

Fribrødre Å – Fribrødre Fjord

Undersøgelser omkring det tidlige middelalderlige skibsværft

NNU Rapport 1:2009

af Morten Fischer Mortensen og Charlie Christensen

Nationalmuseets Naturvidenskabelige Undersøgelser

1. BAGGRUND FOR UNDERSØGELSEN	3
<i>Lokalitetsbeskrivelse</i>	3
2. TIDLIGERE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER	4
3. GEOLOGISKE OG VEGETATIONSHISTORISKE UNDERSØGELSER 2008	5
<i>Resultater</i>	8
<i>Pollenanalyse ved værftsområdet</i>	8
<i>Pollenanalyse ved bredningen</i>	9
<i>Makrofossilanalyse ved bredningen</i>	11
<i>Glødetabsanalyserne ved bredningen</i>	13
4. DISKUSSION	14
5. KONKLUSION	18
BILAG 1: POLLENANALYSE FRA FUNDOMRÅDET	20
BILAG 2: POLLENANALYSE FRA BREDNINGEN	24
BILAG 3: POLLENANALYSE TEORI OG METODE.....	27
LITTERATURLISTE	29

1. Baggrund for undersøgelsen

I perioden 1982 til 1993 udgravede Vikingskibsmuseet under ledelse af Jan Skamby Madsen et tidligt middelalderligt værftsområde med bredden af Fribrødre Å på Falster.

Nationalmuseets Naturvidenskabelige Undersøgelser, ved Charlie Christensen, udførte geobotanisk feltarbejde i tilknytning til udgravningerne.

I udgravningsfelterne blev der foretaget profilopmåling (eller ydet vejledning i de tilfælde, hvor opmålingerne udførtes af udgraverne), hvortil kommer lagdiagnosticering og prøveudtagning. Herudover udførtes geologiske undersøgelser i ådalen for at fastslå fundområdet udstrækning samt udbredelsen af de marine aflejringer i både den syd- og vestgående gren af dalen. I "bredningen" nord for N. Snekkebjerg blev der i 2008 udført dybdeboringer med henblik på fremstilling af et regionalt pollendiagram, som kan korreleres med undersøgelserne fra fundområdet.

Til de geologiske undersøgelser skal tillige medregnes kortlægningen af det tidligere åløb udført af Erik Maagaard Jacobsen, Geocon.

Denne rapport har til formål at redegøre for resultaterne af 2008-undersøgelserne samt kort at skitsere de geologiske og arkæobotaniske undersøgelser, som tidligere er udarbejdet.

Lokalitetsbeskrivelse

Lokaliteten er beliggende på Falster, nær Stubbekøbing, ved bredden af Fribrødre Å, cirka 2 km inde i landet (se figur 1). Området henligger i dag som en ådal, men har i fortiden været et fjordsystem, som har strakt sig langt ind i landet. Et par hundrede meter nedstrøms værftsområdet, findes et større åbent vådbundsområde som i fjordperioden må have haft karakter af en indsø eller bredding. Hvorvidt fjorden stadig var eksisterende i værftets funktionsperiode er et af de centrale spørgsmål i nærværende undersøgelse.



Figur 1: Værftsområdet er beliggende omkring 2 km opstrøms den nuværende Fribrødre Å's udløb ved Stubbekøbing.

2. Tidligere geologiske undersøgelser

Det middelalderlige åløb er registreret og undersøgt i udgravningsfelter og søgegrøfter på 5 positioner:

Syd for S. Snekkebjerg, umiddelbart efter at den nuværende å skifter retning fra vest til nord. To søgegrøfter gravet i 1987. Ingen skibsfund. I dalsiden var bevaret lomme af gytje med neolitisk flint, hvorfra to pollenprøver er analyserede.

Ud for S. Snekkebjerg. Syv grøfter gravet i 1993, flere af dem gående helt op af dalsiden. Kun enkelte skibsdele. I nordligste grøft er der udført kulstof 14-datering på en horisont af jordstængler af tagrør, som viser, at 600 e. Kr. var fjorden på denne position omdannet til en ådal med en veldefineret å løbende gennem en rørskov.

Mellem S. og N. Snekkebjerg. Udgravningsfelter i 1985, 1987 og 1991, som skar begge åløbets bredder. Der forekom store mængder af skibsdele og andet træ i selve de grove åløbsaflejringer. En faskine ved vestlige bred blev kulstof 14-dateret til aktivitetstidspunktet i tidlig middelalder, mens to dateringer af træ fra anlæg på land på vestre åbred gav aldre på henholdsvis bronzealder og sen jernalder.

I profilerne sås meget tydeligt, at åløb samt nærmest liggende, laveste del af dalen blev oversvømmet efter aktivitetsperioden, hvorved "fundsituationen" blev forsejlet og bevaret. Lagene afsat ved denne oversvømmelse ser ud til at være sødannelser, men årsagen til

vandstandsstigningen er umiddelbart svært at forstå. Mølleopdæmning ved åens udløb ved Stubbekøbing er en mulighed. De limniske lag overlejres af et velmarkeret men tyndt lag af sumptørv, som blev kulstof 14-dateret til 1600-tallet. Herover følger endnu en limnisk sekvens, men præget af stor tilførsel af ler, formentlig som følge af forstærket opdyrkning i omegnen.

Der er udtaget fine prøveserier til belysning af, hvad der foregår efter aktivitetsperioden.

En lang grøft blev ført fra åløbet mod vest, op gennem dalsiden. Profilet viste meget illustrativt nedskridningen/nedpløjning af jordlag af op til 2 m's tykkelse samt jordbundsudviklingen fra aktivitetsperioden frem til i dag.

Ved N. Snekkebjerg. Her blev udført udgravninger i 1982 og 1983. Det var her skibsdele først blev opdaget, og de forekom i åløbsaflejringerne i meget store mængder. Fra de lag, som åløbet gennemskar/overlejrede, afsat i den forudgående fjordperiode, blev der udført 6 pollenanalyser, som alle var fra jernalderen.

Nord for N. Snekkebjerg. Udgravning i 1986. Et felt ved den vestlige dalside gav en neolitisk boplads. Herfra lagdes en lang grøft mod NØ, ud til det formodede åløb. Sidstnævnte var meget svagt afgrænset og uden de karakteristiske åløbsaflejringer med skibsdele. Tilsyneladende befandt vi os nær udløbet af åen i den såkaldte bredning. En flettet konstruktion, fiskegærde?, blev kulstof 14-dateret til aktivitetsperioden. I den førnævnte lange grøft blev der udført to pollenanalyser i gytje ved et træstykke, dateret til tidlig neolitisk tid.

Der er foretaget orienterende pollenanalyser på 13 prøver og udført 7 kulstof 14-dateringer, overvejende med henblik på udredning af svingninger af havspejlet gennem "Fribrødre-fjordens" 6000 års lange eksistens (Christensen 1995)

3. Geologiske og vegetationshistoriske undersøgelser 2008

Det primære formål med 2008 undersøgelserne har været at belyse besejlingsforholdene under værftsperioden tilligemed en beskrivelse af områdets geologiske og vegetationshistoriske udvikling.

Undersøgelserne er udarbejdet på materiale udtaget i forbindelse med udgravningen i værftsområdet og indeholder sedimenter som primært er aflejret efter værftsperiodens ophør, hvor området overlejres af sø-sedimenter (se figur 2). Der er ligeledes analyseret sedimenter tilhørende værftsperioden, men disse aflejringer er åløbsaflejringer, som med stor sandsynlighed er påvirket af omlejring eller på anden måde forstyrret. I alt er der analyseret 14 pollenprøver fra fundområdet.

Pollenserie af søaflejringen



Å-aflejring

Figur 2: Pollenserien fra fundområdet er udtaget primært i den søaflejring, som overlejrer fundlaget.

For at beskrive forholdene før og under værftperioden har det derfor været nødvendigt at supplere med en ny prøveserie nord for området, hvor tidligere geologiske undersøgelser har påvist aflejringer dækkende hele den Holocæne periode (se figur 3). Prøverne har efterfølgende kunne korreleres med pollenanalyserne fra værftområdet og her igennem beskrive udviklingen før, under og efter værftets funktionsperiode. Foruden pollenanalyser er udvalgte områder analyseret for makrofossiler samt indholdet af organisk materiale og kalk. I alt er der analyseret 24 pollenprøver, 27 makrofossilprøver, samt 184 glødetabsprøver (kaldet LOI: Loss-on-ignition) fra lokaliteten nord for værftet. Detaljer omkring metoder findes i bilag (3).



