

Opdatering af det nationale redoxkort fra 2006

- til brug for den Nationale Kvælstofmodel 2015

Vibeke Ernsten & Frants von Platen

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND,
KLIMA-, ENERGI- OG BYGNINGSMINISTERIET



GEUS

Opdatering af det nationale redoxkort fra 2006

- til brug for den Nationale Kvælstofmodel 2015

Vibeke Ernsten & Frants von Platen

Sammendrag

1.	Det nationale redox kort, version 2006	4
2.	Ændringer i redox kortet fra version 2006 til 2014	6
2.1	Grid celler	6
2.2	Nye boringer.....	6
2.3	Redox dybder	6
3.	Det nationale redox kort, version 2014	10
4.	Redox dybder - observationer vs ekspertvurderinger	12
5.	Observerede redox dybder inden for en grid celle	14
5.1	Antal boringer pr. grid celle	14
5.2	Redox dybder inden for grid celler.....	14
6.	Referencer	17

Sammendrag

Denne version af det nationale kort over dybden til den øverste redoxgrænse, version 2014, er baseret på det nationale redox kort fra 2006. I 2014 versionen er der foretaget følgende ændringer af redox kortet, version 2006:

- Afgrænsningen af 1 x 1 km grid cellerne på redox kortet, version 2006, er tilpasset afgrænsningen af DK modellens nuværende grid celler.
- Alle 1 x 1 km grid celler er opdelt i fire grid celler, hver på 500 x 500 meter.
- Nye boringsoplysninger fra perioden 2006-2014 om den øvre redox grænse beliggenhed i unge kvartære sedimenter er indarbejdet i redox kortet, version 2014.
- Redox dybden i 500 x 500 meter grid celler med vandløb ifølge DK modellen og ekspertvurderede redox dybde svarende til 0,1- 1 meter på redox kortet, version 2006, er genberegnet og redox dybderne er her erstattet af en værdi beregnet som middelværdien af de omkringliggende otte grid cellers redox dybder.

Redox kortet, version 2014, er suppleret med oplysninger om redox dybder i 1086 boringer og er baseret på 13.085 boringsoplysninger. For lidt mindre end halvdelen (42 %) af disse nye boringer er redox dybde kategorien i overensstemmelse med den ekspertvurderede på redox kortet, version 2006. Den bedste overensstemmelse ses for dybde kategorien 1-5 meter, hvor 57 % af de observerede redox dybder passede overens med de ekspertvurderede redox dybder.

I alt 1560 grid celler på redox kortet indeholder oplysninger om redox grænsens placering i to eller flere boringer. Således indeholder 72 % af disse grid celler oplysninger om redox grænsen i to boringer, 17 % af grid cellerne indeholder oplysninger fra tre boringer og de resterende 11 % grid celler indeholder oplysninger om redox grænsen placering i 4-42 boringer.

I 47 % af grid celler med flere boringsoplysninger var forskellen i redox dybder 0-2 meter, i 37 % af grid cellerne var forskellen i redox dybder 5-10 meter og i de resterende 16 % af grid cellerne var forskellen mellem 10-82 meter.

De mindste interne forskelle i redox dybder forekommer typisk på Sjælland, Lolland, dele af Fyn, omkring Vejle og andre områder tilhørende redox dybde intervallet 1-5 meter. Med stigende dybde til redox grænsen er der en tendens til at også forskellen inden for grid cellen øges, som eksempelvis vest for Århus, i Himmerland og i de marine Littorina aflejringer nord for Limfjorden.

