

ROMEINSE ZOUTPRODUCTIE IN DE *CIVITAS MENAPIORUM*

Een studie naar het technologische proces op de zoutproductiesites aan de hand van het briquetage-aardewerk uit de regio Zeebrugge-Dudzele

Michiel Dekoninck

01304347

Promotor: Prof. dr. Wim De Clercq

Academiejaar: 2016-2017

Masterproef voorgelegd voor het
behalen van de graad van
Master in de Archeologie

Voor Margit

“Potest aurum aliquis minus quaerere, nemo est qui salem non desideret”

“In the quest for gold a man may be lukewarm: but salt every one desires to find”

(Cassiodorus, *Variae Epistolae* 12.24.6.; Hodgkin 1886, 518)

WOORD VOORAF

Deze thesis handelt over zoutproductie langsheen de Franse, Belgische en Nederlandse kust en over de ingenieuze productieprocessen die hierbij kwamen kijken. Romeinse technologie en de organisatie van het giganteske economische web in het hele Romeinse Rijk interesseren mij mateloos. Graag wil ik dan ook mijn promotor prof. dr. Wim De Clercq bedanken om mij dit boeiende onderwerp aan te reiken. Voor de begeleiding van begin tot eind gaat mijn dank uit naar prof. dr. Wim De Clercq en drs. Tim Clerbaut. Niet enkel jullie inhoudelijke suggesties werden op waarde geschat, maar ook jullie enthousiasme gaf mij net dat duwtje in de rug om dit werk te voltooien. Dit werk was ook nooit tot een goed einde gekomen zonder de hulp van de leden van Raakvlak: Jan Huyghe, Dieter Verwerft, Griet Lambrecht, Jari Mikkelsen, Frederik Roelens, Stefan Decraemer en Nico Inslegers. Niet enkel stelden jullie het briquetagemateriaal uit jullie depot ter beschikking, maar jullie offerden gedurende twee maanden ook één van jullie bureaus op, waarvoor mijn oprechte dank. Specifiek bedank ik Jan voor de intense begeleiding, Nico voor het nemen van de foto's en Jari voor de discussies omtrent de klei. Tot slot had ik graag mijn mama, mijn zus en mijn vriendin bedankt voor het kritisch nalezen van de tekst.

Met dit naslagwerk komt nu een eind aan vier boeiende jaren aan de Universiteit Gent, waarin ik onbeteugeld mijn kennis kon uitdiepen en waar mijn interesse voor archeologie werd getransformeerd in iets substantieel. Dit is dan ook geen eindpunt, maar een kruispunt vanwaar nieuwe paden zullen leiden naar een onbekende toekomst. De tot nog toe afgelegde weg bewandelde ik echter niet alleen, maar hierbij werd ik vergezeld door mijn familie, vrienden en mijn vriendin. Ik wil dan ook graag mijn ouders bedanken voor de onvoorwaardelijke steun in mijn niet zo evidente studiekeuze en om altijd in mij te blijven geloven. Margit, lieve schat, je bent mijn anker in een woelige zee en zonder jou was ik hopeloos op drift geraakt. Bedankt voor alle steun!

INHOUDSTAFEL

Abstract (NL)	13
Abstract (ENG)	14
Hoofdstuk 1 Inleiding	15
1.1 Waarom zoutproductie als onderzoeksthema?	15
1.2 Kort overzicht van het methodologisch kader	17
Hoofdstuk 2 Historische en geografische situering	19
2.1 Geografische afbakening van het onderzoek	19
2.2. Historisch kader van het onderzoek.....	20
Hoofdstuk 3. Het landschap in de <i>civitas Menapiorum</i>	23
3.1 Historische bronnen met betrekking tot het landschap.....	23
3.2 Landschappelijke evolutie van de kustvlakte	24
3.2.1 Het transgressiemodel.....	24
3.2.2 Een nieuw verklaringsmodel voor de evolutie van de kustvlakte.....	26
3.2.3 Uitzicht van de kustvlakte in de Romeinse periode.....	27
Hoofdstuk 4 Zout in de Romeinse periode	29
4.1 Wat is zout?	29
4.2 Het natuurlijke voorkomen van zout	29
4.3 Fysiologische nood aan zout.....	30
4.4 Gebruik van zout	30
4.4.1 Voedingstoepassingen.....	30
4.4.1.1 Vlees en vis	31
4.4.1.2 Lokale productie van vissaus	31
4.4.1.3 Andere voedingstoepassingen	33
4.4.2 Industriële toepassingen.....	34

4.4.3 Medicinale toepassingen.....	34
4.4.4 Ritueel gebruik.....	34
Hoofdstuk 5 Onderzoeksgeschiedenis	35
5.1 Frankrijk	35
5.2 Groot-Brittannië.....	36
5.3 België.....	37
5.4 Nederland.....	37
Hoofdstuk 6 Beknopt overzicht van de zoutproductie in Noordwest-Europa doorheen de tijd	39
Hoofdstuk 7 Historische bronnen met betrekking tot de productie van zout	45
7.1 Epigrafie	45
7.1.1 Nehalennia-altaren	45
7.1.2 Salinares civitatis Menapiorum	46
7.2 Klassieke auteurs	49
Hoofdstuk 8 Exploitatietechnieken.....	51
8.1 Volledig natuurlijke verdamping onder invloed van de zon	51
8.2 Artificiële verdamping onder invloed van vuur	54
8.2.1 Inplantingscriteria	54
8.2.2 Verwerven van grondstoffen.....	55
8.2.2.1 Brandstof	55
8.2.2.2 Klei	56
8.2.3 Maken van een verhittingsstructuur.....	56
8.2.3.1 Open haarden gebruikmakend van directe hitte	56
8.2.3.2 Gesloten haarden gebruikmakend van directe hitte	57
8.2.3.3 Gesloten haarden gebruikmakend van indirecte hitte	57
8.2.3.4 Gesloten haarden met (verwijderbaar) rooster	58
8.2.4 Productie van briquetage-elementen.....	58

8.2.4.1 Zoutcontainers	59
8.2.4.2 Ondersteunende elementen (En. <i>Supports</i>)	61
8.2.4.3 Structureel materiaal (En. <i>Structural material</i>).....	65
8.2.5 Voorbereiden van een pekel.....	65
8.2.5.1 Pekel verkregen uit zeewater.....	65
8.2.5.2 Pekel verkregen uit het wassen van zouthoudende sedimenten (En. <i>sleeching</i>)	67
8.2.5.3 Pekel verkregen uit halofyle planten	68
8.2.5.4 Pekel verkregen uit veen (zelbarnen; selnering; moernering).....	68
8.2.6 Het kristalliseren van zout	69
8.2.7 Transport.....	71
8.2.8 Organisatie van de afvaldump	72
8.3 Synthese.....	72
Hoofdstuk 9. Overzicht van de zoutproductiesites.....	77
9.1 Late ijzertijdsites.....	77
9.1.1 Bray-Dunes	77
9.1.2 De Panne	78
9.1.3 Veurne Stabelincksleed.....	80
9.1.4 Brugge Fort Lapin.....	81
9.2 Romeinse zoutproductiesites	83
9.2.1 Pitgam	83
9.2.2 Steene.....	84
9.2.3 Looberghe	86
9.2.4 Houtave	89
9.2.5 Leffinge Zwarteweg.....	90
9.2.6 Ramskapelle Heistlaan.....	91
9.2.7 Regio Zeebrugge-Dudzele	91
9.2.7.1 Dudzele Landslag west.....	92

9.2.7.2 Dudzele Landslag oost 1	93
9.2.7.3 Dudzele Landslag oost 2	93
9.2.7.4 Dudzele Boudewijnkanaal.....	93
9.2.7.5 Dudzele Zonnebloemweg.....	94
9.2.7.6 Zeebrugge achterhaven	95
9.2.7.7 Prospectievondsten achterhaven.....	96
9.2.7.8 Dudzele Distrigas	97
9.2.7.9 Zeebrugge.....	97
9.2.8 Raversijde	101
9.2.9 Koudekerke	102
9.2.10 Middelburg.....	103
9.2.11 Ritthem.....	104
9.2.12 's Heerabtskerke.....	105
9.2.13 Kapelle Smokkelhoek	106
9.3 Synthese.....	106
Hoofdstuk 10 Analyse van het briquetagemateriaal	113
10.1 Inleiding.....	113
10.2 Kritische beschouwing van het vondstmateriaal	114
10.3 Methodologie van dit onderzoek	116
10.3.1 Indeling van het briquetagemateriaal in categorieën en subcategorieën	116
10.3.2 Indeling van het briquetagemateriaal in bakselgroepen.....	117
10.3.2.1 Oppervlaktekleur – Kernkleur – Homogeniteit/Heterogeniteit.....	117
10.3.2.2 Bakselstructuur.....	118
10.3.2.3 Inclusies.....	118
10.3.2.4 Hardheid	119
10.3.3 Indeling van het briquetagemateriaal in typologische groepen	119
10.3.4 Registratie van het briquetagemateriaal.....	120

10.3.5 Afbeelden van het briquetagemateriaal	122
10.4 Beschrijving van de baksels	122
10.4.1 Baksel 1A (Ba1A).....	123
10.4.2 Baksel 1B (Ba1B)	123
10.4.3 Baksel 2A (Ba2A).....	124
10.4.4 Baksel 2B (Ba2B)	125
10.4.5 Baksel 3 (Ba3).....	126
10.4.6 Baksel 4 (Ba4).....	127
10.4.7 Bespreking van bakselgroepen	128
10.5 Typologische benadering de zoutcontainers.....	131
10.5.1 Bodemtypologie.....	131
10.5.2 Randtypologie	133
10.5.3 Wandtypologie.....	135
10.5.4 Containertypologie.....	136
10.5.4.1 Containertype 1 (C1A, C1B).....	137
10.5.4.2 Containertype 2 (C2A, C2B):.....	140
10.5.4.3 Containertype 3 (C3A, C3B):.....	142
10.6 Typologische benadering van de ondersteunende elementen.....	143
10.6.1 Pijlers	143
10.6.1.1 Pijlertype 1 (P1)	143
10.6.1.2 Pijlertype 2 (P2)	144
10.6.1.3 Pijlertype 3 (P3)	145
10.6.1.4 Pijlertype 4 (P4)	145
10.6.1.5 Pijlertype INDET (P.INDET)	145
10.6.2. Stabilisatoren.....	147
10.6.2.1 Stabilisatortype 1 (Stab1)	147
10.6.2.2 Stabilisatortype 2 (Stab2)	148

10.6.2.3 Stabilisatortype 3 (Stab3)	148
10.7 Bakselverdeling in de container-, pijler- en stabilisatortypologie	149
10.8 Mogelijke constructiemethodes van de zoutcontainers	151
10.9 Functionaliteit van de zoutcontainers.	152
10.10 Vergelijking van de briquetage-ensembles op de verschillende sites.	161
10.10.1 Inleiding	161
10.10.2 Bespreking van het briquetagemateriaal op de verschillende sites.....	163
10.11 Synthese.....	171
Hoofdstuk 11 Productieproces in de <i>civitas Menapiorum</i> gedurende de Romeinse periode	175
Hoofdstuk 12 Suggesties voor verder onderzoek	181
Hoofdstuk 13 Conclusie	183
Bibliografie.....	187
Antieke auteurs	187
Geschreven bronnen	188
Figurenlijst.....	201

ABSTRACT (NL)

Dit onderzoek tracht een bijdrage te leveren aan de kennis van de Romeinse zoutproductie, en meer specifiek het technologische proces, langsheen de kust van de *civitas Menapiorum* (Noord-Frankrijk, België en Zuid-Nederland). Om dit productieproces te bestuderen werd beroep gedaan op enerzijds literaire bronnen (antieke auteurs, opgravingsverslagen en synthesewerken) en anderzijds briquetage-aardewerk uit de regio Zeebrugge-Dudzele waarvoor een regionaal referentiekader werd opgesteld. Uit de vooropgestelde bodem- en randtypologie werden drie zoutcontainervormen onderscheiden met elk een eigen functie: verdamping, drogen en/of transport. Opvallend was het hoge aantal bodemfragmenten op de vindplaatsen waaruit werd afgeleid dat de zoutzieders de bodems bewust van de droog- en transportcontainers afbraken alvorens het zout te verhandelen. De geopperde typologie van ondersteunende pijler- en stabilisatorenfragmenten indiceerde dan weer voor de microregio Zeebrugge-Dudzele – en bij uitbereiding voor de hele *civitas Menapiorum* – het gebruik van gesloten haarden met directe hitte om de pekkel te verhitten en het zout te kristalliseren. Inzichten aangaande de winning van de benodigde grondstoffen konden echter enkel en alleen door middel van natuurwetenschappelijk onderzoek en/of experimentele archeologie worden achterhaald. Een interdisciplinaire aanpak is voor dit onderwerp dan ook onontbeerlijk, gezien de sterke samenhang en wisselwerking tussen mens en landschap in het productieproces en de rol die zout speelde in de Romeinse maatschappij.

Kernwoorden: Zout, Briquetage, Productieproces, Romeinse periode, *Civitas Menapiorum*

ABSTRACT (ENG)

This essay seeks to offer new insights into the Roman salt production, specifically the technological process, along the coast of the *civitas Menapiorum* (northern France, Belgium and Walcheren (the Netherlands)). On the one hand literature (classical authors, excavation reports and surveys) has been used to understand the different approaches on salt production, while on the other hand a regional framework of the briquetage from Zeebrugge-Dudzele has been created to comprehend certain stages in the technological process. The proposed rim-and base typology indicates the existence of three container forms each with its own function: evaporation, dry and/or transport. Notable is the limited occurrence of base sherds which suggests a deliberate breakage of the bases on the transport vessels before shipment to the consumption sites. The suggested support typology (pillars and stabilisers) seems to point out the use of closed heaths with direct heat to heat the brine and to crystallise the salt for the region Zeebrugge-Dudzele and by extension the entire *civitas Menapiorum*. Insight into the extraction of raw materials will however only be provided by experimental archaeology and hard scientific research. Interdisciplinary studies are therefore vital, given the coherence and interaction between man and landscape during the production process and the role salt took in the Roman community.

Keywords: Salt, Briquetage, Production process, Roman period, *Civitas Menapiorum*

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

Zout wordt sinds jaar en dag vanuit verschillende invalshoeken bestudeerd. Onderzoekers buigen zich niet alleen over het productieproces, maar ook het gebruik van zout, het transport en de economische organisatie komen veelvuldig aan bod. Dit heeft geresulteerd in een aantal belangrijke regionale syntheseswerken (Lane, Morris 2001; Kinory 2012; Hathaway 2013) waarin getracht werd het archeologisch onzichtbare basisproduct (zout) opnieuw te visualiseren. Voor de Belgische en Nederlandse kust ontbreekt echter een allesomvattende synthese. In de laatste decennia focusten slechts weinig onderzoekers zich op bovenstaande kusten en raakte het onderzoek ondanks enkele verwoede pogingen in het slop. Dit werk heeft dan ook tot doel de discussie in België, en in mindere mate in Nederland, opnieuw aan te wakkeren en om u, de lezer, ervan te overtuigen dat het laatste woord omtrent de zoutproductie in de *civitas Menapiorum* nog niet is gezegd.

1.1 Waarom zoutproductie als onderzoeksthema?

Dit werkstuk fungeert als sluitstuk van de opleiding archeologie waarbij getracht wordt het diploma van Master in de Archeologie te behalen. Voor deze masterproef kwamen verschillende onderwerpen binnen de provinciaal-Romeinse archeologie in aanmerking. In samenspraak met promotor prof. dr. Wim De Clercq werd deze keuze verder verfijnd. De keuze voor zout als overkoepelend thema was gelinkt aan een sterke interesse in de Romeinse economie evenals in het gebruik van water doorheen de geschiedenis in een ruime context: transport via water, waterbevoorrading van een site... Zout kan echter op heel wat verschillende manieren worden benaderd namelijk archeologisch, antropologisch en experimenteel, waarbij de verschillende onderzoeksthema's elkaar overlappen en aanvullen. Het tijdsbestek van deze praktijkoefening liet slechts de gedetailleerde uitwerking van één subthema toe binnen een duidelijk afgebakende regio. Uiteindelijk werd besloten om in dit werkstuk te focussen op de technologische aspecten van zoutproductie in de *civitas Menapiorum* waarbij onder andere het productieproces centraal staat.

Historische documenten verhalen slechts in geringe mate het productieproces, waardoor hoofdzakelijk gesteund moet worden op archeologische bronnen. Informatie kan vanuit twee complementaire invalshoeken gededuceerd worden uit de archeologische dataset. Enerzijds herbergen de opgegraven sites heel wat kennis aangaande het productieproces. Anderzijds bevat het briquetage-aardewerk, het aardewerk gebruikt tijdens het productieproces, indicaties met betrekking tot de zoutproductie. Beide aspecten behelzen echter elk een specifieke problematiek hetgeen zekere uitdagingen vormden voor dit onderzoek. De informatie inzake de sites was immers niet altijd uitvoerig gepubliceerd en de opgravingen moeten bovendien in hun respectievelijk tijds kader worden geplaatst. Daarnaast werd het briquetagemateriaal van quasi alle productiesites in het studiegebied nog nooit uitvoerig bestudeerd waardoor geen regionaal referentiekader voorhanden was.

De belangrijkste onderzoeksvragen die in dit werkstuk aan bod zullen komen, zijn zodanig geformuleerd dat niet alleen het productieproces beter kan worden begrepen, maar dat hopelijk een gedeelte van bovenstaande problematiek wordt weggewerkt. De centrale onderzoeksvraag kan derhalve als volgt worden geformuleerd: ‘Hoe werd zout geproduceerd in de *civitas Menapiorum* en welke stappen in het productieproces zijn archeologisch identificeerbaar?’ Uit deze onderzoeksvraag volgen nog een aantal ondergeschikte vragen. Deze vragen zijn van cruciaal belang voor het beantwoorden van bovengenoemde onderzoekstelling en worden als volgt naar voor gebracht: ‘Welke zoutwinningsites zijn reeds geïdentificeerd en hoe verhouden deze zich chronologisch en geografisch ten opzichte van elkaar?’ en ‘Welke productieprocessen werden frequent gebruikt in de Romeinse periode en in welke mate zijn de verschillende onderdelen archeologisch visibel?’ Een tweede deel van dit werkstuk omvat de studie van het briquetagemateriaal waarvoor volgende onderzoeksvragen werden opgesteld: ‘Welke briquetage-elementen kunnen worden onderscheiden?’, ‘Welke baksels kunnen worden geïdentificeerd’, ‘Kan er een typologie worden opgesteld voor de aanwezige randen en bodems en kan deze typologie gekoppeld worden aan bepaalde containervormen?’, ‘Welke ondersteunende elementen waren er op de sites aanwezig en kan hier eveneens een typologie van worden opgesteld?’ en tot slot ‘Zijn er verschillen merkbaar in de briquetage-ensembles van de verschillende sites en hoe kunnen deze verklaard worden?’

1.2 Kort overzicht van het methodologisch kader

Het onderzoek ving aan met het verzamelen van adequate (internationale) literatuur teneinde voldoende inzicht te vergaren in het ruimere onderwerp. Aan de hand van een literatuuroverzicht kon een antwoord worden geformuleerd op de eerste set deelvragen in dit onderzoek, namelijk ‘Welke sites zijn reeds geïdentificeerd?’ en ‘Welke productieprocessen bestaan er in de Romeinse periode?’ Vervolgens werd getracht om de algemene productieprocessen af te toetsen aan de data geabstraheerd uit te sites. Op deze manier kon een beeld gevormd worden van het gehanteerde productieproces in de *civitas Menapiorum*. Bij het aftoetsen van het bronnenmateriaal moesten wel enkele zaken in het achterhoofd worden gehouden. Ten eerste of er een ‘kwaliteitsverschil’ bestond tussen de recente en de oude opgravingen waarbij minder belang werd gehecht aan structuren en hun context. Daarnaast waren een aantal sites nooit uitvoerig gepubliceerd waardoor exhaustieve data over enkele sites ontbrak. Tevens waren een aantal sites gedefinieerd op basis van prospectievondsten waardoor een vergelijking met opgegraven sites moeilijk te maken was.

De tweede set deelvragen werd beantwoord aan de hand van een uitvoerige analyse van het briquetagemateriaal. Dit briquetagemateriaal was afkomstig van meerdere sites uit de regio Zeebrugge-Dudzele en werd gedurende een achttal weken bestudeerd bij Raakvlak¹. Globaal genomen werd de werkwijze van een klassieke materiaalstudie gevolgd, maar voor een uitvoerige beschrijving van de methodologie wordt verwezen naar hoofdstuk tien. Op basis van deze materiaalstudie kon de tweede set deelvragen worden opgelost en kon tot slot de mogelijke bijdrage van het briquetagemateriaal in het debat omtrent het zoutproductieproces in de *civitas Menapiorum* worden geanalyseerd.

Gebaseerd op het vergaarde bronnenmateriaal wordt in dit werkstuk eerst kort het geografisch en historisch kader geschetst waarin het gehele onderzoek zich afspeelt (hoofdstuk twee). Aansluitend volgt een beknopte landschappelijke schets van de kustvlakte (hoofdstuk drie) aangezien dit mede de inplanting van de sites bepaalde. Vervolgens wordt het belang van zout en het gebruik in de Oudheid toegelicht (hoofdstuk vier) vooraleer de onderzoeksgeschiedenis wordt behandeld (hoofdstuk vijf). Daarna wordt een hoofdstuk besteed aan een algemeen overzicht van de zoutwinning in Europa doorheen de geschiedenis (hoofdstuk zes). Hoofdstuk

¹ Raakvlak. Intergemeentelijke Dienst voor Archeologie in Brugge en Ommeland. De Pakhuizen, Komvest 45, 8000 Brugge

zeven beschrijft het historische bronnenmateriaal in verband met zout in het studiegebied waarna wordt overgegaan tot de bespreking van de bestaande productieprocessen (hoofdstuk acht). In het negende hoofdstuk worden de verschillende zoutproductiesites in de *civitas Menapiorum* besproken. Daarna komt de analyse van het briquetagemateriaal uit de regio Zeebrugge-Dudzele aan bod (hoofdstuk tien). Tot slot beslaan hoofdstuk elf, twaalf en dertien respectievelijk de analyse van het productieproces in dit onderzoeksgebied, de suggesties voor verder onderzoek en de conclusie.

Het briquetagemateriaal uit de regio Zeebrugge-Dudzele werd in Excel geregistreerd (appendix 1) (cfr. 10.3.4) en samen met een begeleidende tekst (appendix 2) op USB-stick aan dit werkstuk toegevoegd. Daarnaast werden alle getekende en gefotografeerde scherven in platen gemonteerd (appendix 4) waarvoor een begeleidende vondstcatalogus (appendix 3) werd opgesteld. Deze elementen bevinden zich eveneens op de USB-stick.

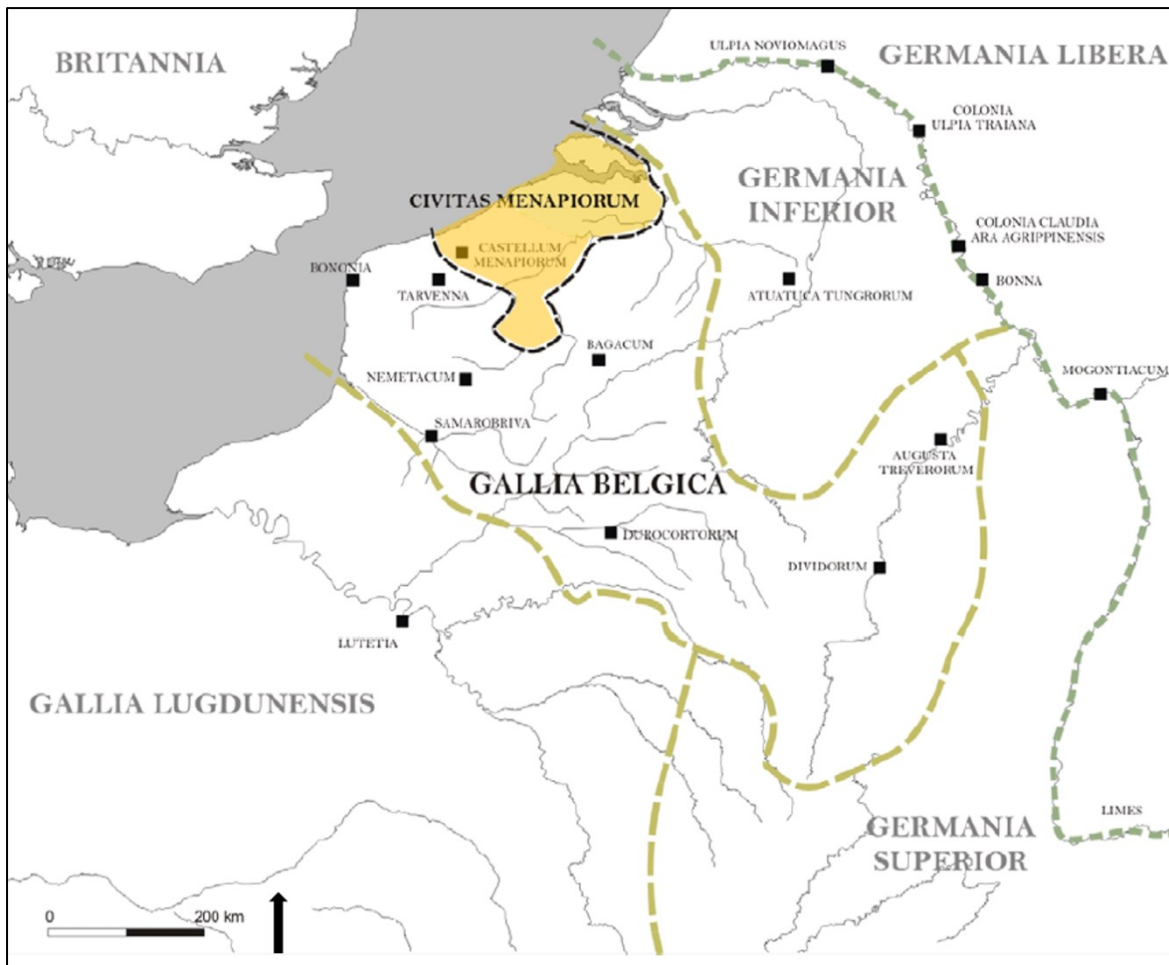
HOOFDSTUK 2

HISTORISCHE EN GEOGRAFISCHE SITUERING

2.1 Geografische afbakening van het onderzoek

Dit onderzoek focust op de zoutproductie gedurende de late ijzertijd en de Romeinse periode in het stamgebied van de Menapiërs (fig. 1). Deze beschrijving wordt gehanteerd omdat een aantal sites in de late ijzertijd dateren waarvoor de term *civitas Menapiorum* niet van toepassing is. Deze term verwijst namelijk naar een Romeinse bestuursseenheid gebaseerd op het oude tribale grondgebied van de Menapiërs, welke in de late ijzertijd logischerwijs nog niet was ingevoerd (Thoen 1987a, 12; De Clercq 2009, 129; 2012a, 14). Tijdens de administratieve organisatie van de provincie *Gallia Belgica*, uitgevoerd door keizer Augustus tussen 16 en 13 v.o.t., ontstond de definitieve begrenzing van de *civitas Menapiorum*. Deze afbakening week enigszins af van de begrenzing vooropgesteld door Caesar een aantal decennia eerder (De Clercq 2009, 129; 2012a, 14).

De begrenzing van de *civitas* werd voor het eerst duidelijk naar voor geschoven door De Laet (1961). In dit betoog kon hij aan de hand van een diepgaand bronnenonderzoek de zuidelijke, oostelijke en westelijke grenzen van de *civitas* definitief vastleggen (fig. 1). De zuidelijke afbakening wordt gedeeld met de *civitas Morinorum* en valt samen met de valleien van de Scarpe, de Deule, de Leie en de Aa. In het westen deelt de *civitas Menapiorum* de Schelde als grens met de *civitas Nerviorum*. De oostelijke afbakening wordt quasi nooit op kaart afgebeeld aangezien het territorium overgaat in de Noordzee. Over de noordelijke grens bestond lange tijd enige discussie, al wordt nu algemeen aanvaard dat deze grens samenvalt met de (Romeinse) loop van de Oosterschelde. Deze waterloop vormt daar de scheidingslijn tussen de *civitas Menapiorum* en de *civitas Frisiavionum* (De Laet 1961, 22-31; De Clercq 2009, 17, 129).



Figuur 1. Situering van de onderzoeksregio (oranje) in de Romeinse periode (eigen bewerking).

2.2. Historisch kader van het onderzoek

Dit onderzoek strekt zich chronologisch uit van de late ijzertijd (ca. 250 v.o.t.) tot het einde van de Romeinse periode in Noordwest-Europa (ca. 410 o.t.). De Romeinse periode wordt in navolging van De Clercq (2009, 17) opgedeeld in de vroeg-Romeinse periode (ca. 50 v.o.t. – 70 o.t.), de midden-Romeinse periode (ca. 70-275 o.t.) en de laat-Romeinse periode (ca. 275-410 o.t.).

