
Ethylurethan – håndtering af et nyt stof, grænsekriterier, vidensgrundlag og værktøjer

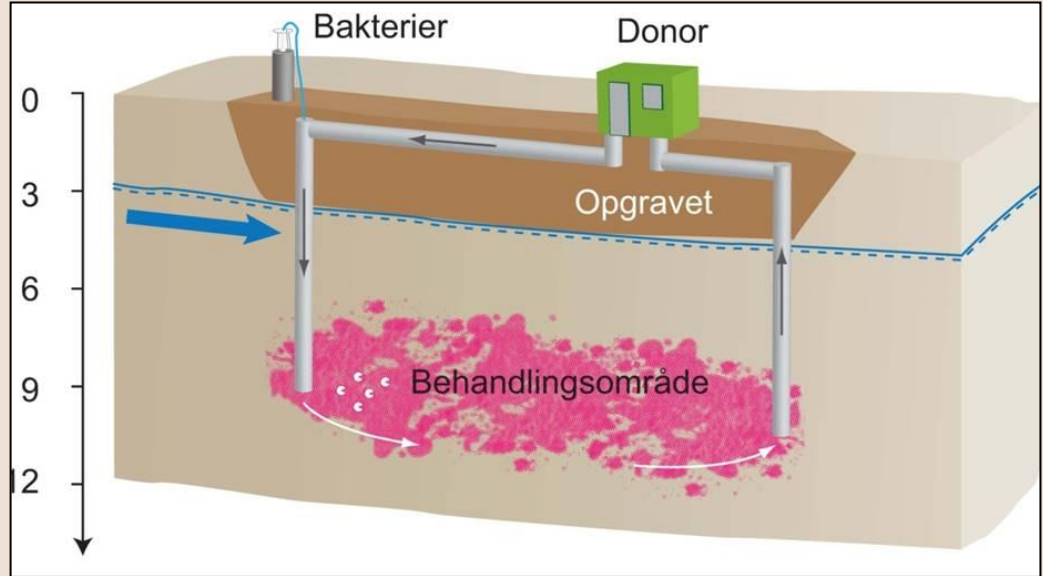
COWI: **Bastian Germundsson** (bage@cowi.com), Torben Højbjerg Jørgensen & Flemming Dahl
Region Syddanmark: Jette Balslev Sørensen & Klaus Bundgaard Mortensen
Højvang Laboratorier A/S: Gitte Gadegaard Rasmussen & Andreas Friis Petersen
Geosyntec, USA: Leah MacKinnon & Felipe Solano

Tak til

- Region Syddanmark:
Jette Balslev Sørensen & Klaus
Bundgaard Mortensen
- Højvang Laboratorier A/S:
Gitte Gadegaard Rasmussen & Andreas
Friis Petersen
- Geosyntec Consultants
Leah MacKinnon & Felipe Solano



Problemstilling



Problemstilling

Kapitel 5

Drikkevandbekendtgørelsen

Krav til drikkevandskvaliteten

- § 15. En vandforsyning, som leverer drikkevand omfattet af kravene til drikkevandskvaliteten efter denne bekendtgørelse skal sikre, at drikkevandet er **sundt og rent**. Drikkevandet anses for sundt og rent, hvis det,
- 1) er frit for mikroorganismer og parasitter og for ethvert stof, der i mængder eller koncentrationer, udgør en potentiel fare **for menneskers sundhed**, og
 - 2) overholder de krav til drikkevandskvaliteten, som er fastsat i denne bekendtgørelse.



