

Efterforskning og kortlægning af resterende sandressourcer i bygherreområde 578-AA Husby Klit, Nordsøen for Kystdirektoratet

Niels Nørgaard-Pedersen, Luna H. Winther, Lars G. Rödel

Rev. 12/01/2022

Efterforskning og kortlægning af resterende sandressourcer i bygherreområde 578-AA Husby Klit, Nordsøen for Kystdirektoratet

Niels Nørgaard-Pedersen, Luna H. Winther, Lars G. Rödel

Rev. 12/01/2022

Indhold

1.	Introduktion	3
1.1	Formål	3
2.	Undersøgelsesområde	4
3.	Tidligere undersøgelser	5
4.	Survey udførelse	7
4.1	Opmålingsskib	8
4.2	Udstyr og software	8
4.3	Dataprocessering og tolkning	10
5.	Survey resultater	11
5.1	Sejllinjer.....	11
5.2	Bathymetri.....	11
5.3	Side scan mosaik	13
5.4	ROV verifikationsdyk.....	15
5.5	Substrattypekortlægning	16
5.6	Seismik tolkning.....	17
6.	Ressourcekortlægning	19
7.	Referencer	21

Bilag

A1: Kortbilag – Sejlinjer

A2: Kortbilag – Bathymetri baseret på multibeam opmåling

A3: Kortbilag – Hældning

A4: Kortbilag – Side-scan sonar mosaik

A5: Kortbilag – Substrattypekort med ROV positioner

A6: Kortbilag – Spor efter menneskelig aktivitet

A7: Kortbilag – Kortlagt ressourcemægtighed

1. Introduktion

For at sikre forsyningssikkerheden af sand til kystfodringen har Kystdirektoratet (KDI) flere bygherretilladelser til råstofindvinding af sand på havet. WSP/GEUS har for KDI fået til opgave at udføre en marin geofysisk kortlægning efterfulgt af miljøundersøgelser i de eksisterende bygherreområder på strækningen mellem Nymindegab og Lodbjerg i Nordsøen. Områderne omfatter 578-AA Husby Klit, 562-AD Ferring, 562-PA Thyborøn, og 562-AE Thyborøn samt en 500 m omgivende påvirkningszone omkring områderne. Nærværende rapport omhandler ressourcekortlægning og miljøundersøgelser af 578-AA Husby Klit.

Der er foretaget fulddækkende geofysisk kortlægning med side scan sonar, multibeam og Innomar sedimentekkolod. Substrattypekortlægning er understøttet af ROV videodyk på udvalgte positioner. GEUS har stået for den geofysiske kortlægning, mens WSP har udført ROV verifikationer.

1.1 Formål

Formålet med de geofysiske undersøgelser er at foretage en detaljeret kortlægning af bygherreområdet med henblik på at afgrænse de resterende ressourceområder samt at beskrive og vurdere omfang og kvalitet af resterende ressourcer. Herudover skal kortlægningen danne baggrund for videre miljøundersøgelser og miljøvurdering af de biologiske interesser i efterforskningsområdet inkl. den omgivende 500 m zone.

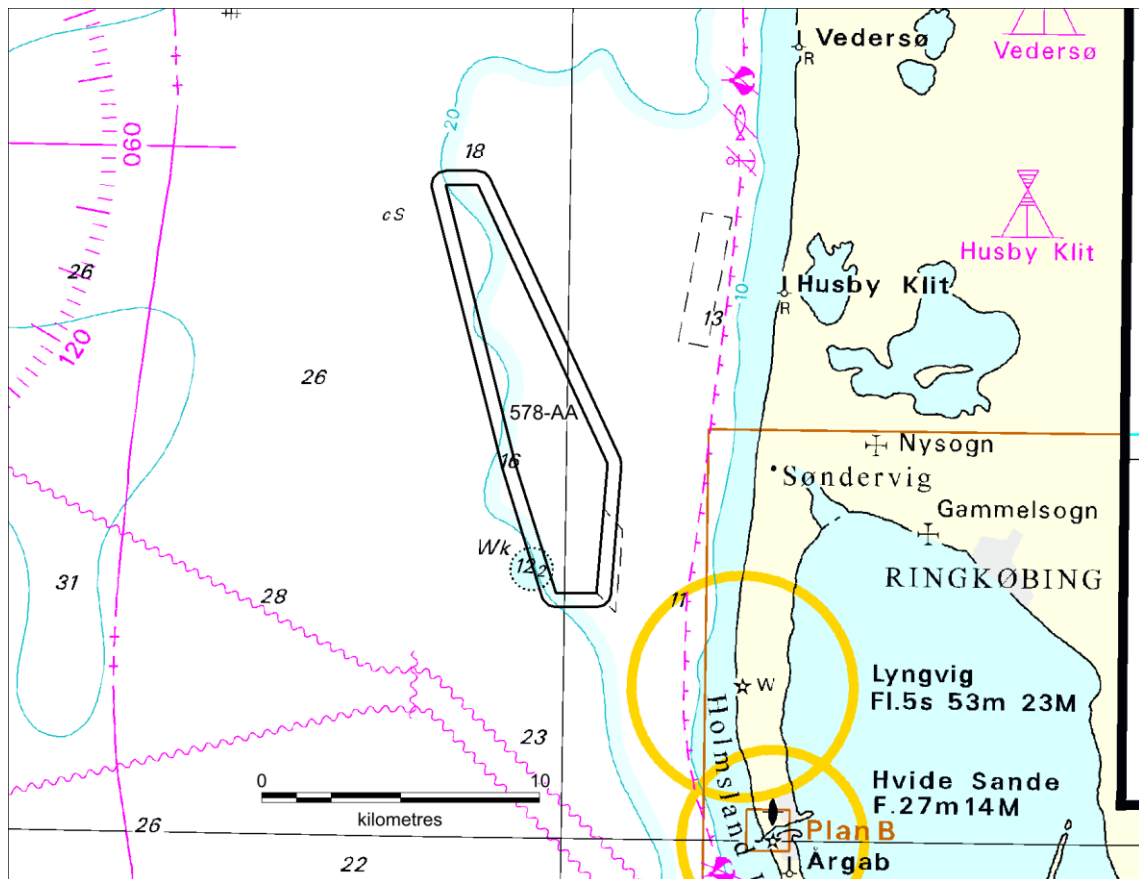
Der udarbejdes følgende kortbilag:

- a) Kort over sejllinjer
- b) Kort over områdets bathymetri
- c) Kort over områdets hældninger
- d) Kort over side scan sonar data
- e) Kort over overfladesedimentets sammensætning
- f) Kort over spor af menneskelig aktivitet
- g) Kort over råstofressourcens udbredelse og volumen

Alle resultater, positioner, sejllinjer, kort og tolkninger af indsamlede data afleveres til Miljøstyrelsen i form af råstofrapport med MapInfo GIS lag.

2. Undersøgelsesområde

Bygherreområde 578-AA Husby Klit udgør et areal på ca. 33 km² og er beliggende ca. 11 km nordvest for Hvide Sande med en minimumsafstand til kysten på ca. 5 km (Figur 2-1). Området er et aktivt indvindingsområde, hvor Kystdirektoratet i en længere årrække har indvundet sand til kystforandringsprojekter på den jyske vestkyst. I perioden 2004-2020 er der indvundet ca. 10 mio m³ fra området.

