

NOTAT



Til: Miljøstyrelsen
Kristian Gram Slot/Henriette Bitsch Schack
og
Moesgaard Museum

J.nr. GEUS
Ref.

26.05.2026

Fra: Niels Nørgaard-Pedersen
Overfladenær Land- og Maringeologi
GEUS

GEUS Notat nr.: 07-VA-2026-02

**Vedr.: Ansøgning om indvinding af råstoffer på havet:
Auktionsområderne A-2020 og C-2020, Jyske Rev -
Vurdering af om projekterne påvirker beskyttet kulturarv**

**MST Sagsnr.:
2021-63553 (vedr. A-2020)
2021-63660 (vedr. C-2020)**

GEUS
De Nationale Geologiske
Undersøgelser for Danmark
og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K

Tlf. 38 14 20 00

CVR-nr. 55 14 50 16
EAN-nr. 5798009814814

geus@geus.dk
www.geus.dk

*GEUS er en forsknings-
og rådgivningsinstitution
i Klima-, Energi- og
Forsyningsministeriet*

Auktionsområderne A-2020 og C-2020, Jyske Rev - Vurdering af om projekterne påvirker beskyttet kulturarv

1. Opgaven

Dette notat udarbejdet for Thyborøn Nordsøral A/S har til opgave at supplere den af Rambøll A/S udførte Miljøkonsekvensvurdering i forbindelse med ansøgning om indvindingstilladelse i auktionsområderne A-2020 og C-2020. Formålet med notatet er at vurdere projekternes væsentlige direkte eller indirekte virkninger på mulig kulturarv i ansøgningsområdet jf. vejledning udarbejdet af Slots- og Kulturstyrelsen, januar 2026. Analysen udføres for at præcisere og begrænse behovet for at udføre marinarkæologisk feltarbejde jf. ovennævnte vejledning. Analysen tager udgangspunkt i fase 1B detaljeret geofysisk kortlægning af dybdeforhold, side-scan sonar kortlægning af overfladesediment og spor af menneskelig påvirkning, samt seismik kortlægning af stratigrafi foretaget af GEUS for Thyborøn Nordsøral i 2021 (GEUS Rapport 2021/44).

2. Geologisk baggrund

Jyske Rev ligger i zonen for den maksimale udbredelse af det Skandinaviske Isskjold under den sene del af Weichsel-istiden for ca. 20.000 år siden. Isens frem- og tilbagerykning i den sidste del af istiden bevirkede op-presning af sedimentflager og dannelse af højtliggende partier med randmoræner, som i dag udgør kernen i Jyske Rev (Leth, 1996). Da isen i de efterfølgende årtusinder trak sig tilbage, efterlod den et kuperet landskab med dødis, søer, floder og eksponeret land. På lidt større dybde i den nordlige del af Jyske Rev lå kystzonen til det senglaciale Yoldiahav, og Nordsøområdet syd for Jyske Rev udgjorde et land- og søområde præget af istidens efterladte smeltevandsaflejringer (GEUS Rapport 2010/23, GEUS Rapport 2013/05). For ca. 11.000-10.000 år siden da den globale eustatiske havspejlsstigning oversteg den glacio-isostatiske hævnning i Jyske Rev området, blev Jyske Rev oversvømmet af havet, og allerede for ca. 8.000 år siden lå kystlinjen tæt på dens nuværende position i Nordvestjylland. Havområdet ved Jyske Rev var i de første årtusinder (ca. 11.000-7.000 BP) præget af et relativt beskyttet havmiljø mellem øerne af op-ragende morænepartier og øst for Jyske Rev blev der skabt fjordlignende forhold med aflejring af såkaldt Aggerler (Leth, 1998). Jyske Rev må dog i tiltagende grad være blevet eksponeret for bølgepåvirkning og kyststrøm fra den åbne Nordsø mod nord og vest. For omkring 7.000 år siden blev der skabt en effektiv havforbindelse til Nordsøen igennem den Engelske Kanal og det forårsagede kraftigere tidevandsstrømme og etablering af den Jyske Kyststrøm, som har præget

den østlige Nordsø op til i dag (Leth, 1996). Hermed tiltog erosion af de glaciale og tidligt holocæne aflejringer på Jyske Rev, og sand og finere partikler blev af strømmen ført mod nord, mens grus og stenede aflejringer akkumuleredes (GEUS Rapport 2010/23; 2013/05). Sandet blev aflejret som titals-kilometer store sandbarrer i et dybere område umiddelbart nord for Jyske Rev. På Jyske Rev blev der ved den langvarige erosion og sandtransport efterladt grus- og ralafler, som et tyndere dække på de ældre glaciale og senglaciale aflejringer. Jyske Rev udgør i dag et kuperet undervandslandskab bestående af banker og grunde (min. dybder 20-25 m) og mellemliggende lidt dybere partier (max. dybder 35-40 m) der stadig er præget af kraftig strøm og bølger som forårsager erosion og omlejring af havbunden specielt i forbindelse med stormvejr.

