



Region
Syddanmark

TRÆKERNER SOM METODE TIL OPSPORING OG LOKALISERING AF PFAS-FORURENING

GENNEMFØRT I 2024 UNDER DEN SYDDANSKE
UDVIKLINGSPULJE, REGION SYDDANMARK

Mette Algreen, Katrine Smith (WSP)
Anette Hansen, Anne Tipsmark Ottosen, Klaus Bundgaard
Mortensen, Steffen Gram Lauridsen (Region Syddanmark)
| **Marts 2025**





Agenda

- **Baggrund og formål for projektet**
- **Kort om**
 - Trækernemetoden
 - PFAS og optag i planter
- **Feltarbejde**
 - Lokalteter og udførte arbejde
- **Resultater**
 - Påvisning af PFAS i træved?
 - Sammenhæng med indhold i GV og TK?
- **Sammenfatning**
- **Perspektivering**

Baggrund

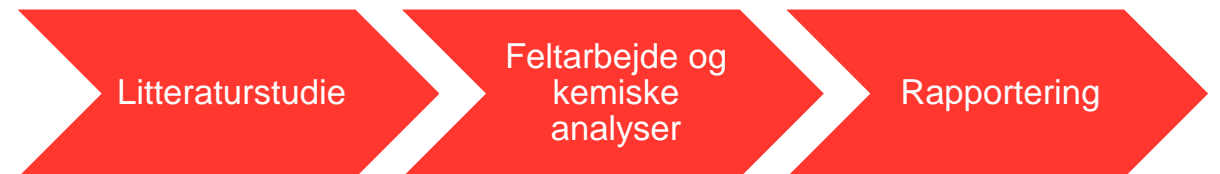
- Trækernemetoden er en screeningsmetode.
- Anvendt (med succes) til opsporing af forureningskilder med chlorerede opløsningsmidler.
- Metodens anvendelighed er afhængig af planteoptag og translokation i træet, herunder stoffernes fysisk-kemiske egenskaber.
- Testet til stofgrupper som olie, tungmetaller, PAH'er og pesticider.
- **Hvad så med PFAS?**

Formål

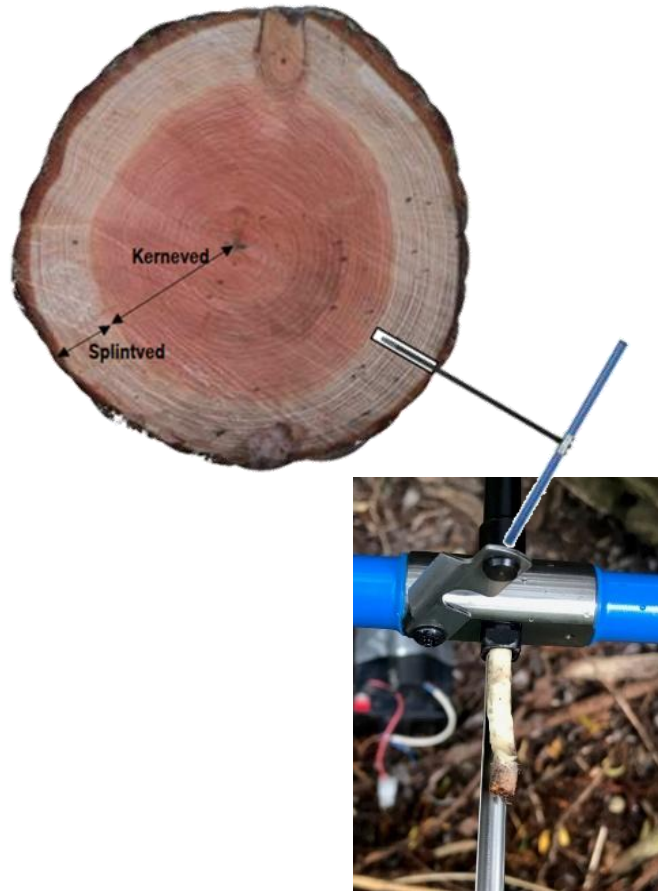
- At undersøge om trækernemetoden kan anvendes til opsporing og lokalisering af PFAS-forureninger som screeningsmetode.

Første delmål er undersøge om PFAS kan påvises i træer med de nuværende detektionsgrænser.

Tre projektfaser:



Kort om...