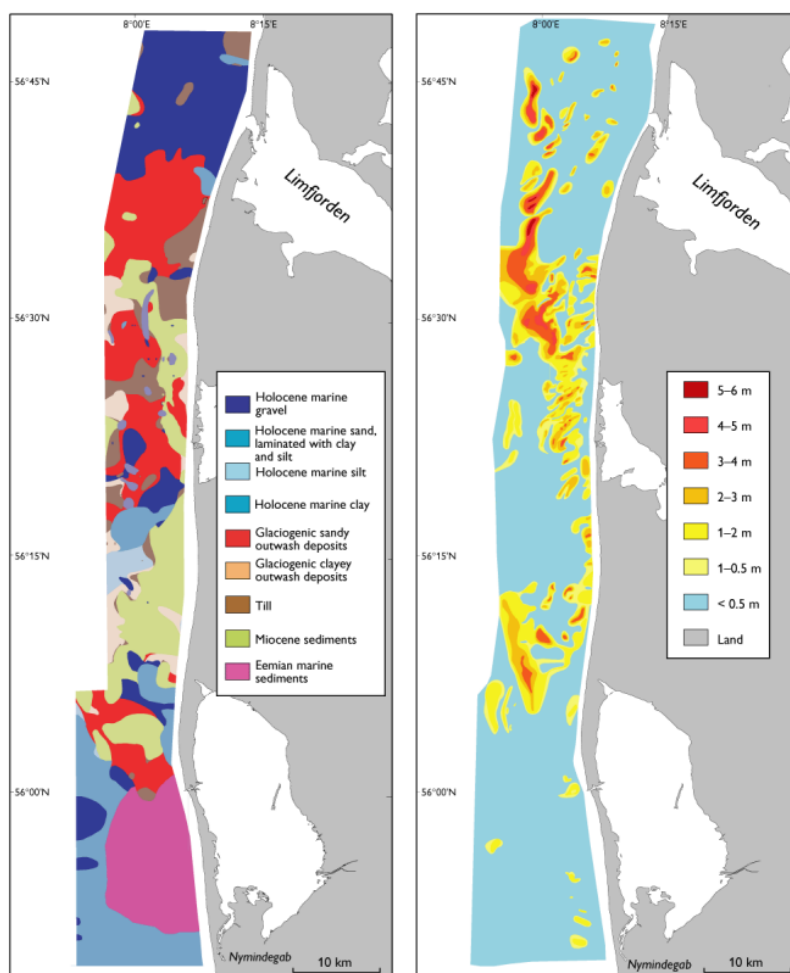


Figur 2-1. Undersøgelsesområde 578-AA inkl. 500 m zone.

3. Tidligere undersøgelser

Bygherreområdet Husby Klit 578-AA udgør et areal på ca. 33 km² i Nordsøen ca. 11 km nordvest for Hvide Sande med en minimumsafstand til kysten på ca. 5 km. Området er et eksisterende indvindingsområde, hvor Kystdirektoratet i en længere årrække har indvundet sand til kystfordringsprojekter på den jyske vestkyst.

Sandforekomsten blev oprindeligt identificeret på baggrund af den geologiske kortlægning af Vestkysten udført for Kystdirektoratet af GEUS i 1998 og 1999 (GEUS, 1999). Kortlægningen underbyggede at der i området forekom en op til 3-4 m tyk ressourceenhed bestående af holocænt marint mobilt sand (Figur 3-1). Der blev identificeret underliggende Miocæne aflejringer i den centrale del af området, lerede smeltevandsaflejringer i den nordlige del af området og ældre holocæne marine aflejringer i den sydlige del af området.



Figur 3-1. Kortlægning af mægtigheden af marint mobilt sand (th) og ældre underliggende kvartære og prækvartære aflejringer langs den jyske Vestkyst (Leth et al., 2004).

Der eksisterer to borerer fra området i GEUS boringsdatabase Jupiter. Boring 560829.4 fra den centrale sydlige del af området indeholder 2.6 m mellem-grovkornet marint sand overlejrende marint siltet ler af formodet Holocæn alder. Boring 560728.1 fra den centrale østlige del af området indeholder 0,95 m mellem-grovkornet marint sand overlejrende 30 cm smeltevandsler og miocænt glimmerler.

Der blev foretaget VVM undersøgelse af Husby Klit området i 2013 (Orbicon, 2014) og i 2019 blev der udført en statusundersøgelse med opfølgende ROV undersøgelse af det aktive indvindingsområde samt multibeam dybdeopmåling udført af KDI (Orbicon, 2019).

4. Survey udførelse

Mobilisering af surveyskibet MV Annette Christina blev udført d. 16. juni 2020 i Hvide Sande havn. I den forbindelse blev der påsvejet stævnør til montering af kombineret side scan sonar/multibeam (Edgetech 6205) og rør til montering af Innomar transducer (Pinger) blev monteret på bagbords side i eksisterende beslag. GEUS' surveycontainer med optageudstyr og overvågningsmonitors blev monteret på agterdækket.

Tidlig morgen d. 17. juni 2020 foretoges forlægning til område 578-AA Husby Klit, hvor survey påbegyndtes kl. 04:35. Samme dag blev der udført patchtest på kendt vrak i den sydvestlige del af området for kalibrering af Multibeam systemet. Survey blev afbrudt få timer d. 18. juni i forbindelse med ilandsætning af den ene af GEUS' marinteknikere. Survey af 578-AA blev færdiggjort d. 19. juni kl. 6:00, hvorefter der forlagdes til surveyområde 562-AF Ferring. 23. juni blev der i forbindelse med retursejls til Hvide Sande, udført infill af manglende side scan sonar data på et kort linjestykke i 578-AA. Senere samme dag blev skibet demobiliseret i Hvide Sande.

Vejr og sø var under survey usædvanligt fint med bølgehøjde $<0,5$ m.

Linjeafstanden i området var på 100 m og surveyhastigheden blev holdt på ca. 7 knob. Side scan sonar range var indstillet til 75 m, hvilket medfører et overlap på ca. 50 m mellem linjerne. De vestligste linjer i 578-AA blev dog udført med 100 m range, før der blev omstillet til en kortere range. Der blev dagligt udført SVP profilering (lydhastighedsmåling) af vandsøjlen.

Datakvalitet var overvejende meget fin således, at der kan opnås fuld dækning for side scan sonar og multibeam data over surveyområdet. Datadækning for side scan sonar og Innomar pinger blev checket efter fuldførelse af området. Enkelte datahuller i side scan sonar data i område 578-AA blev lukket ved gentagen linjeopmåling (infill linjestykke).

Følgende personer deltog i det akustiske survey:

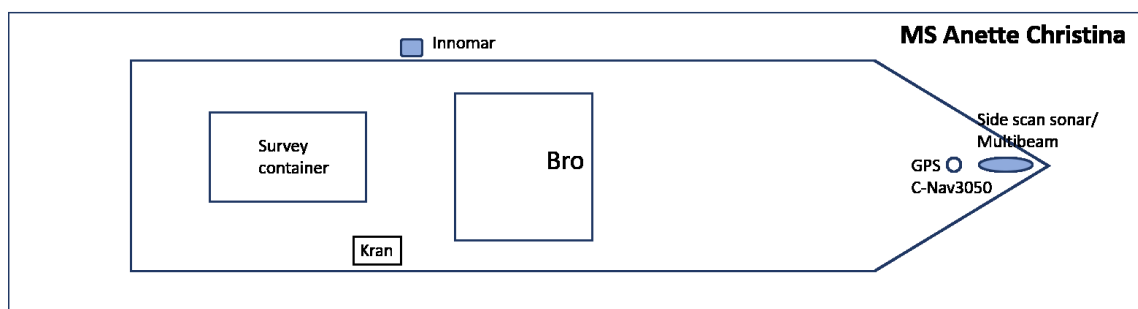
- Niels Nørgaard-Pedersen, GEUS (Geolog, seniorforsker og projektleder)
- Jørgen O. Leth, GEUS (Geolog, seniorrådgiver)
- Lars Georg Rödel, GEUS (Senior marintekniker)
- Sigurd B. Andersen, GEUS (Marintekniker)

4.1 Opmålingsskib

Surveyskibet *MS Anette Christina* chartret gennem FOGA Aps. blev benyttet til geofysisk opmåling (Figur 4-1). I Figur 4-2 ses skitse af udstyrsopsætning.



