



EERSTE RESULTATEN VAN DE SEISMISCHE TESTSURVEY TER HOOGTE VAN DE OOSTENDEVALLEI (7-11 OKTOBER 2013)

In oktober 2013 werden meer dan 120 km aan seismische gegevens verzameld voor de kust van Oostende als onderdeel van het SEARCH (“Sea Archaeology”) project. Dit onderzoeksproject wil een efficiënte surveymethodologie ontwikkelen die toelaat om in te schatten waar en welke prehistorische landschappen en archeologische sites bewaard zijn gebleven in de Quartaire afzettingen van de Noordzee. De bedoeling is om deze methodologie uiteindelijk aan te reiken aan de mariene industrie zodanig dat bij werken op zee rekening kan gehouden worden met de aanwezigheid van archeologisch erfgoed onder de zeebodem. De meetcampagne bij Oostende is de eerste in een serie testmetingen op zee waarbij door innovatief gebruik van state-of-the-art akoestische technieken de begraven archeologie en landschappen optimaal in kaart kunnen worden gebracht.

Bewoning in de Noordzee opsporen

Op het hoogtepunt van de laatste ijstijden lag de zeespiegel tot 120 meter lager dan nu waardoor grote delen van de Noordzee droog kwamen te liggen. Dit ‘nieuwe’ landoppervlak werd gekenmerkt door brede valleien en impostante riviersystemen die intensief bewoond werden door de prehistorische mens. Met de opwarming van het klimaat raakten deze landschappen langzaam begraven en onder water.

Ondertussen weten we dat veel van deze landschappen en prehistorische sites in de Noordzee bewaard zijn gebleven. De ontdekking van een klein schedelfragment van een Neanderthaler tussen het afval van een schelpenzuiger voor de kust van Zeeland is hier een mooi voorbeeld van. Met de regelmaat van de klok worden ook fossiele beenderen van landzoogdieren opgevist uit de zuidelijke Noordzee. Een van de meest spectaculaire vondsten werd gedaan in 2005 toen een mammoetschedel werd opgevist voor Hoek van Holland (Rotterdam).

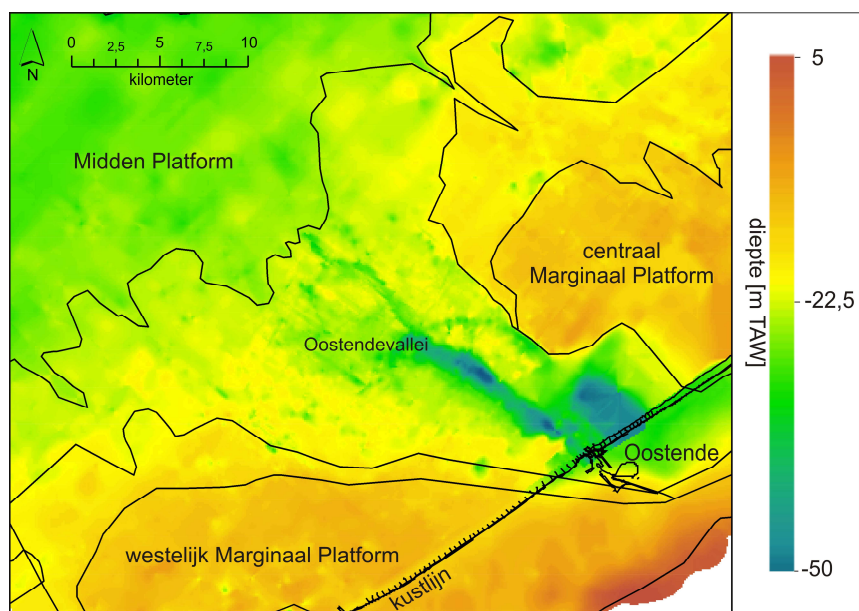


Schedel van een wolharige mammoet opgevist uit de Eurogeul voor de kust bij Rotterdam (foto Dick Mol).