Kennis met betrekking tot de late ijzertijd op het grondgebied van de Menapiërs was lange tijd schaars te noemen (De Clercq 2009, 131). Op archeologisch vlak kwam er echter door de groei van de commerciële archeologie in de laatste decennia meer informatie omtrent de rurale bevolking aan het licht (De Clercq 2009, 105-106). Kenmerkend voor de late ijzertijd was de opkomst van een nieuwe elite die tot uiting kwam in het oprichten van *oppida* met bijhorende muntslag. Beide elementen werden echter tot nog toe niet geïdentificeerd op

Menapisch grondgebied waardoor getwijfeld wordt aan de aanwezigheid van zulke invloedrijke elite (Vermeulen 2001, 19; De Clercq 2012a, 14).

Dit beeld werd bevestigd door Caesar toen hij schreef dat de Menapiërs slechts 9000 strijders tegen hem in het verweer konden brengen in 57 v.o.t. (Caesar, *De Bello Gallico* 2.4; van Katwijk-Knapp 1990), hetgeen een vrij kleine gemeenschap suggereert (De Clercq 2009, 131; 2012a, 14). Toch verliep de verovering van dit grondgebied niet van een leien dakje, aangezien Caesar meerdere campagnes nodig had om de Menapiërs te annexeren. Omstreeks 56 v.o.t. trachtte hij dit een eerste maal, maar doordat de Menapiërs zich terugtrokken in de bossen en de moerassen kon hij geen overwinning boeken (Caesar, *De Bello Gallico* 3.28-29; van Katwijk-Knapp 1990). Deze passage werd ook door Cassius Dio (Romeinse geschiedenis 39.44; Cary, Foster 1914) beschreven, hoewel hij de Romeinse nederlaag niet probeerde te verdoezelen (Thoen 1987a, 12-13; Lendering, Bosman 2010, 35-36). Eenzelfde tactiek werd door de Menapiërs een jaar later toegepast wanneer Caesar opnieuw aanviel bij zijn terugkeer uit Brittannië. Hun burenen, de Morinen, hadden ditmaal minder geluk, vermits hun moerassen droogstonden waardoor Caesar ze quasi uitroeide (Caesar, *De Bello Gallico* 4.38; van Katwijk-Knapp 1990; Lendering, Bosman 2010, 38). Uiteindelijk slaagde hij er omstreeks 53 v.o.t. in de Menapiërs met behulp van vijf legioenen op de knieën te dwingen en werd er over vrede onderhandeld (Caesar, *De Bello Gallico* 6.5-6; van Katwijk-Knapp 1990; Thoen 1987a, 13; Lendering, Bosman 2010, 44-45). De Morinen kwamen, waarschijnlijk samen met de Menapiërs, nog eenmaal hardnekkig in opstand tegen het Romeinse gezag tussen 31-29 v.o.t., al werd deze revolte snel door Carrinas neergeslagen (Thoen 1987a, 12).

Opvallend was de bijzondere relatie die reeds in de vroeg-Romeinse periode ontstond tussen de Menapische *civitas* en Rome. Het is opmerkenswaardig dat zowel de Menapiërs als de Morinen zich bij de Bataafse opstand in 69 o.t. onder leiding van Iulius Civilis afzijdig hielden. Dat deze actie door Civilis niet op prijs werd gesteld, blijkt uit een passage van Tacitus (*Historiae* 4.28; Moore, Jackson 1931) waarin soldaten van Civilis de Maas overstaken en overvallen uitvoerden op Menapisch grondgebied (Thoen 1987a, 13; De Clercq 2009, 15, 133). Hoewel de exacte aard van de relatie tussen de Menapiërs en het Romeinse leger vooralsnog niet is gekend, wordt door De Clercq (2009, 134) de zoutproductie op basis van de Rimini-inscripties als bindmiddel naar voor geschoven (cfr. 7.1.2). Deze vredelievende relatie leefde zeker door tot het einde van de tweede, begin derde eeuw aangezien de Menapiërs ook tijdens de invallen van de Chauken (172-174 o.t.) trouw bleven aan het

Romeinse gezag. In reactie op deze invallen probeerde de Romeinse overheid hoogstwaarschijnlijk haar economische belangen in de *civitas Menapiorum* veilig te stellen door een fortengordel (onder andere de *castella* van Aardenburg, Maldegem-Vake en Oudenburg) langsheen de Belgisch-Nederlandse kust op te richten (Cools 1987, 92-96; Thoen 1987a, 13; Dhaeze 2011, 170-176).

Het midden van de derde eeuw wordt traditioneel geponeerd als een periode van onrust aan zowel de oostelijke als de westelijke Rijksgrenzen. De toenemende Germaanse invallen en het onvermogen van het officiële gezag zorgden voor wrevel bij de soldaten, waardoor de generaal Postumus werd uitgeroepen tot keizer van het Gallische Keizerrijk (ca. 260 o.t.). Dit keizerrijk omvatte Neder-, Opper-Germanië en Gallië waartoe het Menapische grondgebied behoorde. Dit Keizerrijk bleef na Postumus' dood bestaan, maar werd omstreeks 274 o.t. opnieuw in het Romeinse Rijk opgenomen (Lendering, Bosman 2010, 231-234). Een tweede figuur in de late derde eeuw was Mausaeus Carausius, een Menapisch commandant van de *Classis Britannica*, die zich na beschuldigingen² van Maximianus tot keizer van Brittannië en de noordkust van Gallië uitriep (ca. 286 o.t.). Dit Rijk was evenals het Gallische Keizerrijk geen lang leven beschoren, gezien hij reeds in 293 o.t. door Allectus werd vermoord. Daarna stond Allectus nog drie jaar aan het hoofd van deze rebellie voordat ze definitief werd neergeslagen (Salway 1981, 288-298; De Clercq 2009, 135).

Op het einde van de derde eeuw ontstond de tetrarchie en brak een periode van relatieve stabiliteit aan met keizers zoals Diocletianus, Maximianus, Constantius Chlorus en Constantijn de Grote. Deze periode kenmerkte zich door een aantal administratieve wijzigingen in de westelijke provincies. Zo werd de naam van de *civitas Menapiorum* veranderd in *civitas Turnacensium* en werd de hoofdstad naar Doornik verplaatst (De Clercq 2009, 135; Lendering, Bosman 2010, 243). Tot slot hadden de Menapiërs in de laat-Romeinse periode waarschijnlijk een belangrijke rol in de verdedigingsstrategie van het keizerrijk, aangezien een volledig legioen, het *Legio comitantis* van de *Menapii seniores*, uit dit gebied afkomstig was. Uit de naamgeving kan worden afgeleid dat deze troepen voor de officiële naamsverandering van de *civitas* waren gelicht (De Clercq 2009, 135). In 405/406 staken verschillende stammen definitief de Rijn grens over, wat het einde inluidde voor het West-Romeinse Rijk (Lendering, Bosman 2010, 259).

² Keizer Maximianus beschuldigde hem ervan Germaanse raids op de Gallische kust te gedogen om daarna de buit van de Germanen in beslag te nemen (Salway 1981, 288-298).

HOOFDSTUK 3.

HET LANDSCHAP IN DE *CIVITAS MENAPIORUM*

In dit hoofdstuk zal een beeld worden geschetst van de landschappelijke evolutie van de kustvlakte langsheen de Noordzee. Gezien het tijdsbestek van dit werkstuk en gezien het feit dat de zoutproductie-activiteiten zich voornamelijk in deze zone concentreerden, zal het landschap in de rest van de *civitas Menapiorum* niet worden behandeld. Dit hoofdstuk is van belang aangezien de organisatie van de mens in de kustvlakte en de manier waarop zout werd geproduceerd, zonder landschappelijk referentiekader niet ten volle kan worden begrepen. De interactie tussen mens en landschap speelde een belangrijke rol in het zoutproductieproces en bepaalde bij uitbreiding het economisch potentieel van de gehele kustvlakte.

3.1 Historische bronnen met betrekking tot het landschap

Caesar was de eerste auteur die het landschap van de *civitas Menapiorum* herhaaldelijk beschreef om de onderwerping van de Menapiërs in een ruimere context te plaatsen. Hij maakte meermaals melding van ononderbroken bossen en moerassen waarin de Menapiërs telkens hun toevlucht zochten (Caesar, *De Bello Gallico* 3.28.2, 4.38.3, 6.5.4, 6.5.7; van Katwijk-Knapp 1990; De Clercq 2009, 148). Dit beeld werd bevestigd door Cassius Dio (Geschiedenis van Rome 39.44; Cary, Foster 1914) en Strabo (*Geographika* 4.3.4.; Jones 1923) hoewel laatstgenoemde de bossen eerder als laagstammig beschouwde met een sterk doornige ondergroei (De Clercq 2009, 148). Niettegenstaande deze bronnen met de nodige voorzichtigheid moeten worden benaderd, lijken ze te suggereren dat in de eerste eeuw v.o.t. de zandgronden sterk bebost waren en de kustvlakte uit moerassen bestond. Een gelijkaardige beschrijving van de kustvlakte werd door Plinius de Oudere (*Naturalis Historia* 16.2-4; Rackham 1945) opgebouwd in de eerste eeuw o.t. voor het kustgebied van de Chauken meer noordelijk. Toch is deze passage hoogstwaarschijnlijk toepasbaar op de volledige kustvlakte van de noordelijke *civitates* (De Clercq 2009, 148). In deze passage schetste Plinius een beeld van een kaal troosteloos landschap onder invloed van het getij waar de mensen woonden op verhoogde platforms, leefden van visvangst en zich met ‘modder’ verwarmden (Plinius,

Naturalis Historia 16.2-4; Rackham 1945). De beschrijvingen van bovenstaande auteurs moeten wel met een korrel zout worden genomen aangezien het landschap vaak diverser en complexer was opgebouwd (De Clercq 2009, 149). Toch geven ze een impressie van hoe de Romeinse elite neerkeek op deze gebieden of zoals Vergilius over de *Morini* schreef: ‘*extremi hominum*’ of in vertaling ‘de versten van de mensen’ (Vergilius, *Aeneïs* 8.727; Fairclough 1918; De Clercq 2009, 15).

3.2 Landschappelijke evolutie van de kustvlakte

De kustvlakte van de *civitas Menapiorum* is onderdeel van de kustvlakte van de zuidelijke Noordzee en strekt zich uit van de monding van de Aa tot en met de monding van de Oosterschelde. Deze kustvlakte heeft een gemiddelde breedte van 10 tot 15 km, uitgezonderd de uitbreidingen in de rivierdalen, en bevindt zich algemeen gezien onder het hoogwaterniveau³ (fig. 2) (Ervynck et al. 1999, 98; Baeteman 2008, 5). Figuur 2 geeft de belangrijkste landschappelijke eenheden weer, hoewel moet worden opgemerkt dat de vermoedelijke Romeinse voorloper van de Westerschelde niet op deze kaart wordt afgebeeld (De Clercq 2009, 154-155). De ontstaansgeschiedenis van deze kustvlakte werd een eerste maal verklaard door het transgressiemodel. Vandaag de dag is deze oude visie echter voorbijgestreefd door het nieuwe model van Cecile Baeteman (Ervynck et al. 1999, 100-106).

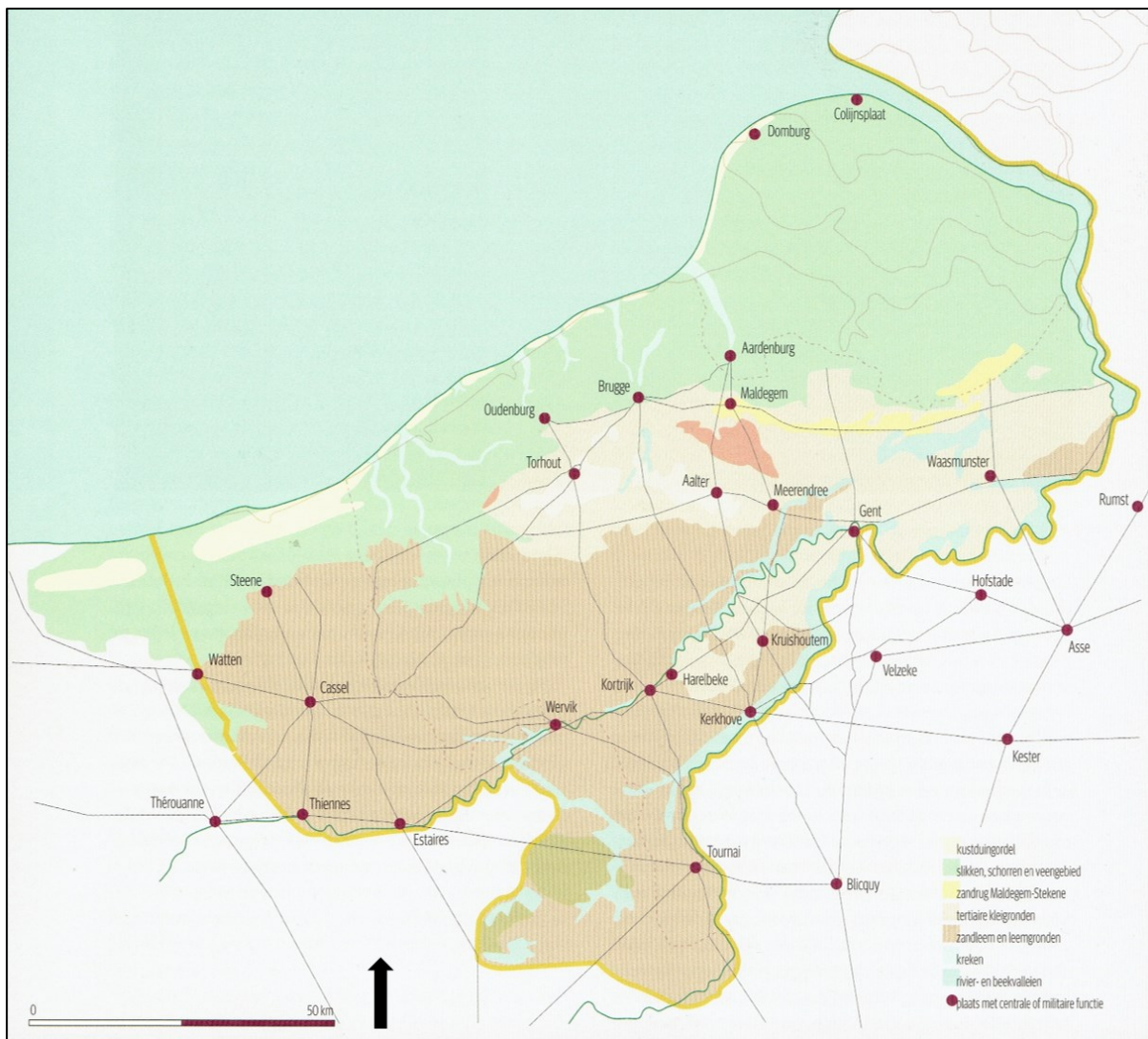
3.2.1 Het transgressiemodel

Landschappelijk onderzoek in deze regio ving aan omstreeks 1920-1930 wanneer een drietal geologen (Dubois, Cornet en Briquet) de evolutie van de kustvlakte verklaarden aan de hand van transgressies. In deze visie werd een transgressie beschouwd als het stijgen van de zeespiegel waardoor de duinengordel doorbroken werd, de achterliggende vlakte werd overstroomd en sedimentpakketten werden afgezet. Dubois, Cornet en Briquet identificeerden in eerste instantie twee afzettinglagen (Duinkerke en Calais), gescheiden door een veenlaag (oppervlakteveen) (Baeteman 1987a, 16-17; Ervynck et al. 1999, 100). Tavernier (1948) stelde deze visie bij en introduceerde drie Duinkerke transgressiefasen (Duinkerke I, II en III). De bodemkundigen Moorman en Ameryckx (jaren 1950) beschouwden deze indeling echter als te simplistisch en introduceerden verschillende subfasen teneinde de sedimentverschillen bovenop het veen te verklaren. Daarnaast beschreef Ameryckx voor het eerst ook regressies,

³ Het hoogwaterniveau moet hier beschouwd worden als de gemiddelde waterstand bij springtij (+ 5 meter TAW) waarbij TAW staat voor Tweede Algemene Waterpassing.

het terugtrekken van de mariene invloed, wat het model complementeerde (Baeteman 1987a, 16-17; Ervynck et al. 1999, 100). Op deze manier kon volgende periodisering worden opgesteld: Duinkerke I (ca. 200 v.o.t. – ca. 100 o.t.); Romeinse regressie (ca. 100 – ca. 400 o.t.); Duinkerke II (ca. 400 – ca. 800 o.t.); Karolingische regressie (ca. 800 – ca. 1000 o.t.); Duinkerke III (ca. 1000 – ca. 1100 o.t.) (Ervynck et al. 1999, 101).

Deze periodisering werd tot eind jaren 1990, begin jaren 2000 door historici en archeologen aangewend om de menselijke activiteit in de kustvlakte te verklaren, waarbij enkel permanente bewoning mogelijk werd geacht tijdens de regressiefasen (Ervynck et al. 1999, 101).



Figuur 2. Kaart met de belangrijkste landschappelijke eenheden in de *civitas Menapiorum* (de Romeinse voorloper van de Westerschelde staat niet afgebeeld).

3.2.2 Een nieuw verklingsmodel voor de evolutie van de kustvlakte

Vanaf de jaren 1980 werd dit model echter door Cecile Baeteman (1987a; b; c; 2007; 2008) in vraag gesteld met vier belangrijke kritiekpunten: ten eerste hadden veel kleine veenlaagjes geen plaats in de fasering, ten tweede waren de verschillende Duinkerke-fasen op het terrein moeilijk onderscheidbaar, ten derde waren plotse versnellingen en stagneringen van de zeespiegel – de basis van het transgressiemodel – afwezig en ten vierde werd het dateringsmateriaal van de fasen nooit kritisch geanalyseerd (Ervynck et al. 1999, 102-103).

Dit leidde tot een genuanceerder beeld van de geologische evolutie waarbij de kustvlakte gezien werd als het resultaat van een complexe opvulling met een voortdurende dynamiek tussen slikken⁴ en schorren⁵ (Baeteman 2008, 7-11). Dit model werd in navolging van het transgressiemodel opgedeeld in verschillende fasen, waarvan de fasen na 500 v.o.t. en voor 500 o.t. voor dit onderzoek van belang zijn. Voorgaande fasen kenmerkten zich hoofdzakelijk door perioden van ongestoorde veengroei afgewisseld met verhoogde geulactiviteit waarbij het getij de kustvlakte binnendrong en sedimenten werden afgezet (Baeteman 1987b, 18-21; 2008, 7-11).

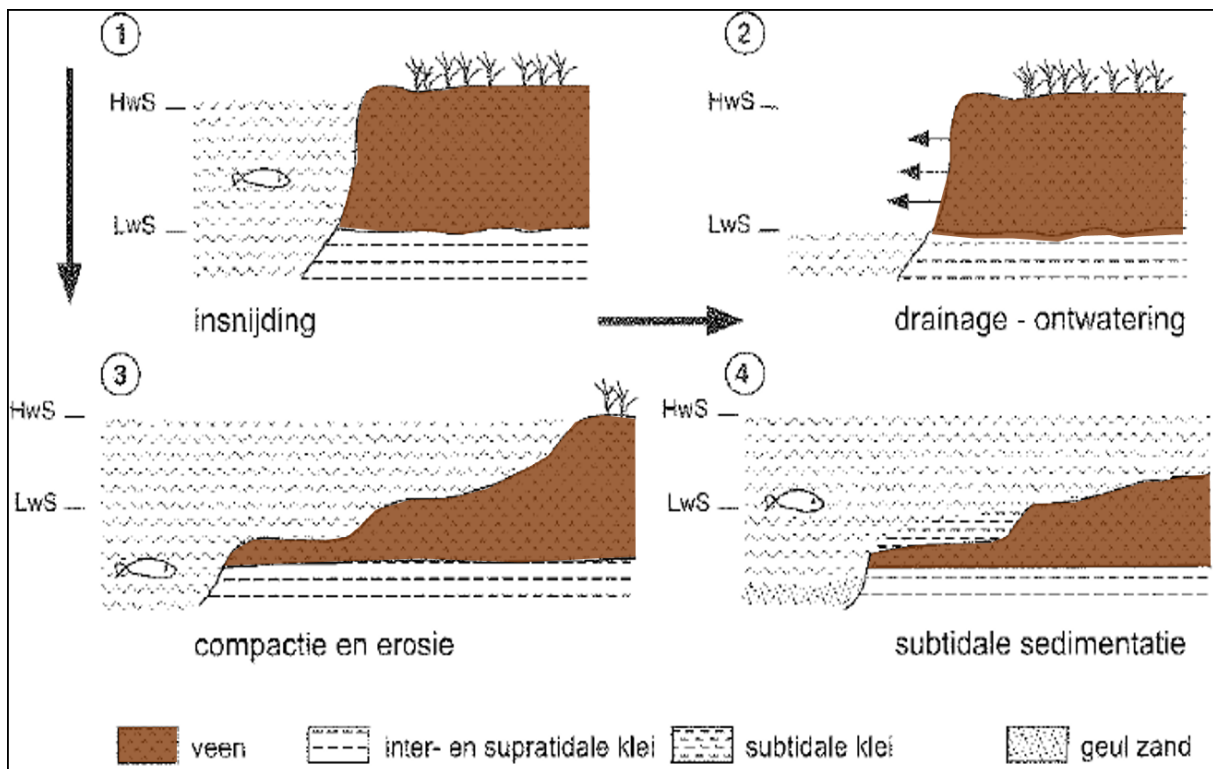
Omstreeks 500 v.o.t. kwam er een eind aan 2000 jaar ongestoorde veengroei, wat een reactivering van de getijdengeulen en kusterosie tot gevolg had. Wanneer dit gebeurde en wat precies aan de oorzaak lag, is vooralsnog onbekend. Een plotse zeespiegelstijging moet echter uitgesloten worden aangezien de zeespiegel gelijkmatig bleef stijgen tijdens de veengroei (Baeteman 2007, 1-2; 2008, 12-13). Hoogstwaarschijnlijk steunt de verklaring aan de ene kant op de invloed van menselijke activiteit: veenwinning en -drainage gedurende de ijzertijd. Aan de andere kant speelde de verhoogde waterafvoer uit het binnenland eveneens een rol. Dit werd enerzijds veroorzaakt door een neerslagtoename vanaf ca. 800 v.o.t. en anderzijds leidde ontbossing in de ijzertijd tot een grotere *run-off* van water (Baeteman 2007, 1-2; 2008, 12-13).

Deze elementen zorgden ervoor dat het bestaande geulennetwerk opnieuw dieper werd uitgeschuurd waardoor het getij het kustmoeras kon binnendringen en de aanwezigheid van

⁴ Een slikke behoort tot het intertidaal gebied van een kustzone en wordt tweemaal daags bij vloed overstroomd waarbij telkens een dunne laag sediment wordt afgezet (Baeteman 2008, 19).

⁵ Een schorre of kwelder behoort tot het supratidaal gebied van de kustzone en wordt enkel bij springvloed overstroomd. Deze is dan ook vaak begroeid met zoutminnende vegetatie (Baeteman 2008, 19).

zout water beëindigde de lange periode van veengroei. Deze vernieuwde geulactiviteit had verstrekkende gevolgen aangezien grote veengebieden bloot kwamen te liggen, hetgeen langs de geulranden ging ontwateren en inklinken. Op deze manier gingen steeds grotere veengebieden inklinken en breidde het geulennetwerk zich verder uit (fig. 3) (Baeteman 2008, 12-13). Het inklinken leidde ertoe dat grote delen van het veengebied in subtidale positie kwamen te liggen. Om deze grote afzettingsruimte op te vullen was een groot volume sediment noodzakelijk, wat resulteerde in erosie van de vooroever en een landinwaartse verschuiving van de kustlijn. Dit fenomeen trad op totdat een dynamisch evenwicht tussen erosie en sedimentatie werd bereikt omstreeks 550-750 o.t. (Baeteman 2008, 12-13; Cox 2009, 33-34).

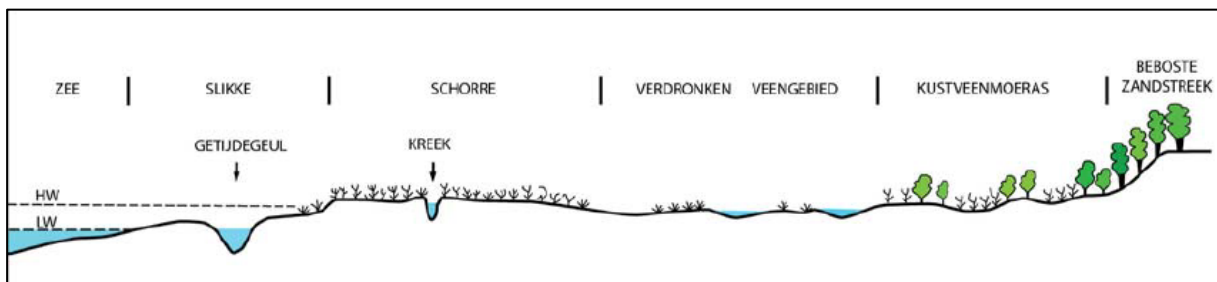


Figuur 3. Schematische voorstelling van het inklinken en de erosie van veen langsheen de getijdengeulen (eigen bewerking).

3.2.3 Uitzicht van de kustvlakte in de Romeinse periode

Tijdens de Romeinse periode lag de kustlijn gemiddeld een tweetal kilometer verder zeewaarts dan de hedendaagse kustlijn. Deze kustlijn bestond uit een duinengordel en werd op meerdere plaatsen door getijdengeulen doorbroken die zich vervolgens verder in het achterliggende landschap vertakten. In combinatie met het inklinken van het veen,

transformeerde dit geulennetwerk de kustvlakte tot een uitgestrekt waddegebied met slikken en schorren (fig. 4) (Baeteman 1987c; De Clercq 2009, 150-151; Hillewaert 2011a, 37-38; De Clercq 2012b, 17). Pollenanalyses zouden het beeld omtrent de vegetatie kunnen bijschaven, maar vooralsnog was dit slechts op een aantal sites mogelijk zoals in Stene (Demey et al. 2013, 37-42). Uit deze pollenanalyse bleek dat in de onmiddellijke omgeving van de site cultuurgewassen groeiden en dat veel vegetatie kenmerkend voor slikken en schorren voorkwam (Demey et al. 2013, 37-42). Dit bevestigt gedeeltelijk het beeld van een moerassig, boomloos kustlandschap vooropgesteld door de klassieke auteurs (cfr. 3.1).



Figuur 4. Schematische doorsnede van het landschap in de kustvlakte.

Er zijn aanwijzingen dat de Romeinse bevolking actief ging ingrijpen op dit landschap door het graven van drainagegrachten (Thoen 1987b, 66) en het aanleggen van dijken (Demey et al. 2013; Pieters et al. 2013). Daarnaast moet bewoning mogelijk geweest zijn langsheen de duinengordel, op de opgeslibde randen van de geulen (Hillewaert 2011a, 38), op verhoogde woonplatforms (Dijkstra, Zuidhoff 2011; Demey et al. 2013) en hoogstwaarschijnlijk van tijd tot tijd eveneens op het ontwaterde veen (Sier 2003; Dijkstra, Zuidhoff 2011).

Het hierboven beschreven proces van veeninklinking en geuluitbreiding bleef gedurende de gehele Romeinse periode actief waardoor het getij geleidelijk vanaf de derde-vierde eeuw de gehele kustvlakte beïnvloedde. Het is hierbij niet uitgesloten dat dit proces werd versneld door een verwaarlozing van de lokale infrastructuur zoals dijken in de laat-Romeinse tijd. Om deze reden wordt de kustvlakte in de laat-Romeinse tijd als vrij ontoegankelijk beschouwd (De Clercq 2009, 150-151; Hillewaert 2011b).

HOOFDSTUK 4

ZOUT IN DE ROMEINSE PERIODE

4.1 Wat is zout?

In strikte zin moet zout beschouwd worden als een evaporiet: een verzamelnaam voor een grote variëteit aan mineralen die het resultaat zijn van het kristallisatieproces tijdens het verdampen van een met mineralen verzadigde waterige oplossing. Deze groep kan verder opgedeeld worden in chloriden (vb. NaCl), sulfaten (vb. CaSO₄), carbonaten (vb. CaCO₃), kaliumzouten (vb. KCl) ... (Harding 2013, 21). De meest bekende vorm van zout is echter natriumchloride (NaCl) of keukenzout, dat bestaat uit 60,6% chloride en 39,4% natrium (Daire 2003, 10; Harding 2013, 21; Hathaway 2013, 12). Dit natriumchloride is een witte oplosbare broze stof met een scherpe smaak die vaak als smaak- en bewaarmiddel wordt gebruikt (Daire 2003, 10).

4.2 Het natuurlijke voorkomen van zout

Natriumchloride is uitermate geschikt voor exploitatie en komt op twee manieren voor in de natuur: in zeewater of in geologische lagen. Laatstgenoemde ontstonden door de verdamping van geïsoleerde zeeën waarna het zout uitkristalliseerde, accumuleerde en comprimeerde. Het merendeel van deze lagen werd gevormd tijdens het Trias (Prilaux 2000, 6; Daire 2003, 13). Dit type zout, het zogenaamde steenzout, wordt via mijnbouw in vaste toestand uit de diepere geologische lagen ontgonnen. De ondiepe lagen steenzout worden vaak door water opgelost, wat zich vertaalt in het ontspringen van zoutbronnen aan het oppervlak. Het opgeloste zout in deze bronnen wordt vervolgens op dezelfde manier ontgonnen als zout opgelost in zeewater (Prilaux 2000, 6). Daarnaast komt zout natuurlijk voor in zeewater, wat ongeveer 70% van het aardoppervlak inneemt. Het zoutgehalte varieert van zee tot zee, maar gemiddeld bevat één liter zeewater 30-35 gram zout waarvan 77% bestaat uit natriumchloride (Harding 2013, 24; Hathaway 2013, 21-23).

