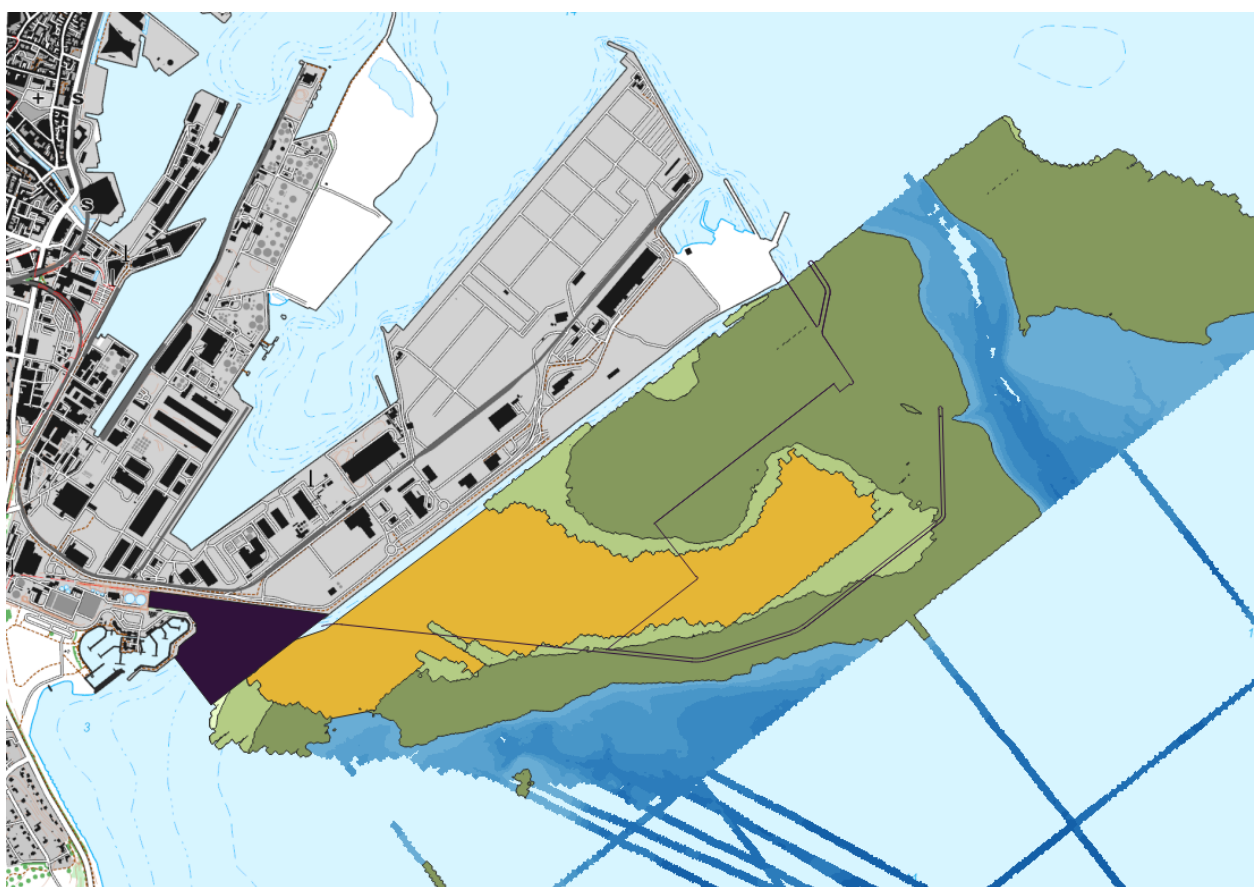


SAMLET GEOARKÆOLOGISK ANALYSE FOR AARHUS YDERHAVN OG AARHUS REWATER

Moesgaard Museums j.nr MAJ2021-20 og SLKS j.nr. 21-00964

Af Peter Moe Astrup, Marinarkæolog, Moesgaard Museum



Figur 1. Kort over land- og havfordelingen i tiden fra ca. 7250-6750 f.Kr. Med sort streg ses placeringen af den fremtidige Yderhavn. Sort område markerer placeringen af landindvinding til Aarhus ReWater (hovedforslag).

Indhold

Indledning	2
Kilder og datagrundlag.....	3
Kulturhistoriske registreringer i området	3
Topografisk potentiale for Ældre Stenalders bosættelses- og aktivitetsspor.....	4
Bevaring	6
Videnshuller	7
Fastlæggelse af vandstanden	8
Indsamling af data.....	8
Udarbejdelse af kystforskydningskurve	8
Resultatet af kystforskydningskurven	12
Fastlæggelse af kystlinjens horisontale placering og forskydning.....	13
Boringer	15
Prioriterede interesseområder mht. stenalderpotentiale	16
Udpegning af områder med sedimentakkumulation	17
Udpegning af områder med betydelig erosion/erosionsflader	19
Udpegning af områder med ferskvandsaflejringer/tørv	20
Samlet vurdering af projektområdet.....	20
Identifikation af anomalier på baggrund af geofysiske data (leveret af COWI).....	22
Yderhavnen	23
ReWater (landindvinding og udløbsledninger).....	23
Sejlrenden.....	24
Afsluttende bemærkninger og konklusion	25
Litteratur	26

Bilag 1 : Tabel med daterede prøver, som er anvendt til fremstilling af kystforskydningskurve.

Indledning

Aarhus Havn og Aarhus Vand A/S har i fællesskab anmodet Moesgaard Museum om at udarbejde en geoarkæologisk analyse i forbindelse med de forestående anlægsarbejder ved Aarhus Havn i forbindelse med hhv. Yderhavnen og det nye rensningsanlæg, Aarhus ReWater (se Figur. 1). Det er aftalt, at den geoarkæologiske analyse dækker over områderne, der påvirkes af havneudvidelsen,

sejlrenden, rensningsanlægget og udløbsledningerne. En geoarkæologisk analyse redegør for kendte forekomster af fortidsminder, dels begrundet formodning om forekomst heraf; blandt andet baseret på en analyse af palæo-landskabet og geofysiske data. Formålet med analysen er at vise, hvor vi ud fra det nuværende datagrundlag mener, at sandsynligheden er størst, for at anlægsprojektet kommer til at berøre områder, som er beskyttede af museumslovens §28.

Kilder og datagrundlag

Følgende kilder/data er anvendt til den geoarkæologiske analyse:

- Fund & Fortidsminder (national online fortidsmindedatabase) – primært vrug/forlis, men også faktisk påviste fund/fortidsminder af anden karakter.
- Søkort og bathymetriske kort - skibsvrag, topografi.
- Arkæologiske, maringeologiske og kulturtopografiske værker (se litteraturlisten).
- **Bathymetri_ multibeam** grid i opløsning 0.25m og 1.0m
- **Backscatter**_grid i opløsning 0.25m og 1.0m
- **Boringer**_Geotekniske rapporter/boreprofiler.
- **Fladekort over bund af marine aflejringer**. Grid der beskriver koten af bunden af de marine lag. Bunden af det marine lag markerer overgangen til sedimenter fra istiden eller umiddelbart efter istiden.
- **Fladekort over bund af formodet dødishul**. Grid der beskriver koten af bunden af dødishullet.
- **Tykkelseskort (isopak) for marin**. Grid der viser tykkelsen af de marine lag.
- **Tykkelseskort (isopak) for dødishul**. Grid der viser sedimenttykkelsen i det formodede dødishul.
- **Kort med magnetometer, backscatter og multibeam objekter**. (Samt target liste med 17 anomalier for Yderhavnen).
- **Overfladegeologi / litologi**

Kulturhistoriske registreringer i området

I det kulturhistoriske centralregister ”Fund og Fortidsminder” findes kun en registrering i arealet, som påvirkes af havneudvidelsen og udløbsledningerne. Denne dækker over en registrering af

forlisdata fra 1929 (sted og lokalitetsnummer 401273-59). Registreringen mangler data og vurderes at være usikker. Derudover findes følgende registreringer af vrage og forlisdata ved sejlbunden:

401273-68

1893. Registrering af forlis af dampskibet "Olympia" sunket på Aarhus Bugten. Plads: Aarhus Havnefyrt i retv. NV.t.V. 1/4 V. Senere Opgivelse i retv. N 70 V. 3 Kml Afstand. Molshoved i retv. N.t.Ø. Sunket i 8 Favne Vand. Uskadeliggjort af Svitser. 5 Favne Vand over Vraget.

401273-51 og 401273-55 (formentligt samme vrage)

1986. Position på vrage reg. af fisker (uden ref. til EFS). Uvis forlisdato. Kulbåden ved Århus. Reg. på afvigende position af fisker. Konverteret DECCA. N 56 8,309, E 10 18,296 (ED 50). Mindste dybde 13m

401273-69

1894. Skonnert sunket 6 Kml OSO for Århus Molehoved. Sunket i 9 Fv. Vand. E.f.s. 987/94

401273-43

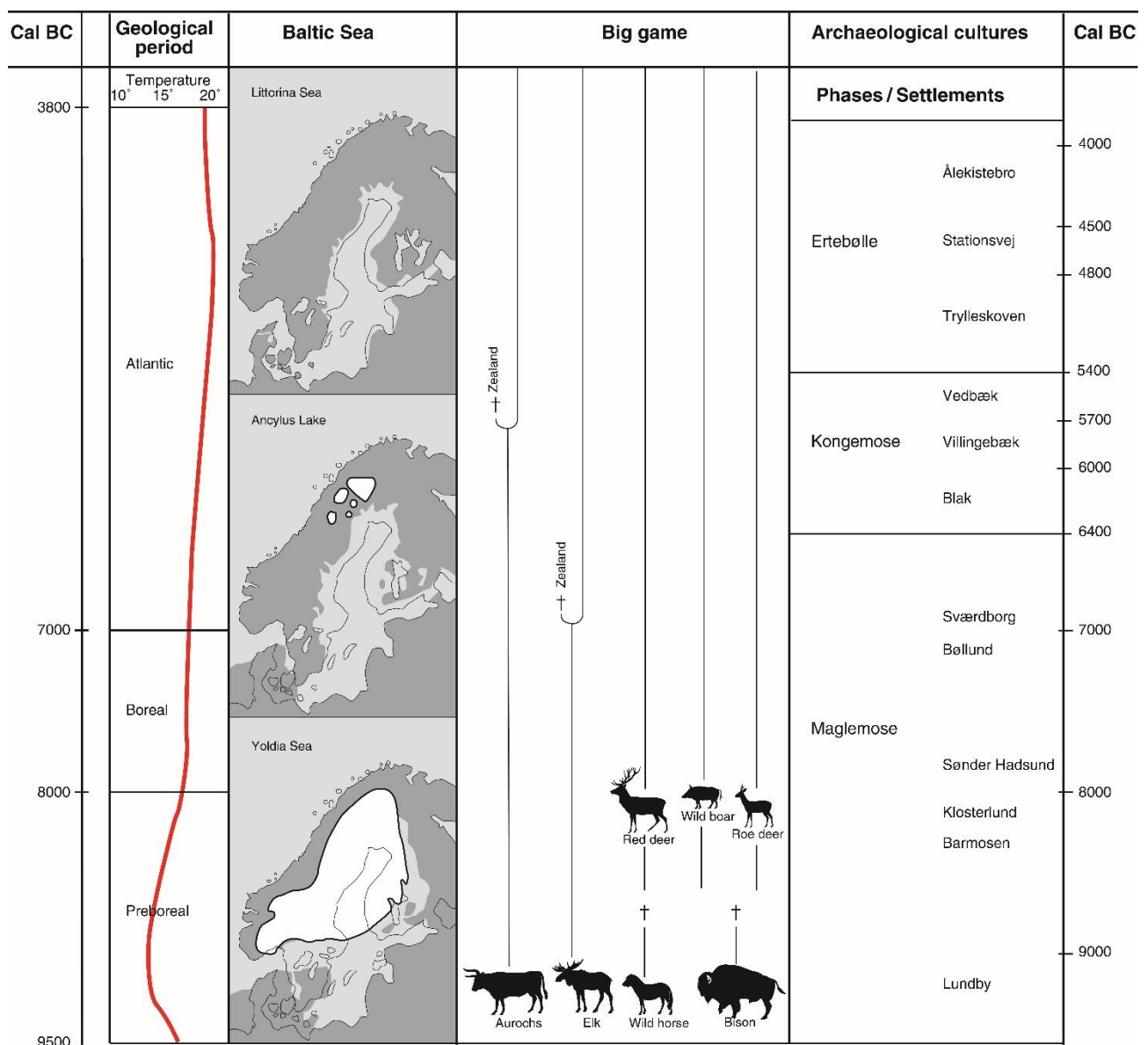
1943. Vrage er sunket efter læk. Hjemsted Ålborg. Position og oplysninger reg. af fisker. (Uden ref. til EFS). Muligvis samme vrage som 401273-69.

