

PFASen

– kort intro, granskende
beregninger og indsigter

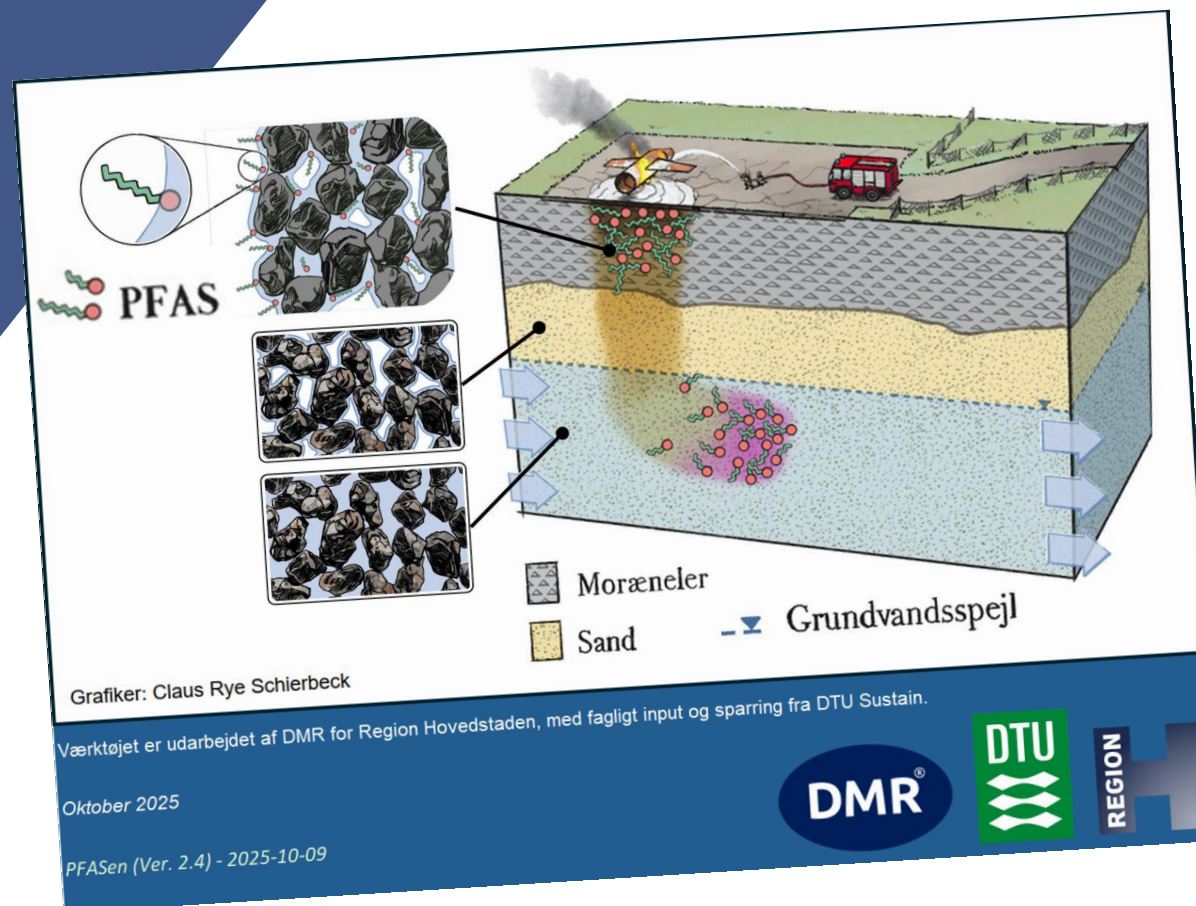
Per Loll
Udviklingsleder, Ph.D., DMR A/S

Tak til:

Maria Hag, Region Hovedstaden

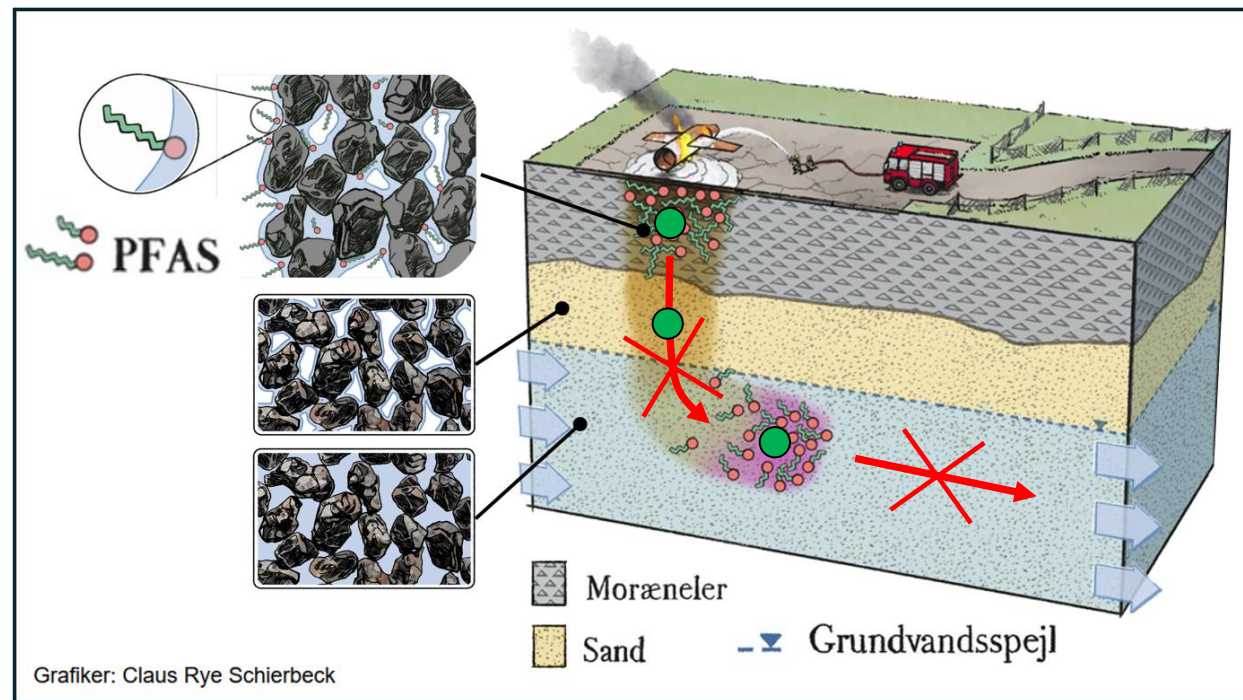
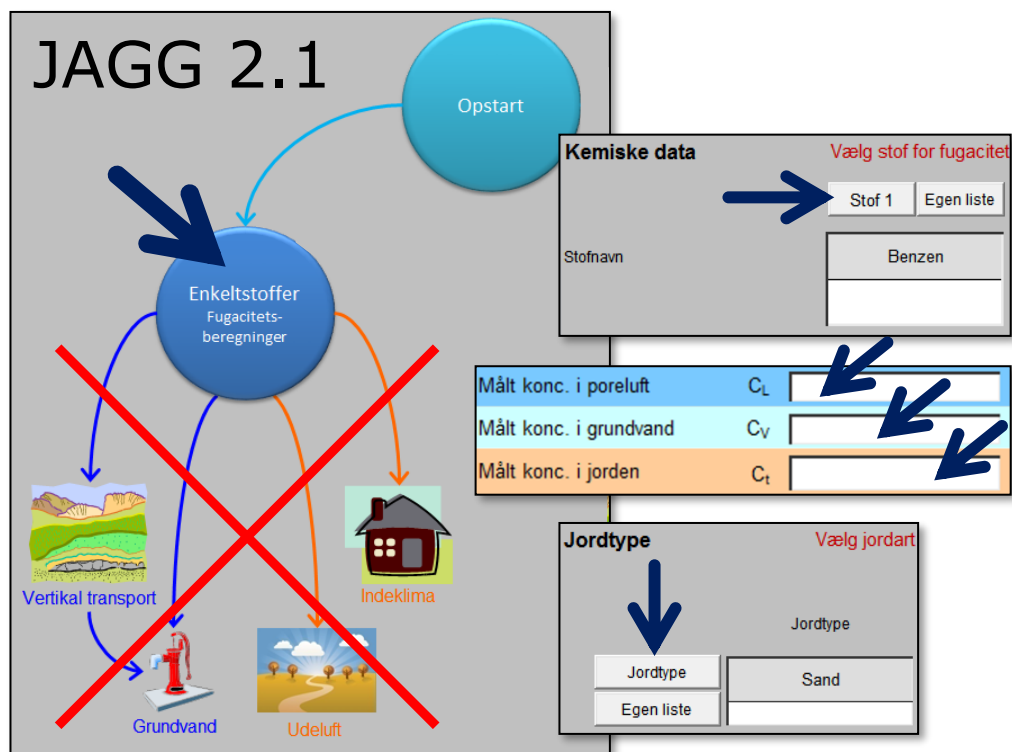
Laura Morsing, Annika Fjordbøge,
Henning Wienkenjohann, Klaus
Mosthaf og Poul Bjerg, DTU Sustain

ATV Temadag 2. marts 2026



Introduktion til PFASen (helt kort)

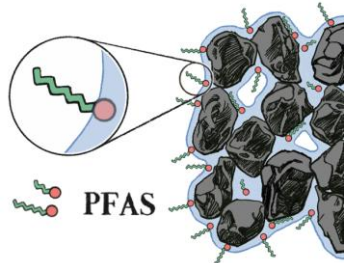
- Dybest set virker PFASen som Fugacitetsmodulet i JAGG 2.1.
 - Man kan regne på hvordan et stof fordeler sig imellem jordens faser
 - Man skal bare have en analyserapport (stof+konc.) og en jordtype (+TS%)
 - Så kan man regne stoffordelingen i **ét punkt** => ingen transport i PFASen



Introduktion til PFASen (helt kort)

- Der er en principiel forskel på JAGG og PFASen:
 - JAGG er til risikovurderinger - konservativ ift. mobile faser
 - PFASen er til realistiske fasefordelingsberegninger
- Og der er flere forskelle:
 - I JAGG adsorberer stofferne til org. stof (f_{oc}) via K_{oc} (Abdul's formel).
 - I PFASen binder PFAS sig til jord og til vand-luft grænsefladen:

VIGTIGT!

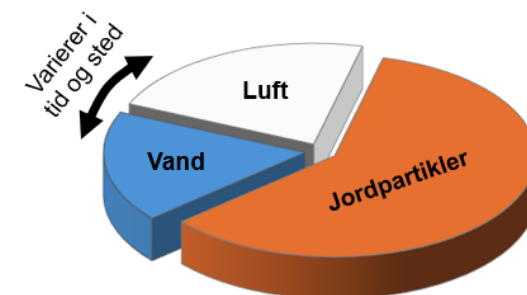
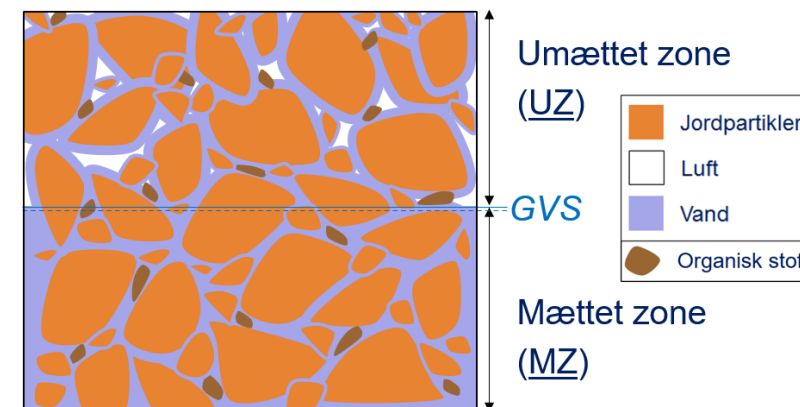


- K_d (l/kg TS): jordtype- og stofs specifik
- K_{ia} (cm): sorptionskoefficient til grænsefladen
- A_{ia} (cm³/cm²): specifikt areal af grænsefladen, --> som afhænger af jordens vandindhold.

