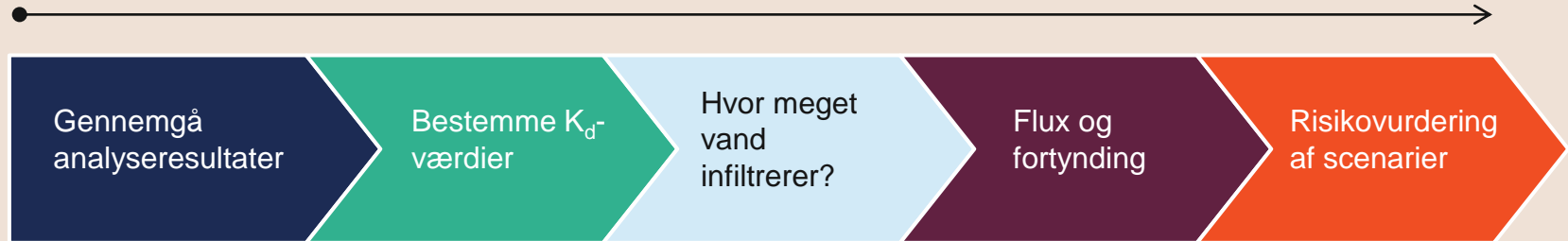

Udvaskning af PFAS fra slagge

Kirsten Rügge, Emilie Kisbye Bovin
og Bo Brask Helleberg, COWI
Søren Dyhr-Jensen, AFATEK



Formål: Vurdere udvaskning af PFAS fra oparbejdet forbrændingslagge som indbygges under veje



Bestemmelse af K_d -værdier

- Sammenhørende analyser for slagge og eluat med koncentrationer over detektionsgrænsen – konservativ bestemmelse af K_d -værdier for slaggen
- Eluatkoncentration omregnet til porevandskoncentration
 - Desitet af slagge på 1.720 kg/m³
 - Densitet af faststof 2.680 kg/m³
 - Porøsitet 35,8%

$$C_w = C_E * \frac{L/S \text{ (Udvaskningstest)}}{L/S \text{ (slagge)}}$$

$$K_d = \frac{C_s}{C_w}$$

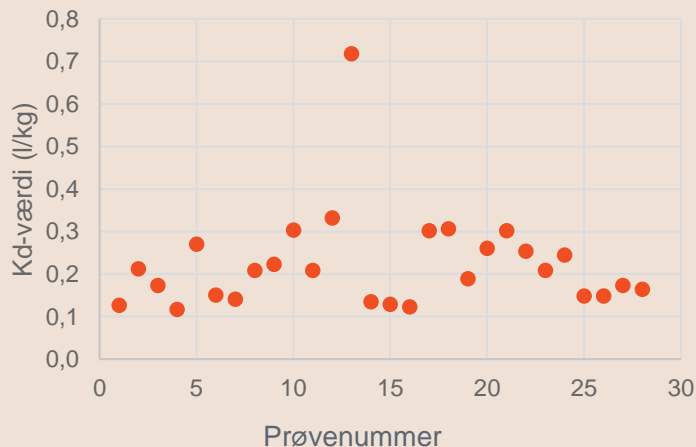
Det var muligt at bestemme K_d -værdier for 7 ud af 22 PFAS-forbindelser.

Resultater for K_d -værdier

K_d -værdier

- K_d -værdierne er bestemt på baggrund af 34 analyser (27 med detektioner)
- Én analyse er fjernet, da den er vurderet at være en outlier
- De resterende data resulterer i lignende K_d -værdier og gennemsnittet anvendes til videre beregninger

Perfluorbutansulfonat (PFBS)



Stof	Antal sammenhørende værdier	Gns. K_d -værdi (l/kg)	K_d -værdi for S8 (l/kg)
PFBS	27	0,21	0,05
6:2 FTS	14	0,39	0,19
PFBA	2	0,42	0,06
PFHxA	5	0,20	0,05
PFOA	27	0,22	0,53
PFOS	18	1,00	3,22
PFNA	3	4,02	1,27

Porevandskoncentration i slaggen

- På baggrund af de gennemsnitlige PFAS-koncentrationer i slaggen og de beregnede K_d -værdi er koncentrationen i porevandet i slaggen bestemt.

$$C_W = \frac{C_S}{K_d}$$

- Det antages at alt nedbør der infiltrerer gennem slaggen får PFAS-koncentrationer som vist i tabellen, altså, at der er ligevægt mellem sorberet og opløst PFAS.

