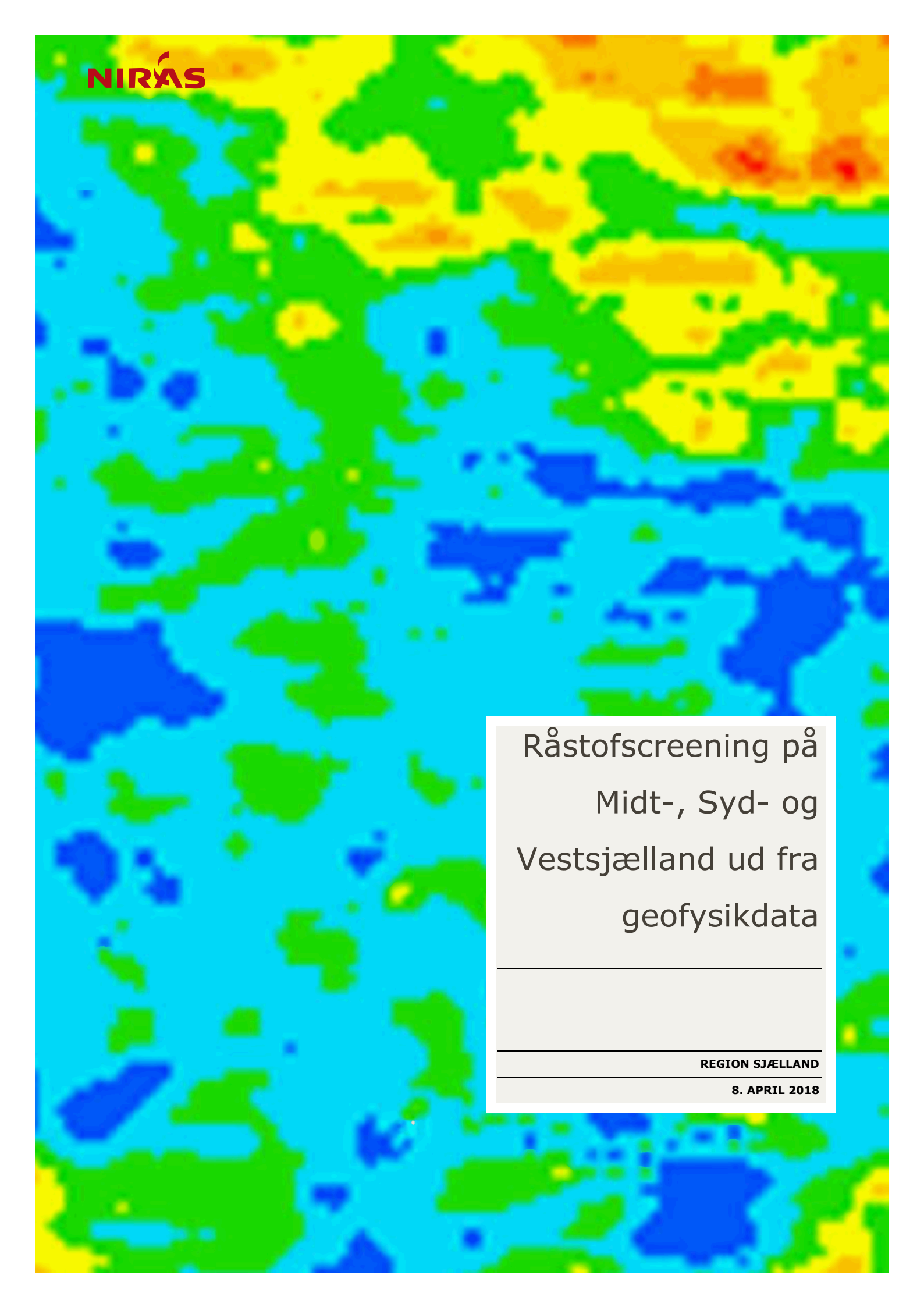


The background of the entire page is a geophysical map of Denmark. The map uses a color scale where blue represents lower values, green represents intermediate values, and yellow and red represent higher values. The landmasses of Denmark are clearly visible against the surrounding water areas, which are predominantly blue.

Råstofscreening på Midt-, Syd- og Vestsjælland ud fra geofysikdata

REGION SJÆLLAND

8. APRIL 2018

Indhold

1	Indledning	3
2	Geofysiksscreening	5
2.1	PACES	5
2.2	MEP	6
2.3	TEM	8
2.4	SkyTEM	8
3	Konklusion	10
3.1	Geofysiksscreening	10
3.2	Skalstrup	13
4	Referencer	14

