

# Rapportering af Miljøstyrelsens råstofkortlægning i Nordsøen i 2019-2020

Råstofundersøgelser i fokusområde Vestkysten

Steen Lomholt, Lis Allaart, Rasmus Ørnekoil Stenshøj,  
Ole Bennike, Luna Holland Winther &  
Thomas Vangkilde-Pedersen

# Rapportering af Miljøstyrelsens råstofkortlægning i Nordsøen i 2019-2020

Råstofundersøgelser i fokusområde Vestkysten

Miljøstyrelsens råstofundersøgelser i 2019-2020

Steen Lomholt, Lis Allaart, Rasmus Ørnevoll Stenshøj,  
Ole Bennike, Luna Holland Winther & Thomas Vangkilde-Pedersen

## Indhold

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Formål</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Kortlægning og klassifikation af områder</b>	<b>6</b>
3.1	Seismisk tolkning .....	6
3.2	Boringsbeskrivelser og analyser .....	6
3.3	Klassifikation .....	7
3.3.1	Ressourcetype .....	7
3.3.2	Geologisk dannelsstype .....	9
3.3.3	Ressourcesikkerhedsparametre .....	9
3.4	Beskrivelse og vurdering af ressourceområder .....	10
<b>4.</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>11</b>
4.1	Geologisk ramme - Nordsøen .....	11
4.2	Område Vestkysten (VKY) .....	14
4.3	Datagrundlag .....	15
4.4	Råstofkortlægning .....	16
4.5	Geologisk udvikling i område VKY .....	16
4.5.1	Prækvarter .....	16
4.5.2	Saale .....	16
4.5.3	Eem .....	19
4.5.4	Weichsel .....	20
4.5.5	Den senglaciale periode .....	21
4.5.6	Holocæn .....	21
<b>5.</b>	<b>Holocæne ressourcer</b>	<b>24</b>
5.1	Holocæn Marin Sand 1 (HMS 1_1 – 1_5) .....	24
5.1.1	Ressource HMS 1_1 .....	25
5.1.2	Ressource HMS 1_2 .....	27
5.1.3	Ressource HMS 1_3 .....	29
5.1.4	Ressource HMS 1_4 .....	32
5.1.5	Ressource HMS 1_5 .....	34
5.1.6	Anbefaling til undersøgelser af ressource HMS 1_1 – 1_5 .....	37
5.2	Holocæn Marin Grus 1 (HMG 1_1) .....	37
5.2.1	Ressource HMG 1_1 .....	38
5.2.2	Anbefaling til undersøgelser af ressource HMG 1_1 .....	40
5.3	Holocæn Marin Sand 1 (HMS 1a2 – 1f2) .....	41
5.3.1	Ressource HMS 1a2 .....	41
5.3.2	Ressource HMS 1a3 .....	43
5.3.3	Ressource HMS 1a4 .....	45
5.3.4	Ressource HMS 1b .....	46
5.3.5	Ressource HMS 1c .....	51

5.3.6	Ressource HMS 1d1 .....	54
5.3.7	Ressource HMS 1d2 .....	57
5.3.8	Ressource HMS 1f1 .....	59
5.3.9	Ressource HMS 1f2 .....	61
5.3.10	Anbefaling til undersøgelser af ressource HMS 1a2 – 1f2.....	64
5.4	Holocæn Marin Sand 2 (2B, 2_1, 2_2 og 2A) .....	64
5.4.1	Ressource HMS 2B.....	66
5.4.2	Ressource HMS 2_1 .....	69
5.4.3	Ressource HMS 2_2 .....	74
5.4.4	Ressource HMS 2A.....	78
5.4.5	Anbefaling til undersøgelser af ressource HMS 2B, 2_2, 2_1 og 2A.....	82
5.5	Holocæn Marin Grus 2 (HMG 2B_1 – 2G).....	82
5.5.1	Ressource HMG 2B_2 .....	83
5.5.2	Ressource HMG 2B_1 .....	87
5.5.3	Ressource HMG 2D_1 .....	90
5.5.4	Ressource HMG 2D_2 .....	94
5.5.5	Ressource HMG 2E_1 .....	97
5.5.6	Ressource HMG 2E_2 .....	99
5.5.7	Ressource HMG 2E_3 .....	102
5.5.8	Ressource HMG 2E_4 .....	104
5.5.9	Ressource HMG 2F .....	106
5.5.10	Ressource HMG 2G .....	108
5.5.11	Anbefalinger til undersøgelser af ressource HMG 2B_1 – 2G.....	113

## **6. Senglaciale ressourcer 114**

6.1	Område TS 1 .....	115
6.1.1	Ressource TS 1A.....	116
6.1.2	Ressource TS 1B.....	118
6.1.3	Ressource TS 1C.....	120
6.1.4	Ressource TS 1D.....	122
6.2	Område TS 2 .....	124
6.2.1	Ressource TS 2 .....	124
6.3	Område TS 3 .....	126
6.3.1	Ressource TS 3 .....	126
6.4	Område TS 5 .....	129
6.4.1	Ressource TS 5 .....	129
6.5	Område TS 6 .....	131
6.5.1	Ressource TS 6 .....	131
6.6	Område TS 8 .....	134
6.6.1	Ressource TS 8 .....	134
6.7	Område TS 9 .....	137
6.7.1	Ressource TS 9 .....	137
6.8	Område TS 10 .....	141
6.8.1	Ressource TS 10A.....	144
6.8.2	Ressource TS 10B.....	146

<b>7.</b>	<b>Weichsel ressourcer W_MW</b>	<b>148</b>
7.1	Område W_MW 1 .....	149
7.1.1	Ressource W_MW 1_1 .....	150
7.1.2	Ressource W_MW 1_2 .....	153
7.1.3	Ressource W_MW 1_3 .....	155
7.2	Område W_MW 2 .....	158
7.2.1	Ressource W_MW 2 .....	159
7.3	Område W_MW 3 + 4 .....	162
7.3.1	Ressource W_MW 3 .....	162
7.3.2	Ressource W_MW 4 .....	165
7.4	Område W_MW 5 + 6 .....	168
7.4.1	Ressource W_MW 5 .....	168
7.4.2	Ressource W_MW 6 .....	171
7.5	Område W_MW 7 .....	173
7.5.1	Ressource W_MV 7 .....	174
<b>8.</b>	<b>Eem ressourcer</b>	<b>177</b>
8.1	Eem marint sand .....	179
8.1.1	Eem SG .....	179
8.1.2	Ressource Eem Sand 1 .....	181
8.1.3	Ressource Eem Sand 2 .....	185
<b>9.</b>	<b>Saale ressourcer</b>	<b>188</b>
9.1	Saale senglaciale ressourcer (S_TS) .....	188
9.1.1	Ressource S_TS 3A og 3B .....	189
9.1.2	Ressource S_TS 4 .....	192
9.2	Saale smeltevandsaflejringer (S_MW) .....	197
9.2.1	Ressource S_MW 1 .....	199
9.2.2	Ressource S_MW 2 .....	200
9.2.3	Ressource S_MW 3 .....	202
9.2.4	Ressource S_MW 6 .....	205
<b>10.</b>	<b>Ressourceopgørelse</b>	<b>209</b>
<b>11.</b>	<b>Referencer</b>	<b>211</b>

**Appendiks A: Boringskoordinater**

**Appendiks B: Sedimentologiske logs**

**Appendiks C: Fotos af borekerner**

**Appendiks D: Kornstørrelsesanalyser**

**Appendiks E: Petrografiske analyser**

**Appendiks F: Liste over kulstof-14 dateringer**

# 1. Indledning

Miljøstyrelsen varetager kortlægning af råstofressourcer til havs og foretager hvert år en kortlægningskampagne med henblik på at etablere kvalificeret viden om ressourcerne til løbende målrettet planlægning, som skal sikre en bæredygtig forvaltning og sikker forsyning i fremtiden. Data og resultater fra råstofkortlægningerne bliver samlet i den offentlige nationale marine råstofdatabase Marta, som er udviklet i samarbejde med GEUS (De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland).

Med henblik på at sikre forsyningen af grovkornede ressourcer til industrien og sand til kystbeskyttelse langs Jyllands vestkyst har Miljøstyrelsen således i 2019 og 2020 gennemført råstofkortlægning i fem fokusområder i Nordsøen: Jammerbugt, Vestkysten, Horns Rev Nordøst, Horns Rev Sydvest og Horns Rev vest. I 2019 blev der gennemført seismiske undersøgelser og i 2020 blev der udført vibrocore borer.

Kortlægningen er udført på baggrund af oplæg til henholdsvis seismisk dataindsamling og udførelse af borer, udarbejdet af GEUS for Miljøstyrelsen. Der er som supplement til eksisterende seismiske data gennemført både regional kortlægning med stor indbyrdes afstand mellem linjerne og mere lokal detaljeret kortlægning med mindre linjeafstande. Herudover er der udført borer, der skal bekræfte (eller afkræfte) tilstedeværelsen af råstofressourcer tolket på de seismiske data og sikre viden om sedimentsammensætning og kvalitet af ressourcerne.

På baggrund af kortlægningen har GEUS efterfølgende bearbejdet og tolket de indsamlede data baseret på eksisterende viden om råstofressourceindholdet i områderne og med udgangspunkt i forskningsbaseret viden om råstoffer i Nordsøen. Denne rapport udgør således en beskrivelse af dette arbejde og de råstofgeologiske resultater for fokusområde Vestkysten.

Arbejdet har desuden omfattet processering af de seismiske data samt beskrivelser og geologiske analyser af borekerner, med henblik på at udvide kendskabet til geologien samt etablere et grundlag for den videre kortlægning af råstofressourcerne. Efterfølgende er de enkelte råstofforekomster gennemgået systematisk med tolkning af nye og eksisterende seismiske data, korrelation med ny og eksisterende boringsinformation samt kortlægning, afgrænsning og beskrivelse af råstofressourcen.

## 2. Formål

Formålet med Miljøstyrelsens råstofkortlægning i 2019 og 2020 har været at øge kendskabet til råstofressourcerne gennem indsamling af seismiske data og råstofboringer inden for fem fokusområder fra Jammerbugt i nord til Horns Rev i syd med henblik på at sikre forsyningen af grovkornede ressourcer til industrien og sand til kystbeskyttelse langs Jyllands vestkyst. Denne rapport omhandler fokusområde Vestkysten.

Gennem kortlægningen og den efterfølgende bearbejdning og tolkning af data og de resultater som præsenteres i nærværende rapport gøres den tilvejebragte viden tilgængelig for bæredygtig forvaltning og udnyttelse af havets råstofressourcer.

Formålet med det arbejde som afrapporteres her, har således været at gennemføre tolkning af de indsamlede seismiske data og beskrivelse af de udførte boringer med henblik på en samlet kortlægning af råstofressourcernes udbredelse og volumen og en klassifikation af forekomsterne i forhold til ressourcestype og sikkerhed i vurderingen.

De kortlagte nye ressourcer vil blive indlæst i den marine råstofdatabase Marta, ligesom eksisterende ressourcer i Marta vil blive opdateret, hvis der på baggrund af undersøgelserne er foretaget ændringer af tolkning og klassifikation af ressourcen som følge af nye data.

## 3. Kortlægning og klassifikation af områder

### 3.1 Seismisk tolkning

Det seismiske datagrundlag består dels af de nye seismiske digitale data fra sparker og Innomar udstyr, dels af seismiske arkivdata, hvor der hovedsageligt er benyttet nyere digitale data optaget med sparker, boomer, pinger og chirp udstyr som kan indlæses i seismiske tolkningsprogrammer.

Placeringen af de nye seismiske linjer og deres indbyrdes afstand er blevet fastlagt ud fra forventningen til råstofressourcerne og deres kompleksitet i området, samt mængden og placeringen af eksisterende data. Der er således ved udlægningen af sejllinjenettet taget højde for de geologiske forhold, vanddybde, infrastruktur, eksisterende data inklusive borer, effektivitet m.v.

Forskellige områder med varierende geologiske forhold kan kræve en forskellig tilgang i forhold til udvælgelse af de datasæt, der i sidste ende benyttes til tolkning af råstofressourcerne arealmæssige udstrækning og volumen. Mere lavfrekvente sparker eller boomer data med mere energi er typisk i stand til at gennemtrænge grovere aflejringer, glaciale moræneaflejringer og eventuelle overfladenære prækvartære aflejringer, mens mere højfrekvente, men mindre energi-rige, pinger, chirp eller Innomar data har en ringere nedtrængning, men større opløselighed.

Grundet såkaldt "ringning" af havbundsreflektoren i sparker data, er det ikke muligt at erkende en eventuel lagdeling og formodet sedimenttype umiddelbart under havbunden. Derimod tillader de mere højfrekvente Innomar data typisk tolkning af den detaljerede refleksionskarakter/lagdelling i finkornede til sandede overfladenære aflejringer, men har som nævnt ovenfor ringe eller ingen penetration i grovere aflejringer og den glaciale og prækvartære lagserie.

I forbindelse med tolkningen af de seismiske data kombineres og udvælges de bedst egnede datasæt, så kortlægningen af top og bund af specifikke råstofressourcelegemer kan optimeres i det seismisk tolkningsprogram. Efterfølgende eksporteres de tolkede horisonter til et GIS program, hvor mægtigheden af ressourcen beregnes og der interpoleres et grid som kontureres og vises på et mægtighedskort for de enkelte nytolkede ressourceområder.

### 3.2 Boringsbeskrivelser og analyser

Placeringen af borer udført i 2020 er blevet udpeget på baggrund af de seismiske data indsamlet i 2019 samt eksisterende data i forhold til at kunne give mest mulig værdi for den samlede tolkning. Antallet af udførte borer i et ressourceområde afhænger dels af den arealmæssige udstrækning og kompleksitet af ressourcen og antallet af eventuelle eksisterende borer og dels af praktiske hensyn og prioritering i forbindelse med dataindsamlingen.



I forbindelse med udførelse af boringerne er de udtagne borekerner blevet opdelt i 1 m kernestykker i PVC rør allerede ombord på boreskibet. Borekernerne er efterfølgende, som en del af nærværende opgave, blevet åbnet på langs, fotograferet og beskrevet, og for hver boring er der udarbejdet en litologisk log, der viser hvilke typer sedimentter der er fundet i boringen, sedimentære strukturer, laggrænser og makrofossilindhold. På dette grundlag er der foretaget en tolkning af sedimenternes aflejningsmiljø og deres geologiske alder. Der er desuden udtaget prøvemateriale til kornstørrelsesanalyser fra sand-, grus- og ralenheder med ressourcetrichter. Herudover er der i et antal udvalgte prøver foretaget petrografiske analyser til belysning af indholdet af amorf flint. Til understøttelse af aldersbestemmelserne og konceptuelle geologiske modeller for ressourcernes dannelse er der foretaget enkelte kulstof-14 dateringer af muslingeskaller og organisk materiale.

De samlede analysedata er efterfølgende blevet integreret i den endelige boringsbeskrivelse og tolkningen af ressourcerne og præsenteres i en række appendiks til denne rapport:

- Appendiks A: Boringskoordinater
- Appendiks B: Sedimentologiske logs
- Appendiks C: Fotos af borekerner
- Appendiks D: Kornstørrelsesanalyser
- Appendiks E: Petrografiske analyser
- Appendiks F: Liste over kulstof-14 dateringer

### **3.3 Klassifikation**

Råstofforekomster til havs i Danmark klassificeres jf. Larsen (1994) og Jensen (1998) i forhold til følgende tre parametre:

- Ressourcetype (svarende til råstofftyper for indvindingslast og ekstra lavkvalitetstype)
- Geologisk dannelsstype (overordnet geologisk aflejningsmiljø)
- Ressourcesikkerhedsparametre (sikkerhed for forekomst, datatæthed)

Klassifikationssystemet er relativt enkelt, men giver mulighed for i alt 45 mulige kombinationsklasser, som gør det muligt at udarbejde et tabellarisk og/eller kortbaseret overblik over vurderingen af råstofforekomsterne i et område. Som udgangspunkt vil ressourcens arealmæssige udstrækning afspejle dens kortlagte udstrækning uden forbehold for vanddybde, overjord, og overlap med specifikke havplansområder. Kortlægningen afspejler dermed det naturgivne lag, som i forhold til udpegning og beregning af reelle ressourcereserver, kan modificeres/reduceres betydeligt, afhængigt af lovgivne rammer og praktiske indvindingsmæssige og miljømæssige forhold.

#### **3.3.1 Ressourcetype**

Klassifikation af kortlagte råstof ressource typer følger jf. Larsen (1994) generelt den traditionelle inddeling til indberetning af indvundne skibslaster (Sand 1, Grus 2, Ral 3, Fyld-sand 4). Dog er der i kortlægningsøjemed tilføjet en lavkvalitetstype som betegnes som Sand 0. De

enkelte råstofkvaliteter afspejler kornstørrelse og kornstørrelsesfordeling og ikke materialets petrografiske sammensætning, herunder indhold af reaktive, porøse og ustabile mineralkorn. De enkelte ressourcetyper og deres relation til aflejningsmiljø, kvalitative forhold og anvendelse er beskrevet i Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Oversigt over marine ressourcetyper.

Ressourcetype	Beskrivelse	Aflejringsmiljø	Kvalitet	Anvendelse
Sand 0	Finkornet sand blandet med silt, ler eller dynd	Oftest på dybere vand eller i beskyttet aflejningsmiljø med lavere/vekslende energiniveau	Lavkvalitet sand	Pt. uegnet som råstof
Sand 1 (0-4 mm)	Sand	Dynamiske aflejningsmiljøer med moderat højt energiniveau	Kvalitetssand	Beton, cement, mørtel, og andre højkvalitetsprodukter
Grus 2 (0-20 mm)	Sandede forekomster med mindst 10% grus (kornstørrelse > 2 mm)	Dannet som glaciære grusaflejringer eller kystaflejringer under højt energiniveau	Variierende. Kystaflejringer oftest af bedre kvalitet end glaciære aflejringer	Afhængig af kvalitet: tilslag til beton eller vej- og anlægsformål
Ral 3 (6-300 mm)	Grusede og sandede forekomster med mindst 15% ral (kornstørrelse > 20 mm)	Dannet som glaciære aflejringer eller fossile strandvoldsdannelse under meget højt energiniveau	Variierende: Kystaflejringer oftest af bedre kvalitet end glaciære aflejringer pga. et lavt indhold af porøs flint	Afhængig af kvalitet: Tilslag til beton eller vej- og anlægsformål
Fyldsand 4	Sand med stor spredning i kornstørrelsesfordelingen	Miljøer med vekslende dynamisk miljø. Kan både være marine dannelser og smeltevandsdannelser	Lavkvalitetsprodukt. Kan i nogle tilfælde opfylde definition på øvrige råstof typer	Til kystsikring og opfyldning af inddæmmede områder

### 3.3.2 Geologisk dannelsesstype

De marine råstofforekomster inddeles i forenklede geologiske/genetiske hovedforekomsttyper efter Larsen (1994):

#### *Glaciale og senglaciale smeltevandsaflejringer*

Forekomsterne er dannet som flod- eller deltaaflejringer, subglaciale ådannelser eller fossile kystdannelser hovedsagelig i forbindelse med den afsluttende gletsjerafsmeltning. Det er karakteristisk for denne type forekomster, at der er stor variation i kornstørrelse fra proksimale moderat sortererede grus- og stenaflejringer til distale, velsorterede sand- og siltaflejringer. Til denne forekomsttype henregnes ligeledes lakustrine kystdannelser fra f.eks. den Baltiske Issø og Ancylussøen.

#### *Marine fossile kystdannelser*

Forekomsterne er dannet i forbindelse med postglaciale havniveauændringer. Ressourceområderne ses ofte langs randen af morænetoppe, hvor kysterosion har leveret materiale til transport og afsætning af sand og grus i strandvolde og oddesystemer. Den fortsatte transgression har dernæst druknet kystsystemerne, som gradvist er blevet inaktive og i nogle tilfælde helt eller delvist dækket af dyndaflejringer.

#### *Marine dynamiske områder*

Forekomsterne er dannet ved bølgeaktivitet eller strømbetinget omlejring og er under stadig omformning. Ofte er det tidligere fossile sandaflejringer, som under ekstreme strømningforhold modificeres med dannelse af dynamiske strukturer til følge (f.eks. sandbølger). I andre tilfælde resulterer erosion af f.eks. moræneoverflader i, at der på havbunden opkoncentreres et gruset stenet residuallag.

### 3.3.3 Ressourcesikkerhedsparametre

Sikkerheden for tilstedeværelse af den enkelte ressource afhænger af typen og tætheden af de bagvedliggende data (seismik og borer) og følgende tre ressourcesikkerhedsparametre benyttes:

*Påviste ressourcer* er karakteriseret ved, at datagrundlaget er tilstrækkeligt til at give en generel vurdering af volumen og kornstørrelse og i visse tilfælde ligeledes materialekvalitet. Der gives et kvalificeret bud på hvad, og hvor meget, der kan produceres og af hvilken kvalitet, med en usikkerhed på ca. 20%. Undersøgelsesniveauet svarer til en fase 1b undersøgelse, jf. råstoffbekendtgørelsens undersøgelseskrav.

*Sandsynlige ressourcer* er forekomster, hvor afgrænsning og volumen er rimeligt velkendt på basis af få seismiske linjer og prøvetagninger med tilhørende kornstørrelsesanalyser.

*Spekulative ressourcer* er forekomster, som hovedsagelig er dokumenteret ved seismiske data og hvis sammensætning i det væsentlige er formodet ud fra en konceptuel geologisk dannelsesmodel.

### **3.4 Beskrivelse og vurdering af ressourceområder**

På baggrund af de nye seismiske tolkninger og resultaterne af borerne sammenholdt med eksisterende seismik og boringsdata er der som en del af arbejdet med nærværende rapport foretaget en tolkning og beskrivelse af de kortlagte ressourcer.

For hvert ressourceområde er der foretaget en kortlægning af forekomsten og en vurdering af kvaliteten samt klassifikation med henblik på oprettelse af nye ressourcer i Marta databasen, eller revurdering af eksisterende. I forhold til eksisterende ressourcer er det vurderet, om ressourceområdet skal bibeholdes (f.eks. i revideret form), om det eventuelt kan integreres med nærliggende ressourceområder, eller om det helt skal sløjfes grundet for ringe viden, mægtighed, udstrækning eller kvalitet. For alle kortlagte ressourcer, nye som eksisterende, er der foretaget en vurdering og opdateret klassifikation af råstofstype, aflejringstype og resourcesikkerhed til opdatering af Marta databasen, se afsnit 3.3.

I forbindelse med ressourceområder, hvor der savnes yderligere information til en mere sikker vurdering af ressourcen, er dette angivet som en del af beskrivelsen af den enkelte ressource.

For ressourcer som i forbindelse med den nye kortlægning er blevet reviderede, er det som udgangspunkt valgt at bibeholde det eksisterende ressourcenummer i Marta databasen.

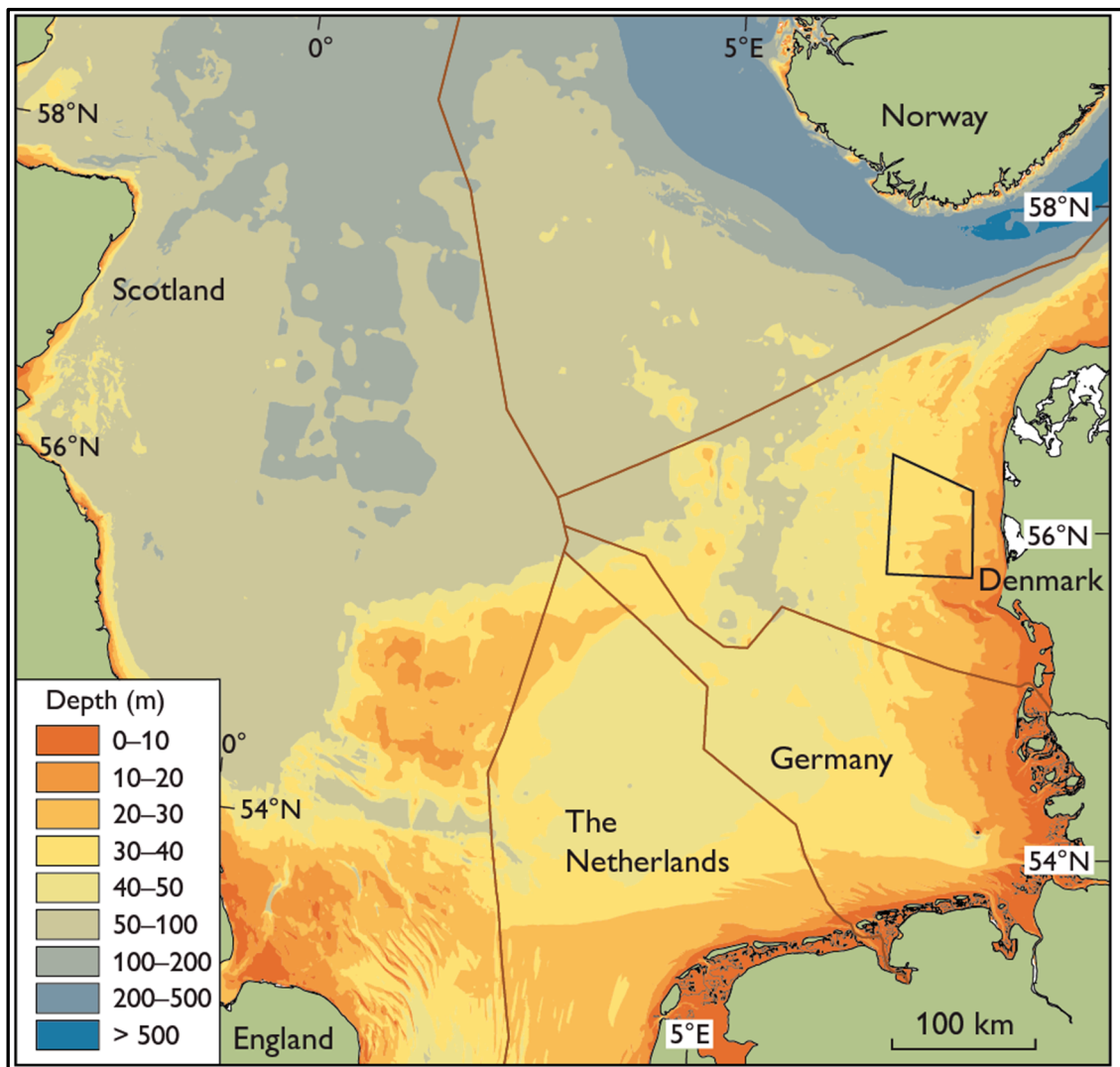
I andre tilfælde har ny-kortlagte ressourcer fået et nyt nummer, som ikke før er blevet anvendt inden for det pågældende farvandsområde.

I det følgende præsenteres kortlægningsresultaterne for fokusområde Vestkysten.

## 4. Områdebeskrivelse

### 4.1 Geologisk ramme - Nordsøen

Nordsøen er en havdækket del af det Europæiske kontinent (Figur 4.1). Vanddybden tiltager jævnt fra vestkysten af Jylland og ud til Centralgraven. Længst mod vest, i Centralgraven, er vanddybden omkring 80 m, mens de østlige dele af Nordsøen er lavvandede, typisk med vanddybder mellem 10 og 40 m. I Skagerrak tiltager dybden mod nordvest, mod den Norske Rende, hvor den maksimale dybde i dansk farvand er omkring 500 m.



Figur 4.1: Batymetrisk kort over Nordsøen. Det sorte polygon ud for Jyllands vestkyst indikerer fokusområde Vestkysten (VKY).

De prækvartære sedimenter ved basis af Kvartær i den danske del af Nordsøen domineres af skrivetridt og Tertiært ler, silt og sand. De prækvartære lag kan være foldede og forkastede; det gælder særligt i Sorgenfrei-Tornquist Zonen, der adskiller det Fennoskandiske Skjold fra det Danske Basin.

Basis af Kvartær ligger højt i den østlige del af Nordsøen, og tykkelsen af de Kvartære lag er typisk kun nogle titals-meter. De Kvartære lag afgrænses fra de ældre lag af en markant erosionsflade. Mod vest stiger tykkelsen af de Kvartære lag, og i Centralgraven er mægtigheden over 1000 m (Nielsen et al. 2008).

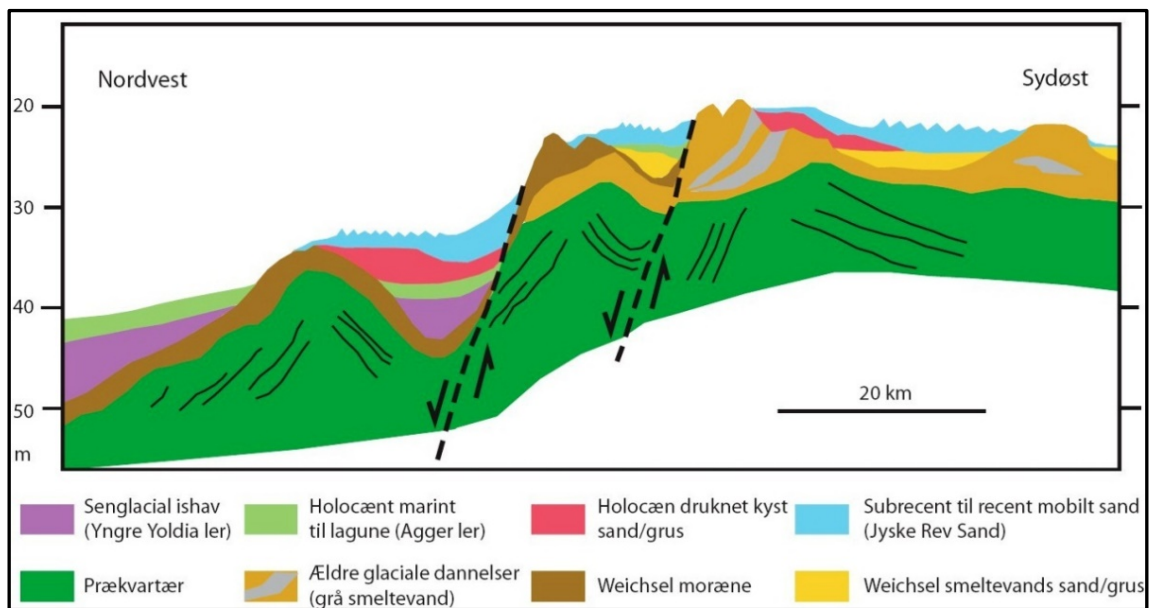
Under Kvartærtiden er Nordsøen talrige gange blevet dækket af det Skandinaviske Isskjold, og de ældste spor af nedisninger er omkring 2,6 millioner år gamle. I forbindelse med nedisningerne er der aflejret moræneler og morænesand, med sten og blokke. Ud over moræneaflejringer blev der også aflejret store mængder sand af smeltevandsfloder, og i isdæmmede søer blev der aflejret ler og silt. Under nedisningerne blev der eroderet dybe tunneldale, som senere blev udfyldt med sediment, så de nu fremstår som begravede dale. Et andet fænomen fra istiderne er glaciotelektiske forstyrrelser især i form af overskydninger og folder. De kendes blandt andet fra Jammerbugt og fra Fanø Bugt. De er dannet af gletsjere, der bevægede sig fra øst mod vest. Det relative havniveau var generelt lavt under sidste istids maksimum, men der er dog fundet glaciomarine aflejringer, som viser, at havet trængte ind i de dybere dele af dansk Nordsø for måske omkring 30.000 til 50.000 år siden (Knudsen 1985; Larsen et al. 2009). Ellers er de dominerende aflejringer fra sidste istid primært sandede flodaflejringer og lerede søaflejringer, antagelig fra isdæmmede søer.

Under mellemistiderne var Nordsøen havdækket, og marint finkornet sand, silt og ler fra Eem-tiden er påvist mange steder, ligesom der også er fundet aflejringer fra ældre mellemistider.

Under Senglacial tid trængte havet ind i Skagerrak og de nordligste dele af dansk Nordsø, hvor istykkelsen var størst under sidste istid, og jordskorpen derfor var presset ned. I de mere lavvandede dele af Nordsøen var der lokalt søer, hvor der blev aflejret ler og gytje. I tidlig Holocæn var størstedelen af Nordsøen tørt land. Fra denne tid stammer tørveaflejringer, som er påvist flere steder i Nordsøen.

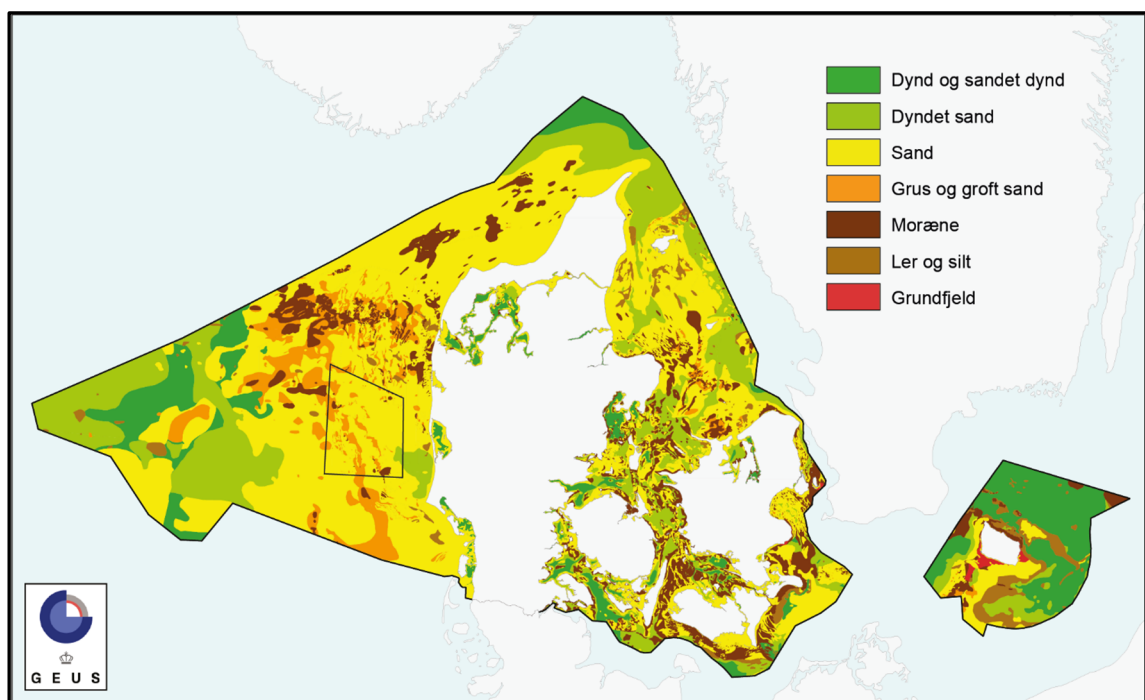
For omkring 10.000 år siden begyndte havet at trænge ind i den danske del af Nordsøen, og i løbet af de næste årtusinder fik Nordsøen den udstrækning, som vi kender i dag. Den Engelske Kanal blev ligeledes overskyllet af havet, og det nuværende mønster med havstrømme opstod.

GEUS har opstillet en konceptuel geologisk model for den østlige del af Nordsøen (Figur 4.2). Denne model har dannet grundlag for karakteriseringen og forståelsen af de marine ressourcer i kortlægningsområderne.



Figur 4.2: Konceptuel geologisk model for den østlige del af Nordsøen. Modellen dækker området nord og syd for Hovedopholdslinjen. Farvekoderne indikerer forskellige geologiske perioder for aflejringerne. Udviklet af GEUS (Jensen et al. 2011).

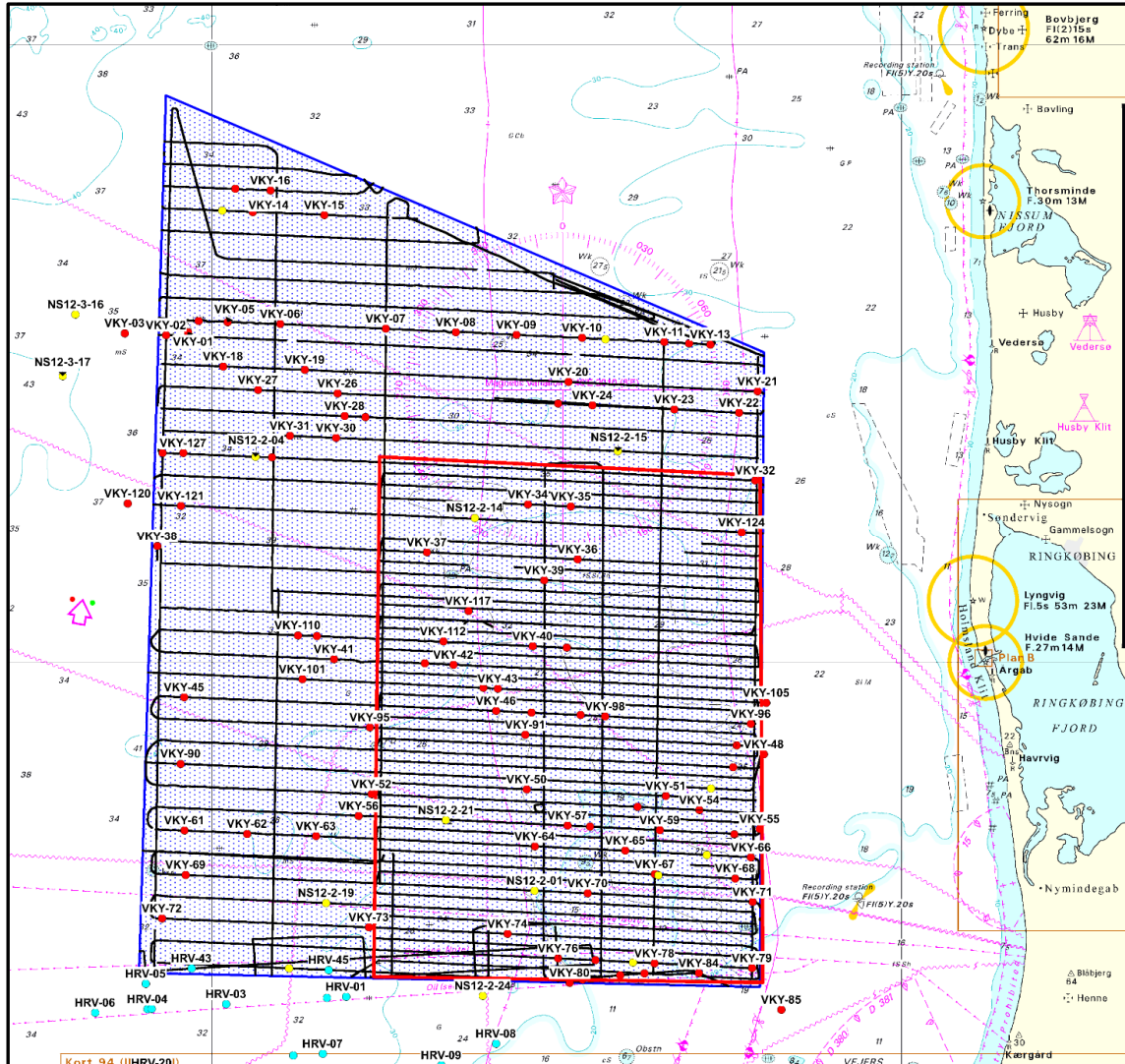
Den generelle fordeling af overfladesediment i de danske farvande er vist i Figur 4.3. Kortet viser sedimentfordelingen i hovedtræk, og de regionale forskelle træder tydeligt frem. Det ses, at de lavvandede dele af Nordsøen domineres af sand. Dybere områder domineres af dynd og dyndet sand. Lokalt, i mindre områder findes moræneaflejringer og grus.



Figur 4.3: Kort over overfladesedimenter i de danske farvande. Det sorte polygon ud for Jyllands vestkyst angiver fokusområde Vestkysten (VKY). Hovedopholdslinjen ses nord for VKY-området som et øst-vest orienteret område med moræne samt grus og groft sand.

## 4.2 Område Vestkysten (VKY)

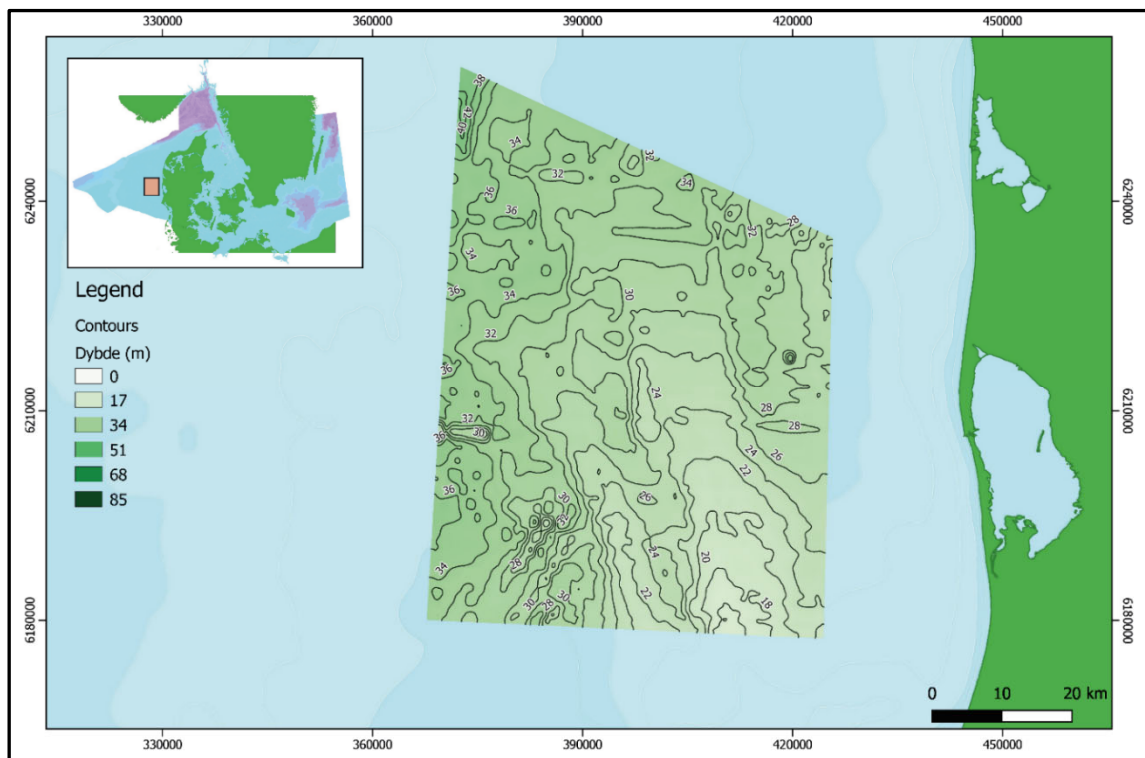
Fokusområde Vestkysten (VKY) er beliggende i Nordsøen mellem 20 og 80 km ud for den Jyske vestkyst. Det strækker sig fra syd for Nyminddegab og op til Bovbjerg og dækker et areal på omkring 3800 km<sup>2</sup> (Figur 4.4).



Figur 4.4: Oversigtskort over kortlægningsområde VKY i Nordsøen. De seismiske linjer er vist med sort, mens boreriger udført i området er vist med hhv. turkis for boreriger ved Horns Rev udført i 2020 (Winther et al., 2024), rød for VKY-boreriger udført i 2020 og gul for boreriger udført i 2012. Et område hvor der er ca. 1 km linjeafstand, er markeret med rødt.

Vanddybden i VKY-området varierer fra ca. 16 til 42 m (Figur 4.5) Det mest lavvandede område findes mod sydøst, og dette lavvandede område fortsætter som en ryg mod NNV, hvor dybden gradvist stiger til ca. 30 m. En anden, mindre ryg strækker sig fra områdets centrale, sydlige del, ligeledes mod NNV. Dybden stiger her fra ca. 22 til 28 m. De største vanddybder er registreret i det nordvestlige hjørne af område VKY (Figur 4.5).





Figur 4.5: Vanddybder i VKY-området.

### 4.3 Datagrundlag

Der er foretaget geologiske undersøgelser i VKY-området over flere år. Der er indsamlet seismiske data i området i 2010, 2012 og 2019, og der er foretaget borer i 2012 og 2020.

I 2010 blev der indsamlet et åbent net af seismiske linjer i øst-vest gående retning med ca. 8 km linjeafstand i område VKY. I tillæg blev der indsamlet enkelte nord-syd gående linjer. Der blev i alt indsamlet ca. 594 km seismik i 2010.

I 2012 blev der indsamlet udfyldende linjer, så linjeafstanden i VKY-området blev reduceret til ca. 2 km i øst-vest gående retning. Der blev i tillæg indsamlet yderligere fem nord-syd gående linjer. Der blev i alt indsamlet ca. 1920 km seismik og udført 19 borer i område VKY i 2012. De her nævnte data fra 2010 og 2012 ligger til grund for den første råstofkortlægning af VKY-området, der blev rapporteret i Lomholt et al. (2013).

I 2019 blev der foretaget en yderligere fortætning af linjeafstanden imellem de øst-vestgående linjer til 1 km i den sydøstlige del af VKY-området (Figur 4.4). Der blev indsamlet i alt ca. 921 km seismik i 2019 samt udført 107 borer i VKY-området i 2020. Seismik og 14 borer fra det tilstødende område Horns Rev Vest (Winther et al., 2024) er brugt til at støtte tolkningen i område VKY.

Den herover beskrevne overordnede høje linje- og boringstæthed i hele område VKY, danner et godt grundlag for kortlægning af råstofressourcer. I den del af området, hvor linjeafstanden er nede på 1 km, kan de geologiske enheder følges fra linje til linje, og gør tolkningsgrundlaget endnu bedre.

Der er foretaget kornstørrelsesanalyser og sandpetrografi på udvalgte prøver fra borer i område VKY til brug for analyse af ressourcekvalitet.

Herudover er der for en række prøver foretaget kulstof-14 dateringer til bestemmelse af den geologiske tidsalder, som prøven repræsenterer. Disse dateringer inkorporeres i det fortløbende geologiske arbejde med udviklingen af den geologiske model for Nordsøen. Der er udtaget og dateret ni prøver af terrestriske eller brakvandsmakrofossiler. Prøverne daterer til mellem ca. 13.700 og 9.100 år før nu, Appendix F.

## **4.4 Råstofkortlægning**

I forbindelse med råstofkortlægningen i VKY-området er der kortlagt ressourcer dels i de Holocæne lag, som udgør de primære marine råstofressourcer og dels i de glaciære aflejringer fra Weichsel, Saale og interglaciære aflejringer fra Eem. Herudover er der fundet aflejringer fra Miocæn. Ressourcerne er beskrevet for de enkelte geologiske enheder i de følgende kapitler.

## **4.5 Geologisk udvikling i område VKY**

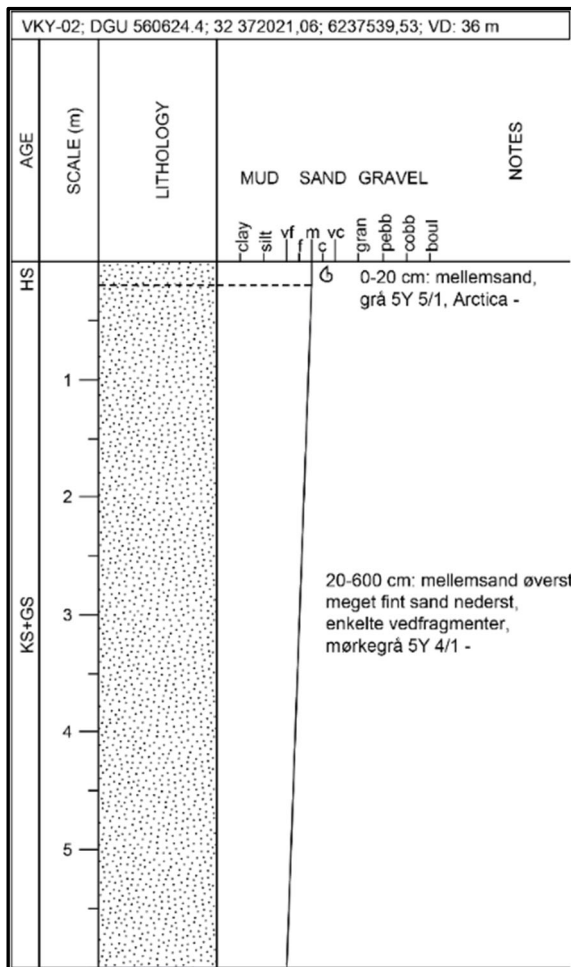
Beskrivelsen af råstofkortlægningen i kapitel 5-9 starter med de yngste og mest overfladenære enheder, mens den overordnede geologiske udvikling i VKY-området i det følgende er beskrevet med de ældste aflejringer først.

### **4.5.1 Prækvartær**

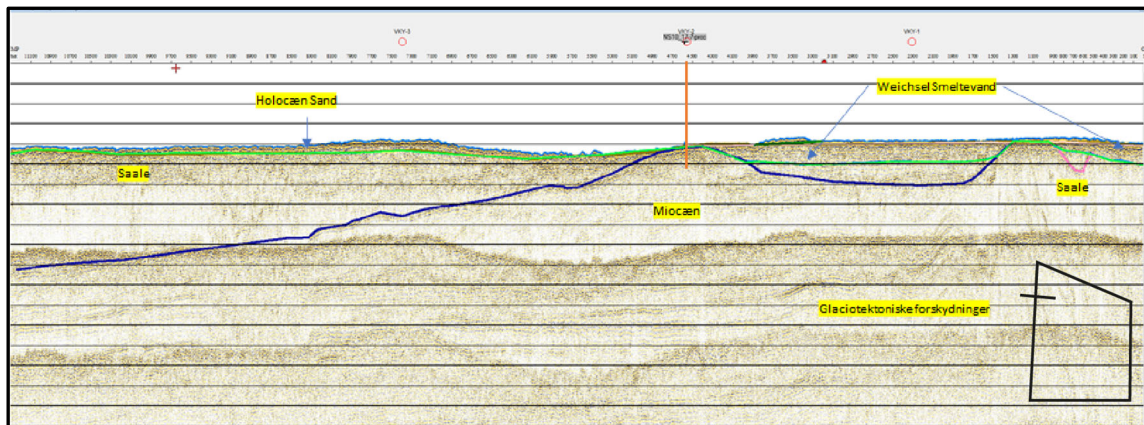
Den prækvartære overflade er registreret i enkelte profiler, hvor den ses som en distinkt erosionsflade, der i den vestlige del af området hælder mod vest. Prækvartære sedimentter er truffet i enkelte borer, for eksempel i boring VKY-02 (Figur 4.6), hvor Miocænt kvartsand og glimmersand er påvist. Sandet tolkes som delta-aflejringer eller kyst-aflejringer. Den prækvartære overflade overlejres mod vest af en relativt tyk sekvens af Kvartære aflejringer (Figur 4.7). De Kvartære aflejringer udgøres primært af moræne- og smeltevandsaflejringer.

### **4.5.2 Saale**

Under Saale glaciationen, der dækker perioden fra 386.000 BP til 128.000 år BP var Danmark helt eller delvist dækket af is i forbindelse med tre gletsjerfremstød. Det ældste fremstød har formodentlig dækket det danske område, men det er usikkert om det har dækket hele eller kun dele af VKY-området. Det mellemste fremstød, Drenthe, kom fra Sverige og dækkede hele Danmark, Nordtyskland og store dele af De Britiske Øer og således også VKY-området ud for den jyske vestkyst. Det yngste fremstød, Warthe, som kom fra Baltikum for ca. 140.000 år siden, nåede frem til området omkring den jyske vestkyst, med undtagelse af Vadehavet og Nordjylland.



Figur 4.6: Boring VKY-02 med sandede sedimenter der er tolket som Miocænt kvartssand (KS) og glimmersand (GS).

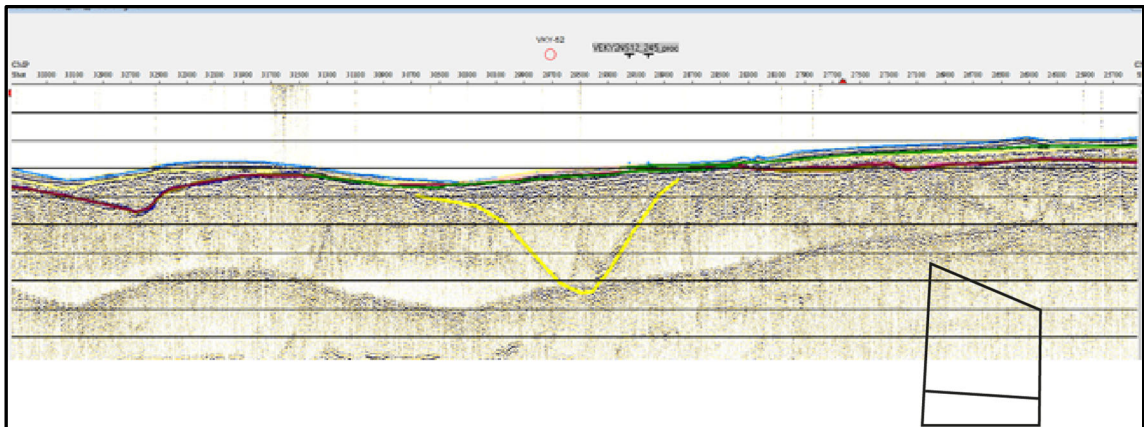


Figur 4.7: Seismisk profil i et område med højtliggende Miocæne lag. Lokation af Saale, Weichsel og Holocæne aflejring, samt glaciotektoniske forstyrrelser er angivet. Den vertikale skala er i tid og starter ved 0 ms og er markeret med 10 ms intervaller. Profilet's placering i VKY-området er vist i nedre højre hjørne.

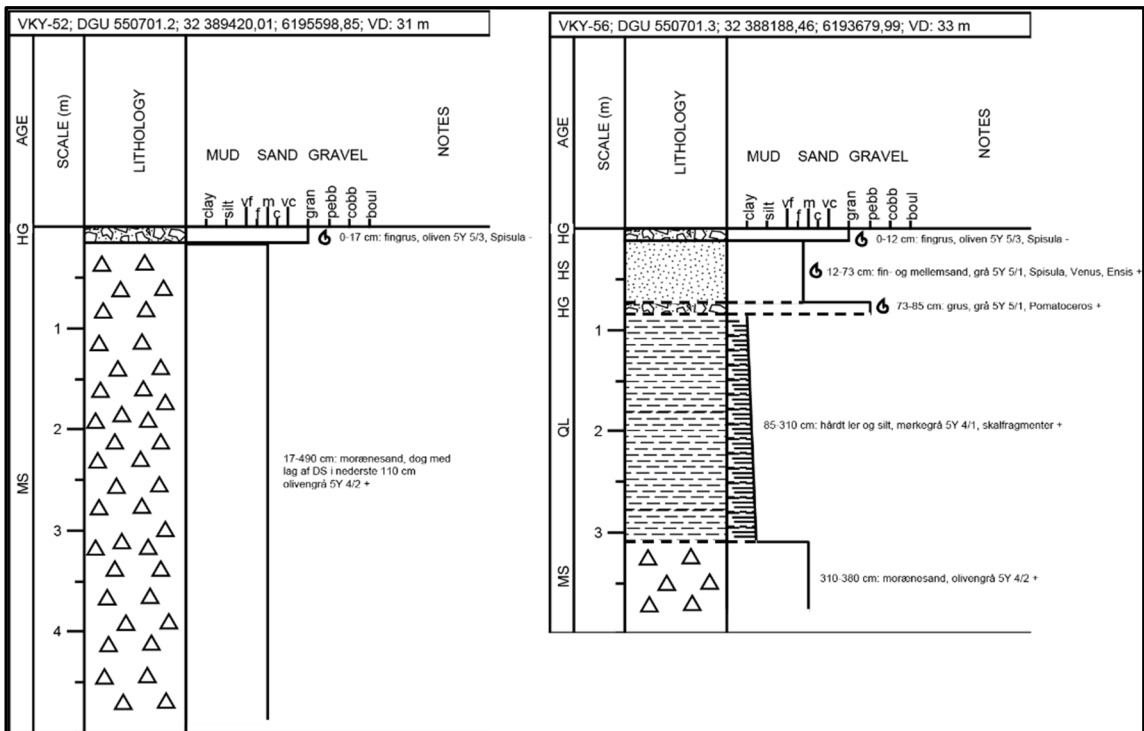
Moræneaflejringer, både moræneler og morænesand, samt i nogle tilfælde underliggende smeltevandsaflejringer ligeledes af Saale alder er truffet i flere boringer og stammer antagelig fra Drenthe isfremstødet, hvor hele den danske del af Nordsøen var dækket af is (Figur 4.8 og Figur 4.9). I to boringer, VKY-75 og VKY-76 (se afsnit 9.2.3) er der fundet diamikte aflejringer med forholdsvis tynde skaller af marine muslinger og snegle, der er tolket til at være af Saale alder. Disse aflejringer kan muligvis tolkes som glaciomarine aflejringer, men der er

ikke fundet rester af arktiske arter i borerne. Det er også muligt, at skallerne er omlejrede fra interglaciale lag, og at der derfor er tale om moræneaflejringer. Glaciotektoniske forstyrrelser af de ældre Kvartære lag henføres til Saale. Der er primært tale om store åbne folder, hvorimod overskydninger ikke er påvist i området.

Det antages, at de Saale forekomster af smeltevandssand, der er fundet (S-TS ressourcerne), er aflejringer fra den sidste del af Saale glaciationen, tilsvarende de senglaciale sedimenter der er aflejret under den sidste del af Weichsel glaciationen. Der er en mulighed for, at aflejringerne er dannet under afsmeltningen af isen fra Warthe-fremstødet, der har haft afsmeltning mod vest i den sidste del af Saale.

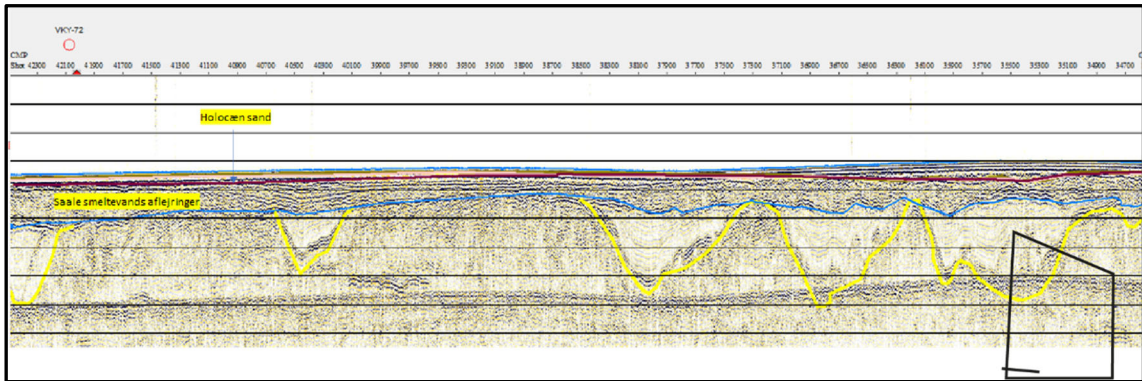


Figur 4.8: Kanal fra den sydlige del af VKY-området. Øverst i kanalen findes aflejringer af morænesand (truffet i boring VKY-52 og VKY-56). Den vertikale skala er i tid og starter ved 0 ms og er markeret med 10 ms intervaller. Profils placering i VKY-området er vist i nedre højre hjørne.



Figur 4.9: I borerne VKY-52 og VKY-56 er der truffet morænesand. Alderen er formentlig Saale.

I den sydvestlige del af VKY-området findes smeltevandsaflejringer af formentlig Saale alder. De markante dale er orienteret nord-syd og der er formentlig tale om tunneldale der er dannet tidligt i Saale istiden. I dette område er der kun et tyndt Holocænt sandlag (Figur 4.10 og Figur 4.11).



Figur 4.10: Seismisk profil med Saale tunneldale. Den vertikale skala er i tid og starter ved 0 ms og er markeret med 10 ms intervaller. Profilets placering i VKY-området er vist i nedre højre hjørne.

VKY-72; DGU 550608.15; 32 370055.92; 6184944.65; VD: 34 m						
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL			NOTES
			clay -silt	vf -m -c	vc -gran -pebb -cobb -boul	
HS	1					0-135 cm: fin- og mellemsand øverst finsand nederst grå 5Y 5/1 Spisula, Ensis, Natica +
DS						135-200 cm: meget fint sand med lidt planterester grå 5Y 5/1 +

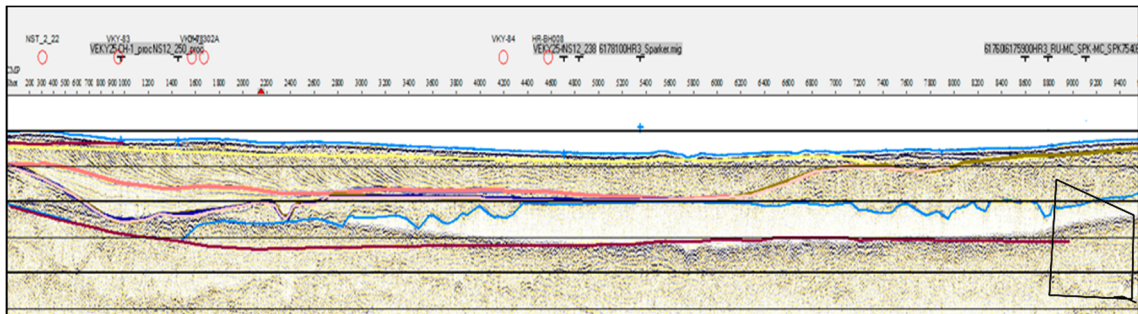
Figur 4.11: Boring VKY-72. Den nedre, finsandede enhed tolkes som en smeltevandsaflejrning fra Saale istiden.

### 4.5.3 Eem

Eem Mellemistid dækker perioden fra 130.000 år (BP) til 115.000 år (BP) og havde et varmere klima end det, der kendes fra Holocæn. Det globale havniveau var 4-6 m højere end i dag, og fordelingen af land og hav var en del anderledes. Tidlig i Eem var der muligvis en marin forbindelse fra Nordsøen til Østersøen igennem Slesvig-Holsten og videre fra Østersøen igennem den Finske Bugt. Herfra var der forbindelse igennem områderne i Finland og Rusland, der betegnes Karelen og helt til Hvidehavet og Barentshavet i det nordlige Rusland med gennemstrømning af saltvand.

VKY-området var havdækket i Eem og der blev aflejret finkornet sand og silt. I boring VKY-11 (se Figur 5.106) er der fundet formodede Eem-aflejringer bestående af horisontalt lagdelt silt med lag af meget finkornet sand. Faunaen i Eem omfattede Corbula, Hydrobia, Echinocardium, Nassarius og Balsis. I borerne VKY-56 (Figur 4.9) og VKY-80 er der fundet mere

finkornede aflejringer, der er karakteriserede som kompakt ler og silt, formentlig også af Eem alder. Tilsvarende Eem-aflejringer er fundet i Horns Rev området, hvor de er daterede ved hjælp af foraminiferanalyser (Konradi et al. 2005). Disse Eem-aflejringer fremtræder som en markant akustisk transparent enhed på de seismiske profiler (se Figur 4.12 og afsnit 8.1.1). I bunden af boring VKY-12 (Figur 6.18) er der fundet mellem- og grovkornet sand med skal-fragmenter. Det er muligvis ligeledes en Eem-aflejring, men det kan dog ikke afvises, at der er tale om smeltevandssedimenter med omlejlrede skaller. Enheden er kortlagt over et større geografisk område som en mulig råstof-ressource.



Figur 4.12: Seismisk profil med tolkede Eem-aflejringer (den transparente enhed). Til venstre på profilet ses markante skrællejlinger, der hælder mod øst. Profilets placering i VKY-området er vist i nedre højre hjørne

#### 4.5.4 Weichsel

I forbindelse med afsmeltningen under den sidste del af Weichselglaciationen, blev der ført store mængder af sedimentmættet smeltevand ud mod vest, dels gennem tunneldale, og dels ved direkte afsmeltning fra gletsjerfronten. Sedimentet blev transporteret videre gennem et forgrenet netværk af flodsystemer, der bredte sig udover det meste af Vestjylland og videre ud til VKY-området. Her opstod der store områder med smeltevandsaflejringer (se afsnit 7).

Flodsystemernes evne til at transportere materiale afhæng af vandføringen, som varierede i forhold til afsmeltningen. Generelt blev de groveste materialer aflejret nærmest gletsjerfronten i Vestjylland, hvor der var størst strømningsenergi, mens mere og mere finkornet materiale blev aflejret længere vestpå. Der var flere større dræningskanaler som gik gennem VKY-området og ledte vandet ud mod havet længere mod vest og nordvest.

Under Weichsel istiden var VKY-området, i al fald i visse perioder, således præget af smeltevandsfloder. Det ser ud til, at smeltevandet især kom fra nord, hvor isranden under det sidste glacielle maksimum lå blot ca. 20-30 km fra den nordlige del af VKY-området. Smeltevandssedimenterne består mest af finkornet, lagdelt sand og de repræsenterer således relativt distale aflejringer.

De dominerende aflejringer fra Weichsel i VKY-området er altså sandede- og grusede flodaflejringer samt lerede sø-aflejringer, antagelig fra is-dæmmede søer, som der er flere eksempler på i området. Der er imidlertid ikke megen dokumentation af den præcise sammensætning af de glacielle sedimenter i område VKY, da disse aflejringer ofte ligger dybere end de seks meter under havbunden, som boreudstyret kan tage prøver fra.

I enkelte borer er der truffet rester af arktisk flora, hvilket bekræfter, at disse sedimenter blev aflejret i et koldt klima. Arktiske planterester er tidligere fundet i boring 560618.1 (NS12-3-09), som blev boret i 2012 nordvest for VKY-området. Planteresterne blev dateret til ca. 35.000 år før nu (Bennike et al. 2014). I den sydvestlige del af VKY-området findes udbredte smeltevandsaflejringer, som formentlig er af Saale alder. I en del borer er der desuden fundet ler og silt, der tolkes som glaciolakustrine aflejringer, som kan være aflejret i søer eller en sø, der var dæmmet op af isen mod nordvest.

#### **4.5.5 Den senglaciale periode**

I den efterfølgende Senglaciale periode, der udgør overgangsperioden imellem Weichsel istiden og Holocæn, fra 17.000 til 11.700 før nu (BP), var der temperaturstigninger, som førte til at afsmeltningen af den sidste is over Danmark tog fart. De glacielle aflejringer afløstes af senglaciale aflejringer, som blev aflejret i de samme dele af VKY-området som smeltevands-sedimenterne fra Weichselisen. Men disse senglaciale sedimenter er ikke lige så udbredte (se afsnit 6).

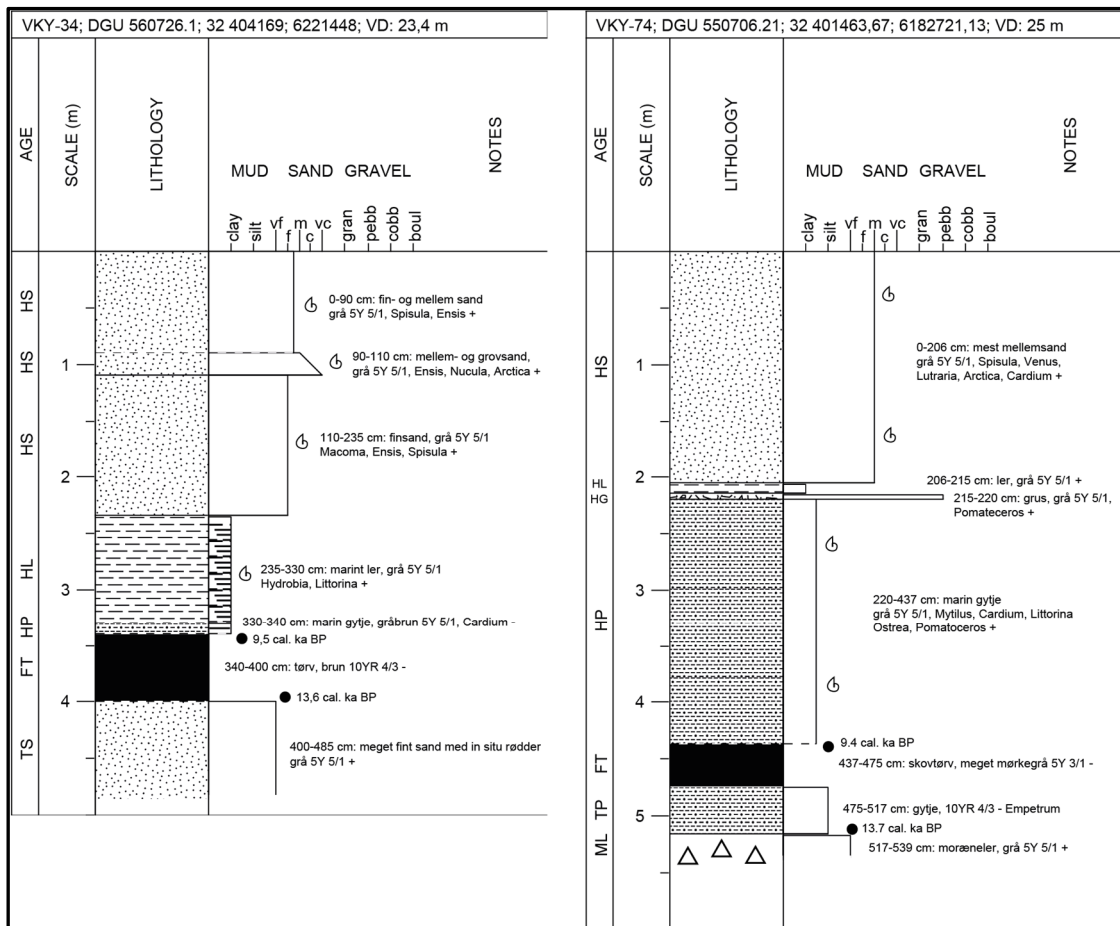
Under Fastlandstiden, i den sidste del af Weichsel og i tidlig Holocæn, opstod der i VKY-området lokale søer og moser, hvor der blev aflejret ferskvandsgytje og tørv. Disse aflejringer er dokumenteret i flere borer (Figur 4.13). Kviste fundet i disse aflejringer er blevet dateret, og de to ældste aldre på 13.700 og 13.600 (BP) svarer til Allerød-perioden, som var en relativ varm periode nær slutningen af sidste istid. Dette er første gang, der er dokumenteret lakustrine aflejringer af Allerød alder i Nordsøen.

På de seismiske data er der flere steder observeret kanalsystemer. Nogle af disse kanaler er muligvis blevet ud-eroderede i Fastlandstiden.

Landskabet i den senglaciale periode er præget af smeltevandssletter med floder og søer, hvor der både er aflejret sand og grus i flodsystemer og mere finkornede aflejringer som ler, silt og finkornet sand i søer og afsnørede flodarme. Der findes mange eksempler på senglaciale ferskvandsaflejringer inden for VKY-området, og de har en stor udbredelse (se afsnit 6). Der er ikke fundet marine senglaciale aflejringer ved undersøgelserne i VKY-området.

#### **4.5.6 Holocæn**

I tidlig Holocæn fandtes der i område VKY lokalt moser, hvor der akkumulerede tørv. Dateringerne af tidlig Holocæn tørv dækker tidsrummet fra ca. 10.900 til 9.100 år før nu (BP), altså en periode på ca. 1800 år.



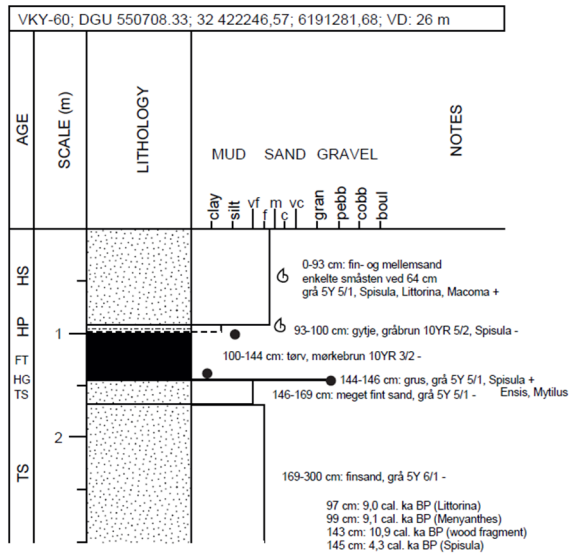
Figur 4.13: Vibrocoreboringer VKY-34 og VKY-74. Sorte markeringer angiver tørv og de sorte prikker angiver kulstof-14 dateringer.

For omkring 9.000 år siden begyndte havet at brede sig ind over VKY-området. Fra boring VKY-60 (Figur 4.14) er en skal af en marin snegl (Littorina) samt en skal af en marin musling (Spisula) blevet dateret. Snegleskallen (Littorina) gav en alder på ca. 9.000 år (BP). En prøve af frø af bukkeblad (Menyanthes) fra toppen af tørv umiddelbart under det marine sediment gav en alder på ca. 9.100 år før nu (BP). Dateringerne viser altså, at havet trængte ind i området hvor VKY-60 er boret mellem 9.100 og 9.000 år før nu. Under tørv findes et lag med marine skaller og en datering af en af skallerne viser, at de er langt yngre end den overliggende tørv. Det antages, at skallerne er kommet ind under tørv i forbindelse med vibrationerne under borearbejdet. Lignende forstyrrelser er ikke set i andre kerner.

Efter at havet trængte ind i område VKY begyndte en erosion af de ældre aflejringer og sedimentation af marine og kystnære aflejringer. De fossile kystnære aflejringer er truffet i en del boringer i form af grus eller groft sand med skaller af marine muslinger og snegle. Lokalt i områder med læ blev der i tidlig Holocæn aflejret marin gytje, marint ler eller marint silt.

Den yngste enhed i hele område VKY udgøres af et mobilt dynamisk overfladelag af sand som er 1-2 m tykt. Det mobile sandlag forekommer i store dele af området.





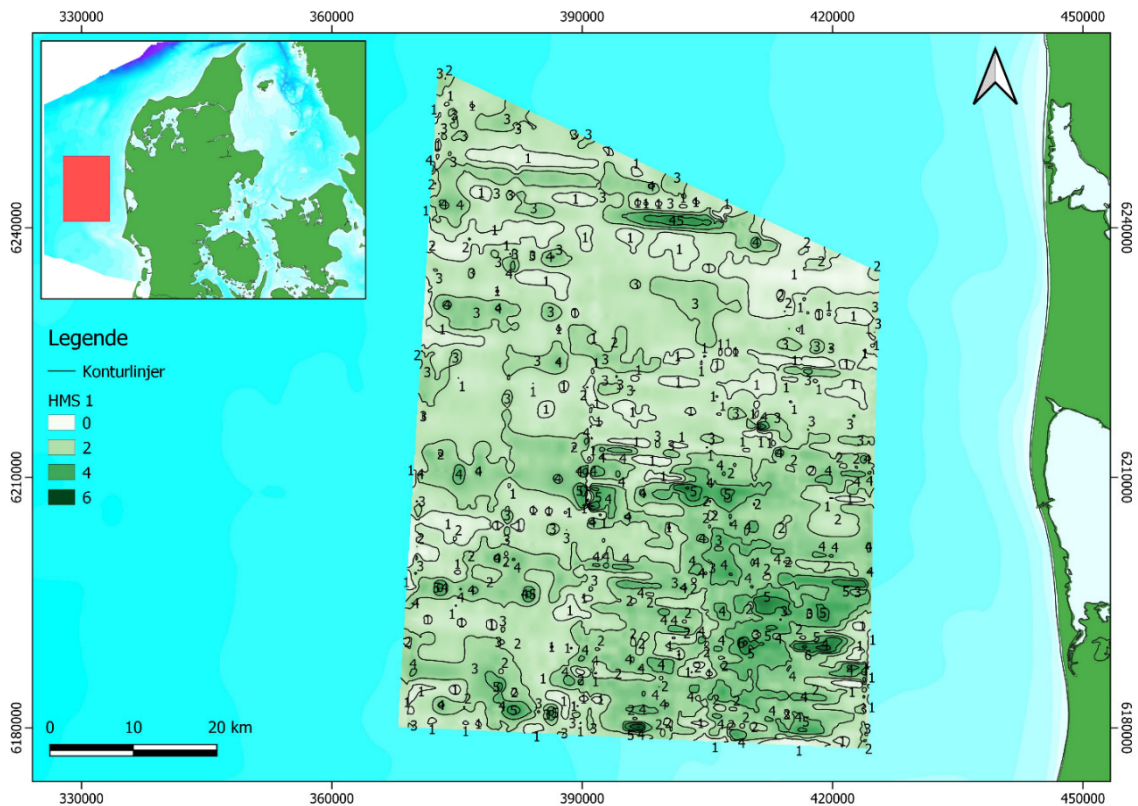
Figur 4.14: Sedimentologisk log for boring VKY-60. Sorte markeringer angiver tørv og de sorte prikker angiver kulstof-14 dateringer.

## 5. Holocæne ressourcer

### 5.1 Holocæn Marin Sand 1 (HMS 1\_1 – 1\_5)

De yngste enheder i VKY-området er Holocæne, marine sandressourcer (HMS 1). De udgøres af recente, mobile, dynamiske overfladelag af sand, som har mægtigheder i boreriger på 0,3 - 2 m. Derudover omfatter HMS 1 også tykkere lag af større sandvandring af revler og banker. De sidstnævnte enheder har væsentlig større mægtigheder.

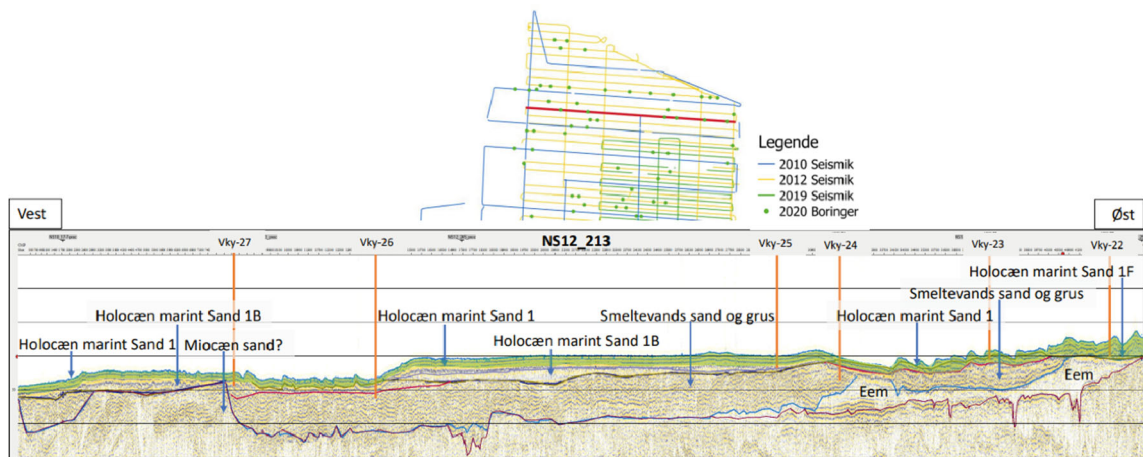
HMS 1 sand-enheden er til stede i hele VKY-området og et samlet tykkelseskort ses herunder i Figur 5.1, mens der i Figur 5.2 er vist et seismisk eksempel på udbredelsen af enheden.



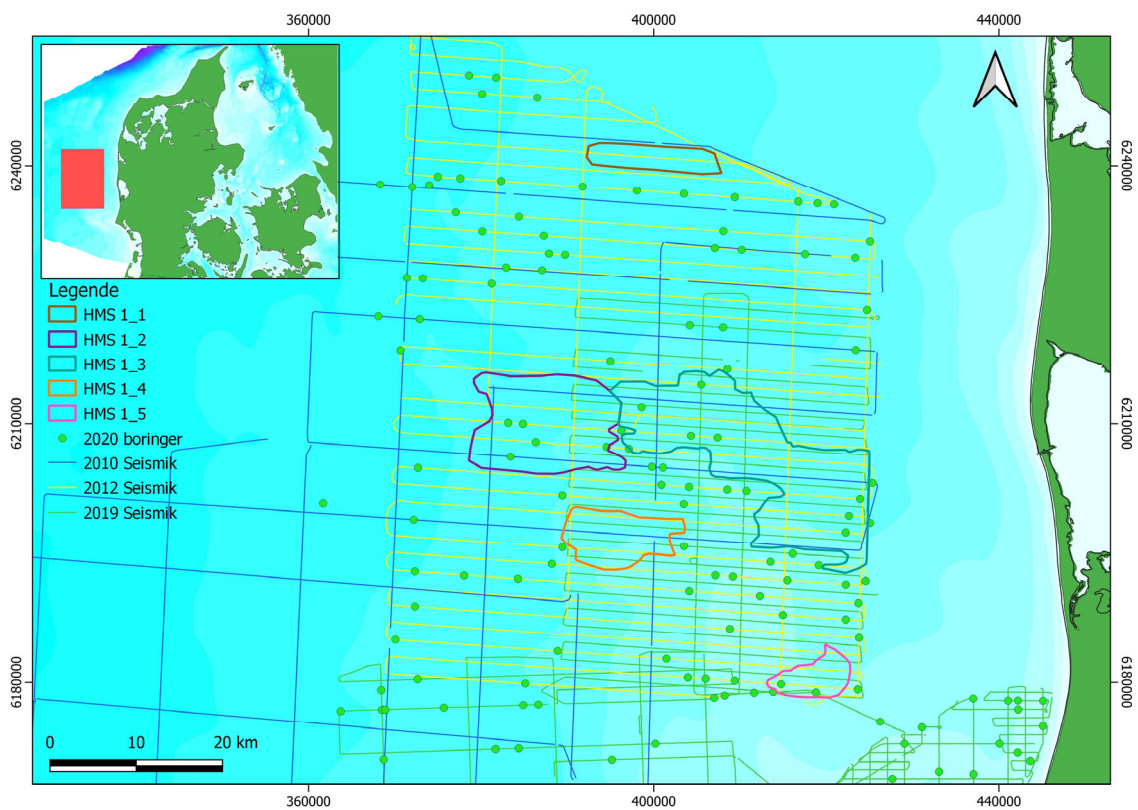
Figur 5.1: Tykkelseskort for den fladedækkende enhed HMS 1 i VKY-området i Nordsøen.

I store dele af området har HMS 1 enheden en lagtykkelse på 0-2 m (Figur 5.1). I rapporteringen er det prioriteret at kortlægge ressourcer med lagtykkelser på over to meter, som har en volumenmæssig størrelse, som er interessant i en indvindingssammenhæng. Områderne med mindre lagmægtigheder, vil kunne komme i betragtning, hvis der under de tynde HMS 1 lag er råstofressourcer, som er interessante.

Der er foretaget en afgrænsning af fem områder, hvor HMS 1 lagtykkelserne er på 2-6 m og dermed har en samlet størrelse, der kan være interessant for mulig indvinding (Figur 5.3). Disse HMS 1 ressourcer er beskrevet nærmere nedenfor.



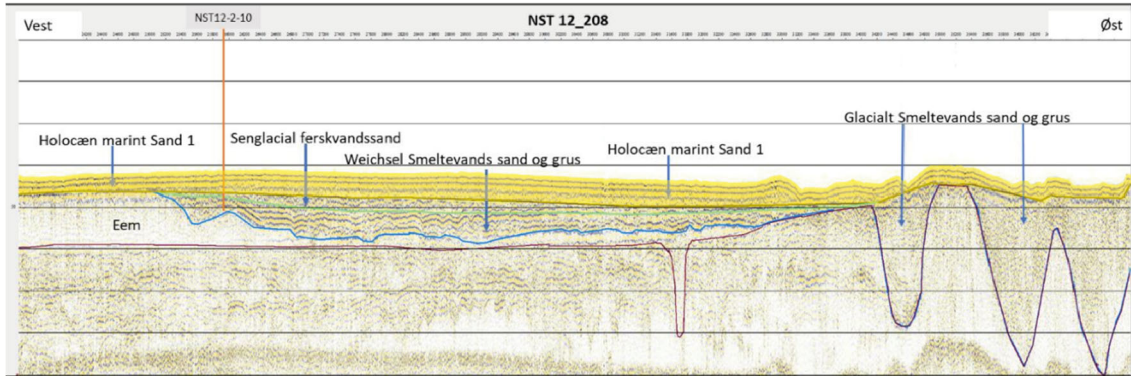
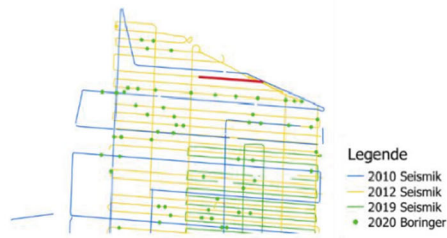
Figur 5.2: Seismisk profil NS12\_213 som viser, hvordan HMS 1 enheden dækker hele VKY-området. Enheden er fremhævet med grøn.



Figur 5.3: Kort over tolkede HMS 1 ressourcer. Der er kortlagt ressourcer, hvor enheden har en tykkelse på mellem to og seks meter og dermed tilstrækkelig mægtighed til at være relevant for råstofindvinding.

### 5.1.1 Ressource HMS 1\_1

Ressource HMS 1\_1 ligger i den nordøstlige del af kortlægningsområdet VKY (Figur 5.3). Vanddybden varierer fra 30 til 32 m. Råstofforekomsten er en del af den øverste marine sandenhed, HMS 1 (Figur 5.4). Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMS 1\_1 her har en tykkelse på mellem 2 og 6 m over et areal på ca. 41 km<sup>2</sup> (Figur 5.6). Den tilstedeværende råstofmængde af HMS 1\_1 er opgjort til 124 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 5.4: Seismisk profil NST12\_208 igennem ressource HMS 1\_1 (Holocæn Marint Sand 1), der ses som den øverste seismiske enhed på profilet markeret med gul. Position og penetrationsdybde for boring NS12-2-10 er angivet med en vertikal orange streg.

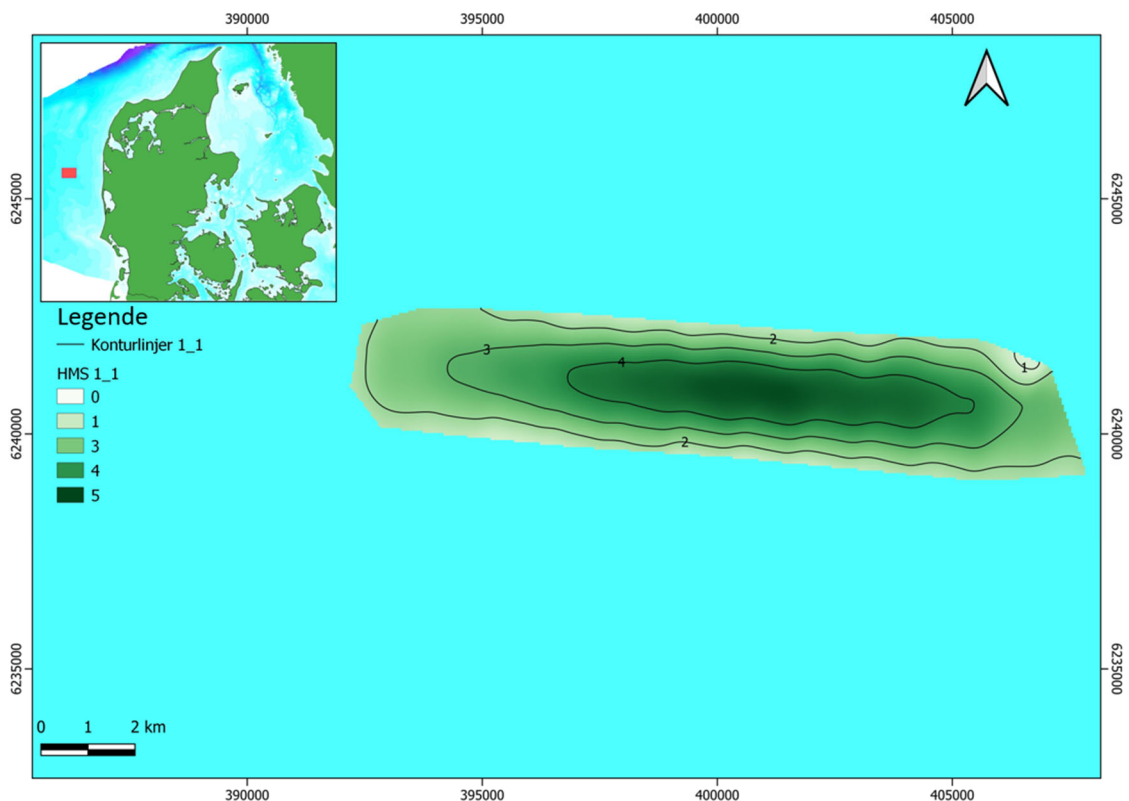
NS12-2-10, DGU 560722. 3, 56°18,246'N, 7°20,044'Ø, 31,7 m

Age/environment	Depth (m)	Lithology	Mud Sand Gravel									
			r-clay	silt	vf	m	vc	gran	pebb	coobb	boul	
HS	0											HCl + ☉ Cardium, Ensis, Spisula
	1											HCl +
	2											HCl + 10YR 4/1 mørkegrå
	3											☉ Enkelte skalfragmenter HCl +
HS	4											☉ Macoma, Turritella HCl +
	5											☉ skalfragmenter HCl + 2.5Y 6/2 lysbrunrå
TS?	5											

Figur 5.5: Boring NS12-2-10, der ned til 4,6 m udgøres af Holocæn marint sand.

Ressourcen er i boring NS12-2-10 (Figur 5.5) beskrevet som meget finkornet til mellemkornet, Holocænt, marint sand. Der er ikke udført kornstørrelsesanalyser for HMS 1\_1 i boringen.

Ud fra råstofbeskrivelsen, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt seismisk 2-km net af øst-vest gående linjer, samt at der kun er foretaget én boring i ressource HMS 1\_1, uden kornstørrelsesanalyse af enheden, klassificeres ressource HMS 1\_1 som en spekulativ forekomst af råstoftype Fyldsand 4. Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af ressourcen kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk materiale i de indvundne materialer.

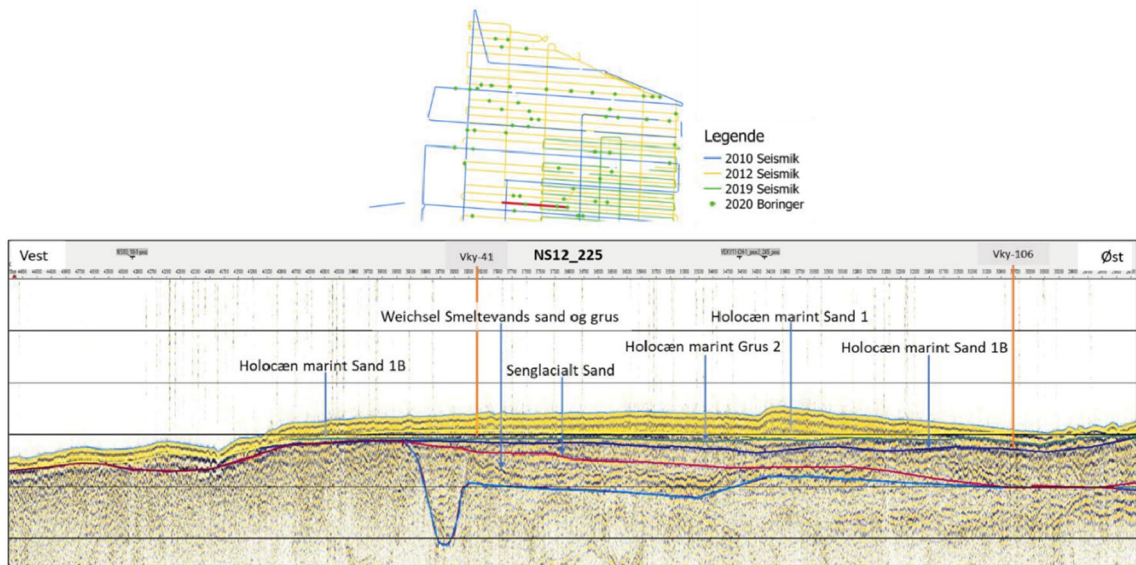


Figur 5.6: Tykkelseskort for ressource HMS 1\_1 med 1 m konturlinjer.

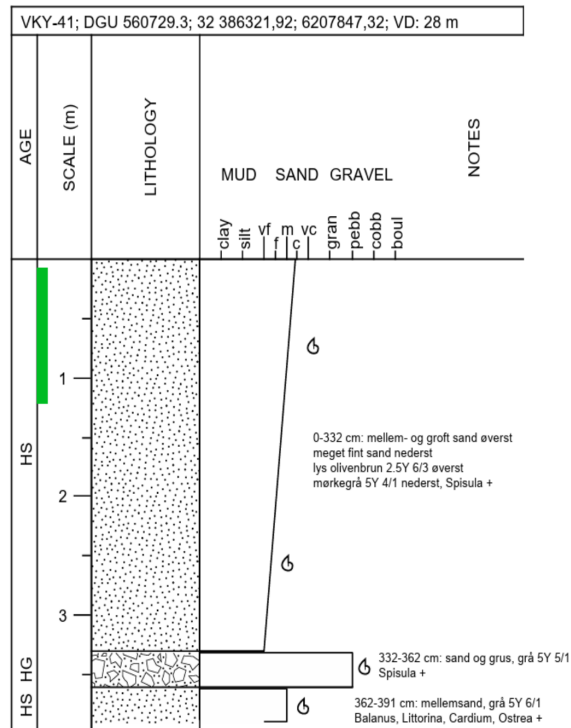
### 5.1.2 Ressource HMS 1\_2

Ressource HMS 1\_2 ligger i den centrale del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.3). Vanddybden varierer fra 24 til 32 m, og råstofforekomsten er en del af den øverste marine sandenhed, HMS 1. Den seismiske kortlægning (Figur 5.7) viser, at ressourcen har en tykkelse på 1 til 4,5 m over et areal på ca. 173 km<sup>2</sup>. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 465 mio. m<sup>3</sup>.

I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget fire borer i ressourcen. I alle borer, udgøres den øverste enhed af HMS 1\_2. Enheden er opadgrovende fra meget fint til meget groft sand, som vist i eksemplet, boring VKY-41 (Figur 5.8).



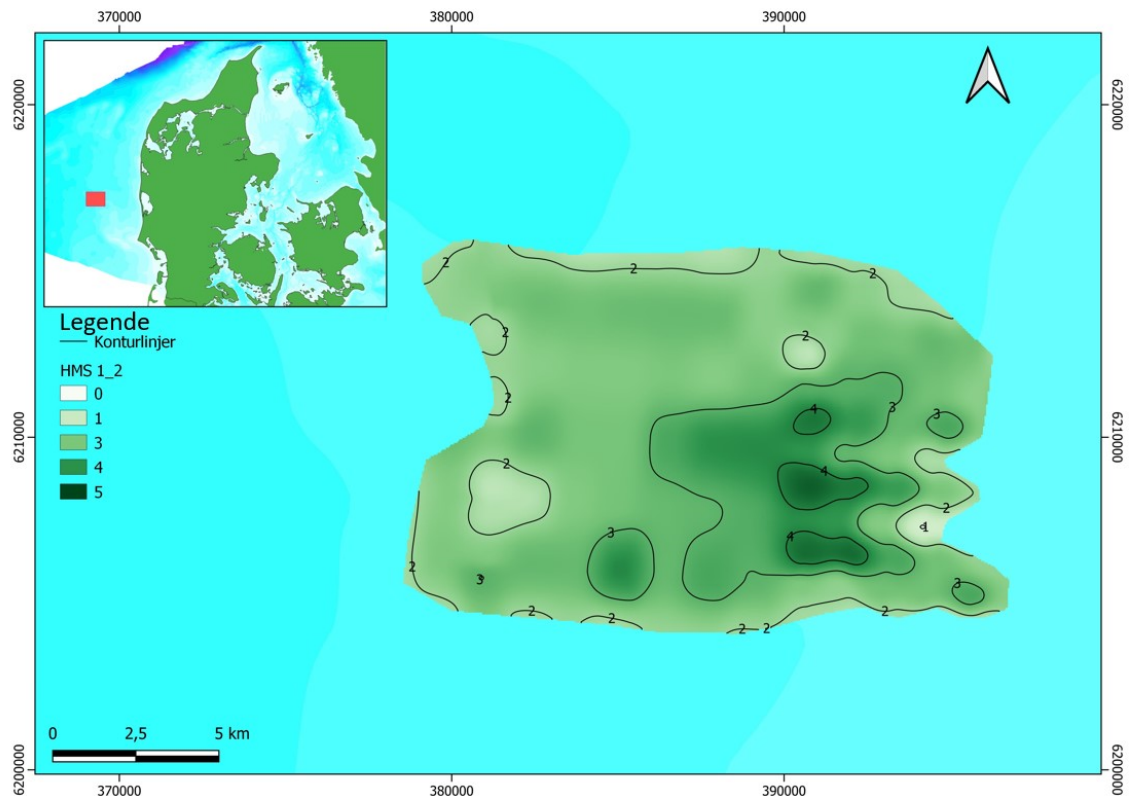
Figur 5.7: Seismisk profil NS12\_225 igennem ressource HMS 1\_2, der ses som den øverste seismiske enhed på profilet markeret med gul.



Figur 5.8: Sedimentologisk log for boring VKY-41. Den øverste enhed udgøres af HMS 1\_2. Den grønne boks indikerer intervallet, hvor der er udført kornstørrelsesanalyse.

Der er udført kornstørrelsesanalyser i tre af de fire borer i HMS 1\_2. Analyserne er foretaget i den øverste meter af borerne. I boring VKY-41 viser boreprofilet, at der øverst i boringen forekommer 3,3 m HMS 1\_2 sand (Figur 5.8). Kornstørrelsesanalysen (markeret med grøn på den sedimentologiske log) viser, at prøven primært indeholder mellem til groft sand, og at ler-siltfraktionen udgør omkring 1% af den samlede prøve. Sandet er moderat sorteret med en  $D_{50}$  værdi på 0,32 mm. Den nedre grænse af HMS 1\_2 udgøres af grus (HMG 2, se afsnit 5.5.10).

Ud fra råstofbeskrivelsen, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt seismisk 2-km net af øst-vest gående linjer, samt at der er foretaget fire boringer i ressourcen, klassificeres ressource HMS 1\_2 som en spekulativ, mellemkornet sandforekomst af råstofftype Sand 1. Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk materiale i de indvundne materialer.

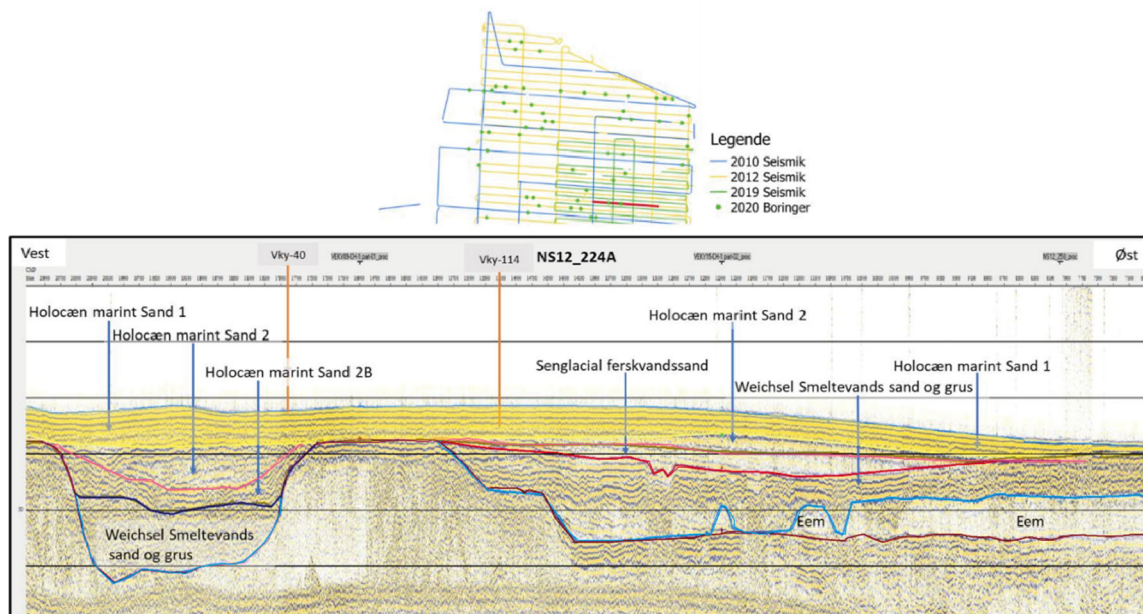


Figur 5.9: Tykkelseskort for ressource HMS 1\_2 med 1 m konturlinjer.

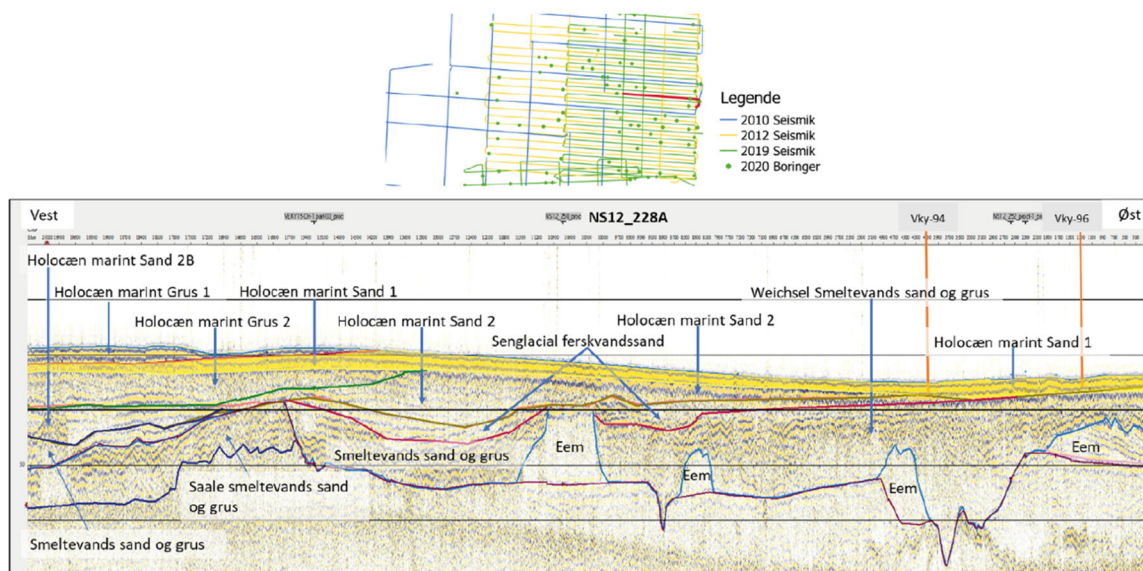
### 5.1.3 Ressource HMS 1\_3

Ressource HMS 1\_3 ligger i den centrale, østlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.3). Vanddybderne varierer fra 30 til 32 m, og ressource HMS 1\_3 er en del af den øverste, marine sandenhed, HMS 1 og har et udbredelsesareal på ca. 309 km<sup>2</sup>. Der er udvalgt et nordligt og et sydligt seismisk profil til at illustrere ressourcen (Figur 5.10 og Figur 5.11).

Der findes i alt ni boringer i ressource HMS 1\_3. Nord i ressourcen er der foretaget fem boringer, og sydøst i ressourcen er der foretaget fire boringer. Én boring er en arkivboring fra 2012, mens de resterende otte er nye boringer udført i 2020. Samtlige boringer dokumenterer ressourcen, og lagtykkelserne af HMS 1\_3 varierer fra 1,8 til 5,6 m. To er udvalgt til at vise HMS 1\_3 ressourcen, og kan ses på Figur 5.12. Der er udført kornstørrelsesanalyser af enheden i alle boringer i de fem nordlige boringer samt i to af boringerne mod sydøst.



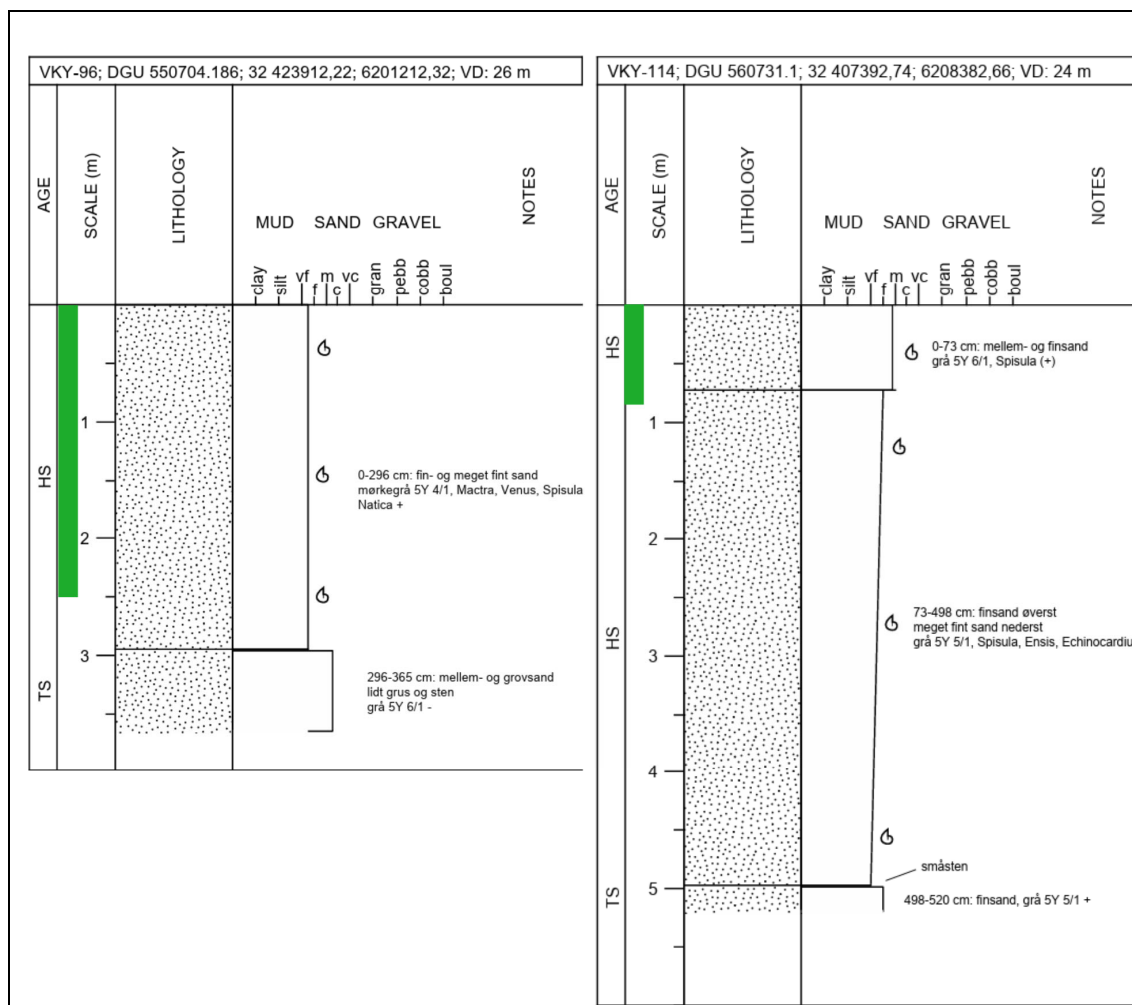
Figur 5.10: Seismisk profil NS12\_224A igennem ressource HMS 1\_3, der ses som den øverste seismiske enhed på profilet markeret med gul.



Figur 5.11: Seismisk profil NS12\_228A. Ressource HMS 1\_3 er markeret med gul.

Boring VKY-114 (Figur 5.12) illustrerer sammensætningen af ressource HMS 1\_3 mod nord-vest. Ressourcen udgøres nederst i 5 meters dybde af meget, finkornet sand, der bliver grovere opover i kernen til mellemgroft sand. Der er udført en kornstørrelsesanalyse af sedimenter øverst i kernen og prøveintervallet (0 – 0,7 m) er markeret med grønt på Figur 5.12. Analysen viser, at prøven indeholder mellemkornet sand med 12% groft sand og 25% finkornet sand, og ler/silt-fraktionen udgør omkring 1% af den samlede prøve. Sandet er moderat sorteret med en  $D_{50}$  værdi på 0,30 mm. Ressourcens sammensætning og kvalitetsegenskaber i boring VKY-114 beskrives som moderat sorteret, mellemkornet, Holocænt sand (HS) med meget finkornet sand nederst og mellemkornet sand med indslag af groft sand i toppen.





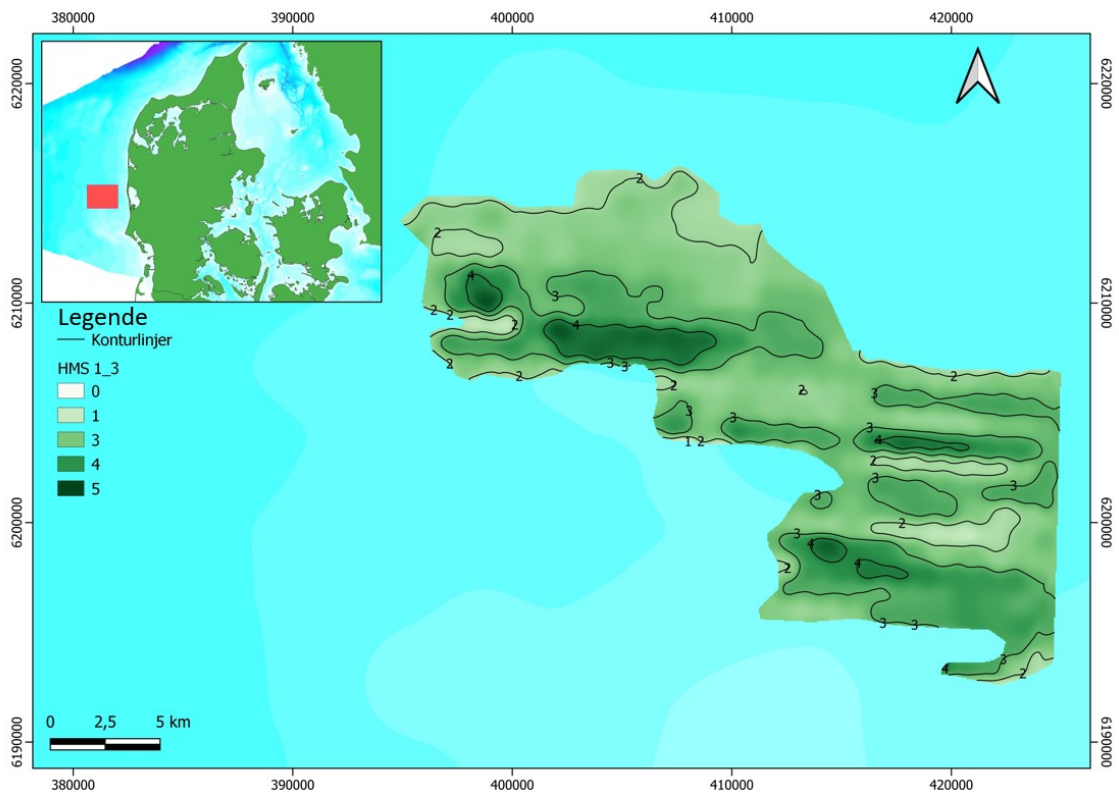
Figur 5.12: Sedimentologiske logs for boring VKY-114 og VKY-96. I VKY-114 udgøres HMS 1\_3 af de to øverste enheder og har en mægtighed på 5 m. De grønne bjælker markerer, hvor der er udtaget prøver til kornstørrelsesanalyser.

Boring VKY-96 mod sydøst (Figur 5.12) viser 2,9 m HMS 1 sand i boringen, og at sammensætningen ikke ændrer sig. Der er udført kornstørrelsesanalyser på prøver fra de øverste 2,5 m af boringen. Analysen viser, at boringen indeholder finsand med mellemkornet sand 11% og ler/silt fraktionen udgør omkring 10% af den samlede prøve. Sandet er dårligt sorteret med en  $D_{50}$  værdi på 0,09 mm. I boring VKY-96 beskrives ressourcens sammensætning og kvalitetsegenskaber som dårligt sorteret finkornet, Holocænt sand (HS) med hhv. 10% mellemkornet sand og 10% ler/silt.

I den nordlige del af ressource HMS 1\_3 udgøres den nedre grænse primært af HMS 2-enheden (afsnit 5.4). I den centrale del af området udgøres den nedre grænse af Saale erosionsfladen, samt et enkelt sted af senglacialt smeltevandssand (Figur 5.10). I den sydvestlige del afgrænses HMS 1\_3 i dybden af HMG 2-ressourcen (beskrives i afsnit 5.5.10). I den centrale del af området afgrænses HMS 1\_3 af HMS 2 (se afsnit 5.4), mens den mod øst afgrænses af Weichel smeltevandssedimenter (beskrives i afsnit 7).

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer samt at der er ni boringer tilgængelig til beskrivelse af ressourcen, klassificeres ressource HMS 1\_3 som en spekulativ,

marin sandforekomst. I den nordlige del er ressourcen mellemkornet, mens den mod syd er finkornet. Samlet set klassificeres ressourcen som råstoftype Fyldsand 4 indtil der er datagrundlag til at foretage en mere detaljeret kortlægning og yderligere opdeling. Ud fra ovenstående beskrivelser kan råstofressource HMS 1\_3 karakteriseres som materiale, der kan anvendes som tilslag til betonfremstilling i det nordlige område mens materialerne i det sydlige område vil kunne anvendes som fyldmaterialer. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 860 mio. m<sup>3</sup>.

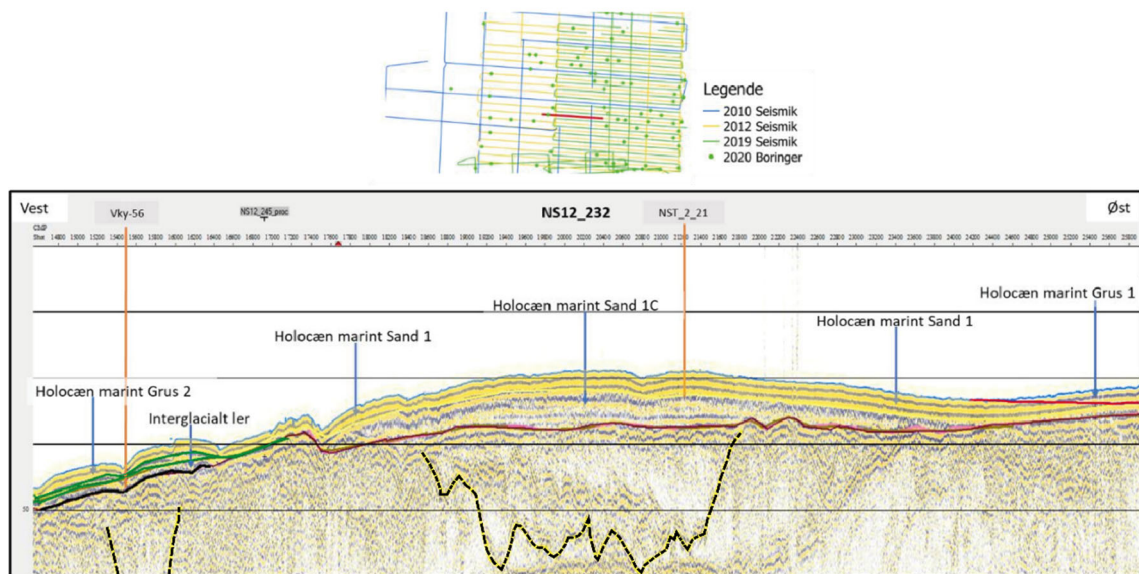


Figur 5.13: Tykkelseskort for ressource HMS 1\_3 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk materiale i de indvundne materialer.