Der er i skrivende stund ingen registrerede stenalderboplader i anlægsområdet, men i andre dele af Aarhus havn er der i forbindelse med havneuddybninger fundet velbevarede redskaber i flint og tak, som dateres til jægerstenalderen. Ligesom der mange andre steder i bugten er blevet fundet stenalderboplader på ned til 7m dybde (se Astrup 2018).

Topografisk potentiale for Ældre Stenalderens bosættelses- og aktivitetsspor

Store dele af Danmark var under sidste istid dækket af et tykt lag af is. Men for ca. 20.000 år siden begyndte isen at trække sig tilbage, dels fordi den smeltede på grund af stigende temperaturer, dels fordi den kælvede i havet. I tiden indtil jægerstenalderens afslutning for ca. 6000 år siden blev enorme mængder smeltevand derfor ledt ud i verdenshavene. Studier har vist, at den totale globale havstigning siden sidste istids maksimum for ca. 20.000 år siden har været ca. 130 m (Fairbanks

1989; Lambeck et al. 2014). I anlægsområdet findes der via tørveforekomsterne sikre vidnesbyrd om, at vandstanden i stenalderen var lavere end nu. En central problemstilling, som ønskes belyst i den geoarkæologiske analyse, er derfor at få klarhed over det arkæologiske potentiale i de dybeste og mest uudforskede dele af anlægsområdet. Stenalderbopladserne, som evt., befinder sig i området, vil primært høre til perioden, som i fagsprog kaldes Mesolitikum (mellemstenalderen). Den Mesolitiske periode varede fra ca. 9500 til 4000 f.Kr og rummer tre overordnede perioder. Den ældste af disse perioder er Maglemosekulturen (ca. 9500-6400 f.Kr). Herefter fulgte Kongemosekulturen (ca. 6400-5400 f.Kr) og Ertebøllekulturen (ca. 5400-4000 f.Kr.).



Figur 2. Skema over kultur- og naturudviklingen i Sydsandinavien i kalibrerede år f.v.t / BC. Fra Astrup (2018).

Arkæologiske undersøgelser har igennem mange år vist at jægerstenalderens mennesker ikke bosatte sig tilfældigt i landskabet. I stedet placeredes bosættelserne ud fra en række parametre, som skulle sikre menneskene adgang til nødvendige ressourcer samt opretholdelsen af sociale netværk og demografiske forhold. Ved at rekonstruere de nu oversvømmede landskaber, som de tog sig ud på forskellige tidspunkter i stenalderen, er det derfor muligt at udpege områder, som vurderes at have været mere velegnede at bosætte sig. Et detaljeret billede af det forhistoriske landskab udgør derfor en vigtig brik i forhold til at forstå, hvor et kommende anlægsarbejde risikerer at ødelægge potentielle arkæologiske interesseområder. Vurderinger af et områdes potentiale i forhold til at rumme stenalderbosættelser baseres typisk på variable såsom beliggenheden af søer, kyster og åer. Omvendt vil det også være meget forskelligt, hvilken betydning disse variable havde på forskellige tidspunkter i jægerstenalderen. Mens hovedparten af kildematerialet fra Kongemose- og Ertebøllekulturen er fremkommet på tidens kystbopladser, er det i skrivende stund usikkert, i hvilket omfang bopladserne placeredes i kystområderne i Maglemosekulturen. Derimod antyder det arkæologiske kildemateriale fra landjorden, at søerne ikke var så vigtig i løbet af Kongemose- og Ertebøllekulturen som i Maglemosekulturen.

Det er både vanskeligt og dyrt at søge efter stenalderbopladser på havbunden. De seneste mange års undersøgelser på søterritoriet har imidlertid vist, at det netop er her man har mulighed for at gøre nogle af de helt store videnskabelige landvindinger. Det skyldes primært følgende faktorer:

Bevaring

Bevaringsforholdene på de submarine bopladser er kendetegnet ved at være ekstremt gode for organisk materiale såsom træ. Dette skyldes, at kystbopladserne blev oversvømmet på grund af den vedvarende havstigning. I denne proces blev bopladslagene/fundene indkapslet i iltfattige omgivelser, som er forblevet til nutiden. På grund af det specielle miljø, som findes i bopladslagene, har der ikke været tilstrækkeligt med ilt til at igangsætte en forrådnelse, og dermed er der opstået en form for tidslomme. Undersøgelser, som tidligere er foretaget på oversvømmede stenalderbopladser fra Kongemose- og Ertebøllekulturen, har således kunnet give et helt nyt indblik i, hvilke træredskaber man benyttede i jægerstenalderen. Dette ses blandt andet ved fund, som er fremkommet ved Hjarnø i Horsens Fjord (se f.eks. Figur 3).



Figur 3. Ca. 7000 år gammel bue af træ fra Hjarnø Sund bopladsen i Horsens Fjord. (Skriver et al. 2018).

Videnshuller

De oversvømmede stenalderlandskaber udgør i dag nogle af de sidste uudforskede områder i det arkæologiske landskab. Netop derfor rummer de også svarene på nogle af de helt store videnshuller, som er forblevet ubesvarede. Det vides f.eks. fortsat ikke, hvilken rolle kystlinjen spillede i Maglemosekulturen, idet opfattelsen af periodens subsistensøkonomi næsten udelukkende har været baseret på et materiale, som er fremkommet på indlandsbopladser, – der blev anlagt langt fra datidens kyster. I et forsøg på at påvise betydningen af datidens kystudnyttelse forsøgte Moesgaard Museums marinarkæologer i 2017 at lokalisere kystnære bopladser fra Maglemosekulturen i Aarhus Bugt. Bugten er et interessant område, fordi den ligger i et beskyttet farvand, og fordi Maglemosekulturens potentielle kystbopladser her vil kunne findes på lavere vanddybder end i de sydlige dele af Danmark. I 2017 blev der således lavet afsøgninger på 23 positioner i bugten. Dykkerbesigtigelserne viste, at bunden som udgangspunkt er dækket af sand/dynd, når vanddybden overstiger 5-6 m. Et sted fandtes dog på ca. 6 m dybde spredte flintafslag/flækker. At dømme ud fra dybden måtte området være blevet overskyllet i den tidligste del af Kongemosekulturen, og det var derfor muligt, at flinten stammede fra en Maglemoseboplads. På baggrund af dette blev der lavet en opfølgende udgravning for at afgøre, om dette muligvis kunne være resterne af en kystboplads. Undersøgelserne viste, at der umiddelbart under havbunden fandtes en marin *in-situ* aflejring med bearbejdet flint og organisk materiale, som via kulstof-14 analyser og diagnostiske pilespidser (mikrolitter) kan dateres til den yngste del af Maglemosekulturen. Målttede dykkerundersøgelser i datidens kystområder er således en forudsætning for at afgøre vigtige problemstillinger såsom:

1: Hvor udbredte var kystbosættelserne i Maglemosekulturen? (Dvs. at undersøge hvor stor en procentdel af bosættelserne, som blev anlagt ved kysterne).

2: At få afgjort i hvor stort et omfang man ernærede sig af føde fra havet, og hvilke metoder man benyttede for at udnytte denne ressource.

3: At få afgjort om bosættelserne på kysterne havde en længere varighed end bosættelserne i indlandet. Var det de samme mennesker, der flyttede mellem kyst og indland, eller var det forskellige grupperinger, som bosatte sig i kyst- og indlandet?

Ovenstående punkter skulle gerne illustrere, at der fortsat er meget, som vi ikke ved om menneskene i Maglemosekulturen. Det er derfor ikke en nem opgave at afgøre, hvor datidens befolkning bosatte sig i landskabet. Det ændrer imidlertid ikke ved, at det er helt afgørende at have så detaljeret en forståelse af de fysiske rammer som muligt, eftersom de dannede livsgrundlaget for menneskene i projektområdet. Denne analyse har derfor til sigte, trin for trin, at skabe et mere detaljeret billede af det nu oversvømmede kulturlandskab. Målet er, at dette skal gøre det muligt at vurdere, hvor sandsynligheden er størst for, at eventuelle bosættelser blev anlagt, og hvor de i dag må forventes at være bevarede eller borteroerede. Konkret gøres dette ved at udarbejde en model over havniveauet, indtegne kystlinjer svarende til forskellige tidsrum samt på baggrund af geofysiske data samt at vurdere bevaringsgraden i de forskellige områder.