- OBS: Pt. ingen PFAS i luftfasen (poreluften).

- PFASen regner på PFAS22 for:

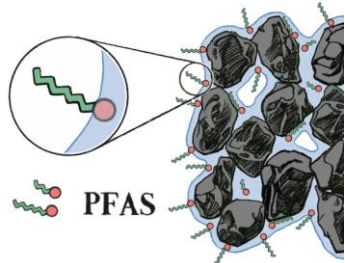
- Danske jordtyper: Jordparametre og K_d (gns. +/-).
- Empiriske relationer med K_{ia} (gns. +/-).
- Danske jordtyper med fasefordeling som funktion af TS%:



Introduktion til PFASen (helt kort)

- Der er en principiel forskel på JAGG og PFASen:
 - JAGG er til risikovurderinger - konservativ ift. mobile faser
 - PFASen er til realistiske fasefordelingsberegninger
- Og der er flere forskelle:
 - I JAGG adsorberer stofferne til org. stof (f_{oc}) via K_{oc} (Abdul's formel).
 - I PFASen binder PFAS sig til jord og til vand-luft grænsefladen:

VIGTIGT!

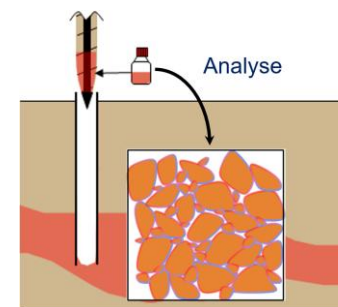


- K_d (l/kg TS): jordtype- og stofs specifik
- K_{ia} (cm): sorptionskoefficient til grænsefladen
- A_{ia} (cm³/cm²): specifikt areal af grænsefladen, --> som afhænger af jordens vandindhold.

- OBS: Pt. ingen PFAS i luftfasen (poreluften).

- PFASen regner på PFAS22 for:

- Danske jordtyper: Jordparametre og K_d (gns. +/-).
- Empiriske relationer med K_{ia} (gns. +/-).
- Danske jordtyper med fasefordeling som funktion af TS%.



En jordprøve indeholder alle jordens faser (totalindhold, C_t , givet DG)



PFASen splitter op på jord, vand og luft-vand grænseflade.

Nok teori - her finder du yderligere information

- På RH's [hjemmeside](#) ligger:
 - den seneste version af [PFASen](#) (ver. 2.4)
 - en 35 min [introduktionsvideo](#) om modellen og hvordan man bruger den.
- I [ATV's mødearkiv](#) ligger præsentationer om:
 - [Jordtyper og adsorption \(\$K_d\$ -værdier\)](#)
 - [Luft-vand grænsefladen og \(\$K_{ia} + A_{ia}\$ \)](#)
- Miljøprojekt 2286, 2025.
- Kort forklarende [Artikel i Vand & Jord](#).

Innovation og videndeling

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

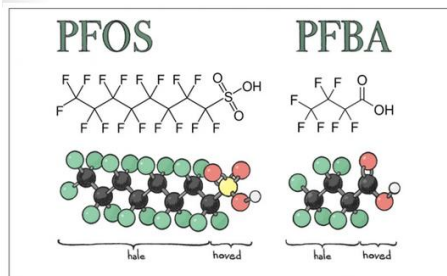
**Konceptuel model
for transport og
skæbne af PFAS ved
forurenede grunde**



Miljø- og
Ligestillingsministeriet
Miljøstyrelsen

Miljøprojekt nr. 2286
Januar 2025

Transport af PFAS i umættet zone



POUL L. BJERG, ANNIKA FJORDBØGE,
LAURA MORSING, KLAUS MOSTHAF,
HENNING WIENKEJOHANN, PER LOLL
& MARIA HAG

Figur 1. Illustration af to forskellige PFAS: PFOS, som er en langkædet PFAS, og PFBA, som er en kortkædet PFAS. Grøn = fluor, sort = kulstof, rød = oxygen, gul = svovl, hvid = hydrogen. Fra [2].

98 • Vand & Jord

32. årgang nr. 3, september 2025 • 97

- Plus lidt uddybende information i modellen

Opbygning af PFASen

- PFASen er et Excelark med følgende opbygning af fanerne:



Blå = Introduktion & arbejde med data (input / output)

Grønne = opslagstabeller med danske standardparametre

Lilla = referencer

Gule = uddybende information

Gråt = ændringer siden sidste version

Hvidt = et alm. tomt ark til "whatever you want"

Følsomhedsanalyse / invers modellering med relationer for K_d og K_{ia}

Følsomhedsanalyse

Fasefordeling	Forkortelse	PFBA	PFBS	PFPeA	PFHxA	PFPeS	PFHpA	PFHxS	6:2 FTS	PFOA	PFHpS	PFOSA	PFNA	PFOS	PFDA	PFNS	PFDS	PFUnDA	PFDoDA	PFUnDS	PFDoDS	PFTTrDA	PFTTrDS
	# fluorerede C-atomer	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13
Konc. fra jordprøve (C_i) (µg/kg TS)		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Konc. fra vandprøve (C_w) (ng/L)																							

Fasefordelingen er beregnet pba. en jordprøve

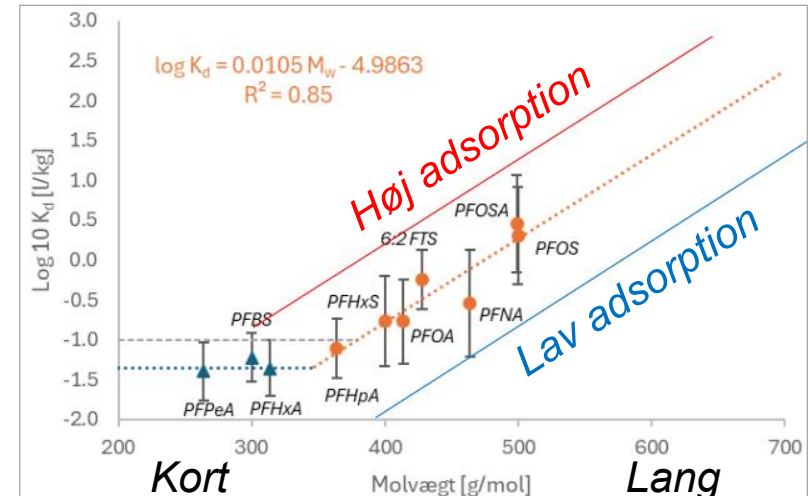
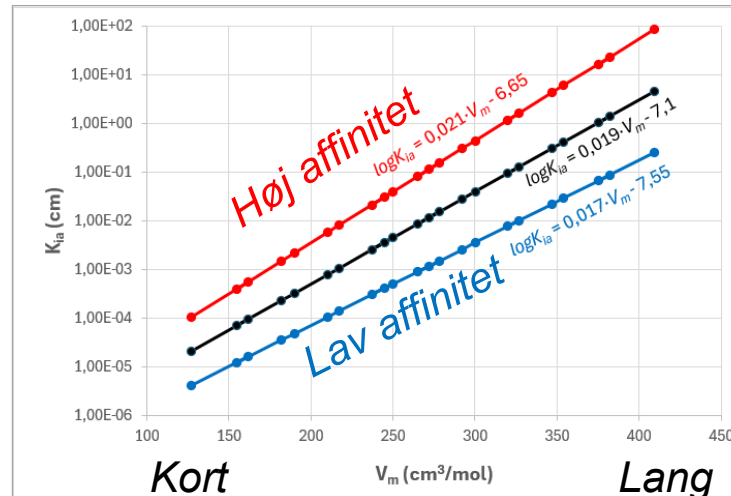
Forbindelser med blå navne indgår i PFAS4

Jordtype:

Nej	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	2,81E-02	3,98E-02	1,30E-01	9,55E-02	3,11E-01	4,23E-01	1,44E+00	1,06E+00	4,69E+00
Nej	K_d (L _w /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	6,21E-01	1,29E+00	3,55E+00	1,71E+00	4,71E+00	9,77E+00	2,69E+01	1,30E+01	7,41E+01
	Benyttet K_{ia} ->	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	4,23E-01	1,44E+00	1,06E+00	4,69E+00
	Benyttet K_d ->	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	9,77E+00	2,69E+01	1,30E+01	7,41E+01
	Retardationsfaktor (-)	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,5	1,9	3,3	2,5	3,6	9,6	5,5	8,6	15	24	71	44	130	210	660	430	2.000

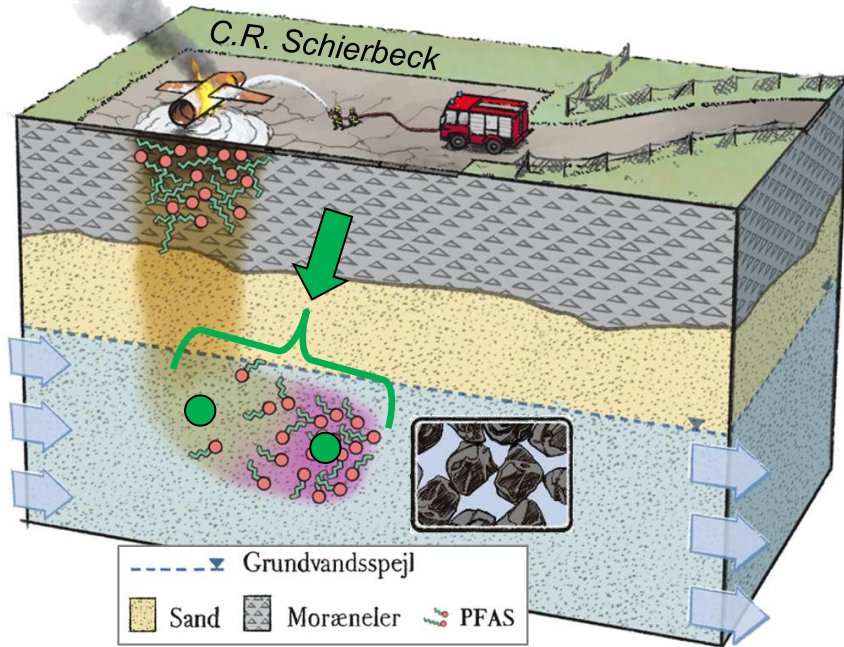
Høj	K_{ia} (cm)	Egne værdier ->
Lav	K_{ia} (cm)	Egne værdier ->

Høj	K_d (L _w /kg TS)	Egne værdier ->
Lav	K_d (L _w /kg TS)	Egne værdier ->



Granskning - Mættet zone

Grundvand (DG) -> jord



PFAS-forbindelser, grundvand			
PFHpA, Perfluorheptansyre	<1.0	ng/l	
PFOA, Perfluoroktansyre	<0.30	ng/l	
PFNA, Perfluoronansyre	<0.30	ng/l	
PFNS, Perfluoronansulfonsyre	<1.0	ng/l	
PFBS, Perfluorbutansulfonsyre	<1.0	ng/l	
PFHxS, Perfluorhexansulfonsyre	<0.30	ng/l	
PFOS, Perfluoroktansulfonsyre	<0.20	ng/l	
PFDS, Perfluordecansulfonsyre	<1.0	ng/l	
PFOSA, Perfluoroktansulfonamid	<1.0	ng/l	
PFHxA, Perfluorhexansyre	<1.0	ng/l	
PFBA, Perfluorbutansyre	<1.0	ng/l	
PFHpS, Perfluorheptansulfonsyre	<1.0	ng/l	
PFUnDA, Perfluorundecansyre	<1.0	ng/l	
PFPeA, Perfluorpentansyre	<1.0	ng/l	
PFPeS, Perfluorpentansulfonsyre	<1.0	ng/l	
PFDA, Perfluordecansyre	<1.0	ng/l	
6:2 FTS (6:2 fluortelomersulfonsyre)	<1.0	ng/l	
PFDoDA, Perfluordodecansyre	<1.0	ng/l	
PFTTrDA, Perfluortridecansyre	<1.0	ng/l	
PFUnDS, Perfluorundecansulfonsyre	<1.0	ng/l	
PFDoDS, Perfluordodecansulfonsyre	<1.0	ng/l	
PFTTrDS, Perfluortridecansulfonsyre	<1.0	ng/l	
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)	#	<1.0	ng/l
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer	#	<10	ng/l

