

SILKEBORGBANEN - FREMtidENS KUNSTGRÆSBANE

24/2-2023 – STATUS PÅ ANALYSER

B. MALMGREN-HANSEN, JACOB ASK HANSEN, JONAS AAGAARD



TEKNOLOGISK
INSTITUT

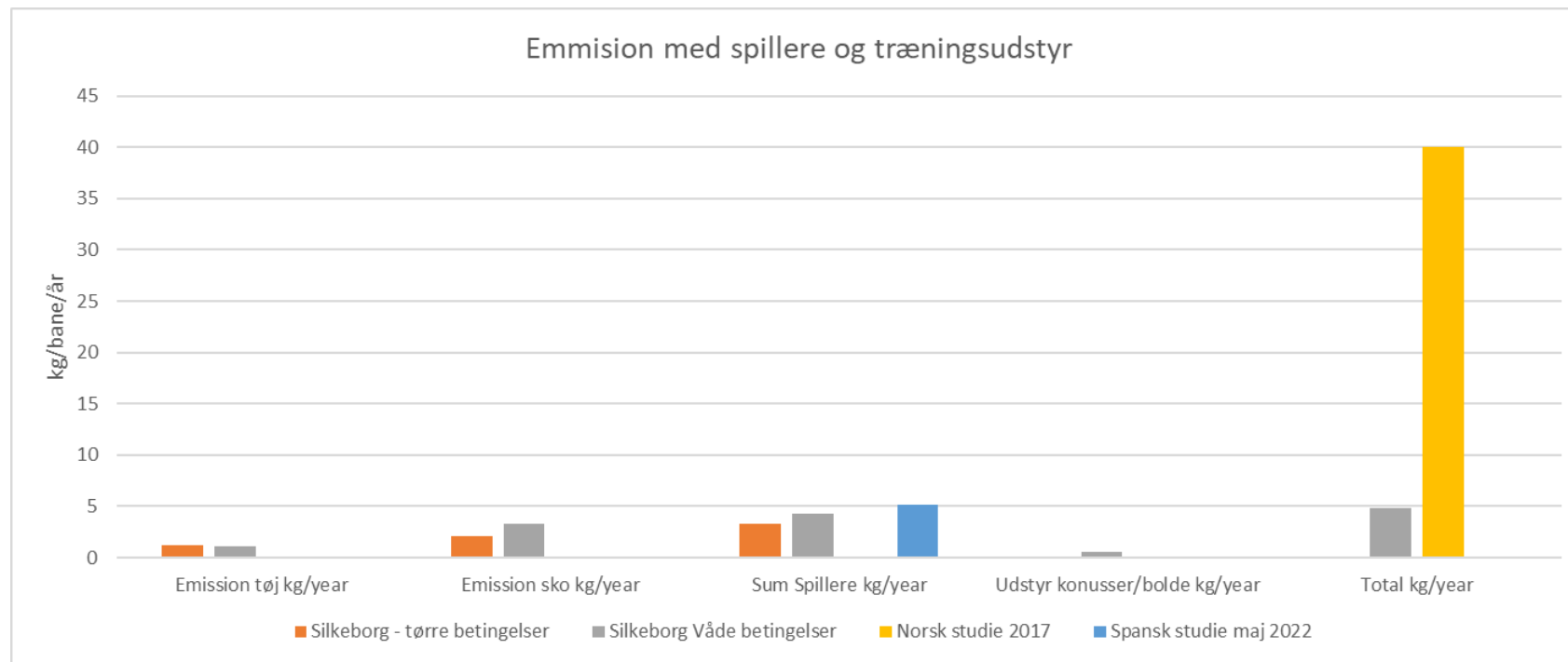
FORELØBIGE ANALYSER – FØRSTE HALVÅR



- Resultater målekampagne 1
 - Målekampaner
 - Spillere
 - Barrierer
 - Vedligehold
 - Udvaskning



MÅLEKAMPAGNER SPILLERE OG UDENLANDSKE RESULTATER



MÅLEKAMPAGNE 1 – OPSAMLING LANGS BANE

Barrierer – varierende
højder: 20, 40 og 60 cm

Sampling langs hegn:

20 cm midt (N)

