

Lav- og mellem radioaktivt affald fra Risø, Danmark Omegnsstudier. Rapport nr. 3

Område Kertinge Mark,
Kerteminde Kommune

Peter Gravesen, Bertel Nilsson, Merete Binderup,
Tine Larsen & Stig A. Schack Pedersen

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




GEUS

Lav- og mellem radioaktivt affald fra Risø, Danmark

Omegnsstudier. Rapport nr. 3

Område Kertinge Mark,
Kerteminde Kommune

Peter Gravesen, Bertel Nilsson, Merete Binderup,
Tine Larsen & Stig A. Schack Pedersen

Indhold

0.	Resume	3
1.	Indledning	5
2.	Områdets beliggenhed	6
3.	Terræn	7
4.	Boringer	8
4.1	Nye boringer	8
5.	Geologi	10
5.1	Aflejringer og jordarter	10
5.2	Mineralogi og geokemi	15
5.3	Strukturelle forhold	15
5.4	Geologisk model	18
5.5	Konklusion	19
6.	Seismisk aktivitet og jordskælv	20
6.1	Metoder og anvendte begreber	20
6.2	De instrumentelt registrerede rystelser	21
6.3	Instrumentelt bestemte epicentre 1930 -2012 på og omkring Fyn	22
6.4	Præ-instrumentelle rystelser på og omkring Fyn	22
6.5	Diskussion	23
6.6	Konklusion	23
7.	Grundvand og drikkevand	24
7.1	Generelle forhold	24
7.2	Drikkevandsområder	24
7.3	Lokale forhold	26
7.4	Konklusion	29
8.	Klima og klimaændringer	30
8.1	Temperatur og nedbør, storme og ekstreme	30
8.2	Havniveauændringer	30
8.3	Ekstreme hændelser	31
9.	Arealplanlægning og bindinger	32
9.1	Bindinger	33
9.2	Natur, landskab og fredninger	34
9.3	Historiske mindesmærker og fredninger	35
9.4	Vandforsyning	37

9.5	Råstofplanlægning	38
10.	Afsluttende bemærkninger	39
11.	Litteratur	40
11.1	GEUS rapporter fra projektet.....	40
11.2	Andre publikationer fra projektet	40
11.3	Anvendt litteratur	41
12.	Bilag	47
12.1	Bilag A	48
12.2	Bilag B	59
12.3	Bilag C	67
12.4	Bilag D	68

0. Resume

Områdestudierne peger på følgende hovedresultater for Kertinge Mark-området:

Terræn

Midt på halvøen findes en central N-S- orienteret bakke, som når op til mellem 15 og 20 meters højde over havet. Toppen af bakken har karakter af et plateau, og herfra skråner terrænet svagt ud mod periferien, og mod sydøst og syd når terrænet en højde af 5 meter over havniveau.

Geologi

Inden for området findes der en til to ældre palæogene enheder af finkornet ler, som er udbredt i hele området og muligvis mere end 75 m tykke. De palæogene leraflejringer er overlejret af op til 40 m tykke yngre kvartære morænelersaflejringer. Det tyder på, at de palæogene lerenheder er uforstyrrede, men glacial erosion og deformation af istidens gletsjere har kun påvirket den allerøverste del af leraflejringerne. Moræneler indeholder erfaringsmæssigt sprækker og sandlinser.

De palæogene lerenhedernes egenskaber tyder på gode muligheder for at tilbageholde eventuelt udsivende radioaktivt materiale fra et depot.

Seismisk aktivitet og jordskælv

Seismisiteten på Fyn er meget lav. De få rystelser der er instrumentelt registreret på og nær Fyn er meget små. Nogle af dem kan være Forsvarets sprængning af gamle miner. De historiske kilder peger ikke på nogen jordskælvsaktivitet på Fyn.

Grundvand

Inden for området er der ingen større grundvandsmagasiner, men overfladenær indvinding fra brønde i moræneler i overfladenære grundvandsmagasiner samt i få borer. Lige umiddelbart sydøst for området findes et Område med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD område) med et begrænset, sårbart grundvandsmagasin i smeltevandssand og -grus, som antagelig er delt op i flere mindre magasiner. Det anvendes til forsyning af Ker-teminde by.

Drikkevand og vandforsyning

Området er klassificeret som et Område med Drikkevandsinteresser (OD område), til trods for der ingen mulighed er for større indvinding. OSD området mod sydvest omfatter grundvandsmagasinet til Kerteminde Vandværk, som er forholdsvis tyndt og begrænset. Vandforsyningen forsyner ca. 7700 husstande, men har ikke tilstrækkelig stor nødforsyning, hvis magasinerne bliver forurenet. Der er ca. 20-25 ejendomme med egen indvinding. Magasinet er sårbart over for indtrængning af saltholdigt vand

Klimaændringer og havstigninger

Fremtidige klimaændringer og havstigninger vil kun have begrænset påvirkning på området.

Bebyggelse, vejnet og lokal/kommuneplaner

Inden for området er der en lidt større bebyggelse ved Kertinge-Kølstrup, men resten af området har spredt bebyggelse. Vejnettet består af mindre, men velholdte, veje. Nærmeste større bebyggelser er Kerteminde og Munkebo, som ligger henholdsvis ca. 2,3 km og ca. 2,6 km fra området. Der er lokal/kommuneplaner for mindre områder.

Naturforvaltning og fredninger

Der er beskyttelse af få mindre arealer.

Fortidsminder og fredninger

Der er 42 registrerede fortidsminder og heraf et fredet. Museet med Ladbyskibet ligger i den nordlige del af området. Der er en del beskyttede sten- og jorddiger.

Andre forhold

Området er et landbrugsområde. Der er ingen råstofinteresser.

1. Indledning

Denne rapport er udarbejdet i forbindelse med Folketingets og Sundhedsministerens opgave med at finde en egnet lokalitet til at slutdeponere det radioaktive affald fra Forsøgsstation Risø.

Et resultat af de forudgående Forstudier var, at 6 områder blev valgt til videre vurdering under de efterfølgende Omegnsstudier. Omegnsstudierne omfatter indsamling og sammenstilling af informationer om geologi, arealanvendelse, natur, naturforvaltning, fredning, arkæologi og indvinding af drikkevand m.m. De 5 kommuner, hvor de 6 områder er beliggende er blevet besøgt, og et samarbejde om de tekniske forhold er blevet etableret for få belyst de lokale forhold så godt som muligt.

Rapporten beskriver resultaterne af de Omegnsstudier, som er foretaget i Kertinge Markområdet i Kerteminde Kommune på Nordøstfyn. For at underbygge den geologiske model er der i Kertinge Mark-området blevet udført 2 borer inden for området. Den seismiske aktivitet og dens relationer til jordskælv er desuden blevet vurderet.

Resultater fra Omegnsstudierne vil blive sammenholdt med resultaterne fra Forstudierne og de samlede resultater vil blive lagt op til Ministeren for Sundhed og Forebyggelse til videre politisk behandling, da det er hensigten, at de 6 områder skal reduceres til 2–3 områder til yderligere undersøgelser.

Naturstyrelsen har kortlagt og beskrevet arealbindingerne, og Kerteminde Kommune har bidraget med de lokale oplysninger, som kan findes i notatet i denne rapport som bilag A. Notatet indeholder også kommunens synspunkter angående lokalisering af et slutdepot i området og kommunens fremtidige udvikling, som ikke findes i hovedteksten. GEUS har stået for borer og tolkning af de nye oplysninger, vurdering af grundvands- og drikkevandsforhold, jordskælvsvurdering, kontakt til kommunen samt sammenskrevet rapporten.

Beskrivelse af den indledende geologiske kortlægning kan ses i GEUS rapport no. 7 (2011), i DD,GEUS & SIS (2011) og i Gravesen med flere (2011 a, b, c), transportstudier i SIS (2011) og depotkoncepter og risikovurderinger i DD (2011).

2. Områdets beliggenhed

Området er beliggende på det nordøstlige Fyn. Halvøen Kertinge Mark er mod vest, nord og nordøst omgrænset af Kerteminde Fjord og Kertinge Nor med byerne Kerteminde mod nordøst og Munkebo mod nordvest (Fig. 1).

Områdets størrelse er ca. 7 km². Området er valgt større end det behov for areal, der er brug for til et slutdepot (anslået størrelse 150 m x 150 m), og langt størstedelen af området skal således ikke anvendes. Det vil derfor være muligt at vælge en lokalisering inden for området, som er optimal i forhold til de krav, der vil blive stillet til den endelige udpejning.



A.



B.

Fig. 1.

A. Områdets beliggenhed på Nordøstfyn.
B. Kertinge Mark halvøen syd for Munkebo og vest for Kerteminde.

3. Terræn

Midt på halvøen findes en central N–S-orienteret bakke, som når op til mellem 15 og 20 meters højde over havet. Toppen af bakken har karakter af et plateau, og herfra skråner terrænet svagt ud mod periferien, og mod sydøst og syd når terrænet en højde af 5 meter over havniveau. (Fig. 1 og 2).

Der er ingen klinger langs kysten, hvor der er lav bølgeenergi, og kystudviklingen foregår langsomt.

Der er ingen søer eller åer er til stede på halvøen.



Fig. 2. Panorama foto fra området taget mod Kertinge Nor og Kerteminde Fjord.

4. Boringer

Der er få boringer i området og kun 2 boringer når ned i den palæocæne Kerteminde Mergel. Boringer langs den sydlige rand af området er inddraget for at belyse den geologiske opbygning. Få boreprøver er blevet undersøgt i de ældre boringer, hvor enkelte lag er blevet dateret. Lige uden for området findes en del boringer, og her er der blevet udført geofysiske undersøgelser i forbindelse med grundvandsundersøgelser (Fig. 3 og 4).

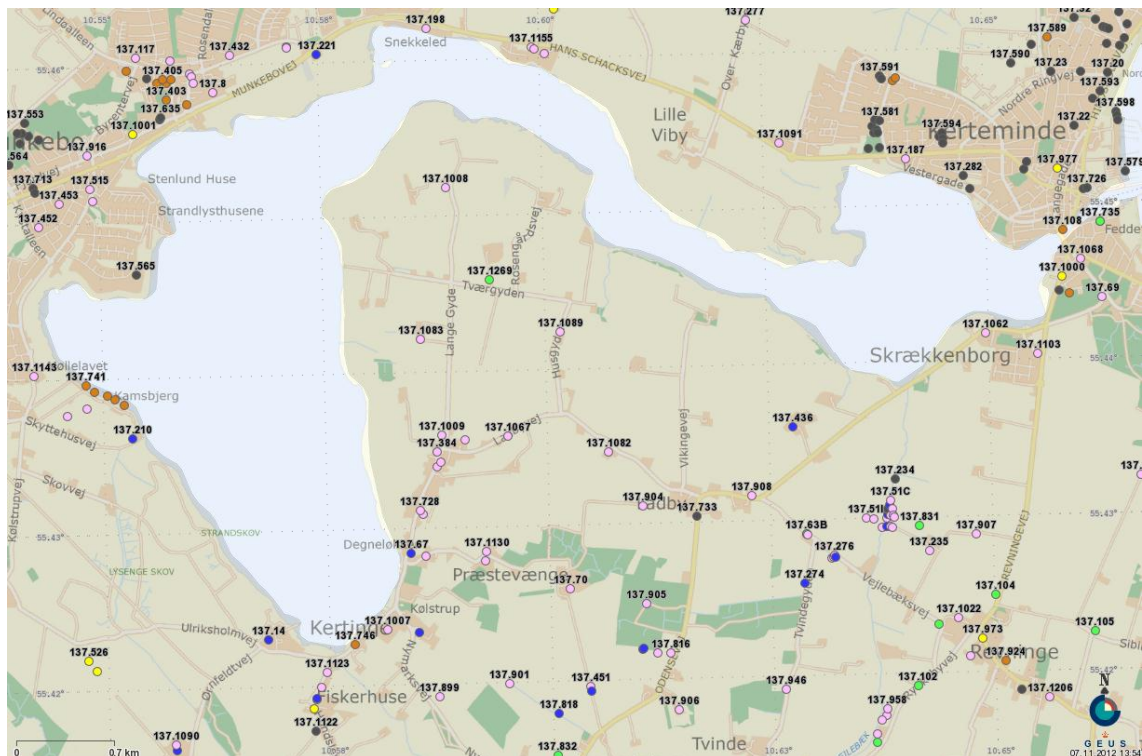


Fig. 3. Kort med borehulspositioner fra GEUS Jupiter boringsdatabase (www.geus.dk).
Signaturer: 45. 419: DGU nr., Blå prik: vandforsyningsboring; Rød prik: geoteknisk boring; Pink prik: råstofboring; Grøn prik: andre formål; Lyserød prik: nedlagt boring; Sort prik: ukendt formål.

4.1 Nye boringer

Der er udført 2 nye boringer (DGU nr. 137.1268 og DGU nr. 137.1269), hvor der er udtaget og undersøgt boreprøver, og de ældste lag er dateret med mikrofossiler. Boringernes beliggenhed ses på fig. 4. Boreprofiler og borehulslogs, som er foretaget i begge boringer, kan ses i Bilag B, hvor der også er en beskrivelse af de anvendte borehulslogs.

En oversigt over de gennemborede aflejringer følger:

Boring DGU nr. 137.1268:

0–1 m Postglacial muld
2–12 m Kvartær moræneler
12–18 m Kvartær moræneler, stærkt sandet med sandlinser
18–39 m Kvartær moræneler
39–40 m Palæocæn Kerteminde Mergel (Flage)
40–42 m Kvartær moræneler
42–48 m Marin Palæocæn, Kerteminde Mergel

Boring DGU nr. 137.1269:

0–1 m Postglacial muld
1–18 m Kvartær moræneler
18–22 m Kvartær moræneler delvis stærkt sandet med sandlinser
22–29 m Kvartær moræneler
29–45 m Marin Palæocæn, Æbelø Formation

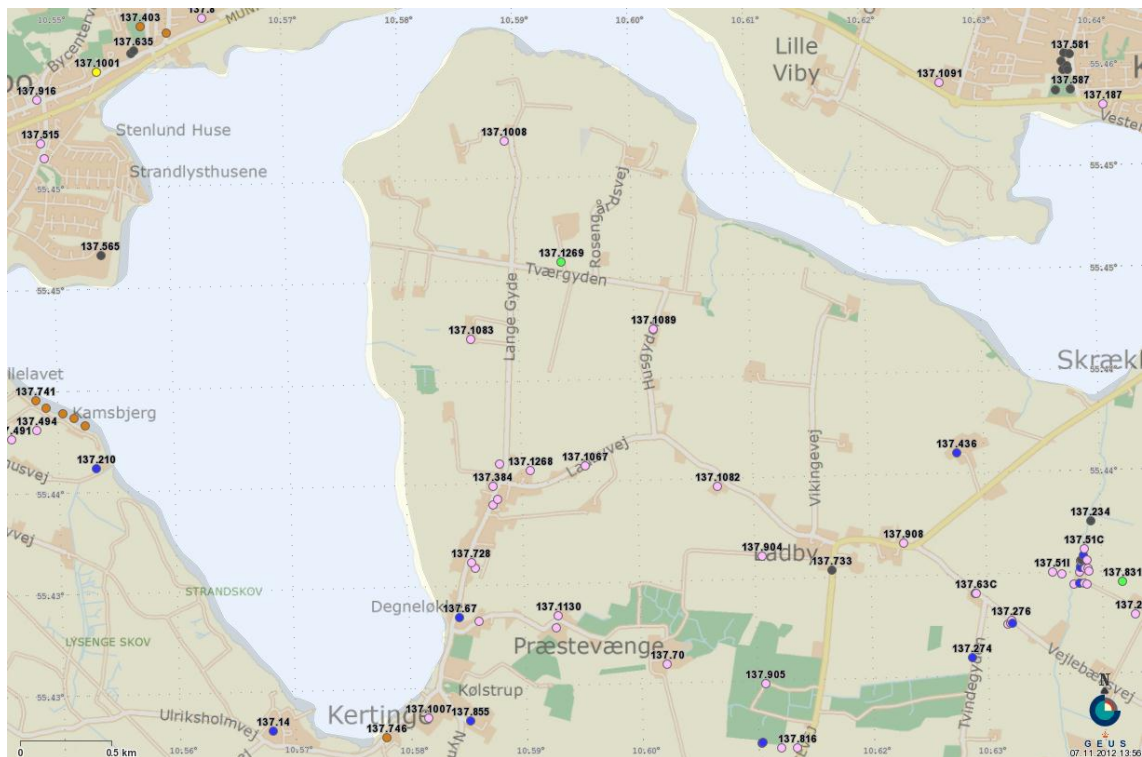


Fig. 4. Kort over boringer i området fra GEUS Jupiter database. De udførte boringer er 137.1268 og 137.1269. Signaturforklaring se fig. 3. (GEUS hjemmeside: www.geus.dk).

5. Geologi

De geologiske forhold skal være ensartede og stabile inden for området, og de skal bidrage til et slutdepots stabilitet. De geologiske lag skal medvirke til at isolere affaldet fra omgivelserne ved at omslutte eller underlejre depotet. Aflejringerne skal være lav-permeable og bidrage til at binde de radioaktive komponenter fra et eventuelt udslip fra et depot (Beslutningsgrundlaget fra 2007).

5.1 Aflejringer og jordarter

De prækvartære aflejringer inden for området består øverst af den Æbelø Formation og nederst af Kerteminde Mergel Formation; begge af Palæocæn alder (Fig. 5), som faststående nås mellem 16 m og 29 m under terræn. Æbelø Formationen findes ikke i hele området.

Geologisk tidsskala					
Eon	Æra	Sub-æra	Periode	mio. år	Epoke
	Kænozoikum	Kvartær		0,01	Holocæn
					Pleistocæn
				2,6	Pliocæn
				5,3	Miocæn
		Tertiær	Neogen	23,0	Oligocæn
				33,9	Eocæn
				55,8	Paleocæn
				65,5	
	Mesozoikum	Kridt			Sen
				99,6	Tidlig
				145,5	Sen
				161,2	Mellem
		Jura		175,6	Tidlig
				199,6	Sen

Fig. 5. Inddeling af de geologiske tidsafsnit. Aflejringerne i Kertinge Mark-området er fra Kvartær og Palæocæn (Fra GeologiskNyt nr. 1/2010).

I den højere liggende del af halvøen nås leret i kote -7 m, og i den lavere liggende del ligger det i kote -29 m, hvilket tyder på betydelig erosion af istidens gletsjere.

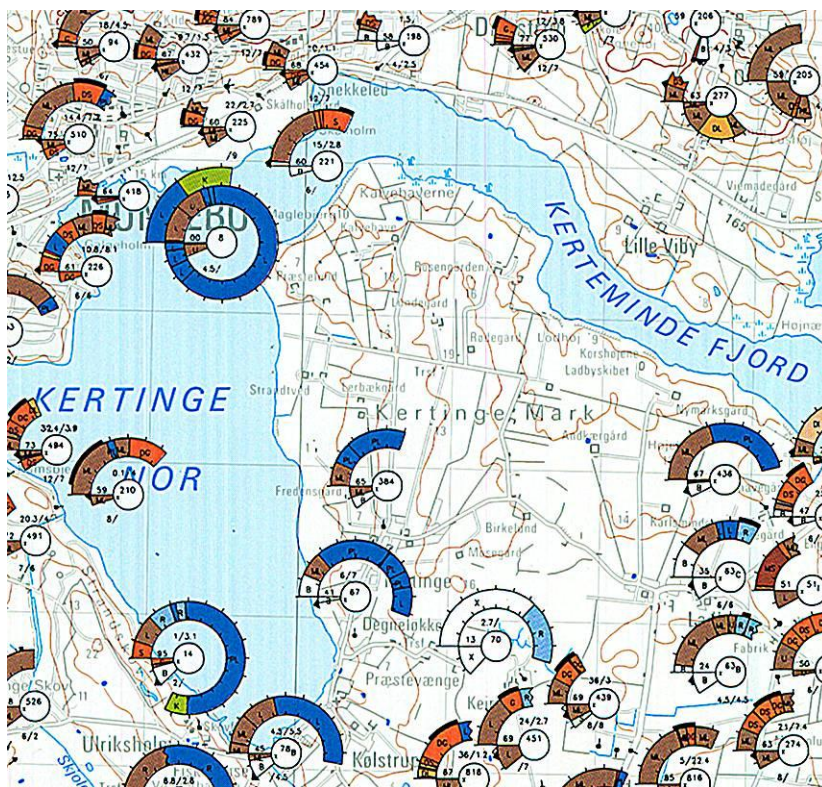
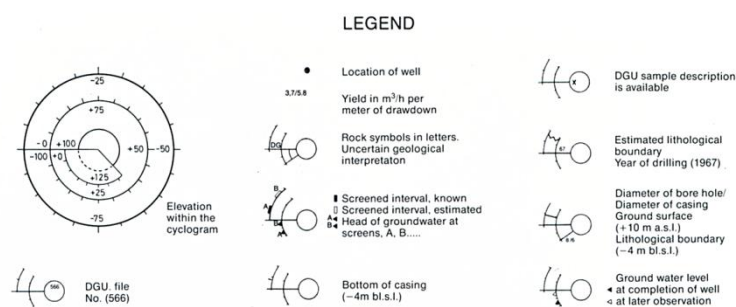


Fig. 6. Udsnit af Geologisk Basisdatakort 1313 II Kerteminde. De nye borer er ikke på kortet. Original skala 1:50.000. Signaturforklaring: se fig. 7 (Fra Jakobsen, 1993).



