

Anvendelse af Sorbicell i vandløb

Sammenlignet med grab sample

CIVILINGENIØR JETTE KJØGE OLSEN, NIRAS

ATV Vintermøde jord og grundvand
9. marts 2021

Teknologiudviklingsprojekt

Resultater fra et TUP-projekt gennemført i 2019-2020

- Tak til samarbejdspartnere:
 - Poul Løgstrup Bjerg, DTU Miljø
 - Helle Larson, Region Midtjylland
 - Maren Kann Hostrup, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse
 - Anne Mette Lindof, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse
 - Morten Olesen, NIRAS A/S
 - Peter Mortensen, Eurofins Miljø A/S
 - Hubert de Jonge, Eurofins Miljø A/S
 - Afventer udgivelse af Miljøstyrelsen.

DTU Environment
Department of Environmental Engineering

midt regionmidtjylland

 **FORSVARSMINISTERIET**
EJENDOMSSTYRELSEN

NIRAS

 **eurofins**

NIRAS

Baggrund

Hvorfor undersøge overfladevand?

- Regionerne har siden 2014, jf. ændring af jordforureningsloven - ansvar for vurdering af jordforurenings påvirkning af overfladevand
- Screening af **36.000** lokaliteter → **1.228** lokaliteter med behov for undersøgelse
- Gældende miljøkrav – primært årsgennemsnit (enkelte også korttidskrav)
- Behov for at kunne **måle gennemsnitlige koncentrationsforhold** i overfladevand – robust risikovurdering



Robust risikovurdering

Hvordan sikrer vi det?

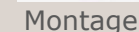
- Ved undersøgelse af forureninger i overfladevand ses ofte **signifikante korttids- og langtidsvariationer** i forureningskoncentrationen i overfladevand.
- **Passive prøvetagningsteknikker** som Sorbicell kan derfor være et godt alternativ til mange grab samples.
- Med passive teknikker kan **antallet af målinger reduceres**, idet der kan foretages **langtidsmålinger** over perioder på flere uger.
- Langtidsmålinger vil derfor give et mere **robust datagrundlag** og dermed en mere **robust risikovurdering** af en forurening.

Formål

Med TUP-projektet

- 1) At **demonstrere og vurdere Sorbisense-teknikkens** anvendelighed i forbindelse med gennemsnitsmålinger af forurening i overfladevand.
- 2) At **indsamle data** (analyseresultater) til vurdering af korttidsvariationer målt med grab samples i forhold til gennemsnitlige målinger målt med Sorbicell.
- 3) At foretage en **økonomisk sammenligning** af de samlede omkostninger ved brug af Sorbisense metoden sammenlignet grab samples.

Sammenligningsgrundlag



- Strømningsretning
-
- Legend:
- Vandløb
 - Grab Sampler
 - Sorbicell

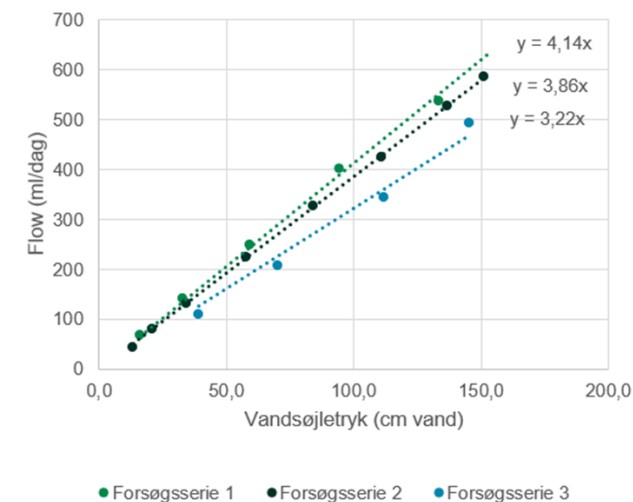


Laboratorie/feltforsøg

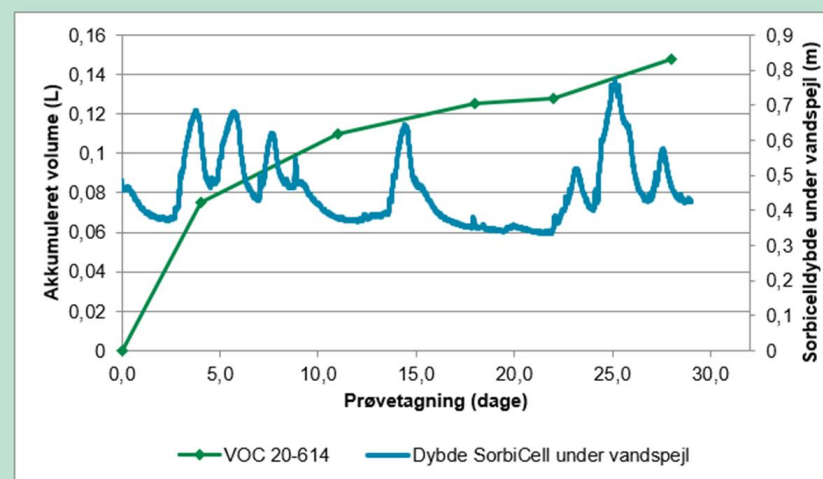
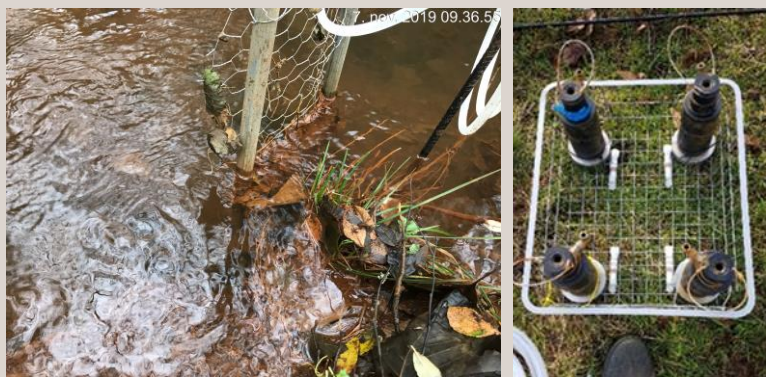
- Laboratorieforsøg:
 - forskel i flow på ca. 22 %
 - varieret vandsøjle – proportional med flowet
- Feltforsøg:
 - Varierende opsamlingshastighed
 - ændringer i vandsøjletrykket (flowafhængig)
 - begrænsning af flow (blade, okker mv.)