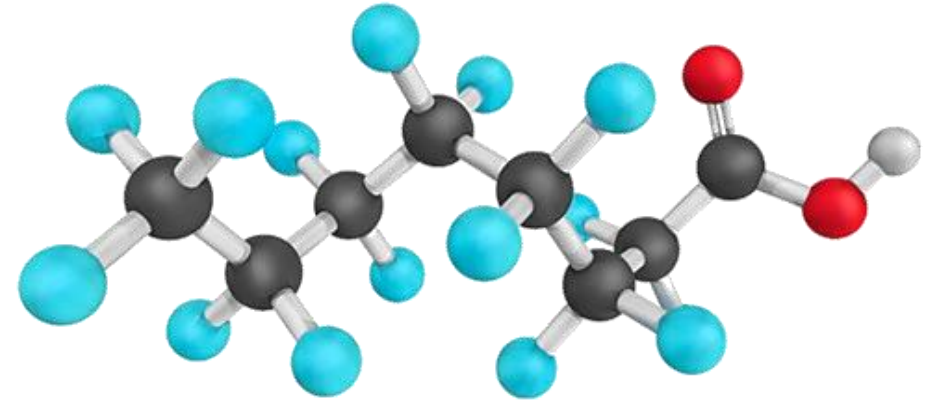
Trækernemetoden

- Fytometode som anvender træerne naturlige mekanismer for rodoptag.
- Træerne optager stoffer fra jorden og det terrænnære grundvand.
- En "biopsi" fra træets stamme udtages via et tilvækst bor og sendes til kemisk analyse.
- Påvisning af miljøfremmede stoffer i veddet er en indikation på en underliggende forurening.
- Anvendes til at målrette mere bekostelige og invasive metoder, for at optimere undersøgelserne.
- Øger sikkerheden i undersøgelsen ved flere undersøgelsespunkter.
- Metodens anvendelighed afhænger af biotilgængeligheden af (vandopløselige, stabilitet, m.m.), men også af omkringliggende forhold som vejr, geologi, træslægt m.m.
- En screeningsmetode

Kort om...

PFAS og optag i planter

- Mange forskellige stoffer med forskellige egenskaber.
- Overfladeaktive egenskaber. Akkumulerer i vand-luft overfladen.
- Sorption til jorden har betydning. Kortkædede PFAS binder sig mindre til jorden end langkædede PFAS.
- Studier viser, at PFAS optages via rødderne og translokaliseres.
- Sammenhæng mellem stoffernes egenskaber, træslægter og jordens egenskaber er kompleks.
- Der kan være bidrag fra atmosfærisk deposition i barken.



