

Lav- og mellem radioaktivt affald fra Risø, Danmark

Omegnsstudier. Rapport nr. 6

Område Skive Vest,
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

Lav- og mellem radioaktivt affald fra Risø, Danmark

Omegnsstudier. Rapport nr. 6

Område Skive Vest,
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	Nye boringer	9
5.	Geologi	11
5.1	Aflejringer og jordarter	11
5.2	Mineralogi og geokemi	16
5.3	Strukturelle forhold	18
5.4	Geologisk model	20
5.5	Konklusion	21
6.	Seismisk aktivitet og jordskælv	22
6.1	Metoder og anvendte begreber	22
6.2	De instrumentelt registrerede rystelser	23
6.3	Instrumentelt bestemte epicentre 1930–2012 i Nordvestjylland	24
6.4	Præ-instrumentelle rystelser i Nordvestjylland	25
6.5	Diskussion	29
6.6	Konklusion	29
7.	Grundvand og drikkevand	30
7.1	Generelle forhold	30
7.2	Drikkevandsområder	31
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.	Arealforhold og bindinger	37
9.1	Natur, naturpleje og fredninger	39
9.2	Historiske mindesmærker og fredninger	43
9.3	Råstofplanlægning	47

9.4	Vandforsyningsstruktur	47
10.	Afsluttende bemærkninger	48
11.	Litteratur	49
11.1	GEUS rapporter fra projektet.....	49
11.2	Andre publikationer fra projektet	49
11.3	Anden anvendt litteratur	50
12.	Bilag	58
12.1	Bilag A	59
12.2	Bilag B	82
12.3	Bilag C	90
12.4	Bilag D	91

0. Resume

Områdestudierne peger på følgende hovedresultater for Skive vest området:

Terræn

Området inkluderer to forskellige typer landskaber. Den nordlige halvdel er et højtliggende, ondulerende morænelandskab med smeltevandsand og - grus aflejringer. Terrænet ligger mellem ca. kote + 10 m og kote + 40 m. De to dele af området er adskilt af en overvokset svagt hældende skråning. Den sydlige halvdel af området er en lavtliggende ådal. Det meste af terrænet er beliggende omkring kote + 5 m. Dele af området er vandfyldt og karakteriseret af små vandhuller og vandfyldte enge.

Geologi

I området findes ældre, tykke, finkornede leraflejringer fra tre-fire formationer fra Palæogen-Neogen (op til 100 m), og de har stor horisontal udbredelse. Lagene er uforstyrrede inden for området. Lerarternes egenskaber vil kunne tilbageholde et eventuelt udslip af radioaktivt materiale fra et depot. De overlejres af yngre kvartære aflejringer i form af især moræneler, men også smeltevandssand og grus optræder flere steder. Moræneler indeholder erfaringsmæssigt sprækker og sandlinser.

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

Der er små, lokale overfladenære grundvandsmagasiner i form af tynde sand-grus aflejringer, der anvendes til enkeltvandforsyning m.m.. Dybtliggende grundvandsmagasiner af sand og grus er ikke påvist i området.

Drikkevand og vandforsyning

Mod øst i området er tale om et Område med Begrænsede eller ingen Drikkevandsinteresser (OBD område), mens der mod vest er klassificeret som Område med Drikkevandsinteresser (OD område). Skive Vand A/S indvinder vand fra grundvandsmagasiner ved Tastum Sø (Område med Særlige Drikkevandsinteresser, OSD område) sydøst for Skive og skal efter aftale med Viborg Kommune etablere nye borer i Tastum Plantage. Enkelt ejendoms indvinding ved borer og brønde findes spredt over området.

Klimaændringer og havstigninger

Fremtidige klimaændringer og havstigninger vil kun have begrænset betydning for området.

Bebyggelse, vejnet og lokalplaner

Inden for området langs Holstebrovej ligger mindre byer som Hvidbjerg og Retterup, og hvor der også findes enkelt ejendomme. Enkelt ejendomme ligger desuden spredt over området, især i den nordlige del. Ud fra Holstebroer der et net af mindre, men velholdte veje, dog færre i den sydlige del. Der er lokalplaner flere steder i området.

Naturforvaltning og fredninger

Inden for området er der en række beskyttede naturtyper med byggelinjer omkring samt skovrejsningsområder og potentiel vådområder. Disse forhold er især rettet mod den sydlige del af området med Rettrup Kær, Rettrupkær Sø, Hvidbjerg Kær og plantage samt Kium Kær.

Fortidsminder og fredninger

Der er mange registrerede fortidsminder i området hvoraf en del er fredede. Især omkring Hvidbjerg og Rettrup samt syd for Rettrup og ved Krarup er der koncentrationer af mindemærker. Området omkring og syd for Hvidbjerg er et Kulturarvsareal.

Andre forhold

Området er overvejende et landbrugsområde, med en del naturområder. Der to råstofgraveområder og et råstofinteresseområde.

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 Skive Vest-området i Skive Kommune i Salling. For at underbygge den geologiske model er der i Skive Vest-området blevet udført 2 supplerende borer inden for området. Den seismiske aktivitet og dens relationer til jordskælv er desuden blevet vurderet.

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

Naturstyrelsen har kortlagt og beskrevet arealbindingerne, og 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 slutdepot i området og kommunens fremtidige forhold, 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.

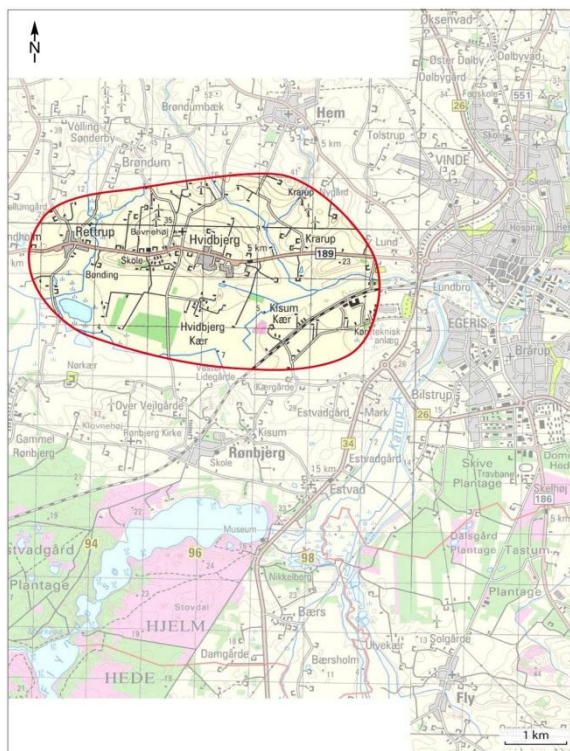
Beskrivelse af den indledende geologiske kortlægning kan ses i GEUS rapport no. 9 (2011), i DD,GEUS & SIS (2011) og i Gravesen med flere (2011 a, b, c), transportstudier i SIS (2011) og depotkoncepter og risikovurderinger i DD (2011).

2. Områdets beliggenhed

Området ligger vest for Skive by ved Skive fjord, Limfjorden og er en del af Skive Kommune. Beliggenheden kan ses på Fig. 1.



A.



B.

Fig. 1. A. Beliggenheden er i det nordlige Jylland ved Limfjorden.
B. Detaljeret kort af området vest for Skive.

Områdets størrelse er ca. 18.5 km². Området er valgt større end det behov for areal, der er brug for til et slutdepot (anslået størrelse 150 x 150 m), og langt størstedelen af området skal således ikke anvendes. Det vil derfor være muligt at vælge en lokalisering indenfor området, som er optimal i forhold til de krav, der vil blive stillet til den endelige udpegning.

3. Terræn

Området inkluderer to forskellige typer landskaber. Den nordlige halvdel er et højtliggende, ondulerende morænelandskab med smeltevandssand og -grusaflejringer. Terrænet ligger mellem ca. kote + 10 m og kote + 40 m. Det indeholder ingen søer, men er skåret af adskillige vandløb.

De to dele af området er adskilt af en inaktiv, overvokset svagt hældende skråning. Den sydlige halvdel af området er en lavtliggende ådal, som er udviklet på en øst-vest-orienteret tidligere hedeslette. Det meste af terrænet er beliggende omkring kote + 5 m. Dele af området er vandfyldt og karakteriseret af små vandhuller og vandfyldte enge.

Den intense opdyrkning gør at overfladeprocesser forgår langsomt og udramatisk. De mest dynamiske steder er omkring vandløbene.



Fig. 2. Skive-området set fra hovedvejen og mod øst. Skive by kan ses i horisonten.

4. Boringer

Der findes adskillige boringer i området. Boremetoderne giver ved normal procedure gode boreprøver af de palæogene, neogene og kvartære aflejringer. De fleste prøver er blevet beskrevet lithologisk, mens kun få prøver er dateret ved biostratigrafiske metoder. Der er ikke foretaget geofysiske undersøgelser i området

Et kort over boringernes placering kan ses på fig. 3.

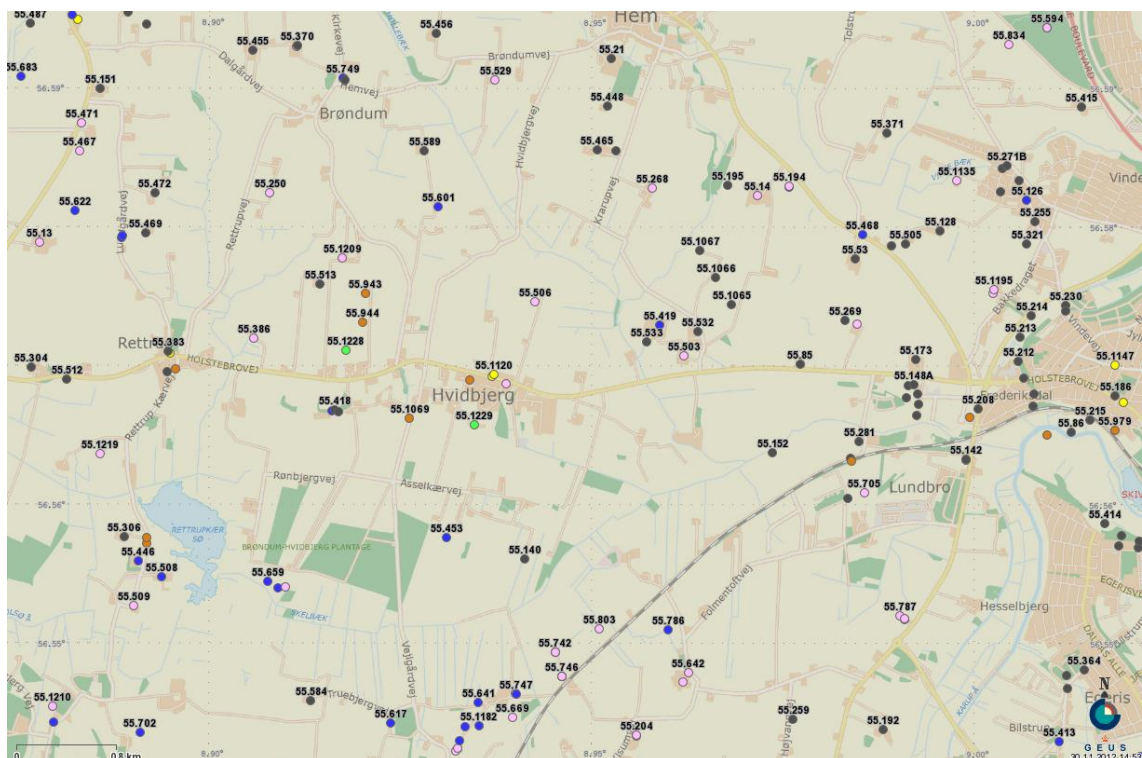


Fig. 3. Kort med borehulspositioner fra GEUS Jupiter boringsdatabase (www.geus.dk).
Signaturer: 45. 419: DGU nr.; Blå prik: vandforsyningsboring; Rød prik: geoteknisk boring; Pink prik: råstofboring; Grøn prik: andre formål; Lyserød prik: nedlagt boring; Sort prik: ukendt formål.

De fleste boringer er vandforsyningsboringer til husholdninger, små gårde og andre lokale behov.

4.1 Nye boringer

På kortet fig. 4 kan beliggenheden af de nye boringer ses (DGU nr. 55.1228 og 55.1129). Boreprofiler og borehulslogs kan ses i bilag B. De overordnede profiler er følgende:

DGU nr. 55.1228

0–1 m Terrigen Postglacial, muld
1–6 m Kvartær moræneler, oxideret
6–14 m Kvartær moræneler, reduceret
14–48 m marin Miocæn, Vejle Fjord Formation
48–51 m marin Oligocæn, Brejning Formation

DGU nr. 55.1229

0–4 m Fyld
4–9 m antagelig fyld
9–12 m Kvartær smeltevandssand
12–13 m Kvartær lokalmoræneler
13–30 m marin Miocæn, Vejle Fjord Formation
30–50 m marin Oligocæn, Brejning Formation

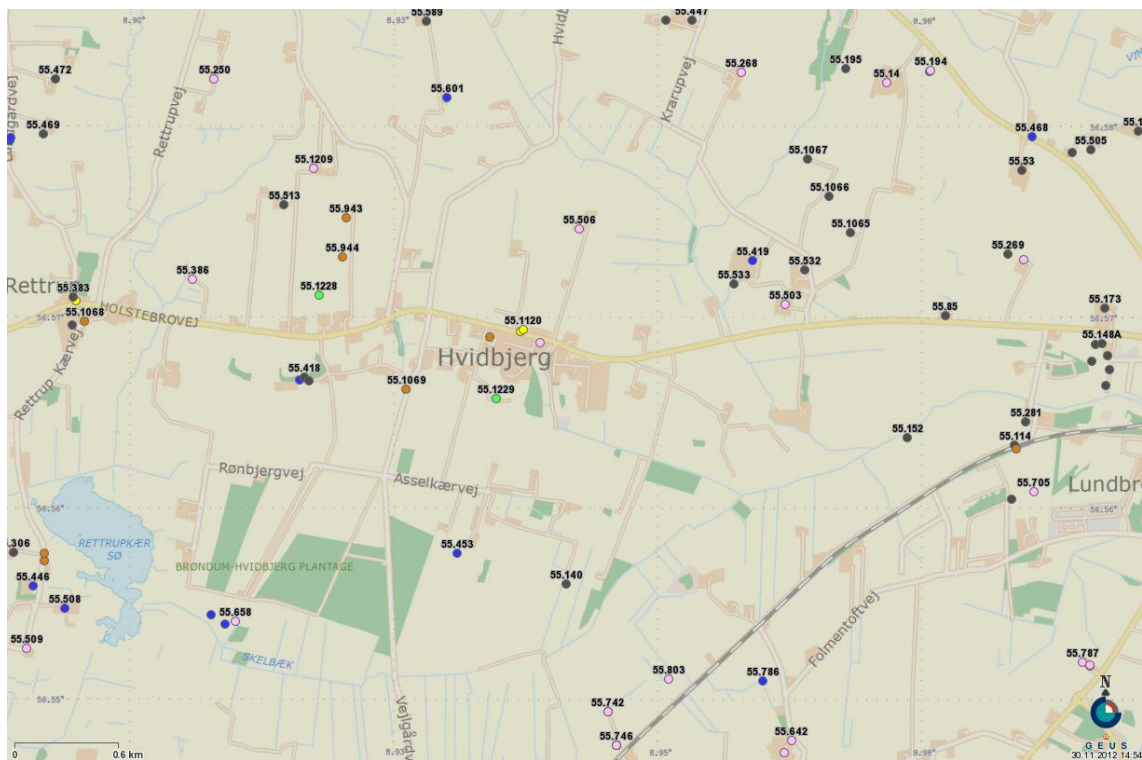


Fig. 4. Detaljeret borehulskort over området. Signaturer: se fig. 3 (GEUS Jupiterdatabase, www.geus.dk).

5. Geologi

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

5.1 Aflejringer og jordarter

Det er forventet at aflejringerne på prækvartæroverfladen er fra Oligocæn og Miocæn (Fig. 5). Adskillige boringer når oligocæne eller miocæne aflejringer under 5–10 m kvartære aflejringer.

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

Fig. 5. Inddeling af de geologiske tidsafsnit. Aflejringerne i Skive Vest-området er fra Kvartær, Oligocæn, og Miocæn (Fra GeologiskNyt nr.1/2010).

I Lyby klint nord for området kan aflejringerne ses. Her findes sortbrune og brune glimmerholdige ler- og silt-aflejringer med konkretioner (krabbebolle) fra Oligocæn. Der træffes sandlag med grus og lerjærnsten, som også regnes for at stamme fra Oligocæn. Aflejringerne tilhører den øvre oligocæne Brejning Formation (Fig. 6).



Fig. 6. Lyby Klint. Sortbrunt siltet glimmerler fra Brejning Formationen.

De oligocæne aflejringer kan også ses ved Mogenstrup Strand nord for Lyby strand.

I den sydvestlige udkant af Skive, i lergraven ved Hesselbjerg er oligocænt ler blevet gravet i adskillige år, og området er stadig et råstofinteresseområde. Leret er finkornet og siltet, grøngråt, stedvist kalkholdigt, med glimmer, glaukonit og pyrit. Store konkretioner op til meter størrelse af opsprækket lerjernsten forekommer (kaldet septarier). Leret kaldes Skive Ler, og det har samme alder som Branden Ler fra Øvre Oligocæn.

Boringer viser, at Skive Leret findes i den østlige del af området rundt om lergraven, hvor få borer når ned til ca. 100 m's dybde. Det laminerede ler varierer i farve fra grøn, grøngrå til sortgrøn, og det indeholder få skaller og konkretioner. Alderen er Øvre Oligocæn baseret på foraminifer-analyser af boreprøver.

I borer i den midterste del af området frem til omkring Hvidbjerg dominerer ler fra Brejning Formationen. Det er sort, sortbrunt eller mørkebrunt glimmerholdigt, lagdelt siltet, ret fedt eller fedt ler. Det indeholder også silt og sandlinser og tynde sandstenslag. Der er et indhold af glaukonit og pyritstænger og desuden en del skalfragmenter og foraminiferer. Leret er blevet dateret til Øvre Oligocæn, og formationen er mindst 20 m tyk i området (Fig. 7).

Mod vest træffes aflejringer af glimmerler og glimmersand tilhørende den nedre miocæne Vejle Fjord Formation. Den består af mørkebrunt og sortbrunt glimmerholdigt siltet ler og leret silt. Leret er ofte lagdelt og indeholder også pyrit og stedvis små skalfragmenter. Formationen er mindst 34 m tyk i området.

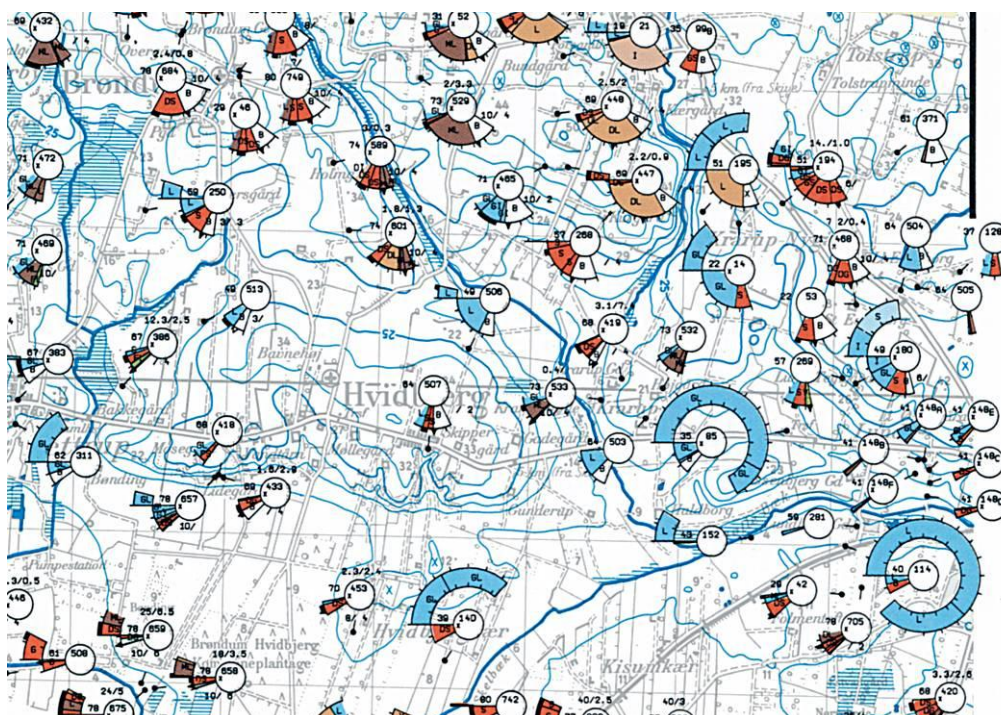
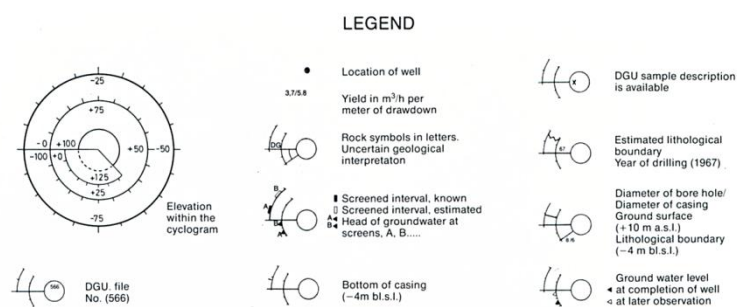


Fig. 7. Del af Geologisk Basisdata Kort 1115 I Struer. De nye borer er ikke med på kortet. Original skala 1:50.000 (From Gravesen, 1989). Signaturforklaring se fig. 8.