Figur 3: Den geologiske rekognosering er foretaget underudgravningerne i 1982-1993, mens pollenserien i bredningen (markeret med orange) er udtaget i 2008.

I bestræbelserne på at påvise overgangen mellem det marine og ferske miljø blev sedimentets ledningsevne forsøgsvist målt (havvandets indhold af Na^+), og der blev udført røntgenfluorescensmåling, som kan detektere tungere grundstoffer. Ingen af disse målinger har dog vist et resultat, som kan forbindes med de økologiske ændringer, som er registeret ved de andre analyser. Resultaterne vil derfor ikke blive yderligere omtalt i denne rapport.

Resultater

Resultaterne af de vegetationshistoriske og geofysiske undersøgelser er her fremstillet tillige med en kort beskrivelse af miljøet. En mere detaljeret redegørelse for udviklingen findes i diskussionsafsnittet. De vegetationshistoriske og geofysiske resultater er inddelt i lokale zoner (pollen: LPAZ, makro: LMAZ, Gøldetab:LOI). Zoneringen er foretaget på baggrund af et subjektivt skøn.

Undersøgelser i værftsområdet

Under udgravningen af værftsområdet blev der i prøvefelt xxxx udtaget en pollenserie på 14 pollenprøver (figur 2). Formålet med denne pollenserie har været at belyse og datere forholdene under og i særdeleshed efter, værftsperiodens ophør. Nederste zone omfatter åløbsaflejringerne, som også rummer det arkæologiske fundmateriale. De øvrige zoner omfatter de overliggende gytje/sumptørvs lag. Pollendiagrammet er vedlagt som bilag 1.

Pollenanalyse

LPAZ 1. Alnus-Filipendula (142-125 cm: 2 prøver)

Zonen er karakteriseret ved et højt indhold af Alnus (El) og et relativt højt indhold af Filipendula (Mjødurt) som afspejler vegetationen ved og opstrøms værftsområdet. Alnus kan vokse som enkelttræer langs brinken og som skovdannende træ i vådområder. Filipendula må formodes at være Filipendula ulmaria (Almindelig Mjødurt), som har vokset i de fugtige engområder langs åen. Da prøverne er udtaget i åløbsaflejringerne, som med stor sikkerhed er omlejet, vil konklusioner omkring landskabet være behæftet med en høj grad af usikkerhed.

LPAZ 2. Humulus-Hordeum (125-90 cm: 5 prøver)

Zonen er karakteriseret af et højt indhold af Humulus (Humle/Hamp) og Hordeum (Byg). Det høje indhold af Humulus må tilskrives rødnings af hamp til tekstil- og rebfremstilling, mens indholdet af Hordeum kan komme fra dyrkning af byg eller fra græsarten sødgræs (Glyceria sp.), som ofte er udbredt langs vandløb. Da Hordeum her optræder sammen med pollen af Secale (Rug) er det sandsynligt at Hordeum pollen afspejler lokalt dyrket byg.

Træpollen optræder kun i beskedne mængder og indikerer ikke skovudbredelse i umiddelbar nærhed af værftsområdet.

Pollen af vandplanter har størst andel i denne zone, hvor denne del af ådalen henligger som sø.

LPAZ 3. Poa-Cyperaceae (90-32 cm: 7 prøver)

Pollen af Humulus er reduceret kraftigt i denne zone, mens Hordeum og Secale vedbliver at optræde i relative høje koncentrationer.

Poaceae (Græsfamilien) øges sammen med vådbundsplanterne, hvor særligt andelen af Cyperaceae (Halvgræsfamilien) øges. Samtidigt reduceres andelen af vandplanter. Dette må tolkes som en tilgroning af søen og en begyndende dannelse af et nyt ådals stadie.

Undersøgelser i bredningen.

Nedstrøms værftsområdet, i området kaldet bredningen, er der analyseret 24 pollenprøver (bilag 2), 27 makrofossilprøver (figur 4), samt 184 LOI prøver (figur 5).

Pollenanalyse

LPAZ 1: Alnus-Quercus zone (450-320 cm: 5 prøver)

Med udtagelse af nederste prøve, som er udtaget i en tørveaflejring, er alle prøverne udtaget i marin gytje. Zonen er hjemmehørende i Atlantisk tid og er domineret af træpollen, hvor særligt Alnus optræder i store mængder. Tilia (Lind), Ulmus (Elm) og Quercus (Eg) optræder ligeledes med relative høje værdier. Urter knyttet til tørbund og vådbund, med udtagelse af Poaceae, optræder kun sparsomt.

Det marine indslag afspejles i tilstedeværelse af Ruppia (Havgræs) og cyster af Dinoflagelater ("Hystrix").

Området har i denne periode været dækket af elleskov i vådområderne langs fjorden, mens en blandingskov af Lind, Eg og Elm har domineret på mere veldrænet jordbunde længere inde i landet.

LPAZ 2: Betula-Corylus zone (320-250 cm: 3 prøver)

Denne zone repræsenterer den klassiske landnams fase startende med elmefaldet efterfulgt af et kortvarig maksimum af Betula (Birk) som afløses og afsluttes af et maksimum af Corylus (Hassel). Gennem talrige studier af elmefaldet og indførelsen af agerbruget kan starten af zonen med stor sikkerhed dateres til ca. 6000 B.P.

Fjordens tilstedeværelse afspejles ved optræden af Ruppia og Dinoflagelat cyster som begge er knyttet til marine forhold.

LPAZ: 3 Poaceae-Plantago lanceolata (250-155 cm: 5 prøver)

Zone 3 er karakteriseret ved lave værdier af træpollen mens pollen af urter øges. Hordeum optræder for første gang og stammer sandsynligvis fra lokaldyrkning af byg. Agerbrugets indvirkning på miljøet ses også gennem stigende mængder pollen fra arter som Artemisia (Bynke), Achillea (Røllike), Chenopodiaceae (Salturtfamilien), Plantago lanceolata (Lancetbladet vejbred) og Rumex acetosella/acetosa (Rødknæ/Syre), der optræder som ukrudt på dyrkede marker eller på græssede arealer.

Vådbundsplanter optræder i beskedne mængder, mens vandplanterne er domineret af Ruppia, som sammen med cyster ad Dinoflagelater indikerer et marint miljø. Hen mod overgangen til den efterfølgende zone 4 reduceres Ruppia og flere ferskvands indikatorer som Myriophyllum verticillatum (Krans-tusindblad), Potamogeton (Vandaks) og Pediatrum (grønalg) begynder at optræde i analyserne.

LPAZ 4: Fagus-Carpinus (155-130 cm: 2 prøver)

I denne zone har Fagus (Bøg) et distinkt maksimum, mens der ses et mindre maksimum i Fraxinus (Ask) og Carpinus (Avnbøg). De fleste andre træpollen stagnerer eller reduceres. I andelen af urtepollen ses særligt en reduktion i Poaceae.

LPAZ 5: Humulus-Secale (130-65 cm: 4 prøver)

Et meget markant maksimum af Humulus kendetegner denne zone. I lighed med pollenanalyserne fra værftsområdet må disse pollen stamme fra røding af hamp. Da pollen fra røding af humulus må føres nedstrøms, er det givet at Humulusstigningen kan anvendes til at korrelere de to analyserede lokaliteter.

Foruden rødingen af hamp kan den humane aktivitet registreres i den stigende andel af dyrkede arter som rug, byg og Spergel. Ligeledes er der en voksende andel af tørbundsarter, som overvejende reflekterer agerbrug.

Mens vådbundsplanterne stadig optræder i en begrænset mængde ses en kraftig forøgelse af vandplanter både hvad angår artsantallet og hyppigheden af de enkelte arter. Det afspejler dannelsen af et ferskvands miljø, hvilket også afspejles i mikrofossil floraen.

LPAZ 6: Pinus-Cyperaceae (65-32 cm: 3 prøver)

I pollenzone 6 øges andelen af Pinus (Fyr) og Betula, mens de resterende træarter kun optræder i mindre omfang. Af de dyrkede arter ses kun Hordeum, mens de fleste landbrugsindikatorer reduceres.

I den første del af zonen ses en markant fremgang af vådbundsplanter, hvilket overvejende skyldes meget høje værdier af Equisetum (Padderokke) og Cyperaceae. Sammenholdt med en næsten fraværende akvatisk flora må dette tolkes som en tilgroning af området.

