



www.raakvlak.be

ARCHEOLOGISCH VOORONDERZOEK A11:
DEEL IV ARCHEOLOGISCHE BORINGEN

DIETER VERWERFT
GRIET LAMBRECHT
JARI HINSCH MIKKELSEN
STEFAN DECRAEMER
BIEKE HILLEWAERT
LUC ALLEMEERSCH

Titel:

Archeologisch vooronderzoek A11, deel IV: archeologische booronderzoek

Opdrachtgever:

Agentschap Wegen en Verkeer (AWV)

Periode:

November 2011 - maart 2012

Locatie:

Zonnebloemstraat, Dudzele

Versie:

Eindrapport

Vergunningsnummer:

2011/334

Auteurs:

Dieter Verwerft, Griet Lambrecht, Jari Hinsch Mikkelsen, Luc Allemeersch, Stefan Decraemer en Bieke Hillewaert

Raakvlak:

Komvest 45

8000 Brugge

T +32 [0]50 44 50 44

F +32 [0]50 61 63 67

E info@raakvlak.be

www.raakvlak.be

Veldmedewerkers:

Dwight Vandenberghe, Gerben Verbrugghe, Jasper Billemont, Thomas Lajos Lagauw, Régy Poppe, Jurgen Van de Walle, Serge Van Liefferinge & Maritsa Verstraete

Technische ondersteuning:

Nico Inslegers

Landmeter:

Tom Boi (Stad Brugge)

Met de medewerking van:

Cecile Baeteman (Koninklijk Instituut voor Natuurwetenschappen), Machteld Bats (UGent), Samuel Delefortrie, Timothy Saey, Valentijn Van Parys en Marc Van Meirvenne (UGent, ORBit), Philippe Crombé (UGent), Wim De Clercq (Ugent), Hilde Roels (VLM), Bjorn Vanbillemont (VLM) en Tom Vermeersch (provincie West-Vlaanderen)

© Raakvlak, april 2013

Niets uit deze uitgave mag vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Raakvlak.

1.	Inleiding	3
2.	Het archeologisch booronderzoek	4
2.1.	Methodologie	4
2.2.	Veldwerk.....	4
2.3.	Resultaten.....	5
2.3.1.	Landschappelijke gegevens	5
2.3.2.	Veenonderzoek	5
2.4.	Vondsten	7
3.	Historische situering	8
4.	Interpretatie	11
5.	Geofysisch onderzoek.....	13
6.	Aanbevelingen	14
6.1.	Algemeen.....	14
6.2.	Geomorfologisch en hydrologisch onderzoek.....	15
6.3.	Pedologisch en sedimentologisch onderzoek	15
6.3.1.	Micromorfologie.....	15
6.3.2.	Detailkartering van de bodemtypes ontwikkeld in de Pleistocene sedimenten.....	16
6.4.	Het veen.	17
7.	Besluit	18
8.	Bibliografie.....	19
9.	Bijlagen	21

1. Inleiding

Vanaf december 2010 start Raakvlak een grootschalig boor- en proefonderzoek op het traject van de nieuwe snelwegverbinding tussen Westkapelle, Zeebrugge en Knokke-Heist. De zogenaamde geulenkaart (zie bijlage 1), opgesteld gedurende het bureauonderzoek, wordt als leidraad gebruikt om een groot deel van het tracé dat bestaat uit zandige geulsedimenten met proefsleuven te onderzoeken. In de overige zones die opgebouwd zijn uit veen- en mariene kleisedimenten wordt het paleolandschap in kaart gebracht aan de hand van 711 boringen.

Dit landschappelijk booronderzoek onthult een door geulen doorsneden en intensief gemoerneed landschap. Het oppervlak van het pleistocene zand ligt tussen 2 en -2m TAW. In zone 3a, *grosso modo* tussen het Schipdonkkanaal en de Zonnebloemweg (Havenrandweg-Zuid/N438), herkennen we een sterk uitgesproken paleolandschap met verschillende zandige opduikingen en paleogeulen. Op basis van het landschappelijk onderzoek wordt deze zone weerhouden voor een archeologisch booronderzoek. Dit onderzoek vindt plaats tussen november 2011 en maart 2012.

Tijdens het onderzoek laten de archeologen zich bijstaan door een bodemkundige en een veenspecialist, teneinde dit complexe landschap in al zijn facetten te vatten.



Fig. 1: Sfeeropname tijdens het booronderzoek



Fig. 2: Sfeeropname van het typische polderlandschap langs het traject van de A11

2. Het archeologisch booronderzoek

2.1. Methodologie

Tijdens een vorige fase in het onderzoek vond een landschapskartering plaats. Aan de hand van **711** boringen in een grid van maximaal 50x50 m is het paleolandschap onder het tracé van de A11 snelweg gereconstrueerd. Op basis van de resultaten van dit landschappelijk booronderzoek is één zone, gelegen tussen de Zonnebloemweg (N348) en het Schipdonkkanaal, weerhouden voor een vervolgonderzoek met archeologische boringen (*zie bijlage 1 en 2*). Hiervoor wordt een beroep gedaan op de methodologie die mede uitgewerkt is door Prof. Dr. Philippe Crombé en Drs. Machteld Bats van de Universiteit Gent (Verhagen, 2011).

Voor de archeologische boringen wordt een grid van 10x10 m uitgezet (waarvan x-, y- en z-coördinaten zijn gekend) door een beëdigd landmeter die elk punt voorziet van een uniek locatienummer (*zie bijlage 3*). Rond de positieve boringen wordt dit grid verkleind tot 5x5 m. Waar mogelijk worden de top van het onverstoorde veen en de basis van het veen samen met het onderliggende pleistocene zand verzameld met een 10 cm brede edelmanboor. Per monster worden, in zoverre de bodem dit toelaat, 1 à 2 boorkoppen materiaal in een emmer met een goed afsluitbaar deksel verzameld en zorgvuldig gelabeld. De veldregistratie gebeurt stratigrafisch op standaard boorformulieren. In de boorstaten worden volgende gegevens per laag genoteerd: diepte, grens, kleur, vlekken, textuur, gelaagdheid, inclusies en vochtigheid. De verzamelde stalen worden nat gezeefd op een zeef met maaswijdte 1x1mm (zand) of 4x4mm (veen), waarna het gedroogde residu handmatig wordt uitgezocht op antropogene en paleo-ecologische vondsten.

2.2. Veldwerk

Tijdens deze fase van het onderzoek zijn **564** boringen uitgevoerd tussen eind november 2011 en maart 2012. Hiervan zijn **542** boringen volgens een verspringend 10x10 m grid geplaatst. Deze boringen bereiken **486** keer pleistocene sedimenten. Op **55** boorpunten lukt dit niet : in 15 gevallen is het pleistocene paleolandschap uitgeschuurd door een geul en in 40 gevallen slijbt het boorgat onmiddellijk dicht. In het noorden van de zone is het terrein sterk opgehoogd met structuurloos fijn, wit zand. Het aantal geslaagde boringen ligt hier beduidend lager dan in de rest van het projectgebied. De diepte van het pleistoceen zand ten opzichte van het maaiveld varieert tussen 60 en 425 cm, met een gemiddelde diepte van 165 cm.

Na het zeven leveren **4** boringen archeologica op. Rond de positieve boringen zijn **23** boringen in een 5x5 m grid uitgevoerd. Deze boringen zijn aansluitend op de vorige boringen uitgevoerd en gezeefd.

De resultaten van deze archeologische boringen worden aangevuld met 2 boorraaien uitgevoerd door Dr. Luc Allemeersch. Deze zoomen in op enkele goed bewaarde veensequenties.

2.3. Resultaten

2.3.1. Landschappelijke gegevens

Op basis van de archeologische boringen kan het gedeeltelijk door veen afgedekt paleolandschap gereconstrueerd worden (*zie bijlage 4*). Dit pleistocene zandlandschap is in grote delen van de zone bewaard. De hoogte varieert van -2,08 tot 2,50 m TAW, met een gemiddelde hoogte van 0,90 m en een mediane hoogte van 1,06 m.

In het zuidwestelijke uiteinde ligt een **zandige opduiking**. Deze parabool-vormige opduiking, met een hoogte boven 2 m TAW, wordt aan beide zijden geflankeerd door ***in situ* bewaarde veenafzettingen**. Het pleistocene zand daalt over een afstand van 40 tot 50 m van 2,5 tot -2 m TAW. Deze depressie is gevuld met een tot 2,3 m dik veenpakket. Om deze uitzonderlijke veenafzettingen te bestuderen wordt beroep gedaan worden op Dr. Luc Allemeersch, die een boorraai dwars op deze veenafzettingen heeft uitgezet. De definitieve resultaten van dit onderzoek worden opgenomen in het opgravingsverslag van deze site, hier volgt een korte samenvatting. Ten zuiden van de zandige opduiking, bovenop de *in situ* bewaarde veenprofielen ligt een 10 tot 20 cm dikke, donkerbruine tot zwarte overgangshorizont, mogelijk een **looplaag**. Deze laag ligt 60 tot 120 cm onder het maaiveld met een gemiddelde hoogte van 1,72 m TAW. Het terrein tussen de twee veendepressies, inclusief de zandige opduiking en mogelijke looplaag, beslaat ongeveer **4 ha** (*zie bijlage 5*).

Ten noordoosten van de zandige opduiking en depressies kent het paleolandschap een minder dramatisch verloop. De top van de pleistocene sedimenten ligt tussen 0,95 en 1,2 m TAW. De twee lokale depressies zijn te wijten aan geulen die het originele zandoppervlak hebben uitgeschuurd. De originele veenafzettingen zijn hier grotendeels gemoernd.

2.3.2. Veenonderzoek

Op basis van twee boorraaien dwars door met veen gevulde depressies kan de evolutie van het landschap geschetst worden, van het laat-paleolithicum tot de bronstijd. Tijdens het laat-paleolithicum en het grootste gedeelte van het mesolithicum verschilt deze plaats nauwelijks van de Zandstreek. De zee kan er haar invloed nog niet laten gelden. Sporen van riviertjes of beken zijn bij de boringen niet teruggevonden. Op het einde van het mesolithicum stijgt het grondwaterpeil, tot er centraal in de kleine, onderzochte depressies een broekbos (vooral berkenbroekbos) ontstaat en een veenlaag zich opbouwt. Vanaf deze periode is het zeepeil zo sterk gestegen dat de zee haar invloed laat gelden tot -2 m TAW.

Het begin van de veenafzettingen valt voorlopig niet exact te dateren, maar op de wadafzettingen in Uitkerke begint veenvorming, een zoetwatermilieu, omstreeks 5600 BP (= 4500 AD) (Allemeersch 1991). In de westelijke kustvlakte (Baeteman, 2008) en Zeeland (Kiden & De Vos, 2005) worden gelijkaardige resultaten gevonden.

