

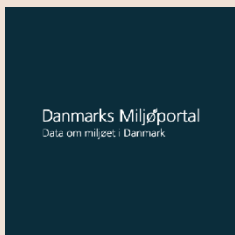
Dynamisk værktøj til vurdering af grundvandets PFAS sårbarhed

ATV Vintermøde 2026
Bastian Germundsson



Følgegruppen og finansiering

- Danmarks Miljøportal: Nils Høgsted (m.fl.)
- DTU: Klaus Mosthaf
- HOFOR: Marianne Jeppesen
- Region Midtjylland: Kaspar Rüegg
- Miljøstyrelsen 'Teknologiprogram for jord- og grundvandsforurening', v. Maiken Lundstad Nielsen



**Miljø- og
Ligestillingsministeriet**
Miljøstyrelsen

Problematikken

INDLAND

Udsigt til fund af mange flere PFAS-forureninger:
'Ministeren må gerne rykke hurtigst muligt'

...videre kun undersøgt en tiendedel af de PFAS-forurening.

Danske landmænd bruger flere og flere PFAS-pesticider

På ét år blev næsten 120 ton PFAS-pesticider sprøjtet på de danske konventionelle landbrugsmarker. PFAS-pesticiderne bliver mere og mere populære herhjemme trods den potentielle miljø- og sundhedsrisiko.

Forurening med PFAS

Regeringen vil have national strategi for PFAS-forurening

17. aug 2022 kl. 17.41

ivl. værktøj til vurdering af grundvandets PFAS-sårbarhed

Del artikel

INDLAND

Store mængder af farligt stof er målt i Korsør-borgeres blod: 'Man falder ned i et sort hul'

Blodprøver fra 187 personer viser store koncentrationer af stoffet PFOS hos flere af dem.

SUNDHED

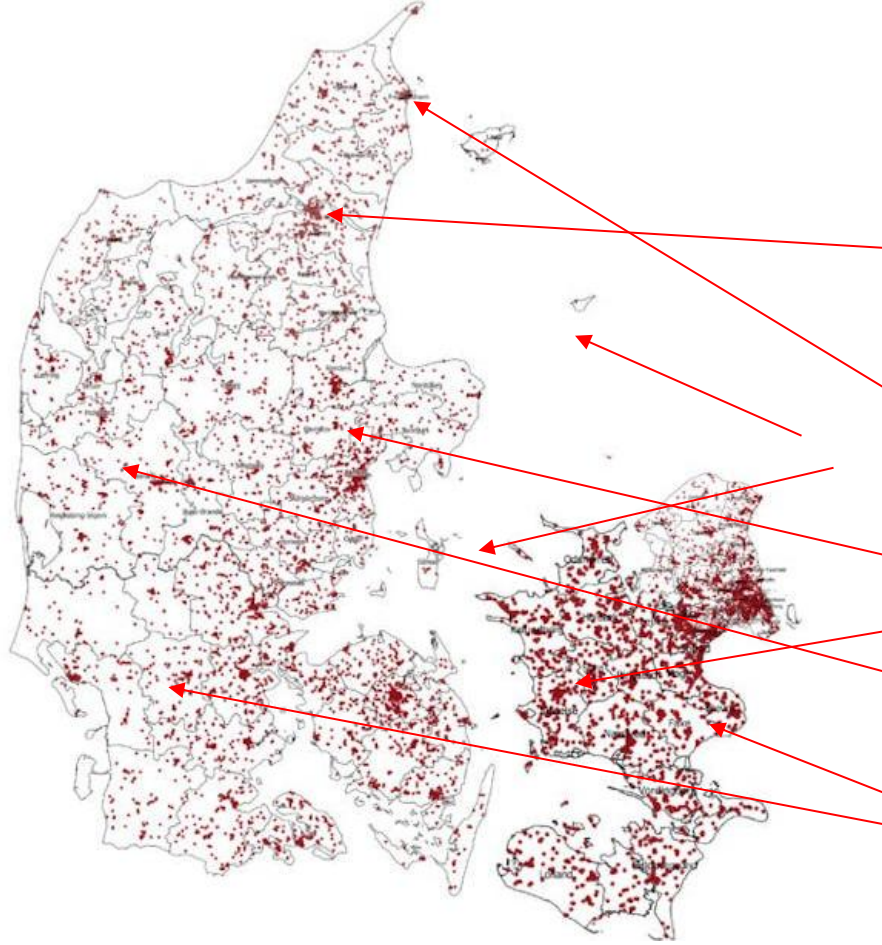
PFAS-forureningen er overalt. Her er, hvad du skal vide om de sundhedsskadelige stoffer

Her er de 15.000 steder, der mistænkes for PFAS-forurening

5. aug 2022 kl. 18.19

Del artikel

COWI



Omfanget

- Jern- og metalvareindustri (herunder forkromning)
- Losse- og fyldpladser
- Træ- og møbelindustri
- Renserier
- Kemisk industri
- Gummi- og plastindustri
- Brandøvelsespladser
- Lufthavne
- Landbrug ved brug af PFAS-holdige pesticider
- Tekstil- og læderindustri (herunder tæppeindustri)
- Steder, hvor der er sket slukning af større kemikalie- eller oliebrande

<https://nyheder.tv2.dk/samfund/2022-08-05-her-er-de-15000-steder-der-mistaenkes-for-pfas-forurening>

Dyrt

Er PFAS vigtigst?

Udfordrende...

