

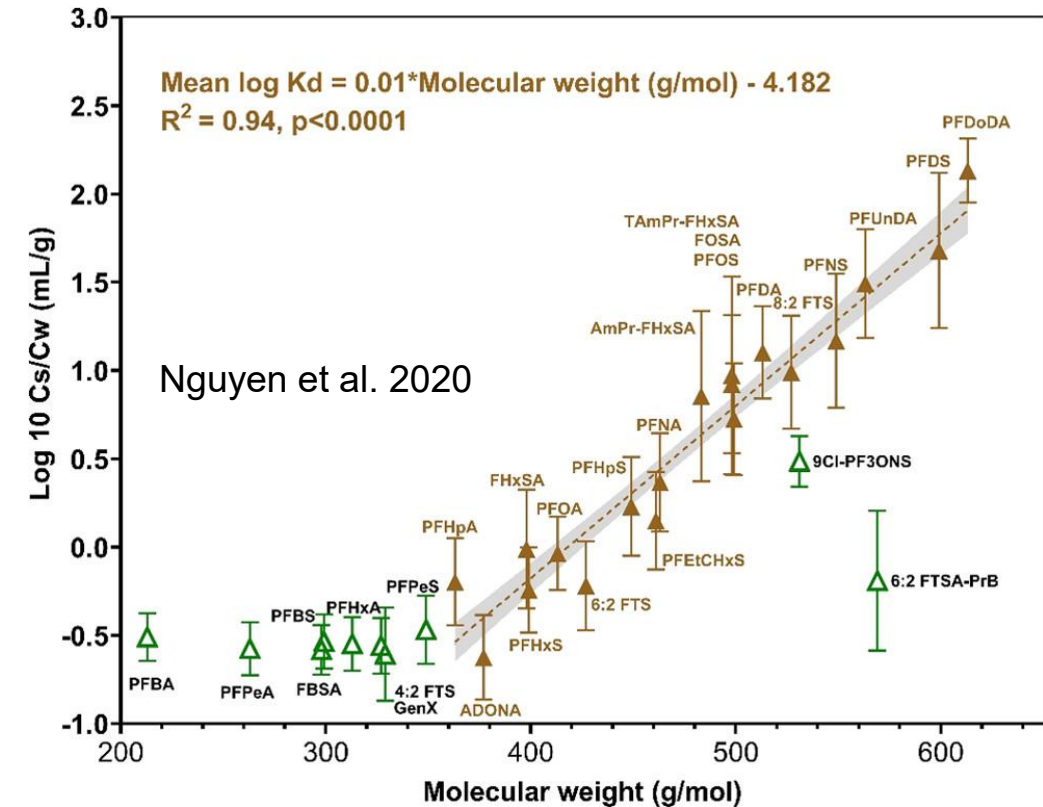
ATV gå hjem møde (PFASen)
21. oktober 2025

Jordtyper og K_d -værdier der ligger bag værktøjet. Hvilke antagelser er der gjort?

Annika S. Fjordbøge, Signe Hestad, Ferial Abu Ghazaleh, Esther Schott, Marie Tholoniati

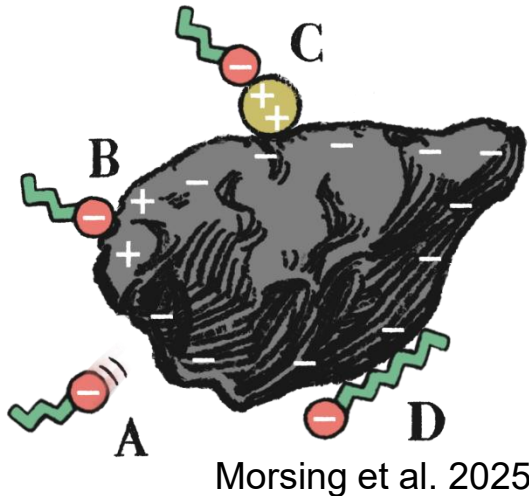
Baggrund

- Der er i international litteratur fundet forskellige regressionsligninger til estimering af sorption af PFAS til jord (K_d -værdier) baseret på stoffets fluorerede kædelængde, molvægt eller molvolumen
 - Regressionerne bygger i høj grad på sand og/eller jorde med relativt højt organisk kulstof indhold
 - Ved sammenligning med indledende forsøg var erfaringen, at K_d -værdier fra de pågældende regressioner umiddelbart havde en tendens til at overvurdere sorptionen af PFAS til jorden

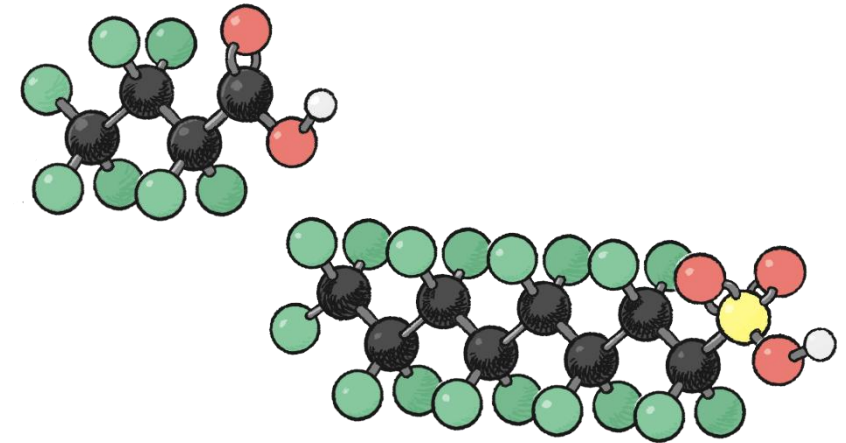


Baggrund

- Antagelserne i JAGG i forhold til sorption er problematiske i forhold til PFAS
 - Estimering af K_d -værdier er baseret på K_{oc} og jordens organiske indhold



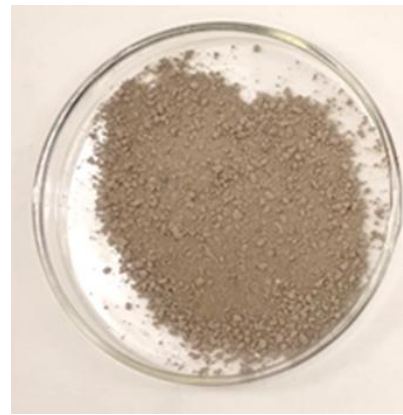
A – elektrostatisk frastødning,
B – elektrostatisk tiltrækning,
C – divalent-bro effekter,
D – hydrofobisk interaktion.