3. Undersøgelser af auktionsområderne

I 2020-2021 blev der gennemført geologisk efterforskning og kortlægning af havbundsoverfladen i auktionsområderne A-2020 og C-2020 af GEUS for Thyborøn Nordsøral A/S (GEUS Rapport 2021/44). Herunder følger en kort beskrivelse af udvalgte resultater, som må anses for at have betydning for nærværende opgave.

Auktionsområde A-2020

Dybden i området varierer mellem 26 og 36 m og området er præget af store parallelle SV-NØ orienterede rygge med en bredde på få hundreder meter og mellemliggende trug (Appendix A). Højden af ryggen er ca. 3-4 m. Sidescan sonar optagelser (GEUS) suppleret med ROV verifikationsdyk (Rambøll) og vibrationsboringer viser, at havbundsryggene er præget af gruset grovkornet sand og at de mellemliggende trug er domineret af mellemkornet sand. Strøm- og bølgeribber ses hyppigt. I 500 m zonen i det sydvestlige hjørne ses et område med større stenkonzentration (substrattype 3), som repræsenterer eksponerede moræneleraflejringer.

Gennemgang af sidescan sonarlinjer i forbindelse med undersøgelserne i 2021 (GEUS Rapport 2021/44) viser ingen menneskelige spor, vragester eller lignende. Slots- og Kulturstyrelsens register over fund og fortidsminder på havet viser ligeledes ingen registrerede fund i ansøgningsområderne. Side scan sonar data fra undersøgelsen blev i 2021 fremsendt til de Kulturhistoriske Museer, Holstebro.

Der er på baggrund af boringer og seismik tolkning registreret tre postglaciale sedimentære enheder overlejrende glaciale moræneler- og smeltevandsaflejringer:

- Sand, grus og ral aflejret marint som subrecent 'mobilt sand' i yngre del af Holocæn (0-7.000 år siden).
- Ler/silt/finsand med skaller og gytjeagtige partier aflejret marint i beskyttet lagune/kanal miljø (analog til Aggerler) i ældre del af Holocæn ca. 7.000-11.000 år siden.
- Ler/silt/sand stedvist med grus og enkelte plantefragmenter aflejret i senglaciale søer og åer/smeltevandsfloder for ca. 11.000-20.000 år siden.

Auktionsområde C-2020

Dybden i området varierer mellem 22 og 32 m og området er som område A-2020 præget af parallelle SV-NØ orienterede rygge med en bredde på få hundreder meter og mellemliggende trug (Appendix B). Højden af ryggen er ca. 3 m. Sidescan sonar optagelser (GEUS) suppleret med ROV verifikationsdyk (Rambøll) og vibrationsboringer viser, at havbundsryggene er præget af gruset grovkornet sand og at de mellemliggende trug er domineret af mellemkornet sand. Strøm- og bølgeribber ses hyppigt. I 500 m zonen i områdets østlige del ses et stenrevsområde (substrattype 3 og 4), som repræsenterer eksponerede moræneleraflejringer.

Gennemgang af sidescan sonarlinjer i forbindelse med undersøgelserne i 2021 (GEUS Rapport 2121/44) viser ingen menneskelige spor, vragrester eller lignende. Slots og Kulturarvstyrelsen's register over fund og fortidsminder på havet viser ligeledes ingen registrerede fund i området.

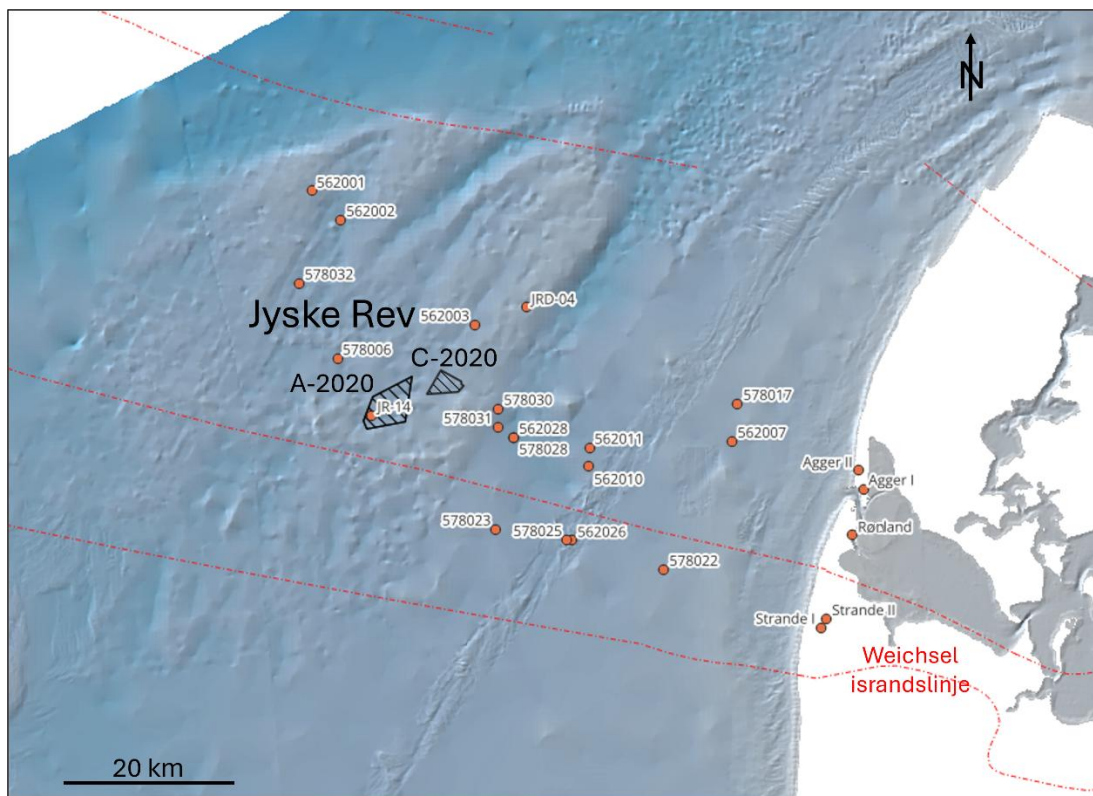
Der er på baggrund af boringer og seismik tolkning registreret samme tre postglaciale sedimentære enheder som i område A-2020.