Deze indeling wijkt enigszins af van Plinius' bevindingen (*Naturalis Historia* 31.73-83; Jones 1963). Hij deelde het zout in op basis van de kristallisatiemethode in natuurlijk zout en artificieel zout. Eerstgenoemde zijn de zouten die natuurlijk uitkristalliseerden aan meren, rivieren, zoutbronnen en steenzout, terwijl laatstgenoemde slaat op het zout uit zoutpannen en zout verkregen door artificiële verdamping (Plinius, *Naturalis Historia* 31.73-83; Jones 1963; Morère Molinero 2008, 367).

4.3 Fysiologische nood aan zout

Om het fysiologisch evenwicht in het lichaam te bewaren heeft de mens vanuit biologisch standpunt een continue vraag naar zout, aangezien dit permanent uit het lichaam wordt geëvacueerd door zweet, urine en tranen. Deze zoutbalans moet voortdurend in evenwicht worden gehouden door een regelmatige inname van zout via de dagelijkse voeding (Prilaux 2000, 6; Daire 2003, 10; Kinory 2012, 10; Harding 2013, 14-15). Een inname van ongeveer 1 tot 2 gram zout per dag volstaat om deze balans op peil te houden. De dagelijkse zoutinname van de moderne mens ligt echter tot 30 maal hoger dan vereist, wat kan leiden tot cardiovasculaire problemen (Prilaux 2000, 6; Kinory 2012, 10).

4.4 Gebruik van zout

Zout werd in het verleden niet enkel gebruikt om het fysiologisch evenwicht te bewaren, maar kende een gevarieerd gebruik in verschillende domeinen. Het is wederom problematisch dat het zout zelf niet bewaard is gebleven, waardoor gefundeerde hypothesen moeten worden opgesteld op basis van historische bronnen, etnografische parallellen en experimenteel onderzoek (Daire 2003, 11-12; Kinory 2012, 105). Het economisch belang van zout in de Romeinse periode blijkt onder andere wel uit het feit dat de overheid de soldaten gedeeltelijk uitbetaalde in zout (een *salarium*). Geleidelijk werd het zout vervangen door een monetaire compensatie voor bewezen diensten, maar deze term blijft wel voortleven in het hedendaagse woord 'salaris' (Daire 2003, 12).

4.4.1 Voedingstoepassingen

Naast een functie als smaakverbeteraar werd zout hoofdzakelijk aangewend als bewaarmiddel in verschillende producten (Prilaux 2000, 6).

4.4.1.1 Vlees en vis

Kort na de slacht van een dier moesten verschillende stappen worden ondernomen om bederf tegen te gaan. Zout speelde hier vaak een belangrijke rol aangezien het een vijandige micro-omgeving creëerde voor de bacteriën die bederf veroorzaken. Het zout kon aangebracht worden door enerzijds te pekelen of anderzijds door te droogzouten. Bij het pekelen wordt het vlees of de vis ondergedompeld in een zoutoplossing. Afhankelijk van het gewicht kon dit proces meerdere dagen in beslag nemen. Het grote voordeel van deze techniek was dat de pekeloplossing meerdere malen kon worden gebruikt (Daire 2003, 116; Kinory 2012, 110). Droogzouten is een relatief simpele techniek waarbij vlees of vis in een diepe laag zout wordt geplaatst. Dit proces verloopt sneller dan pekelen, maar vereist wel veel meer zout (Kinory 2012, 111). In het Menapische gebied werd waarschijnlijk één van deze technieken aangewend om de befaamde Menapische hammen te behandelen. De kwaliteit van deze hammen werd in meerdere historische bronnen geroemd (Martialis, *Epigrammata* 13.54; Shackleton Bailey 1993; Thoen 1987a, 13; Daire 2003, 117; De Clercq 2009, 469).

4.4.1.2 Lokale productie van vissaus

In de Romeinse periode waren meerdere soorten vissaus in omloop die afhankelijk van hun productieregio en gebruikte vissoorten verschillende namen kregen. De termen *garum* en *allec* werden het frequentst gebruikt en werden ook door Plinius de Oudere (*Naturalis Historia* 31.93-95; Jones 1963) en Martialis (*Epigrammata* 13.102; Shackleton Bailey 1993) vermeld. Vissaus ontstond door een gistingsproces van (verschillende soorten) vis (of schelpdieren) aangevuld met grote hoeveelheden zout en kruiden in een voldoende warme omgeving (Immerzeel 1990, 183-184; Van Neer, Lentacker 1994, 57-58). De term *garum* sloeg op de kwaliteitsvollere vloeibare vissaus, terwijl *allec* werd aangewend om het residu met visbotjes van deze productie te beschrijven. Daarnaast kon de term *allex* of *allec* ook wijzen op een specifieke soort vissaus waarin onder andere oesters werden verwerkt (Plinius, *Naturalis Historia* 31.95; Jones 1963; Immerzeel 1990, 183-184; Van Neer, Lentacker 1994, 57-58; De Clercq, van Dierendonck 2006, 54).

Gedurende de eerste eeuw werd dit product voornamelijk voor de Romeinse grenssoldaten geïmporteerd uit het mediterrane gebied, wat door de restanten van vissausamforen bevestigd wordt. Vanaf de tweede eeuw ontstond er concurrentie met lokaal geproduceerde vissaus langsheen de Gallische kust (Van Neer, Lentacker 1994, 57; Van Neer et al. 2010, 175-177).

Volgens De Clercq en van Dierendonck (2006, 54) wordt deze lokale productie archeologisch bevestigd door de vondst van een doliumfragment in Aardenburg waarin de term *allec* samen met een inhoudsaanduiding was ingekrast (fig. 5). Toch hoeft dit niet meteen op lokale productie te wijzen aangezien de vissaus waarschijnlijk ook in *dolia* werd geïmporteerd. Een tweede archeologisch bewijs is de aanwezigheid van visbotjes op binnenlandse sites. De geïdentificeerde taxa wijzen op lokale vissaus uit kleinere vissoorten zoals sprot, driedoornige stekelbaars en kleine wijting, die werden gevangen in estuaria van rivieren of getijdengeulen (Van Neer, Lentacker 1994, 55-59; Van Neer et al. 2005, 180). Productieplaatsen van vissaus werden in het studiegebied nog niet met zekerheid geïdentificeerd, al zijn enkele sites in Zeeland met ovens en grote hoeveelheden schelpen van oesters en mosselen mogelijk in verband te brengen met deze vissausproductie (cfr. 9.2.9-12) (Immerzeel 1990, 183; Van Neer, Lentacker 1994, 58; De Clercq, van Dierendonck 2006, 54).



Figuur 5. Doliumfragment uit Aardenburg met de inscriptie ALLIC XI S(emis) (Allec: 11,5 *amphorae*; het equivalent van ongeveer 300 liter vissaus).

Naast archeologisch bewijs zijn eveneens epigrafische bronnen voorhanden. Op de Nehalennia-altaren van Colijnsplaat worden vier handelaren in vissaus (*negotiatores allecarii*) vermeld, waaronder één uit Trier (fig. 6) (Stuart, Bogaers 2001, 34, 130-131; De Clercq, van Dierendonck 2006, 55). Deze handelaren speelden wellicht een belangrijke rol in de verkoop en de verspreiding van lokaal geproduceerde vissaus (Van Neer et al. 2010, 178).

4.4.1.3 Andere voedingstoepassingen

Het zouten van vlees en vis en het produceren van vissaus waren de belangrijkste voedingstoepassingen in de Romeinse tijd. In mindere mate kon zout ook aangewend worden om de bewaring van zuivelproducten te bevorderen. De aanwezigheid van zuivelproducten is archeologisch echter moeilijk aantoonbaar, waardoor de relatie tussen zout en zuivelproducten nog niet uitgebreid is bestudeerd (Kinory 2012, 113-114). De voornaamste zuivelproducten waarin zout werd gebruikt tijdens het productieproces, zijn boter en kaas. Het toevoegen van zout aan boter zou de levensduur van enkele weken verlengen tot een aantal maanden. Dit was een gebruikelijke praktijk vanaf de middeleeuwen, maar kon voor vroegere perioden nog niet ontegensprekelijk worden aangetoond (Kinory 2012, 114).

Het gebruik van zout tijdens het productieproces van kaas is beter gekend omdat meerdere klassieke auteurs deze toepassing hebben beschreven. Vergilius (*Georgica* 3.400-403; Fairclough 1916) vermeldde het bestaan van ongezouten en gezouten kaas en hij benadrukte de langere bewaartijd van de gezouten variant. Columella (*De re rustica* 7.8.4-6; Forster, Heffner 1954) beschreef daarenboven het gebruik van zout tijdens het productieproces van kaas. In zoutrijke regio's kan de productie van gezouten harde kaas bijgevolg wel worden verondersteld, maar er zijn momenteel te weinig sites met archeologisch bewijsmateriaal gekend om gefundeerde hypothesen op te stellen over de kaasproductie in de Romeinse periode (Kinory 2012, 114-115). Daarnaast kent zout vandaag de dag nog verscheidene



Figuur 6. Altaar gewijd aan Nehalennia uit Colijnsplaat opgedragen door een *negotiator allecarius* (vissaushandelaar) uit Trier.

andere toepassingen zoals het pekelen van groenten, maar deze toepassingen zijn moeilijk aantoonbaar in de Romeinse periode.

4.4.2 Industriële toepassingen

Naast voeding kende zout ook meerdere toepassingen in verschillende ambachten. Zout kon door zijn dehydrerende werking worden aangewend tijdens het looiproces van huiden (Olivier 2003, 239). Of zout in dit proces effectief werd gebruikt, hing echter sterk af van de leerlooier aangezien dit geen noodzakelijke vereiste was voor het looiproces (Kinory 2012, 116). Ook in de metaalbewerking had zout een aantal toepassingen door zijn ioniserende werking (Olivier 2003, 239) of voor het schrikken van vers gesmede objecten (Kinory 2012, 116).

4.4.3 Medicinale toepassingen

De medicinale toepassingen van zout kunnen niet archeologisch worden aangetoond, maar verschillende klassieke auteurs maken hier wel melding van. Cato (*De Agri Cultura* 156.3-7, 157. 6-9; Hooper, Ash 1934) beschreef verschillende medicinale recepten waar telkens zout aan werd toegevoegd. Plinius de Oudere (*Naturalis Historia* 34.22.106, 34.27.116; Rackham 1952) vermeldde het gebruik van zout in onder andere een laxermiddel en een zalf. Daarnaast was zout zeer geschikt voor het reinigen van wonden het tegengaan van bepaalde infecties (Kinory 2012, 118).

4.4.4 Ritueel gebruik

Aangezien zout een prominente plaats innam in het dagelijkse leven, speelde het waarschijnlijk ook een belangrijke rol in de rituele praktijken. Opnieuw verhalen verschillende antieke auteurs over het gebruik van zout in offergaven voor de goden. Zo beschreef Ovidius (*Fasti* 1.337-346; Frazer 1931) het gebruik van zout in rituele cakejes gemaakt door de Vestaalse Maagden, en Plinius de Oudere (*Naturalis Historia* 31.7.40, 31.7.89; Jones 1963) het offeren van gezouten graan (Kinory 2012, 121-122). Tevens zal zout een rol hebben gespeeld bij het houden van banketten en funeraire rites (Daire 2003, 120). Ook in recentere rites en bijgeloof kent zout een resem toepassingen, maar deze rituelen zijn hoogstwaarschijnlijk niet verbonden aan een Romeinse oorsprong waardoor ze hier niet worden behandeld.

HOOFDSTUK 5

ONDERZOEKSGESCHIEDENIS

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van enkele toonaangevende onderzoekers en publicaties zonder exhaustiviteit na te sterven waarbij de verschillende onderzoekstradities in Frankrijk, Groot-Brittannië, België en Nederland worden behandeld. Het valt echter meteen op dat weinig werken specifiek over zoutproductie in de Romeinse periode handelen, maar dat de ijzertijd en de Romeinse periode vaak samen worden genomen. Dit is niet verwonderlijk aangezien er een grote overlap bestaat in het gehanteerde productieproces (cfr. 8). Daarnaast focusten veel vorsers zich op een specifieke regio en grensoverschrijdende studies zijn, uitgezonderd J. Nenquin (1961) en L. Cox (2009), zeldzaam te noemen.

5.1 Frankrijk

Het onderzoek ving aan in het midden van de 18^{de} eeuw toen een Franse ingenieur (Félix-François Le Royer Artézé de la Sauvagère) in de vallei van de Seille (Lotharingen) metershoge accumulaties van gebakken klei waarnam. Deze kleifragmenten kregen door hem de naam ‘briquetage’ (Fawn et al. 1990, 10; Olivier, Kovacik 2006, 560; Harding 2013, 75). Tijdens grootschalige opgravingen in de Seillevallei aan het begin van de 20^{ste} eeuw konden voor de eerste maal deze briquetagefragmenten definitief gelinkt worden aan zoutproductie (Olivier, Kovacik 2006, 560). In dit opzicht was een artikel van A. Voss (1901) van belang waarin hij de gelijkenissen tussen het briquetagemateriaal van Lotharingen en de Saale-regio benadrukte. Vanaf dit moment werd briquetage geleidelijk op meer en meer sites herkend (Nenquin 1961, 19).

Gedurende de jaren 1950 werd door Y. Coppens grootschalig onderzoek verricht naar zoutproductie langsheen de Atlantische kust. Dit onderzoek inspireerde een nieuwe generatie archeologen en leidde tot een belangrijk synthesewerk van P.L. Gouletquer (1970). Een volgend synthesewerk verscheen in 2000 door G. Prilaux (2000). Dit werk resulteerde uit de ontdekking van verschillende grote zoutateliers bij de aanleg van de A16 in Noordwest-

Frankrijk. Het merendeel van deze ateliers werd gedateerd in de late ijzertijd, maar de site van Conchil-le-Temple werd als enige in de Romeinse periode geplaatst (Prilaux 2000; Cox 2009, 43). Een laatste synthesewerk verscheen in 2003 door M.-Y. Daire (2003). Waar het werk van Prilaux focuste op de recent opgegraven sites, behandelde Daire eerder een ruimere geografische context. Tot slot leidden nieuwe ontdekkingen op bijvoorbeeld de sites van Pitgam, Steene en Looberghe tot nieuwe informatie (cfr. 9.2.1-3) (Teyssiere 2014). Deze informatie is momenteel nog niet voor het grote publiek beschikbaar, maar zou worden gepresenteerd op het internationaal congres ‘Sel et Société’ op 23 en 24 november 2017.

5.2 Groot-Brittannië

Langsheen de kust van Essex kwamen de zogenaamde *Red Hills* zeer prominent in het landschap voor. Deze heuvels werden vanaf de tweede helft van de 19^{de} eeuw systematisch door amateurs onderzocht (Fawn et al. 1990, 1). Tijdens deze ‘opgravingen’ werd veel archeologisch materiaal gerecupereerd, wat leidde tot de oprichting van de *Red Hill Exploration Committee* in 1906. Dit comité bestond uit zowel professionele archeologen als amateurs. Zij poneerden de theorie dat de heuvels gelinkt waren aan zoutproductie, maar konden dit niet voldoende staven (Fawn et al. 1990, 1; Cox 2009, 44). Pas in de jaren 1950 konden dankzij archeologen als Kay de Brisay de *Red Hills* definitief met zoutproductie in verband worden gebracht. Zij organiseerde bovendien in 1974 het *Salt Weekend* in Essex, wat beschouwd kan worden als het eerste internationale congres met een exclusieve focus op zoutproductie (Fawn et al. 1990, 2-3).

Vanaf de jaren 1990 werden grote regionale synthesewerken gepubliceerd. Deze bespraken het productieproces en bundelden de zoutproductiesites binnen een bepaald gebied. Zo verscheen in 1990 door A.J. Fawn, K.A. Evans, I. McMaster en G.M.R. Davies een synthesewerk over de *Red Hills* van Essex (Fawn et al. 1990). Een tweede groot synthesewerk werd in 2001 gepubliceerd door T. Lane en E.L. Morris over de zoutproductie in Fenland. In dit werk werd naast de analyse van de sites enorm veel aandacht besteed aan het briquetage-aardewerk (Lane, Morris 2001). S.-J.E. Hathaway schreef in 2013 een (voorlopig) laatste synthesewerk waarin ze hoofdzakelijk het zuidelijk deel van Engeland onder de loep nam. Dit werk moet aanzien worden als een exhaustief werk waarin alle tot nog toe gekende sites uit Zuid-Engeland zijn opgenomen (Hathaway 2013).

5.3 België

De eerste Belgische zoutproductiesite werd in 1886 ontdekt door G. Donny, toen hij Romeins oppervlaktemateriaal in de duinen van De Panne aantrof. Dit leidde tot systematische prospecties en opgravingen in het begin van de 20^{ste} eeuw door A. de Loë en E. Rahir. Deze onderzoekers herkenden echter het briquetagemateriaal niet en identificeerden de site als een pottenbakkerscentrum uit de ijzertijd (Thoen 1978, 50; 1987c, 53). Nenquin (1961, 93-95) bestudeerde en vergeleek het opgegraven materiaal en kwam tot de constatacie dat het hoofdzakelijk briquetage-aardewerk betrof, waardoor de site als zoutproductiecentrum werd geclassificeerd.

Daarna was het wachten tot de jaren 1970-1980 vooraleer H. Thoen een synthesewerk uitbracht over de Vlaamse kustvlakte met een bespreking van alle gekende zoutproductiesites uit de ijzertijd en de Romeinse periode (Thoen 1978; 1987). Een beknopt hoofdstuk in het doctoraat van W. De Clercq (2009) kan als een soort update van de gekende sites worden beschouwd, maar aangezien zout niet de kern dit onderzoek vormde, werden de sites hier niet beschreven. Wel werd de discussie met betrekking tot de term *salinatores* (cfr. 7.1.2) in detail uitgewerkt (De Clercq 2009, 475-478). L. Cox schreef ten slotte in 2009 haar masterproef over zoutproductie aan de Noordzee in de ijzertijd en Romeinse periode. Hier lag het zwaartepunt hoofdzakelijk op de inplanting van de productiesites in het landschap (Cox 2009).

5.4 Nederland

Onderzoek naar zoutproductie in Nederland werd voornamelijk uitgevoerd door P. van den Broeke (1986; 1995; 1996; 2007; 2012). In deze publicaties bespreekt hij het gehanteerde productieproces in de Lage Landen en staat hij uitvoerig stil bij de zoutcontainers en de evolutie ervan vanaf de ijzertijd.

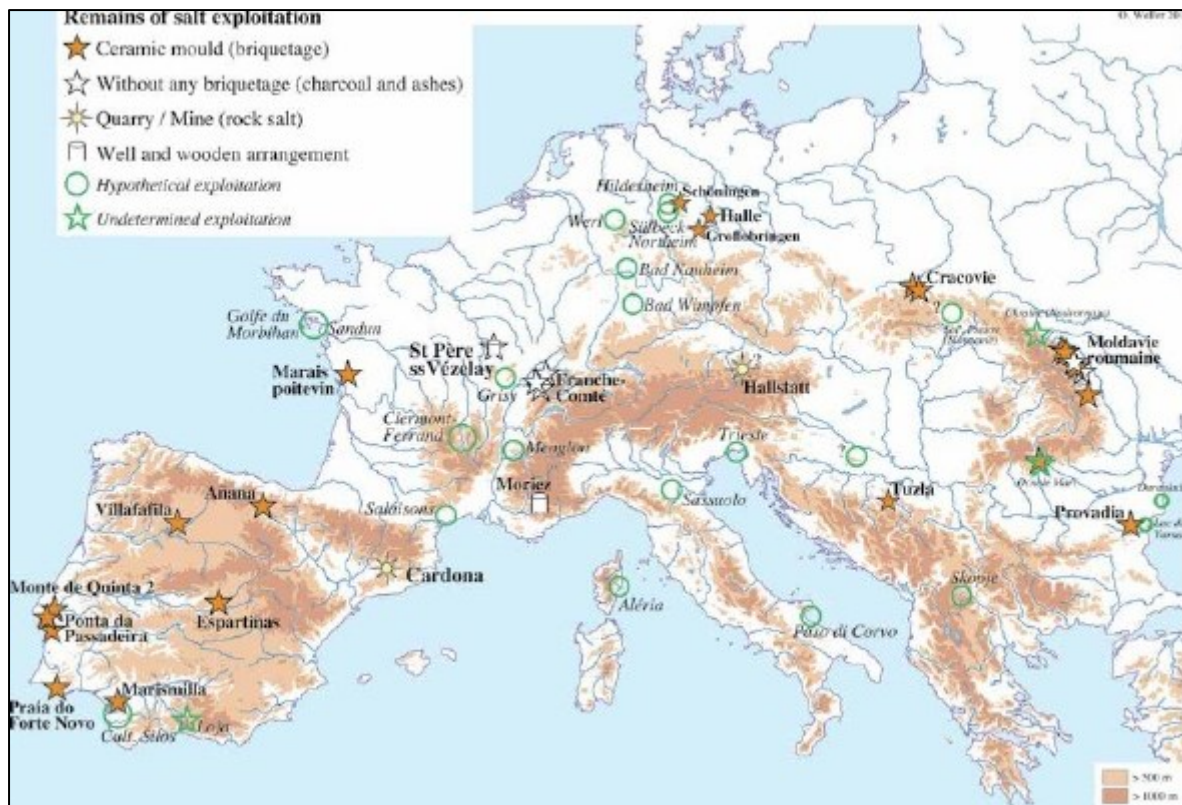
HOOFDSTUK 6

BEKNOPT OVERZICHT VAN DE ZOUTPRODUCTIE IN

NOORDWEST-EUROPA DOORHEEN DE TIJD

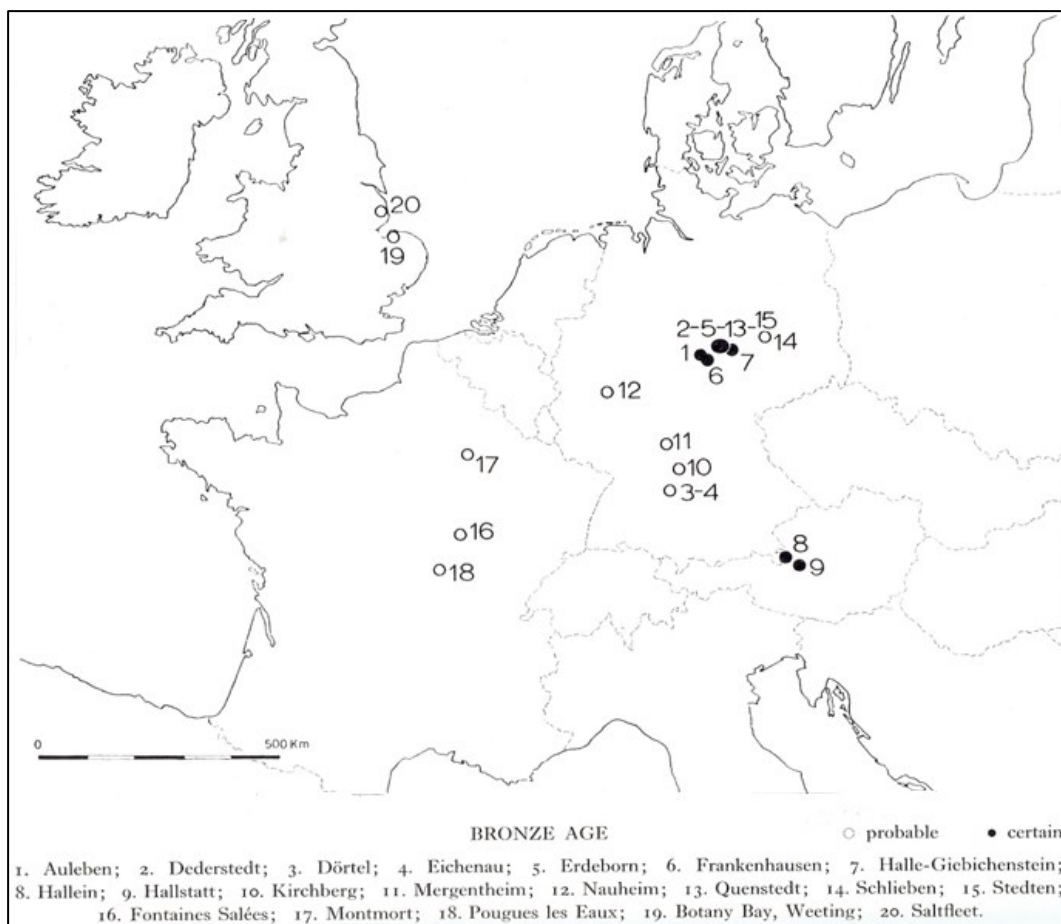
Zout komt in principe in voldoende mate voor in natuurlijke voedselbronnen, zodat paleolithische en mesolithische jagers-verzamelaars dit niet kunstmatig aan hun voeding hoefden toe te voegen (Daire 2003, 10; Harding 2013, 43-44). Vanaf het neolithicum veranderden de voedselgewoontes echter, bijvoorbeeld een hogere graanconsumptie en het nuttigen van gekookte voedselwaren. Dit dieet kende een veel lager zoutgehalte, waardoor dit kunstmatig moest worden aangevuld (Daire 2003, 10). Om deze reden ging de mens vanaf het neolithicum actief op zoek naar zout.

Vanaf het neolithicum bestonden er reeds verschillende exploitatietechnieken gaande van het verzamelen van natuurlijk gekristalliseerd zout tot het gebruiken van briquetage en artificiële verhittingsprocessen. Meer en meer neolithische zoutproductiesites kwamen sinds 2000 aan het licht en dit aantal blijft door aanhoudend onderzoek gestaag groeien. Opvallend is dat in de vroegste periode hoofdzakelijk inlandse zoutbronnen werden geëxploiteerd in Zuid- en Centraal-Europa. Figuur 7 illustreert de geïdentificeerde productiesites in het neolithicum samen met de gehanteerde exploitatietechniek. Uit deze figuur kan worden afgeleid dat zout met of zonder briquetage-aardewerk werd geproduceerd en dat reeds mijnbouw voorkwam. De quasi-afwezigheid van productiesites in Noordwest-Europa kan enerzijds te wijten zijn aan de stand van het onderzoek of anderzijds aan het ontbreken van toegankelijke zoutbronnen (Harding 2013, 43-51; Weller 2015, 68-76).



Figuur 7. Geïdentificeerde zoutproductiesites en hun exploitatietechniek in de periode 6000 tot 2300 v.o.t.

De zoutproductie in de bronstijd was in vergelijking met die in het neolithicum reeds langere tijd beter gekend. Toch werd de aanwezigheid van briquetage-aardewerk tot in de jaren 1960 slechts op een aantal sites in Frankrijk, Duitsland en Groot-Britannië herkend (fig. 8) (Nenquin 1961; Hathaway 2013, 42). Dankzij een toename van onderzoek in de laatste twintig jaar kon dit beeld worden aangevuld. In de bronstijd waren volgens Harding (2013, 54) vier productiemethodes in zwang. Twee methodes waren gebaseerd op het verdampen van zout water, afkomstig uit de zee of zoutwaterbronnen, waarbij al dan niet briquetage-aardewerk aan te pas kwam. Briquetage uit deze periode werd reeds geïdentificeerd op sites in Duitsland, Polen, Frankrijk, Groot-Britannië, Spanje, Portugal en Italië (Harding 2013, 54-61). Daarnaast werd steenzout ontgonnen via mijnbouw, waarvan de site van Hallstatt (Oostenrijk) ontegensprekelijk het belangrijkste voorbeeld is. De vierde en laatste methode werd recent ontdekt in de Karpaten en maakt gebruik van uitgeholde boomstammen. Hoe dit precies functioneerde is voorlopig onduidelijk (Harding 2013, 61-65).



Figuur 8. Geïdentificeerde zoutproductiesites in de bronstijd door Nenquin (1961).

De ijzertijd werd gekenmerkt door een enorme toename aan zoutproductiesites in heel Europa. Het zwaartepunt van de beroemdste zoutproductiesite Hallstatt wordt eveneens in deze periode geplaatst (Daire 2003, 18; Harding 2013, 67, 71-73). In figuur 9 worden de belangrijkste productiezones in Noordwest-Europa gevisualiseerd. Uit deze kaart kan worden afgeleid dat er een belangrijke productiezone was in Centraal-Europa, bijvoorbeeld Hallstatt en Hallein, en in de Seillevalei. Daarnaast verschenen voor de eerste maal grote productiecentra langsheen de kusten van Noord-Frankrijk en Engeland (fig. 9) (Hathaway 2013, 43-45). Nieuwe productiesites werden zeker opgericht tot in de vroeg-Romeinse tijd, maar er zijn weinig ijzertijd-sites gekend met een continuïteit tot in de Romeinse periode. Hoe de situatie vervolgens evolueerde in de midden- en laat-Romeinse tijd is slecht gekend (Daire 2003, 25-26; Hathaway 2013, 46-49). Daire (2003, 25-26) stelde een terugval in briquetagesites vast vanaf de tweede eeuw o.t., wat ze verklaarde door een import van zout geproduceerd in mediterrane zoutpannen. Hoewel Stockinger (2015, 185-186) dit niet rechtstreeks betwist, veronderstelt hij geen complete ineenstorting van de lokale productie, aangezien import van mediterrane zout hogere transportkosten met zich meebracht. Het is de

vraag in welke mate deze kosten opwogen tegen het in stand houden van de lokale productie, hetgeen van regio tot regio kon verschillen. De lokale productie langsheen de kusten bleef echter zeker bestaan, dit getuigen onder andere de productiesites in België, Noord-Frankrijk (cfr. 9.2) en Engeland (Hathaway 2013). De verschillende exploitatiemethodes uit deze periode worden verder nog uitgebreid besproken in hoofdstuk acht.