Dergelijke vondsten zijn jammer genoeg vaak ‘toevalsvondsten’. Om gericht te kunnen zoeken naar begraven archeologische overblijfselen is een uitgebreide kennis nodig van de zeebodem en de daaronder liggende afzettinglagen, en de geologische processen die deze lagen hebben ondergaan. Dit moet toelaten om de toenmalige omgeving van elke afzettingsslaag (m.a.w. het afzettingmilieu) in kaart te brengen, en dus de mogelijke kans op bewoning. Met name rivierlandschappen zijn daarbij een belangrijke focus omdat deze landschappen aantrekkelijk waren voor bewoning, niet enkel door de aanwezigheid van drinkbaar water maar ook van voedsel (planten en dieren) en materiaal voor het vervaardigen van werktuigen. Daarom werd de Oostendevallei gekozen als een van de testlocaties voor onderzoek in het SEARCH project.

Focus op de Oostendevallei

De Oostendevallei is een oude begraven rivierdal die zich zeewaarts uitstrekt voor Oostende. De trechtervormige vallei is het resultaat van een reeks opeenvolgende zeespiegeldalingen (tijdens de ijstijden) en zeespiegelstijgingen (tijdens de tussenijstijden). Ter hoogte van Oostende is de vallei zo’n 8 km breed terwijl ze zeewaarts een breedte bereikt van ruim 20 km. De vallei, die zich diep heeft ingesneden tot ver in de onderliggende leperse klei, wordt bedekt door Quartaire sedimenten.



Het begraven pre-Quartaire oppervlak voor de kust van Oostende met aanduiding van de belangrijkste topografische structuren (diepte in meter t.o.v. TAW peil). De trechtervormige Oostendevallei is duidelijk te zien. Het centrale deel van de vallei bereikt een maximale diepte van zo’n 50 m.

De oorsprong van de Oostendevallei ligt in de Saale ijstijd (352.000 – 130.000 jaar geleden) toen de Noordzee droog was en een dynamische rivier met groot debiet zich diep in het landschap insneed. Deze rivier maakte deel uit van een groot afwateringscomplex waar ook de Vlaamse Vallei en de Kustvallei deel van uitmaakten. Na verloop van tijd vulde de vallei zich met riviersedimenten, maar in de aanloop naar de volgende warme periode (het Eem, 130.000 - 116.000 jaar geleden) kon, met het afsmelten van de permafrost, de rivier zich opnieuw in de ondergrond insnijden. Daarbij werd een groot deel van de riviersedimenten weggeschuurd.

Tijdens het Eem evolueerde de riviervallei langzaam tot een trechtervormig, door getijden gedomineerd estuarium (vergelijkbaar met de Somme of de Westerschelde vandaag). Al naar gelang de hoogtepositie t.o.v. de toenmalige zeespiegel wisselden getijdengeulen, zandplaten, zoutmoerassen, schorren en slikken elkaar af. In de loop der tijd raakte de vallei/estuarium opgevuld met sediment.



Verschiede afzettingmilieus in een estuarium (hier afgebeeld het estuarium van de Somme in Frankrijk). Zo kan de Oostendevallei er 120.000 jaar geleden hebben uitgezien.

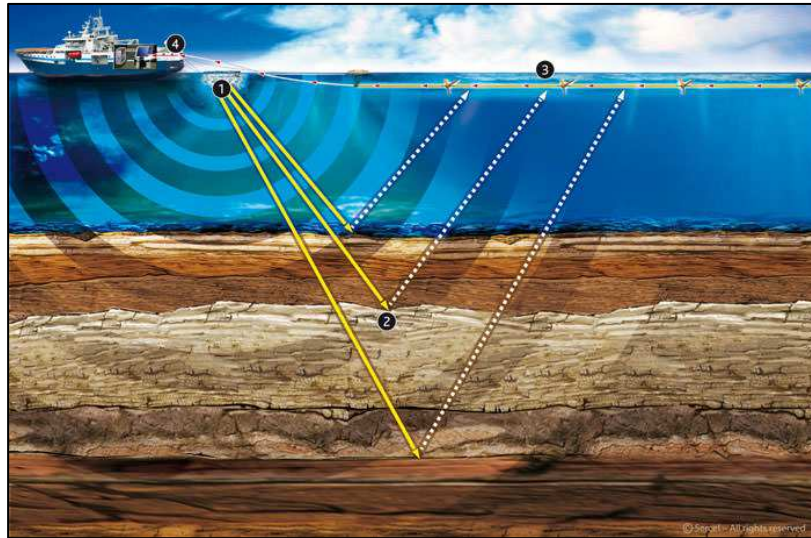
Tijdens de afkoeling van de daaropvolgende ijstijd, het Weichsel (116.000 – 11.700 jaar geleden) daalde de zeespiegel opnieuw en het estuarium veranderde weer in een riviervallei die eerst verder werd ingesneden en nadien weer opgevuld werd met riviersedimenten. Deze insnijding was echter niet zo diep als tijdens het Saale vanwege het zachter hellende oppervlak na de hoge zeespiegelstand van het Eem.