4. Dateringer og kystlinjeforskydning på Jyske Rev

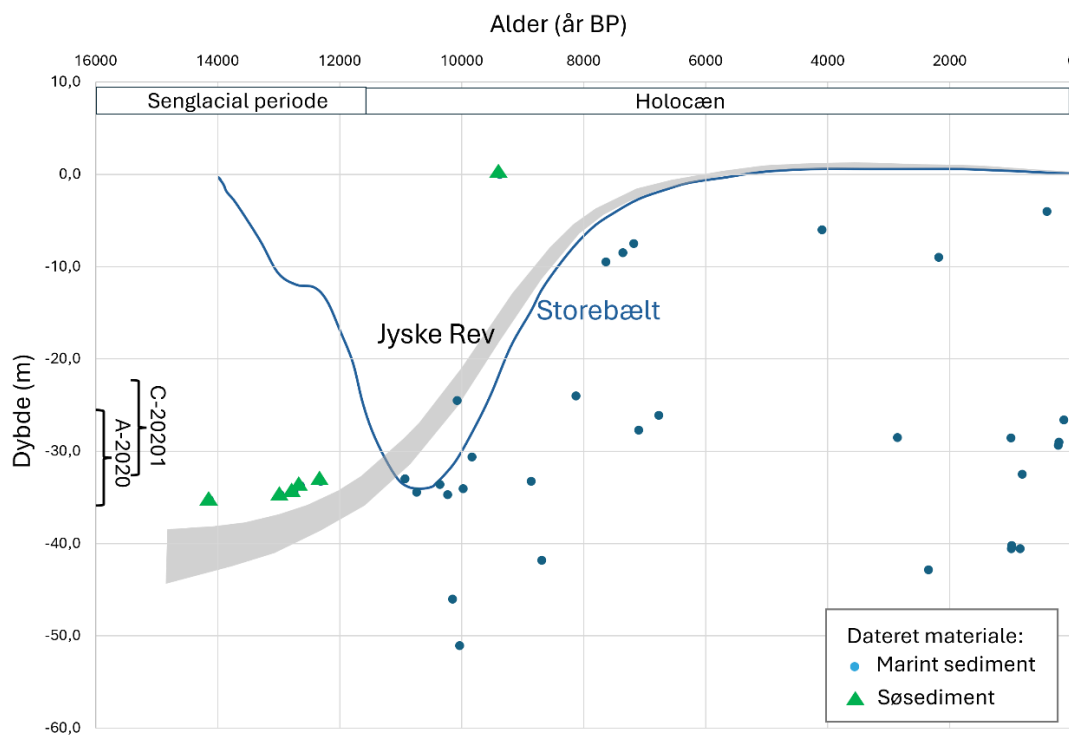
For at få nærmere belyst hvornår de to auktionsområder var landområder og hvornår de blev trangrederet af havet i Holocæn, er der foretaget en analyse af tilgængelige kulstof-14 dateringer i Jyske Rev området og i en zone ind mod kysten ved Thyborøn og Nisum Bredning (Figur 1). Der er i den sammenhæng kun udvalgt boringspositioner, der ligger nord for forløbet af Weichsel hovedstilstandlinjen, da indflydelsen af glacioisostasi fra den sidste istid aftager markant sydover i den danske Nordsø (smgl. Påsse et al., 2005; Hijma et al., 2025; North Sea OWF Zone Maritime archaeology Geo-archaeological analysis, report. 2023; Vangkilde-Pedersen et al., 2025). For at kunne fastlægge den lokale relative havniveauændring er det nødvendigt at have mange dateringer af *in situ* terrestriske sedimenter (fx tørv) og af marint materiale (fx skalmateriale i et marint transgressionslag), der formodes at være blevet aflejret tæt på palæo-kystzonens niveau. Hvis

sådanne detaljerede datasæt ikke er til rådighed, er en anden metode med højere usikkerhed at benytte regional viden om indflydelsen af glacio-isostatisk hævnning i forskellige dele af landet på lokale kystforskydningskurver jf. (Mertz, 1924; Pässe et al., 2005; Christensen og Nielsen, 2008). Jf. publicerede kort over kystforskydning-isobarernes forløb, ligger Jyske Rev området på tilnærmelsesvis samme isobase som det centrale Storebæltsområde, hvorfra der findes detaljerede relative havniveaukurver for perioden fra ca. 9.000 år BP til i dag (Pässe & Anderson, 2005; Fischer, 2013).