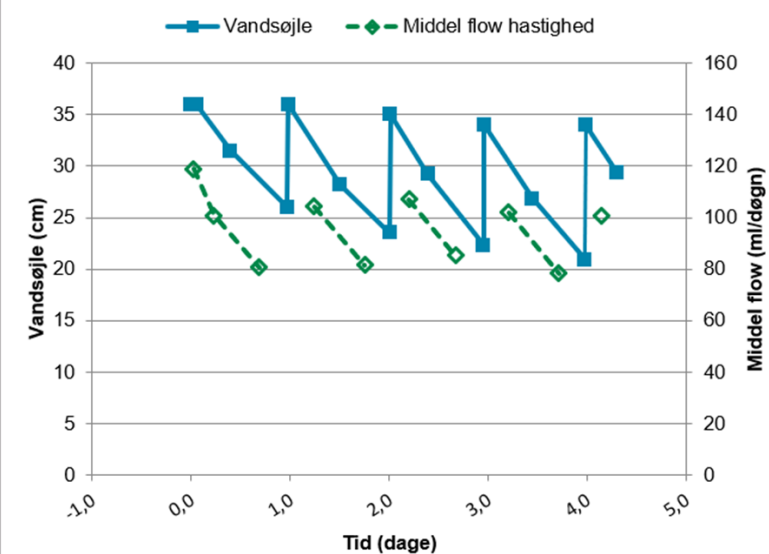
Billeder af tryk-flow test med Sorbicell PFA-101.



Figur 4.1. Flow som funktion af vandsøjlehhøjde (tryk) inkl. lineær korrelation.



Figur 4.5. Akkumuleret prøvevolumen over måleperiodens længde på 30 dage i Kirke Å. Beholder med Sorbicell VOC blev tømt 4 ekstra gange i prøvetagningsperioden.



Figur 4.2. Flow som funktion af vandsøjlehhøjde (tryk) ved gentagne ændringer af vandsøjletrykket. Forsøg er udført med Sorbicell type PFAS, som også er brugt i denne undersøgelse til måling af PFAS.

Case: Hessellund Bæk i Karup

PFAS-forurening fra brandøvelsesplads og brandstation



Type 2 vandløb
(mellem vandløb)

Vandføring: 26-58 l/s

Bredde: 0,5-1,5 m

Dybde: 0,2-0,45 m

Sorbicell

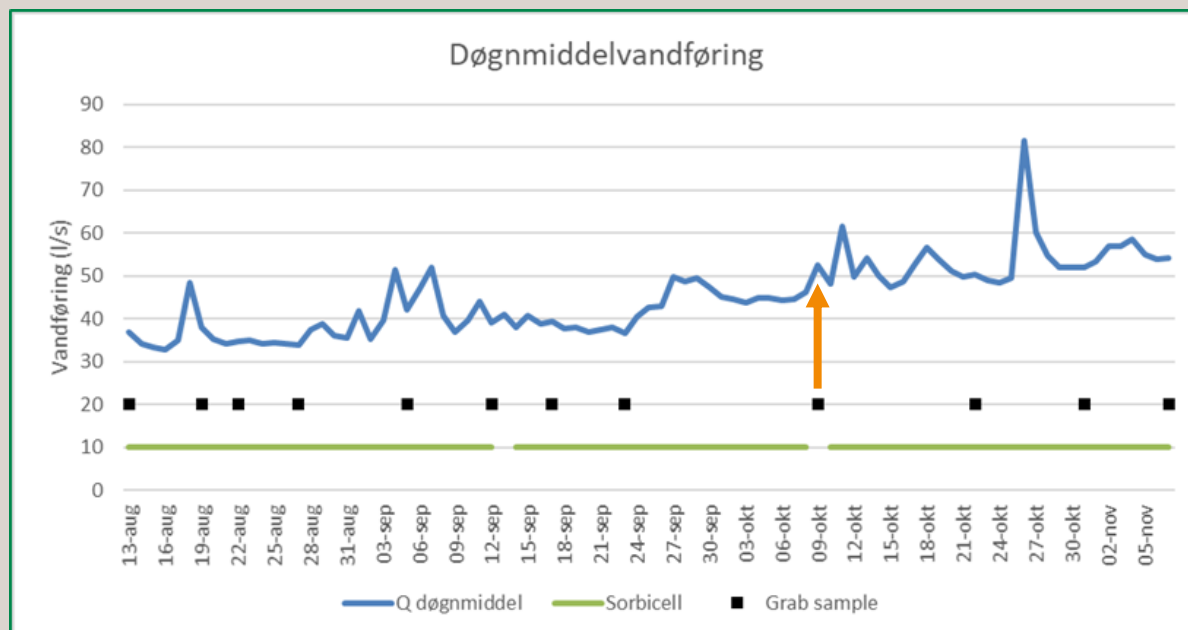
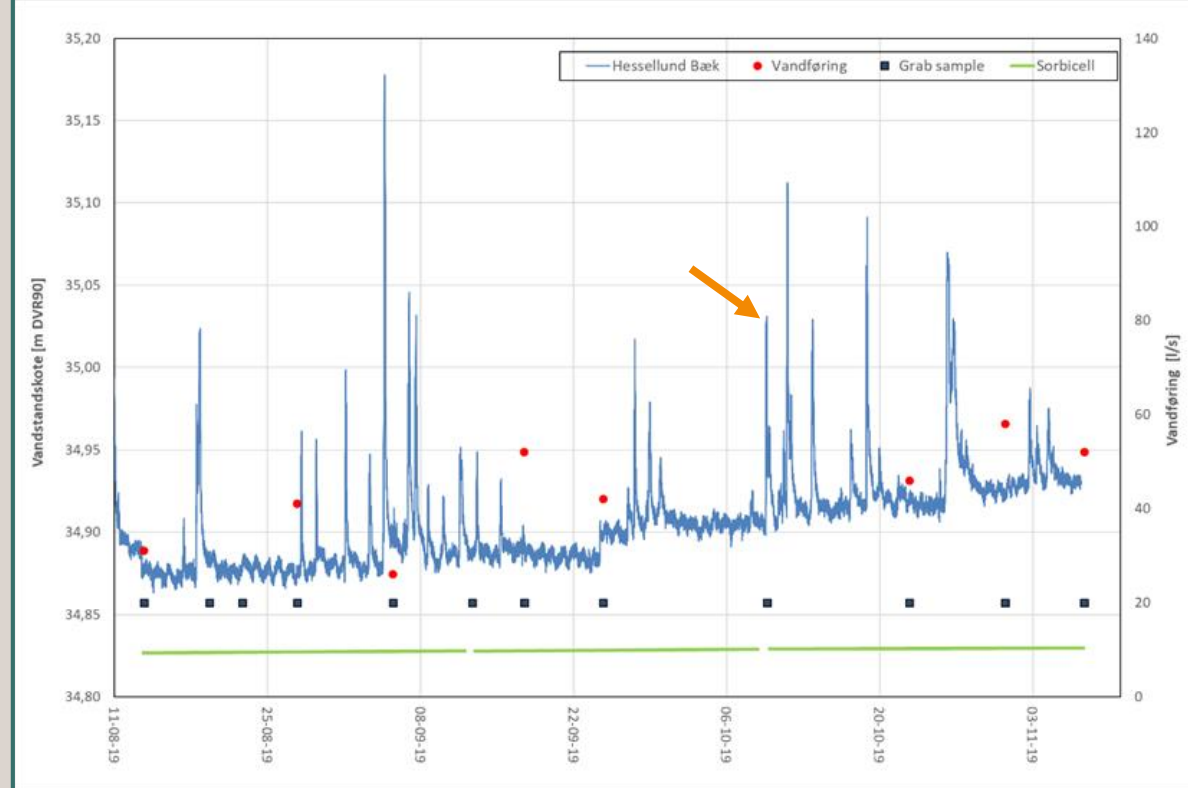
Grab sampling