Problemstilling

- Vores ypperste formål:
Opfyldelse af de accepterede kvalitetskriterier

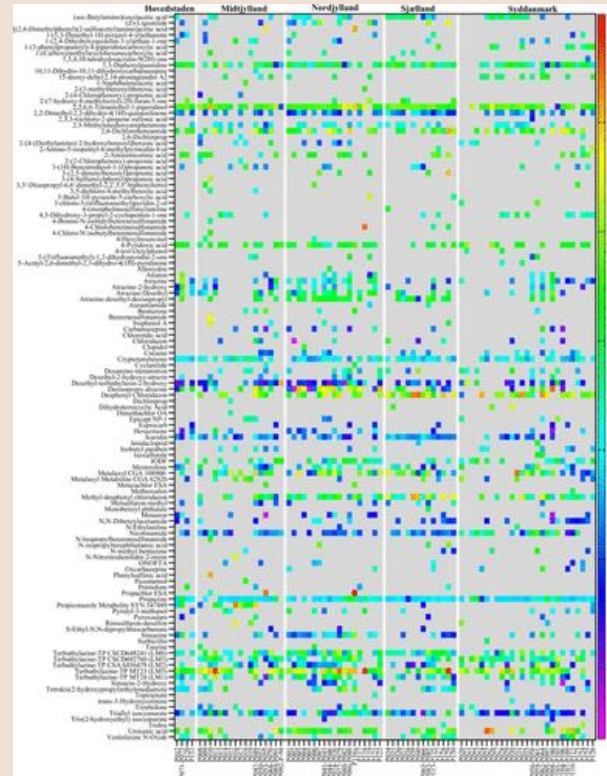
Stofnavn	CAS-nr.	Jord-kvalitets-kriterium		Afskrivnings-kriterium		Grundvands-kvalitets-kriterium		Afdampnings-kriterium	
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/liter	µg/liter	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Acetone	67-64-1	-	-	-	-	10	0.4	-	-
Acrylonitril	107-127-8	0.1	-	-	-	0.1	0,00004	-	-
Ådam	309-00-2	-	-	-	-	0.03	-	-	-
Alkoholbenzen	-	-	-	-	-	1	0,03	-	-
Azinon, organisk	-	80	800	800	2	-	-	-	-
Arsen, organisk	-	20	20	20	8	-	-	-	-
Barium, organisk	-	100	-	-	-	-	-	-	-
Benzon	71-43-2	1.5	-	-	1	-	0,00013	-	-
Benotriazol (= tolyltriazol)	93-14-7	30	-	-	-	-	-	-	-
Bly, organisk	-	40	400	1	-	-	-	-	-
Bor	-	-	-	-	300	-	-	-	-
Butylnatet (n=10)	123-86-4	-	-	-	-	10	0.1	-	-
Cadmium	110-19-0	0.5	5	5	0.5	-	-	-	-
Captafol	2422-06-1	10	-	-	-	0.1	-	-	-
Chlorofluorcarboner	-	-	-	-	-	15.000	570	-	-
CFC-11	75-69-4	-	-	-	-	10.000	14	-	-
CFC-12	75-74-8	-	-	-	-	-	109	-	-
CFC-113	75-13-1	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorforbindelser, flygtige, organiske -kælstoffer ¹	-	-	-	-	-	1	-	-	-
-sum	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Chloroform	67-66-3	20	-	-	-	-	0,02	-	-

→
Vejen uden kvalitetskriterier
Hvem skal lappe hullerne?



Problemstilling

- 12.000 forskellige PFAS'er
- >1.000 forskellige pesticider
- Medicinstoffer
- **Med meget, meget mere** →
- Kvalitetskriterier for < 100 forskellige stoffer...



<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsestwater.3c00403>

Martin Hansen, et al. 2023

Kærgård Klitplantage – 1956 til 1973



Forureningen

Så meget er der dumpet i Kærgård

Ved en typisk forurening fra tidligere tøjrenseri fjerner regionen typisk omkring 100 kg klorerede opløsningsmidler. I Kærgård Klitplantage er der til sammenligning deponeret 215.000 kg.