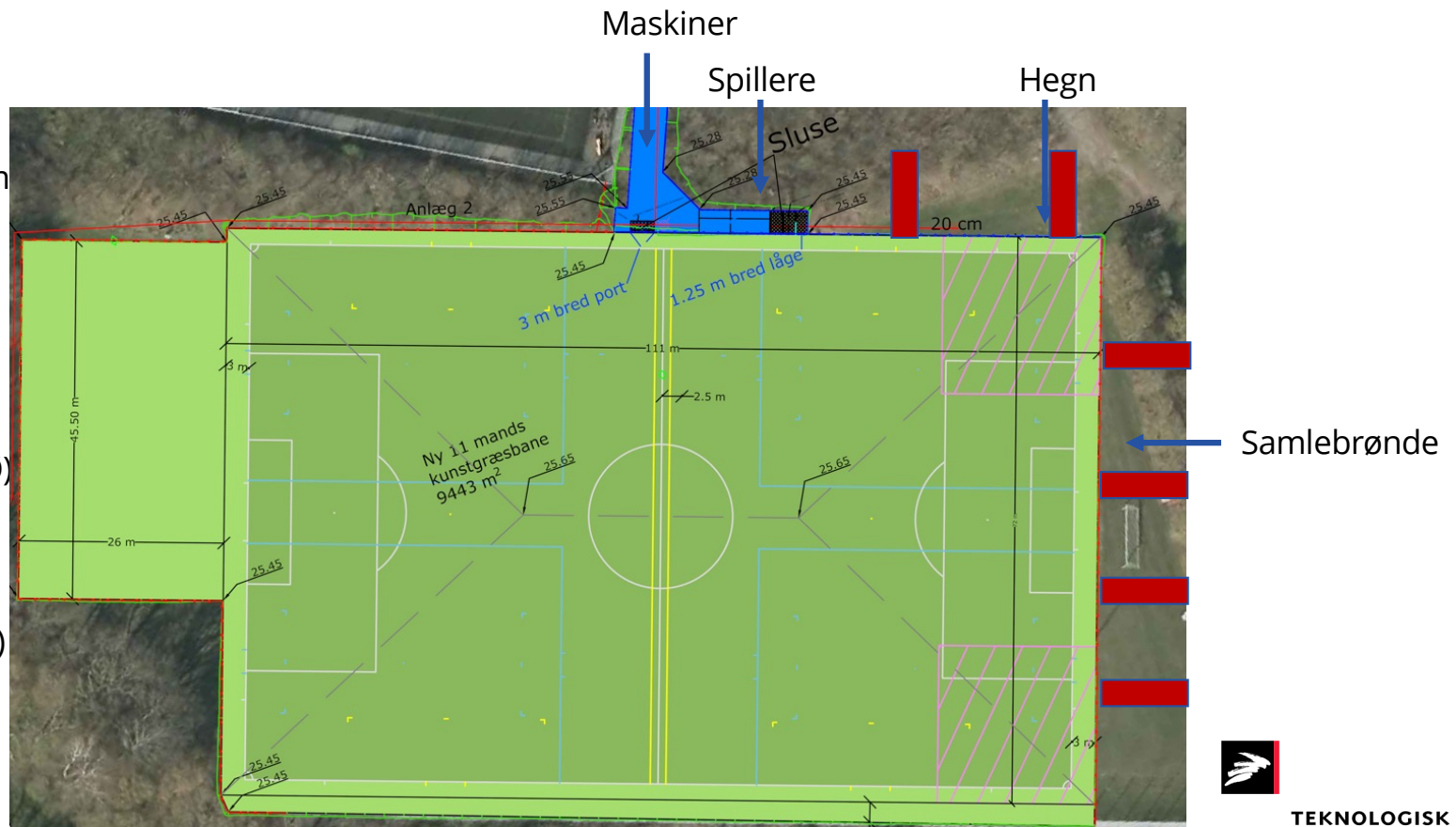
20 cm hjørne (NØ)

40 cm mod hjørne (NØ)

40 cm mål (NØ)

60 cm mål (SØ)