Figur 4-1. Surveyskibet *MS Anette Christina*



Figur 4-2. Surveyudstyr opsætning på *MS Anette Christina*.

4.2 Udstyr og software

Den geofysiske opmåling inkluderede side-scan sonar, multibeam, og sedimentekkolod. I Tabel 4-1 ses oversigt over udstyrsspecifikationer.

Tabel 4-1. Oversigt over anvendt surveyudstyr.

Udstyr	Model	Specifikationer
GPS positionering	Applanix PosMv 5	
Integreret side scan sonar/ multi-beam	Edgetech 6205	230/550/1600kHz
Sedimentekkolod (pinger)	Innomar Medium	Primær frekvens 8 kHz

Positionering

Til positionering blev der benyttet en Applanix PosMv 5 modtager. GPS/GNSS/L modtageren benytter NTRIP korrektioner, hvor med der opnås en horisontal nøjagtighed på 0.1m og en vertikal nøjagtighed bedre end 0.3m. Dybdemåling relativt til referencepunkt bliver dermed automatisk tidevandskorrigeret. I forbindelse med mobilisering bliver offset fra GPS-antennen til sonar-transduceren opmålt. Under survey bliver antennepositioner og korrigerede navigationsdata fordelt på datastrengen til softwaren for de individuelle optageinstrumenter. GPS højden beregnes på basis af geoid adskillelse (DKGE-OID02).

Bathymetri

Vanddybder blev opmålt i forhold til DVR90 med Edgetech 6205 Multi phase Echosounder'en der var monteret under stævnen i en dybde af 3 meter under vandlinjen. Instrumentets 230 kHz frekvens benyttes til bathymetriopmålingen og position, højde, role/pitch/heave kompenseres af en motion sensor forbundet til Applanix PosMv 5 modtageren. Kombinationen af de to instrumenter giver en absolut nøjagtighed på 0.3 m. RTK værdier nedtages kontinuerligt under survey. Kortvarige perioder hvor internetforbindelse mistes fører dog til manglende RTK værdier. Dataopsamling foregår i Edgetech software'n Discovery, og data-filer registreres i Edgetech JSF format. I forbindelse med opmålingen blev der foretaget patchtest af sonar'en på en markant bundform. Patchtest data blev senere benyttet til kalibrering af sonar og endelig processering af dybde data. JSF filerne blev processeret dagligt for at checke datakvalitet. Heave og SVP (lydhastighedsprofiler) blev importeret til SonarWiz projekt for at korrigere rådata. Datasættet blev rensat for 'outliers' og data blev begrænset til 140 grader interval for at ekskludere større unøjagtighed på ydre strålevifte. Det rensede datasæt blev eksporteret som Geotiff fil for at skabe et overbliksbillede og ligeledes som et ESRI grid, der kan viderebehandles med GIS software.

Side scan sonar havbundsoverflade kortlægning

EdgeTech 6205 side-scan sonar'en opererer med frekvenserne 230 og 550 kHz. Den optimale opløsning i sejlretningen er på ca. 4.5 cm. Data blev optaget i Edgetech JSF format

med Sonarwiz 7 software. Der blev benyttet en range på 100 m til hver side af skibet. Ved en sejllinje afstand på 100 m på dybder i intervallet 15-30 m betyder det, at der er tæt på 100% overlap mellem sejllinjerne.

Innomar højopløseligt sedimentekkolod

Der blev benyttet et Innomar SES-2000 Medium parametrisk sedimentekkolod til kortlægning af de øvre 5-10 af havbunden. Penetrationsdybden i finkornede bløde sedimenter kan være bedre end 50 m, men tilstedeværelse af hårde, stenede eller sandede lag vil typisk reducere penetrationen meget. Erfaringsmæssigt kan sandede lag med en tykkelse på op til 5-10 m typisk registreres. Den vertikale opløsning er op til ca. 5 cm afhængigt af den benyttede puls. Alle data bliver korrigeret for roll og heave med en motionsensor (SMC), som er placeret på skibet direkte over transduceren.

4.3 Dataprocessering og tolkning

De seismiske data er blevet processeret, tolket og bearbejdet til kort, og resultaterne er præsenteret i GIS-programmet MapInfo. Nedenstående Tabel 4-2 giver en oversigt over databearbejdning og tolknings dataformater, software og slutprodukter.

Tabel 4-2. Oversigt over datatyper og -formater.

Datatype	Dataformat	Data- og tolkeprogram	Slutprodukt
Positionering	ASCII tekst	NaviPac, Hypack, MapInfo	Sejllinjekort
Bathymetri	ASCII tekst	Edgetech Discovery, SonarWiz 7 MapInfo Vertical Mapper	Dybdekort, Hældningskort
Side scan	Jsf konverteret til geotiff	SonarWiz 7, Mapinfo	Havbunds sedimentkort, menneskelig aktivitet
Innomar	Optaget i Raw format. Konverteret til SEG Y med SesConvert64	Kingdom, Innomar, Mapinfo	Havbundssedimentkort og ressourcekort

5. Survey resultater

Survey data er blevet processeret, tolket og bearbejdet til førstegenerationskort. På baggrund af side scan sonar data er der udvalgt positioner til ROV videodyk og herudover er tidligere ROV positioner udvalgt til fornyet ROV dyk. Efter gennemførelse af ROV dyk i 2021 af WSP er analyseresultater inddraget i endelig udfærdigelse af tolkede substrattypekort. Der er udarbejdet kortbilag for sejllinjer, dybdeforhold, hældningsforhold, side scan sonar mosaik, substrattyper, spor efter menneskelig aktivitet og ressourcemægtighed.

I det følgende beskrives analyser og tolkning af data. Kortpræsentationer kan findes i bilagene til denne rapport.