Der er udvalgt 20 boringer med i alt 36 kulstof-14 dateringer (Figur 1, Appendix C). En boring fra Jyske Rev har fem dateringer af terrestrisk materiale i dybder på >33,3 m under det nuværende havniveau fra et senglacialt lakustrint sediment (Bennike et al., 2023). Dateringerne påviser at området var et landområde med søer for mere end ca. 12.300 år siden. På Figur 2 er dateringerne vist i deres respektive prøvetagningsdybde sammen med dybdeintervallet for de to auktionsområder. Det antages, at kystforskydningskurven for Jyske Rev i den yngre del af Holocæn har ligget tæt på Storebæltskurven. For den ældre del af Holocæn og yngre Senglacial tid angiver adskillelsen af de terrestriske (lakustrine) senglaciale dateringer og de ældste marine dateringer fra ca. samme niveau (33-35 m dybde) et groft estimat af forløbet af kystforskydningskurven i området. På baggrund af det begrænsede antal dateringer er det ikke muligt at rekonstruere en eksakt kystforskydningskurve for området. Det er dog muligt at angive sandsynlige tidsintervaller for hvornår hvert af auktionsområderne blev oversvømmet af havet i tidlig Holocæn.



Figur 1. Oversigt over borsingspositioner med kulstof-14 dateringer omkring Jyske Rev og auktionsområderne A-2020 og C-2020 og ind mod Nisum Bredning. Forløbet af de sydligste Weichsel israndslinjer er baseret på Pedersen (1998).



Figur 2. Plot af dateringer og respektiv dybde for marint sediment og søsediment i borer fra Jyske Rev-Nisum Bredning området (jf. Appendix C). Det gråt markerede kurveforløb viser estimeret kystforskydningskurve for Jyske Rev området, som for den yngre del af Holocæn, antages at ligge tæt ved den tilsvarende kurve for Storebælt området.

På baggrund af de forhåndenværende data, skønnes Område A-2020 at være blevet oversvømmet af havet i perioden ca. 11.500-10.000 år BP. Område C-2020, der er lidt højereliggende, vurderes til at være blevet oversvømmet i perioden ca. 11.000-9.700 år BP. Grundet marin erosion og omlejring af sediment der har fundet sted i den yngre del af Holocæn, er det ikke muligt lave en nøjagtig palæo-geografisk rekonstruktion af transgressionen af områderne. I forhold til kystlinjens placering i senglacial tid, vidner dateret skalmateriale fra boring 570732.1 ca. 35 km NNØ for auktionsområderne om uafbrudte marine forhold nord for Jyske Rev fra det senglaciale Yoldiahav til det holocæne Littorinahav uden mellemliggende tørlægning.

5. Vurdering af arkæologisk potentiale i auktionsområde A-2020 og C-2020

Jyske Rev området var forud for transgressionen i tidlig Holocæn et landområde med lavereliggende søer og opragende morænebakker, og det har været forbundet med Jylland og en tørlagt 'Nordsø' syd for. Umiddelbart nord for Jyske Rev har der været en kystlinje til det senglaciale Yoldiahav. Ved transgressionen af Jyske Rev i tidligste Holocæn opstod der et øhav og omkring 9.500 år BP forsvandt de sidste øer/morænebakker formodentligt under havets overflade.