Figuur 9. Overzicht van de belangrijkste zoutproductiezones in de ijzertijd.

Omstreeks de 7^{de} eeuw werd voor het eerst melding gemaakt van zoutpannen langsheen de Atlantische kust. Deze zoutpannen waren ruwweg geïnspireerd op het mediterrane model, maar belangrijke aanpassingen waren noodzakelijk omdat onder andere rekening moest worden gehouden met de getijden (Daire 2003, 27-28). Dit systeem werd vanaf ca. 1000 populair in de regio van de Loire tot aan de Gironde met belangrijke centra als Guérande en de baai van Bourgneuf. Deze regio ontpopte zich tot het zoutproductiecentrum van Europa in de middeleeuwen, omdat grote hoeveelheden (minderwaardig) zout werden geproduceerd en verkocht tegen een betrekkelijk lage prijs (Kurlansky 2002, 106-113; Hocquet 2006). Daarnaast bestond er zout van hogere kwaliteit dat onder andere afkomstig was uit noordelijke regio's en gewonnen werd uit veen (selnering, moertering) (Kurlansky 2002,

111). Schriftelijke bronnen dateerden deze exploitatietechniek in de 8^{ste} en 9^{de} eeuw in Zeeland en Friesland, hoewel er archeologische aanwijzingen zijn dat deze techniek mogelijk al vroeger werd toegepast in Friesland (van den Broeke 1996, 58; Leenders 2004, 107). Deze industrie kende haar hoogtepunt in de 11^{de} tot 14^{de} eeuw. Daarna deemsterde deze productie weg doordat minder veen van goede kwaliteit voorhanden was (van den Broeke 1996, 58; Kurlansky 2002, 121-122). De Scandinavische staten (Denemarken, Zweden, Finland en Noorwegen) produceerden in de middeleeuwen gedeeltelijk hun eigen zout door zeewater via verschillende systemen en artificiële verhitting te laten verdampen (Kurlansky 2002, 122-129). Groot-Brittannië exploiteerde dan weer zijn vele inlandse zoutbronnen (Hocquet 2006). Hoewel op het einde van de middeleeuwen veel regio's hun eigen productiecentrum bezaten, volstond deze productie vaak niet om in alle noden te voorzien. Handel in zout speelde doorheen de middeleeuwen dan ook een belangrijke rol en het zout kon door betere transportmogelijkheden en handelsorganisaties zoals de Hanze goedkoop over grote afstanden worden getransporteerd (Kurlansky 2002, 122-129).

Technologische innovaties onder andere in mijnbouw betekenden een enorme bloei voor de Britse zoutproductie in de 16^{de} tot 19^{de} eeuw, waarbij Liverpool zich ontpopte tot dé handelshaven in Groot-Brittannië voor zout. Naast de exploitatie van zoutwaterbronnen werd in deze periode ook steenzout ontgonnen. Op het einde van de 19^{de} eeuw werd zout het derde grootste exportproduct van Groot-Brittannië (Hocquet 2006). Een gelijkaardig fenomeen deed zich voor in het noorden van Duitsland waar technologische innovaties een enorme bloei veroorzaakten in de zoutproductie. De Atlantische zoutpannen die de industrie domineerden in de middeleeuwen, verloren vanaf de 16^{de} eeuw hun overheersende positie. Het Atlantisch gebied kon niet langer opboksen tegen de opkomende productiecentra in Groot-Brittannië en Duitsland en in de 20^{ste} eeuw rest er nog maar een schim van zijn vroegere glorie (Hocquet 2006).

HOOFDSTUK 7

HISTORISCHE BRONNEN MET BETREKKING TOT DE

PRODUCTIE VAN ZOUT

Naast de archeologische bronnen (cfr. 9) zijn er eveneens historische bronnen die inzicht verschaffen in de zoutproductie en -handel in de *civitas Menapiorum*. Deze bronnen kunnen opgedeeld worden in enerzijds epigrafische bronnen en anderzijds schriftelijke bronnen overgeleverd van klassieke auteurs.

7.1 Epigrafie

7.1.1 Nehalennia-altaren

De eerste Nehalennia-altaren kwamen in 1647 tijdens een storm op kust voor Domburg aan het licht (Hondius-Crone 1995, 7-11). Deze altaren werden lange tijd als een curiositeit beschouwd totdat in 1970 voor de kust van Colijnsplaat meerdere Nehalennia-altaren werden opgevist. Deze wij-altaren waren gewijd aan de godin Nehalennia en bevatten inscripties en figuratieve voorstellingen van deze godin (Hassall 1978, 43-44; Thoen 1986, 28; 1987b, 70; Stuart, Bogaers 2001, 20-26; De Clercq, van Dierendonck 2006, 54-56). Op deze afbeeldingen werd Nehalennia frequent afgebeeld met een *cornucopia* of met scheepsvaartelementen, waaruit wordt afgeleid dat de godin voorspoed bracht en zeelieden en handelswaar beschermde tegen de gevaren op zee. De wij-altaren waren een geschenk dat de smekelingen aanboden aan de godin na een behouden reis. De consuldata op verschillende altaren plaatsten het zwaartepunt van de Nehalennia-cultus in de tweede en begin derde eeuw (Hassall 1978, 43-45; Stuart, Bogaers 2001, 20-26; De Clercq, van Dierendonck 2006, 54-56)

Daarnaast bevatten de altaren inscripties waarop de oprichters hun naam en beroep bekend maakten. Tussen de vermelde handelaren kwamen onder andere vier *negotiatores salarii* (zouthandelaren) voor (fig. 10), waaronder drie uit Keulen, en vier *negotiatores allecarii* (vissaushandelaren) (fig. 6), waaronder één uit Trier. Dit zijn overigens ook de twee beroepen



Figuur 10. Altaar gewijd aan Nehalennia uit Colijnsplaat opgedragen door de *negotiator salarii* (zouthandelaar) Marcus Exgingius Agricola uit Keulen

verscheept werd naar de Rijnlimes en *Britannia*. Dit wordt geïllustreerd door aanwijzingen voor zowel de productie van zout als de aanwezigheid van handelaren in zout en afgeleide producten zoals vissaus in deze *civitas* (De Clercq, van Dierendonck 2006, 54-56; De Clercq 2009, 473-475). Hoe deze handel precies functioneerde is onduidelijk, al poneerde De Clercq (2009, 475) een hypothese dat tussenhandelaren het zout bij de zoutproducenten opkochten en in de centrale plaatsen aan de *negotiatores* verhandelden. Deze hypothese zou onder andere kunnen verklaren waarom weinig surplus terugvloeyde naar het oorsprongsgebied van de grondstof.

7.1.2 *Salinatores civitatis Menapiorum*

Reeds in de 19^{de} eeuw kwamen te Rimini (Italië) enkele belangrijke inscripties aan het licht (fig. 11) (CIL 11.390-391; Thoen 1986, 24). Deze inscripties werden opgericht in opdracht van de *salinatores civitatis Menapiorum* en de *salinatores civitatis Morinorum* ter ere van Lucius Lepidius Proculus. Daarnaast werd op de inscripties de volledige militaire carrière van

die het meest werden vermeld. De aanwezigheid van meerdere handelaren uit het Rijnland, bijvoorbeeld Trier en Keulen, is niet verwonderlijk aangezien onder andere het leger, gestationeerd aan de Rijn grens, een belangrijke afzetmarkt vormde voor allerlei producten zoals zout en vissaus (Hassall 1978, 43-45; Thoen 1987b, 70; Hocquet 1994, 19; Stuart, Bogaers 2001, 34-38; De Clercq, van Dierendonck 2006, 54-56; De Clercq 2009, 473-475). De herkomst van de handelaren suggereert dus sterke handelscontacten met het Rijnland, maar ook met *Britannia*. Het is echter onwaarschijnlijk dat de koopwaar uitsluitend van deze streken afkomstig was, en dat Domburg en Colijnsplaat louter als doorvoerhaven en overslagplaats fungeerden. Logischer is dat de handelswaar uit het hinterland, met name de *civitas Menapiorum*, afkomstig was, waarna deze

deze Romein gebeiteld, waaruit werd afgeleid dat hij op het moment van oprichten diende als centurio in het *Legio VI Victrix* (Thoen 1986, 25-26; 1987b, 70; De Clercq 2009, 475). De Romeinse overheid schakelde mede dit legioen in om de opstand van Iulius Civilis (cfr. 2.2) neer te slaan en dit legioen was samen met de centurio tussen 70-75 o.t. in *Novaesium* (Neuss) gelegerd (Thoen 1986, 26; De Clercq 2009, 475). Deze inscriptie wordt ondertussen geruime tijd aangehaald om de aanwezigheid van een belangrijke zoutindustrie in de Menapische *civitas* te staven. Wat er precies werd bedoeld met de term *salinatores* staat echter al enige tijd ter discussie. Verschillende onderzoekers onder wie E. Will (1962), M. Hassall (1978), H. Thoen (1987b; d), J.-C. Hocquet (1994) en W. De Clercq (2009) leverden een belangrijke bijdrage, maar vooralsnog is de exacte betekenis nog niet absoluut zeker.⁶

REGIO VIII	ARIMINVM
<p>390 prope (in MARC.) S. Andreae portam</p> <p>L · LEPIDIO · L · F · AN PROCVLO MIL · LEG · V · MACEDON 7 LEG · EIVSD · 7 LEG · EIVSD · II 5 7 LEG · VI · VICTRICIS 7 LEG · XV · APOLLINAR PRIM · LEG · XII · GEMIN DONIS · DONATO · AB IMP · VESPASIANO · AVG 10 BELLO · IVDAICO · TORQVIB ARMILLIS · PHALERIS CORONA · VALLARI SALINATORES · CIVITATIS MENAPIORVM · OB · MER · EIVS 15 SEPTIMINA · F · REPONEND CVRAVIT</p>	<p>391 prope S. Andreae portam RIG.</p> <p>L · LEPIDIO · L · F · AN PROCVLO MIL · LEG · V · MACEDONIC 7 LEG · EIVSD · 7 LEG · EIVSD · II 5 7 LEG · VI · VICTRICIS 7 LEG · XV · APOLLINAR PRIM · LEG · XIII · GEMINAE DONIS · DONATO · AB · IMP VESPASIANO · AVG · BELLO 10 IVDAICO · TORQVIB · ARMIL PHALERIS · CORONA · VAZAR SALINATORES · CIVITATIS MORINORVM · OB · MER · EIVS SEPTIMINA · F · REPONEND 15 CVRAVIT</p>

Figuur 11. Rimini-inscripties met vermelding van de *salinatores civitatis Menapiorum* en de *salinatores civitatis Morinorum* ter ere van Lucius Lepidius Proculus.

Thoen (1987b, 70; 1987d, 41) veronderstelde dat Lucius Lepidius Proculus door de Menapische zoutzieders werd geëerd, omdat hij zich verdienstelijk had gemaakt door het zout voor het legioen bij hun aan te kopen. Hassall (1978, 45) vermoedde daarentegen dat de centurio naar het Menapisch grondgebied werd gezonden om toezicht te houden op de

⁶ Voor een uitgebreid overzicht van deze discussie wordt verwezen naar De Clercq 2009, 475-478.

productie. Deze hypothese werd door Will (1962, 1650) reeds onwaarschijnlijk geacht omdat deze functie niet uitdrukkelijk in de inscriptie werd vermeld. Gezien het staatsmonopolie op zout bracht deze functie vermoedelijk heel wat status met zich mee, wat zich zeker zou vertalen in een vermelding op de steen.

De Clercq (2009, 475-476) achtte bovenstaande hypothesen en de link met het Romeinse leger valabel, aangezien er een staatsmonopolie rustte op de productie, handel en prijscontrole van zout. Daarnaast was zout voor het leger van essentieel belang omdat de soldaten er deels in werden uitbetaald en gezouten vlees een belangrijke rol speelde in de proviandering. Hij wees er echter op dat in beide hypothesen '*salinator*' werd vereenzelvigd met zoutzieder/zoutproducent. Terwijl volgens Hocquet (1994, 18-19) deze term mogelijk anders moet worden vertaald. De heersende nomenclatuur gaat als volgt: zoutboer: *conductor salinarum*, *salinarius*, *salarii*; handelaar: *negotiator* en een controlerende ambtenarengroep: *salinatores*. Deze laatste groep hield de zoutvoorraden in het zoutmagazijn van de stad (*salarium*) in het oog en inde de inkomsten voor de staat. Waarschijnlijk hielden ze ook toezicht op zoutproductie op *civitas*-niveau (Hocquet 1994, 18-19; Prilaux 2000, 10; De Clercq 2009, 476). Het lijkt duidelijk dat de *salinatores* moeten vereenzelvigd worden met figuren buiten de lokale gemeenschap die zich op een hoger staatsniveau bevonden. Tot hun takenpakket behoorden wellicht ook commerciële aspecten, maar dit was niet hun kernactiviteit aangezien anders de term *negotiator* meer van toepassing geweest zou zijn (De Clercq 2009, 476).

Met dit in het achterhoofd was Lucius Lepidius Proculus hoogstwaarschijnlijk verantwoordelijk voor de aankoop van zout voor zijn legioen en had hij een band met de staatsambtenaren (*salinatores*) (De Clercq 2009, 477). De Clercq (2009, 477) acht het in dit opzicht niet ondenkbaar dat in de *civitas Menapiorum* zout een onderdeel vormde van de taxatie die geïnd werd door de *salinatores*. Deze belasting werd vermoedelijk meteen doorgesluisd naar het leger, wat de band tussen de centurio en de *salinatores* zou verklaren. De nauwe band tussen Rome en de *civitas* kwam reeds ter sprake in hoofdstuk twee en de Rimini-inscripties zijn hiervan een mooi voorbeeld.

In dit opzicht is de vondst van een gelijkaardige inscriptie op een altaar in Tongeren opmerkelijk. Dit altaar werd opgericht door Catius Drousus, een Menapische SAL (*-inator*, *-samentarius* of *-arius*) (fig. 12) (Vanvinkenroye 1990, 227; Thoen 2000, 14; De Clercq 2009,

476). Dat Drousus geassocieerd was met zout uit de *civitas Menapiorum* leidt geen twijfel. Zijn precieze relatie blijft echter twijfelachtig, want voor elke mogelijke betekenis van de afkorting zijn argumenten en tegenargumenten aan te voeren. Op basis van de afkorting van het *nomen gentile* werd de inscriptie op het einde van de tweede of het begin van de derde eeuw gedateerd (Vanvinkenroye 1990, 227-230).

Dit waren overigens niet de enige gekende *salinator*-inscripties. Soortgelijke inscripties werden aangetroffen over het ganse Rijk zoals in Dalmatia (Oostkust van de Adriatische Zee) (CIL 3.13826), Etruria (Italië) (CIL 11.3823-3826), Gallia Narbonensis (Zuid-Frankrijk) (CIL 12.5686.351a-b). Of deze inscripties op een gelijkaardige manier als de Rimini-inscripties moeten worden geïnterpreteerd is vooralsnog niet gekend, maar een bredere studie van alle *salinator*-inscripties zou licht kunnen werpen op bovenstaande discussie.

7.2 Klassieke auteurs

Meerdere klassieke auteurs verwezen in hun teksten (sporadisch) naar zout. De context waarin ze het gebruikten, varieerde van de productie van zout tot het gebruik ervan. Het is niet de bedoeling om hier alle referenties naar zout in historische bronnen op te lijsten, aangezien vele bronnen reeds werden vermeld of nog aan bod zullen komen. Speciale aandacht moet echter worden besteed aan boek 31 van de *Naturalis Historia* van Plinius de Oudere uit de tweede helft van de eerste eeuw o.t. In dit boek wijdde Plinius 32 verzen aan dit product, wat de meest uitgebreide overgeleverde beschrijving is van zout uit antieke teksten (Morère Molinero 2008, 366; Hathaway 2013, 26). Deze verzen kunnen vervolgens opgedeeld worden in drie delen. In het eerste deel (Plinius, *Naturalis Historia* 31.73-83; Jones 1963) beschreef Plinius de Oudere het onderscheid tussen natuurlijk en artificieel zout en de verschillende exploitatietechnieken. Het tweede deel (Plinius, *Naturalis Historia* 31.84-89; Jones 1963)



Figuur 12. Het wij-altaar uit Tongeren opgericht door Catus Drousus, een Menapische SAL (*-inator, -samentarius* of *-arius*).

handelde over de aard en het uitzicht van verschillende soorten zout en in het derde deel (Plinius, *Naturalis Historia* 31.90-105; Jones 1963) stond hij stil bij het gebruik van zout in afgeleide producten zoals vissaus. Het discours van Plinius moet echter niet aanzien worden als een betrouwbaar kader van productieplaatsen en -technieken, maar eerder als een synthese van de Romeinse kennis met betrekking tot zout in de eerste eeuw o.t. (Carusi 2008, 354).

De inhoud van deze verzen werd samen met teksten van andere auteurs verwerkt in de verschillende hoofdstukken van dit werkstuk, maar een belangrijke opmerking met betrekking tot deze teksten moet hier wel worden geformuleerd. De teksten hebben voornamelijk betrekking tot de productie en het gebruik van zout in de mediterrane wereld. Een zekere voorzichtigheid is daarom geboden wanneer de beschrijvingen en inzichten uit deze teksten gebruikt willen worden om een beeld te vormen van de zoutexploitatie in de *civitas Menapiorum*. Ondanks de contemporaneïteit van de geschriften met de beschreven activiteiten, kan de specifieke geografische, socio-politieke en economische context ervoor zorgen dat deze bronnen niet per se overeenstemmen met de werkelijkheid.

HOOFDSTUK 8

EXPLOITATIETECHNIEKEN

Gedurende de Romeinse periode waren meerdere exploitatietechnieken voor zout in zwang afhankelijk van de beschikbare grondstoffen en het gewenste eindproduct. Globaal worden deze technieken opgedeeld in enerzijds de directe en anderzijds de indirecte productiemethodes. De directe methodes zijn ‘eenvoudige’ technieken waarbij het zout op natuurlijke wijze uitkristalliseert en gewonnen wordt zonder een complex productieproces: de exploitatie van steenzout in mijnen, het verzamelen van natuurlijk zout aan oevers van zoute meren enzoverder. De indirecte productiemethodes omvatten daarentegen een uitgebreid technologisch proces om met behulp van artificiële verhitting zout te winnen uit een variëteit van grondstoffen zoals zeewater, zouthoudende planten en veen. Dit proces wordt in zijn verschillende stappen vaak gekenmerkt door het gebruik van briquetage-aardewerk (Daire 2003, 17).

Dit hoofdstuk behandelt de verschillende exploitatietechnieken die gebruikt werden om zout langsheen de kust te produceren. Er wordt bijgevolg niet stilgestaan bij de mijnbouwtechnieken en de zoutproductie bij inlandse zoutbronnen, al verschilt de werkwijze daar niet substantieel van enkele besproken technieken aan de kust. Daarnaast is het belangrijk op te merken dat dit hoofdstuk bedoeld is om een algemeen overzicht te geven van de potentiële technieken en productieprocessen in de Romeinse periode. Bij het samenstellen van dit overzicht werden diverse bronnen met betrekking tot zoutproductie in verschillende kustregio’s geconsulteerd, maar dat wil niet zeggen dat alle vermelde technieken en structuren daarom gebruikt werden in de *civitas Menapiorum*.

8.1 Volledig natuurlijke verdamping onder invloed van de zon

De eenvoudigste manier om zout uit zeewater te extraheren, is door het water op natuurlijke wijze te laten verdampen (Hathaway 2013, 26). Hoewel dit een relatief eenvoudig proces is, bestonden er volgens Plinius (*Naturalis Historia* 31.73-83; Jones 1963) twee manieren

waarop dit kon gebeuren. De eerste manier was het natuurlijk verdampen van zeewater op een (kust)vlaakte zonder invloed van de mens. Plinius rekende dit dan ook tot de categorie ‘natuurlijk zout’. De tweede methode beschouwde Plinius als het natuurlijk verdampen van zeewater in een *salina* en dit werd tot de categorie ‘artificieel zout’ gerekend. De toevoer van zeewater in de *salina* werd immers artificieel door de mens geregeld, bijvoorbeeld door het graven van kanaaltjes en het gebruik van sluizen. Hoewel het water natuurlijk verdampte, verliep het proces niet spontaan wat de classificatie van Plinius verklaart (Carusi 2008, 354-355; Morère Molinero 2008, 369; Hathaway 2013, 26).

Hoe deze *salinae* precies functioneerden, werd slechts sporadisch in schriftelijke bronnen vermeld. In dit opzicht is het gedicht *De reditu suo* van Rutilius Namatianus (begin vijfde eeuw o.t.) van belang. Hij beschreef de *salinae* in de omgeving van Toscane op zijn weg naar huis. Hij schreef dat het zeewater aan de zoutpannen werd toegevoegd door middel van artificiële kanalen en vervolgens over meerdere reservoirs werd verdeeld. De natuurlijke verdamping ging van start vanaf het moment dat de watertoevoer door middel van sluizen werd afgesloten. Rutilius eindigde deze passage ten slotte met een poëtische beschrijving van het uitgekristalliseerde zout (Rutilius Namatianus, *De reditu suo* 1.475-490; Duff, Duff 1934; Carusi 2008, 355-357; Morère Molinero 2008, 369). Een omschrijving van Manilius (eerste eeuw o.t.) vult dit beeld verder aan. Hij beschreef een zoutpan als een uitgestrekte vlakte begrensd met muren waarbij kanalen met sluizen de zoutpan van water voorzagen (Manilius, *Astronomica* 5.682-692; Goold 1977; Carusi 2008, 356-357).

Aan de hand van bovenstaande historische beschrijvingen en gelijkenissen met middeleeuwse zoutpannen kon een hypothetisch verloop van het productieproces in een *salina* worden vooropgesteld. Het proces ging van start wanneer zeewater de zoutpan binnenstroomde en opgenomen werd in de verdampingscyclus. Eenmaal de zoutpan genoeg water bevatte, werd de toevoer afgesloten door middel van sluizen (Villalobos, Ménanteau 2006; Hathaway 2013, 26-27). Tijdens deze cyclus stroomde het water naar steeds ondieper wordende reservoirs. Door het verdampen van het zeewater door de zon, ontstond een steeds sterker wordende pekkel. Vanaf het moment dat de stroomsnelheid van het water verminderde, gingen de onoplosbare sedimenten zoals zand, silt en klei zich afzetten in de eerste bassins. Naarmate de pekkel verder concentreerde, werden de minder oplosbare zouten (calciumcarbonaat (CaCO_3) en calciumsulfaat (CaSO_4)) afgezet (Villalobos, Ménanteau 2006; Carusi 2008, 357). Het laatste reservoir bevatte bijgevolg een sterk geconcentreerde pekkel rijk aan het zeer goed

oplosbare natriumchloride. Vervolgens stroomde deze pekkel door naar de kristallisatiebekkens, waar de pekkelconcentratie zodanig hoog lag dat het natriumchloride kon uitkristalliseren. De kristallen werden hierbij frequent verwijderd, zodat contaminatie door beter oplosbare 'bitterzouten' zoals magnesiumchloride ($MgCl_2$) werd vermeden (Villalobos, Ménanteau 2006).

Bovenstaande techniek, eerst rudimentair met enkele reservoirs en later omvangrijker, werd veelvuldig toegepast in de mediterrane wereld vanaf het eerste millennium v.o.t. Archeologische aanwijzingen voor deze techniek zijn evenwel schaars te noemen. Dit is enerzijds te wijten aan de ligging van de zoutpannen te dicht bij de kust, waardoor erosie optrad of ze bedolven werden door sediment. Anderzijds is het mogelijk dat hun constructiewijze weinig archeologische sporen heeft nagelaten. Het uitzicht van de zoutpannen is momenteel slecht gekend, aangezien tot op vandaag slechts enkele archeologische voorbeelden gekend zijn (Villalobos, Ménanteau 2006; Carusi 2008, 357).

Het voorkomen van bovenstaande exploitatietechniek was wel verbonden aan een aantal cruciale voorwaarden. In de eerste plaats moest de kustvlakte over een uitgestrekte vlakte beschikken bovenop een quasi ondoordringbare bodem (bijvoorbeeld klei). Dit was noodzakelijk omdat het water met de opgeloste zouten anders doorheen de bodem zou percoleren vooraleer natuurlijke verdamping kon optreden (Daire 2003, 26). Daarnaast moest de kustzone over gunstige klimatologische condities beschikken. Deze condities kunnen als volgt worden samengevat: weinig neerslag over een langere periode, langdurige zonneshijn en een regelmatige (warme) wind (Daire 2003, 26; Villalobos, Ménanteau 2006). Concreet betekent dit dat een volledig natuurlijke verdamping van zeewater in Noordwest-Europa boven 48° noorderbreedte (het zuiden van Bretagne) onmogelijk wordt geacht (Daire 2003, 26).

Het voorkomen van zoutpannen lijkt in de Romeinse periode dan ook gelimiteerd te zijn tot de mediterrane wereld. De eerste aanwijzingen⁷ voor zoutpannen langs de Atlantische kust verschenen pas in de zevende eeuw o.t. in de omgeving van Saintonge. De streek tussen

⁷ In de omgeving van Zeebrugge en Raversijde werden enkele structuren, gedateerd ca. 200 o.t., als hypothetische zoutpan beschreven (Thoen 1978, 85-92; 1987b, 70-72; 2000, 11-13). Deze hypothese wordt nog uitvoerig behandeld in 9.2.7.9.

de Loire en de Gironde raakte daarnaast pas in de middeleeuwen bekend voor zijn zoutproductie (Daire 2003, 27).

8.2 Artificiële verdamping onder invloed van vuur

Deze techniek werd veelvuldig aangewend langsheen de kusten van Noordwest-Europa en wordt gekenmerkt door het gebruik van vuur tijdens één of meerdere stappen van het productieproces. Dit basisprincipe werd vanaf het neolithicum toegepast, maar de techniek kon wel licht wijzigen naargelang de gebruikte grondstof (zeewater, halofyle planten, veen...), de brandstof en de verhittingsstructuren. Daarnaast speelde briquetage-aardewerk in dit proces een belangrijke rol (Daire 2003, 22-25).

Plinius (*Naturalis Historia* 31.83; Jones 1963) en Varro (*De re rustica* 1.7.8; Hooper, Ash 1934) zijn de enige antieke auteurs die melding maakten van een variatie op bovenstaand proces in Gallië en Germanië. Zowel Varro (eerste eeuw v.o.t.) als Plinius (eerste eeuw o.t.) beschreven een proces waarbij zout water op brandend hout werd gegoten om ‘zoute kolen’ te bekomen (Prilaux 2000, 9; Daire 2003, 20-22; Carusi 2008, 359-360). Historische verwijzingen naar zout verkregen door artificiële verhitting zijn met andere woorden zeldzaam, waardoor deze techniek hoofdzakelijk vanuit archeologisch standpunt bestudeerd moet worden (Daire 2003, 22).

De verschillende stappen in het theoretisch productieproces worden hieronder zoveel mogelijk chronologisch naar voor gebracht. In de praktijk zijn deze stappen niet zo strikt afgebakend en afhankelijk van de mankracht kunnen verschillende fasen simultaan verlopen. Daarnaast worden bij diverse stappen meerdere opties vermeld waartussen de zoutproducent moest kiezen. Dit is een potentiële verklaring voor de regionale en chronologische variëteit in het productieproces.

8.2.1 Inplantingscriteria

Iedere productiesite is uniek, maar uit de inplanting van de sites kon worden afgeleid dat de zoutproducenten steevast rekening hielden met een aantal voorwaarden. Zo lag de site vaak dicht bij zout water (bijvoorbeeld een getijdengeul) en was er voldoende klei in de omgeving aanwezig. Daarnaast waren voldoende energiebronnen (veen, riet, hout, enzoverder) cruciaal

aangezien het productieproces veel brandstof vroeg (Cabal, Thoen 1985, 200; Prilaux 2000, 83-84; Hathaway 2013, 163-164).

Naast de basisbehoeften namen de zoutproducenten mogelijk ook minder essentiële factoren in overweging. Het is niet uitgesloten dat de toegang tot transport en handelsroutes, de locatie van de nederzettingen en de territoriale grenzen een rol speelden bij de inplanting van een site. Het zoutproductieproces was gevoelig voor de heersende weersomstandigheden, waardoor de zoutboeren mogelijk opteerden voor een locatie met minder neerslag maar met voldoende wind. Neerslag moest ten allen tijde vermeden worden aangezien dit het zoutgehalte van de pekelen nadelig beïnvloedde (Hathaway 2013, 164).

8.2.2 Verwerven van grondstoffen

Vooraleer het productieproces van start ging, werden de benodigde grondstoffen ingezameld zoals brandstof en klei.

