

Vurdering af grundvandets kemiske påvirkning på vandløb og kystvande

Volume 2(2): Bilagsrapport

Bertel Nilsson, Brian Kronvang, Sofie van't Veen, Lars Trolborg,
Lærke Thorling, Susanne Boutrup, Martin Mørk Larsen,
Jes Rasmussen, Klaus Hinsby & Jolanta Kazmierczak



Vurdering af grundvandets kemiske påvirkning på vandløb og kystvande

Volume 2(2): Bilagsrapport

Bertel Nilsson¹, Brian Kronvang², Sofie van't Veen², Lars Trolborg¹,
Lærke Thorling¹, Susanne Boutrup², Martin Mørk Larsen²,
Jes Rasmussen², Klaus Hinsby¹ & Jolanta Kazmierczak¹

¹De Nationale Geologiske Undersøgelser for
Danmark og Grønland (GEUS)

²Aarhus Universitet



Rapportering til Miljøstyrelsens projekt

Vurdering af grundvandets kemiske påvirkning på vandløb og kystvande

Bilagsrapport

Forfattere:

Bertel Nilsson

Brian Kronvang

Sofie van't Veen

Lars Trolborg

Lærke Thorling

Susanne Boutrup

Martin Mørk Larsen

Jes Rasmussen

Klaus Hinsby

Jolanta Kazmierczak

Indhold

Bilag A: Regelgrundlaget	7
Bilag B: Gennemgang af stofgrupper i NOVANA-delfprogrammer	12
Næringsstoffer og andre hovedbestanddele	12
Metaller og andre uorganiske sporstoffer	13
Pesticider	15
Andre organiske miljøfarlige stoffer	19
Bilag C: Metodiske overvejelser i grundvand, vandløb og kystvande	22
C1 Grundvand: metodiske overvejelser og naturlig baggrund i grundvand	22
Metodiske overvejelser	22
Naturlige baggrundsværdier i grundvand	23
Opsummering om mulighederne for at udpege geologiske områder	31
C2 Vandløb: Metodiske overvejelser og beregning af årsgennemsnit	32
Metodiske overvejelser	32
Metoder til beregning af årsgennemsnit	32
C3 Kystvande: metodiske overvejelser og data tilgængelighed	34
Metodiske overvejelser – metaller i biota	34
Metodiske overvejelser – organiske stoffer i biota.....	34
Metodiske overvejelser – sediment.....	35
Data tilgængelighed	38
Bilag D: Intervalinddeling på kort i bilag E, F og G	39
Bilag E: Kemiske stoffer i grundvandet af relevans for overfladevand	48
Nitrat	48
Sporstofferne As, Ba, Cd, Cu, Hg, Ni og Zn	53
Pesticider og organiske mikroforureninger.....	61
Methods for creating maps on groundwater.....	65

How to process data	67
Bilag F: Kemiske stoffer i vandløb	69
Næringsstoffer	69
Nitrat	69
Fosfat – PO ₄ -P	73
Metaller	78
Nikkel	78
Arsen	83
Barium	88
Kviksølv	96
Kobber	100
Pesticider	106
Bentazon	106
Isoproturon	111
Blødgørere	116
DEHP	116
Klorerede opløsningsmidler	120
Trichloroethylen	120
Vinylchlorid	124
Bilag G: kemiske stoffer i kystvandene	129
Bilag H: Data tilgængelighed på marine prøver	136
Bilag I	143
Bilag I1. Statistisk test af trends til oplandsanalyse trin 1 – Skjern Å oplandet	143
Bilag I2. Nøgletal for tungmetaller og uorganiske sporstoffer på renseanlæg	150
Bilag I3. Atmosfærisk deposition	151
Bilag J: Beregning af årsgennemsnit i vandløb	152
Bilag K: Trin 5	160

Bilag K1 Skjern Å oplandet	160
Bilag K2 Grindsted Å oplandet	170
Bilag K3 Smedbæk oplandet	182

Bilag A: Regelgrundlaget

Reglerne om krav til en grundvandsforekomsts kemiske tilstand samt vurderingen af denne tilstand er fastsat i EU's vandrammedirektiv¹ og grundvandsdirektiv².

Det følger således af vandrammedirektivets art. 4, stk. 1, litra b, pkt. ii, at:

”medlemsstaterne beskytter, forbedrer og restaurerer alle grundvandsforekomster, sørger for balance mellem indvinding og grundvandsdannelse med henblik på at opnå god grundvandstilstand i overensstemmelse med bestemmelserne i bilag V senest 15 år efter datoen for dette direktivs ikrafttræden, med forbehold af eventuelle fristforlængelser i henhold til stk. 4 og anvendelsen af stk. 5, 6 og 7, jf. dog stk. 8, og med forbehold af anvendelse af artikel 11, stk. 3, litra j)”

”God grundvandstilstand” er defineret i vandrammedirektivets art. 2, stk., nr. 20, som:

”den tilstand en grundvandsforekomst har nået, når både dens kvantitative og dens kemiske tilstand i det mindste er »god«”.

”God kemisk tilstand” for grundvand er defineret i vandrammedirektivets art. 2, stk., nr. 25, som:

”Den kemiske tilstand i en grundvandsforekomst, der opfylder alle betingelser i tabel 2.3.2 i bilag V.”

Af tabel 2.3.2. i vandrammedirektivets bilag V fremgår følgende:

¹ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2000/60/EF af 23. oktober 2000 [om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger](#) med senere ændringer

² EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2006/118/EF af 12. december 2006 om beskyttelse af grundvandet mod forurening og forringelse med senere ændringer

Elementer	God tilstand
Generelt	Grundvandsforekomstens kemiske sammensætning er således, at koncentrationerne af forurenende stoffer — Som anført nedenfor ikke viser påvirkninger fra indtrængning af saltvand eller andet — Ikke overstiger de kvalitetskrav, der gælder i henhold til anden relevant fællesskabslovgivning i overensstemmelse med artikel 17 — ikke ville medføre, at miljømålene i artikel 4 ikke opfyldes for tilknyttede overfladevande, eller at der sker en signifikant forringelse i sådanne vandområders økologiske eller kemiske kvalitet eller en signifikant beskadigelse af terrestriske økosystemer, som er direkte afhængige af grundvandsforekomsten
Ledningsevne	Ændringer i ledningsevnen tyder ikke på indtrængning af saltvand eller andet i grundvandsforekomsten

Grundvandsdirektivets art. 3 og 4 fastsætter regler om kriterier og procedurer for vurdering af grundvandsforekomsters kemiske tilstand:

Artikel 3

Kriterier for vurdering af grundvandsforekomsters kemiske tilstand

1. Med henblik på at vurdere den kemiske tilstand af en grundvandsforekomst eller en gruppe af grundvandsforekomster i henhold til punkt 2.3 i bilag V til direktiv 2000/60/EF anvender medlemsstaterne følgende kriterier:

a) kvalitetskravene for grundvand i bilag I³

b) de tærskelværdier, som medlemsstaterne skal fastsætte efter proceduren i bilag II, del A, for de forurenende stoffer, grupper af forurenende stoffer og forureningsindikatorer, for hvilke det på en medlemsstats område er fastslået, at de bidrager til karakteriseringen af grundvandsforekomster eller grupper af grundvandsforekomster som truet, idet der mindst skal tages hensyn til listen i bilag II, del B.

Tærskelværdierne for grundvands gode kemiske tilstand er baseret på beskyttelsen af grundvandsforekomsten i overensstemmelse med bilag II, del A, punkt 1-3, idet der tages hensyn til navnlig forekomstens indvirkninger på og indbyrdes forbindelse med tilknyttede overfladeområder og terrestriske økosystemer og vådområder, der er direkte afhængige af den, og skal bl.a. tage humantoksikologisk og økotoksikologisk viden i betragtning.

2. Tærskelværdier kan fastsættes på nationalt plan, for et vandområdedistrikt eller for den del af et internationalt vandområdedistrikt, der hører ind under en medlemsstats område, eller for en grundvandsforekomst eller en gruppe af grundvandsforekomster.

³ Der er pr. d.d. alene fastsat EU grundvandskvalitetskrav for nitrat og for pesticider og deres nedbrydningsprodukter.

3. Medlemsstaterne sikrer, at fastsættelsen af tærskelværdier for grundvandsforekomster, som to eller flere medlemsstater er fælles om, og for grænseoverskridende grundvandsforekomster, samordnes mellem de pågældende medlemsstater i henhold til artikel 3, stk. 4, i direktiv 2000/60/EF.

4. Strækker en grundvandsforekomst eller gruppe af grundvandsforekomster sig ud over Fællesskabets område, skal den eller de berørte medlemsstater bestræbe sig på at opstille tærskelværdier i samordning med det eller de berørte tredjelande, i henhold til artikel 3, stk. 5, i direktiv 2000/60/EF.

5. Senest den 22. december 2008 fastsætter medlemsstaterne for første gang tærskelværdier i henhold til stk. 1, litra b).

Alle fastsatte tærskelværdier offentliggøres i de vandområdeplaner, der skal indsendes i henhold til artikel 13 i direktiv 2000/60/EF, inkl. et resumé af oplysningerne i nærværende direktivs bilag II, del C.

6. Medlemsstaterne ændrer listen over tærskelværdier, hver gang nye oplysninger om forurenende stoffer, grupper af forurenende stoffer eller forureningsindikatorer viser, at der bør fastsættes en tærskelværdi for et yderligere stof, eller at en eksisterende tærskelværdi bør ændres, eller at en tærskelværdi, der tidligere er slettet af listen, skal genoptages på den, for at beskytte menneskers sundhed og miljøet.

Grænseværdier kan slettes af listen, når den pågældende grundvandsforekomst ikke længere er udsat for risiko fra tilsvarende forurenende stoffer, grupper af forurenende stoffer eller forureningsindikatorer.

Enhver ændring i listen over tærskelværdier indberettes i forbindelse med den periodiske revision af vandområdeplanerne.

7. Kommissionen offentliggør en rapport senest den 22. december 2009 på grundlag af de oplysninger, medlemsstaterne forelægger i overensstemmelse med stk. 5.

Artikel 4

Procedure for vurdering af grundvandforekomsters kemiske tilstand

1. Medlemsstaterne anvender den procedure, der er beskrevet i stk. 2, til at vurdere den kemiske tilstand af en grundvandsforekomst. Hvor det er relevant, kan medlemsstaterne ved anvendelse af denne procedure vurdere grundvandsforekomster under ét, jf. bilag V til direktiv 2000/60/EF.

2. En grundvandsforekomst eller en gruppe af grundvandsforekomster anses for at have en god kemisk tilstand, når:

a) den relevante overvågning viser, at betingelserne i tabel 2.3.2 i bilag V til direktiv 2000/60/EF opfyldes; eller

b) grundvandskvalitetskravene som anført i bilag I og de relevante tærskelværdier, der er udarbejdet i overensstemmelse med artikel 3 og bilag II, ikke overskrides i nogen af overvågningspunkterne i denne grundvandsforekomst eller gruppe af grundvandsforekomster; eller

c) grundvandskvalitetskravene eller tærskelværdien overskrides i et eller flere overvågningspunkter, men en relevant undersøgelse i overensstemmelse med bilag III bekræfter, at:

i) det på grundlag af den vurdering, der er omhandlet i punkt 3 i bilag III, kan fastslås, at koncentrationerne af forurenende stoffer, der overskrider grundvandskvalitetskravene eller tærskelværdierne, ikke anses for at udgøre en væsentlig miljørisiko, idet der i relevant omfang tages hensyn til omfanget af den grundvandsforekomst, der berøres

ii) de øvrige betingelser for god kemisk tilstand for grundvand som anført i tabel 2.3.2 i bilag V til direktiv 2000/60/EF er opfyldt, jf. punkt 4 i bilag III til nærværende direktiv

iii) for grundvandsforekomster, der er udpegede i henhold til artikel 7, stk. 1, i direktiv 2000/60/EF opfyldes kriterierne i direktivets artikel 7, stk. 3, i overensstemmelse med punkt 4 i bilag III til nærværende direktiv.

iv) grundvandsforekomsten eller nogle af forekomsterne i gruppen af grundvandsforekomster ikke er så forurenede, at menneskers mulighed for at anvende dem er blevet væsentligt forringet.

3. Udvælgelsen af grundvandsovervågningssteder skal opfylde kravene i bilag V, punkt 2.4 i direktiv 2000/60/EF om, at de udformes således, at de giver et sammenhængende og omfattende overblik over grundvandets kemiske tilstand og giver repræsentative overvågningsdata.

4. Medlemsstaterne offentliggør et resumé af vurderingen af grundvandets kemiske tilstand i vandområdeplanerne i overensstemmelse med artikel 13 i direktiv 2000/60/EF.

Dette resumé, der er udarbejdet for vanddistriktområdet eller den del af det internationale vanddistriktområde, der ligger på en medlemsstats område, skal også omfatte en forklaring på, hvordan overskridelserne af kvalitetskravene eller tærskelværdierne i individuelle overvågningspunkter er blevet taget i betragtning i den endelige vurdering.

5. Hvis en grundvandsforekomst klassificeres som havende god kemisk tilstand, jf. stk. 2, litra c), træffer medlemsstaterne i overensstemmelse med artikel 11 i direktiv 2000/60/EF de foranstaltninger, der måtte være nødvendige for at beskytte de akvatiske økosystemer, terrestiske økosystemer og menneskers brug af grundvand, der er afhængig af den del af grundvandsforekomsten, der repræsenteres i det eller de overvågningspunkter, hvor et grundvandskvalitetskrav eller en tærskelværdi er overskredet.

Der er i et samarbejde mellem EU Kommissionen og medlemslandene udarbejdet en række CIS vejledninger og tekniske rapporter⁴, der bidrager til forståelsen og anvendelsen af bestemmelserne i vandrammedirektivet og direktivets 2 datterdirektiver, grundvandsdirektivet og direktivet om miljøkvalitetskrav⁵. Særligt relevante for bestemmelserne om grundvandsforekomsters kemiske tilstand samt vurderingen heraf er:

CIS Guidance Document No. 15 – Groundwater Monitoring, Technical Report 002 2007 (CIS Guidance 15)

CIS Guidance document No. 18 – Groundwater Status and Trend Assessment, Technical Report 2009 – 026 (CIS Guidance 18)

CIS Guidance document No. 28 – Preparation of a Priority Substances Emissions Inventory, Technical Report 2012 – 058 (CIS Guidance 28)

CIS Thematic Document No. 9 – Groundwater Associated Aquatic Ecosystems, Technical Report 2015 - 093 (CIS TD 9)

⁴ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidances http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm

⁵ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2008/105/EF af 16. december 2008 [om miljøkvalitetskrav inden for vandpolitikken, om ændring og senere ophævelse af Rådets direktiv 82/176/EØF, 83/513/EØF, 84/156/EØF, 84/491/EØF og 86/280/EØF og om ændring af Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF](#)

Direktivernes bestemmelser om grundvandsforekomsternes kemiske tilstand og vurderingen heraf er implementeret i lov om vandplanlægning⁶, bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvandsforekomster⁷, bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster⁸ og bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder⁹.

⁶ Lov om vandplanlægning, jf. lovbekendtgørelse nr. 126 af 26. januar 2017

⁷ Bekendtgørelse nr. 1625 af 17. december 2017 om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvandsforekomster

⁸ Bekendtgørelse nr. 1525 af 17. december 2017 om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster

⁹ Bekendtgørelse nr. 1001 af 26. juni 2016 om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder

Bilag B: Gennemgang af stofgrupper i NOVANA-delfprogrammer

Næringsstoffer og andre hovedbestanddele.

Overvågningen af hovedbestanddele i grundvand, vandløb og marine områder er vist i tabel B1.

Tabel B1: Hovedbestanddele NOVANA 2017-2021 (Miljøstyrelsen med flere, 2017). Parametre i overvågning af grundvand, vandløb og marine områder er angivet med krav til detektionsgrænse (DG) (Miljø- og Fødevareministeriet, 2018). x betyder at der ikke er fastsat krav til detektionsgrænse i bekendtgørelsen. I det omfang, der er fastsat grænseværdi for grundvand (GRV), er disse angivet. I de tilfælde, hvor der ikke er angivet en værdi, er der ikke fastsat detektionsgrænsekrav/grænseværdi. Der er ikke fastsat miljøkvalitetskrav for næringsstoffer og andre hovedbestanddele i overfladevand.

Stof (mg/l)	Grundvand		Vandløb	Marin	
	Grundvand, (kun opløste stoffer)		Vand	Vand	Sediment
	DG	GRV1	DG	DG	DG
Carbondioxid, aggr.	2				
Hydrogencarbonat	3				
Alkalinitet			0,005/0,05 mmol/l		
Carbon,organisk, NVOC	0,1				
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,005	0,05			
Ammoniak+ammonium-N		-	0,005	0,003	
Nitrit-NO ₂	0,001	0,10			
Nitrat- NO ₃	0,3	50			
Nitrit- og nitrat-N			0,005	0,002	
Total-N			0,05	0,02	X
Ortho-phosphat-P	0,005		0,005	0,001	

Phosphor, total-P	0,01		0,01	0,003	X
Calcium	1				
Chlorid	1	250			
Jern	0,01	200	0,02		
Kalium	0,05				
Magnesium	0,3				
Mangan	0,002	59			
Natrium	0,3	175			
Sulfat	0,5	250			
Ledningsevne	1,5 mS/m		1,5 mS/m		
Salinitet				0,1 ‰	
Ilt	0,1		0,2	0,2	
BI5			0,5		
pH	X		x	(x)	
Redoxpotentiale (mV)	X				
Silikat				0,005	
Chlorofyl a				$0,3 \cdot 10^{-3}$	
Temperatur	X		x	X	

1) Kvalitetskrav til grundvand er drikkevandskvalitetskrav jf. Drikkevandsbekendtgørelsen MST nr 1068 23/8/2018.

De parametre, der indgår i overvågning af hovedbestanddele i NOVANA 2017-21, er de samme som i NOVANA 2011-2015. Den væsentligste ændring i programbeskrivelsen er, at måling af nogle af hovedbestanddelene i vandløb (total-N og total-P) er flyttet til programmet for stoftransport og landovervågning.

Metaller og andre uorganiske sporstoffer

Overvågning af sporstoffer i grundvand, vandløb og marine områder i nuværende programperiode er vist i tabel B2.

Tabel B2: Sporstoffer NOVANA 2017-2021 (Miljøstyrelsen med flere, 2017). Parametre i overvågning af grundvand, vandløb og marine områder er angivet med krav til detektionsgrænse (DG) (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017). x betyder at der ikke er fastsat krav til detektionsgrænse. I de tilfælde, hvor der ikke er angivet en værdi, er der ikke fastsat detektionsgrænse-krav/kravværdi.

Stof	Grundvand		Vandløb				Marin				
	Kun opløst stof (ug/l)		Vand (ug/l)		Fisk (µg/kg VV)		Sediment (mg/kg TS)		Muslinger (µg/kg VV)	Fisk (µg/kg VV)	
	DG	GRV ⁵	DG	MKK ⁶	DG	MKK ⁷	DG	MKK ⁸	DG	DG	MKK ⁸
Aluminium	0,5	200					(x)				
Arsen	0,03	5	0,3	4,3			0,1		50	X	
Barium	1	-	1	19 ²							
Beryllium	0,02	-									
Bly	0,03	5	0,03	1,2 ¹¹		110	1	163	50	50	110
Bor	10	1000		94 ² 20000 ⁴							
Cadmium	0,003	3	0,005	≤0,08- 0,25 ¹⁰		160	0,03	3,8 ^{2,3}	10	10	160
Jod	0,3	-		10 ²							
Krom	0,03	50	0,3	3,4/4,9 ¹			1		x	X	
Kobber	0,03	2000	0,1	1 ^{2,3} /4,9 ⁴			1		200	200	
Kviksølv	0,001	1	(0,005)		2	0,07	0,005		2	2	0,07
Nikkel	0,03	20	0,2	4 ¹¹			0,5			50	
Sølv		10		0,017 ²			X	13	50	X	
Vanadium	0,2		0,3	4,1 ²		122		23,6 ²			122
Zink	0,5	3000	0,3	7,8 ^{2,3} 3,1 ^{2,9}			5		500	500	

- 1) CrVI/CrIII
- 2) Kvalitetskravet er denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration. Gælder ikke sammen med 3)
- 3) Kvalitetskravet gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet. Gælder ikke sammen med 2)
- 4) Kvalitetskravet angiver den øvre koncentration af stoffet uanset den naturlige baggrundskoncentration.
- 5) Kvalitetskrav til grundvand er drikkevandskvalitetskrav jf. Drikkevandsbekendtgørelsen
- 6) Generelt kvalitetskrav for indlandsvand jf. bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål
- 7) Miljøkvalitetskrav for indlandsvand jf. Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål
- 8) Miljøkvalitetskrav for andet overfladevand jf. Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål
- 9) Kvalitetskravet gælder for blødt vand (H<24 mg CaCO₃/l)
- 10) Afhænger af vandets hårdhedsgrad, som opdeles i fem klasser. Er specificeret i Bek. 1625, 2017.
- 11) Kvalitetskravet gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet.

Grundvand

Overvågningen af sporstoffer i grundvand i NOVANA 2017-21 er i forhold til NOVANA 2011-2012 udvidet til også at omfatte vanadium. Desuden er kravet til detektionsgrænse for tre stoffer ændret til lavere værdier (aluminium, cadmium og kobber) og for to stoffer til højere værdier (beryllium og jod). Disse ændringer forventes ikke at have betydning for resultaterne, idet grundvandets indhold af disse metaller (undtagen Be) normalt er over detektionsgrænsen for de fleste prøver.

Vandløb

Sporstoffer i overvåges i NOVANA 2017-21 i vandløb i vandfasen, undtagen kviksølv, der ligesom i foregående programperiode overvåges i fisk. I NOVANA 2011-2015 blev kun de fire metaller, som er på vandrammedirektivets liste over prioriterede stoffer, overvåget i vandfasen (bly, cadmium, kviksølv og nikkel). Disse fire metaller blev desuden sammen med krom, kobber og zink overvåget i sediment. Enkelte nye stoffer er tilføjet til kontrolovervågning af sporstoffer i vandløb, det gælder arsen, barium og vanadium. Barium og vanadium var i NOVANA 2011-2015 med i den operationelle overvågning i vandløb, men ikke i kontrolovervågningen.

I NOVANA 2017-21 er det de samme sporstoffer, der indgår i kontrolovervågningen og den operationelle overvågning, i det omfang sporstofferne er med i den operationelle overvågning.

Marine områder

Inddragelsen af overvågningen i medfør af havstrategidirektivet i NOVANA 2017-21 betyder, at de metaller, der indgår i den marine overvågning, på nogle stationer overvåges i såvel sediment som muslinger og fisk. Det samme var tilfældet i NOVANA 2011-15.

Pesticider

Overvågningen omfatter en lang række pesticider samt en række nedbrydningsprodukter af disse pesticider (tabel B3). Pesticiderne kan opdeles i pesticider, hvis anvendelse er blevet forbudt inden for de seneste 25 år, hvis anvendelse er blevet reguleret af hensyn til grundvand og/eller overfladevand eller hvis anvendelse stadig er tilladt. Pesticider og nedbrydningsprodukter heraf overvåges i grundvand og i vandfasen i vandløb. Derudover er der i NOVANA 2017-21 tilføjet et pesticid og dets nedbrydningsprodukt, som fra 2019 skal overvåges i fisk i vandløb (heptachlor og heptachlorepoxyd). Disse to stoffer vil ikke blive omtalt nærmere.

Grundvand

Listen over pesticider, der overvåges i grundvand, bliver løbende justeret, dels ved revision af overvågningsprogrammet, og dels i løbet af programperioderne, når der har vist sig behov for dette, eksempelvis hvis det i VAP har vist sig at være relevant at inddrage et nyt stof.

Vandløb

Pesticider og nedbrydningsprodukter overvåges i NOVANA 2017-21 alene i vandfasen (med undtagelse af heptachlor og heptachlorepoxyd, jf. ovenfor). I NOVANA 2011-2015 blev fire pesticider (insekticider) overvåget i sediment på grund af deres tendens til at blive bundet i sediment. Tre af disse fire pesticider overvåges i NOVANA 2017-21 i vandfasen (chlorpyrifos, cypermethrin og isoproturon). En væsentlig begrundelse for dette er, at der er EU-fastsatte miljøkvalitetskrav for de tre stoffer i vand (Miljø- og Fødevareministeriet 2017a). Det fjerde stof (tau-fluvalinat) indgår ikke i NOVANA 2017-21.

Pesticider indgår i den operationelle overvågning i vandløb i NOVANA 2017-21 ved de stationer, hvor landbrug i oplandet er potentiel kilde til manglende målopfyldelse. Ikke alle de pesticider, der indgår i kontrolovervågningen, er med i den operationelle overvågning, jf. tabel B3.

Marine

I den marine overvågning indgår en række persistente, bioakkumulerbare og toksiske (PBT) chlorerede pesticider, heriblandt DDT og dets nedbrydningsprodukter samt heptachlor og heptachlorepoxyd. Disse chlorerede pesticider overvåges i NOVANA 2017-21 i fisk, mens de i NOVANA 2011-2015 blev overvåget i fisk og muslinger. Anvendelsen af de pågældende chlorerede pesticider har været forbudt i mange år, men stofferne indgår fortsat i overvågningen på grund af deres PBT-egenskaber, og forpligtelse i medfør af havstrategidirektivet. Stofferne er ikke relevante i forhold til problemstillingen i nærværende projekt og vil derfor ikke blive nærmere omtalt.

Tabel B3: Pesticider i NOVANA 2017-21. Parametre i overvågning af grundvand og vandløb er angivet med krav til detektionsgrænse (DG) (Miljø- og fødevareministeriet, 2017). *angiver at stoffet ikke indgår i NOVANA 2017-21, men der foreligger ældre data. **angiver at stoffet ikke indgår i operationel overvågning. I de tilfælde, hvor der ikke er angivet en værdi, er der ikke fastsat detektionsgrænsekrav/kravværdi.

Stof (ug/l)	Grundvand		Vandløb (vand)	
	DG	GRV ¹	DG	MKK ²
1,2,4-Triazol	0,01	0,10 – gælder hvert enkelt pesticid 0,50 – gælder for summen af alle individuelle pesticider, som påvises og kvantificeres		
2,4-D	0,01			
2,4-Dichlorphenol	0,01			
2,6-DCPP	0,01			
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	0,01		0,01	78
2,6-Dichlorbenzosyre	0,01			
2,6-Dichlorphenol	0,01			
2-hydroxy-desethyl-terbutylazin	0,01			
4-Chlor,2-methylphenol	0,01			
4-CPP	0,01			
4-Nitrophenol	0,01			
AMPA	0,01		0,01	
Atrazin	0,01		0,01**	0,6
Atrazin, desethyl-	0,01			
Atrazin, desisopropy	0,01			
Atrazin, hydroxy-	0,01			
Bentazon	0,01		0,01	
CGA 108906	0,01			
CGA 62826	0,01			
CI 153815	0,01*			
Cyanazin	0,01*			
CyPm	0,01*			
Chlorpyrifos			0,003**	0,03
Cybutryn			0,01	0,0025 ³
Cypermethrin			0,01	8x10 ^{-5 3}
Deethyl-hydroxy-atrazin	0,01			

DEIA	0,01			
Deisopropyl-hydroxyatrazin	0,01			
Dichlobenil	0,01			
Dichlorprop	0,01			41
Didealkyl-hydroxy-atrazin	0,01			
Dimethoat	0,01*			
Dinoseb	0,01*			
Diuron	0,01	0,01**		0,2
DNOC	0,01*	0,01**		
Ethylenthiourea	0,01			
Glyphosat	0,01	0,01		
Hexazinon	0,01			
Isoproturon	0,01	0,01		0,3
MCPA	0,01	0,01**		
Mechlorprop	0,01	0,01		18
Metalaxyl	0,01			
Metamitron	0,01*			
Metribuzin	0,01			
Metribuzin-desamino	0,01			
Metribuzin-desamino-diketo	0,01			
Metribuzin-diketo	0,01			
Pendimethalin	0,01*			
Picolinafen	0,01*			
PPU (IN70941)	0,01*			
PPU (IN70941)	0,01*			
PPU-desamino (IN70942)	0,01*			
PPU-desamino (IN70942)	0,01*			
Prosulfacarb		0,01		
Simazin	0,01	0,01**		1
Simazin, hydroxy	0,01			
Terbutryn		0,01		0,065 ³
Terbuthylazin-desethyl	0,01			

Terbutylazin	0,01*			
Terbutylazin,hydroxy	0,01*			
Trichloreddikesyre	0,01*		0,01**	

- 1) Kvalitetskrav til grundvand er drikkevandskvalitetskrav jf. Drikkevandsbekendtgørelsen
- 2) Generelt kvalitetskrav for indlandsvand jf. Bekendtgørelse nr. 1625 19/12/2017
- 3) Gælder fra 22. december 2018

Andre organiske miljøfarlige stoffer

Ud over pesticider indgår en række andre organiske miljøfarlige stoffer i NOVANA, disse er op-listet som stofgrupper i tabel B4.

*Tabel B4: Stofgrupper i NOVANA 2017-21 i grundvand, vandløb og marine områder. * angiver at stofgruppen **ikke** indgår i operationel overvågning. ** angiver at stofgruppen **kun** indgår i operationel overvågning.*

Stofgruppe	Grundvand	Vandløb	Marine områder
Aromatiske kulbrinter	x	X	X
Blødgørere	x	X	X
Bromerede flammehæmmere			X
Detergenter, anioniske	x		
Dioxiner og furaner		X*	X
Farmaceutiske stoffer		X**	
Klorerede pesticider (PBT-egen-skaber)			X
Halogenerede alifatiske kulbrinter	x	X	
Organotinforbindelser		X*	X
Perfluorerede forbindelser	x	X	X
Phenoler	x	X	X
Polyaromatiske kulbrinter (PAH)		x	X
Polychlorerede biphenyler (PCB)			X

Der er ved tilrettelæggelse af NOVANA 2017-21 ikke sket ændring i forhold til NOVANA 2011-2015 i hvilke stofgrupper, der indgår i overvågningen, men der foretaget justering af hvilke

stoffer i de enkelte stofgrupper, der er med i overvågningen. Justeringen er sket med udgangspunkt i strategien for dette, jf. ovenfor.

Den operationelle overvågning i vandløb i NOVANA 2017-21 er tilrettelagt således, at undersøgelserne (stoflisterne) ved de enkelte stationer tager udgangspunkt i hvilke potentielle kilder til eventuel manglende målopfyldelse, der findes i oplandet til stationen. Der skelnes mellem "landbrug og spredt bebyggelse", "renseanlæg med avanceret rensning" og "regnbetingede udløb". Der blev på samme måde taget udgangspunkt i potentielle kilder i oplandet ved tilrettelæggelse af den operationelle overvågning i vandløb i NOVANA 2011-2015.

I nærværende projekt vil der (efter ønske fra Miljøstyrelsen) indgå stoffer fra grupperne af halogenerede alifatiske kulbrinter, blødgørere og perfluorerede forbindelser, og derfor vil kun disse stofgrupper blive behandlet nærmere (tabel B5). Fokus inden for blødgørere og perfluorerede forbindelser vil være på stoffer, som er på vandrammedirektivets liste over prioriterede stoffer (di(2-ethylhexyl)fthalat (DEHP) og perfluoroktansulfonsyre (PFOS)).

*Tabel B5: Organiske miljøfarlige stoffer (undtagen pesticider) i NOVANA 2017-21 i grundvand, vandløb og marine områder. Parametre i overvågning af grundvand og vandløb er angivet med krav til detektionsgrænse (DG)(Miljø- og fødevareministeriet 2017). x betyder at der ikke er fastsat krav til detektionsgrænse i bekendtgørelsen. * angiver at stofgruppen **ikke** indgår i operationel overvågning. ** angiver at stofgruppen **kun** indgår i operationel overvågning. I de tilfælde, hvor der ikke er angivet en værdi, er der ikke fastsat detektionsgrænsekrav/kravværdi. Der er ikke fastsat miljøkvalitetskrav i sediment for nogen af stofferne i tabellen.*

			Vandløb				Kystvande		
Parameter	Grundvand (µg/l)		Vand (µg/l)		Fisk (µg/kg VV)		Fisk (µg/kg VV)		Sediment
	DG	GRV ¹	DG	MKK ²	DG	MKK ³	DG	MKK ³	DG
Halogenerede alifatiske kulbrinter									
Trichlorethylen	0,02	1		10					
Chloroform/Trichlormethan	0,02	1	0,02	2,5					
1,2-Dibromethan	0,003								
Tetrachlorethylen	0,02	1		10					
Tetrachlormethan	0,02			12					
1,1,1-trichlorethan	0,02	1		21					
Vinylchlorid	0,02	0,50		0,05					
Blødgørere									
Benzylbutylphthalat (BBP)			x	7,5					x
Di(2-ethylhexyl)adipat (DEHA)			x	0,7					x
Di (2-ethylhexyl)-phthalate (DEHP)	0,1		x						x
Diisononylphthalate (DINP)	0,1		x						x
Di-n-octylphthalat (DNOP)			x						x
Dibutylphthalat (DBP)	0,1		x	2,3					x
Disidecylphthalat (DIDP)									x
Perfluorerede forbindelser									

Perfluorooctane sulfonate (PFOS)	0,001	0,1 – gælder for sum- men		6,5x10 ⁻⁵⁵	0,2	9,1 ⁵	0,2	9,1 ⁵	
Perfluorooctane sulfonamide (PFOSA)	0,001				0,5		0,5		
Perfluorohexane sulfonate (PFHS)	0,001				0,8		0,8		
Perfluorodecanoic acid (PFDA)	0,001				0,8		0,8		
Perfluorononanoic acid (PFNA)	0,001				1,4		1,4		
Perfluorooctanoic acid (PFOA)	0,001				1,2		1,2		
Perfluorohexansyre	0,005						X		
Perfluoroheptansyre	0,001						X		
Perfluorbutansulfonsyre	0,001						X		
Perfluorbutansyre	0,001						X		
Perfluorpentansyre	0,005						X		
6:2 FTS (6:2 fluorotelomersulfonsyre)	0,001						X		
Perfluoroundecanoic acid (PFUnA)					0,7		0,7		

- 1) Kvalitetskrav til grundvand er drikkevandskvalitetskrav jf. Drikkevandsbekendtgørelsen
- 2) Generelt kvalitetskrav for indlandsvand jf. Bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål
- 3) Miljøkvalitetskrav for andet overfladevand jf. Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål
- 4) Ved flygtige organiske chlorforbindelser forstås di-, og trichlormethan, dichlorethener, 1,2-dichlor-ethan, trichlorethen og trichlorethaner, tetrachlorethen og tetrachlorethaner
- 5) Gælder fra 22. december 2018

En række stoffer i gruppen af halogenerede alifatiske kulbrinter er i NOVANA 2017-21 med i overvågning af grundvand, mens trichlormetan er det eneste stof fra denne stofgruppe, der indgår i overvågning i vandløb, og ingen halogenerede alifatiske kulbrinter er med i overvågning i marine områder. Overvågning af halogenerede alifatiske kulbrinter var den samme i NOVANA 2011-2015 bortset fra, at trichlormetan ikke indgik i overvågning af vandløb.

Blødgørerne overvåges i marine områder i sediment, mens stofgruppen i vandløb i NOVANA 2017-21 overvåges i vandfasen. Enkelte stoffer overvåges i grundvand, heriblandt DEHP. I NOVANA 2011-2015 blev blødgørerne i vandløb overvåget i sediment ligesom i marine områder.

Perfluorerede forbindelser overvåges i NOVANA 2017-21 i vandløb og marine områder i fisk, hvilket ligger i naturlig forlængelse af at perfluorerede forbindelse ophobes i biota og der er et EU-fastsat miljøkvalitetskrav for PFOS i biota gældende fra december 2018. PFOS overvåges i såvel grundvand som vandløb og marine områder. Perfluorerede forbindelser indgik i NOVANA 2011-2015 i vandfasen i den operationelle overvågning i vandløb, men med meget lave detektionsgrænsekrav.

Bilag C: Metodiske overvejelser i grundvand, vandløb og kystvande

C1 Grundvand: metodiske overvejelser og naturlig baggrund i grundvand

Metodiske overvejelser

Dette kapitel rummer ikke en udtømmende vurdering af, hvorledes man kan kategorisere geologiske områder for Grundvandsforekomsternes påvirkning af overfladevand. Formålet er i stedet at undersøge mulighed for at foretage nogle operationelle geografiske arealafgrænsninger til at understøtte Vandplanarbejdet med henblik på at vurdere Grundvandsforekomsternes påvirkning af overfladevand. Dette gøres alene ud fra eksisterende viden og data, med udgangspunkt i den refererede litteratur. Afgrænsningen kan ikke forventes at være særlig nøjagtig, idet grænsedragningen kan have forventes en usikkerhed på mange km. Derudover vil der inden for samme geografiske område kunne være en betydelig variation i hvilke typer geologi, der har kontakt med overfladevandet.

Afgrænsningen i denne rapport bygger på observerede data, der peger på, hvor der naturligt optræder særligt høje eller lave koncentrationer. De observerede data søges knyttet til kendt viden som stoffernes geokemiske adfærd. Specielt med hensyn til redoxfølsomme parametre, som fx nitrat, afgrænses områder, hvor redoxfronten / nitrat-fronten kan forventes at være så dybt beliggende, at der vil være mulighed for et væsentligt grundvandsbidrag mht. nitrat til stoftransporten i vandløbet.

Datagrundlag

Datagrundlaget for nikkel og arsen er i denne rapport identisk med det datasæt, der indgik i tilstandsvurderingen for Vandområdeplanerne 2015-21, idet det dækker alle indtag, som både er tilknyttet en grundvandsforekomst og har data fra perioden 2000-2013. (Thorling og Sørensen, 2014). Fordelinger mht. baggrundskoncentrationer anvendt i denne rapport stammer også fra Thorling og Sørensen (2014).

For alle øvrige stoffer er datagrundlaget GRUMO-udtrækkene fra 2017, for hhv. typerne "GRUMO", "LOOP", "Boringskontrollen" og "Andre Analyser". Disse standardudtræk er beskrevet i Thorling med flere (2018). Der er for disse stoffer beregnet en gennemsnitsværdi for perioden 2000-2017. Hvis der ikke er data for hele perioden er det angivet under figurerne.

De fleste vandanalyser stammer fra Grundvandsovervågningen og vandværkernes boringskontrol.

Den afhængighed af geologien som gælder for grundvandets kemiske sammensætning, er i sigens natur en konstant størrelse. Derfor vurderes det ikke ift. denne analyse at have nogen betydning om der ikke er anvendt præcis samme prøvetagningsperiode for alle stoffer.

Der er redegjort for databehandlingen i bilag E.

Naturlige baggrundsværdier i grundvand.

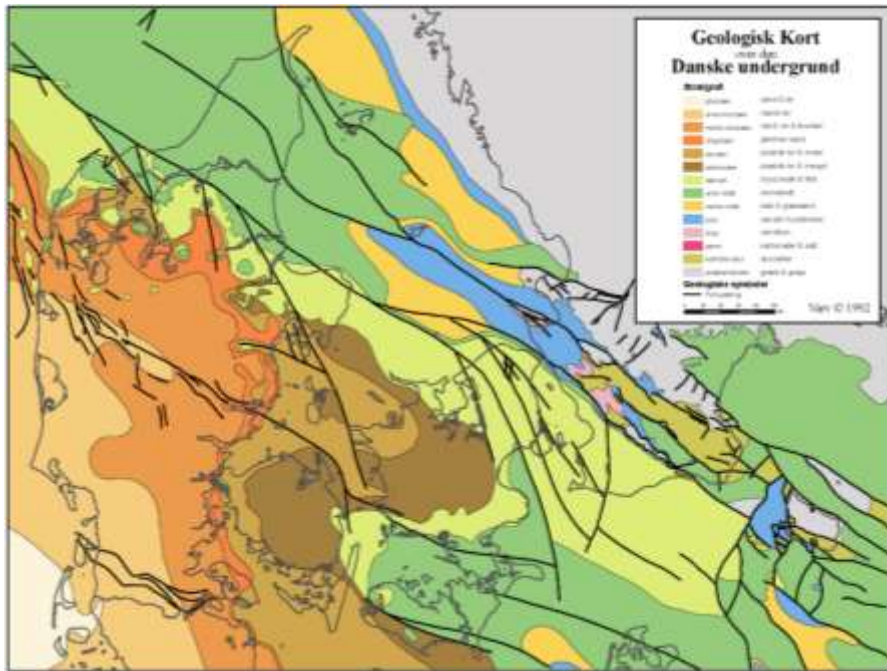
Der kan etableres naturlige baggrundsværdier for mange stoffer, der primært stammer fra de indlejrede mineralers kemiske sammensætning i de geologiske lag vandet har strømmet igennem, og hvor stofindholdet hænger sammen med aflejringsmiljøet, der har givet anledning til forskelle i mineralsammensætningen og dermed den rumlige fordeling af forskellige kildebjergarter.

Det er imidlertid ikke altid nok, at der er en kildebjergart. Den aktuelle koncentration er bestemt af såvel mængden af kildebjergart, som mulighederne for at stoffet kan opløses i grundvandet. Opløseligheden af stofferne afhænger især af pH (f.eks. Al, Fe) og redoxforholdene (f.eks. As, Fe). Der er ikke så enkel en sammenhæng mellem de geologiske aflejringer og redoxforholdene, idet såvel iltet som reduceret grundvand ses i alle typer af aflejringer. Dybden til redoxgrænsen afhænger i høj grad af strømningsmønstre, grundvandets opholdstid, og dertil indholdet af reducerende stoffer, der ikke på enkel vis hænger sammen med aflejringsmiljøet.

For endeligt at komplicere sagen yderligere er mange reaktioner i grundvand langsomme, så derfor spiller reaktionskinetikken også en rolle for den koncentration et stof, der optræder med et givet sted i grundvandet.

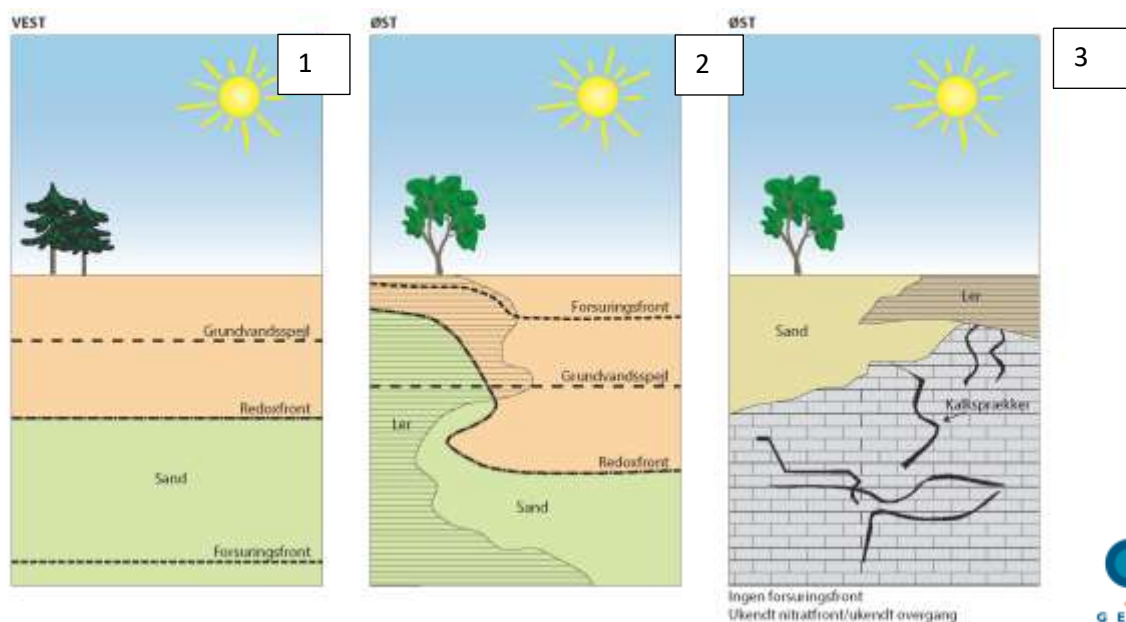
Figur C11 viser de prækvartære lags udbredelse i Danmark, umiddelbart under kvartæret. De prækvartære lag har stor betydning for kemien i grundvandet, idet de prækvartære underlejrrede lag er blandet op i istidslagene, der overlejrer dem. I Danmark opdeles grundvandsrelevante lag i de kvartære lag fra istiderne, og de underliggende prækvartære lag, der er af meget forskellig alder og mineralogisk sammensætning. Denne opdeling anvendes blandt andet også i DK-modellens lagdeling, og ligger også til grund for opdelingen af grundvandsforekomsterne.

De prækvartære lag er ofte et godt grundlag for opdeling i georegioner for mange sporstoffer. Fx vil det fremgå nedenfor, at høje koncentrationer af barium er knyttet til de tertiære lerede aflejringer, at fosforindholdet i grundvandet generelt er lavt i kalkmagasiner, og at fraværet af kalk i de tertiære sandede aflejringer i Vestjylland øger opløseligheden af fx aluminium i forhold til andre steder i Danmark.



Figur C1: Den prækvartære overflade i Danmark, dvs. udbredelsen af ældre geologiske lag umiddelbart under istidsaflejringerne fra den kvartære periode, der begyndte for ca. 1,6 mio. år siden. (Håkansson og Pedersen, 1992).

Figur C2 viser en principskitse for forskellige geologier og redoxgrænser og forsuringsgrænser, der er relevante for udpegning af georegioner.



Figur C2: Principskitse over beliggenheden af forsuringsfronten og redoxfronten i tre typiske geologiske situationer: 1) Vestdanmark, hvor jordlagene overvejende består af sand, 2) Østjylland, Fyns og Vestsjælland, hvor geologisk heterogenitet med vekslende ler og sand giver store lokale variationer i dybden til fronterne og 3) områder med kalklag, se Figur C1, hvor sprækkedannelser gør fastlæggelse af nitratfronten i selve kalklagene svær at forudsige. Bemærk, at forsuringsfronten kan ligge både over og under redoxfronten.

I grundvandsdirektivets bilag 2 nævnes ammonium som et relevant stof. Dette hænger især sammen med at der mange steder på grund af utilstrækkelig kloakering er omfattende nedsivning af spildevand til grundvandet. Dette betragtes ikke som et problem i Danmark, og generelt er der har ikke i data fra fx grundvandsovervågningen været indikationer på at det ammonium der findes i grundvandet har andre kilder end naturligt omsætning af organisk stof i grundvandet, således der under redoxfronten almindeligvis optræder koncentrationer af ammonium mellem 0,1 og 0,5 mg/l. Der er dog i forbindelse med lossepladser og andre punktkilder ofte høje koncentrationer af ammonium, op til flere mg/l, som skyldes nedsivning af organisk stof, der giver anledning til reducerede forhold i ellers oxiderede sedimenter. Der er ikke lavet baggrundskoncentrationer for fosfor i forbindelse med Vandområdeplanerne 2015-2021, da fosfor ikke indgik i tilstandsvurderingen.

I dette kapitel er den naturlige forekomst i grundvandet diskuteret ved fosfor og et sporstof eksemplificeret ved Al, mens nitrat og de øvrige sporstoffer As, Ba, Ni og Zn, samt Hg, Cu og Cd er gennemgået i Bilag E. Derudover er der givet et overblik over forekomsten af 6 udvalgte miljøfarlige stoffer (også bilag E).

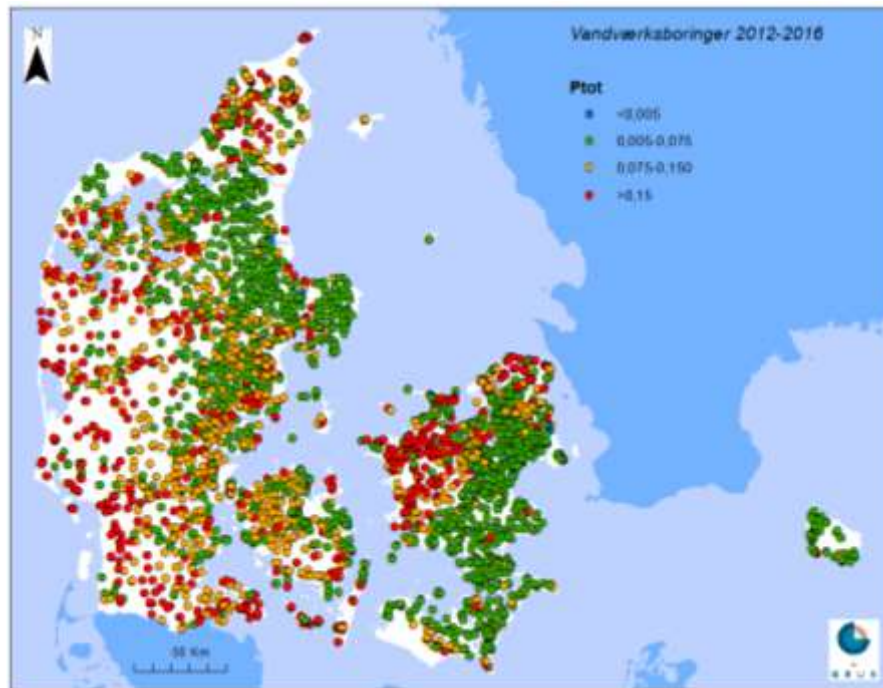
Fosfor

Figur C3 viser den geografiske fordeling af fosfat i Danmark baseret på boringskontrollen i aktive vandværksboringer 2012-2016. Der er ikke lavet baggrundskoncentrationer for fosfor i forbindelse med Vandområdeplanerne 2015-2021, da fosfor ikke indgik i tilstandsvurderingen.

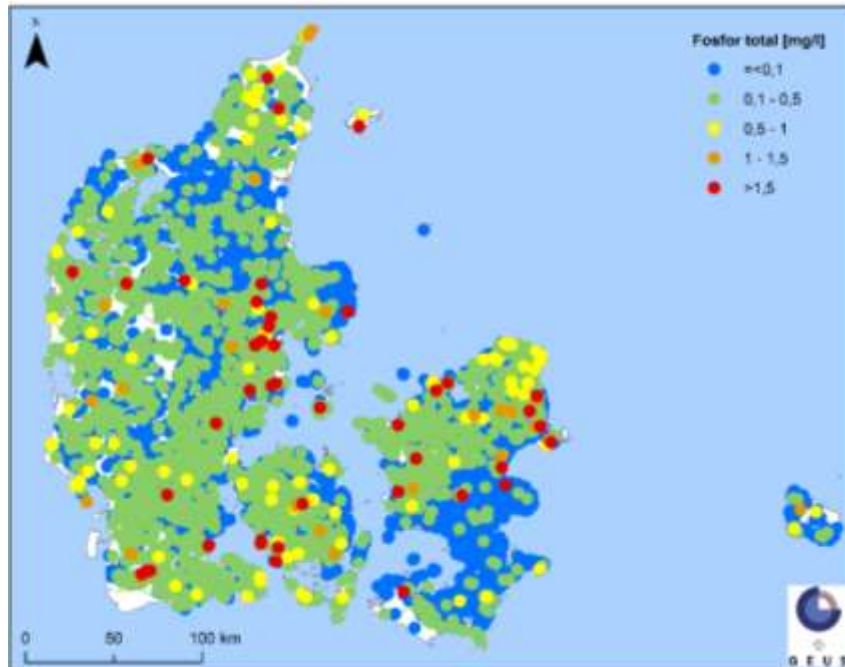
Figur C4 viser for alle datatyper gennemsnitsværdien for totalfosfor i alle indtag med analyser i Jupiter i perioden 2007-2017. BEMÆRK, der er brugt forskellige koncentrationsgrænser på de to figurer C3 og C4, hvilket resulterer i et andet overordnet billede af fosforindholdet. Med de valgte koncentrationsintervaller i Figur C4 er hovedparten af data i de to laveste koncentrations niveauer. Den anvendte opdeling i Figur C4 er foretaget ud fra overfladevandshensyn, mens opdelingen i figur C3 er foretaget af drikkevandshensyn.

Fosforindholdet i grundvand er primært geologisk bestemt, da udvaskningen af fosfor til grundvandet vurderes at være meget begrænset, idet fosfor adsorberes stærkt til jorden, især hvis der er jernoxider tilstede. Kilden til fosfor i grundvand er organisk indlejret materiale, hvor nedbrydning af det organiske stof frigiver fosfor. Ofte er der et særligt højt indhold af organisk stof i marine aflejringer, herunder postglaciale aflejringer som fx i Nordjylland. Frigivelse af fosfor fra jernoxider under jernreducerende betingelser er også en mulighed.

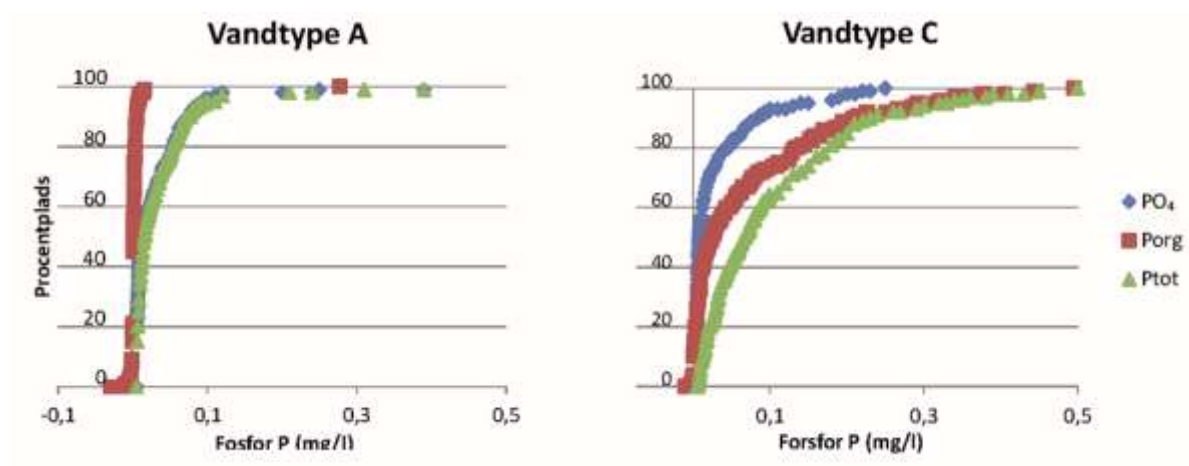
Det fremgår af kortet, at der i områder med kalk i undergrunden er lavere fosfor end i det øvrige Danmark. Dette skyldes at kalk binder fosfor meget hårdt, så det ikke går ud i opløsning i grundvandet. En oplagt inddeling af georegioner er derfor i områder med og uden kalkbjergarter. Yderligere kan underinddeles i georegioner med terrænnære interglaciale marine aflejringer eller marine tertiære sandaflejringer. Figur C5 viser, at indholdet af fosfor er også meget afhængigt af redoxforholdene, således indholdet er lavt under iltede forhold (vandtype A) og højt under reducerede forhold (vandtype C). Dette fænomen er uafhængigt af den geologiske lokalitet.



Figur C3: Total-fosfor (mg/l) i 5.957 vandværksboringer. Gennemsnit for perioden 2012-2016, hvor alle vandværksboringer kan forventes prøvetaget mindst én gang. Fosforindholdet afhænger i høj grad af geologien, og kan relateres til undergrunden. (Thorling med flere, 2018)



Figur C4: Total- Fosfor (mg/l) grundvand middelværdier for alle datatyper. Gennemsnit for perioden 2007-2017

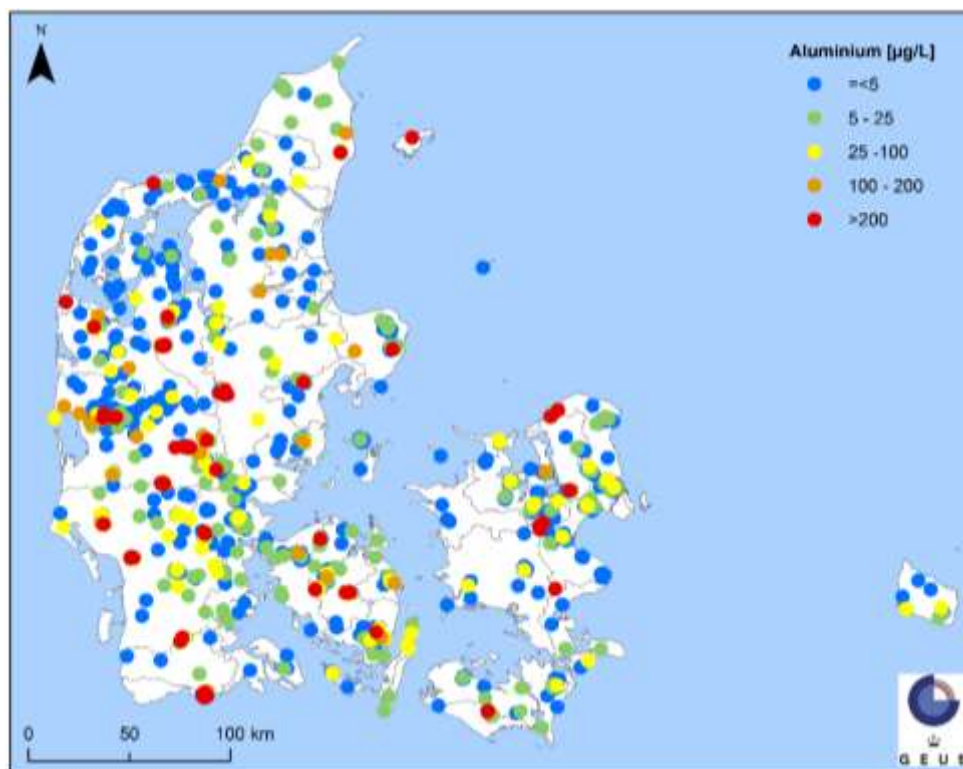


Figur C5: Indholdet af fosfor i forskellige puljer for henholdsvis oxideret vand, her vandtype A, ($O_2 > 1$ mg/l og $NO_3 > 1$ mg/l), og reduceret vand, her vandtype C ($NO_3 \leq 1$ mg/l og $SO_4 > 20$ mg/l). (Thorling med flere, 2013).

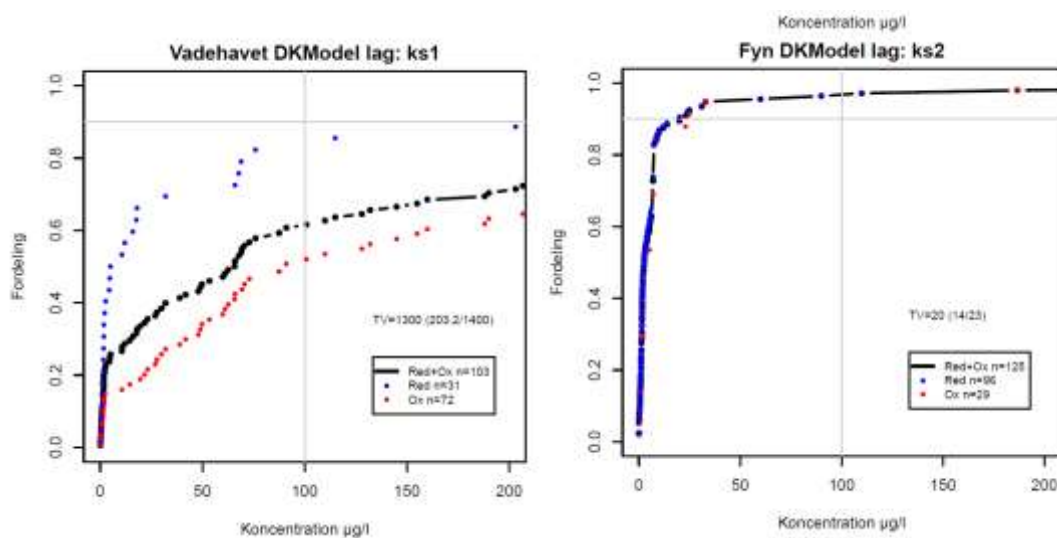
Aluminium

Figur C6 viser den geografiske fordeling af aluminium i Danmark. I grundvandet optræder de opløste stoffer ikke med én koncentration, men som koncentrationsfordelinger. Figur 7 viser fordelingen for aluminiumskoncentrationer i hhv. Vadehavsoplandene og på Fyn (definition, se Thorling og Sørensen, 2014). Baggrundskoncentrationen blev her defineret som 90% fraktilen i det "upåvirkede" grundvand.

Et forslag til georegion for aluminium kunne være alle hovedvandoplande, hvor største delen af oplandet ligger syd-vest for hovedopholdslinjen, og hvor grundvandets pH generelt set er lavere end i resten af Danmark på grund af jordlagenes lave indhold af kalk. De sure forhold, ses både i de kvartære og i de Miocæne aflejringer. Lokalt kan andre steder være påvist enkelte højere værdier. Da aluminium er et af de hyppigste forekommende grundstoffer i jord og ler, er der en stor risiko for kontaminering af prøver. Dertil kommer at der f.eks. i klitterne i Nordsjælland er et lokalt meget lavt kalkindhold.



Figur C6: Aluminium i Grundvandsprøver. middelværdier for perioden 2000-2017. Den højeste koncentrationsklasse er vist øverst.



Figur C7: Fordeling for aluminium i hhv. iltet og reduceret "grundvand model" lag kvartært sand 1 og 2" i Vadehavsoplandet og på Fyn, (Thorling og Sørensen 2014). Kravværdien for aluminium i drikkevand er 100 µg/l.

Organiske forureningskomponenter i grundvandet.

To pesticider bentazon og isoproturon, samt to organiske stoffer: DEHP og trichloretylen er vist i bilag B2.

Der er for disse stoffer ikke diskuteret udpegning af geologiske områder. Dette hænger sammen med at årsagen til disse stoffers forekomst i grundvandet er humane aktiviteter og ikke naturlige processer. Der er dog nogle miljøfarlige stoffer, hvor nedbrydningen er stærkt afhængig af de geologiske forhold, herunder redoxforholdene, der gør at stofferne er mere persistente i nogle dele af landet end andre. Vurdering af persistensforholdene for disse 6 stoffer indgår imidlertid ikke i denne rapport.

Opsummering om mulighederne for at udpege geologiske områder

Det er nedenfor vist, at det er muligt, om ikke helt enkelt, at opdele indikatorparametrene Al, As, Ba, Ni, Zn, nitrat, forfor, i georegioner (Tabel C1). Nogle parametre kan knyttes til naturligt forekommende kildebjergarter og geologiske forhold, der er befordrende for enten høj opløselighed eller lav opløselig. For andre stoffer er billedet yderst kompliceret og en meningsfuld udpegning vil kræve et betydeligt udredningsarbejde.

Det er ikke muligt at lave georegioner for miljøfarlige stoffer. Påvirkningen af grundvandet med disse er alene knyttet til den humane anvendelse, selvom vilkårene for nedbrydning og transport af disse naturligvis kan variere med geologien.

Tilsvarende er det vanskeligt at lave georegioner for fx nikkel, idet der er særlig meget human påvirkning, der kan være svær at skelne fra den naturlige baggrund.

Tabel C1: Indikatorparametre, georegioner og kildebjergarter

	Geologiske områder	Kildebjergart/ geologiske betydende lag
Al	Sydvest for Hovedopholdslinjen	Fra alle bjergarter / Kalkfri aflejringer i vestlige Danmark
As	Østjylland, Fyn, Sjælland	Pyrit i tertiært ler, kalk, brunkul mm. Reduktion af jernoxider i reducerede magasiner frigiver As.
Ba	Østjylland, Fyn, Sjælland	BaSO ₄ især i tertiært ler og skrivekridt
Cd	Midtjylland vest for hovedopholdslinjen	Kan stamme fra organiske lag i miocæne lag, da det er højere i svovlholdige organiske lag.
Cu	Intet ses i data	?
Hg	Punktkilder ses eller ikke nok data	?
Ni	Hele DK (ex. Nordjylland)	Kalkfri aflejringer i vestlige Danmark. Stor human påvirkning fra grundvandsindvinding
Zn	Ingen tydelig geologisk relation	??
Nitrat	Alle georegioner, omgang afhænger hydrologien	Oxiderede lag og dybden til nitratfronten.
Fosfor	Udenfor kalkområder	Organiske aflejringer i reduceret miljø forårsager særligt høje koncentrationer, mens kalkmagasiner har særligt lave indhold.

C2 Vandløb: Metodiske overvejelser og beregning af årsgennemsnit

Metodiske overvejelser

For hvert kalenderår er der for hver vandløbsstation med minimum 10 observationer udregnet maksimum, median og årsgennemsnit. Der benyttes generelt forskellige metoder til beregning af årsgennemsnit at efter om det eksempelvis er indholdet i grundvand eller opfyldelse af miljømål der undersøges. For at undersøge forskellen mellem de forskellige metoder der benyttes, er årsgennemsnittet for hver vandløbsstation beregnet ud fra fire forskellige metoder. Forskellene mellem de forskellige metoder er undersøgt i bilag I. Til analyserne af vandløbsdata i nærværende rapport er årsgennemsnittet for hvert stof udregnet på baggrund af den målte koncentration af stoffet for hver vandløbsstation ved anvendelse af metode 2 (NOVANA metoden) pr. kalenderår.