Feltarbejde

9 mulige lokaliteter udvalgt af regionen

Lokalitet	Brandstation på Vandel Plyvgræs	Fortum Løstørløft	Tidligere genvej	Åsumvej	Tankområde Guldager	BNS Kædetårn	BNS Haderlev	Oktødt Skole og gødetårnen	Plyvestation Skrydstrup
Lokalitetsnummer	605-00136	440-00002	431-00015	461-80033	565-00002	450-81100	530-81240	579-81118	543-40141
Adresse	Almåsbanen 11, 7384 Vandel	Lindholmvej 3, 5800 Nyborg	Fruens Løkke 45-163, Faaborg	Åsumvej 33-35, 5240 Odense NB	Skovdrøvej 20, 6713 Esbjerg Nord	Kocerosvej 51, 5500 Middelfart	Vilstrupvej 55, 6300 Haderlev	Garup Høvej 20, 6840 Okulby	Bark Skovvej 4, 6300 Vejers
Primære forureningskomponent	PFOS	PFCA, PFNA	Sum4 PFAS	PFAS og Økstroffer	6,27FS, PFNA, PFNA	PFOS, PFNA, PFBA	PFNA, PFNA, 6,2 FS	PFCA, PFOS	PFNA, PFNA
Påvist indhold (µg/l) i færdkomende GV	20	2000 ng/l	0,31 (8117)	2,7	36 (sum22 PFAS), (påbude 14,5-16,5-mut)	19 (sum 12 PFAS)	17 (sum 22 PFAS) 4,8 mut	5,6 (sum4 PFAS)	45 (sum22 PFAS ved ny BDF)
Udvide til færdkomende grundvand for u.s.t.	20	1,5	1,2	2,8	2,5	1,5	1,5-3,2	1,5	6
Spærreindsigling af GV	ukendt	Ukendt, varierer afhængig af hvor man er på grunden	Ukendt, varierer afhængig af hvor man er på grunden. På den nordlige	Nordvest	sydvendt til sydlig	vestlig	nord til nordvest	Sydvestlig	Vest til nordvestlig
Indhold påvist (µg/kg) i jorden	ikke undersøgt	ikke undersøgt	ikke undersøgt	0,044	10	Sum 4 påvis	ikke undersøgt	ikke undersøgt	10-16 fra fra 2023
Geologi til færdkomende GV	SAND	SAND	moræner	Fuld	SAND	SAND	ler, st. sandet (spændt majsgræs)	SAND	lert sand
Udvidet fra taget	Nikotinst og benzin	blødder skov	Løstgræs	Løstgræs	blødder skov, benzin	Løstgræs	Løstgræs	Nikotinst, Sprengst	Blødder
Vandret afstand til kilden (træer til kilden)	1 halvt	+	Påvises overalt	0	På kilden	halvt	20 til 25 m	1 færd, 20 m fra kilden	Halvt ved gammel BDF
Skæppestreger (u/ok)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Bemærkning		*Der er ikke taget prøver i halvt og det ikke var undersøgelsesformål. Det var en overfladeundersøgelse med boringer i kant af åben mod overfladevand. Der er såvel højt niveau af PFAS i grundvand i omåde med træer i nærheden (BDF)		Påbudsag, der afventer kommunen	Forsvaret	Forsvaret	Forsvaret	Forsvaret	Forsvaret

6 egnede lokaliteter

4 udvalgte (1 som back up)
Forsvaret, tidl. brandøvelsespladser

Udvælgelse af testlokaliteter på baggrund af:

- Træer til stede
- Højest mulig koncentrationen af PFAS (helst over 1-2 µg/l).
- Kildeområdet skal være kendt og undersøgt.
- Grundvandet så terrænnært som muligt.
- Træerne placeret så tæt som muligt på etablerede boringer (Til sammenligning af måledata).

Lokalitet H

- Koncentration: 22 PFAS op til 17 µg/l (2-5 m.u.t)
- PFAS: Dominerende er PFPeA, PFHxA, PFHpA og PFBA, men også 6:2 FTS og PFOS
- Geologi: Moræneler med indslag af sand
- GV: Lokale terrænnære forekomster af grundvand. Strømning N
- Træslægt: Pil, poppel og hassel
- Udtaget: 6 trækerneprøver

Lokalitet K

- Koncentration: 22 PFAS op til 12 µg/l (1-3 m.u.t.)
- PFAS: Dominerende er PFOS, PFHxA, PFBA og PFPeA.
- Geologi: Moræneler med indslag af sand
- GV: Ikke sammenhængende terrænnært grundvand
- Træslægt: Pil, hyld
- Udtaget: 6 trækerneprøver (5 træer)



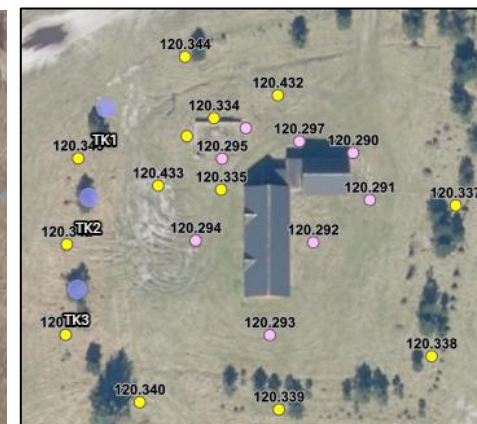
Lokalitet S

- Koncentration: 12/22 PFAS f.eks. 63 µg/l (4-7 m.u.t). Kraftig forurening påvist gennem en årrække.
- PFAS: Mange PFAS, dominerende er 6:2 FTS og PFPeA.
- Geologi: Terrænnært senglacialt ferskvandssand
- GV: Terrænnære grundvand. Strømningsretning NV
- Træslægt: Birk, hassel, pil m.fl.
- Udtaget: 9 trækerneprøver (5 tæt på brandøvelsespladsen og 4 NV for brandøvelsespladsen)



