

DTU



Kvantificering af PFAS frigivelse og afvaskning fra solceller

Lars Michael Skjolding, Philipp Mayer, Charlotte Scheutz, Anders Baun

DTU Sustain
Department of Environmental and Resource Engineering

Hvem er jeg?

- Lars Michael Skjolding
 - Senior forsker ved DTU Sustain
 - PhD med fokus på effekter af nanomaterialer i økosystemer
- Forskningsfelter/interesser:
 - Udbredelse og effekter af kemikalier i miljøet
 - Nanopartikler/avancerede materialer
 - Industrielle udledninger af spildevand til marine-og ferske vandmiljøer
 - **Miljørisikovurdering af teknologier til at facilitere Den Grønne Omstilling**
- Email: lams@dtu.dk



Eksempler på PFAS i det danske nyhedsbillede



Miljøministeren ser med "stor alvor" på PFAS-forurening, men kan ikke blive konkret på løsning

30. aug 2022 kl. 15:41



Miljøminister Lea Wermelin (S) kunne ikke svare på, hvornår handlingsplanen er klar, og hvad den konkret skal indeholde. Foto: Mads Claus Rasmussen / Ritzau Scanpix

af Ida Marie Lomholt Wismann

Venstre-ordfører kalder samrådet "dødirriterende".

Tirsdag var miljøminister Lea Wermelin (S) kaldt i samråd om de sundhedsskadelige stoffer PFAS.

Her blev hun blandt andet bedt redegøre for, hvad den nationale handlingsplan, som ministeren for to uger siden meddelte, at regeringen vil have, skal indeholde.

Mest set på tv2.4

- TV 2 Echo
31-årig I med hes vidste ik jeg ville
- Politik
Live F beder or Elleman
- Krigen i U
Live B efterfors dronean
- Tennis
Forarget Djokovic



INDLAND

Partier vil have regeringen op i tempo og ind i kampen mod PFAS: Heunicke bør rydde alt andet af skrivebordet

Regionerne efterlyser flere penge til opgaven, hvis vi for alvor skal rykke på PFAS.



Eksempler på PFAS i det danske nyhedsbillede



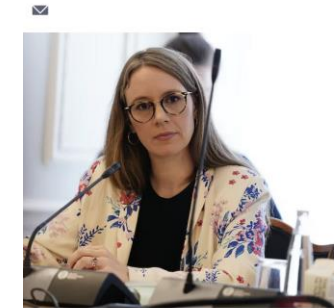
INDLAND

Tonsvis af jord fra en af landets mest forurenede grunde endte hos Nordic Waste

Ekspert frygter, at PFOS-forurenet jord hos Nordic Waste kan ødelægge vandmiljø.



Miljøministeren ser med "stor alvor" på rening, men kan ikke blive i løsning



Jeg kunne ikke svare på, hvornår handlingsplanen er klar, og hvad foto: Mads Claus Rasmussen / Ritzau Scanpix

Mest set på tv2.4

- TV 2 Echo: 31-årig i med hest vidste ik jeg ville
- Politik: Live F beder or Elleman
- Krigen i U: Live B efterfors dronean
- Tennis: Forarget Djokovic

alder samrådet "dødirriterende".

er Lea Wermelin (S) kaldt i samråd om de fer PFAS.

Det bedt redegøre for, hvad den nationale listeren for to uger siden meddelte, at regeringen

og S:

alvor

Der kan være jord med PFOS blandet ind i jordskredet ved Nordic Waste, lyder bekymringen. (Foto: © Morten Lerkenfeldt Sørensen, DR)

Tabel 1. Gældende grænseværdier for PFAS i miljøet (2023)

Forkortelser: Årligt gennemsnit (AA); Maksimalt tilladt koncentration (MAC); tør vægt (dwt); våd vægt (ww).