60 cm mod hjørne (SØ)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

MÅLEKAMPAGNE 1 – OPSAMLING LANGS BANE

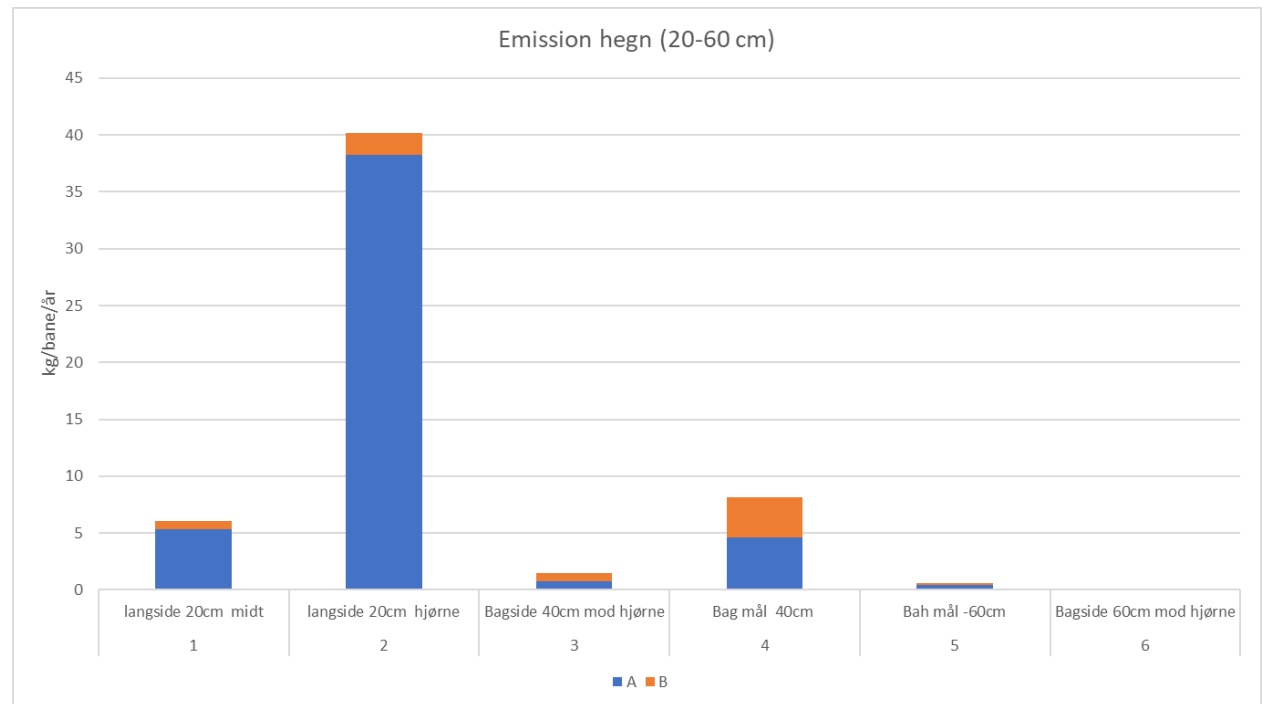
- Hvor spredes granulatet?
 - Opsamling af granulat langs bane via samlingsfelter
 - 2 felter i forlængelse 0,6 m x 1,0 m
 - 6 samplingspositioner
 - Periode: 6. juli 2022 (uge 23) – 2. december 2022 (uge 48)



MÅLEKAMPAGNE 1 – OPSAMLING LANGS BANE

Hvor spredes granulatet?

nr	Position	kg/bane/år
1	Langside 20 cm midt	6,05
2	Langside 20 cm hjørne	40,19
3	Bagside 40 cm mod hjørne	1,51
4	Bag mål 40 cm	8,13
5	Bag mål 60 cm	0,62
6	Bagside 60 cm mod hjørne	0,14



MÅLEKAMPAGNE 1 – OPSAMLING LANGS BANE

SAMMENLIGNING MED PRÆ-KAMPAGNE

Målekampagne 1

nr	Position	kg/bane/år
1	Langside 20 cm midt	6,05
2	Langside 20 cm hjørne	40,19
3	Bagside 40 cm mod hjørne	1,51
4	Bag mål 40 cm	8,13
5	Bag mål 60 cm	0,62
6	Bagside 60 cm mod hjørne	0,14

Præ-kampagne

nr	Position	kg/bane/år
1	Langside 20 cm 0-6 m fra hjørne	1,15
2	Langside 20 cm 6-12 m fra hjørne	2,02
3	Langside 20 cm 12-18 m fra hjørne	1,48
4	Langside 20 cm 18-24 m fra hjørne	0,87
5	Mål hjørne 40 cm 22 m	0,14
6	Bag mål 40 cm 11 m	0,64
7	Bag mål 60 cm 11 m	0,42