JKK
PFAS4 10 µg/kg TS
PFAS22 400 µg/kg TS

Analyseresultater			Fra vandprøve
# fluorerede			Koncentration (C _w)
Trivialnavn	C-atomer	Forkortelse	(ng/L)
Perfluorbutansyre	3	PFBA	1
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	1
Perfluorpentansyre	4	PFPeA	1
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	1
Perfluorpentansulfonsyre	5	PFPeS	1
Perfluorheptansyre	6	PFHpA	1
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	0,3
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	1
Perfluoroktansyre	7	PFOA	0,3
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	1
Perfluoroktansulfonamid	8	PFOSA	1
Perfluoronansyre	8	PFNA	0,3
Perfluoroktansulfonsyre	8	PFOS	0,2
Perfluordecansyre	9	PFDA	1
Perfluoronansulfonsyre	9	PFNS	1
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	1
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	1
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	1
Perfluorundecansulfonsyre	11	PFUnDS	1
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	1
Perfluortridecansyre	12	PFTTrDA	1
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTTrDS	1
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)	PFAS4	1	
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer	PFAS22	10	
Indgår i PFAS4			TS%

K _{ia} (cm)	
Nej	Følsomhedsanalyse
Egne værdier ->	
K _d (L _w /kg TS)	
Nej	Følsomhedsanalyse
Egne værdier ->	

K _d (L _w /kg TS)	
Høj	Følsomhedsanalyse
Egne værdier ->	

Estimerede resultater (afrundede)		
Forkortelse	C _t	C _w
	(µg/kg TS)	(ng/L)
PFBA	0,00028	1,0
PFBS	0,00028	1,0
PFPeA	0,00028	1,0
PFHxA	0,00028	1,0
PFPeS	0,00028	1,0
PFHpA	0,00028	1,0
PFHxS	0,00083	0,30
6:2 FTS	0,00031	1,0
PFOA	0,00084	0,30
PFHpS	0,00038	1,0
PFOSA	0,00079	1,0
PFNA	0,00014	0,30
PFOS	0,00016	0,20
PFDA	0,0010	1,0
PFNS	0,0023	1,0
PFDS	0,0075	1,0
PFUnDA	0,0031	1,0
PFDoDA	0,011	1,0
PFUnDS	0,026	1,0
PFDoDS	0,089	1,0
PFTTrDA	0,036	1,0
PFTTrDS	0,31	1,0
PFAS4	0,00047	1,1
PFAS22	0,49	19

Estimerede resultater (afrundede)		
Forkortelse	C _t	C _w
	(µg/kg TS)	(ng/L)
PFBA	0,00031	1,0
PFBS	0,00031	1,0
PFPeA	0,00031	1,0
PFHxA	0,00031	1,0
PFPeS	0,00031	1,0
PFHpA	0,00031	1,0
PFHxS	0,00094	0,30
6:2 FTS	0,00052	1,0
PFOA	0,00013	0,30
PFHpS	0,00074	1,0
PFOSA	0,0020	1,0
PFNA	0,00029	0,30
PFOS	0,00041	0,20
PFDA	0,0029	1,0
PFNS	0,0067	1,0
PFDS	0,023	1,0
PFUnDA	0,0095	1,0
PFDoDA	0,033	1,0
PFUnDS	0,081	1,0
PFDoDS	0,28	1,0
PFTTrDA	0,11	1,0
PFTTrDS	0,99	1,0
PFAS4	0,00092	1,1
PFAS22	1,5	19

Jordtype

Umættet/mættet zone:
MZ
Jordtype:
Magasinsand (foc < 0,002)

Parameter ->

Enhed ->

▼ værdier fra jordtype ->

Egne værdier ->

Benyttede værdier ->

Udover TS, er der udelukkende benyttet standard jordtypeparametre

ρ _s	n	TS	w	θ _w	θ _a	ρ _b	S _w
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	0,36	82,5					
2,65	0,36	82,5	0,21	0,36	0,00	1,70	1,00

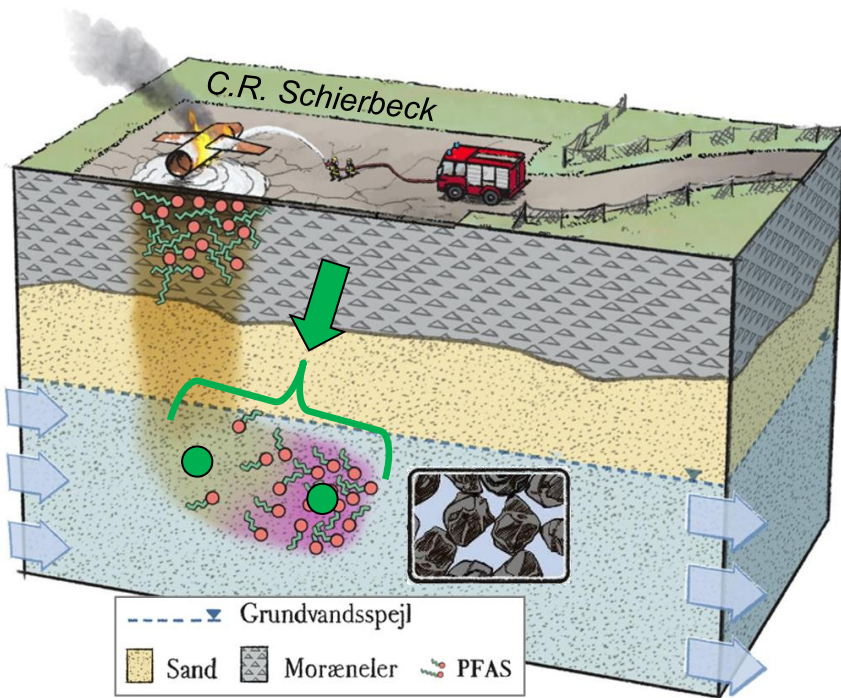
Take away:

Hvis der ikke kan måles noget i en vandprøve, er der formentlig ikke indhold i jorden >JKK.

Gælder også de øvrige jordtyper i MZ - uanset K_d.

Granskning - Mættet zone

Jord (DG) -> grundvand



DANAK
TEST (reg. nr. 361)

PFAS-forbindelser, jord mv., 22 stk., lav DL			-
PFHpA, Perfluorheptansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFOA, Perfluoroctansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFNA, Perfluoronansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFNS, Perfluoronansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFBS, Perfluorbutansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFHxS, Perfluorhexansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFOS, Perfluoroctansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFDS, Perfluordecansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFOSA, Perfluoroctansulfonamid	<0.050	µg/kg TS	
PFHxA, Perfluorhexansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFBA, Perfluorbutansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFHpS, Perfluorheptansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFUnDA, Perfluorundecansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFPeA, Perfluorpentansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFPeS, Perfluorpentansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFDA, Perfluordecansyre	<0.050	µg/kg TS	

Lav DG (1/10)

GVK
PFAS4 2 ng/l
PFAS22 100 ng/l

Analyseresultater

Trivialnavn	# fluorerede C-atomer	Forkortelse	Fra jordprøve
			Koncentration (C _i) (µg/kg TS)
Perfluorbutansyre	3	PFBA	0,05
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	0,05
Perfluorpentansyre	4	PFPeA	0,05
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	0,05
Perfluorpentansulfonsyre	5	PFPeS	0,05
Perfluorheptansyre	6	PFHpA	0,05
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	0,05
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	0,05
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	0,05
Perfluoroctansulfonamid	8	PFOSA	0,05
Perfluoronansyre	8	PFNA	0,05
Perfluoroctansulfonsyre	8	PFOS	0,05
Perfluordecansyre	9	PFDA	0,05
Perfluoronansulfonsyre	9	PFNS	0,05
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	0,05
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	0,05
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	0,05
Perfluorundecansulfonsyre	11	PFUnDS	0,05
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	0,05
Perfluortridecansyre	12	PFTriDA	0,05
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTriDS	0,05
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)	PFAS4		
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer	PFAS22		
Indgår i PFAS4			TS%
			82,5

	K _{ia} (cm)
Nej	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->
	K _d (L _w /kg TS)
Nej	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->

	K _d (L _w /kg TS)
Høj	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->

Forkortelse	Estimerede resultater (afrundede)	
	C _i (µg/kg TS)	C _w (ng/L)
PFBA	0,050	180
PFBS	0,050	180
PFPeA	0,050	180
PFHxA	0,050	180
PFPeS	0,050	180
PFHpA	0,050	180
PFHxS	0,050	180
6:2 FTS	0,050	160
PFOA	0,050	180
PFHpS	0,050	130
PFOSA	0,050	64
PFNA	0,050	110
PFOS	0,050	62
PFDA	0,050	48
PFNS	0,050	22
PFDS	0,050	6,7
PFUnDA	0,050	16
PFDoDA	0,050	4,8
PFUnDS	0,050	2,0
PFDoDS	0,050	0,56
PFTriDA	0,050	1,4
PFTriDS	0,050	0,16
PFAS4	0,20	530
PFAS22	1,1	2.100

Forkortelse	Estimerede resultater (afrundede)	
	C _i (µg/kg TS)	C _w (ng/L)
PFBA	0,050	160
PFBS	0,050	160
PFPeA	0,050	160
PFHxA	0,050	160
PFPeS	0,050	160
PFHpA	0,050	160
PFHxS	0,050	160
6:2 FTS	0,050	97
PFOA	0,050	120
PFHpS	0,050	67
PFOSA	0,050	25
PFNA	0,050	52
PFOS	0,050	24
PFDA	0,050	17
PFNS	0,050	7,4
PFDS	0,050	2,2
PFUnDA	0,050	5,3
PFDoDA	0,050	1,5
PFUnDS	0,050	0,62
PFDoDS	0,050	0,18
PFTriDA	0,050	0,44
PFTriDS	0,050	0,051
PFAS4	0,20	360
PFAS22	1,1	1.500

Jordtype

Umættet/mættet zone:
MZ
Jordtype:
Magasinsand (foc < 0,002)

Parameter ->

Enhed ->

▼ værdier fra jordtype ->

Egne værdier ->

Benyttede værdier ->

Udover TS, er der udelukkende benyttet standard jordtypeparametre

ρ _s	n	TS	w	θ _w	θ _a	ρ _b	S _w
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	0,36	82,5					
2,65	0,36	82,5	0,21	0,36	0,00	1,70	1,00

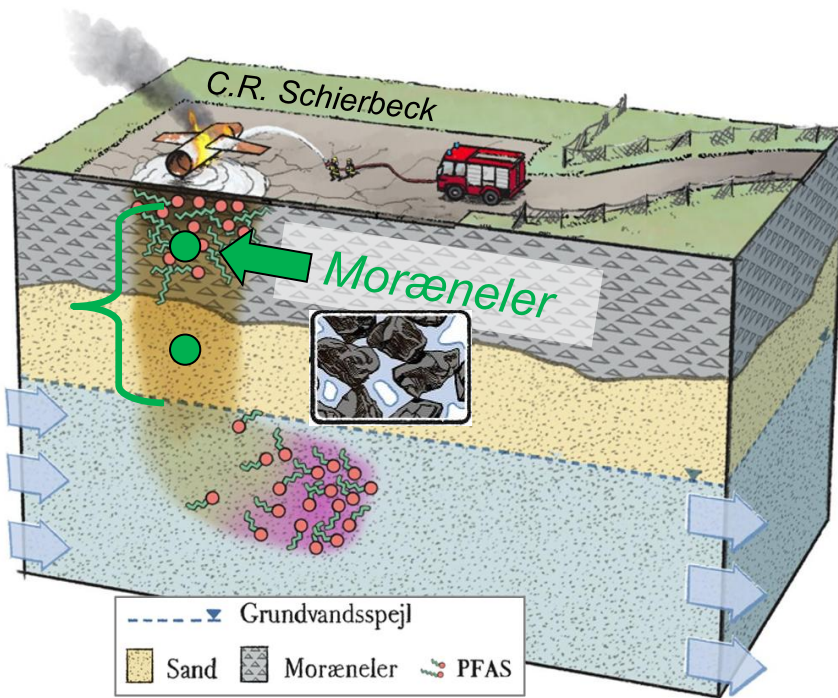
Take away (lav DG):

Selvom der ikke måles noget i en jordprøve, kan der sagtens være indhold i grundvandet >GVK.