Compartment	Unit	Compound		
		PFOS	Sum of 4 PFAS ¹	Sum of 22 PFAS ²
Waste water sludge	µg/kg (dwt)		10	400
Soil	µg/kg (dwt)		10	400
Groundwater	ng/L		2	100
Drinking water	ng/L		2	100
Surface water (fresh)	ng/L	0.65 (AA) 36000 (MAC)		
Surface water (marine)	ng/L	0.13 (AA) 7200 (MAC)		
Biota	µg/kg (ww)	9.1		

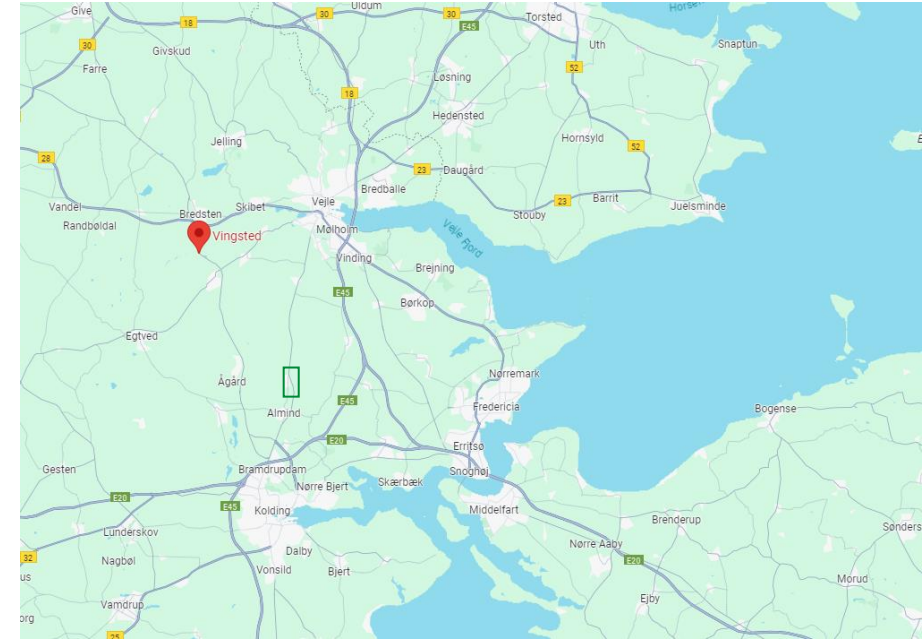
¹PFOA, PFOS, PFNA and PFHxS.

²PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, PFUnS, PFDoS, PFTrS, PFOSA, 6:2 FTS, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA and PFTrDA.