Kviksølv



Cyanid



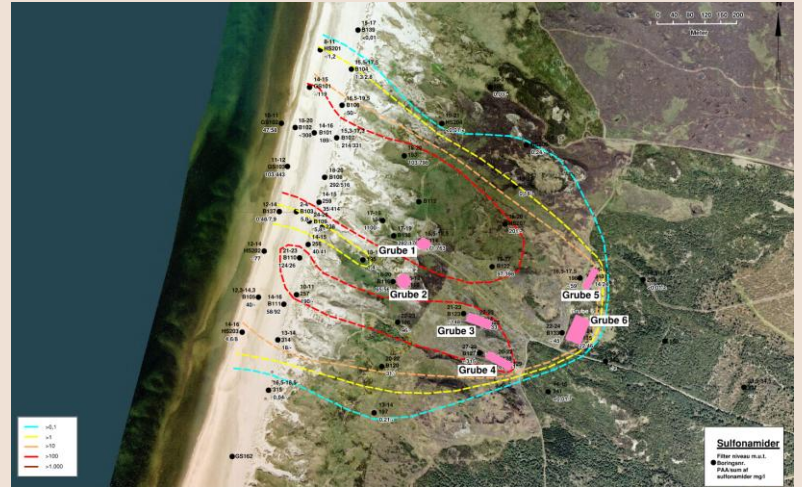
Sulfonamider



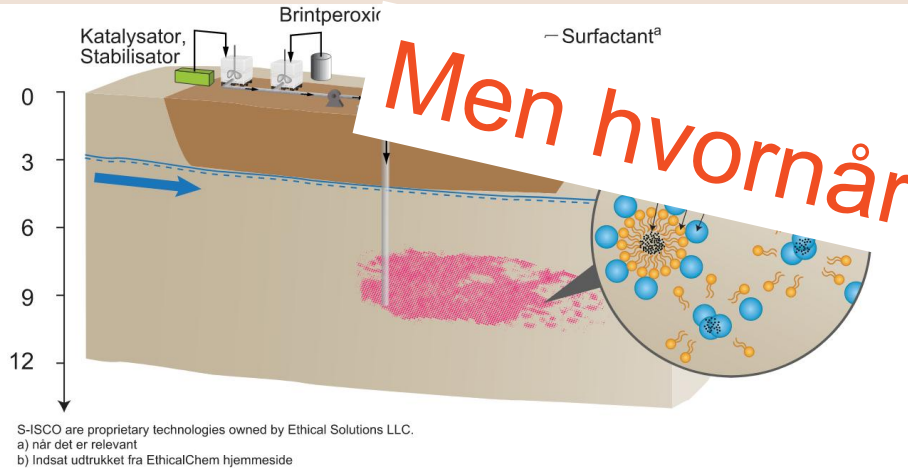
Klorerede
opløsningsmidler



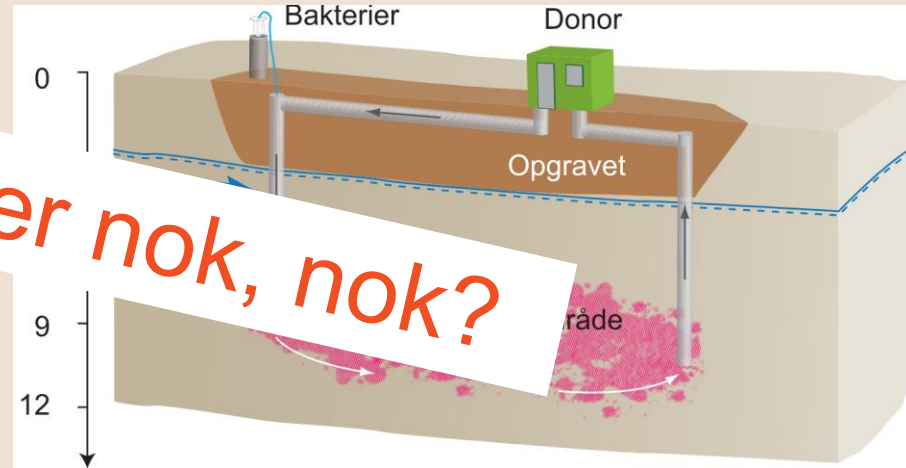
Toluen



Metoden, kemisk oxidation og biologi



Trin 2: Kemisk oxidation



Trin 3: Biologisk metode

Målet

- Hvad: Fjern risikoen for ophold i klitterne/stranden, ophæv badeforbuddet i Vesterhavet og reducer risikoen overfor havmiljøet
- Hvordan: kildeoprensning i grube 1-4



Udarbejdelse af kvalitetskriterier

- Der er aktuelt ingen officielle retningslinjer for udarbejdelse af kvalitetskriterier for badevand for miljø- eller sundhedsfarlige kemiske stoffer.
- DHIs tilgang, uden indånding, badning 365 dage om året