Til screeningen af de miljøfarlige stoffer i vandløb i den givne periode er der udarbejdet GIS temaer med tilhørende kort. For de miljøfarlige stoffer i vandløb hvor det i den danske bekendtgørelse er angivet, at der skal tages hensyn til den naturlige baggrundsværdi, er data undersøgt både med og uden hensyntagen til baggrundskoncentrationen i Danmark for det pågældende stof. Dette gælder for stofferne barium og zink. I afsnittet hvor baggrundskoncentrationen er medtaget i undersøgelsen er den tilhørende baggrundskoncentration fratrasket kvalitetskravene for de enkelte stoffer.

For at undersøge antallet af vandløbsstationer hvor kvalitetskravet for både det generelle kvalitetskrav (årsgennemsnit) samt for maksimumkoncentrations kvalitetskravet er der udarbejdet figurer og en tabel der viser antallet af stationer med værdier som er overskredet. I tabellen indgår en vandløbsstation kun én gang i antallet af stationer med værdierne fra det seneste (yngste) kalenderår, også selvom stationen har flere kalenderår hvor kvalitetskravene er overskredet.

For hvert miljøfremmed stof er arealet af oplandene til de enkelte vandløbsstationer udregnet for at kunne opgøre, hvor stort et areal og andel af landet, der er overvåget for de enkelte stoffer. Oplandenes samlede areal er udregnet ved at oplandene fra hver vandløbsstation er summeret. Hvis et opland fra to vandløbsstationer overlapper hinanden, dvs. det ene opland ligger inde i det andet, er arealet kun talt med for det store opland.

Metoder til beregning af årsgennemsnit

De forskellige metoder til beregning af årsgennemsnit er i det følgende beskrevet.

Metode 1 – GRUMO metoden

Årsgennemsnit udregnes ved at bruge detektionsgrænsen som absolut værdi for de vandprøver, hvor analyseresultatet er mindre end detektionsgrænsen. Er alle data under detektionsgrænsen vil det samlede resultat til slut oversættes til at være mindre end detektionsgrænsen (Boutrup med flere, 2015).

For observationer < detektionsgrænsen medfører det at: værdi = detektionsgrænsen

Metode 2 – Fundhyppighedsmetoden = NOVANA metoden

Årsgennemsnit udregnes ved at bruge fundhyppigheden til at beregne værdien for de observationer der har en værdi der er mindre end detektionsgrænsen.

Hvis fundhyppigheden for observationer af et givet stof fra en station et enkelt år er større end 20%, indgår værdier mindre end detektionsgrænsen i beregning af middelværdien med værdien: $0,5 \cdot \text{detektionsgrænsen}$ (Larsen med flere 2013). Ved fundhyppigheder mindre end 20% indgår værdier under detektionsgrænsen med værdien nul.

Ved fundhyppighed > 20%: Værdi = $0,5 \cdot \text{detektionsgrænsen}$

Ved fundhyppighed ≤ 20%: Værdi = 0 (nul)

Metode 3 – Den udvidede metode

Ved denne beregning af årsgennemsnittet er fundhyppigheden styrende for, hvilken værdi der tillægges observationer der har en værdi som ligger under detektionsgrænsen.

For observationer < detektionsgrænsen: værdi = fundprocent * detektionsgrænsen

Metode 4 – Kvantifikationsgrænse (LOQ) metoden

Ved denne beregning af årsgennemsnittet er kvantifikationsgrænsen styrende for, hvilken værdi der tillægges værdier under kvantifikationsgrænsen. Kvantifikationsgrænsen defineres som tre gange detektionsgrænsen. Kvantifikationsgrænse metoden benyttes ved vurdering af opfyldelse af miljømål og er anvist i Bekendtgørelse nr. 902 (2011) (Miljø- og Fødevareministeriet, 2011).

For observationer < kvantifikationsgrænsen: Værdi = $0,5 \cdot \text{kvantifikationsgrænsen}$ (svarende til $1,5 \cdot \text{detektionsgrænsen}$).

C3 Kystvande: metodiske overvejelser og data tilgængelighed

Metodiske overvejelser – metaller i biota

For metaller, TBT og PAH anvendes muslinger som indikator organisme, da de kan opkoncentrere stofferne og har meget lav omsætning af dem. For de organiske stoffer som PBDE, PFOS, dioxin mv. anvendes fisk, enten lever eller muskel på grund af deres relativt høje fedtindhold, som giver en god opkoncentrering i forhold til vandfasen, hvor stofferne ofte er under detektionsgrænsen.

Der findes danske MKK eller EU EQS værdier for indholdet af en række stoffer, og i OSPAR anvendes BAC og EAC/ERL værdier som indikator for baggrunds niveau (BAC) henholdsvis et niveau, hvor det kan forventes at økosystemet begynder at tage skade (EAC/ERL), nogenlunde svarende til EU's EQS.

Herudover anvendes for metaller EU's maximale indhold i fødevarer (muslinger eller fisk for Hg) som en øvre grænse for indhold (overgang til rød). For metaller er EQS og EU fødevarer krav er omregnet til tørstof ved anvendelse af gennemsnits tørstof indholdet på 16% i danske muslinger.

I Hovedrapportens afsnit 7.1.3 er vist den geografiske fordeling af Cd og i bilagsrapporten Pb og Cu i biota.

Det generelle billede for metallerne i biota er, at især i Øresund og det syd-østlige Danmark er højere end i Kattegat og de Jyske fjorde. Det er mere sandsynligt at dette skyldes større befolkningstæthed og flere industrier, der potentielt kan tilføre metaller end kontakt med grundvandet. For Ringkøbing Fjord er der generelt højere værdier, fordi der kun er sandmuslinger, der med sin levevis nedgravet i sandet er mere udsat for tungmetal forurening end blåmuslinger, der normalt sidder på sten eller andet fast materiale oven på sedimentet.

Metodiske overvejelser – organiske stoffer i biota

De fleste organiske stoffer er ikke særligt opløselige i vand, og opløseligheden falder yderligere med stigende saltindhold. De fleste organiske stoffer sedimenterer hurtigt ud af ferskvandsfæner ved vandløbs-udløb og udstrømmende grundvand. Lever i fisk har et højt lipid indhold, og er ofte brugt som organ pga. højere koncentrationer af de fleste organiske stoffer. For NO-VANA 2011 er der dog mange stoffer der måles i muskler, da det kan være svært at få nok prøvemateriale af lever, men også fordi muskler bedre repræsenterer indtaget i fødevarer og koncentrations niveauer i fisken – EQS værdier er typisk fastsat enten for fødevarer (muskler det mest relevante organ) eller for sekundær forgiftning af toppredatorer, hvor hele fisken er den relevante matrix. I nogle tilfælde (som PFOS, jævnfør Strand med flere (2007)) har screening af

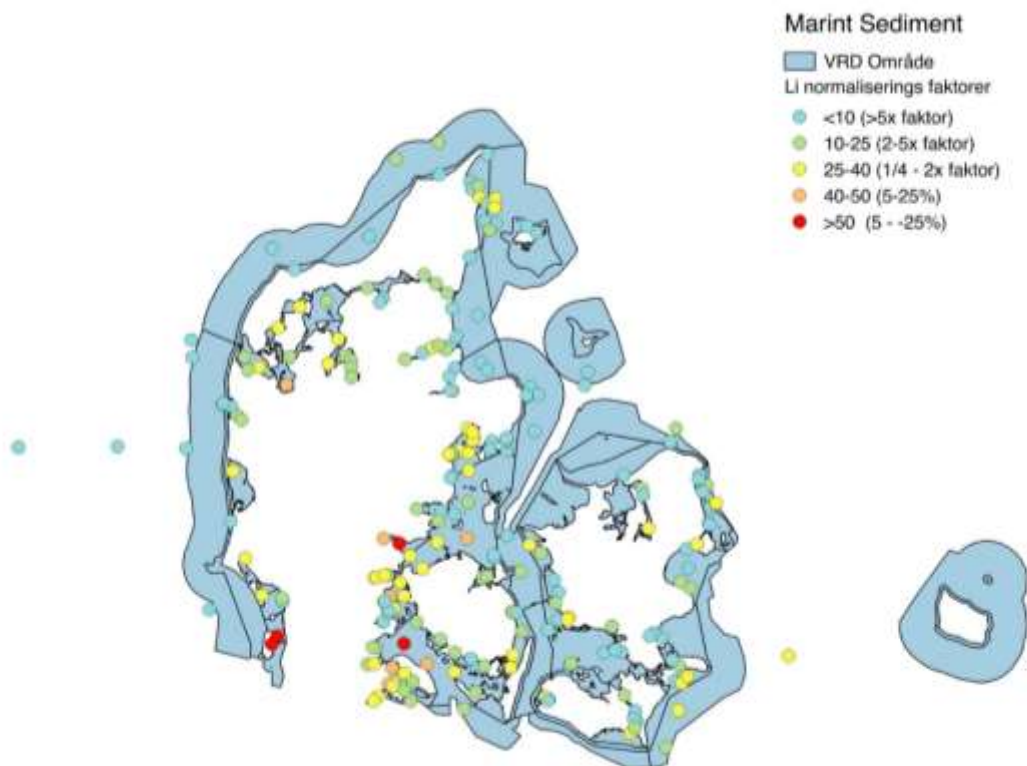
lever og muskel vist, at niveauet i muskler er under detektionsgrænsen, hvorimod lever indholdet er målbart, hvilket har ført til at leveren er valgt som organ for fremtidige analyser.

I Hovedrapportens afsnit 7.4.3 er vist den geografiske fordeling af det organisk stof PFOS og i nærværende bilagsrapport er vist Anthracen, Benz(a)pyren, PFAS og brommerede flammehæmmere (Bilag G).

Det generelle billede for organiske stoffer i biota er, at niveauerne er lave og omkring eller under EQS værdierne. De højeste niveauer ses typisk i tætbefolkede områder (Øresund og bunden af Odense Fjord), men for PBDE er EQS værdien så lav, at de nuværende metodors detektionsgrænser ikke er 10x lavere end EQS værdien (i nogle tilfælde endda over), så ved summering af PBDE'er vil selv steder, hvor der ikke er påvist PBDE (<DL) bidrage med værdier der summer op til over EQS'en, hvis der ikke anvendes 0 for koncentration i summen.

Metodiske overvejelser – sediment

Det naturlige baggrundsniveau af metaller afhænger af indholdet af ler-silt, som i danske sedimenter er kraftigt korreleret med Litium. Da mange sedimenter er taget i Vesterhavet og andre steder med fortrinsvis sandede sedimenter er litium indholdet mange steder meget lavt (ned til 1,1 mg/kg TS), hvilket giver en faktor 50 op til OSPARs standard Li koncentration i sediment (52 mg/kg TS). Der er derfor stor usikkerhed på det korrigerede resultat for det meste af Vesterhavet, og store dele af Kattegat (Figur C8). Der er anvendt simpel regression for beregning af de Li-normaliserede koncentrationer, da OSPARs normalisering (OSPAR, 2009) i mange tilfælde ikke kan anvendes pga. de lave koncentrationer af Li og metallerne.



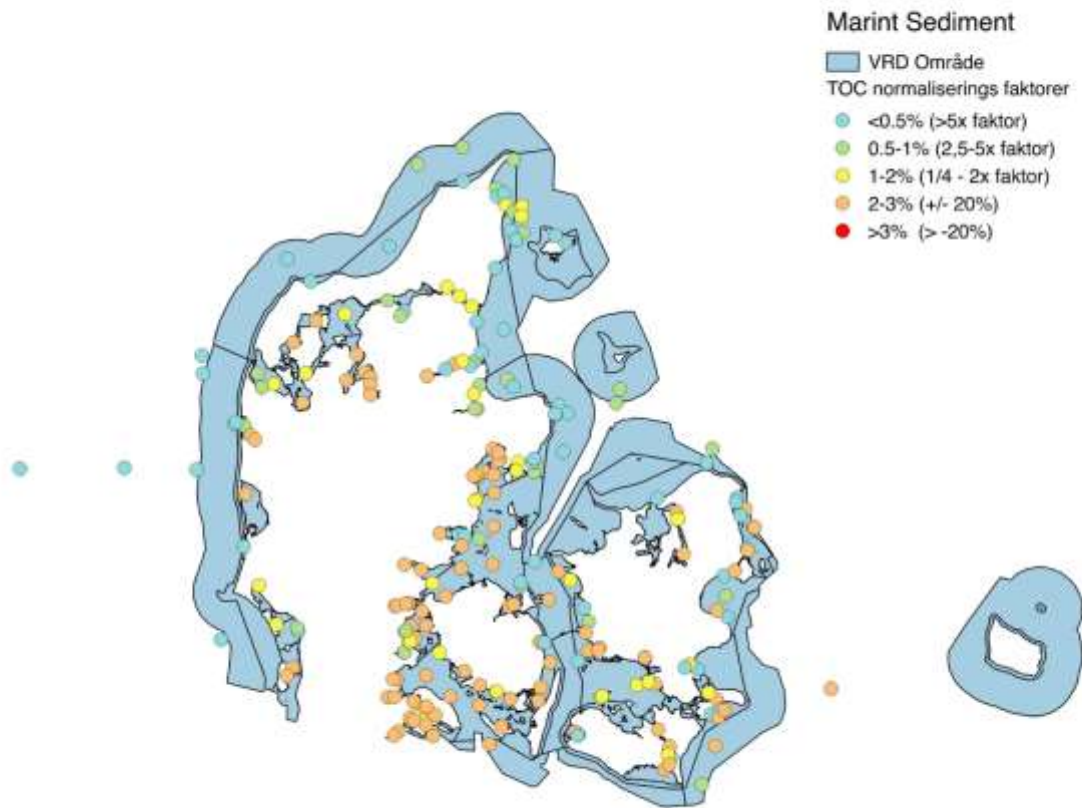
Figur C8: Målt Litium indhold og tilhørende korrektion for normalisering. Langt de fleste sedimenter er sandede sedimenter med et lavt Litium indhold, og bliver derfor korrigeret med en faktor 2 eller højere (gennemsnit 17 mg/kg TS, dvs. korrektion med en faktor 3 i gennemsnit for 52 mg Li/kg). Orange og røde sedimenter korrigeres med $\pm 25\%$ (Vadehavet og Storebælt). Nordsøsedimenter og det centrale Kattegat korrigeres med en faktor op til 50, hvilket betyder stor usikkerhed på det normaliserede resultat, da både Li og metallet er målt tæt på detektionsgrænsen.

I Hovedrapportens afsnit 7.3.3 og 7.4.3 vist den geografiske fordeling af metallerne Cd og Zn og i denne bilagsrapport er vist Hg, Pb, Ni, og Cu, samt de organiske stoffer Anthracen og Benz(a)pyren (Bilag G).

Det generelle billede for metaller i sediment er forhøjede værdier langs Jyllands Østkyst, men mange steder med relativ stor usikkerhed pga. Li korrektioner fra <10 mg/kg TS til 52 mg/kg TS. Som sådan er der en rimelig overensstemmelse med billedet for biota, med forhøjede værdier i Øresund (bortset fra Cd) og Køge Bugt også.

Organiske stoffer normaliseres ikke til ler-silt fraktionen, men til total organisk kulstof, da de fleste organiske stoffer adsorberes til kulstof i sedimentet, ligesom de opløses bedre i lipidholdigt væv i biota. I modsætning til Li er normaliseringen for TOC ikke helt så voldsom for de fleste områder (Figur C9). Men igen er det Kattegat og Vesterhavs områderne med de laveste TOC indhold og dermed den største øgning i usikkerheden, da der korrigeres med en faktor

2,5-5 og både TOC og indholdet af organisk stoffer er lavt før normaliseringen. Der er ikke målt PFAS og PBDE'er, så der er kun resultater for PAH'erne anthracen og Benz(a)pyren.



Figur C9: Normalisering til TOC (indholdet i % TS afbildet) viser, at det fleste prøver korrigeres med mindre end $\pm 2\%$, specielt i Bælthavet og den vestlige del af Limfjorden. Korrektionerne er størst i Nordsøen og det centrale Kattegat ligesom for Li (se figur 8.3), for målingerne $<0,5\%$ er TOC tæt på detektionsgrænsen ($0,2\%$) og dermed er usikkerheden på normaliseringen også stor. Middel TOC indholdet er $2,6\%$, meget tæt på de $2,5\%$ som anvendes som målsætning.

For langt de fleste metaller og organiske stoffer er der en faldende tendens, både i deposition (OSPAR 2017a, HELCOM.FI) og direkte udstrømning fra vandløb og renseanlæg (OSPAR 2017b, c, HELCOM.FI), samt i de værdier, der måles i biota og sediment i Nordsø området (OSPAR, 2017d, HELCOM.FI), dog undtagen cadmium, kviksølv og kobber hvor der var mellem $\frac{1}{3}$ og $\frac{1}{2}$ af prøverne der udviste stigende tendens i Nordsø-området.

Data tilgængelighed

For hvert vandområde er i Bilag G angivet hvor mange biota og sedimentprøver, der er tilgængelige. For metaller er der herudover angivet hvor mange prøver der er over EU food (orange/rød, Pb, Cd), EQS for Hg, eller bare generelt i den højeste klasse fundet (Cu, Zn). Det skal bemærkes, at for Cd er de fleste værdier over EQS i de indre danske farvande, men ikke langs Vestkysten, Skagerrak og indre Mariager Fjord.

Bilag D: Intervalinddeling på kort i bilag E, F og G

Afsnit om intervalinddeling anvendt på kort

Ferskvand

De miljøfarlige stoffer samt nitrat og fosfat er på kortene i nærværende rapport inddelt i følgende farveintervaller (figur D1). Alle stoffer er inddelt i fem kategorier på nær nikkel, bentazon, BAM, Isoproturon, nitrat og fosfat der er inddelt i seks kategorier. I det følgende vil intervalindelingen for de enkelte stoffer blive gennemgået.

Farve	Blå	Grøn	Gul	Orange	Rød	Lilla
Nitrat (NO ₃ -N)	1	2,5	5	8	11,3	>11,3
Nitrat (NO ₃ -)	4	11	22	35	50	>50,059
Fosfor	0,025	0,05	0,075	0,1	0,15	>0,15
Nikkel	0,25	4	8,6	20	34	>34
Arsen	1,1	4,3	5	43	>43	
Barium	1	34	145	700	>700	
Kviksølv	0,0005	0,01	0,07	1	>1	
Kobber	0,1	1	4,9	2000	>2000	
Cadmium	0,025	0,08	0,45	3	>3	
Zink	0,45	4,6	9,9	3000	>3000	
Bentazon	0,01	0,1	1	45	450	>450
BAM	0,01	0,05	0,1	78	780	>780
Isoproturon	0,01	0,1	0,3	0,5	1	>1
PFOS	0,00065	0,1	7,2	36	>36	
DEHP	0,1	0,3	0,5	1,3	>1,3	
Trichloroethylen	0,02	0,5	1	10	>10	
Vinylchlorid	0,01	0,05	0,5	10	>10	

Figur D1: Anvendte farveintervaller for de miljøfarlige stoffer samt nitrat og fosfor beskrevet i bilag D

Næringsstoffer

Nitrat

For nitrat er der kun fastsat et drikkevandskvalitetskrav og et grundvandskvalitetskrav. Drikkevandskvalitetskravet og grundvandskvalitetskravet er 50 mg/l hvilket svare til 11,3 mg N/l.

Dette krav er i intervalinddelingen benyttet som de to højeste kategorier (orange og rød) og de resterende intervaller er opdelt med udgangspunkt i data.

Fosfat

For fosfat var der tidligere fastsat et drikkevandskvalitetskrav for total fosfor i den danske drikkevandsbekendtgørelse, det er nu bortfaldet. Drikkevandskvalitetskravet var 0,15 mg/l. Dette krav er i intervalinddelingen benyttet som de to højeste kategorier (rød og lilla) mens de resterende intervaller er opdelt med udgangspunkt i data.

Metaller

Nikkel

I Bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål er maksimumkoncentration kvalitetskravet for nikkel i ferskvand 34 µg/l, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (rød og lilla) (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2017). Drikkevandskvalitetskravet for nikkel er 20 µg/l, hvilket benyttes som den næsthøjeste kategori (orange), jf. drikkevandsbekendtgørelsen. Den midterste kategori (gul) på 8,6 µg/l i intervalinddelingen repræsenterer EUs generelle kvalitetskrav (AA-EQS) i andet overfladevand

Det generelle kvalitetskrav for nikkel i ferskvand er 4 µg/l for den biotilgængelige koncentration, jf. bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål. Der foreligger pt. ikke tilstrækkelig data til, at den biotilgængelige koncentration kan beregnes, og derfor er vurderingerne i nærværende rapport foretaget i forhold til de målte koncentrationer. 4 µg/l er derfor benyttet som den næstlaveste kategori i intervalinddelingen (grøn). 0,25 µg/l er benyttet som den laveste kategori (blå), hvilket repræsenterer OSPARs baggrundsværdi for nikkel i Nordsøen.

Arsen

I Bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål er maksimumkoncentration kvalitetskravet for arsen i ferskvand 43 µg/l, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød). Drikkevandskvalitetskravet i drikkevandsbekendtgørelsen for arsen er 5 µg/l, hvilket den midterste kategori (gul) i intervalinddelingen repræsenterer.

Det generelle kvalitetskrav for arsen i ferskvand er 4,3 µg/l, hvilket benyttes som den næstlaveste kategori (grøn), jf. bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål. 1,1 µg/l er benyttet som den laveste kategori (blå), hvilket repræsenterer EUs maksimumskoncentration (MAC-EQS) i andet overfladevand.

Barium

Drikkevandskvalitetskravet for barium fastsat til 700 µg/l, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød). Dette krav er bortfaldet, så der ikke længere er en grænseværdi for dette stof, i den seneste drikkevandsbekendtgørelse. Maksimumkoncentration kvalitetskravet for barium i ferskvand er 145 µg/l, hvilket den midterste kategori (gul) i intervalinddelingen repræsenterer. Det generelle kvalitetskrav for barium i ferskvand er 34

µg/l, hvilket benyttes som den næstlaveste kategori (grøn) , jf. bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål 1 µg/l er benyttet til den laveste kategori (blå), hvilket repræsenterer en forventet baggrundskoncentration.

Kviksølv

I drikkevandsbekendtgørelsen er drikkevandskvalitetskravet for kviksølv 1 µg/l, hvilket i intervalindelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød). For kviksølv i ferskvand er maksimum kvalitetskravet 0,07 µg/l men der er ikke fastsat et generelt kvalitetskrav i bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål. Den midterste kategori i intervalindelingen (gul) repræsenterer således maksimum koncentration kvalitetskravet for kviksølv i ferskvand. 0,0005 µg/l er benyttet som laveste kategori (blå), hvilket repræsenterer OSPARs baggrundsværdi for Nordsøen.

Kobber

I drikkevandsbekendtgørelsen er drikkevandskvalitetskravet for kobber 2000 µg/l, hvilket i intervalindelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød) (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017b). Det generelle kvalitetskrav og maksimumkoncentration kvalitetskravet for kobber i ferskvand er ifølge Bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål begge 4,9 µg/l , hvilket den midterste kategori (gul) i intervalindelingen repræsenterer. 0,1 µg/l er benyttet som laveste kategori (blå) hvilket repræsenterer OSPARs baggrundsværdi for Nordsøen.

Cadmium

I drikkevandsbekendtgørelsen er drikkevandskvalitetskravet for cadmium fastsat til 3 µg/l, hvilket i intervalindelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød). For cadmium i ferskvand benyttes i denne rapport et maksimum kvalitetskrav på 0,45 µg/l som er fastsat ud fra bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål hvilket den midterste kategori (gul) i intervalindelingen repræsenterer. Det generelle kvalitetskrav for cadmium i ferskvand er i denne rapport bestemt til 0,08 µg/l hvilket er fastsat ud fra bekendtgørelsen fastlæggelse af miljømål og repræsenteret med den næstlaveste kategori (grøn). 0,025 µg/l er benyttet som laveste kategori (blå) hvilket repræsenterer OSPARs baggrundsværdi for Nordsøen.

Zink

I Bekendtgørelse nr. 1147 (2017) er drikkevandskvalitetskravet for zink fastsat til 3000 µg/l, hvilket i intervalindelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød) (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017b). For zink i ferskvand benyttes i denne rapport et maksimum kvalitetskrav på 9,9 µg/l som er fastsat ud fra bekendtgørelse nr. 1625 (2017) (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017a), hvilket den midterste kategori (gul) i intervalindelingen repræsenterer. Det generelle kvalitetskrav for zink i ferskvand er i denne rapport bestemt til 4,6 µg/l som er fastsat ud fra bekendtgørelsen og repræsenteret med den næstlaveste kategori (grøn) (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017a). 0,45 µg/l er benyttet som laveste kategori (blå) hvilket repræsenterer OSPARs baggrundsværdi for Nordsøen.

Pesticider

Bentazon

I Bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål er maksimumkoncentration kvalitetskravet for bentazon i ferskvand 450 µg/l, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (rød og lilla). Det generelle kvalitetskrav for bentazon i ferskvand er 45 µg/l, hvilket den næste kategori (orange) i intervalinddelingen repræsenterer. Drikkevandskvalitetskravet for bentazon er ifølge drikkevandsbekendtgørelsen 0,10 µg/l, hvilket den næstlaveste kategori (grøn) repræsenterer. Den laveste kategori (blå) repræsenterer den benyttede detektionsgrænse ved bentazon målingerne på 0,01 µg/l. Der er ikke fastsat en grænseværdi for bentazon i de marine vande.

BAM – (2,6-Dichlorbenzamid)

I Bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål er maksimumkoncentration kvalitetskravet for BAM i ferskvand 780 µg/l, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (rød og lilla). Det generelle kvalitetskrav for BAM i ferskvand er 78 µg/l, hvilket den midterste kategori (orange) i intervalinddelingen repræsenterer. Drikkevandskvalitetskravet for BAM er 0,10 µg/l, fastsat i drikkevandsbekendtgørelsen, hvilket den gule kategori repræsenterer. Den laveste kategori (blå) repræsenterer den benyttede detektionsgrænse ved BAM målingerne på 0,01 µg/l. Der er ikke fastsat en grænseværdi for BAM i de marine vande.

Isoproturon

I Bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål er maksimumkoncentration kvalitetskravet for isoproturon i ferskvand 1 µg/l, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (rød og lilla) (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017a). Det generelle kvalitetskrav for isoproturon i ferskvand er 0,3 µg/l, hvilket den midterste kategori (gul) i intervalinddelingen repræsenterer (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017a). Grundvands- og drikkevandskvalitetskravet for isoproturon er 0,1 µg/l, hvilket benyttes som den næstlaveste kategori (grøn). Den laveste kategori (blå) repræsenterer den benyttede detektionsgrænse ved isoproturon målingerne på 0,01 µg/l. Der er ikke fastsat en grænseværdi for isoproturon i de marine vande.

Perfluorerede forbindelser

PFOS

I Bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål er maksimumkoncentration kvalitetskravet for PFOS i ferskvand 36 µg/l, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød). Drikkevandskvalitetskravet for summen af perfluorerede stoffer (Sum PFAS) er 0,1 µg/l. Stofgruppen er her repræsenteret ved PFOS. 0,1 µg/l anvendes derfor som den næstlaveste kategori (grøn) i intervalinddelingen.

Det generelle kvalitetskrav for PFOS i ferskvand er 0,00065 µg/l, hvilket benyttes som den laveste kategori (blå). AA-EQS for andet overfladevand er 0,00013 µg/l men der måles ikke på havvand, så her anvendes i stedet kvalitetskravet for biota.

Blødgørere

DEHP

Det generelle kvalitetskrav for DEHP i ferskvand er 1,3 µg/l i bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød). Der er for DEHP ikke fastsat et maksimumkoncentration- eller drikkevandskvalitetskrav. 0,1 µg/l er benyttet som laveste kategori (blå) hvilket repræsenterer detektionsgrænse kravet i bekendtgørelse nr. 974 af 27. juni 2018 om kvalitetskrav til miljømålinger (analysekvalitetsbekendtgørelsen).

Klorerede opløsningsmidler

Trichloroethylen

Det generelle kvalitetskrav for trichloroethylen i ferskvand er 10 µg/l i bekendtgørelsen fastlæggelse af miljømål, hvilket i intervalinddelingen benyttes som de to højeste kategorier (orange og rød). Drikkevandskvalitetskravet for trichloroethylen er i drikkevandsbekendtgørelsen fastsat til 1 µg/l, hvilket den midterste kategori (gul) i intervalinddelingen repræsenterer. 0,02 µg/l er benyttet som laveste kategori (blå) hvilket repræsenterer detektionsgrænse kravet i analysekvalitetsbekendtgørelsen. Der er for trichloroethylen ikke fastsat et maksimumkoncentration kvalitetskrav.

Vinylchlorid

Drikkevandskvalitetskravet og maksimumkoncentration kvalitetskravet for vinylchlorid i ferskvand er 0,5 µg/l, hvilket i intervalinddelingen benyttes som den midterste kategori (gul), jf. bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål og drikkevandsbekendtgørelsen. For overfladevand opereres der med korttidskrav og generelle krav. Det generelle krav på 0,01 µg/l er benyttet som laveste kategori (blå).

Marine biologiske matricer

De miljøfarlige stoffer i fisk og muslinger er inddelt efter tilgængelige OSPAR BAC, OSPAR EAC, EU EQSbiota og MKK kriterier hvor de måtte findes. Hvor der ikke er fastsat OSPAR BAC er der anvendt detektionsgrænsen fra analysekvalitetsbekendtgørelsen x 5. For arsen er der anvendt norske kriterier, da der ikke er udviklet kriterier i EU eller OSPAR regi endnu.

Farve	<i>Blå</i>	<i>Grøn</i>	<i>Gul</i>	<i>Orange</i>	<i>Rød</i>
Nikkel	1	5	14,5	20	>20
Arsen	1	10	30	100	>100
Kviksølv	0,09	0,125	0,5	3,125	>3,125
Kobber	4	10	30	100	>100
Cadmium	0,8	0,96	2	6,125	>6,125
Bly	0,55	1,3	4	9,375	
PFOS	9,1	91	150	200	>200
PFAS	9,1	91	150	200	>200
Benzo(a)pyren	1,4	5	10	96	>96
Anthracen	2,5	46,4	2400	5000	>5000
PBDE	0.0085	0.1	0.5	1	>1

Kviksølv mg/kg TS

Det nederste blå niveau er værdier under OSPAR's Baggrundsassessment koncentration (BAC), fulgt af EU's EQS for biota (20 µg/kg WW omregnet til tørvægt med 16% TS for muslinger). Værdien gælder principielt for hele fisk, men er anvendt på alle tilgængelige data, og farven er grøn. Det sidste trin (orange) er EU's fødevarekriterie (omregnet til TS), og ud fra værdierne i datasættet er et ekstra trin (gul) indsat før fødevarekriteriet. Overskridelse af fødevarekriteriet er rødt. Fødevarekriteriet betragtes ikke som beskyttende for miljøet, derfor er det anvendt som øverste trin.

Bly, cadmium mg/kg TS

Det nederste blå niveau er værdier under det danske MKK, som er lavere end OSPAR's Baggrundsassessment koncentration (BAC) der anvendes til som øvre grænse for grøn. Det sidste trin (orange) er EU's fødevarekriterie (omregnet til TS), og ud fra værdierne i datasættet er et ekstra trin (gul) indsat før fødevarekriteriet. Overskridelse af fødevarekriteriet er rødt. Fødevarekriteriet betragtes ikke som beskyttende for miljøet, derfor er det anvendt som øverste trin.

Nikkel mg/kg TS

Nedre grænse (blå) er sat til 5x detektionsgrænse kravet i analysekvalitetsbekendtgørelsen. De næste trin er sat efter SFT's "ubetydelig forurennet" (grøn) (SFT 1997; 2007). Ud fra EU's nikkel dossier er der beregnet en biota EQS ud fra vand, ved at bruge biokoncentrations faktoren 270 l/kg. Denne er anvendt som øvre grænse for gul, og SFT's grænse for "Moderat forurennet" er derefter anvendt som grænsen mellem orange og rød.

Arsen, Kobber mg/kg TS

Nedre grænse (blå) er sat til 5x detektionsgrænse kravet i analysekvalitetsbekendtgørelsen. De næste trin er sat efter SFT's "ubetydelig forurennet" (grøn) og videre opefter, da der ikke findes nogle danske eller EU krav til arsen og kobber. Der er ikke nogen fødevarekrav for nikkel og arsen med relevans for marine prøver (i 2015 blev der dog tilføjet krav til arsen i risprodukter).

Benzo(a)pyren µg/kg VV

Blå niveau er op til OSPAR BAC, derefter grøn op til EU EQS for muslinger, der også indgår i den danske MKK bekendtgørelse. Gul op til SFTs "markant forenet grænse, og så OSPAR EAC (omregnet fra tørstof med 16% muslinge TS), som grænsen mellem orange og rød.

Antracen µg/kg VV

Blå niveau er op til 5x detektionsgrænsen i analysekvalitetsbekendtgørelsen, derefter grøn op til EU EQS for muslinger, og gul op til den danske MKK bekendtgørelse. Gul op til SFTs "markant forenet grænse, og så OSPAR EAC (omregnet fra tørstof med 16% muslinge TS), og afrundet 2x MKK som grænsen mellem orange og rød.

PFOS, PFAS µg/kg VV

Der er ingen OSPAR baggrundsværdier eller detektionsgrænse krav i analysekvalitetsbekendtgørelsen, så blå niveau er sat til EU EQS for PFOS og derivater heraf. OSPAR anvender en faktor 10 til grænse for målinger i lever (opkoncentreret i forhold til hele fisk/musklen), så som "grøn" grænse anvendes 10x EQS værdien. De øvrige grænser er sat ud fra data.

PBDE: µg/kg VV

EU's EQS værdi for PBDE'er er generelt betragtet som værende meget lav, og er derfor anvendt som blå niveau. Analysekvalitetsbekendtgørelsen har en detektionsgrænse for individuelle PBDE'er som 0,1 hvilket er anvendt som grænsen til grøn (dvs. hvis der detekteres én PBDE er den overskredet). Summen af detektionsgrænserne for de 5 BDE'er der indgår i analysekvalitetsbekendtgørelsen er 0,5, hvilket så er sat som grænsen til gul, og endelig er

Marine sedimenter (normaliseret)

De miljøfarlige stoffer i fisk og muslinger er inddelt efter tilgængelige OSPAR BAC, OSPAR EAC, OSPAR accepterede US-EPA ERL samt MKK kriterier hvor de måtte findes. For arsen er der anvendt norske kriterier, da der ikke er udviklet kriterier i OSPAR regi endnu. Der er ikke fastsat sediment kriterier i EU regi endnu, selvom der er en del QS forslag i de enkelte stoffers dossierer.

Farve	<i>Blå</i>	<i>Grøn</i>	<i>Gul</i>	<i>Orange</i>	<i>Rød</i>
Nikkel	36	46	120	200	>200
Bly	38	47	163	300	>300
Arsen	0,5	20	52	76	>76
Kviksølv	0,07	0,15	0,3	1	>1
Kobber	27	34	100	200	>200
Cadmium	0,31	1,2	3,8	5	>5
Zink	122	150	300	500	>500
Benzo(a)pyren	30	430	830	4200	>4200
Anthracen	4,8	24	85	200	>200

Anthracen µg/kg TS (TOC)

Blå grænse dækker op til MKK marin (tæt på Analysekvalitetsbekendtgørelsens detektionsgrænse på 3 µg/kg TS), grøn op til MKK fersk. OSPARs ERL anvendes som grænsen for gul, og den sidste grænse mellem orange og rød er sat ud fra data.

Benzo(a)pyren µg/kg TS (TOC):

Blå er sat til OSPAR BAC (15x analysekvalitetsbekendtgørelsens detektionsgrænse), den grønne grænse er sat ved OSPARs ERL, og gul og orange er sat efter de Norske SFT grænser for moderat og dårlig tilstand i sediment.

Kviksølv, kobber og Zink mg/kg TS (Li)

Blå er sat til OSPAR BAC (12-27x analysekvalitetsbekendtgørelsens detektionsgrænse), den grønne grænse er sat ved OSPARs ERL, og gul og orange er sat ud fra data fordelingen.

Cadmium, bly mg/kg TS (Li) Cd, Pb: BAC, ERL, MKK, data split

Blå er sat til OSPAR BAC (10-38x analysekvalitetsbekendtgørelsens detektionsgrænse), den grønne grænse er sat ved OSPARs ERL, og gul er sat som MKK grænsen. Grænsen mellem orange og rød er sat ud fra data, og ca. 50% over MKK grænsen

Ni: BAC, Data split

Blå er sat til OSPAR BAC (72x analysekvalitetsbekendtgørelsens detektionsgrænse), den grønne grænse er sat ved den norske SFT skala for god miljøtilstand i sediment, gul ved moderat og

orange/rød som ca. 2x den moderate grænse. Den norske skala passer med de grænser, der ville blive sat på basis af data.

As: 5X dl, SFT skala fra 2007

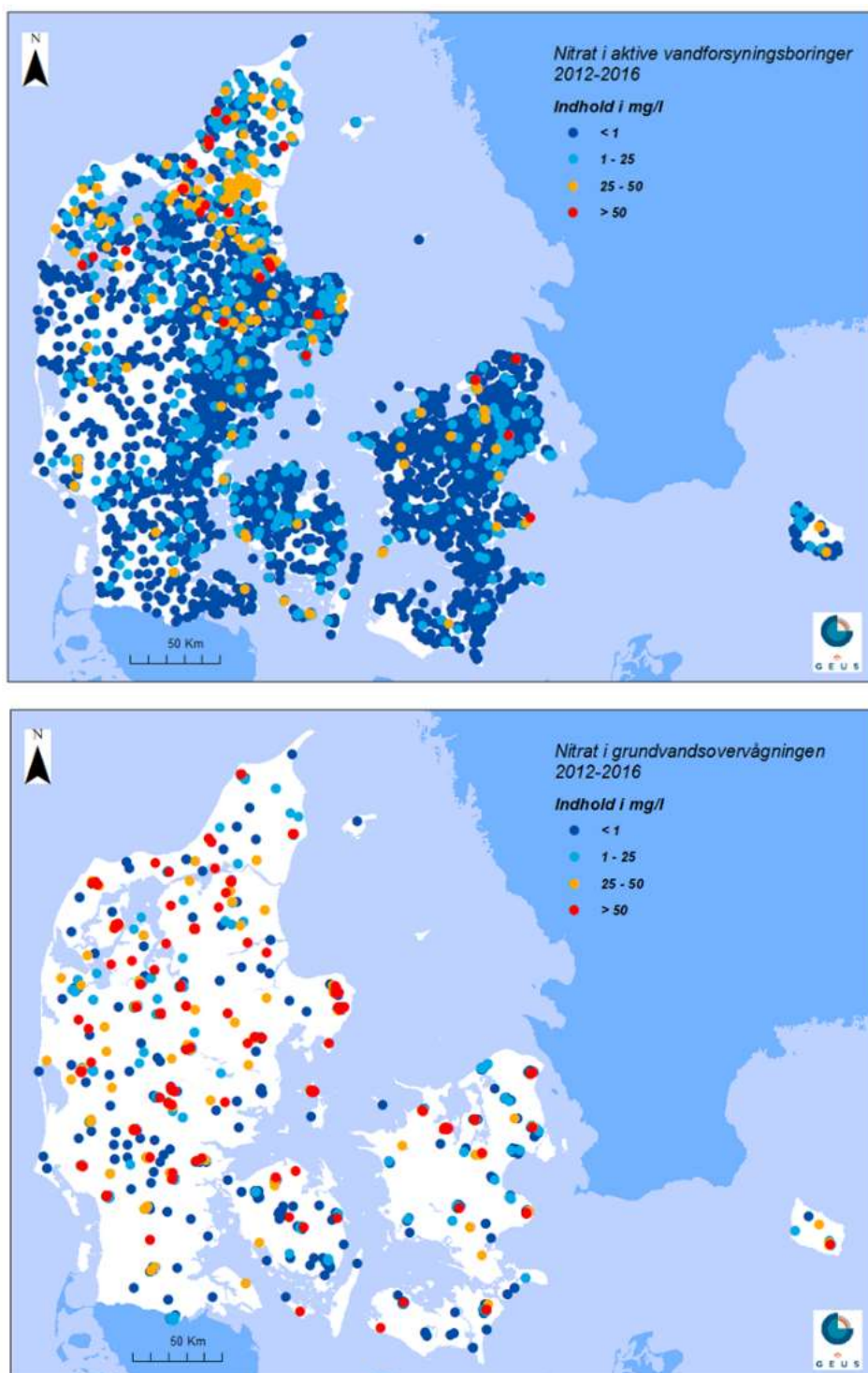
Blå er sat til 5x analysekvalitetsbekendtgørelsens detektionsgrænse, da der ikke er nogen OSPAR BAC værdi for As. Den grønne grænse er sat ved den norske SFT skala for god miljøtilstand i sediment, gul ved moderat og orange/rød som grænsen for Dårlig miljøtilstand i SFT skalaen. Den norske skala passer med de grænser, der ville blive sat på basis af data.

Bilag E: Kemiske stoffer i grundvandet af relevans for overfladevand

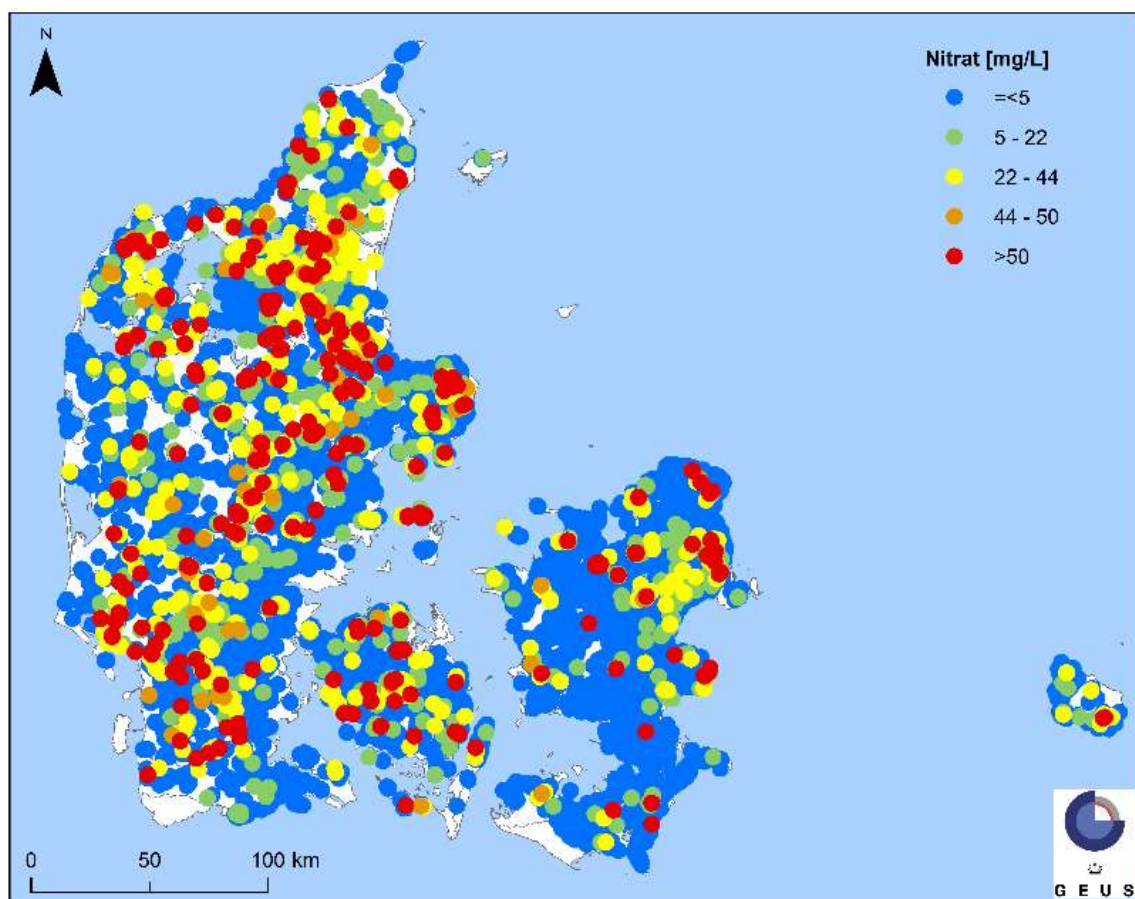
Nitrat

Figur E5 viser den geografiske fordeling af nitrat i grundvand i Danmark baseret på GRUMO og boringskontrollen i aktive vandværksboringer. Alle koncentrationer over ca. 5 mg/l kan forventes at stamme fra påvirkning fra landbrugssystemer eller anden arealanvendelse i haver, parker mm.

For vandværkerne ligger de højeste koncentrationer i Østjylland og Nordjylland, idet det i disse områder af geologiske grunde er vanskeligt at finde reducerede vandressourcer af tilstrækkeligt omfang. For GRUMO ses derimod, at der kan findes nitrat over 50 mg/l i grundvandet i hele Danmark. Her er der nemlig også udtaget prøver fra mindre eller mere terrænnære grundvandsmagasiner i de områder, hvor der også er dybere indvindingsmuligheder. Alle nitratdata er vist på figur E6.



Figur E5 Nitratindholdet i grundvandet i 5.951 aktive vandværksboringer fordelt på fire koncentrations-klasser og 1236 GRUMO indtag. Kortet er baseret på gennemsnit per indtag for perioden 2012-2016. Den højeste koncentrationsklasse ligger øverst. (Thorling med flere, 2018).

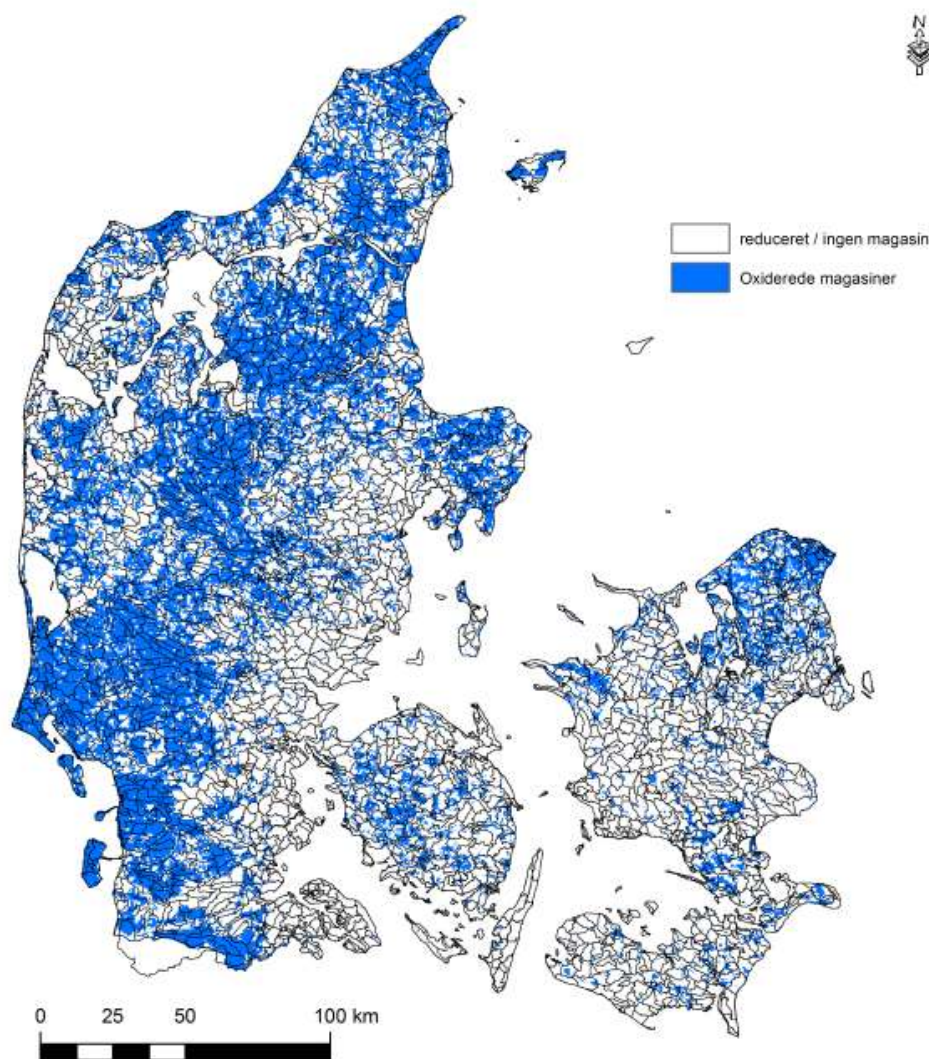


Figur E6 Nitratindholdet i grundvandet, middelværdier for alle datatyper 2007-2013. Den højeste koncentrationsklasse ligger øverst.

Grundvandsforekomsternes påvirkning af overfladevand med nitrat er bestemt af to forhold:

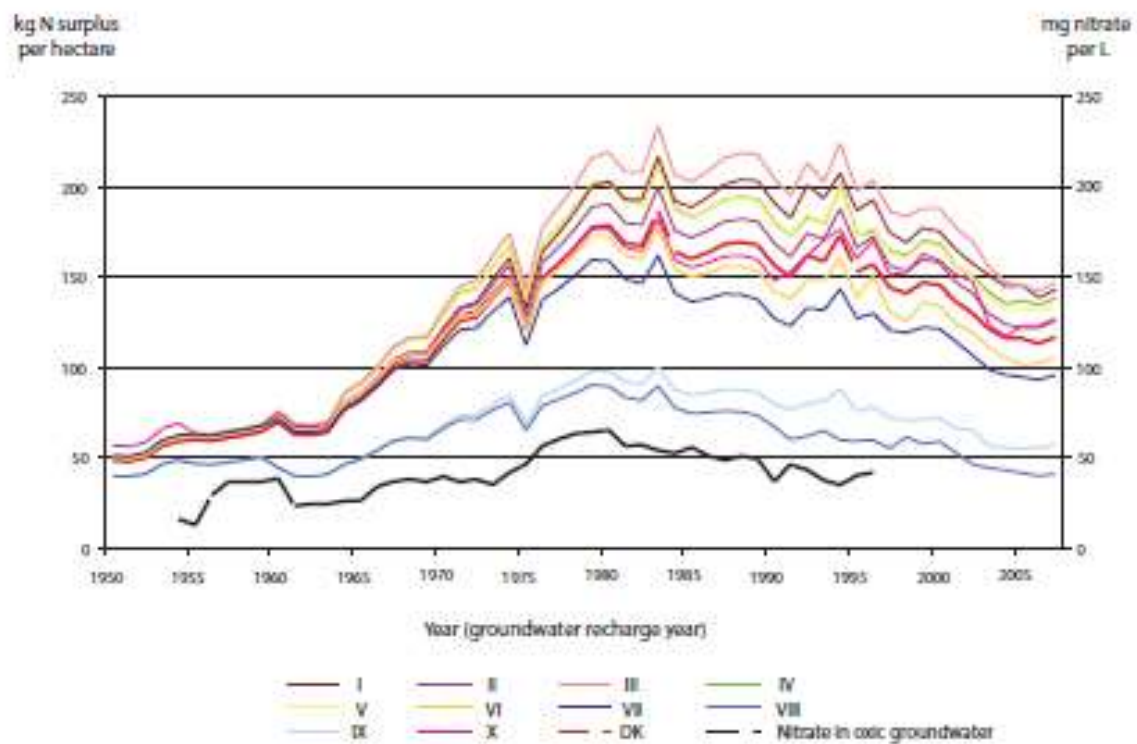
1. Hvor stor er andelen af tilstrømmende vand fra et oxideret nitratholdigt lag
2. Hvor stor er nitratudvaskningen fra landbrug mm i oplandet.

Det første forhold, der vedrører andelen af oxideret vand, er først og fremmest geologisk bestemt, og kan håndteres såvel gennem detaljerede studier af redoxfronten tæt ved de steder, der er i kontakt til overflade vand, eller på et overordnet niveau, hvor der tages udgangspunkt i modellerede hydrauliske strømningsmønstre og modellerede nitratfront (Figur E7). For disse naturgivne betingelser for nitratpåvirkning af overfladevand kan der laves georegioner, som tager udgangspunkt i, hvor der er størst andel iltet grundvand, der når vandløbene. Disse er imidlertid ikke nødvendigvis sammenfaldende med de georegioner, der har betydning for størrelsen af nitratudvaskningen.

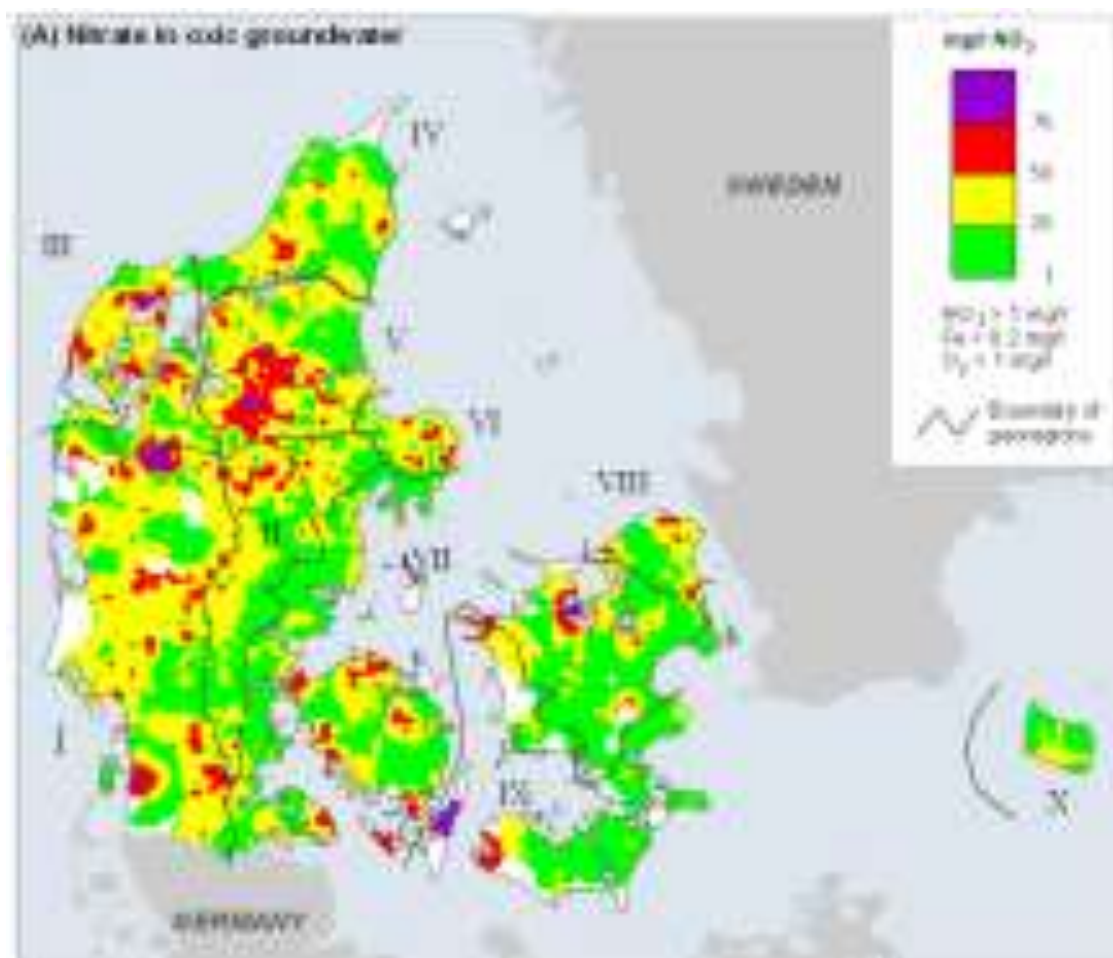


Figur E7 Fordeling af oxiderede og reducerede magasiner samt ID15 oplande.

Figur E8 viser størrelsen af landbrugets kvælstofoverskud og det iltede grundvands gennemsnitlige nitratindehold i perioden 1960-2007 opdelt på georegioner som anvendt af overfladevandsfolk og AU- Agro. Den geografiske udbredelse af georegionerne og nitratindeholdet i iltet grundvand er vist på Figur E9. Det fremgår af Figur E8, at der er meget stor forskel kvælstofoverskuddet fra område til område, hvilket skyldes forskelle i landbrugsstrukturen, samt forskelle i jordbund mm. Figur E9. viser imidlertid, at der ikke nogen simpel sammenhæng mellem georegioner, defineret efter denne metode, og nitratindeholdet i den iltede del af grundvandet. Det må derfor konkluderes, at de georegioner, der anvendes af "overfladevandsfolket", ikke nødvendigvis er egnede til grundvandsformål og for vurdering af grundvandsforekomsternes påvirkning af overfladevand. Den vigtigste faktor er nemlig ikke den absolutte nitratkoncentration, der bliver udvasket, men hvor stor en andel af det udvaskede nitrat, der ender i overfladevandssystemet, og dermed de geologiske forhold.



Figur E8. Kvælstofoverskuddet i georegioner i DK, og nitrat i iltet grundvand. (Hansen med flere, 2012)



Figur E9. Georegioner og nitrat i iltet grundvand. Hansen med flere (2012).

Sporstofferne As, Ba, Cd, Cu, Hg, Ni og Zn

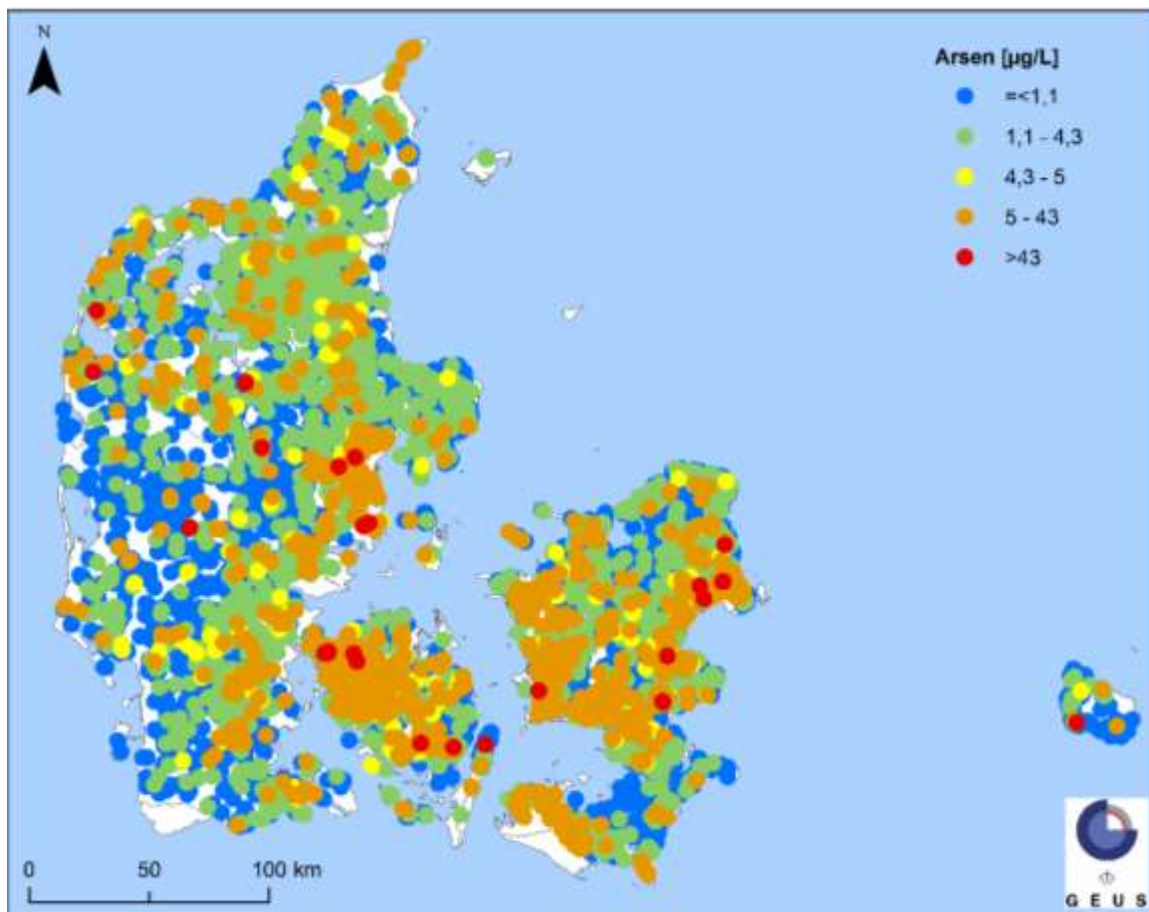
Arsen

Figur E10 viser den geografiske fordeling af arsen i Danmark baseret på data fra Vandplan 2 (Thorling og Sørensen, 2014). Figur E11 viser fordelingen for arsen i modellen "kvartært sand 2" hhv. hele Danmark Vadehavsoplandene og på Fyn. Data fra alle lagtyper kan findes i data produceret i Thorling og Sørensen (2014), for en mere dybdegående udpegning af georegioner.

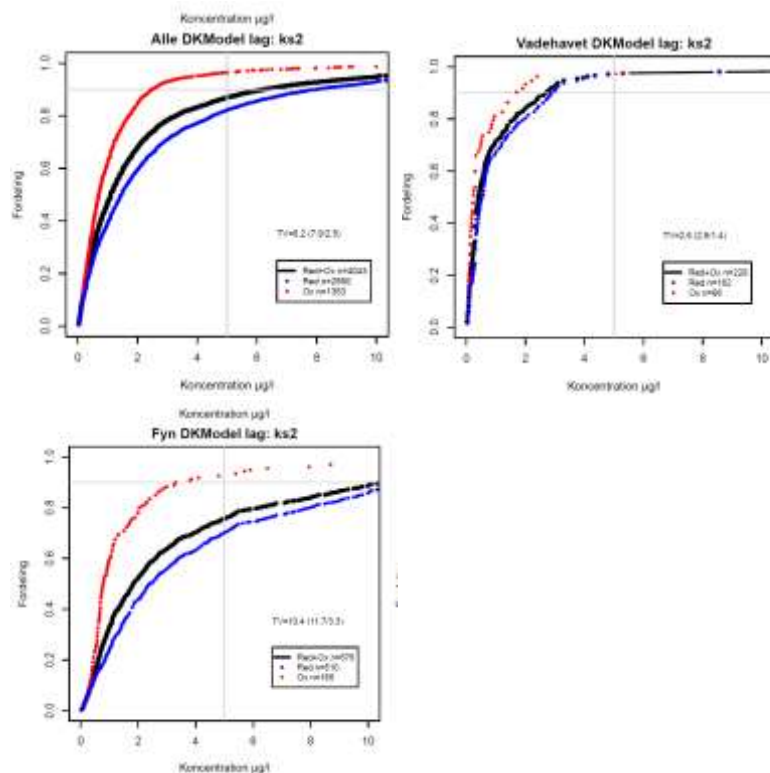
Et forslag til georegion for arsen kunne være hovedvandoplande, hvor der i størstedelen af området er tertiært ler i undergrunden. Der er imidlertid også fundet høje koncentrationer i Københavnsområdet, hvorfor dette måske ikke er tilstrækkeligt. De forhøjede værdier omkring storbyerne kan dog også skyldes grundvandssænkning og en deraf følgende pyritoxidation, hvor arsen frigives fra pyrit.

Endelig er der behov for at vurdere betydningen af postglaciale aflejringer i fx Nordjylland, hvor der også ses en stor hyppighed af koncentrationer over 5 µg/l.

Når der arbejdes med grundvandsforekomsternes påvirkning af overfladevand med arsen med koncentrationer svarende til en naturlige baggrund, vil forskelle i grundvandets redoxforhold have stor betydning, således som det fremgår af Figur E11.7, idet der er væsentligt højere koncentrationer i reduceret grundvand end i iltet grundvand.



Figur E10. Arsen i grundvand middelværdier for perioden 2000-2013 (Data fra Thorling og Sørensens, 2014). Den højeste koncentrationsklasse er vist øverst.