1. Det nationale redox kort, version 2006

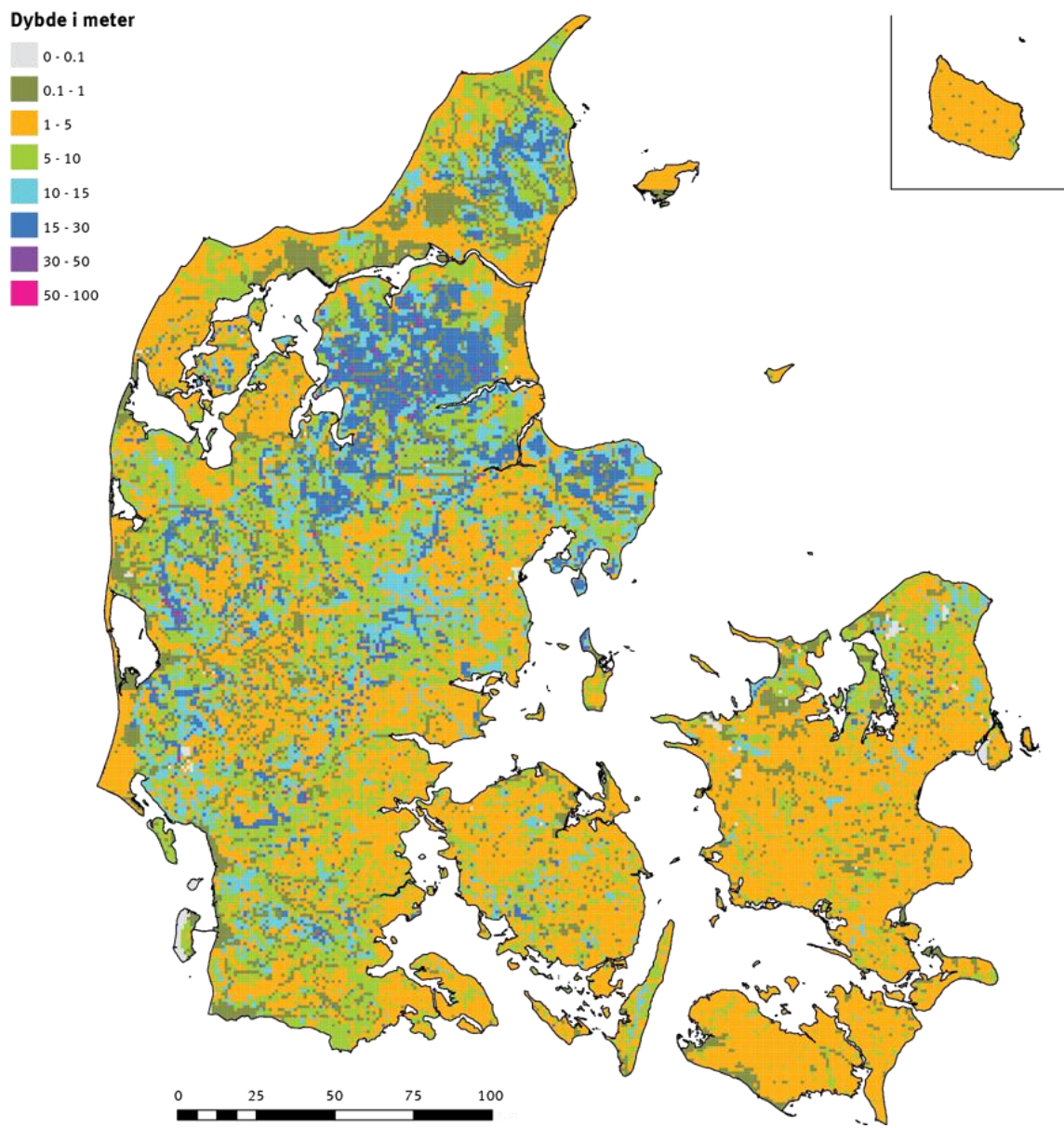
Redoxkort, version 2014, er baseret på det nationale redoxkort fra 2006, der beskriver dybden for den øverste redoxgrænse i unge kvartære sedimenter, figur 1. Datagrundlaget for redoxkortet fra 2006 findes detaljeret beskrevet i Ernstsen et al. (2006) og Ernstsen et al. (2008). Redoxgrænsen, der beskriver overgangen fra oxiderede og reducerede sedimenter er fastlagt ud fra sedimenternes farver (Ernstsen et al., 2001).

Redoxkortet fra 2006 er opdelt i 1 x 1 km grid celler og er baseret på farveoplysninger fra 11.999 borer. Størrelsen og udbredelsen af de enkelte grid celler blev defineret ved DK modellens grid celler. I grid celler med farveoplysninger fra to eller flere borer blev dybden til redoxgrænsen beregnet som en middelværdi.

Grid celler uden boringsoplysninger blev ekspertvurderet og tildelt en redox dybde kategori baseret på oplysninger om en lang række faktorer, inkl. områdets geologiske opbygning, landskabstypen, karakteristiske dybder for redox grænsen i de nærliggende borer, GEUS jordartskort, topografiske forhold og prækvartær-overfladens topografi.

I forbindelse med ekspertvurderingen blev der desuden taget hensyn til mindre forekomster af jordarter, der skønnedes at have en redoxgrænse, der afveg fra den der var karakteristisk for den dominerende jordart inden for grid cellen. Således blev redox kategorien 0-1 m tildelt grid celler på baggrund af GEUS jordartskort.

I 2006 versionen, er dybden til redoxgrænsen inddelt i 7 dybde kategorier: 0,1-1 m, 1-5m, 5-10 m, 10-15 m, 15-30 m, 30-50 m, og 50-100m, figur 1.



Figur 1. Det nationale redox kort, version 2006, med 1 x 1 km grid celler (Ernstsen et al., 2006)

2. Ændringer i redox kortet fra version 2006 til 2014

I forbindelse med udarbejdelsen af redoxkortet, version 2014, er der foretaget 1) ændringer i udbredelsen af grid celler, 2) en opdatering med nye oplysninger om redox dybder fra boringer samt 3) en genberegning af redoxdybden for de 500 x 500 meter grid celler, der i DK modellen indeholder et vandløb og havde en ekspert vurderet redox dybde mellem 0,1-1meter.