Dato	13-aug	19-aug	22-aug	27-aug	05-sep	12-sep	17-sep	24-sep	09-okt	22-okt	31-okt	07-nov
Grab sample ved st. 3.0 - prøve a	3.0-1-a	3.0-2-a	3.0-3-a	3.0-4-a	3.0-5-a	3.0-6-a	3.0-7-a	3.0-8-a	3.0-9-a	3.0-10-a	3.0-11-a	3.0-12-a
Grab sample ved st. 3.0 - prøve b	3.0-1-b	3.0-2-b	3.0-3-b	3.0-4-b	3.0-5-b	3.0-6-b	3.0-7-b	3.0-8-b	3.0-9-b	3.0-10-b	3.0-11-b	3.0-12-b
Sorbicell opsæt/nedtag												

Resultater

Vandføring og vandstand

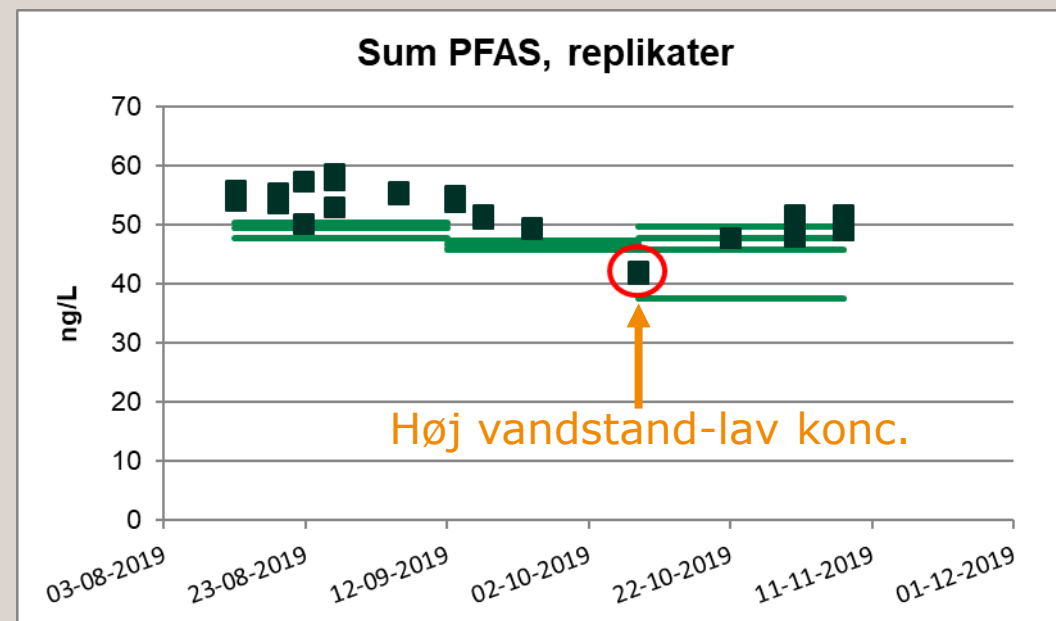
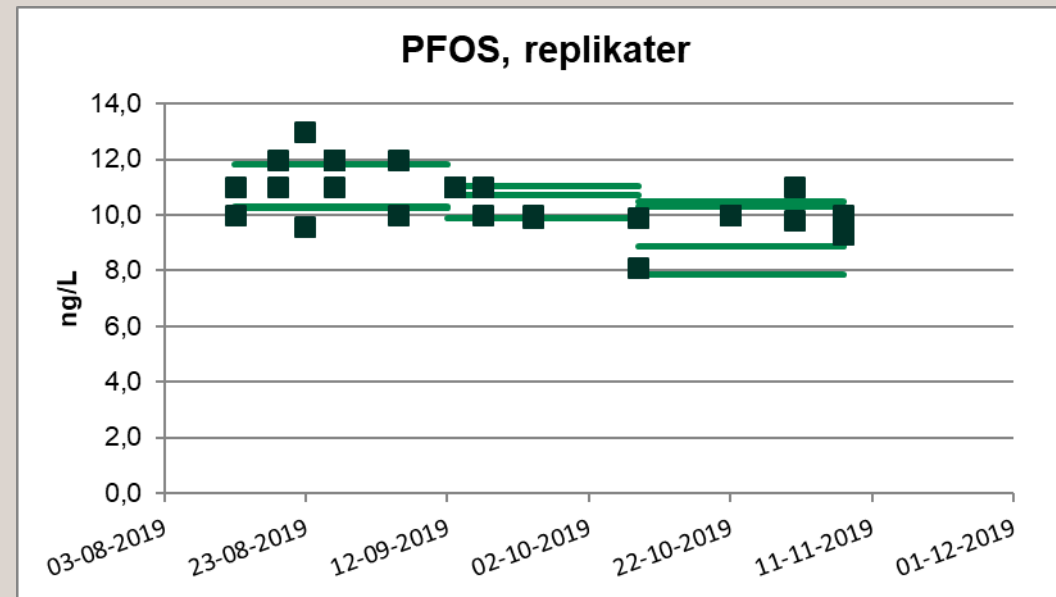
- Fleste grab samples - udtaget ved lave vandføringer og lav vandstand
- Kun d. 9. oktober - høj vandstandsmåling
- Lav vandføring - høj koncentration
- Grab samples - gennemsnitligt højere koncentrationer end Sorbicell
- Sorbicell-resultaterne repræsenterer også perioder med **højere vandføring** i bækken (lave konc.)
- Når **flowproportional** – kommer mere vand gennem cellen ved høj vandstand - perioder **overrepræsenteret**