#### 5.1.4 Ressource HMS 1\_4

Ressource HMS 1\_4 ligger i den sydlige, centrale del af område VKY (Figur 5.3). Vanddybden varierer fra 20 til 28 m og råstofressourcen er en del af den øverste marine sandenhed HMS 1. Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMS 1\_4 dækker et areal på ca. 71 km<sup>2</sup>, og at den har en mægtighed fra 1 til 7 m (Figur 5.16).



Figur 5.14: Seismisk profil NS12\_232 (udsnit). Ressource HMS 1\_4 er markeret med gul. Ældre begravede dale er angivet med stiplede linje.

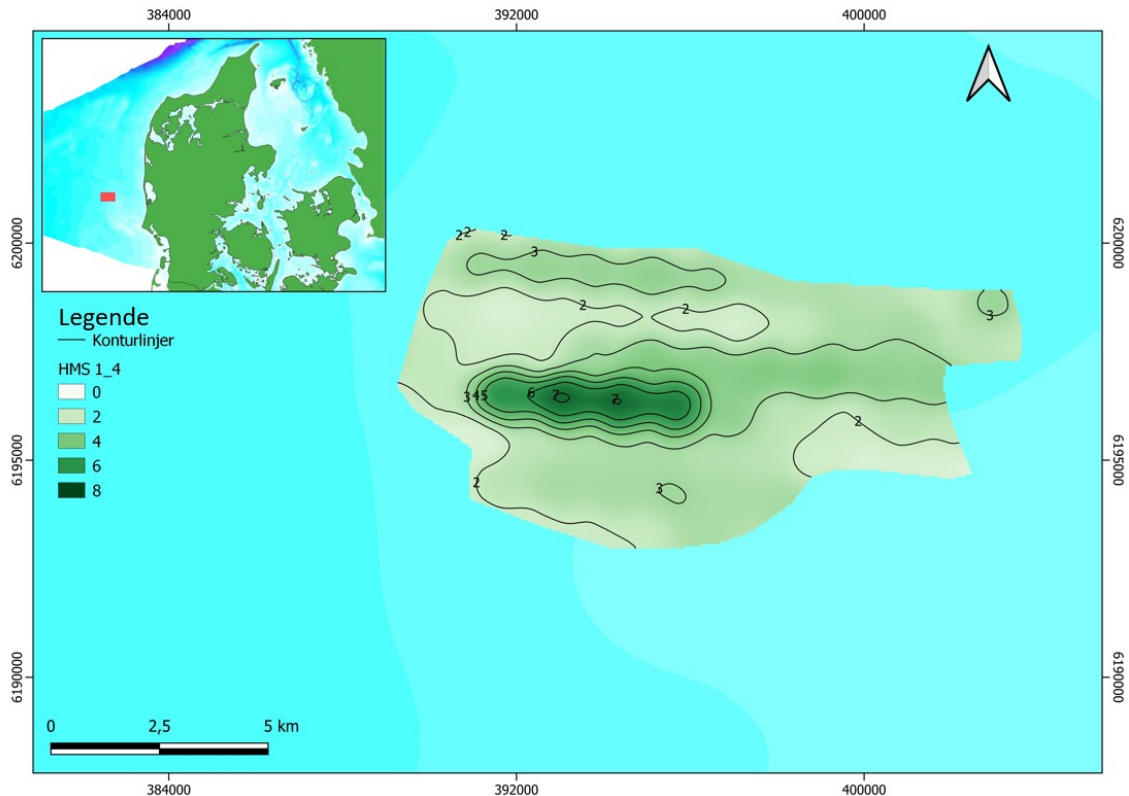
NS12-2-21, DGU 5550706. 19, 55°52,335'N, 7°20,358'Ø, 21,5 m						
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL			NOTES
			clay silt	vf f	m c	
HS	1	[Dotted pattern]				♁ Spisula, Tellina HCl +
	2					♁ Spisula ♁ Ensis
	3					♁ Tellina, Venus 2.5Y 5/1 grå
	4					♁ Spisula HCl +

Figur 5.15: Sedimentologisk log for boring NS12-2-21. Boringen udgøres af 4,3 m finkornet sand.

I forbindelse med efterforskning i 2012 er der foretaget en boring i ressource HMS 1\_4 (NS12-2-21, Figur 5.15). Der er ikke udført kornstørrelsesanalyser på materialet i boringen. Boreprofilen viser, at HMS 1\_4 består af 4,3 m finkornet sand i boringen. Sandet er, som de øvrige finsandsressourcer beskrevet i område VKY, moderat sorteret. Bunden af HMS 1\_4 ikke er nået i boringen, men på det seismiske profil ses det, at forekomsten begrænses

nedadtil af HMS 1C-ressourcen (Figur 5.14, beskrives i afsnit 5.3.5). HMS 1\_4 råstofressourcen beskrives som en moderat sorteret, finkornet, Holocæn sandforekomst.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, samt at der er én boring tilgængelig til beskrivelse af forekomsten, er ressourcen klassificeret som en spekulativ, finkornet sandforekomst af råstofstype Fyldsand 4. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 205 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.16).

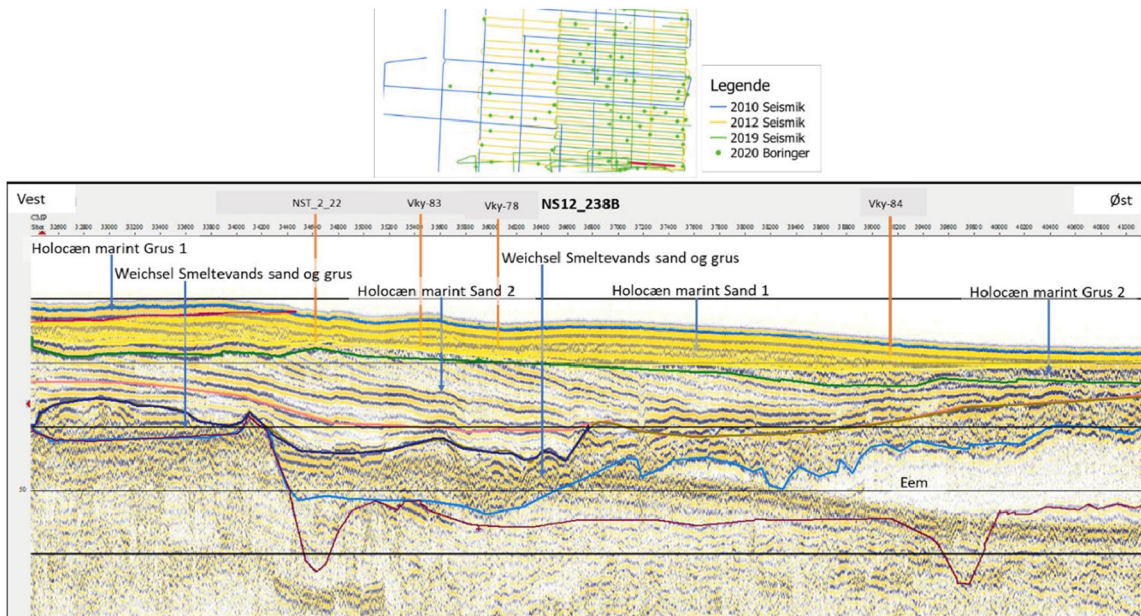


Figur 5.16: Tykkelseskort for ressource HMS 1\_4 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk materiale i de indvundne materialer.

### 5.1.5 Ressource HMS 1\_5

Ressource HMS 1\_5 ligger i den sydøstlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.3). Vanddybden varierer fra 16 til 20 m. Råstofressourcen er en del af den øverste marine HMS 1 sandenhed (Figur 5.17). Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 34 km<sup>2</sup>, og at den samlede forekomst har en mægtighed fra 1 til 3,5 m (Figur 5.19).



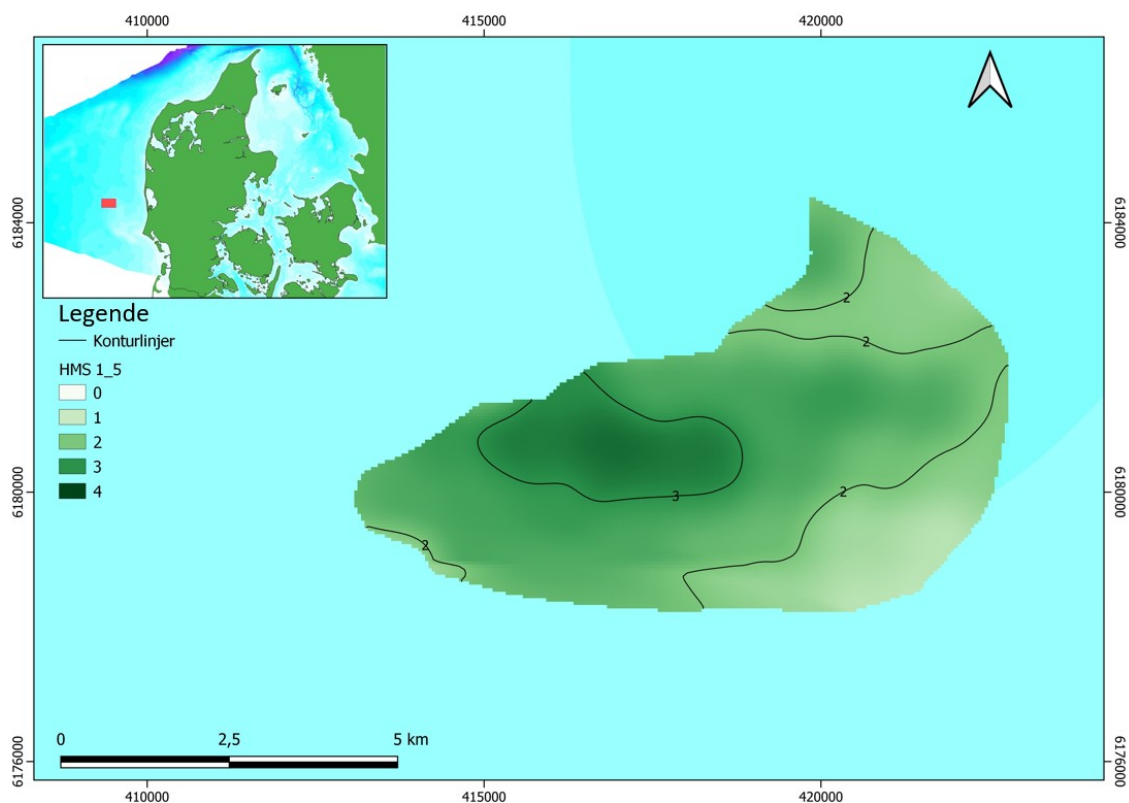
Figur 5.17: Seismisk profil NS12\_238B. Ressource HMS 1\_5 er markeret med gul. Position og penetrationsdybde for boring NS12-2-22 er markeret med en vertikal, orange streg til venstre i profilet.

NS12-2-22, DGU 550707, 12, 55°45,415'N, 7°36,636'Ø, 16,8 m						
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL			NOTES
			clay silt m c	gr pebb cobbl boul		
HS	1	[Dotted pattern]				marmoreret HCl (+) Spisula
	2					Tellina HCl (+) 2.5Y 5/1 grå
	3					Tellina, Echinocardium
	4					Tellina
	5					HCl (+) 5Y 4/1 mørkegrå Echinocardium

Figur 5.18: Sedimentologisk log for boring NS12-2-22. Ressource HMS 1\_5 udgør de øverste 3,7 m. Den røde bjælke markerer, hvor der er udtaget en prøve til kornstørrelsesanalyse.

I forbindelse med undersøgelser i 2020 er der foretaget tre borer (VKY-83, VKY-78 og VKY-84) i området, der sammen med en boring (NS12-2-22) udført i 2012 dokumenterer tilstedeværelsen af ressource HMS 1\_5 (Figur 5.17). Der er foretaget kornstørrelsesanalyser i samtlige borer i ressource HMS 1\_5. Boring NS12-2-22 er udvalgt til at beskrive råstof-ferne i dette område. Det fremgår af boreprofilen, at ressource HMS 1\_5 udgør hele boringen ned til 5,7 meters dybde. Ressourcen består i 5,7 m af meget finkornet sand, men grover opad til mellemkornet sand øverst. Der er udført kornstørrelsesanalyse på en prøve fra den øverste meter af boringen. Analysen viser, at den indeholder 80% mellemkornet sand. Groft sand og ler/silt-fraktionerne udgør hver omkring 10% af den samlede prøve. Materialet er moderat til velsorteret mellemkornet sand med en  $D_{50}$  værdi på 0,32 mm. Råstoffressourcen er således beskrives som en moderat sorteret, mellemkornet, Holocæn marin sandforekomst (HMS). Forekomsten begrænses nedadtil af HMG 2 gruset (Figur 5.17) som beskrives mere detaljeret i afsnit 5.5.

Ud fra ovenstående råstoffbeskrivelse, den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net af øst-vest gående linjer samt at der er fire borer tilgængelig til at beskrive forekomsten, klassificeres ressource HMS 1\_5 som en spekulativ, mellemkornet, sandforekomst af råstofftype Sand 1. Den tilstedeværende råstoffmængde er opgjort til ca. 83 mio.  $m^3$ .



Figur 5.19: Tykkelseskort for ressource HMS 1\_5 med 1 m konturlinjer.

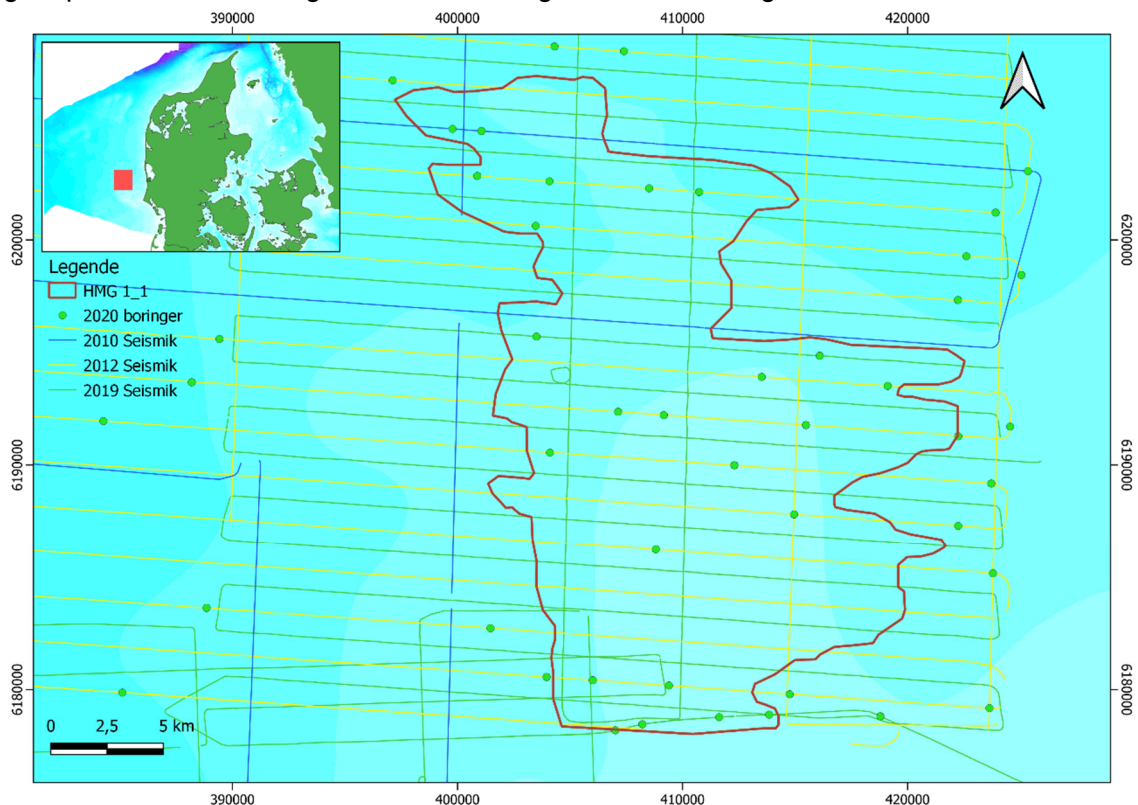
Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk materiale i de indvundne materialer.

### 5.1.6 Anbefaling til undersøgelser af ressource HMS 1\_1 – 1\_5

Samtlige af ressourcerne HMS 1\_1 til 1\_5 er klassificeret som spekulative, og det vurderes, at der fremadrettet er behov for at foretage flere boreriger, at udføre kornstørrelsesanalyser i prøver i ressourcerne (både i nye og arkivboringer), samt at indsamle ny seismik for at øge dokumentationsgraden. En højere dokumentationsgrad kan, i tilfælde hvor det er et krav/relevant/nødvendigt, opkvalificere ressourcerne fra spekulative til sandsynlige eller endda påviste. Nye boreriger og seismik vil også kunne medføre, at kortlægningen justeres. F.eks. er ressource HMS 1\_3, på trods af intern variation, i denne rapport holdt som én ressource. Med mere detaljeret kortlægning kan det tænkes, at ressource HMS 1\_3 kan opdeles i to ressourcer af henholdsvis typerne Sand 1 og Fyldsand 4. Nye borerigerresultater kan muligvis også medføre, at råstoffypen i nogle tilfælde kan ændres på baggrund af nye analyser.

## 5.2 Holocæn Marin Grus 1 (HMG 1\_1)

Internt i HMS 1 enheden optræder der i den sydøstlige del af VKY-området (Figur 5.20) ofte gruslag (HMG 1) der ligger i forskellige dybder i boreprofilerne. Herunder er der foretaget en opgørelse af HMG 1 grusforekomsten i den del af HMS 1 ressourcen, som har et indhold af grus på minimum 10% og dermed kan kategoriseres som en grusforekomst.



Figur 5.20: Oversigtskort over grusressource HMG 1\_1.

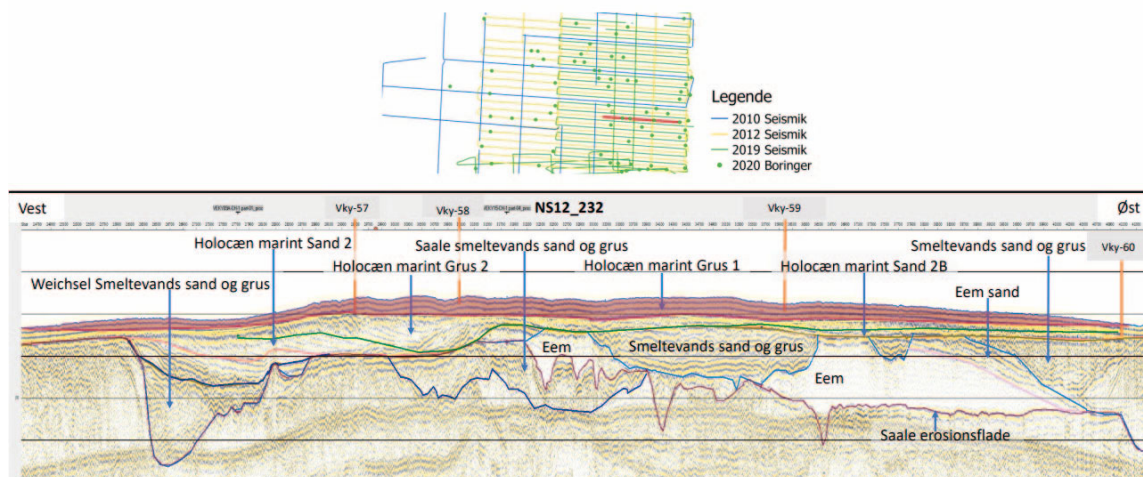
Grusforekomsten optræder blandt andet i større bankedannelser, hvor der kan være et til to lag af grus og sten. Det øverste gruslag træffes ofte inden for de første meters dybde af enheden og er dannet i det recente, mobile, dynamiske overfladelag af sand, og dette forventes at være under løbende forandring. De dybere gruslag antages at være relikte, men

kan være dannet tidligere på tilsvarende vis og er senere blevet begravet under de øverste sandaflejringer.

### 5.2.1 Ressource HMG 1\_1

Ressource HMG 1\_1 ligger i den centrale, sydlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.20). Ressourcen har et areal på ca. 386 km<sup>2</sup>, og vanddybderne varierer fra 16 til 24 m. Mægtigheden af ressource HMG 1\_1 varierer fra 0,1 til 5,2 m (Figur 5.24). De råstofgeologiske enheder udgøres primært af gruslag, men med indslag af Holocænt, marint sand og enheden bliver generelt mere sandet mod syd.

Der er udvalgt et centralt (linje NS12\_232) og et sydligt (NS12\_238B) seismisk profil til at illustrere ressource HMG 1\_1 (Figur 5.21 og Figur 5.22). Der er udført 22 borer i området og 20 er udført ved efterforskning i 2020, mens to er udført i 2012. Der er foretaget kornstørrelsesanalyser på 12 gruslag fra 11 af borerne. Ressource HMG 1\_1 er dokumenteret i alle 22 borer. Der er udvalgt to borer (VKY-57, VKY-76, Figur 5.23), en langs hver af de to seismiske linjer, til at illustrere sedimentologien i ressource HMG 1\_1.

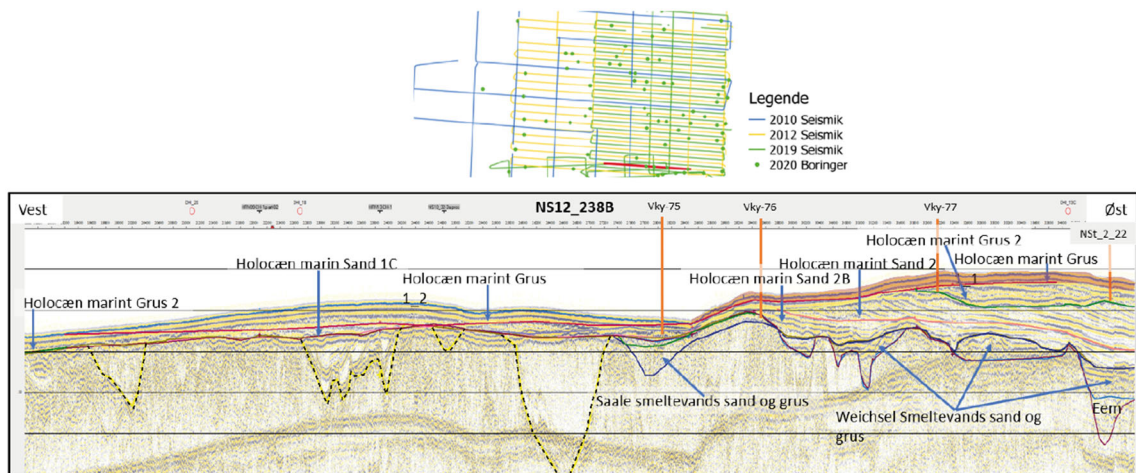


Figur 5.21: Seismisk profil NS12\_232. Ressource HMG 1\_1 er markeret med rød.

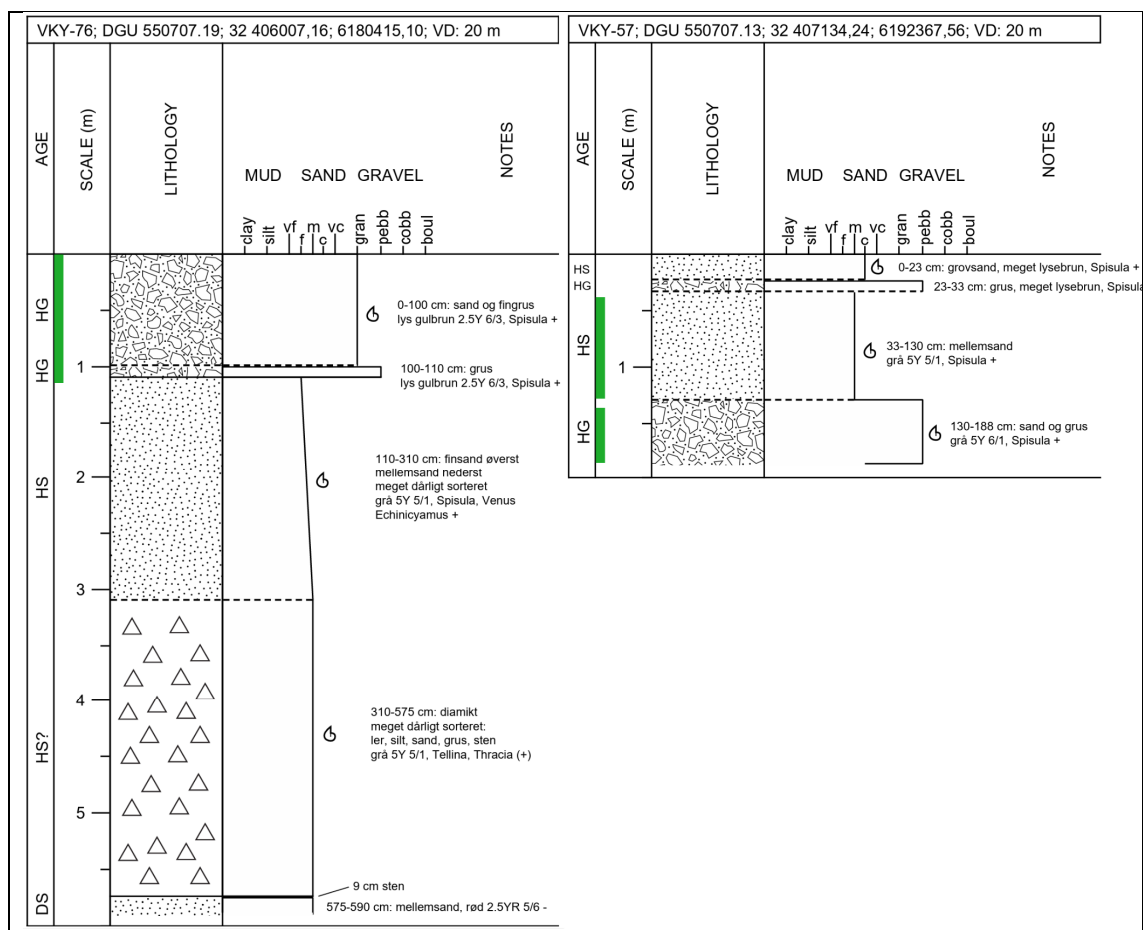
I boring VKY-57 (Figur 5.23), udgøres HMG 1\_1 nederst af mindst 0,6 m grus (nedre grænse er ikke nået), overlejret af 1 m Holocænt, marint sand. Kornstørrelsesanalysen viser, at gruslaget indeholder 39% grus, 14% groft, 26% mellemkornet og 21% finkornet sand. Materialet er dårligt sorteret, og middeldkornstørrelsen er 0,7 mm. Sandlaget indeholder 77% mellemkornet, 8% groft og 15% finkornet sand. Også sandlaget er dårligt sorteret og har en middeldkornstørrelse på 0,3 mm.

Boring VKY-76 (Figur 5.23) er beliggende ved den seismisk linje NS12-238B, hvor ressource HMG 1\_1 udgøres af de øverste to grusenheder (ned til lidt over en meters dybde) bestående af et tyndt lag grus samt et ca. en meter tykt lag fint grus (Figur 5.23). Kornstørrelsesanalysen af laget af fint grus viser, at det indeholder 48% grus, 35% groft sand, 12% mellemkornet sand og 5% finkornet sand. Materialet er dårligt sorteret, og middeldkornstørrelsen er 1,4 mm. Nedre grænse for ressource HMG 1\_1 er nået og ses som en overgang til finkornet sand.





Figur 5.22: Seismisk profil NS12\_238B. Ressource HMG 1\_1 er markeret med rød. Ældre begravede dale er markeret med stiplede linjer.



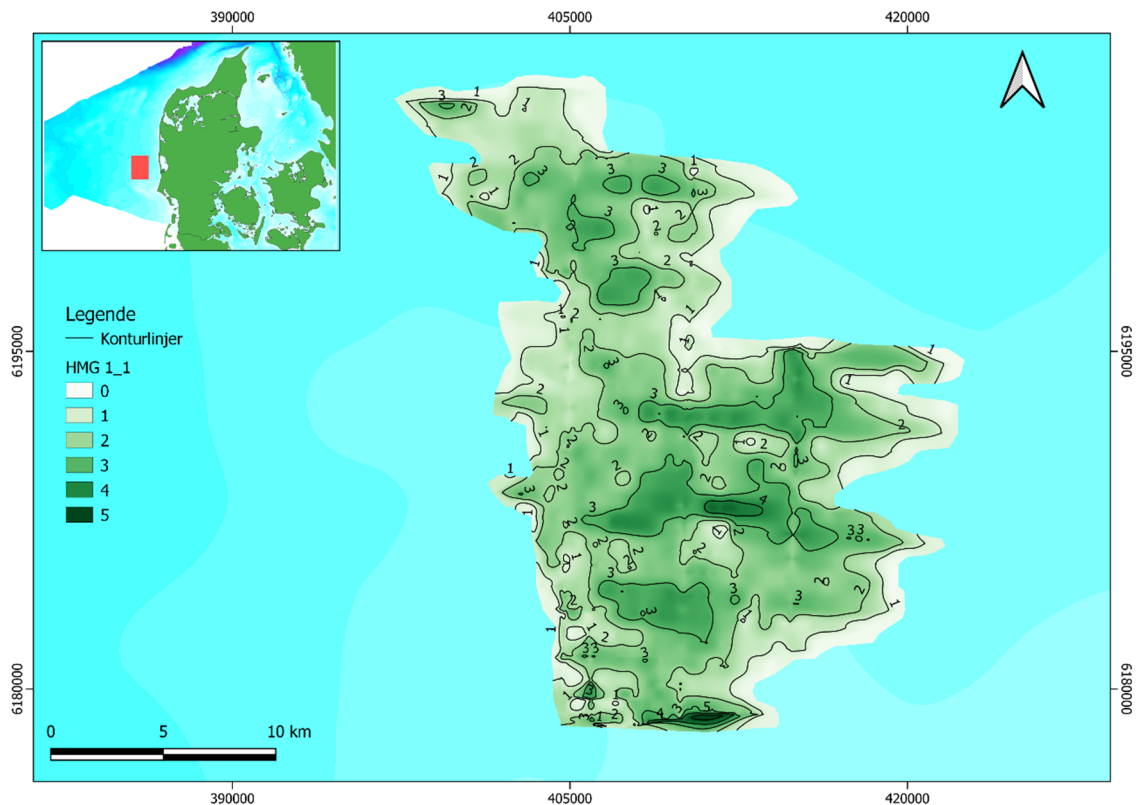
Figur 5.23: Sedimentologiske logs for Vibrocore borerer VKY-57 og VKY-76. I boring VKY-57, udgør ressource HMG 1\_1 hele boringen og er 1,7 m tyk. I boring VKY-76 udgøres ressource HMG 1\_1 af den øverste meter til og med det tynde lag af grus. De grønne blokke markerer prøvetagningsintervaller til kornstørrelsesanalyse.

Grusindholdet i de 12 analyser af enheden varierer fra 28% til 67%. I sandlagene, mellem gruslagene, er hovedkomponenten mellemkornet sand og resten af sedimentet udgøres af fint og groft sand. I alle 12 analyser er silt/ler-fraktionen under 1%, og materialet er dårligt sorteret. Sorteringsgraden reflekterer kystaflejningsmiljøet, som har været dynamisk og påvirket af strøm og bølger. Ressourcen bliver generelt mere sandet mod syd.

På det nordlige, seismiske profil NS12\_232 (Figur 5.21) ses det, at den nedre grænse for ressource HMG 1\_1 udgøres af HMG 2 ressourcen (beskrives i afsnit 5.5), der underlejrer ressource HMG 1\_1 i hele profilets udstrækning. Nedre grænse er ikke nået i boring VKY-57. På det sydlige seismiske profil NS12\_238B (Figur 5.22), er ressource HMG 1\_1 afgrænset i dybden af HMS 2 ressourcen, som ses i boring VKY-76 under de øverste to gruslag og beskrives i afsnit 5.4, samt HMG 2 ressourcen på banken mod øst.

Grusindholdet i ressource HMG 1\_1 vurderes at være tilstrækkeligt til, at ressourcen kan klassificeres som en grusforekomst. Ud fra råstofbeskrivelsen, den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt, seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer samt at der er 22 boringer tilgængelige til beskrivelse af forekomsten, klassificeres ressource HMG 1\_1 som en spekulativ forekomst af råstofftype Grus 2. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 761 mio. m<sup>3</sup>.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer.



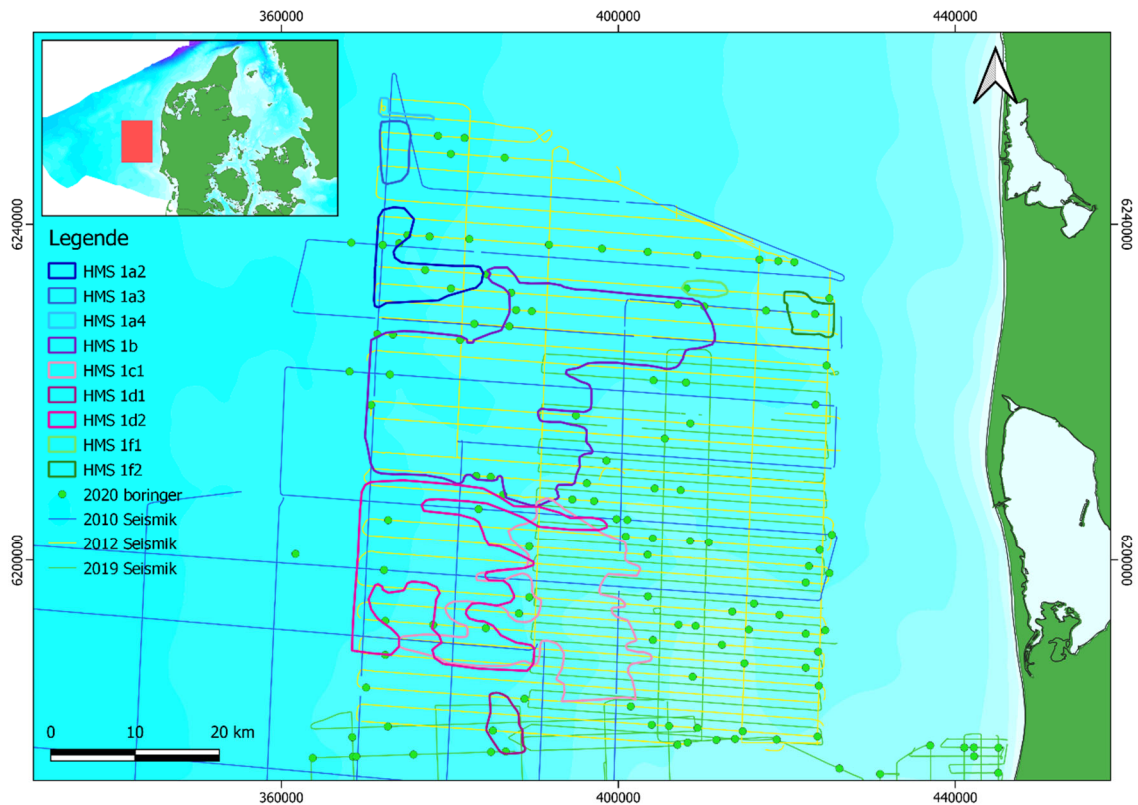
Figur 5.24: Tykkelseskort for ressource HMG 1\_1 med 1 m konturlinjer.

## 5.2.2 Anbefaling til undersøgelser af ressource HMG 1\_1

Ressource HMG 1\_1 er klassificeret som spekulativ, og det vurderes, at der fremadrettet er behov for at foretage flere boringer, at udføre kornstørrelsesanalyser i prøver i ressourcen (både i nye og arkivboringer) samt at indsamle ny seismik for at øge dokumentationsgraden. En højere dokumentationsgrad kan eventuelt opkvalificere ressourcen fra spekulativ til sandsynlig eller endda påvist.

### 5.3 Holocæn Marin Sand 1 (HMS 1a2 – 1f2)

Ressourcerne HMS 1a2 til 1f2 ligger i forskellige dele af undersøgelsesområde VKY. HMS 1a2 til 1a4 ligger i den nordlige del af VKY-området, mens ressourcerne HMS 1b, 1c1 og 1d1 til 1d2 ligger i de vestlige og sydlige dele af området. HMS 1f1 og 1f2 ligger i den nordøstlige del af område VKY, og der er kun enkelte steder, hvor enhederne overlapper (Figur 5.25). Dannelsen af ressourcerne sættes i forbindelse med den vandstandsstigning, der fandt sted ved afsmeltningen af isen i slutningen af Weichselistiden.

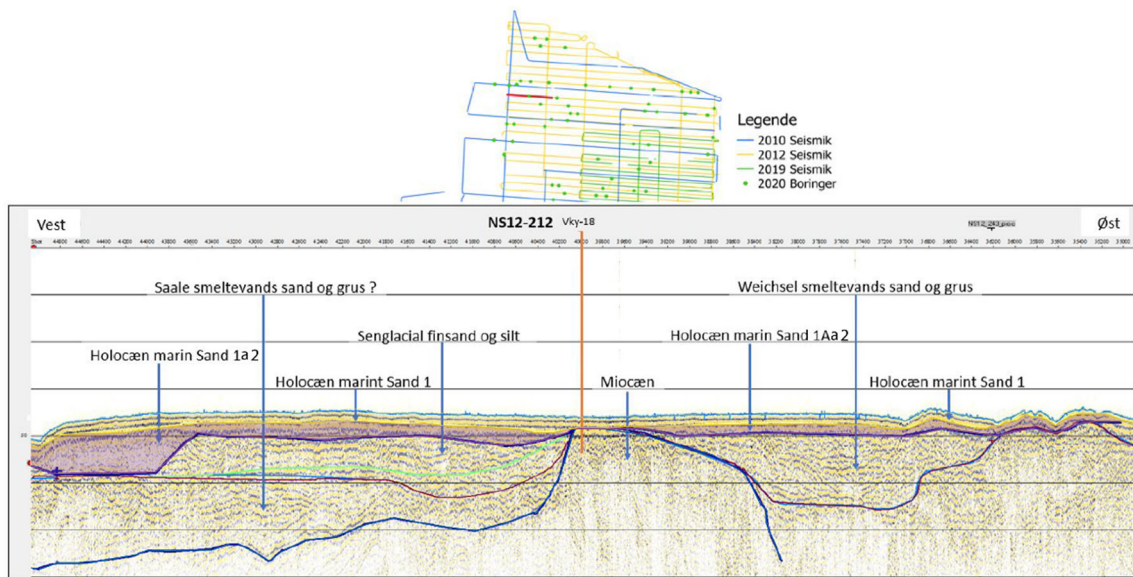


Figur 5.25: Oversigt over ressourcerne HMS 1a2 – 1f2.

De dybest liggende ressourcer (baseret på dagens vanddybde) findes længst mod nordvest. Her er ressourcerne HMS 1a2, 1a3 og 1a4 til stede, og disse ressourcer tolkes som værende de tidligst aflejrede af ressourcerne HMS 1a2 til HMS 1f2 (Figur 5.25). Herefter aflejredes ressourcerne HMS 1b til HMS 1d2, mens HMS 1f1 og HMS 1f2, som ligger i den nordøstlige del af VKY-området blev aflejret til sidst.

#### 5.3.1 Ressource HMS 1a2

Ressource HMS 1a2 ligger i den nordvestlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.25). Vanddybderne varierer fra 32 til 40 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 72 km<sup>2</sup> og har en mægtighed på 0,2 til 7,6 m (Figur 5.26 og Figur 5.28).



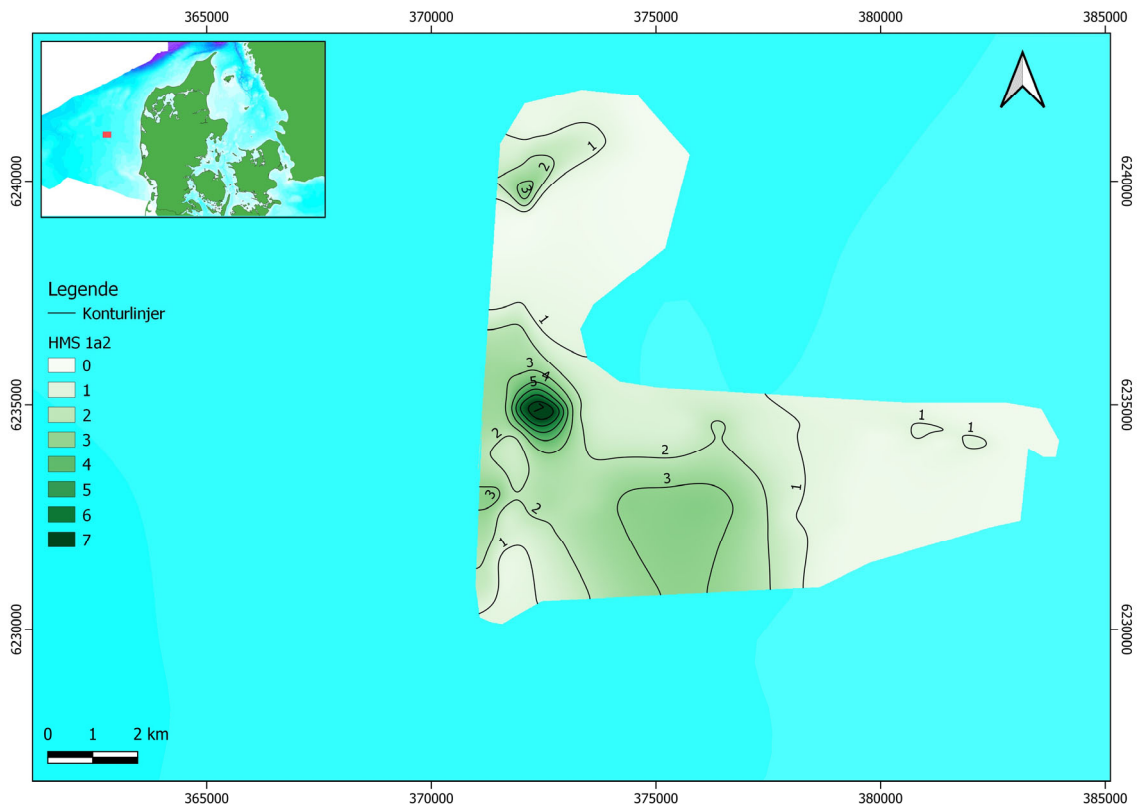
Figur 5.26: Seismisk profil NS12-212. Ressource HMS 1a2 er markeret med lilla.

VKY-04; DGU 560624.6; 32 374976,00; 6238724,39; VD: 37 m				
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD SAND GRAVEL	NOTES
			clay silt vf m c vc gran pebb cobb boul	
HS	1			0-140 cm: finsand, grå 5Y 5/1, skallfragmenter +
TS	HG			140-165 cm: sand grus og sten, lys olivengrå 2.5Y 6/4, Arctica, Cardium +
				140-200 cm: mellemsand, lys olivenbrun 2.5Y 6/4 -

Figur 5.27: Sedimentologisk log for boring VKY-4. Gruslaget der starter i 1,65 m er 0,25 m tykt og kan muligvis tolkes til at repræsentere ressource HMS 1a2. Over gruslaget er der 1,4 m Holocæn marint sand.

Boring VKY-4, som er foretaget inden for udbredelsen af ressource HMS 1a2, indeholder fra 1,65-1,4 m et gruslag ved basis af HMS 1-laget (Figur 5.27). Gruslaget kan eventuelt tolkes til at udgøre ressource HMS 1a2 på dette sted. Den nedre grænse udgøres her i så fald af senglacialt mellemkornet sand. Der er dog ikke andre borer i ressourcens udbredelse, der kan fastslå gruslaget til eventuelt at udgøre den nederste del af HMS 1a2-ressourcen. Boring VKY-18 som ses på det seismiske profil i Figur 5.26, er boret et sted, hvor der er højtliggende Miocæne sedimenter, og HMS 1a2 er fraværende. Baseret på signaturen i de seismiske data, tolkes HMS 1a2-ressourcen til at være aflejret som finkornede transgressive sandlag.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelserne, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, og at der ikke er borer, der giver en entydig bestemmelse af ressourcerne i forekomsten, klassificeres ressource HMS 1a2 som en spekulativ, meget finkornet sandforekomst af råstofftype Fyldsand 4. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 104 mio. m<sup>3</sup>.



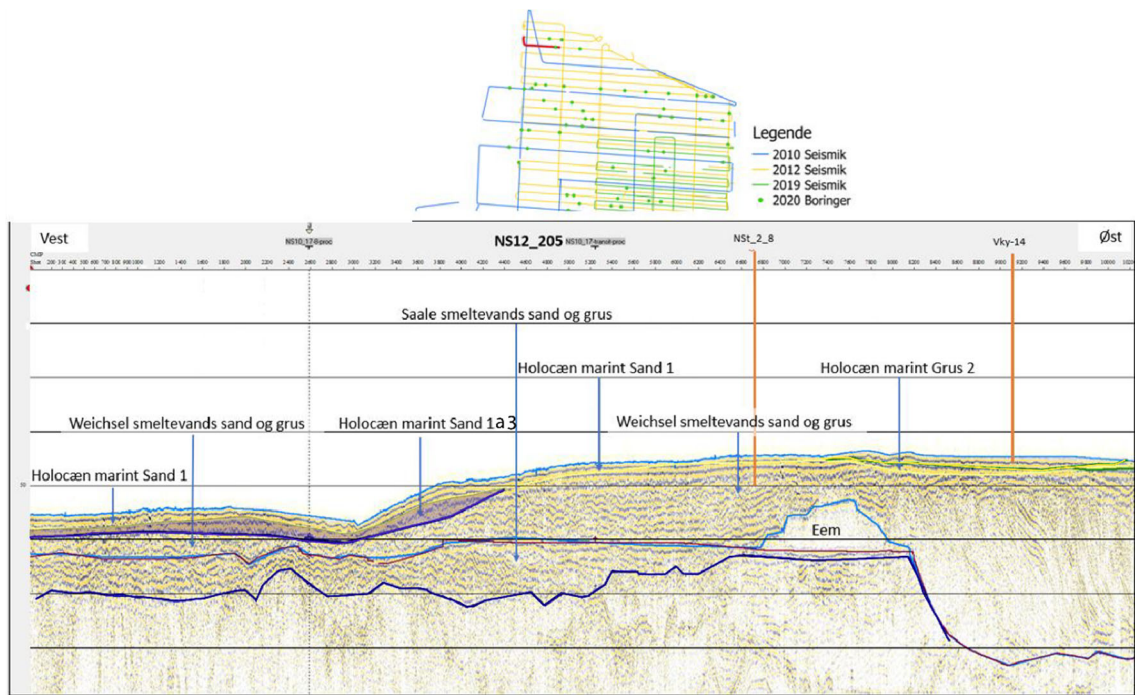
Figur 5.28: Tykkelseskort for ressource HMS 1a2 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. HMS 1a2 ressourcen er overlejret af HMS 1 enheden, så en indvinding af HMS 1a3 skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklaget.

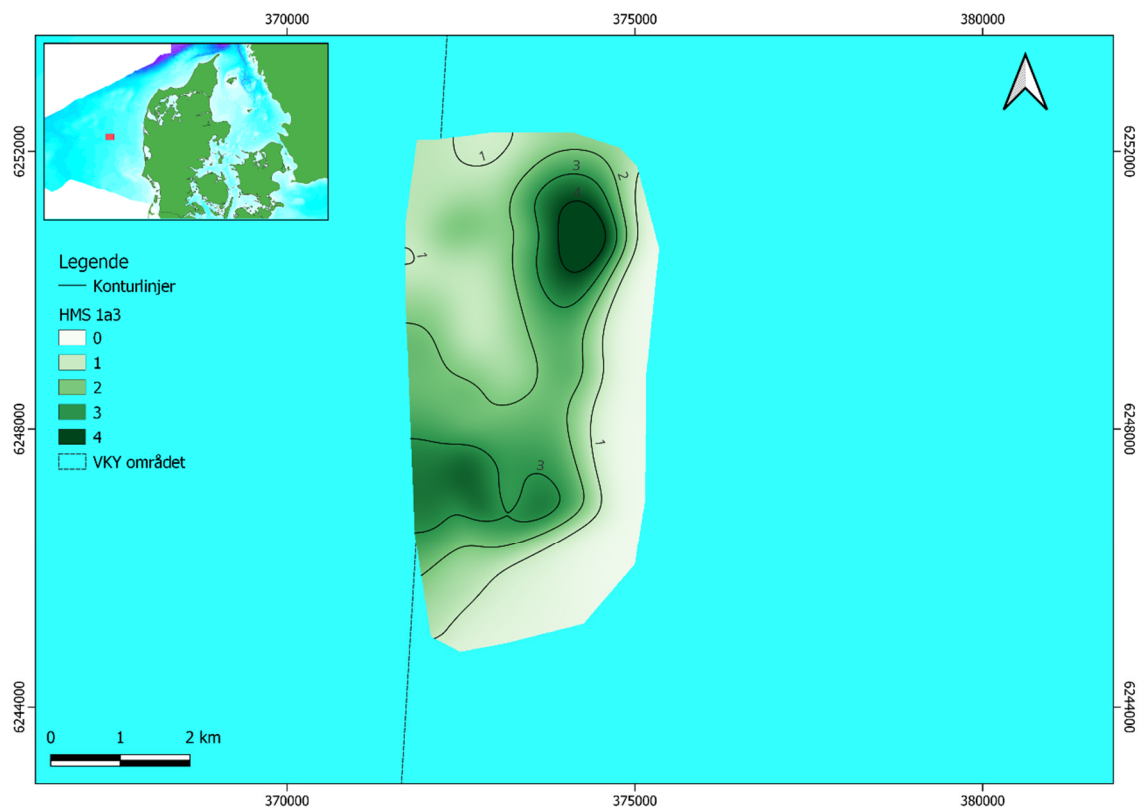
### 5.3.2 Ressource HMS 1a3

Ressource HMS 1a3 ligger i den nordvestlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.25). Vanddybden varierer fra 36 til 40 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMS 1a3 dækker et areal på ca. 24 km<sup>2</sup>, og at forekomsten har en mægtighed fra 0,2 til 4,7 m (Figur 5.29 og Figur 5.30).

Der er ikke foretaget borer i ressource HMS 1a3, men dens seismiske signatur ligner HMS 1a2, og ressource HMS 1a3 tolkes derfor tilsvarende som en meget finkornet sandressource. Ud fra den seismiske lighed med HMS 1a2, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt, seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, klassificeres ressource HMS 1a3 som en spekulativ, meget finkornet sandforekomst af råstofftype Fyldsand 4. Den tilstedeværende råstoffmængde er opgjort til 42 mio. m<sup>3</sup> og den nye tolkede ressource erstatter ressource 578-001 i Marta databasen.



Figur 5.29: Seismisk profil NS12-205. Ressource HMS 1a3 er markeret med lilla.

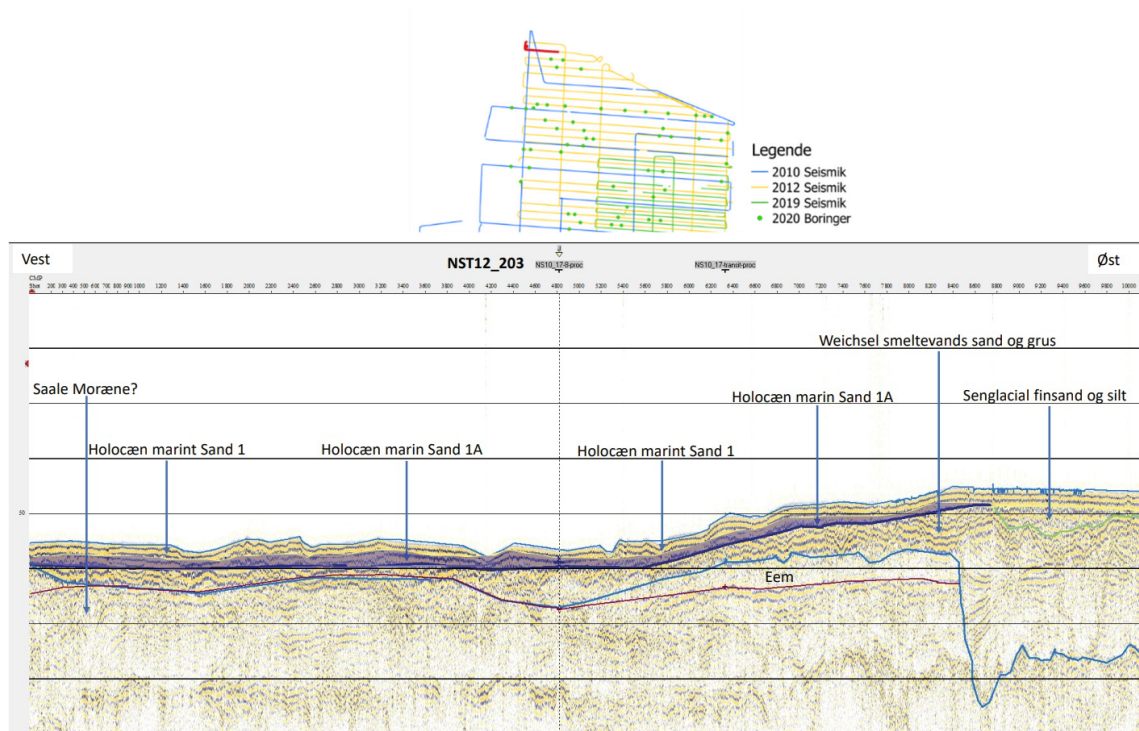


Figur 5.30: Tykkelseskort for ressource HMS 1a3 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. HMS 1a3 ressourcen er overlejret af HMS 1 enheden, så en indvinding af HMS 1a3 skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklaget.

### 5.3.3 Ressource HMS 1a4

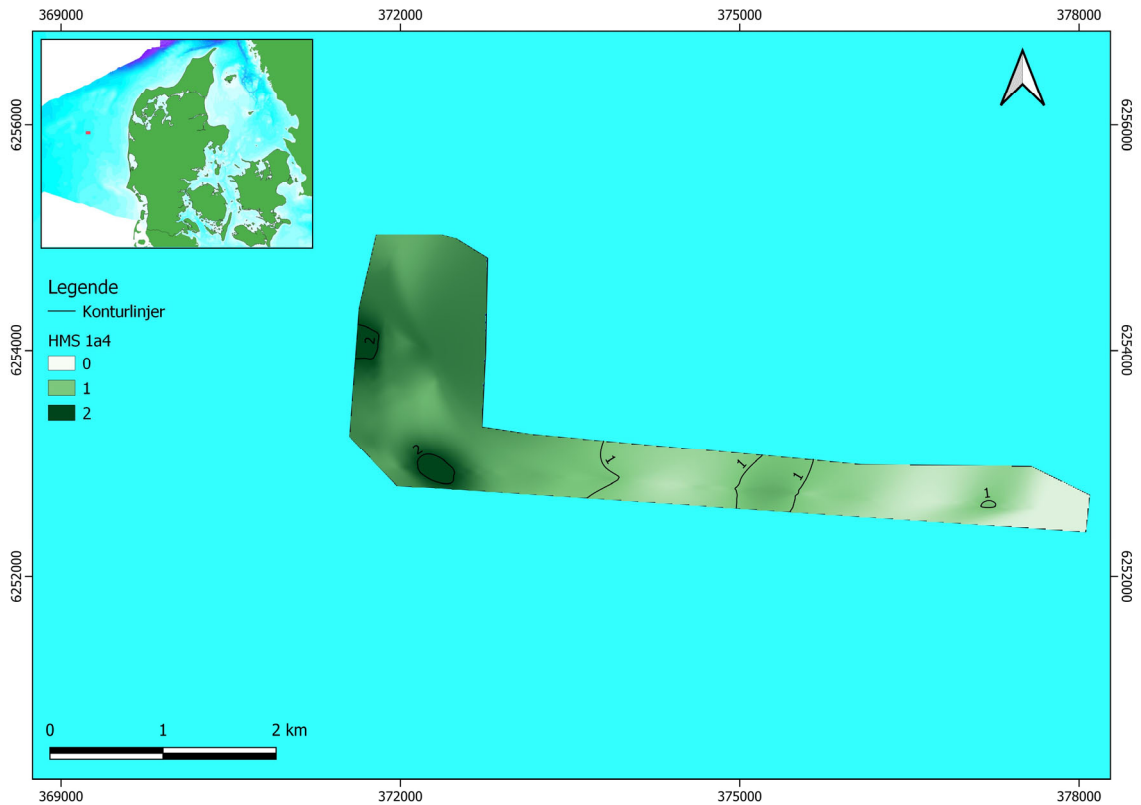
Ressource HMS 1a4 ligger i den nordøstlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.25). Vanddybden varierer fra 34 til 40 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 5 km<sup>2</sup>, og at forekomsten har en mægtighed på 0,2 til 2,3 m (Figur 5.31 og Figur 5.32).



Figur 5.31: Seismisk profil NS12\_203. Ressource HMS 1a4 er markeret med lilla.

Der er ikke foretaget borer i ressource HMS 1a4, men dens seismiske signatur ligner HMS 1a2 og 1a3, og HMS 1a4 tolkes derfor også som en meget finkornet sandressource. Ud fra den seismiske lighed med HMS 1a2 og 1a3, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt, seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, klassificeres ressource HMS 1a4 som en spekulativ, meget finkornet sandforekomst af råstofstype Fyldsand 4. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til 5,8 mio. m<sup>3</sup>.

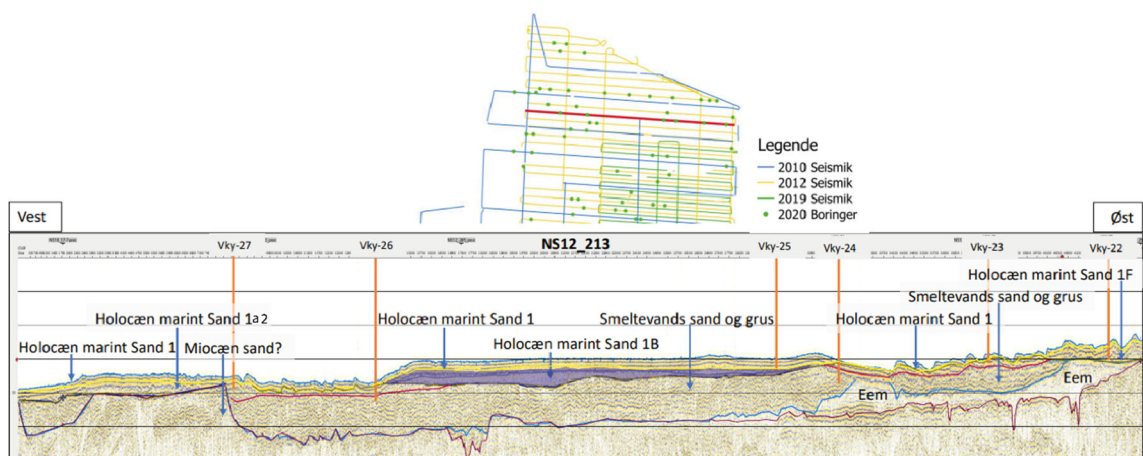
Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. HMS 1a4 ressourcen er overlejret af HMS 1 enheden, så en indvinding af HMS 1a4 skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklaget.



Figur 5.32: Tykkelseskort for ressource HMS 1a4 med 1 m konturlinjer.

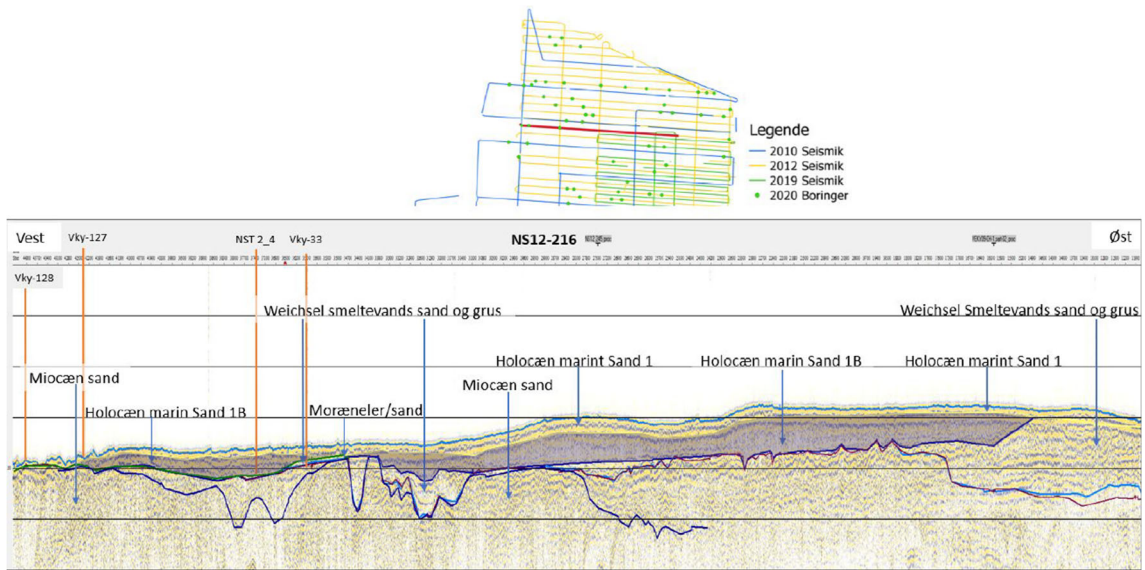
### 5.3.4 Ressource HMS 1b

Ressource HMS 1b ligger i den centrale, vestlige del af kortlægningsområdet (Figur 5.25). Vanddybderne varierer fra 26 til 36 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 639 km<sup>2</sup>, og at ressourcen HMS 1b har en mægtighed fra 0,1 til 7,4 m (Figur 5.39). Der er udvalgt fire seismiske linjer til at illustrere ressource HMS 1b (Figur 5.33 - Figur 5.36).

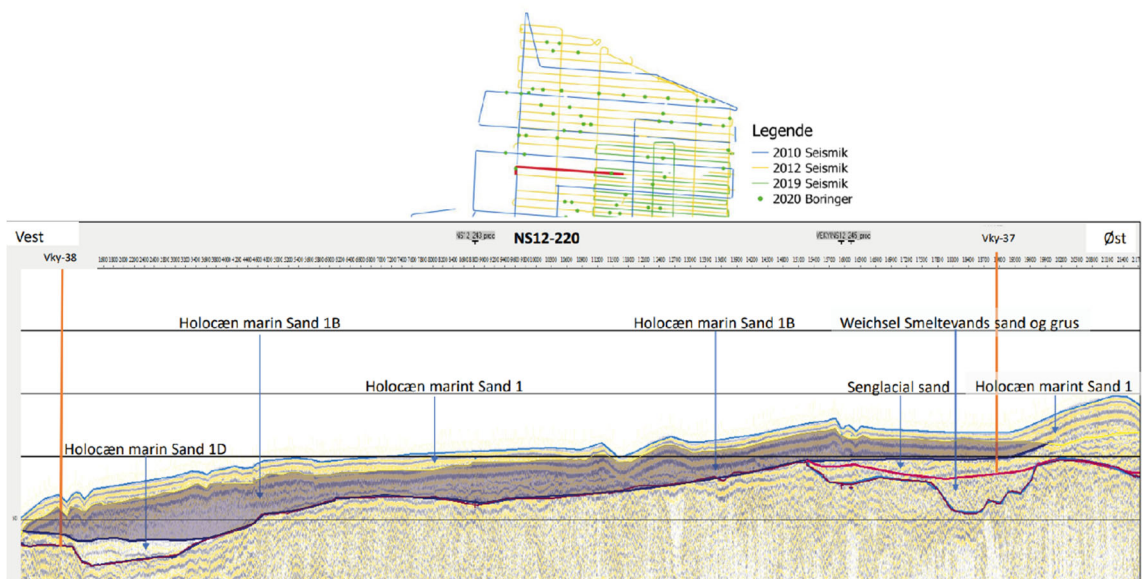


Figur 5.33: Seismisk profil NS12\_213. Ressource HMS 1b er markeret med lilla.

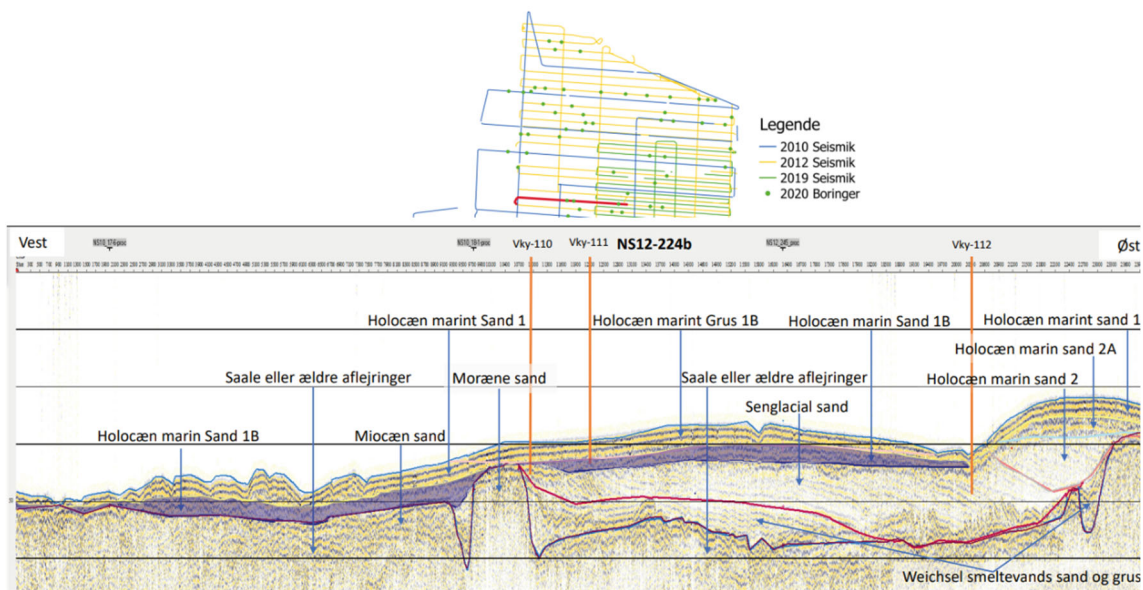




Figur 5.34: Seismisk profil NS12\_216. Ressource HMS 1b er markeret med lilla.



Figur 5.35: Seismisk profil NS12\_220. Ressource HMS 1b er markeret med lilla.



Figur 5.36: Seismisk profil NS12\_224b. Ressource HMS 1b er markeret med lilla.

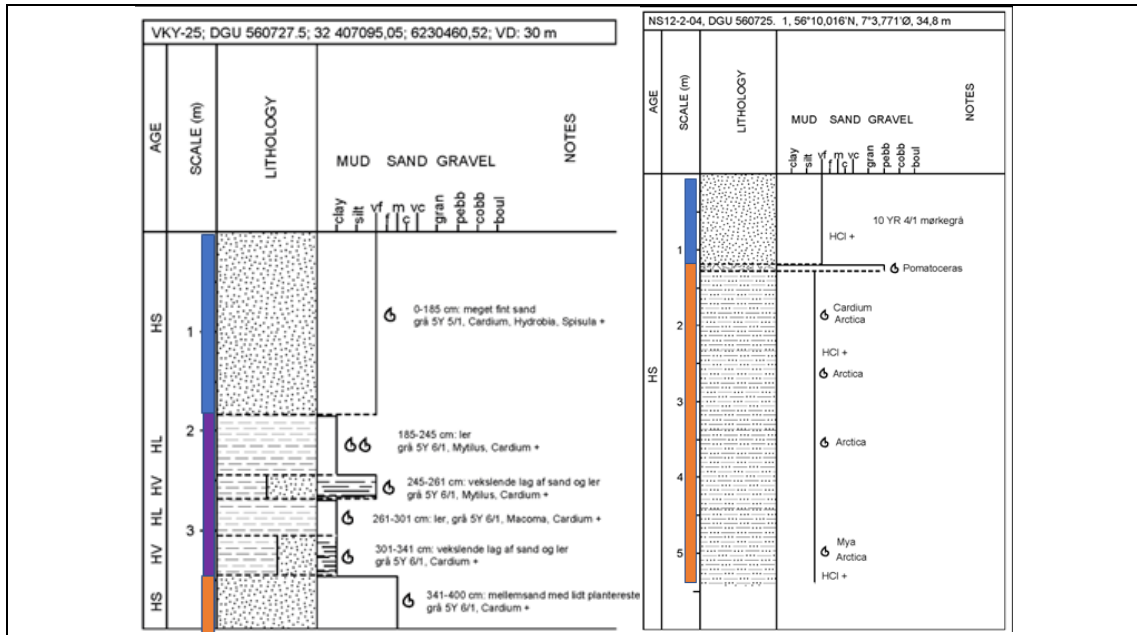
I den nordligste del af ressource HMS 1b ses det i seismikken (linje NS12\_213, Figur 5.33), at ressource HMS 1b udgør den nederste af de Holocæne aflejringer. Den nedre grænse er skarp, og HMS 1b overlejrer smeltevandsaflejringer fra Weichsel. Omtrent seks km mod syd, viser det seismiske profil NS12\_216 (Figur 5.34), at HMS 1b her veksler mellem at overlejre Weichsel smeltevandsaflejringer, Saale eller endnu ældre aflejringer af Miocæn alder.

I den sydligste del af ressourcen, viser det seismiske profil NS12\_220 (Figur 5.35), at ressource HMS 1b overlejrer senglaciale smeltevandssand og mod vest Saale eller ældre aflejringer. Helt mod vest afgrænses ressource HMS 1b af ressource HMS 1d. Det seismiske profil NS12\_224B (Figur 5.36) viser, at mod øst overlejrer ressource HMS 1b senglaciale ferskvandssand.

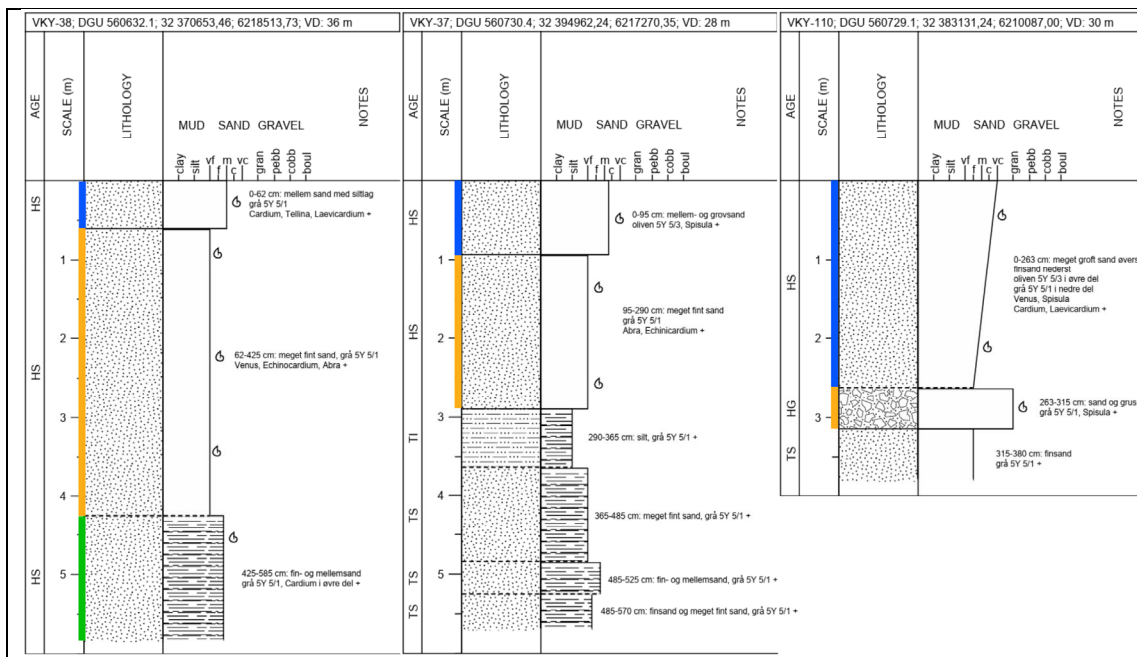
Der er udført 12 borer inden for udbredelsesområdet af ressource HMS 1b. De 11 er foretaget i 2020 og en i 2012 (NS12-2-04). Fem borer er udvalgt til at belyse geologien (Figur 5.37 og Figur 5.38). Der er ikke udført kornstørrelsesanalyser af HMS 1b-intervallerne i borerne. Beskrivelserne af ressource HMS 1b's sammensætning og klassificering er derfor baseret på den sedimentologiske beskrivelse af borerne.

Boring VKY-25 (Figur 5.37) udgøres nederst af et 0,6 m tykt, mellemkornet sandlag, som tolkes til at være HMS 1b-ressourcen (Figur 5.37). HMS 1b-enheden overlejres af 2,7 m Holocænt ler og øverst findes 1,8 m finkornet HMS 1 sand.

Boring NS12-2-04 (Figur 5.37) viser nederst en meget fin sandet til siltet enhed, der tolkes til at være ressource HMS 1b. Over den sandede til siltede enhed, findes et tyndt gruslag på ca. 0,1 m, som er medregnet til HMS 1b ressourcen. Øverst i boringen findes en 1,2 m tyk enhed bestående af meget finkornet sand, som tolkes som ressource HMS 1.



Figur 5.37: Sedimentologiske logs for boring VKY-25 og boring NS12-2-04. I boring VKY-25 kan den nederste enhed vist med orange tolkes som ressource HMS 1b. I boring NS12-2-04 udgøres ressource HMS 1b af den nederste enhed bestående af meget finkornet sand til silt, også vist med orange. Over den sandede til siltede enhed, findes et tyndt gruslag på ca. 0,1 m, som er medregnet til HMS 1b ressourcen.



Figur 5.38: Sedimentologiske logs for boring VKY-38, VKY-37 og VKY-110. I boring VKY-37 udgøres ressource HMS 1b af den finkornede sandenhed fra 2,9 til 1,0 m vist med orange. I boring VKY-38 udgøres ressource HMS 1b af den finkornede sandenhed fra 4,2 til 0,6 m (orange). I boring VKY-110 udgøres ressource HMS 1b af den sandede og grusede enhed fra 3,1 til 2,6 m (orange).

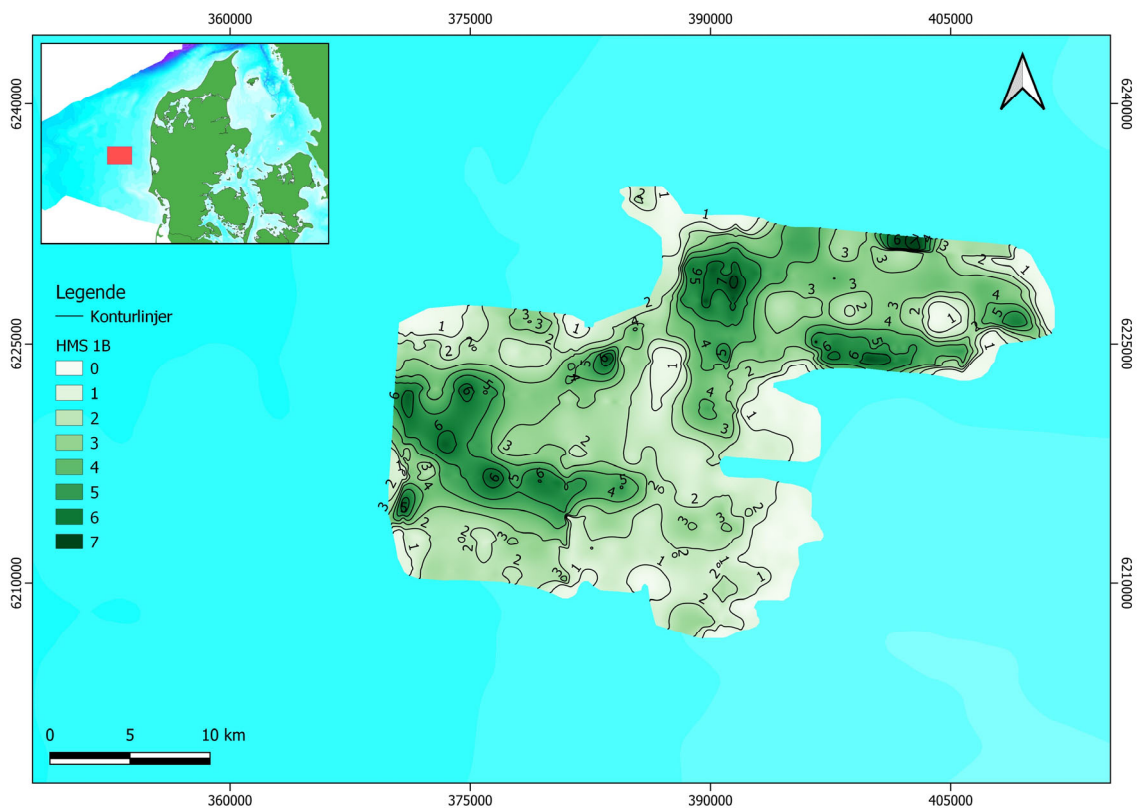
I boring VKY-37 (Figur 5.38) udgøres ressource HMS 1b af en ca. to meter tyk enhed (fra 2,9 til 1,0 m) bestående af meget finkornet sand. Nedre grænse ses som en overgang til et lakustrint siltlag. Ressource HMS 1b overlejres af et 1 m tykt HMS 1 lag.

I boring VKY-38 (Figur 5.38) udgøres ressource HMS 1b af en 3,6 m tyk enhed (fra 4,2 til 0,6 m) bestående af meget finkornet sand. Nedre grænse ses som en overgang til velsorteret mellemkornet sand. Ressource HMS 1b overlejres af en 0,6 m tyk enhed af HMS 1.

I boring VKY-110 (Figur 5.38) udgøres ressource HMS 1b af en 0,5 m tyk enhed (fra 3,1 til 2,6 m) bestående af sand og grus. Nedre grænse ses som en overgang til finkornet sand. Ressource HMS 1b overlejres af en 2,6 m tyk enhed af HMS 1.

Baseret på borerne konkluderes det, at ressource HMS 1b ikke er entydig i sin sammensætning og karakter. Der er fundet mulige HMS 1b lag i 10 ud af 12 borerne. De fleste af HMS 1b-lagene i borerne indeholder sand og meget finkornet sand, mens lagene i enkelte områder består af mellem- til grovkornet sand. I fire borer indeholder laget grus. Mod øst i ressourcen viser borerne, at der er lag med grove materialer omkring overgangen mellem HMS 1b, og de forskellige lag der ligger under. Ressource HMS 1b har overordnet set en større mægtighed i den vestlige og nordøstlige del end i den sydøstlige del (Figur 5.39).

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse af ressource HMS 1b, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt seismisk 2-km net med øst-vest gående linjer, og at ressource HMS 1b er truffet i 10 borer, klassificeres ressource HMS 1b som spekulativ. I den nordlige og sydlige del er ressourcen mellem- til finkornet sand og kan eventuelt bruges som tilslag til beton, men i den centrale del er den meget finkornet. Samlet set klassificeres ressourcen derfor som Sand 0. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til 1766 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.39) og den nye tolkede ressource erstatter ressource 578-010 i Marta databasen.



Figur 5.39: Tykkelseskort for ressource HMS 1b med 1 m konturlinjer.

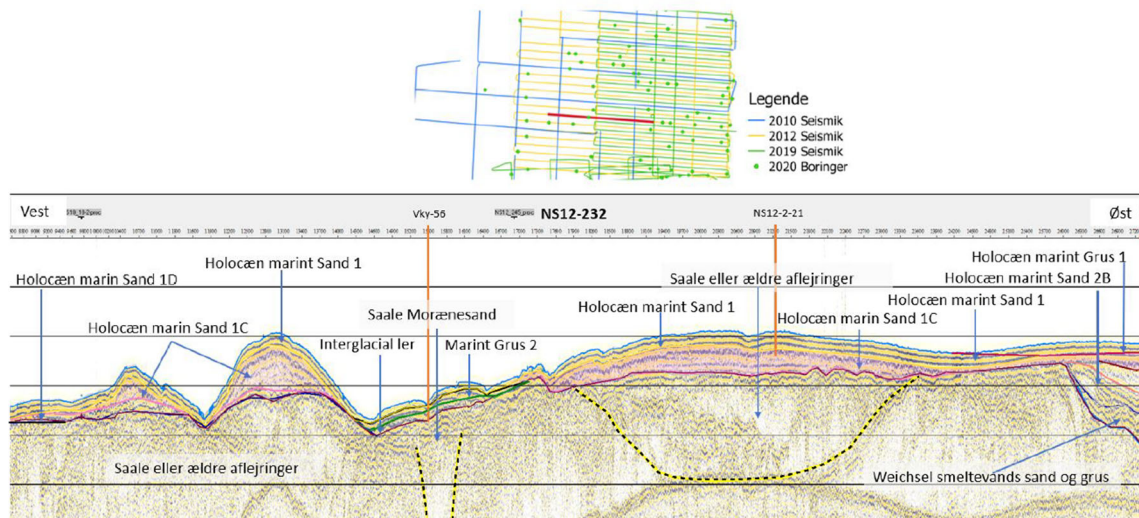
Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. HMS 1b ressourcen er overlejret af HMS 1 enheden, så en indvinding af HMS 1b skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklaget.

### 5.3.5 Ressource HMS 1c

Ressource HMS 1c ligger i den centrale, sydlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.25). Området dækker 305 km<sup>2</sup>, og vanddybden varierer fra 20 til 36 m. Ressourcen er en fortsættelse af ressource 578-013 beskrevet i Winther et al. (2024) og har en mægtighed fra 0,1 til 7,8 m. Råstofressourcen udgøres af Holocæn, marint sand. HMS 1c er tolket til at være aflejret, da område VKY i forbindelse med den Holocæne transgression blev oversvømmet af indtrængende havvand fra vestnordvest.

Der er udvalgt tre seismiske linjer til at illustrere ressource HMS 1c. Der er foretaget fem boringer inden for ressourcens udbredelsesområde, men da ressource HMS 1c ikke er nået i nogen af dem, er boringsbeskrivelser udeladt i dette afsnit.

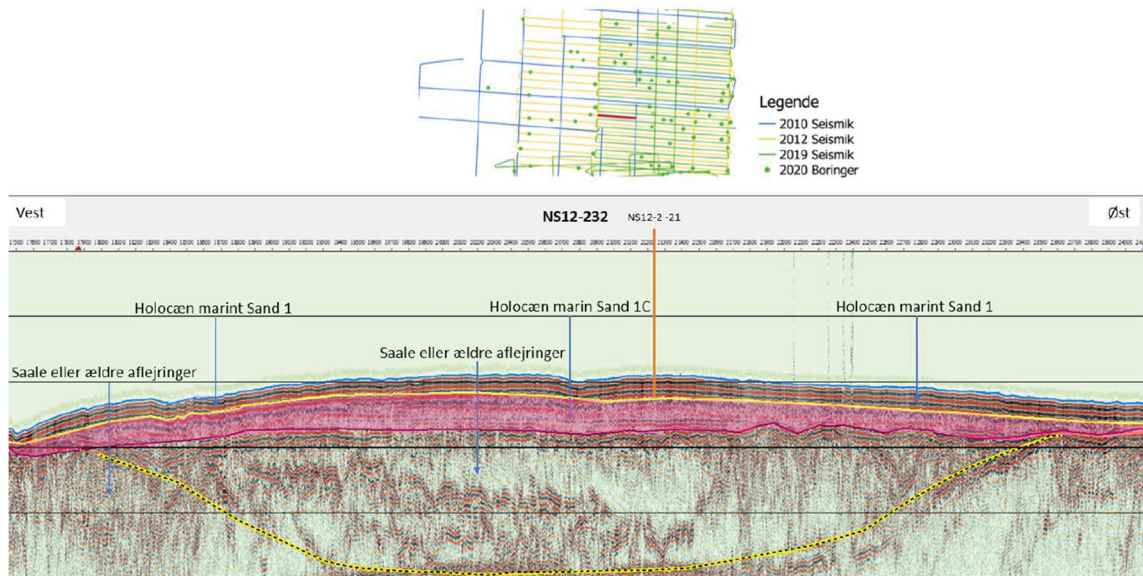
Det seismiske profil NS12\_232 (Figur 5.40) ligger i den nordligste af den bredeste del af ressource HMS 1c. På profilet ses en sammenhængende bankestruktur i den østlige del, og i den vestlige del forekommer to banker med større relief (Figur 5.40). Det skal bemærkes, at der er stor overhøjning på det seismiske profil.



Figur 5.40: Seismisk profil NS12\_232. Ressource HMS 1c er markeret med lys rød. Ældre begravede dale er angivet med stiplede linje.

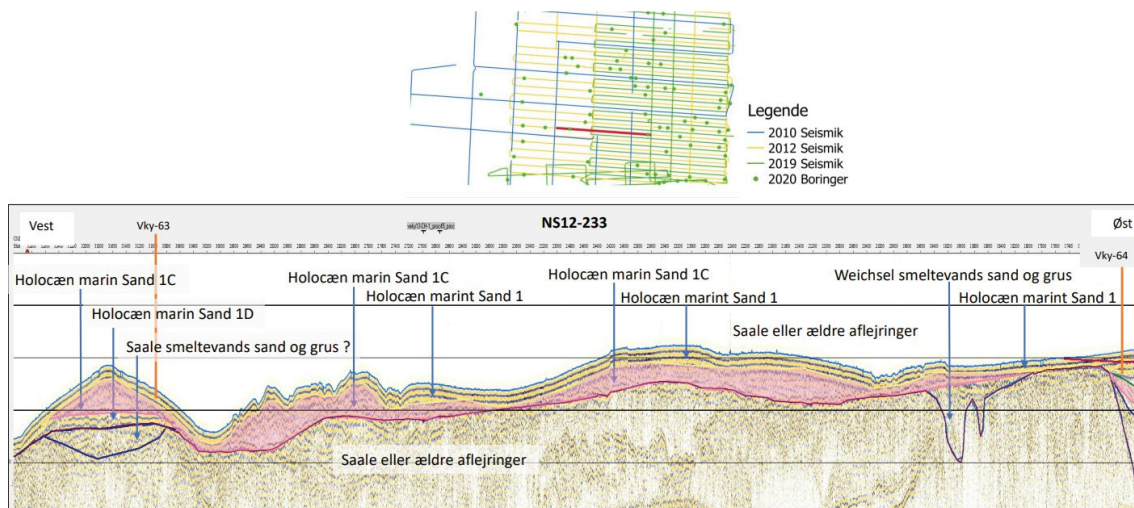
Der ses ingen interne strukturer i de to banker i den vestligste del af linjen, men en intern struktur kan svagt anes i den store banke mod øst (Figur 5.41), hvor der kan ses horisontale reflektorer, der hælder svagt mod øst. De horisontale lagdelinger tolkes til at være finkornede sandaflejringer, der er aflejret under rolige forhold. Fraværet af tydelig lagdeling af sedimenterne i bankens flanker og en overordnet mere kaotisk seismisk signatur (både mod vest og øst) indikerer mere dynamiske forhold og mulig omlejring i disse dele af banken. Det er muligt, at banken er en tidligere dannelse, som efterfølgende har været udsat for erosion og omlejring langs kanten mod vest og øst (Figur 5.40). Med begrundelse i den seismiske

signatur, er det muligt at ressourcen, i den centrale del af strukturen med de horisontale lagdelinger, vil bestå af finkornet til meget finkornet sand, mens der langs kanterne kan forefindes grovere materialer.



Figur 5.41: Detaljeret udsnit af seismisk profil NS12\_232. Ressource HMS 1c er markeret med lyserød. Lagdeling i form af horisontale reflektorer ses centralt i banken. Den seismiske signatur er mere kaotisk i flankerne af banken. Den begravede dal under banken er angivet med stiplede linje.

Det seismiske profil NS12\_233, syd for profil NS12-232, skærer det mellemste område af ressource HMS 1c (Figur 5.42). Ressource HMS 1c overlejrer her stort set kun aflejringer af Saale eller ældre alder, men mod øst overlejrer HMS 1c smeltevandsaflejringer fra Weichsel.

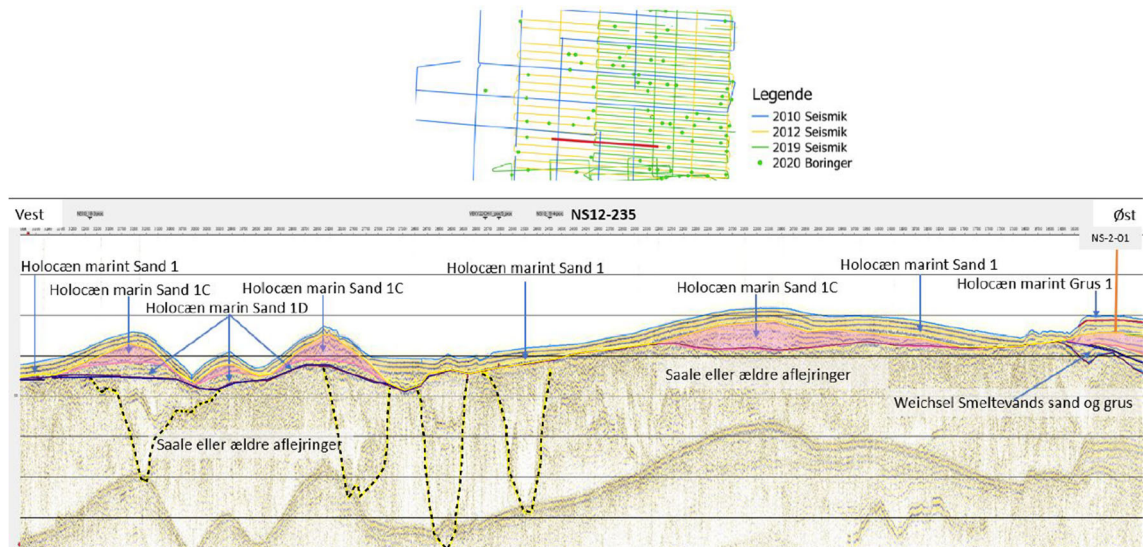


Figur 5.42: Seismisk profil NS12\_233. Ressource HMS 1c er markeret med lyserød.

Fortsættelsen af bankerne, der blev identificeret på profil NS12\_232 (Figur 5.40) kan ses på profil NS12\_233 (Figur 5.42). På profil NS12\_233 ses bankerne nu som en samlet bank. Hvor der i HMS 1c enheden tidligere ikke var strukturer i aflejringerne i den østlige bank, ses der nu tydelige, interne lagdelinger med skrålejringer, som viser at banken er bygget ud mod øst. Dette indikerer, at der kan være mere grovkornet materiale til stede langs kanten af banken.

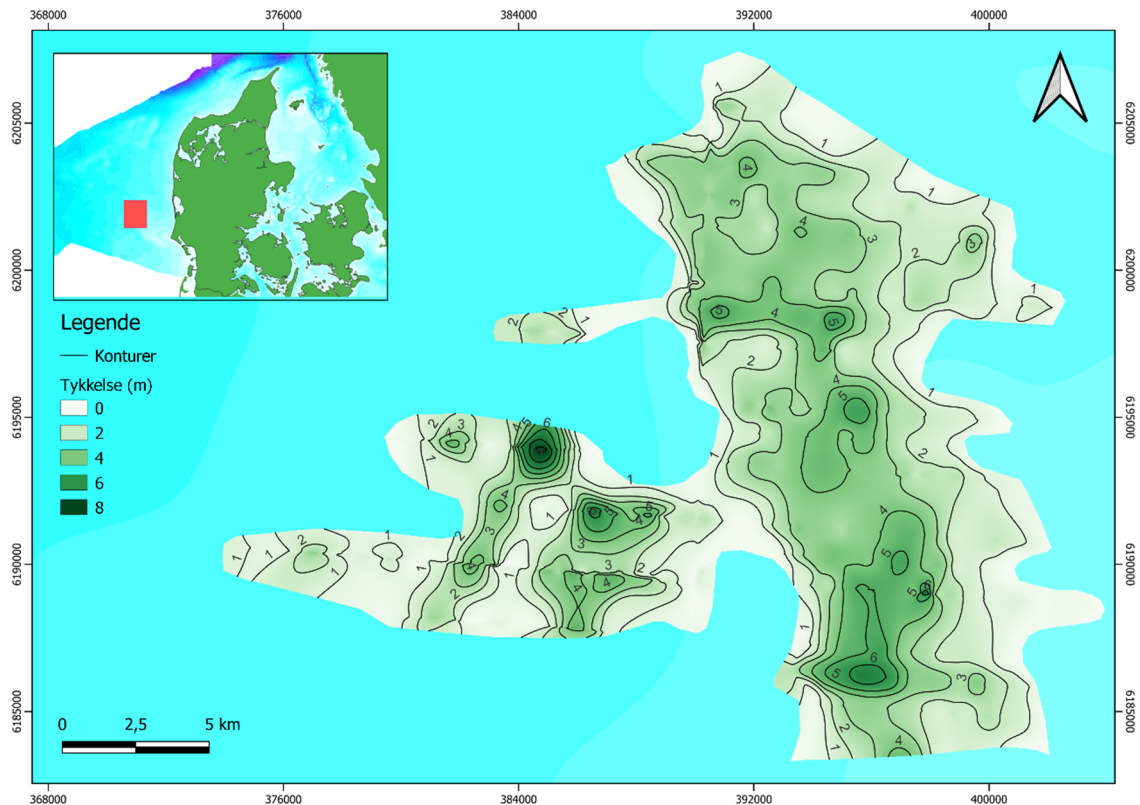
Det seismiske profil NS12-235 (Figur 5.43) ligger i den sydligste af den bredeste del af ressource HMS 1c, syd for profil NS12\_233. Bankerne er nu igen adskilt. Der ses tydelige, interne lagdelinger i HMS 1c i banken mod øst, som indikerer udbygning mod øst, hvilket bekræfter muligheden for tilstedeværelse af mere grovkornede materialer på østflanken af strukturen. Der ses ingen tydelige, interne lagdelinger og strukturer i ressource HMS 1c i de vestlige banker.

Ressource HMS 1c overlæjrer mod vest HMS 1d enheden (se afsnit 5.3.6 og 5.3.7) mens den i resten af området overlæjrer Saale smeltevandsaflejringer eller ældre aflejringer.



Figur 5.43: Seismisk profil NS12\_235. Ressource HMS 1c er markeret med lyserød. Ældre begravede dale er angivet med stiplede linje.

Baseret på den seismiske tolkning, kan det konkluderes, at ressource HMS 1c har en veksellende sammensætning og både indeholder meget fint til finkornet sand men også grovkornet materiale, specielt i den østlige banke. Ressourcen er ikke dokumenteret i borer, men ud fra den seismiske beskrivelse og den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, klassificeres ressourcen som en spekulativ forekomst af råstofstype Sand 0, der kun i et meget begrænset omfang vil kunne anvendes som fyldmaterialer. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til 676 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.44) og den nye tolkede ressource erstatter ressource 578-004 i Marta databasen.



Figur 5.44: Tykkelseskort for ressource HMS 1c med 1 m konturlinjer.

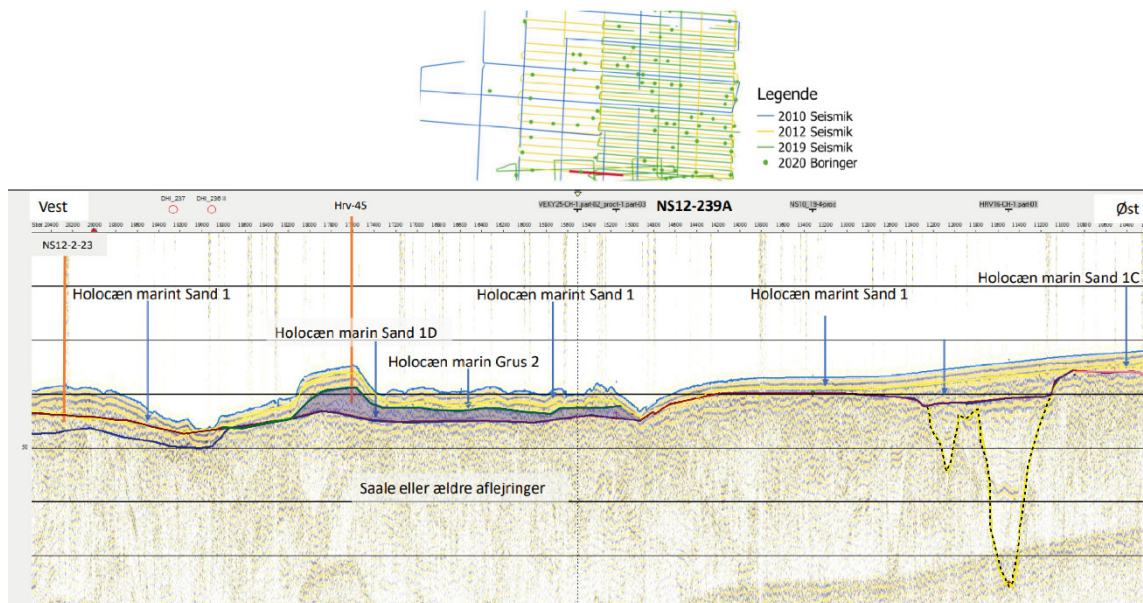
Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. HMS 1c ressourcen er overlejret af HMS 1 enheden, så en indvinding af HMS 1c skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklaget.

### 5.3.6 Ressource HMS 1d1

Ressource HMS 1d1 ligger i den sydlige del af VKY-området, hvor vanddybden er lavest (Figur 5.25). Ressource HMS 1d1 har et udbredelsesområde på 23 km<sup>2</sup>, vanddybden varierer fra 23 til 30 m og ressourcen har en mægtighed fra 0,2 til 5,4 m (Figur 5.47). HMS 1d1 er tolket til at være aflejret, da område VKY i forbindelse med den Holocæne transgression blev oversvømmet af indtrængende havvand fra vestnordvest. Det er antaget, at ressource HMS 1d1 er aflejret efter den dybereliggende ressource HMS 1a.

Der er udvalgt et seismisk profil (linje NS12\_239A, Figur 5.45) til at illustrere ressource HMS 1d1 og ressourcen er dokumenteret i én boring fra 2020, boring HRV-45.



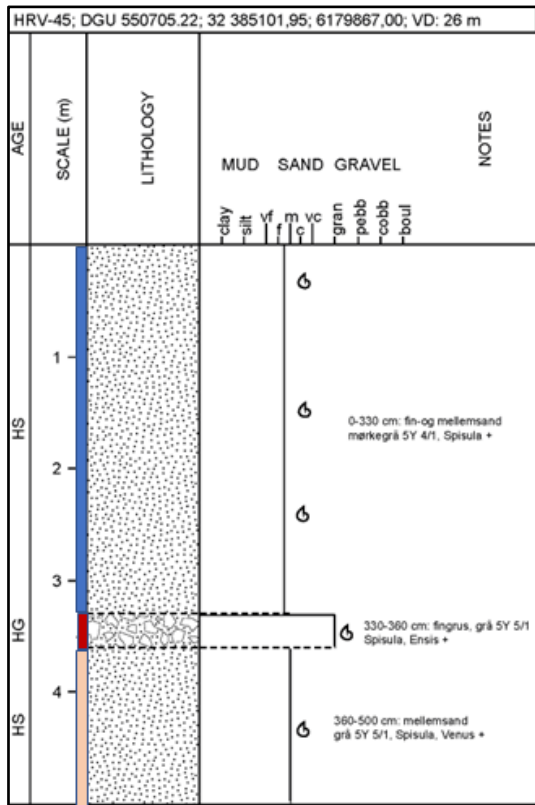


Figur 5.45: Seismisk profil NS12\_239A. Ressource HMS 1d1 er markeret med lilla. Lokation og penetrationsdybde for boring HRV-45 er angivet med en vertikal orange streg. Ældre begravede dale er angivet med stiplede linje.

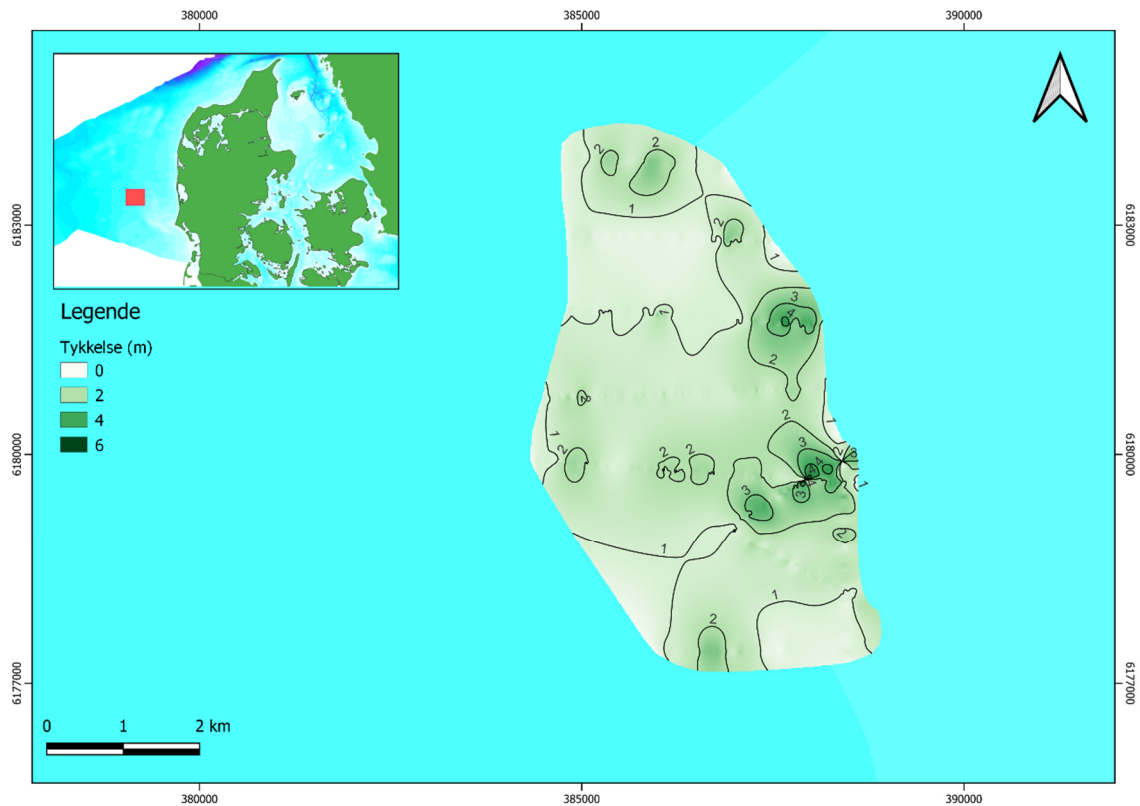
I boring HRV-45 (Figur 5.46) udgøres ressource HMS 1d1 af den nederste enhed, der består af 1,2 m Holocænt sand. Den nedre grænse er ikke nået. HMS 1d1 overlejres af et 0,3 m tykt, Holocænt gruslag, og øverst i boringen forekommer et 3,3 m tykt HMS 1 sandlag.

Baseret på det seismiske profil tolkes ressource HMS 1d1 omkring borepositionen for boring HRV-45 til at have en mægtighed på op til fire meter. HMS 1d1 afgrænses nedadtil af glaciære aflejringer af saale alder (eller ældre). HMS 1d1 overlejres af HMS 1 eller HMG 2.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelser, den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et regionalt seismisk 2-km net med øst-vest gående linjer, samt at der er én boring i ressourcen, klassificeres ressource HMS 1d1 som en spekulativ, mellemkornet sandforekomst af råstofftype Sand 1. Sand 1 kan anvendes som tilslagsmateriale til betanfremstilling. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 32 mio. m<sup>3</sup> og den nye tolkede ressource erstatter ressource 578-012 i Marta databasen.



Figur 5.46: Sedimentologisk log for boring HRV-45. Ressource HMS 1d1 udgøres af den nederste enhed vist med lyserød, der består af 1,2 m Holocænt sand. Den nedre grænse er ikke nået. HMS 1d1 overlejres af et 0,3 m tykt, Holocænt gruslag. Øverst i boringen forekommer et 3,3 m tykt HMS 1 sandlag.



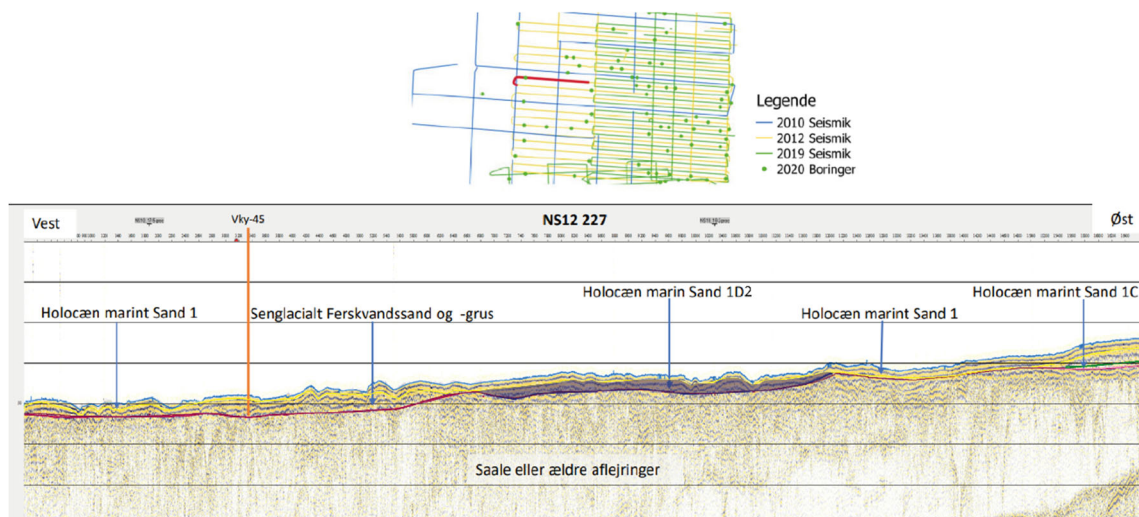
Figur 5.47: Tykkelseskort for ressource HMS 1d1 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. HMS 1d ressourcen er overlejret af HMS 1 enheden, så en indvinding af HMS 1d1 skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklaget.

### 5.3.7 Ressource HMS 1d2

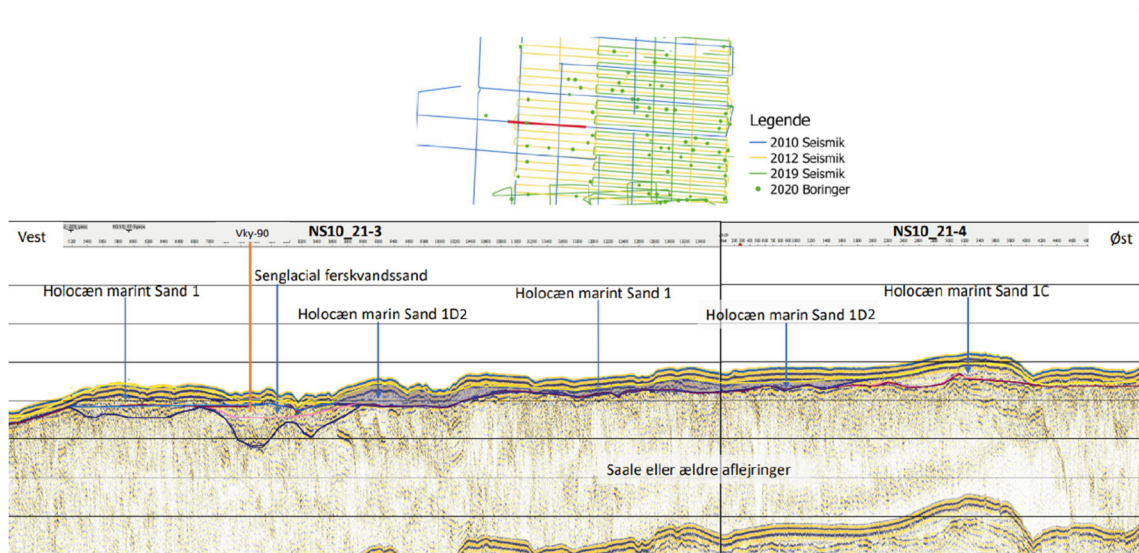
Ressource HMS 1d2 ligger i den vestlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.25). Vanddybden varierer fra 26 til 36 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMS 1d2 dækker et areal på ca. 315 km<sup>2</sup>, og at forekomsten har en mægtighed fra 0,5 til 9 m (Figur 5.51).

Ressource HMS 1d2 udgøres af Holocæn, marint sand, der er tolket til at være aflejret, da område VKY i forbindelse med den Holocæne transgression blev oversvømmet af indtrængende havvand fra vestnordvest. Det antages at ressource HMS 1d1 og 1d2 er aflejret i samme tidsperiode og under ens geologiske forhold. Det er antaget, at ressource HMS 1d2 er aflejret efter den dybereliggende ressource HMS 1a. Der er udvalgt tre seismiske profiler til beskrivelse af ressourcen. Der er ikke foretaget borer i ressourcen.

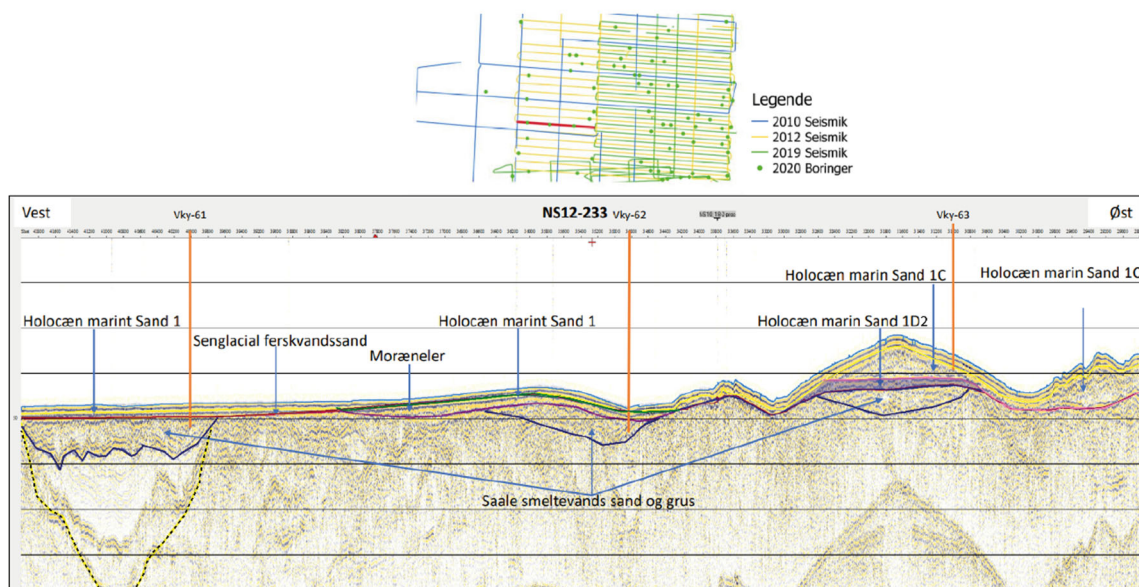


Figur 5.48: Seismisk profil NS12\_227. Ressource HMS 1d2 er markeret med lilla.

Det seismiske profil NS12\_227 (Figur 5.48) gennemskærer den nordligste del af ressource HMS 1d2, mens de seismiske profiler NS10\_21-3 og NS10\_21-4 (Figur 5.49) gennemskærer den midterste del af ressourcen, og det seismiske profil NS12\_233 gennemskærer den sydlige del (Figur 5.50). I alle tre profiler afgrænses ressource HMS 1d2 i dybden af Saale erosionsfladen, der markerer overgangen til Saale eller ældre aflejringer. Mod vest afgrænses ressource HMS 1d2 også i alle tre profiler af senglaciale smeltevandssand og -grus (S\_TS 4) og mod øst afgrænses ressourcen ligeledes på alle tre linjer af HMS 1c-aflejringer (Figur 5.48).

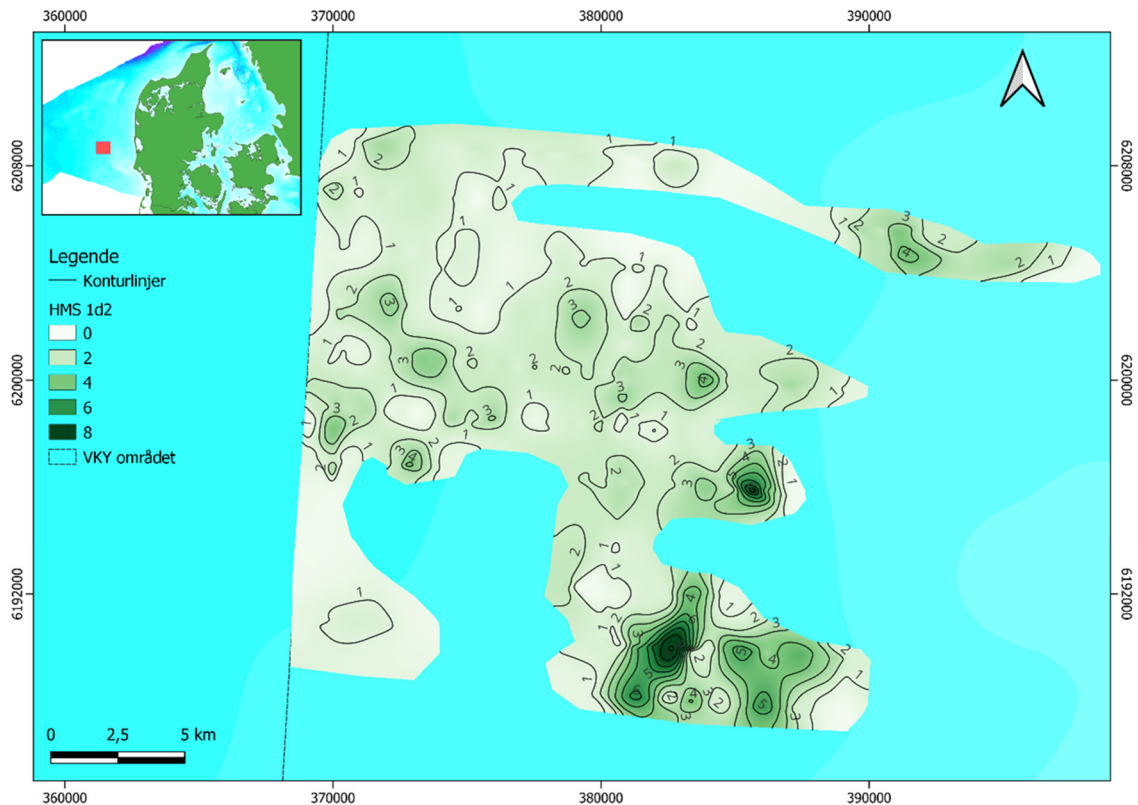


Figur 5.49: Seismisk profil NS10\_21-3. Ressource HMS 1d2 er markeret med lilla.