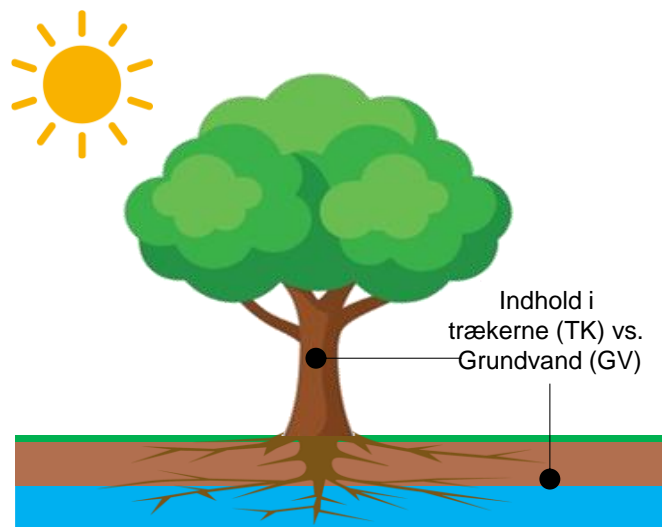
Lokalitet O

- Koncentration: 12 PFAS op til 7,95 µg/l (1-3 m .u.t)
- PFAS: Dominerende er PFOS og PFOA
- Geologi: Sand til min. 4 m. u.t.
- GV: Terrænnære grundvand. Strømningsretning SV
- Træslægt: Grantræer
- Udtaget: 3 trækerneprøver



