

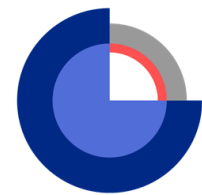
De danske grundvandsforekomsters kemiske tilstand for sporstoffer og salte Metode og vurdering

*Faglig referencegruppemøde for kemisk tilstandsvurdering
af grundvandsforekomster*

8. juni 2021

Chefkonsulent, Lærke Thorling, GEUS

Mette Hilleke Mortensen, Vibeke Ernsten og Denitza Voutchkova



GEUS

Udvalgte stoffer

Alle naturligt forekommende

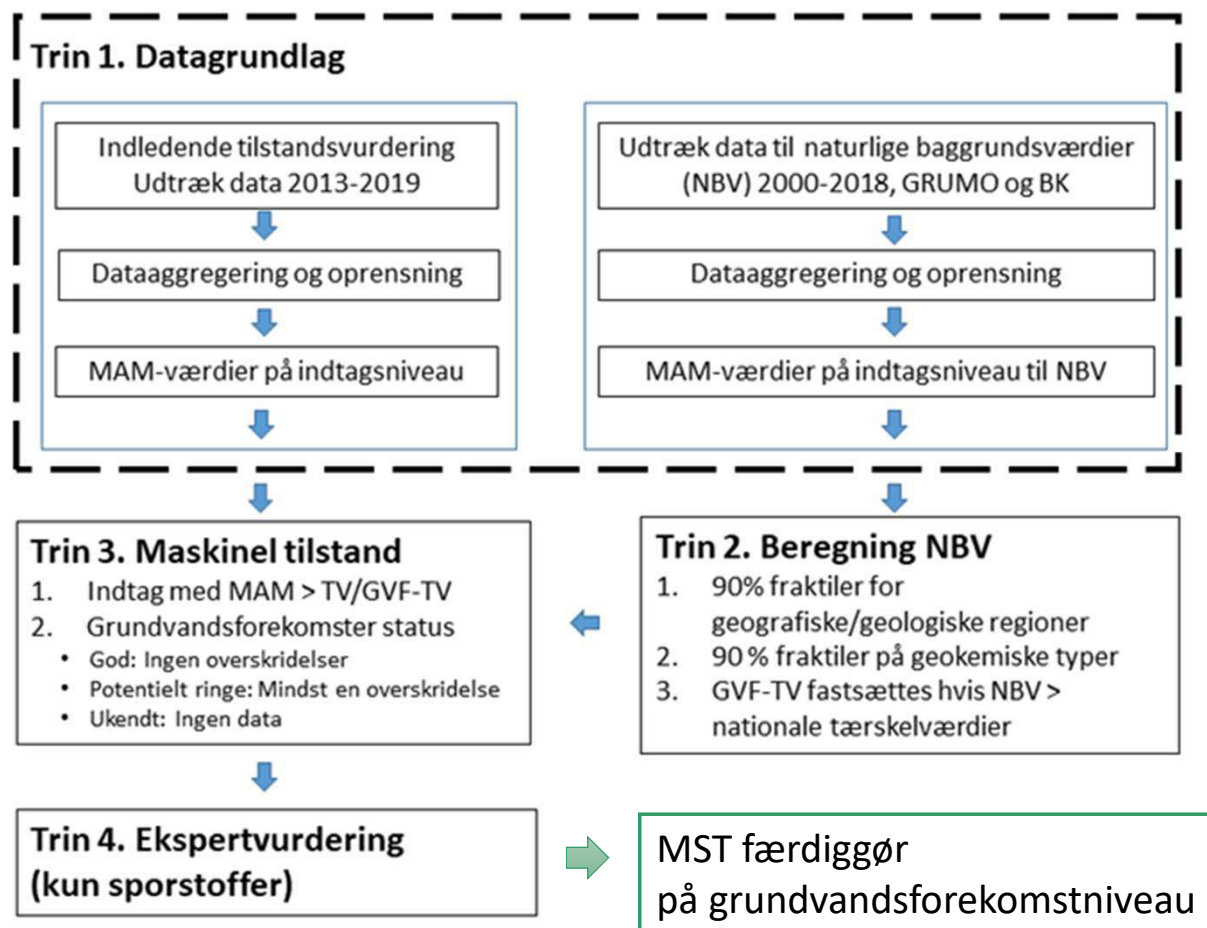
Sporstoffer	Tærskelværdi [$\mu\text{g/l}$]				
	Aluminium	<u>Arsen</u>	<u>Bly</u>	<u>Cadmium</u>	Krom
	100	5	1	0,5	25
	Kobber	<u>Kviksølv</u>	Nikkel	Zink	
	100	0,1	10	100	
Øvrige Stoffer, salte projektet	Tærskelværdi [mg/l]				
	<u>Klorid</u>				
	250				
	Ingen tærskelværdi				
	<u>Sulfat</u>	<u>Fosfor</u>	<u>Nitrit</u>	<u>Ledningsevne</u>	<u>Ammonium</u> (MST)

Stoffer nævnt i Grundvandsdirektivet som obligatoriske markeret med **fed.**



GEUS

Procedure for tilstandsvurdering



Konceptuelle modeller

- Konceptuel forståelsesmodel bruges om opsummering og sammenstilling af den eksisterende viden om forureningskilderne, stofgrupperne og de fysiske-kemiske karakteristika af undergrunden.
- Den konceptuelle forståelsesmodel inkluderer viden om de enkelte stoffers naturlige forekomst i grundvandsforekomsterne samt de væsentligste parametre, der har indvirkning på stoffernes koncentration og opløselighed i grundvand.
- Den konceptuelle forståelsesmodel ligger til grund for den maskinelle vurdering af grundvandsforekomstens tilstand og den indtagsspecifikke ekspertvurdering.
- Den konkrete konceptuelle model, den model, der kan opstilles for den enkelte grundvandsforekomst (pesticider) eller udvalgte indtag (sporstoffer).