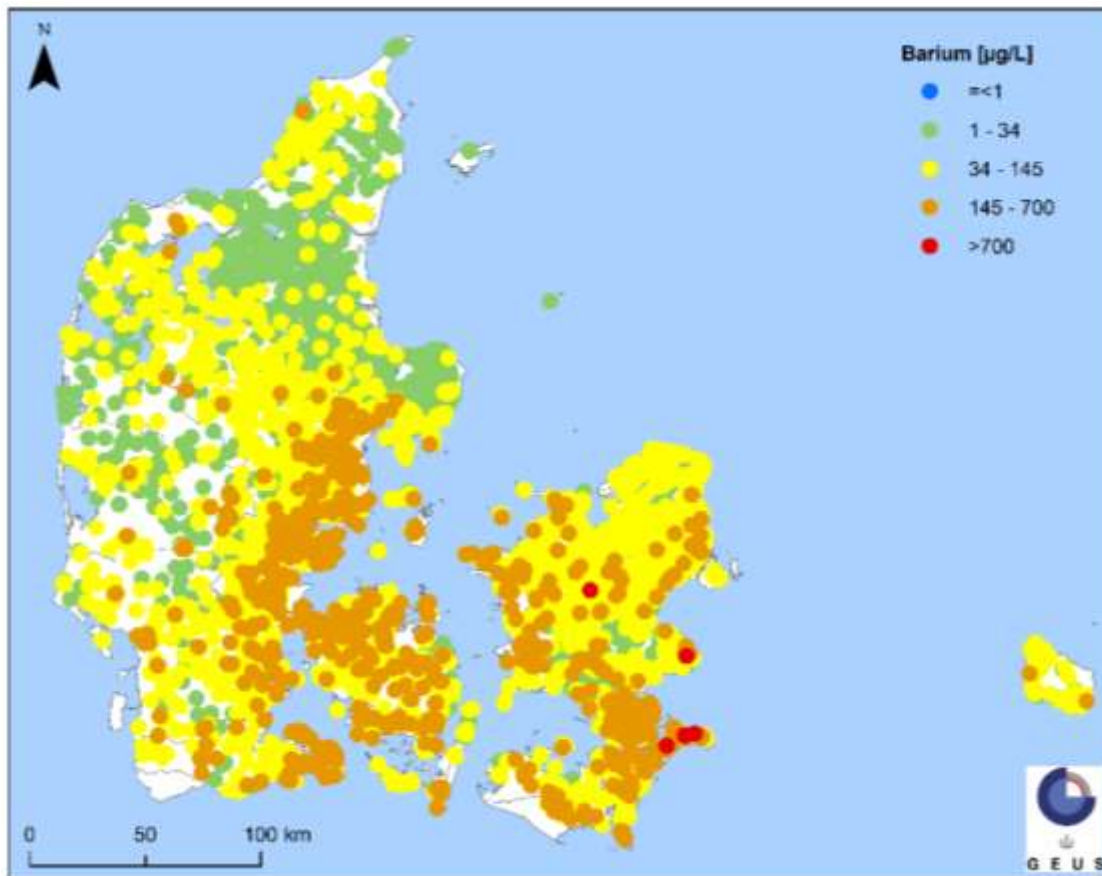


Figur E11 Fordeling af baggrundskoncentrationer for arsen i hhv. iltet og reduceret grundvand i Kvartære lag i Hele Danmark, Vadehavsoplandet og på Fyn, (Thorling og Sørensen, 2014). Kravværdien for arsen i drikkevand er 5 µg/l.

Barium

Figur E12 viser den geografiske fordeling af barium i Danmark. Der er ikke lavet baggrundskoncentrationer for barium i forbindelse med Vandplan 2. Der ses en tydelig sammenhæng mellem bariumindholdet i grundvandet og forekomsten af tertiært ler, se figur B2.12. Et forslag til georegion for barium vil derfor være sammenfaldende med den for Arsen, bortset fra Sydøstsjælland. Der kan ikke forventes nogen simpel redox-sammenhæng for barium, da bariumindholdet i grundvand ud over at være bestemt af tilstedeværelsen af en kildebjergart (tertiært ler) også er styret af opløselighedsproduktet for BaSO_4 .

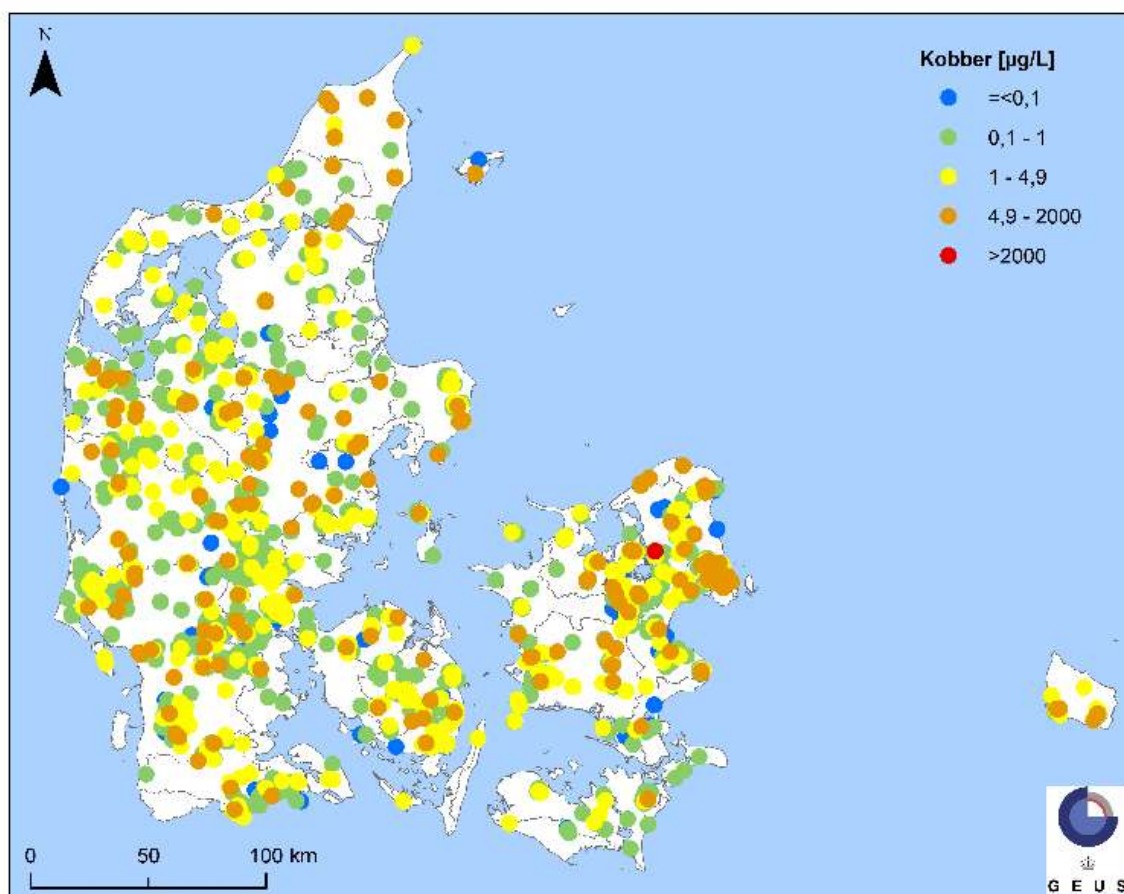
Der observeres også en sammenhæng til kalken på møn og Lolland Falster, den såkaldte København kalk.



Figur E12 Barium i grundvand middelværdier for perioden 2000-2017. Den højeste koncentrationsklasse er vist øverst.

Kobber

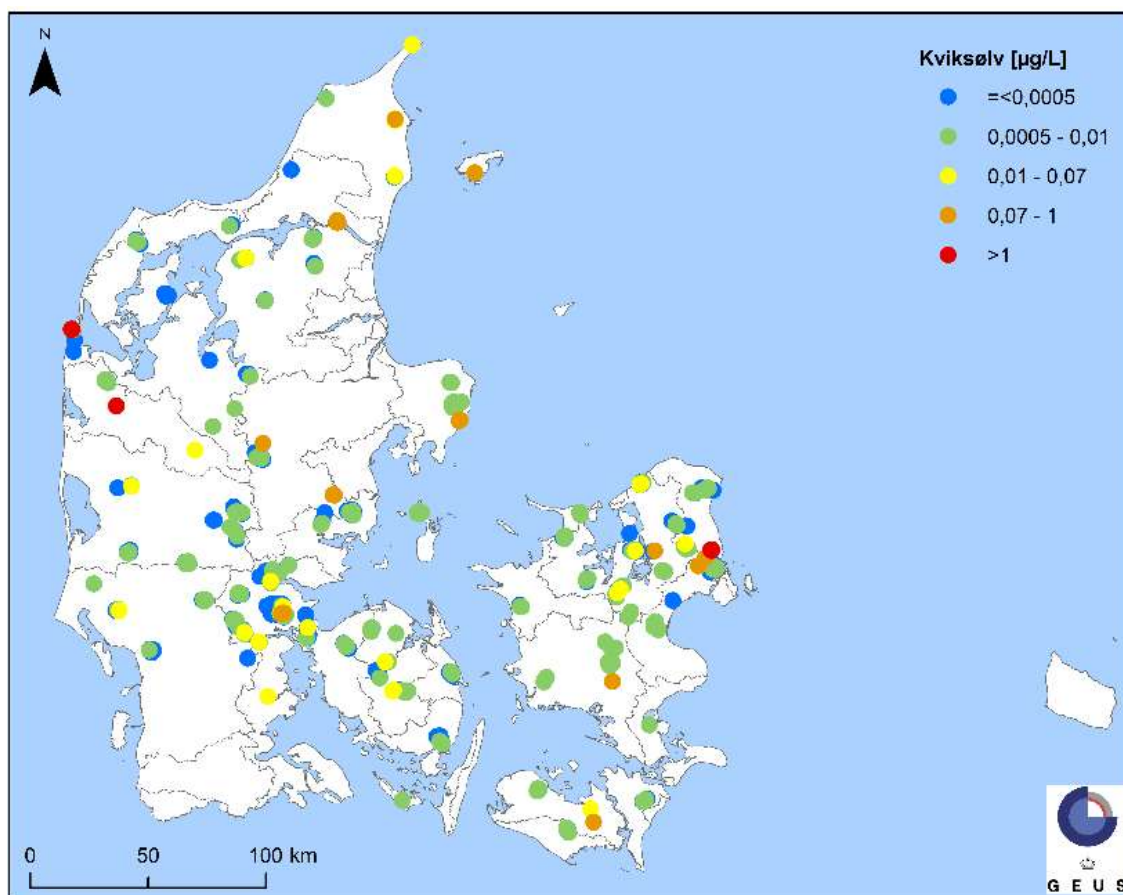
Figur viser den geografiske fordeling af kobber i Danmark. Der er ikke lavet baggrundskoncentrationer for cadmium i forbindelse med Vandplan 2. Der ses ingen klare georegioner for den opdeling i koncentrationsintervaller der er valgt til denne rapportering.



Figur E9. Kobber i grundvand, middelværdier for perioden 2000-2017. Den højeste koncentrationsklasse er vist øverst.

Kviksølv

Figur viser den geografiske fordeling af kviksølv i grundvandet i. Der er ikke lavet baggrunds-koncentrationer for kviksølv i forbindelse med Vandplan 2. Der er væsentligt færre data for kviksølv end der er for de øvrige sporstoffer, og det er ikke muligt at udpege georegioner på det foreliggende grundlag. Nogle af de meget høje koncentrationer skyldes formentlig forurening, fx omkring Cheminova.



Figur E10 Kviksølv i grundvand, middelværdier for perioden 2000-2017. Den højeste koncentrationsklasse er vist øverst.

Nikkel

Figur viser den geografiske fordeling af nikkel i Danmark baseret data fra Vandplan 2 (Thorling og Sørensen, 2014). Figur viser fordelingen for nikkel i modellaget "kvartært sand 2" hhv. hele Danmark, Vadehavsoplandene og på Fyn.

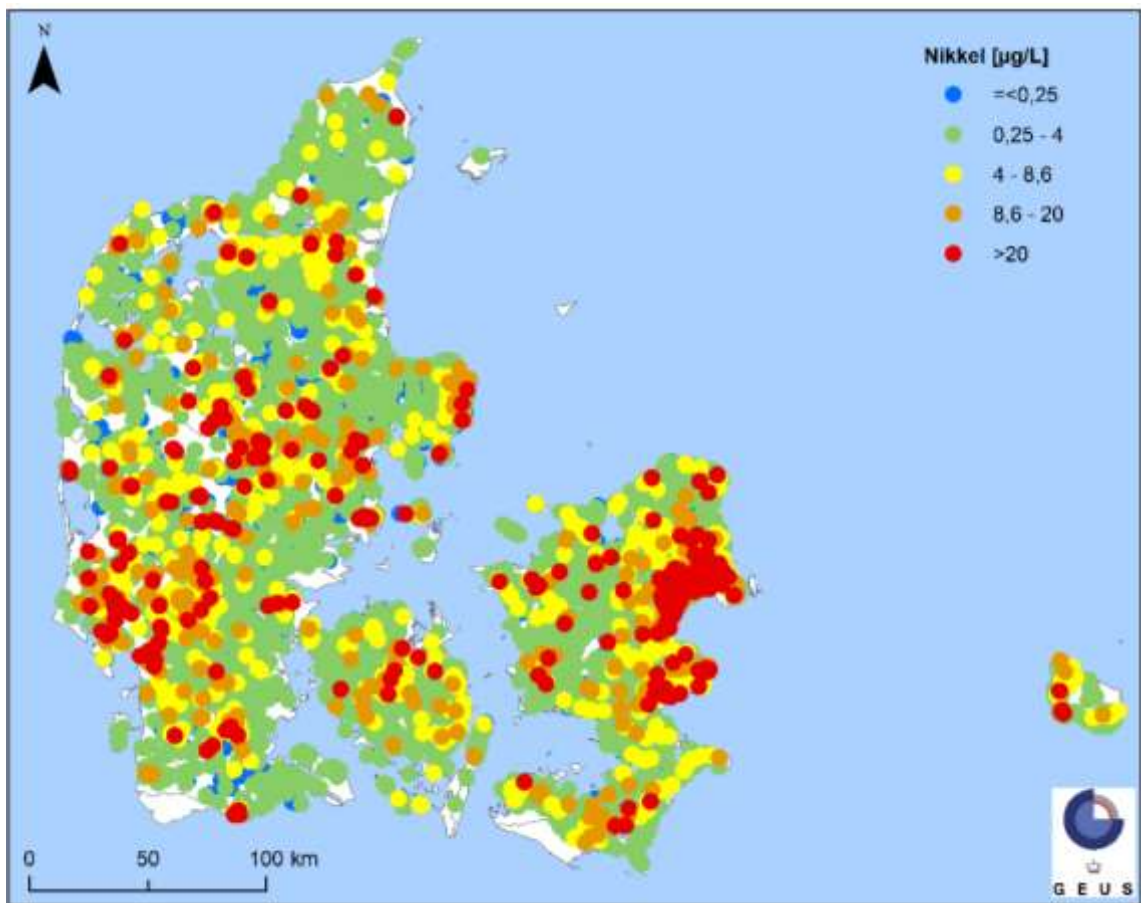
Udregning af en georegion for nikkel behæftet med stor usikker. To faktorer påvirker forekomsten af nikkel. Dels pH, hvorfor der er højere koncentrationer i Vestjylland end i landet som helhed. Dels forurening med nikkel fra pyritoxidation forårsaget af vandindvinding og i mindre grad nitratreduktion med pyrit. Dette medfører at, der er stor forskel på kalkens indhold af nikkel i Nordjylland, hvor indvindingen ikke er så omfattende som i Hovedstadsområdet.

Sagen kompliceres af, at grundvandssænkning i områder i Østjylland, ikke udviser helt så høje nikkel påvirkning fra Arsen oxidation, da nikkel adsorberes til manganoxider i de iltede lag, og derfor ikke optræder opløst i grundvandet.

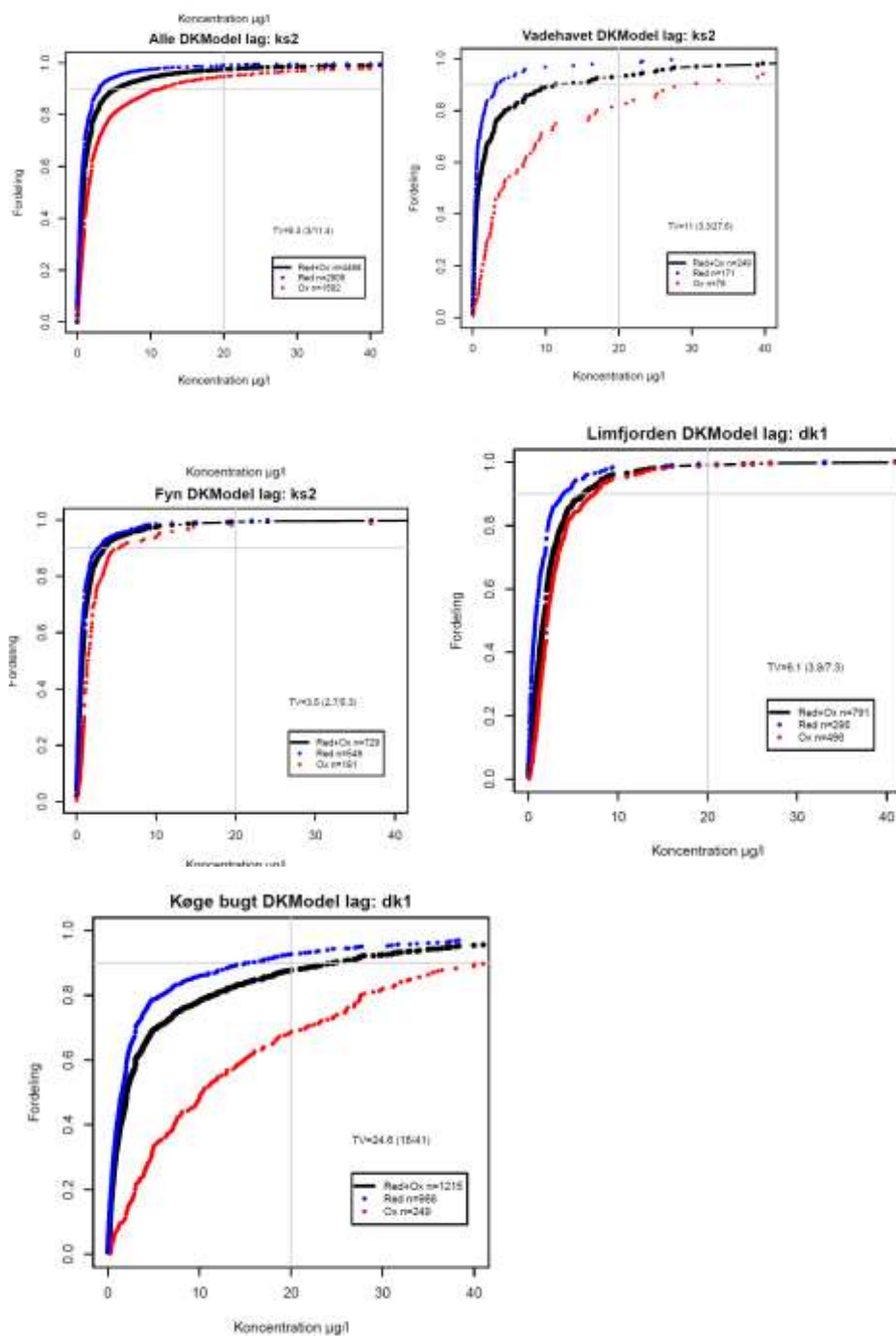
Grundvandssænkning spiller omvendt en stor rolle på det vestlige Bornholm, hvorfra der dog ikke er data fra denne periode, men kun ældre undersøgelser fra sidst i 1980'erne.

Udpegnung af georegioner for dette stof er mere usikkert, ud over at klassificere områder med lav pH i Vestjylland som havende potentielt høje nikkelindhold i lighed med, hvad der ses for

aluminium. Usikkerheden er påvirket af, at områder med human forhøjet nikkel er en forurening i modsætning til høj nikkel fra forsurening.



Figur E11 Nikkel i grundvand, middelværdier for perioden 2000-2013 (Data fra Thorling og Sørensen, 2014). Kravværdien for nikkel i drikkevand er $20 \mu\text{g/l}$. Den højeste koncentrationsklasse er vist øverst.

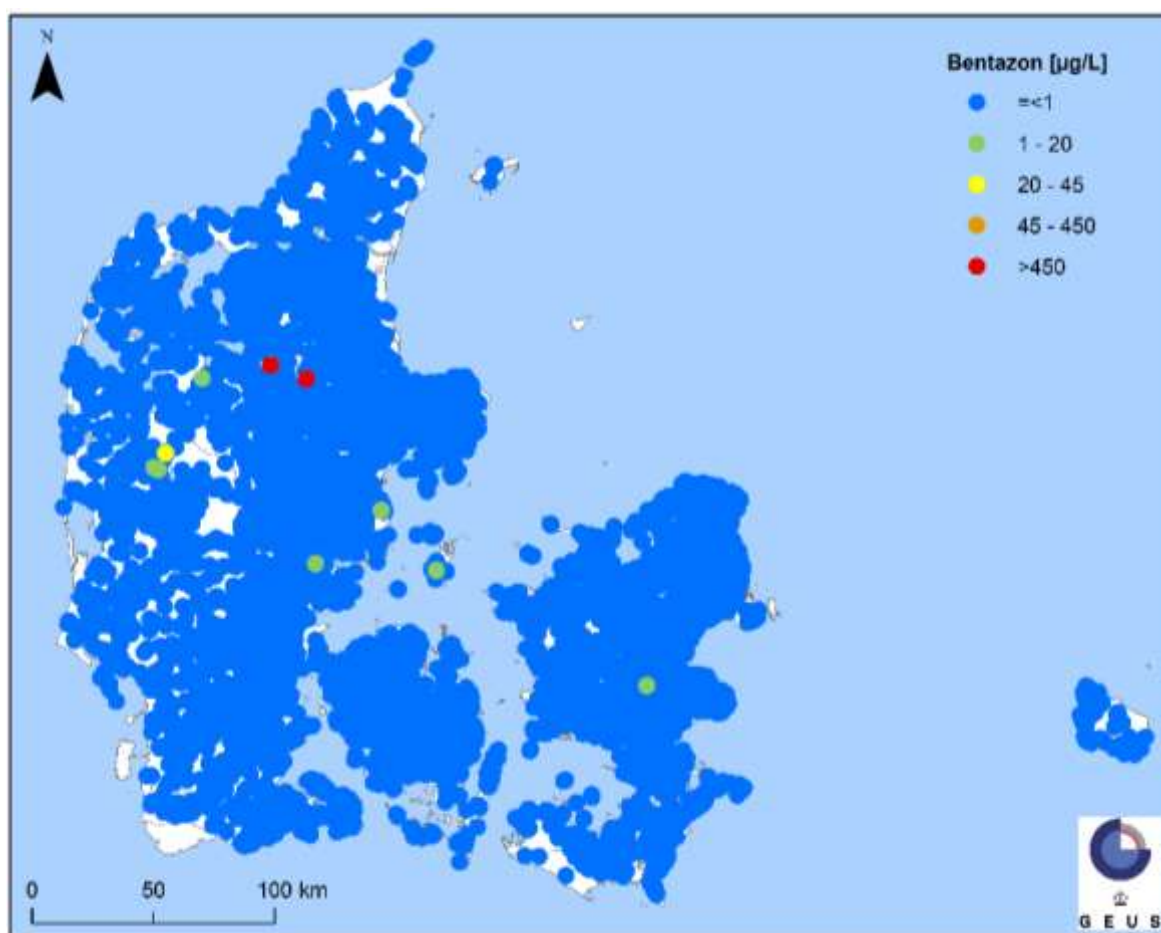


Figur E12 Fordeling af baggrundskoncentrationer for nikkel i hhv. iltet og reduceret grundvand i det kvartære modellag "KS2" i Hele Danmark, Vadehavsoilandet og på Fyn. Derudover er der vist fordelingen i kalkmagasiner i hhv. Limfjordsområdet og ved Køgebugt, der geologisk set er sammenlignelige, men hvor der er grundvandssænkning og derfor forhøjede nikkelkoncentrationer i det iltede grundvand (Thorling og Sørensen, 2014). Kravværdien for nikkel i drikkevand er 20 µg/l.

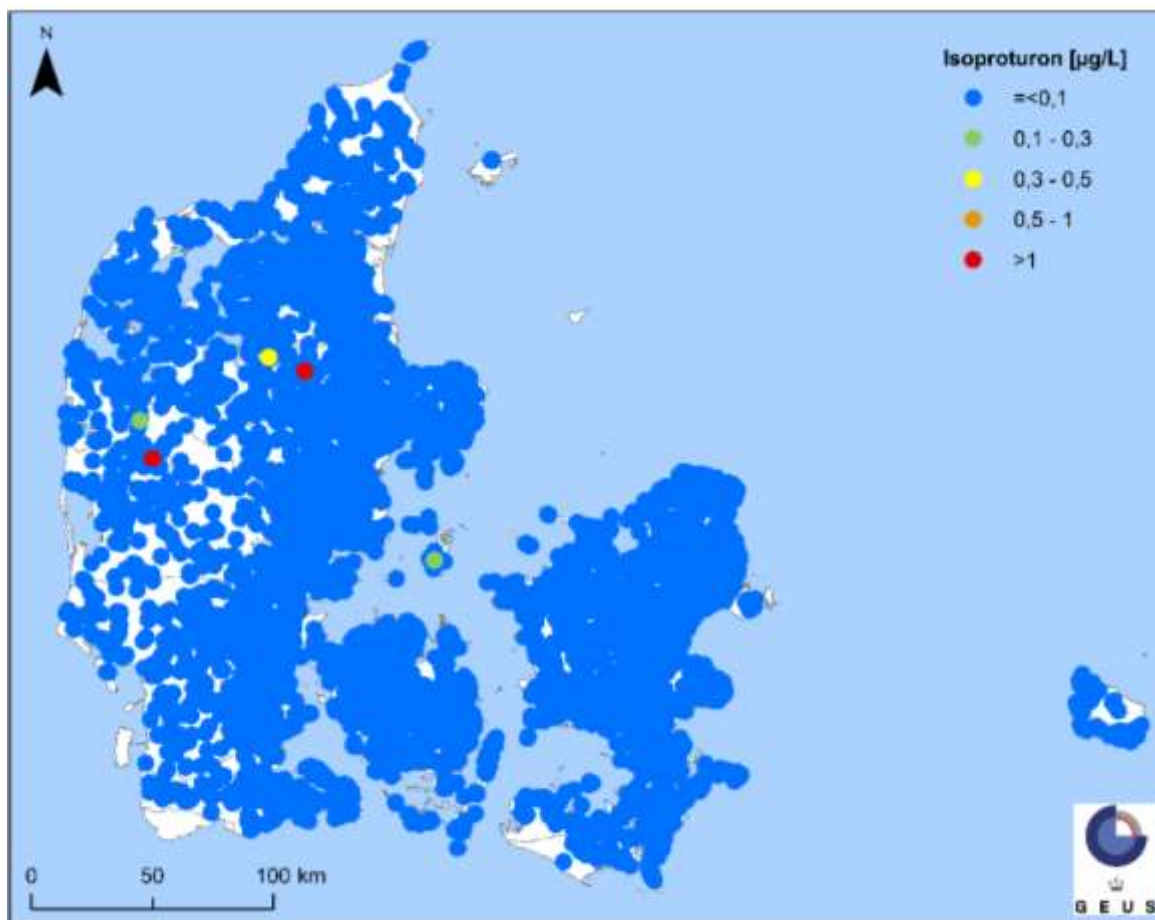
Pesticider og organiske mikroforureninger

Pesticider

To pesticider: Bentazon og Isoproturon er vist på **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** til Figur . Dertil kommer BAM der er gennemgået i afsnit 7.5.1. Bemærk, de koncentrationsintervaller, der er anvendt til at illustrere disse pesticider i grundvand er fastsat ud fra økotoxikologiske hensyn og ikke ud fra, hvad der er relevant i forhold til drikkevandskriterierne.



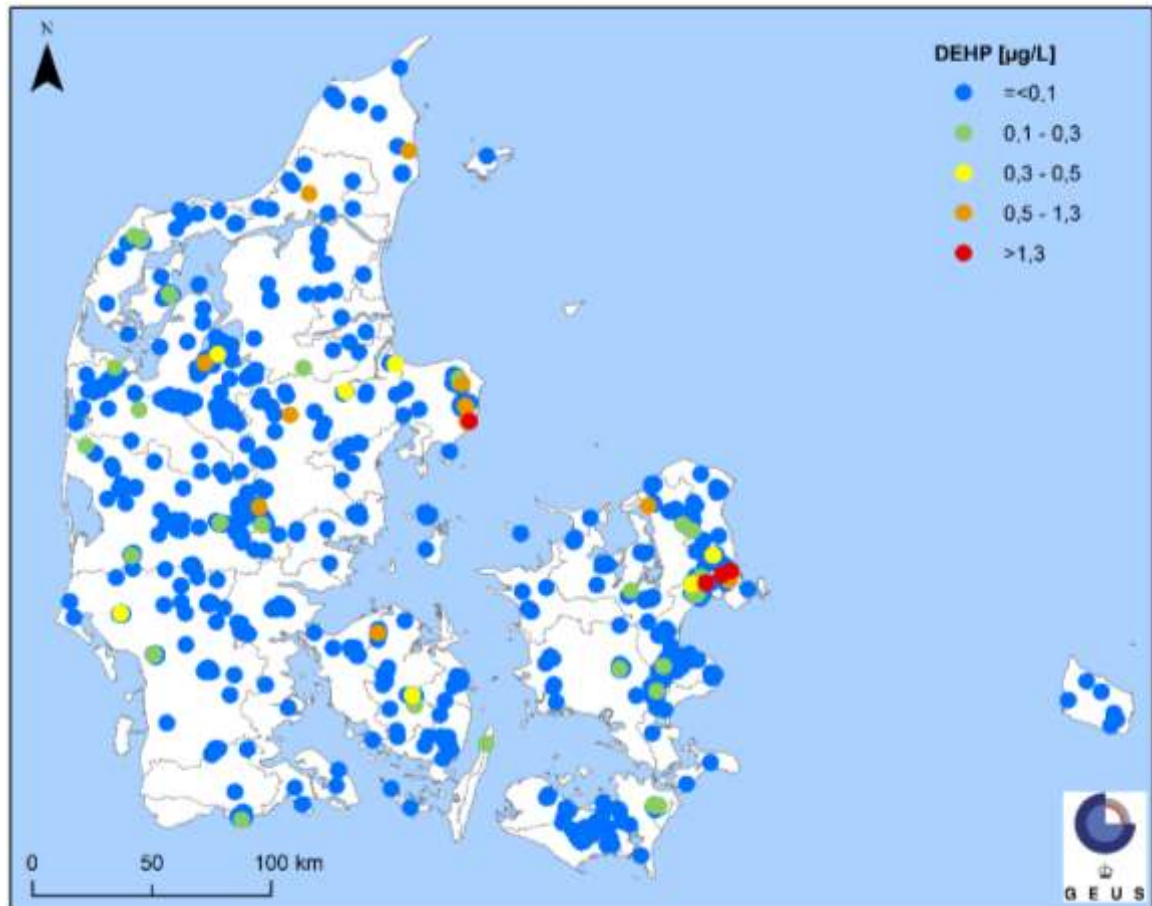
Figur E13 Bentazon ($\mu\text{g/l}$) grundvand middelværdier for alle datatyper. Gennemsnit for perioden 2007-2017.



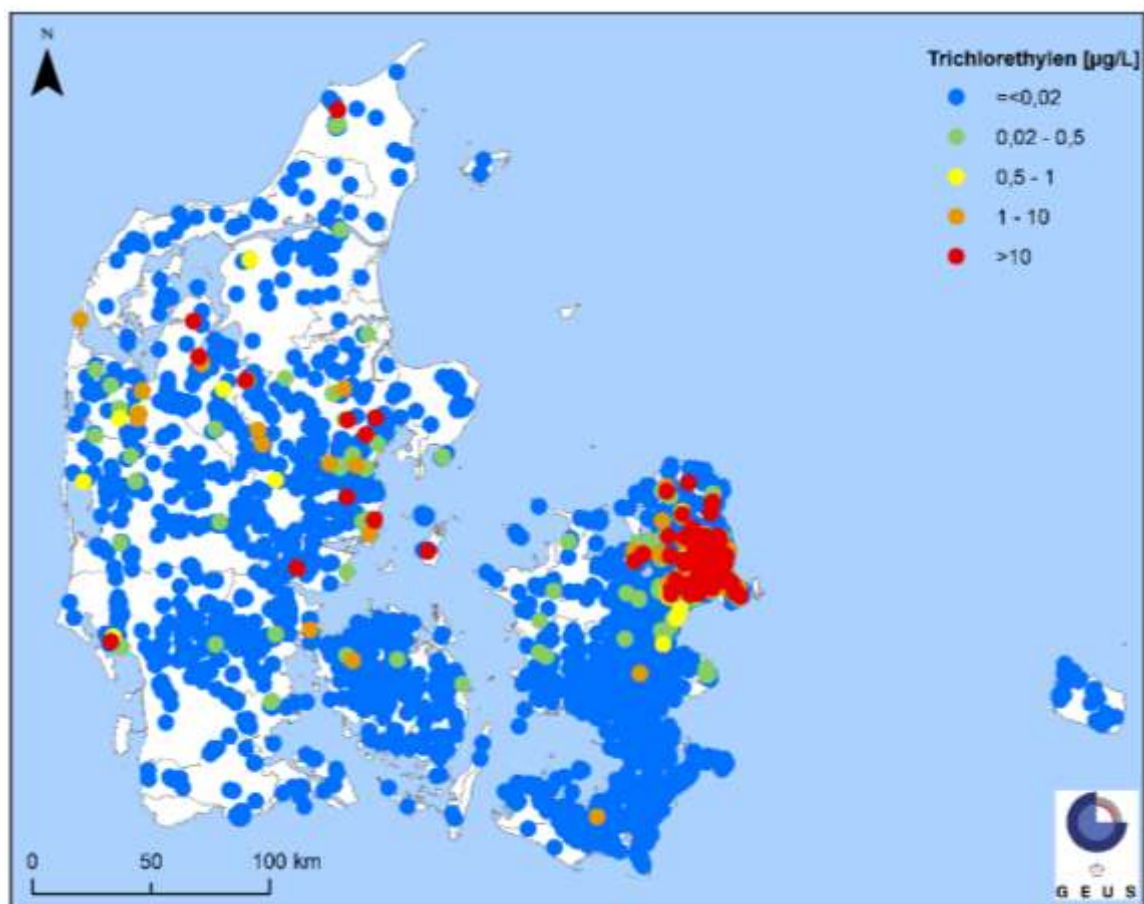
Figur E14 Isoproturon ($\mu\text{g/l}$) grundvand middelværdier for alle datatyper. Gennemsnit for perioden 2007-2016.

Organiske mikroforureninger.

To organiske komponenter, DEHP og trichloretylen indgår i dette projekt udover PFOS der er gennemgået i afsnit 7.4.1. Grænserne på kortene er fastlagt ud fra økotoxikologiske hensyn.



Figur E15 DEHP ($\mu\text{g/l}$) grundvand middelværdier for alle datatyper. Gennemsnit for perioden 2007-2016.



Figur E16 Trichlorethylen (µg/l) grundvand middelværdier for alle datatyper. Gennemsnit for perioden 2007-2016.

Methods for creating maps on groundwater

Task

Production of MAPS in GIS and all processed data saved in GIS format (Lyr and shapes), and original excel spreadsheets with aggregated data is collected in folders so it can be available for Miljøstyrelsen.

The maps will illustrate groundwater chemistry on a national scale with a theme showing also the main River basin districts.

Processed data:

*.shp and *.lyr files in:

<\\Netapp\Nitrattilstand2018\GrundvandOverfladevand\GIS\Grundvandskemi\Jola\maps>

PNG files in:

<\\Netapp\Nitrattilstand-2018\GrundvandOverfladevand\GIS\Grundvandskemi\Jola\maps\PNG>

Aggregated data in:

\\Netapp\Nitrattilstand-2018\GrundvandOverfladevand\GIS\Grundvandskemi\Jola\aggregated data

Chemical components

Maps are produced for these parameters

- Nutrients: Nitrate and Phosphorous (total), Ortho-P
- Tracemetals: As, Al, Ni, Ba, Zn Hg, Cd and Cu.
- Organics: Isoproturon, BAM, Bentazon, Trichloretylen and PFOS plus DEHP.

All data will be available in the file "leverance 1 d" with data from either 2000-2013 or new datasets placed here: Netapp\Nitrattilstand2018\GrundvandOverfladevand\GIS\GvOvKemi\

All other data are placed in this folder:

Netapp\Nitrattilstand2018\ GrundvandOverfladevand\GIS\Grundvandskemi\.

Nitrate, As and Ni from from the second water plan.

P, Al, Ba, Zn, Hg, Cd, Cu and organics from data provided for this project in Jan.-March 2018.

Period

The data on organic pollutants and nutrients should only represent data collected from 2007 ff, older data have to be omitted.

Tracemetals include data from 2000 ff. in order to get sufficient data

Periods used for the individual compounds:

N: 2007-2013 (LTR)

P: 2007-2017

Ortho-P: 2007-2017

As: 2000-2013 (LTR)

Al: 2000-2017

Ni: 2000-2013 (LTR)

Ba: 2000-2017

Zn: 2000-2017

Hg: 2000-2017

Cd: 2000-2017

Cu: 2000-2017

Isoproturon: 2007-2016

BAM: 2007-2017

Bentazon: 2007-2017

Trichloretylen: 2007-2017

PFOS: 2013-2017

DEHP: 2007-2016

How to display data

The visualised data are divided into concentration categories according to the limits in "Grænser for vand-ndelig.xlsx". DCE is responsible for defining these categories.

GIS maps show the mean values of yearly means.

For NO₃ the re-calculated ranges for value of 50 were used (used borders are inserted in "Grænser for vand-ndelig.xlsx").

How to process data

Data are aggregated at the level of well “intake” as the observation point level. The mean value of the yearly mean of every parameter is calculated. For each “intake” a table must be made with these fields:

- Well-ID,
- intake ID,
- x, y,
- Groundwater body,
- year max, year min,
- n= number of samples,
- Mean value.

After this in GIS, the dataset is coupled to “main River basin districts” for each observation point.

In data from former waterplan there are additional data sources: DEPKOM, DEPMC, DEPMST, DEPREG, GEBKOR, JORDKO, LOOP and OVERV.

1. In each original file the data were sorted into the columns: DGUNR, INDTID, BOINDTID, PROVAAR, value, XUTM, YUTM, PROJEKT. BOINDTID is the column combining DGUNR and Intake-ID in order to join the data set with the theme delivered by LTR.
2. In ‘xxx-andet’ files data were combined with coordinates from ‘koordinat-andre’ by VLOOKUP function. The joint field was DGUNR. Wells with no coordinates are left in the file, XUTM and UTM are blank fields in these cases.
3. Each sheet was checked for cells with no measurements before further processing. The wells with blank concentrations were removed from the sheets. Also, the wells with measurements before 2000 for trace metals and 2007 for organics and nutrients were removed. Afterward a column combining measured concentrations and values below detection limit was added.
4. Grumo, andet and vandværk data were combined into a single excel sheets for each substance (in folder Jola/aggregated data). Files names – i.e. Hg_ALL.

For each nutrient and trace metal the median value of all detection limits was calculated. Detection limits 3 times higher than the median detection limit were removed. For barium, copper, mercury and zinc the median value exceeded the upper limit of the lowest quality class. In these cases, the detection limits higher than the limit of the lowest quality class were removed.

In organic pollutants detection limits were substituted with 0, except of the detection limits higher than the border of the lowest quality class. In the second case data below the detection limits were removed.

5. In the aggregated files VBA code was used to calculate yearly mean, max and min values and number of samples per BOINDTID in the given year (files Jola/aggregated data; i.e. Hg_ALL_yearly).

6. In the last step VBA code was used to calculate mean value of yearly means for each well (files Jola/aggregated data; i.e. Hg_ALL_means). These files were displayed in GIS (Jola/maps). Also to this file a GV_MAGASIN field was added.

Measurements below detection limits.

Special attention has to be paid to the handling of measurements below detection limits.

For natural occurring substances the value is set to the detection limit, after removing all sampling with “ high” detection limits (here more than 3 times the typical detection limit)

For organic pollutants the value is substituted with “0” if the value is below the detection limit.

Grumo, andet and vandværk data were combined into a single excel sheet. For nutrients and trace metals, the median value of all detection limits was calculated. Detection limits 3 times higher than the median detection limit were removed. For barium, copper, mercury and zinc the median values exceeded the upper limit of the lowest quality class. In these cases the detection limits higher than the limit of the lowest quality class were removed.

In organic pollutants detection limits were substituted with 0, except of the detection limits higher than the border of the lowest quality class. In the second case data below the detection limits were removed.

Bilag F: Kemiske stoffer i vandløb

Vandløbsmålinger

I det følgende vil måledata fra NOVANA programmets kontrol- og operationelle overvågning af miljøfarlige stoffer samt nitrat og fosfat fra vandløbsstationerne blive præsenteret stofvis.

Data er generelt fra perioden 2004 til 2016 udtrukket fra ODA databasen.

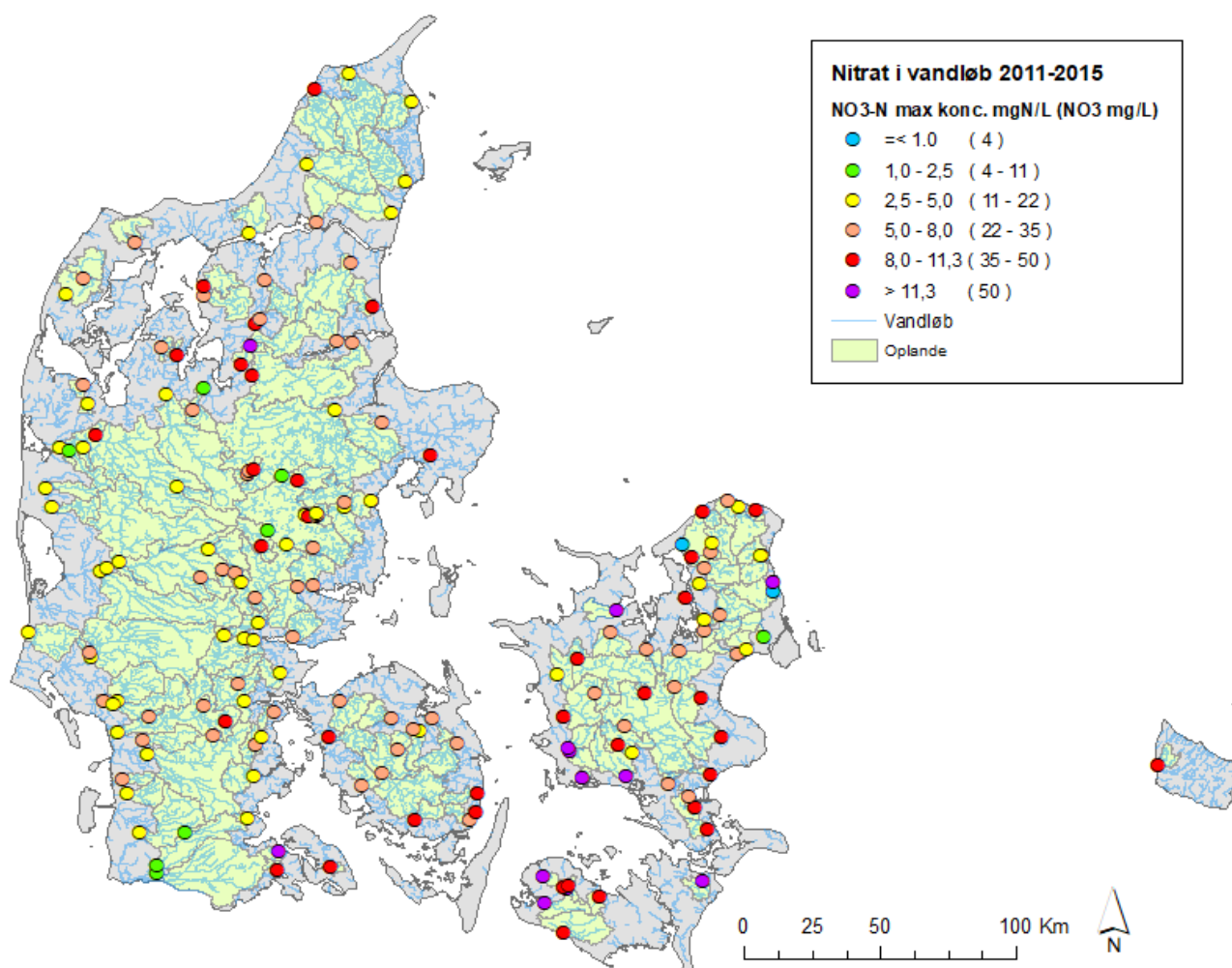
Næringsstoffer

Nitrat

Der er hverken fastsat et generelt kvalitetskrav (årgennemsnit) eller et maksimumkoncentration kvalitetskrav (korttidskvalitetskrav) for nitrat i ferskvand i bekendtgørelse fastlæggelse. Der er i drikkevandsbekendtgørelsen fastsat et maksimum kvalitetskrav for nitrat i drikkevand på 50 mg/l svarende til 11,3 mg N/l.

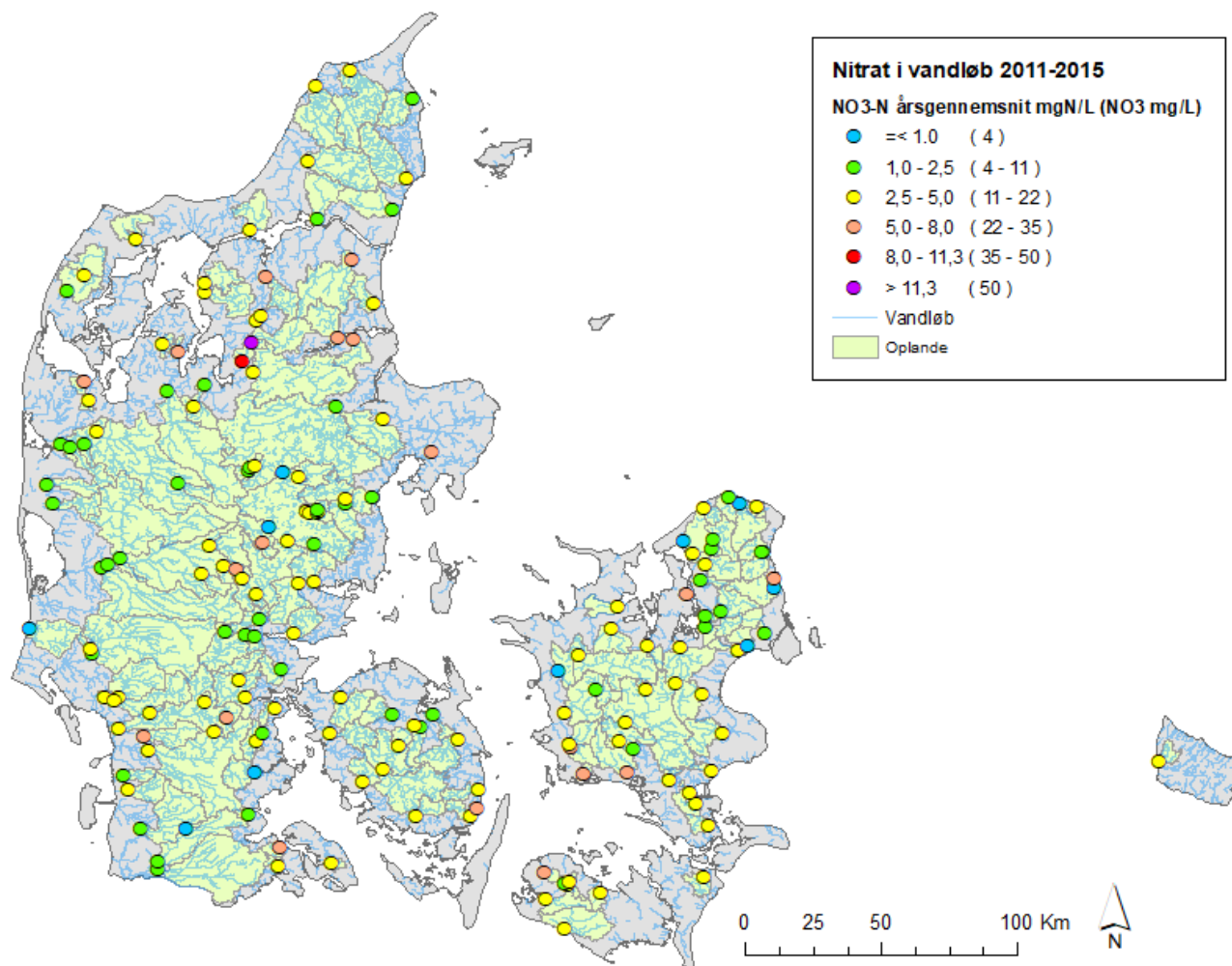
Nitrat i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af nitrat målt i vandløb ved de enkelte stationer i perioden 2011-2015 fremgår af figur F1. Der er målt koncentrationer over 8 mg N/l (35 mg/l) ved 50 af de i alt 171 undersøgte stationer, hvorfra der findes målinger. Der er målt koncentrationer over 11,3 mg N/l (50 mg/l) ved 12 af stationerne (figur F1). De fem højeste koncentration for nitrat er målt i Fladmose Å (St: 54000002), hvor der er målt en koncentration på 18,2 mg N/l (80,6 mg/l), Hvam Bæk (St: 17000004), hvor der er målt en koncentration på 17,1 mg N/l (75,7 mg/l), Kighanerenden (St: 50000048), hvor der er målt en koncentration på 16,7 mg N/l (74 mg/l), Fribrødre Å (St: 61000013), hvor der er målt en koncentration på 14,3 mg N/l (63,3 mg/l) og Marrebæksrende (St: 62000015), hvor der er målt en koncentration på 14,1 mg N/l (62,4 mg/l).



Figur F1: Nitrat i vandløb i Danmark i perioden 2011-2015. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 171 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af nitrat ved de enkelte stationer fremgår af figur F2. Der er fundet årsgennemsnits-koncentrationer over 8 mg N/l ved to af de i alt 171 undersøgte stationer og en station overskrider 11,3 mg N/l. Disse tre højeste årsgennemsnit for nitrat er fundet i vandløbene: Hvam bæk (St: 17000004), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 13,3 mg N/l (58,7 mg/l) og Simested Å (St: 17000007), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 8,03 mg N/l (35,6 mg/l).



Figur F2: Nitrat i vandløb i Danmark i perioden 2011-2015. Figuren viser årsgennemsnit for de enkelte vandløbsstationer udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 171 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

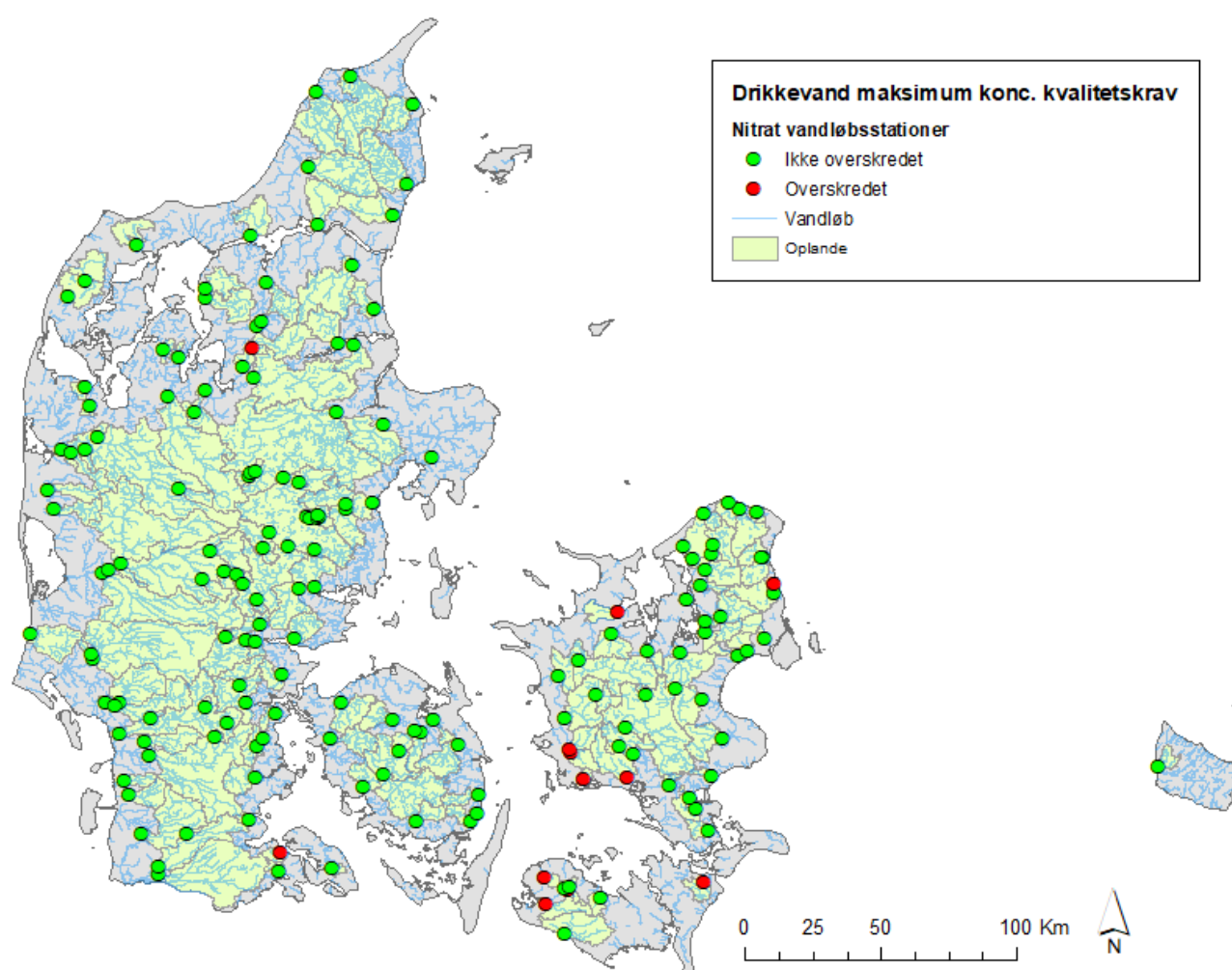
Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Ved 13 vandløbsstationer er der i perioden 2011-2015 fundet koncentrationer, der er højere end kvalitetskravet på 11,3 mg N/l (50 mg/l) for nitrat i drikkevand, hvilket svarer til, at der er fundet overskridelse ved 7,6% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F1 og figur F3). De 5 stationer hvor der er fundet de højeste overskridelser er følgende: FladmoseÅå (St: 54000002), hvor der er målt en koncentration på 18,2 mg N/l (80,6 mg/l), Hvam Bæk (St: 17000004), hvor der er målt en koncentration på 17,1 mg N/l (75,7 mg/l), Kighanerenden (St: 50000048), hvor der er målt en koncentration på 16,7 mg N/l (74 mg/l), Fribrødre Å (St: 61000013), hvor der er målt en koncentration på 14,3 mg N/l (63,3 mg/l) og Marrebæksrende

(St: 62000015), hvor der er målt en koncentration på 14,1 mg N/l (62,4 mg/l). Det er generelt i den østlige del af Danmark kvalitetskravet er overskredet i vandløbene (figur B3.1.1.3).

Tabel F1: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet for nitrat i drikkevand i perioden 2011-2015. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 11,3 mg N/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit (anvendes ikke)
Antal undersøgte vandløbsstationer: 171		
Nitrat i vandløb (antal)	13	-
Nitrat i vandløb (%)	7,6	-



Figur F3: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet for nitrat i drikkevand på 11.3 mg N/l (50 mg/l).

Samlet areal undersøgt for nitrat i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt nitrat, dækker i alt et areal på 21885 km². Det svarer til, at 50,8% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af nitrat i vandløb (tabel F2).

Tabel F2: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor nitrat er blevet overvåget i perioden 2011-2015, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

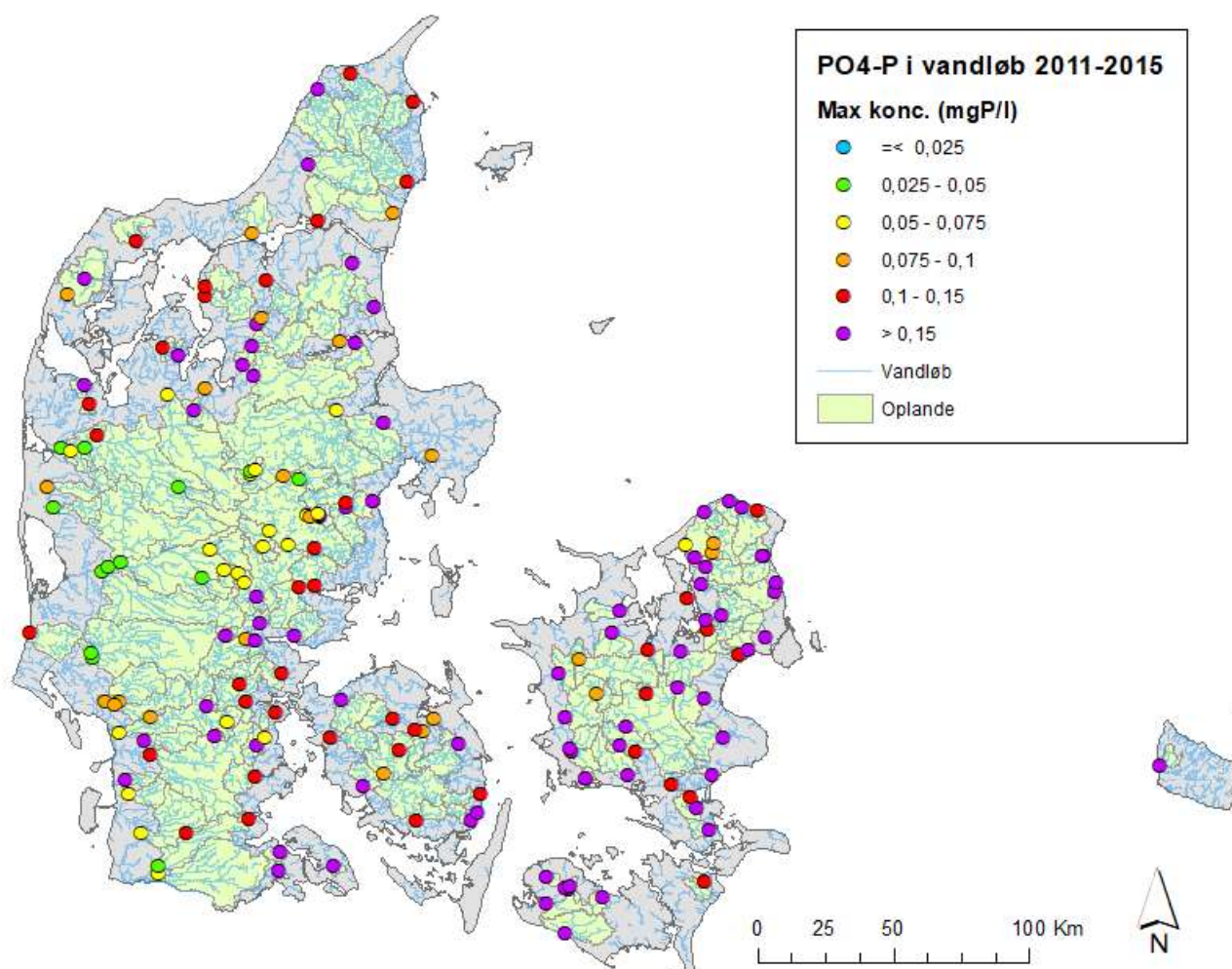
Areal af nitrat oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
21885	43094	50,8

Fosfat – PO4-P

Der er hverken fastsat et generelt kvalitetskrav (årgennemsnit) eller et maksimumkoncentration kvalitetskrav (korttidskvalitetskrav) for fosfat i ferskvand. For fosfat var der tidligere fastsat et drikkevandskvalitetskrav for total fosfor i Drikkevandskvalitetskravet var 0,15 mg/l.

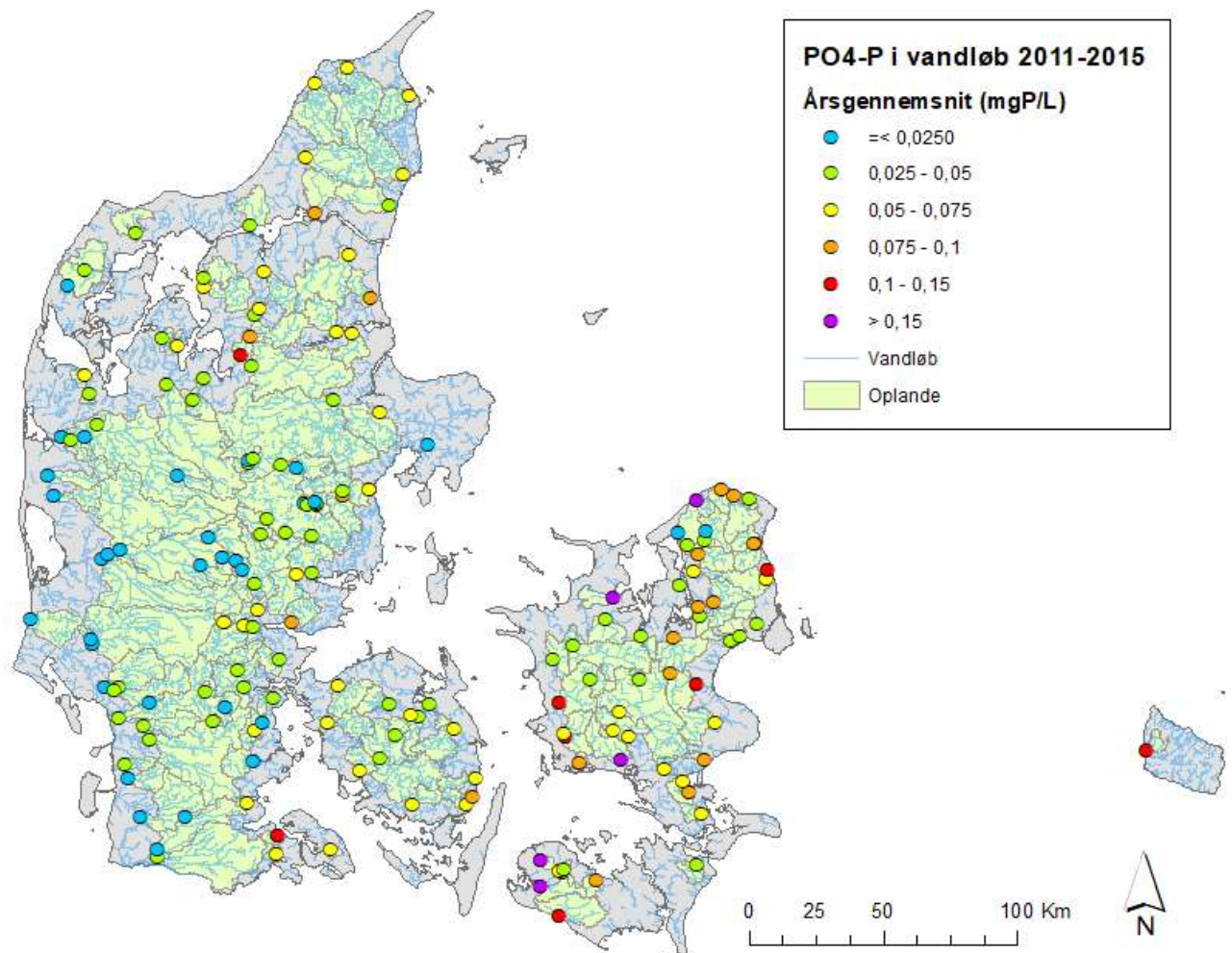
Fosfat i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af fosfat målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2011-2015 fremgår af figur F4. Der er målt koncentrationer over 0,2 mg P/l ved 46 af de i alt 171 undersøgte stationer, hvorfra der findes målinger. Der er målt koncentrationer over 0,15 mg P/l ved 74 af stationerne (figur F4). De fem højeste koncentrationer for fosfat er målt i Marrebæksrende (St: 62000015), hvor der er målt en koncentration på 3,1 mg P/l, Højbro Å (St: 48000007), hvor der er målt en koncentration på 1,2 mg P/l, Nive Å (St: 50000056), hvor der er målt en koncentration på 1,2 mg P/l, Lammefjord Søkanal (St: 51000020), hvor der er målt en koncentration på 1,1 mg P/l og Hovedkanal, 39 (St: 65000001), hvor der er målt en koncentration på 0,91 mg P/l.



Figur F4: Fosfat i vandløb i Danmark i perioden 2011-2015. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 171 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af fosfat ved de enkelte vandløbsstationer fremgår af figur F5. Der er fundet årsgennemsnit over 0,15 mg P/l ved 14 af de i alt 171 undersøgte stationer (figur F5). Det højeste årsgennemsnit for fosfat er fundet i vandløbet Lille købelev (St: 62000015), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 0,288 mg P/l.