8.2.2.1 Brandstof

Welke brandstof de zoutzieders gebruikten, werd enerzijds bepaald door de lokale voorradigheid en anderzijds door het gewenste eindproduct. De grootte en de kwaliteit van de zoutkristallen hing namelijk sterk af van de verdampingssnelheid en -temperatuur. Wanneer het water traag verdampte, werden grote kristallen gevormd en dus grof zout bekomen. Verdampte het water echter snel, dan vormden zich kleine kristallen tot fijn zout. Mogelijk beïnvloedde dit het gebruik van het zout waarbij grof zout diende om te pekelen en fijn zout eerder als smaakverbeteraar werd aangewend (Gale 2001, 456; Morris 2001a, 402; Kinory 2012, 11-12).

De verhittingsstructuur (cfr. 8.2.3) werd gebruikt om de temperatuur te controleren, maar het was de brandstof die hoofdzakelijk de temperatuur bepaalde, aangezien sommige een snelle, intensieve hitte leverden terwijl andere langduriger brandden op een lagere temperatuur. Het is dan ook niet uitgesloten dat verschillende soorten brandstof werden aangewend in één productiecyclus (Gale 2001, 456-457). Het gebruik van veen, kruidachtige planten, riet, hout, houtskool, graanverwerkingsafval en zoutminnende planten als brandstof werd reeds archeologisch vastgesteld (Gale 2001, 456-457; Kinory 2012, 12). De kruidachtige planten gelden als voorbeeld van een brandstof waarbij een snelle intensieve hitte wordt bekomen.

Veen daarentegen brandt smeulend en levert een langdurige, gelijkmatige hitte (Gale 2001, 456-457). Bij hout hangt de intensiteit van het vuur af van de desbetreffende houtsoort en van de precieze dikte (kreupelhout of kernhout) (Prilaux 2000, 67; Gale 2001, 456-457).

8.2.2.2 Klei

Naast brandstof werd klei in de onmiddellijke omgeving van de site gewonnen. Deze klei fungeerde niet enkel als grondstof voor de briquetage-elementen, maar werd eveneens voor heel wat andere structuren (haarden, bezinkingsbassins en werkvloeren) gebruikt. Een goede lokale kleibron was bijgevolg onontbeerlijk voor het optimaal functioneren van een site (Hathaway 2013, 165).

8.2.3 Maken van een verhittingsstructuur

Voorafgaand aan de zoutwinning zelf moest een verhittingsstructuur worden vervaardigd waarin de zoute pekkel kon transformeren in uitgekristalliseerd zout (Prilaux 2000, 77). Wederom verschilt de terminologie van publicatie tot publicatie, maar de verhittingsstructuren kunnen globaal worden opgedeeld in vier grote groepen met twee mogelijke verhittingstechnieken. Het is belangrijk om op te merken dat de term ‘oven’ in dit werkstuk zo veel mogelijk wordt vermeden omdat dit een overdekte, afgesloten structuur suggereert. De verhittingsstructuren aangewend in zoutproductie waren daarentegen open zodat de containers regelmatig konden worden bijgevuld (Prilaux 2000, 77-78; Morris 2001b, 374). In de Engelse en Franse publicaties wordt deze tweedeling eveneens duidelijk door het gebruik van respectievelijk *oven* in plaats van *kiln* (Morris 2001b, 374) en *fourneau* in plaats van *four* (Prilaux 2000, 77-78). Het Nederlands kent deze tweedeling niet en vertaalt beide termen als ‘oven’, wat het essentiële betekenisverschil achterwege laat. Daarom werd geopteerd om consequent de term ‘haard’ te gebruiken als vertaling voor *oven* en *fourneau*, aangezien dit een meer open structuur suggereert.

8.2.3.1 Open haarden gebruikmakend van directe hitte

Open haarden zijn eenvoudige structuren met een relatief vlakke (al dan niet met klei bestreken) bodem waarboven een vuur werd gestookt. Op de haardbasis werden vervolgens de pijlers geplaatst met de containers waarin de pekkel werd verhit (Fawn et al. 1990, 21; Morris 2001b, 373; Hathaway 2013, 230). De zoutzieders hadden echter weinig controle op

het vuur, aangezien dit niet was afgeschermd van de elementen (wind, regen ...) en de hitte niet doelmatig naar de containers kon worden geleid (Fawn et al. 1990, 21). Vermits de containers rechtstreeks blootgesteld worden aan de hitte van de vlammen, wordt dit als een directe verhittingstechniek beschouwd (Morris 2001b, 373). Op het terrein is dit type moeilijk te herkennen. De overgebleven relatief vlakke verbrande zone kan immers het resultaat zijn van een resem aan activiteiten (Fawn et al. 1990, 21; Hathaway 2013, 230-231).

8.2.3.2 Gesloten haarden gebruikmakend van directe hitte

Dit haardtype was meestal volledig of gedeeltelijk ingegraven in de bodem waarbij de wanden met klei werden bekleed. Het is niet uitgesloten dat de bekleding bovengronds verder liep en op deze manier een kleine superstructuur werd gevormd. Het vuur werd bovenop de haardbasis gestookt en de containers werden met behulp van baren of pijlers boven de vlammen gepositioneerd. De hitte van de vlammen kon de containers rechtsreeks bereiken waardoor dit als een directe verhittingstechniek wordt beschouwd (Hathaway 2013, 194, 196, 199, 204, 206).

Het grondplan en de grootte van deze haarden varieerde naargelang de periode en de regio en de verschillende vormen zijn: cirkelvormig, ovaal, (sub-)rechthoekig en lineair. Afhankelijk van zijn grootte kon de haard meerdere containers herbergen, die werden gestabiliseerd met behulp van *platforms*, *spacers* en *pinch-props* (Hathaway 2013, 196). Het voordeel van dit haardtype was de gedeeltelijke afscherming van het vuur van de elementen (wind en regen). De hitte kon bovendien door de aanwezigheid van de met klei beklede haardwanden enkel naar boven stijgen (Fawn et al. 1990, 22).

8.2.3.3 Gesloten haarden gebruikmakend van indirecte hitte

Kenmerkend voor dit type verhittingsstructuur is dat de warmtebron gescheiden werd van de containers, zodat enkel de hete lucht (en niet de vlammen) de containers bereikte. Deze indirecte verhittingstechniek kon op meerdere manieren worden bereikt. Een eerste model bestond uit een gecompartmenteerde structuur met een stookruimte, een stookkanaal en een verhittingsruimte. Zowel de stookruimte als het stookkanaal werden licht in de bodem ingegraven en sloten aan op de verhittingsruimte. Deze ruimte kon eveneens licht zijn ingegraven en bevatte daarnaast ook een superstructuur uit klei, al dan niet ondersteund door vlechtwerk. De bovengrondse verticale wanden bevorderden bovendien de opwaartse warme

luchtstroom binnenin de haard, die werd aangevoerd langs het stookkanaal (Fawn et al. 1990, 22; Morris 2001b, 373-374; Hathaway 2013, 219).

Een tweede manier bestond uit het aanleggen van een gesloten haard volgens bovenstaande methode, maar zonder bijhorende stookkuil en stookkanaal. De containers werden van het vuur in de haardbasis gescheiden door ze op een verhoogde vloer binnenin de haard te plaatsen. Deze vloer werd gecreëerd met behulp van platformen (*slabs*) en sokkels of baren, maar de precieze constructiemethode is onduidelijk (Hathaway 2013, 212-215).

8.2.3.4 Gesloten haarden met (verwijderbaar) rooster

De zogenaamde ‘roosterovens’ kwamen voornamelijk voor langs de Frans-Atlantische kust en hebben een langwerpige subrechthoekig grondplan. De wanden werden opgetrokken uit klei en hierboven werd een (verwijderbaar) rooster geplaatst. Op dit rooster werden vervolgens de zoutcontainers met behulp van stabilisatoren bevestigd. Verschillende subtypes kunnen gedefinieerd worden op basis van variatie in het grondplan en de constructiemethode van het rooster (Prilaux 2000, 79; Daire 2003, 36-40).

De exacte verhittingstechniek werd door Prilaux (2000) en Daire (2003) niet vermeld. De lengte van de structuren en locatie van de stookruimtes aan de uiteinden doen echter het gebruik van een indirecte verhittingstechniek vermoeden. Daire (2003, 38) veronderstelde dat het vuur in de stookruimtes werd aangemaakt waarna de brandende sintels onder het rooster werden geduwd, hetgeen eerder overeenstemt met indirecte verhitting.

8.2.4 Productie van *briquetage*-elementen

De term ‘*briquetage*’ werd voor het eerst gebruikt in 1764 om metershoge afzettingen van verbrande klei en as te beschrijven in de Seillevallei (Fawn et al. 1990, 10; Olivier, Kovacik 2006, 560; Hathaway 2013, 31). In de 19^{de} en 20^{ste} eeuw raakte deze term wijdverspreid in Europa, al wijzigde de oorspronkelijke betekenis ervan doorheen deze eeuwen. Vandaag de dag wordt de term ‘*briquetage*’ holistisch benaderd en omvat deze niet enkel de zoutcontainers en de ondersteunende elementen, maar ook het gefragmenteerde afval van de verhittingsstructuren (Fawn et al. 1990, 10; Lane 2001a, 8; Hathaway 2013, 31-32).

Het briquetagemateriaal wordt in navolging van Fawn et al. (1990), Lane en Morris (2001), Poole (2012) en Hathaway (2013) opgedeeld in vier categorieën: zoutcontainers (*vessels, moules à sel, containers*), ondersteunde elementen (*supports*), structureel materiaal (*structural material*) en diversen (*miscellaneous*). Binnen deze groepen is er een zekere chronologische en regionale variabiliteit merkbaar, maar enkele algemene kenmerken zijn verbazingwekkend identiek in heel Europa. Briquetage wordt gepercipieerd als enorm fragmentarisch ruw gevormd zacht gebakken poreus aardewerk vervaardigd uit lokale klei. Deze porositeit werd bewust nagestreefd door het toevoegen van plantaardige (of andere) verschraling. Zowel de oppervlaktekleur als de kleur van de kern zijn enorm variabel hetgeen de identificatie mogelijk negatief beïnvloedt (van den Broeke 1986, 91-98; Fawn et al. 1990, 10-15; Prilaux 2000, 71-77; Morris 2001b, 351-374; Daire 2003, 41-46; Poole 2012, 1-25; van den Broeke 2012, 155-180; Hathaway 2013, 125-154). Hieronder volgt een opsomming van de verschillende briquetage-elementen gebruikt tijdens het productieproces. Zo kan een beeld worden gevormd van de variabiliteit en de functionaliteit van de bestaande briquetage-elementen. Het briquetage-aardewerk dat in het studiegebied werd geïdentificeerd, wordt daarnaast uitgebreider besproken in hoofdstuk 10, teneinde dit overzicht aanschouwelijk te houden.

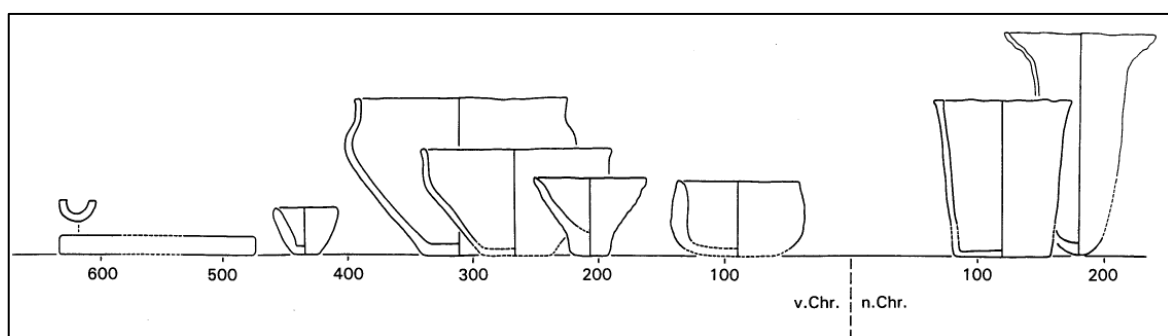
8.2.4.1 Zoutcontainers

Zoutcontainers werden gebruikt in één van de belangrijkste fases van het productieproces: het verhitten van de pekkel (Prilaux 2000, 67; Daire 2003, 41). Afhankelijk van het veronderstelde kristallisatieproces (cfr. 8.2.6) verliep dit in een en dezelfde container of werden meerdere containertypes aangewend (van den Broeke 1986, 100; Fawn et al. 1990, 20; Prilaux 2000, 67). Het eindresultaat was veelal, maar niet altijd, een zoutbroodje of zoutklomp (afhankelijk van de regio en de periode) dat gevormd werd binnenin de container. Deze container bleef gedurende het transport fungeren als omhulsel totdat het zout op de bestemming werd gerecupereerd. Deze transportfunctie wordt in de Lage Landen verondersteld wegens het veelvuldig voorkomen van containerfragmenten op binnenlandse sites (van den Broeke 1986, 98; 1995, 197-199; 1996, 49-51).

Het onderzoek naar zoutcontainers wordt echter sterk bemoeilijkt door de hoge fragmentatiegraad. De gerecupereerde scherven zijn vaak te klein om gefundeerde uitspraken te doen over de aanwezige vormenschat (Hathaway 2013, 125). Op basis van verschillen in de

diagnostische scherven (bodem en rand) kunnen binnenin een regio verschillende containertypes worden verondersteld. Noodgedwongen zijn dit doorgaans grote algemene groepen waarbinnen diversificatie mogelijk is. Morris (2001b, 356-357) identificeerde op deze manier bijvoorbeeld twee grote containertypes in Fenland: troggen met een gebogen bodem en gesneden randen, en ‘pans’ of pannen met afgeronde randen en een vlakke rechthoekige bodem. In Essex werden door Fawn et al. (1990, 11) eveneens twee grote groepen onderscheiden: subrechthoekige tot rechthoekige containers en subrechthoekige of cirkelvormige containers met verticale of naar buiten staande randen. In beide onderzoeksregio’s kon de variatie in vormen echter chronologisch of geografisch verklaard worden (Fawn et al. 1990, 11; Morris 2001b, 356-357). Dit in tegenstelling tot Frankrijk waar Prilaux (2000, 72-74) en Daire (2003, 43) twee verschillende containertypes binnen dezelfde productiesites vaststelden. Zij koppelden het onderscheid aan twee types zout met een andere samenstelling. Daarnaast wees Prilaux (2000, 73-74) op een enorme homogeniteit in de vorm en afmetingen van de zoutcontainers en hij schreef dit toe aan een toenemende controle en regelgeving van de zoutproductie vanaf de late ijzertijd.

In België en Nederland werd de vormenschat voor het eerst beschreven door P. van den Broeke. Hij identificeerde voor de ijzertijd de zogenaamde ‘gootjes’, welke aanzien moeten worden als halve cilinders met open uiteinden. Vanaf ongeveer 500 v.o.t. raakte dit containertype in onbruik en werd er overgeschakeld naar eenvoudige potten met een steile wand. Dit basistype mondde omstreeks 400 v.o.t. uit in een veelheid aan vormen en afmetingen. Geleidelijk aan evolueerde dit in de Romeinse periode naar cilindervormige containers met golfrandversiering en dunwandige kelkvormige containers (fig. 13) (van den Broeke 1986, 93-97; 1995, 193-196; 1996, 49-50; 2007, 66-70). De dunwandige kelkvormige containers werden echter enkel meer landinwaarts herkend, waardoor hij deze interpreteerde als importaardewerk uit Noord-Frankrijk (van den Broeke 1995, 199-201; 2007, 71).



Figuur 13. Schematische chronologische evolutie van enkele containertypes in de Lage Landen.

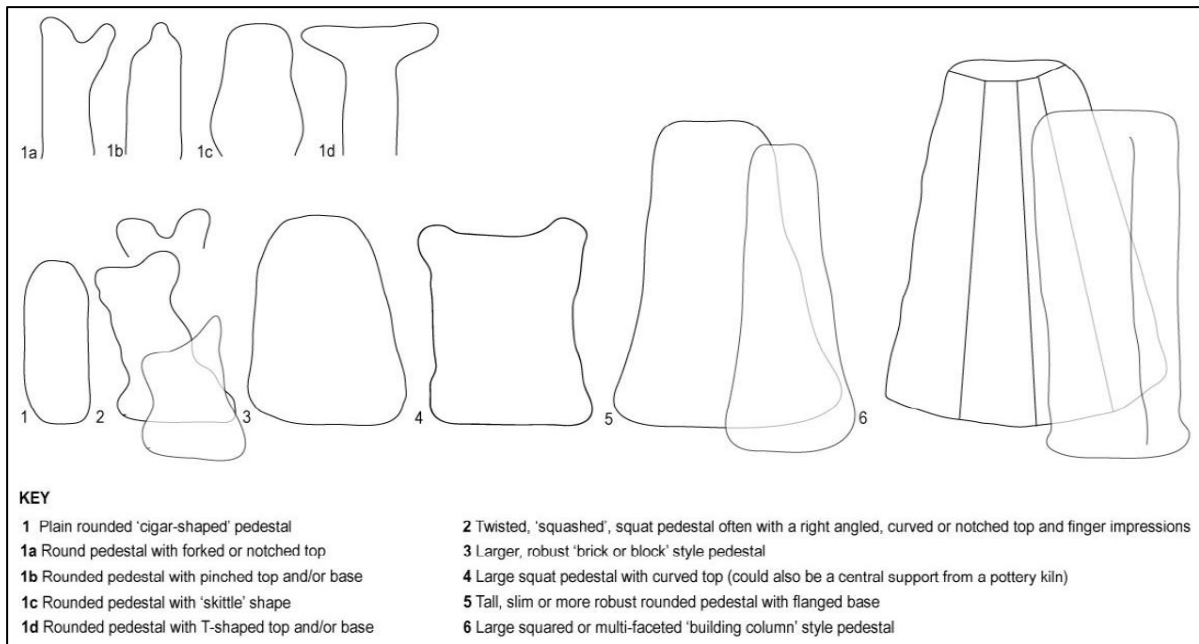
8.2.4.2 Ondersteunende elementen (En. *Supports*)

Er bestaat een enorme variëteit aan ondersteunende elementen, waarvan de functie sterk gekoppeld is aan de verschillende verhittingsstructuren (cfr. 8.2.3.1-3). Ze hebben immers tot doel de containers te stabiliseren boven het vuur en te verhinderen dat deze rechtstreeks in contact komen met de warmtebron (Prilaux 2000, 76; Morris 2001b, 352, 370). Op basis van de aan- of afwezigheid van bepaalde *support*-categorieën kunnen dan ook hypothesen worden opgesteld over de mogelijke verhittingsstructuren, indien deze niet in de archeologische record van de site voorkwamen (Morris 2001b, 374-376).

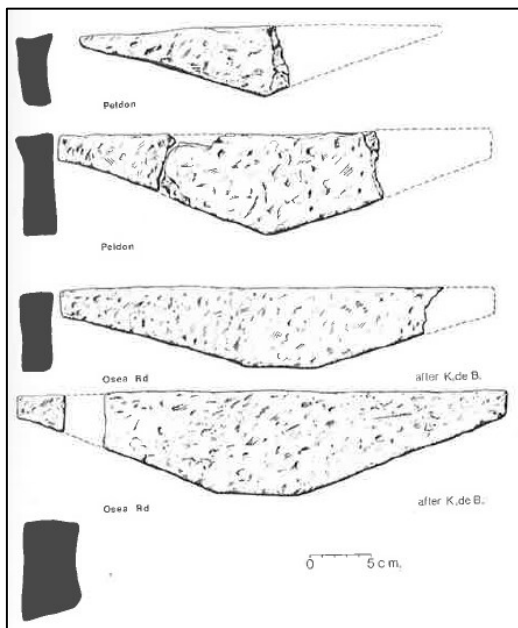
– Pijlers (En. *pedestals*, Fr. *piliers*) –

Pijlers worden door hun herkenbare vorm vaak op sites geïdentificeerd. Ze fungeerden in verticale positie als opstand voor de briquetage-containers, zodat deze boven de vuurhaard balanceerden. Deze objecten werden op productiesites uit de bronstijd tot en met de Romeinse periode vastgesteld. Ze werden vervaardigd uit lokale klei en werden hoogstwaarschijnlijk gedroogd en/of gebakken voorafgaand aan het kristallisatieproces (Prilaux 2000, 75; Morris 2001b, 370-371; Hathaway 2013, 135). Voor de pijlers kan een typologie worden opgesteld op basis van de pijlerdoorsnede. Zo zijn ronde, rechthoekige, vierkante en gecombineerde doorsnedes gekend in meerdere regio's. Weinig pijlers zijn volledig bewaard gebleven waardoor de gemiddelde hoogte moeilijk ingeschat kan worden. Daarnaast varieerde de hoogte evenals de dikte naargelang de regio en de periode (fig. 14) (Fawn et al. 1990, 11-12; Morris 2001b, 370-371; Hathaway 2013, 135). Daarbij is het belangrijk om op te merken dat grotere pijlers niet per se gebruikt werden om grotere containers te ondersteunen (Hathaway 2013, 142).

Ten slotte onderscheidde Morris (2001b, 371-372) een aantal speciale pijler-achtigen: *hand-squeezed pedestals* en *bricks*. *Hand-squeezed pedestals* zijn zoals de naam aangeeft, gevormd door een hoeveelheid vochtige klei met de hand samen te knijpen tot een pijlervorm. Deze pijlers zijn vaak kleiner van stuk en dragen meestal nog de sporen van de constructiemethode. De naam '*bricks*' werd dan weer afgeleid van de baksteenvorm die deze pijlers bezaten.



Figuur 14. Schematische voorstelling van de pijlertypologie voor de Zuid-Engelse zoutproductiesites uit de ijzertijd en Romeinse periode.



Figuur 15. Voorbeelden van quasi complete *firebars* uit Essex.

– Baren (En: *firebars; bars*) –

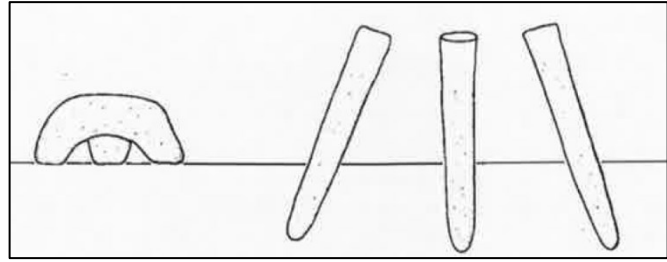
Deze categorie moet gepercipieerd worden als staven gebakken klei die – in tegenstelling tot de pijlers – functioneerden in horizontale positie. Hoewel geen complete exemplaren gekend zijn, kan dankzij de veronderstelde symmetrie de gemiddelde totale lengte geschat worden boven de 30 centimeter (fig. 15) (Fawn et al. 1990, 13; Hathaway 2013, 142-145).

– Kleinagels of kleispijkers –

Deze *support*-categorie werd veelvuldig teruggevonden in De Panne en bestaat uit spijkervormige kleistaven met een gemiddelde lengte van ongeveer 10-20 cm. Door hun geringe dikte moesten ten minste drie (of meer) exemplaren samen functioneren om containers van uiteenlopende vorm te ondersteunen (fig. 16) (van den Broeke 1986, 101; 2007, 69).

– Driepootjes –

Driepootjes werden op meerdere sites langsheen de Belgisch-Nederlandse kust geïdentificeerd (van den Broeke 1986, 101; 2007, 69). Bovenop het afgeplatte oppervlak werd een container geplaatst zodat deze niet rechtstreeks in contact kwam met de



Figuur 16. Schematische voorstelling van een driepootje (links) en kleinagels (rechts) (eigen bewerking).

warmtebron. Het grote verschil met de pijlers is echter de uitwaaiierende voet, wat de opstelling extra stabiliteit verschafte. Waar vaak meerdere pijlers noodzakelijk waren om een container boven het vuur te stabiliseren, was hoogstwaarschijnlijk één driepootje per container voldoende (fig. 16). Zowel de Engelse (Fawn et al. 1990; Lane, Morris 2001; Poole 2012; Hathaway 2013) als de Franse (Prilaux 2000; Daire 2003) publicaties vermelden deze categorie niet waardoor driepootjes misschien typerend zijn voor de Belgisch-Nederlandse kust.

– Wiggen (En. *Wedges*) –

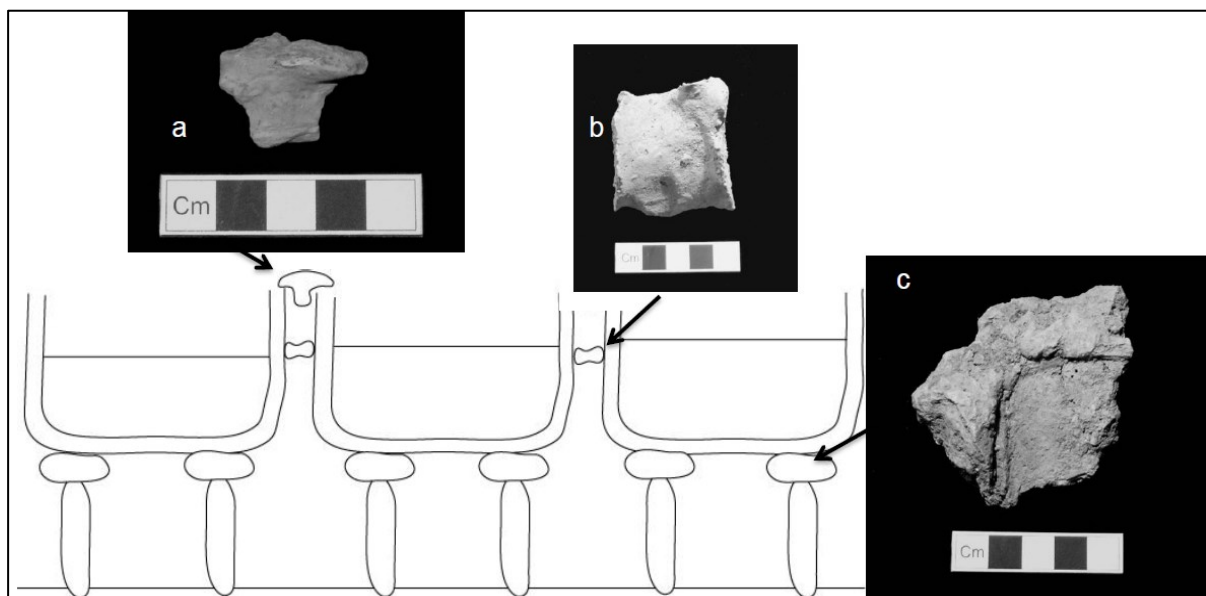
Wiggen worden gekenmerkt door hun (gelijkbenige of gelijkzijdige) driehoekige vorm (Fawn et al. 1990, 13). Omdat ze slechts sporadisch en vaak fragmentair worden aangetroffen, staat hun precieze functie nog ter discussie. Mogelijk moeten ze aanzien worden als een baar-subtype en functioneerden ze in een gelijkaardige horizontale positie (Hathaway 2013, 146). Morris (2001b, 372) stelt ze eerder gelijk met een pijler-subtype waarbij de schuine uiteinden worden gebruikt om troggen te ondersteunen. Aangezien de onderzoeksregio van bovenstaande auteurs verschilde, is het niet uitgesloten dat de functie varieerde naargelang de regio en/of de periode van de desbetreffende productiesite.

– Stabilisatoren (En. *stabilisers*) –

Stabilisatoren werden tijdens de zoutexploitatie geproduceerd uit ruwe klei en werden in vochtige, zachte toestand aangebracht op pijlers en containers om deze zo stabiel mogelijk te houden tijdens het verdampingsproces. Stabilisatoren zijn enorm flexibel van vorm aangezien ze in vochtige toestand onder of tussen containers werden geplaatst en de gecreëerde druk van plaats tot plaats verschilde. Op basis van waar de stabilisatoren werden aangebracht in de verhittingsstructuur en hoe ze functioneerden, zijn verschillende types identificeerbaar (fig. 17) (Morris 2001b, 370; Hathaway 2013, 151). De terminologie van de verschillende types

varieert wel van publicatie tot publicatie. Wanneer verschillende publicaties met elkaar worden vergeleken, moet voornamelijk gelet worden op de beschrijving van de artefacten. Eenzelfde term kan immers meerdere of verschillende betekenissen hebben. In dit werkstuk wordt hoofdzakelijk de Engelse terminologie van Hathaway (2013) overgenomen.

Op basis van hun functionaliteit worden de stabilisatoren opgedeeld in drie groepen: *platforms*, *spacers* en *pinch-props* (fig. 17) (Hathaway 2013, 152-154). *Platforms* zijn eenvoudige kleibolletjes die werden aangebracht bovenop een pijler om een container te stabiliseren (Hathaway 2013, 152). Eenzelfde functie moet worden toegeschreven aan de zogenaamde *boudins de calage* of *hand-bricks* die Prilaux (2000, 75-76) en Daire (2003, 45) identificeerden op de Franse sites, al werden deze artefacten niet enkel op pijlers maar ook op roosters (cfr. 8.2.3.4) aangebracht. *Spacers* zijn brokjes ruwe klei die werden aangebracht tussen de wanden van twee verschillende containers om de beweging te minimaliseren. *Pinch-props* (*bridging clips*) werden ten slotte aangebracht op de randen tussen twee containers, wederom om de stabiliteit van de verschillende containers te bevorderen (Morris 2001b, 370; Hathaway 2013, 154).



Figuur 17. Schematische voorstelling van het functioneren van de verschillende types stabilisatoren met a) *pinch-prop*, b) *spacer* en c) *platform*.