Case study

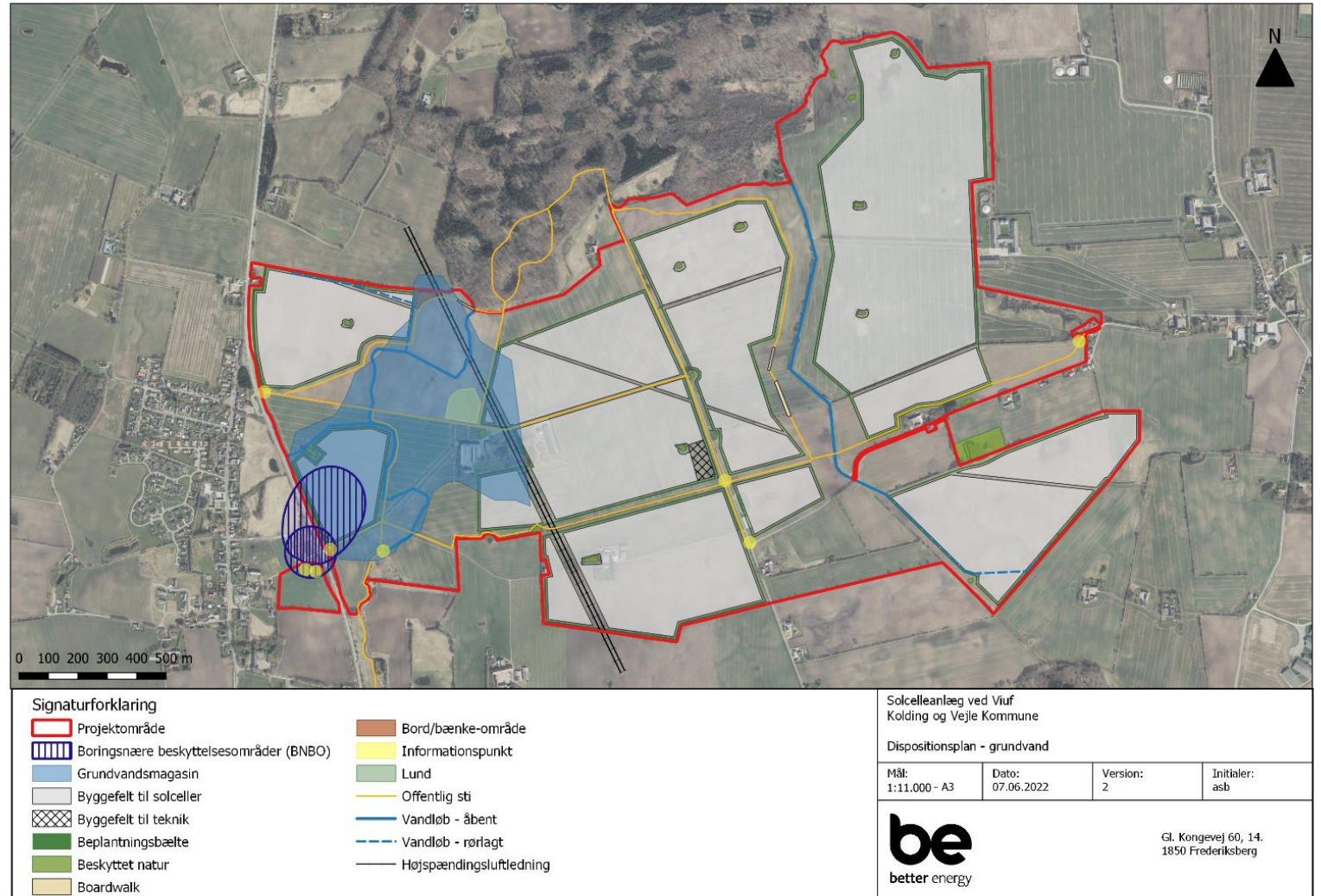
- Den Grønne Omstilling – Solceller til elektricitet
- Import af solceller fra Kina
 - Ingen fuld beskrivelse af materialer og kemikalier
- Kolding Kommune
 - Beskyttelsesområder i forbindelse med drikkevandsboringer, anvendelse til VE projekter fremfor landbrug
 - Viuf området planlagt solceller på cirka 110 hektar svarende til 257.000 moduler
 - Forventet udvidelse for at opnå mål om 50% vedvarende energi frem mod 2030 (per 2023, cirka 15% vedvarende energi)