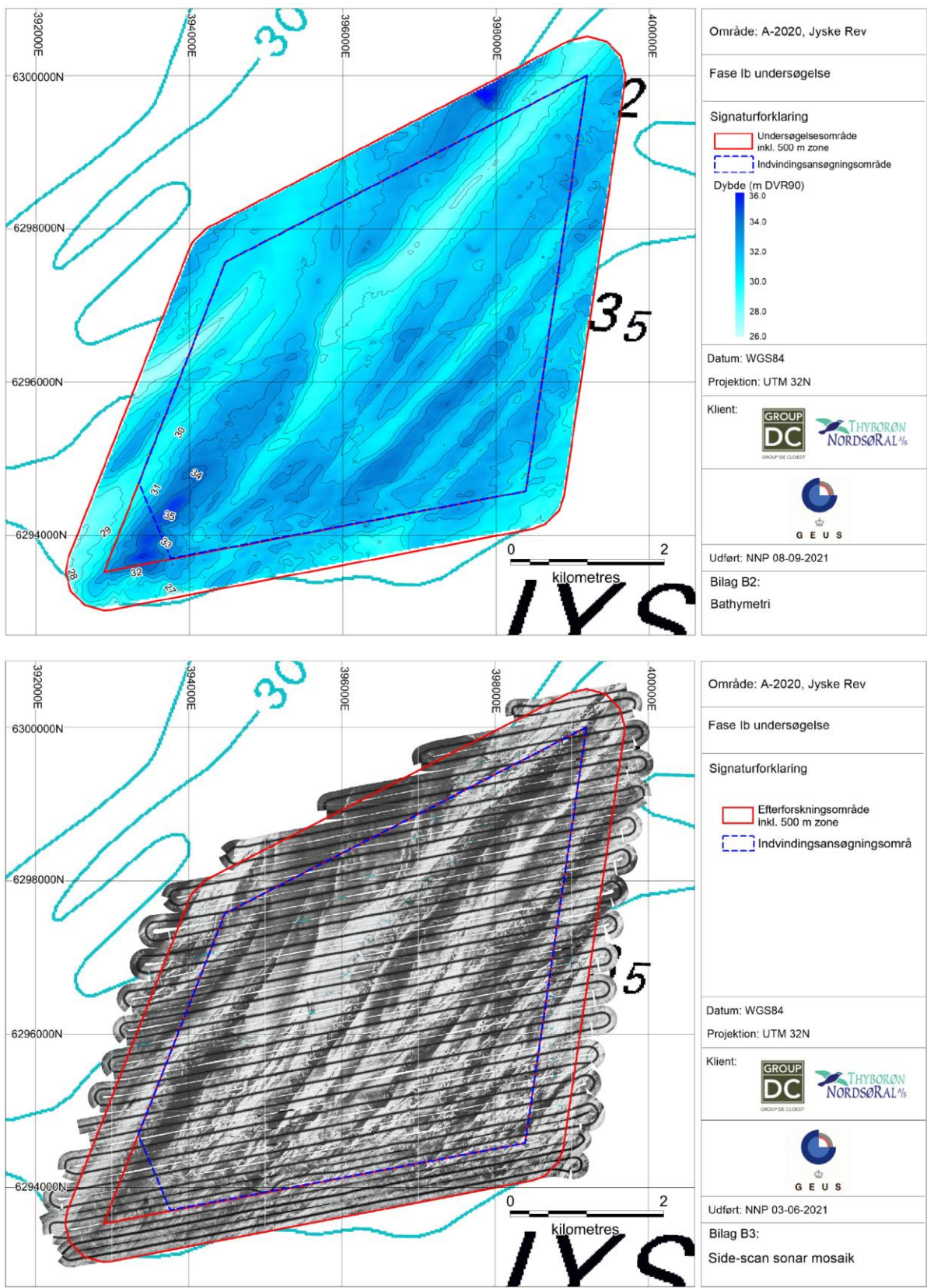
På baggrund af den rekonstruerede kystforskydningskurve blev område A-2020 transgrederet af havet i perioden ca. 11.500-10.000 år BP. Der kan dermed potentielt findes efterladenskaber fra palæolitiske eller tidlig mesolitiske kulturer (tidlig Maglemose). Område C-2020, der er lidt højereliggende, blev transgrederet i perioden ca. 11.000-9.700 år BP, og der kan ligeledes findes potentielle efterladenskaber fra palæolitiske eller tidlig mesolitiske kulturer (tidlig Maglemose). For begge områders vedkommende, har der fundet omfattende erosion og omlejring sted i løbet af specielt de sidste ca. 7.000 år, hvor den nordlige Nordsø og Jyske Rev har været præget af stærke tidevandsstrømme og bølgepåvirkning under stormsituationer. Det har medført, at større dele af de senglaciale og tidligt holocæne aflejringer er blevet fjernet eller er blevet dækket af yngre holocæne marine aflejringer. Det må ligeledes antages, at potentielle eksponerede rester af palæolitiske bopladser eller isolerede efterladenskaber har været udsat for kraftig fysisk påvirkning af strøm og bølger efter den marine transgression. Herudover er det sandsynligt, at fiskeri med trawl i området kan have nedbrudt potentielle arkæologiske genstande på havbunden. På baggrund af de beskrevne forhold anses muligheden for arkæologiske fund i auktionsområderne på Jyske Rev for at være meget begrænsede.