- De fleste af PFAS22 er syrer og er ved neutral pH overvejende på anionisk form, hvorved den hydrofobiske interaktion ikke er den eneste betydende sorptionsproces

Formål

- Bestemmelse af sorption (K_d -værdier) af de mest hyppigt fundne PFAS i grundvand til typiske danske jorde
 - Fokus på danske jordtyper, hvor der mangler internationale litteraturværdier (moræneler og kalk)
 - Regressionsligninger til estimering alle PFAS22 – også dem der ikke har været inkluderet i forsøgene
 - Bedste bud på realistiske værdier til anvendelse i PFASen



Fasefordeling af PFAS – betydende parametre

- Fraktionen af PFAS i fx vandfasen (f_w) kan via en massebalance bestemmes til:

$$f_w = \frac{1}{R}$$

Sorption til jord

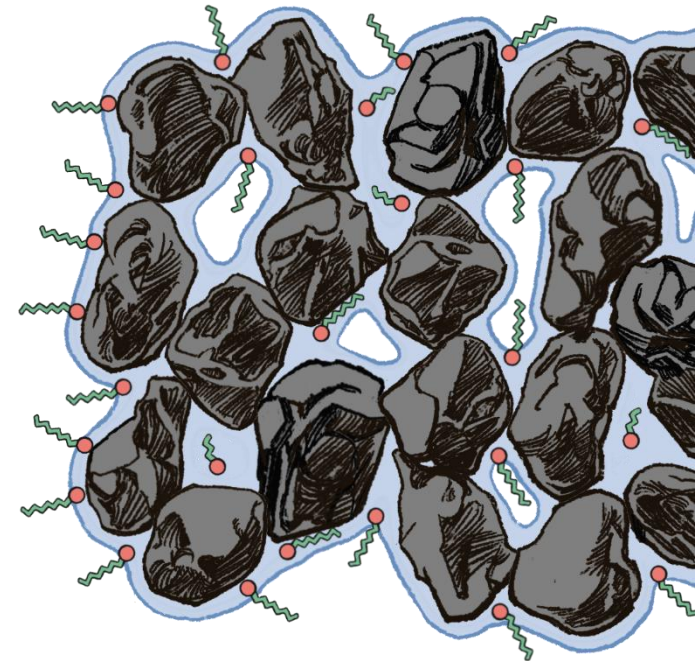
Adsorption til luft-vand grænsefladen

Retardationsfaktor

$$R = 1 + \frac{K_d \cdot \rho_b}{\theta_w} + \frac{K_{ia} \cdot A_{ia}}{\theta_w}$$

Jordtype

- $K_d \rightarrow$ Fordelingskoefficient til jord (l/kg)
- $\theta_w \rightarrow$ Volumetrisk vandindhold (porøsitet under mættede forhold)
- $\rho_b \rightarrow$ Rumvægt (kg/l)
- $K_{ia} \rightarrow$ Sorptionskoefficient til luft-vand grænsefladen (cm)
- $A_{ia} \rightarrow$ Luft-vand grænsefladearealet (cm⁻¹)



Fasefordeling af PFAS – betydning af jordtyper

- Fraktionen af PFAS i fx vandfasen (f_w) kan via en massebalance bestemmes til:

$$f_w = \frac{1}{R}$$

Sorption til jord

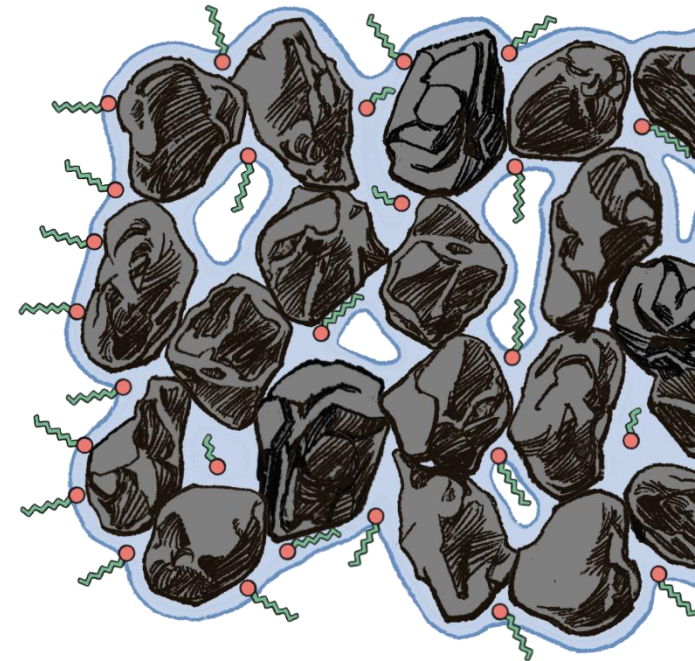
Adsorption til luft-vand grænsefladen

Retardationsfaktor

$$R = 1 + \frac{K_d \cdot \rho_b}{\theta_w} + \frac{K_{ia} \cdot A_{ia}}{\theta_w}$$

Jordtype

- K_d → Fordelingskoefficient til jord (l/kg)
- θ_w → Volumetrisk vandindhold (porøsitet under mættede forhold)
- ρ_b → Rumvægt (kg/l)
- K_{ia} → Sorptionskoefficient til luft-vand grænsefladen (cm)
- A_{ia} → Luft-vand grænsefladearealet (cm⁻¹)



Jordtyper i PFASen

- De inkluderede jordtyper i PFASen repræsenterer de jorde, hvor der er udført sorptionsforsøg og det vurderes, at der kan laves en rimelig estimering af K_d -værdien