Resultater

PFAS-analyser – variation på replikater

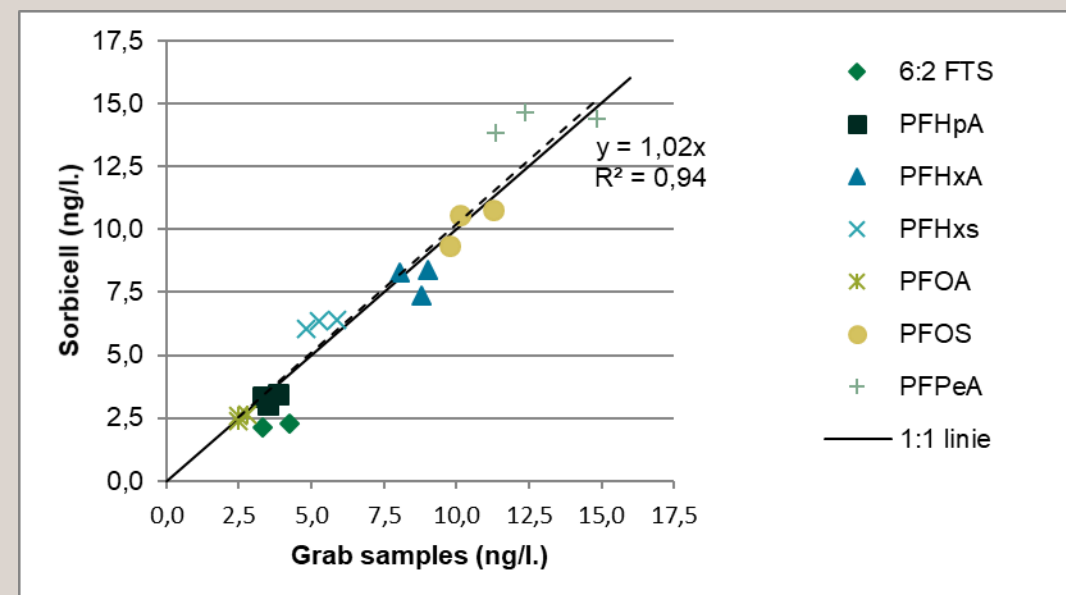
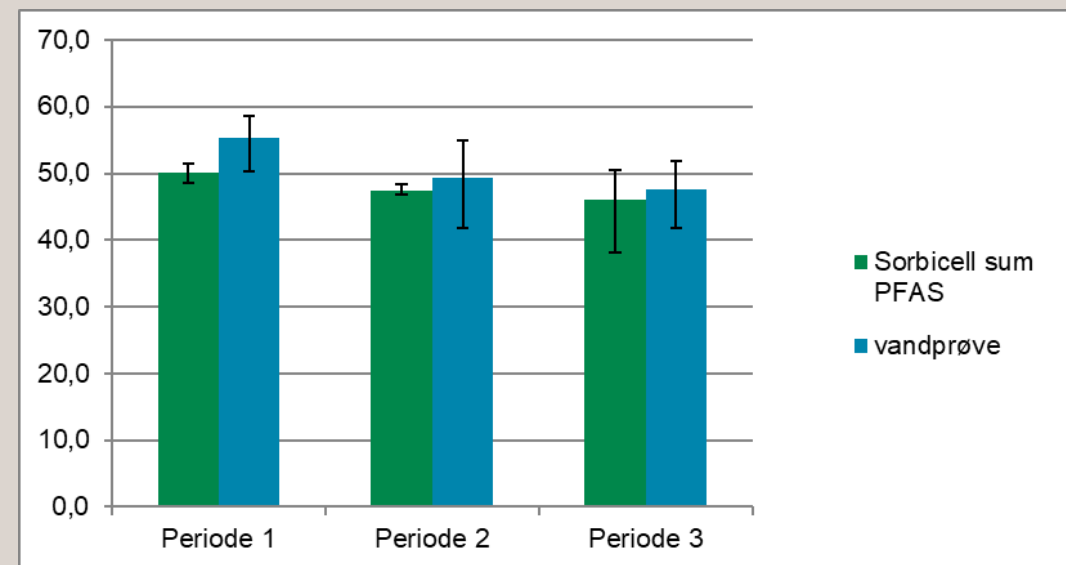
- Den kombinerede prøvetagnings- og analyseusikkerhed (RSD) for **grab samples** kan på baggrund af replikaterne beregnes til 0,5-13% (gennemsnit 5 %).
- **Sorbicell** resultater viser på samme måde en kombineret prøvetagnings- og analyseusikkerhed (RSD) på 5-20% (gennemsnit 8,5%).
- **Dag-til-dag** variationen mellem grab samples indsamlet inden for en måned viste sig at være fra **15% til 64%** (største koncentration kontra laveste koncentration) med et gennemsnit på 30% i måleperioden.



Resultater

PFAS-analyser - gennemsnit

- Tendens - Sorbisen-metoden viser en lavere gennemsnitlig koncentration af de enkelte PFAS-forbindelser – dog også forventet pga. grab primært tilfældigvis udtaget ved lav vandstand/vandføring.
- Figuren nederst viser - for de 8 påviste PFAS-forbindelser er der en særdeles **god overensstemmelse** mellem resultaterne opnået med de to metoder.
- PFBA og PFBS blev ikke påvist ved Sorbicell, men kun ved grab sample.