Makrofossilanalyse

For at bestemme overgangen mellem det marine og limniske stadie blev sedimentet i overgangszonen analyseret for makrofossiler. Denne analyse er udarbejdet, fordi akvatiske makrofossiler i modsætning til akvatiske pollen optræder i langt større mængde og kan oftest bestemmes til slægts- eller artsniveau, hvilket giver et meget bedre grundlag for at tolke ændringerne i de økologiske forhold. Terrestriske arter samt ikke akvatiske elementer er medtaget i diagrammet, men kun de arter, som er relevant for tolkningen af det akvatiske miljø, er medtaget i beskrivelsen.

Størstedelen af de akvatiske plante- og dyrearter, som er registeret, evner at vokse i brakvandsområder og en egentlig skillelinie er derfor svær af definere. Delingen her er foretaget på baggrund af et skøn om fordelingen af planter (og dyr), som overvejende er knyttet til enten det marine eller det limniske miljø.

LMAZ 1: Ruppia-Zannichellia zone (20 prøver)

Tilstedeværelsen af *Ruppia* er et tydeligt bevis på en direkte kontakt mellem havet og bredningen, tiltros for at *Ruppia* trives i brakvandsområder.

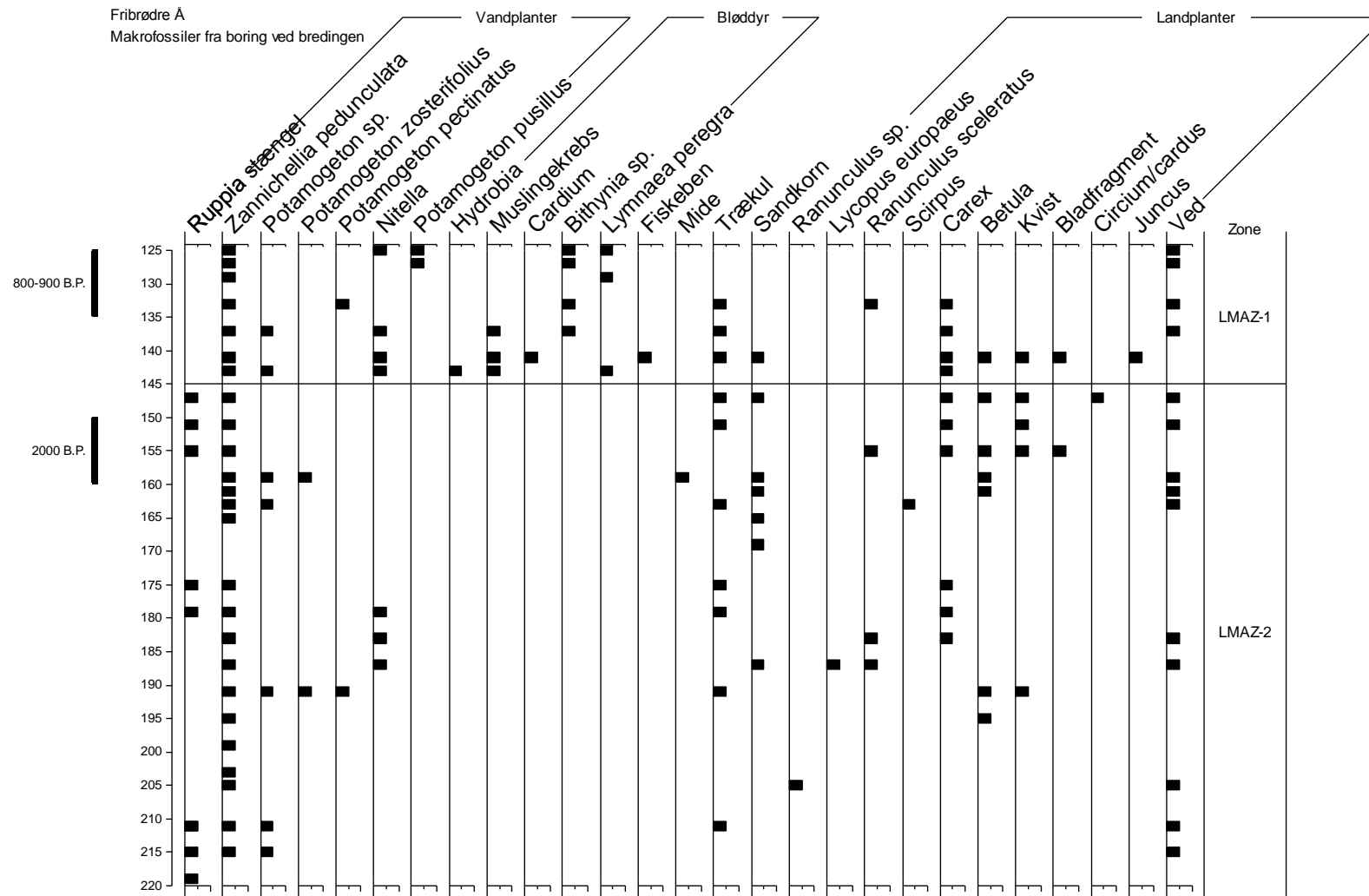
Zannichellia pedunculata (Stilket Vandkrans) vokser i fersk- og brakvand og er den altdominerende art i denne og den følgende zone. De resterende plantearter kan alle trives i det inderste af et fjordsystem. Det kan ikke udelukkes at de har vokset længere opstrøms i vandløbet og makrofossilerne efterfølgende er drevet nedstrøms og endt i bredningen.

Der er ikke fundet rester efter snegle eller muslinger.

LMAZ 2: Zannichellia-Nitella zone (7 prøver)

I denne zone er *Ruppia* forsvundet og der registreres et øget artsantal af ferskvandplanter som *Nitella* (Bugtet Glanstråd) og forskellige arter af potamogeton. Selvom arterne trives i ferskvand kan de tåle svage saltpåvirkninger.

Af bløddyr er der registeret flere ferskvandsarter som *Hydrobia* (Dyndsnegl), *Bithynia* (Sumpsnegl) og *Lymnaea pereger* (Almindelig Mosesnegl), men som med planterne kan de tåle svage saltkoncentrationer. Trods en enkelt *Cardium* (Hjertemusling) i denne zone må resultaterne tolkes som et overvejende limnisk miljø muligvis med en kortere overgangsfase i starten af zonen.



Morten Fischer Mortensen 2008

Figur 4: Histogrammet viser tilstedeværelsen af arter og er ikke et udtryk for koncentrationen.

Glødetabsanalyserne ved bredningen

Bestemmelse af sedimentets organiske indhold ved glødetabsanalyse kan give en vigtig indikation af den biologiske aktivitet i bassinet og/eller tilførelse af uorganisk materiale typisk ved erosion.

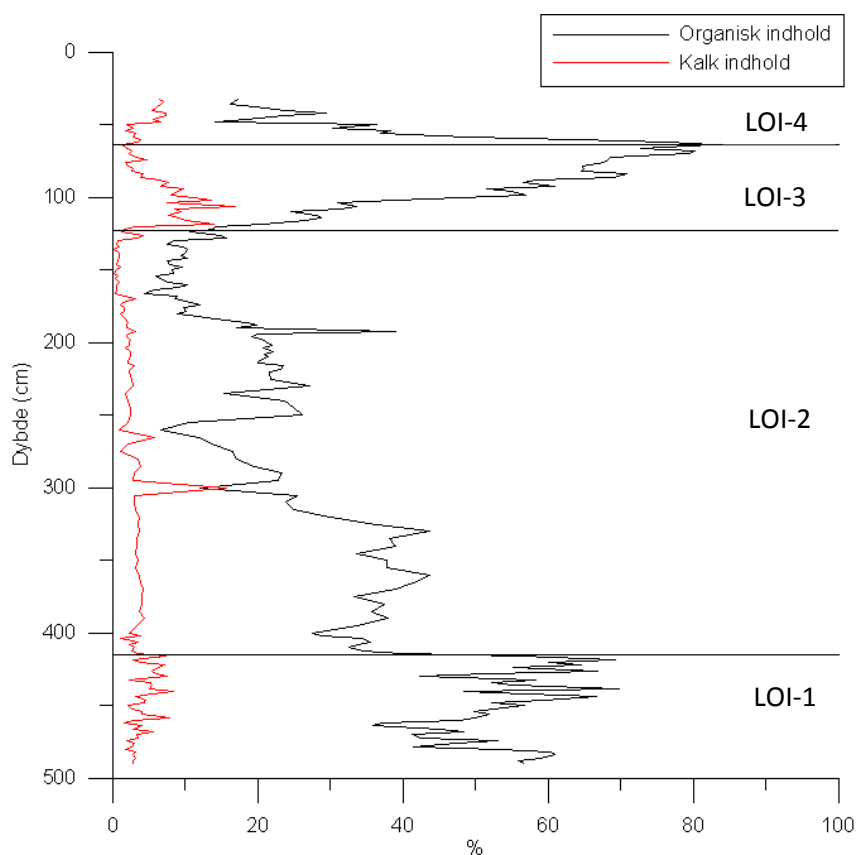
Derfor kan resultaterne give vigtige indikationer om hvornår der forekommer miljøændringer som overgangen mellem marine og ferske tilstande.

