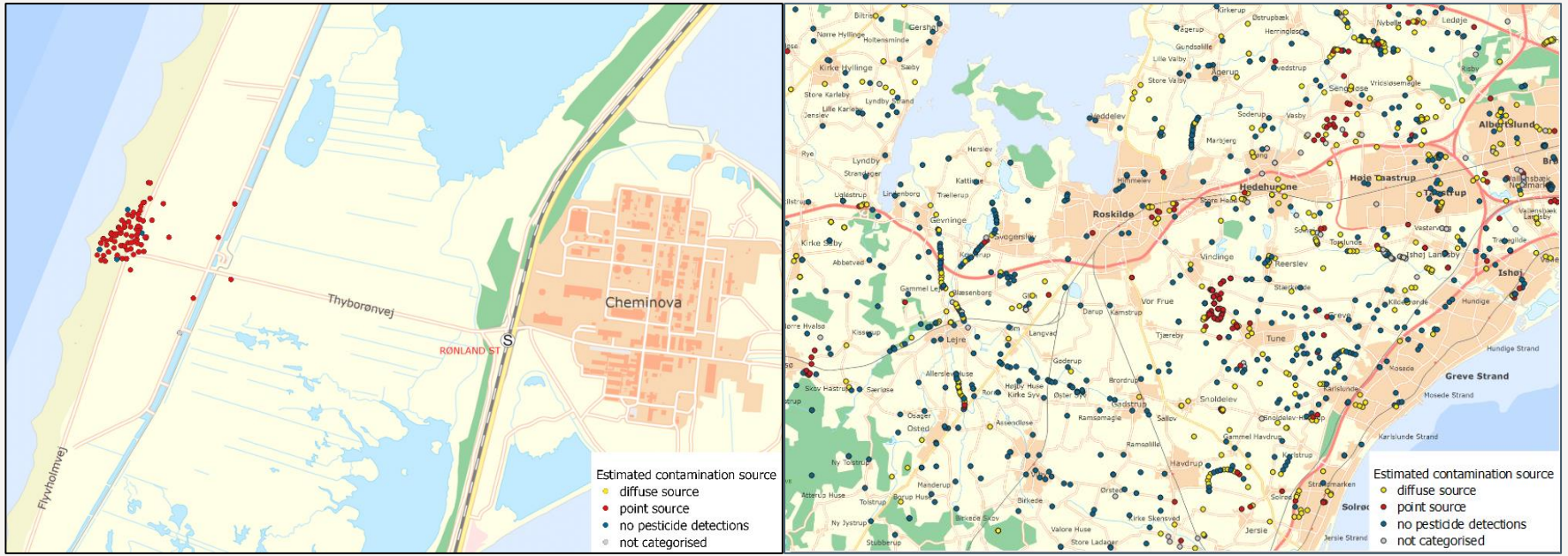
Flowdiagram:





COWI

RESULTATER



COWI

SPØRGSMÅL?

Marianne Jeppesen
mrjp@cowi.com

COWI

PESTICIDFORURENET BORING KAN SIKRE ELLER LEVETIDSFORLÆNGE KILDEPLADSEN

VED DEN RETTE AFVÆRGEPUMPING

ATV 2021

Hanne Birk Madsen og Mette Ryom

RAMBØLL Bright ideas. Sustainable change.

OURE VANDVÆRK

Tilladelse: 130.000 m³/år

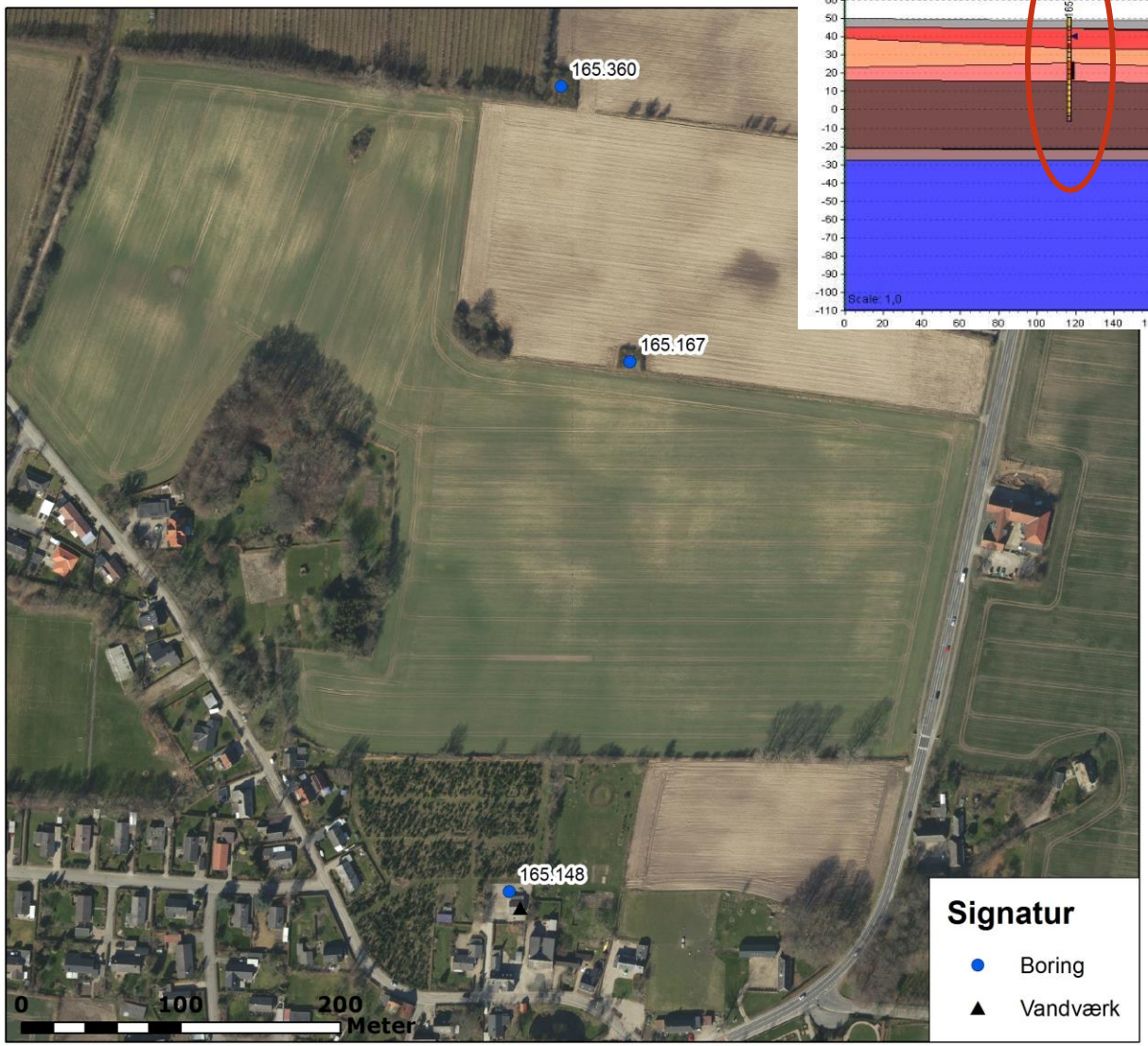
I alt 683 forbrugere.

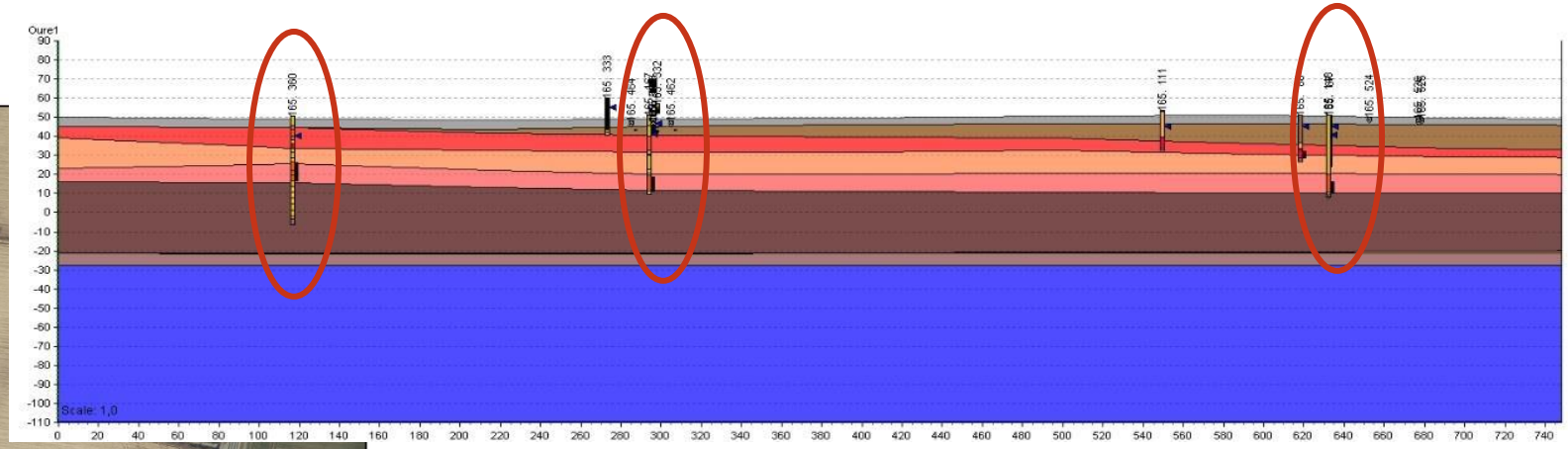
RAMBØLL

OURE VANDVÆRK

RAMBØLL

OURE VANDVÆRK





01_Toplag
02_ler
KS1
04_ler
05_KS2
06_ler
07_KS3
08_kv_ler
PreQ_ler
Kalk

RAMBØLL

OURE VANDVÆRK – DMS FUND

Boringskontrol juni 2018

DMS 2,9 ug/l

DMS 0,18 ug/l

DMS 0,0 ug/l

N,N-Dimethylsulfamid (DMS) er et nedbrydningsprodukt af pesticiderne Tolylfluanid og Dichlofluanid, som har været anvend ved sprøjtning i forbindelse med frugt- og bæravl. Stofferne er også blevet anvendt i træbeskyttelsesmidler. Stofferne blev forbudt i hhv. 2007 og 1974. Grænseværdien for DMS i drikkevand er 0,1 ug/l.

RAMBØLL

OURE VANDVÆRK – DMS FUND

Boringskontrol april 2020

~~DMS 2,9 ug/l~~

DMS 0,3 ug/l

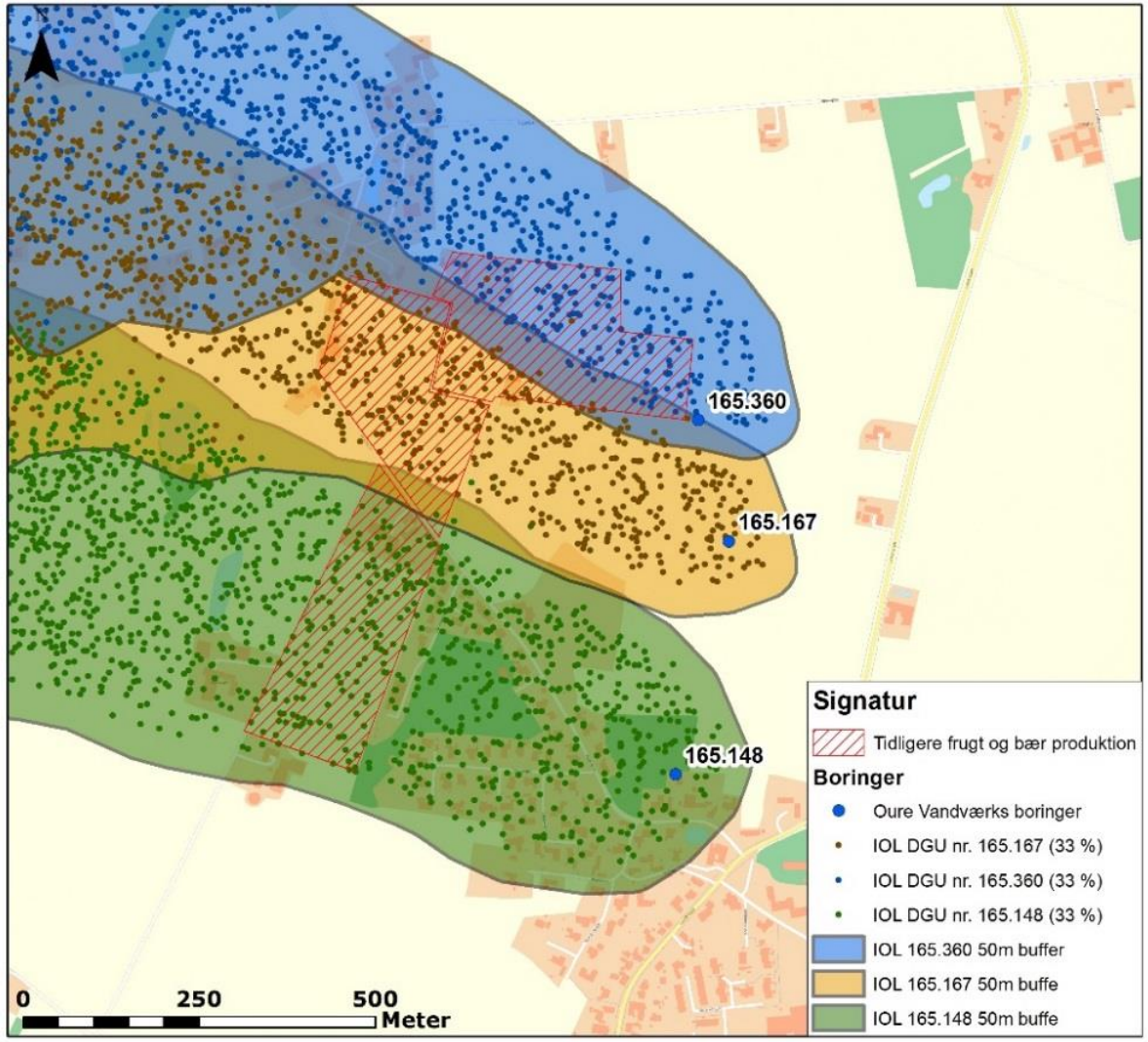
DMS 0,0 ug/l

N,N-Dimethylsulfamid (DMS) er et nedbrydningsprodukt af pesticiderne Tolylfluanid og Dichlofluanid, som har været anvend ved sprøjtning i forbindelse med frugt- og bæravl. Stofferne er også blevet anvendt i træbeskyttelsesmidler. Stofferne blev forbudt i hhv. 2007 og 1974. Grænseværdien for DMS i drikkevand er 0,1 ug/l.

RAMBØLL

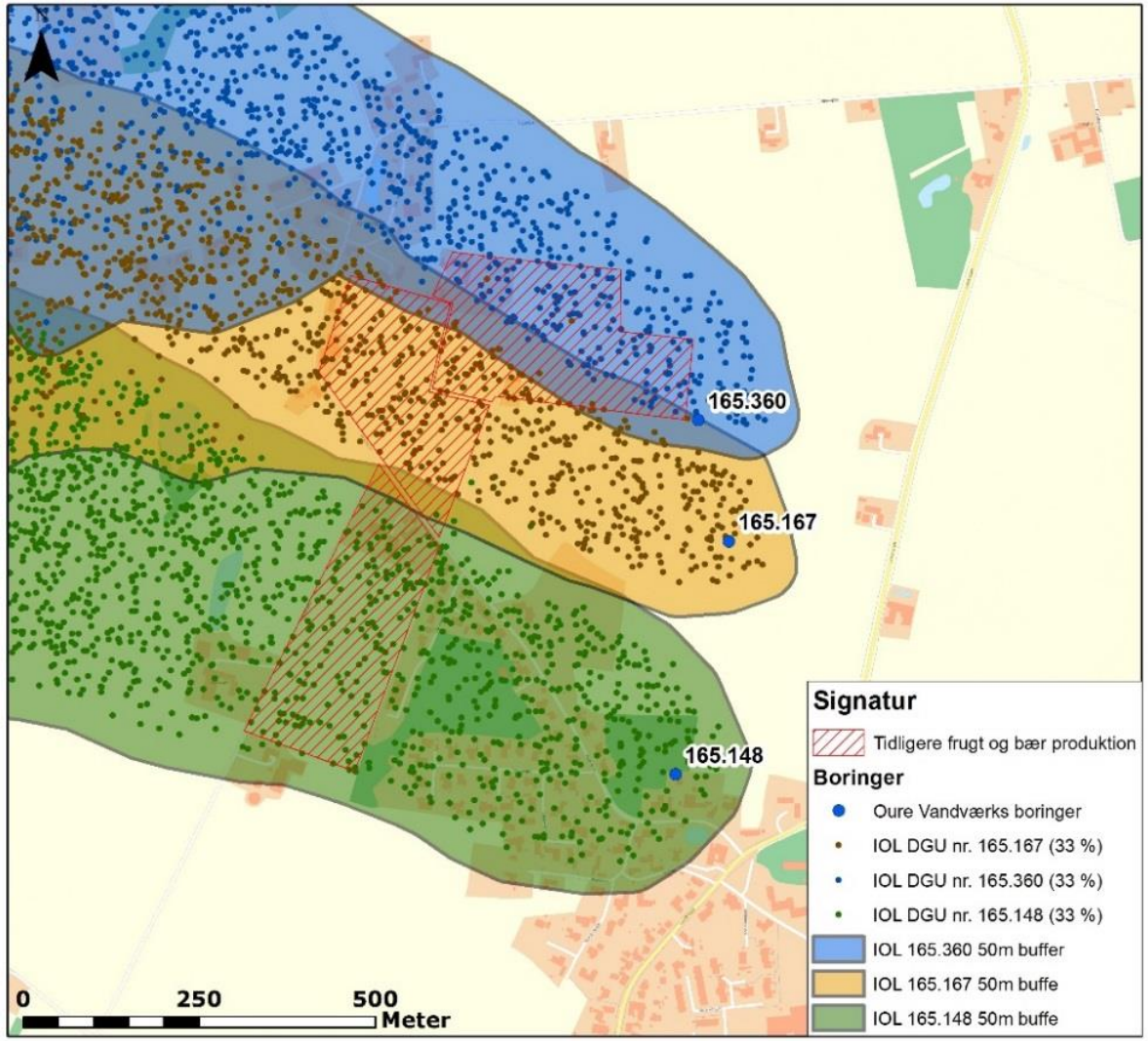
OURE VANDVÆRK - ÅRSAGSANALYSE

OURE VANDVÆRK - ÅRSAGSANALYSE

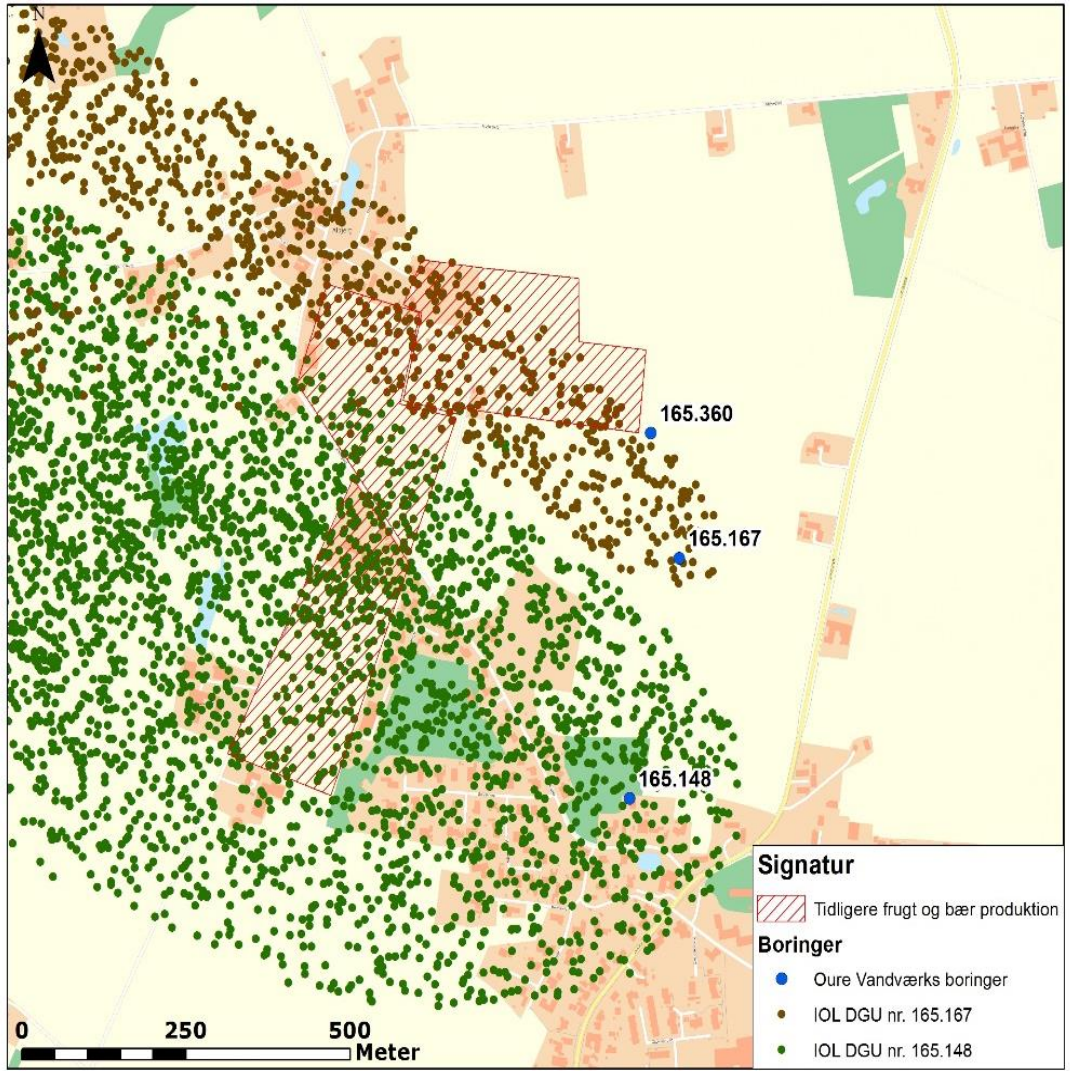


RAMBØLL Scenarie – før 2018

OURE VANDVÆRK - PARTIKELBANESIMULERINGER

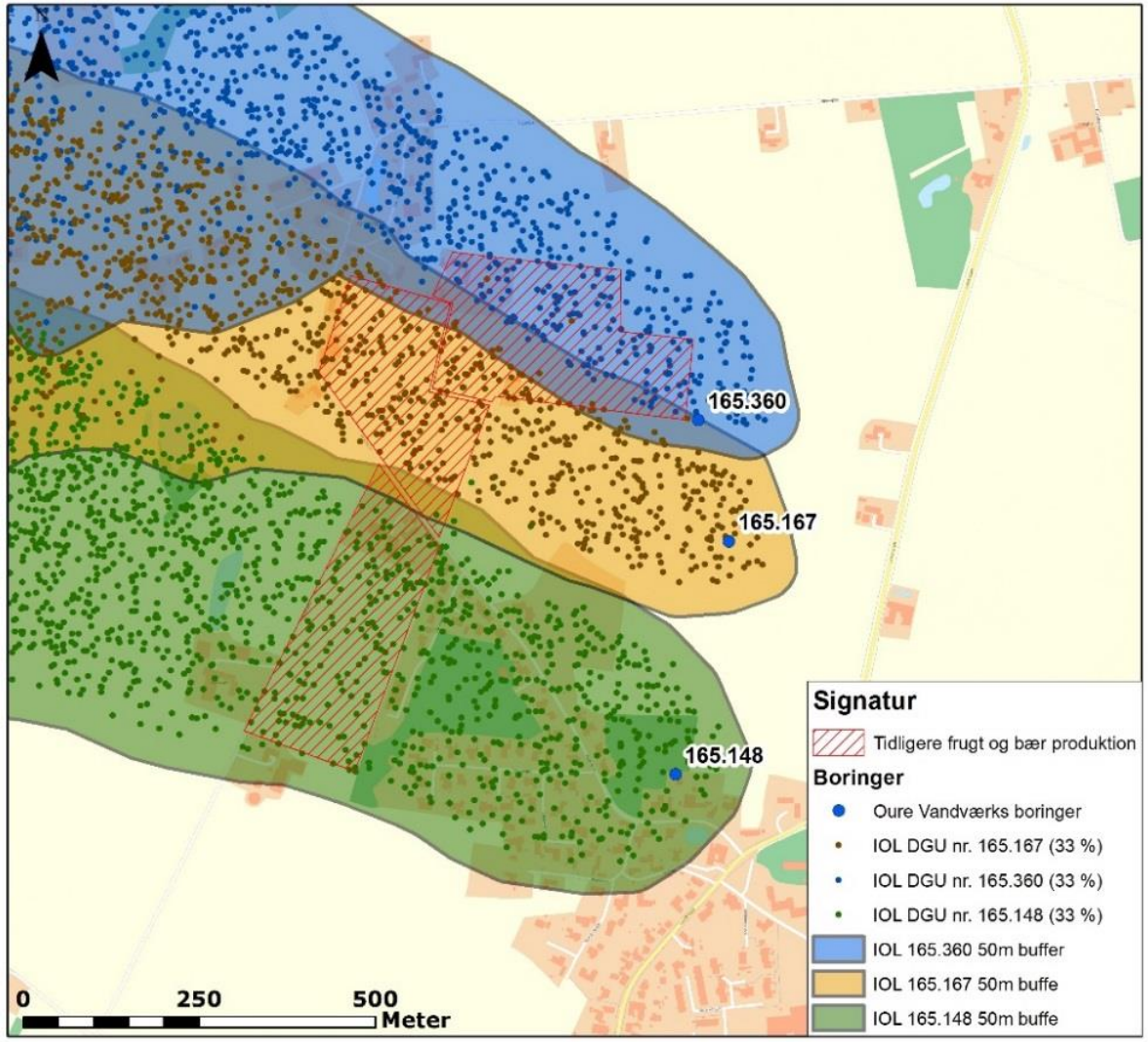


RAMBØLL Scenarie – før 2018

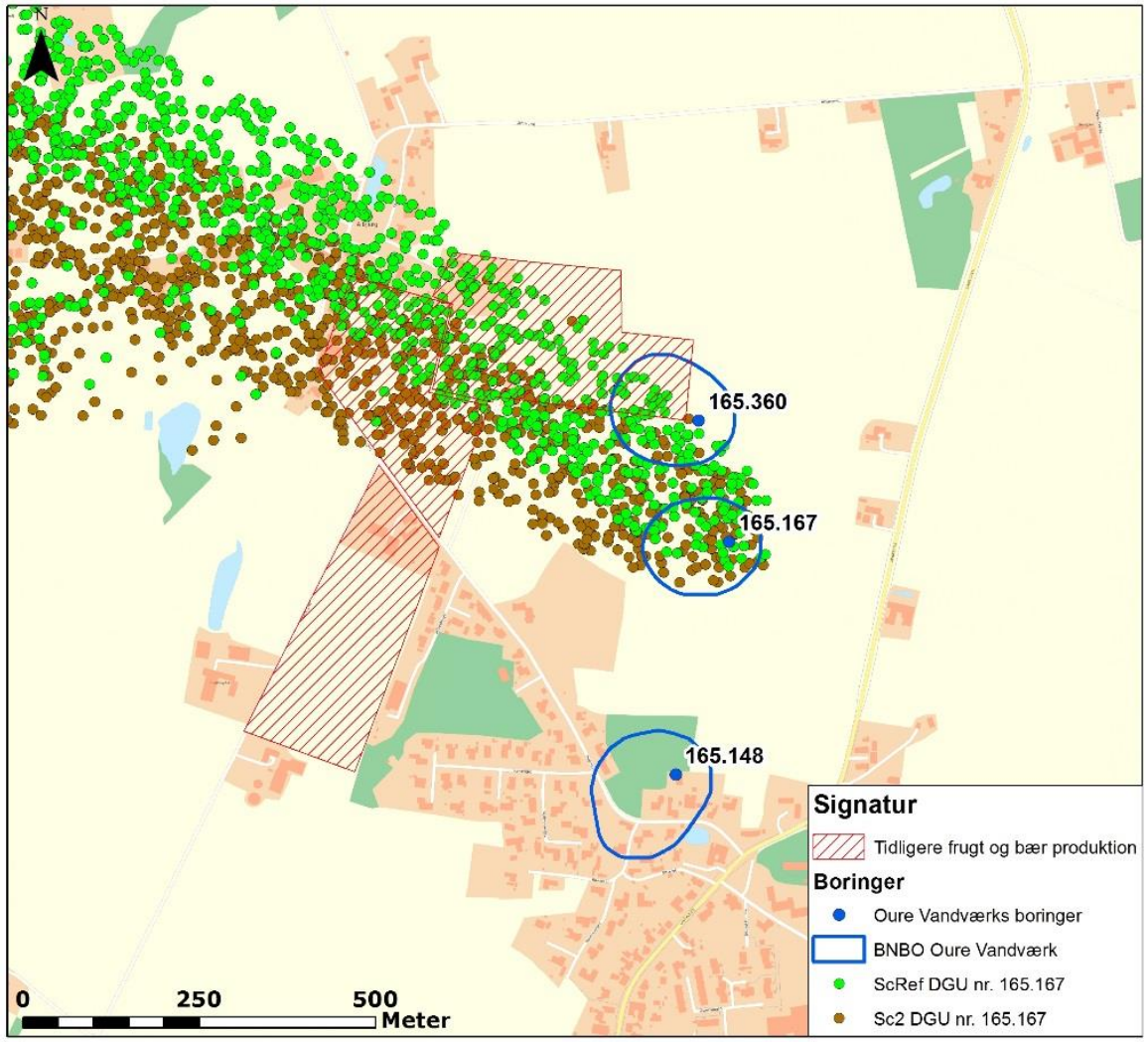


Scenarie – efter 2018

OURE VANDVÆRK - PARTIKELBANESIMULERINGER

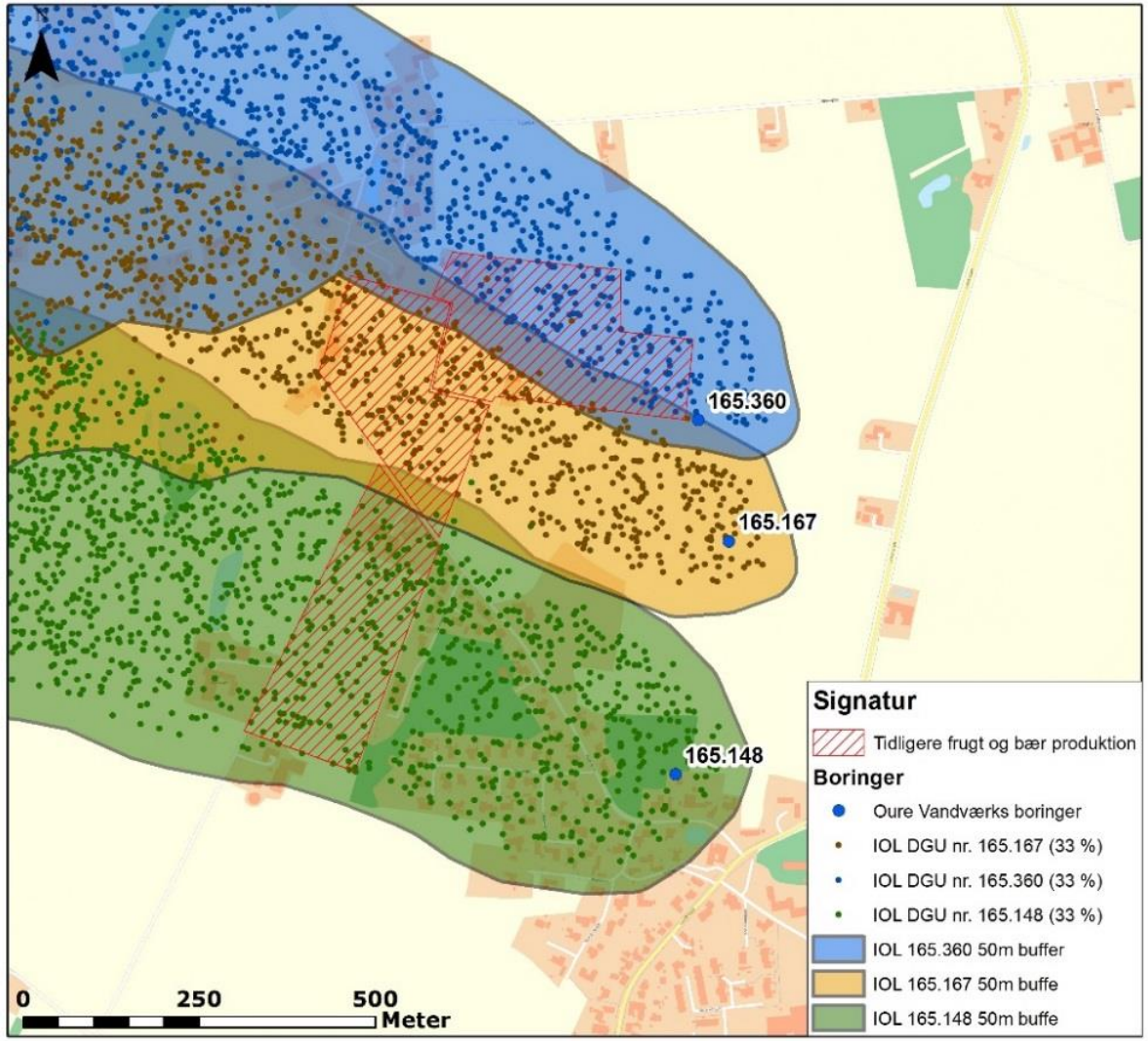


RAMBØLL Scenarie – før 2018

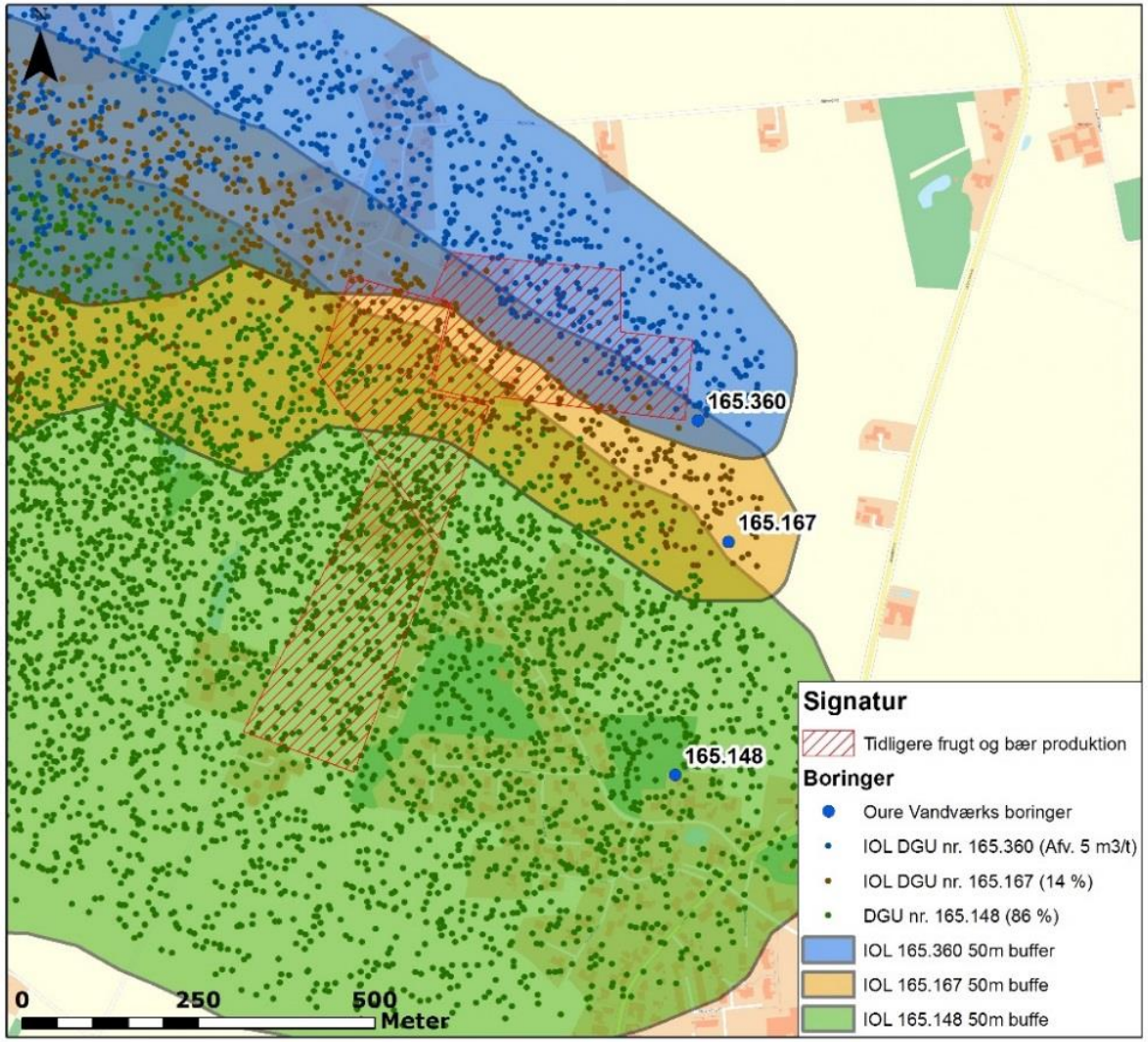


Forskel ved Scenarierne før og efter 2018

OURE VANDVÆRK - PARTIKELBANESIMULERINGER

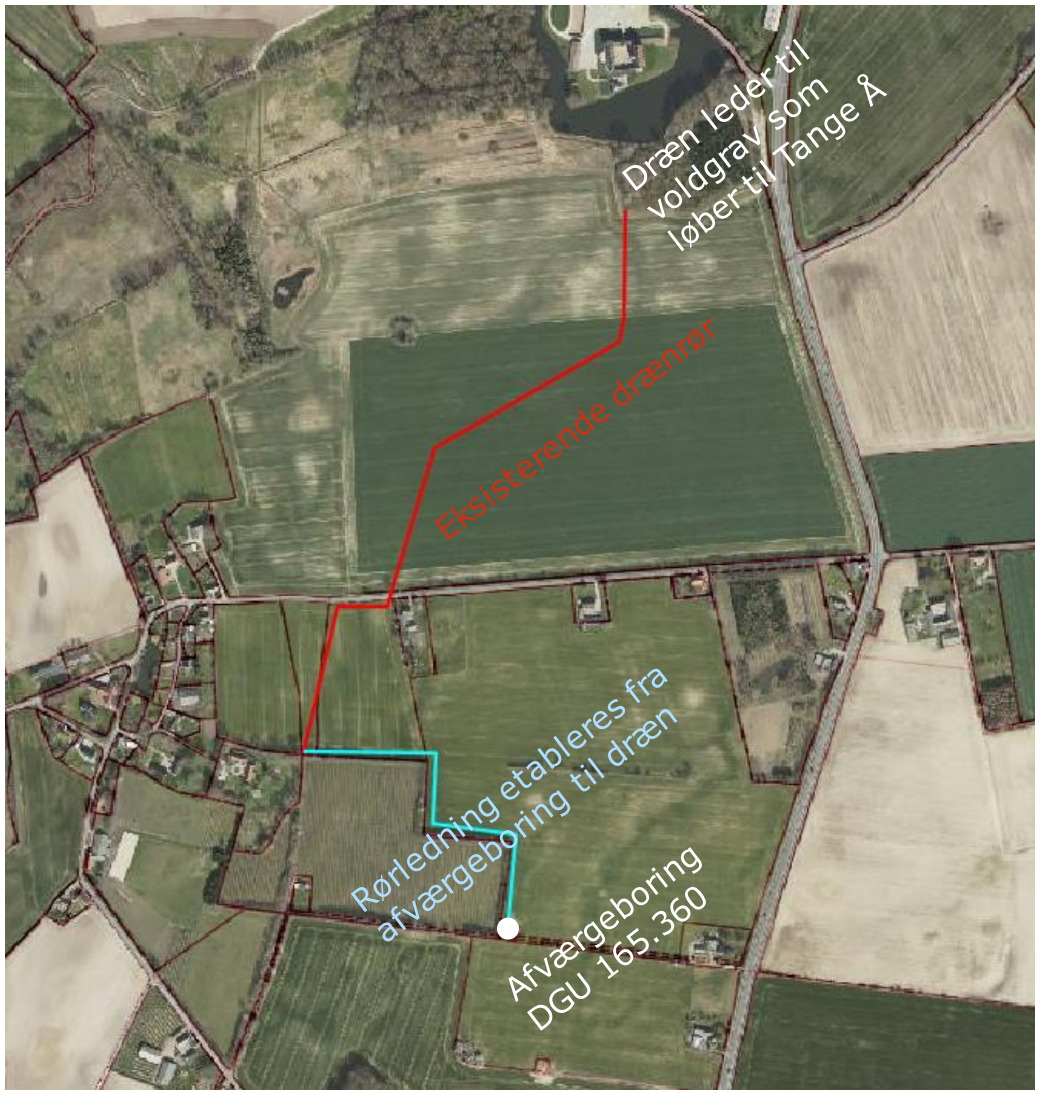


RAMBØLL Scenarie – før 2018



Scenarie – 5 m^3/t afværge i DGU 165.360

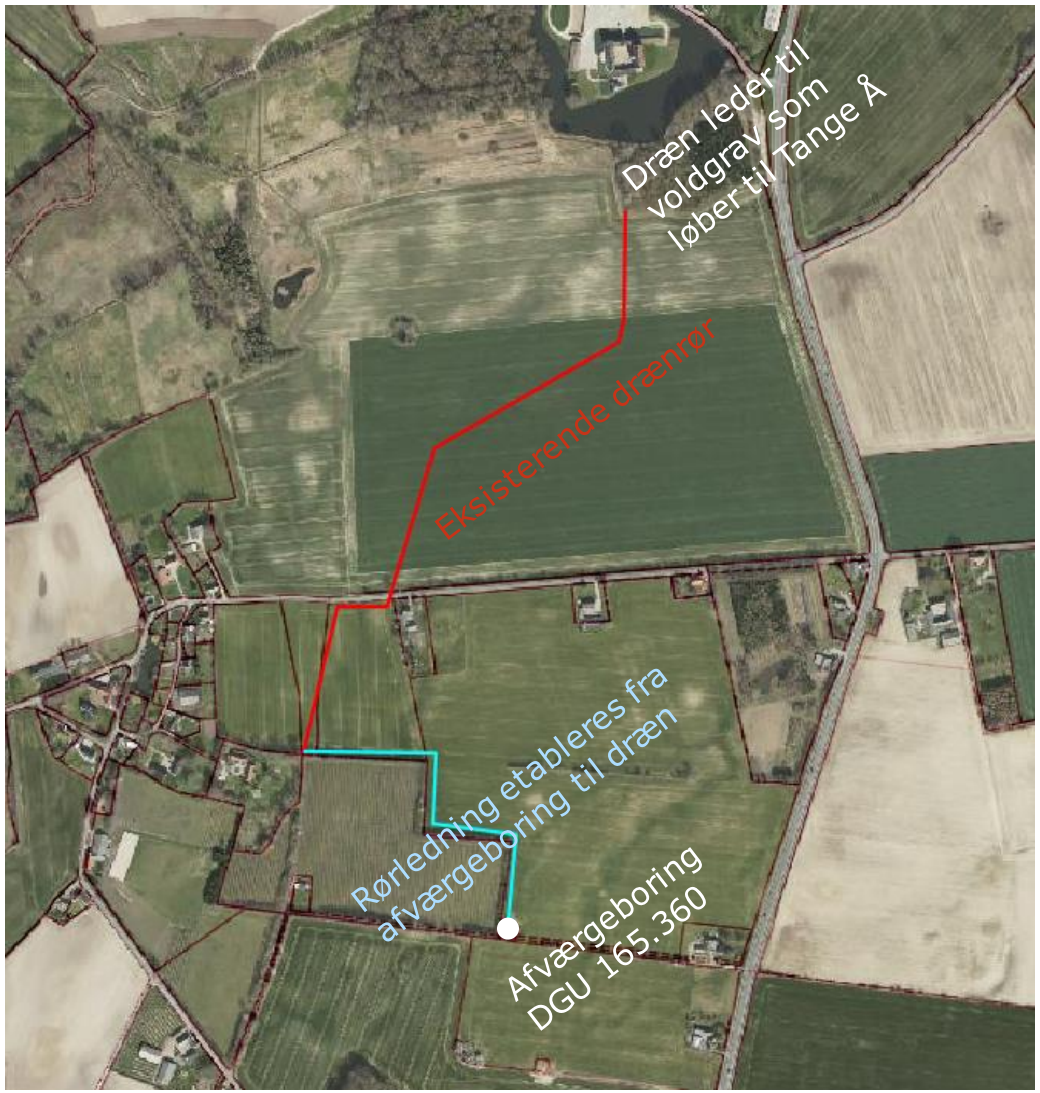
OURE VANDVÆRK – TILLADELSE TIL AFVÆRGEPUMPNING



- **Vandindvindingstilladelse**
  Eksisterende tilladelse er udnyttet, derfor søgt selvstændig indvindingstilladelse på 5 m^3/t - 44.000 m^3 til afværgeboringen.
- **Medbenyttelsesaftale af dræn**
  Underskreven aftale af alle øvrige medbenyttere
- **Medbenyttelsestilladelse til dræn**
  Kapacitetsvurdering af drænrør til voldgrav, samt undersøgelse evt. drænrør, og disses kapacitet, nedstrøms voldgrav.
- **Udledningstilladelse**
  Temperatur, vandstand, tilførte stoffer (DMS+øvrige) mv. i forhold til § 3 beskyttelsen samt vurdering ift. bilag IV arter mv. Vurdering af tilløbs – og afløbsforholdene og vurdering af erosionsrisiko, vurdering af øget vandstand samt vurdering ift. perioder med hhv. stor og lille nedbør.
- **Dispensation efter §3, Naturbeskyttelsesloven**
  Tilstandsændring i voldgraven
- **Tilladelse fra Slots- og Kulturstyrelsen**
  Ændring af fortidsminde/voldgraven

RAMBØLL

OURE VANDVÆRK – TILLADELSE TIL AFVÆRGEPUMPNING



- **Vandindvindingstilladelse**
  Eksisterende tilladelse er udnyttet, derfor søgt selvstændig indvindingstilladelse på 5 m^3/t - 44.000 m^3 til afværgeboringen.
- **Medbenyttelsesaftale af dræn**
  Underskreven aftale af alle øvrige medbenyttere
- **Medbenyttelsestilladelse til dræn**
  Kapacitetsvurdering af drænrør til voldgrav, samt undersøgelse evt. drænrør, og disses kapacitet, nedstrøms voldgrav.
- **Udledningstilladelse**
  Temperatur, vandstand, tilførte stoffer (DMS+øvrige) mv. i forhold til § 3 beskyttelsen samt vurdering ift. bilag IV arter mv. Vurdering af tilløbs – og afløbsforholdene og vurdering af erosionsrisiko, vurdering af øget vandstand samt vurdering ift. perioder med hhv. stor og lille nedbør.
- **Dispensation efter §3, Naturbeskyttelsesloven**
  Tilstandsændring i voldgraven
- **Tilladelse fra Slots-**
  Ændring af fortidsminde

Forventede vilkår:
- Trykfilteranlæg
- Vandprøver af udledningsvand
- Vandprøver fra voldgrav

RAMBØLL

OURE VANDVÆRK – DMS FUND

Boringskontrol juni 2021

DMS ? ug/l

DMS ? ug/l

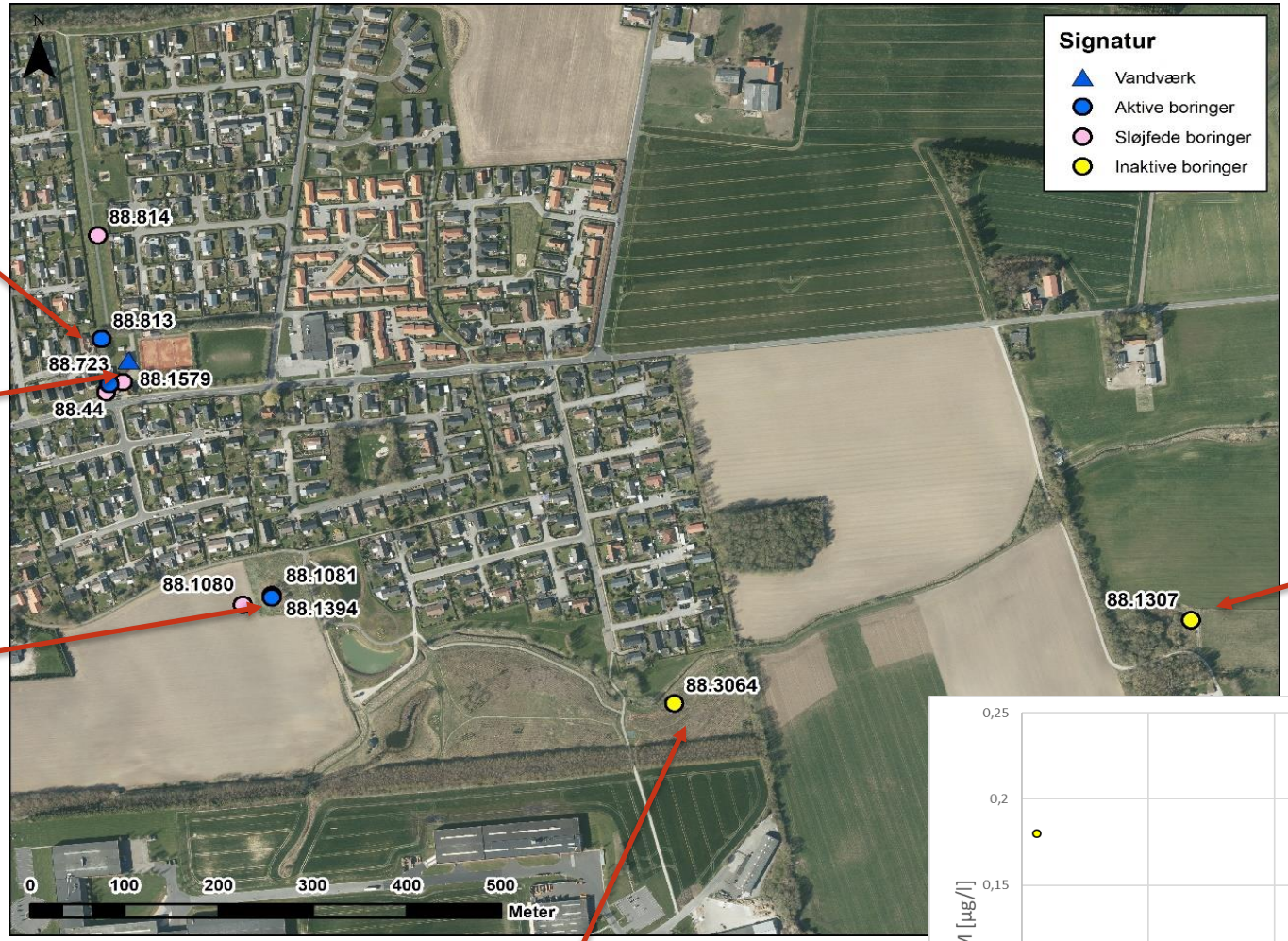
DMS ? ug/l

N,N-Dimethylsulfamid (DMS) er et nedbrydningsprodukt af pesticiderne Tolylfluanid og Dichlofluanid, som har været anvend ved sprøjtning i forbindelse med frugt- og bæravl. Stofferne er også blevet anvendt i træbeskyttelsesmidler. Stofferne blev forbudt i hhv. 2007 og 1974. Grænseværdien for DMS i drikkevand er 0,1 ug/l.