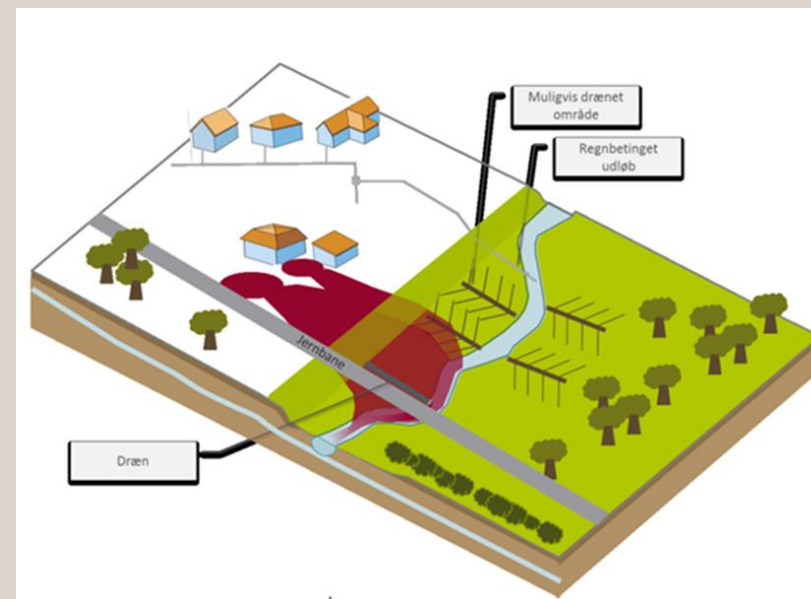
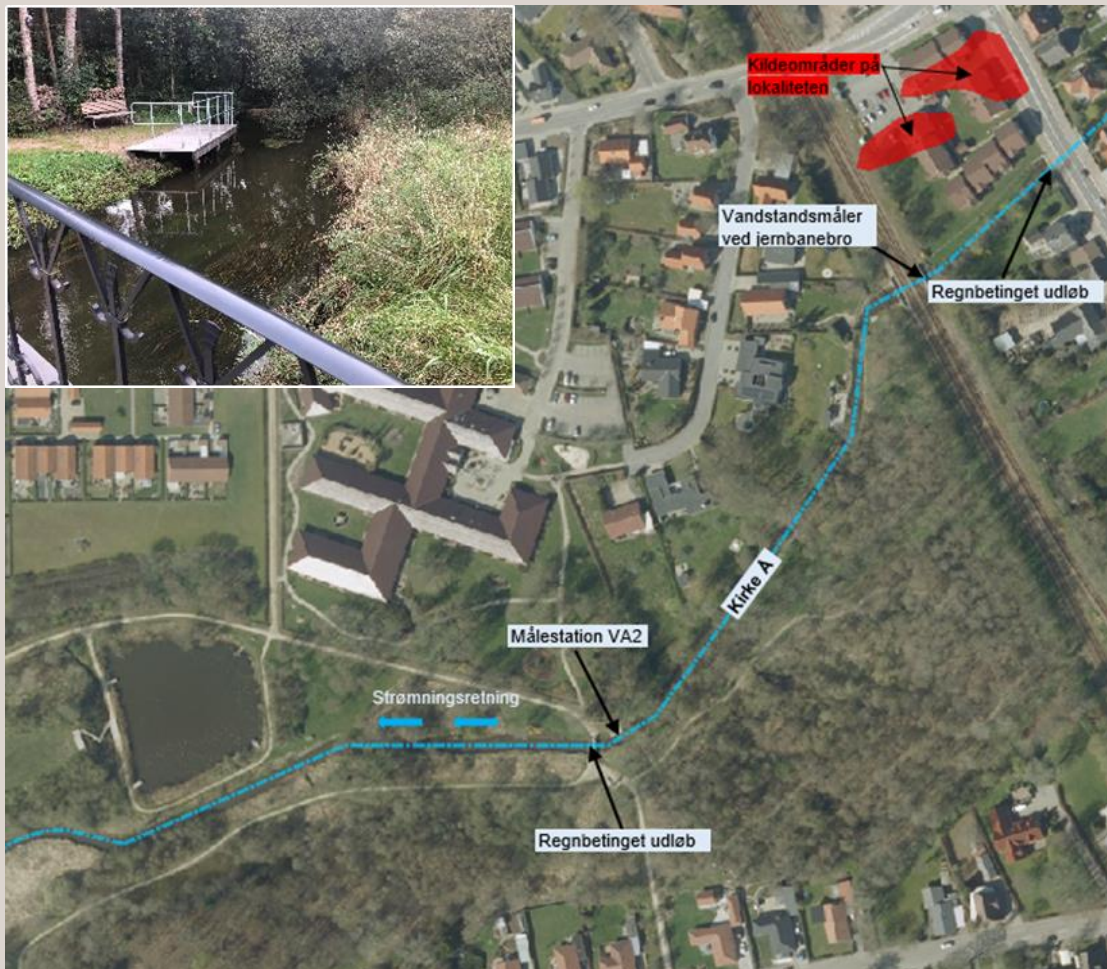
Diskussion

Udfordringer med PFAS og Sorbicell

- Mulige årsager til, at PFBA og PFBS ikke påvises ved Sorbicell:
 - Detektionsgrænsen for grab sample er lavere end Sorbicell (hhv. 0,0003 µg/l og 0,008-0,0006 µg/l). Indhold påvist i grab samples, svarende til 2-5 gange detektionsgrænsen på Sorbisense-metoden.
 - En anden mulighed er, at disse PFAS-forbindelser er de mest kortkædede og mest vandopløselige af de undersøgte stoffer – evt. påvirke affiniteten til adsorbenten.
- Dog kun kriterium for PFOS og derivater heraf i overfladevand – PFOS har god genfindelse på Sorbicell.

Case: Kirke Å i Skjern

Chlorerede opløsningsmidler fra renseri



Type 2 vandløb
(stort mellem
vandløb)