Figur 5.50: Seismisk profil NS12\_233. Ressource HMS 1d2 er markeret med lilla. Ældre begravede dale er angivet med stiplede linje.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et regionalt seismisk 2-km net med øst-vest gående linjer, samt at der ikke er borer tilgængelig til en beskrivelse af forekomsten, klassificeres ressource HMS 1d2 som en spekulativ mellemkornet sandforekomst af råstofftype Sand 1. Råstofftypen vil kunne anvendes som tilslagsmateriale til betonfremstilling. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 537 mio. m<sup>3</sup> og den nye tolkede ressource erstatter ressource 578-003 i Marta databasen.



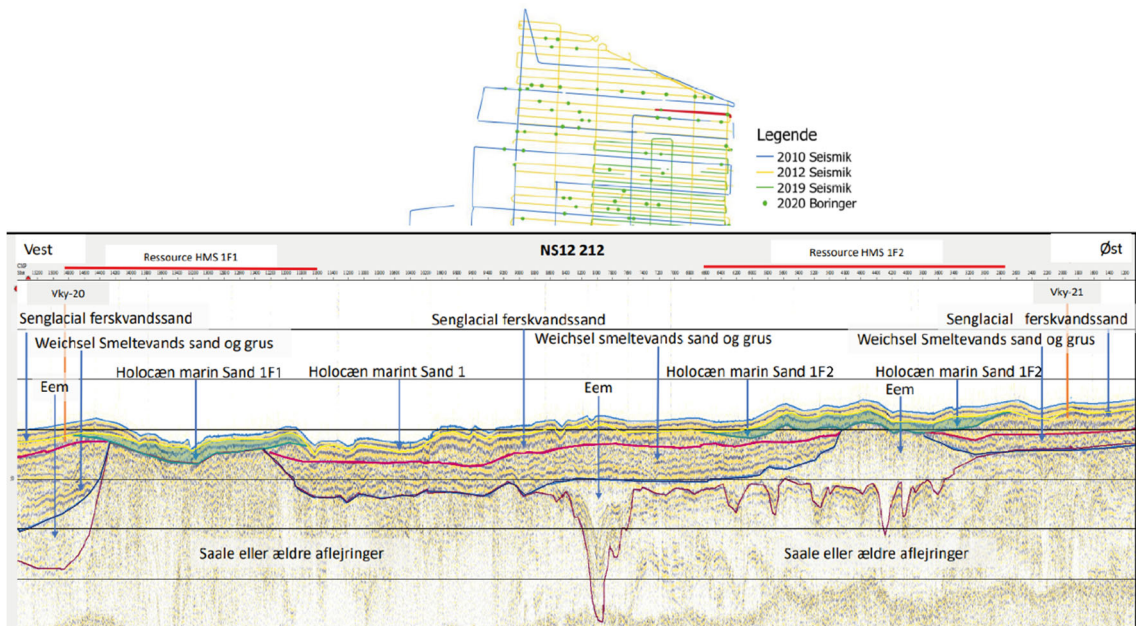
Figur 5.51: Tykkelseskort for ressource HMS 1d2 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. Der er dog andre lag, som overlejrer ressource HMS 1d2, herunder HMS 1 fin- til mellemkornet sand samt mulige grusforekomster, der knytter sig til HMG 2-forekomster der er dokumenteret i flere borer (se afsnit 5.5). En eventuel indvinding skal ses i sammenhæng med indvinding af disse overlejrende forekomster.

### 5.3.8 Ressource HMS 1f1

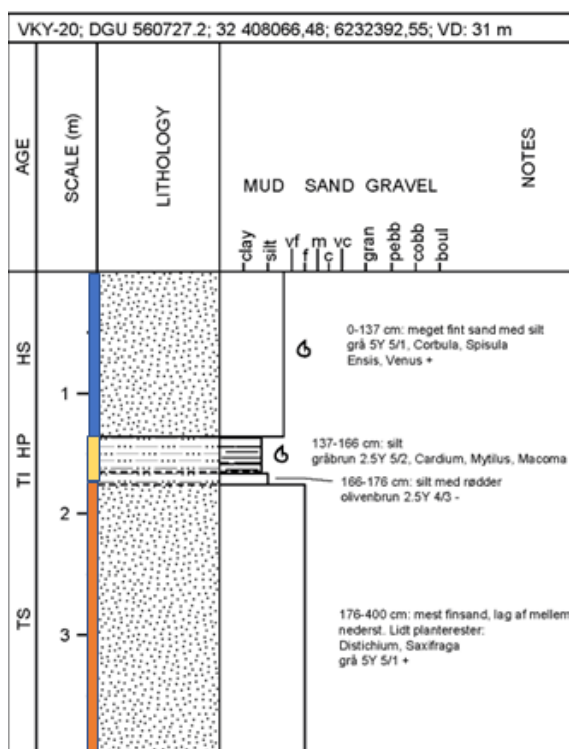
Råstofressource HMS 1f1 ligger centralt i den nordlige del af VKY-området. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen har et udbredelsesareal på 8,4 km<sup>2</sup> og en mægtighed fra 0,3 til 3 m (Figur 5.54). Vanddybden varierer fra 30 til 32 m. Ressource HMS 1f1 udgøres af Holocænt, marint sand, der er tolket til at være aflejret, da område VKY i forbindelse med den Holocæne transgression blev oversvømmet af indtrængende havvand fra vestnordvest. Det er antaget at ressource HMS 1f1 er aflejret efter, at de øvrige ressourcer HMS 1a - 1d er blevet aflejret.

Beskrivelsen af ressource HMS 1f1 er baseret på en tolkning af det seismiske profil NS12\_212 (Figur 5.52). Profilet viser at ressourcen er til stede i den østlige og vestlige del, og er adskilt af senglacialt smeltevandssand (se afsnit 6) i midten samt HMS 1. Der er ikke foretaget borer i ressourcen. Ressource HMS 1f1 er overlejret af meget finkornet HMS 1 sand, og nedre grænse for ressource HMS 1f1 udgøres af aflejringer af Saale alder (eller ældre) og finkornet, senglacialt smeltevandssand (Figur 5.52).



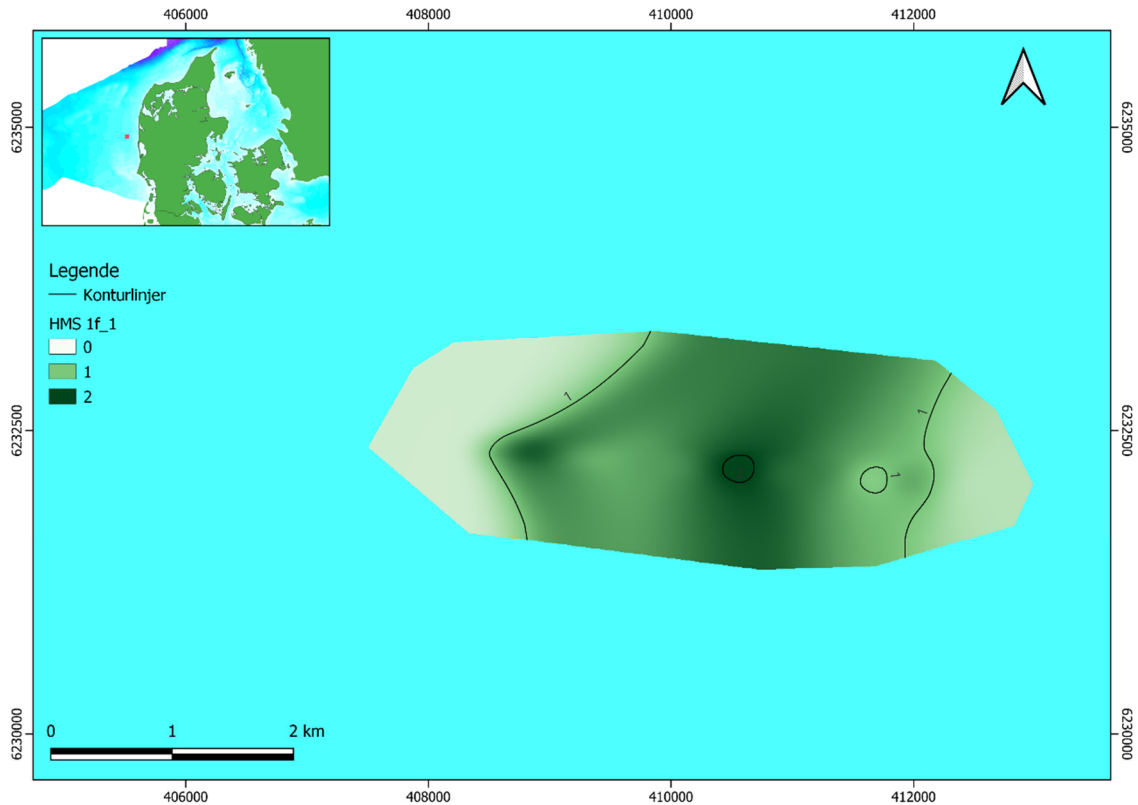
Figur 5.52: Seismisk profil NS12\_212 gennem ressource HMS 1f1 og ressource HMS 1f2. Ressourcerne er markeret med grønt.

VKY-20 boreprofilen i Figur 5.53 viser, at der nederst forekommer et 2,2 m tykt lag finkornet, senglacialt sand (TS). Efterfølgende forekommer et 0,3 m tykt lag Holocænt dynd. Øverst i boringen forekommer et 1,3 m tykt, meget finkornet HMS 1 sand. Dyndet mellem de to enheder befinder sig på det stratigrafiske niveau, hvor HMS 1f1 sandet var forventet, og boringen tolkes derfor til at være foretaget lige uden for ressource HMS 1f1. Den kan derfor ikke bidrage med oplysninger om råstofindholdet og kvaliteten af ressourcen HMS 1f1, men beskrivelsen er medtaget her for at dokumentere tilstedeværelsen af dynd langs grænsen af ressource HMS 1f1.



Figur 5.53: Sedimentologisk log for boring VKY-20. Boringen er foretaget i den vestlige grænse af ressource HMS 1f1.

Ud fra ovenstående antagelser om ressourcen, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, klassificeres ressourcen som en spekulativ, fin- til meget finkornet sandforekomst af råstoftype Sand 0. Volumen er opgjort til 9,7 mio. m<sup>3</sup>. Denne råstoftype vil i begrænset omfang kunne anvendes som opfyldningsmaterialer ved landindvinding afhængig af hvilke krav, der stilles hertil.

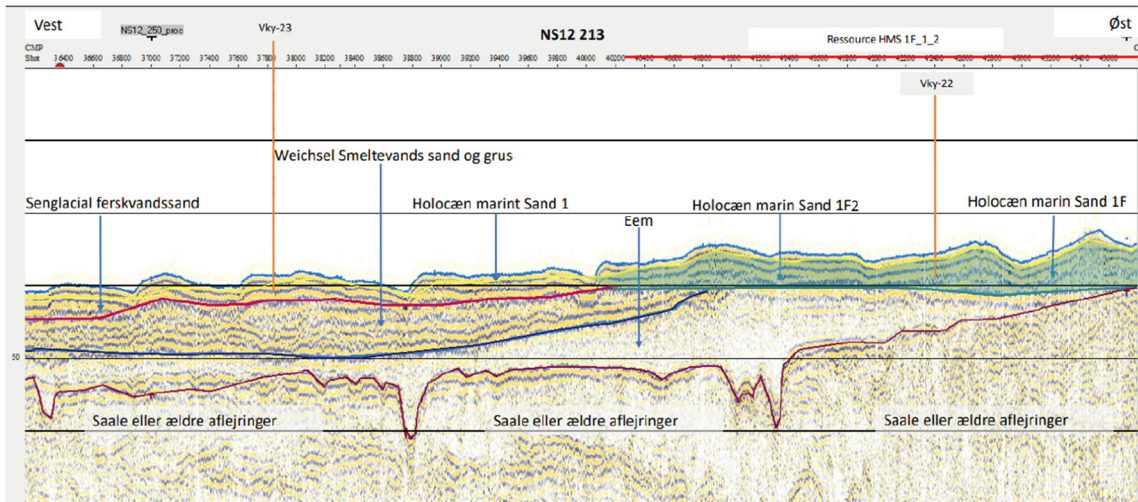
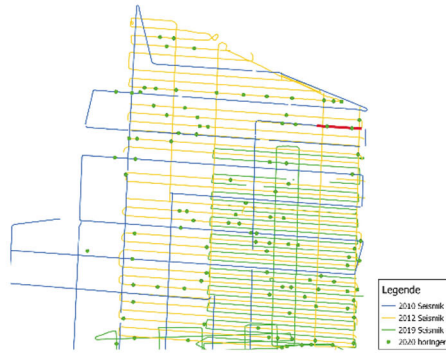


Figur 5.54: Tykkelseskort for ressource HMS 1f1 med 1 m konturlinjer.

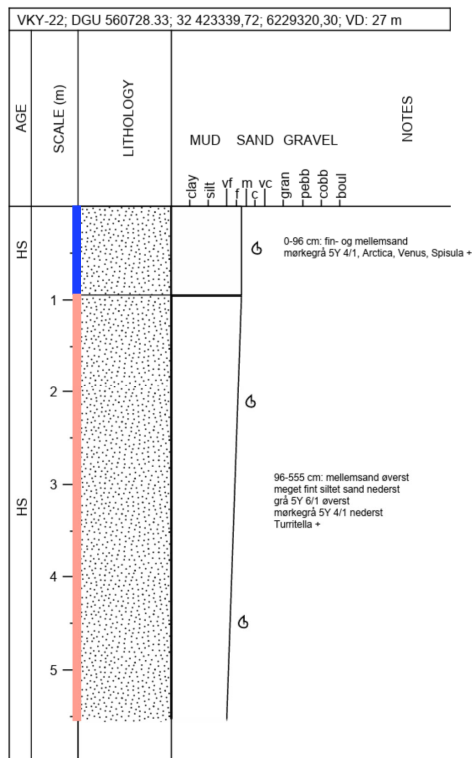
Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. Men HMS 1f1 overlejes af HMS 1-ressourcen, og indvinding af ressource HMS 1f1 skal ses i sammenhæng med indvinding af ressource HMS 1.

### 5.3.9 Ressource HMS 1f2

Råstofressource HMS 1f2 ligger langs den østlige grænse af VKY-området (Figur 5.25). Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 24 km<sup>2</sup> og har en mægtighed fra 0,1 til 5,4 m (Figur 5.57). Vanddybden varierer fra 28 til 30 m. Ressource HMS 1f2 udgøres af Holocænt, marint sand, der er tolket til at være aflejret, da område VKY i forbindelse med den Holocæne transgression blev oversvømmet af indtrængende havvand fra vestnordvest. Det er antaget at ressource HMS 1f2 er aflejret efter, at de øvrige ressourcer HMS 1a - 1d er blevet aflejret. Beskrivelsen af ressource HMS 1f2 er baseret på tolkning af de seismiske profiler NS12\_212 og NS12\_213 (Figur 5.52 og Figur 5.55) samt boring VKY-22, der er den eneste boring, hvor HMS 1f2 forekommer (Figur 5.56).



Figur 5.55: Seismisk profil NS12\_213. Ressource HMS 1f2 er markeret med grøn.



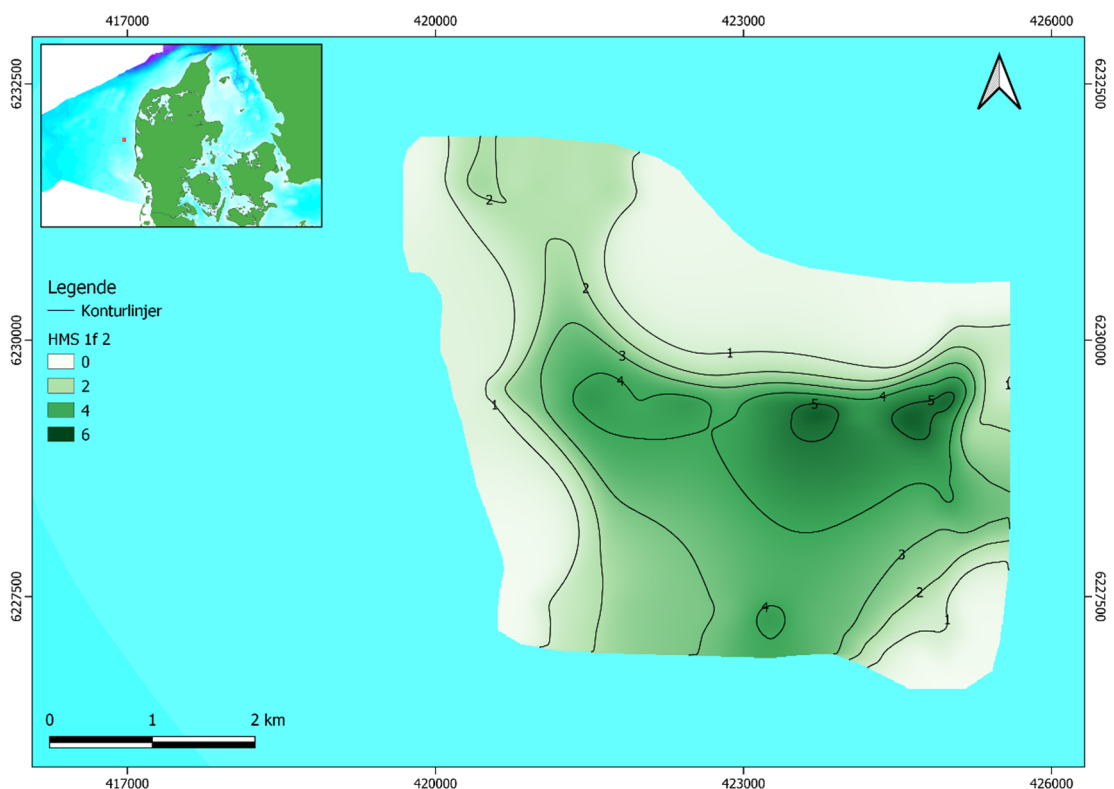
Figur 5.56: Sedimentologisk log for boring VKY-22. Den nederste enhed udgør ressourc HMS 1f2 og består af en 4,6 m tyk enhed af Holocænt, finkornet sand, der bliver let grovere opad (markeret med lysrød). Øverst findes en 1,0 m tyk enhed af HMS 1 sand (markeret med blå).



I boring VKY-22 udgør ressource HMS 1f2 den nederste 4,6 m tykke enhed bestående af Holocæn, finkornet sand, der bliver let grovere opad. Enheden er markeret med lyserød på loggen (Figur 5.56). Øverst findes en 1,0 m tyk enhed bestående af HMS 1 sand, markeret med blå. Boringen er foretaget centralt i ressource HMS 1f2 (Figur 5.55). Der er ikke udtaget prøver til kornstørrelsesanalyser af HMS 1f2 enheden i boringen.

Ressource HMS 1f2 afgrænses i dybden af Weichsel smeltevandssand og -grus og Eem aflejringer, hvilket svarer til basis Holocæn i dette område (Figur 5.55). I den yderste, østlige del af området afgrænses HMS 1f2 ressourcen i dybden af senglacialt smeltevandssand (se afsnit 6), som ligeledes i dette område består af finkornet sand, mens den øvre afgrænsning er finkornet HMS 1 sand (Figur 5.55).

Ud fra ovenstående antagelser om råstofferne i ressourcen, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, er ressourcen klassificeret som en spekulativ fin- til meget finkornet sandforekomst af råstofftype Sand 0. Råstofftypen vil i begrænset omfang kunne anvendes som opfyldningsmaterialer ved landindvinding afhængig af, hvilke krav der stilles. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til 51 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.57).



Figur 5.57: Tykkelseskort for ressource HMS 1f2 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet materiale i de indvundne materialer. Men HMS 1f2 overlejres af HMS 1-ressourcen, og indvinding af ressource HMS 1f2 skal ses i sammenhæng med indvinding af ressource HMS 1.

### **5.3.10 Anbefaling til undersøgelser af ressource HMS 1a2 – 1f2**

Ressourcerne HMS 1a2 til 1f2 er alle klassificeret som spekulative, og det vurderes, at der fremadrettet er behov for at foretage borer og samt at udføre kornstørrelsesanalyser for at bestemme kvalitet og sammensætning af ressourcerne. I tillæg bør der indsamles ny seismik for at øge dokumentationsgraden. En samlet højere dokumentationsgrad kan, i tilfælde hvor det er et krav/relevant/nødvendigt, opkvalificere ressourcerne fra spekulative til sandsynlige eller endda til påviste. Nye borer og seismik vil også kunne medføre, at kortlægningen og områdefrænsningen justeres, og at råstoffypen ændres. De angivne råstofkvaliteter i de foregående afsnit bør derfor betragtes som foreløbige indtil der eventuelt er udført flere undersøgelser.

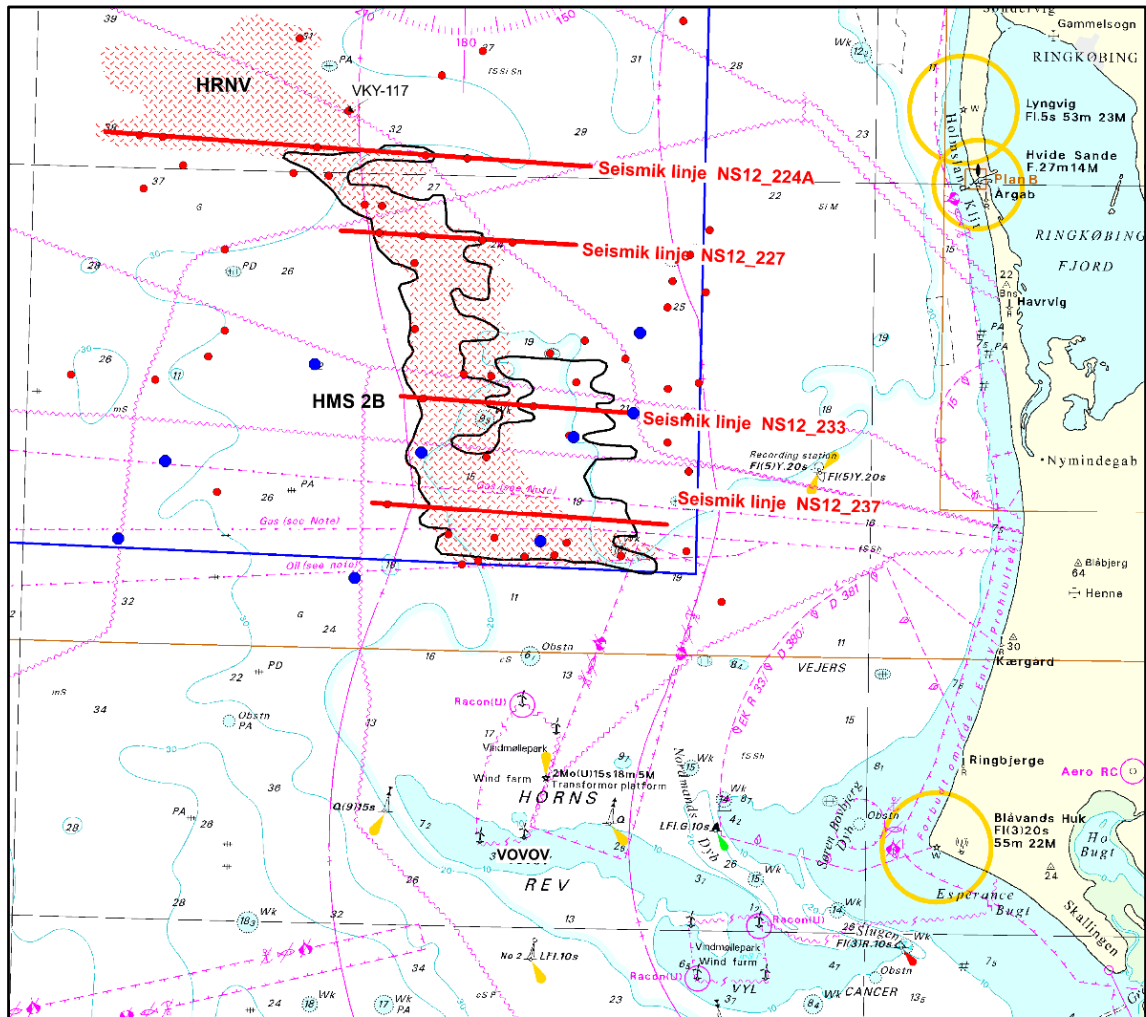
## **5.4 Holocæn Marin Sand 2 (2B, 2\_1, 2\_2 og 2A)**

I den sydøstlige del af VKY-området, er der kortlagt et dalsystem, som er eroderet ned i de underliggende Saale (eller ældre) aflejringer. Dalen betegnes Horns Rev Nordvest-dalen (HRNV-dalen, se Figur 5.58 og Figur 5.59). I dalstrukturen findes der stort set overalt smeltevandsaflejringer fra Weichsel (beskrevet i afsnit 7). Over smeltevandsaflejringerne findes Holocæne, marine aflejringer. De ældste Holocæne, marine aflejringer der findes i dalstrukturen, betegnes i denne rapport Holocæn Marin Sand 2B (HMS 2B). HMS 2B overlejrer smeltevandsaflejringer fra Weichsel i selve dalstrukturen, men i tilfælde, hvor smeltevandssedimenterne er fraværende, overlejrer HMS 2B Saale eller ældre aflejringer.

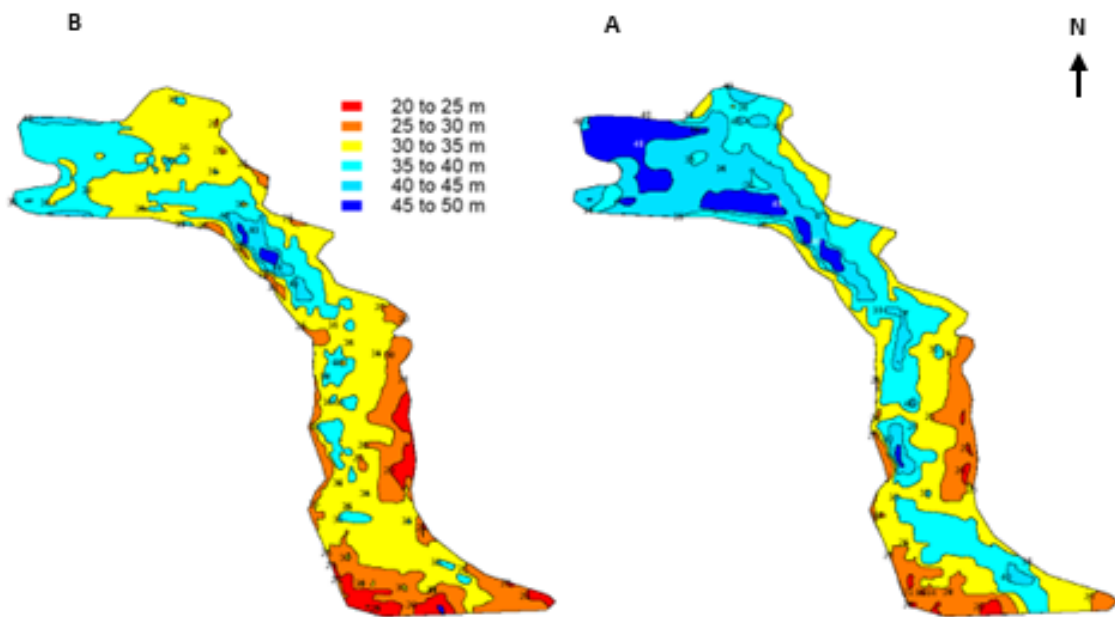
Aflejringerne af de marine sandressourcer HMS 2\_1 og HMS 2\_2 følger tidsmæssigt efter aflejringerne af den marine sandenhed HMS 2B. Ressource HMS 2\_1 overlejrer ressource HMS 2B i dalstrukturen, og udbredelsen af ressource HMS 2\_1 følger stort set dalens struktur bortset fra mod sydvest, hvor den breder sig udover dalens afgrænsning. Ressource HMS 2\_2 findes kun uden for dalstrukturen.

Ressource HMS 2A er tolket til at være aflejret som den sidste af HMS 2 ressourcerne, og den tolkes som en enhed, der har været udsat for erosion relateret til den dynamiske HMS 1 ressource, der ligger øverst. Aflejringerne af ressource HMS 2A følger tidsmæssigt efter aflejringerne af ressource HMS 2\_1, 2\_2 og HMS 2B.

Det antages at den primære kilde til sedimenter i HMS 2-ressourcerne har været erosion af aflejringer fra Saale-istiden i Vovov-bakkeøen ved Horns Rev, syd for VKY-området (se afsnit 9). Materialerne blev transporteret mod nord ind i VKY-området, hvor de groveste materialer blev aflejret først (i den sydlige del af VKY-området), og som følge af faldende energiniveau mod nord blev gradvist finere sedimenter aflejret nordover.



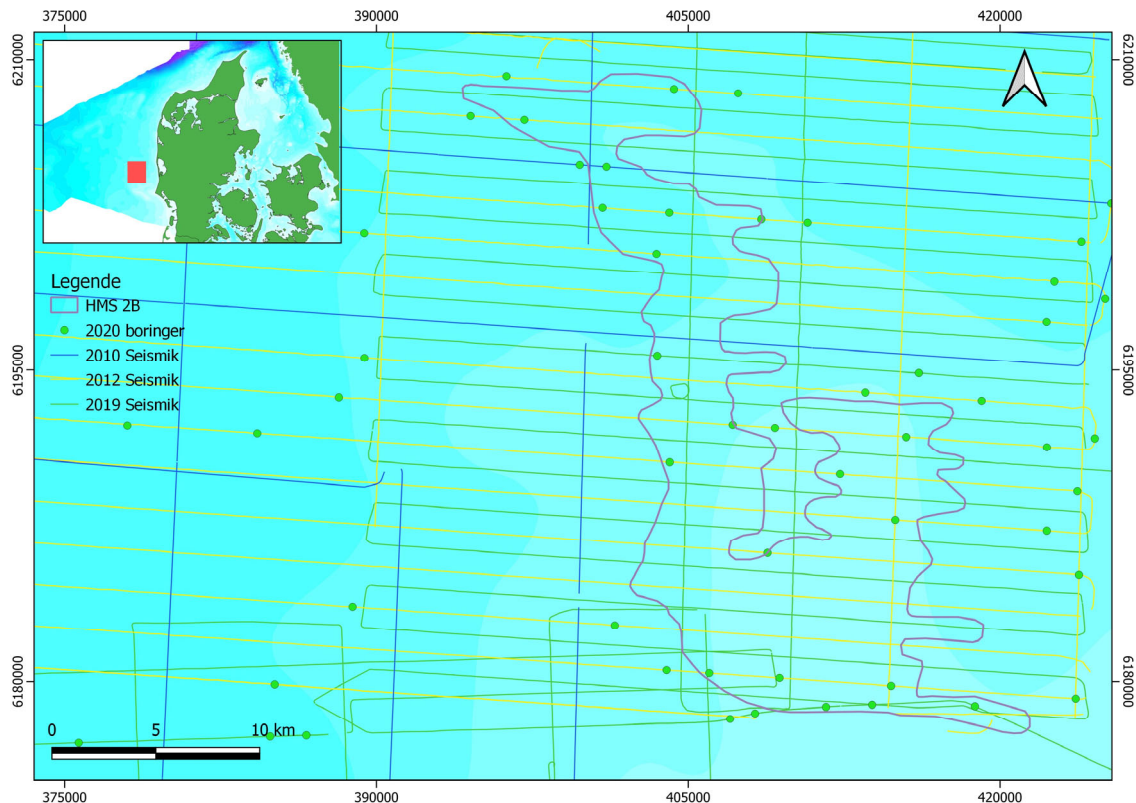
Figur 5.58: Horns Rev Nordvest-dalen (HRNV-dalen) er skraveret med rød og afgrænsningen af ressource HMS 2B er vist med sort.



Figur 5.59: HRNV-dalen. (A) dybden til bunden af dalen, (B) dybden til basis af Holocæn.

### 5.4.1 Ressource HMS 2B

HMS 2B-råstofressourcen ligger i den sydøstlige del af VKY-området (Figur 5.60). Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMS 2B dækker et areal på ca. 264 km<sup>2</sup>, og at den samlede forekomst har en mægtighed fra 0 til 16,8 m (Figur 5.64). Vanddybden varierer fra 15 til 30 m. Der er udvalgt to profiler til at illustrere geologien i området, NS12\_233 og NS12\_237 (Figur 5.61 og Figur 5.62) samt de to borer VKY-40 og VKY-46 (Figur 5.63), hvori HMS-2B sandet er fundet. Ressource HMS 2B er tolket som den tidligste, Holocæne, marine aflejring i HRNV-dalen.

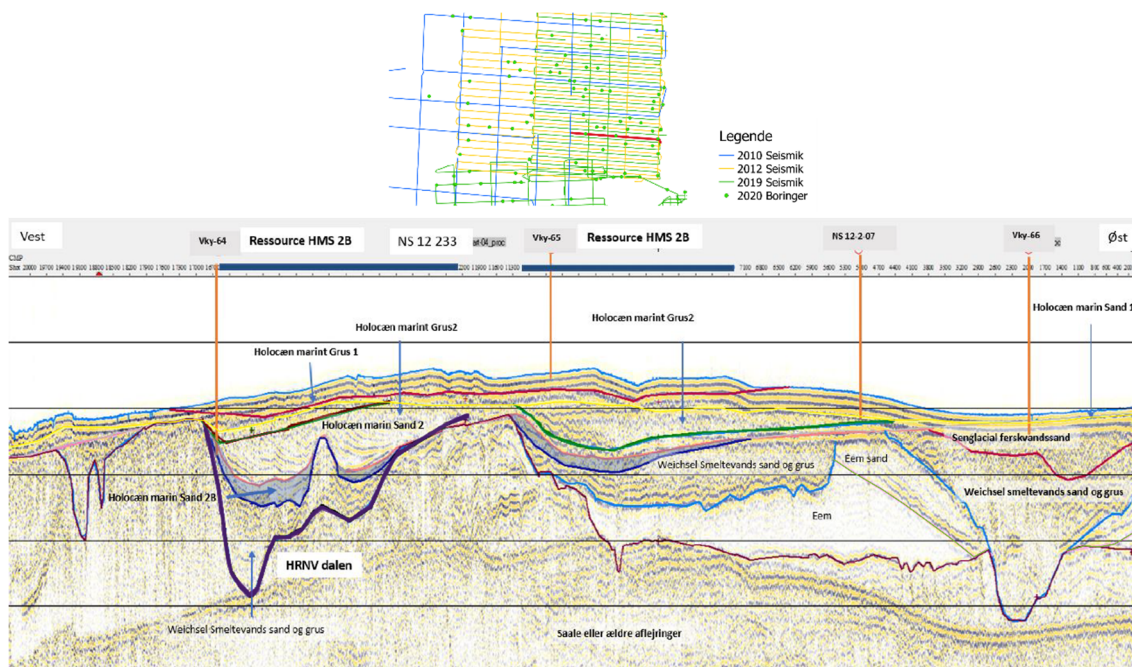


Figur 5.60: Oversigtskort over ressource HMS 2B.

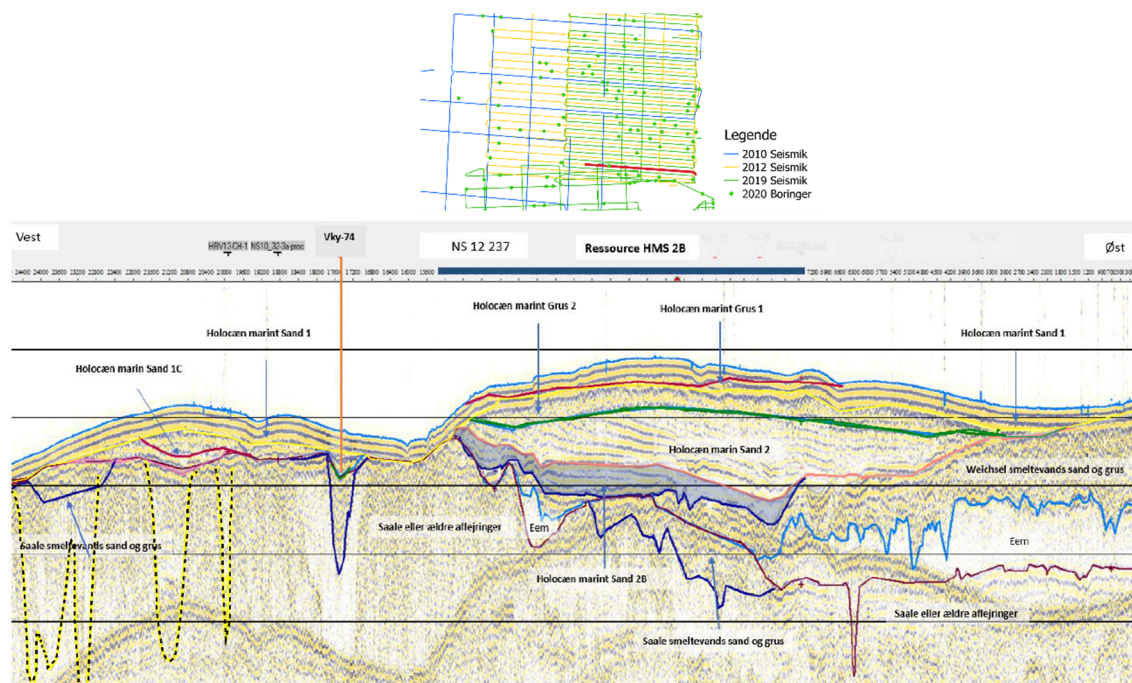
Ressource HMS 2B er fundet i to borer, VKY-40 og VKY-46 (Figur 5.63). De to borer ligger i den nordlige del af forekomsten. Der er ikke foretaget kornstørrelsesanalyser i borerne og beskrivelsen af HMS 2B ressourcen er derfor baseret på borerbeskrivelserne.

VKY-40 boreprofilet viser, at der nederst forekommer en enhed bestående af 0,8 m finkornet sand med gytje, som sammenstillet med den seismiske tolkning, kan tolkes til at være ressource HMS 2B. Herover forekommer 4,4 m fin- til mellemkornet sand. Øverst i boring VKY-40 forekommer 0,3 m mellemkornet sand.

VKY-46 boreprofilet viser, at der nederst forekommer en fem meter tyk enhed bestående af meget finkornet sand, som er tolket til at være ressource HMS 2B. Over ressource HMS 2B findes 1,0 m HMG 2 grus (se afsnit 5.5 for beskrivelse). HMS 2B forekomsten er således ret ensartet i de to borer og består af fint til meget finkornet sand.



Figur 5.61: Seismisk profil NS12\_233. Ressource HMS 2B er markeret med blå.

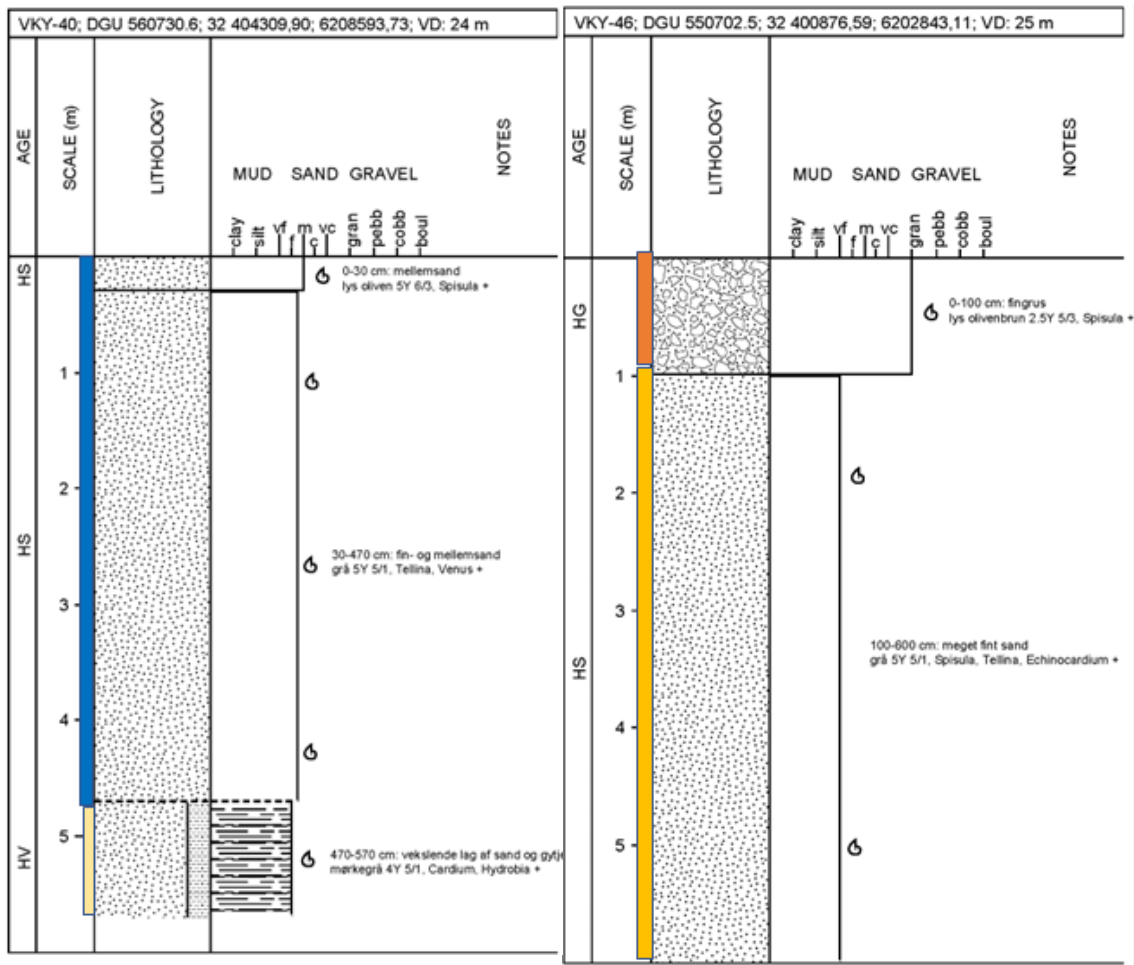


Figur 5.62: Seismisk profil NS12\_237. Ressource HMS 2B er markeret med blå. Ældre begravede dale er angivet med stiplede linje.

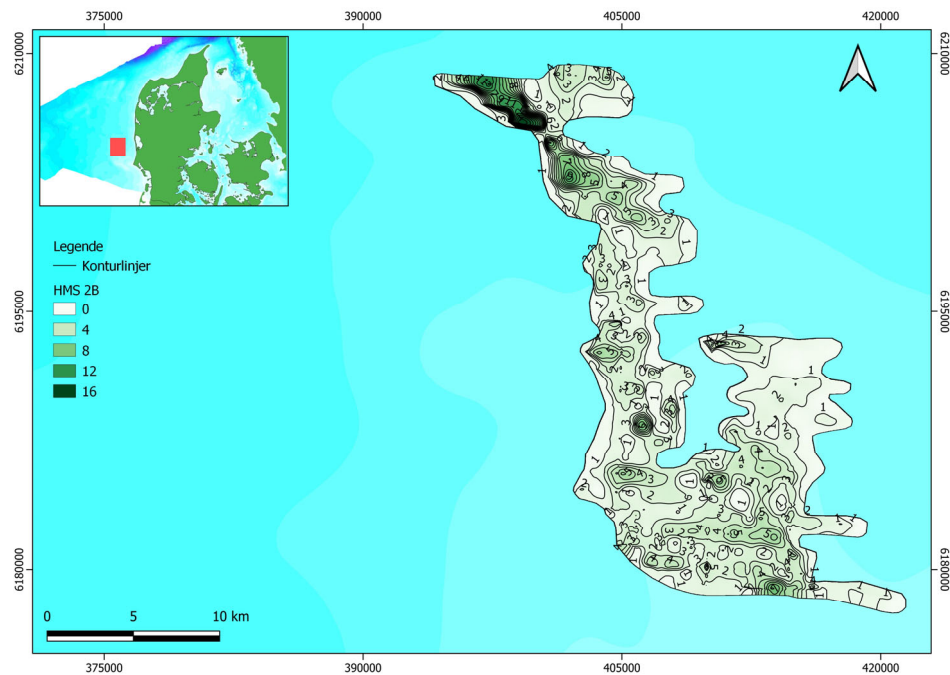
På seismikken ses det, at ressource HMS 2B afgrænses i dybden af Weichsel smeltevands-sand og -grus eller Saale eller ældre aflejringer (Figur 5.61 og Figur 5.62).

Baseret på ovenstående beskrivelse, og at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, klassificeres ressource HMS 2B som en spekulativ meget fin- til finkornet sandforekomst af råstofftype Sand 0. Råstofftypen vil i begrænset omfang kunne anvendes til opfyld til landindvindings projekter mv. afhængig af hvilke

krav, der stilles krav til materialet. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 599 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.64).



Figur 5.63: Sedimentologiske logs for boring VKY-40 og VKY-46.



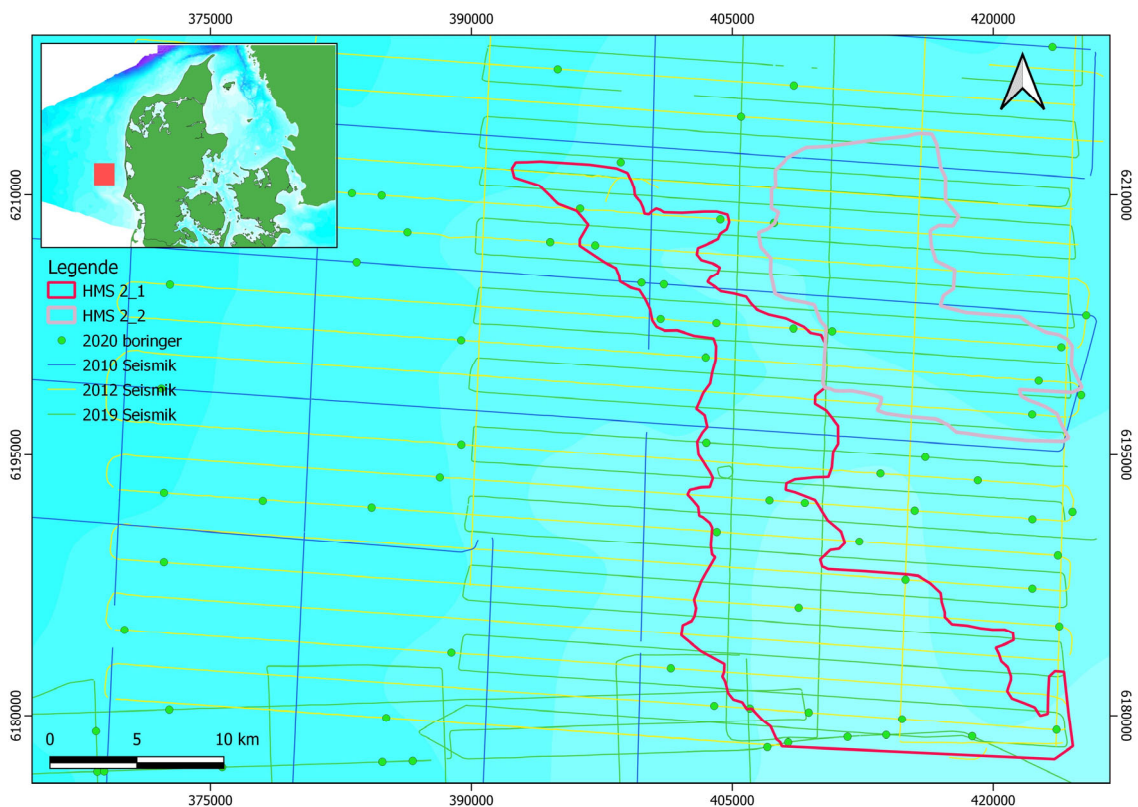
Figur 5.64: Tykkelseskort for ressource HMS 2B med 1 m konturlinjer.

Forekomsten er meget stor i forhold til at der kun er to borer, der har truffet HMS 2B ressourcen. Det må derfor forventes, at ressource HMS 2B kan have forskellige egenskaber inden for området.

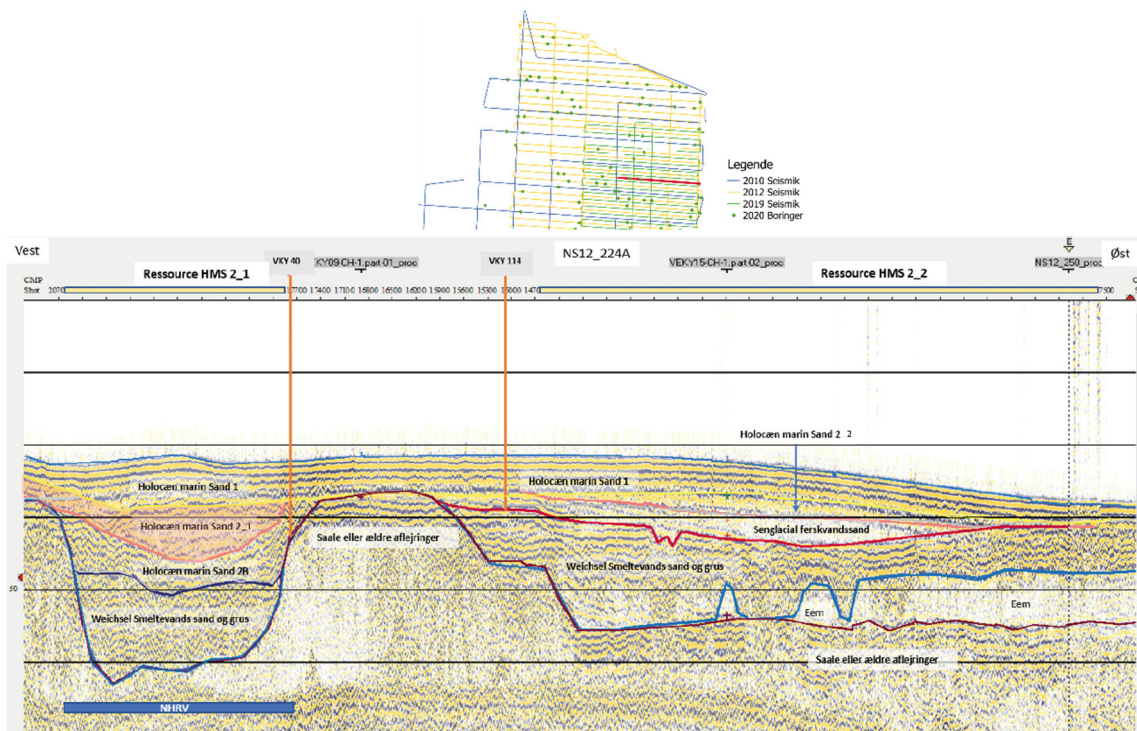
Der er de fleste steder et dæklag af HMS 1, HMS 2, HMG 1 og HMG 2 ressourcer, som gør, at en potentiel indvinding af ressource HMS 2B skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklagene. Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord materiale i de indvundne materialer.

#### 5.4.2 Ressource HMS 2\_1

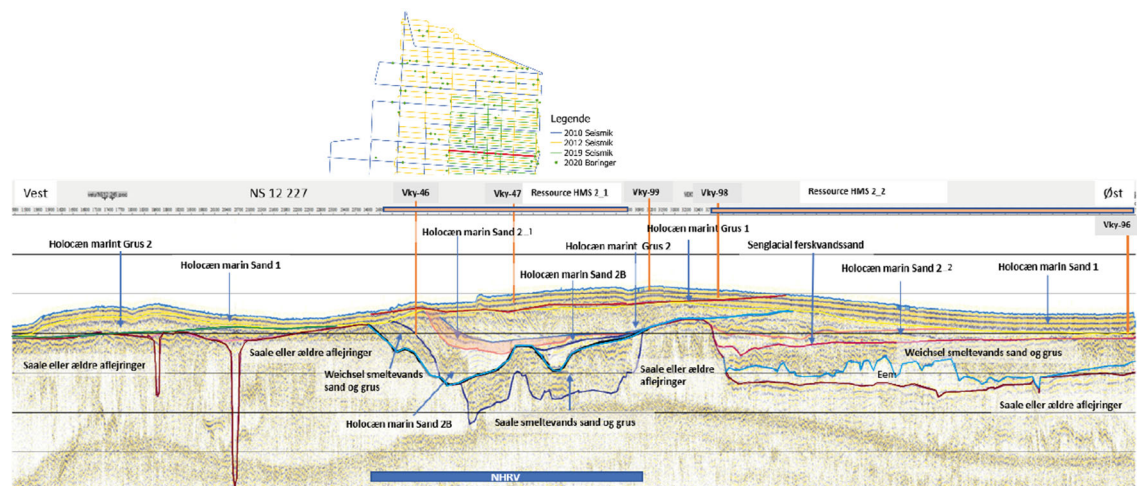
Ressource HMS 2\_1 ligger i den sydøstlige del af kortlægningsområde VKY (Figur 5.65). Vanddybden varierer fra 15 til 30 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 326 km<sup>2</sup>, og at den samlede forekomst har en mægtighed fra 0 til ca. 15 m (Figur 5.73). Ressource HMS 2\_1 er tolket til at være aflejret efter ressource HMS 2B i HRNV-dalen fra syd mod nord. Der er udvalgt fem seismiske profiler: NS12\_224A, NS12\_227, NS12\_233, NS12\_238 B, HRV-05/HRV-Transit (Figur 5.66 - Figur 5.70) samt fem borer (Figur 5.71 og Figur 5.72) til at illustrere ressource HMS 2\_1.



Figur 5.65: Oversigtskort over beliggenheden af ressource HMS 2\_1 og 2\_2.



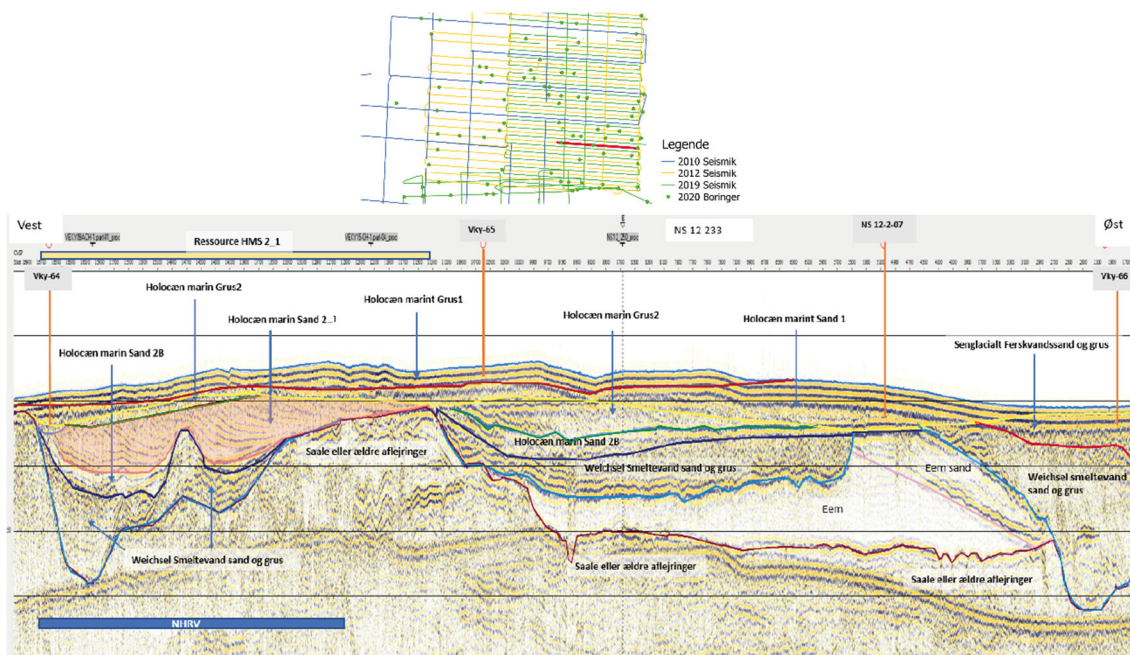
Figur 5.66: Seismisk profil NS12\_224A. Ressource HMS 2\_1 er markeret med lyserød.



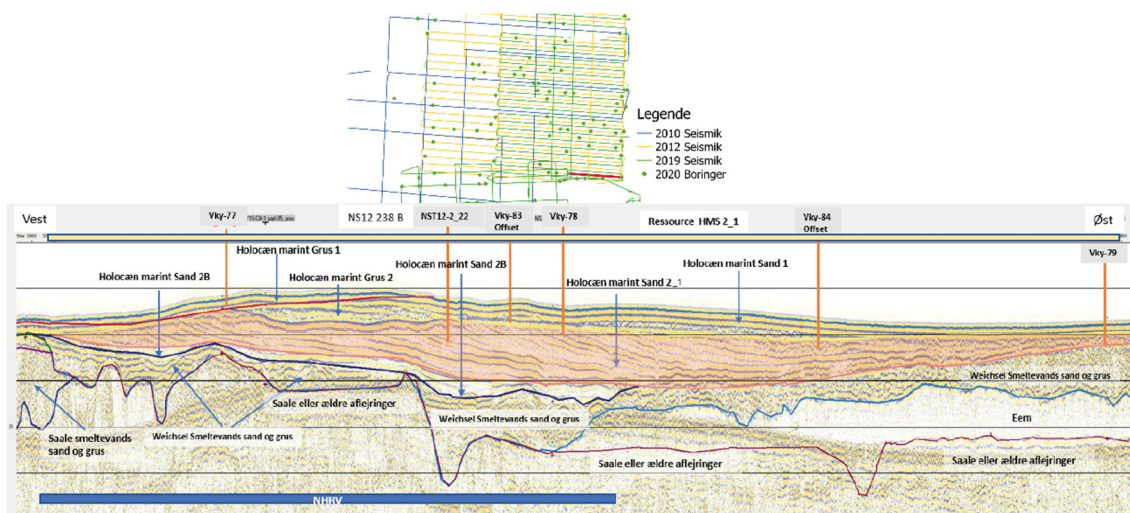
Figur 5.67: Seismisk profil NS12\_227. Ressource HMS 2\_1 er markeret med lyserød.

Profilerne NS12\_224A og NS12\_227 (Figur 5.66 og Figur 5.67) skærer ressource HMS 2\_1 i den centrale, nordlige del. På profil NS12\_224A har HRNV-dalen en dybde på op til 20 m, og på profil NS12\_227 har dalen en dybde på op til 16 m.





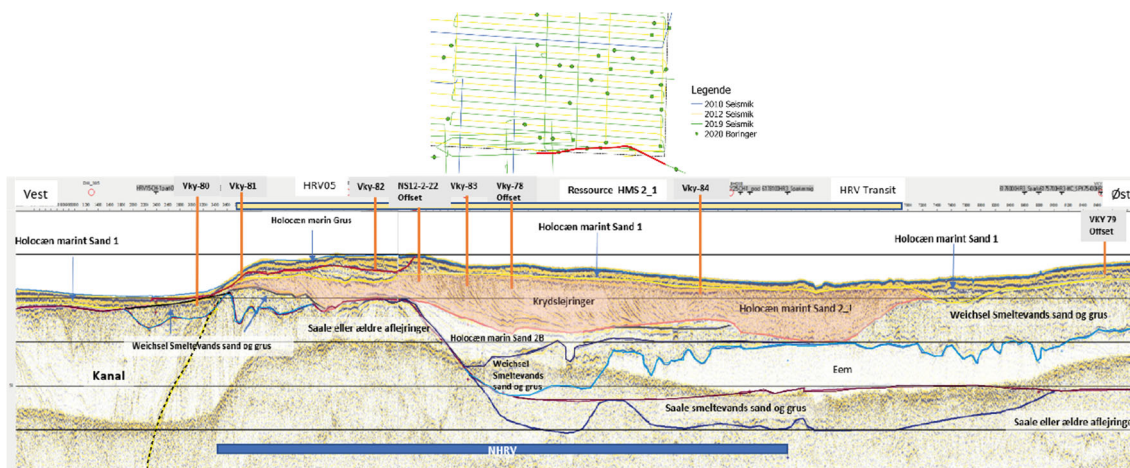
Figur 5.68: Seismisk profil NS12\_233. Ressource HMS 2\_1 er markeret med lys rød.



Figur 5.69: Seismisk profil NS12\_238B. Ressource HMS 2\_1 er markeret med lys rød. Placeringen af borerne NS12-2-22 og Vky-79 langs profilet er markeret med vertikale, orange streger.

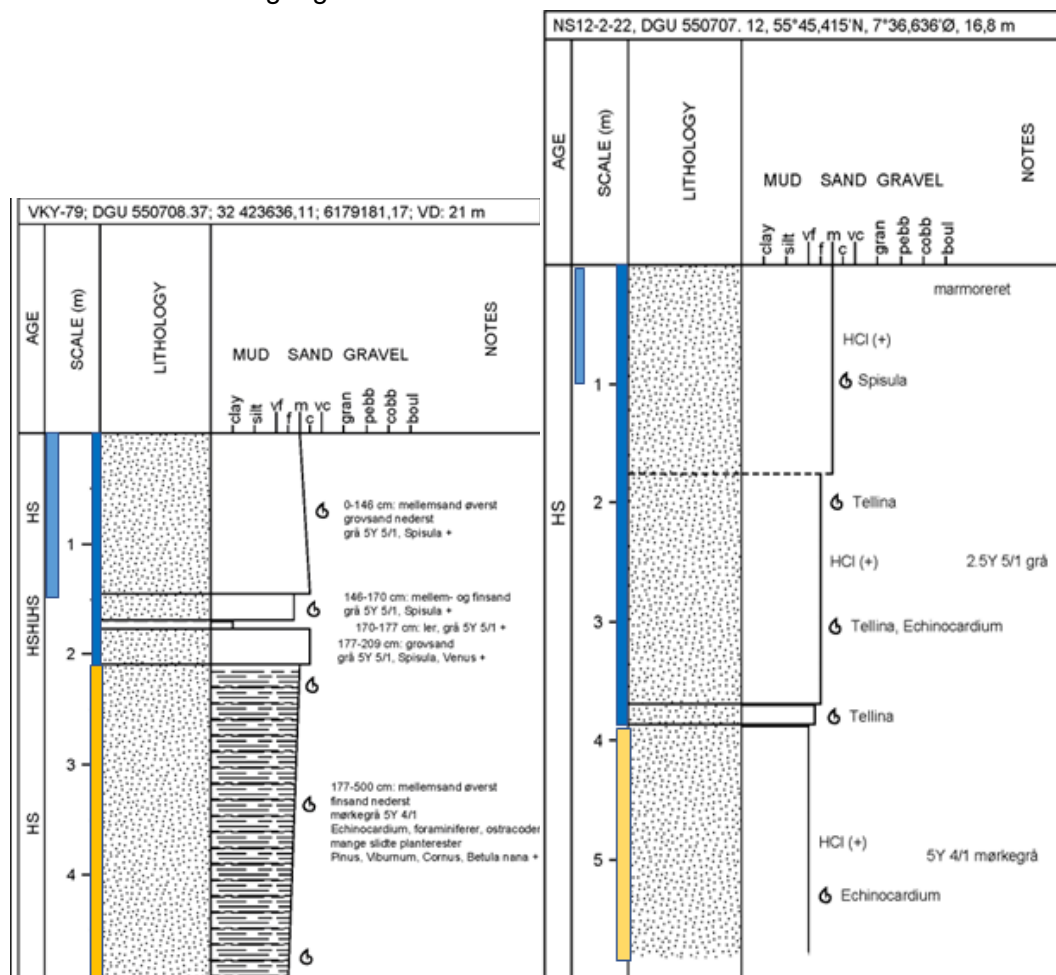
Profil NS12\_233 skærer ressource HMS 2\_1 i den vestlige del (Figur 5.68). HNRV-dalen, der har samme udstrækning som råstofressourcen, har her en dybde på 19 m. De tydelige skrålejringer i ressource HMS 2\_1 viser, at sedimenterne er fyldt ind i dalen fra vest mod øst. HMS 2\_1 materialerne har fyldt HNRV-dalen op, og den øverste del af ressource HMS 2\_1 har efterfølgende været udsat for erosion, måske grundet ændringer i strømsystemer eller i sedimenttilførsel fra kildeområdet.

Profil NS12\_238B skærer ressource HMS 2\_1 i den sydligste del (Figur 5.69). HNRV-dalen har her en dybde på 27 m, og ressource HMS 2\_1 har en maksimal tykkelse på 10 m. Ressourcen har her form som en bank med tydelige interne, skrålejringer, og er (ligesom på profil NS12\_233) også blevet udsat for erosion øverst. Desuden er ressource HMS 2\_1 her blevet eroderet i den vestlige side af banken.



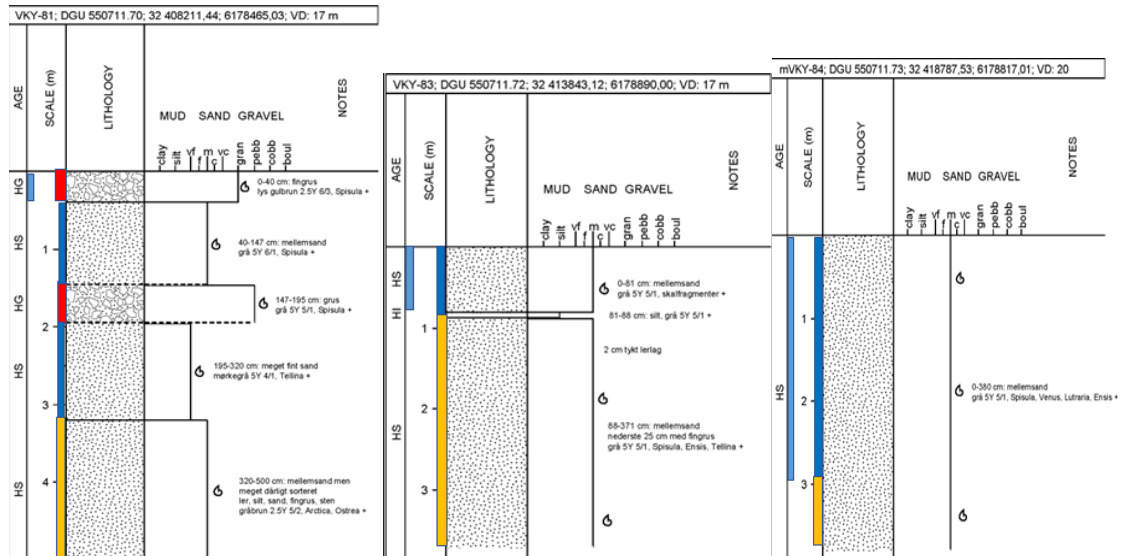
Figur 5.70: Seismisk profil HRV-05. Ressource HMS 2\_1 er markeret med lyserød. Lokalitet for boring VKY-81, VKY-83 og VKY-84 langs profilet ses markeret med vertikal, orange streg.

Profilen HRV-05/HRV-Transit skærer ressource HMS 2\_1 i den sydligste del (Figur 5.70). HRNV-dalen har i dette område en dybde på 24 m, og tykkelsen af ressource HMS 2\_1 er op til 10 m. Her er HMS 2\_1 også bygget op af skrånede materialer (fra vest mod øst), der er skåret af ved overgangen til HMS 1.



Figur 5.71: Sedimentologiske logs for boring VKY-79 og NS12-2-22. Ressource HMS 2\_1 ses nederst i begge borerer markeret med orange og er henholdsvis mindst 2,9 og 2,0 m tyk. I VKY-79 består ressource HMS 2\_1 af heterolitisk mellem- til finkornet sand og i NS12-2-22 af homogent finkornet sand. I begge borerer er ressource HMS 2\_1 overløjet af HMS 1 sand.

Ressource HMS 2\_1 er nået i boring VKY-79 og NS12-2-22, der er boret langs det seismiske profil NS12\_238B (Figur 5.69). Ressourcen ses nederst i begge borer og er henholdsvis minimum 2,9 og 2,0 m tyk. Nedre grænse for HMS 2\_1 er ikke nået i borerne. I VKY-79 består ressource HMS 2\_1 af heterolitisk, mellem- til finkornet sand og i NS12-2-22 af homogent, finkornet sand. I begge borer er ressource HMS 2\_1 overlejret af HMS 1 sand. Der er ikke foretaget kornstørrelsesanalyser i disse borer. Ud fra boreloggene beskrives HMS 2\_1 ressourcen som mellem- til finkornet sand.



Figur 5.72: Sedimentologiske logs for boring VKY-81, VKY-83 og VKY-84. Ressource HMS 2\_1 ses nederst i alle tre borer markeret med orange og er henholdsvis minimum 1,8, 2,9 og 0,9 m tyk. I boring VKY-81 består HMS 2\_1 af dårligt sorteret, mellemkornet sand med indslag af fingrus, sten, ler og silt. I boring VKY-83 består HMS 2\_1 af mellemkornet sand med indslag af fint grus. I boring VKY-84 består ressourcen af fin- til mellemkornet sand. Ressourcen er i alle tre borer overlejret af HMS 1 og HMG 2 ressourcer.

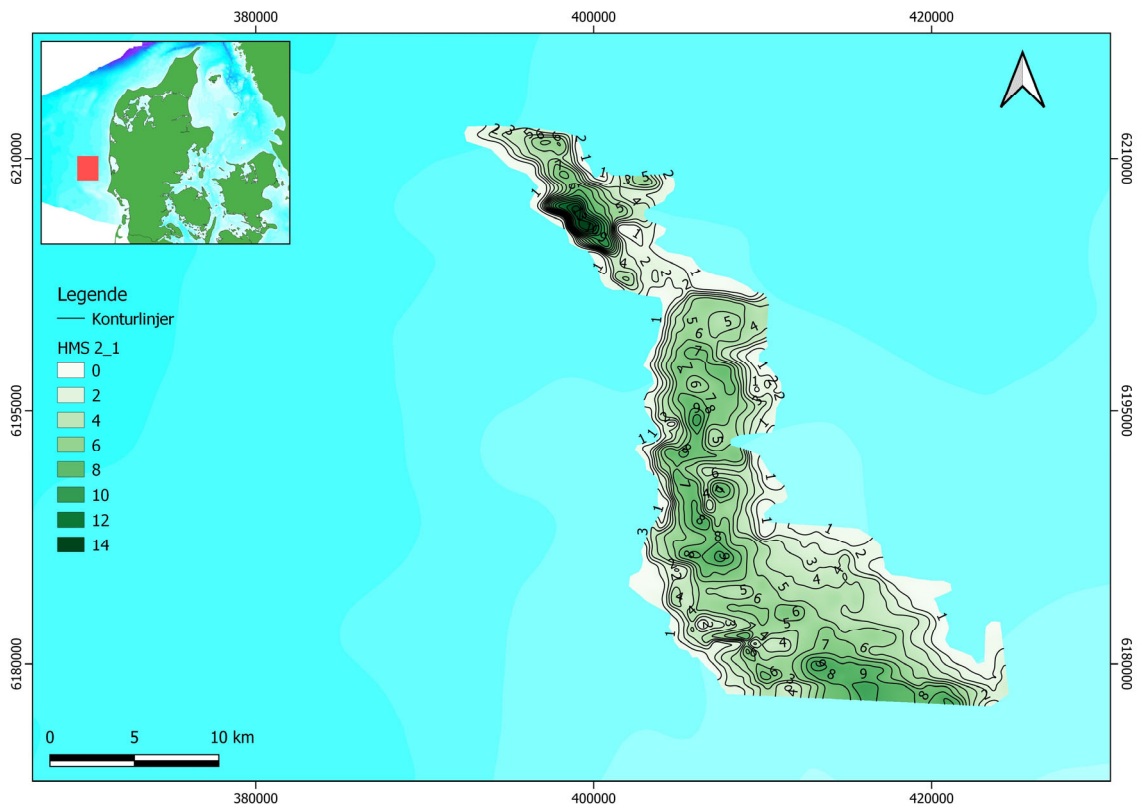
Boring VKY-81, VKY-83 og VKY-84 er udført langs det seismiske profil HRV-05/HRV-Transit (Figur 5.70). Ressource HMS 2\_1 ses nederst i alle tre borer og er henholdsvis minimum 1,8, 2,9 og 0,9 m tyk. Nedre grænse for HMS 2\_1 er ikke nået i disse borer. I boring VKY-81 består HMS 2\_1 af dårligt sorteret, mellemkornet sand med indslag af fingrus, sten, ler og silt. I boring VKY-83 består HMS 2\_1 af mellemkornet sand med indslag af fint grus. I boring VKY-84 består ressource HMS 2\_1 af fin- til mellemkornet sand. Ressourcen er i alle tre borer overlejret af HMS 1 og/eller HMG 2 ressourcer.

Ressource HMS 2\_1 er meget stor i forhold til det antal borer, der er til stede og fordelingen af dem. Analysen af borerne og den seismiske tolkning af forekomsten viser, at der er store forskelle i dækning af råstoffer i borerne inden for det nordlige, det mellemste og det sydlige område.

Der er ikke udført kornstørrelsesanalyser på prøver fra HMS 2\_1 ressourcen, men borerne viser, at ressource HMS 2\_1 i den sydlige del hovedsagligt indeholder mellemkornet sand med indslag af groft sand, finkornet sand og fint grus. Det forventes at materialet i denne del kan anvendes som tilslag til beton samt opfyldningsmaterialer hvor der stilles specielle krav til kvaliteten og materialesammensætningen. I den centrale del af ressource HMS 2\_1 er der ikke foretaget borer, men i den nordlige del er der få borer til stede, og HMS 2\_1 er her beskrevet som fin- til meget finkornet sand. Da materialet i den

nordlige del af ressourcen er finkornet, kan det ikke forventes at kunne overholde kvalitetskravene til tilslagsmaterialer, og forekomsten kan kun forventes anvendt som indbygningsmateriale til opfyldning, hvor der ikke er særlige krav.

Ud fra ovenstående beskrivelse af ressource HMS 2\_1, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, klassificeres ressource HMS 2\_1 samlet set som en spekulativ sandforekomst af råstofstype Sand 0. Der er ikke tilstrækkelige seismik og boringsdata med informationer om udbredelse, sammensætning og kvalitet af de enkelte dele af ressourcen til at underindele den. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til 1350 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.73) og den nye tolkede ressource erstatter ressource 578-014 i Marta databasen.



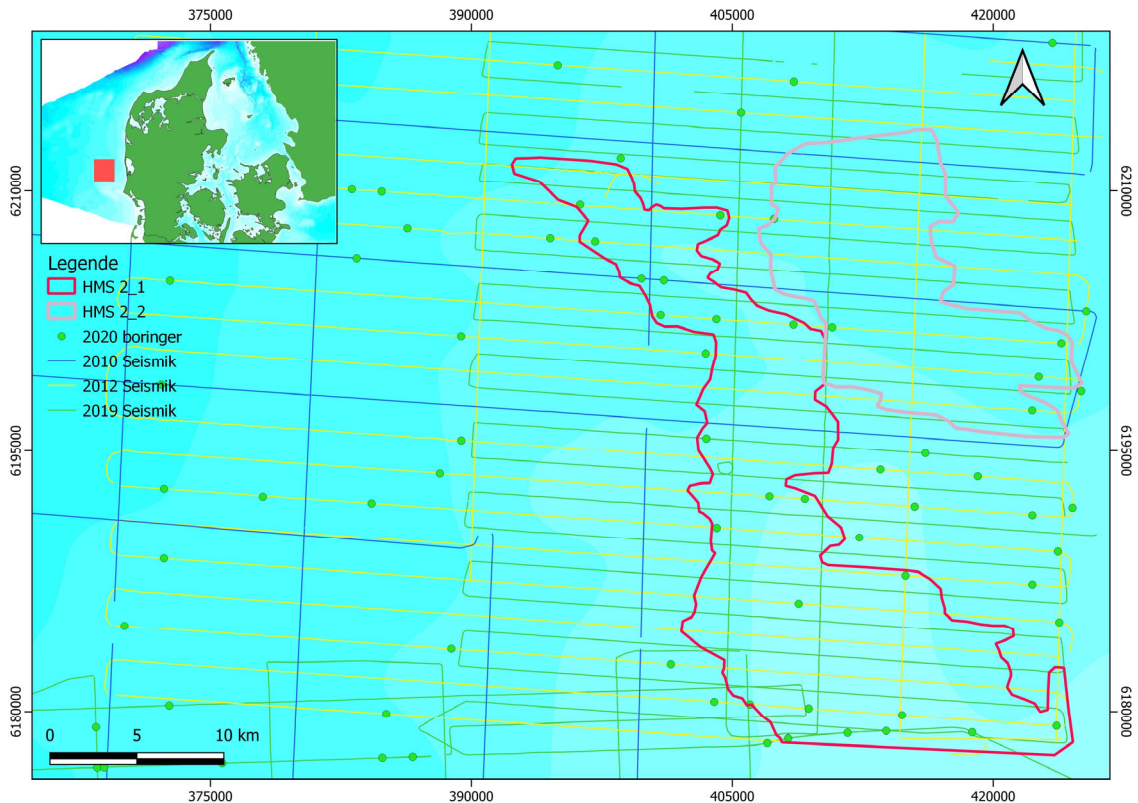
Figur 5.73: Tykkelseskort for ressource HMS 2\_1 med 1 m konturlinjer.

Der er de fleste steder dækkende lag af HMS 1, HMG 1 og HMG 2 ressourcer, som gør, at en potentiel indvinding af ressource HMS 2\_1 skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklagene. Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord materiale i de indvundne materialer.

### 5.4.3 Ressource HMS 2\_2

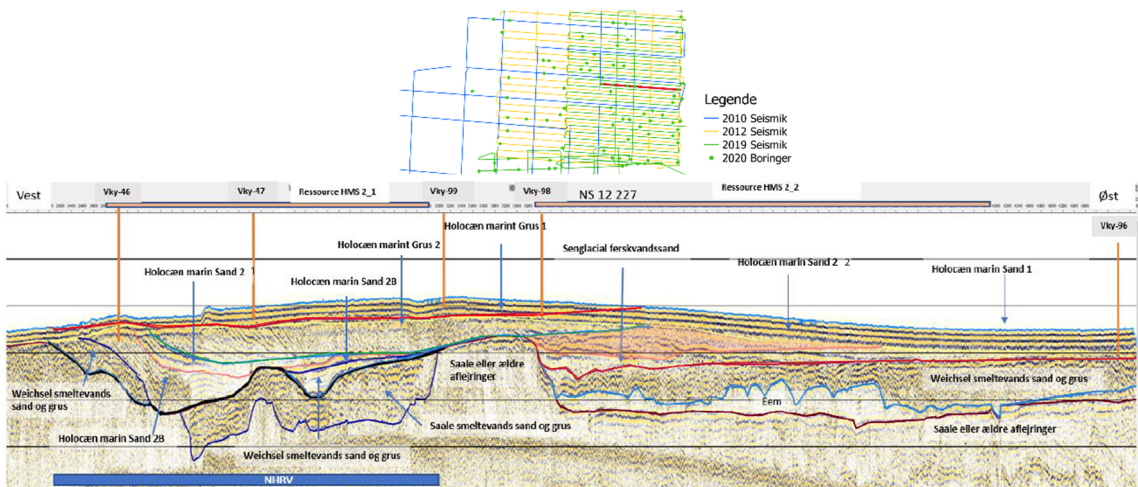
Ressource HMS 2\_2 ligger i den centrale, østlige del af VKY-området (Figur 5.74), øst for den nordlige del af ressource HMS 2\_1 og øst for HRNV-dalen (beskrevet i forrige afsnit). Vanddybden varierer fra 25 til 30 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen har et udbredelsesareal på ca. 178 km<sup>2</sup>, og at den har en mægtighed fra 0 til 6,5 m (Figur 5.78). Ressource HMS 2\_2 er tolket til at være aflejret efter aflejringen af den marine sandenhed

HMS 2B, der kun er til stede i selve HRNV-dalen (se afsnit 5.4.1). HRNV-dalen blev gradvist fyldt op først af ressource HMS 2B sedimenter og siden af HMS 2\_1 og på et tidspunkt begyndte dalens østlige tærskel (bestående af Saale eller ældre aflejringer, se Figur 5.75) at blive overskredet, og aflejringer af ressource HMS 2\_2 begyndte. Der er herunder udvalgt to seismiske profiler (Figur 5.75 og Figur 5.76) samt en boring (Figur 5.77) til at belyse ressource HMS 2\_2.

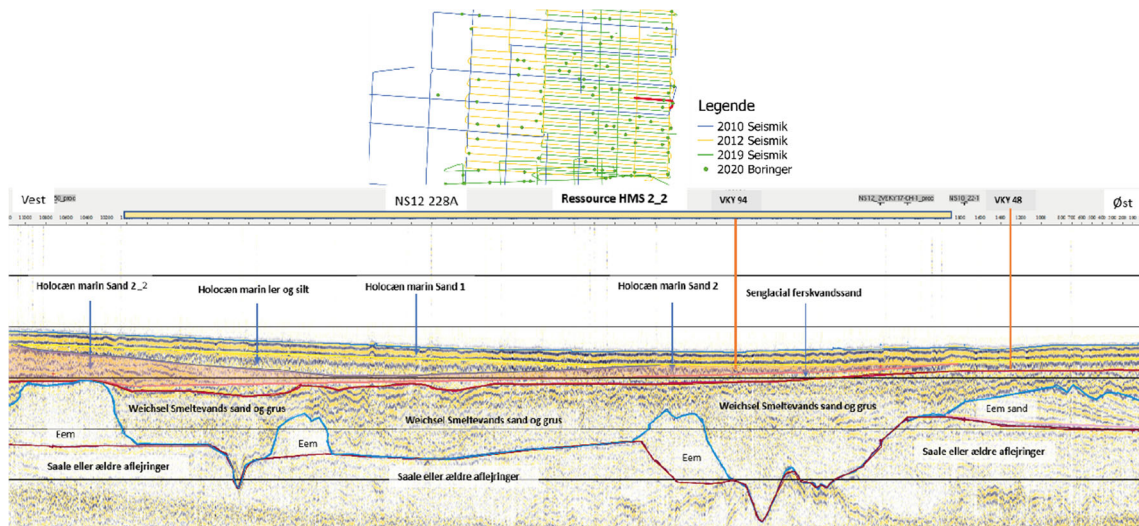


Figur 5.74: Oversigtskort over ressource HMS 2\_1 og HMS 2\_2.

Ressource HMS 2\_2 findes uden for HRNV-dalen og ses som skrålejlrede aflejringer. På de seismiske profiler ses det, at ressource HMS 2\_2 overlejrer sen-glacialt smeltevandssand (se afsnit 6) og selv overlejres af HMS 1 og HMG 2 (se afsnittene 5.3 og 5.5).



Figur 5.75: Seismisk profil NS12\_227. Ressource HMS 2\_2 er markeret med lyserød. Ressource HMS 2\_1 ses længere mod vest i profilet.



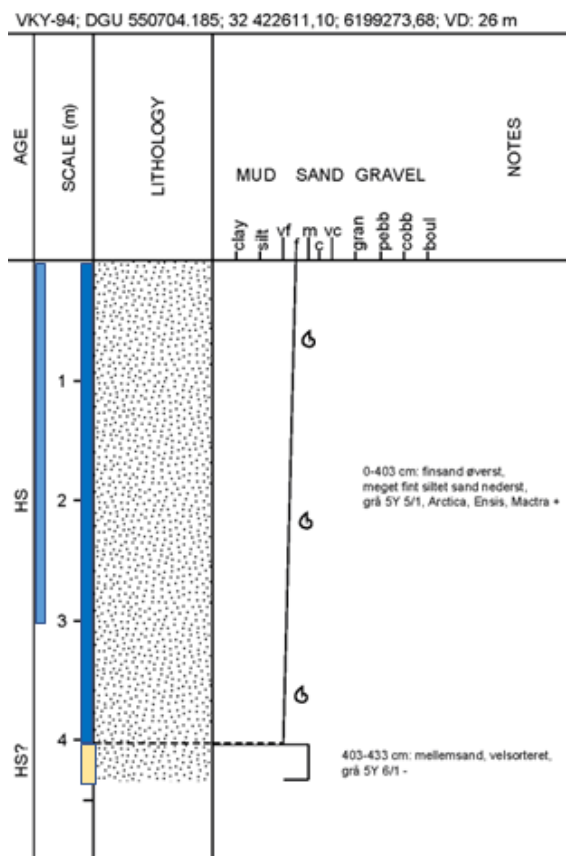
Figur 5.76: Seismisk profil NS12\_228A. Ressource HMS 2\_2 er markeret med lyserød.

Boring VKY-94 (Figur 5.77) er foretaget langs den seismiske linje N12\_228A (Figur 5.76) i den sydlige del af ressource HMS 2\_2. Ressource HMS 2\_2 ses som den nederste enhed i boringen og er minimum 0,3 m tyk. Nedre grænse for ressourcen er ikke nået. Over HMS 2\_2 ressourcen findes 4,0 m HMS 1 sand. Der er ikke udført kornstørrelsesanalyser på prøver fra ressource HMS 2\_2.

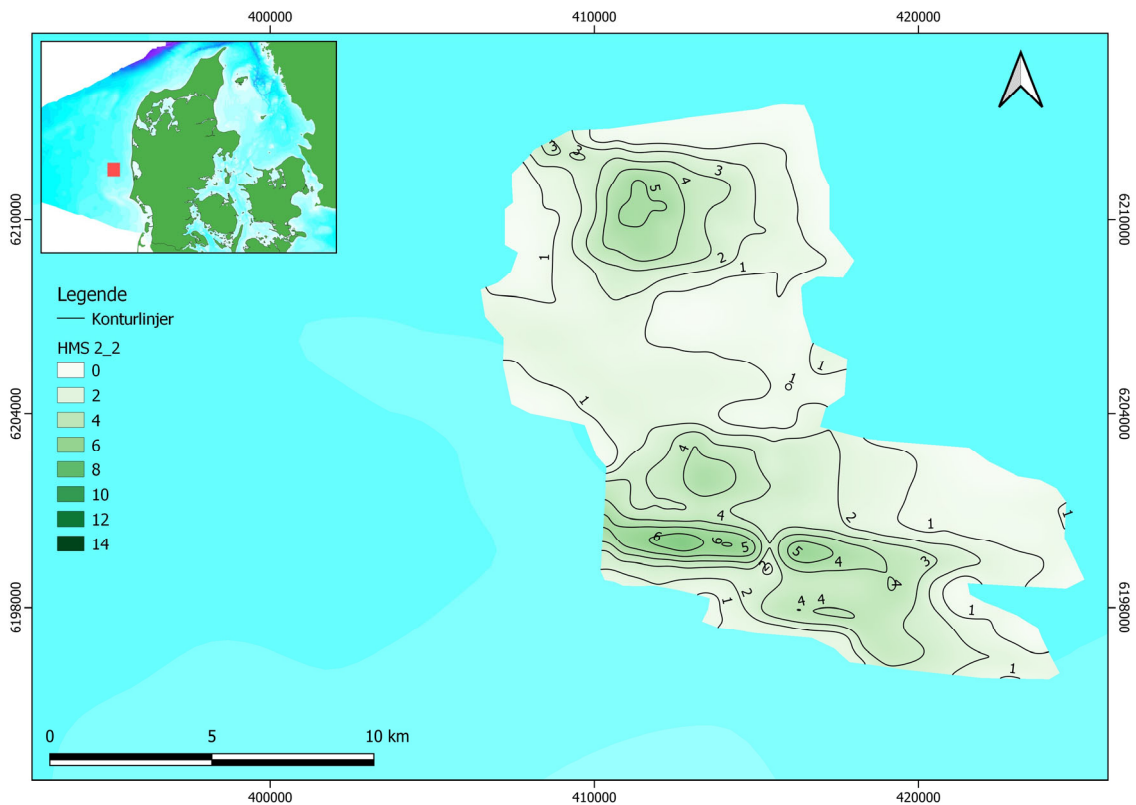
Det forventes at det velsorterede, mellemkornede sand i ressource HMS 2\_2 kan anvendes som tilslag til beton samt opfyldningsmaterialer, hvor der stilles specielle krav til kvaliteten og materialesammensætningen. Ressource HMS 2\_2 er stor i forhold til, at der kun er en boring i den. Hvis den beskrevne boring ikke er repræsentativ for den samlede ressource og ressourcen stedvist er mere finkornet, forventes det ikke, at kvalitetskravene til tilslagsmaterialer kan overholdes, og ressource HMS 2\_2 kan i så fald kun forventes anvendt som indfyldningsmateriale til opfyldning, hvor der ikke stilles specielle krav.

Ud fra boringsbeskrivelsen, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, klassificeres ressource HMS 2\_2 som en spekulativ, mellemkornet sandforekomst af råstofftype Sand 1. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 354 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.78).

Der er de fleste steder dækkende lag af HMS 1, HMG 1 og HMG 2 ressourcer, som gør, at en potentiel indvinding af ressource HMS 2\_2 skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklagene. Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord materiale i de indvundne materialer.



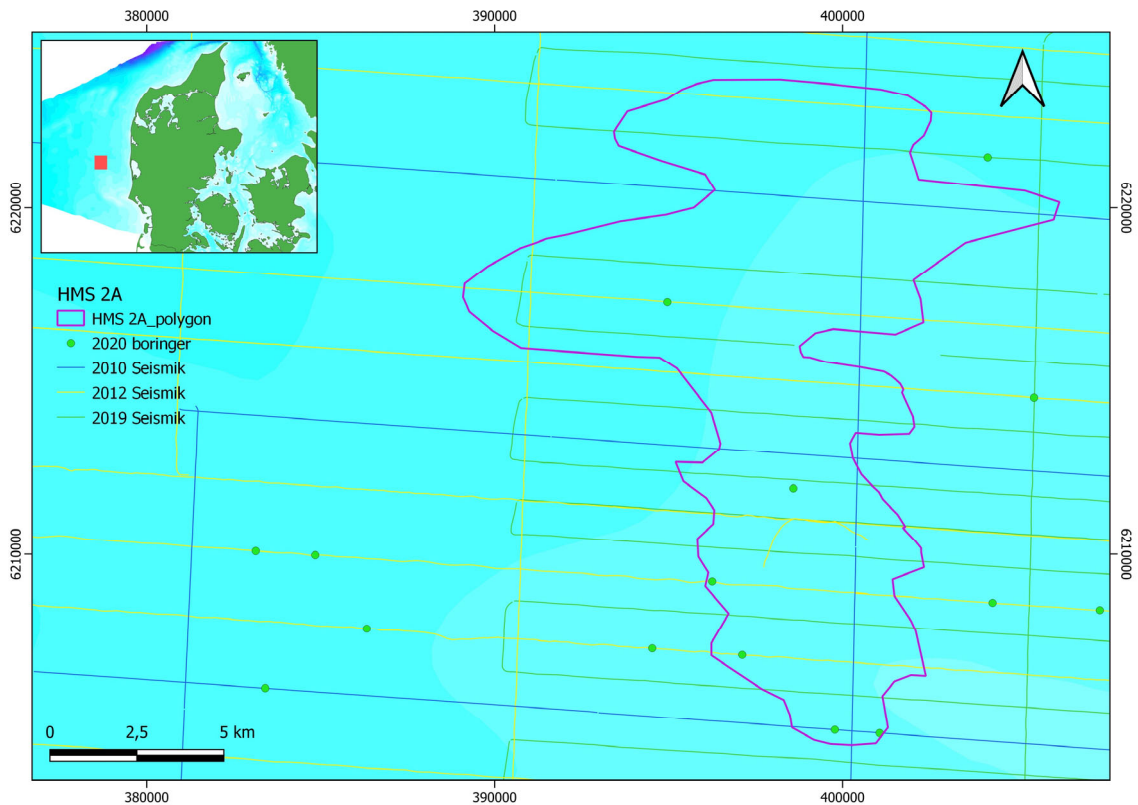
Figur 5.77: Sedimentologisk log for boring VKY-94. Ressource HMS 2\_2 ses nederst i boringen markeret med lys orange og består af velsorteret, mellemkornet sand.



Figur 5.78: Tykkelseskort for ressource HMS 2\_2 med 1 m konturlinjer.

#### 5.4.4 Ressource HMS 2A

Ressource HMS 2A ligger centralt i kortlægningsområde VKY (Figur 5.79). Vanddybden varierer fra 28 til 32 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMS 2A dækker et areal på ca. 135 km<sup>2</sup>, og at den har en mægtighed fra 0 til 6 m (Figur 5.84). Ressourcen er tolket til at være aflejret som den sidste af HMS 2 ressourcerne, og den tolkes som en enhed, der har været udsat for erosion relateret til den dynamiske HMS 1 ressource, der ligger øverst. Aflejringen af ressource HMS 2A følger tidsmæssigt efter aflejringen af ressource HMS 2\_1, 2\_2 og HMG 2B. Der er udvalgt tre seismiske profiler (Figur 5.80 - Figur 5.82) samt tre borer (Figur 5.83) til at belyse ressource HMS 2A.

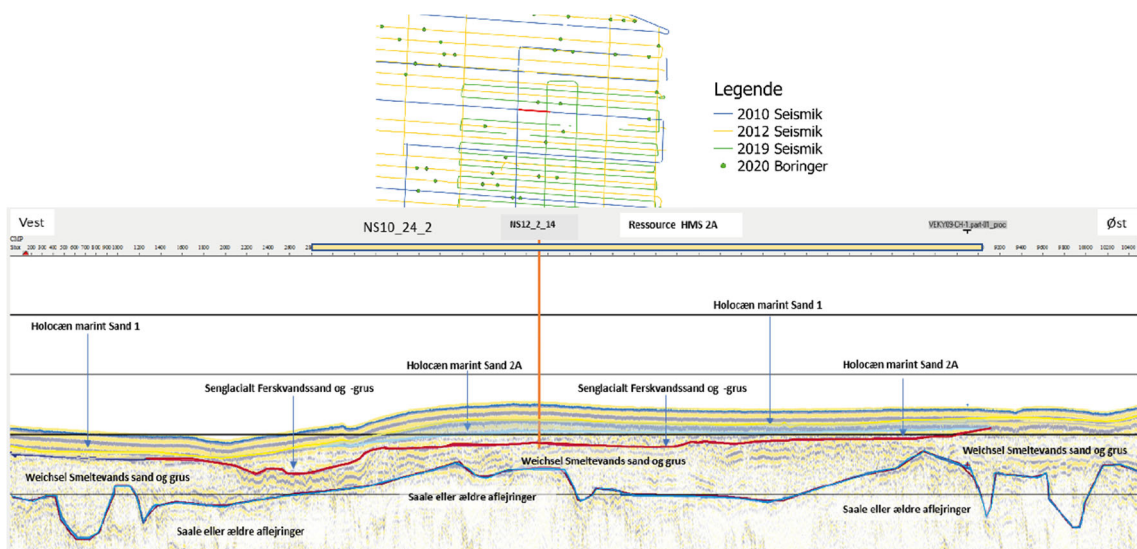


Figur 5.79: Oversigtskort over ressource HMS 2A.

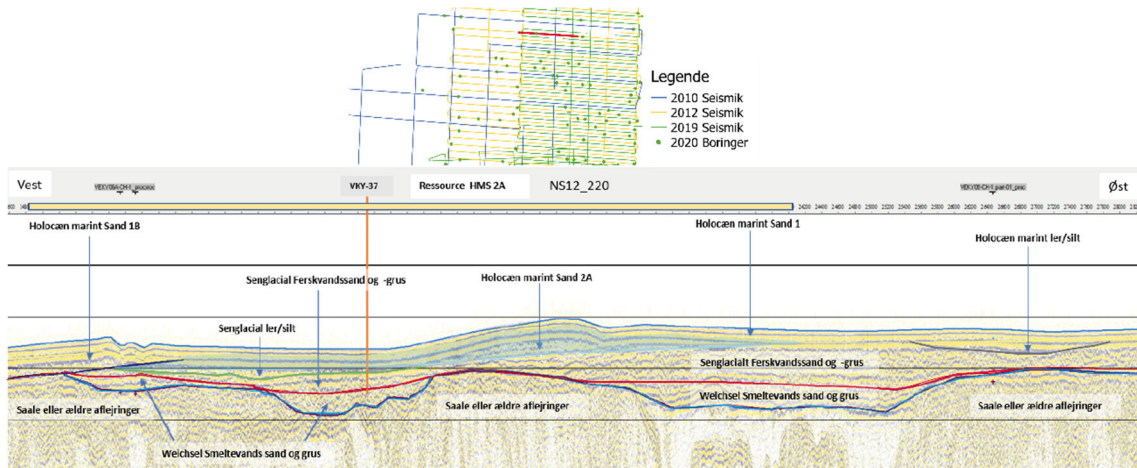
Det seismiske profil NS10\_24\_2 (Figur 5.80) skærer den nordlige del af ressource HMS 2A. HMS 2A indeholder her meget fint til finkornet sand med en tykkelse langs profilet på omkring 1 m. HMS 2A er aflejret som en mindre bankestruktur draperet af den finkornede ressource HMS 1 (se afsnit 5.4.4). Ressource HMS 2A overlejrer senglacialt smeltevandsand, der har samme kornstørrelsessammensætning som både HMS 2A og HMS 1.

Det seismiske profil NS12\_220 (Figur 5.81) viser forholdene i den mellemste del af HMS 2A-ressourcen. Ressourcen indeholder her meget finkornet sand. HMS 2A har lagtykkelser langs profilet på 1-5 m og med tykkelser i selve bankestrukturen på op til 5 m. HMS 1-sandressourcen draperer ligesom på de andre profiler ressource HMS 2A og indeholder her mellem til grovkornet sand og har en tykkelse fra 0,5 til 2 m. HMS 2A overlejrer senglacialt smeltevandssand og grus samt senglacialt ler/silt.





Figur 5.80: Seismisk profil NS10\_24\_2. Ressource HMS 2A er markeret med blå.

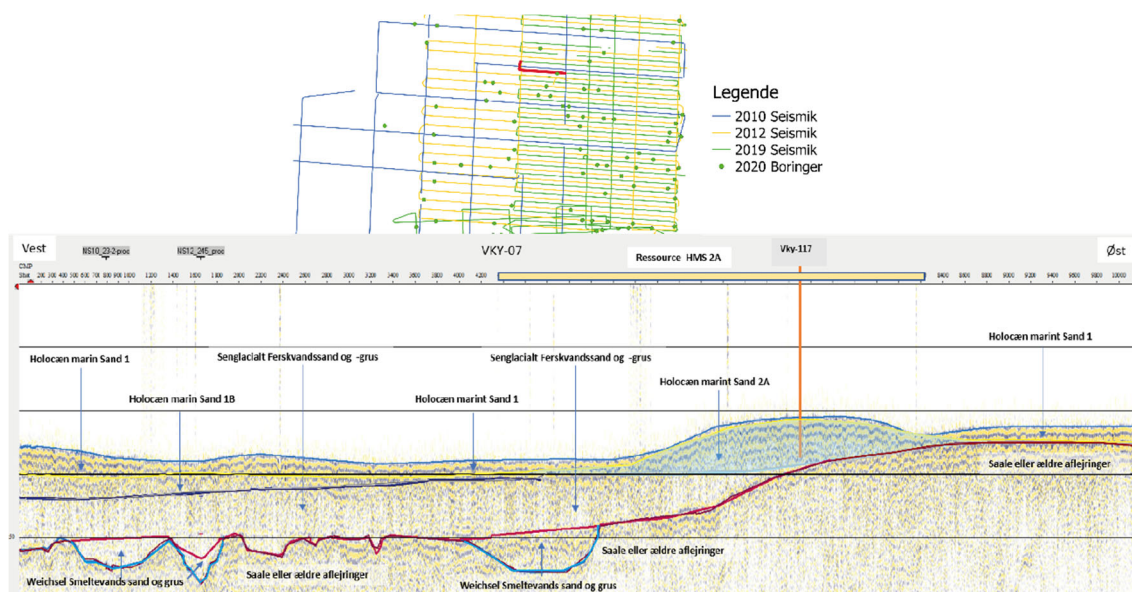


Figur 5.81: Seismisk profil NS12\_220. Ressource HMS 2A er markeret med blå.

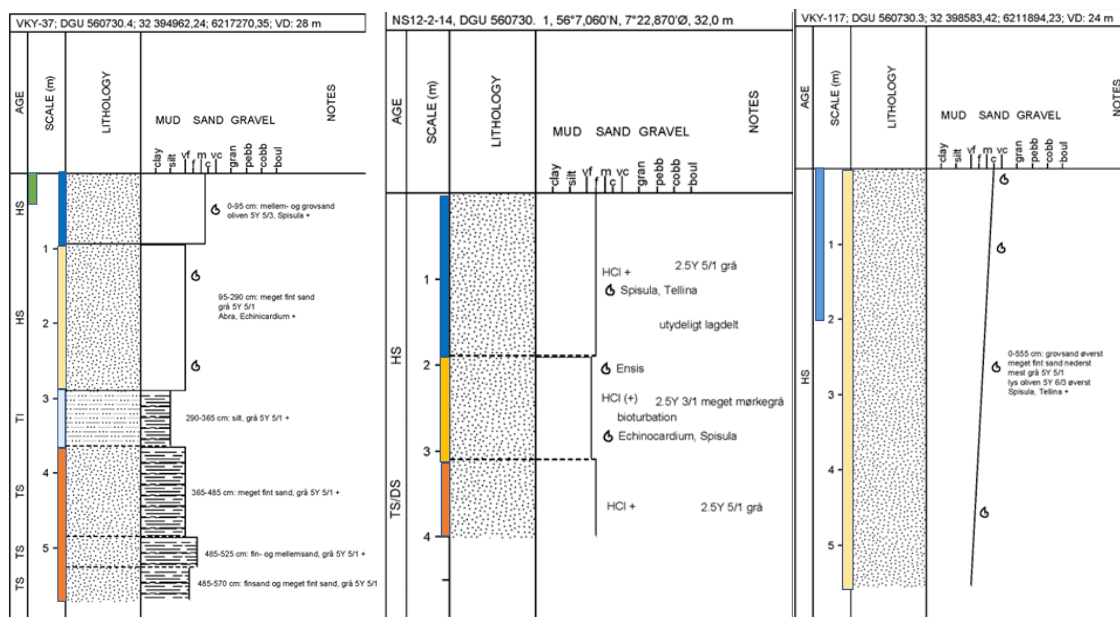
Det seismiske profil VEKY07 (Figur 5.82) viser forholdene i den sydlige del af HMS 2A-ressourcen. Bankestrukturen er her meget tydelig, og tykkelsen af HMS 2A langs profilet varierer fra 0,5 til 6 m med de største tykkelser i banken. HMS 1-sandressourcen overlejrer ressource HMS 2A med 0 til 1 m HMS 1 sand og HMS 2A-ressourcen overlejrer senglacialt, smeltevandssand og Saale eller ældre aflejringer.

De bankestrukturer der er beskrevet ovenfor, har i seismikken ingen interne aflejringsstrukturer, og det er derfor muligt, at bankeformerne er et resultat af erosion af enheden.

Alle tidligere beskrevne HMS 2-ressourcer er som tidligere nævnt marint sand, og det antages at materialet er bragt ud i VKY-området fra højereliggende områder. Det er muligt, at dette også gælder for HMS 2A-ressourcen, men den endelige udformning af ressourcen er af mere lokal oprindelse, og den er mest sandsynlig formet af strøm og bølger.



Figur 5.82: Seismisk profil VEKY07. Ressource HMS 2A er markeret med blå. Lokaltitet for boring VKY-117 er angivet med vertikal, orange streg.



Figur 5.83: Sedimentologiske logs for boring VKY-37, NS12-2-14 og VKY-117. Forekomsten af ressource HMS 2A er markeret med gult. I boring VKY-37 findes nederst 2,0 m senglacialt sand (se afsnit 6), dette overlægges af 0,8 m senglacialt silt, hvorefter der følger 2,0 m meget fint HMS 2A sand. Øverst findes 1,1 m mellem- til grovkornet sand. I boring NS12-2-14 findes nederst 0,8 m senglacialt sand, hvorefter der følger 1,2 m finkornet HMS 2A sand. Øverst findes 1,9 m HMS 1-sand. I boring VKY-117 udgør HMS 2A sandet hele boringen. HMS 2A er her en 5,6 m opadværende enhed, der går fra meget finkornet sand i bunden af boringen til grovkornet sand øverst.

I boring VKY-37 (Figur 5.83), der er foretaget langs det seismiske profil NS12\_220 (Figur 5.81) findes nederst 2,0 m senglacialt sand (se afsnit 6), dette overlægges af 0,8 m senglacialt silt, hvorefter der følger 2,0 m meget fint HMS 2A sand. Øverst findes 1,1 m mellem- til grovkornet sand.

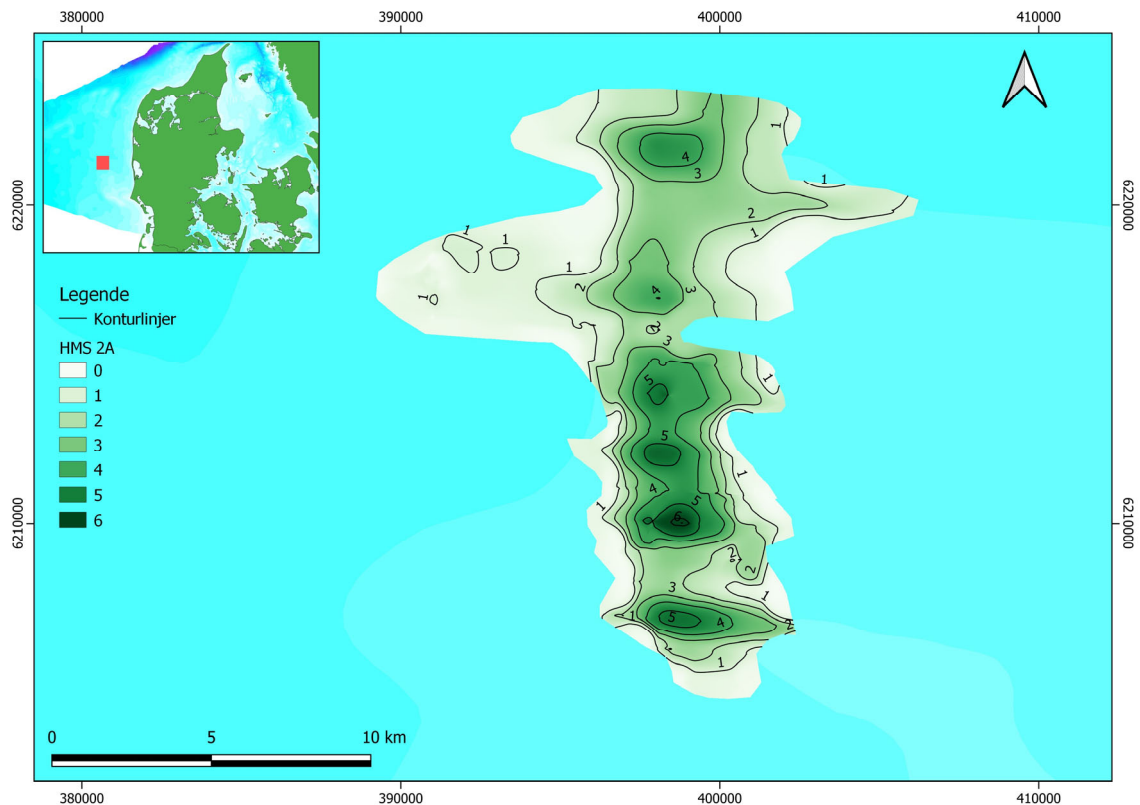
I boring NS12-2-14 (Figur 5.83), der er foretaget langs det seismiske profil NS10\_24\_2 (Figur 5.80), findes nederst 0,8 m senglacialt sand, hvorefter der følger 1,2 m finkornet HMS 2A sand. Øverst findes 1,9 m HMS 1-sand.

I boring VKY-117 (Figur 5.83), der er foretaget langs det seismiske profil VEKY07 (Figur 5.82) udgør HMS 2A sandet hele boringen. HMS 2A er her en 5,6 m opadgrovende enhed, der går fra meget finkornet sand i bunden af boringen til grovkornet sand øverst. Der er foretaget kornstørrelsesanalyse af ressource HMS 2A i de øverste to meter. Analysen viser, at grov- til mellemkornet sand udgør 91% af materialet. Middelkornstørrelsen ( $D_{50}$ ) er 0,54 mm og uensformigheds-koefficienten ( $D_{60}/D_{10}$ ) er på 2,28, og materialet er derfor velsorteret. HMS 1-sandlaget er ikke til stede i boring VKY-117, men i borerne VKY-42 – VKY-44 (se Appendiks B) i det sydlige område, er der fundet HMS 1 sand, der er karakteriseret som mellem- til grovkornet sand, der overlejrer ressource HMS 2A.

Råstofegenskaberne for ressource HMS 2A er vekslende, da kornstørrelsen varierer fra grov- til mellemkornet til fint til meget finkornet sand. Den sydlige del af ressourcen er hovedsagelig mellem- til grovkornet sand og kan muligvis anvendes som tilslagsmateriale til beton, samt som opfyldningsmateriale, hvor der stilles specielle krav til sammensætning og råstofkvalitet. I den nordlige og centrale del af ressource HMS 2A, er der primært fundet fint til meget finkornet sand som formentlig i begrænset omfang vil kunne anvendes som opfyldningsmaterialer til brug ved landindvinding, afhængig af hvilke krav der stilles krav til materialet.

På baggrund af ovenstående beskrivelse af ressourcen, antallet af tilgængelige borer samt at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, klassificeres ressource HMS 2A samlet set som en spekulativ sandforekomst af råstofftype Sand 0. Den samlede tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 263 mio.  $m^3$  (Figur 5.84).

Der er de fleste steder dækkende lag af HMS 1 råstoffer, som gør, at en potentiel indvinding af ressource HMS 2A skal ses i sammenhæng med indvinding af dæklagene. Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord materiale i de indvundne materialer.



Figur 5.84: Tykkelseskort for ressource HMS 2A med 1 m konturlinjer.

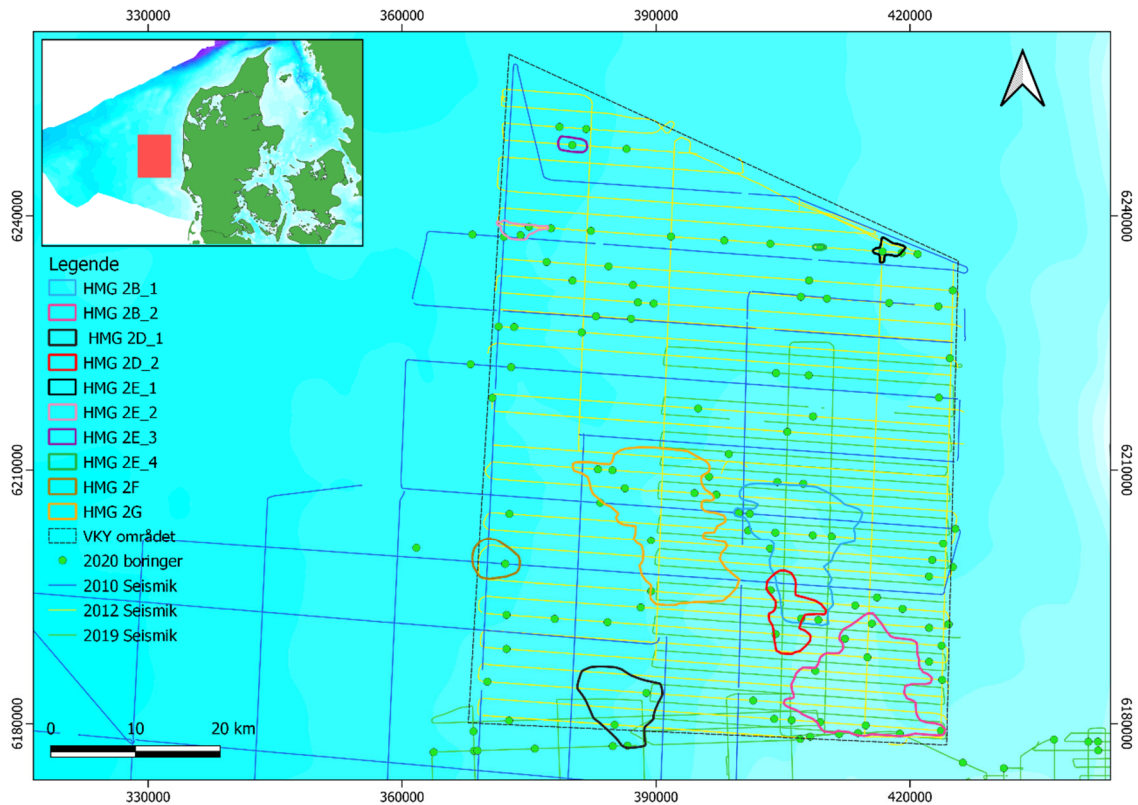
#### 5.4.5 Anbefaling til undersøgelser af ressource HMS 2B, 2\_2, 2\_1 og 2A

Ressourcerne HMS 2B, 2\_1, 2\_2 og 2A er alle klassificeret som spekulative, og det vurderes, at der fremadrettet er behov for at foretage flere borer og samt at udføre kornstørrelsesanalyser for at bestemme kvalitet og sammensætning af ressourcerne. Flere af ressourcerne er store med tanke på hvor få borer, der er foretaget i dem. I tillæg bør der indsamles ny seismik for at øge dokumentationsgraden. En samlet højere dokumentationsgrad kan, i tilfælde hvor det er et krav/relevant/nødvendigt, opkvalificere ressourcerne fra spekulative til sandsynlige eller endda til påviste. Nye borer og seismik vil også kunne medføre, at kortlægningen og områdefægrænsningen justeres, og at råstoffypen ændres. De angivne råstoffkvaliteter i de foregående afsnit bør derfor betragtes som foreløbige indtil der eventuelt udføres yderligere uddybende undersøgelser.

### 5.5 Holocæn Marin Grus 2 (HMG 2B\_1 – 2G)

Der er i forbindelse med kortlægningen af VKY-området påtruffet mulige grusforekomster, som i mange tilfælde er knyttet op til ændringer i sedimentation på grund af vandstandsstigninger og dermed tilførsel af materialer fra kysterosion i kildeområdet, og ændringer i bundtopografien og dermed ændrede i strøm- og bølgeforhold. En del af forekomsterne findes i aflejringer fra perioden op til, eller umiddelbart efter, overgangen mellem HMS 2 og HMS 1 ressourcerne.