In de bronstijd bouwt er zich in de depressie een houtveen op. Na een lange periode van 1000 tot 2000 jaar groeit er centraal een voedselarm veen op, dat boven de grondwatertafel komt te liggen. Het is een nauwelijks toegankelijk moerasveen zonder stromend water. Ondertussen blijft de zeespiegel langzaam – veel langzamer dan in het begin van het

Holoceen – stijgen. Het veen blijft echter ook groeien en de zee heeft geen invloed in de bronstijd in de oostelijke kustvlakte. Het stijgende zeewaterpeil zorgt echter wel voor het stijgen van het grondwaterpeil. Het veen 'kruipt' ook geleidelijk hoger op de pleistocene ondergrond. Dit voedselarm (oligotroof) veen heeft een veel betere brandkwaliteit dan houtveen. Uit boring **X705** blijkt dat enkel dit deel van het veen gemoerneerd is.

Binnen de zandstreek was *Corylus avellana* (hazelaar) de belangrijkste boomsoort in een landschap dat reeds sterk door de mens beïnvloed was. Dit blijkt o.a. uit pollendiagrammen van het boomloze hoogveen (Allemeersch, 1991). Bij het natter worden van het landschap aan de rand van de huidige kustvlakte zal deze boom wel verdrongen worden door soorten die wel zo goed als het jaar rond in het water kunnen overleven.



Fig. 3: Een 'reconstructie' van de bestudeerde depressie in de bronstijd. De centrale depressie is opgevuld met een voedselarm veen (ombrotroof veen). Aan de randen bevindt zich een berkenbroekbos. Deze foto is genomen in de westelijke Vogezen.

Tijdens de ijzertijd komt er een einde aan de veengroei. In de oostelijke kustvlakte wordt die op enkele eeuwen na het begin van onze tijdsrekening gesitueerd (Allemeersch, 1991).

2.4. Vondsten

De gezeefde monsters van het pleistoceen zand leveren geen enkel archeologisch resultaat op. Het residu werd ter controle voorgelegd aan Dr. Machteld Bats, die onze bevindingen bevestigt. Er is met andere woorden geen prehistorische activiteit geattesteerd.

De positieve stalen situeren zich alle vier in de kleiafzetting bovenop intacte veenprofielen. Het gaat om één stukje leer (**X207**) en drie aardewerkfragmenten (**X328**, **X353** en **X389**). Zes boringen rond boring **X207** leveren geen bijkomende informatie. Van de vijftien boringen rondom de overige hits bevatten er acht archeologica. Het gaat telkens om *briquetage-materiaal*: aardewerk dat gelinkt wordt aan zoutwinning in de Romeinse periode. De vondsten bevinden zich in een donkergrijze, 20 tot 40 cm dikke laag klei, mogelijk een Romeinse looplaag. Deze laag correspondeert met de overgangshorizont die hierboven besproken wordt. Boring **Y808** levert de grootste hoeveelheid scherven op (zie fig. 4). Waarschijnlijk wordt hier een afvalkuil of -laag aangeboord.



Fig. 4: Het vondstmateriaal uit boring **X808**

Op basis van het werk van van den Broeke onderscheidt De Mulder (1999, 90-91) een vijftal aardewerktechnieken in de zoutcontainers gevonden te Velzeke. Het *briquetage*-materiaal in Dudzele is gelijkaardig, maar voorlopig niet aan de beschreven categoriën toe te schrijven. Dit is niet onlogisch: het gaat immers om lokale producten van lage kwaliteit. Het is in dit geval nuttig om de belangrijkste baksels te beschrijven. Het gaat bij een **eerste type** om een dikwandig, broos baksel met een grijze of roze kern waarvan het oppervlak een wit tot licht grijs of roze is (zie bijlage 6). Hiernaast onderscheiden we nog een **tweede**

technische groep: dikwandig aardewerk met een donkergrijze kern met organische verschraling en schelpengruis. Bij deze scherven is één wandoppervlak met rood slib behandeld (zie bijlage 7). Een **derde en laatste type** bakking dat we hier willen aanhalen is hardgebakken, dikwandig, heeft een grijze kern en een lichtgrijs tot lichtgroen oppervlak. De klei is verschaald met plantaardig materiaal en schelpengruis (zie bijlage 8).

Één scherf uit de eerste technische groep lijkt een bodemfragment (zie bijlage 9)

3. Historische situering

Over de manier waarop zout wordt geproduceerd in de ijzertijd en de Romeinse periode is nog maar weinig bekend. De belangrijkste indicatoren van vroege zoutwinning zijn de massieve aardewerkvormen, bekend als *briquetage*. In de ijzertijd gaat het voornamelijk om staven. Op die staven ruste het zacht gebakken vaatwerk waarin de pekkel verhit wordt. Deze komen vaak voor samen met halve holle buisjes, 'gootjes'. (van den Broeke, 2006, 48-49) De belangrijkste vindplaats in de oostelijke kustvlakte is Fort Lapin te Brugge. Gelegen langs een geul vormde de plaats de uitgelegde basis voor zoutzieders. (Thoen, 1987, 55)

Later, in de Romeinse tijd, vinden we vooral kleinere elementen terug: klosjes, driepootjes en kleispijkers. De zoutcontainers worden in die periode veel groter. (van den Broeke, 2006, 48-49)

In de regio van de Brugse achterhaven zijn sporadisch sporen van fragmenten van *briquetage*-materiaal aangetroffen. Dit gebeurde bij diverse graafwerken in Dudzele (Hillewaert 1997, Hillewaert en Hollevoet 1987, 136-137, Hillewaert en Hollevoet 1986, 91, 109) en het uitdiepen van een afwateringsgracht langs de Heistlaan in Ramskapelle (Hollevoet 1988). Het *briquetage*-materiaal en Romeins gebruiksaardewerk gevonden in Ramskapelle bevindt zich in een middeleeuwse uitvening. In Zuienkerke zijn voor het eerst resten van Romeinse zoutwinning *in situ* aangetroffen. Tussen het veen en de post-Romeinse afzettingen is een antropogeen pakket waargenomen. Deze laag bevat verbrande klei, houtskool en *briquetage*-materiaal en op verschillende plaatsen turf. (Hollevoet 1978, 154-155, van den Broeke 2007, 73).

In de oostelijke kustvlakte zijn de overige vondsten die te maken hebben met zoutwinning eerder schaars te noemen. De belangrijkste vondst betreft een 22 m breed en 39,5 m lang raamwerk, gevonden bij havenwerken in Zeebrugge. De functie hiervan is mogelijk vergelijkbaar met de zogenaamde *marais salants*. Het klimaat in de Menapische kustvlakte lijkt een vereenzelviging van beide fenomenen in de weg te staan. Dit zijn voorlopig de enige

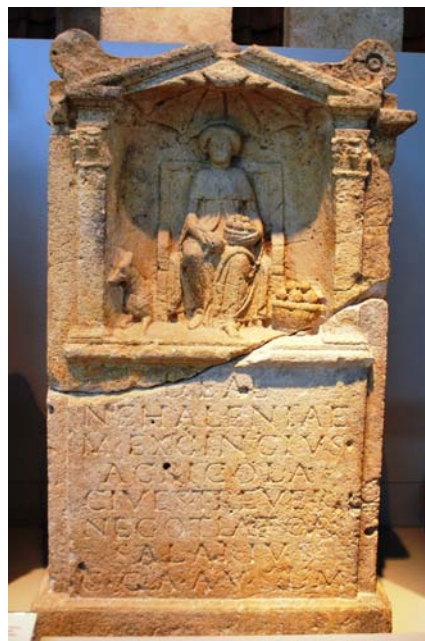


Fig. 5: Altaar opgedragen door Marcus Exgingius Agricola, zouthandelaar

materiële aanwijzingen van het belang van zoutwinning onder Romeins bewind (Thoen, 1987, 70-71).

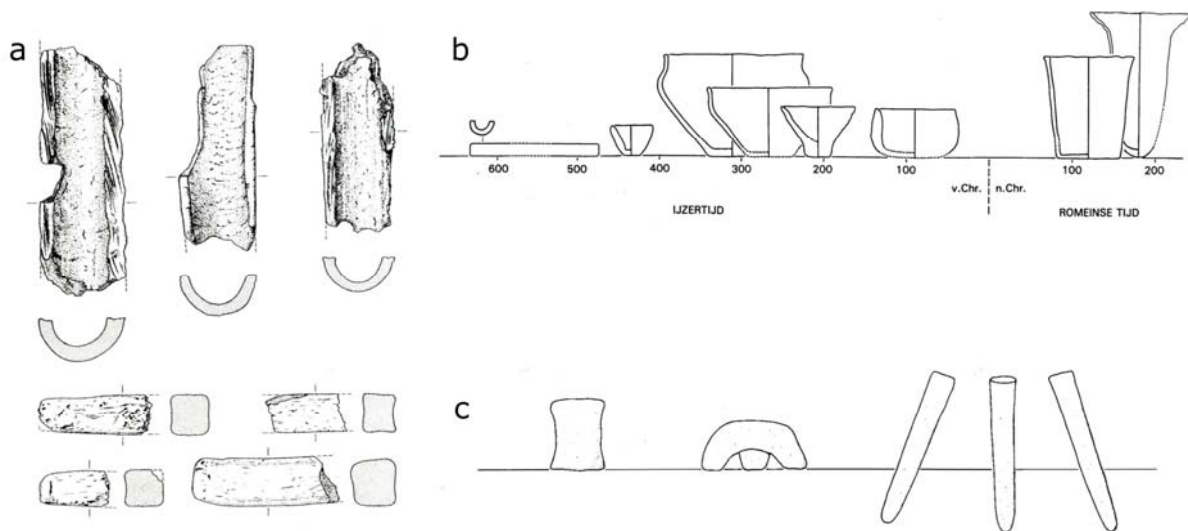


Fig. 6: Verschillende vormen van 'briquetage' aardewerk (a: gootjes en staven, b: containers, c: steunen) (naar VAN DEN BROEKE, 2007, 68-69)

De Menapische kustvlakte is in de Romeinse periode een belangrijke economische regio waar seizoensgebonden activiteiten plaatsvinden. Zo vind je er zoutziederijen, schelpkalkbranderijen, wordt er aan mossel- en oesterpluk gedaan, produceert men de bekende vissaus en teelt men schapen op de schorren (De Clercq en Van Dierendonck, 2006, 38).

Onder de Romeinse overheersing wordt de zoutwinning in de kustvlakte grootschalig aangepakt en wordt de zouthandel een staatsmonopolie. Door twee inscripties gevonden te Rimini, Italië, opgedragen door Morinische en Menapische zoutzieders, een altaarsteen uit Tongeren en zeven inscripties op Nehalennia-altaren, opgevestigd bij Colijnsplaat en opgedragen door zouthandelaren (*negotiatores salarii*) en handelaars in vissaus weten we dat de handel en productie van zout hier een belangrijke rol spelen in de Romeinse tijd (Thoen, 1987, 70). De term *salinatores*, bekend van deze inscripties, slaat op een groep Menapiërs die verbonden is met de productie van of de handel in zout. Volgens sommigen duidt de term op controlerende ambtenaren: de *salinatores aerarii*. (De Clercq, 2011, 77)

Hoe het productieproces van zout precies verloopt én welke sporen dit achterlaat in het bodemarchief is op dit moment nog niet helemaal duidelijk.