RAMBØLL

Skovby Vandværk I/S
BAM og DMS

HISTORIK



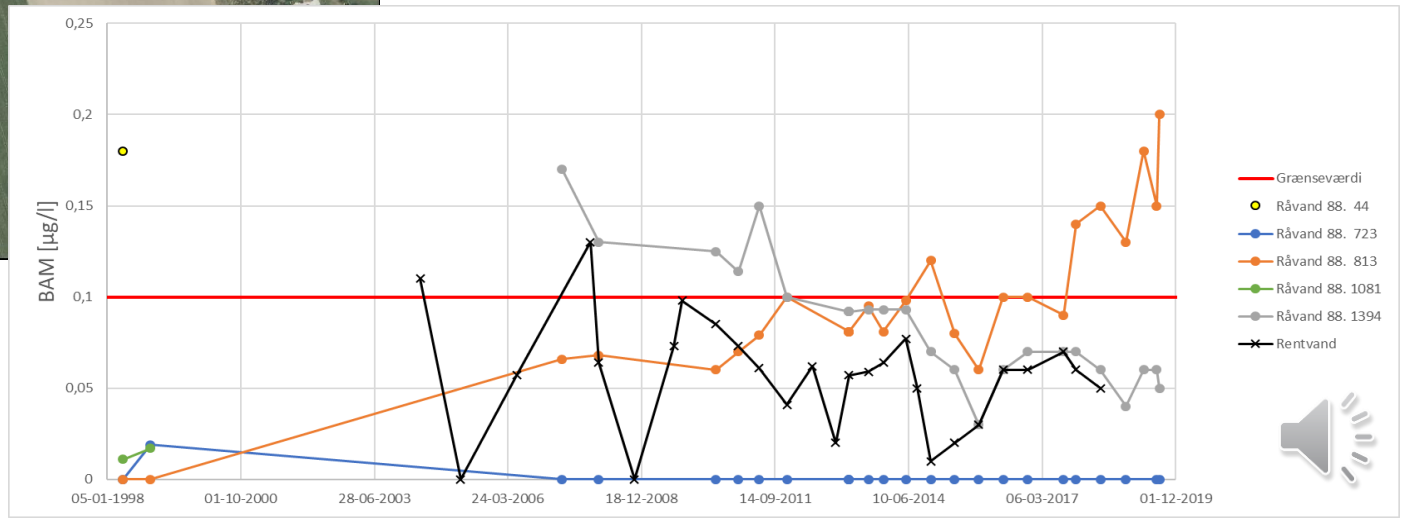
B1

B2

B4

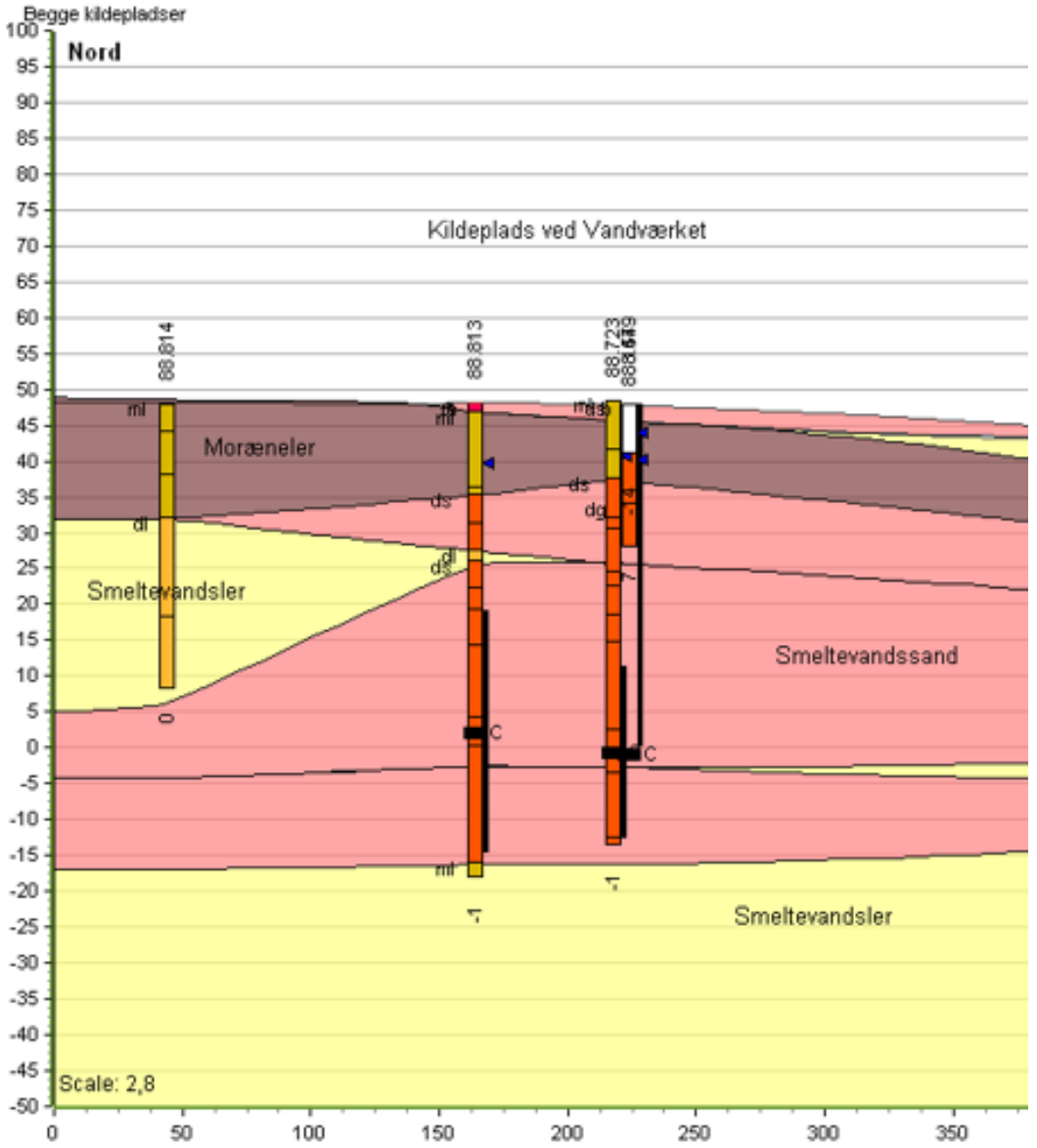
Dyb boring

Dyb boring

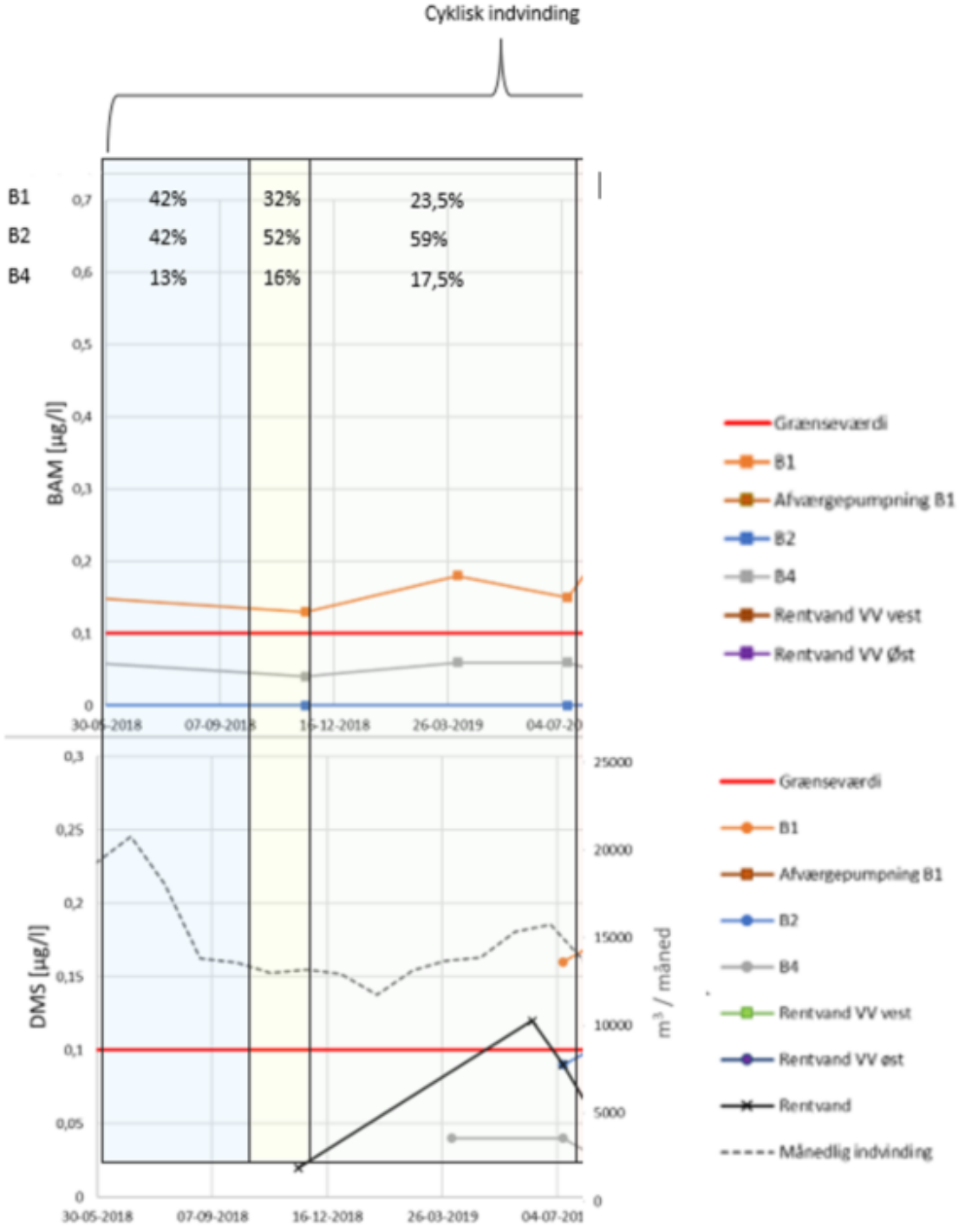


RAMBØLL

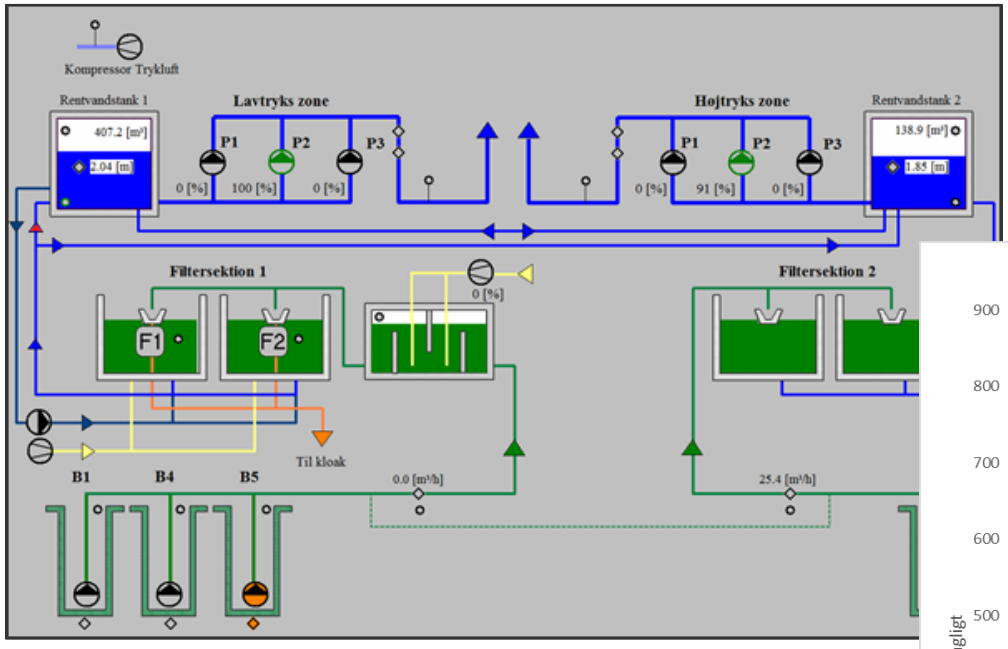
BORING B1

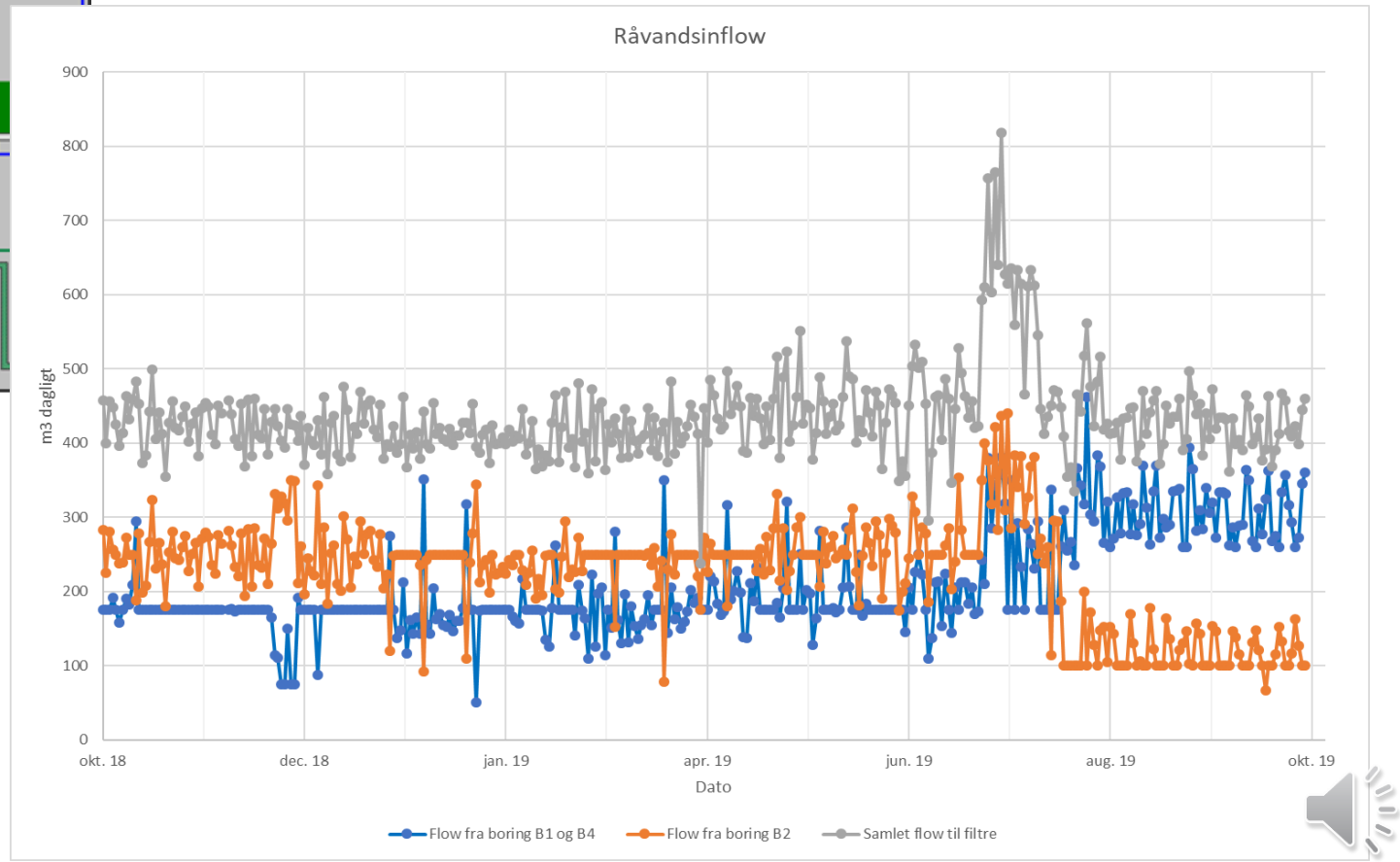

Begge kildepladser
Nord
Kildeplads ved Vandværket
88.814
88.813
88.723
Moræneler
Smeltevandsler
Smeltevandssand
Smeltevandsler
Scale: 2,8

BORING B2

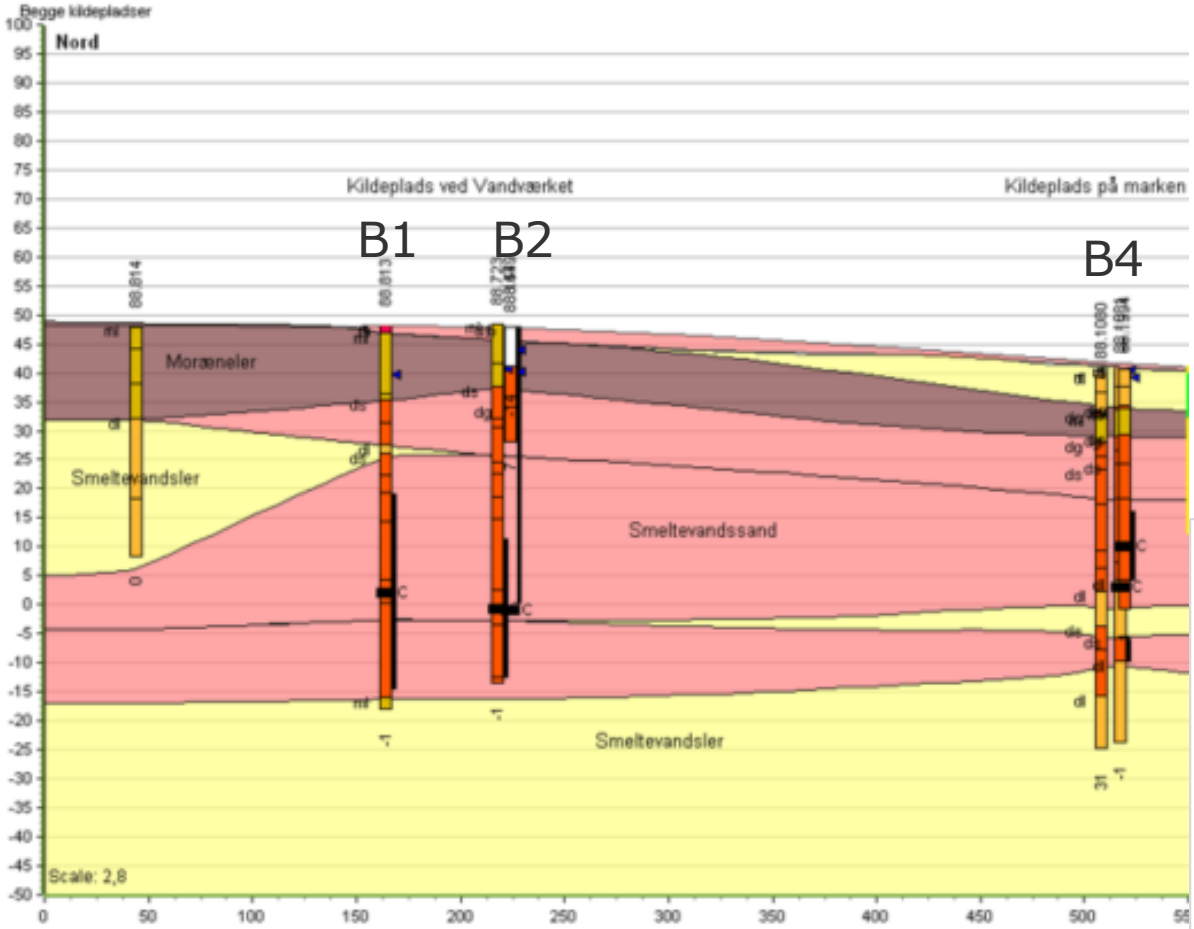

Cyklisk indvinding
B1
B2
B4
42%
42%
13%
32%
52%
16%
23,5%
59%
17,5%
BAM [µg/l]
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
30-05-2018
07-09-2018
16-12-2018
26-03-2019
04-07-20
Grænseværdi
B1
Afværgepumpning B1
B2
B4
Rentvand VV vest
Rentvand VV Øst
DMS [µg/l]
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
30-05-2018
07-09-2018
16-12-2018
26-03-2019
04-07-201
25000
20000
15000
10000
5000
0
m³ / måned
Grænseværdi
B1
Afværgepumpning B1
B2
B4
Rentvand VV vest
Rentvand VV øst
Rentvand
Månedlig indvinding

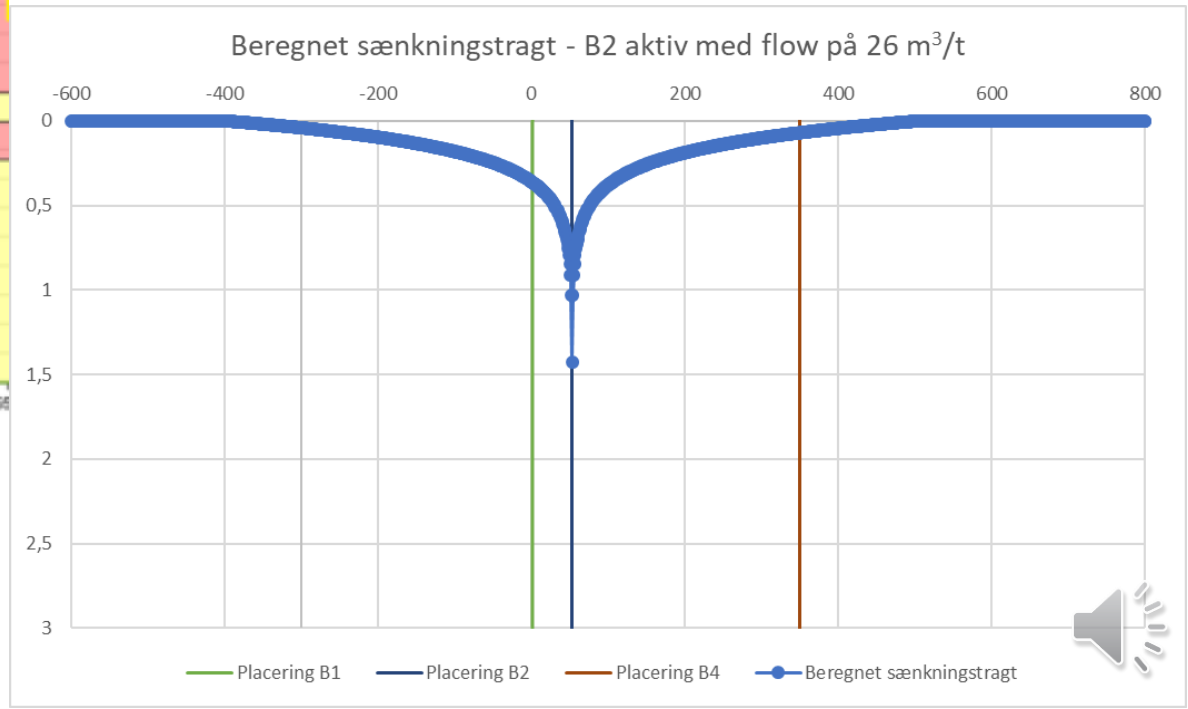
VANDVÆRKERNE OG DRIFTSDATA



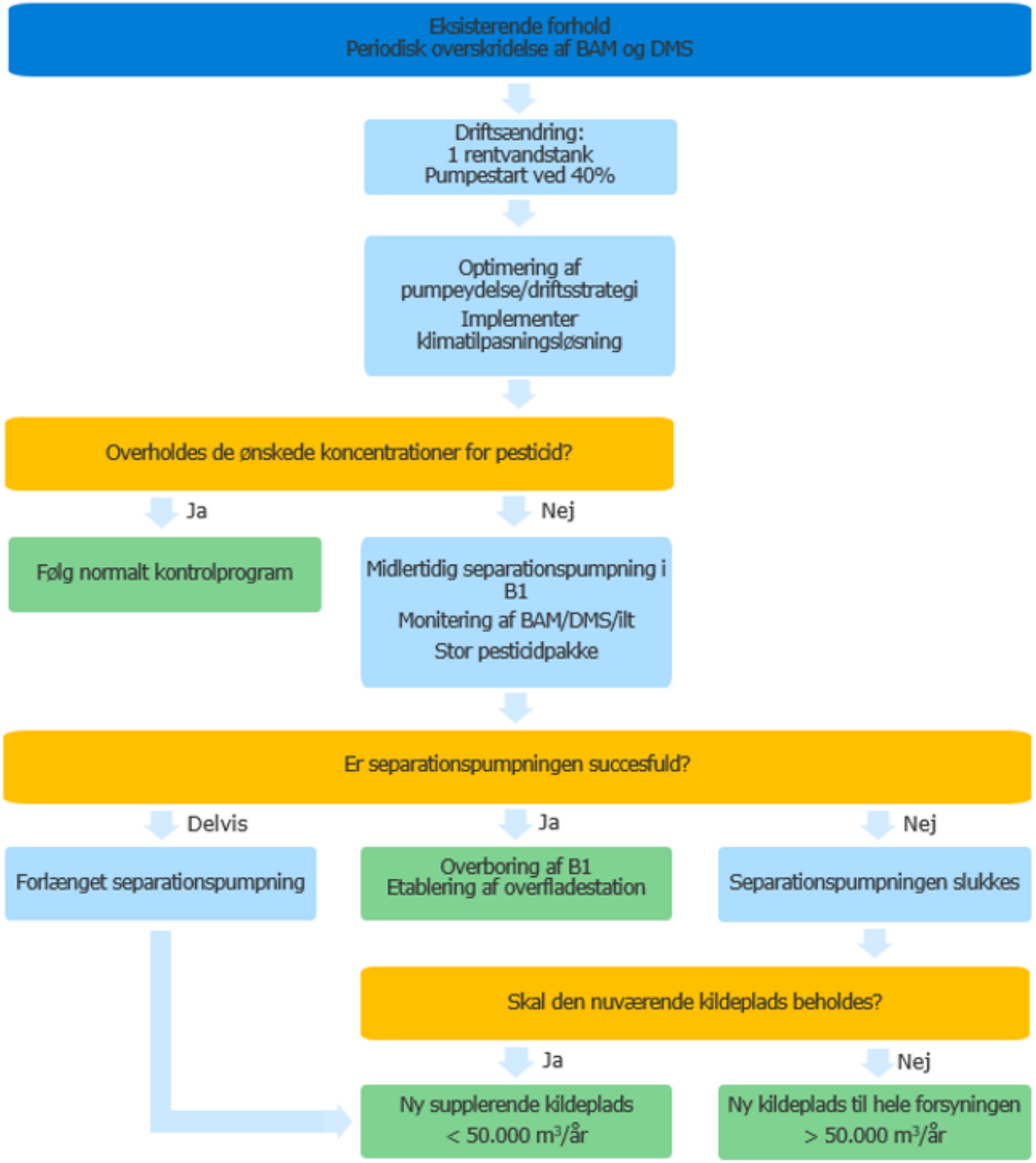


BORINGERNES PÅVIRKNING

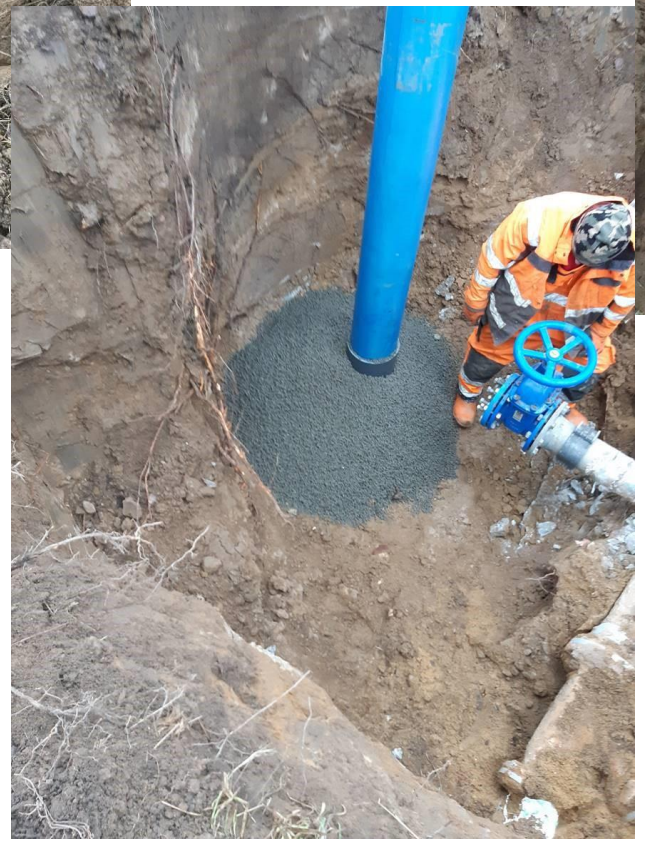




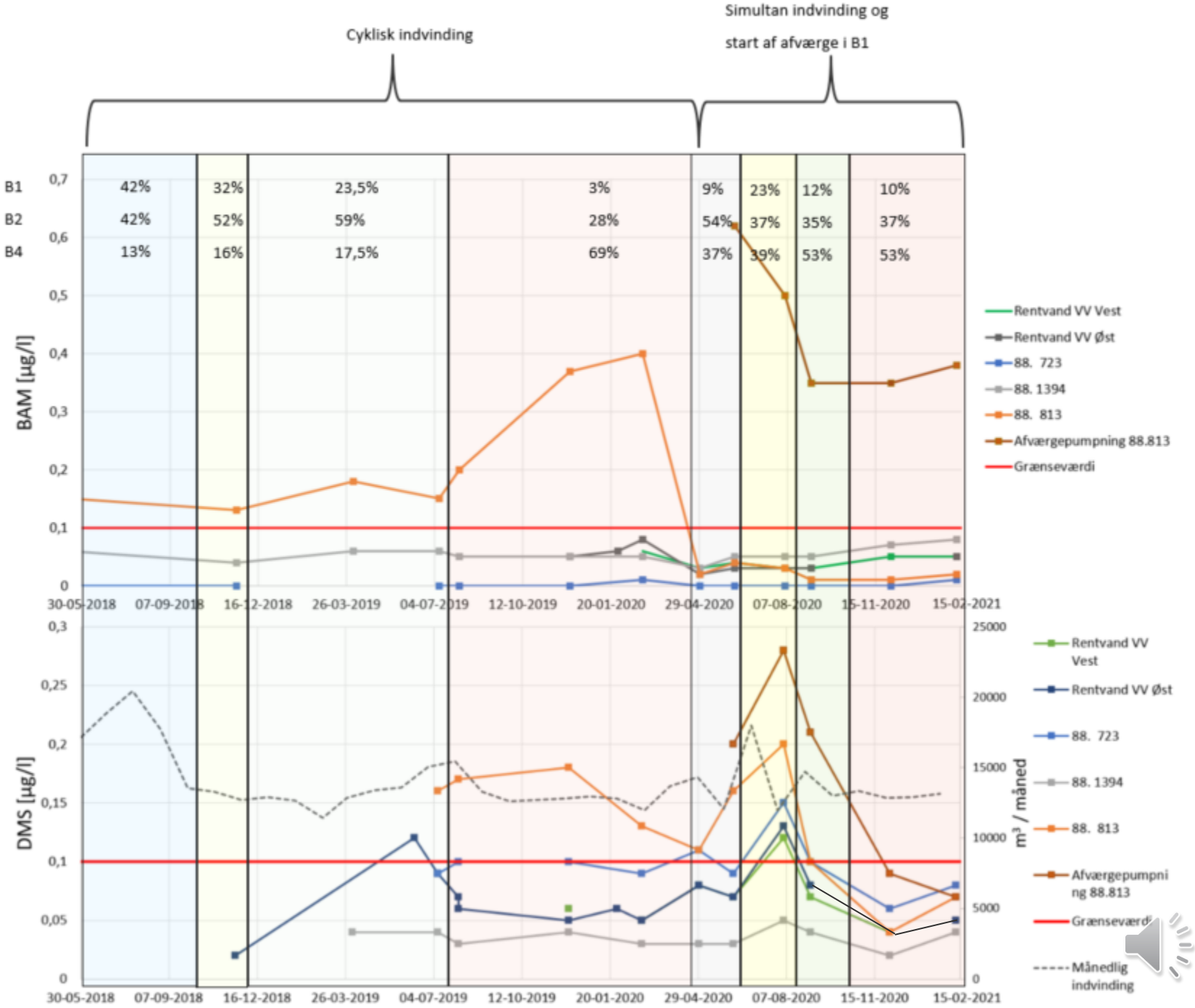
VURDERING OG HANDLINGSPLAN



RENOVERING AF BORING 1



HVOR ER VI NU?



RAMBØLL

DANVA og Region Syd, 2018. Fund af pesticider i vand fra almene vandværker. Idékatalog til vandværker og myndigheder.

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN!

HANNE BIRK MADSEN
HABM@RAMBOLL.DK/51611176

METTE RYOM
MRN@RAMBOLL.DK/51617697

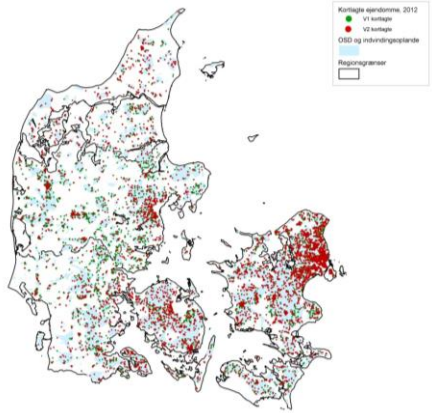
ROSKILDE KOMMUNE

PRIORITERING AF POTENTIELLE LOKALITETER TIL NYE KILDEPLADSER

ATV Vintermøde d. 9. marts 2021

Helle Ugilt Sø (Rambøll),

Niels Richardt (Rambøll), Dani Mikkelsen (Roskilde Kommune) og Glennie Olsen (Roskilde Kommune)



Undersøgelse og risikovurdering af jordforureningers påvirkning af overfladevand

– hvad skal der ske i 2021-2027?

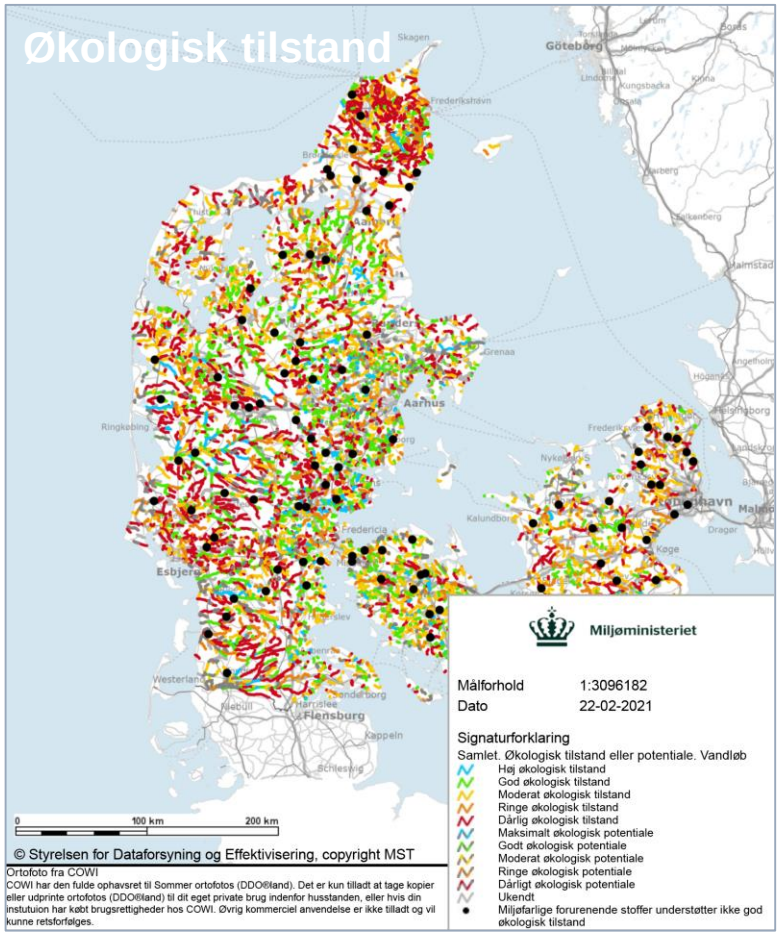
Regionerne v. John Flyvbjerg,
ATV's vintermøde om jord- og grundvandsforurening 9. marts 2021

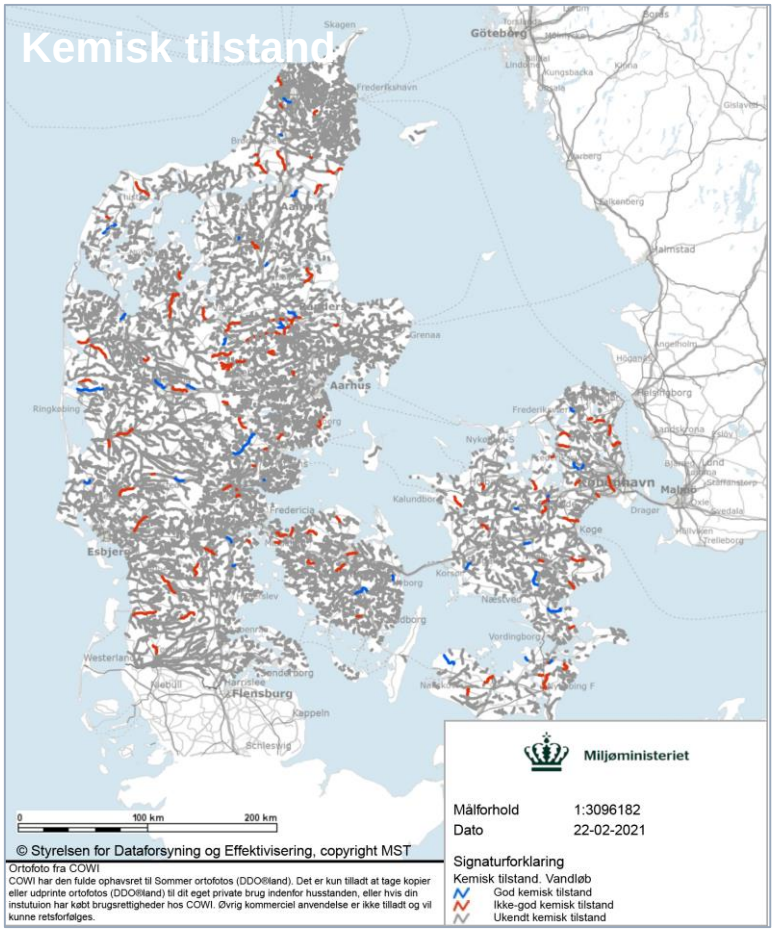
Vandrammedirektivet og vandområdeplanerne

Tredje vandplanperiode - 2021-2027:

- Vandområdeplanerne er samlet en plan for at forbedre det danske vandmiljø. De skal sikre renere vand i søer, vandløb, kystvande og grundvand i overensstemmelse med EU's vandrammedirektiv
- *Målsætning:*
  God økologisk og god kemisk tilstand i 2027
- Fokus på miljøfremmede stoffer i vand-miljøet (MFS) - herunder jordforureningers bidrag – bl.a. på baggrund af kritik fra EU.
- Vandområdeplanerne skal være offentliggjort senest 22. dec. 2021

Basisanalyse for vandområdeplanerne 2021-2027 – økologisk og kemisk tilstand i vandløb





Regionernes arbejde med jordforurening og overfladevand

2014: **Jordforureningsloven ændret**

Regionerne skal også beskytte overfladevand og natur mod skadelige påvirkninger fra jordforureninger

2014 - 2018: **Kildeopsporing og overblik**

- Risiko-screening af ca. 36.000 kortlagte jordforureninger.
- Løbende screening ifbm. nye kortlægninger.
- Flere forskellige udviklingsprojekter gennemført

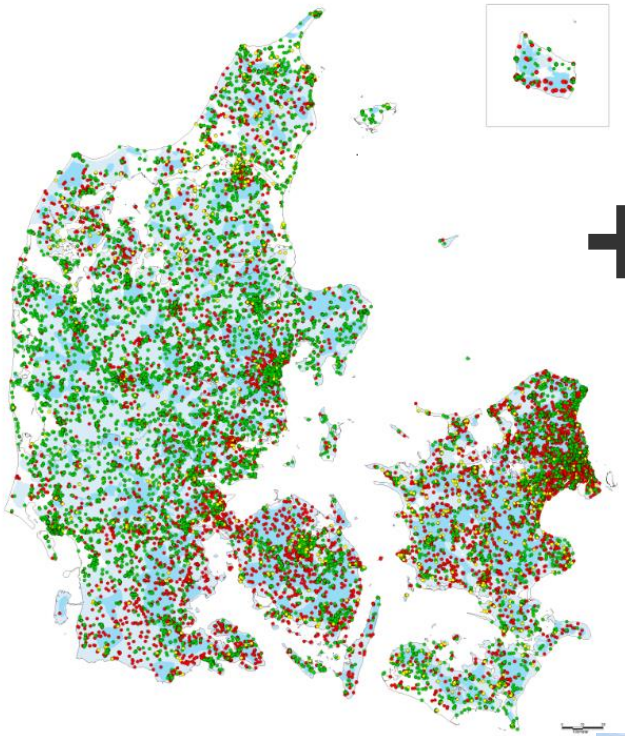
2019 - 2020 **Forhandling om finansiering og prioritering**

2021 - 2027: **Indsats**

Regionerne skal gennemføre den videre indsats på risikolokaliteterne ifbm. vandområdeplanerne 2021-2027.