GEUS

Den konceptuelle forståelsesmodel

- Alle stofferne er naturligt forekommende.
- Datasættene GRUMO og BK er overvejende præget af naturlige indhold.
- Der kan beregnes naturlige baggrundsværdier til at skelne mellem naturlige stofindhold og mulige forureninger.
- Magasinbjergarten spiller en stor rolle for mulige kildebjergarter.
- Der er stofspecifikke egenskaber for opløselighed uanset kildebjergart.
 - Forskellige oxidationstrin fx As (III) og As (V) har forskellig opløselighed.
 - Opløseligheden er som ofte pH afhængig med dekader til forskel.
 - Adsorption til jernoxider afhænger af magasinets redoxforhold.
 - Mulig binding til organisk stof.



GEUS

Naturlige baggrundsværdier, NBV

- Hvorfor ? Hvis det naturlige indhold $>$ Tærskelværdier.
 - upåvirket grundvand giver ikke ringe tilstand.
- Metode i forlængelse af Vandplan 2 (2015-2021).
- Anvendes til fastlæggelse af forekomstspecifikke tærskelværdier.
- NBV beregnes som 90 % fraktil af data fra upåvirket grundvand.
- De naturlige værdier har en spredning, der afhænger af, hvor snæver en population man ser på.

- NBV underopdeles efter geografi, geologi, redox og pH og NOVC.



GEUS

Sporstoffers opløselighed

Konceptuelle model som udgangspunkt

Sporstof	Lerminerale	Organisk stof	Fe- og Mn - oxid/hydroxid	pH	Redox
Aluminium (Al)				X	
Arsen (As)	X	X	X		X
Bly (Pb)	X	X	X		
Cadmium (Cd)	X	X		X	
Kobber (Cu)		X	X	X	X
Krom (Cr)	X		X		
Kviksølv (Hg)		X			
Nikkel (Ni)	X	X	X	X	X
Zink (Zn)	X	X	X	X	

Denne konceptuelle forståelse testes for alle sporstoffer for at finde operationelle kriterier



GEUS

Klassificering for grundvandsspecifikke tærskelværdier

Parameter	Klassificeringer
Geografi	Jylland, Fyn, Sjælland, Bornholm, mindre øer i samme pulje.
Geologi GVF	Prækvartært sand, kvartært sand, kalkbjergarter, alle lag på Bornholm.
NVOC	$3 \text{ mg/l} \leq \text{NOVC} < 3\text{mg/l}$
pH	$6 \leq \text{pH} < 6$
Nitrat (redox)	$2 \text{ mg/l} \leq \text{NO}_3 < 2\text{mg/l}$

Sporstof	NOVC	pH	Redox (NO ₃)
Aluminium (Al)		X	
Arsen (As)		X	X
Bly (Pb)			X
Cadmium (Cd)		X	X
Kobber (Cu)		X	X
Krom _{total} (Cr)			X
Kviksølv (Hg)	X		
Nikkel (Ni)		X	X
Zink (Zn)		X	X



GEUS

GEUS

Klassifikationer til NBV

Geologisk

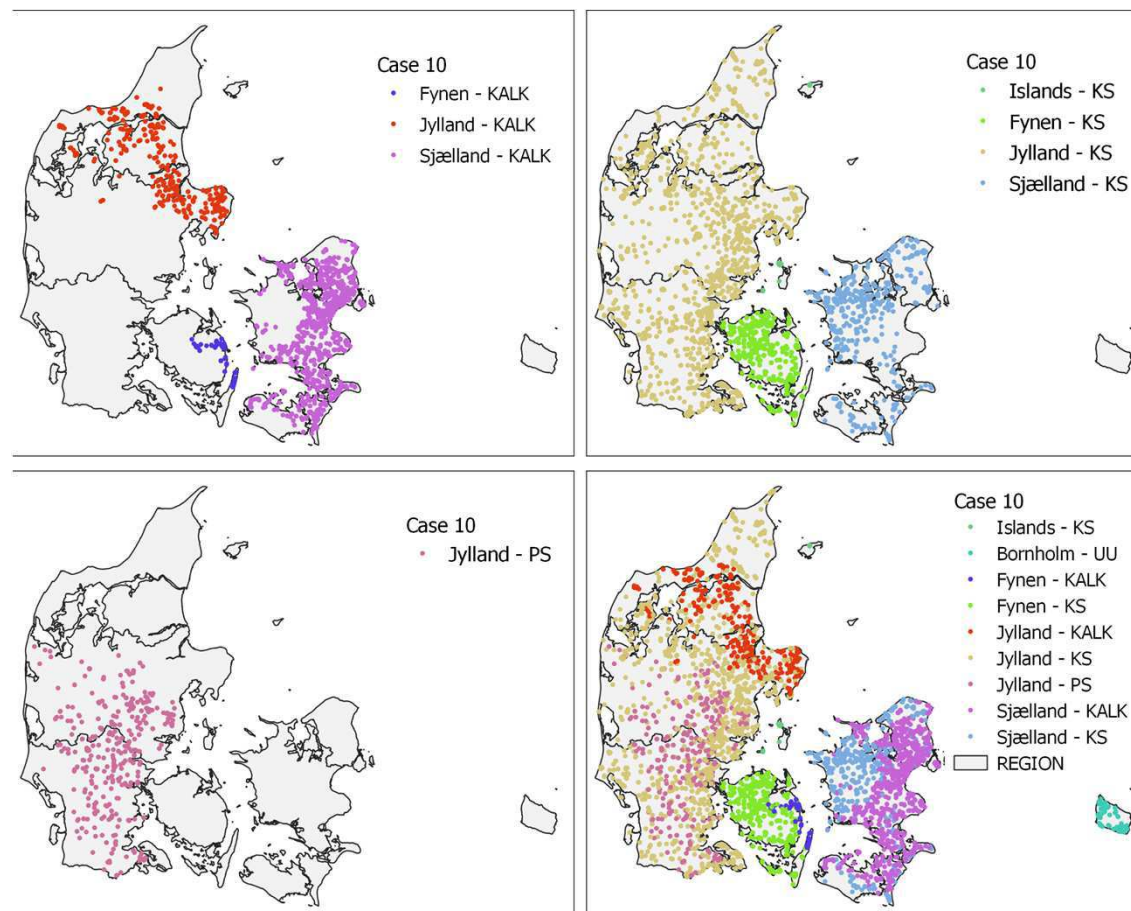
1. Kalk
2. Kvartært sand
3. Prækvartært sand
4. Bornholm