Fastlæggelse af vandstanden

Indsamling af data

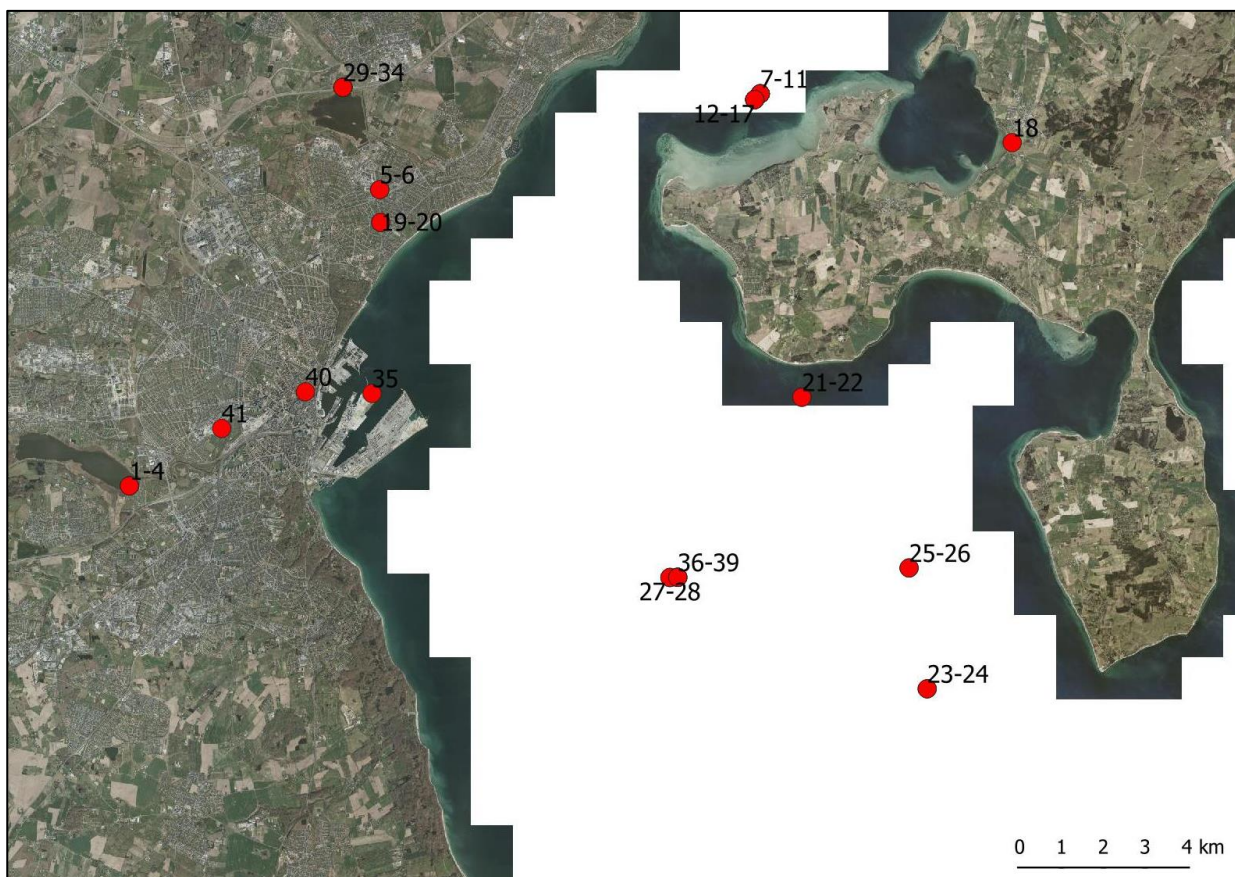
Som nævnt i indledningen var store dele af Danmark under sidste istid dækket af et tykt lag af is. Efter istiden har landet hævet sig. Kombinationen af landhævning og havniveaustigning kaldes relativ havniveauændring. For at fastlægge vandstanden i forhistorien er det af stor betydning at have adgang til et veldateret materiale. Vi har derfor kompileret en oversigt over daterede prøver fra anlægsområdet. Det drejer sig om prøver, der i stenalderen befandt sig umiddelbart over eller under havoverfladen, og som dermed kan bruges til at indskrænke havniveauet og kystlinjen på forskellige tidspunkter. Flere andre studier har tidligere haft til formål at fastlægge vandstandsændringerne i bugten (f.eks. Astrup 2018; Rasmussen et al. 2020; Bennike et al. *in press*).

Udarbejdelse af kystforskydningskurve

En kystforskydningskurve viser den relative vandstand på forskellige tidspunkter i forhold til nutidens vandstand. Kystforskydningskurven, som er udarbejdet under dette projekt, er hovedsageligt baseret på data, som er fremkommet ved geologiske og arkæologiske undersøgelser i og omkring Aarhus bugt (se Figur 4).

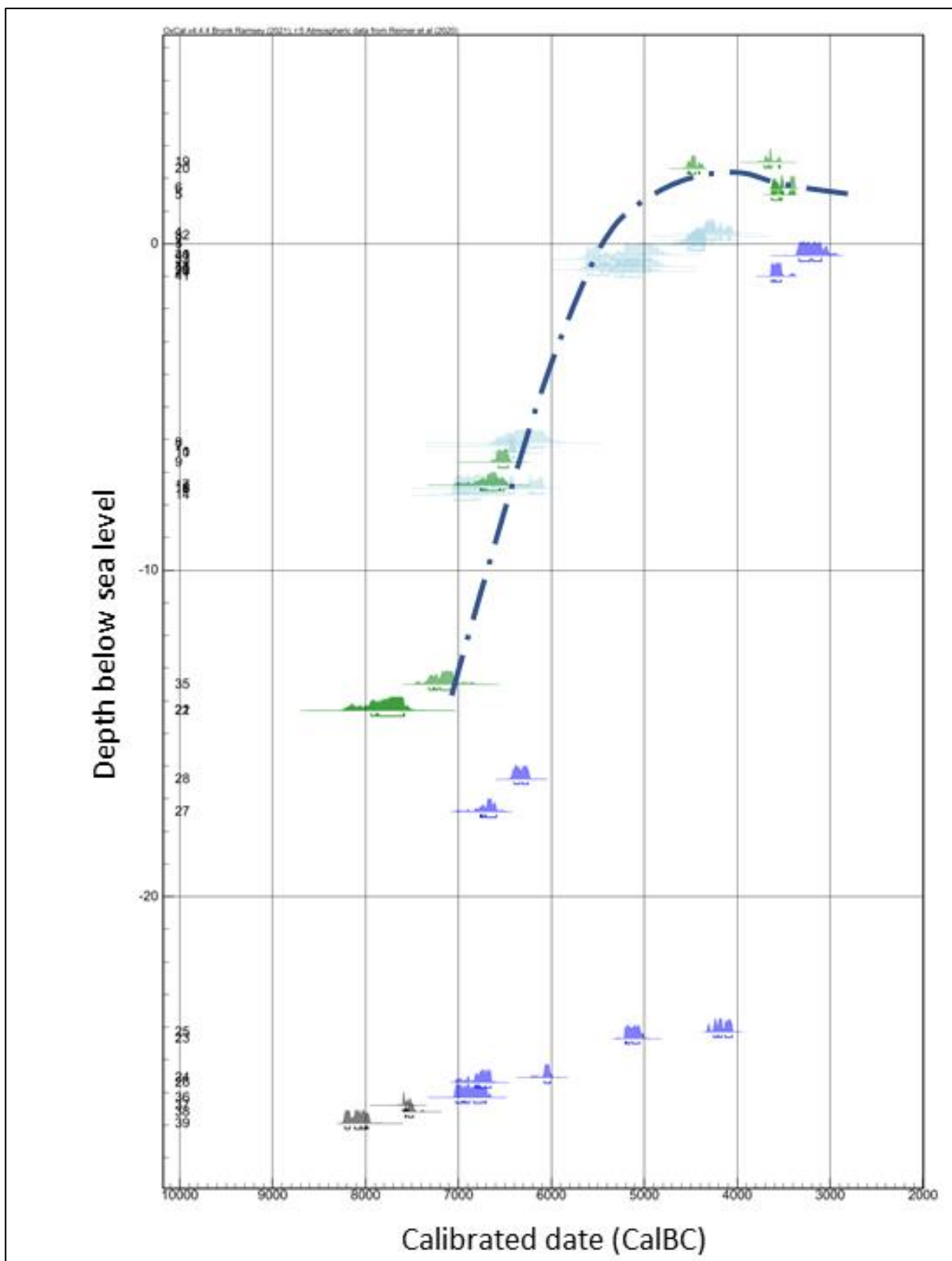
For at prøverne har kunnet indgå i analysen, har det været et kriterie at de 1) siger noget om vandstanden i forhistorien, 2) er fundet i en sikker kontekst (*in situ*), 3) at der foreligger en kote på prøven, og 4) at prøverne er absolut daterede (f.eks. ved kulstof-14 datering). Til at fremstille kystforskydningskurven er der både gjort brug af gamle og nye kulstof-14-dateringer fra projektområdet. (se Bilag 1). Kystforskydningskurven er fremstillet ved at indtaste data i et Excel-ark, hvorefter Excel-arket er blevet importeret i computerprogrammet OxCal V.3. I OxCal er dateringerne blevet modelleret vha. ”dybdemodells” funktionen efter deres alder og kote. Kulstof-14 værdierne er kalibrerede således, at de angives med 95,4% sandsynlighed. De gamle dateringer, som er udført på laboratoriet i København på marine prøver, har en indbygget korrektion for marin reservoir-effekt, hvilket betyder, at der ikke er korrigeret yderligere for dette i nærværende undersøgelse. De marine prøver, som er daterede på AMS-laboratoriet i Aarhus og andre AMS-laboratorier er derimod korrigerede for en reservoiralder på 400 år. Samtlige dateringer er kalibrerede efter den nye IntCal 20 kurve (Reimer et al. 2020).

På kystforskydningskurven i Figur 5 er prøver, som oprindeligt blev aflejret i havet, vist med mørkeblå farve (f.eks. skaller fra marine muslinger). (Lyseblå farve viser de prøver som formodes at være aflejret på mindre end 2 m dybde). Med grøn farve ses prøver, som antages at være aflejret over datidens havniveau (f.eks. tørvelag og bopladser). Grå farve viser prøver, hvor det ikke med sikkerhed kan afgøres, om prøverne oprindeligt befandt sig over eller under datidens havniveau. Samtlige fikspunkter i kurven har fået tildelt et nummer, som også fremgår af Bilag 1, således at det er muligt at se, hvad de enkelte fikspunkter dækker over.



Figur 4. Kortlægning af fikspunkter som er benyttet til at fremstille kystforskydningskurve. Numrene går igen på kystforskydningskurven og Bilag 1.

I takt med at isen begyndte at trække sig tilbage for ca. 20.000 år siden, blev landmasserne befriet for en kolossal vægt, og derfor har landet hævet sig siden. I begyndelsen gik det hurtigt, men efterhånden klingede landhævnningen af. Generelt gælder det, at landmasserne mod nordøst har hævet sig mere end landmasserne mod sydvest proportionalt med deres afstand til isens massecenter. På grund af landhævningsforskellene er det problematisk at inddrage fikspunkter fra et stort geografisk område i samme kurve, da fikspunkterne ikke vil være ligeligt påvirket af landhævnningen. I projektet er der kun anvendt data fra Aarhus-området, og det vurderes derfor, at prøvernes individuelle koter er sammenlignelige i kystforskydningskurven.



Figur 5. Kystforskydningskurve for projektområdet. Den stiplede kurve viser den relative vandstand i området. Mørkeblå farve angiver marint aflejrede prøver, mens lyseblå farve angiver prøver, som

stammer fra lavvandede områder. Med grøn farve ses prøver, som er aflejret på landjorden, og med grå farve ses de prøver, hvor det ikke kan afgøres, om de stammer fra marine- eller lacustrine aflejringer. Til venstre er prøvens id-nummer angivet (se også kortet Figur 5).