Screening af alle jordforureninger 2014-2018

Ca. 36.000 kortlagte lokaliteter



+

Målsat overfladevand

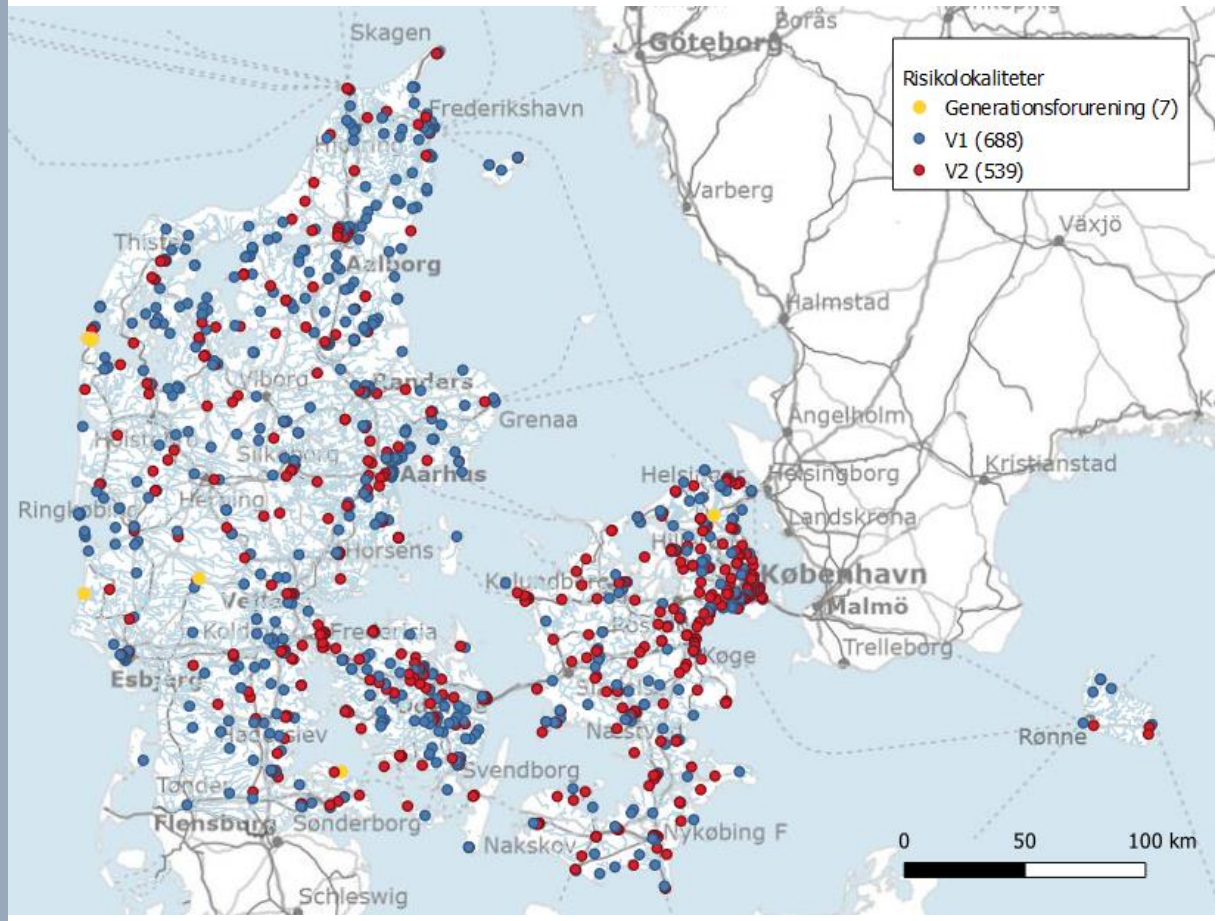
=

940 søer

19.000 km vandløb

7.300 km kyst + 78 fjorde

Risikolokaliteter



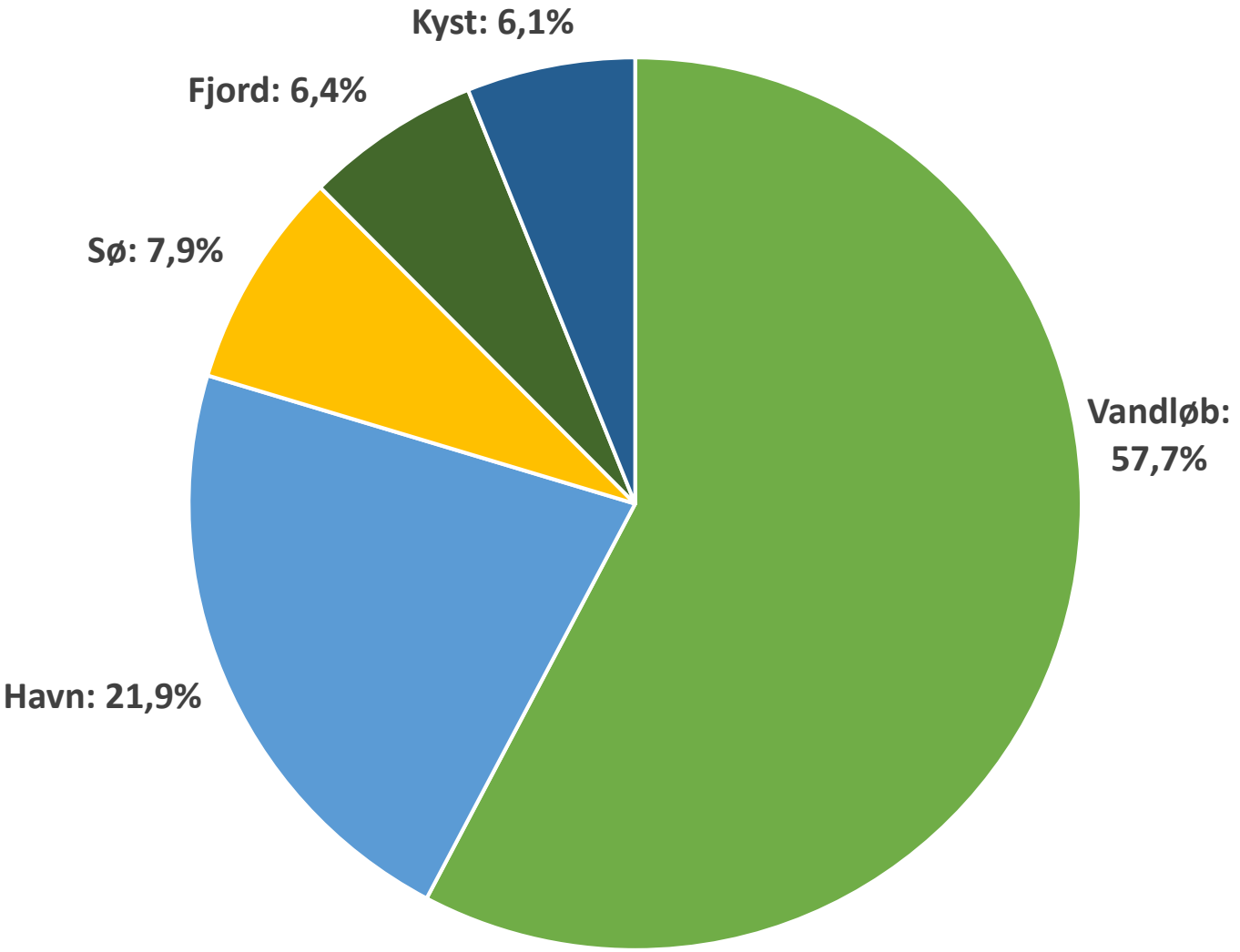
I alt 1234 risikolokaliteter:

1227 lokaliteter m. potentiel risiko (udpegede vha. screeningsværktøj)

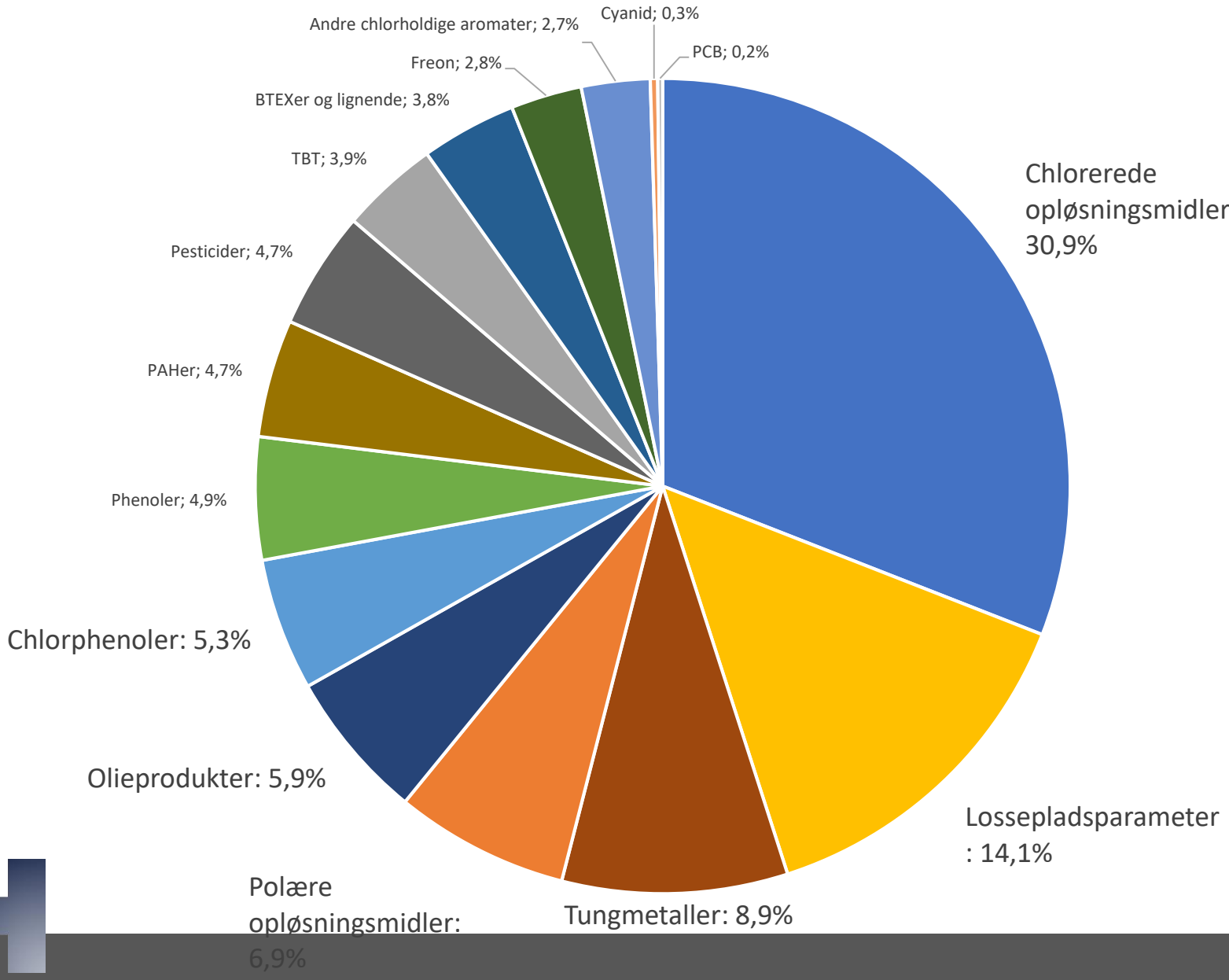
7 generationsforureninger med reel risiko ift. overfladevand:

- Høfde 42
- Cheminova gl. fabriksgrund
- Cheminova ny fabriksgrund
- Kærgård Klitplantage
- Grindstedværket
- Himmark Strand
- Collstrop grunden v Esrum Sø

Fordeling af risikolokaliteter i forhold til overfladevandstyper



Fordeling af risikolokaliteter i forhold til stoffer, V2-lokaliteter

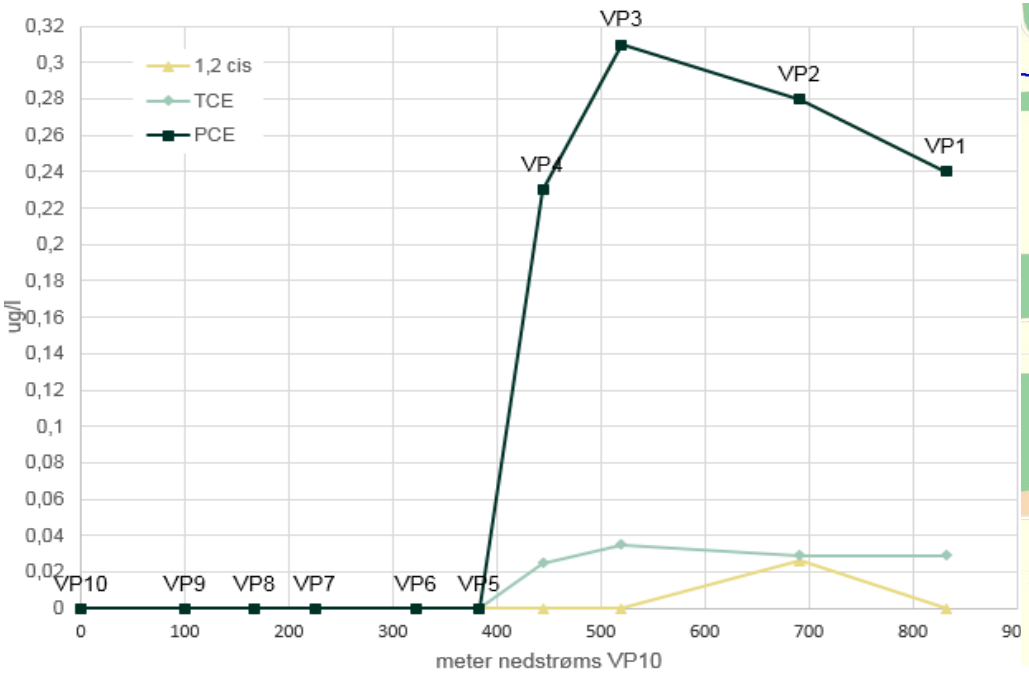


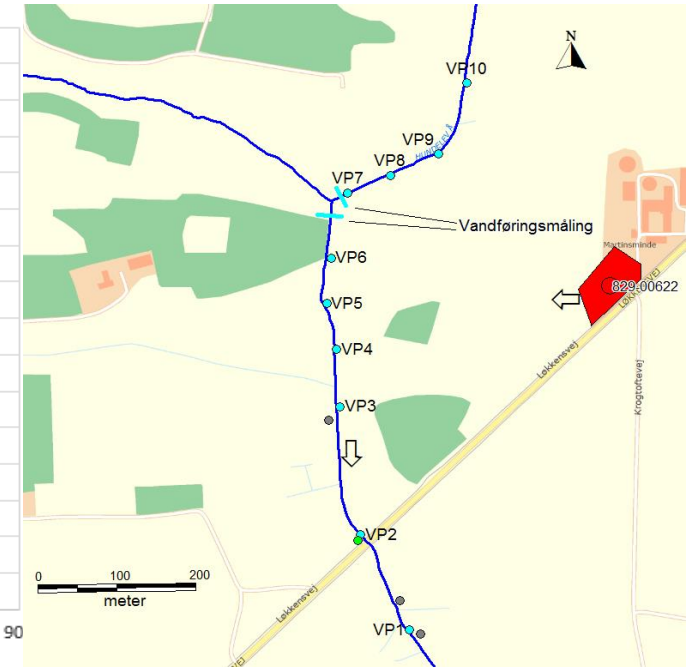
Aftale mellem DR og MFVM i juni 2020

- Regionerne skal:
  - Undersøge ca. 400 risikolokaliteter i 2021 og 2022
  - Gennemføre erfaringsopsamling på basis af de samlede undersøgelses-resultater
- Finansiering: 65 mio. kr.
  (til regions-årsværk, rådgivere, entreprenører, kemiske analyser mv)
- Der nedsættes en styregruppe for projektet med medlemmer fra regionerne, Ministeriet og Miljøstyrelsen.
- I 2023 tages der stilling til, hvad der videre skal ske
  (flere undersøgelser?, afværgeforanstaltninger? andet?)

Overordnet strategi for de 400 undersøgelser: Måle påvirkning direkte i eller tæt på overfladevand

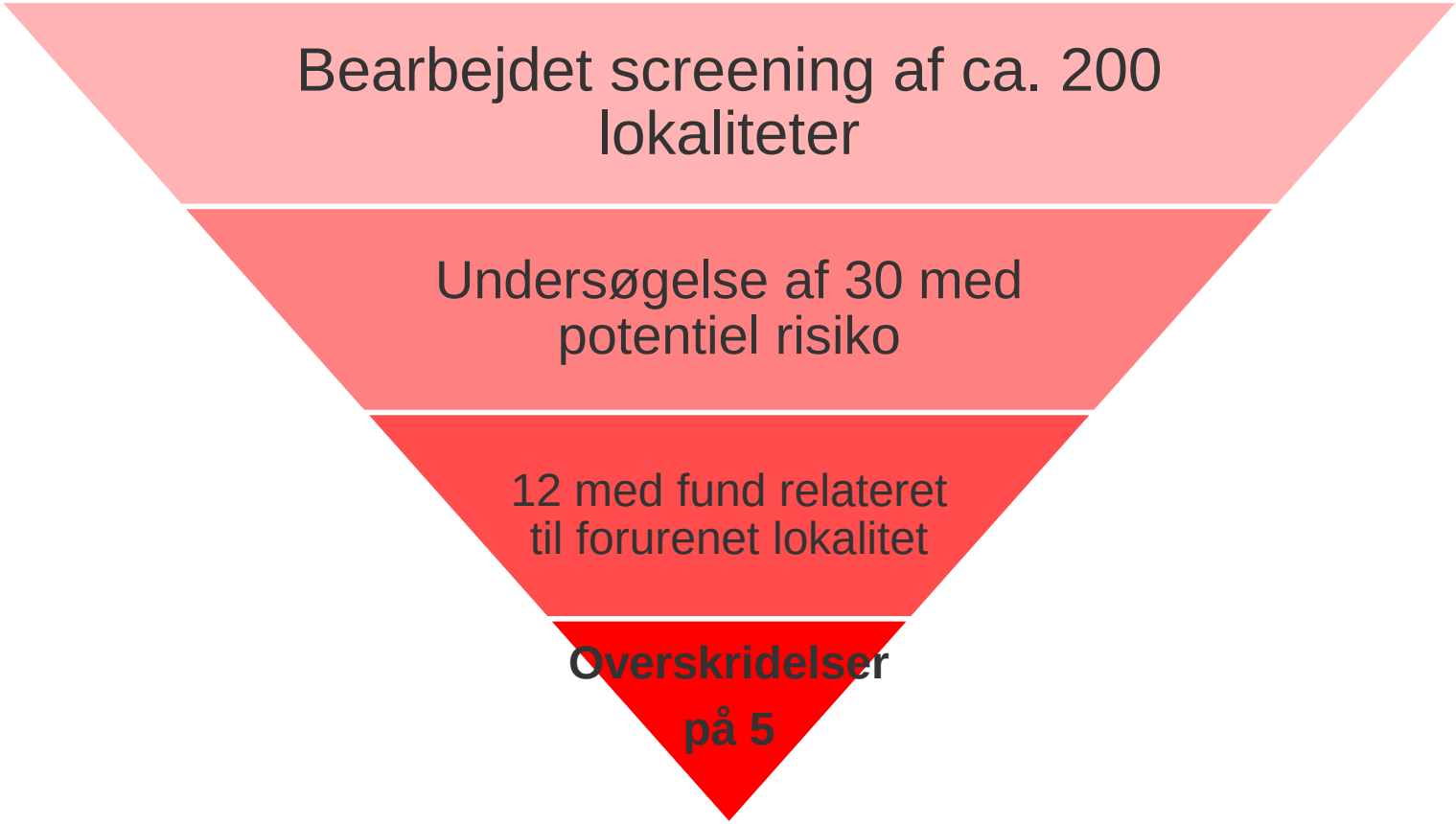
Forureningsfane i vandløb (Miljøprojekt 1846)





Opsamling på resultater (Miljøprojekt 1846)

Klorerede opløsningsmidler



Outputs fra de 400 undersøgelser – 2021-2022

Vandløb:

- Konklusion for hver lokalitet vedr. *målte* koncentrationer ift. kvalitetskriterier – reel risiko?
- Vandkvalitetsdata indrapporteres til Vanda databasen
- Vandføringsmålinger indrapporteres til Hymer databasen

Søer, kystvande

- Konklusion for hver lokalitet vedr. *beregnede* koncentrationer i sø eller kystvand ift. kvalitetskriterier – reel risiko?
- Vandkvalitetsdata indrapporteres til regionernes GeoGIS database og derfra til Jupiter databasen

NB: Der findes ikke overfladevands-kvalitetskriterier for alle de potentielle problemstoffer – MST arbejder på flere kvalitetskriterier

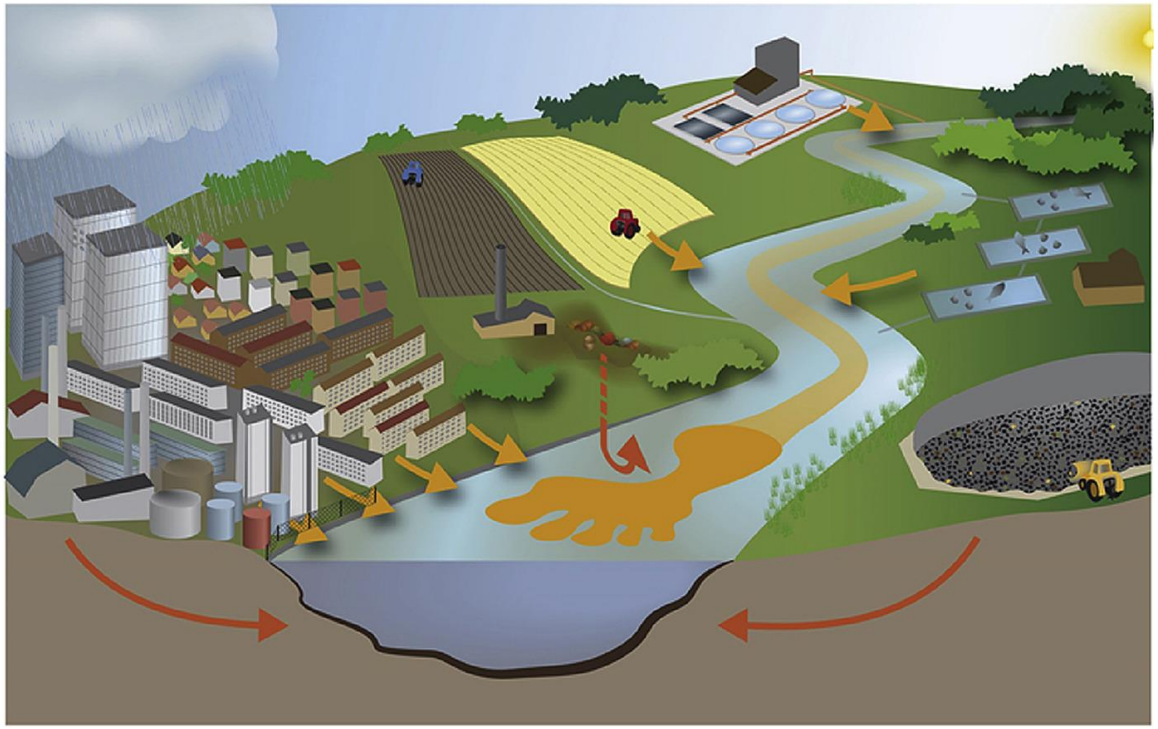
Erfaringsopsamling 2021-2023

Hvilke tendenser kan der udledes af undersøgelses-resultaterne og det øvrige datamateriale – f.eks.:

- Hyppigheder for fund og overskridelser af kvalitetskriterier for de forskellige grupper af forureningsstoffer
- Sammenhænge mellem fund/ikke fund af forureningsstoffer og:
  - Type af forureningskilde
  - Størrelse af forureningskilde
  - Afstand mellem forureningskilde og overfladevand
  - Geologiske og hydrogeologiske forhold
  - Type af overfladevand (vandløb, sø, kyst)
  - For vandløb: Størrelse, vandføring mv.
- Er der typer af jordforureninger, som ikke udgør en reel risiko?
- Er der typer af jordforureninger, som udgør en høj risiko?

2023: Beslutning om, hvad der videre skal ske

- *Viden om jordforureningers reelle påvirkning af overfladevand inddrages i fagligt grundlag for vandområdeplanerne*
- *Omfanget af undersøgelser på de resterende godt 800 potentielle risikolokaliteter?*
- *Yderligere indsats ift. de jordforureninger, som udgør en reel risiko ift. overfladevand?*
- *Helhedsvurdering af påvirkninger og indsats*



Påvirkninger:

- Fysiske forhold
- Næringsstoffer
- Pesticider
- Spildevand
- Regnvandsoverløb
- Jordforurening
- Vandindvinding
- …….

Figur fra Sonne, A.T., McKnight, U.S., Rønde, V., Bjerg, P.L., 2017:
Assessing the chemical contamination dynamics in a mixed land use stream system. Water Res. 125, 141–151

Sammenfatning

hvad skal der ske i 2021 – 2023?

- Undersøgelse af påvirkning fra ca. 400 risikolokaliteter på vandløb, søer og kystvand.
- Undersøgelsesstrategi: Påvirkningen undersøges direkte i eller tæt på overfladevand under forhold, hvor påvirkningen forventes at være størst.
- Det forventes, at et mindre antal af risiko-lokaliteterne (måske 10-15 %) giver anledning til overskridelser af miljøkvalitets-kriterier i det påvirkede overfladevand.
- Løbende erfaringsopsamling/analyse på baggrund af de gennemførte undersøgelser – rapporteres i 2023.

Sammenfatning

hvad skal der ske i 2023 – 2027?

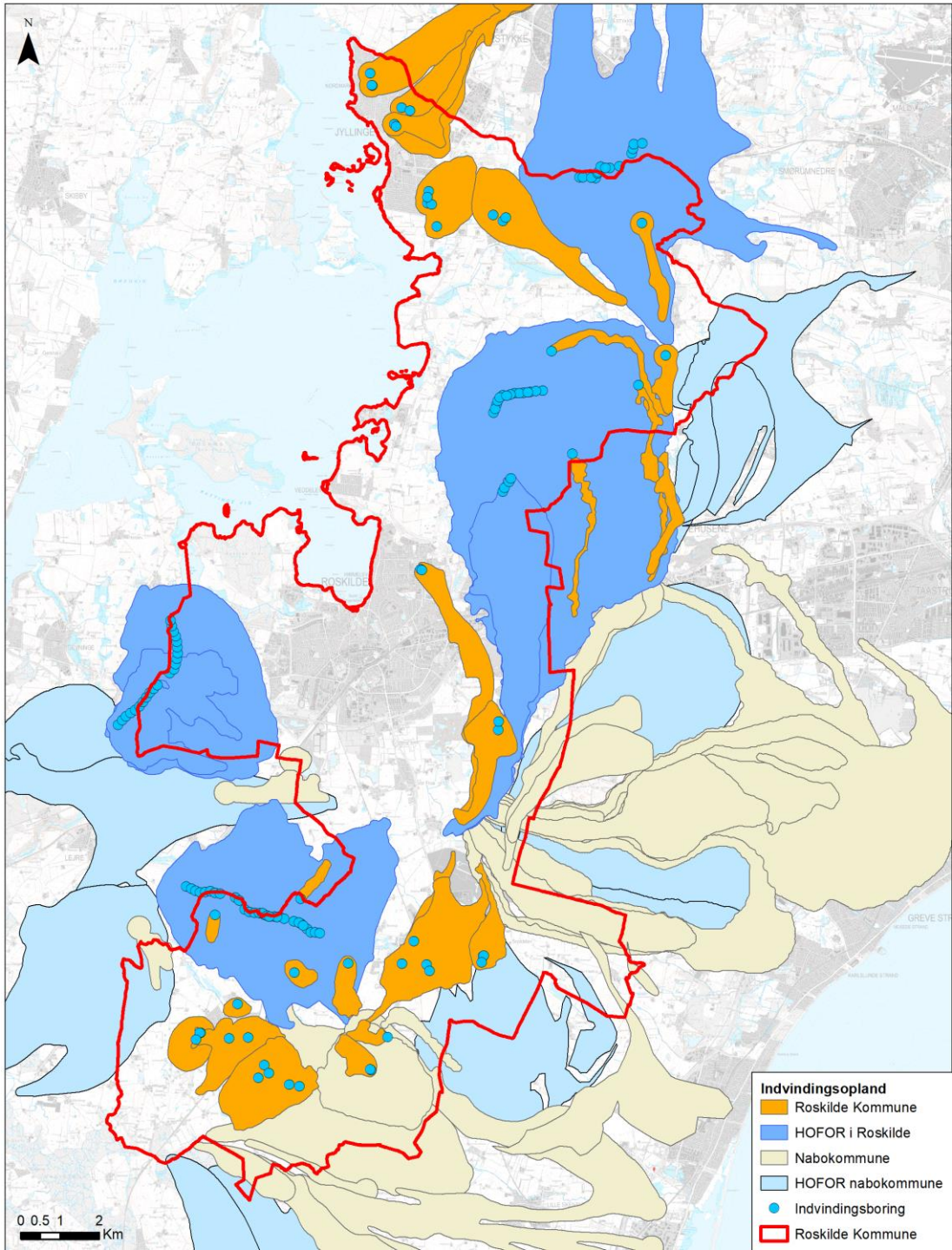
- Ny aftale mellem Miljøministeriet og regionerne i 2023:
  - omfang af undersøgelser på de resterende godt 800 potentielle risikolokaliteter
  - prioritering og omfang af yderligere indsats på de lokaliteter, som udgør en reel risiko
  - ….
- Valg af de rigtige indsatser kræver helhedsvurdering og samarbejde på tværs mellem fagområder og ansvarlige myndigheder

Tak for opmærksomheden

BAGGRUND

- I Roskilde Kommune er der en intensiv indvinding af grundvand
  - Egen vandforsyning i kommunen
  - HOFOR
  - Indvinding i nabokommuner strækker
- FORS, der forsyner mange af Roskilde Kommunes forbrugere, indvinder vandet i Lejre Kommune
- Pres på ressourcen, ikke mindst som følge af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandet

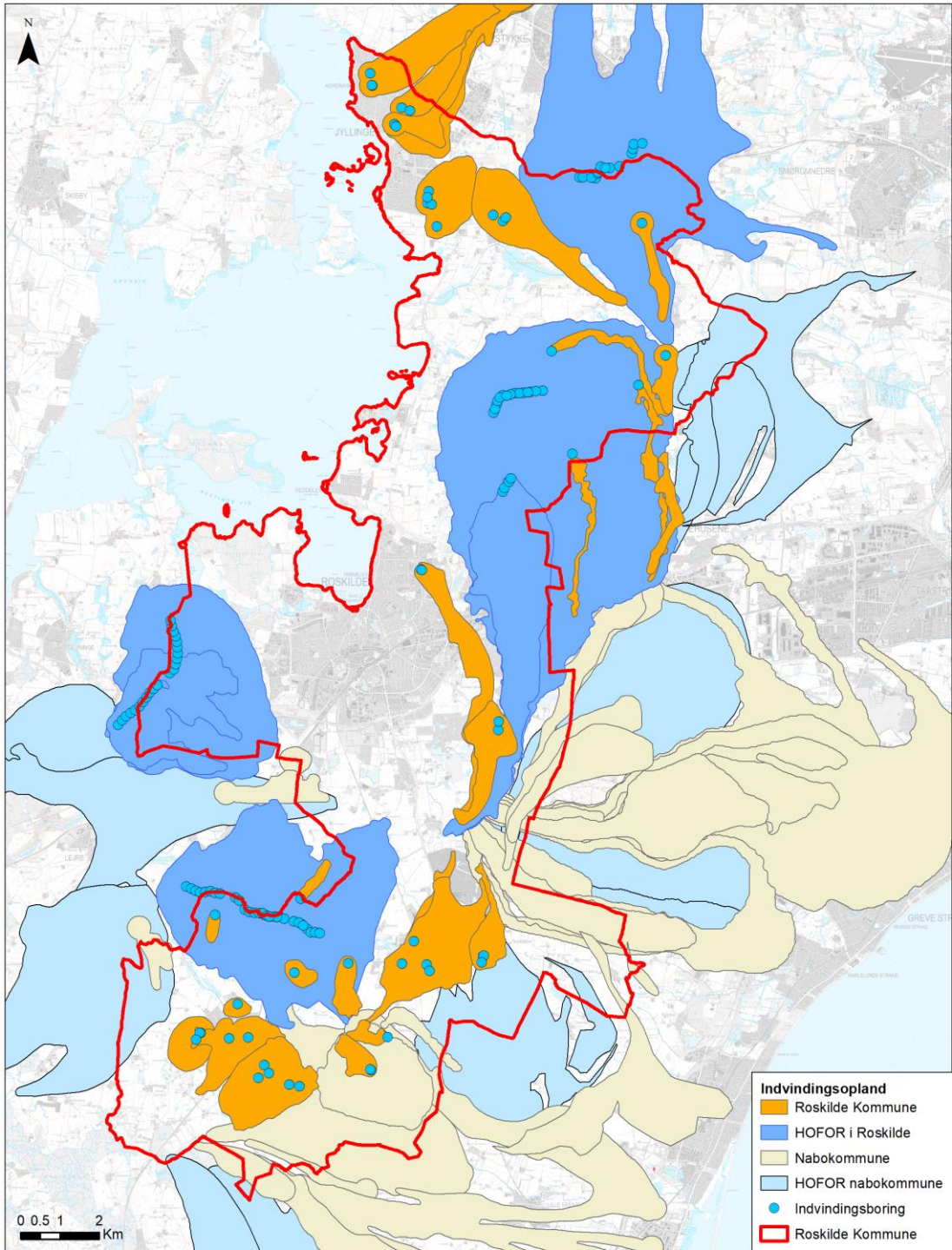
RAMBØLL



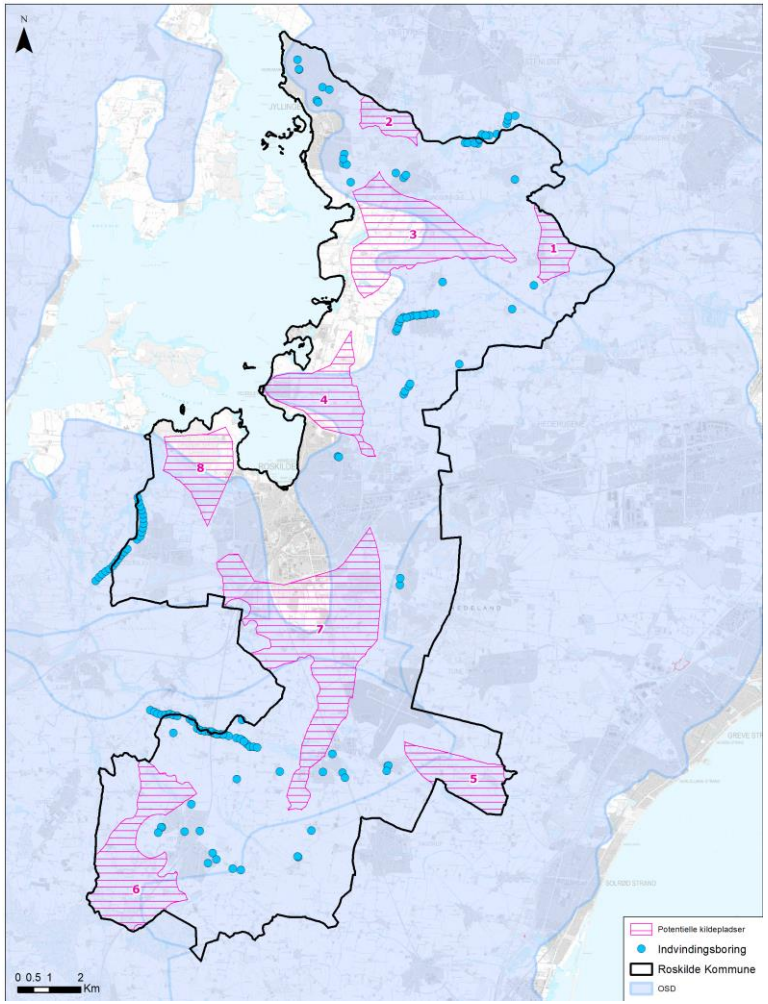
FORMÅL

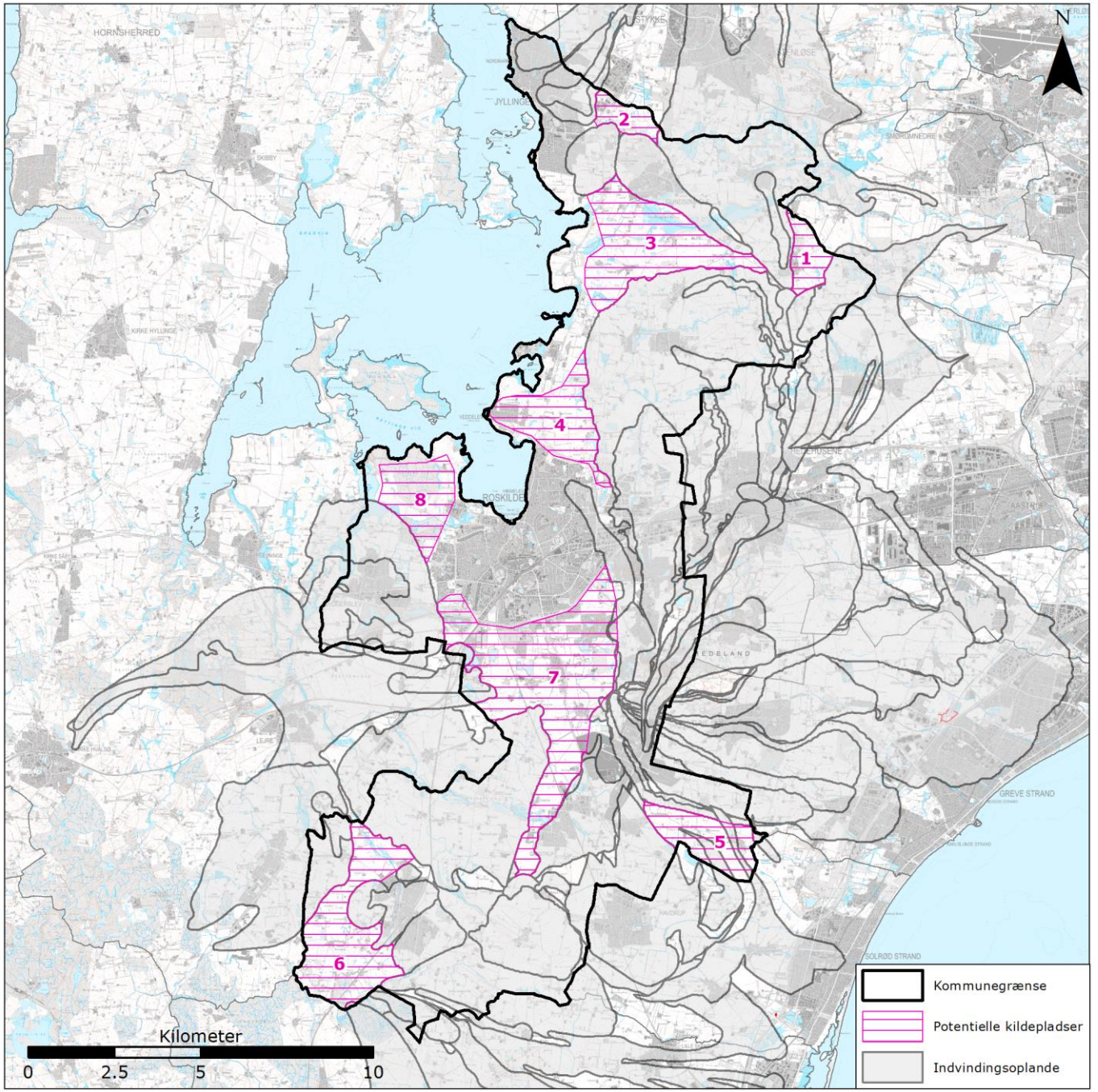
- Roskilde Kommune ønsker at fremtidssikre grundvandsressource og vandforsyning ved ikke kun at fokusere overvågning og indsatser på eksisterende indvindingsoplande.
- I forbindelse med arbejdet med indsatsplan for grundvandsbeskyttelse er der gennemført en prioritering af potentielle lokaliteter til nye kildepladser.

En sådan prioritering vil være relevant mange andre steder i landet, og den anvendte metodik vil ligeledes være relevant mange steder.