Vandføring: 200-
1.600 l/s

Bredde: 3-5 m

Dybde: 0,45-1 m

Sorbicell

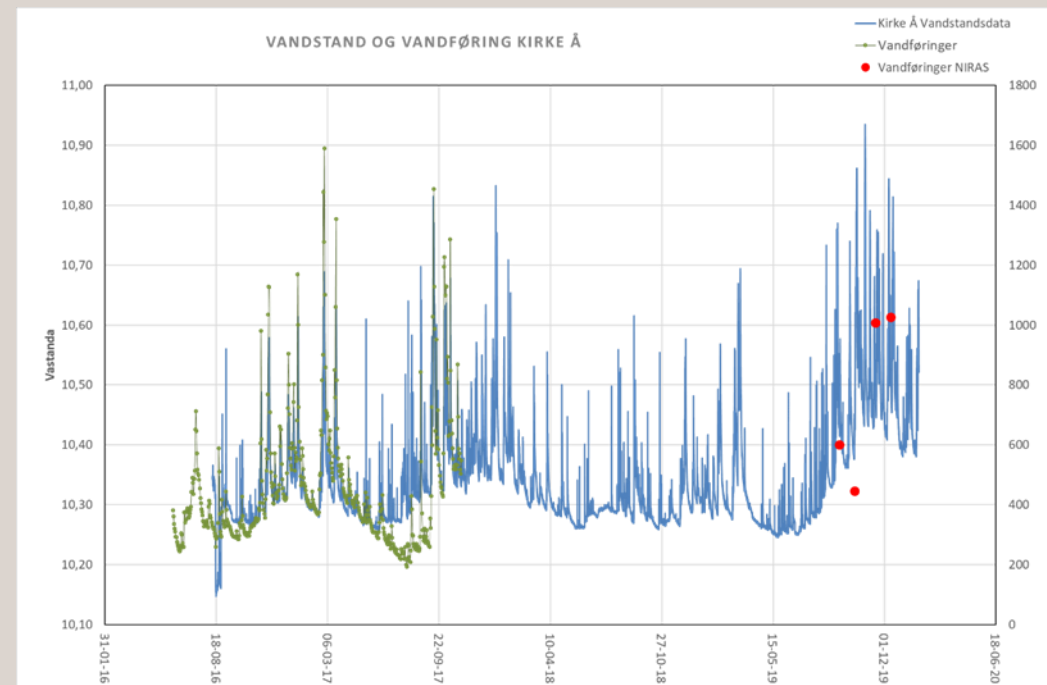
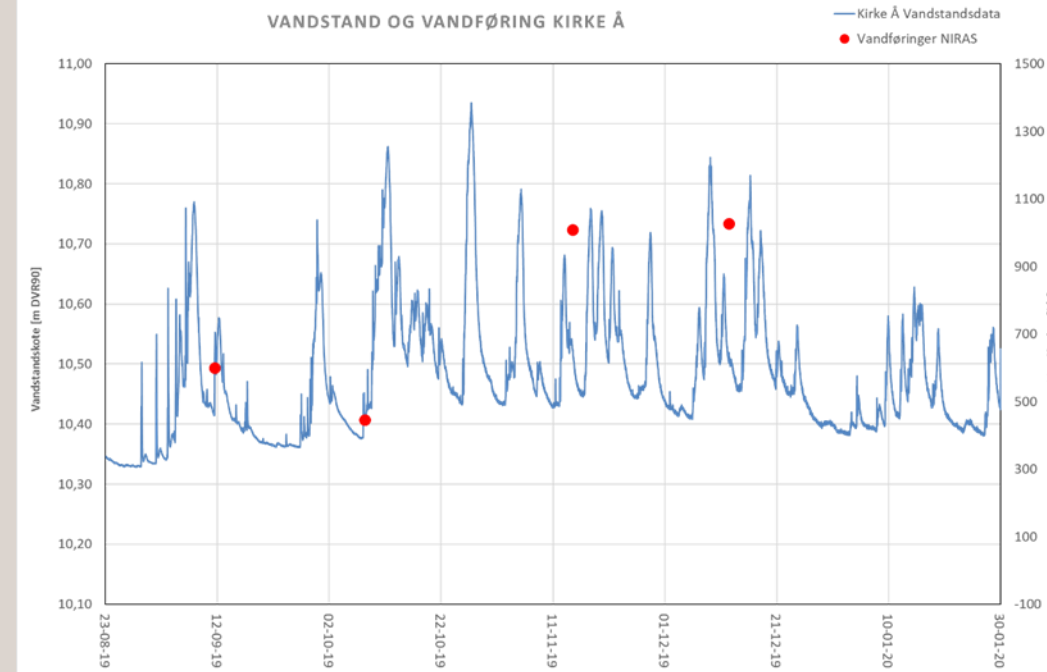
Grab sampling

Dato	11-sep	19-sep	01-okt	08-okt	23-okt	25-okt	31-okt	14-nov	18-nov	25-nov	02-dec	06-dec	12-dec
Grav sample ved st. VA2- prøve a	VA2-1-a	VA2-2-a	VA2-3-a	VA2-4-a	VA2-5-a	VA2-6-a	VA2-7-a	VA2-8-a	VA2-9-a	VA2-10-a	VA2-11-a	VA2-12-a	VA2-13-a
Grav sample ved st. VA2- prøve b	VA2-1-b	VA2-2-b	VA2-3-b	VA2-4-b	VA2-5-b	VA2-6-b	VA2-7-b	VA2-8-b	VA2-9-b	VA2-10-b	VA2-11-b	VA2-12-b	VA2-13-b
Sorbicell opsæt/nedtag													

Resultater

Vandføring og vandstand

- De sidste to målerunder var der **betydeligt mere nedbør** – meget høj vandføring/ vandstand
- Området omkring Kirke Å og den nærliggende bro oversvømmet
- Det ses ligeledes, at den høje vandstand ikke er set i så lang en periode siden før 2016



Resultater

Vinylchlorid-analyser

- Tidligere målinger for vinylchlorid i Kirke Å har vist koncentrationer fra ca. 0,02- 0,051 µg/l (Miljøstyrelsen, 2018)
- Koncentrationen af vinylchlorid i såvel grab samples som Sorbiceller har ligget **på niveau eller under detektionsgrænsen** pga. meget høj vandstand
- Påvist vinylchlorid i 5 ud af de 11 grab samples i Kirke Å op til 0,030 µg/L.
- Ikke påvist indhold af vinylchlorid på Sorbicell over detektionsgrænsen

Resultater for grab samples:

Udtagningsdato	Prøvemærke	Vinylchlorid ug/l
11-09-2019	VA2-1-a	0,023
	VA2-1-b	0,026
	VA2-1-c	0,025
	VA2-1-d	0,024
	VA2-1-e	0,025
	VA2-1-f	0,022
19-09-2019	VA2-2-a	0,030
	VA2-2-b	0,028
01-10-2019	VA2-3-a	-
	VA2-3-b	-
22-10-2019	VA2-5-a	-
	VA2-5-b	-
25-10-2019	VA2-6-a	0,021
	VA2-6-b	-
31-10-2019	VA2-7-a	-
	VA2-7-b	-
18-11-2019	VA2-9-a	-
	VA2-9-b	-
25-11-2019	VA2-10-a	-
	VA2-10-b	0,024
02-12-2019	VA2-11-a	0,023
	VA2-11-b	0,022
06-12-2019	VA2-12-A	-
	VA2-12-B	-
12-12-2019	VA2-13-a	-
	VA2-13-b	-