ROCK LETTER SYMBOLS

B	Dug well	I	Silt
BK	Danian bryozoan limestone	ID	Interglacial diatomite
C	Brown coal	IL	Interglacial fresh-water clay
DG	Glacial melt-water gravel	IP	Interglacial fresh-water gyttja
DI	Glacial melt-water silt	IS	Interglacial fresh-water sand
DL	Glacial melt-water clay	KG	Miocene quartz gravel
DS	Glacial melt-water sand	KS	Miocene quartz sand
DV	Alternating thin melt-water beds	L	Clay, marl
FS	Post-glacial fresh-water sand	LL	Eocene Clay, plastic clay
G	Gravel, sand and gravel	M	Mull
GC	Miocene brown coal	MG	Glacial gravelly till
GI	Oligocene - Miocene mica silt	ML	Glacial clayey till
GL	Oligocene - Miocene mica clay	O	Fill, waste
GS	Oligocene - Miocene mica sand	P	Gyttja
GV	Oligocene - Miocene alternating thin beds	PL	Paleocene clay
HI	Postglacial salt-water silt	PV	Alternating thin Paleocene beds
HL	Postglacial salt-water clay	S	Sand
HP	Postglacial salt-water gyttja	SL	Eocene marl
HS	Postglacial salt-water sand	U	Clay, sand and gravel
HV	Postglacial thin salt-water beds	V	Alternating thin beds
		X	No information

LITHOLOGY (interpretation)

	Post-glacial fresh-water sand, -gravel
	Post-glacial salt-water sand, -gravel
	Post-glacial salt-water clay, -silt, -gyttja, -peat, -alternating beds
	Late-glacial fresh-water sand, -gravel
	Late-glacial fresh-water clay, -gyttja, -peat, -alternating beds
	Glacial melt-water sand, -gravel
	Glacial melt-water silt
	Glacial melt-water clay, alternating beds
	Glacial Clayey till
	Interglacial fresh-water sand, -gravel
	Interglacial fresh-water clay, -silt, -gyttja, -peat, -diatomite, alternating beds
	Oligocene - Miocene sand, gravel, sandstone
	Oligocene - Miocene clay, silt, brown coal, alternating beds
	Paleocene - Eocene clay, silt, diatomite, volcanic ash
	Danian limestone

GEOLOGICAL SURVEY OF DENMARK NOVEMBER 1988

Andersen L. J. & Gravesen P., 1988

Fig. 7. Signaturforklaring til det geologiske basisdatakort 1313 II Kerteminde, figur 6 og 8 (Fra Andersen & Gravesen, 1989).

Kerteminde Mergel Formationen består af siltet og fedt, lyst olivengråt og lysegråt, stærkt kalkholdigt ler med få indslag af cementerede eller silificerede lag. Kalkindholdet kan være mellem 40 og 70 % Formationen er mindst 40 m tyk, men lige uden for området findes boreriger med 75 m Palæocæn ler hvilende på Danien kalk (Ældste Palæocæn) (Fig. 6, 7 og 8).

Æbelø Formationen består af siltet og ret fedt sort og gråsort ler, som er kalkfri eller svagt kalkholdig. Den er truffet i den nye boring 137.1269 inden for området, hvor den er mindst 16 m tyk, men kendes også fra Ulriksholm umiddelbart uden for området.

Boringer ved Ulriksholm, Munkebo, Ladby, Kerteminde og Lundsgård Klint har formodentlig nået faststående Kerteminde Mergel mellem 15 og 25 meter under terræn (Fig. 8).

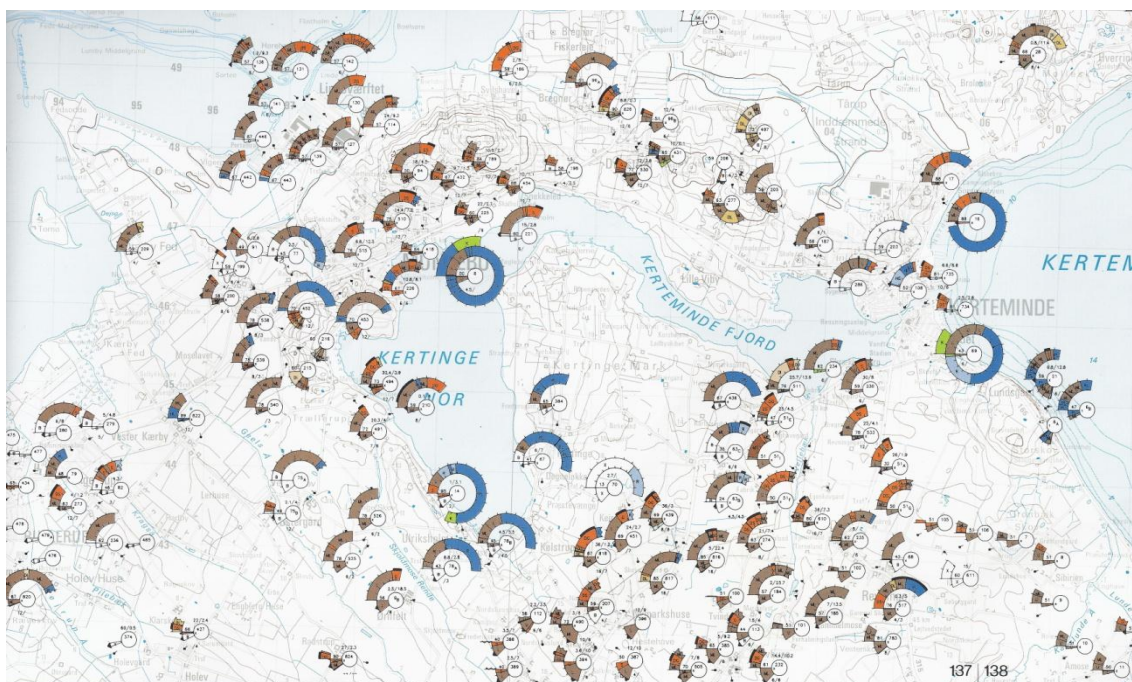


Fig. 8. Udsnit af Geologisk Basisdatakort 1313 II Kerteminde. Original skala 1:50.000. Kortet viser boringer fra Kertinge Mark, Munkebo og Kerteminde samt tilgrænsende områder. De nye boringer er ikke på kortet. Signaturforklaring: se fig. 7 (Fra Jakobsen, 1983).

Et profil gennem aflejringerne med de nye boringer ses på fig. 9.

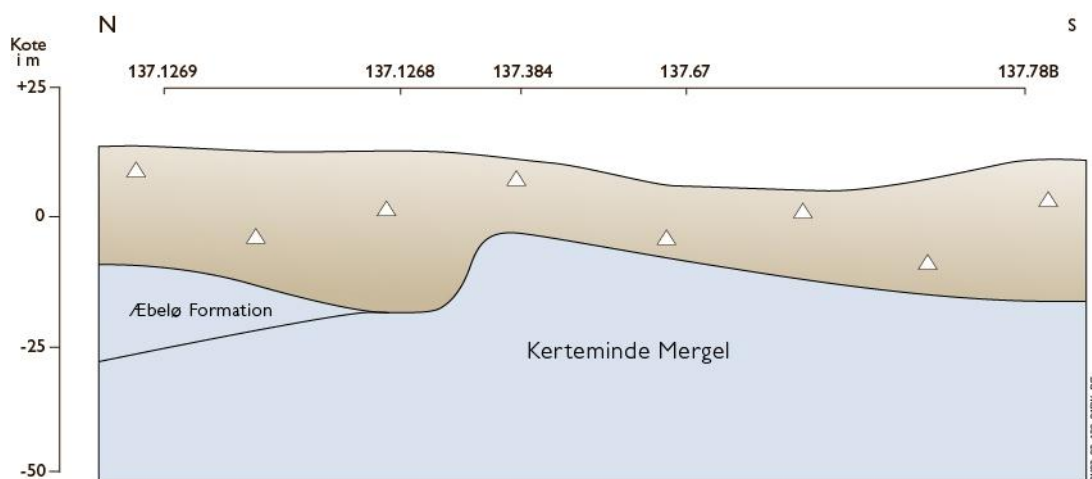


Fig. 9. Profil nord-syd gennem området fra Kertinge til Tværgyden. Profillængde 4,2 km. Overhøjning ca. 20 X.

Variationen i prækvartær-overfladens beliggenhed tyder som nævnt på erosion gennem istider, men umiddelbart uden for området ligger denne overflade i kote -20 m til -40 m, hvilket svarer til forholdene inden for området.

Overfladelagene består helt overvejende af moræneler (Fig. 10).

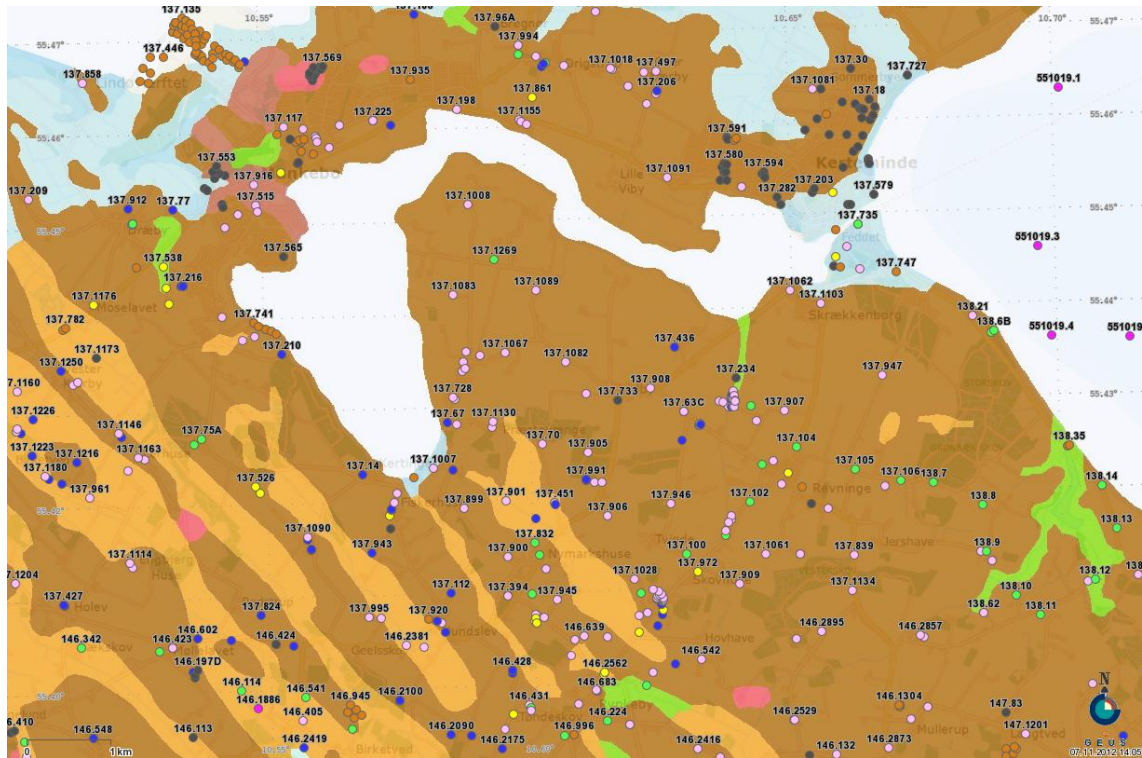


Fig. 10. Kort over de overfladenære geologiske lag, hvor moræneler helt dominerer (brun farve). Priksignaturer er borer og brønde: Blå: vandværksboringer og lyserød: nedlagte borer og brønde (Fra GEUS Hjemmeside: www.geus.dk).

Oven på Kerteminde Mergel og Æbelø Formationen findes op til 28 til 40 m tyk (men ofte tyndere) sandet, siltet, gruset moræneler, sandsynligvis med sandlinser. De øverste 1–5 m moræneler er oxideret, gulbrunt eller olivenbrunt, mens de resterende lag er reducerede og olivengrå.

Moræneleret er i enkelte lag stærkt sandet og gruset, hvilket tyder på lidt andre dannelsesforhold end for det øvrige moræneler.

Umiddelbart sydøst for området findes kvartære grundvandsmagasiner, hvor Kerteminde Vandværk pumper grundvand op fra. Smeltevandssand og –grus-magasinet (5–15 m tykt) ligger under op til 25 m moræneler i et smalt nordøst–sydvestligt strøg, som sandsynligvis er delt op i to enheder (se afsnit 7). Magasinet kan være dannet som en smal begravet smeltevandskanal, men er også tolket som en glacialtektonisk dannelse.

5.2 Mineralogi og geokemi

De geokemiske forhold i aflejringerne har betydning for hvordan radioaktivt materiale opfører sig, hvis det eventuelt lækker fra et slutdepot og ud i de omgivende geologiske lag. Nedenfor gives nogle generelle betragtninger. Den lange række radioaktive komponenter i affaldet kan imidlertid opføre sig forskelligt i omgivende aflejringer.

Binding - adsorption

Et vigtigt element er, at det radioaktive materiale kan binde sig til aflejringerne. De øverste lag består af moræneler. Dette ler indeholder 10–20 % partikler i lerfraktionen, og der er et højt kalkindhold.

Det underliggende Kerteminde Mergel indeholder ca. 1 % fint sand, omkring 30–40 % silt og et lerindhold på omkring 60–70 %. Det mineralogiske indhold består af ca. 50 % CaCO_3 , og sandfraktionen består af kvarts, lidt glaukonit, pyrit samt flintagtigt silicificeret materiale. Lerfraktionen indeholder helt overvejende smectit-lermineraller. Dette betyder, at leret har et potentiale for at binde de radioaktive komponenter.

Redox forhold

Radionukleiderne opførsel i forhold til iltforholdene i jordlag og jordvand (Redoxforhold) vil afhænge af hvilke typer kemiske forbindelser og kemiske egenskaber, der er tale om. Desuden har komponenternes koncentrationer i jordlag og vand samt pH betydning for de processer, der vil forløbe.

I de øverste jordlag er der ilt til stede (oxiderede zone), og denne ilt kan f.eks. medvirke til at nogle radioaktive komponenter kan gøres mobile og her ved lettere transporteres. Omvendt vil forholdene i den iltfrie zone (reducerede zone) f.eks. medvirke til binde og fastholde andre radioaktive komponenter.

I Kertinge Mark-området ser den oxiderede zone ud til at strække sig ned til 5–7 m under terræn. Det vil sige, at det meste af det kvartære moræneler og de palæogene Kerteminde Mergel og Æbelø Formation enheder ligger i den reducerede zone.

Naturlige radioaktive komponenter i aflejringerne

Når der skal udføres monitoring omkring et etableret slutdepot er det vigtigt at kende udgangsradioaktiviteten (Base-line). Der kendes ingen værdier for moræneler, Æbelø Formationen og Kerteminde Mergel i området. Sort ler i Limfjordsområdet, som kan relateres til det sorte ler fra Æbelø Formationen kan have et højt indhold af radioaktive komponenter.

5.3 Strukturelle forhold

Storskala strukturer

Der er ikke direkte påvist strukturer i de prækvartære lag, men mellem Ulriksholm og Munkebo synes der at være en forkastning i Danien lagene (Fig. 11). Der kendes ikke forkastninger, som skærer prækvartæroverfladen.

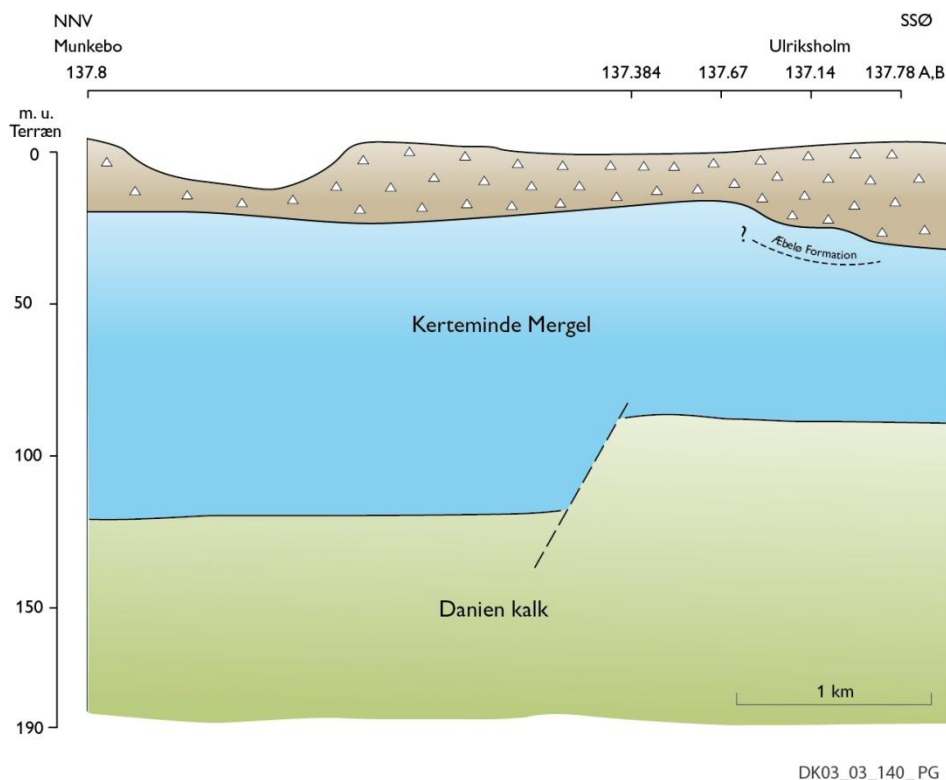


Fig. 11. Geologisk profil fra Ulriksholm til Munkebo gennem Kertinge Nor. Lagene over den punkterede linje er fra Æbelø Formationen, mens de øvrige lag er fra Kerteminde Mergel enheden. Der er formodentlig en normalforkastning i Danien kalklagene.

I borerne omkring Kertinge Mark-området findes palæocæne flager i de kvartære lag og flager kendes også fra Lundsgård klint. Selve Kertinge Mark er tolket som en moræneflade med tykke bundmoræneaflejringer (del af den Østjyske moræneflade) omgivet af glacialt oppressede israndsbakker ved Munkebo og omegn. Materialet i Munkebo israndsbakkerne skal være kommet fra Kertinge Nor. I mange borerne ligger flagerne højt og et stykke over den faststående Kerteminde Mergel og Æbelø Formation.

De nye borerne viser også Kerteminde Mergel aflejringer fra kote –29 m, og Æbelø Formationen fra kote –14 m. Deres relationer indikerer, at formationerne er faststående i denne dybde på Kertinge Mark (Fig. 9). Dertil skal dog siges, at prækvartærfladen mellem de glacial lag og de palæocæne lag er en erosionsflade, som i sagens natur er variabel i niveau, og forstyrrelser af de øverste lerlag kan have fundet sted. Dette er vanskeligt at påvise i borerne, men i boring 137.1268 er der en flage på 1 m af Kerteminde Mergel helt ned over prækvartæroverfladen, se Bilag B.

En anden type udbredt storskala-struktur er begravede dale, som skærer ned i de underliggende aflejringer. Sådanne begravede dale er ikke kortlagt i området (Fig. 12), men det

sand-grus legeme, der er dækket af moræneler, som ligger sydøst for området, kan være en lille begravet dal.

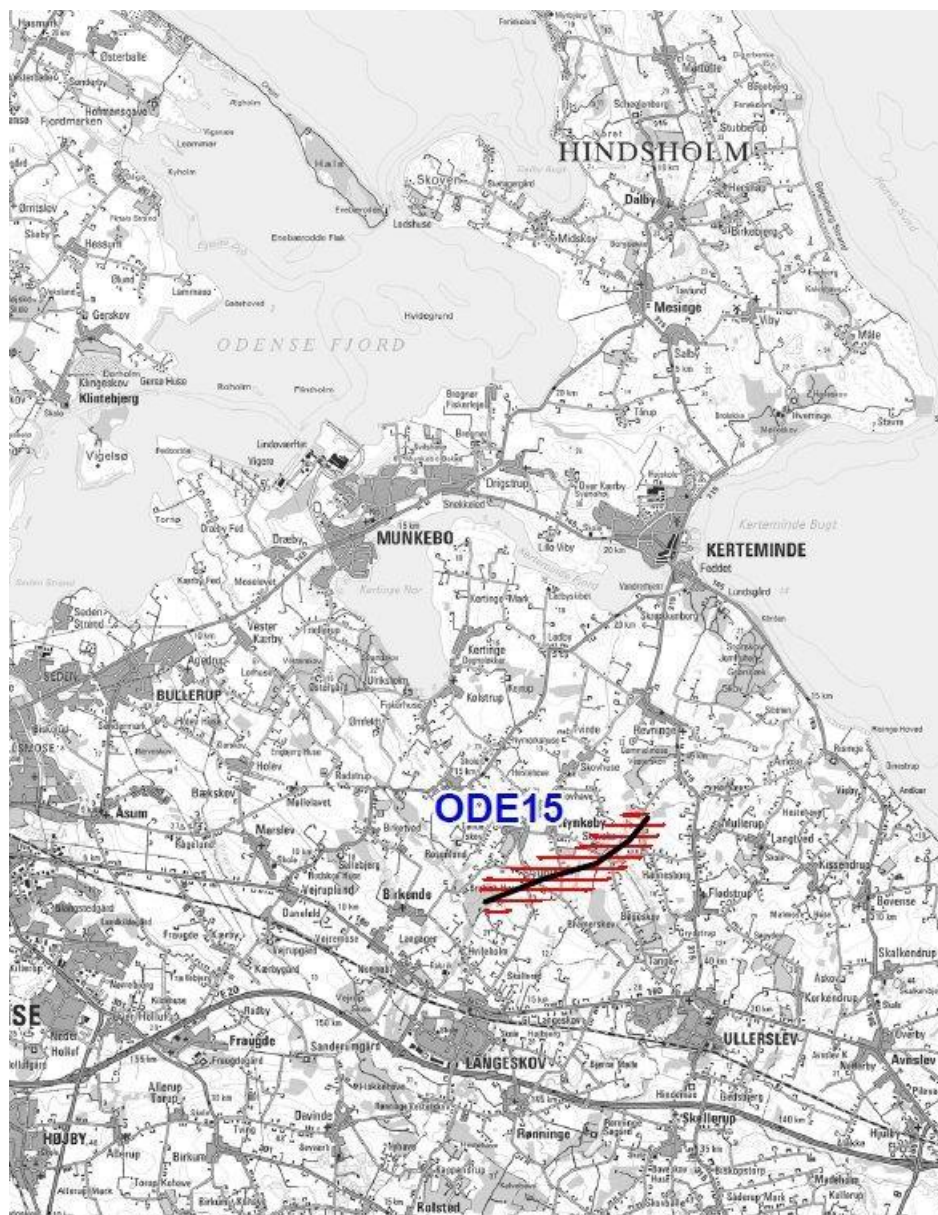


Fig. 12. Kort over begravede dale syd for området. Kortgrundlag: Copyright: Kort- og Matrikelstyrelsen (Fra Jørgensen & Sandersen, 2009).

Sprækker og sandlinser

Moræneler, som ligger over Kerteminde Mergel og Æbelø Formationen, er erfaringsmæssigt gennemsat af vandrette, lodrette og skrå sprækkesystemer ned til 8–10 m under terrænet, der fungerer som makroporer for transport af vand og opløst stof. Moræneler indeholder også sandlinser, som ofte er vandfyldte, og kombinationen af makroporer og sandlinser kan virke som effektive transportveje for vand og stof.