Projekt nr.: 229541

Udarbejdet af GLA, KIAG

Kontrolleret af GHW

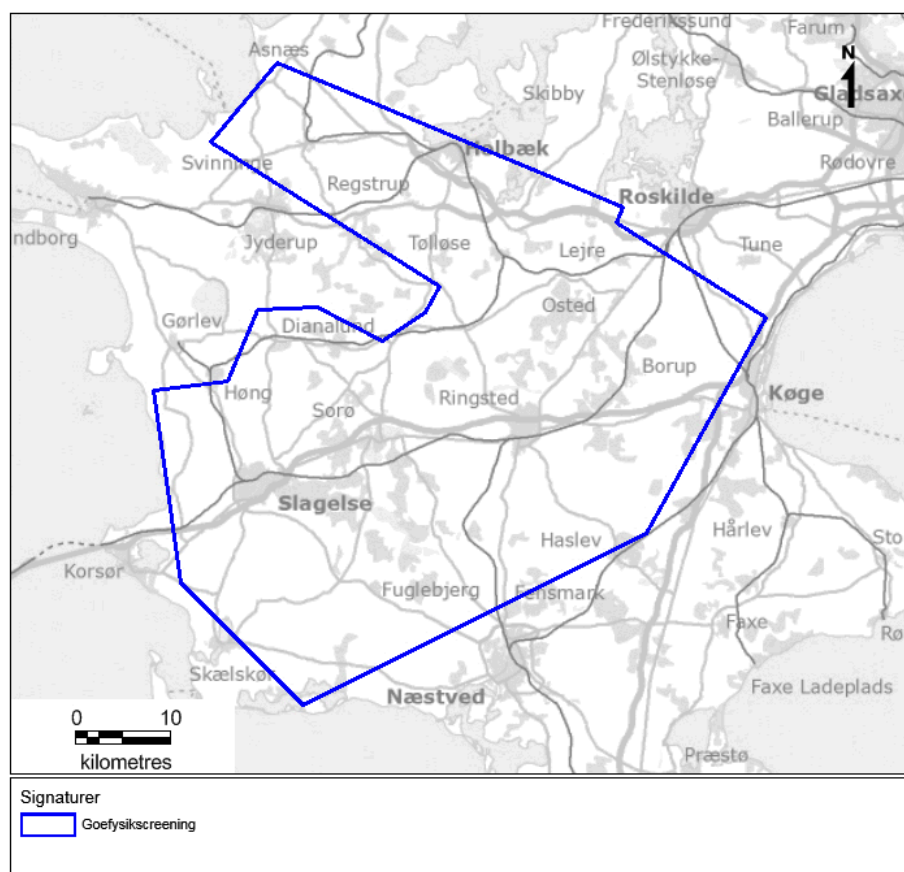
Godkendt af GLA

1 Indledning

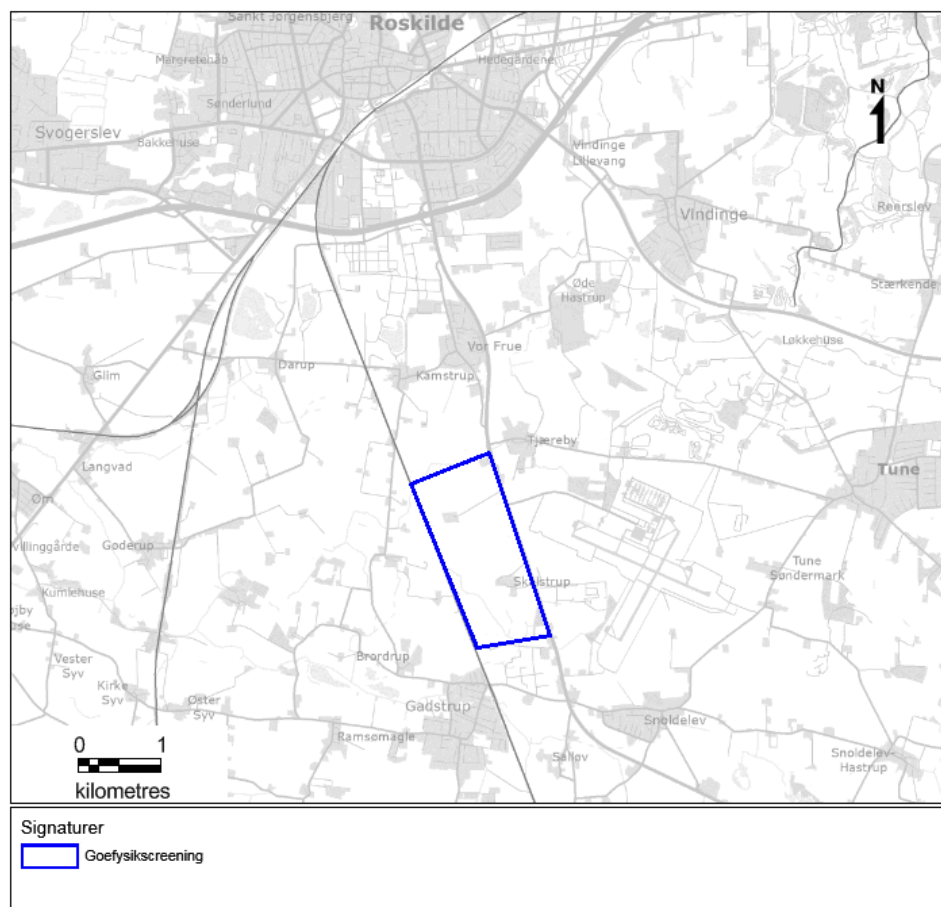
Region Sjælland har bedt NIRAS gennemgå GERDA-databasen for alle geofysiske målinger på Midt- Syd- og Vestsjælland med hensyn til lokalisering af potentielle arealer for råstofindvinding af sand, grus og sten /1/.

Figur 1.1 viser området for geofysiksscreening, der i denne rapport kaldes "kortlægningsområdet".

Figur 1.2 viser et område ved Skalsstrup ca. 3 km syd for Roskilde, hvor Region Sjælland ønsker særlig opmærksomhed på i forhold til geofysiksscreeningen. En del af det markerede område er tidligere af en lodsejer blevet foreslået udlagt som graveområde. Regionen har foreslået lodsejer og dennes landinspektør at få udført borer med henblik på at kunne dokumentere en råstofforekomst (MØLBAK Landinspektør A/S). Området er på 2,1 km² (205,5 ha).



Figur 1.1: Område hvor der gennemgås geofysiske data i GERDA databasen, med henblik på råstofscreening for sand, grus og sten.