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				ρ_s		n			
2				(kg TS/L _p)		(L _v +L _i)/L _t			
3			nr.	M _p /V _o		(V _v +V _i)/V _t		Kommentar	
4	UZ --->	Muld (foc > 0,01)	1	2.65	[2,54-2,72]	0.43	[0,40-0,50]	Vandindhold beregnes fra TS, ved given porøsitet	
5		Fyld (foc < 0,01)	2	2.65	[2,6-2,7]	0.35	[0,20-0,40]	Vandindhold beregnes fra TS, ved given porøsitet	
6		Fyld (foc > 0,01)	3	2.65	[2,6-2,7]	0.35	[0,20-0,40]	Vandindhold beregnes fra TS, ved given porøsitet	
7		Moræneler, ox. (UZ)	4	2.65	[2,6-2,7]	0.25	[0,20-0,30]	Vandindhold beregnes fra TS, ved given porøsitet	
8		Moræneler, red. (UZ)	5	2.65	[2,6-2,7]	0.25	[0,20-0,30]	Vandindhold beregnes fra TS, ved given porøsitet	
9		Smeltevandssand (foc<0,002)	6	2.65	[2,6-2,7]	0.33	[0,20-0,40]	Vandindhold beregnes fra TS, ved given porøsitet	
10		Sandlag i moræneler (UZ)	7	2.65	[2,6-2,7]	0.35	[0,20-0,40]	Vandindhold beregnes fra TS, ved given porøsitet	
11	MZ --->	Moræneler, ox. (MZ)	8	2.65	[2,6-2,7]	(0,25)	[0,20-0,30]	Porøsitet beregnes fra TS (forslag hvis TS ikke haves)	
12		Moræneler, red. (MZ)	9	2.65	[2,6-2,7]	(0,25)	[0,20-0,30]	Porøsitet beregnes fra TS (forslag hvis TS ikke haves)	
13		Sandlag i moræneler (MZ)	10	2.65	[2,6-2,7]	(0,35)	[0,20-0,40]	Porøsitet beregnes fra TS (forslag hvis TS ikke haves)	
14		Magasinsand (foc < 0,002)	11	2.65	[2,6-2,7]	(0,33)	[0,20-0,40]	Porøsitet beregnes fra TS (forslag hvis TS ikke haves)	
15		Kalk, porøs	12	2.70	[2,6-2,8]	(0,30)	[0,20-0,45]	Porøsitet beregnes fra TS (forslag til matrixporøsitet hvis TS ikke haves)	
16									
17		Organiske jorde: Der er ikke bestemt K _d -værdier for organiske jordtyper (f.eks. tørv og gytje), og modellen kan derfor ikke benyttes til at estimere en fasefordeling for sådanne jordtyper. Organiske jordtyper er karakteriseret ved højt indhold af organisk stof (høj foc), lave TS%, høje vandindhold, høje porøsiteter, lave partikeldensiteter og lave rumvægte (bulk densiteter). Ved indtastning af en lav TS% advarer modellen om at der kan være tale om en organisk jordtype.							
18									
19		Muld: De inkluderede muldjorde var relativt sandede (60-65%) med en fraktion af organisk kulstof (foc) på 0,01-0,02 (1-2%) og et begrænset lerindhold (<5%). Der er i andre forsøg fundet en højere sorption for muldjorde med højere lerindhold.							
20									

Jordtyper i PFASen

$$R = 1 + \frac{K_d \cdot \rho_b}{\theta_w}$$

- Porøsitet og rumvægt varierer med jordtypen, hvilket også er af betydning for fasefordelingen af PFAS

Jordtype

Umættet/mættet zone:

UZ

Jordtype:

Moræneler, ox. (UZ)

Parameter ->

Enhed ->

Værdier fra jordtype ->

Egne værdier ->

Benyttede værdier ->

ρ_s	n	TS	w	θ_w	θ_a	ρ_b	S_w	Advarsl
kg TS/L _p	(L _v +L _i)/L _t	(%)	kg vand/kg TS	L _v /L _t	L _i /L _t	kg TS/L _t	L _v /(L _v +L _i)	
(M _p /V _p)	[(V _v +V _i)/V _t]	(M _p /M _{tot} *100)	(M _v /M _p)	(V _v /V _t)	(V _i /V _t)	(M _p /V _t)	[V _v /(V _v +V _i)]	
2.65	0.25	90.0						
2.65	0.25	90.0	0.11	0.22	0.03	1.99	0.88	

Enhedsvolumen/totalvolumen

(V_t)

1.00

L_t

Volumetrisk vandindhold (rel. volumenandel vand)

θ_w (V_v)

0.22

L_v/L_t

Luftfyldt porehulrum (rel. volumenandel luft)

θ_a (V_i)

0.03

L_i/L_t

Rel. volumenandel partikler

(V_p)

0.75

L_p/L_t

Porøsitet

n (V_v+V_i)/V_t

0.25

(L_v+L_i)/L_t

Luft-vand grænsefladeareal

(A_{ia})

64

cm²_{ia}/cm³_{tot}

Masse af partikler

(M_p)

1.99

kg TS

Masse af vand

(M_v)

0.22

kg vand

Estimering af A_{ia}

Egen værdi	NBET	d50
	(m ² /g)	(cm)
A _{ia}		
Bruges	Nej	Nej

(cm⁻¹)

ρ_s

Partikeldensitet

n

Porøsitet

TS

Tørstofindhold

w

Gravimetrisk vandindhold

θ_w

Volumetrisk vandindhold

θ_a

Luftfyldt porehulrum

ρ_b

Rumvægt (bulk densitet)

S_w

Relativ vandmætning (θ_w/n)

Bemærkninger

Fasefordeling af PFAS – betydning af K_d

- Fraktionen af PFAS i fx vandfasen (f_w) kan via en massebalance bestemmes til:

$$f_w = \frac{1}{R}$$

Sorption til jord

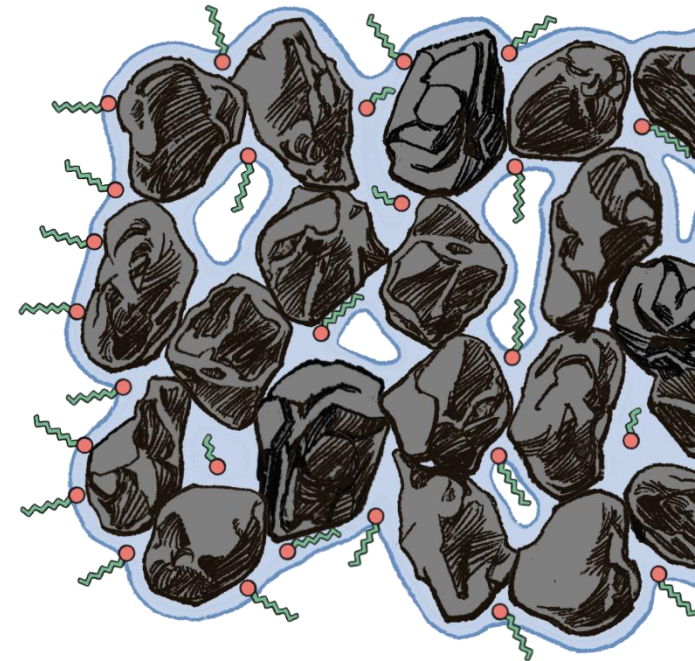
Adsorption til luft-vand grænsefladen

Retardationsfaktor

$$R = 1 + \frac{K_d \cdot \rho_b}{\theta_w} + \frac{K_{ia} \cdot A_{ia}}{\theta_w}$$

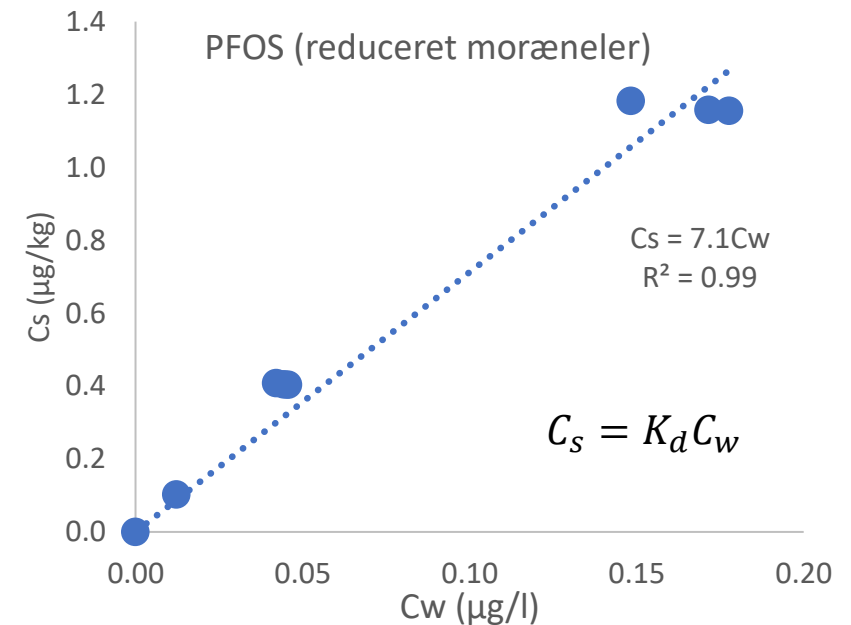
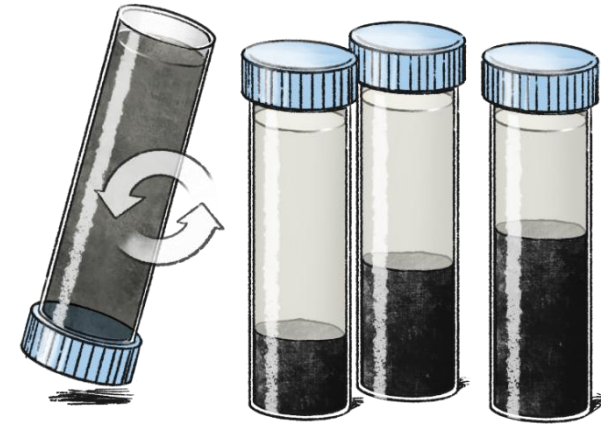
Jordtype

- K_d → Fordelingskoefficient til jord (l/kg)
- θ_w → Volumetrisk vandindhold (porøsitet under mættede forhold)
- ρ_b → Rumvægt (kg/l)
- K_{ia} → Sorptionskoefficient til luft-vand grænsefladen (cm)
- A_{ia} → Luft-vand grænsefladearealet (cm⁻¹)