5.1 Sejllinjer

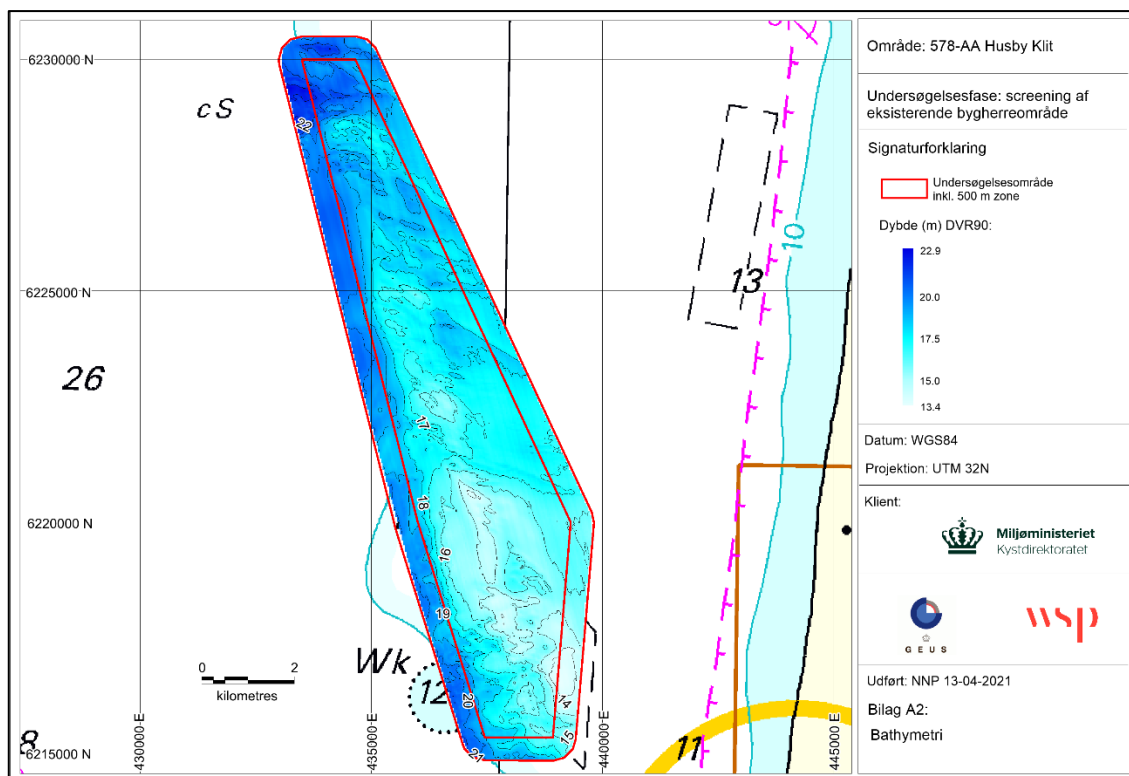
Der blev sejlet i alt 41 NNV-SSØ gående linjer, samt to tværlinjer svarende til ca. 520 linjekm over 578AA-Husby Klit inkl. omgivende 500 m zone. Linjerne blev sejlet med en indbyrdes afstand på 100 m. Linjerne er nummereret 578AA_xx fra SSV (578AA_01) til NNØ (578AA_41). Sejllinjer er vist i kortbilag A1.

5.2 Bathymetri

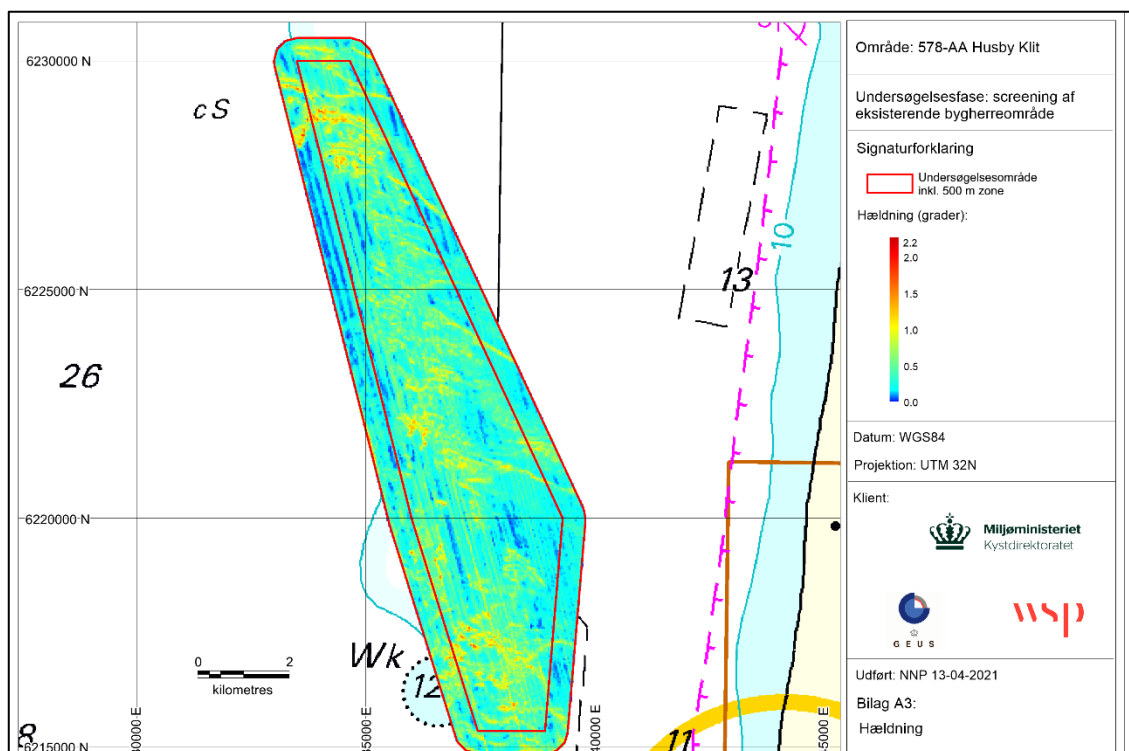
De processerede data fra multibeamopmålingen er eksporteret som højopløselig xyz gridfil og data er regrid'et i Vertical Mapper og plottet med dybdefarvekode og 1 m konturlinjer i forhold til DVR90 (Figur 5-1, Bilag A2). Herudover er der på baggrund af dybdedata beregnet hældningsforhold i grader (Figur 5-2, Bilag A3).

Dybdedata viser at dybden i området varierer fra ca. 13,5 m til ca. 23 m. Der er overordnet set god overensstemmelse med KDI's multibeam dybdedata fra 2019 (Orbicon, 2019). Dybdekortet viser at de laveste dybder på 14-16 m findes i den centrale sydlige del af området. De største dybder på 22-23 m findes i den nordlige og den vestlige del af området.

Plot af hældningsdata viser at hældningen ikke overstiger 2,2 grader i området (Figur 5-2). Partier med de største hældninger findes generelt på lineare til let krummede ryglignende strukturer orienteret NV-SØ. Sammenligning med dybdedata og side scan sonar mosaik underbygger at de største hældninger er relateret til læsiden af større vandrende sandbundformer.



Figur 5-1. Dybdeforhold (m, DVR 90) baseret på multibeam opmåling (Kortbilag A2).