Tijdens het droge en koude klimaat van het Weichsel hervormde winderosie het landschap tot grote duinencomplexen. Een dergelijk duinencomplex kwam tot stand tussen Maldegem en Stekene en heeft de verbinding tussen de Vlaamse Vallei (op land) en de Oostendevallei afgedamd. Hierdoor verloor de Oostendevallei alle rivieractiviteit en verdween langzaam uit het landschap. Tijdens de laatste zeespiegelstijging van het Holoceen (11.000 jaar geleden tot nu) werd de vallei verder afgedekt met mariene sedimenten.

De geofysische meetcampagne

Het prehistorische landschap van de Oostendevallei is 'onzichtbaar' en bevindt zich vandaag de dag niet alleen onder water maar wordt ook nog eens bedekt door een dik pakket sedimenten. Om het oude landschap zo goed mogelijk in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van mariene seismische technieken. Het algemeen principe hiervan wordt geïllustreerd in onderstaande figuur: (1) een gecontroleerde geluidsgolf wordt uitgezonden via een seismische bron die zich in het water bevindt; (2) de akoestische golf wordt gereflecteerd aan de verschillende geologische laagovergangen; (3) de gereflecteerde golf

wordt opgevangen door mariene microfoons (zogenaamde 'hydrofonen') die zich in een kabel (streamer) bevinden achter het schip; (4) de geluidsgolf wordt omgezet in een elektrisch signaal dat digitaal wordt opgeslaan aan boord. Doordat het schip zich continu verplaatst wordt uiteindelijk een verticale doorsnede verkregen van de zeebodem en de daaronder liggende afzettinglagen (zogenaamd seismisch profiel).