Stof	Gennemsnitlig PFAS-koncentration i slaggen $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts.	Gennemsnitlig porevandskoncentration i slaggen $\mu\text{g}/\text{L}$
PFBS	0,22	1,07
6:2 FTS	0,24	0,61
PFBA	0,17	0,40
PFHxA	0,10	0,50
PFOA	0,07	0,30
PFOS	0,10	0,10
PFNA	0,05	0,01
Sum af de 4	0,22	0,42
Sum af 22	0,94	3,00

Risikovurdering

- Nedsivende nedbør med PFAS-indhold vil blive opblandet i det sekundære grundvand under vejen.
- Hvor stor en ressource skal det opblandes i for at vurdere risiko for drikkevand?
 - Punktkilde (200.000 m³) vs. Fladekilde
 - Konservativt 10 m jordsøjle da vandforsyningsboringer er dybdeboringer og indvinder fra større område end kun under vejen.
- PFAS vil ligeledes bindes til jorden under vejen, men afhænger af jordtypen

GÆLDENDE

VEJ nr 9339 af 12/03/2009

Miljøministeriet

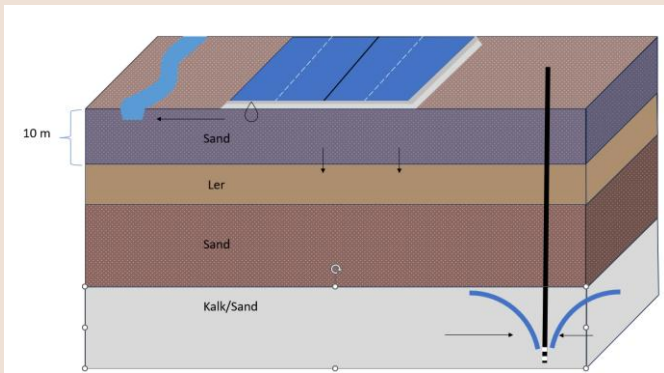
Yderligere oplysninger >

Vejledning om VVM i planloven

c) Dybdeboringer, navnlig:

- geotermiske boringer
- boringer til deponering af nukleart affald
- vandforsyningsboringer
- boringer til undersøgelse af jordbundens fasthed er ikke omfattet.

Efter praksis antages, at der er tale om dybdeboringer, når dybden er 10 meter eller mere.



Scenarier

- Flux og koncentrationerne i grundvandet afhænger af hvilket scenarie man kigger på og, hvor meget grundvand det infiltrerede nedbør vil blive fortyndet i
- Forskellige scenarier opstilles: Dobbeltsporet vej og en cykelsti
- For alle scenarier gælder:

1

km vej

10

m jordsøjle

22%

Porøsitet i jorden
under vejen

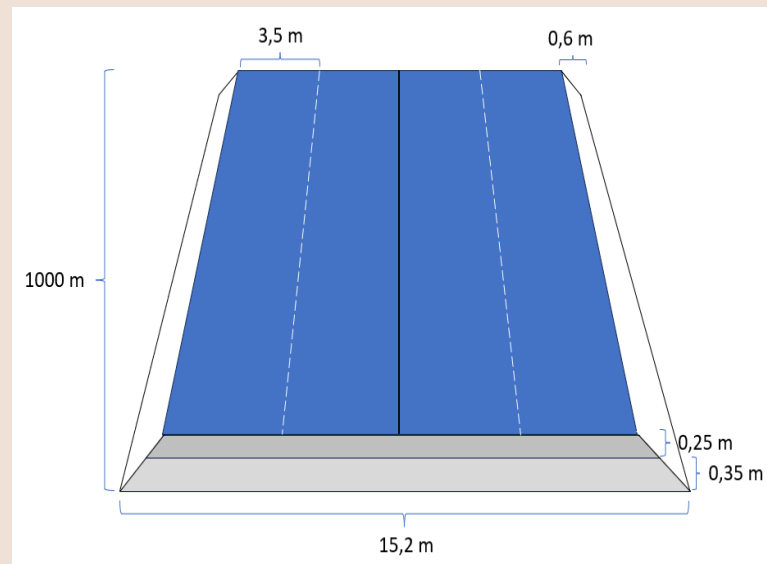
600

mm nedbør pr. år

Scenarie 1: Dobbeltsporet vej

- Infiltration gennem asfalt: 0,7% = 4,2 mm/år
- Infiltration gennem skulder: 3% = 18 mm/år
- Total infiltration (1 km): 80,4 m³/år
- Masse af slagge i skulder + vej: 8.790 m³ = 18.119 ton
- Flux-beregningen
 - Sum af 4: 33,4 mg/år,
 - Sum af 22: 240 mg/år
- Koncentration i grundvand (porevand i 10 m jordsøjle):

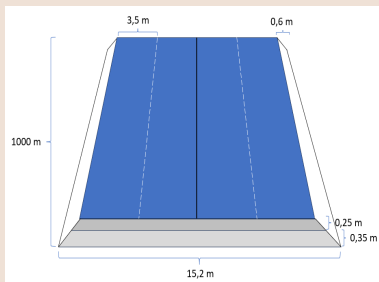
Sum af 4: 1,0 ng/l	Grænseværdi i drikkevand 2 ng/l
Sum af 22: 7,2 ng/l	100 ng/l



På 1 km vej anvendes ca.
8.000 tons grus/slagge

Scenarie 1: Dobbeltsporet i 2 retninger

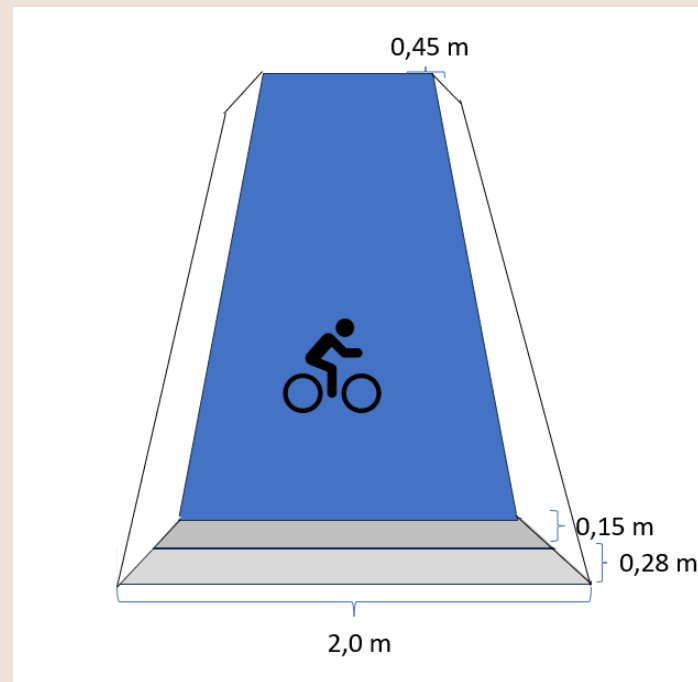
- Total mængde PFOS tilført:
8 mg/år
- Grænseværdi for PFOS i ferskvand: 0,65 ng/l
- Vandføring i et vandløb skal være $<1,4 \text{ m}^3/\text{t}$ for at kvalitetskravet for PFOS i ferskvand overskrides, hvis alt det nedbør, der infiltrerer, løber direkte i vandløbet



Scenarie 2: Cykelsti

- Infiltration gennem asfalt: 1% = 6 mm/år
- Infiltration gennem skulder: 3% = 18 mm/år
- Total infiltration (1 km): 28,2 m³/år
- Masse af slagge i skulder + vej: 1 094 m³ = 1 881 ton
- Flux-beregningen
 - Sum af 4: 12 mg/år,
 - Sum af 22: 85 mg/år
- Koncentration i grundvand (porevand i 10 m jordsøjle):