6. Referencer

- Bennike, O., Odgaard, B., Wiberg-Larsen, P. & Nørgaard-Pedersen, N. 2023. Submarine lateglacial lake deposits from Jutland Bank, the North Sea, Quaternary International 669, 12-19.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2023.05.021>.
- Christensen, C. & Nielsen, A.B. 2008. Dating Littorina shore levels in Denmark on the basis of data from a Mesolithic coastal settlement on Skagen Odde, Northern Jutland. Polish Geol. Inst. Spec. Pap. 23, 27-38.
- Fischer, A.: 2013: The Stone Age flood in Denmark and Mesopotamia. In Counter-point: Essays in Archaeology and Heritage Studies, in Honour of Professor Kristian Kristiansen Edited by Sophie Bergerbrant and Serenaand Sabatini BAR International Series 2508, 2013.
- GEUS Rapport 2010/23: Model for potentielle sand- og grusforekomster for de danske farvande – Delområdet Jyske Rev - Lille Fisker Banke. Udført for By-og Landskabsstyrelsen.
- GEUS Rapport 2013/05. Marin råstofkortlægning i Nordøen 2012 – Detaljeret undersøgelse af 3 delområder. Udført for Naturstyrelsen.
- Hijma, M.P. *et al.* 2025: Global sea-level rise in the early Holocene revealed from North Sea peats. Nature 639. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08769-7>
- Leth, J.O. 1996. Late Quaternary geological development of the Jutland Bank and the initiation of the Jutland Current, NE North Sea, Nor. Geol. Unders. Bull. 430, 25-34.
- Leth, J.O. 1998. Late Quaternary geology and recent sedimentary processes of the Jutland Bank region, NE North Sea. PhD thesis, Aarhus Univ., 1998.
- Mertz E.L., 1924. Oversigt over de sen- og postglaciale niveauforandringer i Danmark. Geol. Surv. Denmark 2, 41: 1-49.
- North Sea OWF Zone Maritime archaeology Geo-archaeological analysis, report. 2023. Nordjyllands Kystmuseum, Moesgaard Museum, De Kulturhistoriske Museer.
- Pedersen, S.A.S., 1998. Kort over israndslinjer og lokaliteter i Skandinavien, <https://doi.org/10.22008/FK2/XOOWSR>, GEUS Dataverse, V1.
- Petersen, K.S. 1985: Late Weichselian and Holocene marine transgressions in northern Jutland, Denmark. Eiszeitalter und Gegenwart 35, 71-78.
- Petersen, K.S. 1998: Den Holocæne marine miljøudvikling ved Limfjordstangerne og tilgrænsende dele af Nordsøen - Jyske Rev, belyst ved molluskfaunaen. Limfjordsprojektet, Rapport 8, 303-323.
- Petersen, K.S. & Rasmussen, K.L. 1995: The impact of radiocarbon datings on natural historical sciences in Denmark: especially paleozoological and shore-line datings. Facta 49.8, 117-130.
- Påsse & Anderson, 2005. Shore-level displacement in Fennoscandia calculated from empirical data. GFF, 127:4, 253-268.
- Vangkilde-Pedersen Christensen, N., Nørgaard-Pedersen, N., Allaart, L.Bennike, O., Leth, J.O., Winther, L.H., Sandersen, P.B.E., Prins, L.T., Singhroha, S. & Pérez, L.F., 2025. Bedre geologiske data til udbygning af havvind - Overordnet geologisk kortlægning af det danske havområde for Energistyrelsen. GEUS Rapport 2025/29.