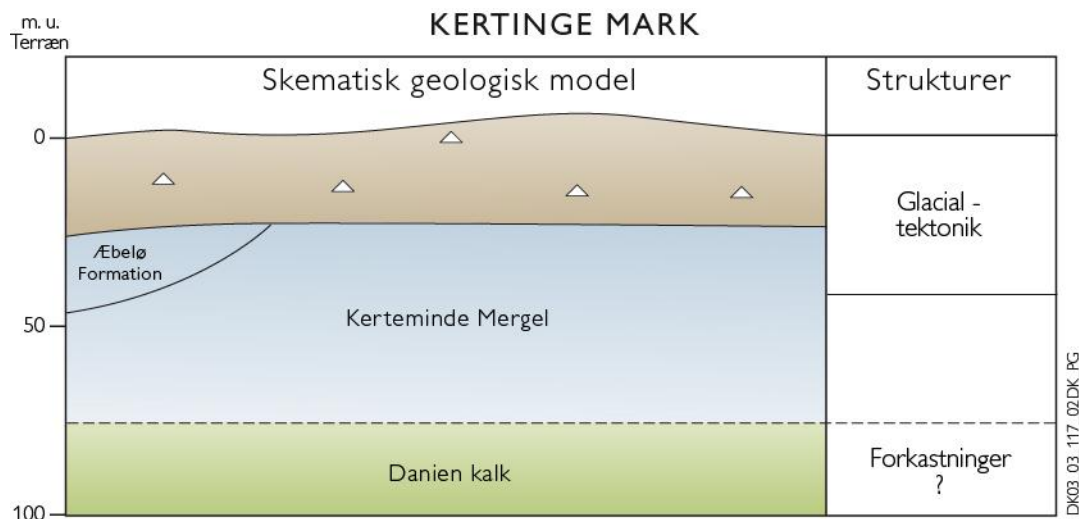
Nogle dybereliggende zoner i moræneleret er stærkt sandede og kan være mere permeable og vandførende.

5.4 Geologisk model

Den geologiske model for området kan beskrives som følger:

- A. Kvartær moræneler, oxideret, op til 7 m tykt.
- B. Kvartær moræneler, reduceret, stedvis med sandlinser og flager, 28-39 m tykt.
- C. Palæocæn Æbelø Formation mindst 16 m tyk.
- D. Palæocæn Kerteminde Mergel, antagelig mindst op til 75 m tyk.
- E. Danien Kalk

Det skematiske profil (fig. 13) viser den mulige opbygning i området, men ikke de faktiske forhold.



Figur. 13. Skematisk geologisk model for Kertinge Mark-området.

5.5 Konklusion

Inden for området findes der en til to ældre palæogene enheder af finkornet ler, som er udbredt i hele området og muligvis mere end 75 m tykke. De palæogene leraflejringer er overlejret af op til 40 m tykke yngre kvartære morænelersaflejringer. Det tyder på, at de palæogene lerenheder er uforstyrrede, men glacial erosion og deformation af istidens gletsjere har kun påvirket den allerøverste del af leraflejringerene. Moræneler indeholder erfaringsmæssigt sprækker og sandlinser.

De palæogene lerenhedernes egenskaber tyder på gode muligheder for at tilbageholde eventuelt udsivende radioaktivt materiale fra et depot.

6. Seismisk aktivitet og jordskælv

Slutdepotet bør placeres i et jordskælvmæssigt stabilt område uden brudlinjer/forkastninger i de geologiske lag (Beslutningsgrundlaget fra 2007).

Denne gennemgang er en opsummering af eksisterende data for jordskælvsaktivitet ved og nær Fyn. Undersøgelsen omfatter både instrumentelt bestemte epicentre, som eksisterer fra 1930 til i dag, samt historiske beretninger fra 1632 til 1929.

6.1 Metoder og anvendte begreber

Mulighederne for at evaluere rystelser på dansk område er væsentlig forskellige for tiden før 1930 end for tiden efter 1930. Den skyldes, at den første danske seismograf blev taget i brug i 1930. Rystelser, som er mærket i Danmark før 1930, kan udelukkende evalueres ud fra historiske beretninger, og der er ingen samtidige instrumentelle data til at understøtte konklusionerne.

Et jordskælvs styrke kan opgøres på to fundamentalt forskellige måder:

- 1) Jordskælvets størrelse på Richterskalaen kan udregnes ved hjælp af instrumentelle målinger (seismogrammer) og en matematisk formel. Denne størrelse er et mål for hvor meget en seismograf ville ryste, hvis den stod 100 km fra epicentret. Richterskalaen er logaritmisk, dvs. et jordskælv som måler 4 på Richterskalaen, giver 10 gange så stort udslag på seismografen som et jordskælv der måler 3 på Richterskalaen. Richterskalaen har hverken en øvre eller en nedre grænse. Det største danske jordskælv, som er målt på denne måde, fandt sted i Kattegat d. 15. juni 1985. Det målte 4,7 på Richterskalaen.
- 2) Mercalli-skalaen er en intensitetsskala, som bruges til at beskrive jordskælvets virkning på mennesker, bygninger og natur. Skalaen har 12 trin, hvor 1 anvendes når jordskælv ikke kunne mærkes og 12 beskriver komplet ødelæggelse. 3–4 på Mercalli-skalaen betyder at rystelserne fra et jordskælv tydeligt kunne mærkes inden døre med knirken og raslen i huset. 5 på Mercalli-skalaen betyder at rystelserne var kraftige nok til at få f.eks. en hængelampe til at svinge eller få små, løse genstande på et bord til at rykke sig. Det største danske jordskælv, som er målt på denne måde, fandt sted d. 3. april 1841 i Nordsøen ud for Thy. Her nåede intensiteten op på 7, som beskriver at der var skader på middelgode bygninger, i dette tilfælde revner i kirker og nedfaldne skorstene.

Richterskalaen har den fordel i forhold til Mercalli-skalaen, at der ikke indgår menneskelige skøn, når størrelsen skal bestemmes. Ved moderne jordskælvsstudier benyttes begge skalaer, da det derved er muligt at sammenligne moderne jordskælv med de historiske.

Uden instrumentelle data er det hverken muligt at beregne et jordskælvs epicenter eller dets styrke på Richterskalaen, som er et mål for hvor store rystelser, der registreres på seismograferne. Et pålideligt Richtertal kan derfor kun tilknyttes jordskælv efter 1930. Ældre jordskælvs styrke angives derfor i stedet på Mercalli-skalaen, som er en 12-trins skala,

der beskriver et jordskælvs virkning på mennesker, natur og bygninger. Det er vigtigt at understrege, at et jordskælvs intensitet på Mercalli-skalaen **ikke** svarer til jordskælvets størrelse målt på Richterskalaen. Ved at sammenligne ældre jordskælvs observerede intensitet på Mercalli-skalaen med nyere jordskælvs intensitet, vurderet ud fra de samme kriterier i det samme område, er det i nogle tilfælde muligt at anslå et omtrentligt Richtertal og ligeledes et omtrentligt epicenter.

6.2 De instrumentelt registrerede rystelser

Det er GEUS vurdering at alle jordskælv på dansk område siden 1930, som er mindst 3,0 på Richterskalaen, er blevet registreret. I de seneste 10 år er instrumenteringen forbedret så meget at alle jordskælv over 2,5 på Richterskalaen er registeret. Mindre jordskælv er også fanget af seismograferne, men det kan ikke garanteres, at samtlige små rystelser er at finde i databaserne.

Usikkerheden på de beregnede epicentre afhænger af antallet af seismografer, som har registreret rystelsen, samt seismografernes geografiske fordeling i forhold til epicentret. De større rystelser er typisk registreret på flere seismografer end de små, hvilket forbedrer lokaliseringens nøjagtighed. Usikkerheden er større på de ældre jordskælv end på de nyeste. Konservativt sat er usikkerheden på de danske epicentre op til 50 km.

Der er foretaget databasesøgninger inden for en radius af ca. 50 km fra de udpegede områder. Søgningen er gennemført i følgende databaser:

1. GEUS jordskælvsdatabase
2. International Seismological Centre On-Line Bulletin
3. Grünthal-Wahlstrøm katalogetWahlströmkataloget

Databasesøgningerne resulterer i bruttolister over registrerede rystelser, som kræver nærmere evaluering af en seismolog. Automatisk genererede jordskælvsliste indeholder bl.a. rystelser, som er registreret på blot en enkelt eller to seismografer, og hvor usikkerheden på det angivne epicenter nemt kan overstige 100 km. Dette er bl.a. tilfældet med den automatisk genererede jordskælvsliste, som kan findes på www.geus.dk. I denne rapport er disse små og meget usikkert bestemte rystelser fjernet fra jordskælvslisten.

Forsvaret sprænger ofte gamle miner i de danske farvande. Rystelserne fra disse sprængninger registreres på seismograferne. I mange tilfælde oplyser SOK GEUS om sprængningerne, så de kan fjernes fra listerne over mulige jordskælv. Det er dog ikke altid, GEUS får disse oplysninger, hvorfor jordskælvslisterne kan indeholde rystelser, som stammer fra sprængninger. Sprængninger som ikke er oplyst, kan i nogle tilfælde identificeres ved nærmere granskning af seismogrammerne, men i tvivlstilfælde beholdes rystelsen på listen.

6.3 Instrumentelt bestemte epicentre 1930 -2012 på og omkring Fyn

Søgningen resulterede i 21 unikke events, der ikke entydigt er markeret som eksplosioner. Heraf er 8 events udelukkende registreret på svenske og/eller norske stationer, hvilket betyder, at usikkerheden på de beregnede epicentre er meget stor. Disse events kasseres. Et event med epicenter i Jylland har ukendt datagrundlag og kasseres ligeledes. Et event med epicenter i Jammerland Bugt har et meget dårligt bestemt epicenter og kasseres også. Endvidere fjernes events ud for Korsør, ved Sejerø og ved Samsø.



Fig. 14. Kort der viser jordskælvsepicentre på og omkring Fyn.

Efter denne sortering står 4 rystelser tilbage, som er markeret på kortet. To af disse events er så små, at det ikke har været muligt at beregnet et Richtertal. GEUS kan ikke på det foreliggende datagrundlag afgøre, om nogle af de 4 events på kortet er sprængninger af gamle miner, eller om de alle er jordskælv (Fig. 14).

6.4 Præ-instrumentelle rystelser på og omkring Fyn

Præ-instrumentelle jordskælv kendes kun fra beretninger, og især i ældre beretninger kan det være svært at skelne jordskælv fra andre naturfænomener såsom storm og tordenvejr. Uden håndfaste målinger kendes, som ovenfor anført, hverken epicenter eller jordskælvets

størrelse på Richterskalaen. I nogle tilfælde er det muligt at angive et omtrentligt epicenter og Richtertal, men disse skøn er behæftede med betragtelige usikkerheder.

Historiske beretninger indeholder mange værdifulde oplysninger om ældre jordskælv. Det er dog vigtigt at læse de historiske beretninger kritisk, da de neutrale beskrivelser af rystelserne ofte blandes med mere eller mindre fantasifulde fortolkninger og følgeslutninger på grund af datidens begrænsede forståelse af geofysiske processer. Det er også vigtigt at søge historiske oplysninger om en rystelse over et større geografisk område, og derved sammenstykke et retvisende billede af rystelsernes udbredelse. F.eks. kunne det store, ødelæggende Lissabon-jordskælv i 1755 mærkes tydeligt over det meste af Europa, men hvis der kun hentes oplysninger om dette jordskælv fra meget lokale kilder i Danmark, kan man fejlagtigt tro, at der var tale om et lokalt, dansk jordskælv.

De historiske danske kilder indeholder ingen oplysninger om jordskælv på Fyn. Det tætteste vi kan komme, er jordskælvet d. 1. nov. 1930, som Lehmann (1956) nævner blev følt på Sjælland, Fyn og i Skåne. Det pågældende jordskælv er instrumentelt bestemt til at have sit epicenter i København. Senere jordskælv i det østlige Danmark og vestlige Sverige er ligeledes følt på Fyn, men da jordskælvene er små og epicentrene ligger langt borte, er de ikke relevante for denne undersøgelse.

6.5 Diskussion

Danmark og især de danske farvande rammes jævnligt af meget små jordskælv. De færreste af disse jordskælv er kraftige nok til at mennesker kan opfange de svage rystelser. Det hænder dog at de danske jordskælv er kraftige nok til, at også mennesker lægger mærke til rystelserne, men egentlige bygningsskader forårsagede af rystelser fra jordskælv er meget sjældne. Der har dog været enkelte historiske eksempler på skader. Særligt jordskælvet i 1841 i Nordvestjylland, som med stor sandsynlighed forårsagede en mindre, men synlig forskydning i jorderoverfladen er bemærkelsesværdigt. Lignende forskydninger er observeret ved moderne jordskælv i udlandet, f.eks. jordskælvet i Kaliningrad i 2004, som målte 5,0 på Richterskalaen. Her blev det konkluderet, at mindre forskydninger i jordlagene skyldtes sekundære effekter – sedimenter som satte sig pga. rystelserne – og at der ikke var tale om dybere forskydninger på en overfladenær forkastning.

Seismisiteten i hele Danmark er meget lav, men en lille smule højere i det nordvestlige Jylland end i resten af landet.

6.6 Konklusion

Seismisiteten på Fyn er meget lav. De få rystelser der er instrumentelt registreret på og nær Fyn er meget små. Nogle af dem kan være Forsvarets sprængning af gamle miner. De historiske kilder peger ikke på nogen jordskælvsaktivitet på Fyn.

7. Grundvand og drikkevand

For at begrænse vands strømning væk fra depotet bør det ligge på/i lavpermeable bjergarter. Det er bedst med lange strømningsveje og ringe strømning af grundvand. Der skal tages hensyn til drikkevandsinteresser og ses bort fra OSD områder. Det skal sikres, at der ikke sker forurening af drikkevandsressourcer (Beslutningsgrundlaget fra 2007).

7.1 Generelle forhold

Inden for Kertinge Mark-området er der ingen dybe eller overfladenære grundvandsmagasin, dog er der mindre indvindinger fra gravede brønde, som står i moræner. Der er ingen indvinding til offentlige eller private vandværker i området.

7.2 Drikkevandsområder

De vigtigste grundvandsressourcer for drikkevandsforsyningen er udpeget som 'områder med særlige drikkevandsinteresser' (OSD), som skal dække det nuværende og fremtidige behov for vand af drikkevandskvalitet. I disse områder skal der gøres en målrettet, ekstra indsats for at beskytte grundvandet, som giver mulighed for at forebygge forurening og at fjerne allerede eksisterende forurening.

OSD er kerneområderne i den målrettede grundvandsbeskyttelse. Det medfører, at sådanne områder betragtes som strategiske indvindingsområder, og at kommunerne i deres fysiske planlægning skal tage hensyn til grundvandsressourcerne samt indvindingsoplandene til almene vandværker.

Ved forstudierne blev OSD-områderne ikke inddraget i kortlægningen, men det var ikke muligt helt at undgå OD-områderne.

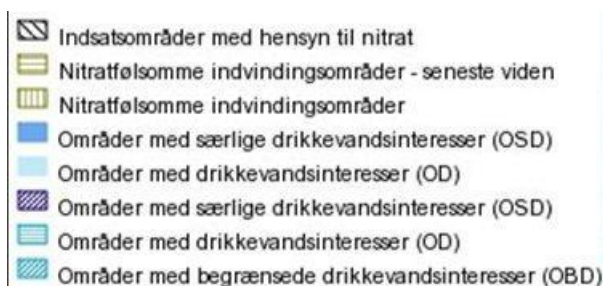
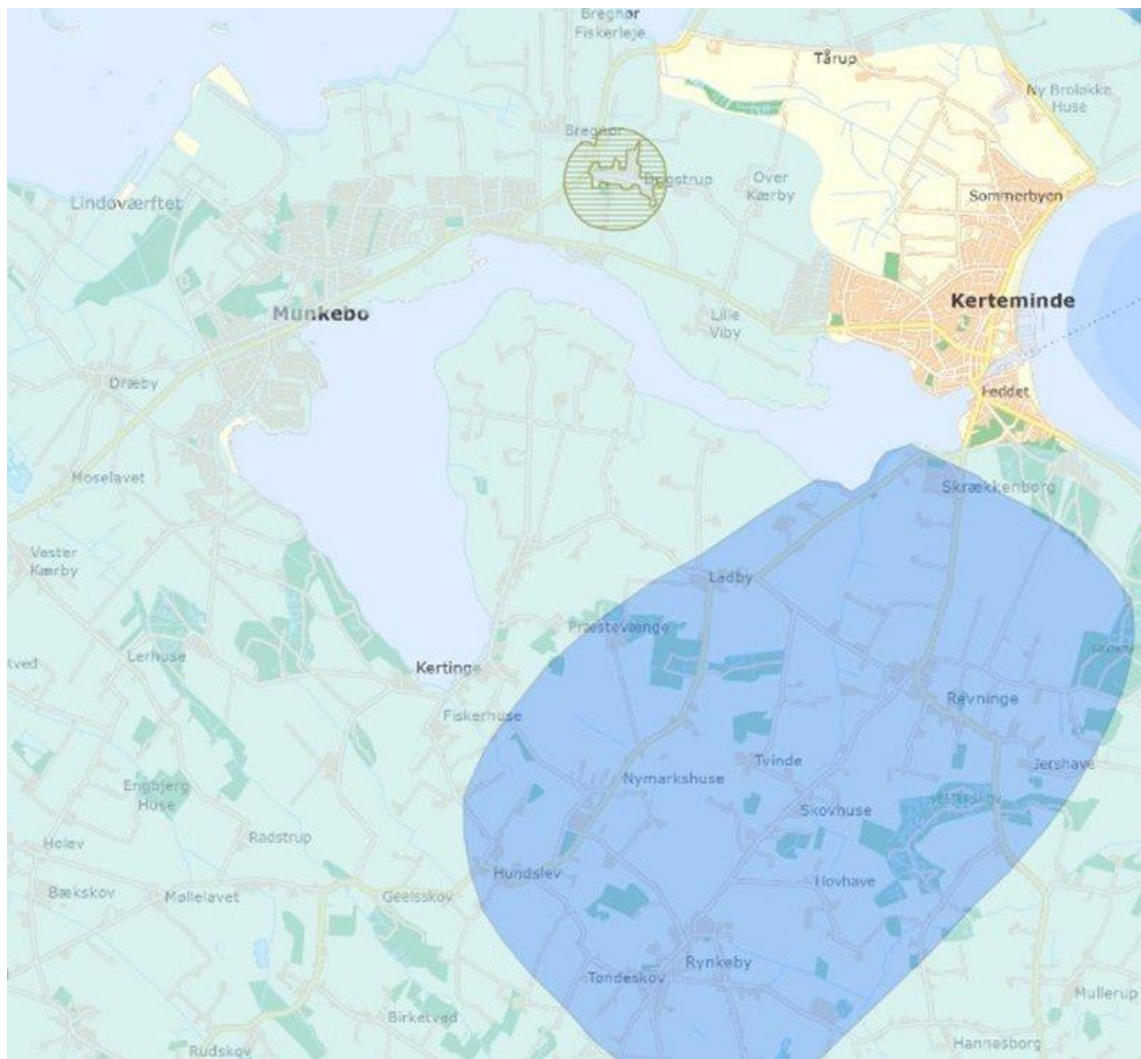


Fig. 15. Klassifikation af drikkevandsområder på og omkring Kertinge Mark. OBD-områderne er markeret med gult (Fra www.miljoportalen.dk).

Kertinge Mark er beliggende i et område med drikkevandsinteresser (OD) se fig. 15. Syd-øst for Kertinge Mark er beliggende et vigtigt grundvandsmagasin, der er udpeget som område med særlige drikkevandsinteresse (OSD). Dette indvindingsopland er den primære grundvandsressource for Kerteminde by. Afstanden mellem Kertinge Mark og OSD området er 0 til ca. 1 km (Fig. 16). For dette område er desuden udarbejdet en indsatsplan for grundvandet af Fyns Amt.

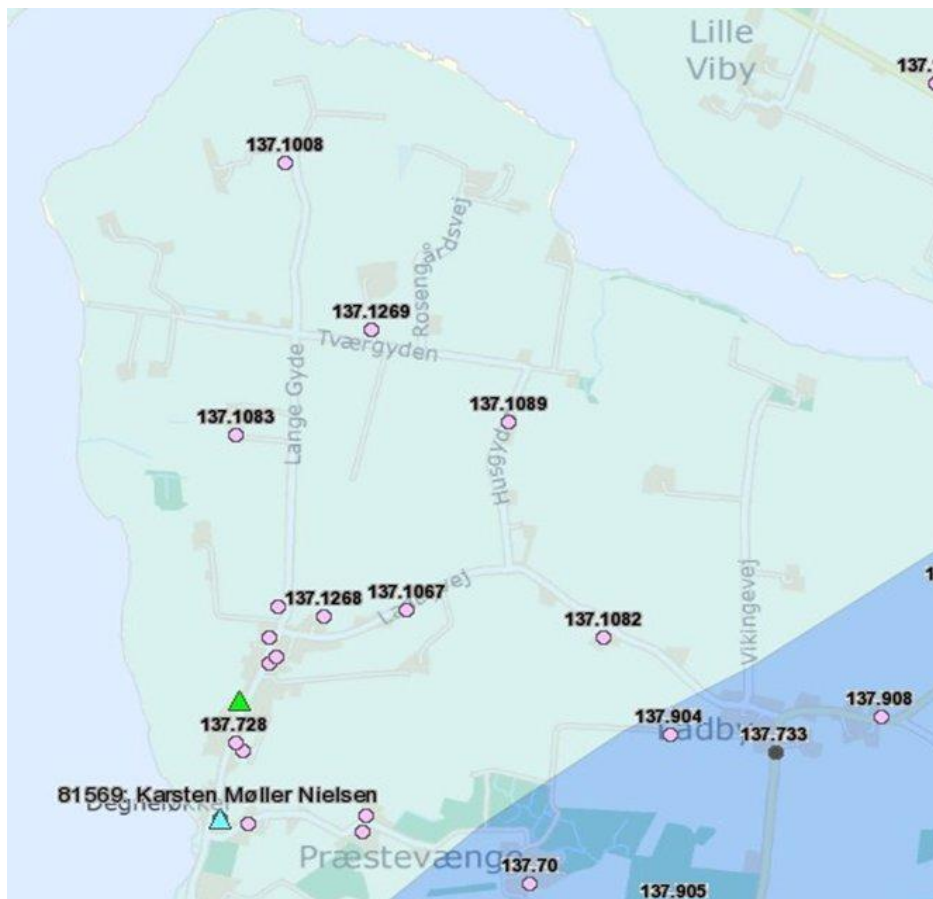


Fig. 16. Kort over vandforsyning på Kertinge Mark (Fra www.miljoportalen.dk).