LOI-1: De nedre prøver i denne zone består af tørveaflejringer som efterfølgende overlejres af marin gytje. Skillelinien mellem de to sedimenttyper ses ikke tydeligt i glødetabsanalysen, hvilket på tilskrives et højt organisk indhold i de tidlige marine aflejringer. Muligvis som følge af omljrede og opblandet tørv.

LOI-2: Denne lange zone er præget af en gradvis reduktion af organisk indhold. I Begyndelsen af zonen er forholdene udpræget marine, hvilket tydeligt kunne ses i mængden af *Cardium* skaller ved prøveudtagningen. Den marine indflydelse syntes at aftage, hvilket har skabt en mere brakvandspræget fjord. Sandsynligvis er det denne ændring i økologien som reflekteres i reduktionen af det organiske indhold.

LOI-3: Ved starten af denne zone ses en kraftig forøgelse af det organiske indhold, samt indholdet af kalk i sedimentet. Stigningen er sammenfaldende med overgangen mellem det marine og limnisk stadie. Det høje kalkindhold skyldes skaller fra snegle og muslinger.

LOI-4: Denne zone er en overgangszone fra limnisk søaflejringer til terrestriske aflejringer som typisk har et lavere organisk indhold grundet nedbrydning og omsætning af det organiske stof. Sedimentet indeholder desuden en del mineralsk materiale i form af ler og sand som blandt andet kommer fra oprensning af den nærliggende å.

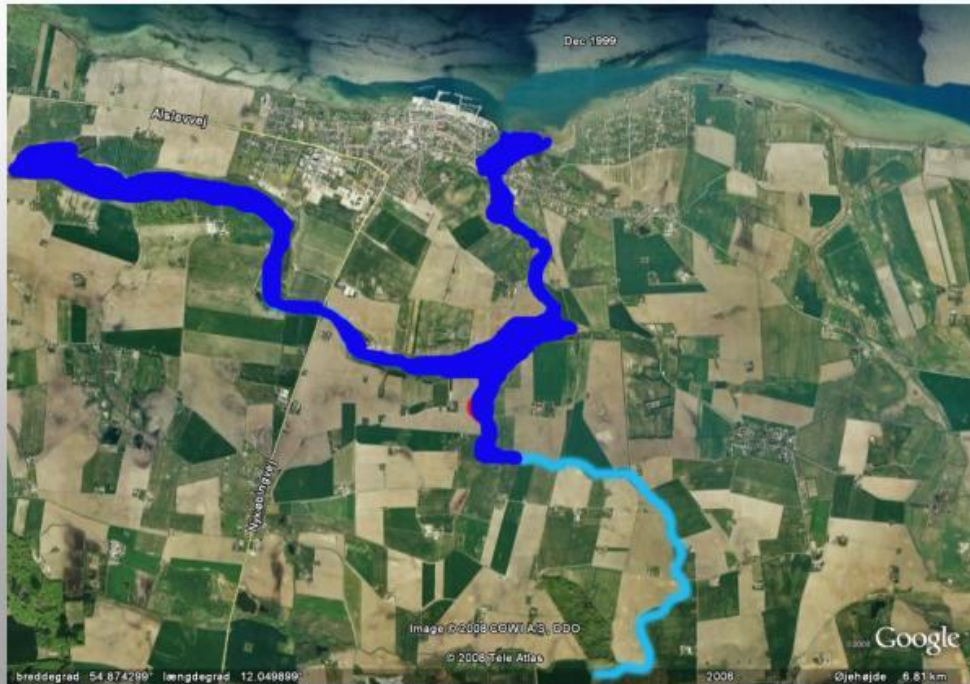


Figur 5. Indhold af organisk materiale og kalk i boringen fra bredningen.

4. Diskussion

Fribrødre Å-dalen var frem til Atlantisk tid en skovklædt dal bevokset med elleskov i det lavt liggende og fugtige område. Den højreliggende jordbund har været bevokset af blandingskov af eg, elm og lind, med lind som den dominerende art. På et tidspunkt i Atlantisk tid overskrider det stigende havniveau en tærskel til ådalen og den omdannes til et fjordsystem. Fribrødre Å-dalen har gennem de efterfølgende 5-6000 år haft karakter af en smal fjord. En så lang levetid er begrundet i placeringen på den såkaldte 0-isobas, hvor der ikke er sket nævneværdig landhævning gennem de sidste mange årtusinder. I fjordens tidlige liv strakte den sig langt ind i landet vest for Stubbekøbing. Fjordens udstrækning er fastlagt ved geologiske boringer, og på figur 6 er dens maksimale udbredelse markeret med mørkeblåt mens det daværende åløb er markeret med lyseblå.

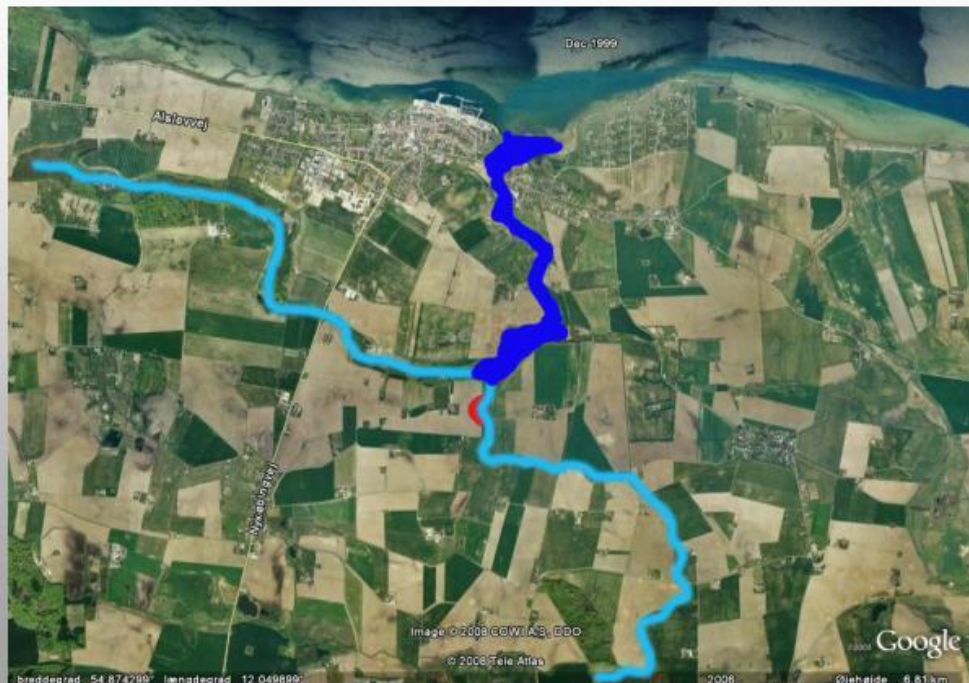
Fribrødre Å - Stenalderen



Figur 6: Maksimale udbredelse af fjordstadiet under stenalderen

Fjordsystemer som strækker sig langt ind i landet er velkendt fra mange lokaliteter i Danmark. Eksistensen af disse dybe fjorde må være betinget af et relativt kraftigt tidevandsskifte. Dette tidevandsskifte aftager i løbet af oldtiden, hvorefter størsteparten af fjordene gror til og omdannes til moser eller ådale. Tilsvarende ses ved Fribrødre Å. En ^{14}C -datering af tørvelag, som dækker de marine aflejringer syd for værftsområdet viser at området her var groet til omkring 600 e.kr. I Værftsperioden foregik aktiviteterne langs bredden af et veldefineret åløb, mens der i bredningen, nord for Nordre Snekkebjerg, var et brakvandsområde, hvilket indikerer en direkte forbindelse til havet. Figur 7 illustrer hvordan fjorden antageligt har set ud, med relative snævre passager indtil en noget større brakvands bredning i bunden af fjorden.

Fribrødre Å – Vikingetid/Middelalder



Figur 7: Fjordens udstrækning under værftets funktions tid.