Gælder også de øvrige jordtyper i MZ - uanset K_d.

Granskning - Umættet zone

Jord (DG) -> porevand



PFAS-forbindelser, jord mv., 22 stk., lav DL			-
PFHpA, Perfluorheptansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFOA, Perfluoroctansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFNA, Perfluoronansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFNS, Perfluoronansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFBS, Perfluorbutansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFHxS, Perfluorhexansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFOS, Perfluoroctansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFDS, Perfluordecansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFOSA, Perfluoroctansulfonamid	<0.050	µg/kg TS	
PFHxA, Perfluorhexansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFBA, Perfluorbutansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFHpS, Perfluorheptansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFUnDA, Perfluorundecansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFPeA, Perfluorpentansyre	<0.050	µg/kg TS	
PFPeS, Perfluorpentansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS	
PFDA, Perfluordecansyre	<0.050	µg/kg TS	

Lav DG (1/10)

GVK
PFAS4 2 ng/l
PFAS22 100 ng/l

Analyseresultater

			jordprøve
	# fluorerede		Koncentration (C _i)
Trivialnavn	C-atomer	Forkortelse	(µg/kg TS)
Perfluorbutansyre	3	PFBA	0,05
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	0,05
Perfluorpentansyre	4	PFPeA	0,05
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	0,05
Perfluorheptansulfonsyre	5	PFHpA	0,05
Perfluorheptansyre	6	PFHxA	0,05
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	0,05
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	0,05
Perfluoroktansyre	7	PFOA	0,05
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	0,05
Perfluoroktansulfonamid	8	PFOSA	0,05
Perfluoronansyre	8	PFNA	0,05
Perfluoroktansulfonsyre	8	PFOS	0,05
Perfluordecansyre	9	PFDA	0,05
Perfluoronansulfonsyre	9	PFNS	0,05
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	0,05
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	0,05
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	0,05
Perfluordodecansulfonsyre	11	PFUnDS	0,05
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	0,05
Perfluortridecansyre	12	PFTTrDA	0,05
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTTrDS	0,05
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)	PFAS4		
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer	PFAS22		
Indgår i PFAS4		TS%	90

	K _{ia} (cm)
Nej	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->
	K _d (L _w /kg TS)
Nej	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->

	K _{ia} (cm)
Høj	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->
	K _d (L _w /kg TS)
Høj	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->

Estimerede resultater (afrundede)		
Forkortelse	C _i	C _w
	(µg/kg TS)	(ng/L)
PFBA	0,050	370
PFBS	0,050	360
PFPeA	0,050	360
PFHxA	0,050	350
PFHpA	0,050	340
PFHxS	0,050	310
6:2 FTS	0,050	240
PFOA	0,050	140
PFOSA	0,050	180
PFNA	0,050	130
PFOS	0,050	47
PFDA	0,050	81
PFNS	0,050	52
PFUnDA	0,050	30
PFUnDS	0,050	19
PFDoDA	0,050	6,4
PFDoDS	0,050	10
PFTTrDA	0,050	3,4
PFTTrDS	0,050	2,1
PFAS4	0,20	550
PFAS22	1,1	3.000

Estimerede resultater (afrundede)		
Forkortelse	C _i	C _w
	(µg/kg TS)	(ng/L)
PFBA	0,050	250
PFBS	0,050	170
PFPeA	0,050	190
PFHxA	0,050	110
PFHpA	0,050	82
PFHxS	0,050	38
6:2 FTS	0,050	24
PFOA	0,050	5,8
PFOSA	0,050	10
PFNA	0,050	6,8
PFOS	0,050	1,5
PFDA	0,050	2,8
PFNS	0,050	1,9
PFUnDA	0,050	0,78
PFUnDS	0,050	0,52
PFDoDA	0,050	0,14
PFDoDS	0,050	0,21
PFTTrDA	0,050	0,040
PFTTrDS	0,050	0,010
PFAS4	0,20	0,028
PFAS22	1,1	0,0028

Tør ML

TS	S _w
(%)	L _v /(L _v +L _s)
(M _p /M _{tot} *100)	[V _v /(V _v +V _s)]
92,8	
92,8	0,62

Jordtype

Umættet/mættet zone:
UZ
Jordtype:
Moræneler, ox. (UZ)

Parameter ->

Enhed ->

▼ værdier fra jordtype ->

Egne værdier ->

Benyttede værdier ->

Udover TS, er der udelukkende benyttet standard jordtypeparametre

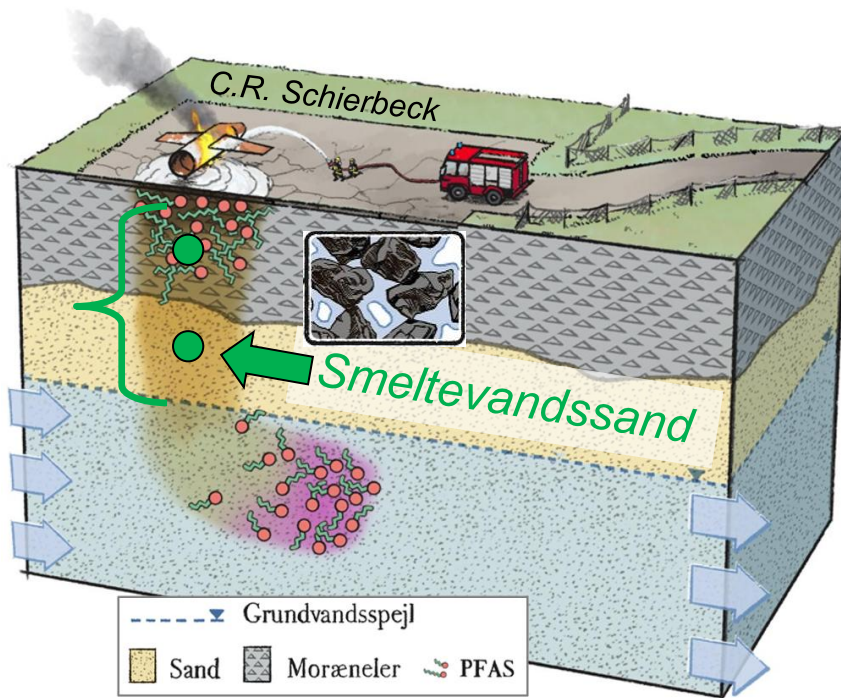
ρ _s	n	TS	w	θ _w	θ _a	ρ _b	S _w
kg TS/L _p	(L _v +L _i)/L _t	(%)	kg vand/kg TS	L _v /L _t	L _i /L _t	kg TS/L _t	L _v /(L _v +L _i)
(M _p /V _p)	[(V _v +V _i)/V _t]	(M _p /M _{tot} *100)	(M _v /M _p)	(V _v /V _t)	(V _i /V _t)	(M _p /V _t)	[V _v /(V _v +V _i)]
2,65	0,25	90,0					
2,65	0,25	90,0	0,11	0,22	0,03	1,99	0,88

Take away (lav DG):

Selvom jordkonc. er <DG, kan der sagtens være betydende indhold i porevandet. Gælder uanset K_{ia} og K_d.

Granskning - Umættet zone

Jord (DG) -> porevand



PFAS-forbindelser, jord mv., 22 stk., lav DL		
PFHpA, Perfluorheptansyre	<0.050	µg/kg TS
PFOA, Perfluorooctansyre	<0.050	µg/kg TS
PFNA, Perfluoronansyre	<0.050	µg/kg TS
PFNS, Perfluoronansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFBS, Perfluorbutansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFHxS, Perfluorhexansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFOS, Perfluorooctansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFDS, Perfluordecansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFOSA, Perfluorooctansulfonamid	<0.050	µg/kg TS
PFHxA, Perfluorhexansyre	<0.050	µg/kg TS
PFBA, Perfluorbutansyre	<0.050	µg/kg TS
PFHpS, Perfluorheptansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFUnDA, Perfluorundecansyre	<0.050	µg/kg TS
PFPeA, Perfluorpentansyre	<0.050	µg/kg TS
PFPeS, Perfluorpentansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFDA, Perfluordecansyre	<0.050	µg/kg TS

Lav DG (1/10)

GVK
PFAS4 2 ng/l
PFAS22 100 ng/l

	K_{ia} (cm)
Nej	Følsomhedsanalyse Egne værdier ->
	K_d (L_w/kg TS)
Nej	Følsomhedsanalyse Egne værdier ->

Våd



Tør



Analyseresultater

Trivialnavn	# fluorerede C-atomer	Forkortelse	Fra jordprøve
			Koncentration (C_i) (µg/kg TS)
Perfluorbutansyre	3	PFBA	0,05
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	0,05
Perfluorpentansyre	4	PFPeA	0,05
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	0,05
Perfluorpentansulfonsyre	5	PFPeS	0,05
Perfluorheptansyre	6	PFHpA	0,05
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	0,05
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	0,05
Perfluorooctansyre	7	PFOA	0,05
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	0,05
Perfluorooctansulfonamid	8	PFOSA	0,05
Perfluoronansyre	8	PFNA	0,05
Perfluorooctansulfonsyre	8	PFOS	0,05
Perfluordecansyre	9	PFDA	0,05
Perfluoronansulfonsyre	9	PFNS	0,05
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	0,05
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	0,05
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	0,05
Perfluorundecansulfonsyre	11	PFUnDS	0,05
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	0,05
Perfluortridecansyre	12	PFTrDA	0,05
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTrDS	0,05
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)	PFAS4		
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer	PFAS22		
Indgår i PFAS4			TS%
			85,5

Estimerede resultater (afrundede)

Forkortelse	C_i (µg/kg TS)	C_w (ng/L)
PFBA	0,050	210
PFBS	0,050	210
PFPeA	0,050	210
PFHxA	0,050	210
PFPeS	0,050	210
PFHpA	0,050	200
PFHxS	0,050	200
6:2 FTS	0,050	150
PFOA	0,050	180
PFHpS	0,050	130
PFOSA	0,050	52
PFNA	0,050	94
PFOS	0,050	54
PFDA	0,050	35
PFNS	0,050	18
PFDS	0,050	5,4
PFUnDA	0,050	11
PFDoDA	0,050	3,3
PFUnDS	0,050	1,6
PFDoDS	0,050	0,45
PFTrDA	0,050	0,96
PFTrDS	0,050	0,13
PFAS4	0,20	530
PFAS22	1,1	2.200

Estimerede resultater (afrundede)

Forkortelse	C_i (µg/kg TS)	C_w (ng/L)
PFBA	0,050	440
PFBS	0,050	340
PFPeA	0,050	370
PFHxA	0,050	240
PFPeS	0,050	200
PFHpA	0,050	110
PFHxS	0,050	87
6:2 FTS	0,050	24
PFOA	0,050	40
PFHpS	0,050	28
PFOSA	0,050	6,8
PFNA	0,050	12
PFOS	0,050	8,6
PFDA	0,050	3,7
PFNS	0,050	2,5
PFDS	0,050	0,77
PFUnDA	0,050	1,1
PFDoDA	0,050	0,34
PFUnDS	0,050	0,23
PFDoDS	0,050	0,069
PFTrDA	0,050	0,098
PFTrDS	0,050	0,021
PFAS4	0,20	150
PFAS22	1,1	1.900