Gruslagene findes som interne aflejringer i HMS 1 og HMS 2 enhederne. De er enten dannet som erosionsflader i forbindelse med submarin erosion eller har udgangspunkt i grusaflejringer dannet f.eks. i forbindelse med den Holocæne transgression. Der er ikke fundet ferskvandsgrusaflejringer i denne kortlægning.

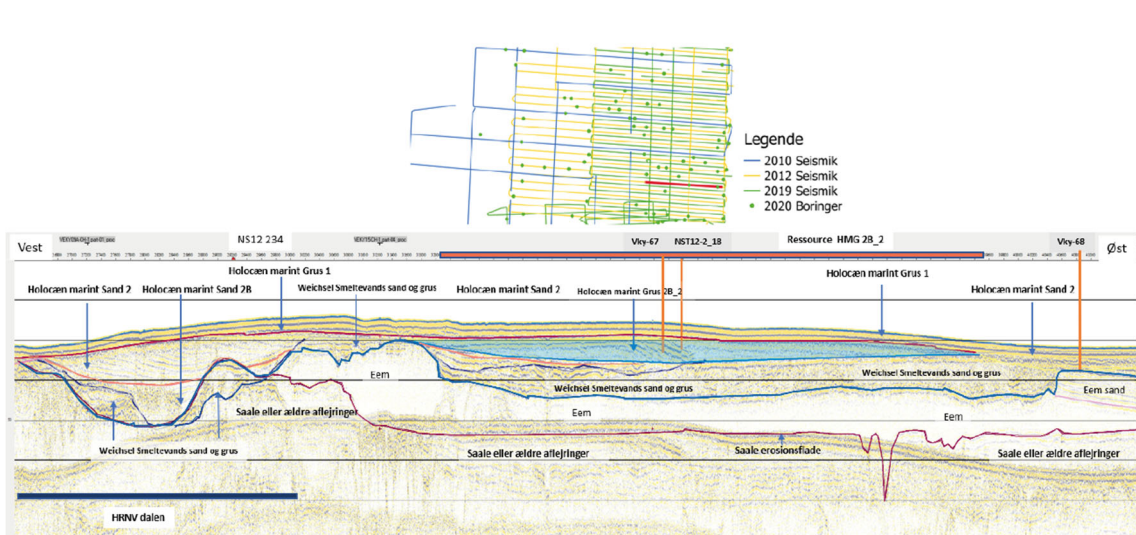


Figur 5.85: Oversigtskort over beliggenheden af HMG 2-ressourcerne. Der er kortlagt ti ressourcer.

Der er foretaget en afgrænsning af ti områder med mulige HMG 2 ressourcer med tilhørende ressourceopgørelser og karakterisering af ressourcerne. Disse er beskrevet nærmere nedenfor.

### 5.5.1 Ressource HMG 2B\_2

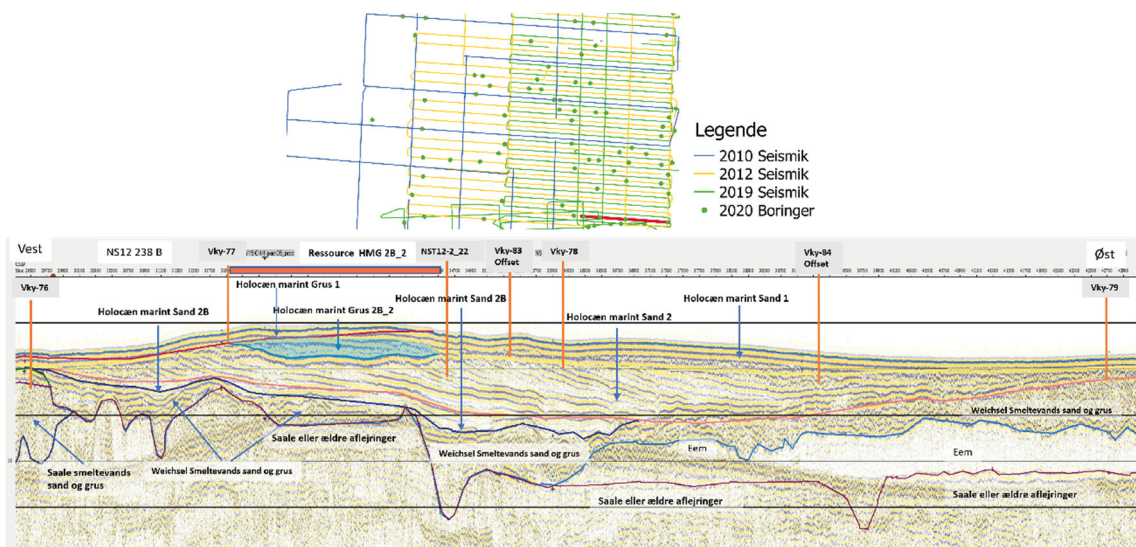
Ressource HMG 2B\_2 ligger i den sydøstligste del af kortlægningsområdet VKY (Figur 5.85). Vanddybden i området varierer fra 15 til 20 meters dybde. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 159 km<sup>2</sup>, og at ressourcen har en mægtighed fra 0 til 5,3 m (Figur 5.90). Råstofressourcen udgøres af den marine grusenhed HMG 2B\_2, som er aflejret øst for HRNV-dalen (Figur 5.58 og Figur 5.85). Grusaflejringerne bygger ud mod øst, ligesom det er tilfældet med de kanallignende HMG 2B\_1-dannelser, som beskrives i det følgende afsnit (se 5.5.2). Der er udvalgt to seismiske profiler, NS12\_234 og NS12\_238B samt to boringer (VKY-67 og NS12-2-18) til at belyse ressource HMG 2B\_2. Desuden er boring VKY-77, der er foretaget i kanten af ressourcen, beskrevet.



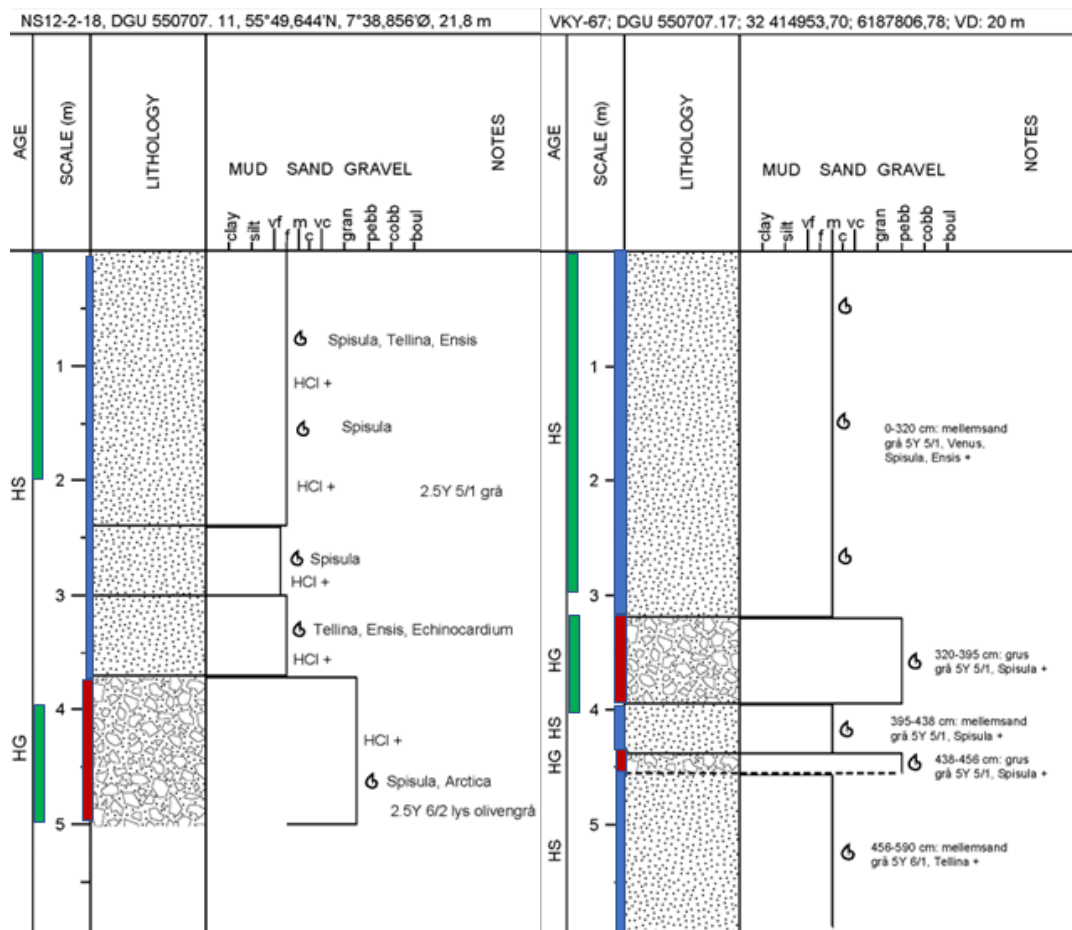
Figur 5.86: Seismisk profil NS12\_234. Ressource HMG 2B\_2 er markeret med blå.

Det nordlige seismiske profil NS12\_234 (Figur 5.86), viser at der er en flakdannelse på østflanken af HRNV-dalen, som udgør HMG 2B\_2 ressourcen. Der er en række interne strukturer i flakket, bl.a. skrålejringer, som viser at flakket er udbygget mod øst.

Den samme flakdannelse kan ikke umiddelbart ses i det sydlige seismiske profil NS12\_238B (Figur 5.87). HMG 2B\_2 ressourcen er væsentligt mindre i dette område. Men der er også interne strukturer i ressource HMG 2B\_2 her, som indikerer, at der har været materialetransport mod øst under aflejringen. Der er ligeledes også tydelige skrålejringer i den underliggende HMS 2-råstofressource, som indikerer materialetransport mod øst. Ud fra de seismiske data, tolkes området til at have været udsat for erosion.



Figur 5.87: Seismisk profil NS12\_238B. Ressource HMG 2B\_2 er markeret med blå.



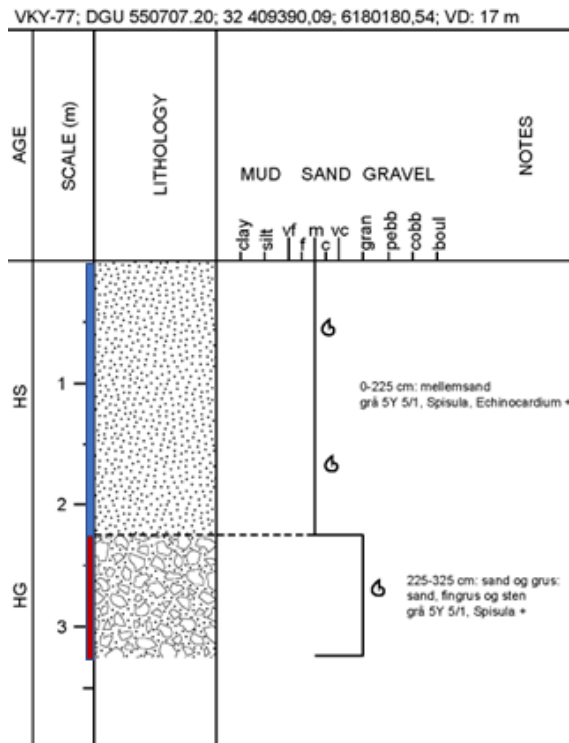
Figur 5.88: Sedimentologiske logs for boring NS12-2-18 og VKY-67. HMG 2B\_2-gruset er markeret med rødt. Prøvetagningsintervaller til kornstørrelsesanalyser er markeret med grønt.

De to borer NS12-2-18 og VKY-67 (Figur 5.88) er foretaget langs det seismiske profil NS12\_234 (Figur 5.86). I de to borer er der fundet grus (HMG 2B\_2) ca. 3 til 4 m under havbunden. Den samlede tykkelse af gruslagene i hver af de to borer er ca. 1 m. Ressource HMG 2B\_2 overlejres af 3 til 4 m HMS 1 fin- til mellemkornet sand (se afsnit 5.1).

Baseret på kornstørrelsesanalyserne af HMG 2B\_2, beskrives ressourcen som indeholdende dårligt sorteret materiale med en middeldkornstørrelse på 5,0 mm. Uensformighedstallet er 27, hvilket indikerer, at materialet er dårligt sorteret. Resultaterne er baseret på et gennemsnit af analyseresultaterne i de to borer. Grusindholdet er 63%, og det samlede indhold af mellem- til grovkornet sand er på 31%, mens finstofindholdet (finkornet sand, silt og ler) udgør omkring 6%. Der er lavet en sandpetrografisk analyse på materialet fra boring VKY-67. Analysen viser, at det totale indhold af porøs flint i 0-2 mm-fraktionen ligger på 0,5% mens det i hele 0-4 mm-fraktionen er på 0,9%. Begge resultater viser, at materialet overholder kvalitetskravene til betonfremstilling.

Boring VKY-77 (Figur 5.89) er foretaget langs det seismiske profil NS12\_238 B (Figur 5.87), hvor HMG 2B\_2 tynder ud mod vest. I boring VKY-77 findes der et gruslag i 2,3 meters dybde. Dette gruslag kan tilhøre ressource HMG 1, der her overlejrer ressource HMG 2B\_2. Det kan dog også være selve ressource HMG 2B\_2, der er nået, men det kan ikke differentieres yderligere ud fra det seismiske profil.

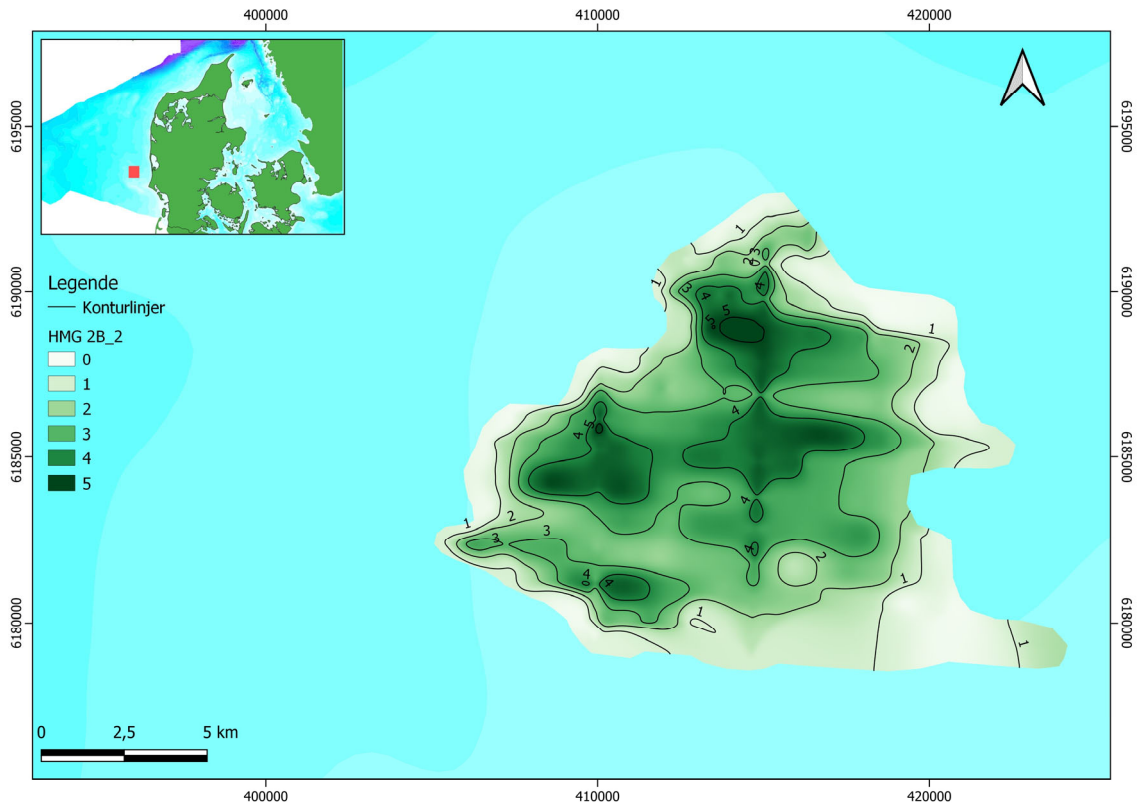
Ressource HMG 2B\_2 er overlejret af HMS 1-sand, som også omfatter HMG 1-gruslag. En beregning af grusindholdet i den samlede HMS 1-ressource inklusiv HMG 1-gruslagene viser, at grusindholdet er på 16%, hvilket er tilstrækkeligt til, at man kan foretage indvinding af gruset. Der er ikke lavet tilsvarende opgørelse for HMG 2B\_2 ressourcen, da der ikke er boringer nok til at lave beregningen, men boring VKY-67 (Figur 5.88) viser, at gruslagene også her er indlejret i sandaflejringerne. Da boringerne VKY-77 og NS12-2-18 ikke har gennemboet hele HMG 2B\_2 ressourcen, forventes grusindholdet i bruttforekomsten at blive væsentligt lavere og generelt viser boringer at forekomsten bliver mere sandet mod sydøst.



Figur 5.89: Sedimentologisk log for boring VKY-77. Det mulige HMG 2B\_2 grus er markeret med rødt.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, samt at der kun er to boringer i området, som indeholder råstofressourcen, klassificeres HMG 2B\_2 som en spekulativ forekomst af råstofftype Grus 2. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til 374 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.90) og den nye tolkede ressource erstatter ressource 578-017 i Marta databasen.





Figur 5.90: Tykkelseskort for ressource HMG 2B\_2 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord materiale i de indvundne materialer. Ressource HMG 2B\_2 overlejres hovedsagligt af mellemkornede HMS 1 råstofressourcer, der også indeholder HMG 1 grusforekomster. HMS 1 og HMG 1 lagene skal enten indvindes før indvindingen af HMG 2B\_2 ressourcen kan finde sted, eller også skal det indvindes samtidig med HMG 2B\_2.

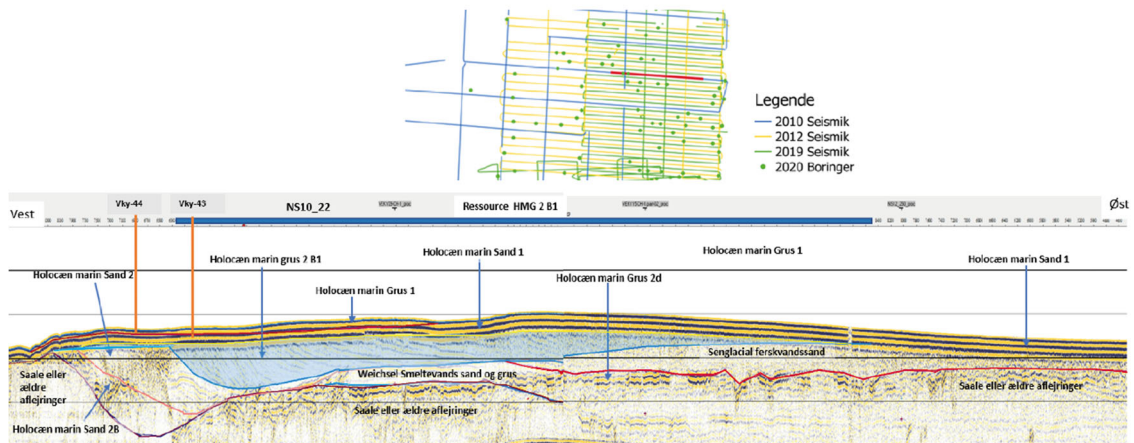
### 5.5.2 Ressource HMG 2B\_1

Ressource HMG 2B\_1 ligger i den sydøstlige, centrale del af område VKY (Figur 5.85). Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 143 km<sup>2</sup>, og at den har en mægtighed fra 0 til 7,7 m (Figur 5.95). Vanddybden varierer fra 22 til 30 m.

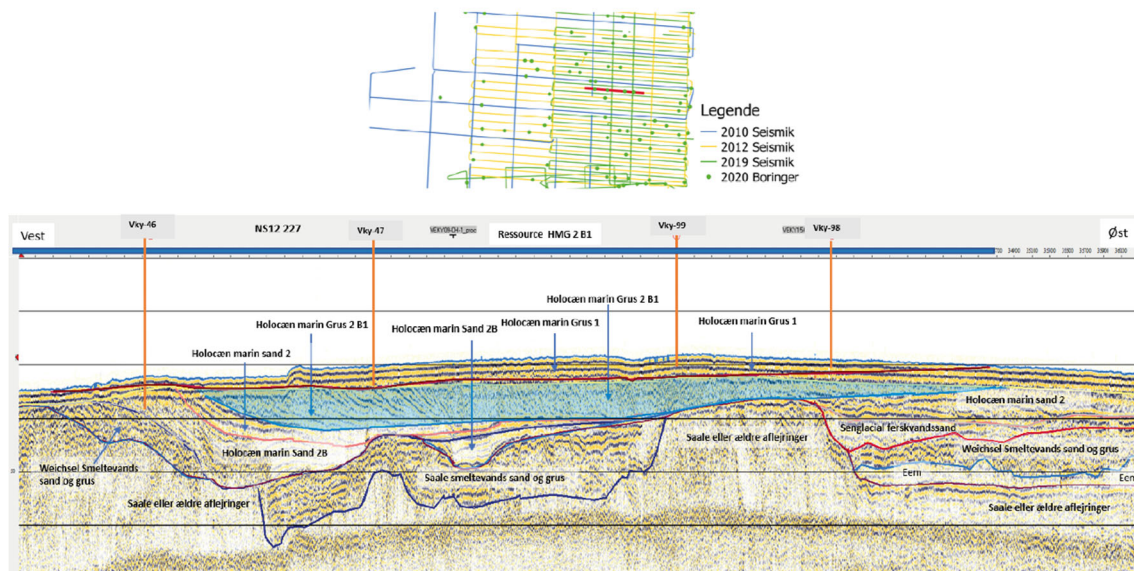
Ressource HMG 2B\_1 er tolket til at være en marin grusenhed, som er aflejret i en kanallignende struktur. Kanalen er på grund af strømforholdene eroderet ned i den underliggende HMS 2 sandenhed (Figur 5.91) og blev efterfølgende fyldt ud med materialer der viser skrålejringer, som indikerer udfyldning fra vest mod øst. Ressource HMG 2B\_1 er tidsmæssigt aflejret efter HMS 2-ressourcerne. Der er udvalgt fire seismiske profiler til at belyse ressource HMG 2B\_1. Ingen af borerne foretaget i udbredelsesområdet for ressource HMG 2B\_1 har ramt ressourcen.

De seismiske profiler NS10\_22 (Figur 5.91) og NS12\_227 (Figur 5.92) skærer ressource HMG 2B\_1 i den nordlige del. På begge profiler ses meget kraftige seismiske reflektorer i

den vestlige del af kanalen i ressource HMG 2B\_1, hvilket indikerer, at der specielt her kan være aflejret grovere materialer.

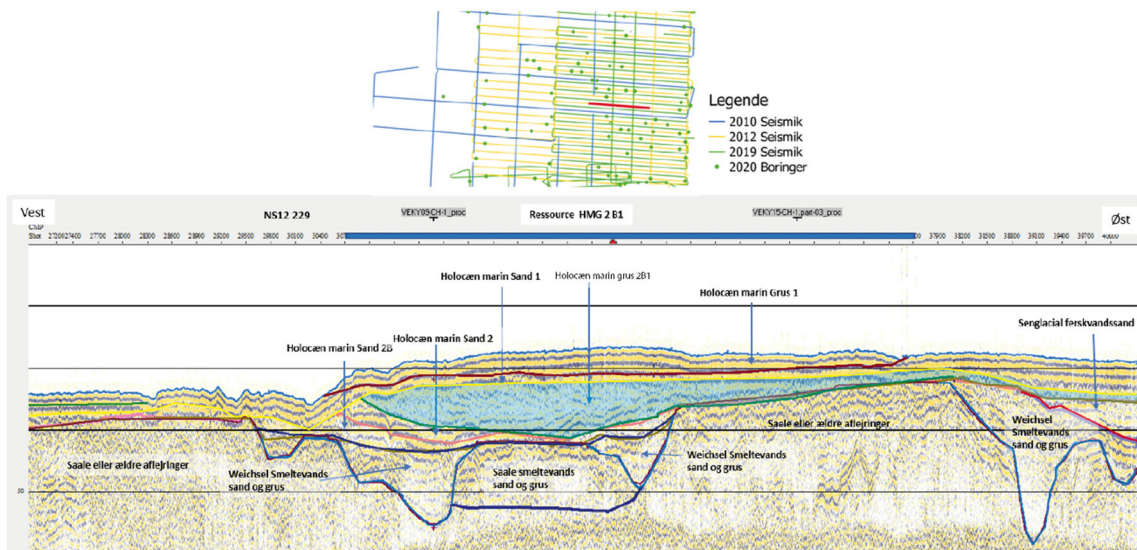


Figur 5.91: Seismisk profil NS10\_22. Ressource HMG 2B\_1 er markeret med blåt.



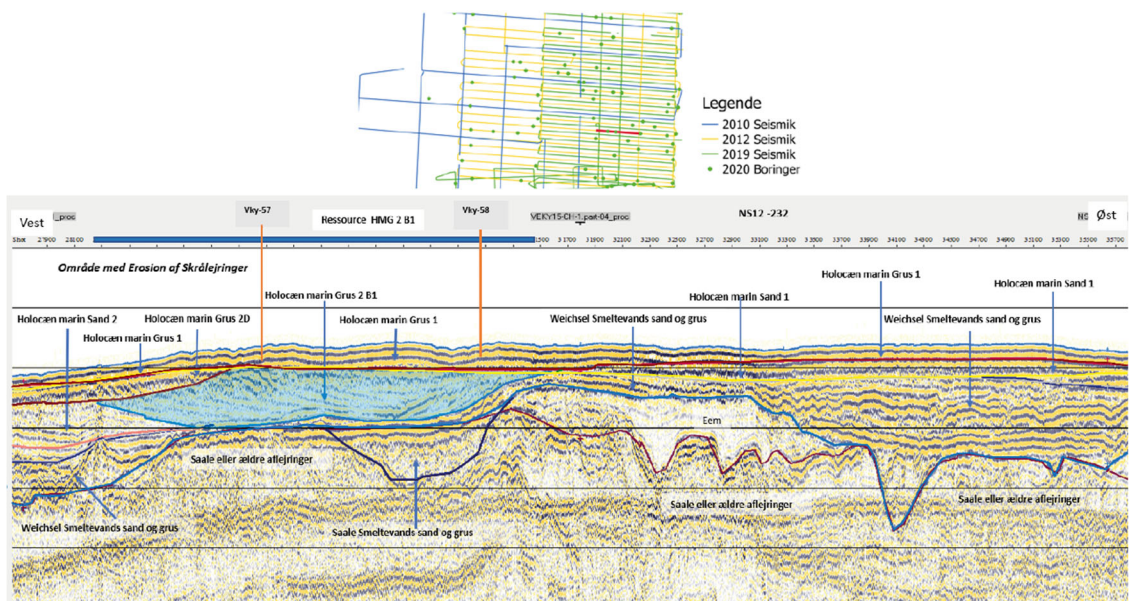
Figur 5.92: Seismisk profil NS12\_227. Ressource HMG 2B\_1 er markeret med blåt.

Det seismiske profil NS12\_229 ligger umiddelbart syd for profil NS12\_227 (Figur 5.93). HMG 2B\_1 ressourcens udbredelse i øst-vest retningen er væsentligt mindre her sammenlignet med de to profiler, der er beskrevet ovenfor. Centralt i profilet, er der et markant område med højtliggende Saale eller ældre aflejringer, som i dette profil er mere markant i forhold til linje NS10\_22 og NS12\_227. HMG 2B\_1 ressourcen trunkerer toppen af denne struktur og tynder ud mod øst. Skrålejringerne er mindre markante end på de foregående profiler, hvilket kan betyde at ressourcen er mere finkornet her.



Figur 5.93: Seismisk profil NS12\_229. Ressource HMG 2B\_1 er markeret med blåt.

Det seismiske profil NS12\_232 skærer den sydlige del af ressource HMG 2B\_1, umiddelbart syd for profil NS12\_229 (Figur 5.94). Ressourcen har samme udbredelse i øst-vest retningen som på profil NS12\_229. Det markante område med højtliggende Saale eller ældre aflejringer (som beskrevet ovenfor) er ligeledes til stede i dette profil. I HMG 2B\_1 ressourcen ses her flere interne aflejringsystemer, som bygger ud både fra vest og øst. Sammenlignet med de nordlige seismiske profiler, er skrålejringerne i ressource HMG 2B\_1 mindre stejle her i syd, og HMG 2B\_1 viser tegn på erosion i den vestlige flanke af strukturen (Figur 5.94).

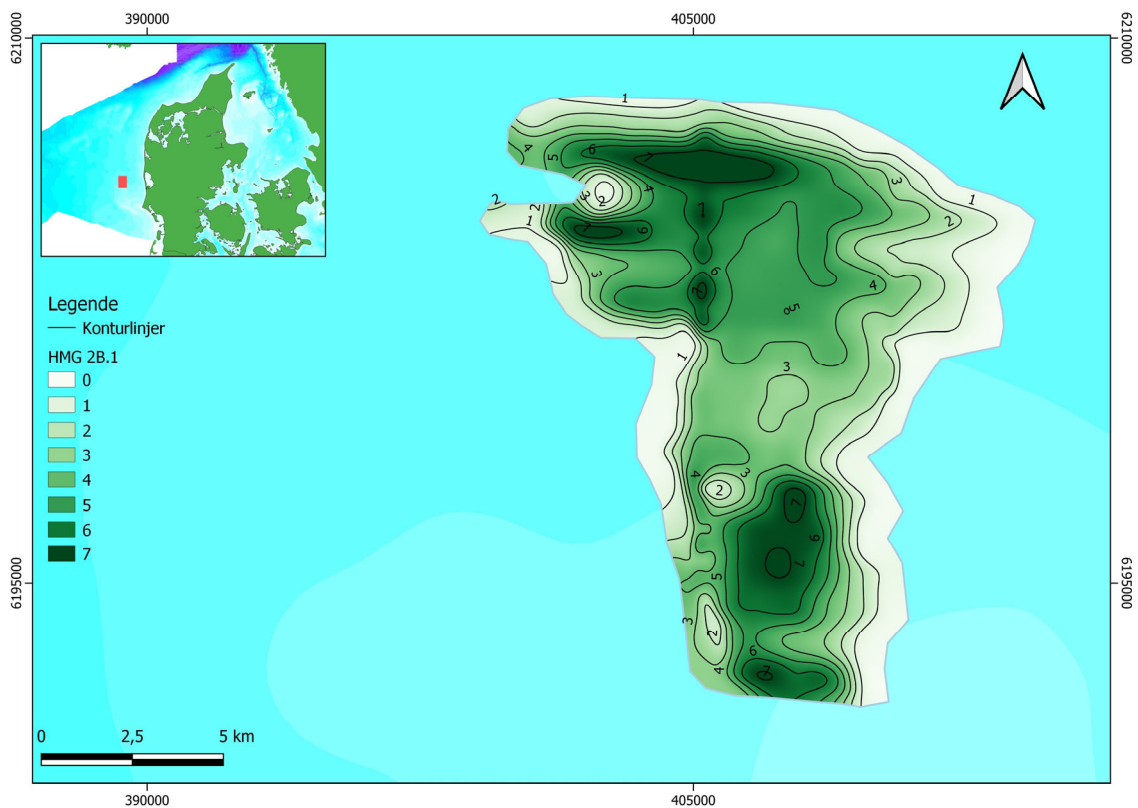


Figur 5.94: Seismisk profil NS12\_232. Ressource HMG 2B\_1 er markeret med blåt.

Den seismiske signatur for ressourcerne HMG 2B\_1 og HMG 2B\_2 viser for begge tydelige indikationer på skrålejringer. Derfor antages det, at ressourcerne er aflejret som kanaludfyldning under ens forhold, og at materialerne kan antages at have samme kvalitet. Skrålejringerne og de øvrige sedimentstrukturer der ses på de seismiske data, underbygger antagelsen om, at opfyldning af kanalen har fundet sted under væsentlig indflydelse af strømmende vand og sedimenttransport.

På baggrund af den seismiske tolkning og ligheden i seismisk signatur med ressource HMG 2B\_2, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, samt at der ikke er borer til stede i området, som indeholder råstofressourcen, klassificeres ressource HMG 2B\_1 som en spekulativ forekomst af råstofstype Grus 2. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 490 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.95).

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord materiale i de indvundne materialer. Ressource HMG 2B\_1 er dog overlejret af ressource HMS 1, som også indeholder HMG 1 grus. HMS 1 og HMG 1 lagene skal enten indvindes før indvindingen af HMG 2B\_1 ressourcen kan finde sted, eller også skal det indvindes samtidig med indvinding af HMG 2B\_1.



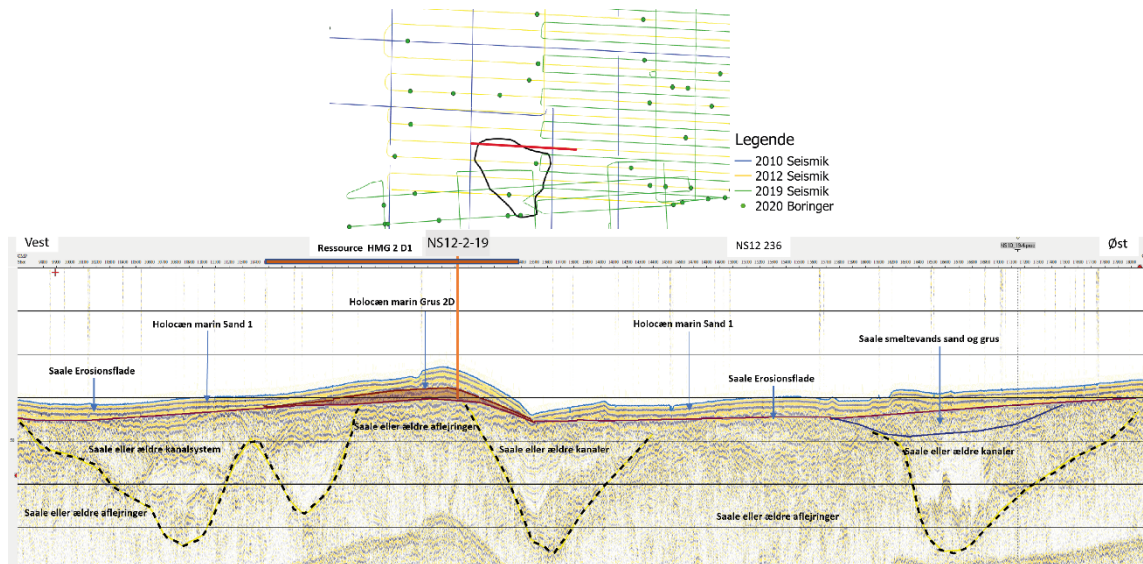
Figur 5.95: Tykkelseskort for ressource HMG 2B\_1 med 1 m konturlinjer.

### 5.5.3 Ressource HMG 2D\_1

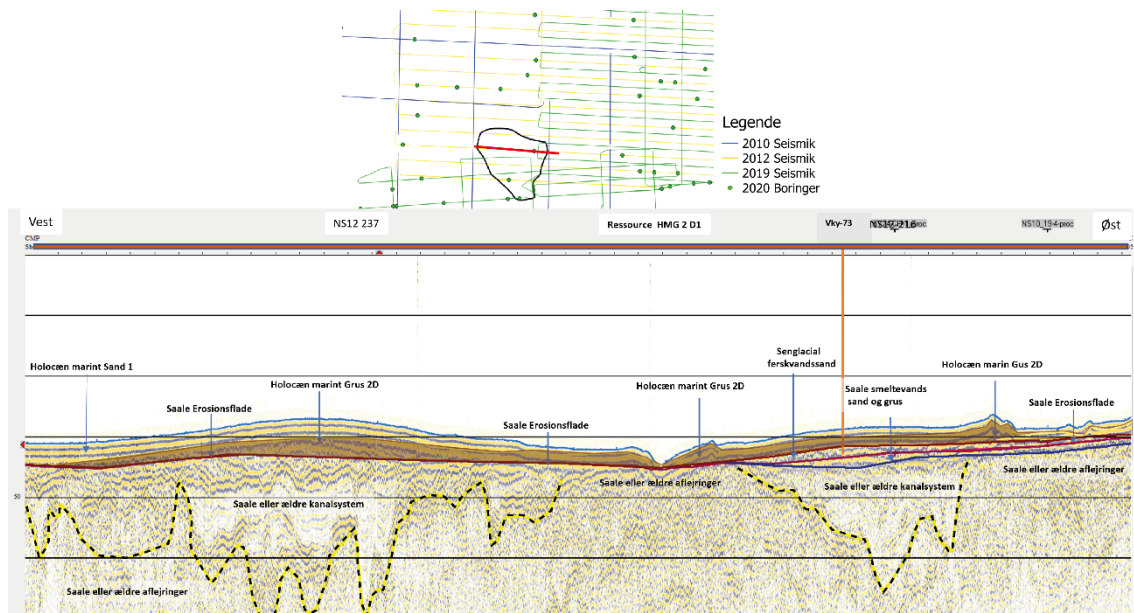
Ressource HMG 2D\_1 ligger i den sydlige, centrale del af VKY-området (Figur 5.85). Vanddybden varierer fra 25 til 33 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 62 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser på 0 til 3,4 m (Figur 5.100). Råstofressourcen udgøres af den marine grusenhed HMG 2D\_1, som er aflejret vest for HRNV-dalen (Figur 5.58). Ressourcen er ikke påvirket af den materialetransport, som formodes at have fundet sted i og omkring HRNV-dalen. Der er udvalgt tre seismiske profiler samt tre borer til at belyse ressource HMG 2D\_1.

Det nordlige seismiske profil NS12\_236 (Figur 5.96) viser, at ressource HMG 2D\_1 ligger på et sted, hvor der har været højtliggende Saale eller ældre aflejringer. Der er ikke interne lag og strukturer i banken, som kan sige noget om opbygningen af banken.

Det midterste seismiske profil NS12\_237 (Figur 5.97) viser, at ressource HMG 2D\_1 ligger som mindre bankestrukturer. I den vestlige del af ressourcen ser det ud til, at der har været udbygning af sedimenterne mod øst, mens der ikke ses interne strukturer i den østlige del af forekomsten (Figur 5.97).



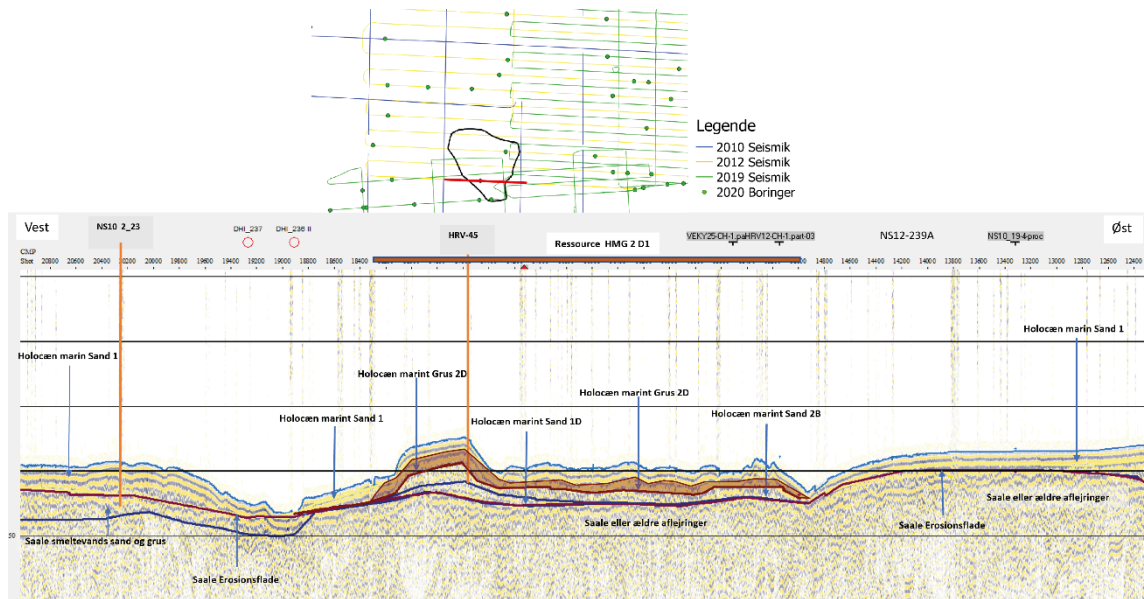
Figur 5.96: Seismisk profil NS12\_236. Ressource HMG 2D\_1 er markeret med mørk rød. Ældre begravede dale af Saale eller ældre alder er markeret med stiplede linjer.



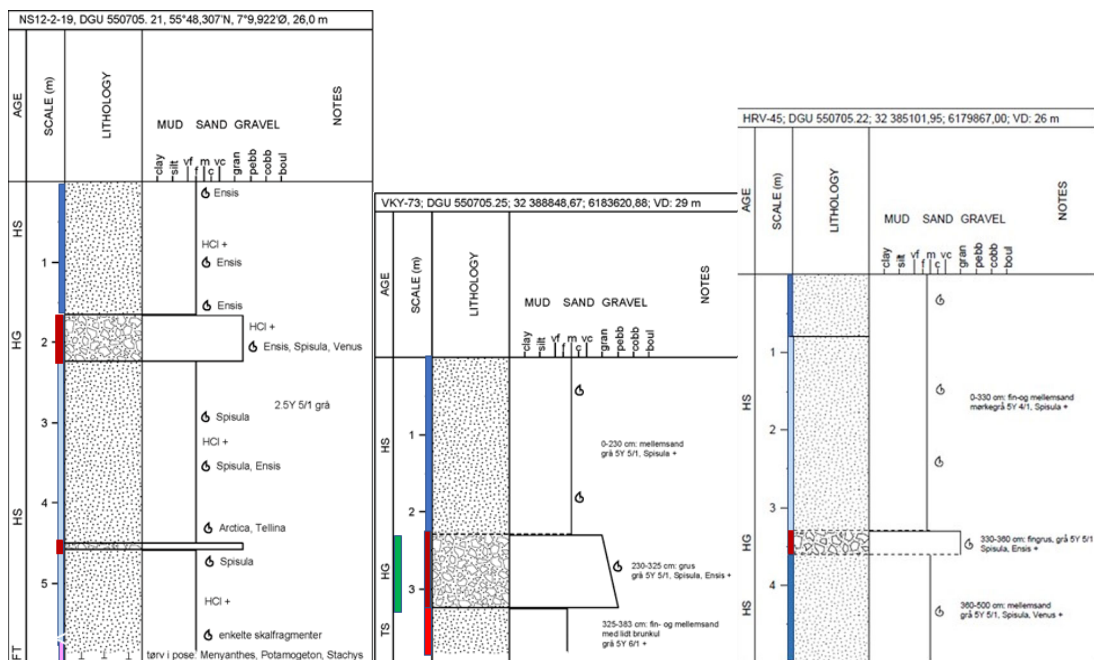
Figur 5.97: Seismisk profil NS12\_237. Ressource HMG 2D\_1 er markeret med mørk rød. Ældre begravede dale er angivet med stiplede linje.

Det sydligste seismiske profil NS12\_239A viser, at ressource HMG 2D\_1 ligger i en banke ved boring HRV-45 (Figur 5.98). Der ses ikke interne strukturer her i ressource HMG 2D\_1 i seismikken. Gruslaget strækker sig ud til afgrænsningen af banken mod øst.

Ved slutningen af Weichsel-istiden bredte havet sig ind over område VKY, og højere liggende partier af blandt andet Saale alder blev eksponeret for erosion, og ressource HMG 2D\_1 er tolket til at være blevet dannet i forbindelse hermed. Den overlejrende ressource HMS 1 blev dannet i forbindelse med den fortsatte havspejlsstigning videre i Holocæn.



Figur 5.98: Seismisk profil NS12\_239A. Ressource HMG 2D\_1 er markeret med mørk rød.



Figur 5.99: Sedimentologiske logs for boring NS12-2-19, VKY-73 og HRV-45. Ressource HMG 2D\_1 er markeret med rødbrun.

I boring NS12-2-19 (Figur 5.99) er der fundet to gruslag i en dybde på 4,5 og 1,8 m under havbunden og markeret med rødt. Lagene har en tykkelse på henholdsvis 0,1 og 0,6 m.

Grusressourcen er under- og overlejret af finsand, og begge gruslag samt det mellem-liggende finsand indgår i ressource HMG 2D\_1. Ressourcen overlejres af 1,6 m HMS 1 (finkornet sand). Den samlede tykkelse af gruslagene i boring NS12-2-19 er 0,7 m. Det er muligt, at det øverste gruslag kan være interessant i en indvindingsmæssig sammenhæng, hvis det har en tilstrækkelig udstrækning, mægtighed og eventuelt ligger nærmere havbunden.

I boring VKY-73, foretaget langs det seismiske profil NS12\_237 (Figur 5.97) optræder et gruslag, markeret med rødt, i en dybde på 2,2 m med en tykkelse på 1,0 m (Figur 5.99) som tolkes til at være HMG 2D\_1. Øverst i boringen er der 2,2 m mellemkornet sand (HMS 1). Gruslaget overlejrer fin- til mellemkornet sand, der i boringen udgør 0,6 m.

Der er udført kornstørrelsesanalyser på HMG 2D\_1 gruset, som viser, at materialet har en middeldkornstørrelse ( $D_{50}$ ) på 2,4 mm. Uensformigheds-koefficienten ( $D_{60}/D_{10}$ ) er 17, og materialet er dårligt sorteret. Fordelingen i kornstørrelsesklasser viser, at grus udgør 55%, grovkornet sand 19%, mellemkornet sand 14% og finkornet sand 11% af den samlede prøve.

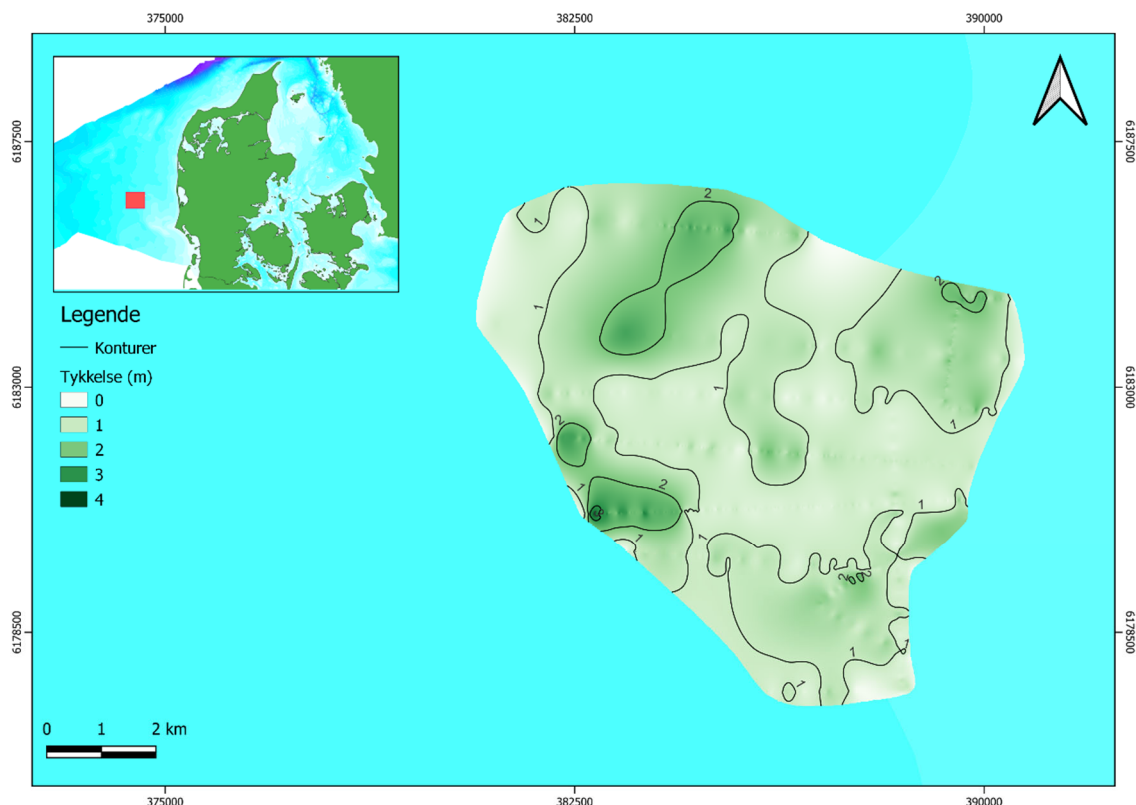
I boring HRV-45 optræder der et gruslag i en dybde på 3,3 m med en tykkelse på 0,3 m (Figur 172) som tolkes til at være HMG 2D\_1. Øverst i boringen er der 0,8 m fin- til mellemkornet sand (HMS 1), mens der nederst i boringen er 1,4 m fin- til mellemkornet HMS 2B sand.

I boring VKY-73 og NS12-2-19 ligger det primære gruslag i omkring to meters dybde og ligger dermed øverst i HMG 2D\_1 ressourcen. I boring HRV-45 ligger gruslaget i omkring tre meters dybde og ligger dermed nederst i HMG 2D\_1 ressourcen. Fordelingen af sand- og gruslag er opgjort i hver af de tre borer. Boring VKY-73 indeholder 100% grus og 0% sand med en samlet HMG 2D\_1 lagtykkelse på 1 m. Boring NS12-2-19 indeholder 18% grus og 82% sand med en samlet lagtykkelse på 2,8 m. Boring HRV-45 indeholder 10% grus og 90% sand med en samlet lagtykkelse på 4,1 m. Et gennemsnit på de enkelte elementer baseret på tre borer giver en samlet ressource HMG 2D\_1 med 43% grus og 57% sand og en lagtykkelse på 2,3 m. Da der kun er 55% grus i gruslaget vil procentfordelingen være 23% grus og 77% sand i den samlede forekomst.

Baseret på ovenstående, beskrives HMG-2D\_1 ressourcens sammensætning og råstofkvaliteten som en grusforekomst, med et grusindhold på 23% udregnet som et gennemsnit. Der er ikke lavet sandpetrografiske analyser på materialet.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse og den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, samt at der er tre borer i området, som indeholder råstofressourcen, klassificeres ressource HMG 2D\_1 som en spekulativ forekomst af råstofftype Grus 2. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 72 mio. m<sup>3</sup> og den nye tolkede ressource erstatter ressource 582-003 i Marta databasen.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord materiale i de indvundne materialer. Ressource HMG 2D\_1 er overlejret af HMS 1-sand med en tykkelse fra 0,2 til 7 m og en gennemsnitlig lagtykkelse på 2,4 m for hele området. Dette lag skal enten indvindes før indvindingen af ressourcen, eller også skal det indvindes samtidig med indvinding af HMG 2D\_1.



Figur 5.100: Tykkelseskort for ressource HMG 2D\_1 med 1 m konturlinjer.

#### 5.5.4 Ressource HMG 2D\_2

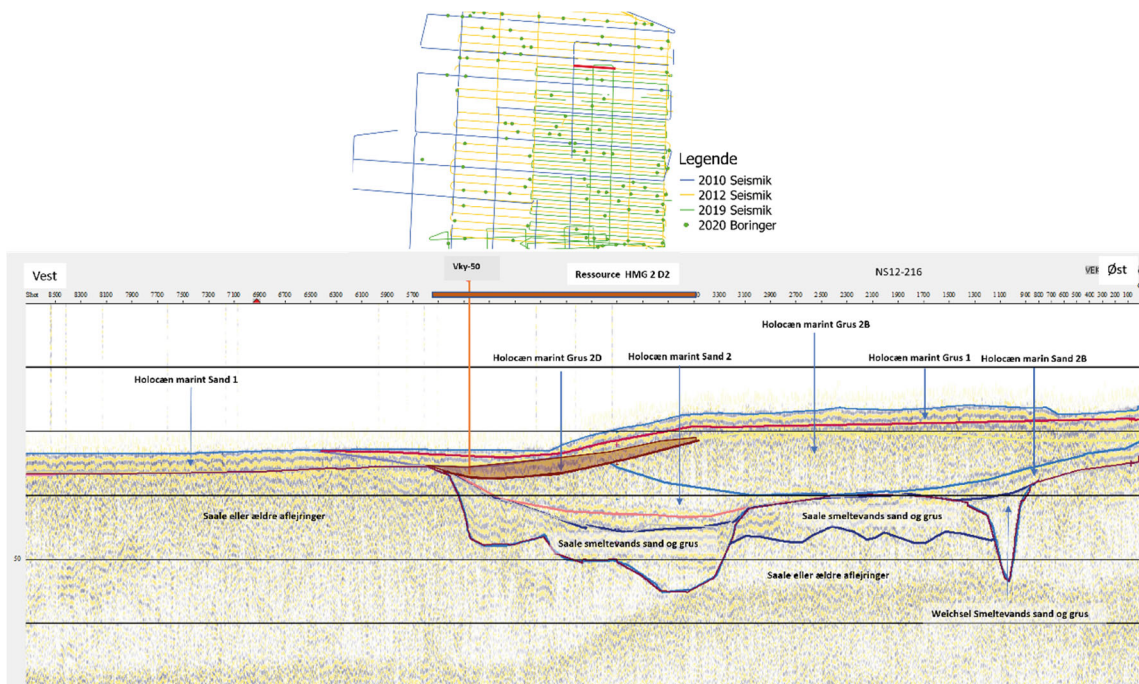
Ressource HMG 2D\_2 ligger i den sydøstlige del af kortlægningsområde VKY. Vanddybden i området varierer fra 20 til 25 meters dybde. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 37 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har en mægtighed fra 0 til 2,5 m (Figur 5.104). Der er udvalgt to seismiske profiler til at belyse ressource HMG 2D\_2. Desuden er ressource HMG 2D\_2 nået i én boring (VKY-50), som også er anvendt til karakterisering af ressourcen.

Råstoffressource HMG 2D\_2 udgøres af den marine grusenhed HMG 2D\_2, som er aflejret inden for det område, der er dækket HRNV-dalen (Figur 5.58). HMG 2D\_2 gruset er først aflejret senere i Holocæn, hvor HRNV-dalen allerede var fyldt op med HMS 2 og HMG 2B råstofforekomsterne (se afsnit 5.4 og 5.5.1), og ressource HMG 2D\_2 har derfor under aflejringen ikke været påvirket af den materialetransport, som skete i og omkring HRNV-dalen. Ressource HMG 2D\_2 ligger på den vestlige side af banken, der udgør strukturen med råstoffer, i et område, hvor der har været erosion, og der formodentlig er fjernet de finere dele af sedimentet, hvilket har efterladt grusforekomsten HMG 2D\_2.

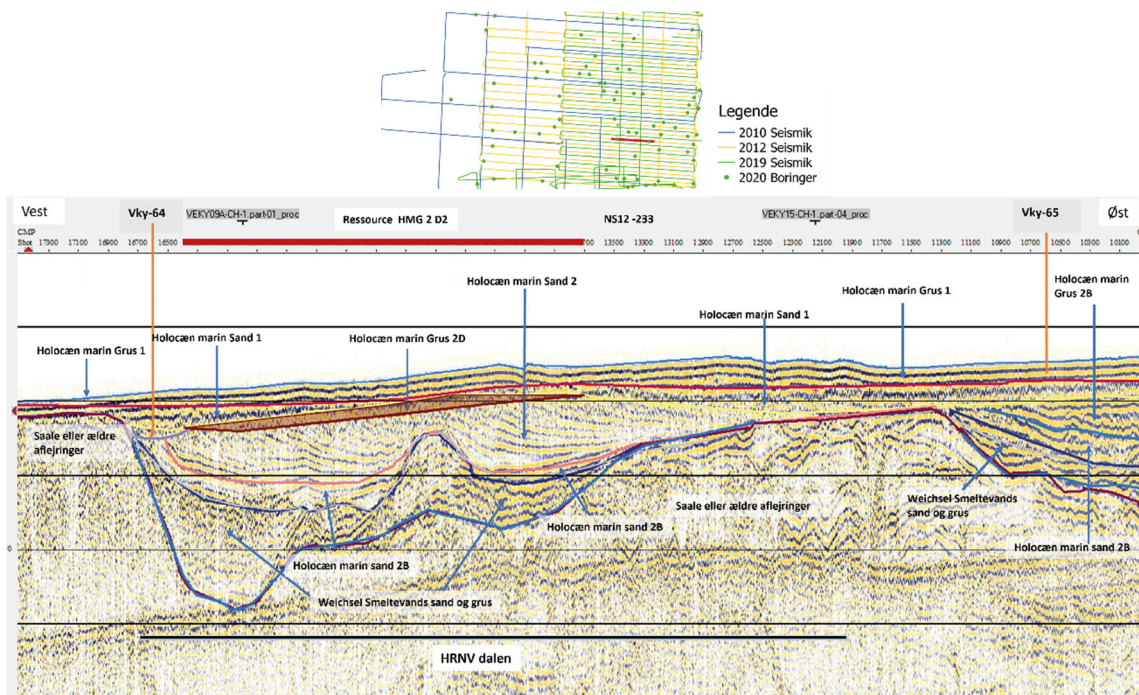
Det nordlige seismiske profil NS12\_216 (Figur 5.101) viser, at ressource HMG 2D\_2 ligger på et sted, hvor HMS 2 og HMG 2B ressourcerne er eroderet, og der er efterladt en grusenhed på den vestlige del af banken. Der er højtliggende Saale eller ældre aflejringer umiddelbart vest for ressourcen og det forventes at disse lag har været mere modstandsdygtige over



for erosion fra strøm og bølgeaktivitet end HMS 2 sandet og HMG 2B ressourcen. Der ses ikke intern lagdeling og/eller strukturer, som kan indikere, hvordan forekomsten er opbygget.



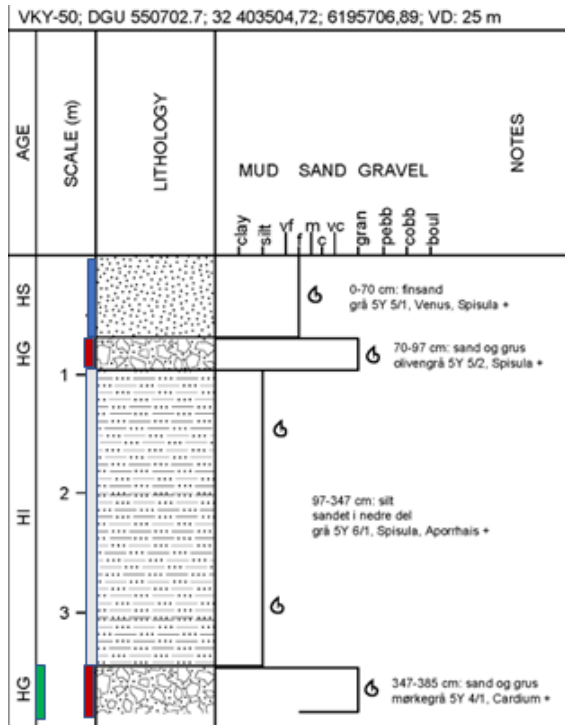
Figur 5.101: Seismisk profil NS12\_216. Ressource HMG 2D\_2 er markeret med mørk rød.



Figur 5.102: Seismisk profil NS12\_233. Ressource HMG 2D\_2 er markeret med mørk rød.

Det sydlige profil NS12\_233 (Figur 5.102) viser, at ressource HMG 2D\_2 ligger som et lag, der er opstået ved erosion af HMS 2 sandenheden. Der er, ligesom det var tilfældet ved det nordlige profil, blevet fjernet finere dele af sedimentet, og en grusforekomst er blevet efterladt på den vestlige side af banken. Ligesom det var tilfældet i det nordlige område, ligger

ressourcen på et sted, hvor der er mere modstandsdygtige, højtliggende Saale eller ældre aflejringer umiddelbart vest for ressource HMG 2D\_2. Der ses ikke intern lagdeling og/eller strukturer, som kan vise noget om, hvordan opbygningen af ressource HMG 2D\_2 er foregået.

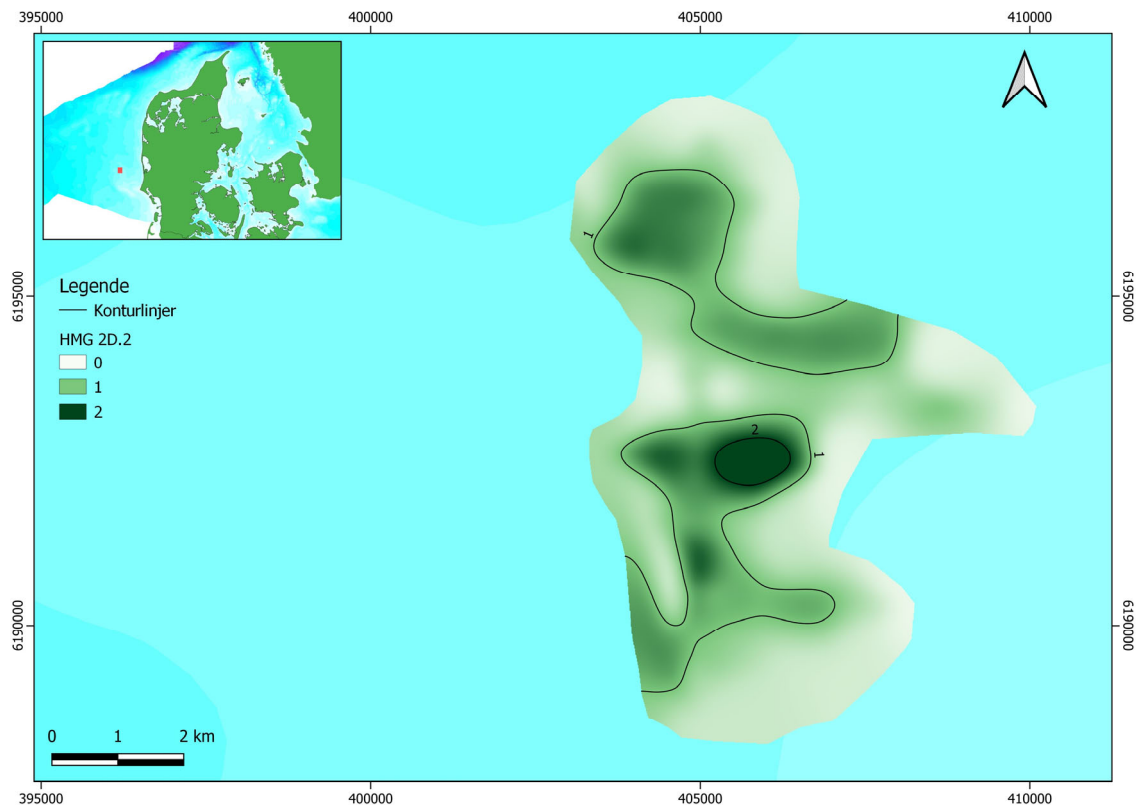


Figur 5.103: Sedimentologisk log for boring VKY-50. Der ses to gruslag markeret med rød, hvoraf det øverste er henført til HMG 1 ressourcen, mens det nederste udgør HMG 2D\_2 ressourcen.

I boring VKY-50 (Figur 5.103) er der truffet to grus lag, hvoraf det øverste er henført til HMG 1 ressourcen, mens det nederste udgør HMG 2D\_2 ressourcen. Over HMG 2D\_2 laget findes en 2,5 m tyk siltenhed, og ressource HMG 2D\_2 dækkes i den vestlige del af denne siltenhed. Længere mod øst dækkes ressource HMG 2D\_2 af HMS 1 finkornet sand og HMG 1 lagene.

Der er udført en kornstørrelsesanalyse på HMG 2D\_2 grusforekomsten, som viser, at materialet har en middeldkornstørrelse ( $D_{50}$ ) på 1,2 mm svarende til meget groft sand. Uensformighedskoefficienten ( $D_{60}/D_{10}$ ) er 7,3 og materialet er moderat til dårligt sorteret. Fordelingen i kornstørrelsesklasser viser, at gruset udgør 41%, grovkornet sand 29%, mellemkornet sand 25% og finkornet sand 4% af den samlede prøve. Der er meget lidt finstof i prøven. Der er ikke udført sandpetrografiske analyser.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 1-km net med øst-vest gående linjer, samt kornstørrelsesanalysen fra boring VKY-50, klassificeres ressource HMG 2D\_2 som en spekulativ forekomst af råstofftype Grus 2. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 30 mio.  $m^3$  (Figur 5.104).



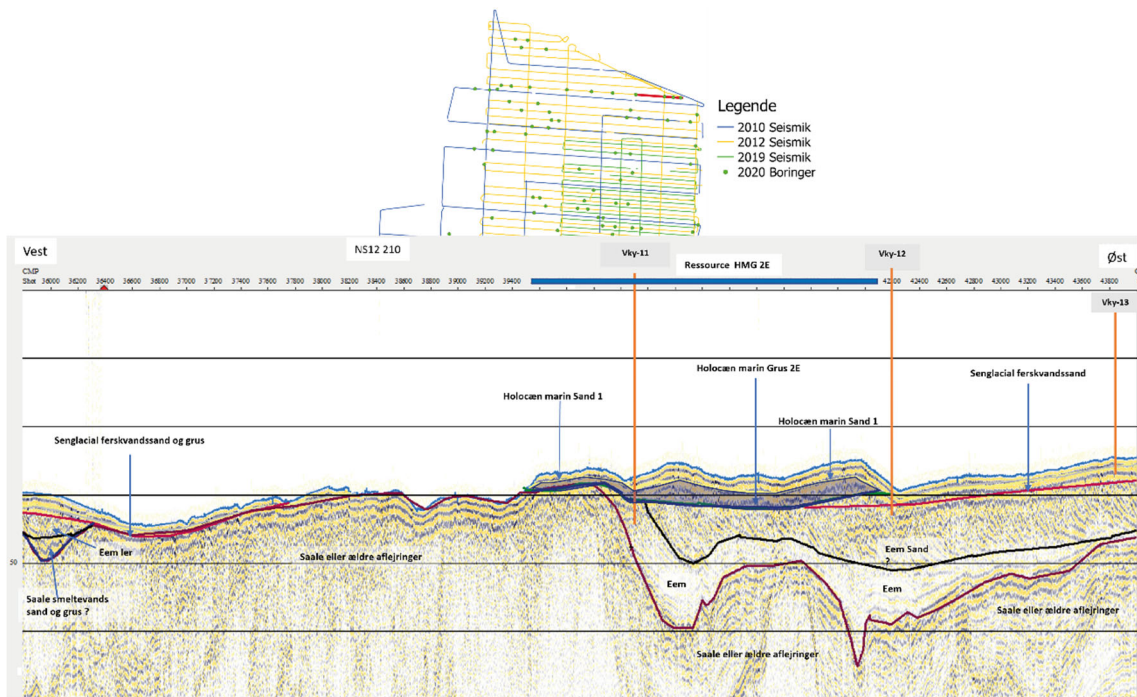
Figur 5.104: Tykkelseskort for ressource HMG 2D\_2 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord materiale i de indvundne materialer. Dæklaget af HMS 1-sand, som kan udgøre en ressource, har en tykkelse på 0,5 til 2,5 m af mest finkornet sand. Hvis HMG 2D\_2 ressourcen skal indvindes som selvstændig ressource, er det nødvendigt at indvinde HMS 1 sandet først, eller også skal de to ressourcer indvindes samtidig.

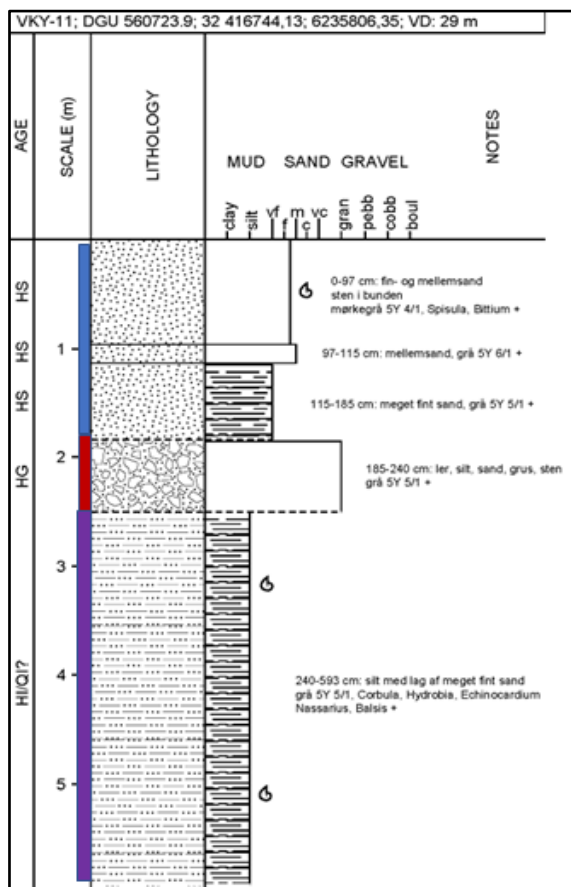
### 5.5.5 Ressource HMG 2E\_1

Ressource HMG 2E\_1 ligger i det nordøstlige hjørne af kortlægningsområde VKY. Vanddybden varierer fra 25 til 28 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMG 2E\_1 har et udbredelsesareal på ca. 5 km<sup>2</sup>. Ressourcen har en mægtighed fra 0,5 til 2,8 m (Figur 5.107). HMG 2E\_1 er tolket til at være aflejret efter afslutningen af Weichselistiden, i forbindelse med at havet bredte sig ind i området, og højereliggende partier blev eksponeret for erosion.

Der er udvalgt ét seismisk profil til at belyse ressource HMG 2E\_1. Desuden er ressource HMG 2E\_1 nået i én boring, som også er blevet anvendt til beskrivelse af ressourcen. Der ses ikke interne strukturer i HMG 2E\_1 ressourcen på det seismiske profil NS12\_210 i Figur 5.105. Ressource HMG 2E\_1 overlejrer aflejringer som er tolket til at være Eem og Saale og ressourcen overlejres af ca. to meter HMS 1 sand.



Figur 5.105: Seismisk profil NS12\_210. Ressource HMG 2E\_1 er markeret med mørk blå.

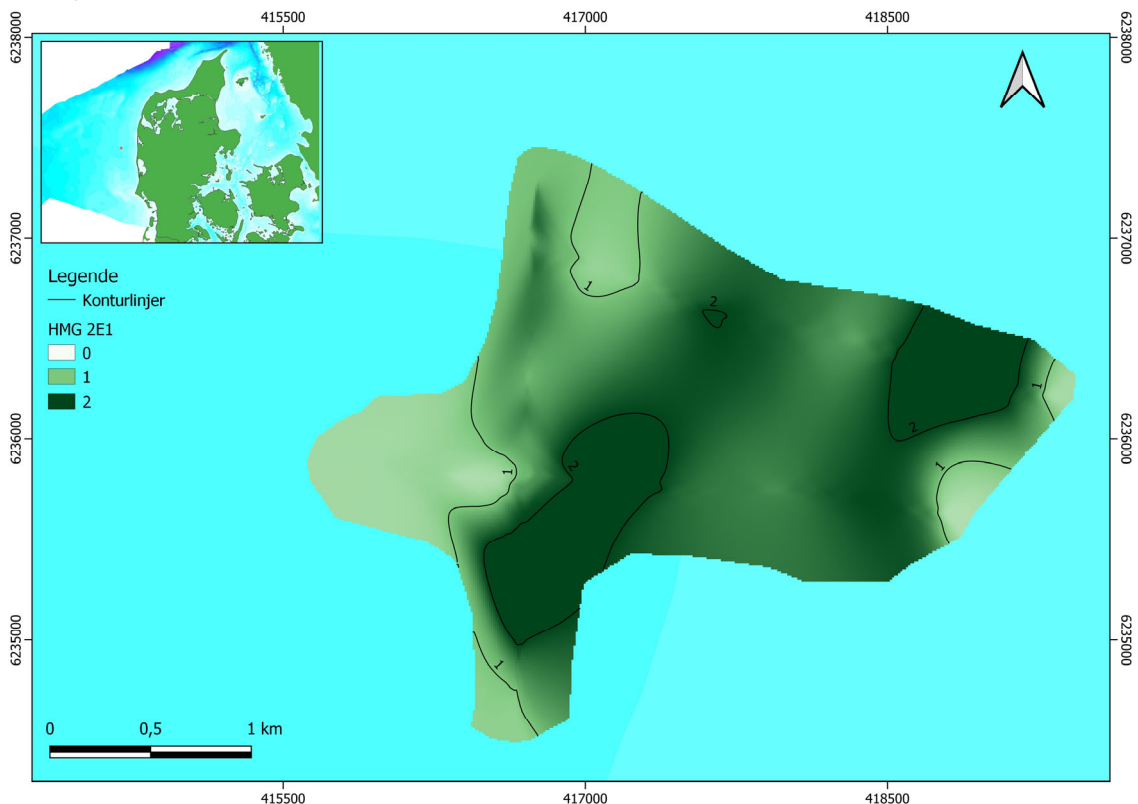


Figur 5.106: Sedimentologisk log for boring VKY-11. Ressource HMG 2E\_1 er markeret med rød.

Boring VKY-11 (Figur 5.106) er foretaget langs det seismiske profil NS12\_210 (Figur 5.105). Nederst i boringen ses 3,5 m silt af formodet Eem alder. Herover ses HMG 2E\_1 ressourcen,

som er 0,5 tyk, vist med rødt. HMG 2E\_1 intervallet består af grus, men med indslag af ler, silt og sand. Ressourcen overlejres af 1,8 m HMS 1 sand. Der er ikke udført kornstørrelsesanalyse på prøvemateriale fra boring VKY-11, og beskrivelsen af ressource HMS 2E\_1 er baseret på beskrivelsen i boreloggen.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse og den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 2-km net med øst-vest gående linjer, samt at indholdet af resourcen er beskrevet ud fra én boring, og at der ikke er foretaget laboratorieundersøgelser af prøver fra boringen, klassificeres ressource HMG 2E\_1 som en spekulativ forekomst af råstofftype Grus 2. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 8,0 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.107).



Figur 5.107: Tykkelseskort for ressource HMG 2E\_1 med 1 m konturlinjer.

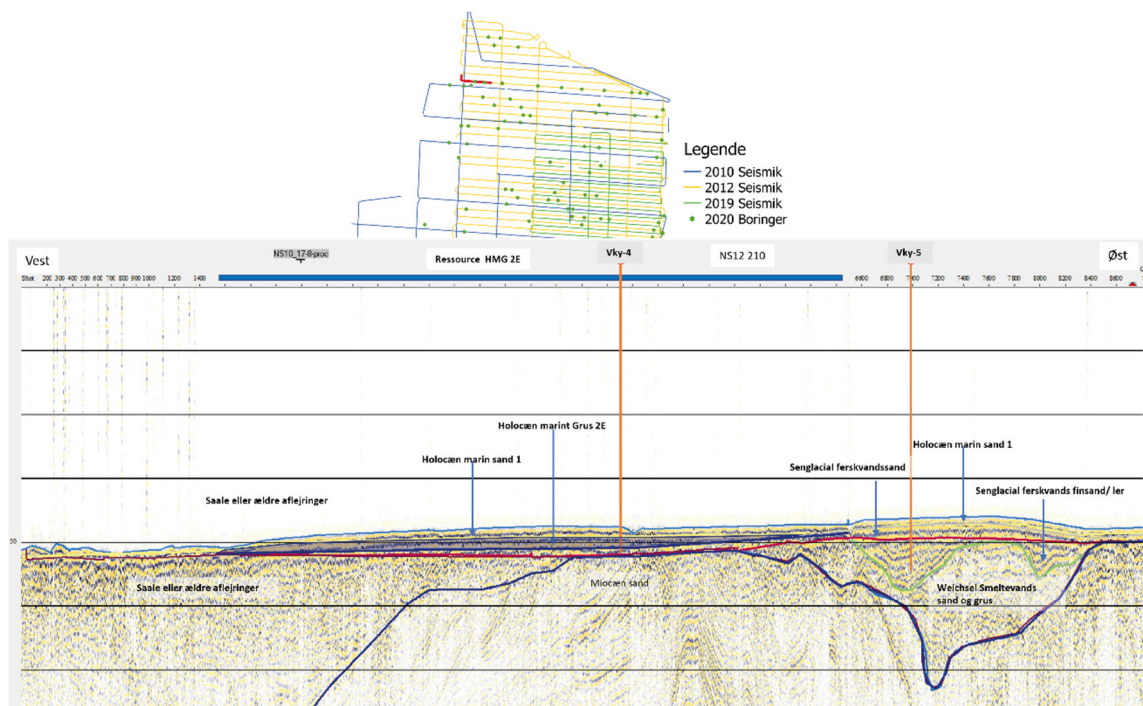
Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt, finkornet sediment i de indvundne materialer. Dæklaget HMS 1 har en tykkelse fra 1,5 til 2 m og indeholder fin- til mellemkornet sand, og udgør derfor en ressource, som skal indvindes før man når ned i dybden og kan udvinde HMG 2E\_1 resourcen, se afsnit 5.1 for detaljeret beskrivelse af HMS 1. Alternativt skal indvinding af ressource HMG 2E\_1 ses i sammenhæng med indvinding af ressource HMS 1.

### 5.5.6 Ressource HMG 2E\_2

Ressource HMG 2E\_2 ligger i den nordvestlige del af VKY-kortlægningsområdet (Figur 5.85). Vanddybden i området varierer fra 36 til 38 meters dybde. Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMG 2E\_2 dækker et areal på ca. 7,3 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har

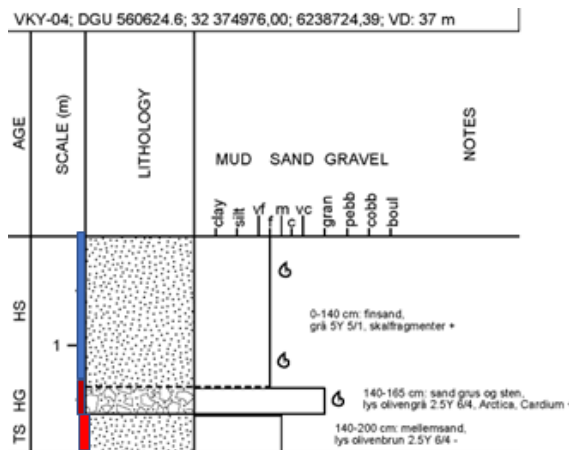
en mægtighed fra 0,7 til 1,3 m (Figur 5.110). Der er udvalgt ét seismisk profil til at belyse ressourcen og den er også truffet i en enkelt boring.

Som det fremgår af det seismiske profil NS12\_210 (Figur 5.108) ligger ressource HMG 2E\_2 vest for en mindre banke med glaciale smeltevandsaflejringer og senglaciale sedimenter, der kan have været kilden til dannelsen af grusforekomsten. Der ses ingen intern lagdeling og/eller strukturer i banken. Den mindre banke hælder svagt mod vest og er dækket af to til tre meter af HMS 1 ressourcen. Råstoffressource HMG 2E\_2 er tolket til at være blevet dannet på samme måde som ressource HMG 2E\_1, i forbindelse med erosion forårsaget af havniveau-augmentationen og efterfølgende aflejring af grusressourcen. Da vanddybden, hvor ressource HMG 2E\_2 er aflejret, er fra 36 til 38 m, mens den er 28 m, hvor ressource HMG 2E\_1 er aflejret, tolkes der at have været et større tidsrum mellem dannelsen af de to ressourcer. Det seismiske profil NS12\_210 viser, at HMG 2E\_2 overlejrer senglaciale, mellemkornet sand, der udgør basis af råstofforekomsten, samt dækkes af HMS 1 finkornet sand.



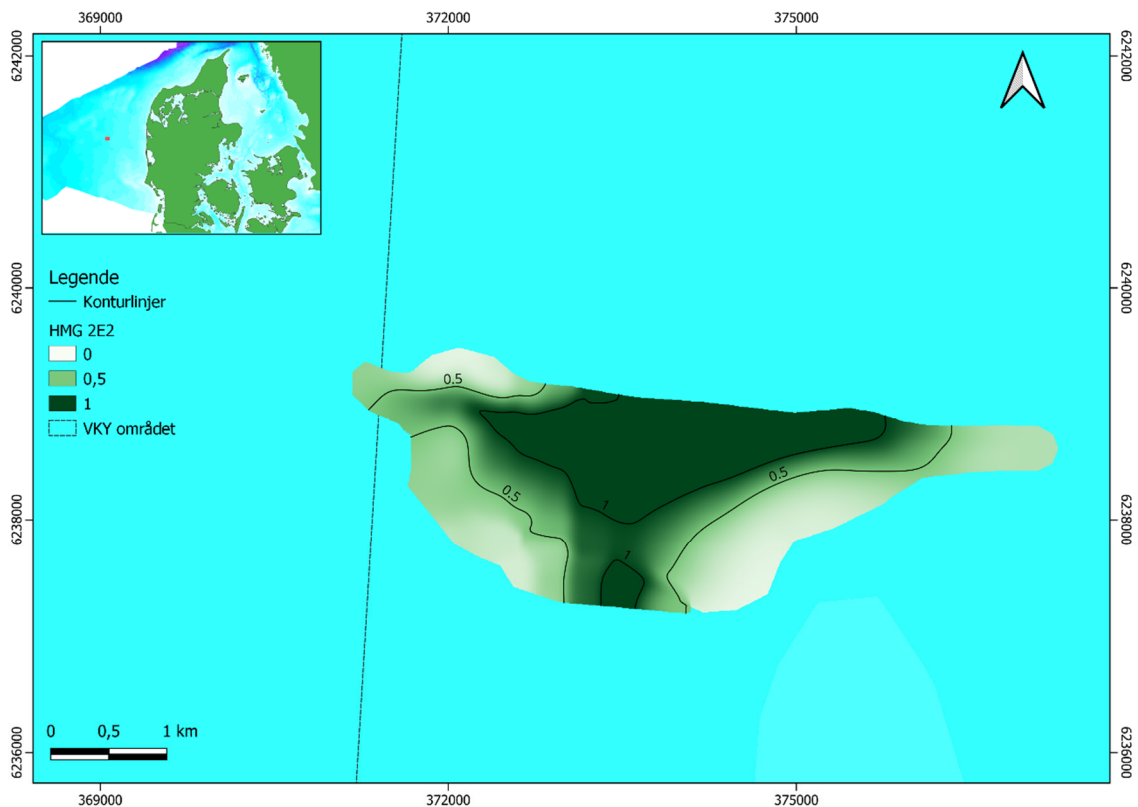
Figur 5.108: Seismisk profil NS12\_210. Ressource HMG 2E\_2 er markeret med mørk blå.

I boring VKY-04 (Figur 5.109), foretaget langs det seismiske profil NS12\_210 (Figur 5.108), er HMG 2E\_2 gruslaget beskrevet som sand, grus og sten. Laget er 0,3 m tykt og findes i 1,2 meters dybde. Øverst i boringen er der 1,2 m HMS 1 finsand, mens der nederst i boringen er 0,4 m mellemkornet, senglaciale sand, der ligeledes udgør en mulig råstofforekomst. Der er ikke udført kornstørrelsesanalyse på forekomsten.



Figur 5.109: Sedimentologisk log for boring VKY-04. Ressource HMG 2E\_2 er markeret med rød.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning, at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 2-km net af øst-vestgående linjer, samt at der er én boring i forekomsten, klassificeres ressource HMG 2E\_2 som en spekulativ forekomst af råstofftype Grus 2. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 5 mio. m<sup>3</sup>.



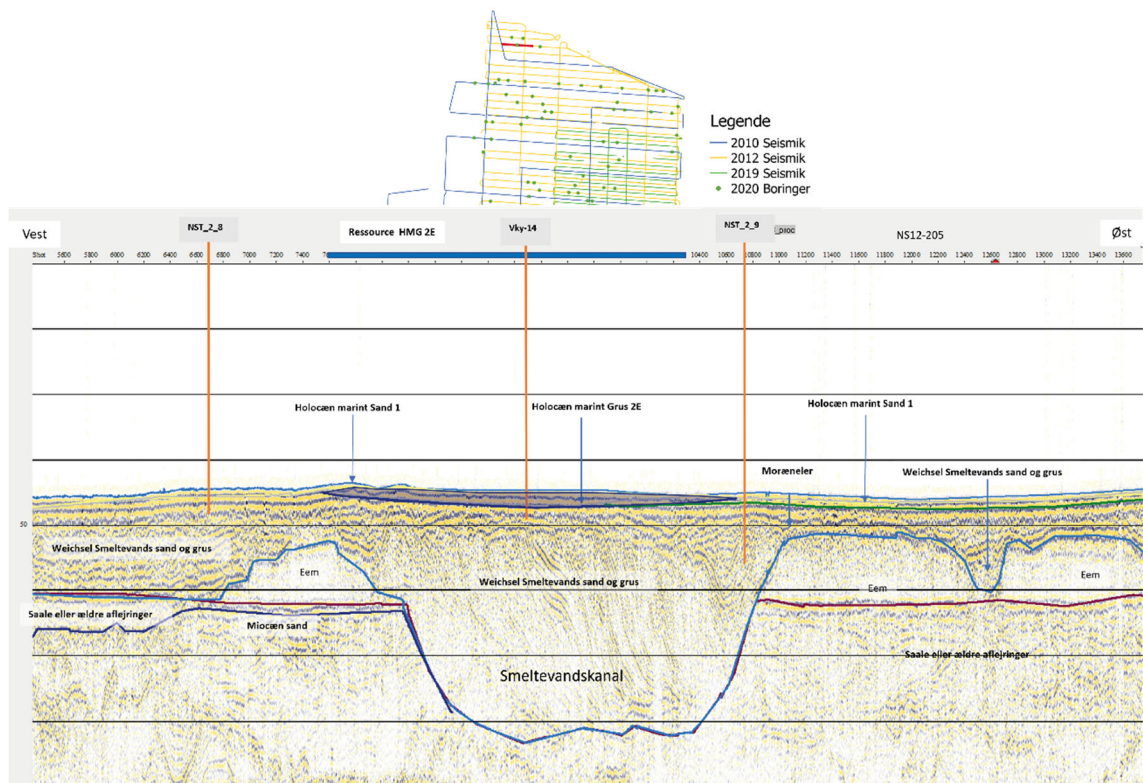
Figur 5.110: Tykkelseskort for ressource HMG 2E\_2 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt, finkornet sediment i de indvundne materialer. Dæklaget HMS 1 har en tykkelse fra 2 til 3 m og indeholder finkornet sand, og udgør derfor en ressource, som skal indvindes før man når ned i dybden og kan udvinde ressourcen, se afsnit 5.1 for detaljeret beskrivelse af HMS 1. Alternativt skal indvinding af ressource HMG 2E\_2 ses i sammenhæng med indvinding af ressource HMS 1.

### 5.5.7 Ressource HMG 2E\_3

Ressource HMG 2E\_3 ligger i den nordøstlige del af VKY-kortlægningsområdet (Figur 5.85). Vanddybden i området ligger omkring 33 meter. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 5 km<sup>2</sup>. Mægtigheden af ressource HMG 2E\_3 varierer fra 0,2 til 1,7 m (Figur 5.113). Der er udvalgt ét seismisk profil til at belyse ressource HMG 2E\_3 og den er truffet i en enkelt boring.

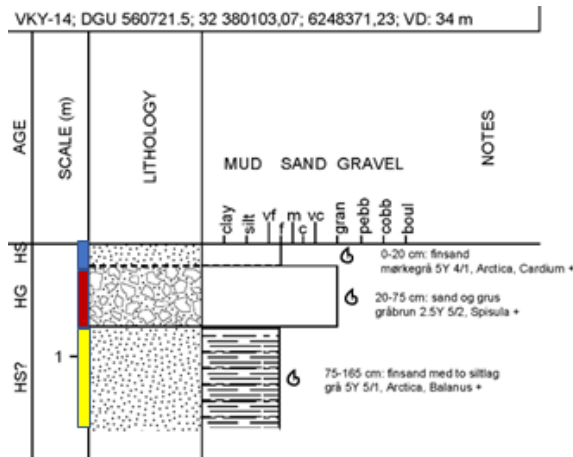
Profil NS12\_205 (Figur 5.111) viser, at ressource HMG 2E\_3 overlejrer smeltevandssand og -grus fra Weichsel, samt at ressource HMG 2E\_3 overlejres af HMS 1 finkornet sand. Det bemærkes, at der har været en større smeltevandskanal, som formodentlig har dræneret området nord for VKY-området under sidste istid. Der er ingen intern lagdeling og/eller strukturer, som kan indikere, hvordan opbygningen af forekomsten er foregået. Processen for dannelse af aflejringen antages at være den samme som for ressource HMG 2E\_1 og 2E\_2 i forbindelse med erosion forårsaget af havniveaustigningen og efterfølgende aflejring af grusressourcen, muligvis som en residual aflejring. Ressource HMG 2E\_3 ligger i en mindre depression i havbunden, og den er kun dækket af et ca. 0,5 m tykt lag af HMS 1 ressourcen.



Figur 5.111: Seismisk profil NS12\_205. Ressource HMG 2E\_3 er vist med mørk blå.

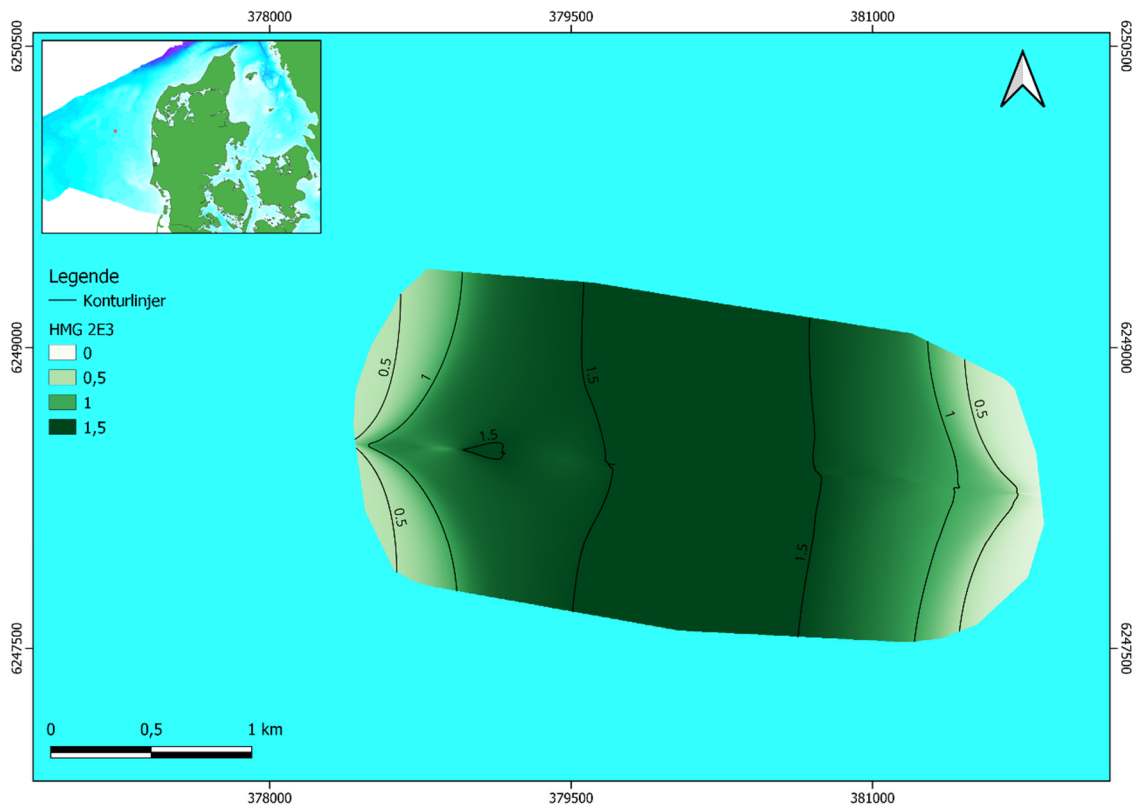
Ressource HMG 2E\_3 er truffet i boring VKY-14 (Figur 5.112), hvor den er beskrevet som et gruslag med sand og grus på 0,6 m tykkelse. Øverst i boringen er der et 0,2 m tykt lag af HMS 1 sand, mens der nederst i boringen er 0,8 m heterolit med vekslende lag af finkornet sand og silt. Der er ikke udført kornstørrelsesanalyser af ressource HMG 2E\_3.





Figur 5.112: Sedimentologisk log for boring VKY-14. Ressource HMG 2E\_3 er markeret med rød.

Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 2-km net af øst-vest gående linjer, samt at der er én boring i ressourcen, klassificeres HMG 2E\_3 som en spekulativ forekomst af råstofftype Grus 2. Den tilstedeværende råstofmængde er opgjort til ca. 6,5 mio. m<sup>3</sup> (Figur 5.113).



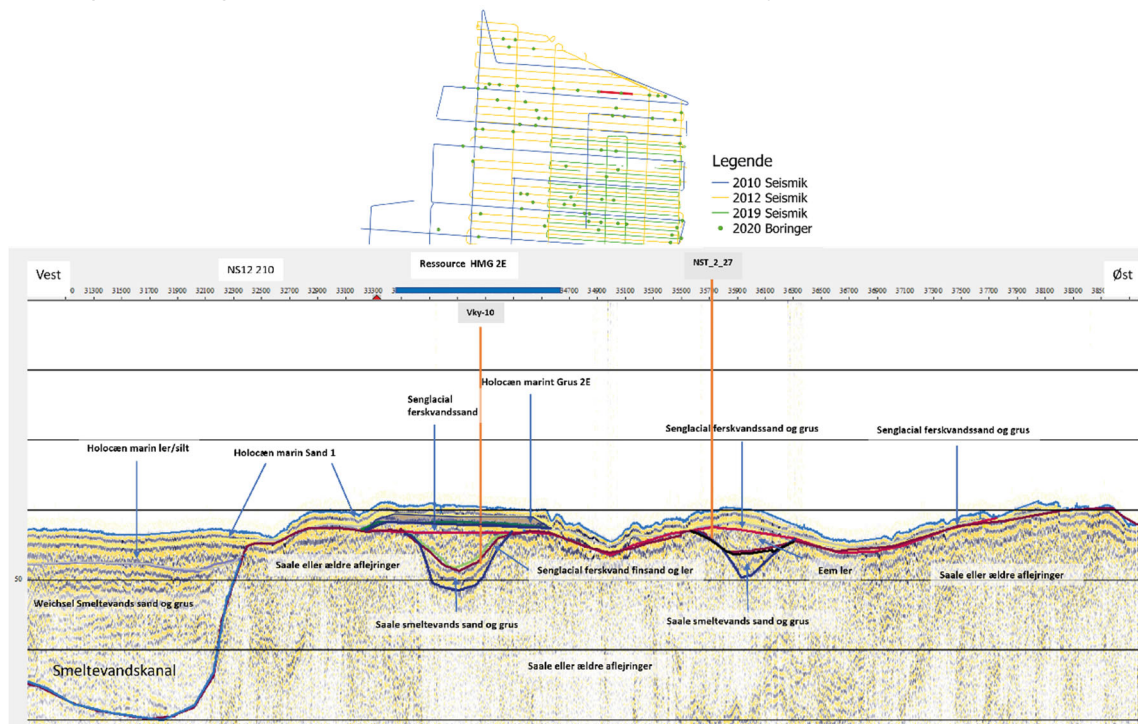
Figur 5.113: Tykkelseskort for ressource HMG 2E\_3 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt, finkornet sediment i de indvundne materialer. Dæklaget HMS 1 har en tykkelse fra 0,5 til 1 m og indeholder finkornet sand, og udgør derfor en ressource, som skal indvindes før man når ned i dybden og kan udvinde HMG 2E\_3, se afsnit 5.1 for detaljeret beskrivelse af HMS 1. Alternativt skal indvinding af ressource HMG 2E\_3 ses i sammenhæng med indvinding af ressource HMS 1.

## 5.5.8 Ressource HMG 2E\_4

Ressource HMG 2E\_4 ligger i den nordøstlige del af VKY-kortlægningsområdet (Figur 5.85). Vanddybden i området ligger på omkring 29 meter. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 0,8 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har en mægtighed fra 0,4 til 0,9 m (Figur 5.116). Der er udvalgt ét seismisk profil til at belyse ressource HMG 2E\_4 og den er truffet i en enkelt i boring.

Ressourcen ligger i et område, hvor de dybere Saale eller ældre lag ligger højt og området er præget af smeltevandskanaler. I den vestlige del af profil NS12\_210 (Figur 5.114) ses en større smeltevandskanal, som støder op til de højtliggende Saale og ældre aflejringer mod øst. Smeltevandskanalen følger den østlige kant af smeltevandssletten som formodentlig har modtaget vand og materialer der dræneres væk fra israndslinjen mod nord.



Figur 5.114: Seismisk profil NS12\_210. Ressource HMG 2E\_4 er markeret med mørk blå.

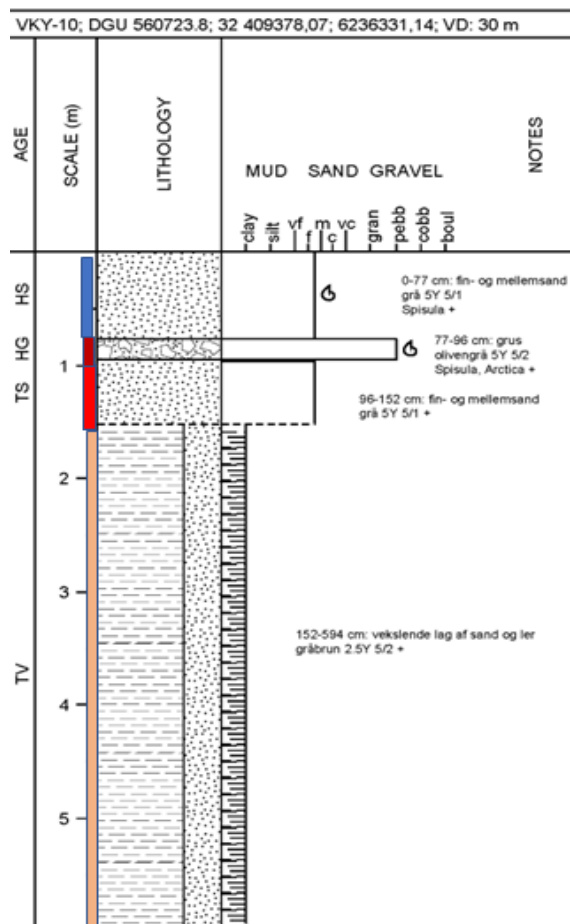
Der ses ikke intern lagdeling og/eller strukturer, som kan vise noget om hvordan opbygningen af forekomsten har foregået, men processen for dannelsen af aflejringen antages at være den samme som for ressource HMG 2E\_1 – HMG 2E\_3. Ressourcen antages således at være blevet dannet i forbindelse med erosion, forårsaget af havniveaustigningen og efterfølgende aflejring af grusressourcen, muligvis som en residual aflejring.

I boring VKY-10 (Figur 5.115) er ressource HMG 2E\_4 beskrevet som en 0,75 m grusforekomst indeholdende grus og muligvis ral. Den overlejrer mellemkornet, seneglacialt sand som udgør 0,6 m. Desuden overlejreres gruset af 0,8 m mellemkornet HMS 1 sand. Der ses ikke umiddelbart lag, der kan udgøre kildemateriale til dannelsen af grus forekomsten. Der er ikke udført kornstørrelses- eller sandpetrografiske analyser.

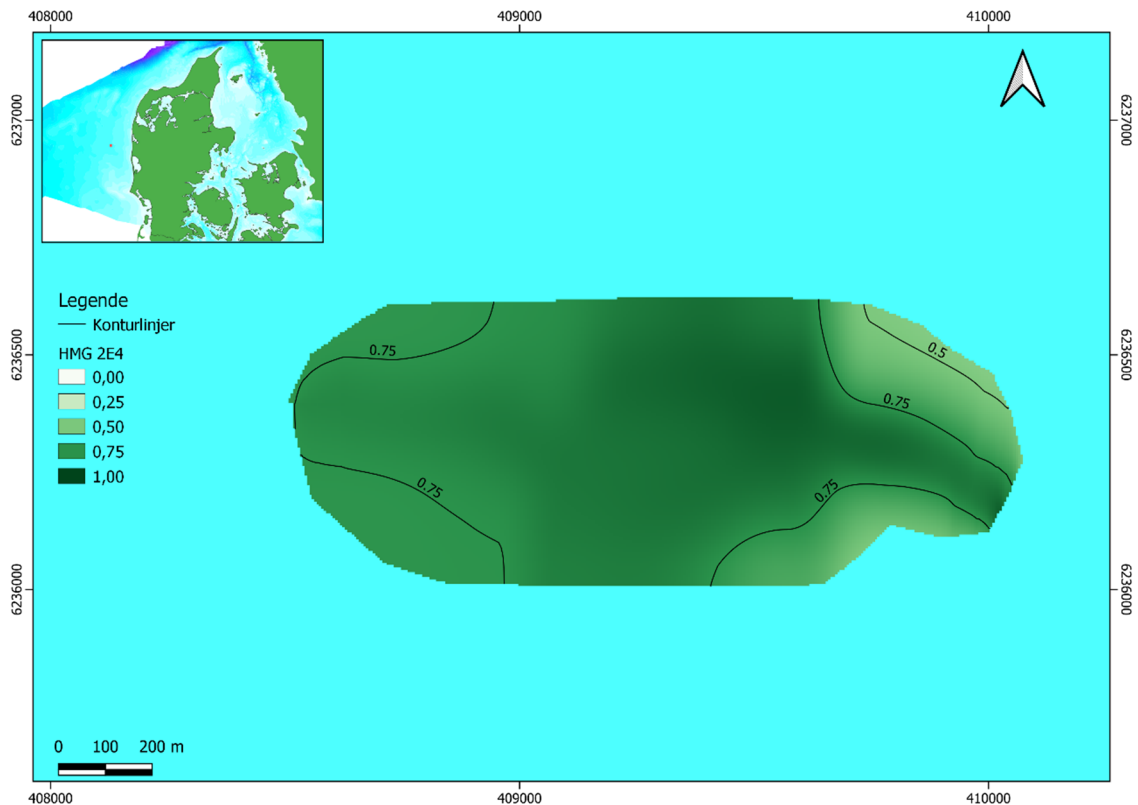
Ud fra ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 2-km net af øst-vestgående linjer, samt at der er én boring som

indeholder råstofressourcen, klassificeres ressource HMG 2E\_4 som en spekulativ forekomst af råstofstype Grus 2. Volumen er opgjort til 0,6 mio. m<sup>3</sup>.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt, finkornet sediment i de indvundne materialer. Dæklaget HMS 1 har en tykkelse fra 0,5 til 1 m og indeholder finkornet sand, og udgør derfor en ressource, som skal indvindes før man når ned i dybden og kan udvinde HMG 2E\_4 ressourcen, se afsnit 5.1 for detaljeret beskrivelse af HMS 1. Alternativt skal indvinding af ressource HMG 2E\_4 ses i sammenhæng med indvinding af ressource HMS 1. Ressource HMG 2E\_4 overlejrer desuden senglacialt, mellemkornet sand, der ligeledes er en selvstændig ressource og indvinding i området kan måske ses som en samlet indvinding af de tre ressourcer.



Figur 5.115: Sedimentologisk log for boring VKY-10. Ressource HMG 2E\_4 er markeret med rød.

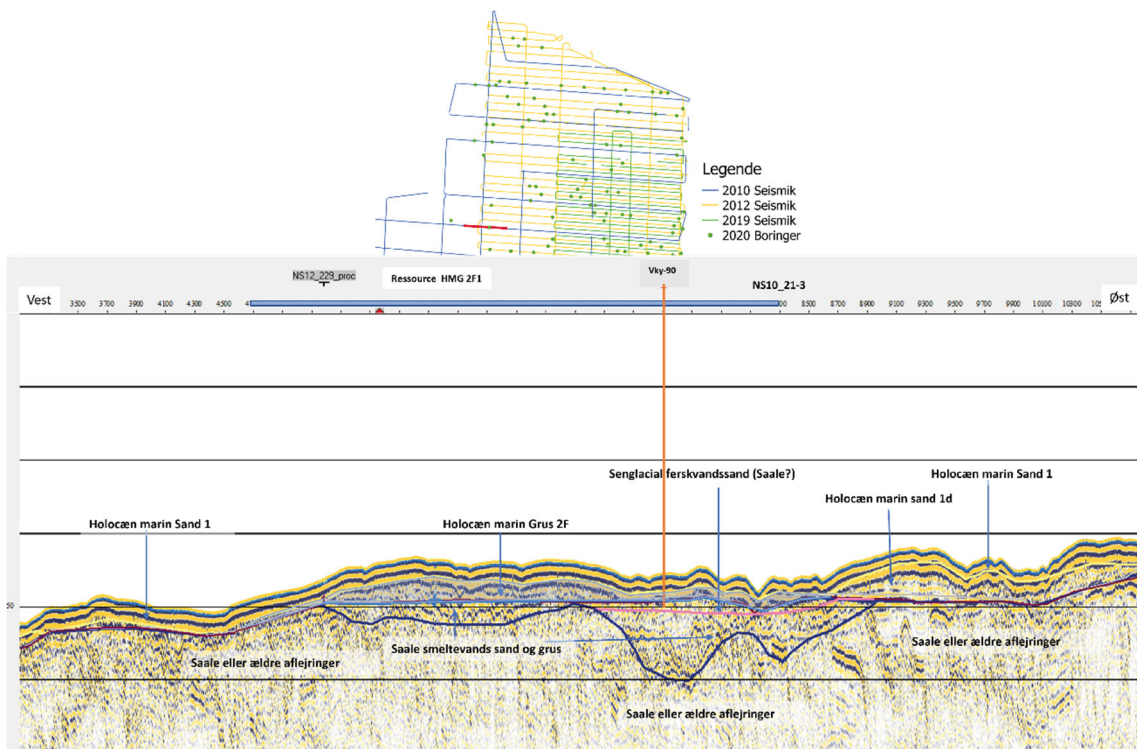


Figur 5.116: Tykkelseskort for ressource HMG 2E\_4 med 1 m konturlinjer.

### 5.5.9 Ressource HMG 2F

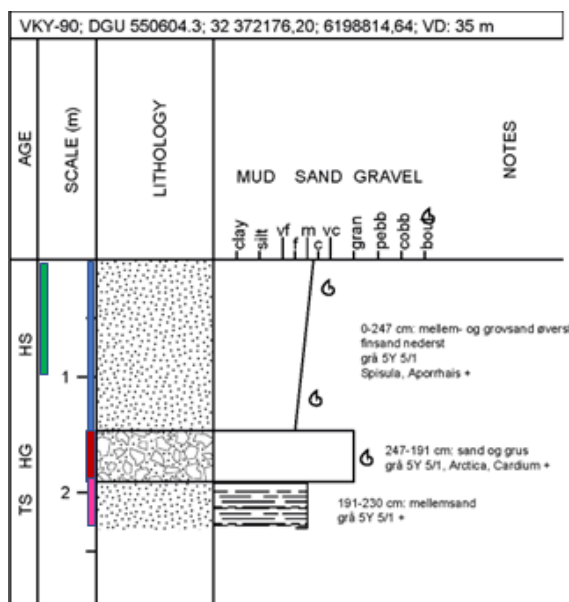
Ressource HMG 2F ligger i den sydvestlige del af VKY-kortlægningsområdet (Figur 5.85). Vanddybden i området varierer fra 34 til 36 meters dybde. Den seismiske kortlægning viser, at ressource HMG 2F dækker et areal på ca. 20 km<sup>2</sup>, og har en mægtighed på ca. 0,2 til 2,2 m (Figur 5.119). Der er udvalgt ét seismisk profil til at belyse ressourcen og den er truffet i en enkelt boring.

Som det ses af profil NS10\_21-3 ligger ressource HMG 2F direkte på toppen af Saale erosionsfladen (Figur 5.117). Ressourcen ligger i den vestligste del af VKY-området, hvor Saale-aflejringer ligger meget tæt på havbunden. Saalelandskabet er således eroderet ned, og der er kun aflejret tynde, Holocæne lag over Saaleerosionsfladen, der er markant i hele området. I den østlige del ligger HMG 2F grusforekomsten over sen Saale smeltevandsaflejringer, mens den mod vest ligger over Saale smeltevandsaflejringer. Det er muligt, at glaciale og senglaciale aflejringer har udgjort kildemateriale til dannelsen af HMG 2F, der kan være et residuallag dannet ved erosion af de præ-eksisterende lag under havstigningen efter Weichsel glaciationen. Der ses ikke intern lagdeling og/eller strukturer, som kan indikere, hvordan opbygningen af forekomsten er foregået.



Figur 5.117: Seismisk profil NS10\_21-3. Ressource HMG 2F er markeret med lys blå.

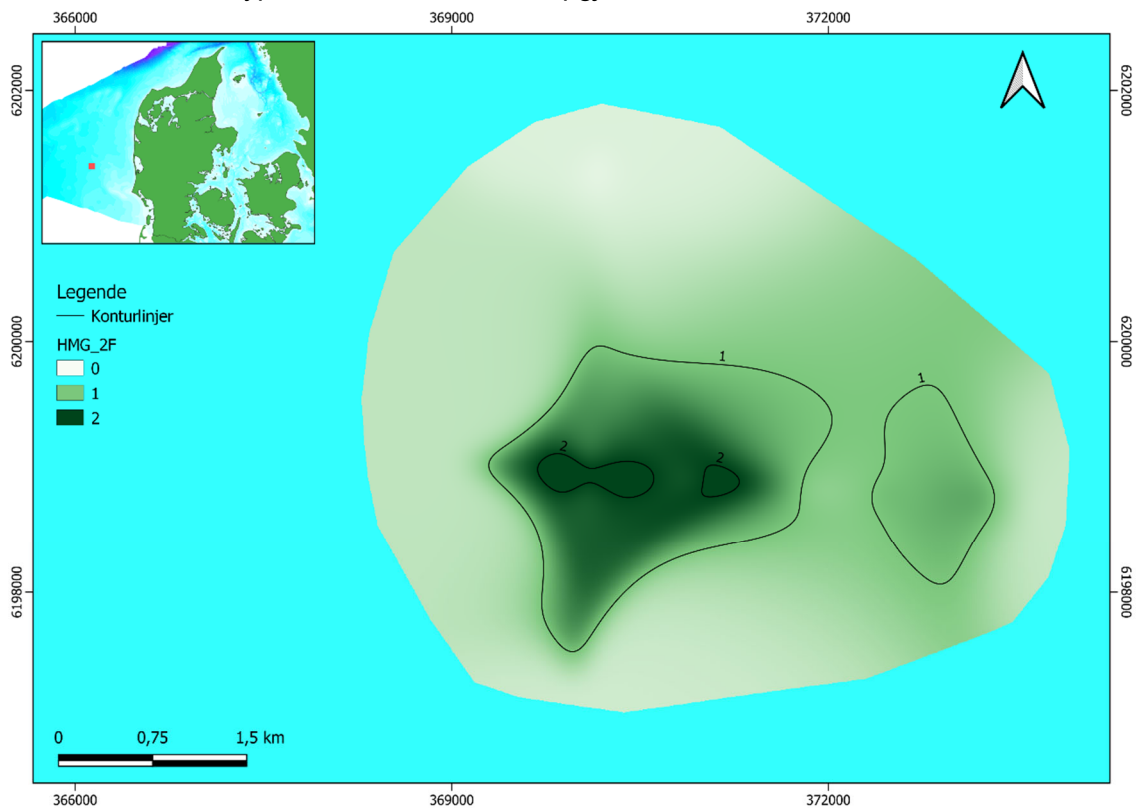
Ressource HMG 2F er truffet i boring VKY-90 med en tykkelse på 0,5 m i en dybde af 1,5 m under havbunden (Figur 5.118). Ressourcen er beskrevet som bestående af sand og grus. Den overlejrer et mellemkornet sandlag på 0,4 m, formodentlig af sen Saale alder. Øverst i boringen er HMS 1 sandforekomsten beskrevet som bestående af grovkornet sand ved havbunden og finkornet sand i 1,5 meters dybde. Der er ikke udført kornstørrelses- eller sand-petrografiske analyser på materialerne i HMG 2F enheden.



Figur 5.118: Sedimentologisk log for boring VKY-90. Ressource HMG 2F er markeret med rød.

På baggrund af ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 2-km net med øst-vest gående linjer, samt at der er én

boring, som indeholder råstofressource HMG 2F, klassificeres ressourcen som en spekulativ forekomst af råstofstype Grus 2. Volumen er opgjort til 16 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 5.119: Tykkelseskort for ressource HMG 2F med 1 m konturlinjer.

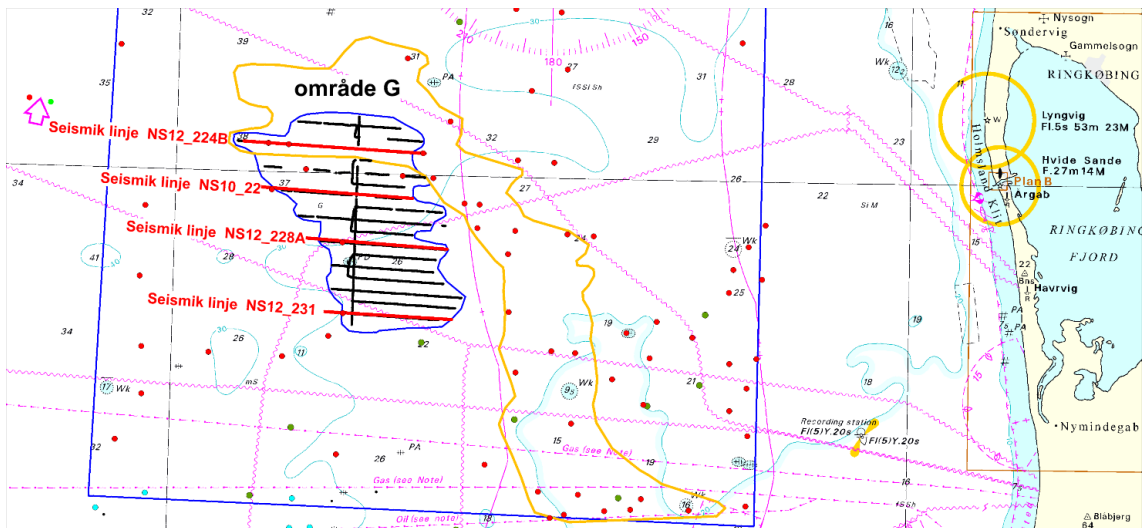
Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt, finkornet sediment i de indvundne materialer. Dæklaget HMS 1 har en tykkelse fra 2 til 3 m og indeholder mellem- til finkornet sand, og udgør derfor en ressource, som skal indvindes før man når ned i dybden og kan udvinde HMG 2F ressourcen, se afsnit 5.1 for detaljeret beskrivelse af HMS 1. Alternativt skal indvinding af ressource HMG 2F ses i sammenhæng med indvinding af ressource HMS 1. Ressource HMG 2F overlejrer desuden senglaciale, mellemkornet sand, der ligeledes er en selvstændig ressource, og indvinding i området skal måske ses som en samlet indvinding af de tre ressourcer.