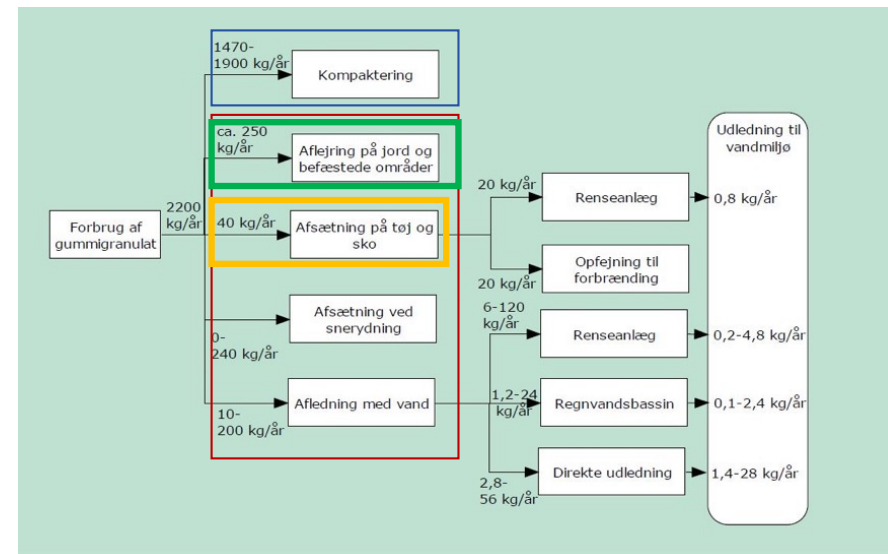
- Samme trend som målekampagne/præ-kampagne: 60 cm barriere giver lavest emission: 0,42-0,62 kg/bane/år
- 40 cm barriere giver højere emission: Op til 8 kg/bane/år
- 20 cm barriere giver højeste emission: 2-40 kg/bane/år



INDLEDENDE SCREENINGER

- <5 kg fra spillere

- Op til 40 kg over kanten ved 20 cm
- Op til 8 kg over kanten ved 40 cm
- Op til 0,65 kg over kanten ved 60 cm



MÅLEKAMPAGNE 1 – EMISSION VEDLIGEHOELDESEUDSTYR (TRAKTOR)

- Traktor rengjort med trykluft
- Placerede på folie
- Efterrengjort af TI
- Opsamlet: 4,6 gram gummi
- Hvis brug er 50 gange pr. år:

Emission 0,23 kg/bane/år



MÅLEKAMPAGNE 1 – SAMLET EMISSION EXCL. VAND

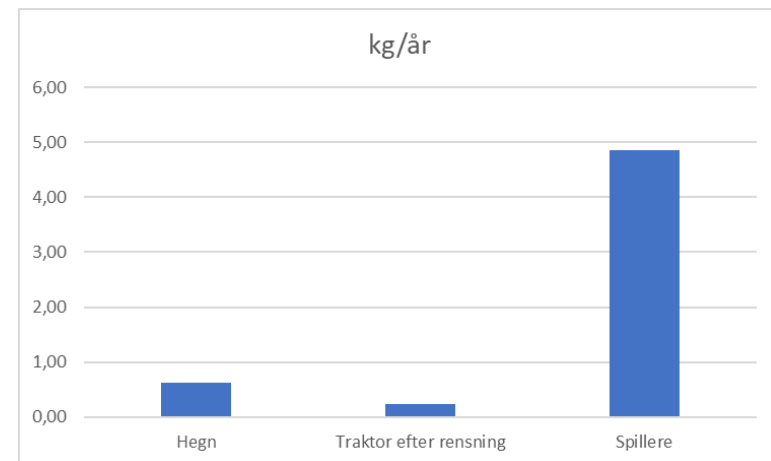
Worst case scenarios:

Ved 60 cm barriere: Ca. 6 kg/bane/år

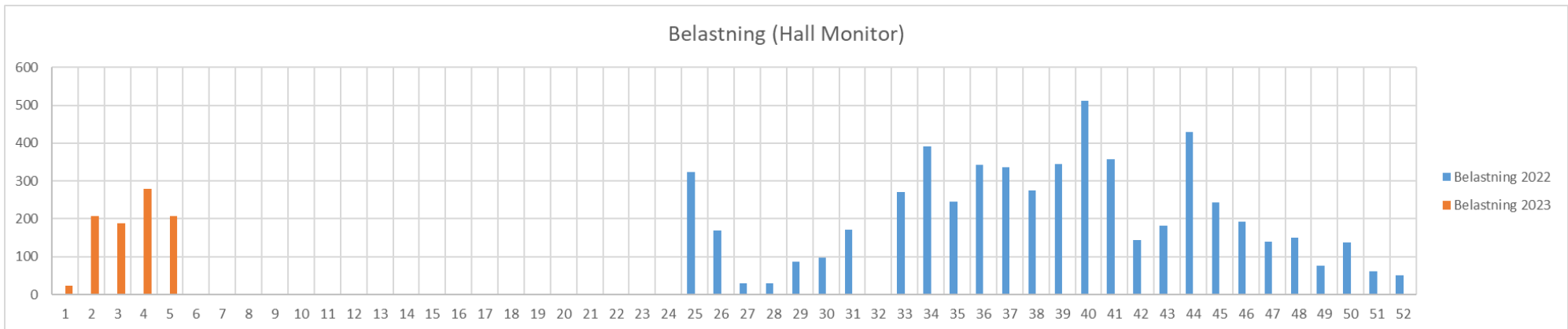
Ved 40 cm barriere: Op til ca. 14 kg/bane/år

Ved 20 cm barriere: Op til ca. 46 kg/bane/år

Målinger skal replikeres.