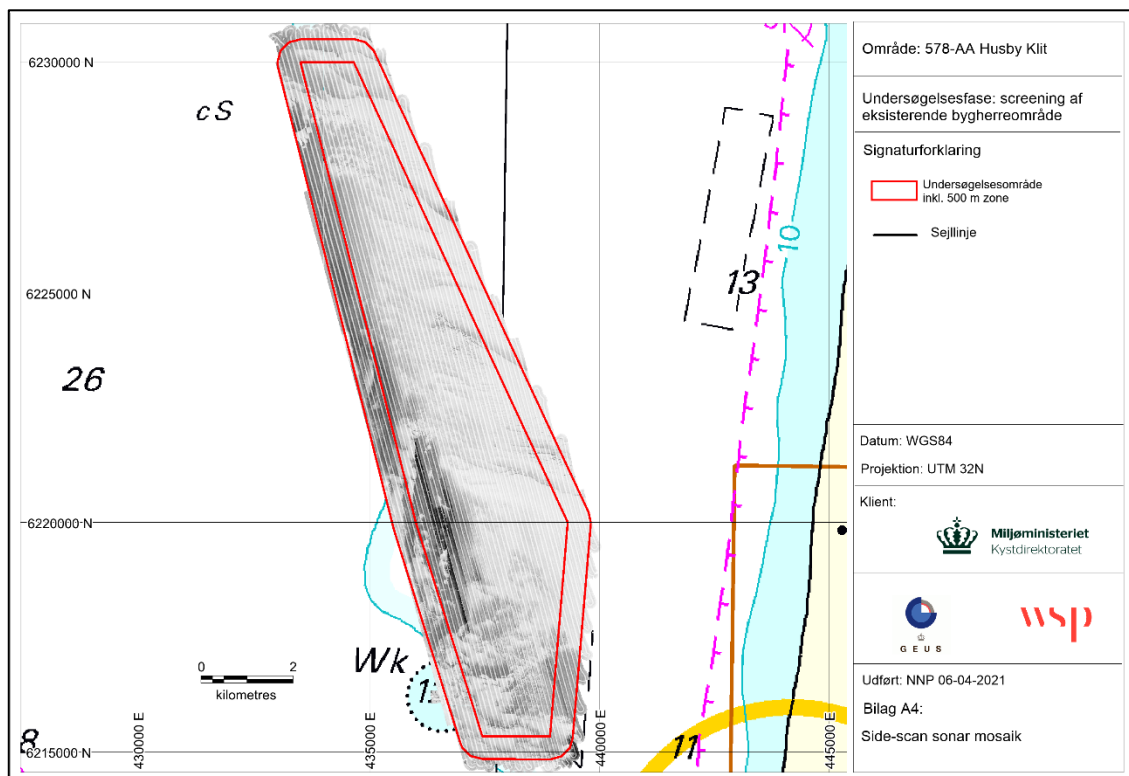


Figur 5-2. Hældningsforhold (grader) baseret på multibeam opmåling (Kortbilag A3).

5.3 Side scan mosaik

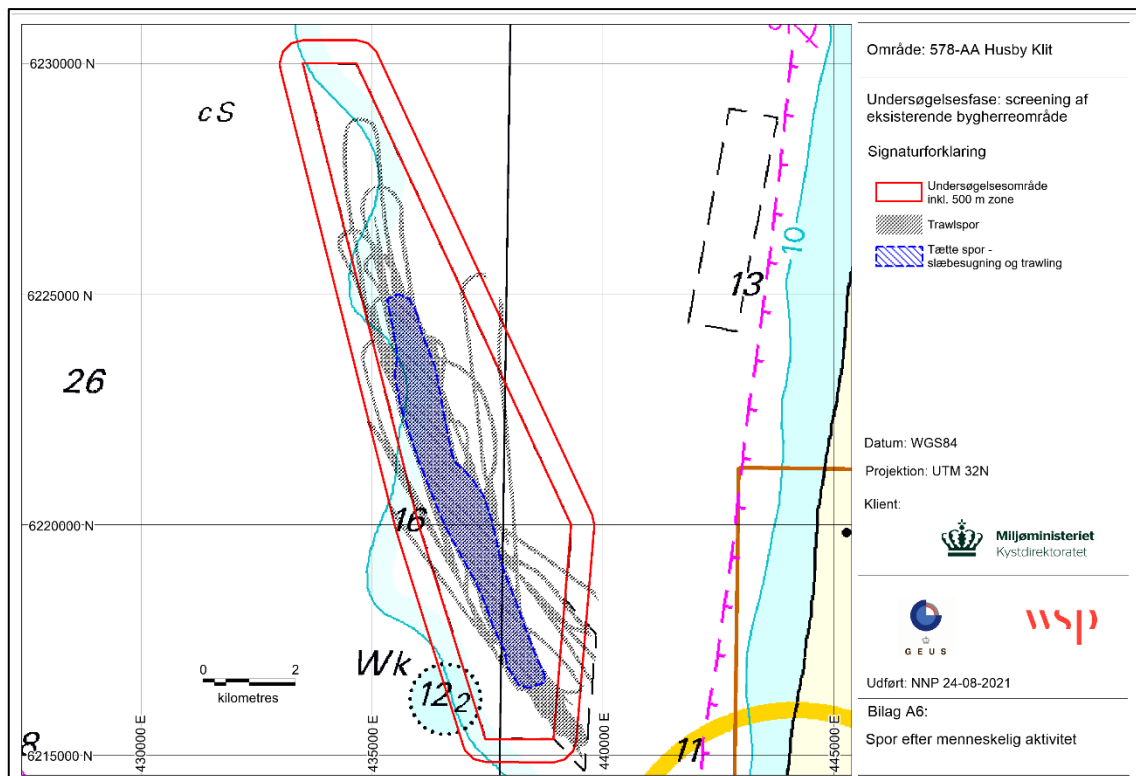
Der er genereret højopløselige geotiff filer (tiles) af de processerede side-scan sonar data og tiles er plottet i Mapinfo (Figur 5-3, Bilag A4).

Side-scan mosaikken viser dominerende lysere områder repræsenterende lavere reflektiv sandbund i den centrale til østlige del af området. Her ses ligeledes markante rygge og trug af store bundformer orienteret NV-SØ. Den vestlige og sydøstligste del af området er domineret af mørkere højere reflektiv havbund, repræsenterende en mere gruset-grovsandet havbundsoverflade. Der er ikke identificeret større sten i området.

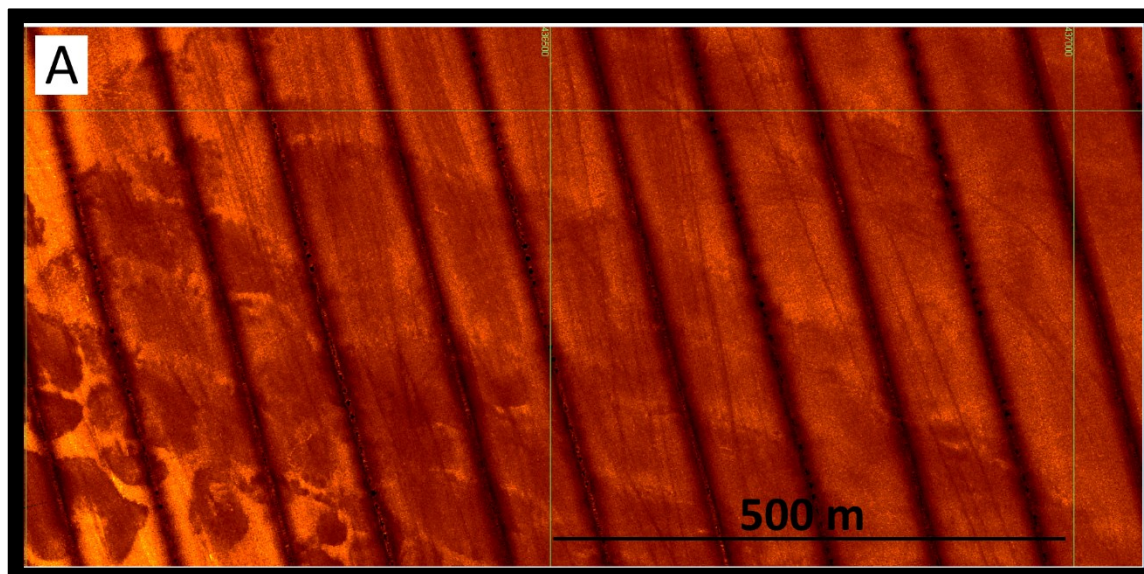


Figur 5-3. Side-scan sonar mosaik (kortbilag A4).

På side scan sonar data kan der observeres mange trawlspor som både forefindes i dele af 500m zonen og i området centrale del, hvor en tæt koncentration af spor gør det vanskeligt at adskille mulige slæbesugningsspor fra trawlspor (Figur 5-4, Figur 5-5).



Figur 5-4. Synlige trawlspor og mulige spor efter slæbesugning kortlagt på baggrund af side-scan sonar data.



Figur 5-5. Side scan sonar mosaik med tydelige spor fra områdets centrale del. I højre side af billedet ses tydelige trawl dobbeltspor. I billedets centrale del hvor spor koncentrationen er høj er der sandsynligvis tale om en kombination af slæbesugningsspor og trawlspor.