Figur F5: Fosfat i vandløb i Danmark i perioden 2011-2015. Figuren viser årgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 171 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årgennemsnit ved samme station er det årgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

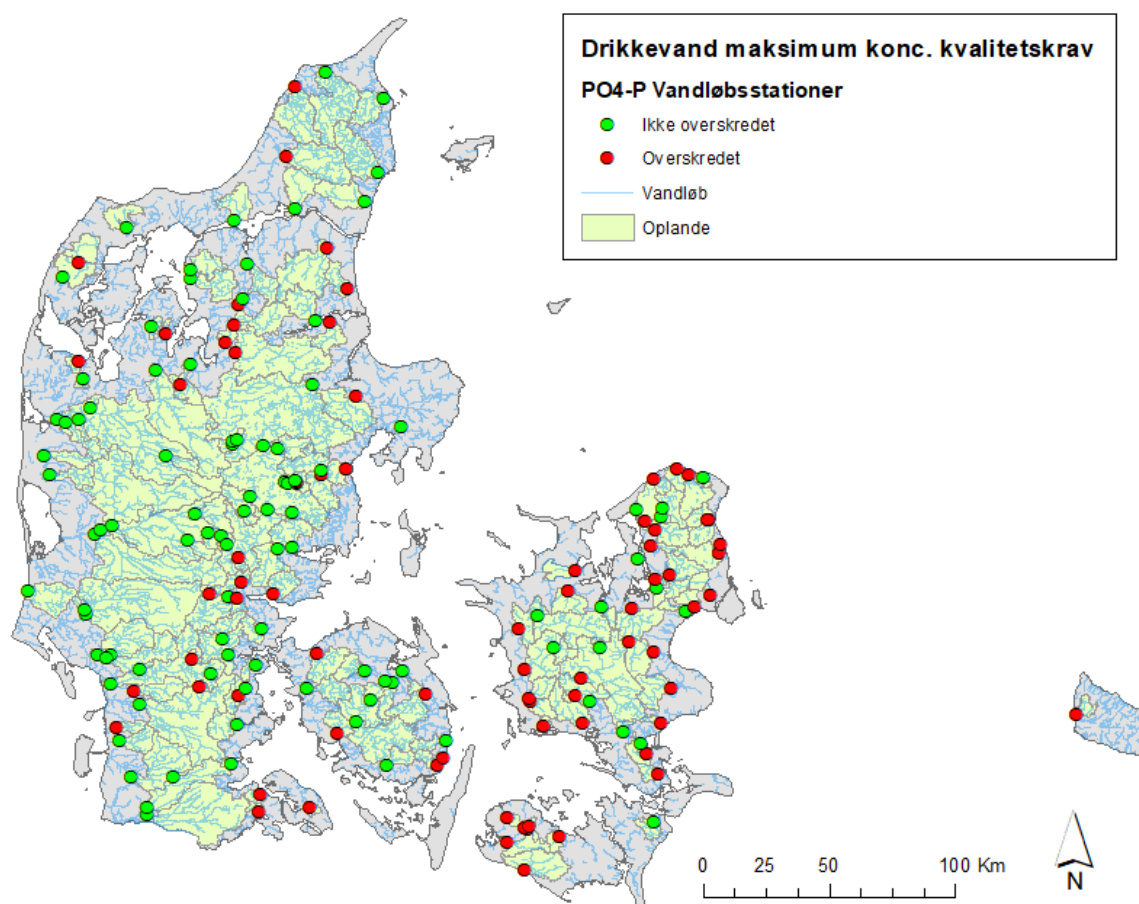
Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Ved 74 vandløbsstationer er der i perioden 2011-2015 fundet koncentrationer, der er højere end det tidligere maksimumkoncentration kvalitetskrav på 0,15 mg N/l for fosfat i drikkevand, hvilket svarer til, at der er fundet overskridelse ved 43,3% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F4 og figur F6). De fem højeste koncentrationer for fosfat er målt i Marrebæksrende (St.: 62000015), hvor der er målt en koncentration på 3,1 mg P/l, Højbro Å (St.: 48000007), hvor der er målt en koncentration på 1,2 mg P/l, Nive Å (St.: 50000056), hvor der er målt en koncentration på 1,2 mg P/l, Lammefjord Søkanal (St.: 51000020), hvor der er

målt en koncentration på 1,1 mg P/l og Hovedkanal, 39 (St.: 65000001), hvor der er målt en koncentration på 0,91 mg P/l.

Tabel F3: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af det tidligere maksimumkoncentration kvalitetskrav for fosfat i drikkevand i perioden 2011-2015. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 0,15 mg P/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit (anvendes ikke)
Antal undersøgte vandløbsstationer: 171		
Fosfat i vandløb (antal)	74	-
Fosfat i vandløb (%)	43,3	-



Figur F6: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til det tidligere maksimumkoncentrations kvalitetskrav for nitrat i drikkevand på 0,15 mg P/l for fosfat i drikkevand.

Samlet areal undersøgt for fosfat i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt fosfat, dækker i alt et areal på 21885 km². Det svarer til, at 50,8% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af fosfat i vandløb (tabel F4).

Tabel F4: Arealet af de tilhørende oplande til vandløbsstationerne i Danmark, hvor fosfat er blevet overvåget. Tabellen viser det samlede areal af oplandene, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal det udgør procentmæssigt.

Areal af Fosfat oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
21885	43094	50,8

Metaller

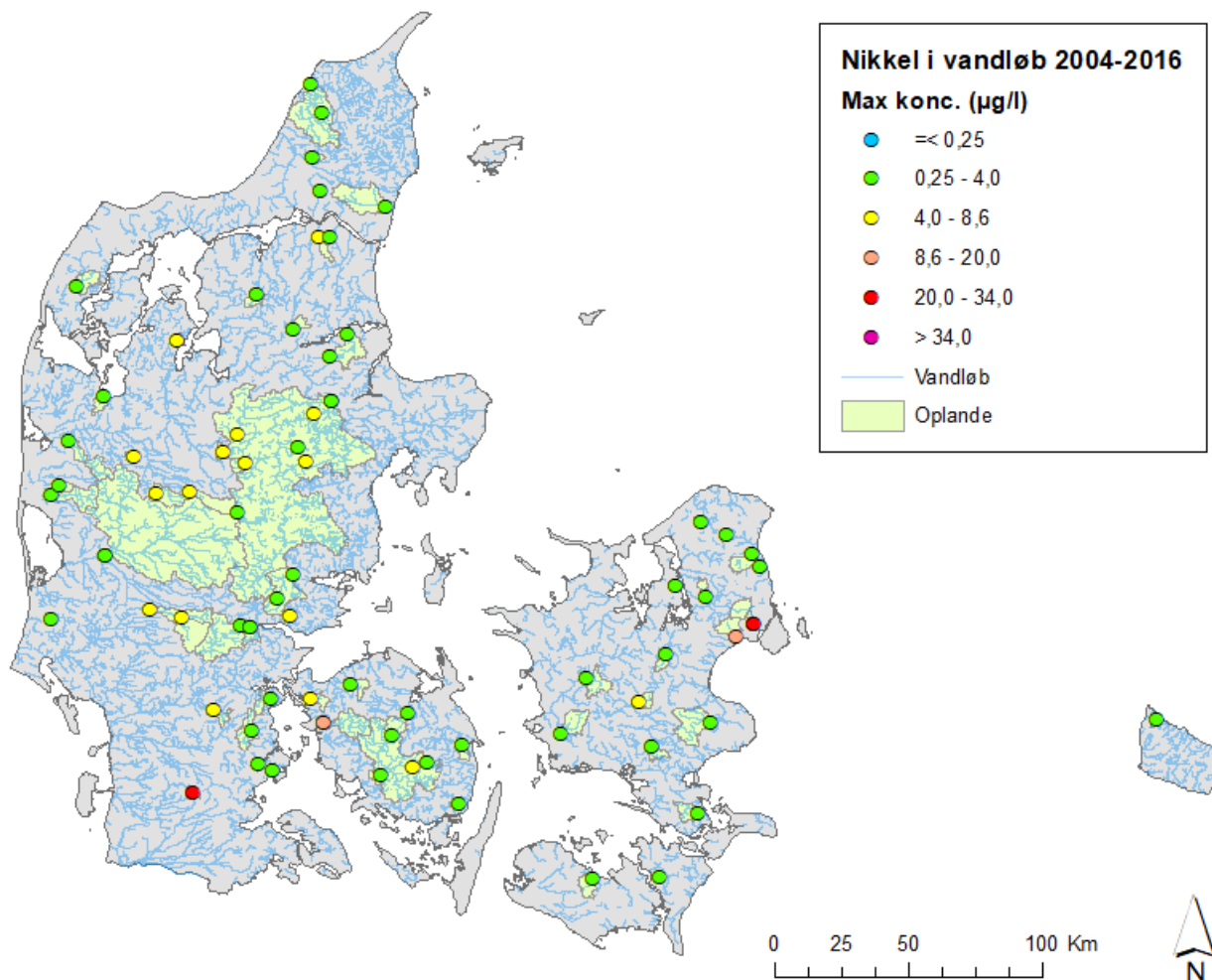
Nikkel

Det generelle kvalitetskrav (årgennemsnit) for nikkel i ferskvand er i bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål 4 µg/l for den biotilgængelige koncentration. Der foreligger pt. ikke tilstrækkelig data til, at den biotilgængelige koncentration kan beregnes, og derfor er vurderingerne i nærværende rapport foretaget i forhold til de målte koncentrationer. Maksimumkoncentration kvalitetskravet (korttidskvalitetskravet) er fastsat til 34 µg/l i bekendtgørelsen.

Kvalitetskravene for nikkel gælder for det opløste nikkel-indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for den opløste fraktion af nikkel efter filtrering gennem et 0,45 µm polycarbonat membranfilter, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved nikkel-målingerne var detektionsgrænsen i intervallet 0,03-0,067 µg/l.

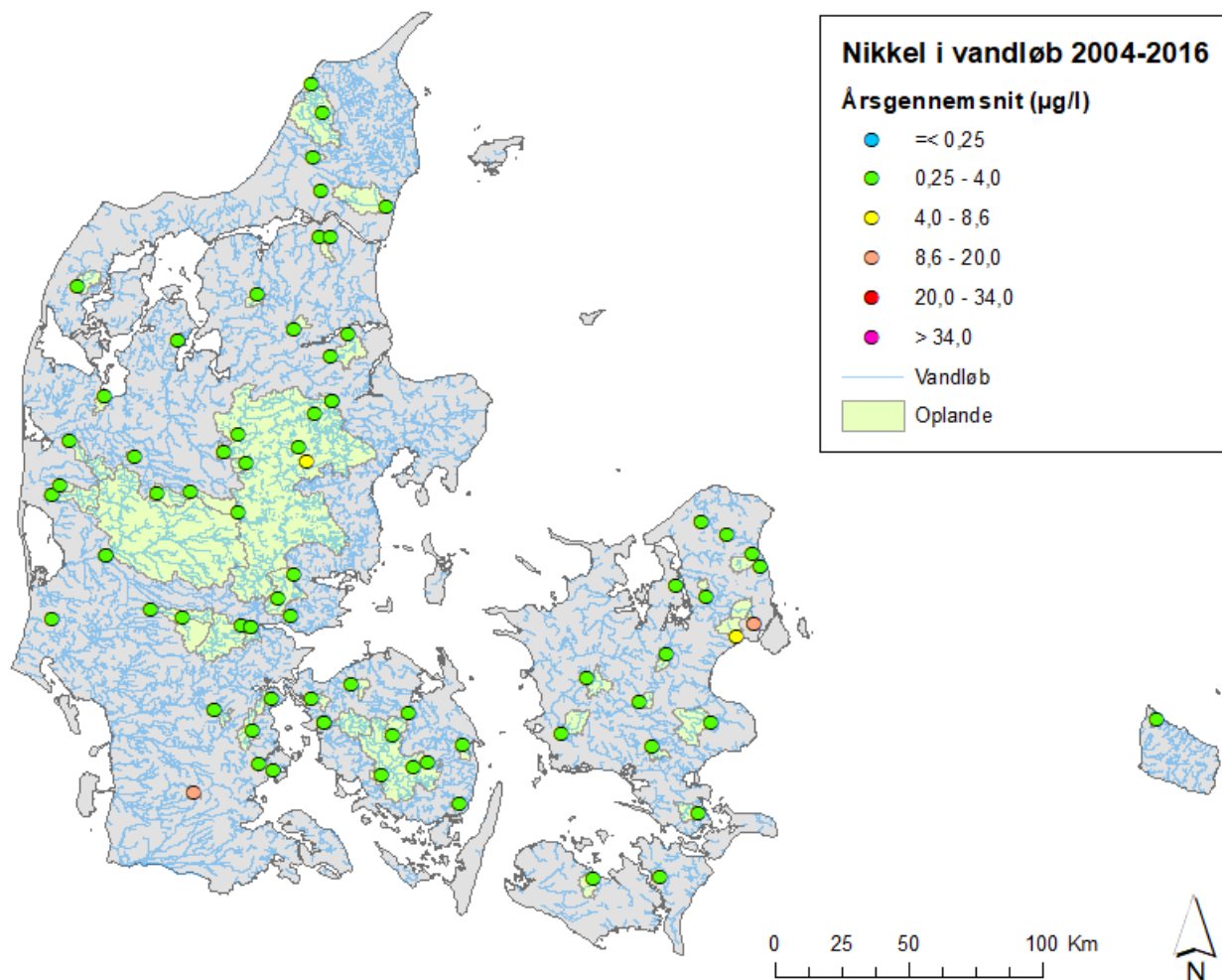
Nikkel i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af nikkel målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F7. Der er målt koncentrationer over 8,6 µg/l ved fire af de i alt 71 stationer, hvorfra der findes målinger (figur F7). Disse fire højeste koncentrationer for nikkel er målt i Damhusåen (St.: 53000028), hvor der er målt en koncentration på 29 µg/l i 2016, Smedbæk (St: 40000296), hvor der er målt en koncentration på 27 µg/l i 2012, Brende Å (St: 46000001), hvor der er målt en koncentration på 18 µg/l i 2016 og Vejle Å (St: 53000011), hvor der er målt en koncentration på 14 µg/l i 2013.



Figur F7: Nikkel i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 71 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af nikkel ved de enkelte vandløbsstationer fremgår af figur F8. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er ikke fundet årsgennemsnitskoncentrationer over 34,0 µg/l ved nogen af de i alt 71 undersøgte stationer. Ved to af stationerne er der fundet gennemsnitsværdier, der er højere end 8,6 µg/l (figur F8). Disse to højeste årsgennemsnit for nikkel er fundet i vandløbene Smedbæk (St: 40000296), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 15,1 µg/l i 2012 og Damhusåen (St: 53000028), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 11,4 µg/l i 2016.



Figur F8: Nikkel i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 71 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

Vurdering i forhold til kvalitetskrav

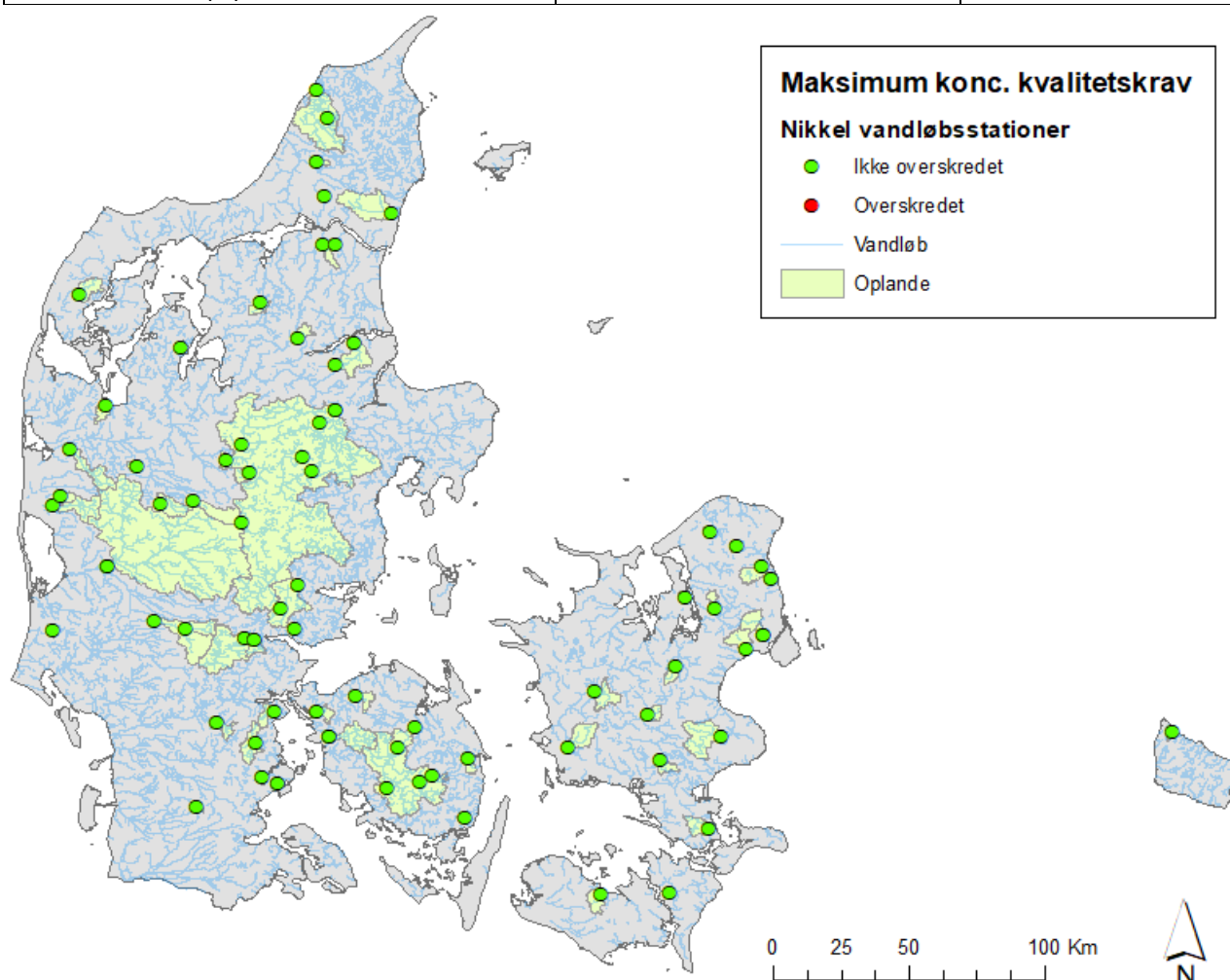
Der er i perioden 2004-2016 ikke målt højere koncentrationer end maksimumkoncentration kvalitetskravet på 34 µg/l for nikkel i vandløb ved nogen af de i alt 71 undersøgte stationer (tabel F5 og figur F9).

Ved fire vandløbsstationer er der i perioden 2004-2016 fundet årsgennemsnits-koncentrationer, der er højere end det generelle kvalitetskrav på 4 µg/l for nikkel i vandløb, hvilket svarer til, at der er fundet overskridelse ved 6% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F5 og figur F10). De fire stationer er følgende: Smedbæk (St: 40000296), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 15,1 µg/l i 2012, Damhusåen (St: 53000028), hvor der er fundet

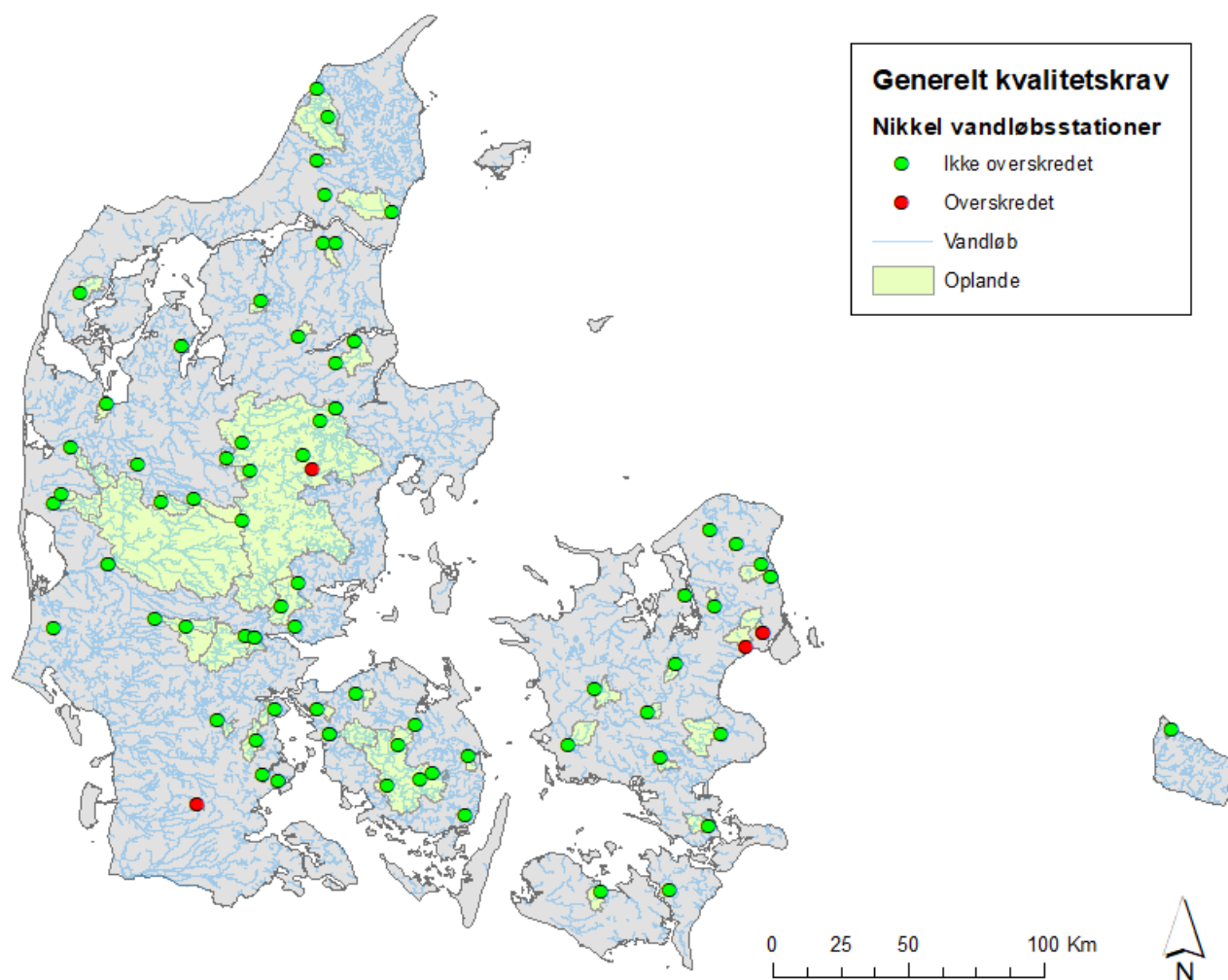
11,4 µg/l i 2016, Vejle Å (St: 53000011), hvor der er fundet 8,6 µg/l i 2013 og Tilløb til Rytterbro Bæk (St: 21006067) , hvor der er fundet 5,2 µg/l i 2014.

Tabel F5: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for nikkel i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. => 34 µg/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit => 4 µg/l
Antal undersøgte vandløbsstationer: 71		
Nikkel i vandløb (antal)	0	4
Nikkel i vandløb (%)	0	6



Figur F9: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet på 34 µg/l for nikkel i vandløb.



Figur F10: Den rumlige fordeling af årsgennemsnits-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav på 4 µg/l for nikkel i vandløb.

Samlet areal undersøgt for nikkel i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt nikkel, dækker i alt et areal på 7172 km². Det svarer til, at 16,6% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af nikkel i vandløb (tabel F6).

Tabel F6: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor nikkel er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

Areal af nikkel oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
7172	43094	16,6

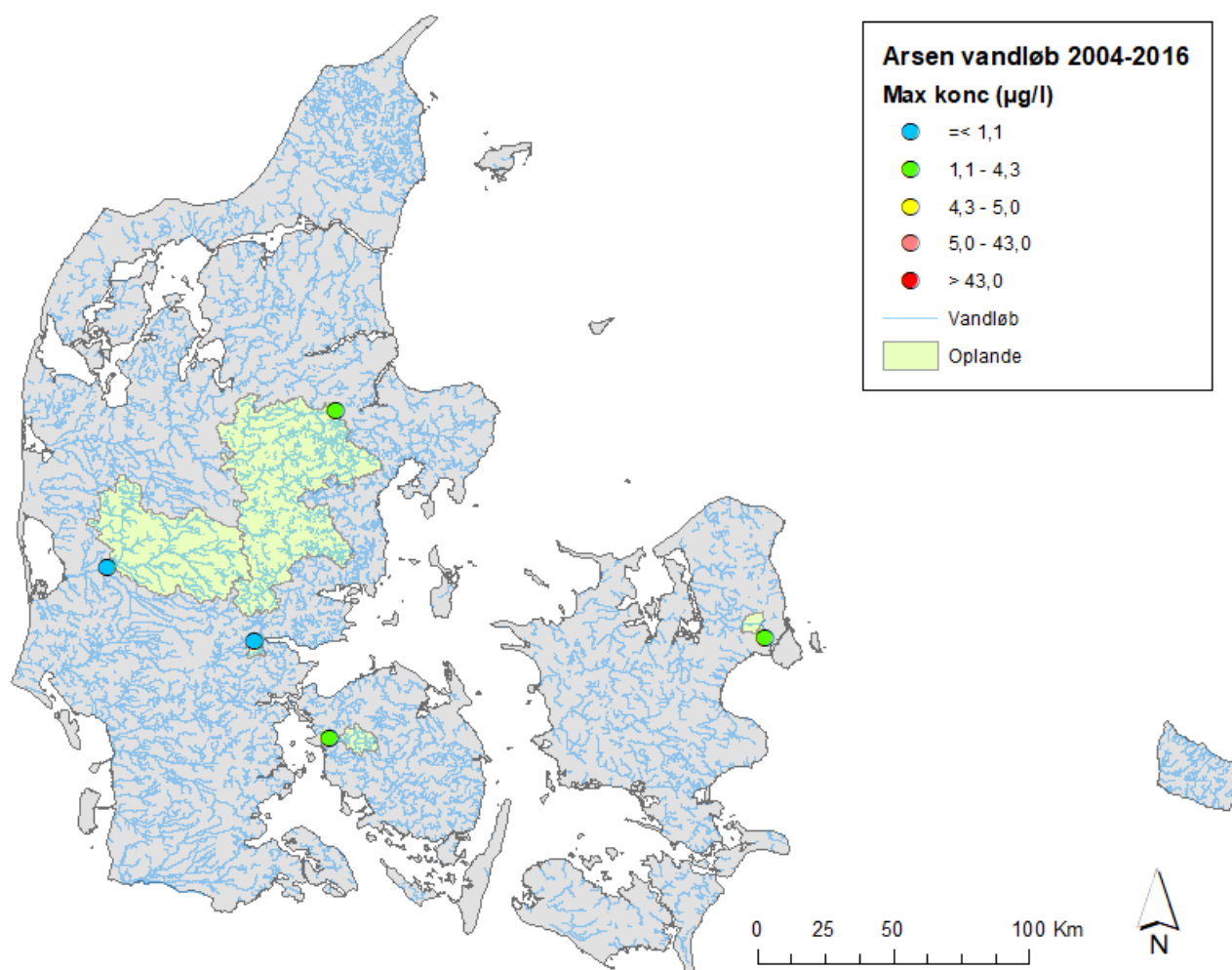
Arsen

Det generelle kvalitetskrav (årsgennemsnit) for arsen i ferskvand er i bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål 43 µg/l (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017). Maksimumkoncentration kvalitetskravet (korttidskvalitetskravet) er fastsat til 43 µg/l.

Kvalitetskravene for arsen gælder for det opløste arsen-indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for den opløste fraktion af arsen efter filtrering gennem et 0,45 µm polycarbonat membranfilter, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved arsen-målingerne var detektionsgrænsen 0,03 µg/l.

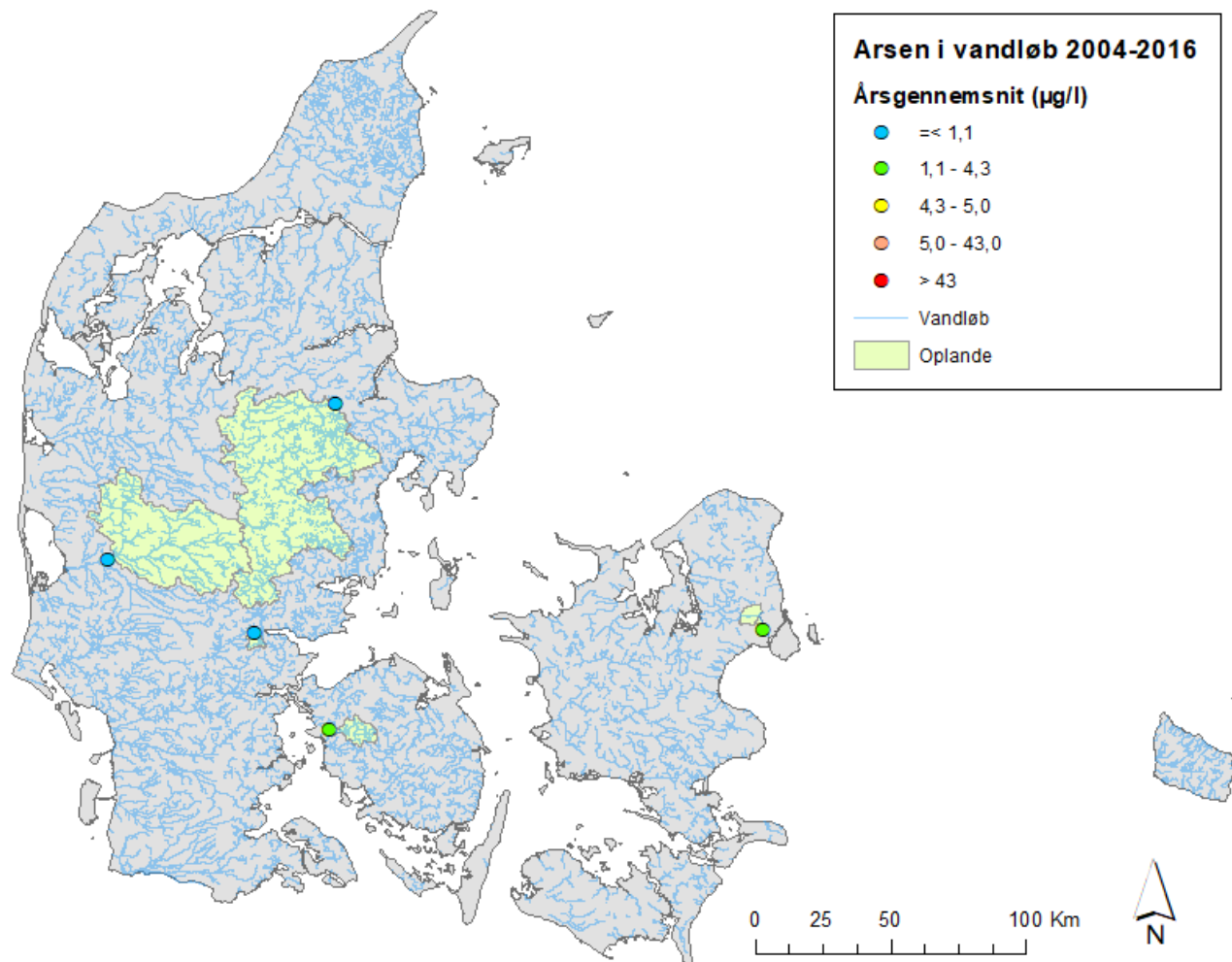
Arsen i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af arsen målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F11. Der er målt koncentrationer over 4,3 µg/l ved fire af de i alt 5 stationer, hvorfra der findes målinger (figur F11). Den højeste koncentration for arsen er målt i Brende å (St: 46000001), hvor der er målt 2,5 µg/l i 2016.



Figur F11: Arsen i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 5 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af arsen ved de enkelte vandløbsstationer fremgår af figur F12. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er ikke fundet årsgennemsnit-koncentrationer over 4,3 µg/l ved nogen af de i alt 5 undersøgte stationer. Ved to af stationerne er der fundet gennemsnitsværdier, der er højere end 1,1 µg/l (figur F12). Det højeste årsgennemsnit for arsen er fundet i vandløbet Damhusåen (St: 53000028), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 1,5 µg/l i 2016.



Figur F12: Arsen i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 5 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

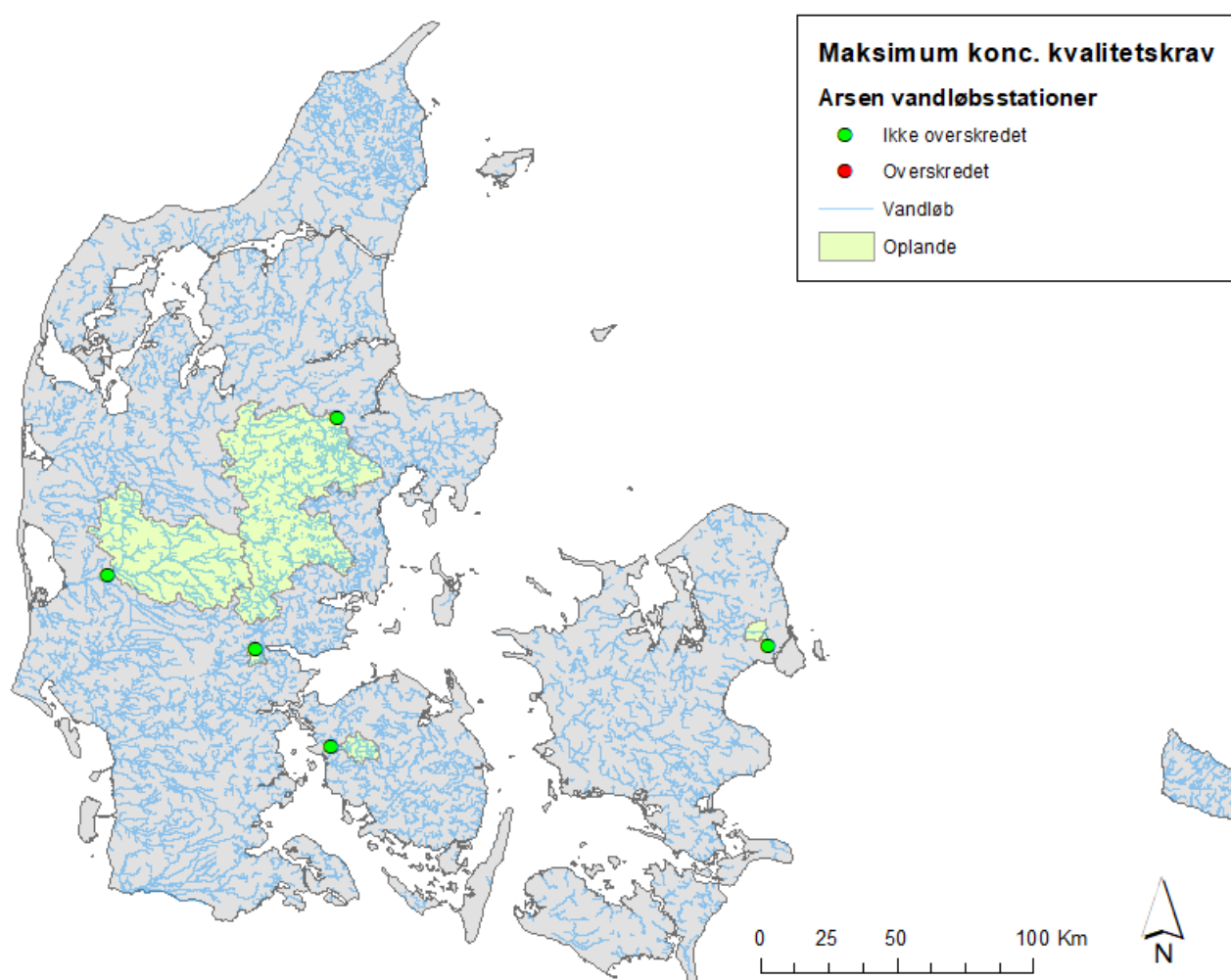
Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Der er i perioden 2004-2016 ikke målt højere koncentrationer end maksimumkoncentration kvalitetskravet på 43 µg/l for arsen i vandløb ved nogen af de i alt 5 undersøgte stationer (tabel F7 og figur F13).

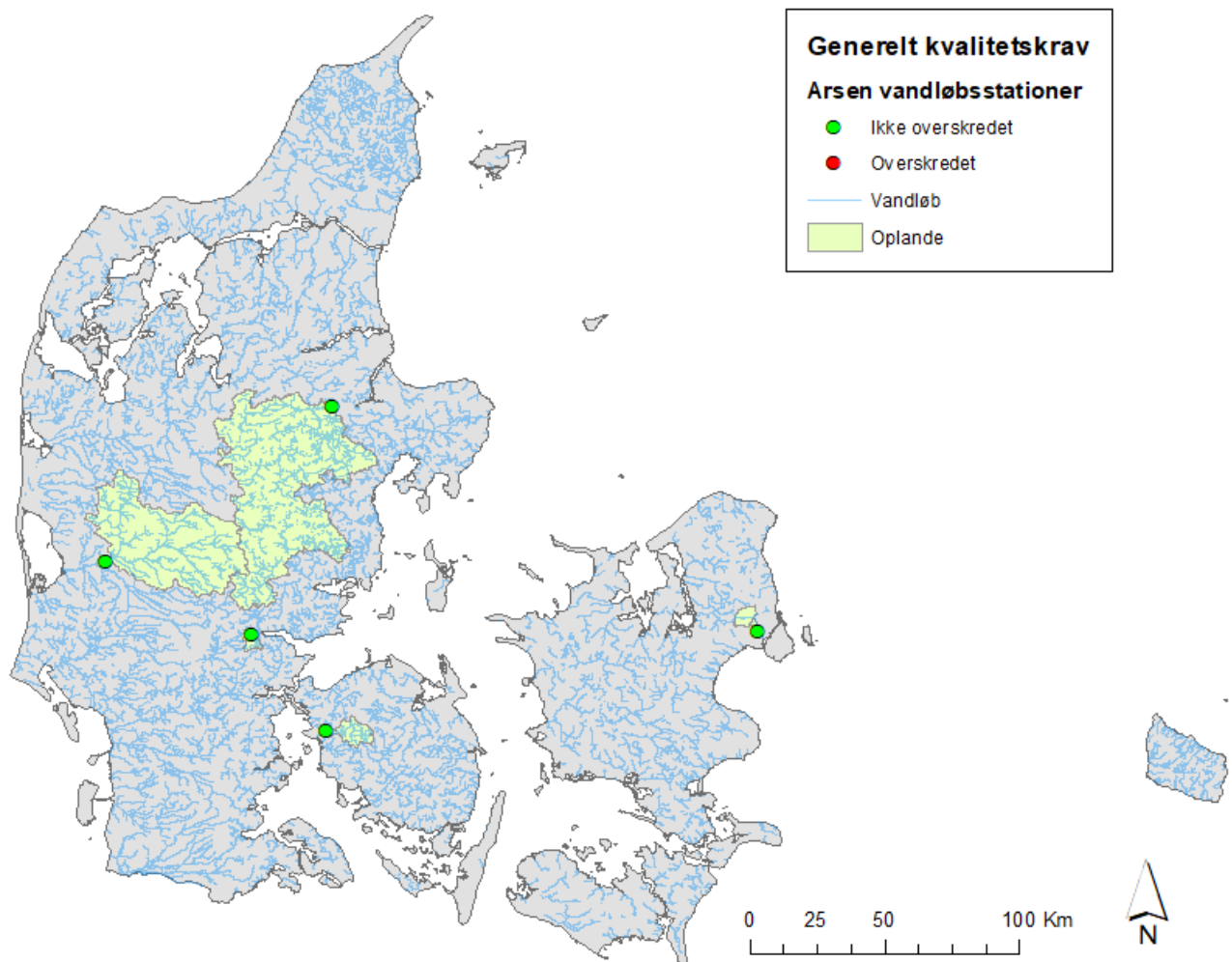
Der er i perioden 2004-2016 ikke fundet højere årsgennemsnit end det generelle kvalitetskrav på 4,3 µg/l for arsen i vandløb ved nogen af de i alt 5 undersøgte stationer (tabel F8 og figur F14).

Tabel F7: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for arsen i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 43 µg/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit > 4.3 µg/l
Antal undersøgte vandløbsstationer: 5		
Arsen i vandløb (antal)	0	0
Arsen i vandløb (%)	0	0



Figur F13: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet på 43 µg/l for arsen i vandløb.



Figur F14: Den rumlige fordeling af årsgennemsnits-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav på 4,3 µg/l for arsen i vandløb.

Samlet areal undersøgt for arsen i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt arsen, dækker i alt et areal på 4340 km². Det svarer til, at 10,1% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af arsen i vandløb (tabel F8).

Tabel F8: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor arsen er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt

Areal af arsen oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
4340	43094	10,1

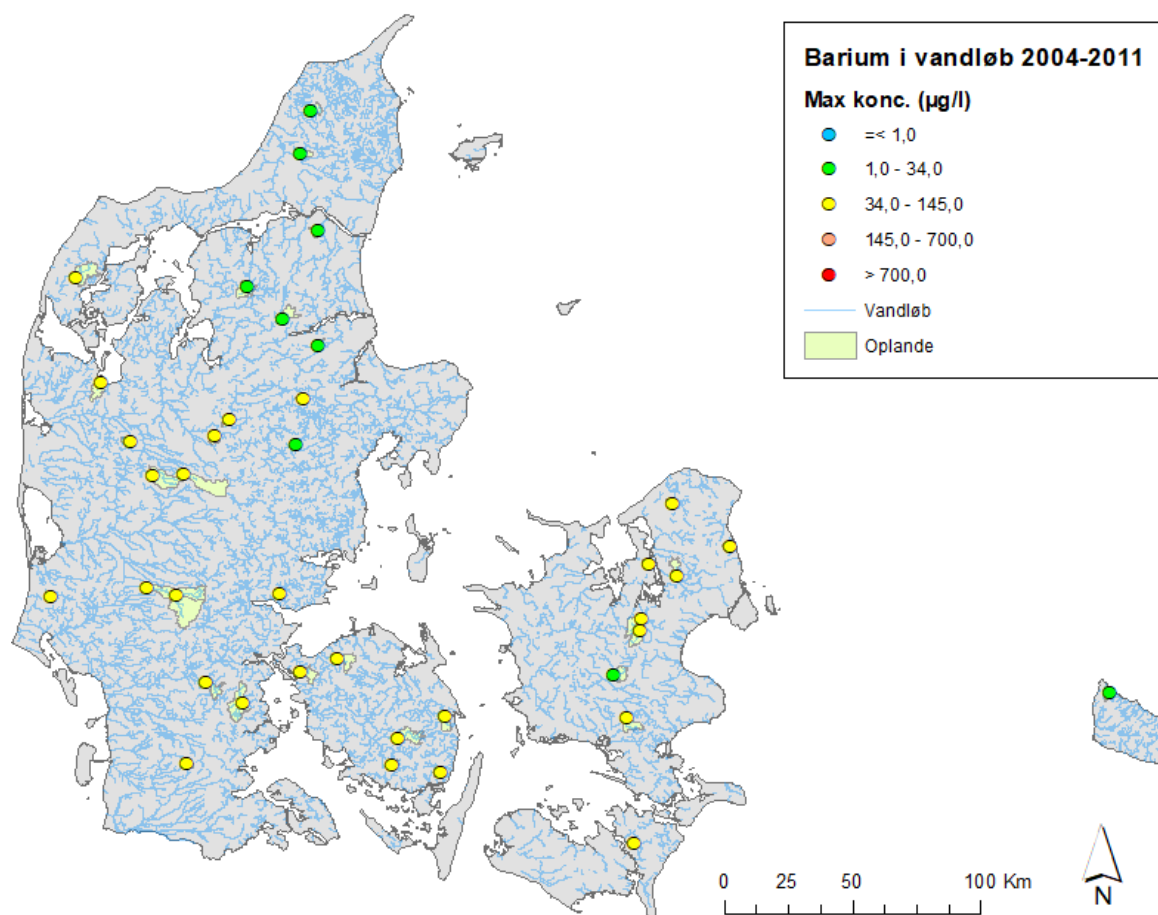
Barium

Baggrundsværdien for opløst barium i ferskvand er angivet til 15 µg/l i Danmark (Bak & Larsen, 2014). Det generelle kvalitetskrav (årsgennemsnit) for barium i ferskvand er i bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål 19 µg/l tilføjet den naturlige baggrundskoncentration, hvilket betyder at kvalitetskravet er 34 µg/l. Maksimumkoncentration kvalitetskravet (korttidskvalitetskravet) er fastsat til 145 µg/l hvortil baggrundsværdien ikke tillægges.

Kvalitetskravene for barium gælder for det opløste barium-indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for den opløste fraktion af barium efter filtrering gennem et 0,45 µm polycarbonat membranfilter, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved barium-målingerne var detektionsgrænsen i intervallet 0,03-0,2 µg/l.

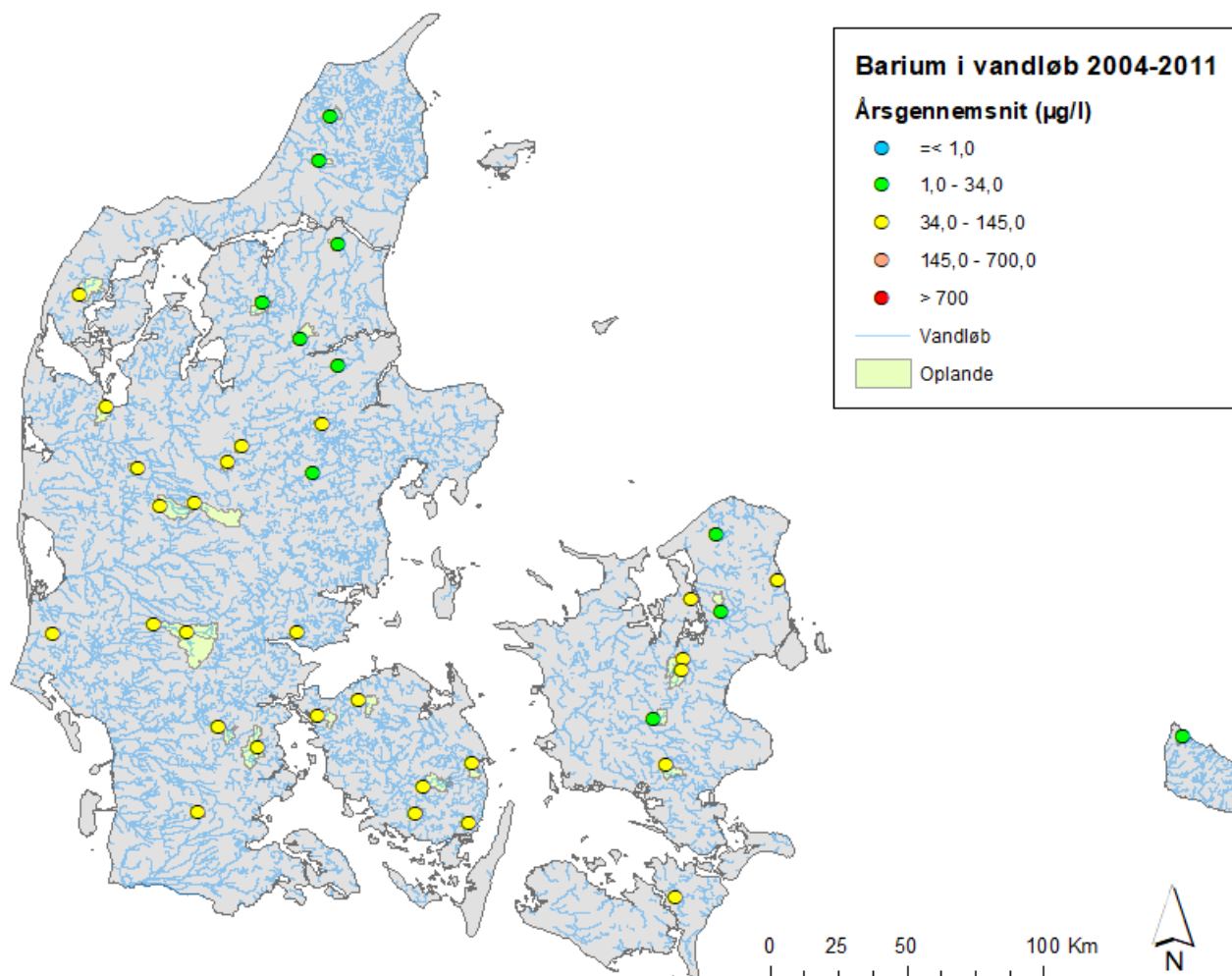
Barium i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af barium målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F15. Der er ikke målt koncentrationer over 145 µg/l ved nogen af de i alt 38 stationer, hvorfra der findes målinger (figur F15). De to højeste koncentrationer af barium er målt i Kogsbølle Bæk (St: 44000268) i 2012 og Kongeåen (St: 36000272) i 2014. Ved begge vandløbsstationer er der målt koncentrationer på 120 µg/l.



Figur F15: Barium i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 38 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af barium ved de enkelte vandløbsstationer fremgår af figur F16. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er fundet årsgennemsnit-koncentrationer over 34 µg/l ved 27 af de i alt 38 undersøgte stationer (figur F16). De fem højeste årsgennemsnit for barium er fundet i vandløbene Kongeåen (St: 36000272), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 99,5 µg/l i 2014, Aller å (St: 37000289) hvor der er fundet et årsgennemsnit på 93,6 µg/l i 2016, Kogsbølle Bæk (St: 44000268), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 90,9 µg/l i 2012, Grindsted Engsø tilløb, (St: 31000376), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 82,5 µg/l i 2016 og Maglemoserenden, (St: 50000145), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 77 µg/l i 2016.



Figur F16: Barium i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 38 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

Vurdering i forhold til kvalitetskrav

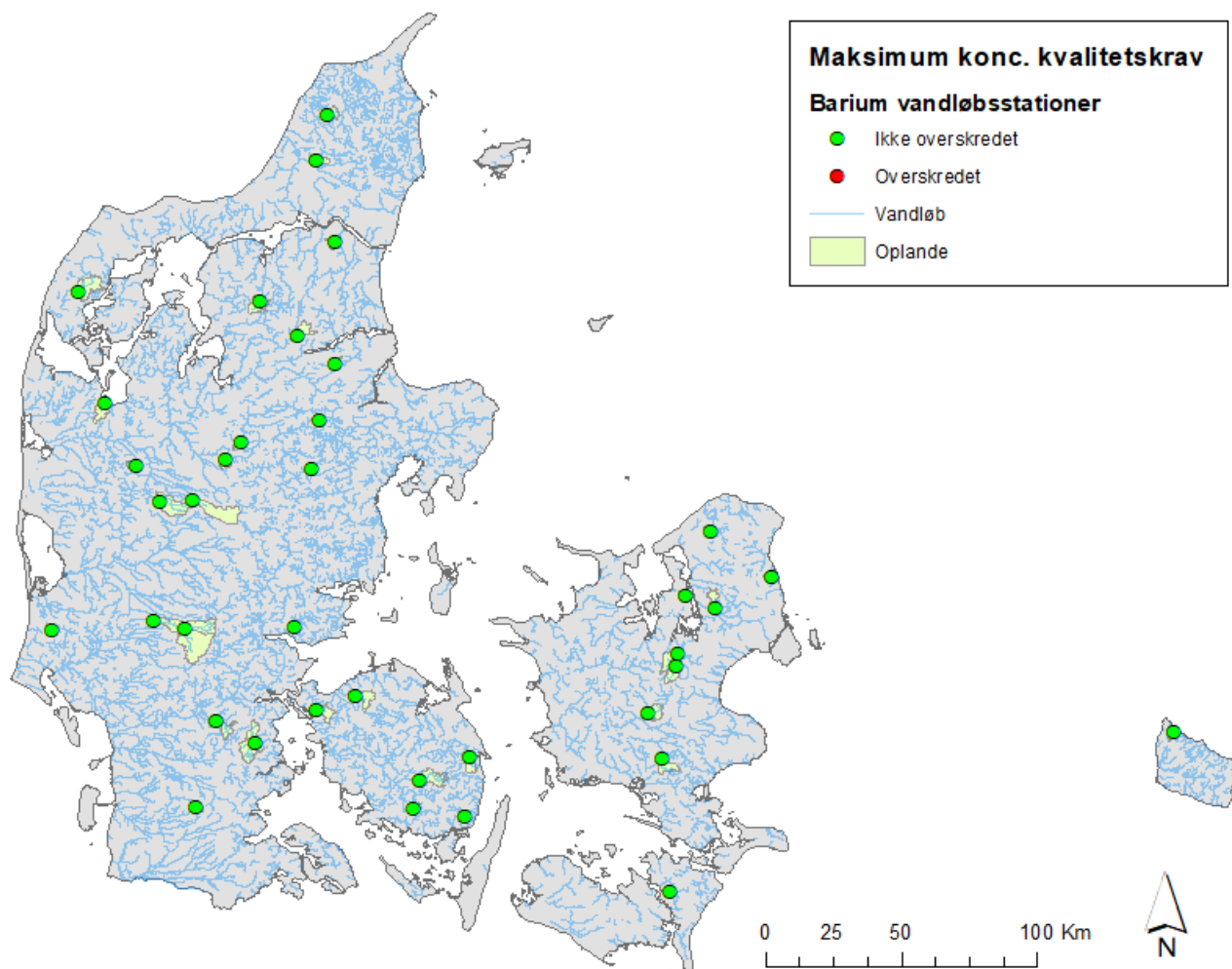
Der er i perioden 2004-2016 ikke målt højere koncentrationer end maksimumkoncentration kvalitetskravet på 145 µg/l for arsen i vandløb ved nogen af de i alt 38 undersøgte stationer (tabel F9 og figur F17).

Ved 27 vandløbsstationer er der i perioden 2004-2016 fundet årsgennemsnits-koncentrationer, der er højere end det generelle kvalitetskrav på 34 µg/l for arsen i vandløb, hvilket svarer

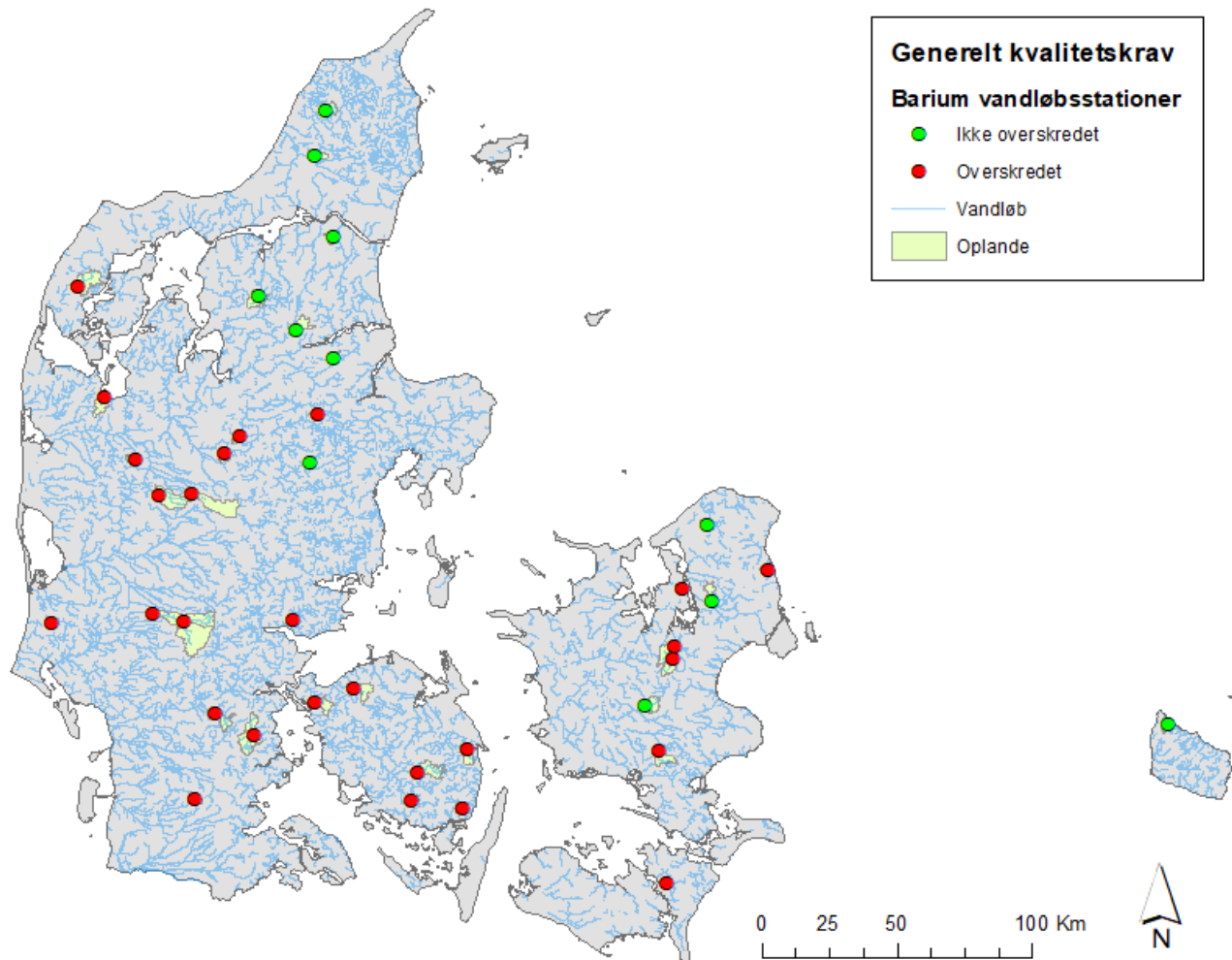
til, at der er fundet overskridelse ved 71% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F9 og figur F18). Ved følgende 5 stationer er den højeste overskridelse fundet: Kongeåen (St: 36000272), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 99,5 µg/l i 2014, Aller Å (St: 37000289), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 93,6 µg/l i 2016, Kogsbølle Bæk (St: 44000268), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 90,9 µg/l i 2012, Grindsted Engsø tilløb (St: 31000376), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 82,5 µg/l i 2016 og Maglemoserenden, (St: 50000145), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 77 µg/l i 2016. I Nordjylland er der generelt ikke fundet overskridelser (figur B3.2.3.4).

Tabel F9: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for barium i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 145 µg/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit > 34 µg/l
Antal undersøgte vandløbsstationer: 38		
Barium i vandløb (antal)	0	27
Barium i vandløb (%)	0	71



Figur F17: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet på 145 µg/l for barium i vandløb.



Figur F18: Den rumlige fordeling af årsgennemsnits-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav på 34 µg/l for barium i vandløb.

Vurdering i forhold til kvalitetskrav uden hensyn til baggrundsniveau

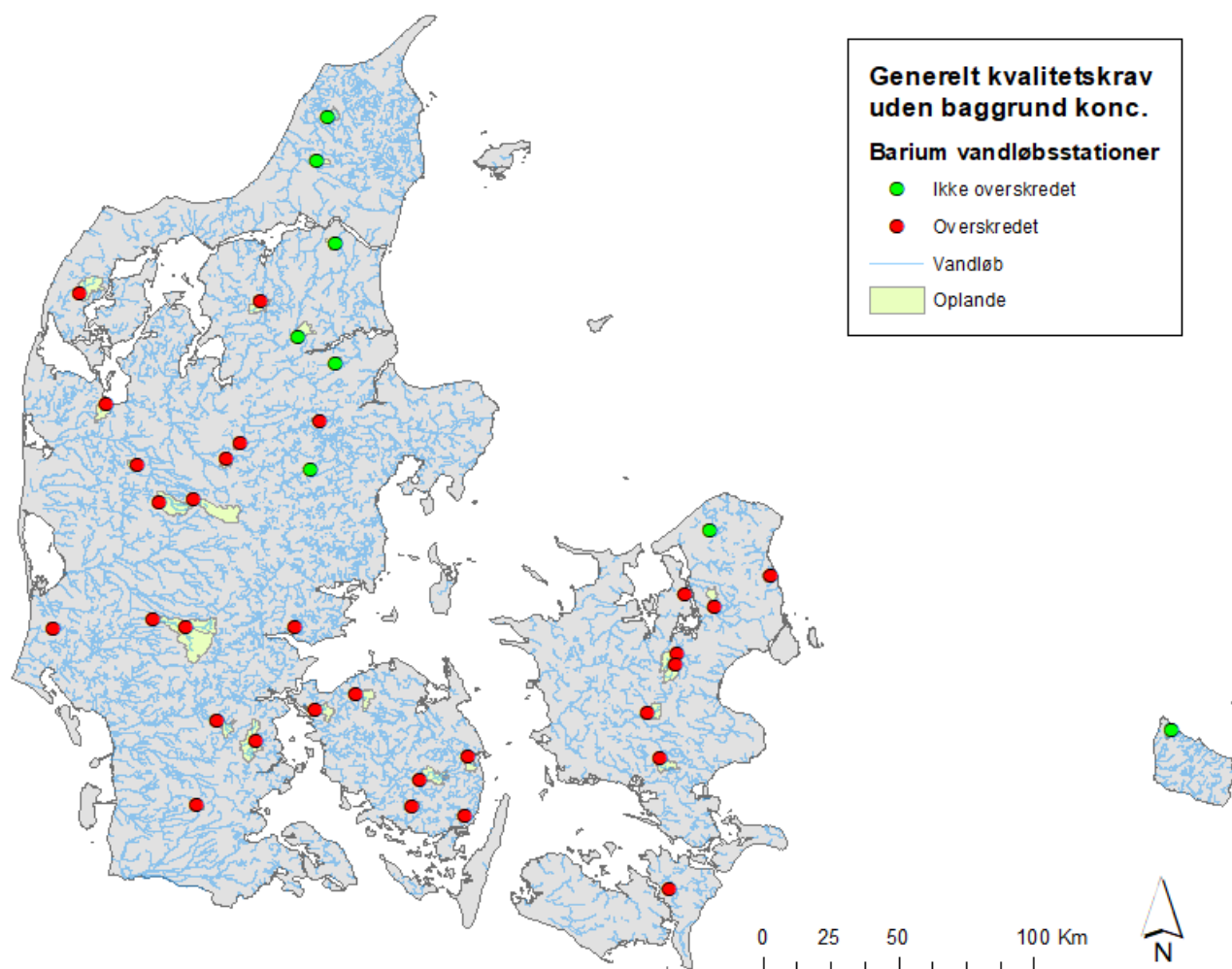
I dette afsnit er det generelle kvalitetskrav undersøgt uden at tage hensyn til den naturlige baggrundskoncentration for barium. Dette betyder at det generelle kvalitetskrav (årsgennemsnit) for barium i ferskvand i stedet for 34 µg/l er 19 µg/l, idet baggrundskoncentrationen er tillagt det generelle kvalitetskrav.

Ved 30 vandløbsstationer er der i perioden 2004-2016 fundet årsgennemsnits-koncentrationer, der er højere end det generelle kvalitetskrav uden hensyn til baggrundskoncentrationen på 19 µg/l for barium i vandløb, hvilket svarer til, at der er fundet overskridelse ved 79% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F10 og figur F19). Ved ikke at tage højde

for den naturlige baggrundskoncentration, findes der derved overskridelser for 30 vandløbsstationer i stedet for 27, hvilket er en ændring fra 71% til 79% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F10).

Tabel F10: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af det generelle kvalitetskrav uden hensyn til den naturlige baggrundskoncentration for barium i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

Antal undersøgte vandløbsstationer: 38	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit > 19 µg/l
Barium i vandløb (antal)	30
Barium i vandløb (%)	79



Figur F19: Den rumlige fordeling af årsgennemsnits-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav uden hensyn til den naturlige baggrundskoncentration på 19 µg/l for barium i vandløb.

Samlet areal undersøgt for Barium i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt barium, dækker i alt et areal på 843 km². Det svarer til, at 2% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af barium i vandløb (tabel F11).