Kan vi anvende kunstig intelligens?

Prioritering?

Sikre rent
drikkevand

15.000 grunde

Pesticidværktøjet

- Pesticider; en kæmpe stor spand af blandede bolsjer, analyse i grundvand p.t.: 272 stk.
- Fladekilder og punktkilder
- COWI, HOFOR, Vandcenter Syd og Aalborg Vand udvikler i 2020 et nyt værktøj til vurdering af grundvandets sårbarhed for pesticider
- Baseret på offentlige data og gjort offentligt tilgængeligt:

<https://arccgisportal.cowi.com/pesticidesaarbarhed/>

Forældet (og p.t. dødt) i dag...

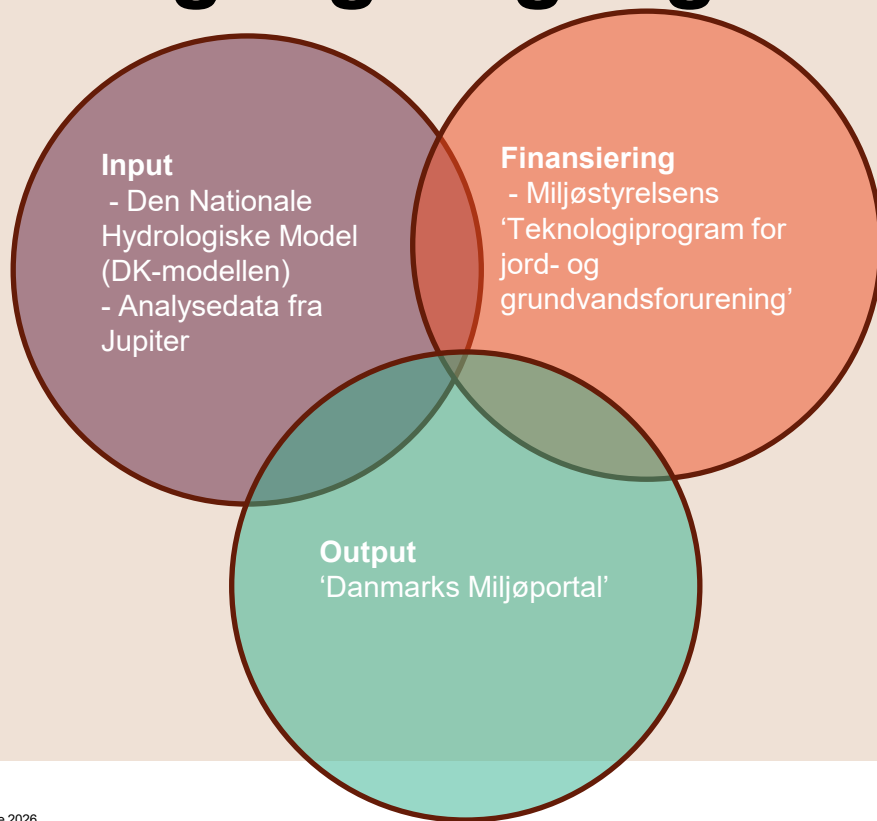


<https://okonu.dk/politik-og-udvikling/danske-landmaend-bruger-flere-og-flere-pfas-pesticider>

Formål

- At udvikle en machine learning model på baggrund af eksisterende data og målinger, som kan udpege områder med generel risiko for PFAS-forurening af grundvandet samt specifikt risikoen for forurening med de 22 stoffer, der i dag analyseres for og som i dag er fundet i et stort antal boringer.
- Projektet står på skuldrene af et eksisterende og offentligt tilgængeligt værktøj, som COWI har udviklet til vurdering af pesticidesårbarhed, hvorfra blandt andet tilgangen og parametre (features) genbruges. Det nye er, at PFAS-modellen er **dynamisk**, så den altså kan holde sig opdateret sideløbende med, at nyt data kommer til.

