

Lav- og mellem radioaktivt affald fra Risø, Danmark

Omegnsstudier. Rapport nr. 5

Område Thise,
Skive 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. 5

Område Thise,
Skive 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	8
4.	Boringer	9
4.1	Ny boring	9
5.	Geologi	11
5.1	Aflejringer og jordarter	11
5.2	Mineralogi og geokemi	16
5.3	Strukturelle forhold	17
5.4	Geologisk model	19
5.5	Konklusion	20
6.	Seismisk aktivitet og jordskælv	21
6.1	Metoder og anvendte begreber	21
6.2	De instrumentelt registrerede rystelser	22
6.3	Instrumentelt bestemte epicentre 1930–2012 i Nordvestjylland	23
6.4	Præ-instrumentelle rystelser i Nordvestjylland	24
6.5	Diskussion	28
6.6	Konklusion	28
7.	Grundvand og drikkevand	29
7.1	Generelle forhold	29
7.2	Drikkevandsområder	29
7.3	Lokale forhold	32
7.4	Konklusion	34
8.	Klima og klimaændringer	35
8.1	Temperatur og nedbør, storme og ekstreme	35
8.2	Havniveauændringer	35
8.3	Ekstreme hændelser	36
9.	Arealplanlægning og bindinger	37
9.1	Bindinger	38
9.2	Natur, naturpleje og fredninger	38
9.3	Historiske mindesmærker og fredninger	43

9.4	Råstofplanlægning	46
9.5	Vandforsyningsstruktur	46
10.	Afsluttende bemærkninger	47
11.	Litteratur	48
11.1	GEUS rapporter fra projektet.....	48
11.2	Andre publikationer fra projektet	48
11.3	Anden anvendt litteratur	49
12.	Bilag	57
12.1	Bilag A	58
12.2	Bilag B	76
12.3	Bilag C	81
12.4	Bilag D	82

0. Resume

Områdestudierne peger på følgende hovedresultater for Thise området:

Terræn

Området er markeret ved et stort højtliggende og næsten plant plateau, som inkluderer størstedelen af den centrale og sydøstlige område. Fra plateauet hælder landskabet svagt mod vest og nordvest og lidt mere stejlt mod nordøst. Direkte mod nord er der et andet mindre plateau, som er lokaliseret mellem kote + 15 og + 20 m. Direkte mod syd er skråningen mellem plateauet og henholdsvis ådalen og kystzonen meget stejl og dybt nedskåret med smalle stejle skråninger.

Geologi

De finkornede ældre oligocæne leraflejringer forventes at være udbredt i området med tykkelser op til 140 m, men er begrænset af de begravede dale med andre aflejringer mod nord, vest og sydøst.

Aflejringerne er uforstyrrede bortset fra erosion langs kanten af området. Yngre kvartære aflejringer, især moræneler overlægger det oligocæne ler. Tykkere sandlag findes mod syd, mens moræneler op til 18 m's tykkelse findes mod nord. Moræneler indeholder erfaringsmæssigt sprækker og sandlinser.

De oligocæne leraflejringeres egenskaber gør dem velegnede til at forhindre spredning af et eventuelt udslip af radioaktivt materiale fra et depot.

Seismisk aktivitet og jordskælv

Det nordvestlige Jylland har lav til moderat seismisitet, men dog på et lidt højere niveau end resten af landet. Der er mange små jordskælv i Nordsøen og Skagerrak og rystelserne fra disse jordskælv kan med mellemrum mærkes på land. Der er også registreret enkelte mindre jordskælv på land. Generelt medfører jordskælvne i området ingen skader på bygninger, men der har været enkelte historiske eksempler på det modsatte. Særlig jordskælvet i 1841 som med stor sandsynlighed forårsagede en synlig forskydning i jordoverfladen er bemærkelsesværdigt. Det er sandsynligvis det kraftigste jordskælv som nogensinde er registreret på dansk område.

Grundvand

Området har begrænsede grundvandsmagasiner, men der er alligevel en række lokale enkeltvandforsyninger og vandforsyningsboringer, især mod øst og ved Nørre Thise, som udnytter lokale overfladenære sand- og grusmagasiner. Flere af Thise vandværks boringer udnytter et grundvandsmagasin, som ligger i kanten af området og er en del af den begravede dal. Grundvandstrømningen i området bevæger sig fra et sydvest-nordøst orienteret grundvandsskel både mod havet og ind i land.

Drikkevand og vandforsyning

Området er overvejende et Område med Drikkevandsinteresser (OD område), men med et smalt Område med Begrænsede el ler ingen Drikkevandsinteresser (OBD område) langs kysten. Ved Thise Vandværk og mod vest ind i området er placeret et vigtigt Nitratfølsomt Indvindingsområde (NFI-område). Mod vest og nord uden for området ligger Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD områder). Vandværker uden for området leverer vand til Thise Mejeri. Der er en del enkeltvandforsyninger spredt ud over området.

Klima og havstigninger

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

Bebyggelse, vejnet og lokalplaner

Den største bebyggelse i området er Thise, men også omkring Thisetorp og Nørre Thise er der tættere bebyggelse. Derudover er der spredte huse over området. Der et net af mindre, velholdte veje, men en større landevej går fra Thise og mod vest. Der er bl.a. lokale/kommuneplaner for vindmøller, erhverv og bebyggelse vest for Thise.

Naturforvaltning og fredninger

Inden for området er der udlagt en række områder som f.eks. beskyttede diger, skovrejsningsområder, og strandbeskyttelseslinjer. En stor del af beskyttelse m.v. er fokuseret mod Havbjerg Skov, Eskær Skov og Gåsemosen.

Fortidsminder og fredninger

Fortidsminder findes spredt over området, men især koncentreret omkring Thise, Stouby, Havbakker og Gåsemosen. Havbakker er udpeget som kulturarvsareal. En del fredede gravhøje findes i området og mod sydvest ligger den fredede herregård Eskær.

Andre forhold

Store dele af området er landbrugsareal. Der er ingen råstofinteresser i området.

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 Thise-området i Skive Kommune i Salling. For at underbygge den geologisk-strukturelle model er der i Thise-området blevet udført én supplerende boring 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 området til yderligere undersøgelser.

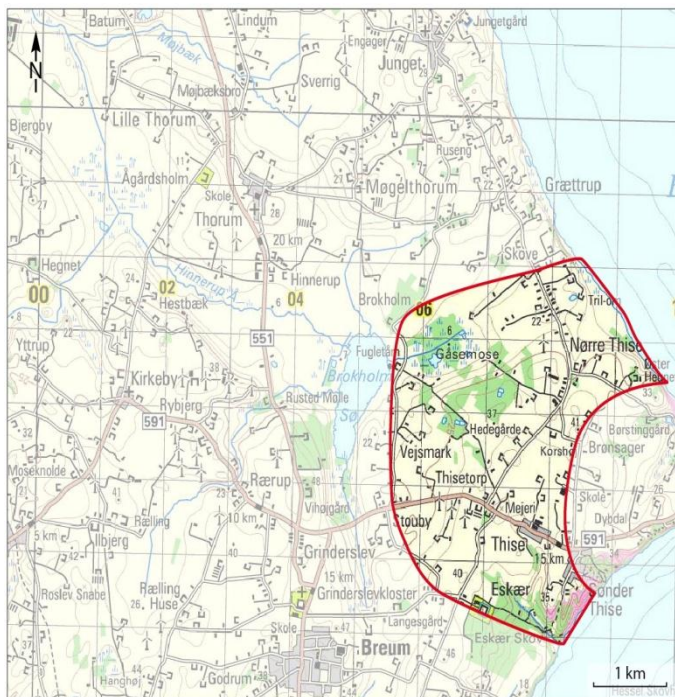
Naturstyrelsen har kortlagt og beskrevet arealbindingerne, og Skive Kommune har bidraget med de lokale oplysninger, som kan findes i notatet i denne rapport som bilag A. Notatet indeholder også kommunens synspunkter angående lokalisering af et slutdepot i området og kommunens fremtidige udvikling, som ikke findes i hovedteksten. GEUS har stået for boringer 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. 9 (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



A.



B.

Fig. 1 Beliggenhed. A. Området ligger på østsiden af Salling, Skive Kommune. B. Detaljeret kort over området.

Området ligger på den østlige del af halvøen Salling i Skive Kommune, det centrale Limfjordsområde (Fig. 1). Området har en størrelse på ca. 14 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 udpegning.

3. Terræn

Området er karakteriseret ved et stort højtliggende og næsten plant plateau, som inkluderer størstedelen af den centrale og sydøstlige del af området (Fig. 2). Plateauet ligger i kote + 25 til + 40 m. Fra plateauet hælder landskabet svagt mod vest og nordvest og lidt mere stejlt mod nordøst. Direkte mod nord er der et andet mindre plateau som er lokaliseret mellem kote + 15 og + 20 m. Direkte mod syd er skråningen mellem plateauet og henholdsvis ådalen og kystzonen meget stejl og dybt nedskåret med smalle stejle skråninger. Kystsektionen mod sydøst synes at være karakteriseret af en erosiv klint. Kystsektionen mod nordøst synes at være stabil. Videre mod nord er der et smalt marint forland. Den ca. 1 km² store Gåsemose (i kote +5–6 m) findes mod nordvest ved foden af plateauskråningen.

Overfladeprocesser I området er langsomme og uddramatiske på grund af bl.a. opdyrkning og lavt relief i store dele af området. De mest dynamiske processer findes lokalt ved åen og i kystzonen, især kyststrækningen der vender mod sydøst.



Fig. 2. Landskabet set fra sydøst. I den venstre del af billedet ses et udsnit af Brokholm Sø, der ligger lige uden for området.

4. Boringer

Inden for området findes en del boringer, især mod øst, men i den centrale del er der relativt få boringer. Boremetoderne giver normalt rimeligt gode boreprøver af de kvartære, neogene og palæogene aflejringer. De fleste prøver er beskrevet lithologisk og henført til lithostratigrafiske enheder, men ingen prøver er dateret med biostratigrafiske metoder.

Beliggenheden af boringerne kan ses på fig. 3.

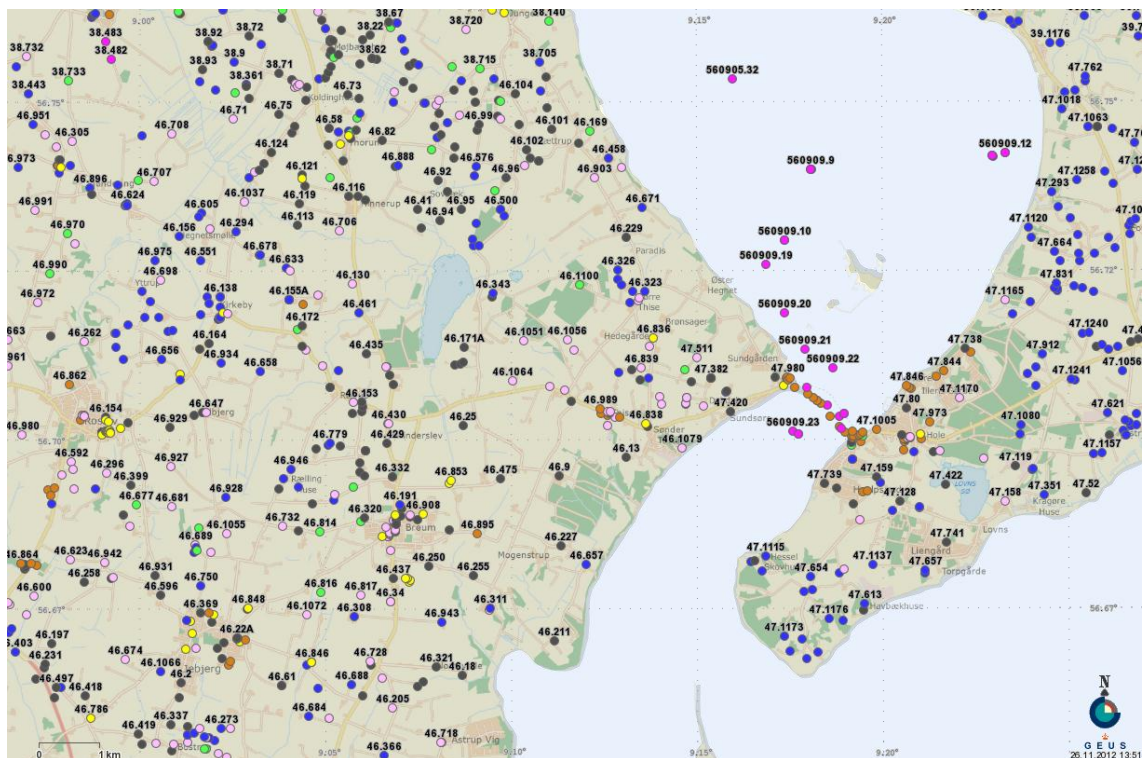


Fig. 3. Kort over boringsplaceringer fra GEUS Jupiter database (www.geus.dk). Signaturforklaring: 55. 1066: DGU nr.; Blå prik: vandforsyningsboring; Rød prik: geoteknisk boring; Lyserød prik: råstofboring; Grøn prik: andre boringer; Lyserød prik: nedlagt boring; Sort prik: ukendt formål.

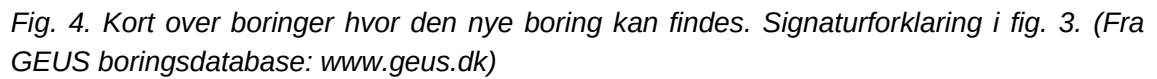
De fleste boringer forsyner enkelthusholdninger, mindre gårde og andre mindre behov.

4.1 Ny boring

Beliggenheden af den nye boring DGU nr. 46.1100 ses på fig. 4. Boreprofilen og boring-slogs kan findes i bilag B. Der er boret gennem følgende aflejringer:

- 0–1 m Terrigen postglacial
- 1–11 m Kvartær moræneler
- 11–15 m Kvartær smeltevandssler (Elster)

19–41 m marin Oligocæn, brunsort glimmerler (Brejning Formation)



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

Adskillige borer i områder når marine oligocæne aflejringer under 5–20 m af kvartære aflejringer (Fig. 5).

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

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

Den oligocæne Brejning Formation (tidligere Brejning led i Vejle Fjord Formationen) består af brunt og sort glimmerholdigt sandet og siltet ler, ofte glaukonitholdigt (Fig. 6). Leret er marint. Det virker homogent, men indslag af tynde silt- og sandlag forekommer. I en boring

er der truffet sandsten/lersten. Aflejringerne er hovedsagelig kalkfrie, men svagt kalkholdige lag indeholder skaller og foraminiferer. Den nye boring bekræfter tilstedeværelsen af de geologiske aflejringer. Formationen er op til 40 m tyk.



Fig. 6. Brunt glimmerler fra den oligocæne Brejning Formation, Mogenstrup Klint..

I tre boringer hviler glimmerleret på finkornet sortgrønt og grønt kalkholdigt ler. Denne op til 100 m tykke enhed kan tilhøre den oligocæne Branden Ler enhed (Fig. 7). Et profil gennem området kan ses i fig. 9.

Leret fra de to enheder er aflejret i havet og må forventes at have stor horisontal udbredelse.

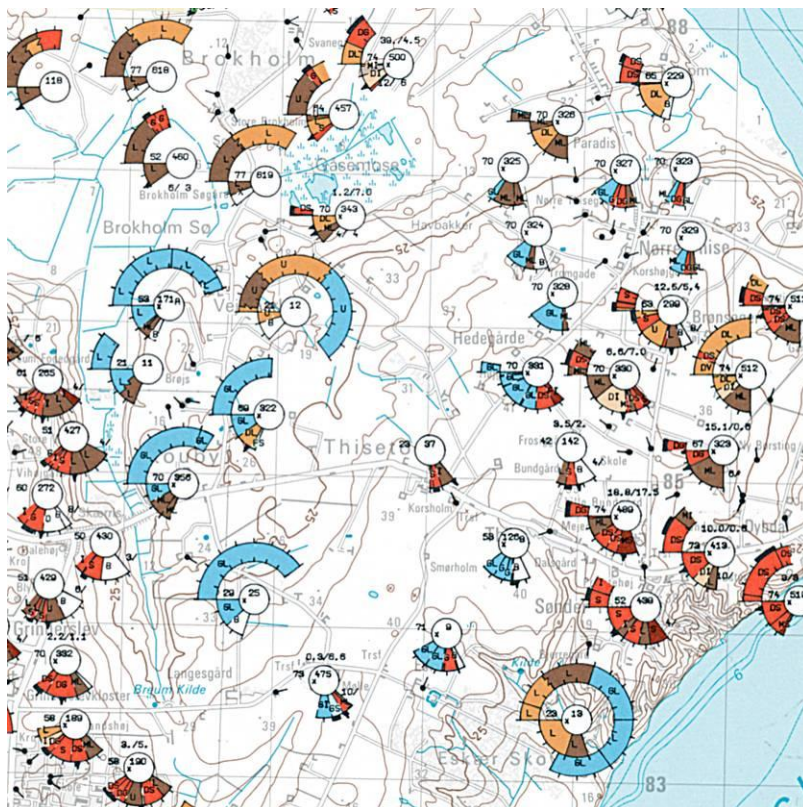
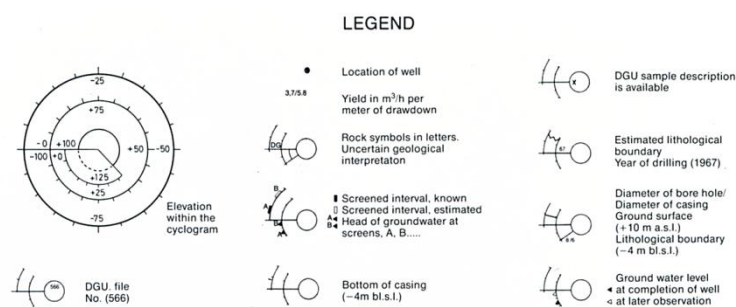


Fig. 7. Del af Geologisk Basisdata Kort 1216 III Farsø. Signaturforklaring: se fig. 8. Den nye boring er ikke på kortet. Original skala 1:50.000. (Fra Fredericia & Gravesen, 1983).



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. 8. Signaturforklaring til det geologiske basisdatakort 1216 III Farsø, figur 7 (Fra Andersen & Gravesen, 1989).

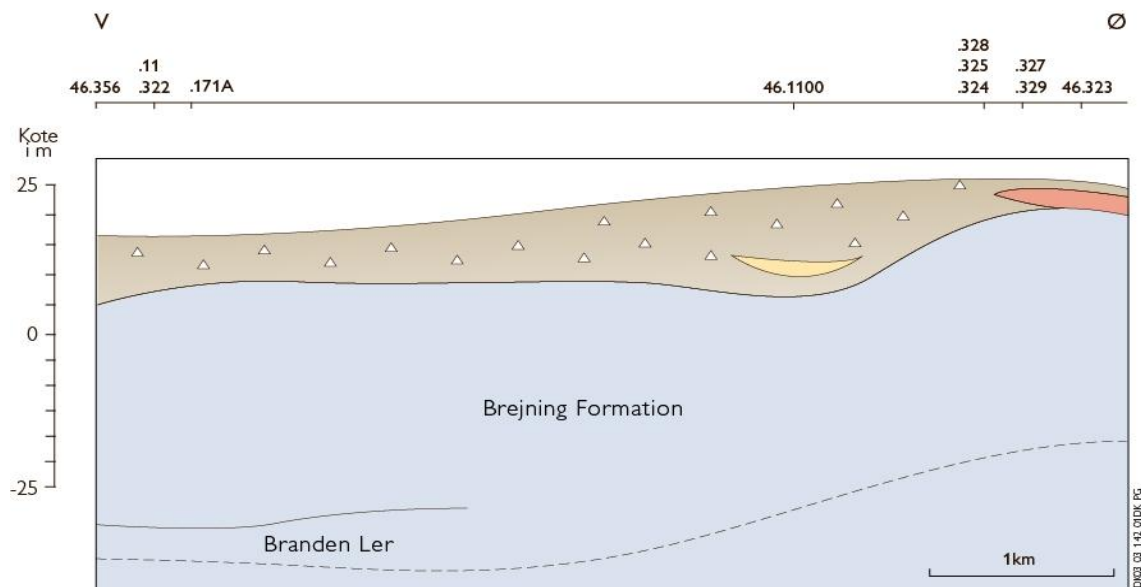


Fig. 9. Geologisk profil fra Stouby (V) til Nørre Thise (Ø). Overhøjning: ca. 40 X.

Overfladegeologien består af kvartære aflejringer. I hovedparten af området dominerer moræner, men spredte forholdsvis store arealer med smeltevandssand- og grus forekommer også (Fig. 10). Postglaciale ferskvandsaflejringer findes mod vest især i den drænnede Brokholm sø og i Gåsemose, men ferskvandsaflejringer findes også i de smalle ådale.

De kvartære og oligocæne aflejringer kan iagttages i klinger ved Mogenstrup Strand og Knuds Strand lige syd for området (Fig. 6).