POTENTIELLE KILDEPLADSOMRÅDER

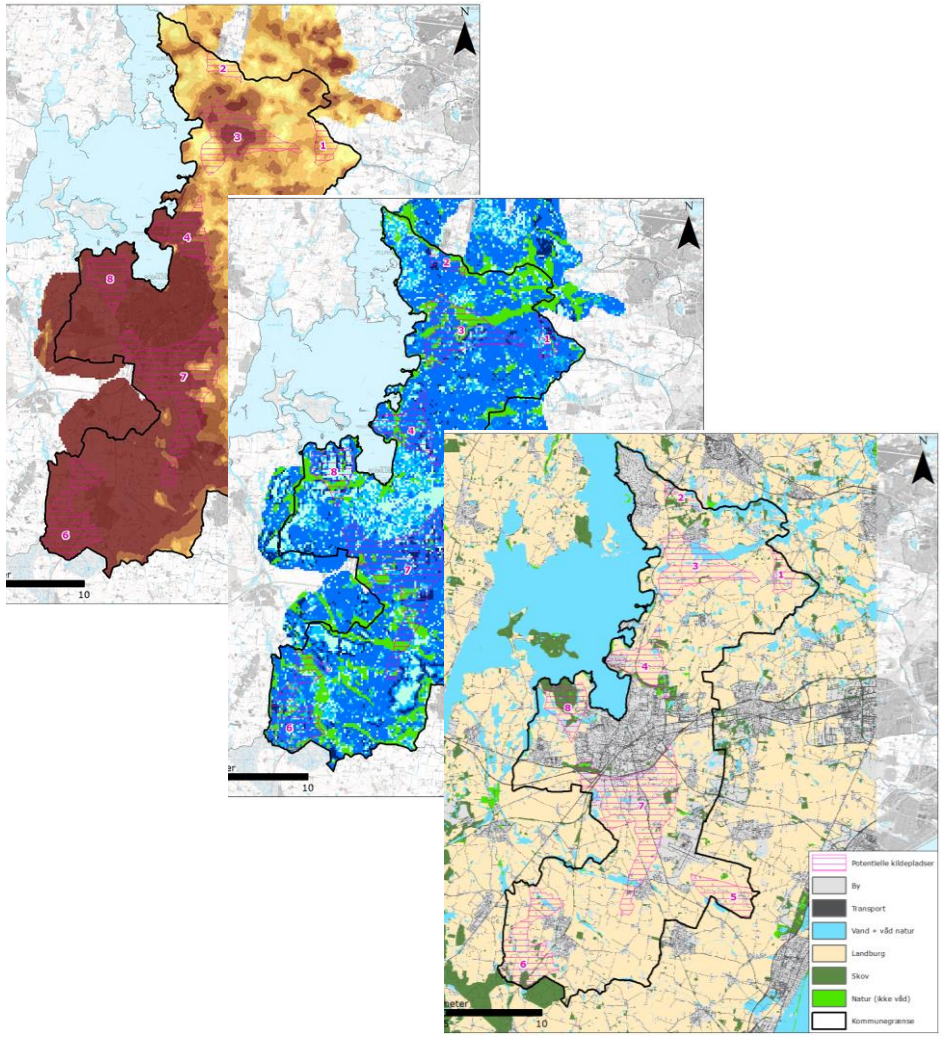


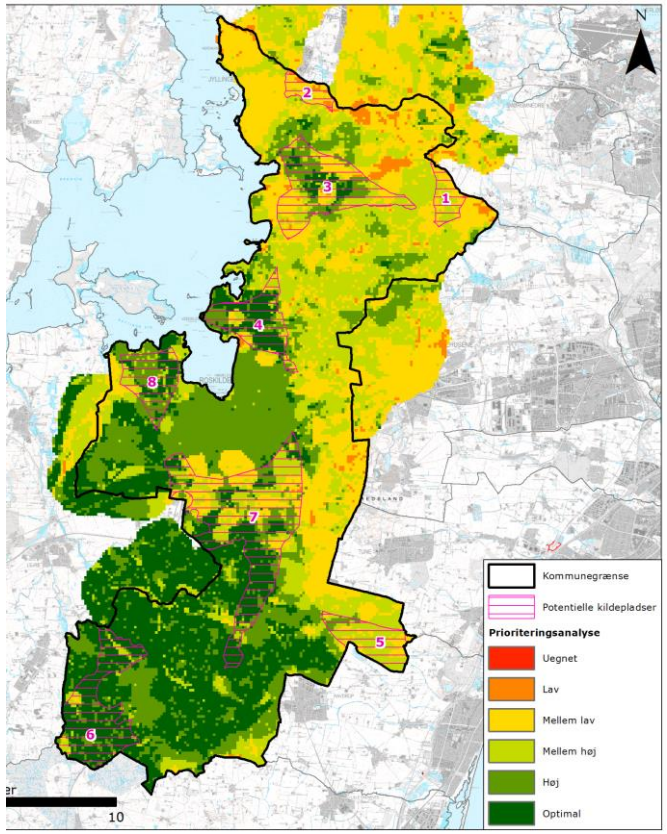


METODE

GIS
multiparameter-
prioriterings-
værktøj
Vandkvalitet
Strømningsveje
Prioritering

GIS-MULTIPARAMETER-PRIORITERINGSANALYSE



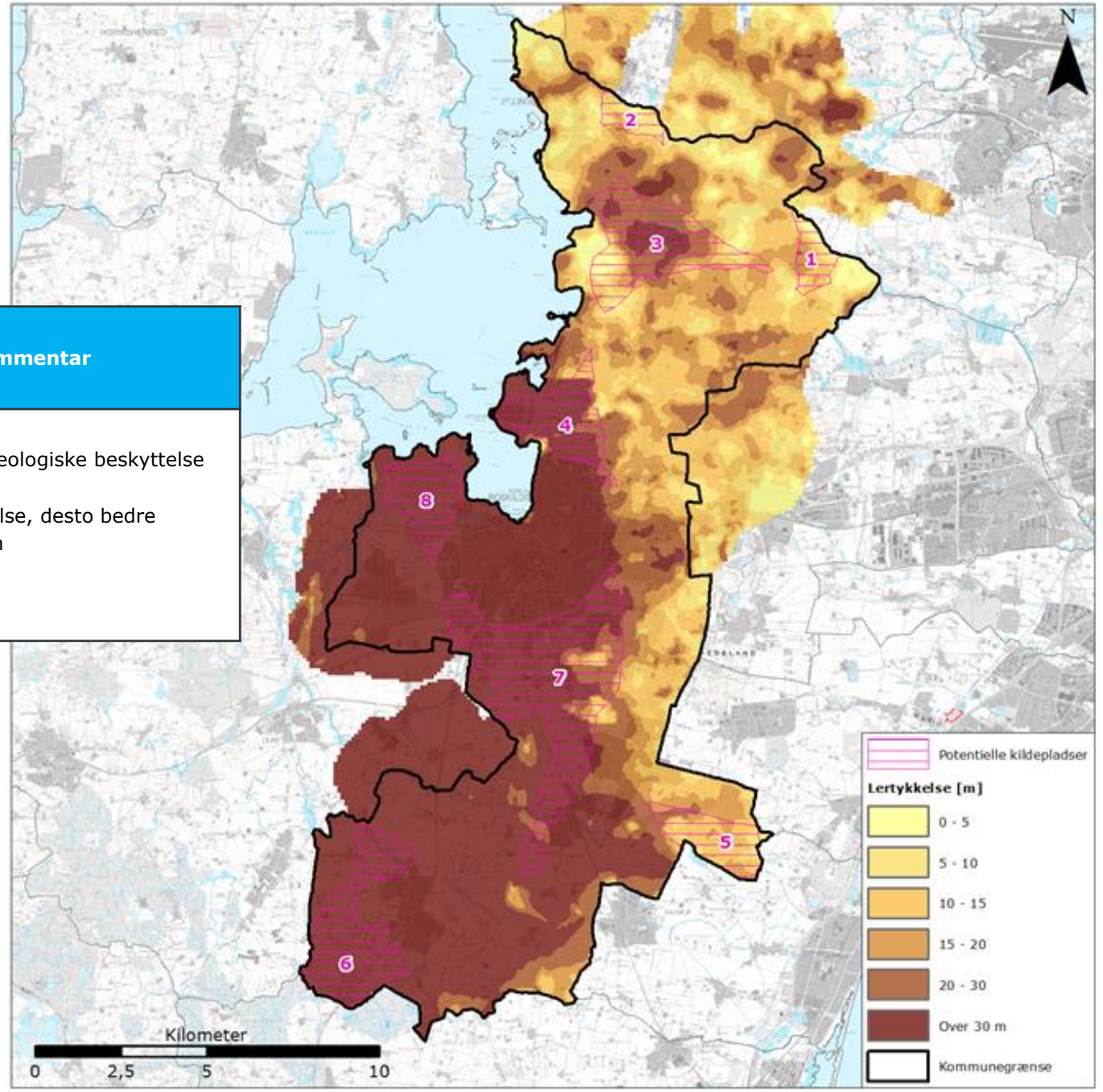


Inddrager temaer, der har betydning for, hvor godt beskyttet kalkmagasinet er mod forurening fra terræn og arealanvendelsen.

Vægtning mellem de forskellige inputparametre kan ændres og resultatet umiddelbart aflæses.

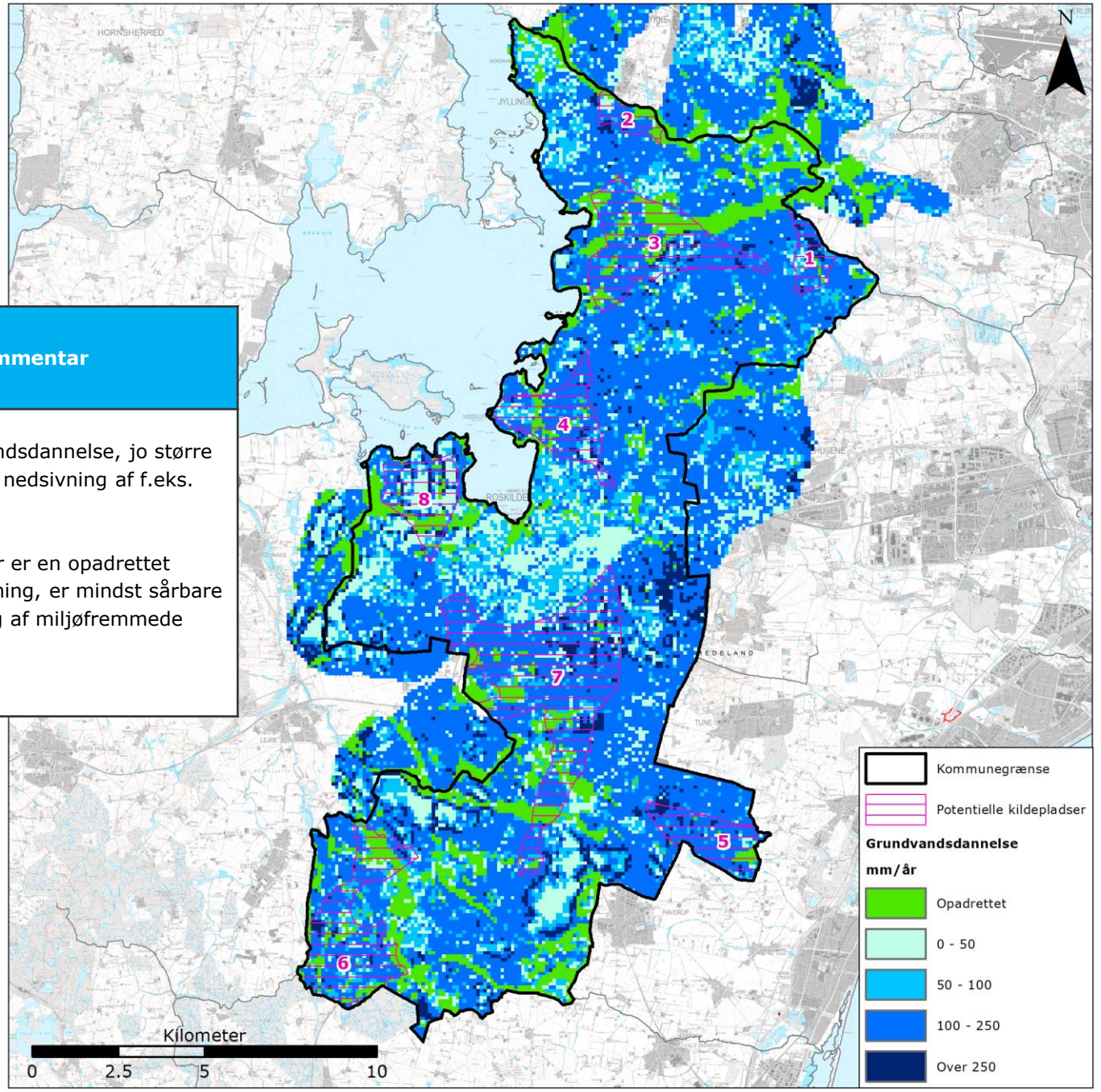
LER OVER KALK

Tema	Inddeling	Point	Ekstern vægtning (%)	Kommentar
Ler over kalk	0 - 10 m	0	20	Kalkmagasinets geologiske beskyttelse Jo højere lertykkelse, desto bedre beskyttet magasin
	10 - 20 m	2		
	20 - 30 m	6		
	Over 30 m	10		



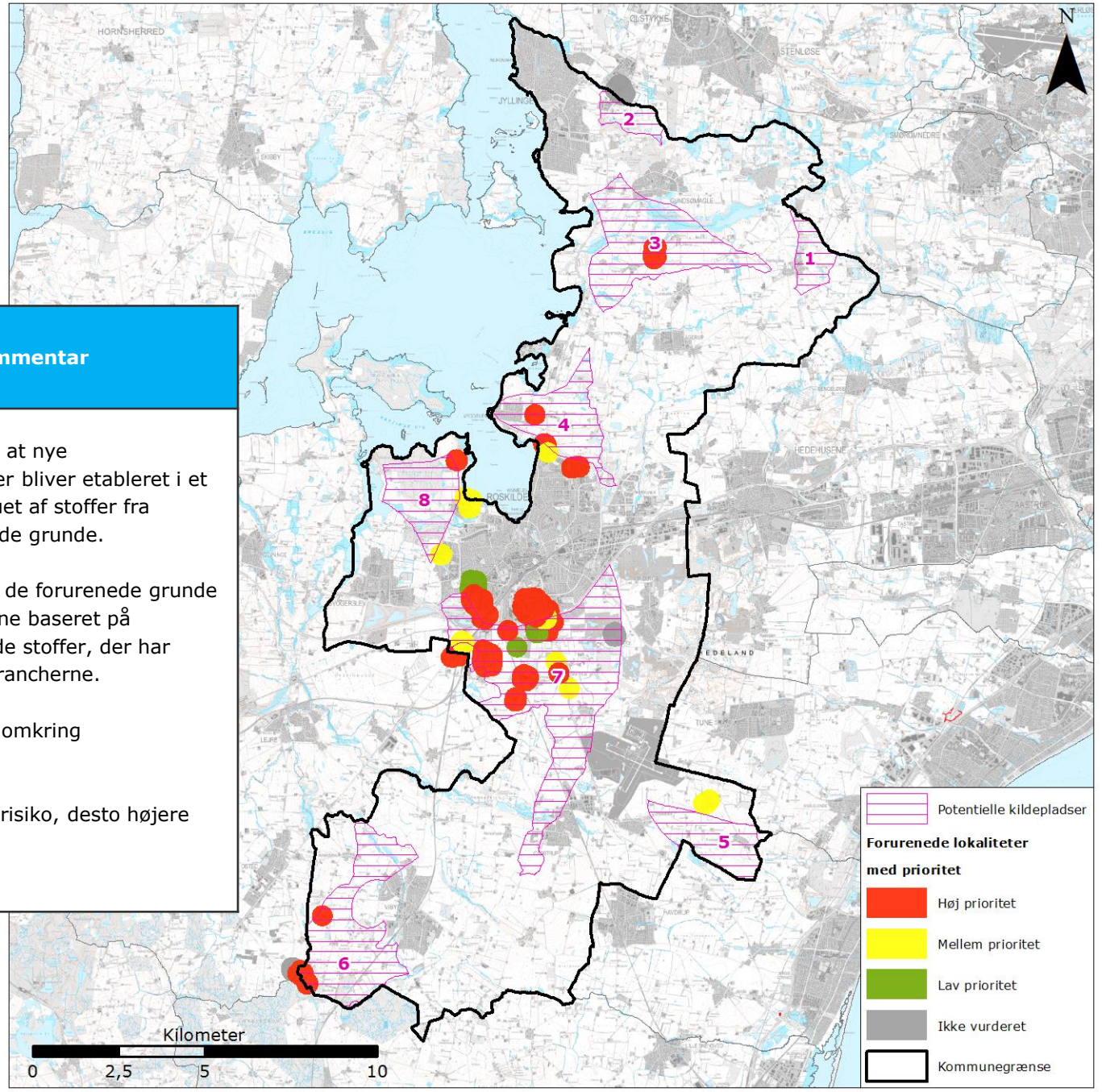
GRUNDVANDSDANNELSE VED TERRÆN

Tema	Inddeling	Point	Ekstern vægtning (%)	Kommentar
Grundvandsdannelse ved terræn	> 250 mm/år	2	10	Jo større grundvandsdannelse, jo større sårbarhed overfor nedsivning af f.eks. pesticider. Områder, hvor der er en opadrettet grundvandsstrømning, er mindst sårbare overfor nedsivning af miljøfremmede stoffer.
	50-250 mm/år	5		
	0-50 mm/år	8		
	Opadrettet gradient	10		



KORTLAGTE LOKALITETER

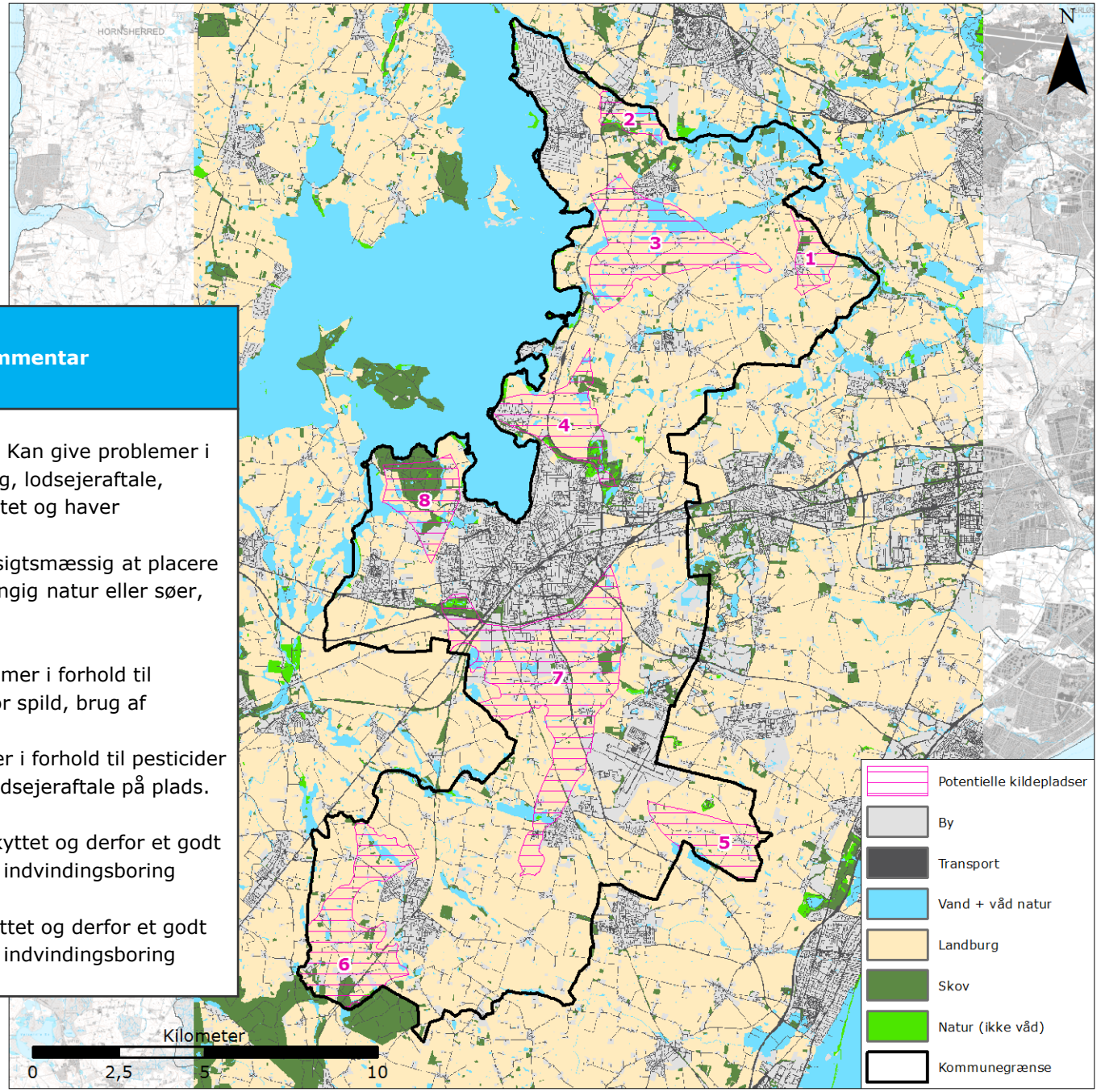
Tema	Inddeling	Point	Ekstern vægtning (%)	Kommentar
Kortlagte forureninger med prioritering	Høj prioritet	0	20	Minimer risiko for, at nye indvindingsboringer bliver etableret i et område, der er truet af stoffer fra kortlagte forurenede grunde. Risikoscreening af de forurenede grunde i Roskilde Kommune baseret på branchetypen og de stoffer, der har været anvendt i brancherne. 300 m bufferzone omkring centerkoordinat Jo større branche-risiko, desto højere prioritet.
	Mellem prioritet	5		
	Lav prioritet	9		
	Ikke vurderet	3		



(Potentielt) forurenede lokaliteter kun inkluderet indenfor de potentielle kildepladsområder inkl. en bufferzone

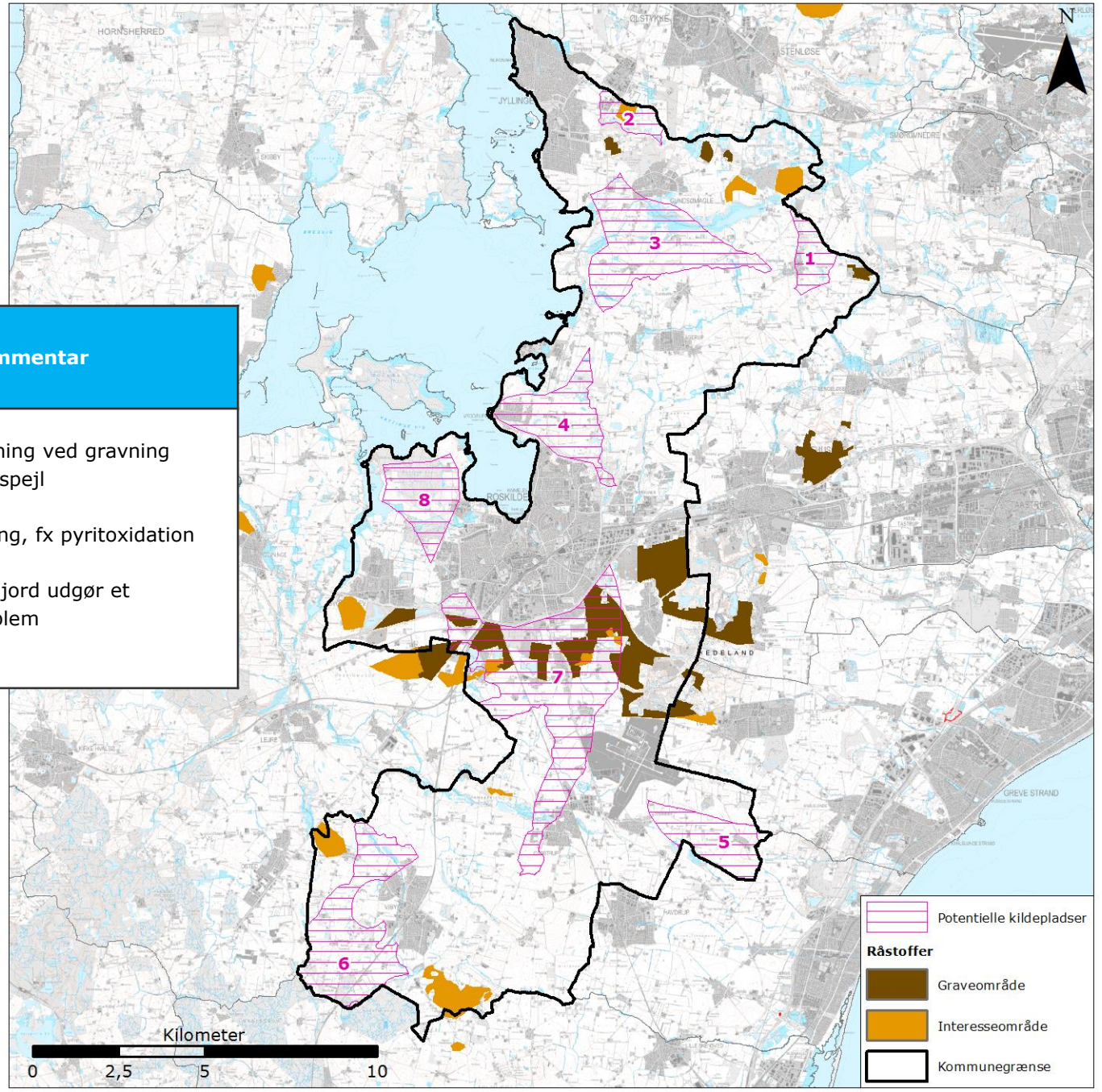
AREALANVENDELSE

Tema	Inddeling	Point	Ekstern vægtning (%)	Kommentar
Arealanvendelse	By	0	10	**By og transport**: Kan give problemer i forhold til placering, lodsejeraftale, forurenende aktivitet og haver **Våd natur**: Uhensigtsmæssig at placere i grundvandsafhængig natur eller søer, moser osv. **Landbrug**: Problemer i forhold til placering, risiko for spild, brug af pesticider, m.v. Kan give problemer i forhold til pesticider og med at få en lodsejeraftale på plads. **Skov** er godt beskyttet og derfor et godt sted at placere en indvindingsboring **Natur** Godt beskyttet og derfor et godt sted at placere en indvindingsboring
	Transport	0		
	Vand + våd natur	0		
	Landbrug	5		
	Skov	10		
	Natur (ikke våd)	10		



RÅSTOFOMRÅDER

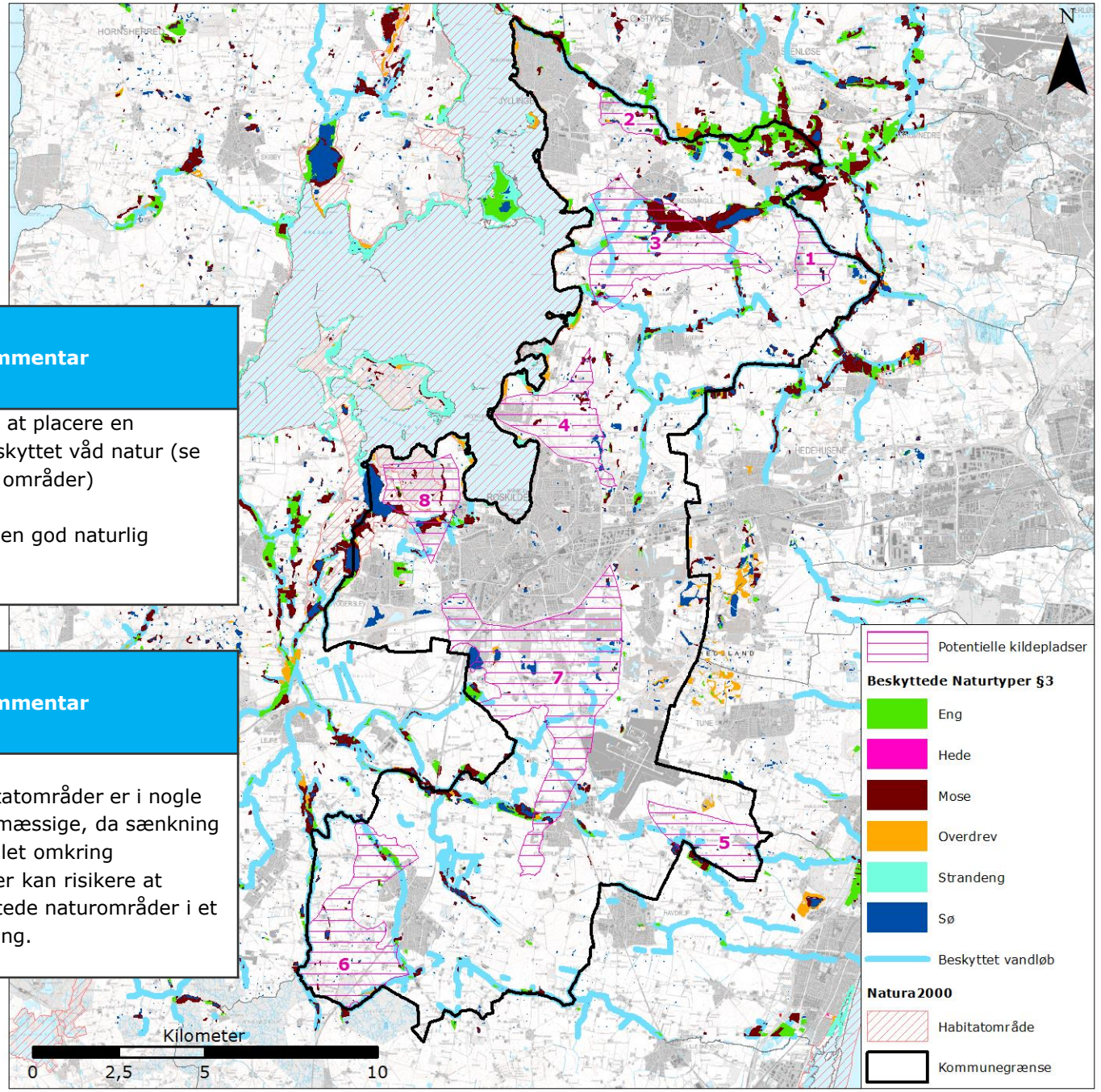
Tema	Inddeling	Point	Ekstern vægtning (%)	Kommentar
Råstofområder	Råstof graveområde	0	15	Kvantitativ påvirkning ved gravning under grundvandsspejl Kvalitativ påvirkning, fx pyritoxidation Deponering af fyldjord udgør et miljømæssigt problem
	Råstof interesse-område	5		
	Udenfor	10		



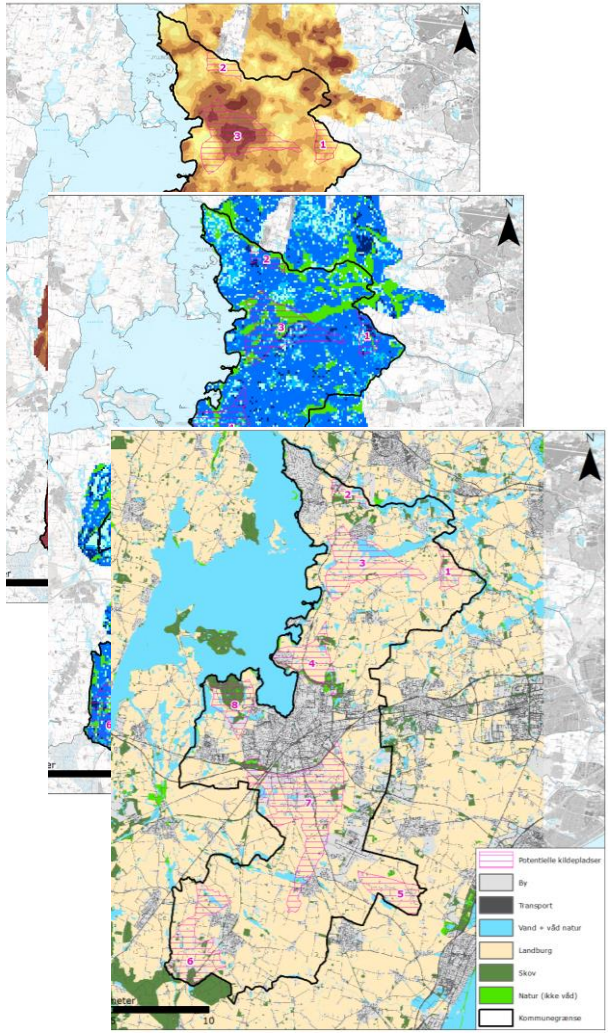
§3 BESKYTTET NATUR NATURA 2000

Tema	Inddeling	Point	Ekstern vægtning (%)	Kommentar
Beskyttet natur	Våd	0	10	Uhensigtsmæssigt at placere en indvinding ved beskyttet våd natur (se også Natura 2000 områder) Ikke-våd natur er en god naturlig beskyttelse
	Ikke-våd	10		
	Udenfor	10		

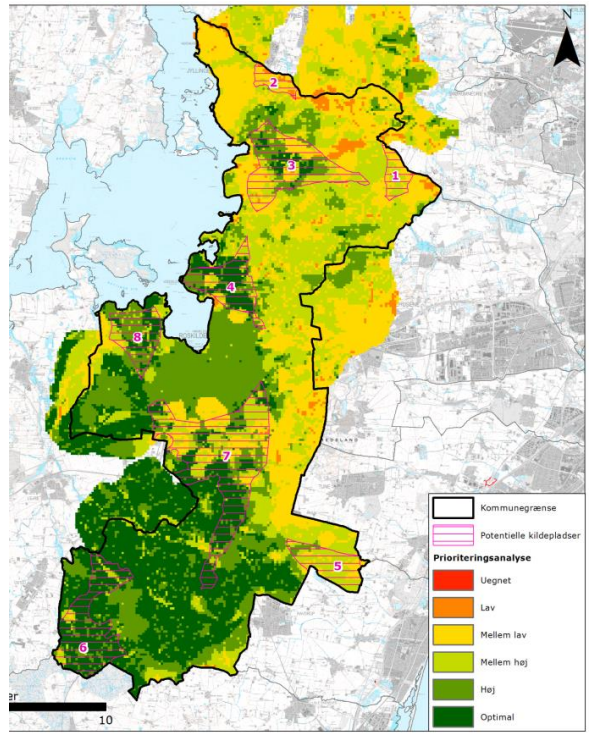
Tema	Inddeling	Point	Ekstern vægtning (%)	Kommentar
Natura 2000	Indenfor	0	15	Natura 2000-habitatområder er i nogle tilfælde uhensigtsmæssige, da sænkning af grundvandsspejlet omkring indvindingsboringer kan risikere at påvirke de beskyttede naturområder i et uacceptabelt omfang.
	Udenfor	10		



GIS-MULTIPARAMETER-PRIORITERINGSANALYSE



Tema	Ekstern vægtning (%)
Ler over kalk	20
Grundvandsdannelse ved terræn	10
Kortlagte forureninger med prioritering	20
Arealanvendelse	10
Råstoffer	15
Beskyttet natur	10
Natura 2000	15



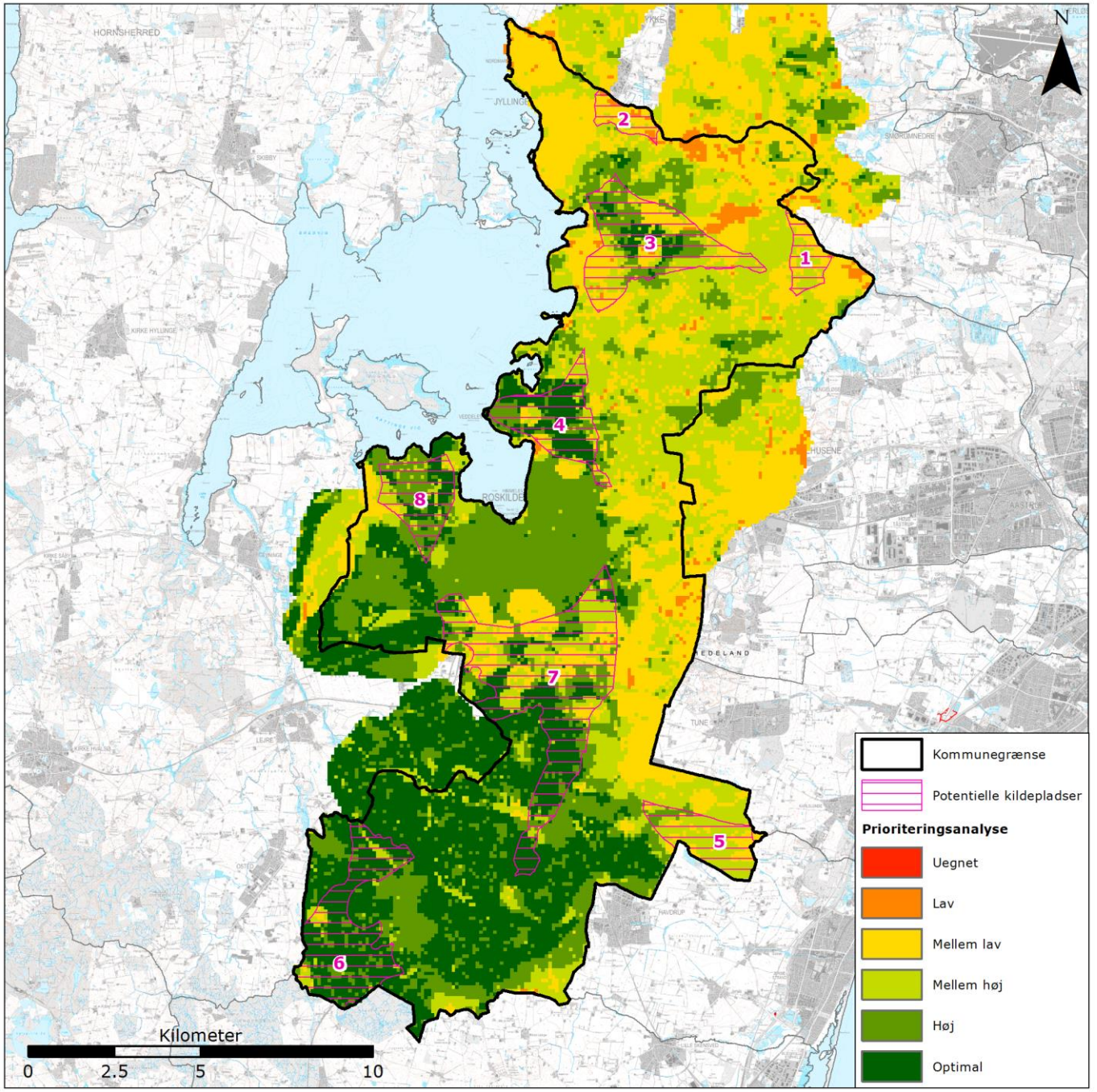
- Geologisk beskyttelse samt forureningslokaliteter vurderes at være de vigtigste parametre og gives derfor højest vægt (20 %).
- Råstofgraveområder og Natura 2000 områder vurderes at udgøre alvorlige problemer i forhold til etablering af en indvinding og gives derfor en relativt høj vægt (15 %).

RAMBØLL

RESULTAT AF GIS-MULTIPARAMETER PRIORITERINGSANALYSE

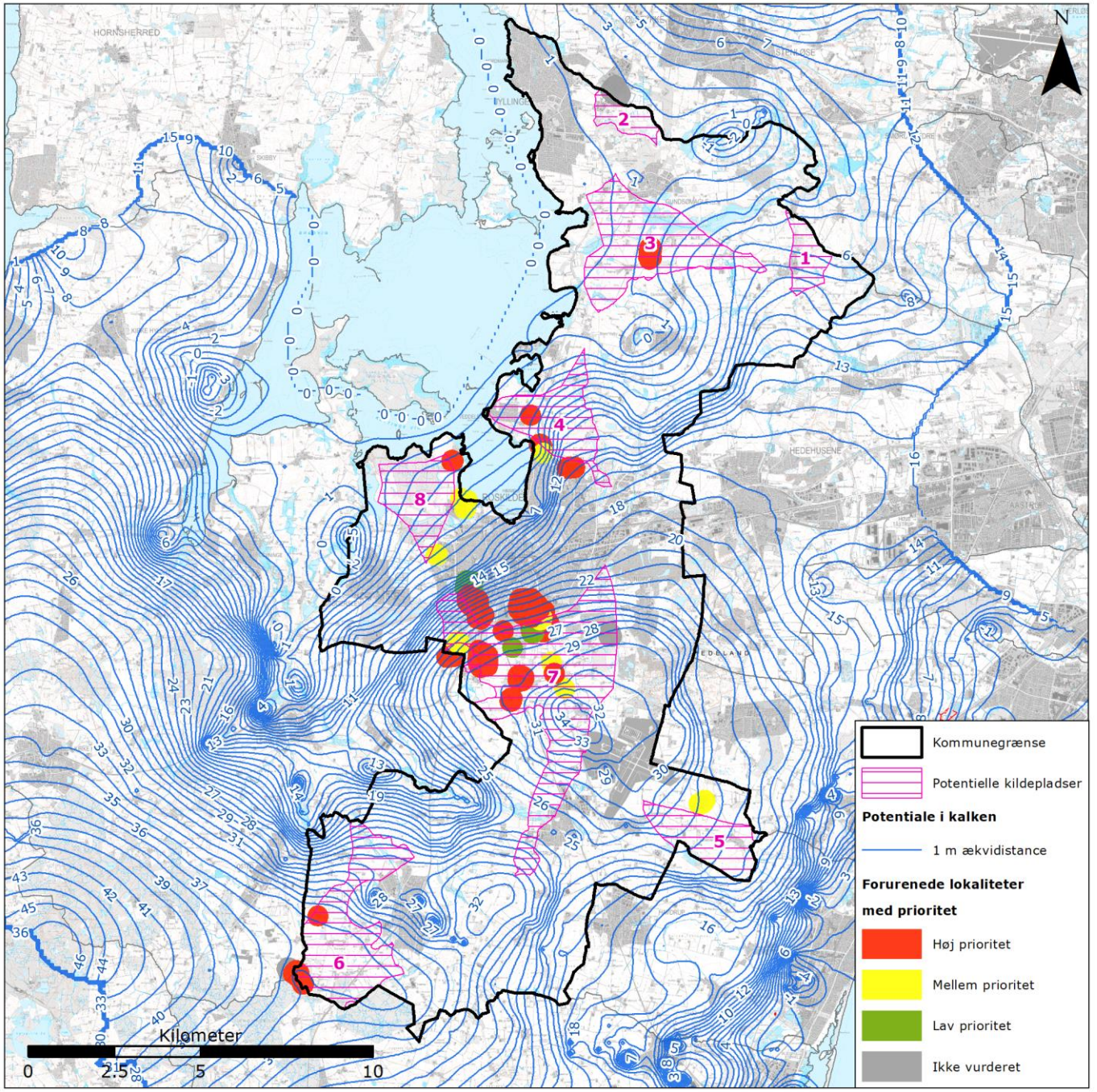
- Høj: 6, 8 og 7(syd)
- Mellem: 3, 4
- Lav: 1, 2, 5 og 7(nord)

(Potentielt) forurenede lokaliteter kun inkluderet indenfor de potentielle kildepladsområder inkl. buffer



POTENTIALE I ØVRE KALK

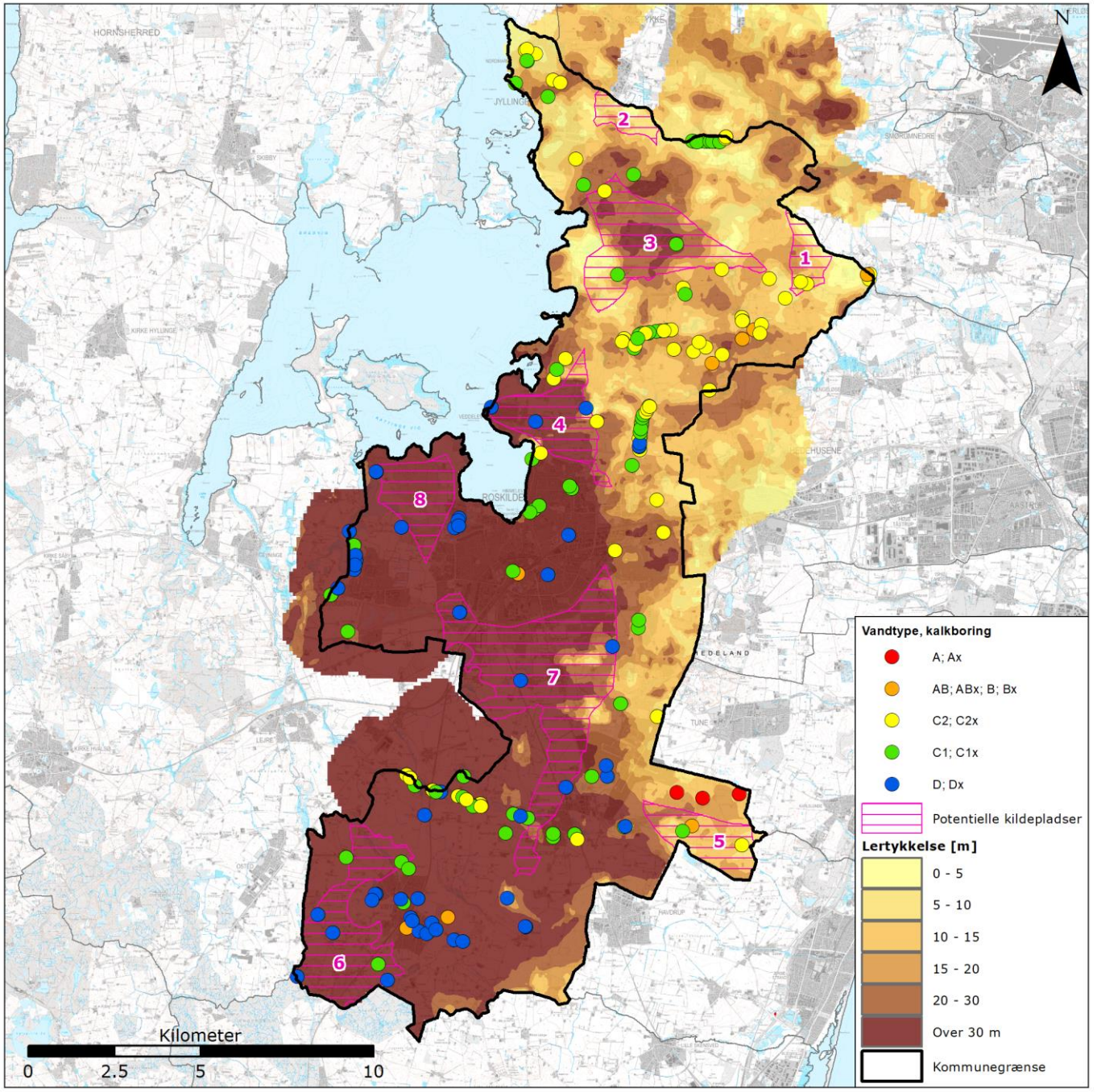
- Kortlagte forurenede (V2) og potentielt forurenede (V1) lokaliteter
- Særlig fokus:
  - den centrale del af område 3,
  - den sydlige kant samt den vestlige del af område 4, samt
  - særligt i den nordvestlige del af område 7