Case study

Projektbeskrivelse og formål

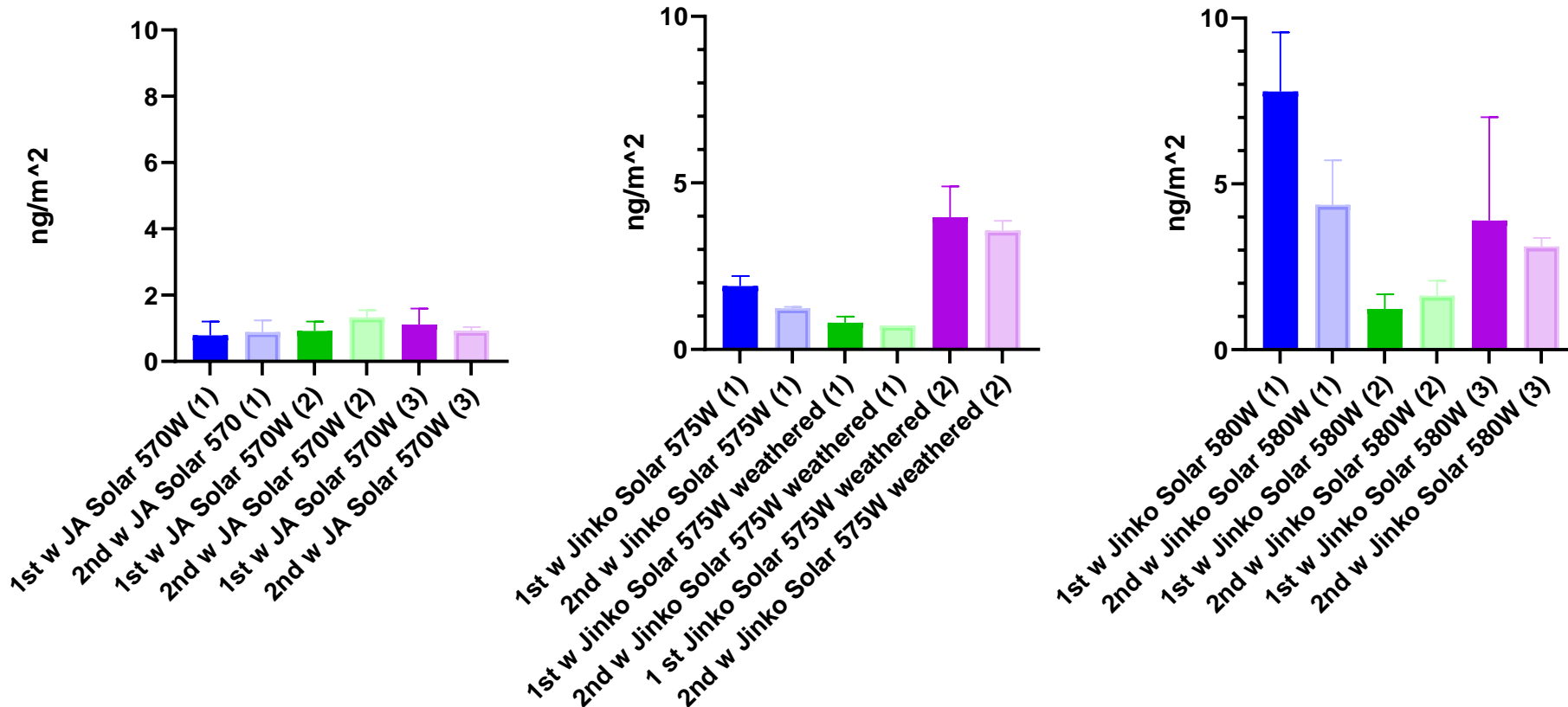




Case study

Gennemsnitlig genfindelse med ekstraheringsmetoden for 17 PFAS stoffer $95 \pm 17\%$ (tilføjelse af 10 ng/serviet af 17 PFAS standarder).

Frigivelse af PFHxA ved første og anden aftørring (screening)