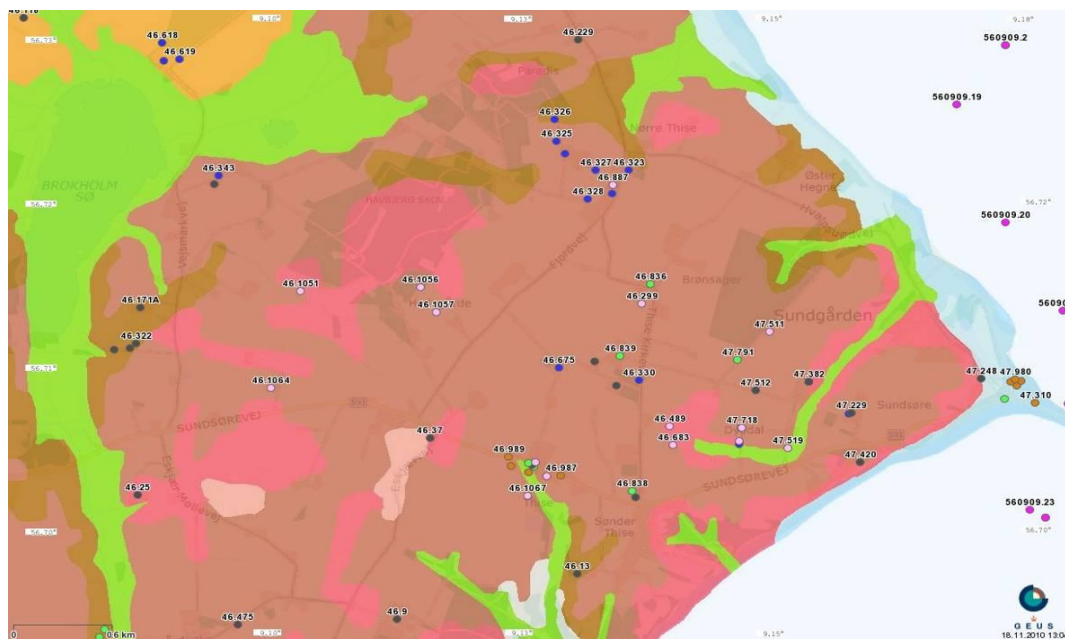


Fig. 10. Kort over de overfladenære geologiske aflejringer (Fra GEUS hjemmeside: www.geus.dk). Signaturforklaring for borer: se fig.3.

Boringer viser at de kvartære aflejringer kan være op til 19 m tykke. Den dominerende aflejring i området er moræneler. Boringerne viser, at den øvre moræneler er sandet, siltet, kalkfri, gulbrun og oxideret og ca. 2–4 m tyk. Nogle steder under den oxiderede moræneler træffes en olivengrå til grøngrå, kalkholdig reduceret moræneler med tykkelser op til 8 m. Denne moræneler indeholder lag af fint til groft gruset, gulbrunt/gråbrunt smeltevandsand, som er kalkfri. Ofte er lagene tynde, men der findes også lag op til ca. 3–4 m tykke. Lag af fedt eller siltet, grøngrå/olivengrå, kalkholdig smeltevandsler og undertiden smeltevandssilt forekommer spredt i området. Mod øst lige uden for området findes kvartære lag på op til 90 m's tykkelse med moræneler og smeltevandaflejringer og også mod vest findes tykke kvartære lag, i begge tilfælde beliggende i begravede dale.

5.2 Mineralogi og geokemi

De geokemiske forhold i aflejringerne har betydning for hvordan eventuelt radioaktivt materiale opfører sig, hvis det lækker fra et slutdepot og ud i de omgivende geologiske lag.

Et vigtigt element er, at det radioaktive materiale kan binde sig til aflejringerne. Derfor har aflejringerne mineralogiske sammensætning betydning. Neden for gennemgås en række af de jordartstyper, som er fundet i området. Da der ikke er direkte data om områdets aflejringer, anvendes informationer fra nærliggende daglokaliteter og en velundersøgt boring ved Harre på Salling (DGU nr.46.611), som kan give en størrelsesorden for jordarternes egenskaber.

Binding - adsorption

Et vigtigt element er, at det radioaktive materiale kan binde sig til aflejringerne. De øverste lag består af moræneler og smeltevandsaflejringer men herfra kendes ingen analyser.

Ler fra Brejning Formationen består af 50 % i lerfraktionen og 40 % silt med ganske lidt grovere materiale bl.a. glaukonit og pyrit (10 %). Ler-mineralogien er 30–40 % smectit, 36–40 % illit og op til 30 % kaolinit i området ud fra sammenligning med Harre Boringen, men leret kan have en anden sammensætning i Østjylland.

Branden Leret består af 50 % i lerfraktionen og 50 % silt, og mineralogien er 20–50 % smectit, 30–60 % illit og resten kaolinit.

Ler-mineraler, især smectit-lermineraler er særligt velegnede til at binde radioaktivt materiale. De er til stede i forholdsvis stor, men varierende mængde i aflejringerne. Dette betyder, at ler-aflejringerne har et potentiale for at binde de radioaktive komponenter.

Redox forhold

Radionukleidernes 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 området ser den oxiderede zone ud til at strække sig ned til 4 m under terræn. Det vil sige, at det meste af det kvartære moræneler og de palæogene aflejringer fra Brejning Formationen og Branden Leret 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 få værdier fra området for radium i glimster på 39 Bq/kg og i Brejning Formationen på 52–53 Bq/kg.

5.3 Strukturelle forhold

Storskala strukturer

Der er tilsyneladende ingen kendte strukturer, som skærer prækvartæroverfladen. Området er beliggende sydvest for Batum salt diapiren og også tæt på Mors, Uglev og Skive salt strukturerne, hvor bevægelser gennem og efter aflejring af de palæogene og neogene aflejringer kan have haft indflydelse på aflejningsmønstre og erosion (Fig.11). På Batum Salt-horsten nås saltets overflade i 190 til 200 m's dybde, men horsten ligger betydelig dybere ud til siderne af randen, hvor der kan forekomme forkastninger gennem de yngre lag.

Der findes dybtliggende forkastninger øst og vest for området i ca. 4 km's dybde (Ældre end Zechstein).

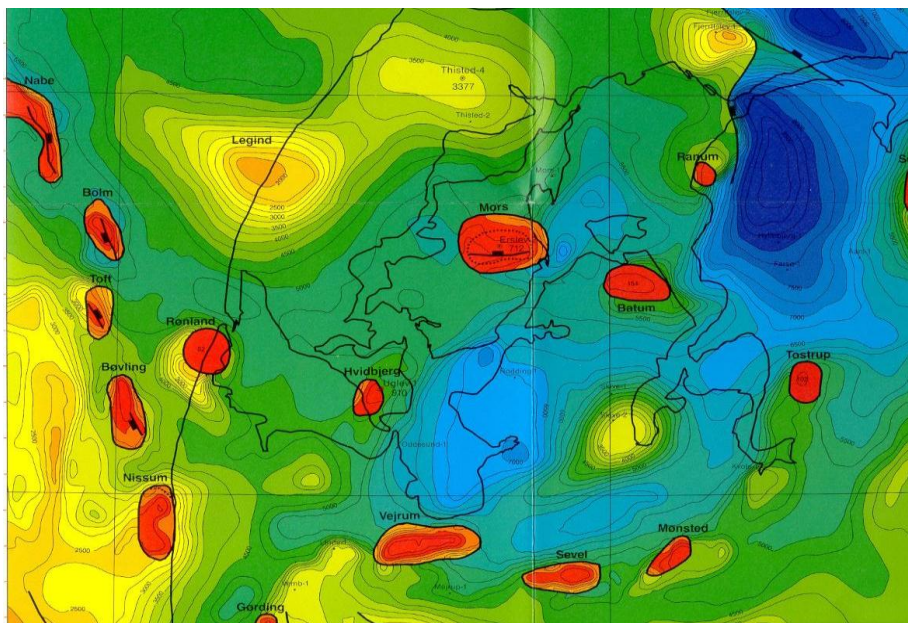


Fig. 11. Kort over dybden til basis af Kridt. Kurverne er i meter. Blå er dybeste områder, grøn er mellemste områder og rød er de højest liggende områder. Salt diapirene i Nord-danmark er vist med sort linjeafgrænsning. Der ses også højtliggende strukturer (mulige saltstrukturer) som cirkulære gule områder (Fra Japsen & Langtofte, 1991).

I nogle borer trækkes glaciale flager af glimmerler (op 11 m tykke), som viser, at der sket glacialtektoniske påvirkninger af aflejringerne gennem istiderne.

Begravede dale findes langs randen af området (Fig. 12). En nord-syd-gående dal mellem Jebjerg og Breum har bund i kote – 100 til 150 m, og den fortsætter i et dalstykke som svinger mod nordøst mod Grætttrup. Nederst i dalene findes smeltevandssand, som overlejres af smeltevandsler og moræner. Dalene er eroderet ned i de oligocæne ler-aflejringer. Nordøst for Thise findes også et mindre stykke af en begravet dal.

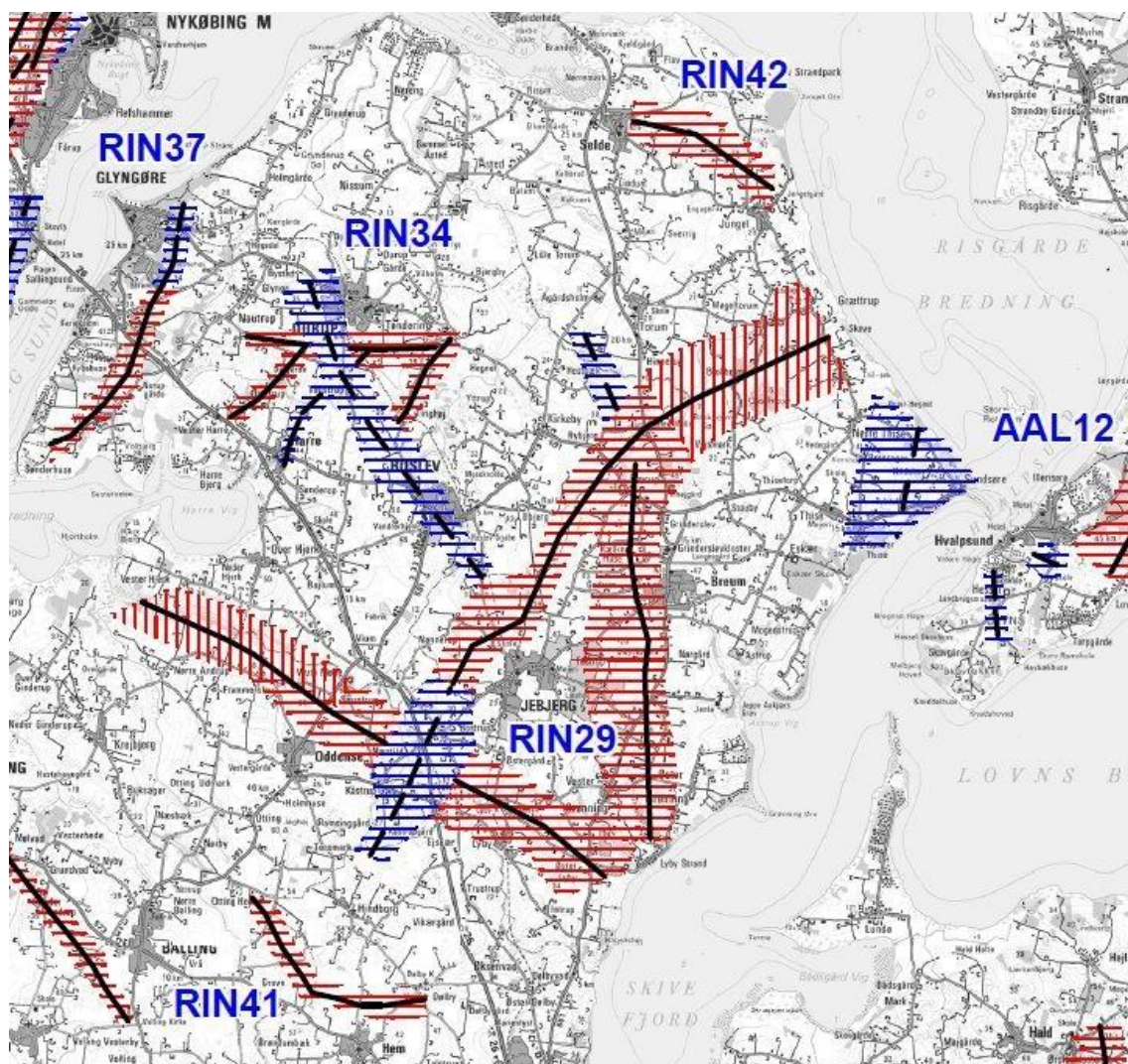


Fig. 12. Kort over begravede dale i og omkring området. Kortgrundlag: Copyright Kort- og Matrikelstyrelsen. Original skala 1:200.000 (Fra Jørgensen & Sandersen, 2009).

Sprækker og sandlinser

I moræneler, som overlejrer de palæogene lerarter, findes både vandrette, lodrette og skrå sprækkesystemer ofte ned til 8–10 m's dybde. Disse fungerer som makroporer, der kan transportere vand og opløst stof. Moræneler indeholder desuden ofte vandfyldte sandlinser i flere niveauer. Makroporer og sandlinser kan sammen fungere som en effektiv transportvej nedad i jordlagene for vand og stof.

5.4 Geologisk model

Den geologiske model i området består af en række forskellige enheder:

Den skematiske model er som følger (Fig. 13):

- A. Postglaciale ferskvandsaflejringer, tykkelse ukendt.
- B. Kvartær moræneler, oxideret, tykkelse op til 4 m.
- C. Kvartær moræneler, reduceret med stedvis smeltevandssand og grus, tykkelse op til 18 m.
- D. Kvartær smeltevandsler og -silt, stedvist op til 20 m tykt (Elster istiden).
- E. Smeltevandssand og -grus op til 10–20 m tykt.
- F. Oligocæn brunt og sort ler med silt fra Brejning Formationen, op til 40 m tykt.
- G. Oligocæn Branden Ler (antagelig), finkornet grøngråt ler, ca. 100 m tykt.

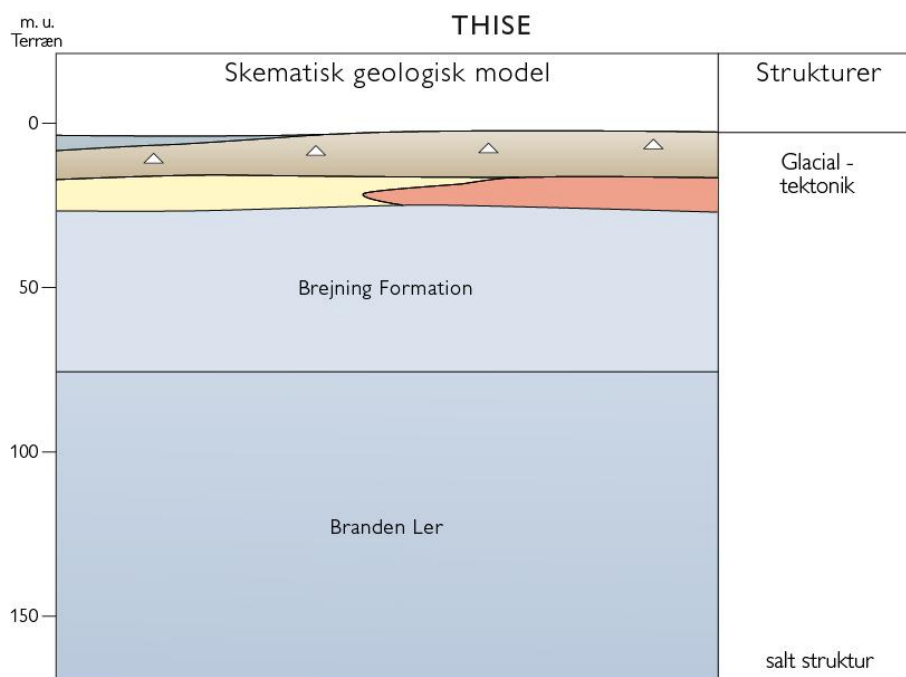


Fig. 13. Skematisk geologisk model for området. Rød farve: smeltevandssand; gul farve: smeltevandsler; brun: moræneler; øverste blå: postglaciale ferskvandsaflejringer.

5.5 Konklusion

De finkornede ældre oligocæne leraflejringer forventes at være udbredt i området med tykkelser op til 140 m, men er begrænset af de begravede dale med andre aflejringer mod nord, vest og sydøst.

Aflejringerne er uforstyrrede bortset fra erosion langs kanten af området. Yngre kvartære aflejringer, især moræneler overlejrer det oligocæne ler. Tykkere sandlag findes mod syd, mens moræneler op til 18 m's tykkelse findes mod nord. Moræneler indeholder erfaringsmæssigt sprækker og sandlinser.

De oligocæne leraflejringeres egenskaber gør dem velegnede til at forhindre spredning af et eventuelt udslip af radioaktivt materiale fra et depot.

6. Seismisk aktivitet og jordskælv

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

Formålet med denne redegørelse er at gennemgå kendte jordskælvsaktiviteter i de områder, der er udpeget som mulige depotsteder for dansk atomaffald. Gennemgangen inkluderer en evaluering af historiske beretninger fra 1677 til 1929 om jordskælv, såvel som en gennemgang af alle instrumentelt registrerede rystelser, som eksisterer fra 1930 til i dag. Der er ikke indsamlet nye data i forbindelse med undersøgelsen.

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 jordskælvet 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 indenfor en radius af ca. 50 km fra de udpegede områder, dog ca. 75 km for Skives vedkommende, da der er foretaget en samlet evaluering af Skive, Thise og Hvidbjerg. Søgningen er gennemført i følgende databaser:

1. GEUS jordskælvsdatabase,
2. International Seismological Centre On-Line Bulletin
3. Grünthal - Wahlström kataloget

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 i Nordvestjylland

Der er foretaget databasesøgninger inden for en radius af ca. 75 km fra Skive.

Databasesøgningerne resulterede i 189 unikke events, som ikke entydigt er markeret som eksplosioner.

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. Konservativt sat er usikkerheden på de viste epicentre op til 50 km.

De registrerede rystelser har langt overvejende deres epicenter under Skagerrak og Nordsøen. Kun nogle få jordskælv har deres epicenter i eller nær Skive/Thise/Hvidbjerg. En nærmere oversigt over de relevante rystelser følger her. Listen indeholder endvidere jordskælv med epicenter længere ude i havet, men som er kraftige nok til at rystelserne kunne mærkes på land (Fig. 14).

Dato	Breddegrad	Længdegrad	Magnitude (Richter)	Usikkerhed i km
1954-10-18	56.8460	8.2910	4,6 f	10/25
1969-04-05	57.1550	6.7640	4,3 f	
1978-04-26	56.7460	7.8120	4,0	12/20
1979-12-25	56.7020	8.7020	2,4	7/30
1980-12-12	56.9430	9.8850	3,1	5/15
1986-11-07	56.4580	8.0070	2,4	50/50
1994-11-02	56.8900	7.9720	3,2	15/22
1998-01-08	56.9980	8.5800	2,2	30/35
1998-07-08	56.5630	8.1020	3,3 f	10/30
2001-06-02	56.8010	7.8030	3,5 f	
2001-09-15	57.0460	9.2870	2,7	15/30
2001-10-21	56.7330	7.6610	3,4 f	
2003-07-10	56.7450	9.2830	2,7 f	5/15
2004-11-27	56.8200	8.3090	1,2	100/200
2010-02-19	56.8740	7.5810	4,3 f	

Magnitude angiver den beregnede størrelse på Richterskalaen. Et tilføjet "f" betyder at jordskælvet kunne mærkes i Danmark. Usikkerheden på det beregnede epicenter er angivet som "usikkerhed i km på breddegraden/usikkerhed i km på længdegraden".