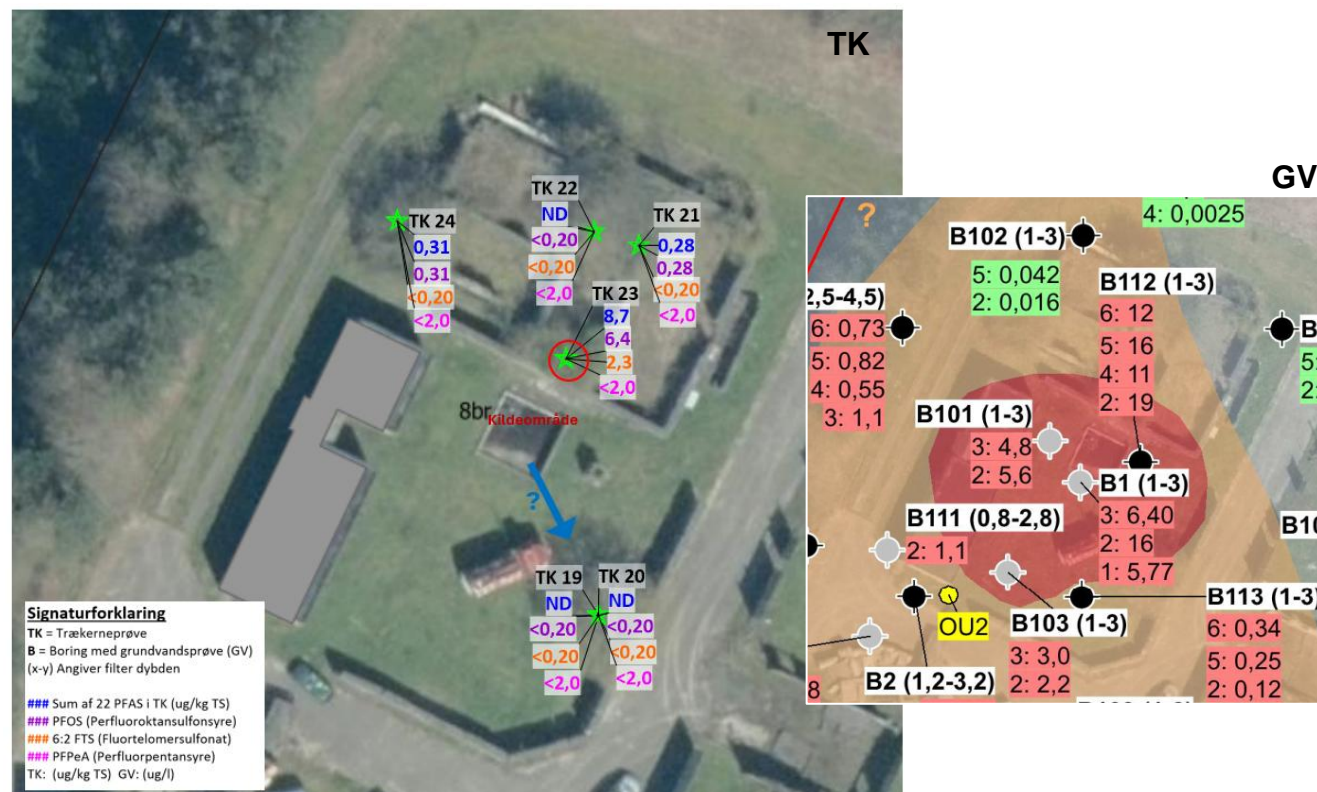
Resultater

Sammenhængen i data



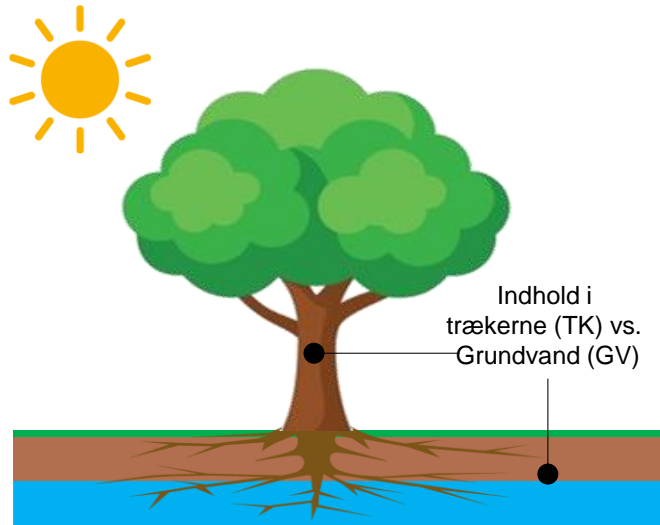
Lokalitet K (6x TK, moræneler, løvtræer):

- PFAS påvist i 3 trækerneprøver
- PFOS i 3 TK + enkelt indhold af 6:2 FTS
- God sammenhæng med mellem TK og GV