Figur 1.2: Skalsstrup kortlægningsområde, hvor geofysikscreeningen gives særlig opmærksomhed mht. om der er sand, grus og sten.

2 Geofysiksscreening

Der er fra GERDA udvalgt de data indsamlet med de geofysiske metoder PACES, MEP og SkyTEM, der alle er gode til at bestemme råstof- og overjordslags tykkelse, dybde og lithologi. Desuden er også valgt at bruge TEM, der dog kun er understøttende til de andre metoder, da metoden er ringe til at bestemme terrænnære lag. Som hovedregel er der defineret høje modstande, dvs. omtrent over 80 ohmm (Ωm), som sand, grus og sten, og lave modstande herunder som silt og ler. Kalk/kridt/mergel/grønsand med ferskvand har også høje modstande og vil derfor blive sammenholdt med andre data, f.eks. vandkemi. Plastisk ler og andre tertiære lerede formationer har meget lave modstande, omkring 5 Ωm . Se f.eks. /2/ og /3/ for eksempler og uddybning.

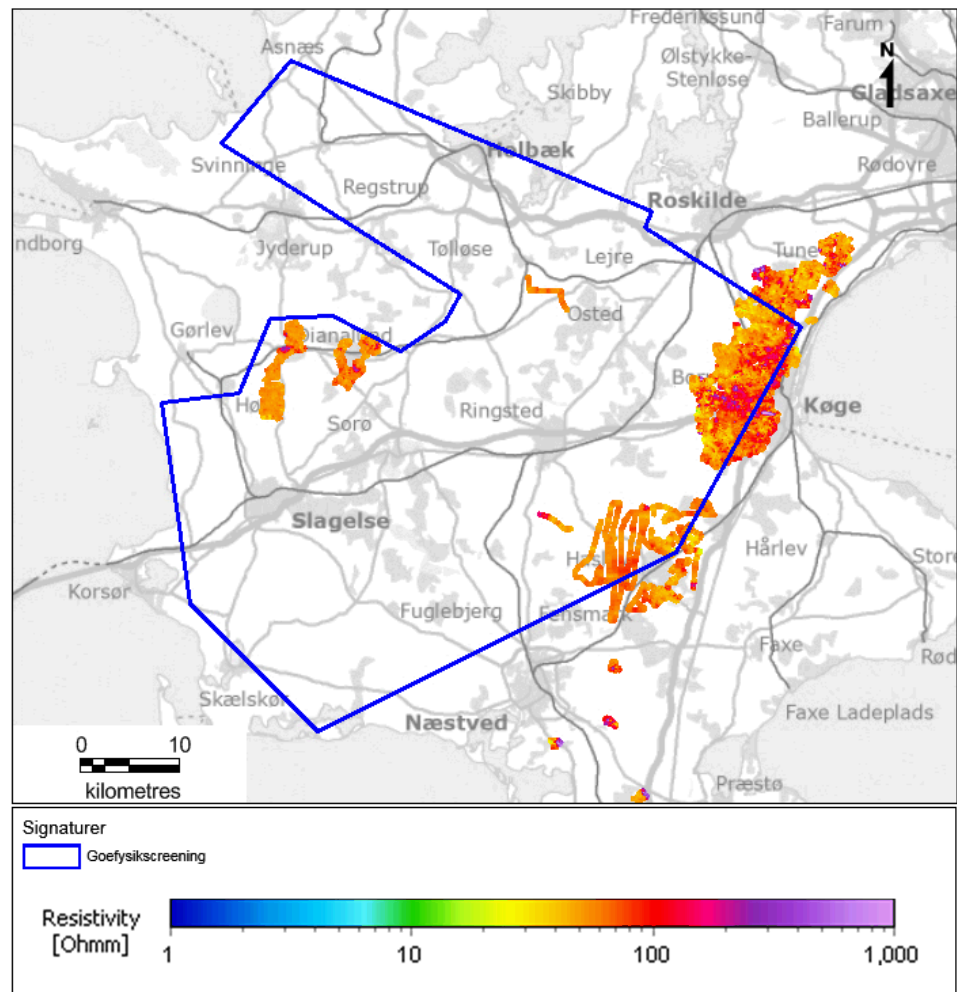
2.1 PACES

PACES er en landbaseret slæbegeoelektrisk metode (Pulled Array Continuous Electrical Sounding). Ved at trække et målekabel over jorden kombineres profilering og sondering, så man måler jordens modstand både i fladen og dybden i 8 intervaller ned til ca. 20 meter under terræn. PACES kaldes derfor også 8-kanals slæbegeoelektrik, til forskel på den gamle 3-kanals slæbegeoelektrik, PACEP. En række elektroder slæbes hen over jorden af et lille trækketøj, og der sendes strøm gennem et elektrodepar, mens potentialet måles samtidigt over en række elektrodepar. Derved bliver der 1,5 meter mellem datamålepunkterne. Se f.eks. www.geus.dk/DK/data-aps/gerda/documentation/techn_instruc/Sider.

Der er i oktober 2017 udtrukket data fra GERDA databasen og lavet middelmodstandskort for følgende dybdeintervaller under terræn: 0-5 m, 5-10 m, 10-15 m og 15-20 m.

På Figur 2.1 ses PACES for middelmodstand i dybden 5-10 meter under terræn, som illustrativt eksempel. Der er fundet følgende områder med høje modstande:

- Ved Køge Bugt ses høje modstande fra terræn til 20 meters dybde. Det er tolket som ferskvand i områdets højtliggende lag af Danien Kalk og skrivekridt.
- Enkelte områder med høje modstande ses i målelinjer omkring Haslev på Sydsjælland.
- Syd for Dianalund på Vestsjælland er der 3 små områder med høje modstande; alle områder ca. 14 km nord for Slagelse.
- Ved Skalsstrup, der er området som der skulle særlig fokus på, er der ingen PACES.