VANDKVALITET (1/3)

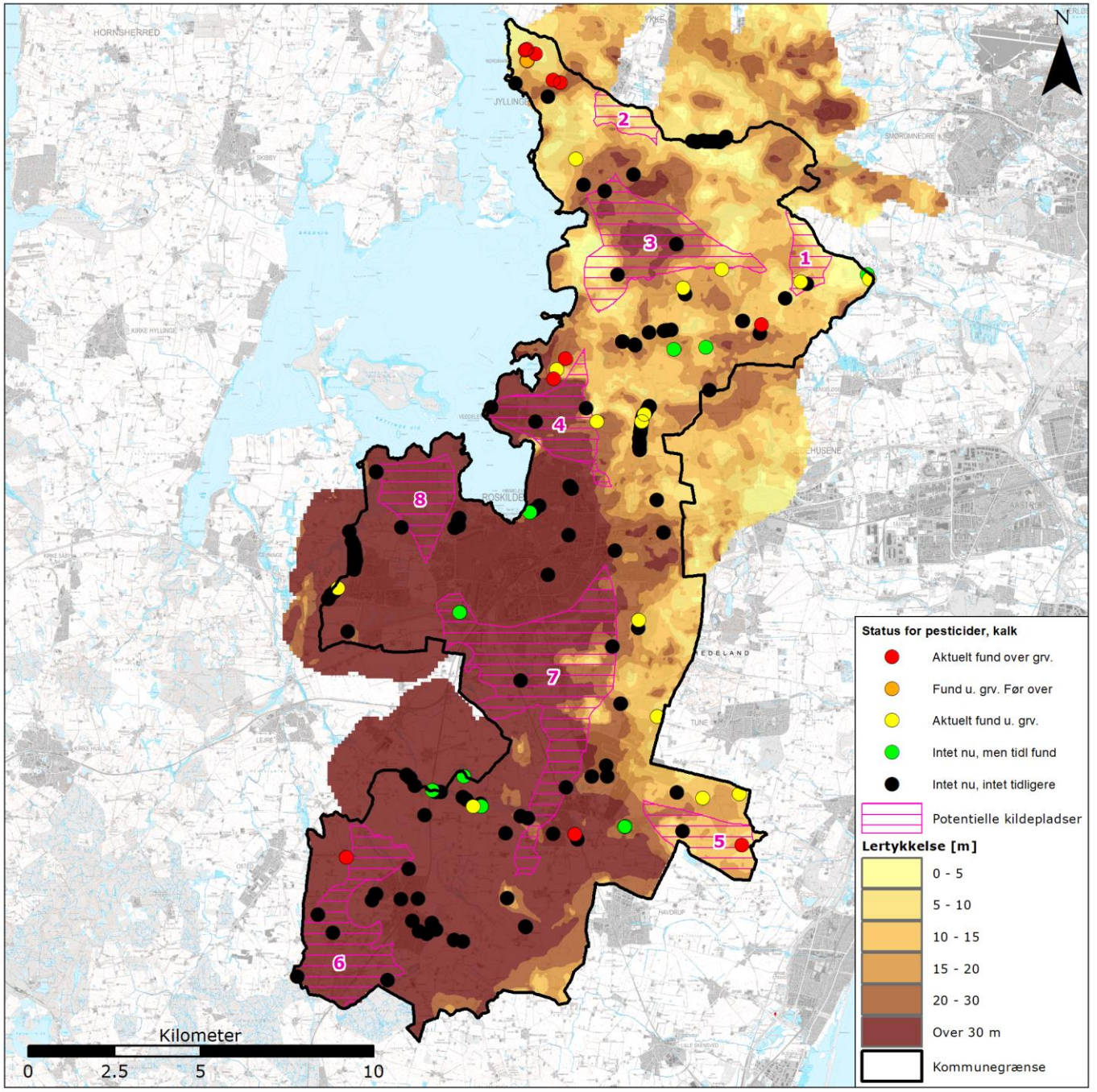
- Gennemgang af
  - nitrat, sulfat, NVOC,
  - klorid, natrium, fluorid, bor,
  - vandtype,

- Datadækningen er god i nogle områder og mangelfuld i andre områder (særligt område 2 og 8)



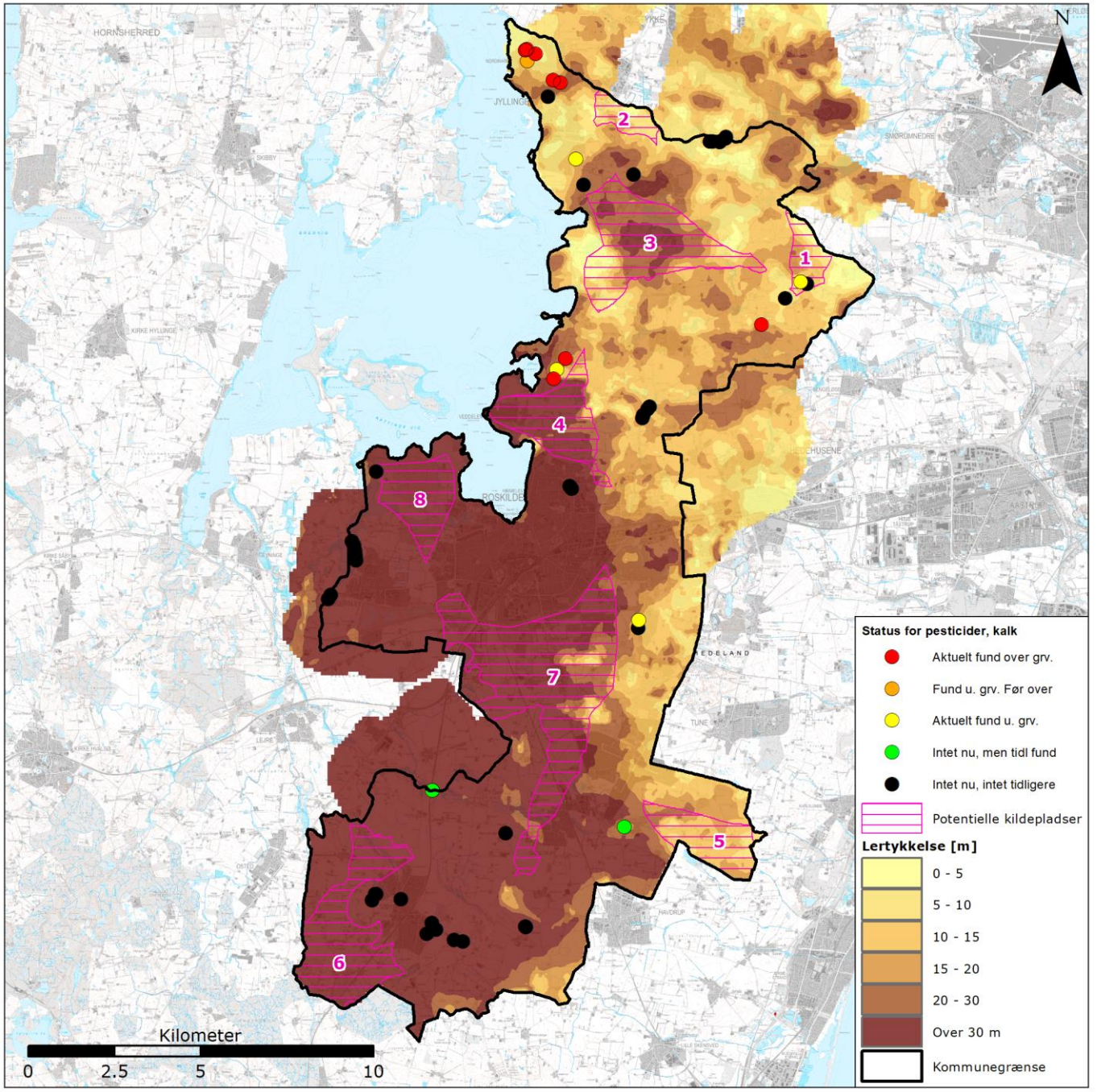
VANDKVALITET (2/2)
MILJØFREMMEDE STOFFER

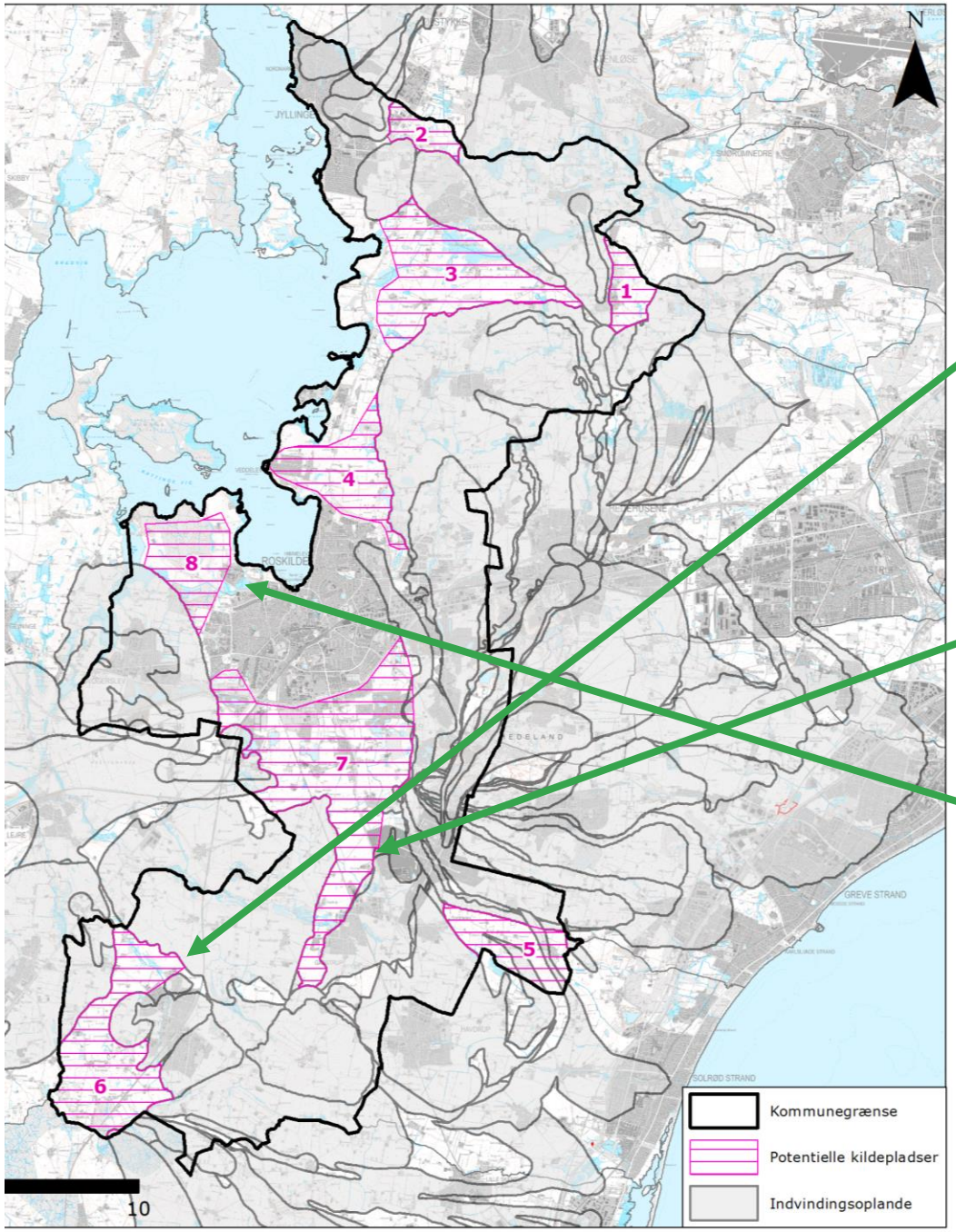
- Klorerede opløsningsmidler ikke påvist i kalkmagasinet i interesseområderne.
- Få, enkeltstående fund af aromatiske kulbrinter.
- Fund af pesticider
  - Mange analyser af ældre dato kan give falsk tryghed



VANDKVALITET (2/3)
MILJØFREMMEDE STOFFER

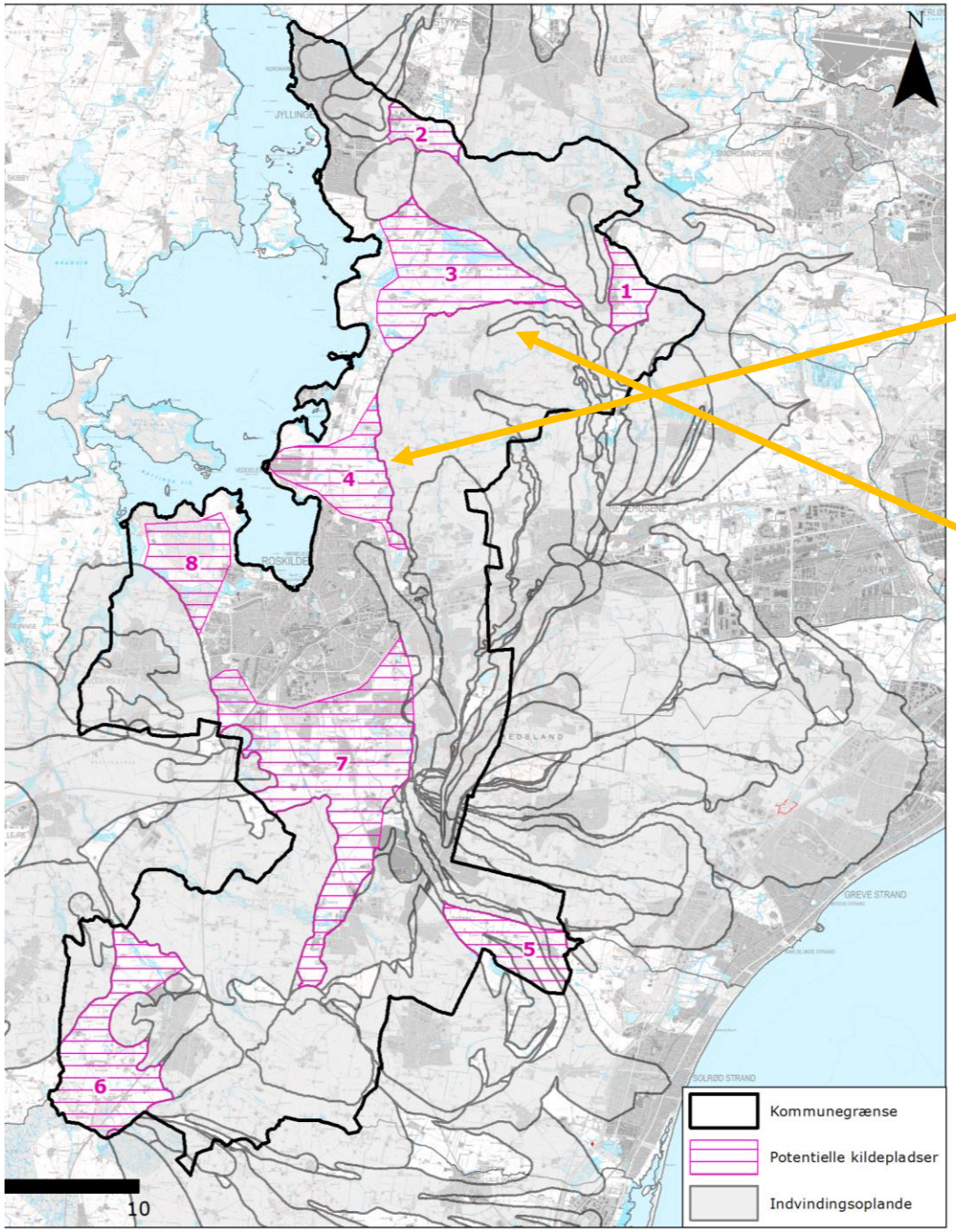
- Fund af pesticider – boringer med analyser efter oktober 2017
  - Kun i område 1 findes nyere analyser af pesticider (efter okt. 2017).
  - Vigtigt at afklarer, fx ved at inkluderer områderne i det kommende moniteringsprogram





RESULTAT AF PRIORITERING

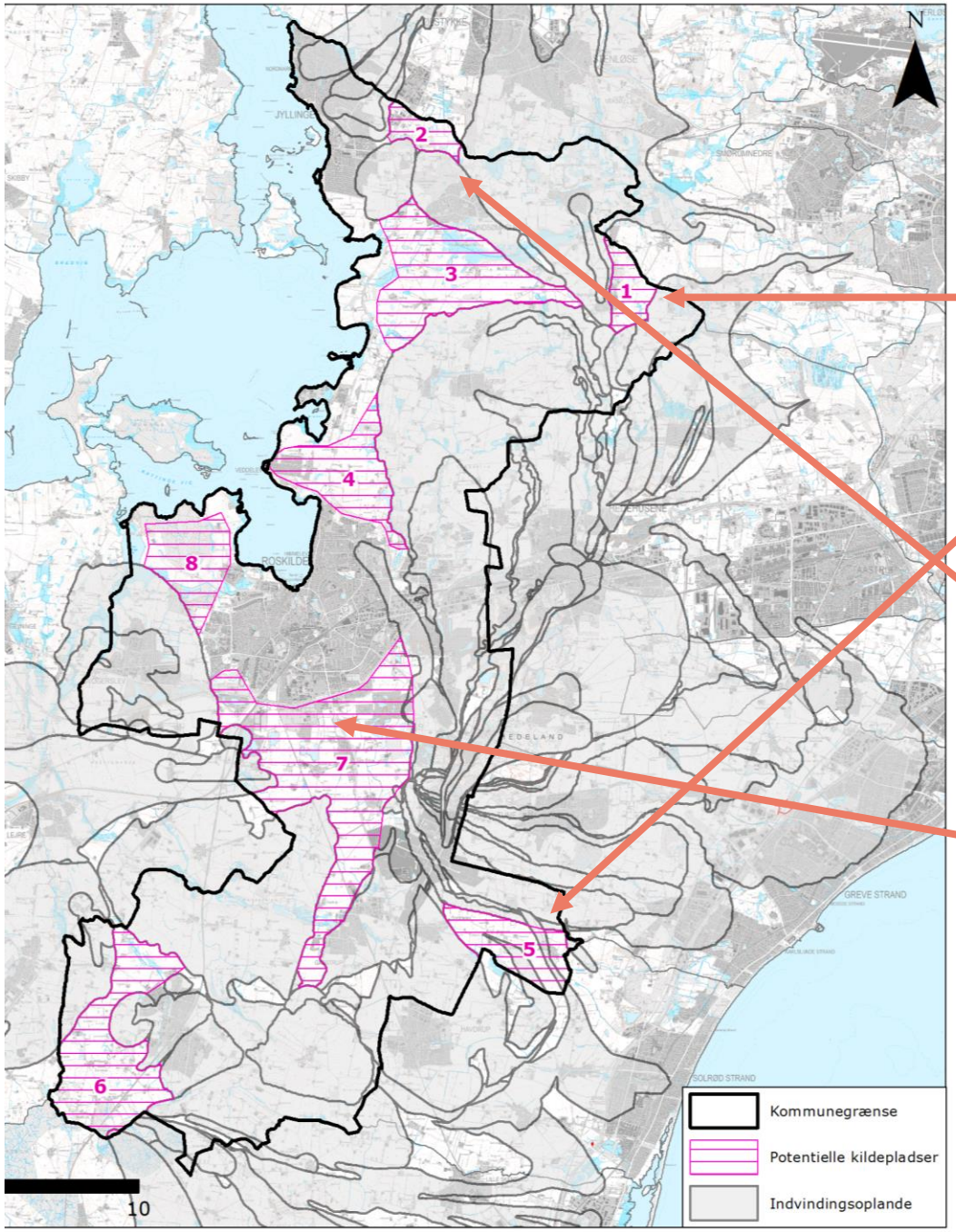
1. **Område 6** – God i forhold til placering af potentielle kildepladser ifølge GIS-analysen. Sammenholdt med potentialet vurderes de forurenede grunde ikke at udgøre en væsentlig trussel. Vandkvaliteten er god, dog er indholdet af bor mellem 300 µg/l og 1.000 µg/l og der områder med højt indhold af natrium.
2. **Område 7 (halen)** – denne del af området er placeret i et optimalt område ifølge GIS-analysen. Vandkvaliteten er god, dog er indholdet af bor mellem 300 µg/l og 1.000 µg/l.
3. **Område 8** – Området har en optimal placering ifølge GIS-analysen. Vandkvaliteten formodes at være god, dog forventes det, at indholdet af bor er mellem 300 µg/l og 1.000 µg/l.



RESULTAT AF PRIORITERING

4. **Område 4** - ligger i områder, hvor der både findes optimale og mindre prioriterede områder ifølge GIS-analysen. Vandkvaliteten i området er god. I den sydlige kant samt i den vestlige del af området er der forurenede lokaliteter med høj prioritet.

5. **Område 3** – Ifølge GIS-analysen er der både optimale og mindre prioriterede områder. Vandet i kalkmagasinet fremstår i mindre grad påvirket fra terræn. Centralt i området er der en kortlagt grund med høj prioritet, da denne lokalitet ligger midt i et område der ellers er optimalt til placering af nye kildepladser/ erstatningsboringer, anbefales det, at risikoen for grundvandsforurening fra den kortlagte lokalitet undersøges nærmere.



RESULTAT AF PRIORITERING

6. **Område 1** – I GIS-analysen har området primært mellemlav prioritet. Vandet i kalkmagasinet fremstår som ungt vand, der er påvirket fra terræn.
7. **Område 5** - I GIS-analysen har området primært mellemlav prioritet. Vandet i kalkmagasinet fremstår som ungt vand, der er påvirket fra terræn.
8. **Område 2** – I GIS-analysen har området primært lav og mellemlav prioritet. Vandet i de omkringliggende kalkboringer fremstår som ungt vand, der er påvirket fra terræn, særligt vest for det potentielle kildepladsområde.
9. **Område 7 (nordlig del)** – lavt prioriteret i GIS-analysen grundet kortlagte forureninger med høj prioritet samt råstofgrave.

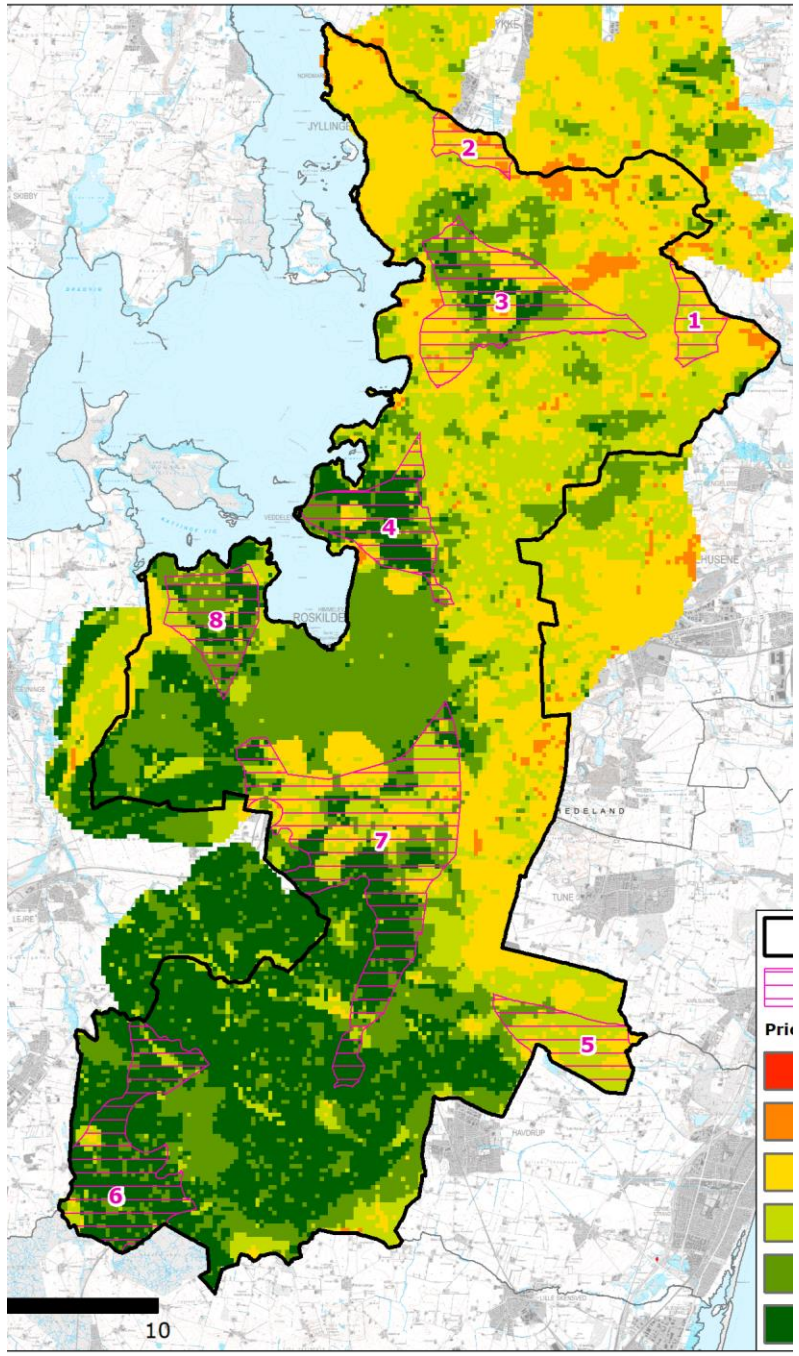
KONKLUSION

- Det er på en relativt simpel og reproducerbar måde lykkedes at foretage en prioritering af potentielle lokaliteter til nye kildepladser i Roskilde Kommune.
- Output fra multiparameterprioriteringsværktøjet har stor vægt ved den endelige prioritering, men den efterfølgende sammenstilling med strømningsveje, potentialeforhold og vandkvalitet fører til justeringer i prioriteringen.
- GIS-analysen med multiparameterprioriteringsværktøj er meget fleksibel og transparent. Vægtning mellem de forskellige inputparametre kan ændres og resultatet umiddelbart aflæses.

PERSPEKTIVER (1/3)

- Roskilde Kommune vil nu inkludere de højest prioriterede lokaliteter i det moniteringsprogram, som kommunen udarbejder i forbindelse med indsatsplan for grundvandsbeskyttelse.

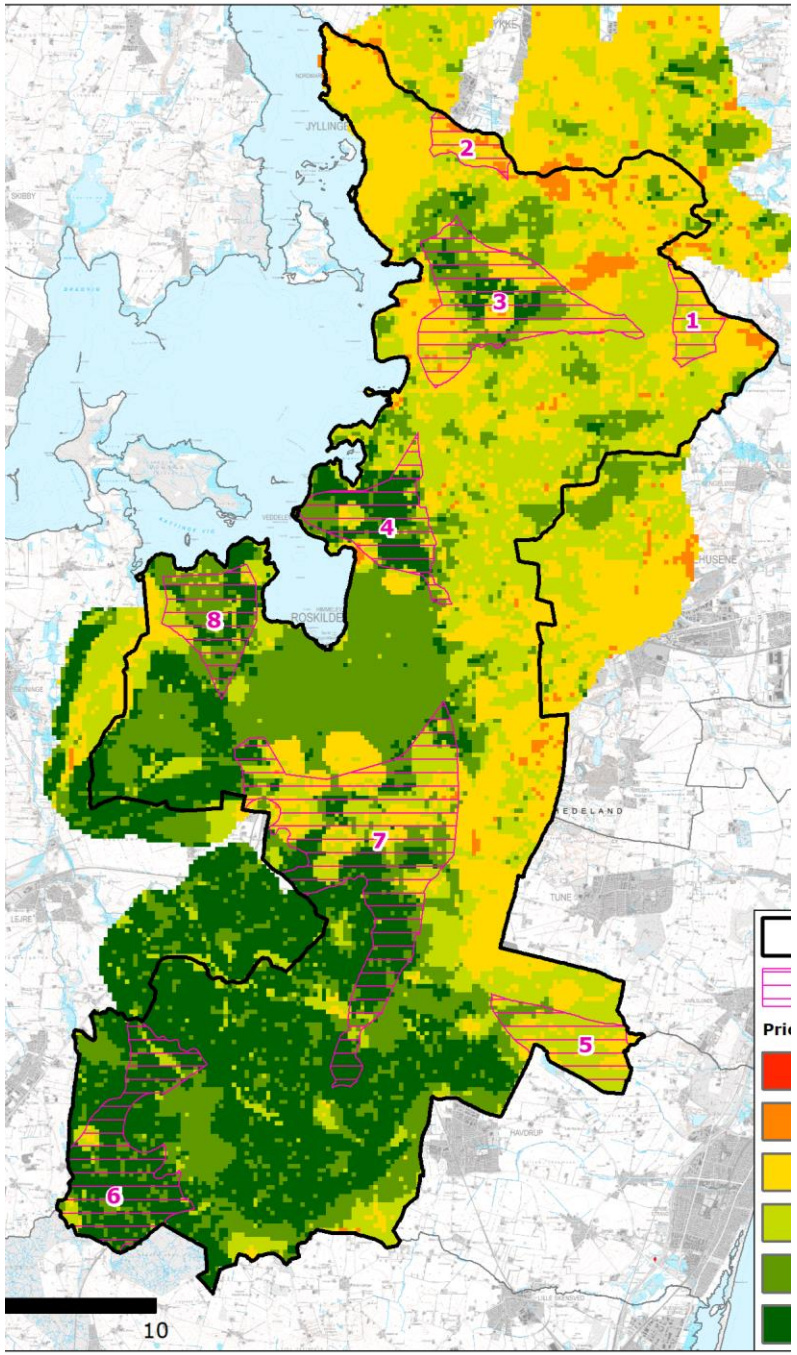
- Prioriter indsatser/undersøgelser i de højst prioriterede potentielle kildepladsområder
  - Indspil til Region Sjælland ved prioritering af undersøgelser af V0 lokaliteter
  - Indspil til Region Sjælland ved prioritering af områder, der undersøges for potentielle forureninger med pesticider



PERSPEKTIVER (2/3)

- Kan danne grundlag til at foretage en opprioritering af områder, særligt indenfor OSD

- Planlægning i kommunen
  - Medtages i kommuneplanen
  - Benyttes til at udvide den målrettede indsats i de potentielle højst prioriterede kildepladsområder
  - Differentiering af krav til fx virksomheders grundvandsredegørelse



PERSPEKTIVER (3/3)

- Anvendeligt på flere skala – fra kommune eller regionsniveau til kildepladsniveau
- Let at tilføje flere inputparametre, fx
  - Magasintykkelse for sandmagasiner
  - Udbredelsen af specifikke sandmagasiner (fx ved forurening)
  - Økologisk drift, gartnerier, jordbærmarker, kolonihaver, …

RAMBØLL

Undersøgelseskoncept for hhv. vandløb og søer/fjorde/kyster, som regionerne gennemfører i 2021-2022

Regionerne v. Lotte Tombak
ATV's vintermøde om jord- og grundvandsforurening
9. marts 2021

Overordnet strategi for undersøgelserne:

Måle i eller tæt på overfladevand på et tidspunkt med lav fortynding

Faser i undersøgelsesforløbet:

Fase 1:
Indledende arbejde og planlægning

- **Eksisterende oplysninger og data samt besigtigelse**
- **Konceptuel model**
- **Plan for undersøgelser:**
  prøvetagningssteder
  antal prøver
  analyseprogram
  etc.

Fase 2:
Feltundersøgelser

- **Feltundersøgelser:**
  vandløb
  søer og kyst

Fase 3:
Databehandling
Risikovurdering
Rapportering

- **Databehandling:**
  Vurdering af resultater
  Risikovurdering
  Rapportering til databaser
- **Rapportering konklusion anbefalinger**

Fase 1 Indledende arbejde og planlægning

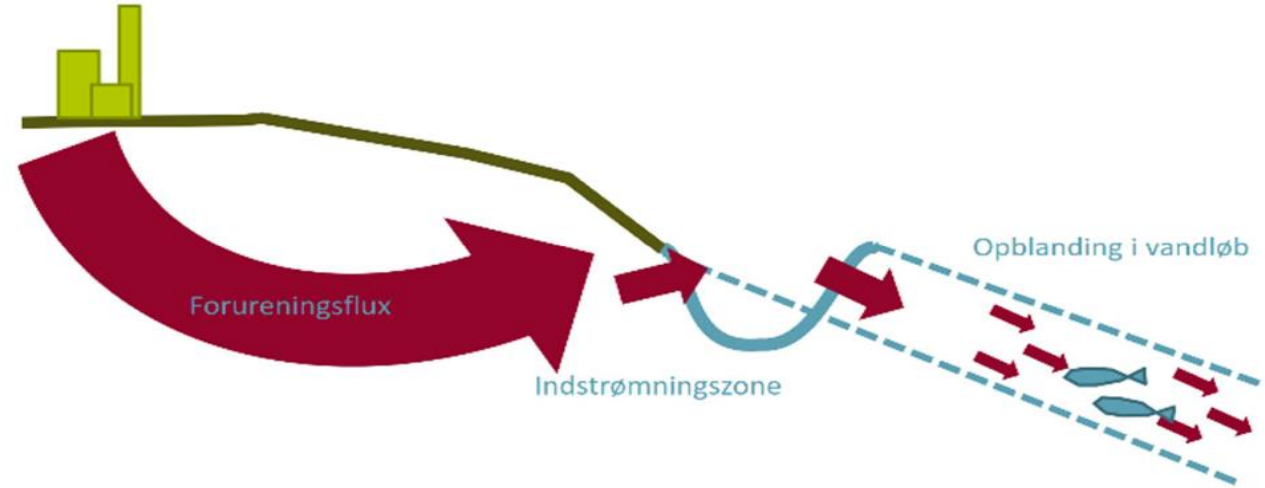
Indledende:

- Screeningsresultatet
- Rapporter over relevante, eksisterende forureningsundersøgelser
- Indhente supplerende oplysninger:
  - hos kommuner og andre myndigheder
  - hos kommunale vandløbs- og naturmedarbejdere
  - i diverse tilgængelige fagdatabaser
- Evt. supplerende historik
- Med mere

Fase 1 Konceptuel model

Formål:

- Beskrive transportveje fra forureningskilde til overfladevand
- Transporttid - kan forureningen være nået frem?
- Indstrømningszonens beliggenhed
- Andre forureningskilder i området?
- Usikkerheder i vidensgrundlag?



Punktkilde

Kildetype (renseri, maskinværksted, etc.)

Forureningssituation (stoffer, kildestyrke, udbredelse, etc.)

Hydrologi (infiltration, strømningsretning, etc.)

Geologi (type, lagdeling, sprækker, etc.)

Transport

Geologi (type, lagdeling, sprækker, etc.)

Hydrogeologi (strømningsretning, strømningshastighed, etc.)

Attenueringsprocesser (nedbrydning, dispersion, etc.

Overfladevand

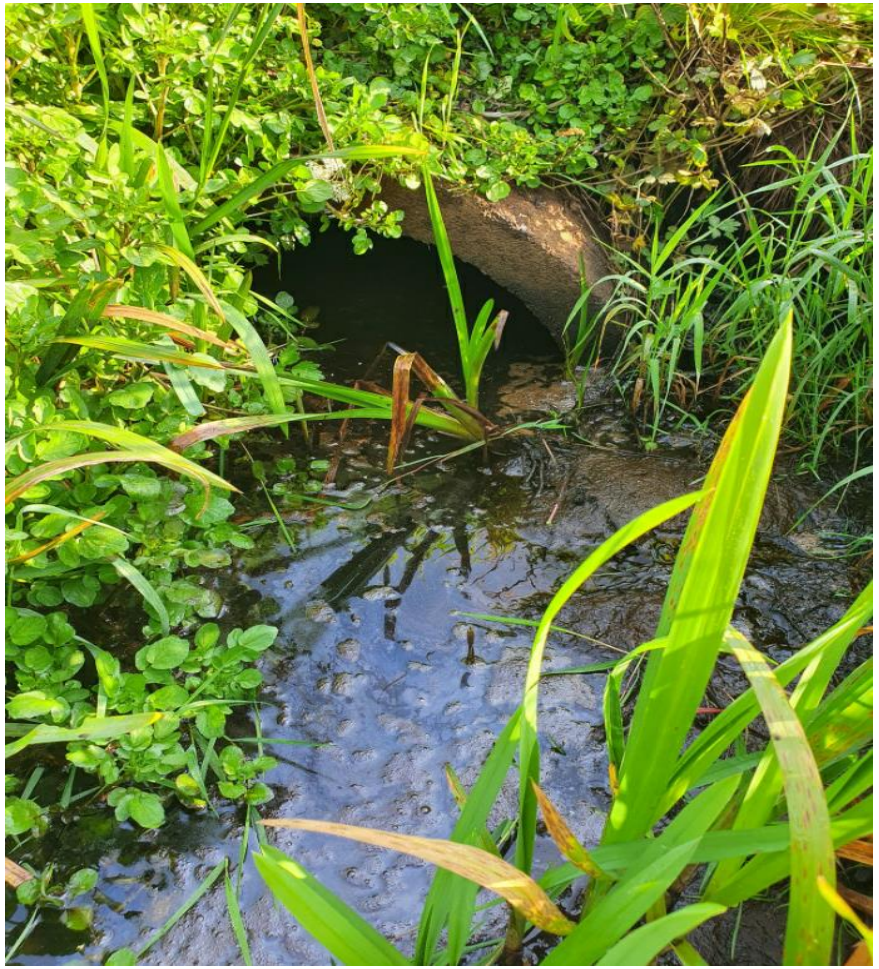
Type (Vandløb, sø, kyst og fjord)

Egenskaber (vandføring, opblandingsforhold, tidslig varition, etc.)

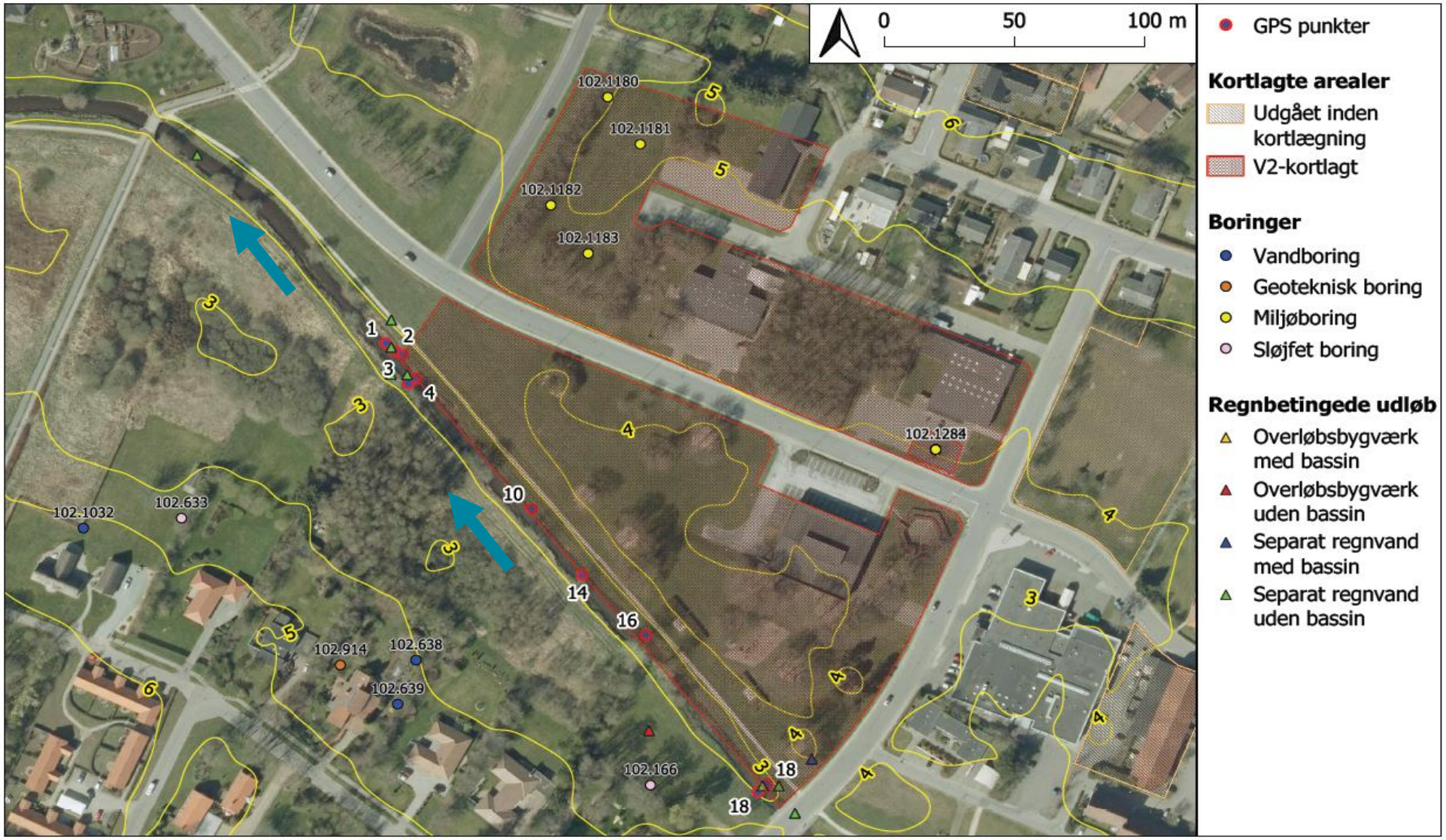
Overgangszonens egenskaber (opholdstid, attenuering, geologi, etc.)