7.3 Lokale forhold

Der er udført grundvandskortlægning i og omkring Kertinge Mark, og der er foretaget Indsatsplanlægning, dvs. en Indsatsplan for grundvand, Kerteminde (2006) (Fyns amt, 2006).

Syd for Kertinge mark er med en afstand på ca. 1 km beliggende et vigtigt grundvandsmagasin, der primært forsyner Kerteminde by med drikkevand (Fig. 17). Der er tale om et relativt følsomt grundvandsmagasin bestående af smeltevandssand og -grus med dæklag af moræneler på mellem 10 og 15 m eller mere (Fig. 18).

Grundvandsmagasinet vurderes at være lille med en beskeden horisontal udbredelse. Magasinet er forholdsvis tyndt flere steder. De nærmere karakteristika for Indsatsområde Kerteminde, grundvandsmagasiner, potentielle forhold og grundvandsstrømning kan ses i figur 19.

Grundvandets alder er bestemt til at være mellem 40 og >60 år gammelt og vurderes således at være relativt gammelt grundvand (GEUS, 2006).

Grundvandsmagasinet har størst mægtighed i områderne helt mod nordøst og sydvest. Det antages, at der er hydraulisk forbindelse mellem nordøst og sydvest gennem et tyndt vandførende lag. Dette er dog ikke direkte dokumenteret (Fig. 17 og 18).

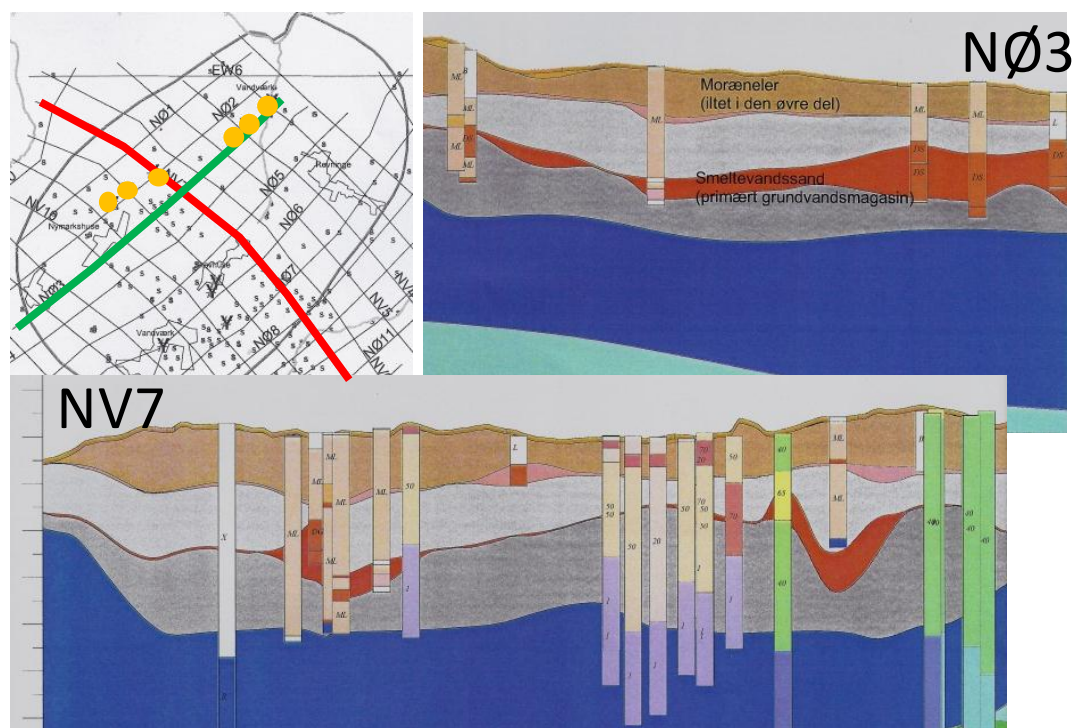


Fig. 17. To tolkede profiler fra indsatsområde Kerteminde udført af Hedeselskabet (2004). De to profilinjer ses på kortet, hvor profil NØ3 ses som en grøn linje og NV7 som en rød linje, mens de gule prikker er borer. Signaturer: Brun: moræneler; Grå: sandet moræneler; Mørkegrå: kompakt moræneler; Rød: smeltevandssand; Blå: palæocæn Kerteminde Mergel; Grøn: palæocæn Grønsandskalk (fra Ernstsens et al., 2012).

Seneste undersøgelser af magasinforholdene i området vurderer dog, at grundvandsmagasinet reelt skal betragtes som to isolerede hydrauliske enheder (Ernstsens med flere, 2012)(Fig. 18).

Det skal bemærkes, at de lokale grundvandspotentiale-forhold for Kertinge Mark halvøen fremgår af fig. 19 og stammer fra modelberegninger i forbindelse med indsatsplanlægningen. Potentielle forholdene, inkl. de viste strømningsretninger angivet med blå pile, er

ikke eftervist ved egentlige målinger af boringsvandspejl inden for Kertinge Mark-området. Der oppumpes i dag 1.000.000 m³ grundvand til Kerteminde Vandværk, der forsyner ca. 7700 husstande i Kerteminde Kommune.

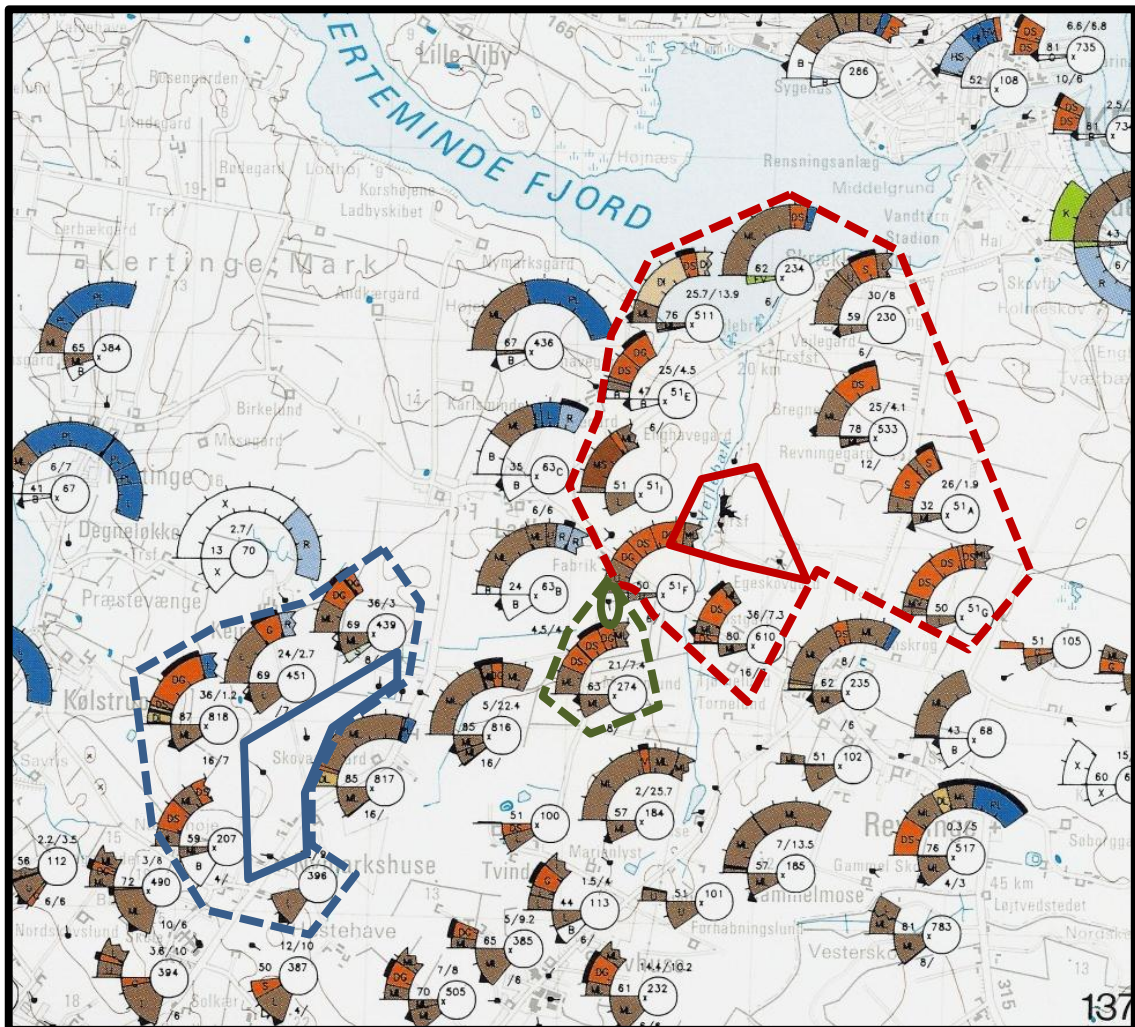


Fig. 18. Udsnit af geologisk basisdatakort 1313 i Kerteminde (Fra Jakobsen, 1993). Signaturforklaring: se fig. 7. Indvindingsboringerne til Kerteminde Vandværk er afgrænset til tre områder. Rød stregsignatur viser tætliggende borer i nordligt område. Grøn signatur viser en boring i mellemliggende område og blå signatur viser borer i sydligt område. De punkterede linjer viser de tilhørende cirkeldiagrammer (Fra Ernstsens et al., 2012).

Det er konstateret, at der generelt er meget højt indhold af klorid i grundvandet, og at grundvandet bliver uegnet som drikkevand, hvis der indvindes kraftigt fra få borer nær Kerteminde Vandværk.

Prøvepumpninger i indsatsområdet har vist, at grundvandssænkning medfører forøget saltindhold i drikkevandet.

Kilden til det forhøjede kloridindhold i grundvandet kan være flere:

- Opstrængning fra det underliggende palæocæne ler

- Flager af Kerteminde Mergel i de øvre lag.
- Residualt saltvand i afsnørede sandlag.
- Indesluttede marine sedimenter.

I dag foretages meget afbalanceret oppumpning for at sikre, at der ikke kommer salt i drikkevandet.

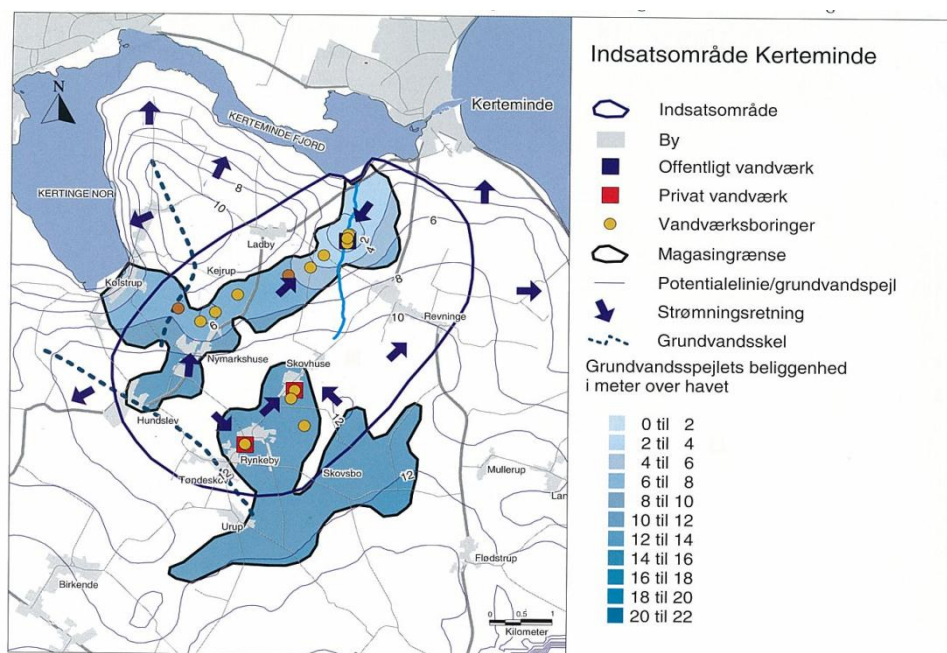


Fig. 19. Kort over indsatsområdet Kerteminde. Det primære grundvandsmagasin er markeret med sort streg og blå farve, der viser grundvandsspejlets beliggenhed. Indsatsområdet lapper delvis ind over Kerteminde Mark, hvor der dog ikke er kortlagt et grundvandsmagasin. Pilene som markerer grundvandstrømningen og grundvandspotentialelinjerne er fremkommet ved hydrogeologisk modellering af området. (Fra Fyns Amt, 2006).

7.4 Konklusion

Inden for området er der ingen grundvandsmagasiner, men overfladenær indvinding til husholdning fra brønde i moræneler samt få boringer til erhverv f.eks. gartneri. Lige umiddelbart sydøst for området findes et OSD område med et begrænset, sårbart grundvandsmagasin i smeltevandssand og -grus, som anvendes til forsyning af Kerteminde by.

8. Klima og klimaændringer

Klimaændringer og havstigninger bør ikke kunne påvirke slutdepotet i væsentlig grad.

8.1 Temperatur og nedbør, storme og ekstremer

DMI's beregninger med globale og regionale klimamodeller viser følgende generelle udvikling for klimaet i Danmark i 2100 i forhold til 1990 for A2- og B2-scenarierne (Fra DMIs hjemmeside):

- En stigning i den årlige middeltemperatur på 0,7–4,6° C. Opvarmningen er størst om natten. Der er kun lille forskel på temperaturstigningen sommer og vinter.
- En moderat stigning i vinternedbøren (20–40 % af den nuværende nedbør).
- En tendens til flere episoder med meget kraftig nedbør, især om efteråret.
- I vækstsæsonen længere perioder uden nedbør (øget tørkerisiko).
- Jordfugtighed aftager, især i forårs- og sommermånederne.
- Styrken i de kraftigste storme omkring Danmark vil sandsynligvis forøges.
- Havniveauet ved alle danske kyster undtagen i Nordjylland er stigende, og stigningerne forventes at blive kraftigere i de næste 100–200 år på grund af klimaforandringer. Stigningsraten er forbundet med en del usikkerhed - især på grund af usikkerhed i bidraget fra smeltende gletsjere og iskapper. Havspejlet omkring Danmark forventes at stige 0,2 m – 1,4 m frem til år 2100. Stigningen kompenseres delvist af landhævninger, ligesom der er mindre forskelle i havspejlsændringerne mellem landsdelene. Ændringerne i havniveau vil sammen med ændrede vindmønstre føre til øgede stormflodshøjder. Se mere i temaet: Fremtidens vandstand.

8.2 Havniveauændringer

For det globale havområde regnes der med en havstigning på grund af smeltning af de store gletsjere ved polerne og på grund af varmeudvidelse af havvandet. Der findes en række forskellige modeller (IPCC's modeller) som giver forskellige forudsigelser frem til 2100: Mellem 11 og 65 cm's stigning, mellem 16 og 75 cm's stigning og mellem 10 og 90 cm's stigning. De forholdsvis store forskelle i modelforudsigelserne skyldes modelusikkerheder. Nyere forudsigelser peger på endnu højere stigninger af havspejlet omkring Danmark på 80 ±60 cm til max. 150 cm år 2100. Mod år 2200 kan der komme yderligere stigninger, men estimerer heraf er yderst vanskelige og behæftet med meget stor usikkerhed.

Terrænet af Kertinge Mark falder jævnt ned mod kysten hele vejen langs Kertinge Nor og Kerteminde Fjord. Der er tillige tale om en meget beskyttet kyststrækning, hvorfor selve kystzonen generelt blot består af en ganske smal og stenet strand 'bræmme'. Mod nord-vest er udviklet en lav, inaktiv kystklint og flere steder, særligt midt på den vestvendte kyst og længst mod nordøst er et mindre tilgroningsforland. Med andre ord, så er arealet af den

kystbræmme, der må forventes oversvømmet omkring år 2100 – hvis forudsigelserne i modellerne for havspejlsstigningen er korrekte – ret beskedne, selv ved 'worst case scenariet'.

Selv om der f.eks. påregnes en stigning på mindst 80 cm i det danske havområde (år 2100), er det vanskeligt at forudsige, hvordan en sådan stigning vil slå igennem i Kertinge Nor og Kerteminde Fjord. Ved en eventuel stigning på 80 cm må der påregnes en øget erosion i kystklinten; der vil blive fremeroderet klinger, hvor der ikke har været klinger før og det meste af tilgroningsområderne vil drukne. Men det er stadig meget begrænsede arealer, der er tale om og halvøen som sådan vil ikke blive oversvømmet. Den vertikale landhævning i området er vurderet til at være ca. 0,1 mm pr. år, og hvis den forsætter fremover vil den medvirke til – i beskedent omfang – at reducere effekten af havstigningen.

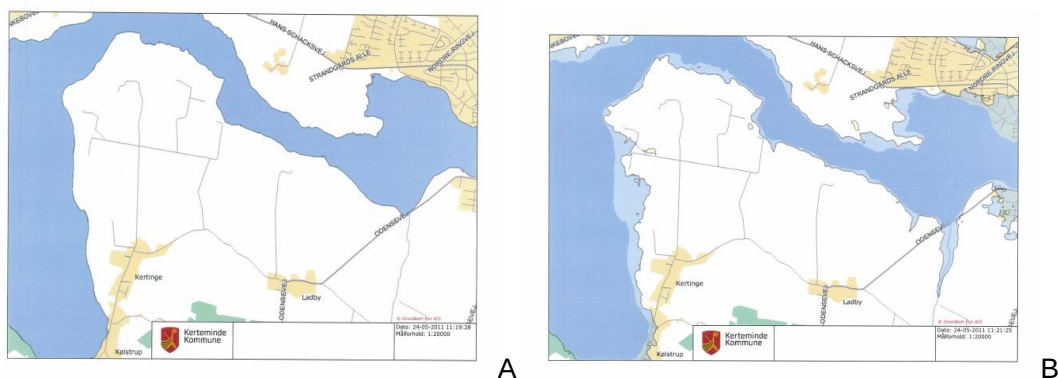


Fig. 20. Modellering af havniveauændringer omkring Kertinge Mark på grund af fremtidige klimaændringer. A. Nuværende forhold. B. Forholdene hvis vandet i Kertinge Nor og Kerteminde Fjord stiger 3 m i forhold til nuværende havniveau (Kerteminde Kommune, 2012).

8.3 Ekstreme hændelser

Kertinge Mark-området er ikke specielt eksponeret for stormfloder og oversvømmelser på grund af den geografiske placering inderst i noret og fjorden, også selv om der er tale om en vestvendt kyst, hvor de væsentligste påvirkninger almindeligvis sker.

Men de indre danske farvande er berørt af de ret store stuvninger, der kan forekomme, og som udmøntes af "flaskehalsproblemer" i vandudvekslingen mellem hhv. Kattegat/Nordsøen og Østersøen.

Ved en havstigning og hyppigere storme vil området være udsat for større nedbrydende aktiviteter.

Kerteminde Kommune har en højvandsmodel, som er tilgængelig på Kommunens hjemmeside. Af modellen fremgår det, at vandstanden kan stige til 3 meter, uden at der vil ske en væsentlig påvirkning af Kertinge Mark, hvis depotet placeres højt og væk fra kysten (Fig. 20).

9. Arealplanlægning og bindinger

Inden for og i områderne rundt om Kertinge Mark har arealanvendelse og planlægningen medført en række reguleringer under forskellige plan- og miljølove. Disse forhold vil blive berørt nedenfor.

I og omkring Kertinge Mark er opgjort fordeling og antal indbyggere samt afstand til bymæssig bebyggelse.

Fordeling og antallet af Indbyggere er følgende:

Kertinge Mark (åbent land): 111 personer.

Kertinge + Kølstrup (nordlige del): ca. 150 personer.

Munkebo: 5569 (år 2010).

Kerteminde: 5712 (år 2010).

Odense: 166.305 (år 2010).

Fra Kertinge Mark til bymæssig bebyggelse er afstandene følgende:

Kertinge: 500–600 m.

Munkebo: 2,3 km til Snekkeled, 2,6 km til Noret.

Kerteminde: 2,6 Km til Kerteminde Vest, 3,5 km til Søvangsparken.

Odense: 6,3 km til Seden/Bullerup, 13,8 km til Odense centrum.

Kapitel 9 bygger overvejende på informationer i notatet fra Kerteminde Kommune (2012).

9.1 Bindinger

Område 10 - Bindinger

Kertinge Mark Fyn

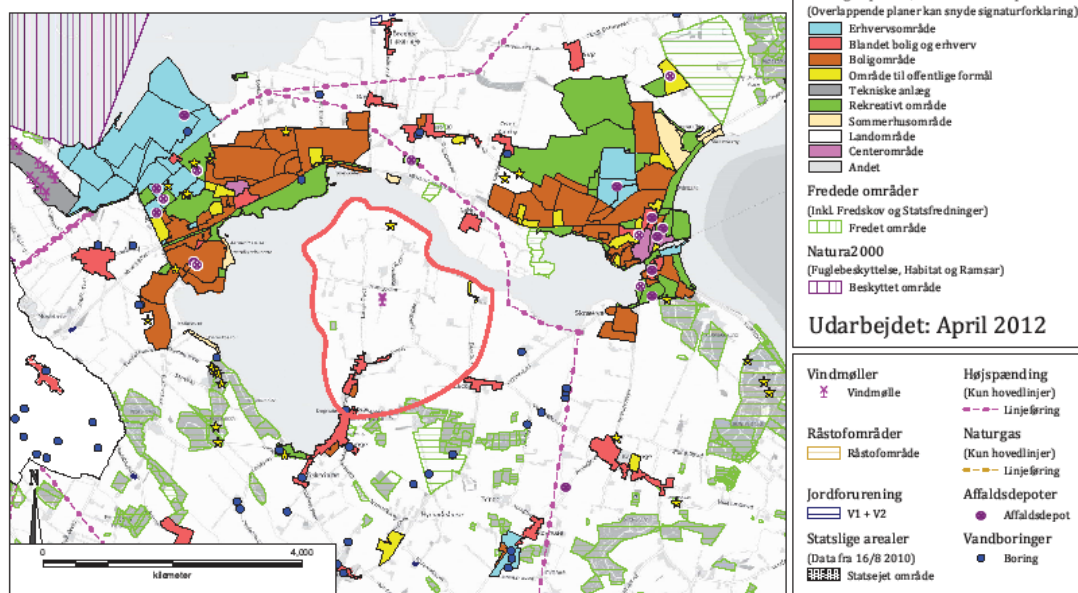


Fig. 21. Kort over de bindinger som findes inden for området og i omegnen. Udarbejdet af Naturstyrelsen i 2012.