Figur 2.1: Middelmodstandskort 5-10 meter under terræn for PACES. Fra GERDA.

2.2 MEP

MEP er en landbaseret elektrisk metode (Multi Elektrode Profilering), der måler langs profiler så man måler jordens modstand både i fladen (linjen) og dybden. MEP har god nøjagtighed både terrænnært og i dybden. En lang række elektroder opstilles på linje med ens indbyrdes afstand. Alle elektroder forbindes via kabeller til måleinstrumentet

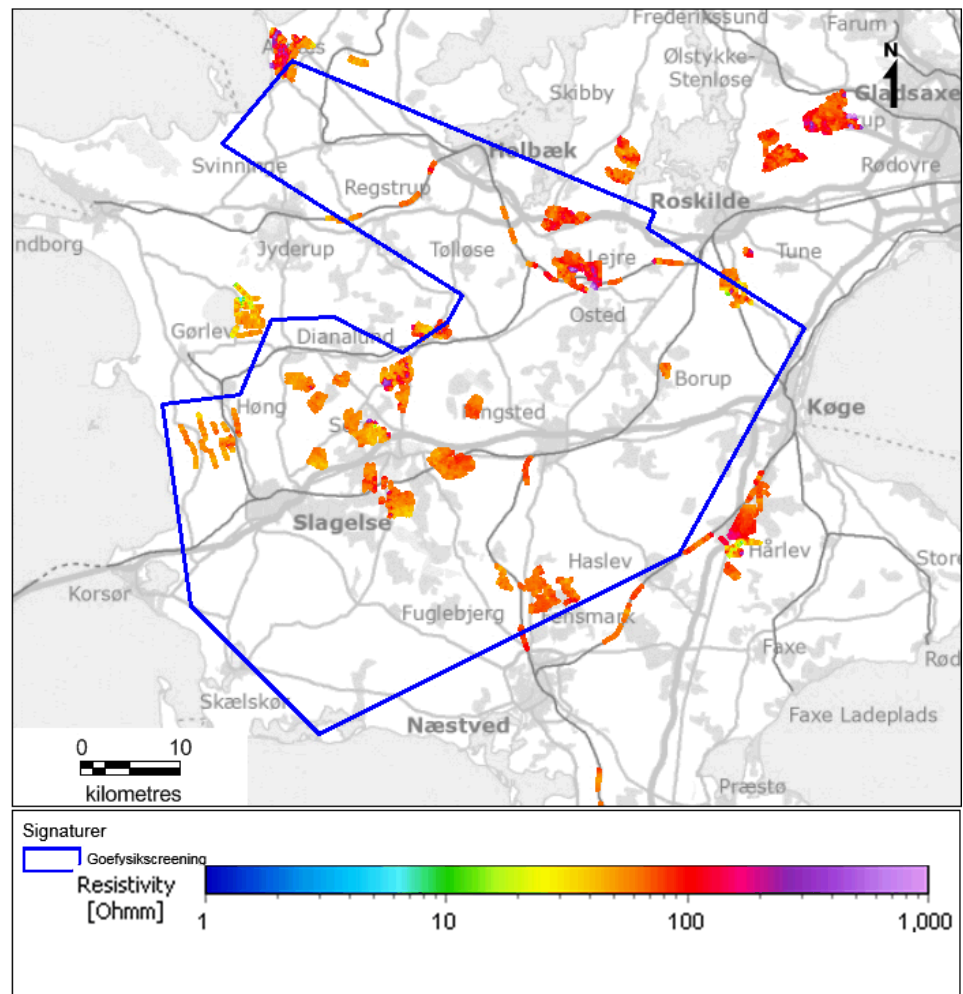
Se f.eks. www.geus.dk/DK/data-aps/gerda/documentation/techn_instruc/Sider

Der er i oktober 2017 udtrukket data fra GERDA databasen, og lavet middelmodstandskort for følgende dybdeintervaller under terræn: 0-5 m, 5-10 m, 10-15 m, 15-20 m, 20-25 og 25-30 m.

På Figur 2.2 ses MEP for middelmodstand i dybden 10-15 meter under terræn, som illustrativt eksempel. Det er både data fra fålagsmodeller og mangelagsmodeller. Der er fundet følgende områder med høje modstande:

- Vest for Fårveje Kirkeby og ca. 6 km vest for Asnæs (ud til Kattegat) er der høje modstande fra terræn til 30 meters dybde. Det er den sydlige del af randmorænestrøget vejrhøjbuene /4/. Området er stærkt tektoniseret, som også anes i det meget spættede mønster for de forskellige middelmodstandskort.

- Syd for Holbæk ses små områder med høje modstande. Mellem Holbæk og Roskilde er der 4 lidt større områder ved Kirke Hvalsø, Tølløse, Grevinge og Gammel Lejre. Mellem Gevinge-Lejre-Svogerslev lige vest for Roskilde er også 7 små områder, der er dårligt afgrænset af enkelte MEP-linjer. Ved Svogerslev er et lidt større område, der også er delvist afgrænset.
- Ved Køge Bugt er de høje modstande tolket som ferskvand i kalk/kridt, ligesom for PACES (se kapitel 2.1).
- 2 mindre områder ses hhv. nordvest og nordøst for Ringsted med høje modstande, defineret af en enkelt MEP-linje.
- I et syd-nord gående strøg mellem Sorø og Stenlille på Vestsjælland er der et højmodstandsområde omkring Munke Bjergby og nordvest for Sorø. Desuden er der pletter med høje modstande syd for Sorø. Nordvest for Stenlille er også mindre højmodstandsområder.
- Syd for Algestrup (sydvest for Køge) ses høje modstande, der er tolket som ferskvand i Danien Kalk.
- MEP ved Skalstrup viser forholdsvis lave modstande i hele intervallet 0-30 meter under terræn, 50-70 Ωm . Hele Skalstrup Kortlægningsområde, se Figur 1.2, er dækket af 3 MEP-linjer, der løber parallelt med områdets længderetning SSV-NNØ, så datadækningen er høj.