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 1115 I Struer, figur 7 (Fra Andersen & Gravesen, 1989).

Aflejringerne fra de tre formationer er dannet i havet, og derfor må det forventes, at de har stor horisontal udbredelse.

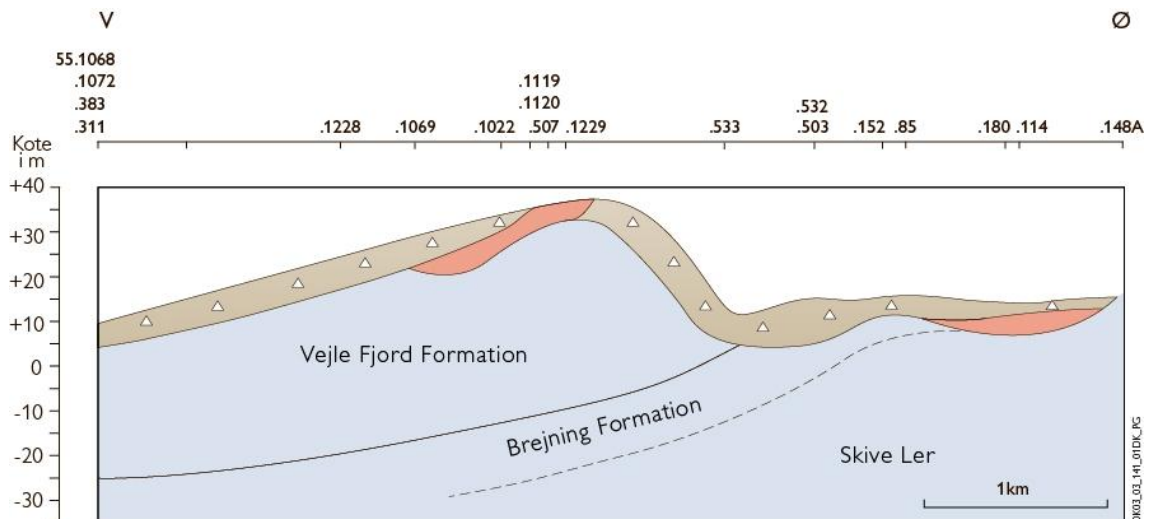


Fig. 9. Geologisk profil øst-vest fra Lund til Rettrup. De tre oligocæne formationer med glimmerler er markeret med lyseblå, mens moræneler er brun og smeltevandssand- og grus er rød. Overhøjning: ca. 25 X.

Et vest-øst-orienteret profil gennem området ses på fig. 9.

Overfladegeologien er domineret af kvartære aflejringer (Fig. 10). Mod nord dominerer moræneler, men mod syd i ådalen og på dens skrænter, fra Skive og mod vest til Sønder Lem, forekommer der smeltevandssand- og grus. Postglaciale ferskvandsaflejringer dækker smeltevandssaflejringerne midt i dalen. Karup Å har udløb ved Skive, og marine postglaciale aflejringer findes her ovenpå ferskvandsaflejringerne.

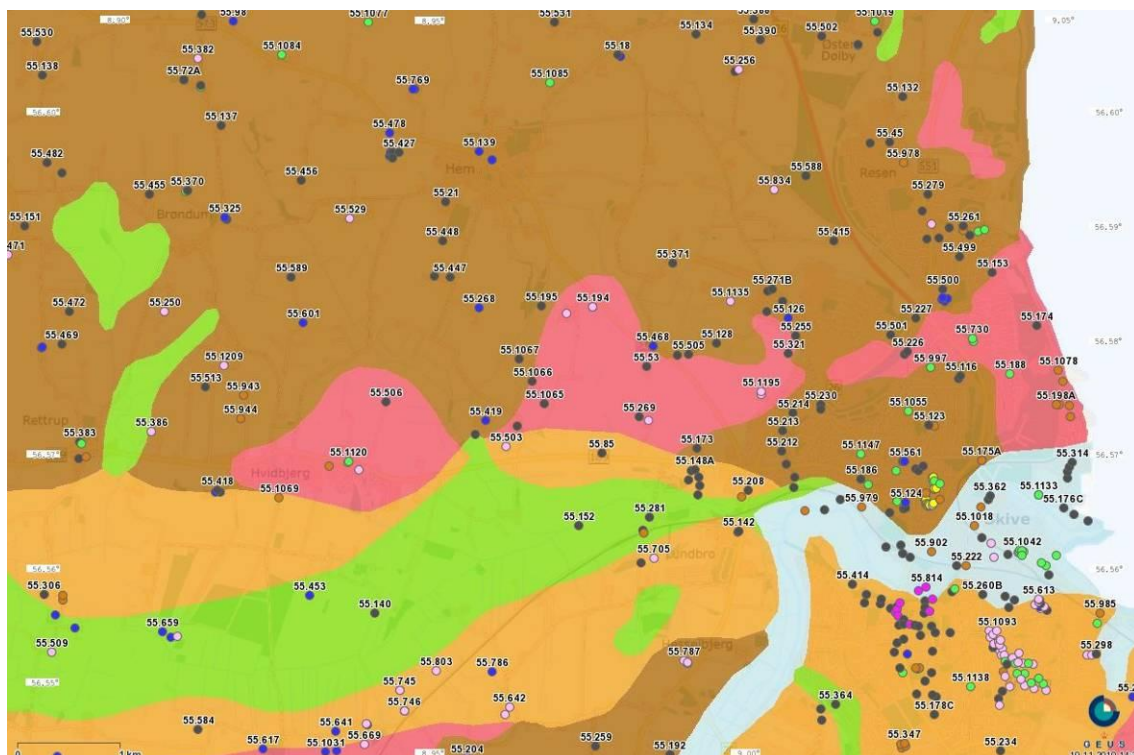


Fig. 10. Kort over de kvartære overfladeaflejringer. (Fra GEUS's Hjemmeside. www.geus.dk, efter Pedersen, 1989). Signaturer: Brun: moræneler; Rød: smeltevandssand og -grus; Gul: sen glacialt sand og grus; Grøn: postglaciale ferskvandsaflejringer; Blå: postglaciale havaflejringer. Se fig. 3. for signaturforklaring til borer. Se fig. 3. for signaturforklaring til borer.

Den dominerende aflejring i borerne er moræneler. Borerne viser, at den øvre moræneler er sandet, siltet, gråbrun til olivenbrun, kalkholdig og op til 9 m tyk. I moræneleret ligger lag og linser af fint- til mellemkornet gruset smeltevandssand og -grus, ofte kalkfrit, gulbrunt og op til 3,5 m tykt. I profilet fig. 9 ses det, at smeltevandssand er truffet i borer fra terræn til stedvis 12 m's dybde.

Der findes også stedvis lag af smeltevandssand og -silt. Nogle steder i kanten af området (Hem, Krarup, Hesselbjerg) forekommer der op til 37 m tykke lag af gulbrune og kalkfri til kalkholdige aflejringer af smeltevandssand og -grus.

De postglaciale aflejringer består af tynde marine lag og af op til 3 m tykke lag af ferskvandstør og ler.

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. Nedenfor 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 kvartære lag består af moræneler og smeltevandsaflejringer og herfra kendes ingen analyser.

Vejle Fjord Formationen består af silt med et mindre ler-indhold. Der er 15-30 % smectit, 40 % illit og 30 % kaolinit i gennemsnit.

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 Østjylland kan leret have en anden sammensætning.

I Skive Leret er lermineralogien: 53 % smectit, 26 % illit og 21 % kaolinit.

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

Lermineraller, især smectit-lermineraller er særligt velegnede til at binde radioaktivt materiale. De er til stede i forholdsvis stor, men varierende mængde i aflejringerne. Dette betyder, at leraflejringerne 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 9 m under terræn. Det vil sige, at det meste af det kvartære moræneler og de palæogene aflejringer fra Vejle Fjord Formationen, Brejning Formationen, Skiver Leret og Branden Leret ligger i den reducerede zone.

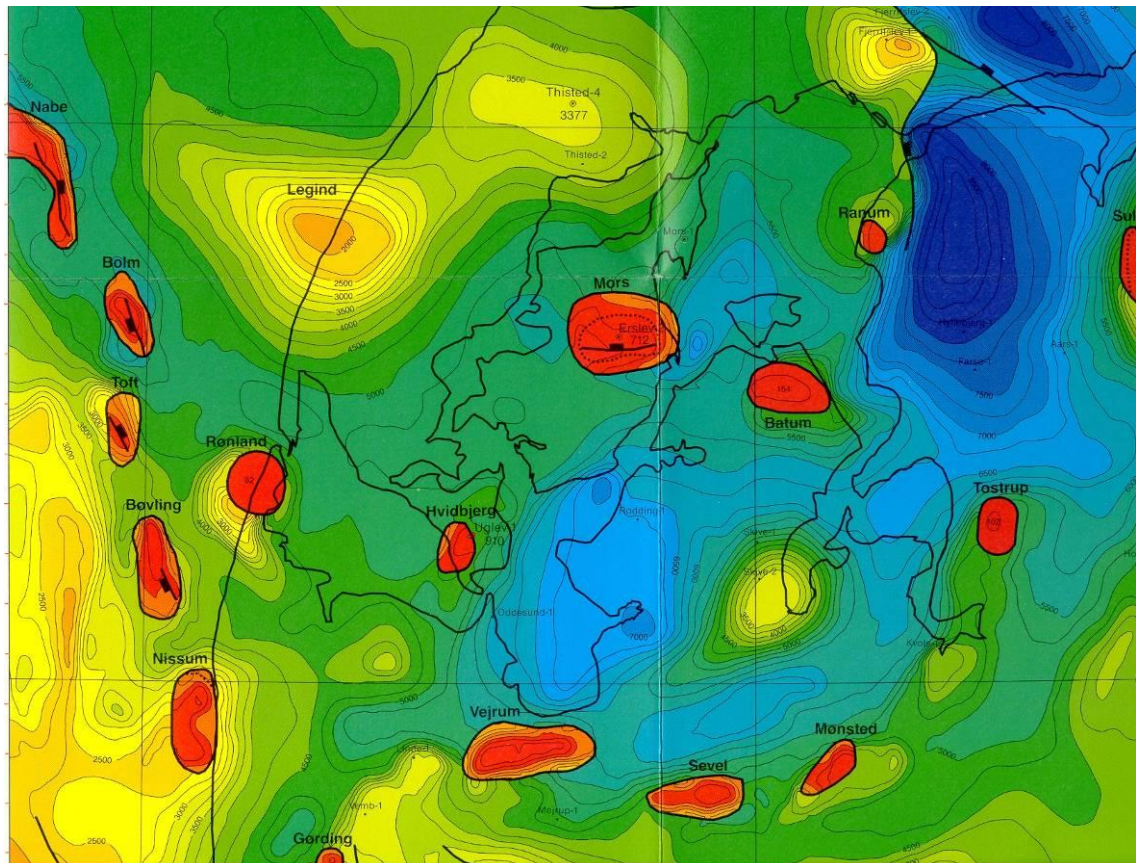
Naturlige radioaktive komponenter i aflejringerne

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 glimmerler på 39 Bq/kg og i Brejning Formationens ler på 52–53 Bq/kg.

5.3 Strukturelle forhold

Storskala strukturer

Der er tilsyneladende ingen strukturer som skærer prækvartæroverfladen inden for området, men området er beliggende mellem flere salt diapirer og -strukturer. Skive saltstrukturen findes under området, og bevægelser gennem og efter aflejring af palæogent ler kan have haft indflydelse på aflejningsmønster og senere erosion. Saltstrukturens top ligger i 2500–3000 m's dybde (Fig. 11). På selve Skive saltstrukturen findes Basis Skrivekridt i 1000 m's dybde, og en normal forkastning skærer den sydlige del af strukturen i denne dybde. Dybere nede i ældre aflejringer er også kortlagt forkastninger.



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

Tilstedeværelse af glimmerlersflager i de glaciale aflejringer viser, at glacialtektoniske forstyrrelser er sket gennem istiderne.

Begravede dale findes nordvest og syd for området, men er ikke kortlagt inden for området (Fig. 12). Der er et kompliceret dalsystem øst og syd for Skive. Dalen er eroderet ned i Oligocæn glimmerler til en dybde af ca. kote – 85 m. Det meste af dalsystemet er helt begravet.

Nordvest for Skive og nord for Hem er kortlagt en tynd begravet dal.

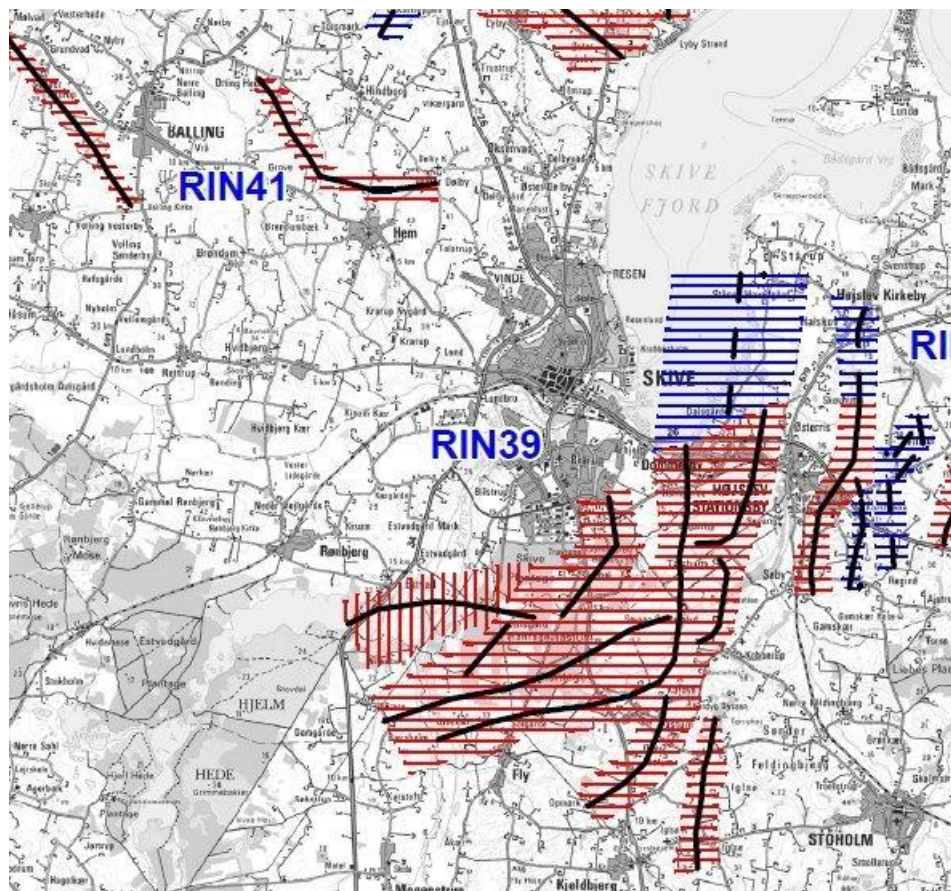


Fig. 12. Kort over begravede dale omkring området. Kortgrundlag: Copyright Kort- og Matrikelstyrelsen (Fra Jørgensen & Sandersen, 2009)

Sprækker og sandlinser

Moræneler, som overlejrer de palæogene og neogene aflejringer, indeholder erfaringsmæssigt lodrette, skrå og vandrette sprækkesystemer ned til mindst 8–10 m's dybde. Sprækkesystemerne fungerer som makroporer, der kan transportere vand og opløst stof. Moræneler indeholder også vandfyldte sandlinser og kombinationen af makroporer og sandlinser kan fungere som effektive transportveje for vand og stof nedad i jordlagene.

5.4 Geologisk model

Den geologiske model i området består af følgende enheder (Fig. 13)

- A. Postglaciale ferskvands- og marine gytje og tørv, op til 3 m tyk.
- B. Kvartær moræneler med smeltevandsler, siltet sand og grus. Fra 5 m til 13 m tyk.
- C. Kvartær smeltevandssand og -grus, op til 37 m tyk.
- D. Miocæn brunt, glimmersand, silt og ler: Vejle Fjord Formation mod vest, op til 30 m tyk.
- E. Oligocæn glimmerler med silt og sand, Brejning Formation, mod øst op til 40 m tyk.
- F. Oligocæn finkornet grønt ler fra Skive Ler/Branden Ler, mod øst op til 90 m tyk.

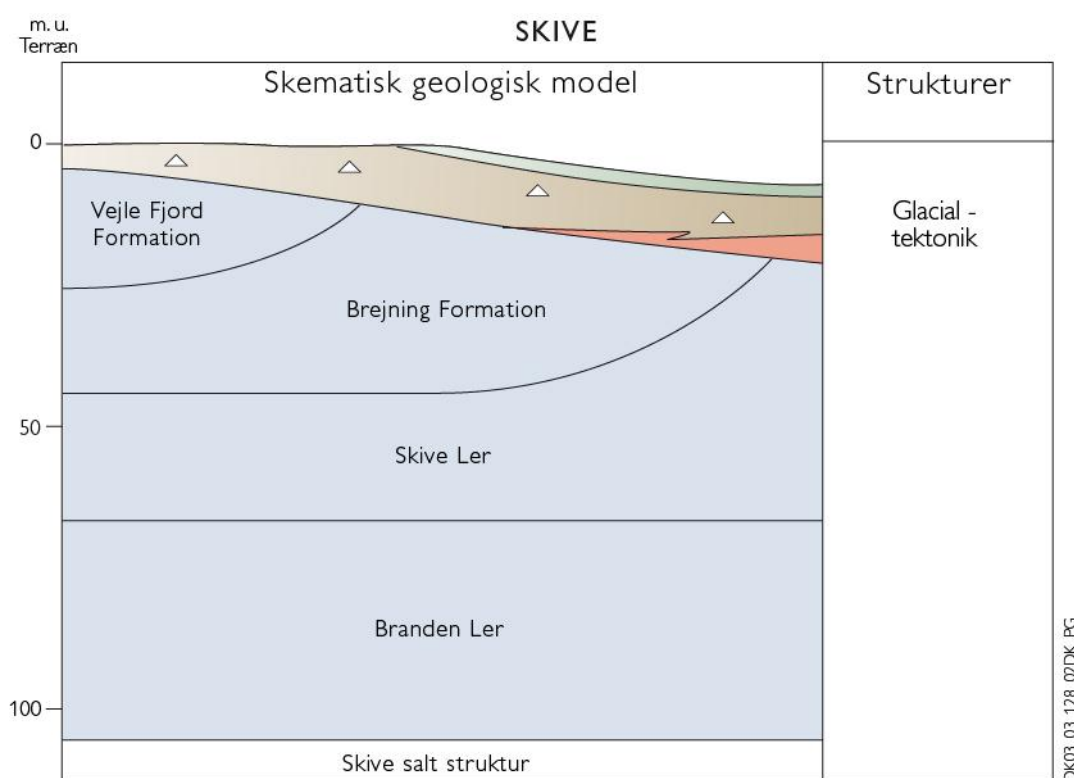


Fig.13. Skematisk geologisk model for området. Grøn farve: postglaciale ferskvands- og marine aflejringer; brun: moræneler og smeltevandsler; rød farve: smeltevandssand og -grus.

5.5 Konklusion

I området findes ældre, tykke, finkornede leraflejringer fra tre-fire formationer fra Palæogen-Neogen (op til 100 m), og de har stor horisontal udbredelse. Lagene er uforstyrrede inden for området. Lerarternes egenskaber vil kunne tilbageholde et eventuelt udslip af radioaktivt materiale fra et depot. De overlejres af yngre kvartære aflejringer i form af især moræneler, men også smeltevandssand og grus optræder flere steder. Moræneler indeholder erfaringsmæssigt sprækker og sandlinser.

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 kendt jordskælvsaktivitet 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. Det skyldes, at den første danske seismograf blev taget i brug i 1930. Rystelser, som er mærket i Danmark før 1930, kan udelukkende evalueres ud fra historiske beretninger, og der er ingen samtidige instrumentelle data til at understøtte konklusionerne.