Jordtype

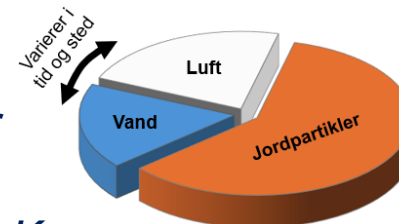
Umættet/mættet zone:
UZ
Jordtype:
Smeltevandssand (foc<0,002)

Parameter ->	ρ_s	n	TS	w	θ_w	θ_a	ρ_b	S_w
Enhed ->	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)]
Værdier fra jordtype ->	2,65	0,33	85,5					
Egne værdier ->								
Benyttede værdier ->	2,65	0,33	85,5	0,17	0,30	0,03	1,78	0,91
			TS					
			(%)					
			(M _p /M _{tot} *100)					
			96,0					
			96,0					



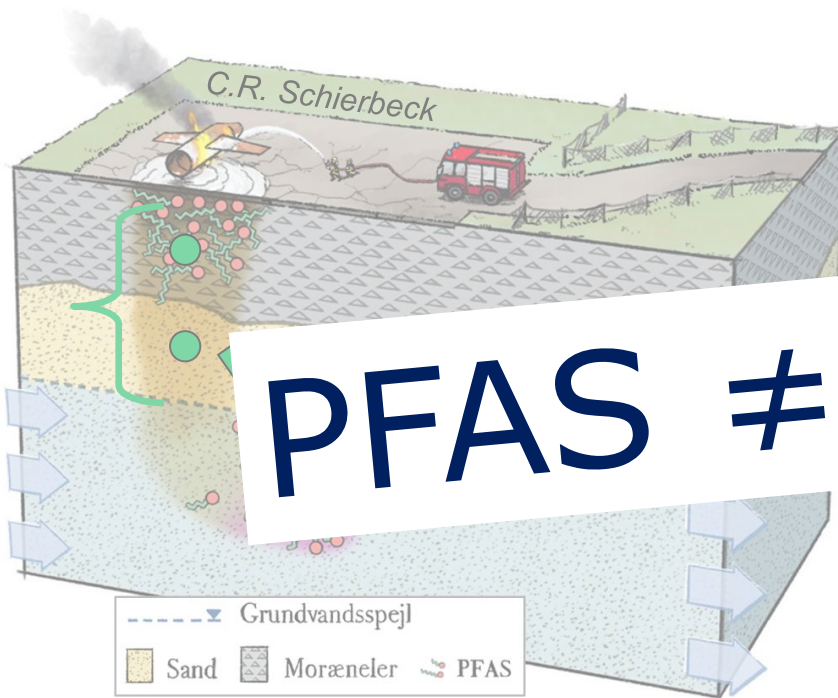
Take away (lav DG):

Selvom jordkonc. er <DG, kan der sagtens være betydeligt indhold i porevandet. Gælder uanset K_{ia} og K_d .



Granskning - Umættet zone

Jord (DG) -> porevand



PFAS-forbindelser, jord mv., 22 stk., lav DL		
PFHpA, Perfluorheptansyre	<0.050	µg/kg TS
PFOA, Perfluorooctansyre	<0.050	µg/kg TS
PFNA, Perfluoronansyre	<0.050	µg/kg TS
PFNS, Perfluoronansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFBS, Perfluorbutansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFHxS, Perfluorhexansulfonsyre		

PFAS ≠ PFAS

PFPeA, Perfluorpentansyre	<0.050	µg/kg TS
PFPeS, Perfluorpentansulfonsyre	<0.050	µg/kg TS
PFDA, Perfluordecansyre	<0.050	µg/kg TS

Lav DG (1/10)

Jordtype

Umættet/mættet zone:
UZ
Jordtype:
Smeltevandssand (foc<0,002)

Værdier fra jordtype ->

Egne værdier ->

Benyttede værdier ->

Udover TS, er der udelukkende benyttet standard jordtypeparametre

Parameter ->	ρ_s	n	TS	w	θ_w	θ_a	ρ_b	S_w
Enhed ->	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)]
Værdier fra jordtype ->	2,65	0,33	85,5					
Egne værdier ->								
Benyttede værdier ->	2,65	0,33	85,5	0,17	0,30	0,03	1,78	0,91

TS
(%)
(M _p /M _{tot} *100)
96,0
96,0



GVK
PFAS4 2 ng/L
PFAS22 100 ng/L

	K _{ia} (cm)
Nej	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->
	K _d (L _w /kg TS)
Nej	Følsomhedsanalyse
	Egne værdier ->

Våd



Tør

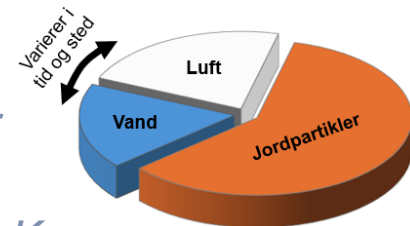


Analyseresultater

			Fra jordprøve	Estimerede resultater (afrundede)			Estimerede resultater (afrundede)		
			Koncentration (C _i)						
			(µg/kg TS)	Forkortelse	C _i	C _w	Forkortelse	C _i	C _w
					(µg/kg TS)	(ng/L)		(µg/kg TS)	(ng/L)
Trivialnavn	# fluorerede C-atomer	Forkortelse							
Perfluorbutansyre	3	PFBA	0,05	PFBA	0,050	210	PFBA	0,050	440
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	0,05	PFBS	0,050	210	PFBS	0,050	340
Perfluorheptansyre	4	PFPeA	0,05	PFPeA	0,050	210	PFPeA	0,050	370
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	0,05	PFHxA	0,050	210	PFHxA	0,050	240
Perfluorheptansulfonsyre	5	PFPeS	0,05	PFPeS	0,050	210	PFPeS	0,050	200
Perfluorheptansyre	6	PFHpA	0,05	PFHpA	0,050	200	PFHpA	0,050	110
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	0,05	PFHxS	0,050	200	PFHxS	0,050	87
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	0,05	6:2 FTS	0,050	150	6:2 FTS	0,050	24
Perfluorooctansyre	7	PFOA	0,05	PFOA	0,050	180	PFOA	0,050	40
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	0,05	PFHpS	0,050	130	PFHpS	0,050	28
Perfluorooctansulfonamid	8	PFOSA	0,05	PFOSA	0,050	52	PFOSA	0,050	6,8
Perfluoronansyre	8	PFNA	0,05	PFNA	0,050	94	PFNA	0,050	12
Perfluorooctansulfonsyre	8	PFOS	0,05	PFOS	0,050	54	PFOS	0,050	8,6
Perfluordecansyre	9	PFDA	0,05	PFDA	0,050	35	PFDA	0,050	3,7
Perfluoronansulfonsyre	9	PFNS	0,05	PFNS	0,050	18	PFNS	0,050	2,5
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	0,05	PFDS	0,050	5,4	PFDS	0,050	0,77
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	0,05	PFUnDA	0,050	11	PFUnDA	0,050	1,1
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	0,05	PFDoDA	0,050	3,3	PFDoDA	0,050	0,34
Perfluorundecansulfonsyre	11	PFUnDS	0,05	PFUnDS	0,050	1,6	PFUnDS	0,050	0,23
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	0,05	PFDoDS	0,050	0,45	PFDoDS	0,050	0,069
Perfluortridecansyre	12	PFTrDA	0,05	PFTrDA	0,050	0,96	PFTrDA	0,050	0,098
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTrDS	0,05	PFTrDS	0,050	0,13	PFTrDS	0,050	0,021
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)	PFAS4			PFAS4	0,20	530	PFAS4	0,20	150
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer	PFAS22			PFAS22	1,1	2.200	PFAS22	1,1	1.900
Indgår i PFAS4			TS%	85,5					

Take away (lav DG):

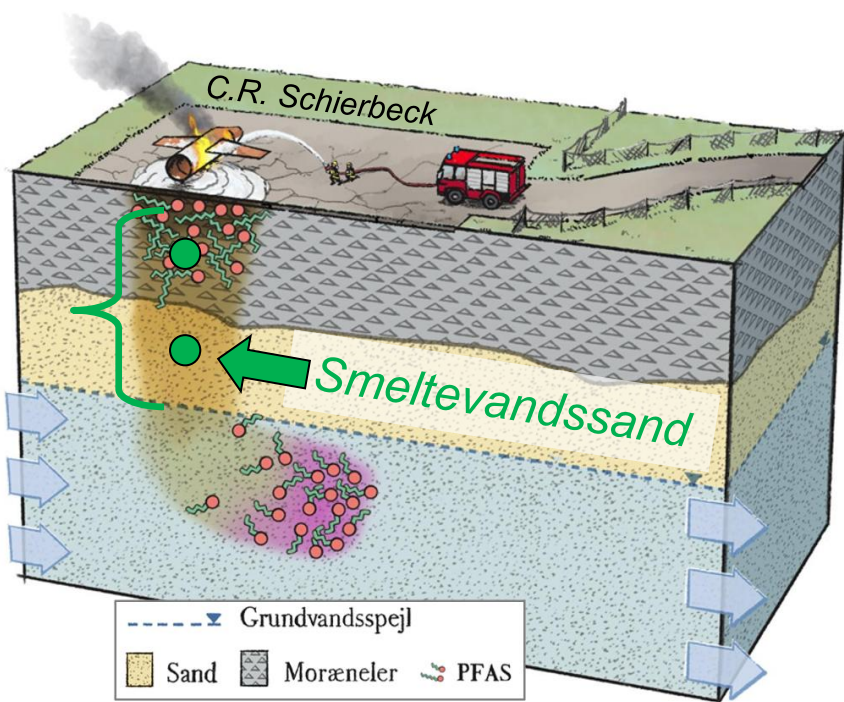
Selvom jordkonc. er <DG, kan der sagtens være betydelende indhold i porevandet. Gælder uanset K_{ia} og K_d. Vandindholdet betyder en del.



Granskning - Umættet zone

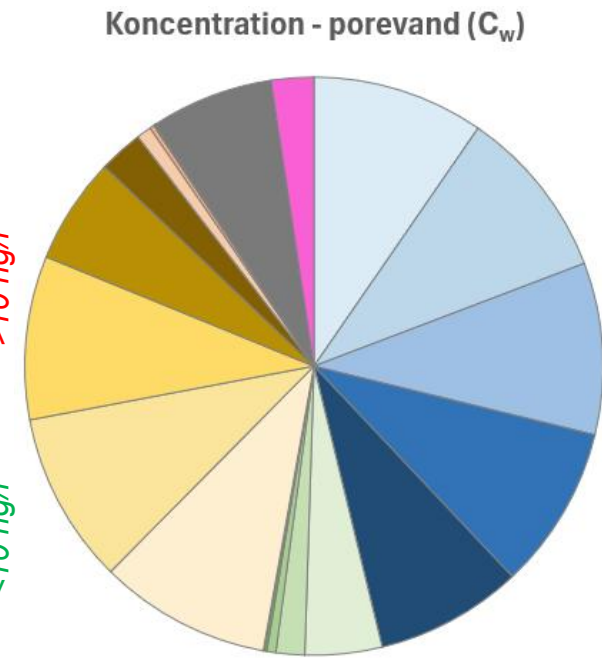


Våd sandjord (TS=85,5%)



Analyseresultater			Estimerede resultater (afrundede)	
Trivialnavn	# fluorerede C-atomer	Forkortelse	C _t (µg/kg TS)	C _w (ng/L)
Perfluorbutansyre	3	PFBA	0,050	210
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	0,050	210
Perfluorpentansyre	4	PFPeA	0,050	210
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	0,050	210
Perfluorpentansulfonsyre	5	PFPeS	0,050	210
Perfluorheptansyre	6	PFHpA	0,050	200
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	0,050	200
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	0,050	150
Perfluoroctansyre	7	PFOA	0,050	180
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	0,050	130
Perfluoroctansulfonamid	8	PFOSA	0,050	52
Perfluorononansyre	8	PFNA	0,050	94
Perfluoroctansulfonsyre	8	PFOS	0,050	54
Perfluordecansyre	9	PFDA	0,050	35
Perfluorononansulfonsyre	9	PFNS	0,050	18
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	0,050	5,4
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	0,050	1,6
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	0,050	3,3
Perfluorundecansulfonsyre	11	PFUnDS	0,050	1,6
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	0,050	0,45
Perfluortridecansyre	12	PFTTrDA	0,050	0,96
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTTrDS	0,050	0,13
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)			PFAS4	0,20 530
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer			PFAS22	1,1 2.200