8.2.4.3 Structureel materiaal (En. *Structural material*)

Deze categorie artefacten wordt geassocieerd met het oprichten van verhittingsstructuren, maar is dikwijls moeilijk identificeerbaar door de fragmentarische aard, de amorfe vorm en de algemene herkenbaarheid van de objecten (Morris 2001b, 372-373).

– Platformen (En. *Slabs, Platforms*) –

Platformen zijn (geperforeerde) kleiplaten die, al dan niet in combinatie met pijlers, werden gebruikt om een verhoogde vloer te creëren in de verhittingsstructuren. Vaak werd de onderkant van deze platen bewust ruw gelaten en droeg deze zijde sporen van verhitting. De bovenzijde daarentegen is geglad en heeft typerende ‘zoutkleuren’, aangezien pekels uit de containers op de verhoogde vloer lekte (Morris 2001b, 372-373; Hathaway 2013, 147-149).

– Haardbekleding –

Aangezien de verhittingsstructuur met klei bekleed werd, is het mogelijk om fragmenten van deze structuren op productiesites aan te treffen. In de praktijk zijn deze fragmenten echter enorm moeilijk identificeerbaar, waardoor weinig fragmenten – de haardcontexten buiten beschouwing gelaten – gekend zijn (Morris 2001b, 373).

8.2.5 Voorbereiden van een pekels

Nadat alle grondstoffen waren verzameld en een verhittingsstructuur met bijhorende briquetage-elementen was gecreëerd, ging het zoutproductieproces werkelijk van start met het voorbereiden van een pekels. Een pekels moet aanzien worden als zout water (al dan niet zeewater) met een verhoogde concentratie aan opgeloste zouten (Daire 2003, 29; Hathaway 2013, 28). Doorheen de geschiedenis waren meerdere methoden in zwang om een pekels te bekomen.

8.2.5.1 Pekels verkregen uit zeewater

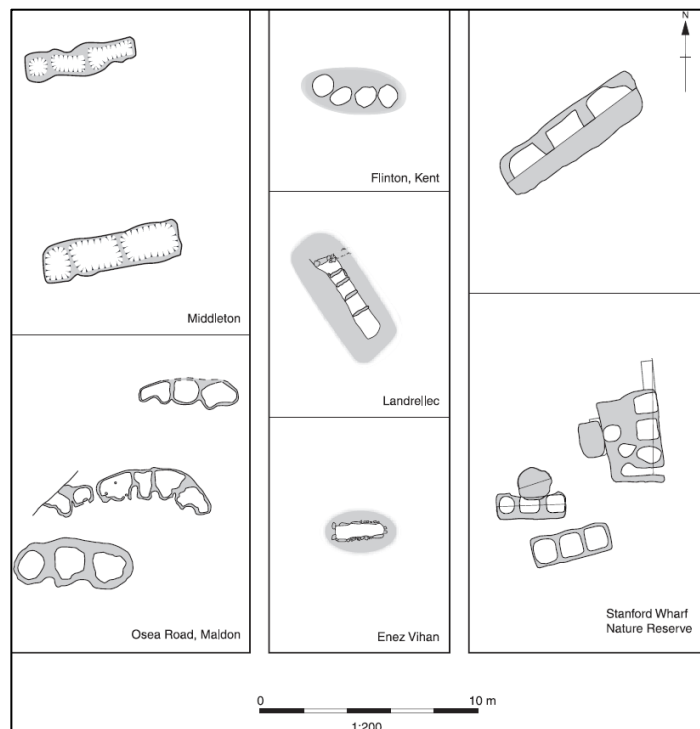
Zeewater bestaat gemiddeld uit 3,5% zout waarvan 77% natriumchloride. Wanneer één liter zeewater volledig verdampt, blijft ongeveer 2,7 gram natriumchloride achter vermengd met enerzijds zand en silt en anderzijds met zouten met beperkte oplosbaarheid (calcium, magnesiumcarbonaat en calciumsulfaat) en zouten met hoge oplosbaarheid (kaliumchloride, natrium-, calcium- en magnesiumsulfaat) (van den Broeke 2007, 66; Hathaway 2013, 21-23).

Dit product is dus niet alleen enorm onzuiver, maar de productie vergt ook te veel brandstof ten opzichte van de kwaliteit van het resultaat. Om deze reden werd het zeewater eerst behandeld voordat het artificieel werd verhit.

De eerste stap bestond erin het zeewater tot de productiesite te leiden. Dankzij de inplanting van de zoutwinningsites nabij een zoutwaterbron (een getijdengeul of de zee), kon het water eenvoudig via grachten de site bereiken (Hathaway 2013, 37, 177). Deze kanaaltjes zijn nog slecht gekend, maar Hathaway (2013, 177) vermoedde grachtjes met een U-vormig profiel. In zulke vorm stroomt het water langzaam en het was eenvoudig te beheersen. Mogelijk kon de watertoevoer in deze kanaaltjes via sluizen geregeld worden zodat de mens ten allen tijde deze toevoer kon controleren (Hathaway 2013, 177).

Aansluitend op deze grachtjes of in de onmiddellijke omgeving hiervan, construeerden de zoutzieders bezinkingstanks (fig. 18) (*Brine Tanks, Settling Tanks*). Dit zijn ingegraven structuren bekleed met klei, met een variërende vorm (cirkelvormig, ovaal, subrechthoekig) en een doorsnede tussen 1 en 2 meter. Aan deze structuren wordt een drieledige functie toegeschreven: (1) het bezinken van de aanwezige sedimenten in zeewater, (2) het zeewater met behulp van de zon transformeren in een pekkel en (3) de opslag van de gecreëerde pekkel (Fawn et al. 1990, 8, 15, 19; Prilaux 2000, 7; Daire 2003, 23, 40; Biddulph et al. 2012, 13; Biddulph, Stansbie 2012, 159; Hathaway 2013, 176-178). Hoewel geïsoleerde bezinkingstanks zeker voorkwamen, zijn tevens voorbeelden gekend waar meerdere tanks samen functioneerden in hetzelfde productieproces. Zo werden op zoutproductiesites in Essex drie of meerdere tanks dicht bij elkaar in de omgeving van één haard aangetroffen (fig. 18). Een mogelijke hypothese is dat één tank gebruiksklare pekkel bevatte, dat in een tweede tank de sedimenten bezonken en de pekkel concentreerde terwijl de derde tank werd gereinigd. Door de wisselwerking tussen de tanks verzekerden de zoutzieders zich van een constante pekkeltoevoer. Een tweede hypothese is dat de tanks in elkaar overliefen waarbij de pekkelconcentratie telkens toenam. Een mogelijke verbinding tussen de tanks werd archeologisch echter niet aangetroffen waardoor de pekkel telkens met de hand zou moeten overgeheveld worden, wat een tijdrovende procedure was (Biddulph, Stansbie 2012, 159-162).

Afhankelijk van de bodemomstandigheden op een site zijn deze structuren eenvoudig te herkennen door de kleibekleding. Indien klei echter natuurlijk voorkomt in de ondergrond, kan in theorie elke kuil op de site als bezinkingtank gefunctioneerd hebben. De archeologische zichtbaarheid van deze structuren ligt op deze sites bijgevolg een pak lager (Hathaway 2013, 174). Ten slotte mag op sites met een minder directe toegang tot zeewater de aanwezigheid van grotere opslagreservoirs niet worden uitgesloten (Hathaway 2013, 178).



Figuur 18. Schematische weergave van de bezinkingstanks aangetroffen op verschillende Engelse sites.

8.2.5.2 Pekel verkregen uit het wassen van zouthoudende sedimenten (En. *sleeching*)

Door de getijdenwerking van de zee overstromden de kust en de slikken langsheen de getijdengeulen tweemaal daags waarbij het zand en de fijne sedimenten doordrongen werden met oplosbare zouten. Daarna werden deze sedimenten door de zoutzieders verzameld en getransporteerd naar de productiesite (Prilaux 2000, 7, 66; Daire 2003, 32).

Tijdens de volgende stap werden de sedimenten met zoet of zout water gewassen en gefilterd. Dit gebeurde met filters uit plantaardig materiaal of textiel die bovenop opslagtanks gemonteerd waren. Zo losten de zouten in het sediment op in het toegevoegde water. Dit water kon vervolgens opnieuw worden gebruikt om nieuw sediment te wassen en dit proces liep door totdat een voldoende geconcentreerde pekkel verkregen werd. Een andere mogelijkheid was het toevoegen van bepaalde hoeveelheden sediment aan met zeewater gevulde opslagtanks. Na bezinking van de sedimenten, bleef in de opslagtanks een voldoende geconcentreerde pekkel over, die daarna mogelijk werd overgeheveld naar een ander opslagreservoir (Prilaux 2000, 66-67; Biddulph et al. 2012, 13-14). Deze opslagtanks voor de

pekels zijn als archeologisch spoor echter niet onderscheidbaar van de hierboven besproken bezinkingstanks.

8.2.5.3 Pekel verkregen uit halofyle planten

Halofyle of zoutminnende planten groeien onder andere in zoutmoerassen en bovenop schorren langsheen getijdengeulen. Deze planten werden door de zoutzieders ingezameld en vervoerd naar de productiesite waar ze werden verbrand. De zoute as werd vervolgens vermengd met zeewater waarna de zoutboeren dit mengsel filterden om een geconcentreerde pekels te bekomen (Prilaux 2000, 7-8; van den Broeke 2007, 76; Stansbie, Biddulph 2012, 80-81).

Deze techniek vergt een grotere inspanning dan de twee vorige methoden, maar levert hiertegenover wel enkele voordelen. In de eerste plaats namen de planten door osmose veel opgeloste zouten op in hun weefsel, waardoor de hieruit verkregen pekels een sterkere zoutconcentratie bezit dan een pekels uit louter zeewater. Daarnaast kunnen de planten zelf als brandstof worden gebruikt voor het verhittingsproces, waarna de overblijvende as werd gerecupereerd om de pekels te creëren (Stansbie, Biddulph 2012, 81). In dit productieproces werden eveneens eenzelfde bezinkingstanks aangewend als bij de concentratie van zeewaterpekels. Ze konden worden gebruikt om het zeewater met de as te vermengen, de pekels te stockeren en om de as uit het mengsel te filteren door een filter te bevestigen bovenop de tank (Biddulph, Stansbie 2012, 159-163; Stansbie, Biddulph 2012, 81). Louter op basis van de aanwezige archeologische structuren is deze techniek moeilijk van voorgaande technieken te onderscheiden. Uitgebreide chemische en micromorfologische analyses op verkoolde plantenresten en asresten in combinatie met milieu- en omgevingsstudies kunnen het gebruik van deze techniek echter wel onderbouwen (Stansbie, Biddulph 2012, 80-81).

8.2.5.4 Pekel verkregen uit veen (zelbarnen; selnering; moernering)

Deze techniek is een variant op de voorgaande methode, maar in plaats van zoutminnende planten werd door de zoutzieders veen gewonnen. Dit veen werd vervolgens gedroogd en verbrand, de assen vermengd met zeewater en tot slot gefilterd tot een geconcentreerde pekels (van den Broeke 1996, 53; Prilaux 2000, 7; van den Broeke 2007, 72). Het gebruik van deze techniek werd zowel door archeologische als door schriftelijke bronnen bewezen voor de middeleeuwen in Nederland (van den Broeke 1996, 58; Leenders 2004, 107; van den Broeke

2007, 72). Deze techniek had dezelfde voordelen als voorgaande methode: een sterker geconcentreerde pekkel en het gebruik van het veen zelf als brandstof tijdens het verhittingsproces (van den Broeke 2007, 72-74).

Of deze techniek langsheen de Belgisch-Nederlandse kust in de Romeinse periode werd aangewend, is onduidelijk. Het is immers niet precies geweten wanneer het veen verziltte. Volgens van den Broeke (2007, 73) was het areaal verzilt veen in de Romeinse periode zeer klein en veranderde dit pas vanaf de laat-Romeinse tijd. Dit is echter geen reden om deze mogelijkheid volledig uit te sluiten. Wanneer getijdengeulen zich insneden in veenpakketten kon dit lokaal leiden tot sterke verzilting (van den Broeke 2007, 76). Toch achtte van den Broeke (2007, 73) selnering onwaarschijnlijk wanneer bassins of andere infrastructuur aanwezig waren om het zoute water deels natuurlijk te laten verdampen. Het is onduidelijk of van den Broeke hiermee bezinkingsbassins (cfr. 8.2.5.1) en/of andere structuren bedoelt. De aanwezigheid van bezinkingbassins hoeft selnering echter niet uit te sluiten. Zoals werd aangehaald bij de halofyle planten kunnen de bezinkingsbassins namelijk gebruikt worden om de pekkel op te slaan, de as met water te vermengen en dit mengsel te filteren.

8.2.6 Het kristalliseren van zout

Om het kristallisatieproces van start te laten gaan, werd de geconcentreerde pekkel over verschillende zoutcontainers binnenin een haard verdeeld. Vervolgens werd de pekkel verhit tot een temperatuur van 80-90°C zodat het water geleidelijk verdampte (Prilaux 2000, 68; Kinory 2012, 11-12). In het begin lekten de containers waarschijnlijk enorm door de hoge porositeit van het baksel. Na verloop van tijd kristalliseerde echter zout uit in deze poriën, wat het lekken deed verminderen (Fawn et al. 1990, 19). Het lekken van de containers en het verdampen van water noodzaakten de zoutzieders om de containers voortdurend aan te vullen met nieuwe pekkel. Op deze manier wilden ze vermijden dat het verdampingsproces voortijdig stilviel (Prilaux 2000, 68).

Behalve natriumchloride bevatte de pekkel nog andere meer en minder oplosbare zouten (onzuiverheden) met verschillende precipitatievelheden. Hiervan sloegen eerst de minder oplosbare zouten, calciumcarbonaat (een vorm van kalk) en calciumsulfaat (gips), neer op de bodem van de containers onder de vorm van een harde onoplosbare witte korst (Fawn et al. 1990, 19; van den Broeke 2007, 75; Kinory 2012, 11-12; Hathaway 2013, 24). Wanneer de

pekkel vervolgens maximaal verzadigd was met opgeloste natriumchloride (ongeveer 27% van de oplossing), ging deze stof uitkristalliseren. Bij een trage verdamping aan lagere temperatuur werden grote natriumchloridekristallen gevormd, terwijl een snelle verdamping aan hoge temperatuur resulteerde in kleinere kristallen (Morris 2001a, 402; Kinory 2012, 11-12). Het voortdurende bijvullen van de pekkel zorgde voor een ononderbroken kristallisatieproces, waardoor de zoutkristallen in de containers accumuleerden. Op een bepaald moment raakte dan de pekkel-oplossing verzadigd met de zogenaamde ‘bitterzouten’ (kalium- en magnesiumchloride) waarna deze uitkristalliseerden in de containers. Zoals de term doet vermoeden geven deze zouten een bittere smaak, waardoor natriumchloride vermengd met bitterzouten als een minderwaardig eindproduct wordt beschouwd (Fawn et al. 1990, 19-20; van den Broeke 2007, 75; Kinory 2012, 11-12; Hathaway 2013, 24).

Deze bitterzouten zijn een concept waar meerdere auteurs mee worstelden en waarvoor geen eenduidige, bevredigende beschrijving kan worden gegeven van hun nut en behandeling. In de literatuur wordt de aanwezigheid van de bitterzouten op twee manieren benaderd.

Bepaalde auteurs gaan ervan uit dat de bitterzouten bewust niet werden verwijderd, aangezien dit enkel een kwestie van smaakvoorkeur was. Hathaway (2013, 25) verwees hierbij naar een Afrikaanse stam waar ze het bittere zout prefereerden terwijl eveneens het zuivere natriumchloride beschikbaar was. Daarnaast suggereerde Weller in Prilaux (2000, 74) dat twee types zout werden geproduceerd met een verschillende samenstelling, kleur en waarde, aangezien twee verschillende containertypes gelijktijdig op de sites voorkwamen. Hij koppelde dit ook aan het wassen van de sedimenten met zoet of zout water, wat resulteerde in respectievelijk een wit puurder zout en een grijs zout met een bittere smaak. Weller verwees in deze paragraaf ook naar een zekere Festus (tweede of derde eeuw o.t.)⁸ die schreef over *sal durum* (bitter grijs zout) en *sal coctum* (wit puurder zout) (Prilaux 2000, 74).

De andere mogelijkheid was dan net wel het verwijderen van de bitterzouten. De eenvoudigste manier om bitterzouten te vermijden, was om de natriumchloridekristallen uit de containers te scheppen kort nadat ze werden gevormd (Fawn et al. 1990, 20; Biddulph, Stansbie 2012, 168; Kinory 2012, 12). Tijdens het verdampingsproces werden dan wellicht

⁸ Weller refereerde niet naar de antieke bron, maar vermoedelijk ging het om een passage uit *De Verborum Significatu* van Sextus Pompeius Festus, ook wel Festus grammaticus genoemd. Vooral nog kon deze passage niet in het werk worden gelokaliseerd waardoor Wellers uitspraak niet bevestigd kan worden.

grotere containers gebruikt, waarna de kristallen werden uitgeschept en overgeheveld in kleinere containers om te drogen (van den Broeke 1986, 100; 2007, 66). Daarnaast was het mogelijk om de pekkel voorzichtig te verhitten zodat de bitterzouten bovenaan bleven zweven. Op deze manier konden ze als schuim worden verwijderd alvorens ze gingen uitkristalliseren (Hathaway 2013, 251). Biddulph en Stansbie (2012, 167) beschreven een gelijkaardige methode uit middeleeuws Cumbria waar eiwit aan de pekkel werd toegevoegd. De reactie tussen dit eiwit en de bitterzouten vormde waarschijnlijk een zwart schuim, dat eenvoudig te verwijderen was. Gelijkaardige trucks waren misschien ook al gekend in de Romeinse periode.

Zout kent een vrij sterke hygroscopische werking, welke versterkt wordt door de aanwezigheid van magnesiumzouten. Het verwijderen van deze zouten had dus het bijkomend voordeel dat het zout minder susceptibel was om vocht uit de lucht te absorberen (Hathaway 2013, 249). Het al dan niet verwijderen van bitterzouten op een site was dus een bewuste keuze van de zoutzieder om een bepaalde soort zout te creëren. Wat werd toegepast op een site is moeilijk archeologisch aantoonbaar en een zoutzieder kon uiteraard meerdere zouttypes op één site produceren in verschillende productiecycli.

Ten slotte werd het zout in een container gedroogd op een lagere temperatuur (60-70°C) waarbij een zoutbroodje ontstond. Deze gevulde container was ofwel het resultaat van een volledige verdamping met de aanwezigheid van bitterzouten ofwel werd de container gevuld met natriumchloridekristallen uitgeschept uit de grotere verdampingscontainers (van den Broeke 1986, 100; Fawn et al. 1990, 17; van den Broeke 2007, 66). Losse zoutkorrels werden bekomen door de kristallen uit te spreiden op een plaat en deze voortdurend te bewegen tijdens het droogproces (Fawn et al. 1990, 17).

8.2.7 Transport

Nadat het zout uitgekristalliseerd was, hadden de zoutzieders twee mogelijkheden om het zout te transporteren. Ofwel werd het zout getransporteerd in dezelfde briquetage-containers (van den Broeke 1986, 98-99; 1995, 199-202), ofwel werd het zout herverpakt en getransporteerd in een organisch omhulsel (Prilaux 2000, 68).

De aanwezigheid van briquetagefragmenten op binnenlandse sites wijst er wel op dat het zout in de containers werd getransporteerd. Voorbeelden hiervan zijn vooral gekend langs de Rijn en in het Belgisch-Nederlandse achterland (van den Broeke 1995, 199-202). Toch is het transport zeer regio-gebonden zoals Morris (2001a, 398-402) aantoonde voor Groot-Brittannië. In Fenland en Essex werden geen transportcontainers op binnenlandse sites aangetroffen, in tegenstelling tot de omgeving van Droitwich waar zout uit inlandse bronnen werd gewonnen. Mogelijk bestond er dus een link tussen de manier van produceren en het transport. In Fenland werd zout geproduceerd in grote troggen waar de kristallen na vorming werden uitgeschept. Waarschijnlijk werd dit zout na drogen getransporteerd in organische containers zoals lederen zakken, rieten manden enzoverder (Lane 2001b, 459-460; Morris 2001a, 398-402).

8.2.8 Organisatie van de afvaldump

Tijdens een productiecyclus werd veel afval geproduceerd. Deze afvalberg bestond niet enkel uit briquetage-elementen (zoutcontainers, ondersteunende elementen, structureel materiaal), maar ook uit organisch materiaal, sedimenten en domestiek afval. De grootte van de afvalberg hing logischerwijs sterk af van de productieschaal en de gebruiksduur van een site (Hathaway 2013, 252-253). Dit afval werd uit de onmiddellijke omgeving van de productiesite verwijderd zodat het productieproces niet werd belemmerd. Er zijn meerdere manieren waarop deze dump kon plaatsvinden. Een eerste manier bestond uit de dump van briquetage op het werkoppervlak, wat vervolgens werd aangetrapt om een stabiel oppervlak te bekomen. Daarnaast kon het afval in de nabijgelegen getijdengeul worden geloosd of verspreid worden over het aardoppervlak buiten de productiesite. Het was eveneens mogelijk het afval in bergen op te hopen. Op deze manier werden de fameuze *red hills* in Essex gecreëerd. Ten slotte kon het afval gestort worden in klei-extractiekuilen, bezinkingstanks, haarden of in bewust gegraven afvalkuilen (Hathaway 2013, 258-263).

8.3 Synthese

Zoals uit bovenstaand betoog blijkt, is het produceren van zout door volledig natuurlijke verdamping langs de Noordzeekust omwille van de klimatologische condities onmogelijk (Daire 2003, 26). Om deze reden werd in dit onderzoeksgebied waarschijnlijk enkel zout geproduceerd met behulp van artificiële verhitting. Figuur 19 geeft schematisch de te volgen

productiestappen (links) en de verschillende keuzes bij iedere stap weer (rechts). In totaal werden een achttal productiefasen gedefinieerd: (1) verwerven van grondstoffen, (2) construeren van een verhittingsstructuur, (3) productie van briquetage-elementen, (4) voorbereiden van een pekkel, (5) kristallisatie, (6) drogen van het zout, (7) transporteren van het zout en (8) organisatie van de afvaldump. Deze stappen werden min of meer in chronologische volgorde naar voor geschoven, maar het is niet uitgesloten dat verschillende stappen simultaan werden uitgevoerd. Daarnaast moest hoogstwaarschijnlijk niet bij iedere productiecycclus een nieuwe verhittingsstructuur worden geconstrueerd aangezien deze, al dan niet met wat oplapwerk, gedurende langere tijd kon functioneren.

Bij iedere stap in het productieproces hadden de zoutzieders verschillende keuzes (grotendeels bepaald door de aanwezigheid van grondstoffen), hetgeen mogelijk resulteerde in licht afwijkende productieprocessen op verschillende sites. Zo had de brandstofkeuze tijdens de eerste productiestap reeds invloed op het bekomen eindproduct (grote of kleine zoutkristallen) (Morris 2001a, 402; Gale 2001, 456). Welke brandstof precies werd aangewend, is op veel sites onduidelijk, omdat de aspakketten nooit uitvoerig werden bemonsterd en/of natuurwetenschappelijk werden bestudeerd. Daarnaast kunnen enkel stalen uit duidelijk gedefinieerde verhittingsstructuren uitsluitend bieden, aangezien slechts deze contexten enige houvast bieden tijdens de interpretatie. Bij stalen uit aslagen verspreid over de site blijft altijd de onzekerheid bestaan over de herkomst van de as, maar deze geven wel een indicatie over welke brandstoftypes in de omgeving voorkwamen. Een mooi voorbeeld van dit soort analyses is het onderzoek op Stanford Wharf (Stansbie, Biddulph 2012, 80-81).

Een gelijkaardige problematiek stelt zich bij het voorbereiden van de pekkel. Een pekkel kan namelijk op een viertal manieren verkregen worden, maar de gevolgen van het productieproces zijn archeologisch niet waarneembaar. Zo is het bijvoorbeeld quasi onmogelijk om een pekkel uit zeewater en een pekkel verkregen door het wassen van zouthoudende sedimenten te onderscheiden. Het wassen van de sedimenten omvatte een aantal extra stappen zoals het verzamelen en het filteren van de sedimenten, maar dit liet, met uitzondering van de bezinkingstanks, archeologisch geen sporen na. Bezinkingstanks zijn echter het gemeenschappelijk element in alle vier de methodes (Fawn et al. 1990, 8, 15, 19; Prilaux 2000, 7, 66-67; Biddulph et al. 2012, 13-14; Hathaway 2013, 176-178). Het onderscheiden van de productiewijze van pekkel uit veen of halofyle planten kan mogelijk wel gebeuren door een analyse van asresten in deze tanks. Boven deze tanks werd het zout immers

uit de assen gefilterd, waarbij mogelijk een deel van de asresten op de bodem van de bezinkingstanks terecht kwamen. Chemische en micromorfologische analyses van verkoolde plantenresten en asresten bieden dus uitkomst om deze productiewijzen te herkennen op het terrein (van den Broeke 2007, 72; Stansbie, Biddulph 2012, 80-81; Teyssere 2014, 176).

De briquetage-elementen en de bijhorende verhittingsstructuren zijn archeologisch beter waarneembaar. Aangezien het haardtype telkens typische briquetage-elementen met zich meebracht, is het in theorie mogelijk om het type verhittingsstructuur te bepalen louter op basis van de aanwezige bijhorende ondersteunende briquetage-elementen (Morris 2011b, 374-376). Zo wijst bijvoorbeeld de aanwezigheid van pijlers en haardbekleding zonder platformelementen op een gesloten haard met directe hitte. Merk op dat de indeling van de haardtypes gebaseerd is op functionaliteit en niet op morfologische aspecten. Verschillende contexten met soortgelijke briquetage-elementen kunnen wijzen op het gelijkaardig functioneren van een structuur, maar deze structuren kunnen morfologisch wel van elkaar verschillen. Om gefundeerde uitspraken te verrichten omtrent de morfologische indeling van de haarden, zijn echter meer goed onderzochte contexten noodzakelijk.

Het kristallisatieproces in de haardstructuren is theoretisch goed gekend, maar interpretaties hieromtrent worden enorm belemmerd door het archeologisch ontbreken van het eindproduct. Centraal in deze discussie staat de aan- of afwezigheid van de zogenaamde bitterzouten in het eindproduct. De aanwezigheid van bitterzouten in het zout vergemakkelijkt het kristallisatie- en het droogproces, aangezien de zoutzieders alles konden laten uitkristalliseren en drogen in één containervorm (Prilaux 2000, 74; Hathaway 2013, 25). Om de bitterzouten te verwijderen kon het zout ofwel in aparte containers worden uitgekristalliseerd en gedroogd, ofwel konden de bitterzouten worden verwijderd voordat het zout uitkristalliseerde (van den Broeke 1986, 100; Fawn et al. 1990, 20; Biddulph, Stansbie 2012, 167-168). Archeologisch is eender welke techniek moeilijk aantoonbaar, maar mogelijk kan een beter begrip omtrent de vormenschat van de zoutcontainers en experimenteel onderzoek duiding scheppen.

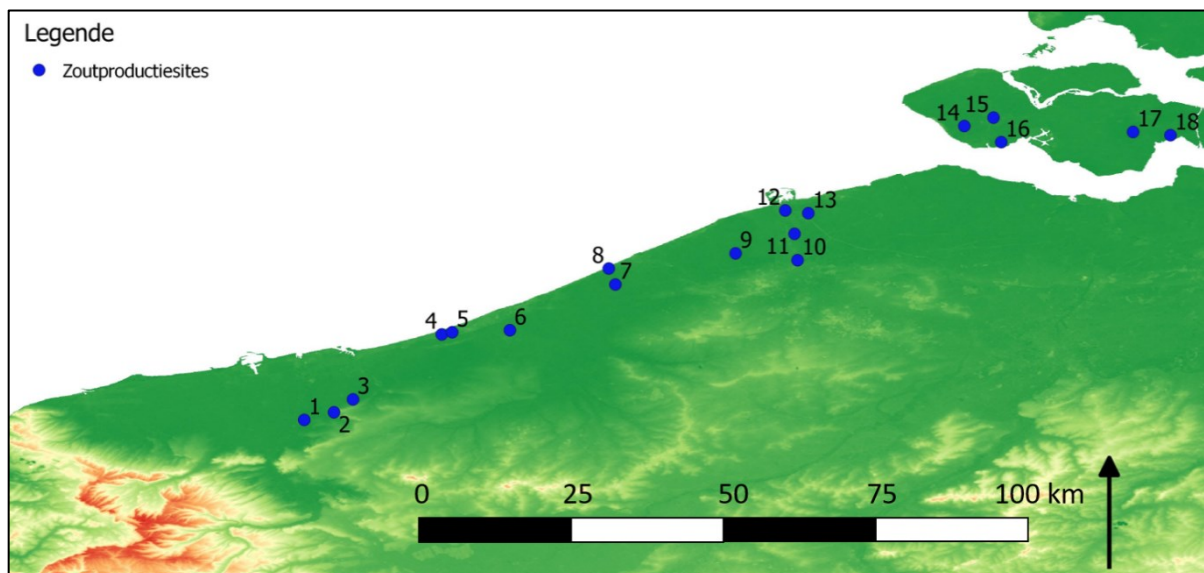


Figuur 19. Schematische weergave van het gevolgde productieproces bij artificiële verhitting

HOOFDSTUK 9.