Et jordskælvs styrke kan opgøres på to fundamentalt forskellige måder:

1) Jordskælvets størrelse på Richterskalaen kan udregnes ved hjælp af instrumentelle målinger (seismogrammer) og en matematisk formel. Denne størrelse er et mål for, hvor meget en seismograf ville ryste, hvis den stod 100 km fra epicentret. Richterskalaen er logaritmisk, dvs. et jordskælv som måler 4 på Richterskalaen, giver 10 gange så stort udslag på seismografen som et jordskælv der måler 3 på Richterskalaen. Richterskalaen har hverken en øvre eller en nedre grænse. Det største danske jordskælv, som er målt på denne måde, fandt sted i Kattegat d. 15. juni 1985. Det målte 4,7 på Richterskalaen.

2) Mercalli-skalaen er en intensitetsskala, som bruges til at beskrive jordskælvets virkning på mennesker, bygninger og natur. Skalaen har 12 trin, hvor 1 anvendes når jordskælv ikke kunne mærkes, og 12 beskriver komplet ødelæggelse. 3–4 på Mercalli-skalaen betyder, at rystelserne fra et jordskælv tydeligt kunne mærkes inden døre med knirken og raslen i huset. 5 på Mercalli-skalaen betyder, at rystelserne var kraftige nok til at få f.eks. en hængelampe til at svinge eller få små, løse genstande på et bord til at rykke sig. Det største danske jordskælv, som er målt på denne måde, fandt sted d. 3. april 1841 i Nordsøen ud for Thy. Her nåede intensiteten op på 7, som beskriver at der var skader på middelgode bygninger, i dette tilfælde revner i kirker og nedfaldne skorstene.

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

Uden instrumentelle data er det hverken muligt at beregne et jordskælvs epicenter eller dets styrke på Richterskalaen, som er et mål for hvor store rystelser der registreres på

seismograferne. Et pålideligt Richtertal kan derfor kun tilknyttes jordskælv efter 1930. Ældre jordskælvs styrke angives derfor i stedet på Mercalli-skalaen, som er en 12-trins skala der beskriver et jordskælvs virkning på mennesker, natur og bygninger. Det er vigtigt at understrege, at et jordskælvs intensitet på Mercalli-skalaen **ikke** svarer til jordskælvs 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 registreret. 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.

De registrerede rystelser har langt overvejende deres epicenter under Skagerrak og Nord-søen. 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.

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).

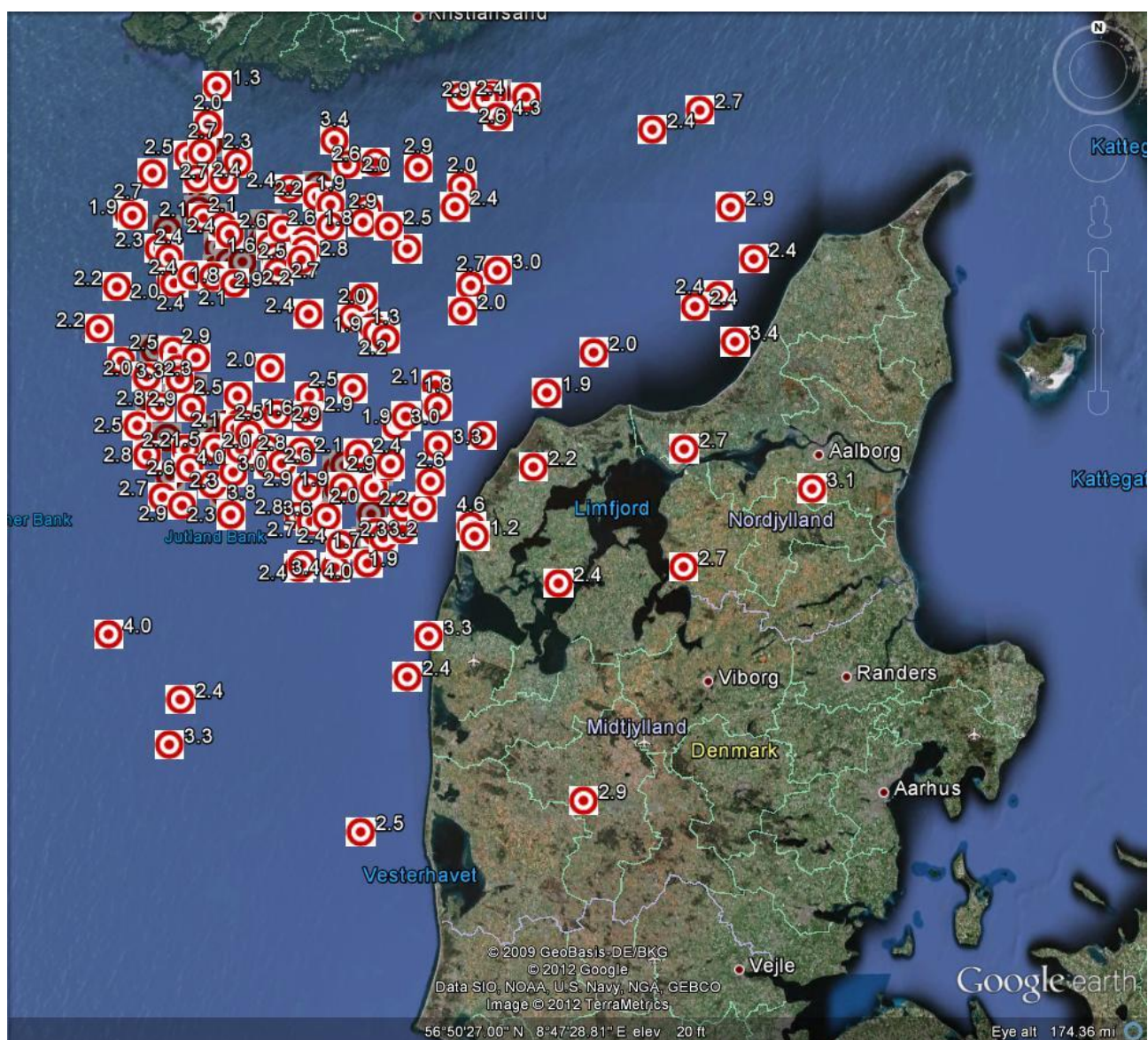


Fig. 14. Kort over jordskælvs epicentre i Nordvestjylland. Jordskælvenes styrke i Richterskalaen ses ved hvert epicenter.

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 jordskælvs 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 rystel-

serne 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 gled 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, saavelsom 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 estimer 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 bølgede 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 Storbritannien (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 jordskælvet 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. jordskælvet i Kaliningrad i 2004 som målte 5,0 på Richterskalaen. Her blev det konkluderet, at mindre forskydninger i jordlagene skyldtes sekundære effekter – sedimenter som satte sig pga. rystelserne – og at der ikke var tale om dybere forskydninger på en overfladenær forkastning. Jordskælvet i 1841 er sandsynligvis det kraftigste jordskælv som nogensinde er registeret 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 jordskælvet i 1841 som med stor sandsynlighed forårsagede en synlig forskydning i jordoverfladen er bemærkelsesværdigt. Det er sandsynligvis det kraftigste jordskælv som nogensinde er registeret 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 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

I Skive Kommune findes der 9 udpegede områder med særlig drikkevandsinteresse (OSD). Inden for disse områder har Viborg Amt og nu Naturstyrelsen udført en detailkortlægning af grundvandsressourcerne.

Området Skive Vest er ikke udpeget som OSD, og derfor findes der her ingen detailkortlægning ud over boringsoplysninger fra få borer som er beskrevet i JUPITER-databasen.

Skive Vest-området var udpeget som drikkevandsområde i regionplanperioden 1989-2000, men blev taget ud, da Viborg Amt på daværende tidspunkt valgte at reducere i antallet af drikkevandsområder.

Områdeudpegningen fra 1989-2000 er lavet ud fra den betragtning, at dér hvor grundvandet ligger højt i terræn, skal grundvandet også beskyttes, hvilket er beskrevet i vejledning fra Miljøstyrelsen i 1995.

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

Enkelte steder, som fx i den begravede dal ved Breum ved Thise, findes et nedre primært grundvandsmagasin mellem 110 og 170 m.u.t. Flere større vandværker indvinder fra det nedre primære magasin bl.a. Breum og Vihøj vandværk. Det sekundære og det øvre primære magasin, som består af smeltevandssand, 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 trykniveauforskel 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 vandstandsende tertiere (Palæogene og Neogene) lerlag vil medvirke til at det dybe saltvand ikke trænger opad. I forbindelse med den dybtliggende Skive saltstruktur er der ikke konstateret salt grundvand.

7.2 Drikkevandsområder

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

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

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

Fordeling af drikkevandsområder i Skive Vest-området kan ses på fig. 15 og 16. De er delvis klassificeret som området med begrænsede eller ingen drikkevandsinteresser og delvis som områder med drikkevandsinteresser (OD).

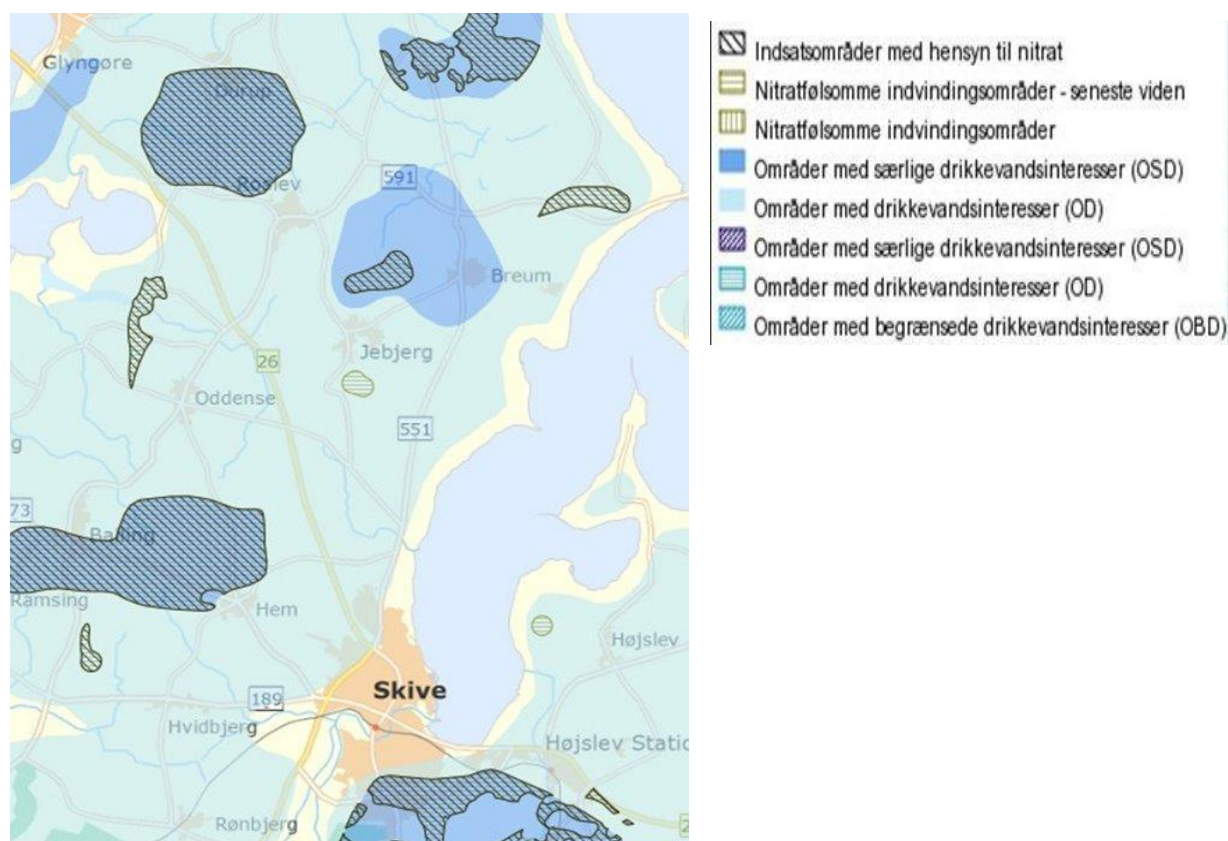


Fig. 15. Kort over drikkevandsområder i Østsalling: Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD), Områder med Drikkevandsinteresser (OD) og Områder med Begrænsede Drikkevandsinteresser (OBD, vist med gult). Desuden ses også indsatsområder med hensyn til nitrat og nitratfølsomme indvindingsområder(NFI) (Fra www.miljoportalen.dk).

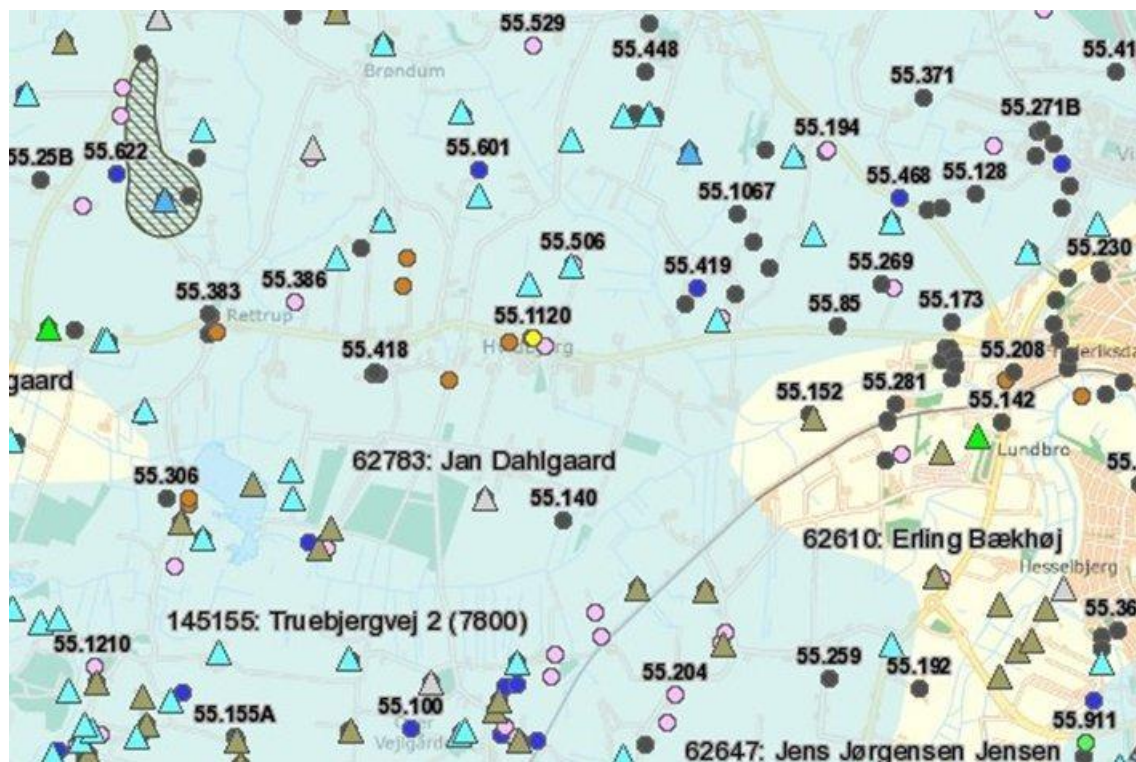


Fig. 16. Drikkevandsinteresser og vandindvinding i området. (Fra www.miljoportalen.dk). OBD-områder er vist med lys gul farve.

7.3 Lokale forhold

I Skive Vest-området findes et grundvandsskel, som er beliggende nord-syd-orienteret gennem Hvidbjerg (Fig. 17). Denne beliggenhed bevirker, at en evt. udslivning af forurening fra slutdepotet vil kunne strømme enten mod vest eller mod øst. Vandløbene i området, Krarup Møllebæk, Kærsgaard og Rettrup Bæk afdræner grundvandet i området. Det vides

dog ikke om en perkolatfane i grundvandet vil blive tilført vandløbene i sin fulde mængde og strømme via Skive Å til Skive Fjord. Mod vest vil forurenet grundvand, der strømmer til Rettrup Bæk blive ført videre ud mod Sdr. Lem Vig. For begge vandløbs vedkommende er kontakten mellem vandløb og grundvand ikke undersøgt. Begge slutrecipienter har ringe volumen og vandudskiftning, hvorfor en forurening kan resultere i forholdsvis høje koncentrationer.

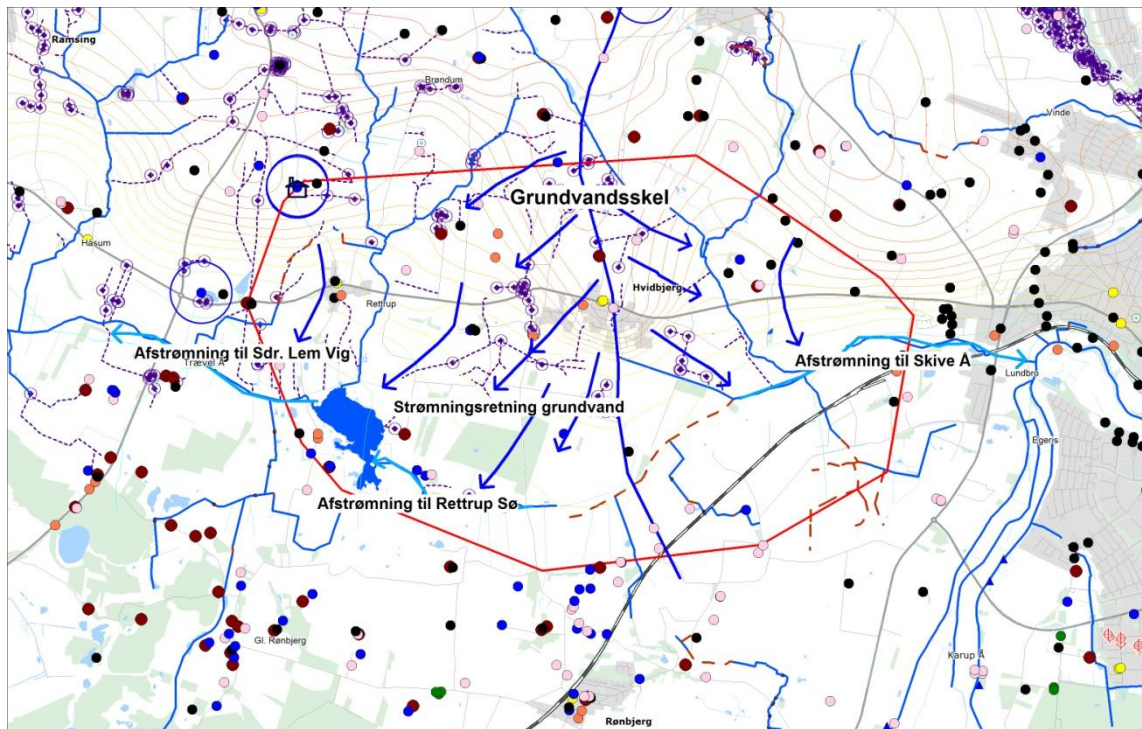


Fig. 17. Grundvandspotentialelinjer (bleg lyserød), grundvandsskel (blå linje) og grundvands strømningsretninger (blå pile)(fra Skive Kommune, 2012a).

Vandløbet Krarup Møllebæk, der udspringer nord for Hvidbjerg, løber videre til Skive Å. Vandføringen i vandløbet udgør i sommerperioder med tørt vejr ca. 25–30 l/s. Samtidig bidrager vandløbet Hvidbjerg Bæk med en vandføring på ca. 10 l/s i sommerperioden. De i alt 35–40 l/s er antagelig et udtryk for den mængde grundvand som vandløbene modtager fra de underliggende grundvandsmagasiner. Det kan dog ikke udelukkes, at en vis del af vandføringen skyldes drænaftømning. Dette er imidlertid ikke undersøgt.

Vest for Hvidbjerg løber Rettrup Bæk og Kærsgaard Bæk, der sammen strømmer ud til Rettrupkær Sø. Vandføringen udgør mellem 5 og 15 l/s i sommerperioden. Under forudsætning af at alt eller dele af perkolatet fra slutdepotet strømmer ud i en af de to bække, kan det ikke udelukkes at det kan forurene Rettrupkær Sø og Sdr. Lem Vig. Kontakten mellem grundvandet og bunden af de to bække er ikke undersøgt.

I Skive Vest-området sker der ifølge modelberegninger en relativ stor grundvandsdannelse, hvilket fremgår af den opstillede grundvandsmodel for Salling. Grundvandsdannelsen udgør mellem 400 og 450 mm/år. Den relativt store grundvandsdannelse kan ikke genfindes i medianminimumsvandføringen i vandløbene i området.

Tilstedeværelsen af eventuelle begravede dale og grundvandsmæssige forhold er på nuværende tidspunkt ukendt for området.

7.4 Konklusion

Der er små, lokale overfladenære grundvandsmagasiner i form af tynde sand-grus aflejringer, der anvendes til enkeltvandforsyning m.m. Dybtliggende grundvandsmagasiner af sand og grus er ikke påvist i området.

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 (IPCCs 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 cm ± 60 cm til max. 1,5 m år 2100. Mod år 2200 kan der komme yderligere stigninger, men estimerer heraf er yderst vanskelige og behæftet med meget stor usikkerhed.