- : Ikke påvist, dvs. mindre end detektionsgrænsen på 0,02 ug/L

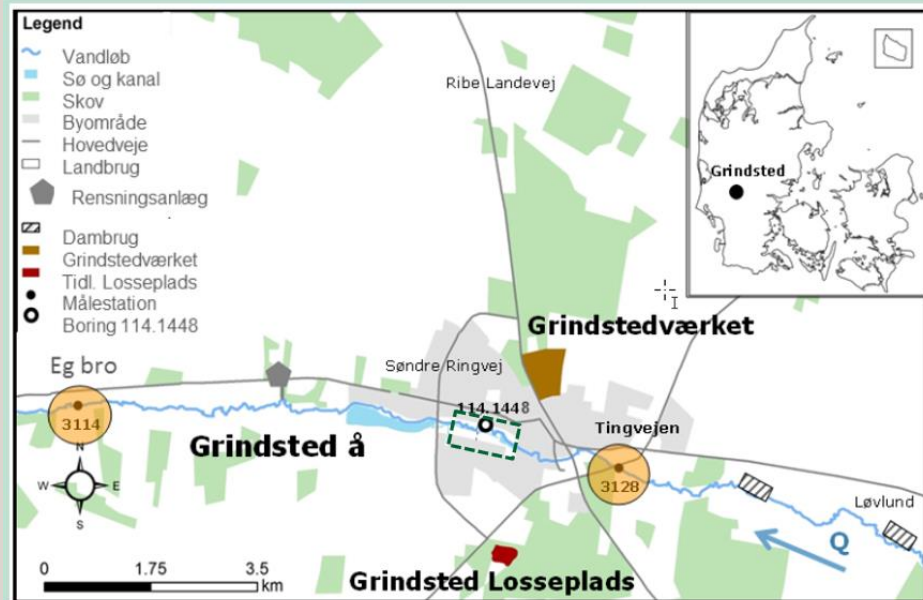
Diskussion

Udfordringer med vinylchlorid og Sorbicell

- Sorbicell kunne ikke detektere de lave koncentrationer af vinylchlorid
- Derfor ingen sammenligning mellem de to prøvetagningsmetoder.
- Dette kan skyldes en varierende kildestyrke og/eller den ekstremt høje vandføring i åen i måleperioden.
- Derfor blev der i januar/februar 2020 gennemført en enkelt måleperiode i Grindsted Å.
- Mellem målingerne i Kirke Å og i Grindsted Å - udviklingsarbejde muliggjort en lavere detektionsgrænse for Sorbisense-metoden.

Case: Grindsted Å i Grindsted

Chlorerede opløsningsmidler fra Grindstedværket

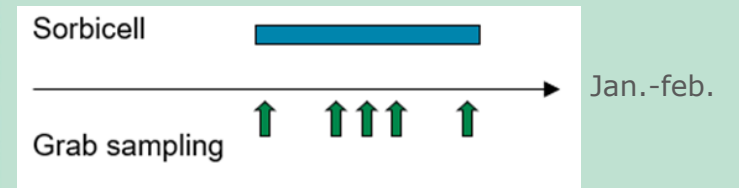
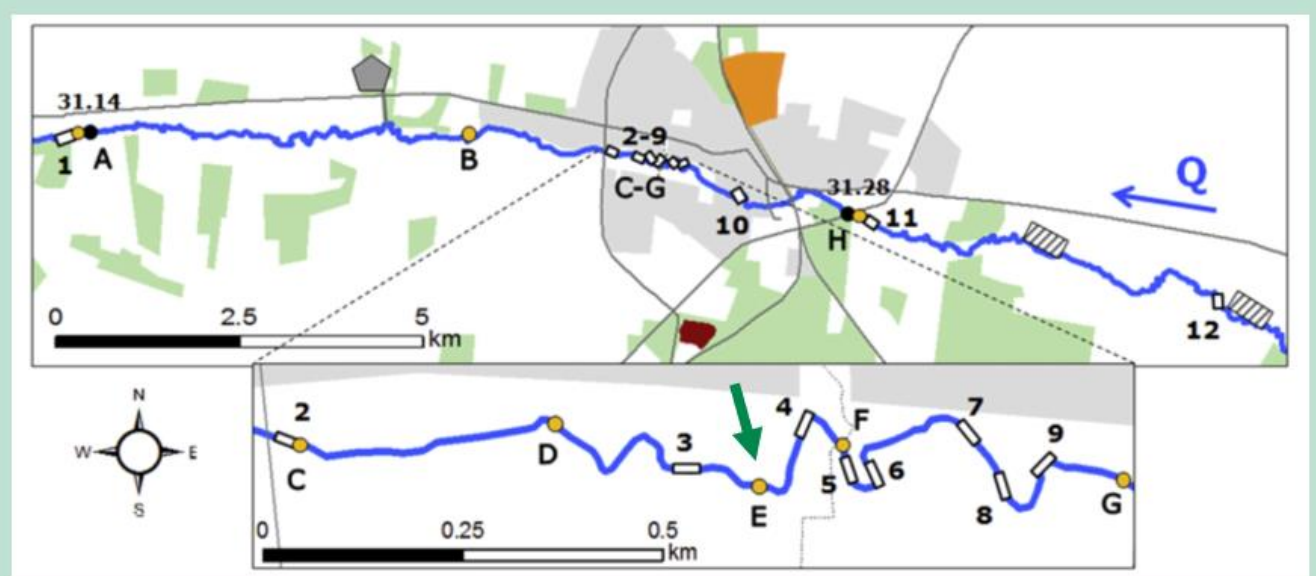


Type 3 vandløb (stort vandløb)