Om zout te produceren heeft men in elk geval een sterke pekkel nodig. Er zijn verschillende manieren waarop men deze pekkel kan bekomen: zeewater laten uitdampen, zout wassen uit het strandzand, zout gefilterd uit as van verzilt veen of as van zoutminnende planten. In Raversijde (Oostende), Zeebrugge (Thoen, 1987, 70-72) en Kapelle in Zeeuws-Vlaanderen (HOM 2008) zijn houten staketsels gevonden die vermoedelijk als zoutpan gebruikt werden

in een eerste stap om het zoute water te laten uitdampen. Bij alle varianten moet men echter op een gegeven moment het pekewater boven een vuur verhitten. Om dit proces efficiënter te maken wordt het bijna droge zout in kleiner vaatwerk geschept en drooggestookt. (van den Broeke, 2007,66 en van den Broeke 1996, 57) In de hele Belgische kustvlakte is maar één locatie gekend met een oven, namelijk in Leffinge (De Clercq en Van Dierendonck, 2006, 51 en Thoen 1987, 72). Andere ovens zijn nog niet met zekerheid vastgesteld. Een oven is echter niet strikt noodzakelijk in het zoutwinningsproces. Het *briquetage*-materiaal zelf is zeer zacht gebakken en kon in een open vuur gemaakt worden (van den Broeke 2007-73) en ook het verder uitdampen van het zout kon op open vuren.

Een belangrijke vraag die hierbij gesteld wordt is of hiervoor, net als in de middeleeuwen, veen gestoken wordt. De archeoloog Peter van den Broeke stelde zichzelf die vraag ook (van den Broeke, 2006 en 2007) en komt tot het besluit dat veen tot in de laat-Romeinse tijd enkel als brandstof diende en niet als grondstof (zoals in de middeleeuwen). De sporen en vondsten plaatsen de eerste turfstekers reeds in de ijzertijd, rond 500 tot 700 voor onze jaartelling (van den Broeke, 1996, 48 en van den Broeke, 2007, 69). Tot in het Hoge Keizerrijk kon veen enkel gebruikt worden als brandstof. Pas later (na 270) kan verzilt veen gebruikt worden in onze regio. Het veen in de kustvlakte verzilt door de steeds verder landinwaarts uitbreidende getijdengeulen. Vanaf dan is het voor de zoutwinners ook mogelijk verder landinwaarts te opereren. Er zijn sterke aanwijzingen dat dit gebeurde in Zeeuws-Vlaanderen in Koudekerke, Middelburg-Matierre en 's Heer Abtskerke op Zuid-Beveland (van den Broeke 2007-76-77). Vóór deze periode heeft men altijd direct toegang nodig tot zout water en bevinden de zoutziederijen zich aan de zee of op de oever van een getijdengeul, zoals dat het geval was in Leffinge (van den Broeke 2007-73, Thoen, 1987).

De sporen die aangetroffen kunnen worden

Mogelijk aan te treffen resten van zoutwinningsites zijn **bassins en staketsels** om pekewater uit te dampen, **veenwinningskuilen** waar men veen uit haalde om als brandstof te gebruiken of om zelas te produceren, **turfas/zelas**¹, **hout en houtskool** van hout dat eventueel als brandstof is gebruikt, **vuurplaatsen** (open vuur of ovens), **briquetage-materiaal** bestaande uit gootjes, containers en of steuntjes naargelang de aangesneden periode. En niet te vergeten: **een afdak of zoutkeet en een tijdelijk onderkomen voor de zoutzieders**. (van den Broeke, 2007-71)

Een grote hoeveelheid (fragmenten van) zoutcontainers hoeft niet noodzakelijk te wijzen op zoutwinning, maar kan evenzeer wijzen op de productie van een ander consumptieproduct zoals vissaus of zoutcontainers *an sich* .

¹ Een opmerking die hierbij gemaakt moet worden is dat de aanwezigheid van turf as op een zoutwinningslocatie geen garantie vormt dat het hier gaat om zelas (as van verbrand zout veen), die in de middeleeuwen wel vaak voorkomt en achterblijft na het 'zelbarnen'. (VAN DEN BROEKE 2007, 73)

4. Interpretatie

Een Romeinse zoutwinningsite bestaat uit vier structurerende elementen die allemaal nauw samenhangen met het landschap. De eerste voorwaarde is de beschikbaarheid van zout water. Dit vormt de grondstof voor het productieproces. De tweede voorwaarde is de aanwezigheid van een aanzienlijke hoeveelheid brandstof. De derde voorwaarde is een geschikte locatie, die droog genoeg is om ambachtelijke activiteiten toe te laten. En de vierde en laatste voorwaarde is een bevaarbare waterloop, die transport van het zout naar het binnenland toelaat. Drie van de vier vooropgestelde elementen kunnen reeds herkend worden.



*Fig. 7: Reconstructie van de Romeinse zoutwinningsite 'Barber's point' te Aldenburgh
(aldenburghmuseumonline.co.uk)*

Tijdens de Romeinse periode is de Vlaamse kuststreek onderhevig aan de invloed van de zee. Het is een wadlandschap waar het getij via verschillende zeegaten binnendringt en dat in de 1^e eeuw na Chr. evolueert naar een slikken- en schorregebied met actieve inbraakgeulen die opslibben en verlanden (Baeteman, 2008, 12-20). De constante toevoer van **zout water** is dus verzekerd.

Zoals de archeologische boringen en het veenonderzoek aantonen is er op sommige plaatsen een uitzonderlijk dik pakket veen aanwezig. Boring **X705** duidt op moertering van het meest brandbare veen. Er is dus een grote voorraad **brandstof** aanwezig in het gebied.

De derde voorwaarde, een **geschikte locatie**, herkennen we in de vorm van een zandige opduiking die het projectgebied doorkuist. Dit hoger gelegen element biedt ofwel een droge

plaats ofwel beschutting tegen de koude noordwestenwind. In associatie met deze zandrug is *briquetage*-materiaal aangetroffen.

Een geschikte **waterloop** (geul) waarlangs het eindproduct naar het hinterland getransporteerd wordt, kan niet precies gelokaliseerd worden. Bodemkundig onderzoek kan hier verandering in brengen.

Concluderend worden volgende stellingen naar voor geschoven:

- Het booronderzoek heeft sporen van **Romeinse zoutwinning** aan het licht gebracht.
- Het booronderzoek heeft verschillende **landschapselementen** die geassocieerd worden met zoutwinning aangeboord.
- Lineaire depressies gevuld met veen, langs een zandige opduiking en een *in situ* bewaarde overgangshorizont bakenen een **4 ha** groot terrein af waarvoor vervolgonderzoek aangeraden wordt
- Om de lacunes binnen de kennis van deze site en het onderwerp in het algemeen op te vullen is het noodzakelijk dat archeologen nauw samenwerken met natuurwetenschappers. Hiertoe wordt een lijst met **aanbevelingen** opgesteld.

Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een citaat van van den Broecke (2007-78) dat het belang van deze site onderstreept: "*... in de eerste plaats is er behoefte aan een onderzoek waarbij een zoutwinningslocatie in zijn geheel wordt gedocumenteerd. De snippers informatie die in een periode van ruim een eeuw zijn verzameld, hebben nog lang geen aansprekend beeld opgeleverd van één van de belangrijkste economische activiteiten van de vroegere bewoners van de Noordzeekust.*"

5. Geofysisch onderzoek

Om de verschillende onderdelen van het landschap in detail in kaart te brengen en de zoutwinningsite af te bakenen werd een **prospectie met geofysische bodemsensoren** aangeraden. Dit onderzoek is uitgevoerd in mei en augustus 2012 door ORBit, de Onderzoeksgroep Ruimtelijke Bodeminventarisatietechnieken van de UGent (Delefortrie, 2012). De survey gebeurde met een elektromagnetische inductie (EMI) sensor. Dit toestel meet gelijktijdig elektrische geleidbaarheid en magnetische susceptibiliteit.

Het onderzoek bakent de elementen die in het booronderzoek herkend worden scherper af. Op de interpolatiekaart van de elektrische geleidbaarheid figureren onder meer de zandige opduiking en de zone met het gemoerneerde veen (*zie fig. 8*). Daarnaast worden enkele nieuwe, mogelijk antropogene elementen herkend (*zie bijlagen 10 tot en met 13*). Tijdens de opgraving zal, in samenwerking met ORBit, de nodige aandacht besteed worden aan het onderzoek van deze structuren.

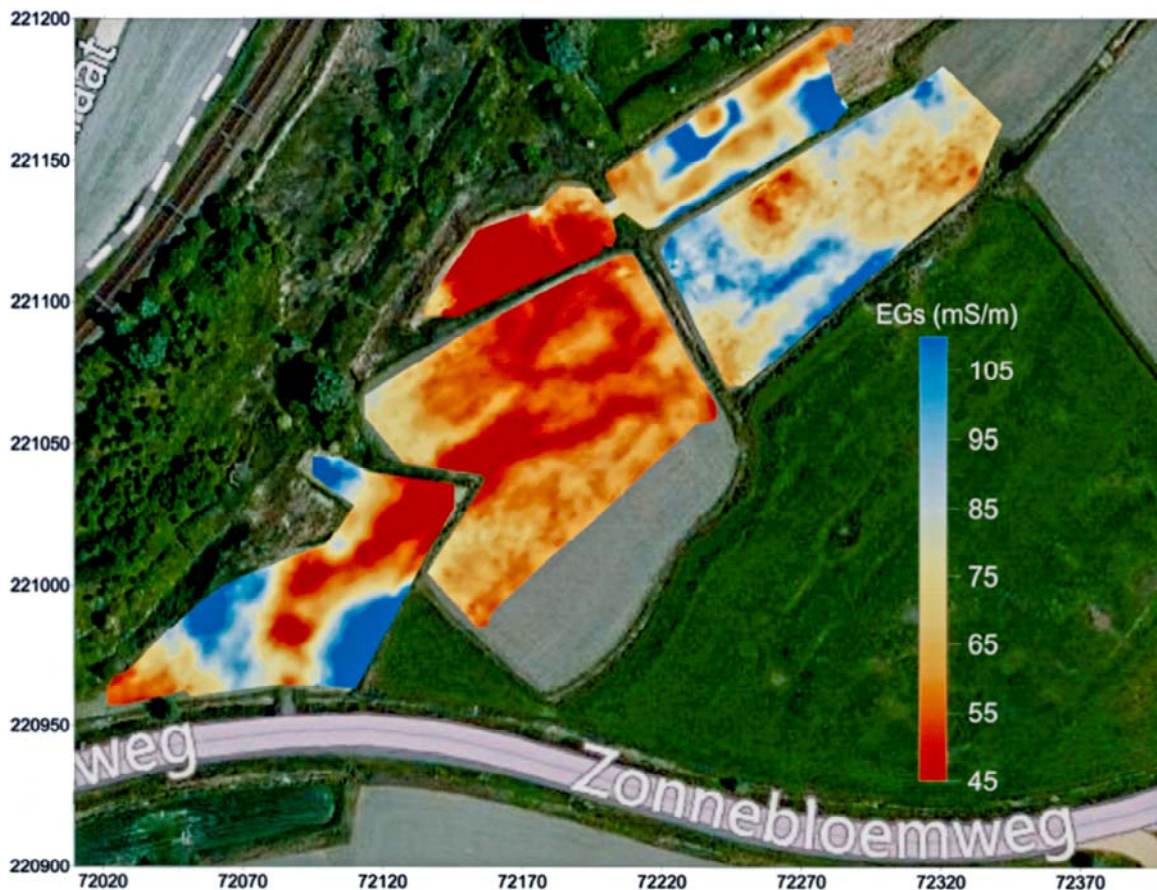


Fig. 8: Schijnbare elektrische geleidbaarheid met de 1PRP spoel ($mS m^{-1}$), 0-0,5 m-mv