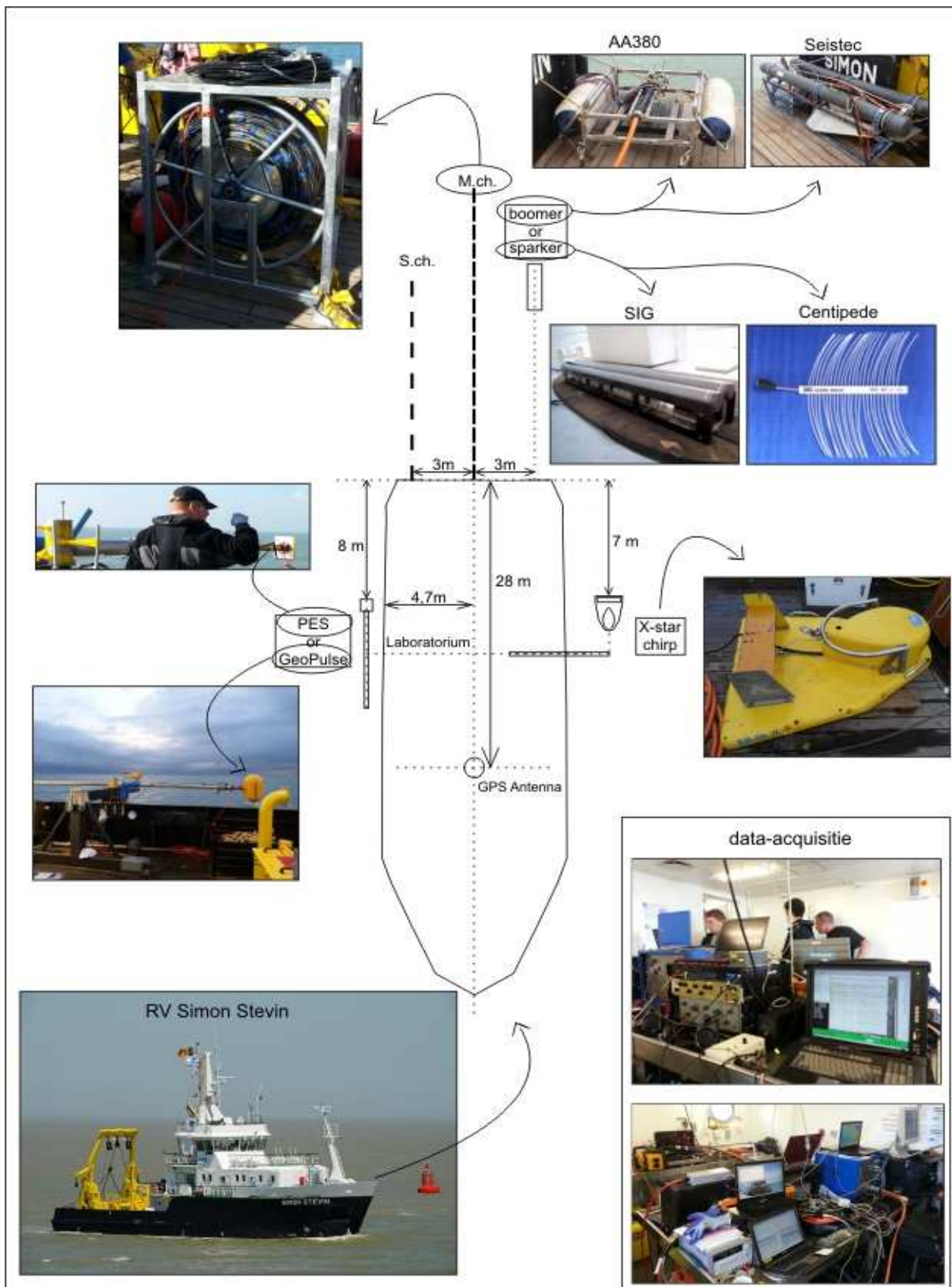


Algemeen principe van seismische metingen op zee om de ondergrond van de zeebodem in beeld te brengen.

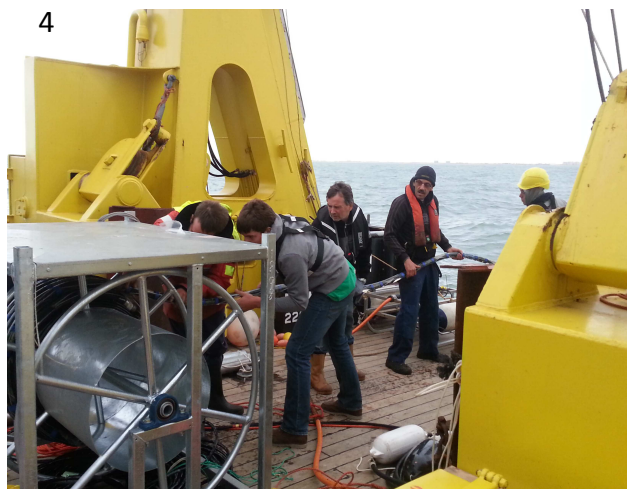
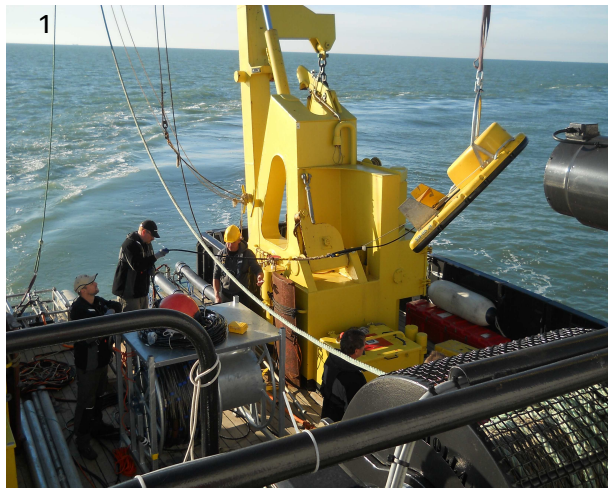
Voor het uitvoeren van de metingen in oktober 2013 werd gebruik gemaakt van het Vlaamse onderzoeksschip RV Simon Stevin (www.vliz.be/en/rv-simon-stevin). R/V Simon Stevin is een gloednieuw multidisciplinair onderzoeksschip (in gebruik sinds 2012) dat wordt ingezet voor kustgebonden oceanografisch onderzoek in de zuidelijke Noordzee en het Kanaal. De geofysische survey op zee was gepland van 7 tot 11 oktober maar door onvoorziene weersomstandigheden moest de campagne vroegtijdig afgebroken worden. Desondanks kon er ruim 120 km aan seismische data verzameld worden. Tijdens de metingen werd een uitgebreid gamma aan geluidsbronnen gebruikt waaronder echosounder (Geopulse), boomers (Seistec, AA380), sparkers (Centipede, SIG), chirp (X-Star) en parametrische echosounder (PES), en daarnaast ook verschillende ontvanger-kabels (éénkanaals- en meerkanaalsstreamers).