Offentlig tilgængelighed



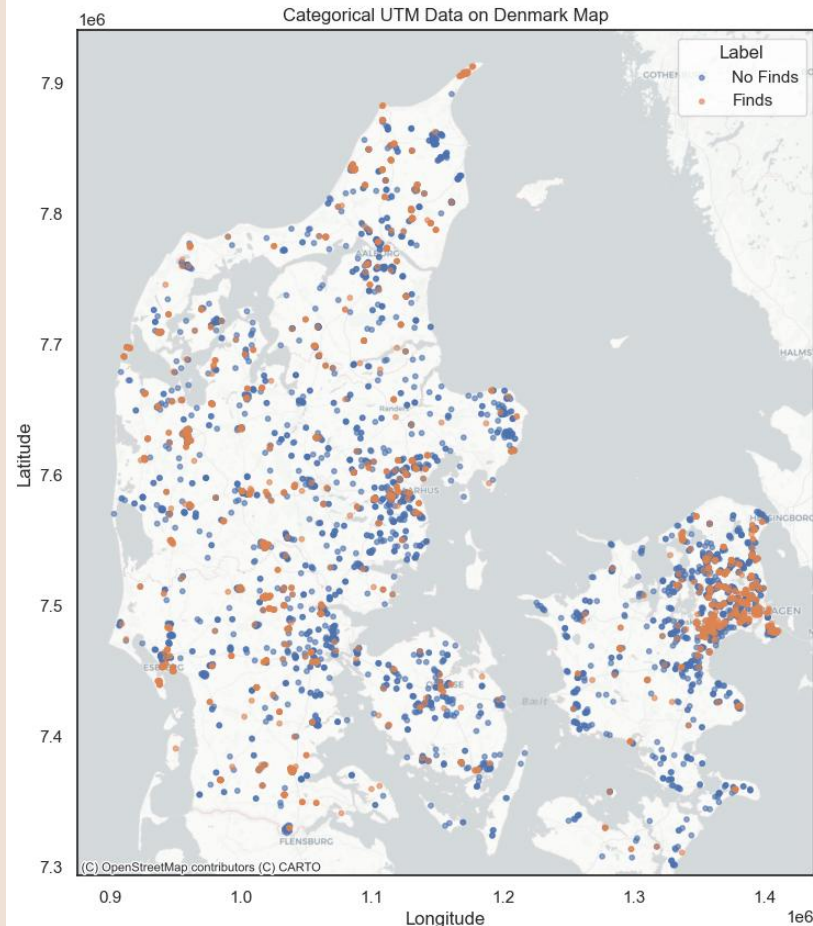
Målværdier

- Den værdi vi ønsker at forudsige →
Er der PFAS i et givent
boringsindtag/grundvandsmagasin eller ej

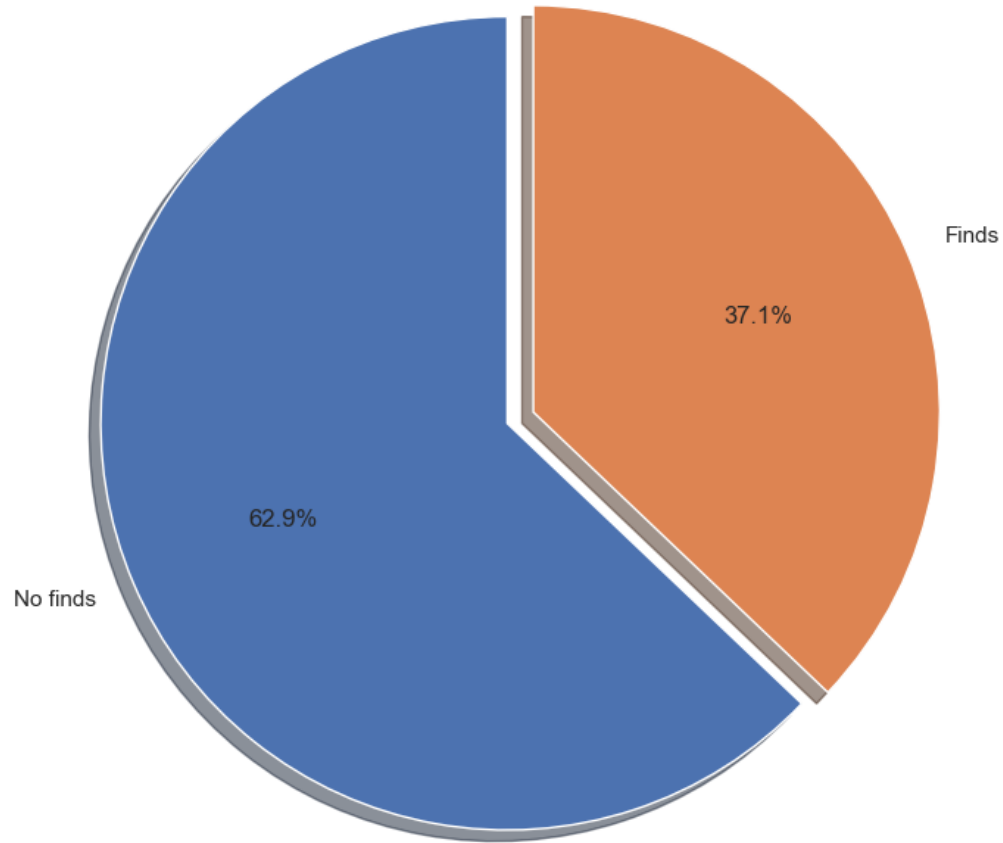
- Reglen:

*Et indtag vurderes at være påvirket af
pesticider (PFAS), hvis der er detekteret
pesticider (PFAS) i seneste analyse, eller
hvis der er detekteret pesticider (PFAS)
mere end en gang historisk.*