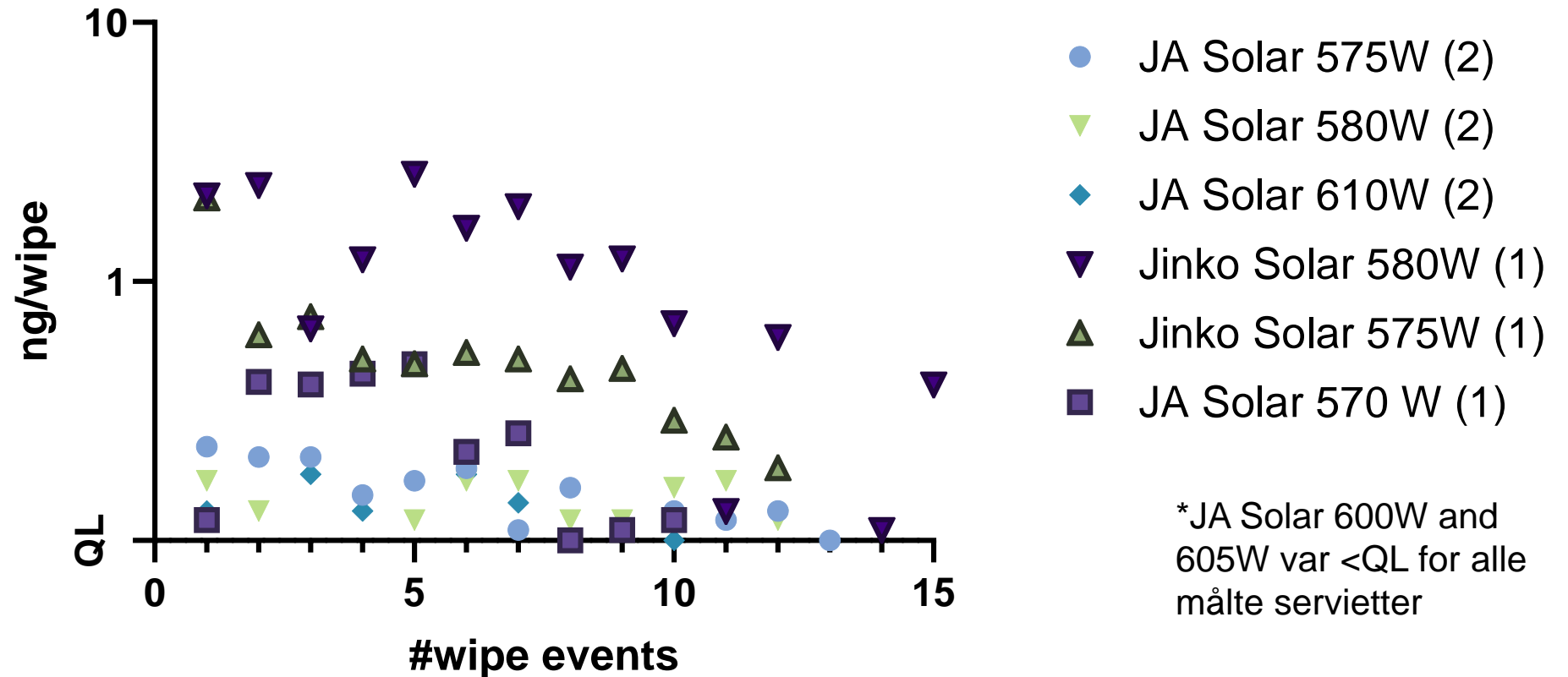
Opsummering – metode udvikling og screening

- Succesfuld udvikling og implementering af en metode for aftørring og ekstrahering af PFAS fra solceller med tilfredsstillende genfindelse
- Målbar deposition (tør og våd) fra miljøet i tilfælde af længere perioder uden regn – 2 måneder uden regn vs tilbagevendende regn
- Signifikante forskelle i afgivelse fra forskellige typer/modeller af solceller
 - Første og anden aftørring var signifikant forskellige fra baggrunden for 2 ud af 17 PFAS stoffer (PFPeA, PFHxA)
 - Hvor meget PFAS blive frigivet per solcelle i des levetid?
- Udgør den forventede frigivne masse af PFAS en risiko for overskridelse af jord og grundvands kriterierne?