Figur 2.2: Middelmodstandskort 10-15 meter under terræn for MEP. Fra GERDA.

2.3 TEM

TEM er en landbaseret elektromagnetiske metode (Transient Elektromagnetisk Sondering), også kaldet TEM40, der måler i punkter. Den har god lagbestemmelse i dybden, især prækvartæroverflader af ler, men er meget usikker i de øverste jordlag, hvor råstofforekomster findes. TEM er en ældre metode, der ofte er afløst af SkyTEM. Man måler, hvorledes resistiviteten varierer med dybden ned til 100 - 150 meter, dog afhængigt af resistivitets- og støjforhold. En 40 X 40 m ledning lægges ud på jorden, og der udsendes og brat afbrydes en strøm gennem ledningen. Derved induceres et elektrisk felt som driver en elektrisk strøm i jorden, der giver et magnetfelt. Strømmen nedad i jorden henfalder, hvilket medfører at magnetfeltet også henfalder og dette henfald måles med en modtagerspole på jordoverfladen.

Se f.eks. www.geus.dk/DK/data-aps/gerda/documentation/techn_instruc/Sider.

Der er i oktober 2017 udtrukket data fra GERDA databasen og lavet middelmålingskort for følgende dybdeintervaller under terræn: 0-10 m, 10-20 m og 20-30 m. Der er fundet følgende områder med høje modstande:

- Høje modstande langs Køge Bugt er som for PACES og MEP tolket som ferskvand i kalk/kridt, se kapitel 2.1 og 2.2.
- Ved Tølløse ses målinger med høje modstande, men punktmålingerne kan ikke afgrænse området.
- Øst og syd for Haslev på Sydsjælland (udenfor kortlægningsområdet) ses målinger med høje modstande, men punktmålingerne kan ikke afgrænse området.
- Ved Skalslev, som er et område der skulle særlig fokus på, er der ingen TEM.

Områderne er ikke vist på kort, da metoden ikke regnes for nøjagtig nok til at bestemme udbredelse, tykkelse og lithologi af terrænnære råstoflag. Dog er ovenstående områder også fundet ved hjælp af de 3 øvrige geofysiske metoder, så TEM kan give en indikation på forekomst af råstoffer.

2.4 SkyTEM

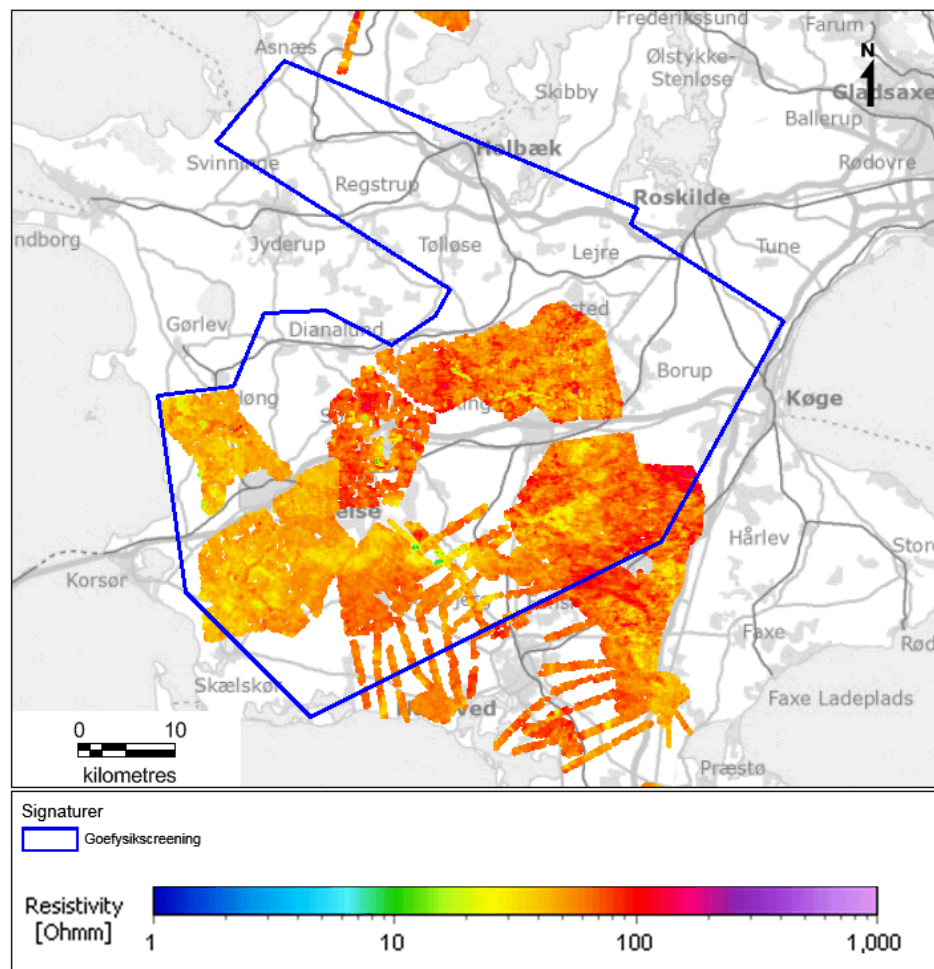
SkyTEM er en elektromagnetisk TEM-metode, der virker som beskrevet under TEM i kapitel 2.3. Men i stedet for landbaseret måling placeres senderspølen og modtagerspølen på en ramme der svæver under en helikopter. Sonderinger optages kontinuert i to sendermomenter langs flyvelinjen, som sikrer at der både er en overfladenær opløsning af jordlagene og stor indtrængning. Derved opnås indtrængningsdybder på omkring 150 m under terræn, men op til 300 m afhængig af de geologiske forhold. Samtidig med dataoptagelsen indsamles navigationsdata, hvor positionen måles med GPS, rammens orientering og flyvehøjden. De første SkyTEM data indsamlet fra 2012 og fremover har bedre opløsning terrænnært, og derfor bedre end ældre SkyTEM data til at kortlægge terrænnære råstoflag.