BELASTNING AF BANE



- Vi skal være opmærksomme på skæve belastninger af banen.
 - Sæsonvariationer
 - Vær forsigtig med sammenligning med andre studier med flere eller færre spillertimer
- Belastningen skal valideres og/eller korrigeres i forhold til de virkelige forhold (antal spillere)
- Emissionen skal korreleres med spillerbelastning



YDERLIGERE MÅLINGER



Nuværende analyser:

- Gummi opsamlet under 4 af felterne er under analyse
- Dette gummi ville formentlig også være fanget på "den blå strækning"

Evt. supplerende analyser:

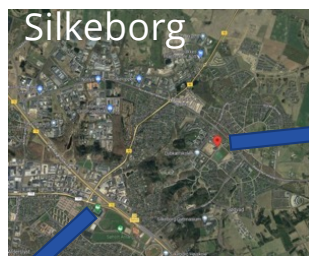
- Hvad er emission ved hovedudgang (evt. opsamling på spillerhold ved passage der? – vil nok uændret være < 5 kg/bane/år?)
- Hvad er emissionen ved hegn i det modsatte hjørne 60 cm barriere?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

PRØVETAGNING - VAND

TESTSITES I SILKEBORG



Gødvad - Infill af sand



Silkeborgbanen (Søholt) - Infill af gummigranulat

Gødvad:
PFAS-prøvetagning ved Gødvad-banen

Søholt:
Blandingsprøve fra de to brønde med tilløb fra membranfelter
(Anvendt til alle drænvandsprøver)

RESULTATER FRA DRÆNVANDSPRØVER

Af de gængse drænvandsanalyser blev kun kobber og zink fundet i målbare koncentrationer.

Resultaterne for PFAS og mikroplast kommer på de følgende slides



Sweco Danmark A/S
Willemoesgade 13
8200 Aarhus N
Att.: Jonas Aagaard

Eurofins Miljø A/S
Ladekølnvej 85
6620 Vejers
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-2884 8196

Rapportnr.: PR-23-CA-22131035-01
Batchnr.: EUDKVE-22131035
Kundnr.: CA0006223
Modt. dato: 01.12.2022

Foreløbig rapport

Foreløbig rapport						
Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:						
Analysesperiode:	01.12.2022 - 10.01.2023					
Prøvemærke:						
Lab prøvenr.:	835-2022-13103501	Enhed	DL	Metode	Urel (%)	
Metaller						
Bly (Pb)	< 0,5	µg/l	0,5	DS 259:2003, DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS		20
Cadmium (Cd)	< 0,05	µg/l	0,05	DS 259:2003, DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS		20
Kobolt (Co)	< 0,5	µg/l	0,5	DS 259:2003, DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS		20
Kobber (Cu)	1,9	µg/l	0,5	DS 259:2003, DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS		20
Zink (Zn)	6,4	µg/l	5	DS 259:2003, DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS		20
PAH-forbindelser						
Phenanthren	< 0,01	µg/l	0,01	M 0250 GC-MS		30
Fluoranthren	< 0,01	µg/l	0,01	M 0250 GC-MS		30
Pyren	< 0,01	µg/l	0,01	M 0250 GC-MS		30
Benzo(a)anthracen	< 0,01	µg/l	0,01	M 0250 GC-MS		30
Chrysen/Triphenylen	< 0,01	µg/l	0,01	M 0250 GC-MS		30
Blødgørere						
Dimethylphtalat (DMP)	< 0,1	µg/l	0,1	M 0250 GC-MS		20
Diethylphtalat (DEP)	< 0,1	µg/l	0,1	M 0250 GC-MS		20
Diethylhexylphtalat (DEHP)	< 0,1	µg/l	0,1	M 0250 GC-MS		20
Benzylbutylphtalat (BBP)	< 0,1	µg/l	0,1	M 0250 GC-MS		20
Alkylphenoler og -ethoxylater						
4-t-octylphenol	< 0,1	µg/l	0,1	M 0250 GC-MS		30
Phenoler						
Bisphenol A	< 0,01	µg/l	0,01	M 2233 GC-MS		20