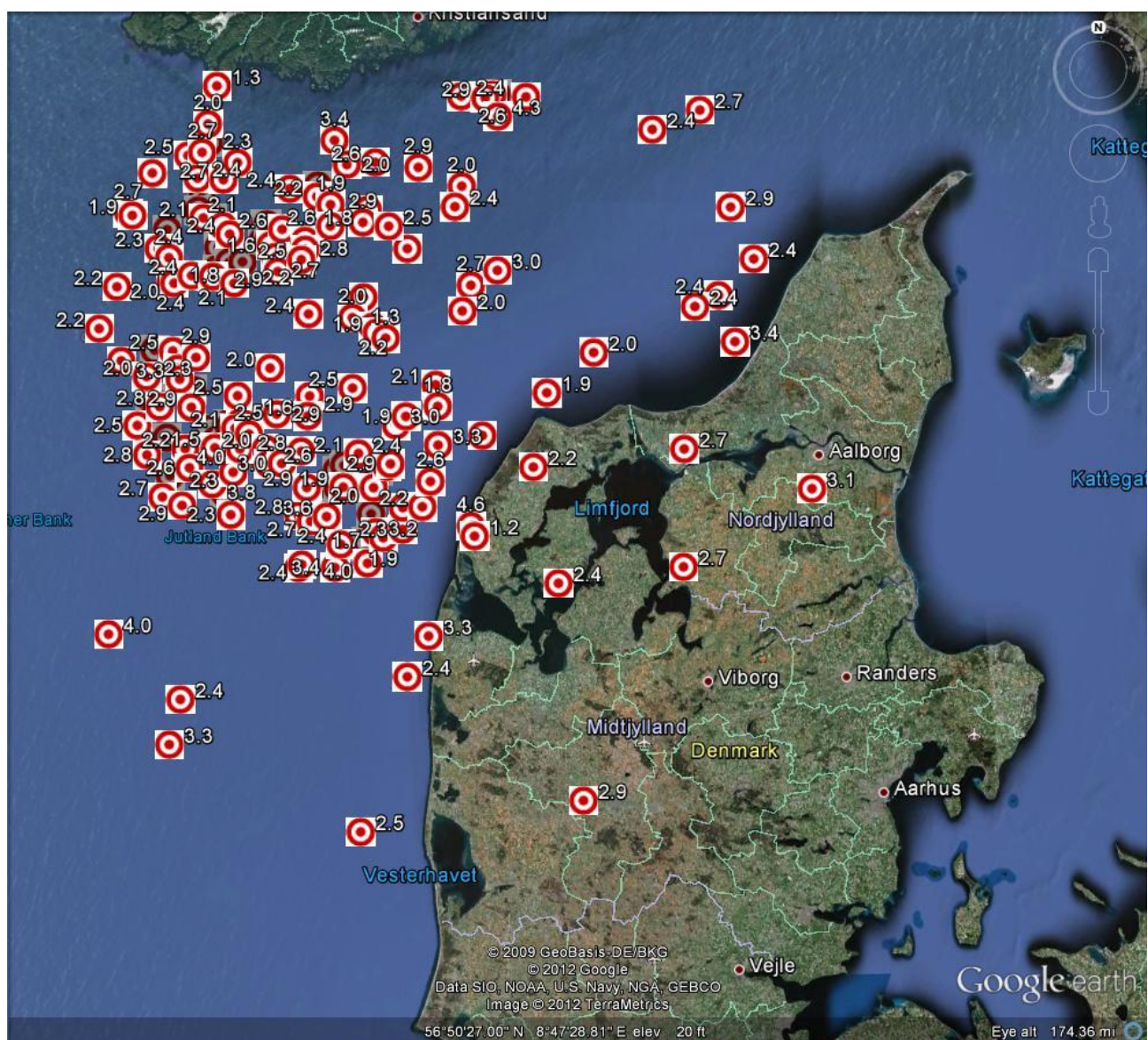


Fig. 14. Kort over epicentre for jordskælv i den nordvestlige del af Jylland. Jordskælvenes styrke i Richter-skalaen ses ved hvert epicenter.

6.4 Præ-instrumentelle rystelser i Nordvestjylland

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.

I nedenstående liste er medtaget 4 jordskælv i perioden 1931 til 1948, som er følt i Jylland, men som vi ikke har digitale, instrumentelle data på:

1677-05-16: Ved Limfjorden, Vendsyssel. "Men alligevel at Husene somme Steder bevægede sig, så gjorde det dog ingensteds Skade" Johnstrup, 1870; Lehmann, 1956.

1745-02: Thyholm, måske Norge? (Lehmann, 1956). Johnstrup (1870) skriver om dette jordskælv "Paa Thyholm var et stærkt Jordskjælv hvoraf Bakker paa nogle Steder glædede ned i Stranden og Muren over Choret i Søndbjerg Kirke revnede". Som Kilde til denne oplysning angiver Johnstrup Danske Atl. V. S 516. Han har flg. kommentar til oplysningerne: "Da der ingen Datum anføres for dette Jordskjælv, kan man ikke afgjøre, om det er samtidigt med det, der sporedes d. 7 Febr. kl 9 ¼ Form. i Omegnen af Christianssand, og som paa samme Dag skal være mærket i Nærheden af Kjøbenhavn. Kongl Sv. Vetensk Acad. Handlingar. 1747 S. 233. Estimerede epicentre ligger i Kattegat, estimerede Richtertal svinger fra 2,5 til 4,7 (Grüenthal & Wahlström (2012), GEUS).

1759-12-22: Danmark, især nordlige og østlige egne + Norge + Sverige (Lehmann, 1956). Johnstrup (1870) skriver om dette jordskælv "Hvorvidt det er rigtigt at opføre Jordskjælvet i Aaret 1759 i denne Rubrik, er et stort Spørgsmål, da det kun støtter sig til Horrebows Beretning, som rigtignok alene omfatter lagttagelserne i Sjælland. Af andre Meddelelser i "Danske Post Tidender" for 1759-1760 fremgaaer det nemlig, at dette Jordskælv, som utvivlsomt er det stærkeste der er lagttaget i Danmark i dette Tidsrum, tillige har haft en stor Udbredelse, eftersom man har sporet det paa hele Halvøen, i Fyen, i Sverig ligefra Skaane op til Stockholm, saavel som i den sydlige Deel af Norge. ... men det er ikke muligt af de mangelfulde Beretninger at udfinde, hvor Udgangspunktet egentlig har været, saa det er usikkert, om det skal ansættes til Sjælland, det nordlige Jylland, hele Kridtformationen i Danmark, eller maaske endog et Punkt i den sydvestlige Deel af Sverig." Lehmann (1956) betvivler, at dette jordskælv skulle være det kraftigste i Danmark, idet der kun findes sikre beretninger om jordskælvets virkning på Sjælland, hvor det ikke anrettede skade. Grünthal & Wahlström (2012) angiver at jordskælvets epicenter har ligget i Kattegat og anslår et Richtertal på 5,6. Sidstenævnte oplyster ikke en højeste intensitet for rystelserne.

1764: Ved Limfjorden. Eneste kendte materiale om dette jordskælv er et enkelt beskrivende brev skrevet til G. Forchhammer i 1841. (Johnstrup, 1870).

1769-06-08: Salling. Nævnt i tabel i Lehmann(1956). Ingen yderligere oplysninger at finde. Er ikke nævnt i Johnstrup (1870).

1794-01-01: Mors +Norge. et hastigt forbifarende stød blev følt flere steder i Nykøbing Mors og i Norge. Ingen beretninger om skader. Johnstrup (1870). Grünthal & Wahlström (2012) angiver at jordskælvets epicenter har ligget i Skagerrak og anslår et Richtertal på 4,5.

1815-12-28: Aalborg og omegn. En kortvarig rystelse blev følt på begge sider af Limfjorden. (Lehmann, 1956).

1841-04-03: Især Thy, Mors, Hanherred (+ sydlige Norge), Lehmann (1956) angiver intensitet op til 7 (Mercalli). Grünthal & Wahlström (2012) angiver den højeste intensitet til 6 (Mercalli) og anslår et Richtertal på 4.5. Grünthal & Wahlström (2012) placerer epicentret i Nordsøen. GEUS placerer ligeledes epicenter i Nordsøen. Forskellige estimater af styrken er mellem 4.4 og 5.3 på Richterskalaen. GEUS vurderer at intensiteten nåede op på 7 på Mercalliskalaen ud fra beretninger om skader (Forchhammer (1841; 1869), selv når der tages højde for datidens ringere byggestandard. Eksempler fra Forchhammer: "I Thisted faldt flere Skorsteenspiber ned, og flere bygninger fik Revner, een endda i den Grad at den maatte nedrives. ... Saaledes fik Kirken i Vestervig en Mængde Revner ...". På strækningen mellem Boddum og Klitmøller er der beretninger om at kalken faldt ned fra lofter og vægge. På Mors revnede en kirke og enkelte skorstene faldt ned i Tødse (?). Nær Vestervig blev der observeret bølgende bevægelser i gulve. Der berettes om en kone i Vixøe (?) hvis balje blev halvt tømt pga. jordens gyngende bevægelse. Der er mange beretninger om revner i jorden efter jordskælv, men Forchhammer forkaster de fleste som forårsaget af andet end jordskælv. En enkelt revne observeret i Vestervig Sogn konkluderer Forchhammer (1869) er frembragt af jordskælv. Revnen er ca 20 alen lang (ca 13 meter?) og sydsiden af revnen er løftet 1-3 tommer op i forhold til nordsiden. Revnen blev dog først opdaget tre uger efter jordskælv. Beskrivelsen af revnen er troværdig, og vi har ingen oplysninger der modbeviser, at revnen er frembragt af jordskælv. Vi kender ikke til andre jordskælv i Danmark, som har frembragt revner i jorden og bygningsskader i det omfang der er beskrevet her. Jordskælv i 1841 er formodentlig det kraftigste som har ramt Danmark.

1844-12-21: Nordvestlige Jylland (Johnstrup 1870; Lehmann, 1956). Følt i Thy. Det østlige Hanherred, på Mors, ved Agger og ned mod Ringkøbing.

1869-09-04: Fur, Salling (Johnstrup 1870; Lehmann, 1956). Kun følt i et mindre område på Fur.

1895-12-16, Nordvestlige Jylland (+ Norge), Intensitet op til 4, Lehmann (1956). Hintze (1896) betragtede jordskælv som en svag gentagelse af 1841-jordskælv, men da det er følt med samme styrke i det sydlige Norge (Kolderup, 1913) konkluderer Lehmann at jordskælv må have sit epicenter mellem de to lande. Grünthal & Wahlström (2012) angiver et epicenter i Skagerrak midt mellem Norge og Danmark, og anslår at jordskælv var 4,1 på Richterskalaen.

1900-08-16: Nordvestlige Jylland, Intensitet op til 4, Lehmann (1956). Beskrives af Hintze (1902) som et ret begrænset jordskælv. Følt i Thy, på Mors, samt på Agerø og Thyholm.

1904-10-23: Oslo-fjord jordskælv. I Danmark især følt i de nordlige og østlige egne, max intensitet 5, Lehmann, 1956. Grüenthal & Wahlström (2012) angiver et Richtertal på 5,4.

1911-05-08: Stadil, Huseby Klit. Lille rystelse ved kysten nordvest for Ringkøbing. Rystelsen beskrives i Harboe (1915), som bl.a. skriver: "... Et Sted på Husby Klit var Rystelsen saa stærk, at Glassager i et skab klirrede...". Dette svarer til en max intensitet på 4 på Mercalli skalaen.

1912-03-27: Vestlige Jylland; Hurup by, Mollerup, Frøslevvang, Thisted, Vestervig. Max intensitet 4, Harboe (1915). Svarer til udbredelsen af nutidige jordskælv i Skagerrak og Nordsøen.

1912-12-01: Nordvestlige Jylland. Harboe (1915) indsamlede 15 beretninger fra lokaliteter hvor jordskælv var følt. Indberetterne er spredt over et stort område, og Harboes intensiteter er derfor behæftet med betragtelig usikkerhed. Lehmann (1956) genevaluerer jordskælv og angiver en max intensitet på 4. Harboe placerer jordskælvs epicenter nær Odby eller Oddesund Syd, men udbredelsen er også forenelig med et epicenter i Nordsøen eller Skagerrak, som ud fra moderne kendskab til jordskælv er mindst lige så sandsynligt. Grüenthal & Wahlström (2012) angiver et epicenter i Nordsøen og en anslået størrelse på Richterskalaen til 4,0.

1913-07-29: Ringkøbing, vestlige Jylland, max intensitet 5, Lehmann, 1956 + Harboe 1915. Harboe mente intensiteten var oppe på 6, men det tilbagevises af Lehmann. Harboe modtog 64 henvendelser fra folk som havde mærket jordskælv og når op på information fra 106 lokaliteter ved at søge oplysninger i aviserne. Lehmann (1956) gør opmærksom på, at der var særlig interesse for at indsamle oplysninger om rystelserne i Kolding og Odense, og at denne interesse har skævvredet data. Jordskælv blev følt i en stor del af det centrale og vestlige Jylland, på Fyn og det vestlige Sjælland. Grüenthal & Wahlström (2012) angiver et epicenter ved Ringkøbing og en anslået størrelse på Richterskalaen til 4,2.

1929-05-23: Nordvestlige Jylland +Norge, max intensitet 4, Lehmann 1956. Jordskælv er følt i både Danmark og Norge. Lehmann konkluderer, at jordskælv har sit epicenter i havet mellem de to lande, og det er præcis hvor Grüenthal & Wahlström (2012) angiver epicentret til at være. Jordskælvs styrke på Richterskalaen er anslået til 4,4.

1929-05-30: Nordvestlige Jylland +Norge, max intensitet 4, Lehmann 1956. Jordskælv er følt i både Danmark og Norge. Lehmann konkluderer at jordskælv har sit epicenter i havet mellem de to lande, og det er præcis, hvor Grüenthal & Wahlström (2012) angiver epicentret til at være. Jordskælvs styrke på Richterskalaen er anslået til 4,3.

1931-06-07: Sydvestlige Jylland mm, epicenter i Nordsøen nær det sydlige Storbritanien (Gregersen et al 1998). Max intensitet 4 (Lehmann, 1956).

1932-10-30: Sydthy, Mors, max intensitet 4, Lehmann (1956).

1941-11-28: Stærkest på Mors og i Salling, men også følt i Thy, Lemvig, Struer, Vemb, Holstebro, Herning, Ringkøbing.. Epicenter ved Salling, max intensitet 4, Lehmann (1956).

1948-05-07: Følt i Thisted, udbredelse ikke undersøgt. Lehmann (1956).

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 jordskælv i 1841 som med stor sandsynlighed forårsagede en mindre, men synlig forskydning i jordoverfladen er bemærkelsesværdigt.

Lignende forskydninger er observeret ved moderne jordskælv i udlandet, f.eks. jordskælv 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. Jordskælv i 1841 er sandsynligvis det kraftigste jordskælv som nogensinde er registreret på dansk område, og det må forventes at jordskælv af sammenlignelig styrke – måske endda lidt kraftigere – kan forekomme i fremtiden.

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

6.6 Konklusion

Det nordvestlige Jylland har lav til moderat seismisitet, men dog på et lidt højere niveau end resten af landet. Der er mange små jordskælv i Nordsøen og Skagerrak, og rystelserne fra disse jordskælv kan med mellemrum mærkes på land. Der er også registreret enkelte mindre jordskælv på land. Generelt medfører jordskælvene i området ingen skader på bygninger, men der har været enkelte historiske eksempler på det modsatte. Særlig jordskælv i 1841 som med stor sandsynlighed forårsagede en synlig forskydning i jordoverfladen er bemærkelsesværdigt. Det er sandsynligvis det kraftigste jordskælv som nogensinde er registreret på dansk område, og det må forventes at jordskælv af sammenlignelig styrke – muligvis lidt kraftigere – kan forekomme i fremtiden i samme område.

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

For grundvandsmagasinerne i Salling, og specielt inden for de 9 OSD-områder, er flere af grundvandsforekomsterne truet pga. stigende indhold af sulfat og nitrat og enkelte steder er der fundet pesticider, som også er et stigende problem. Skive Kommune har således ikke mulighed for at finde nye grundvandsmagasiner inden for kommunegrænsen.

Den overordnede magasinopbygning på Salling er præget af begravede dalstrukturer. Der findes således et sekundært grundvandsmagasin fra terræn og ca. ned til 25–30 meter. Herunder finder man et mellemdybt grundvandsmagasin (øvre primært), som varierer mellem ca. 25 og 75 meters tykkelse.

Enkelte steder, som f.eks. i den begravede dal ved Breum, findes et dybtliggende grundvandsmagasin (nedre primært) mellem 110 og 170 m.u.t. Flere større vandværker indvinde fra det nedre magasin, bl.a. Breum og Vihøj vandværker. Det sekundære og det øvre primære magasin findes stort set på hele Salling. Det sekundære magasin og det øvre primære magasin er flere steder adskilt af et markant lerlag, og der er således tydelig tryk niveauforskel imellem det sekundære og det øvre primære magasin.

Dybtliggende salt grundvand kendes fra områder med højtliggende permiske saltstrukturer (diapirer) bl.a. fra Nordjylland, Sjælland og Lolland-Faster. Det høje porevandstryk i de prætertiære lag kan få saltvandet til at bevæge sig opad. Forekomst af vandstandsene tertiære (Palæogene og Neogene) lerlag vil medvirke til at det dybe saltvand ikke trænger opad. I forbindelse med den højtliggende Batum salt diapir er der ikke registreret forhøjet saltindhold i grundvandet.

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 fysi-

ske 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, se fig. 15.



Fig.15. Kort over drikkevandsområder: Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD), Områder med drikkevandsinteresser (OD) og områder med begrænsede drikkevandsinteresser (OBD)(gul farve). Desuden er markeret indsatsområder med hensyn til nitrat/nitratfølsomme områder (NFI) (Fra www.miljoportalen.dk).

Langs kysten af området findes begrænsede eller ingen drikkevandsinteresser, mens resten af området har drikkevandsinteresser (OD). Fra Thise og mod vest findes et område klassificeret som nitratfølsomt indvindingsområde (NFI) (Fig. 16).

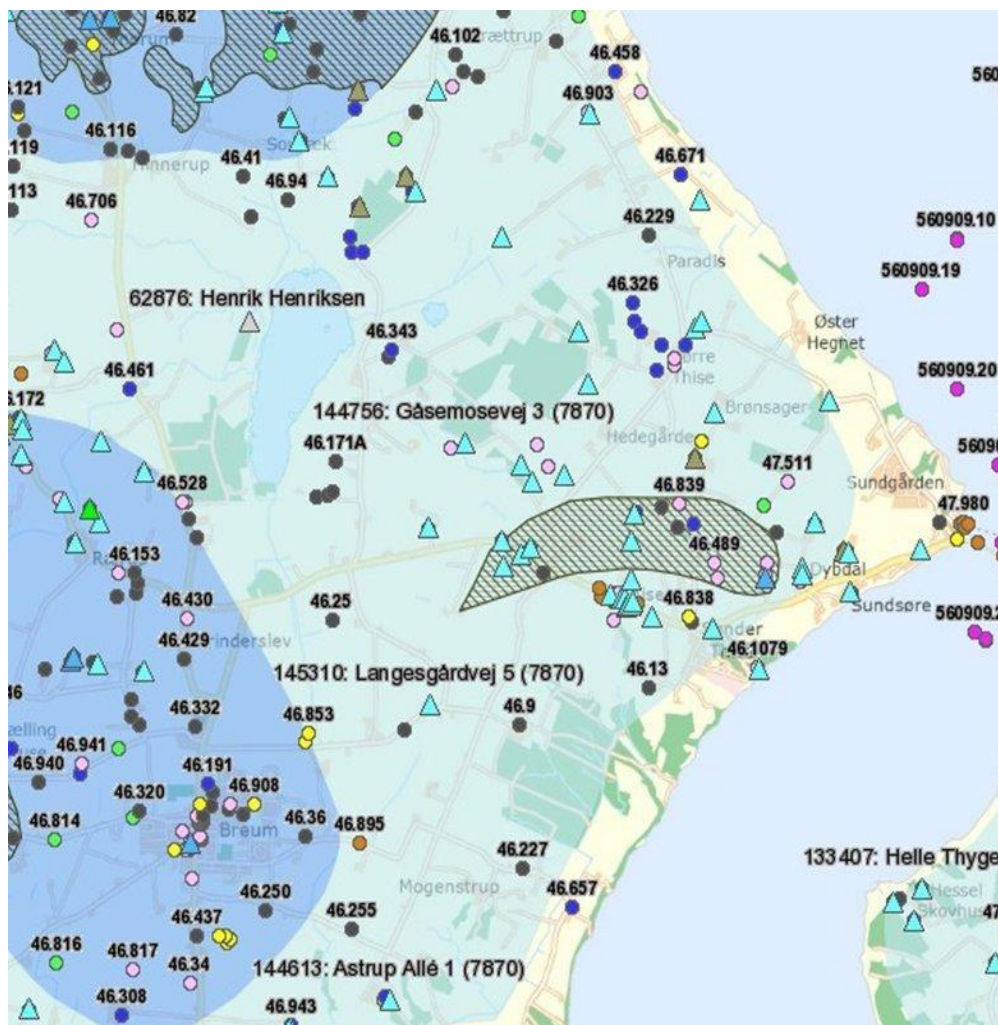


Fig.16. Kort over drikkevandsklassifikationen i Thise-området. OBD-område er markeret med gult. Desuden er der detaljer om borer og brønde i området. (Fra www.miljoeportalen.dk).

Tilgrænsende OSD områder findes ved Breum og Vihøj mod øst og Thorum og Møgel Thorum mod nord.

7.3 Lokale forhold

I Thise-området strømmer grundvandet fra Stouby og Thise mod henholdsvis den begravede dal ved Breum mod sydvest og mod den begravede dal mod øst ved Thise, hvor indvindingen til Thise vandværk befinder sig. Samtidig strømmer en del af grundvandet mod nordvest til Brokholm Sø og en del mod sydøst ud til Skive fjord. Et perkolat fra et evt. deponi vil i værste fald kunne påvirke begge grundvandsmagasiner ved henholdsvis Breum og Thise. Især den begravede dal ved Breum har stor regional betydning i forhold til den fremtidige drikkevandsressource på Salling, og vandkvaliteten må derfor ikke bringes i fare (Fig. 17). I den nordlige del af området strømmer grundvandet mod nordøst mod Limfjorden.