Skive området består af to overordnede, meget forskellige landskabstyper: et nordligt og et sydligt. Det nordlige område, der er et bakkelandskab med flere vandløb, ligger i kote ca. +10 til 40 m. Det sydlige område er et meget fladt landskab, hvilket hænger sammen med at det er en ådal udviklet på en tidligere hedeslette. Terrænet ligger næsten overalt omkring

5 m.o.h.. Det er lokalt ret fugtigt, med flere kær/moser og en enkelt sø, Rettrupkær Sø. De to hoved-landskabselementer er adskilt af en inaktiv, overgroet klint.

Selv om der f.eks. påregnes en vandstandsstigning på maks. 1,5 m i det danske havområde (år 2100), vil det ikke overskylle Skive-området. Man må dog forvente at den sydlige del af området vil blive endnu mere vådt, når grundvandsspejlet - alt andet lige - stiger som følge af et stigende havspejl. Den vertikale landhævning i området er vurderet til at være på omkring + 0,50 mm pr. år, og hvis den forsætter fremover vil den, om end i meget beskedent omfang, medvirke til at reducere effekten af havstigningen.

8.3 Ekstreme hændelser

Skive-området er ikke eksponeret for stormfloder og oversvømmelser fra havsiden, dels på grund af den geografiske placering i en afstand fra kysten og dels på grund af niveauet af terrænet. Ekstrem-nedbør kan påvirke vandføringen i vandløbene og øgede nedbørsmængder i kombination med stigende grundvandsspejl vil formentlig medføre at arealerne af de vandlidende områder, ikke mindst i den sydlige del af Skive-området, vil blive større.

9. Arealforhold og bindinger

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

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

Fordeling og antal af indbyggere er følgende:

Skive: 20562 indbyggere (2012)

Højslev Stationsby: 2728 indbyggere (2012)

Hem: 596 indbyggere (2011)

Rønbjerg Stationsby: 375 indbyggere (2011)

Hvidbjerg 356 indbyggere (2011)

Rettrup: Mindre end 200 indbyggere

Afstand til bymæssig bebyggelse (fra nærmeste afgrænsning af området):

Skive: ca. 1 km

Højslev Stationsby: ca. 8 km

Hem: ca. 1,5 km

Rønbjerg Stationsby: ca. 1,5 km

Afsnit 9 bygger på notaterne fra Skive Kommuner (Skive Kommune, 2012a,b).

Skive Vest er et 18,5 km² stort areal, der strækker sig fra 1 til 8 km vest for Skive bys udkant. I arealet ligger landsbyerne Hvidbjerg og Rettrup, samt de mere spredte bebyggelser ved Krarup, samt Hvidbjerg Kær og Kisum Kær.

Det berørte areal består af to markant forskellige landskabsformer. Mod syd et lavtliggende mose/engområde, tidligere stenalderfjord, nu benævnt Rettrup Kær, Hvidbjerg Kær og Kisum Kær.

Nord for dette ses det opdyrkede moræneland, der stiger markant fra engområdet op til kote + 40 m. De forskellige vådområder fremgår tydeligst af de gamle målebordsblade, hvor det også kan ses, at området har en klar afgrænsning i alle retninger med landsbyen Hvidbjerg som et naturligt centrum og Hvidbjerg kirke markant placeret i landskabet.

Den nordlige del af området er krydset af en hovedvej (Holstebrovej) og adskillige mindre veje. De to små landsbyer Rettrup og Hvidbjerg ligger langs hovedvejen, og der er også enkeltejendomme langs vejen spredt i landskabet. Den lavtliggende del af området mod syd er krydset af jernbanen i den sydøstlige del. Her er der kun få mindre veje og huse.

Område 21 - Bindinger

Skive vest Limfjorden

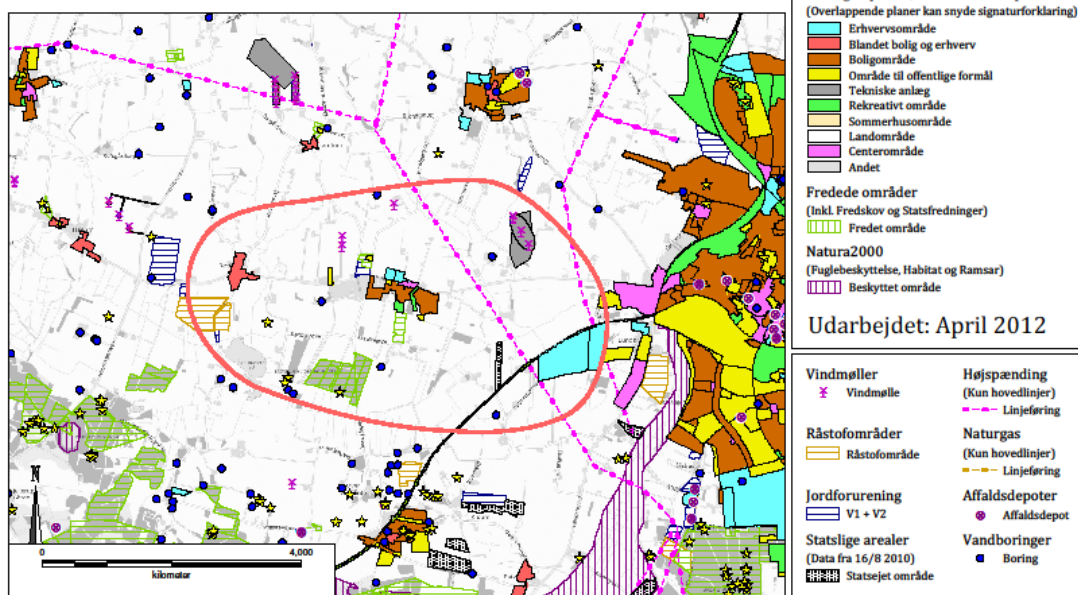


Fig. 18. Kort over bindinger i Skive vest området (Naturstyrelsen, 2012)..

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 området også omfattet af kystnærhedszonen. Afgrænsningen for Skive-området (rød linje) er ifølge den oprindelige udpegning, se Fig. 1.

Planloven

Der er vindmøller tre steder i den nordlige del af området: Nord og nordvest for Hvidbjerg og nord for Krarup med bufferzoner omkring. Desuden er der arealreservation til statsvej og til føring af el- og naturgasledning.

Lokalplaner (Fig. 19) findes omkring Hvidbjerg og vest for Skive. Byzone gælder delvis de samme områder med tillæg ved Rettrup, mens det nordlige område vest for Skive ikke er medtaget (Fig. 20).

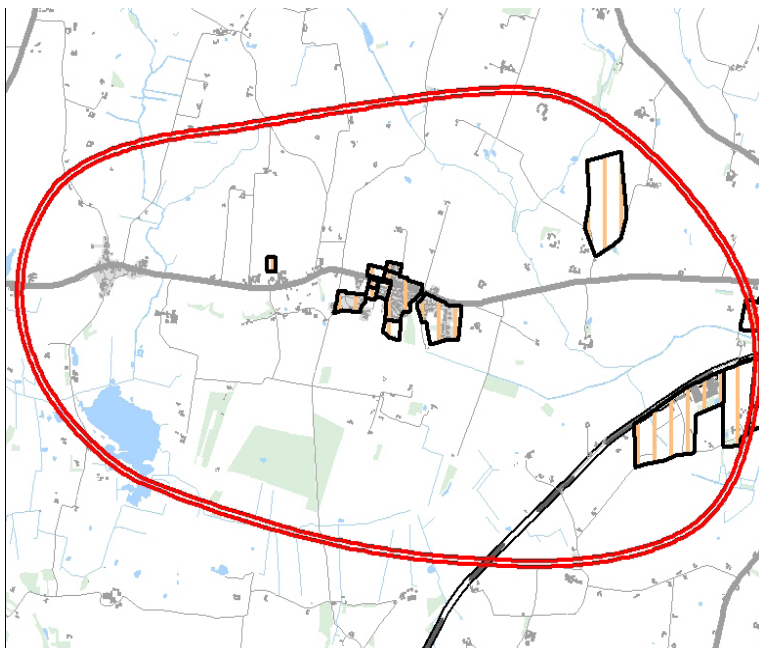


Fig. 19. Områder med lokalplaner vis med gule linjer (Fra Skive Kommune, 2012b).

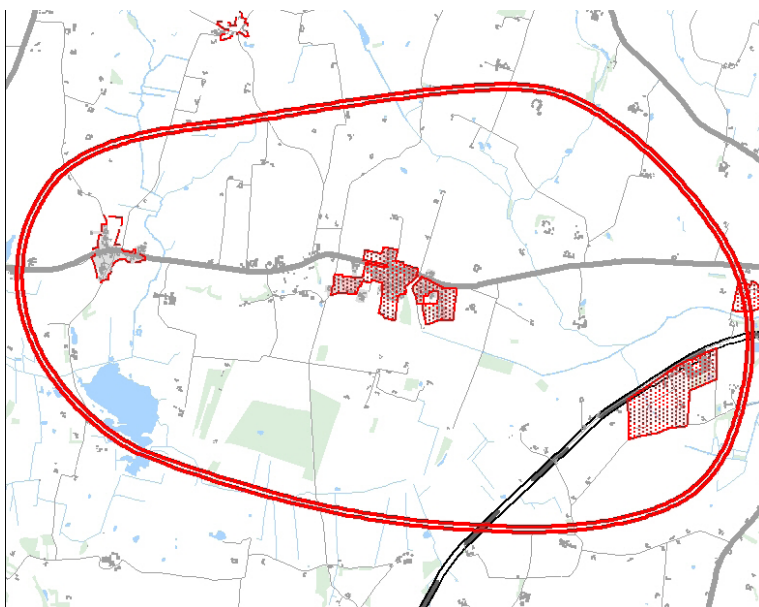


Fig. 20. Byzoner vist med røde områder (Fra Skive Kommune, 2012b).

9.1 Natur, naturpleje og fredninger

1. Sjældne planter er fundet to steder i området: Ved Hesselbjerg og øst for Hvidbjerg
2. Forekomsten af beskyttede diger ses på fig. 21 spredt over området, mens beskyttede vandløb især ses i den vestlige og østlige del af området (Fig. 22)

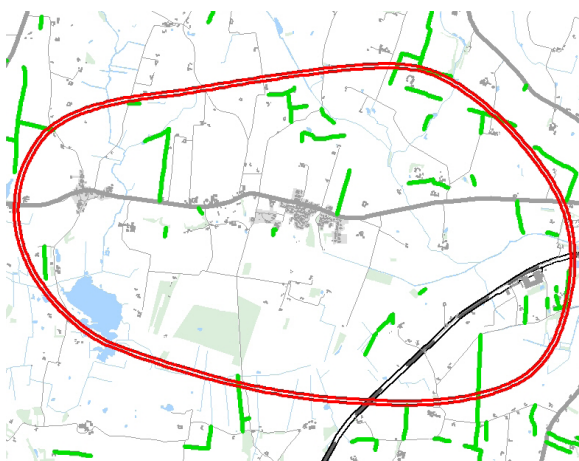


Fig. 21. Beskyttede diger er markeret med grøn stregsignatur (Fra Skive Kommune, 2012b)

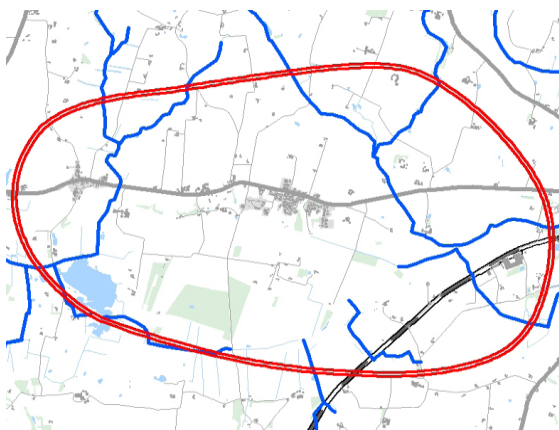


Fig. 22 Beskyttede vandløb med bræmmer om er markeret med blå stregsignatur (Fra Skive Kommune, 2012b).

3. Fredsskov er lokaliseret i den sydlige lavereliggende del af området bl.a. i Hvidbjerg Plantage (Fig. 23). Forekomsten af beskyttede naturtyper findes især i den østlige del, bl.a. ved Rettrupkær Sø (Fig. 24).



Fig. 23. Fredsskov markeret med grøn signatur beliggende i den sydlige del af området (Fra Skive Kommune, 2012b).



Fig. 24. Beskyttede naturtyper med priksignatur i den vestlige del af området (Fra Skive Kommune, 2012b).

4. Forekomst af byggelinjer omkring fredede områder ses på fig. 25. Det gælder både omkring natur og historiske mindesmærker. Desuden er der forekomst af sø- og å-beskyttelseslinjer.

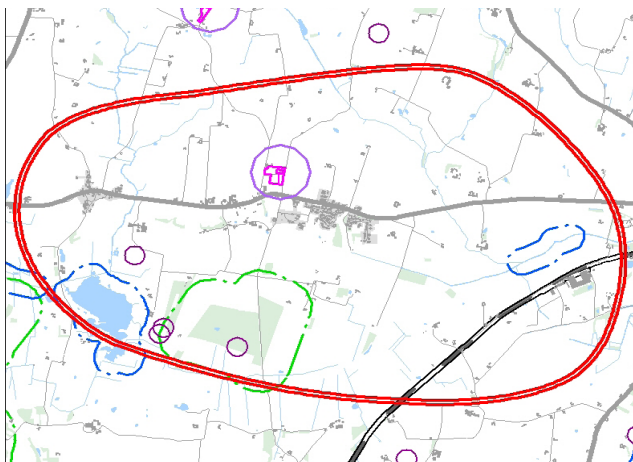


Fig.25. Byggelinjer omkring fredede områder vist med forskellig farvet stregsignatur (Fra Skive kommune, 2012b).

5. Udpegning af skovrejsningsområde er vist på fig. 26, mens tilstedeværelsen af særlige beskyttelsesområder ses på fig. 27. Endelig er lavbund med potentielle vådområder vist på fig. 28.



Fig. 26. Skovrejsningsområder vist med rød og grøn linjering (Fra Skive Kommune, 2012b).

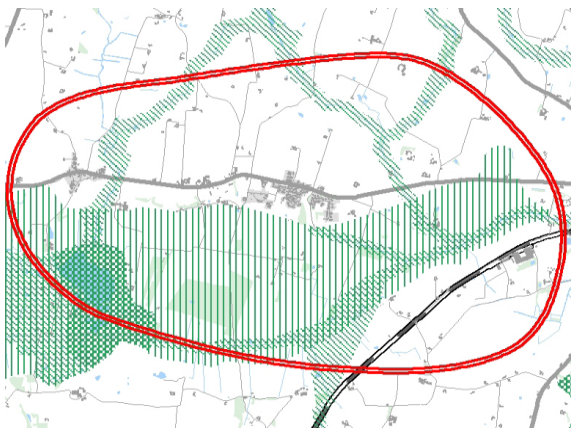


Fig. 27. Særlige beskyttelsesområder vist med grøn linjering (Fra Skive Kommune, 2012b).

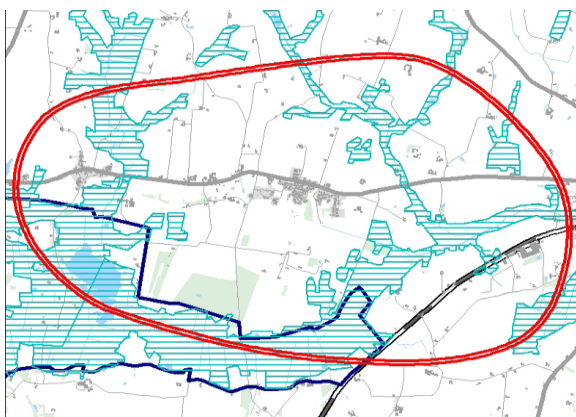


Fig. 28. Lavbund med potentielle vådområder vist med lyseblå linjering (Fra Skive Kommune, 2012b).

9.2 Historiske mindesmærker og fredninger

Nedenstående følger en oversigt over fortidsminderne i området.

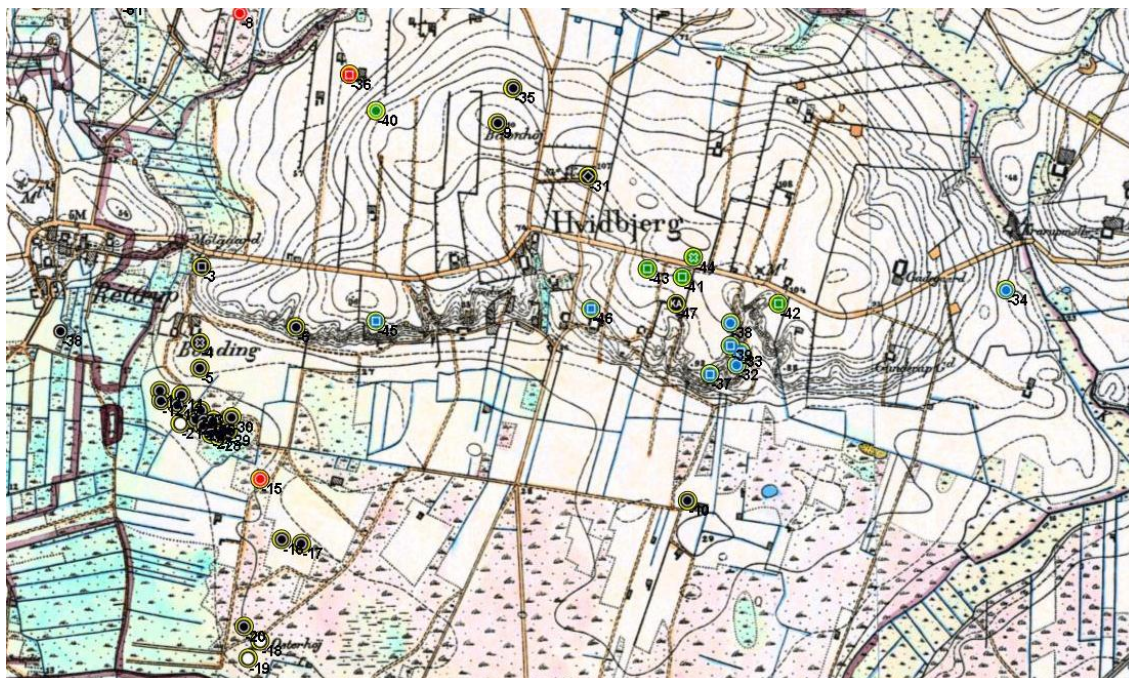


Fig. 29. Kopi af Høje målebordsblade 1842-92 (KMS). Lokalteter er markeret med prikker.

Om landsbyen Hvidbjerg

På begge sider af landevejen ligger bebyggelser fra yngre bronzealder, der ikke er afgrænset i nogen retning. De er dokumenteret i 4 udgravninger foretaget i perioden 1989–2009 (Fig. 29).

På den sydvendte skråning i det østlige parcelhuskvarter og syd herfor ned mod enge lå ældre jernalders bebyggelser og gravfelter. Der er tale om udgravninger fra 1940–50'erne, hvor der gravedes i meget små felter, og der er ingen afgrænsning på bebyggelsen.

I det nye vestlige parcelhuskvarter udgravedes i 2003 et område på 3 ha. Her blev fundet skjulte og ukendte fortidsminder - 10 hustomter og andre bebyggelsesspor fra ældre jernalder, yngre jernalder, vikingetid og dele fra middelalderen. Stednavnet Hvidbjerg antyder, at landsbyen er opstået i vikingetiden.

Landsbykirken er placeret 500 m nord for den eksisterende landsby, og området mellem kirken og Hvidbjerg er ikke arkæologisk undersøgt. I kirken ses en middelalderlig runesten. Der er en 300 m Exner-zone omkring Hvidbjerg Kirke.

Der er med andre ord tale om en flyttelandsby, der kan følges fra bronzealder til nutid. Netop det forhold har gjort, at museet udpegede området til *kulturarvsareal af regional betydning* i 2005, da Kulturministeriet gav museerne til opgave at finde de vigtigste arealer i deres ansvarsområde (Fig. 30).