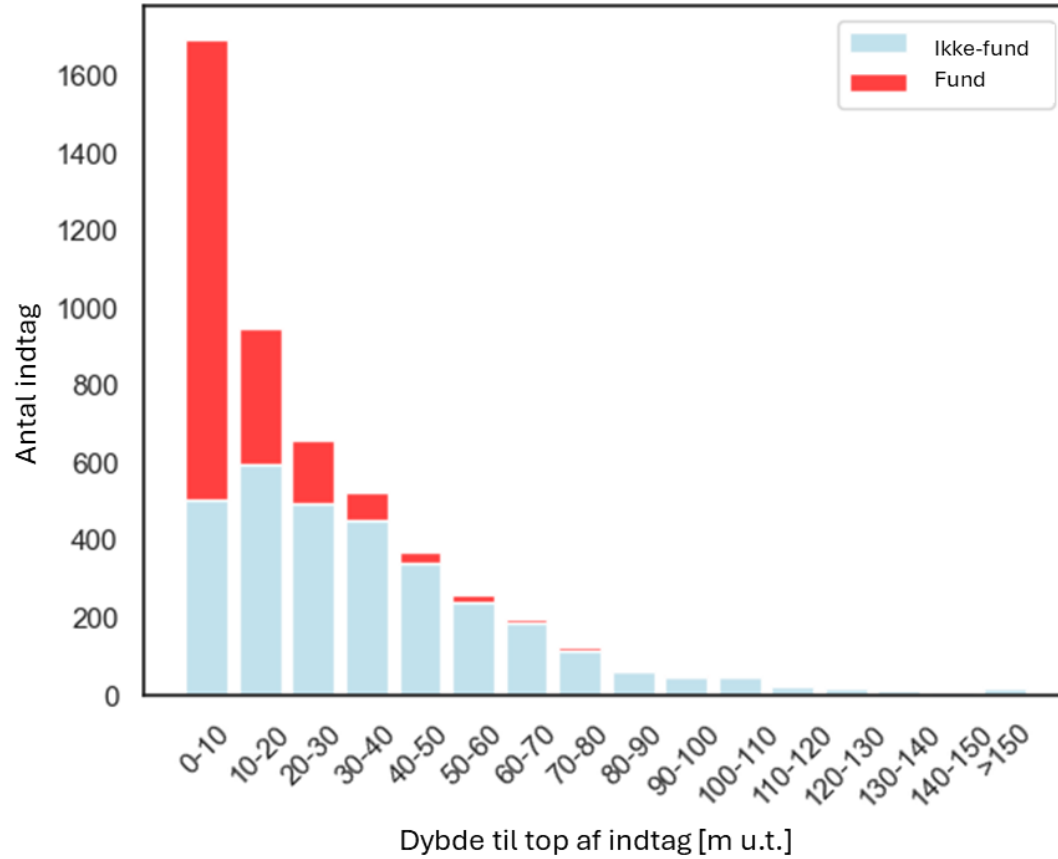
- Datakilde: GEUS' Jupiter database, 5018
observationer → 5008