TDI: Dagligt tolerabelt indtag

Wkrop: kropsvægt

Scenarie	Model
1. Ophold på stranden: Et barn opholder sig på stranden. Eksponering af hud med vand svarende til fødder og hænder. Eksponering for sand svarende til oralt indtag dagligt gennemsnit 0,1 g sand/d. Hudoverflade: to børnefødder og to børnehænder, ca. 1500 cm ² .	$KK = (TDI * \text{allokeringsfaktor} * W_{\text{krop}}) / (A_{\text{hud}} * t * kp)$ $= (TDI * \text{allokeringsfaktor} * 13 \text{ kg}) / (1500 \text{ cm}^2 * 2 \text{ timer} * kp)$
2. Leg og badning i strandrender/strandsøer: Et barn leger på stranden ca. 4 timer om dagen. Eksponering for sand svarende til oralt dagligt gennemsnit 0,1 g/d. Hudoverflade svarende til halv børnekrop, ca. 2700 cm ² eksponeret.	$KK = (TDI * \text{allokeringsfaktor} * W_{\text{krop}}) / (A_{\text{hud}} * t * kp)$ $= (TDI * \text{allokeringsfaktor} * 13 \text{ kg}) / (2700 \text{ cm}^2 * 4 \text{ timer} * kp)$
3. Badning i havet. Et barn svømmer ca. 2 timer om dagen. Der sluges 50 ml badevand per time, og hele kroppen, 5300 cm ² er eksponeret i de 2 timer.	$KK = (TDI * \text{allokeringsfaktor} * W_{\text{krop}}) / ((5300 \text{ cm}^2 * 2 \text{ timer} * kp) + 100 \text{ ml})$

Udarbejdelse af kvalitetskriterier

- Badning hver dag / en uge om året / andet?
- Dialog med Miljøstyrelsen
- Badevandskriterie for ethylurethan: **5 ng/l**

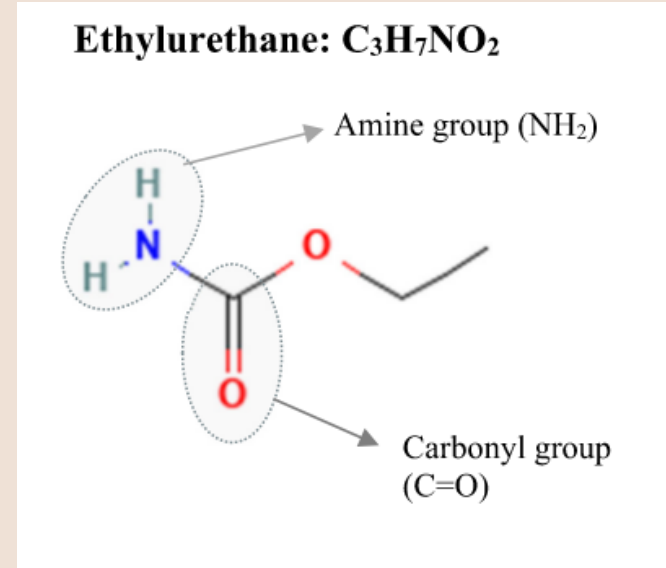
Stof/Stofgruppe	Forslag til Sundhedskvalitetskriterier µg/l						Registens	Drikkevand
	Scenarie 1 (strand)	*45 Jf. WHO for tempereret vand	Scenarie 2 (strandsøer)	*45 Jf. WHO for tempereret vand	Scenarie 3 (hav)	*45 Jf. WHO for tempereret vand		
Barbiturater (sum)	400,00	18.000,00	200,00	9.000,00	50,00	2.250,00		
Sulfonamider (sum)	466.000,00	20.970.000,00	259.000,00	11.655.000,00	7.600,00	342.000,00	16	
Meprobamat	588.000,00	26.460.000,00	310.000,00	13.950.000,00	8.800,00	396.000,00		
Sulfanilsyre + acetylsulfanilsyre	90.000,00	4.050.000,00	90.000,00	4.050.000,00	32.500,00	1.462.500,00		
Anilin	100,00	4.500,00	30,00	1.350,00	5,00	225,00		
Ethylurethan	0,4000	18,0000	0,1000	4,5000	0,0050	0,2250		
Vinylchlorid								
med indånding - 1 m/s	0,5800	26,1000	0,0250	1,1250	0,0070	0,3150		0,3
med indånding - 8 m/s	0,2140	9,6300	0,0820	3,6900	0,0780	3,5100		
Uden indånding	0,7000	31,5000	0,2000	9,0000	0,0890	4,0050		
cis-DCE								
med indånding - 1 m/s	2.000,00	90.000,00	700,00	31.500,00	200,00	9.000,00		1
med indånding - 8 m/s	6.000,00	270.000,00	2.600,00	117.000,00	3.610,00	162.450,00		
Uden indånding	33.000,00	1.485.000,00	9.100,00	409.500,00	4.700,00	211.500,00		
Benzen								
med indånding - 1 m/s	20,00	900,00	7,00	315,00	2,00	90,00		1
med indånding - 8 m/s	20,00	900,00	8,00	360,00	20,00	900,00		
Uden indånding	100,00	4.500,00	40,00	1.800,00	20,00	900,00		