Partitionering (sediment, vand, atmosfære)

Fase 1 Verificere skrivebordsarbejdet ved besigtigelse

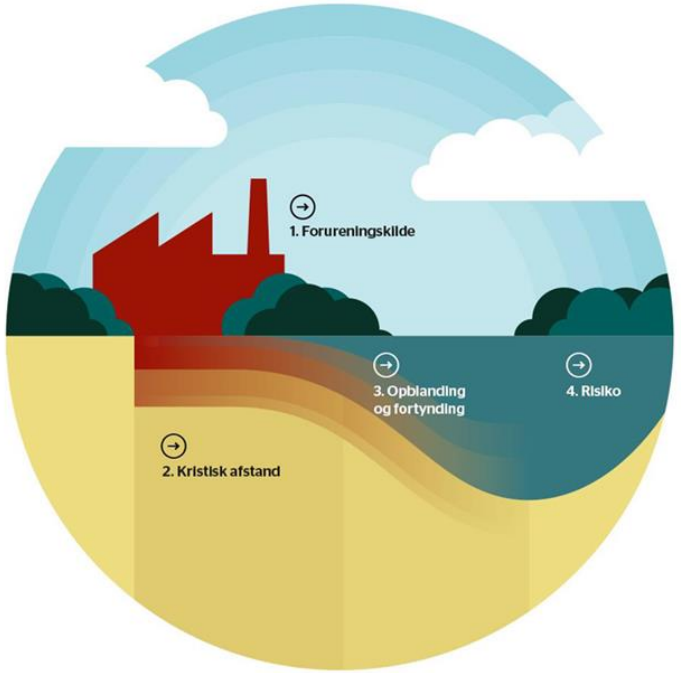


Fase 1 Verificere skrivebordsarbejdet ved besigtigelse

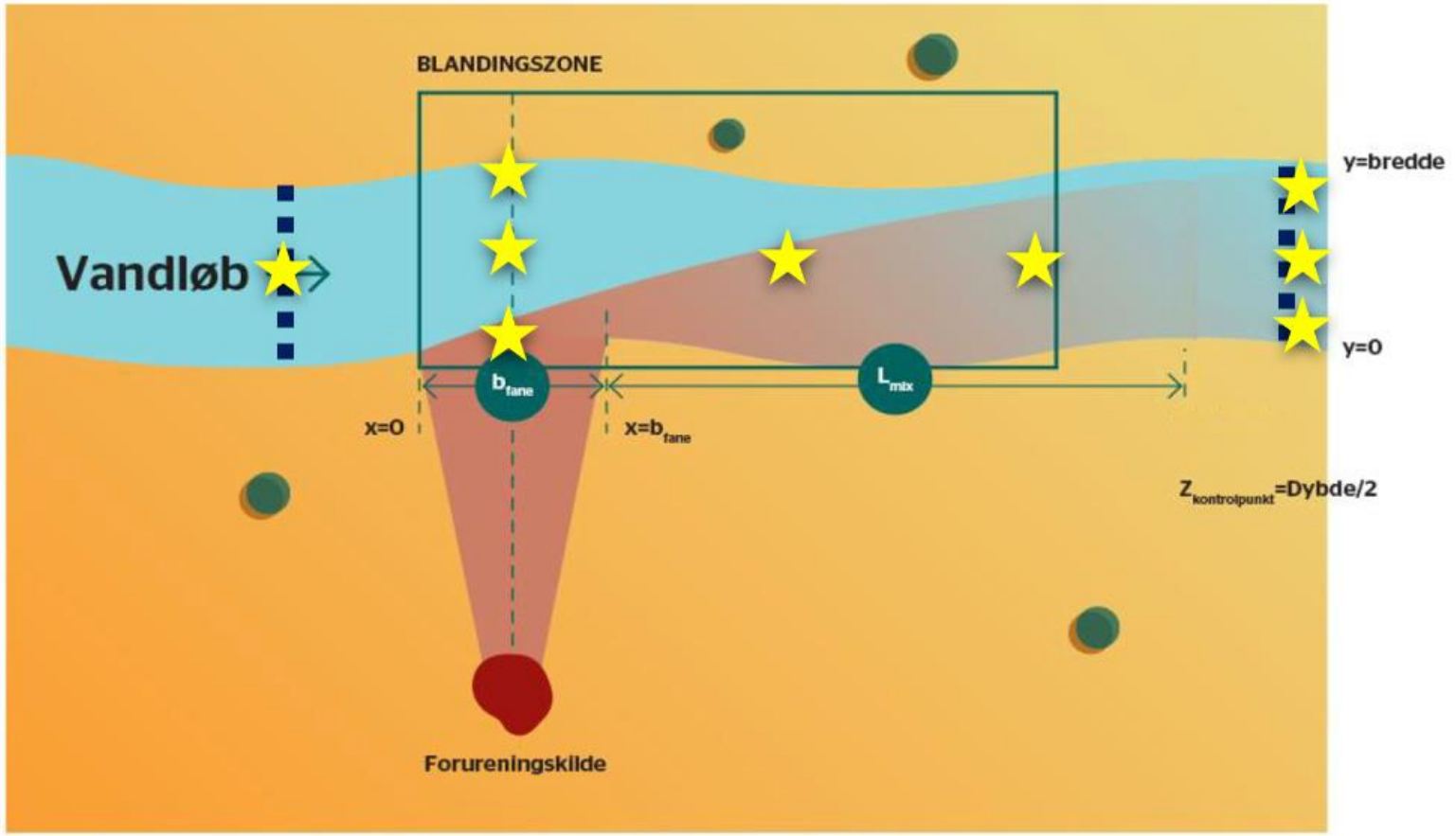


Fase 1 Kemiske analyseparametre

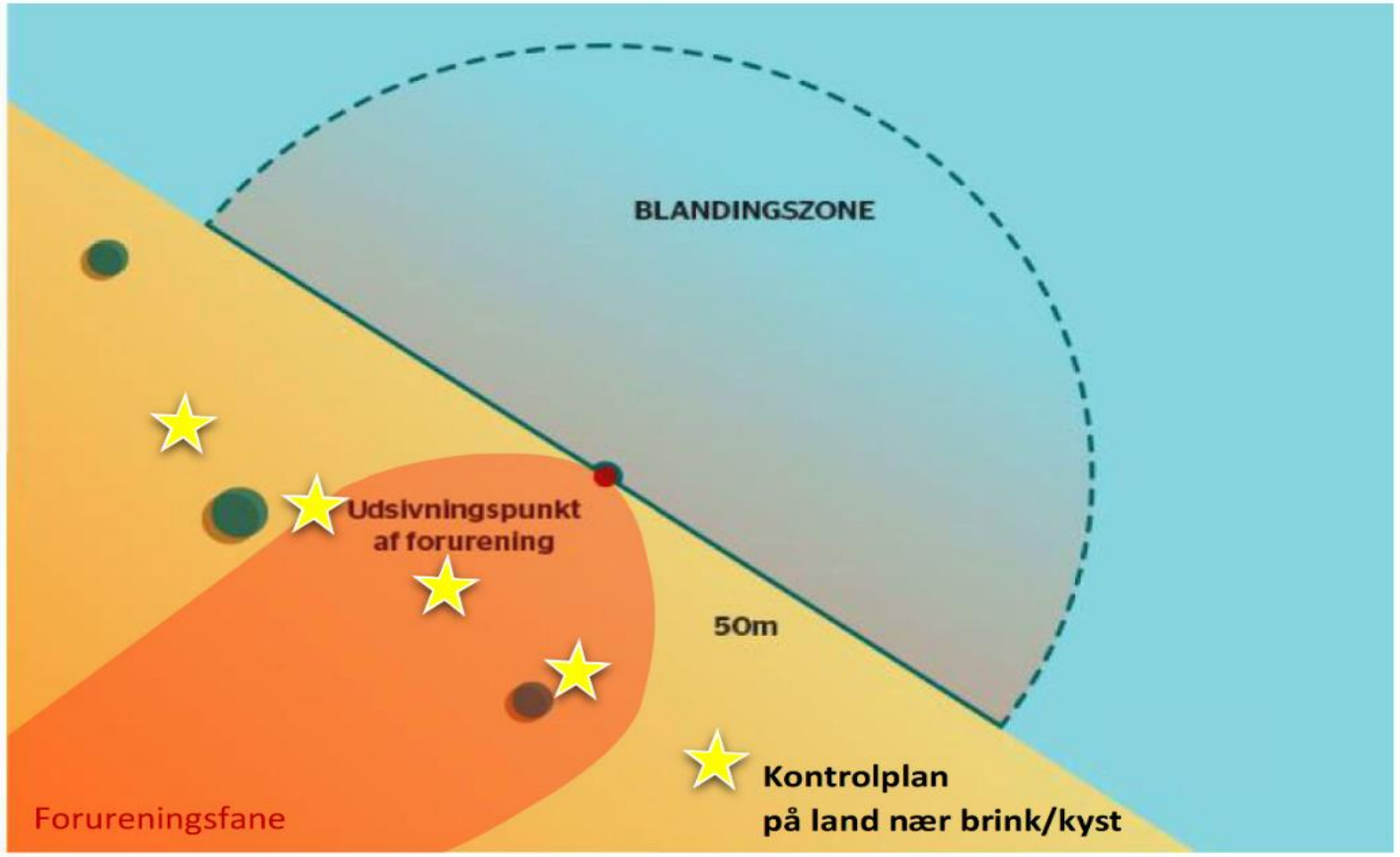
- Udgangspunktet er screeningsresultatet
  - Aktiviteter/branche kildeejendommen
  - Risiko for det målsatte overfladevand
  - Prøvetagning vand og evt. sediment



Fase 1 Planlæg feltarbejde - Vandløb



Fase 1 Planlæg feltarbejde – Søer, fjorde & kyster



Fase 2 Feltarbejde - Vandløb

Fase 2 Feltarbejde – Søer, fjorde & kyster

Fase 3 databehandling - Vandløb

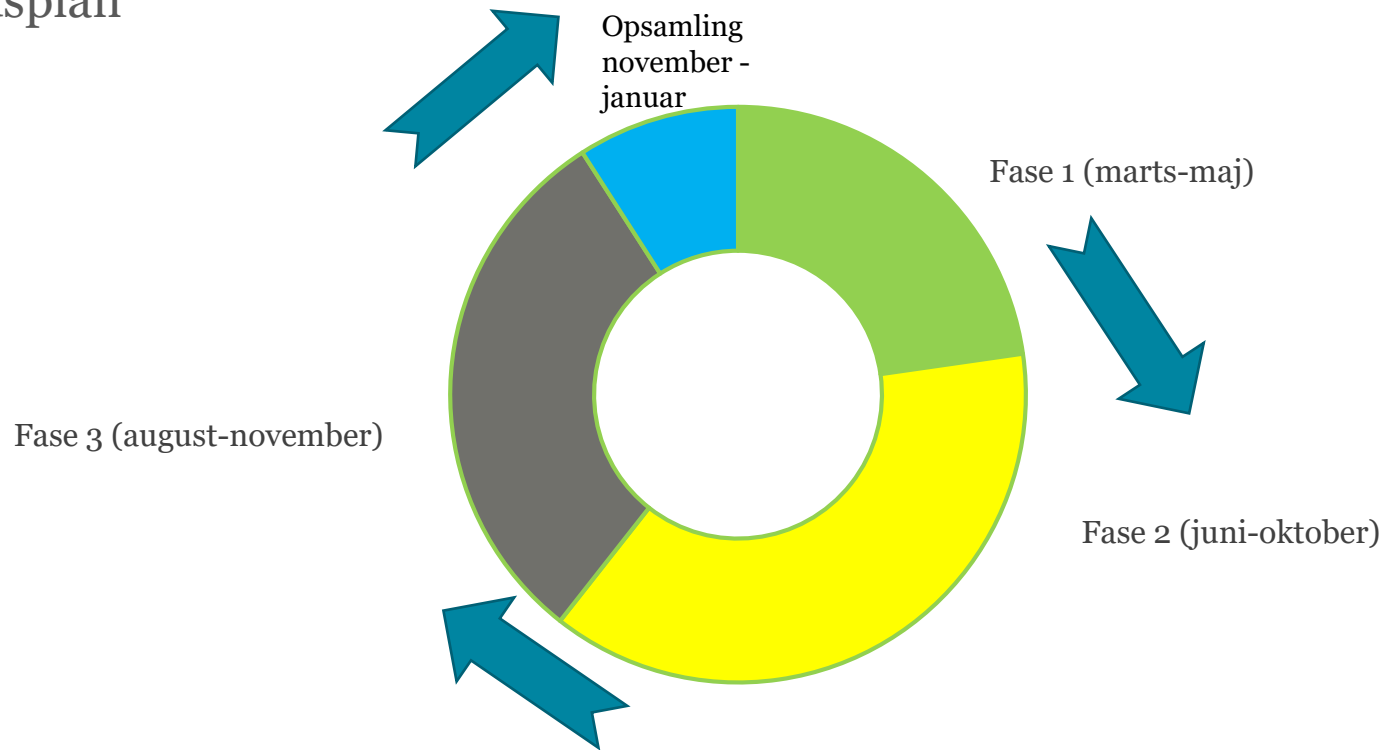
- Opdatering af den konceptuelle model
- Vurdering af de enkelte analyseresultater
- Vurdering af påvirkningens udstrækning
- Vurdering af vandføring
- Vurdering af strømningsforhold
- Estimering af forureningsflux
- Samlet vurdering af påvirkning/risikovurdering

Fase 3 databehandling – Søer, fjorde & kyster

- Opdatering af den konceptuelle model
- Vurdering af de enkelte analyseresultatet
- Vurdering af strømningsforhold
- Estimering af forureningsflux
- Vurdering af påvirkning
- Samlet vurdering af påvirkning/risikovurdering

Tidsplan 2021

Tidsplan



Opsamling

- Videre arbejde

REGION SJÆLLAND
– vi er til for dig

Anvendelse af Sorbicell i vandløb

Sammenlignet med grab sample

CIVILINGENIØR JETTE KJØGE OLSEN, NIRAS

ATV Vintermøde jord og grundvand
9. marts 2021

Teknologiudviklingsprojekt

Resultater fra et TUP-projekt gennemført i 2019-2020

- Tak til samarbejdspartnere:
  - Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø
  - Helle Larson, Region Midtjylland
  - Maren Kann Hostrup, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse
  - Anne Mette Lindof, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse
  - Morten Olesen, NIRAS A/S
  - Peter Mortensen, Eurofins Miljø A/S
  - Hubert de Jonge, Eurofins Miljø A/S
    - Afventer udgivelse af Miljøstyrelsen.

Baggrund

Hvorfor undersøge overfladevand?

- Regionerne har siden 2014, jf. ændring af jordforureningsloven - ansvar for vurdering af jordforureningers påvirkning af overfladevand
- Screening af **36.000** lokaliteter ➡ **1.228** lokaliteter med behov for undersøgelse
- Gældende miljøkrav – primært årsgennemsnit (enkelte også korttidskrav)
- Behov for at kunne **måle gennemsnitlige koncentrationsforhold** i overfladevand – robust risikovurdering

 ATV Vintermøde Jord og Grundvand. Civilingeniør Jette Kjøge Olsen, NIRAS.

Robust risikovurdering

Hvordan sikrer vi det?

- Ved undersøgelse af forureninger i overfladevand ses ofte **signifikante korttids- og langtidsvariationer** i forureningskoncentrationen i overfladevand.
- **Passive prøvetagningsteknikker** som Sorbicell kan derfor være et godt alternativ til mange grab samples.
- Med passive teknikker kan **antallet af målinger reduceres**, idet der kan foretages **langtidsmålinger** over perioder på flere uger.
- Langtidsmålinger vil derfor give et mere **robust datagrundlag** og dermed en mere **robust risikovurdering** af en forurening.

Formål

Med TUP-projektet

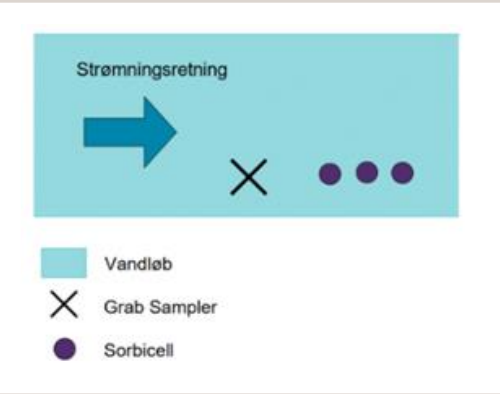
1) At **demonstrere og vurdere Sorbisense-teknikkens** anvendelighed i forbindelse med gennemsnitsmålinger af forurening i overfladevand.
2) At **indsamle data** (analyseresultater) til vurdering af korttidsvariationer målt med grab samples i forhold til gennemsnitlige målinger målt med Sorbicell.
3) At foretage en **økonomisk sammenligning** af de samlede omkostninger ved brug af Sorbisense metoden sammenlignet grab samples.

Metode og datagrundlag

Sammenligningsgrundlag

Montagen

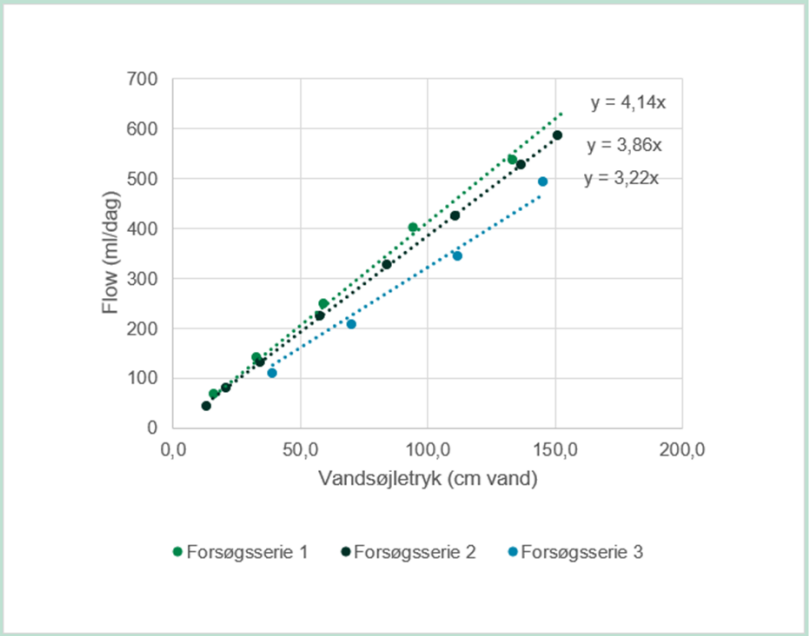
- **Tre testlokaliteter** med forureninger med PFAS-forbindelser og chloorerede opløsningsmidler.
- **Laboratorie-/feltforsøg** med det formål at vurdere og dokumentere Sorbisense metodens opsamlingskarakteristika.
- Undersøgelsesprogrammet - parallelle målesessioner med Sorbisense og grab samples ved **fuldstændig opblanding**.
- Sideløbende med de kemiske målinger (samme laboratorium) – blev **vandstand og vandføring** dokumenteret.
- Månedlige resultater med **Sorbicell (triplikater)** er sammenholdt med resultater fra **grab samples (4-6 duplikater).**
- Der er udført **1-3 prøvetagningsrunder** af en måneds varighed.



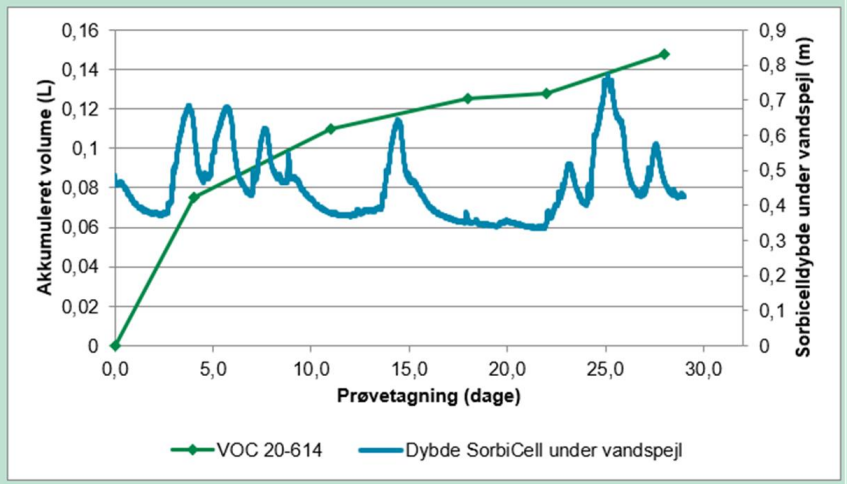
Laboratorie/feltforsøg

- Laboratorieforsøg:
  - forskel i flow på ca. 22 %
  - varieret vandsøjle – proportional med flowet
- Feltforsøg:
  - Varierende opsamlingshastighed
    - ændringer i vandsøjletrykket (flowafhængig)
    - begrænsning af flow (blade, okker mv.)

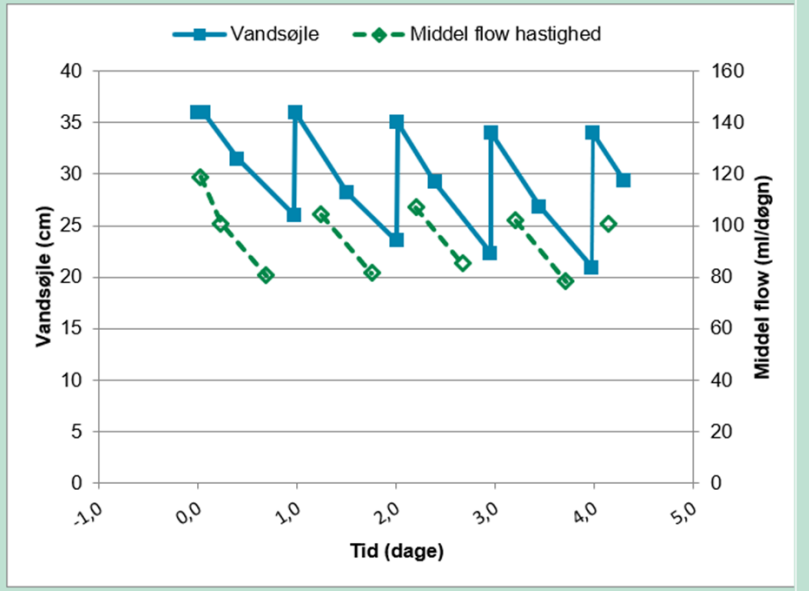
Billeder af tryk-flow test med Sorbicell PFA-101.



Figur 4.1. Flow som funktion af vandsøjlehøjde (tryk) inkl. lineær korrelation.



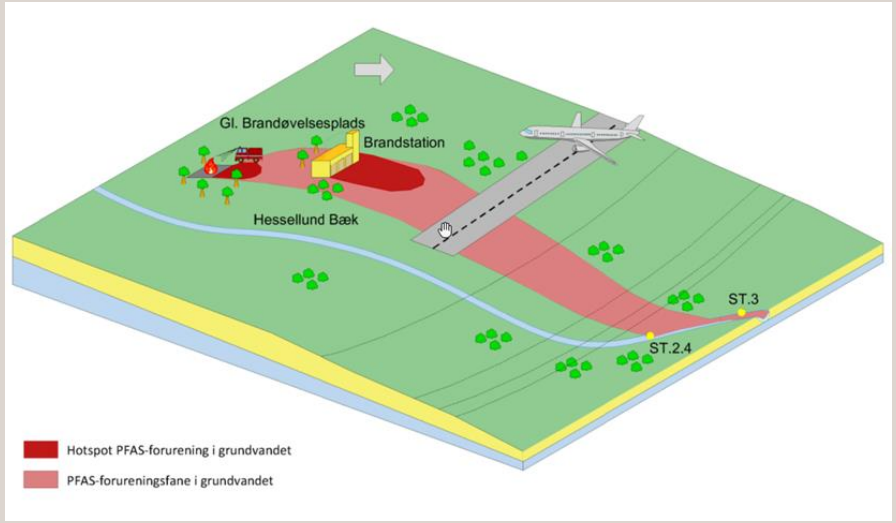
Figur 4.5. Akkumuleret prøvevolumen over måleperiodens længde på 30 dage i Kirke Å. Beholder med Sorbicell VOC blev tømt 4 ekstra gange i prøvetagningsperioden.



Figur 4.2. Flow som funktion af vandsøjlehøjde (tryk) ved gentagne ændringer af vandsøjletrykket. Forsøg er udført med Sorbicell type PFAS, som også er brugt i denne undersøgelse til måling af PFAS.

Case: Hessellund Bæk i Karup

PFAS-forurening fra brandøvelsesplads og brandstation

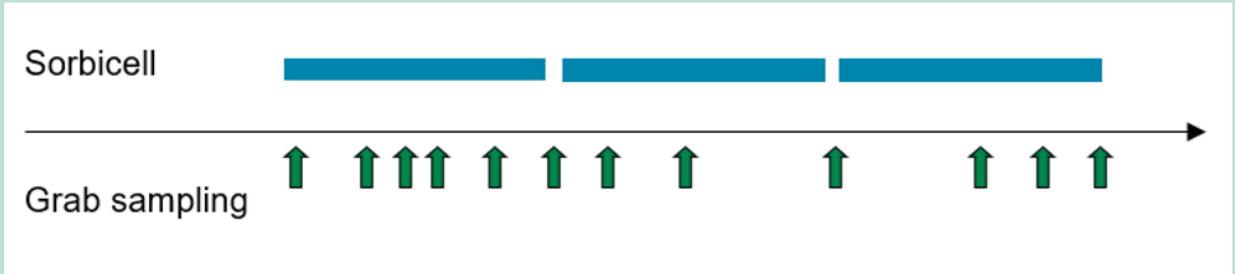


Type 2 vandløb
(mellem vandløb)

Vandføring: 26-58 l/s

Bredde: 0,5-1,5 m

Dybde: 0,2-0,45 m

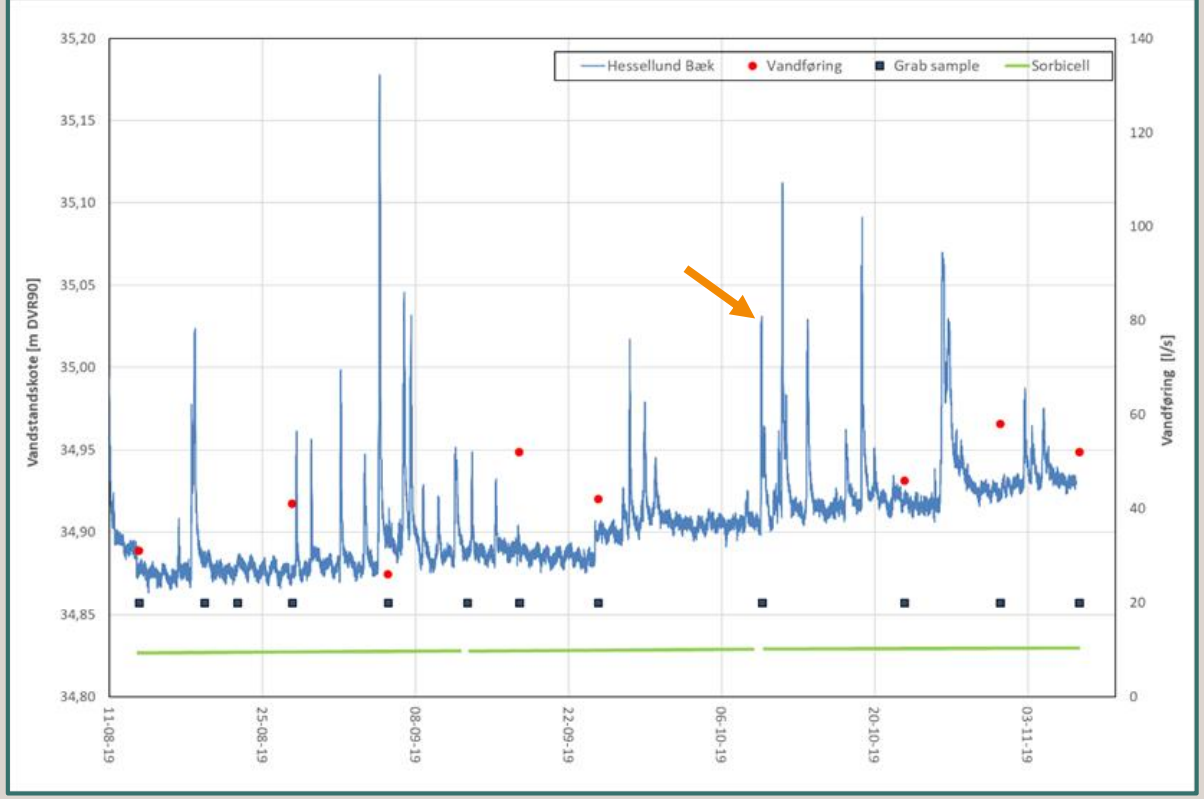


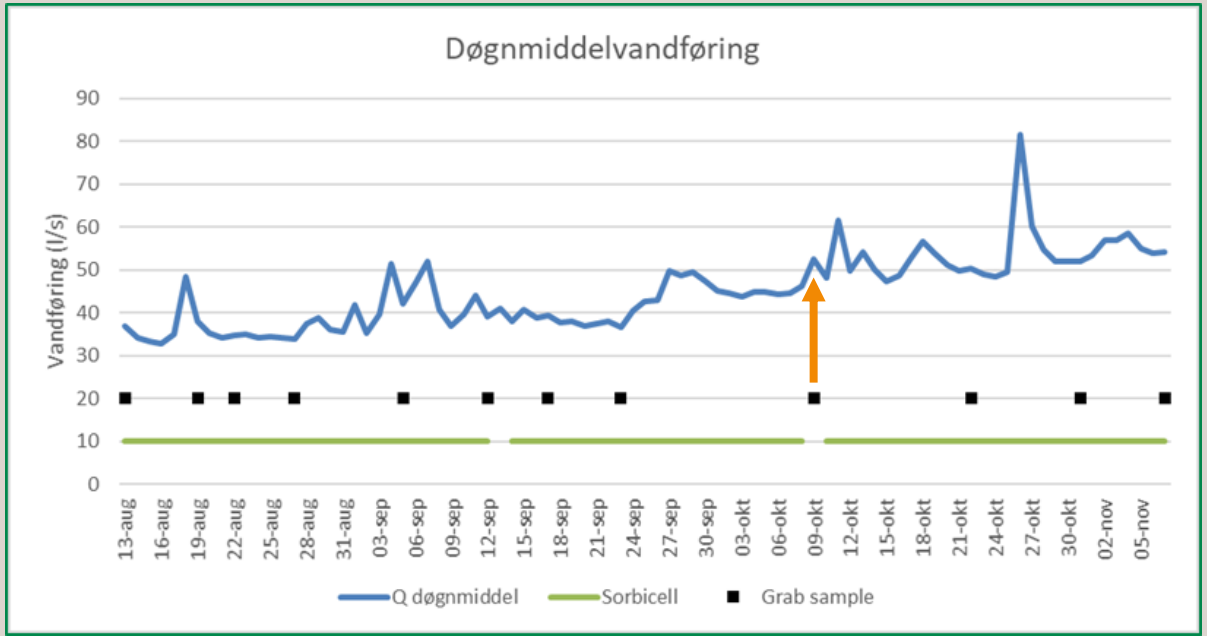
Dato	13-aug	19-aug	22-aug	27-aug	05-sep	12-sep	17-sep	24-sep	09-okt	22-okt	31-okt	07-nov
Grap sample ved st. 3.0 - prøve a	3.0-1-a	3.0-2-a	3.0-3-a	3.0-4-a	3.0-5-a	3.0-6-a	3.0-7-a	3.0-8-a	3.0-9-a	3.0-10-a	3.0-11-a	3.0-12-a
Grap sample ved st. 3.0 - prøve b	3.0-1-b	3.0-2-b	3.0-3-b	3.0-4-b	3.0-5-b	3.0-6-b	3.0-7-b	3.0-8-b	3.0-9-b	3.0-10-b	3.0-11-b	3.0-12-b
Sorbicell opsæt/nedtag												

Resultater

Vandføring og vandstand

- Fleste grab samples - udtaget ved lave vandføringer og lav vandstand
- Kun d. 9. oktober - høj vandstandsmåling
- Lav vandføring - høj koncentration
- Grab samples - gennemsnitligt højere koncentrationer end Sorbicell
- Sorbicell-resultaterne repræsenterer også perioder med **højere vandføring** i bækken (lave konc.)
- Når **flowproportional** – kommer mere vand gennem cellen ved høj vandstand - perioder **overrepræsentereret**



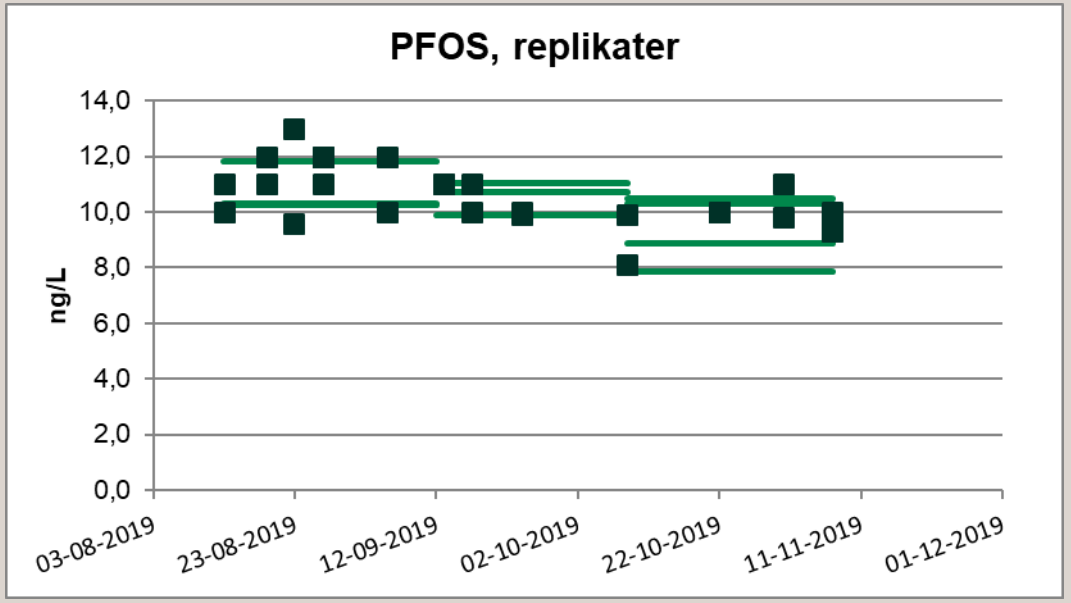


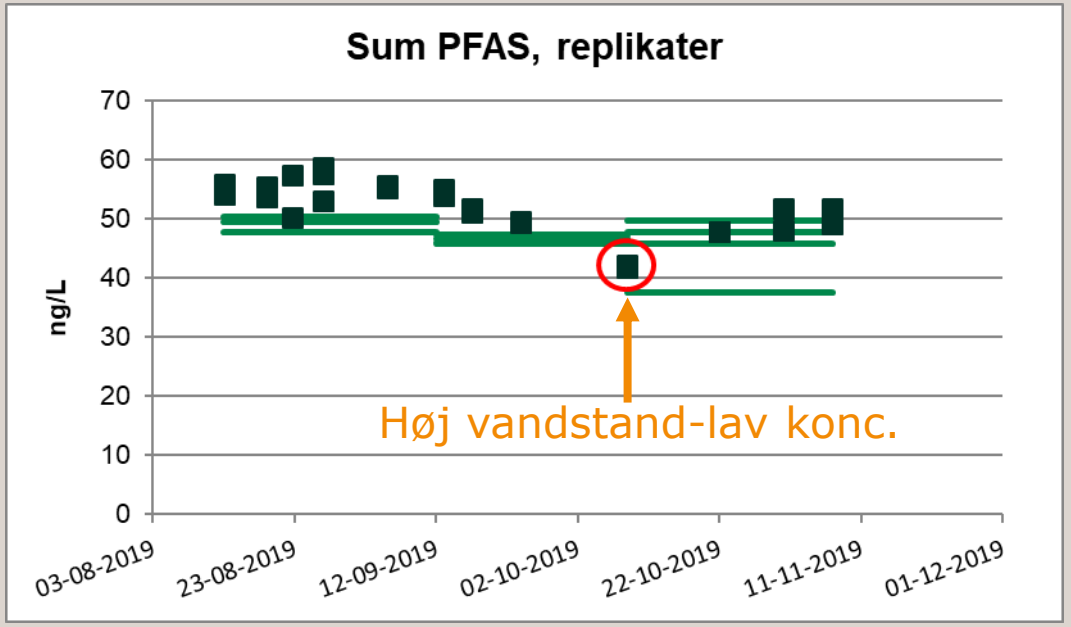
9 ATV Vintermøde Jord og Grundvand. Civilingeniør Jette Kjøge Olsen, NIRAS.

Resultater

PFAS-analyser – variation på replikater

- Den kombinerede prøvetagnings- og analyseusikkerhed (RSD) for **grab samples** kan på baggrund af replikaterne beregnes til 0,5-13% (gennemsnit 5 %).
- **Sorbicell** resultater viser på samme måde en kombineret prøvetagnings- og analyseusikkerhed (RSD) på 5-20% (gennemsnit 8,5%).
- **Dag-til-dag** variationen mellem grab samples indsamlet inden for en måned viste sig at være fra **15% til 64%** (største koncentration kontra laveste koncentration) med et gennemsnit på 30% i måleperioden.





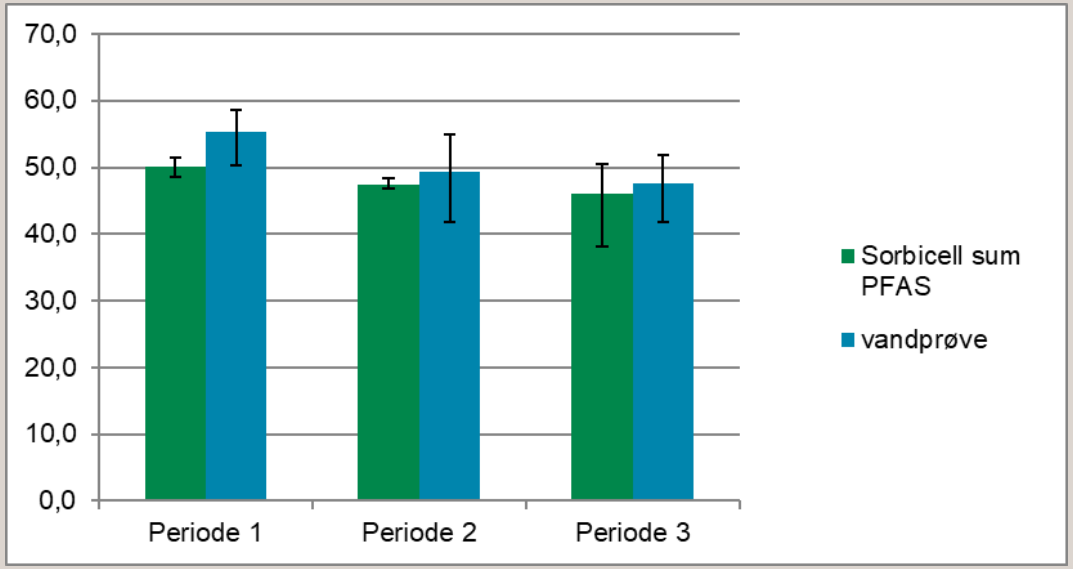
Resultater

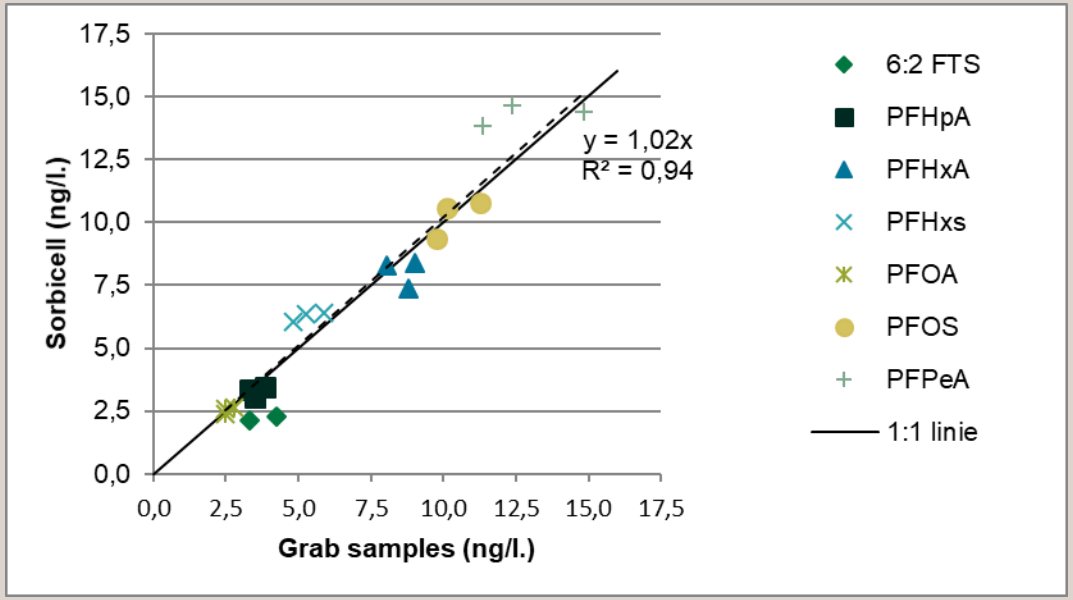
PFAS-analyser - gennemsnit

- Tendens - Sorbisense-metoden viser en lavere gennemsnitlig koncentration af de enkelte PFAS-forbindelser – dog også forventet pga. grab primært tilfældigvis udtaget ved lav vandstand/vandføring.

- Figuren nederst viser - for de 8 påviste PFAS-forbindelser er der en særdeles **god overensstemmelse** mellem resultaterne opnået med de to metoder.

- PFBA og PFBS blev ikke påvist ved Sorbicell, men kun ved grab sample.





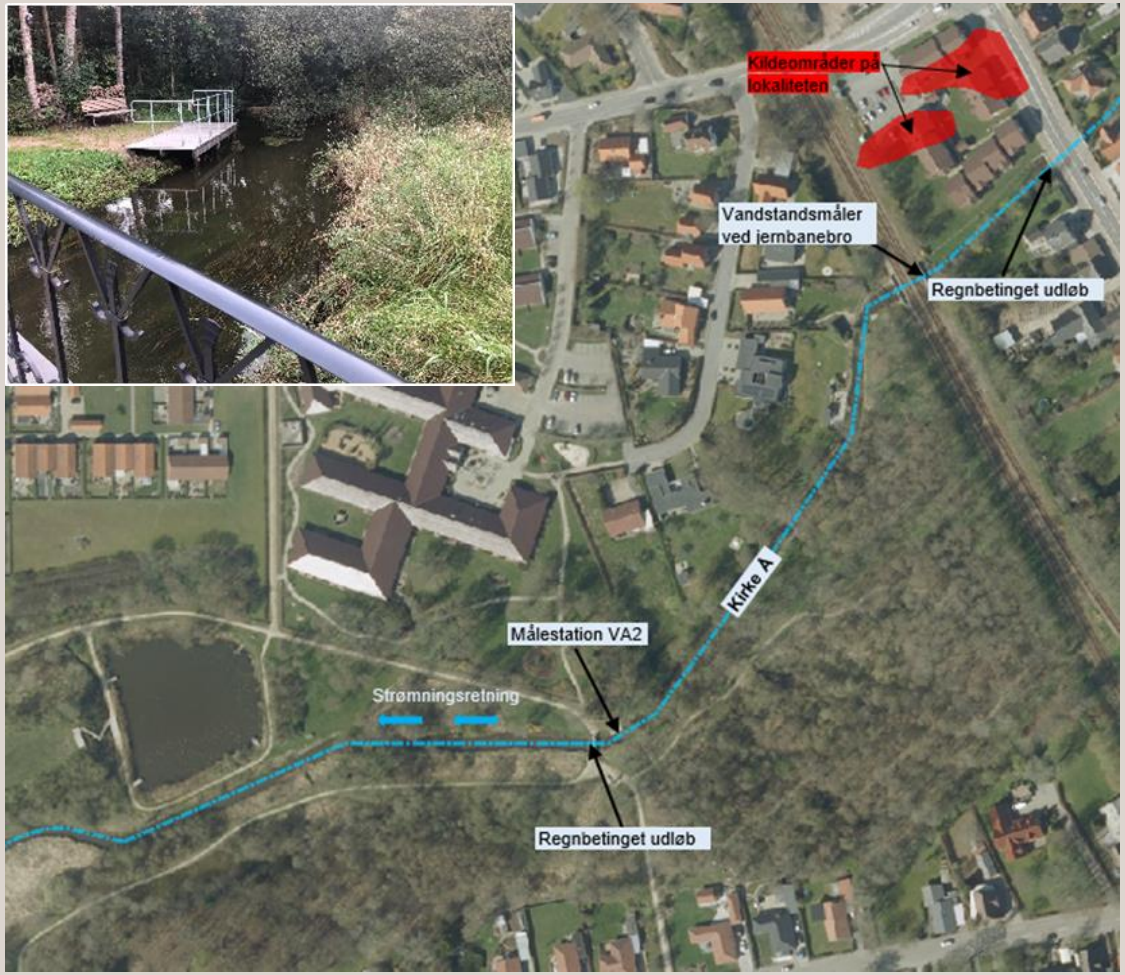
Diskussion

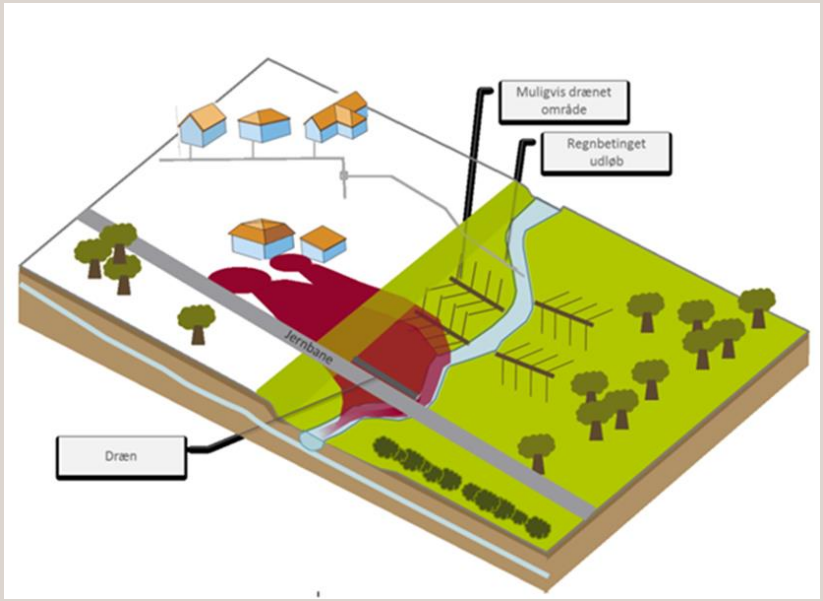
Udfordringer med PFAS og Sorbicell

- Mulige årsager til, at PFBA og PFBS ikke påvises ved Sorbicell:
  - Detektionsgrænsen for grab sample er lavere end Sorbicell (hhv. 0,0003 µg/l og 0,008-0,0006 µg/l). Indhold påvist i grab samples, svarende til 2-5 gange detektionsgrænsen på Sorbisense-metoden.
  - En anden mulighed er, at disse PFAS-forbindelser er de mest kortkædede og mest vandopløselige af de undersøgte stoffer – evt. påvirke affiniteten til adsorbenten.
- Dog kun kriterium for PFOS og derivater heraf i overfladevand – PFOS har god genfindelse på Sorbicell.