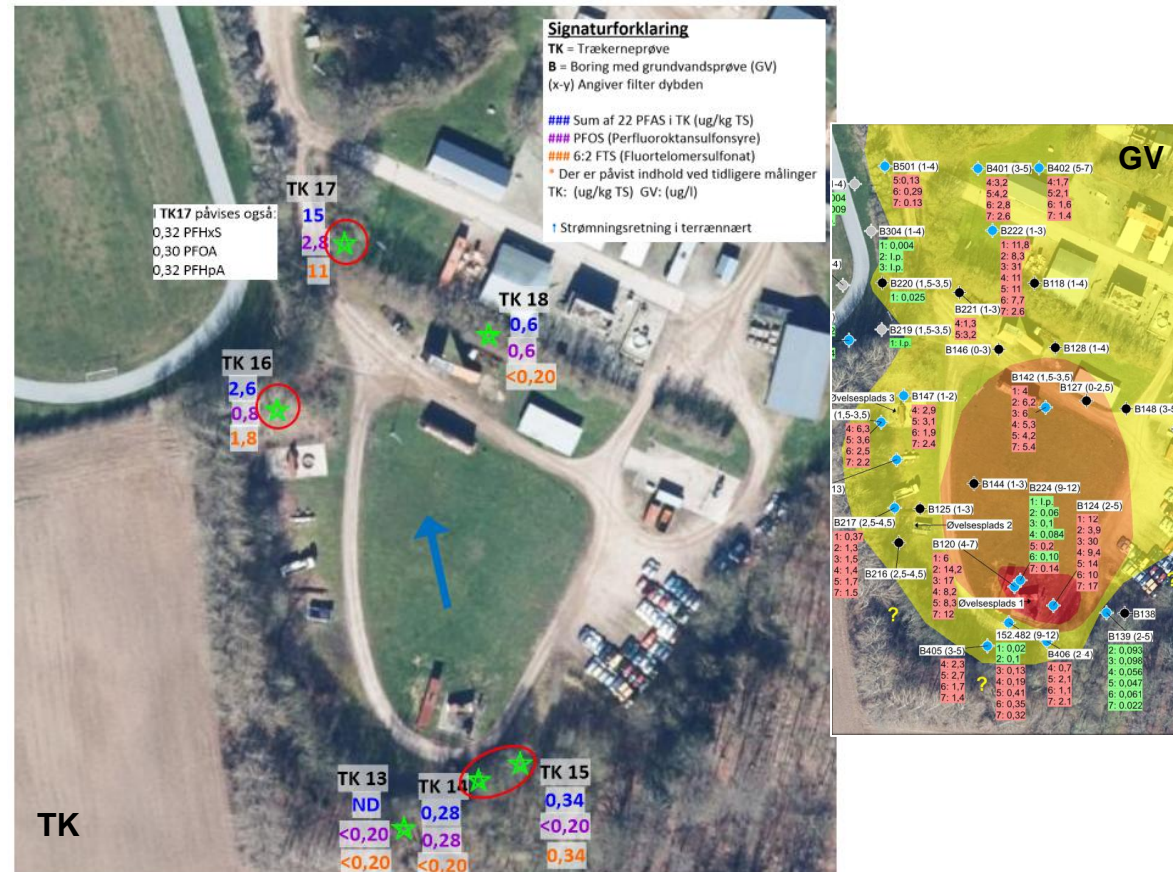
Resultater

Sammenhængen i data



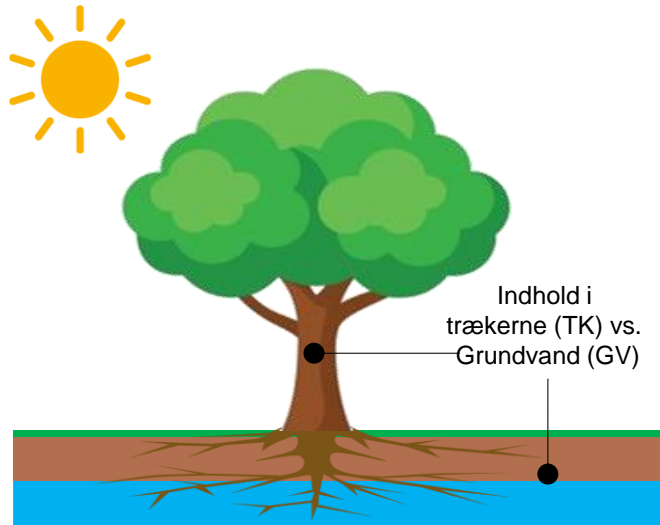
Lokalitet H (6x TK, moræneler, løvtræer,):

- PFAS påvist i 5 trækerneprøver
- PFOS i 4 TK + 6:2 FTS i 3 TK + enkelt indhold af PFHxS, PFOA og PFHxA
- Ok sammenhæng mellem fund i TK og GV (historisk brug)