Se f.eks. www.geus.dk/DK/data-aps/gerda/documentation/techn_instruc/Sider.

Der er i oktober 2017 udtrukket data fra GERDA databasen, og lavet middelmålingskort for følgende dybdeintervaller under terræn: 0-5 m, 5-10 m, 10-15 m og 15-20 m.

På Figur 2.3 ses SkyTEM for middelmåling i dybden 10-15 meter under terræn, som illustrativt eksempel. Det er både data fra fælagsmodeller og mangelfagsmodeller. Der er fundet følgende områder med høje modstande:

- I det syd-nord gående strøg mellem Sorø og Stenlille på Vestsjælland er der et højmodstandsområde omkring Munke Bjerghby og et nordvest for Sorø. Desuden er der pletter med høje modstande nordøst for Sorø. Nordvest for Stenlille er også mindre højmodstandsområder. Der ses også et lille område nordøst for Ringsted.
- Et område med høje modstande 0-10 meter under terræn ses syd for Haslev på Sydsjælland, udenfor kortlægningsområdet. De generelt høje modstande fra Haslev mod Køge tolkes som ferskvand i kalk/kridt ligesom for PACES, MEP og TEM, se kapitel 2.1, 2.2 og 2.3. De optræder typisk på middelmodstandskortene fra 10 meter under terræn og har større udbredelse med dybden. Ifølge Naturstyrelsens afgiftsfinansierede grundvandskortlægning for Ringsted-Suså Kortlægningsområde /4/ er der i dette område 5-25 m lerdæklag over det højtliggende Lellinge Grønsand Fm. og Daniell Kalk.
- Ved Skalsstrup, som er et område der skulle særlig fokus på, er der ingen SkyTEM.

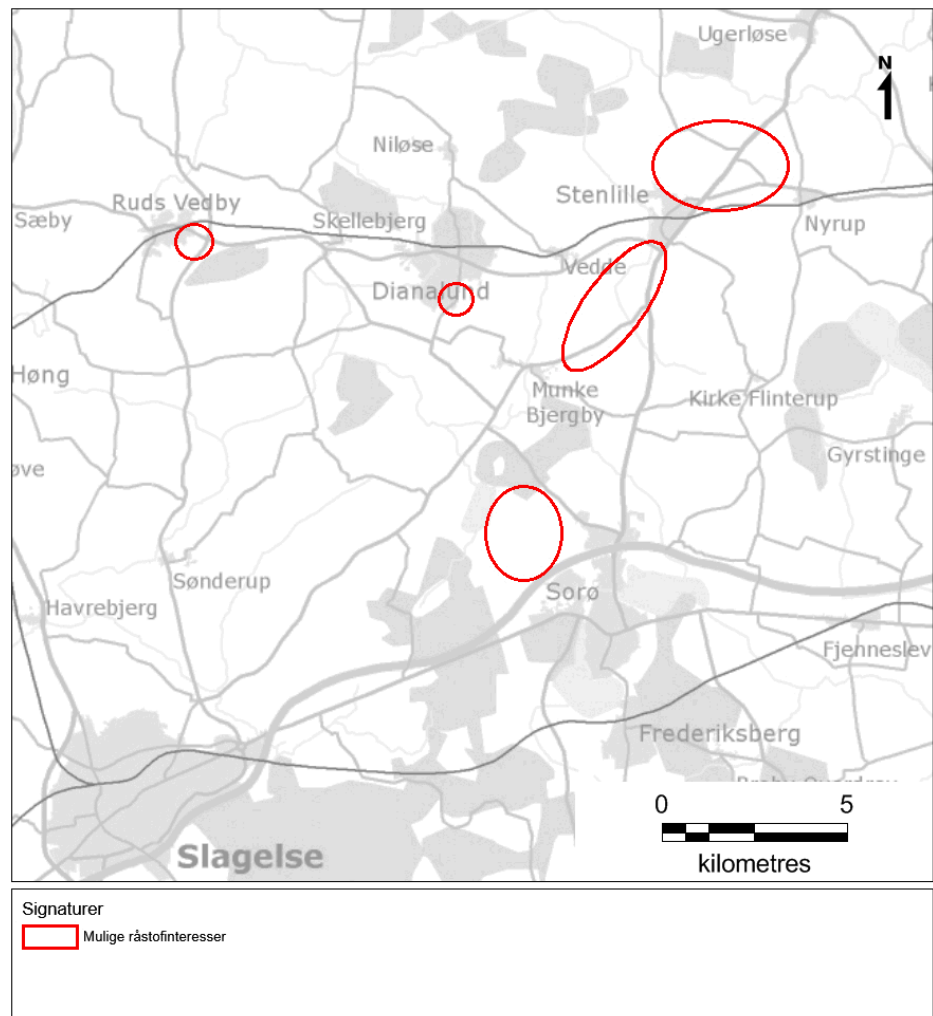


Figur 2.3: Middelmodstandskort 10-15 meter under terræn for SkyTEM. Fra GERDA.