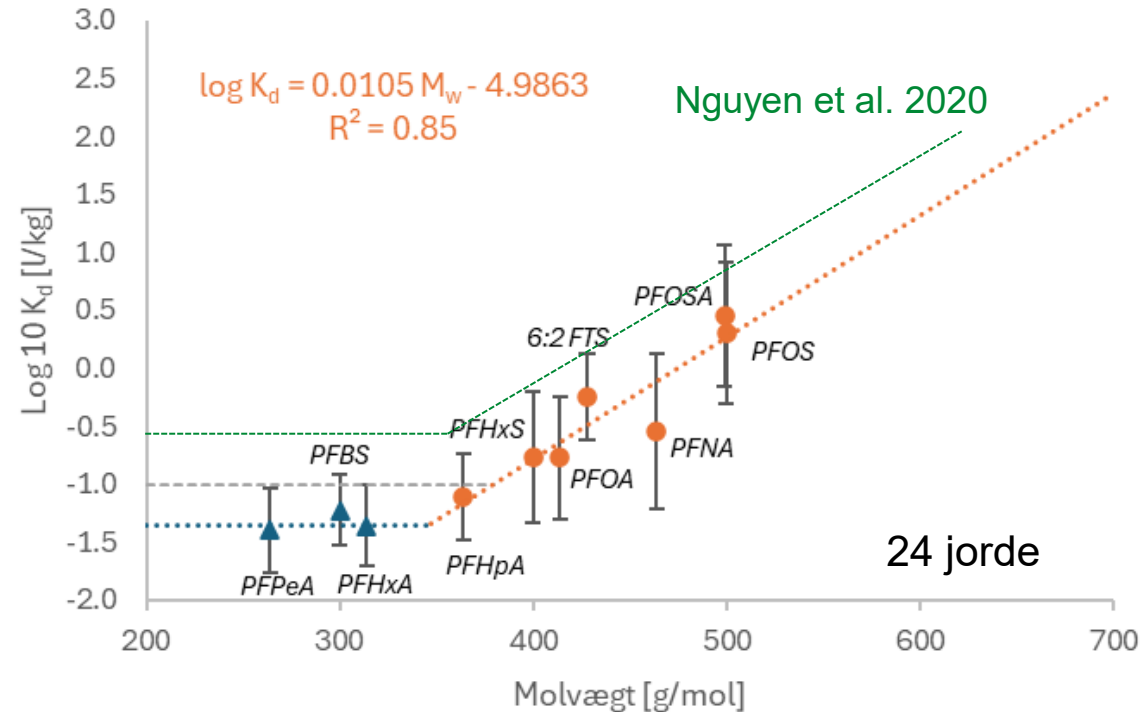
Bestemmelse af K_d -værdier

- Datagrundlaget for PFASen er hovedsageligt baseret på traditionelle ligevægts batchforsøg baseret på en OECD procedure
- Sorptionsforsøgene er udført med "ren" jord der er tilsat de ønskede PFAS i fem forskellige koncentrationer til bestemmelse af en såkaldt lineær sorptionsisoterm, hvor hældningen på kurven er K_d -værdien
- Nogle PFAS udviste en meget lav sorption ($K_d < 0,1$ l/kg), der ikke kan bestemmes med metoden



Regressionsligninger for K_d i PFASen

- Datasættet bag K_d -værdierne i PFASen inkluderer pt. 24 forskellige jorde
- De inkluderede PFAS har molvægte mellem ca. 250-500 g/mol
- Generelt lavere K_d -værdier end i litteraturen
- Der er lavet fem grupperinger af jordtyper med lignede K_d -værdierne i PFASen:
 - Muld og fyld med $f_{oc} > 0,01$
 - ”Sandlag i moræneler” og fyld med $f_{oc} < 0,01$
 - Reduceret moræneler
 - Oxideret moræneler
 - Smeltevandssand/magasinsand og kalk