Resultatet af kystforskydningskurven

I figur 5 er koten på daterede prøver plottet mod alder. Som det ses af kurven er de ældste marine prøver dateret til tiden omkring 7000 f.Kr. Kystforskydningskurven indikerer en kraftig havstigning i tiden svarende til Maglemose- og Kongemosekulturen (ca. 9500-5400 f.Kr.). Særligt i tiden frem til ca. 5500 f.Kr. forandredes landskabet i hastigt tempo. Den forhistoriske havstigning har derfor haft stor betydning for, hvor det arkæologiske kildemateriale i dag befinder sig, og hvor velbevaret det er. Med hensyn til Maglemose- og Kongemosekulturens kystbopladser vil det ikke have været muligt at benytte disse i længere tidsrum, før de måtte vige for det stigende havniveau. Dette forhold må antages at have givet mere kronologisk rene enheder/bopladser, end det f.eks. er tilfældet i Ertebøllekulturen, hvor de samme områder var beboelige i længere tidsrum, og derfor vil udvise et kronologisk mere blandet fundmateriale.

Maglemosekulturens kystlinjer og potentielle kystbopladser vil i projektområdet som udgangspunkt skulle findes dybere end kote -7 m og kan følges til minimum kote -19 m (svarende til tiden omkring 7250 f.Kr.). Det kan ikke udelukkes, at der også er kystbopladser på større havdybder, men i skrivende stund kan kurven kun føres ned til -19 m. Som det ses af kurven, vil

Kongemosekulturens potentielle kystbopladser i dag befinde sig langs de fossile kystlinjer, som i dag befinder sig indenfor dybdeintervallet (-7 til 0m), mens Ertebøllekulturens strandlinjer kan forekomme på koter fra 0 til + 2m. Der vil formentlig have været en række mindre udsving i havniveauet (de såkaldte Littorina transgressioner og regressioner), som dog ikke ses i det nuværende datagrundlag. Højeste vandstand i området synes at være opnået i løbet af Ertebøllekulturen, hvorefter det faldt en smule til nuværende.

4000 f.Kr.	2.0
4500 f.Kr.	2.3
5000 f.Kr.	1.7
5500 f.Kr.	0
6000 f.Kr.	-4
6500 f.Kr.	-7.5

6750 f.Kr	-11
7000 f.Kr.	-15
7250 f.Kr	-19

Tabel 1. Dybdeintervaller som er benyttet til udarbejdelsen af kystlinjemodellerne. Baseret på aflæsninger fra kystforskydningskurven.

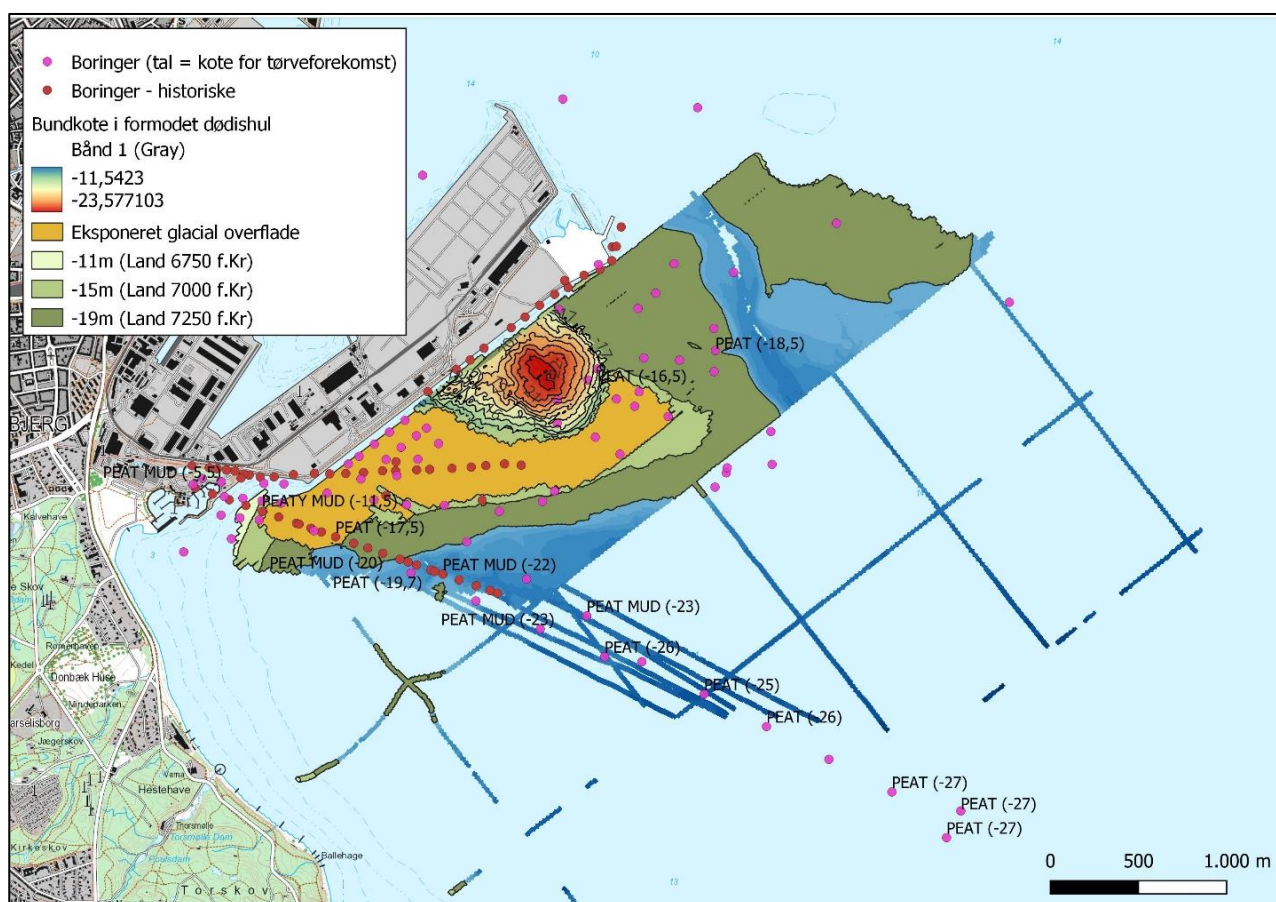
Det er næppe muligt at fastlægge vandstanden mere præcist end $\pm 2-3$ m i tidsrummet frem til 6500 f.Kr. Dette skyldes både usikkerhederne med kulstof-14-dateringerne, samt at der stadig er store områder og dybdeintervaller/tidsrum, som er dårligt fastlagte. Fra tiden efter 6500 f.Kr er der flere og mere præcise fikspunkter fra de arkæologiske kystbopladser mm., som er i stand til at fastlægge havniveauet mere præcist.

Fastlæggelse af kystlinjens horisontale placering og forskydning

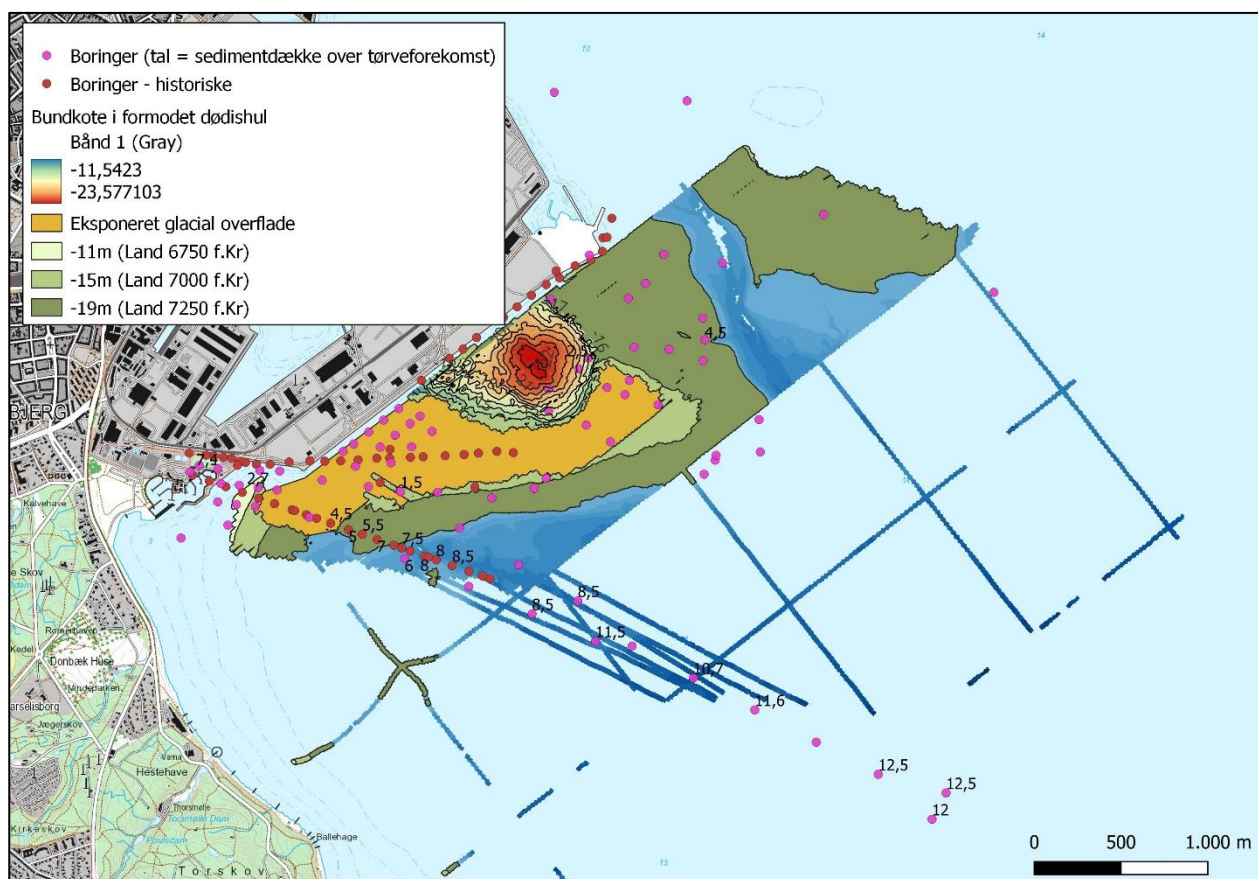
Det må antages, at den moderne overflade på grund af sedimenttransport og erosion, ikke udgør en perfekt analogi/repræsentation af datidens landoverflade. Dette betyder, at områderne, som ikke er kortlagt i transgressionsflade-modellen, kun er repræsentative i de områder, hvor der hverken har været erosion eller sedimentakkumulation. Fejlangivelsen bestemmes af, hvor meget der er eroderet bort eller aflejret i et givent område. Generelt gælder det for områderne, hvor der har været megen sedimentakkumulation, at de fejlagtigt risikerer at komme til at fremstå som land, mens områder, hvor der har været megen erosion, risikerer at komme til at fremstå som hav. Det må ligeledes antages, at niveauforskellene var større i stenalderen, eftersom sedimenter fra de højeste punkter med tiden vil være blevet deponeret i lavninger i forbindelse med transgressionen. De laveste/dybeste områder på højdemodellen er således interessante, fordi de kan tænkes at repræsentere gamle søbassiner, som er blevet fyldte med sediment. Materialet, som er aflejret over datidens søbassiner og tørvelag mm., beskytter således på den ene side de arkæologiske lokaliteter, mens de samtidigt gør det vanskeligt at identificere og udforske dem.