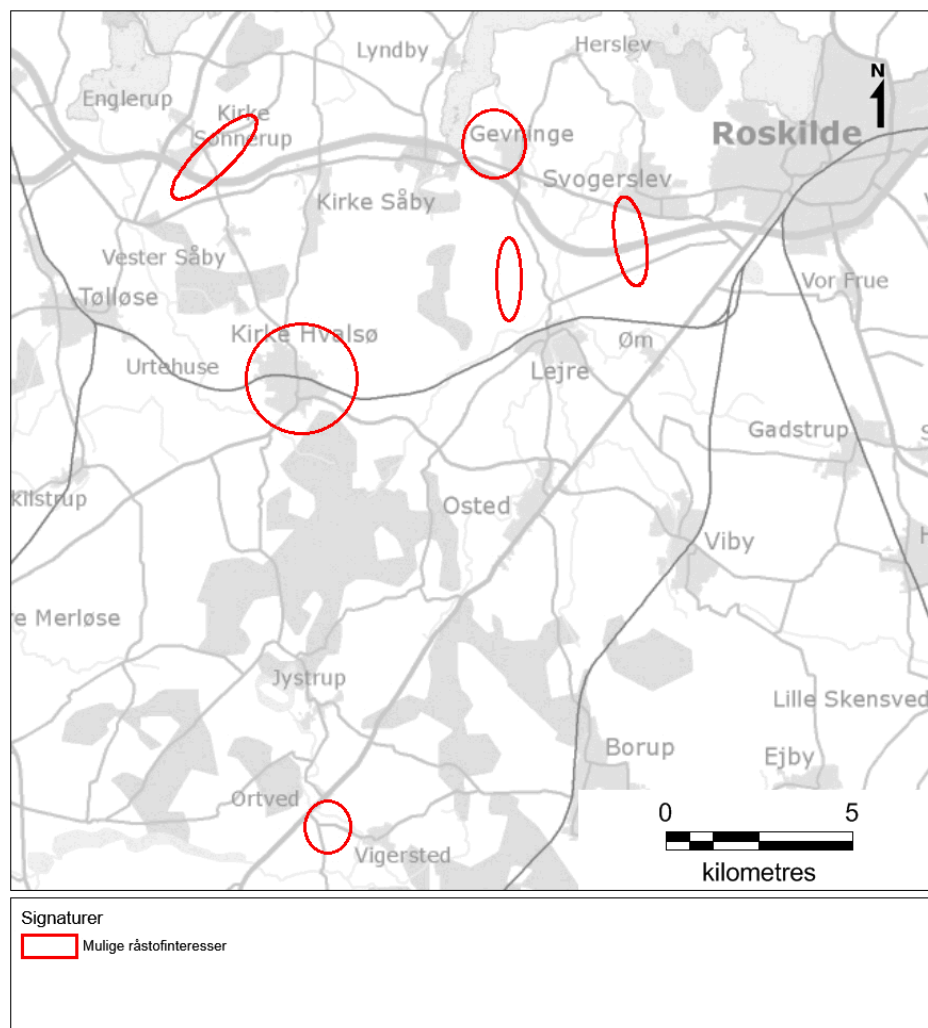
3 Konklusion

3.1 Geofysiksscreening

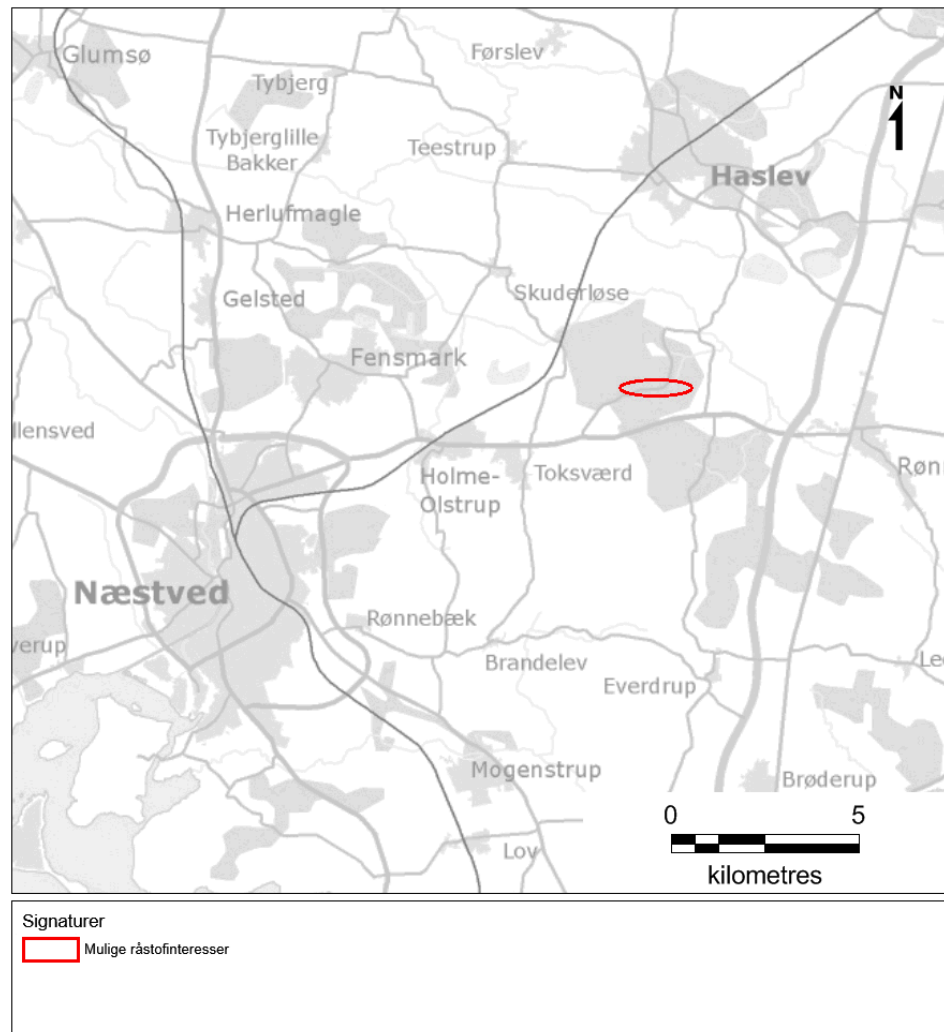
Ved hjælp af tolkning ud fra PACES, MEP, TEM og SkyTEM blev der fundet en række områder med høj modstand, der kunne være tegn på områder med sand, grus og sten. Af disse er de største vægtet, samt de som bekræftes af mere end én geofysisk metode. Figur 3.1-3.3 viser disse udvalgte områder med omtrentlig cirkel/ellipseafgrænsning.