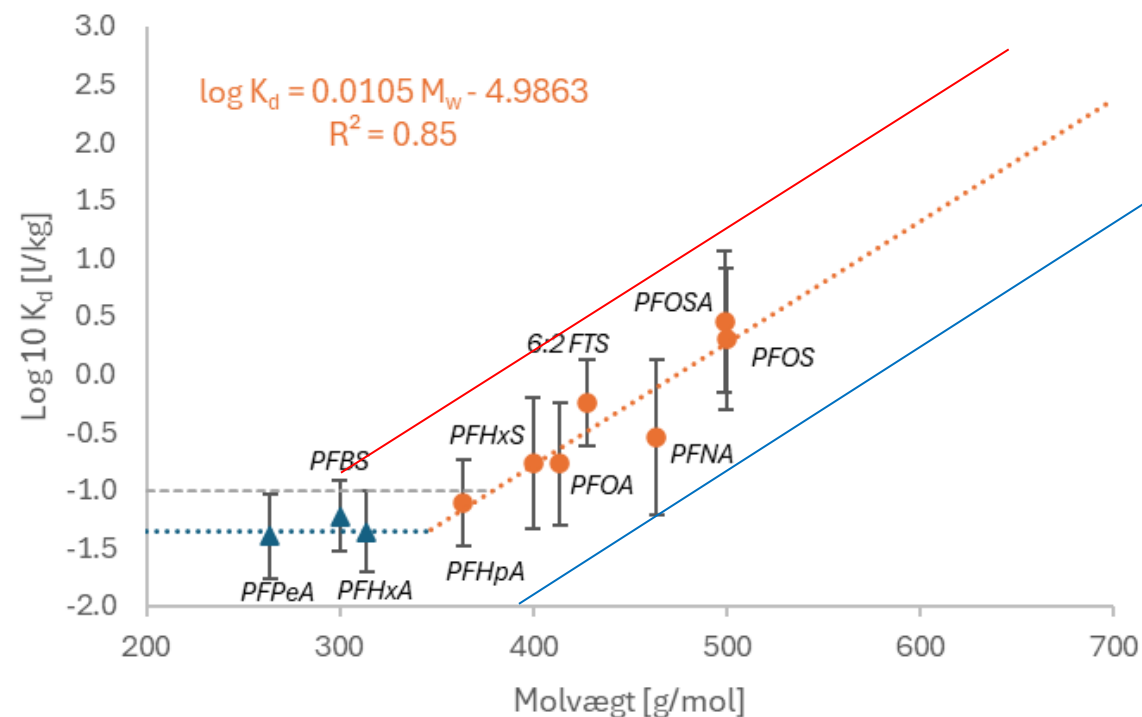


Gruppering af jordtyper mht. K_d -værdier

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1		Forkortelse		PFBA	PFBS	PFPeA	PFHxA	PFPeS	PFHpA	PFHxS	6:2 FTS	PFOA	PFHpS	PFOSA	PFNA	PFOS	PFDA	PFNS	PFDS	PFUnDA	PFDoDA
2		# fluorerede C-atomer		3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11
3		V _m (cm ³ /mol)		127	162	155	182	190	210	217	250	237	245	278	265	272	292	300	327	320	347
4		M _w (g/mol)		214	300	264	314	350	364	400	428	414	450	499	464	500	514	550	600	564	614
5		K _{ia} - gns. (cm)		2.06E-05	9.51E-05	7.00E-05	2.28E-04	3.24E-04	7.76E-04	1.05E-03	4.47E-03	2.53E-03	3.59E-03	1.52E-02	8.61E-03	1.17E-02	2.81E-02	3.98E-02	1.30E-01	9.55E-02	3.11E-01
6		K _{ia} - høj (cm)		1.04E-04	5.65E-04	4.03E-04	1.49E-03	2.19E-03	5.75E-03	8.07E-03	3.98E-02	2.12E-02	3.13E-02	1.54E-01	8.22E-02	1.15E-01	3.03E-01	4.47E-01	1.65E+00	1.17E+00	4.34E+00
7		K _{ia} - lav (cm)		4.06E-06	1.60E-05	1.22E-05	3.50E-05	4.79E-05	1.05E-04	1.38E-04	5.01E-04	3.01E-04	4.12E-04	1.50E-03	9.02E-04	1.19E-03	2.59E-03	3.55E-03	1.02E-02	7.76E-03	2.23E-02
8																					
9		Bedste bud K _d (L/kg TS)	nr.	PFBA	PFBS	PFPeA	PFHxA	PFPeS	PFHpA	PFHxS	6:2 FTS	PFOA	PFHpS	PFOSA	PFNA	PFOS	PFDA	PFNS	PFDS	PFUnDA	PFDoDA
10		# fluorerede C-atomer		3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11
11	UZ ---->	Muld (foc > 0,01)	1	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	7.85E-02	1.27E-01	4.37E-01	1.14E+00	7.06E-01	2.43E+00	1.30E+01	3.92E+00	1.35E+01	2.18E+01	7.50E+01	4.17E+02	1.21E+02	6.74E+02
12		Fyld (foc < 0,01)	2	3.98E-02	3.98E-02	3.98E-02	3.98E-02	3.80E-02	5.63E-02	1.55E-01	3.40E-01	2.30E-01	6.31E-01	2.50E+00	9.35E-01	2.57E+00	3.81E+00	1.05E+01	4.27E+01	1.55E+01	6.32E+01
13		Fyld (foc > 0,01)	3	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	7.85E-02	1.27E-01	4.37E-01	1.14E+00	7.06E-01	2.43E+00	1.30E+01	3.92E+00	1.35E+01	2.18E+01	7.50E+01	4.17E+02	1.21E+02	6.74E+02
14		Moræneler, ox. (UZ)	4	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	6.17E-02	1.09E-01	8.19E-02	1.70E-01	4.58E-01	2.26E-01	4.68E-01	6.21E-01	1.29E+00	3.55E+00	1.71E+00	4.71E+00
15		Moræneler, red. (UZ)	5	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.24E-02	9.33E-02	2.63E-01	5.89E-01	3.94E-01	1.11E+00	4.54E+00	1.66E+00	4.68E+00	7.00E+00	1.97E+01	8.32E+01	2.95E+01	1.24E+02
16		Smeltevandssand (foc<0,002)	6	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	9.66E-02	6.80E-02	1.68E-01	5.74E-01	2.39E-01	5.89E-01	8.37E-01	2.07E+00	7.24E+00	2.93E+00	1.03E+01
17		Sandlag i moræneler (UZ)	7	3.98E-02	3.98E-02	3.98E-02	3.98E-02	3.80E-02	5.63E-02	1.55E-01	3.40E-01	2.30E-01	6.31E-01	2.50E+00	9.35E-01	2.57E+00	3.81E+00	1.05E+01	4.27E+01	1.55E+01	6.32E+01
18	MZ ---->	Moræneler, ox. (MZ)	8	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	6.17E-02	1.09E-01	8.19E-02	1.70E-01	4.58E-01	2.26E-01	4.68E-01	6.21E-01	1.29E+00	3.55E+00	1.71E+00	4.71E+00
19		Moræneler, red. (MZ)	9	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.24E-02	9.33E-02	2.63E-01	5.89E-01	3.94E-01	1.11E+00	4.54E+00	1.66E+00	4.68E+00	7.00E+00	1.97E+01	8.32E+01	2.95E+01	1.24E+02
20		Sandlag i moræneler (MZ)	10	3.98E-02	3.98E-02	3.98E-02	3.98E-02	3.80E-02	5.63E-02	1.55E-01	3.40E-01	2.30E-01	6.31E-01	2.50E+00	9.35E-01	2.57E+00	3.81E+00	1.05E+01	4.27E+01	1.55E+01	6.32E+01
21		Magasinsand (foc < 0,002)	11	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	9.66E-02	6.80E-02	1.68E-01	5.74E-01	2.39E-01	5.89E-01	8.37E-01	2.07E+00	7.24E+00	2.93E+00	1.03E+01
22		Kalk, porøs	12	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	9.66E-02	6.80E-02	1.68E-01	5.74E-01	2.39E-01	5.89E-01	8.37E-01	2.07E+00	7.24E+00	2.93E+00	1.03E+01
23																					
24		Høj K _d (L/kg TS)	nr.	PFBA	PFBS	PFPeA	PFHxA	PFPeS	PFHpA	PFHxS	6:2 FTS	PFOA	PFHpS	PFOSA	PFNA	PFOS	PFDA	PFNS	PFDS	PFUnDA	PFDoDA
25		# fluorerede C-atomer		3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11
26	UZ ---->	Muld (foc > 0,01)	1	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	2.48E-01	4.01E-01	1.38E+00	3.61E+00	2.23E+00	7.67E+00	4.12E+01	1.24E+01	4.27E+01	6.90E+01	2.37E+02	1.32E+03	3.83E+02	2.13E+03
27		Fyld (foc < 0,01)	2	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	1.20E-01	1.78E-01	4.00E-01	1.08E+00	7.26E-01	2.00E+00	7.00E+00	2.06E+00	8.13E+00	1.20E+01	2.21E+01	1.25E+02	4.01E+01	2.00E+02
< > ... Jordparametre Kia og Kd Referenceliste Forklaring (Ct vs. Cs) Kia Aia Ændringslog Tomt ark + :																					

Usikkerhed på K_d -værdier i PFASen

- Udover det bedste bud pt. på en K_d -værdi for de forskellige jordtyper inkluderer PFASen, så er der også et bud på en hhv. høj og lav K_d -værdi
- Disse værdier er baseret på de bestemte standardafvigelser indenfor hver af de fem grupperinger af K_d -værdierne
- Forskellen mellem den høje og lave K_d -værdi er mindst én faktor 10 – og højere for moræneler
- For PFAS med $K_d < 0,1$ l/kg er høj og lav værdi sat til hhv. 0,1 l/kg og 0 l/kg



Usikkerhed på K_d -værdier i PFASen

Fasefordeling

Forkortelse

fluorerede C-atomer

PFBA

PFBS

PFPeA

PFHxA

PFPeS

PFHpA

PFHxS

6:2 FTS

PFOA

PFHpS

PFOSA

PFNA

PFOS

3

4

4

5

5

6

6

6

7

7

8

8

8

Konc. fra jordprøve (C_t) ($\mu\text{g/kg TS}$)

1.00

1.00

1.00

Konc. fra vandprøve (C_w) (ng/l)

Fasefordelingen er beregnet pba. en jordprøve

Forbindelser med blå navne indgår i SUM4

Jordtype: Moræneler, ox. (MZ)

8

 K_{ia} (cm)

2.06E-05

9.51E-05

7.00E-05

2.28E-04

3.24E-04

7.76E-04

1.05E-03

4.47E-03

2.53E-03

3.59E-03

1.52E-02

8.61E-03

1.17E-02

Nej

Følsomhedsanalyse

Egne værdier ->

 K_d ($L_w/\text{kg TS}$)