Sum af 4: 1,4 ng/l	Grænseværdi i drikkevand 2 ng/l
Sum af 22: 19,8 ng/l	100 ng/l



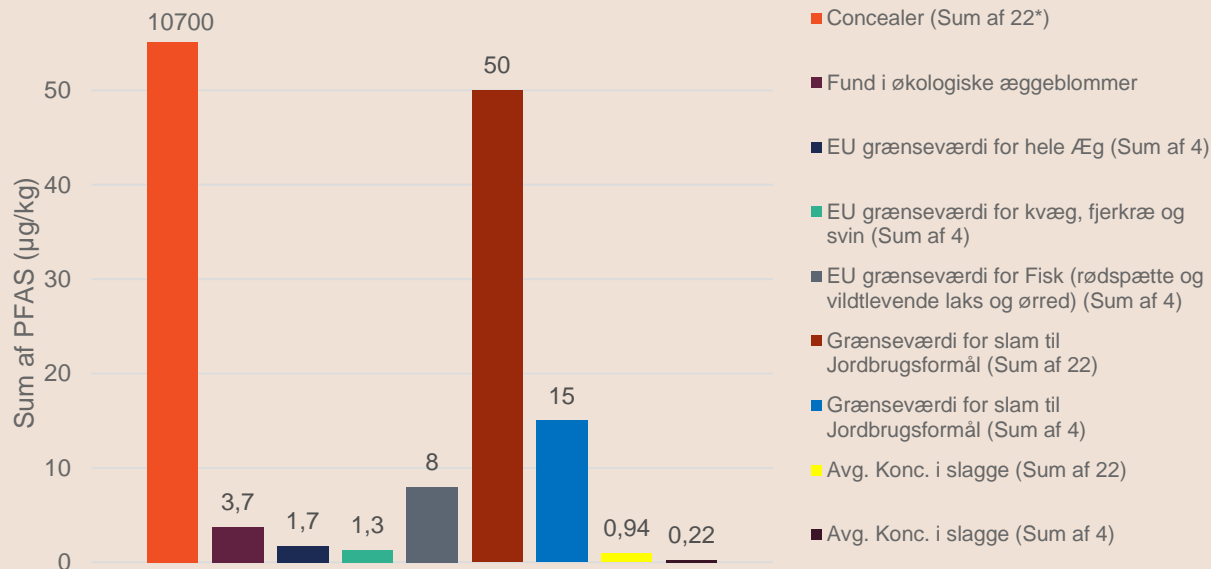
Scenarie 2: Cykelsti

- Total mængde PFOS tilført:
2,8 mg/år
- Grænseværdi for PFOS i ferskvand: 0,65 ng/l
- Vandføring i et vandløb skal være $<0,5 \text{ m}^3/\text{t}$ for at kvalitetskravet for PFOS i ferskvand overskrides, hvis alt det nedbør der infiltrerer løber direkte i vandløbet



Indhold og grænseværdier for PFAS i produkter

- PFAS-indholdet i produkter vi er i kontakt med f.eks. make-up og fødevarer samt grænseværdier for spildevandsslam til jordbrugsformål
- Indhold i slagge er lavt sammenlignet med andre produkter



Konklusioner

- Der er udarbejdet en metode til risikovurdering ift. grundvand og overfladevand for anvendelse af slagge til vejopbygning.
- Udvaskningen af PFAS fra vejkassen vil være størst det første år, hvor koncentrationen i slaggen er højest. Herefter falder koncentrationen i slaggen, pga. udvaskningen, og det resulterer i lavere porevandskoncentrationer i slaggen over tid.
- PFAS-indholdet i slagge udgør ikke et problem ved anvendelse i vejopbygning, selv første år, og slagge kan anvendes i stedet for rene materialer fra grusgrave.
- Mængden af PFAS, der kan tilledes via slagge er minimal ift. andre kilder, f.eks. slam til jordbrugsformål.