Vandføring: 1.500-4.100 l/s

Bredde: 8-12 m

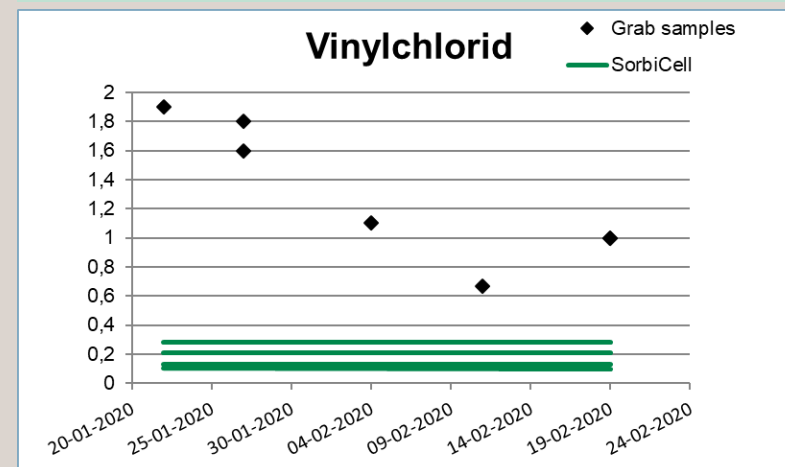
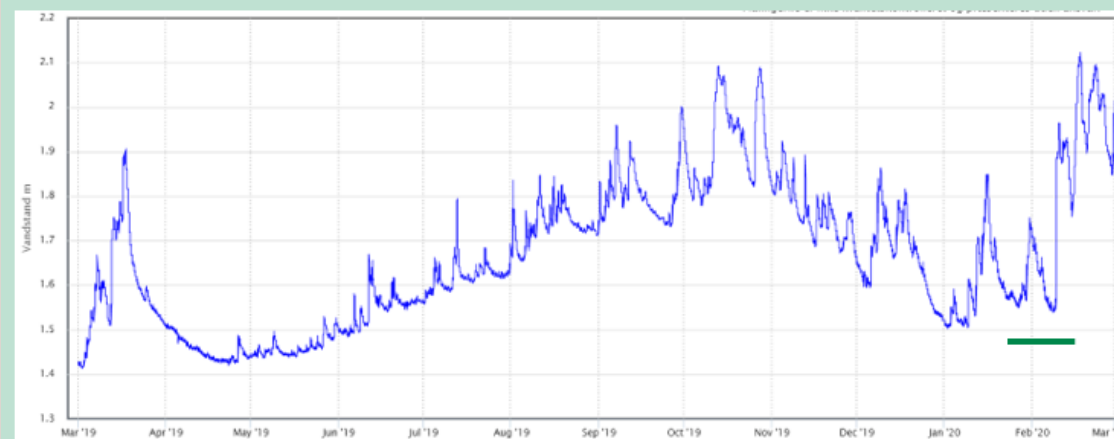
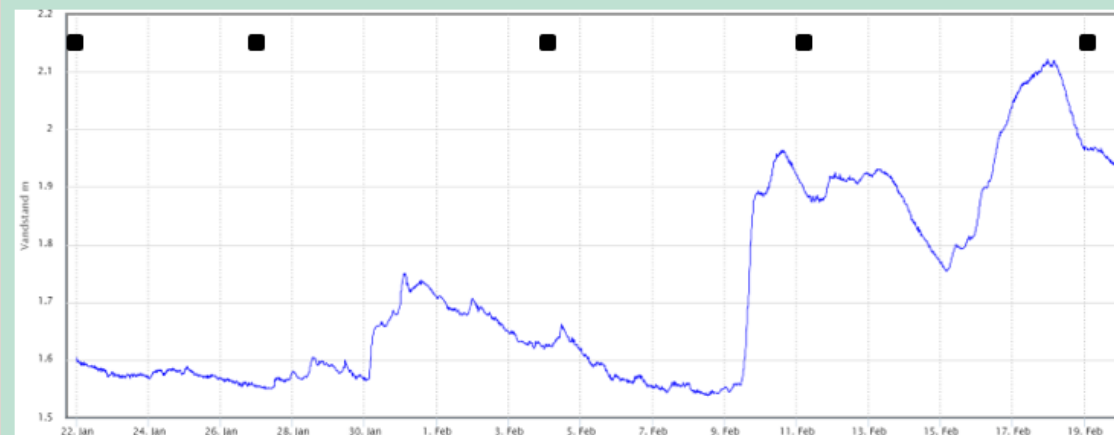
Dybde: 0,5 m



Resultater

Vandstand og vinylchlorid-analyser

- Hvis man sammenligner måleperioden (øverste graf) med hele perioden fra marts 2019 til marts 2020 (nederste graf), synes måleperioden at være repræsentativ for vandløbet med både lav og høj vandstand. (vandføring ikke målt!)
- **Dag-til-dag** variationen i forureningsindholdet mellem grab samples indsamlet inden for en måned viste sig at være **op til 95 %** (største koncentration kontra laveste koncentration) med et gennemsnit på 36 %.
- Sorbicell underestimerer (sammenlignet med grab samples) koncentrationen af vinylchlorid
 - Årsag sandsynligvis - ringere affinitet af vinylchlorid til adsorbenten i Sorbicell



Konklusion

Del 1 af 2

- **Laboratorietest samt feltmåling** har dokumenteret, at den opsamlede vandprøve med Sorbiceller repræsenterer hele måleperioden, og at flowet gennem cellen afhænger af vandtrykket over cellen.
- Datamaterialets mere end **600 enkeltresultater** viser en **klar lineær sammenhæng** mellem PFAS koncentrationer målt ved Sorbicell og målt som middelværdi af grab samples over en periode på 1 måned.
- Forsøgene viser, at hvis der **kun udtages én grab sample**, der skal repræsentere forureningsindholdet i hhv. Hessellund Bæk/Grindsted Å, vil resultatet kunne variere med hhv. **64 % og 95 %**, afhængigt af tidspunktet.
- Endnu **større variationer kan forventes**, hvis der prøvetages i zoner uden fuldstændig opblanding eller i situationer med svingende kildestyrke.

Konklusion

Del 2 af 2

- Sorbicell – **udfordringer med enkelte stoffer**, vinylchlorid og enkelte PFAS-forbindelser – test af genfinding på Sorbicell inden brug.
- **OBS på tilstopning** af Sorbicell pga. okker, sediment og løvfald
- Samlet set vurderes det, at Sorbicell-metoden kan inddrages som et **alternativ til de traditionelle grab samples**. Teknologien er meget relevant, hvis formålet med en undersøgelse er, at de udtagne vandprøver skal afspejle en **gennemsnitsværdi for en længere periode**.
- De **økonomiske analyser** (felttid-, transport- og analyseomkostninger) har vist, at Sorbicell-metoden kan betyde en **besparelse på de samlede omkostninger på ca. 30-60%**.
- Metoden giver mulighed for at kunne udarbejde en **robust risikovurdering** til fordel for vandmiljøet, uden at belaste økonomien i undersøgelserne negativt.

Perspektivering

- Sorbicell kan også anvendes i søer, fjorde og i havet samt spildevandsudledninger til recipienter
- På toppen af Sorbicellen kan samles sediment og udfældes okker - nyt design af selve Sorbicell-montagen, hvor der ikke på samme vis kan afsættes partikler.
- Montagen WW50 - ensartet flow gennem Sorbicell i hele perioden - montere Sorbicell i bestemt dybde med bøjle, f.eks. 10 cm under vandoverfladen – forureningen ikke over- eller underrepræsenteres
- Med det øgede fokus, der er på undersøgelse af overfladevand af regionerne, vurderes Sorbicell-metoden at kunne anvendes.
- Der kan med fordel udføres **livcyklusvurdering** for metoderne, herunder med et fremtidigt fokus på genanvendelse, bæredygtighed og anvendelse af færre ressourcer.



En analyse repræsenterer kun det vand, der analyseres!

Tak for opmærksomheden 😊

Spørgsmål?