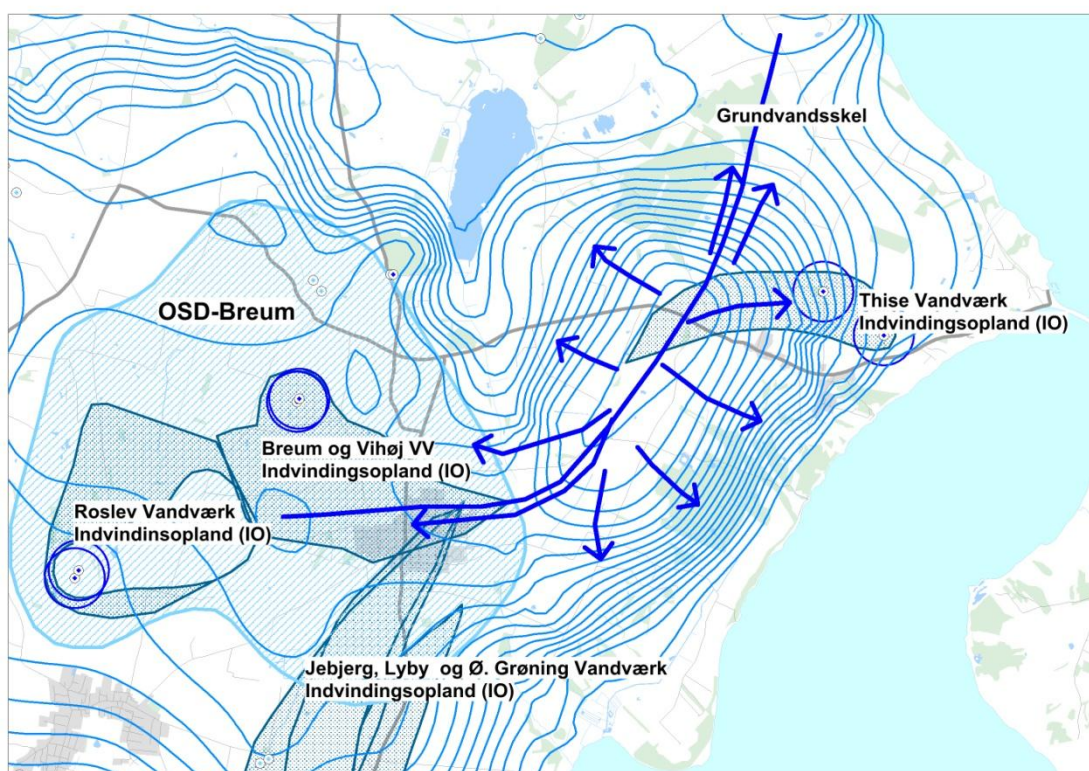


Fig. 17. Grundvandspotentialekort der viser grundvandets strømninger ud fra områdets grundvandsskel (Fra Skive Kommune, 2012a).

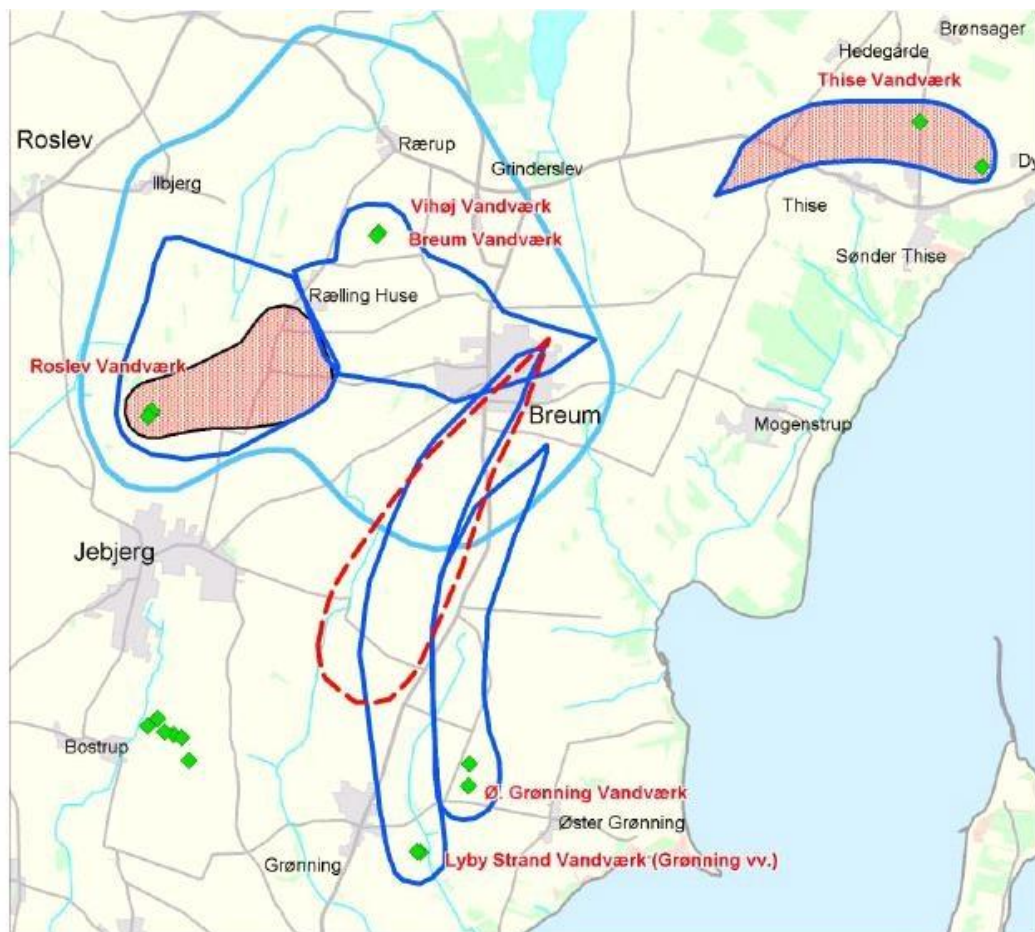
I området omkring Thise er der af det tidligere Viborg Amt udarbejdet en indsatsplan til beskyttelse af grundvandet. Området dækker OSD-Breum samt det nitrutfølsomme indvindingsopland (IO/NFI) til Thise vandværk. Vandværket, der sammen med Vihøj vandværk leverer vand til Thise Mejeri, har inden for de seneste 3 år indvundet i gennemsnit 75.000

m³/år, hvor en del af vandet går til mejeriet. Vihøj vandværk leverer ca. 100.000 m³/år til Thise Mejeri.

Thise Mejeri har siden opstart af mejeriproduktion forøget sit indvindingsbehov til ca. 150.000 m³/år.

Der er en samlet grundvandsindvinding i OSD-Breum på i alt 650.000 m³/år (til Breum, Vihøj, Jebjerg, Roslev, Lyby, Øster Grønning og Thise Vandværk) og en samlet tilladelse i området til at indvinde 775.000 m³ grundvand pr. år.

Indvindingsoplandet til Thise Vandværk er udpeget som et følsomt område over for nitrat (NFI), da grundvandet netop i Thise-området er særligt sårbar (Fig. 18). I indsatsområdet foregår der forhandlinger med områdets lodsejere om at opkøbe jord som et led i en aktiv grundvandsbeskyttelse i området.



Kort 1: Indvindingsoplande til vandværker og "indsatsområder med hensyn til Nitrat"

Fig. 18. Indvindingsoplande til Vandværker og NFI-oplande (Fra Skive Kommune, 2012a).

Området ved Thise, som består af højtliggende tertiært fedt ler, er omgivet af 2 begravede dalstrukturer, som ligger fra Breum til Grætrup og fra Thise til Sundsøre (Fig. 12).

7.4 Konklusion

Området har begrænsede grundvandsmagasiner, men der er alligevel en række lokale enkeltvandforsyninger og vandforsyningsboringer, især mod øst og ved Nørre Thise, som udnytter lokale sand-grus-magasiner. Flere af Thise Vandværks boringer udnytter et grundvandsmagasin, som ligger i kanten af området og er en del af den begravede dal. Grundvandstrømningen i området bevæger sig fra et sydvest–nordøst-orienteret grundvandsskel både mod havet og ind i land.

8. Klima og klimaændringer

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

8.1 Temperatur og nedbør, storme og ekstreme

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.

Thise-området afgrænses mod nordøst og sydøst af kystlinjen ud mod Risgårde Bredning og Hvalpsund og det er derfor i disse delområder, det laveste terræn er lokaliseret. Langs kystlinjen mod nordøst findes en smal strimmel land (bl.a. marint forland) beliggende mellem kote 0 og 5 meter. Dele af dette område må forventes at være oversvømmet omkring år 2100, hvis prognoserne for havspejlsstigningen holder stik. Langs kystlinjen mod sydøst findes en stejl kystklint, der lader til at være erosiv. Man må forvente at en havspejlsstigning vil medføre en forøget erosion i dette kystafsnit. I den nordvestlige del af området fin-

des den ca. 1 km² store Gåsemose beliggende ca. 6 m.o.h. Den resterende og i øvrigt langt største del af det ca. 14 km² store Thise-område er beliggende i stor højde over havet, mellem kote 15 og 40 m.

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 den indre del af Limfjorden. Ved en eventuel stigning på 80 cm vil mindre dele af områdets kystnære areal oversvømmes, og der må påregnes en øget erosion i kystkanten. Den vertikale landhævning i området er vurderet til at være ca. 0,50 mm pr. år, og hvis den forsætter fremover vil den medvirke til (i beskedent omfang) at reducere effekten af havstigningen.

8.3 Ekstreme hændelser

Thise-området er ikke specielt eksponeret for stormfloder og oversvømmelser på grund af den geografiske placering inde i Limfjorden, og fordi det meste af området er relativt højt beliggende, men vil selvfølgelig lokalt, specielt langs kysten mod nordøst, blive berørt af den varierende vandstand i fjorden. En forøget nedbørsmængde vil måske omdanne Gåsemosen til en sø, ligesom det må forventes at en forøget nedbørsintensitet vil øge erosionen langs brinkerne af vandløbet mellem Eskær og kysten.

9. Arealplanlægning og bindinger

Indenfor og i områderne rundt om Thise har arealanvendelse og planlægningen medført en række reguleringer under forskellige plan- og miljølove. Disse forhold vil blive berørt neden for.

I og omkring Thise er opgjort fordeling og antal indbyggere samt afstand til bymæssig bebyggelse:

Fordeling og antallet af indbyggere er følgende:

Thise: færre end 200 indbyggere

Breum: 843 indbyggere (2011)

Jebjerg: 1151 indbyggere (2011)

Roslev: 1396 indbyggere (2011)

Afstand til bymæssig bebyggelse:

Breum: ca. 2 km

Jebjerg: ca. 6 km

Roslev: ca. 6 km

Teksten til afsnit 9. bygger bl.a. på notater fra Skive Kommune (2012a,b).

Thise-området er et ca. 14 km² stort plateau med et buet forløb helt ud til kysten både nord og syd for Sundsøre. Hovedparten af området anvendes i dag til landbrug. Mod vest er det afgrænset af den nu naturgenoprettede Brokholm Sø med tilknyttet naturcenter og ca. 160 ha nyplantet skov. Inden for det udpegede område findes ca. 165 ha nyplantet skov ved Havbjerg. Mod syd herregården Eskjær med jordtilliggende og de markante skrænter mod Limfjorden.

I arealet ligger landsbyerne Thise og den langstrakte Nørre Thise, samt mindre bebyggelser som Stouby, Vejsmark og Thisetorp, samt sommerhusområdet ved Sdr. Thise. Thise ligger på et fladt plateau, der går op i en højde af kote + 40 m omgivet mod øst af Limfjorden, mod vest af Brokholm Sø og mod nord af Gåsemosen.

Området er krydset vest-øst af en hovedvej, hvor Thise ligger og nord-syd og vest-øst af mange mindre veje. Mange huse er lokaliseret langs de små veje mens det øvrige landskab kun har spredte huse. En klynge af vindmøller ligger vest for Thise og vest for Nr. Thise og der er etableret bufferzoner rundt om møllerne. Der er lokalplan for vindmøller, erhverv og beboelse vest for Thise.

9.1 Bindinger

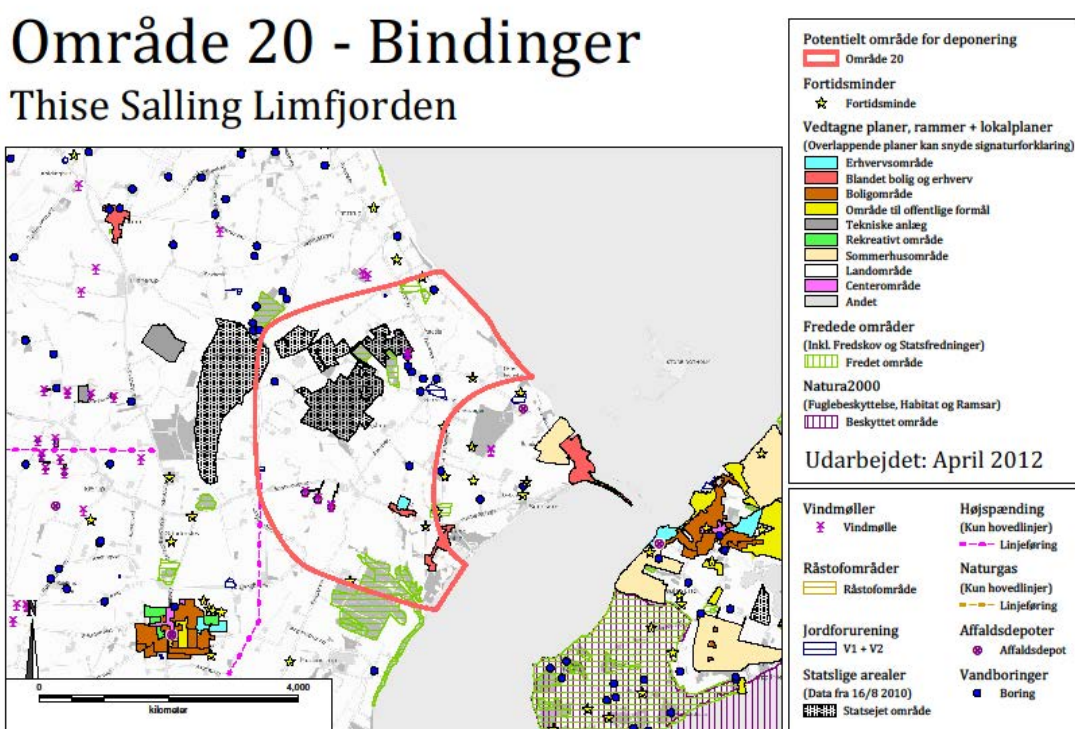


Fig. 19. Kort over bindinger i området (Naturstyrelsen, 2012).

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 Thise-området (rød linje) er ifølge den oprindelige udpegning, se Fig. 1.

9.2 Natur, naturpleje og fredninger

Inden for naturområdet er der en række forskellige bindinger:

1. Der er nærhed til sommerhusområdet Sundgården, der ligger uden for området ved Sundsøre.
2. Fund af sjældne planter inden for områdefafgrænsningen kan ses på fig. 20. Planterne vokser især i den sydlige del af området bl.a. i Eskær Skov.
3. Forekomsten af beskyttede diger kan ses på fig. 21.

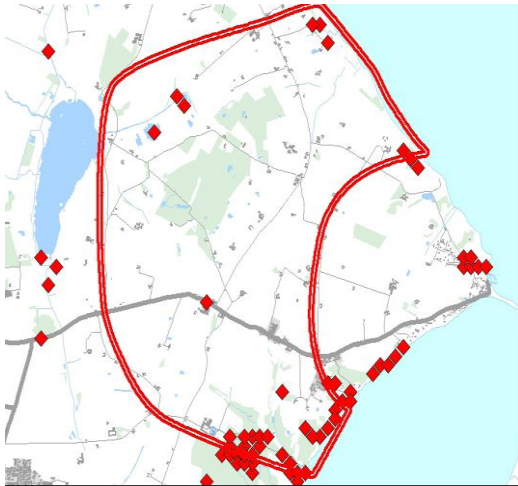


Fig. 20. Sjældne planter markeret med røde ruder (Fra Skive Kommune, 2012b).

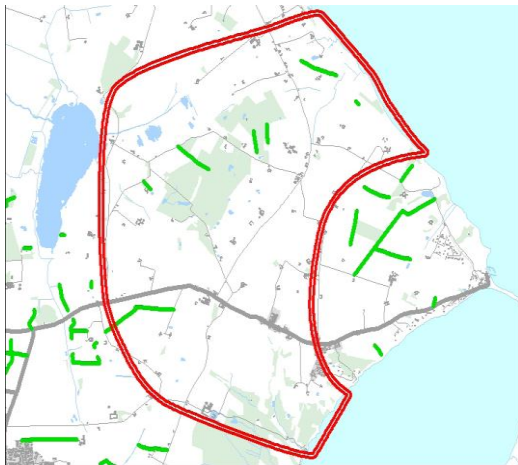


Fig. 21. Beskyttede diger vist med grønne linjer (Fra Skive Kommune, 2012b).

4. De beskyttede naturtyper befinder sig især i Gåsemosen og langs kysterne, men også spredt rundt om i området bl.a. øst for Brokholm sø og syd for Havbjerg Skov.
5. Forekomsten af skovbyggelinjer er vist på fig. 22, og de ligger især omkring Havbjerg Skov og Eskær Skov.
6. Udpegningen af skovrejsningsområde er vist på fig. 23. Dette er et markant areal i området omkring Havbjerg Skov.

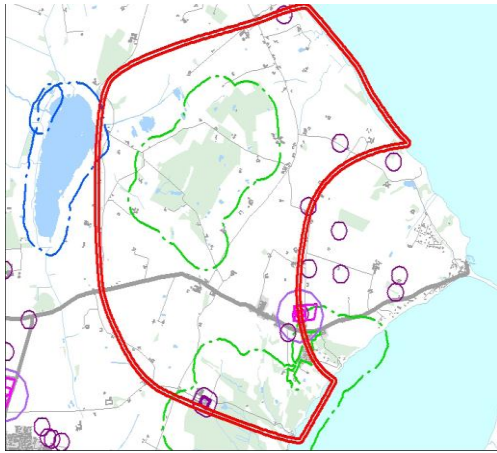


Fig. 22. Skovbyggelinjer, grønne linjer (Fra Skive Kommune, 2012b).

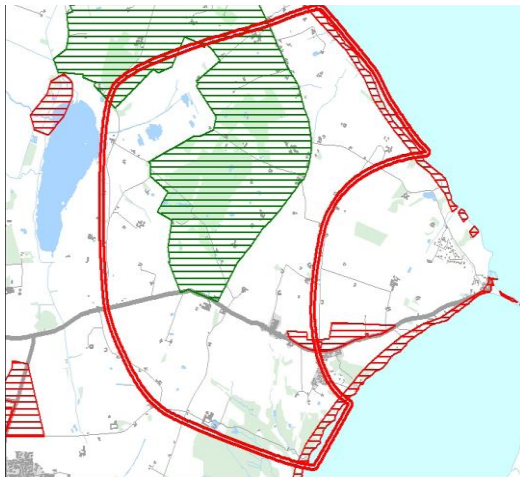


Fig. 23. Skovrejsningsområder vist med grønne linjeringer (Fra Skive Kommune, 2012b).

7. Forekomsten af fredskov findes også som mindre areal indenfor skovbyggelinjerne ved Havbjerg Skov og Eskær Skov.

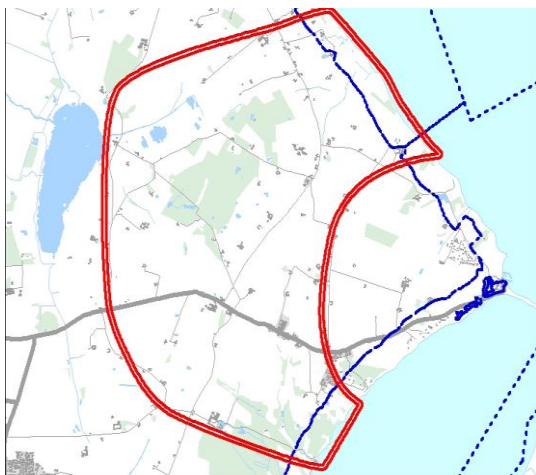


Fig. 24. Strandbeskyttelseslinjer afgrænsning med blå linjer (Fra Skive Kommune, 2012b).

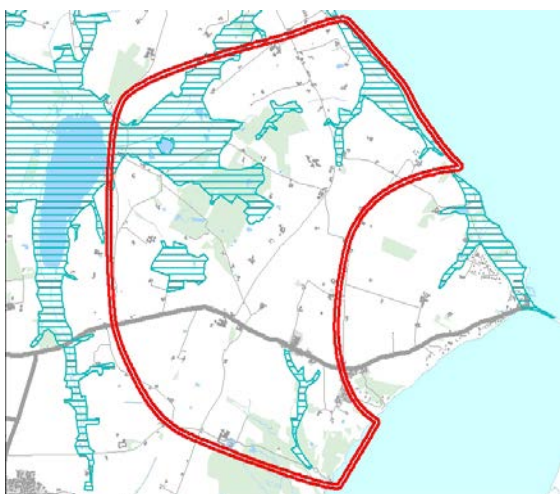


Fig. 25. Potentielle vådområder med lyseblå linjering (Fra Skive Kommune, 2012b).