Geografi (modelområder)

1. Jylland
2. Fyn
3. Sjælland
4. Bornholm

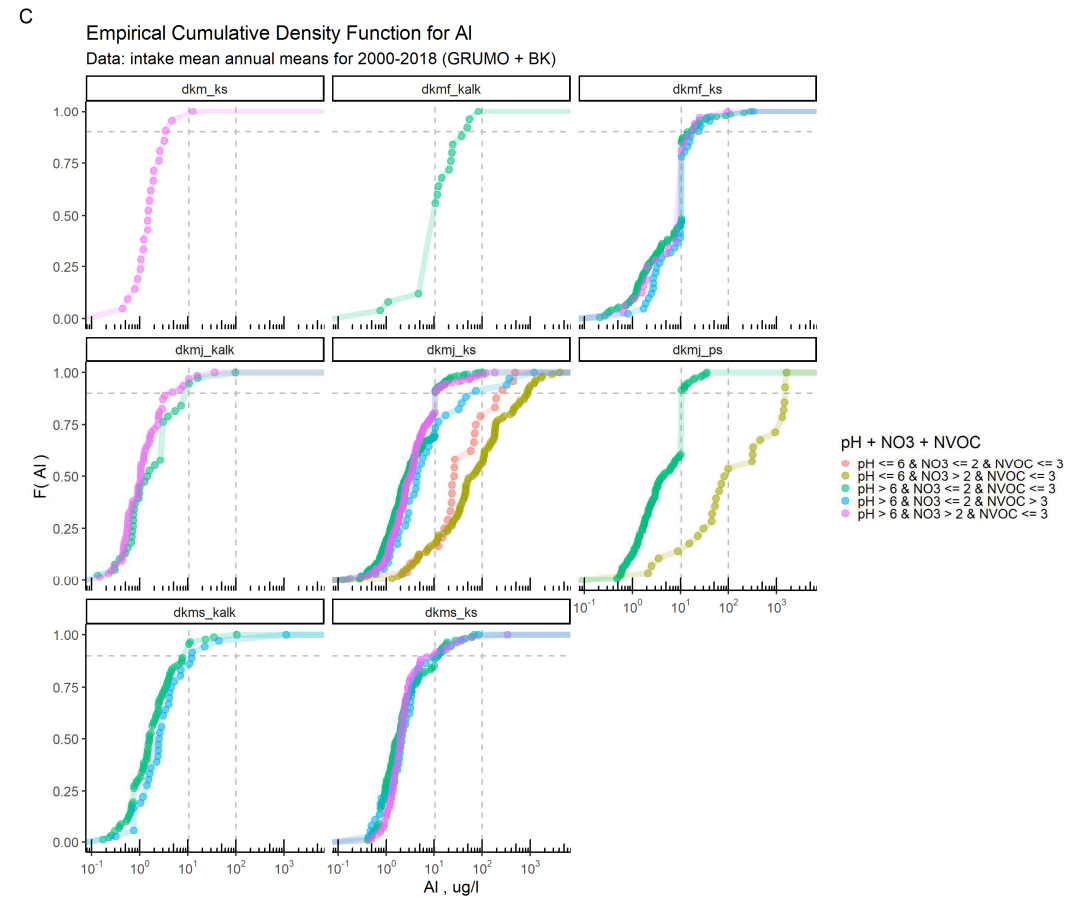
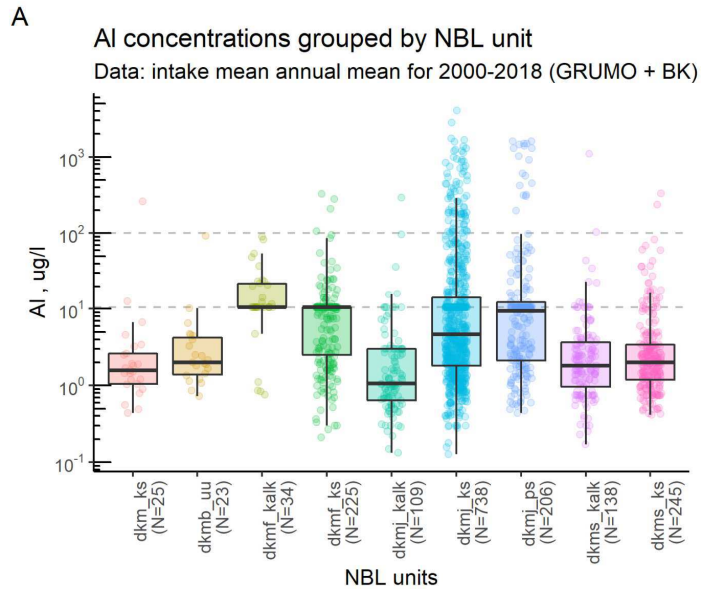
Geokemi

1. pH type: $6 \leq \text{pH} < 6$
2. Redox type: $2 \text{ mg/l} \leq \text{NO}_3 < 2 \text{ mg/l}$
3. NVOC type: $3 \text{ mg/l} \leq \text{NVOC} < 3 \text{ mg/l}$