Til at vise kystlinjens placering i landskabet på forskellige tidspunkter er der gjort brug af en digital bathymetrisk model samt de estimerede mål for vandstanden, som kan aflæses i Tabel 1. Den model, som er benyttet til at indtegne den estimerede kystlinje, er leveret af COWI. Denne har fået navnet BUND_marin og er dannet på baggrund af seismiske tolkninger samt digitalisering af arkivdata over fordelingen af sand og dynd i området. Modellen er anvendt, fordi det vurderes, at den i hørere gad svarer til den forhistoriske niveauforhold (landoverflade) sammenlignet med nutidens bathymetriske forhold. Som det ses, er der et hul i ”BUND_marin” modellen (se F.eks.

Figur 6), hvor den glaciale overflade er eksponeret. Dette afspejler, at det ikke har været muligt at se overgangen mellem de marine sedimenter og istidsaflejringerne i de seismiske data. Det må antages, at området med den eksponerede glaciale flade oprindeligt har været højere end nu, fordi den har været udsat for erosion. Men det er ikke muligt at estimere, hvor meget der er forsvundet. Figur 6 viser en række øjeblicsbilleder (svarende til de i Tabel 1 viste tidssnit for 7250, 7000 og 6750 f.Kr). Kystlinjerne er fremstillet vha. "Rasterberegneren" i QGIS ved at udvælge celleværdierne i "Bund marin", som overstiger hhv. -11m, -15m og -19m, og konvertere disse til polygoner.



Figur 6. Land- og havfordelingen omkring 7250-6750 f.Kr. Samt angivelse af koter for registrerede tørveforekomster.



Figur 7. Land- og havfordelingen omkring 7250-6750 f.Kr. Samt angivelse af sedimentdække over registrerede tørveforekomster.

Boringer

Mange boringer er blevet lavet i området (se sammenstilling i Figur 6+7), og COWI har med få undtagelser kunnet levere de geotekniske beskrivelser af disse. Generelt ses det, at der i mange af prøvernes øvre lag findes gytje, hvorefter der kommer ler eller sand. I mange af prøverne er der sand, grus eller ler helt fra toppen, og i disse findes ingen underliggende gytje eller tørvelag. På baggrund af gennemgangen af boreskemaerne er der lavet en kortlægning af boreprøverne, som indeholder tørv eller tørvemudder. Disse forekomster indikerer nemlig, at der kan findes en bevaret landoverflade. Det er ikke altid muligt ud fra de tilgængelige beskrivelser at afgøre, om tørv/tørvemudderet er dannet i ferskvandsbassiner eller som kysttørv. Men tilstedeværelsen af tørv viser, at der er en mulighed for, at der kan findes bopladsrester i disse områder. Fra andre områder vides det nemlig, at bevaringsforholdene for organisk materiale kan være gode i tørvelag. Ligesom der er talrige eksempler på, at netop tørveområderne (forhistoriske søer) var yndede

bosættelsesområder i tidsrummet fra 10.000-6500 f.Kr. Det er derfor ikke uinteressant, at der i nogle af beskrivelserne af tørveprøverne noteres, at prøverne indeholder træ.

Som det fremgår af Figur 6 og 7, er der registreret tørveforekomster mange steder i området og på mange forskellige koter/dybder. I beskrivelserne omtales både tørv og tørvemudder. For udløbsledningernes vedkommende ligger tørveforekomsterne mellem 4 og 12m under havbunden. For den indre del af udløbsledningerne er der også flere registreringer af tørvemudder, men det er ikke muligt at aflæse, på hvilken kote de er påvist. Generelt synes der dog at være mange registreringer af tørv i kote -18 til -23m, mens de dybest liggende er påvist omkring kote - 26m. (formentlig mindst 10.000 år gamle). ReWaters landindvindingsområde og udløbsledninger (Fig. 1) placeres således primært i yngre sedimenter, som er af begrænset arkæologisk interesse, og derfor vurderes det ikke for nødvendigt at undersøge områderne for eventuelle stenalderboplader.

På kanten til det forhistoriske dødshul er der i to borer påvist tørvelag i kote -16.5m. Forekomsterne er interessante, eftersom de kun er dækket af 2.5m sediment. Det vil således være muligt at undersøge lagene i dette område ved hjælp af sugeprøver etc.

I sejlrenden har Rambøll også lavet 11 borer. Disse viser, at der i det meste af sejlrenden findes et ca. 10m tykt lag af finkornet sediment, marint dynd silt og ler.

Prioriterede interesseområder mht. stenalderpotentiale

Målet med den arkivalske kontrol er at vurdere, om det indenfor projektområdet er muligt at tillægge nogle områder større arkæologisk potentiale end andre - og måske ligefrem at afskrive områder. Udpegningen af områder er sket under hensyntagen til kystlinjens placering og kendskabet til bosættelsesmønstret i de forskellige perioder (topografiske modeller). Herudover har et input været de geologiske kortlægninger af sand- og dyndtykkelserne i området.

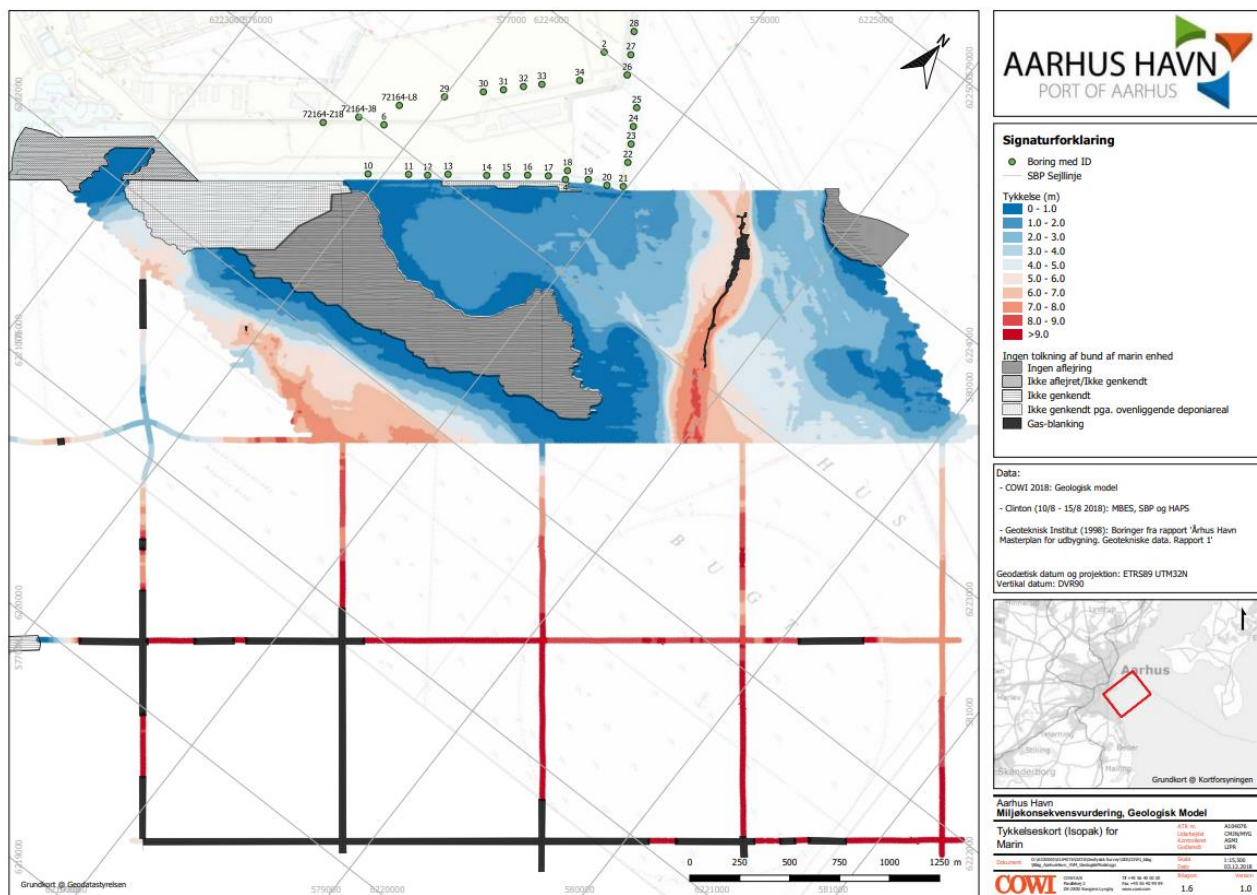
Nogle områder vurderes at have et meget begrænset arkæologisk potentiale, fordi de blev oversvømmet af havet på et tidligt tidspunkt. For Ertebøllekulturens vedkommende vides det fra andre områder, at hovedparten af bopladerne var placeret langs kysterne og typisk direkte ved strandbredden. Et lignende billede gør sig gældende i Kongemosekulturen, hvor størstedelen af bopladerne også synes at være orienteret imod kysterne. Dybdeforholdene indikerer derfor, at der ikke bør findes Kongemose og Ertebølleboplader i området. For Maglemosekulturens vedkommende er det vanskeligt at udlede, hvor stor en andel af bopladerne der blev anlagt i

kystområderne. Det er dog kendt, at kystbosættelse forekom i yngre Maglemosekultur. Desuden lå mange bopladser tilsyneladende ved de ferske vandes bredder. Der er blevet argumenteret for, at der blandt Maglemosetidens bopladser på Bornholm og i Vendsyssel er en overvægt af lokaliteter, som blev anlagt et stykke fra kysterne, men dog i en afstand, så man stadig havde adgang til disse (dvs. op til et par kilometer inde i landet) (Astrup 2018). Dette står i skærende kontrast til situationen i Kongemose og Ertebøllekulturen, hvor bopladserne næsten udelukkende blev anlagt direkte ved kysterne. Således synes der at kunne spores et skifte i bosættelsesmønstret, selvom det endnu ikke kan afgøres, i hvilket omfang man benyttede sig af egentlige kystbosættelser i Maglemosekulturen. I forhold til at udpege de mest lovende områder i Maglemosetidens landskab vides det derfor ikke præcist, hvor stor en værdi, man skal tillægge datidens kystområder.