8. Tilstedeværelsen af strandbeskyttelseslinjen ses på fig. 24, og den ligger langs nordøst kysten og sydøst kysten af området.
9. Udpegningen af potentielt vådområde ses på fig. 25, især i den nordlige del af området.

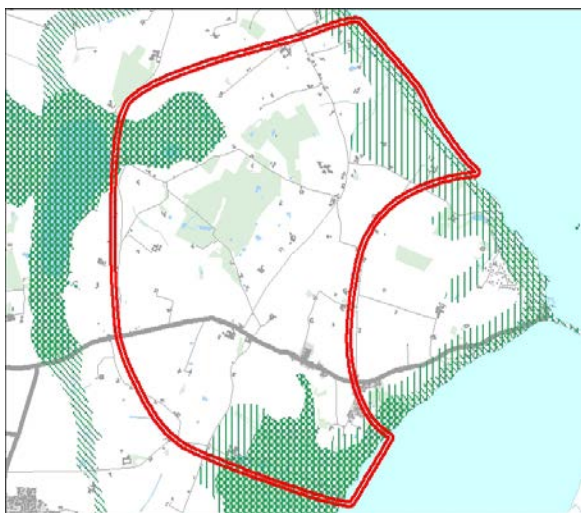


Fig. 26. Særlige beskyttelsesområder vist med grøn linjering (Fra Skive Kommune, 2012b).

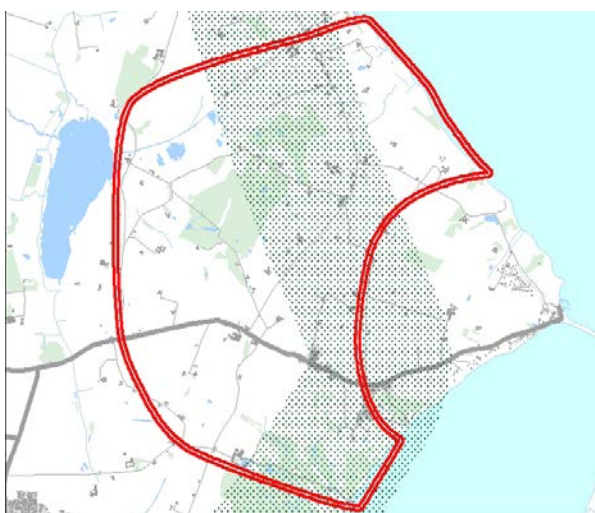


Fig. 27. Rekreative forbindelser gennem området (Fra Skive Kommune, 2012b).

10. Tilstedeværelsen af særlige beskyttelsesområder (Fig. 26).
11. Tilstedeværelsen af rekreativ forbindelseslinje ses på fig. 27.
12. Desuden findes der forekomst af sø- og å-beskyttelseslinjer.
13. Naturcenter Brokholm med tilhørende faciliteter ligger ved Gåsemosen.

9.3 Historiske mindesmærker og fredninger

Inden for Thise området ligger der en lang række fredede mindesmærker samt andre historiske fund. Mod syd for Thise ligger f.eks. den fredede herregård Eskær med jordtilliggender og de markante skrænter mod Limfjorden. Herregården omgives af en 100 m zone, og der er udpeget herregårdslandskab som Kulturmiljø (Fig. 28).

I området ligger landsbyerne Thise og den langstrakte Nørre Thise, samt mindre bebyggelser som Stouby, Vejsmark og Thisetorp.

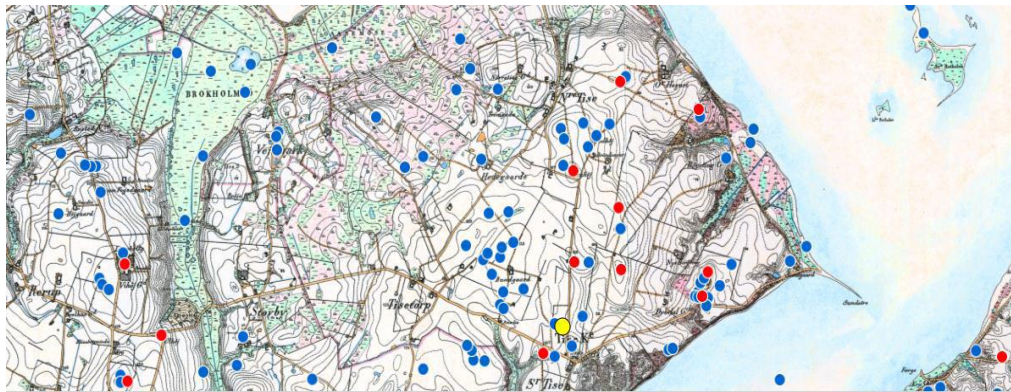


Fig. 28. Kortudsnit - over området nord for Thise. Gul: Thise Kirke. Fortidsminder: blå og røde. Højt målebordsblad 1842-99 (Fra Skive Kommune, 2012a).

Landsbyen Thise

Stednavnet Thise er tilknyttet vikingeguden Thyr, og der kan derfor argumenteres for, at landsbyen har rødder i vikingetiden. Vikingetidens landsby er ikke lokaliseret.

Thise kirke er placeret et stykke fra den nuværende landsby Thise. Omkring kirken er der en 300 m Exner-zone.

Stouby

Området er beliggende nordøst for Grinderslev kloster; et unavngivet, stort voldsted ved Breum kilde og selve kilden.

På plateauet omkring Stouby er fundet mange oldsager (i privat eje) fra forskellige perioder af stenalderen, f.eks. et økseofferfund. Der er desuden fundet granatglimmerskifer fra drejekværn anvendt i vikingetid/middelalder.

Navnet Stouby har sin oprindelse i vikingetiden, men selve *byen* er ikke lokaliseret. Drejekværnen kunne antyde, hvor den er beliggende.

De mange gravhøje i området

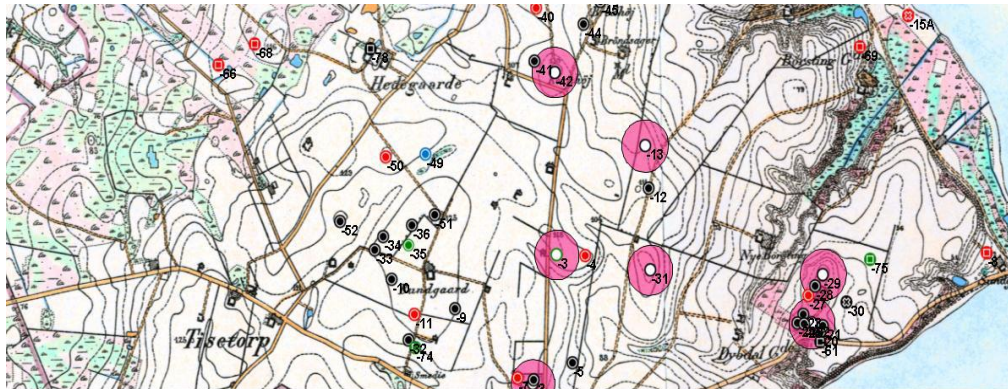


Fig. 29. Fredede gravhøje med fredningszoner, samt de mange overpløjede høje. Udgravningsdokumentation findes på Museum Salling, Arkæologi. Samt www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/ (Fra Skive Kommune, 2012a).

På det berørte areal findes et stort antal gravhøje, fredede og overpløjede. Der er stort set ikke foretaget arkæologiske undersøgelser i en eneste af disse (Fig. 29).

Gravhøjene er spredt i en mere eller mindre langstrakt nord-sydgående række. Fra gamle opsamlere og besigtigelse ved vi, at der er gjort fund i højene, bl.a. to flintdolke, en bronzedolk, et bronzesværd, to guldringe og mange urner.

Udgravningen i forbindelse med udvidelsen af Thise Mejeri i 2004 viser, hvor tæt bebyggelsen ligger på samtidige gravlæggelser i højene.

Kulturarvsareal Havbakker

Da Kulturministeriet i 2005 gav museerne til opgave at vurdere deres vigtigste lokaliteter i deres ansvarsområde, blev Havbakker udpeget til kulturarvsareal af national betydning (Fig. 30). I dette kulturarvsareal findes velbevarede bebyggelsesspor og kulturlag fra slutningen af stenalder og ældre bronzealder, og materialet indgår i flere forskningsprojekter. Iagttagelserne er dokumenteret af museets registreringer og udgravninger i perioden 1967–2011.

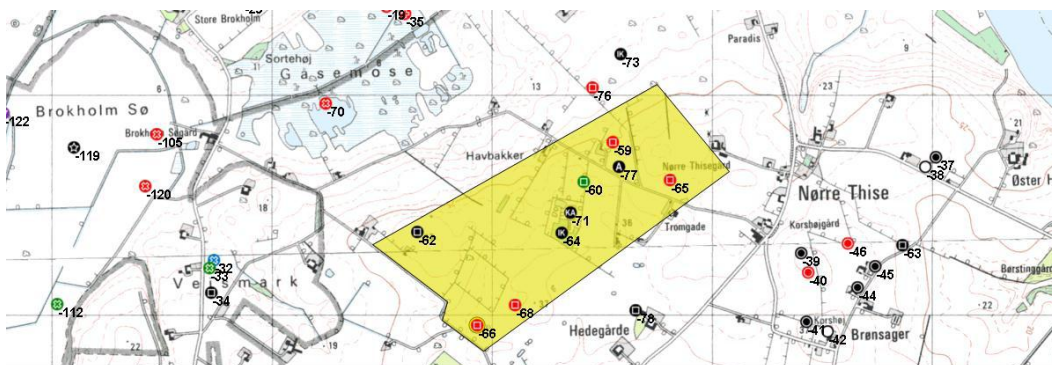


Fig. 30. Kulturarvsarealet Havbakker er markeret med gult (Fra Skive Kommune, 2012a).

Vådområdet Gåsemosen

Nord for kulturarvsarealet Havbakker findes Gåsemosen, ca. 1 km² i udstrækning. Der er meget, der tyder på, at der har været en forbindelse mellem førømtalte bebyggelser og mosen. I mosen er fundet 6 offerfund fra yngre stenalder og ældre bronzealder. Der er tale om store mængder ravperler, to ca. 30 cm lange flintøkser, en flintdolk og et fladehugget segl, samt to fund af bronzeøkser. Gåsemosen har været områdets hellige sted.

Arkæologisk vurdering

Der er meget høj sandsynlighed for, at der i området omkring Thise og Stouby findes en, måske to hidtil ukendte vikingetidslandsbyer.

Der er høj sandsynlighed for skjulte bebyggelsesspor i hele området fra de andre perioder af oldtiden, pga. den spredte gravhøjsfordeling i landskabet. Der er normalt ikke lang afstand fra bebyggelse til begravelsessted i oldtiden (Fig. 31).

Der er sandsynlighed for at støde på offerfund i Gåsemosen.

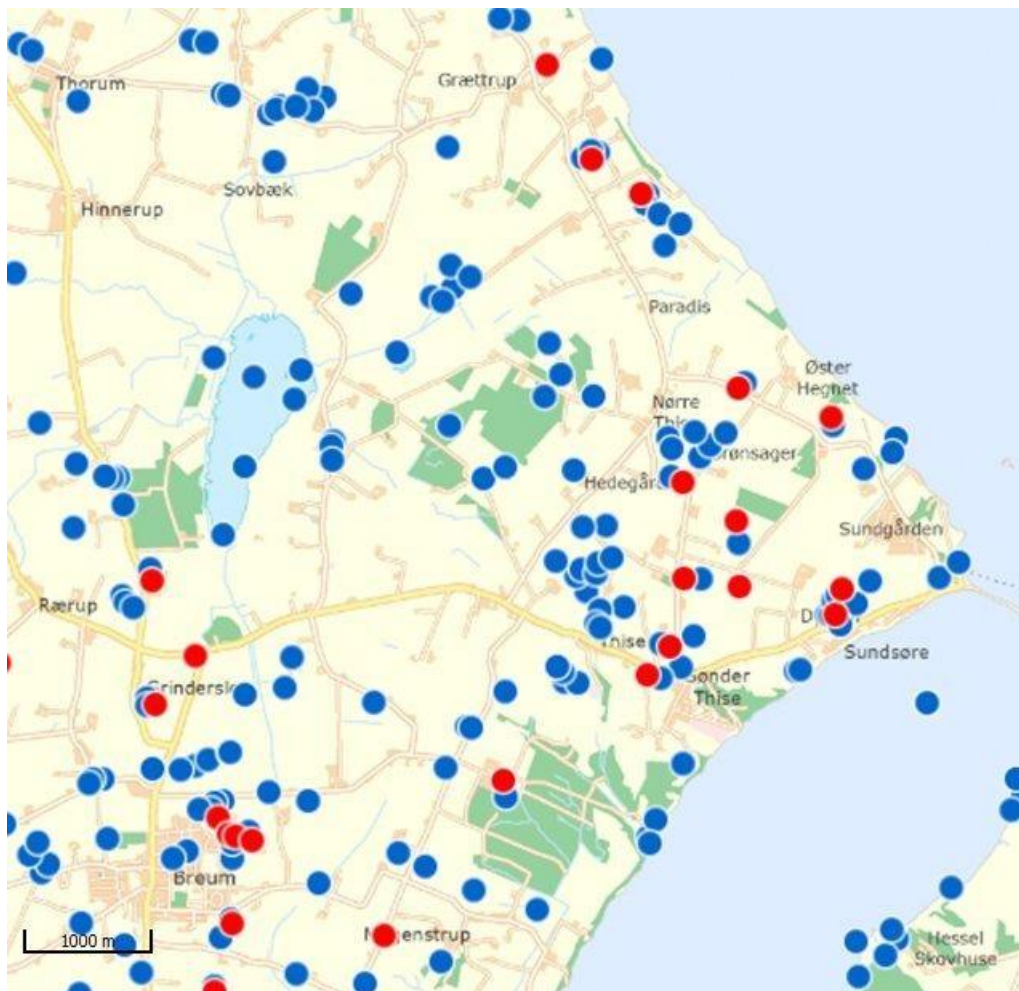


Fig. 31. Oversigt over både fredede mindesmærker (røde prikker) og ikke-fredede mindesmærker (blå prikker) (Fra www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/).

9.4 Råstofplanlægning

Der er ingen råstofinteresser i området.

9.5 Vandforsyningsstruktur

Thise Vandværk er placeret i den vestlige del af området. Derudover findes vandforsyningsboringer til mindre forsyninger og enkeltejendomme.

Lige uden for området ligger Breum Vandværk, der sammen med Vihøj Vandværk leverer vand til Thise Mejeri. Det har inden for de seneste 3 år indvundet i gennemsnit 75.000 m³/år, hvor en del af vandet går til mejeriet. Vihøj vandværk leverer ca. 100.000 m³/år til Thise Mejeri.

Thise Mejeri har siden opstart af mejeriproduktion forøget sit indvindingsbehov til ca. 150.000 m³/år.

Der er en samlet grundvandsindvinding i OSD-Breum på i alt 650.000 m³/år (til Breum, Vihøj, Jebjerg, Roslev, Lyby, Øster Grønning og Thise Vandværk) og en samlet tilladelse i området til at indvinde 775.000 m³ grundvand pr. år.

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 Thise-området.

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. Publiceret 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 Anden anvendt litteratur

- Andersen, L.J., 1976: Hydrologiske forhold i relation til de palæocæne og eocæne aflejringer i Jylland og på Fyn. I: Atomenergikommisionen: Affald fra kernekraftværker, april-maj 1976, 101-109.
- 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.
- Arnbjerg-Nielsen, K., 2008: Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer. IDA Spildevandskomiteen, Skrift nr. 29. Institut for Vand og Miljøteknologi, DTU.
- Bonnesen, E., Larsen, F., Sonnenborg, T.O., Klitten, K. & Stemmerik, L., 2009: Deep salt-water in Chalk of North-West Europe: Origin, interface characteristics and development over geological time. Hydrogeology Journal 17, 1643-1663.

- Brüsch, W. & Jacobsen, O.S., 1995. Pesticides in the Danish monitoring programme. In: Ammitsøe, C. (Editor), Vandmiljøplan-rapport 1995, Geological Survey of Denmark and Greenland, Copenhagen, 153-165.
- Bøggild, O.B., 1918: Den vulkanske Aske i Moleret samt en Oversigt over Danmarks ældre Tertiærbjergarter. Danm. Geol. Unders. II Rk., 33, 159 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 pages.
- Cappelen, J., P. Frich, and S. Rosenørn, S. 1989: The climate of Denmark 1988. Danish Meteorological Institute, Copenhagen.
- 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
- 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.
- Clausen, O.R. & Huuse, M., 2002: Mid-Paleocene palaeogeography of the Danish area. Bull. Geol. Soc. Denmark, Vol. 49, Part 2, 171-186.
- Christensen, L. & Ulleberg, K., 1973: Sedimentology and micropaleontology of the Middle Oligocene sequence at Sofienlund, Denmark. Bull. Geol. Soc. Denmark, vol. 22, 283-305.
- Dinesen, B., 1961: Salt Mineralvand fra Danmarks dybere Undergrund. Danm. Geol. Unders. IV række, Bd.4, nr. 6, 20 sider
- 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 + Bilag.
- Ditlefsen, C., 1990: En Kvartærstratigrafisk undersøgelse på Thyholm. Dansk Geol. Foren., Årsskrift for 1987-1989, 55-69.
- DMI, 2010: Fremtidens klima. http://www.dmi.dk/dmi/index/klima/fremtidens_klima-2/ipcc.htm
- Duun-Christensen, J.T., 1992: Vandstandsændringer i Danmark.- I : Miljøministeriet, 1992: Drivhuseffekt og klimaændringer – hvad kan det betyde for Danmark.
- 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. (ed.), 2004: Afprøvning af undersøgelsesmetoder med henblik på etablering af et zoneringskoncept for danske lerjorde: Statusrapport. GEUS & DJF, 25 sider + 12 Bilag.
- Fenger, J, Buch, E. & Jakobsen, P.R., 2001: Monitoring and Impacts of Sea Level Rise at Danish Coasts and Near Shore Infrastructures.- I: Jørgensen, A.M.K., Fenger, J. og Halsnæs, K. (Red.): Climate Change Research, DMI, 237-254.
- Forchhammer, J.G., 1841: Resultaterne af en Undersøgelses-Rejse i Jylland, hvis nærmeste Hensigt var at samle Efterretninger om Jordskjælvet af 3. April 1841. Oversigt K.D: Vidensk. Selsk. Forhandl., 14-15.