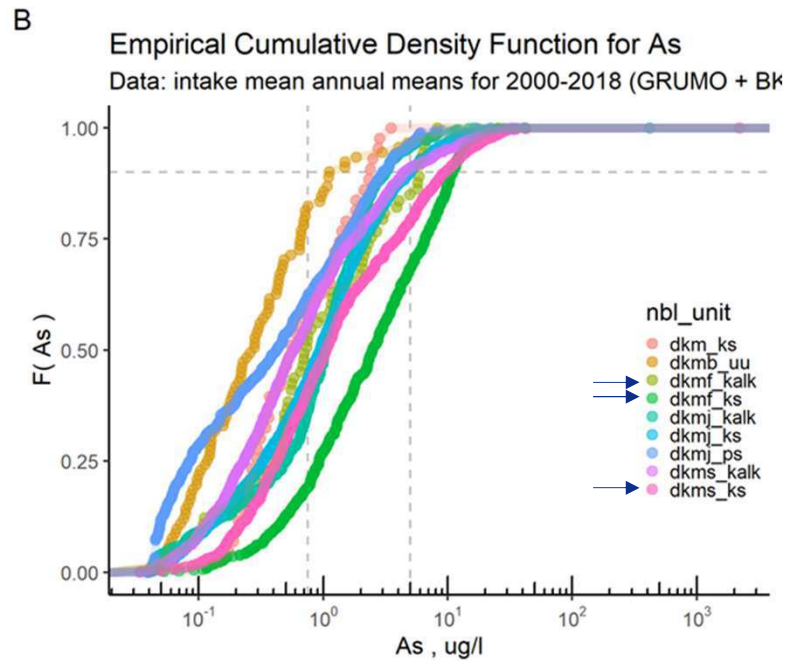
Fordelingskurver for Aluminium

Opdeling efter geografi/geologi og geokemi



Note: C shows only aquifer types with 20 or more intakes

Udkast til forekomstspezifiske tærskelværdier

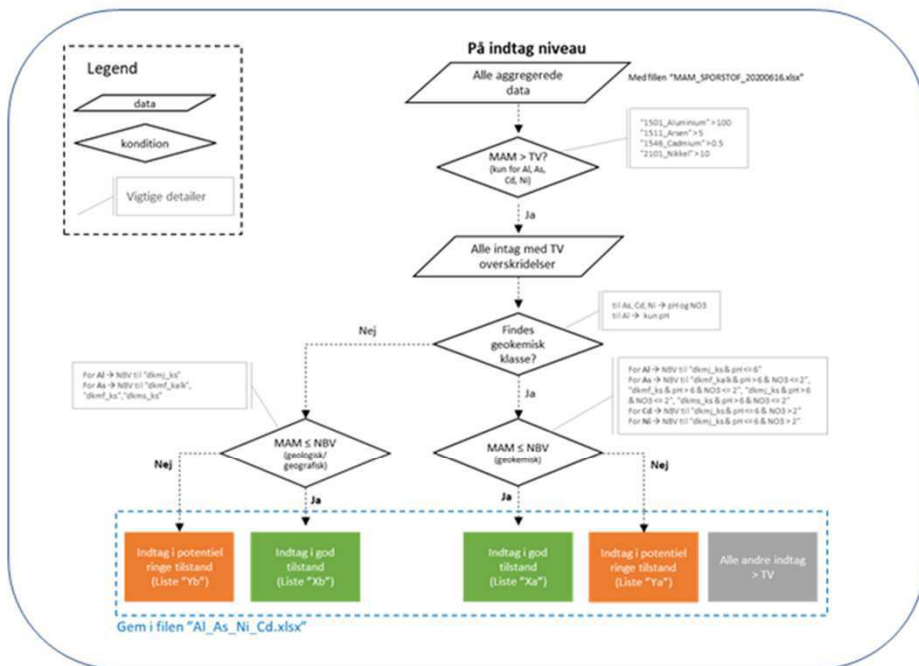


Der blev ikke fundet en naturlig baggrundsværdi for klorid over 250 mg/l (=Tærskelværdien).

Tærskelværdier og udkast til forekomstspezifiske tærskelværdier for sporstoffer. De forekomstspezifiske tærskelværdier er opdelt i henholdsvis geografi-geologi og geografi-geologi-geokemi. Bemærk, der er kun fastlagt forekomstspezifiske tærskelværdier, hvis disse kan baseres på data fra mindst 20 indtag.

Uorganisk sporstof	Tærskelværdi (µg/L)	Udkast til forekomstspezifisk tærskelværdi (µg/L)	
		Geografi & geologi	Geografi, geologi & geokemi
Aluminium (Al)	100		
dkmj_ks		150	
dkmj_ks & pH ≤ 6			1000
Arsen (As)	5		
dkmf_kalk		7,5	
dkmf_ks		15	
dkmj_ks			
dkms_ks		10	
dkmf_kalk pH > 6 & NO ₃ ≤ 2			7,5
dkmf_ks pH > 6 & NO ₃ ≤ 2			15
dkmj_ks pH > 6 & NO ₃ ≤ 2			7,5
dkms_ks pH > 6 & NO ₃ ≤ 2			15
Bly (Pb)	1		
Cadmium (Cd)	0,5		
dkmj_ks pH ≤ 6 & NO ₃ > 2			0,75
Krom	25		
Kobber	100		
Kviksølv (Hg)	0,1		
Nikkel (Ni)	10		
dkmj_ks pH ≤ 6 & NO ₃ > 2			30
Zink (Zn)	100		

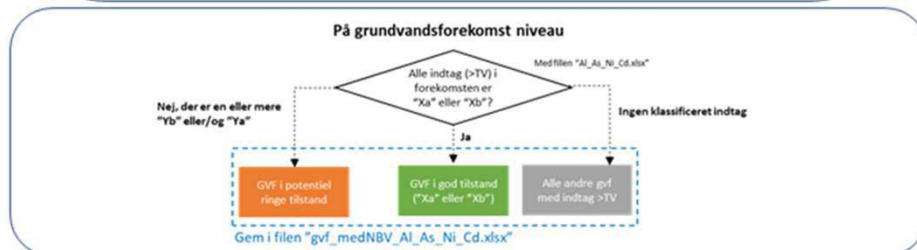
Principper for den maskinelle tilstandsvurdering.