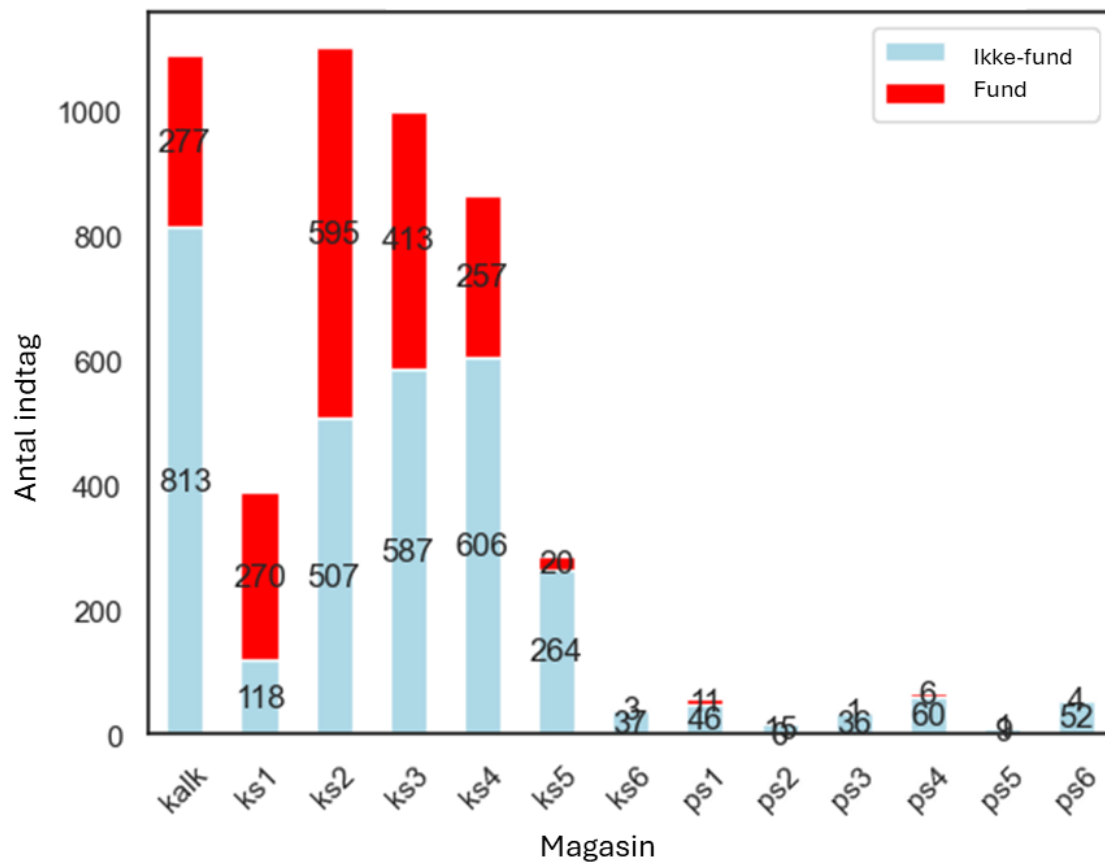
Pie Chart of 5008 PFAS Intakes



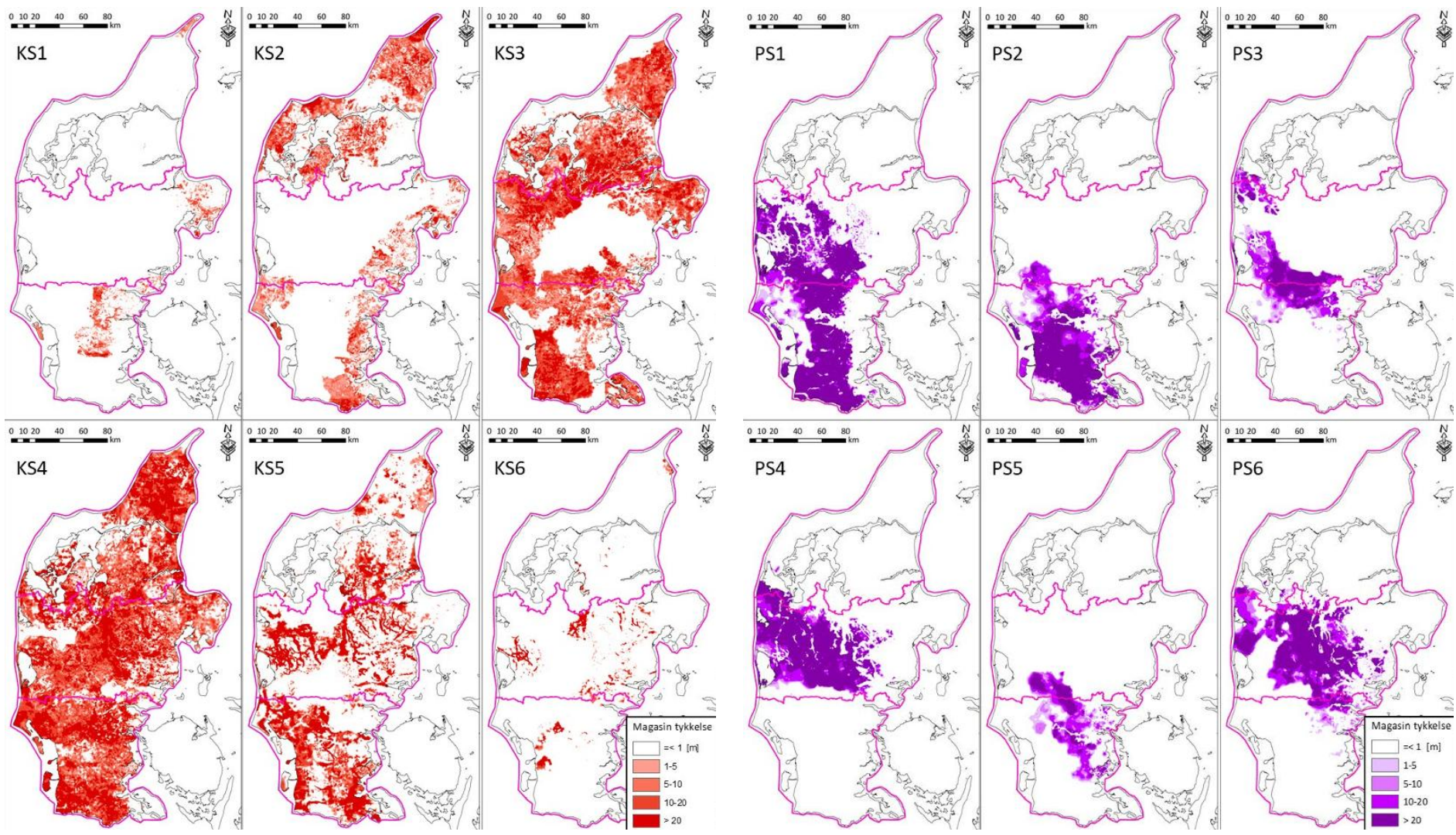
Fordeling over dybden