2.1 Grid celler

Størrelsen og udbredelsen af de enkelte grid celler i redox kortet fra 2006 blev tilpasset DK modellens grid celler. Til brug for redox kortet, version 2014, er udbredelsen af grid cellerne justeret og tilpasset udbredelsen af DK modellens nuværende grid celler. Grid cellerne fik tildelt den redox dybde kategori, der efter tilpasningen var den dominerende for grid cellen. Herefter blev redox kortets oprindelige grid celler på 1 x 1 km opdelt i fire grid celler, hver på 500 x 500 meter, svarende til den nuværende version af DK modellen.

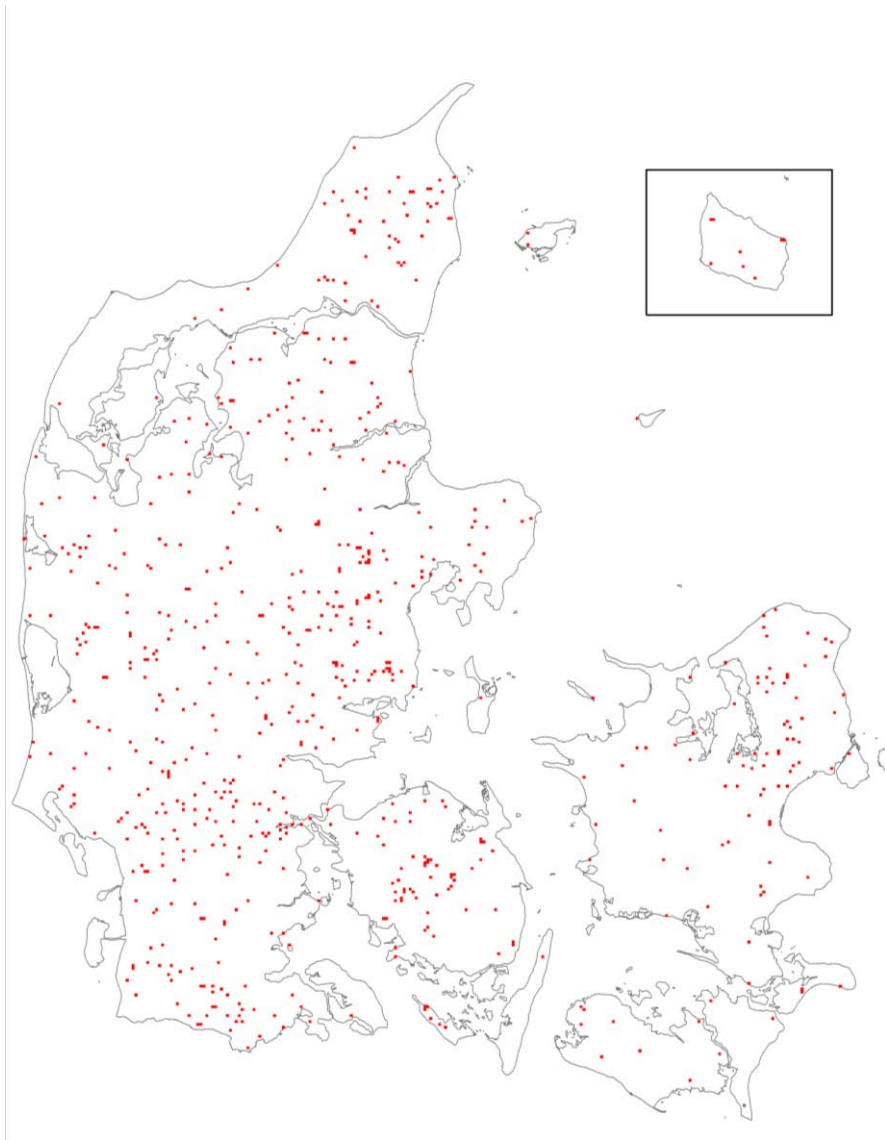
2.2 Nye boringer

I perioden 2006 til 2014 er der gennemført 1086 boringer der har redox grænsen beliggende i unge kvartære sedimenter. Boringsoplysninger er indarbejdet i redox kortet, version 2014, efter opdelingen i 500 x 500 meter grid celler. Redox kortet, version 2014, er baseret på oplysninger om redox grænsen i 13.085 boringer.