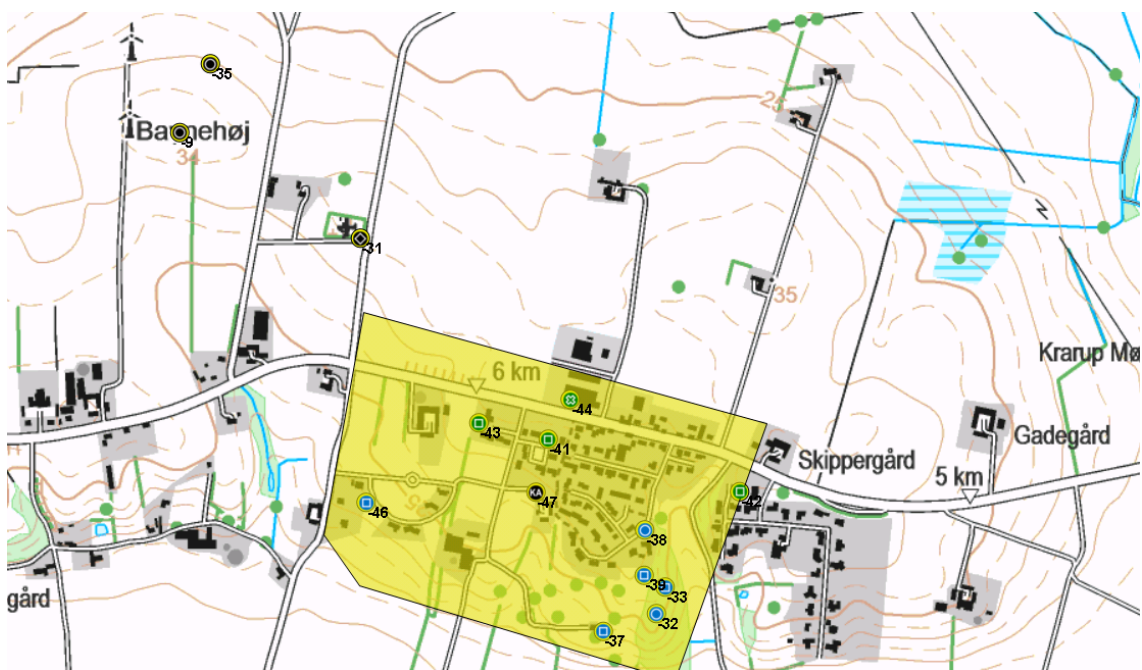


Fig. 30. Kendte fortidsminder markeret med en prik. Prikken kan dække over udgravninger over store arealer. Kulturarvsareal: gult.

På det afgrænsede plateau nord for Hvidbjerg findes i dag kun få kendte arkæologiske lokaliteter i form af overpløjede gravhøje. Det kan skyldes, at den moderne bebyggelsesaktivitet er koncentreret syd for landsbyen. Højnavnet Bauehøj, antyder, at der er tale om en stor høj fra ældre bronzealder. Bebyggelsen kan ligge tæt på højen, men er ikke lokaliseret. Udgravningsdokumentationen findes på Museum Salling, Arkæologi. Samt på www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder.

Området ved og syd for Rettrup

I landsbyen Rettrup og lige syd herfor er på skråningen ned mod engområdet meget få arkæologiske fund.

I engområdet syd for Bønding og i Bønding Plantage findes hhv. 14 og 5 gravhøje, hvoraf 3 er fredede. De resterende 16 gravhøje er overpløjede og aldrig undersøgt arkæologisk (Fig. 31).

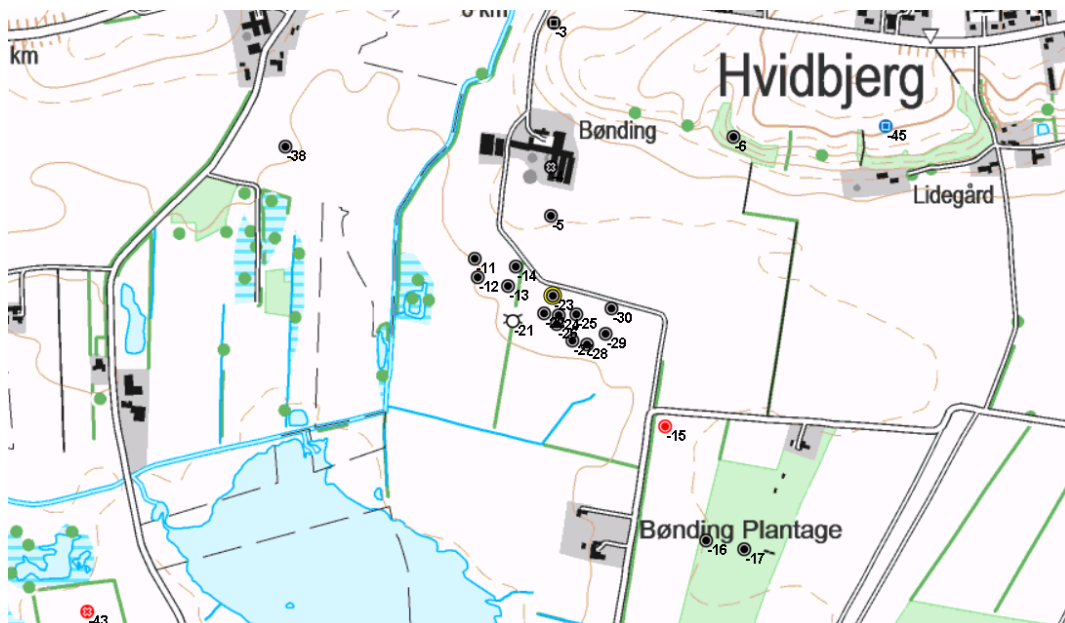


Fig. 31. Højkoncentrationen af gravhøje syd for Bøding. Lokalteter vist med priksignatur.

Området ved Krarup

På det markante plateau ved Krarupgård, samt Kurgård findes to koncentrationer af overpløjede gravhøje (Fig. 32). Ved Krarup er der 4 høje i højkoncentration. Alle høje er overpløjede og højtliggende i terrænet. Der er kendskab til fund fra sten- og bronzalder i og omkring disse høje.

I området mellem højene, på de lavere arealer er der enkelte fortidsminder bl.a. fra jernalderen.

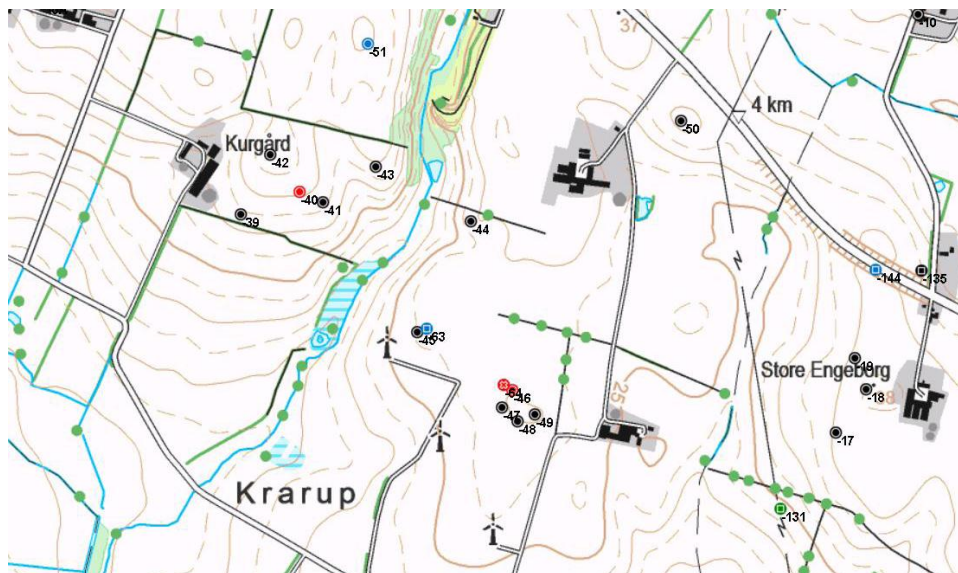


Fig. 32. Kendte arkæologiske lokaliteter i Krarup–Kurgårdområdet markeret med priksignatur.

Vurdering af Skive Vest

Der er meget høj sandsynlighed for, at der i området nord og vest for Hvidbjerg, på skråningerne og arealet omkring kirken vil være skjulte fortidsminder af bebyggelse fra forskellige perioder af oldtiden.

Der er stor sandsynlighed for skjulte bebyggelser på plateauerne omkring højkoncentrationerne ved Kurgård og Karupgård.

Der er stor sandsynlighed for at støde på bebyggelsesspor fra stenalderen langs skrænterne og ved højgruppen ved Bønding.

Hvidbjerg Kær og Kisum Kær kan ikke vurderes på grund af manglende oplysninger, men i området vest herfor er under tørvegravning fundet mange enkeltliggende oldsager af høj kvalitet (Fig. 33).

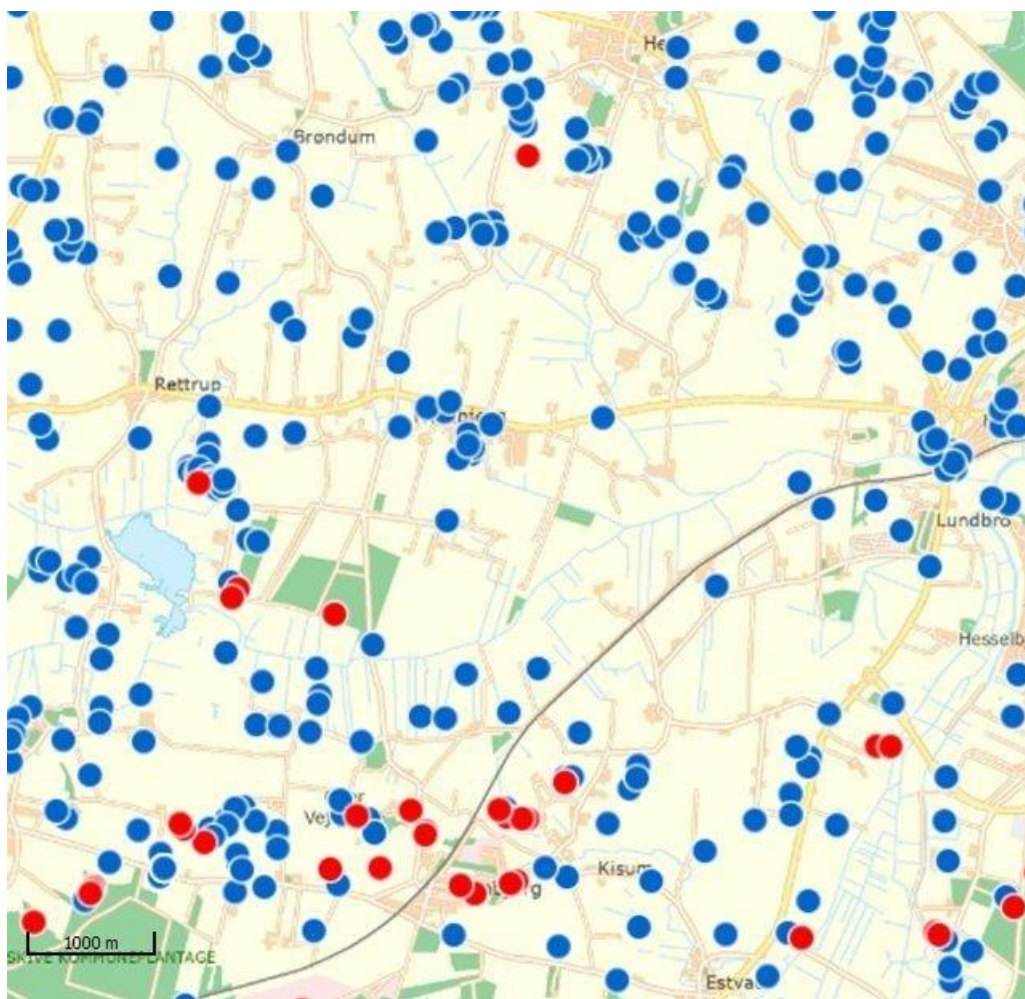


Fig. 33. Fortidsminder inden for området. Signaturforklaring: Røde prikker: fredede fortidsminder; Blå prikker: ikke fredede fortidsminder (Fra www.kulturrav.dk).

9.3 Råstofplanlægning

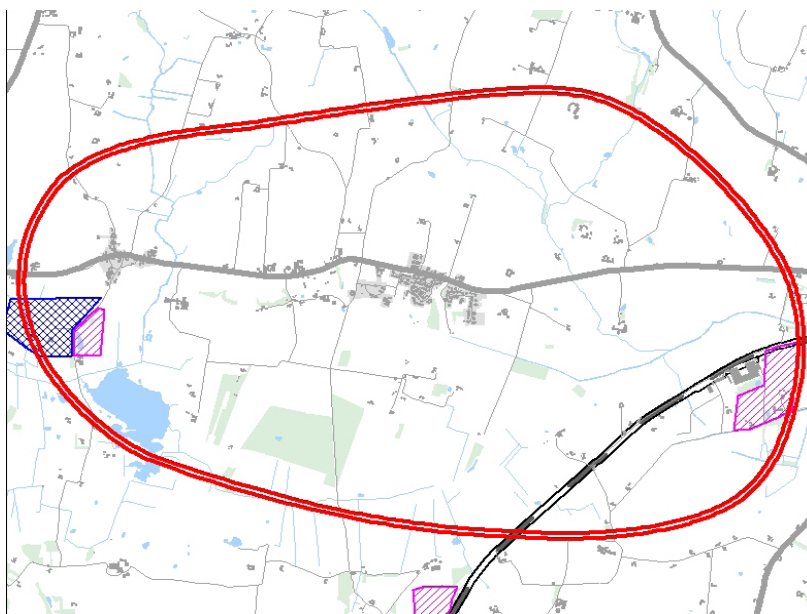


Fig. 34. Råstofplanområder 2008 vist med skravering (Fra Skive Kommune, 2012b).

Der er tre råstofområder ifølge Råstofplan for Region Midtjylland 2008: Råstofgraveområde ved Estvad for ler, råstofgraveområde syd for Rettrup (Hvidbjerg) for sand, grus og sten og et råstofinteresseområde lige vest for sidstnævnte (Fig. 34).

9.4 Vandforsyningsstruktur

Skive Vand A/S forsyner i dag ca. 75 % af indbyggerne i kommunen, og har svært ved at finde nye kildepladser, ud over den eksisterende grundvandsressource ved Tastum Sø. Derfor har Skive Vand A/S for nyligt måtte etablere nye borer i Viborg Kommune ved Tastum Plantage. På den eksisterende kildeplads ved Tastum Sø er der fundet pesticider i flere af vandværkets borer.

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 deslige fundet pesticider, som også er et stigende problem. Skive Kommune har således ikke mulighed for at finde nye grundvandsmagasiner inden for kommunegrænsen.

I dag foregår der vandindvinding i området fra Rettrup Vandværk mod vest, dele af indvindingsoplandet til Hem Vandværk samt nogle få mindre indvindere.

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 Skive Vestområdet.

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.
- Andersen, S.A., 1937: De vulkanske Askelag i Vejgennemskæringen ved Ølst og deres Udbredelse i Danmark. Danm. Geol. Unders. II Series, No. 59, 50 sider.
- 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 sider.
- 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.
- 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.
- 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: Jordskjælvet den 3die April 1841. Samling til Jydske 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.
- 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. Danm. og Grønl. Geol. Unders. 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., 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.
- 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.
- 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 Kaliningrad 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.
- 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.
- Harboe, E.G., 1915: Meddelelser om jordskælv og Vulkanudbrud i Danmark med Bilande i Tidsrummet 1909-1913, *Medd. Dansk Geol. For.*, 4, 395-424.
- 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. Dansk Geol. For.*, 3, 31-45.
- Hintze, V., 1902: Jordskjælvet i Thy og paa Mors den 16. August 1900, *Medd. Dansk 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 + maps.
- Jensen, J.B., 1985: Sen-Elster smeltevandssler – 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, P.R., Hoffmann, M., Kistrup, J.P., Bryde, C., Bossi, R. & Villholth, K.G., 2002: Preferential flow and pesticide transport in a clay-rich till: Field, laboratory, and modelling analysis *WRR*, 38(11), 28-1 – 28-11.
- Jørgensen, F & Sandersen, P.B.E., 2006: Buried and open tunnel valleys in Denmark—erosion beneath multiple ice sheets. *Quaternary Science Reviews* 25 (2006) 1339–1363.
- 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 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 Grøn. Geol. Unders. Rapport 2001/129, 40 sider + Bilag.
- Klint, K.E.S. & Gravesen, P., 1999: Fractures and Biopores in Weichselian Clayey Till Aquitards at Flakkebjerg, Denmark. *Nordic Hydrology*, Vol. 30, No. 4/5, 267-284.
- 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.
- Kristensen, I. K., 2005: Hvidbjerg og Mønsted- landsbyer med rødder i vikingetid og tidlig middelalder. *Skivebogen 2005*, 105-117.
- 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 jordskjælv, Bull. Geol. Soc. Denmark, Vol. 13, 88-103.
- Madirazza, I., 1980: Postglaciale bevægelser i området ved Fjerritslev saltstruktur. – Dansk geologisk Forening, Årsskrift for 1979, 11-14.
- Mason, B., 1966: Principles of Geochemistry, John Wiley & Sons inc., 329 sider.
- 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 Planteavlsvforsøg. 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>
- Naturbeskyttelsesloven, 1993. Skov- og Naturstyrelsen.
- Miljøstyrelsen, 1995: Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4.; "Udpegnings af områder med særlige drikkevandsinteresser".
- Naturstyrelsen, 2011: Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning – Redegørelse for Durup-Balling området 2011. Miljøministeriet, 135 sider.
- Naturstyrelsen, 2012: Statslig udmelding til vandplanernes retningslinjer 40 og 41 vedr. byudvikling og Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD). Miljøministeriet, 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. (red.), 1995: Danmarks geologi fra Kridt til i dag. Aarhus Geokompender nr. 1. Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 290 sider.
- 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, Syddanmark og Fyn, Sjælland, øer og Bornholm. Danmarks Geologiske Undersøgelse, 1989.
- 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.* 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 (2003) 229– 248
- Scharling, P., Rasmussen, E.S., Sonnenborg, T.O., Engesgaard, P., Hinsby, K., 2009: Three-dimensional regional-scale hydrostratigraphic modeling based on sequence stratigraphic methods: a case study of the Miocene succession in Denmark. *Hydrogeology Journal*, Online First, DOI 10.1007/s10040-009-0475-6
- 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: Atomaffaldsdeponi område - Skive vest. Skive Kommunes 1. input til omegnstudierne. september 2012, 22 sider.
- Skive Kommune, 2012b: Omegnssudier: Atomaffald – Skive vest - Supplerende materiale, 42 sider.
- Sonnenborg, T.O.; Christensen, B.S.B.; Roosmalen, L. van; & Henriksen, H.J., 2006: Klimaændringers betydning for vandkredsløbet i Danmark. *Danm. og Grønl. Geol. Unders. Rapport 2006/22*. GEUS, 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: Dokumentationsrapport for Selde-Junget. Område med særlige drikkevandsinteresser (OSD-13). Selde, Junget og Thorum, 49 sider.

Hjemmesider

www.miljoportalen.dk
www.kulturarv.dk
www.dmi.dk

www.geus.dk

www.isc.ac.uk

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

12. Bilag

Bilag A. Notat fra Skive Kommune

Bilag B. Boreprofiler og boringslogs

Bilag C. Skema over datagrundlag for bindingskort

Bilag D. Skema over bindinger

12.1 Bilag A

RENT LIV
på Skiveegnen


SKIVEKOMMUNE



Atomaffaldsdeponi område 21 - Skive Vest
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 omegnstudier, 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 omegnstudier:

- Naturforhold, naturbeskyttelse og fredninger
- Jordfaste forfaldsminder
- 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
Indhold.....	3
Resume	4
Grundvand og drikkevand	5
Datagrundlag	5
Grundvandsmagasiner på Salling	7
Grundvandets strømningsretning – Skive Vest området.....	7
Grundvandsressourcer og indvindinger i Skive Vest området.....	8
Dokumenteret jordskælvsaktivitet i historisk perspektiv	9
Der er indicier for, at tidligere jordskælv har påvirket grundvandssystemet	9
Historisk Gennemgang af jordskælv på Salling	9
Arkæologisk forhåndsudtalelse af arealerne udpeget til placering af atomaffaldet i Skive Vest	11
Skive Vest området – topografisk beskrevet	11
Om landsbyen Hvidbjerg	12
Området ved og syd for Rettrup	13
Området ved Krarup	13
Risikovurdering Skive Vest.....	14
Indstilling	14
RENT LIV – branding af Skive Kommunes udviklingspotentiale.....	15
Atomaffald kontra Kommunens planstrategi	15
Øvrige forhold med relevans for en depotplacering i Skive Vest	19
Afvanding til Natura 2000-områder	19
Andet.....	20
Referencer	22

Resume



Figur 1 Afgrænsning område 21 - Skive Vest

De geofysiske forhold i området er ikke kortlagt. Det vil sige at det er uvist hvor store drikkevandsressourcer der findes i området. De planlagte prøveboringer vil ikke kunne levere denne dokumentation. Der er imidlertid stærke indiker på at drikkevandsressourcerne er betydelige, da grundvandsmodellen viser stor grundvandsdannelse og der er stor sandsynlighed for tilstedeværelsen af en "begravet dal," der i givet fald kan udgøre en stor drikkevandsressource. Den fremtidige drikkevandsforsyning af Skive by forudsætter at der findes nye indvindingsområder.

Skive Vest området ligger på et vandskel der betyder at en eventuel forurening vil få en stor udbredelse sammenlignet med en mere kystnær placering. Her til kommer at slutrecipienterne til en eventuel forurening har ringe volumen og vandskifte, der vil resultere i forholdsvis højere koncentrationer end åbne farvande.