Case: Kirke Å i Skjern

Chlorerede opløsningsmidler fra renseri



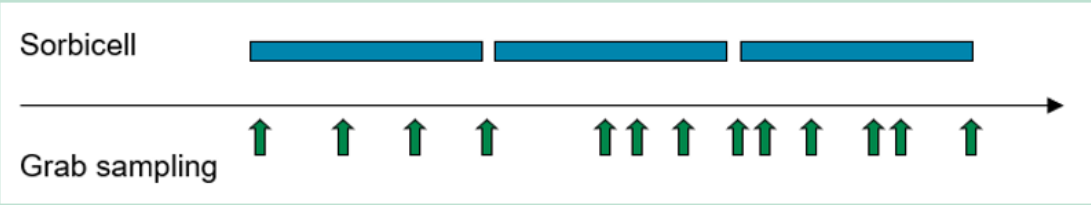


Type 2 vandløb (stort mellem vandløb)

Vandføring: 200-1.600 l/s

Bredde: 3-5 m

Dybde: 0,45-1 m

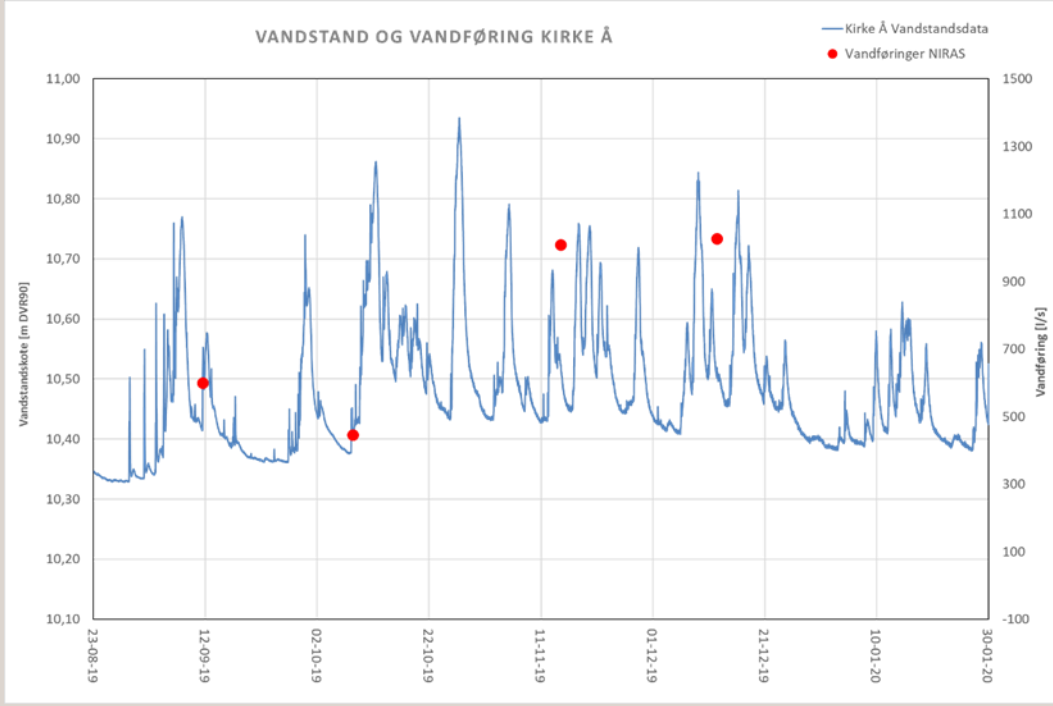


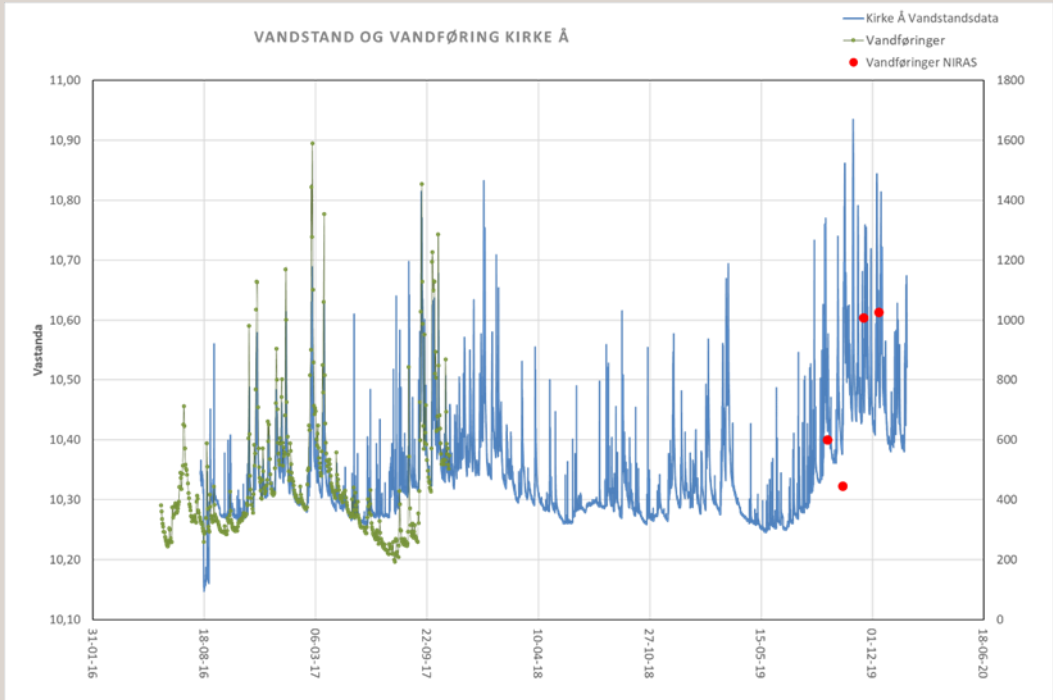
Dato	11-sep	19-sep	01-okt	08-okt	23-okt	25-okt	31-okt	14-nov	18-nov	25-nov	02-dec	06-dec	12-dec
Grap sample ved st. VA2- prøve a	VA2-1-a	VA2-2-a	VA2-3-a	VA2-4-a	VA2-5-a	VA2-6-a	VA2-7-a	VA2-8-a	VA2-9-a	VA2-10-a	VA2-11-a	VA2-12-a	VA2-13-a
Grap sample ved st. VA2- prøve b	VA2-1-b	VA2-2-b	VA2-3-b	VA2-4-b	VA2-5-b	VA2-6-b	VA2-7-b	VA2-8-b	VA2-9-b	VA2-10-b	VA2-11-b	VA2-12-b	VA2-13-b
Sorbicell opsæt/nedtag													

Resultater

Vandføring og vandstand

- De sidste to målerunder var der **betydeligt mere nedbør** – meget høj vandføring/ vandstand
- Området omkring Kirke Å og den nærliggende bro oversvømmet
- Det ses ligeledes, at den høje vandstand ikke er set i så lang en periode siden før 2016





 ATV Vintermøde Jord og Grundvand. Civilingeniør Jette Kjøge Olsen, NIRAS.

Resultater

Vinylchlorid-analyser

- Tidligere målinger for vinylchlorid i Kirke Å har vist koncentrationer fra ca. 0,02- 0,051 µg/l (Miljøstyrelsen, 2018)
- Koncentrationen af vinylchlorid i såvel grab samples som Sorbiceller har ligget **på niveau eller under detektionsgrænsen** pga. meget høj vandstand
- Påvist vinylchlorid i 5 ud af de 11 grab samples i Kirke Å op til 0,030 µg/L.
- Ikke påvist indhold af vinylchlorid på Sorbicell over detektionsgrænsen

Resultater for grab samples:

Udtagningsdato	Prøvemærke	Vinylchlorid ug/l
11-09-2019	VA2-1-a	0,023
	VA2-1-b	0,026
	VA2-1-c	0,025
	VA2-1-d	0,024
	VA2-1-e	0,025
	VA2-1-f	0,022
19-09-2019	VA2-2-a	0,030
	VA2-2-b	0,028
01-10-2019	VA2-3-a	-
	VA2-3-b	-
22-10-2019	VA2-5-a	-
	VA2-5-b	-
25-10-2019	VA2-6-a	0,021
	VA2-6-b	-
31-10-2019	VA2-7-a	-
	VA2-7-b	-
18-11-2019	VA2-9-a	-
	VA2-9-b	-
25-11-2019	VA2-10-a	-
	VA2-10-b	0,024
02-12-2019	VA2-11-a	0,023
	VA2-11-b	0,022
06-12-2019	VA2-12-A	-
	VA2-12-B	-
12-12-2019	VA2-13-a	-
	VA2-13-b	-

- : Ikke påvist, dvs. mindre end detektionsgrænsen på 0,02 ug/L

NIRAS

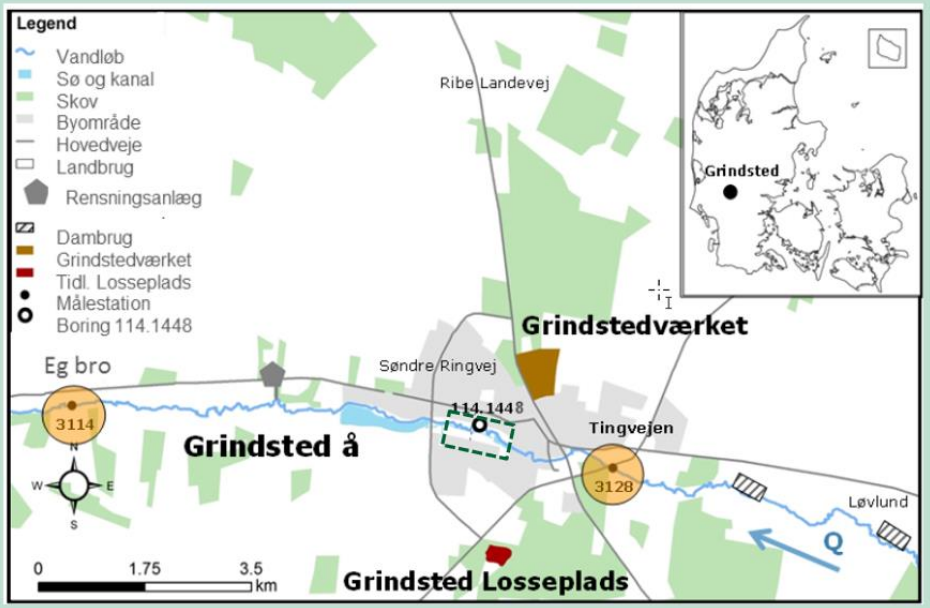
Diskussion

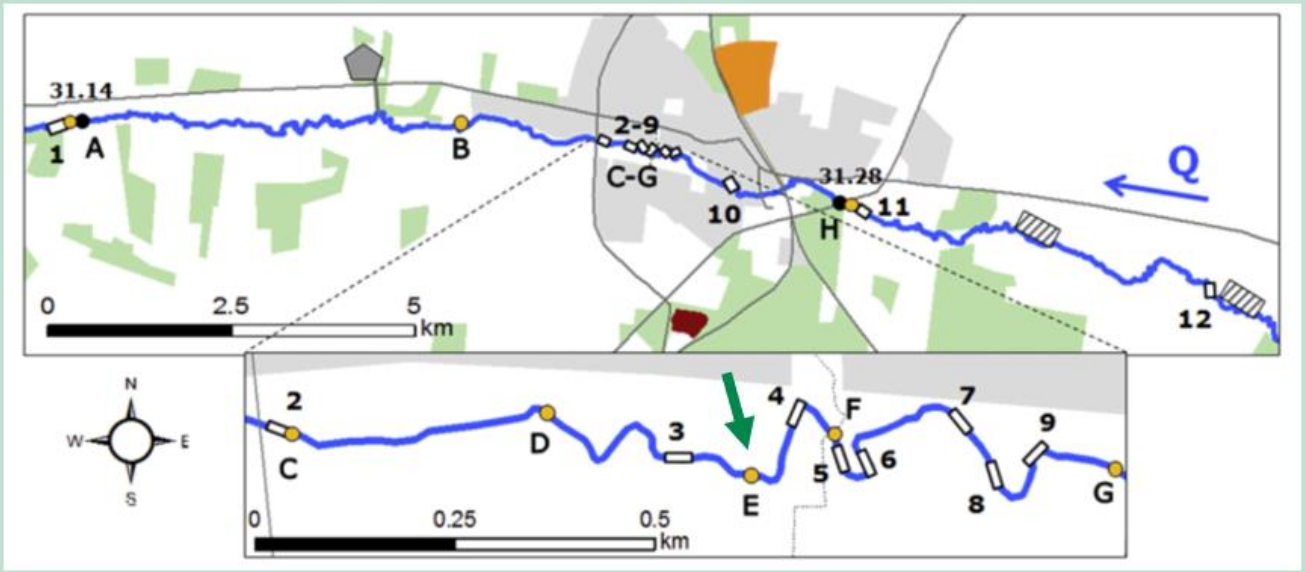
Udfordringer med vinylchlorid og Sorbicell

- Sorbicell kunne ikke detektere de lave koncentrationer af vinylchlorid
- Derfor ingen sammenligning mellem de to prøvetagningsmetoder.
- Dette kan skyldes en varierende kildestyrke og/eller den ekstremt høje vandføring i åen i måleperioden.
- Derfor blev der i januar/februar 2020 gennemført en enkelt måleperiode i Grindsted Å.
- Mellem målingerne i Kirke Å og i Grindsted Å - udviklingsarbejde muliggjort en lavere detektionsgrænse for Sorbisense-metoden.

Case: Grindsted Å i Grindsted

Chlorerede opløsningsmidler fra Grindstedværket



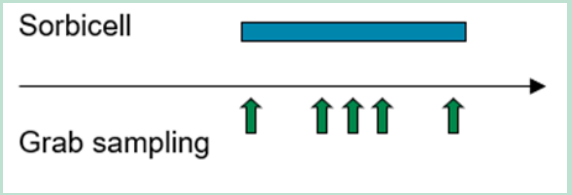


Type 3 vandløb (stort vandløb)

Vandføring: 1.500-4.100 l/s

Bredde: 8-12 m

Dybde: 0,5 m



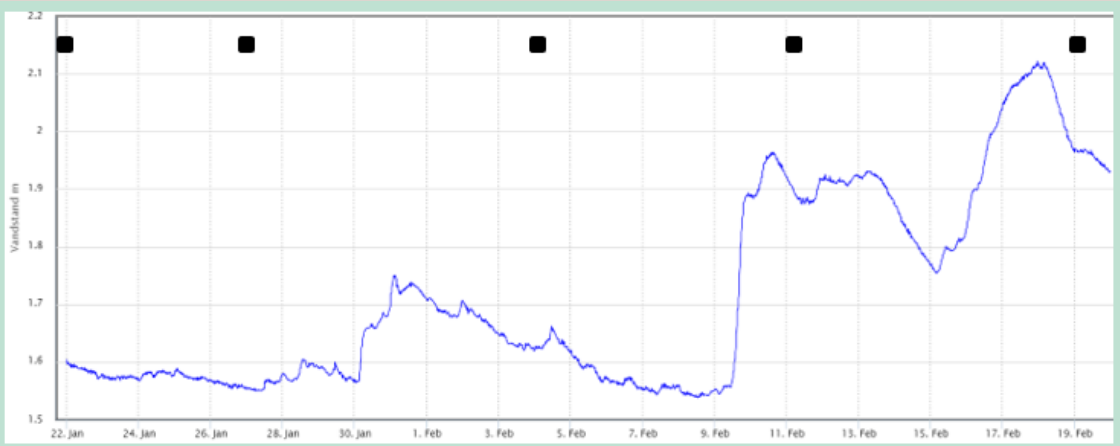
Resultater

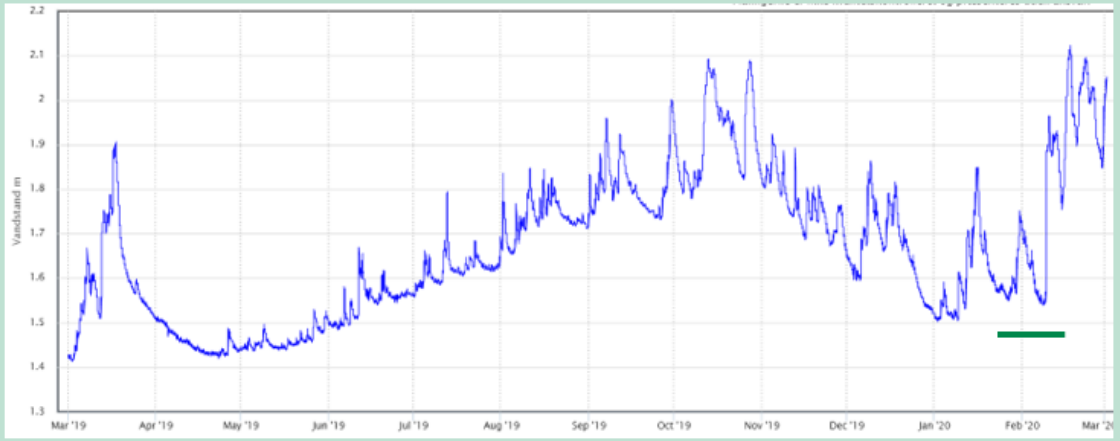
Vandstand og vinylchlorid-analyser

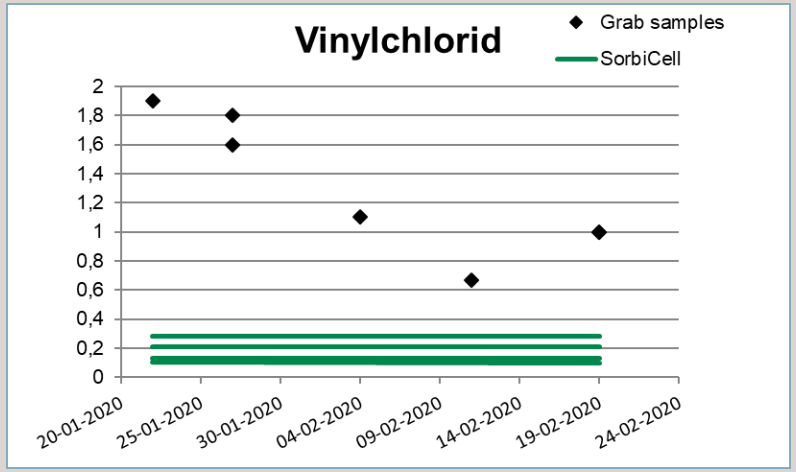
- Hvis man sammenligner måleperioden (øverste graf) med hele perioden fra marts 2019 til marts 2020 (nederste graf), synes måleperioden at være repræsentativ for vandløbet med både lav og høj vandstand. (vandføring ikke målt!)

- **Dag-til-dag** variationen i forureningsindholdet mellem grab samples indsamlet inden for en måned viste sig at være **op til 95 %** (største koncentration kontra laveste koncentration) med et gennemsnit på 36 %.

- Sorbicell underestimerer (sammenlignet med grab samples) koncentrationen af vinylchlorid
  - Årsag sandsynligvis - ringere affinitet af vinylchlorid til adsorbenten i Sorbicell







Konklusion

Del 1 af 2

- **Laboratorietest samt feltmåling** har dokumenteret, at den opsamlede vandprøve med Sorbiceller repræsenterer hele måleperioden, og at flowet gennem cellen afhænger af vandtrykket over cellen.
- Datamaterialets mere end **600 enkeltresultater** viser en **klar lineær sammenhæng** mellem PFAS koncentrationer målt ved Sorbicell og målt som middelværdi af grab samples over en periode på 1 måned.
- Forsøgene viser, at hvis der **kun udtages én grab sample**, der skal repræsentere forureningsindholdet i hhv. Hessellund Bæk/Grindsted Å, vil resultatet kunne variere med hhv. **64 % og 95 %**, afhængigt af tidspunktet.
- Endnu **større variationer kan forventes**, hvis der prøvetages i zoner uden fuldstændig opblanding eller i situationer med svingende kildestyrke.

Konklusion

Del 2 af 2

- Sorbicell – **udfordringer med enkelte stoffer**, vinylchlorid og enkelte PFAS-forbindelser – test af genfinding på Sorbicell inden brug.
- **OBS på tilstopning** af Sorbicell pga. okker, sediment og løvfald
- Samlet set vurderes det, at Sorbicell-metoden kan inddrages som et **alternativ til de traditionelle grab samples**. Teknologien er meget relevant, hvis formålet med en undersøgelse er, at de udtagne vandprøver skal afspejle en **gennemsnitsværdi for en længere periode**.
- De **økonomiske analyser** (felttid-, transport- og analyseomkostninger) har vist, at Sorbicell-metoden kan betyde en **besparelse på de samlede omkostninger på ca. 30-60%**.
- Metoden giver mulighed for at kunne udarbejde en **robust risikovurdering** til fordel for vandmiljøet, uden at belaste økonomien i undersøgelserne negativt.

Perspektivering

- Sorbicell kan også anvendes i søer, fjorde og i havet samt spildevandsudledninger til recipienter
- På toppen af Sorbicellen kan samles sediment og udfældes okker - nyt design af selve Sorbicell-montagen, hvor der ikke på samme vis kan afsættes partikler.
- Montagen WW50 - ensartet flow gennem Sorbicell i hele perioden - montere Sorbicell i bestemt dybde med bøje, f.eks. 10 cm under vandoverfladen – forureningen ikke over- eller underrepræsenteres
- Med det øgede fokus, der er på undersøgelse af overfladevand af regionerne, vurderes Sorbicell-metoden at kunne anvendes.
- Der kan med fordel udføres **livcyklusvurdering** for metoderne, herunder med et fremtidigt fokus på genanvendelse, bæredygtighed og anvendelse af færre ressourcer.

VERDENSMÅL
for bæredygtig udvikling

NIRAS

 ATV Vintermøde Jord og Grundvand. Civilingeniør Jette Kjøge Olsen, NIRAS.

En analyse repræsenterer kun det vand, der analyseres!

Tak for opmærksomheden ☺

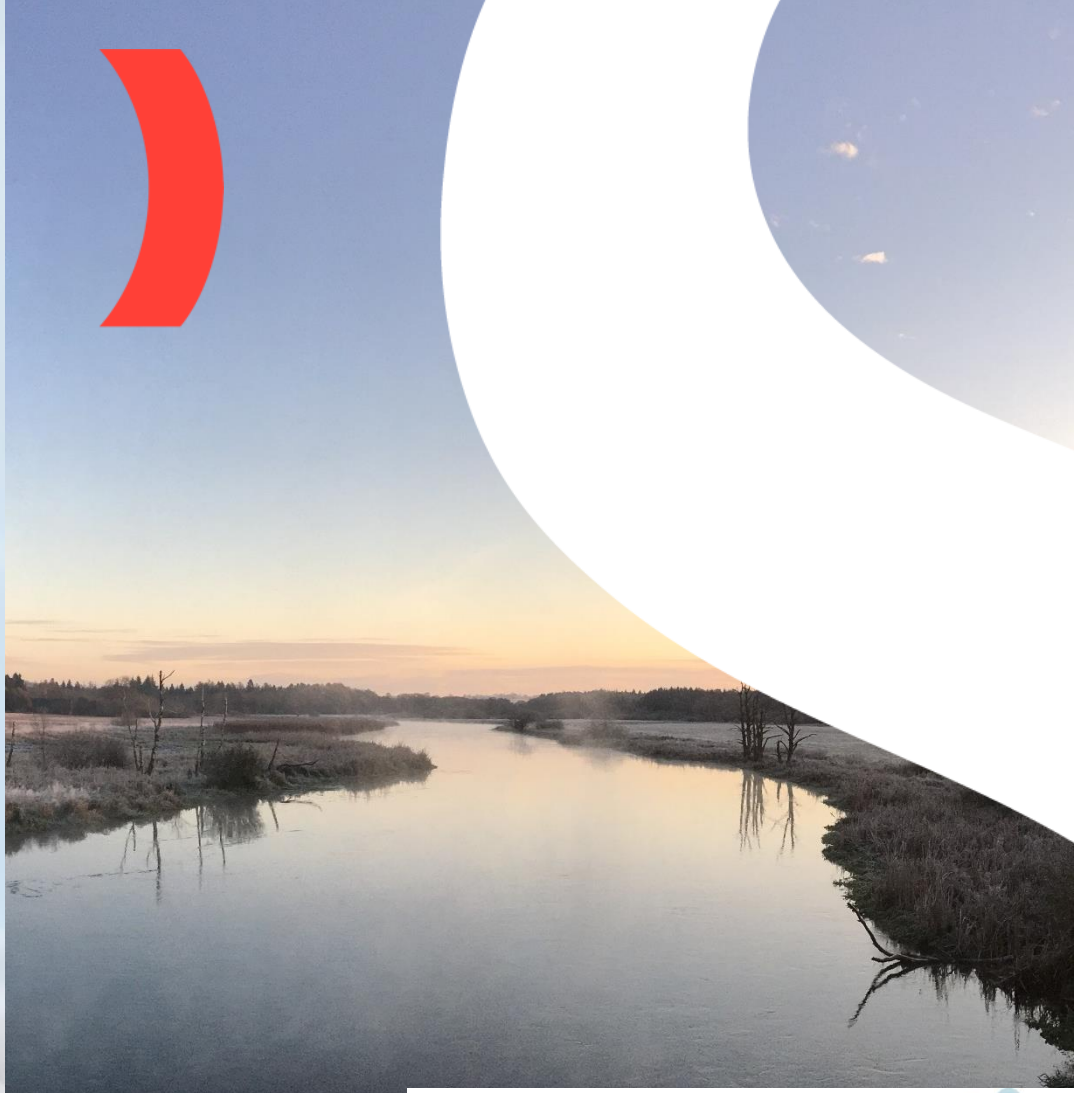
Spørgsmål?

VURDERING AF TO UNDERSØGELSESTILGANGE FOR MÅLSAT OVERFLADEVAND

9. Marts 2021

ATV Vintermøde

Anne Sonne, WSP og Lise-Lotte Rasmussen Tombak, RS



REGION SJÆLLAND

– vi er til for dig

Udvælgelsen af to risikolokaliteter ud af 186 i Region Sjælland

(marts 2018)

- *Faktor 5-9.405 over KK*
- *129 lokaliteter*
- *Stofgrupper*

Fokus

- *Faktor 5-9.405 over KK*
- *129 lokaliteter*
- *Stofgrupper*

Stofgruppe

-klorerede opløsningsmidler, **80**

-tributhyltinacetat, **12**

-ammonium-N, **11**

-phenol/-er, **10**

-tungmetaller, **4**

-pesticider, **4**

-bly, **2,** ben(a)pyren, **1**

-freon, **1,** olie, **1**

-dieselolie, **1**

Klorerede opløsningsmidler:

- Vandløb, **76**
- Fjord, **11**
- Havn, **5**
- Kyst, **5**
- Sø, **3**

*****MST (Miljøstyrelsen), 2014. Risikovurdering af overfladevand, som er påvirket af punktkildeforurenet grundvand. Miljøprojekt nr. 1575

- Olsbæk, **9 lokaliteter**
- Køge Å, **6 "**
- Tingsted Å, **4 "**
- Lyngbækken, **3 "**
- Skendsved Å, **3 "**
- Kalvemose Å, **3 "**
- Tangmosebækken, **2 "**
- Ellebæk, **2 "**
- Tubæk, **2 "**
- Jydebæk, **2 "**

Små og mellemstore vandløb, ≤ 50 L/s

Mange vandløb påvirket flere lokaliteter

kun 40 vandløb er potentielt påvirkede, da 10 var påvirket af flere lokaliteter ifølge screeningsværktøjet:

MST (2015). Forurening af overfladevand fra jordforureninger. J.nr. mst-792-00135

- **Mellemstore vandløb**

- Potentielt påvirket af klorerede opløsningsmidler:
    - Det første vandløb **(A)**, som skulle undersøges, skulle kun være påvirket af én lokalitet
    - Det andet vandløb **(B)** påvirket af flere lokaliteter, som alle er forurenet med klorerede opløsningsmidler

Egenskaber og problemstillinger

To undersøgelsestilgange

1. Vandløb A

- benytte fremgangsmåde anbefalet af MST (*2015):
  - den forurenede grund undersøges og risikovurderes først
  - vurderes der at være en reel risiko af det forurenede grundvand

- fortsættes feltundersøgelserne ude i selve vandløbet

2. Vandløb B benyttes en anden strategi

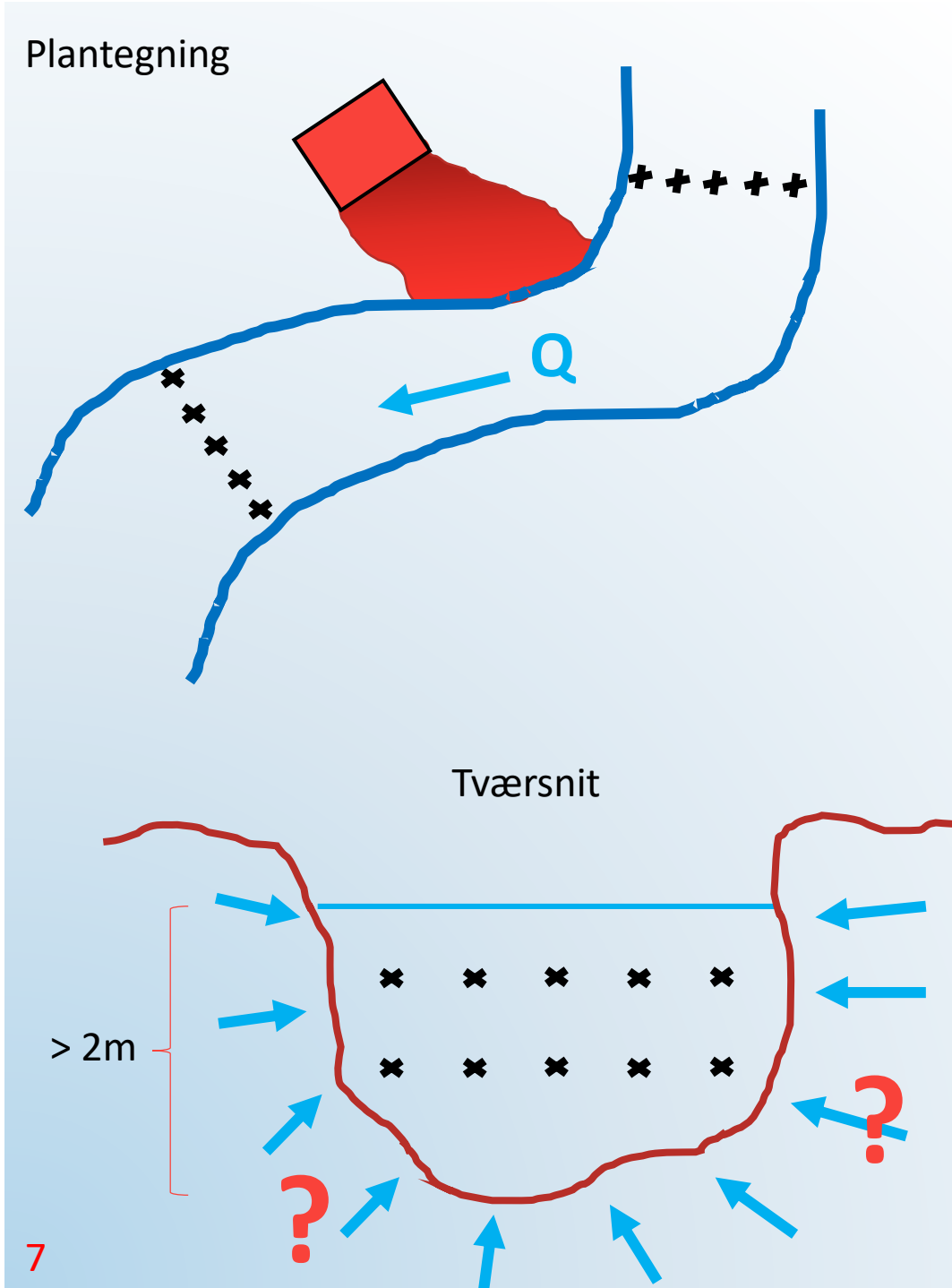
- Fokus på selve vandløbet fra start
  - under skrivebordsarbejdet, besigtigelse og feltundersøgelser
  - ned langs den risikofyldte åstrækning iflg. screeningsværktøjet

Ud fra disse feltundersøgelser vil screeningsværktøjets estimater blive evalueret og justeret

* MST 2015. ”Guide til indledende undersøgelser, der udgør en potentiel risiko for overfladevand”, miljøprojekt nr. 1657.

- Vandprøverne udtages i sommerperioden – worst case scenario MST (2018)
- Ned langs åen, opstrøms og nedstrøms en forureningslokalitet (fuldt opblandede forhold)
- 5 vandprøver på tværs af åen i midten af vandsøjlen
  - Ved < 3 m, 4-3 vandprøver
- Vanddybder større end 2 m - to tværsnit
  - eks. 0,75 og 1,5 m's dybde
  - for at indkredse hvorfra den forurenede grundvandsindsivning sker i vandløbet

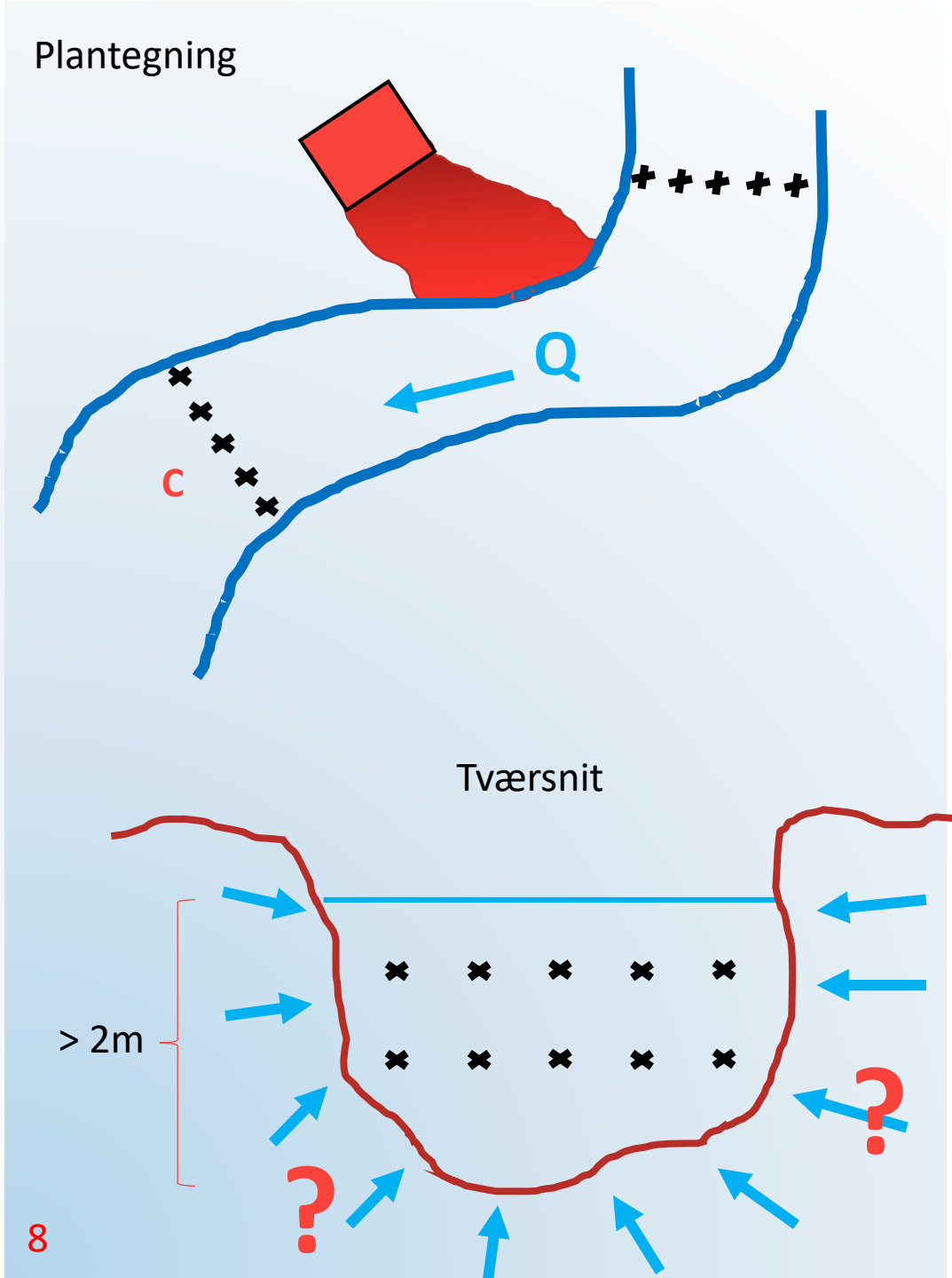
Kampagnen i selve vandløbet



**MST, 2018. Vandløb påvirket af jordforurening. Tidslig variation i koncentration og vandføring. Miljøprojekt nr. 2050

- Vandprøverne udtages i sommerperioden – worst case scenario MST (2018)
- Ned langs åen, opstrøms og nedstrøms en forureningslokalitet (fuldt opblandede forhold)
- 5 vandprøver på tværs af åen i midten af vandsøjlen
  - Ved < 3 m, 4-3 vandprøver
- Vanddybder større end 2 m - to tværsnit
  - eks. 0,75 og 1,5 m's dybde
  - for at indkredse hvorfra den forurenede grundvandsindsivning sker i vandløbet

Åvandskoncentrationerne (C) i tværsnittet nedstrøms sammenholdes med screeningsværktøjets bud på forureningssituationen i vandløbet



- Vandprøverne udtages i sommerperioden – worst case scenario MST (2018)

- Ned langs åen, opstrøms og nedstrøms en forureningslokalitet

- 5 vandprøver på tværs af åen i midten af vandsøjlen
  - Ved < 3 m, 4-3 vandprøver

- Vanddybder større end 2 m - to tværsnit
  - eks. 0,75 og 1,5 m's dybde
  - for at indkredse hvorfra den forurenede grundvandsindsivning sker i vandløbet

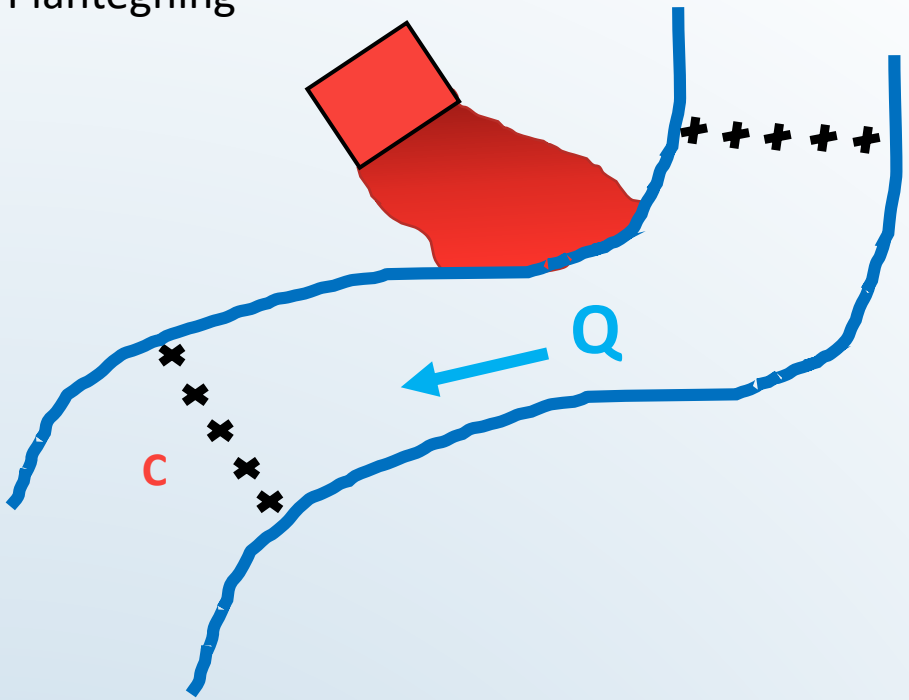
Åvandskoncentration (C) sammenholdes med screeningsværktøjets bud på forureningssituationen i vandløbet

Vandføringen (**Q**, m/s) måles i hvert tværsnit. Ved fuldt opblandede forhold **($C = C_{mix}$)** i vandløbet:

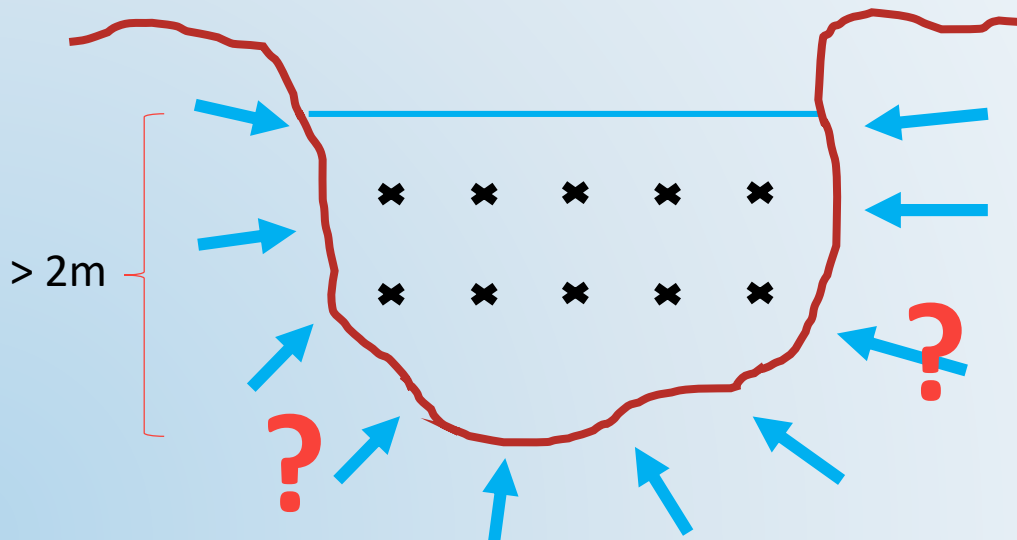
Forureningsflux (**J**, kg/år): **$J = C_{mix} * Q$**

Derved kan forureningsflux fra de forskellige lokaliteter/kilder sammenholdes - overblik af hvilke der belaster vandløbet mest