Trin 0. Grundvandsforekomster med data.

Trin 1. Det vurderes om indtag bidrager til god eller potentiel ringe tilstande.

Trin 2. Det vurderes om GVF samlet i god eller potentielt ringe tilstand.



GEUS

GEUS

08/06/2021

Eksempel maskinel tilstandsvurdering

God tilstand

	Aluminium	Zink	Nikkel	Arsen	Bly
Antal Indtag i alt	7	2	24	24	2
Antal indtag over Tærskelværdi	0	0	0	13	0
Antal indtag over GVF specifik TV				0	
Maskinel status for GVF	God	God	God	God	God

Eksempel på den maskinelle tilstandsvurdering på indtagsniveau for grundvandsforekomst dkmf_1304_ks. Antal indtag i alt og med MAM-værdi over tærskelværdierne og de forekomsts specifikke tærskelværdier (GVF specifik TV). Grøn: Indtagene bidrager til klassifikationen 'God' kemisk tilstand, Orange: Indtagene bidrager til klassifikationen 'Potentielt Ringe' kemisk tilstand.



GEUS

Eksempel maskinel tilstandsvurdering

Potentielt ringe tilstand

	Aluminium	Kobber	Zink	Krom	Nikkel	Arsen	Bly	Cadmium	Kviksølv
Antal Indtag I alt	24	28	34	17	48	42	25	25	6
Antal indtag over Tærskelværdi	8	1	6	1	16	6	4	4	0
Antal indtag over GVF specifik TV	0	NA	NA	NA	1 + 7ID;	ID	NA	3	NA
Maskinel status/antal indtag over relevant TV.	0	1	6	1	8	6	4	3	0
Ekspertvurdering (indtag over relevant TV)			2*		7*	6*	3*	1**	
Samlet stofspecifik status for GVF	God	Pot. ringe	Pot. ringe	Pot. ringe	Pot. ringe	Pot. ringe	Pot. ringe	Pot. ringe	God

Eksempel på den maskinelle tilstandsvurdering på indtagsniveau og for enkeltstoffer for grundvandsforekomst dkmj_1105_ks. Antal indtag i alt og antal indtag med MAM-værdi over tærskelværdien og de forekomstspecifikke tærskelværdier (GVF specifik TV). NA: Der findes ingen forekomsts specifik tærskelværdi, og derfor ingen ændring i indtogsstatus; ID: Ingen data til at vurdere geokemiske kriterier.; Grøn: Indtag bidrager til 'God' kemisk tilstand, Orange: Indtag bidrager til 'Potentielt Ringe' kemisk tilstand; Datatype for indtag med overskridelser i den resulterende tilstandsvurdering: * Depot, ** GRUMO.



GEUS

GEUS

Sporstoffer

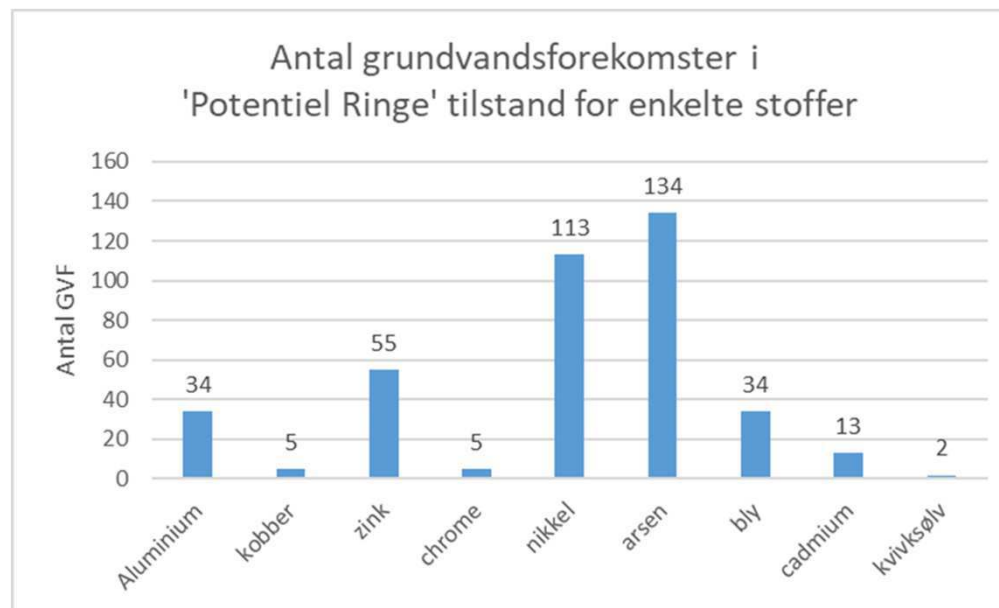
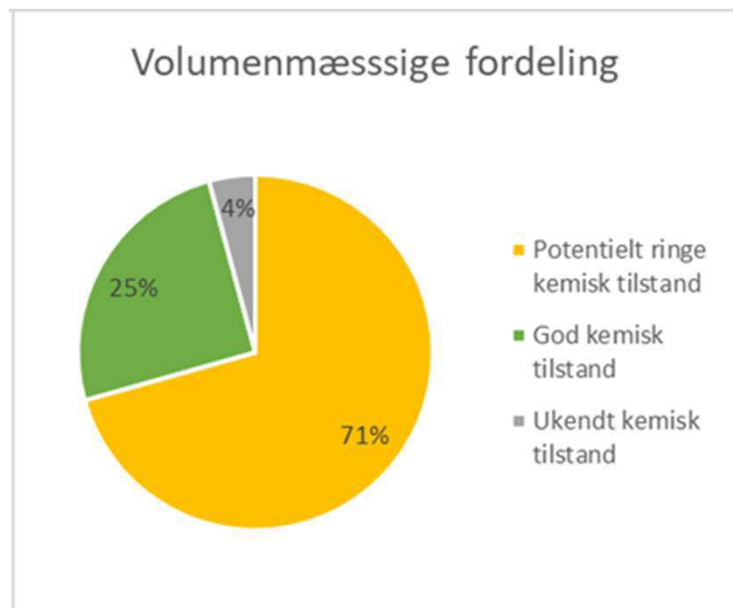
Maskinelle tilstandsvurdering, antal grundvandsforekomster