Figur 3.1: Forslag til områder med omtrentlig afgrænsning, hvor der ud fra geofysiske målinger sandsynligvis er råstofferne sand, grus og sten.



Figur 3.2: Forslag til områder med omtrentlig afgrænsning, hvor der ud fra geofysiske målinger sandsynligvis er råstofferne sand, grus og sten.



Figur 3.3: Forslag til områder med omtrentlig afgrænsning, hvor der ud fra geofysiske målinger sandsynligvis er råstofferne sand, grus og sten.

To områder syd for Dianalund i Vestsjælland er meget små, så det er muligt at de af den grund ikke har råstofpotentiale. Der er ifølge Råstofplan 2016 udlagt interesseområder her.

Tre områder nordøst for Sorø ligger i det kendte smeltevandsstrøg Sorø-Stenlille, hvor der i dag indvindes, og hvor der i Råstofplan 2016 er udlagt graveområder og interesseområder.

Der er fem områder mellem Holbæk og Roskilde. De 3 områder ved Roskilde kan være dele af Hedeland Formationens forlængelse mod vest. Der er udlagt graveområde ved det østligste område, og interesseområder i det sydvestligste og nordligste.

Der er et lille område nordøst for Ringsted. Det er udlagt som interesseområde i Råstofplan 2016.

Et lille område ved Fensmark, syd for Haslev på Sydsjælland, er medtaget, selv om det ligger udenfor kortlægningsområdet. Det er udlagt som interesseområde i Råstofplan 2016, men hvis SkyTEM-data er holdbare, skal interesseområdet indskrænkes til kun at omfatte den sydlige 1/3.

Der kan muligvis være andre råstofinteressante områder på Sjælland udenfor kortlægningsområdet, men dataudtræk fra GERDA dækkede ikke disse områder.

Området vest for Fårevejle Kirkeby og vest for Asnæs, udenfor kortlægningsområdet, er ikke medtaget selv om det antagelig har mindst 30 meter råstoffer. Det er en stærkt tektoniseret randmoræne, Vejrhøjbuerne, hvor der forventes at være ler- og sandflager opskudt mellem hinanden. I området er der andre sektorinteresser, f.eks. fredninger og byområder, som vil umuliggøre råstofindvinding.

Kortlægningsområdet, hvor der har været foretaget geofysiksscreening, er på 2.340 km², og den samlede arealdækning med PACES, MEP, TEM og SkyTEM indenfor dette er på omtrent 1.300 km². Det vil sige at der er 1.040 km² eller ca. 45 %, der ikke er dækket af geofysiske målinger og derfor potentielt kunne have rentable råstoflag.

3.2 Skalstrup

Ifølge den forholdsvis høje datadækning med MEP ved Skalstrup, er der forholdsvis lave modstande i hele intervallet 0-30 meter under terræn, 50-70 Ωm, hvilket tolkes som ler. Disse målinger indikerer derfor, at der ikke er råstoffer i kortlægningsområdet.

Boring DGU nr. 206.845 i kortlægningsområdet viser ler til 22,75 meter under terræn, hvorunder der kommer kalk til boringens stop 34 meter under terræn. DGU nr. 206.554 har 15 meter ler, hvorunder der kommer Kerteminde Mergel og kalk. De øvrige borer er ikke undersøgt her, men disse to borer indikerer også, at der ikke er råstoffer i kortlægningsområdet.

4 Referencer

- /1/ NIRAS, 2017: Projektbeskrivelse for "*Kortlægning af 6 regionale graveområder samt geofysikscreening*" af 11. august 2017.
- /2/ Skov- og Naturstyrelsen, 1987: *Geofysik og råstofkortlægning*. Kortlægningsserie 5.
- /3/ GEUS, 2008: *Opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering*. Geo-vejledning 3.
- /4/ Naturstyrelsen, 2015: *Redegørelse for GKO Odsherred*. Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning 2015.
- /5/ Naturstyrelsen, 2013: *Redegørelse for Ringsted-Suså*. Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning 2013 (version 2).