Plantegning



Tværsnit

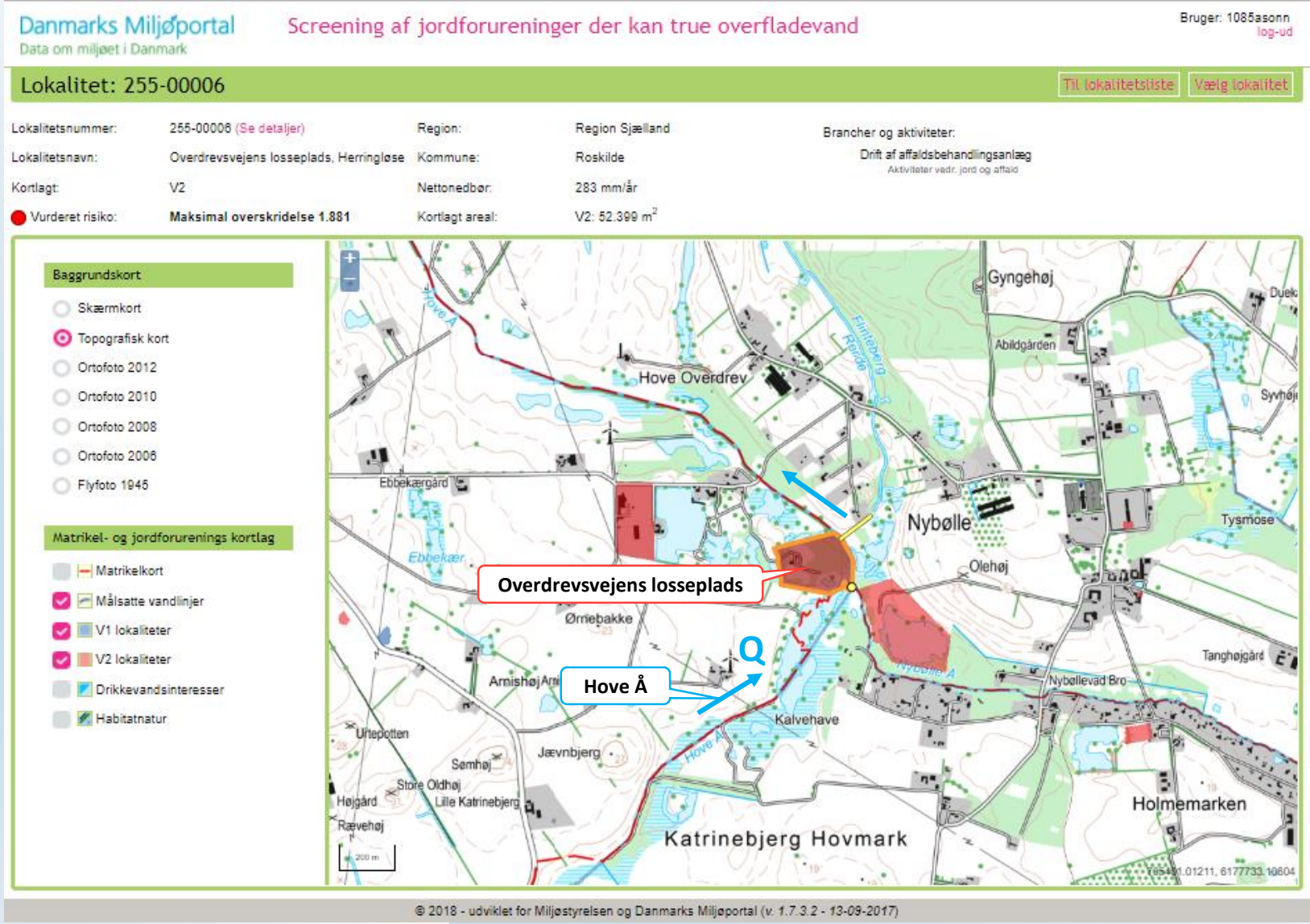


Vandløb A: Hove Å

- Morænelandskab
- Undergrunden består af kalk
- Hydrologisk forbindelse

Overdrevsvejens losseplads

- Drift 1960-72
- 47.000 m²
- Fyldlag 5-8 m
- 30 cm jordlag
- Afstand 0 m



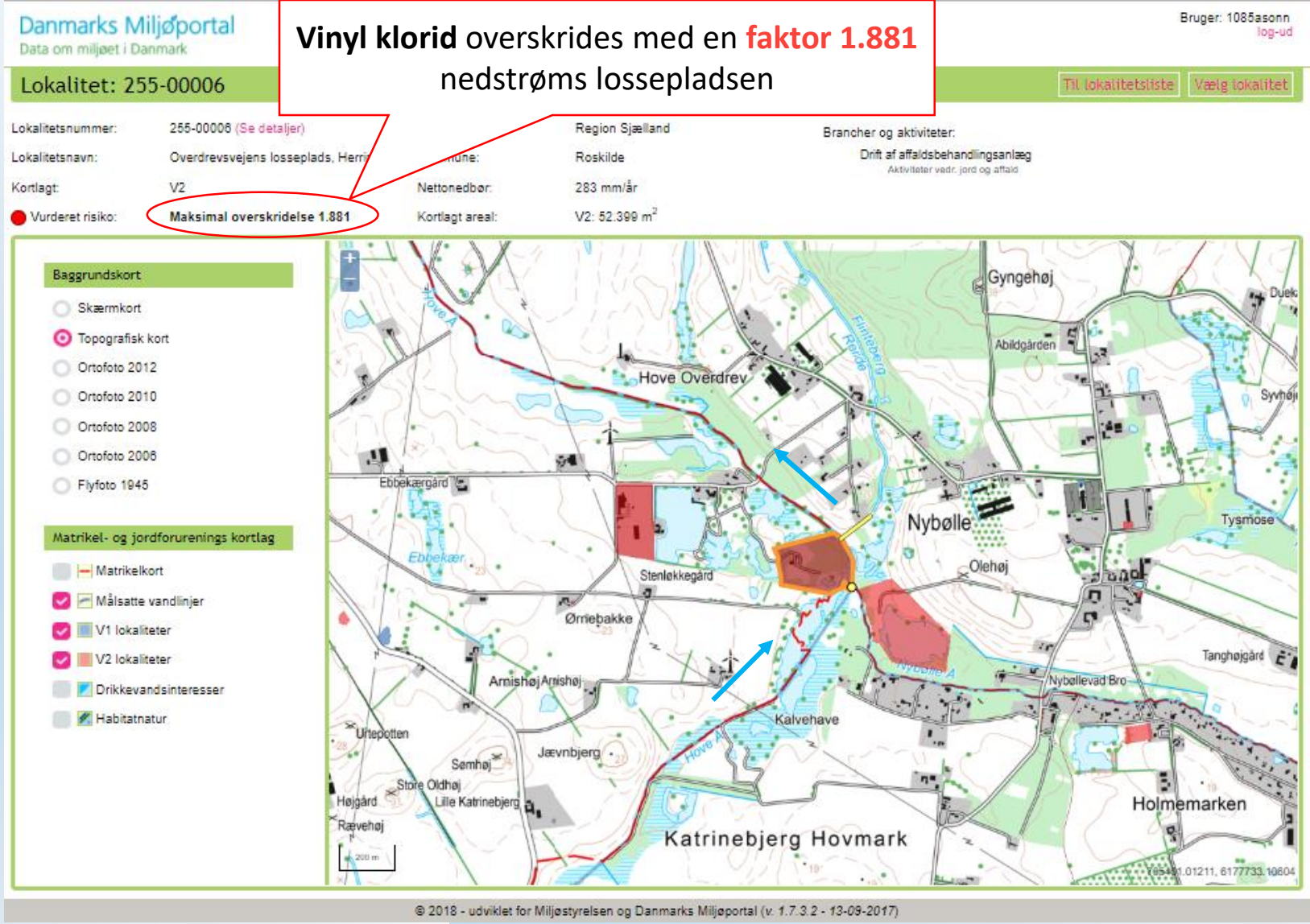
- Et område med særlig drikkevandsinteresser

Udvalgte vandløb - Forureningslokaliteter

Vandløb A: Hove Å

- Morænelandskab
- Undergrunden består af kalk
- Hydrologisk forbindelse

- **Mellemstor å, Q=10 L/s**



Overdrevsvejens losseplads

- Drift 1960-72
- 47.000 m²
- Fyldlag 5-8 m
- 30 cm jordlag
- Afstand 0 m
- Et område med særlig drikkevandsinteresser

- **Kildekoncentrationen (C_{kilde}) til 10.000 µg/L for 20% af lossepladsens areal**

Vandløb A: Hove Å

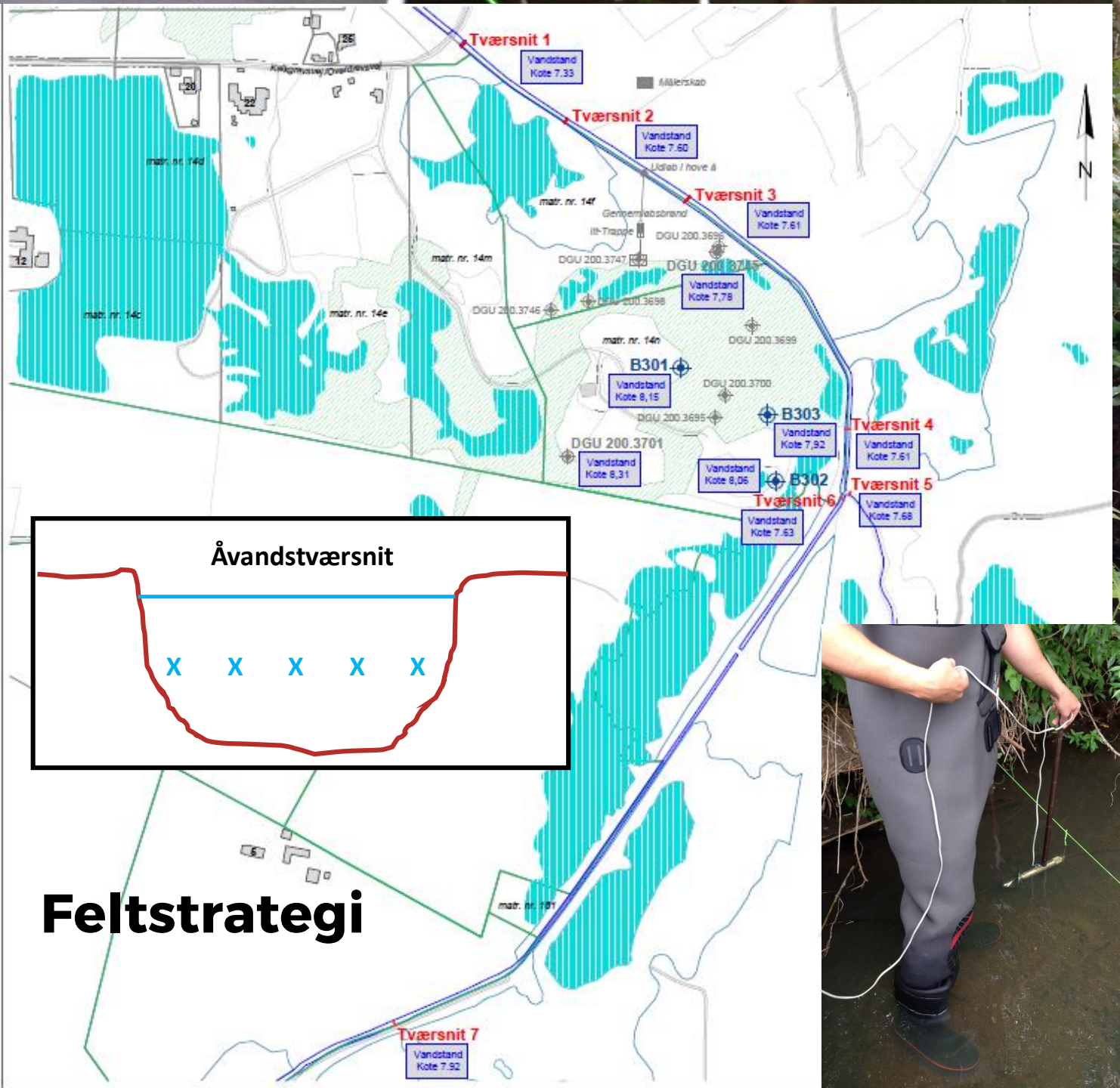
- 0,35-0,43 m dyb (24. maj 2018)
- 3-5 m bred
- Mulighed for besigtige og kortlægge selve vandløbet og brinkerne trods kraftig bredvegetation i waders
    - drænrør, okkerudsivning, tilstand af selve åen etc.
    - lokalisere transportveje af forurening til åen

- Hydraulisk kontakt: begge brinker våde 0,5 m over vandstanden i åen
- Okkerudsivning, tilløb
- Systematisk udgravning - dræning af nærområdet
- Personlig kommunikation med lokalkendte - nyttig viden

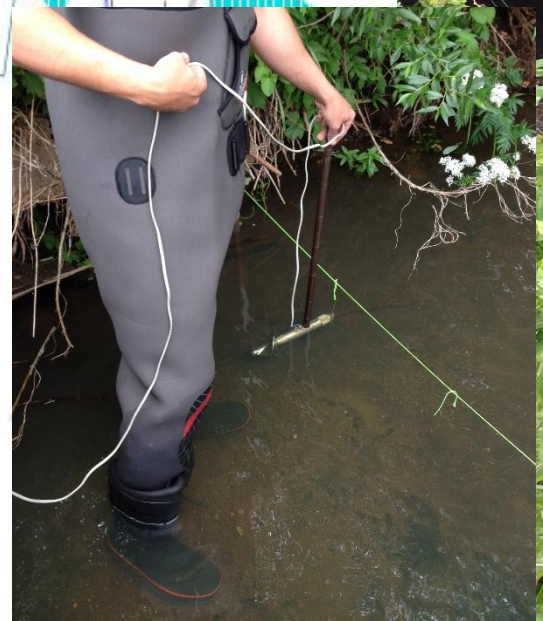
Overdrevsvejens losseplads

- Tilstand af etablerede boringer - planlægning af 3 nye boringer
    - C_{kilde}
    - Hældning

Besigtigelse



Feltstrategi



Hove Å

Opstrøms

- tværsnit 7, 5 og 4 rene
- tværsnit 6, J = 0,035 VC kg/år

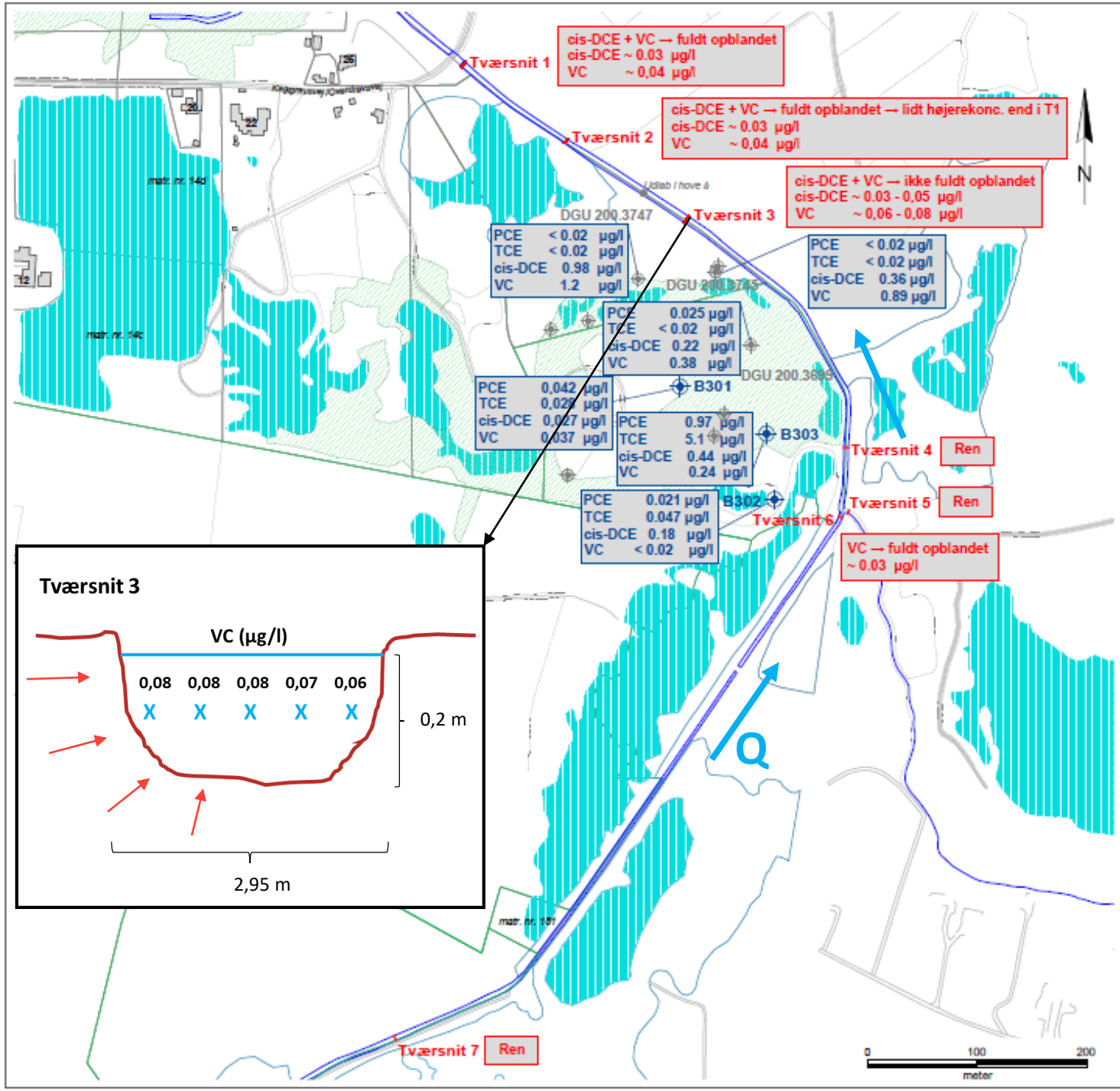
Nedstrøms

- Tværsnit 3-1 påvist cis-DCE og VC
- Tværsnit 1-2, J = 30-60 VC g/år
- Tværsnit 3 højeste koncentrationer (sydlige del, 0,08 ug/L)
- KK(VC) 0,05 ug/L kun overskredet i tværsnit 3

Boringerne

- Ingen påviste hotspot

Resultater



Vandløb B: Tingsted Å

- Moræneaflejringer
- Kalk 10 m u.t.
- Hydrologisk forbindelse

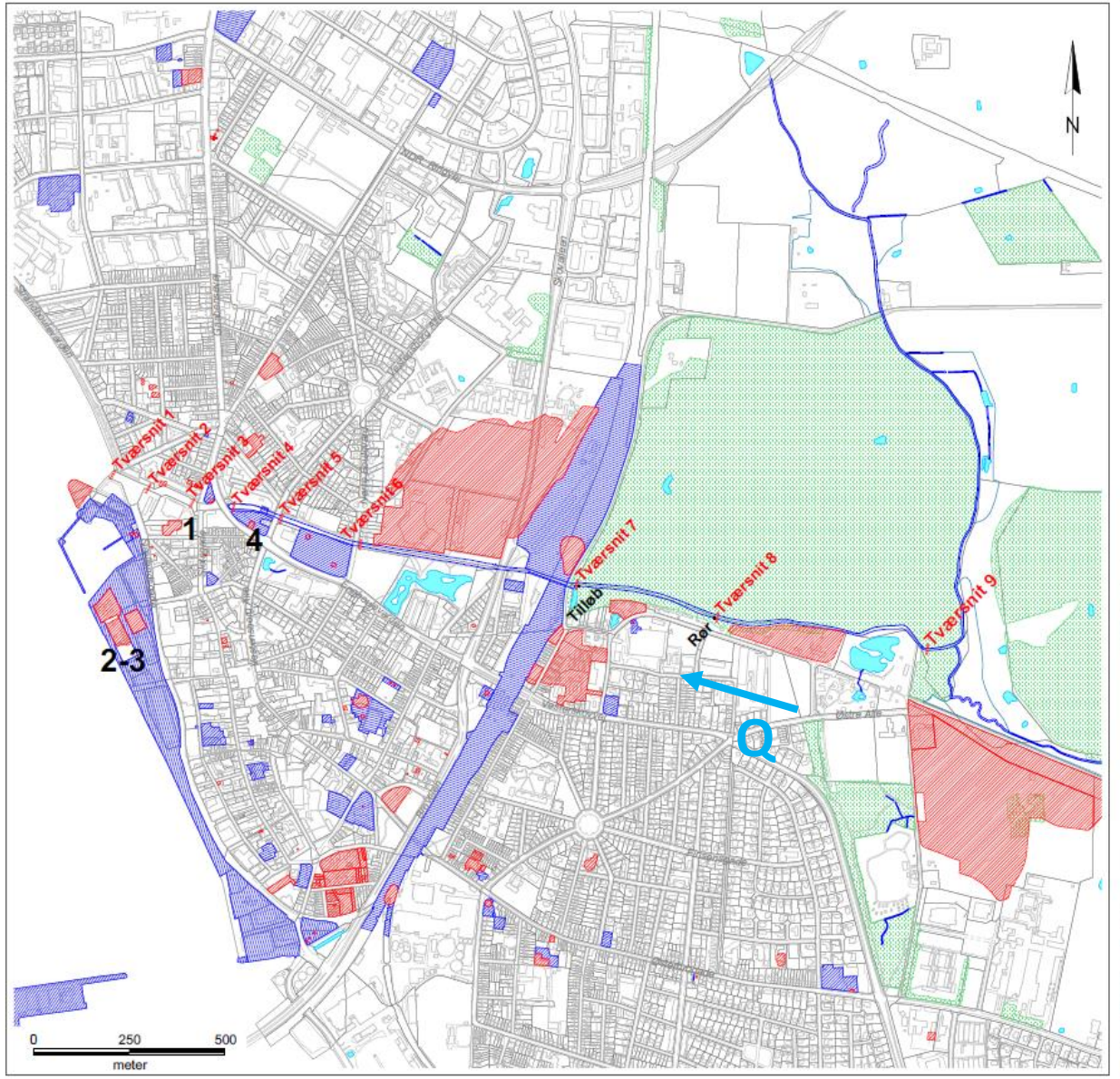
Påvirket potentielt af 4 grunde

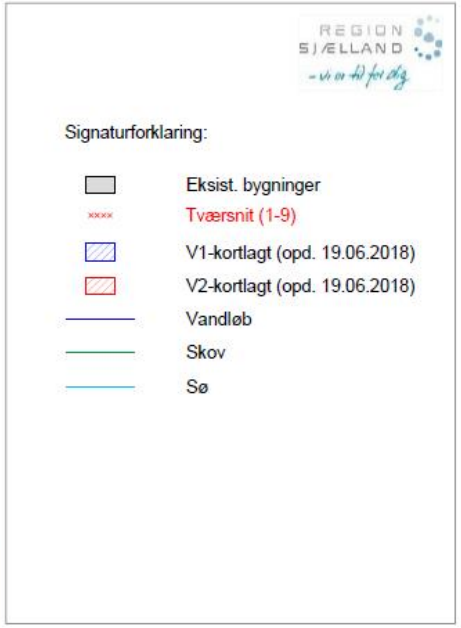
- Et gammelt renseri (1)
- To industrigrunde (2-3)
- Maskinfabrik (4)

- Afstand 22-168 m

- Erhvervsmæssig oplag og brug af klorerede opløsningsmidler

- Ifølge screeningsværktøjet overskrides KK **vinyl klorid**
  - Faktor 267-2156





Sag:
Tingsted Å
4800 Nykøbing F.

Emne:			Målforhold:	Koordinatsystem:
Situationsplan			1:10000	UTM32Euref89
Sagsbeh.:	Godkendt af.:	Lok.Id.:	Dato:	Bilag nr:
KIAB	ASONN	369-00042	23.07.2018	1

Region Sjælland, Alleen 15, 4180 Sorø, Tlf: 70 15 50 00

Vandløb B: Tingsted Å

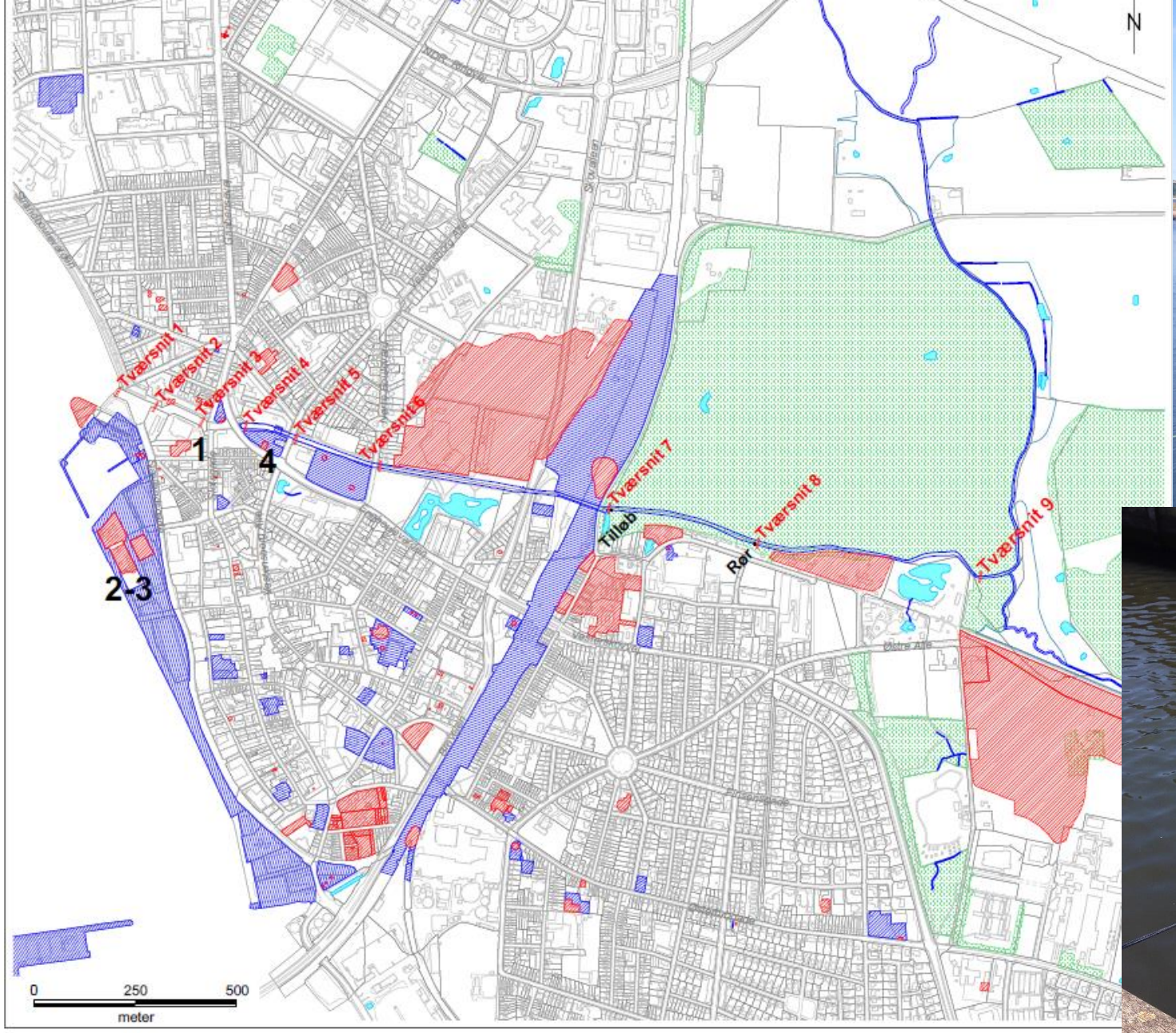
- 0,4-8 m dyb
- 8-15 m bred
- Åens bredde og vandstand større og dybere
    - bredbundet jolly
        - Mulighed for besigtige og kortlægge selve vandløbet
        - brinkerne trods kraftig bredvegetation

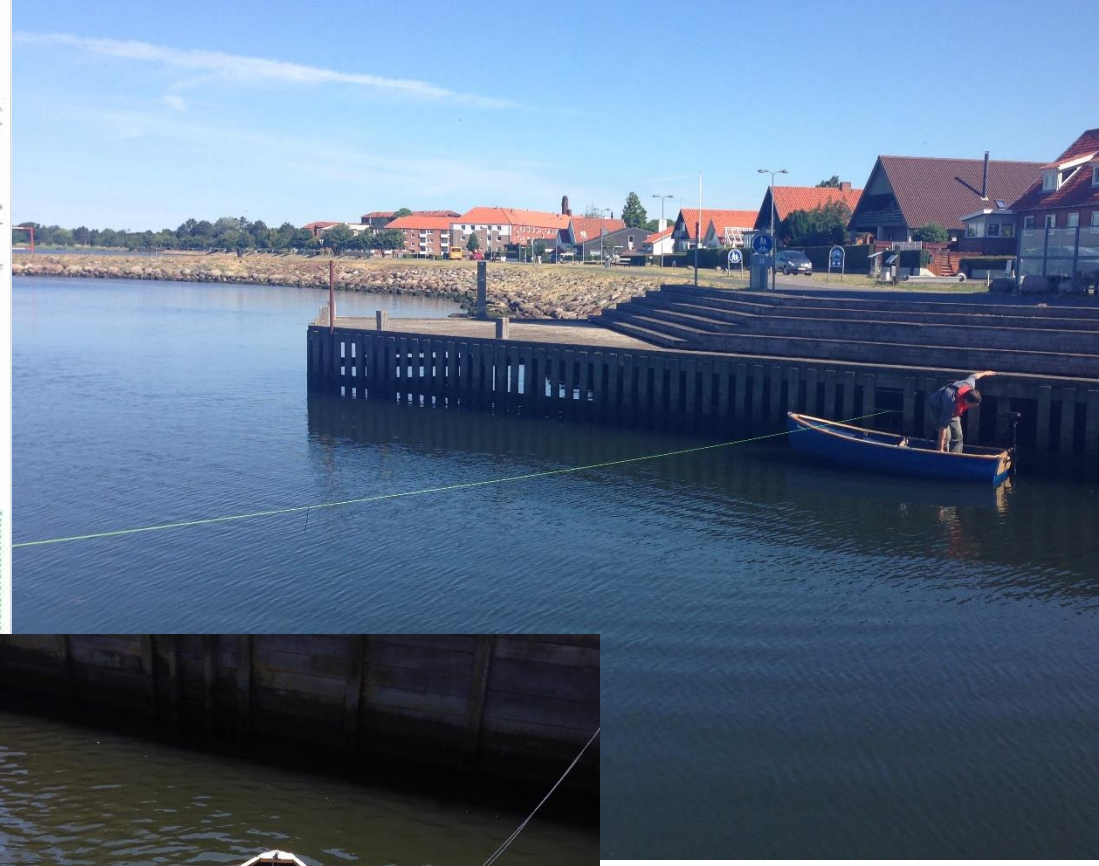
- Okkerudsivning fra to gamle lossepladser

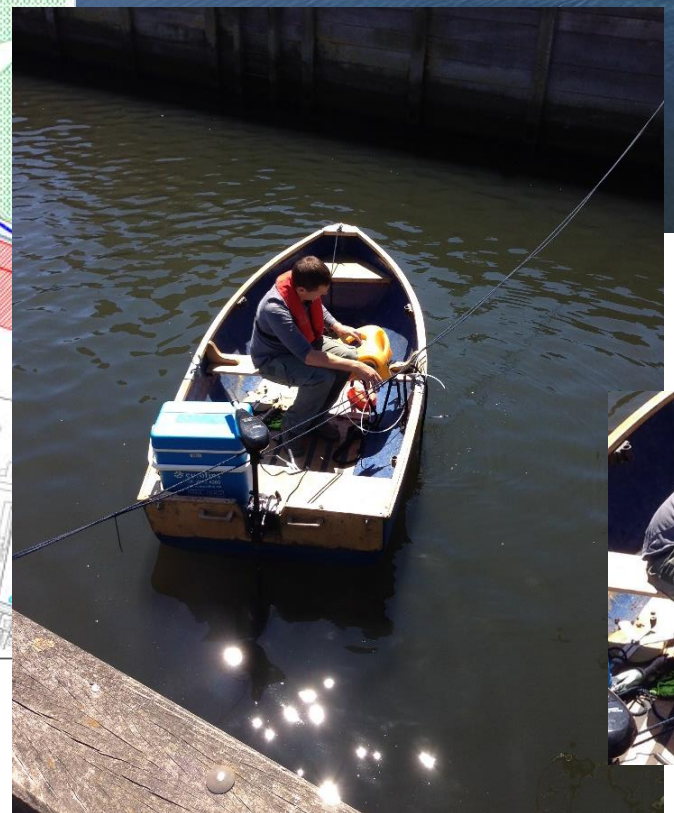
- Fandt et vådområde samt ekstra drænrør og udløb ikke dokumenteret af eksisterende materiale

Observationerne ved besigtigelsen var alle afgørende for feltstrategien for begge vandløb

Besigtigelse





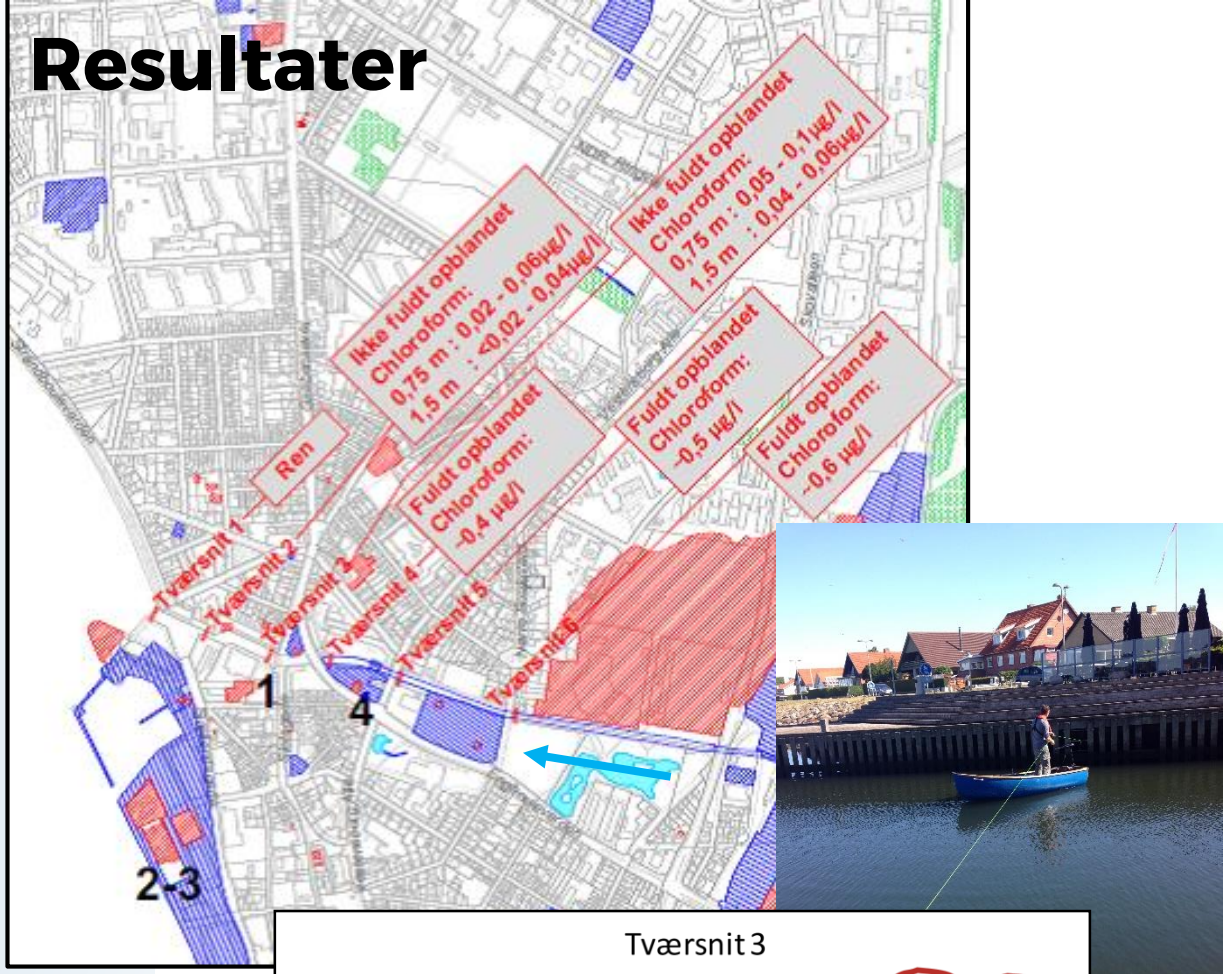


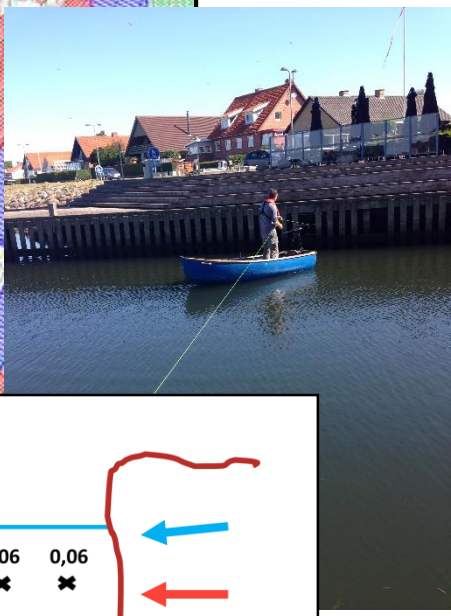
Feltstrategi

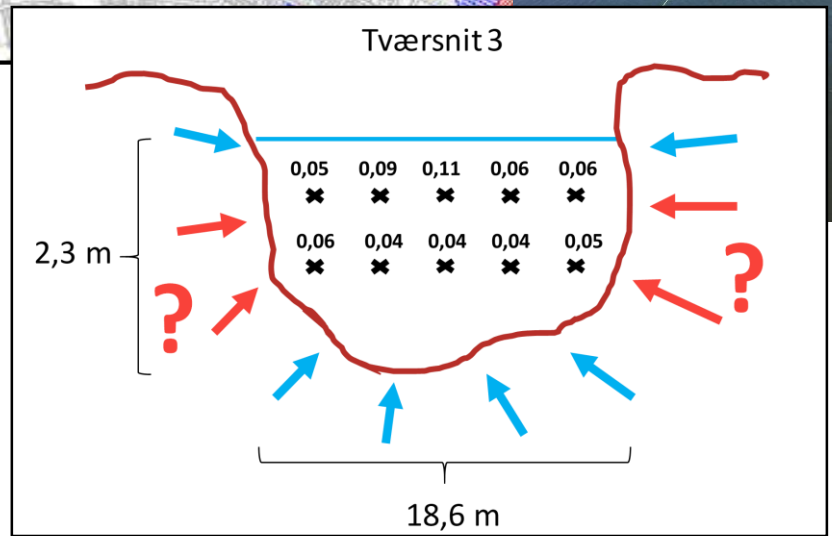
Tingsted Å

Ikke muligt påvise klorerede opløsningsmidler nær de 4 risikolokaliteter (tværsnit 1-6)

- Påvist kloroform i tværsnit (2-6)
- Slotsbryggen (tværsnit 2-3) ikke fuldt opblandet
- En gammel undersøgelse af renserigrunden (**1**):
  - kloroform betydelige koncentrationer i grundvandet/poreluft
  - mulig forureningskilde
- Fuldt opblandede forhold (tværsnit 4-6)
  - 0,4-0,6 µg kloroform/L
  - Flux (J): 1,1-2,6 kg kloroform/år
- Gennemgang af V1 og V2 opstrøms i Tingsted Å
  - Ingen kendskab, men så på typiske branchestoffer og aktiviteter
  - mulig kandidat: stor gammel losseplads opstrøms tværsnit 6







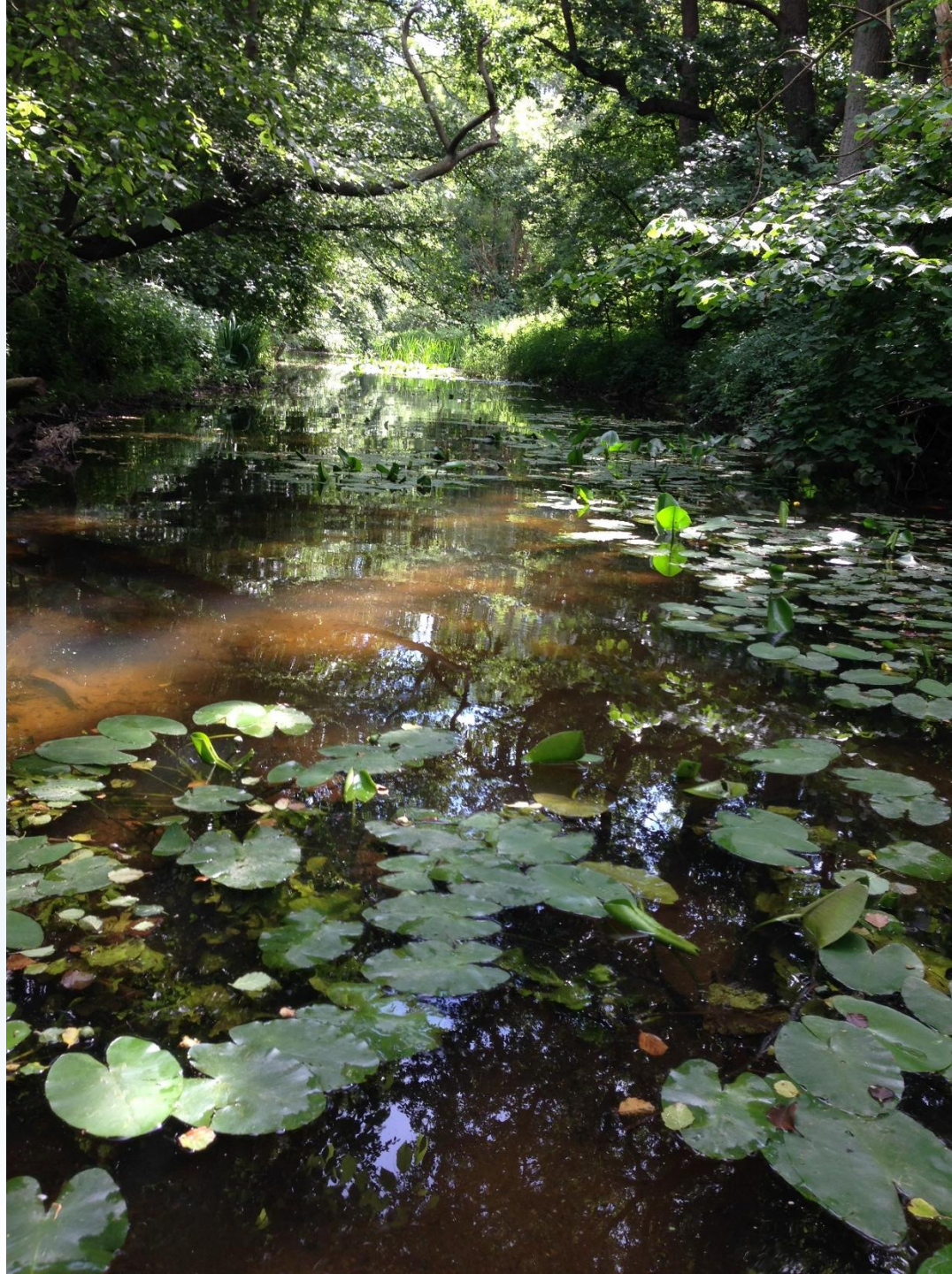
- **Skrivebordsarbejdet**
  - Gennemgang af materiale for Hove Å og Overdrevsvejens losseplads, som anbefalet af MST, var mere omfattende og tidskrævende end
  - for Tingsted Å, hvor vi afprøvede en mere simpel gennemgang af tidligere materiale ud fra screeningsværktøjets risikovurdering af vandløbet

- **Tilsynsskemaet (MST 2015)**
  - Detaljeret og utrolig nyttig huskeseddel til både skrivebordsarbejdet og besigtigelsen i felten

- **Klorerede opløsningsmidler og kloroform**
  - Muligt at skelne mellem de forskellige forureningskilder ned langs vandløbene - tværsnittene

  - Idet størstedelen af Region Sjællands vandløb består af små og mellemstore vandløb - vil de klorerede opløsningsmidler fordampe lettere end fra de større vandløb i Jylland - dermed være målbart lavere end estimeret af screeningsværktøjet

Evaluering og anbefalinger



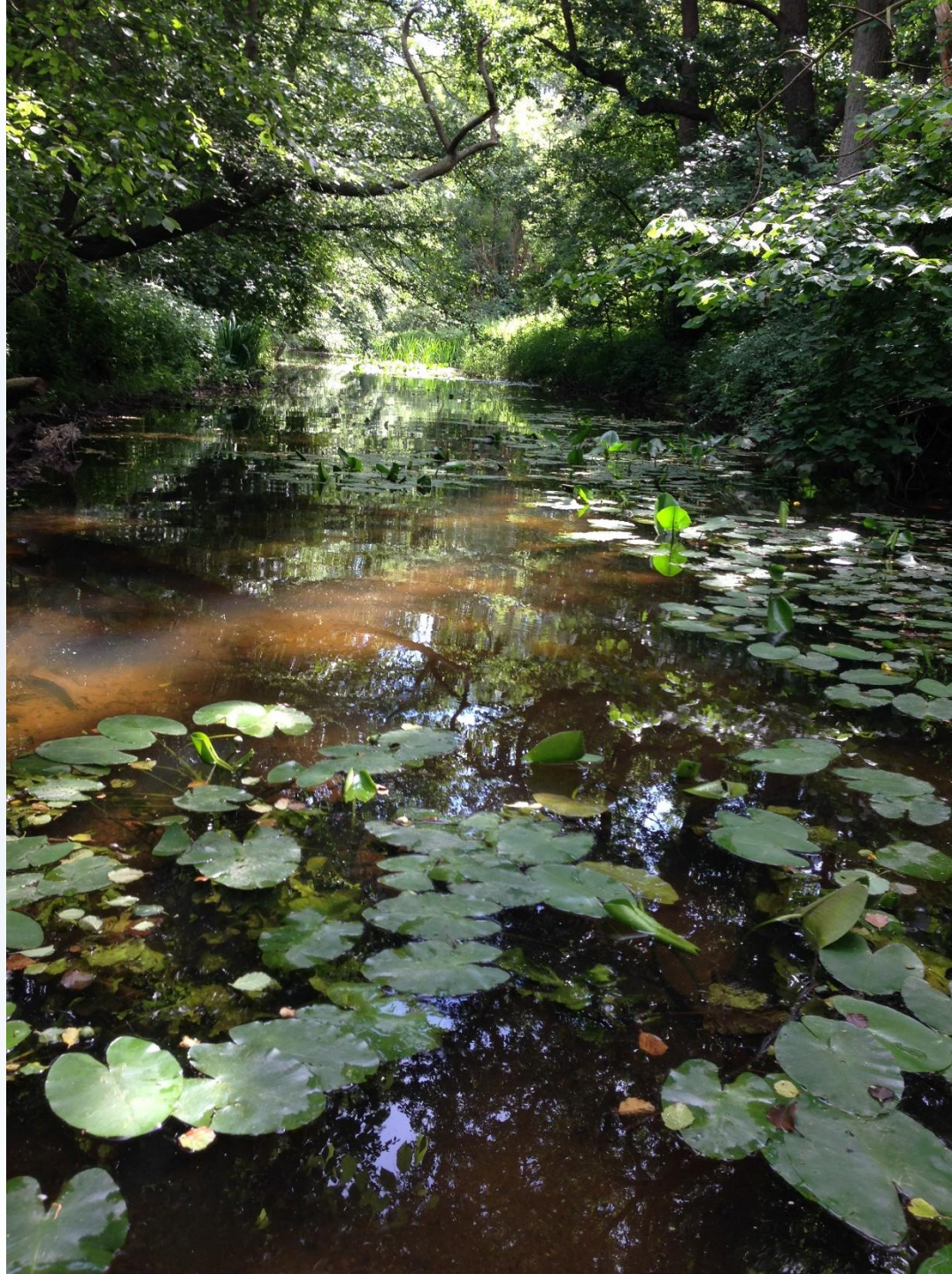
- **Feltstrategi**

- Undersøgelsesstrategien for Hove Å var mere tids- og økonomisk krævende på grund af etableringen af boringer inde på land,
    - men de gav et indblik i grundvandsspejlets hældning/hydrauliske kontakt til vandløbet
    - Potentielt kunne den have givet os hotspot koncentrationer til korrigering af data til screeningsværktøjet

- Men hvis samme strategi var benyttet i Tingsted Å, som potentielt var påvirkning af flere lokaliteter ville det have været meget omfattende og dyrt at starte kampagnen på land

På baggrund af de to feltundersøgelse ville vi anbefale, at undersøge åen først for forurening, før man begynder at undersøge lokaliteterne oppe på landjorden

- Tekniske beskrivelse fra Regionerne



Tak!

wsp.com