GEUS

Sporstoffer

Maskinel foreløbig tilstandsvurdering, volumen og stoffer



GEUS

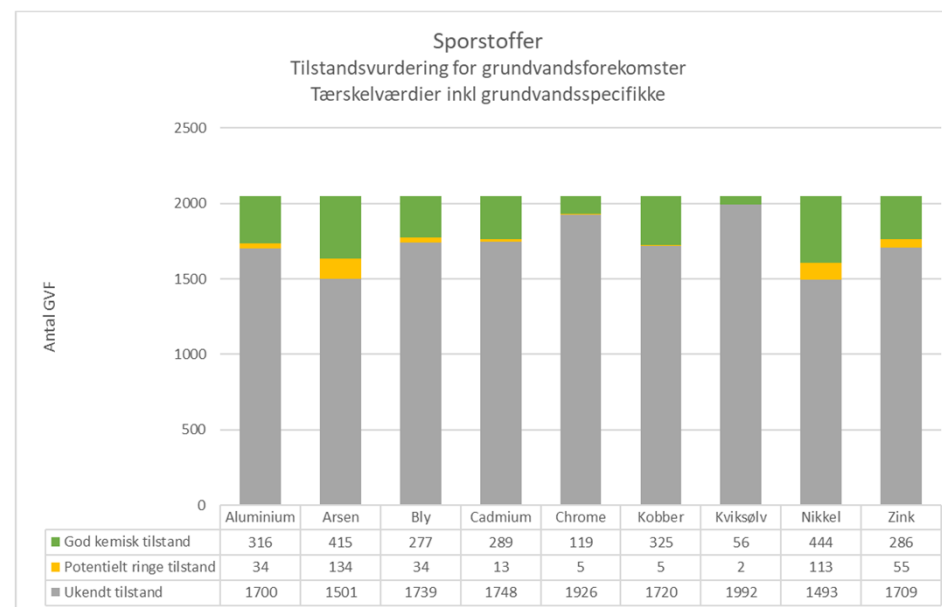
Sporstoffer

Stofspecifik maskinel tilstand

Antal Grundvands forekomster	Grundvandsforekomster indledende vurdering		Grundvandsforekomster indledende vurdering		Total
	God tilstand, (geokemi geo mm.)	God tilstand, Geologi/geografi	Potentielt ringe tilstand	NA	
Element	God tilstand, (geokemi geo mm.)	God tilstand, Geologi/geografi	Potentielt ringe tilstand	NA	Alle gvf
Aluminium	14	-	7	27	48
Arsen	61	1	85	49	196
Cadmium	5	-	5	8	18
Nikkel	6	-	10	103	119

Resultat af den maskinelle tilstandsvurdering for de sporstoffer, der overskrider tærskelværdien og, hvor der er fastsat forekomstspecifikke tærskelværdier.

Tabellen viser hvilke tærskelværdier, der var afgørende for tilstandsvurderingen på grundvandsforekomstniveau. NA: Grundvandsforekomster, uden fastsatte grundvandsspecifikke tærskelværdier, indtagne vurderes kun i forhold til tærskelværdierne.

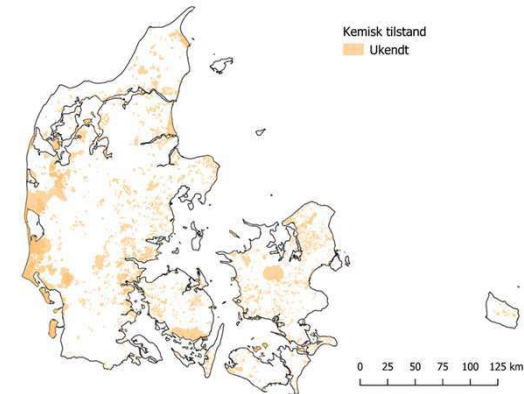
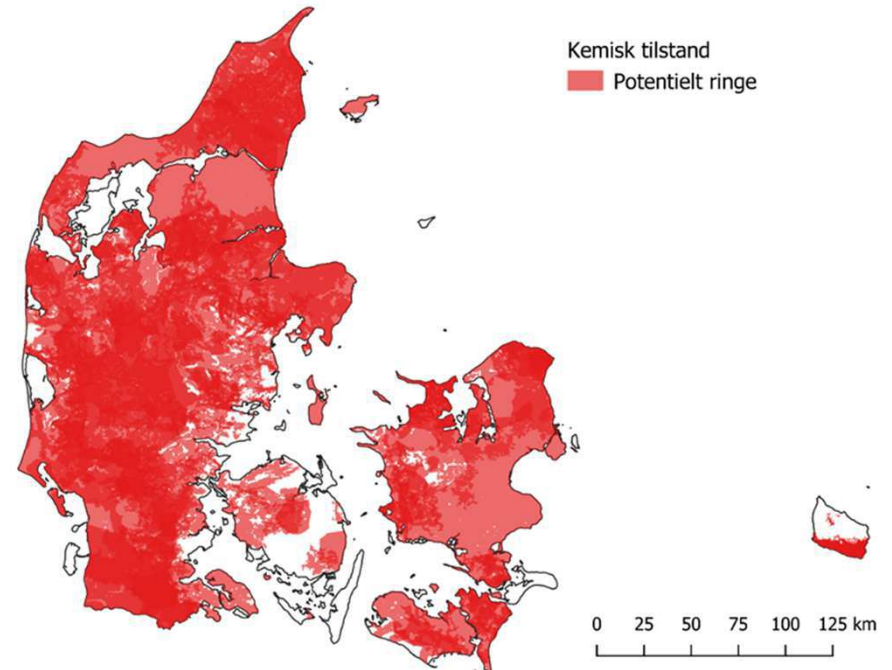
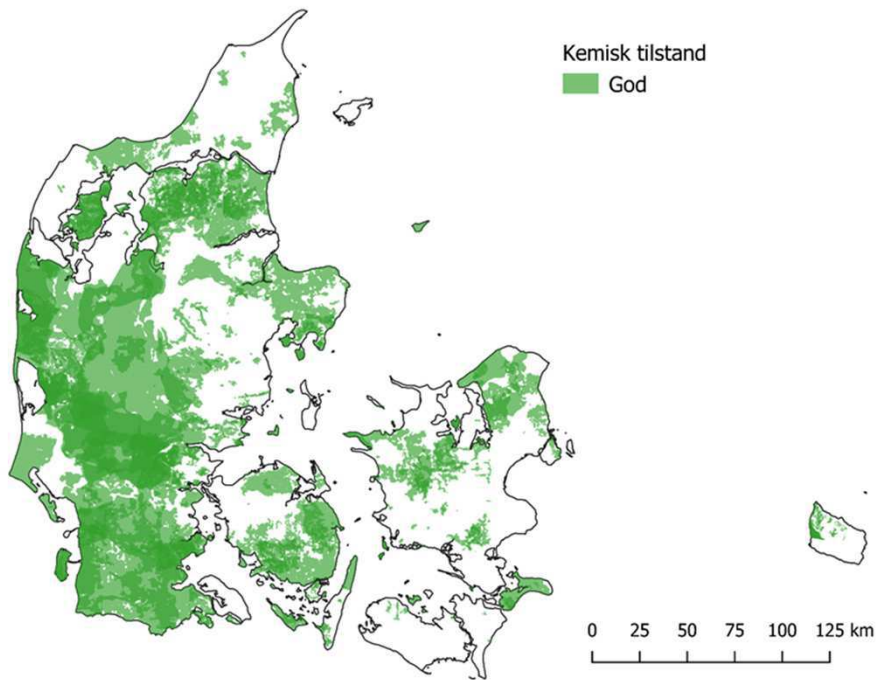