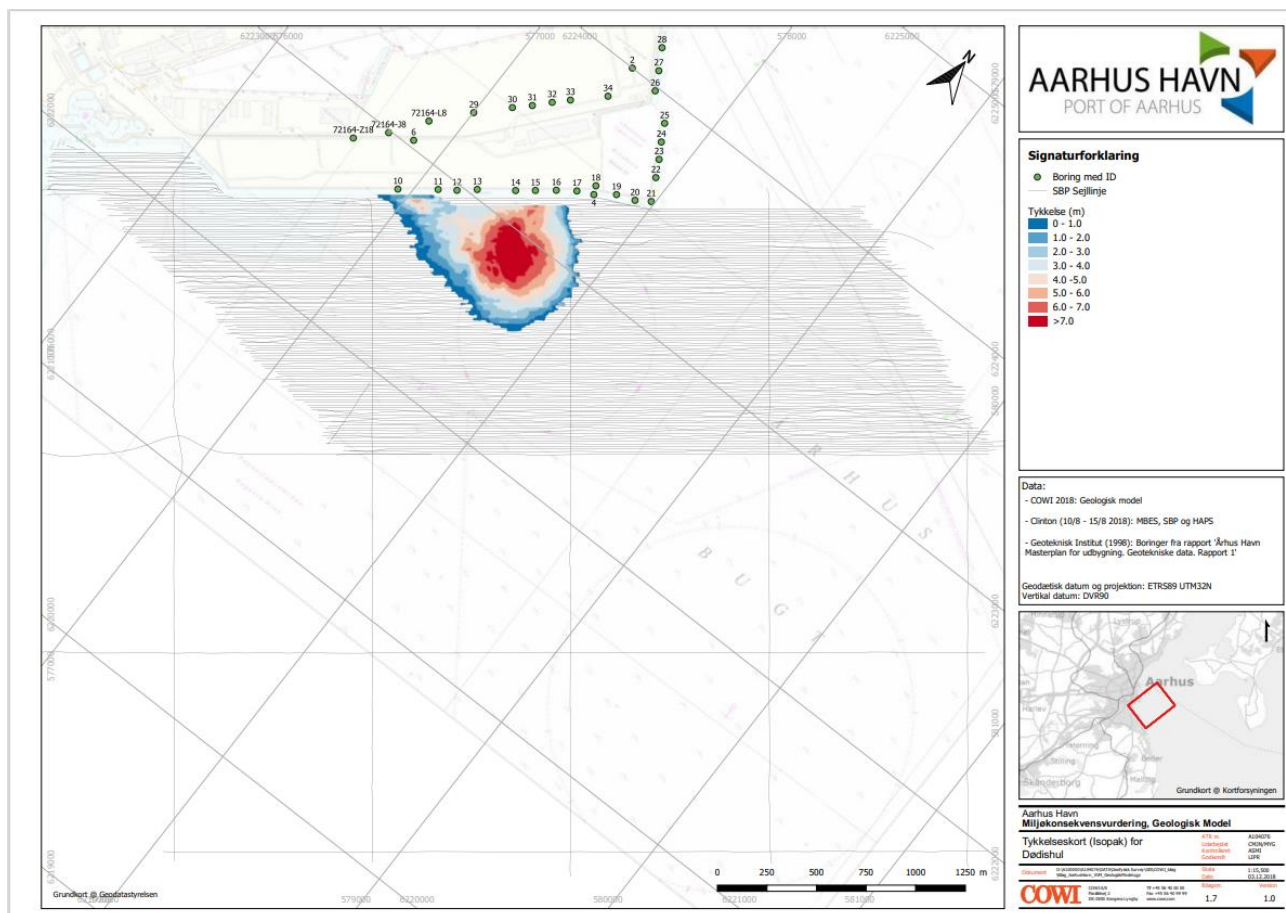
Normalt vil man i en arkæologisk analyse på baggrund af det rekonstruerede landskab anvende topografiske modeller (f.eks. fiskepladsmodellen) til at udpege de områder, hvor man mener, at der er særlig stort potentiale for, at der har været bosat mennesker. Den såkaldte fiskepladsmodel (f.eks. Fischer 1993, 1997; Sørensen 1996) går kort fortalt ud på, at kystbopladserne lå placeret i områder, som egnede sig til rusefiskeri. Modellen vurderes at være anvendelig i forhold til at lokalisere kystbosættelser fra hhv. Kongemose og Ertebøllekulturen, velvidende at der i disse perioder også fandtes bosættelser, som blev placeret ud fra andre parametre; det gælder f.eks. indlandsbopladser, jagtstationer etc. Generelt gælder det, at de tidligmesolitiske kystlinjer har været eksponerede for sedimenttransport/erosion mm. længere end de senmesolitiske. Derfor må det også forventes, at de er mindre velegnede til at lokalisere eventuelle bopladser. For området foreligger der modeller, som er forsøgt korrigeret for sedimenttransport, men det ændrer ikke ved, at det er usikkert, om fiskepladsmodellen egner sig til at lokalisere datidens bopladser og vise hvilke typer bopladser, man *ikke* finder ved ensidigt at målrette undersøgelserne i kystområderne.

Udpegning af områder med sedimentakkumulation

Områder med et tykt sedimentdække kan på den ene side være ensbetydende med velbevarede bopladser, men kan omvendt også være omkostningstunge at udforske. På baggrund af datamaterialet, der er stilet til rådighed af COWI, er der lavet en kortlægning over de områder, hvor sedimentdækket er så tykt, at eventuelle undersøgelser ikke lader sig udføre alene vha. dykning. Datagrundlaget dækker over en udpegning af sandlag og lag med dynd.



Figur 8. Tykkelseskort (isopak) for marint sedimentdække. Tykkelseskortet viser, hvor det ikke vil være muligt at lokalisere arkæologiske lokaliteter eller objekter ved simple dykkerbesigtigelser/rekognosceringer. Overstiger sedimentdækket 1m vil det typisk ikke være muligt at undersøge ved hjælp af dykkere.



Figur 9. Tykkelseskort (isopak) for dødishullet.

Udpegning af områder med betydelig erosion/erosionsflader

Som det ses af kystforskydningskurven (Figur. 5) steg havniveauet ca. 10 m i perioden fra 6500 f.Kr til 5500 f.Kr. Siden da har havniveauet ligget indenfor plus/minus 2-3 m fra det nuværende havspejl. Det betyder, at erosionen nær det nuværende havspejl har haft lang tid til at virke, hvilket også ses af de udstrakte erosionsflader, kystklinter mm. Efterhånden som havniveauet steg, kom de lavereliggende områder ned på dybder, hvor der råder betingelser for dyndaflejring.

Kortlægning af områder, hvor havbunden har været udsat for kraftig erosion, er vigtig, idet det er usandsynligt, at der er velbevarede stenalder-levn i disse områder. Det kan f.eks. være erosionsflader med eksponerede forekomster af undergrundsler. Sidescan optagelser af store sten mm. kan ligeledes benyttes til at udpege erosionsflader. De leverede data indeholder ikke en tolket model af erosionsfladerne, og disse er derfor ikke kortlagt. Dog vurderes det, at der er et

sammenfald mellem området, hvor der ikke er påvist marint sedimentdække og tilstedeværelsen af en større erosionsflade (se f.eks. Figur 8).

Udpegning af områder med ferskvandsaflejringer/tørvmoser

Kortlægningen af ferskvandsaflejringer/tørvmoser mm. er interessant af flere grunde. Moser i andre dele af Danmark har nemlig vist at være rige på fund fra Maglemosekulturen. Omvendt ser det ud til, at søerne i løbet af Kongemosekulturen mister deres betydning til fordel for den åbne kyst. Det er f.eks. blevet dokumenteret, hvorledes de store moser på Sjælland er langt fattigere på fund fra Kongemosekulturen, end de er på fund fra Maglemosekulturen. Ligeledes er det muligt at kortlægge de borer, hvori der er påvist tørvelag. Selvom der ingen garanti er for, at tørvelagene indeholder arkæologisk materiale, viser de, at den oprindelige overflade er bevaret.

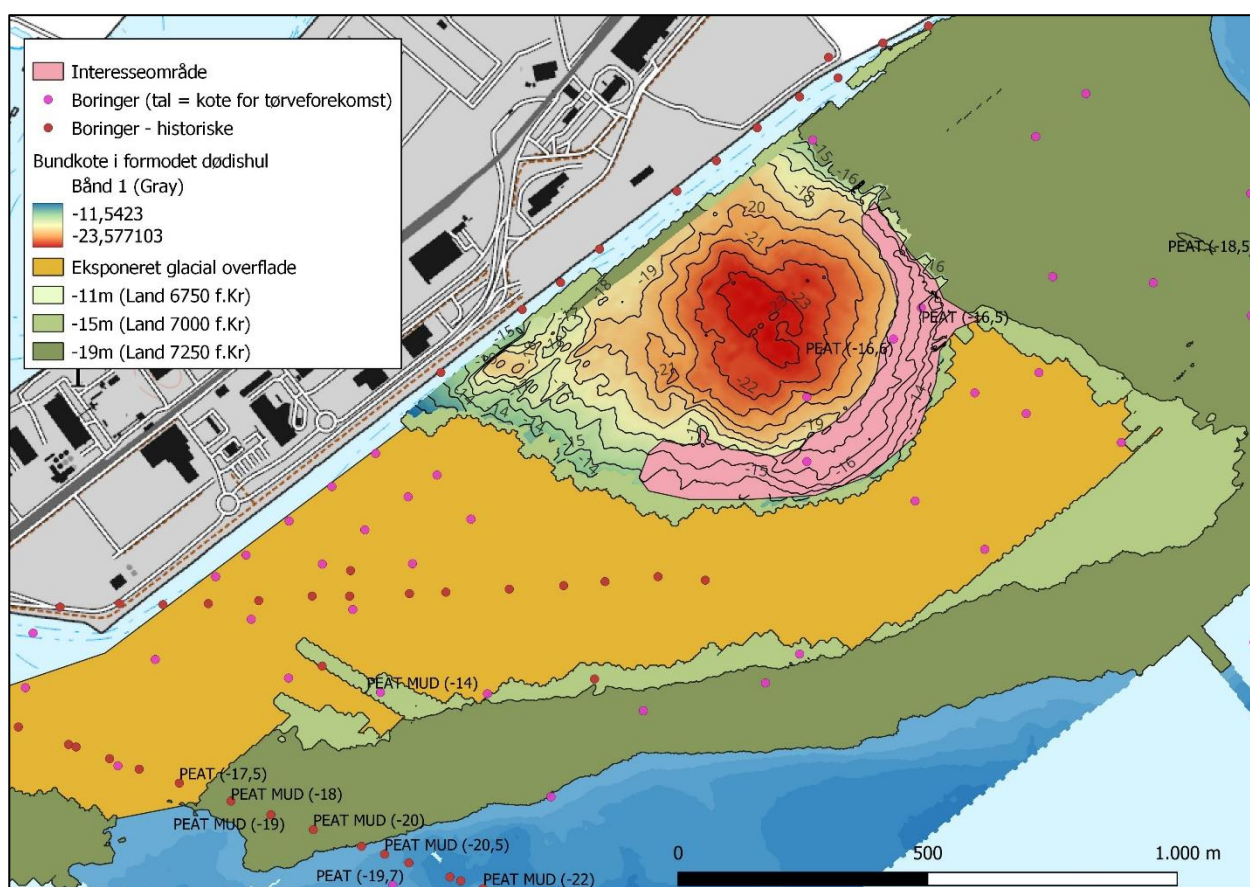
Samlet vurdering af projektområdet

Systematiske arkæologiske eftersøgninger efter bosættelsesspor er stort set ikke udført i området, og den konkrete viden om områdets undersøiske stenalderbosættelse er derfor begrænset.