Søholt
Drænvand

Komponent	Enhed	Resultat	DL
Metaller	µg/l		
Bly	µg/l	<0,5	0,5
Cadmium	µg/l	<0,05	0,05
Kobolt	µg/l	<0,5	0,5
Kobber	µg/l	1,9	0,5
Zink	µg/l	6,4	5
PAH-forbindelser	µg/l		
Phenanthren	µg/l	<0,01	0,01
Fluoranthren	µg/l	<0,01	0,01
Pyren	µg/l	<0,01	0,01
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,01	0,01
Chrysen/Triphenylen	µg/l	<0,01	0,01
Blødgørere	µg/l		
Dimethylphtalat (DMP)	µg/l	<0,1	0,1
Diethylphtalat (DEP)	µg/l	<0,1	0,1
Diethylhexylphtalat (DEHP)	µg/l	<0,1	0,1
Benzylbutylphtalat (BBP)	µg/l	<0,1	0,1
Alkylphenoler og -ethoxylater	µg/l		
4-t-octylphenol	µg/l	<0,1	0,1
Phenoler	µg/l		
Bisphenol A (BPA)	µg/l	<0,01	0,01



TEKNOLOGISK
INSTITUT

RESULTATER AF PFAS-PRØVER

Der blev testet for 22 forskellige PFAS:

- 2-3 stoffer blev fundet i målbare koncentrationer i regnvandsprøverne
- 5-7 stoffer blev fundet i målbare koncentrationer i drænvandet

Testen med 22 stoffer indeholder de mest anvendte stoffer og inkluderer alle de PFAS, som Danmark og EU lovgiver om i forhold til miljø, drikkevand og fødevarer.

Komponent	Enhed	Gødvad (No-infill)		Søholt (Gummigranulat)		DL
		Regnvand	Drænvand	Regnvand	Drænvand	
		Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	
PFBA (Perfluorbutansyre)	ng/l	1,4	3	1	3	0,6
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	ng/l	<0,30	0,58	<0,30	<0,30	0,3
PFPeA (Perfluorpentansyre)	ng/l	<0,30	1,2	<0,30	0,68	0,3
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFHxA (Perfluorhexansyre)	ng/l	<0,30	1,8	<0,30	<1,0	0,3
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFHpA (Perfluorheptansyre)	ng/l	<0,30	1,1	<0,30	0,81	0,3
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFOA (Perfluoroktansyre)	ng/l	0,36	1,8	<0,30	2,8	0,3
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	ng/l	0,42	0,23	0,22	0,33	0,2
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFNA (Perfluornonansyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFDA (Perfluordekansyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFDS (Perfluordekansulfonsyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFOUnDA (Perfluorundekansyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFOUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,0
PFDODA (Perfluordodekansyre)	ng/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,3
PFDODS (Perfluordodekansulfonsyre)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,0
PFTTrDA (Perfluortridekansyre)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,0
PFTTrDS (Perfluortridekansulfonsyre)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,0
Sum af PFOA,PFOS,PFNA og PFHxS	ng/l	0,78	2	0,22	3,1	
Sum af 22 PFAS	ng/l	2,2	9,7	1,2	7,6	

PFAS-RESULTATER I RELATION TIL GÆLDENDE MILJØKRAV

Komponent	Enhed	Gødning		Drikkevandskrav		Vandmiljøkrav ³	
		Gødning	Søholt	DK ¹	EU ²	Generelt kvalitetskrav	Maksimum-koncentration
		Drænvand					
Metaller							
Kobber	µg/l		1,9	2000	2000	4,9	4,9
Zink	µg/l		6,4	3000		3,1-7,8***	8,4***
PFAS							
PFBA	ng/l	3	3				
PFBS*	ng/l	0,58	<0,30				
PFPeA	ng/l	1,2	0,68				
PFHxA*	ng/l	1,8	<1,0				
PFHpA	ng/l	1,1	0,81				
PFOA	ng/l	1,8	2,8				
PFOS	ng/l	0,23	0,33			0,65	36000
Sum af PFOA,PFOS,PFNA og PFHxS	ng/l	2	3,1	2			
Sum af 22 PFAS**	ng/l	9,7	7,6	100****	100****		

¹Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg: <https://www.retsinformation.dk/eli/fta/2022/1383> (gældende lovgivning ved opslag d. 8. februar 2023)

²DIRECTIVE (EU) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, of 16 December 2020 (on the quality of water intended for human consumption (recast)): <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj>

³Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand: <https://www.retsinformation.dk/eli/fta/2017/1625> (gældende lovgivning ved opslag d. 8. februar 2023)

*Værdier markeret med "<" er under analysemetodens detektionsgrænse

**Dette er den gængse test, der anvendes af Eurofins og derigennem også forsyninger, der anvender Eurofins til analyser

***Værdierne skal tillægges den naturlige baggrundskoncentration og eller måles som den biotilgængelige koncentration. Den lave generelle krawærdi gælder for blødt vand (H<24 mg CaCO₃/l)

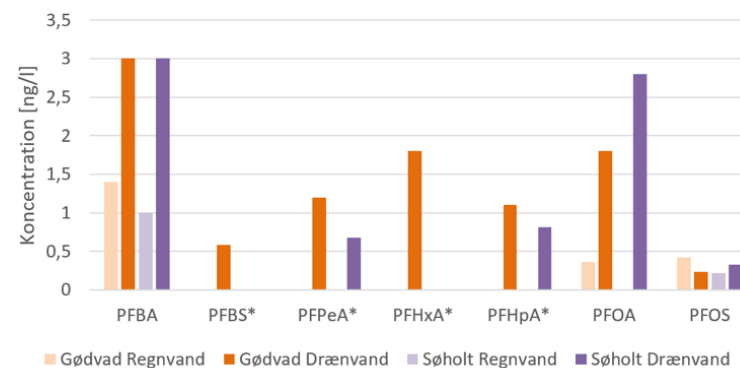
****Bekendtgørelsen definerer "PFAS-forbindelser" som 12 (DK) eller 20 (EU) specifikke PFAS-stoffer, der alle er inkluderet i den anvendte analyse

PFAS-RESULTATER I RELATION TIL GÆLDENDE DRIKKEVANDSKRAV

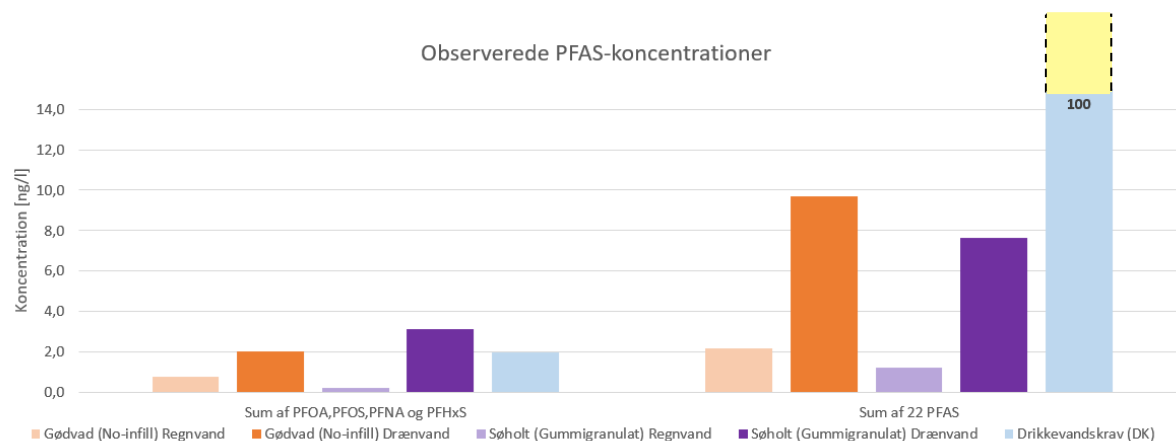
Komponent	Gødvad		Søholt	
	Regnvand	Drænvand	Regnvand	Drænvand
Enhed = ng/l				
PFBA	1,4	3	1	3
PFBS*	<0,30	0,58	<0,30	<0,30
PFPeA*	<0,30	1,2	<0,30	0,68
PFHxA*	<0,30	1,8	<0,30	<1,0
PFHpA*	<0,30	1,1	<0,30	0,81
PFOA	0,36	1,8	<0,30	2,8
PFOS	0,42	0,23	0,22	0,33
Sum af PFOA,PFOS,PFNA og PFHxS	0,78	2	0,22	3,1
Sum af 22 PFAS	2,2	9,7	1,2	7,6

*Koncentrationer angivet med <, indikerer at koncentrationen er under detektionsgrænsen for analysemetoden.