6. Aanbevelingen

6.1. Algemeen

Stratigrafisch ligt deze unieke site op de grens tussen het veen en de mariene klei, meer bepaald in de donker grijsbruine overgangshorizont die gekenmerkt is door een hoog klei- en humusgehalte en veel oxido-reductie vlekken. Het veen rust op een golvend zandig landschap van podzolachtige, bruine en moerasachtige bodems die ontwikkeld zijn in Pleistocene dekzanden. Het unieke karakter van deze archeologische site in combinatie met de lacunes in de kennis van de pedologische, ecologische en geomorfologische omkadering van dergelijke sites vereist dat een archeologisch onderzoek gepaard gaat met een uitgebreid natuurwetenschappelijk onderzoek. Op deze manier wordt zowel het paleolandschap als de vorm en functie van de menselijke aanwezigheid in kaart gebracht.

Om de zandige opduiking en de 'ambachtelijke zone', waar het *briquetage*-materiaal aangetroffen is, in detail te bestuderen zal dit terrein **vlakdekkend opgegraven** worden. Hierbij worden twee vlakken aangelegd: een eerste net onder de ploeglaag en een tweede onder de mogelijke mariene sedimenten, op het niveau van de begraven stabilisatiehorizont en de zandige opduiking. Dit vlak volgt met andere woorden de topografie van het begraven Romeinse landschap. Waar deze lagen in een later stadium verstoord werden is dit uiteraard niet mogelijk. De exacte afbakening van dit areaal zal mee bepaald worden door bijkomend (geofysisch) onderzoek

Om alle facetten van het landschappelijke kader te vatten is het essentieel om op enkele plaatsen **sleuven** aan te leggen op cruciale onderdelen van het (paleo)landschap. Zonder deze sleuven is de complexe stratigrafie moeilijk te achterhalen. Twee sleuven worden gegraven op de plaats waar er voor de polders zeer grote reliëfverschillen op de Pleistocene topografie waargenomen zijn en één sleuf wordt aansluitend op het archeologisch onderzoek door de zone met *briquetage*-materiaal aangelegd.

Deze proefsleuven dienen onder meer een antwoord te bieden op de vraag of er in de omgeving van het *briquetage*-materiaal effectief uitgeveend is of dat het veen alleen door een geul (gedeeltelijk) geërodeerd is. Bij boringen met een edelman- of gutsboor is het niet altijd mogelijk een onderscheid te maken tussen een Romeinse veenwinning en een ondiep ingesneden geul. Romeinse veenwinningen zijn later bedekt met (peri-)mariene sedimenten. In het geval van middeleeuwse of latere veenwinningen is dit meestal wel herkenbaar in de boorkernen, omdat hier geen mariene maar antropogene sedimenten aangeboord worden.

De proefsleuven worden 30 cm dieper dan de top van het Pleistocene zand gegraven. Dit resulteert in sleuven waarvan de bodem plaatselijk meer dan 3 m onder het maaiveld ligt. Om veiligheidsredenen dienen deze sleuven trapsgewijs aangelegd worden. Om de werken te vergemakkelijken en de veiligheid te verhogen moet bronbemaling voorzien worden rond elke sleuf en elk opgravingsvlak. De diepte tot waar de grondwatertafel verlaagt moet worden is afhankelijk van de diepte waarop onderzoek nodig is.

Het **natuurwetenschappelijk luik** omvat volgende disciplines:

- Geomorfologisch en hydrologisch onderzoek
- Pedologisch en sedimentologisch onderzoek, inclusief:
 - Detailkartering van de bodemtypes ontwikkeld in de Pleistocene sedimenten
 - Micromorfologie (van de Romeinse loopvlakte)
- Veenonderzoek, inclusief:
 - Macroresten,
 - Pollenonderzoek
 - Dateringen aan de hand van macroresten/C14/...

De volgende hoofdstukken behandelen elke discipline in detail.

6.2. Geomorfologisch en hydrologisch onderzoek

Het in kaart brengen van de paleolagen is op meso- en macroschaal al gebeurd tijdens het booronderzoek. Op microniveau dient dit te gebeuren aan de hand van sleufprofielwanden. Aan de hand van de macro-, meso- en microdata moet beslist worden of bijkomende landschapsboringen nodig zijn om het hydrologische netwerk van de site beter in kaart te brengen. Dit netwerk bestaat uit beken en rivieren die gedurende periodes van veengroei instaan voor de afwatering van het gebied. Dit netwerk kan later, wanneer de invloed van de zee zo groot wordt dat veengroei niet meer mogelijk was, getransformeerd zijn in een geulenstelsel.

Een onderzoek naar de **drainage van het gebied** is met andere woorden van primordiaal belang. Enkel op die manier kan de site in zijn (regionale) context geplaatst worden.

Essentiële vraagstukken met betrekking tot dit onderwerp zijn:

- 1) Is de Pleistocene bodem ter hoogte van de site goed gedraineerd? Waar loopt het drainagewater naartoe?
- 2) Is er voor en/of aan het begin van de marine sedimentatiefase al een geulenstelsel in de directe nabijheid.
- 3) Liggen er bevaarbare waterlopen in of in de buurt van het projectgebied.

Deze vraagstukken en de geomorfologische en hydrologische karakteristieken van de site en de ruime omgeving dienen beantwoord te worden aan de hand van bestaande en bijkomende geomorfologische veldwaarnemingen, in combinatie met de informatie die voortvloeit uit het geofysisch, pedologisch en ecologisch onderzoek.

6.3. Pedologisch en sedimentologisch onderzoek

6.3.1. Micromorfologie

Om het **landschappelijk kader ten tijde van de Romeinse activiteiten** te schetsen dient een bijkomend micromorfologisch onderzoek te gebeuren op de **donkergrijs-bruine overgangshorizont**, tussen het veen en de mariene sedimenten. De genese van deze

horizont en de transitie tussen het veen en de zuivere estuariene sedimenten moet aan een microscopisch onderzoek onderworpen worden. Op die manier kan deze cruciale overgangsfase van landschappelijke verdrinking in detail omschreven worden. Verder dient het micromorfologisch onderzoek ook om sporen van menselijke activiteiten te traceren die niet met de blote oog te herkennen zijn (bijvoorbeeld compactie). In totaal zijn 4 slijpplaatjes nodig (maat 6x9cm): op de grens tussen het veen en de overgangshorizont en tussen de transitie laag en estuariene sedimenten, zowel op de archeologische site zelf als op enige afstand waar de invloed van de mens miniem is geweest (referentietoestand). Het onderzoek omvat een basisbeschrijving en een interpretatie hiervan (Bullock *et al.*, 1985; Stoops *et al.*, 2010).

Een uitgebreid archeo-pedologisch onderzoek omvat volgende deelelementen:

- 1) Onderzoek van plantaardige macroresten en slakken/schelpen in afzettingen vlak boven het veen. Deze 'Romeinse' bodemlaag is nog onvoldoende bekend. Naast een gedetailleerde beschrijving van de anorganische component van de sedimenten kan een analyse van het organisch materiaal een essentiële bijdrage leveren tot de kennis van het milieu. Zeer belangrijk om weten is in hoeverre we met een zoet/brak/zout oppervlak te maken hebben.
- 2) Granulometrische analyse en bepaling van het zoutgehalte en organisch materiaal van de 'Romeinse' bodemlaag.

6.3.2. Detailkartering van de bodemtypes ontwikkeld in de Pleistocene sedimenten

Pedologische beschrijving van minstens 4 verschillende bodemtypeprofielen ontwikkeld in de Pleistocene dekzanden en herkend tijdens het vooronderzoek. Het bodemkundig onderzoek onderscheidt volgende bodemtypes:

- 1) bruine bodems, ofwel prepodzolen,
- 2) podzolen of podzolachtige bodems,
- 3) moerasachtige bodems (geen podzol eerder een dunne A-C bodem), en
- 4) volledig of gedeeltelijk geërodeerde bodems.

De beschrijving wordt uitgevoerd aan de hand van een 1 m brede verticale wand en uitgevoerd volgens de internationale richtlijnen van FAO (FAO, 2006). De beschrijving omvat alle bodemhorizonten vanaf de C-horizont van het Pleistocene dekzand tot de huidige oppervlaktehorizont. De bovenkant van het bodemprofiel wordt ingemeten door een landmeter. De horizonten worden aangeduid op de profielwand en zowel ingetekend als gefotografeerd. Bij de staalname wordt de positie van het staal ingetekend en de profielwand nogmaals gefotografeerd.

Van elke horizont of laag worden bodemstalen genomen (minstens 250 g). Op een onderbouwde selectie van minstens 40 stalen afkomstig van minstens 4 bodemprofielen worden bodemanalyses uitgevoerd met de bedoeling de pedogenese en de

landschapontwikkeling te onthullen. Volgende chemische en fysische bodemanalysen zijn van toepassing:

Analysen	Estuariene sedimenten	Veenbodem	Pleistocene dekzanden
OC (TOC of W&B)	X		X
OC (LOI)		X	
pH-H ₂ O (1:5)	X	X	X
Textuur (laser)	X		(X)
Textuur (pipette)	(X)		X
CaCO ₃	X		
Na ⁺ (ICP)	X	X	
K ⁺ (ICP)	X	X	

- OC: organic carbon
- TOC: total organic carbon (ISO 8245: 1999)
- W&B: Walkley en Black methode (Walkley, A.: Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37:29-38.)
- LOI: Loss on Ignition (Dean, W.E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. Journal of Sedimentary Petrology 44: 242-248.)
- ICP: element analyse (inductively coupled plasma)

6.4. Het veen.

Het materiaal (veen) bestaat uit bijna zuiver organisch materiaal. Het is in dit geval ook ter plaatse gevormd en kan gevoed worden met diverse soorten water. De samenstelling van het veen weerspiegelt perfect het fysisch milieu (topografie en grondwaterstromen, samenstelling van het grondwater, klimaatverandering) en bijgevolg ook de invloed van menselijke activiteiten op het milieu (vb. ontbossing, drainering in de omgeving).