Fundområdet er overlejret af et tykt gytjelag som forsejler fundsituationen. Det må skyldes en kraftig vandstandsstigning i området. På baggrund af pollenanalyserne herfra er det påvist, at der dannes en ferskvandsø på stedet. Pollen, makrofossiler og glødetabsanalyserne viser ligeledes en ændring fra et marint præget miljø til et ferskvandsmiljø i bredningen. Eneste umiddelbare fornuftige forklaring på en sådan vandstandsstigning, er at der bliver bygget en mølleopdæmning ved Stubbekøbing. Hvornår mølleopdæmningen er bygget vides ikke. Det nærmeste vi kommer det, er nok følgende citat. "Navnet *Møllegade* vidner om, at der i hvert fald i 1500-årene lå en mølle ved dæmningen, og det er den almindelige antagelse, at dæmningen blev bygget netop af hensyn til driften af den vandmølle, der lå for enden af *Møllegade* indtil 1845, hvor den blev flyttet mod øst til den anden ene af dæmningen.

Man hører første gang om selve dæmningen i 1532, da bønderne i Skørringe blev indstævnet for kongen, fordi de havde nægtet at deltage i arbejdet med at vedligeholde Stubbekøbing Dam, som det havde været pligt for områdets bønder "af arrilds tid". En sådan pligt til vedligeholdelse af en dæmning kan tyde på, at den har haft et formål ud over at opstemme vand til brug for mølledrift". (Høg et al. 1986) Ifølge Trap Danmark er kirken bygget tidligere end 1175 og det kan være rimeligt at antage at en vandmølle er bygget i samme periode. En ¹⁴C-datering af de ældste ferskvandslag kunne afklare dette. Figur 8 viser området efter mølleopdæmningen. Umiddelbart efter søen er blevet dannet anvendes den til rødning af hamp. Store mængder af hampepollen er fundet i pollenanalyserne fra både værftsområdet og i bredningen. Dette har også muliggjort en meget præcis korrelation mellem de to lokaliteter.

Fribrødre Å – Tidlig Middelalder



Figur 8: Fribrødre Å efter formodet mølleopdæmning i tidlig middelalder.

5. Konklusion

De geologiske og geobotaniske undersøgelser har rekonstrueret området udviklingshistorie fra mesolitikum og frem til og med middelalderen.

Det sediment som er blevet analyseret stammer fra tidlig fra den mesolitiske periode før end havet trængte ind i området. På daværende tidspunkt henlå området som en bevokset å-dal domineret af elletræer i vådbundsområderne, mens den højere liggende jordbund var domineret af lindeskov.

Med verdenshavens stigende vandspejl omdannes ådalen til et fjordsystem som strækker sig flere kilometer ind i landet syd om det nuværende Stubbekøbing. Ved geologiske borer er hjertemuslinger fundet ved Tvede sø og Liselundskov, samt i området opstrøms værftsområdet.

Gennem oldtiden sker der en gradvis tilgroning og opfyldning af fjordsystemets indre dele og ved værftets oprettelse har fjordens inderste del været den såkaldte bredning.

På baggrund af udgravningsresultaterne er det fastslået at værftet har ligget ved en mindre å, hvorigennem skibene må have været trukket op. Et par hundrede meter nedstrøms har åen udmundet i et fjordsystem, som på dette sted har haft karakter af en bredning eller marin indsø (figur 7). På baggrund af pollen og makrofossiler fra bredningen er det fastlagt at der har været brakvandforhold med en direkte forbindelse til det marine miljø i havet.

Hvor dyb søen har været og om den har kunnet besejles på almindelig vis kan ikke konkluderes på baggrund af de naturvidenskabelige analyser. Dog kan de akvatiske planter registeret i analyserne alle vokse indtil et par meters dybde.

En sandsynlig parallel kunne være Haderslev fjord som er meget lang, relativ smal og meget lavvandet, med undtagelse af den smalle sejlgende som åen skære ned i bunden. Også her findes områder inde i fjorden som har karakter af en bredning eller indsø (figur 9).

Fjordstadiet afsluttes meget abrupt ved at området omdannes til en ferskvandssø. En sådan ændring må skyldes en mølleopdæmning ved Stubbekøbing.

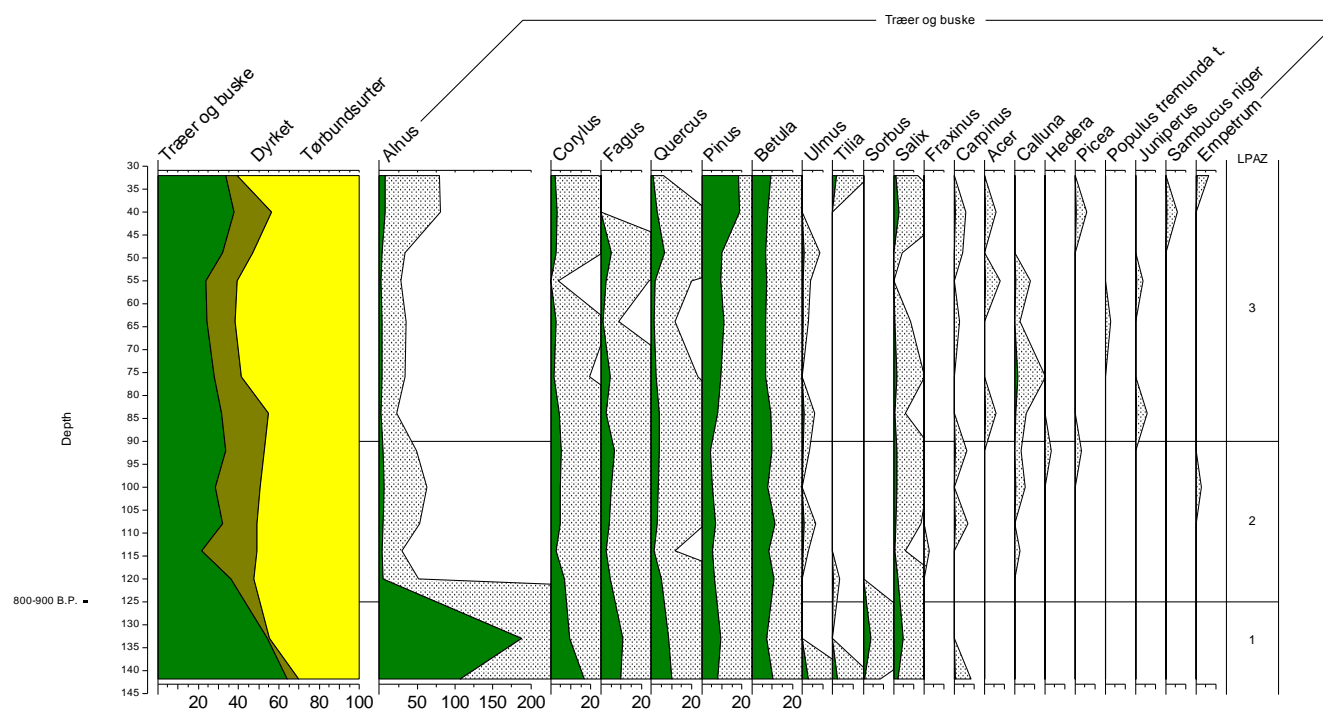
En nærmere tidsfæstelse og afledte konklusioner af de ovennævnte miljøændringer afventer resultaterne af ¹⁴C dateringerne som er indsendt til datering.