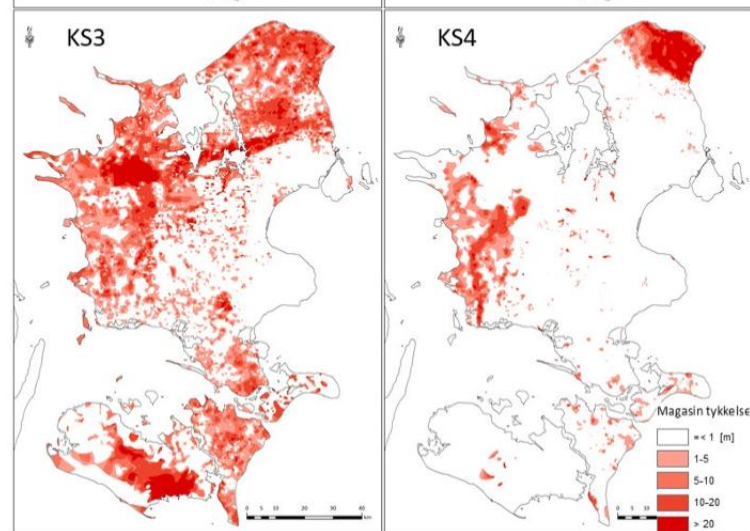
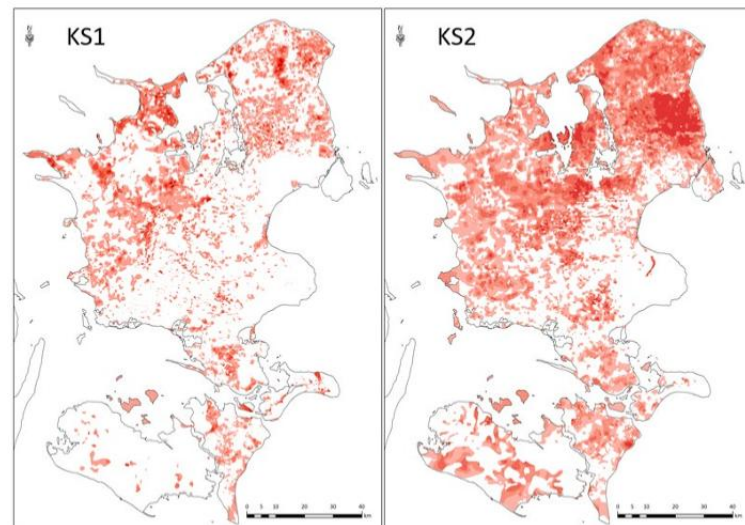
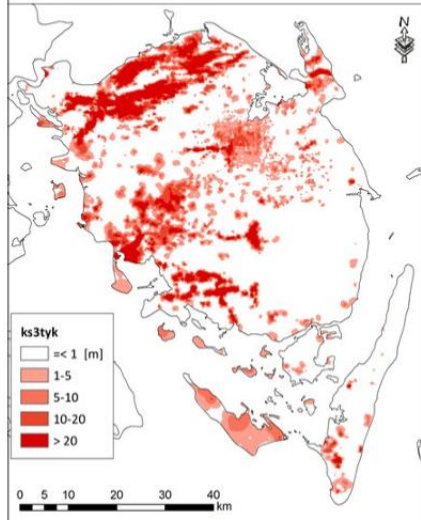
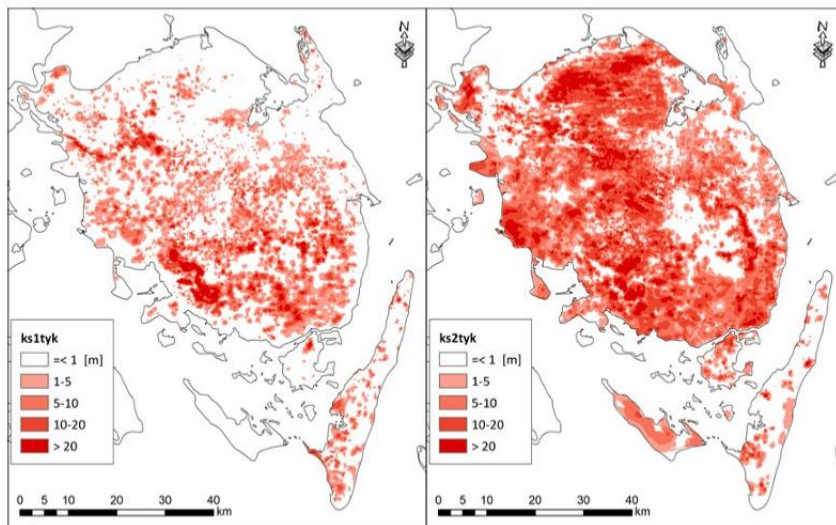