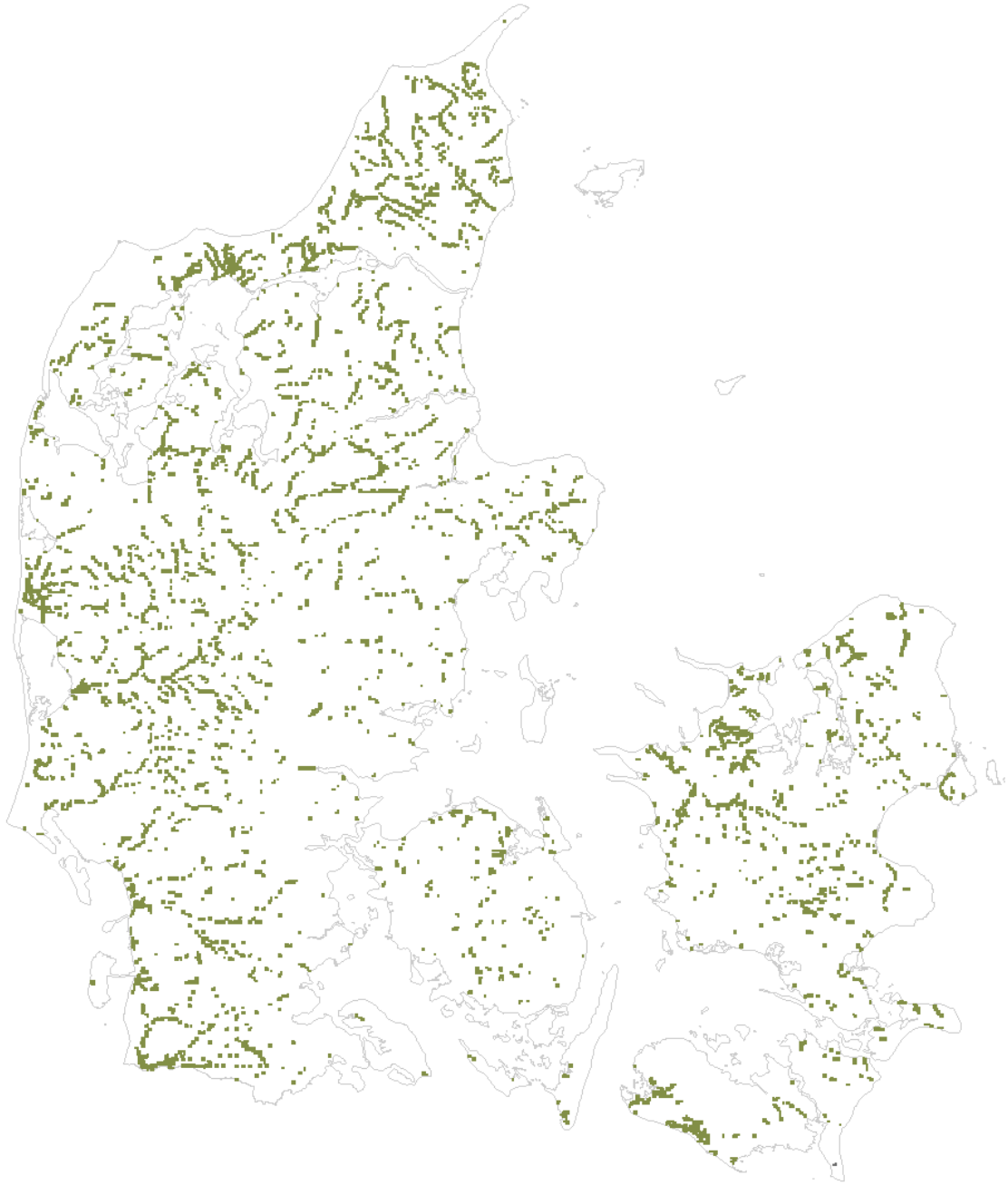
2.3 Redox dybder

De ekspertvurderede redox dybder er tilpasset efter farveoplysningerne i de 1086 boringer. For grid celler med flere boringsoplysninger er redox dybden beregnet som en middelværdi. De nye boringsoplysninger har resulteret i at den ekspertvurderede redox dybde er erstattet med boringsoplysninger i 672 grid celler, figur 2.