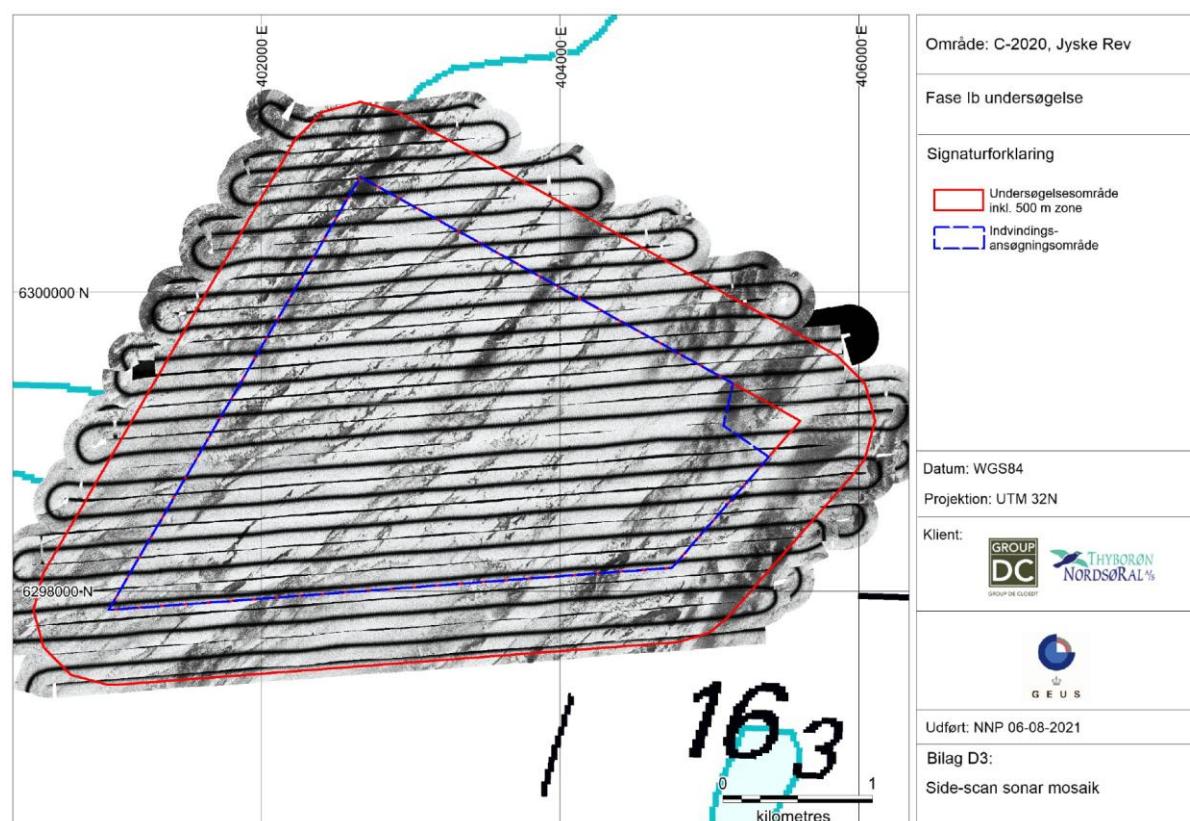
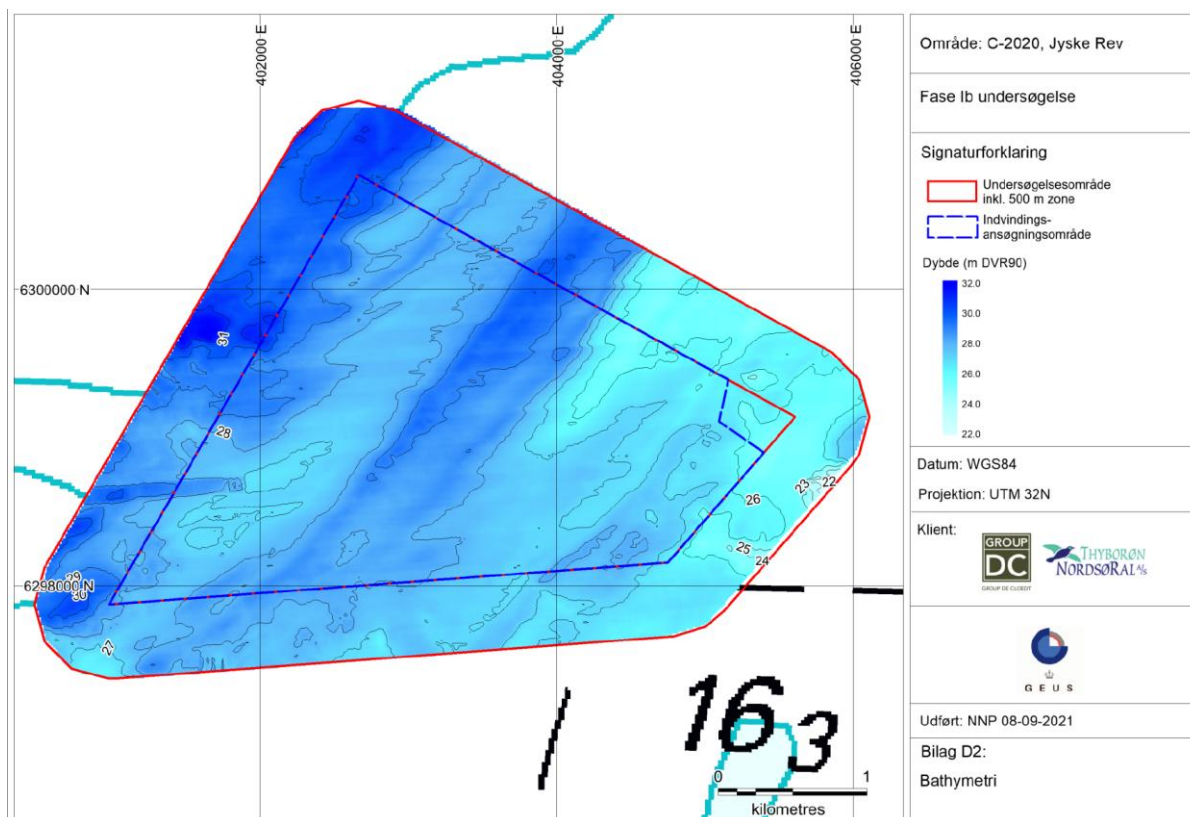
Appendix A.

Område A-2020: Dybdekort og Side-scan sonar mosaik:



Appendix B

Område C-2020: Dybdekort og Side-scan sonar mosaik:



Appendix C. ¹⁴C dateringer

Boring ID	N lat	E long	Lab. Nu.	Dateret materiale	Aflejrings-miljø	Dybde (m u. h.)	¹⁴ C alder (år)	+/-	Alder (kal. År BP)	Kilde
562011	56,760	7,701	AAR-1823	<i>Dosinia lincta</i> shell	marint sed.	32,5	1270	110	811	Leth 1996, Petersen 1998
562011	56,760	7,701	AAR-1822	<i>Cardium edule</i> shell	marint sed.	34,5	9750	100	10741	Leth 1996, Petersen 1998
578031	56,783	7,523	AAR-3281	Shells	marint sed.	51,1	9240	80	10036	Jørgen Leth (GEUS)
578028	56,772	7,553	AAR-3284	Shells	marint sed.	40,6	1450	50	992	Jørgen Leth (GEUS)
562007	56,770	7,977	AAR-1824	<i>Varicorbula gibba</i> shell	marint sed.	26,6	515	60	130	Jørgen Leth (GEUS)
562017	56,812	7,993	AAR-3296	shells	marint sed.	34,7	9380	90	10231	Jørgen Leth (GEUS)
562017	56,812	7,993	AAR-3298	<i>Mytilus edulis</i> shell	marint sed.	34,1	9190	75	9975	Jørgen Leth (GEUS)
562017	56,812	7,993	AAR-3297	<i>Mya truncata</i> shell	marint sed.	29,0	610	40	214	Jørgen Leth (GEUS)
562006	56,847	7,200	AAR-3295	<i>Varicorbula gibba</i> shell	marint sed.	27,7	6650	65	7102	Jørgen Leth (GEUS)
562006	56,847	7,200	AAR-3294	<i>Varicorbula gibba</i> shell	marint sed.	26,1	6350	70	6772	Jørgen Leth (GEUS)
562025	56,655	7,660	AAR-3286	<i>Spisula solida</i> shell	marint sed.	29,4	620	45	225	Jørgen Leth (GEUS)
578023	56,665	7,517	AAR-3285	Shells	marint sed.	42,9	2640	50	2350	Jørgen Leth (GEUS)
562022	56,632	7,850	AAR-3288	<i>Chamela striatula</i> shell	marint sed.	40,6	1320	55	850	Jørgen Leth (GEUS)
562030	56,795	7,520	AAR-3287	<i>Tellina fabula</i> shell	marint sed.	28,6	1455	50	997	Jørgen Leth (GEUS)
578032	56,925	7,117	AAR-3289	Shells	marint sed.	41,8	8180	80	8686	Jørgen Leth (GEUS)
578032	56,925	7,122	AAR-3282	Shells	marint sed.	40,2	1445	50	987	Jørgen Leth (GEUS)
562010	56,741	7,697	AAR-1820	<i>Cerastoderma edule</i> shell	marint sed.	33,6	9480	90	10356	Leth 1996, Petersen 1998
562010	56,741	7,697	AAR-1821	<i>Nucula nitida</i> shell	marint sed.	30,6	9090	90	9830	Leth 1996, Petersen 1998
562003	56,887	7,472	AAR-1819	<i>Tellina fabula</i> shell	marint sed.	33,3	8320	110	8864	Leth 1996, Petersen 1998
562002	57,003	7,204	AAR-1818	<i>Littorina littorea</i> shell	marint sed.	46,0	9330	150	10153	Leth 1996, Petersen 1998
562001	57,025	7,137	AAR-1817	<i>Thracia papyracea</i> shell	marint sed.	28,5	3060	70	2857	Leth 1996, Petersen 1998
JR-14	56,793	7,268	Beta-573625	Roots	sø-sediment	35,2	12230	40	14135	Bennike et al. (2023)
JR-14	56,793	7,268	Beta-573624	Twig	sø-sediment	34,7	11040	40	12976	Bennike et al. (2023)
JR-14	56,793	7,268	LuS-17295	<i>Dryas</i> leaves	sø-sediment	33,3	10430	70	12311	Bennike et al. (2023)
JR-14	56,793	7,268	Beta-573623	<i>Polytrichum</i> stems	sø-sediment	34,4	10820	30	12751	Bennike et al. (2023)
JR-14	56,793	7,268	LuS-17296	<i>Dryas</i> leaves	sø-sediment	33,7	10640	90	12644	Bennike et al. (2023)
Agger I	56,722	8,241	K-4186	<i>Macoma balthica</i> shells	marint sed.	4,0	410	65	408	Petersen & Rasmussen 1995
Agger I	56,722	8,241	K-4254	<i>Acanthocardia echinata</i> shell	marint sed.	9,0	2110	70	2184	Petersen & Rasmussen 1995
Agger I	56,722	8,241	AAR-1827	<i>Littorina littorea</i> shell	marint sed.	24,5	9270	90	10073	Jørgen Leth (GEUS)
Agger II	56,741	8,227	K-4187	<i>Arctica islandica</i> shell	marint sed.	6,0	3650	80	4096	Petersen 1985, Petersen & Rasmussen 1995
Agger II	56,741	8,227	AAR-1828	<i>Macoma balthica</i> shell	marint sed.	33,0	9900	140	10932	Jørgen Leth (GEUS)
Agger II	56,741	8,227	K-4291	<i>Varicorbula gibba</i> shell	marint sed.	24,0	7290	110	8126	Petersen 1985, Petersen & Rasmussen 1995

Rønland	56,667	8,217	K-4502	<i>Ostrea edulis</i> shells	marint sed.	9,5	6800	105	7636	Petersen & Rasmussen 1995
Rønland	56,667	8,217	K-4504	<i>Ostrea edulis</i> shells	marint sed.	7,5	6320	100	7181	Petersen & Rasmussen 1995
Rønland	56,667	8,217	K-4503	<i>Ostrea edulis</i> shells	marint sed.	8,5	6500	100	7357	Petersen & Rasmussen 1995
Strande II	56,580	8,170	K-6150	Freshwater gyttja	sø-sediment	0,0	8410	140	9374	Petersen, 1994; 1998