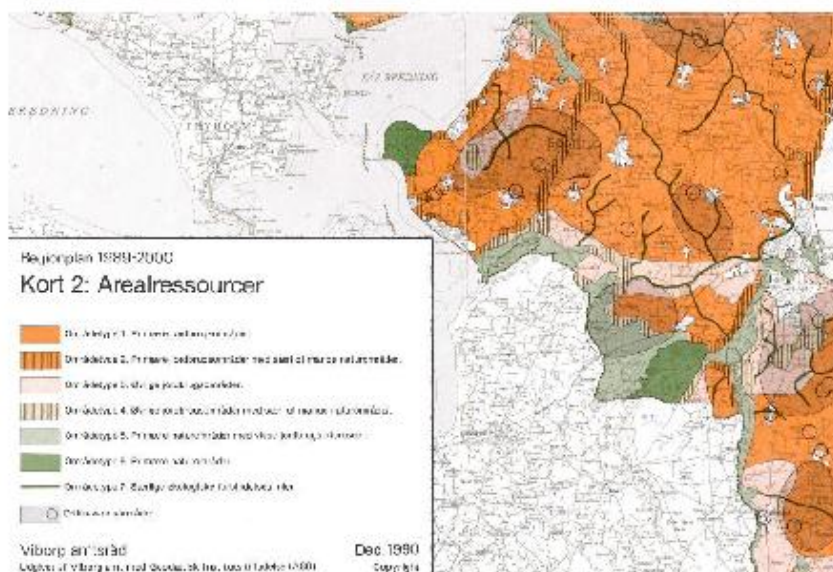
Skive Kommunes brand er "RENT LIV." Kommunens eksterne konsulent på markedsføringen vurderer at brandingstrategien ved etablering af et depot for radioaktivt affald i kommunen vil blive opfattet som en joke og at den tilhørende investering i markedsføringen vil være spildt.

Grundvand og drikkevand

Datagrundlag

I Skive Kommune findes der 9 udpegede områder med særlig drikkevandsinteresse (OSD). Inden for disse områder har Viborg Amt og nu Naturstyrelsen udført en detailkortlægning af grundvandsressourcerne. (Viborg Amt, 2006).

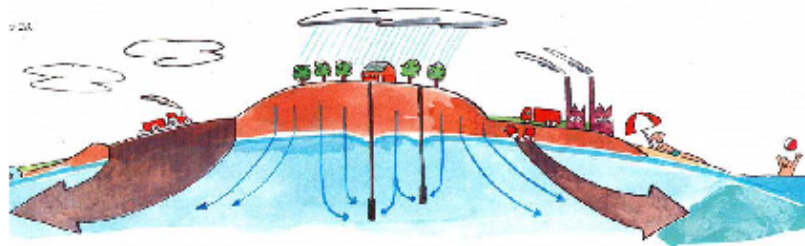
Området Skive Vest er ikke udpeget som OSD, og derfor findes der her ingen detailkortlægning ud over borningsoplysninger fra få borer som er beskrevet i JUPITER-databasen.



Figur 2 Regionplankort med udpegede drikkevandsområder (Kilde: Viborg Amt, 1990)

Skive Vest området var udpeget som drikkevandsområde i regionplanperioden 1989-2000 (jf. figur 2), men blev taget ud, da Viborg Amt på daværende tidspunkt valgte at reducere i antallet af drikkevandsområder.

Områdeudpegningen fra 1989-2000 er lavet ud fra den betragtning at dér hvor grundvandet ligger højt i terrænet, skal grundvandet også beskyttes, hvilket er beskrevet i vejledning fra Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 1995) (jf. figur 3). Ved Hvidbjerg er grundvandet beliggende omkring et såkaldt "grundvandstoppepunkt" (jf. figur 3). 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.



Figur 3 Principskitse der viser grundprincippet i OSD-udpegningerne (Viborg Amt, 2000)

Skive Vest området er som nævnt ikke kortlagt og der er ikke viden om grundvandsmagasiner i området. Men med kendskab til udbredelsen af begravede dale i DK (Jørgensen, F. & Sandersen, P., 2009) er det overvejende sandsynligt, at der findes begravede dalstrukturer i Skive Vest området, som indeholder vigtige grundvandsmagasiner som i fremtiden kan forsyne Skive by og omegn med rent drikkevand. Skive Vand A/S, der i dag forsyner ca. 75 % af indbyggerne i kommunen, har svært ved at finde nye kildepladser, ud over den eksisterende grundvandsressource ved Tastum Sø. Derfor har Skive Vand A/S fornyeligt måtte etablere nye borer i Viborg kommune ved Tastum Plantage. På den eksisterende kildeplads ved Tastum Sø er der fundet pesticider i flere af vandværkets borer.

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 og i lyset af dette, kan en mulig grundvandsforekomst omkring Skive Vest området ikke afskrives.

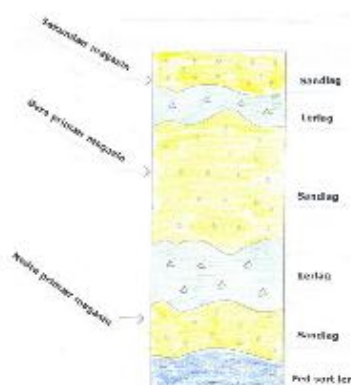
Derfor vil det være påkrævet, at der hurtigt iværksættes en fladedækkende geofysisk undersøgelse i Skive Vest området, der omfatter TEM (Sky-TEM-undersøgelser) for at få afdækket, om der findes magasiner i området. Denne metode er særlig velegnet til at finde begravede dalstrukturer som er nederoderet i den fede prækvartære lagserie, typisk ned til ca. 200 meter under terræn. Samtidig skal den overfladenære geologi også kortlægges bl.a. vha. den geofysiske målemetode PACES (<http://geofysiksamarbejdet.au.dk>).

I umiddelbar forlængelse heraf skal der etableres borer til at bekræfte de geofysiske TEM og PACES-målinger. Boringerne skal filtersættes, så der er mulighed for at indhente oplysninger om trykniveauerne i magasinet, da det er sparsomt med pejledata og viden omkring grundvandets strømningsretning i området. Der er behov for en større pejlerunde i området, der kan belyse strømningsforholdene både i det sekundære, men også i et evt. primært dybereliggende magasin. Endelig vil der være behov for at analysere vandprøver fra grundvandsmagasinerne i området.

Det er vigtigt at fastslå, i lyset af den meget komplekse geologi på Salling, at det ikke giver tilstrækkelig dokumentation, at udføre 2-3 borer i Hvidbjerg-området, da sandsynligheden for at man træffer et betydende grundvandsmagasin vil være usandsynlig. Derfor vil det være hensigtsmæssigt først at udføre en fladedækkende geofysik med TEM-metoden der vil være en optimal og billigere metode. Man vil her hurtigt kunne danne sig et overblik over forekomsten af evt. grundvandsmagasiner, og så afslutningsvis placere borerne de optimale steder. TEM-undersøgelserne foregår fra helikopter så der skal ikke indgås aftaler med lodsejere forinden feltarbejdet påbegyndes.

Grundvandsmagasiner på Salling

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 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. 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 trykniveauforskel imellem det sekundære og det øvre primære magasin. Der findes derfor både et optegnet primært og sekundært potentialekort for hele Salling.

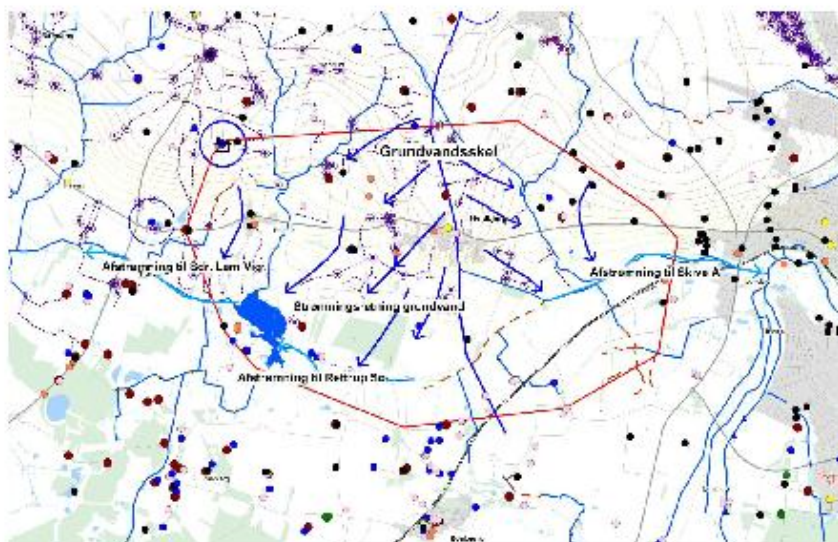


Figur 4 Magasinopbygningen på Salling

Grundvandets strømningsretning – Skive Vest området

I Skive Vest området findes et grundvandsskel, som er beliggende øst for Hvidbjerg. Denne beliggenhed bevirker at en evt. forurening vil kunne strømme både mod vest og mod øst, alt efter beliggenhed af depotet (se figur 5). Vandløbene i området, Krarup Møllebæk, Kærsgaard og Rettrup Bæk vil via grundvandet afdræne området, hvor et evt. depot måtte ligge. Et evt. perkolat fra grundvandet vil blive tilført vandløbene og således strømme videre til Skive Å og ned videre igennem til Skive By til Skive Fjord. Mod vest vil forurenede grundvand, der strømmer til Rettrup Bæk blive ført videre ud mod Sdr. Lem Vig. Begge slutrecipienter har ringe volumen og vandudskiftning, hvorfor en forurening vil resultere i forholdsvis høje koncentrationer.

Vandløbet Krarup Møllebæk, der udspringer nord for Hvidbjerg, løber videre til Skive Å. Vandføringen i vandløbet udgør i sommerperioden med tørt vejr ca. 25-30 l/s. Samtidig bidrager vandløbet Hvidbjerg Bæk med en vandføring på ca. 10 l/s i sommerperioden. De i alt 30 + 10 l/s er et udtryk for den mængde grundvand som vandløbene modtager fra de underliggende grundvandsmagasiner. Vest for Hvidbjerg ligger Rettrup Bæk og Kærsgaard Bæk der sammen strømmer ud til Rettrup Sø. Vandføringen udgør mellem 5-15 l/s i sommerperioden. Her vil evt. perkolat fra deponiet således tilgå Rettrup Sø og videre til Sdr. Lem Vig.



Figur 5 Grundvandets strømningsforhold i Hvidbjerg-området

I Skive Vest området sker der en relativ stor grundvandsdannelse, hvilket fremgår af den opstillede grundvandsmodel for Salling. Grundvandsdannelsen udgør mellem 400-450 mm/år. Den relativt store grundvandsdannelse kan ikke genfindes i medianminimumsvandføringen i vandløbene i området (jf. tidligere afsnit). Dette indikerer, at vandet afdrænes til dybere liggende begravede dalstrukturer, der på nuværende tidspunkt ikke er kendt. Derfor bør tilstedeværelsen af begravede dale undersøges nærmere.

Hvis der etableres et slutdepot i Skive Vest området vil en evt. begravet dal, der påvirkes af deponiet, kunne virke som dræn og derfor lede forurenat grundvand ud i vandløb, og videre ind til Skive by.

Grundvandsressourcer og indvindinger i Skive Vest området

Grundvandsressourcen i Skive Vest området er som tidligere nævnt af ukendt størrelse, da området ikke er detailkortlagt. Det udlagte depotområde udgør ca. 18,5 km², og hvis der findes begravede dale inden for området, er det ikke usandsynligt at disse udgør ca. 20-25 % af det samlede areal svarende til 4-5 km². Hvis det antages at grundvandsdannelsen til de dybe begravede dale udgør ca. 200 mm/år, svarer det til at Skive Vest området kan bidrage med en samlet grundvandsressource på ca. 1 mio. m³/år. Denne ressource vil, ud fra beliggenheden og fra en geografisk synsvinkel, have stor interesse for Skive Vand A/S, der som nævnt indvinder grundvand i Viborg Kommune.

I dag foregår der ikke større vandindvindinger i området ud over Rettrup Vandværk og nogle få mindre enkeltindvindere.

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 saltapiiren 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 grundvandsbevægelse er af mere kompleks natur.

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

Historisk Gennemgang af jordskælv på Salling

Af Knud Erik Jakobsen. Arkivleder, Sundsøre Lokalhistoriske Arkiv

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 jordskælvne var meget formindsket. - Møllen havde i mange år været bekendt for sin ringe tilstand, og da justitsråd Lnge i 1788 ønskede at bygge en vejrmølle 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 Kyrre: "Gamle jydske Vandmøller":

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

² Oplysningerne om skælvne 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

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 Jordskælv, 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 Jordskælvent 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 næstendeæs, 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 tbt 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 Vandenes 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 "Jydske Saml. I. Række 3, S. 325f og 6. S. 290.

Arkæologisk forhåndsudtalelse af arealerne udpeget til placering af atomaffaldet i Skive Vest

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

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

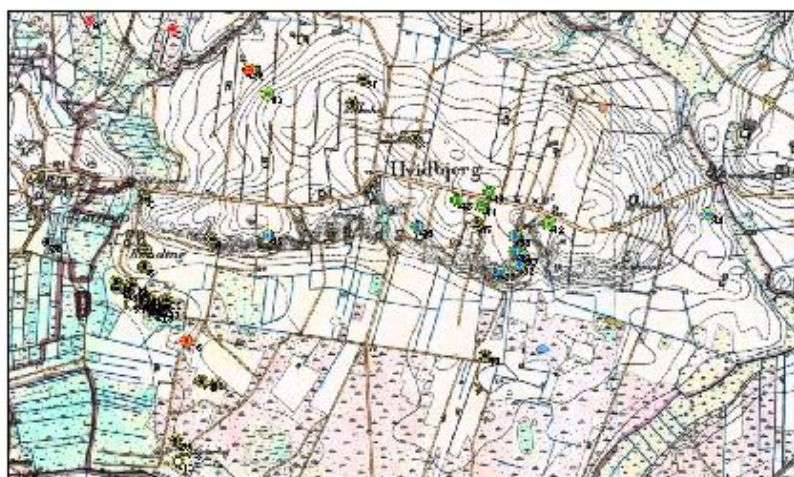
For at opkvalificere udtalelsen bør der foretages arkæologiske prøvegravninger, hvilket dog ikke findes hensigtsmæssig før den præcise placering af anlægsarbejdet er afgjort. Det vil føre for vidt, at foreslå arkæologiske prøvegravninger på hele området – 18,5 km².

Skive Vest området – topografisk beskrevet

Skive Vest er et 18,5 km² stort areal, der strækker sig fra 1-8 km vest for Skive bys udkant. I arealet ligger landsbyerne Hvidbjerg og Rettrup, samt de mere spredte bebyggelser ved Krarup, samt Hvidbjerg og Kisum Kær.

Det berørte areal består af to markant forskellige landskabsformer. Mod syd et lavtliggende mose/engområde, tidligere stenalderfjord, nu benævnt Rettrup Kær, Hvidbjerg Kær og Kisum Kær.

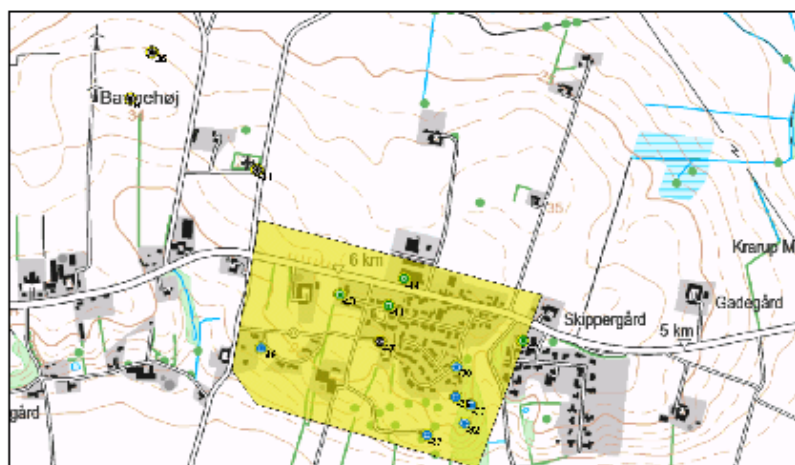
Nord for dette ses det opdyrkede moræneland, der stiger markant fra engområdet op til 40 m højde over DNN. De forskellige vådområder fremgår tydeligst af de gamle målebordsblade, hvor det også kan ses, at området har en klar afgrænsning i alle retninger med landsbyen Hvidbjerg som et naturligt centrum og Hvidbjerg kirke markant placeret i landskabet. Vest herfor ligger landsbyen Rettrup.



Figur 6 Kopi af Høje målebordsblade 1842-92 med de omtalte sb.numre

Om landsbyen Hvidbjerg

- På begge sider af landevejen ligger bebyggelser fra yngre bronzealder, der ikke er afgrænset i nogen retning. De er dokumenteret i 4 udgravninger (Hvidbjerg sogn sb. 41-44)⁴ foretaget i perioden 1989-2009.
- På den sydvendte skråning i det østlige parcelhuskvarter og syd herfor ned mod engene lå ældre jernalders bebyggelser og gravfelter (Hvidbjerg sogn sb. 32, 33, 37-39). Der er tale om udgravninger fra 1940-50'erne, hvor der gravedes i meget små felter og der er ingen afgrænsning på bebyggelsen.
- I det nye vestlige parcelhuskvarter udgravedes i 2003 et område på 3 ha. Her blev fundet skjulte og ukendte fortidsminder - 10 hustomter og andre bebyggelsesspor fra ældre jernalder, yngre jernalder, vikingetid og dele fra middelalderen (Hvidbjerg sogn sb.46).
- Stednavnet Hvidbjerg antyder, at landsbyen er opstået i vikingetiden
- Landsbykirken er placeret 500 m nord for den eksisterende landsby, og området mellem kirken og Hvidbjerg er ikke arkæologisk undersøgt. I kirken ses en middelalderlig runesten.
- Der er med andre ord tale om en flyttelandsby (Kristensen, I. K., 2005), der kan følges fra bronzealder til nutid. Netop det forhold har gjort, at museet udpegede området til *kulturarvsareal af regional betydning* i 2005, da Kulturministeriet gav museerne til opgave at finde de vigtigste arealer i deres ansvarsområde.



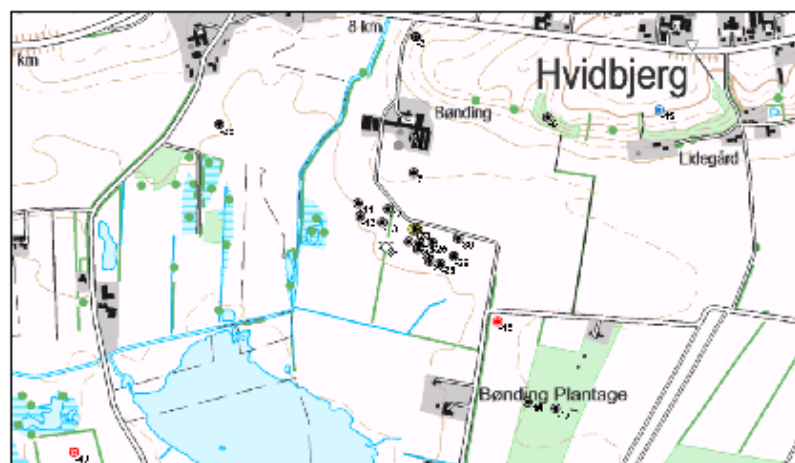
Figur 7 Kendte fortidsminder markeret med en prik. Prikken kan dække over udgravninger over store arealer. Kulturarvsareal: gult.

På det afgrænsede plateau nord for Hvidbjerg findes i dag kun få kendte arkæologiske lokaliteter i form af overpløjede gravhøje (Hvidbjerg, sb. 1,2, 9,35,40). Det kan skyldes, at den moderne bebyggelsesaktivitet er koncentreret syd omkring landsbyen. Højnavnet Baunehøj, antyder, at der er tale om en stor høj fra ældre bronzealder. Bebyggelsen kan ligge tæt på højen, men er ikke lokaliseret.

⁴ Udgravningsdokumentationen findes på Museum Sølling, Arkæologi. Samt på www.kulturarv.dk/fund-og-fortidsminder.