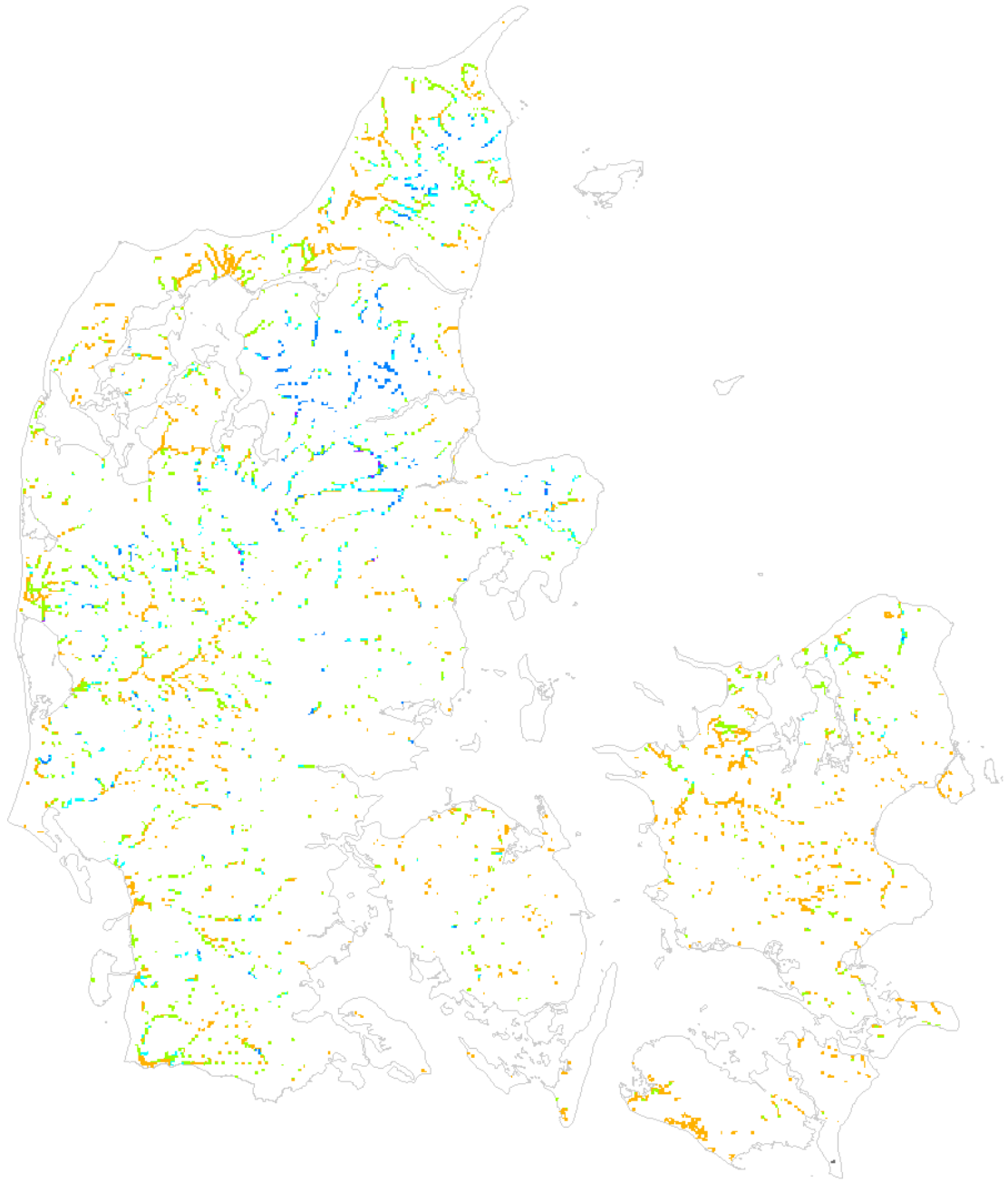
Desuden er de ekspertvurderede redox dybder i kategorien 0,1-1 meter justeret i de 500 x 500 meter grid celler der ifølge DK modellen indeholder et vandløb, figur 3. Dybden til redoxgrænsen i disse grid celler er beregnet som en middelværdi af de otte omkringliggende grid celler, figur 4.



Figur 2. Den røde farve viser 500 x 500 meter grid celler hvor ekspertvurderingen af redox dybden er blevet erstattet med oplysninger fra borer, der er etableret i perioden 2006-2014.



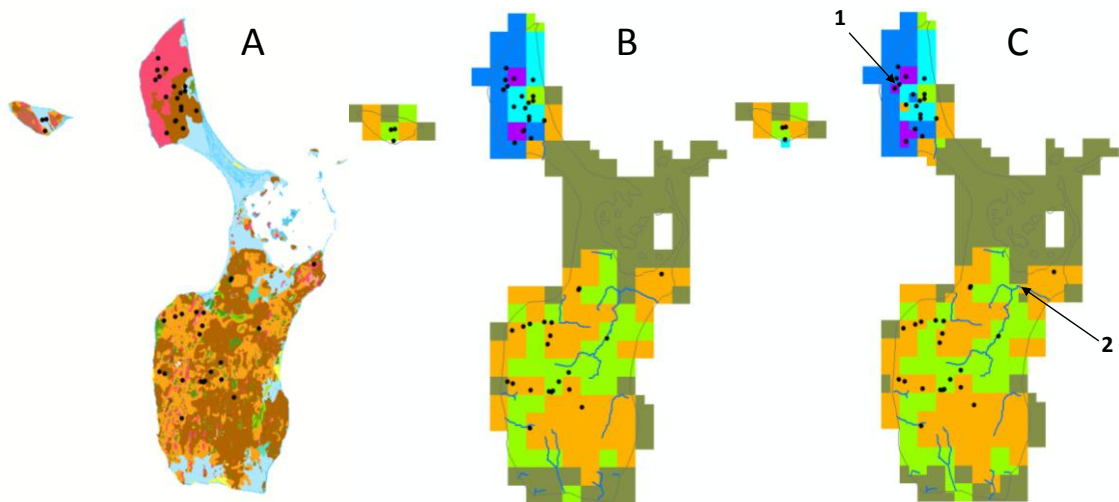
Figur 3. Den olivengrønne farve viser 500 x 500 meter grid celler hvor redoxgrænsen er ekspertvurderet til at ligge indenfor den øverste meter og som indeholder et vandløb i DK modellen.