### 5.5.10 Ressource HMG 2G

Ressource HMG 2G ligger i den centrale, vestlige del af VKY-kortlægningsområdet (Figur 5.85). Vanddybden i området varierer fra 20 til 31 meters dybde. Ressourcen udgøres af en marin grusenhed som hovedsagelig er aflejret vest for området, hvor HRNV-dalen forløber (Figur 5.120). Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 203 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har en mægtighed fra 0 til 4 m (Figur 5.126). Der er udvalgt fire seismiske profiler (NS12\_224B, NS10\_22, NS12\_228A og NS12\_231) til at belyse ressource HMG 2G. Desuden er ressourcen truffet i to borer, VKY-110 og VKY-111.

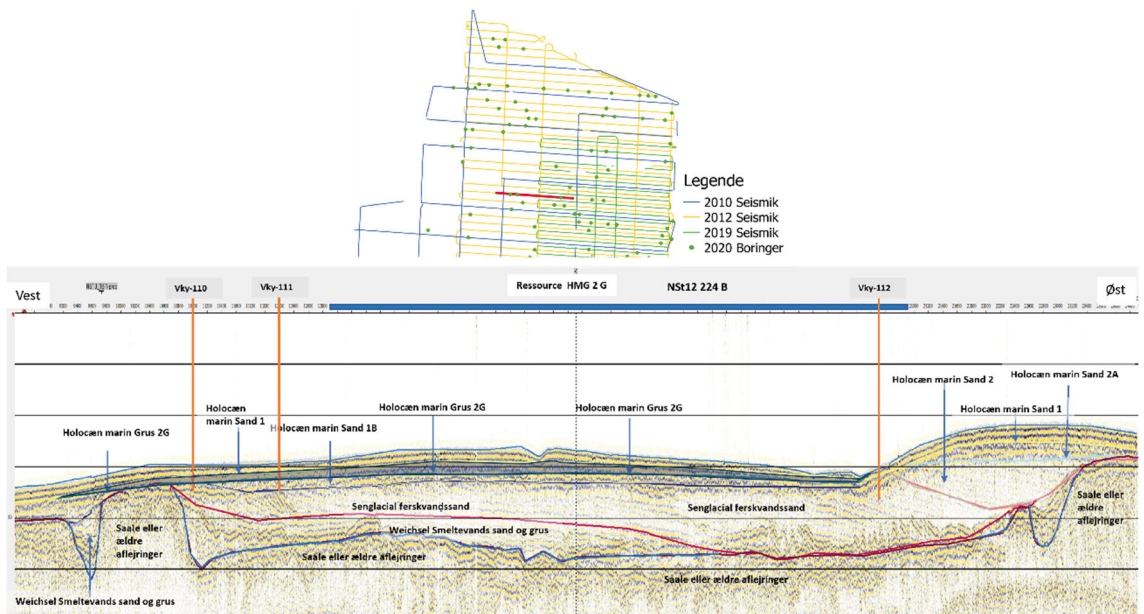
Her i den centrale, vestligste del af VKY-området, ligger saaleaflejringer meget tæt på havbunden. Saalelandskabet er eroderet ned, og der er kun aflejret tynde lag af Holocænt sand

og grus over saaleerosionsfladen, som ses tydeligt i seismikken over hele området (f.eks. på Figur 5.121).



Figur 5.120: Lokaliseringskort. HMG 2G er markeret med blå skråkravering og seismiske eksempler. HRNV-dalen er vist med orange.

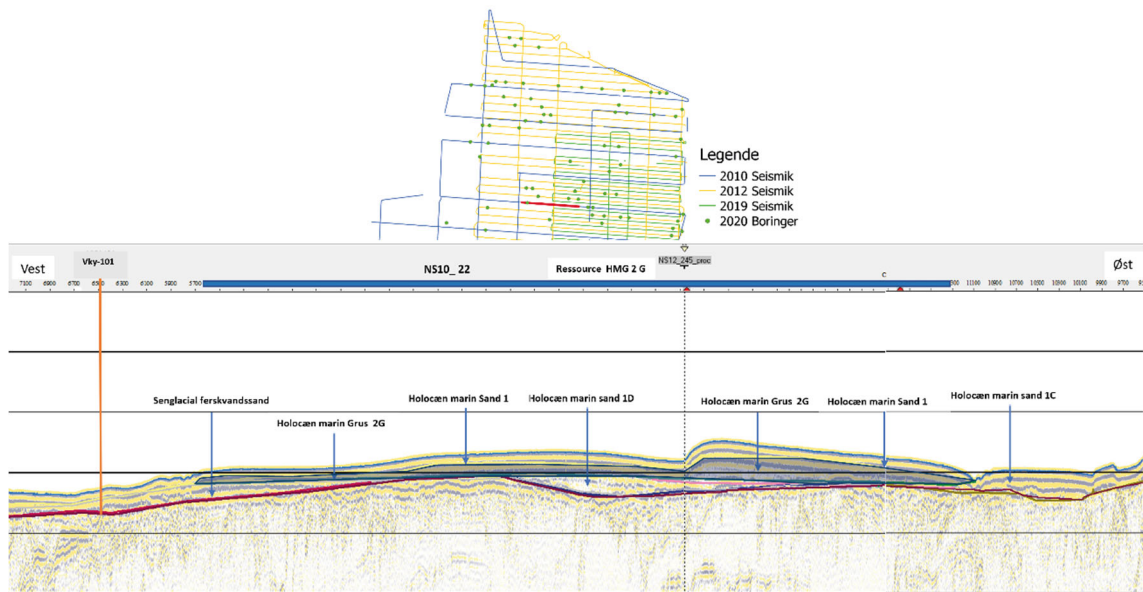
Det seismiske profil NS12\_224B skærer den nordlige del af ressource HMG 2G (Figur 5.121). Profilet er lokaliseret i det område, hvor HRNV-dalen munder ud mod nord, og sedimenterne breder sig ud i området, og her er store tykkelser af glaciale aflejringer. Vanddybden i denne del af ressource HMG 2G's udbredelsesområde ligger på omkring 27 meter (Figur 5.120). Det seismiske profil viser, at ressource HMG 2G overlæjrer Saale eller ældre aflejringer og HMS 1B sand (se afsnit 9 og afsnit 5.3.4).



Figur 5.121: Seismisk profil NS12\_224B. Ressource HMG 2G er markeret med mørk blå farve.

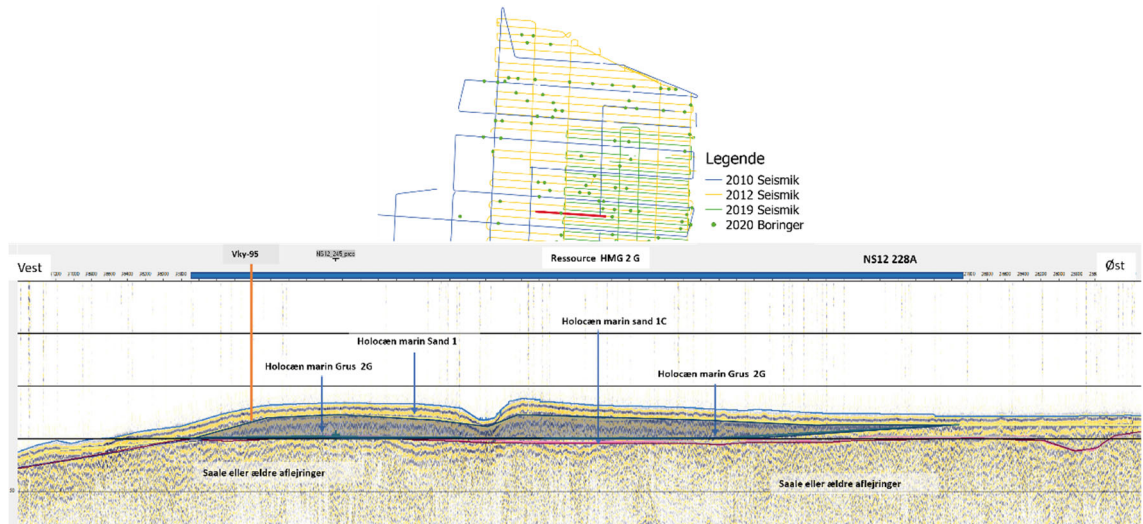
Det seismiske profil NS10\_22 (Figur 5.122) ligger syd for profil NS12\_224B. Vanddybden ligger også her omkring 27 meter. HMG 2G ressourcen er aflejret i mindre banker på en overflade af senglaciel sand (mod vest), Saale eller ældre aflejringer (mod øst) samt de første Holocæne aflejringer af HMS 1D (centralt), der udfylder de lavninger der har været i

Saale aflejringerne. Bankerne er 3-5 m høje, og HMG 2G forekomsten udgør kernen i disse banker, der har et dæklag af HMS 1 sand.



Figur 5.122: Seismisk profil NS10\_22. Ressource HMG 2G er markeret med mørkeblå.

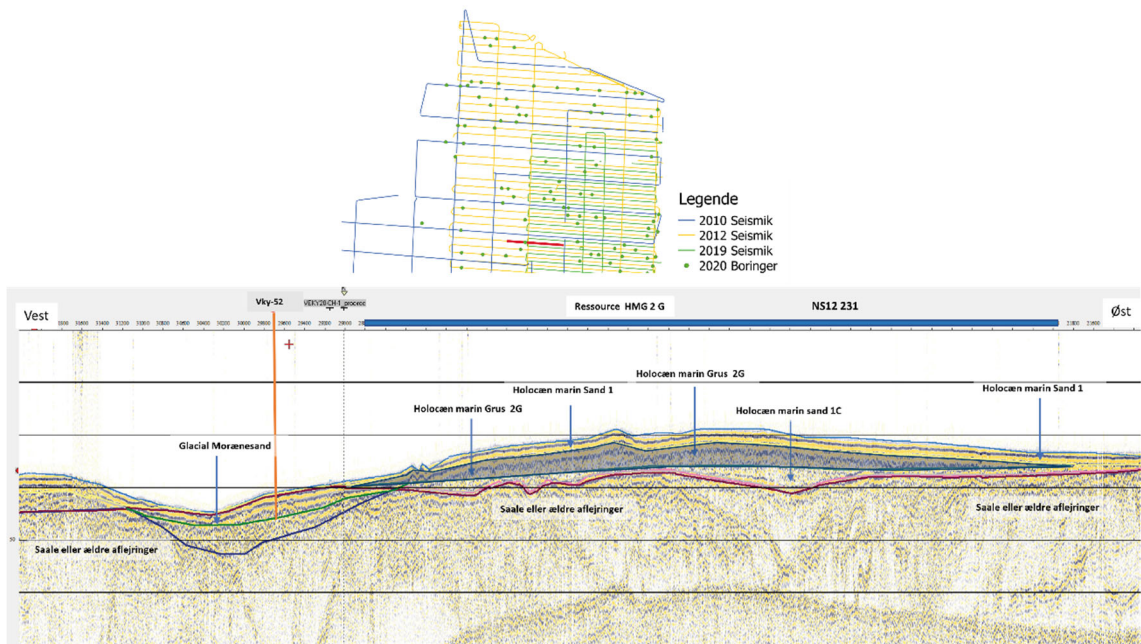
Det seismiske profil NS12\_228A (Figur 5.123) ligger syd for profil NS10\_22 og vanddybden er omkring 24 meter. HMG 2G ressourcen er her aflejret i en større bank på en overflade af Saale eller ældre aflejringer, og de første Holocæne HMS 1C-aflejringer, der udfylder de lavninger der har været i saaleaflejringerne. Banken er op til 6 m høj, og HMG 2G forekomsten udgør kernen i banken, der har et dæklag af HMS 1 sand. Der er foretaget en boring, VKY-95, i banken, men den er ikke dyb nok til at ramme ressource HMG 2G, og der er derfor ikke yderligere oplysninger om beskaffenheden af ressourcen omkring dette seismiske profil.



Figur 5.123: Seismisk profil NS12\_228A. Ressource HMG 2G er markeret med mørk blå.

På det sydligste seismiske profil NS12\_131 (Figur 5.124) ses det, at HMG 2G ressourcen er aflejret i en større bank på en overflade af HMS 1C aflejringer (se afsnit 5.3.5), der udfylder de lavninger, der har været i Saale aflejringerne. Banken er op til 5 m høj, og HMG 2G forekomsten udgør kernen i banken, der har et dæklag af HMS 1 sand.





Figur 5.124: Seismisk profil NS12\_231. Ressource HMG 2G er markeret med mørk blå.

Boringerne VKY-110 og VKY-111 (

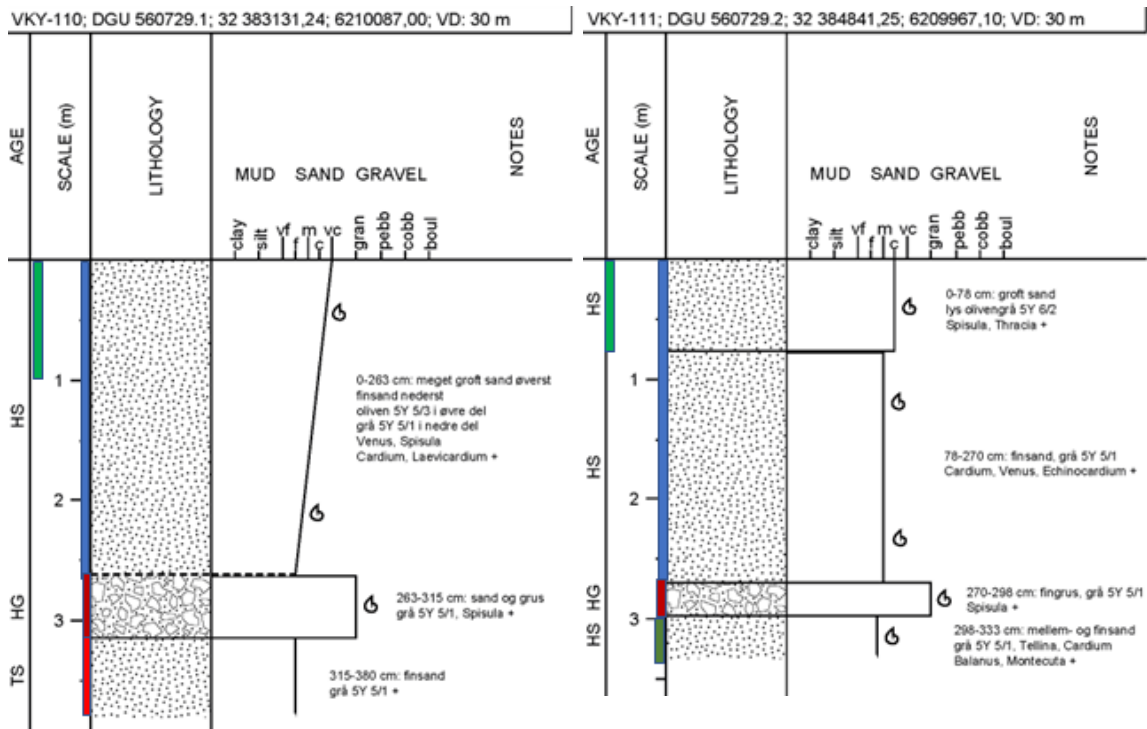
Figur 5.125) er foretaget langs det seismiske profil NS12\_224B (Figur 5.121). Gruslaget, som udgør ressource HMG 2G i de to borer, har en tykkelse på hhv. 0,5 og 0,3 m og er beskrevet som indeholdende henholdsvis grus og sand i boring VKY-110 og fingrus i boring VKY-111. Gruslagene benævnes som fingrus, som svarer til en middelnørstørrelse på 2-6 mm, ligesom det er vist i de sedimentologiske logs (

Figur 5.125). Der er ikke udført kørnstørrelses- eller sandpetrografiske analyser på prøver fra gruslagene.

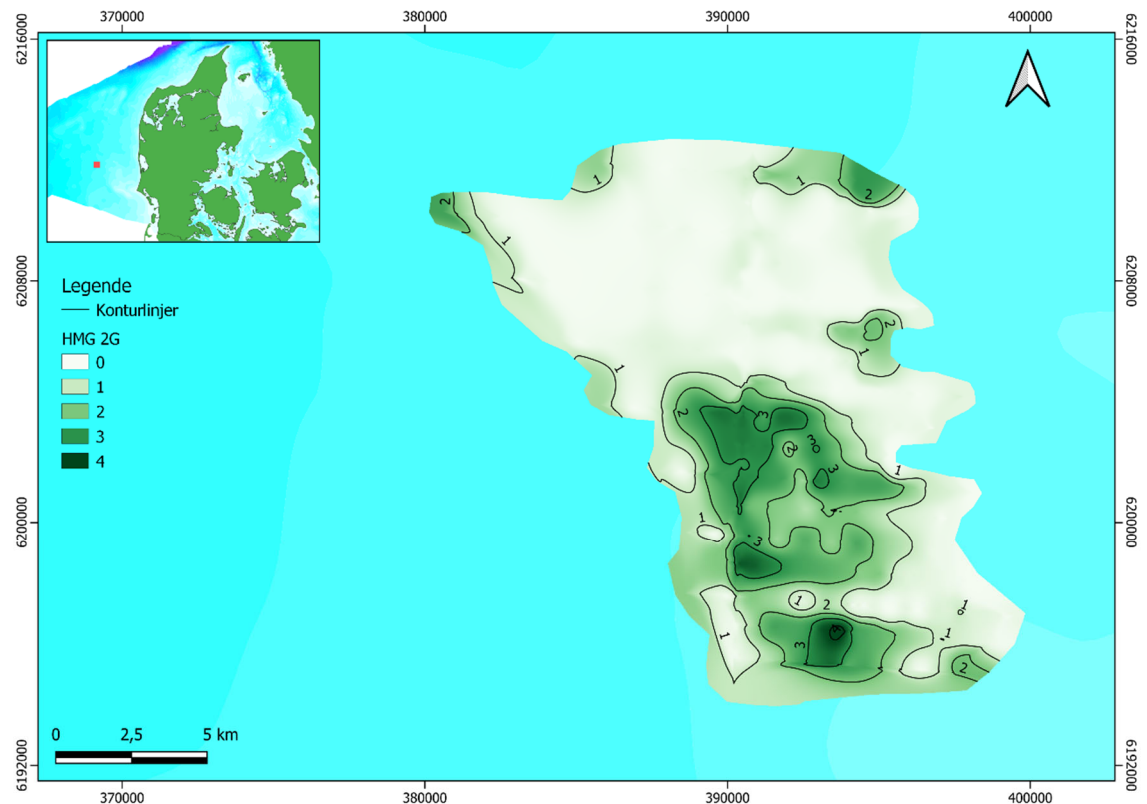
I boring VKY-110 overlejrer ressource HMG 2G en 0,6 m tyk enhed af senglacialt sand (se afsnit 6) og ressourcen overlejreres af en 2,6 m tyk enhed af HMS 1 sand (se afsnit 5.1).

I Boring VKY-111 overlejrer ressource HMG 2G en 0,4 m tyk enhed af HMS 1B sand (se afsnit 5.3.4) og ressourcen overlejreres af 2,7 m HMS 1 sand (se afsnit 5.1).

På baggrund af ovenstående råstofbeskrivelse, den kendsgerning at kortlægningen er baseret på et åbent, regionalt seismisk 2-km net af øst-vest gående linjer, samt at der er to borer, som indeholder råstoffressourcen, klassificeres ressource HMG 2G som en spekulativ forekomst af råstofftype Grus 2. Volumen er opgjort til 208 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 5.125: Sedimentologiske logs for boring VKY-110 og VKY-111. Ressource HMG 2G er markeret med rød (i boring VKY-110 er også en enhed af sen-glacialt sand markeret med rød).



Figur 5.126: Tykkelseskort for ressource HMG 2G\_1 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er dynd til stede i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt, finkornet sediment i de indvundne

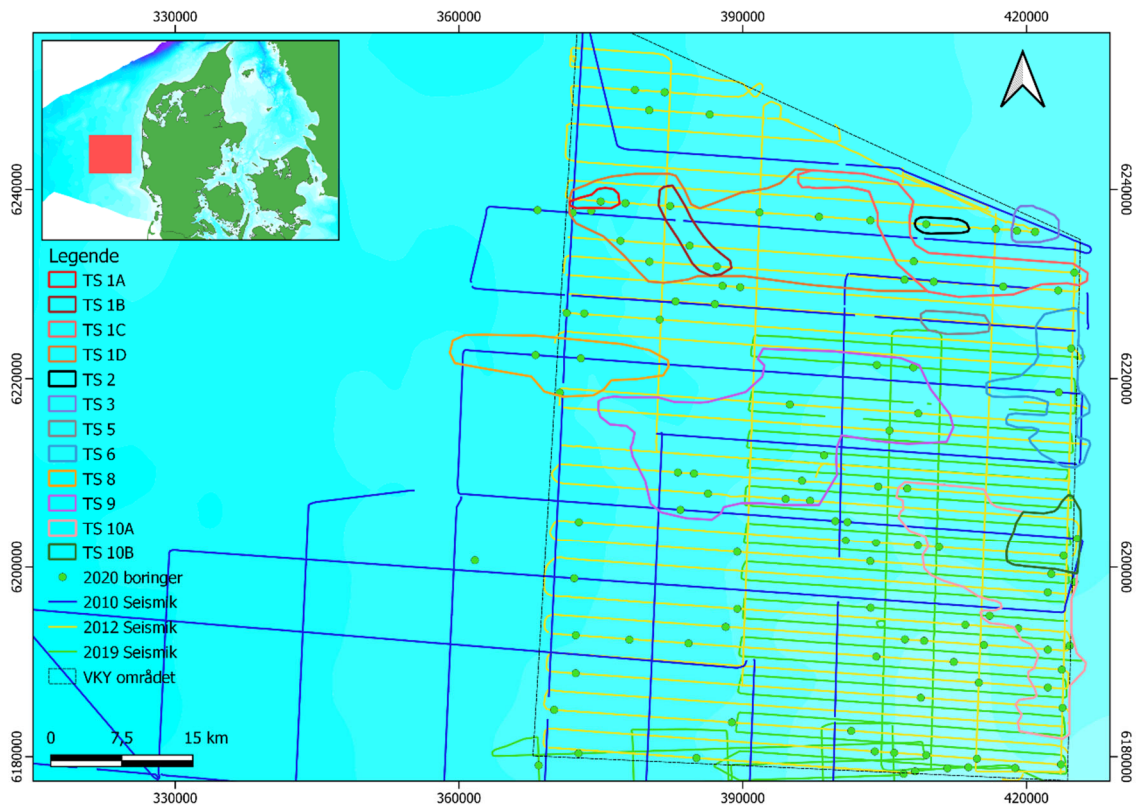
materialer. Dæklaget HMS 1 med en tykkelse fra 1 til 3 m, som indeholder mellem- til finkornet sand, udgør en mulig ressource og skal eventuelt indvindes før ressource HMG 2G kan indvindes. HMG 2G ressourcen overlejrer desuden mulige, sen-glaciale sandlag med forskellig sammensætning, fra meget fin- til mellemkornet sand (se afsnit 6). En eventuel indvinding af flere ressourcer samtidig må afgøres i det konkrete tilfælde.

#### **5.5.11 Anbefalinger til undersøgelser af ressource HMG 2B\_1 – 2G**

Gruslagenes mægtighed kan være forskelligt fordelt i de Holocæne grusenheder inden for VKY-området. Der mangler en del boringer for at kunne belyse gruspotentiallet fuldt ud inden for de kortlagte enheder. Alle HMG 2 ressourcerne er klassificeret som spekulative, og det vurderes, at der fremadrettet er behov for at foretage flere boringer samt at udføre kornstørrelsesanalyser for at bestemme kvalitet og sammensætning af ressourcerne. Flere af ressourcerne er store med tanke på, hvor få boringer der er foretaget i dem. I tillæg bør der indsamles ny seismik for at øge dokumentationsgraden. En samlet højere dokumentationsgrad kan, i tilfælde, hvor det er et krav/relevant/nødvendigt, opkvalificere ressourcerne fra spekulative til sandsynlige eller endda til påviste. Nye boringer og seismik vil også kunne medføre, at kortlægningen og områdeafgrænsningen justeres, og at råstoffypen ændres. De angivne råstofkvaliteter i de foregående afsnit bør derfor betragtes som foreløbige indtil der eventuelt udføres yderligere uddybende undersøgelser.

## 6. Senglaciale ressourcer

Landskabet i Senglacial perioden er præget af smeltevandssletter med floder og søer, hvor der både er aflejret sand og grus i flodsystemer og mere finkornede aflejringer som ler, silt og finsand i søer og afsnørede flodarme og lignende. Der findes mange eksempler på senglaciale smeltevandsaflejringer inden for VKY-området og de har en stor udbredelse, se Figur 6.1, men der er ikke fundet marine senglaciale aflejringer.



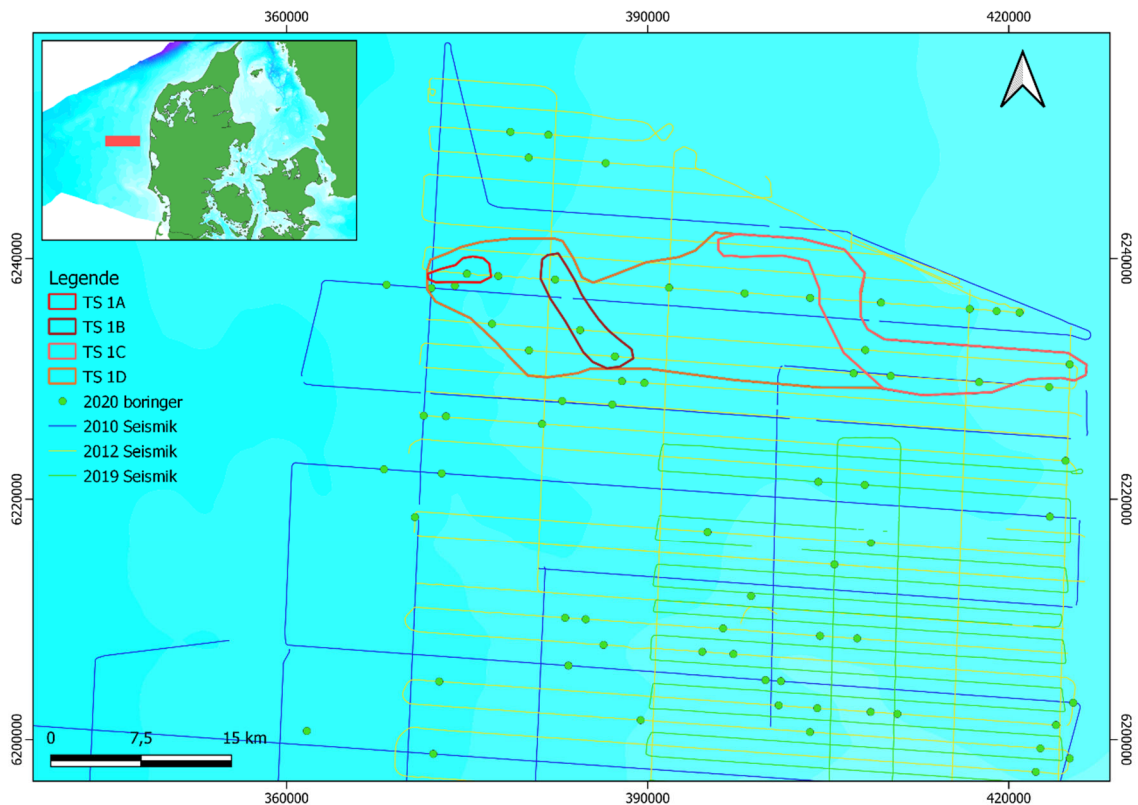
Figur 6.1: Oversigtskort over tolkede senglaciale ressourcer i VKY-området.

Der er kortlagt i alt 12 senglaciale ressourcer i 9 underområder. Den geografiske placering af de senglaciale ressourcer er primært i den nordøstlige del af VKY kortlægningsområdet, og materialet er domineret af sandaflejringer. Der er også lokaliseret tynde råstofressourcer uden for de kortlagte ressourceområder, men de er ikke medtaget på grund af den ringe mægtighed. Herudover er der i den sydvestlige del af VKY-området også kortlagt 2 senglaciale ressourcer af smeltevandssand, men disse ligger umiddelbart over Saale aflejringer og tilskrives dermed en tidligere senglacial periode associeret med Saale istiden og er beskrevet nærmere i afsnit 9.1.

I de følgende afsnit vil hvert enkelt område blive præsenteret med tilhørende ressourcebeskrivelser samt udvalgte borerer og seismiske profiler. Der er i nogle af ressourceområderne kortlagt flere senglaciale råstofressourcer som er differentieret ud fra bl.a. kornstørrelsesdiversiteten, og i de tilfælde er området inddelt i underkategorier, symboliseret med et bogstav efter nummeringen.

## 6.1 Område TS 1

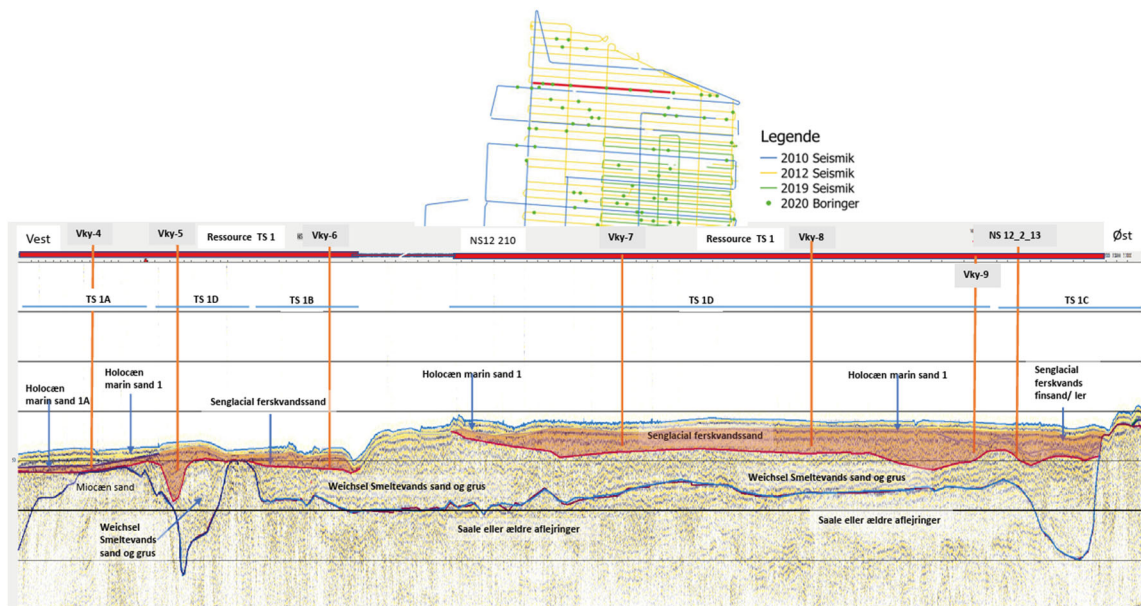
Ressourceområde TS 1 ligger i den nordlige del af VKY-kortlægningsområdet og omfatter ressourcerne TS 1A, TS 1B, TS 1C og TS 1D (Figur 6.2). Vanddybden i området er omkring 25-40 m. Råstofressourcen består af senglacialt smeltevandssand (TS) som mange steder ligger direkte over Weichsel smeltevandssand og -grus (beskrevet i afsnit 7). I forbindelse med råstofeftersøgningen i 2020 blev der foretaget 17 boringer i området, hvoraf 15 har truffet TS 1 forekomsterne og dokumenterer tilstedeværelsen og kvaliteten af de senglaciale råstofressourcer.



Figur 6.2: Kort over tolkede ressourcer i TS 1 området.

Der er interne strukturer i de senglaciale lag, der kan tolkes som et aflejningsmiljø med flodsystemer. Aflejringerne viser karakterer som skrålejringer i bankedannelser, der kan være udtryk for varierende strømningsforhold. Dette giver ofte mulighed for aflejringer af grovere bundmaterialer, men i området ses mest finkornet materiale og mod øst ses også en senglacial ler-silt enhed.

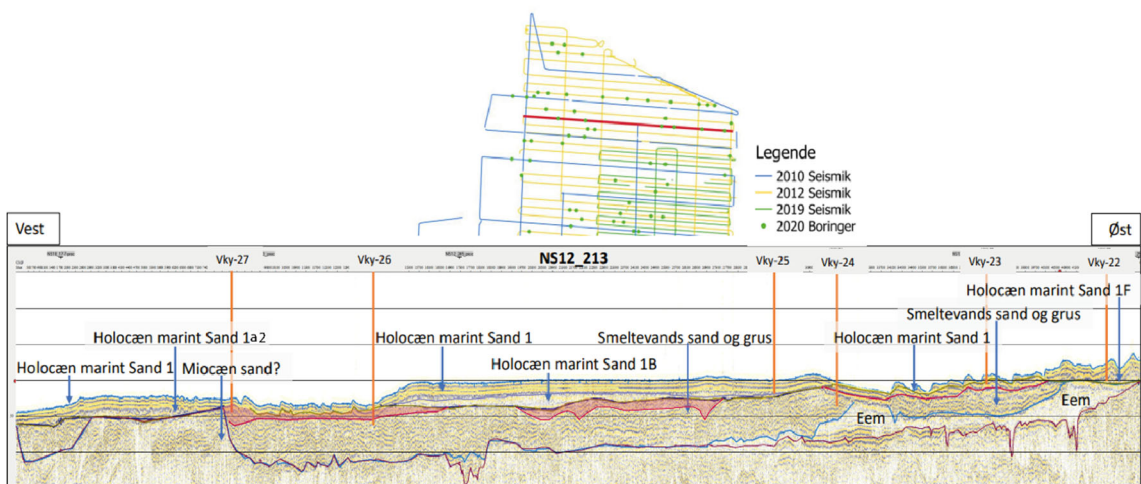
De senglaciale aflejringer dækker Weichsel smeltevandsaflejringerne med 4-5 m fint- til meget finkornet sand i den østlige del af området, hvorimod aflejringerne i den vestlige del er væsentligt tyndere (Figur 6.3).



Figur 6.3: Seismisk profil NS12\_210. Ressource TS 1 er markeret med lyserød.

Overordnet set kan det bemærkes, at ressource TS 1A indeholder mest mellemkornet sand og ressource TS 1B mest finkornet, men også grovere materiale i de dybere dele. Ressource TS 1C indeholder mest finkornet sand og mellemkornet sand i en enkelt boring, mens ressource TS 1D som udgør resten af område TS 1 består af meget finkornet sand.

Mod øst overlægges TS 1 ressourcerne af ca. 1 m fin til mellemkornet HMS 1 sand og længere mod vest overlægges enhederne af op til 2-3 m mellemkornet HMS 1 sand (Figur 6.4).

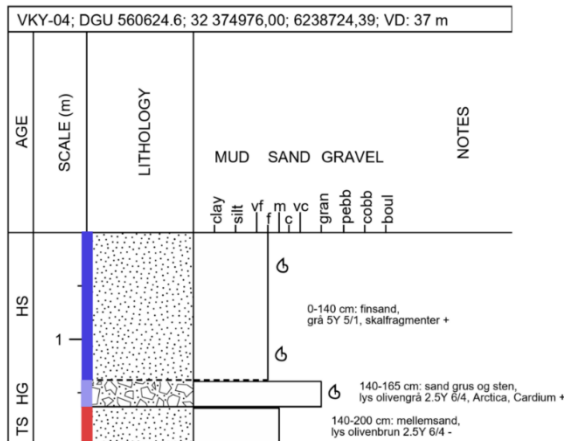


Figur 6.4: Seismisk profil NS12\_213. Ressource TS 1 er markeret med lyserød.

### 6.1.1 Ressource TS 1A

Ressource TS 1A er den mindste inden for område TS 1 og befinder sig i den vestligste del af området (Figur 6.2). Vanddybderne er omkring 34-36 m og ressourcen har en øst-vest gående orientering. Ressourcen er primært tolket på en enkelt ældre seismisk linje

(NS12\_210, Figur 6.3) og truffet i én Vibrocore boring (VKY-04, Figur 6.5), hvor den udgøres af ca. 1 m mellemkornet sand.

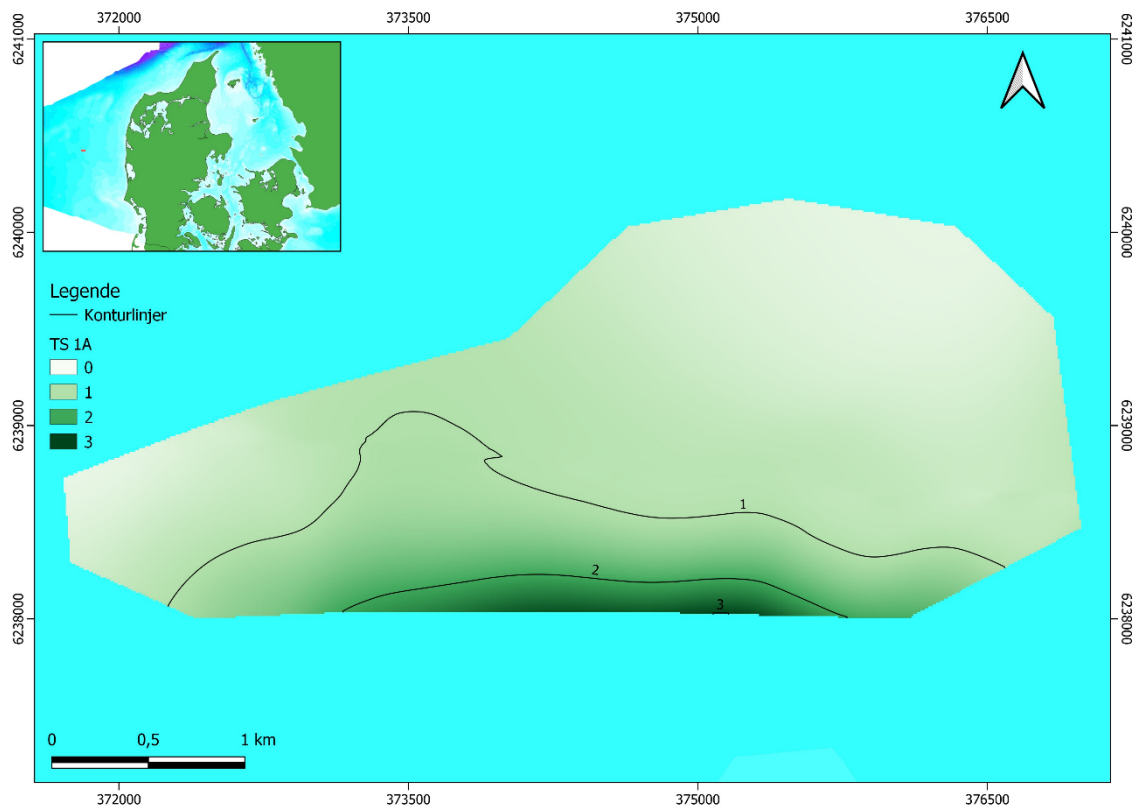


Figur 6.5: Boring VKY-04 med indtegnet HMS 1 enhed (blå), HMG 2E enhed (lyseblå) og sen-glacialt sand TS 1A (rød).

Det seismiske profil og Vibrocore-boringen viser, at det sen-glaciale sand ligger i et område hvor det Miocæne sand ligger højt og overlejres af TS-enheden. Overjorden udgøres af de Holocæne marine sandenheder HMS 1 og HMS 1A. Ressource TS 1A dækker et areal på ca. 8 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser på 0,2 m til 3 m (Figur 6.6) med et gennemsnit på ca. 0,8 m og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til ca. 7 mio. m<sup>3</sup>.

Der er ikke blevet foretaget kornstørrelses- eller sandpetrografiske analyser fra boringen, og TS 1A ressourcen er klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofftype Sand 1. Forekomsten kan eventuelt benyttes som beton tilslagsmateriale, men det vil blandt andet afhænge af en petrografisk analyse.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i det indvundne materiale. Dæklagene HMS 1 og HMS 1A har en tykkelse mellem 1 og 3 m. De indeholder finkornet sand, der udgør en mulig råstoffressource som eventuelt skal indvindes før man kan foretage en indvinding af TS 1A forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af de 3 ressourceenheder. Med hensyn til fremtidige undersøgelser, er der et behov for såvel boringer som seismik for at dokumentere forekomsten yderligere med henblik på en opklassificering til en sandsynlig eller påvist ressource.



Figur 6.6: Tykkelseskort for ressource TS 1A med 1 m konturlinjer.

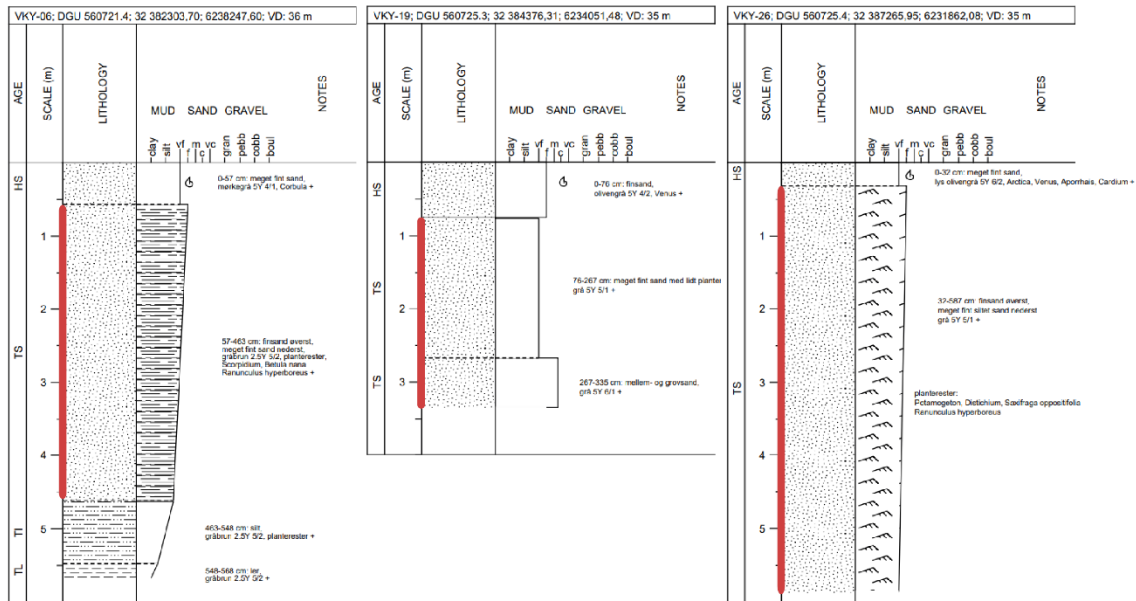
### 6.1.2 Ressource TS 1B

TS 1B ressourcen er den næstmindste kortlagte ressource og ligger i den vestlige/centrale del af TS 1 området (Figur 6.2) med en SØ-NV orientering. Ressourcen er blandt andet kortlagt ud fra de seismiske linjer NS12\_210 og NS12\_213 (Figur 6.3 og Figur 6.4), samt boringerne VKY-06, VKY-19 og VKY-26 (Figur 6.7). Vanddybderne i området er estimeret til at være mellem 32 og 36 m. Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 27 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 m til 4,8 m med et gennemsnit på ca. 1,4 m (Figur 6.8).

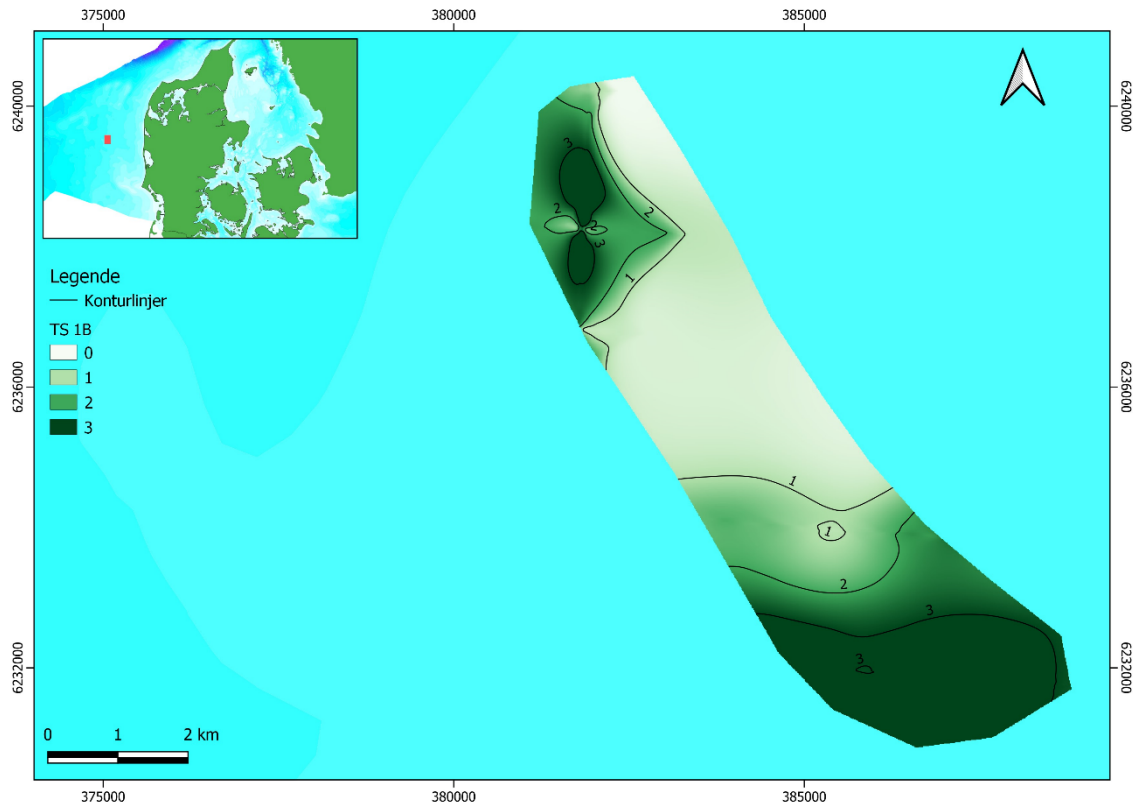
De seismiske profiler viser, at det senglaciale sand i dette område overlejrer glacielle Weichsel smeltevandsaflejringer og igen er overlejret af hovedsagligt HMS 1 sand. I boring VKY 19 er der truffet meget finkornet sand og ca. 0,7 m mellem- til grovkornet sand i de dybere dele af forekomsten, og i boring VKY-06 er der truffet meget finkornet sand ned til 4,5 m, hvorefter det bliver mere siltet (Figur 6.7). En kornstørrelsesanalyse i boring VKY-26 viser 14% silt/ler og 86% finkornet sand.

Beskrivelserne viser, at ressourcen er meget finkornet, men mere grovkornet i bunden i de centrale dele (VKY-19). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til ca. 47 mio. m<sup>3</sup> og TS 1B er ud fra ovenstående og den store afstand mellem de seismiske linjer klassificeret som en spekulativ forekomst af råstoffetype Fyldsand 4.





Figur 6.7: Boring VKY-06, VKY-19 og VKY-26 i ressourceområdet TS 1B. Røde markeringer indikerer seneglacialt sand. Boringerne strækker sig fra det nordlige (VKY-06) til det sydlige (VKY-26) i TS 1B området.



Figur 6.8: Tykkelseskort for ressource TS 1B med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dæklaget HMS1 har en tykkelse på 0,5 til 1,5 m i område TS 1B. Det indeholder finkornet sand, der udgør en mulig råstofressource, som eventuelt skal indvindes før indvinding af TS 1B forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af de 2 enheder.

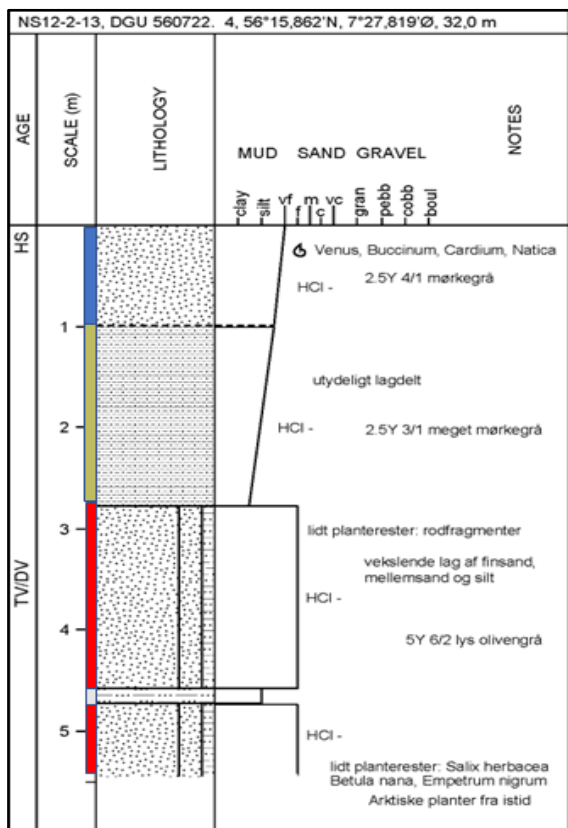
### 6.1.3 Ressource TS 1C

Ressource TS 1C er den næststørste i TS 1 området, og befinder sig i den østligste del, hvor den snor sig langs den østlige grænse (Figur 6.2). Vanddybden varierer fra 28 til 32 m. Ressourcen er blandt andet kortlagt på de seismiske linjer NS12\_210 og NS12\_213 (Figur 6.3 og Figur 6.4) og truffet i borerne NS12-2-10, NS12-2-13, VKY-20, VKY-24, VKY-23 og VKY-21 (Figur 6.9 og Figur 6.10).

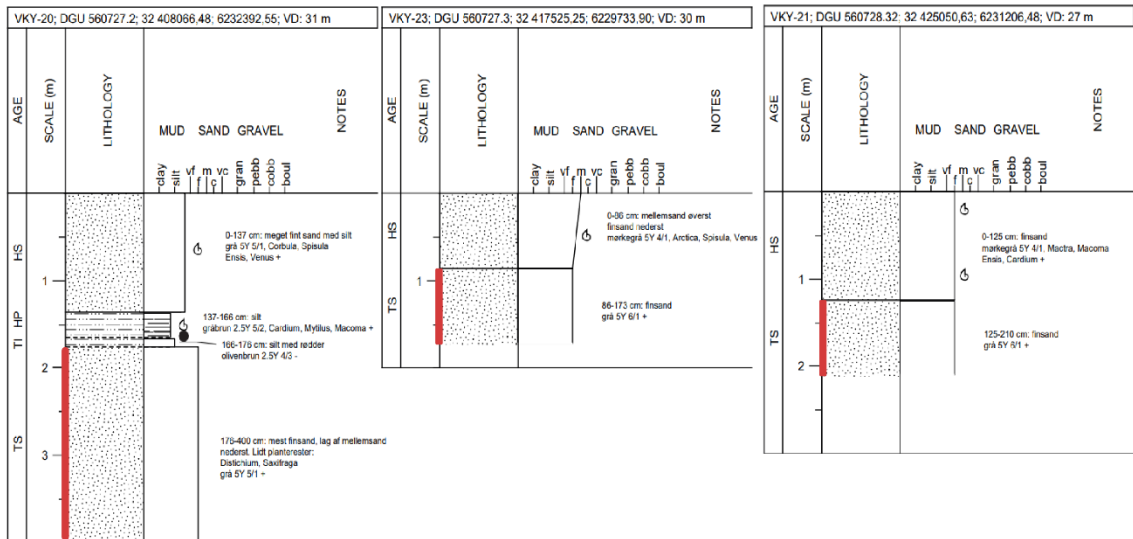
Den seismiske tolkning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 104 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser på 0,1 til 4 m med et gennemsnit på 1,6 m (Figur 6.11). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til ca. 147 mio. m<sup>3</sup>.

Det seismiske profil NS12\_210 (Figur 6.3) og boring NS12-2-13 (Figur 6.9) viser, at det senglaciale sand i denne nordlige del af område TS 1C overlejrer glaciale Weichsel smeltevandsaflejringer, og igen overlejres af 1 m HMS 1 sand efterfulgt af 1,8 m ler/silt.

Den samlede vurdering af TS 1C er baseret på 6 borer og består i boring NS12-2-13, VKY-20, VKY-24, VKY-23 og VKY-21 af finsand. I den sidste boring NS12-2-10 består ressourcen af 75% mellemkornet sand jf. en kornstørrelsesanalyse i intervallet 4,8-5,4 m.

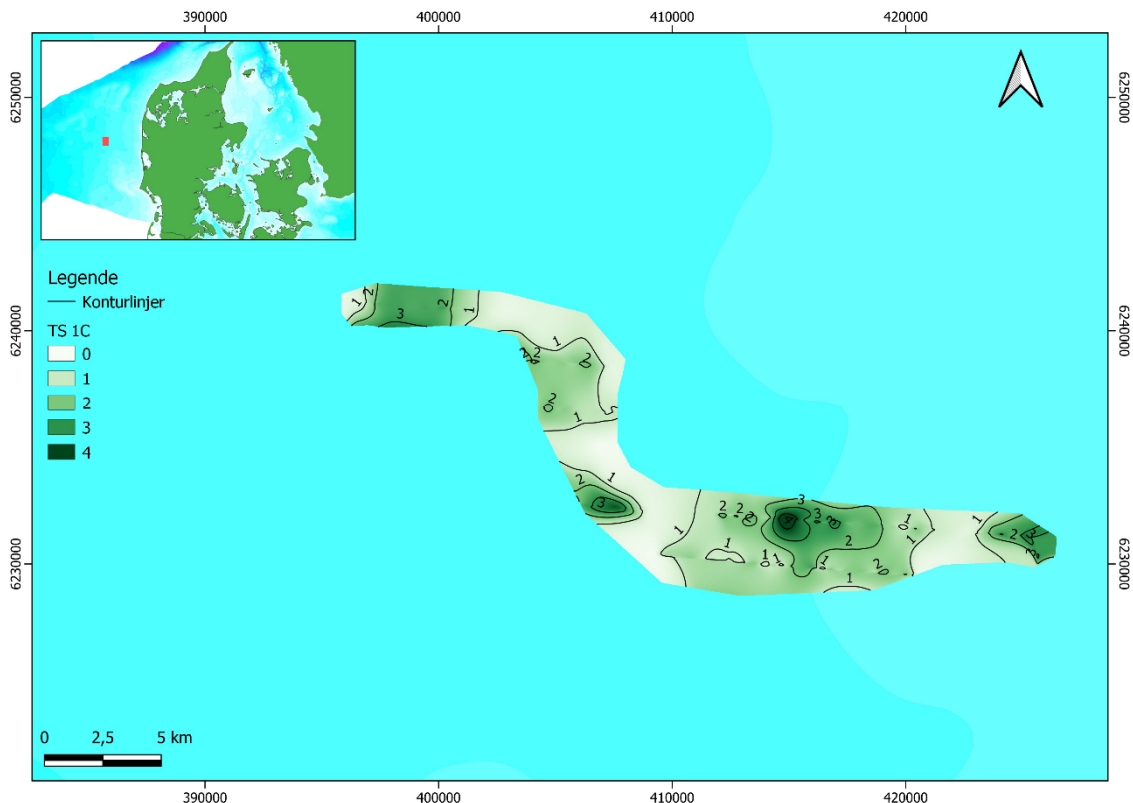


Figur 6.9: Boring NS12-2-13 med indtegnet HMS 1 enhed (blå), Holocænt ler/silt (olivengrøn) og senglaciale sand (rød).



Figur 6.10: Boring VKY-20, VKY-23 og VKY-21 fra vest mod øst i ressourceområde TS 1C. Senglaciale sand er markeret med rødt. Rumligt repræsenterer borerne den centrale- og sydøstlige del af ressourcen.

Ud fra Vibrocore borerne i området, hvori der er fundet finkornet sand i fem, og mellemkornet sand i en sjette boring, og den store afstand mellem de seismiske linjer er ressource TS 1C klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofstype Fyldsand 4, med dynd i den øverste del i nogle af borerne.



Figur 6.11: Tykkelseskort for ressource TS 1C med 1 m konturlinjer.

Da det kun er en del af området hvor der er dyndaflejringer til stede, kan man eventuelt undgå indvinding af sand i disse områder. Dæklaget HMS 1 har en tykkelse på 0,5 til 1 m i område TS 1C og indeholder finkornet sand, som udgør en mulig råstofressource. Det skal eventuelt

indvindes, før man kan foretage indvinding af TS 1C forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af de 2 ressourceenheder. Med hensyn til fremtidige undersøgelser, er der et behov for såvel boringer som seismik, hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til en sandsynlig eller påvist ressource.

#### **6.1.4 Ressource TS 1D**

Ressource TS 1D dækker den resterende del af TS 1 området (Figur 6.2), og er kortlagt på flere seismiske linjer. Enheden er truffet i seks boringer og består af meget finkornet sand i dem alle. I flere af boringerne består enheden af heterolitiske aflejringer med vekslende meget finkornet sand og silt.

Kortlægningen viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 276 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser på 0,1 til 6,3 m med et gennemsnit på 1,7 m (Figur 6.13). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til ca. 520 mio. m<sup>3</sup>. Vanddybderne i området er estimeret til 30-38 m.

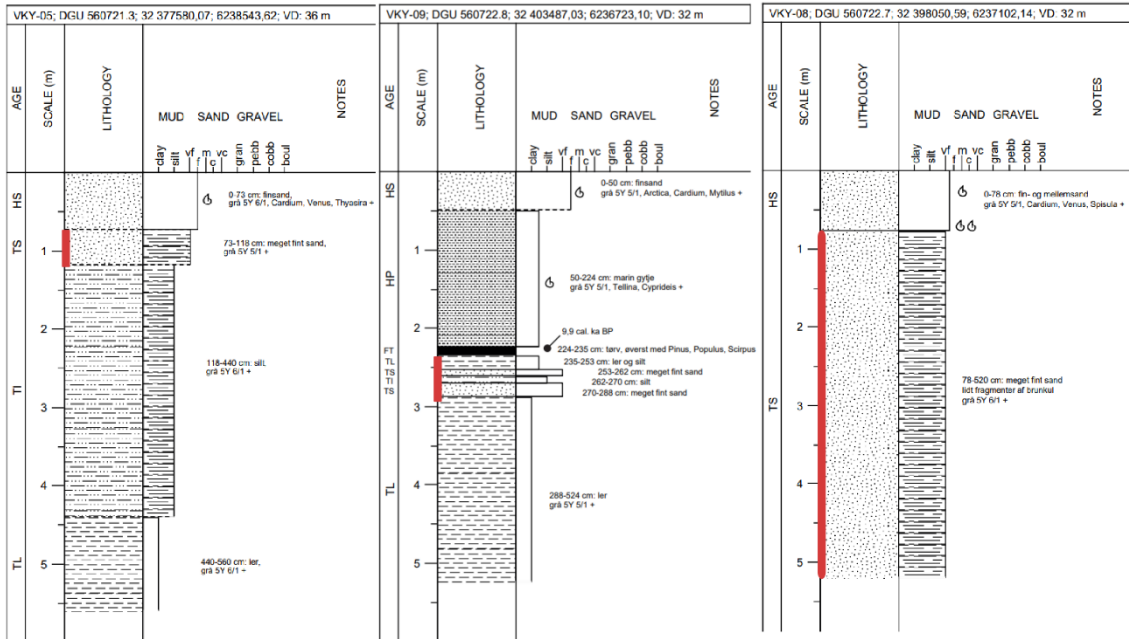
De seismiske profiler NS12\_210 og NS12\_213 (Figur 6.3 og Figur 6.4) viser, at det sen-glaciale sand overlejrer glaciale Weichsel smeltevandsaflejringer og igen overlejres af 0,5-1 m HMS 1 sand.

Boringerne VKY-05, VKY-09 og VKY-08 (Figur 6.12) viser alle, at ressourcen består af finkornet sand, og i den vestlige del er mere siltet/leret. Der er ikke blevet foretaget kornstørrelses- eller sandpetrografiske analyser af boringerne, men der er foretaget kulstof-14 dateringer i VKY-09 boringen. Dateringen viser, at ferskvandstørven som overlejrer de sen-glaciale sedimenter, har en alder på ca. 9900 år (BP), dvs. i slutningen af den præboreale tid (starten på den postglaciale periode).

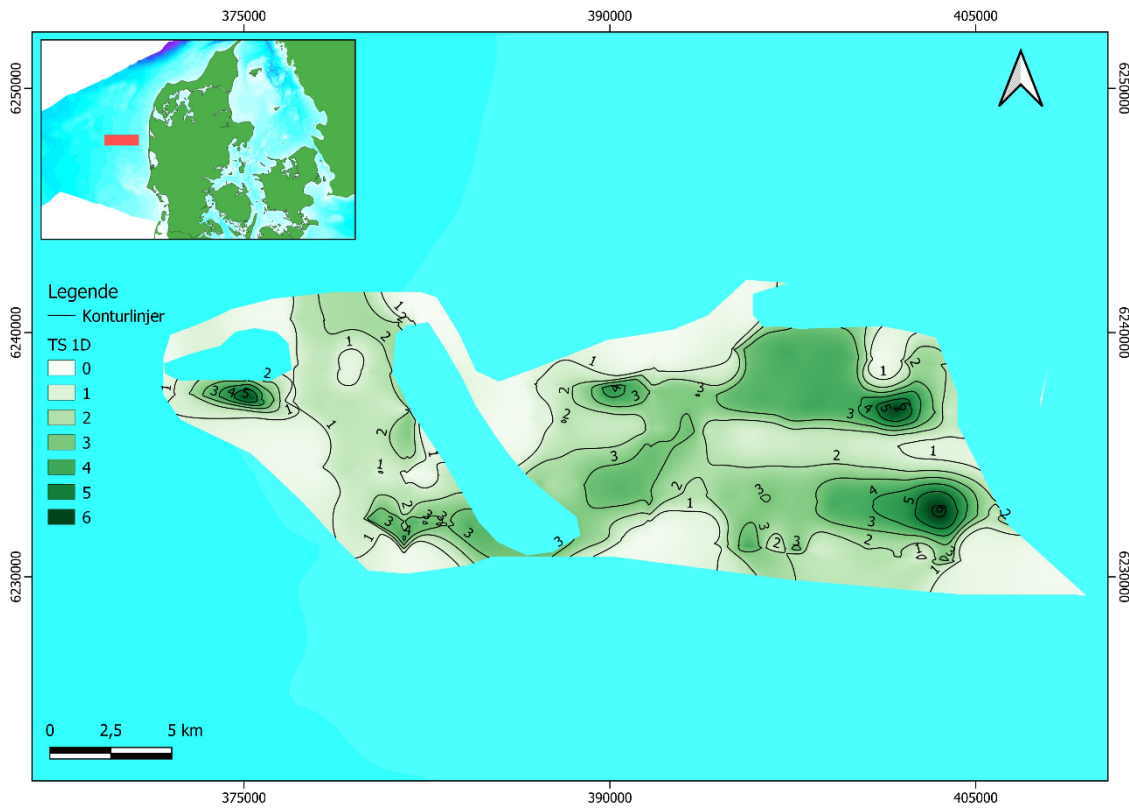
På baggrund af boringerne i området som viser meget finkornet sand og lag med silt samt den store afstand mellem de seismiske linjer er ressource TS 1D klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofftype Sand 0. Enheden vil derfor formentlig alene kunne benyttes som fyldsand, som ikke skal opfylde de kvalitetskrav der normalt stilles til opfyldningsmaterialer.

Der er observeret marin gytje og tørv i boring VKY-09 i den østlige del af ressourcen, men generelt forventes indvinding af forekomsten at kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dæklaget HMS 1 har en tykkelse på 0,5 til 1 m i område TD 1D. Det indeholder finkornet sand, der udgør en mulig råstoffressource, der eventuelt skal indvindes, før indvinding af TS 1D forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af de 2 ressourceenheder.

Med hensyn til fremtidige undersøgelser, er der et behov for såvel boringer som seismik, hvis der skal ske en opklassificering til en sandsynlig eller påvist ressource.



Figur 6.12: Boringer VKY-05, VKY-09 og VKY-08 (vest mod øst). Røde markeringer indikerer sen-glacialt sand og kulstof-14 datering i VKY-09 er vist med indtegnet placering af prøven, og en beregnet alder på 9900 år (BP).



Figur 6.13: Tykkelseskort for ressource TS 1D med 1 m konturlinjer.

## 6.2 Område TS 2

TS 2 området ligger i den nordøstlige del af VKY-området (Figur 6.1) og kortlægningen er baseret på 2 boringer, VKY-10 og NS12-2-27 (Figur 6.15) samt den gennemgående seismiske linje NS12\_210 (Figur 6.14). Overordnet set kan det nævnes, at der i boringen NS12-2-27 er truffet dels 1 m senglacialt sand, dels 0,6 m senglacialt/glacialt grus (TG/DG), mens der i boring VKY-10 er truffet mellem- til finkornet senglacialt sand (TS).

### 6.2.1 Ressource TS 2

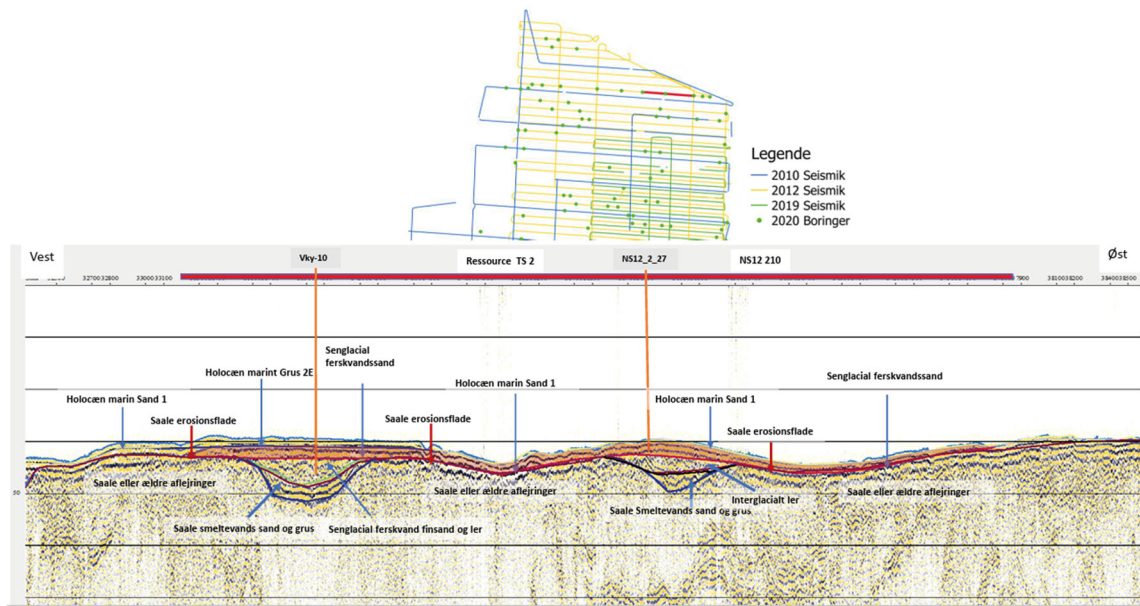
Ressource TS 2 ligger i et område hvor vanddybderne er mellem 30 og 32 m. Råstofressourcen udgøres af senglacialt smeltevandssand (TS) og -grus, (TG) og overlejrer generelt Saale eller ældre aflejringer. I den vestlige del overlejrer en del af råstofressourcen senglacialt ler og silt, mens en del af ressourcen i den østlige del overlejrer interglacialt ler (Figur 6.14).

Det øst-vest gående seismiske profil NS12\_210 er lokaliseret centralt i området TS 2 området (Figur 6.14). De senglaciale råstofressourcer overlejres af en 0,2 m postglacial stenet grusenhed der igen overlejres af en mellem- til finkornet HMS 1 sandenhed. De 2 lag udgør overjorden i forhold til den senglaciale sand- og grusforekomst. Det samlede dæklag har en tykkelse på omkring 1 m. Den samlede lagtykkelse af sand og grus enheden TS 2 er på omkring 2 m. I den vestlige del er sandenheden mellem- til finkornet, mens den i de østlige dele indeholder fint, mellemkornet og groft sand (Figur 6.15). Da råstofforekomsten indeholder både sand og grus kan den beskrives som en dårligt sorteret råstofforekomst, der er sammensat af fint-groft sand med gruslag, som specielt er til stede i de nederste dele af råstofforekomsten, hvor enheden afgrænses nedadtil af Saale erosionsfladen.

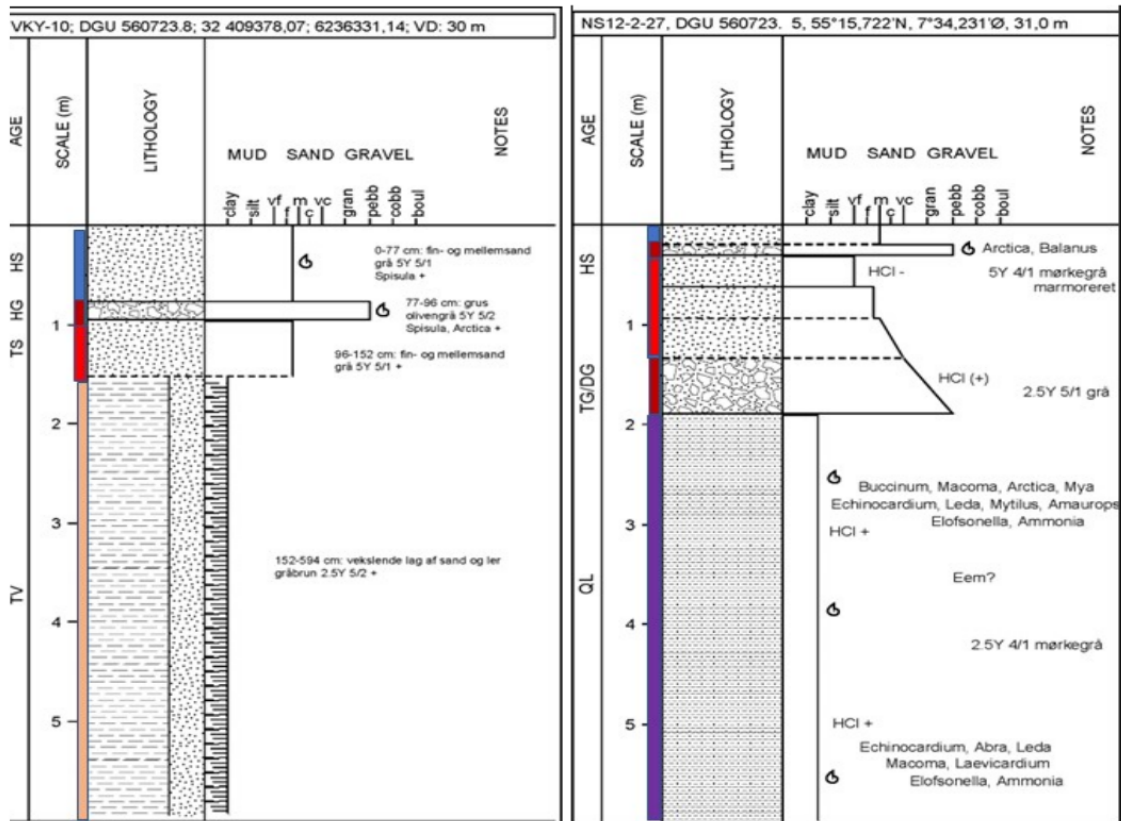
Gruslagene tænkes at være dannet ved erosion af ældre glacielle smeltevandsmaterialer og moræne eller Kvartære lag som er foldet op ved glacial tektonik. Saale erosionsfladen udgør basis af -råstofressourcen i det meste af området (Figur 6.14), hvorfor der er mulighed for at gruslagene er til stede i hele forekomsten.

På baggrund af ovenstående og den kendsgerning, at der ikke foreligger petrografiske analyser eller kornstørrelsesanalyser, at kortlægningen er baseret på én seismisk øst-vest gående sejllinje samt at råstofferne udgøres af dårligt sorteret fin-, mellem- og grovkornet sand med varierende indhold af grus, er ressourcen klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofftype Fyldsand 4, som formentlig vil kunne benyttes som fyldsand med de krav der normalt stilles til opfyldningsmaterialer.

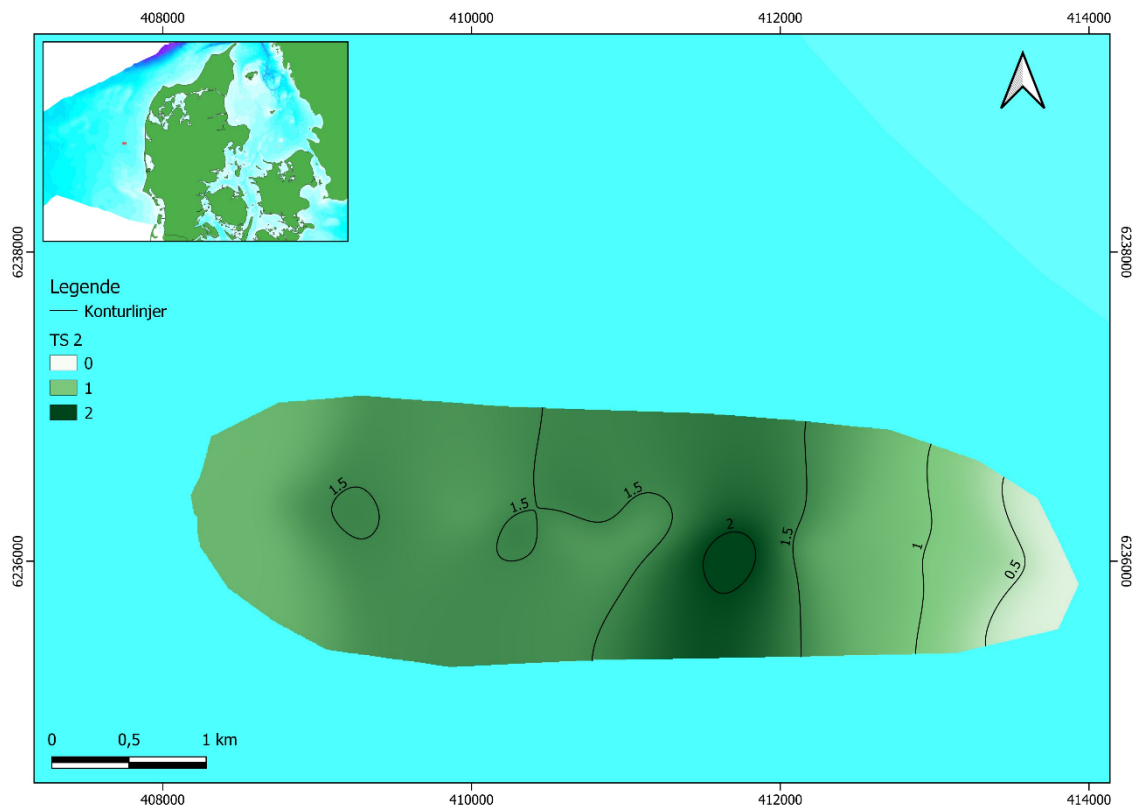
Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 8 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,2 til 2,2 m med et gennemsnit på ca. 1,4 m (Figur 6.16). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på ca. 11 mio. m<sup>3</sup> og den nye tolkede ressource erstatter ressource 578-015 i Marta databasen.



Figur 6.14: Seismisk profil NS12\_210. Ressource TS 2 er markeret med lyserød.



Figur 6.15: Boring VKY-10 og NS12\_2\_27. HMS 1 enheden er vist med blå, HMG 2F med mørkebrun, senlacial sand med rød og senlacial heterolit ler/sand med lysebrun. Boringerne repræsenterer også den rumlige forskel, idet VKY-10 ligger i den vestlige del, og NS12-2-27 i den østlige del af ressourcen.



Figur 6.16: Tykkelseskort for ressource TS 2 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dæklaget indeholder fin- til mellemkornet sand og udgør en mulig råstofressource, som eventuelt skal indvindes før man kan foretage en indvinding af TS 2 forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af alle ressourceenheder. Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist, skal der udføres yderligere borer og indsamles flere seismiske data.

## 6.3 Område TS 3

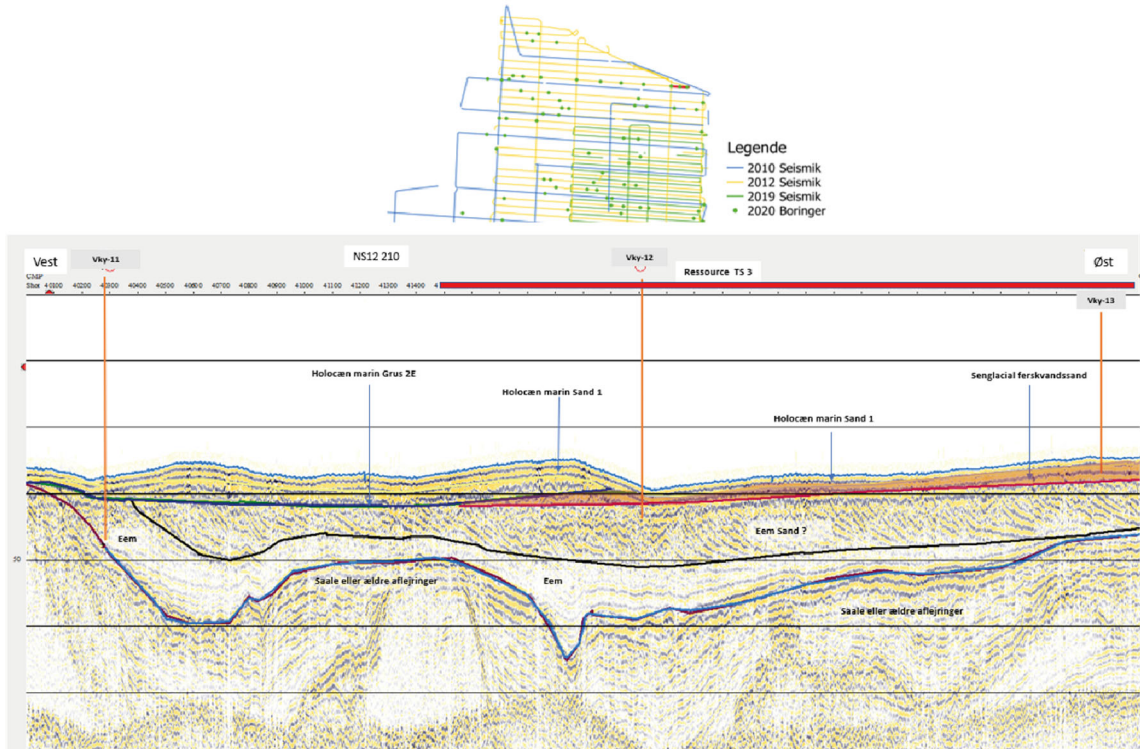
Ressourceområde TS 3 ligger i den nordøstligste del af VKY-området (Figur 6.1) og kortlægningen er baseret på få og korte stykker af seismiske linjer og to borer, VKY-12 og VKY-13. Overordnet set udgøres ressourcen af senglacialt sand, og ud fra borerne er der truffet mægtigheder på 1 og 2,5 m.

### 6.3.1 Ressource TS 3

Ressourcen ligger i et område med vanddybder på mellem 25 og 28 m. Generelt er området domineret af senglacialt smeltevandssand, som i den vestlige del overlejres af den dårligt sorterede Holocæne grusenhed HMG 2E, som dækker et areal på ca. 5%, og i den østlige del overlejres af HMS 2 enheden (Figur 6.17). Det senglaciale smeltevandssand overlejrer en enhed af interglacial mellem- til grovkornet sand af Eem alder, markeret med sort linje på Figur 6.17, og med tydelige skråaflejringer der viser en udbygning i østlig retning.



TS 3 enheden er i boring VKY-12 beskrevet som meget finkornet sand, mens det samme lag i boring VKY-13 er beskrevet som mellemkornet sand (Figur 6.18). Forekomsten karakteriseres således som meget fint til mellemkornet sand.



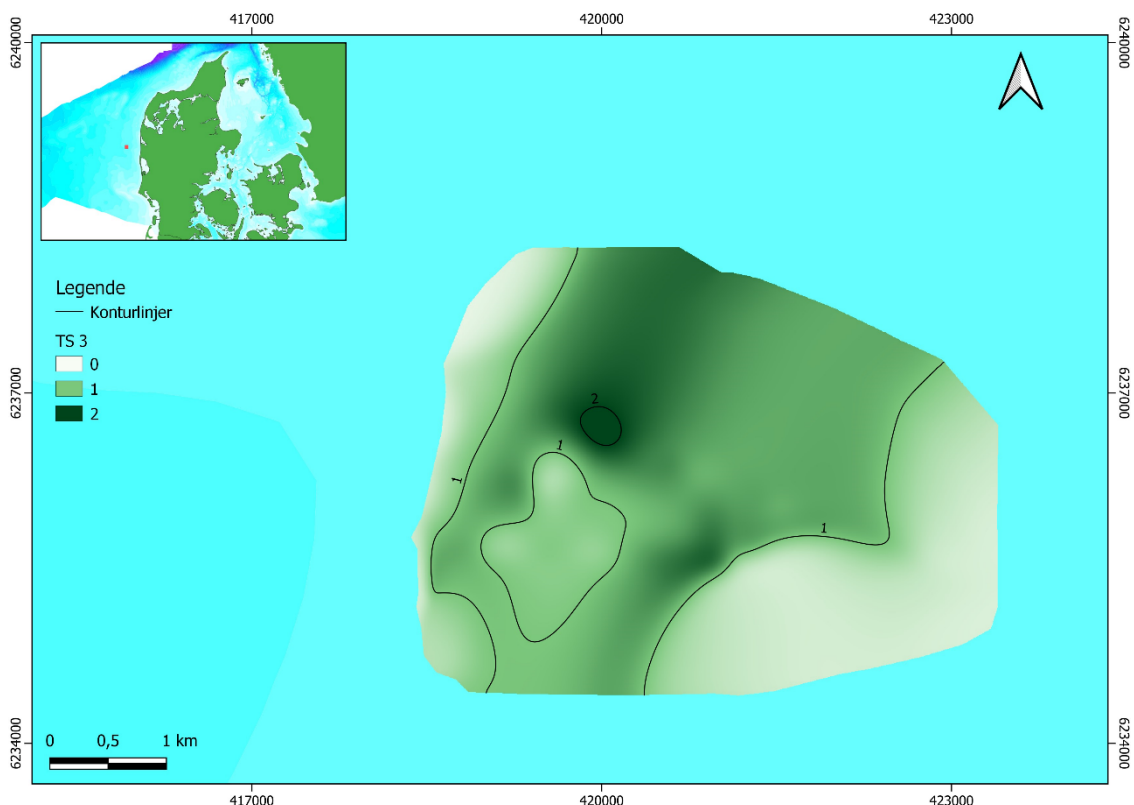
Figur 6.17: Østlige del af seismisk profil NS12\_210. Ressource TS 3 er markeret med lysrød.

VKY-12; DGU 560723.10; 32 418977,08; 6235631,40; VD: 29 m					VKY-13; DGU 560723.11; 32 420887,09; 6235504,21; VD: 26 m								
AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD	SAND	GRAVEL	NOTES	AGE	SCALE (m)	LITHOLOGY	MUD	SAND	GRAVEL	NOTES
			clay silt	vf m vc	gran pebb cobb boul					clay silt	vf m vc	gran pebb cobb boul	
HS	0-70					0-70 cm: mellem- og grovsand mørkegrå 5Y 4/1, Mactra, Venus, Spisula	HS	0-134					0-134 cm: finsand mørkegrå 5Y 4/1, Venus, Spisula +
TS	70-320					70-320 cm: meget fint sand med lidt planterester gråbrun 2.5Y 5/2 +	TS?	2					2 cm tykt siltlag
TS	320-366					320-366 cm: mellem- og grovsand med skalfragmenter, grå 5Y 5/1 +	TS?	2					134-227 cm: mellemsand, velsorteret grå 5Y 6/1 +
QS?	366-370					2 cm tykt siltlag							

Figur 6.18: Boring VKY-12 og VKY-13. HMS 1 enheden er vist med blå, senglacielt sand med rød og Eem sand med mørkeblå.

På baggrund af ovenstående, og at der ikke foreligger petrografiske analyser eller kornstørrelsesanalyser, at kortlægningen er baseret på to borer og tre korte seismisk linjer samt at råstofferne er vurderet til at bestå af meget fint til mellemkornet sand, klassificeres ressourcen som en spekulativ forekomst af råstofftype Fyldsand 4. Materialet vil formentlig kunne benyttes som fyldsand til opgaver hvor der ikke stilles meget specificerede krav til sammensætningen af materialet.

Den samlede forekomst har tykkelser på 0,1 til 2,3 m med et gennemsnit på ca. 1,1 m (Figur 6.19). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til at have et areal på ca. 16 km<sup>2</sup> og et volumen på ca. 16 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 6.19: Tykkelseskort for ressource TS 3 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dæklaget HMS 1 udgør en mulig råstoffressource, som eventuelt skal indvindes før man kan foretage en indvinding af TS 3 forekomsten. Det samme gør sig gældende i den vestlige del, hvor forekomsten overlejres af ressource HMG 1E. Alternativt kan der foregå en samlet indvinding af de 3 ressourceenheder inden for område TS 3.

Hvis der skal ske en opklassificering fra spekulativ til sandsynlig eller påvist, skal der foretages flere borer og indsamles mere seismik samt foretages analyser for borerne.

## 6.4 Område TS 5

Ressourceområde TS 5 ligger i den nordøstlige del af VKY-området (Figur 6.1). Ressourcen udgør et elongeret vest-øst orienteret område med en enkelt boring og en enkelt seismisk linje, begge fra 2012.

### 6.4.1 Ressource TS 5

Ressource TS 5 ligger i et område med en vanddybde på ca. 30 m. Råstofforekomsten overligger Weichsel smeltevandssand og -grus forekomster (Figur 6.20), som muligvis også kan udgøre en ressource i området.

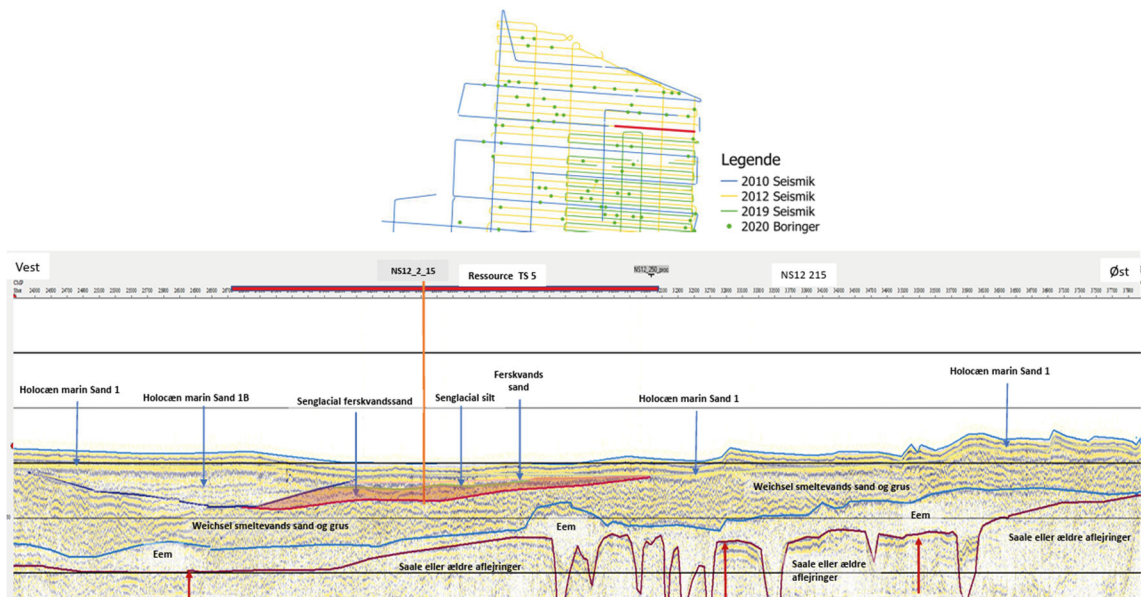
De sennglaciale aflejringer overligger i den østlige del af forekomsten af 0,5 m Holocænt, finkornet ferskvandssand der igen overligger af 1,0 m finkornet HMS 1 sandenhed (seismisk profil NS12\_215, Figur 6.20), se også afsnit 5.1. De 2 lag udgør tilsammen 3 m overjord i forhold til den sennglaciale sandforekomst. I den vestlige del overligger den sennglaciale sandforekomst af HMS 1B og HMS 1 enhederne, med en samlet tykkelse på over 5 m.

Som det fremgår af boring NS12-2-15 (Figur 6.21) består ressourcen af både fin-, mellem- og grovkornet sand med en samlet tykkelse på ca. 2,8 m, som adskilles af et ca. 1,1 m siltlag. Der er ikke foretaget kornstørrelsesanalyser i boringen, men vurderet alene ud fra boreloggen estimeres sandfordelingen til at være 20% finsand, 50% mellemkornet sand og 30% groft sand i råstoflagene. Råstoffressourcen karakteriseres samlet som moderat til sorteret mellem- til grovkornet sand med et indslag af finsand. Det er ikke muligt, ud fra de seismiske data, at opdele forekomsten i to separate ressourcer og heller ikke muligt at kortlægge den mellemliggende silt-enhed.

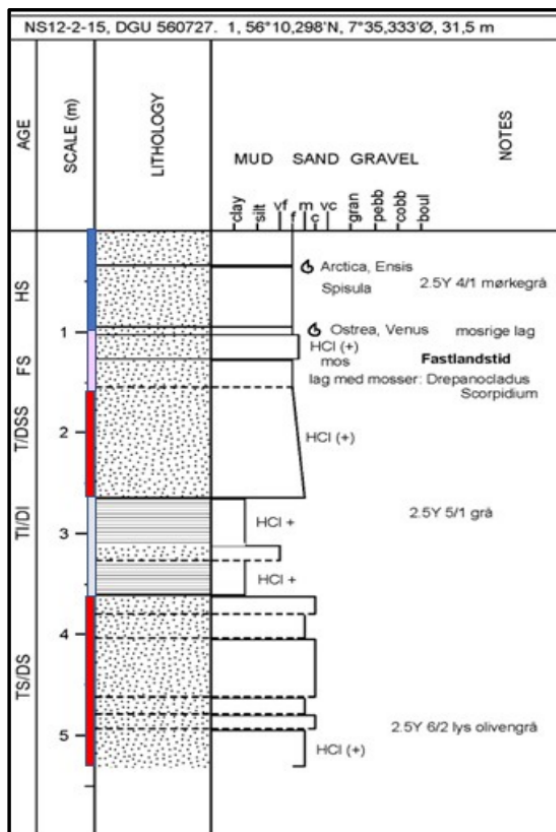
Selvom de sennglaciale råstoffressourcer har en samlet mægtighed på ca. 4 m, kan der ved en indvinding være udfordringer med den ca. 1 m tykke finkornede siltenhed som ses i boringen. Det bør derfor undersøges om dette lag har en større regional udbredelse eller om der er tale om en mindre lokal aflejring.

På baggrund af ovenstående råstofbeskrivelse og at der ikke foreligger petrografiske analyser eller kornstørrelsesanalyser på materialet, at kortlægningen er baseret på én seismisk linje samt at råstofferne udgøres af mellem til grovkornet sand med indhold af finsand, og at der kan være problemer med finkornede lag i råstofenheden, er ressourcen klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofftype Fyldsand 4. Materialet vil formentlig kunne benyttes som fyldsand til opgaver hvor kravene til sammensætningen af sandmaterialet svarer til det der stilles til opfyldningsmaterialer.

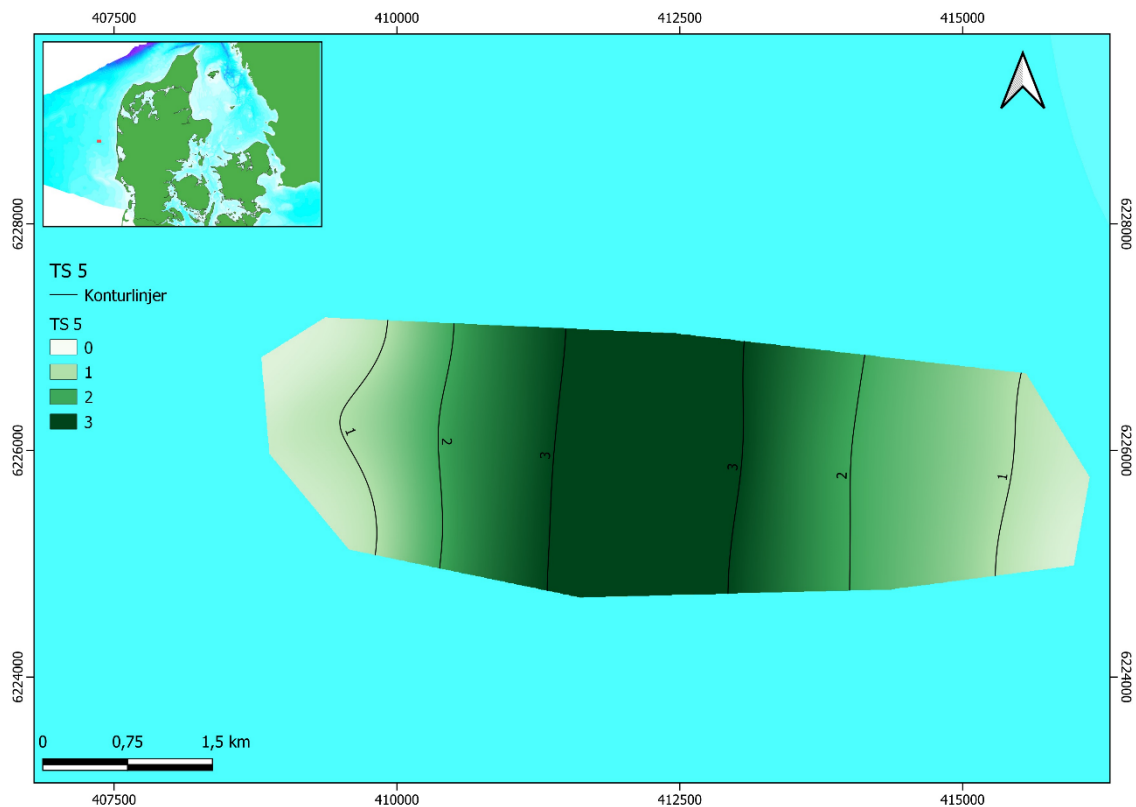
Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 15 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,3 til 3,5 m med et gennemsnit på 2,2 m (Figur 6.22). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på ca. 31 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 6.20: Seismisk profil NS12\_215. Ressource TS 5 er markeret med lyserød.



Figur 6.21: Boring NS12-2-15. HMS 1 enheden er markeret med blå, Holocæn ferskvandssand med lilla, senglacialt sand (TS/DS) med rød og senglacial silt (TI/DI) med lyseblå.



Figur 6.22: Tykkelseskort for ressource TS 5 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dæklagene skal formentligt indvindes før man kan foretage en indvinding af TS 5 forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af alle ressourceenheder.

Med hensyn til fremtidige undersøgelser, er der et behov for såvel borer og seismik. Der skal udtages prøver til analyser fra borerne, for at fastslå kvalitet og omfang af forekomsterne. Nye seismiske data er nødvendige for at bestemme størrelse og mængderne af ressourcen samt hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen fra spekulativ til sandsynlig eller påvist.

## 6.5 Område TS 6

Ressourceområde TS 6 er placeret i den østlige del af VKY-området (Figur 6.1). Området er overordnet nord-syd elongeret med enkelte afstikkere mod vest. I forbindelse med efterforskningen i 2020 er der foretaget 2 borer i området. Den seismiske kortlægning er baseret på et datasæt med 1-2 km imellem linjerne.

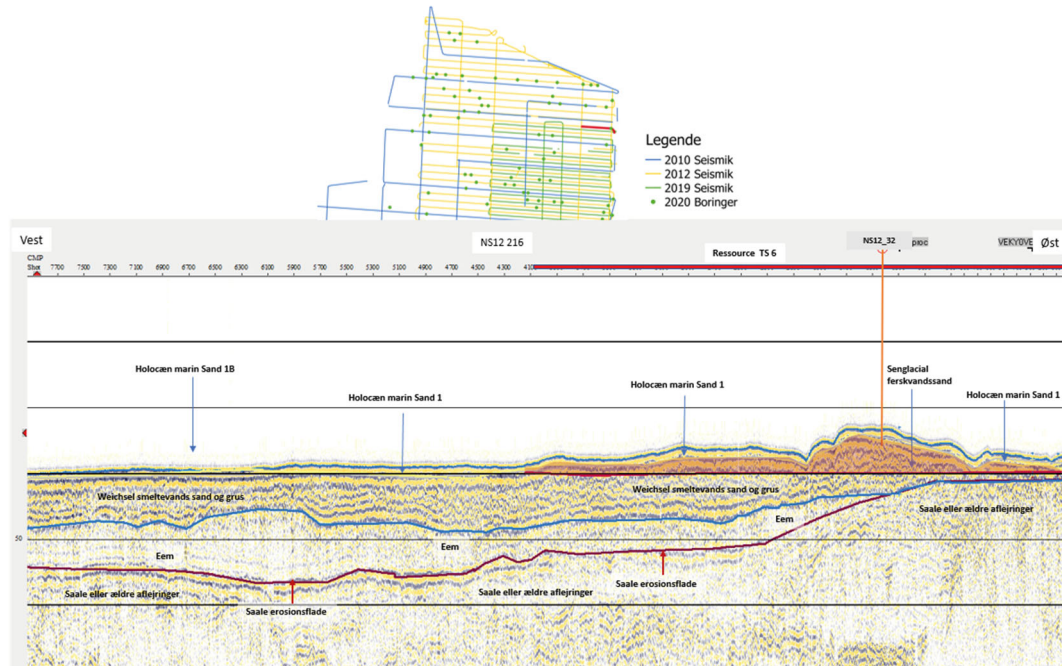
### 6.5.1 Ressource TS 6

Vanddybden i ressourceområdet er mellem 24 og 31 m. Råstofressourcen udgøres af sen-glacialt fin- til mellemkornet smeltevandssand. Der er udvalgt to seismiske linjer til at

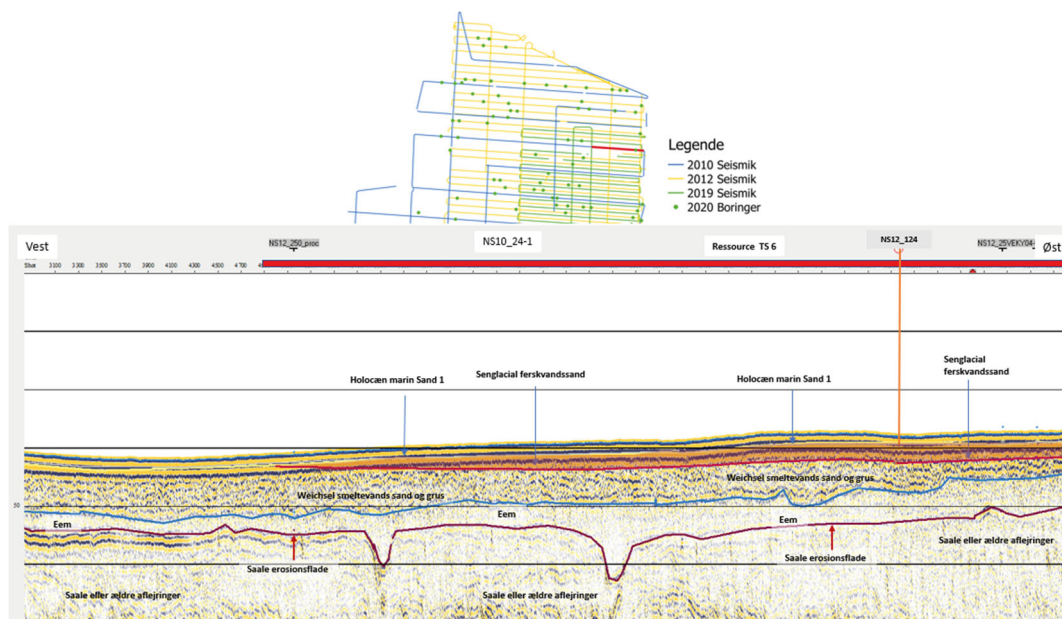
beskrive geologien og ressourcen, NS12\_216 og NS10\_24-1 (Figur 6.23 og Figur 6.24) og de to borerer VKY-32 og VKY-124 (Figur 6.25) viser hhv. 0,2 og 2,8 m senglacialt sand.

Det seismiske profil NS12\_216 er lokaliseret i den nordlige del området, og viser den senglaciale ressource i dybder af 3,5 og 2,5 meter samt at ressourcen i nogle områder kan have tykkelser på 4 meter og størst mægtighed i den østlige del med banke-lignede strukturer.

Begge seismiske profiler viser, at det senglaciale sand overlejrer Weichsel smeltevandssand og -grus og igen overlejres af et dæklag af HMS 1 sand med lagtykkelser på 0,5-1,5 m.



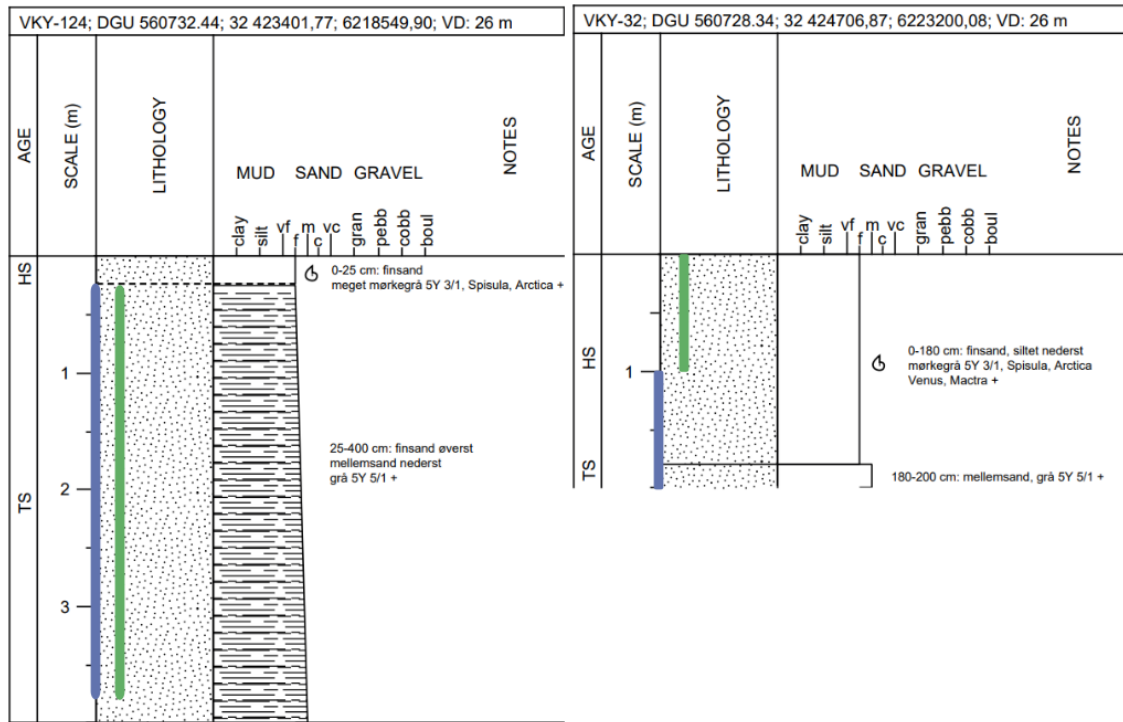
Figur 6.23: Seismisk profil NS12\_216. Ressource TS 6 er markeret med lysrød.



Figur 6.24: Seismisk profil NS10\_24-1. Ressource TS 6 er markeret med lysrød.

Boringerne (Figur 6.25) viser, at i den nordlige del af området (VKY-32) består den sen-glaciale ressource primært af mellemkornet sand, hvor den i den sydlige del (VKY-124) har et lag af finsand øverst som gradvist bliver til mellemkornet sand nedefter.

Der er foretaget en kornstørrelsesanalyse i boring VKY-124 af de sen-glaciale sedimenter i intervallet 0,5-4 m som viser 1% silt/ler, 59% finkornet sand, 38% mellemkornet sand og 2% groft sand. Middelkornstørrelsen er 0,17 mm og uensformighedstallet på 2,06 viser, at materialet er sorteret til velsorteret.

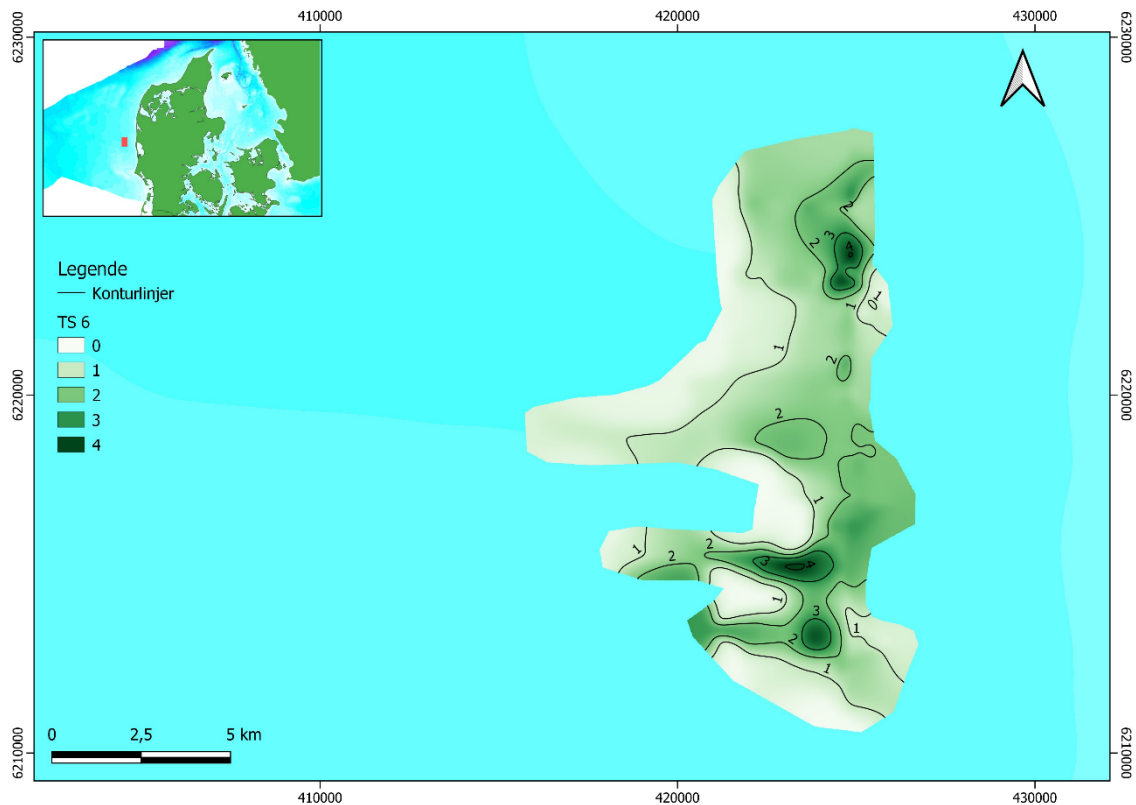


Figur 6.25: Boring VKY-124 og VKY-32. Senglaciale sand (TS) er markeret med blå og grøn markering viser intervallet for kornstørrelsesanalyser.

På baggrund af ovenstående og den relativt tynde datadækning, klassificeres ressourcen som en spekulativ forekomst af moderat sorteret fin- til mellemkornet sand af råstofstype Sand 1. Ressourcen vil formentlig kunne benyttes som fyldsand til opgaver med normale krav til sammensætningen.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 90 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 til 4,5 m med et gennemsnit på ca. 1,4 m (Figur 6.26). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på ca. 123 mio. m<sup>3</sup>.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Overjorden udgør en mulig råstofressource, som eventuelt skal indvindes før man kan foretage en indvinding af TS 6 forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af de tilstedeværende ressourcer.



Figur 6.26: Tykkelseskort for ressource TS 6 med 1 m konturlinjer.

## 6.6 Område TS 8

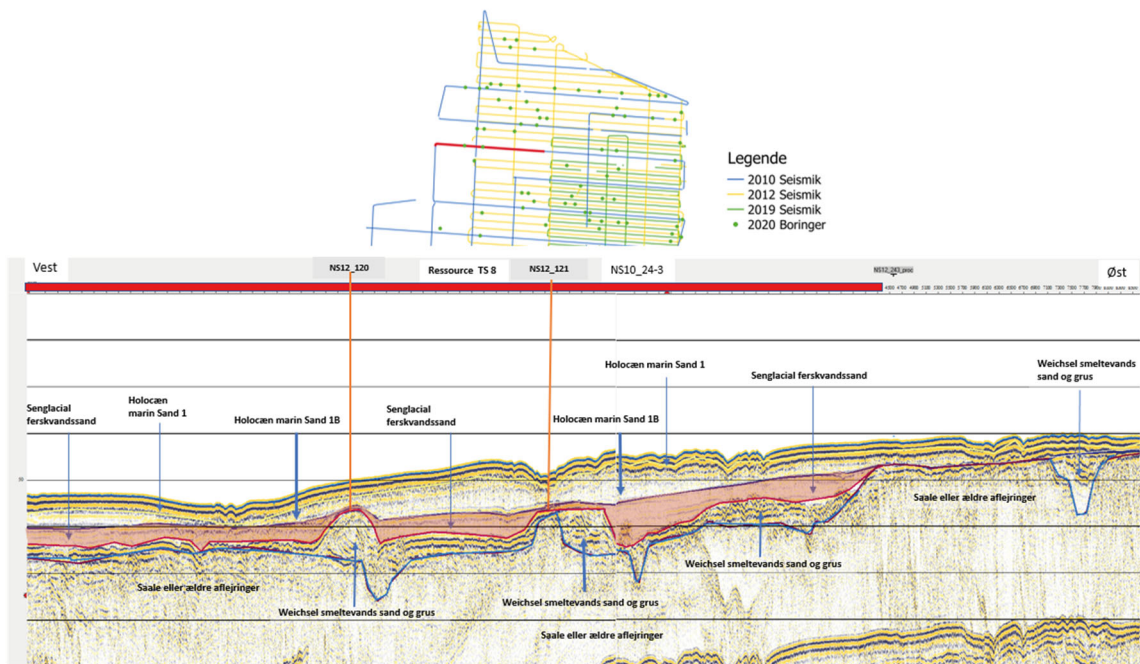
Område TS 8 er ligger i den vestlige/centrale del af VKY-området (Figur 6.1) med en vest-øst orienteret elongeret udbredelse. I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget 3 borer i området TS 8 (VKY-120, VKY-121 og VKY-38), men det er kun VKY-120 som har truffet TS 8 forekomsten. Den seismiske kortlægning er baseret på et datasæt med en afstand på 2 km mellem linjerne.

### 6.6.1 Ressource TS 8

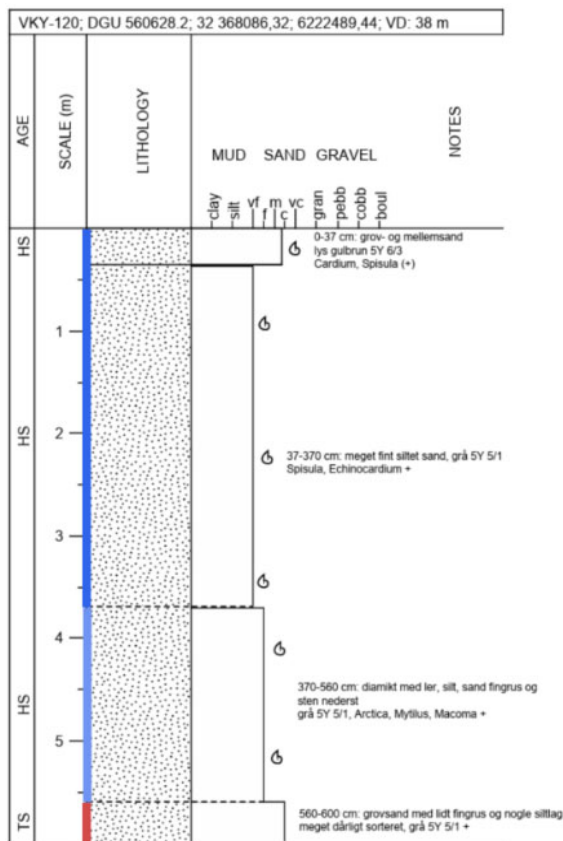
Vanddybden i området er mellem 30 og 36 m. Råstofressourcen udgøres jf. boring VKY-120 af sen-glacialt grovkornet smeltevandssand med enkelte indlejrede siltlag (Figur 6.28).

De sen-glaciale sandforekomster overlejrer glacialt Weichsel smeltevandssand og -grus, se seismisk profil NS10\_24-3 i Figur 6.27. Det seismiske profil illustrerer også, at boring VKY-120 er placeret ovenpå en bankestruktur, hvor tykkelsen af de sen-glaciale sedimenter er væsentlig mindre end ellers, og det vurderes, at øst for bankestrukturen har ressourcen en mægtighed på 8 m.





Figur 6.27: Seismisk profil NS10\_24-3. Ressource TS 8 er markeret med lyserød.



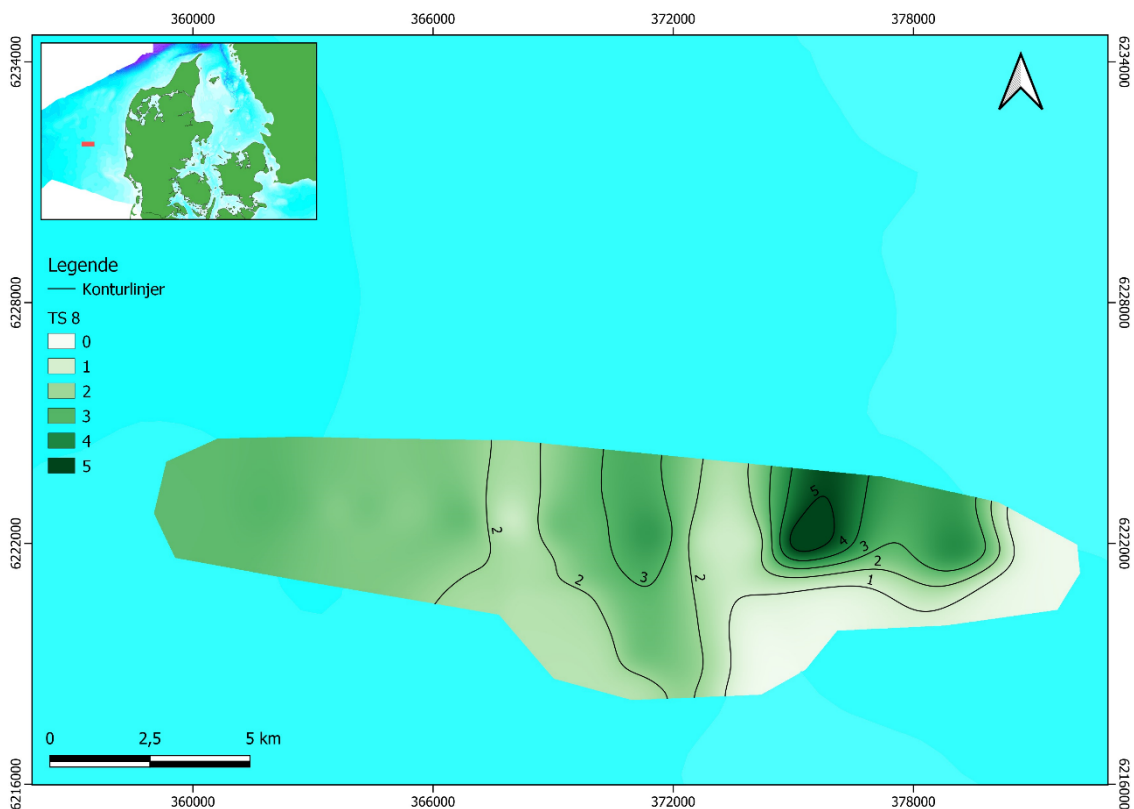
Figur 6.28: Boring VKY-120. HMS 1 sandenhed er markeret med blå, HMS 1B med lyseblå og senglacialt sand med rød.