Kortet er udarbejdet af Naturstyrelsen april 2012 på baggrund af de mest opdaterede data (se bilag C). Kortene viser de eksisterende bindinger på området. Udover de viste bindinger er der også en generel 300 m strandbeskyttelseslinje. Området er også omfattet af kystnærhedszonen. Afgrænsningen for Kertinge Mark-området (rød linje) er ifølge den oprindelige udpegning, se Fig. 1.

Ifølge Planloven er der følgende bindinger:

Zone status: Landzone.

Kommuneplan: I Kommuneplanen er der en mindre arealudpegning på Kertinge Mark, 5.O.01 – Område til offentlige formål.

Endvidere er der i Kertinge to udpegninger; 5.BE.1 og 5.B.01, henholdsvis blandet bolig og erhverv og boligområde. I Kølstrup er der en kommuneplanramme for området 5.BE.2, Blandet bolig og erhverv.

Lokalplan: Et delområde 5.O.01 er lokalplanlagt ved lokalplan 58, Udstillingsbygning ved Ladbyskibet.

Desuden er 5.BE.1, 5.BE.2 og 5.B.01 er lokalplanlagt ved lokalplan nr. 34 - Blandet bolig og erhverv, bevaring og udstykning i Kertinge-Kølstrup.

Kystnærhed: Kertinge Mark er beliggende inden for udpeget kystnærhedszone.

Landskab: I forbindelse med landskabsanalysen, som indgår i Kommuneplanen, er der foretaget en landskabsudpegning: Bovenise – Kertinge moræneflade. Landskabskarakteren for Kertinge Mark er specielt udpeget som kontrasterende. Området ved Kertinge Mark og nord for Ladby adskiller sig fra resten af området pga. dets åbenhed og dermed store udsigtskvaliteter. På tilsvarende vis rummer kystlandskabet langs Kerteminde bugt vide udsigter til havet, til Kerteminde by og den modstående kyst.

Området indeholder bymæssig bebyggelse ved Kertinge og derudover enkelt ejendomme fordelt over området. Enkelte ejendommene er overvejende landbrugsejendomme. Området er krydset af minder veje hvor spredte huse er lokaliseret. Vejanlæggene frem til et evt. depot har begrænset kapacitet. Midt på halvøen findes en vindmølle.

9.2 Natur, landskab og fredninger

Beskyttede områder

Natur er beskyttet af Naturbeskyttelseslovens §3, registrerede sten- og jorddiger beskyttet af Museumslovens § 29a-d og diverse bygge- og beskyttelseslinjer er underlagt Naturbeskyttelsesloven. (Fig. 22).

Geologisk udpegning: Der er udpeget geologiske beskyttelsesområder langs kysten på halvøen Kertinge Mark, samt under hele vandområdet Kertinge Nor og Kerteminde Fjord.

Strandbeskyttelse: Langs kysten er der en 300 m beskyttelseslinje.

§ 3-områder: På Kertinge Mark er der enkelte mindre udpegninger til sø og eng, som er omfattet af beskyttelse.

Langs kysten (ca. 40–50 meter) er der § 3 beskyttet strandengarealer og overdrev.

Miljømålsloven

Kertinge Nor er tidligere udpeget til referenceområde for naturvidenskabelige studier af Fyns Amt.

Vandoplande: Der er en nord–syd-gående vandoplandsgrænse gennem halvøen Kertinge Mark. Den vestlige del af halvøen afvander til Kertinge Nor og den østlige del til Kerteminde Fjord.

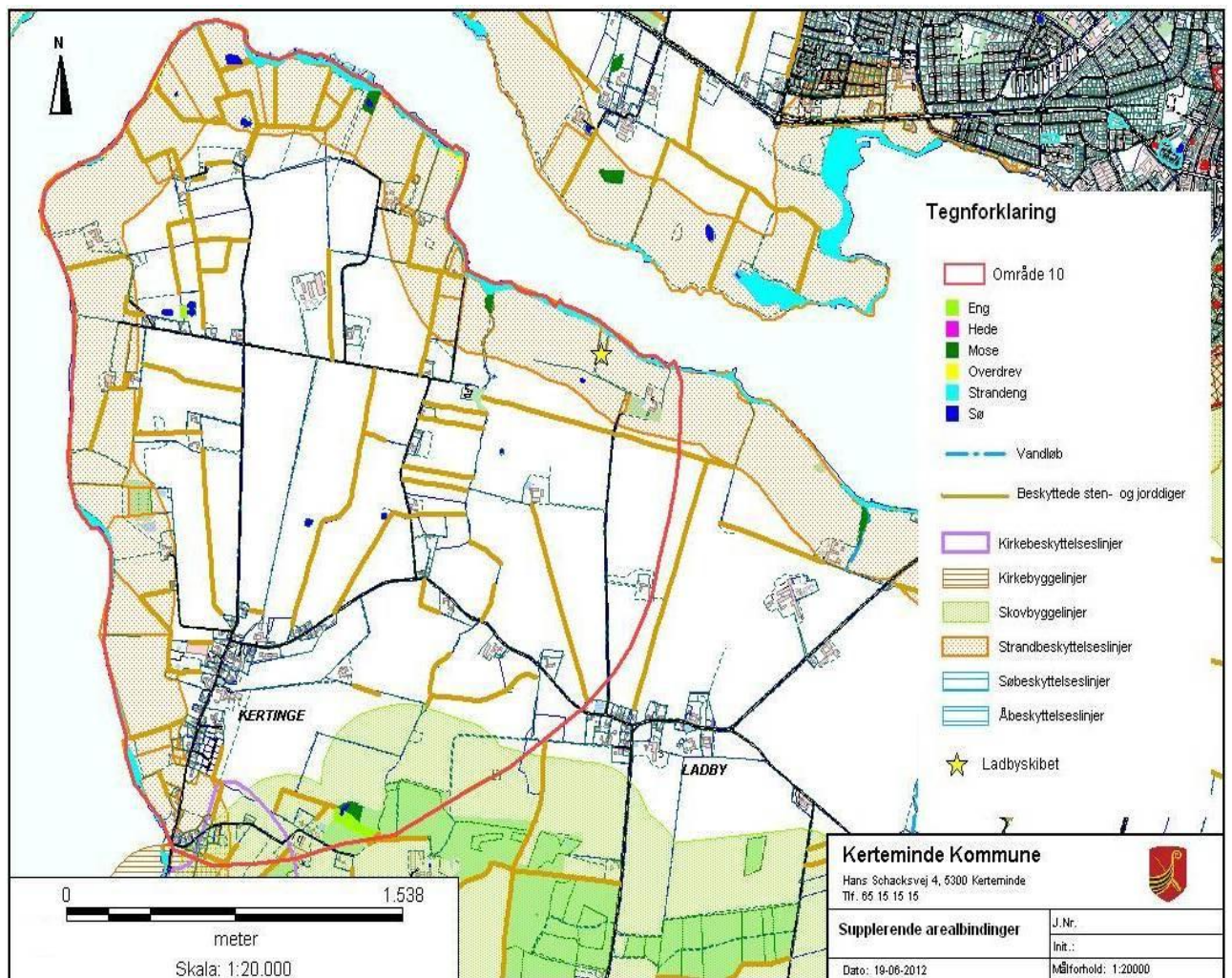


Fig. 22. Supplerende arealbindinger, hvor især beskyttede sten- og jorddiger har udbredelse (Kerteminde Kommune, 2012).

Der ingen NATURA2000-arealer inden for området, ligesom NATURA2000-arealer heller ikke grænser op til området.

9.3 Historiske mindesmærker og fredninger

Museet med Ladbyskibet, et vikingskib ligger i den nordøstlige del af halvøen tæt ved kysten. Ladbyskibet er et fortidsminde af høj international klasse.

Et fredet fortidsminde (§ 29e, Fortidsminde): Dyssemark ligger på Nordkysten af halvøen Kertinge Mark.

Derudover findes der 42 jordfaste registrerede fortidsminder i området. (Fig. 23)(Se desuden bilag B).

Der er normalt en 100 meter beskyttelseslinje omkring et fortidsminde. (§ 18 beskyttelse)



Fig. 23. Fortidsminder inden for området. Signaturforklaring: Røde prikker: fredede fortidsminder; Blå prikker: ikke fredede fortidsminder (Fra www.kulturarv.dk).

9.4 Vandforsyning

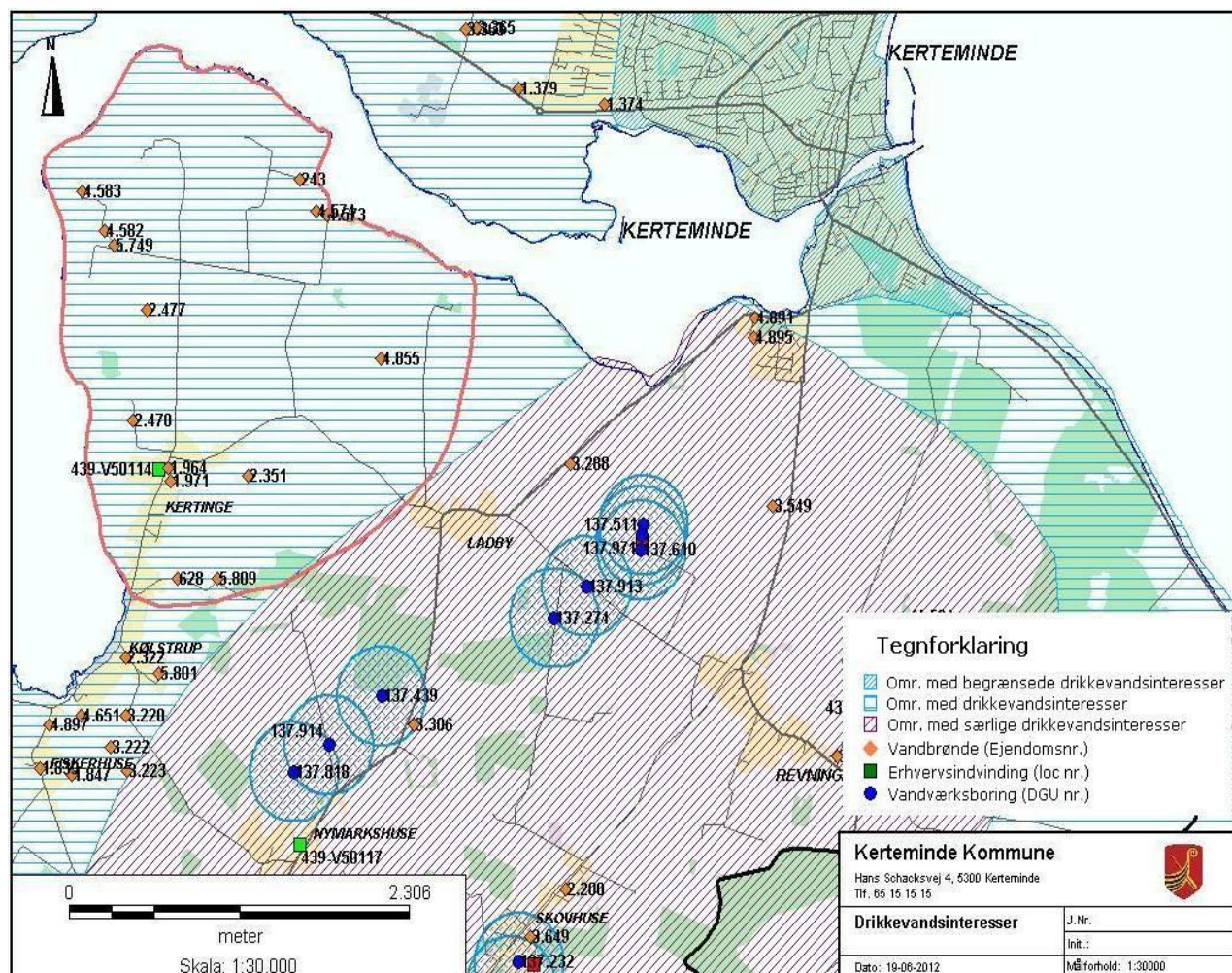


Fig. 24. Vandforsyningsstrukturen på Kertinge Mark og tilstødende områder (Kerteminde Kommune, 2012).

Vandforsyning uden for området

Inden for OSD/Indsatsområdet ligger der 2 almene vandværker (Kerteminde Forsyning A/S og Danish Fruit Productions Vandværk) og et forsyningsselskab (Rynkeby Vandværk). (Fig. 24).

Kerteminde Forsyning A/S – Vand:

Der indvindes pt. ca. 1.000.000 m³ drikkevand/år.

Der er 8 indvindingsboringer + 2 pejleboringer.

Danish Fruit Productions Vandværk:

Indvindingstilladelsen er på 150.000 m³/år.

Der er 3 indvindingsboringer.

13 forbrugere + DFP/Orana forsynes med vand fra Danish Fruit Productions Vandværk.

Rynkeby Vandværk: Ingen boringer.

Der er ca. 7700 husstande i Kerteminde og Rynkebyområdet, som forsynes med drikkevand fra Kerteminde Forsyning-Vand A/S (Kerteminde net).

Der er etableret nødforbindelse til vandforsyningerne på Hindsholm, Mesinge og Dalby vandværker, men teknisk kan disse vandværker ikke levere en tilstrækkelig vandmængde til at kunne nødforsyne Kerteminde/Rynkebyområdet. Nødforsyningen er kun rettet mod Hindsholm.

Ejendomme med egen vandindvinding til husholdning på Kertinge Mark anslås til 20–25 stk.:

Der er et gartneri med egen indvinding

Et landbrug med husdyrhold med egen indvinding.

Seks landbrug uden husdyrhold med egen indvinding.

9.5 Råstofplanlægning

Der er ingen råstofindvinding i området

10. Afsluttende bemærkninger

Gennem Omegnsstudierne er der indsamlet og sammenstillet en lang række data om bl.a. geologi, jordskælv, grundvand, drikkevand, vandforsyning, planlægning og infrastruktur, naturforhold og fortidsminder, der til sammen belyser forholdene inden for Kertinge Markområdet.

Omfanget af studierne er defineret ud fra Beslutningsgrundlaget (2007) og behovene for informationer, som er opstået ud fra Forstudierne, men uden dog at være så detaljerede, som det vil blive krævet på et senere tidspunkt i processen.

Resultaterne fra Omegnsstudierne skal anvendes til at pege på 2–3 områder, der skal arbejdes videre med. Områderne indstilles til Ministeren for Sundhed og Forebyggelse, som skal have Folketingets tilsagn om at fortsætte med de udpegede områder.

Der skal bl.a. foretages Strategisk Miljøvurdering, og senere Vurdering af Virkninger på Miljøet (VVM) og bl.a. geotekniske, geologiske og grundvandsmæssige undersøgelser samt risikovurderinger i det mindre antal områder. De sidstnævnte undersøgelser vil komme til at ligge i en Projekteringslov.

11. Litteratur

11.1 GEUS rapporter fra projektet

Low- and intermediate level radioactive waste from Risø, Denmark. Location studies for potential disposal areas. Publisert i GEUS Rapport Serie.

- Report No. 1. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2010: Data, maps, models and methods used for selection of potential areas. GEUS Report no. 2010/122, 47 sider.
- Report No. 2. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2010: Characterization of low permeable and fractured sediments and rocks in Denmark. GEUS Report no. 2010/123, 78 sider.
- Report No. 3. Pedersen, S.A.S. & Gravesen, P., 2010: Geological setting and tectonic framework in Denmark. GEUS Report no. 2010/124, 51 sider.
- Report No. 4. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2011: Characterization and description of areas. Bornholm. GEUS Report no. 2011/44, 85 sider.
- Report No. 5. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2011: Characterization and description of areas. Falster and Lolland. GEUS Report no. 2011/45, 76 sider.
- Report No. 6. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2011: Characterization and description of areas. Sjælland. GEUS Report no. 2011/46, 85 sider.
- Report No. 7. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2011: Characterization and description of areas. Langeland, Tåsinge and Fyn. GEUS Report no. 2011/47, 119 sider.
- Report No. 8. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2011: Characterization and description of Areas. Eastern Jylland. GEUS Report no. 2011/ 48, 117 sider.
- Report No. 9. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2011: Characterization and description of areas. Limfjorden. GEUS Report 2011/49, 138 sider.
- Report No. 10. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2011: Characterization and description of areas. Nordjylland. GEUS Report 2011/50, 51 sider.
- Report No. 11. Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2011: Dansk og engelsk resume. Danish and English resume. GEUS Report no. 2011/51, 64 sider.

11.2 Andre publikationer fra projektet

- Dansk Dekommissionering (DD), 2011: Pre-feasibility study for final disposal of radioactive waste. Disposal concepts. Main Report. Prepared by Cowi A/S for DD, 404 sider.
- Dansk Dekommissionering (DD), De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) & Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for strålebeskyttelse (SIS), 2011: Forstudier til slutdepot for lav – og mellemaktivt affald – sammendrag indeholdende hovedkonklusionerne og anbefalinger fra tre parallelle studier. Rapport til den tværministerielle arbejdsgruppe vedr. udarbejdelse af beslutningsgrundlag med henblik på etablering af et dansk slutdepot for lav – og mellemaktivt affald, 44 sider.

- Gravesen, P., Nilsson, B., Binderup, M. & Pedersen, S.A.S, 2011a: Forstudier: regional kortlægning. Kriterier og metoder til udvælgelse af 6 områder ud af 22 områder, som kan anvendes til et potentielt slutdepot for Risø's lav- og mellemaktive radioaktive affald.. Notat til den Tværministerielle arbejdsgruppe under Indenrigs og Sundhedsministeriet. GEUS-NOTAT nr. 08 - EN2011-28, 12 sider.
- Gravesen, P., Binderup, M., Nilsson, B. & Petersen, S.A.S, 2011b: Geological Characterisation of potential disposal areas for radioactive waste from Risø, Denmark. Bull. Geol. Surv. Denm. and Greenl., Vol. 23, 21-24.
- Gravesen, P., Binderup, M., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S., Thomsen, H.S., Sørensen, A., Nielsen, O.K., Hannesson, H., Breddam, K. & Ulbak, K., 2011c: Slutdepot for Risø's radioaktive affald. Geviden, geologi og geografi nr.2, 19 sider.
- Gravesen, P., Nilsson, B., Binderup, M. & Pedersen, S.A.S., 2012: Risøområdet: Geologi og grundvand vurderet i forbindelse med slutdepotprojektet. Udarbejdet til Ministeriet for Sundhed og Forebyggelse. GEUS-NOTAT nr.: 05-VA-12-06. 18 sider.
- Indenrigs- og Sundhedsministeriet, 2005: Slutdepot for radioaktivt affald i Danmark. Hvorfor? Hvordan? Hvor?. Juni 2005, 18 sider.
- Indenrigs- og Sundhedsministeriet, 2007: Beslutningsgrundlag for et dansk slutdepot for lav – og mellemaktivt affald. Udarbejdet af en arbejdsgruppe under Indenrigs – og Sundhedsministeriet, april 2007, 47 sider.
- Ministeren for Sundhed og Forebyggelse, 2009: Redegørelse om Beslutningsgrundlag for et dansk slutdepot for lav- og mellemaktivt affald. Præsenteret for Folketinget. Januar 2009, 13 sider.
- Nilsson, B., Gravesen, P., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M., 2012: Final repository for Denmark's low- and intermediate level radioactive waste. AGU Fall Meeting 3-7 December 2012 San Francisco, USA, (Poster).
- Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålebeskyttelse (SIS), 2011: Radiation doses from transport of radioactive waste to a future repository in Denmark – A model study, 50 sider.

11.3 Anvendt litteratur

- Andersen, L.J. & Gravesen, P., 1989: Cyclogram Maps in the Interpretation of Pumping Tests. Recent Advances in Groundwater Hydrology. American Institute of Hydrology, 589-604 + kort.
- Andersen, S.A., 1937: De vulkanske Askelag i Vejgennemskæringen ved Ølst og deres Udbredelse i Danmark. Danm. Geol. Unders. II Series, No. 59, 50 sider.
- Binderup, M., Christoffersen, J., Crumlin-Pedersen, O. Holmberg, B., Nielsen, N., Porsmose, E. & Thrane, H., 1996: Atlas over Fyns kyst i jernalder, vikingetid og middelalder. (Red.: Crumlin-Pedersen, O, Porsmose, E & Thrane, H.) Odense Universitetsforlag.
- Bøggild, O.B., 1918: Den vulkanske Aske i Moleret. Danm. Geol. Unders. Ser. II, 33, 84 sider.
- Bøggild, O.B., 1943: Danmarks Mineraler. Danm. Geol. Unders., II række, Nr. 71, 68 sider.

- Cappelen, J. 2009: Ekstrem nedbør i Danmark - opgørelser og analyser november 2009. Teknisk rapport 09-13. DMI. København 2009. 34 sider.
- Cappelen, J. & Scharling, M. 2010: Mere – og mere intens – regn over Danmark. (Red.: N. Hansen) www.dmi.dk/dmi/mere_-_og_mere_intens_-_regn_over_danmark. DMI, 30. august 2010
- Clausen & Huuse, 2002: Mid-Paleocene palaeogeography of the Danish area. Bull. Geol. Soc. Denmark, Vol. 49, Part 2, 171-186.
- Climate Institute: <http://www.climate.org/index.html>
- Christiansen, C., J.T. Møller, and Nielsen, J., 1985: Fluctuation in sea-level and associated morphological response: examples from Denmark. *Eiszeitalter Gegw.*, 35, 89 – 108.
- Dinesen, A., Michelsen, O. & Lieberkind, 1977: A survey of the Paleocene and Eocene deposits of Jylland and Fyn. *Geol. Survey of Denmark, Series B, No.1*, 15 sider
- Ditlefsen, C., Sørensen, J., Pallesen, T.M., Pedersen, D., Nielsen, O.B., Christiansen, C., Hansen, B. & Gravesen, P., 2008: Jordprøver fra grundvandsboringer. Vejledning i udtagning, beskrivelse og geologisk tolkning i felten. *Geo - Vejledning 1. GEUS*, 108 sider + bilag.
- DMI, 2010: Fremtidens klima. http://www.dmi.dk/dmi/index/klima/fremtidens_klima-2/ipcc.htm
- Frich, P.; Rosenørn, S.; Madsen, H. and Jensen, J.J., 1997: Observed Precipitation in Denmark, 1961-90. DMI Technical Report 97-8
- Edelvang, K., Ahlstrøm, A., Andreasen, C.S., Andersen, S.B., Bennike, O., Hansen, J.M., Kuijpers, A., Larsen, B. (GEUS), Buch, E., Andersen, K. K., Madsen, K. S. (DMI), 2012: Ændringer i havniveauet de næste 100-200 år. Notat til Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. <http://www.geus.dk/>
- Ernstsen, V., Albers, C.N. & Johnsen, A.R., 2012: Kerteminde Vandværk. Organisk stof – mængde, sammensætning og vækstpotentiale. *Danm. og Grønl. Geol. Unders Rapport 2012/83*, 86 sider.
- Fredericia, J., 1990. Saturated Hydraulic Conductivity of Clayey Tills and the Role of Fractures. *Nordic Hydrology*, 21(2), 119-132.
- Fyns amtskommune, 1982: Fyns amtskommune, Vandindvindingsplanlægning, Delrapport 4. Oplæg til vandindvindingsplan for Langeland. Fyns amtskommune, Kemp & Lauridsen, 100 sider + bilag.
- Fyns amt, 2006: Indsatsplan for grundvand. Kerteminde 2006. Miljø- og Arealafdelingen, Fyns Amt.
- Gravesen, P. & Pedersen, S.A.S., 2005: De geologiske forhold ved Risø. Redegørelse udarbejdet på basis af eksisterende data. *Danm. og Grønl. Geol. Unders. Rapport 2005/30*, 40 sider.
- Gravesen, P. & Pedersen, S.A.S., 2009: Vurdering af lerforekomster i Danmark med henblik på anvendelse i cement. *Danm. og Grønl. Geol. Unders. Rapport 2009/85*, 25 sider.
- Gravesen, P., Jakobsen, P.R., Kelstrup, N. & Ernstsen, V., 1999: Kortlægning af radon i danske jordarter 1. Indsamling af grunddata. *Danm. og Grønl. Geol. Unders. Rapport 1999/81*, 37 sider + bilag.
- Gregersen, S., Hjelm, J. & Hjorten E., 1998: Earthquakes in Denmark, *Bull. Geol. Soc. Denmark*, Vol. 44, 115-127.