OVERZICHT VAN DE ZOUTPRODUCTIESITES

In dit hoofdstuk komen de verschillende zoutproductiesites uit de ijzertijd en de Romeinse periode in het studiegebied aan bod. Hoewel de nadruk lag op de productiesites, werd in eerste instantie deze term vrij ruim gepercipieerd waardoor briquetage-vindplaatsen van een zekere omvang eveneens in dit overzicht werden opgenomen.



Figuur 20. Overzichtskartaal van de in de literatuur aangetroffen zoutproductiesites in de *civitas Menapiorum* gedurende de ijzertijd en de Romeinse periode met 1) Looberghe 2) Pitgam-Schulleveldt 3) Steene 4) Bray-Dunes 5) De Panne 6) Veurne-Stabelincksleed 7) Leffinge-Zwarteweg 8) Raversijde 9) Houtave 10) Brugge-Fort Lapin 11) Regio Zeebrugge-Dudzele 12) Zeebrugge (houten raamwerk) 13) Ramskapelle-Heistlaan 14) Koudekerke 15) Middelburg 16) Ritthem 17) 's Heerabtskerke 18) Kapelle-Smokkalhoek.

9.1 Late ijzertijdsites

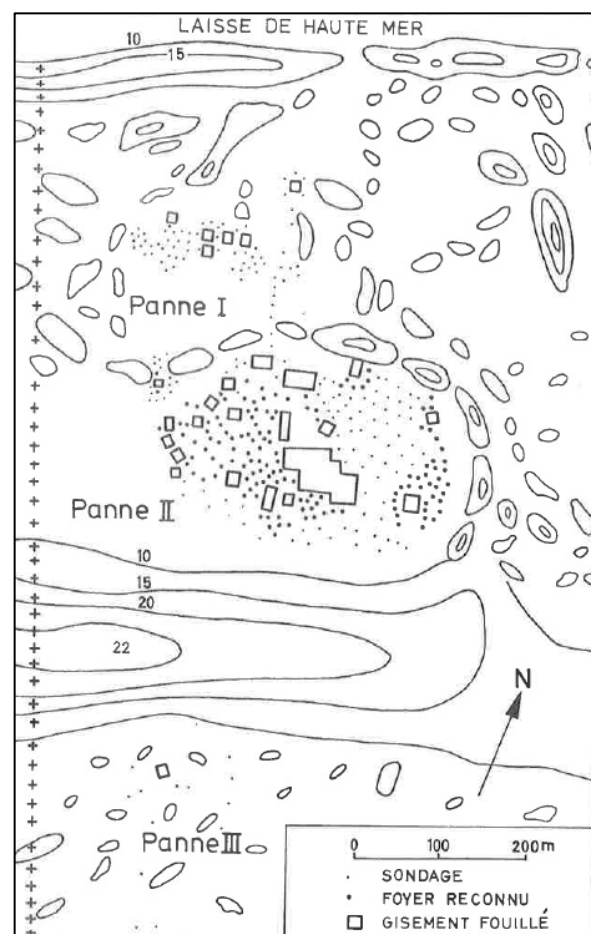
9.1.1 Bray-Dunes

De site van Bray-Dunes (fig. 20 nr. 4) bevond zich een 100-tal meter ten westen van De Panne en enkele 100^{dn} meters landinwaarts in een uitgestrekt duinencomplex. Deze site was

hoogstwaarschijnlijk onderdeel van een omvangrijk vondstencomplex dat zich onder de duinen van De Panne en Bray-Dunes uitstrekte (Leman-Delerville, Gautier, Calonne 1996, 15-16). In 1986 vond een kleine opgraving plaats waarbij heel wat artefacten (aardewerk en faunaresten) werden gerecupereerd. Het merendeel van het aardewerk behoorde tot het eenvoudige kook- en opslagvaatwerk, hetgeen gedateerd kon worden in de eerste eeuw v.o.t. Het ontbreken van Romeins aardewerk suggereerde een einde van de occupatie in de Augusteïsche periode. Daarnaast werden fragmenten van zoutcontainers, ondersteunende elementen (stabilisatoren) en structureel materiaal (rechthoekige ovenplaten) aangetroffen. Op basis van dit vondstenensemble interpreteerden de onderzoekers de site als een mogelijke woonzone gericht op het produceren van zout (Leman-Delerville, Gautier, Calonne 1996, 17-24).

9.1.2 De Panne

De zoutwinningsite in de duinen van De Panne (fig. 20 nr. 5) werd in 1886 door G. Donny ontdekt en deze site wekte op het eind van de 19^{de} en de eerste helft van de 20^{ste} eeuw enorme interesse op. Verschillende onderzoekers (A. de Loë, J. Maertens de Noordhout, M. de Maere d'Aertycke, G. Cumont, K. Loppens en E. Rahir) voerden in deze periode ofwel prospecties ofwel opgravingen uit, wat resulteerde in de identificatie van drie geografisch geclusterde sites (De Panne I, II en III) (fig. 21). Momenteel wordt aangenomen dat deze vindplaatsen geen afzonderlijke sites representeren, maar onderdeel zijn van een uitgestrekt bewoningscomplex verscholen onder de duinen (De Ceunynck, Thoen 1981, 21, 28; Thoen 1987c, 54-55). Vervolgens vond in de jaren 1980 een geomorfologisch onderzoek plaats in de omgeving van deze vindplaatsen (De Ceunynck, Thoen 1981, 28). Een tot nog toe laatste onderzoek (De Panne-

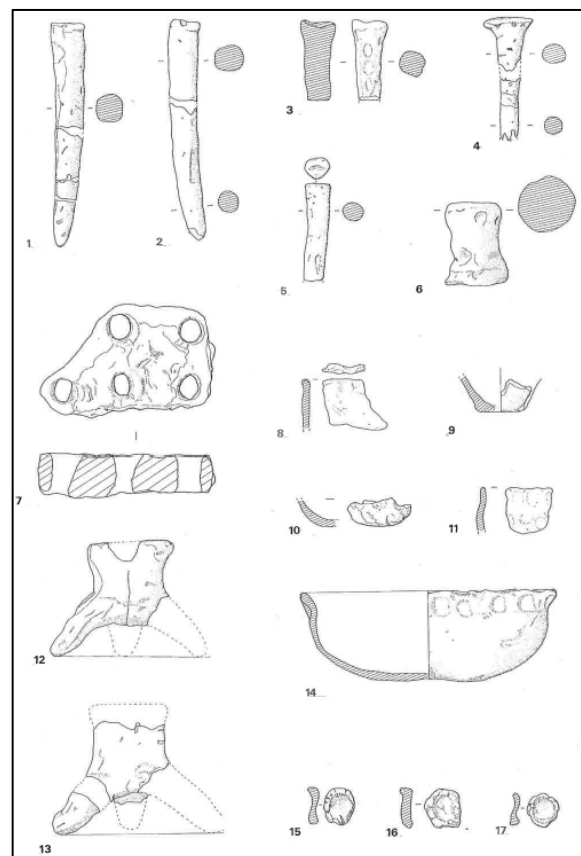


Figuur 21. Schematisch opgravingsplan van de door A. de Loë en E. Rahir uitgevoerde opgravingen.

Oosthoekduinen) werd uitgevoerd in 2003 door M. Dewilde en F. Wyffels op een licht verheven duin nabij een oude inbraakgeul van de Noordzee (Dewilde, Wyffels 2003, 45; Cox 2009, 46).

De precieze aard en de datering van de site stonden lange tijd ter discussie. A. de Loë en E. Rahir interpreteerden de site als een uitgestrekt pottenbakkerscentrum, hetgeen ontkracht werd door K. Loppens (Thoen 1978, 50; De Ceunynck, Thoen 1981, 24; Thoen 1987c, 53). Vervolgens werd dankzij onderzoekers als J. Nenquin en K. Riehm de site en het briquetage-aardewerk definitief in relatie gebracht met zoutproductie (Nenquin 1961, 93-95; Thoen 1975, 56-58; De Ceunynck, Thoen 1981, 24). De datering van de site was door het gebrek aan chronologisch diagnostisch aardewerk problematisch te noemen. Voorlopig werd de occupatie gedateerd in de vierde en derde eeuw v.o.t. met een hypothetische herbezetting vanaf de tweede helft van de eerste eeuw v.o.t (Kerger 1999, 75-78; Thoen 2000, 12). Dewilde en Wyffels (2003, 45) dateerden de zoutproductie in De Panne-Oosthoekduinen tussen 275-100 v.o.t.

Doordat de site initieel als pottenbakkerscentrum werd beschouwd, zijn verschillende structuren gerelateerd aan zoutproductie waarschijnlijk niet herkend. Zo kwamen tijdens de opgravingen van E. Rahir een viertal ondiepe grachten met een diameter van 1,6 meter gevuld met briquetagemateriaal en houtskool aan het licht. Een mogelijke link met zoutproductiehaarden is dan ook niet uitgesloten (Kerger 1999, 74). Het briquetage-ensemble aangetroffen tijdens deze opgravingen bestond hoofdzakelijk uit sterk gefragmenteerde organisch verschaalde zoutcontainers in combinatie met pijlerfragmenten en kleinagels van variërende vorm en grootte. Daarnaast werden sporadisch geperforeerde platen,



Figuur 22. Briquetagemateriaal uit De Panne I-III met 1-5) de kleinagels, 6) een pijlerfragment, 7) een geperforeerde plaat, 8-11, 14) zoutcontainers, 12-13) driepootjes, 15-17) stabilisatoren (*platforms*) (schaal niet gekend).

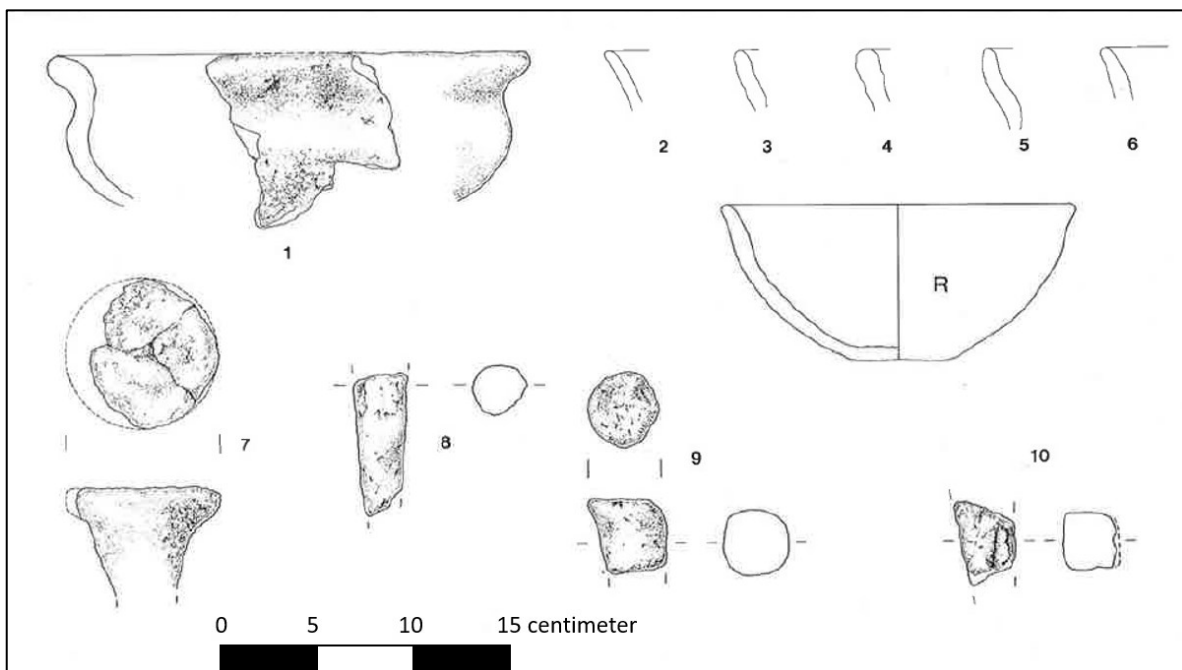
driepootjes en ‘kleipropen’ geïdentificeerd (fig. 22) (De Ceunynck, Thoen 1981, 37; Kerger 1999, 78). Uit de beschrijving van de artefacten kan afgeleid worden dat deze ‘kleipropen’ mogelijk functioneerden als *platforms* (stabilisator) (cfr. 8.2.4.2). De site De Panne-Oosthoekduinen bevatte eveneens fragmenten van zoutcontainers, ovenwanden en kleinagels (Dewilde, Wyffels 2003, 45). Het materiaal van De Panne (I, II en III) werd echter nooit uitvoerig bestudeerd waardoor een gedetailleerde studie van het briquetagemateriaal in combinatie met een herinterpretatie van de oude opgravingsverslagen heel wat potentieel herbergt.

9.1.3 Veurne Stabelincksleed

De zoutproductiesite Veurne-Stabelincksleed (fig. 20 nr. 6), gedateerd in de late ijzertijd, moet een vijftal kilometer landinwaarts gesitueerd worden ten zuiden van Koksijde tussen Veurne en Wulpen. Deze site was ingepland in een schorrenlandschap bovenop een zandige overwal langsheen een zijtak van de Avekapellegeul. Na het verlaten van de site ging deze geul lateraal migreren waardoor een deel van de vindplaats werd geërodeerd (De Ceunynck, Termote 1987, 73; Huys 2006, 131; Cox 2009, 47).

Door de tijdsdruk van de opgraving konden geen horizontale gegevens worden verzameld waardoor de interpretaties louter steunden op gegevens uit de profielwanden. Hierin werd een kunstmatig aangelegd bodemverloop waargenomen dat aan de rand van de geul eindigde in een walvormige opwerping (breedte: vier meter). Doordat de uitgraving op geregelde tijdstippen met zeewater overstroomde, werd dit als een zoutpan (*salina*) geïnterpreteerd. In deze zoutpan verdampte het zeewater tot een geconcentreerde pekkel (cfr. 8.1) waarna de pekkel gebruikt werd om zout uit te koken. Deze zoutpan raakte vervolgens opgevuld met afval (briquetagemateriaal, houtskoolaccumulaties, gebruiksaardewerk en botmateriaal) waarin twee stortlagen werden herkend (De Ceunynck, Termote 1987, 78). Het briquetagemateriaal kon op zijn beurt worden opgedeeld in: twee types zoutcontainers, kleinagels en ‘stopelementen’ (fig. 23) (De Ceunynck, Termote 1987, 80; Huys 2006, 132). Uit de beschrijving van de artefacten werd afgeleid dat deze ‘stopelementen’ mogelijk functioneerden als stabilisator. Een scherpe datering van de site was door het ontbreken van diagnostisch schervenmateriaal niet voorhanden, maar de afwezigheid van Romeins materiaal plaatste de site in de eerste eeuwen v.o.t. (De Ceunynck, Termote 1987, 80).

De vooropgestelde interpretatie als zoutpan was om meerdere redenen twijfelachtig. Vooraleerst is er geen enkele zoutpan in Noordwest-Europa uit deze periode gekend. Daarnaast werd ervan uitgegaan dat de zoutproducenten doelbewust de uitgraving lieten overstromen, hoewel hiervoor in het profiel geen aanwijzingen te vinden zijn. Een doorbraak van het wallichaam of een stormvloed behoorden evenzeer tot de mogelijkheden. Ten derde waren de exacte dimensies van de mogelijke zoutpan niet gekend omdat geen horizontale informatie kon worden waargenomen. Tot slot was het opvallend dat het afval van het productieproces enkel binnenin de zoutpan werd aangetroffen. Dit betekende dat geen productieafval aanwezig was dat correspondeerde met de gebruiksfase van de zoutpan. Bovendien impliceerden deze stortlagen dat het productieproces langere tijd doorliep nadat de zoutpan reeds buiten gebruik raakte. In een jongere fase was het dus mogelijk om zout te produceren zonder zoutpan waardoor het niet onwaarschijnlijk is dat in de oudste fase een gelijkaardige techniek werd gebruikt.

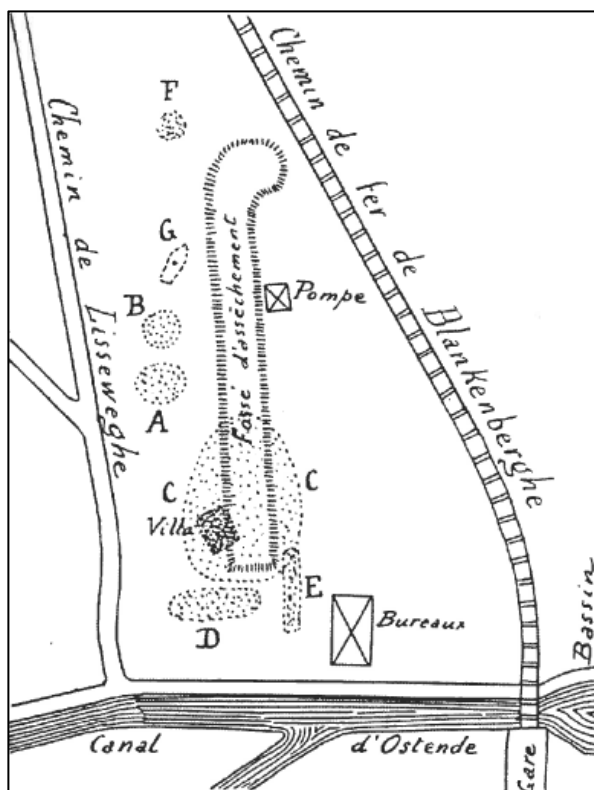


Figuur 23. Briquetagemateriaal uit Veurne met 1-6) zoutcontainerfragmenten, 7-10) ondersteunende elementen, R) reconstructietekening (eigen bewerking).

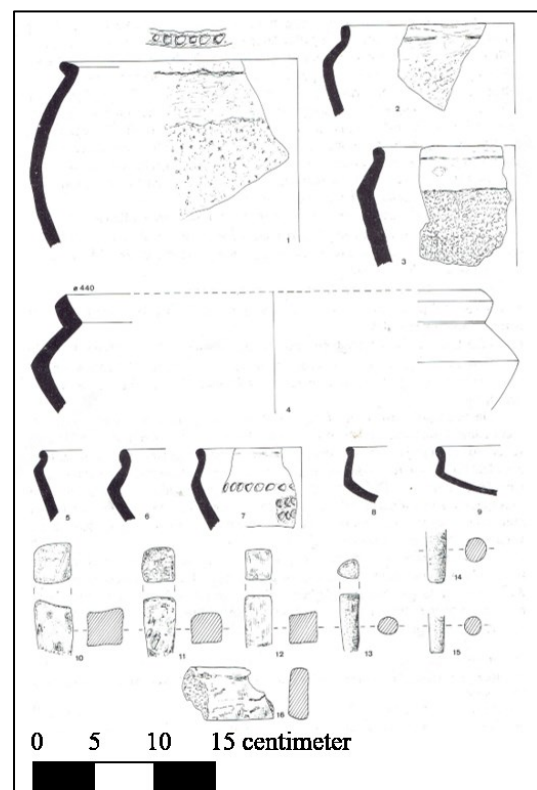
9.1.4 Brugge Fort Lapin

De site Brugge Fort Lapin (fig. 20 nr. 10) werd in 1899 tijdens de aanleg van het kanaal Brugge-Zeebrugge door twee amateurs J. Claerhout en C. Gillès de Pélichy ontdekt, maar A. Rutot voerde het uiteindelijk het onderzoek uit (Rutot 1902-03; Thoen 1975, 57; 1986, 34-36;

1987c, 55; Hollevoet 2011, 46-48; Hollevoet, Hillewaert 2011, 31-32;). Deze vindplaats lag een twaalf kilometer landinwaarts aan de rand van de kustvlakte langsheen een getijdengeul die de site van zout water voorzag (Thoen 1975, 57; 1978, 59; 1986, 36; 1987c, 55; 2000, 12; Huys 2006, 131-132; Hollevoet, Hillewaert 2011, 31-32). Deze pre-Romeinse vindplaats (fig. 24) werd door Rutot (Rutot 1902-03, 21) beschreven als een zwarte ellipsvormige vlek met een lengte van 40 meter en een breedte van 25 meter. Deze laag zat barstensvol materiaal⁹ (gebruiks aardewerk en briquetagemateriaal) dat gedateerd werd tussen de vijfde en de derde eeuw v.o.t., maar een exacte datering is niet voorhanden (Thoen 1975, 57; 1978, 53-54; 1987c, 55; 2000, 12; Hollevoet, Hillewaert 2011, 31-32).



Figuur 25. Lokalisatie van de verschillende vindplaatsen in Fort Lapin met A) pre-Romeinse zone, B) Romeinse vindplaats, C) Romeinse vindplaats met de lokalisatie van de 'villa', D-F) middeleeuwse vindplaatsen en G) inplanting van de boot.



Figuur 24. Aardewerk uit Fort-Lapin met bovenaan het gebruiksaardewerk en onderaan de briquetage-kleinagels (eigen bewerking).

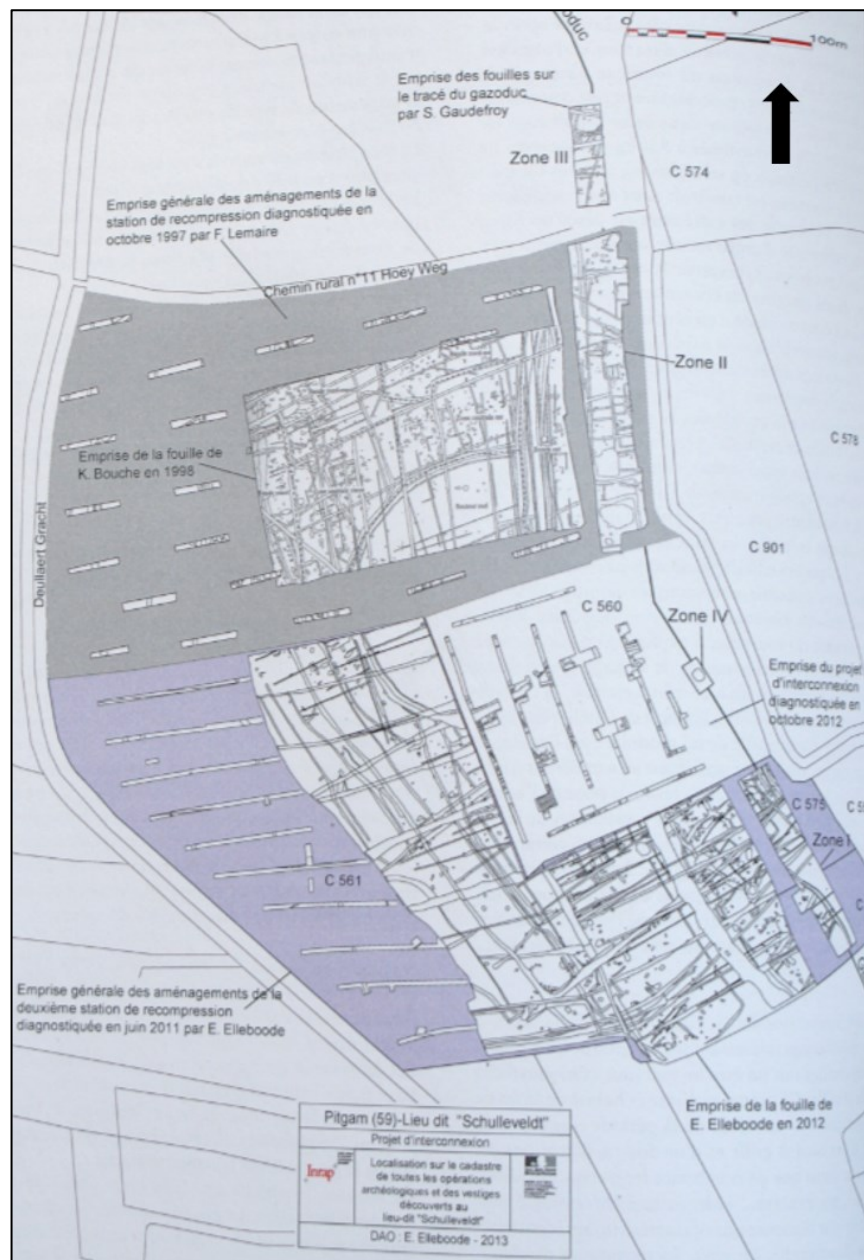
⁹ Om een impressie te geven van de omvang van de site schreef Rutot (1902-03, 21-22) dat hij 50 grote kisten (afmetingen onbekend) met materiaal vulde, maar naar eigen schatting genoodzaakt was 2/3 van de inhoud van de stortlaag niet te recupereren.

Op deze vindplaats identificeerde Rutot (Rutot 1902-03, 22) slecht gebakken gebroken staven vervaardigd uit grove klei met een cilindervormige, vierkante of rechthoekige doorsnede. Deze staven hadden een lengte van tien à twaalf centimeter en twee centimeter diameter. Hij bracht dit materiaal zelf reeds in relatie met het briquetagemateriaal uit de Seillevallei. Dit materiaal werd vervolgens door H. Thoen (1978, 54) bestudeerd en hij beschreef ze als fragmenten van kleinagels (fig. 25).

9.2 Romeinse zoutproductiesites

9.2.1 Pitgam

De site Pitgam Schulleveldt (fig. 20 nr. 2) moet een vijftiental kilometer landinwaarts tussen Looberghe en Steene aan de rand van de kustvlakte op de aanzet naar een lichte helling langs een getijdengeul gesitueerd worden (Bouche, Michel 2004, 35; Elleboode 2011, 11). De eerste onderzoeken vonden plaats in 1997 (fig. 26) en brachten een bewoningszone verbonden aan een zoutproductiecentrum uit de eerste, tweede eeuw aan het licht.



Figuur 26. Lokalisatie van de proefsleuvenonderzoeken en opgravingen te Pitgam Schulleveldt.

Deze relatie werd verondersteld door het veelvuldig voorkomen van pijlerfragmenten op de site (Bouche, Michel 2004, 35-37; Elleboode 2011, 13). In 1998 werd een gedeelte van deze vindplaats opgegraven waarbij de restanten van een nederzetting (gebouw-plattegronden, paalsporen en meer) en een overvloed aan grachten werden aangetroffen. Dit grachtenpatroon werd ofwel aangewend om de site te draineren ofwel werd ze gebruikt om water aan te voeren voor het zoutproductieproces. Hoogstwaarschijnlijk gebruikten de bewoners de klei uit deze grachten voor de constructie van de gebouwen en het vervaardigen van briquetage-elementen. Vervolgens interpreteerden Bouche en Michel een aantal grachten georganiseerd in een vierkant als bezinkings- en opslag tanks voor pekkel (Bouche, Michel 2004, 47, 55, 68-69; Elleboode 2011, 14). Daarnaast werden op de site verschillende briquetage-elementen (zoutcontainers en pijlerfragmenten) aangetroffen, wat een seizoenale zoutproductie in de eerste en tweede eeuw suggereerde (Bouche, Michel 2004, 69).

In 2011 en 2012 werd op de aanpalende percelen een volgend proefsleuvenonderzoek uitgevoerd (fig. 26) waarbij wederom nederzettingssporen en een deel van het grachtencomplex werd aangetroffen. Het aanwezige vondstmateriaal waaronder een aantal zoutcontainer- en pijlerfragmenten, dateerden de site in de eerste, tweede eeuw (Elleboode 2011; 2013). Ten slotte vond in 2012 op een gedeelte van deze percelen een opgraving plaats (fig. 26). De resultaten van deze opgraving zijn echter nog niet beschikbaar¹⁰.

9.2.2 Steene

De site van Steene (fig. 20 nr. 3) lag ongeveer vijftien kilometer landinwaarts en acht kilometer ten oosten van Looberghe aan de rand van de kustvlakte in de nabijheid van een getijdengeul (Hannois 1999, 116; Faupin 2010, 10). Sinds de jaren 1990 brachten verscheidene veldprospecties meerdere vondstconcentraties, met zoutcontainer- en pijlerfragmenten, in de omgeving van Steene aan het licht (Hannois 1999, 107, 116-118).

Tijdens een opgraving in 2006 trof INRAP de restanten aan van zowel inheemse bewoning als van een zoutproductiecentrum dat simultaan in gebruik was in eerste eeuw v.o.t. en de eerste eeuw o.t. (Teyssieire 2014, 159). Vooralsnog zijn de aanwezige structuren door het ontbreken van het definitieve opgravingsverslag slecht gekend¹⁰ In het opgravingsvlak werden

¹⁰ Na contact met INRAP werd vernomen dat deze resultaten voor de eerste maal aan het publiek worden voorgesteld tijdens het internationaal congres 'Sel et Société' op 23 en 24 november 2017

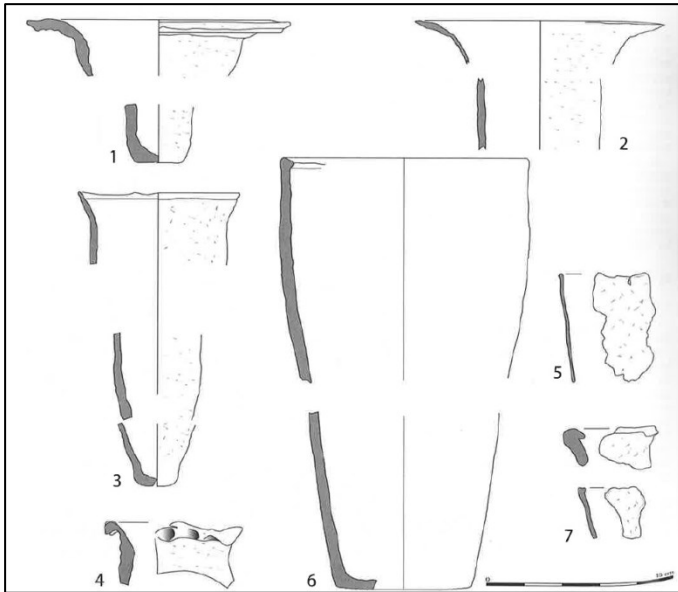
vermoedelijk de resten van een gesloten haard met rooster en de resten van een pijlerhaard ontdekt (fig. 27) (Teyssere 2014, 159). Daarnaast vermeldde Teyssere (Teyssere 2014, 159) de aanwezigheid van een grachtencomplex gelijkend op dat van Looberghe en mogelijk fungerden langwerpige grachten met een kleibekleding als opslagtanks voor pek (Faupin 2010, 17). Verder bevatte deze vindplaats heel wat vondsmateriaal kenmerkend voor een zoutproductiesite: pijler-, zoutcontainer-, roosterfragmenten enzoverder (Faupin 2010, 13).