HMS 1 sandlaget, som udgør den øverste mellemkornede del af overjorden, har lagtykkelser på 0,5 til 2,5 m. Det underliggende mere finkornede HMS 1B lag har mægtigheder på 0,5 til 6 m. Der er således stor usikkerhed om mulighederne for indvinding TS 8 råstofferne fra dette område, da det kræver, at en større mængde meget finkornet sand bliver fjernet eller

brugt til opfyldningsformål. Da kortlægningen er baseret på nogle få seismiske linjer, er det dog også muligt, at der inden for TS 8 området kan være områder hvor overjorden ikke har den samme mægtighed som vist på det seismiske profil i Figur 6.27.

Samlet set baseres råstofkvaliteten på én boring, som indeholder en dårligt sorteret enhed af groft sand med indslag af fingrus og enkelte lag med silt. På baggrund heraf, og at der ikke foreligger petrografiske analyser eller kornstørrelsesanalyser samt at kortlægningen er baseret på få seismiske sejllinjer klassificeres ressourcen som en spekulativ forekomst af råstofstype Fyldsand 4. Ressourcen vil formentlig kunne anvendes som fyldsand til opgaver hvor der stilles normale krav til sammensætningen af materialet.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 96 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,2 til 5,5 m med et gennemsnit på 2,26 m (Figur 6.29). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 217 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 6.29: Tykkelseskort for ressource TS 8 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Den øverste Holocæne mellemkornede enhed med lagtykkelser på 0,5 til 2,5 m vurderes at have et råstofpotentiale, mens den resterende del af de overliggende Holocæne sandenheder udgøres af meget finkornet sand.

Der er behov for yderligere seismiske data og borer og der skal udtages prøver til analyser fra borerne, for eventuelt at kunne opkvalificere ressourcen til sandsynlig eller påvist.

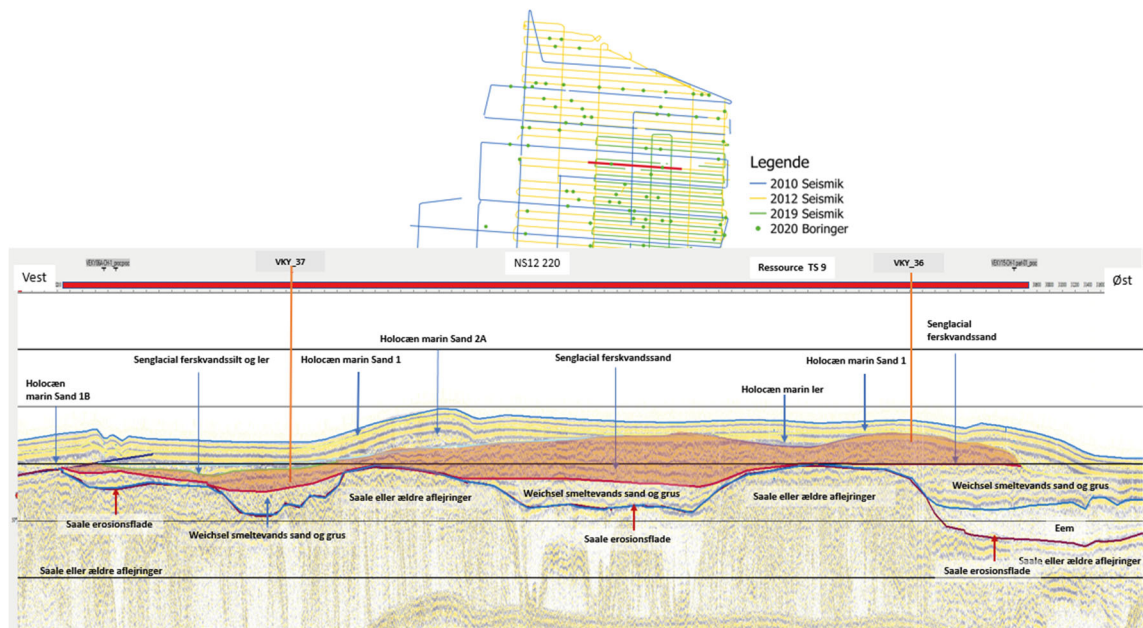
## 6.7 Område TS 9

Ressourceområde TS 9 ligger i den centrale del af VKY-området (Figur 6.1). Området er kortlagt på basis af flere øst-vest og nord-syd gående seismiske linjer med linjeafstand mellem 1-2 km, og flere Vibrocore borer. I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget 13 borer inden for område TS 9, hvoraf der er lokaliseret seneglacialt sand i 8 af dem. Herudover er der én boring fra 2012 som ligeledes har truffet seneglacialt sand.

### 6.7.1 Ressource TS 9

Vanddybden i området ligger mellem 23 og 33 m. Råstofressourcen udgøres af fint- til meget fint seneglacialt smeltevandssand, og i enkelte af borerne er der mindre enheder med mellemkornet sand. Boringerne i området har vist mellem 0,6 og 4,8 m fint- til meget fint seneglacialt sand. Der er udvalgt 2 seismiske linjer, NS12\_220 og NS12\_224B (Figur 6.30 og Figur 6.32) til at beskrive geologien og råstofressourcerne.

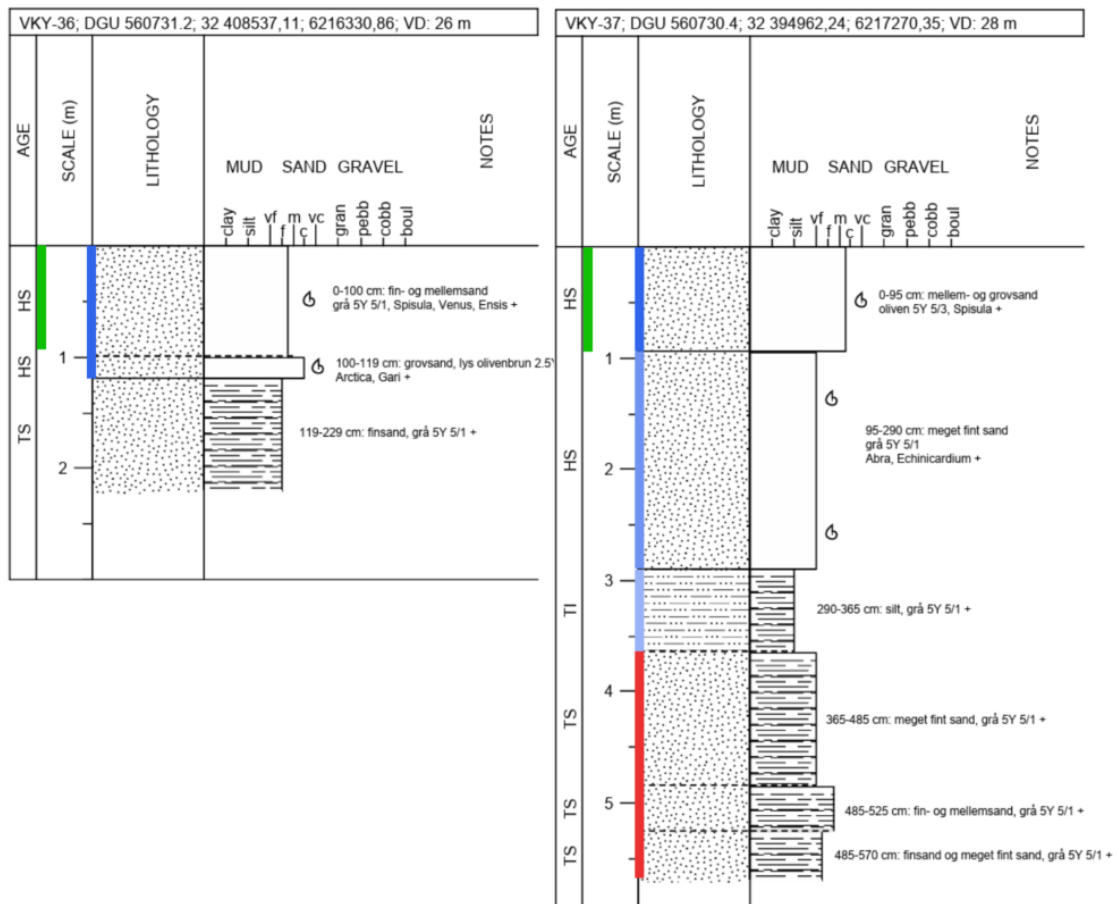
De seneglaciale råstoffer har varierende sammensætning i boring VKY-37 (Figur 6.31). Den øverste seneglaciale enhed består af ca. 0,7 m silt, med begrænset udbredelse jf. seismikken, hvorefter der optræder en mere sandet enhed. Den øverste og nederste del af det underliggende seneglaciale sand er meget fint med et mellemliggende interval af mellemkornet sand. I boring VKY-36 består den seneglaciale enhed udelukkende af finsand (Figur 6.31).



Figur 6.30: Seismisk profil NS12\_220. Ressource TS 9 er markeret med lyserød.

Baseret på den seismiske tolkning kan ressource TS 9 have en tykkelse på op til 6 m i den nordlige del. Ressourcen overlejrer i hele området den glaciære enhed med Weichsel smeltevandssand og -grus og Saale eller ældre aflejringer (Figur 6.30 og Figur 6.32). I det nordlige område (Figur 6.30) overlejres den vestlige halvdel af TS 9 først af et 0,5 m tykt seneglacialt siltlag, som igen overlejres af 2 m meget finkornet HMS 2A sand. Øverst er der et ca. 1 m mellem- til grovkornet HMS 1 sandlag der indgår i HMS 1B ressourcen, som dækker den

vestligste halvdel af TS 9. I den nordøstlige del af TS 9 overlejres ressourcen af mellem- og grovkornet HMS 1 sandlag med en samlet tykkelse på ca. 1,2 m.

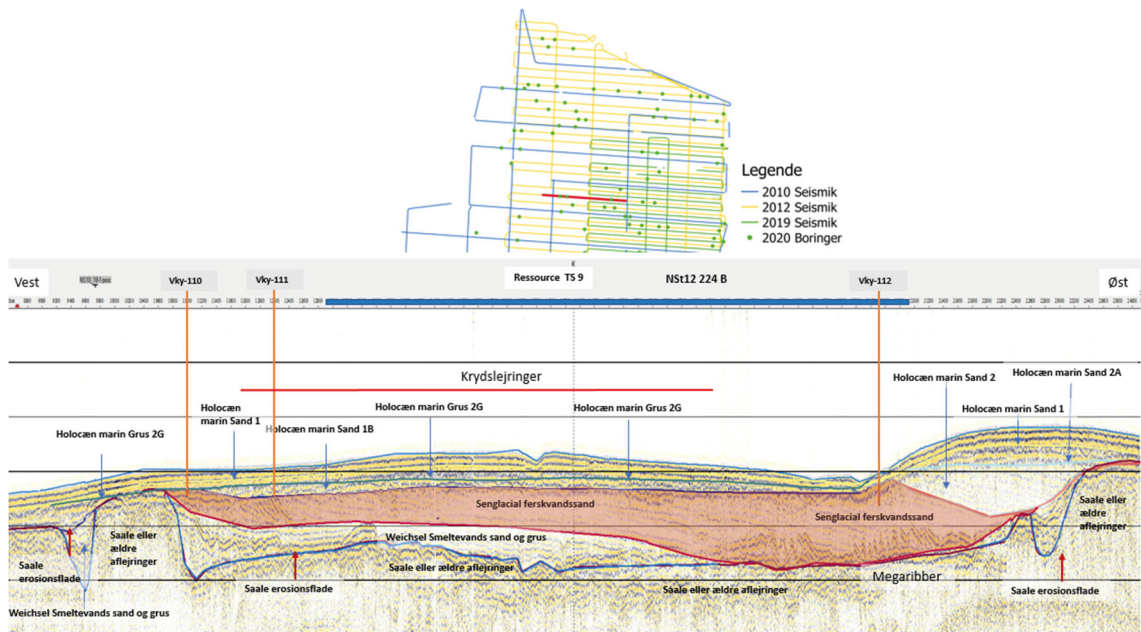


Figur 6.31: Boring VKY-36 og VKY-37. HMS 1 sand er markeret med blå, HMS 2A med lyseblå, sen-glacial silt (TI) med meget lys blå og sen-glacialt sand (TS) med rød, mens interval for kornstørrelsesanalyse er markeret med grøn.

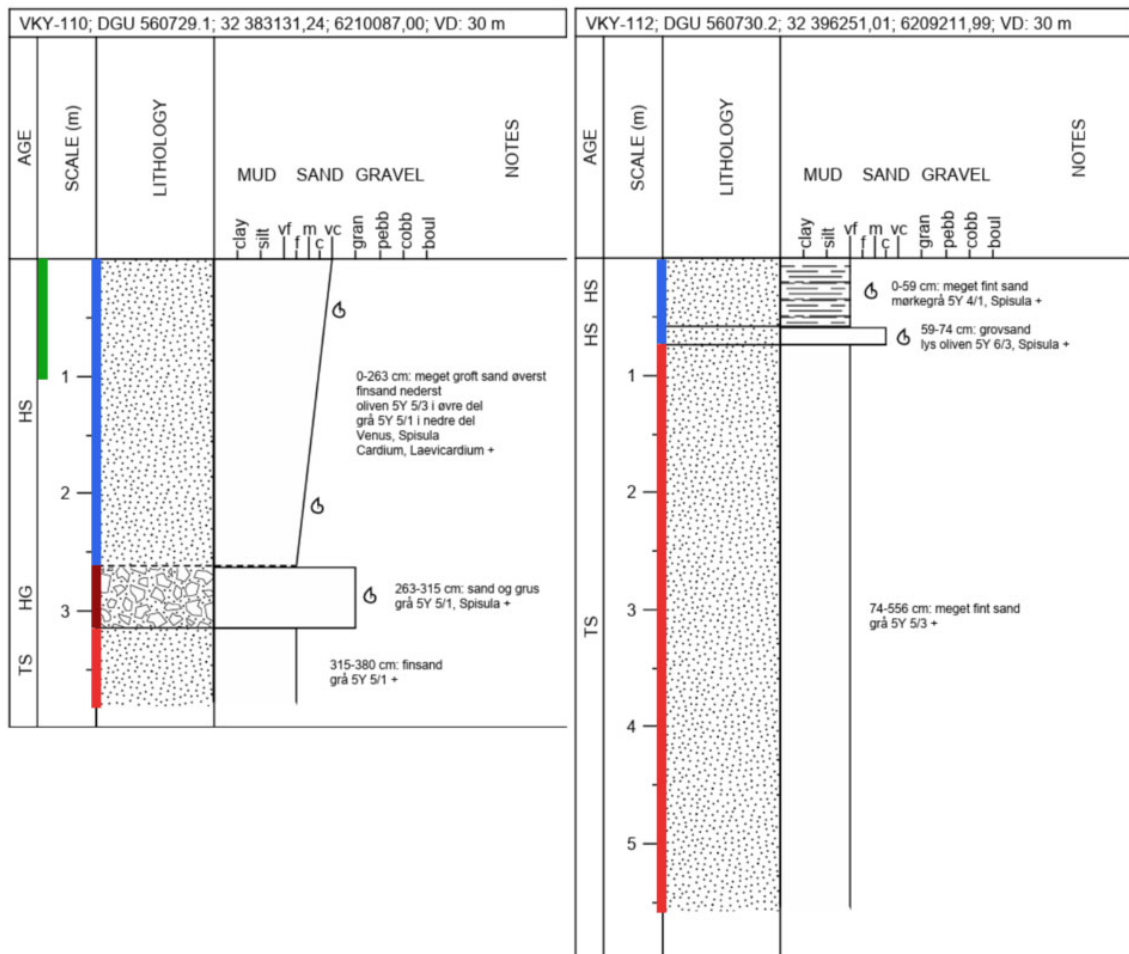
Det seismiske profil NS12\_224B (Figur 6.32), og borerne VKY-110 og VKY-112 (Figur 6.33), repræsenterer den sydlige del af TS 9. I borerne ses sen-glaciale råstofenheder på mellem 0,6 m og 4,8 m. Som det tidligere er beskrevet i afsnit 5.5 (HMG 2) dækker det seismiske profil NS12\_224B det område, hvor HRNV-dalen munder ud (Figur 5.58) og sedimenterne breder sig ud i området mod vest hvor der er store tykkelser af både glaciale og sen-glaciale aflejringer.

De seismiske profiler viser, at den nordlige udmunding af HRNV-dalen nederst er dækket af Weichsel smeltevandssand og -grus, som igen er dækket af op til 10 m sen-glaciale sandaflejringer. Alderen af enheden er primært baseret på borerne, da afgrænsningen til de overliggende Holocæne enheder er konform i de seismiske data og svært at erkende. De tolkede sen-glaciale aflejringer har markante sedimentstrukturer med skrålejringer i den øverste del af forekomsten som viser, at aflejringerne fylder HRNV-dalens udmunding op fra vest mod øst. I den nederste del af forekomsten er der dynamiske megaribber eller sandbanker som viser bundtransport i kraftigt strømmende vand med modsat rettet aflejringsudbygninger fra øst mod vest. De øverste skrålejringer indeholder meget finkornet sand jf. boring VKY-110 (Figur 6.33), som også er til stede i boring VKY-112 hvor der er 4,8 m finkornet sand

(Figur 6.33). Ud fra ovenstående beskrivelser, kan det formodes at de dybere dynamiske aflejringer indeholder væsentlig grovere materialer end der ses i borerne i de øverste lag.



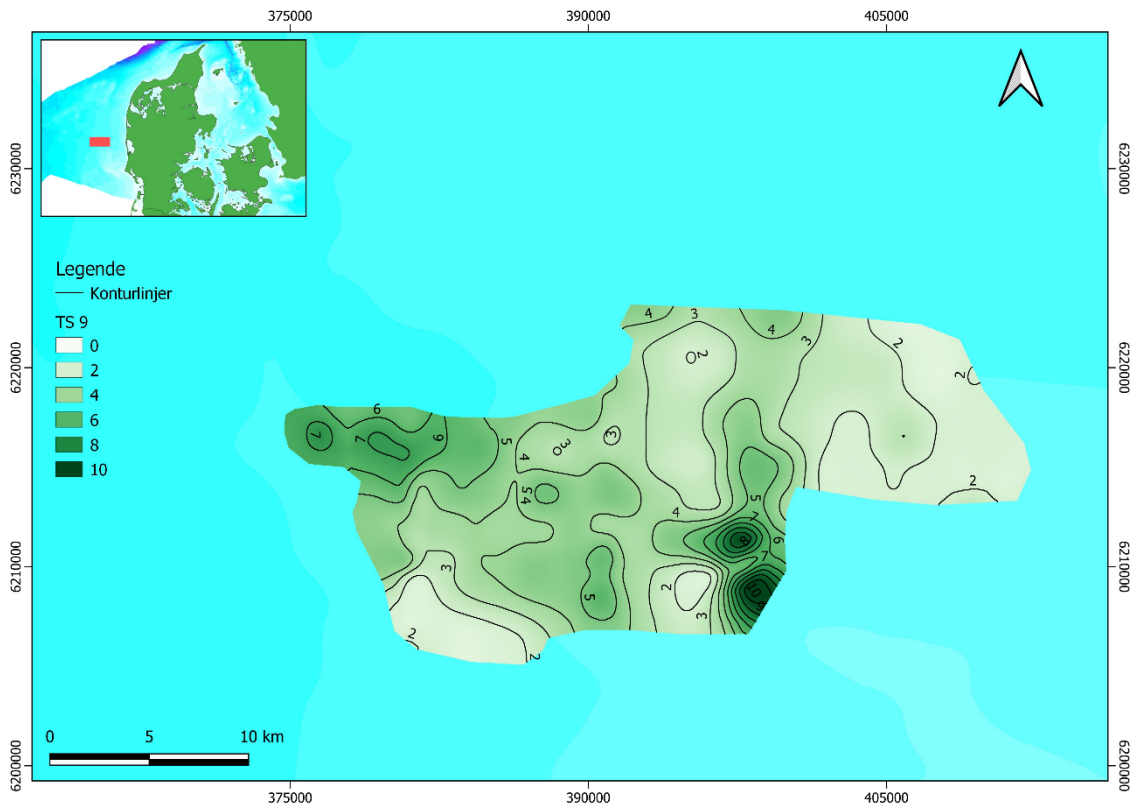
Figur 6.32: Seismisk profil NS12\_224B. Ressource TS 9 er markeret med lysrød.



Figur 6.33: Boring VKY-110 og VKY-112. HMS 1 sand er markeret med blå, HMG 2G med brun og senglacialt sand (TS) med rød, mens interval for korntørrelsesanalyse er markeret med grøn.

Baseret på de 8 borer er ressourcen vurderet som finkornet- til meget finkornet sand. På baggrund af ovenstående, og at der ikke er foretaget petrografiske analyser eller kornstørrelsesanalyser af enhederne, er ressource TS 9 klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofstype Sand 0. Materialet vil formentlig alene kunne benyttes som fyldsand, som ikke skal opfylde de kvalitetskrav der normalt stilles til opfyldningsmaterialer.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 390 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 1,1 til 10,8 m med et gennemsnit på 3,6 m (Figur 6.34). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på ca. 1411 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 6.34: Tykkelseskort for ressource TS 9 med 1 m konturlinjer.

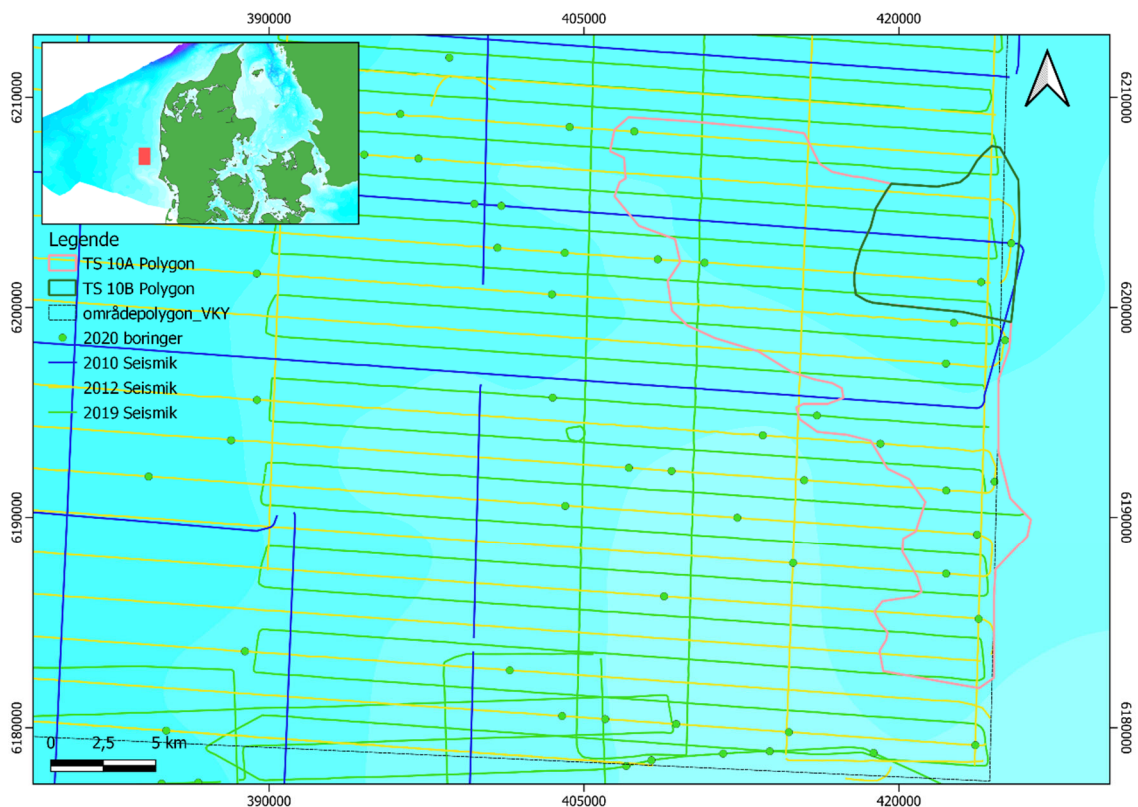
Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord. Hvis man ser bort fra den sen-glaciale silt-enhed der har en begrænset udbredelse, er TS 9 overlejet af tre dæklag i form af HMS 1, HMS 1b og HMG 2G. Den samlede tykkelse af dæklagene er beregnet til at ligge imellem 1,2 og 10,8 m. De udgør hver især en mulig råstofressource, som eventuelt skal indvindes før man kan foretage en indvinding af TS 9 forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af de 4 ressourceenheder.

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen fra spekulativ til sandsynlig eller påvist, skal der udføres yderligere borer og indsamles flere seismiske data. Der er ingen boringsdata på de dybereliggende dynamiske dele af ressourcen.

## 6.8 Område TS 10

Ressourceområde TS 10 ligger i den sydøstlige del af VKY-området (Figur 6.1 og Figur 6.35). Vanddybden i området er 20-27 m. Kortlægningen er baseret på flere øst-vest og nord-syd gående seismiske linjer samt flere Vibrocore borer. De seismiske linjer har en linjeafstand på 1 km. Der er udvalgt 3 af de seismiske linjer til at beskrive geologien og råstofressourcerne inden for området (NS12\_224A, VKY\_19 og NS12\_235).

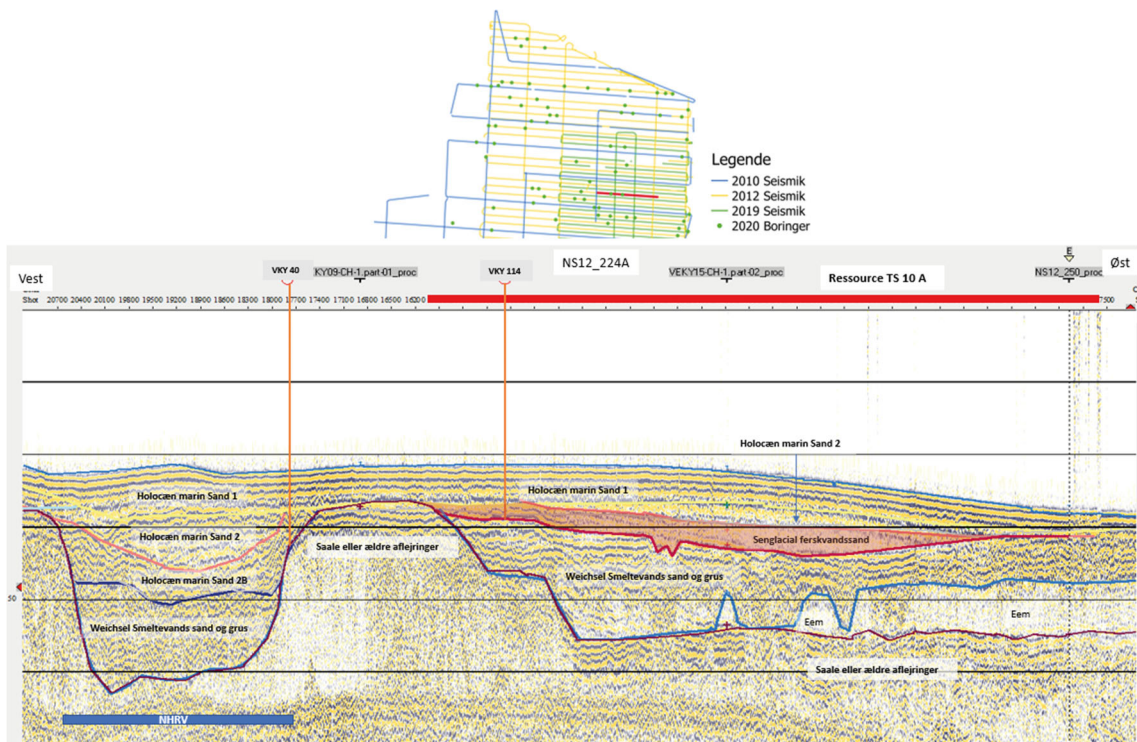
I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget 14 borer i området, hvoraf 9 af borerne var dybe nok til at kunne lokalisere senglacialt sand. Borerne har i intervallet 0,6 til 3,8 m vist fint, mellemkornet og groft senglacialt sand. I forbindelse med ressourceopgørelserne er der foretaget en opdeling af område TS 10 i to underområder. I det ene område, TS 10A, består ressourcen af senglacial finsand, og i det andet, TS 10B af senglacial fin-, mellem- og grovkornet sand med enkelte indslag af fingruslag.



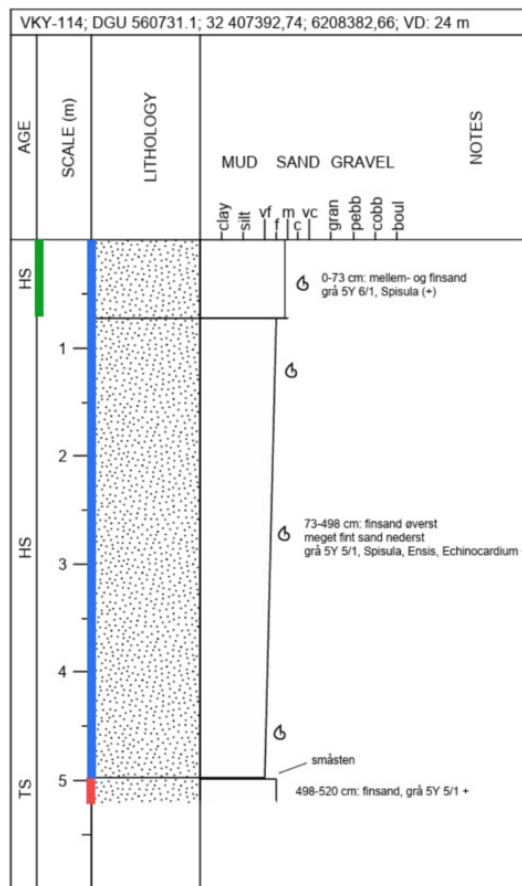
Figur 6.35: Kort over tolkede ressourcer i TS 10 området.

Ressourcen overlejrer glaciare Weichsel smeltevandssand og -grusenheder og overlejres i den nordlige del af HMS 1 enheden mod vest og HMS 2 enhederne mod øst (Figur 6.36), se afsnit 5.1 og 5.4 for yderligere informationer. I de centrale og sydlige dele overlejres det senglaciale sand af HMS 1 enheden. I boring VKY-114 (Figur 6.37) består ressourcen af finsand.

Den centrale del af området er repræsenteret ved det seismiske profil VEKY19 og boring VKY-51 (Figur 6.38 og Figur 6.39). Profil VEKY19 viser, at ressourcen overlejres af HMS 1 sand og herefter HMG 1 grus og gradvist kiler ud mod vest, hvor kanaler af Weichsel smeltevandssedimenter overlejres af HMS 1 enheden. Boringen VKY-51 viser, at ressourcen



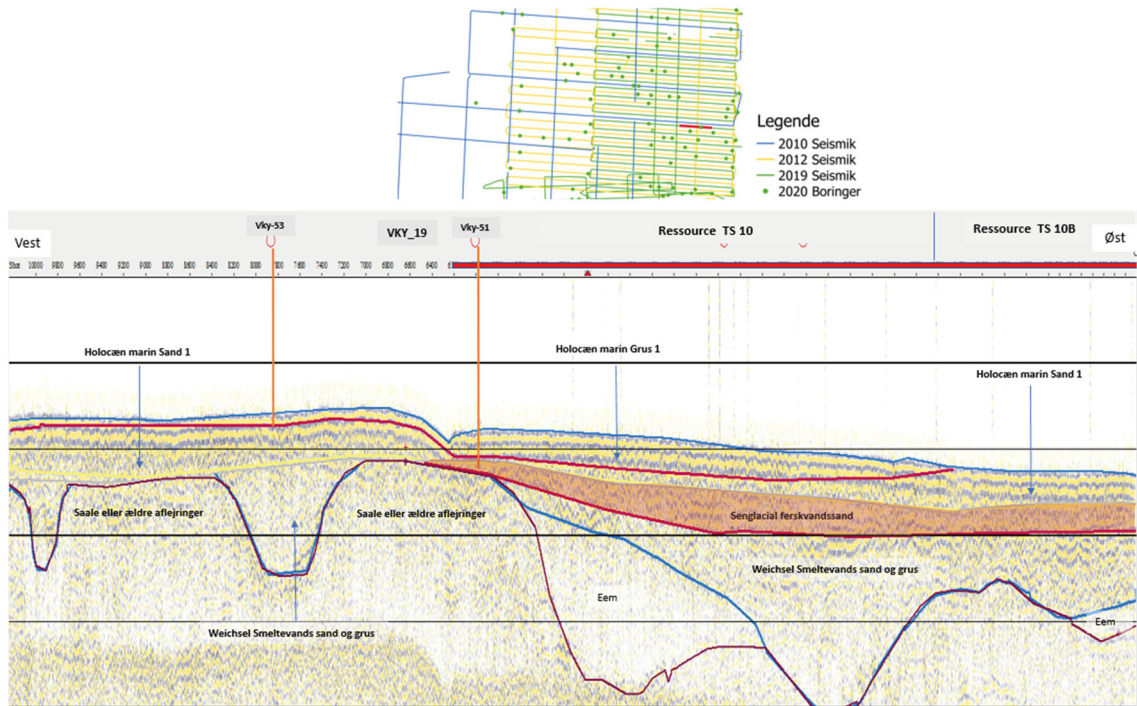
Figur 6.36: Seismisk profil NS12\_224A. Ressource TS 10A er markeret med lyserød.



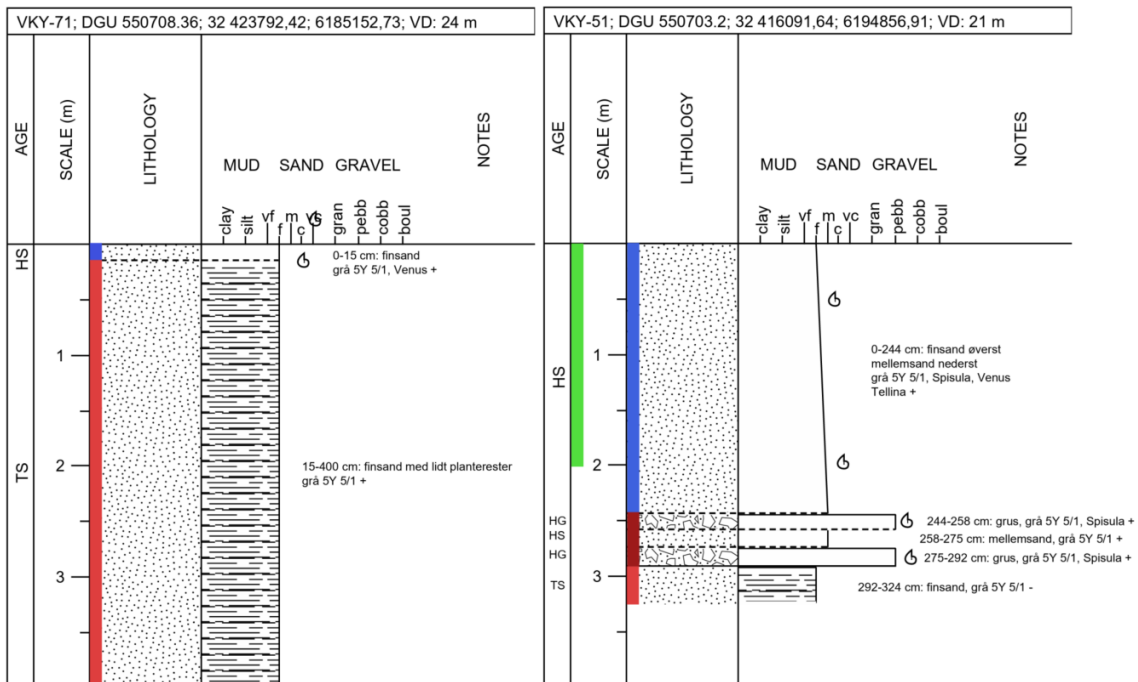
Figur 6.37: Vibrocore boring VKY-114. HMS 1 sand er markeret med blå og seneglacialt sand (TS) med rød, mens interval for korntørrelsesanalyse er markeret med grøn.



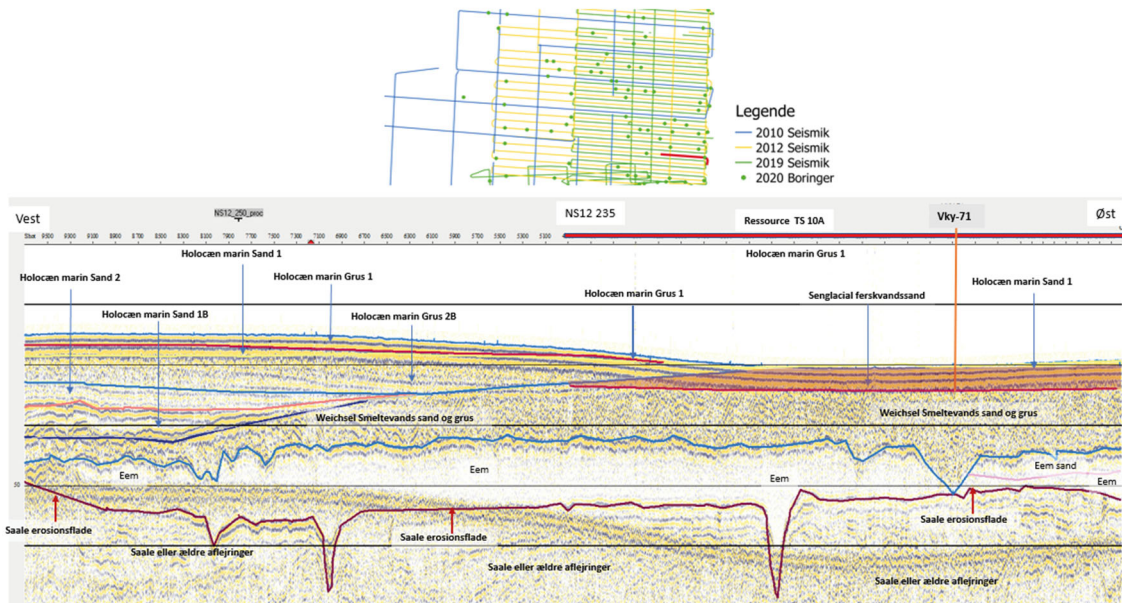
består af finsand. Det seismiske profil NS12\_235 (Figur 6.40) viser ressourcen mod syd, hvor den kun overlejres af et meget tyndt dække af HMS 1 sand og hvor boring VKY-71 (Figur 6.39) også viser finsand. Opdelingen af den seneglaciale enhed og den underliggende enhed af Weichsel smeltevandssand er usikker i den seismiske tolkning.



Figur 6.38: Seismisk profil VEKY19. Ressource TS 10A (venstre del) og TS 10B (højre del) er markeret med lysrød.



Figur 6.39: Vibrocore borer VKY-51 og VKY-71. HMS 1 sand er markeret med blå, HMG enheden med rødbrun og seneglacialt sand (TS) med rød, mens interval for kornstørrelsesanalyse er markeret med grøn.



Figur 6.40: Seismisk profil NS12\_235. Ressource TS 10A er markeret med lyserød.

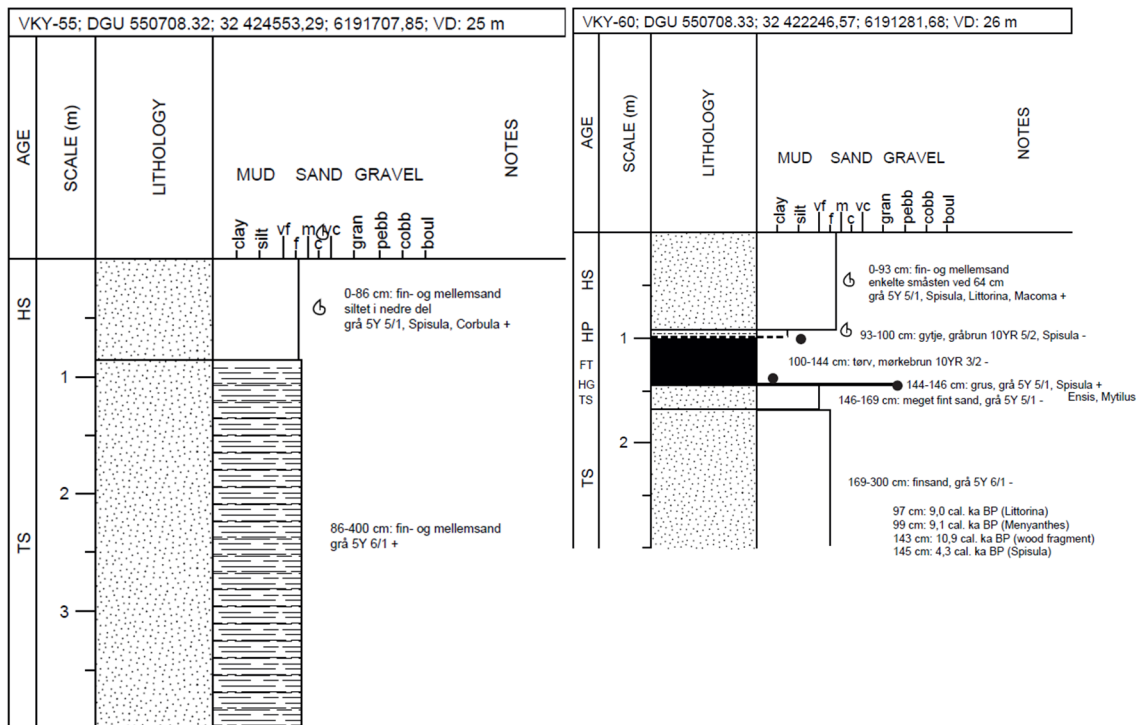
### 6.8.1 Ressource TS 10A

Ressource TS 10A (Figur 6.35) er kortlagt på baggrund af 13 borer og samt en række gennemgående seismiske linjer i området. TS 10A udgør det største delområde inden for område TS 10, hvor ressource TS 10B kun udgør den mest nordøstlige del af området. Ressourcen er generelt finkornet til meget finkornet sand, som er fundet i fem af borerne (VKY-51, VKY-60, VKY-66, VKY-71 og VKY-114), mens der er fundet fin- til mellemkornet sand i to af borerne (VKY-48 og VKY-55).

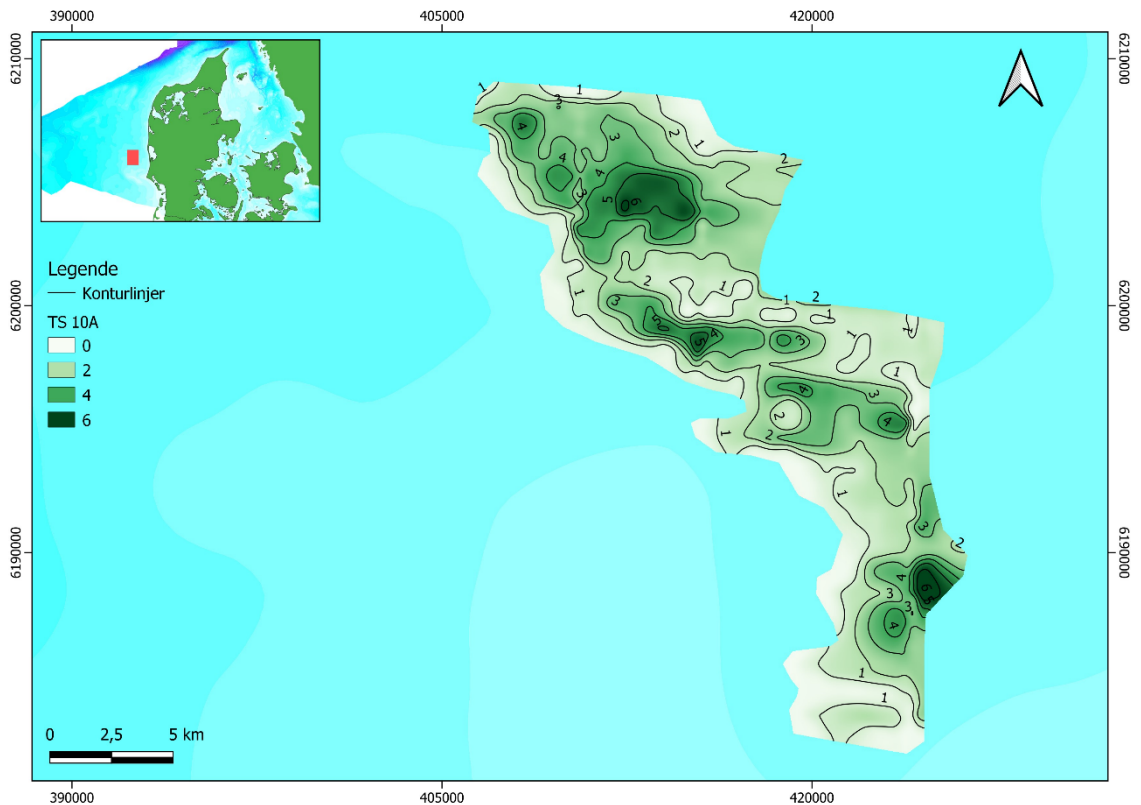
Overjorden består primært af ressource HMS 1, se afsnit 5.1. I den nordvestligste del af TS 10A forekomsten ved borerne VKY-114 og VKY-98, er der mulighed for at påtræffe en HMG 1 enhed, som også udgør en mulighed ressource, se afsnit 5.2. Den samlede tykkelse af overjorden er omkring 2-3 m inden for området.

Der er lavet kornstørrelsesanalyse af det sen-glaciale sand i boring VKY-55 (Figur 6.41) i intervallet 100-200 cm, som viser 5% Silt/ler, 81% finkornet sand og 14% mellemkornet sand. Middelkornstørrelsen ( $D_{50}$ ) er beregnet til 0,15 mm i VKY-55 boringen og analysen indikerer, at materialet er velsorteret.

Der er blevet foretaget en kulstof-14 datering af et tørvelag over det sen-glaciale sand i boring VKY-60 (Figur 6.41) i den sydlige del af TS 10A. Dateringen er beregnet til at ligge imellem 8852 til 9222 år før nu (BP), som er i den Boreale tid i Holocæn-epoken. Sedimentloggen viser to sen-glaciale enheder i boringen, hvor den nederste udgør ca. 1,3 m finsand, og den øverste ca. 0,2 m meget finkornet sand. Der kan være indslag af mellemkornet til mere finkornet sand i enheden, og dette kan medvirke til at råstofferne pakker bedre end det velsorterede sand som er beskrevet ovenfor.



Figur 6.41: Vibrocore boring VKY-60 med sen-glacial finsand (TS) og med kulstof-14 dateringsdata indtegnet.



Figur 6.42: Tykkelseskort for ressource TS 10A med 1 m konturlinjer.

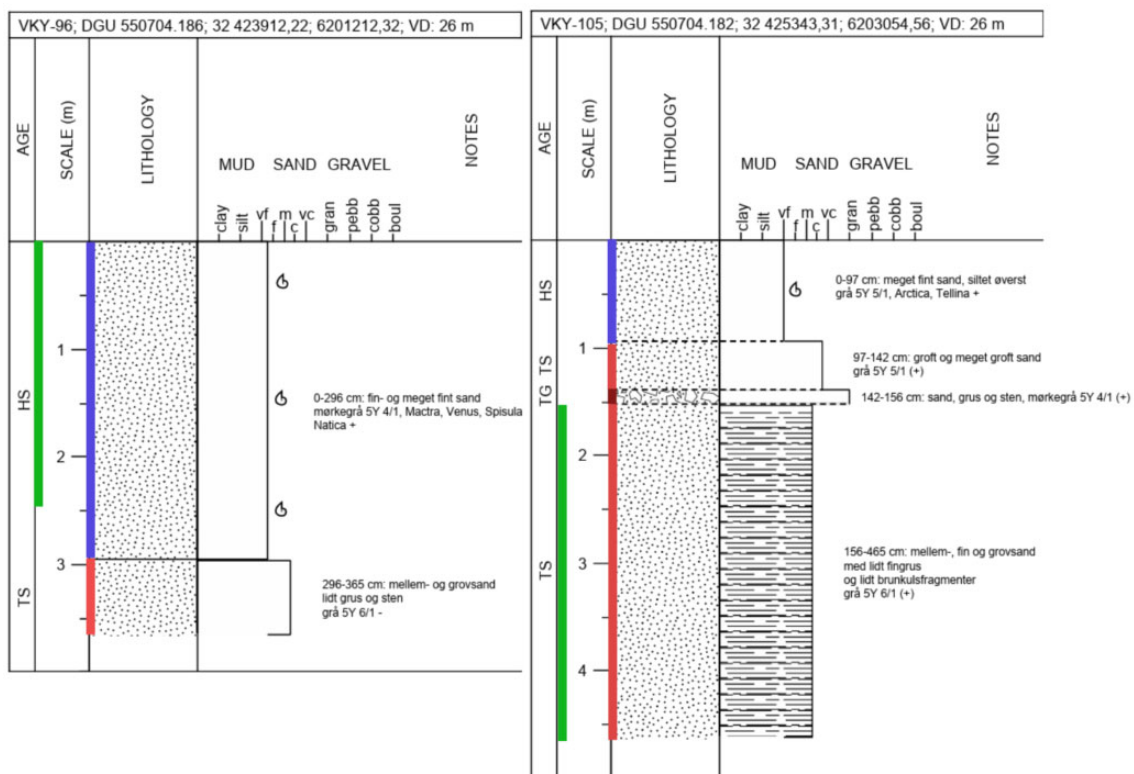
Ud fra ovenstående beskrivelse og de relativt få borer og samt en afstand mellem de seismiske linjer på 1 km klassificeres ressourcen som en spekulativ forekomst af råstofftype Fyldsand 4. Ressourcen kan formentlig bruges som råstof til opfyldningsmaterialer i projekter hvor der ikke stilles større krav til fyldmaterialerne.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 212 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 til 6,5 m med et gennemsnit på ca. 2,0 m (Figur 6.42). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på ca. 454 mio. m<sup>3</sup>.

Indvinding af forekomsten vil formentlig kunne finde sted uden store problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer undtagen, men der er dog truffet tørv i en enkelt boring. Dæklaget af HMS 1, HMS 2 og HMG 2B udgør også en mulig råstofressource, som eventuelt skal indvindes før man kan foretage en indvinding af TS 10A forekomsten, medmindre der foretages en samlet indvinding af de 4 ressourceenheder.

## 6.8.2 Ressource TS 10B

Ressource TS 10B er det mindste af de to områder som udgør TS 10 området (Figur 6.35). Ressourcen er kortlagt på baggrund af to boringer (VKY-105 og VKY-96), samt flere øst-vest gående seismiske linjer og en enkelt nord-syd gående linje. Begge boringer er præsenteret i Figur 6.43 og VKY-105 indeholder ca. 1 m Holocæn sand i den øverste del, efterfulgt af ca. 0,3 m senglacialt groft sand, ca. 0,1 m sand, grus og sten samt 2,5 m fint-groft sand med lidt fingrus. I boring VKY-96 optræder ca. 3 m Holocæn sand over ca. 0,6 m senglacial mellemkornet til groft sand med lidt grus og sten.



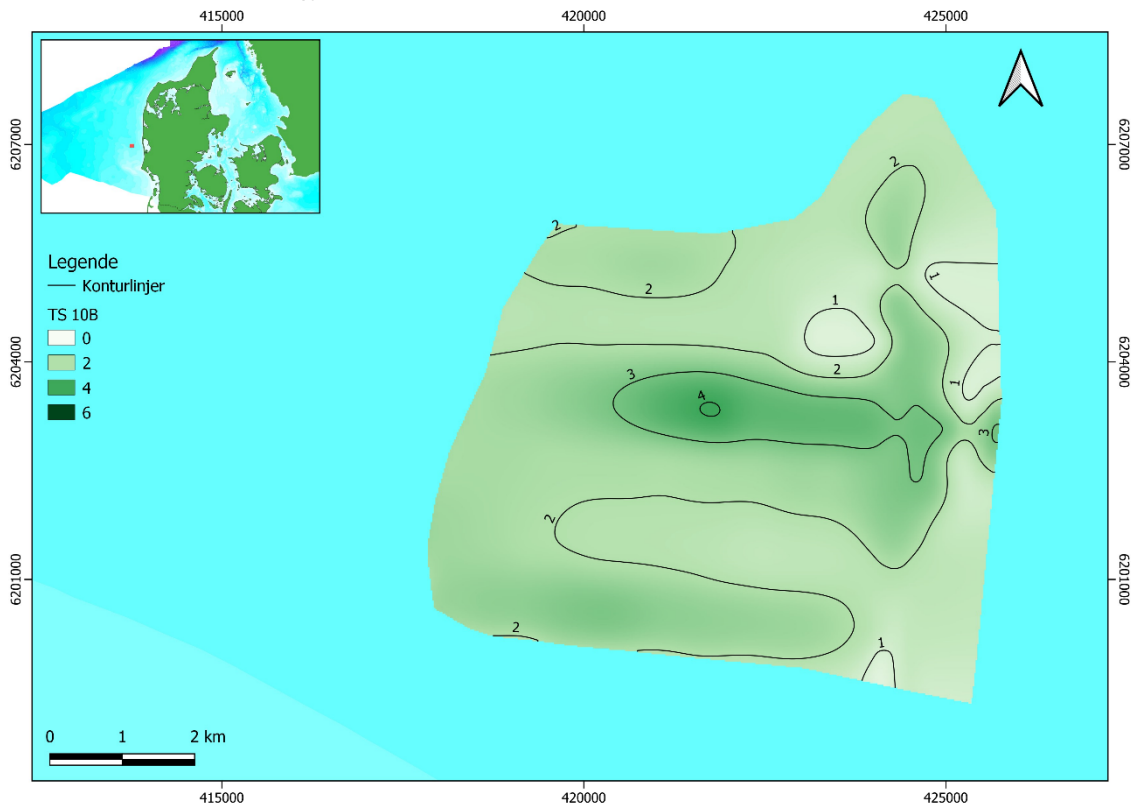
Figur 6.43: Vibrocore boringer VKY-105 og VKY-96 i ressourceområde TS 10B. Holocæn sand er vist med blå, senglacial sand (TS) med rød og interval for kornstørrelsesanalyse er vist med grøn.

Der er foretaget kornstørrelsesanalyse af det senglaciale sand i boring VKY-105 som viser 1% silt/ler, 13% finkornet sand, 63% mellemkornet sand, 19% groft sand og 4% grus. Der er således et væsentligt indslag af groft sand og grus og et mindre indhold af finkornet sand. Samlet vurderes ressourcen at bestå af forholdsvis moderat sorteret mellem- til grovkornet sand. Det er muligt at det lille indhold af finsand gør, at sandet ikke pakker så godt, men det

er sandsynligt at forekomsten vil kunne finde anvendelse som fyldsand til opgaver, hvor der stilles krav til sammensætningen af materialet. Materialet vil formentlig også kunne benyttes som kvalitetsmateriale til fremstilling af beton.

På baggrund af ovenstående beskrivelse og en afstand på 1 km mellem de seismiske linjer klassificeres ressourcen som en spekulativ forekomst af råstoftype Sand 1.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 46 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 til 4,0 m med et gennemsnit på 2 m (Figur 6.44). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på ca. 97 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 6.44: Tykkelseskort for ressource TS 10B med 1 m konturlinjer.

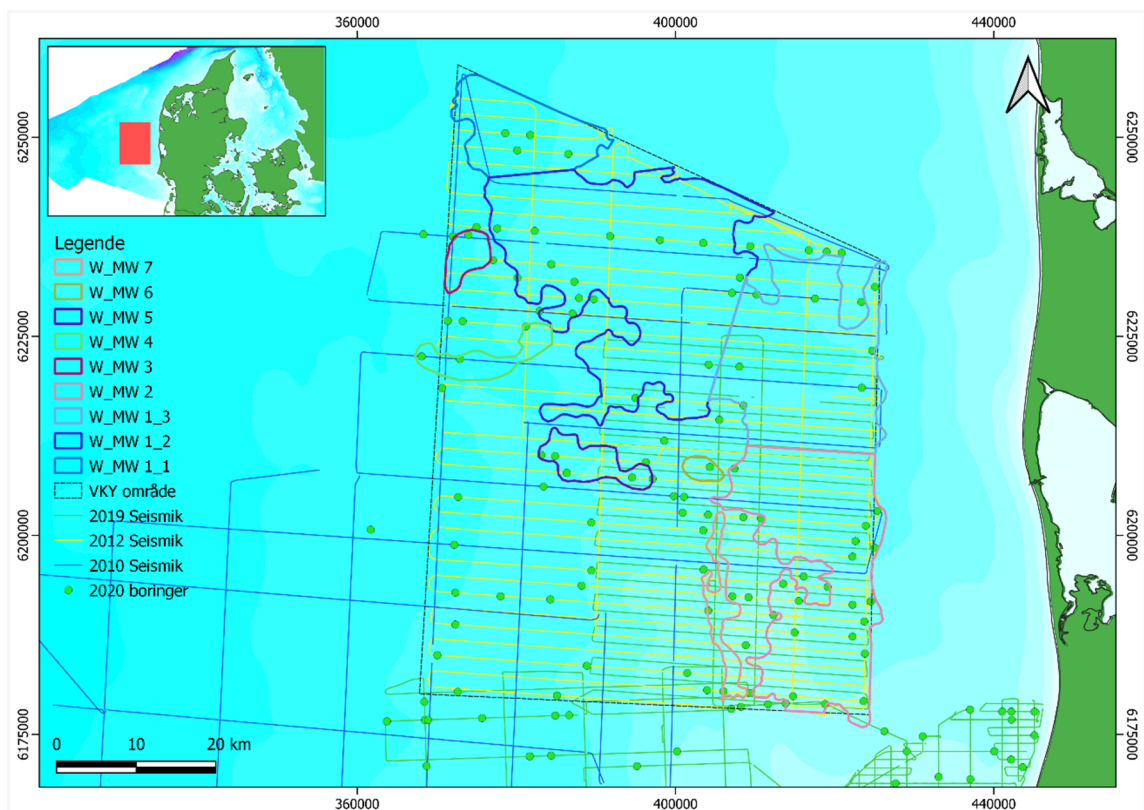
Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dæklaget af især HMS 1 finkornet sand (se afsnit 5.1) har en tykkelse på 1 til 3 m i området og det kan have indflydelse på indvindingen af de sen-glaciale ressourcer, idet enheden i givet fald skal indvindes først.

Fælles for både TS 10A og 10B er, at der er behov for indsamling af nye seismiske data samt boringer for at forbedre kendskabet til råstoffernes udbredelse og kvalitet, hvis der skal ske en opklassificering af ressourcerne til sandsynlig eller påvist. Der skal udtages prøver til analyser fra boringerne, for at fastslå kvalitet og omfang af forekomsterne samt ikke mindst dæklagets tykkelse, udbredelse og egenskaber.

## 7. Weichsel ressourcer W\_MW

Aflejringen af Weichsel glaciale smeltevandsaflejringer (W\_MW) har fundet sted i den sidste del af Istiden, hvor isen har haft den maksimale udbredelse frem til Hovedopholdslinjen i Jylland og videre ud i Nordsøen nord for VKY-området og afsmeltningen påbegyndtes. VKY-området har ikke været overskredet af isen under Weichsel glaciationen. Weichsel smeltevandsmaterialerne er transporteret ud i VKY-området, dels gennem det forgrenede netværk af flodsystemer, der er beskrevet i afsnit 4.5.4 og afsnit 6, dels gennem store smeltevandskanaler som tilsammen har medvirket til opbygningen af større flodsletter der dækker store dele i den nordlige og østlige del af VKY-området med smeltevandsaflejringer.

Der er kortlagt Weichsel ressourcer (W\_MW), primært sandede smeltevandsaflejringer, i syv områder, hvoraf et er opdelt i 3 underområder (Figur 7.1). Kortlægningen af W\_MW forekomster i VKY-området er foretaget i områder, hvor der er smeltevandsforekomster af potentielle sand- og grus ressourcer med en mægtighed på over 2 m. Potentielle råstofforekomster med mindre mægtigheder er ikke medtaget, da de ikke har den nødvendige ressourcetykkelse til, at kunne være interessante i en råstofindvindingsmæssig sammenhæng.



Figur 7.1: Oversigtskort over kortlagte Weichsel ressourcer inden for VKY-området.

Selv om de glaciale råstofforekomster ligger tæt på havbunden, har det ofte ikke været muligt at bore ned til en dybde af 6 m som det anvendte vibrocore udstyr ellers giver mulighed for. Det skyldes dels sammensætningen af overjorden, der kan være for finkornet og dels råstofforekomsterens materiale, hvor både sand, grus og sten kan forhindre indtrængen af vibrationsboret, afhængig af pakningsgraden af de sammensatte materialer. Dette er tit forklaringen

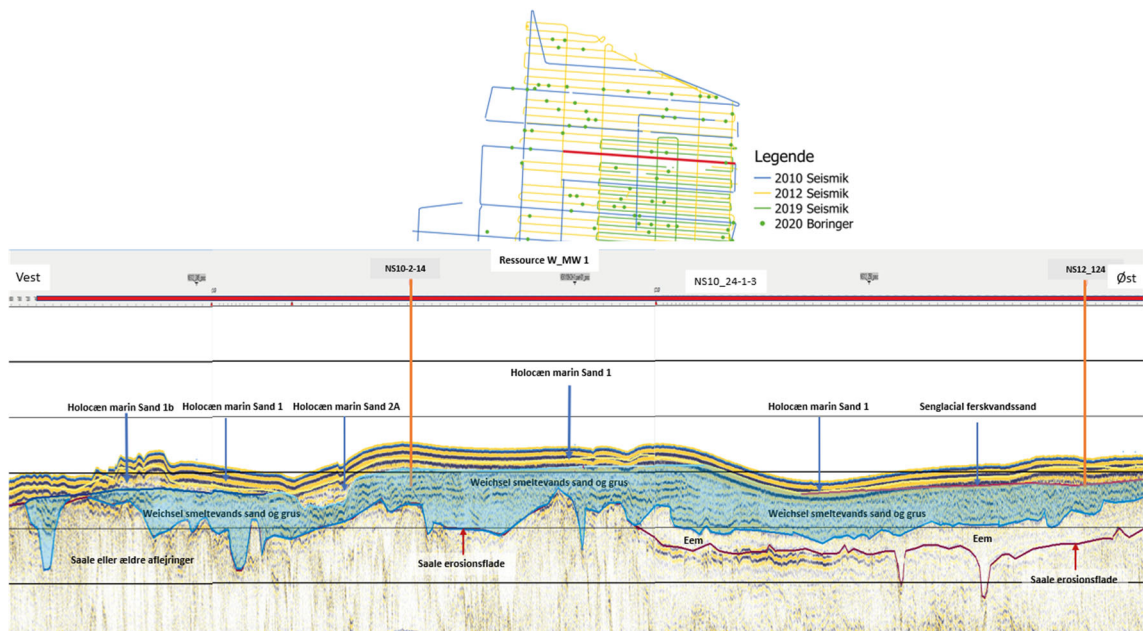
på, at man kun har anført 2-3 m råstofmateriale. Da Weichsel W\_MW forekomsterne ofte har større mægtighed og boreprøverne kun repræsenterer den øverste del af ressourcen, er de ikke nødvendigvis repræsentative for sammensætning af det samlede råstofmateriale.

## 7.1 Område W\_MW 1

Område W\_MW 1 ligger i den nordlige del af VKY-kortlægningsområdet (Figur 7.1) og der er kortlagt 3 ressourcer i området, W\_MW 1\_1, W\_MW 1\_2 og W\_MW 1\_3. Vanddybden i området ligger imellem 24 og 42 m, hvor den største vanddybde er i det nordvestlige hjørne af området. Råstoffressourcen er primært udgjort af glacielt smeltevandssand (DS).

Udover seismik og borerer indsamlet i 2019 og 2020 består datagrundlaget af seismik og 6 borerer foretaget i forbindelse med efterforskning i 2012 inden for området, samt en enkelt som ligger lige uden for kortlægningsområdet. Herudover består datagrundlaget også af seismik og borerer indsamlet af GEO for Kystdirektoratet i 2010.

Det seismiske profil NS10\_24-1-3 (Figur 7.2) viser ressource M\_MW 1 og går igennem de kortlagte ressourcer W\_MW 1\_2 og W\_MW 1\_3. Weichsel smeltevandsaflejringer er til stede i hele profiletets længde, hvilket også er understøttet af borererne. Det ses på profilet at der er mange områder med forskellig seismisk reflektivitet og strukturer i den glacielle råstofenhed, hvilket kan betyde at der er mulighed for både grovere og finere kornstørrelsesfraktioner i områderne. Derudover viser det seismiske profil at smeltevandsmaterialer dels er aflejret direkte over Eem interglaciale aflejringer og hvor de ikke er tilstede over en ældre Saale erosionsflade. Her udfylder smeltevandsaflejringerne lavninger og erosionskanaler i det kuperede Saalelandskab. Saale erosionsfladen har således stor indflydelse på tykkelsen af smeltevandssedimenter i VKY-området.

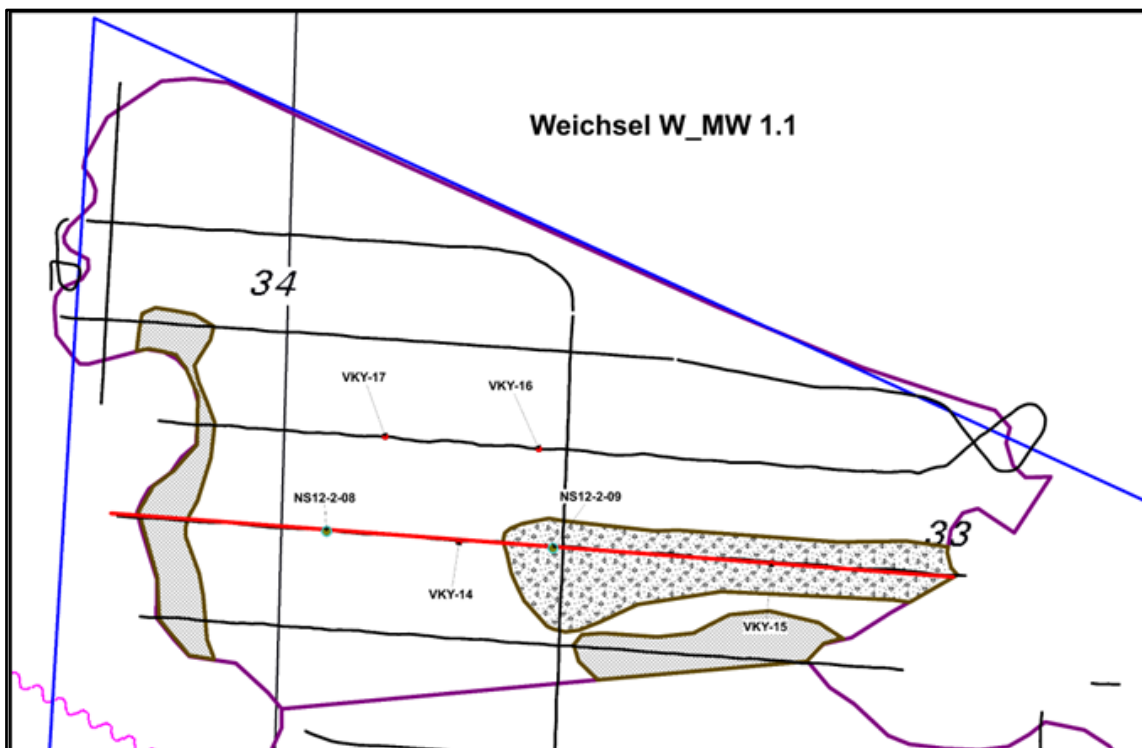


Figur 7.2: Seismisk profil NS10\_24-1-3. Ressource W\_MW 1 er markeret med blå.

Generelt overlejres alle 3 ressourceområder i W\_MW 1 området af fin- til mellemkornet senglacialt sand (TS ressourcer) med tykkelser på mellem 1 og 4 m som igen overlejres af ligeledes fin- til mellemkornet Holocæn sand (HMS ressourcer). I den vestligste del af området dækkes smeltevandsaflejringerne af HMS 1B enheden, der er truffet i flere boreriger og her beskrevet som fint til meget finkornet sand, se afsnit 5.3 for yderligere information.

### 7.1.1 Ressource W\_MW 1\_1

Ressource W\_MW 1\_1 ligger i den nordvestligste del af område af VKY (Figur 7.1). Vanddybden i området ligger imellem 32 og 40 m. Råstofressourcen består af glacialt smeltevandssand (DS), og overjorden udgøres af Holocæne marine sandenheder og glaciale moræner. I den østlige del af området udgør overjorden under 1 m og består her af 0,7-0,8 m moræneler/diamict og øverst 0,1 m Holocæn finkornet sand. I den centrale del af området er dæklaget højest 1,3 m og består nederst af ca. 1 m grus og øverst af maksimalt 0,3 m Holocænt sand. I den vestlige del er der 2 enheder af overjord, hvor den nederste består af meget finkornet, og den øverste af finkortet, Holocæn marint sand (HMS ressourcer). Mod vest og syd er der mere end 2 m overjord, men samlet set udgør områder med mindre en 2 m overjord 85% af området (Figur 7.3).

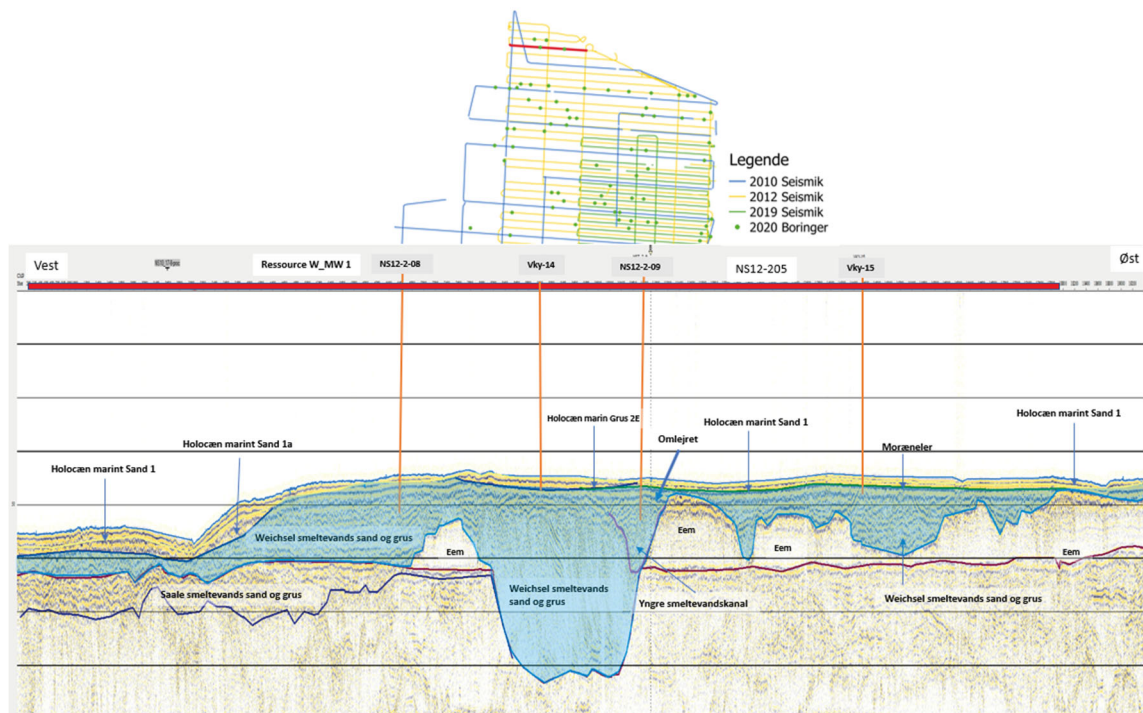


Figur 7.3: Kort over tykkelsen af overjord i område W\_MW 1\_1. Områder med mere end 2 m sand er markeret med grå og områder med moræneler/diamict er markeret med lys grå med grå trekantede.

Det seismiske profil NS12\_205 er lokaliseret i den nordlige del af W\_MW 1 området (Figur 7.4). De to boreriger NS12-2-08 og NS12-2-09 (Figur 7.5) samt boring VKY-14 og VKY-15 (Figur 7.6) er vist på profilet. Profilet viser dels de relativt tynde Holocæne aflejringer (HMS og HMG ressourcer) samt morænedække over ressourcen, og dels de interglaciale Eem enheder samt Saale glaciale aflejringer under ressourcen. Desuden ses det tydeligt, hvordan



ressourcen udfylder smeltevandskanaler, som skærer sig ned i Eem og Saale aflejringerne, med den største kanal i midten af profilet, som muligvis indeholder sand og grus i de dybere dele.



Figur 7.4: Seismisk profil NS12\_205. Ressource W\_MW 1\_1 er markeret med blå.

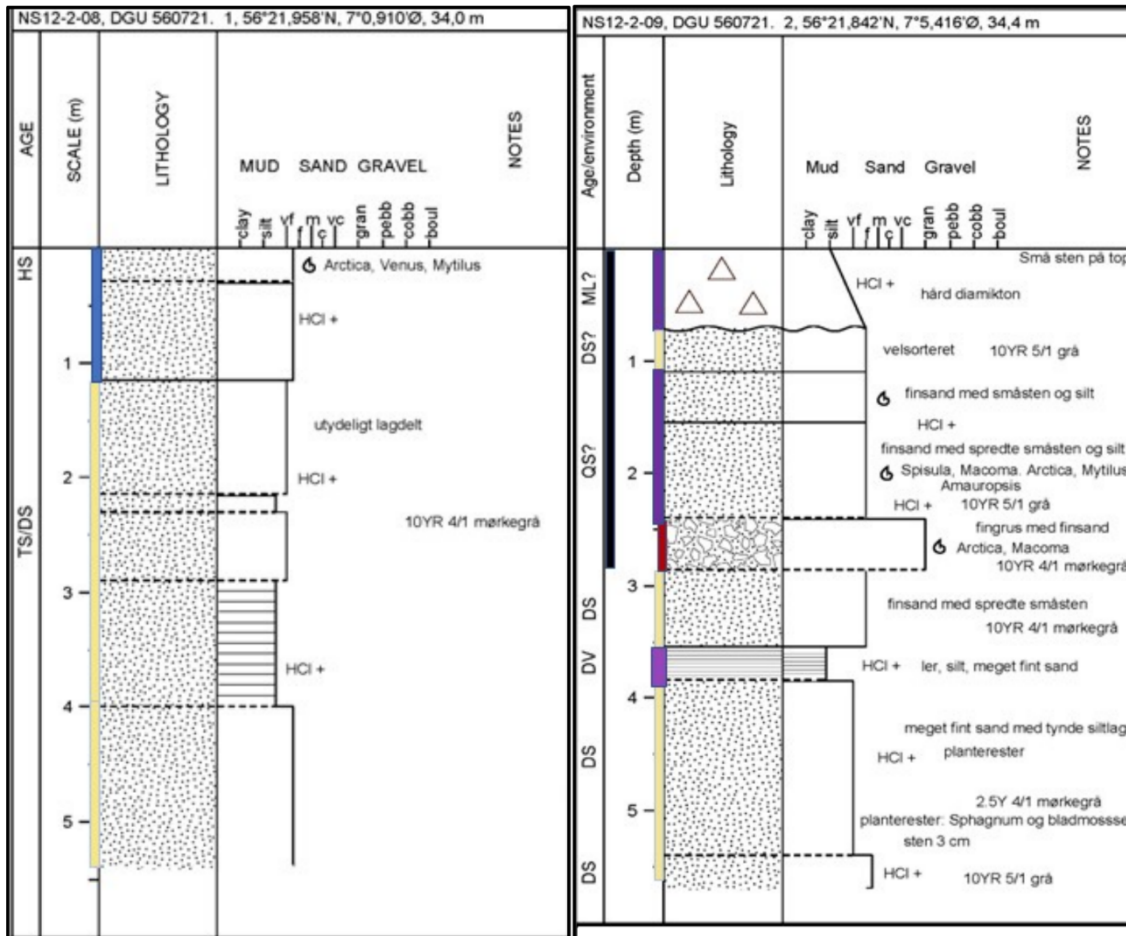
Boring NS12-2-09 er placeret i den østlige del af den centrale og dybe kanal, som også indeholder yngre kanaler med op til 3 m omlejrrede interglaciale enheder, mens boring NS12-2-08 ligger uden for kanalen på den vestlige side. Råstoffressourcen indeholder i de to boringer (Figur 7.5) henholdsvis 2,8 m og 4,2 m finkornet til meget finkornet sand. Da den store smeltevandskanal potentielt indeholder op til 25 m med Weichsel smeltevandssand og -grus, og der uden for den dybe kanal kan være op til 12 m smeltevandsaflejringer, repræsenterer råstofferne i de 2 boringer, kun de øverste lag af smeltevandsaflejringerne og ikke de materialekvaliteter der kan være til stede i området i de dybere lag. De to nye boringer udført i 2020 har ikke truffet smeltevandsressourcerne.

Laget i overjorden med diamict/moræneler vil kunne udgøre et problem for en eventuel indvinding. Herudover er det kun i to mindre områder mod syd og vest, at mægtigheden af dæklaget vil kunne være problematisk i forbindelse med en indvinding.

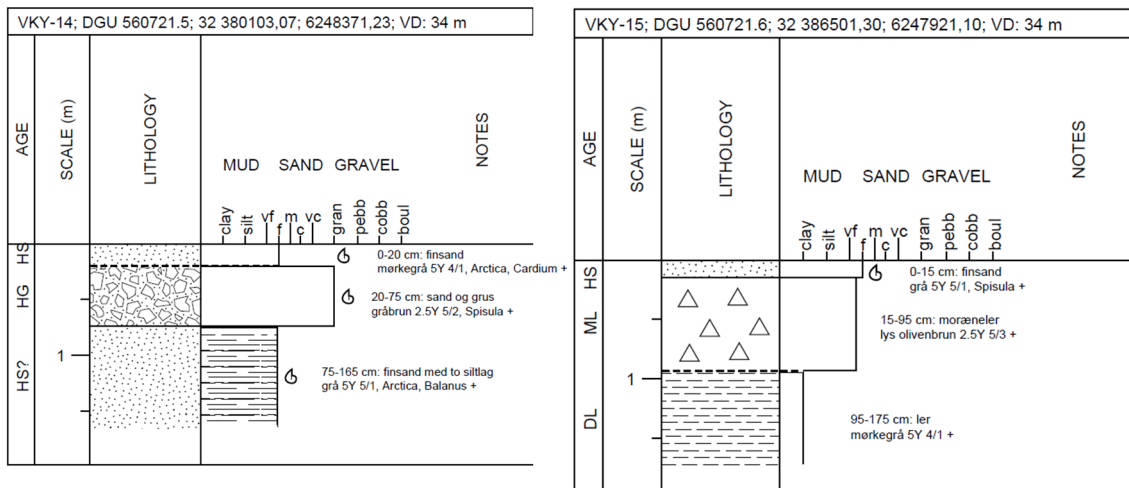
På baggrund af råstofbeskrivelsen samt at kortlægningen er baseret på et åbent regionalt seismisk 2 km øst-vest gående net, og kun to boringer, er ressource W\_MW 1\_1 klassificeret som en spekulativ forekomst af meget finkornet diluvialsand af råstofftype Sand 0.

Da området er stort og det kun er beskrevet ud fra 2 boringer der ligger forholdsvis tæt på hinanden og kun belyser de øverste 6 m af ressourcen, afdækker undersøgelserne ikke ressourcepotentialet i det samlede område, da seismikken indikerer at der også kan findes dybere og mere grovkornede materialer. Hvis det vurderes at den fundne ressource har et

indvindingspotentiale, skal det formodentlig ses som en samlet indvinding af de 3 ressourcer HMS 1A, HMS 1 og M\_MW 1\_1, da materialesammensætningen er relativt ens.

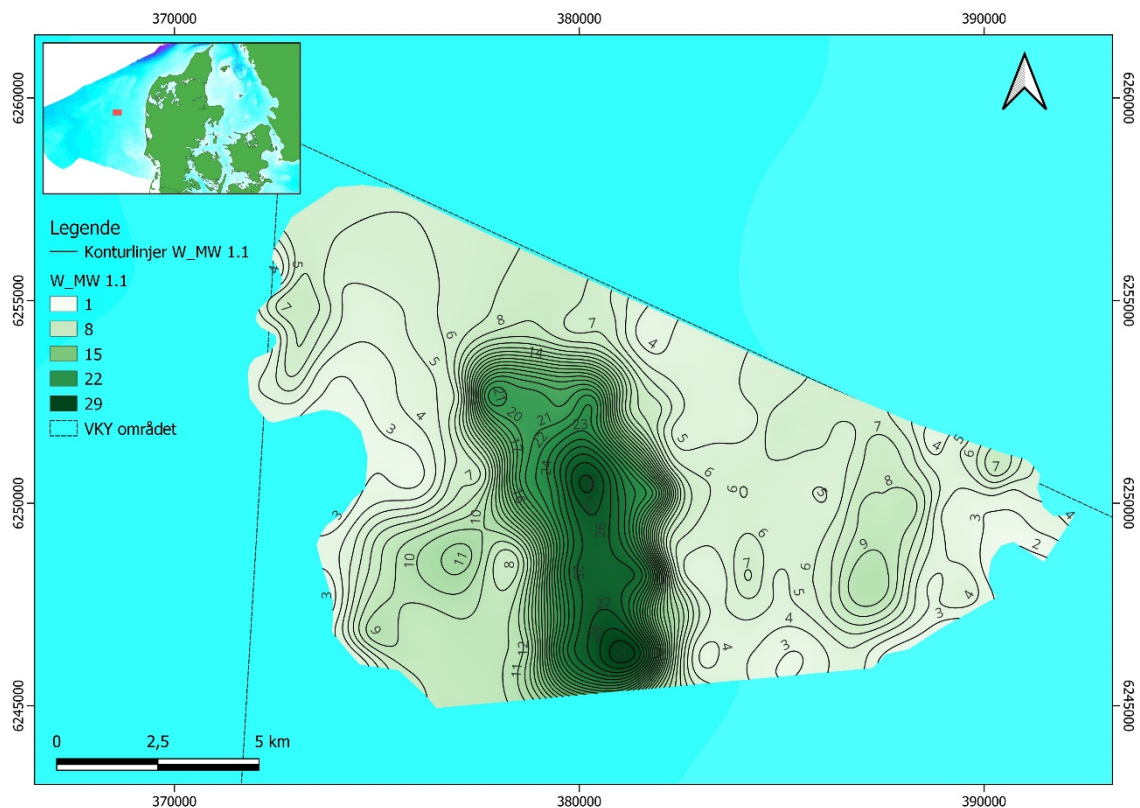


Figur 7.5: Vibrocore boringer NS12-2-08 og NS12-2-09. Holocæn sand er vist med blå, seneglacial og glacial sand med lysegul, moræneler og interglacialt ler og sand (omlejret) med lilla og omlejret Eem grus med rød.



Figur 7.6: Vibrocore boringer VKY-14 og VKY-15 som ikke når ned i ressource W\_MW 1\_1.

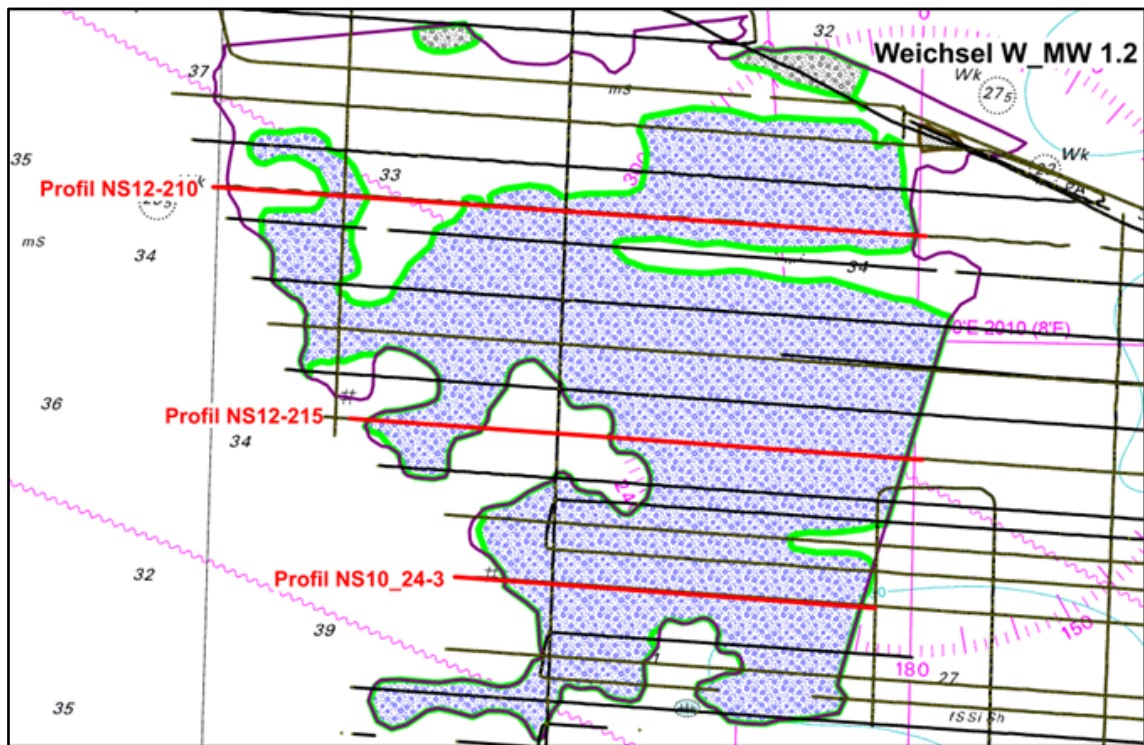
Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 156 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 til 28 m med et gennemsnit på 6,4 m (Figur 7.7) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til 1407 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 7.7: Tykkelseskort for ressource W\_MW 1\_1 med 1 m konturlinjer.

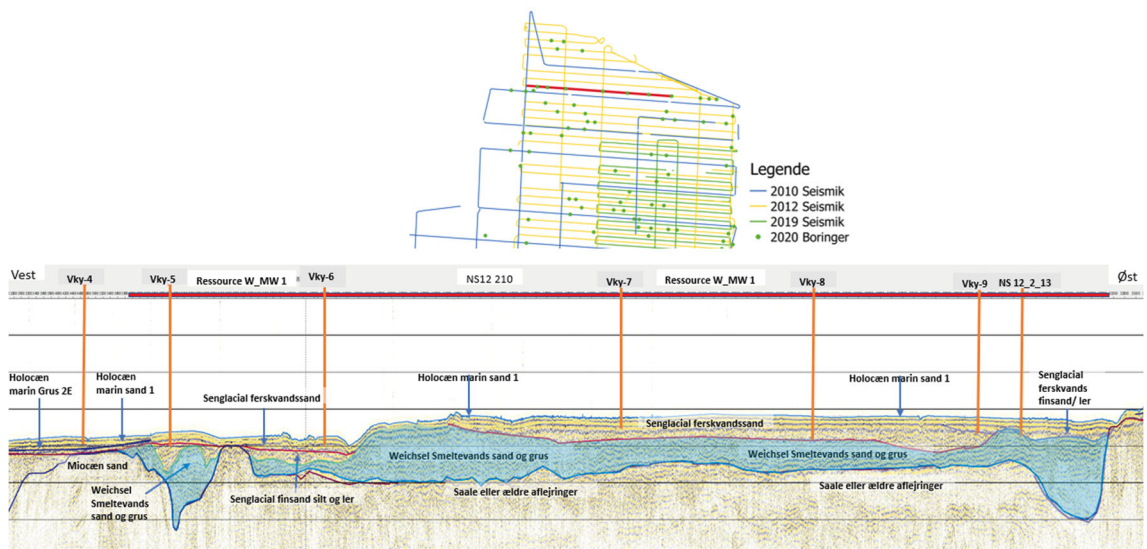
### 7.1.2 Ressource W\_MW 1\_2

Ressource W\_MW 1\_2 ligger i den nordlige del af VKY-kortlægningsområdet (Figur 7.1), hvor vanddybden er mellem 22 og 36 m. Råstofressourcen udgør også her glacialt smeltevandssand (DS) som overlejres af Holocæne marine sandenheder og sen-glaciale aflejringer. I den østlige del af området består overjorden af sen-glacialt smeltevandsler, silt og finsand med en mægtighed på op til 1,8 m, som igen overlejres af meget finkornet Holocæn sand (ressource HMS 1) med en tykkelse på 1 m. I den centrale del af området består dæklaget af op til 4,5 m meget finkornet sen-glacialt sand overlejret af ca. 0,8 m finkornet Holocæn sand. I den vestlige del består dæklaget af 2-3 m sen-glacial ler/silt efterfulgt af 1-2 m sen-glacialt finsand og 1 m Holocæn finsand. En kortlægning af tykkelserne af overjorden viser, at den samlede mægtighed i område W\_MW 1\_2 er på 0-12 m, med en gennemsnitlige tykkelse på 4 m (Figur 7.8). Mægtigheden af overjorden kan således udgøre en væsentlig hindring for at etablere en indvinding af smeltevandssandressourcen med mindre indvinding kan ske i sammenhæng med indvinding af overliggende ressourcer.



Figur 7.8: Kort over tykkelsen af overjord i område W\_MW 1\_2. Overjord med tykkelser over 2 m er vist med lilla priksignatur og grøn kant.

Råstofressourcens udbredelse ses på det seismiske profil NS12\_210 (Figur 7.9), hvor det også ses at ressourcen overlejrer Saale eller ældre aflejringer og flere steder udfylder dybe smeltevandskanaler.

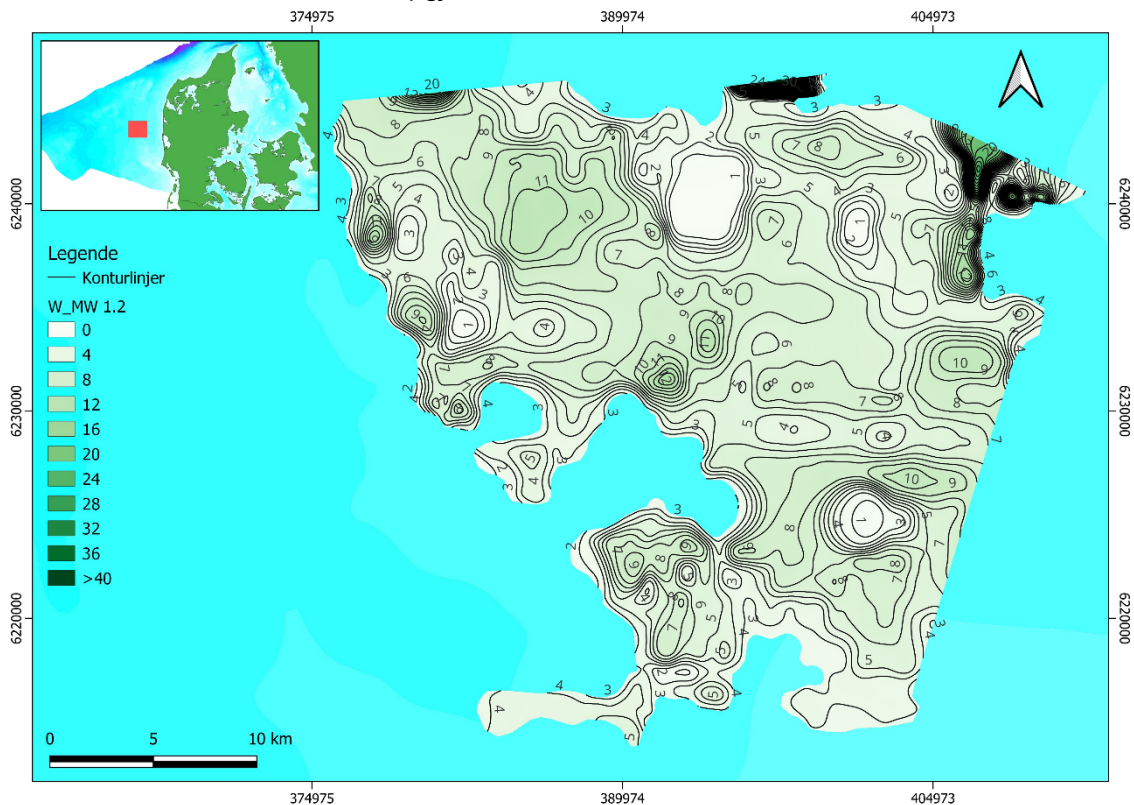


Figur 7.9: Seismisk profil NS12\_210. Ressource W\_MW 1\_2 er markeret med blå.

Råstofressourcen er ikke truffet i borer og der er således ikke yderligere informationer om indhold og kvalitet af råstofenheden.

Med udgangspunkt i ovenstående og den store afstand mellem de seismiske sejlinjer, er ressourcen klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofftype Fyldsand 4, formentlig bestående af finkornet sand med indhold af mellemkornet sand.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 695 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 til 12,7 m med et gennemsnit på 4,0 m (Figur 7.10) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til 4226 mio. m<sup>3</sup>.



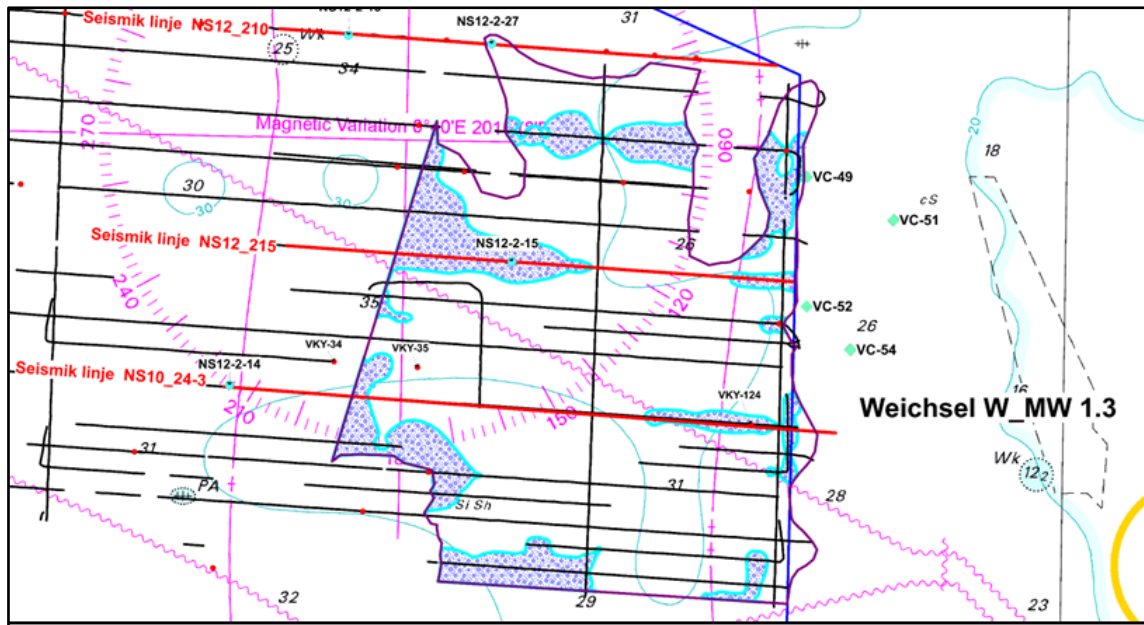
Figur 7.10: Tykkelseskort for ressource W\_MW 1\_2 med 1 m konturlinjer.

### 7.1.3 Ressource W\_MW 1\_3

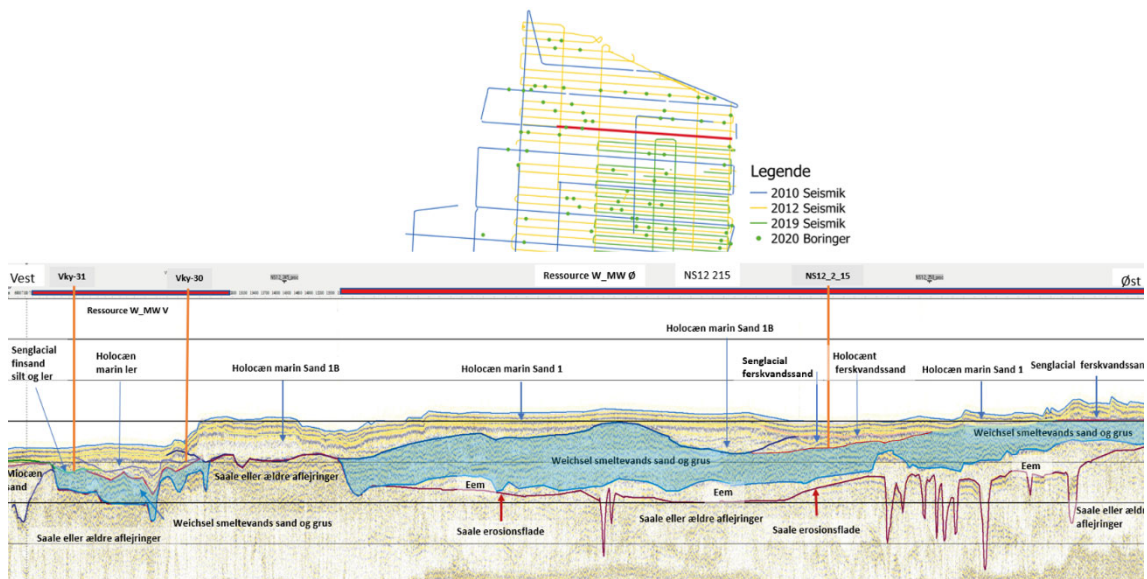
Ressource W\_MW 1\_3 ligger i den nordøstligste del af VKY-området (Figur 7.1). Vanddybden i området ligger mellem 24 og 32 m. Råstofressourcen udgør også her glacialt smeltevandssand (DS) og overjorden udgøres af Holocæne marine sandenheder, ferskvandssand samt sen-glaciale aflejringer. Fin- til mellemkornet Holocæn sand (ressource HMS 1) med en tykkelse på 1-3 m dækker hele området og herunder optræder mod øst Holocæn og sen-glacialt smeltevandssand. Begge lag indeholder finsand og den samlede tykkelse af overjorden er her ca. 2 m. Mod vest dækkes smeltevandsaflejringerne af op til 5 m meget finkornet Holocæn sand (HMS 1b og HMS 1) samt sen-glacial finsand/silt/ler og mellemkornet til groft sen-glacialt smeltevandssand. En kortlægning af tykkelserne af overjorden viser, at den samlede mægtighed i område W\_MW 1\_3 er på 0-8 m, med en gennemsnitlig tykkelse på 1,8 m (Figur 7.11) og for ca. 80% af ressourcens areal er overjordstykkelsen under 2 m.

Det seismiske profil i Figur 7.12 viser hvordan de Holocæne og sen-glaciale aflejringer dækker de glacialt smeltevandsaflejringer mod øst og hvordan større mægtigheder af Holocæn sand, Holocæn ler og sen-glacialt finsand, silt og ler dækker ressourcen mod vest. De vestlige dele af smeltevandsaflejringerne på profilet er kortlagt som ressource W\_MW 1\_2 og beskrevet i forrige afsnit. Seismikken afslører også, at der i den østlige del af området findes

flere mindre erosionskanaler i de underliggende Saale (eller ældre) aflejringer, som er udfyldt af en Eem interglacial enhed, som igen overlejres af de glaciale smeltevandsforekomster.

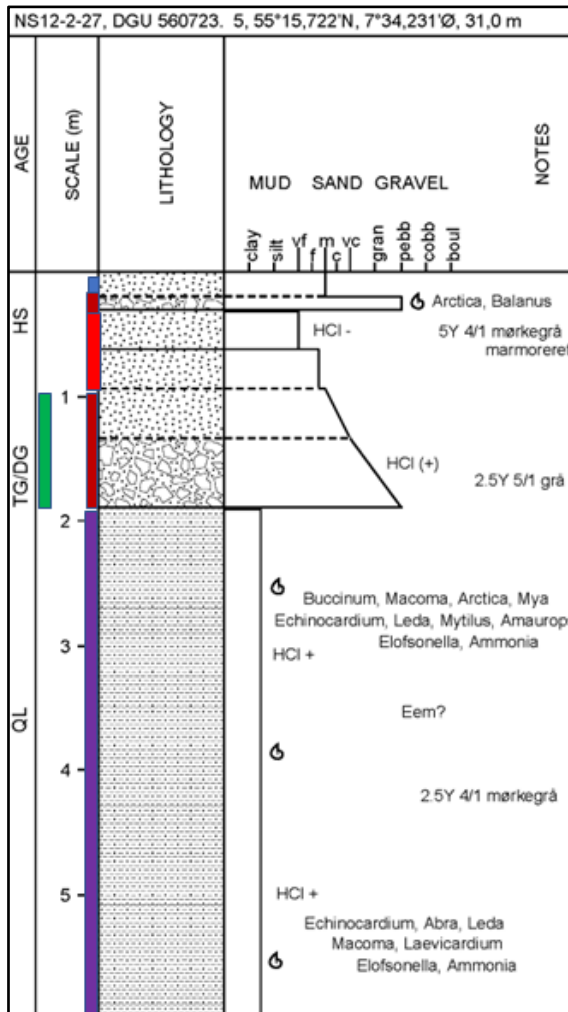


Figur 7.11: Kort over tykkelsen af overjord i område W\_MW 1\_3. Områder med mere end 2 m overjord er markeret med lilla priksignatur og blå kant.



Figur 7.12: Seismisk profil NS12\_215. Ressource W\_MW 1\_3 er markeret med blå.

Ressource W\_MW 1\_3 er truffet i boring NS12-2-27 (Figur 7.13) længst mod nordvest, hvor den består af 0,6 m smeltevandsgrus. Der er foretaget en kornstørrelsesanalyse af gruslaget i boringen som viser, at indholdet af mellemkornet og groft sand udgør 45% og at grus fraktionen udgør 48%. Middelkornstørrelsen er beregnet til 1,6 mm og materialet er kategoriseret som sorteret.

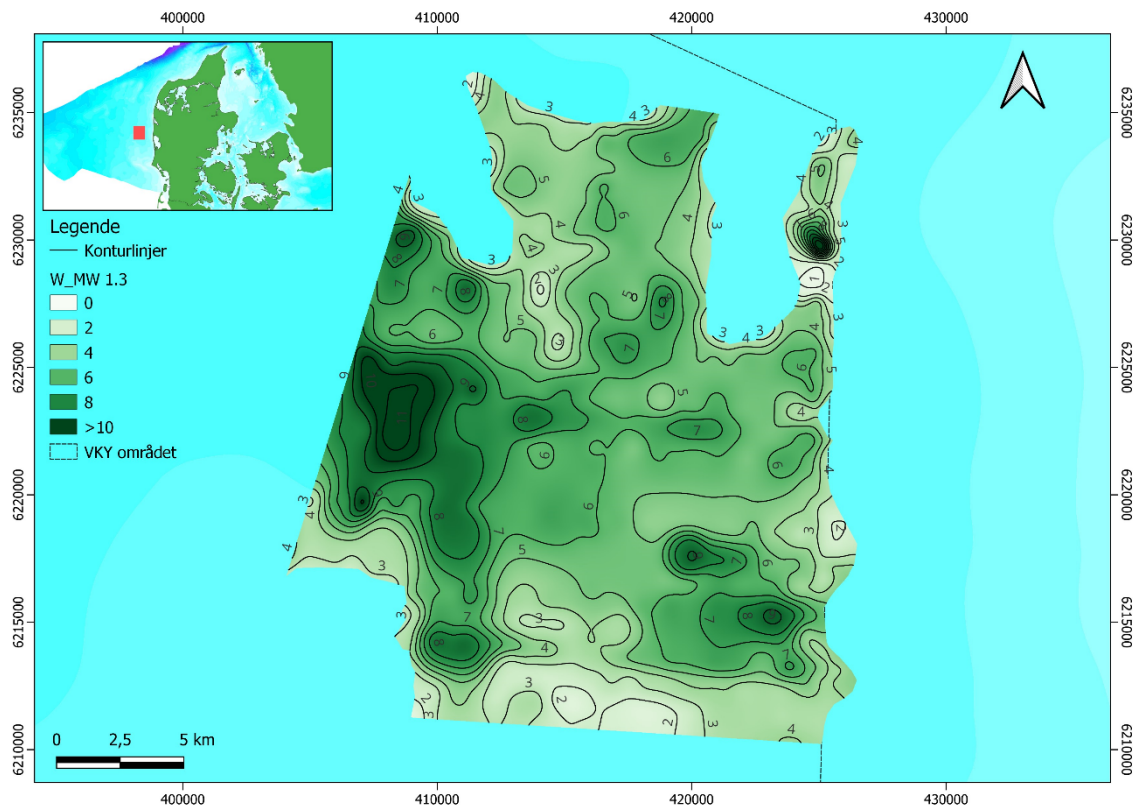


Figur 7.13: Vibrocore boring NS12-2-27. Holocæn marint sand (HS) er markeret med blå, Holocæn ferskvandsgrus med mørk rød, sen-glacial sand med rød, smeltevandsgrus med mørkerød, Eem ler (QL) med mørkelilla og korntørrelses-analyse interval med grøn.

I forbindelse med vurderingen af ressourcen er der yderligere inddraget fire borer som ligger 0-4 km øst for området. Tre af disse borer indeholder 1-5 m mellem- til grovkornede smeltevandsaflejringer og den sidste 5 m fin- til mellemkornede aflejringer.

Enheden forventes således at bestå af groft sand og grus mod nord og fin- til mellemkornet sand samt mellem- til grovkornet sand mere østligt i forekomsten. Da der ikke kan foretages en opdeling af de forskellige enheder på det nuværende datagrundlag, betegnes hele ressourcen som mellemkornet sand med et betydeligt indhold af såvel grovkornet sand som finsand. Ressource W\_MW 1\_3 klassificeres derfor som en spekulativ forekomst af råstof-type Sand 1.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 399 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,6 til 11,8 m med et gennemsnit på 5,4 m (Figur 7.14) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til 2197 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 7.14: Tykkelseskort for ressource W\_MW 1\_3 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dæklagene består primært af Holocænt marin sand (ressource HMS 1) og sen-glacialt finsand med samlede tykkelser på 0-8 m og en gennemsnitlige tykkelse på 1,6 m. Der er kortlagt områder med dæklagstykkelser på 0-2 m i 80% af område W\_MW 1\_3 (Figur 7.11).

For at kunne belyse det fulde ressourcepotentiale og udbredelsen yderligere vil der skulle indsamles såvel flere borerer som seismiske data, og der skal foretages kornstørrelses- og sandpetrografiske analyser i borerne.

## 7.2 Område W\_MW 2

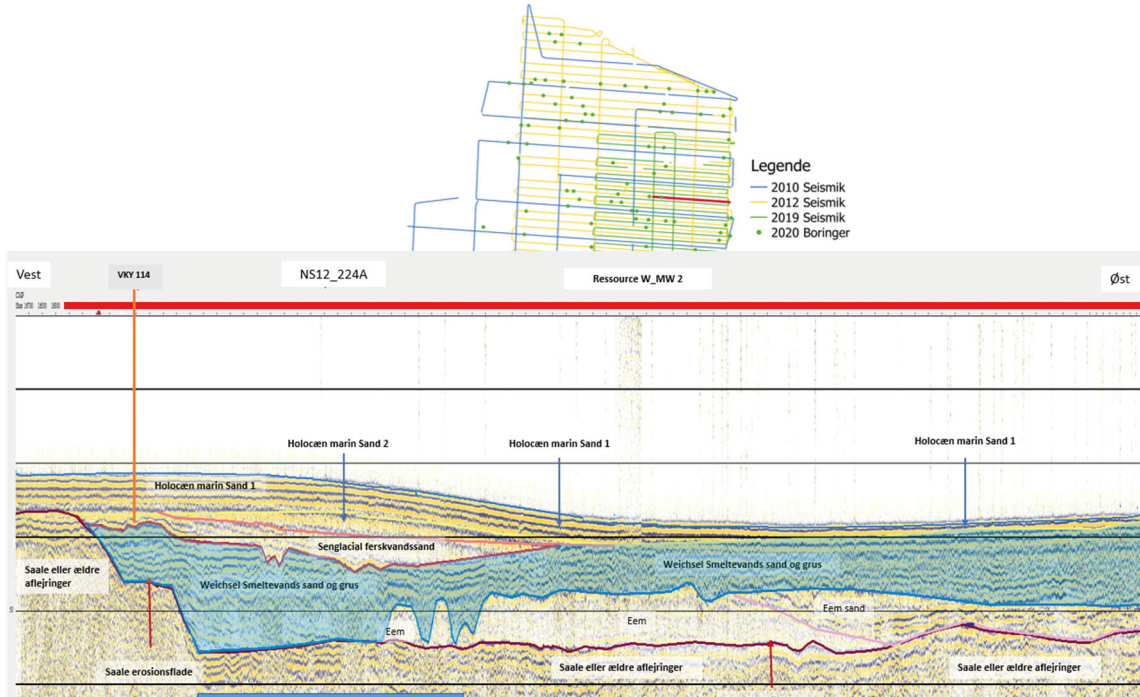
Område W\_MW 2 ligger i den sydøstlige del af VKY-kortlægningsområdet (Figur 7.1) og vanddybderne i området ligger mellem 14 og 28 m. Der er kortlagt en enkelt ressource i området.

Udover seismik og 12 borerer indsamlet i 2019 og 2020 består datagrundlaget af seismik og 4 borerer indsamlet i forbindelse med efterforskning i 2012. Der er ikke truffet smeltevandssand eller -grus (DS/DG) i nogen af de 16 borerer. For at kunne beskrive mulige råstofressourcer kortlagt på baggrund af de seismiske data i området er der således inddraget 5 borerer som ligger nær den kortlagte W\_MW 2 ressource.

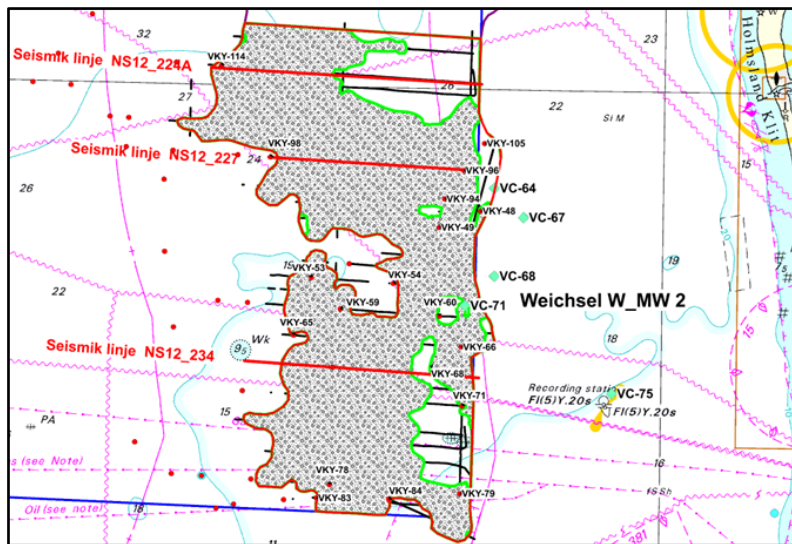


## 7.2.1 Ressource W\_MW 2

Ressource W\_MW 2 er tolket i et større område i den sydøstlige del af VKY-området. Det seismiske profil NS12\_224A (Figur 7.15) viser beliggenheden af ressourcen i den nordlige del af området og det ses hvordan Weichsel smeltevandsaflejringerne (DS) overlejres af senglacialt fint smeltevandssand (TS) med tykkelser på 2-3 m, der kiler ud mod øst. Disse overlejres igen af Holocæn marin sand (ressource HMS 1) med en tykkelse på 4-6 m mod vest og 0,5-2 m mod øst. Dæklagenes samlede tykkelse udgør således et potentielt problem for en eventuel indvinding mod vest, medmindre det kan ske efter eventuel indvinding af de ressourcer som udgør overjorden. På Figur 7.16 er vist, hvor overjorden er mere end 2 m. På Figur 7.16 er vist, hvor overjorden er mere end 2 m.

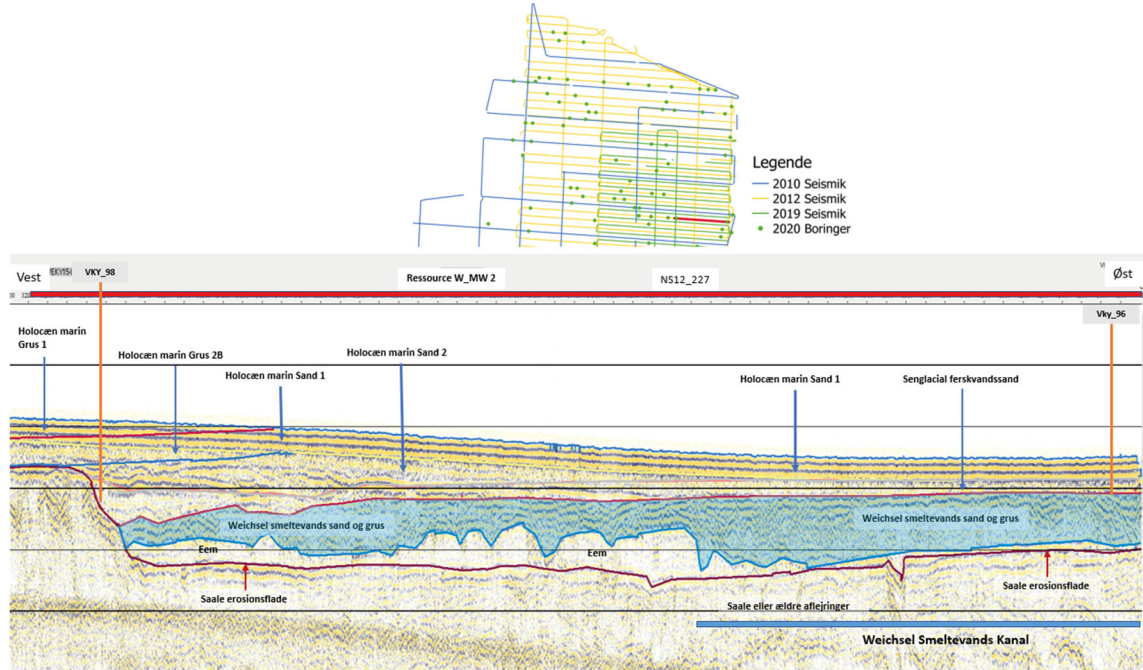


Figur 7.15: Seismisk profil NS12\_224A. Ressource W\_MW 2 er markeret med blå.