- Forchhammer, J.G., 1869: Jordskjælv et den 3die April 1841. Samling til Jydsk Historie og Topografi Bd II, 210-229.
- Fredericia, J., 1990. Saturated Hydraulic Conductivity of Clayey Tills and the Role of Fractures. *Nordic Hydrology*, 21(2), 119-132.
- Fredericia, J. & Gravesen, P., 1983: Geologisk basisdatakort 1216 III Farsø. Nordjyllands amtskommune, Danm. Geol. Unders.
- Fredericia, J., 1989: Den hydrogeologiske kortlægning af Nordjyllands Amt. Geologisk rapport. Nordjyllands Amt, 231 sider + Bilag.
- Frich, P.; Rosenørn, S.; Madsen, H. and Jensen, J.J., 1997: Observed Precipitation in Denmark, 1961-90. DMI Technical Report 97-8
- Friis, H., 1994: Lithostratigraphy and sedimentary petrography of the Oligocene sediments from the Harre borehole, Denmark. *Aarhus Geoscience*, Vol. 1, 35-43.
- Frykman, P., 2001: Spatial variability in petrophysical properties in Upper Maastrichtian chalk outcrops at Stevns Klint, Denmark. *Marine and Petroleum Geology* 18, 1041-1062.
- Gravesen, P., 1989: Geologisk Basisdatakort 1116 II Nykøbing Mors. Viborg Amtskommune. Danm. Geol. Unders.
- Gravesen, P., 1989: Geologisk Basisdatakort 1115 I Struer. Viborg Amtskommune. Danm. Geol. Unders.
- Gravesen, P., 1989: Geologisk basisdatakort 1116 III Thyborøn. Viborg amtskommune. Danm. Geol. Unders.
- Gravesen, P., 1990: Geologisk Basisdatakort 1215 IV Viborg,. Viborg amtskommune. Danm. Geol. Unders.
- Gravesen, P., 1993: Geologisk kort over Danmark. 1:50.000. Kortbladet 1215 IV Viborg. Geologisk basisdatakort. Danm. Geol. Unders, Kortserie Nr. 27, 3-7 + kort.
- Gravesen, P., 1993: Geologisk kort over Danmark. 1:50.000. Kortbladet 1116 II Nykøbing Mors. Geologisk basisdatakort. Danm. Geol. Unders. Kortserie Nr. 21, 3-6 + kort.
- Gravesen, P., 1993: Geologisk kort over Danmark. 1:50.000. Kortbladet 1115 I Struer. Geologisk Basisdatakort. Danm. Geol. Unders. Kortserie nr. 22, 3 pages + kort.
- Gravesen, P., 1993: Geologisk kort over Danmark. 1:50.000. Kortbladet 1116 III Thyborøn. Danm. Geol. Unders. Kortserie nr. 19. 3-5, + kort.
- Gravesen, P. & Pedersen, S.A.S., 2005: De geologiske forhold ved Risø. Redegørelse udarbejdet på basis af eksisterende data. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2005/30, 40 sider.
- Gravesen, P. & Pedersen, S.A.S., 2009: Vurdering af lerforkomster 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. & Ernten, V., 1999: Kortlægning af radon i danske jordarter 1. Indsamling af grunddata. Danm. og Grønl. Geol. Unders. Rapport 1999/81, 52 sider + bilag.
- Gravesen, P., Jakobsen, P.R., Binderup, M. & Rasmussen, E.S., 2004: Geologisk set - Det sydlige Jylland. En beskrivelse af områder af national geologisk interesse. GEUS, Geografforlaget, Skov- og Naturstyrelsen, 188 sider.
- Gregersen, S., Hjelme, 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 Kali-

- ningrad District, Russia on September 21, 2004, Phys. Earth and Planet. Int., Vol. 64, 63-74.
- Grontmij/Carl Bro, 2008: Trin 1 kortlægning. Indsamling, sammenstilling og tolkning af eksisterende data og viden i indsatsområderne Ulbjerg, Hvam, Møldrup, Vammen og Ørum, dec. 2008, 170 sider.
- Gry, 1935: Petrology of the Paleocene Sedimentary Rocks of Denmark. Geol. Surv. of Denmark, II Series, No. 61, 171 sider.
- Harboe, E.G., 1915: Meddelelser om jordskælv og Vulkanudbrud i Danmark med Bilande i Tidsrummet 1909-1913, Medd. D. Geol. For., 4, 395-424.
- Hansen, J.M. & Håkansson, E., 1980: Thistedstrukturens geologi – et "neotektonisk" skoleeksempel. – Dansk geologisk Forening, Årsskrift for 1979, 1-9.
- 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 DOI: 10.1111/j.1502-3885.2011.00229.x.
- Harrar, W.G., Murdoch, L.C., Nilsson, B. & Klint, K.E.S. (2007). Field characterization of vertical bromide transport in a fractured glacial till. Hydrology Journal, 15(8), 1473-1488..
- 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: 10. Koralrev og lerhav. Naturen i Danmark. Geologien. Gyldendal, 181-226.
- Hintze, V., 1896: Jordskjælvet i Jylland den 16. december 1895, Medd. D. Geol. For., 3, 31-45.
- Hintze, V., 1902: Jordskjælvet i Thy og paa Mors den 16. August 1900, Medd. D. Geol. For., 8, 62-64.
- 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
- Jakobsen, P.R. & Pedersen, S.A.S., 1993: Geologisk opbygning af Junget molerfelt. DGU Kunderapport nr. 72, 1993, 30 sider + Bilag.
- Jakobsen, P.R., Klint, K.E.S. & Pedersen, S.A.S., 1994: Lerundersøgelser i Junget molerfelt, DGU Kunderapport nr. 62, 1994, 26 sider + Bilag.

- Japsen, P. & Langtofte, C., 1991: Geologisk kort over Danmark. 1:400.000. Det danske Basin. "Basis kalk" og Kalk Gruppen. Danm. Geol. Unders. Kortserie Nr. 29, 2 sider + kort.
- Jensen, J.B., 1985: Sen-Elster smeltevandsler – en mulig ledehorisont i det vestlige Jylland. Dansk Geol. Forening, Årsskrift for 1984, 21-35.
- Jensen, J.B. & Knudsen, K.L., 1984: Kvartærstartigrafiske undersøgelser ved Gyldendal og Kås Hoved i det vestlige Limfjordsområde. Dansk Geol. Foren. Årsskrift for 1983, 35-54.
- Jensen, H.E. & Jensen, S.E., 2001: Jordfysik og Jordbrugsmeteorologi – Det fysiske miljø for plantevækst. DSR Forlag, Frederiksberg C, Danmark.
- Johnstrup, F., 1870: Jordskjælvet i Sjælland den 28de Januar 1869. Oversigt K.D. Vidensk. Selsk. Forhandl., 1-32.
- Jørgensen P.R. and Fredericia, J., 1992. Migration of nutrients, pesticides and heavy metals in clayey till, *Géotechnique*, 42, 67-77.
- Jørgensen, F & Sandersen, P.B.E., 2006: Buried and open tunnel valleys in Denmark—erosion beneath multiple ice sheets. *Quaternary Science Reviews* 25 (2006) 1339–1363.
- Jørgensen F. & Sandersen, P., 2009: Kortlægning af begravede dale i Danmark. Opdatering 2007-2009, GEUS, 374 sider.
- Kessler, T.C., Klint, K.E.S., Nilsson, B. & Bjerg, P.L., 2012: Characterization of sand lenses embedded in tills. *Quaternary Science Reviews*, Vol. 53, 55-71.
- Klint, K.E.S., 2001: Fractures in Glacigene Deposits; Origin and Distribution. Ph.D. Thesis. Danm. og Grønl. 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.
- Knudsen, K.L., 1984: Foraminiferal stratigraphy in the marine Eemian-Weichselian sequence at Apholm, North Jutland, Bull. Geol. Soc. Denmark, Vol. 32, 169-180.
- Knudsen, K.L., 1985: Correlation of Saalian, Eemian and Weichselian foraminiferal zones in North Jutland, Bull. Geol. Soc. Denmark, Vol. 33, 325-339.
- Knudsen, K.L. & Lykke-Andersen, A.-L., 1982: Foraminifera in Late Saalian, Eemian, Early and Middle Weichselian of the Skærumhede I boring. Bull. Geol. Soc. Denmark, Vol. 33, 97-109.
- Kolderup, C.F., 1913: Norges jordskjælv med særlig hensyn til deres utbredelse I rum og tid, Bergens Museums Årbok, nr 8.
- Larsen, G. & Dinesen, A., 1959. Vejle Fjord Formation ved Brejning: Sedimenterne of foraminiferfaunaen (oligocæn-miocæn). Danm. Geol. Unders. II Series 82, 114 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.
- Madirazza, I., 1979: Saltdiapirenes betydning for den Kvartære kronologi: Batum – et eksempel. Dansk Geol. Foren., Årsskrift for 1978, 7-13.
- Madirazza, I., 1980: Postglaciale bevægelser i området ved Fjerritslev saltstruktur. – Dansk geologisk Forening, Årsskrift for 1979, 11-14.
- McKay, L. & Fredericia, J. 1995: Origin, distribution and hydraulic influence of fractures in clay-rich tills glacial tills. *Canadian Geotechnical Journal*, 32, 957-975

- 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.
- Mertz, E.L., 1924: Oversigt over De sen- og postglaciale Niveauforandringer i Danmark.- Danmarks geologiske Undersøgelse II Række, Nr. 41, 49 sider.
- Mikkelsen, H.E. & Olesen, J.E., 1991: Sammenligning af metoder til bestemmelse af potentiel vandfordampning. Statens Planteavlsforsøg. Beretning nr. S2157, 68 sider.
- Miljøcenter Ringkøbing, 2008: Kortlægning af grundvandsressourcen i Selde-Junget. Dokumentationsrapport, Oktober 2008, 39 sider.
- Miljøministeriet, 2010: Forslag til Vandplan 2010-15. Hovedvandopland 1.2 Limfjorden. By- og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet. Hearing version, October 2010
- Ministry of Environment, 2010: <http://www.miljoegis.min.dk>
- Miljøstyrelsen, 1995: Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4.; "Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser".
- Naturbeskyttelsesloven, 1993. Skov- og Naturstyrelsen.
- Naturstyrelsen, 2012: Statslig udmelding til vandplanernes retningslinjer 40 og 41 vedr. byudvikling og Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD). Miljøministeriet 2012, 13 sider + bilag.
- Nielsen, O.B. (red.), 1994: Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Tertiary sequence from the Harre borehole, Denmark. Department of Earth Sciences, Aarhus Geoscience, vol 1., 1994, Aarhus Universitet, 168 sider + bilag.
- Nielsen, O.B., 1994: Lithostratigraphy and sedimentary petrography of the Paleocene and Eocene sediments from the Harre borehole, Denmark. Aarhus Geoscience, Vol 1, 15-34.
- Nielsen, O.B. & Friis, H. & Korsbech, U., 1994: Lithology and lithostratigraphy of the Harre borehole, Denmark. Aarhus Geoscience, Vol. 1, 4-14.
- 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, 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, Sydjylland og Fyn, Sjælland, øer og Bornholm. Danmarks Geologiske Undersøgelse, 1989.
- Rambøll, 2006: Viborg Amt, Miljø og Teknik. Hydrostratigrafisk model og grundvandsmodel for OSD-Viborg Nord, 23 sider + Bilag.
- Rasmussen, E.S., 1995: Vejle Fjord Formation: Mineralogy and geochemistry. *Bull. Geol. Soc. Denmark* Vol 42, 57-67.
- Rasmussen, E.S., 2004: Stratigraphy and depositional evolution of the uppermost Oligocene-Miocene succession in western Denmark. *Bull. Geol. Soc. Denmark* Vol. 51, 89-109.

- Rasmussen E.S., Dybkjær, K. & Piasecki, S., 2010: Lithostratigraphy of the Upper Oligocene-Miocene succession of Denmark. Bull. Geol. Surv. Denm. and Greenl. Vol. 22, 92 sider + Bilag.
- Rasmussen, L.Aa. & Petersen, K.S., 1986: Geologisk kort over Danmark. 1:50.000. Kortbladet 1215 IV Viborg. Danm. Geol. Unders. Kortserie nr. 1, 2 sider + kort
- Rasmussen, L.Aa., Madsen, B. & Villumsen, A., 1978: Hydrogeologisk kortlægning af Viborg amtskommune. Danm. Geol. Unders., 101 sider + kort.
- Region Midtjylland, 2008: Råstofplan 2008 for Region Midtjylland, 36 sider + kort.
- Ringkjøbing Amt, Nordjyllands Amt, Århus Amt and Viborg amt, 2004: Basisanalyse Part 1 Basisanalyse for oplandet til Limfjorden, Del 1. Karakterisering af vandforekomster og opgørelse af påvirkninger. Vanddistriktsmyndighed 65, 76 og 80.
- 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, 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
- Seifert, D., Sonnenborg, T.O., Scharling, P., Hinsby, K. (2008). Use of alternative conceptual models to assess the impact of a buried valley on groundwater vulnerability. *Hydrogeology Journal*, 16, 659–674.
- Sidle RC, 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.
- Skive Kommune, 2012a: Affaldsdeponi område 20 – Thise. Skive Kommunes 1. input til omegnsstudierne. september 2012, 18 sider.
- Skive Kommune, 2012b: Affaldsdeponi område 20 – Thise. Skive Kommunes supplerende materiale, 40 sider.
- Sonnenborg, T.O.; Christensen, B.S.B.; Roosmalen, L. van; & Henriksen, H.J., 2006: Klimændringers betydning for vandkredsløbet i Danmark. Danm. og Grønland. Geol. Unders. Rapport 2006/22,. 75 sider.
- Sorgenfrei, Th. & Buch, A., 1964: Deep Tests in Denmark 1935-1959. Danm. Geol. Unders. III række, nr. 36, 146 + bilag.
- Sundhedstilsynet, 1987: Radioaktive stoffer i drikkevand. SIS, 23 sider.
- Tank, R.W., 1963: Clay Mineralogy of some Lower Tertiary (Paleogene) sediments from Denmark. Danm. Geol. Unders., IV ser., no. 9, 45 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.
- 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.
- Vejbæk, O. V., 1997: Dybe strukturer i danske sedimentære bassiner.- Dansk Geologisk Forenings Nyheds og informationskrift, hæfte 4, 1- 31.
- Viborg amt, 1990: Regionplan 1989-2000 for Viborg Amt.
- Viborg amt, 2000: Regionplan 2000-2012 for Viborg Amt.

Viborg amt, 2006: Indsatsplan for at sikre forsyningen af drikkevand ved Breum, Roslev, Øster Grønning, Thise, Lyby, Jebjerg og Vilhøj Vandværker, Viborg amt – Miljø og Teknik, 32 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. Skive Kommunes notat

Bilag B. Ny boring og boringslog

Bilag C. Datagrundlag for bindingskort (Naturstyrelsen, 2012)

Bilag D. Bindinger

12.1 Bilag A

RENT LIV
på Skiveegnen



Atomaffaldsdeponi område 20 - Thise
Skive Kommunes 1. input til omegnsstudierne - september 2012

www.skive.dk

Forord

Folketinget vedtog 13. marts 2003 beslutningsgrundlag om afvikling af de nukleare anlæg på Forskningscenter Risø. Sammen med denne beslutning blev det vedtaget at igangsætte en undersøgelse for slutdeponering af det radioaktive affald, der er produceret op gennem de seneste årtier primært på Risø, men er også affaldsprodukter fra industri og sundhedssektoren.

Undersøgelserne for etablering af et slutdepot indeholder tre faser. Første fase var de såkaldte forstudier, hvor De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) undersøgte jordbundsforholdene, Dansk Dekommissionering (DD) undersøgte mulige depotkoncepter og Statens Institut for Strålebeskyttelse (SIS) undersøgte risiko forbundet med transport af affaldet.

Forstudierne er tilendebragt og blev præsenteret for repræsentanter fra Folketingets partier 4. maj 2011. Forstudierne resulterede i udpegningen af 22 mulige områder og en anbefaling af 6 af disse mulige områder til placering af depotet. De 6 områder skal underlægges yderligere studier. Reduktion fra de 22 områder til de 6 skete udelukkende på geologiske kriterier med afsæt i eksisterende data og arkiver og på marginale forskelle (GeoViden 2, 2011).

For yderligere at reducere i antallet af mulige lokaliteter, er der igangsat de såkaldte omegnsstudier, hvor andre forhold end geologien inddrages.

Skive Kommune blev på et møde d. 9. august 2012 med Bertel Nilsson og Peter Graversen fra GEUS samt Heidi Sjølin Thomsen fra Dansk Dekommissionering bedt om at bidrage med detaljeret viden til igangværende omegnsstudier:

- Naturforhold, naturbeskyttelse og fredninger
- Jordfaste fortidsminder
- Grundvands- og drikkevandsforhold
- Andre forhold som Kommunen finder relevante

Nærværende dokument indeholder det materiale, som Skive Kommune indenfor tidsfristen har haft mulighed for at tilvejebringe i forvaltningen. Skive Kommune ønsker dog til ethvert tidspunkt at stå til rådighed med en uddybning af materialet, så beslutningen om atomaffaldsdeponeringen sker på et solidt grundlag. Tilsvarende forbeholder Kommunen sig retten til fortsat at levere ny viden, der måtte have relevans for det videre planlægningsarbejde for et slutdepot i Skive Kommune.



Per Mathiasen
Kommunaldirektør

Skive Kommune

17. september 2012

Indhold

Forord	2
Resume	4
Grundvand og drikkevand	5
Introduktion til manglende datagrundlag	5
Grundvandsmagasiner på Salling	5
Grundvandets strømningsretning – Thise-området	6
Grundvandsressourcer og indvindinger i Thise-området	7
Geologiske forhold	8
Dokumenteret jordskælvsaktivitet i historisk perspektiv	8
Der er indici for, at tidligere jordskælv har påvirket grundvandssystemet	8
Der kan være stabilitetsmæssige problemer med undergrunden ved Thise	8
Historisk gennemgang af jordskælv på Salling	8
Arkæologisk forhåndsudtalelse af arealerne udpeget til placering af atomaffaldet i Thise	10
Thise - området – topografisk beskrevet	10
Om landsbyen Thise:	11
Om Stouby:	11
Om de mange gravhøje i området:	11
Kulturarvsareal Havbakker	12
Vådområdet Gåsemosen	12
Arkæologisk Risikovurdering Thise – området	12
Indstilling	13
RENT LIV – branding af Skive Kommunes udviklingspotentiale	14
Atomaffald kontra Kommunens planstrategi	15
Øvrige forhold med relevans for en depotplacering i Thise	17
Referencer	18

Resume



Figur 1 Afgrænsning af område 20 - Thise

Indvindingsoplandet til det almene vandværk, Thise ligger i det udpegede område. Ifølge indsatsplanen for indvindingsoplandet har oplandet samme beskyttelsesstatus som Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD). Der er i den oprindelige udpegning af potentielle depot områder (de 22 områder) helt set bort fra OSD områder. Thise området bør derfor udgå, da det ikke lever op til de oprindelige kriterier for udpegningen.

Det økologiske Thise Mejeri har gennem en årrække opbygget et nationalt og internationalt brand, der af mejeriet vurderes at lide ubodelig skade ved en sproglig sammenkobling med et depot for radioaktivt affald.

Skive Kommunes brand er "RENT LIV." Kommunens eksterne konsulent på markedsføringen vurderer at brandingstrategien ved etablering af et depot for radioaktivt affald i kommunen vil blive opfattet som en joke og at den tilhørende investering i markedsføringen vil være spildt.

Grundvand og drikkevand

Introduktion til manglende datagrundlag

I Skive Kommune findes der i alt 9 udpegede områder med særlig drikkevandsinteresse (OSD). Inden for disse områder har Viborg Amt og nu Naturstyrelsen udført en detaillert kortlægning af grundvandsressourcerne. Her er Thise-området detailkortlagt i forbindelse med en indsatsplan til beskyttelse af grundvandet (Viborg Amt, 2006).



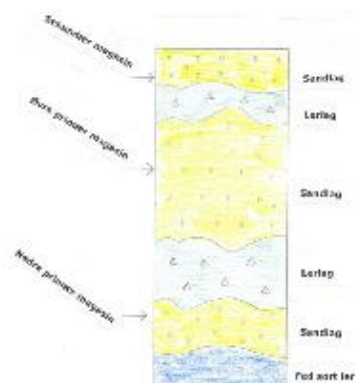
Figur 2 Principskitse der viser grundprincippet i OSD-udpegningerne (Viborg Amt, 2000)

OSD-udpegningen er lavet ud fra den betragtning, at dér hvor grundvandet ligger højt i terræen, skal grundvandet også beskyttes, hvilket er beskrevet i vejledning fra Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 1995) (jf. figur 2). Ved Thise er grundvandet beliggende omkring et såkaldt "grundvandstoppepunkt" (jf. figur 2). Dvs. sker der en grundvandsforurening på en sådan top, kan forureningen gøre maksimal skade på omgivelserne, da grundvandet i princippet kan strømme i flere forskellige retninger.

For grundvandsmagasinerne på Salling, og specielt inden for de 9 OSD'er, er flere af grundvandsforekomsterne truet pga. stigende indhold af sulfat og nitrat og enkelte steder er der deslige fundet pesticider, som også er et stigende problem. Skive Kommune har således ikke mulighed for at finde nye grundvandsmagasiner inden for kommunegrænsen.

Grundvandsmagasiner på Salling

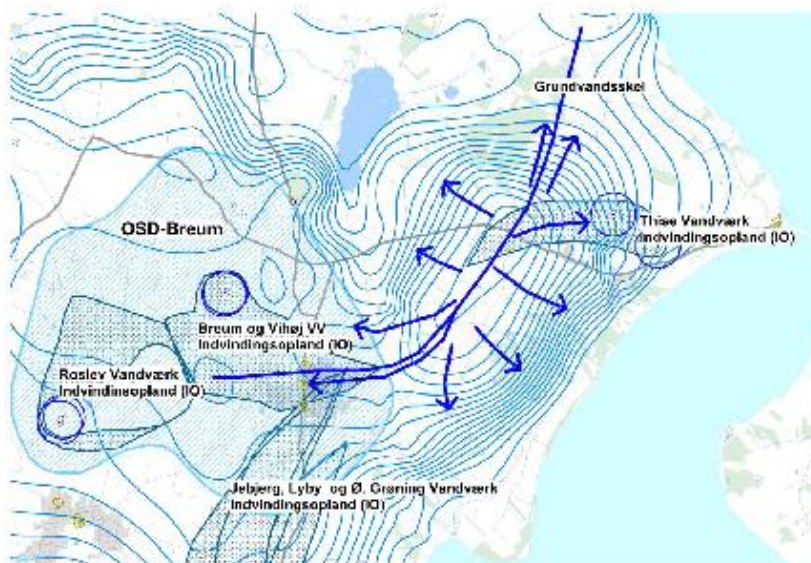
Den overordnede magasinopbygning på Salling er præget af begravede dalstrukturer. Der findes således et sekundært grundvandsmagasin fra terræen og ca. ned til 25-30 meter. Herunder finder man et øvre primært dybereliggende grundvandsmagasin som er ca. 25-75 meter i tykkelse. Enkelte steder, som fx i den begravede dal ved Breum, findes et nedre primært grundvandsmagasin mellem 110-170 m.u.t. Opbygningen af grundvandsmagasinerne er skitseret i figur 3. Flere større vandværker indvinder fra det nedre primære magasin bl.a. Breum og Vihøj vandværk. Det sekundære og det øvre primære magasin findes stort set på hele Salling. Det sekundære magasin og det øvre primære magasin er flere steder adskilt af et markant lerlag, og der er således tydelig trykniveauforskil imellem det sekundære og det øvre primære magasin. Der findes derfor både et optegnet primært og sekundært potentialekort for hele Salling.