- Gregersen, S., Wiejacz, P., Debski, W., Domanski, B., Assinovskaya, B., Guterch, B., Mäntyniemi, P., Nikulin, V.G., Pacesa, A., Puura, V., Aronov, A.G., Aronova, T.I., Grünthal, G., Huseby, E.S. & Sliupa, S., 2007: The exceptional earthquakes in Kaliningrad District, Russia on September 21, 2004, *Phys. Earth and Planet. Int.*, Vol. 64, 63-74.
- Gry, 1935: Petrology of the Paleocene Sedimentary Rocks of Denmark. *Geol. Surv. of Denmark*, II Series, No. 61, 171 sider.
- Hansen, J. M., Aagaard, T. & Binderup, M. 2011: Absolute sea levels and isostatic changes of the eastern North Sea to central Baltic region during the last 900 years. *Boreas* Vol. ?. ?sider
- Hedeselskabet, 2004a: Geologisk model. Indsatsområde Kerteminde. Fase 3A. Fyns Amt, 17 sider + bilag.
- Hedeselskabet, 2004b: Fyns amt Indsatsområde Kerteminde. Supplerende undersøgelsesboringer. 12 sider + bilag.
- Hedeselskabet, 2004c: Indsatsområde Kerteminde. Grundvandsmodel. Fase 3a. Milepæl I. Fyns amt, 22 sider + bilag.
- Hedeselskabet, 2004d: Indsatsområde Kerteminde. Grundvandsmodel. Fase 3a. Milepæl II. Fyns Amt, 24 sider + bilag.
- Hedeselskabet, 2004e: Indsatsområde Kerteminde. Grundvandsmodel. Fase 3a. Milepæl III. Fyns amt, 54 sider + bilag.
- Hedeselskabet, 2004f: Indsatsområde Kerteminde. Grundvandsmodel. Fase 3a. Milepæl IV. Fyns amt, 24 sider + bilag.
- Hedeselskabet, 2005: Indsatsområde Kerteminde. Grundvandsmodel. Fase 3a. Notat til milepæl IV. Fyns amt, 7 sider + bilag.
- Heilmann-Clausen, C., 1985: Dinoflagellate stratigraphy of the uppermost Danian to Ypresian in the Viborg 1 borehole, central Jylland, Denmark. *Danm. Geol. Unders.*, Serie A, No.7, 69 sider.
- Heilmann-Clausen, C., 1995: Palæogene aflejringer over Danskekalken. I: Nielsen, O.B. (red.): Danmarks geologi fra Kridt til i dag. Aarhus Geokompender Nr. 1. Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 69-114.
- Heilmann-Clausen, C., Nielsen, O.B. & Gersner, F., 1985: Lithostratigraphy and depositional environments in the Upper Paleocene and Eocene of Denmark. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, Vol. 33, 287-323.
- Heilmann-Clausen, C. & Surlyk, F., 2006: Kapitel 10. Koralrev og lerhav. Palæogen. *Naturen i Danmark. Geologien*, Gyldendal, 181-226.
- Houmark-Nielsen, 1987: Pleistocene stratigraphy and glacial history of the central part of Denmark. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, Vol. 36, part 1-2, 187 sider.
- Håkansson, E. & Pedersen, S.A.S., 1992: Geologisk kort over den danske undergrund. VARV, 1992.
- IAEA, 1994: Siting of Near Surface Disposal Facilities. Safety Guides. Safety series no. 111-G-3.1, 37 sider.
- IAEA, 1999: Near Surface Disposal of Radioactive Waste. Requirements. IAEA Safety Standards Series No. WS-R-1, 29 sider.
- IAEA, 2005: Borehole Facilities for the Disposal of Radioactive Waste. IAEA Safety Standards Series, 102 sider.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability.

- Jacobsen, O.S., Laier, T. & Juhler, R.K., 2006: KERNOXY. Pesticidforureninger i grundvandet ved Kerteminde Vandværk – et afklaringsprojekt. GEUS, december 2006, 47 sider + bilag.
- Jakobsen, P.R., 1993: Geologisk kort over Danmark. 1:50.000. Map Sheet 1313 II Kerteminde. Geological Basic data map. Danm. Geol. Unders. Kortserie Nr. 42, 3-5 + kort.
- Jakobsen, P.R., 1996: Distribution and intensity of glaciotectionic deformation in Denmark. Bull. Geol. Soc. Denmark, Vol. 42, 175-185.
- Jørgensen P.R. & Fredericia, J., 1992. Migration of nutrients, pesticides and heavy metals in clayey till, Géotechnique, 42, 67-77.
- Jørgensen, P.R., Hoffmann, M., Kistrup, J.P., Bryde, C., Bossi, R & Villholth, K.G., 2002: Preferential flow and pesticide transport in a clay-rich till: Field, laboratory, and modeling analysis WRR, 38(11), 28-1 – 28-11.
- Jørgensen, F & Sandersen, P.B.E., 2006: Buried and open tunnel valleys in Denmark—erosion beneath multiple ice sheets. Quaternary Science Reviews 25, 1339–1363.
- Jørgensen F. & Sandersen, P., 2009: Kortlægning af begravede dale i Danmark. Optrækning 2007-2009, GEUS, 374 sider.
- Kerteminde Kommune, 2012: Teknisk notat – Deponering af radioaktivt affald på Kertinge Mark. Kerteminde Kommune, Miljø- og Kulturforvaltning, 10 sider.
- Keys, W.S., 1997: A practical guide to borehole geophysics environmental investigations. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida.
- Klint, K.E.S., 2001: Fractures in Glacigene Deposits; Origin and Distribution. Ph.D. Thesis. Danm. og Grøn. Geol. Unders. Rapport 2001/129, 40 sider + Bilag.
- Klint, K.E.S. & Gravesen, P., 1999: Fractures and Biopores in Weichselian Clayey Till Aquitards at Flakkebjerg, Denmark. Nordic Hydrology, Vol. 30, No. 4/5, 267-284.
- Klitten, K., 2003: Log-stratigrafi for Selandien Lellinge Grønsand formationen og Kerteminde Mergel formationen. Geologisk Tidsskrift 2003/2, 20-23.
- Knudsen, J. & Rasmussen, P.C., 1979: Fyns amtkommune. Vandforsyningsplanlægning. Delrapport 3. Hydrogeologisk kortlægning.- Danm. Geol. Unders., Fyns Amtskommune, Cowiconsult, 72 sider.
- Larsen, G., 2002: Geologisk Set – Fyn og Øerne. En beskrivelse af områder af national geologisk interesse. Fyns amt, Geografforlaget, Skov- og Naturstyrelsen, 144 sider.
- Larsen, G., Baumann, J., Tychsen, J., 1982: Storebælt, geological relations of the Eastern channel. Danish geotechnical Institute, DGI Bulletin No 34, 79 sider.
- Larsen, G., Frederiksen, J., Villumsen, A., Fredericia, J., Gravesen, P., Foged, N., Knudsen, B. & Baumann, J., 1988: Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse. Bulletin Dansk Geoteknisk Forening, nr. 1, 144 sider.
- Lehmann, I., 1956: Danske jordskælv, Bull. Geol. Soc. Denmark, Vol. 13, 88-103.
- Madsen, V., 1902: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark (1:100.000). Kortbladet Nyborg. Danm. Geol. Unders. I rk., Nr. 9, 182 sider + Bilag.
- Mason, B., 1966: Principles of Geochemistry. John Wiley & Sons, Inc., 329 sider.
- McKay, L., Fredericia, J., Lenczewski, M., Morthorst, J. & Klint, K.E.S., 1999. Spatial variability of Contaminant Transport in a Fractured Till, Avedøre, Denmark. Nordic Hydrology, Vol. 30, 4/5, 333-360.
- Miljøministeriet, 2010: Forslag til Vandplan 2010-15. Hovedvandopland 1.14 Storebælt. By- og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet. Hearing version, October 2010
- Milthers, K., 1959: Kortbladene Fåborg, Svendborg og Gulstav, A: Kvartære aflejringer. Danm. Geol. Unders. I series No. 21, 112 sider + bilag.

- Møller, R.R. & Richard, N.L., 2006: Kerteminde mergels hydrauliske egenskaber i Ringsted kortlægningsområde. Memo carried out by Rambøll A/S. (In Danish).
- Nilsson, B., Sidle, R.C., Klint, K.E., Bøggild, C.E. & Broholm, K., 2001: Mass transport and scale-dependent hydraulic tests in a heterogeneous glacial till - sandy aquifer system. *Journal of Hydrology* 243, p. 162-179.
- Ovesen, N.B.; Iversen, H.L.; Larsen, S.E.; Müller-Wohlfeil, D.-I.; Svendsen, L.M.; Blicher, A.S. & Jensen, P.M., 2000: Afstrømningsforhold i danske vandløb. Faglig rapport fra DMU, nr. 340. Miljø- og Energiministeriet.
- Pedersen, D.L., 2004: En geologisk og hydrogeologisk undersøgelse af inhomogeniteter i moræner. Kandidatafhandling, Geologisk Institut, Københavns Universitet. Juni 2004. + Bilag.
- Pedersen, S.A.S., (ed.)1989: Jordartskort over Danmark 1:200.000. Four maps: Nordjylland, Midtjylland, Syddanmark og Fyn, Sjælland, øer og Bornholm. Danmarks Geologiske Undersøgelse, 1989.
- Rasmussen, L. Aa, 1975: Kineto-stratigraphic glacial units on Hindsholm, Denmark. *Boreas*, Vol. 4, 209-217.
- Rasmussen, P., Klitten, K., Nielsen, S. og Jensen, P., 2007: Bornholms Regionskommune. Logging og vandkemi i vandforsyningsboringer. Danm. og Grøn. Geol. Unders. Rapport 2007/36. København.
- Region Syddanmark, 2008: Råstofplan 2008 for Region Syddanmark. 36 sider + kort.
- Sandersen, P.B.E. & Jørgensen, F., 2003: Buried Quaternary valleys in western Denmark—occurrence and inferred implications for groundwater resources and vulnerability. *Journal of Applied Geophysics* 53 (2003) 229– 248.
- Scharling, P., Rasmussen, E.S., Sonnenborg, T.O., Engesgaard, P., Hinsby, K., 2009: Three-dimensional regional-scale hydrostratigraphic modeling based on sequence stratigraphic methods: a case study of the Miocene succession in Denmark. *Hydrogeology Journal*, Online First, DOI 10.1007/s10040-009-0475-6
- Sheldon, E. & Nøhr-Hansen, H., 2010: Fehmarn Belt Fixed Link Pre-Quaternary Biostratigraphy – a mid-term status report for Rambøll/Arup JV. *Geol. Surv. Denm Greenl. Report* 2010/27, 32 sider + bilag.
- Smed, P., 1962: Studier over den fynske øgruppens landskabsformer. *Meddr. Dansk Geol. Foren.* vol. 15, 1-74.
- Sidle R.C., Nilsson, B., Hansen, M. & Fredericia, J., 1998: Spatially varying hydraulic and solute transport characteristics of a fractured till determined by field tracer tests, Funen, Denmark. *Water Resources Research*, Vol. 34, No. 10, 2515-2527.
- Sonnenborg, T.O.; Christensen, B.S.B.; Roosmalen, L. van; & Henriksen, H.J., 2006: Klimaændringers betydning for vandkredsløbet i Danmark. Danm. og Grøn. Geol. Unders. Rapport 2006/22, Miljøministeriet. 75 sider.
- Sorgenfrei, Th., 1949: Nye undersøgelser over Fyns undergrund. *Meddr. Dansk Geol. Foren.* 11, 490-493.
- Sorgenfrei, Th., 1951: Oversigt over prækvarterets topografi, staigrafi iog tektonik i området Fyn-Sydsjælland-Lolland-Falster Møn. *Meddr. Dansk Geol. Foren.* Bd. 12, 166-171.
- Tank, R.W., 1963: Clay Mineralogy of some Lower Tertiary (paleogene) sediments from Denmark. *Danm. Geol. Unders.*, IV ser., no. 9, 54 sider.
- Thomsen, E., 1995: Kalk og kridt i den danske undergrund. I: Nielsen, O.B.(red.): Danmarks geologi fra Kridt til i dag. Aarhus Geokompender Nr. 1, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 31-67.

- Thomsen, E. & Heilmann-Clausen, C., 1985: The Danian-Selandian boundary at Svejstrup with remarks on the biostratigraphy of the boundary in western Denmark. Bull. Geol. Soc. Denm. Vol. 33, 3-4, .339-360.
- Troldborg, L., Jensen K.H., Engesgaard, P., Refsgaard, J.C., Hinsby, K., 2008: Using Environmental Tracers in Modeling Flow in a Complex Shallow Aquifer System Journal of hydrologic engineering, 13(11), 1037-1048.
- Ussing, N.V. & Madsen, V., 1897: Beskrivelse til geologisk kort over Danmark. Kortblad Hindsholm. Danm. Geol. Unders. I Series, no. 2, 80 sider.

Hjemmesider

www.miljoeportalen.dk

www.kulturarv.dk

www.dmi.dk

www.geus.dk

www.isc.ac.uk

www.emec.gfzpotdam.de/pub/EMEC_Online/emec_online_frame.html

12. Bilag

Bilag A. Notat fra Kerteminde Kommune

Bilag B. Boreprofiler og borehulslogs

Bilag C. Skema over datagrundlag for udarbejdelse af kort over bindinger.

Bilag D. Bindinger i området

12.1 Bilag A



TEKNISK NOTAT – Deponering af radioaktivt affald på Kertinge Mark

20-08-2012

Generelt

Mængde: Affaldsmængden udgør mellem 5.000 og 10.000 m³. Den eksakte mængde er ikke nævnt i forbindelse med udpegningsnotatet.

Sagsnr.
2011-686

Type: Nukleart affald fra Risø, betegnet som lav- og mellemaktivt affald herunder en mængde farlig affald i form af bly, cadmium, beryllium og bitumen samt ubestrålet uran.

Desuden er omtalt 233 kg nukleart affald som betegnes som særligt affald. Der søges efter en international løsning for det særlige affald, men der er ikke endeligt taget beslutning for dets endelige placering.

Dokument-Id.
2012-12170

Herudover er nævnt en større mængde potentielt affald i form af ca. 600 m³ tailings (restprodukter) fra uranindvindingsforsøg, 3870 ton resterende lav-radioaktiv uranmalm og ca. 500 m³ beton forurenet af tailingsmaterialet. Det er endnu ikke afgjort om dette materiale skal slutdeponeres.

I forstudierne er endvidere nævnt, at der i depotet bør inkluderes plads til fremtidige mængder af affald fra f.eks. industrielle kilder og sundhedssektoren.

Placering: Kertinge Mark (se figur 1).

Depotets levetid: 300 år.

Depotets udformning:

3 forslag er beskrevet.

- Et terræn nært depot til maks. 30 m dybde.
- Et terræn nært depot i kombination med et borehul.
- Et mellemdyb depot, 30-100 m under terræn.

Det er foreslået, at depotet får et karakteristisk visuelt udseende, som bl.a. skal kunne genkendes fra luften.

Antal transporter: 250 lastbiler med hænger + evt. fremtidige transporter med affald fra industrien og sundhedssektoren.



Figur 1. Kertinge Mark, områdeafgrænsning.

Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk



Indbyggere

Kertinge Mark (åben land): 111 personer.
Kertinge + Kølstrup (nordlige del): ca. 150 personer.
Munkebo: 5569 (år 2010).
Kerteminde: 5712 (år 2010).
Odense: 166.305 (år 2010).

Afstand til bymæssig bebyggelse

Kertinge: 500-800 m.
Munkebo: 2,3 km til Snekkeled, 2,6 km til Noret.
Kerteminde: 2,6 Km til Kerteminde Vest, 3,5 km til Søvangsparken.
Odense: 6,3 km til Seden/Bullerup, 13,8 km til Odense centrum.

Planloven

Zone status: Landzone.

Kommuneplan: I Kommuneplanen er der en mindre arealudpegning på Kertinge Mark, 5.O.01 – Område til offentlige formål.

Endvidere er der i Kertinge to udpegninger; 5. BE.1 og 5.B.01, henholdsvis blandet bolig og erhverv og boligområde. I Kølstrup er der en kommuneplanramme for området 5.BE.2, Blandet bolig og erhverv.

Lokalplan: Et delområde 5.O.01 er lokalplanlagt ved lokalplan 58, Udstillingsbygning ved Ladbyskibet.

5.BE.1, 5.BE.2 og 5.B.01 er lokalplanlagt ved lokalplan nr. 34 - Blandet bolig og erhverv, bevaring og udstykning i Kertinge-Kølstrup.

Kystnærhed: Kertinge Mark er beliggende inden for udpeget kystnærhedszone.

Landskab: I forbindelse med landskabsanalysen, som indgår i Kommuneplanen, er der foretaget en landskabsudpegning: Bovense – Kertinge moræneflade. Landskabskarakteren for Kertinge Mark er specielt udpeget som kontrasterende. Området ved Kertinge Mark og nord for Ladby adskiller sig fra resten af området pga. dets åbenhed og dermed store udsigtskvaliteter. På tilsvarende vis rummer kystlandskabet langs Kerteminde bugt vide udsigter til havet, til Kerteminde by og den modstående kyst.

Beskyttede områder

Natur er beskyttet af Naturbeskyttelseslovens §3, registrerede sten- og jorddiger beskyttet af Museumslovens § 29a-d og diverse bygge- og beskyttelseslinjer er underlagt Naturbeskyttelsesloven.

Geologisk udpegning: Der er udpeget geologiske beskyttelsesområder langs kysten på halvøen Kertinge Mark, samt under hele vandområdet Kertinge Nor og Kerteminde Fjord.

Strandbeskyttelse: Langs kysten er der en 300 m beskyttelseslinje.

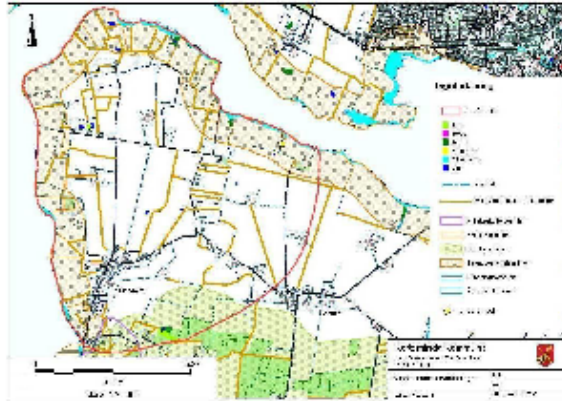
§ 3-områder: På Kertinge Mark er der enkelte mindre udpegninger til sø og eng, som er omfattet af beskyttelse.

Langs kysten (ca. 40-50 meter) er der § 3 beskyttet strandengarealer og overdrev.

§ 18 beskyttelse: Der er en 100 meter beskyttelseslinje omkring et fortidsminde.

§ 29e, Fortidsminde: Dysemark på Nordkysten af halvøen Kertinge Mark.

Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk



Figur 2. Beskyttede områder

Miljømålsloven

Kertinge Nor er tidligere udpeget til referenceområde for naturvidenskabelige studier af Fyns Amt.

Vandoplande: Der er en nord-sydgående vandoplandsgrænse gennem halvøen Kertinge Mark. Den vestlige del af halvøen afvander til Kertinge Nor og den østlige del til Kerteminde Fjord.

Geologi

Området ved Kertinge Mark er dannet i seneste istid. Det er tydeligt at der har været kraftig glacialtektonisk aktivitet i området da bakkedragene (randmorænebue) nord og nordøst for Kertinge Nor er blevet dannet (glacialtektonisk aktivitet er et geologisk udtryk for at isbevægelser har påvirket jordens lagedeling).

Kertinge Mark befinder sig op til inderlavningen af randmorænen ved Munkebo Bakker.

Isbægelsen i området har været fra sydøst. Disse inderlavninger/randmoræner er alment kendt for områder hvor der er stor sandsynlighed for glacialtektoniske forstyrrelser i jordlagene.

I litteraturen er beskrevet at glacialtektoniske forstyrrelser i området omkring Munkebo Bakker er mere intensive end på resten af Fyn.

I forbindelse med kortlægning af geologien og grundvandet er ligeledes beskrevet tektonisk aktivitet i området.

Der ses også tydelig glacialtektoniske forstyrrelser i Lundsgård klint ca. 5 km mod østsydøst.

Undersøgelingsboringer i indsatsområdet for drikkevand viser at der forekommer sandlinser og stenlommer i sandet til stærkt sandet moræner.

Boringer viser desuden flager af Kertemindemergel i de glacialle aflejringer, hvilket bekræfter at området i høj grad er påvirket glacialtektonisk.

Jordbunden fra før istiderne (Prækvartæret) består overvejende af Kertemindemergel, centralt i indsatsområdet nord for morænebakkerne mellem Rynkeby og Nymarkshuse ses en dal (depression) i prækvartærfladen som muligvis er dannet som en inderlavning af den gletsjertunge der under fremrykning fra sydøst har optrykket randmorænebakkerne ved Rynkeby.

Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk



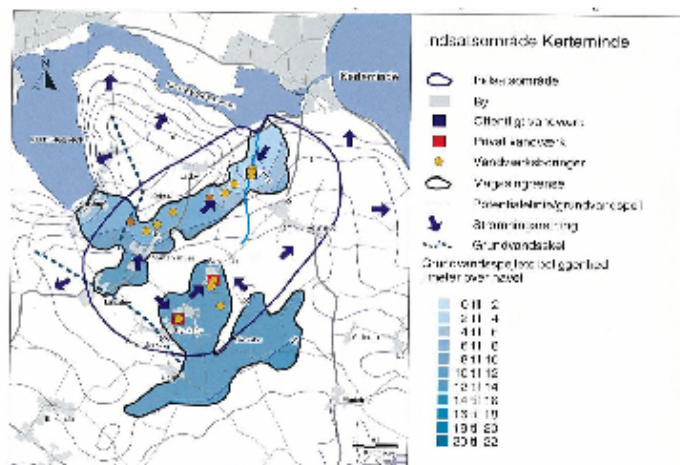
Drikkevandsinteresser

Kertinge Mark er beliggende i et område med drikkevandsinteresser (OD).

Side 4/10

Afstand fra Kertinge Mark til område med særlig drikkevandsinteresser (OSD)/Indsatsområde:
Ca. 1 km, sydøst.

Indsatsområde, grundvandsmagasiner, potentiale og grundvandsstrømning: Se figur 3.



Figur 3, Grundvand i Indsatsområdet Kerteminde

Grundvandskortlægning udført: Ja

Indsatsplanlægning udført: Ja, Indsatsplan for grundvand, Kerteminde 2006.

Kloridpåvirkning: Ja

I forbindelse med at der er udarbejdet grundvandskortlægning og indsatsplanlægning for OSD området/Indsatsområdet er der foretaget undersøgelse af indvindingsstrukturen. Det er konstateret, at der generelt er meget højt indhold af klorid i grundvandet, og at grundvandet bliver uegnet til drikkevand hvis der indvindes kraftigt fra få borer. Det er nævnt i undersøgelser at dette fænomen kan skyldes at området er kraftigt glacialt forstyrret. Desuden har prøvepumpninger i indsatsområdet vist at grundvandssænkning medfører forøget saltindhold i drikkevandet.

Det er diskuteret om kloriden i grundvandet stammer fra:

- Optrængning fra det underliggende Selandien ler
- Flager af Kertemindemergel i de øvre lag.
- Residualt saltvand i afsnørede sandlag.
- Indesluttet marine sediment.

Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk



Følsomt grundvandsmagasin: ja

Der er tale om et lille grundvandsmagasin som er forholdsvis tyndt flere steder.

Grundvandsmagasinet er polariseret med størst mægtighed i områderne øst og vest.

Det antages at der er hydraulisk forbindelse mellem øst og vest gennem et tyndt vandførende lag.

I dag foretages meget afbalanceret oppumpning for at sikre at der ikke kommer salt i drikkevandet.

Derudover kan det nævnes at Munkebo grundvandsmagasinet sandsynligvis har en udstrækning i sydlig retning under Kertinge Nor. Magasinet er under tryk (optræder artesiske).

Vandforsyning

Inden for OSD/Indsatsområdet ligger der 2 almene vandværker (Kerteminde Forsyning A/S og Danish Fruit Productions Vandværk) og et forsyningselskab (Rynkeby Vandværk).

Kerteminde Forsyning A/S – Vand:
Indvindingstilladelse, 800.000 m³/år
8 indvindingsboringer + 2 pejleboringer.

Danish Fruit Productions Vandværk:
Indvindingstilladelse, 150.000 m³/år
3 indvindingsboringer.

Rynkeby Vandværk: Ingen boringer

Der er 4259 forbrugere i Kerteminde og Rynkebyområdet, som forsynes med vand fra Kerteminde Vandværk.

13 forbrugere + DFP/Orana forsynes med vand fra Danish Fruit Productions Vandværk.

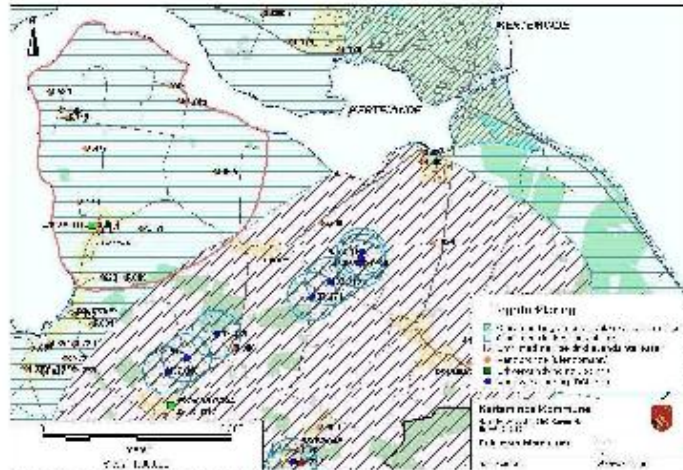
I alt 4273 forbrugere inden for forsyningsområdet.

Der er etableret nødforbindelse til vandforsyningerne på Hindsholm, Mesinge og Dalby vandværker, men teknisk kan disse vandværker ikke levere en tilstrækkelig vandmængde til at kunne nødforsyne Kerteminde/Rynkebyområdet. Nødforsyningen er kun rettet mod Hindsholm.

Ejendomme med egen vandindvinding til husholdning på Kertinge Mark anslås til 20-25 stk.

Gartnerier med egen indvinding: 1
Landbrug med husdyrhold med egen indvinding: 1
Landbrug uden husdyrhold med egen indvinding: 8

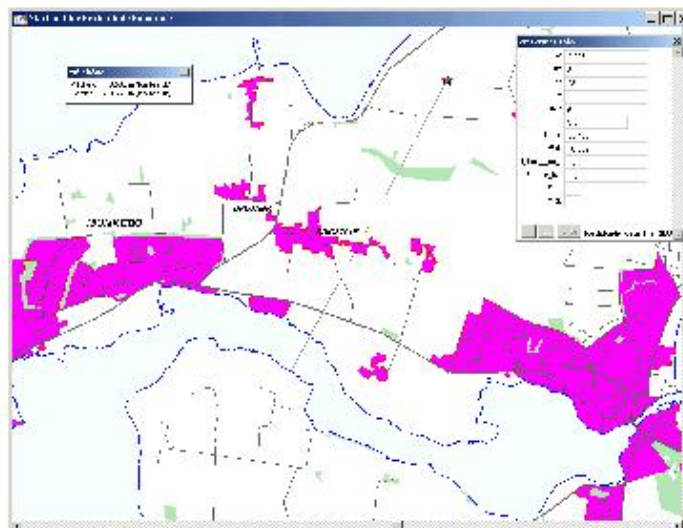
Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk



Figur 4, Registrerede brønde og borer

Jordskælv

Jf. GEUS hjemmeside er der registreret et jordskælv i 2008 på 1,8 på richterskalaen tæt på området med epicenter i 15 km dybde. Placering, størrelse og dybde er vist på kortet herunder.



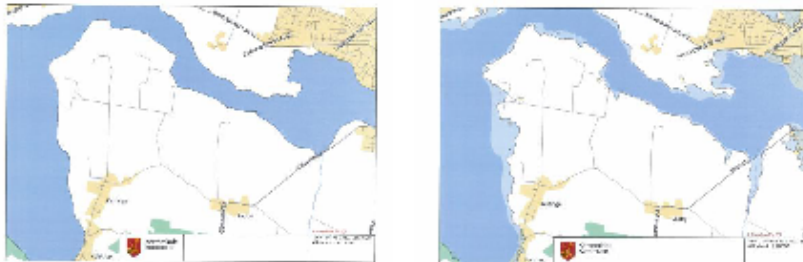
Figur 5, Registreret jordskælv

Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk



Klima

Kerteminde Kommune har en højvandsmodel, som er tilgængelig på Kommunens hjemmeside. Af modellen fremgår det, at vandstanden kan stige til 3 meter uden, at der vil ske en væsentlig påvirkning af Kertinge Mark. Hvis depotet placeres højt og væk fra kysten.



Figur 6, Højvandsscenarie ved 0 meter og ved 3 meter.

Diskussion

Placering: En placering af et atomaffaldsdepot på Kertinge Mark vil kræve en række planmæssige ændringer i relation til planloven/projekteringslov/anlægslov, da deponering af affald kun må ske indenfor udpegede deponeringsområder. Kerteminde Kommune har pt. ikke udpegede deponeringsområder for affald i kommunen.

En ny udpegning af Kertinge Mark som modtageanlæg for atomaffald vil udover en ændring af planforholdene kræve en vurdering af virkninger på miljøet (VVM) af det konkrete projekt jf. bilag 1 nr. 3b i bekendtgørelse om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM) i medfør af planloven.

Planmæssigt vil der kunne argumenteres for, at udpegningen ikke bør foretages på Kertinge Mark, da Staten har udlagt området som kystnærhedszone. Landets kystområder skal søges friholdt for bebyggelse og anlæg, som ikke er afhængige af kystnærhed. En udpegning af Kertinge Mark vil derfor være i strid med den statslige udpegning som kystnærhedszone, da det ikke fremgår af materialet, at en kystnær placering er en forudsætning.

Derudover kan det påpeges, at da depotet ønskes udformet med en karakteristisk visuel fremtoning, som bl.a. skal kunne ses fra luften, kan der være en konflikt i forhold til den landskabsudpegning – kontrasterende - der er for området på Kertinge Mark.

Der bemærkes, at infrastrukturen til og fra Kertinge Mark er forholdsvis begrænset. Der gives i forprojektet mulighed for, at der udover "Risø-affaldet" løbende kan ske en tilførsel af affald til depotet fra industrien og sundhedssektoren.

Det bemærkes, at der er relativ kort afstand til tæt befolkede områder (Kertinge/Kølstrup, Munkebo, Kerteminde og Odense) ved en evt. udsivning/støvgene fra depotet. Et kriterie i forstudierne er, at byområder i form af større byer og nærliggende områder ikke er inddraget.

I forstudierne og udpegningen, at der kun i begrænset omfang er taget højde for nærheden til tætbefolkede områder, herunder de sociale og menneskelige dimensioner ved bynær placering. Fra Munkebo og Kerteminde vil der med en afstand på under 3 km. være direkte indsiget til et depot på Kertinge Mark. Herunder er afstanden til Odense kun ca. 8 km. Uanset anlægsudformning og risikovurdering vil anlægget for den enkelte borger udgøre en utryghed og potentiel risiko. Anlægget vil desuden med høj sandsynlighed påvirke de

Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk



socioøkonomiske forhold, herunder huspriser, rekreativ anvendelse og jordbrugsmæssig værdi samt hvordan borgeren har ved at færdes i området.

Side 8/10

Recipientpåvirkning: Vandomplandene viser, at der fra Kertinge Mark sker en grundvandsstrømning dels mod Kertinge Nor og dels mod Kerteminde Fjord. Det betyder, at en evt. udsivning fra et depot vil kunne påvirke recipienten negativt. Recipienten er udpeget som referenceområde for naturvidenskabelige studier. Endvidere har recipienten en klassificering som følsom samtidig med, at der er en række arter, som er unikke i forhold til vandområdet. Fjord- og Bæltcentret har udarbejdet et notat, som beskriver dette.

Påvirkning af grundvand/vandforsyning: Af figur 3 fremgår det, at strømningsretningen fra en stor del af Kertinge Mark er mod recipienten. Det må antages, at der endvidere er en strømningsretning i mod grundvandsmagasinet/indvindingsoplandet mod sydøst, når der foretages indvinding, da der derved opstår en sænkningstragt omkring boringerne.

Det er i forstudierne ikke belyst, om en evt. udsivning fra et depot vil kunne påvirke grundvandskemien i boringerne i OSD-området eller øvrige boringer i lokalområdet. Dette kan derfor ikke udelukkes.

Af forstudierne fremgår det, at der evt. skal foretages grundvandssænkning som følge af projektet.

Da grundvandsmagasinet anses for særdeles sårbart overfor hydrologiske påvirkninger vurderes der at være en stor risiko for at selv små påvirkninger vil forrykke saltbalancen og påvirke udbredelsen af salt i vandførende lag. En konsekvens heraf kan medføre at grundvandet bliver uegnet til drikkevand.

Kerteminde Forsyning A/S, som er den største indvinder i området, har udarbejdet et notat.

Jordskælv

GEUS beskriver i de generelle anbefalinger at et depot ikke bør placeres i områder med kendt risiko for jordskælv eller væsentlig risiko for sætninger. Væsentlighedsbegrebet er ikke nærmere defineret. Det bemærkes at der i forstudierne er nævnt at det kun er i Risø området at der har været konstateret seismologiske aktivitet (1,1 Richter). Jordskælvet i 2008 på 1,8 Richter i Kerteminde Kommune er ikke med på danmarkskortet i forstudierne hvor jordskælv er angivet.

Det kan ikke udelukkes at jordskælv vil påvirke et depot.

Tektonik

GEUS beskriver i de generelle anbefalinger at et depot bør placeres i områder med lille glacialtektonisk påvirkning og med få strukturer. De istidsskabte strukturer i jorden i området omkring Munkebo Bakker er mere intensive end på resten af Fyn hvilket antyder at der er stor sandsynlighed for glacialtektonisk påvirkning og mange strukturer i området. Profiler og boringer bekræfter også glacialtektonisk påvirkning.

Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk



Generelt:

Af de forundersøgelser, der er udarbejdet i forbindelse med udpegnings fremgår nedenstående oplysninger:

Område	Geologisk Model	Grundvand	Begrænsninger (Natura2000, fredninger, råstoffer mv.)	Effekter af klimaændringer
10	Kertinge Mark, Fyn Kote + 20 m	Op til 40 m moræneler med sandlag 40 - 58 m siltet ler 58 - 148 m plastisk ler Fra 148m: ler + Kalk	Begrænsede eller ingen drikkevandsinteresser	Området vil formodentlig ikke påvirkes

Terrænet på Kertinge Mark er op til kote +20 meter over havet. Endvidere findes der tykke lerlag på halvøen. Af forstudieme fremgår det, at der er et meget spinkelt datagrundlag for området. Endvidere fremgår det, at der kan være sprækker i leret, hvor ved der er mulighed for vandtransport.

I tilknytning hertil kan bemærkes, at Kerteminde Kommune i forbindelse med et tidligere museumsbyggeri i området har haft problemer i forhold til fundering pga. af opstigende vand i forhold til byggeriet (artesiske forhold).

I parentes her til skal endvidere bemærkes, at det ikke kan udelukkes, at der kan være flere arkæologiske interesseområder på Kertinge Mark. Østfyns Museer har udarbejdet et notat.

Det skal endvidere bemærkes, at der jf. forstudieme ikke må være en aggressiv påvirkning af depotet med klorid. Sammenholdt med de vurderinger af klorid, der tidligere er foretaget i relation til Kerteminde Forsynings A/S indvindingsstruktur, er der stor risiko for forhøjet kloridindhold i området, desuden vil en grundvandssænkning forøge den risiko, dette vil være i konflikt i forhold til placering af et depot i området.

Af forstudieme fremgår det (som nævnt i skemaet ovenfor), at der er begrænsede eller ingen drikkevandsinteresser i området. Dette stemmer ikke overens med, at området af Staten er udpeget til drikkevandsområde (OD).

Område 10, Kertinge Mark (se figur 1 og 4) grænser i øvrigt helt op til OSD/indsatsområdet.

Endelig er det beskrevet, at klimaændringer ikke formodes at påvirke et højtliggende depot. Dette stemmer overens med de simuleringer, der kan foretages med Kerteminde Kommunes højvandsmodel (se figur 3). Her til skal bemærkes at grundvandsændringer som følge af havstigninger ikke er belyst i kommunens højvandsmodel.



Litteraturliste:

- Notat fra Fjord- og Bæltcentret.
- Notat fra Kerteminde forsyning A/S.
- Notat fra Østfyns Museer.
- Slutdepot for Risøs radioaktive affald, Geoviden nr. 2. GEUS, 2011.
- Forstudier til slutdepot for lav og mellemradioaktivt affald, sammendrag - rapport til den tværministerielle arbejdsgruppe, maj 2011.
- Vurdering af danske grundvandsmagasiners sårbarhed overfor vejsalt, GEUS, dec. 2009.
- Profilinier udarbejdet i forbindelse med magasinkortlægning for hele Fyn, 24/11 2006, Fyns Amt.
- Indsatsplan for grundvand, Kerteminde, Fyns Amt marts 2006.
- Kortlægning af grundvandsressourcerne – status for vandressourcekortlægningen Fyns Amt 2005.
- Indsatsområde Kerteminde, grundvandsmodel Fase 3a, Milepæl 3 og 4, dec 2004, Hedeselskabet, Fyns Amt.
- Indsatsområde Kerteminde, Supplerende boringer okt. 2004, Hedeselskabet, Fyns Amt.
- Grundvandsundersøgelse Kerteminde, Afrapportering af undersøgelsesboringer, Dansk geofysik juni 2002, Fyns Amt.
- Kortlægning af grundvandsressourcerne i Fyns Amt – Forslag til udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser Fyns Amt 1997.
- Distribution and intensity of glaciotectionic deformation in Denmark, Peter Roll Jakobsen. GEUS 1998.
- Vandindvinding ved Revninge, Kerteminde kommune, 1/3 1981, Kemp og Lauritzen
- Rapport over DGU's geoelektriske kortlægning af et område ved Revninge, Kerteminde kommune, 1963.
- Studier over den fynske øgruppes glaciæle landskabsformer, Per Smed, 1962.

Se Kerteminde Kommunes retningslinjer for registrering af personoplysninger på www.kerteminde.dk

Der desuden modtaget notater fra Fjord- og Bæltcentret, Kerteminde forsyning A/S og Østfyns Museer.

12.2 Bilag B

Boreprofiler samt borehulslogs for boringerne:

DGU nr. 137.1268

DGU nr. 137.1269

Boringer

Brøndborerfirmaet Poul Christiansen A/S Højslev har udført boringerne. Boringerne er boret med følgende metode: Der er boret med snegleboring de første 5-10 m. Derefter er der skiftet til lufthæve-metoden. Mejseldiameteren var 350 mm. Der blev udtaget gode prøver på en ½ - 1 l's størrelse (en prøve fra hver meter). Efter logning blev boringerne sløjfet og fyldt fra top til bund med bentonit.

Borehulslogs

Der følger desuden en beskrivelse af de anvendte borehulslogs (Per Rasmussen, GEUS).

I forbindelse med undersøgelserne af mulige områder for slutdeponering af Risøs radioaktive affald, er der i efteråret 2012 udført geofysisk borehulslogging på Kertinge Mark. Der er der udført borehulslogging i 2 nye boringer med det formål at dokumentere eventuelle ændringer i jordarternes sammensætning, der kan supplere beskrivelsen af boreprøverne.

Anvendte undersøgelsesmetoder

Ved geofysisk borehulslogging registreres og analyseres målinger af fysiske egenskaber i boringer og brønde. Målesonder sænkes med konstant hastighed ned igennem borehullet for at indsamle data i hele boringens dybde. De enkelte log-metoder måler forskellige veldefinerede fysiske parametre. De parametre som kan udledes af de forskellige log-metoder, kan inddeles efter om de giver informationer om geologiske forhold, informationer om grundvandsstrømning og vandkemi. Flere typer af borehulslogs indsamles normalt i samme boring, hvilket giver en synergieffekt ved tolkningen af de enkelte logs og et øget informationsniveau fra undersøgelserne som helhed.

Af Tabel 1 fremgår hvilke borehuls-logs der er udført i de enkelte boringer. Ved undersøgelserne er der fokuseret på borehulslogs der giver information om de geologiske forhold. Logging-programmet har omfattet følgende logs: Naturlig gammastråling, resistivitet, lydledning og fluid ledningsevne. Nedenfor gives en kort beskrivelse af de enkelte log-typer.

Naturligt gamma

Ved en naturlig gamma-log registreres den naturlige gamma-stråling som udsendes fra bjergarterne omkring borehullet.

Resistivitet

Resistivitets-log måler den elektriske modstand af bjergarter og porevand omkring borehullet.

Lydhastighed

Den akustiske log (sonic-log) måler hastigheden af lydbølger gennem af bjergarter og porevand omkring borehullet.

Fluid Ledningsevne

Fluid ledningsevne-log måler den elektriske ledningsevne af vandet i borehullet. Fluid ledningsevne-logs kan anvendes til at identificere vandførende lag i boringen og eventuel intern strømning i boringen, samt som supplement til flow-log at identificere indstrømningszoner i boringen.

Tabel 1. Typer af borehulslogs udført i boringerne ved Kertinge Mark.