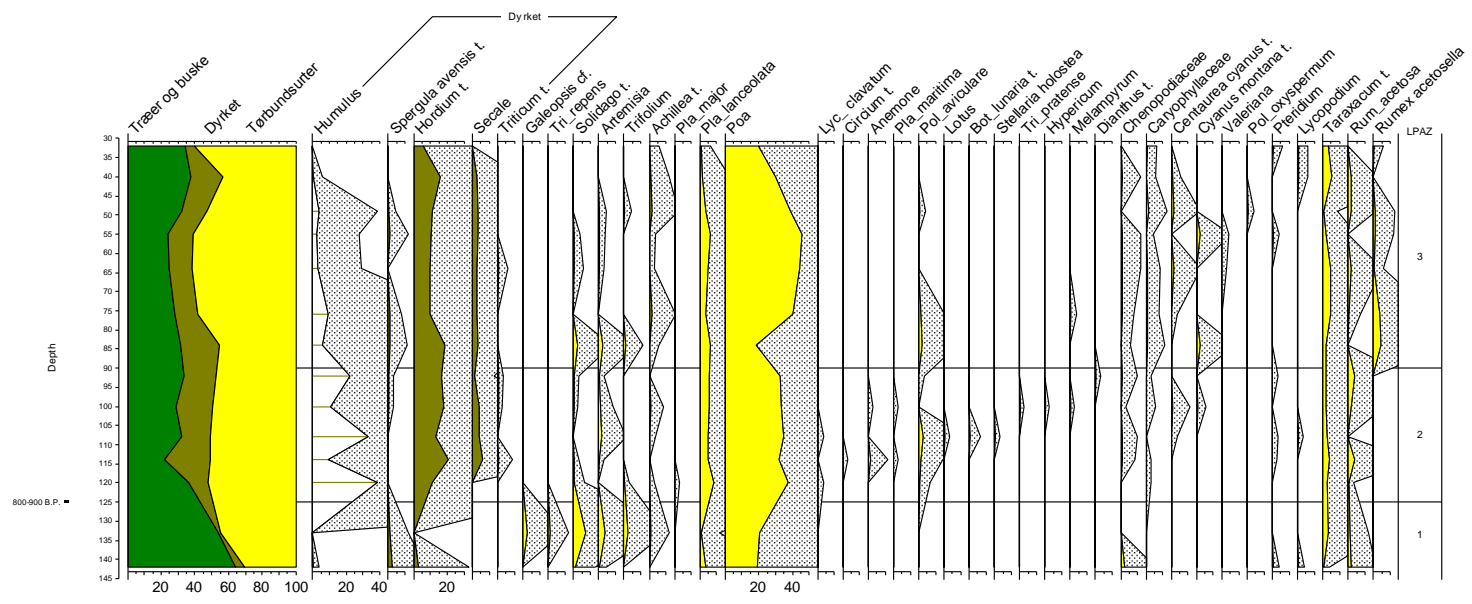
Haderslev fjord

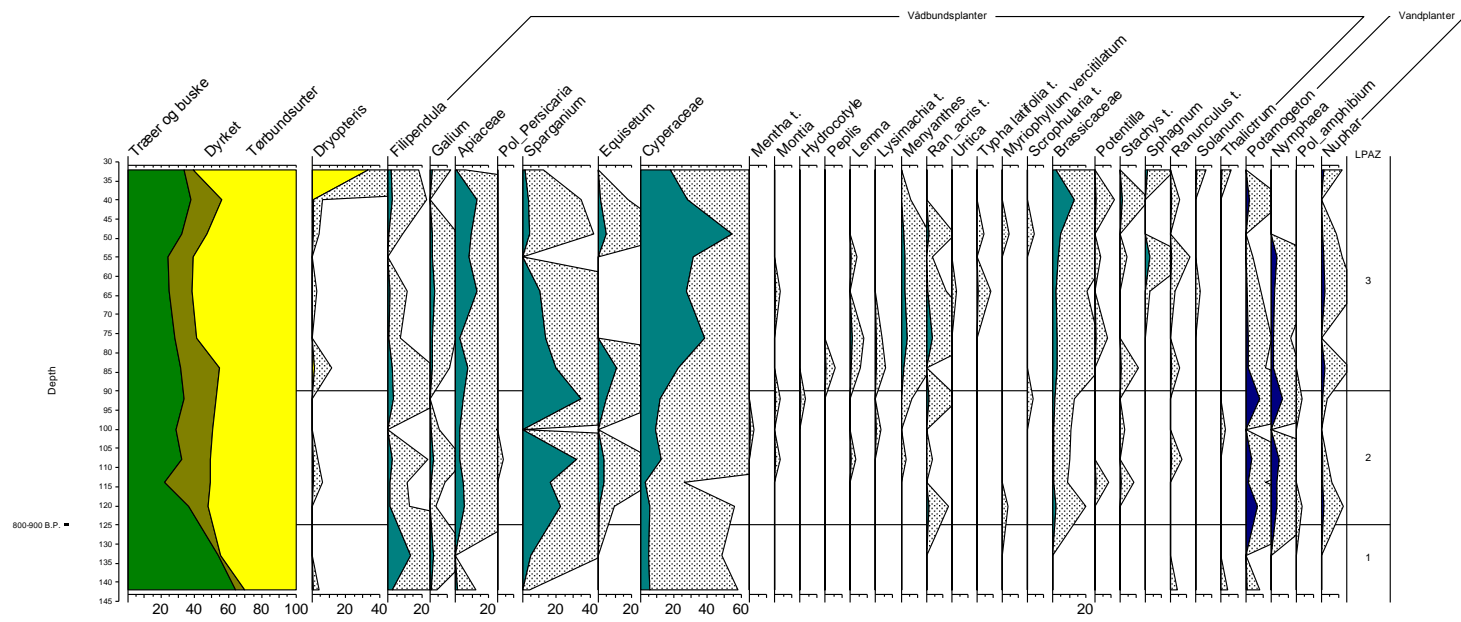


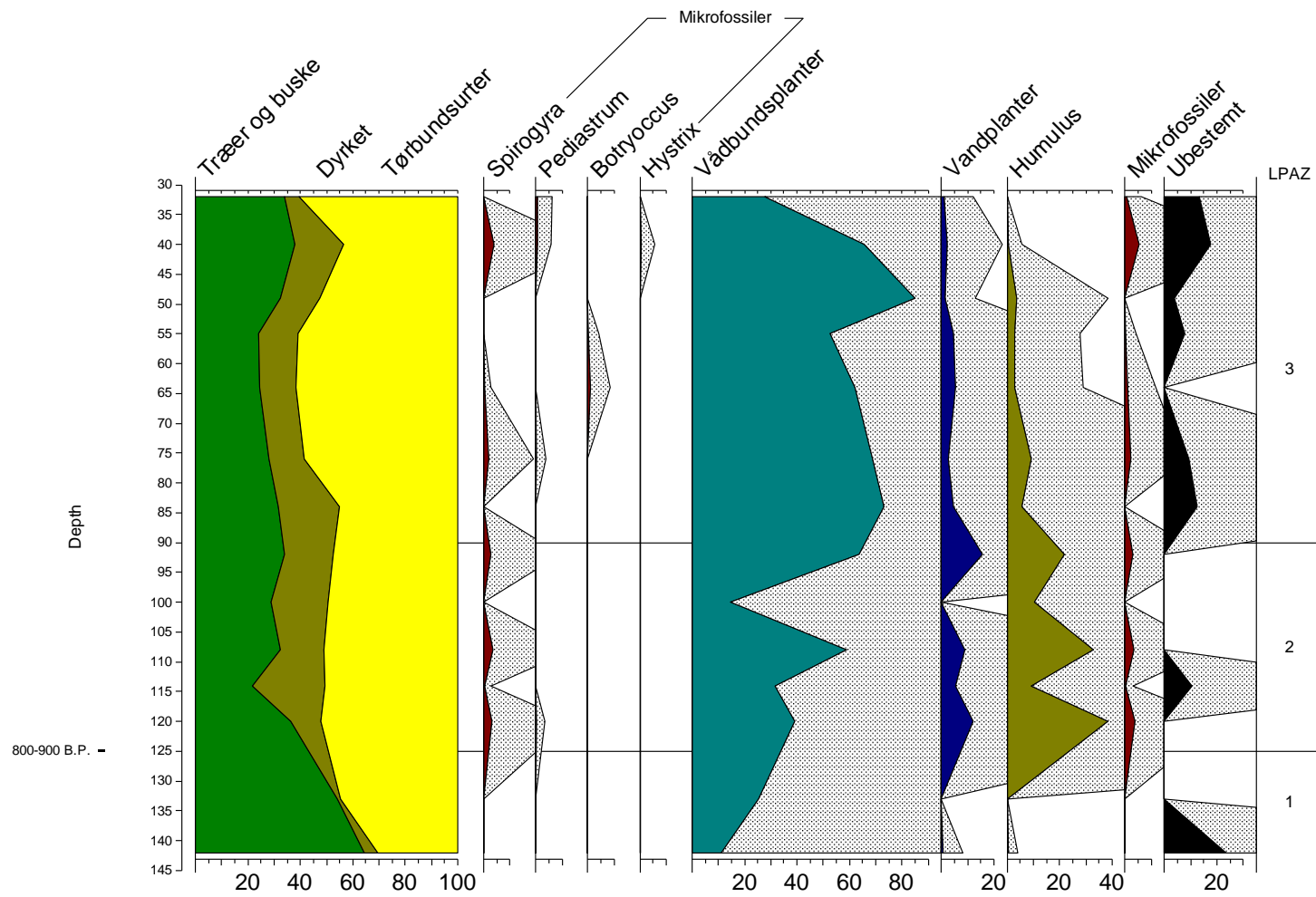
Figur 9: Haderslev fjord er en langstrakt og lavvandet fjord hvori åen "skærer" en smal undersøisk sejlrende. Inde i fjorden findes områder, som har karakter af en bredning eller indsø. Fjorden kunne være en mulig parallel til fjorden ved Fribrødre å under værftets funktions periode.