De geluidsbronnen werden ofwel via een kabel achter het schip gesleept of met behulp van een speciaal ontworpen paal bevestigd aan de zijkant van het schip. Dat laatste was onder meer het geval voor de parametrische echosounder en de Geopulse echosounder. De chirp bron werd als enige met behulp van de boordkraan aan de zijkant van het schip gesleept. De drijvende kabels met akoestische ontvangers ('streamers') werden achter het schip gesleept op zo'n 3 m afstand van elkaar. Sommige geluidsbronnen (o.a. echosounder en chirp) waren ook uitgerust met een ontvanger in het meettoestel zelf. De grote lengte van de meerkanaalsstreamer (24 kanalen, in totaal meer dan 110 m lang) noopte tot de nodige voorzichtigheid tijdens draaimanoeuvres.

Onderstaande illustratie geeft een overzicht van de gebruikte geluidsbronnen en ontvangers en hun gesleepte positie t.o.v. het schip (en elkaar) tijdens de metingen.



Schema van het onderzoeksschip Simon Stevin met lokalisatie van de verschillende geofysische meettoestellen tijdens de meetcampagne. S.ch = éénkanaalsstreamer. M.ch= meerkanaalsstreamer.



1. Uitzetten van de Chirp bron (X-star) met behulp van de boordkraan. 2. Boomer bronnen op het dek. De twee streamerkabels zijn te zien achter het schip. 3. Te water laten van de Seistec boomer. 4. Uitzetten van de meerkanaalsstreamer.

Resolutie en penetratie voor een optimaal beeld

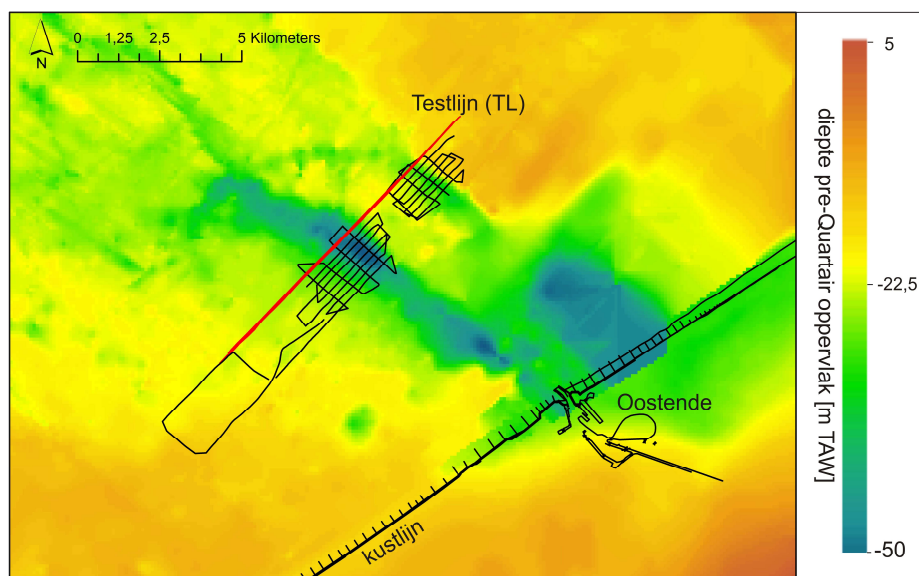
Elk uitgezonden akoestisch signaal wordt gekenmerkt door verschillende fysische parameters zoals frequentie en energie. Deze parameters beïnvloeden in hoge mate het beeld van de zeebodem en onderliggende lagen dat verkregen wordt. Hierbij dient een evenwicht gezocht te worden tussen de details die men wil onderscheiden in de ondergrond (resolutie) en hoe diep men in de ondergrond wil kijken (penetratie). Hoge frequenties en lage energie leveren over het algemeen een hogere resolutie (dus meer detail), maar worden beperkt in hun penetratie in de zeebodem. Omgekeerd leveren lagere frequenties en hogere energie een lagere resolutie waardoor bepaalde details in de zeebodem als het ware over het hoofd worden gezien, maar ze geven dan weer een diepere penetratie.