GEUS

GEUS

Sporstoffer

Samlet maskinel tilstand



GEUS

GEUS

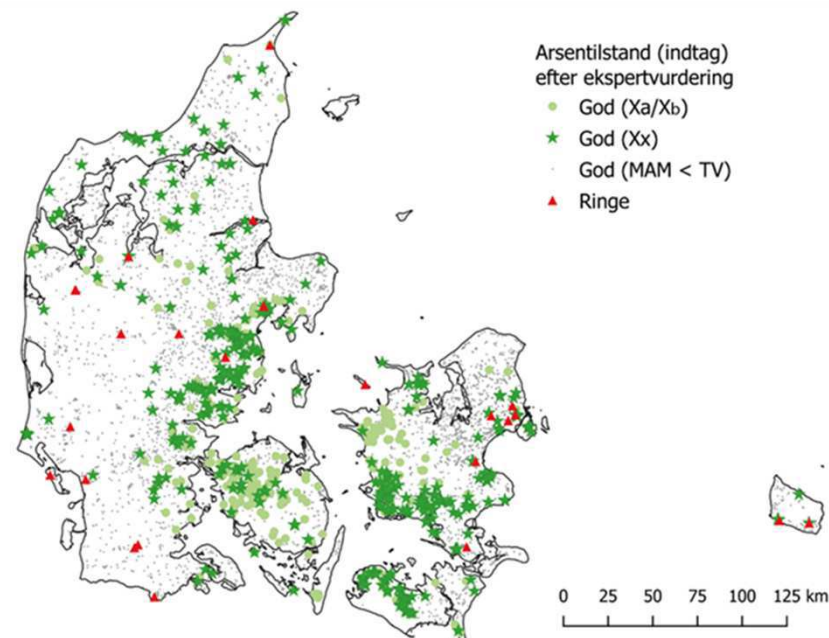
Sporstoffer

Ekspertvurdering på indtagsniveau

Den maskinelle tilstand viste behov for ekspertvurdering af indtag med særligt høje værdier

Ekspertvurdering af enkeltindtag. Kriterier for vurdering af overskridelser af de fastsatte tærskelværdier for enkeltstoffer.

Sporstof	Kriterie for at et indtag bidrager til god tilstand ved høje MAM-værdier
Aluminium	Naturlig overskridelse som følge af lav pH
Arsen	Overskridelse relateret til geologiske forhold, f.eks. tertiært ler
Bly	Er MAM-værdien repræsentativ
Cadmium	Naturlig overskridelse som følge af lav pH
Nikkel	Naturlig overskridelse som følge af lav pH/redox
Zink	Naturlig overskridelse som følge af lav pH/redox