5.4 ROV verifikationsdyk

Der er af WSP foretaget ROV verifikationsdyk fordelt på 23 positioner. På 18 af positionerne har der tidligere være foretaget dyk på af Orbicon i 2013 og 2019, og 5 yderligere positioner (med suffix x) er valgt som supplerende. ROV dyk positioner er vist på Figur 5-6 og en kort substratbeskrivelse og klassifikation er vist i Tabel 5-1.

Tabel 5-1. Substratbeskrivelser og klassifikation baseret på ROV dyk (WSP, 2021).

Punkt	Substratbeskrivelse	Primær substrat	sekondær substrat
KDHu1x	Siltet sandbund med små bølgeripper med større og mindre sten.	Type 3	-
KDHu2x	Sandbund med store men udviskede bølgeribber, blanding af finkornet sand og grus, muslingesifonhuller og - skaller.	1b	-
KDHu3x	Fin-mellemkornet sandbund med kraftige bølgeribber, skaller i dalene. Indslag af grovere sand.	1b	-
KDHu4x	Siltet sandbund med bølgeribber og spredte mindre og større sten, tydeligt at der forekommer sten under sandet.	2	-
KDHu5x	Siltet, grovkornet sandbund med grus og skalfragmenter. Store bløde bølgeribber.	2a	-
KDHu01	Finkornet siltet sandbund. Ser blød ud. Mange huller fra bundfauna, store skaller fra bl.a. sømus og knivmusling. Udviskede bølgeribber. Marint sne.	1a/1b	-
KDHu03	Fin - mellemkornet sandbund, grove bølgeribber, skalfragmenter, marint sne.	1b	-
KDHu04	Finkornet sandbund med markante bølgeribber, marint sne, brede dale mellem bølgeribberne.	1b	-
KDHu06	Finkornet sandbund med bølgeribber, potentielt siltet, en del huller fra muslinger, muslingeskaller.	1b	-
KDHu07	Finkornet, let siltet sandbund med enkelte småsten, skaller fra sømuslinger, spor fra bundfauna aktivitet, brede bølgeribber.	1b	-
KDHu08	Finkornet sandbund med små bølgeribber med en antydning af silt. Muslingeskaller, marint sne, huller i sandet efter infaunaaktivitet.	1b	-
KDHu10	Finkornet sandbund med markante bølgeribber uden forekomster af sten. Skalfragmenter af muslinger, fordybninger af huller, marint sne.	1b	-
KDHu11	Grovkornet sandbund med grus og småsten og brede kraftige bølgeribber.	2a	-
KDHu12	Relativt fin-kornet sandbund med bølgeripper, fladt areal observeret med silt, marint sne, skaller, huller fra muslinger,	1b	-
KDHu13	Småstenet siltet brolægningsbund med et lag af silt, store brede bølgeribber, et lag af småsten med sedimentering ovenpå, enkelte store sten men primært grus og småsten.	Type 2a	-
KDHu14	Sandbund med fint-mellemkornet sand, nye bølgeribber, skalfragmenter, mørke plamager i dalene, spor af bundfauna aktivitet, en smule silt i dalene	1b	-

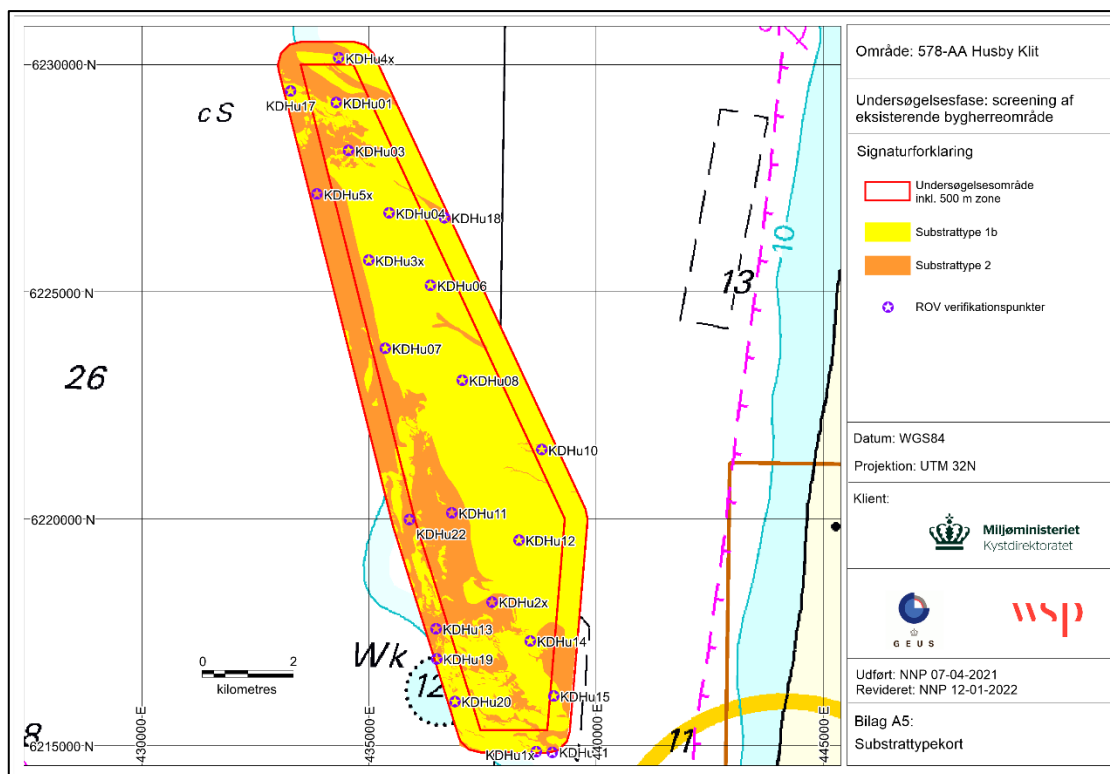
KDHu15	Grovkornet sandbund med kraftige bløde bølgeribber. Skalfragmenter.	1b	-
KDHu17	Toppen af en lerskrænt, der lader til at være styrtet sammen, store lerklumper, skaller fra sømus, sandbund ovenpå leren	1c	1b
KDHu18	sandbund med bølgeripper, grovbundet sandbund med småsten, grus og skaller i dalene, marint sne,	1b	-
KDHu19	Siltet sandbund, små bløde bølgeribber, skaller fra muslinger og sømus	1a/1b	-
KDHu20	Finkornet siltet sandbund med store bløde bølgeribber og skalfragmenter.	1b	-
KDHu21	Finkornet siltet sandbund, bløde bølgeribber.	1b	-
KDHu22	Småstenet, tilnærmelsesvis brolægningssandbund med et lag at silt på overfladen i en form for bølgeribber med forøget sedimentation i bølgedalene.	Type 2	-

5.5 Substrattypekortlægning

Der er foretaget substrattypekortlægning baseret på tolkning af side scan sonar mosaik, gennemgang af hver enkelt side-scan linje, samt information fra ROV dyk.

Undersøgelsesområdet består af vekslende substrattype 1b (dynamisk præget fast sandbund) og type 2 (gruset til småstenet sandbund), Figur 5-6. Relativ finkornet Type 1b sandbund med bølgeribber dominerer helt i den centrale og østlige del af området, men type 2 grovkornet sandbund, med grus, småsten og skaller dominerer i den vestlige del af området. I den vestlige 500 m zone er der på ROV position KDHU13 observeret enkelte større sten, og på ROV position KDHU17 i den nordvestligste del af området er der observeret en mindre lerskrænt, der afspejler at ældre konsoliderede lerlag kommer helt op til havbunden. Leraflejringerne er ikke umiddelbart synlige på side scan sonar. På ROV position KDHU1x i den sydligste del af 500 m zonen, er der på en siltet sandbund observeret spredte større og mindre sten (15% sten større end 10 cm) lige omkring ROV positionen. Større sten har dog ikke kunnet registreres på side scan sonar data, der blev optaget et år før ROV dyk blev udført.