Het veen bereikt hier ook een uitzonderlijke dikte (meer dan 2 m) boven het Pleistocene oppervlak. In de proefsleuven wordt een stratigrafische indeling van het veen gemaakt met een beschrijving zoals vermeld in het booronderzoek (<http://mire-substrates.com>).

Uit het booronderzoek blijkt dat in boring **X705** ongeveer de helft van het vermoedelijke veenpakket uitgeveend is. Waarschijnlijk hangt dit samen met de (brand)kwaliteit van het veen: voedselarm (oligotroof) veen heeft een veel betere brandkwaliteit dan houtveen. Dit draagt enkel bij tot de noodzaak aan een goede omschrijving van het veen. Dit omvat:

- 1) Gedetailleerde, macroscopische beschrijving van het veen in de sleuven met grotere plantenresten en humificatiegraad. De sleufwanden dienen ingetekend te worden.
- 2) Onderzoek van de macroresten van het veen. De macroresten omvatten naast zaden/vruchten ook bepaalde weefselresten van hogere planten en mossen. Het veen bestaat voor een groot gedeelte uit voedselarm veen. In dit veen komen weinig zaden/vruchten voor maar veel herkenbare weefselresten en mossen (Grosse-Brauckmann, 1972, 1974). De staalname van de macroresten gebeurt om de 10 cm

en nabij grensvlakken om de 5 cm. Een volume van 50 cc wordt onderzocht. De stalen worden na bereiding gezeefd op een korrelgrootte van 500 μ en 250 μ . Deze methode is recent beschreven en gebruikt in een INBO-rapport in opdracht van het VIOE (Allemeersch, 2010).

- 3) In elke sleuf wordt minstens één bodemprofiel onderzocht. Daarnaast kunnen lagen, rijk aan organisch materiaal vlak bij de zoutwinning of op plaatsen die wijzen op menselijke activiteiten, eveneens onderzocht worden op macroresten. Dit kan een aanwijzing vormen voor de aard van de menselijke activiteiten in het Romeinse landschap. Dit betekent ongeveer 60 analyses van het veen op macroresten.
- 4) Bij de analyse van de macroresten wordt ook materiaal (zaden, vruchten, mossen) geselecteerd dat *in situ* voorkomt. Dit wordt gebruikt voor staalnames van ¹⁴C-dateringen: één van de basis van het veen en enkele (twee of drie) aan de top op plaatsen waar we in de sleuven vaststellen dat het veen niet afgegraven/geërodeerd is.
- 5) Onderzoek van pollen in het veen. Een volledig profiel wordt onderzocht op de plaats waar de veenlaag het dikst is. Op die manier worden landschapsveranderingen in de bronstijd en ijzertijd geregistreerd. Een belangrijk deel van het veen is oligotroof. In dit veen komen geen voor. De pollen in die boomloze omgeving weerspiegelen eerder een regionale, dan een lokale pollenneerslag. In een houtveen is er vooral een lokale pollenneerslag van bomen die vlakbij groeien. Pollenbakken beslaan de volledige lengte van het profiel, maar enkel de strategische plaatsen worden in detail bestudeerd. Dit resulteert in 20 stalen van 2 cm dikte. We concentreren ons op de basis van het veen, op het oligotroof veen en de top van het veen. De pollenanalyse aan de basis en de top onderstunt de ¹⁴C-datering.

7. Besluit

Een archeologisch booronderzoek in Dudzele brengt sporen van een Romeinse zoutwinningssite aan het licht. Een prospectie met geofysische bodemsensoren heeft de locatie van de site en geassocieerde landschapselementen in detail afgebakend en enkele mogelijk antropogene structuren aan het licht gebracht. Hier wordt tijdens het vervolgonderzoek extra aandacht aan besteed. Het unieke karakter van dergelijke site in combinatie met haar ligging in een gevarieerd landschap, dat zowel Pleistocene bodems als *in situ* bewaarde veenprofielen behelst, noopt tot een archeologisch vervolgonderzoek met een grote natuurwetenschappelijke component.

8. **Bibliografie**

ALLEMEERSCH Luc, 1991, Peat in the belgian eastern coastal plain. In: GULLENTOPS, (ed.), *Wetlands in Flanders – Contributions to the paleohydrology of the temperate zone in the last 15,000 years*, 1-54.

ALLEMEERSCH Luc, 2010, *Archeologische en paleo-ecologische evaluatie van de vallei van de Zwarte Beek Beringen (provincie Limburg)*, 175 p.

BAETEMAN Cecile, 2008, *De Holocene geologie van de Belgische Kustvlakte. Geological Survey of Belgium*, Professional Paper 2008/2 - N. 30, 36 p.

BULLOCK P., FEDOROFF N., JONGERIUS A., STOOPS G., TURSINA, T. & BABEL, U. 1985, *Handbook for Soil Thin Section Description*, 152 p.

DE CLERCQ Wim & VAN DIERENDONCK Robert, 2006, Extrema Galliarum, Noordwest-Vlaanderen en Zeeland en het Imperium Romanum, *Vobov-info*, vol 64, 34-75.

DEFORCE Koen, BASTIAENS Jan & AMEELS Vera, 2006, Archeobotanisch bewijs voor ontginning en lange-afstandstransport van turf in Vlaanderen rond 1200 AD: heropgegraven veen uit de abdij van Enname (Oudenaarde, prov. Oost-Vlaanderen), *Relicta* nr. 1, 141-154.

DE KRAKER Adriaan M.J. & BORGER Guus J., 2007, *Veen-vis-zout, Landschappelijke dynamiek in de zuidwestelijke delta van de Lage Landen*, 136p

DELEFORTRIE Samuël, 2012: *Geofysisch onderzoek te Westkapelle (tracé A11)*, onuitgegeven rapport ORBit, 20p

DE MULDER Guy, 1999, Zoutcontainers/technisch aardewerk, In: DE MULDER, Guy & ROGGE, Marc (red.), *De Gallo-Romeinse vicus te Velzeke I, Sporen van Flavische en 2de eeuwse bewoning*. Publicaties van het Provinciaal Archeologisch Museum in Zuid-Oost-Vlaanderen. Site Velzeke, gewone reeks, nr2, 90-91

FAO, 2006, *Field Guidelines for Soil Description. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, 97p

GROSSE-BRAUCKMANN Gisbert, 1972, *Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. I. Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Bestimmung*, Telma 2, 19-56.

GROSSE-BRAUCKMANN Gisbert, 1974, *Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. II. Weitere Reste (Früchte und Samen, Moose u. a. und ihre Bestimmungsmöglichkeiten)*, Telma 4, 51-118.

HILLEWAERT Bieke, 1997, Dudzele–gaspijpleiding. In: *Jaarboek 1995-1996. Brugse Stedelijke Musea*, 77.

HILLEWAERT Bieke & HOLLEVOET Yann, 1987, Brugge (W. VI.): De Zeebrugse achterhaven, *Archeologie* 1987.2, 136-137.

HILLEWAERT Bieke & HOLLEVOET Yann, 1987, Brugge-haven (W. VI.): De Zeebrugse achterhaven, *Archeologie* 1987.2, 136-137.

HILLEWAERT Bieke & HOLLEVOET Yann, 1987, Dudzele (W. VI.): briquetage, *Archeologie* 1986.2, 109.

HOLLEVOET Yann, 1988, Ramskapelle (Knokke-Heist, W. VL.): Romeinse zoutwinning, *Archeologie* 1988.2, 169.

HOLLEVOET Yann, 1987, Zoutwinning in het ruilverkavelingsgebied Houthave (Zuienkerke, W. VL.), *Archeologie* 1988.2, 169.

STOOPS Georges, MARCELINO Vera & MEES Florias, 2010, Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths, 752 p.

THOEN Hugo, 1987, De Romeinen langs de Vlaamse kust, 181 p.

THOEN Hugo, 1978, *De Belgische kustvlakte in de Romeinse tijd*. Bijdrage tot de studie van de landelijke bewoningsgeschiedenis. Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België. Klasse der Letteren - jaargang XL-nr 88, 255 p.

VERHAGEN Philip, RENSINK Eelco, BATS Machteld & CROMBÉ Philippe, 2011, *Optimale strategieën voor het opsporen van steentijdvindplaatsen met behulp van booronderzoek: een statistisch perspectief*, 50 p.

VOS, P. & KIDEN, P, 2005, De landschapsvorming tijdens de Steentijd. In: DEEBEN Jos, DRENTH Erik, VAN OORSOUW Marie-France & VERHART Leo (eds.), *De steentijd van Nederland*, 235-260.

VAN DEN BROEKE Peter W., 1996, Turfwinning en zoutwinning langs de Noordzeekust. Een verbond sinds de ijzertijd?, *Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis* nr. 5, 48-59.