Tabel F11: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor barium er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

Areal af barium oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
843	43094	2

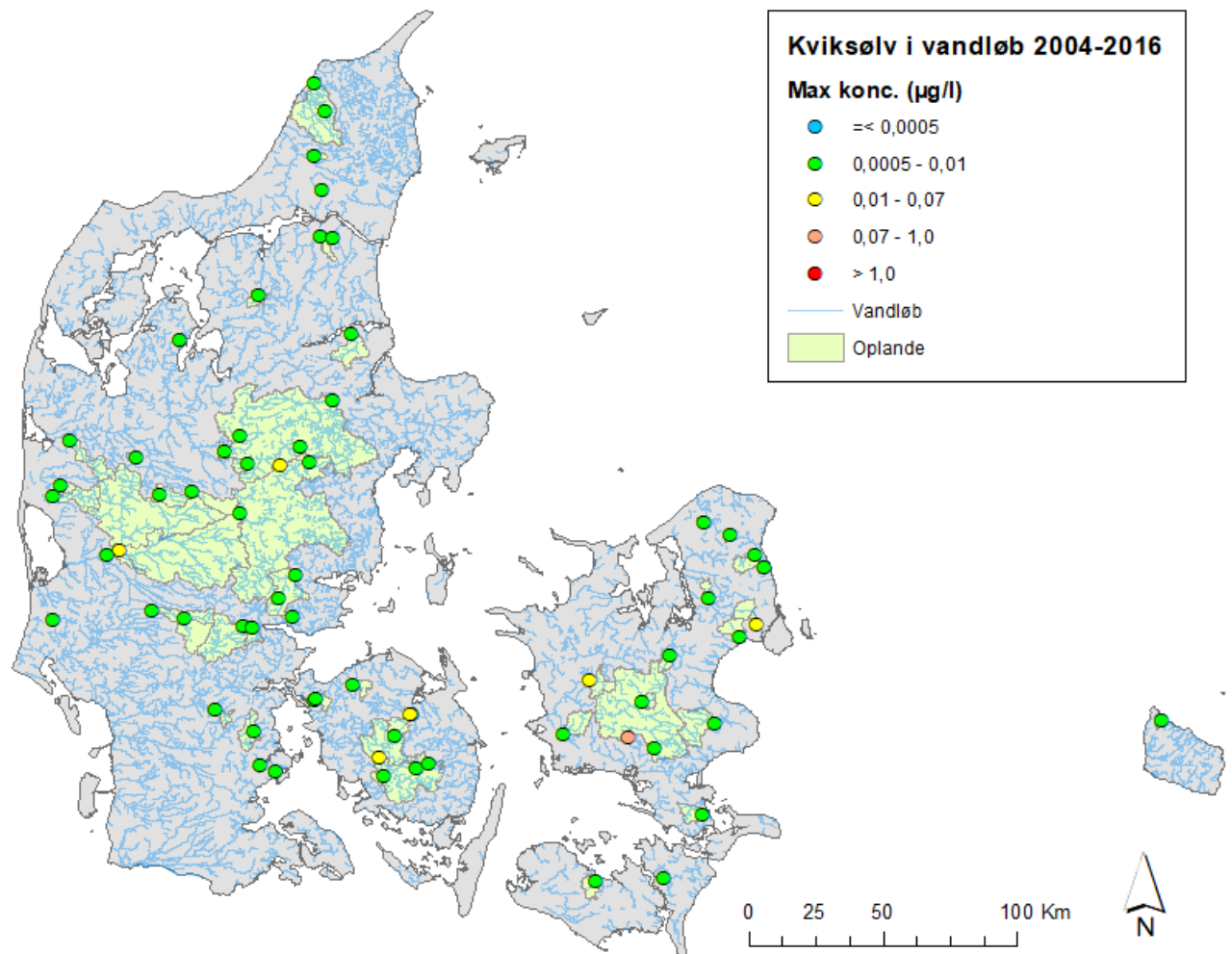
Kviksølv

Der anvendes ikke et generelt kvalitetskrav (årgennemsnit) for kviksølv i ferskvand. Maksimumkoncentration kvalitetskravet (korttidskvalitetskravet) er fastsat til 0,07 µg/l i bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål.

Kvalitetskravene for kviksølv gælder for det opløste kviksølv-indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for den opløste fraktion af kviksølv efter filtrering gennem et 0,45 µm polycarbonat membranfilter, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved kviksølv-målingerne var detektionsgrænsen i intervallet 0,0-0,3 µg/l. Mange af de målte koncentrationer af kviksølv var desuden lig med detektionsgrænsen for den pågældende prøve.

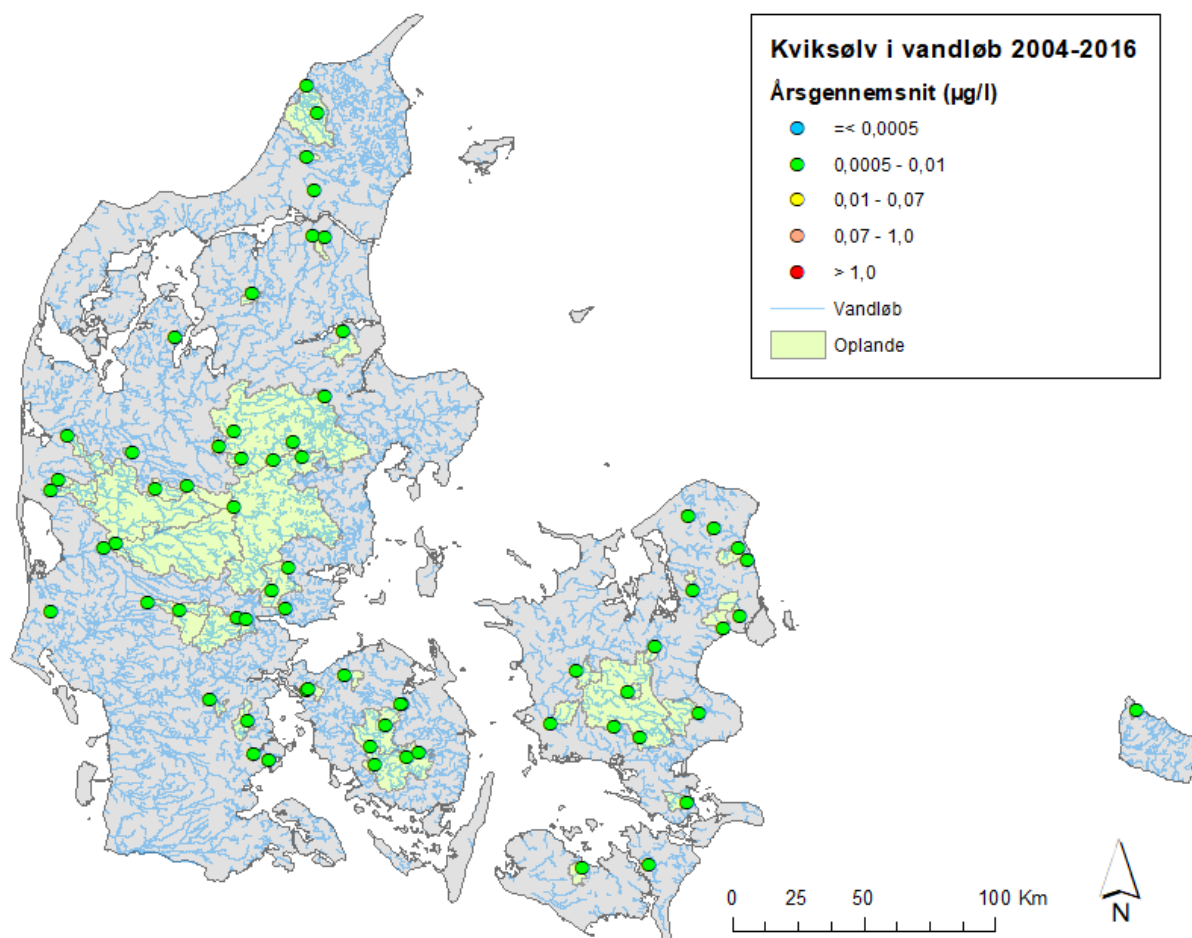
Kviksølv i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af kviksølv målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F20. Der er målt koncentrationer over 0,07 µg/l ved en af de i alt 65 stationer, hvor der findes målinger (figur F20). Denne højeste koncentration af kviksølv er målt i Suså (St: 57000058), hvor der er målt en koncentration på 0,075 µg/l i 2010.



Figur F20: Kviksølv i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 65 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af kviksølv ved de enkelte vandløbsstationer fremgår af figur F21. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er ikke fundet årsgennemsnit-koncentrationer over 0,01 µg/l ved nogen af de i alt 65 undersøgte stationer (figur F21). Det højeste årsgennemsnit for kviksølv er fundet i vandløbet Suså (St: 57000058), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 0,0091 µg/l i 2010.



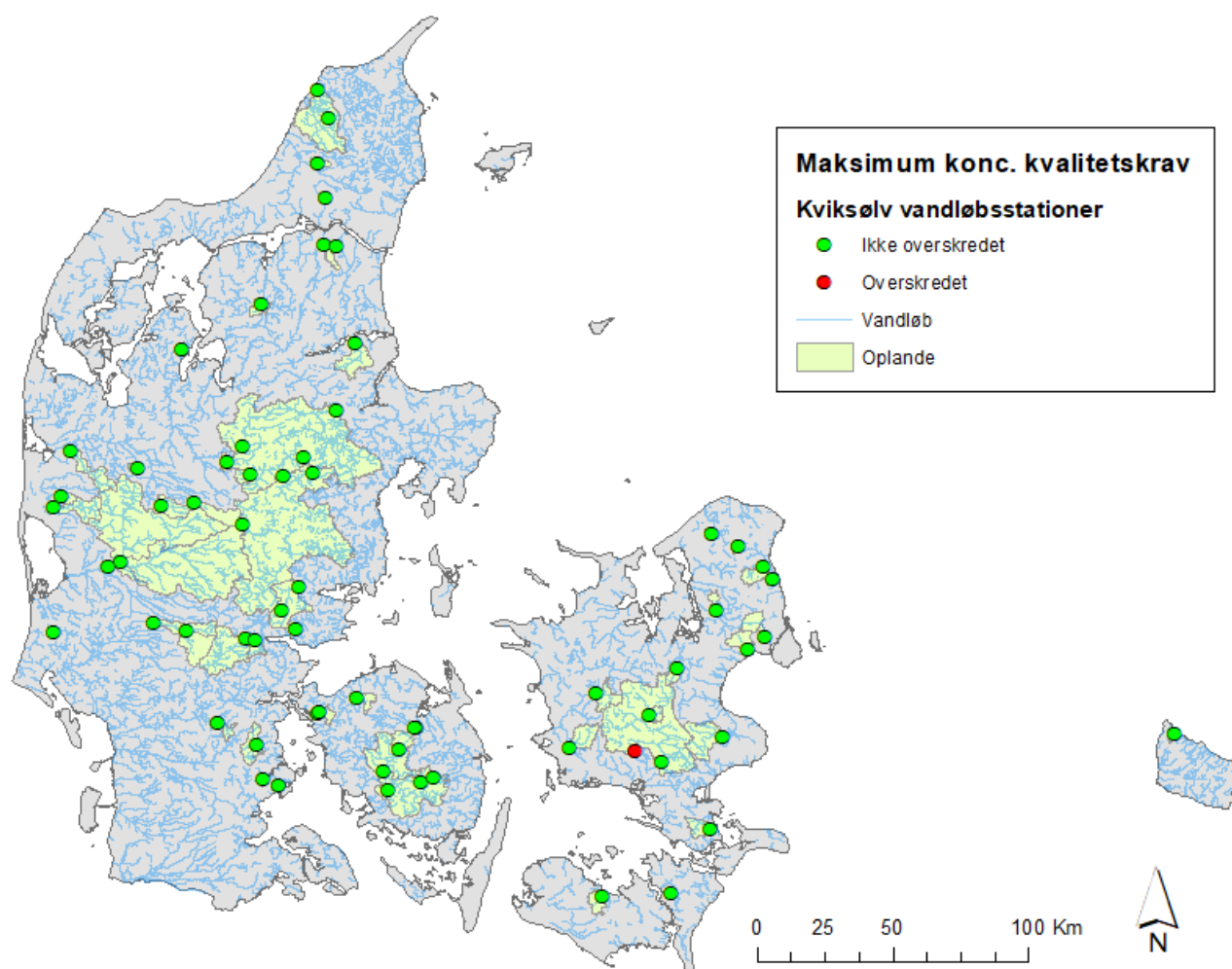
Figur F21: Kviksølv i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 65 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Ved én vandløbsstation er der i perioden 2004-2016 fundet koncentrationer, der er højere end maksimumkoncentration kvalitetskravet på 0,07 µg/l for kviksølv i vandløb, hvilket svarer til, at der er fundet overskridelse ved 2% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F12 og figur F22). Stationen er følgende: Suså (St: 57000058), hvor der er målt en koncentration på 0,075 µg/l i 2010.

Tabel F12: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for kviksølv i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 0,07 µg/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit (anvendes ikke)
Antal undersøgte vandløbsstationer: 65		
Kviksølv i vandløb (antal)	1	-
Kviksølv i vandløb (%)	2	-



Figur F22: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet på 0,07 µg/l for kviksølv i vandløb.

Samlet areal undersøgt for kviksølv i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt kviksølv, dækker i alt et areal på 7461 km². Det svarer til, at 17,3% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af kviksølv i vandløb (tabel F13).

Tabel F13: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor kviksølv er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

Areal af Kviksølv oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
7461	43094	17,3

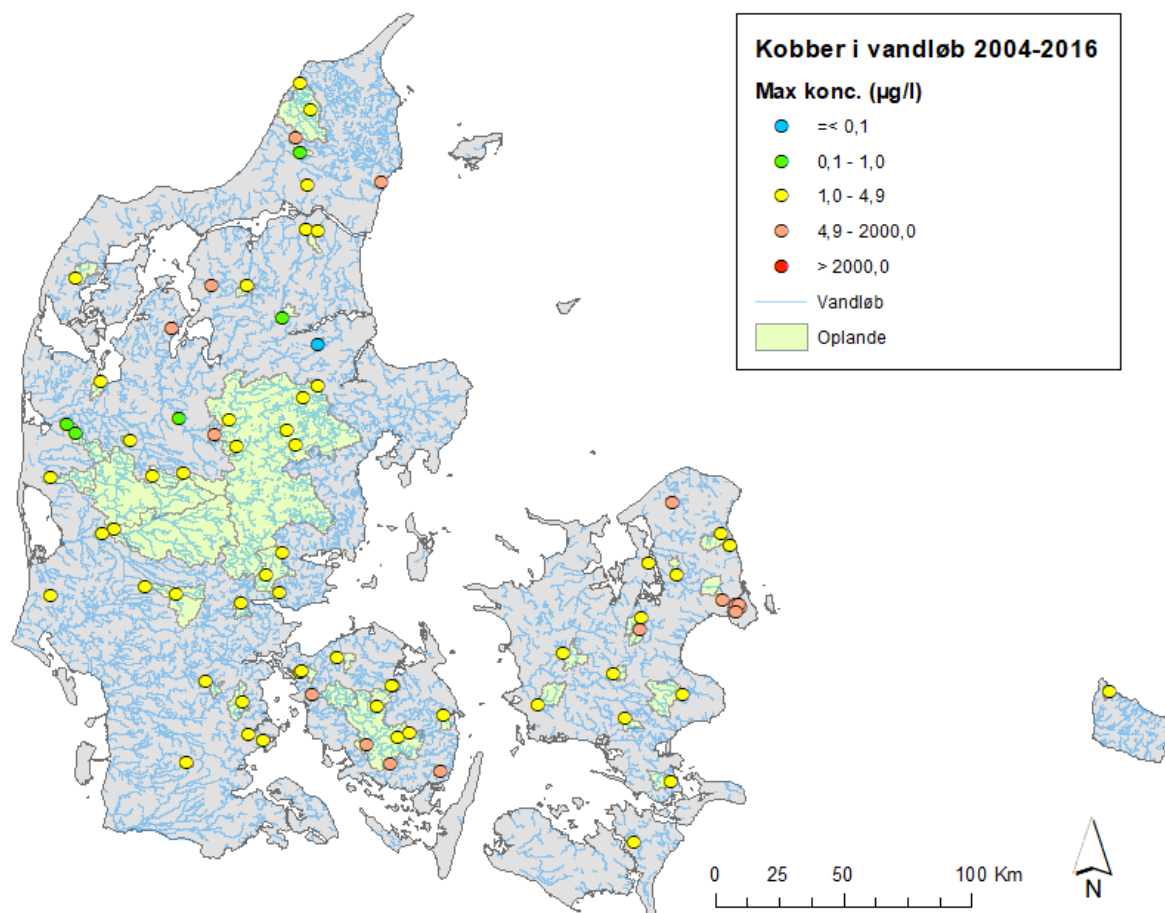
Kobber

Det generelle kvalitetskrav (årgennemsnit) for kobber i ferskvand er i bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål 4,9 µg/l. Maksimumkoncentration kvalitetskravet (kortidskvalitetskravet) er ligeledes fastsat til 4,9 µg/l.

Kvalitetskravene for kobber gælder for det opløste kobber-indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for den opløste fraktion af kobber efter filtrering gennem et 0,45 µm polycarbonat membranfilter, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved kobber-målingerne var detektionsgrænsen i intervallet 0,01-0,04 µg/l.

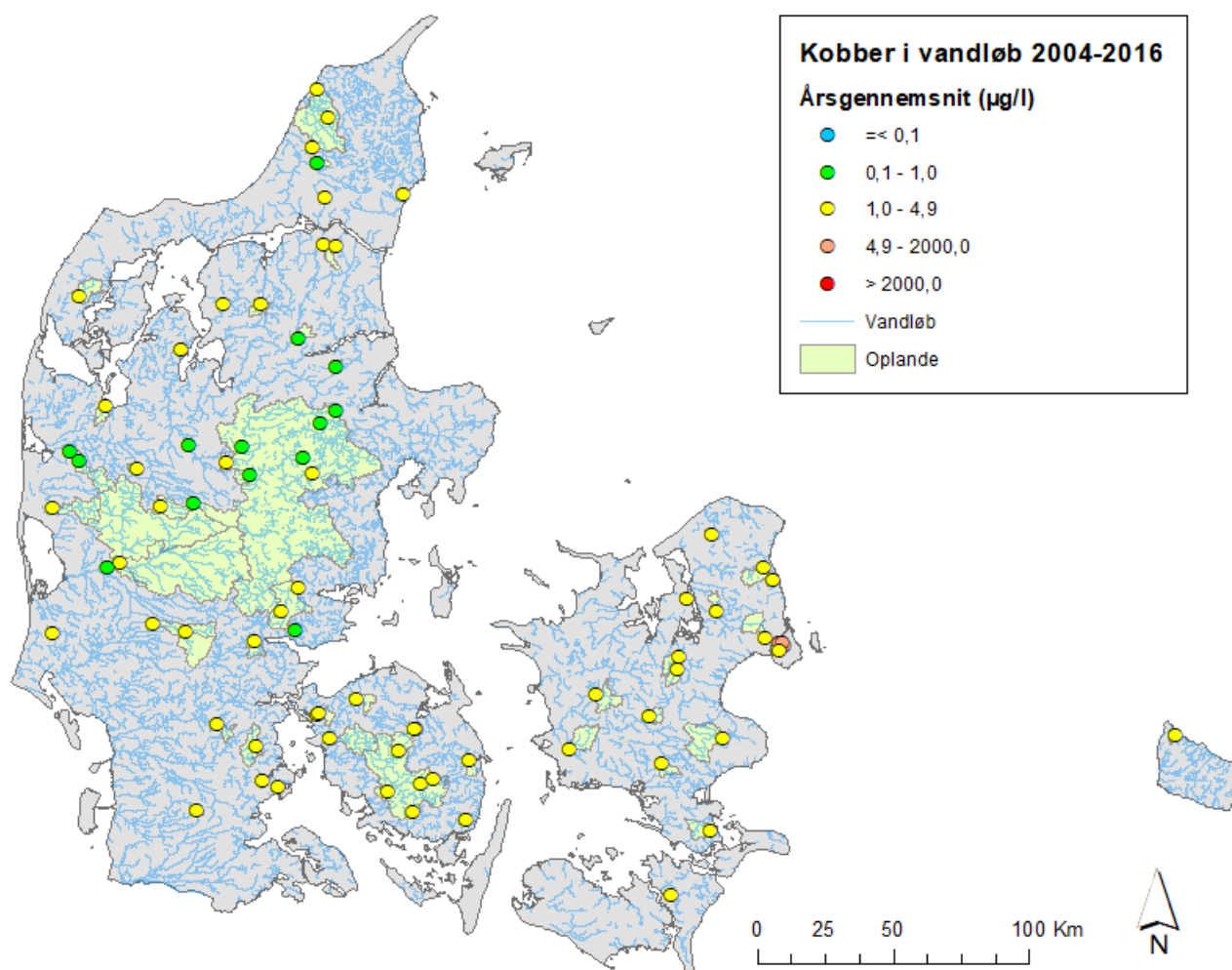
Kobber i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af kobber målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F23. Der er målt koncentrationer over 4,9 µg/l ved 17 af de i alt 66 stationer, hvorfra der findes målinger (figur F23). De fem højeste koncentrationer for kobber overstiger alle 9 µg/l. De er målt i Mellemgrøften (St: 53000203), hvor der er målt en koncentration på 27 µg/l i 2006, Damhusåen (St: 53000028), hvor der er målt en koncentration på 12 µg/l i 2016, Tange å (St: 21002555), hvor der er målt en koncentration på 11 µg/l i 2016, Sør Å- Vandå (St: 2000621), hvor der er målt en koncentration på 9,9 µg/l i 2015 og Ammendrup å (St: 49000155), hvor der er målt en koncentration på 9,7 µg/l i 2014.



Figur F23: Kobber i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 66 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af kobber ved de enkelte vandløbsstationer fremgår af figur F24. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er fundet årsgennemsnit over 4,9 µg/l ved tre af de i alt 66 undersøgte stationer. Disse tre højeste årsgennemsnit for kobber er fundet i vandløbene Mellemgrøften (St: 53000203), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 12,69 µg/l i 2006, Nordre Landkanal (St: 53000197), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 5,13 µg/l i 2006 og Hovedgrøften, Selinevej (St: 53000202), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 5,03 µg/l i 2006.



Figur F24: Kobber i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 66 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Ved 17 vandløbsstationer er der i perioden 2004-2016 fundet maksimum-koncentrationer, der er højere end det generelle kvalitetskrav på 4,9 µg/l for kobber i vandløb, hvilket svarer til, at der er fundet overskridelse ved 26% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F14 og figurF25).

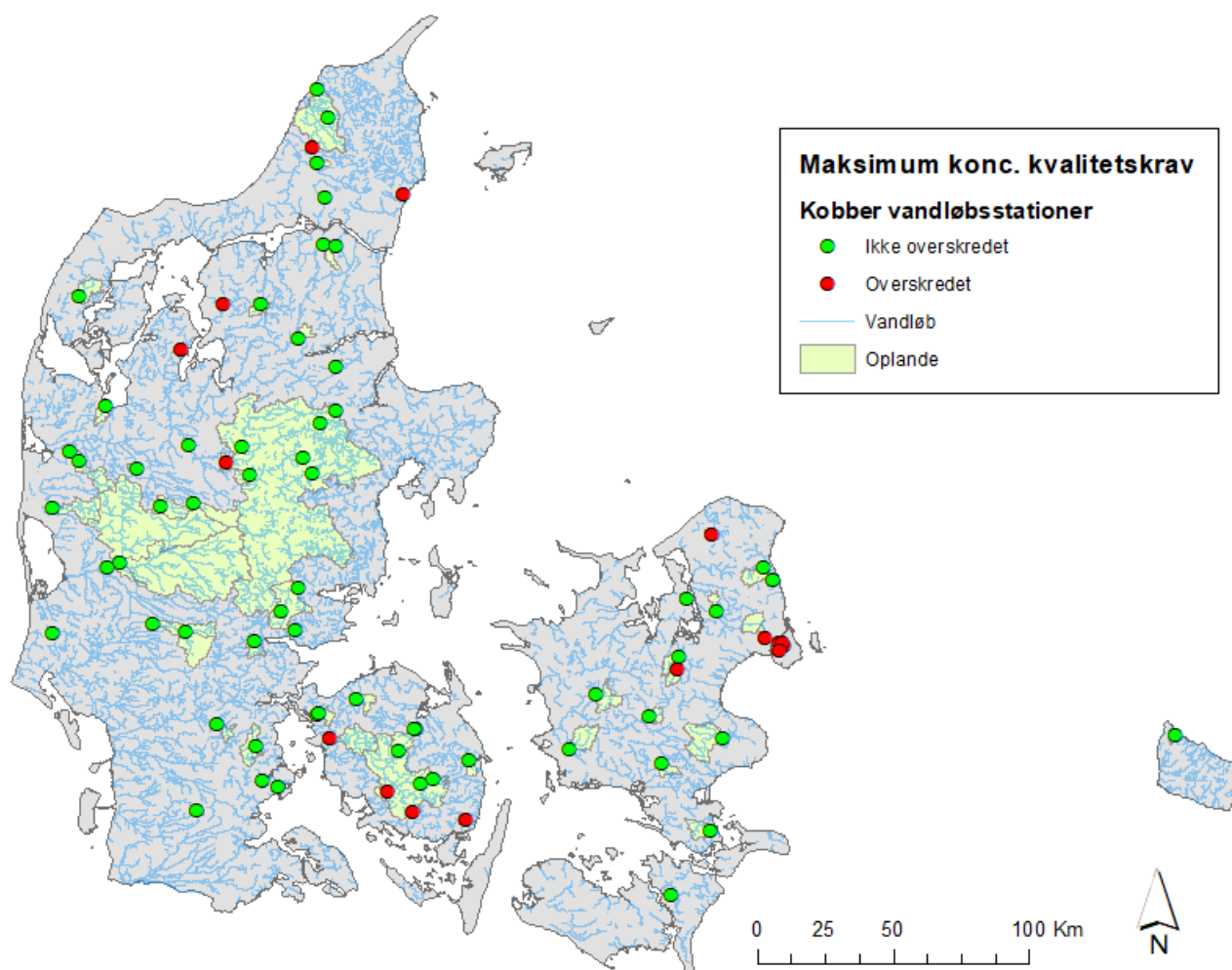
De fem stationer er følgende: Mellemgrøften (St: 53000203), hvor der er målt 27 µg/l i 2006, Damhusåen (St: 53000028), hvor der er målt en koncentration på 12 µg/l i 2016, Tange å (St: 21002555), hvor der er målt en koncentration på 11 µg/l i 2016, Sør Å- Vandå (St: 2000621), hvor der er målt en koncentration på 9,9 µg/l i 2015 og Ammendrup Å (St: 49000155), hvor der er målt en koncentration på 9,7 µg/l i 2014.

Ved fire vandløbsstationer er der i perioden 2004-2016 fundet årsgennemsnits-koncentrationer, der er højere end det generelle kvalitetskrav på 4,9 µg/l for kobber i vandløb, hvilket svarer til, at der er fundet overskridelse ved 5% af det samlede antal undersøgte vandløbsstationer (tabel F14 og figur F26). De tre stationer er følgende: Mellemgrøften (St: 53000203), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 12,69 µg/l i 2006, Nordre Landkanal (St: 53000197), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 5,13 µg/l i 2006 og Hovedgrøften, Selinevej (St: 53000202), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 5,03 µg/l i 2006.

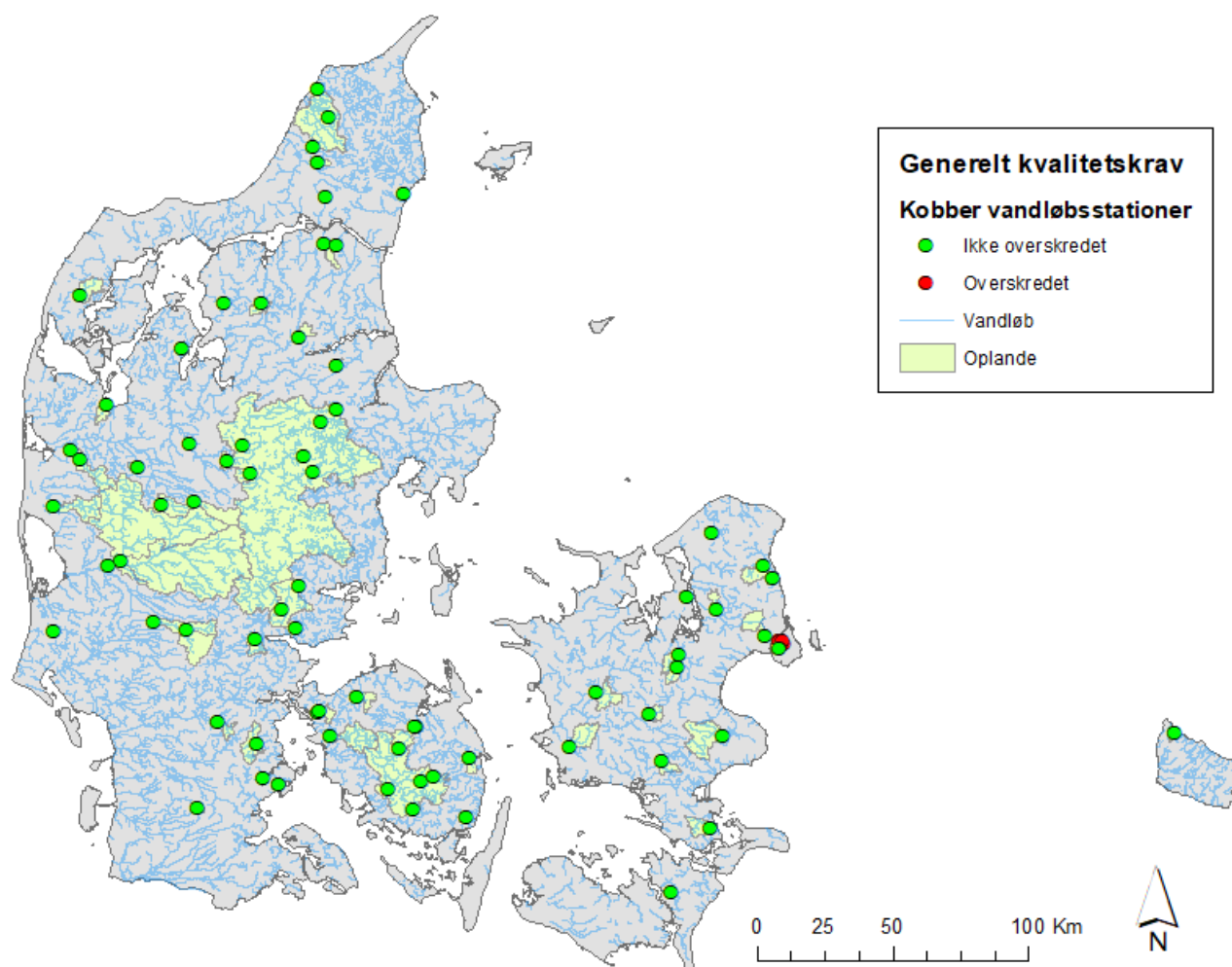
Alle tre vandløbsstationer er placeret i København-området (figur F26).

Tabel F14: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for kobber i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 4,9 µg/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit > 4,9 µg/l
Antal undersøgte vandløbsstationer: 66		
Kobber i vandløb (antal)	17	3
Kobber i vandløb (%)	26	5



Figur F25: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet på 4,9 µg/l for kobber i vandløb.



Figur F26: Den rumlige fordeling af årsgennemsnits-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav på 4,9 µg/l for kobber i vandløb.

Samlet areal undersøgt for kobber i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt kobber, dækker i alt et areal på 6610 km². Det svarer til, at 15,3% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af kobber i vandløb (tabel F15).

Tabel F15: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor kobber er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

Areal af Kobber oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
6610	43094	15,3

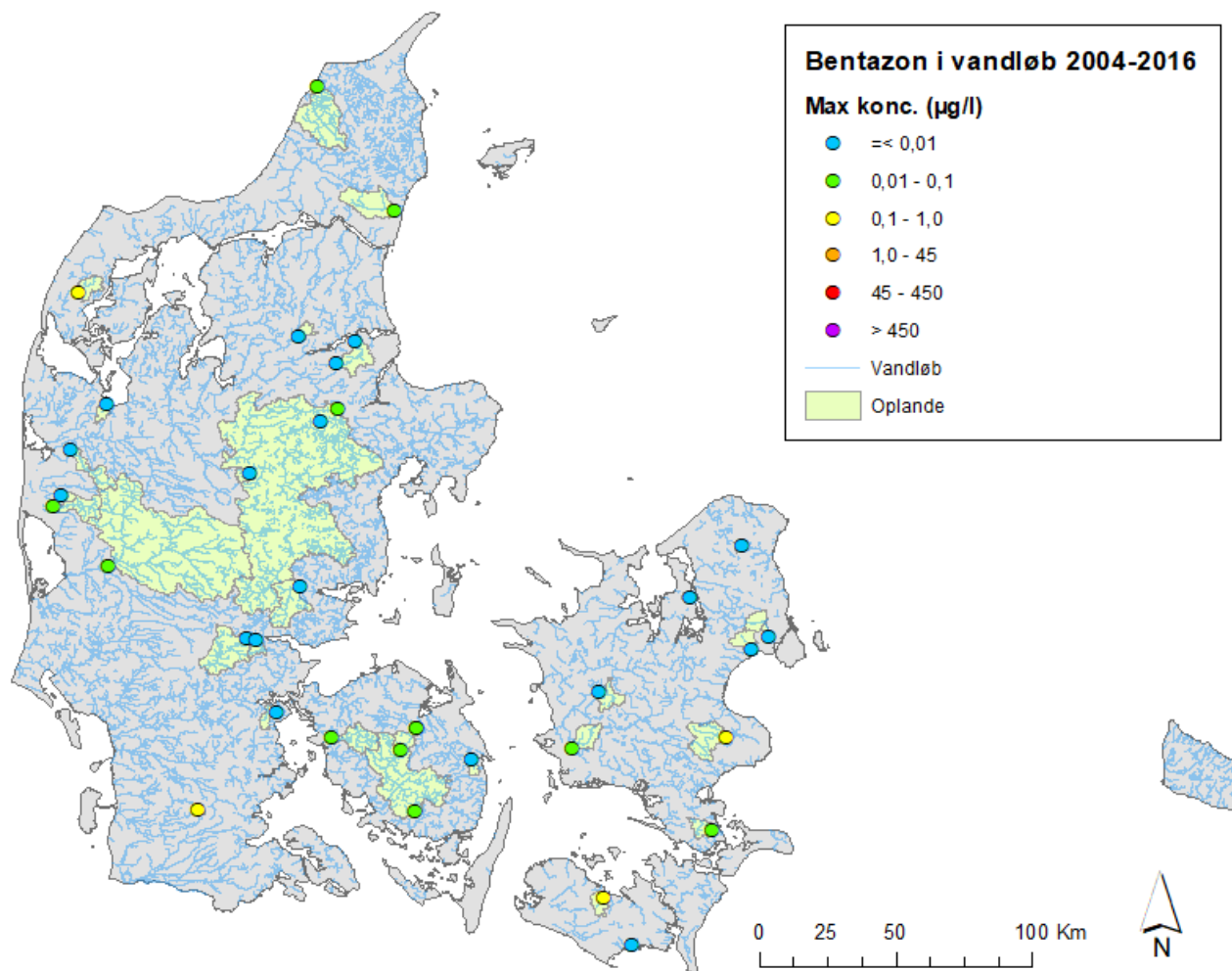
Pesticider

Bentazon

Det generelle kvalitetskrav (årsgennemsnit) for bentazon i ferskvand er if bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål 45 µg/l. Maksimumkoncentration kvalitetskravet (korttidskvalitetskravet) er fastsat til 450 µg/l. Kvalitetskravet for bentazon gælder for det totale bentazon-indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for det totale indhold af bentazon, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wi-berg-Larsen, 2011). Ved bentazon-målingerne var detektionsgrænsen 0,01 µg/l. Mange af de målte koncentrationer af bentazon var desuden lig med detektionsgrænsen.

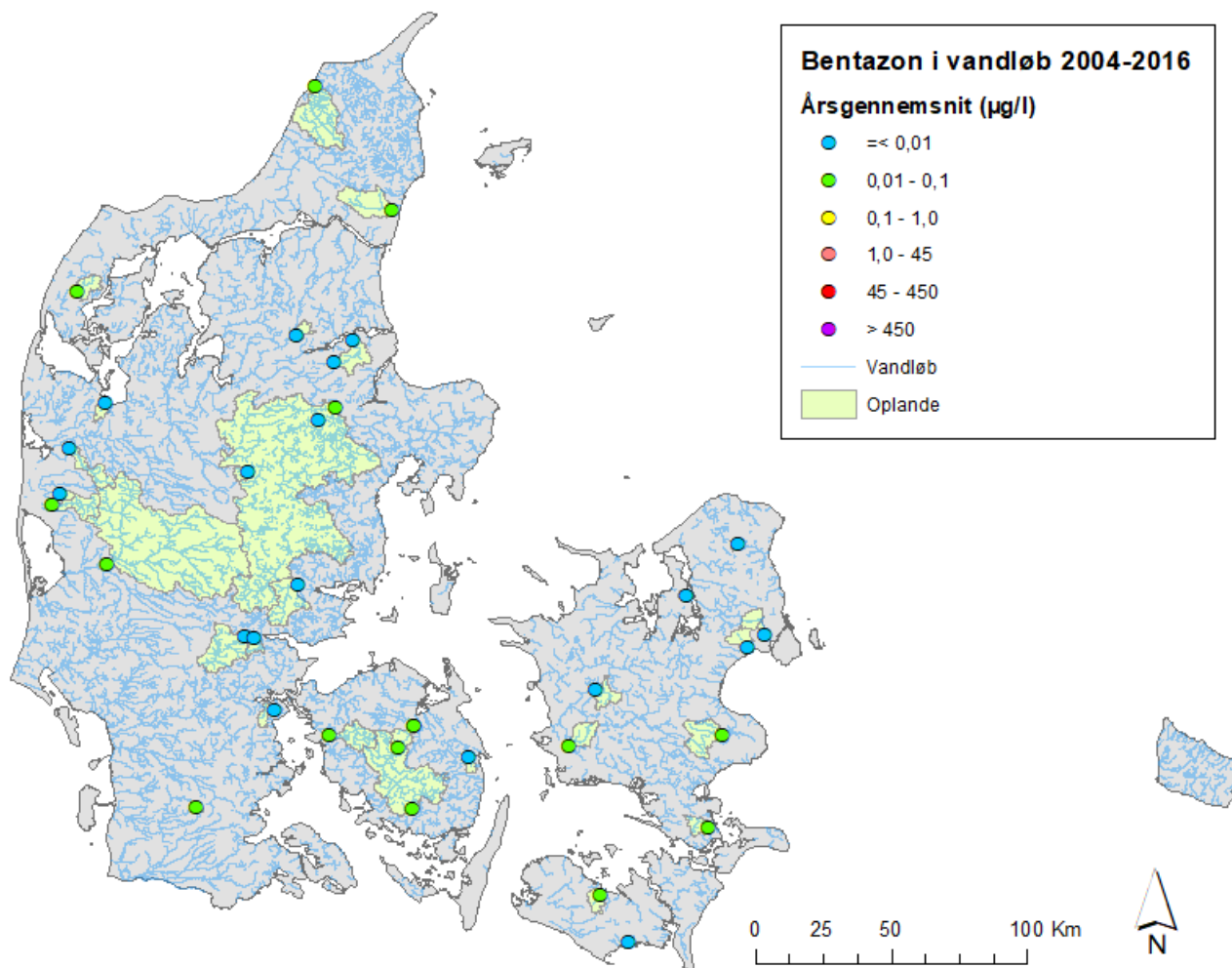
Bentazon i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af bentazon målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur B3.3.1.1. Der er ikke målt koncentrationer over 1 µg/l ved nogle af de i alt 35 stationer, hvor der forefindes målinger af bentazon koncentrationer (figur F27). Den højeste koncentration for bentazon er målt i Trykgevælde å (St: 59000006), hvor der er målt en koncentration på 0,23 µg/l i 2013.



Figur F27: Bentazon i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 35 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af bentazon for hver vandløbsstation fremgår af figur F28. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er ikke fundet årsgennemsnits-koncentrationer over 1 µg/l ved nogle af de i alt 35 stationer. Det højeste årsgennemsnit for bentazon er fundet i vandløbet Smedbæk (St: 40000296), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 0,06 µg/l i 2012.



Figur F28: Bentazon i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 35 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

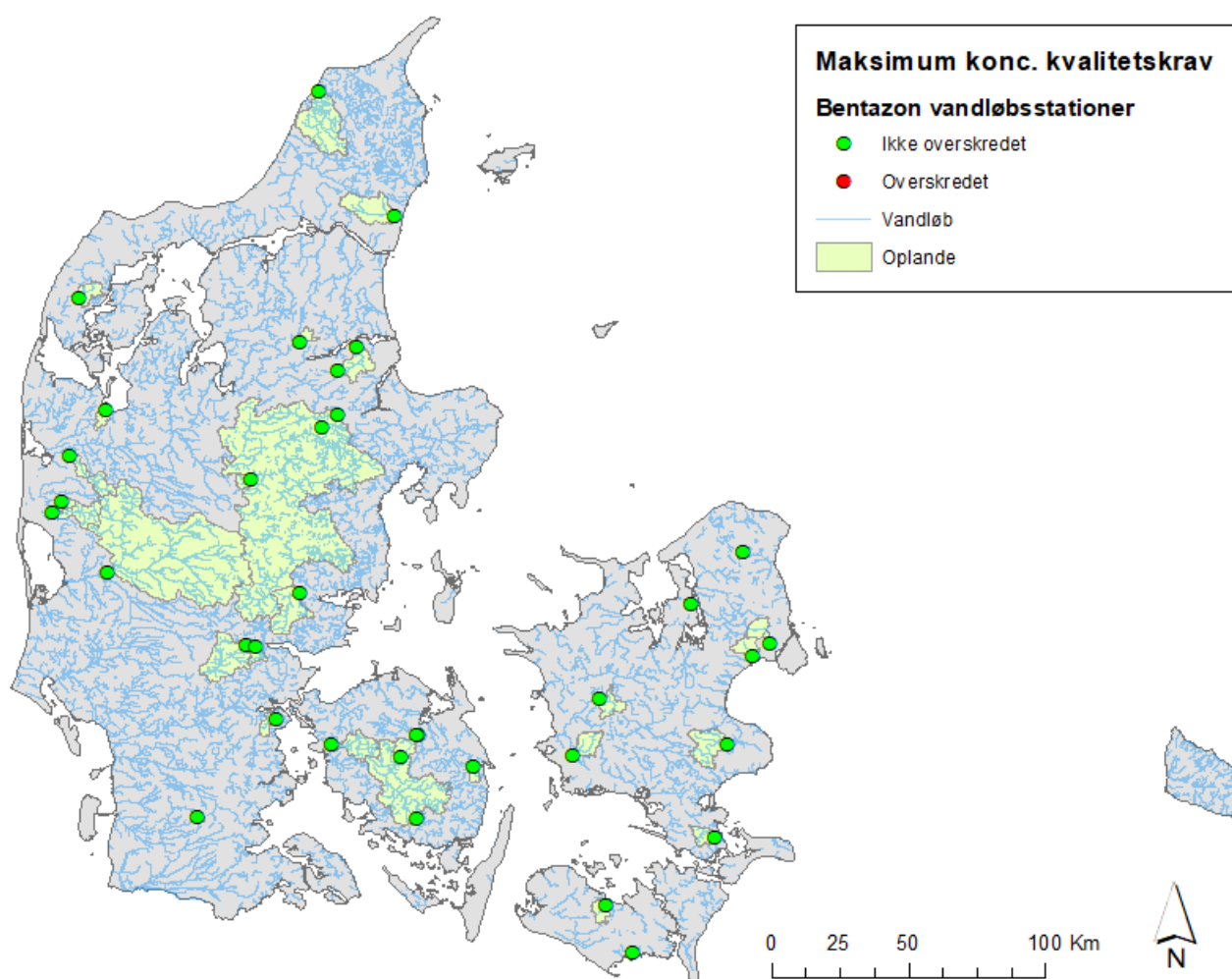
Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Der er i perioden 2004-2016 ikke målt højere koncentrationer end maksimumkoncentration kvalitetskravet på 450 µg/l for bentazon i vandløb ved nogen af de i alt 35 undersøgte stationer (tabel F16 og figur F29).

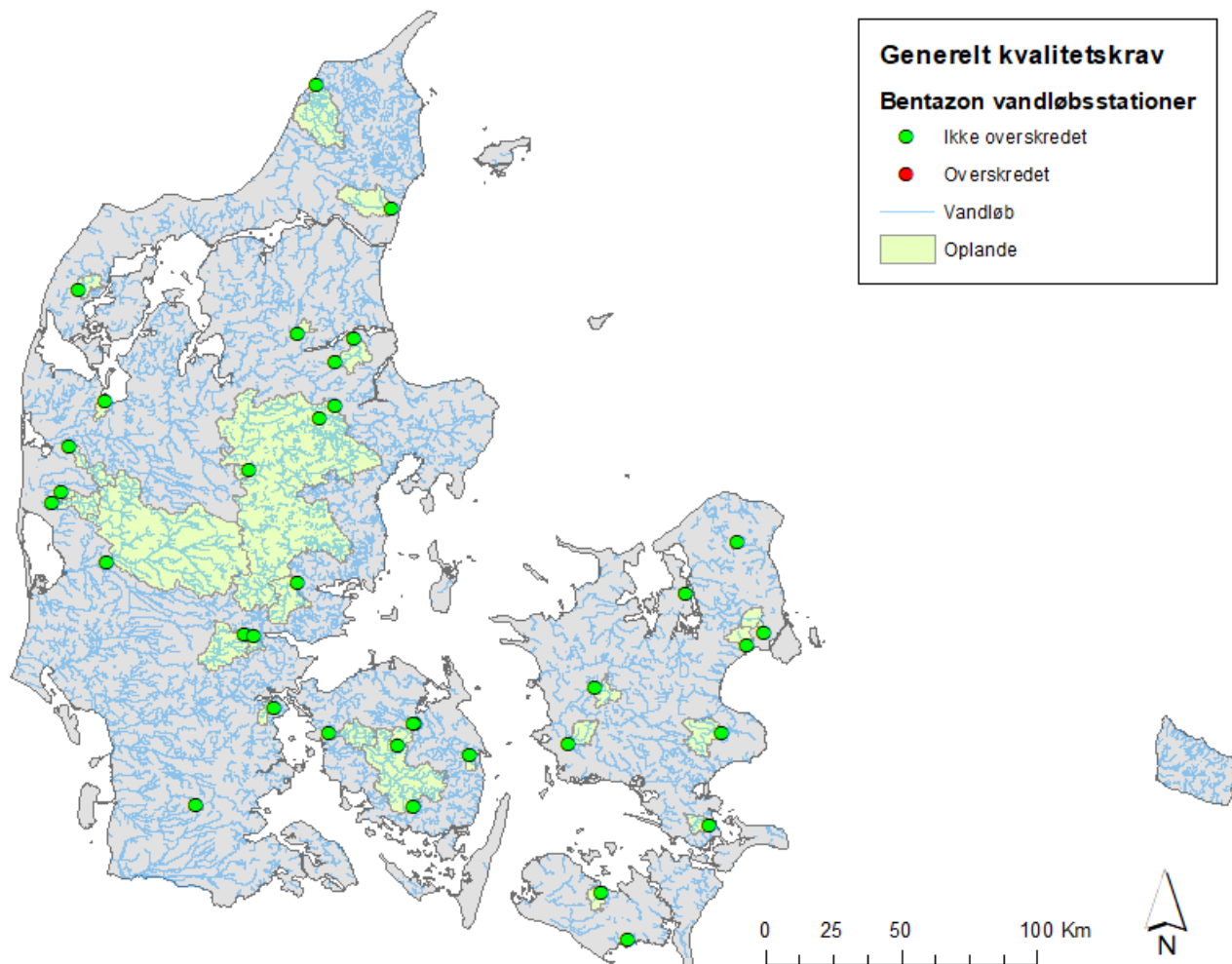
Der er i perioden 2004-2016 ikke målt højere koncentrationer end det generelle kvalitetskrav på 45 µg/l for bentazon i vandløb ved nogen af de i alt 35 undersøgte stationer (tabel F16 og figur F30).

Tabel F16: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for bentazon i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 450 µg/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit > 45 µg/l
Antal undersøgte vandløbsstationer: 35		
Bentazon i vandløb (antal)	0	0
Bentazon i vandløb (%)	0	0



Figur F29: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet på 450 µg/l for bentazon i vandløb.



Figur F30: Den rumlige fordeling af årsgennemsnits-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav på 45 µg/l for bentazon i vandløb.

Samlet areal undersøgt for bentazon i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt bentazon, dækker i alt et areal på 6475 km². Det svarer til, at 15% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af bentazon i vandløb (tabel F17).

Tabel F17: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor bentazon er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

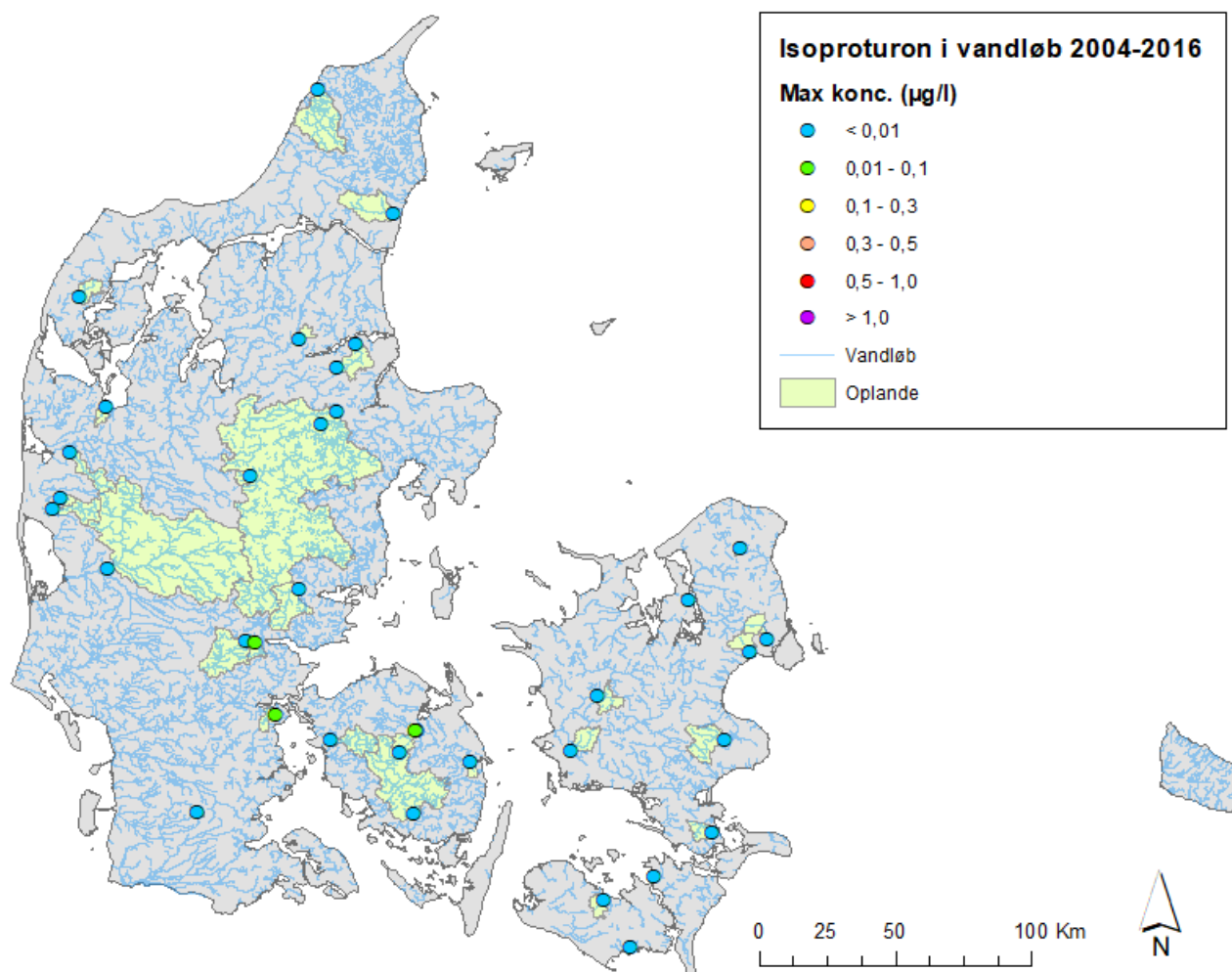
Areal af bentazon oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
6475	43094	15

Isoproturon

Det generelle kvalitetskrav (årsgennemsnit) for isoproturon i ferskvand er i 0,3 µg/l i bekendtgørelse fastlæggelse af miljømål. Maksimumkoncentration kvalitetskravet (korttidskvalitetskravet) er fastsat til 1 µg/l. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for det totale indhold af isoproturon, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved isoproturon-målingerne var detektionsgrænsen 0,01 µg/l. Mange af de målte koncentrationer af isoproturon var desuden lig med detektionsgrænsen.

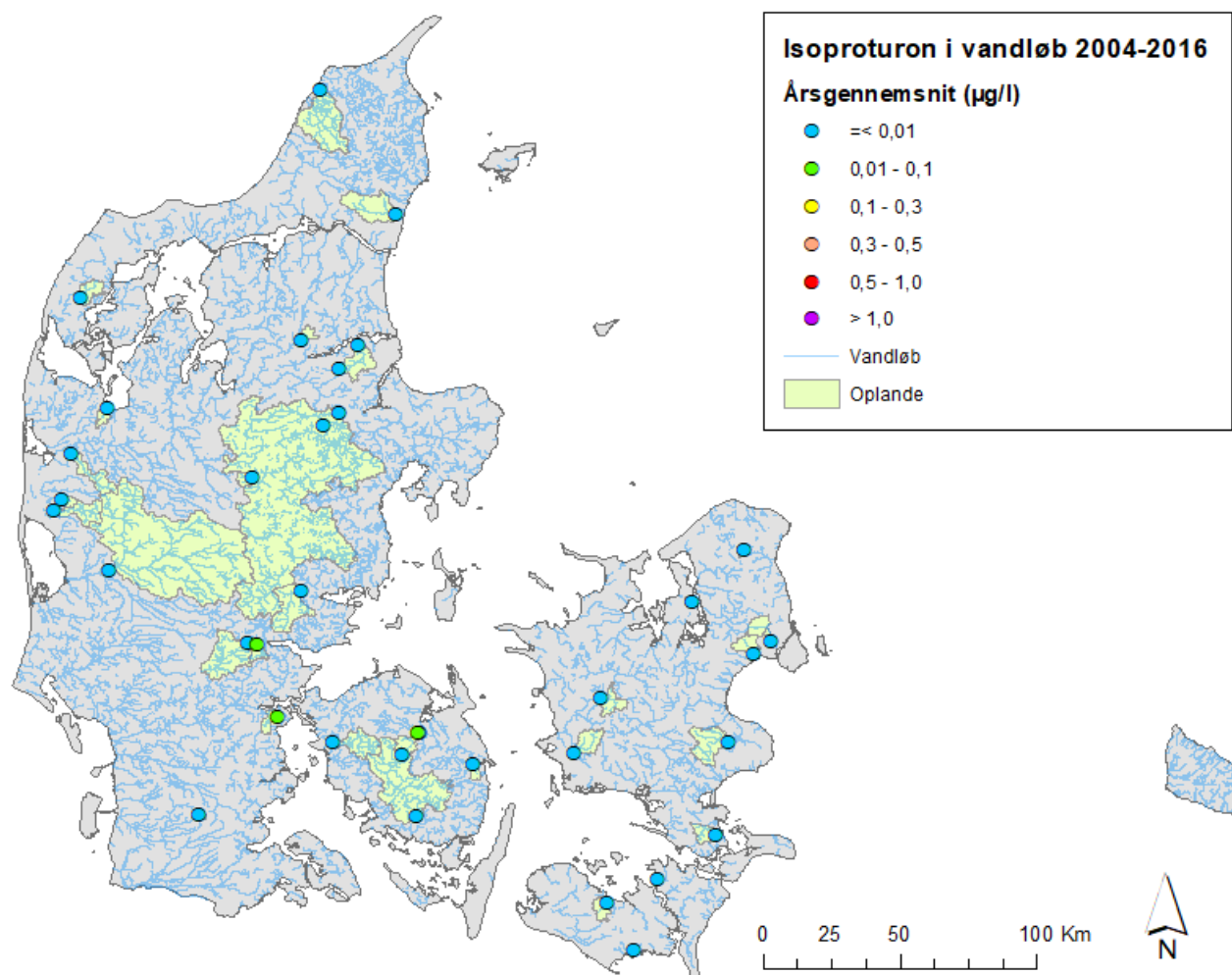
Isoproturon i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af isoproturon målt i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F31. Der er ikke målt koncentrationer over 0,1 µg/l ved nogle af de i alt 36 stationer, hvorfra der findes målinger (figur F31). Den højeste koncentration for isoproturon er målt i Odense å (St.: 45000002), hvor der er målt en koncentration på 0,08 µg/l i 2006.



Figur F31: Isoproturon i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 36 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af isoproturon ved de enkelte vandløbsstationer fremgår af figur F32. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er ikke fundet årsgennemsnits-koncentrationer over 0,1 µg/l ved nogle af de i alt 36 undersøgte stationer. Det højeste årsgennemsnit for isoproturon er fundet i Odense å (St: 45000002), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 0,02 µg/l i 2006.



Figur F32: Isoproturon i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 36 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

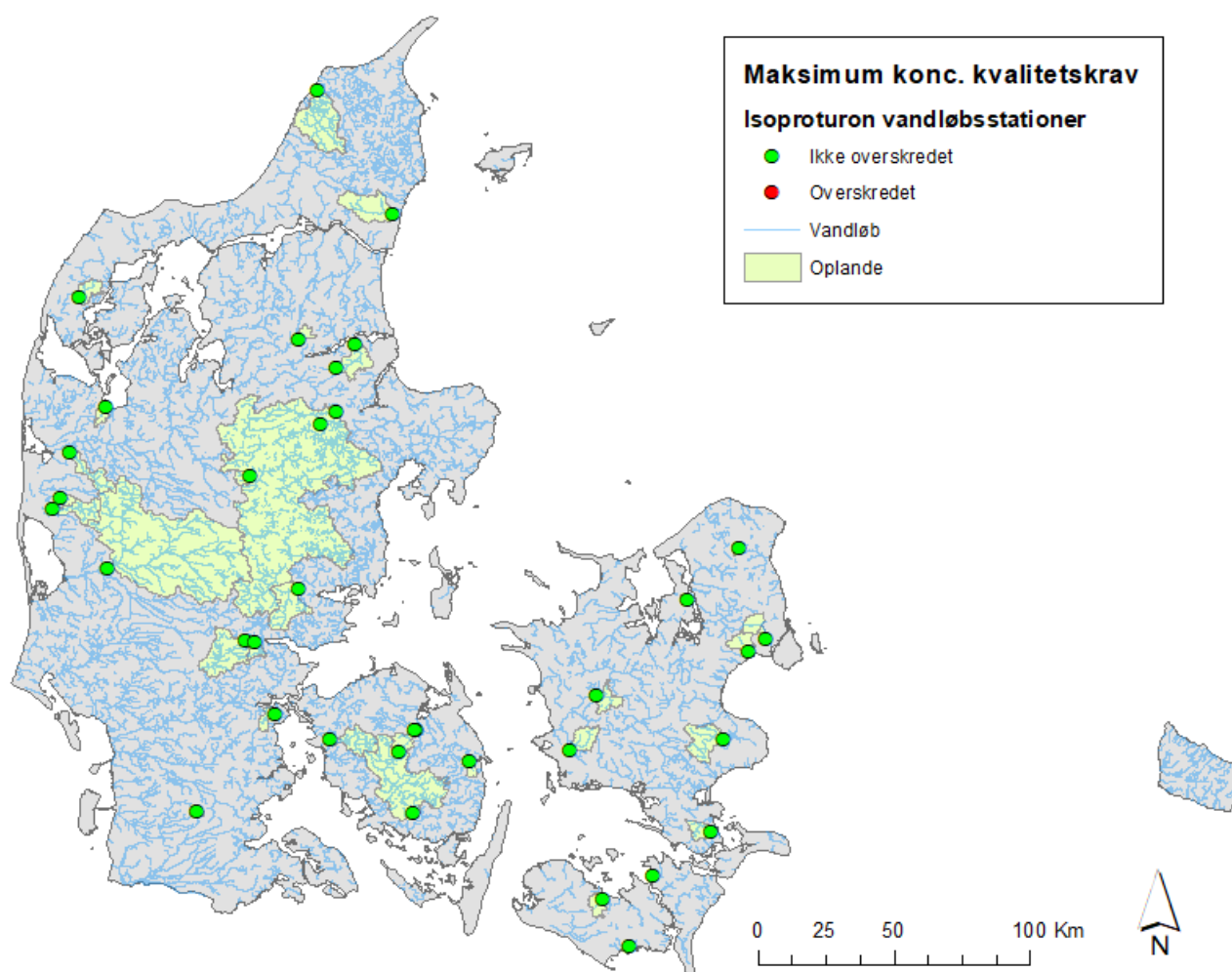
Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Der er i perioden 2004-2016 ikke målt højere koncentrationer end maksimumkoncentration kvalitetskravet på 1 µg/l for isoproturon i vandløb ved nogen af de i alt 36 undersøgte stationer (tabel F18 og figur F33).

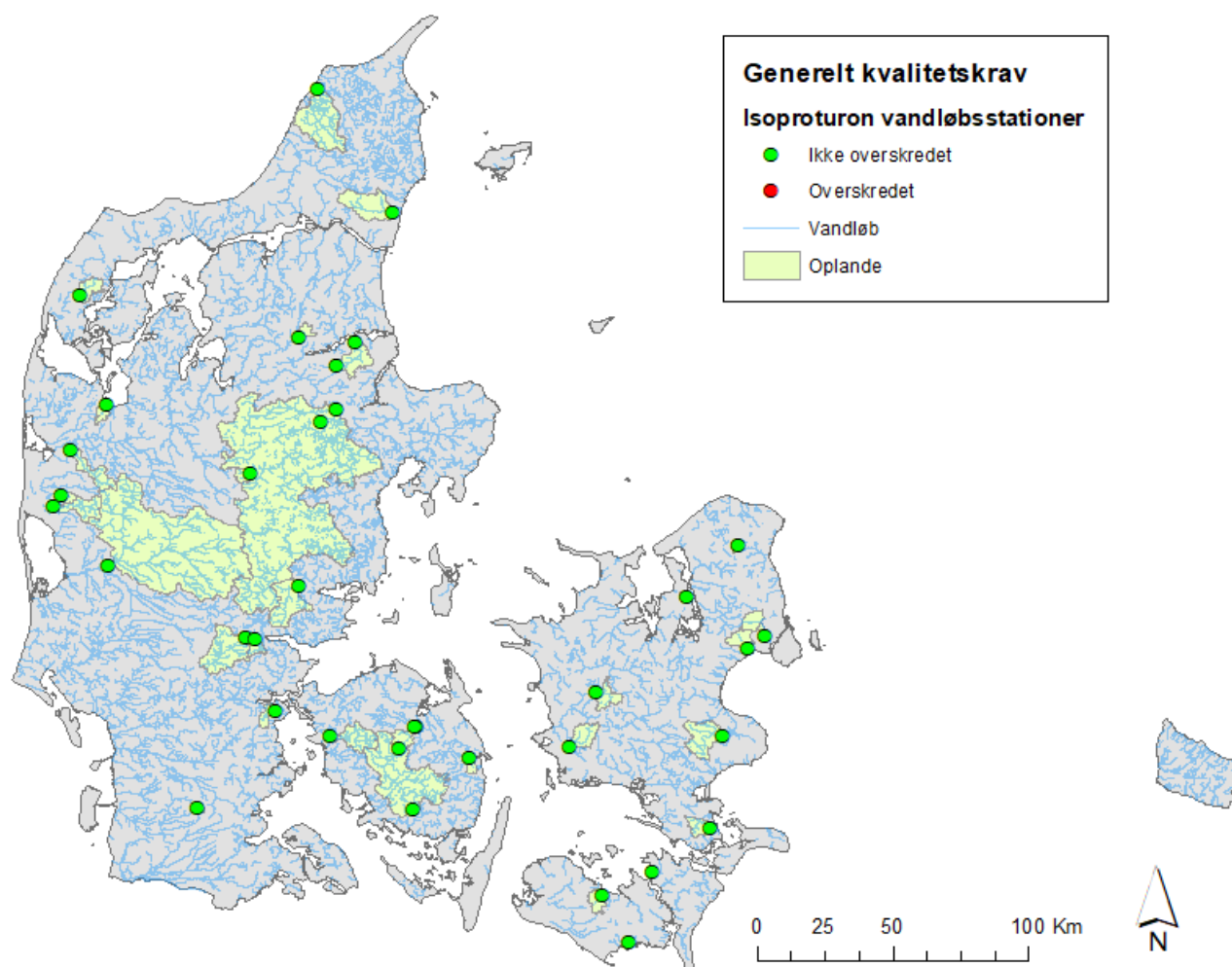
Der er i perioden 2004-2016 heller ikke målt højere koncentrationer end det generelle kvalitetskrav på 0,3 µg/l for isoproturon i vandløb ved nogle af de i alt 36 undersøgte stationer (tabel F18 og figur F34).