Bilag 1: Pollenanalyse fra fundområdet

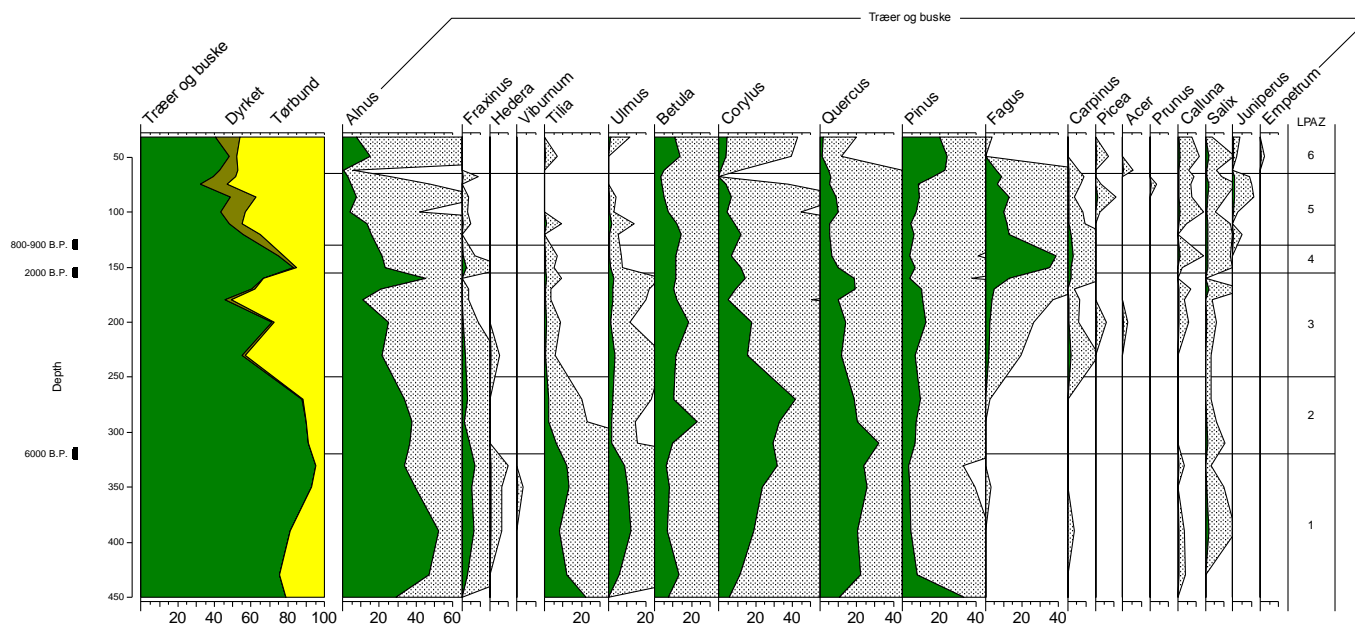


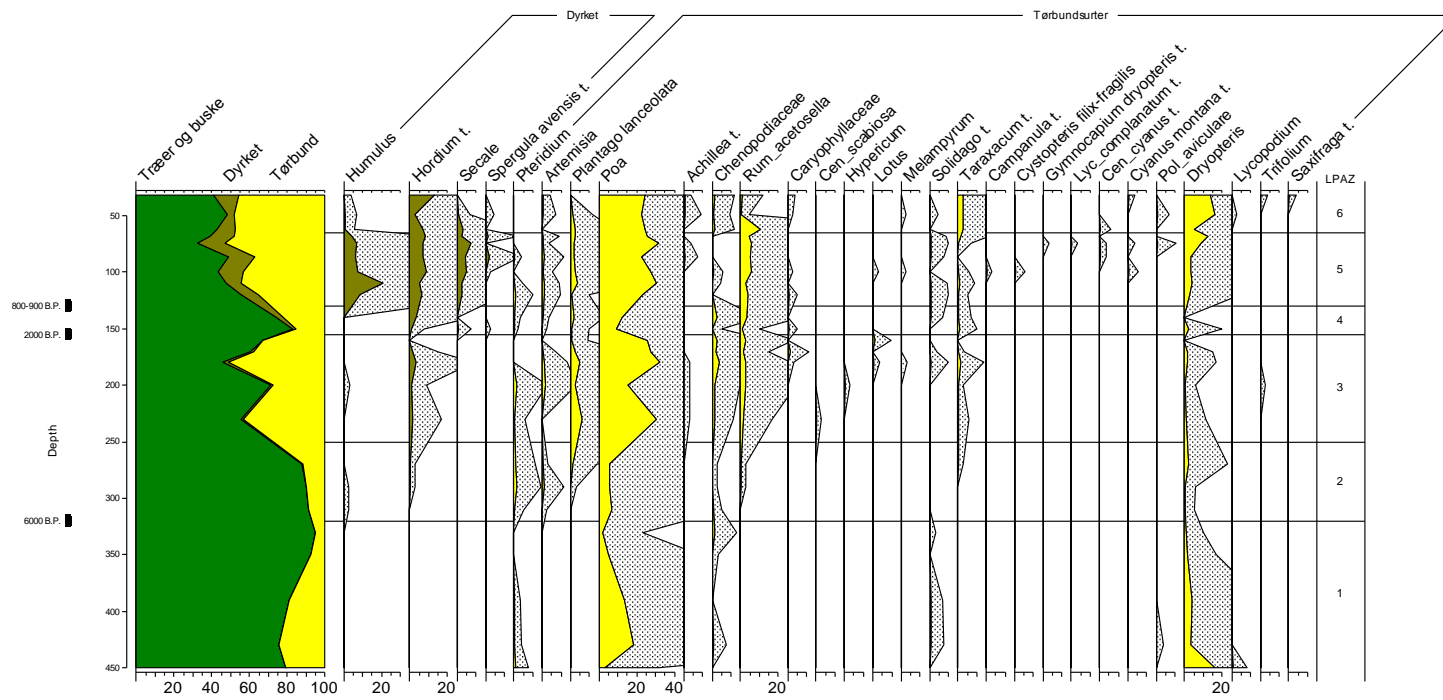


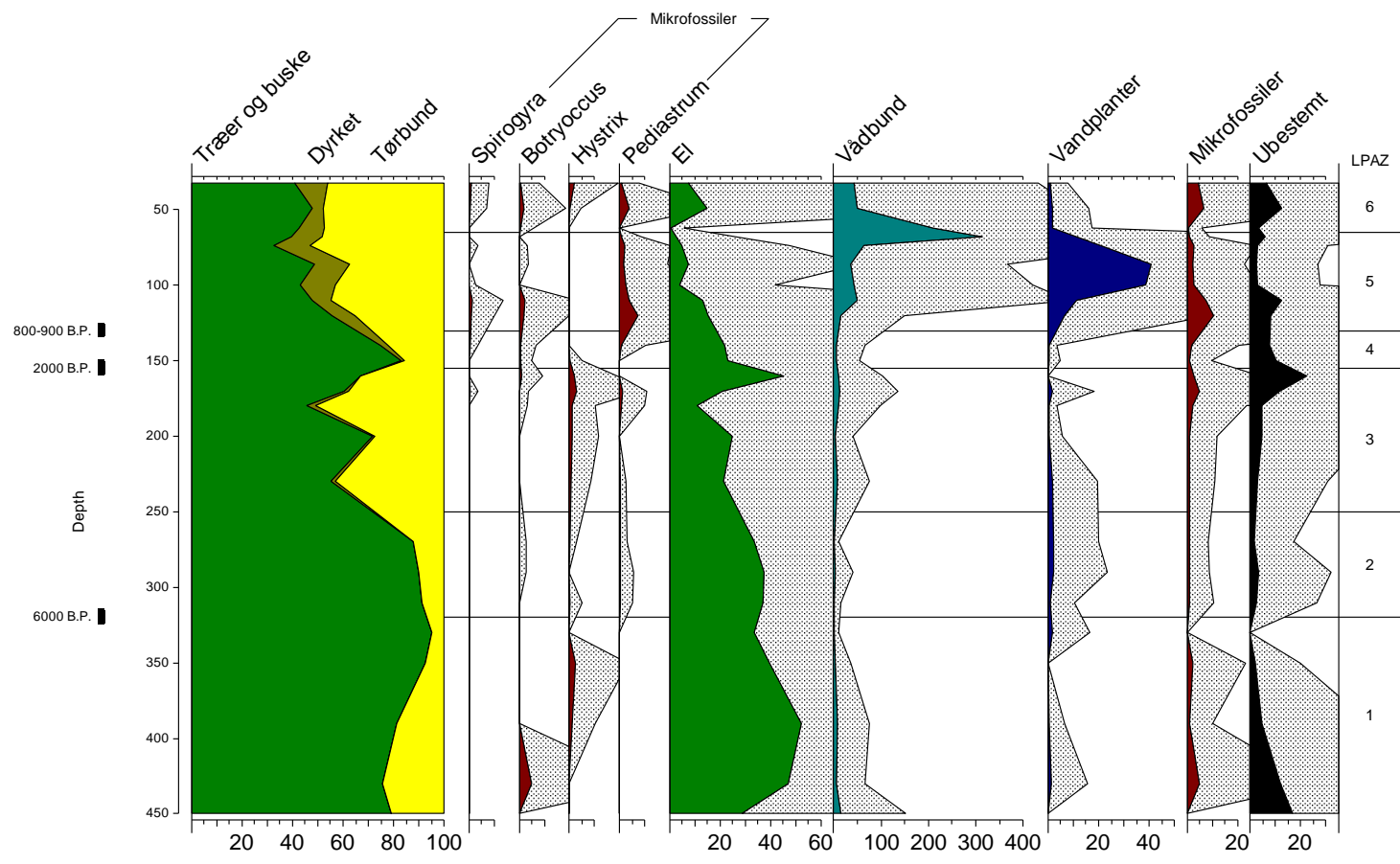




Bilag 2: Pollenanalyse fra bredningen







Bilag 3: Pollenanalyse teori og metode

Pollenanalyse er den bedste kilde til rekonstruktion af tidligere tiders vegetation. Grundlaget for metoden er, at planter i forbindelse med reproduktion danner store mængder pollen og sporer, der indlejres og bevares godt i søer, mosejorde og andre iltfrie sedimentter. Siden kan sedimentterne analyseres for deres indhold af mikrofossiler og resultaterne danne grundlag for en rekonstruktion af vegetationshistorien i området omkring prøveudtagningen.

Indenfor pollenanalyse arbejder man i grove træk med to slags diagrammer, hvad angår pollenkildeområde. Lokaldiagrammer afspejler vegetationen i et mindre område omkring prøvetagningstedet, der f.eks. kan være en skovomkranset mose i et lukket bassin. I modsætning hertil er såkaldte regionaldiagrammer fra store, åbne lokaliteter som store søer og moser, fjorde etc., hvor der ud over pollen fra de lokalt voksende planter, også vil tilføres pollen fra det omgivende opland med vinden og via tilstrømmende åløb. Denne undersøgelse, med dens udgangspunkt i sø- og moseaflejringer, munder ud i et regionaldiagram.

For at få en repræsentativ proportion er det normalt nødvendigt at tælle mindst 200 pollen-korn pr. prøve (Roberts 1998) og helst 500-1.000 pollen pr. prøve. I denne undersøgelse er der tilstræbt en minimums sum på 500 pollen pr. prøve. Enkelte prøver med dårlig bevaringsforhold afviger dog fra dette.

Prøverne gennemgår NNU's standardmetode til præparation af pollenprøver for at koncentrere pollen- og sporeindholdet: Koges i 10% kaliumhydroxid, sies, flussyre- og acetolyse-behandles, og til slut indlejring i siliconeolie. Pollenanalysen er foretaget ved 400-630 ganges forstørrelse i lysmikroskop.

Til hjælp ved identifikationsarbejdet er der dels anvendt standardværker som Fægri et al. (1989), Moore et al. (1991) og serien Northwest European Pollen Flora (bl.a. van Leeuwen et al. 1988), og dels NNU's omfattende pollen-referencesamling. De danske plantenumre følger nomenklaturen i Atlas Flora Danica (Hartvig et al. 1992). I denne rapport bruges betegnelsen pollen i flæng for både pollen og sporer. Kornpollen er bestemt efter Andersen (1979). Byg-type omfatter ud over byg og enkorn, en række vilde græsarter, bl.a. alm. kvik, manna-sødgræs, marehalm og sand-hjelme. Rug-pollen er let genkendelige og kan bestemmes til art.

Visse plantearters pollen ligner hinanden så meget, at de ikke kan separeres. Når det drejer sig om pollen fra flere forskellige slægter, samles de i en gruppebetegnelse kaldet "type". Et eksempel der optræder i denne undersøgelse er mælkebøtte-type (*Taraxacum t.*), som ud over mælkebøttearter inkluderer en lang række andre kurvblomster i salat-gruppen, bl.a. høgeurt-, kongepen-, borst- og svinemælk-arter, og pindsvineknop-type som også inkluderer smalbladet dunhammer-pollen.

Der er ud over pollen og bregnesporer også talt 2 slags grønalger: *Pediastrum* og *Botryococcus*.