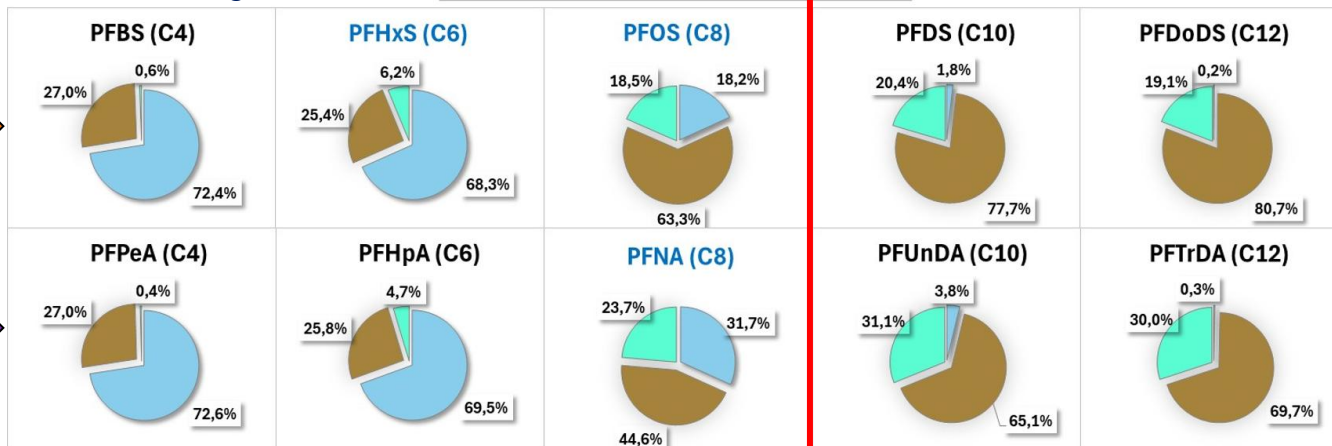
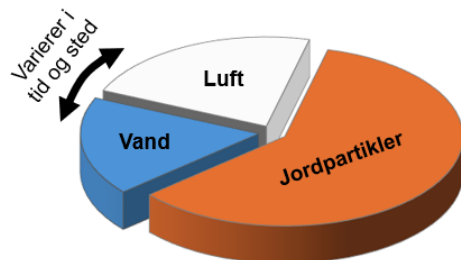
Indgår i PFAS4



Komponent	# C-atomer	C _w (ng/L)
PFBA	3	210
PFPeA	4	210
PFHxA	5	210
PFHpA	6	200
PFOA	7	180
PFNA	8	94
PFDA	9	35
PFUnDA	10	11
PFDoDA	11	3,3
PFTTrDA	12	0,96
PFBS	4	210
PFPeS	5	210
PFHxS	6	200
PFHpS	7	130
PFOS	8	54
PFNS	9	18
PFDS	10	5,4
PFUnDS	11	1,6
PFDoDS	12	0,45
PFTTrDS	13	0,13
6:2 FTS	6	150
PFOSA	8	52
PFAS4		530
PFAS22		2.200

Indgår i PFAS4

Massefordeling

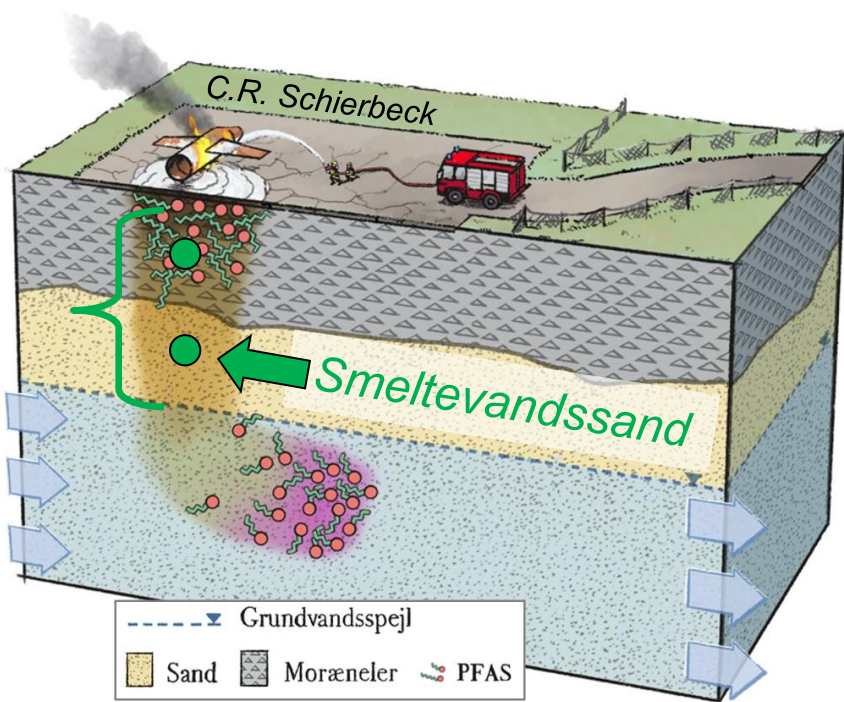


Det er den blå fase, der kan prøvetages ... og den blå fase, der er risikodrivende

Granskning - Umættet zone



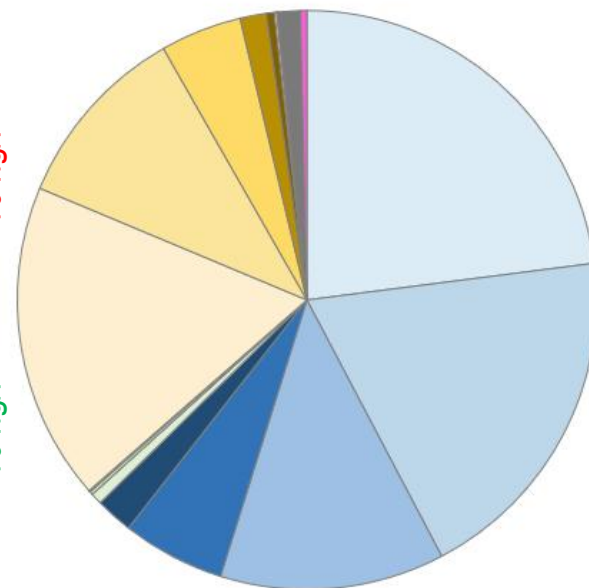
Tør sandjord (TS=95%)



Analyseresultater			Estimerede resultater (afrundede)	
Trivialnavn	# fluorerede C-atomer	Forkortelse	C _t (µg/kg TS)	C _w (ng/L)
Perfluorbutansyre	3	PFBA	0,050	440
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	0,050	340
Perfluorpentansyre	4	PFPeA	0,050	370
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	0,050	240
Perfluorpentansulfonsyre	5	PFPeS	0,050	200
Perfluorheptansyre	6	PFHpA	0,050	110
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	0,050	87
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	0,050	24
Perfluoroctansyre	7	PFOA	0,050	40
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	0,050	28
Perfluoroctansulfonamid	8	PFOSA	0,050	6,8
Perfluorononansyre	8	PFNA	0,050	12
Perfluoroctansulfonsyre	8	PFOS	0,050	8,6
Perfluordecansyre	9	PFDA	0,050	3,7
Perfluorononansulfonsyre	9	PFNS	0,050	2,5
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	0,050	0,77
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	0,050	1,1
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	0,050	0,34
Perfluorundecansulfonsyre	11	PFUnDS	0,050	0,23
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	0,050	0,069
Perfluortridecansyre	12	PFTrDA	0,050	0,098
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTrDS	0,050	0,021
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)			PFAS4	0,20 150
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer			PFAS22	1,1 1.900

Indgår i PFAS4

Koncentration - porevand (C_w)

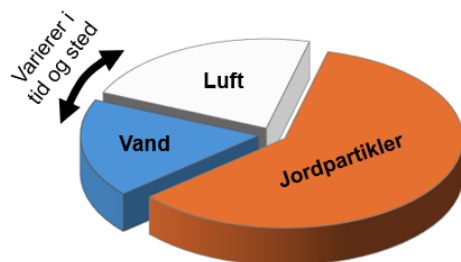
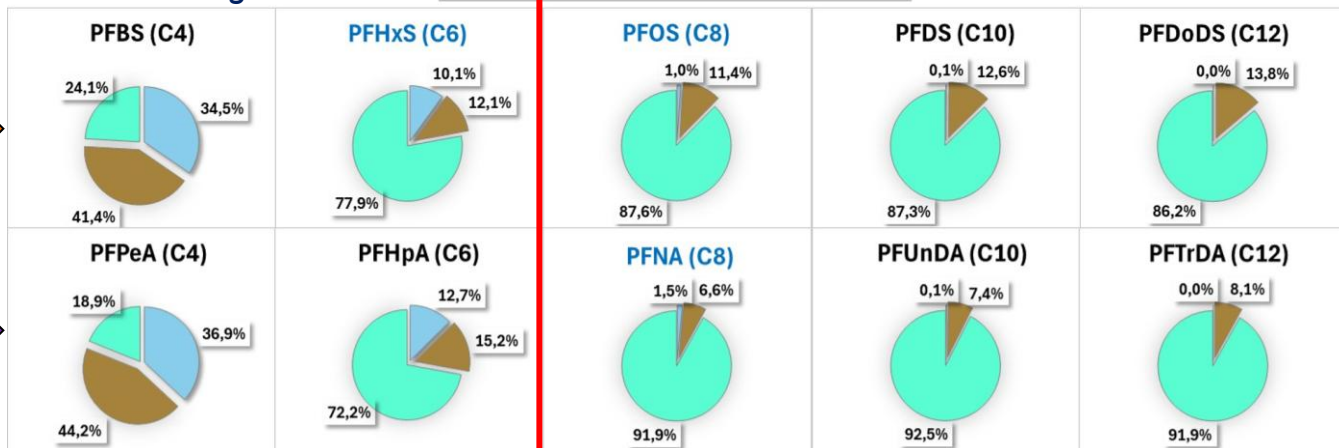


Komponent	# C-atomer	C _w (ng/L)
PFBA	3	440
PFPeA	4	370
PFHxA	5	240
PFHpA	6	110
PFOA	7	40
PFNA	8	12
PFDA	9	3,7
PFUnDA	10	1,1
PFDoDA	11	0,34
PFTrDA	12	0,098
PFBS	4	340
PFPeS	5	200
PFHxS	6	87
PFHpS	7	28
PFOS	8	8,6
PFNS	9	2,5
PFDS	10	0,77
PFUnDS	11	0,23
PFDoDS	12	0,069
PFTrDS	13	0,021
6:2 FTS	6	24
PFOSA	8	6,8
PFAS4		150
PFAS22		1.900

Indgår i PFAS4

Massefordeling

Vand Jord Luft-vand grænse



C.R. Schierbeck

2,5 m

2,5 m

20 år

PV-hast. = 10 m/år

30 m

Moræneler

Smeltevandssand

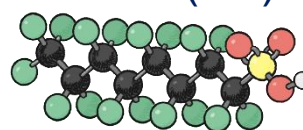
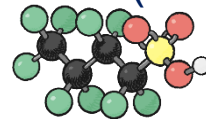
Magasinsand

Grundvandsspejl

Sand

Moræneler

PFAS



Følsomhedsanalyse	PFBS	PFOS
Retardationsfaktor (-)	1,3	8,6

Jordtype

Umættet/mættet zone:

UZ

Jordtype:

Moræneler, ox. (UZ)