Tabel F18: Antallet af vandløbsstationer hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for isoproturon i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 1 µg/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit > 0,3 µg/l
Antal undersøgte vandløbsstationer: 36		
Isoproturon i vandløb (antal)	0	0
Isoproturon i vandløb (%)	0	0



Figur F33: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentration kvalitetskravet på 1 µg/l for isoproturon i vandløb.



Figur F34: Den rumlige fordeling af målte årsgennemsnit-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav på 0,3 µg/l for isoproturon i vandløb.

Samlet areal undersøgt for isoproturon i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt isoproturon, dækker i alt et areal på 6475 km². Det svarer til, at 15,0% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af isoproturon i vandløb (tabel F19).

Tabel F19: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor isoproturon er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

Areal af isoproturon oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
6475	43094	15,0

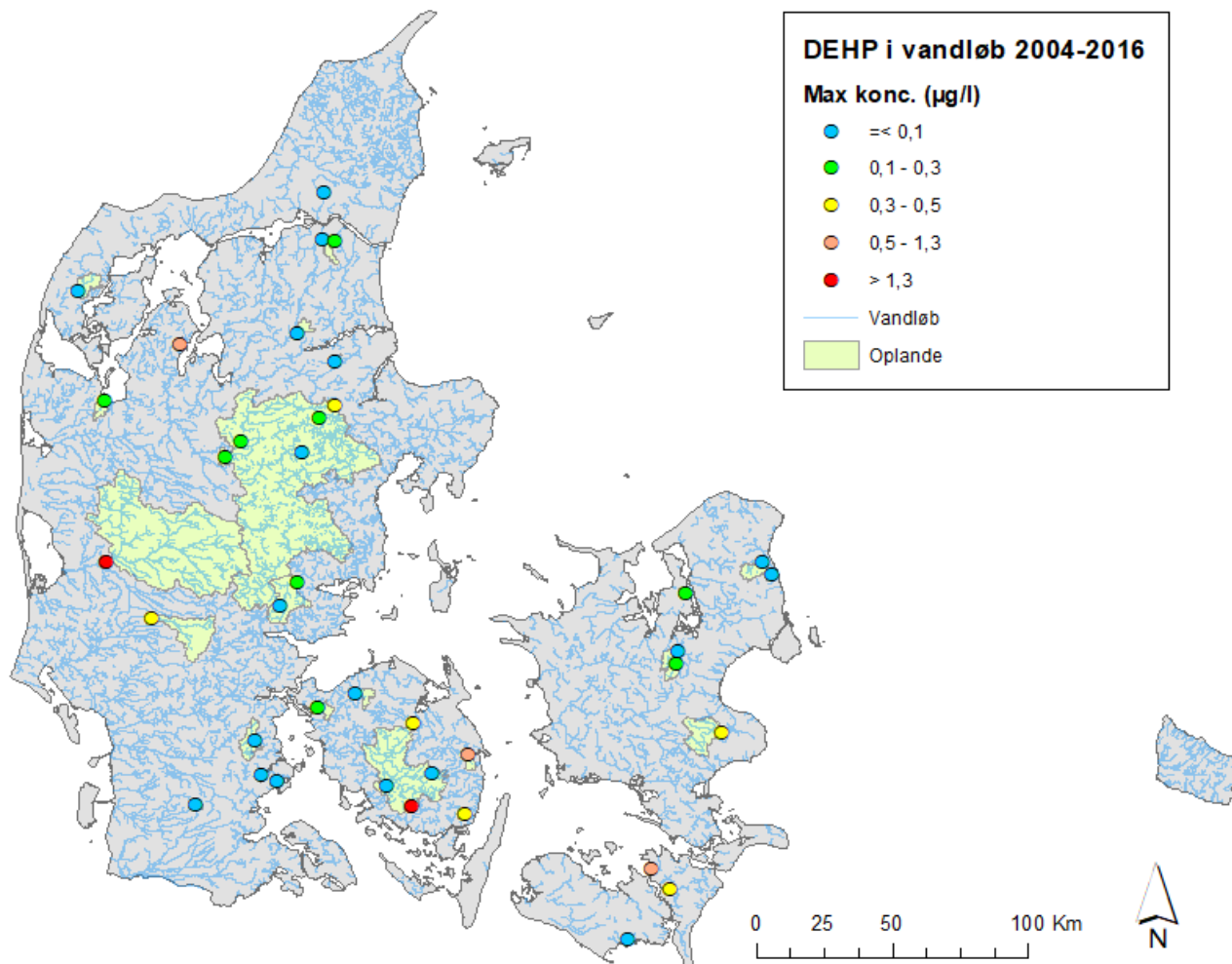
Blødgørere

DEHP

Det generelle kvalitetskrav (årgennemsnit) for DEHP i ferskvand er fastsat til 1,3 µg/l i bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål. Der anvendes for DEHP ikke et maksimumkoncentration kvalitetskrav (kortidskvalitetskrav). Kvalitetskravene for DEHP gælder for det totale indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for det totale indhold af DEHP, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved DEHP-målingerne var detektionsgrænsen i intervallet 0,005-0,5 µg/l. Mange af de målte koncentrationer af DEHP var desuden lig med detektionsgrænsen.

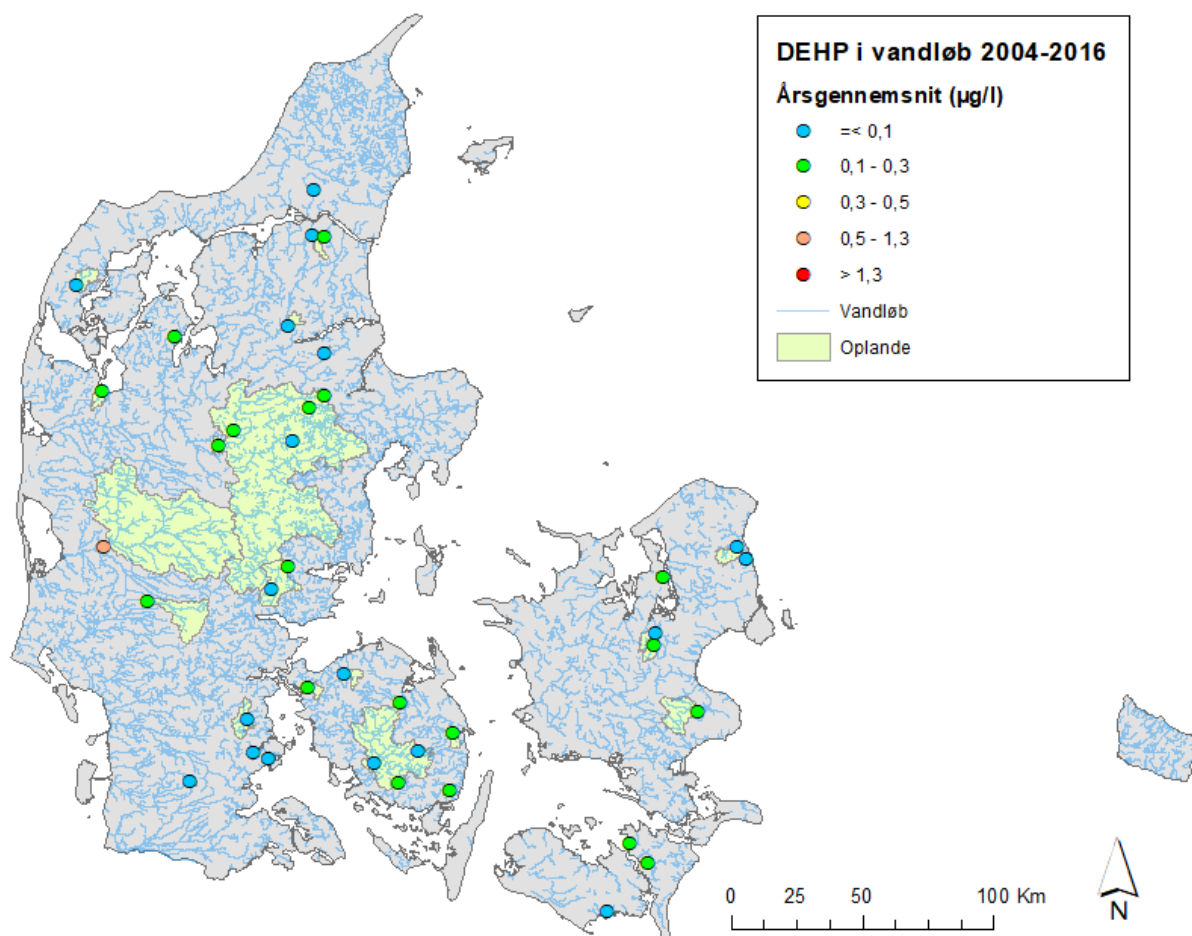
DEHP i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af DEHP målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F35. Der er målt koncentrationer over 0,5 µg/l ved fem af de i alt 38 stationer, hvorfra der findes målinger (figur BF35). Disse fem højeste koncentrationer for DEHP er målt i Skjern å (St: 25000097), hvor der er målt en koncentration på 1,8 µg/l i 2006, Brændegårds bæk (St: 45000399), hvor der er målt en koncentration på 1,6 µg/l i 2011, Kogsbølle bæk (St: 44000268), hvor der er målt 0,74 µg/l i 2012, Grøndal bæk (St: 16000496), hvor der er målt en koncentration på 0,67 µg/l i 2013 og Avl. 15F Øst for Godthåb (St: 61000337), hvor der er målt en koncentration på 0,6 µg/l i 2011.



Figur F35: DEHP i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 38 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af DEHP ved de enkelte vandløbsstationer fremgår af figur F36. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er fundet årsgennemsnit-koncentrationer over 0,5 µg/l ved en af de i alt 38 undersøgte stationer. Dette højeste årsgennemsnit for DEHP er fundet i vandløbet Skjern å (St: 25000097), hvor der er fundet et årsgennemsnit på 0,82 µg/l i 2006.



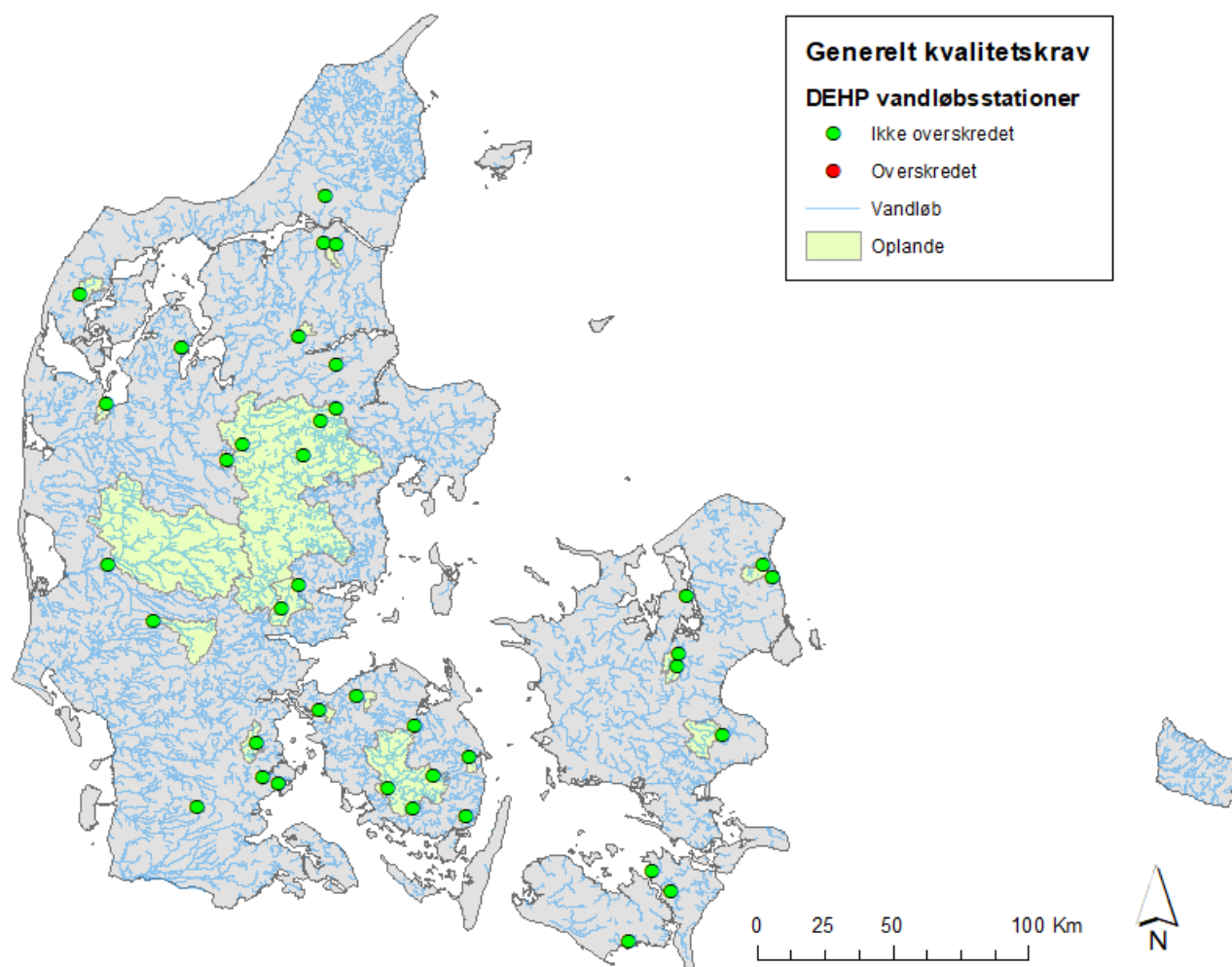
Figur F36: DEHP i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 38 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Der er i perioden 2004-2016 ikke fundet årsgennemsnits-koncentrationer der er højere end det generelle kvalitetskrav på 1,3 µg/l for DEHP i vandløb ved nogen af de i alt 38 undersøgte stationer (tabel F20 og figur F37).

Tabel F20: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for DEHP i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav	Generelt kvalitetskrav
Antal undersøgte vandløbsstationer: 38	- Max. konc. > anvendes ikke	- Årsgennemsnit > 1,3 $\mu\text{g/l}$
DEHP i vandløb (antal)	-	0
DEHP i vandløb (%)	-	0



Figur F37: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet på 1,3 $\mu\text{g/l}$ for DEHP i vandløb.

Samlet areal undersøgt for DEHP i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt DEHP, dækker i alt et areal på 5558 km². Det svarer til, at 12,9% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af DEHP i vandløb (tabel F21).

Tabel F21: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor DEHP er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

Areal af DEHP oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
5558	43094	12,9

Klorerede opløsningsmidler

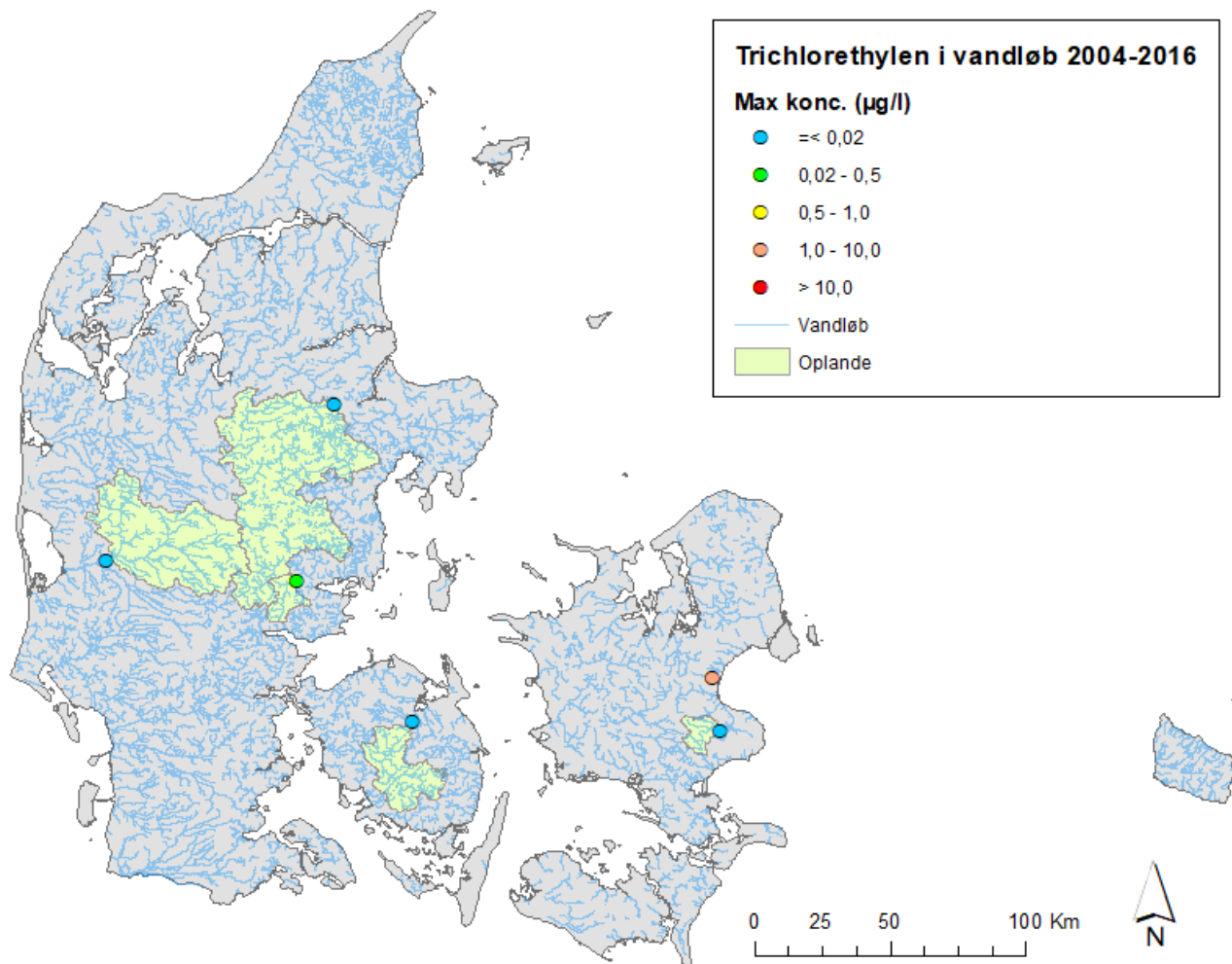
Trichloroethylen

Det generelle kvalitetskrav (årsgennemsnit) for trichloroethylen i ferskvand er i bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål fastsat til 10 µg/l. Der anvendes for trichloroethylen ikke et maksimumkoncentration kvalitetskrav (korttidskvalitetskrav).

Kvalitetskravet for trichloroethylen gælder for det totale trichloroethylen-indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for det totale indhold af trichloroethylen, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved trichloroethylen-målingerne var detektionsgrænsen i intervallet 0,01-0,02 µg/l.

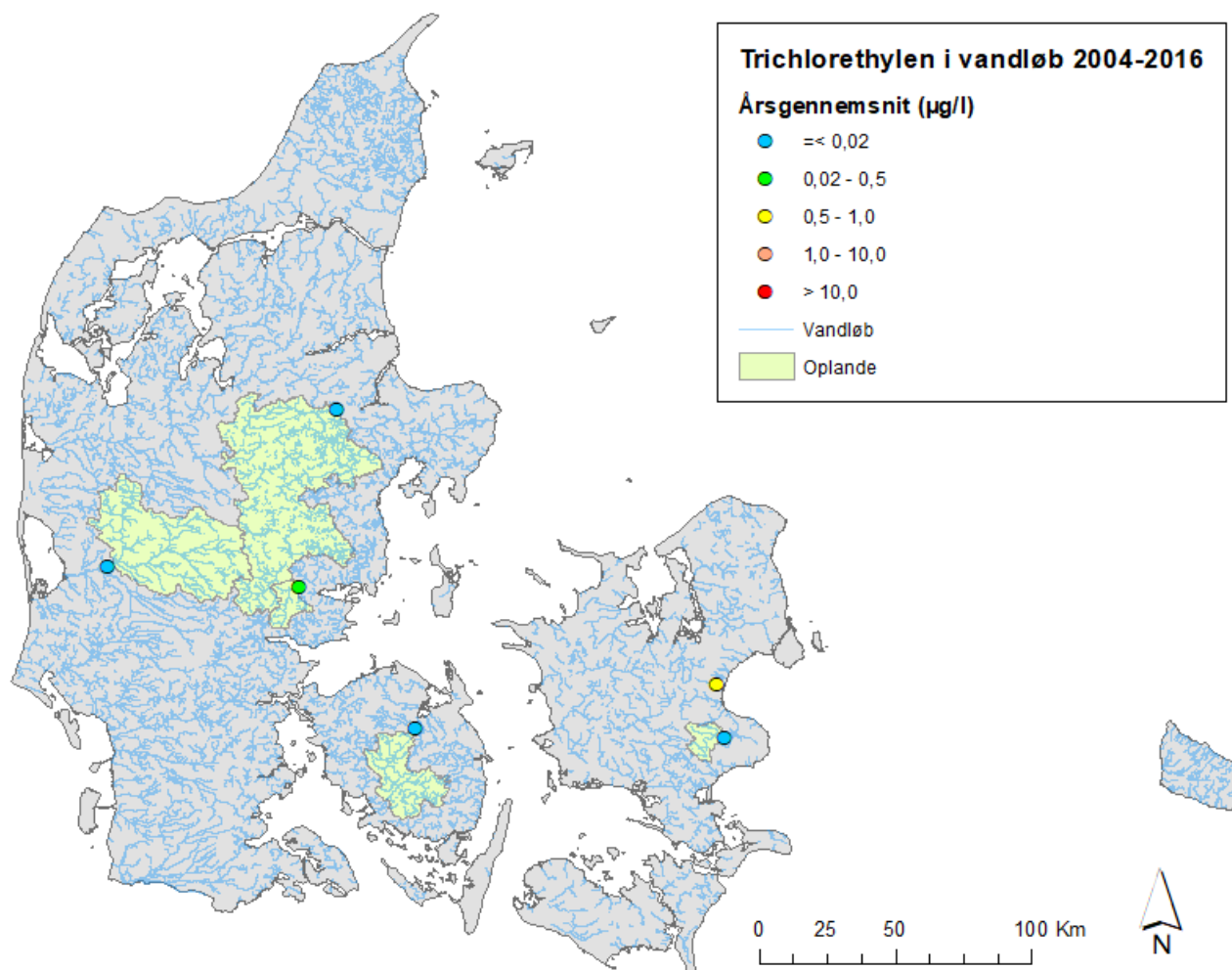
Trichloroethylen i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af trichloroethylen målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F38. Der er målt koncentrationer over 1 µg/l ved en af de i alt 6 stationer, hvorfra der findes målinger (figur F38). Denne højeste koncentration for trichloroethylen er målt i Skensved å (St: 53000022), hvor der er målt en koncentration på 2,1 µg/l i 2006.



Figur F38: Trichloroethylen i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser de maksimalt målte koncentrationer ved de enkelte stationer i perioden. Der er i alt behandlet data fra 6 vandløbsstationer.

Årsgennemsnit for koncentrationen af trichloroethylen for hver vandløbsstation fremgår af figur F39. Hvis der er flere årsgennemsnit ved samme station vises årsgennemsnittet fra det seneste år. Der er fundet en årsgennemsnits-koncentration over 0,5 µg/l ved en af de i alt 6 undersøgte stationer. Dette højeste årsgennemsnit for trichloroethylen er fundet i vandløbet Skensved å (St: 53000022), hvor der er fundet en koncentration på 0,65 µg/l i 2006.



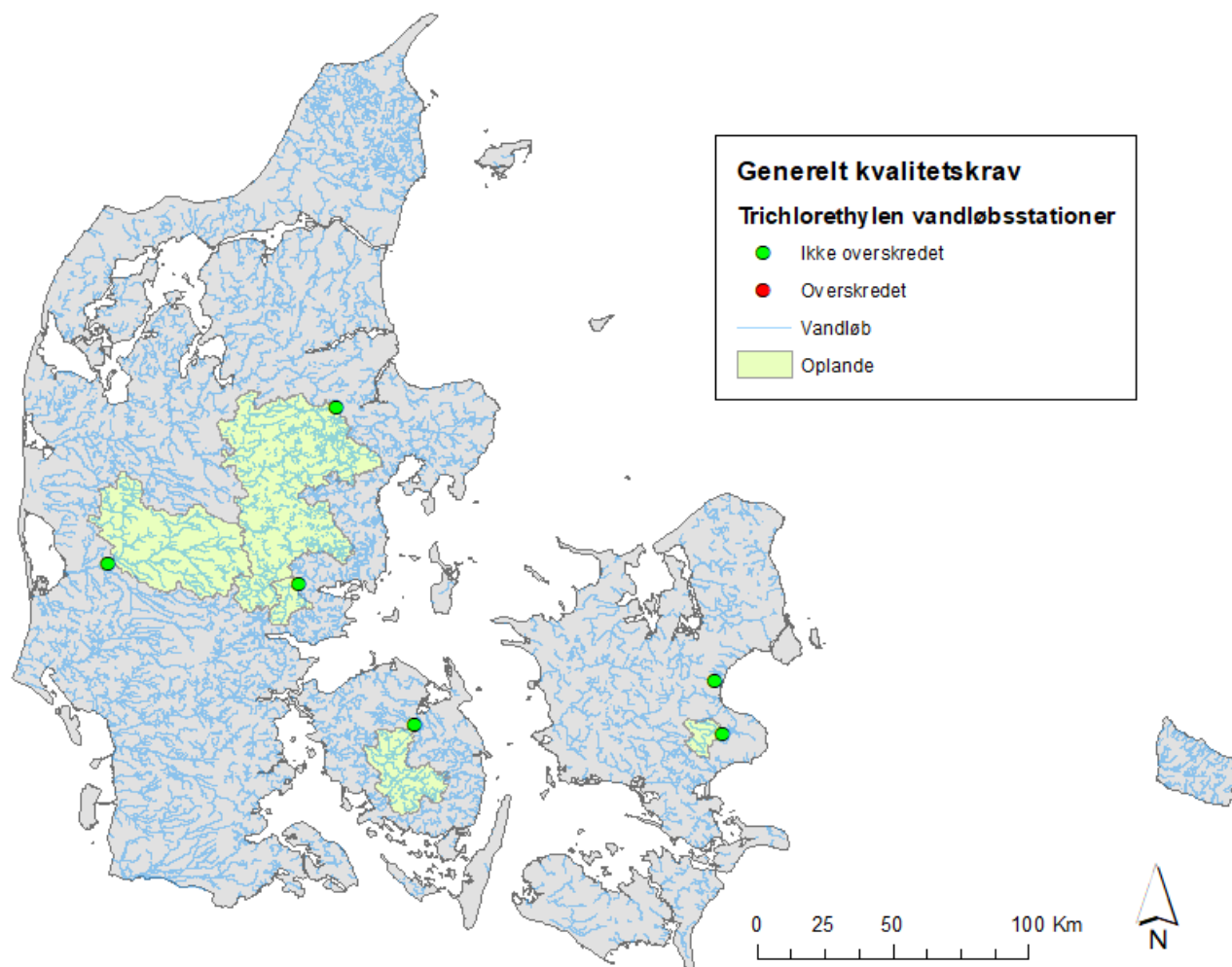
Figur F39: Trichloroethylen i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 6 forskellige vandløbsstationer. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Der er i perioden 2004-2016 ikke fundet højere koncentrationer end det generelle kvalitetskrav på 10 µg/l for trichloroethylen i vandløb ved nogen af de i alt 6 undersøgte stationer (tabel F22 og figur F40).

Tabel F22: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for trichloroethylen i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. (anvendes ikke) $\mu\text{g/l}$	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit > 10 $\mu\text{g/l}$
Antal undersøgte vandløbsstationer: 6		
Trichloroethylen i vandløb (antal)	-	0
Trichloroethylen i vandløb (%)	-	0



Figur F40: Den rumlige fordeling af årsgennemsnits-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav på 10 $\mu\text{g/l}$ for trichloroethylen i vandløb.

Samlet areal undersøgt for trichloroethylen i vandløb i DK

Det samlede opland til de vandløbsstationer, hvor der er målt trichloroethylen, dækker i alt et areal på 4974 km². Det svarer til, at 11,5% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af trichloroethylen i vandløb (tabel F23).

Tabel F23: Arealet af oplandene til vandløbsstationerne, hvor trichloroethylen er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

Areal af Trichloroethylen oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
4974	43094	11,5

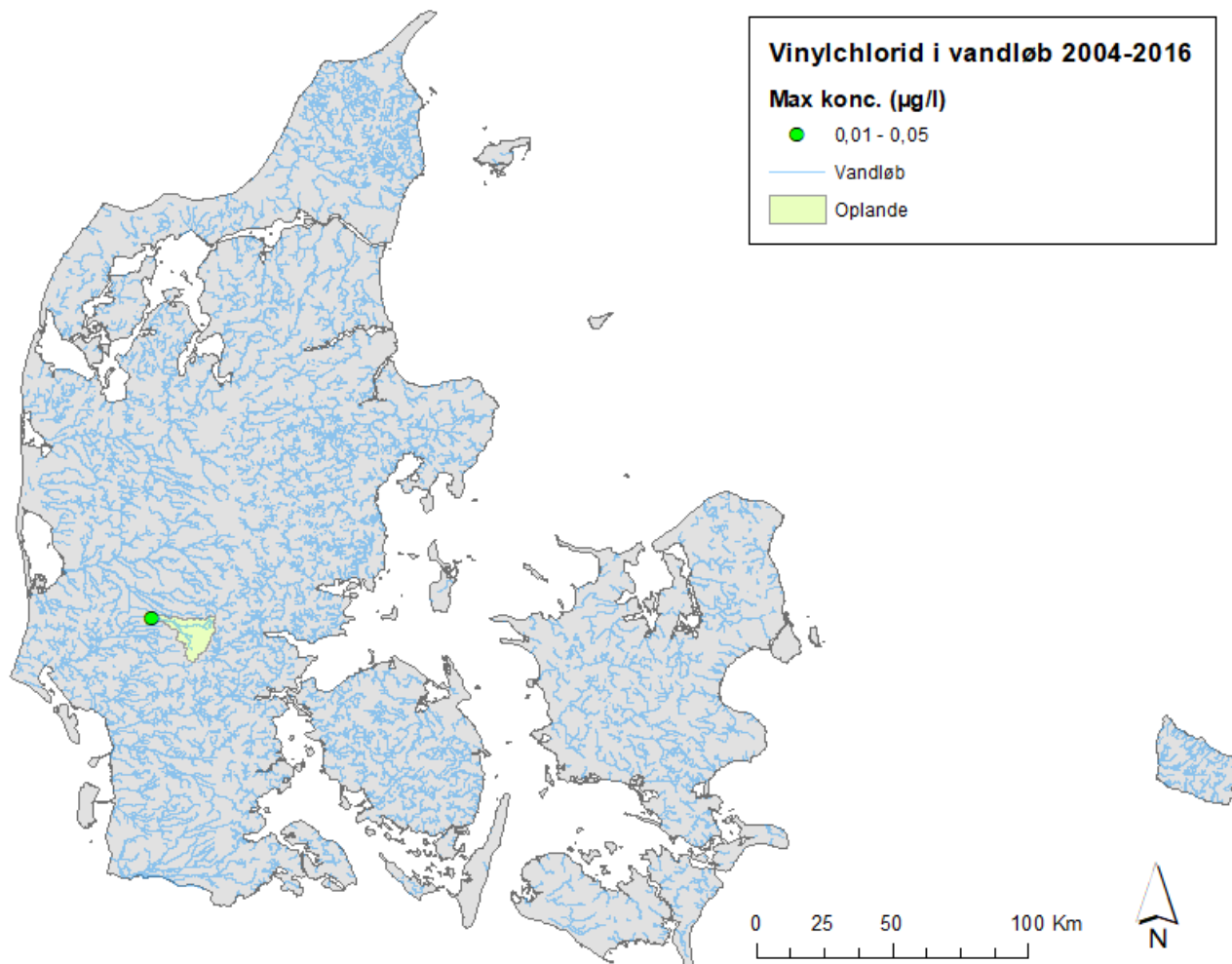
Vinylchlorid

Det generelle kvalitetskrav (årgennemsnit) for vinylchlorid i ferskvand er i bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål nr. 1625 (2017) 0,05 µg/l, maksimumkoncentration kvalitetskravet (korttidskvalitetskravet) er fastsat til 0,5 µg/l.

Kvalitetskravene for vinylchlorid gælder for det opløste vinylchlorid-indhold. Alle måledata anvendt i kapitlet er fra prøver, hvor der er analyseret for det totale indhold af vinylchlorid, jf. den tekniske anvisning for miljøfarlige stoffer og tungmetaller i ferskvand (Wiberg-Larsen, 2011). Ved vinylchlorid-målingerne var detektionsgrænsen 0,02 µg/l.

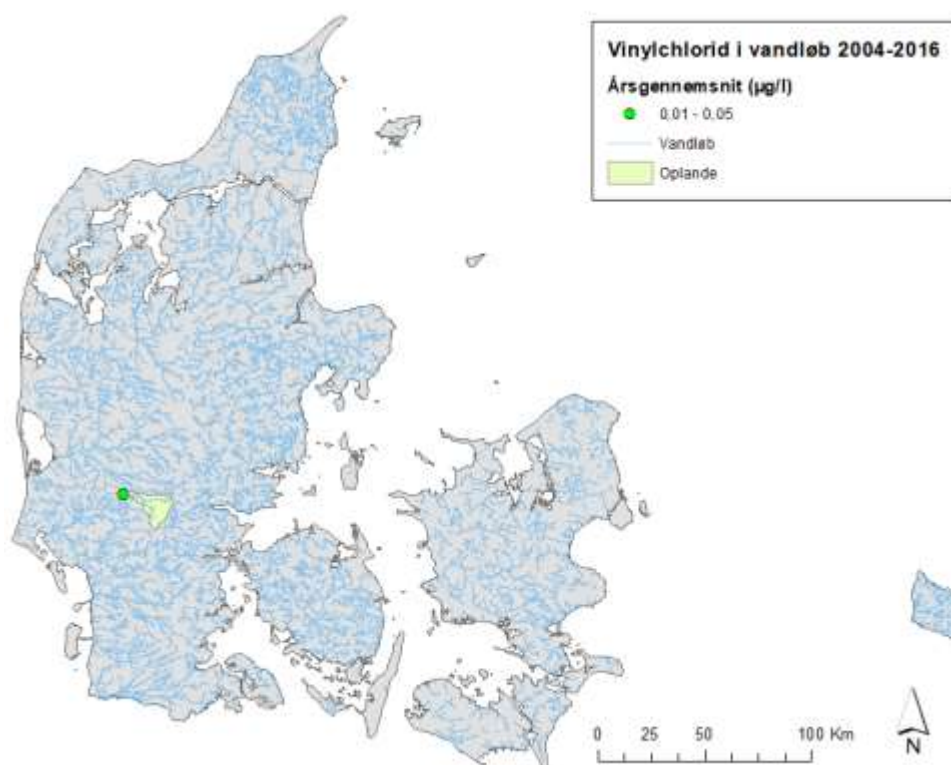
Vinylchlorid i vandløb

Fordelingen af maksimum koncentrationer af vinylchlorid målt ved de enkelte stationer i vandløb i perioden 2004-2016 fremgår af figur F41. Der er kun målt vinylchlorid ved Grindsted Engsø (St: 31000376), hvor der er målt en koncentration 0,02 µg/l i 2016 (figur F41).



Figur F41: Vinylchlorid i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser den maksimalt målte koncentration ved den ene station der er data tilgængelig for i perioden. Der er i alt behandlet data fra 1 vandløbsstation.

Årsgennemsnit for koncentrationen af vinylchlorid ved Grindsted Engso (St: 31000376) fremgår af figur F42. Der er ikke fundet et årsgennemsnit over 0,05 µg/l. Der blev i 2016 fundet et årsgennemsnit på 0,02 µg/l.



Figur F42: Vinylchlorid i vandløb i Danmark i perioden 2004-2016. Figuren viser årsgennemsnit for hver vandløbsstation udregnet på baggrund af metode 2 (NOVANA metoden) for hvert kalenderår. Der er i alt behandlet data fra 1 vandløbsstation. I de tilfælde, hvor der er flere årsgennemsnit ved samme station er det årsgennemsnittet fra det seneste år der er vist.

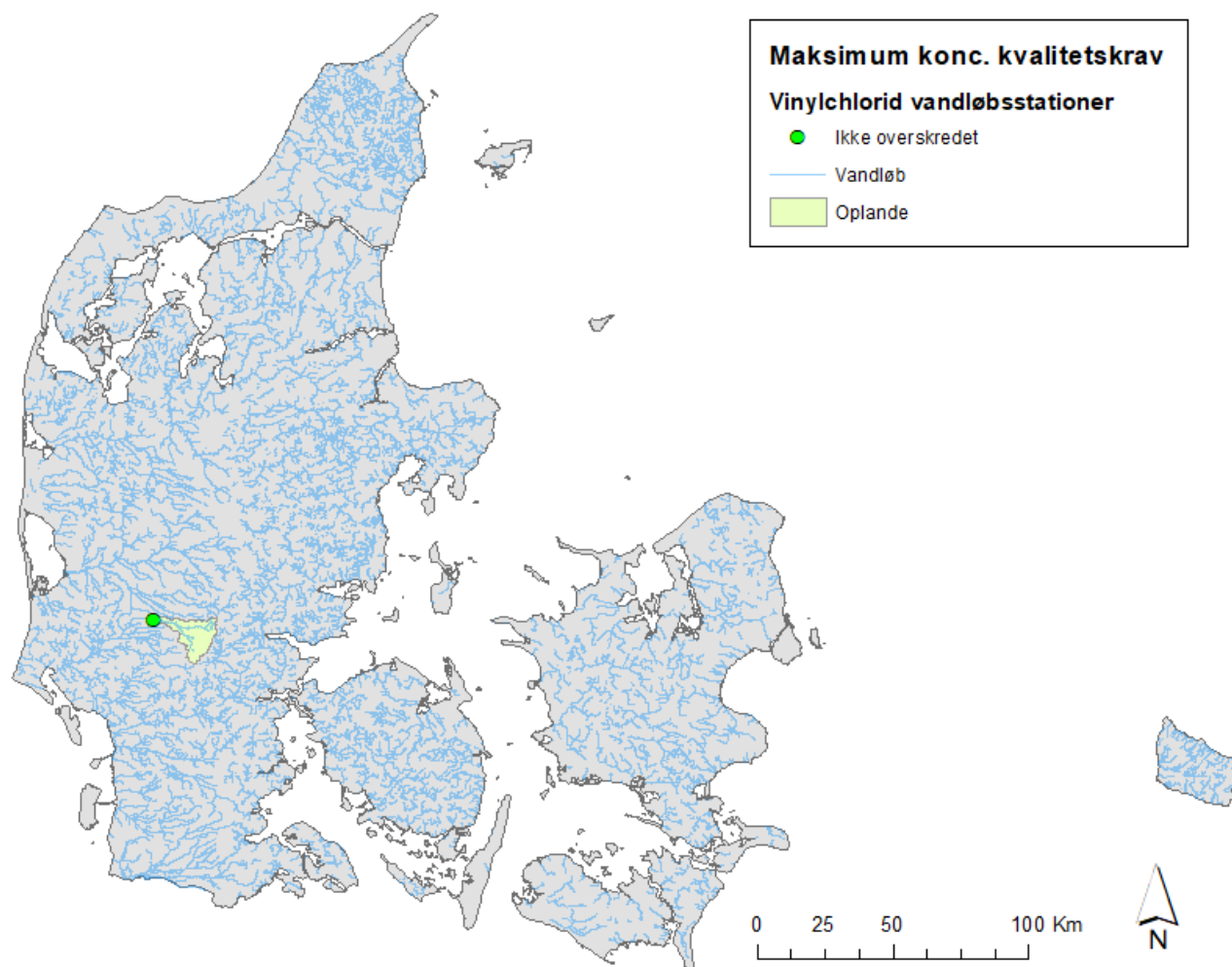
Vurdering i forhold til kvalitetskrav

Der er i perioden 2004-2016 ikke målt højere koncentrationer end maksimumkoncentration kvalitetskravet på 0,5 µg/l for vinylchlorid i vandløb ved den ene undersøgte station (tabel F24 og figur F43).

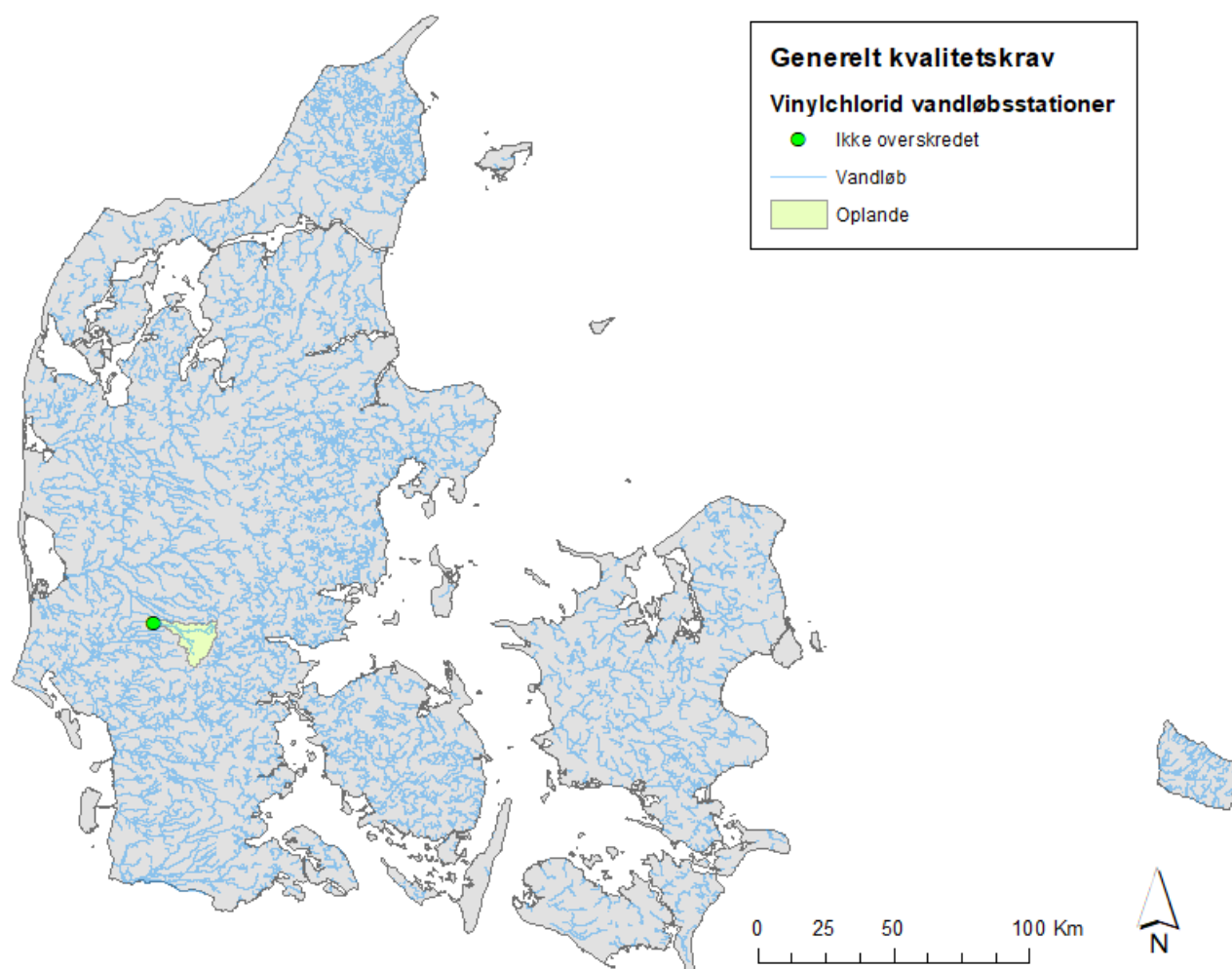
Der er i perioden 2004-2016 ikke fundet højere årsgennemsnit end det generelle kvalitetskrav på 0,05 µg/l for vinylchlorid i vandløb ved den ene undersøgte station (tabel F24 og figur F44).

Tabel F24: Antallet af vandløbsstationer, hvor der er fundet overskridelse af maksimumkoncentration kvalitetskravet og det generelle kvalitetskrav for vinylchlorid i perioden 2004-2016. Derudover fremgår det, hvor stor en procentdel antallet udgør ud fra det samlede antal undersøgte vandløbsstationer.

	Maksimumkoncentration kvalitetskrav - Max. konc. > 0,5 µg/l	Generelt kvalitetskrav - Årsgennemsnit > 0,05 µg/l
Antal undersøgte vandløbsstationer: 1		
Vinylchlorid i vandløb (antal)	0	0
Vinylchlorid i vandløb (%)	0	0



Figur F43: Den rumlige fordeling af målte maksimumkoncentrationer i forhold til maksimumkoncentrations kvalitetskravet på 0,5 µg/l for Vinylchlorid i vandløb.



Figur F44: Den rumlige fordeling af årsgennemsnits-koncentrationer i forhold til det generelle kvalitetskrav på 0,05 µg/l for Vinylchlorid i vandløb.

Samlet areal undersøgt for vinylchlorid i vandløb i DK

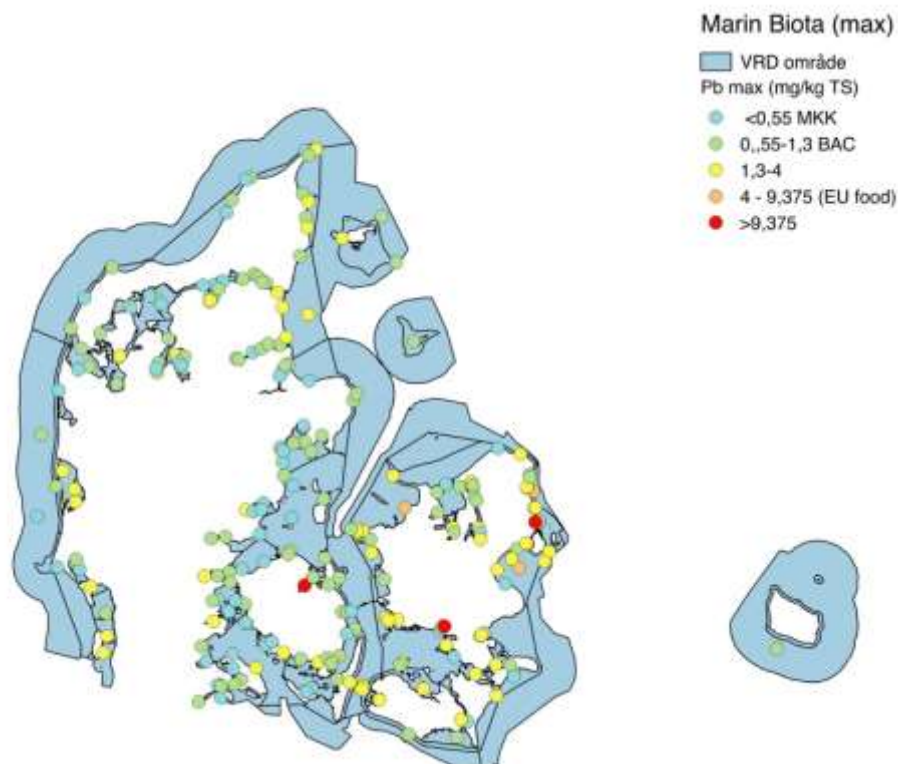
Det samlede opland til den vandløbsstation, hvor der er målt vinylchlorid, dækker i alt et areal på 187 km². Det svarer til, at 0,4% af Danmarks areal er blevet overvåget for forekomsten af vinylchlorid i vandløb (tabel F25).

Tabel F25: Arealet af oplandet til vandløbsstationen, hvor vinylchlorid er blevet overvåget i perioden 2004-2016, samt hvor stor en del af Danmarks samlede areal, det udgør procentmæssigt.

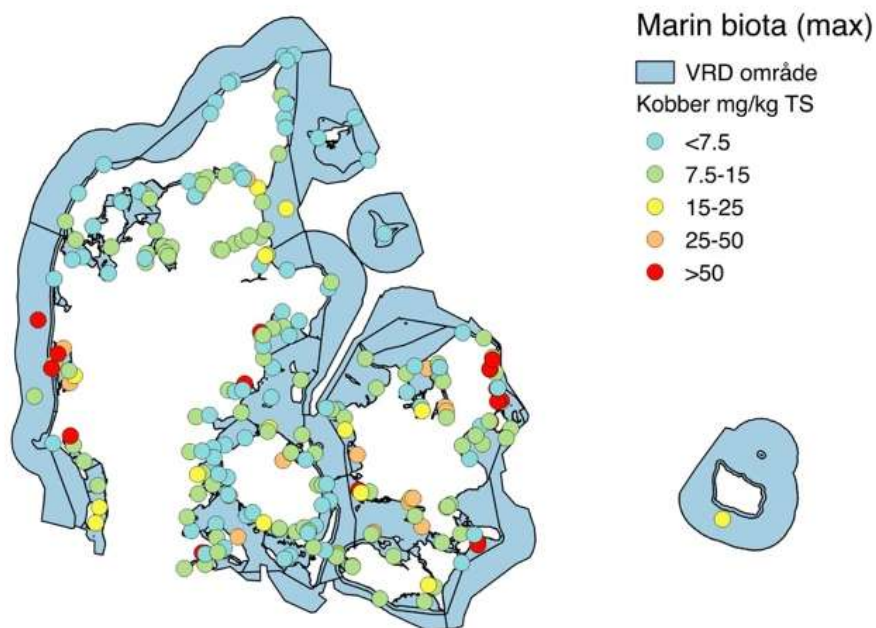
Areal af vinylchlorid oplande (km ²)	Areal DK (km ²) (Folketinget, 2017)	Hvor stor andel af landet er undersøgt (%)
187	43094	0,4

Bilag G: kemiske stoffer i kystvandene

Metaller i biota

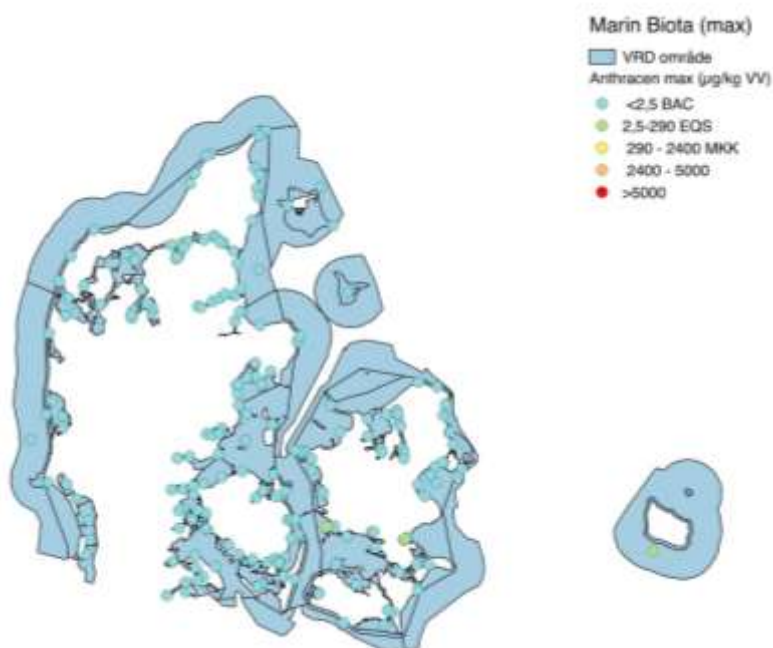


Figur G1: Bly i muslinger og fisk. Fisk er generelt lave, flere steder er der overskridelser af selv fødevare kravet (Odense Fjord, Øresund og Karrebæksminde). MKK er lavere OSPAR BAC og især i øst-Danmark er der overskridelser af BAC: Øresund, Smålandsfarvandet, det Sydfynske Øhav og den østlige Østersø, foruden Vadehavet og Ringkøbing Fjord.

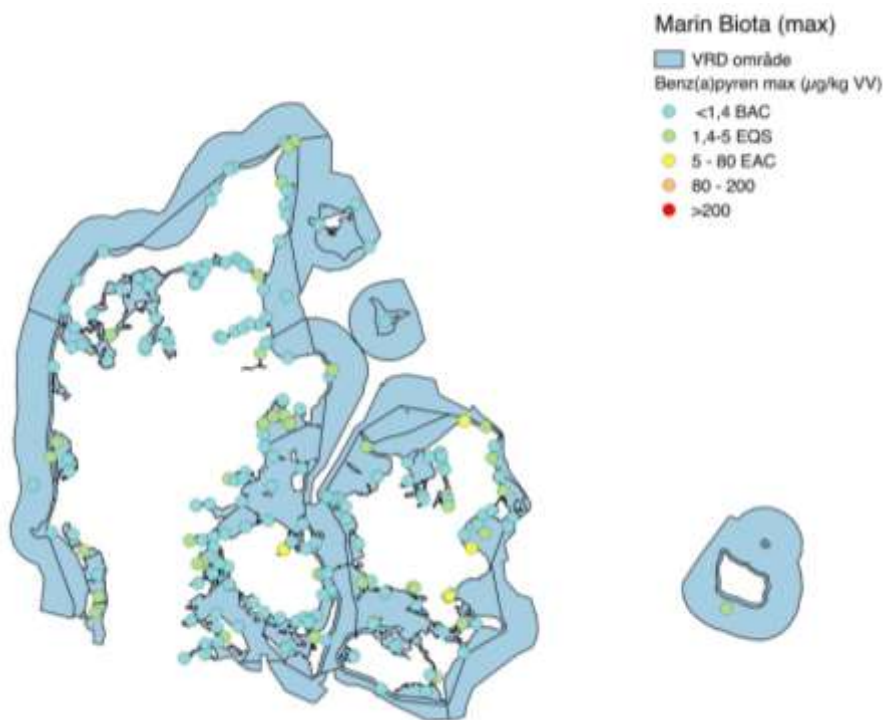


Figur G2: Kobber i muslinger og fisk. Der er ingen grænseværdier for kobber, erfaringsmæssigt er "normalniveauet" 7,5-15 mg/kg, og niveauer over 25 kan betragtes som over "højt".

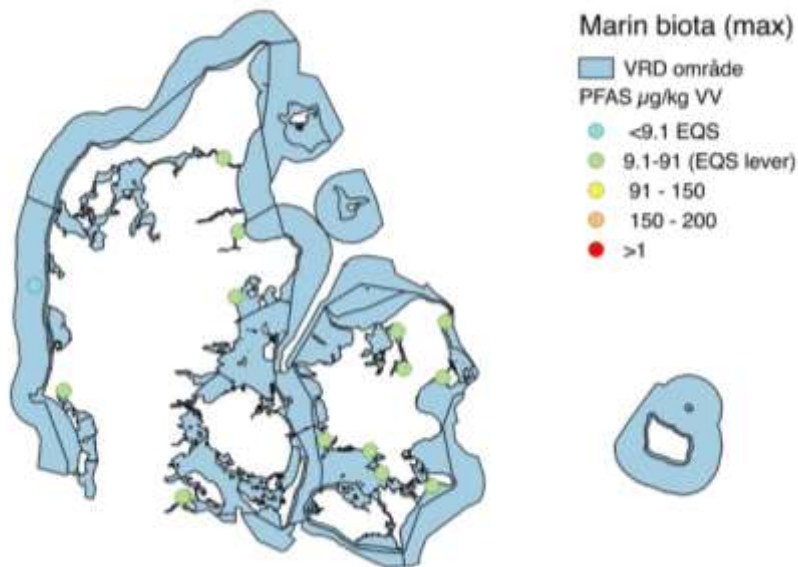
Organiske stoffer i biota



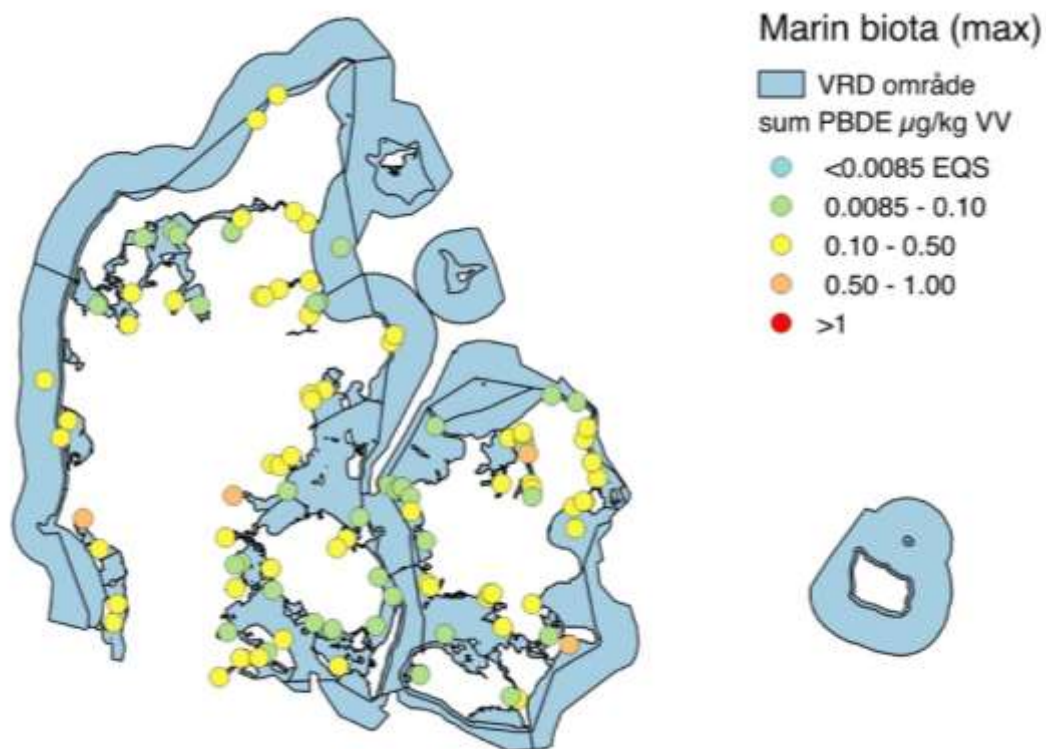
Figur G3: Anthracen i muslinger. Langt de fleste steder ligger på baggrunds niveau, de højest målte værdier er 4,3 µg/kg VV.



Figur G4: Benz(a)pyren i muslinger. Enkelte områder er over EQS (5 af 222 stationer ved Odense og omkring øst Sjælland), højest målte koncentration er 7,4 $\mu\text{g/kg VV}$.

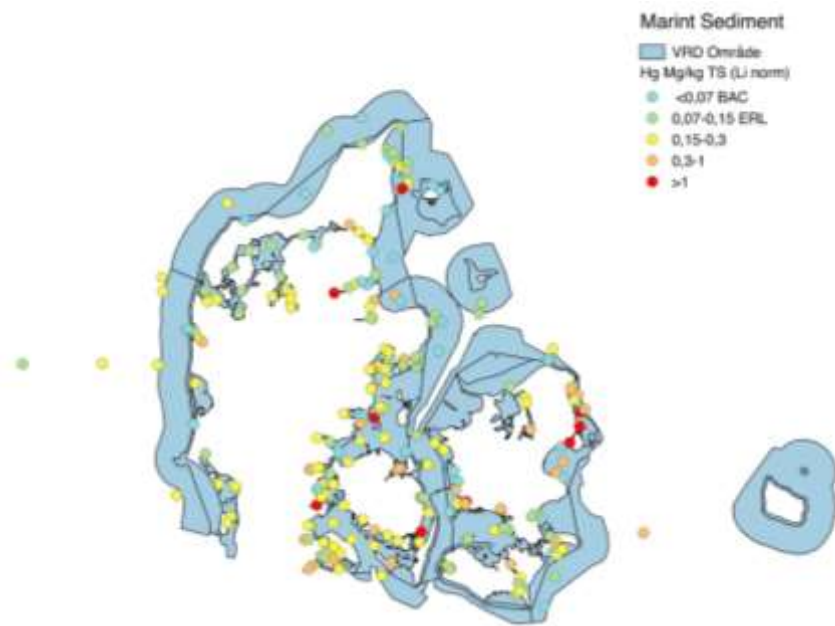


FigurG5: Summen af perfluorerede flammehæmmer(PFAS) i Fiske lever. PFOS udgør 26-71% af summen af PFOS'erne, den højeste værdi af PFAS er 41 mod 26 $\mu\text{g/kg VV}$ PFOS.

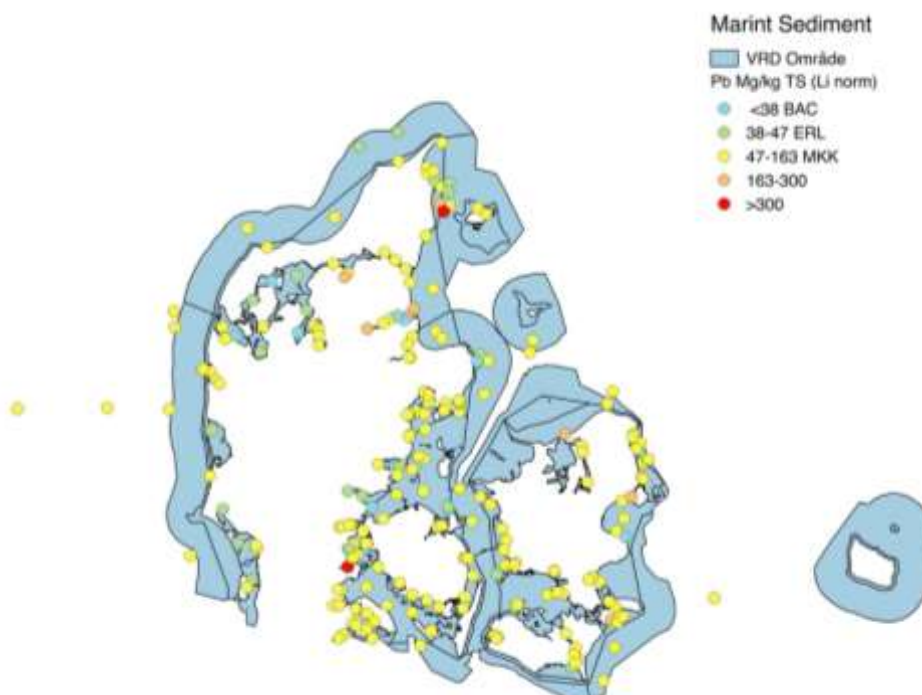


Figur B6: Sum af Bromerede flammehæmmere i muslinger frem til 2007, kun fisk herefter. Programmet i muslinger blev stoppet, fordi kun BDE 47 og 99 kunne måles på de fleste stationer, og lå tæt på detektionsgrænsen. I fiske muskel findes ofte flere kongenerer, og et lidt højere niveau. Bemærk at detektionsgrænsen varierer mellem 0,001 og 0,03 for de enkelte kongenerer, så det er ikke muligt at få under EQS værdien på 0,0085 $\mu\text{g/kg VV}$ for summen af kongenerer, hvis detektionsgrænsen eller den halve detektionsgrænse anvendes som substitut for <DL.