Bij relatief geringe waterdieptes zoals ter hoogte van de Oostendevallei (niet meer 10-15 meter) zal ook het effect meespelen van de akoestische echo's (i.e. meervoudige reflecties van de zeebodem en onderliggende lagen). In het geval van een harde zeebodem zoals bvb. grind of relatief grof zand zal de zeebodemecho prominent aanwezig zijn en daardoor het diepere beeld flink verstoren. Daarnaast spelen ook de weersomstandigheden een rol –

sommige geluidsbronnen (zoals de Seistec boomer) zijn immers gevoeliger voor wind en golven dan andere.

Met dit alles dient rekening gehouden te worden wanneer we de ondergrond en het begraven prehistorische landschap in beeld willen brengen. In dit opzicht kan het zijn dat niet één toestel maar meerdere toestellen nodig zijn om tot een goed resultaat te komen. Deze aanpak werd toegepast in de meetcampagne van de Oostendevallei, waarbij meerdere geluidsbronnen in combinatie werden uitgetest om na te gaan welke set-up de beste resultaten opleverde.

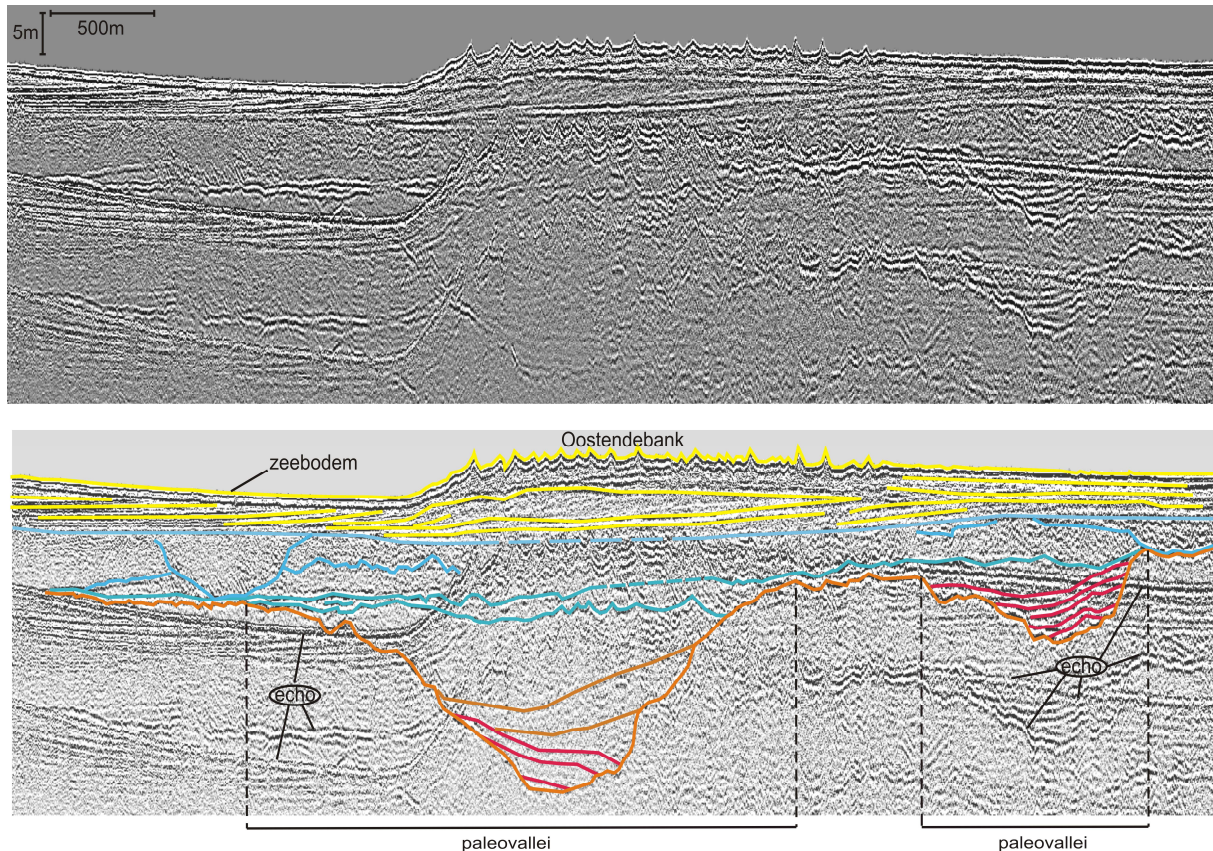
In eerste instantie werden daarom een aantal seismische profielen ter hoogte van eenzelfde testlijn gevaren, dwars over de Oostendevallei. Indien mogelijk werd daarbij met meerdere bronnen en ontvangers tegelijk gemeten. Op deze manier konden de verschillende signalen objectief met elkaar vergeleken worden. Goede resultaten werden onder andere bekomen door de Centipede sparker bron te combineren met de X-Star chirp. Waar deze laatste voornamelijk de bovenste sedimentlagen in groot detail in beeld bracht gaf de sparker een mooi beeld van de diepere structuren in de ondergrond, met name de grote riviervallei en getijdegeulen van het estuarium daterend uit het Eem. Met deze beide geluidsbronnen werden dan ook een paar kleine netwerken opgenomen in het centrale (diepste) deel van de vallei en op de flank van de vallei.