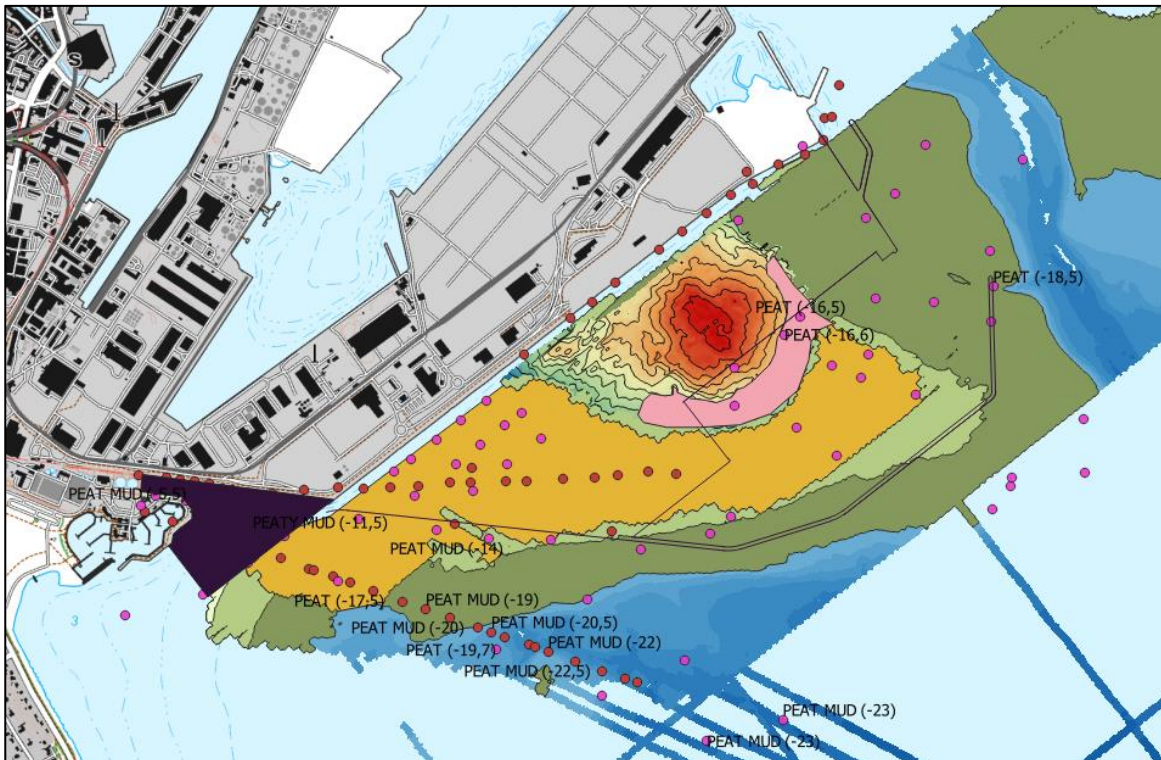
Figur 10 viser, hvor Moesgaard Museum vurderer, at sandsynligheden er størst for, at der kan befinde sig kulturhistoriske objekter fra den ældre stenalder. Udpegningen af interesseområdet er baseret på de geologiske observationer, kystforskydningskurven, bundforholdene, sedimentakkumulation/erosion og topografien sammenholdt med viden om bosættelsesmønstret i de respektive tidsrum. Det er vigtigt at pointere, at det ikke nødvendigvis er områderne eller et givent dybdeinterval, som vurderes at rumme den største koncentration af bopladser, som er de mest interessante. Således vil det være en arkæologisk vurdering, hvordan man prioriterer ressourcerne, når/hvis der skal laves egentlige arkæologiske undersøgelser. Om det for eksempel vurderes for lønsomt at satse på de udforskede områder, hvor sandsynligheden for at påvise bopladser er mindst, men hvor det videnskabelige afkast omvendt er størst. Eller om ressourcerne prioriteres bedst i de områder, hvor sandsynligheden for at finde noget er størst.

Det udvalgte interesseområde på Figur 10 var beboeligt i Maglemosekulturen, hvor det på forskellige tidspunkter befandt sig tæt på dødishullet og kystzonen. Som det er beskrevet tidligere, vides det endnu ikke, i hvilket omfang kystområderne blev udnyttet i Maglemosekulturen (9000-6400 f.Kr), men området udmærker sig ved, at det både har befundet sig op af et dødishul (sø?), et

muligt åudløb og i nær afstand til kysten. Området vurderes derfor at have været et oplagt sted at bosætte sig. Andre undersøgelser har også vist, at dødishullerne kan indeholde velbevaret arkæologisk materiale. De ældste knogler i Danmark fra dyr, som er nedlagt af mennesker, er f.eks. fundet i et dødishul (Holm og Rieck 1992). I området mellem den eksponerede moræneflade og dødishullet er der et begrænset sedimentsække (2.5m over tørveforekomsterne i boringerne). Det vurderes derfor, at betingelserne for at udføre en egentlig forundersøgelse vha. grab er i dette område er gode grundet et begrænset sedimentdække. Dødishullets midterste dele har også stor arkæologisk interesse, men er ret ufremkommelige på grund af sedimentdækket. Skulle det være muligt at udføre en sugeprøve i dette område, er dette også ønskværdigt.

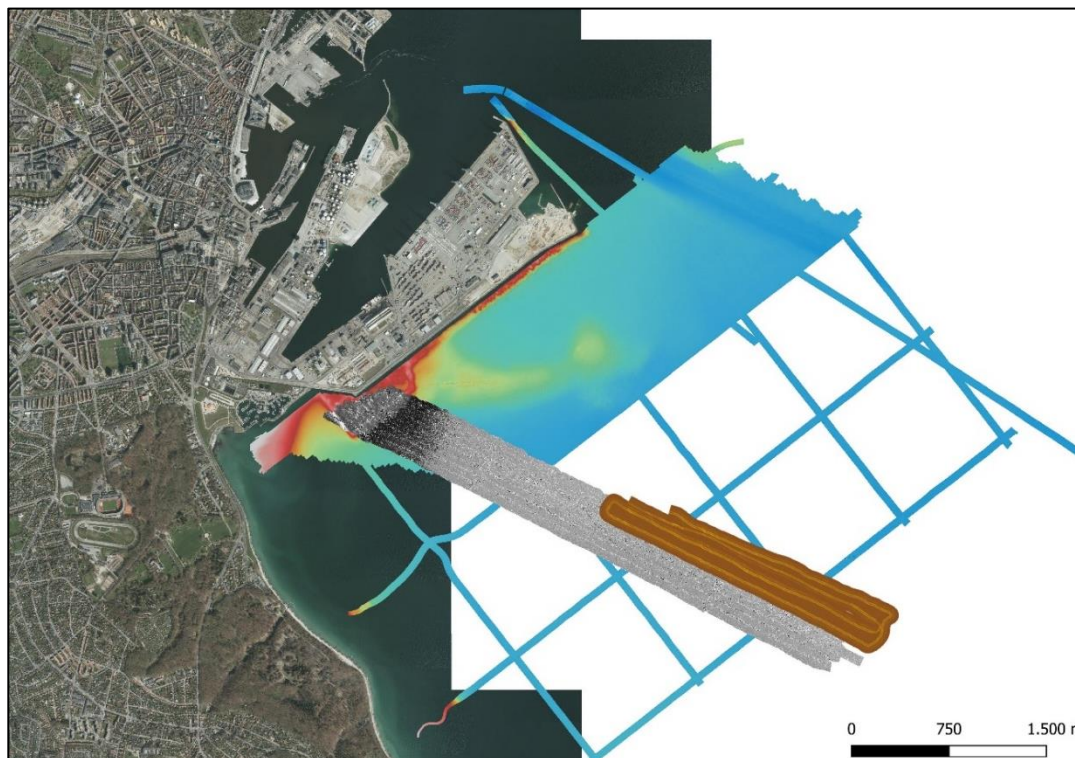


Figur 10. Med lyserød farve ses det område som vurderes at rumme det største arkæologiske potentiale.



Figur 11. Placeringen af interesseområder i forhold til de forestående anlægsarbejder.

Identifikation af anomalier på baggrund af geofysiske data (leveret af COWI)



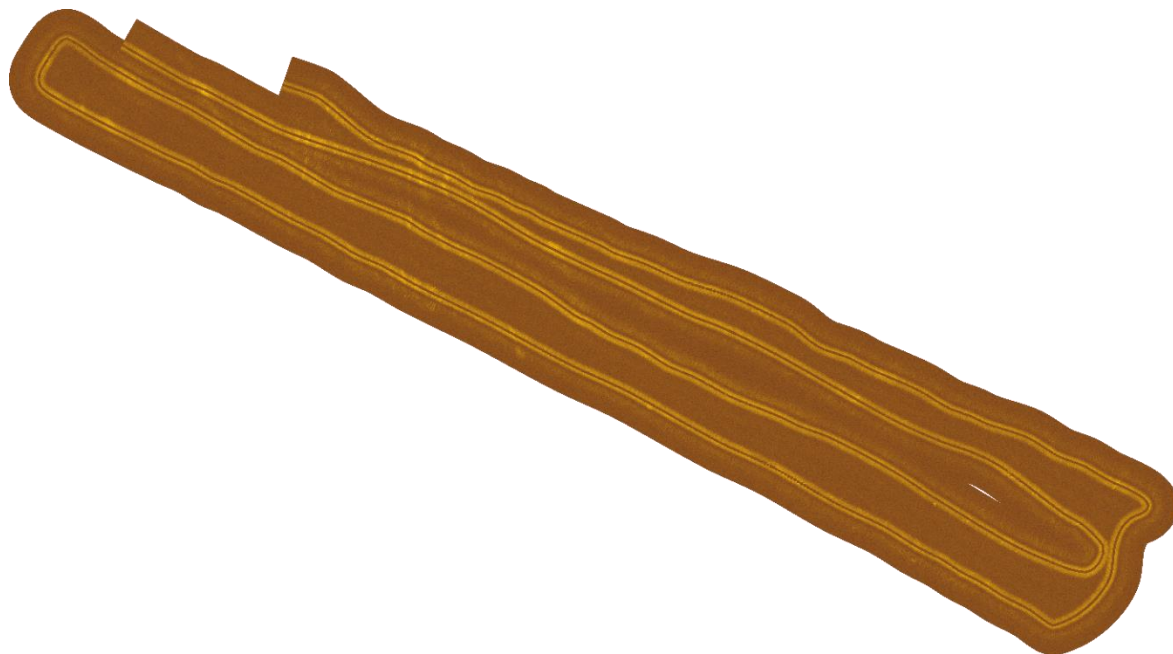
Figur 12. Visuel fremstilling af de forskellige typer geofysike data som er gennemset for at vurdere, om der findes anomalier/vrag i området. Herudover har Moesgaard Museum modtaget charts med magnetometriske anomalier i pdf format.