Figur 3 Magasinopbygningen på Salling

Grundvandets strømningsretning - Thise-området

I Thise-området strømmer grundvandet (jf. figur 4) fra Stouby og Thisetop mod henholdsvis den begravede dal ved Breum mod sydvest og mod den begravede dal ved mod øst ved Thise, hvor indvindingen til Thise vandværk befinder sig. Samtidig strømmer en del grundvandet mod nordvest til Brokholm Sø og en del mod sydøst ud til Skive fjord. Et perkolat fra et evt. deponi vil således kunne påvirke begge grundvandsmagasiner ved henholdsvis Breum og Thise. Især den begravede dal ved Breum har stor regional betydning i forhold til den fremtidige drikkevandsressource på Salling, og vandkvaliteten må derfor ikke bringes i fare.



Figur 4 Grundvandets strømningsforhold i Thise-området

Grundvandsressourcer og indvindinger i Thise-området

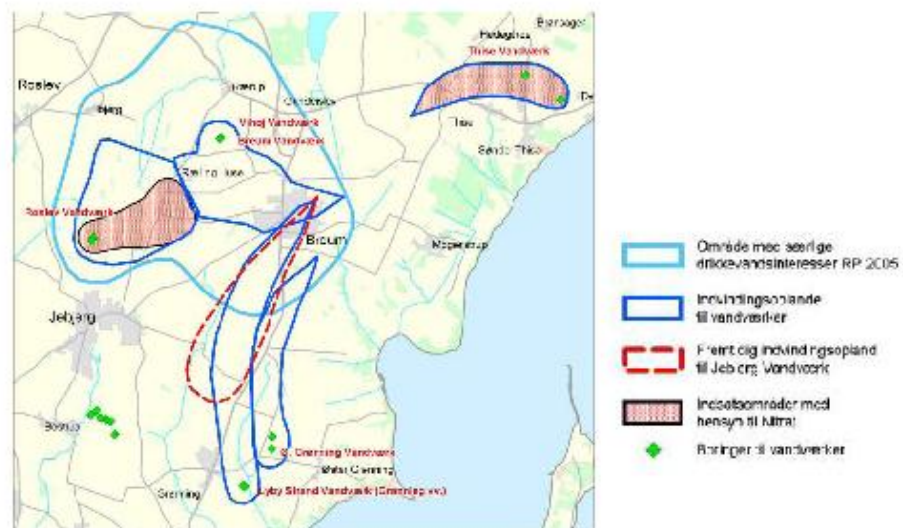
I området omkring Thise er der af det tidligere Viborg Amt udarbejdet en indsatsplan til beskyttelse af grundvandet (Viborg Amt, 2006). Området dækker OSD-Breum samt indvindingsoplandet (IO) til Thise vandværk. Vandværket, der sammen med Vihøj vandværk leverer vand til Thise Mejeri, har inden for de seneste 3 år indvundet i gennemsnit 75.000 m³/år, hvor en del af vandet går til mejeriet. Vihøj vandværk leverer ca. 100.000 m³/år til Thise Mejeri.

Thise Mejeri har siden opstart af mejeriproduktion forøget sit indvindingsbehov til ca. 150.000 m³/år.

Der er en samlet grundvandsindvinding i OSD-Breum på i alt 650.000 m³/år (til Breum, Vihøj, Jebjerg, Roslev, Lyby, Øster Grønning og Thise Vandværk) og en samlet tilladelse i området til at indvinde 775.000 m³ grundvand pr. år.

IO til Thise Vandværk er udpeget som et følsomt område over for nitrat, da grundvandet netop i Thise-området er særligt sårbar. IO til Thise Vandværk er således udpeget som et indsatsområde m.h.t. nitrat. I indsatsområdet foregår der forhandlinger med områdets lodsejere om at opkøbe jord som et led i en aktiv grundvandsbeskyttelse i området.

Det udpegede depot-område ved Thise, som består af højtliggende tertiært fedt ler, er omgivet af 2 begravede dalstrukturer som ligger ved henholdsvis Breum og ved Thise og strækker sig mod Sundsøre i øst. En evt. udsvivning fra depotet placeret i det fede tertiære ler vil således kunne strømme enten til dalen ved Breum, der forsyner flere større vandforsyninger i området (bl.a. Breum, Vihøj, og Jebjerg), eller også til dalen ved Thise og dermed Thise Vandværk, der som nævnt leverer vand til det Økologiske Thise Mejeri.



Figur 5 OSD- og Indvindingsoplande og "Indsatsområder m.h.t. nitrat (Kilde: Viborg Amt, 2006)

Geologiske forhold

Dokumenteret jordskælvsaktivitet i historisk perspektiv

GEUS har i sine forundersøgelser af egnede lokaliteter for et slutdepot, blandt andet set på tidligere seismiske aktiviteter i Danmark. De har valgt at operere med en tidshorisont på 150 år. Set over en lidt længere tidshorisont, har der i området Thy, Mors og Salling været flere registrerede jordskælv fx i 1745, 1755, 1759¹, 1841 og 1869². På baggrund af dette foreslog Inge Lehmann i 1956, at der kunne være et seismisk virksomt område under Salling.

Citat af Inge Lehmann (Lehmann, I., 1956) "Det fremgår af denne undersøgelse af danske jordskælv, at der i det nordøstlige Jylland er et seismisk virksomt område, der måske er begrænset til Thy og Salling. Et enkelt ret stort jordskælv har fundet sted her, medens de øvrige har været små. Nogle af de jordskælv, man har mærket i det nordvestlige Jylland, er ikke opstået på halvøen, men har haft deres epicentre i havet".

Der er indicier for, at tidligere jordskælv har påvirket grundvandssystemet

I forbindelse med ovennævnte skælv i 1841, mistede Saltbæk Mølle en stor del af sin vandføring, der kom fra Saltbæk og den mindre Dybbæk. Saltbæk havde sit navn af den salte smag og oprinder fra oplandet mod NV (i retning mod Batum). Det høje saltindhold i Saltbæk, kan formodentligt tilskrives, at vandtilstrømningen til åen har været i kontakt med saltadiapiiren ved Batum. Ved skælvet reduceredes vandføringen i Saltbæk så kraftigt (til 1/3 del) at man, for at bevare mølledrift og mølledam, måtte anlægge en kanal til voldgraven ved Eskjær Gods³. En anden konsekvens af skælvet er, at Saltbæk ikke længere er salt. Oplysningerne om ændringen af Saltbæk indikerer, at undergrunden under Salling næppe er så stabil som antaget, samt at grundvandsbevægelsen er af mere kompleks natur.

Ønskes der vished for konsekvenser af langtidsdeponeringer, bør man lave langt mere omfattende seismiske undersøgelser end det der ligger til grund for den nuværende udpegning og afgrænsning.

Der kan være stabilitetsmæssige problemer med undergrunden ved Thise

Af Holger Lykke-Andersen, Institut for Geoscience, Aarhus Universitet

Lige for tiden sidder jeg og kikker på en masse "hjemmelavet" seismik fra området omkring Aarhus. Her er der ingen saltstrukturer, der kan måle sig med f.eks. Batum-strukturen. Men Zechstein saltet giver alligevel anledning til mindre hævnings- og sænkingsstrukturer, som påvirker lagsøjlen helt til overfladen. Jeg har i forbindelse med disse studier observeret, at det palæogene ler, som ligger på flankerne af hævningsstrukturerne, meget ofte glider ned ad flankerne. Man kan se på seismikken, at leret krølles sammen under glidningen. Måske/sandsynligvis dannes der også forkastninger i leret i den proces. Eftersom det formentlig handler om en aktiv proces (i 1970'erne blev det vel påvist, at de saltstrukturer, som man undersøgte for anbringelse af atomaffald fra evt. kommende atomkraftværker i Danmark, er aktive med opstigning og randsynklinaldannelse).

Hvis man altså tænker på at lave depot i det palæogene ler ved Thise, kan der potentielt kan være et stabilitetsmæssigt problem knyttet til ler på kanten af Batumstrukturen – og en hvilken som helst anden saltstruktur.

Historisk gennemgang af jordskælv på Salling

Af Knud Erik Jakobsen. Arkivleder, Sundsøre Lokalhitoriske Arkiv

¹ Oplysningerne om Jordskælvene i 1745, 1755 og 1759 stammer fra Sundsøre Lokalhitoriske Arkiv og gennemgås i detaljer sidst i dokumentet.

² Oplysningerne om skælvene i 1841 og 1869 stammer fra, Lehmann, I., 1956: Danske Jordskælv, Meddelelse fra Dansk Geologisk Forening. København. Bd. 13

³ Kilde: Godsejer Birger Schütte fra Eskjær

Skivebogen 1959, s. 51-61: Peder Jensen: "De gamle møller i Salling. Gamle beretninger fortæller om tilstande og forhold på møllerne i året 1761"

Om Saltbæk mølle s. 54:

"Under Eskjær lå endvidere i Grinderslev sogn Saltbæk mølle, hvis mølleskyld var 6 skp. 1 fdk. 1 alb. htk. Den maledes for bønderne i Sønder-Thise og Mogenstrup. Møllen var i 1761 "af liden importance", da dens tilløb kom fra et væld, som siden jordskælvene var meget formindsket. - Møllen havde i mange år været bekendt for sin ringe tilstand, og da justitsråd Lnge i 1788 ønskede at bygge en vejmølle i stedet for, kom han i en heftig strid med Sallings andre møllere."

Peder Jensen nævner (i note 6): "Nogle jordrystelser havde i årene 1745, 1755 og 1759 ramt adskillige landsdele i Jylland". - Han opgiver ikke kilderne hertil, men det må være følgende:

Samlinger til Jydsk Historie og Topografi, 4. række II, bind 1914-16: s. 252-269, Hans Kyrrer: "Gamle jydsk Vandmøller":

s. 255-256: "Om Møllernes Tilstand hedder det videre, at "de fleste Vandmøller aftager aarligen, formedelst Søer og Aaer sammengroer og hensætter Vandløbene, som nogen endog vil mene paa mange Steder at have mærket at være særdeles begyndt fra den Tid, Jordskælvene her i Landet blev bekiendte". (fra Amtmand /Dueholm, Ørum og Vestervig amter) Hauchs beretning, pakke i Rentekammerets arkiv 1761).

"I 1740-erne og 50-erne havde Jylland været hjemsøgt af stærke Jordskælve, og der findes i de foreliggende Indberetninger fra Amtmændene mange samstemmende Vidnesbyrd om, at Vandløbene i høj Grad paavirkedes af de deraf følgende Naturforandringer. De stærkeste Rystelser fandt sted i Aarene 1745 og 1755; desuden omtales et enkelt Sted i Indberetningerne endnu én i 1759. - Søndagen den 7. Februar 1745 var Bevægelsen saa voldsom, at hele Bakker paa Thyholm gled ned i Stranden, og mens Menigheden i Viborg Domkirkke "Klokken 9 om Formiddagen sang paa det tredje eller fjerde Vers af Højmessesalmen", maatte Gudstjenesten afbrydes, fordi Kirken rystede, og Præsten faldt i Afmagt. Og under Jordskælvet den 1. November 1755 faldt Veierslev Kirke i Viborg Amt delvis sammen. Det var disse Rystelser, der gav saa mange a de jydsk Vandmøller deres Grundstød. I Indberetningen fra Kalø Amt hedder det saaledes: "Under Meilgaard Hovedgaard er tilhørende Tre-Aa Mølle og Hemmed Mølle. Den første er altid i Stand til at male for dem, som dertil er vant bestandigen at komme. Men som Møllen ligger afsides fra Havet (Kattegat), saa kommer der ikkun faa Møllegæster dertil, uden naar andre Møller ej kan male, som om Vinteren, naar det fryser stærkt, og om sommeren, naar der indtræder Tørvejr. Hemmed Mølle haver ikkun lidet Vandløb, og siden det store Jordskælv i December Maaned 1759 er det næsten bortgaaet, saa Møllenæringen er næsten ganske borte. Under Grevskabet Skeel laa sks af Nørre Herreds Møller, nemlig Brøndstrup-, Gjerrild-, Ørum-, Fannerup-, Skjærvad- og Ramten Møller. - - - (s.257)" - - - og den allersidste, nemlig Ramten Mølle, er endnu den sletteste til at bestride sin Maling, ja, snart i Forfald og ganske øde, siden Vandet dertil er næstendeaas, formedelst Jordskælvene, blevet ganske borte."

(s. 259): "Intet steds lyder Klagerne dog saa stærkt som fra Skivehus Amt. Amtmand Rosenkrans paa Krabbesholm meddeler først, at alle Dokumenter vedrørende Amtets Møller er gaaet tabt ved Skive Bys Brand i Aaret 1749". Derefter skriver han: "De her i Amtet værende Møller falder kun smaa og ringe imod mange andre at regne, ja, Vandmøllerne er tildels formedelst Vanden Formindskelse (Jordskælvene) bleven nedlagte og i deres Sted smaa Vindmøller opførte (efter nogle interessante oplysninger om de gamle møller på Fur fortsættes, dog ikke om jordskælv, (s. 261): "Ogsaa i Salling omtales Jordskælvenes Virkninger. Fra Eskjær skrives saaledes: "Under Eskjær Hovedgaards Taxt er Saltbæk Mølle, matriculeret for 6 Skpr. 1 Fjdk 2 Alb. Hartkorn og maler for nogle af Sønder Thise Sogn og for Mogenstrup By. Samme Mølle er af liden Importance, formedelst dens Tilløb er af Væld, der saa meget er formindsket siden Jordskælvene, at den ikke kan udrede Bekostningen."

I en note til s. 256 står: "Om disse Jordskælv se "Jydsk Saml. I. Række 3, S. 325f og 6. S. 290.

Arkæologisk forhåndsudtalelse af arealerne udpeget til placering af atomaffaldet i Thise

På opfordring af Skive kommune, Teknisk Forvaltning, er Museum Salling blevet anmodet om at forhåndsvurdere det berørte areal, der i denne sammenhæng er benævnt Thise. Forhåndsudtalelsen beror alene på arkivalsk kontrol, besigtigelser og en faglig arkæologisk risikovurdering for området.

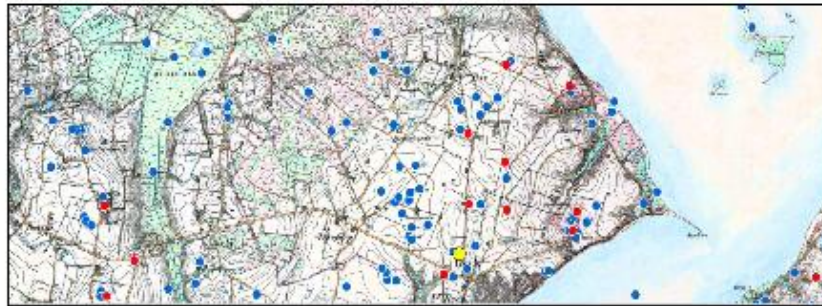
Denne udtalelse, skal derfor betragtes som en *generel* arkæologisk vurdering af Thise -området udarbejdet på baggrund af de kendte fortidsminder, det udpegede kulturarvsareal og den risiko, der er for at støde på skjulte fortidsminder.

For at opkvalificere udtalelsen, bør der foretages arkæologiske prøvegravninger, hvilket dog ikke findes hensigtsmæssig før den præcise placering af anlægsarbejdet er afgjort. Det vil føre for vidt, at foreslå arkæologiske prøvegravninger på hele området – 14 km².

Thise - området – topografisk beskrevet

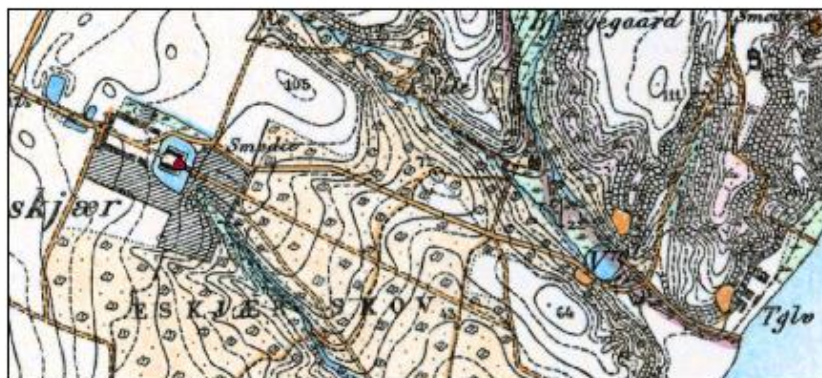
Thise- området er et ca. 14 km² stort plateau, beliggende i det nordøstlige Salling, i et buet forløb helt ud til kysten både nord og syd for Sundsøre. Hovedparten af området anvendes i dag til landbrug. Mod vest er det afgrænset af den nu naturgenoprettede Brokholm Sø med tilknyttet naturcenter og ca. 160 ha nyplantet skov. Inden for det udpegede område findes ca. 165 ha nyplantet skov ved Havbjerg. Mod syd herregården Eskjær med jordtilliggender og de markante skrænter mod Limfjorden.

I arealet ligger landsbyerne Thise og den langstrakte Nørre Thise, samt mindre bebyggelser som Stouby, Vejsmark og Thisetorp, samt sommerhusområdet ved Sdr. Thise.



Figur 6 Kortudsnit - over området nord for Thise. Gul: Thise Kirke. Fortidsminder: blå og røde. Højt målebordsblad 1842-99

Af det høje målebordsblad fremgår det, hvordan Thise ligger på et fladt plateau, der går op i en højde af 40 m over DNN omgivet mod øst af Limfjorden, mod vest af Brokholm Sø og mod nord af Gåsemosen.



Figur 7 Kopi af Høje målebordsblade 1842-92 med den fredede herregård Eskjær (lilla trekant) og det karakteristiske terræn.

Om landsbyen Thise:

- Stednavnet Thise er tilknyttet vikingeguden Thyr, og vi kan derfor argumentere for, at landsbyen har rødder i vikingetiden. Vikingetidens landsby er ikke lokaliseret.
- Thise kirke er placeret et stykke fra den nuværende landsby Thise. Omkring kirken en 300 m Exner-zone

Om Stouby:

- Området er beliggende nordøst for Grinderslev kloster, samt et unavngivet, stort voldsted ved Breum kilde og selve kilden.
- På plateauet omkring Stouby er fundet mange oldsager (i privat eje) fra forskellige perioder af stenalder, f.eks. et okseofferfund (Grinderslev, sb. 126⁴). Der er desuden fundet granatglimmerskifer fra drejekværn anvendt i vikingetid/middelalder (Grinderslev sb. 125).
- Navnet Stouby har sin oprindelse i vikingetiden, men selve -byen er ikke lokaliseret, - drejekværnen kunne antyde, hvor den er beliggende.

Om de mange gravhøje i området:



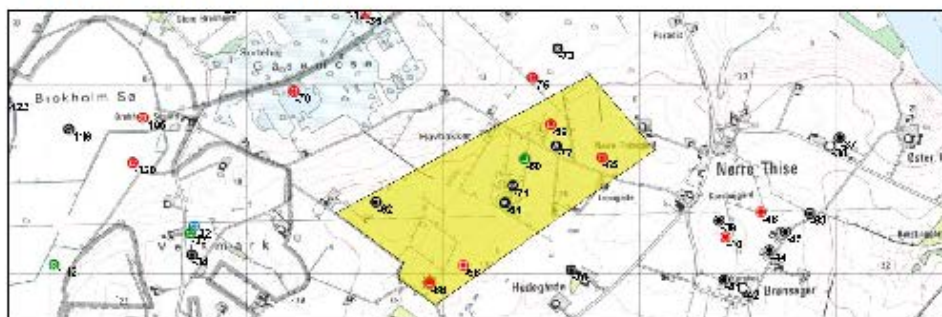
Figur 8 Fredede gravhøje med fredningszoner, samt de mange overpløjede høje med sb.nr.

⁴ Udgravningsdokumentation findes på Museum Sønderjylland, Arkæologi. Samt www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/.

- På det berørte areal findes et stort antal gravhøje, - fredede og overpløjede. Der er stort set ikke foretaget arkæologiske undersøgelser i en eneste af disse.
- Gravhøjene er spredt i en mere eller mindre langstrakt nord-sydgående række. Fra gamle opsamlinger og besigtigelser ved vi, at der er gjort fund i højene, bl.a. to flintdolke, en bronzedolk, et bronzesværd, to guldringe og mange urner.
- Udgravningen i forbindelse med udvidelsen af Thise Mejeri i 2004 (Thise sogn, sb.74) viser, hvor tæt bebyggelsen ligger på samtidige gravlæggelser i højene.

Kulturarvsareal Havbakker

I 2005 udpegedes, da Kulturministeriet gav museerne til opgave at vurdere deres vigtigste lokaliteter i deres ansvarsområde, Havbakker (Thise, sb.71) til kulturarvsareal af national betydning. I dette kulturarvsareal findes velbevarede bebyggelsesspor og kulturlag fra slutningen af stenalderen og ældre bronzealder, og materialet indgår i flere forskningsprojekter. Iagttagelserne er dokumenteret af museets registreringer og udgravninger i perioden 1967-2011 (Thise sb. 59, 60, 62, 64, 65, 66, 68, 70).