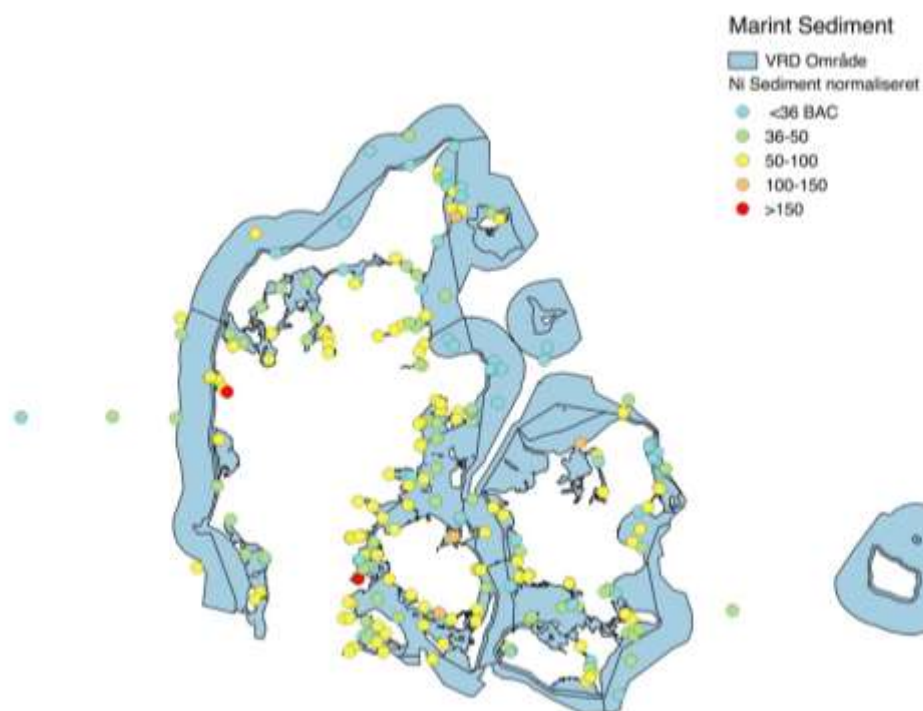
Metaller og sporstoffer i sediment



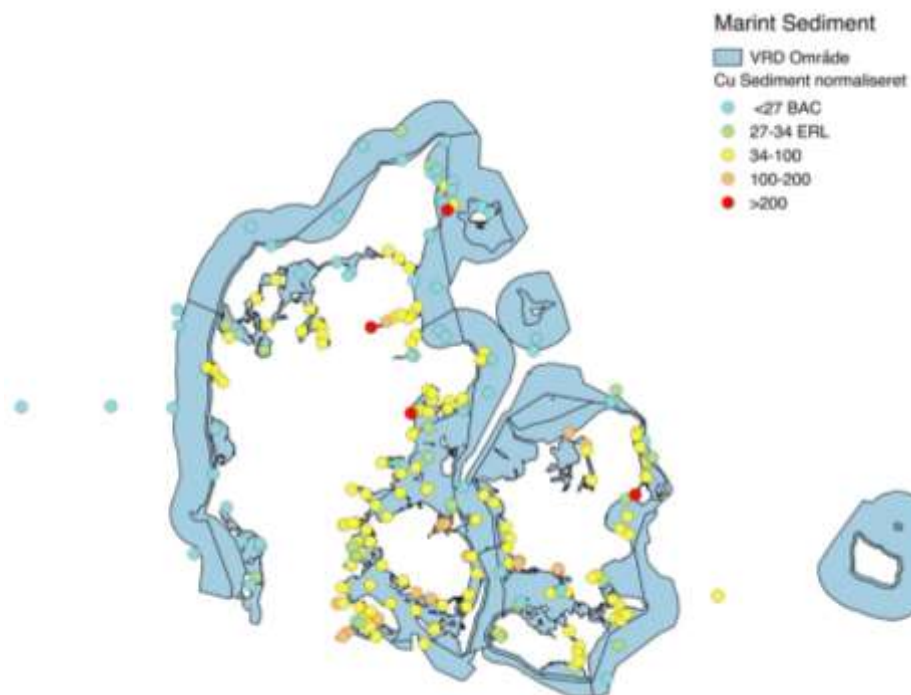
Figur B7: Kviksølv i sediment, normaliseret til Li. De højeste niveauer findes Øresund og Køge Bugt, men også enkelte hotspot langs Jyllands Østkyst og ved Langelandsbæltet, ofte højest i inderfjorde.



Figur B8: Bly i sediment, normaliseret til Li

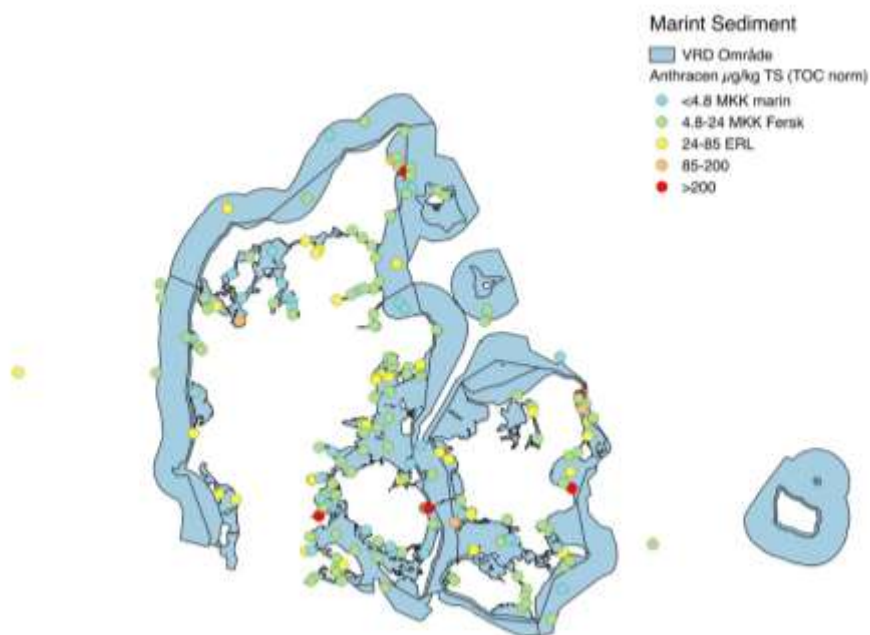


Figur B9: Nikkel i sediment, normaliseret til Li. Bemærk at der kun er en BAC defineret, så farveskalaen er tilpasset afrundede værdier.

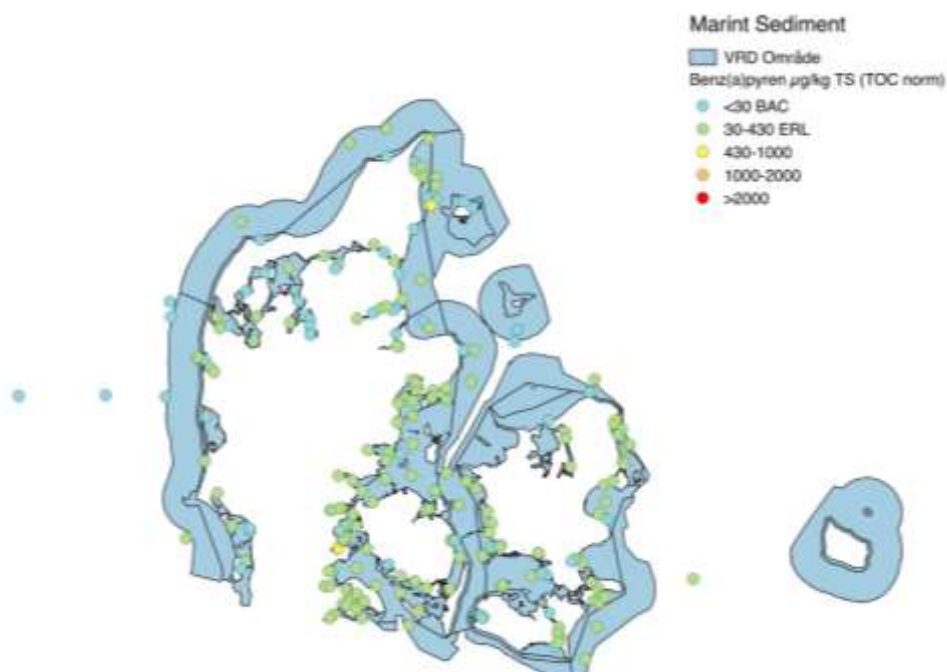


Figur B10: Kobber i sediment, normaliseret til Li.

Organiske stoffer i sediment



Figur B11: Anthracen i sediment, normaliseret til 2,5% TOC. Mest fremtræden i Storebælt, Øresund og sydlige Lillebælt.



Figur B12: Benz(a)pyren i sediment, normaliseret til 2,5% TOC

Bilag H: Data tilgængelighed på marine prøver

Data tilgængelighed af marine biota og sedimentprøver i kystvandområderne

Vandområde		biotaprøver		sediment prøver		Kilder
ID	navn	#	Parametre >	#	Parametre >	(Potentielle)
225	Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt	6	Hg	7		Frederikshavn, Skibstrafik
163	Nordlige Kattegat 12 sm	2		4		Skibstrafik
154	Kattegat, Læsø	1	Hg	2		Skibstrafik Lystbådehavn
222	Kattegat, Aalborg Bugt	4	Hg	4		
159	Mariager Fjord, indre	2	Hg	2		
160	Mariager Fjord, ydre	3		3		
135	Randers Fjord, Grund Fjord	0		2		
136	Randers Fjord	0		0		Randers By, Gudenåen, Skibstrafik
137	Randers Fjord, ydre	3	Hg	1		Skibstrafik
138	Hevring Bugt	1		2		
140	Djursland Øst	2		6		
220	Kattegat, SV 12 SM	0		0		Skibstrafik

141	Ebeltoft Vig	1		2		
147	Århus Bugt, Kalø og Begtrup Vig	4	Cu, Hg	4		Århus by, industri, skibstrafik
145	Kalø Vig, indre	1		2		
144	Knebel Vig	1		2		
219	Århus Bugt syd, Samsø og Nordlige Bælthav	4		7		Skibstrafik
146	Norsminde Fjord	1		2		
142	Stavns Fjord	1		0		
127	Horsens Fjord, ydre	1		2		
128	Horsens Fjord, indre	3	Cu	0		Horsens By
122	Vejle Fjord, ydre	1		1		
123	Vejle Fjord, indre	1		1		Vejle By
224	Nordlige Lillebælt	3		2		
125	Kolding Fjord, ydre	1		2		
124	Kolding Fjord, indre	1		2		Kolding By
217	Lillebælt Bredningen	5		3		
80	Gamborg Fjord	1		1		
109	Hejlsminde Nor	1		2		
109	Avn Vig	0		2		
106	Haderslev Fjord	1		2		
115	Emtekr Nor	0		0		
74	Bredningen	0		0		
82	Aborg Minde Nor	0		0		
216	Lillebælt, syd	2		2		

101	Genner Bugt	1		2		
100	Lillebælt, syd 12 sm	0		1		Skibstrafik
100	Lillebælt-Als-r, syd 12 sm	0	Cd	0		Skibstrafik
102	Benør Fjord	1		2		
103	Als Fjord	1		1		
105	Augustenborg Fjord	1		1		
104	Als Sund	1		1		
87	Helns Bugt	2				
214	Det sydfynske Øhav	4		2		
212	Faaborg Fjord	1		1		
63	Nakkebølle Fjord	2		1		
114	Flensborg Fjord, ydre	1		2		
113	Flensborg Fjord, indre	1		2		Flensborg By
110	Nybøl Nor	3		0		
72	Kløven	2		0		
68	Lindelse Nor	0		0		
89	Lunkebugten	1		0		
65	Thur Bund	1		0		
64	Skrupre Bund	0		0		
90	Langelandssund	3		2		
95	Storebælt, SV	1		0		
86	Nyborg Fjord	1		2		
83	Holckenhavn Fjord	1		1		
96	Storebælt, NV	2		0		

62	Lillestrand	1		,		
129	Odense Fjord, ydre	1		2		
128	Odense Fjord, indre	1	Pb	0		Odense By
85	Kertinge Nor	0		0		
84	Kerteminde Fjord	1		0		
58	Bornholm 12 sm	1		0		Ingen
56	Østersøen, Bornholm	0		0		Lidt industri, havn, skibstrafik
57	Østersøen, Christiansø	0		0		Skibstrafik
210	Femernbælt, 12 sm	0		0		Skibstrafik
208	Femernbælt	1		0		Skibstrafik
209	Rødsand	1		1		Skibstrafik
38	Guldborgsund	2		4		Skibstrafik, industri
211	Østersøen, 12 sm	0		2		Skibstrafik
44	Østersøen	3	Cu	2		
34	Smålandsfarvandet, syd	1		0		
48	Stege Bugt	1		1		
49	Stege Nor	0		1		
46	Fakse Bugt	0		1		
201	Køge Bugt	5	Pb, Cd	5		
11	Øresund 12 sm	0		5		
6	Nordlige Øresund	7	Pb, Cu	3		
9	Københavns Havn	0		0		
202	Kattegat 12 sm	0		(1)		Skibstrafik

205	Kattegat Nord-sjælland >20 m	0		0		
200	Kattegat Nord-sjælland	3		1		
24	Isefjord, ydre	4	Hg	0		
165	Isefjord, indre	2		0		Holbæk Lystbådehavn
1	Roskilde Fjord, ydre	4	Hg	2		Frederiksund, industri, Lystbåde- havne
2	Roskilde Fjord, indre	2	Hg	1		Roskilde by, lystbådehavn
203	Storebælt, nord 12sm	0		1		Skibstrafik
204	Jammerland Bugt	1	Hg	2		
28	Sejerøbugt	1	Pb	0		
29	Kalundborg Fjord	5		0		
26	Musholm Bugt, indre	1		0		
215	Storebælt, syd 12 sm	4		0		Skibstrafik
206	Smålandsfarvandet, åbne del	2		5		
16	Korsør Nor	0		1		
25	Skælskør Fjord og Nor	0		2		
17	Basnæs Nor	0		0		
18	Holsteinborg Nor	0		0		
35	Karrebæk Fjord	2	Pb	1		
36	Dybsø Fjord	0		0		
37	Avnø Fjord	1		2		

45	Grønsund	1		0		
41	Langelandsbælt, øst	0		0		
207	Nakskov Fjord	2		2		Nakskov By, Skibstrafik, industri
148	Anholt, 12 sm	0		1/1		Skibstrafik
139	Anholt	1		0		
163	Nordlige Kattegat, 12 sm	2		4		Skibstrafik
154	Kattegat, Læsø	1	Hg	2		
223	Skagerrak, 12 sm	0		3		Skibstrafik
221	Skagerrak	8	Hg	1		
156	Nissum, Thisted, Kås, Løbstør, Nibe, Langerak	12	Hg	14		
157	Lovns, Skive, Riisgårde, Bjørnholms Bugt	4	Cd, Hg	4		
158	Hjarbæk Fjord	0		2		
218	Vesterhavet, 12 sm	2	Cu, Hg	1/2		Skibstrafik
133	Vesterhav, nord	2	Cu, Hg	0		Skibstrafik
129	Nissum Fjord, ydre	0		1		
130	Nissum Fjord, mellem	0		1		
131	Nissum Fjord, Felsted Kog	0		1		
132	Ringkøbing Fjord	5	Cu, Hg	1		
119	Vesterhav, syd	1		0		Skibstrafik
121	Grådyb, tidevandsområde	3	Cu, Hg	1		

120	Knudedyb, tide- vandsområde	1	Hg	1		
107	Juvre Dyb, tide- vandsområde	1	Hg	0		
111	Lister Dyb	1	Hg	0		

Bilag I

Bilag I1. Statistisk test af trends til oplandsanalyse trin 1 – Skjern Å oplandet

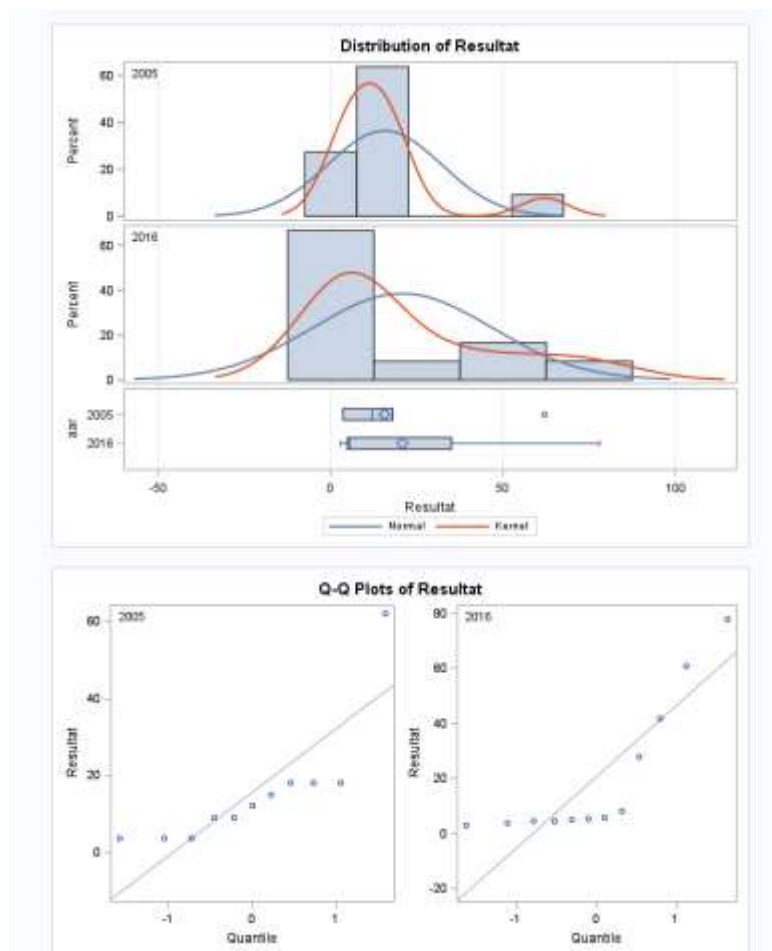
Statistisk metode beskrivelse

For de stoffer i trin 1 hvor der ud fra årsgennemsnit er fundet en stigende trend er der udarbejdet en simpel statistisk test, for at undersøge om stigningen er signifikant.

For flere af de analyserede variable er der en del koncentrationer lig detektionsgrænsen. Indledningsvis konverteres alle disse værdier til værdier i intervallet (0,detektionsgrænsen] på følgende måde. Hver værdi erstattes af en tilfældig værdi fra intervallet ved uniform randomisering, det vil sige at der er lige stor sandsynlighed for at få en vilkårlig værdi i intervallet. Dernæst transformeres alle data med den naturlige logaritme for at opnå fordelinger som tilnærmelsesvis følger Normalfordelinger.

For de stoffer, hvor der kun er to års data der skal testes for udvikling anvendes et standard Student's T-test (Snedecor og Cochran, 1989). Stoffer med flere en to år analyseres med ensidig ANOVA med parvise sammenligninger justeret med Tukey's metode (Snedecor og Cochran, 1989).

Zink:



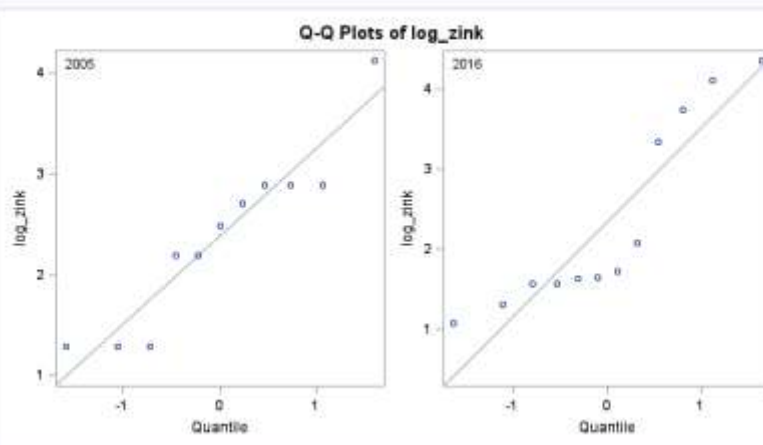
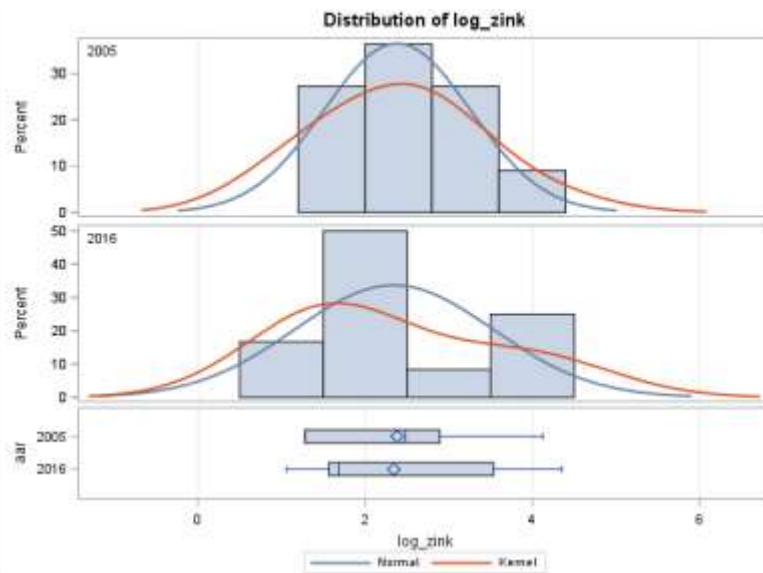
Variable: log_zink

aar	N	Mean	Std Dev	Std Err	Minimum	Maximum
2005	11	2.3834	0.8745	0.2637	1.2809	4.1271
2016	12	2.3440	1.1853	0.3422	1.0647	4.3567
Diff (1-2)		0.0394	1.0488	0.4378		

aar	Method	Mean	95% CL Mean	Std Dev	95% CL Std Dev
2005		2.3834	1.7959 2.9709	0.8745	0.6110 1.5347
2016		2.3440	1.5909 3.0971	1.1853	0.8396 2.0125
Diff (1-2)	Pooled	0.0394	-0.8711 0.9499	1.0488	0.8069 1.4988
Diff (1-2)	Satterthwaite	0.0394	-0.8613 0.9401		

Method	Variances	DF	t Value	Pr > t
Pooled	Equal	21	0.09	0.9291
Satterthwaite	Unequal	20.133	0.09	0.9282

Equality of Variances				
Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Folded F	11	10	1.84	0.3474



DEHP:

DEHP

The GLM Procedure

Class Level Information			
Class	Levels	Values	
aar	3	2004	2005 2006

Number of Observations Read	70
Number of Observations Used	70

DEHP

The GLM Procedure

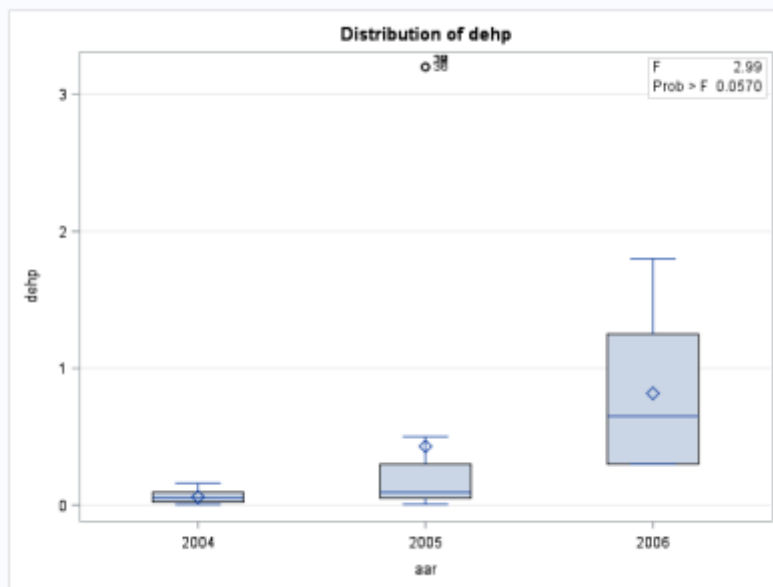
Dependent Variable: dehp

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	3.42770416	1.71385208	2.99	0.0570
Error	67	38.39947240	0.57312645		
Corrected Total	69	41.82717656			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	dehp Mean
0.081949	174.7779	0.757051	0.433150

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
aar	2	3.42770416	1.71385208	2.99	0.0570

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
aar	2	3.42770416	1.71385208	2.99	0.0570



DEHP

The GLM Procedure

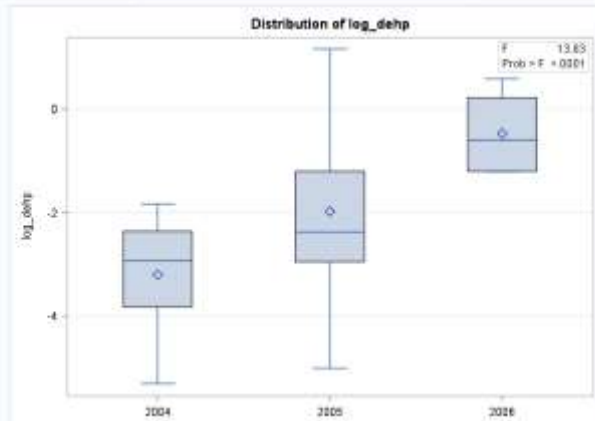
Dependent Variable: log_dehp

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	45.000475	22.5002375	13.83	<.0001
Error	67	103.966342	1.6266662		
Corrected Total	69	153.967816			

R Square	Coeff Var	Root MSE	log_dehp Mean
0.292237	-66.11174	1.275409	-1.929172

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
aar	2	45.000475	22.5002375	13.83	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
aar	2	45.000475	22.5002375	13.83	<.0001



DEHP

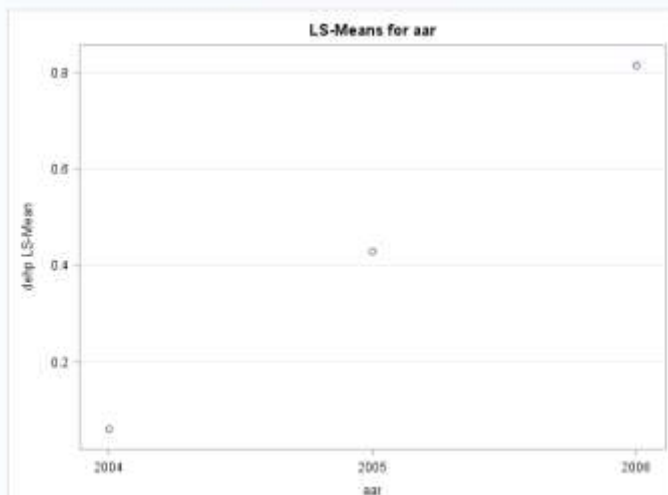
The GLM Procedure

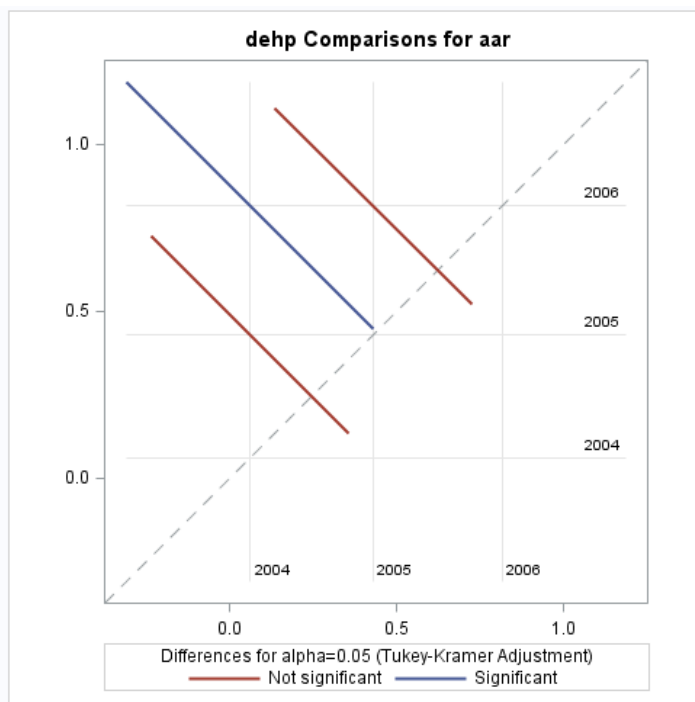
Least Squares Means

Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer

aar	dehp LSMEAN	LSMEAN Number
2004	0.06096254	1
2005	0.43019510	2
2006	0.81666667	3

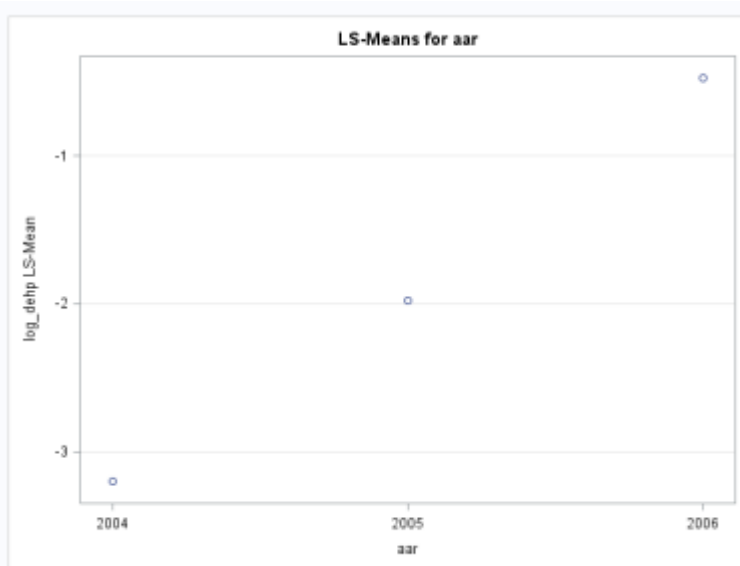
Least Squares Means for effect aar			
Pr > t for H0: LSMean(i)=LSMean(j)			
Dependent Variable: dehp			
ij	1	2	3
1		0.2953	0.0446
2	0.2953		0.2635
3	0.0446	0.2635	

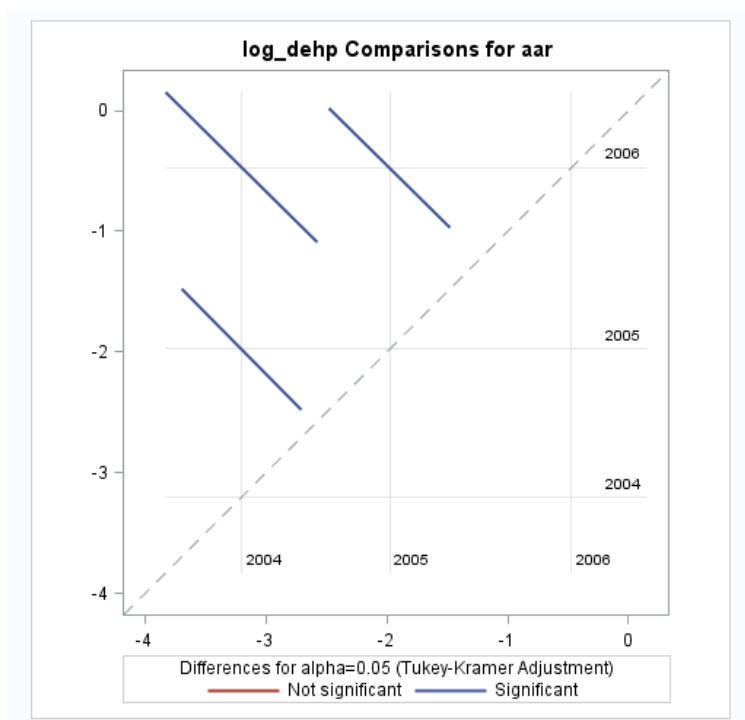




aar	log_dehp LSMEAN	LSMEAN Number
2004	-3.20075195	1
2005	-1.97765885	2
2006	-0.47172801	3

Least Squares Means for effect aar Pr > t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) Dependent Variable: log_dehp			
i/j	1	2	3
1		0.0117	<.0001
2	0.0117		0.0015
3	<.0001	0.0015	





Bentazon:

Bentazon data er ikke analyseret statistisk da alle observationer er lig detektionsgrænsen. Der er kun fundet en observation i 2016 som er større end grænseværdien. Dette betyder at den stigende trend der er fundet i årsgennemsnit ikke kan siges at være signifikant.

Bilag I2. Nøgletal for tungmetaller og uorganiske sporstoffer på renseanlæg

Tabellen viser nøgletal for tungmetaller og uorganiske sporstoffer på renseanlæg fra Miljøministeriet (Naturstyrelsen, 2014)

http://mst.dk/media/121330/samlet-pdf-noegletal-for-miljoefarlige-stoffer-i-spildevand-fra-rensaanlaeg_02102014.pdf

Stoffer	Udløb (µg/l)	
	Nøgletal	90 % konfidensinterval
Arsen	1,7	1,1 - 2,8
nikkel	7,4	5,4 - 11
Zink	84	62 - 130
Barium	41	26 - 72
Kviksølv	0,074	0 - 0,26
Kobber	8,6	4,6 - 20
Cadmium	0,07	0 - 0,19
BAM (2,6 dichlorbenzamid)		
Bentazon		
PFOS (perfluoroktansulfonsyre)		
Trichloroethylen	0	0 - 0
DEHP	3	0,97 - 7,5
Isoproturon		
Vinylchlorid		

Bilag I3. Atmosfærisk deposition

Atmosfærisk deposition 2016 fra Ellermann med flere (2018). Table 4.1 side 47

<http://dce2.au.dk/pub/SR264.pdf>

Tabel 4.1. Årlig deposition estimeret fra målinger af bulk-opsamlet våddeposition på seks stationer i Danmark og tørdeposition estimeret ud fra måling af luftkoncentrationerne på Anholt og Risø. Endvidere er deposition til landområder i Danmark og til de indre danske farvande estimeret på basis af målingerne i 2016. Sidste kolonne viser den antropogene emission af tungmetaller til atmosfæren fra danske kilder i 2015 (EMEP, 2018).

Stof	Estimeret deposition				Emission
	Deposition til land µg/m ²	Deposition til vand µg/m ²	Landområder (43.000 km ²) ton/år	Indre farvande (31.500 km ²) ton/år	Danske kilder ton/år
Cr, chrom	150	130	6	4	1,6
Ni, nikkel	130	110	5	3	3,7
Cu, kobber	740	690	32	22	43
Zn, zink	7000	6900	300	220	60
As, arsen	77	73	3	2	0,3
Cd, cadmium	20	19	1	1	0,7
Pb, bly	610	580	26	18	12
Fe, jern	36000	34000	1500	1100	-

Atmosfærisk deposition 2012 fra Ellermann med flere (2012) Table 5.1 side 50

<http://dce2.au.dk/pub/SR73.pdf>

Tabel 5.1. Årlig deposition estimeret fra målinger af bulk-opsamlet våddeposition på seks stationer i Danmark og tørdeposition vurderet ud fra måling af luftkoncentrationerne på Anholt. Endvidere er deposition til landområder i Danmark og til de indre danske farvande estimeret på basis af målingerne i 2012. Sidste kolonne viser den antropogene emission af tungmetaller til atmosfæren fra danske kilder i 2011 (DCE 2013).

Deposition	Estimeret deposition				Emission
	Deposition til land µg/m ²	Deposition til vand µg/m ²	Landområder (43.000 km ²) ton/år	Indre farvande (31.500 km ²) ton/år	Danske kilder ton/år
Cr, chrom	170	160	7	5	0,9
Ni, nikkel	210	180	9	6	4,6
Cu, kobber	780	750	34	24	45
Zn, zink	6800	6600	290	210	37
As, arsen	90	80	4	3	0,3
Cd, cadmium	20	18	1	1	0,2
Pb, bly	640	590	27	19	11
Fe, jern	51000	50000	2200	1600	-

Bilag J: Beregning af årsgennemsnit i vandløb

Forskel mellem forskellige metoder anvendt til beregning af årsgennemsnit i vandløb

I dette afsnit gennemgås de fire forskellige metoder anvendt til beregning af årsgennemsnit i vandløb. De fire metoder er: GRUMO metoden (metode 1), NOVANA metoden (metode 2), den udvidede metode (metode 3) og kvantifikationsgrænse metoden (metode 4). Resultaterne gennemgås for et stof af gangen.

Metaller

Der er for koncentrationerne af metaller ikke forskel i beregning af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder. Dette skyldes, at de målte koncentrationer af metaller er langt højere end de benyttede detektionsgrænser. Samtidig er fundhyppigheden for hver station på 100% for alle metaller analyseret i rapporten. Dette er til sammen styrende for udregningen af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder (Kapitel 7).

Pesticider

Bentazon

Forskellen i beregning af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder for bentazon koncentrationerne for de enkelte stationer i perioden 2004-2016 fremgår af tabel B7.1 og tabel B7.2. Der er ikke forskel i de beregnede årsgennemsnit mellem metode 1, 2 og 3. Metode 4 skiller sig ud fra de resterende metoder med gennemsnitlig 0,004 µg/l i forskel mellem gennemsnittet af de beregnede årsgennemsnit svarende til en procentmæssig forskel på 24,252%. Der er målt forskelle op til 33,333 % (tabel B7.2).

Forskellen mellem de beregnede årsgennemsnit skyldes, at mange af de målte bentazon koncentrationer er lig eller ligger tæt på de benyttede detektionsgrænser, hvorfor de beregnede årsgennemsnit er højere for metode 4 sammenlignet med metode 1, 2 og 3. Fundhyppigheden er 100% for alle stationer hvor bentazon er målt.

Tabel B7.1: Gennemsnit af de udregnede årsgennemsnit beregnet ud fra bentazon data fra 2004-2016 fra de forskellige vandløbsstationer med hhv. metode 1, 2, 3 og 4.

(35stationer, 42år)	Metode 1 (µg/l)	Metode 2 (µg/l)	Metode 3 (µg/l)	Metode 4 (µg/l)
Bentazon gennemsnit	0,013	0,013	0,013	0,018

Tabel B7.2: Den procentmæssige forskel og forskellen i absolutte tal mellem gennemsnittet af alle årsgennemsnit for bentazon i perioden 2004-2016 med metode 1, 2, 3 og 4. For årsgennemsnit er forskellen mellem højeste og laveste observerede årsgennemsnit angivet både i procent forskel og absolutte tal forskel.

Procent forskel (%)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
Bentazon gennemsnit	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	24,252 (-3,204-33,333)	24,252 (-3,204-33,333)	24,252 (-3,204-33,333)
Absolutte tal forskel (µg/l)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
Bentazon gennemsnit	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,004 (0,002-0,005)	0,004 (0,002-0,005)	0,004 (0,002-0,005)

BAM (2,6-Dichlorbenzamid)

Forskellen i beregning af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder for BAM koncentrationerne for de enkelte stationer i perioden 2004-2016 fremgår af tabel B7.3 og tabel B7.4. Der er forskel på de beregnede årsgennemsnit og derved også gennemsnittet af samtlige beregnede årsgennemsnit mellem alle fire metoder. Det fremgår at forskellen mellem metode 1, 2 og 3 er lille sammenlignet med forskellen mellem metode 1, 2, 3 og metode 4. Forskellen mellem alle fire metoder ligger i størrelsesordenen 0,000 – 0,013 µg/l svarende til en procentmæssig forskel fra -36,364 til 5,909 %. Den største forskel er at finde mellem metode 4 og 2, hvor der er målt en procentmæssig forskel på i gennemsnit 5,909% men op til 50% forskel er konstateret (tabel B7.4).

Forskellen mellem de beregnede årsgennemsnit skyldes, at mange af de målte BAM koncentrationer ligger tæt på de benyttede detektionsgrænser, hvorfor gennemsnittet af de beregnede årsgennemsnit er højere for metode 4 sammenlignet med metode 1, 2 og 3. Forskellen mellem metode 1, 2 og 3 skyldes, at den målte koncentration for nogle få målinger ligger under detektionsgrænsen.

Tabel B7.3: Gennemsnit af de udregnede årsgennemsnit beregnet ud fra BAM data fra 2004-2016 fra de forskellige vandløbsstationer med hhv. metode 1, 2, 3 og 4.

(34 _{stationer} , 53 _{år})	Metode 1 (µg/l)	Metode 2 (µg/l)	Metode 3 (µg/l)	Metode 4 (µg/l)
BAM gennemsnit	0,018	0,018	0,018	0,019

Tabel B7.4: Den procentmæssige forskel og forskellen i absolutte tal mellem gennemsnittet af alle årsgennemsnit for BAM i perioden 2004-2016 med metode 1, 2, 3 og 4. For årsgennemsnit er forskellen mellem højeste og laveste observerede årsgennemsnit angivet både i procent forskel og absolutte tal forskel.

Procent forskel (%)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
BAM gennemsnit	0,488 (-13,636-25,000)	-0,376 (-36,364-0,000)	-0,868 (-33,333-0,000)	5,447 (-24,535-51,111)	5,092 (-24,535-33,333)	5,909 (-24,535-50,000)
Absolutte tal forskel (µg/l)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
BAM gennemsnit	0,000 (0,000-0,004)	0,000 (0,000-0,004)	0,000 (0,000-0,004)	0,001 (0,000-0,010)	0,001 (0,000-0,008)	0,001 (0,000-0,013)

Isoproturon

Forskellen i beregning af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder for Isoproturon koncentrationerne for de enkelte stationer i perioden 2004-2016 fremgår af tabel B7.5 og tabel B7.6. Der er ikke forskel i de beregnede årsgennemsnit mellem metode 1, 2 og 3. Metode 4 skiller sig ud fra de resterende metoder med gennemsnitlig 0,005 µg/l i forskel mellem gennemsnittet af de beregnede årsgennemsnit svarende til en procentmæssig forskel på 31,847%. Der er målt forskelle op til 33,000 % (tabel B7.6).

Forskellen mellem de beregnede årsgennemsnit skyldes, at mange af de målte Isoproturon koncentrationer er lig eller ligger tæt på de benyttede detektionsgrænser, hvorfor de beregnede årsgennemsnit er højere for metode 4 sammenlignet med metode 1, 2 og 3. Fundhyppigheden er 100% for alle stationer hvor Isoproturon er målt.

Tabel B7.5: Gennemsnit af de udregnede årsgennemsnit beregnet ud fra Isoproturon data fra 2004-2016 fra de forskellige vandløbsstationer med hhv. metode 1, 2, 3 og 4.

(36 _{stationer} , 36 _{år})	Metode 1 (µg/l)	Metode 2 (µg/l)	Metode 3 (µg/l)	Metode 4 (µg/l)
Isoproturon gennemsnit	0,010	0,010	0,010	0,015

Tabel B7.6: Den procentmæssige forskel og forskellen i absolutte tal mellem gennemsnittet af alle årsgennemsnit for isoproturon i perioden 2004-2016 med metode 1, 2, 3 og 4. For årsgennemsnit er forskellen mellem højeste og laveste observerede årsgennemsnit angivet både i procent forskel og absolutte tal forskel.

Procent forskel (%)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
Isoproturon gennemsnit	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	31,847 (11,194-33,000)	31,847 (11,194-33,000)	31,847 (11,194-33,000)
Absolutte tal forskel (µg/l)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
Isoproturon gennemsnit	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,005 (0,003-0,005)	0,005 (0,003-0,005)	0,005 (0,003-0,005)

Perfluorerede forbindelser

PFOS - Perfluoroktansulfonsyre

Forskellen i beregning af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder for PFOS koncentrationerne for de enkelte stationer i perioden 2004-2016 fremgår af tabel B7.7 og tabel B7.8. Der er ikke forskel i de beregnede årsgennemsnit mellem metode 1, 2 og 3. Metode 4 skiller sig ud fra de resterende metoder med gennemsnitlig 0,0002 µg/l i forskel mellem gennemsnittet af de beregnede årsgennemsnit svarende til en procentmæssig forskel på 4,414%. Der er målt forskelle op til 32,474 % (tabel B7.8).

Forskellen mellem de beregnede årsgennemsnit skyldes, at mange af de målte PFOS koncentrationer er lig med de benyttede detektionsgrænser, hvorfor de beregnede årsgennemsnit er højere for metode 4 sammenlignet med metode 1, 2 og 3.

Tabel B7.7: Gennemsnit af de udregnede årsgennemsnit beregnet ud fra PFOS data fra 2004-2016 fra de forskellige vandløbsstationer med hhv. metode 1, 2, 3 og 4.

(36 _{stationer} , 36 _{år})	Metode 1 (µg/l)	Metode 2 (µg/l)	Metode 3 (µg/l)	Metode 4 (µg/l)
PFOS gennemsnit	0,0032	0,0032	0,0032	0,0033

Tabel B7.8: Den procentmæssige forskel og forskellen i absolutte tal mellem gennemsnittet af alle årsgennemsnit for PFOS i perioden 2004-2016 med metode 1, 2, 3 og 4. For årsgennemsnit er forskellen mellem højeste og laveste observerede årsgennemsnit angivet både i procent forskel og absolutte tal forskel.

Procent forskel (%)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
PFOS gennemsnit	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	4,414 (-8,413-32,474)	4,414 (-8,413-32,474)	4,414 (-8,413-32,474)
Absolutte tal forskel (µg/l)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
PFOS gennemsnit	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,003)	0,000 (0,000-0,003)	0,000 (0,000-0,003)

Blødgørere

DEHP

Forskellen i beregning af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder for DEHP koncentrationerne for de enkelte stationer i perioden 2004-2016 fremgår af tabel B7.9 og tabel B7.10. Der er ikke forskel i de beregnede årsgennemsnit mellem metode 1, 2 og 3. Metode 4 skiller sig ud fra de resterende metoder med gennemsnitlig 0,046 µg/l i forskel mellem gennemsnittet af de beregnede årsgennemsnit svarende til en procentmæssig forskel på 19,350%. Der er målt forskelle op til 33,333 % (tabel B7.10).

Forskellen mellem de beregnede årsgennemsnit skyldes, at mange af de målte DEHP koncentrationer er lig med den benyttede detektionsgrænse på 0,1 µg/l, hvorfor de beregnede årsgennemsnit er højere for metode 4 sammenlignet med metode 1, 2 og 3. Fundhyppigheden er 100% hvor DEHP er målt.

Tabel B7.9: Gennemsnit af de udregnede årsgennemsnit beregnet ud fra DEHP data fra 2004-2016 fra de forskellige vandløbsstationer med hhv. metode 1, 2, 3 og 4.

(38 _{stationer} , 48 _{år})	Metode 1 (µg/l)	Metode 2 (µg/l)	Metode 3 (µg/l)	Metode 4 (µg/l)
DEHP gennemsnit	0,190	0,190	0,190	0,236

Tabel B7.10: Den procentmæssige forskel og forskellen i absolutte tal mellem gennemsnittet af alle årsgennemsnit for DEHP i perioden 2004-2016 med metode 1, 2, 3 og 4. For årsgennemsnit er forskellen mellem højeste og laveste observerede årsgennemsnit angivet både i procent forskel og absolutte tal forskel.

Procent forskel (%)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
DEHP gennemsnit	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	19,350 (0,000-33,333)	19,350 (0,000-33,333)	19,350 (0,000-33,333)
Absolutte tal forskel (µg/l)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
DEHP gennemsnit	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,000 (0,000-0,000)	0,046 (0,000-0,167)	0,046 (0,000-0,167)	0,046 (0,000-0,167)

Klorerede opløsningsmidler

Trichloroethylen

Forskellen i beregning af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder for trichloroethylen koncentrationerne for de enkelte stationer i perioden 2004-2016 fremgår af tabel B7.11 og tabel B7.12. Der er ikke forskel i de beregnede årsgennemsnit mellem metode 1, 2 og 3. Metode 4 skiller sig ud fra de resterende metoder med gennemsnitlig 0,008 µg/l i forskel mellem gennemsnittet af de beregnede årsgennemsnit svarende til en procentmæssig forskel på 4,686%. Der er målt forskelle op til 33,333 % (tabel B7.12).

Forskellen mellem de beregnede årsgennemsnit skyldes, at mange af de målte trichloroethylen koncentrationer er lig eller ligger tæt på den benyttede detektionsgrænse på 0,02 µg/l, hvorfor de beregnede årsgennemsnit er højere for metode 4 sammenlignet med metode 1, 2 og 3. Fundhyppigheden er 100% for alle stationer hvor trichloroethylen er målt.

Tabel B7.11: Gennemsnit af de udregnede årsgennemsnit beregnet ud fra trichloroethylen data fra 2004-2016 fra de forskellige vandløbsstationer med hhv. metode 1,2, 3, 4.

(6stationer, 18år)	Metode 1 (µg/l)	Metode 2 (µg/l)	Metode 3 (µg/l)	Metode 4 (µg/l)
Trichloroethylen gennemsnit	0,157	0,157	0,157	0,165

Tabel B7.12: Den procentmæssige forskel og forskellen i absolutte tal mellem gennemsnittet af alle årsgennemsnit for trichloroethylen i perioden 2004-2016 med metode 1, 2, 3 og 4. For årsgennemsnit er forskellen mellem højeste og laveste observerede årsgennemsnit angivet både i procent forskel og absolutte tal forskel.

Procent forskel (%)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
Trichloroethylen gennemsnit	0,000	0,000	0,000	4,686	4,686	4,686
	(0,000-0,000)	(0,000-0,000)	(0,000-0,000)	(-0,142-33,333)	(-0,142-33,333)	(-0,142-33,333)
Absolutte tal forskel (µg/l)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
Trichloroethylen gennemsnit	0,000	0,000	0,000	0,008	0,008	0,008
	(0,000-0,000)	(0,000-0,000)	(0,000-0,000)	(0,000-0,010)	(0,000-0,010)	(0,000-0,010)

Vinylchlorid

Forskellen i beregning af årsgennemsnit ud fra de fire forskellige metoder for vinylchlorid koncentrationerne for en enkelt station i perioden 2004-2016 fremgår af tabel B7.13 og tabel B7.14. Der er kun data tilgængelig fra den ene station fra 2016. Det fremgår at der ikke er forskel i de beregnede årsgennemsnit mellem metode 1, 2 og 3. Metode 4 skiller sig ud fra de resterende metoder med gennemsnitlig 0,010 µg/l i forskel mellem gennemsnittet af de beregnede årsgennemsnit svarende til en procentmæssig forskel på 33,333% (tabel B7.14).

Forskellen mellem de beregnede årsgennemsnit skyldes at alle de målte vinylchlorid koncentrationer er lig med den benyttede detektionsgrænse på 0,02 µg/l, hvorfor det beregnede årsgennemsnit er højere for metode 4 sammenlignet med metode 1, 2 og 3. Fundhyppigheden er 100%.

Tabel B7.13: Gennemsnit af de udregnede årsgennemsnit beregnet ud fra vinylchlorid data fra 2004-2016 fra de forskellige vandløbsstationer med hhv. metode 1,2, 3, 4.

(1stationer, 1år)	Metode 1 (µg/l)	Metode 2 (µg/l)	Metode 3 (µg/l)	Metode 4 (µg/l)
Vinylchlorid gennemsnit	0,020	0,020	0,020	0,030

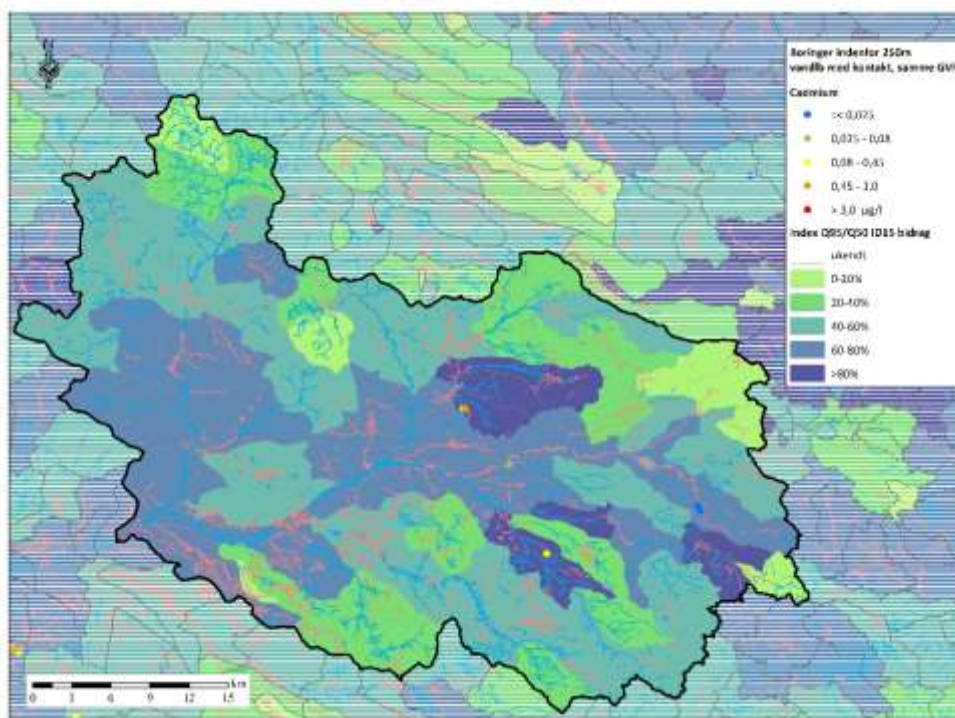
Tabel B7.14: Den procentmæssige forskel og forskellen i absolutte tal mellem gennemsnittet af alle årsgennemsnit for vinylchlorid i perioden 2004-2016 med metode 1, 2, 3 og 4. For årsgennemsnit er forskellen mellem højeste og laveste observerede årsgennemsnit ikke angivet da der kun er data fra en station.

Procent forskel (%)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
Vinylchlorid gennemsnit	0,000	0,000	0,000	33,333	33,333	33,333
Absolutte tal forskel (µg/l)						
	ml 1 og 2	ml 1 og 3	ml. 2 og 3	ml. 4 og 1	ml. 4 og 3	ml. 4 og 2
Vinylchlorid gennemsnit	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010

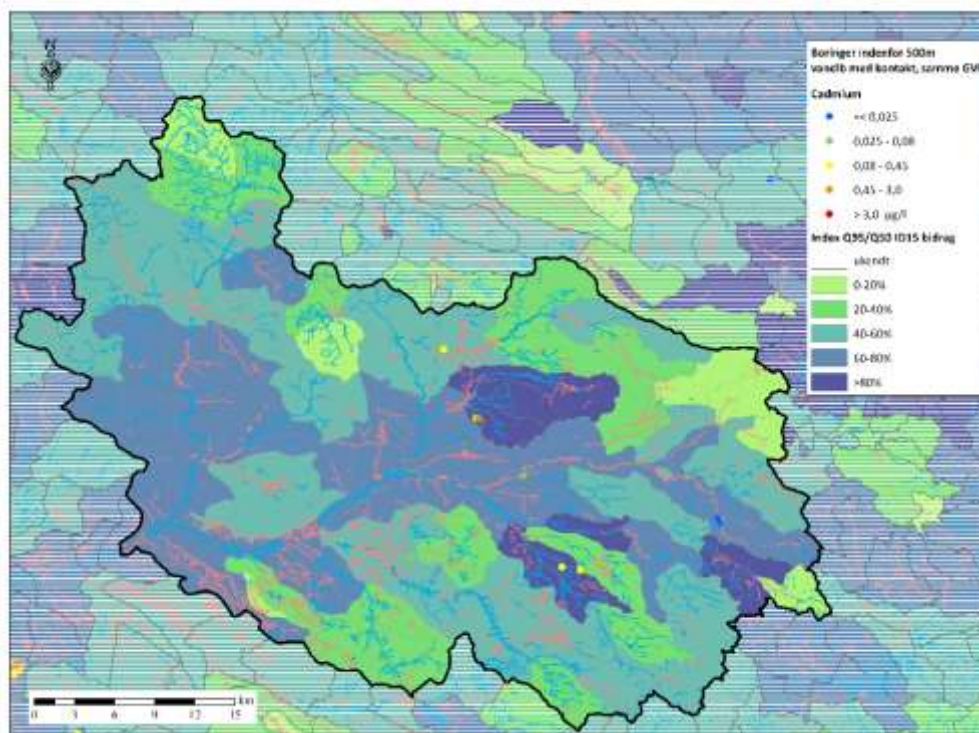
Bilag K: Trin 5

Bilag K1 Skjern Å oplandet

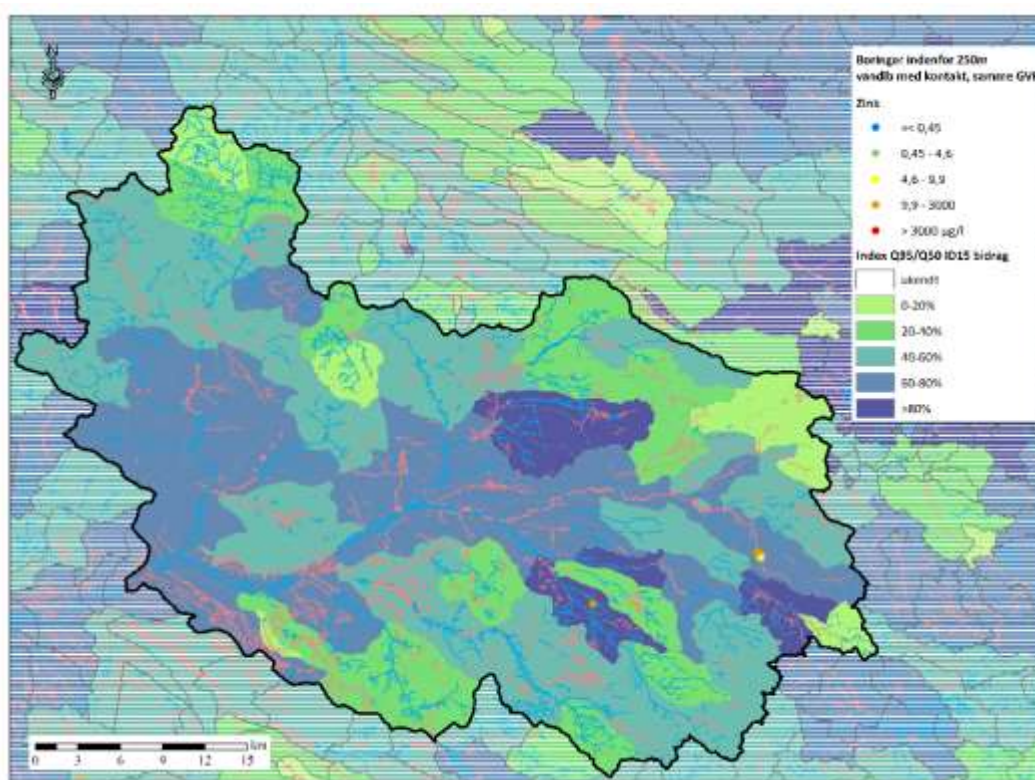
Cadmium



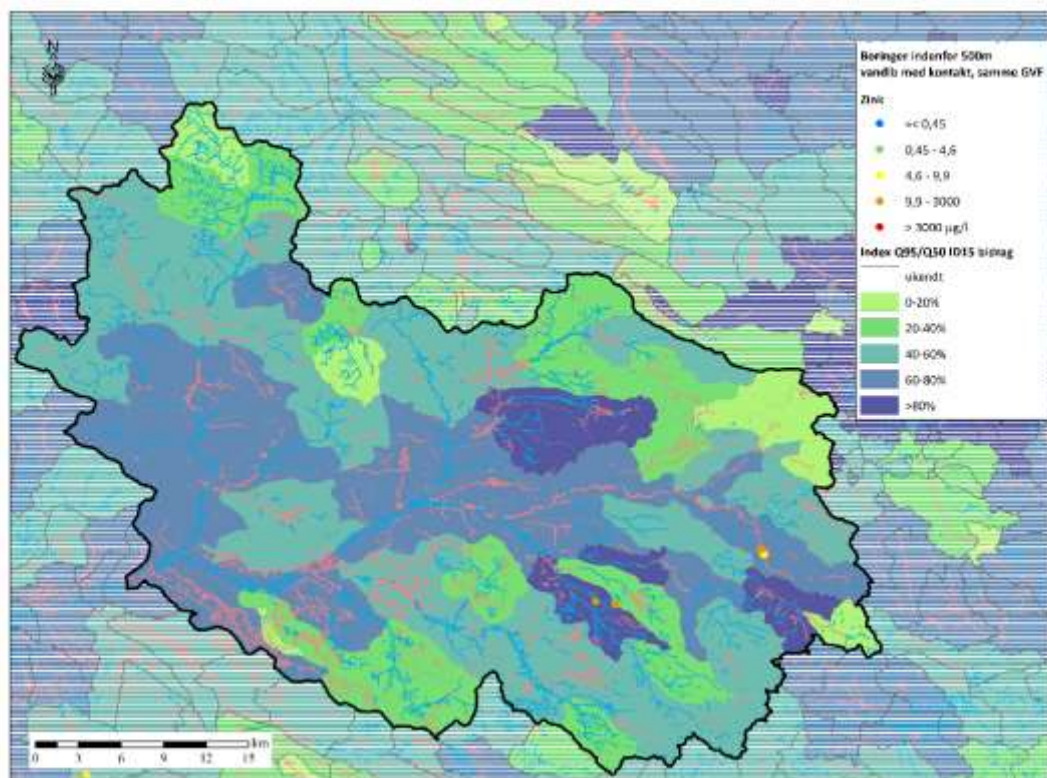
Figur K1: Placering af indtag i Skjern Å oplandet hvor der er målt efter cadmium, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 250m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.