Yderhavnen

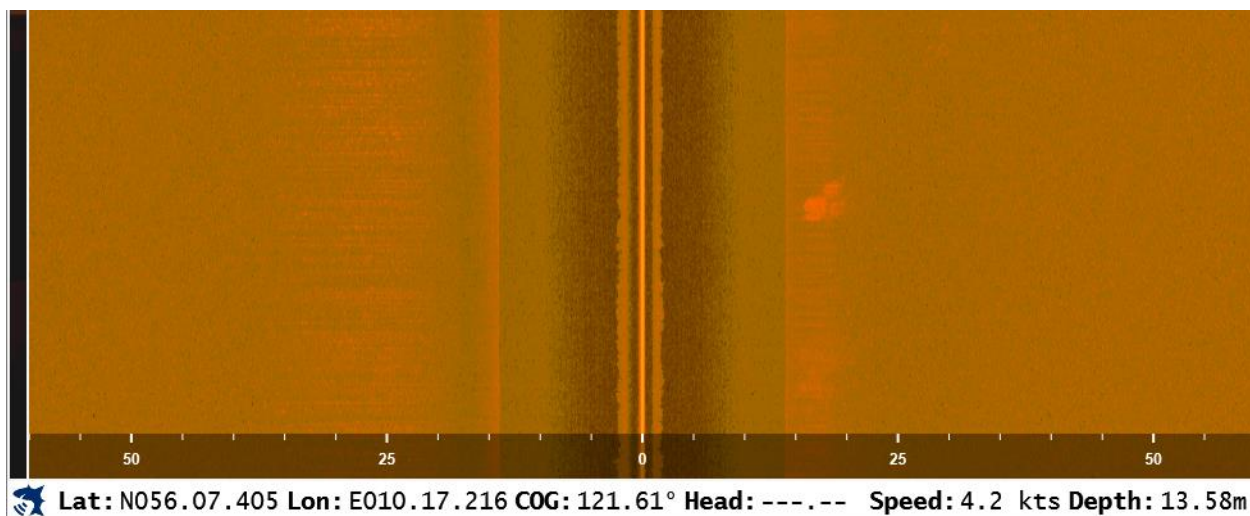
De geofysiske data fra Yderhavnen er gennemgået ved at se, om der i multibeam data (opløsning 0.25m) er noget som rager op fra havbunden. I forbindelse med gennemgangen er der ikke påvist anomalier som vurderes at være af arkæologisk interesse.

ReWater (landindvinding og udløbsledninger)

De geofysiske data i områderne ved ReWaters landindvinding og udløbsledninger er vurderet ved at gennemse backscatter data (geotiff fil) i opløsning på 0.25m. I datasættet ses tydelige spor/furer i havbunden, men der er ikke påvist nogle anomalier, som vurderes at være af arkæologisk interesse. En ændring i placeringen af udløbsledningerne betød, at Moesgaard Museum lavede en ny side-scan kortlægning for at sikre, at der ikke fandtes vrag i området. Denne opmåling blev udført den 28 juni vha. Lowrance Elite 9ti2 udstyr. Det opmålte område fremgår af figur 12 og 13.



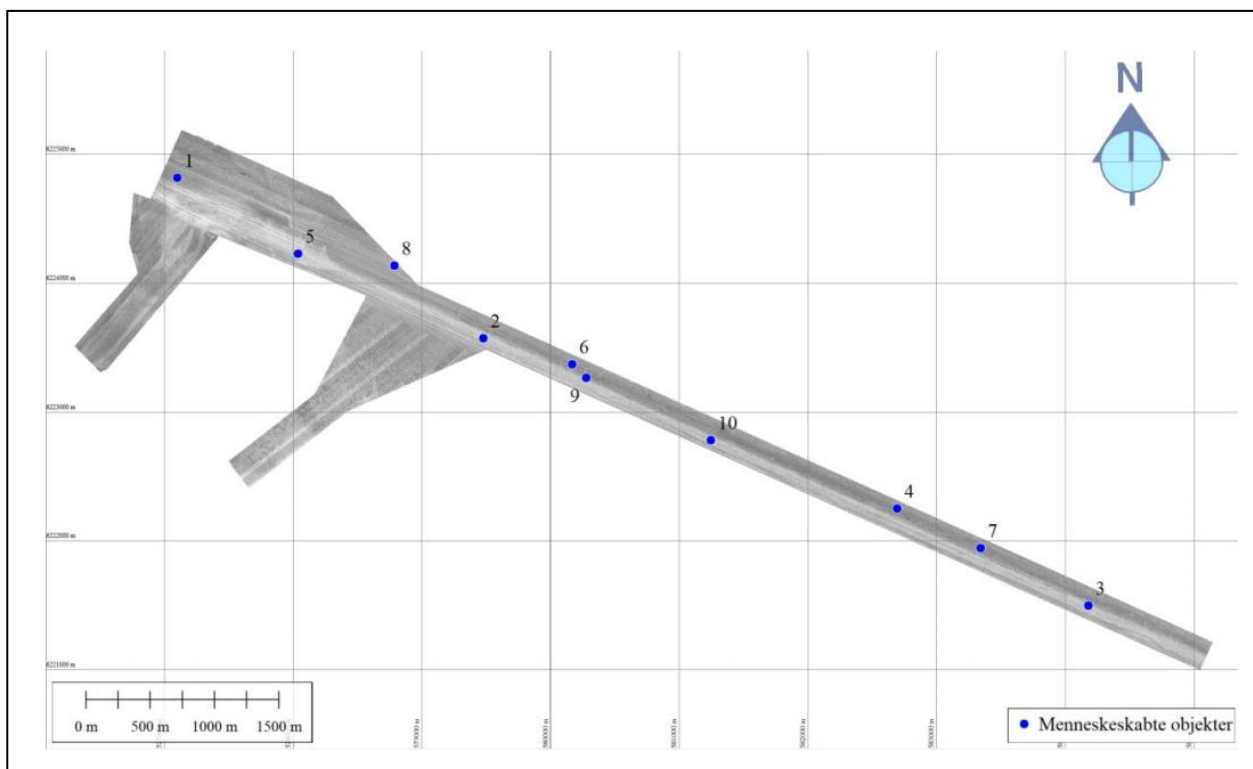
Figur 13. Side-scan optagelser foretaget af MM. Se Figur 12 for specifikation af området.



Figur 14. I forbindelse med Moesgaard Museum side scan optagelser fandtes en enkelt udefinerbar anomali. Anomalien er ikke undersøgt nærmere.

Sejlrenden

Side scan data for sejlrenden er tidligere gennemset af Marie Jonsson fra Strandingsmuseet forud for udførelsen af 11 vibrocores. Der blev ved disse undersøgelser ikke påvist anomalier, som vurderes at være af arkæologisk interesse. Rambøll har ligeledes i forbindelse med deres geofysiske kortlægning af havneområdet og sejlrenden (Rapport fra 2020) påvist 11 anomalier (se Figur 15 for placeringen af anomalierne). 1-5 repræsenterer mindre aflange objekter, mens 6-10 antages at være tovværk. Billeder, beskrivelser mm kan findes i Rambølls rapport. Ingen af anomalierne vurderes at kræve yderligere undersøgelser i sejlrenden.



Figur 15. Anomalier fra sejlrenden. Fra Rambølls geofysiske rapport : ”Råstofindvinding Aarhus Havn. Geofysisk kortlægning af havneområdet og sejlrenden”

På baggrund af de udleverede geofysiske data vurderes det ikke for sandsynligt, at der befinder sig eksponerede vrage i området. Det skal bemærkes, at side-scan og multibeam ikke er i stand til at afgøre, om der befinder sig vrage under sedimentet. Derfor kan det ikke udelukkes, at der er trævrage i området, som ikke fremgår i de geofysiske data og magnetometer undersøgelser.

Afsluttende bemærkninger og konklusion

På baggrund af den geoarkæologiske analyse vil Moesgaard Museum anmode SLKS om, at der laves en marinarkæologisk forundersøgelse indenfor det på Figur 10+11 viste interesseområde. Forundersøgelsen vil kunne udføres ved at suge eller grabbe materiale, som gennemses af arkæologer. På baggrund af indledende drøftelser med COWI omkring den praktiske udførelse af en sådan forundersøgelse vurderes det at være praktisk muligt at gennemføre dette i forbindelse med uddybningsarbejderne for Yderhavnen.

Det vurderes ikke, at der er behov for at udføre en arkæologisk forundersøgelse i områderne, som berøres af ReWater (dvs. landindvindingsområdet og udløbsledningerne). Moesgaard Museum vil således ikke stille krav om yderlige arbejde i disse områder.

På baggrund af gennemgangen af de geofysiske data vurderes det ikke for sandsynligt, at anlægsarbejderne vil gøre skade på vrage i områderne. Multibeam og side scan sonar er imidlertid ikke i stand til at identificere eventuelle begravede vrage, som derfor godt kan befinde sig i området. Findes der i forbindelse med anlægsarbejderne spor efter sådanne vrage i form af skibstømmer etc., er det vigtigt, at der rettes omgående kontakt til Moesgaard Museum.

På vegne af Moesgaard Museum

Peter Moe Astrup

Litteratur

Astrup, P. M. Sea-level change in Mesolithic southern Scandinavia. Long- and short-term effects on society and the environment. Jutland Archaeological Society Publications Vol 106, 2018.

Bennike, O., Katrine Juul Andresen, Peter Moe Astrup, Jesper Olsen, Marit-Solveig Seidenkrantz., accepted 2021. Late Glacial and Holocene shore-level changes in the Aarhus Bugt area, Denmark. GEUS Bulletin

Fairbanks, R.G. 1989, A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. Nature, vol. 342, pp. 637-642.

Fischer, A. 1993. Stenalderbopladser på bunden af Smålandsfarvandet. En teori afprøvet ved dykkerbesigtigelse. Hørsholm: Skov- og Naturstyrelsen.

- Fischer, A. 1997. People and the sea-settlement and fishing along the Mesolithic coasts. In *The Danish Storebælt since the ice age-man, sea and forest* (L. Pedersen, A. Fischer, and B. Aaby, eds.): 63–77. Oxford: Oxbow.
- Holm, J., og Rieck, F., 1992. Istidsjægerne ved Jelsøerne : Hamburgkulturen i Danmark
- Lambeck, K., Rouby, H., Purcell, Y.S. & Sambridge, M. 2014: Sea-level and global ice volumes from the Last Glacial Maximum to the Holocene. *Proceedings of the National Academy of the United States of America (PNAS)* 111, 15296–15303.
- Rasmussen, P., Pantopoulos, G., Jensen, J. B., Olsen, J., Røy, H. & Bennike, O. 2020: Holocene sedimentary and environmental development of Aarhus Bay, Denmark – a multi proxy study. *Boreas* 49, 108–128.
- Reimer, P. et al. 2020: The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kB. *Radiocarbon* 62, doi: 10.1017/RDC.2020.41.
- Skriver, C., P.M. Astrup & P. Borup. 2018. Hjørnø Sund – all year, all inclusive. A submerged Late Mesolithic coastal site with organic remains. *Journal of Danish Archaeology*. pp. 1-23.
- Sørensen, S.A. 1996. Kongemosekulturen i Sydskandinavien. Egnsmuseet Færggården.