Fordeling over magasiner



KS: Kvartære sandlag
PS: Prækvartære sandlag

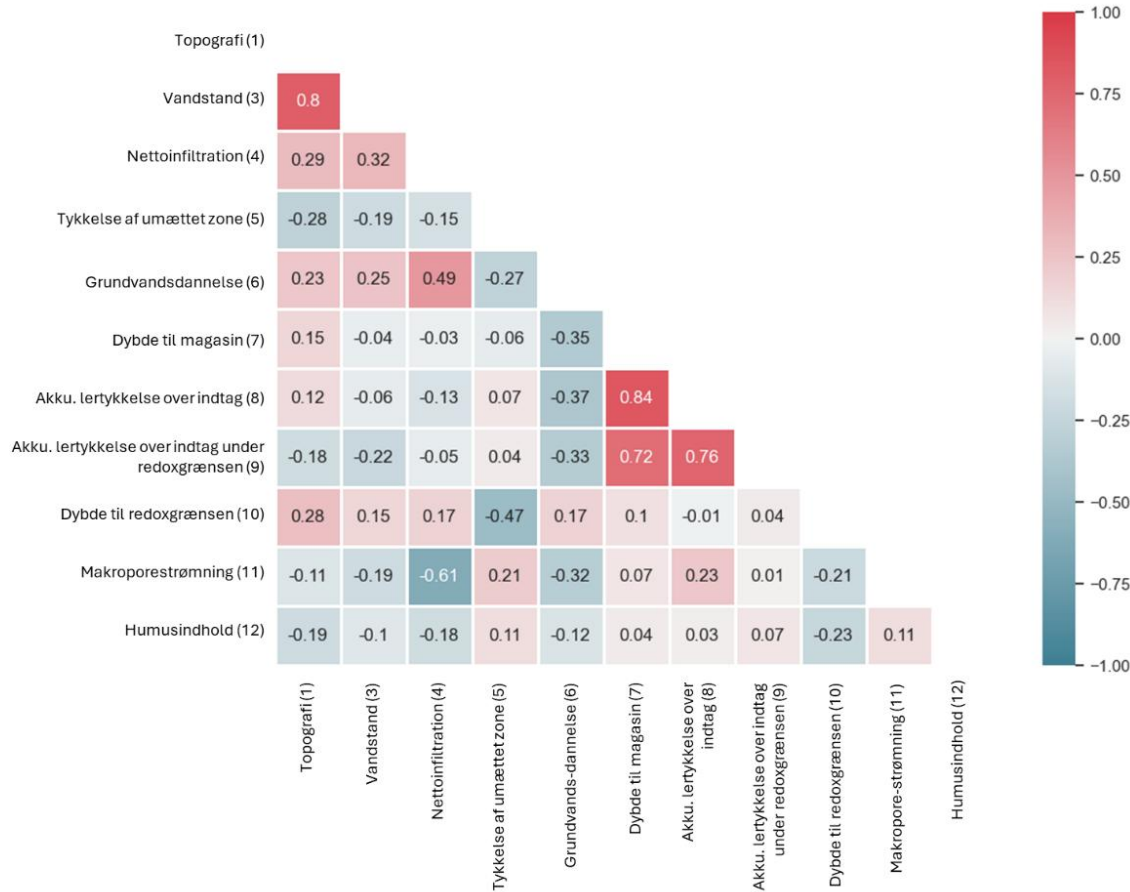




Bestemmende parametre / features

Parameter	Datkilde
Topografi	DK-modellen
Magasintype	DK-modellen
Vandstand	DK-modellen
Nettoinfiltration	DK-modellen
Tykkelse af umættet zone	DK-modellen
Grundvandsdannelse	DK-modellen
Dybde til magasin	DK-modellen
Akkumuleret lertykkelse over indtag	DK-modellen
Akkumuleret lertykkelse over indtag, under redoxgrænsen	DK-modellen
Makroporestrømning	Iversen et al. 2011
Humusindhold	Adhikari et al. 2013
Arealanvendelse	Levin et al. 2016

Topografi (1)



Datavask

- Topografi + akkumuleret lertykkelse over indtag udgår grundet korrelationer med andre features

Modelkørsel

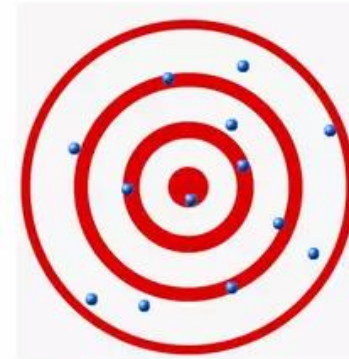
- Modellen er programmeret i Python 3.11, hvor XG Boost modulet er anvendt
- XG Boost forsøger grundlæggende at maksimere nøjagtigheden uden at vægte hverken 'fund' eller 'ikke-fund'
- Træning $\frac{3}{4}$ + Validering $\frac{1}{4}$
- Evalueringsmetrikker:
 - Nøjagtighed – generelt fit
 - Præcision – korrekthed af positive forudsigelser
 - Recall (følsomhed) – antal af fund identificeret



A: accurate and precise



B: precise, but not accurate



C: neither accurate nor precise



D: accurate, but not precise

Modelkørsel - konklusioner

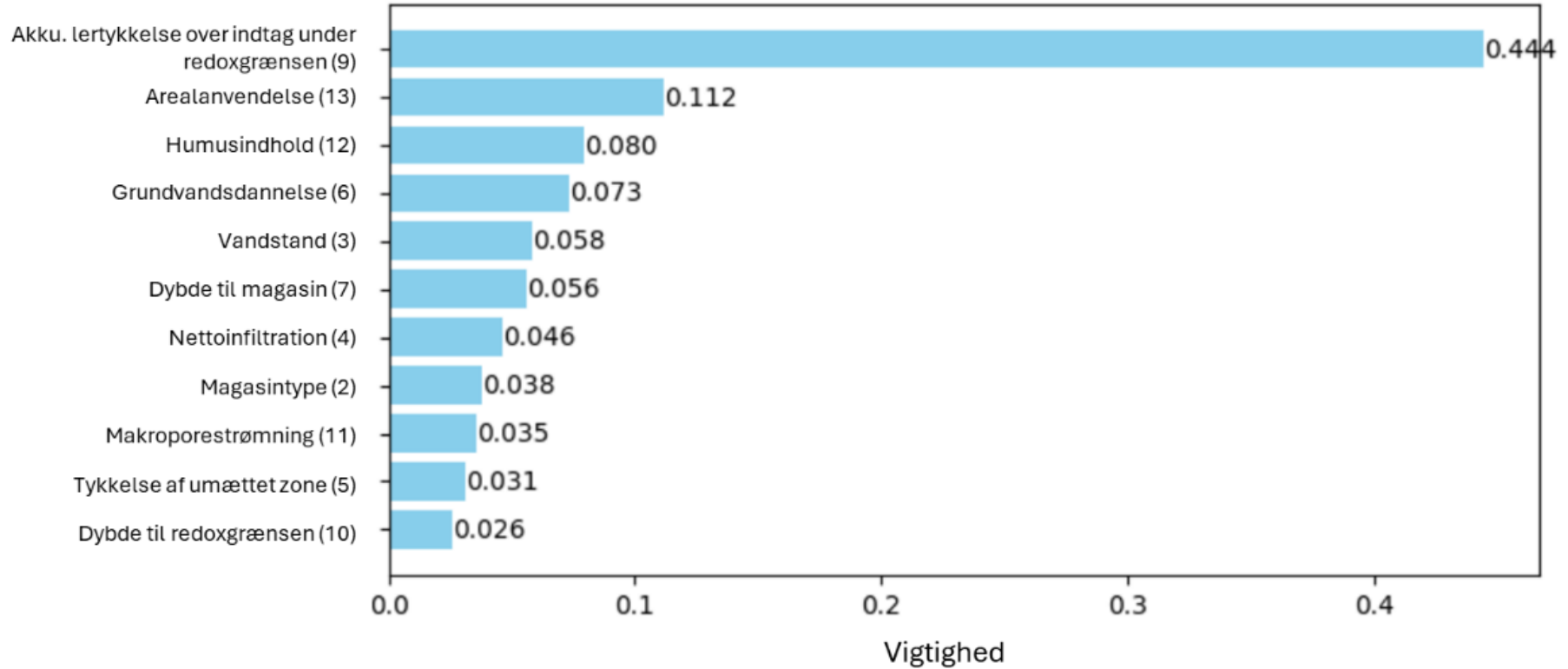
- Høj nøjagtighed, for pesticidværktøjet var den 72 %
- Høj præcision
- Lavere recall: tendens til at give et større antal falsk negative