Zink

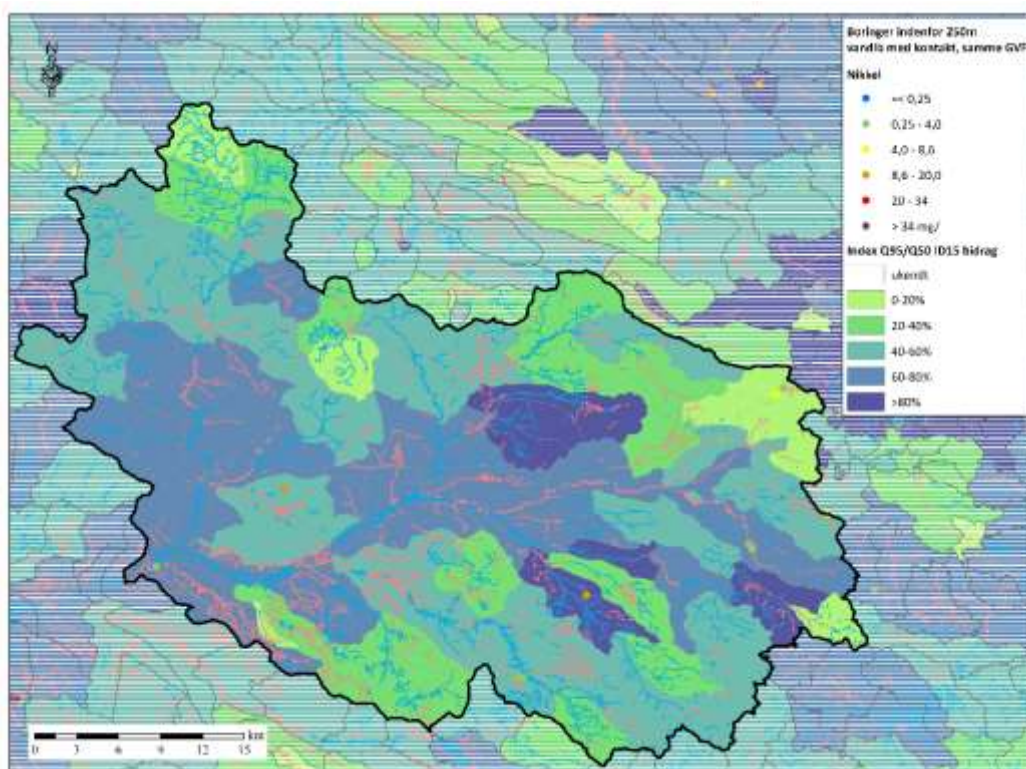


Figur K3: Placering af indtag i Skjern Å oplandet hvor der er målt efter zink, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 250m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

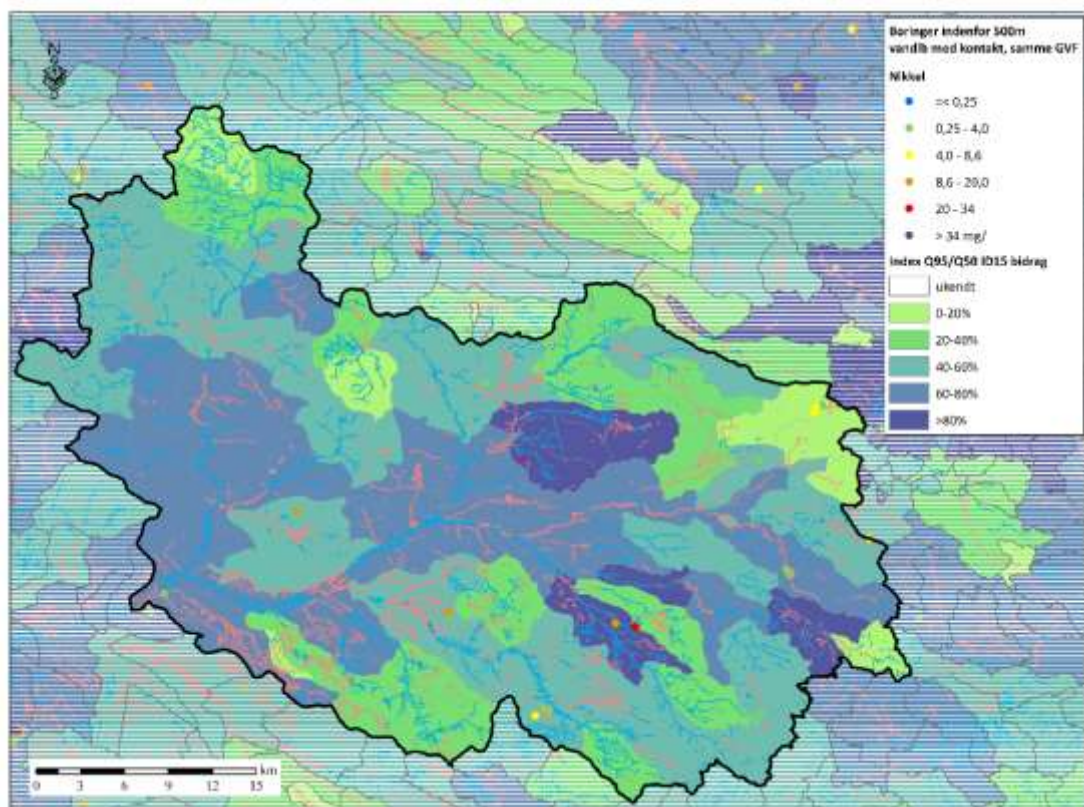


Figur K4: Placering af indtag i Skjern Å oplandet hvor der er målt efter zink, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

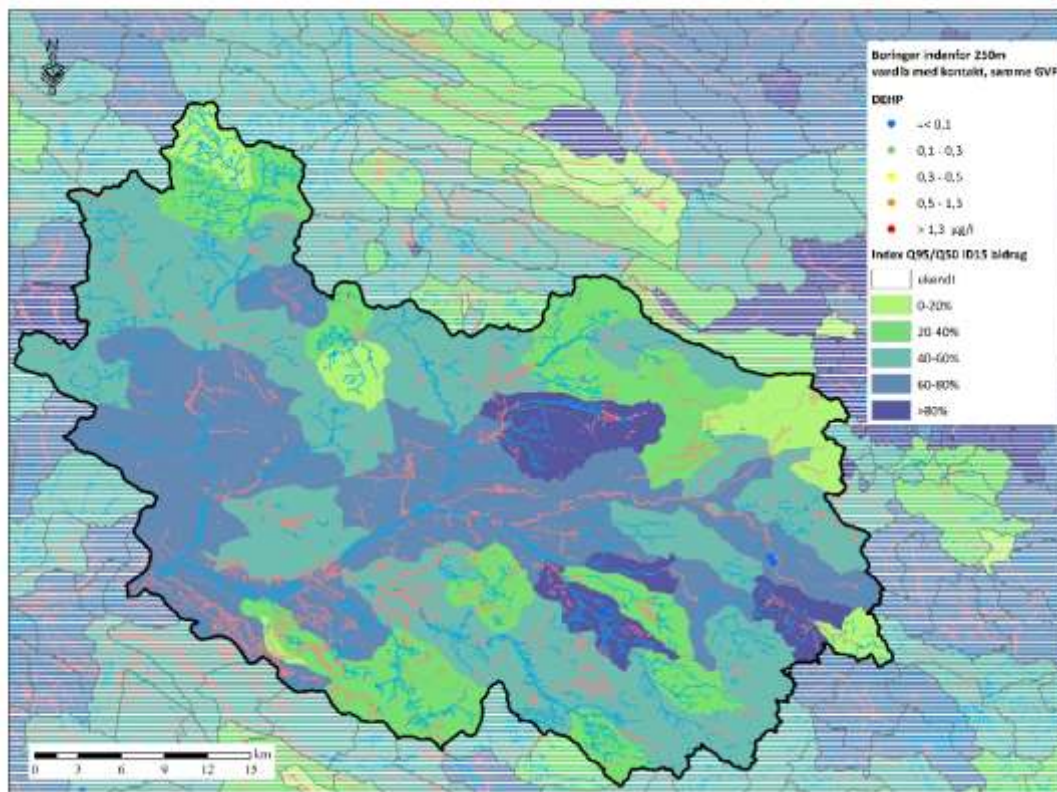
Nikkel



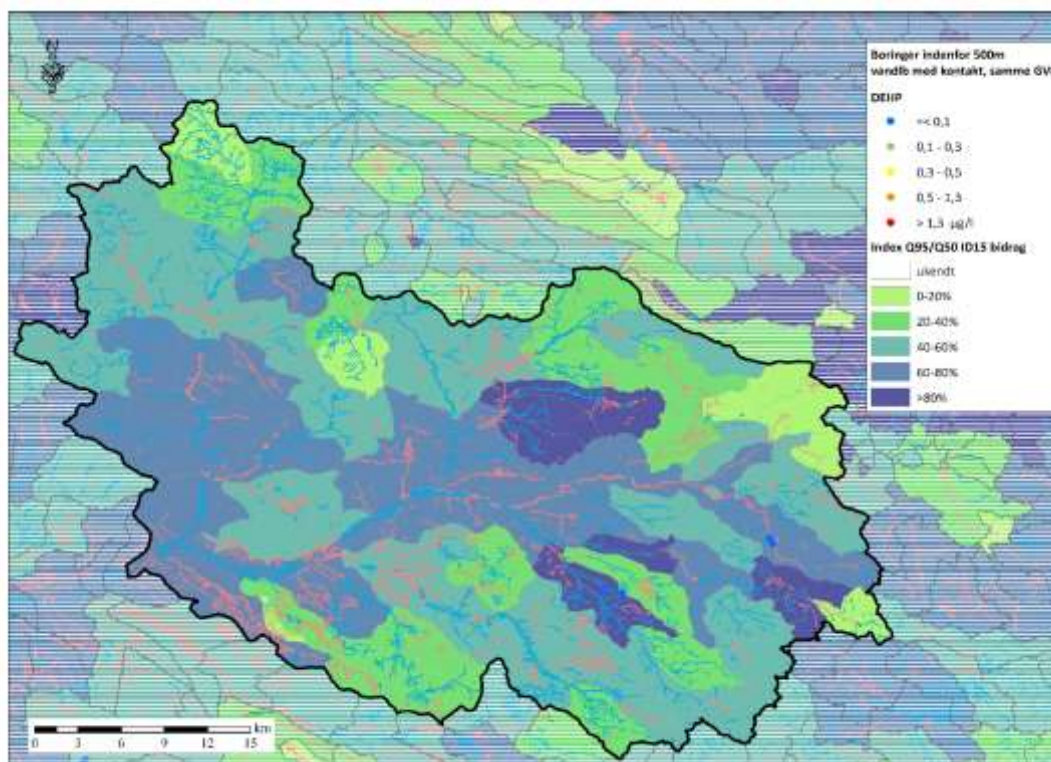
Figur K5: Placering af indtag i Skjern Å oplandet hvor der er målt efter nikkel, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 250m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.



Figur K6: Placering af indtag i Skjern Å omlandet hvor der er målt efter nikkel, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 omlandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

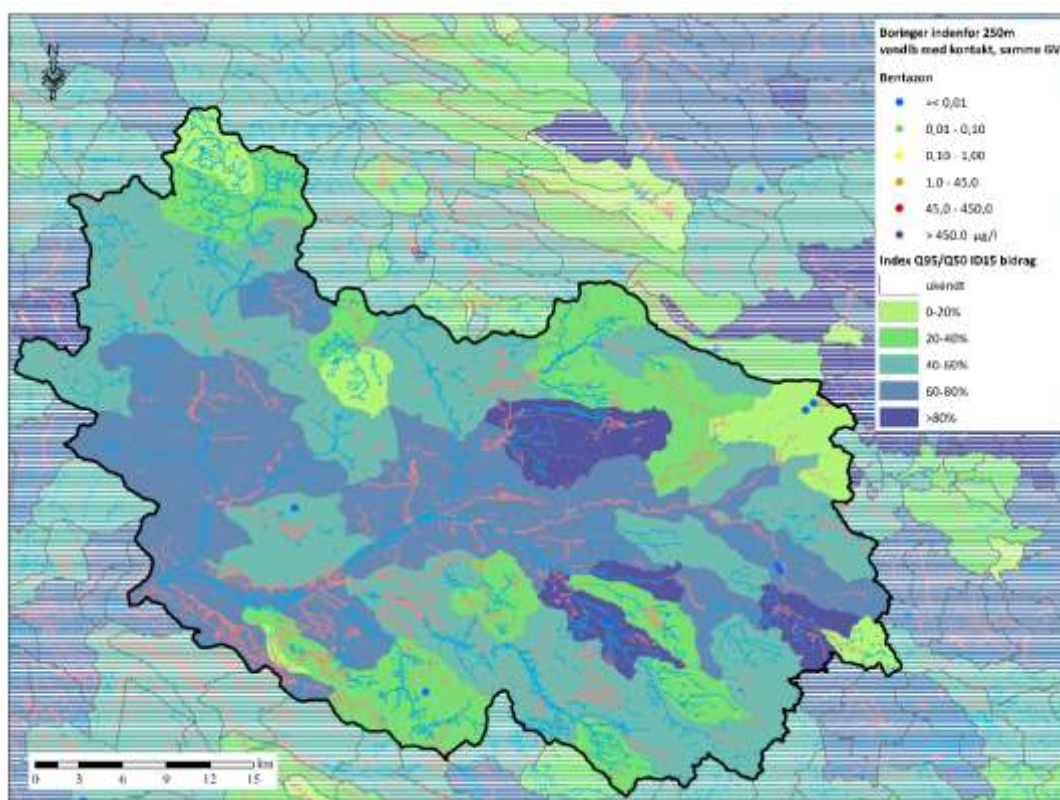


Figur K7: Placering af indtag i Skjern Å oplandet hvor der er målt efter DEHP, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 250m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

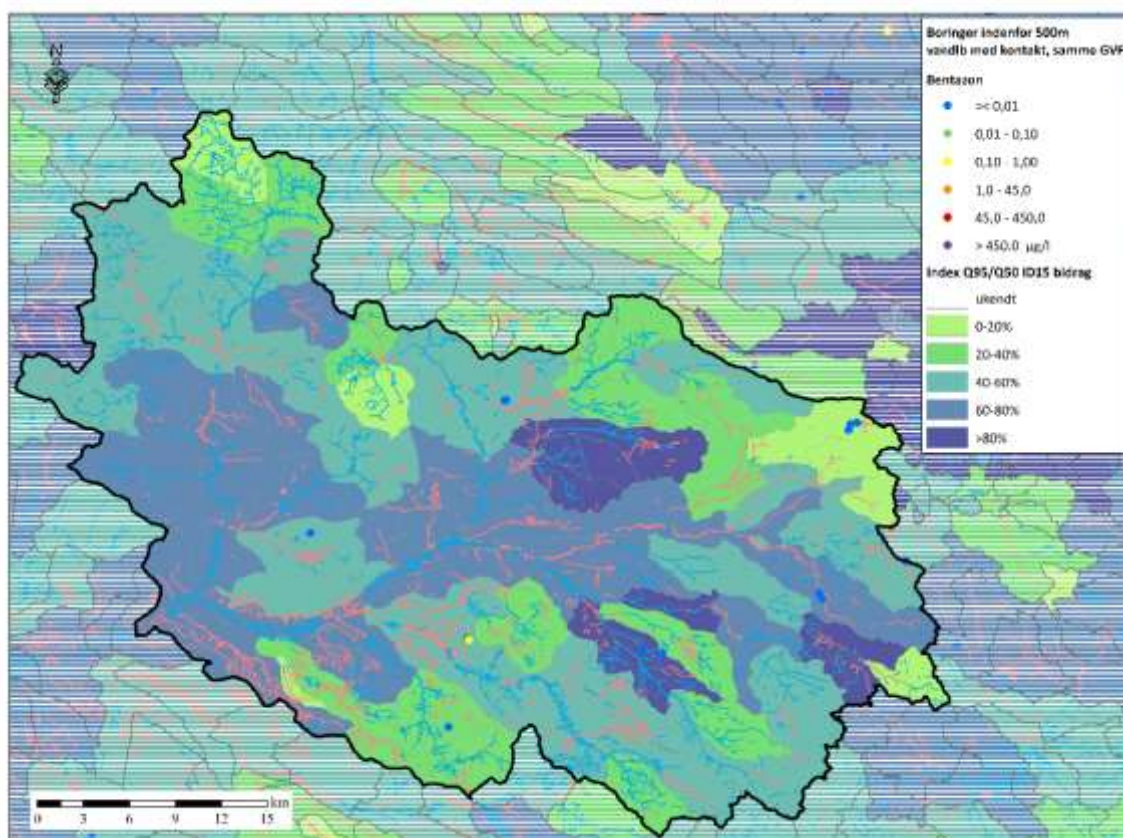


Figur K8: Placering af indtag i Skjern Å oplandet hvor der er målt efter DEHP, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Bentazon



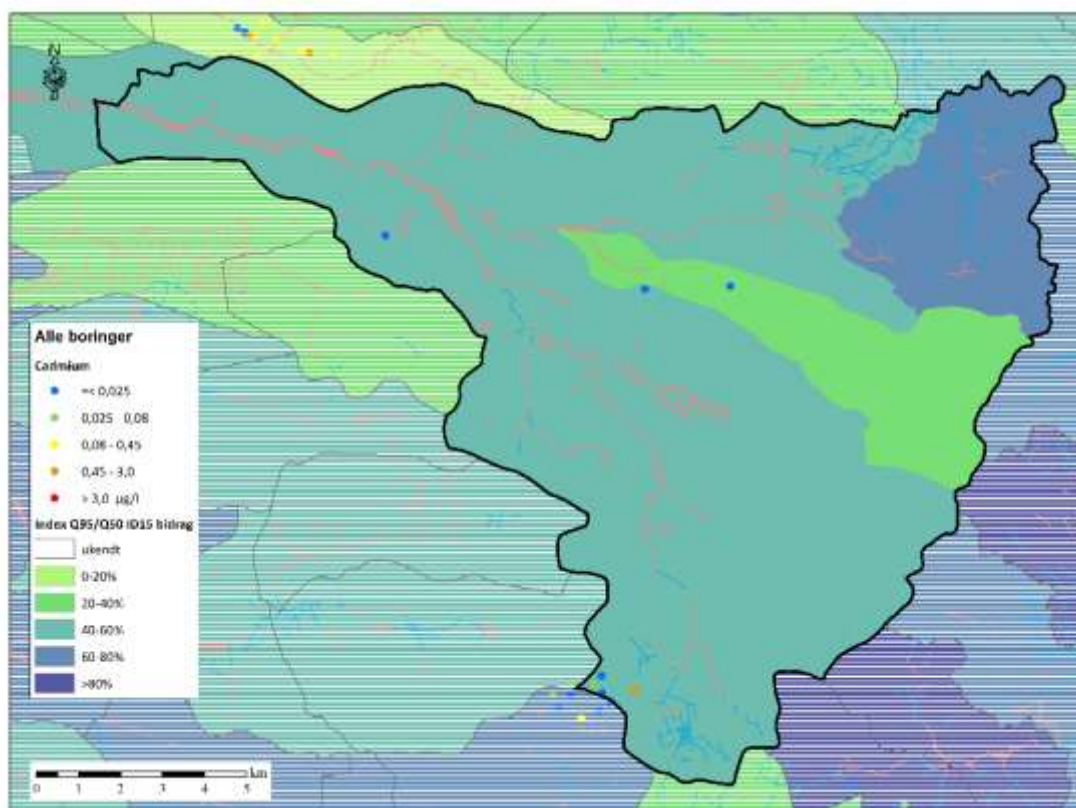
Figur K9: Placering af indtag i Skjern Å oplandet hvor der er målt efter Bentazon, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 250m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.



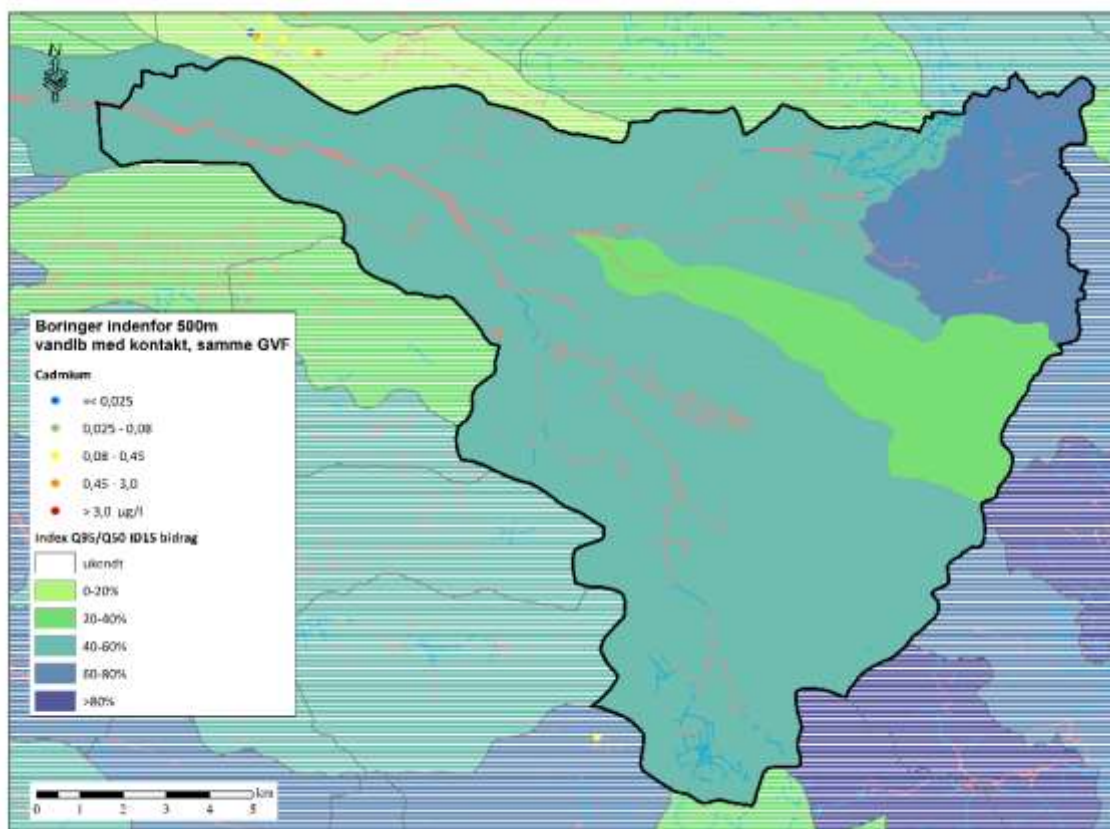
Figur K10: Placering af indtag i Skjern Å oplandet hvor der er målt efter Bentazon, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Bilag K2 Grindsted Å oplandet

Cadmium

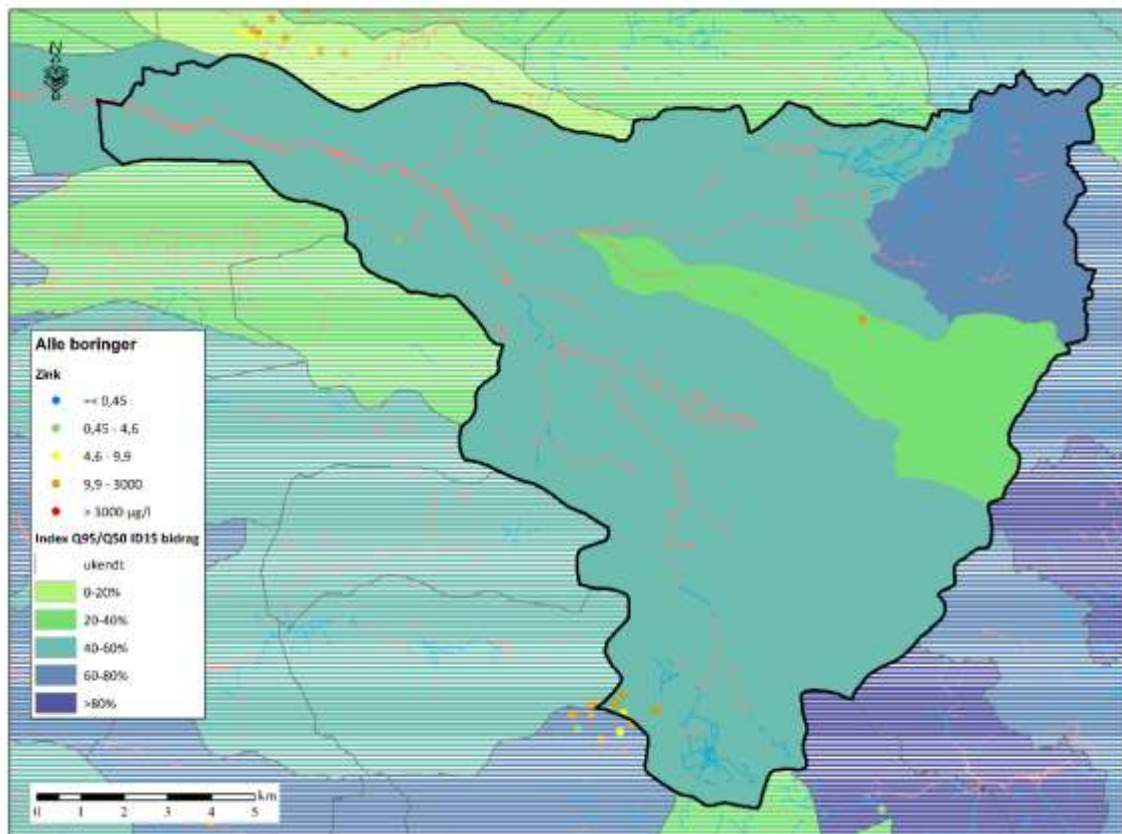


Figur K11: Placering af alle indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter cadmium, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

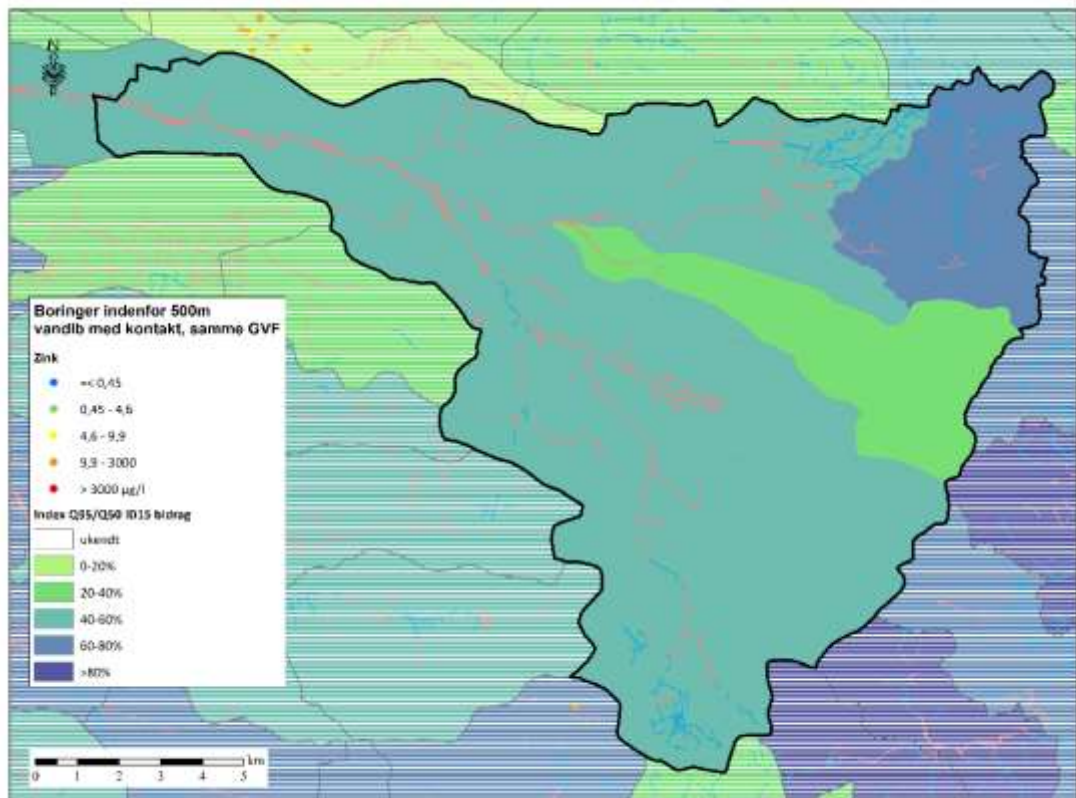


Figur K12: Placering af indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter cadmium, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Zink

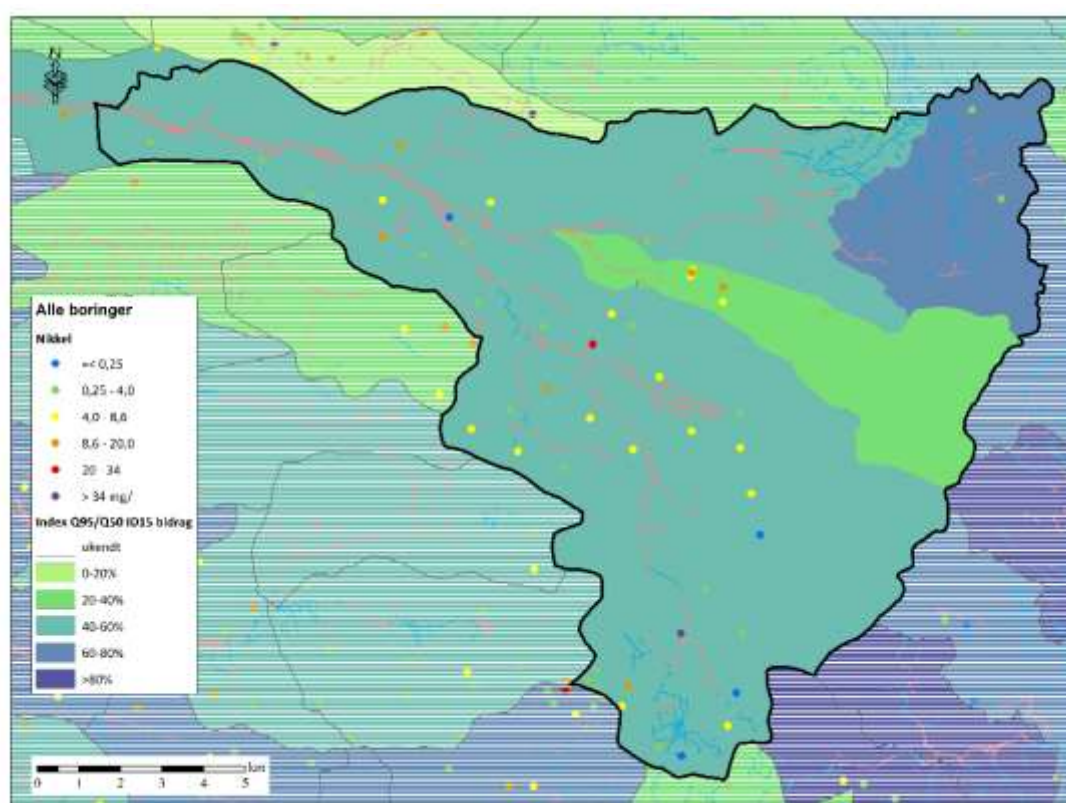


Figur K13: Placering af alle indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter zink, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

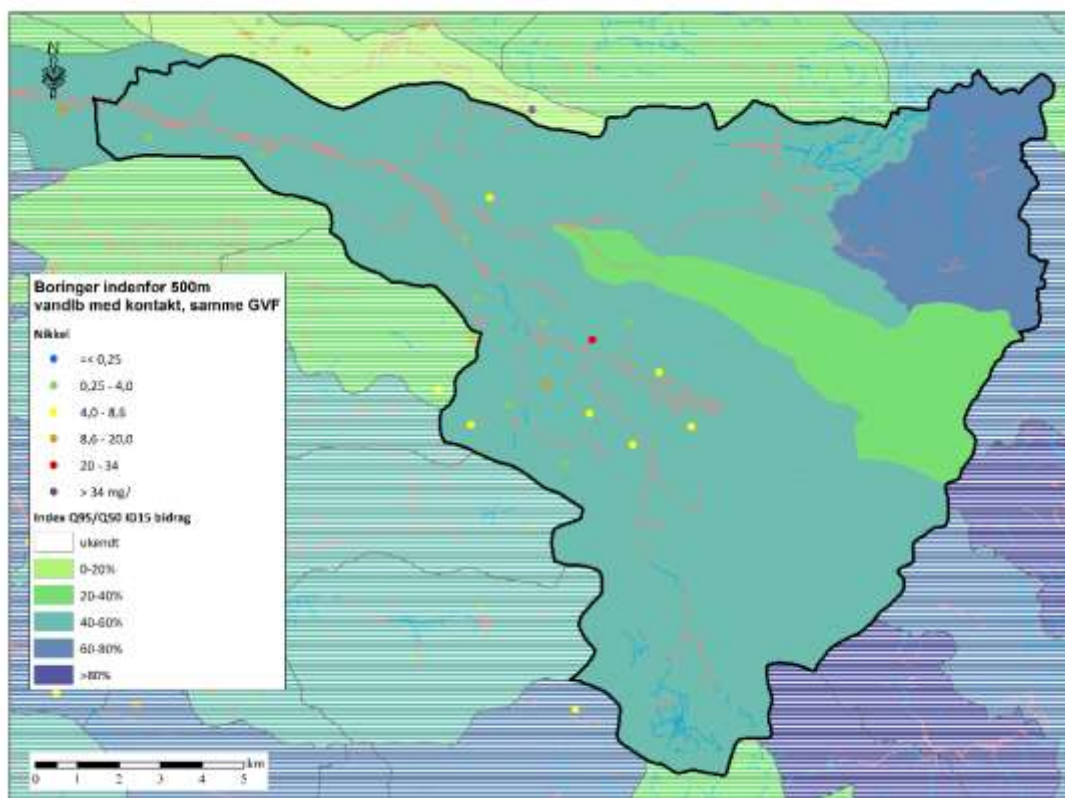


Figur K14: Placering af indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter zink, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Nikkel

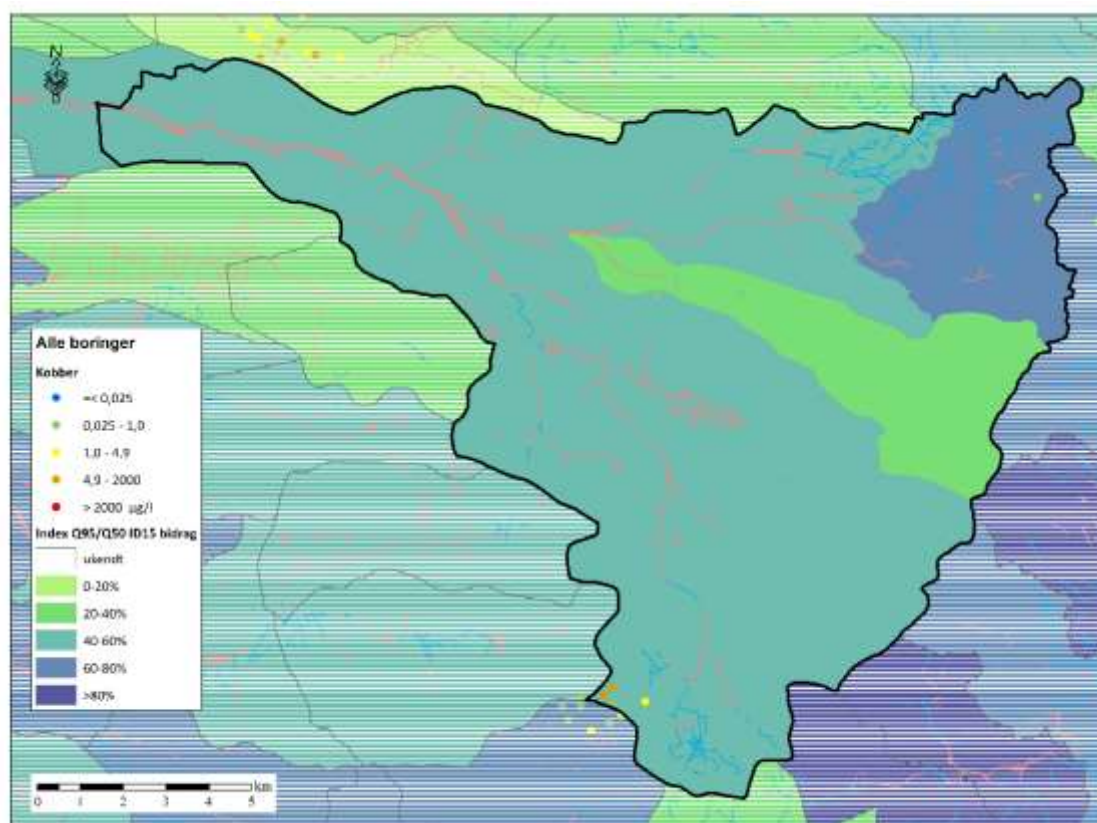


Figur K15: Placering af alle indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter nikkel, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

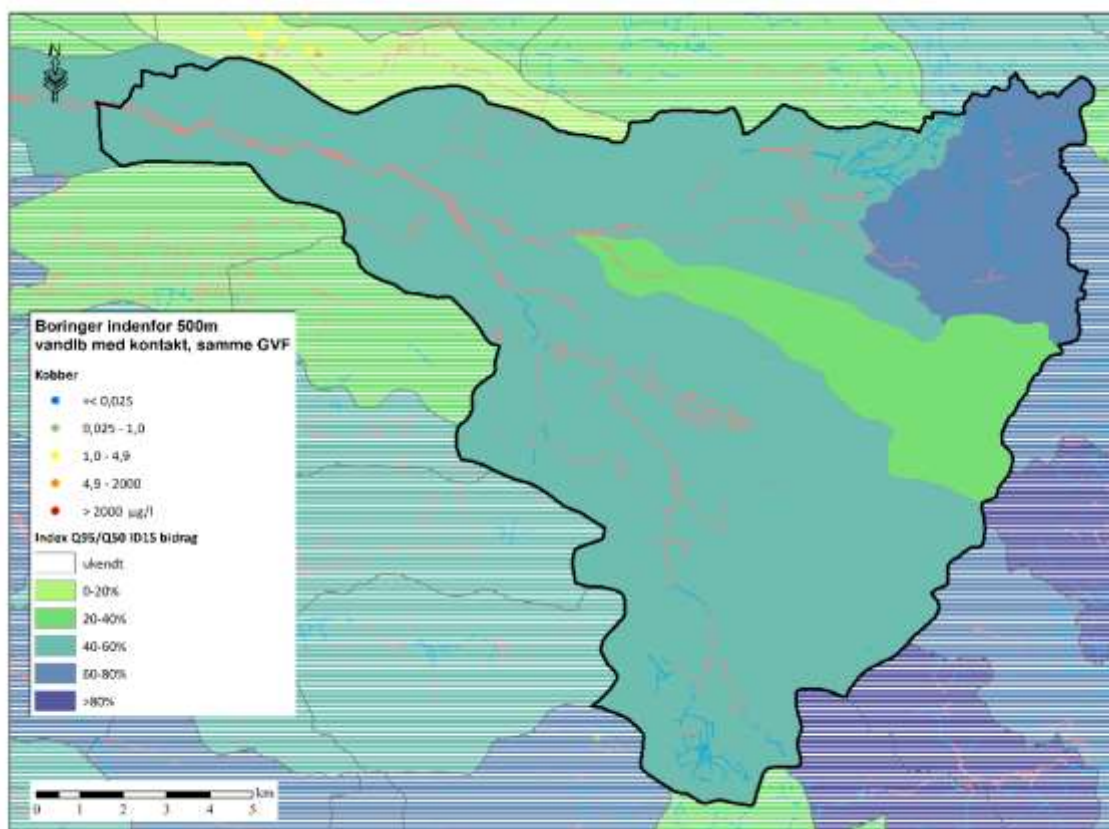


Figur K16: Placering af indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter nikkel, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Kobber

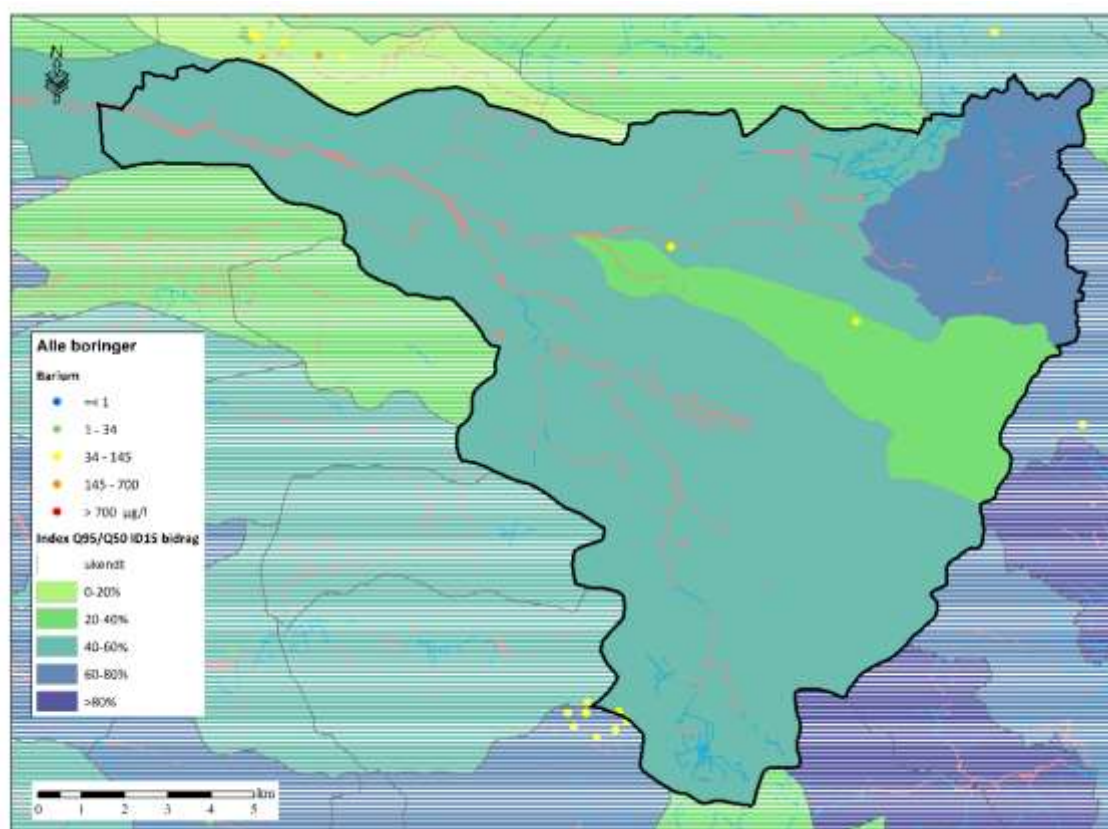


Figur K17: Placering af alle indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter kobber, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

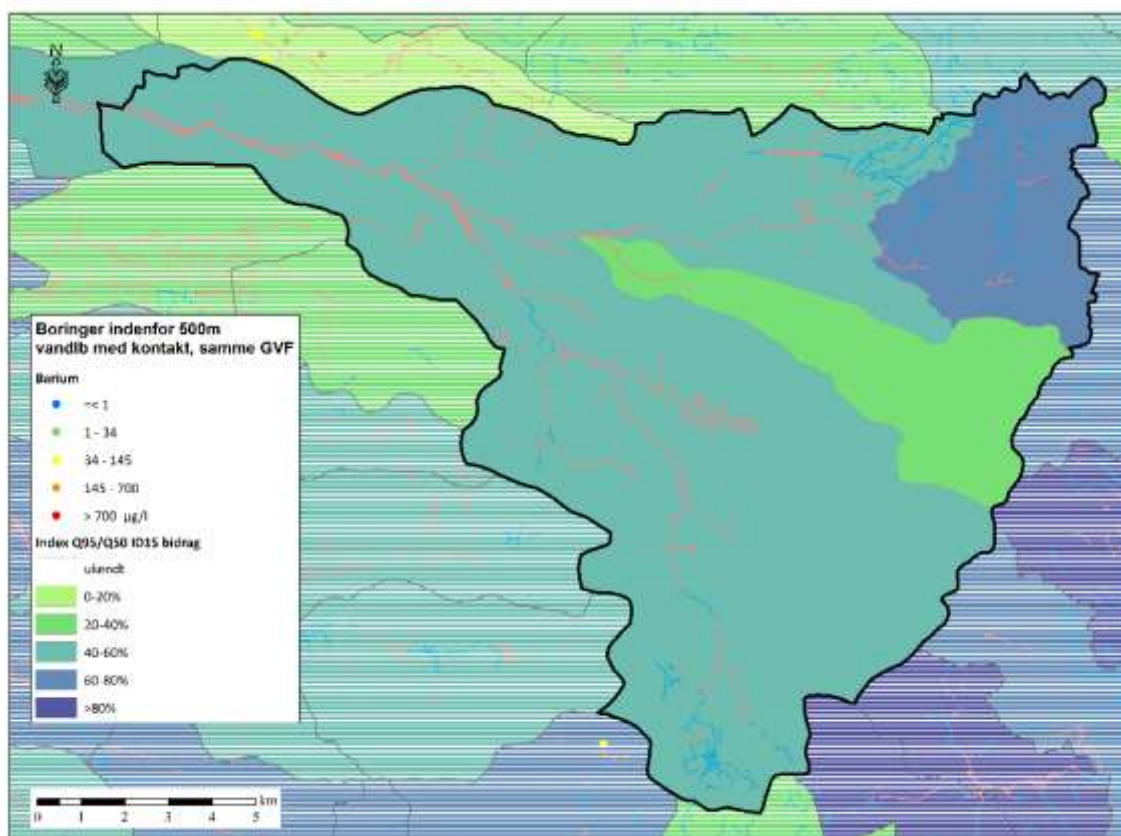


Figur K18: Placering af indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter kobber, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

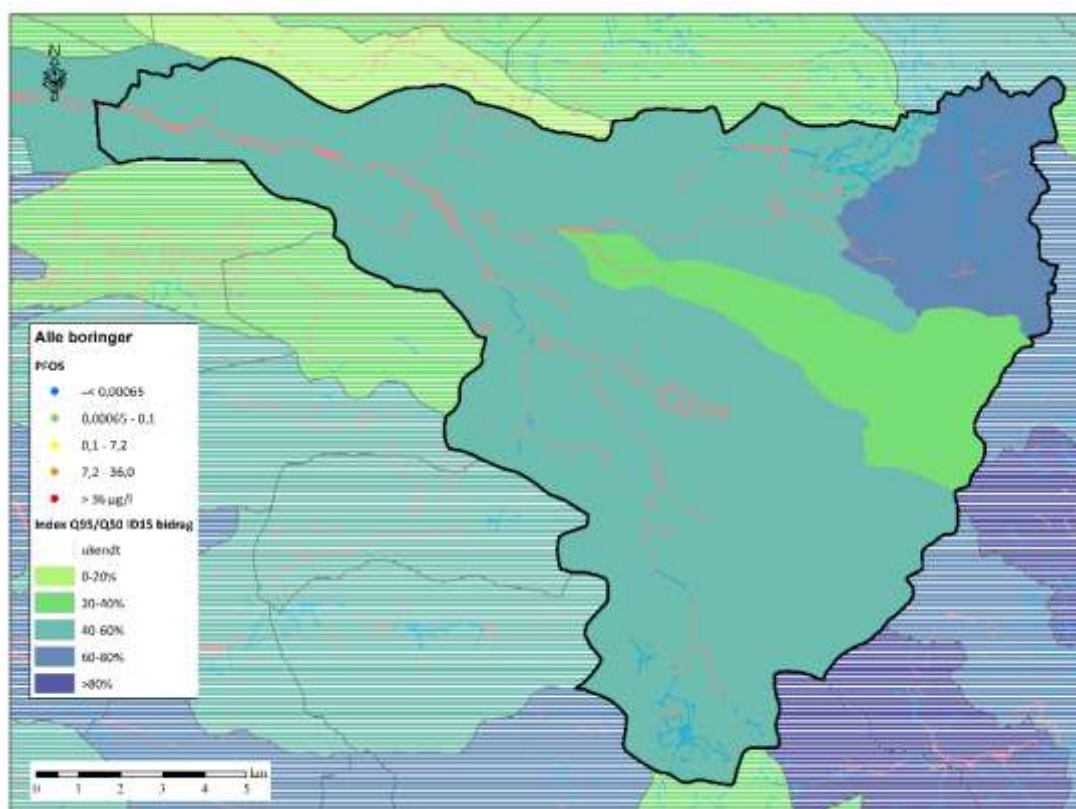
Barium



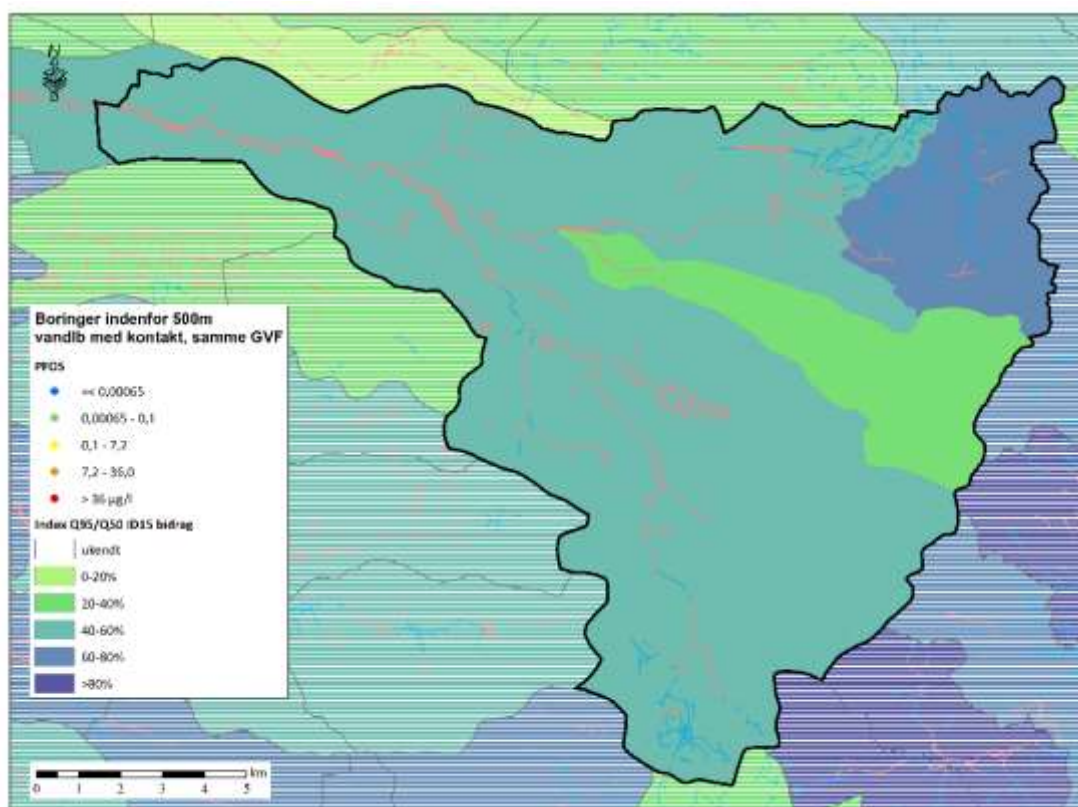
Figur K19: Placering af alle indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter barium, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.



Figur K20: Placering af indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter barium, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.



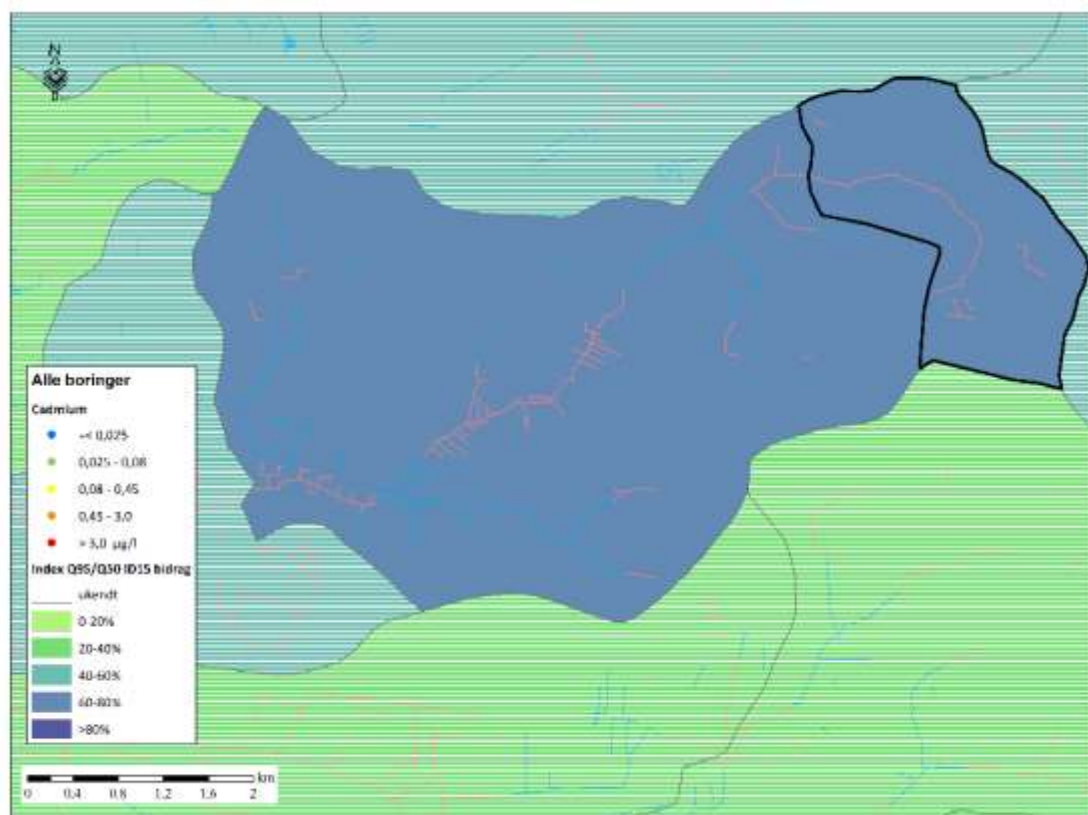
Figur K21: Placering af alle indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter PFOS, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.



Figur K22: Placering af indtag i Grindsted Å oplandet hvor der er målt efter PFOS, og hvor indtagene er placeret i en afstand på 500m eller mindre til en vandløbsstrækning med god kontakt, samt hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

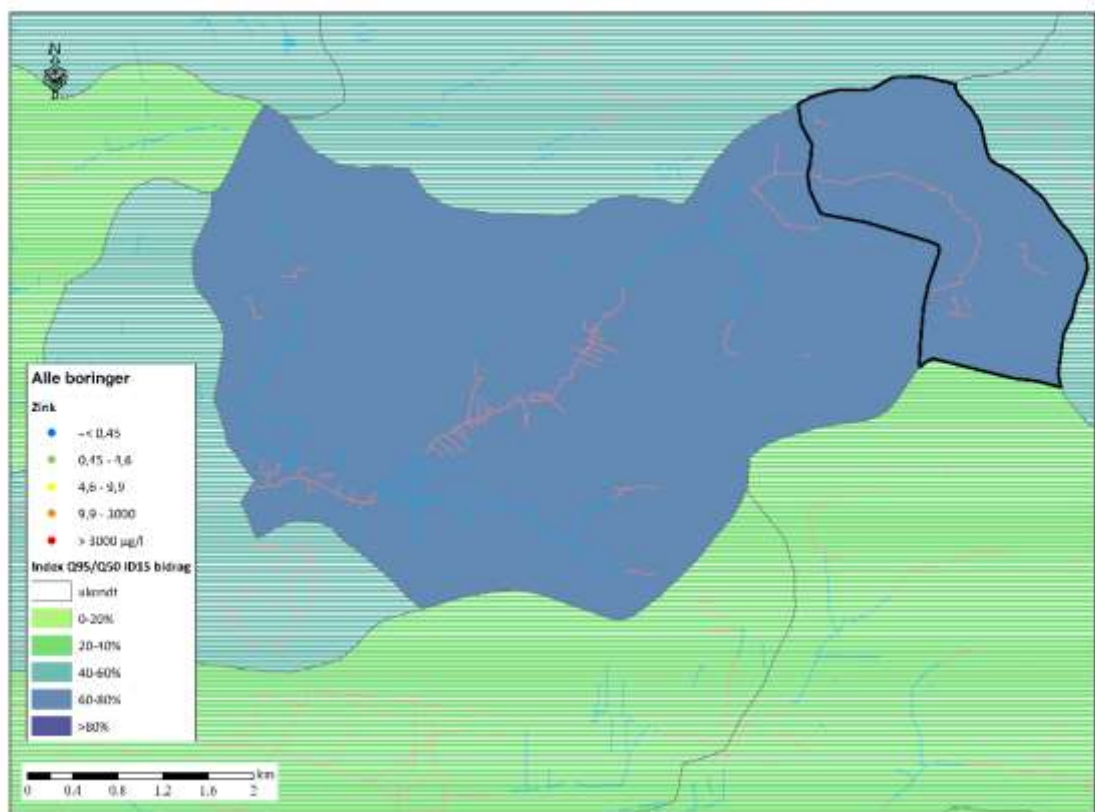
Bilag K3 Smedbæk oplandet

Cadmium



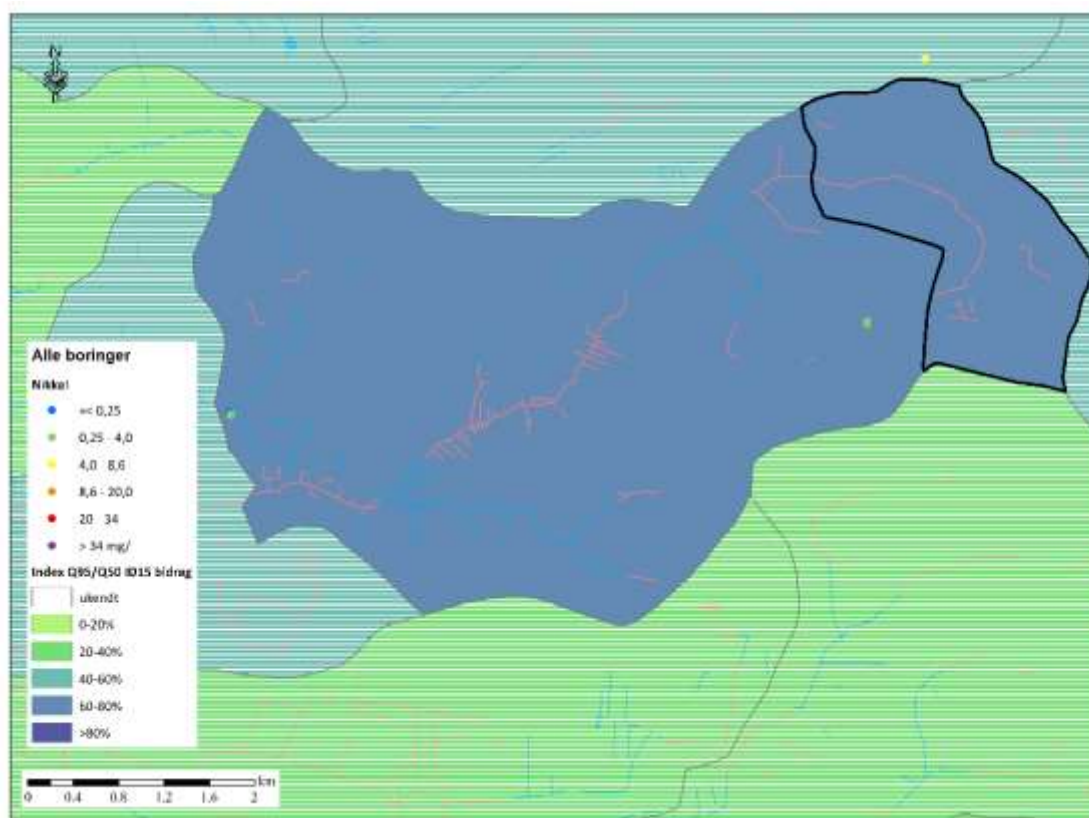
Figur K23: Placering af alle indtag i Smedbæk oplandet hvor der er målt efter cadmium, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Zink



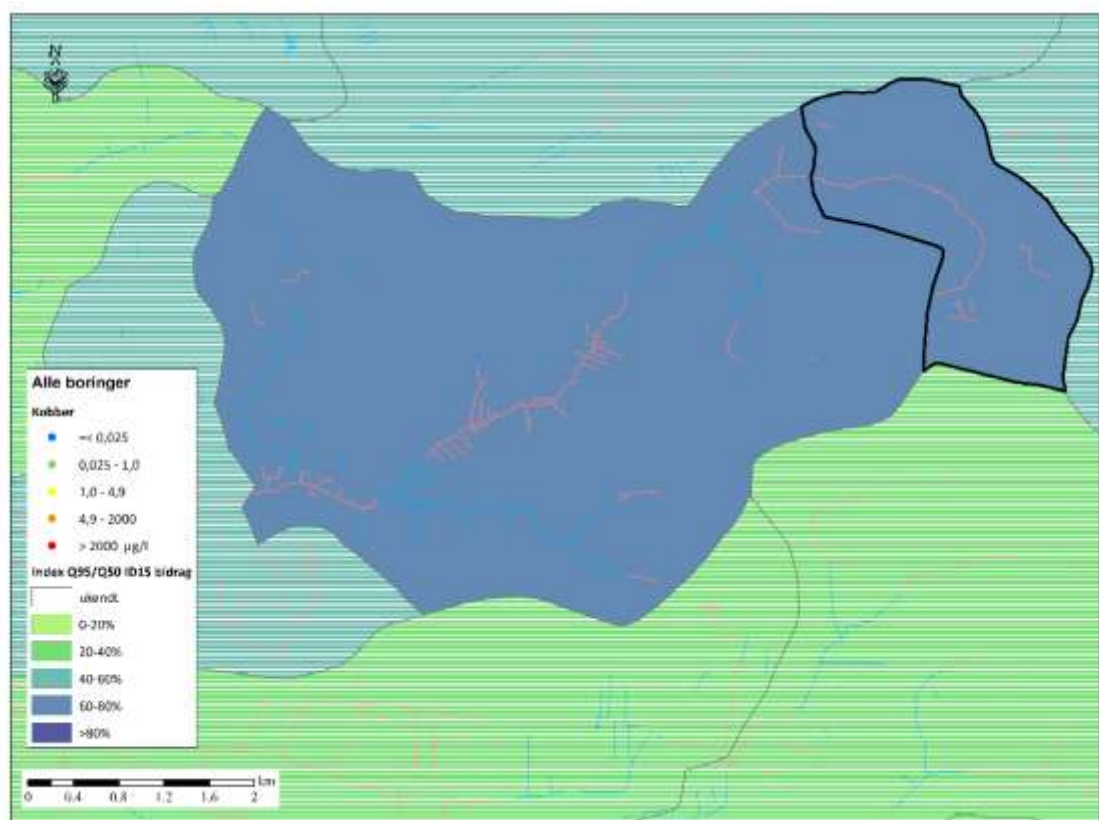
Figur K24: Placering af alle indtag i Smedbæk oplandet hvor der er målt efter zink, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Nikkel



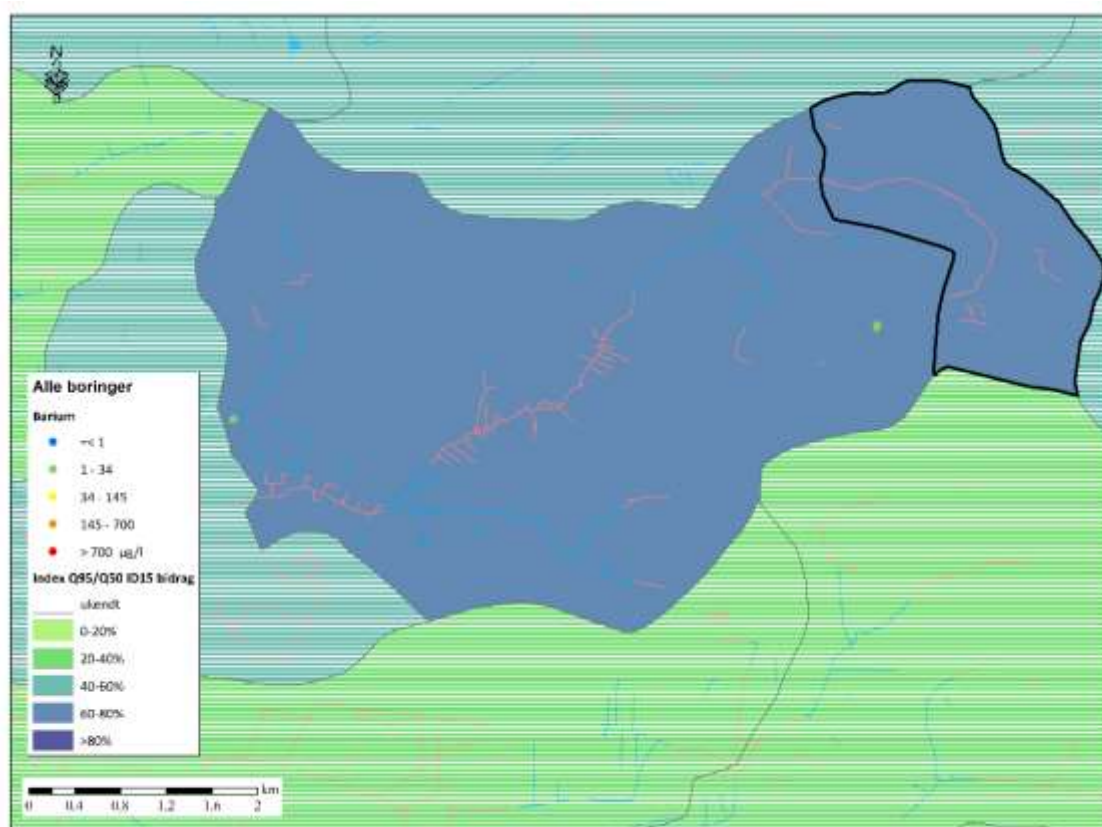
Figur K25: Placering af alle indtag i Smedbæk oplandet hvor der er målt efter nikkel, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Kobber

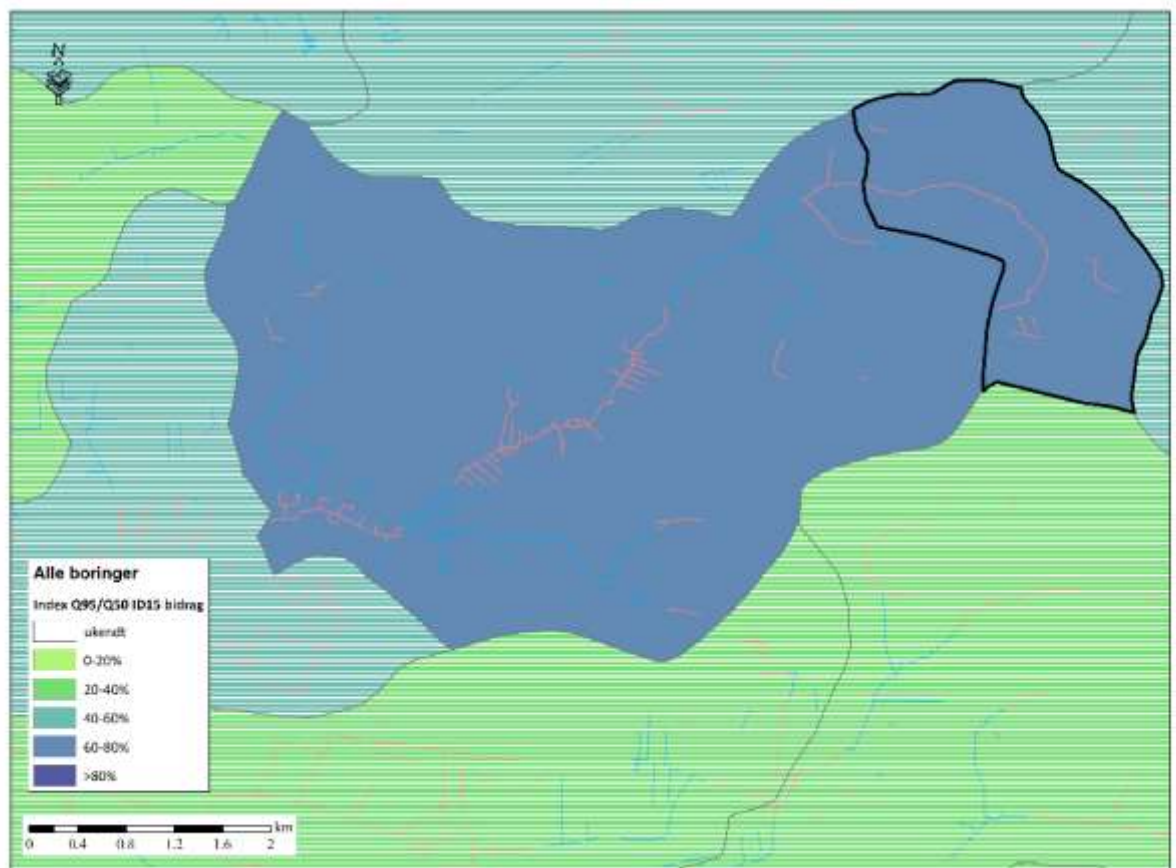


Figur K26: Placering af alle indtag i Smedbæk oplandet hvor der er målt efter kobber, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.

Barium



Figur K27: Placering af alle indtag i Smedbæk oplandet hvor der er målt efter barium, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.



Figur K28: Placering af alle indtag i Smedbæk oplandet hvor der er målt efter PFOS, hvor indtagene er placeret i en grundvandsforekomst som har kontakt til et vandløb i ID15 oplandet, sammenstillet med Index Q95/Q50 pr ID15.