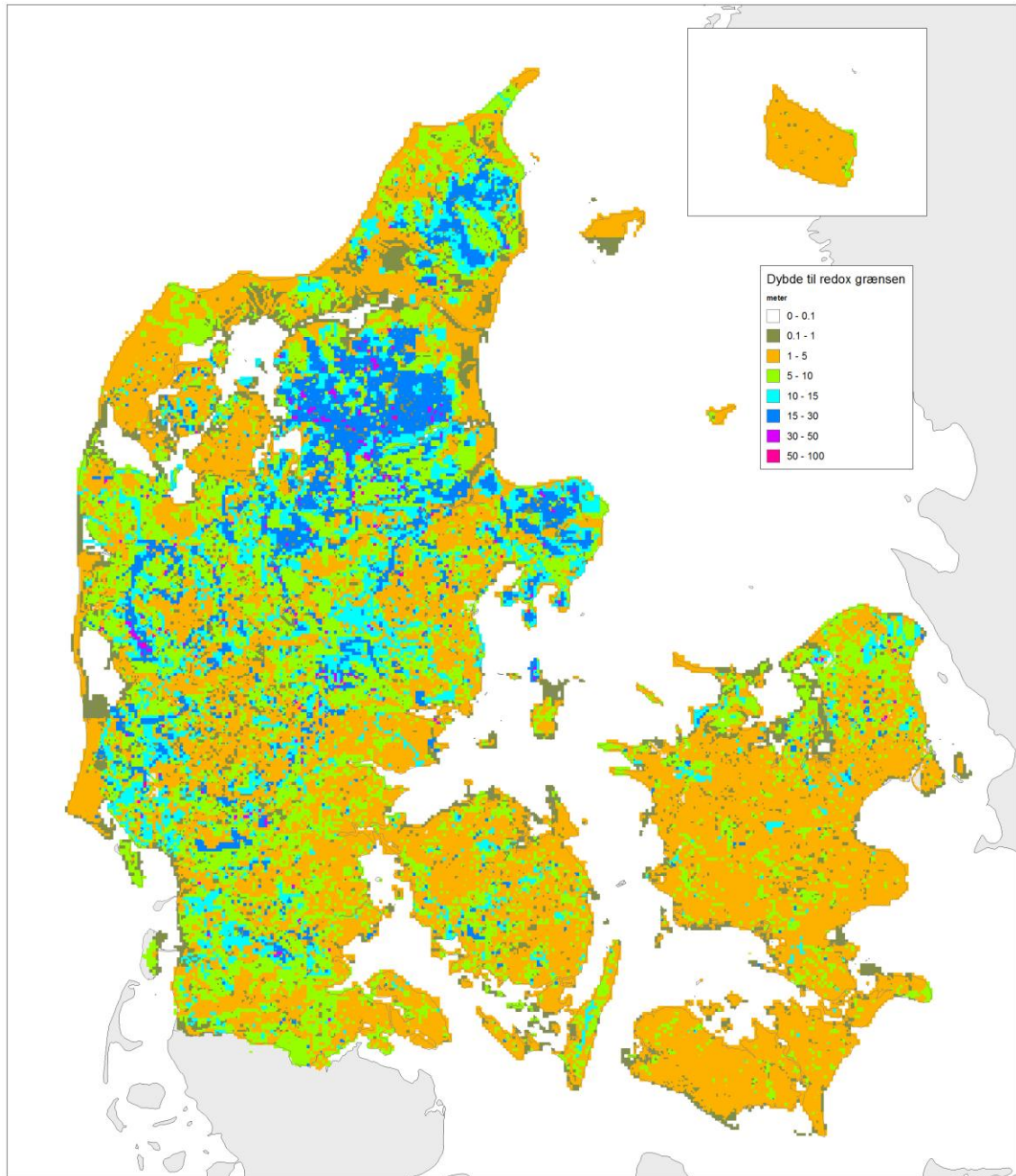
Figur 4. De olivengrønne 500 x 500 meter grid celler i figur 3 efter en genberegning af dybden til redox grænsen baseret på middelværdien for dybden til redox grænsen i de otte omkringliggende grid celler. For legende, se figur 1 eller 6.

3. Det nationale redox kort, version 2014

Et eksempel på hvorledes ændringerne og opdateringer af redox kortet, fra version 2006 til version 2014, lokalt har påvirket redox forholdene er vist ved et eksempel fra Samsø og Tunø i figur 5. Det nationale redox kort i den seneste version fra 2014 fremgår af figur 6.



Figur 5. Samsø og Tunø med A: GEUS's jordartskort, B: redoxkortet, version 2006, med 1 x 1 km grid celler, og C: redoxkortet, version 2014, med 500 x 500 meter grid celler. Boringerne, der indgår i redox kortet, version 2014, er vist med sorte prikker. Som markeret på figur C har nye borningsoplysninger (pil 1) resulteret i ændringer og større kompleksitet i redox kortet og genberegningen af redox dybden for ekspert vurderede olivengrønne grid celler (0,1-1 m) med vandløb (pil 2) ligeledes har medført ændringer i redox dybden, mens de ekspertvurderede olivengrønne områder (0,1-1 meter) ved Mårup skov, Nordby hede og rundt om Stavns fjord med havaflejringer fremstår uændrede.