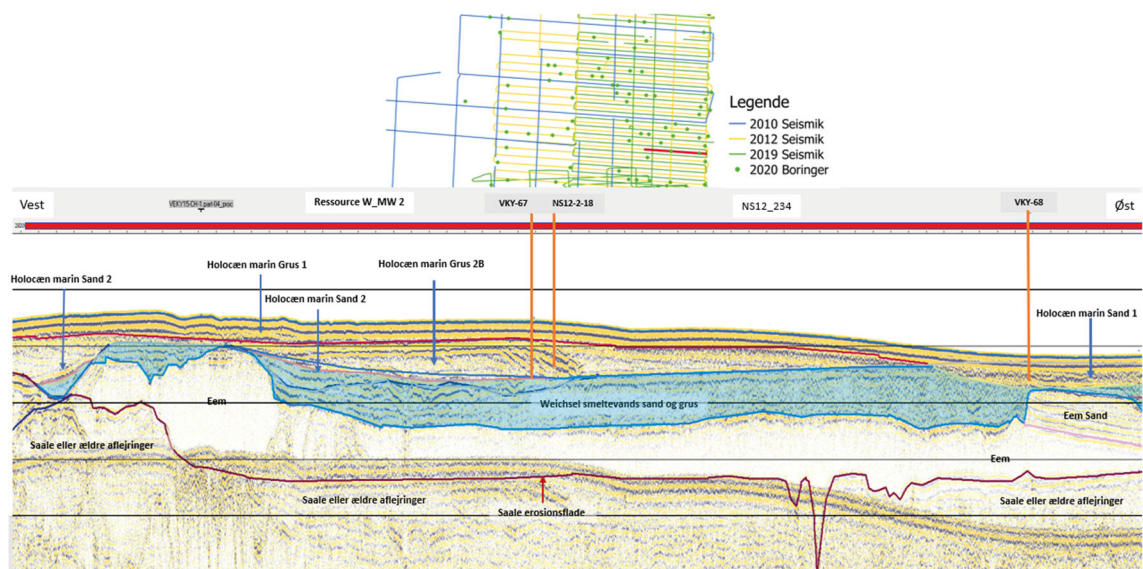
Figur 7.16: Kort over tykkelser af overjord i område W\_MW 2. Områder med mere end 2 m overjord er markeret med grå priksignatur og grøn/brun kant.

Det seismiske profil NS12\_227 (Figur 7.17) viser ressourcen mere centralt i området og det ses hvordan Weichsel smeltevandsaflejringerne overlejres af 2-3 m mellem- til grovkornet senglacialt sand mod vest og 0,5-1 m mod øst. Det senglaciale sand dækkes mod vest af op til 7 m fin- til mellemkornet Holocæn HMS 1 og 2 ressource og længst mod vest også Holocæn grus. Mod øst udgør det Holocæne sand 2-3 m dække. Mod vest er tykkelsen af ressourcen omkring 1-3 m. I den østlige del af området udfylder smeltevandsaflejringerne en bred smeltevandskanal eroderet ned i de underliggende Eem aflejringer og tykkelsen af ressourcen er her øget tilsvarende med 1-2 m.



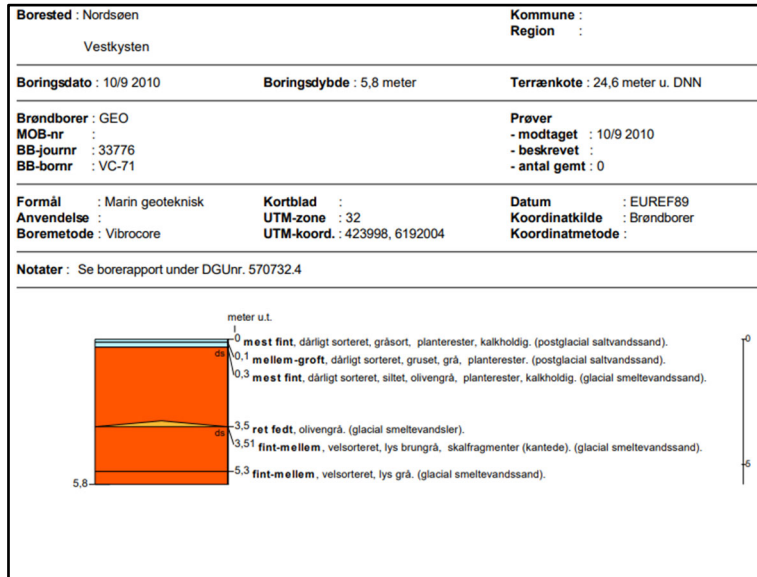
Figur 7.17: Seismisk profil NS12\_227. Ressource W\_MW 2 er markeret med blå.

Det seismiske profil NS12\_234 (Figur 7.18) viser ressourcen i den sydlige halvdel af området og det ses hvordan Weichsel smeltevandsaflejringerne overlejres af 2-6 m Holocæn sand og grus og har en tykkelse på 4-5 m i de centrale dele.



Figur 7.18: Seismisk profil NS12\_234. Ressource W\_MW 2 er markeret med blå.

Som tidligere nævnt er der ikke nogen borer i ressourcen og ressourcen søges derfor beskrevet ud fra nærliggende borer i tilsvarende lag. Mod nordøst indeholder de to borer VC-64 og VC-67 fin- til mellemkornet smeltevandssand og ligger 1-2 km øst for ressourcen. Længere mod syd og tæt på ressourcen indeholder boring VC-68 også fin- mellemkornet smeltevandssand. I samme område er Weichel råstofressourcen også truffet i boring VC-71 lige øst for den tolkede ressource og her optræder 5,5 m fin-mellemkornet smeltevandssand.



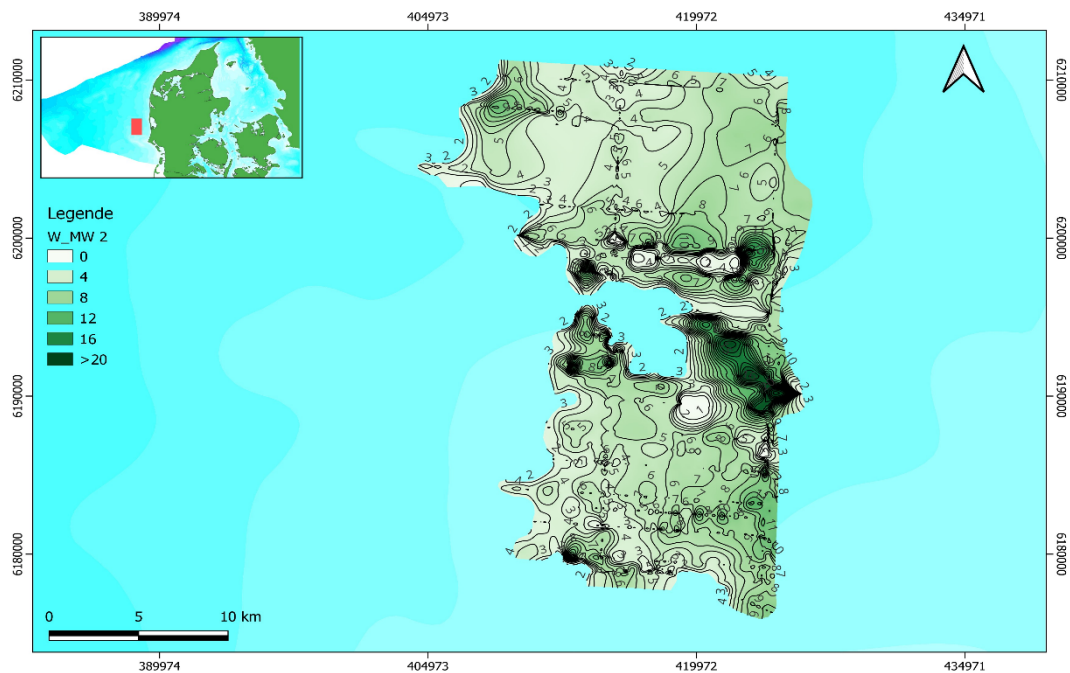
Figur 7.19: Vibrocore boring VC-71 med Weichsel diluvialsand (DS).

De seismiske profiler beskrevet herover (Figur 7.15, Figur 7.17 og Figur 7.18) viser, at smeltevandsaflejringerne mod vest har et markant kaotisk system af kraftige seismiske refleksioner, som kan indikere, at denne del af råstofferne kan indeholde noget relativt mere grovkornet sediment. Den øvrige del af ressourcen er formodentlig mere finkornet og borerne mod øst indikerer velsorteret fin- til mellemkornet sand.

På baggrund af ovenstående klassificeres ressource W\_MW 2 som en fin- til mellemkornet spekulativ smeltevandsforekomst af råstofftype Sand 1. Der er områder med mellemkornet sand, og der er påpeget mulige områder med mere grovkornede materialer. Der er dog ikke datagrundlag for at kunne lave en differentieret opgørelse af forskellige delforekomster i området.

Forekomsten vil muligvis kunne benyttes som tilslagsmateriale til beton, men det er meget usikkert og vil kræve, at der kan afgrænses områder med mellemkornet sand som den dominerende kornstørrelse og at der udføres petrografiske analyser til vurdering af råstofkvaliteten.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 457 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,5 til 20 m med et gennemsnit på ca. 5,4 m (Figur 7.20) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 2669 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 7.20: Tykkelseskort for ressource W\_MW 2 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Forekomsten er dog dækket af store mængder overjord, primært i form af yngre ressourcer. De største samlede mægtigheder af overjord er i den vestlige del, og specielt mod syd kan der være helt op til 15 m overjord. De områder hvor der er overjordstykkelser på under 2 m, ligger i de østlige og nordlige dele af W\_MW 2 området og udgør ca. 20% af ressourcens areal (Figur 7.16).

Med hensyn til fremtidige undersøgelser, er der behov for både mere seismik, for bedre afgrænsning og kortlægning af ressourcen og opdeling i underområder, og flere borer, som placeres optimalt i forhold til såvel forskellige dele af ressourcen som fordelingen af overjord. Det vil også være relevant at foretage sandpetrografiske analyser af prøvematerialer for at undersøge om materialet kan anvendes som tilslag til beton.

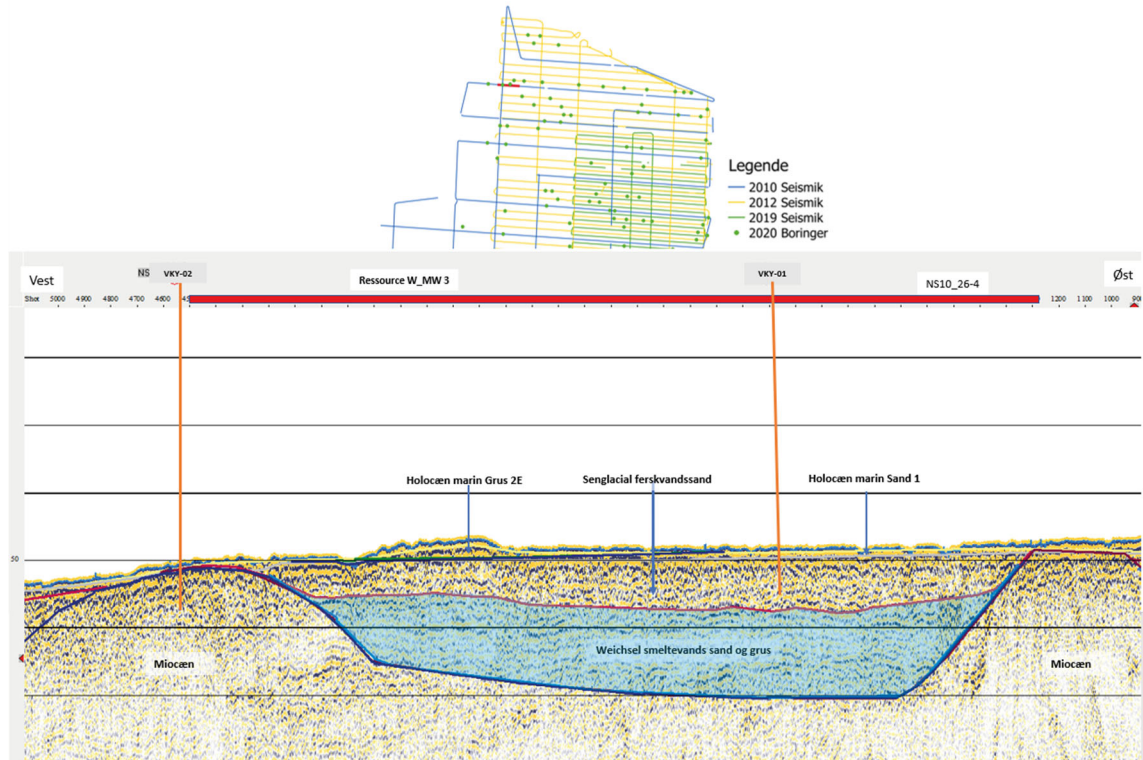
### 7.3 Område W\_MW 3 + 4

Område W\_MW 3 og W\_MW 4 ligger som to små områder i den nordvestlige del af VKY-området med W\_MW 3 som det nordligste (Figur 7.1). I område W\_MW 3 er der én boring, to øst-vest gående seismiske linjer samt én nord-syd gående. Kun en enkelt boring. Område W\_MW 4 er mere elongeret og har en øst-vest orienteret bananlignende form, og her er der 3 borer, tre øst-vest gående seismiske linjer og én nord-syd gående.

#### 7.3.1 Ressource W\_MW 3

Vanddybden i område W\_MW 3 ligger mellem 32 og 38 m med størst vanddybde i det nordvestlige hjørne af området. Råstofressourcen er tolket til at bestå af glacialt

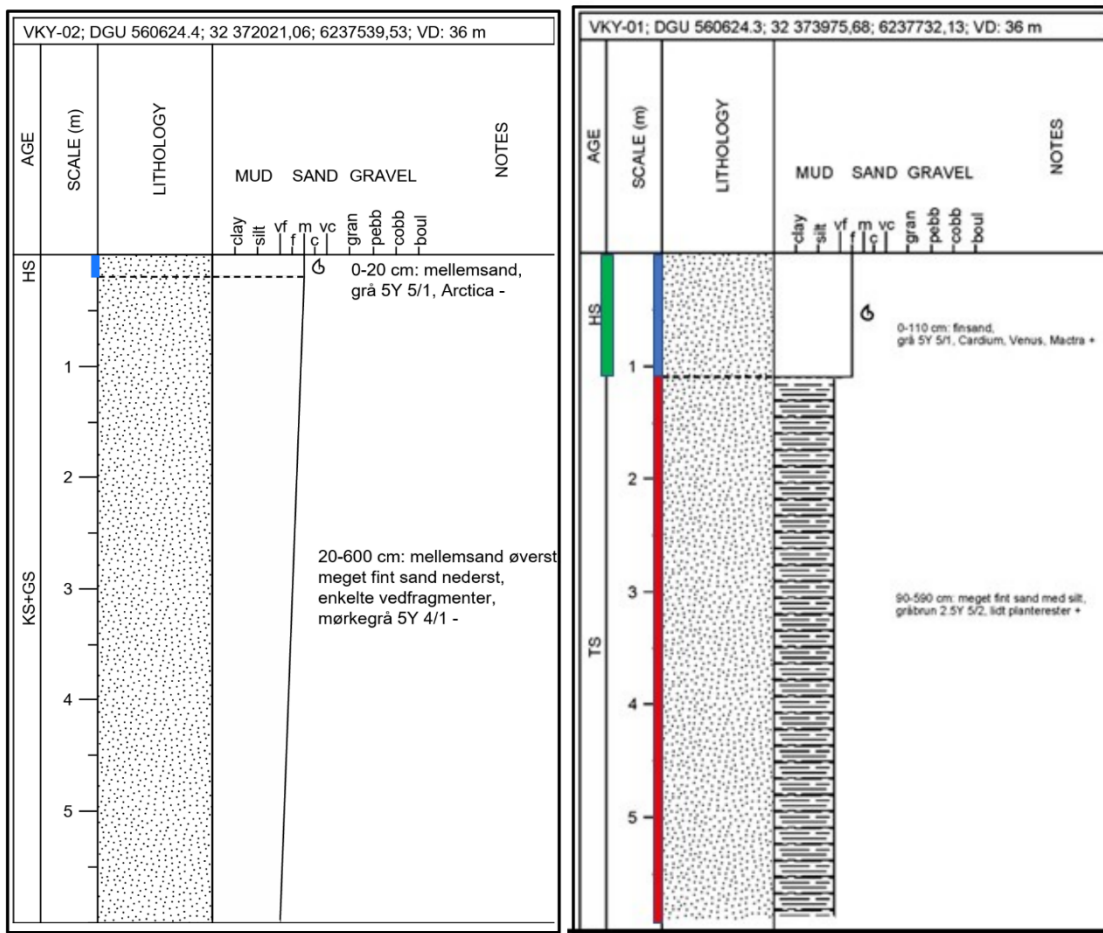
smeltevandssand, og som noget særligt i dette område overlejrer Weichsel smeltevandsaflejringer sandaflejringer af Miocæn alder i hele området (Figur 7.21). Det seismiske profil NS10\_26-4 (Figur 7.21) viser hvordan højtliggende Miocæne aflejringer afgrænser en kanal udfyldt med Weichsel smeltevandsaflejringer. Boring VKY-02 (Figur 7.22) ligger umiddelbart vest for ressource W\_MW 3 og gennemborer et tyndt lag af Holocæn sand, hvorefter der træffes Miocæn kvartssand og glimmersand (KS og GS). Boring VKY-01 (Figur 7.22) ligger inden for ressourcen, men gennemborer kun Holocæn og sen-glacial sand og træffer ikke de underliggende smeltevandsaflejringer.



Figur 7.21: Seismisk profil NS10\_26-4. Ressource W\_MW 3 er markeret med blå.

De sen-glaciale sandlag indeholder meget finkornet sand med silt og har en lagtykkelse på mellem 4 og 6,5 m i hele området. Den øverste overjord består af 1 m HMS 1 finsand i den østlige del og 1-2 m marint grus HMG 2E i den centrale/vestlige del af profilet. Dæklagenes samlede tykkelser i område W\_MW 3 ligger imellem 5 og 8 m.

De nærmeste borer med smeltevandssand, ligger enten 10 km mod nord, hvor der i borerne NS12-2-08 og NS12-2-09 (Figur 7.5) er truffet meget finkornet til finkornet sand i område W\_MW 1\_1 eller 30 km mod øst i boring NS12-2-13 (Figur 6.9) i område W\_MW 1\_2, hvor der er fin- til mellemkornet sand. Da område W\_MW 3 ligger længere væk fra Hovedopholdslinjen for isens sidste fremstød, som er hovedkilden til Weichsel smeltevandsmaterialer, er det forventeligt, at sandmaterialet er mere finkornet i dette område i forhold til de to nordlige W\_MW 1 områder der ligger tættere på kilden for smeltevandssandet.



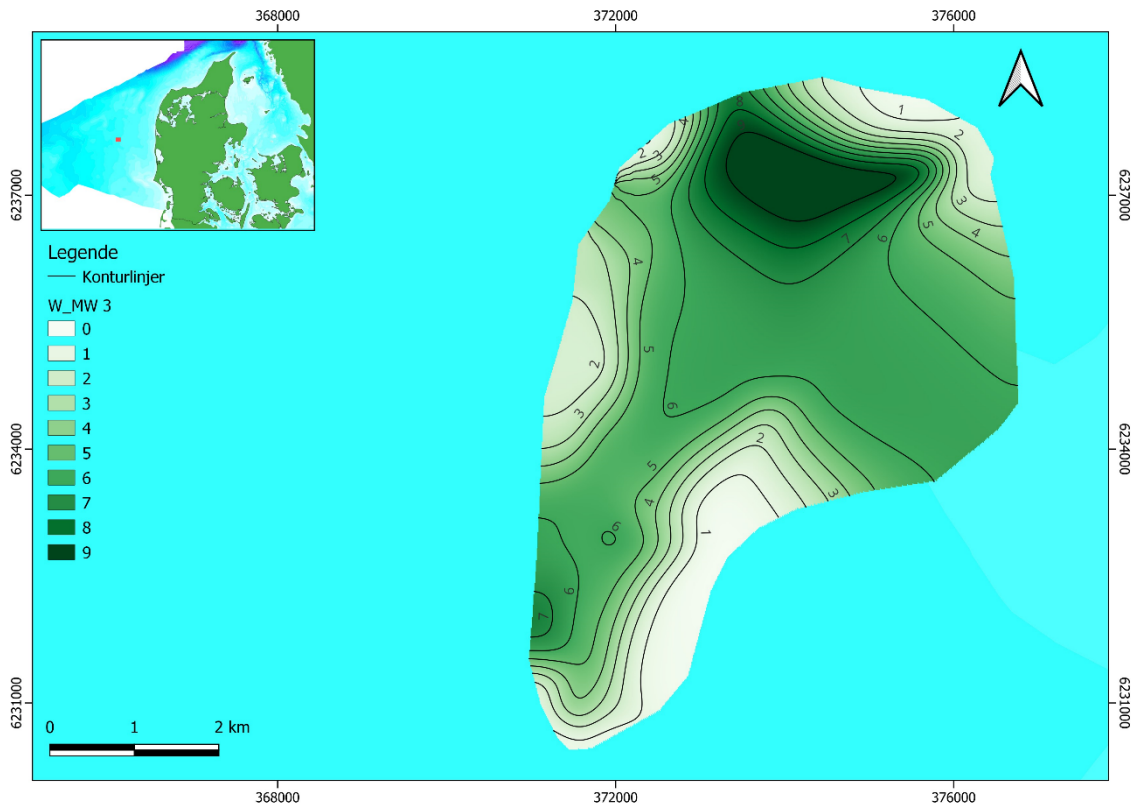
Figur 7.22: Vibrocore boringer VKY-01 og VKY-02. Holocæn sand er markeret med blå, sen-glacial sand med rød og korntørrelsesanalyse interval med grøn. KS står for Miocæn kvartssand og GS står for Miocæn/Pliocæn glimmersand.

Ressource W\_MW 3 er således alene tolket på baggrund af seismiske data og klassificeres som en spekulativ forekomst af råstoftype Sand 0. Ud fra en forventning om meget finkornet materiale, kan ressourcen muligvis kun forventes at kunne benyttes som fyldsand, der ikke skal opfylde de kvalitetskrav der normalt stilles til opfyldningsmaterialer.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 29 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,2 til 10 m med et gennemsnit på 5,6 m (Figur 7.23) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 144 mio. m<sup>3</sup>.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Ressourcen dækkes dog af 5-8 m overjord i form af Holocæne og sen-glaciale ressourcer af fint- til meget finkornet sand, som eventuelt skal indvindes først, og det er således tvivlsomt om forekomsten er interessant i forhold til indvinding.

Med hensyn til fremtidige undersøgelser, er der behov for såvel boringer som mere seismik samt prøver til analyser fra boringerne, for at fastslå mængder og kvalitet.



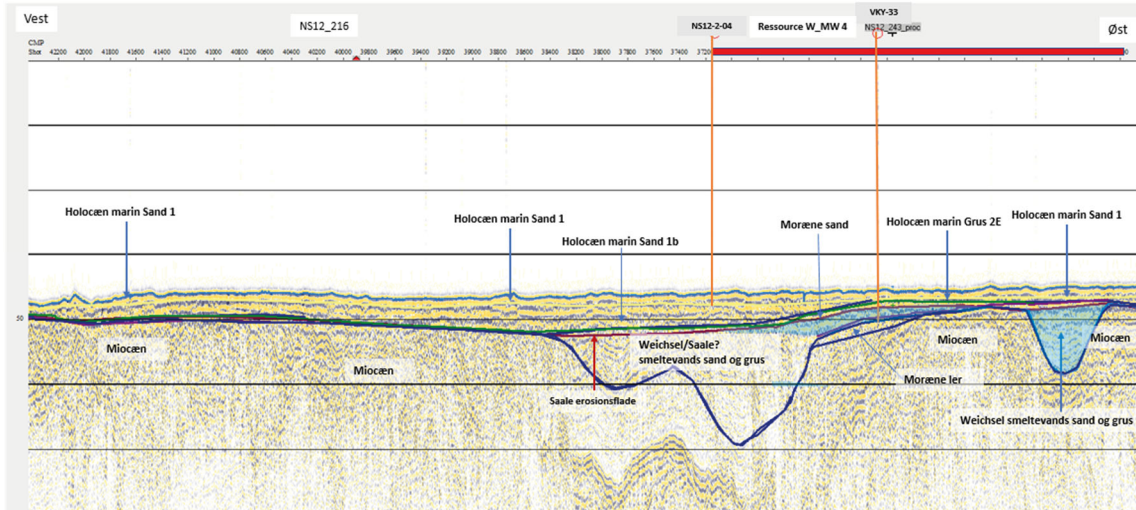
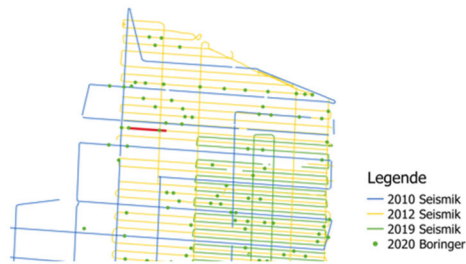
Figur 7.23: Tykkelseskort for ressource W\_MW 3 med 1 m konturlinjer.

### 7.3.2 Ressource W\_MW 4

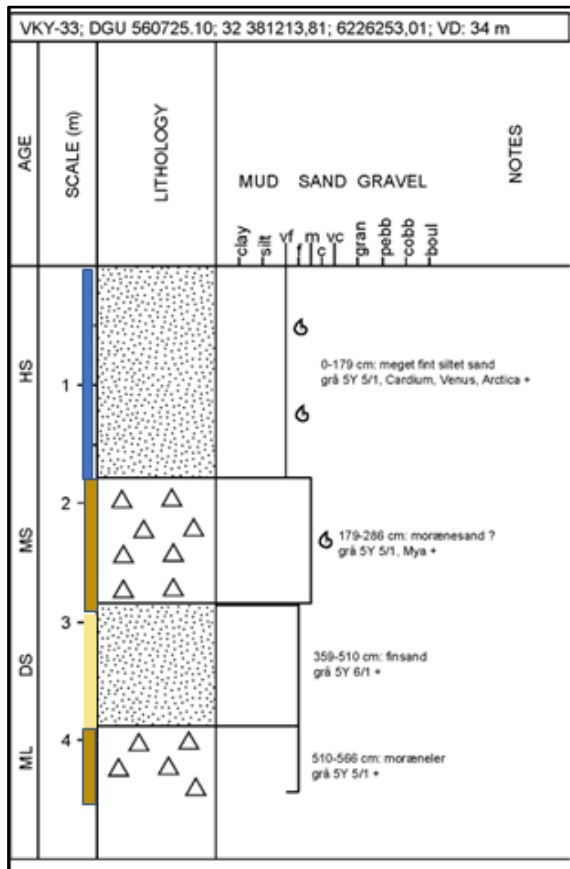
I område W\_MW 4 er vanddybden mellem 30 og 34 m, med den største vanddybde mod vest. Råstofressourcen er tolket til at bestå af glacialt smeltevandssand af Weichsel alder, men kan også være af Saale alder. Smeltevandsaflejringerne ligger direkte over Miocæne sandaflejringer (Figur 7.24), bortset fra en mindre enhed af moræneler som ligger under ressourcen i den østlige del.

Det seismiske profil NS12\_216 og boring VKY-33 (Figur 7.24 og Figur 7.25) viser, at de glacial smeltevandsaflejringer afgrænses opadtil af morænesand med en tykkelse på omkring 1 m. Over morænesandet ses først den Holocæne ressource HMS 1b, med en tykkelse på 1-3 m, som indeholder meget finkornet siltholdigt sand samt den Holocæne ressource HMS 1 med en tykkelse på ca. 1 m. Under smeltevandsaflejringerne træffer boring VKY-33 moræneler, men på det seismiske profil ses moræneleret at have en begrænset udstrækning. Ressource W\_MW 4 har en tykkelse på ca. 1 m i boringen og består af finsand. På det seismiske profil ses dybereliggende Weichsel eller Saale smeltevandsaflejringer vest for den tolkede ressource, men disse er ikke en del af den kortlagte W\_MW 4 ressource.

W\_MW 4 området ligger uden for det område, der har været påvirket af Weichsel glaciationen, og derfor må det formodes at det nederste moræneler i boring VKY-33 er af Saale alder, ligesom smeltevandssandet i Ressource W\_MW 4 og det øverste morænesand enten kan være omlejret, blandet glacialt sediment fra Weichsel, eller stamme fra et gletscherfremstød under Saale glaciationen.



Figur 7.24: Seismisk profil NS12\_216. Ressource W\_MW 4 er markeret med blå.



Figur 7.25: Vibrocore boring VKY-33. Holocæn sand er markeret med blå, smeltevandssand med lysebrun og moræne-sand og moræneler med brun.



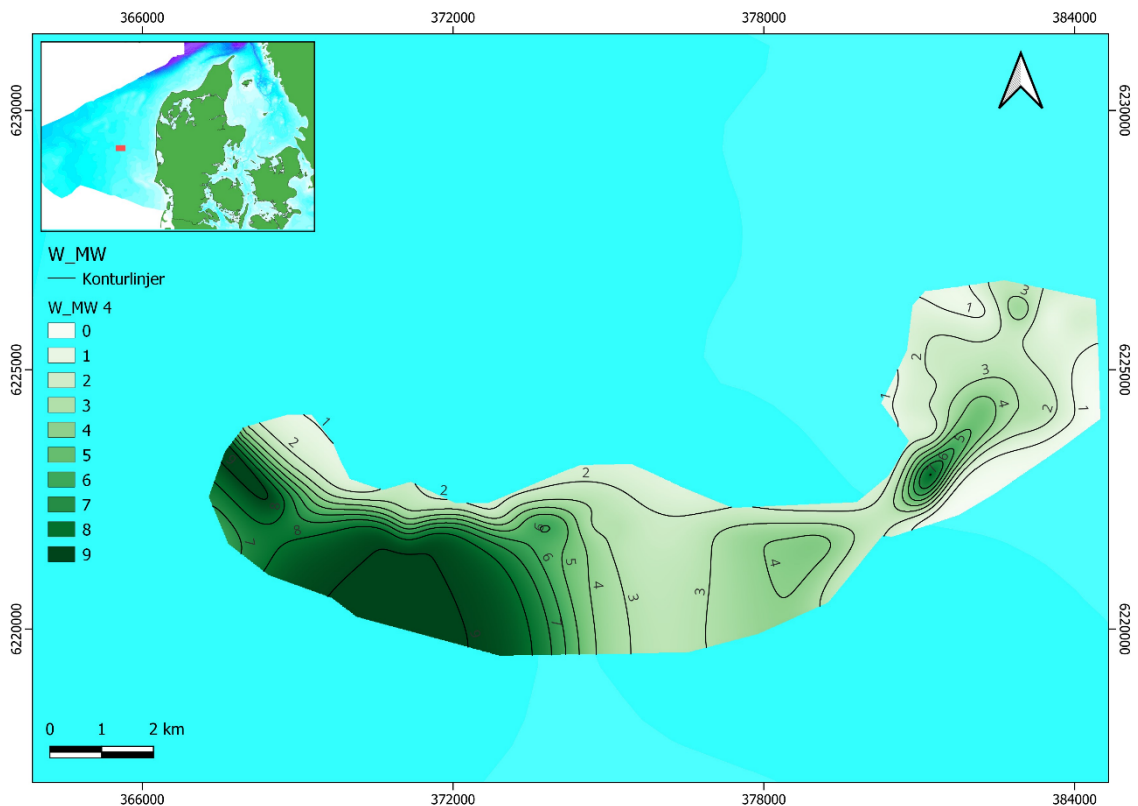
Ressource W\_MW 4 består ifølge boring VKY-33 af finkornet sand. På baggrund heraf klassificeres den som en spekulativ forekomst af råstofstype Fyldsand 4. Ressourcen vil formentlig kunne benyttes som fyldsand, med begrænsede råstofegenskaber, i forhold til de kvalitetskrav der normalt stilles til opfyldningsmaterialer.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 51 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,2 til 9 m med et gennemsnit på 3,2 m (Figur 7.26) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 212 mio. m<sup>3</sup>.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dog overlejes ressourcen som beskrevet ovenfor af en enhed af ca. 1 m morænesand som indeholder ler, fint- til groft sand, grus og sten, og som kan udgøre et problem med hensyn til indvinding.

Herudover overlejes ressourcen af Holocæn sand og grus med tykkelser mellem 1 og 3 m af hovedsaglig fint- til meget finkornet sand. Hvis ikke disse ressourcer indvindes og med et lag af morænesand, som kan give problemer, er det tvivlsomt om forekomsten er interessant i forhold til indvinding.

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist, er det nødvendigt at udføre yderligere borer og indsamle flere seismiske data.



Figur 7.26: Tykkelseskort for ressource W\_MW 4 med 1 m konturlinjer.

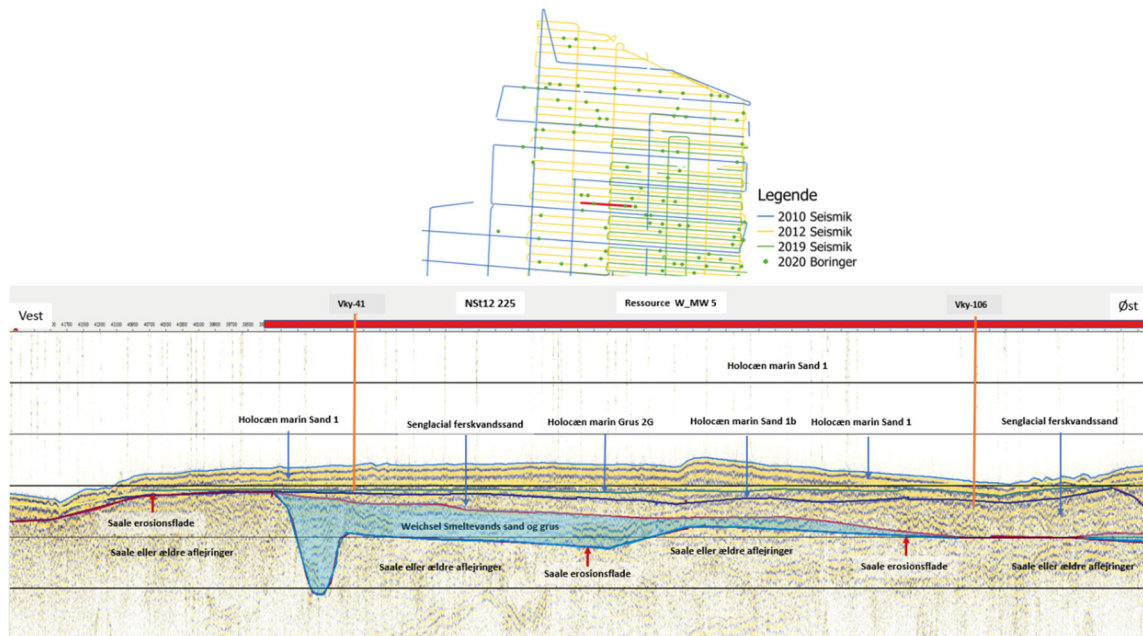
## 7.4 Område W\_MW 5 + 6

Område W\_MW 5 og W\_MW 6 er to små områder centralt i VKY-området. Der er i 2020 udført seks boringer omkring den tolkede ressource W\_MW 5 og fire af disse (VKY-041, VKY-106, VKY-110 og VKY-111) ligger inden for afgrænsningen af forekomsten, men er ikke dybe nok til at træffe ressourcen. I W\_MW er der udført en boring som dog heller ikke er dyb nok til at træffe ressource W\_MW 6.

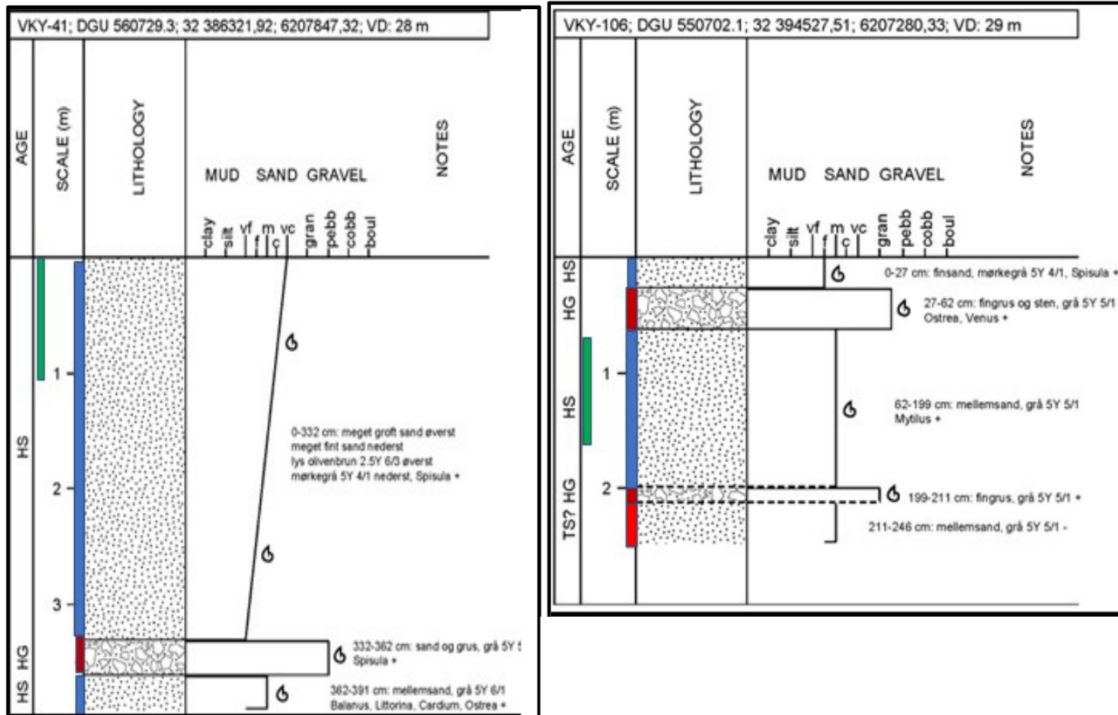
### 7.4.1 Ressource W\_MW 5

Ressource W\_MW 5 er den vestligste af de to ressourcer og vanddybden ligger mellem 24 og 28 m med størst vanddybde mod vest. Råstofressourcen er tolket til at bestå af glacialt smeltevandssand. Smeltevandsaflejringerne ligger direkte ovenpå Saale erosionsfladen som dækker hele området (Figur 7.27).

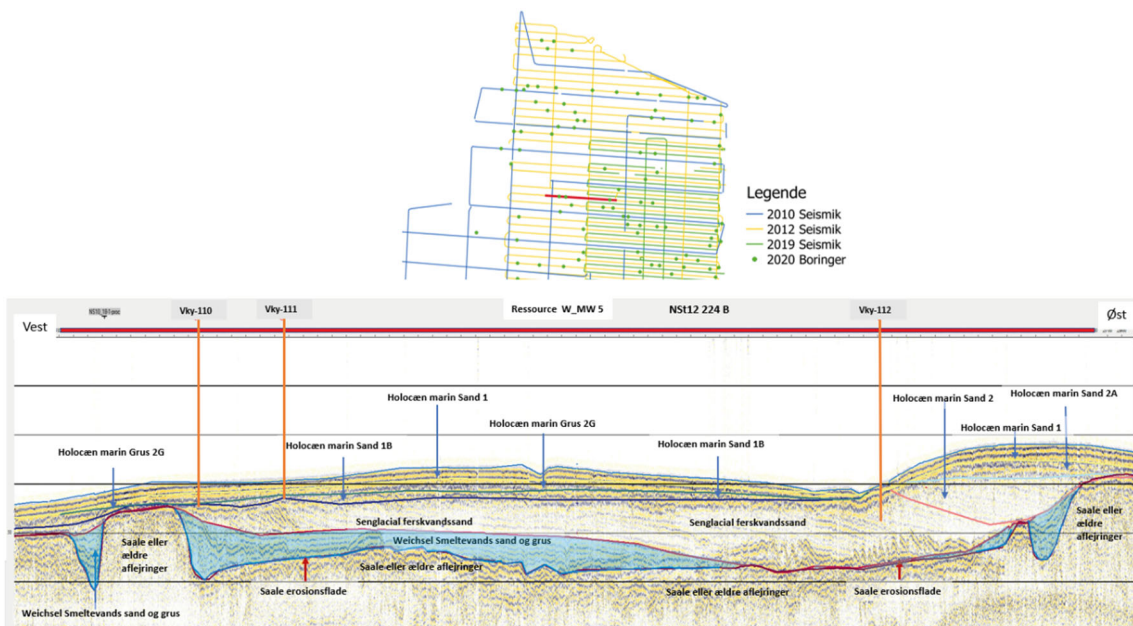
Det seismiske profil NS12\_225 (Figur 7.27) og boringerne VKY-41 og VKY-106 (Figur 7.28) viser, at Weichsel smeltevandsaflejringerne afgrænses opadtil af senglacial mellemkornet smeltevandssand (TS) med en tykkelse på 0-5 m. TS-enheden overlægges af Holocæn HMS 1B mellemkornet sand der har tykkelse på omkring 0,5-2 m, og som igen overlægges af en enhed af Holocæn grus (HMG 2G) med tykkelse på maksimalt 1 m. Det øverste dæklag er en Holocæn HMS 1 enhed af fin- til groft sand med dominans af mellemkornet sand. Den samlede tykkelse af de tre Holocæne enheder af overjord er mellem 2 og 7 m. Det senglaciale sand er i dette område mellemkornet sand og sammen med de Holocæne enheder er den samlede overjordstykkelse 4-10 m.



Figur 7.27: Seismisk profil NS12\_225. Ressource W\_MW 4 er markeret med blå.



Figur 7.28: Vibrocore borerer VKY-41 og VKY-106. Holocæn marin sand er markeret med blå, Holocæn grus med mørk rød, seneglacial sand med rød og kornstørrelsesanalyse interval med grøn.



Figur 7.29: Seismisk profil NS12\_224B. Ressource W\_MW 5 er markeret med blå.

Det seismiske profil NS12\_224B (Figur 7.29) viser ligeledes, hvordan Weichsel smeltevandsaflejringer afgrænses nedadtil af Saale erosionsfladen. Ligesom det var tilfældet med profil NS12\_225, udgør overjorden tre Holocæne lag og seneglacialt smeltevandssand. De tre Holocæne lag har en samlet estimeret tykkelse på mellem 2 og 6 m. De indeholder råstoffer der domineres af mellemkornet sand, men varierer også i sammensætning med indhold af både

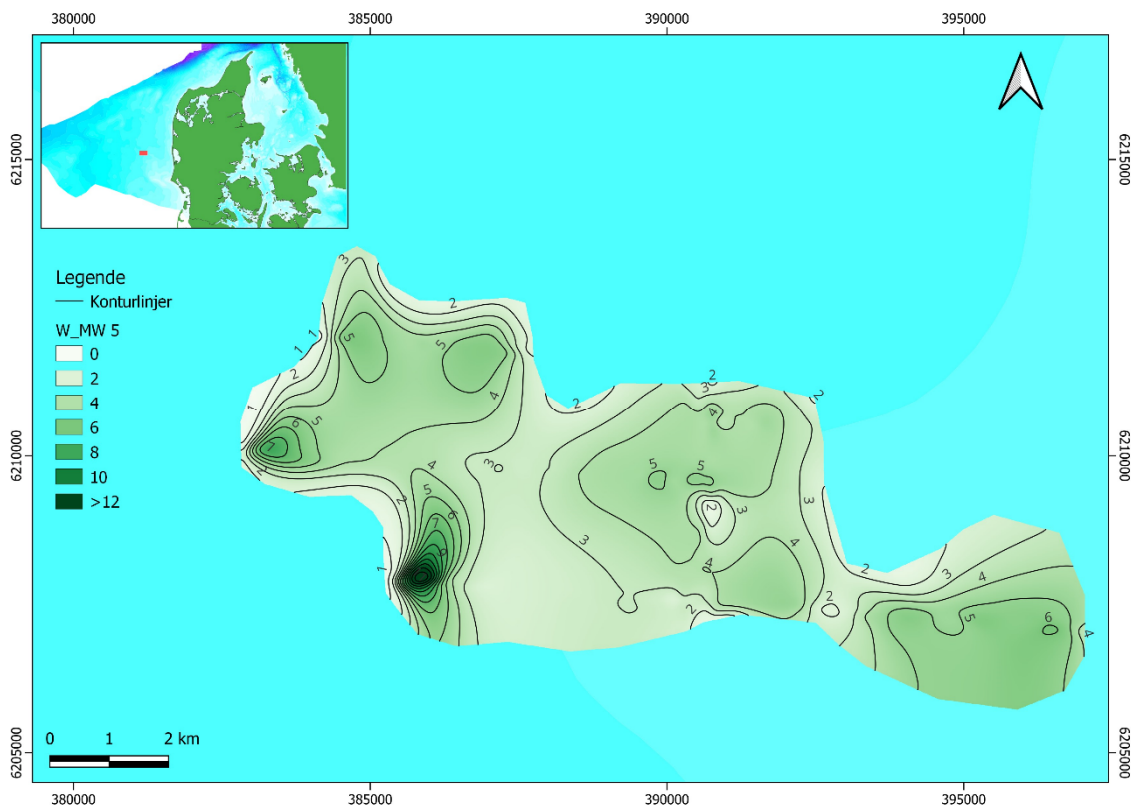
grus og finsand. I borerne VKY-110 og VKY-12 er det underliggende senglaciale smeltevandssand beskrevet som finkornet til meget finkornet og mægtigheden langs det seismiske profil varierer mellem 0,5 og 10 m. Den samlede mægtighed af de 4 enheder tilsammen gør, at overjorden har en tykkelse mellem 3,5 og 13 m.

Der er foretaget en samlet kortlægning af tykkelserne af overjorden i området som viser, at der ud af det samlede areal for område W\_MW 5 kun er 0,8%, fordelt på 2 områder, som har mindre end 2 m overjord.

De tolkede Weichsel smeltevandsaflejringer er som tidligere nævnt ikke truffet i borer og i boring VKY-33 ca. 13 km mod nordvest, består enheden af finkornet sand. Der er dog nogen usikkerhed om smeltevandsmaterialet er af Saale eller Weichsel alder. Da område W\_MW 5 ligesom boring VKY-33 ligger langt fra Hovedopholdslinjen for isens sidste fremstød formodes sandmaterialerne også her at være finkornede, såfremt de er af Weichsel alder.

På baggrund af ovenstående klassificeres ressource W\_MW 5 som en spekulativ forekomst af råstofftype Fyldsand 4. Ressourcen kan formentlig kun benyttes som fyldsand, med begrænsede råstofegenskaber i forhold til de kvalitetskrav der normalt stilles til opfyldningsmateriale.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 52 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,5 til 12 m med et gennemsnit på 3,7 m (Figur 7.30) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 195 mio. m<sup>3</sup>.



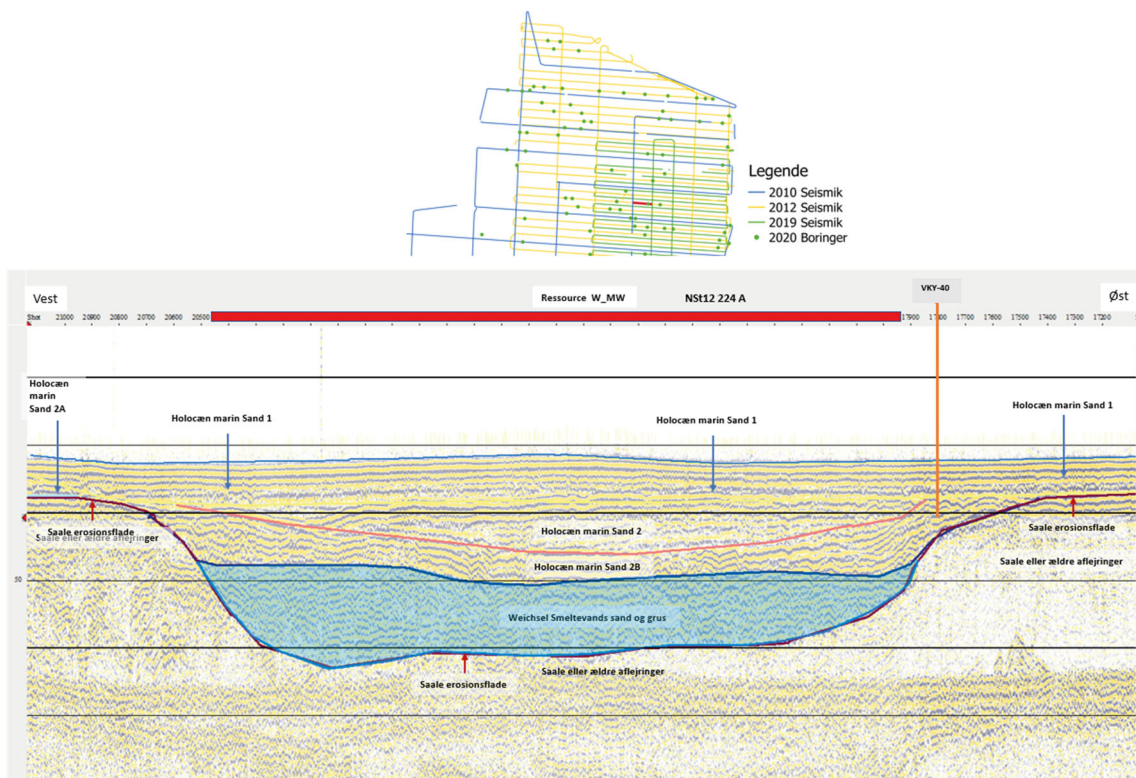
Figur 7.30: Tykkelseskort for ressource W\_MW 5 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dog er den samlede overjordstykkelse alt for stor til at en indvinding kan finde sted medmindre de overliggende ressourcer der udgør overjorden er interessante i forhold til indvinding. Det er således kun i 0,8% af området, fordelt på 2 områder, hvor tykkelsen af overjorden er under 2 m.

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist, er det nødvendigt at udføre yderligere borer og indsamle flere seismiske data.

## 7.4.2 Ressource W\_MW 6

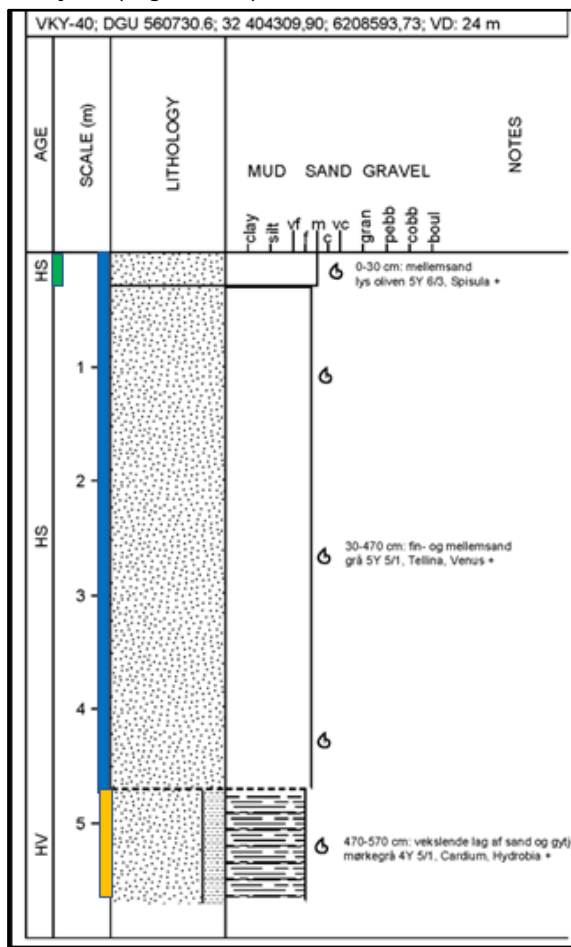
Ressource W\_MW 6 er den østligste af de to områder og vanddybden ligger mellem 22 og 24 m. Råstofressourcen er tolket til at bestå af glacialt smeltevandssand (DS) og smeltevandsaflejringerne ligger direkte over Saale erosionsfladen som dækker hele området (Figur 7.31).



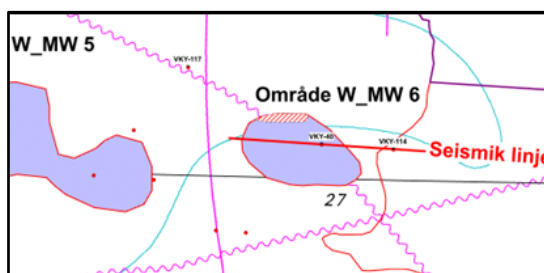
Figur 7.31: Seismisk profil NS12\_224A. Ressource W\_MW 6 er markeret med blå.

Det seismiske profil NS12\_224A og boring VKY-40 (Figur 7.31 og Figur 7.32) viser, at Weichsel smeltevandsaflejringerne er op til 8 m tykke og afgrænses opadtil af fin- til mellemkornet heterolitisk Holocæn HMS 2B sand med vekslende lag af sand og dynd med lagtykkelser som varierer mellem 3 til 6 m. Herover optræder endnu et dæklag af fin- til mellemkornet Holocæn HMS 2 sand med lagtykkelser som også varierer mellem 3 til 6 m. Det øverste dæklag består af 4-5 m fin- til mellemkornet Holocæn HMS 1 sand, der øverst har 30 cm mellemkornet sand. Den samlede mægtighed af overjorden varierer således mellem 10 og

14 m langs det seismiske profil og kun i 6% af ressourcens areal er der mindre end 2 m overjord (Figur 7.33).



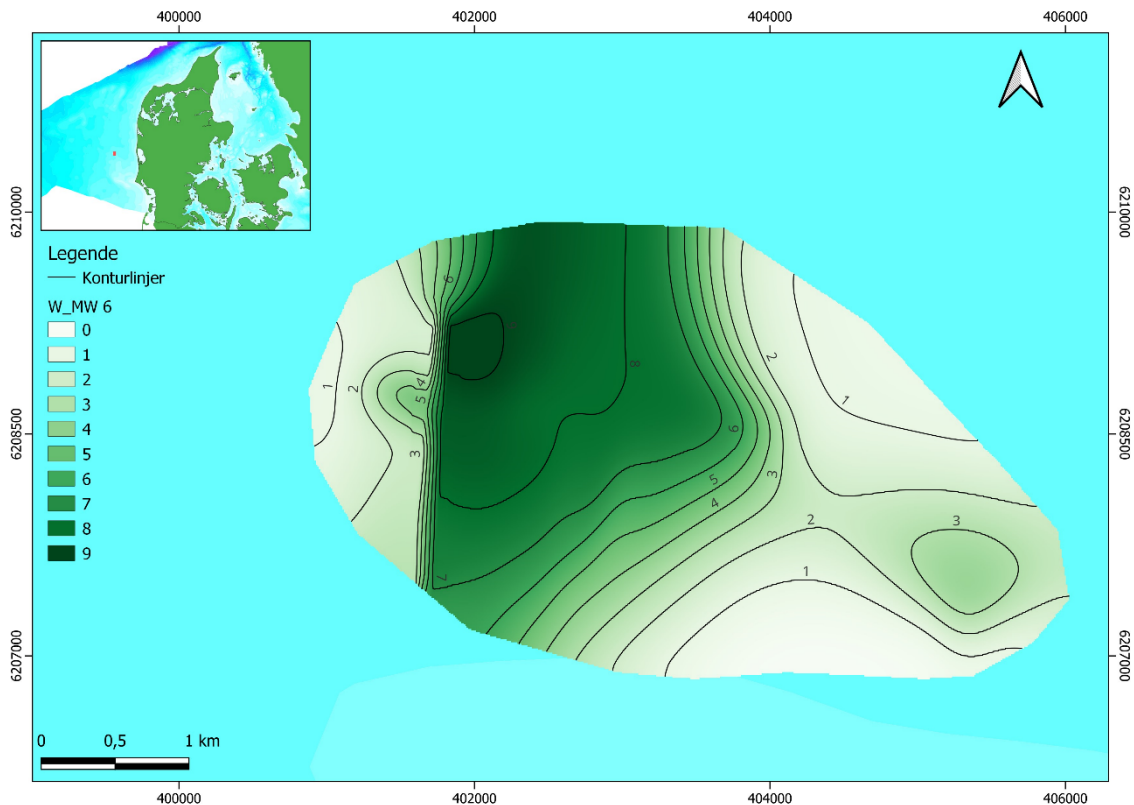
Figur 7.32: Boring VKY-40. Holocæn HMS 1 sand er markeret med blå, Holocæn heterolitisk sand HMS 2B med orange og kornstørrelsesanalyse interval med grøn.



Figur 7.33: Kort over tykkelser af overjord i område W\_MW 6. Områder med mindre end 2 m overjord er markeret med rød skravering.

Der er som tidligere nævnt ingen borerer der når ned til ressourcen, og den nærmeste boring med smeltevandssand er VKY-13 som ligger 13 km nord for området. I denne består enheden af finkornet sand, men der er nogen usikkerhed om smeltevandsmaterialet i boringen er af Saale eller Weichsel alder. Da område W\_MW 6 ligesom boring VKY-33 ligger langt fra Hovedopholdslinjen for isens sidste fremstød formodes sandmaterialerne også her at være finkornede, såfremt de er af Weichsel alder.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 12 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,5 til 9 m med et gennemsnit på 3,1 m (Figur 7.34) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 49 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 7.34: Tykkelseskort for ressource W\_MW 6 med 1 m konturlinjer.

På baggrund af ovenstående er ressourcen klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofstype Fyldsand 4. Materialet vil formentlig udelukkende kunne benyttes som fyldsand, med begrænsede råstof egenskaber i forhold til de kvalitetskrav der normalt stilles til opfyldningsmaterialer.

De overliggende tre Holocæne dæklag med tykkelser på 10-14 m er alle potentielle råstofforekomster, som eventuelt vil kunne indvindes efter at der er foretaget yderligere undersøgelser. Der er dog fundet dynd i det dybeste dæklag i HMS 2B området, og en indvinding kan således kun finde sted hvis der tages hensyn hertil. Der er kun et mindre område mod nord på 6% af ressourcens areal, hvor dæklagstykkelsen er mindre end 2 m og hvis ikke dæklagene er interessante i forhold til indvinding vil denne del givetvis være for lille til at være interessant til råstofindvinding.

## 7.5 Område W\_MW 7

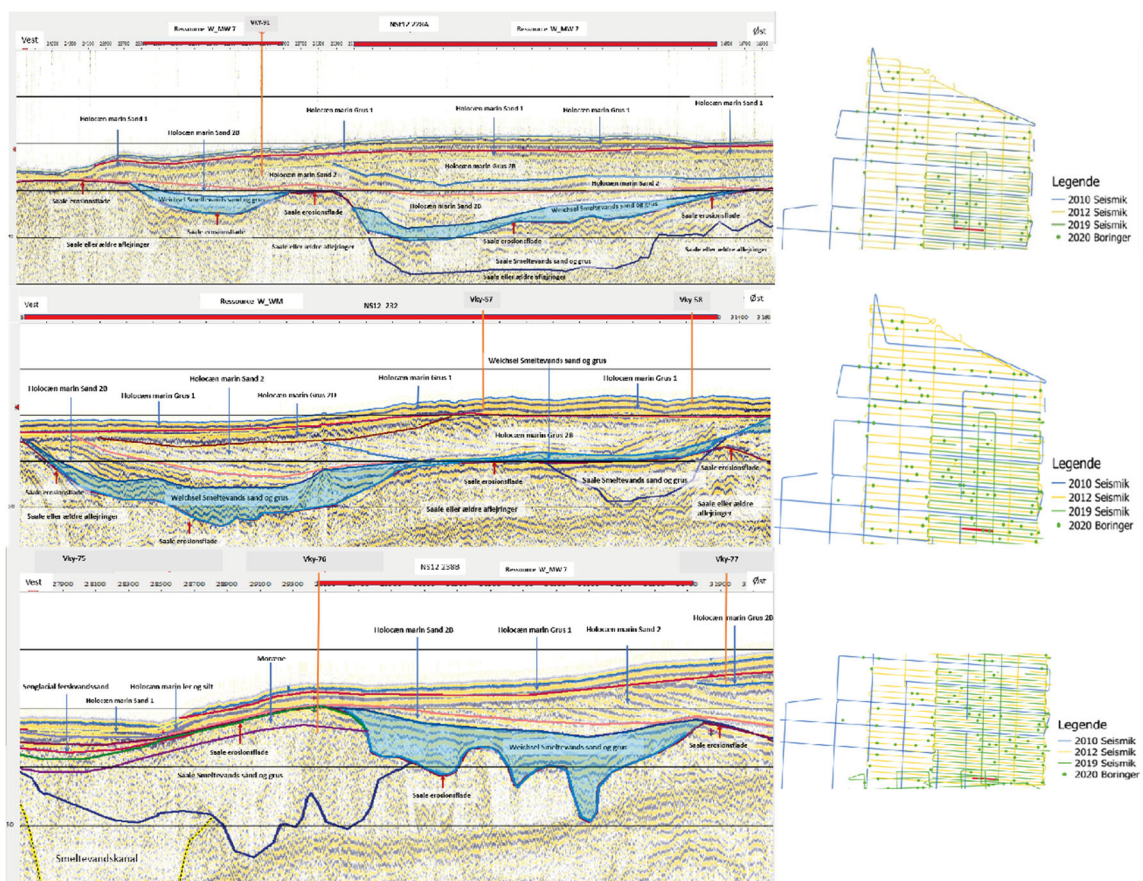
Område W\_MW 7 udgør et smalt område i den sydøstlige del af VKY-området umiddelbart vest for område W\_MW 2 (Figur 7.1). I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget en række borer i området omkring W\_MW 7, hvoraf to af borerne, VKY-76 og VKY-64, ligger inden for afgrænsningen af W\_MW 7 forekomsten. Der er fundet glaciale smeltevandsaflejringer i VKY-76, men baseret på den seismiske tolkning er det Saale smeltevandssand

der er til stede i boringen. Boring VKY 64 er ikke dyb nok til at påvise ressourcen. Der er således ikke truffet Weichsel smeltevandsmaterialer i borerne inden for W\_MW 7 området.

### 7.5.1 Ressource W\_MW 7

Vanddybden i område W\_MW 7 ligger mellem 16 og 24 m og råstofressourcen er tolket til at bestå af glacialt smeltevandssand. Smeltevandsaflejringerne ligger direkte over Saale erosionsfladen. Der er udvalgt 3 seismiske profiler til illustration af råstofressourcen: Profil NS12-228A, NS12-232 og NS12-238B.

Det seismiske profil NS12\_228A (Figur 7.35) viser, at Weichsel smeltevandsaflejringer afgrænses opadtil af den Holocæne HMS B2 enhed, som indeholder meget finkornet sand med tykkelser mellem 0,5 og 5 m. HMS B2 enheden overlægges af en Holocæn mellem- til finkornet sandenhed (HMS 2) med lagtykkelser på maksimalt 3 m inden for profilet. Herover findes HMS 2B grus, HMS 1 sand og HMG 1 grus. Den samlede tykkelse af de Holocæne enheder der udgør overjorden er mellem 3,5 og 14 m i dette område.



Figur 7.35: Seismiske profiler NS12\_228A, NS12\_232 og NS12\_238B. Ressource W\_MW 7 er markeret med blå.

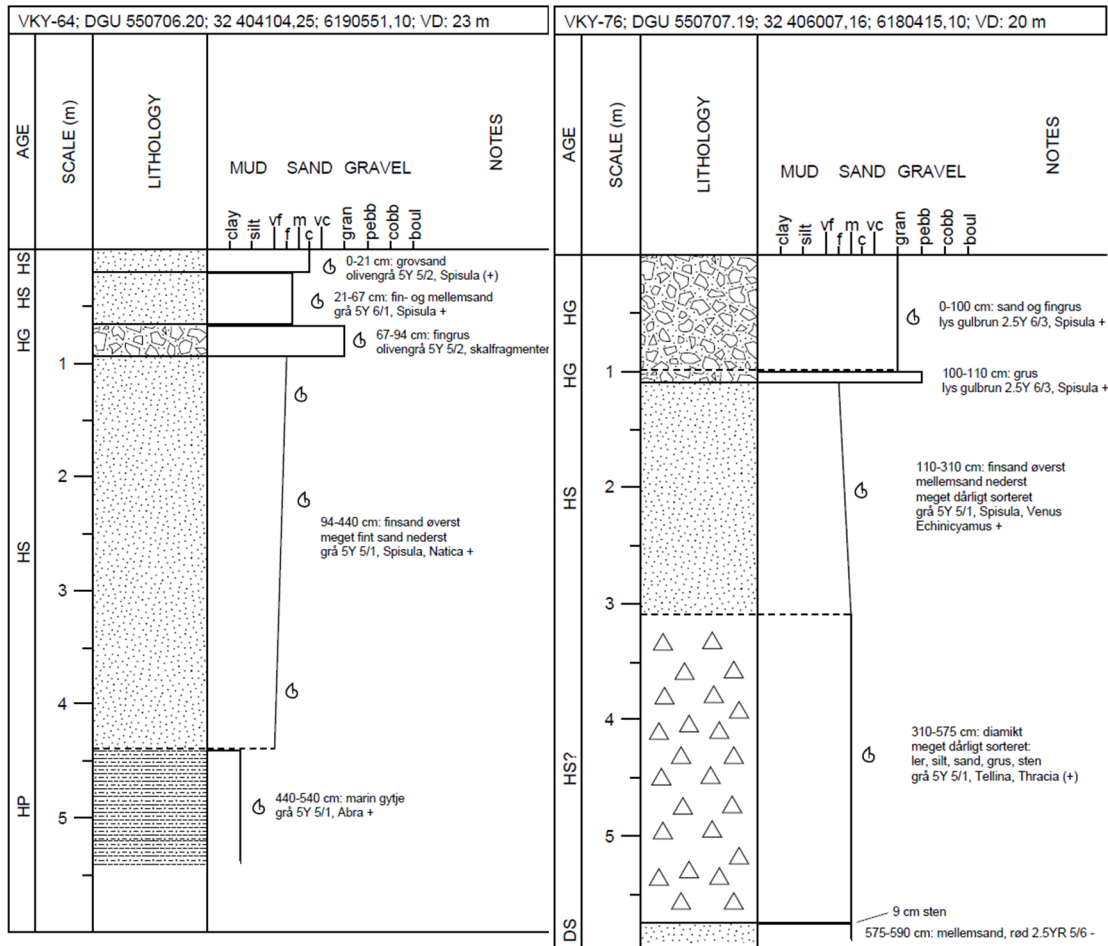
På det seismiske profil NS12\_232 overlægges smeltevandsaflejringerne af HMS 2B, HMS 2 og HMG 2B. Mod vest ligger herover den Holocæne grus-enhed HMG 2D og et lag af HMG 1 grus dækker udgør det øverste lag langs hele profilet. Den samlede tykkelse af de Holocæne enheder, der udgør overjorden her, er mellem 3,5 og 11 m.



Det seismiske profil NS12\_238B viser, at Weichsel smeltevandsaflejringer afgrænses opadtil af HMS B2 enheden, som indeholder meget finkornet sand, og som igen overlejres af HMS 2 sand og HMG 1 grus. Den samlede tykkelse af de Holocæne dæklag er 3-8 m langs profilet.

Weichsel smeltevandsaflejringerne ligger i et område, hvor Eem aflejringerne formodentligt er eroderet bort og Saale (eller ældre) aflejringer fungerer som en barriere mod øst og vest. Smeltvandsaflejringerne er formodentlig knyttet op til den erosion der har fundet sted i områderne ved Horns Rev og HRNV-dalen (se f.eks. afsnit 5.4) og som har bidraget med smeltvandsaflejringer fra syd mod nord. Ressource W\_MW 7 enheden er således formodentlig ikke fysisk bundet sammen med smeltvandsaflejringerne i område W\_MW 2 der er aflejret fra øst mod vest. På den baggrund vurderes det ikke at være muligt, at beskrive ressourcen ud fra borer i område W\_MW 2.

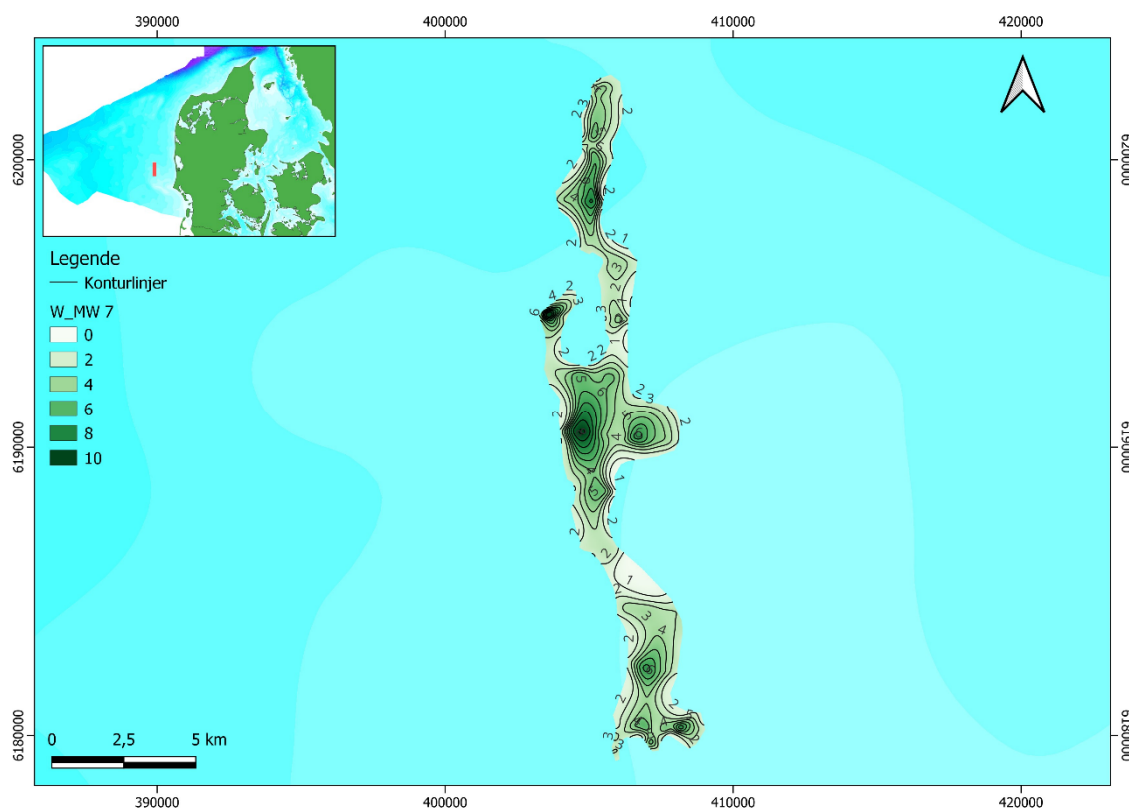
Inden for området er der truffet smeltvandsaflejringer i boring VKY-76 (Figur 7.36), men jf. den seismiske tolkning vurderes disse at være af Saale alder. Boring VKY-76 i Figur 7.36 giver et indtryk af sammensætningen af de Holocæne lag over ressourcen.



Figur 7.36: Vibrocore borer VKY-64 og VKY-76. Smeltvandssand i borer VKY-76 er af Saale alder og ligger vest for den tolkede ressource W\_MW 7 af Weichsel smeltvandssand.

På baggrund af ovenstående klassificeres ressource W\_MW 7 som en spekulativ forekomst af råstofftype Sand 0.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 42 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,5 til 9 m med et gennemsnit på 3,41 m (Figur 7.37) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 145 mio. m<sup>3</sup>.



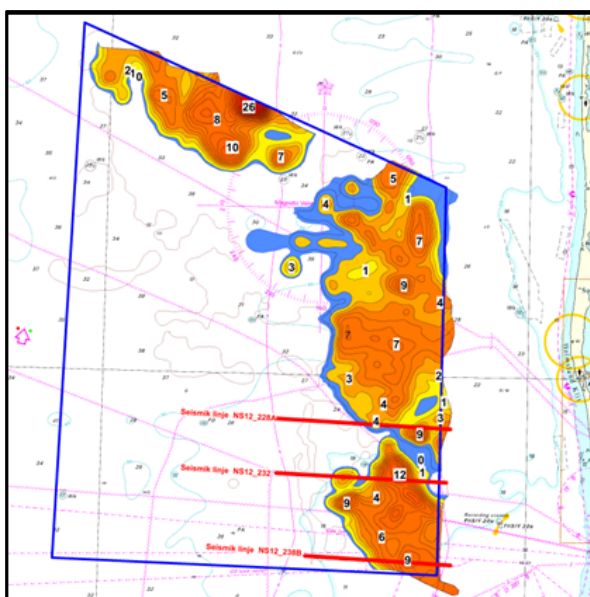
Figur 7.37: Tykkelseskort for ressource W\_MW 7 med 1 m konturlinjer.

Da der er fundet dynd i det dybeste dæklag HMS 2B i området, kan en indvinding af forekomsten kun finde sted, hvis der tages hensyn hertil. Det samlede dække af Holocæne ressourcer over forekomsten er mellem 3 og 14 m og indvinding er kun interessant, hvis det kan ske i sammenhæng med indvinding af disse. Der er dog ni mindre områder med et samlet areal på 2,1 km<sup>2</sup>, hvor der kun er ca. 2 m overjord.

Med hensyn til fremtidige undersøgelser og eventuel opklassificering af ressourcen er det først og fremmest vigtigt, at ressourcernes udbredelse og kvalitet bliver yderligere dokumenteret ved flere borer og mere seismik.

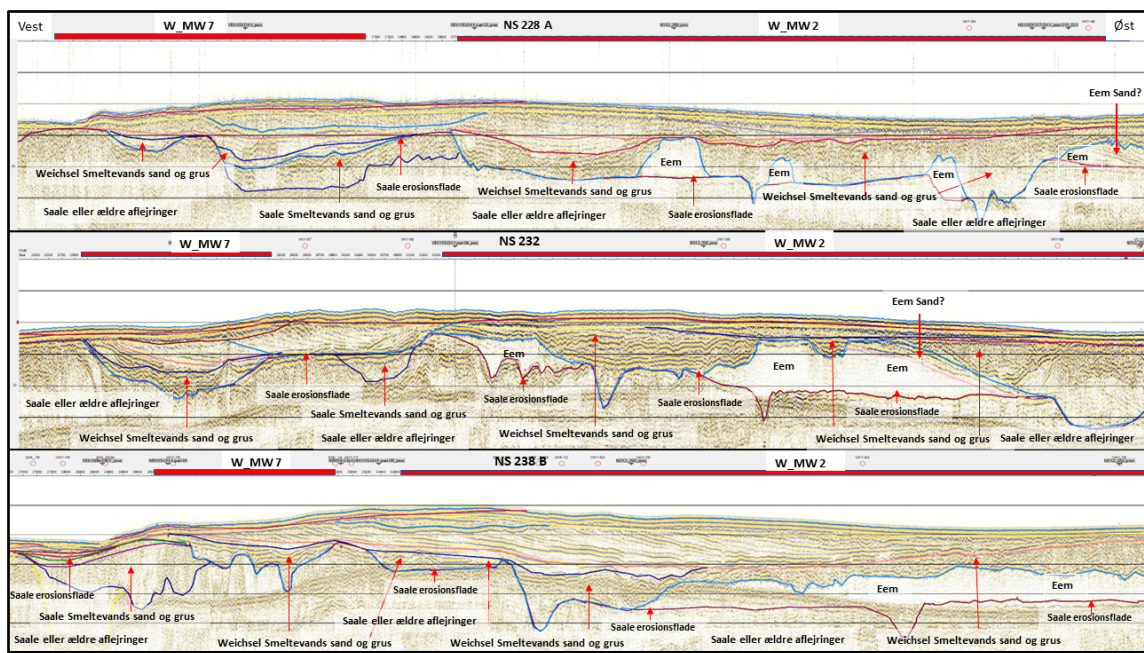
## 8. Eem ressourcer

I VKY-området er der aflejret marine Eem sedimenter i den østlige del af området med tykkelser på op til 12 m. Aflejringerne strækker sig ud til omkring 40 km vest for den Jyske Vestkyst (Figur 8.1). Mod nordvest ses et nordvest-sydøst orienteret langstrakt område med store mægtigheder af Eem aflejringer og langs hele den østlige del af VKY-området ses et nord-syd orienteret langstrakt område, også med store Eem mægtigheder. Der er truffet Eem aflejringer i 8 boreringer inden for VKY-området, som alle ligger i den sydøstlige del af området. I fire af boreringerne optræder der sand af Eem alder (QS), mens der kun er ler, silt og meget finkornet sand (QL) i de resterende fire boreringer, med ler-fraktionen som den dominerende enhed.

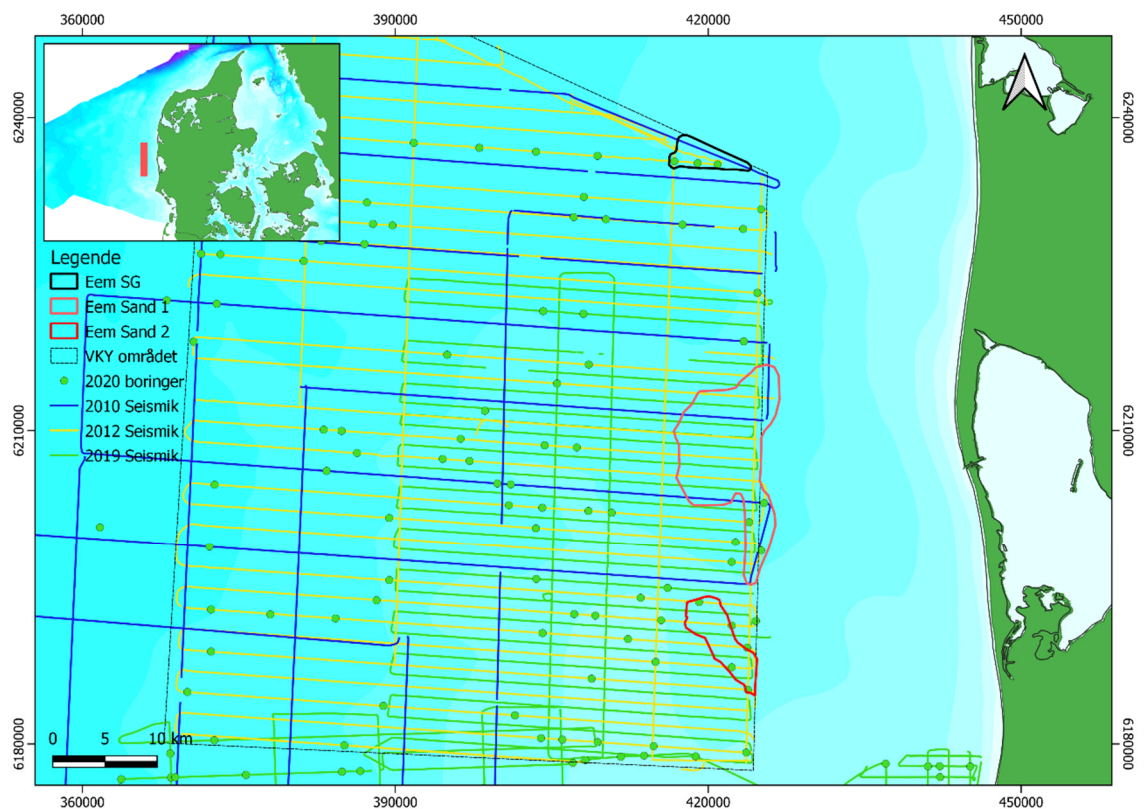


Figur 8.1: Kort over Eem aflejringer i VKY-området med tykkelser i meter. De tre røde linjer angiver seismiske profiler vist i Figur 8.2.

På de tre seismiske profiler NS12\_228A, NS12\_232 og NS12\_238B i Figur 8.2 ses det at Weichsel smeltevandsstrømmene har eroderet en stor del af Eem aflejringerne væk. Eem aflejringer står herefter tilbage som enkeltstående erosionsrester efter at smeltevandsflo-derne har fjernet de mindre resistente dele af aflejringerne, hvorefter der er aflejret Weichsel smeltevandsmateriale. Et prospekt for råstofkortlægningen af Eem sedimenterne er at af-dække muligheden for kystaflejringer eller forekomster med strøm-aflejringer, som indeholder mere grovkornede materialer. Et eksempel herpå ses i Eem aflejringerne i den østlige del af de seismiske profiler NS12\_228A og NS12\_232, hvor der er aflejret lag i de øverste dele af Eem lagserien med større reflektivitet mellem lagene. Variationen i reflektivitet er tolket som variation i kornstørrelsessammensætning mellem lagene som tolkes at kunne indeholde både grovere og finere sandmaterialer (annoteret med 'Eem Sand?' på profilerne). I VKY-området er der kortlagt 3 mulige Eem marine sandede råstofområder, område Eem SG, Eem Sand 1 og Sand 2 (Figur 8.3).



Figur 8.2: Seismiske profiler NS12\_228A, NS12\_232 og NS12\_238B som giver et overblik over Eem aflejringerne i VKY-området.

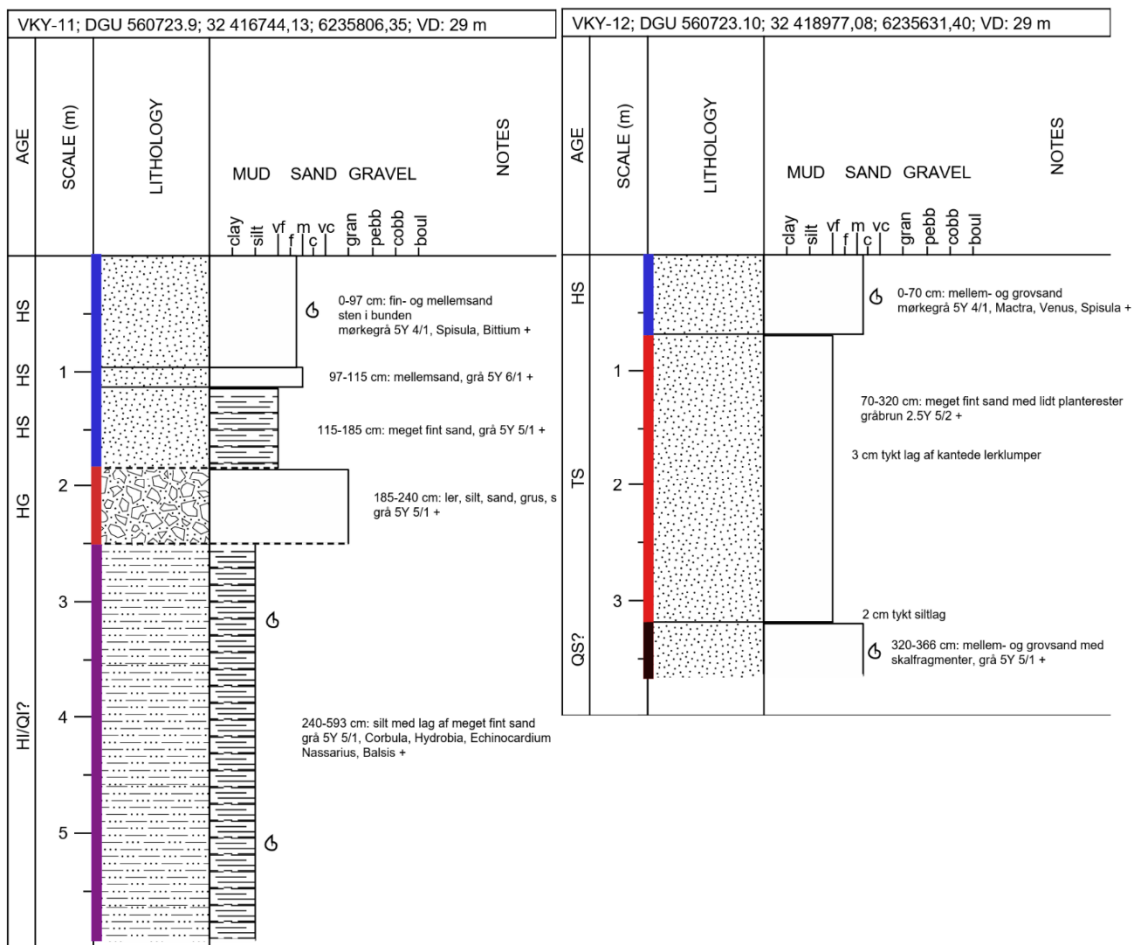


Figur 8.3: Kort over tolkede Eem ressourcer i VKY-området.

## 8.1 Eem marint sand

### 8.1.1 Eem SG

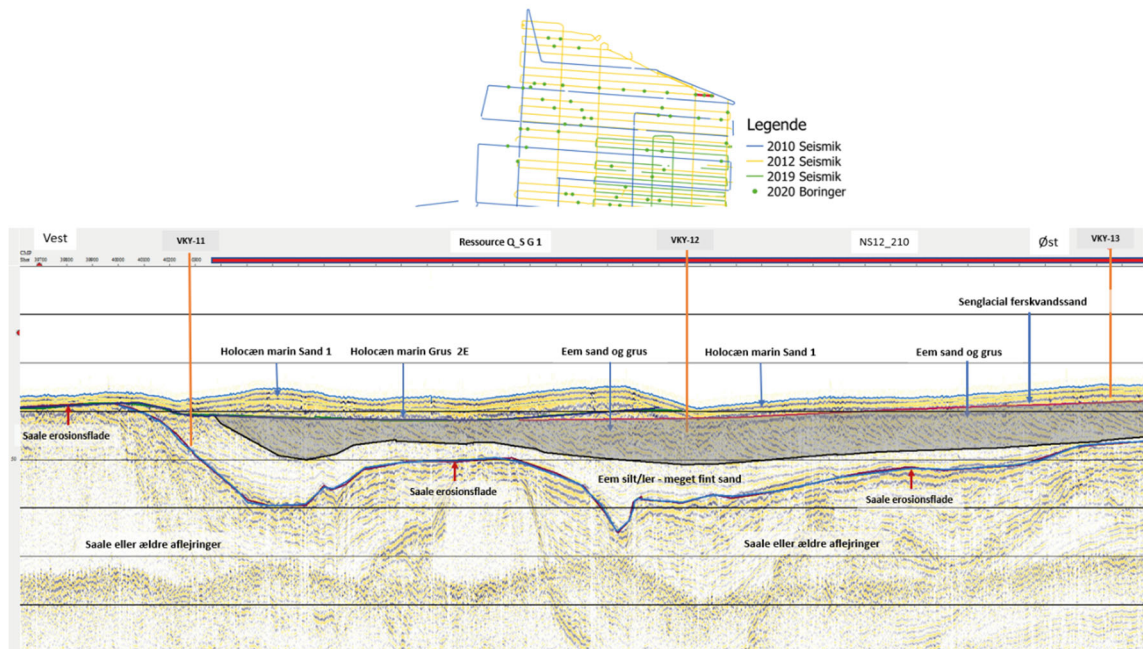
Ressource Eem SG ligger i den nordøstlige del af VKY-området (Figur 8.3) og vanddybden ligger mellem 26 og 28 m. I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget tre borer i Eem SG-området og truffet Eem aflejringer i to af dem. I den ene af borerne, VKY-12 (Figur 8.4), er der truffet en råstofressource i de nederste 0,5 m af boringen som er tolket som sand af Eem alder. Det kan dog ikke udelukkes, at der er tale Eem sedimenter omlejret i Weichsel. Den anden boring, VKY-11 (Figur 8.4), viser et 3,5 m lag af silt og meget finkornet sand, som ikke udgør en råstofressource.



Figur 8.4: Vibrocore borer VKY-12 og VKY-11. Holocæn marin sand (HMS 1) er vist med blå, Holocæn grus med mørkerød, seneglacialt sand (TS) med rød, Eem silt/ler med lilla og Eem sand (QS) med sort.

Sammen med borerne indgår fire seismiske linjer i kortlægningen af ressourcen og i Figur 8.5 er vist den seismiske linje NS12\_210. Råstofressourcen overlejres i den vestlige del af Holocæn grus (HMG 2E), mens den i den østlige del overlejres af meget finkornet seneglacialt smeltevandssand. Langs hele den seismiske linje udgør Holocæn marin sand (HMS 1) det øverste dæklag.

Eem SG ressourcen består jf. boring VKY-12 (Figur 8.4) af mellemkornet til groft sand med skalfragmenter, og skrålejring i den tolkede enhed på det seismiske profil i Figur 8.5 viser udbygning mod øst. De tydelige skrålejring indikerer, at materialet er knyttet til et område med strøm, og ud fra kornstørrelserne kunne der måske være tale om kystnære aflejringer.



Figur 8.5: Seismisk profil NS12\_210 Ressource Eem SG er markeret med grå.

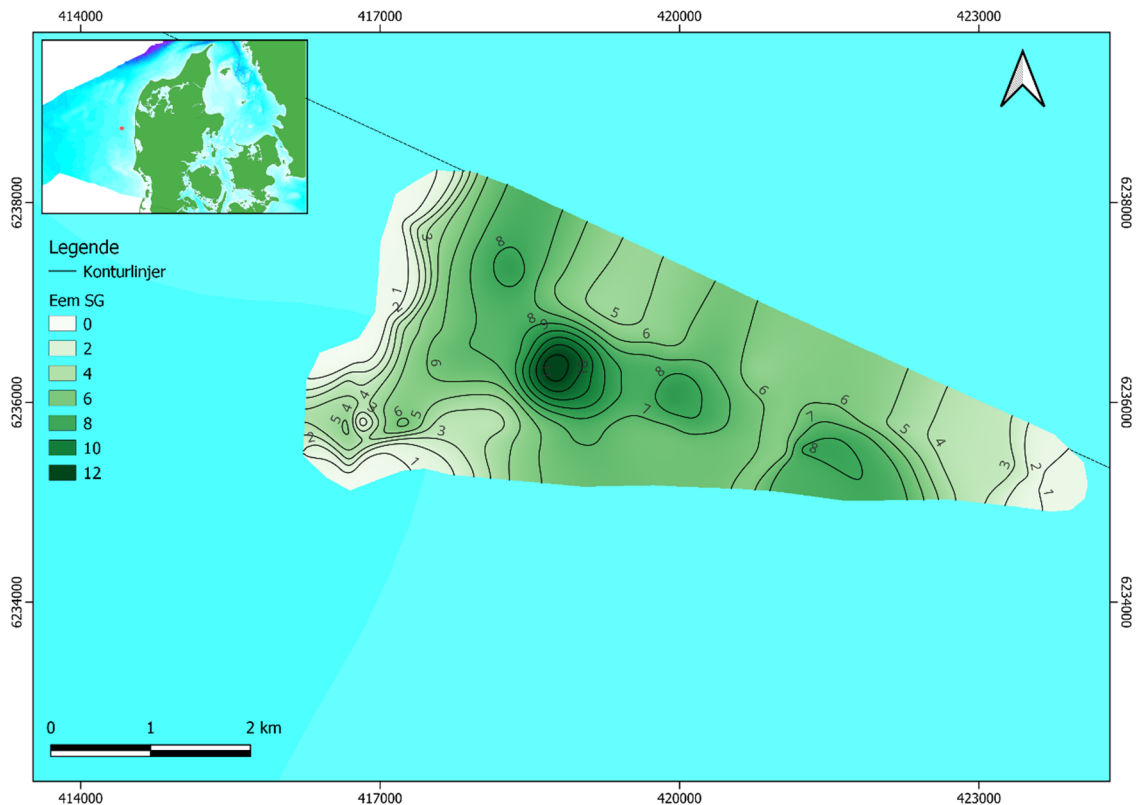
På baggrund af ovenstående er ressourcen klassificeret som en spekulativ forekomst af råstofstype Sand 1. Materialet formodes at være moderat- til godt sorteret mellemkornet- til groft sand og vil muligvis kunne anvendes både som fyldsand og som tilslagsmateriale til beton.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 15 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 til 2,3 m med et gennemsnit på 1,1 m (Figur 8.6) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 82 mio. m<sup>3</sup>.

Der er foretaget en kortlægning af overjorden i området som viser, at 60% af området har mindre end 2 m overjord og i de resterende 40% er overjordstykkelsen mellem 2 og 5 m. Som beskrevet ovenfor består overjorden af Holocæne og sen-glaciale ressourcer som potentielt kan indvindes.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Dog skal indvinding formentlig ske i sammenhæng med indvinding af de overliggende ressourcer som udgør dæklagene.

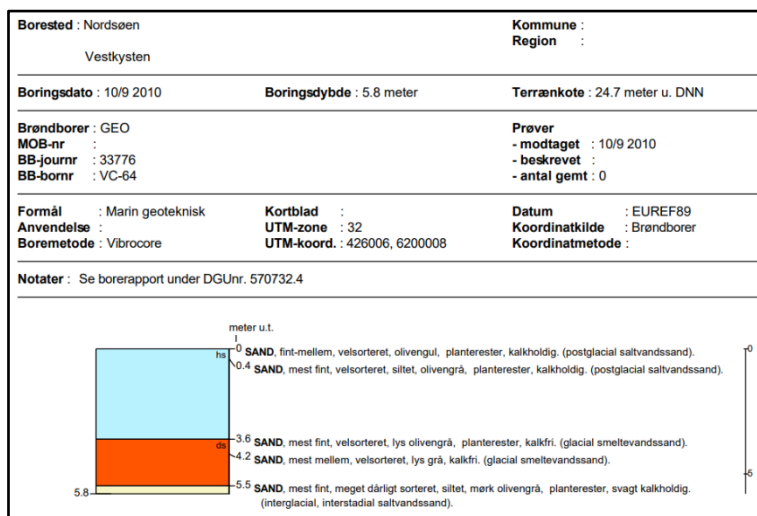
Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere borer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser.



Figur 8.6: Tykkelseskort for ressource Eem SG med 1 m konturlinjer.

### 8.1.2 Ressource Eem Sand 1

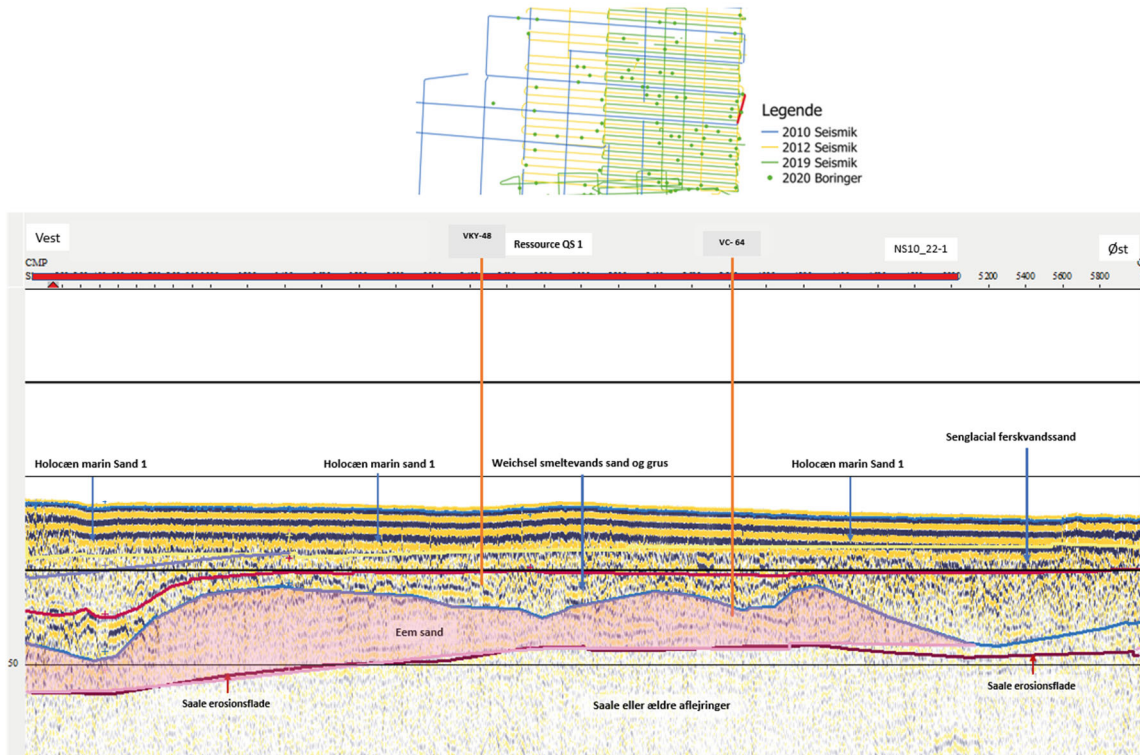
Ressource Eem Sand 1 udgør den nordligste og største af to Eem Sand ressourcer (Figur 8.1). I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget tre boreringer inden for afgrænsningen af den tolkede ressource, men ingen af borerne er dybe nok til at træffe Eem aflejringer. Den eneste boring i området, der har truffet Eem Sand 1 ressourcen er således boring VC-64, der er udført i 2010 af GEO for kystdirektoratet. I boringen optræder 0,3 m dårligt sorteret, mest finkornet, siltet, Eem marin finsand (Figur 8.7).



Figur 8.7: Vibrocore boring VC-64 med Eem marin finsand i de nederste 0,3 m.

Den seismiske kortlægning er udført på data fra 15 seismiske linjer med en linjeafstand på 1 km. Eem Sand 1 ressourcen ligger langs den østlige afgrænsning af VKY-området (Figur 8.1) og vanddybden ligger mellem 24 og 28 m.

På det nord-syd gående seismiske profil NS10\_22-1 (Figur 8.8) ses hvordan Eem sandet er aflejret på Saale erosionsfladen, der markerer overgangen til Saale eller ældre aflejringer. Råstofressourcen afgrænses opadtil af Weichsel mellemkornet smeltevandssand, der igen overlejres af velsorteret fin- til mellemkornet sen-glaciært smeltevandssand. Det øverste dæklag udgøres af meget finkornet til finkornet Holocæn marint sand (HMS 1).

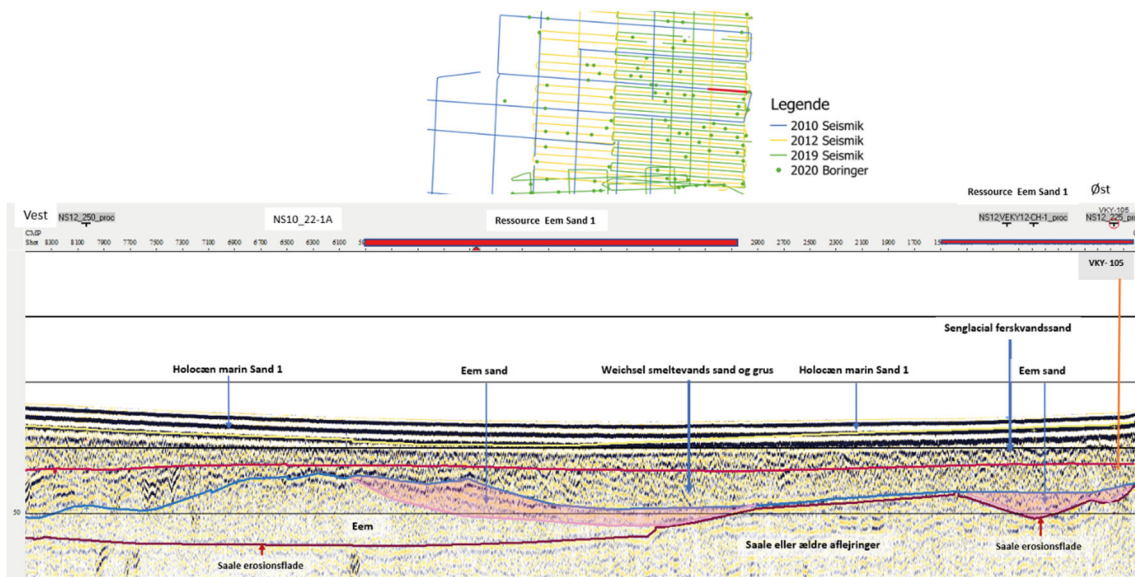


Figur 8.8: Seismisk profil NS10\_22-1. Ressource Eem Sand 1 er markeret med lyserød.

På det seismiske profil ser boringen ud til at ramme ned i en mindre lavning i overfladen af Eem aflejringerne, hvor materialet kan være omlejret og det er usikkert om boringen når ned i de underliggende dele med relativt kraftige interne reflektorer som kan indikere mere grovkornet materiale knyttet til et havmiljø med bundtransport genereret af strøm og bølger. Det er muligt at materialerne er afsat som kystnære aflejringer, men det afspejles ikke af det tynde lag truffet i boring VC-64 og boringen er formentlig ikke repræsentativ for enheden.

På det øst-vest gående seismiske profil NS10\_22-1A (Figur 8.9) ses hvordan Eem sandet udgør den øverste del af Eem aflejringerne. Råstofressourcen afgrænses opadtil af Weichsel mellemkornet smeltevandssand, der igen overlejres af sen-glaciært fint, mellemkornet og groft sand med fingrus. Det øverste dæklag udgøres af finkornet til meget finkornet Holocæn marint sand (HMS 1).





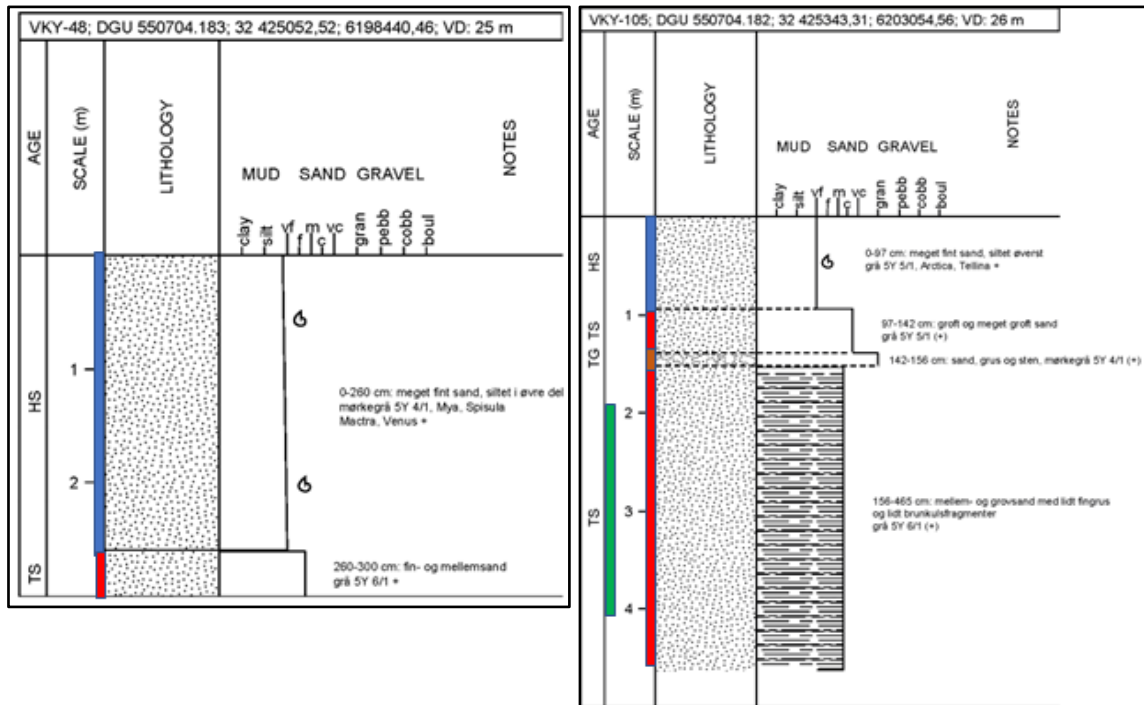
Figur 8.9: Seismisk profil NS10\_22-1A. Ressource Eem Sand 1 er markeret med lyserød.

Baseret på ovenstående klassificeres ressourcen som en spekulativ forekomst af råstoftype Fyldsand 4 af moderat til dårligt sorteret finsand. Materialet kan måske benyttes som fyldsand til opgaver hvor der ikke stilles specifikke krav til sammensætningen.

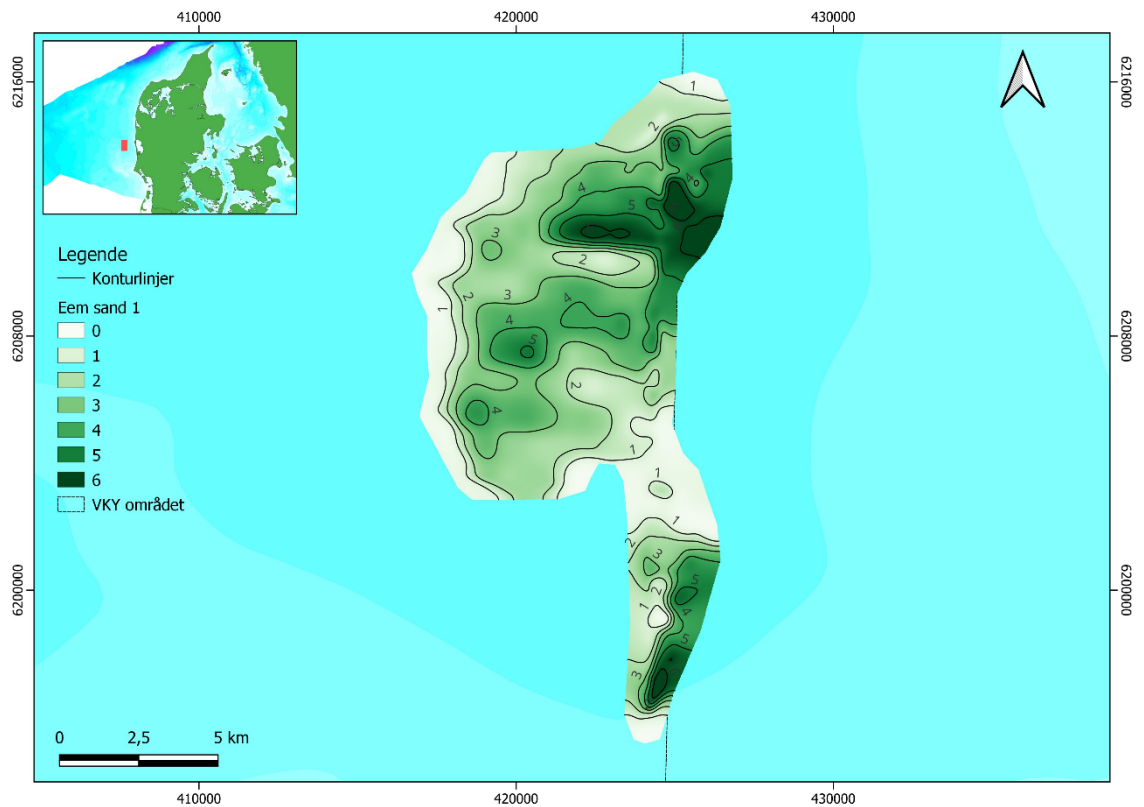
Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 113 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 til 7,0 m med et gennemsnit på 2,5 m (Figur 8.11) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til 298 mio. m<sup>3</sup>.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Der er dog store mængtigheder af overjord og med hensyn til den øverste HMS 1 enhed vurderes den at være meget finkornet jf. f.eks. boring VKY-48 og VKY-105 (Figur 8.10) og det er tvivlsomt om den er relevant for indvinding. Det senglaciale sand under HMS 1 er fint- til groft sand med fingrus og forventes ligesom de underliggende Weichsel aflejringer at kunne være interessante i forhold til indvinding. Indvinding af Eem Sand 1 ressourcen vil således være afhængig af om de overliggende enheder indvindes.

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere borer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser.



Figur 8.10 : Vibrocore boringer VKY-48 og VKY-105. Holocæn marin sand (HMS 1) er markeret med blå, sen-glacial sand med rød og kornstørrelsesanalyse interval med grøn.

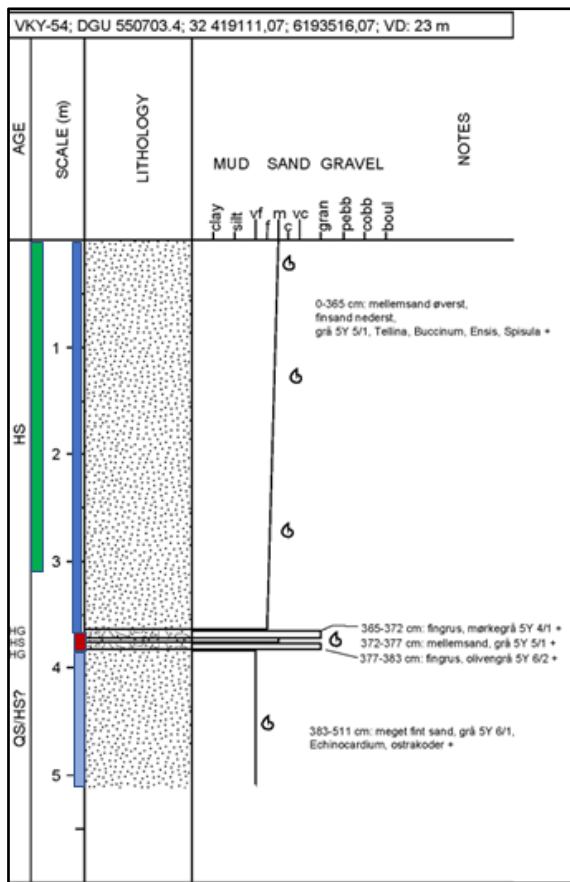


Figur 8.11: Tykkelseskort for ressource Eem sand 1 med 1 m konturlinjer.

### 8.1.3 Ressource Eem Sand 2

Ressource Eem Sand 2 ligger i den sydlige del af VKY-området (Figur 8.1) og vanddybden i området ligger mellem 20 og 22 m.

I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget fem boreriger inden for eller nær afgrænsningen af Eem Sand 2 ressourcen. Kun én af borerigerne (VKY-54, Figur 8.12) er muligvis dyb nok til at træffe ressourcen, men tolkningen af det nederste lag i borerigen, som består af meget finkornet sand, er usikker. Det mulige Eem sand i borerigen er således på seismikken tolket som HMS 2B sand, som er en af de tidligste Holocæne marine sandforekomster i VKY-området. Der er sandsynligvis tale om omlejrrede Eem materialer og borerigen når formentlig ikke ned i den underliggende tolkede Eem ressource.



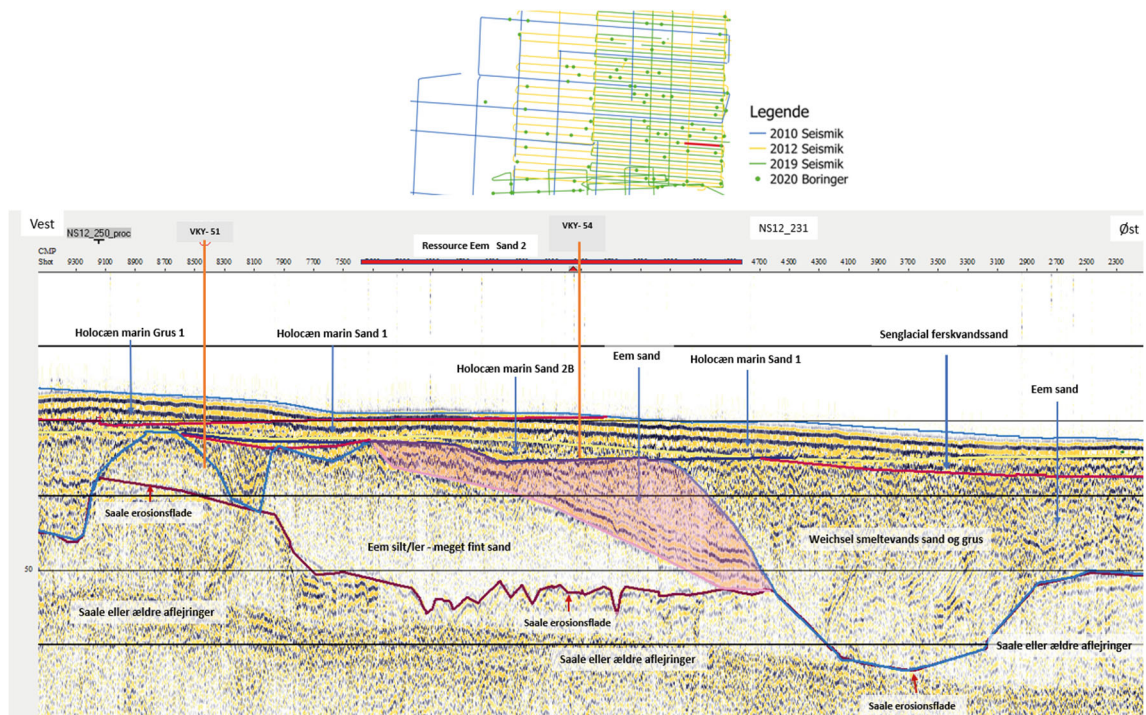
Figur 8.12: Vibrocoring borerige VKY-54. Holocæn marin sand (HMS 1) er markeret med blå, Holocæn grus med rød, Eem Sand med lyseblå og kornstørrelsesanalyse interval (grøn).

Den seismiske kortlægning af Eem Sand 2 ressourcen er baseret på ni øst-vest gående seismiske linjer med en linjeafstand på 1 km.

På det seismiske profil NS12\_231 (Figur 8.13) ses det hvordan Eem aflejringerne ligger direkte ovenpå Saale erosionsfladen, der markerer overgangen til Saale eller ældre aflejringer. I den øverste, østlige del af Eem enheden ses en række skråstillede kraftige reflektorer, som er tolket som variation i kornstørrelsesfraktioner i de enkelte lag med vekslende indhold af grovere og finere materialer (markeret med 'Eem Sand' på profilet) og udgør Eem Sand 2 ressourcen. Enheden tolkes således som en marin udbygning med skrålejringer der bygger

ud mod øst. Det er en mulighed, at materialerne kan være afsat i et kystnært miljø, hvor aflejringerne er genereret af bølger og strøm. Det skal bemærkes at aflejningsmønstrene i de seismiske data har et kaotisk udseende i den øverste, vestlige del af Eem enheden. Dette er ofte et udtryk for gentagne faser hvor materialet bliver eroderet og aflejret igen af flere omgange.