Figur 9 Kulturarvsarealet Havbakker er markeret med gult

Vådområdet Gåsemosen

Nord for kulturarvsarealet Havbakker findes Gåsemosen, ca. 1 km² i udstrækning. Der er meget, der tyder på, at der har været en forbindelse mellem førromtalt bebyggelse og mosen. I mosen er fundet 6 offerfund fra yngre stenalder og ældre bronzealder (Junget sogn, sb. 19, 30, 35, 38, 39, og Thise sogn, sb.70). Der er tale om store mængder ravperler, to ca. 30 cm lange flintøkser, en flintdolk og et fladehugget segl, samt to fund af bronzøkser. Gåsemosen har været områdets hellige sted.

Arkæologisk Risikovurdering Thise – området

- Der er meget høj risiko for, at der i området omkring Thise og Stouby findes en, måske to hidtil ukendte vikingetidslandsbyer. Fra andre lokaliteter ved vi, at der kan blive tale om omfattende arkæologiske undersøgelser.
- Der er høj risiko for skjulte bebyggelsesspor i hele området fra de andre perioder af oldtiden, pga. den spredte gravhøjsfordeling i landskabet. Der er normalt ikke lang afstand fra bebyggelse til begravelsessted i oldtiden.
- Der er risiko for at støde på offerfund i Gåsemosen.

Der er endvidere disse forhold:

- Der er en 300 m Exner-zone omkring Thise Kirke.
- Området omkring Havbakker er udpeget kulturarvsareal
- Herregården Eskjær med fredning og 100m zone, samt udpeget herregårdslandskab som kulturmiljø

Indstilling

Ønskes en opkvalificering af udtalelsen med bl.a. en økonomisk vurdering over udgifterne til arkæologiske udgravninger, bliver det nødvendigt med forundersøgelser (prøvegravninger).

For at det kan lade sig gøre kræver det: 1) et specifikt areal 2) klare tidsfrister 3) ekstern finansiering (bygherre) 4) ikke mindst en velvillig indstilling fra de berørte lodsejere.

RENT LIV – branding af Skive Kommunes udviklingspotentiale



Figur 10 RENT LIV-bogen

Skive Kommune står ligesom en række andre kommuner, der ligger langt væk fra de største danske byer, over for en række udfordringer i de kommende år. Skive Kommune har gennem en længere periode arbejdet aktivt på strategier, der skal søge at imødegå disse udfordringer. En af dem er brandingstrategien RENT LIV, der sammenfatter udvikling af egnen gennem styrkepositionerne; fjorden, det aktive liv, de gode fødevareroplevelser og den bæredygtige energi.

Kresten Schultz Jørgensen, adm. direktør i kommunikationsbureauet Lead Agency og konsulent for Skive Kommunes brandingstrategi, udtaler:

"Skive er en af de kommuner, som arbejder særdeles seriøst på at skabe sin positionering. Der er brugt masser af ressourcer, og rigtig mange mennesker har været involveret i at finde den grundfortælling, som er i overensstemmelse med egnens identitet. Med RENT LIV er det lykkedes at definere noget unikt for egnen. Der er ikke tale om overfladisk markedsføring, for der er faktisk overensstemmelse mellem RENT LIV og det lokale mindsæt, der handler om at leve det aktive og rene liv i den natur og med den kultur, som kendetegner egnen. Dermed er det lykkedes de lokale aktører at finde en fællesnævner, så alle – både erhvervslivet, kulturlivet, det politiske liv – kan arbejde i samme retning, når de skal skabe udvikling på egnen."

"En placering netop her, lige præcis på dette sted, hvor man har positioneret sig med RENT LIV, er dobbelt ironisk. Det er disrespekt for den ressource anvendelse, der er brugt i arbejdet med at definere egnens brand og fremtidige udvikling, og det vil virke demotiverende på de lokale aktører og hele egnens identitet. Alle resurser vil være spildt. De planer, der er lagt, kan ikke videreføres. I forhold til PR er det direkte kontraproduktivt. Folk udefra vil jo opfatte det som en joke; "Rent liv, det er det med atomaffaldsdepotet!" Branding handler om at præcisere kommunikationen, i dette tilfælde at kommunens kerne dyd er RENT LIV. Med et atomaffaldsdepot kan RENT LIV ikke bruges til noget som helst. Det er at putte en anden fisk i akvariet, som er direkte ødelæggende for livet i akvariet. Det er ikke alene komisk, det er direkte ødelæggende. Det ophæver effekten af markedsføringen. Det ophæver billedet af Skive som RENT LIV.", fastslår Kresten Schultz Jørgensen.

Atomaffald kontra Kommunens planstrategi

Planstrategien har til formål at sikre en sammenhæng med Kommunens Vision "Skive - vi gør det", udmøntningen af denne gennem "RENT LIV" og den kommende kommuneplan 2013-2025.

Strategien er Byrådets bud på, hvad der i særlig grad skal sættes på i de kommende år. Den udstikker retningslinjerne for udviklingen af Skive Kommune ved at pege på en række indsatsområder. Kommunen vurderer, at en atomaffaldsdeponering i kommunen vil modarbejde dette både på grund af sundhedsrisikoen fra et depot og på grund af den psykologiske effekt af den blotte tilstedeværelse.



Figur 11 Thise Mejeri

Under indsatsområdet "Nye arbejdspladser" beskrives, hvordan Kommunen vil arbejde aktivt med at skabe nye arbejdspladser med udgangspunkt i egnens styrkepositioner. En af de helt store styrkepositioner er produktion af kvalitetsfødevarer, hvor især Thise Mejeri er kendt. Thise Mejeri er et af Danmarks stærkeste brands indenfor økologisk produktion af mejerivarer og har en årlig omsætning på 500 mio. kroner, hvoraf de 18 % Mejeriet beskæftiger i dag 120 ansatte og derfor har stor lokaløkonomisk betydning. Mejeribestyrer på Thise mejeri Poul Pedersen udtalte til TV Midt-Vest d. 4. maj 2011: "Når man siger Thise tænker man økologi, og det er svært at forbinde økologien med atomaffald. Det er et dårligt match ud fra et erhvervssynspunkt".

En meget væsentlig samarbejdspartner for udvikling og vækst i Skive Kommune er Region Midtjylland og Vækstforum, som har udtrykt deres vision gennem "Erhvervsudviklingsstrategi 2012-2020". Heri er fire særlige indsatsområder udpeget som omdrejningspunkt for fremtidig midtjysk vækst og velfærd, hvor det ene område er fødevarer. Også i dette forhold vil placering af et slutdepot for atomaffald modvirke indsatsen.



Figur 12 Attraktiv bosætningsmulighed i Sdr. Thise (Foto: Arkitekterne Meissner +Sigh)

Under indsatsområdet "Skive – et godt sted at leve og bo" er fokus på det store potentiale for at skabe en øget bosætning i hele kommunen. I indsatsområdet fremhæves, at mulighederne for at skabe attraktiv bosætning i landsbyerne og landområderne skal opprioriteres. De landskabelige kvaliteter er åbenlyse, nærheden til Limfjorden, de smukke og varierede landskaber, de hyggelige landsbyer, de mange naturperler, de gode muligheder for rekreation – alt sammen noget etableringen af et slutdepot til atomaffald vil påvirke.

Allerede nu melder ejendomsmæglerne om tilbageholdenhed blot på grund af planerne om et atomaffaldsdepot, ligesom der er konkrete eksempler på hussalg i Thise-områder, hvor køber blot afventer afgørelse på, hvorvidt atomaffaldet nedgraves her. Er dette tilfældet foretrakkes et andet bosted og eksisterende boliger og ledige byggerunde i Thise-området bliver vanskelige at afsætte.

Øvrige forhold med relevans for en depotplacering i Thise

Nærhed til sommerhusområdet Sundgården

Fund af sjældne planter inden for områdeafgrænsningen

Forekomsten af beskyttede diger

Forekomsten af beskyttede naturtyper

Forekomsten af skovbyggelinjer

Forekomsten af sø- og å-beskyttelseslinjer

Forekomsten af fredskov

Tilstedeværelsen af strandbeskyttelseslinjen

Udpegningen af skovrejsningsområde

Tilstedeværelsen af særlige beskyttelsesområder

Udpegningen af potentielt vådområde

Tilstedeværelsen af rekreativ forbindelseslinje

Tilstedeværelsen af Naturcenter Brokholm med tilhørende faciliteter ved Gåsemosen

Referencer

Lehmann, I. (1956); Danske Jordskælv, Meddelelse fra Dansk Geologisk Forening. København. Bd. 13

Miljøstyrelsen (1995); Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4.; "Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser".

Viborg Amt (1990); Regionplan 1989-2000 for Viborg Amt.

Viborg Amt (2000); Regionplan 2000-2012 for Viborg Amt.

Viborg Amt, (2006); "Indsatsplan for at sikre forsyningen af drikkevand ved Breum, Roslev, Øster Grønningen, Thise, Lyby, Jebjerg og Vihøj Vandværk".

Jørgensen, F. & Sandersen, P. (2009); Kortlægning af begravede dale i Danmark. Opdatering 2007-2009. Rapport udarbejdet i samarbejde med By- og Landskabsstyrelsen, september 2009, 374 p., ISBN: 978-87-7871-259-2.

12.2 Bilag B

Boreprofil samt borehulslogs for boringen:

DGU nr. 46.1100

Boring

Brøndborefirmaet Poul Christiansen A/S Højslev har udført boringen. Boringen 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, og der er udtaget 1 prøve for hver meter. Efter logning blev boringen sløjfet og fyldt fra bund til top med bentonit. Da boringen faldt sammen fra 25 m blev den oprenset inden sløjfningen. Af samme grund blev logningen kun udført til 25 m's dybde.

Borehulslogs

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 i Thise. Der er udført borehulslogging i én ny boring 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, lydha-stighed og fluid ledningsevne. Nedenfor gives en kort beskrivelse af de enkelte log-typer.

Naturlig gamma

Ved en naturlig gamma-log registreres den naturlige gamma-stråling som udsendes fra bjergarterne 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 boringen i Thise-området

Lokalitet	Boringsnummer (DGU nr.)	Naturlig gamma	Fluid Ledningsevne (under pumping)
Thise	46.1100	X	X



BORERAPPORT

DGU arkivnr: 46. 1100

Borested : Havbakkevej, ved nr. 7
7870 Roslev

Kommune : Skive
Region : Midtjylland

Boringsdato : 22/11 2012

Boringsdybde : 41 meter

Terrænkote : 25.21 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

MOB-nr :

BB-journr : B2084

BB-bomr : 48-12

Prøver

- modtaget : 23/11 2012 antal : 41

- beskrevet : 27/11 2012 af : PG

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1216IIINV

Datum : EUREF89

Anvendelse : Monitering/kontrol

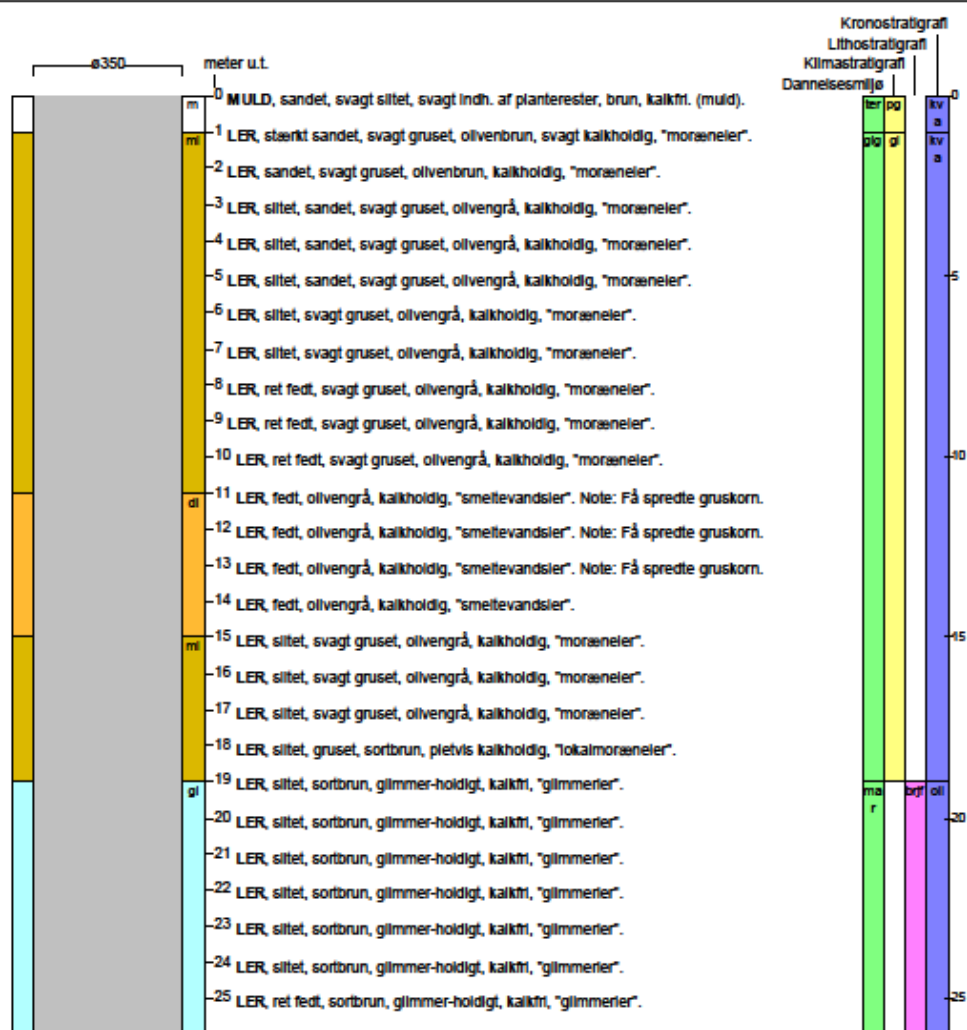
UTM-zone : 32

Koordinatkilde : Brøndborer

Boremetode : Lufthæve

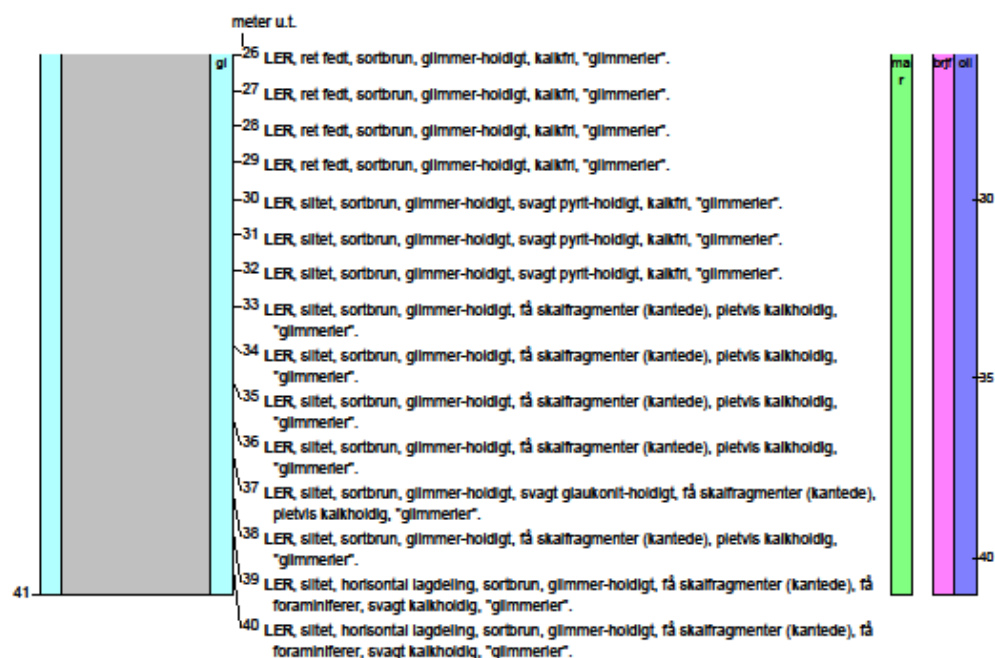
UTM-koord. : 507247, 6286551

Koordinatmetode : KMS digitale kort



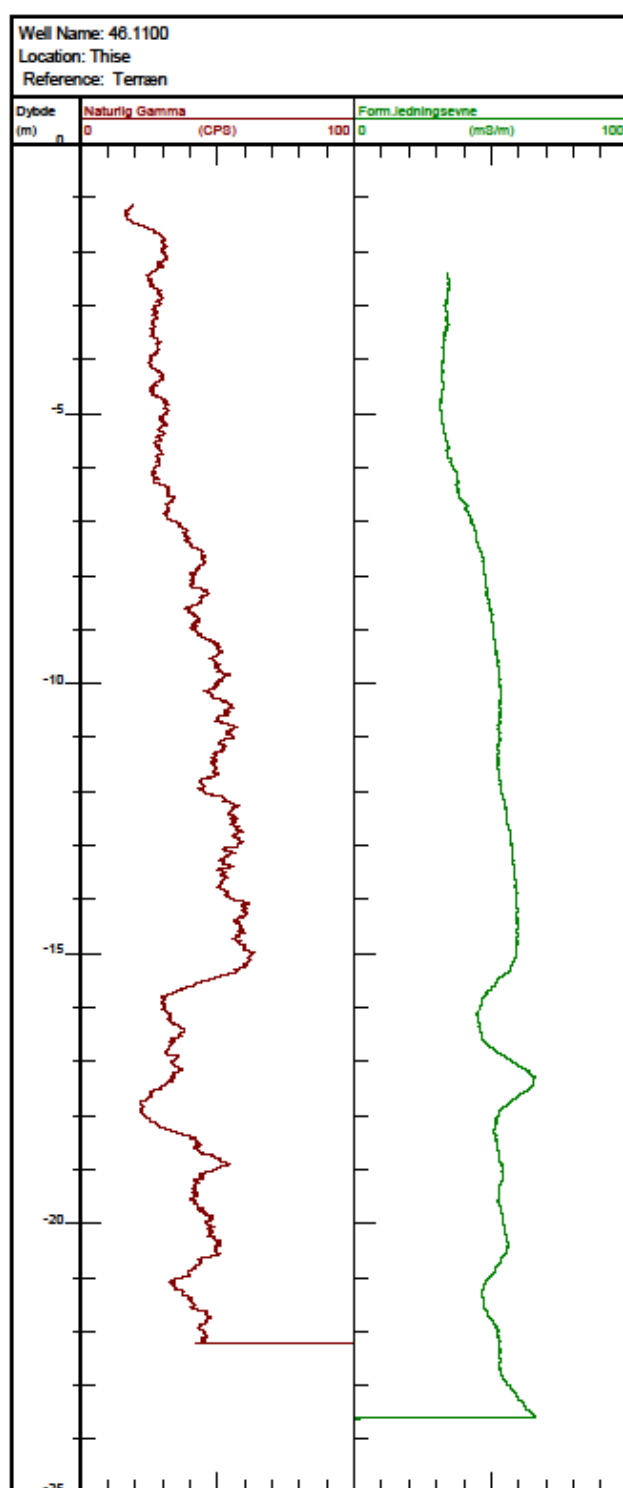
BORERAPPORT

DGU arkivnr: 46. 1100



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

meter u.t.		
0	- 1	terrigen - postglacial - kvartær/holocæn
1	- 19	glacigen - glacial - kvartær
19	- 41	marin - oligocæn (brejning formation)



12.3 Bilag C

Kilder 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	Jupiter-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

Udarbejdet af Naturstyrelsen, 2012

Beskrivelse vedr. Deponering af radioaktivt affald fra Risø Område 20 - Thise Salling Limfjorden

Bindinger i området	Binding	Notat
Areal		
Område 20	1.386	Hektar
Fredninger		
Fortidsminder	5	
Fredede områder	Ja	Et mindre fredet areal er delvist indefor område 20
Statsfredning	Ja	Flere mindre områder er statsfredede.
Fredsskov	Nej	
Planlægning		
Lokalplan		Flere mindre arealer har planlagt anvendelse.
Kommuneplan Rammer		Flere mindre arealer har planlagt anvendelse.
Statsejede områder		
Statsejede områder	Ja	Flere arealer
Tekniske anlæg		
Vindmøller	4	
Højspænding	Ja	En lille linjeføring ligger i kanten af område 20
Gastransmissionsnet	Nej	
Geologi		
Råstofområder	Nej	
Jordforurening		
Jordforurening V1	Ja	Flere mindre arealer indeholder V1 forurening.
Jordforurening V2	Ja	Flere mindre arealer indeholder V1 forurening.
Affaldsdepoter	Nej	
Drikkevandsinteresser		
Særlige	Nej	
Almindelig	Ja	Et større areal
Begrænsede	Ja	Et mindre areal
Vandforsyningsboring	9	
Natura2000		
EF-fuglebeskyttelsesområder	Nej	
EF-habitat	Nej	
Ramsarområder	Nej	