Figur 6. Det nationale redoxkort, version 2014, med 500 x 500 m grid celler.

4. Redox dybder - observationer vs ekspertvurderinger

De nye boringsoplysninger om dybden til redox grænsen er sammenholdt med de ekspertvurderede redox dybder fra redox kortet, version 2006, tabel 1. Resultaterne viser store forskelle indenfor de forskellige redox kategorier.

En overvejende del af de nye boringer (71 %) har redox grænsen beliggende i 1 til 10 meter under terræn. Således har 44 % af boringerne redox grænsen beliggende mellem 1 og 5 meter og 27 % har redoxgrænsen beliggende i 5-10 meter.

Lidt mindre end halvdelen (42 %) af de nye boringer har en redox grænse der ligger indenfor den ekspertvurderede kategori på redox kortet, version 2006, tabel 1. Overensstemmelse mellem den ekspertvurderede redox dybde, version 2006, og redox dybderne i de nye boringer er størst (57 % og 276 boringer) for redox kategorien 1-5 m og aftagende for kategorien 5-10 m (35 %, N = 102 boringer), kategorien 15-30 m (35 %, n = 37 boringer), kategorien 10-15 m (25 %, n = 29 boringer) og kategorien 0,1-1 m (15 %, n= 11 boringer). For de resterende 13 boringer indenfor kategorierne 30-50 m og 50-100 m var der ikke noget overensstemmelse mellem de ekspertvurderede og de observerede redox dybde kategorier.

I de grid celler hvor ekspertvurderingen fra 2006 var forskellig fra redox dybden baseret på boringsoplysninger lå den ekspertvurderede redox grænse ofte dybere end redox grænsen, der blev bestemt ved sedimentfarverne i boringerne, tabel 1. Dette gælder dog ikke for dybde kategorien 1-5 meter, hvor den ekspertvurderede redox grænse lå tættere på overfladen end beskrevet i boringerne.

Table 1. Dybden til redox grænsen i nye boringer sammenlignet med den ekspertvurderede dybde kategori på redox kortet, version 2006. Tabellen viser hvor mange boringer (antal og % af alle) der findes inden for eller uden for hver enkelt dybde kategori. Et sammenfald i den ekspert vurderede og de i boringerne observeret redox kategori er markeret med fed skrift.

Redoxgrænse 2006 kategori (m)	Redoxgrænse 2014 kategori (m)	Boringer (antal)	Boringer (% alle i kategorien)
0-1	0.1-1	11	15
	>1.0	64	85
<i>i alt</i>		75	7
1-5	<1	20	4
	1-5	276	57
	>5	185	38
<i>i alt</i>		481	44
5-10	<5	114	39
	5-10	102	35
	>10	78	27
<i>i alt</i>		294	27
10-15	<10	60	51
	10-15	29	25
	>15	28	24
<i>i alt</i>		117	11
15-30	<15	60	57
	15-30	37	35
	>30	9	8
<i>i alt</i>		106	10
30-50	<30	9	75
	30-50	0	0
	>50	3	25
<i>i alt</i>		12	1
50-100	<50	1	100
	50-100	0	0
	>100	0	0
<i>i alt</i>		1	0,1
alle boringer		1086	100

5. Observerede redox dybder inden for en grid celle

5.1 Antal boringer pr. grid celle

I alt 1560 grid celler på redox kortet, version 2014, indeholder oplysninger om udbredelsen af redox grænsen i mere end to boringer, tabel 2. Det drejer sig om i alt 4048 boringer, der er fordelt med to, tre, fire, fem eller 6-42 boringer i henholdsvis 72 %, 17 %, 5 %, 3 % og 4 % af de 1560 grid celler.

Tabel 2. Antallet af 500 x 500 meter grid celler på redox kortet, version 2014, med flere boringsoplysninger om dybden til redox grænsen.

Boringer pr. grid celle (antal)	Grid celler (antal)	Andel af alle boringer (%)
2	1129	72
3	261	17
4	80	5
5	40	3
6	12	1
7	14	1
8	11	1
10-42	13	1
<i>I alt</i>	<i>1560</i>	<i>100</i>