▼ jærder fra jordtype ->

Egne værdier ->

Benyttede værdier ->

Udover TS, er der udelukkende benyttet standard jordtypeparametre

Parameter ->

Enhed ->

ρ_s

n

TS

w

θ_w

θ_a

ρ_b

S_w

kg TS/L_p

(L_v+L_i)/L_i

(%)

kg vand/kg TS

L_v/L_i

L_i/L_i

kg TS/L_i

L_v/(L_v+L_i)

(M_v/N_p)

[(V_v+V_i)/V_i]

(M_v/M_{tot}*100)

(M_v/M_s)

(V_v/V_i)

(V_i/V_i)

(M_i/V_i)

[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

Jordtype		Udover TS, er der udelukkende benyttet standard jordtypeparametre							
Umættet/mættet zone:	Parameter ->	ρ_s	n	TS	w	θ_w	θ_a	ρ_b	S_w
UZ	Enhed ->	kg TS/L _p	(L _v +L _i)/L _i	(%)	kg vand/kg TS	L _v /L _i	L _i /L _i	kg TS/L _i	L _i /(L _v +L _i)
Jordtype:		(M _p /V _p)	[(V _v +V _i)/V _i]	(M _p /M _{tot} *100)	(M _i /M _p)	(V _v /V _i)	(V _i /V _i)	(M _p /V _i)	[V _i /(V _v +V _i)]
Smeltevandssand (foc<0,002)	Værdier fra jordtype ->	2,65	0,33	90,0	Midt				
	Egne værdier ->								
	Benyttede værdier ->	2,65	0,33	90,0					

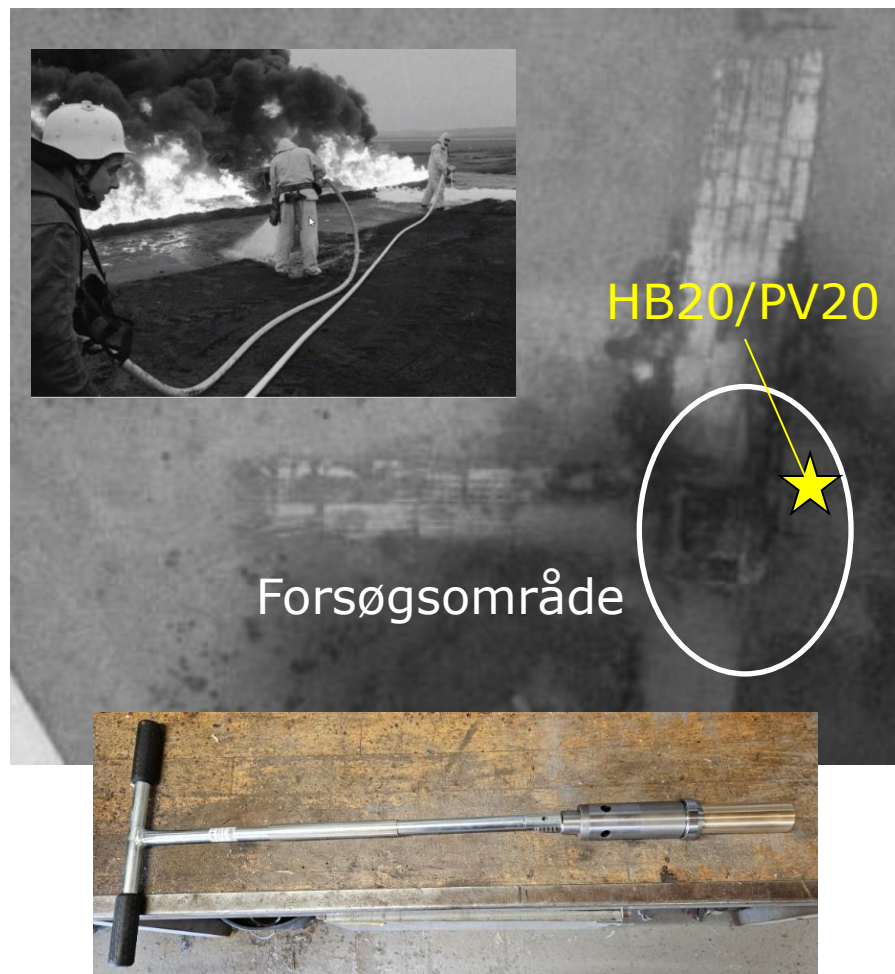
Jordtype		Udover TS, er der udelukkende benyttet standard jordtypeparametre							
Umættet/mættet zone:	Parameter ->	ρ_s	n	TS	w	θ_w	θ_a	ρ_b	S_w
MZ	Enhed ->	kg TS/L _p	(L _v +L _i)/L _t	(%)	kg vand/kg TS	L _v /L _t	L _i /L _t	kg TS/L _t	L _v /(L _v +L _i)
Jordtype:		(M _v /V _a)	[(V _v +V _i)/V _t]	(M _v /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)]
Magasinsand (foc < 0,002)	Jærdier fra jordtype ->	2,65	0,36	82,5					
	Egne værdier ->								
	Benyttede værdier ->	2,65	0,36	82,5	0,21	0,36	0,00	1,70	1,00

15

Eksempel fra Vandel Flyveplads



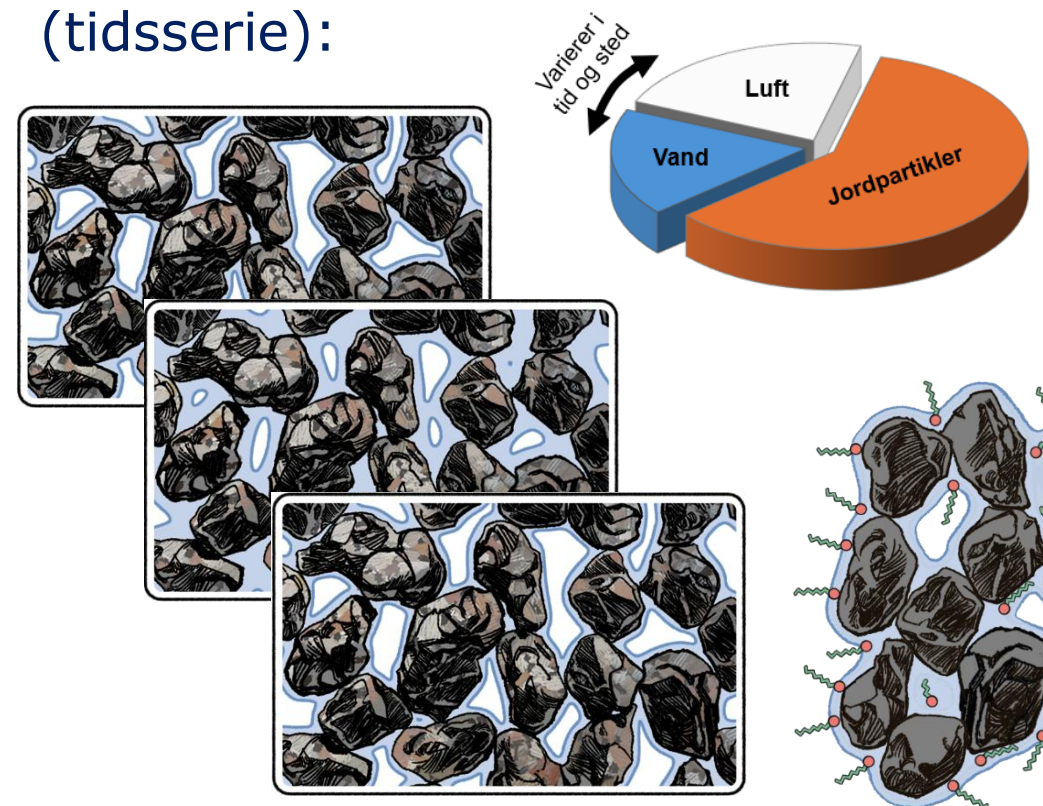
- Tidl. rullebane med brandøvelsesplads (1972-1992) – (Andreas oplæg)
 - Resultater fra et prøvepunkt (HB20 – PV20) ca. 1,75-2,0 m u.t.



Smeltevandssand

Prøveprogram (okt.-dec. 2025)

- 1 jordprøve
- 4 porevandsprøver ifm. nedbør (tidsserie):



Jordprøve (HB20)

Analyseresultater			Fra jordprøve
Trivialnavn	# fluorerede C-atomer	Forkortelse	Koncentration (C _i) (µg/kg TS)
Perfluorbutansyre	3	PFBA	<0,5
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	<0,5
Perfluorpentansyre	4	PFPeA	<0,5
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	<0,5
Perfluorpentansulfonsyre	5	PFPeS	<0,5
Perfluorheptansyre	6	PFHpA	<0,5
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	6
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	<0,5
Perfluoroctansyre	7	PFOA	<0,5
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	<0,5
Perfluoroctansulfonamid	8	PFOSA	<0,5
Perfluorononansyre	8	PFNA	<0,5
Perfluoroctansulfonsyre	8	PFOS	520
Perfluordecansyre	9	PFDA	<0,5
Perfluorononansulfonsyre	9	PFNS	0,92
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	<0,5
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	<0,5
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	<0,5
Perfluorundecansulfonsyre	11	PFUnDS	<0,5
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	<0,5
Perfluortridecansyre	12	PFTTrDA	<0,5
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTTrDS	<0,5
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)			PFAS4 530
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer			PFAS22 530
Indgår i PFAS4			TS% 91,5

Jordtype

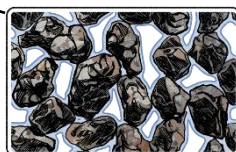
Umættet/mættet zone:
UZ
Jordtype:
Smeltevandssand (foc<0,002)

Udover TS, er der udelukkende benyttet standard jordtypeparametre

Parameter ->	ρ_s	n	TS	w	θ_w	θ_a	ρ_b	S_w
Enhed ->	kg TS/L _p	(L _v +L _i)/L _i	(%)	kg vand/kg TS	L _v /L _i	L _i /L _i	kg TS/L _i	L _v /(L _v +L _i)
	(M _p /V _p)	[(V _v +V _i)/V _i]	(M _p /M _{tot} *100)	(M _v /M _p)	(V _v /V _i)	(V _i /V _i)	(M _p /V _i)	[V _v /(V _v +V _i)]
Værdier fra jordtype ->	2,65	0,33	91,5					
Egne værdier ->								
Benyttede værdier ->	2,65	0,33	91,5	0,09	0,16	0,17	1,78	0,50

Komponent	# C-atomer	C _s (µg/kg TS)
PFBA	3	
PFPeA	4	
PFHxA	5	
PFHpA	6	
PFOA	7	
PFNA	8	
PFDA	9	
PFUnDA	10	
PFDoDA	11	
PFTTrDA	12	
PFBS	4	
PFPeS	5	
PFHxS	6	1,0
PFHpS	7	
PFOS	8	99
PFNS	9	0,18
PFDS	10	
PFUnDS	11	
PFDoDS	12	
PFTTrDS	13	
6:2 FTS	6	
PFOSA	8	
PFAS4		100
PFAS22		100

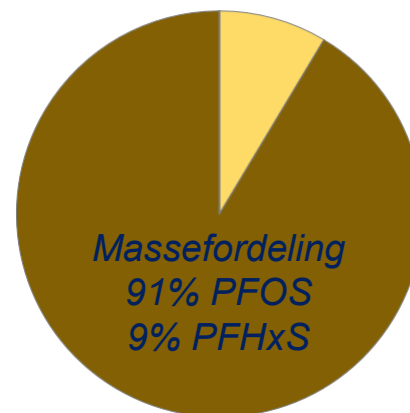
Indgår i PFAS4



Koncentration - jord



Koncentration - porevand (C_w)



Komponent	# C-atomer	C _w (ng/L)
PFBA	3	
PFPeA	4	
PFHxA	5	
PFHpA	6	
PFOA	7	
PFNA	8	
PFDA	9	
PFUnDA	10	
PFDoDA	11	
PFTTrDA	12	
PFBS	4	
PFPeS	5	
PFHxS	6	16.000
PFHpS	7	
PFOS	8	170.000
PFNS	9	89
PFDS	10	
PFUnDS	11	
PFDoDS	12	
PFTTrDS	13	
6:2 FTS	6	
PFOSA	8	
PFAS4		190.000
PFAS22		190.000