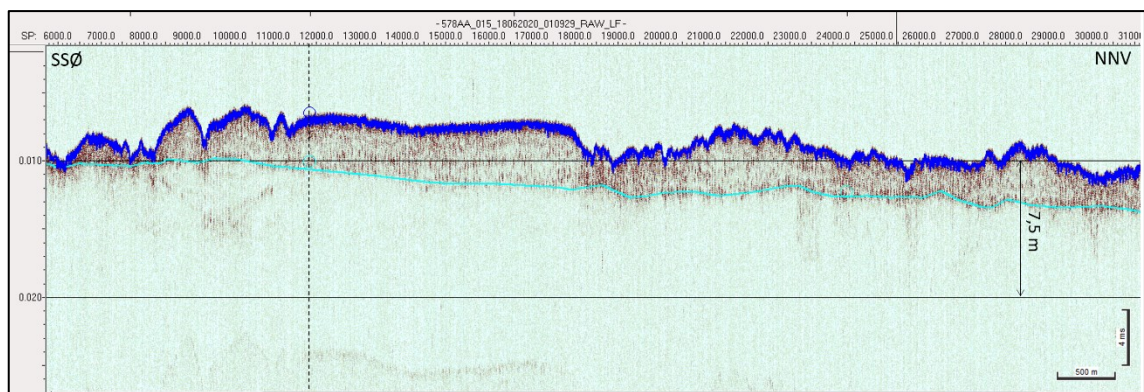
I forhold til 2013 substrattypekortlægning og supplerende 2019 ROV data er der kun sket mindre ændringer af fordelingen mellem type 1b og 2.



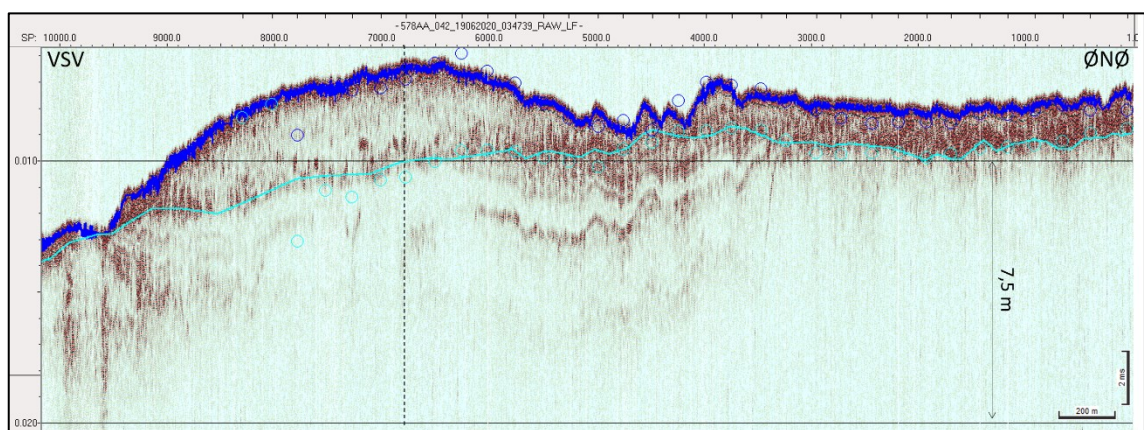
Figur 5-6. Substrattype fordeling (kortbilag A5).

5.6 Seismik tolkning

Basis af den mobile sandenhed beskrevet i afsnit 3. er tolket på Innomar pinger data, med 100 m mellem sejllinjerne. Horisonten kan, på nær i den sydligste del, hvor horisonten kommer helt op til havbunden, følges over næsten hele området. Herudover er havbundsreflektoren blevet markeret, så mægtighedsfordelingen af den mobile sandenhed kan bestemmes som dybdedifferens mellem havbund og basis af ressourceenhed. Penetration i underliggende geologiske enheder er grundet det højfrekvente udstyr begrænset. Dog kan en enhed af formodet ældre holocæne mere finkornede aflejringer observeres i den sydlige del af området. Se eksempler på tolkede Innomarprofiler i Figur 5-8 og Figur 6-1.



Figur 5-7. Eksempel på tolket Innomar profil på langs af området. Sandressourcebasis er markeret med lys blå streg. Profilet skærer tværgående profil i fig. 10 ved stiplede linje

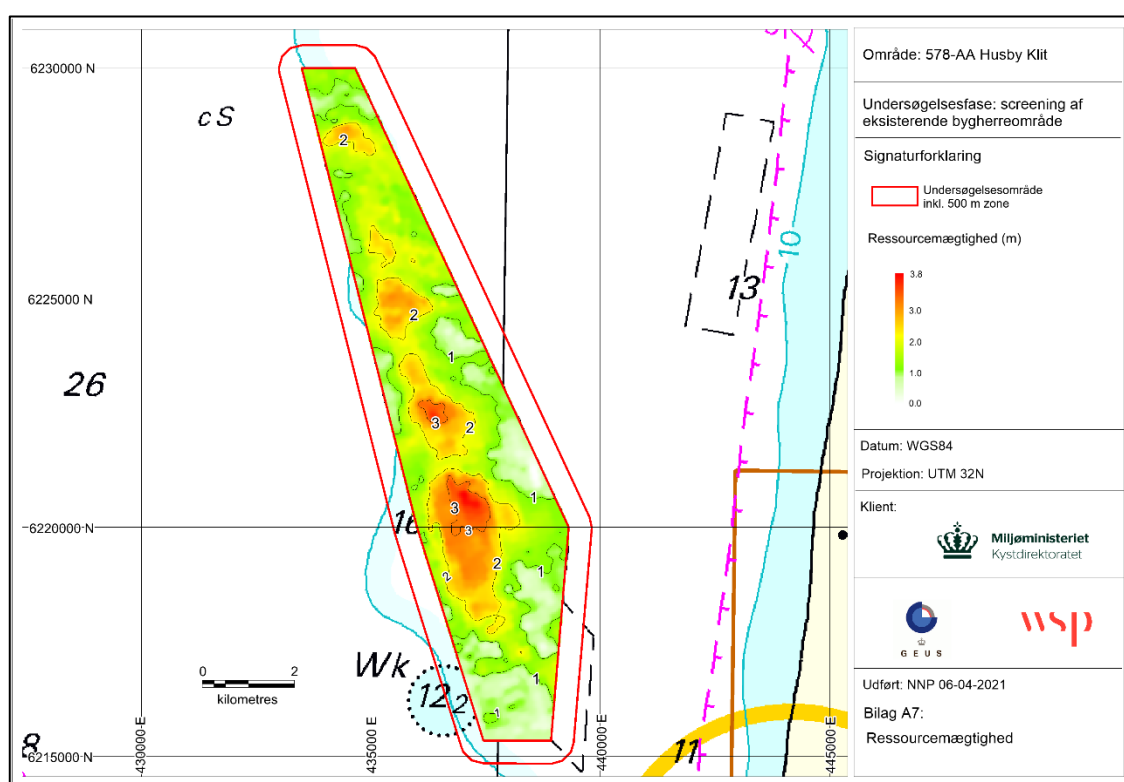


Figur 5-8. Eksempel på tolket Innomar profil på tværs af den centrale del området. Sandressourcebasis er markeret med lys blå streg. Lagdelte formodet ældre holocæne aflejringer ses under den med lys blå markerede grænse til den øvre holocæne ressourceforekomst. Profilet skærer langsgående profil i fig. 9 ved stiplede linje.