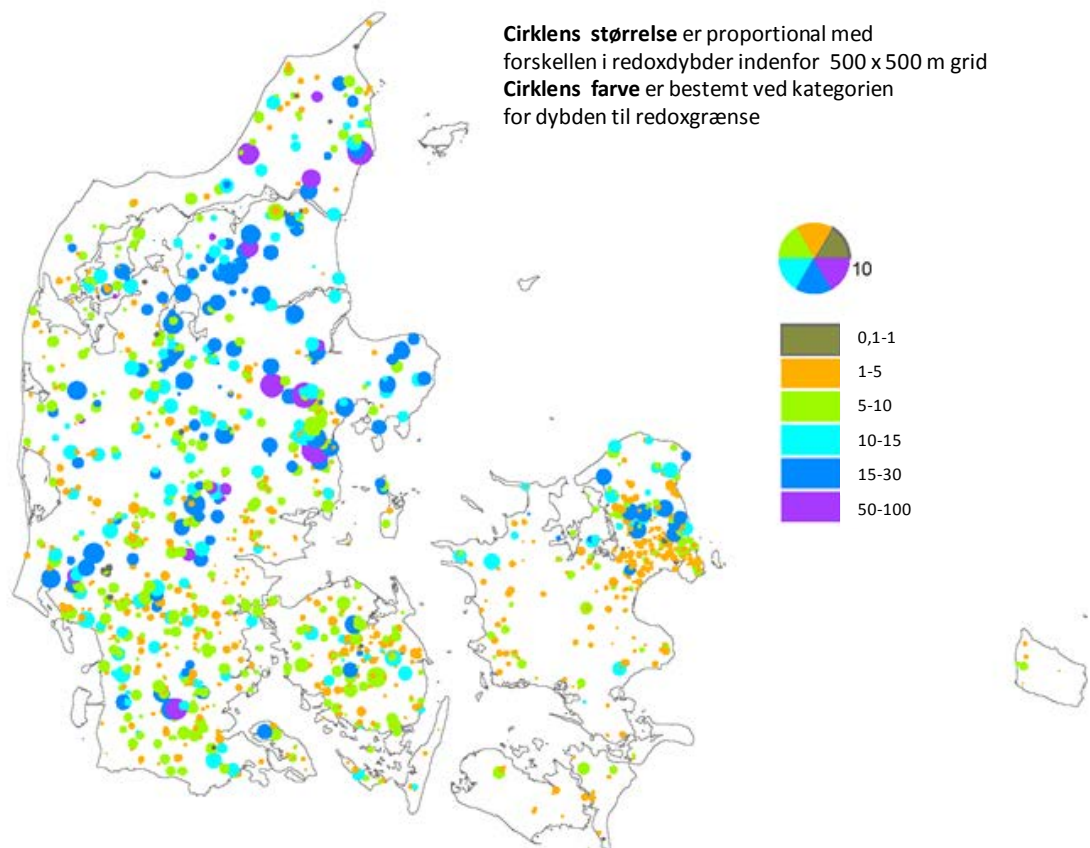
5.2 Redox dybder inden for grid celler

Forskellen i dybden til redox grænsen i grid celler med mere end to observationer fremgår af tabel 3. I 47 % af grid cellerne er forskellen i redox dybden mindre end to meter og i 25 % af grid cellerne er forskellen mellem 10 og 20 meter. Kun i 5 % af grid cellerne er forskellen mindre end 1 meter eller mellem 20 og 82 meter.

Tabel 3. Forskel i redox dybder i 500 x 500 km grid celler med mere end to observationer.

Forskel i redox dybde i grid celle (m)	Grid celler > 2 boringer	
	(antal)	(%)
0	79	5
1	367	24
2	276	18
5	363	23
10	226	14
20	165	11
20-82	84	5
<i>I alt</i>	<i>1560</i>	<i>100</i>

Den geografiske fordeling af grid celler med flere oplysninger om redox grænsen fremgår af figur 7. De mindste interne forskelle i redox dybder forekommer typisk på Sjælland, Lolland, dele af Fyn, omkring Vejle og andre områder tilhørende redox dybde intervallet 1-5 meter. Med stigende dybde til redox grænsen er der en tendens til at også forskellen inden for grid cellen øges, som eksempelvis vest for Århus, i Himmerland og i de marine Littorina aflejringer nord for Limfjorden.



Figur 7. Forskellen i dybden til redox grænsen i grid celler med mere end to observationer. Farven af cirklen beskriver redox dybde kategorien og størrelsen af cirklen er proportional med forskellen mellem redox dybder inden for grid cellen.

6. Referencer

- Ernstsen, V., Henriksen, H.J. and von Platen, F. 2001. Principper for beregning af nitratreduktion i jordlagene under rodzonen. Miljøstyrelsen. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 24.
- Ernstsen, V. Højbjerg, A.L., Jakobsen, P.R., von Platen, F., Tougaard, L., Hansen, J.R., Blicher-Mathiasen, G., Bøgestrand, J. og Børgesen, C.D. 2006. Beregning af nitratreduktionsfaktorer fra zonen mellem rodzonen og frem til vandløbet. Data og metode for 1. Generationskortet. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Rapport nr. 93.
- Ernstsen, V., Jakobsen, P.R., von Platen, F. 2008. Nitratreduktionsklasser for kystnære arealer ("hvide områder") – data og metode. Supplement til GEUS rapport 2006/93. De nationale geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. Rapport nr. 30.