Observerede PFAS-koncentrationer



Observerede PFAS-koncentrationer

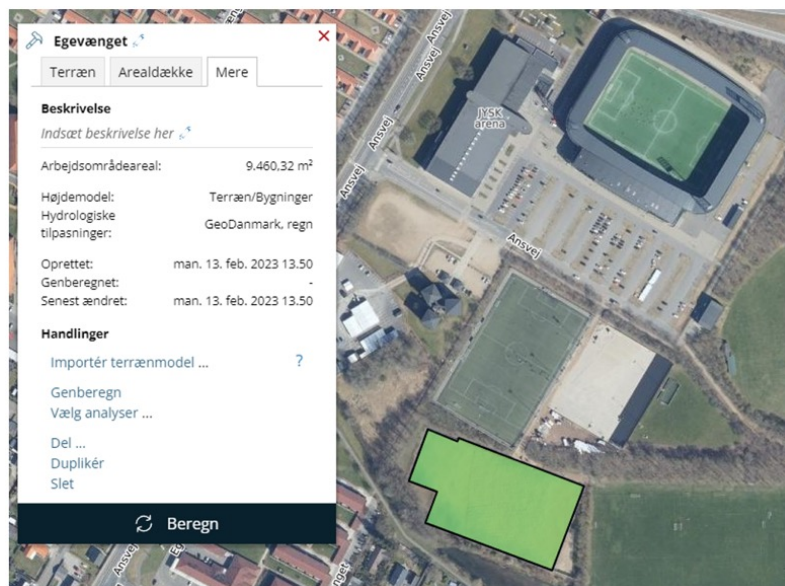


UDLEDES DER MIKROGUMMI OG MIKROPLAST FRA BANEN I SILKEBORG?

Resultater fra tidlige prøver viste ingen tegn på tab af gummi (gummigranulat eller rester fra gummigranulat) via drænvand. Der blev målt små koncentrationer af plasttyperne PP og PET. Den samlede årlige udledning af mikroplast (ikke mikrogummi) fra Silkeborgbanen gennem drænvandet, baseret på disse målinger, estimeres til under et kilo (0,7 kg/år). Resultaterne skal understøttes med yderligere data.

Drænvand fra
Silkeborg-banen

Komponent	Enhed	Resultat
Mikroplast		
PP (Polypropylen)	µg/l	79,8
PET (Polyethylenterephthalat)	µg/l	0,4
Sum mikroplast	µg/l	80,2
Mikrogummi		
Gummiindhold ¹	µg/l	Intet gummiindhold
Årsbelastning		
Årsnedbør ²	mm/år	900
Baneareal ³	m ²	9500
Nedbørsmængde	m ³ /år	8550
Mikroplast	kg/m ³	8*10 ⁻⁵
Mikroplastbelastning fra Silkeborg-banen ⁴	kg/år	0,7



¹ Der blev ikke observeret mikrogummi partikler eller koncentrationer over detektionsgrænsen

² Konservativ værdi for årsnedbør i Silkeborg landsgennemsnittet var 759 mm/år i perioden 1991-2020. Der er ikke taget hensyn til effekten af f.eks. fordampning og belastningen kan derfor være overvurderet.

³ Arealet af den nyanlagte kunstgræsbane i Silkeborg

⁴ Belastningen er baseret på få analyser og skal opdateres i takt med datagrundlaget

RESULTATER AF MIKROPLAST-ANALYSER

Observationer:

- Gummigranulat anvendt som infill i kunstgræsbaner udgør ikke umiddelbart en signifikant kilde til PFAS.
- Drænvand fra kunstgræsbaner med membranunderlag er ikke umiddelbart en relevant spredningsvej for mikroplast og i særdeleshed mikrogummi.
- Drænvand fra kunstgræsbaner udgør ikke umiddelbart en belastning for sårbare recipienter, idet koncentrationer af mulige mikroforureninger er lavere end de nationale miljømål for danske ferskvandsmiljøer.
- NB: Alle disse data skal understøttes af yderligere analyser.

Opsummering:

- Der er ikke observeret store mængder af mikroforureninger i drænvandet fra Silkeborg-banen. De forureninger, der var til stede i målbare koncentrationer, overholdt miljøkravene til danske ferskvandsmiljøer og i de fleste tilfælde også kvalitetskravene, der stilles til drikkevand i Danmark. Observationerne er baseret på få prøver og skal underbygges af yderligere data.

Forbehold:

- Få replikater
- Usikkerheden for analyserne stiger generelt, når der måles på lave koncentrationer, der nærmer sig analysens detektionsgrænse.
- Ingen klar kilde til belastningen (regnvand, plastrør, plaststrå, gummigranulat, membraner, tøj/sko/udstyr, jord/sand, osv.)