Området ved og syd for Rettrup

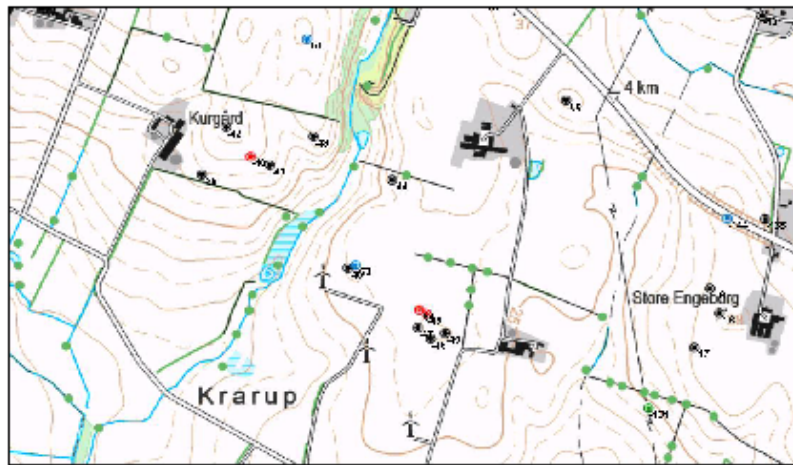
- I landsbyen Rettrup og lige syd herfor er på skråningen ned mod engområdet meget få arkæologiske fund (Brøndum sogn, sb. 38).
- I engområdet syd for Bøding og i Bøding Plantage findes hhv. 14 og 5 gravhøje, hvoraf sb. 21 og sb. 18-19 er fredede. De resterende 16 gravhøje er overpløjede og aldrig undersøgt arkæologisk.



Figur 8 Højkoncentrationen syd for Bøding

Området ved Krarup

- På det markante plateau ved Krarupgård, samt Kurgård findes to koncentrationer af overpløjede gravhøje. Ved Krarup 4 høje i højkoncentration (Hem sogn sb.46-49, samt 64) og ved Kurgård (Hem sogn, sb. 39-42). Alle høje er overpløjede og højtliggende i terrænet. Der er kendskab til fund fra sten- og bronzealder i og omkring disse høje.
- I området mellem højene, på de lavere arealer enkelte fortidsminder bl.a. fra jernalderen (Hem sb. 63)



Figur 9 Kendte arkæologiske lokaliteter i Krarup-Kurgårdområdet

Risikovurdering Skive Vest

- Der er meget høj risiko for, at der i området nord og vest for Hvidbjerg, på skråningerne og arealet omkring kirken vil være skjulte fortidsminder af bebyggelse fra forskellige perioder af oldtiden. Fra andre lokaliteter ved vi, at der kan blive tale om omfattende arkæologiske undersøgelser.
- Der er høj risiko for skjulte bebyggelser på plateauerne omkring højkoncentrationerne ved Kurgård og Karupgård
- Der er høj risiko for, at støde på bebyggelsesspor fra stenalderen langs skrænterne og ved højgruppen ved Bøding.
- Hvidbjerg Kær og Kisum Kær kan ikke risikovurderes på grund af manglende oplysninger, men i området vest herfor er under tørvegravning fundet mange enkeltliggende oldsager af høj kvalitet.

Der er endvidere disse forhold:

- Der er en 300 m Exner-zone omkring Hvidbjerg Kirke.
- Området omkring Hvidbjerg er udpeget kulturarvsareal

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 udviklingspotentialer



Figur 10 RENT LIV-bogen

Skive Kommune står ligesom en række andre kommuner, der ligger langt væk fra de største danske byer, overfor 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

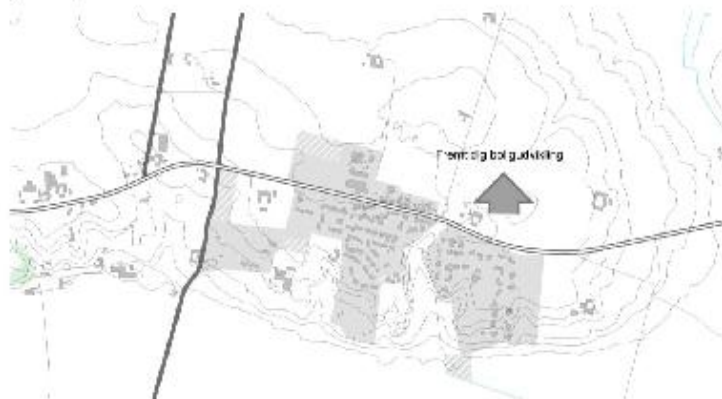
Planstrategien har til formål at sikre en sammenhæng med Kommunens Vision "Skive - vi gør det", udmøntningen af denne gennem "RENT LIV" og den kommende kommuneplan 2013-2025.

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, som Kommunen vurderer, at en atomaffaldsdeponering i kommunen vil modarbejde. Hvis ikke på grund af sundhedsrisikoen fra et depot så på grund af den psykologiske effekt af den blotte tilstedeværelse.



Figur 11 Skive Å med Skive by i baggrunden set fra syd

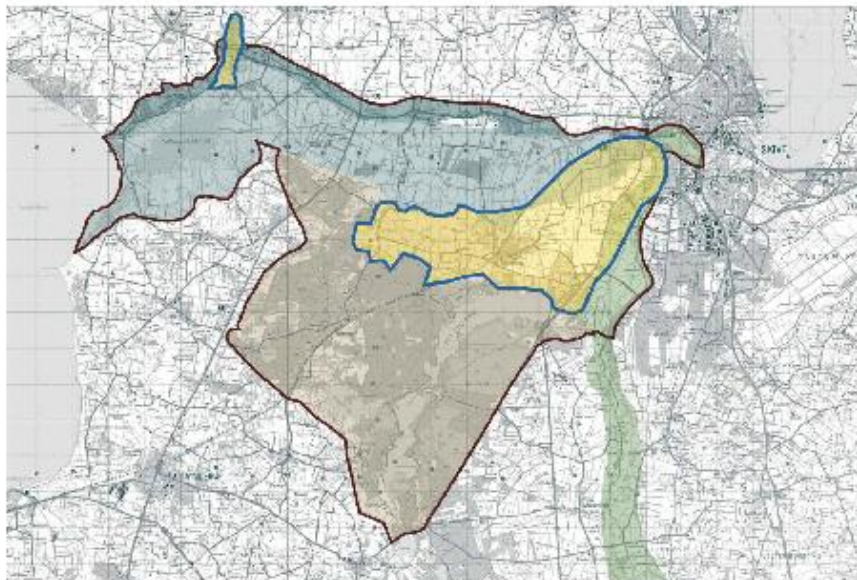
Under indsatsområdet "Skive by 2020" beskrives hvordan Skive by skal være lokomotiv for hele egnens udvikling. Det er Kommunens overbevisning, at en placering af atomaffald få kilometer fra Skive by med sine knap 21.000 indbyggere vil modvirke en positiv udvikling. Hvorfor bosætter sig nær et atomaffaldsdepot, når der er andre muligheder? Dette forstærkes af det faktum, at depotet med tiden bliver utæt, affaldsstofferne siver ud med risiko for at havne i Skive Å, der netop er et af de stærkeste kort i bestræbelserne på at skabe attraktive boliger i den nye bydel på og omkring det nedlagte slagteri.



Figur 12 Kommuneplanens mål for byudvikling i Hvidbjerg

Under indsatsområdet "Skive – et godt sted at leve og bo" er der fokus på det store potentiale for at skabe en øget bosætning i hele kommunen. 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. I indsatsområdet fremhæves den igangværende omdannelse af bymidten og udvikling af områderne omkring Skive Å og slagterigrunden. Senere beskrives, hvordan kommunen på lidt længere sigt vil udarbejde et plangrundlag for udlæg af nye boligarealer i Hvidbjerg, der med sin nærhed til Skive og samtidige beliggenhed ved naturen og med smuk udsigt over smeltevandssletten har et godt udviklingspotentiale. Målsætningen med boligudvikling i Hvidbjerg

er konkretiseret i Kommuneplan 2009-2021 jf. figur 12. Med et atomdeponi i Skive Vest vil boligsalget og nybyggeriet i nærområdet stoppe. Allerede nu melder ejendomsmæglerne om tilbageholdenhed blot på grund af planerne om et atomaffaldsdepot.



Figur 13 Visions- og udviklingskort fra strategi for Lokalpark Flyndersø - Sdr. Lem Vig

Under indsatsområdet "Et landskab i forandring" beskrives et større pilotprojekt i den sydlige del af kommunen (inklusive område 21 - Skive Vest) under titlen: "Lokalpark Flynder Sø - Sdr. Lem Vig". Området strækker sig i et bælte fra Venø Bugt i vest indover Sønder Lem Vig, Gammel Rønbjerg, Flyndersø til Karup Ådal i øst, er karakteriseret ved sine unikke natur- og landskabsværdier.

Indenfor området findes der tre internationalt vigtige naturbeskyttelsesområder: Sønder Lem Vig, Flyndersø og Karup Ådal (Natura2000 habitatområder) foruden en stor andel af skov, krat og plantage i de mellemliggende områder. På grund af disse unikke kvaliteter har der fra flere sider længe været et ønske om at skabe bedre sammenhæng og udnytte mulighederne for udvikling af natur og friluftsliv i Flyndersø-Sønder Lem Vig området til glæde for både Skive Kommunes befolkning og besøgende udefra.

I figur 13 viser de gule områder udviklingsområder. Mål og strategi for området mellem Rønbjerg og Skive er endnu ikke udviklet, mens målet ved Bustrup er naturgenopretning. Det grå område er skov-hede mosaik landskab, hvor målet er bevarelse, pleje og genopretning. Det grønne område er Karup Ådal, hvor målet er bevarelse, pleje og genopretning. Lyseblåt område er Sønder Lem Vig lavningen, hvor målet er bevarelse, pleje og genopretning. Sidst men ikke mindst udgør mørkeblåt område, hvor område 21 er udpeget, et nordligt randområde kendetegnet ved gode jorder og landsbybebyggelse, hvor målet for landsbyernes udvikling og relationer til lokalparken, hvor flere af byerne har en vigtig servicefunktion i forhold til Lokalparken.

Muligheden for at starte arbejdet med Flyndersø-Sønder Lem Vig-området som lokalpark og et sammenhængende landskab startede i 2009 i forbindelse med Friluftsrådets satsning "Danske Naturparker". Naturparkerne var tænkt som en måde at honorere de mange lokale tiltag rundt om i landet, der ikke opnåede status af nationalpark samt en måde at etablere en fastdefineret

certificering af naturområder. Med fokus på landskabelig sammenhæng, naturrigdom og kulturhistorisk værdi, blev der fra 2010-12 under vejledning fra Friluftsrådet og eksterne fagfolk gennemført en 3-årig pilotfase.

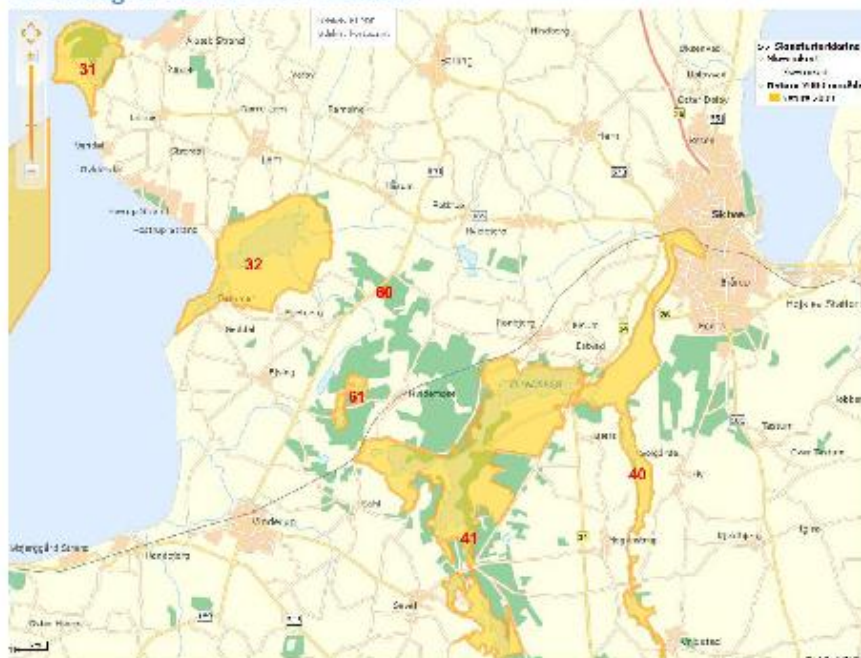
Mulighederne for at arbejde med Flyndersø-Sønder Lem Vig-området som lokalpark blev yderligere forbedret i 2010, hvor Skive Kommune indgik i projektet DIAPLAN. DIAPLAN står for: Integrerede og dialogbaserede planprojekter i det danske kulturlandskab og er et samarbejdsprojekt ledet af Skov & Landskab, Københavns Universitet og medfinansieret af Realdania, Friluftsrådet, Videncentret for landbrug og Syddansk Universitet.

Målet med projektet er - gennem delprojekter - at arbejde med naturgrundlaget og landskabets forandring gennem en dialogbaseret planlægning, samt at bruge naturen og landskabet som potentiale og løftestang for udviklingen i området. Hvor nationalparker er formet fra centralt hold, er formålet med Lokalpark Flynder Sø – Sdr. Lem Vig at opnå tilsvarende udvikling men skabt på fundamentet af de lokale kræfter.

Placeres et atomaffaldsdepot i den nordlige ende af lokalparken, vil arbejdet med dette udviklingsprojekt formentlig være spildt.

Øvrige forhold med relevans for en depotplacering i Skive Vest

Afvanding til Natura 2000-områder



Figur 14 Habitatområder nær Skive Vest

Som beskrevet i forrige afsnit ligger område 21- Skive Vest tæt på flere Natura 2000-habitatområder. Såfremt Staten beslutter at etablere et slutdepot for radioaktivt affald i Skive Vest, vil der, når depotet bliver utæt, ske en afstrømning til et eller to af disse områder:

- Habitatområde 32 – Sønderlem Vig og Geddal strandene, hvor bl.a. odder ligger til grund for udpegningen
- Habitatområde 40 – Skive Å, hvor bl.a. grøn køllegræs, flodlampret og odder ligger til grund for udpegningen

En af hjørnestenene i Natura 2000-beskyttelsen er, at myndighederne i deres administration ikke gennemfører planer, projekter eller lignende, der kan skade de arter og naturtyper, som områderne er udpeget for at beskytte. Dette gælder uanset om kilden til påvirkningen er beliggende inde eller uden for det udpegede område.

Habitatdirektivets artikel 6.3 siger:

"Alle planer eller projekter, der ikke er direkte forbundet med eller nødvendige for lokalitetens forvaltning, men som i sig selv eller i forbindelse med andre planer og projekter kan påvirke en sådan lokalitet væsentligt, vurderes med hensyn til deres virkninger på lokaliteten under hensyn til bevaringsmålsætningerne for denne. På baggrund af konklusionerne af vurderingen af virkningerne på lokaliteten, og med forbehold af stk. 4, giver de kompetente nationale

myndigheder først deres tilslutning til en plan eller et projekt, når de har sikret sig, at den/det ikke skader lokalitetens integritet, og når de - hvis det anses for nødvendigt - har hørt offentligheden".

Kommissionens vejledning (Europa-Kommissionen, 2000) siger, at

4.4.1 Udtrykket "væsentlig påvirkning" skal fortolkes objektivt, men skal samtidig ses i sammenhæng med de særlige træk og miljøforhold, der gør sig gældende for det pågældende område.

4.4.3 Konsekvensvurderingen skal afdække og belyse om aktiviteten i sammenhæng med andre planer og projekter kan indebære kumulative effekter.

4.5.2: Konsekvensvurderingen skal foretages i forhold til bevaringsmålsætningerne for området, dvs. herunder en vurdering rettet mod alle relevante dele af udpegningsgrundlaget, jf. 4.5.3.

4.6.2 Det anføres ikke, hvornår det er nødvendigt at høre offentligheden, men behovet for høring af offentligheden skal ses i lyset af Århus konventionen og direktiv 85/337/EØF.

4.6.3 Konsekvensvurderingen skal sikre en afklaring af, hvorvidt lokalitetens integritet lider skade. Lokalitetens integritet skal forstås i sammenhæng med indvirkningen på områdets udpegningsgrundlag på kort og lang sigt, herunder muligheden for at sikre eller genoprette en gunstig bevaringsstatus.

Kommissionens vejledning (Europa-Kommissionen, 2001) siger desuden, at

3.1.1 forsigtighedsprincippet skal lægges til grund for beslutninger vedrørende muligheden for at meddele tilladelse til en plan eller et projekt.

3.1.3 kumulative effekter i form af andre planer og projekter samt andre kilder i det omgivende miljø skal indgå i beslutningsgrundlaget ("any other sources in the existing environment").

3.1.5 i overvejelserne om konsekvensernes "væsentlighed" skal indgå det relative tab af naturtyper samt tidshorisonten for eventuel genskabelse.

3.2.1 det er den ansvarlige myndigheds ansvar at sikre en passende konsekvensvurdering. Processen indebærer indsamling og vurderinger af information fra mange kilder, herunder bl.a. NGO'er

Beskyttelsen er sikret på EU-niveau gennem tiltrædelsen af Habitatdirektivet. Et projekts eventuelle påvirkning af et Natura 2000-område kan derfor påklages til EU-Kommissionen og i sidste ende indbringes for EU domstolene.

Andet

Fund af sjældne planter

Forekomsten af beskyttede diger

Forekomsten af beskyttede naturtyper

Forekomst af skovbyggelinjer

Forekomst af sø- og åbeskyttelseslinjer

Forekomst af fredskov

Arealreservation til statsvej

El- og naturgasledning

myndigheder først deres tilslutning til en plan eller et projekt, når de har sikret sig, at den/det ikke skader lokalitetens integritet, og når de - hvis det anses for nødvendigt - har hørt offentligheden".

Kommissionens vejledning (Europa-Kommissionen, 2000) siger, at

4.4.1 Udtrykket "væsentlig påvirkning" skal fortolkes objektivt, men skal samtidig ses i sammenhæng med de særlige træk og miljøforhold, der gør sig gældende for det pågældende område.

4.4.3 Konsekvensvurderingen skal afdække og belyse om aktiviteten i sammenhæng med andre planer og projekter kan indebære kumulative effekter.

4.5.2: Konsekvensvurderingen skal foretages i forhold til bevaringsmålsætningerne for området, dvs. herunder en vurdering rettet mod alle relevante dele af udpegningsgrundlaget, jf. 4.5.3.

4.6.2 Det anføres ikke, hvornår det er nødvendigt at høre offentligheden, men behovet for høring af offentligheden skal ses i lyset af Århus konventionen og direktiv 85/337/EØF.

4.6.3 Konsekvensvurderingen skal sikre en afklaring af, hvorvidt lokalitetens integritet lider skade. Lokalitetens integritet skal forstås i sammenhæng med indvirkningen på områdets udpegningsgrundlag på kort og lang sigt, herunder muligheden for at sikre eller genoprette en gunstig bevaringsstatus.

Kommissionens vejledning (Europa-Kommissionen, 2001) siger desuden, at

3.1.1 forsigtighedsprincippet skal lægges til grund for beslutninger vedrørende muligheden for at meddele tilladelse til en plan eller et projekt.

3.1.3 kumulative effekter i form af andre planer og projekter samt andre kilder i det omgivende miljø skal indgå i beslutningsgrundlaget ("any other sources in the existing environment").

3.1.5 i overvejelserne om konsekvensernes "væsentlighed" skal indgå det relative tab af naturtyper samt tidshorisonten for eventuel genskabelse.

3.2.1 det er den ansvarlige myndigheds ansvar at sikre en passende konsekvensvurdering. Processen indebærer indsamling og vurderinger af information fra mange kilder, herunder bl.a. NGO'er

Beskyttelsen er sikret på EU-niveau gennem tiltrædelsen af Habitatdirektivet. Et projekts eventuelle påvirkning af et Natura 2000-område kan derfor påklages til EU-Kommissionen og i sidste ende indbringes for EU domstolene.

Andet

Fund af sjældne planter

Forekomsten af beskyttede diger

Forekomsten af beskyttede naturtyper

Forekomst af skovbyggelinjer

Forekomst af sø- og åbeskyttelseslinjer

Forekomst af fredskov

Arealreservation til statsvej

El- og naturgasledning

Udpegnig af skovrejsningsområde

Tilstedeværelsen af særlige beskyttelsesområder

Udpegnig af potentielt vådområde



Referencer

Europa-Kommissionen (2000); Guidance document: Managing Natura 2000 sites, http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/provision_of_art6_d_a.pdf

Europa-Kommissionen (2001); Assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites, http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/natura_2000_assess_en.pdf

Kristensen, I. K. (2005); Hvidbjerg og Mønsted- landsbyer med rødder i vikingetid og tidlig middelalder. Skivebogen 2005, s. 105-117

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.

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

Boringer og boringslogs

Udførte Boringer:

DGU nr. 55.1228

DGU nr. 55.1229

Boringer

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

Borehulslogs

Beskrivelse af de anvendte borehulslogs (Per Rasmussen, GEUS):

Der er udført borehulslogging i én ny boring (DGU nr. 55.1228) 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 boringen. Ved undersøgelserne er der fokuseret på borehulslogs der giver information om de geologiske forhold. Logging-programmet har omfattet følgende logs: Naturlig gammastråling, resistivitet, lydhastighed 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.

Resistivitet

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

Lydhastighed

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

Fluid Ledningsevne

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

Tabel 1. Typer af borehulslogs udført i boringen ved Skive Vest.