Case study

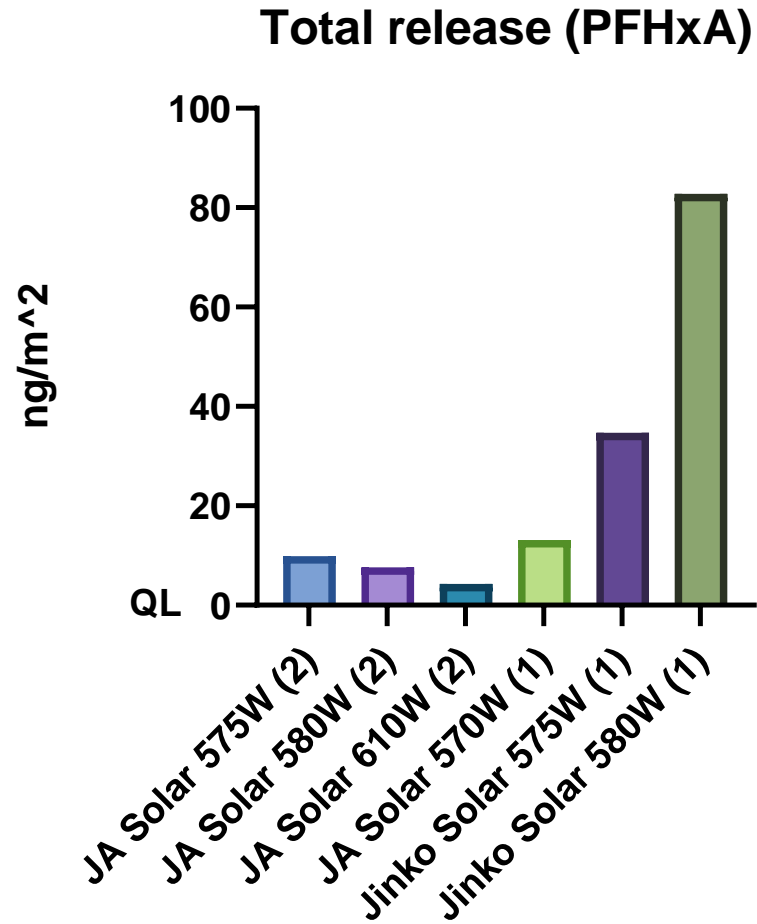
Total frigivne masse af PFAS i solcellens levetid





Case study

Total frigivne masse af PFAS i solcellens levetid



*JA Solar 600W and 605W var <QL for alle målte servietter



Case study

Scenarier for frigivelse til jord og grundvand

- Antagelser for frigivelse og udbredelses scenarier
 - Samlet masse frigivet i er baseret på målinger over kvantificeringsgrænsen (0.1 ng/serviet)
 - Udbredelses scenarier
 - Alt frigivet PFAS transporteres direkte til grundvandsmagasinet og fordeles jævnt her i
 - Alt frigivet PFAS forbliver i de øverste jordlag
 - Koncentration i drikkevand er baseret på et årligt gennemsnit af de seneste 6 års indvundne vand mængde fra Viuf vandværk
 - Alt frigivet PFAS fortyndes jævnt i den samlede indvundne vand mængde



Case study

	Masse tilført fra fra solpaneler	Koncentration i 1års udvundet drikkevand	Antal gange lavere end drikkevand kriteriet	Masse tilført fra regn	Tilført masse fra regn i forhold til fra solcellepaneler
	mg	ng/L		mg	
JA Solar 570W	8.2	0.22	460	1870	230
JA Solar 575W	6.2	0.16	610	1870	300
Jinko Solar 575W	22	0.57	170	1870	86
JA Solar 580W	4.7	0.13	800	1870	390
Jinko Solar 580W	52	1.4	73	1870	36
Ja Solar 610 W	2.7	0.071	1400	1870	690

Opsummering – jord/grundvandsscenarioer

- Udbredelses scenarier for grund/drikkevand (100 ng/L) ved fuld afgivelse på 1 år resulterede i 73 – 1400 gange lavere koncentrationer end de gældende grænseværdier for grund/drikkevand
 - Skærpede vejledende grænseværdi for PFAS i overfladevand på 4.4 ng/L (MST 15 december, 2023)
- Usikkerhed i forhold til varierende mængde af PFAS fra batch til batch
 - Batch 1, 5 til 10 gange højere niveau end batch 2
- Udvikling af realistiske scenarier og antagelser
 - Acceleret udvasking i forhold til udvaskning med regnvand/forsøgsfacilitet etableret
 - Rate af nedsivning fra jord til grundvand
 - Adsorption til jord ved forskellige jordprofiler
- Usikkerhed i forhold til kommende teknologier og anvendelse af ”ioniske væsker”
 - Generation III & IV



Kolding
Kommune



Tak for opmærksomheden og
tak til Better Energy A/S og Kolding
Kommune for samarbejde og
projektmidler

For opfølgende spørgsmål og kontakt
Lars Michael Skjolding
lams@dtu.dk