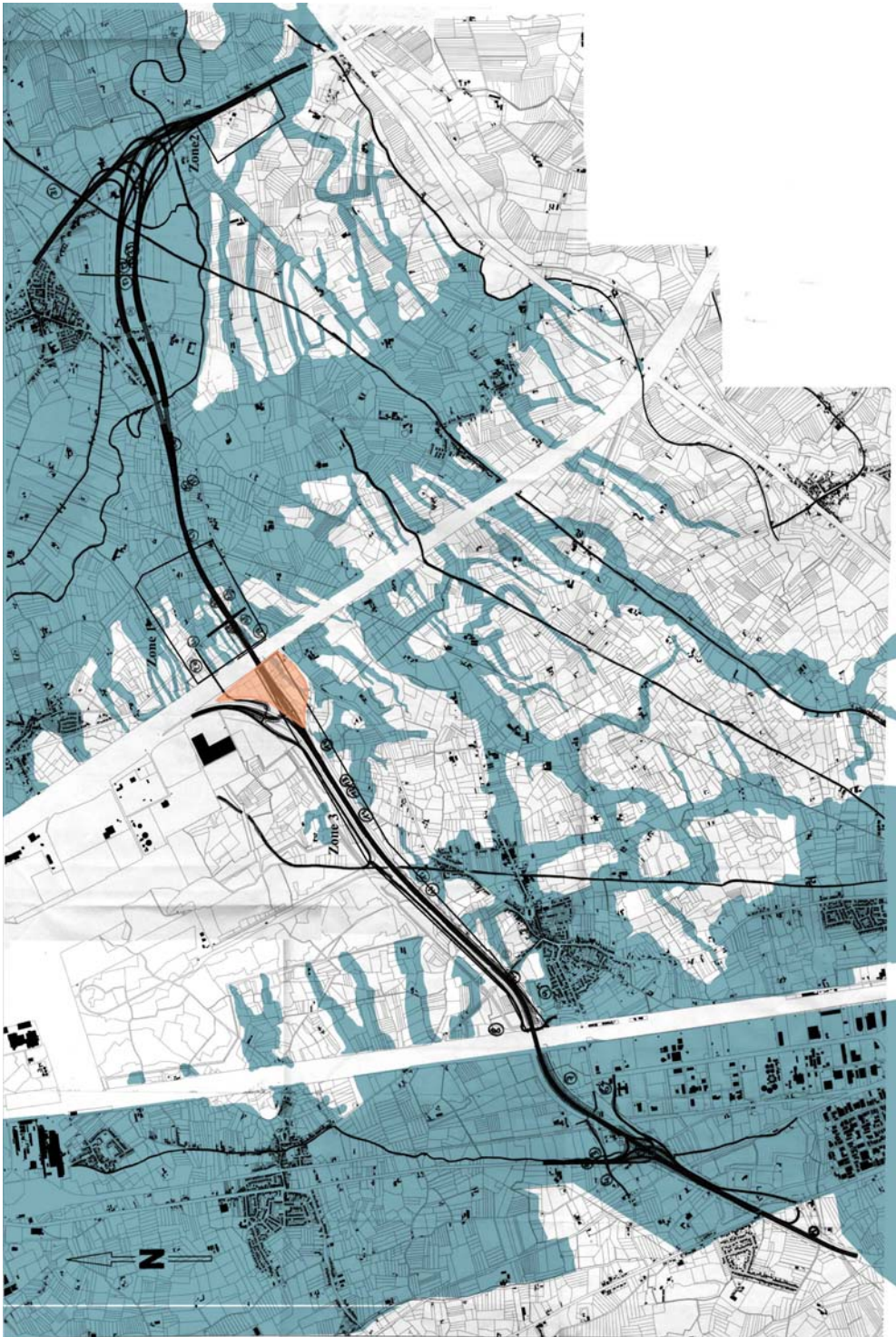
VAN DEN BROEKE Peter W., 2007, Zoutwinning langs de Noordzee: de pre-middeleeuwse sporen, In: DE KRAKER Adriaan M.J. & BORGER Guus J., *Veen-vis-zout. Landschappelijke dynamiek in de zuidwestelijke delta van de Lage Landen*, 65-80.

http://www.aldeburghmuseumonline.co.uk/?page_id=58

<http://mire-substrates.com>

<http://www.onderzoeksbalans.be/search/node/briquetage>

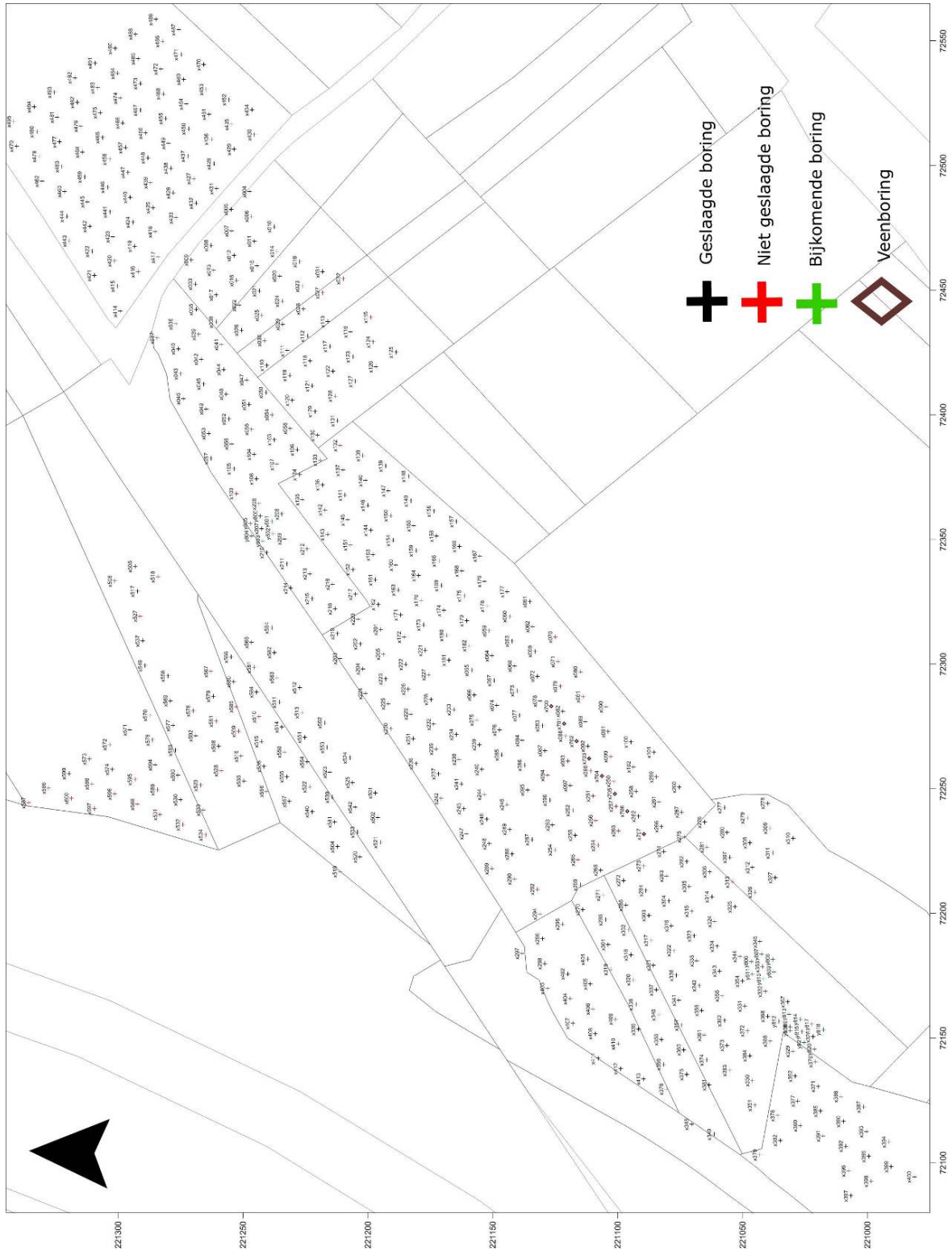
9. Bijlagen



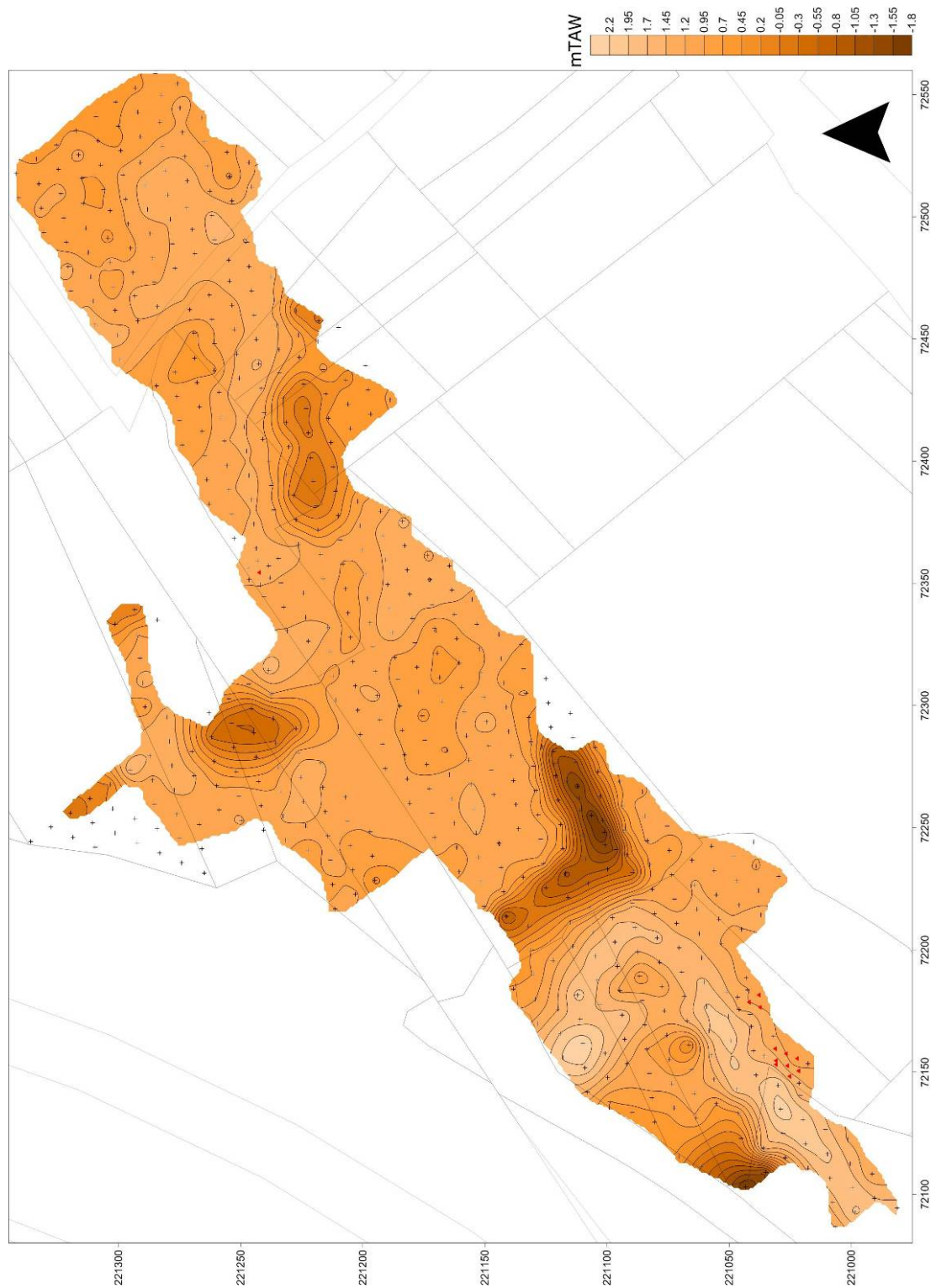
Bijlage 1: De geulenkaart met aanduiding van het projectgebied (oranje)