Lokalitet	Boringsnummer (DGU nr.)	Naturlig gamma	Lydhastighed	Fluid Ledningsevne (under pumping)
Skive vest	55.1228	X	X	X



BORERAPPORT

DGU arkivnr: 55. 1228

Borested : Hvidbjerg Skole
7880 Spøttrup

Kommune : Skive
Region : Midtjylland

Boringsdato : Boringsdybde : 51 meter

Terrænkote : 27.08 meter o. DNN

Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev

Prøver

MOB-nr :

- modtaget : 30/11 2012 antal : 51

BB-journr :

- beskrevet : 5/12 2012 af : PG

BB-bomr :

- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab

Kortblad : 1115 INØ

Datum : EUREF89

Anvendelse :

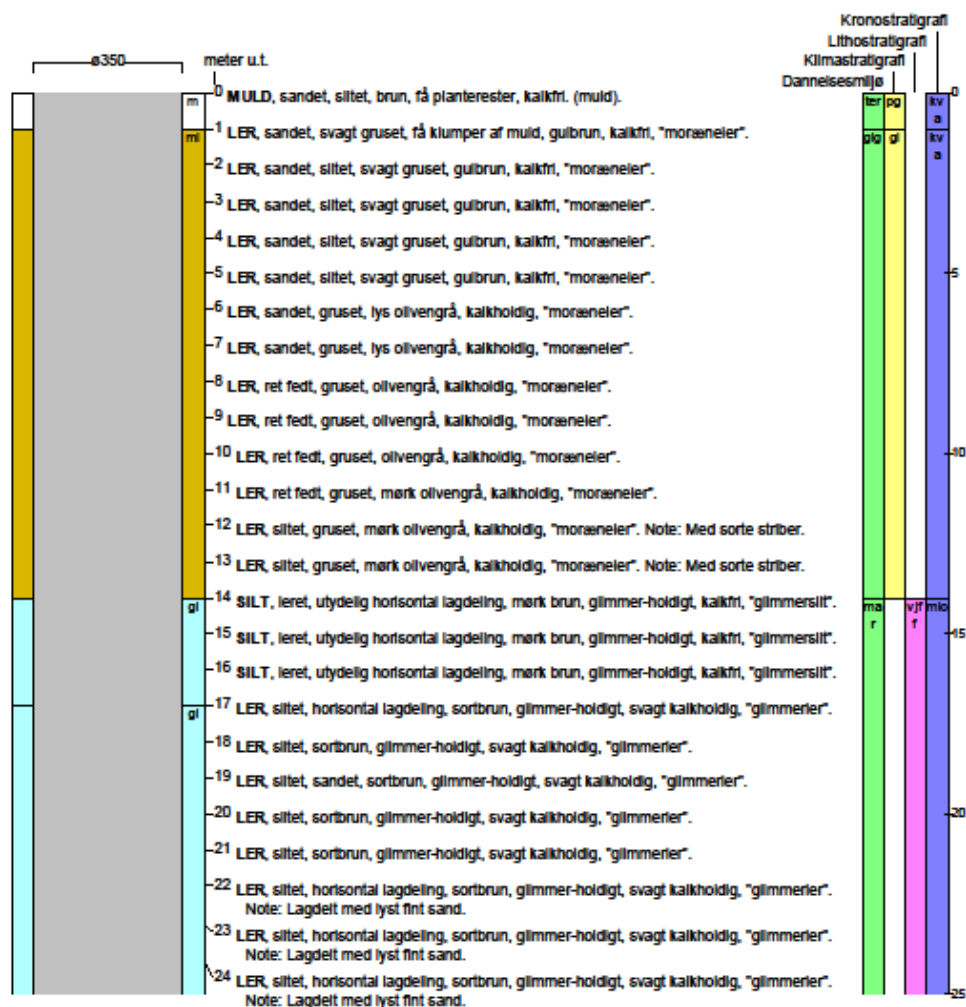
UTM-zone : 32

Koordinatkilde : Brøndborer

Boremetode : Lufthæve

UTM-koord. : 494853, 6269852

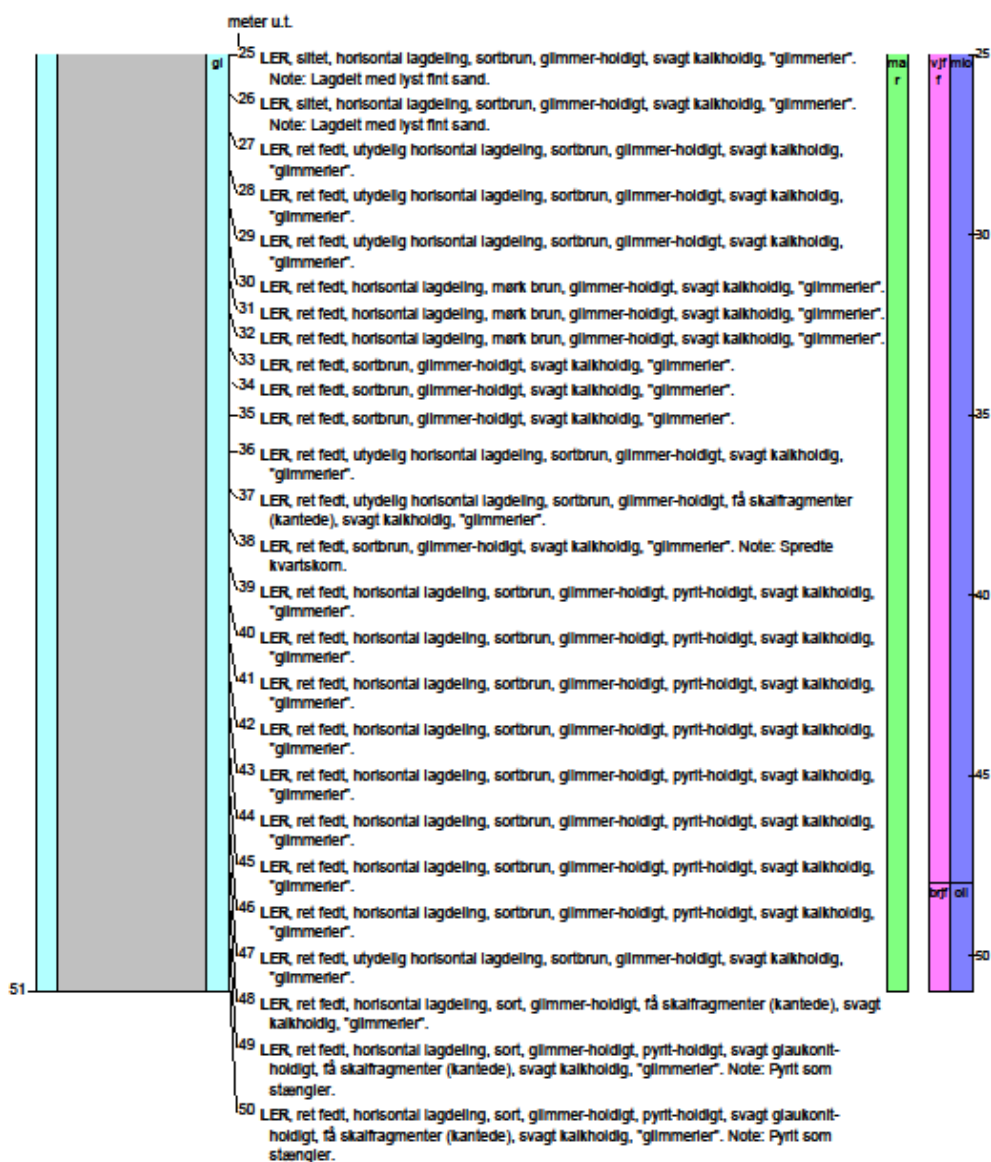
Koordinatmetode :



fortsættes...

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 55. 1228



fortsættes..

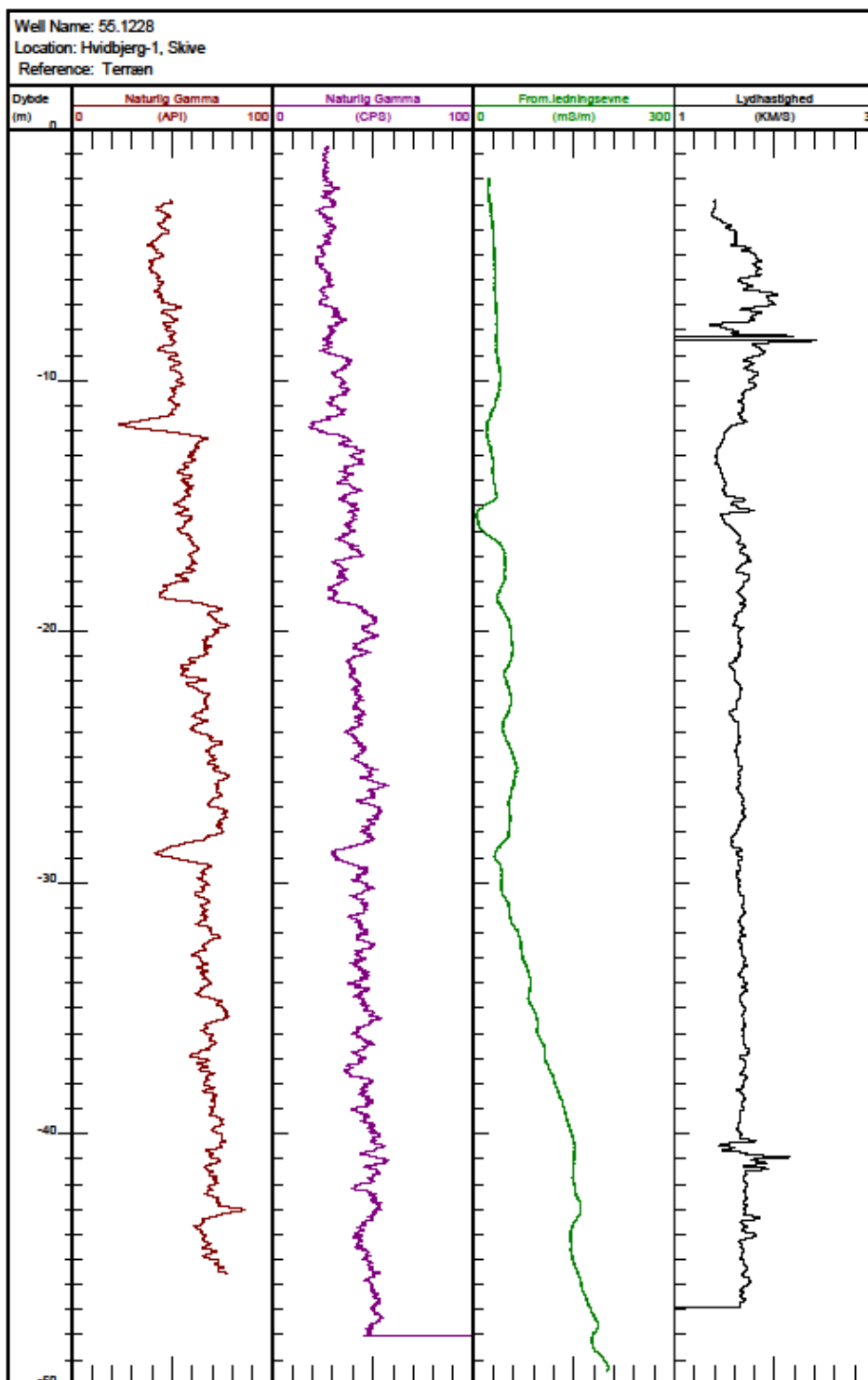


BORERAPPORT

DGU arkivnr: 55. 1228

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

meter u.t.		
0	- 1	terrigen - postglacial - kvartær/holocæn
1	- 14	glacigen - glacial - kvartær
14	- 48	marin - miocæn (vejle fjord formation)
48	- 51	marin - oligocæn (brejning formation)





BORERAPPORT

DGU arkivnr: 55. 1229

Borested : Ved Kløvermarken, Hvidbjerg
7880 Spøttrup
Hvidbjerg v. Skive B2

Kommune : Skive
Region : Midtjylland

Boringsdato : Boredybde : 50 meter Terrænkote : 20,74 meter o. DNN

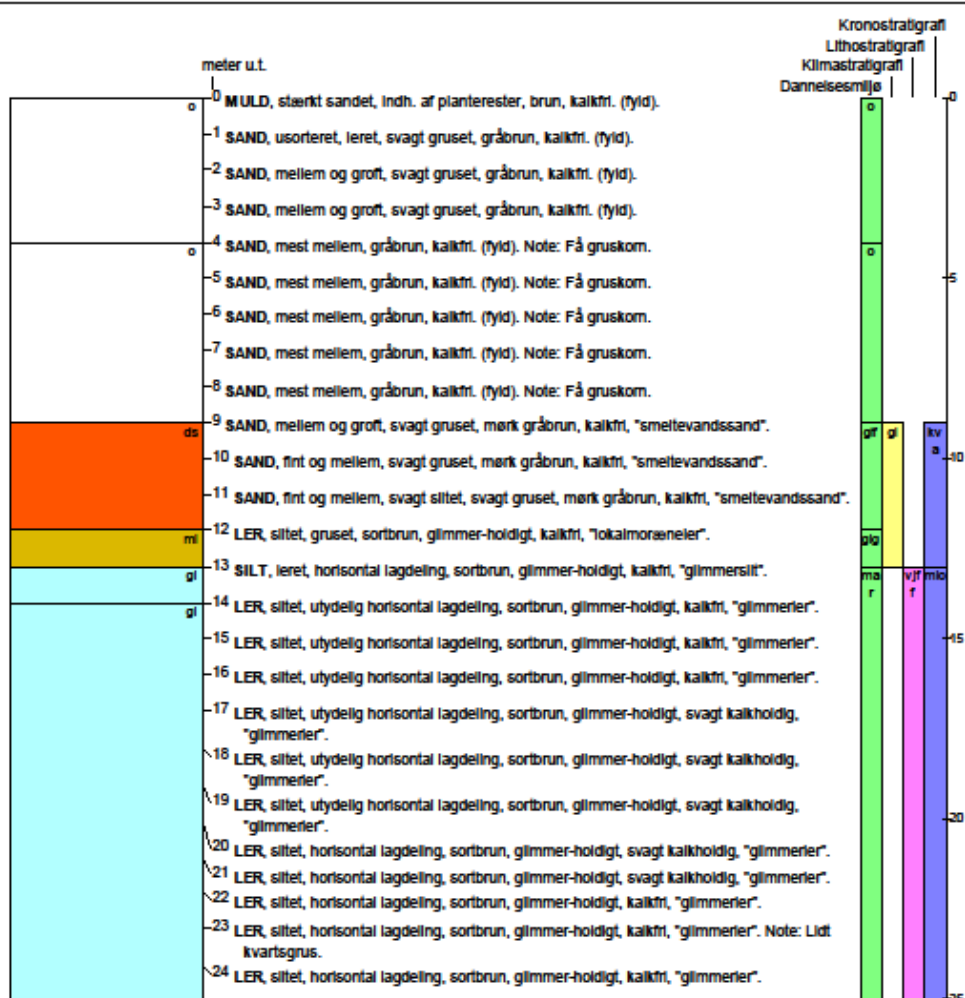
Brøndborer : Poul Christiansen, Højslev
MOB-nr :
BB-journr :
BB-bomr : B2

Prøver
- modtaget : 7/12 2012 antal : 50
- beskrevet : 11/12 2012 af : PG
- antal gemt : 0

Formål : Undersøg./videnskab
Anvendelse :
Boremetode :

Kortblad : 1115 INØ
UTM-zone : 32
UTM-koord. : 495988, 6269050

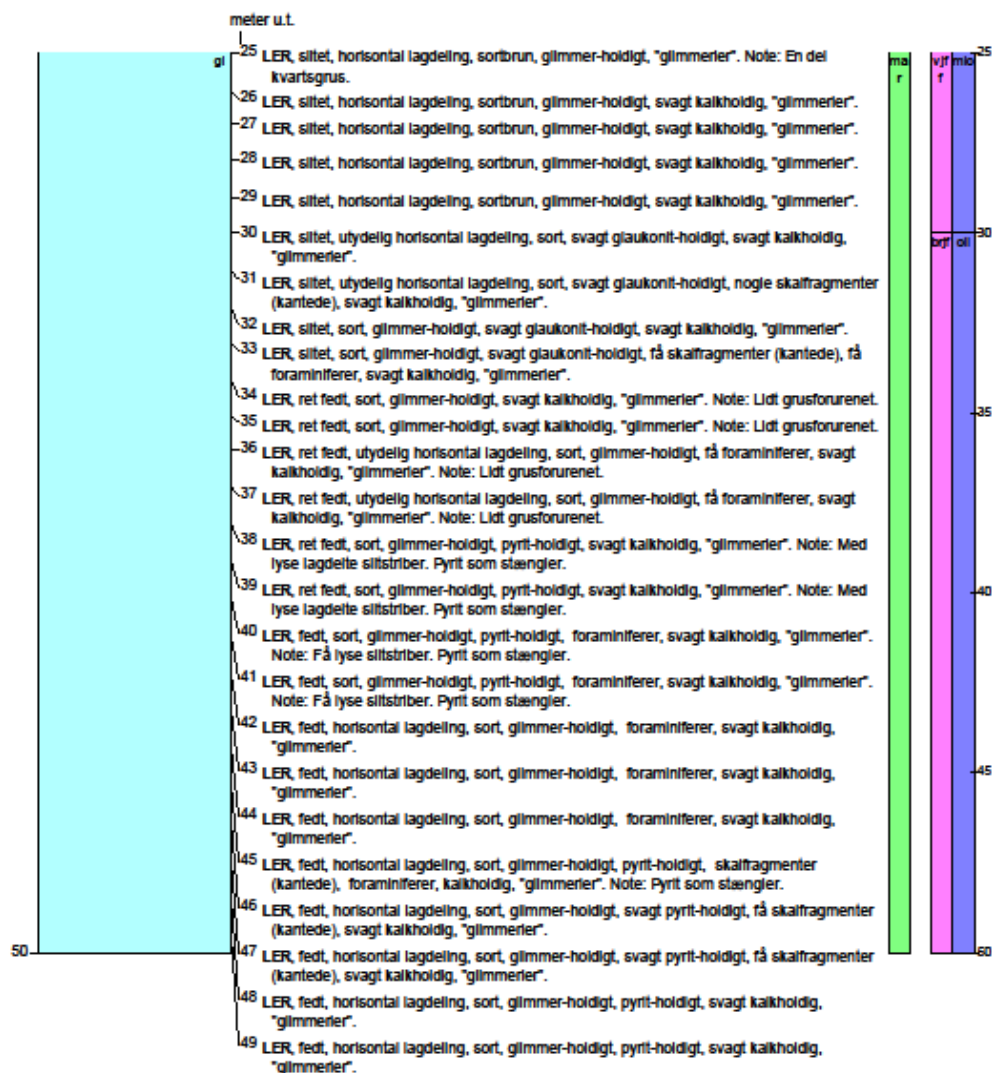
Datum : EUREF89
Koordinatkilde : Brøndborer
Koordinatmetode :



fortsættes...

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 55. 1229



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

meter u.t.		
0	-	4 fyld
4	-	9 ant. fyld
9	-	12 glaciofluvial - glacial - kvartær
12	-	13 glacigen - glacial - kvartær
13	-	30 marin - miocæn (vejle fjord formation)
30	-	50 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		Jupitor-boringer, GEUS JUPITOR
Natura2000		
EF-fuglebeskyttelsesområder		Dansk Miljøportal
EF- habitat		Dansk Miljøportal
Ramsarområder		Dansk Miljøportal
Femern område		
Reservationsområde		Fra www.femern.dk, Anlægsfasen

12.4 Bilag D

Udarbejdet af Naturstyrelsen, 2012

Beskrivelse vedr. Deponering af radioaktivt affald fra Risø Område 21 - Skive vest Limfjorden

<i>Bindinger i området</i>	<i>Binding</i>	<i>Notat</i>
Areal		
Område 21	2.003	Hektar
Fredninger		
Fortidsminder	4	
Fredede områder	Ja	1 mindre område.
Statsfredning	Ja	Flere mindre arealer.
Fredsskov	Nej	
Planlægning		
Lokalplan	Ja	Flere mindre arealer har planlagt anvendelse.
Kommuneplan Rammer	Ja	Flere mindre arealer har planlagt anvendelse.
Statsejede områder		
Statsejede områder	Ja	Flere mindre arealer har planlagt anvendelse.
Tekniske anlæg		
Vindmøller	6	
Højspænding	Ja	
Gastransmissionsnet	Nej	
Geologi		
Råstofområder	Nej	
Jordforurening		
Jordforurening V1	Ja	Flere mindre arealer.
Jordforurening V2	Nej	
Affaldsdepoter	Nej	
Drikkevandsinteresser		
Særlige	Nej	
Almindelig	Ja	Et større areal.
Begrænsede	Ja	Et mindre areal.
Vandforsyningsboring	7	
Natura2000		
EF-fuglebeskyttelsesområder	Nej	
EF-habitat	Nej	
Ramsarområder	Nej	

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

Øster Voldgade 10
DK-1350 København K
Danmark / Denmark

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

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