Makrofossilanalyse teori og metode

Makrofossilanalyse indbefatter bestemmelse af alle større plantedele som frø, frugter og andre plantedele, samt zoologiske rester som snegle, muslinger, mm.

Makrofossilanalyse er ikke kvantificerbart i samme udstrækning som pollen, da de optræder i langt mindre mængde. Til gengæld giver makrofossilerne større indsigt i den lokale vegetation, da makrofossilerne ikke spredes så langt omkring og oftest kan bestemmes med større nøjagtighed end pollen.

I denne undersøgelse er makrofossilundersøgelsen begrænset til overgangszonen fra et marint til et ferskt miljø. Formålet har været at undersøge, hvordan og hvor hurtigt dette skift sker, da det er af stor betydning for tolkningen af besejlingsforholdene til værftsområdet.

Særligt vandplanter og de vandlevende dyr har været i fokus, da de oftest er meget specifikke i deres økologiske krav til levestedet.

Geofysiskeanalyser

Glødetabsanalyse/LOI (loss on ignition)

Ændringer i det omgivende miljø som eks. erosion som følge af opdyrkning eller ændringer i havniveauet vil oftest kunne detekteres i sedimentets organiske indhold. Ligeledes vil ændringer i nærmiljøets økologi kunne spores.

Glødetabsanalysen er lavet ved følgende fremgangsmåde:

1. 1,5 ml sediment prøver afvejes (vådvægt)
2. Tørres i 20 timer ved 105 °C og afvejes (tørvægt)
3. Afbrændes i 2 timer ved 550 °C og afvejes (organisk indhold)
4. Afbrændes i 2 timer ved 950 °C og afvejes (kalkindhold)

Litteraturliste

Andersen, S.T. (1979): Identification of wild grass and cereal pollen. – Danmarks Geologiske Undersøgelse, Årbog 1978, side 69-92.

Christensen, C. (1995): The Littorina Transgressions in Denmark. I Fischer, A. (ed.) *Man & Sea in the Mesolithic*, Oxbow Monograph 53, p. 15-22.

Dahl, K. (1995): Fredede områder i Danmark. Danmarks Naturfredningsforening, Skarv, Høst og Sønner, København, side 115.

Fægri, K., Iversen, J., Kaland, P.E., & Krzywinski, K. (1989): Textbook of Pollen Analysis. 4th edition. John Wiley and Sons, Chichester, side 1-328.

Iversen, J. (1941): Landnam i Danmarks Stenalder - Danmarks Geologiske Undersøgelse II. række 66, side 1-68.

Iversen, J. (1973): The Development of Denmark's Nature since the Last Glacial. - Danmarks Geologiske Undersøgelse, V. række, nr. 7-C, side 1-126.

Hansen, K. (ed.) (1985): Dansk Feltflora. Gyldendal, Nordisk Forlag A/S, København, side 1-758.

Hartvig, P., P. Leth, H. Nielsen og E. Plöger 1992: Atlas Flora Danica Taxonliste. Dansk Botanisk Forening og Københavns Universitet, side 1-92.

Høg, J., Iversen, C. og Tønnesen, A. (1986): Huse i Stubbekøbing. Miljøministeriet, Fredningsstyrelsen. Side 1-259.

Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. (1991): Pollen Analysis. Blackwell Scientific Publications, Oxford, side 1-216.

Mossberg, B., L. Stenberg og S. Ericsson (1994): Den Store Nordiske Flora. G.E.C. Gads Forlag, side 1-710.

Roberts, Neil (1998): The Holocene, an Environmental History. Blackwell Publishers, Oxford, UK, side 29-36.

van Leeuwen, P., W. Punt & P.P. Hoen (1988): The Northwest European Pollen Flora. 43. Polygonaceae. - Rev. Palaeobot. Palynol. 57, side 81-151.