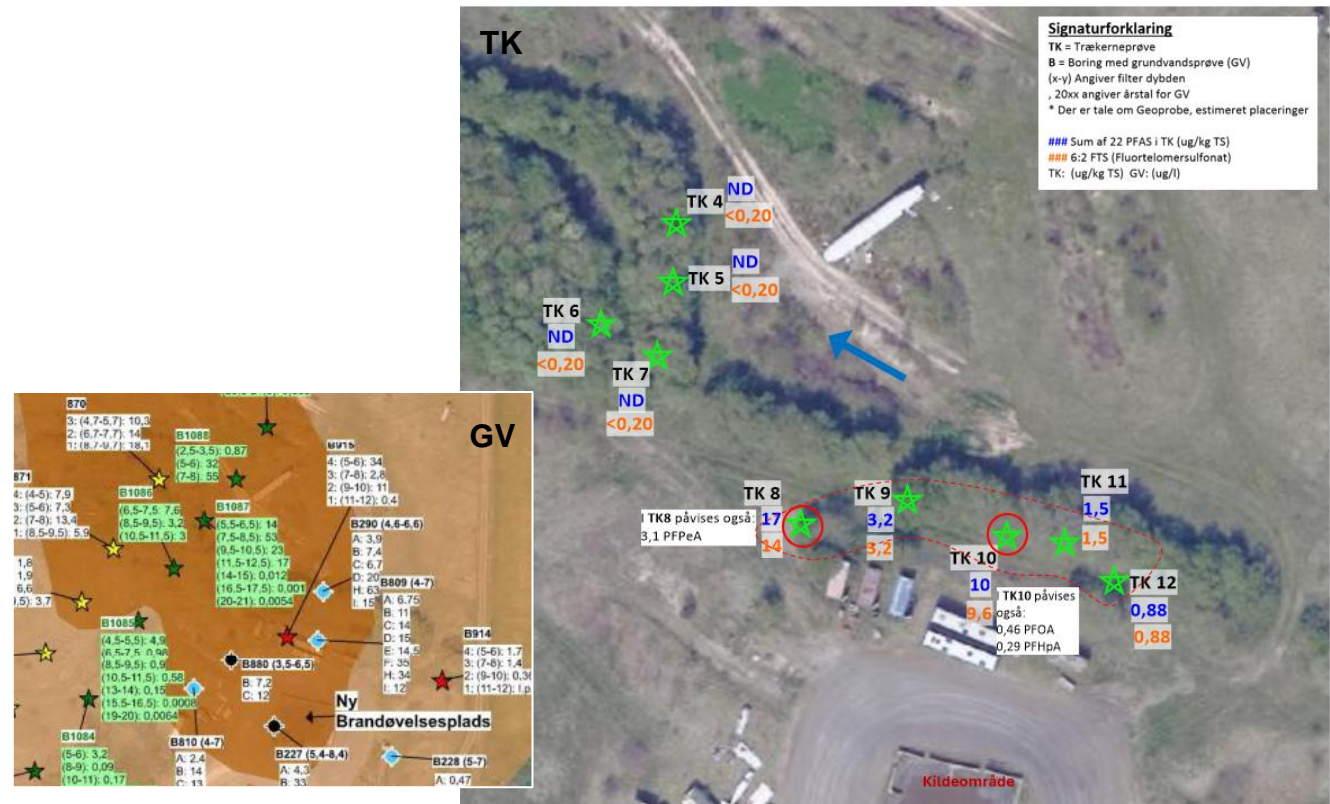
Resultater

Sammenhængen i data



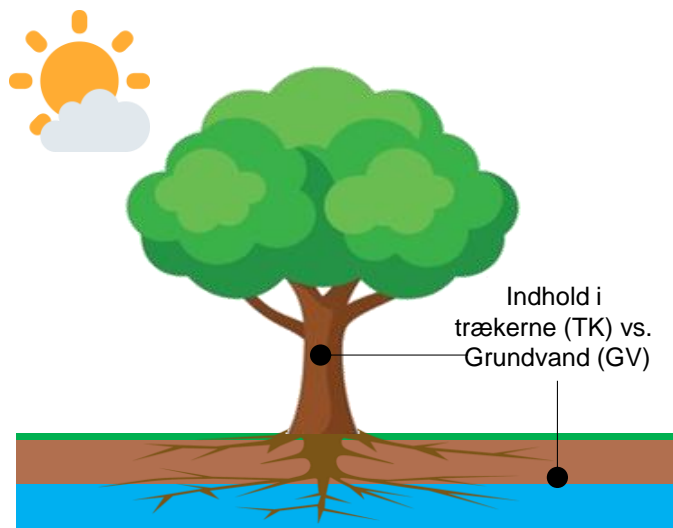
Lokalitet S (9x TK, sen-glacialt ferskvandssand, løvtræer):

- PFAS påvist i 5 træerne prøver
- 6:2 FTS i 5 TK + enkelt indhold af PFPeA, PFOA og PFHpA
- God sammenhæng mellem TK og GV
- Ikke påvist indhold i træer længere fra hot spot. Måske fordi fanen dykker for dybt og ikke biotilgængelig.