2.51E-02

2.51E-02

2.51E-02

2.51E-02

2.51E-02

2.51E-02

6.17E-02

1.09E-01

8.19E-02

1.70E-01

4.58E-01

2.26E-01

4.68E-01

Nej

Følsomhedsanalyse

Egne værdier ->

Lav

Chart Area

Høj

Benyttet K_{ia} ->Benyttet K_d ->

2.06E-05

9.51E-05

7.00E-05

2.28E-04

3.24E-04

7.76E-04

1.05E-03

4.47E-03

2.53E-03

3.59E-03

1.52E-02

8.61E-03

1.17E-02

2.51E-02

2.51E-02

2.51E-02

2.51E-02

2.51E-02

2.51E-02

6.17E-02

1.09E-01

8.19E-02

1.70E-01

4.58E-01

2.26E-01

4.68E-01

Retardationsfaktor (-)

1.2

1.2

1.2

1.2

1.2

1.2

1.6

2.0

1.7

2.5

5.1

3.0

5.2

PFBA

PFBS

PFPeA

PFHxA

PFPeS

PFHpA

PFHxS

6:2 FTS

PFOA

PFHpS

PFOSA

PFNA

PFOS

 C_t ($\mu\text{g/kg TS}$)

1.0000

1.0000

1.0000

Introduktion

Analyseresultater

Jordtype

PFAS-fasefordeling

PieCharts1

PieCharts2

Jordparametre

Kia og Kd

...

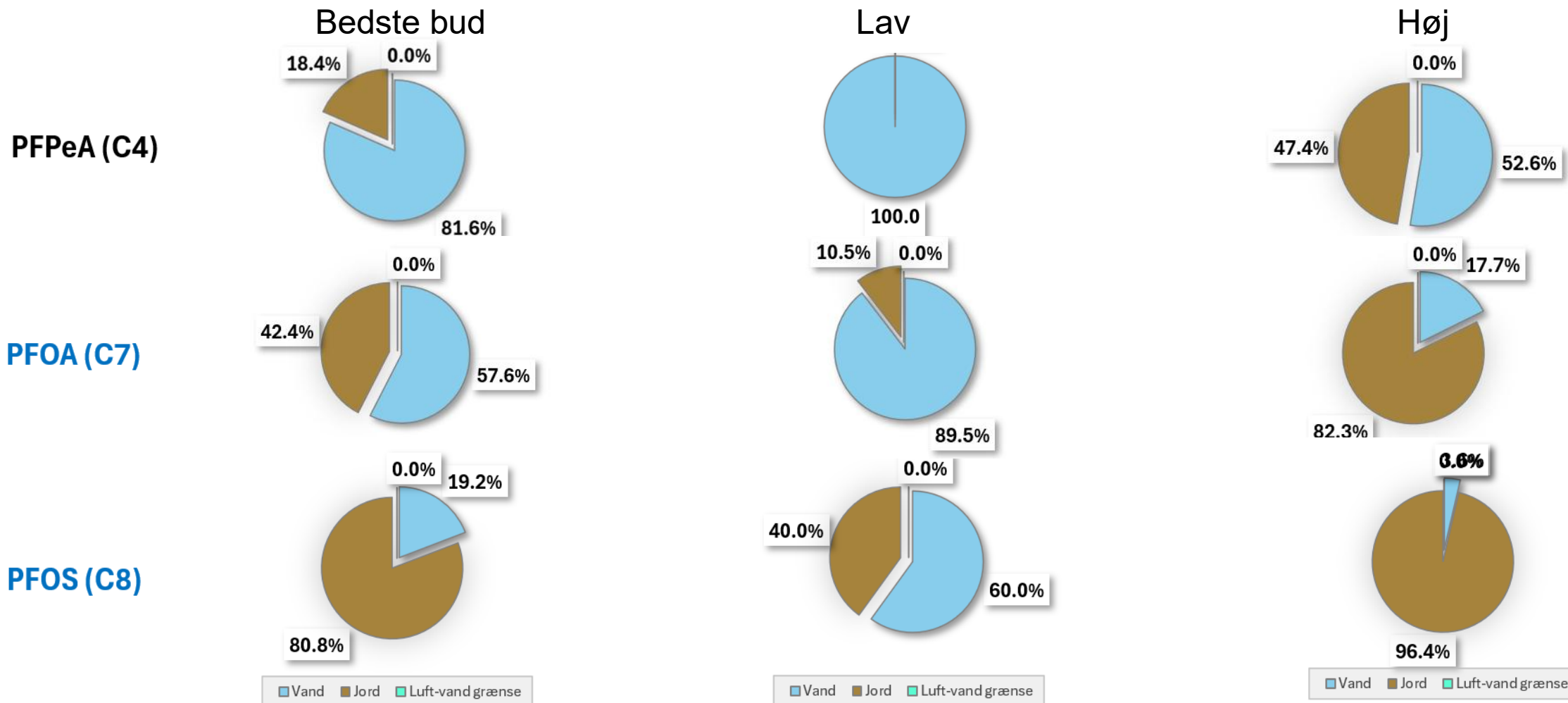
+

:

<

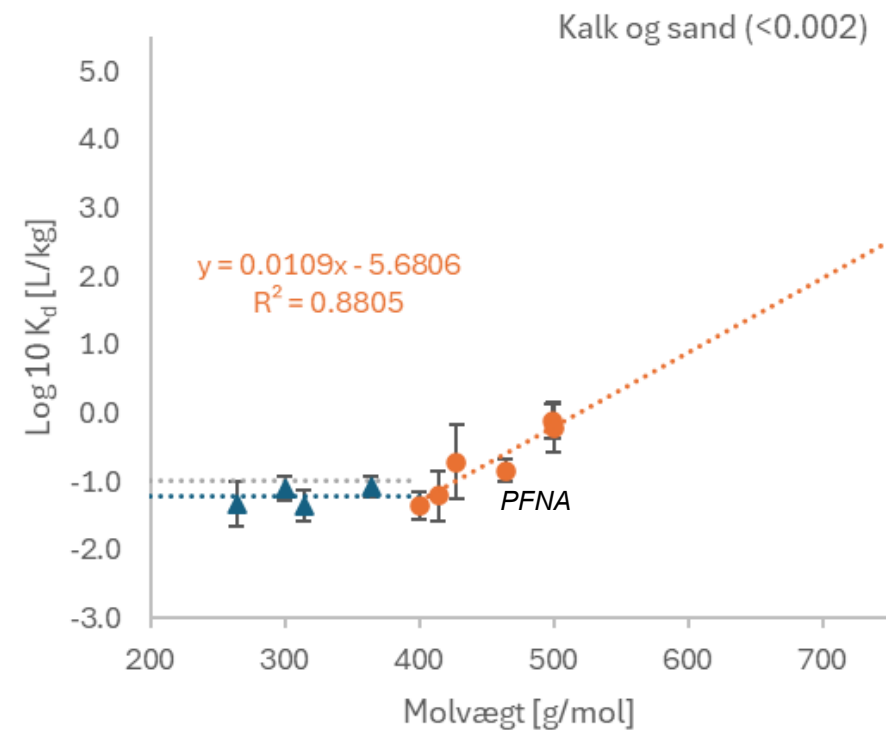
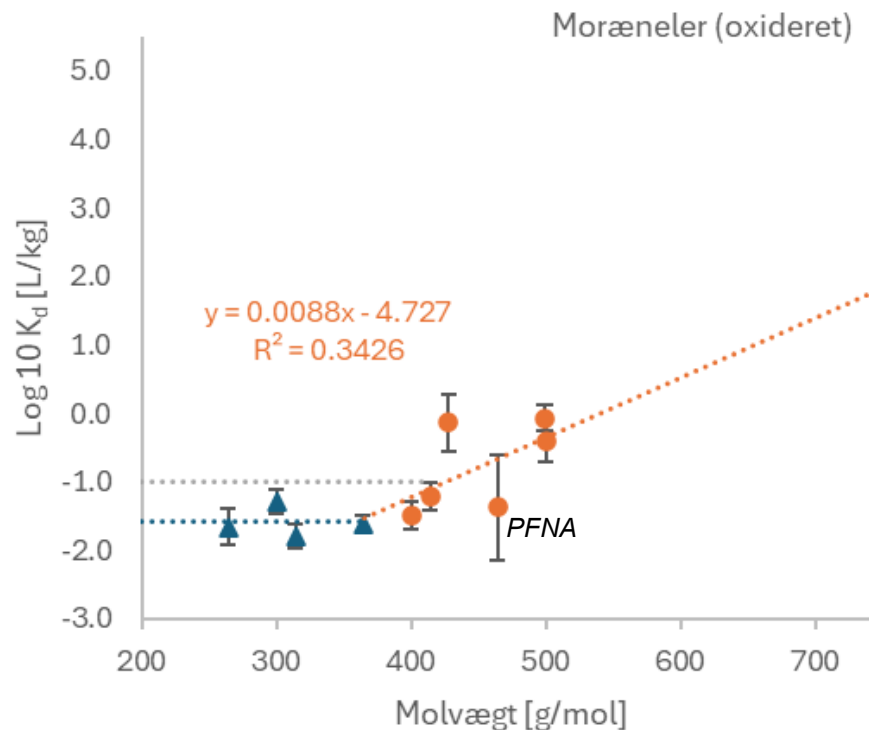
>

Betydning af K_d -værdier for fasefordeling (eksempel)



Udfordring med lavt sorberende jorde

- For jordtyperne med den laveste sorption (oxideret moræneler, kalk og smeltevandssand) er sorptionen af selv nogle af de langkædede PFAS meget begrænset (<0,1 l/kg)
- Svært at bestemme en god lineær sammenhæng baseret på få stoffer



Fremadrettet arbejde

- Fortsat behov for et bedre datagrundlag for K_d -værdier for de specifikke jordtyper i PFASen
 - Samt udvide med yderligere jordtyper
- Bedre regressionsligninger for de jorde der har en relativ lav sorption af PFAS → flere sorptionsforsøg med fokus på:
 - Oxideret moræneler, smeltevandssand og kalk
 - PFAS med en længere fluoreret kulstofkæde
- Bedre geologisk beskrivelse af nogle af de inkluderede jordtyper i PFASen
- Inklusion af K_d -værdier for danske jorde udført andre steder end DTU Sustain

Opsummering

- Beregning af fasefordeling af PFAS kræver kendskab til jordtyper (rumvægt og volumetrisk vandindhold) og sorption til jorden (K_d -værdier)
- PFASen inkluderer kun jordtyper, hvor der er lavet en estimering af K_d -værdier
 - Partikel densitet og porøsitet i PFASen er baseret på tidligere erfaringer med disse jordtyper
 - For hver jordtype er der i PFASen en kort beskrivelse af jorderne som er anvendt til sorptionsforsøg (evt. vurdering af om man har en lignende jord)
- K_d -værdierne i PFASen bygger på ligevægtsforsøg med 24 jorde og udvalgte PFAS
 - PFASen anvender vurderede bedste bud, samt lav og høj K_d -værdi for PFAS22
 - Stadig begrænset datagrundlag for hver gruppering af jordtyper (4-6 jorde)
 - Større usikkerhed for lavt sorberende jorde (oxideret moræneler, smeltevandssand og kalk), hvor mange af de inkluderede PFAS viser begrænset sorption
- Jordtyper og K_d -værdier kan opdateres efterhånden som datagrundlaget vokser

Litteratur

- Morsing, L., Tsitonaki, K., Dyreborg, S., Mosthaf, K., Hjorth, R., Fjordbøge, A. S., Badsberg Jensen, B., Baun, A., & Bjerg, P. L. (2025). Konceptuel model for transport og skæbne af PFAS ved forurenede grunde (2286).
- Nguyen, TMH., Bräunig, J., Thompson, K., Thompson, J., Kabiri, S., Navarro, DA., Kookana, RS., Grimison, C., Barnes, CM., Higgins, CP., McLaughlin, MJ., Mueller, JF. (2020). Influences of Chemical Properties, Soil Properties, and Solution pH on Soil–Water Partitioning Coefficients of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs). *Environ. Sci. Technol.* 54: 15883-15892.
- OECD 106 (2000). OECD GUIDELINE FOR THE TESTING OF CHEMICALS. Adsorption - Desorption Using a Batch Equilibrium Method.