Opgenomen seismisch netwerk ter hoogte van de Oostendevallei, geprojecteerd tegen een achtergrondkaart met diepte van het pre-Quartair oppervlak (in m t.o.v. TAW peil). De testlijn (TL) is aangeduid in het rood.

Eerste resultaten

Op dit moment worden de seismische gegevens verwerkt en geïnterpreteerd met behulp van gespecialiseerde software. Daarbij is het de bedoeling om de verschillende afzettinglagen zo goed mogelijk te identificeren en zo een beter beeld te krijgen van de sedimentologische veranderingen die gepaard gingen met de opeenvolgende zeespiegelstijgingen en -dalingen. Dit moet toelaten om het oude bergaven landschap gedetailleerd in kaart te brengen en potentiële plaatsen van bewoning te identificeren.



Voorbeeld van een seismisch profiel langsheen testlijn TL, opgenomen met de Centipede sparker en éénkanaalsstreamer, dwars doorheen de Oostendevalei van west naar oost (voor precieze lokatie van het profiel zie vorige illustratie). Boven: origineel profiel zonder interpretatie. Onder: profiel met (voorlopige) interpretatie van de voornaamste reflectoren (i.e. afzettinglagen). Geel = recente zandafzettingen. Blauw = getijdenafzettingen. Oranje/rood = oude paleovallei / estuarium. Het diepste deel van de paleovallei ligt pal onder de Oostende(zand)bank. Op het seismisch profiel valt ook duidelijk de versturende werking van de diverse akoestische echo's te zien.

Meer informatie met betrekking tot het SeArch project is te vinden op www.sea-arch.be

Bronnen

Hublin J., D. Weston, P. Gunz et al. 2009. Out of the North Sea: the Zeeland Ridges Neanderthal. *Journal of Human Evolution*, doi:10.1016/j.jhevol.2009.09.001.

Missiaen, T. 2012. De Noordzeebodem: ooit een dichtbevolkt rivierenlandschap. *Grote Rede* 32, 15-21.

Peeters, H., Murphy, P. en Flemming, N. 2009. North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF). Amersfoort, Nederland, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 40pp.

Mathys, M. 2009. The Quaternary geological evolution of the Belgian Continental Shelf, southern North Sea. PhD Thesis, Universiteit Gent, 382 pp.