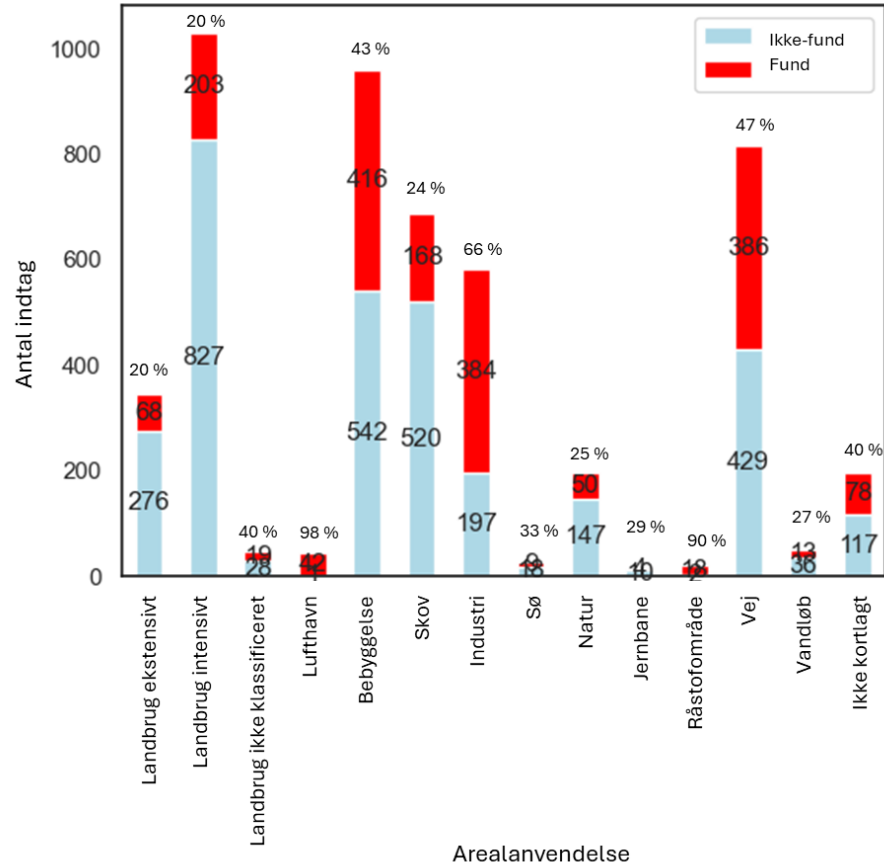
- Meget acceptabel model
- Stor sikkerhed for, at der er PFAS, når modellen indikerer det.

Metrik	
Nøjagtighed (accuracy)	83 %
Præcision (precision)	79 %
Recall	72 %
F1-score	75 %

Parameterafhængigheder



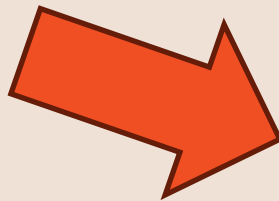
Fordeling ift. arealanvendelse



Fremtid – den dynamiske tilgang

Vi har automatiseret følgende proces:

1. Hentning af rådata fra interne og eksterne kilder
2. Præprocessering og samkøring af rådata
3. Træning af modellen
4. Kørsel af resultater
5. Publicering af resultater



Værktøjet til prioritering af **evigheds**kemikalierne vil være **eviggrøn**

Præsentation af modellen

- Ønske om udstilling via DMPs lagvælger (Arealinformation)

Autoritative data

Troværdighed af modellerede data

Hvem baner vejen?

- Udstillet lokalt hos COWI [LINK MANGLER](#)

Værdier over 50 % er gule og røde og repræsenterer fund, mens værdier under 50 % er grønne og repræsenterer ikke fund. Der hvor modellen er mere end 75 % sikker på sit resultat, er fund røde og ikke fund mørkegrønne.



Tak til

- Miljøstyrelsen, som har finansieret projektet igennem deres teknologi udviklingspulje
- Danmarks Miljøportal (Nils Høgsted, Rasmus Løbner og Inga Marie Galløe) for sparring og hjælp til udstilling af data
- DTU (Klaus Mosthaf), Hofo (Marianne Jeppesen), Region Midtjylland (Kaspar Rüegg) for sparring i gennem arbejdet



**Miljø- og
Ligestillingsministeriet**

Miljøstyrelsen



Danmarks Miljøportal
Data om miljøet i Danmark

Tak for at lytte!

REKLAME

Interesseret i at høre mere om,
hvordan AI kan anvendes i
vores branche?



[Tilmeld dig her](#)