6. Ressourcekortlægning

På baggrund af detaljeret seismisk kortlægning af Innomar sediment-ekkoloddata er der kortlagt en sandressourceenhed, som generelt må antages at udgøre restressourcen i området.

Ressourcen har en varierende mægtighed på op til ca. 3,5 m (Figur 6-1). De største mægtigheder ses i den centrale del af området. Langs dele af den vestlige og østlige afgrænsning, samt i den sydligste del af området er mægtigheden mindre end 1 m og nogle steder helt fraværende. I forhold til den oprindelige mægtighedskortlægning af den mobile sandenhed inden for indvindingsområdet (afsnit 3) er der tilsyneladende sket en vis udtynding af sandressourcen i den centrale del af området.



Figur 6-1. Kortlagt mægtighed af sandressource (kortbilag A7).

Der er foretaget en volumetrisk opgørelse af den kortlagte restressource som vist i Tabel 6-1.

Tabel 6-1. Opgørelse af restressource

Bygherreområde	Restressource (mio m3)	Restressource hvis 0,5 m efterlades (mio m3)
578-AA Husby Klit	46.0	32.3

Grundet begrænset vertikal penetration af det anvendte højfrekvente Innomar udstyr, har nærværende undersøgelse ikke kunnet bidrage afgørende til viden om karakteren af aflejringerne, der ligger under den mobile sandenhed (ressourcen). Tidligere undersøgelser med dybere penetrerende udstyr og få borer indikerer, at den nordlige del af undersøgelsesområdet er præget af lerede smeltevandsaflejringer (afsnit 3). Dette stemmer overens med ROV observation af lerskrænt på station KDHU-17. I den centrale del af området har tidligere undersøgelse (boring 560728.1) under ressourceenheden påvist et tyndt lag af smeltevandsler over miocænt glimmerler. I den sydlige del af området har tidligere undersøgelse påvist holocæn marin ler-silt (boring 560829.4) under ressourceenheden. I nærværende undersøgelse kan den lagdelte ældre holocæne enhed observeres i nogle af Innomar profilerne. På baggrund af den eksisterende viden, må det generelt antages, at de ældre aflejringer under den mobile ressourceenhed er af finkornet og hovedsageligt leret karakter. Indvinding helt til bunds af ressourceenhed, vil formodentligt forårsage dannelse af et mere inhomogent og finkornet substrat med lerklumper iblandet sand.

7. Referencer

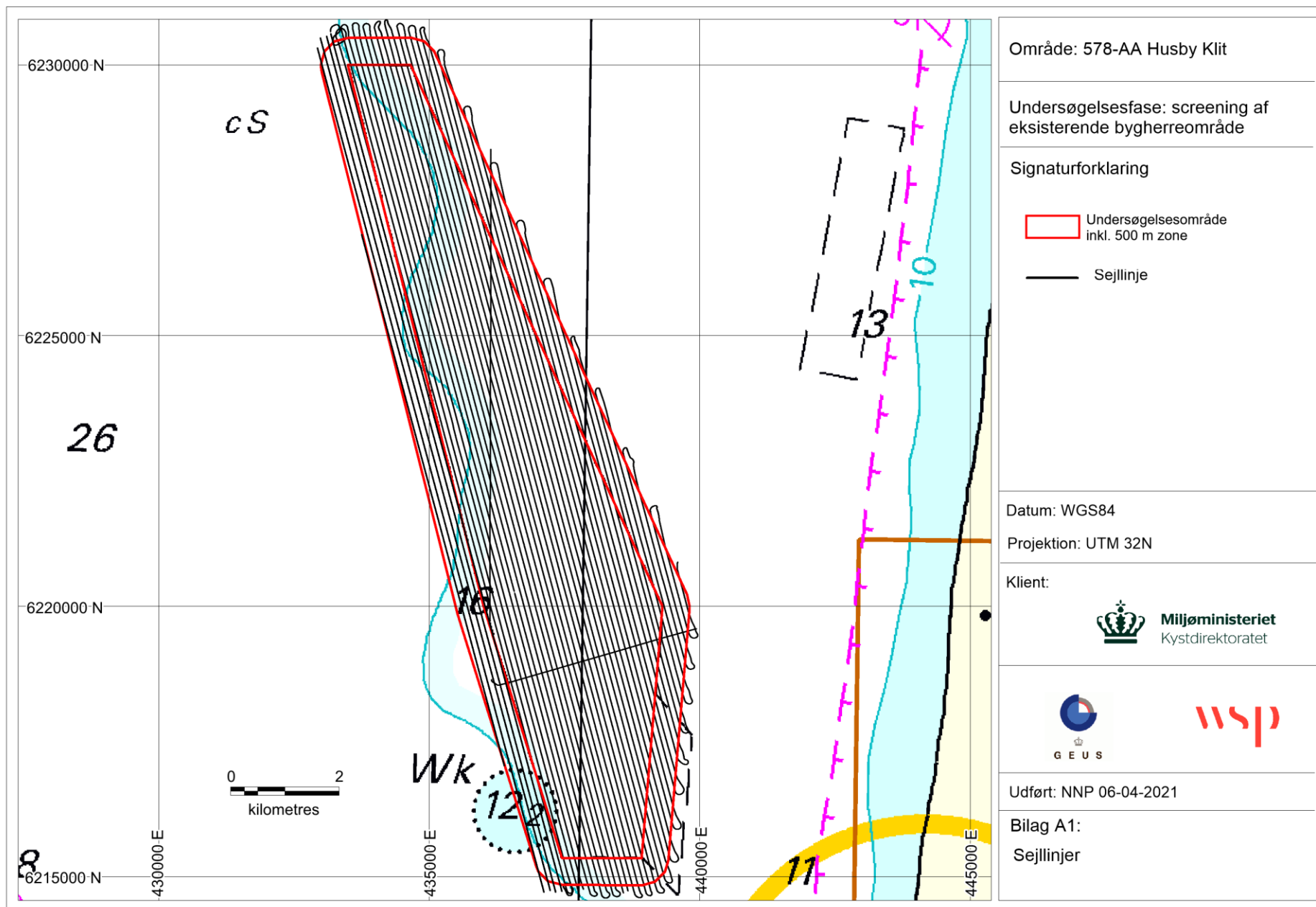
GEUS, 1999: Geologisk kortlægning af Vestkysten. Regionalgeologisk tolkning af kystzonen mellem Lodbjerg og Nymindegab Udført for Kystinspektoret i 1998 og 1999. GEUS Rapport 1999, nr. 75.

Leth, J.O., Larsen, B., Anthony, D., 2004. Sediment distribution and transport in the shallow coastal waters along the west coast of Denmark., Geol. Survey of Denmark and Greenland Bulletin 4, 41-44.

Anthony, D. & Leth, J.O. 2002: Large-scale bedforms, sediment distribution and sand mobility in the eastern North Sea off the Danish west coast. Marine Geology 182, 247–263.

Orbicon, 2-19 for Kystdirektoratet. Statusundersøgelse – Sandindvinding til kystfodring område 578-AA Husby Klit.

Orbicon 2-14 for Kystdirektoratet. VVM-redegørelse for indvinding af sand til kystfodring – Indvindingsområde 578-AA, Husby Klit.



Område: 578-AA Husby Klit

Undersøgelsesfase: screening af eksisterende bygherreområde

Signaturforklaring

 Undersøgelsesområde inkl. 500 m zone

 Sejllinje

Datum: WGS84

Projektion: UTM 32N

Klient:



Udført: NNP 06-04-2021

Bilag A1:

Sejllinjer