Lokalitet	Boringsnummer (DGU nr.)	Naturlig gamma	Resistivitet	Lydhastighed	Fluid Ledningsevne (under pumping)
Kertinge Mark	137.1268	X	X		
	137.1269	X	X	X	X



BORERAPPORT

DGU arkivnr: 137. 1268

Borested : Ladbyvej 15
5300 Kerteminde
Boring 1 af 2. Ang. sløjfning se borerapport

Kommune : Kerteminde
Region : Syddanmark

Boringsdato : 15/10 2012 **Boringsdybde** : 48 meter **Terrænkote** : 12,73 meter o. DNN

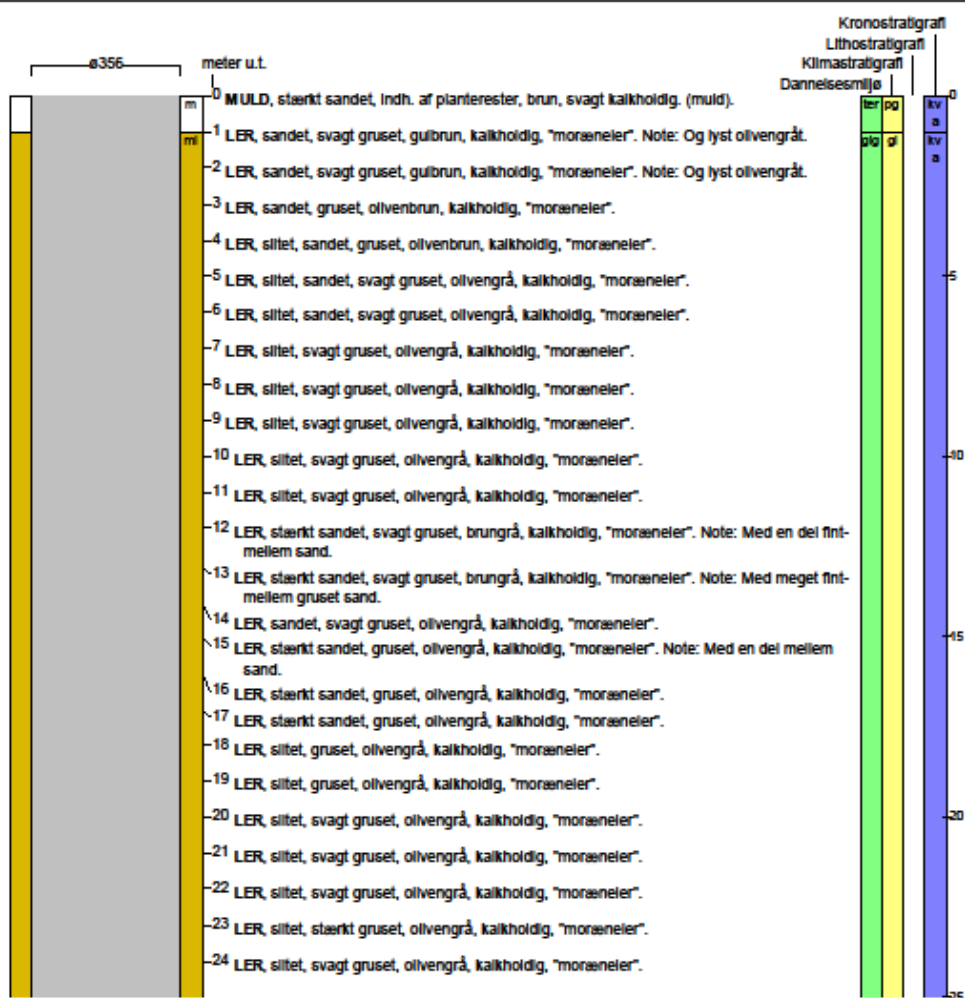
Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev
MOB-nr :
BB-journr :
BB-bomr : B 1787

Prøver
- modtaget : 11/10 2012 antal : 48
- beskrevet : 7/11 2012 af : PG
- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab
Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor
Boremethode : Lufthæve

Kortblad : 1313 IISV
UTM-zone : 32
UTM-koord. : 600729, 6144622

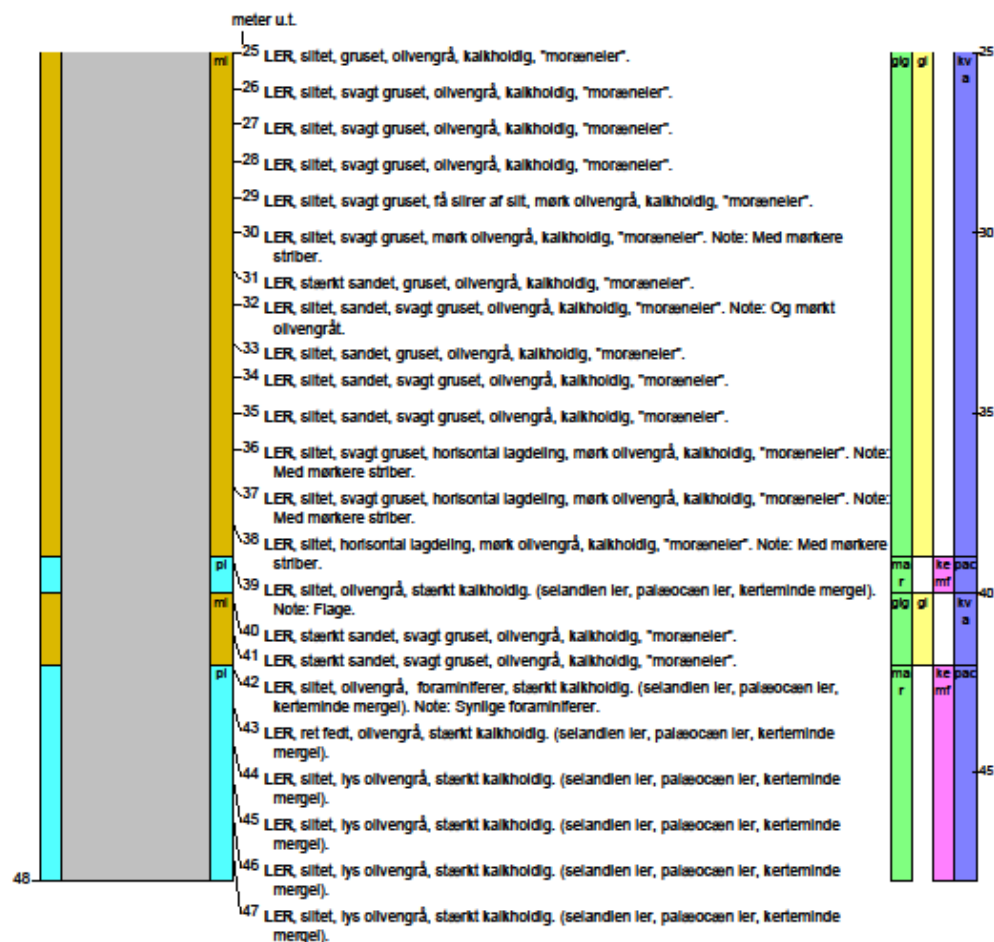
Datum : ED50
Koordinatkilde : GEUS
Koordinatmethode :



fortsættes...

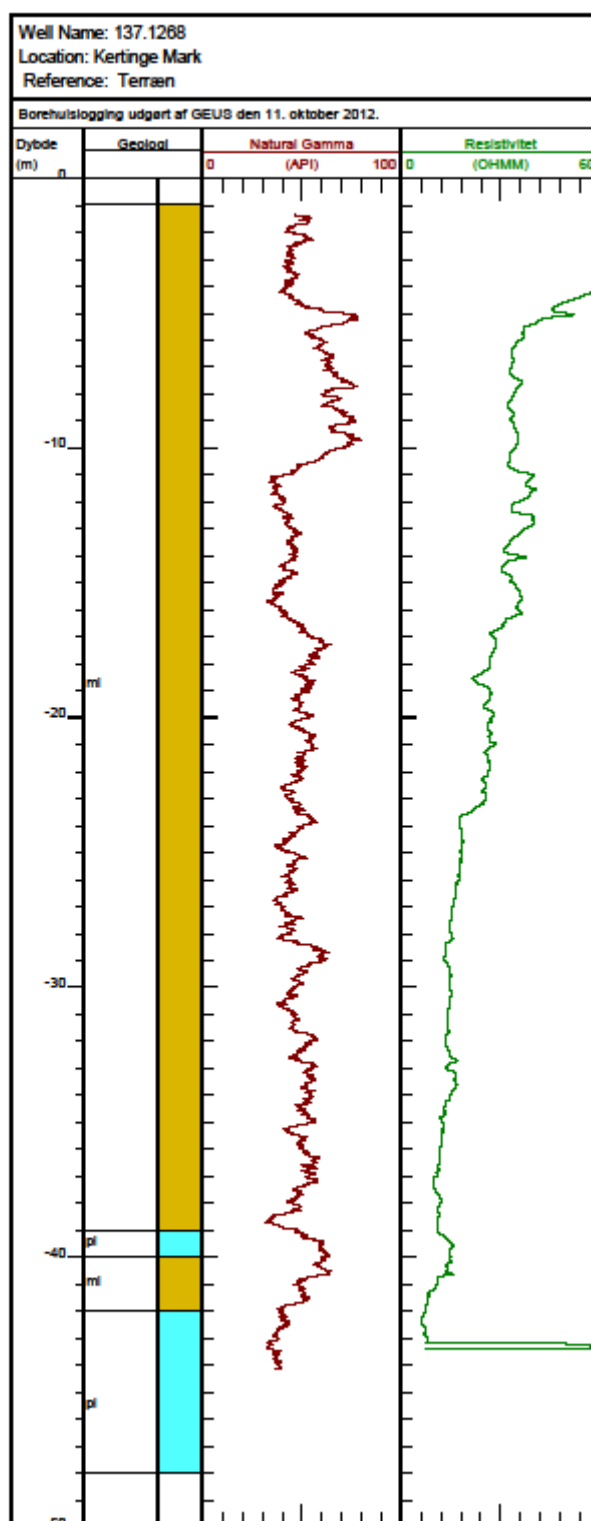
BORERAPPORT

DGU arkivnr: 137. 1268



Aflejningsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)

meter u.t.		
0	- 1	terrig - postglacial - kvartær/holocæn
1	- 39	glacigen - glacial - kvartær
39	- 40	marin - palæocæn (kerleminde mergel formation)
40	- 42	glacigen - glacial - kvartær
42	- 48	marin - palæocæn (kerleminde mergel formation)





BORERAPPORT

DGU arkivnr: 137. 1269

Borested : Kertinge Mark, Tværgyden
5300 Kerteminde
Boring 2 af 2

Kommune : Kerteminde
Region : Syddanmark

Boringsdato : 1/10 2012

Boringsdybde : 45 meter

Terrænkote : 15,28 meter o. DNN

Brøndborer : Brøndboreren er ukendt

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bomr :

Prøver

- modtaget : 18/10 2012 antal : 45

- beskrevet : 13/11 2012 af : PG

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Anvendelse : Sløjfet/opgivet bor

Boremetode :

Kortblad : 1313 IISV

UTM-zone : 32

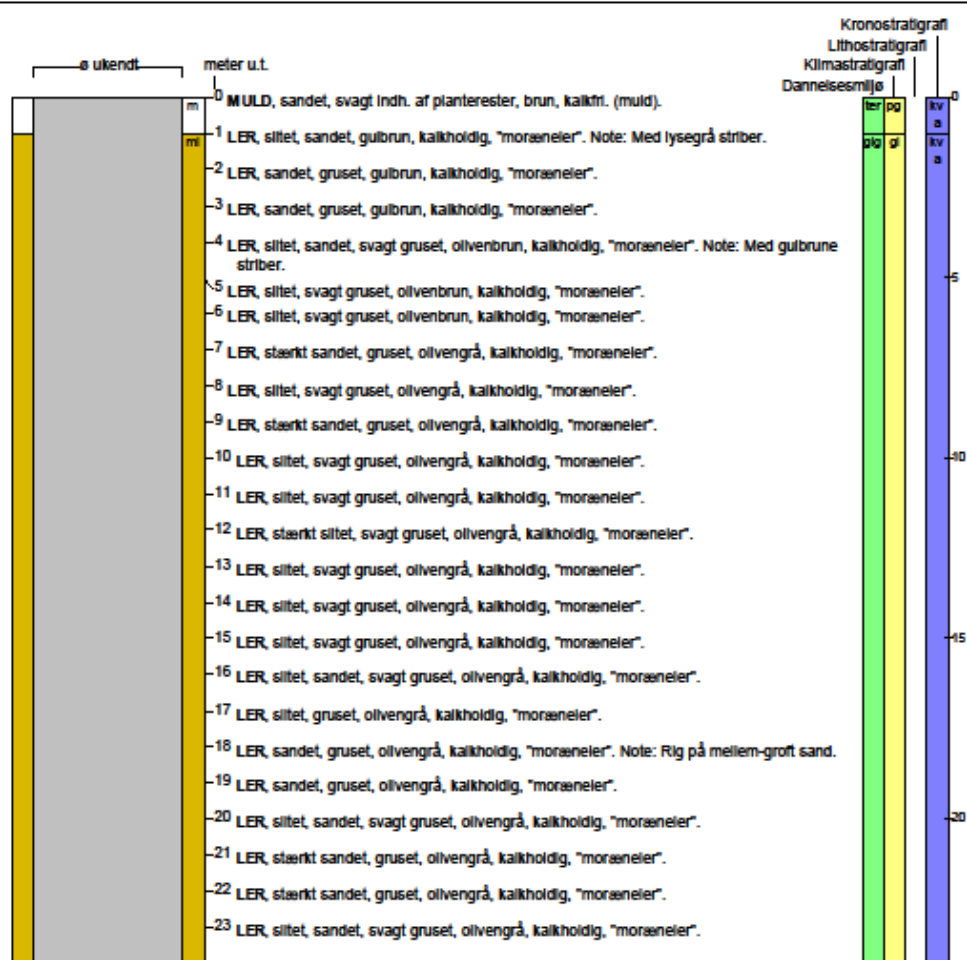
UTM-koord. : 600899, 6145765

Datum : ED50

Koordinatkilde : GEUS

Koordinatmetode :

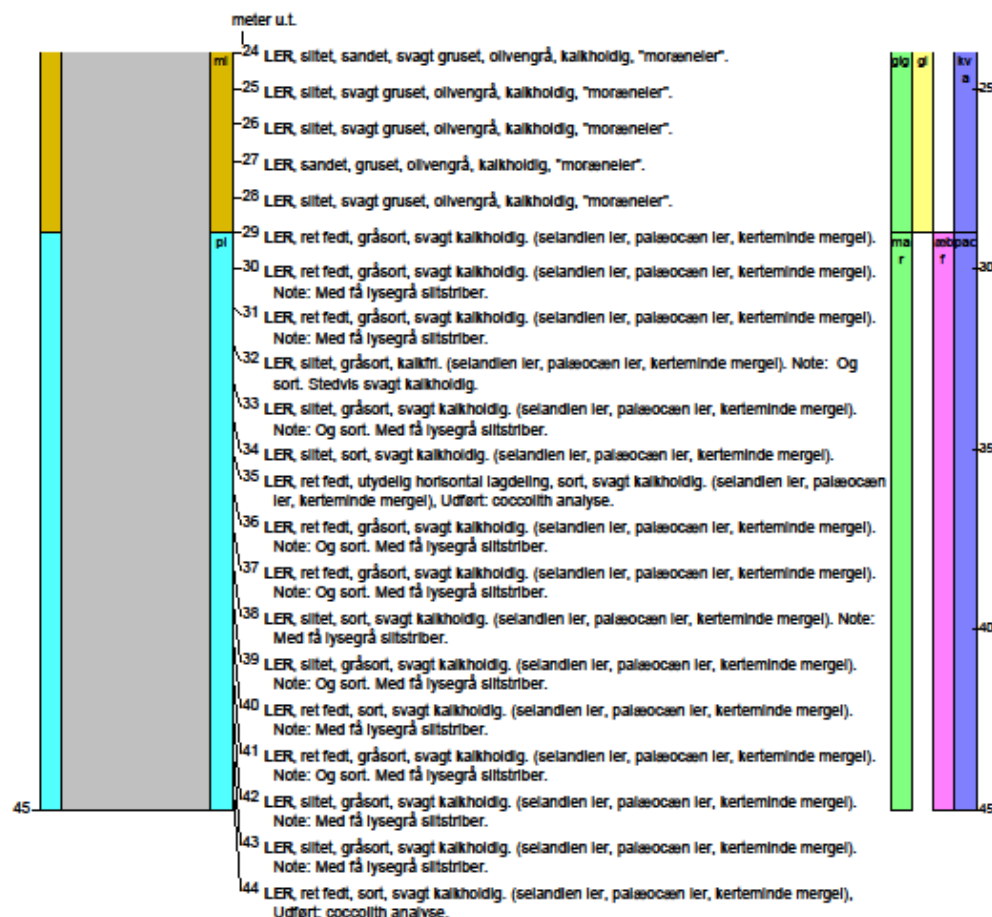
Notater : Nanofossilanalyse ved Emma Sheldon, GEUS af prøverne 35-36 m og 44-45 m



fortsættes..

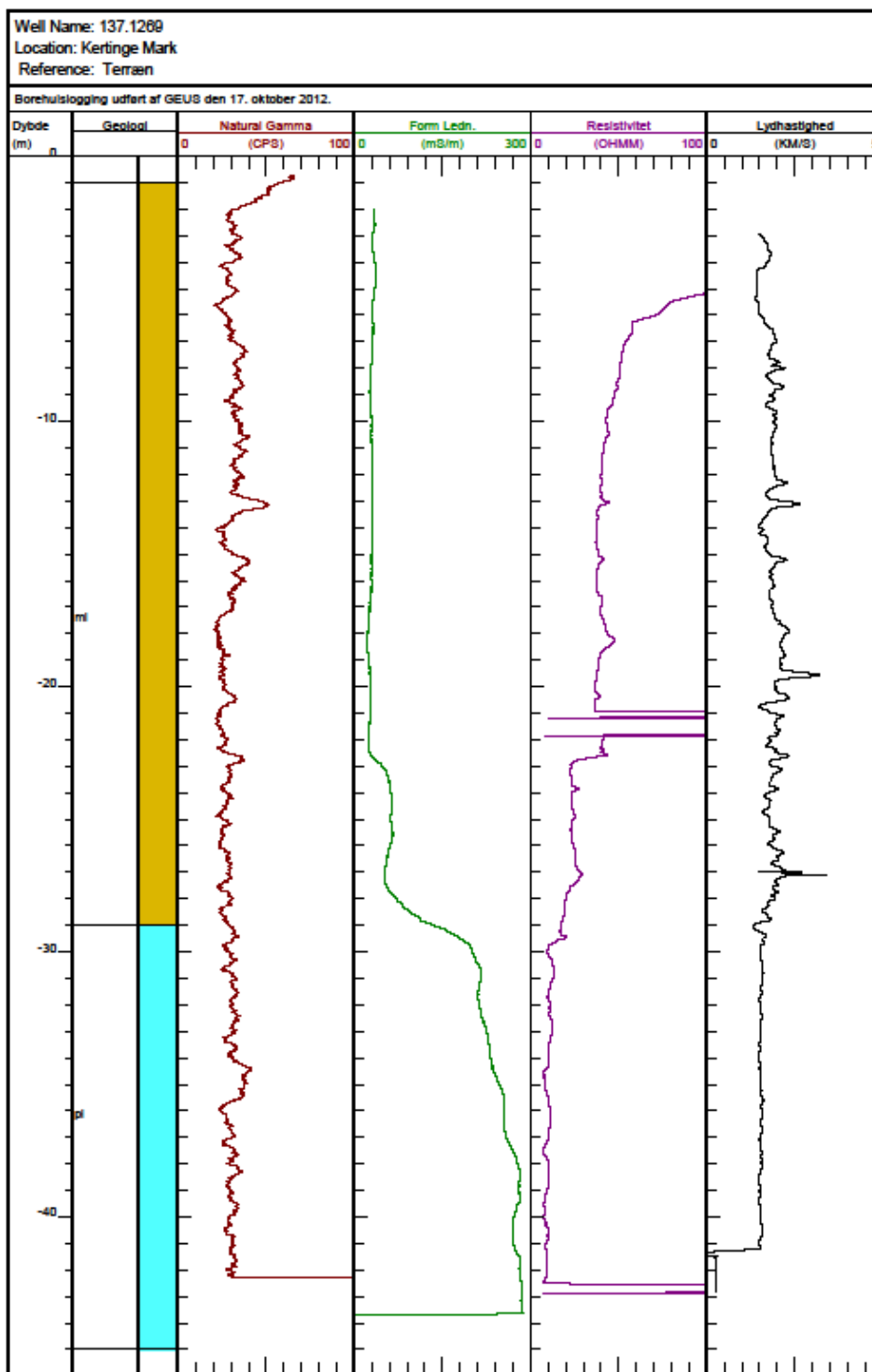
BORERAPPORT

DGU arkivnr: 137. 1269



Aflejningsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)

meter u.t.		
0	- 1	temigen - postglacial - kvartær/holocæn
1	- 29	glacigen - glacial - kvartær
29	- 45	marin - palæocæn (æbele formation)



12.3 Bilag C

Kildehenvisninger til kort over arealbindinger (Naturstyrelsen, 2012).

Kildeangivelse vedr. Deponering af radioaktivt affald fra Risø

Navn	Tema	Kilde
Potentielle områder		
	Område 1, 4, 10, 17, 20, 21	Danmarks og Grønlands geologiske undersøgelse rapport 2011/51
Fredninger		
	Fortidsminder	Kulturstyrelsen
	Fredede områder	Danmarks Miljøportal
	Statsfredning	Naturstyrelsen
	Fredsskov	Digitalt matrikelkort, KMS
Planlægning		
	Vedtagne lokalplaner	PlansystemDK, Naturstyrelsen
	Vedtagne Kommuneplansrammer	PlansystemDK, Naturstyrelsen
Statsejede områder		
	Statsejede områder	Udarbejde af Naturstyrelsen i forbindelse med vindmølleplacering.
Tekniske anlæg		
	Vindmøller	Vindmøller over 10 m, Top10DK, KMS
	Højspænding	Top10DK, KMS
	Gastransmissionsnet	EnerginetDK
Geologi		
	Råstofområder	Naturstyrelsen
Jordforurening		
	Jordforurening V1	Danmarks Miljøportal
	Jordforurening V2	Danmarks Miljøportal
	Affaldsdepoter	Miljøstyrelsen
Drikkevandsinteresser		
	Drikkevandsinteresser	Danmarks Miljøportal
	Vandforsyningsboring	Jupitor-boringer, GEUS JUPITOR
Natura2000		
	EF-fuglebeskyttelsesområder	Dansk Miljøportal
	EF- habitat	Dansk Miljøportal
	Ramsarområder	Dansk Miljøportal
Femern område		
	Reservationsområde	Fra www.femern.dk , Anlægsfasen

12.4 Bilag D

Beskrivelse vedr. Deponering af radioaktivt affald fra Risø Område 10 - Kerteminde Mark Fyn

<i>Bindinger i området</i>	<i>Binding</i>	<i>Notat</i>
Areal		
Område 10	663	Hektar
Fredninger		
Fortidsminder	1	
Fredede områder	Nej	
Statsfredning	Nej	
Fredsskov	Ja	2 mindre arealer
Planlægning		
Lokalplan	Ja	Fleere mindre arealer har planlagt anvendelse.
Kommuneplan Rammer	Ja	Fleere mindre arealer har planlagt anvendelse.
Statsejede områder		
Statsejede områder	Nej	
Tekniske anlæg		
Vindmøller	1	
Højspænding	Nej	
Gastransmissionsnet	Nej	
Geologi		
Råstofområder		
Jordforurening		
Jordforurening V1	Nej	
Jordforurening V2	Nej	
Affaldsdepoter	Nej	
Drillekavandsinteresser		
Særlige	Nej	
Almindelig	Ja	
Begrænsede	-	
Vandforsyningsboring	1	
Natura2000		
EF-fuglebeskyttelsesområder	Nej	
EF-habitat	Nej	
Ramsarområder	Nej	

De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland (GEUS)
Geological Survey of Denmark and Greenland

Øster Voldgade 10
DK-1350 København K
Danmark / Denmark

Telefon / Phone
Fax
E-post / E-mail
Internet

+45 38 14 20 00
+45 38 14 20 50
geus@geus.dk
www.geus.dk