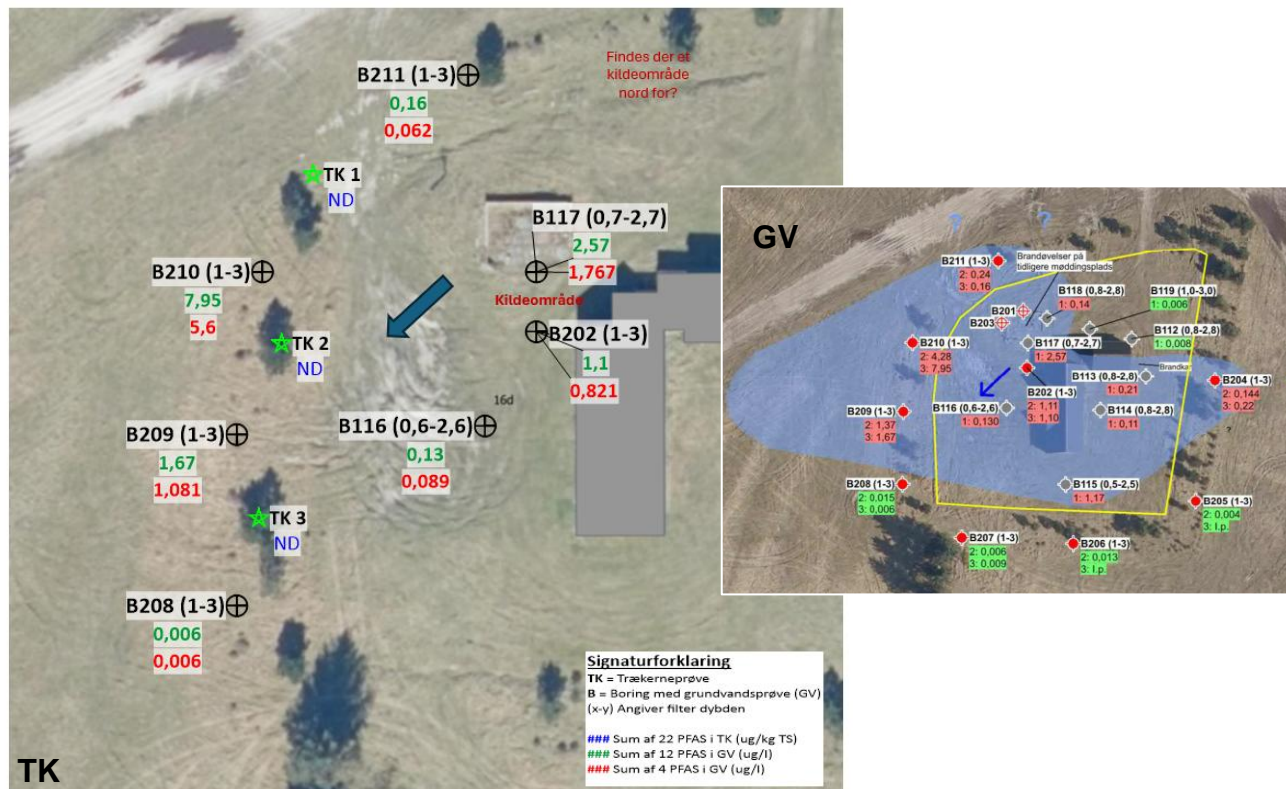
Resultater

Sammenhængen i data



Lokalitet O (3x TK, sandet, grantræer,):

- PFAS ikke påvist i trækerne
- Stofferne ikke biotilgængelige (geologi, træslægt)
- Lave koncentrationer for de enkelte stoffer



Sammenfatning

- Lille datasæt
- **PFAS stoffer kan påvises i trækerneprøver**
- **6:2 FTS, PFOS, PFOA, PFHpA og er PFHxS påvist**
- Påvist på 3 ud af 4 lokaliteter.
- God sammenhæng mellem indhold i TK og GV
- Aktuel og tidligere påvirkning vil have indflydelse
- **Kendte (og "ukendte") hot spots blev påvist med metoden**
- **Screeningsmetode:** kvalitativ og ikke kvantitativ, målrette, minimere risikoen for at overse kildeområder



Perspektivering

En hurtig, nem og billig screeningsmetode

Opnå større datagrundlag for vurdering af brugen af metoden

- Geologi
- Træslægter
- Lokalteter med lavere koncentrationer
- Andre PFAS forbindelser end de stoffer der er inkluderet i 22PFAS



Udvidelse af metodens brug

- Andre dele af træer (blade, bark, grene osv.)
- Skelne mellem nuværende og tidligere belastning

Optimering af metoden

- Mindre prøvemængde
- Lavere detektionsgrænser



TAK FOR I LYTTEDE

TAK TIL FORSVARET OG EUROFINS

TAK TIL REGION SYDDANMARK

Kontakt os gerne for at høre mere:

Mette Heyn Algreen: mette.algreen@wsp.com

Katrine Hauge Smith: katrine.smith@wsp.com

wsp.com