Indgår i PFAS4

Resultater fra Vandel



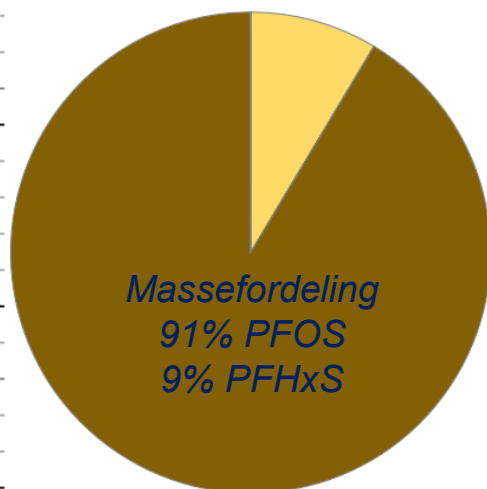
- Forventet indhold i porevand
- Faktisk indhold (PV)

Komponent	# C-atomer	C _w (ng/L)
PFBA	3	
PFPeA	4	
PFHxA	5	
PFHpA	6	
PFOA	7	
PFNA	8	
PFDA	9	
PFUnDA	10	
PFDoDA	11	
PFTTrDA	12	
PFBS	4	
PFPeS	5	
PFHxS	6	16.000
PFHpS	7	
PFOS	8	170.000
PFNS	9	89
PFDS	10	
PFUnDS	11	
PFDoDS	12	
PFTTrDS	13	
6:2 FTS	6	
PFOSA	8	
PFAS4		190.000
PFAS22		190.000

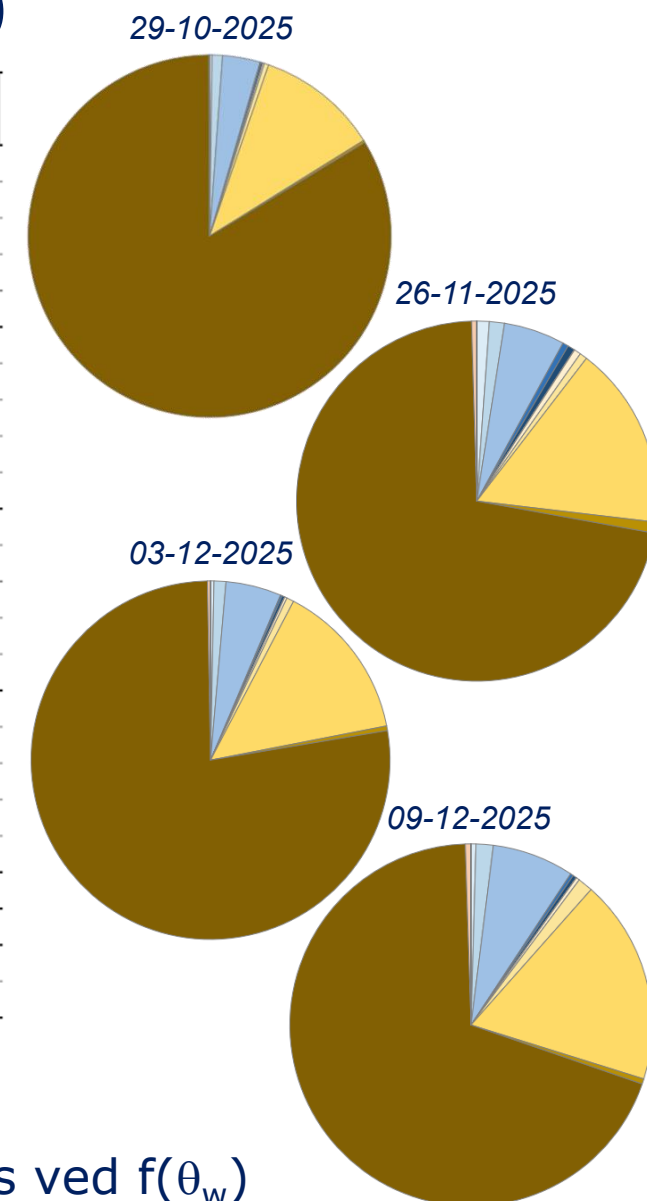
Indgår i PFAS4

via PFASen

Koncentration - porevand (C_w)



Komponent	# C-atomer	C _w (ng/L)	C _w (ng/L)	C _w (ng/L)	C _w (ng/L)
PFBA	3	80	53	52	46
PFPeA	4	330	64	180	160
PFHxA	5	1.200	260	840	760
PFHpA	6	33	25	27	28
PFOA	7	59	30	41	35
PFNA	8	3,4	1,3	1,8	0,53
PFDA	9				
PFUnDA	10				
PFDoDA	11				
PFTTrDA	12				
PFBS	4	48	29	35	32
PFPeS	5	140	32	110	140
PFHxS	6	3.900	780	2.400	1.900
PFHpS	7	73	47	71	49
PFOS	8	30.000	3.400	13.000	7.200
PFNS	9	23	21	45	50
PFDS	10				
PFUnDS	11			0,46	0,51
PFDoDS	12				
PFTTrDS	13				
6:2 FTS	6	0,46	0,33	0,42	0,79
PFOSA	8		0,42	0,44	0,74
PFAS4		34.000	4.200	15.000	9.100
PFAS22		36.000	4.700	17.000	10.000



Granskning af Vandel resultater (invers modellering)

Total konc. pba. porevandsprøve fra 29/10-25

Jordprøve (HB20)

Analyseresultater			Fra jordprøve
Trivialnavn	# fluorerede C-atomer	Forkortelse	Koncentration (C _t) (µg/kg TS)
Perfluorbutansyre	3	PFBA	<0,5
Perfluorbutansulfonsyre	4	PFBS	<0,5
Perfluorpentansyre	4	PFPeA	<0,5
Perfluorhexansyre	5	PFHxA	<0,5
Perfluorpentansulfonsyre	5	PFPeS	<0,5
Perfluorheptansyre	6	PFHpA	<0,5
Perfluorhexansulfonsyre	6	PFHxS	6
6:2 fluortelomersulfonsyre	6	6:2 FTS	<0,5
Perfluoroctansyre	7	PFOA	<0,5
Perfluorheptansulfonsyre	7	PFHpS	<0,5
Perfluoroctansulfonamid	8	PFOSA	<0,5
Perfluoronansyre	8	PFNA	<0,5
Perfluoroctansulfonsyre	8	PFOS	520
Perfluordecansyre	9	PFDA	<0,5
Perfluoronansulfonsyre	9	PFNS	0,92
Perfluordecansulfonsyre	10	PFDS	<0,5
Perfluorundecansyre	10	PFUnDA	<0,5
Perfluordodecansyre	11	PFDoDA	<0,5
Perfluorundecansulfonsyre	11	PFUnDS	<0,5
Perfluordodecansulfonsyre	12	PFDoDS	<0,5
Perfluortridecansyre	12	PFTTrDA	<0,5
Perfluortridecansulfonsyre	13	PFTTrDS	<0,5
Sum af påviste (PFHxS, PFNA, PFOA, PFOS)	PFAS4		530
Sum af påviste PFAS, 22 stoffer	PFAS22		530
Indgår i PFAS4			TS%
			91,5

K _{ia} (cm)		K _d (L _w /kg TS)	
Nej	Følsomhedsanalyse	Nej	Følsomhedsanalyse
Egne værdier ->		Egne værdier ->	
Fra vandprøve		Estimerede resultater (afrundede)	
Koncentration (C _w) (ng/L)	Forkortelse	C _t (µg/kg TS)	C _w (ng/L)
80	PFBA	0,013	80
48	PFBS	0,0084	48
330	PFPeA	0,056	330
1200	PFHxA	0,24	1.200
140	PFPeS	0,031	140
33	PFHpA	0,010	33
3900	PFHxS	1,5	3.900
0,46	6:2 FTS	0,00051	0,46
59	PFOA	0,040	59
73	PFHpS	0,073	73
<0,3	PFOSA		
3,4	PFNA	0,0071	3,4
30000	PFOS	93	30.000
<0,3	PFDA		
23	PFNS	0,24	23
<0,3	PFDS		
<0,3	PFUnDA		
<0,3	PFDoDA		
<0,3	PFUnDS		
<1	PFDoDS		
<1	PFTTrDA		
<0,3	PFTTrDS		
34000	PFAS4	95	34.000
36000	PFAS22	95	36.000

K _{ia} (cm)		K _d (L _w /kg TS)	
Nej	Følsomhedsanalyse	Høj	Følsomhedsanalyse
Egne værdier ->		Egne værdier ->	
Estimerede resultater (afrundede)		Estimerede resultater (afrundede)	
Forkortelse	C _t (µg/kg TS)	C _w (ng/L)	
PFBA	0,016	80	
PFBS	0,010	48	
PFPeA	0,068	330	
PFHxA	0,29	1.200	
PFPeS	0,036	140	
PFHpA	0,012	33	
PFHxS	1,6	3.900	
6:2 FTS	0,00061	0,46	
PFOA	0,049	59	
PFHpS	0,099	73	
PFOSA			
PFNA	0,0089	3,4	
PFOS	130	30.000	
PFDA			
PFNS	0,34	23	
PFDS			
PFUnDA			
PFDoDA			
PFUnDS			
PFDoDS			
PFTTrDA			
PFTTrDS			
PFAS4	130	34.000	
PFAS22	130	36.000	

K _{ia} (cm)		K _d (L _w /kg TS)	
Høj	Følsomhedsanalyse	Nej	Følsomhedsanalyse
Egne værdier ->		Egne værdier ->	
Estimerede resultater (afrundede)		Estimerede resultater (afrundede)	
Forkortelse	C _t (µg/kg TS)	C _w (ng/L)	
PFBA	0,014	80	
PFBS	0,013	48	
PFPeA	0,079	330	
PFHxA	0,55	1.200	
PFPeS	0,085	140	
PFHpA	0,044	33	
PFHxS	7,1	3.900	
6:2 FTS	0,0038	0,46	
PFOA	0,27	59	
PFHpS	0,49	73	
PFOSA			
PFNA	0,059	3,4	
PFOS	730	30.000	
PFDA			
PFNS	2,2	23	
PFDS			
PFUnDA			
PFDoDA			
PFUnDS			
PFDoDS			
PFTTrDA			
PFTTrDS			
PFAS4	740	34.000	
PFAS22	740	36.000	

God overensstemmelse imellem jord og porevand
Usikkerhed i luft-vand grænsefladen (K_{ia}) kan forklare forskellen

Sammenfatning / indsigter



- PFASen

- Med PFASen kan vi lave realistiske fasefordelingsberegninger for PFAS22.
- Lette følsomhedsvurderinger med indbyggede **Høj/Lav**-værdier for K_d og K_{ia} .
- Jordtypen kan også være genstand for en følsomhedsanalyse.

- Granskende beregninger

- Vandel

MZ

UZ

 - Hvis der ikke kan måles noget i en vandprøve, er der formentlig ikke indhold i jorden $>JKK$.
 - Selvom jordkonc. $<DG$, kan der sagtens være indhold i grundvandet $>GVK$.
 - Selvom jordkonc. er $<DG$, kan der sagtens være betydende indhold i porevandet.
 - Det aktuelle vandindhold kan betyde meget for koncentrationsniveauet.
 - Det aktuelle vandindhold kan betyde meget PFAS-sammensætningen. $PFAS \neq PFAS$
 - I Vandel er der tidslige variationer på op til $\cdot 9$ i PV-konc. der kan forklares ved forskelle i vandindholdet (dynamiske effekter).
 - Der er god overensstemmelse imellem koncentrationer i jord (C_t) og vand (C_w), når usikkerheder i K_{ia} tages i betragtning.

Gælder uanset jordtype, K_d , K_{ia} og detektionsgrænse på jordanalyser



Tak