Det ses på profilet, at råstofressourcen afgrænses opadtil af meget fint Holocæn marin sand (HMS 2B) mod vest og af mellemkornet Weichsel smeltevandssand mod øst. Herover ses et jævnt dække af fin- til mellemkornet Holocæn marin sand (HMS 1).



Figur 8.13: Seismisk profil NS12\_231. Ressource Eem Sand 2 er vist med lyserød.

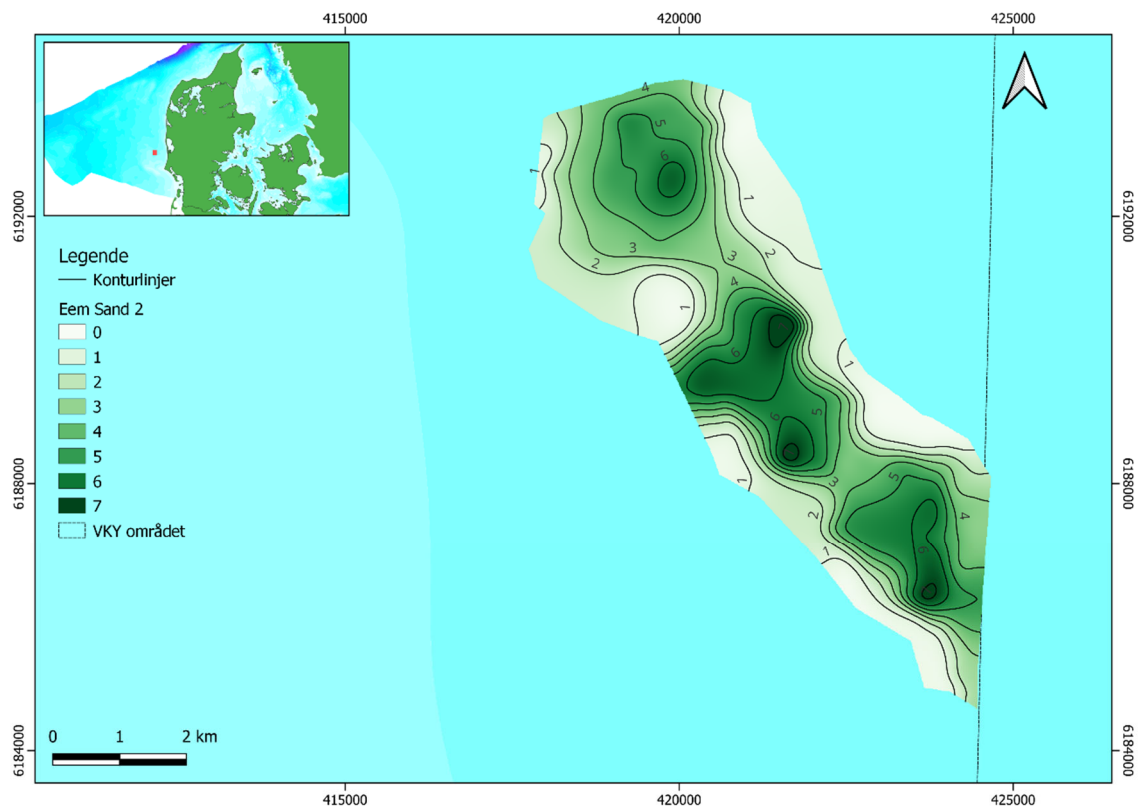
På baggrund af ovenstående er ressource Eem Sand 2 klassificeret som en spekulativ, moderat- til dårligt sorteret finsandsforekomst, af råstofftype Fyldsand 4.

Den seismiske kortlægning viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 28 km<sup>2</sup>. Den samlede forekomst har tykkelser fra 0,1 til 9 m med et gennemsnit på 3,1 m (Figur 8.14) og de tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 88 mio. m<sup>3</sup>.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Enheden er dog dækket mellem 4 og 10 m overjord, med et gennemsnit på 6 m, og der er ikke områder hvor den samlede tykkelse overjord er under 2 m.

Weichsel smeltevandsaflejringerne over den østlige del af forekomsten (Figur 8.13) er som nævnt mellemkornet sand, mens det Holocæne HMS 2B sand mod vest er meget fint, og med tykkelser mellem 0 og 2,5 m og en gennemsnitlig tykkelse på 0,4 m. Det overliggende Holocæne HMS 1 sand er fin- til mellemkornet.

Kortlægningen af den meget finkornede HMS 2B enhed viser, at i 95% af området er mægtigheden af HMS 2B sand under 2 m og i 71% af arealet under 1 m. HMS 2B sandet er ikke en kvalitet man normalt vil anvende som fyldsand, hvorfor det skal udnyttes sammen med HMS 1 laget, hvis det skal indvindes. På baggrund heraf er det muligt, at der kan foretages en indvinding af overjorden til fyldsand i de områder hvor den finkornede HMS 2B enhed ikke overstiger f.eks. 1 eller 2 m, hvilket kan bane vej for en eventuel indvinding af Eem Sand 2 ressourcen. Den samlede kortlægning af overjorden over Eem Sand 2 enheden viser, at 60% af ressourcen er dækket af mindre end 2 m overjord.



Figur 8.14: Tykkelseskort for ressource Eem sand 2 med 1 m konturlinjer.

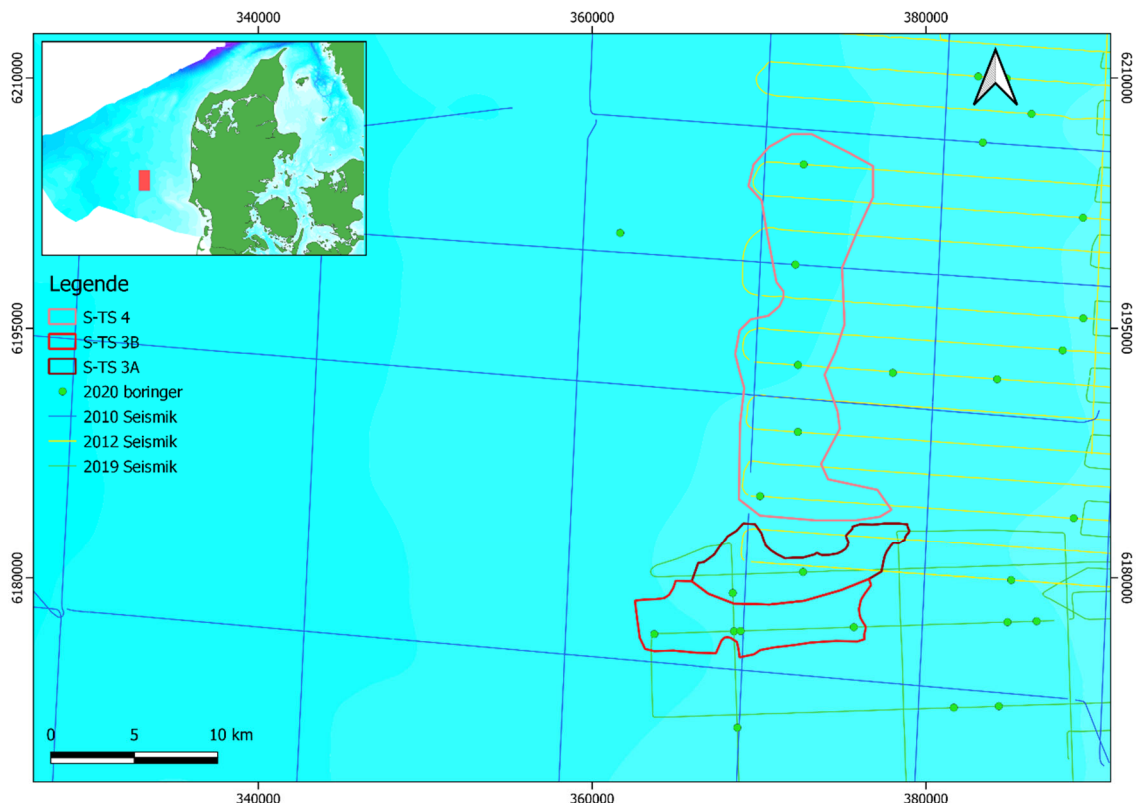
Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere boringer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser.

## 9. Saale ressourcer

I den sydlige del af VKY-området er der dels kortlagt to Saale senglaciale ressourcer og dels fire Saale ressourcer af smeltevandsaflejringer. Herudover er der ved den seismiske kortlægning registreret flere andre områder, hvor der er Saale senglaciale råstoffer til stede. Men her er lagtykkelserne små og det er vurderet, at forekomsterne ikke har tilstrækkelige ressourcemængder til at det kan have interesse i en råstofvindingsmæssig sammenhæng, og de er således ikke medtaget i den råstofgeologiske kortlægning i VKY-området.

### 9.1 Saale senglaciale ressourcer (S\_TS)

Der er kortlagt to Saale senglaciale ressourcer (S\_TS 3 og S\_TS 4, Figur 9.1) i den sydvestlige del af vestlige del af VKY-området med tykkelser på op til maksimum 5-6 m og den ene er opdelt i 2 underenheder (S\_TS 3A og S\_TS 3B). De to S\_TS forekomster er afgrænset opadtil af Saale erosionsfladen (Figur 9.4) og dæklaget er de fleste steder 1-3 m tykke mellemkornede Holocæne sandaflejringer (HMS 1). Det er sandsynligt at dæklagets ressourcepotentiale vil indgå i overvejelserne om en indvindingsstrategi der omfatter flere geologiske sandenheder samtidig, hvis de ressourcemæssige kvaliteter af lagene eventuelt passer sammen med ressourcebehovet.

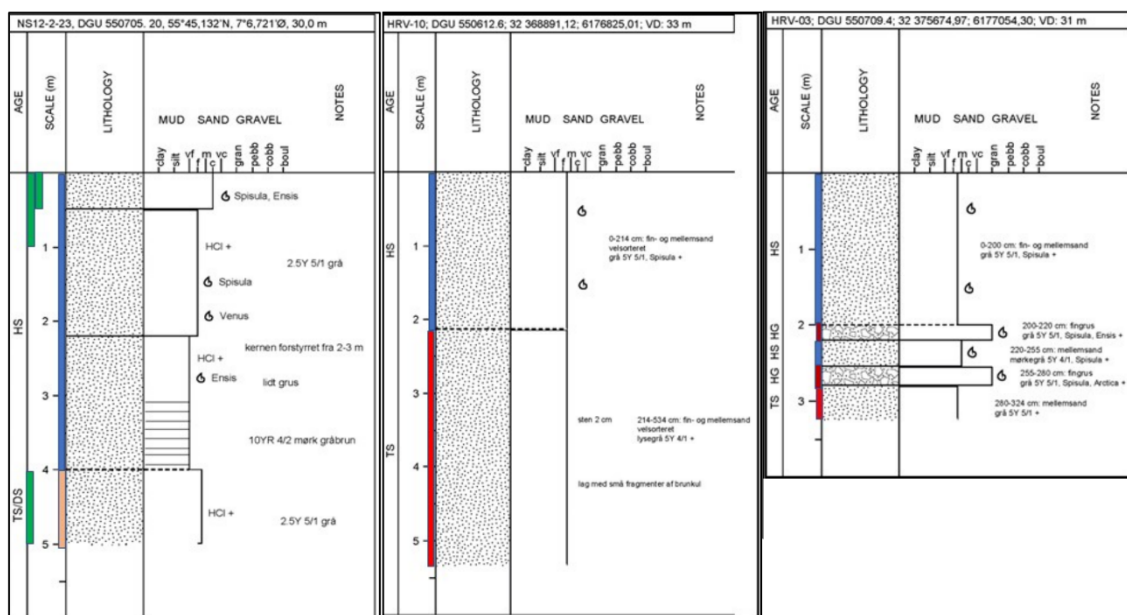


Figur 9.1: Kort over tolkede Saale senglaciale ressourcer i VKY-området.

### 9.1.1 Ressource S\_TS 3A og 3B

Råstofressource S\_TS 3 ligger i den sydvestligste del af VKY-området (Figur 9.1), hvor den strækker sig ind i råstofkortlægningsområde Horns Rev Sydvest (HRV) syd for VKY-området (Winther et al., 2024). Vanddybden ligger mellem 26 og 28 m.

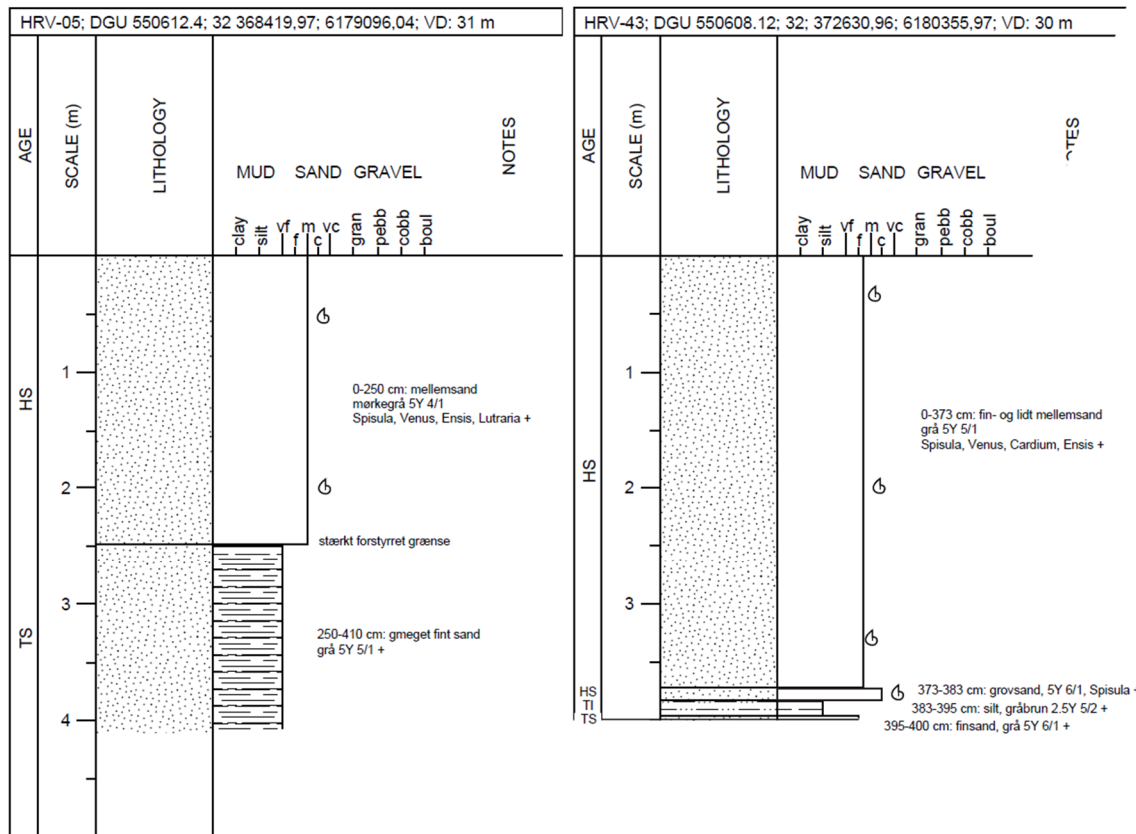
I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget seks boringer i området, hvoraf fire har truffet Saale senglaciale aflejringer og i boring NS12-2-23 fra 2012 er der truffet Saale smeltevandsaflejringer (Figur 9.2). I boring HRV-10 er der fundet 3,2 m fin- til mellemkornet sand, mens der i boring HRV-03 er fundet 0,25 m mellemkornet sand (Figur 9.2). Råstofforekomsterne i de to boringer kan samlet set beskrives som velsorteret fin- til mellemkornet sand, med stedvise fragmenter af brunkul, hvilket er en indikation på sø- eller vandløbsforhold med roligt strømmende vand under aflejringen.



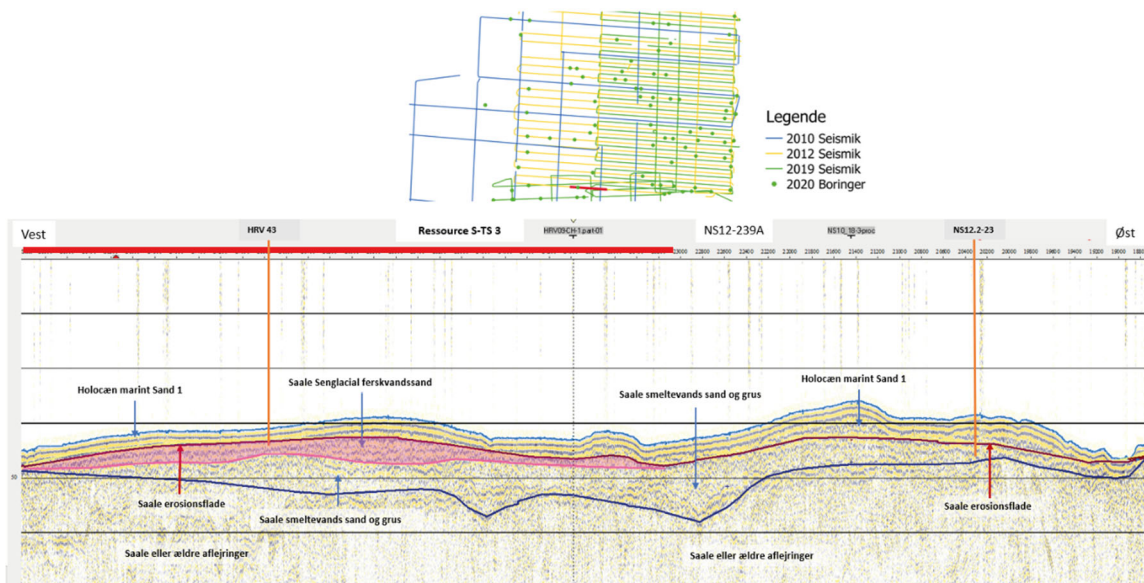
Figur 9.2: Vibrocore boringer NS12-2-23, HRV-10 og HRV-03. Holocæn marin sand (HMS 1) er markeret med blå, Saale smeltevandsaflejringer med orange, Saale senglaciale aflejringer med rød og korntørrelsesanalyse interval med grøn.

I boring HRV-05 (Figur 9.3) optræder nederst 1,6 m meget fint heterolitisk sand og i boring HRV-43 ses i de nederste 0,2 m tynde lag af silt og finsand.

På det seismiske profil NS12\_239A i Figur 9.4 kan der ses enkelte steder hvor materialet i den kortlagte råstofenhed er lagdelt, hvilket kan indikere lag med forskellige kornstørrelser. Ud over dette, ses der ikke markante mønstre i de aflejrede sedimenter som kan belyse aflejningsforholdene. Ressourcen er dækket af Holocæn fint- til groft sand (HMS 1) som udgør en selvstændig råstofressource. Enheden af Saale smeltevandssand, der er truffet i boring NS12\_2-23 i den østlige del af profilet (Figur 9.2 og Figur 9.4) udgør basis for det senglaciale Saale smeltevandssand.



Figur 9.3 : Vibrocore borer HRV-05 og HRV-43 med Saale seneglacial sand (TS).



Figur 9.4: Seismisk profil NS12\_239A. Ressource S\_TS 3 er vist med lyserød.

Der er ikke foretaget kornstørrelsesanalyser eller sandpetrografiske analyser på det senegla-  
ciale materiale og kortlægningen er baseret på få seismiske linjer, som ligger med forskellige  
linjeafstande (mellem 1 og 3,5 km). Men da der i de to nordlige borer ses siltet og meget  
finkornet sand og i de to sydlige ses fin- til mellemkornet sand er der foretaget en delafgræns-  
ning af ressource S\_TS 3 i to mindre delressourcer, S\_TS 3A og S\_TS 3B.

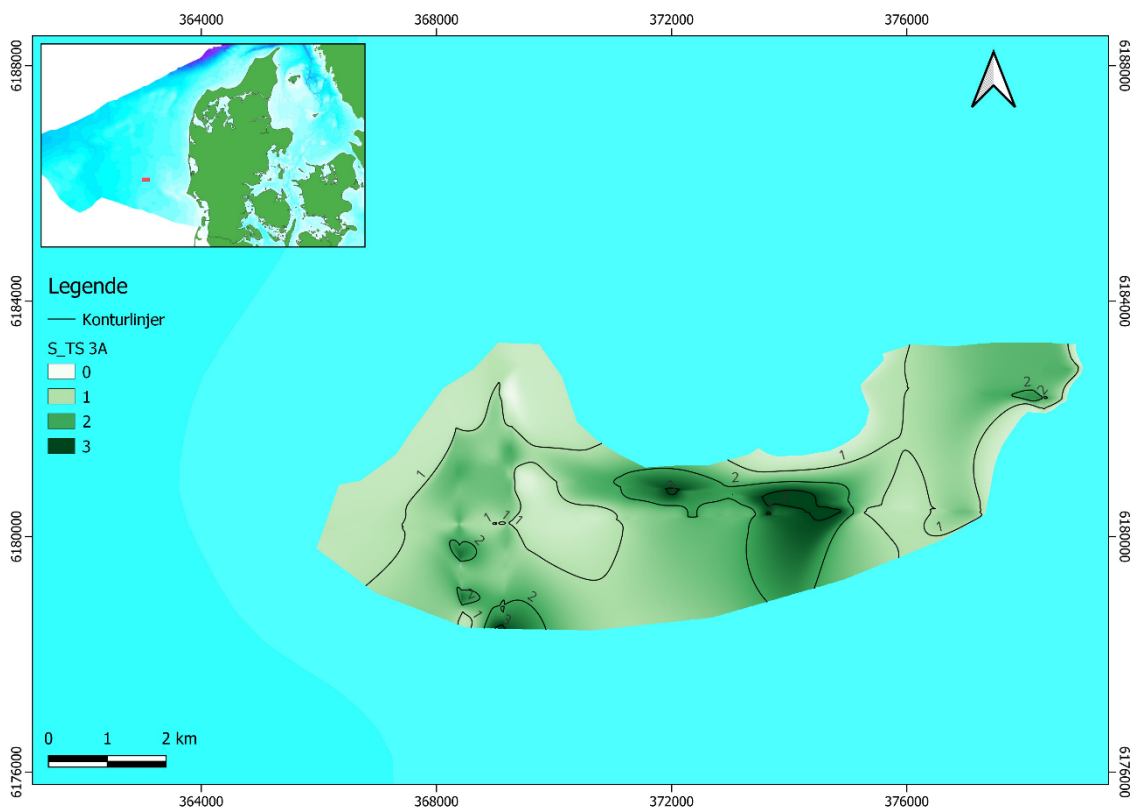


Ressource S\_TS 3A vurderes at bestå af meget finkornet sand og heterolitisk sand med finsand og silt og klassificeres som en spekulativ forekomst af råstofstype Sand 0. Ressourcen kan muligvis benyttes som fyldsand, hvor der ikke stilles specifikke krav til materialet. Forekomsten dækker et areal på ca. 37 km<sup>2</sup> og har tykkelser fra 0,1 til 3,5 m med et gennemsnit på 1,2 m (Figur 9.5). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 49,1 mio. m<sup>3</sup>.

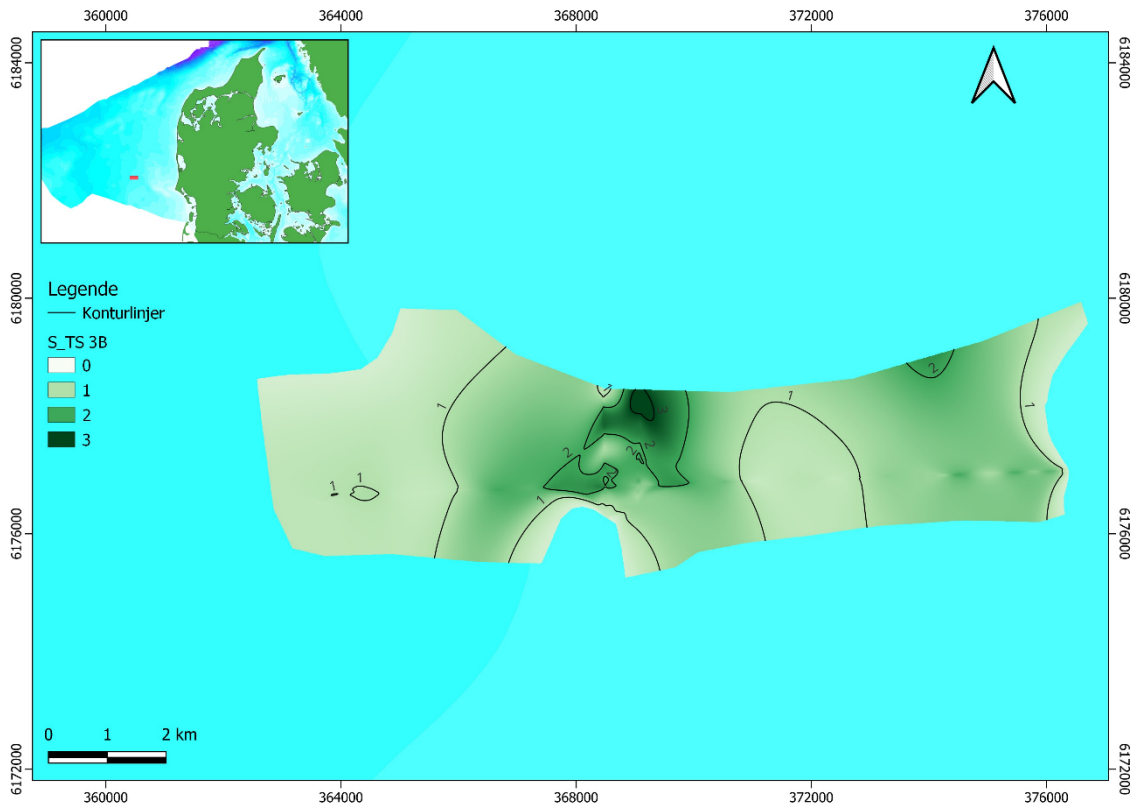
Ressource S\_TS 3B vurderes at bestå af fin- mellemkornet sand og klassificeres som en spekulativ forekomst af råstofstype Fyldsand 4. Ressourcen kan formentlig benyttes som fyldsand eller eventuelt som tilslagsmateriale til beton. Forekomsten dækker et areal på ca. 41 km<sup>2</sup> og har tykkelser fra 0,4 til 3,5 m med et gennemsnit på 1,1 m (Figur 9.6). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 50 mio. m<sup>3</sup>.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, kan indvindingen af forekomsterne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer. Muligheden for indvinding afhænger dog blandt andet af dæklagets egenskaber og her vurderes den overliggende Holocæne HMS 1 enhed at kunne være interessant for indvinding. Herudover optræder der et eller flere gruslag inden for HMS 1 enheden, specielt i de nedre dele umiddelbart over de sen-glaciale Saale aflejringer, som kan være af interesse for indvinding. En samlet kortlægning af overjorden viser, at 92% af området har under 2 m overjord (HMS 1), og de resterende 8% har tykkelser på mellem 2 og 3,5 m

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere borer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser.



Figur 9.5: Tykkelseskort for ressource S\_TS 3A med 1 m konturlinjer.



Figur 9.6: Tykkelseskort for ressource S\_TS 3B med 1 m konturlinjer.

### 9.1.2 Ressource S\_TS 4

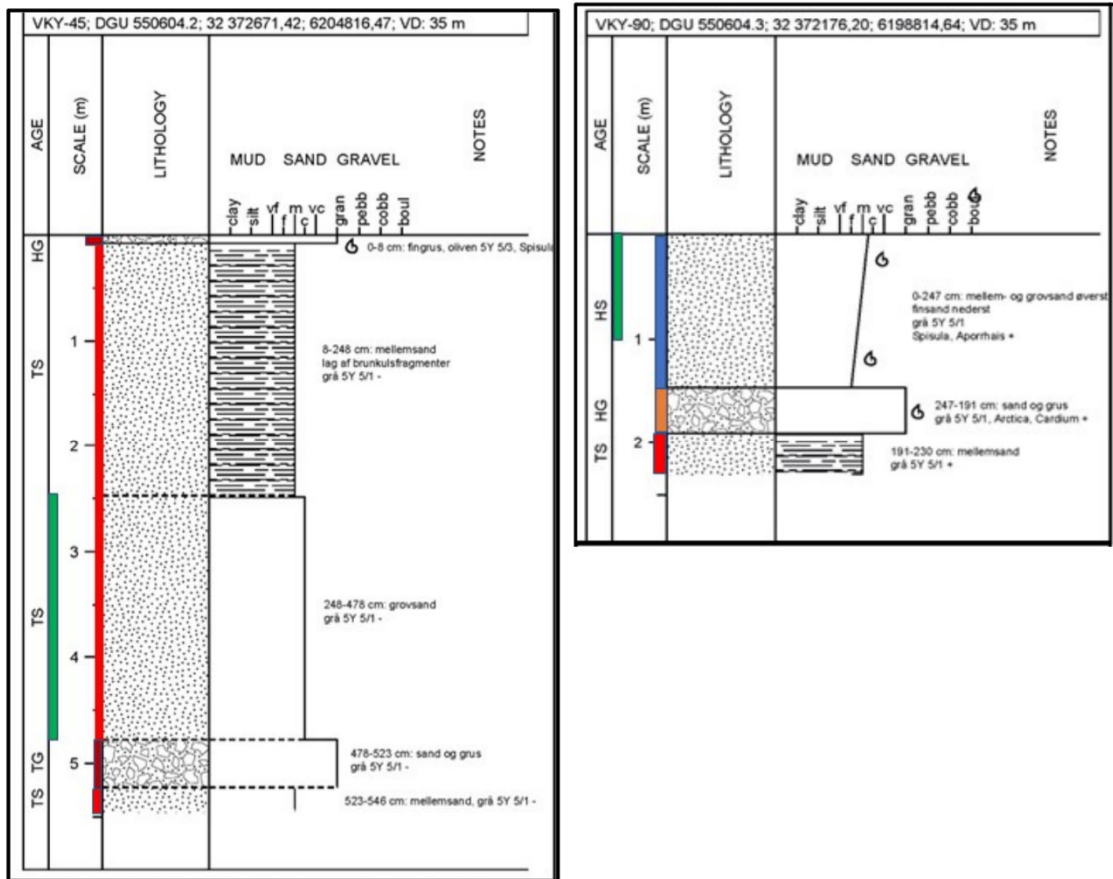
Ressource S\_TS 4 ligger i den sydvestlige del af VKY-områder umiddelbart nord for Ressource S\_TS 3 (Figur 9.1) og vanddybden ligger mellem 26 og 28 m.

I forbindelse med efterforskning i 2020 er der foretaget 5 boringer i området som træffer den tolkede senglaciale Saale ressource S\_TS 4 og der er udvalgt tre seismiske profiler til at illustrere forekomsten.

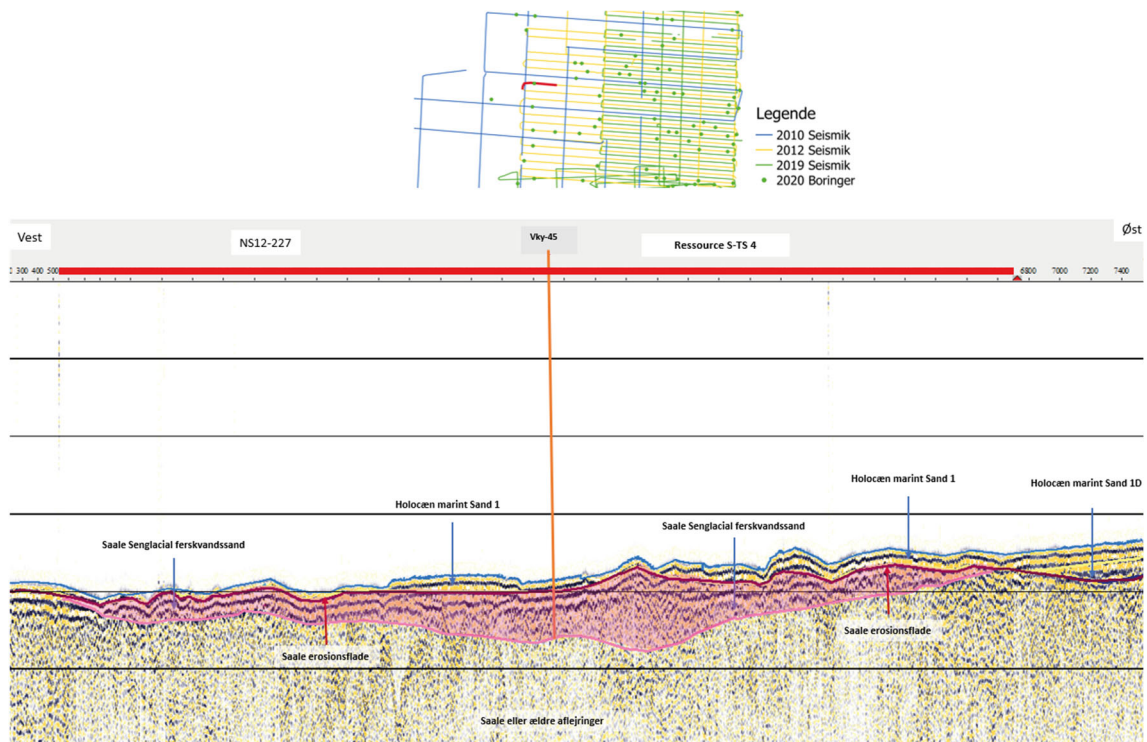
I boring VKY-45 (Figur 9.7), som ligger midt på det seismiske profil NS12\_277 (Figur 9.8) i den nordlige del af ressourcen, er der truffet 4,9 m mellemkornet til groft Saale senglaciale smeltevandssand fordelt på 3 enheder samt 0,5 m grus. Der er lavet kornstørrelsesanalyse på den grove del af sandet som viser, at det indeholder 16% grovkornet sand, 67% mellemkornet sand og 16% finsand. Materialet er velsorteret og middelkornstørrelsen er 0,32 mm. Der er ikke foretaget sandpetrografiske analyser.

Råstofressourcen overlejres af Holocæn sand og grus i dette område, mens basis af ressourcen udgør Saale eller ældre aflejringer.

Boring VKY-90 (Figur 9.7) ligger syd for det seismiske profil og her er truffet 0,4 m heterolitisk senglaciale mellemkornet sand som overlejrer Saale smeltevandsaflejringer. Overjorden består af 1,5 m Holocæn sand (HMS 1d) og 0,4 m Holocæn grus (HMG 2F). Det Holocæne sand (HMS 1 og HMS 1d) dækker hele S\_TS 4 området (ca. 140 km<sup>2</sup>), mens grusenheden kun indgår i overjorden i området omkring boring VKY-90 (ca. 20 km<sup>2</sup>).



Figur 9.7: Vibrocore borerer VKY-45 og VKY-90. Holocæn marin sand (HMS 1d) er vist med blå, Holocæn marin grus (HMG 2F) med orange, Saale senglacial sand med rød og kornstørrelsesanalyse interval med grøn.

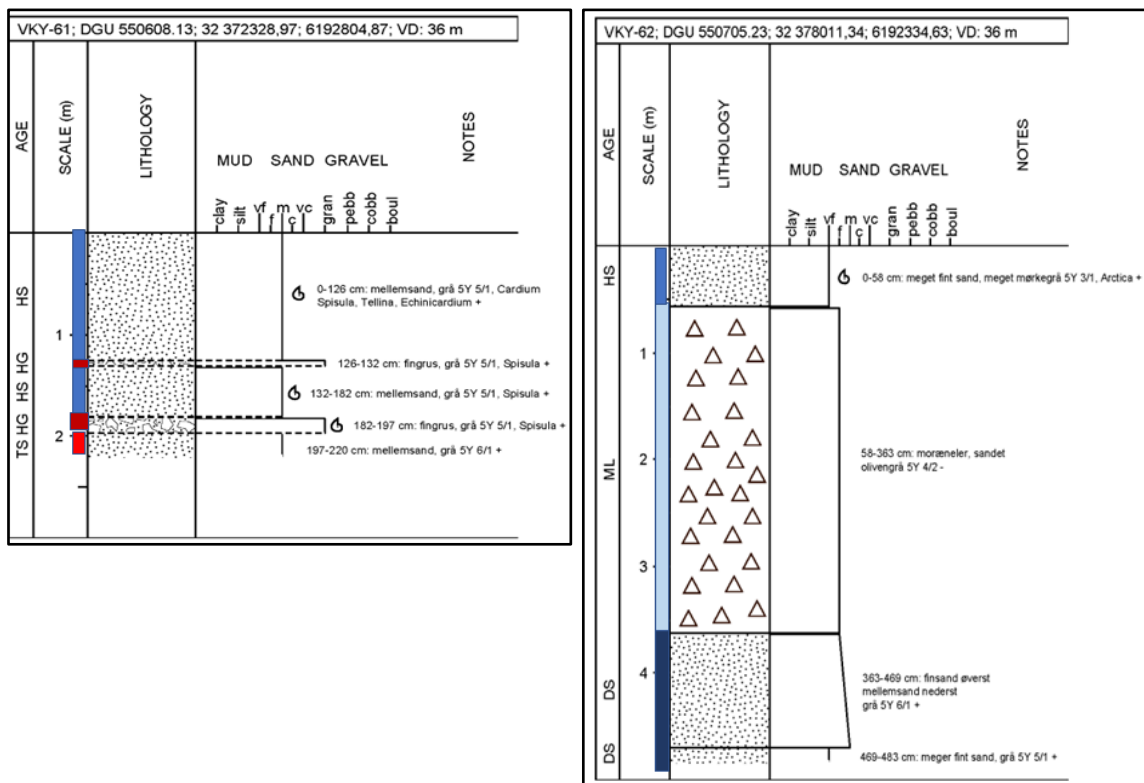


Figur 9.8: Seismisk profil NS12\_227. Ressource S\_TS 4 er vist med lyserød.

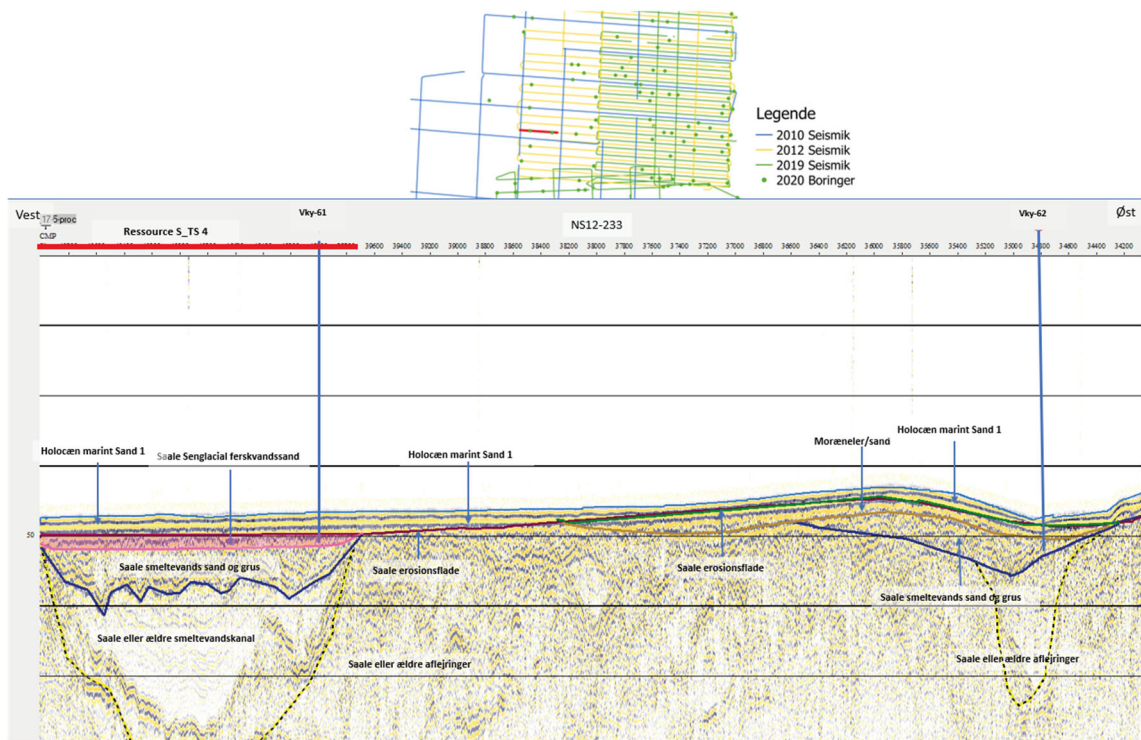
Boring VKY-61 (Figur 9.9) er placeret i den vestlige del af det seismiske profil NS12\_233 (Figur 9.10) mere centralt i ressourcen. Her optræder 0,2 m Saale senglacial mellemkornet sand som formodes at have egenskaber svarende til sandet i boring VKY-45. Råstofressourcen overlejres af ca. 2 m Holocæn sand (HMS 1) og basis af ressourcen udgøres af Saale smeltevandsaflejringer. I den østlige del af det seismiske profil ligger Boring VKY-62, hvor der er truffet Holocæn sand over Saale moræneler og Saale smeltevandsand (Figur 9.9).

I boring VKY-72 (Figur 9.11) i den vestlige ende af det seismiske profil NS12\_237 (Figur 9.12), som ligger i den sydlige del af ressourcen, er der truffet 0,7 m meget finkornet Saale senglacialt smeltevandssand med planterester. Forekomsten overlejres af 1,3 m mellem- til finkornet Holocæn sand (HMS 1) og under ressourcen ses Saale smeltevandssand.

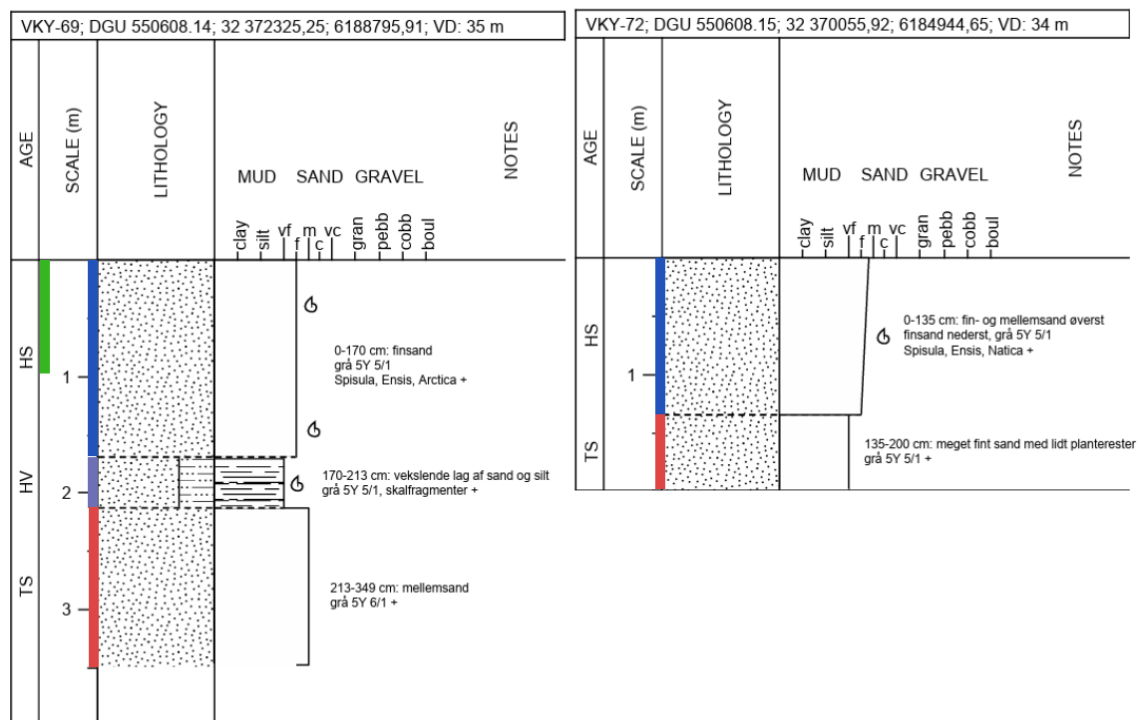
I boring VKY-69 (Figur 9.11), der ligger nord for det seismiske profil NS12\_237 (Figur 9.12) er der truffet 1,4 m senglacialt mellemkornet sand som overlejres af ca. 2 m finkornet Holocæn sand (HMS 1). Det senglaciale sand antages at have samme egenskaber som det senglaciale sand i boring VKY 45.



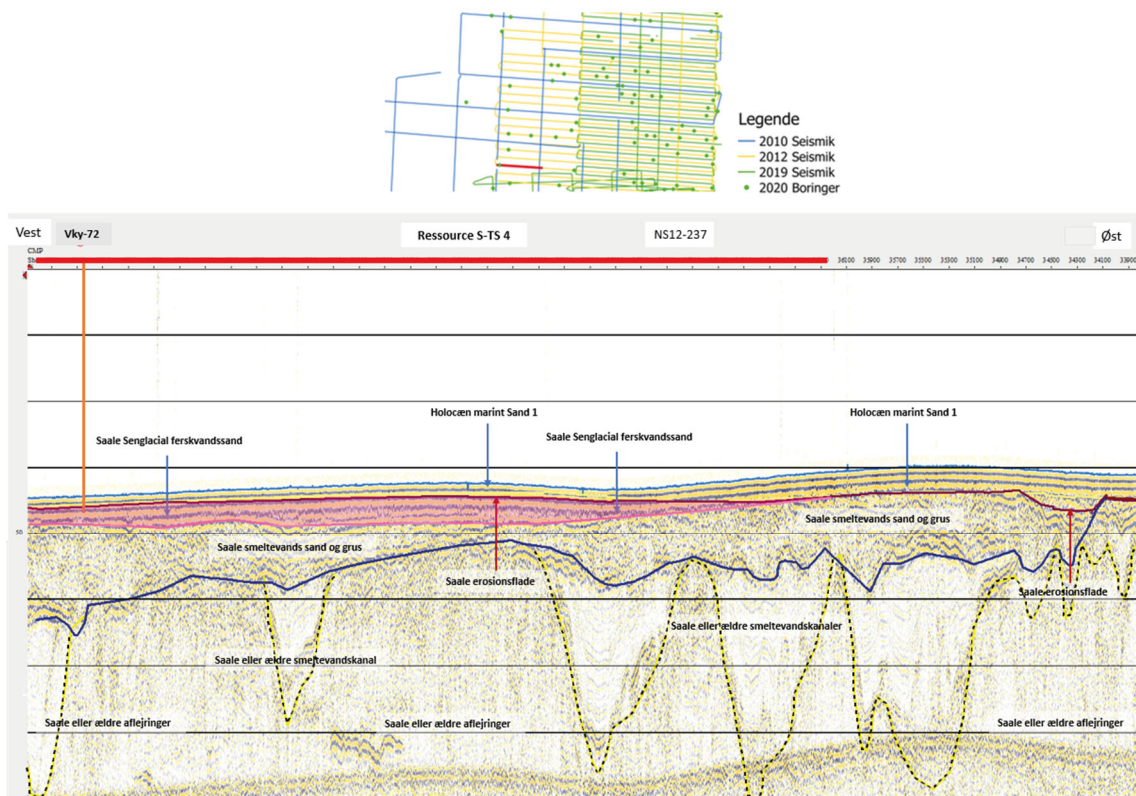
Figur 9.9: Boring VKY-61 og VKY-62. Holocæn marin sand (HMS 1) er markeret med blå, Saale moræneler med lyseblå, Saale senglacial smeltevandssand med rød og Saale smeltevandssand med mørkeblå.



Figur 9.10: Seismisk profil NS12\_233. Ressource S\_TS 4 er vist med lysrød.



Figur 9.11: Vibrocore boringer VKY-69 og VKY-72. Holocæn marin sand (HMS 1) og Holocæn heterolitisk enhed er vist med blå, Saale senglacial sand med rød og kornstørrelsesanalyse interval med grøn.



Figur 9.12: Seismisk profil NS12\_237. Ressource S\_TS 4 er vist med lyserød.

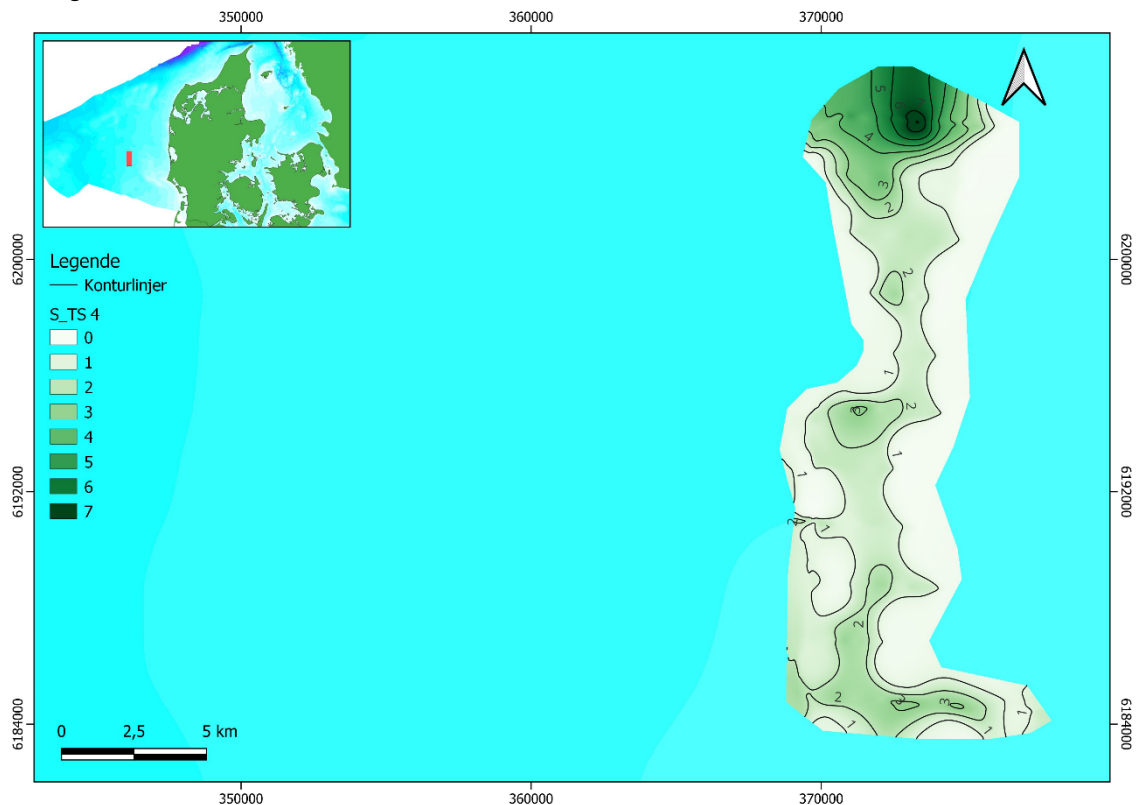
I Boring VKY-72, i den sydligste del af forekomsten, er der fundet meget finkornet sand, mens der i det nordligste område er fundet mellem- til grovkornet sand og grus. Overordnet set indeholder forekomsten de groveste materialer mod nord og de fineste mod syd.

På baggrund af ovenstående er ressource S\_TS 4 klassificeret som en spekulativ forekomst af råstoffetype Sand 1. De sydlige dele af forekomsten kunne eventuelt klassificeres som Fyldsand 4, men det har ikke været muligt at opdele enheden i underheder på det foreliggende datagrundlag. Enheden består således af fin-, mellem- og grovkornet sand med et indhold af grus og vil formentlig kunne anvendes både som fyldsand og for dele af ressourcen som tilslagsmateriale til beton. Forekomsten dækker et areal på ca. 129 km<sup>2</sup> og har mægtigheder på 0,1 til 8,0 m med et gennemsnit på 1,2 m (Figur 9.13). De tilstedeværende råstoffer er opgjort til et volumen på 199 mio. m<sup>3</sup>. Det kan ses på tykkelseskortet, at hovedparten af ressourcen ligger mod nord med lagtykkelser på op til 8 m og inden for et areal på ca. 20 km<sup>2</sup>. Områder med 0-1 m mægtighed langs yderkanten af ressourcen udgør 44% af arealet og vil formodentlig kun blive indvundet, hvis det sker samtidig med at overjorden bliver indvundet.

Der er foretaget en samlet kortlægning af overjorden i området som viser, at der er under 2 m overjord i 75% af S\_TS 4 området, mens der er i de resterende 25% af området er overjordstykkelser på mellem 2 og 5 m. Overjorden indeholder Holocæn sand med kornstørrelser der er fordelt på fraktionerne fin- til grovkornet Holocænt sand (HMS 1 og HMS 1D). I området omkring boring VKY-90 indeholder dæklaget også den Holocæne grusenhed HMG 2F.

Hvis der skal indvindes til fyldsand kan overjord og S\_TS4 ressourcen formentlig indvindes samlet, men hvis materialerne derimod skal bruges som tilslagsmateriale til beton er en

samlet indvinding af lagene afhængig af blandt andet de petrografiske egenskaber i de forskellige enheder.



Figur 9.13: Tykkelseskort for ressource S\_TS 4 med 1 m konturlinjer.

Da der ikke er fundet dynd i de øvre lag i området, vil indvinding af forekomsten kunne finde sted uden problemer med opblanding af organisk rigt finkornet overjord i de indvundne materialer.

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist og en eventuel differentiering mellem råstoftype Fyldsand 4 og Sand 1, skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere borer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser.

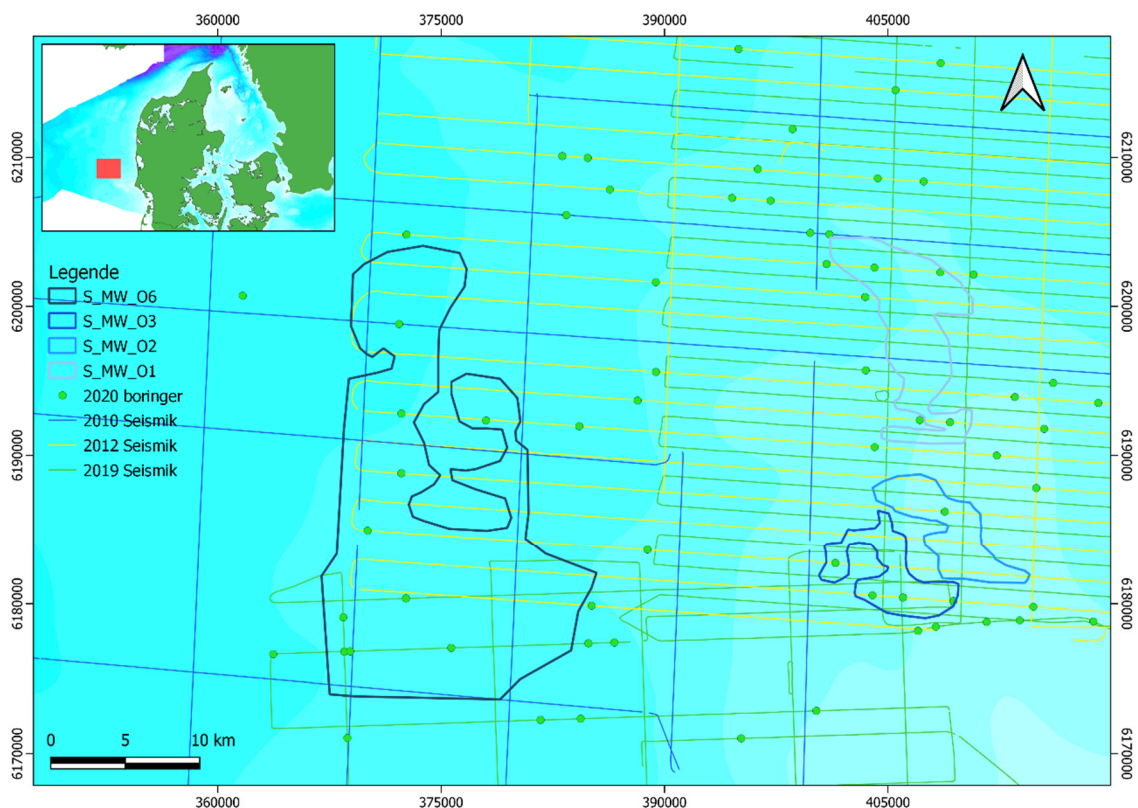
## 9.2 Saale smeltevandsaflejringer (S\_MW)

Under Saale glaciationen for 386.000 til 128.000 år siden, har Danmark været helt eller delvist dækket af is i forbindelse med tre gletsjerfremstød. Det ældste fremstød har formodentlig dækket det danske område, men det er usikkert om det har dækket hele, eller dele af, VKY-området. Det mellemste fremstød, Drenthe, kom fra Sverige og dækkede hele Danmark og Nordtyskland og store dele af De Britiske Øer og således også VKY-området ud for den jyske vestkyst. Det yngste fremstød, Warthe, kom fra Baltikum for ca. 140.000 år siden og det nåede frem til området omkring den Jyske vestkyst, med undtagelse af Vadehavet og Nordjylland.

Det antages, at de forekomster af sen-glacialt smeltevandssand, der er fundet i S-TS områderne som beskrevet ovenfor, er aflejringer fra den sidste del af Saale glaciationen, svarende

til de senglaciale sedimenter, der blev aflejret under den sidste del af Weichsel glaciationen. De er således formentlig dannet under afsmeltningen af isen fra Warthe fremstødet, der har haft afsmeltning mod vest i den sidste del af Saale.

I forbindelse med råstofkortlægningen af VKY-området er der i flere borerer fundet lag med moræner, hvor der optræder smeltevandsaflejringer både over og under morænerne. Da Saale isskjoldet har dækket området flere gange under Saale glaciationen er det sandsynligt, at disse lag kan henføres til is-fremstød, aflejring af moræner og efterfølgende smeltevandsaflejringer. Der er således kortlagt fire områder (S\_MW 1, S\_MW 2, S\_MW 3 og S\_MW 6) med potentielle Saale smeltevandsaflejringer (Figur 9.14). I områderne S\_MW 1 og S\_MW 2 er forekomsterne ikke truffet i borerer da mægtigheden af overjorden overstiger den maksimale vibrocore boreddybde på 6 m. Beskrivelsen af disse områder er derfor udelukkende baseret på den seismiske tolkning og øvrige borerer.



Figur 9.14: Kort over tolkede Saale ressourcer med smeltevandsaflejringer i VKY-området.

I område S\_MW 3 er der boret gennem overjorden og her er truffet 0,2 m mellemkornet Saale diluvialsand, ligesom der er truffet fin- til mellemkornet Saale diluvialsand i to borerer i område S\_MW 6. De trufne ressourcelag er de øverste og senest aflejrede Saale smeltevandsaflejringer og det er sandsynligt, at de tidligere og dybereliggende aflejringer er mere grovkornede, da de er aflejret i en fase af tilbagesmeltningen, hvor de ligger tættere på gletsjerfronten, der efterhånden forsvinder fra området. Dette kan eventuelt afklares, hvis der udføres borerer som trænger dybere ned i aflejringerne i områder med mindre overjord.

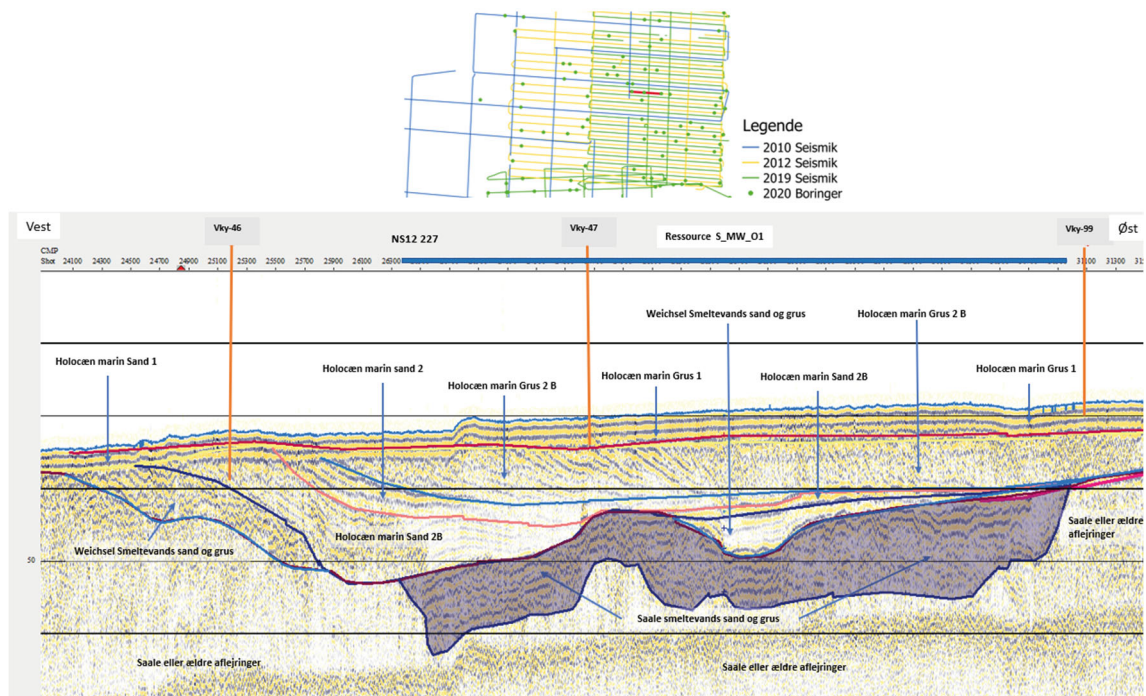


## 9.2.1 Ressource S\_MW 1

Ressource S\_MW 1 ligger i den sydøstlige del af VKY-området (Figur 9.14) og vanddybden i området ligger mellem 18 og 24 m. Der er i forbindelse med efterforskning i 2020 foretaget 13 borer i og omkring ressourcen, hvoraf tre ligger inden for den mulige råstofforekomst. Ingen af borerne har dog truffet de tolkede Saale smeltevandssand og -grus forekomster på grund af mægtigheden af overjorden. Kortlægningen er således alene baseret på øst-vestgående seismiske linjer med en linjeafstand på 1 km.

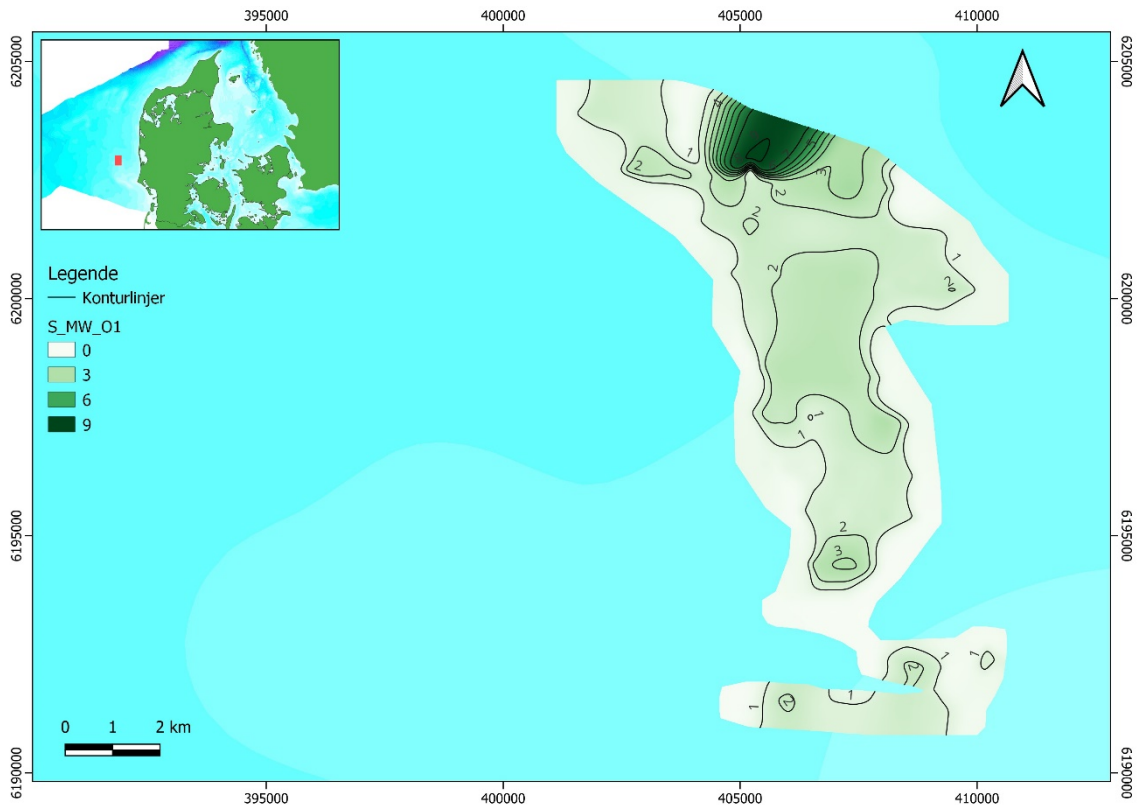
På det seismiske profil NS12\_227 (Figur 9.15), som ligger i den nordlige del af ressourcen, ses kraftige interne reflektorer i den tolkede enhed, som kan indikere grovkornede materialer. På profilet ses endvidere, hvordan den mulige Saale forekomst af smeltevandssand og -grus ligger dybt under Holocæne sand- og gruslag samt Weichsel diluvialsand og -grus. Mod vest er den samlede mægtighed af overjorden omkring 12 m og mod øst omkring 8 m. Da de overliggende lag udgør potentielle sand- og grusforekomster kan de muligvis nyttiggøres til indvinding i forbindelse med en mulig indvinding af Saale ressourcen. Der er udført en samlet kortlægning af dæklagene over ressource S\_MW 1 som viser, at overjorden har tykkelser fra 6 til 12,5 m med en gennemsnitstykkelse på 10 m.

Da ressourcen ikke er truffet i borerne i området, kan der ikke gives en karakteristik af de mulige ressourceegenskaber, men det forventes ud fra den seismiske kortlægning, at forekomsterne indeholder diluvialsand og -grus. Ressource S\_MW 1 klassificeres således tentativt som en spekulativ forekomst af råstofftype Fyldsand 4, men kan potentielt indeholde ressourcer af råstofftype Sand 1 og Grus 2.



Figur 9.15: Seismisk profil NS12\_227. Ressource S\_MW 1 er vist med grå.

Kortlægningen viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 62 km<sup>2</sup>. Den kortlagte forekomst har tykkelser fra 0,1 til 9 m med et gennemsnit på 1,6 m (Figur 9.16) og de tilstedeværende forekomster er opgjort til et volumen på 96 mio. m<sup>3</sup>.



Figur 9.16: Tykkelseskort for ressource S\_MW 1 med 1 m konturlinjer.

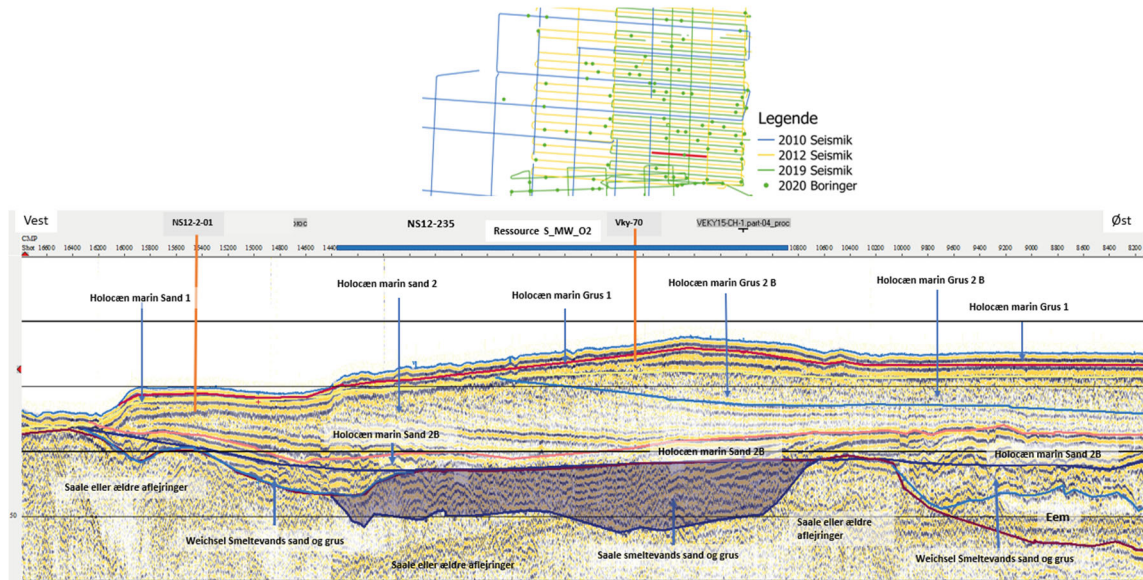
Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist og afklaring af råstoffypen, skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere borer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser. Boringer i ressourcen vil dog kræve boreudstyr som er længere end 6 m og/eller at dele af de overliggende ressourcer er indvundet først.

### 9.2.2 Ressource S\_MW 2

Ressource S\_MW 2 ligger i den sydøstligste del af VKY-området (Figur 9.14) og vanddybden i området ligger mellem 14 og 22 m. Der er i forbindelse med efterforskning i 2020 udført en enkelt boring inden for den tolkede ressource, men boringen træffer ikke den dybtliggende enhed. Kortlægningen er således alene baseret på øst-vestgående seismiske linjer med en linjeafstand på 1 km.

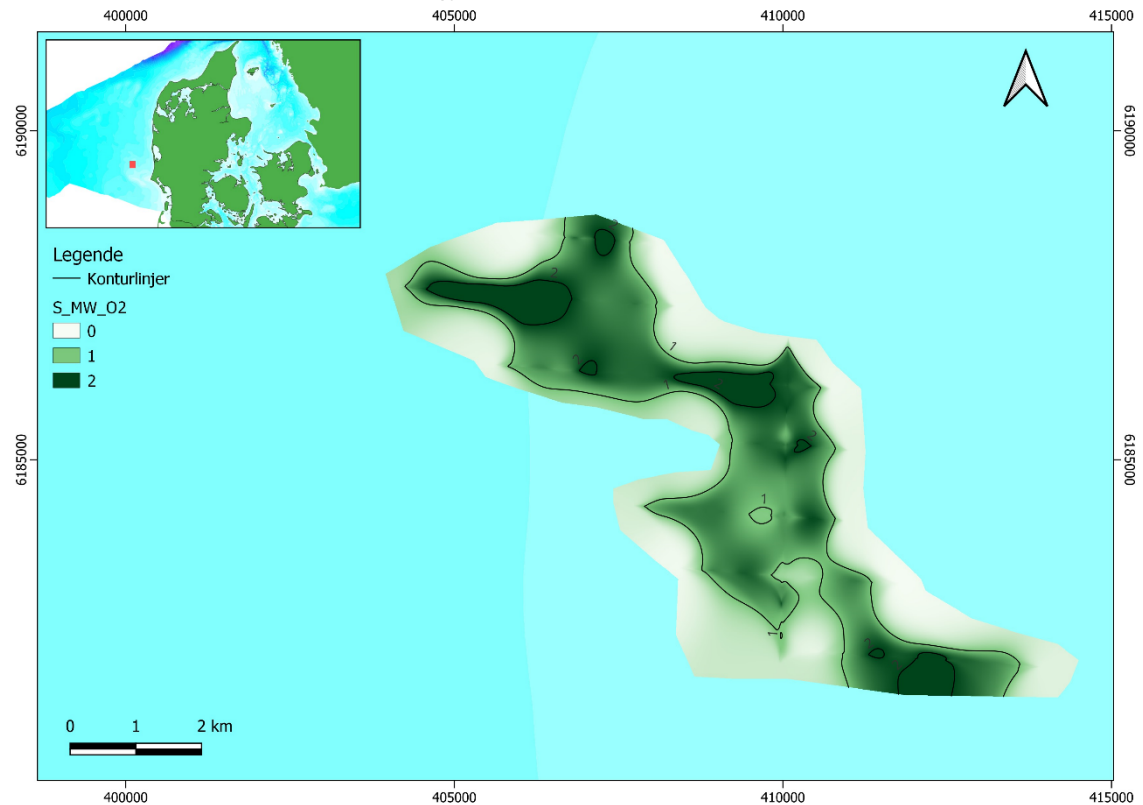
På det seismiske profil NS12\_235 (Figur 9.17), i den nordlige del af forekomsten, ses kraftige interne reflektorer i den tolkede enhed, som kan indikere grovkornede materialer. På profilet ses endvidere hvordan den mulige Saale forekomst af smeltevandssand og -grus ligger dybt under Holocæne sand- og gruslag samt Weichsel diluvialsand og -grus. Mægtigheden af de overliggende lag udgør omkring 13 m mod vest og 11 m mod øst. Da de overliggende lag udgør potentielle sand- og grusforekomster kan de muligvis nyttiggøres til indvinding i forbindelse med en mulig indvinding af Saale ressourcen.

Da ressourcen ikke er truffet i borerne i området, kan der ikke gives en karakteristik af de mulige resourceegenskaber, men det forventes ud fra den seismiske kortlægning, at forekomsterne indeholder diluvialsand og -grus. Ressource S\_MW 2 klassificeres således tentativt som en spekulativ forekomst af råstofstype Fyldsand 4, men kan potentielt indeholde ressourcer af råstofstype Sand 1 og Grus 2.



Figur 9.17: Seismisk profil NS12\_235. Ressource S\_MW 2 er vist med grå.

Kortlægningen viser, at ressourcen dækker et samlet areal på ca. 30 km<sup>2</sup>. Den kortlagte forekomst har tykkelser fra 0,1 til 8,5 m med et gennemsnit på 2,8 m (Figur 9.18) og de tilstedeværende forekomster er opgjort til et volumen på 30 mio. m<sup>3</sup>.



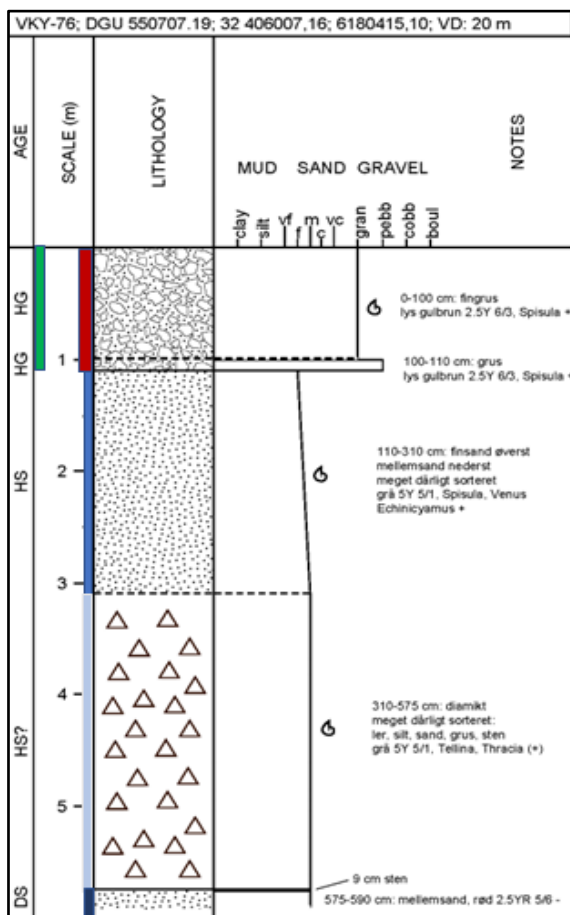
Figur 9.18: Tykkelseskort for ressource S\_MW 2 med 1 m konturlinjer.

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist og afklaring af råstofftypen, skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere borer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser. Boringer i ressourcen vil dog kræve boreudstyr som er længere end 6 m og/eller at dele af de overliggende ressourcer er indvundet først.

### 9.2.3 Ressource S\_MW 3

Ressource S\_MW 3 ligger ligeledes i den sydøstligste del af VKY-området (Figur 9.14) og vanddybderne i området ligger mellem 16 og 24 m. Kortlægningen er baseret på øst-vestgående seismiske linjer med en linjeafstand på 1 km.

Der er i forbindelse med efterforskning i 2020 udført fire borer inden for afgrænsningen af den tolkede S\_MW 3 ressource. Ressourcen er dog kun truffet i en af borerne, VKY-76 (Figur 9.19), hvor der ses et lag af mellemkornet Saale diluvialsand.



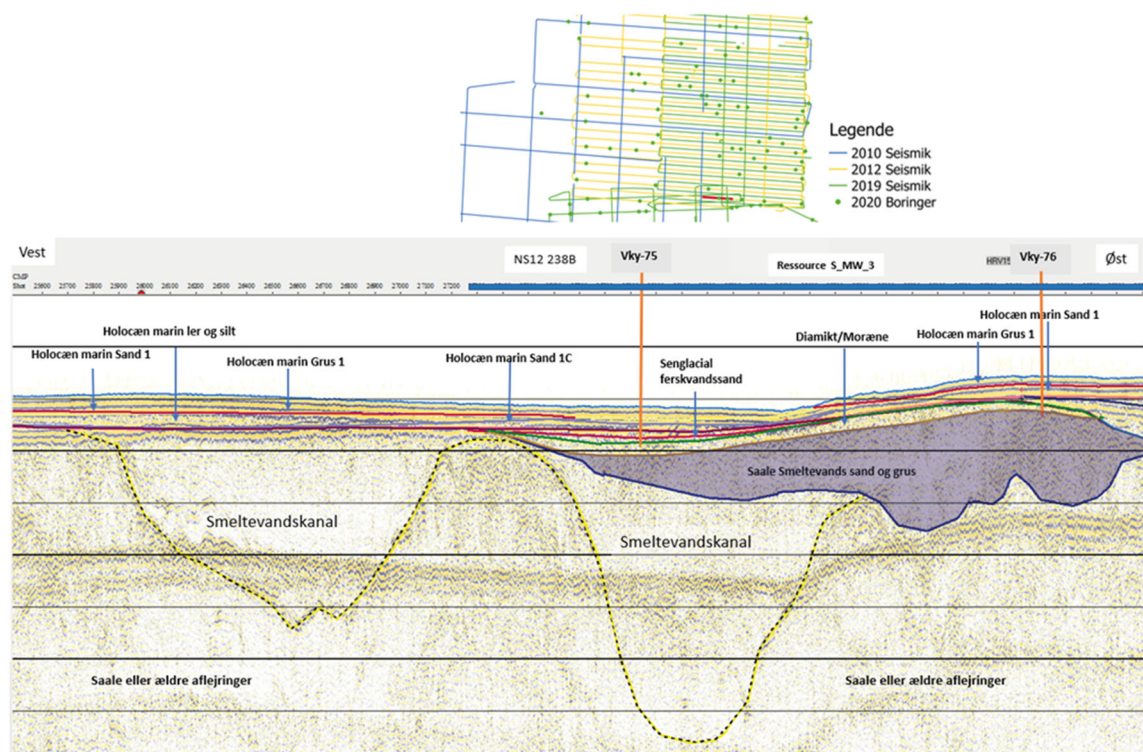
Figur 9.19: Vibrocore boring VKY-76. Holocæn marin grus er markeret med rød, Holocæn marin sand (HMS 1) med blå, moræneler med lyseblå, Saale smeltevandssand (DS) med mørkeblå og kornstørrelsesanalyse interval med grøn.

I boring VKY-76 er ligeledes truffet en diamikt, som overlejrer det tynde lag med Saale smeltevandssand (DS) nederst i boringen. Der er ikke umiddelbart noget i den seismiske tolkning (profil NS12\_238B, Figur 9.20) som indikerer, at det skulle være omlejrrede Saale sedimenter,

hvorfor det antages, at den meget dårligt sorterede diamikt måske kan være morænesand som indeholder ler, silt, sand, grus og sten.

På det seismiske profil NS12\_238B (Figur 9.20) ses den tolkede ressource som en enhed med kraftige interne reflektorer mod vest, som kan indikere mere grovkornede aflejringer. I andre dele af enheden fremstår den mere transparent. Den tolkede forekomst af Saale smeltevandssand og -grus har på profilet en begrænset udstrækning og kan formentlig relateres til den sidste fase af glaciationer i Saale (Warthe), der som tidligere nævnt kom fra Baltikum for ca. 140.000 år siden og nåede frem til området omkring den jyske Vestkyst. Dæklagene over ressourcen varierer langs profilet mellem 3,5 m og 9 m og er størst længst mod øst og længst mod vest.

På det seismiske profil ses også to dybere smeltevandskanaler med væsentlig større dybder end den tolkede ressource. Disse kan formentlig henføres til det mellemste Saale isfremstød (Drenthe) som kom fra Sverige og dækkede hele Danmark og Nordtyskland og store dele af De Britiske Øer. De kan dog også være dannet i forbindelse med den endnu ældre Elster istid, som også dækkede dette område. Det har dog ikke været muligt på det foreliggende datagrundlag, at vurdere ressourcer og råstofpotentiale i de dybe smeltevandskanaler.

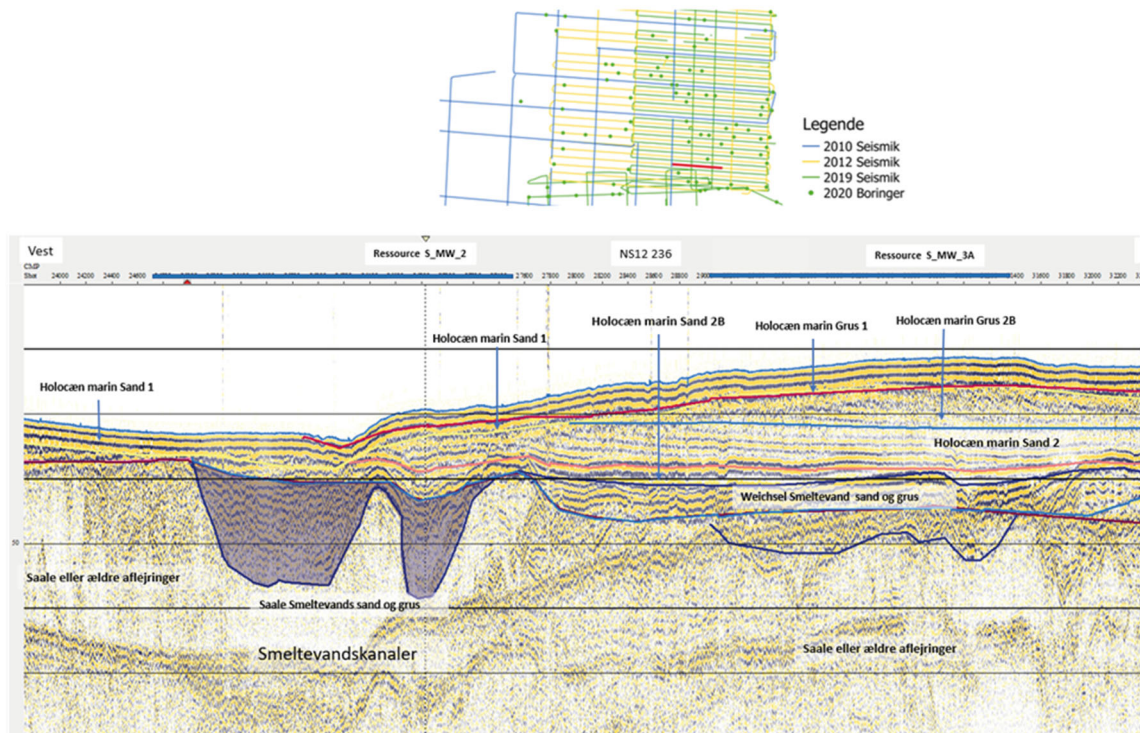


Figur 9.20: Seismisk profil NS12\_238B. Ressource 5\_MW 3 er vist med grå.

På det seismiske profil NS12\_236 (Figur 9.21) længere mod nord fremstår den tolkede ressource med kraftige interne reflektorer, hvilket som tidligere nævnt kan indikere mere grovkornede aflejringer. Dæklagene viser her tykkelser fra 3,5 m i vest til omkring 17 m mod øst.

Dæklagene over den tolkede Saale smeltevandsressource består af Holocæne sand- og gruslag samt Weichsel diluvialsand og -grus. De udgør alle potentielle ressourcer og indvinding af disse vil være en forudsætning for muligheden for indvinding af Saale ressourcen.

Men udover de potentielle Holocæne og Weichsel ressourcer dækkes store dele af forekomsten, som nævnt ovenfor, også af et 1-2 m tykt lag af Diamikt/morænesand. Dette lag dækker hele den sydøstlige del af forekomsten og kan betyde, at de dele af forekomsten i praksis ikke er interessante i forhold til indvinding.

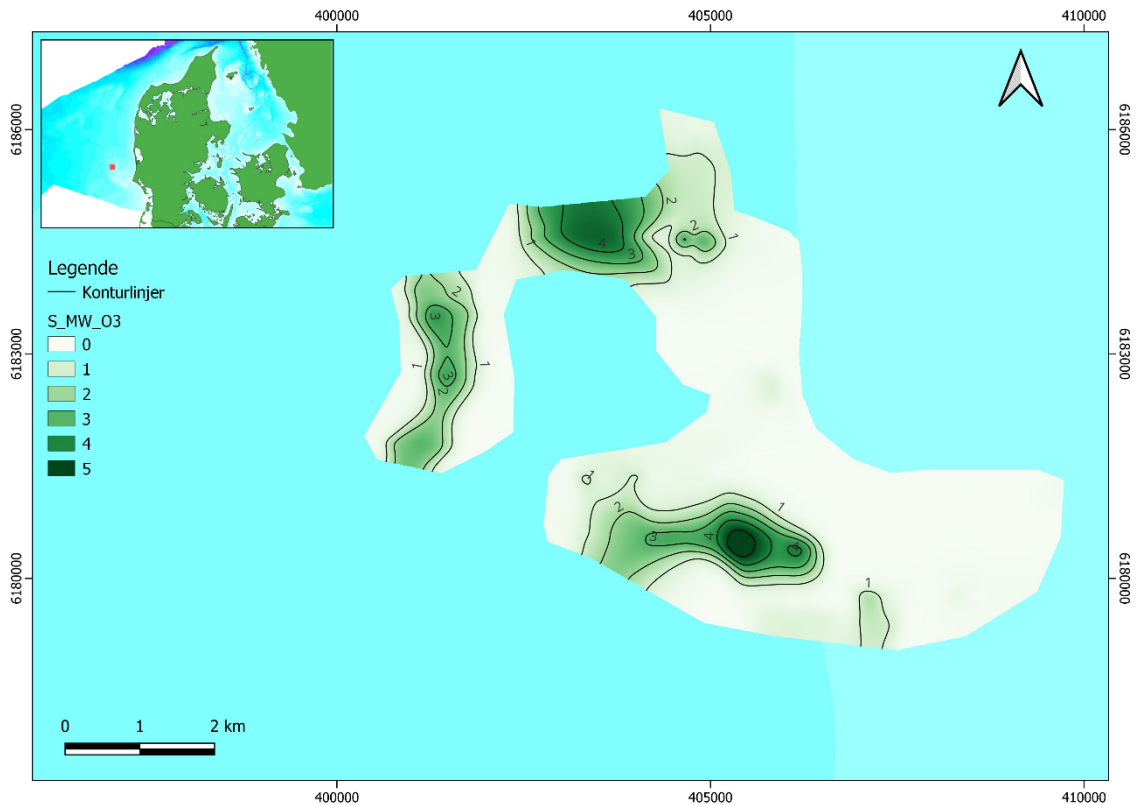


Figur 9.21: Seismisk profil NS12\_236. Ressource S\_MW 3 er vist med grå.

På baggrund af ovenstående klassificeres ressource S\_MW 3 som en spekulativ forekomst af råstofftype Fyldsand 4. Der er dog mulighed for, at ressourcen indeholder materiale som eventuelt kan klassificeres som f.eks. råstofftype Sand 1.

Kortlægningen viser, at ressourcen dækker et samlet areal på ca. 28 km<sup>2</sup>. Den kortlagte forekomst har tykkelser fra 0,1 til 4,5 m med et gennemsnit på 1,3 m (Figur 9.22) og de tilstedeværende forekomster er opgjort til et volumen på 24 mio. m<sup>3</sup>. Hvis der imidlertid tages højde for dæklaget af diamikt/morænesand som kan forhindre/besværliggøre en indvinding af ressourcen reduceres det areal af forekomsten som vurderes at kunne indvindes fra 27 km<sup>2</sup> til kun 7 km<sup>2</sup> i den nordvestligste del af den kortlagte ressource og volumen vil selvfølgelig tilsvarende være væsentligt reduceret.

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist, skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere borer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser. Borer i ressourcen vil dog kræve boreudstyr som er længere end 6 m og/eller at dele af de overliggende ressourcer er indvundet først.



Figur 9.22: Tykkelseskort for ressource S\_MW 3 med 1 m konturlinjer.

## 9.2.4 Ressource S\_MW 6

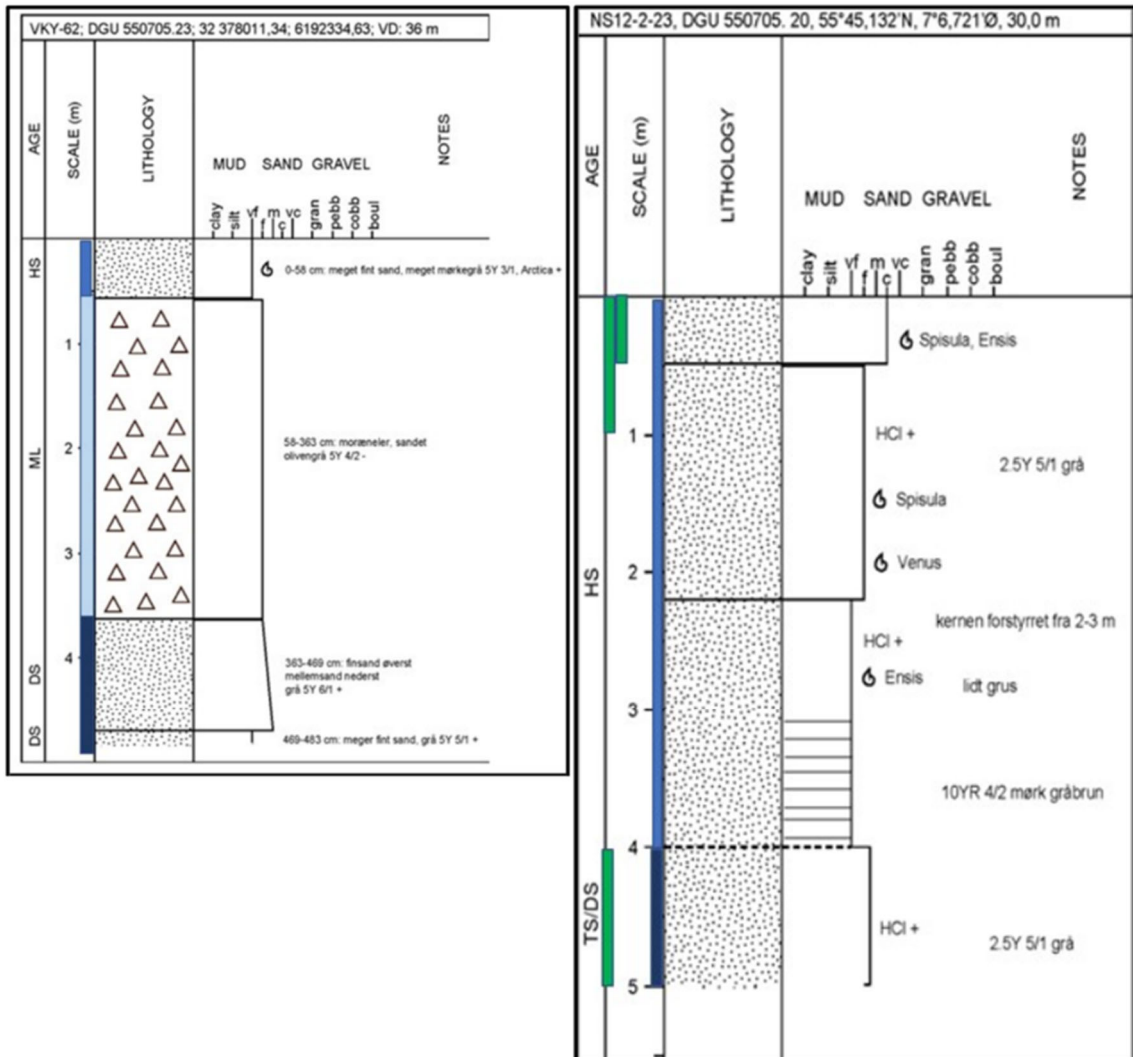
Ressource S\_MW 6 ligger i den sydvestligste del af VKY-området (Figur 9.14) og vanddybden i området ligger mellem 26 og 36 m. Området strækker sig ind i råstofkortlægningsområde Horns Rev Sydvest (HRV) syd for VKY-området (GEUS rapport 2023/50). Kortlægningen er baseret på et net af øst-vest gående seismiske linjer med 1 km linjeafstand.

Der er i forbindelse med efterforskning i 2020 udført 10 borer ind for afgrænsningen af ressourcen, men kun i én af disse, VKY-62, truffet Saale smeltevandsaflejringer. Boringen ligger i den nordlige del af forekomsten, og i den sydlige del er der ligeledes truffet Saale smeltevandsaflejringer i boring NS12-2-23 fra 2012 (Figur 9.23).

I boring VKY-62 optræder nederst ca. 1 m fin- til mellemkornet smeltevandssand, underlejret af ca. 0,2 m meget finkornet sand. I boring NS12-2-23 optræder også ca. 1 m smeltevandssand nederst i boringen. Her er der lavet en kornstørrelsesanalyse som viser, at materialet i dette område indeholder velsorteret fin- til mellemkornet sand med en fordeling på 65% finsand og 33% mellem- og grovkornet sand, med en middeldkornstørrelse på 0,17 mm.

På det seismiske profil NS12\_233 (Figur 9.24), i den nordlige del af ressourcen, ses kraftige interne reflektorer i enheden, hvilket kan indikere mere grovkornede materialer. Mod vest er forekomsten kortlagt til at være aflejret i den øverste del af en ældre smeltevandskanal. Overjordstykkelsen er mellem 0,5 og 3,5 m og består mod vest af Saale senglacialt smeltevandssand og Holocæn marint sand (HMS 1). Det er begge forekomster som forventes at være interessante i forhold til indvinding. Mod øst består overjorden af sandet moræneler og

finkornet Holocæn marint sand, hvor det nederste dæklag af moræneler kan give problemer ved en eventuel indvinding. Morænen optræder dog kun på en enkelt seismisk linje og har således en begrænset udstrækning.



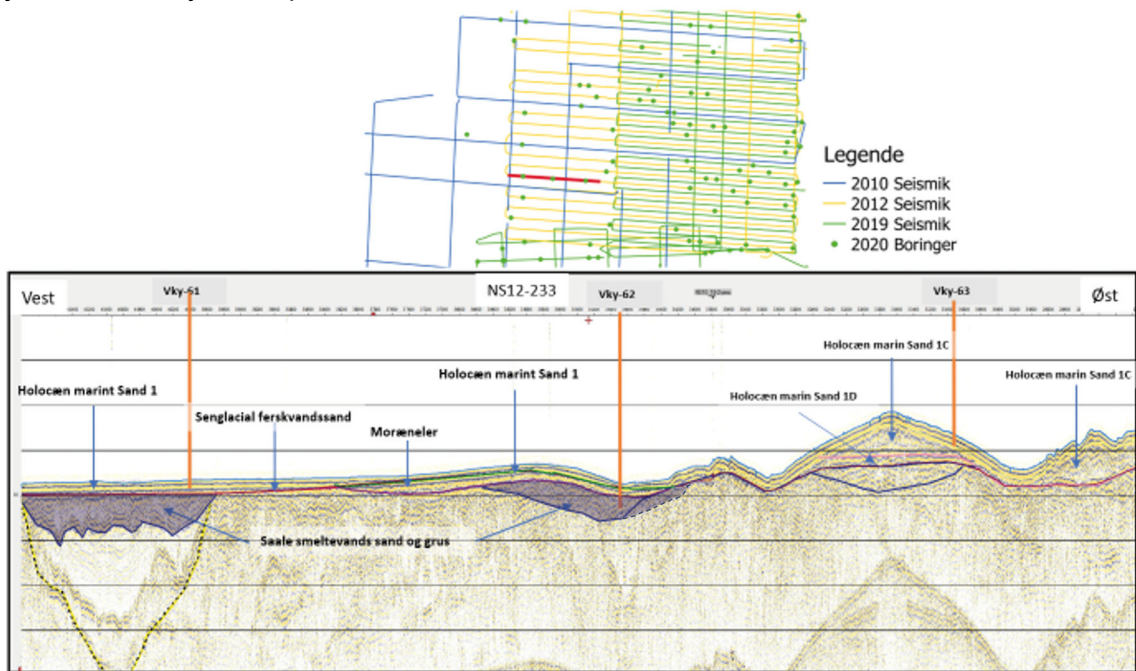
Figur 9.23: Vibrocore boringer VKY-62 og NS12-2-23. Holocæn marint sand (HMS 1) er markeret med blå, moræneler med lyseblå, Saale smeltevandssand med mørkeblå og kornstørrelsesanalyse intervaller med grøn.

På profil NS12\_239A (Figur 9.25) ses den tolkede Saale smeltevandsressource med relativt kraftige interne reflektorer, som også kan tyde på mere grovkornet materiale. Overjorden består mod vest af Saale senglacialt smeltevandssand og Holocæn marint sand (HMS 1) og mod øst kun af det Holocæne sand. Tykkelsen af dæklagene varierer fra 0,5 til 5,5 m. I HRV-området, syd for VKY-området, består det nederste dæklag af mellemkornet- og fin- til mellemkornet smeltevandssand og det øverste dæklag af fin- til grovkornet Holocænt sand.

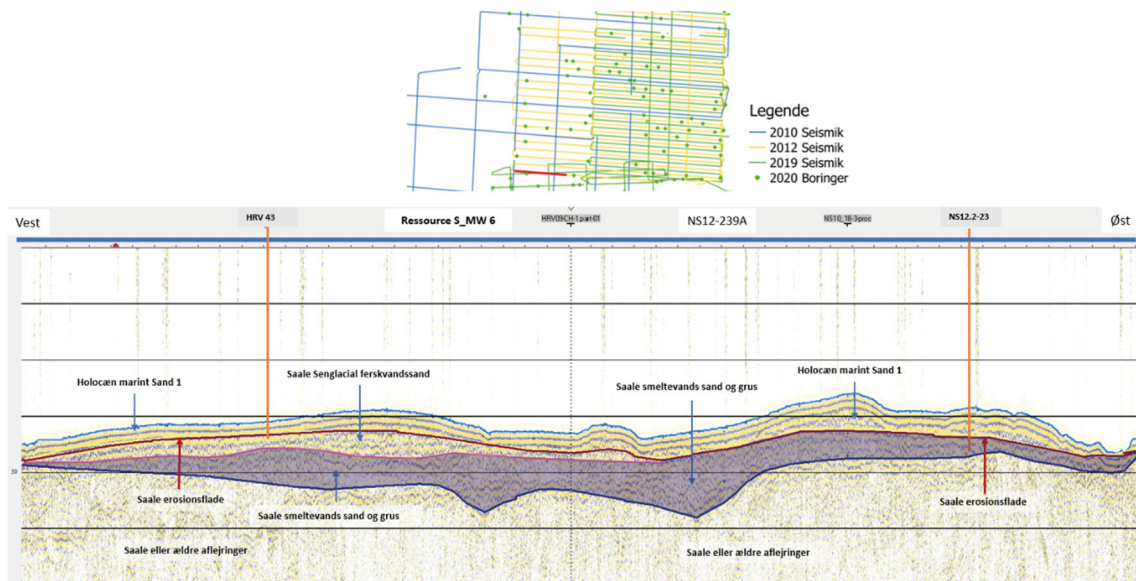
Der er udført en samlet kortlægning af overjorden i område S\_MW 6 som viser, at overjorden har tykkelser fra 0,4 til 6,2 m med et gennemsnit på 2,1 m. Der er konstateret tilstedeværelse af moræneler i det nordlige område, men det er kun set på en enkelt seismisk linje, så det er meget begrænset i udstrækning og vil formentlig ikke have væsentlig indflydelse på indvinding af Saale smeltevandsmaterialerne i S\_MW 6 området. Samlet set udgør overjorden i S\_MW 6 området, udover moræneleret, flere typer af råstofforekomster, som forventes at



være interessante i forbindelse med indvinding. Der er dog også større områder, hvor overjorden har en tykkelse på under 2 m.



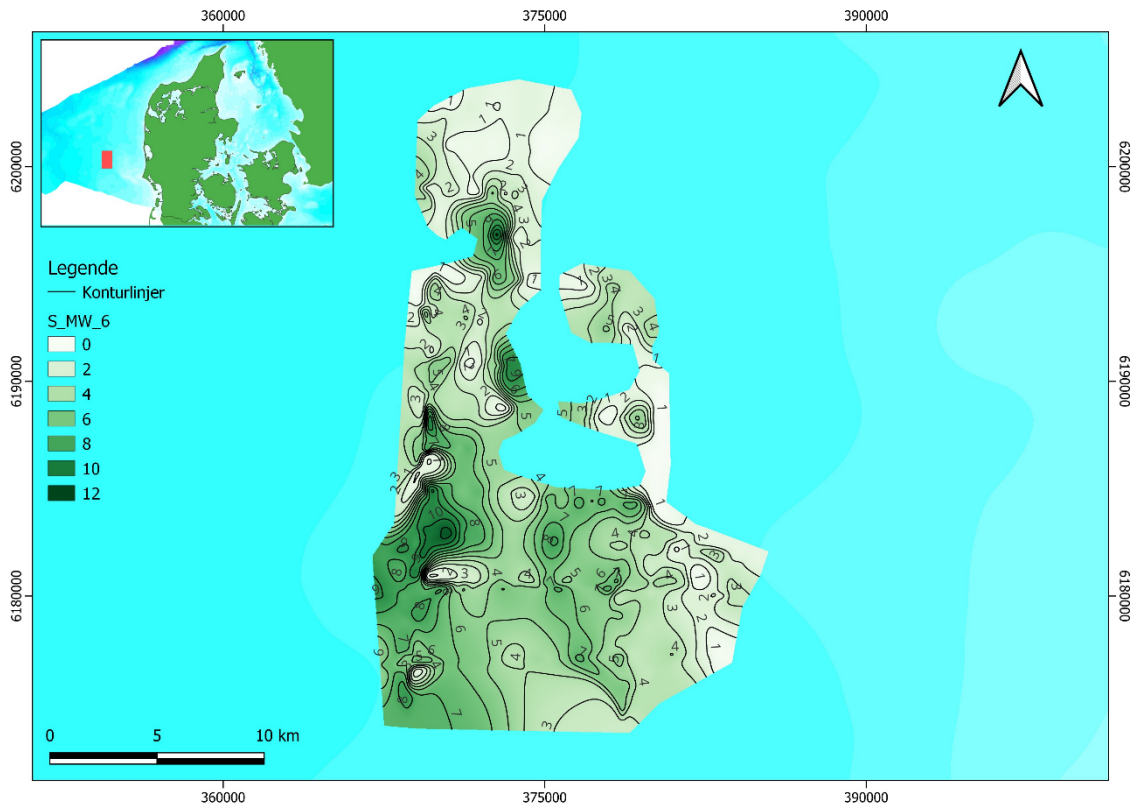
Figur 9.24: Seismisk profil NS12\_233. Ressource S\_MW 6 er vist med grå.



Figur 9.25: Seismisk profil NS12\_239A. Ressource S\_MW 6 er vist med grå.

På baggrund af ovenstående er ressource S\_MW 6 klassificeret som en spekulativ forekomst af råstoffetype Fyldsand 4. Kortlægningen viser, at ressourcen dækker et areal på ca. 310 km<sup>2</sup>. Den kortlagte forekomst har tykkelser fra 0,1 til 8,5 m med et gennemsnit på 2,8 m (Figur 9.26) og de tilstedeværende forekomster er opgjort til 1253 mio. m<sup>3</sup>.

Hvis der skal ske en opklassificering af ressourcen til sandsynlig eller påvist, skal der indsamles yderligere seismiske data i et tættere net og der skal udføres flere borer, hvori der foretages kornstørrelsesanalyser og sandpetrografiske analyser.



Figur 9.26: Tykkelseskort for ressource S\_MW 6 med 1 m konturlinjer.

## 10. Ressourceopgørelse

I forbindelse med Miljøstyrelsens råstofkortlægning i fokusområde Vestkysten i Nordsøen i 2019 og 2020 er der samlet kortlagt 60 spekulative ressourcer. Der er kortlagt 51 nye ressourcer som er blevet tilføjet ressourcelaget i Marta databasen og der er 9 af de eksisterende ressourcer der er blevet modificeret og endelig er 10 eksisterende ressourcer i Marta databasen blevet slettet som følge af den nye kortlægning.

Det samlede kortlagte råstofvolumen er opgjort til ca. 25.990 mio. m<sup>3</sup>, hvoraf ca. 8390 mio. m<sup>3</sup> udgør råstoftype Sand 0, ca. 6847 mio. m<sup>3</sup> udgør råstoftype Sand 1, ca. 1970 mio. m<sup>3</sup> udgør råstoftype Grus 2 og ca. 8783 mio. m<sup>3</sup> udgør råstoftype Fyldsand 4. De kortlagte ressourcer er opstillet i Tabel 10.1 herunder med opdateret nummerering, råstofkvalitet, ressourcesikkerhed, areal, tykkelse og volumen m.m.

*Tabel 10.1: Se næste side. Oversigt over de kortlagte ressourcer og deres areal, tykkelse, volumen og klassifikation m.m.*

Vestkysten										
Marta	Ressource	Råstof	Litologi	Aflejringsmiljø	Sikkerhed	Vanddybde	Areal	Tykkelse	Volumen	Overjord
res.nr.	navn	type	alder			m	km <sup>2</sup>	m	Mio. m <sup>3</sup>	m
578-025	HMS 1_1	Fyltsand 4	HS	Marin Dynamisk	Spekulativ	30-32	40,8	6	124,0	0
578-026	HMS 1_2	Sand 1	HS	Marin Dynamisk	Spekulativ	24-32	173,1	4,5	465,4	0
578-027	HMS 1_3	Fyltsand 4	HS	Marin Dynamisk	Spekulativ	30-32	309,4	5,6	860,4	0-2
578-028	HMS 1_4	Fyltsand 4	HS	Marin Dynamisk	Spekulativ	20-28	71,3	7,0	204,8	0
578-029	HMS 1_5	Sand 1	HS	Marin Dynamisk	Spekulativ	16-20	34,2	3,5	83,3	0
578-030	HMG 1_1	Grus 2	HG	Marin Kystaflejring	Spekulativ	16-24	385,5	5,2	761,0	0
578-031	HMS 1a2	Fyltsand 4	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	32-40	72,2	7,6	104,0	1-2
578-001	HMS 1a3	Fyltsand 4	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	36-40	23,6	4,7	42,1	1-2
578-032	HMS 1a4	Fyltsand 4	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	34-40	5,0	2,3	5,8	1-3
578-010	HMS 1b	Sand 0	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	26-36	639,2	7,4	1766,1	1-5
578-004	HMS 1c	Sand 0	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	20-36	304,5	7,8	676,1	1-3
578-012	HMS 1d1	Sand 1	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	23-30	22,9	5,4	31,8	1-4
578-003	HMS 1d2	Sand 1	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	26-36	315,2	9,0	537,2	1-2
578-033	HMS 1f1	Sand 0	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	30-32	8,4	3,0	9,7	1-2
578-034	HMS 1f2	Sand 0	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	28-30	23,6	5,4	50,7	0-1
578-035	HMS 2B	Sand 0	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	15-30	264,1	16,8	599,4	3-18
578-014	HMS 2_1	Sand 0	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	15-30	325,5	15,0	1350,3	1-5
578-036	HMS 2_2	Sand 1	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	25-30	178,4	6,5	354,4	2-4
578-037	HMS 2A	Sand 0	HS	Marin Kystaflejring	Spekulativ	28-32	135,1	6,0	262,8	0-2
578-017	HMG 2B_2	Grus 2	HG	Marin Kystaflejring	Spekulativ	15-20	159,0	5,3	374,0	2-3
578-038	HMG 2B_1	Grus 2	HG	Marin Kystaflejring	Spekulativ	22-30	143,2	7,7	490,0	3-4
582-003	HMG 2D_1	Grus 2	HG	Marin, Kystaflejring	Spekulativ	25-33	62,1	3,4	71,7	0-7
578-039	HMG 2D_2	Grus 2	HG	Marin, Kystaflejring	Spekulativ	20-25	37,0	2,5	29,5	1-4
578-040	HMG 2E_1	Grus 2	HG	Marin, Kystaflejring	Spekulativ	25-28	5,2	2,8	8,0	1-2
578-041	HMG 2E_2	Grus 2	HG	Marin, Kystaflejring	Spekulativ	36-38	7,3	1,3	5,0	2-3
578-042	HMG 2E_3	Grus 2	HG	Marin, Kystaflejring	Spekulativ	33	5,1	1,7	6,5	0-1
578-043	HMG 2E_4	Grus 2	HG	Marin, Kystaflejring	Spekulativ	29	0,8	0,9	0,6	0-1
578-044	HMG 2F	Grus 2	HG	Marin, Kystaflejring	Spekulativ	34-36	20,4	2,2	16,0	2-3
578-045	HMG 2G	Grus 2	HG	Marin, Kystaflejring	Spekulativ	20-31	203,3	4,0	207,5	1-3
578-046	TS 1A	Sand 1	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	34-36	7,8	3,0	7,1	1-3
578-047	TS 1B	Fyltsand 4	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	32-36	27,0	4,8	47,0	1-2
578-048	TS 1C	Fyltsand 4	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	28-32	103,8	4,0	146,5	0-1
578-049	TS 1D	Sand 0	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	30-38	275,7	6,3	520,4	0-1
578-015	TS 2	Fyltsand 4	TS/TG	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	30-32	8,2	2,2	11,0	0-2
578-050	TS 3	Fyltsand 4	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	25-28	16,1	2,3	16,1	0-5
578-051	TS 5	Fyltsand 4	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	30	14,6	4,0	31,3	3-6
578-052	TS 6	Sand 1	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	24-31	89,9	4,5	123,2	1-4
578-053	TS 8	Fyltsand 4	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	30-36	95,9	5,5	217,3	6-10
578-054	TS 9	Sand 0	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	23-33	389,8	10,8	1410,6	1-11
578-055	TS 10A	Fyltsand 4	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	20-27	212,3	6,5	453,6	0-4
578-056	TS 10B	Sand 1	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	20-27	46,1	4,0	97,4	1-3
578-057	W_MW 1_1	Sand 0	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	32-40	156,1	28,0	1406,6	1-2
578-058	W_MW 1_2	Fyltsand 4	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	22-36	695,1	12,7	4225,9	0-12
578-059	W_MW 1_3	Sand 1	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	24-32	398,8	11,8	2197,0	0-8
578-060	W_MW 2	Sand 1	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	14-28	456,5	20,0	2668,9	1-15
578-061	W_MW 3	Sand 0	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	32-38	28,8	10,0	143,7	5-8
578-062	W_MW 4	Fyltsand 4	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	30-34	50,6	9,0	212,0	2-4
578-063	W_MW 5	Fyltsand 4	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	24-28	51,9	12,0	195,1	2-10
578-064	W_MW 6	Fyltsand 4	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	22-24	11,8	9,0	49,0	2-14
578-065	W_MW 7	Sand 0	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	16-24	41,9	9,0	144,5	4-14
578-066	Eem SG	Sand 1	QS	Marin kystaflejring	Spekulativ	26-28	15,1	2,3	81,9	1-5
578-067	Eem sand 1	Fyltsand 4	QS	Marin kystaflejring	Spekulativ	24-28	112,5	7,0	297,8	6-11
578-068	Eem sand 2	Fyltsand 4	QS	Marin kystaflejring	Spekulativ	20-22	27,9	9,0	87,6	4-10
582-022	S_TS 3A	Sand 0	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	26-28	36,8	3,5	49,2	1-4
582-026	S_TS 3B	Fyltsand 4	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	26-28	41,3	3,5	49,6	1-4
578-069	S_TS 4	Sand 1	TS	Senglacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	26-28	129,1	8,0	198,9	1-5
578-070	S_MW 1	Fyltsand 4	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	18-24	61,7	9,0	95,9	6-13
578-071	S_MW 2	Fyltsand 4	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	14-22	30,2	8,5	29,9	11-13
578-072	S_MW 3	Fyltsand 4	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	16-24	27,5	4,5	23,6	4-17
578-073	S_MW 6	Fyltsand 4	DS	Glacial smeltevandsaflejring	Spekulativ	26-36	310,4	8,5	1253,1	0-6

## 11. Referencer

Bennike, O., Leth, J.O., Jensen, J.B. & Lomholt, S. 2014: Arctic plant remains of Weichselian age from the Danish North Sea. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 31, 43–46.

Heaton, T.J., Köhler, P., Butzin, M., Bard, E., Reimer, R.W., Austin, W.E.N., Ramsey, C.B., Grootes, P.M., Hughen, K.A., Kromer, B., Reimer, P.J., Adkins, J., Burke, A., Cook, M.S., Olsen, J. & Skinner, L.C. 2020: Marine20 – the marine radiocarbon age calibration curve (0–55,000 cal. BP). Radiocarbon 62, 779–820.

Jensen, J.B., Borre, S., Leth, J.O., Al-Hamdani, Z. & Addington, L.G. 2011: Mapping of raw materials and habitats in the Danish sector of the North Sea. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 23, 33–36.

Knudsen, K.L. 1985: Foraminiferal stratigraphy of Quaternary deposits in the Roar, Skjold and Dan fields, central North Sea. Boreas 14, 311–324.

Konradi, P.B., Larsen, B. & Sørensen, A.B. 2005: Marine Eemian in the Danish eastern North Sea. Quaternary International 133–134, 21–31.

Larsen, B. 1994. Materiale sammensætningen i submarine råstofforekomster – Et metode-studium. DGU kunderapport nr. 91, 1994.

Larsen, N.K., Knudsen, K.L., Krohn, C.F., Kronborg, C., Murray, A.S. & Nielsen, O.B. 2009: Late Quaternary ice sheet, lake and sea history of southwest Scandinavia – a synthesis. Boreas 38, 732–761.

Lomholt, S., Leth, J.O. & Skar, S. 2013: Marin råstoffkortlægning i Nordsøen 2012. Detaljeret undersøgelse af 3 delområder. Udført for Naturstyrelsen. GEUS rapport 2013/5.

Nielsen, T., Mathiesen, A. & Bryde-Auken, M. 2008: Base Quaternary in the Danish parts of the North Sea and Skagerrak. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 15, 37–40.

Reimer, P.J., Austin, W.E.N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Ramsey, C.B., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., Manning, S.W., Muscheler, R., Palmer, J.G., Pearson, C., Plicht, J.V.D., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S.M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. & Talamo, S. 2020: The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal. kB). Radiocarbon 62, 725–757.

Winther, L.H., Leth, J.O., Allaart, L. & Vangkilde-Pedersen, T. 2024: Rapportering af Miljøstyrelsens råstofkortlægning i Nordsøen i 2019-2020. Råstofundersøgelser ved Horns Rev. GEUS rapport 2023/50.