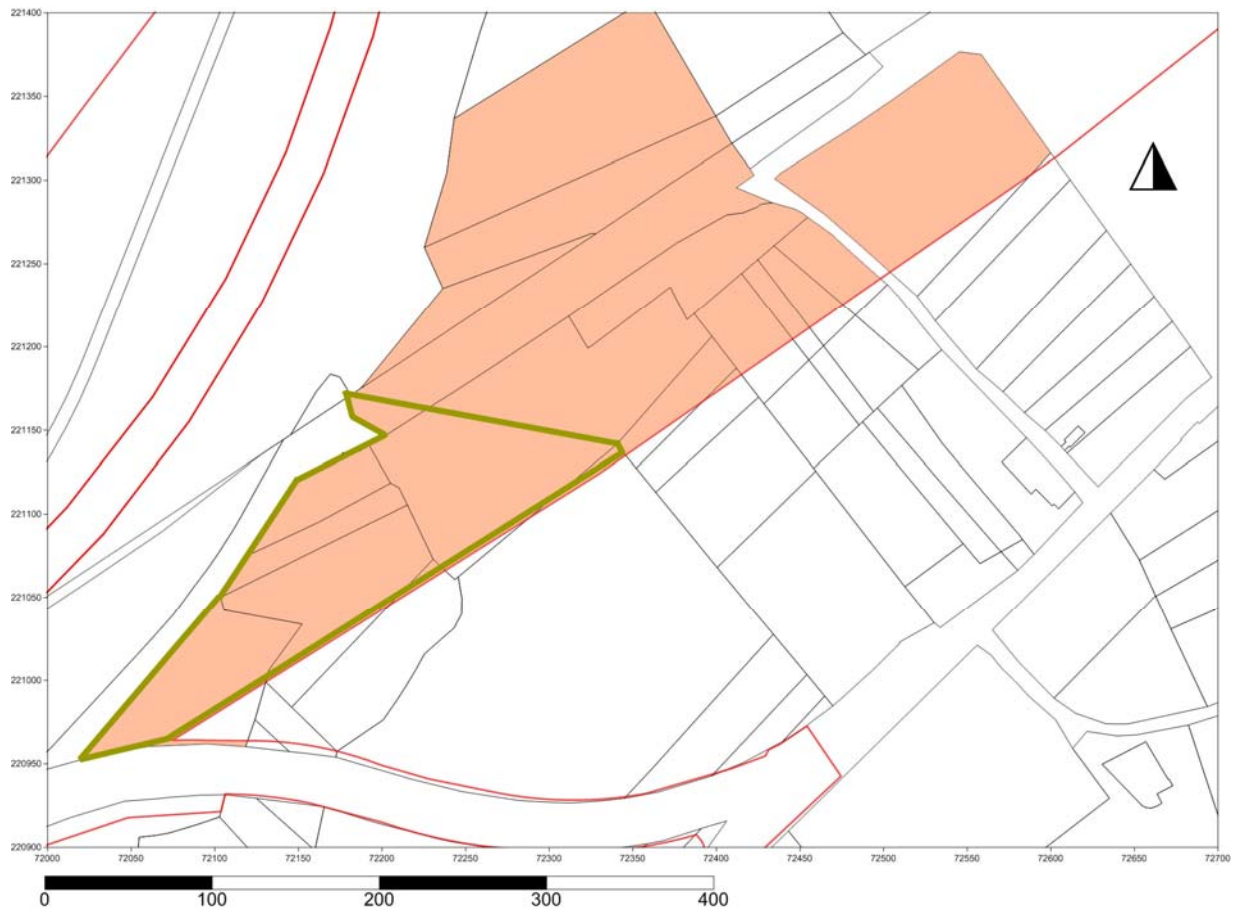
Bijlage 2: Resultaten van het landschappelijk booronderzoek. Het traject van de A11 snelwegverbinding staat aangeduid in het rood, de zone die weerhouden wordt voor een archeologisch booronderzoek in het oranje.



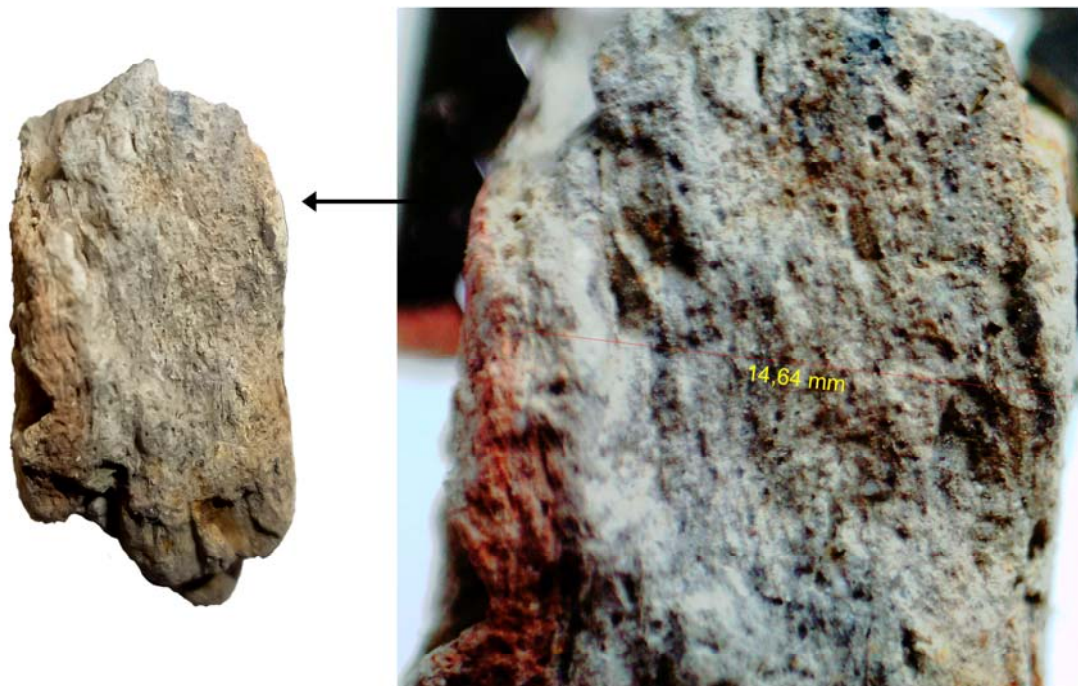
Bijlage 3: Overzicht van de archeologische boringen



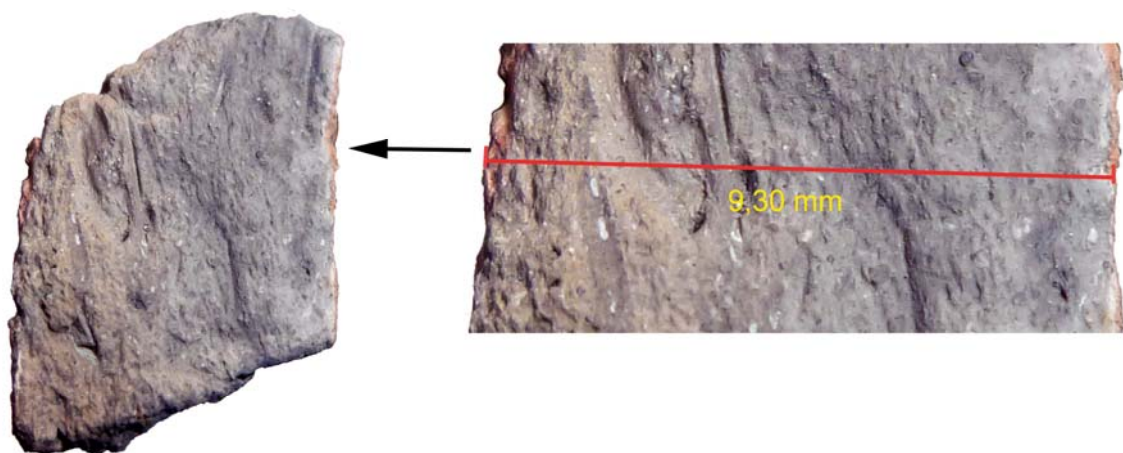
Bijlage 4: Hoogtekaart van het pleistocene zandoppervlak. De boringen met positieve zeefstalen zijn aangeduid met een rode driehoek.



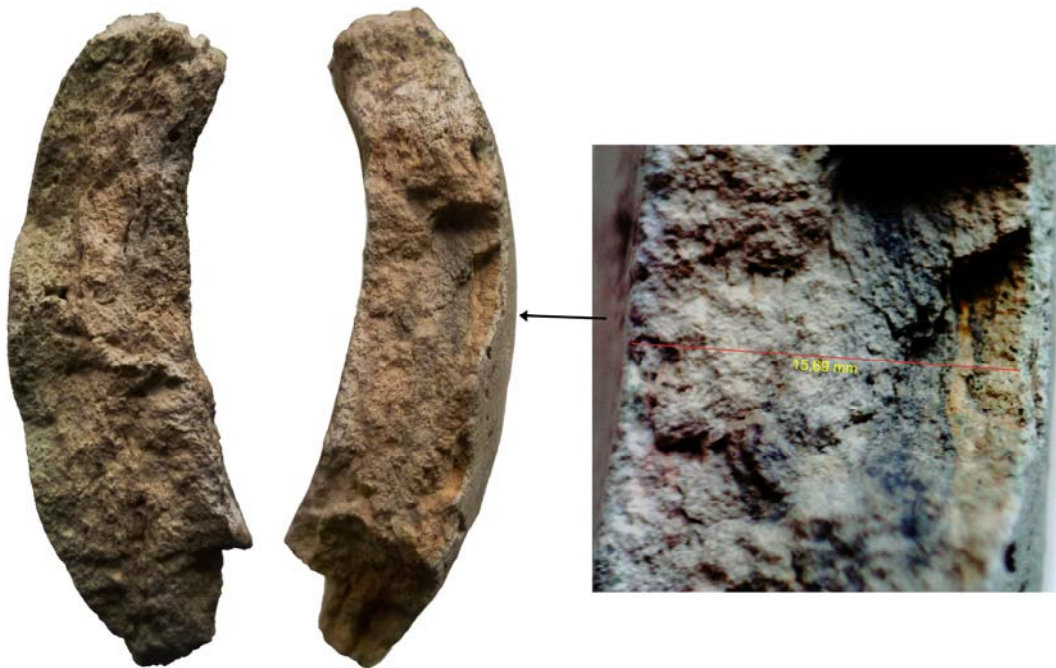
Bijlage 5: Kadasterkaart van het projectgebied. Bouwgrens aangeduid in het rood, aangeboorde percelen in het roze en terrein dat weerhouden wordt voor vervolgonderzoek in het groen.