Ethylurethan – den syddanske udviklingspulje



Ethylurethan

- Anvendt på det tidligere Grindstedværket
 - Opløsnings- og opblandingsmiddel
- Kendt i litteraturen fra fødevarerektoren
 - Allokeringfaktor på 10 %
- Lav TDI
 - Forventet kræftfremkaldende
- Grindsted gl. losseplads: 39.000 µg/l
- Kærgård Klitplantage: 6.700 µg/l



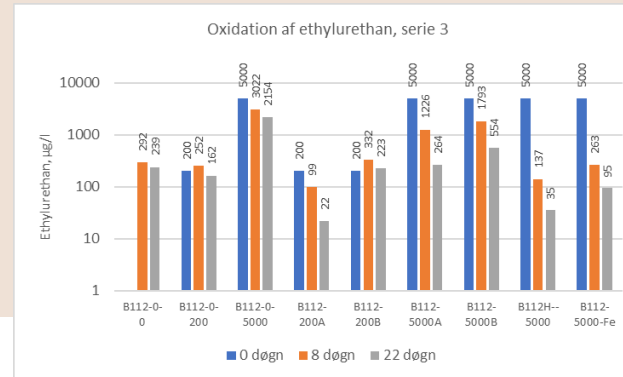
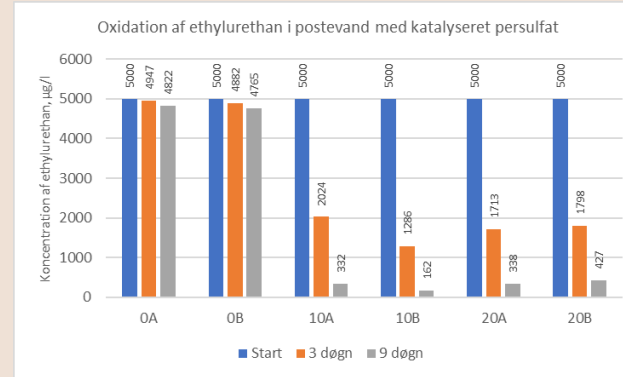
Ethylurethan - Litteraturstudie

- Formål: at undersøge, om der i litteraturen findes belæg for, at ethylurethan kan nedbrydes, naturligt eller in-situ (Kærgård metoder).
 - Generelt meget dårligt beskrevet i litteraturen
 - Stærkt polært, lav K_{ow} og K_{oc} → tilgængelig for vandige opløsninger, f.eks. kemisk oxidation
 - Kan nedbrydes ved AOP
 - Potentielt bionedbrydeligt ved lave koncentrationer, men ikke ved høje koncentrationer



Ethylurethan – Lab. forsøg nedbrydning

- Formål: at undersøge, hvorvidt afværgemetoderne anvendt i Kærgård Klitplantage kan nedbryde ethylurethan.
- Teknologiuudvikling i 2012
- 3 forsøgsopstillinger
 - Postevand ✓ → 97 % fjernelse
 - Kærgård 1 ÷ → høj alkalinitet
 - Kærgård 2 ✓ → 99 % fjernelse



Ethylurethan – Lab. forsøg detektionsgrænse

- Formål: at undersøge muligheden for at opnå en lavere detektionsgrænse ved forskellige metodeoptimeringer
- Højvang Laboratorier 0,1 µg/l → 0,05 µg/l (50 ng/l)
- 2 metoder:
 - GC/MS
 - LC/MS/MS

	KP-BV-5	111.194-1	111.259-3	111.338-4	111.343-1
Højvang	0,09	4.696	38	2,46	208
Laboratorier	30-05-2024	30-05-2024	30-05-2024	30-05-2024	30-05-2024
Ethylurethan [µg/l]					
DL: 0,05 µg/l					
ALS Danmark	<0,1	5.700	10	<0,1	170
Ethylurethan [µg/l]	06-05-2024	14-09-2022	29-04-2021	14-09-2022	27-04-2021
DL: 0,1 µg/l					

Hvad nu?

- Perspektivet fra Kærgård Klitplantage
 - Afventer endelige kriterier fra MST/STPS
- DK jord og grundvand perspektiv
 - Hvem skal lappe hullerne i vejen?

Vil du høre mere om Kærgård Klitplantage og anvendelsen af kriterierne → Torben Højbjerg, onsdag 14:25, spor 1
Undersøgelse af den komplekse interaktion mellem grundvand og Vesterhavet, nyt undersøgelseskoncept



Tak fordi i lyttede

Og god konference! 😊