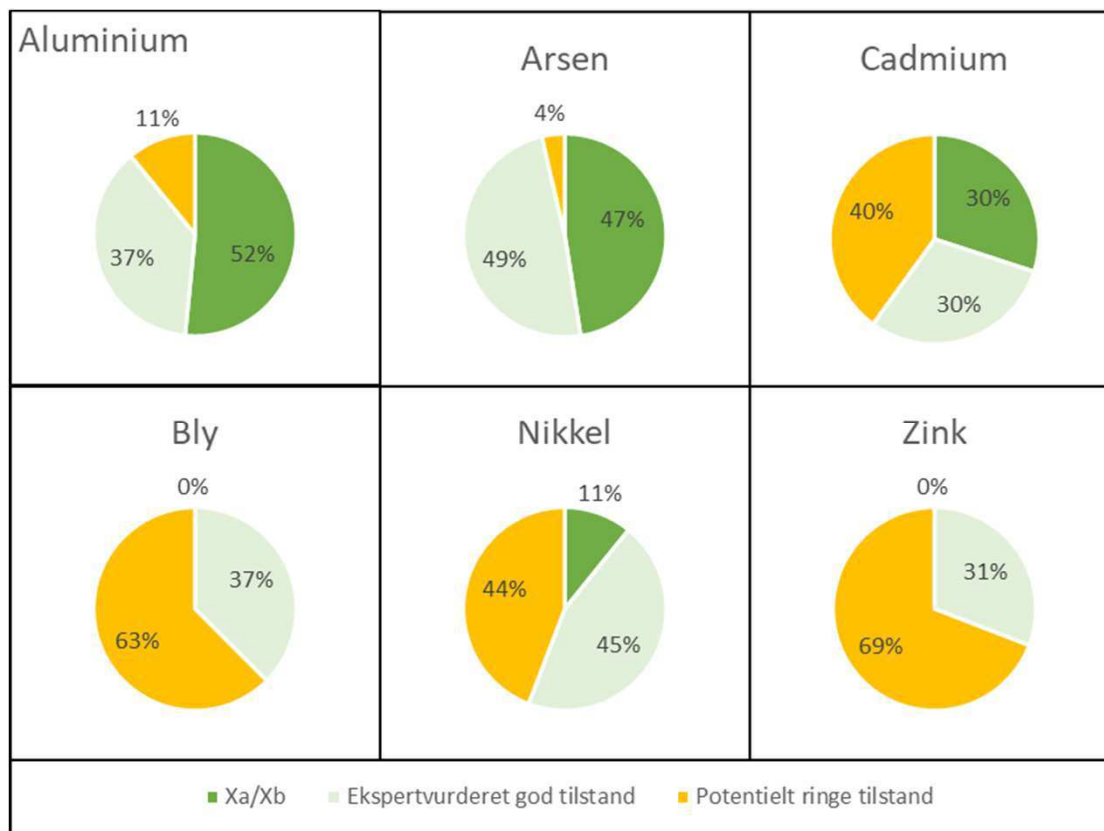


GEUS

GEUS

Sporstoffer

Ekspertvurdering på indtagsniveau



GEUS

Endelig tilstandsvurdering på forekomstniveau

Miljøstyrelsen har efter udarbejdelsen af den maskinelle tilstandsvurdering og den indtagsspecifikke ekspertvurdering gennemført den endelige tilstandsvurdering:

- Vurderingen er gennemført på forekomstniveau
- Tilgangen er statistisk baseret som ved Vandplan 2
- God tilstand opnås i forekomster med < 20 % af alle indtag er ringe tilstand (efter samme metode som ved VP2)

$$\text{Ringe tilstand} \leftarrow 20 \% < \frac{\text{antal indtag over Tærskelværdien}}{\text{antal indtag med data}} < 20 \% \rightarrow \text{God}$$

Hvis mindre end 5 indtag i en grundvandsforekomst er sikkerhed for vurderingen 'ringe'
Øvrige grundvandsforekomster sikkerhed 'middel'.

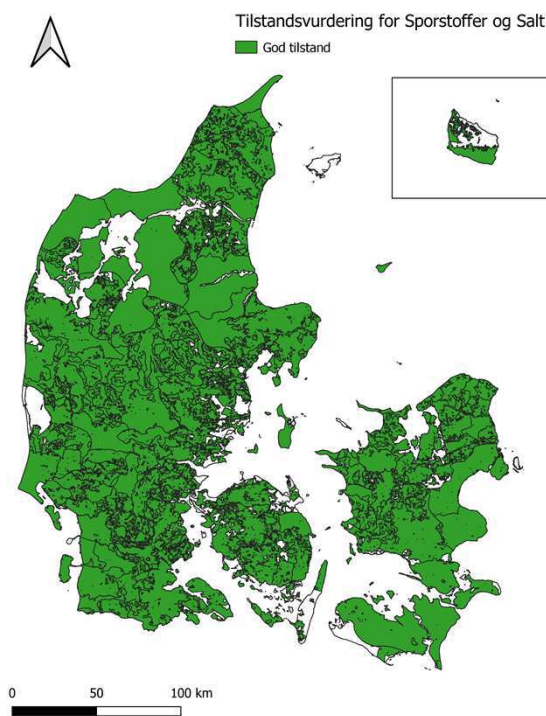
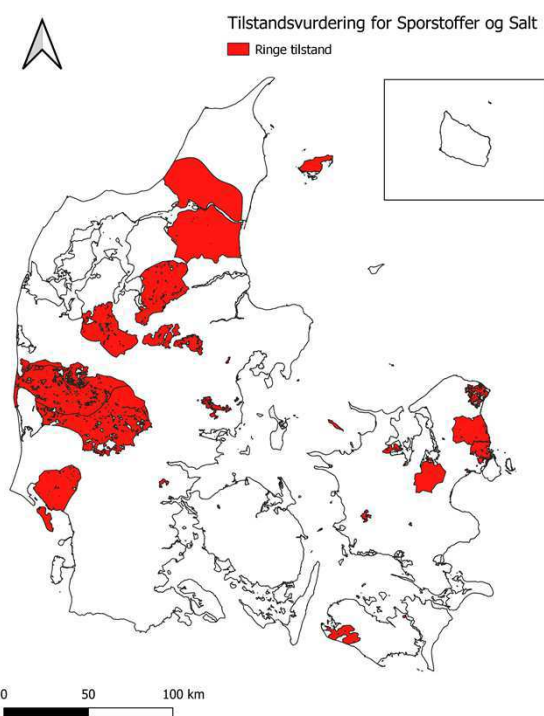


GEUS

GEUS

Miljøstyrelsens resulterende tilstandsvurdering

Uorganiske stoffer



Disse kort er udarbejdet af Miljøstyrelsen, 2021

Uorganiske Sporstof og klorid	God	Ringe	Ukendt
Volumen%	90	7	3
Antal GVF	581	35	1434

GEUS

GEUS

08/06/2021