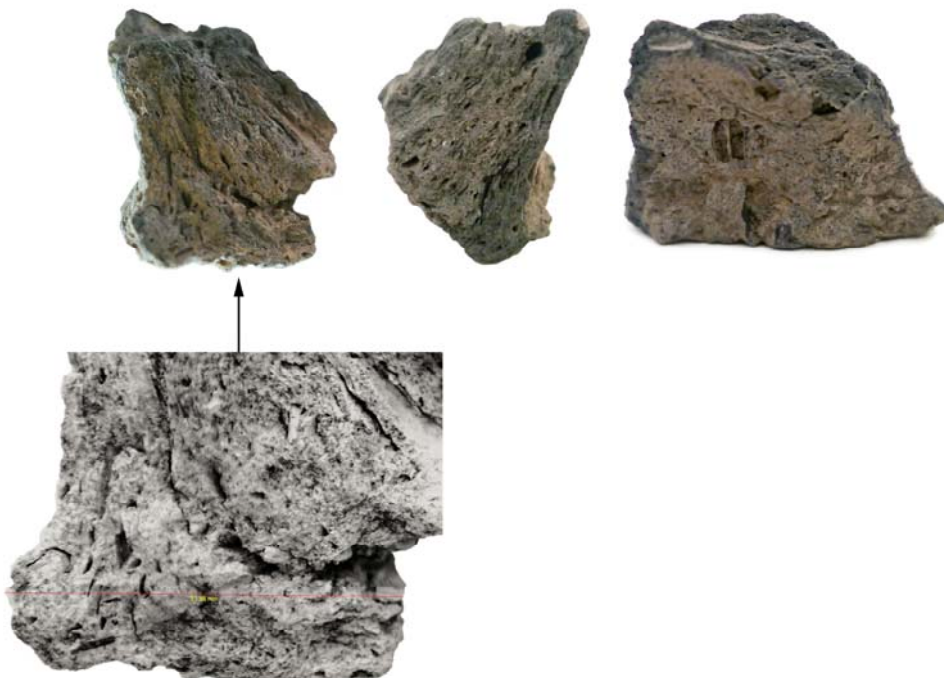
Bijlage 6: Detailopname van wandfragment dat tot de eerste technische groep behoort.



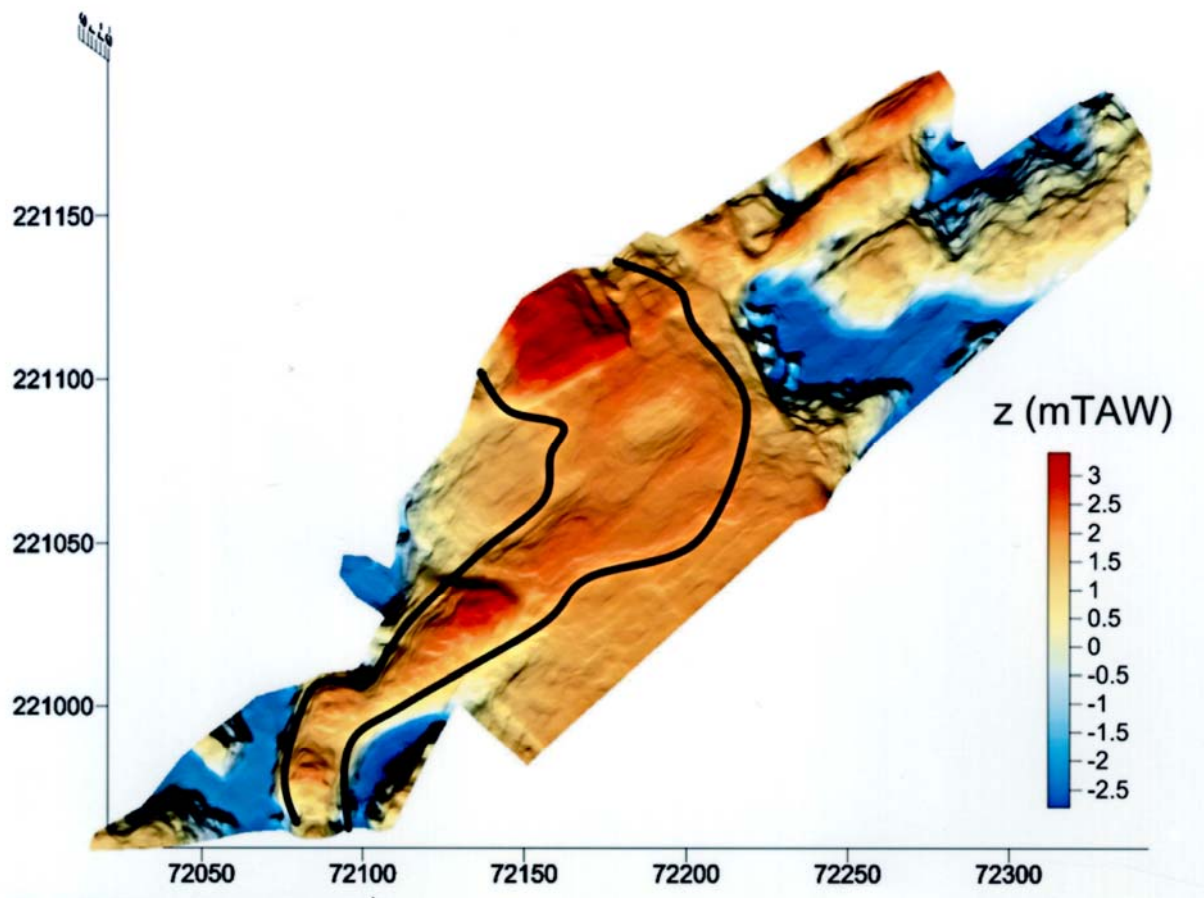
Bijlage 7: Detailopname van wandfragment dat tot de tweede technische groep behoort.



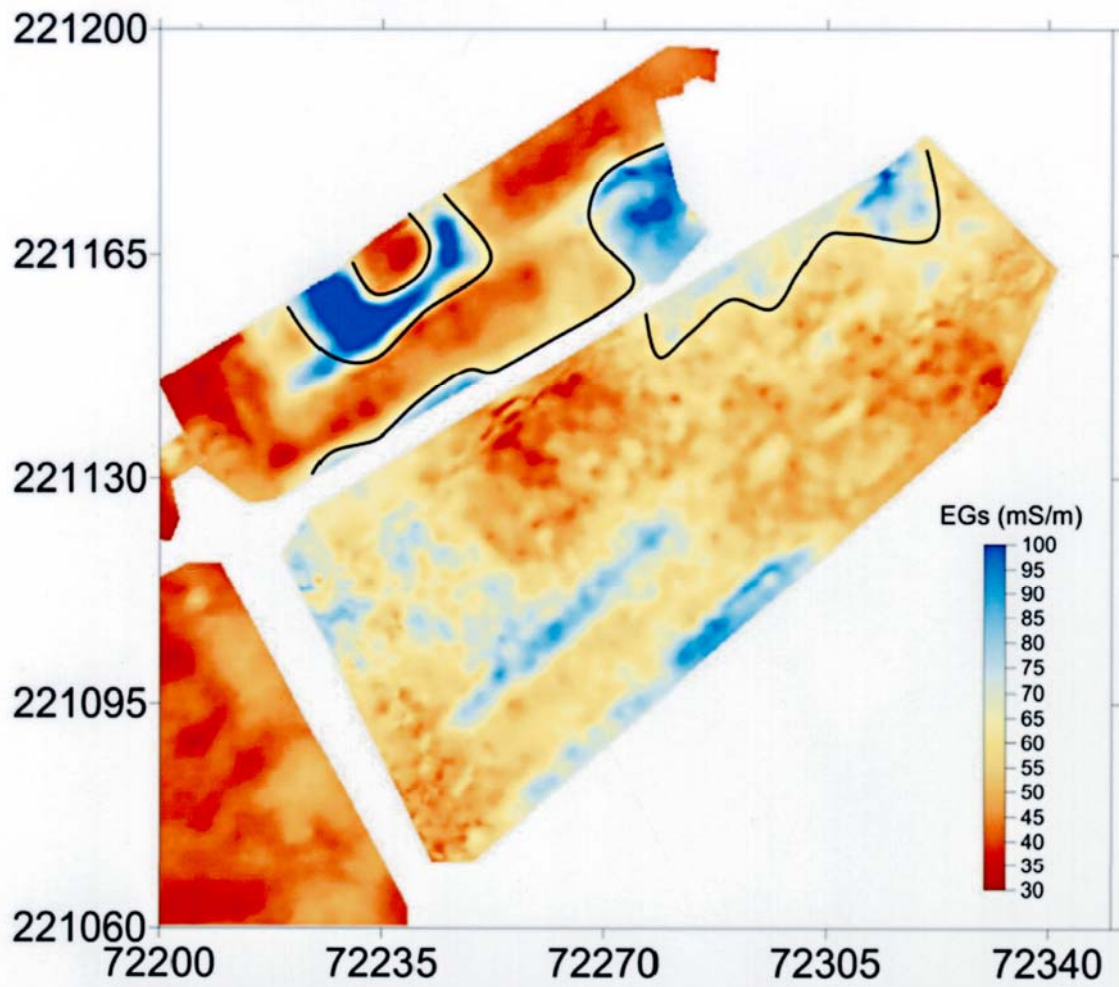
Bijlage 8: Detailopname van wandfragment dat tot de derde technische groep behoort.



Bijlage 9: Detailopname van een vermoedelijk bodemfragment dat tot de eerste technische groep behoort.



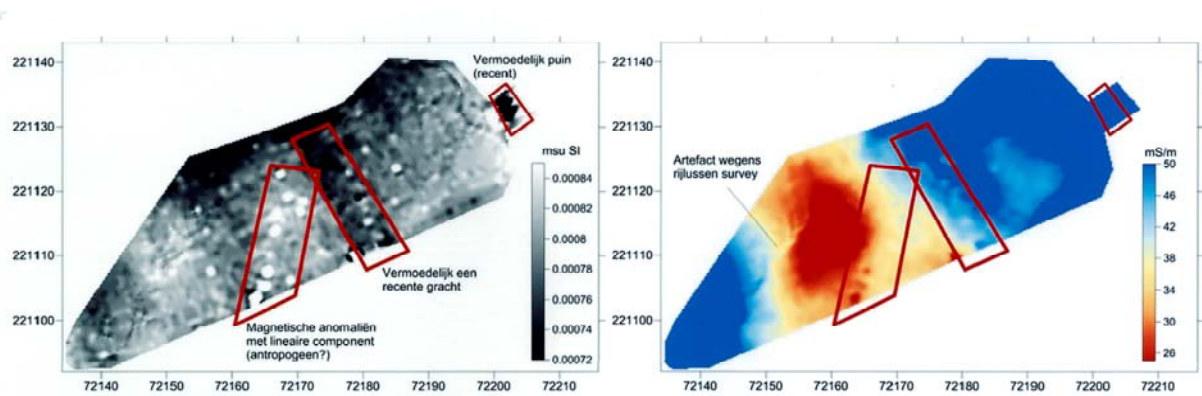
Bijlage 10: Aflijning donk (1HCP, mSm^{-1})



Bijlage 11: EGs kaart (1PRP, $mS m^{-1}$) met aanduiding van 'afwijkende zones'



Bijlage 12: Schijnbare magnetische susceptibiliteit met de 1HCP spoel (msu SI)



Bijlage 13: MS kaart met aanduiding van mogelijk antropogene invloeden (1HCP, msu SI) (links) en EGs kaart (1HCP, mS m⁻¹)