Het aanliggend terrein (fig. 27) werd in 2010 door middel van proefsleuven onderzocht waarbij sporen van minstens drie verhittingsstructuren (één cirkelvormige pijlerhaard (diameter 1 meter) en één langwerpige roosterhaard (lengte 3,70 meter, breedte 1,34 meter)) aan het licht kwamen (Faupin 2010, 16). Daarnaast konden ook meerdere afvalkuilen gevuld met zoutwinningsafval (zoutcontainer- en pijlerfragmenten) geïdentificeerd worden evenals langwerpige

bezinkingstanks
 bekleed met klei
 (Faupin 2010, 17).
 Ook op deze
 vindplaats werd een
 uitgebreid
 grachtenpatroon
 waargenomen die
 mogelijk in verband
 stond met drainage
 of de aanvoer van
 zout water op de
 site. Toekomstig
 onderzoek moet
 echter duidelijkheid
 scheppen over de
 aard van deze
 structuren (Faupin
 2010, 26-27).
 Verder bevatte de



Figuur 27. Opravingsplan van Steene met in het groen het onderzoek van Faupin 2006 en in het paars de afbakening van het proefsleuvenonderzoek in 2010. In het rood omcirkeld zijn de twee haardlocaties aangetroffen tijdens de opgraving in 2006.



Figuur 28. Voorbeelden van de verschillende types zoutcontainers aangetroffen op de zoutproductiesite van Steene: 1-4) type Kesteren, 6) type gelijkend op de containers uit Pont-Rémy.

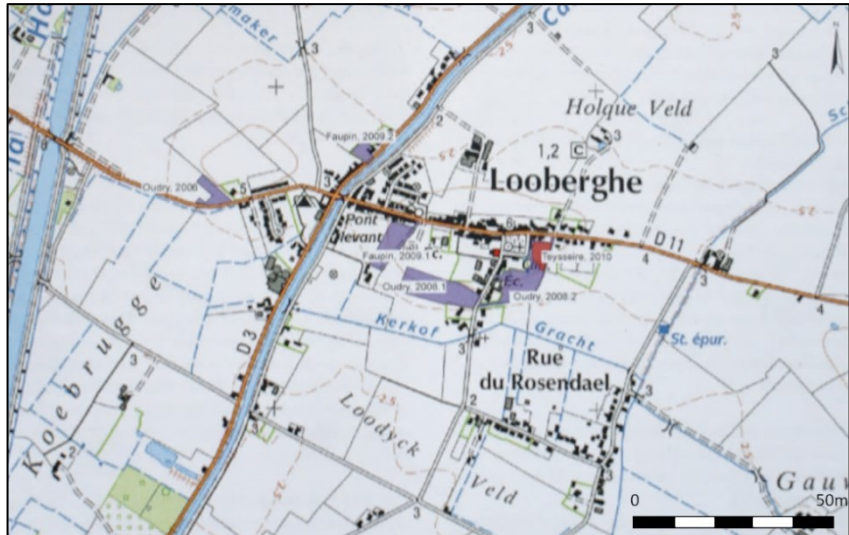
site heel wat briquetage-elementen zoals rooster-, pijler- en zoutcontainerfragmenten. In totaal werden twee types zoutcontainers geïdentificeerd: het type Kesteren en een type gelijkend op de containers van Pont-Rémy maar met een kleine naar buiten staande rand (fig. 28) (Faupin 2010, 36; Donnadiou, Willems 2015, 318). De site werd op basis van het aanwezige aardewerk gedateerd tussen de eerste eeuw en het einde van de tweede, begin derde eeuw (Faupin 2010, 31-32).

Een gedeelte van bovenstaand terrein (fig. 27) werd in 2011-2012 vlakdekkend opgegraven, maar de resultaten van dit onderzoek zijn nog niet beschikbaar.¹⁰

9.2.3 Looberghe

Looberghe (fig. 20 nr. 1) moet ongeveer vijftien kilometer landinwaarts in kustvlakte nabij de overgang naar het lemig-zandige Houtland gesitueerd worden. Bodemkundig bevindt deze plaats zich op een uitloper van Yperiaanse klei bedekt met een dunne laag Pleistoceen slib (Teyssere 2014, 41-45). Het eerste proefsleuvenonderzoek 'B 1473' (fig. 29) werd uitgevoerd in 2006 waarbij klei-extractiekuilen en enkele afvalkuilen met zoutwinningsmateriaal (zoutcontainer- en pijlerfragmenten (352 stuks)) werden ontdekt (Oudry 2006, 13-14, 20-23). Daarnaast bevatten twee structuren (niet opgegraven) keramiek, zoutcontainers, pijlerfragmenten, grote hoeveelheden gebakken aarde en een houtskoolrijke vulling waardoor een onzekere interpretatie als verhittingsstructuur naar voor werd geschoven. De aanwezigheid van diagnostisch aardewerk dateerde de site vervolgens tussen de Flavische periode en het midden van de tweede eeuw (Oudry 2006, 13-14, 22-23; Teyssere 2014, 46).

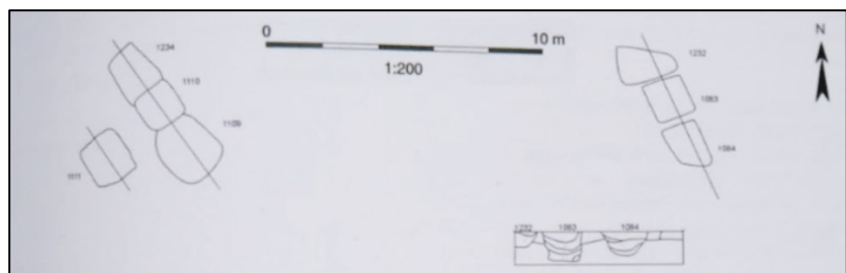
Een tweede proefsleuvenonderzoek ‘Chemin de la mairie’ (fig. 29) werd uitgevoerd in 2008 en bracht klei-extractiegrachten, opslagtanks voor pekkel, afvalkuilen en verhittingsstructuren (2 stuks) aan het licht. Laatstgenoemde



Figuur 29. Lokalisatie van de vijf proefsleuvenonderzoeken (paars) en de opgraving (rood) uitgevoerd in Looberghe (eigen bewerking).

interpretatie was gebaseerd op verhittingssporen in de vulling, alomtegenwoordige houtskoolresten en het voorkomen van pijlerfragmenten. Eén van deze structuren bevatte kleiplaten die in combinatie met pijlers mogelijk een verhoogde vloer vormde. Daarnaast suggereerden roosterfragmenten de aanwezigheid van een gesloten haard met rooster. Het aanwezige aardewerk dateerde de site in de tweede helft van de tweede eeuw (Oudry 2008a, 13-20). Het volgend proefsleuvenonderzoek ‘Route de Berques’ (fig. 29) vond plaats in 2009 waarbij melding werd gemaakt van zoutcontainer- en ovenfragmenten (Teyssiere 2014, 48).

Vervolgens werd in 2008 een proefsleuvenonderzoek ‘Rue de Cassel’ uitgevoerd waar een zone gelinkt aan zoutproductie in aanmerking kwam voor



Figuur 30. Schematische voorstelling van de bezinkingstanks/pekelopslagtanks van Looberghe.

een vlakdekkende opgraving (fig. 29) (Oudry 2008b; Teyssiere 2014). Tijdens deze opgraving werden een aantal rechthoekige klei-extractie grachten met een verhoogd natrium-, magnesium- en chloridegehalte geïdentificeerd, wat een hergebruik als bezinkings- en pekelopslagtanks suggereerde. De afmetingen van deze tanks stemden bovendien overeen met soortgelijke bezinkingstanks aangetroffen op de Engelse productiesites (fig. 18, 30) (Teyssiere 2014, 174-176). Daarnaast kwamen andere rechthoekige grachten, gekenmerkt

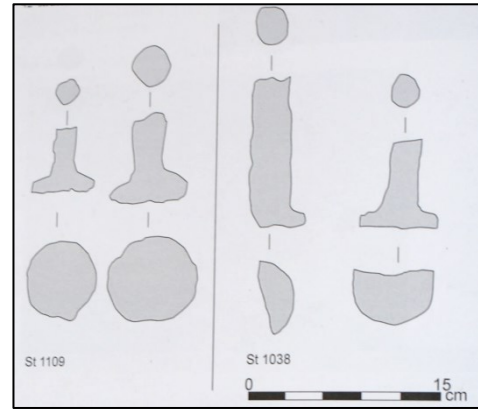
door een as-rijke vulling met een hoger kaliumgehalte, voor. Deze grachten werden door de onderzoekers geïnterpreteerd als afvalkuilen waarin de as na een verhittingscyclus werd gedumpt. De kaliumrijke as zou afkomstig kunnen zijn van het verbranden van halofyle planten, hetgeen kon worden gebruikt om een sterke pekkel te bekomen (cfr. 8.2.5.3) (Teyssere 2014, 176). Tevens werd op de site een grachtencomplex aangetroffen waarbij de hellingshoeken op elkaar aansloten zodat het water doorheen de grachten circuleerde en ten zuidenwesten en ten zuidoosten de site verliet (fig. 31). Een exacte interpretatie is niet voorhanden, maar mogelijk gaat het om een drainagesysteem of verzorgde het de distributie van zoet water gebruikt in het productieproces (Teyssere 2014, 176).



Figuur 31. Weergave van het grachtencomplex te Looberghe (lichtgroen: 2^{de}-3^{de} eeuw, donkergroen: 3^{de} eeuw, pijl: stroomrichting van het water).

Hoewel geen enkele verhittingsstructuur op het terrein werd geïdentificeerd, interpreteerden de onderzoekers twee langwerpige grachten, opgevuld met container-, pijler-, vloer- en hardbekledingsfragmenten, als mogelijke haardlocaties. Deze haarden werden na hun gebruik echter afgebroken of ze erodeerden waardoor geen structuur waarneembaar bleef op het terrein (Teyssere 2014, 166-168; 231-232). Vervolgens wees een anthracologisch onderzoek op het gebruik van eenvoudig hakhout en pioniervegetatie (hazelaar en berk) als brandstof. Hoewel deze soorten zeker als brandstof konden fungeren, stonden de onderzoekers open voor een hypothese omtrent de aanvoer van hardhout aangezien deze houtsoorten langduriger brandden (Teyssere 2014, 232).

Ten slotte werden er tijdens de opgraving heel wat briquetage-elementen zoals zoutcontainers, pijlers, ovenwanden, geperforeerde platen enzoverder, gerecupereerd. De pijlerfragmenten (831 stuks) waren met organisch materiaal verschaald en hadden een cirkelvormige doorsnede met een bredere top en basis (fig. 32) (Teyssere 2014, 166-168). Daarnaast werd slechts één containertype (type Kesteren) geïdentificeerd waartoe alle zoutcontainerfragmenten behoorden (Teyssere 2014, 172; 190). De onderzoekers sloten echter het gebruik van klassiek handgevormd aardewerk (type PO6 en PO14) als verdampingscontainer niet uit door de aanwezigheid van ‘zoutkorsten’ op deze aardewerkvormen (Teyssere 2014, 186-188). De site werd op basis van het aanwezige aardewerk gedateerd in de het midden van de tweede eeuw tot het midden van de derde eeuw (Teyssere 2014, 184).



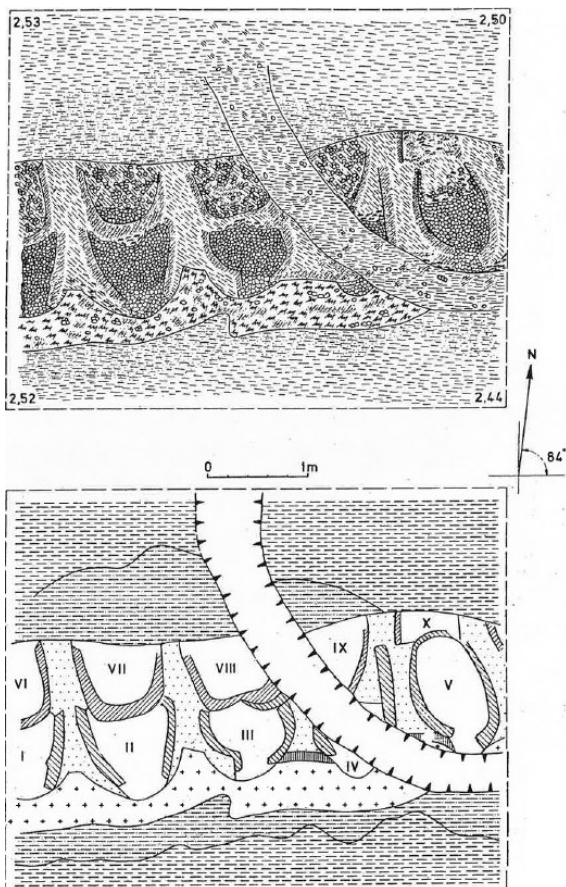
Figuur 32. Vier voorbeelden van pijlerfragmenten uit Looberghe met een cirkelvormige doorsnede en een bredere basis en/of top.

9.2.4 Houtave

De zoutwinningssite van Houtave (fig. 20 nr. 9) werd in 1987 ontdekt en moet een zevental kilometer landinwaarts ten zuiden van Blankenberge gesitueerd worden (Hollevoet 1987, 154). Bij de aanleg van een kavelsloot werd in de profielwand een antropogeen pakket, gevat tussen een veenlaag en een mariene kleilaag, waargenomen (Hollevoet 1987, 154-155). Binnenin dit pakket werd Romeins materiaal zoals verbrande klei, houtskool, briquetage en grote hoeveelheden zelas *in situ* aangetroffen. Dit vondstenensemble suggereerde de aanwezigheid van een zoutwinningssite op deze locatie. Daarnaast viel op dat het veen onregelmatig was afgegraven, wat wellicht gelinkt was aan de brandstofextractie in het productieproces (Hollevoet 1987, 155; Eryvynck et al. 1999, 115). De datering van de site was door het gebrek aan chronologisch diagnostisch aardewerk problematisch te noemen. Voorlopig werd de occupatie gedateerd in het midden van de eerste tot het midden van de derde eeuw (Hollevoet 1987, 155).

9.2.5 Leffinge Zwarteweg

De zoutwinningsite Leffinge-Zwarteweg (fig. 20 nr. 7) was een vijftal kilometer ten zuidoosten van Middelkerke ingepland op een kleiige laag, afgezet op een met veen bedekte pleistocene rug, in de omgeving van een getijdengeul (Spermaliegeul) (Thoen 1974, 21-22; 1975, 76; 1986, 41; 1987b, 72 Baeteman 1987d, 31-32; Thoen 2000, 13). Op het opgravingsterrein kwamen twee *in situ* bewaarde ovenbatterijen met een oost-west oriëntatie aan het licht. Deze ovenbatterijen kenden een opeenvolgende chronologie aangezien de tweede batterij gedeeltelijk boven de eerste werd aangelegd. Elke ovenbatterij telde vijftien ovaalvormige ovens met een lengte van 1,20 meter en een breedte van 0,6 meter (fig. 33, 34) (Thoen 1977, 98-99; 1986, 41; 2000, 13).



Figuur 33. Gedeeltelijk plan van de dubbele ovenbatterij van Leffinge.

De ovens waren gemiddeld tot op een hoogte van 0,4 meter bewaard en werden opgebouwd uit een naar boven toe uiteenlopende kleimantel vertrekkende vanuit een kleine gracht (Thoen 1977, 98-99). De kleimantel, verschaald met kwartszand en plantaardig materiaal, vertoonde een opening aan de zuidkant van de oudste batterij en de noordkant van de jongste batterij. Deze uitsparing werd geïnterpreteerd als een stookkanaal waarlangs brandstof aan de oven werd toegevoegd. Binnenin de ovens werd briquetagemateriaal (waaronder een pijlerfragment *in situ*), zelas fragmenten en slakken aangetroffen (Thoen 1977, 98-99; 1986, 41; 1987b, 72; 2000, 13). Uit een chemische analyse van deze slakken bleek dat ze afkomstig waren van een natriumrijke

smelt waarbij het natrium hoogstwaarschijnlijk afkomstig was uit zeewater (Thoen 1986, 41; De Paepe 1987, 43).

Naast de ovens werden verspreid over het opgravingssterrein afvalpakketten gelinkt aan zoutproductie aangetroffen. Deze stortlagen kenmerkten zich door de aanwezigheid van aslagen, slakken, keukenafval en een enorme hoeveelheid briquetagemateriaal zoals container-, pijler- en ovenfragmenten. Daarnaast werd



Figuur 34. Opgravingsfoto van een deel van de ovenbatterij te Leffinge.

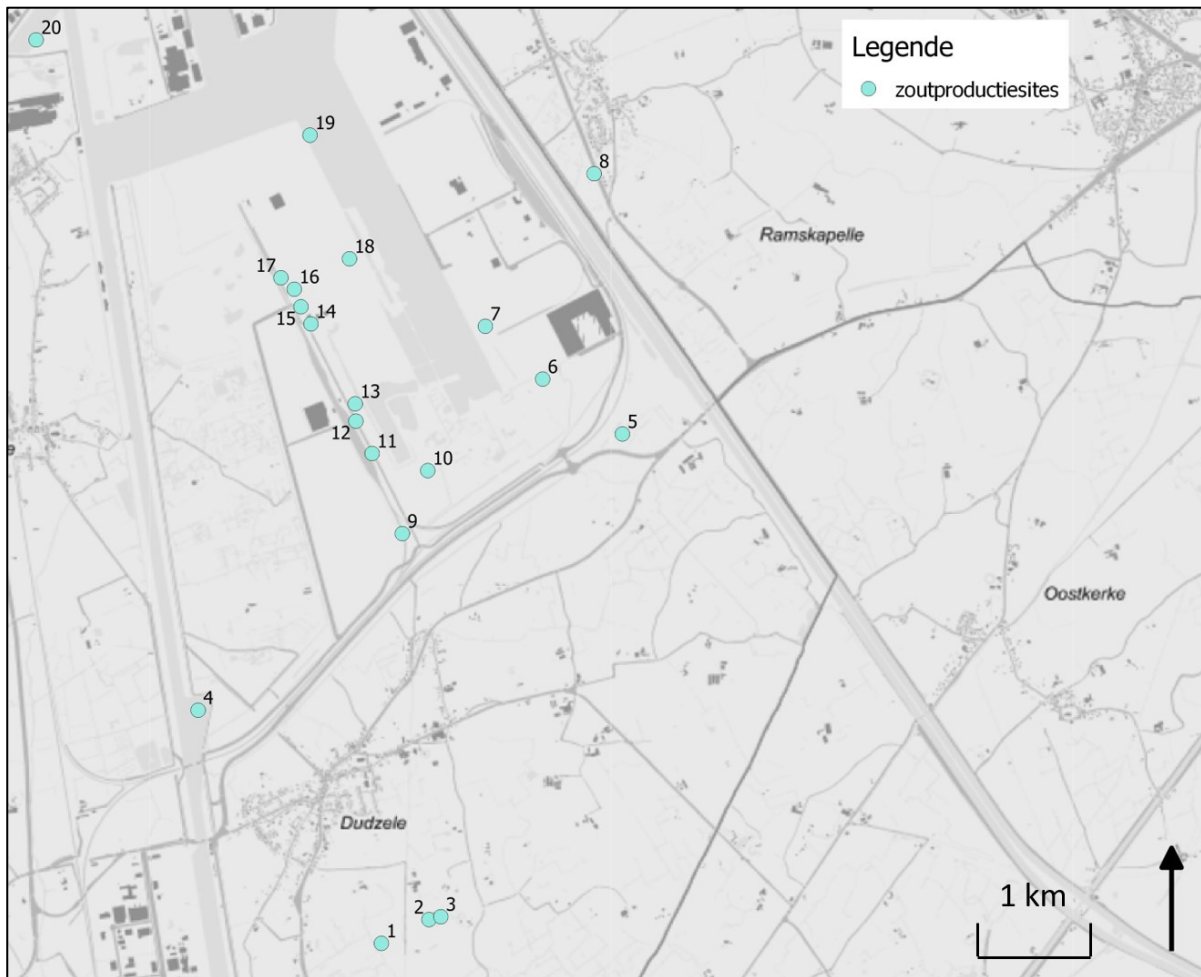
vastgesteld dat het veen in de omgeving van de site in de Romeinse periode quasi volledig werd afgegraven en gebruikt als brandstof. Aan de hand van het vondstenmateriaal werd de site op het einde van de tweede, begin derde eeuw gedateerd (Thoen 1986, 41; 1987b, 72; 2000, 13).

9.2.6 Ramskapelle Heistlaan

Net ten zuiden van het dorp Ramskapelle (fig. 20 nr. 13; fig. 35 nr. 8), een deelgemeente van Knokke-Heist, werd langsheen de Heistlaan tijdens het uitdiepen van een afwateringsgracht Romeinse materiaal, waaronder briquetagemateriaal, in een verstoorde context aangetroffen (Hollevoet 1988, 169). Hollevoet (1998, 169) interpreteerde dit materiaal als de restanten van een Romeinse zoutproductiesite langsheen een zijtak van een grotere noordwest-zuidoost lopende getijdengeul. De site werd op basis van aangrenzend onderzoek in het Brugse havengebied (cfr. 9.2.7) gedateerd omstreeks het begin van de derde eeuw. Deze datering was echter enorm onzeker door het ontbreken van chronologisch fijn gedateerd materiaal (Hollevoet 1988, 169). Het briquetagemateriaal van deze site werd in het kader van dit onderzoek bestudeerd (cfr. 10).

9.2.7 Regio Zeebrugge-Dudzele

In de regio Zeebrugge-Dudzele (fig. 20 nr. 11) kwamen doorheen de jaren heel wat briquetage-vindplaatsen aan het licht. Veel van deze vindplaatsen werden ontdekt door prospecties en kleine bodemingrepen waardoor geen volledig beeld bestaat over de aard van



Figuur 35. Overzichtskartaal van de in de literatuur aangetroffen zoutproductiesites in de regio Zeebrugge-Dudzele met 1) Landslag west, 2) Landslag oost 1, 3) Landslag oost 2, 4) Dudzele Boudewijnkanaal, 5) Dudzele Zonnebloemweg, 6) Zeebrugge achterhaven Donk 1, 7) Zeebrugge achterhaven Geuldepot, 8) Ramskapelle Heistlaan, 9-19) Prospectievondsten achterhaven, 20) Zeebrugge (houten raamwerk).

de zoutproductie en de geografische spreiding van deze vindplaatsen. Doordat deze sites vrij geclusterd voorkwamen (fig. 35) werd beslist om ze in één regio te bundelen. De exacte vondstlocatie werd vaak niet in de publicaties vermeld, maar mede via het persoonlijk archief van wijlen Yann Hollevoet¹¹ kon een kaart (fig. 35) worden opgesteld van de verschillende sites.

9.2.7.1 Dudzele Landslag west

Deze site (fig. 35 nr. 1) werd ontdekt tijdens de aanleg van de VTN-pijpleiding (1997-1998) waarbij de bovenste lagen van enkele middeleeuwse veenwinningskuilen Romeinse objecten

¹¹ Hartelijk dank aan Raakvlak voor het ter beschikking stellen van dit archief.

bevatten. Deze vondsten, waaronder een aantal zoutcontainerfragmenten met een zachte bakking en een lichtgrijs tot wit oppervlak, bevonden zich bijgevolg *ex situ*, wat de interpretatie bemoeilijkte (In 't Ven, De Clercq 2005, 17-18; In 't Ven, Hollevoet, Hillewaert 2005a, 43)

9.2.7.2 Dudzele Landslag oost 1

De site Landslag oost 1 (fig. 35 nr. 2) werd eveneens ontdekt in het kader van de VTN-pijpleiding en tijdens de aanleg van de opgravingsleuf werd bovenop een pleistocene donk een Romeins afvalpakket *in situ* aangetroffen. In dit afvalpakket kwam briquetagemateriaal voor in combinatie met heel wat andere aardewerksoorten zoals *terra sigillata*, geverfde waar, kruikwaar enzoverder. Het gros van deze briquetagefragmenten had een zachte bakking met een overwegend organische verschraling, een donkergrijze kern en een lichtgrijs tot oranje oppervlak. De fragmentatiegraad van het materiaal liet echter geen vormreconstructies toe. Vervolgens kon aan de hand van het luxeaardewerk de site in de tweede tot derde eeuw gedateerd worden (In 't Ven, Hollevoet, Hillewaert 2005b, 43-45).

9.2.7.3 Dudzele Landslag oost 2

Landslag oost 2 (fig. 35 nr. 3) bevond zich een 100-tal meters van Landslag oost 1. In het kader van de VTN-pijpleiding werd ook deze site opgegraven waarbij wederom een Romeins afvalpakket *in situ* bovenop een Pleistocene donk aan het licht kwam. In het vondstensemble werd naast verschillende soorten aardewerk (*terra sigillata*, *terra nigra* enzoverder) eveneens briquetagemateriaal, waaronder één randfragment en een twintigtal wandfragmenten geïdentificeerd. Deze fragmenten waren gekenmerkt door een zacht organisch verschraald baksel en een grijswit naar oranjerood oppervlaktekleur (In 't Ven et al. 2005, 45).

9.2.7.4 Dudzele Boudewijnkanaal

Deze site (fig. 35 nr. 4) werd ontdekt na graafwerken ter voorbereiding van baggerwerken langs het Boudewijnkanaal. In deze vindplaats werden enkel een handvol scherven briquetagemateriaal *ex situ* gerecupereerd waarvan de vondstomstandigheden niet zijn gekend. De vooropgestelde datering is enorm onzeker, maar de onderzoekers poneerden een datering in de hoge Keizertijd (midden van de eerste tot het midden van de derde eeuw) op basis van soortgelijke vondsten in de onmiddellijke omgeving van de site (cfr. 9.2.6, 9.2.7.7)

(Hillewaert, Hollevoet 1986a, 144; 1986b, 109; 1987, 16). Het briquetagemateriaal van deze vindplaats werd in het kader van dit onderzoek bestudeerd (cfr. 10).

9.2.7.5 Dudzele Zonnebloemweg

De site Dudzele Zonnebloemweg (fig. 35 nr. 5) werd ontdekt in het kader van de nieuwe snelwegverbinding tussen Zeebrugge en Knokke-Heist (A11). Uit het archeologisch booronderzoek bleek dat het zuidwestelijke deel van de site gedeeltelijk werd ingepland op een zandige opduiking, geflankeerd door *in situ* bewaarde veenafzettingen. Ten zuiden van deze opduiking werd een 10 tot 20 centimeter dikke, donkerbruin naar zwarte laag bovenop het veen opgemerkt. Deze laag werd door het veelvuldig aantreffen van Romeins briquetagemateriaal geïnterpreteerd als een Romeins loopniveau. Ten noorden van de opduiking werd ten slotte enkele zijarmen van een grotere getijdengeul vastgesteld (Verwerft et al. 2013, 5-7; Verwerft et al. 2014, 4-7).

Vervolgens werd gedurende de opgraving bovenop de zandige opduiking een Romeinse waterput aangetroffen. De macrobotanische analyse van deze waterput wees op weinig tot geen akkers, moestuinen of weiland in de onmiddellijke omgeving van de site. Ten zuidwesten van de waterput bevonden zich paalsporen behorend tot een relatief klein gebouw (5,75 op 3 meter). Dit gebouw stemde qua opbouw overeen met het type IIB, beschreven door W. De Clercq, uit de eerste, tweede eeuw (Verwerft et al. 2014, 11-12). Daarnaast werden in een andere sleuf enkele in het veen uitgegraven greppels en veenwinningskuilen met Romeins materiaal, waaronder briquetagemateriaal ontdekt.

Uit de analyse van het vondstmateriaal bleek dat de site twee occupatiefasen kende. Een eerste fase werd geplaatst in de tweede helft van de eerste eeuw, begin tweede eeuw en bestond uit de hierboven beschreven bewoningssporen in combinatie met zoutwinning. De relatie tussen deze bewoning en de zoutwinning werd echter nog niet onomstotelijk bewezen. De tweede occupatiefase werd gedateerd op het einde van de tweede eeuw, begin derde eeuw en deze fase bevatte eveneens aanwijzingen voor zoutwinning (Verwerft et al. 2014, 13-15). Het briquetagemateriaal van deze site werd in het kader van dit onderzoek bestudeerd (cfr. 10).

9.2.7.6 Zeebrugge achterhaven

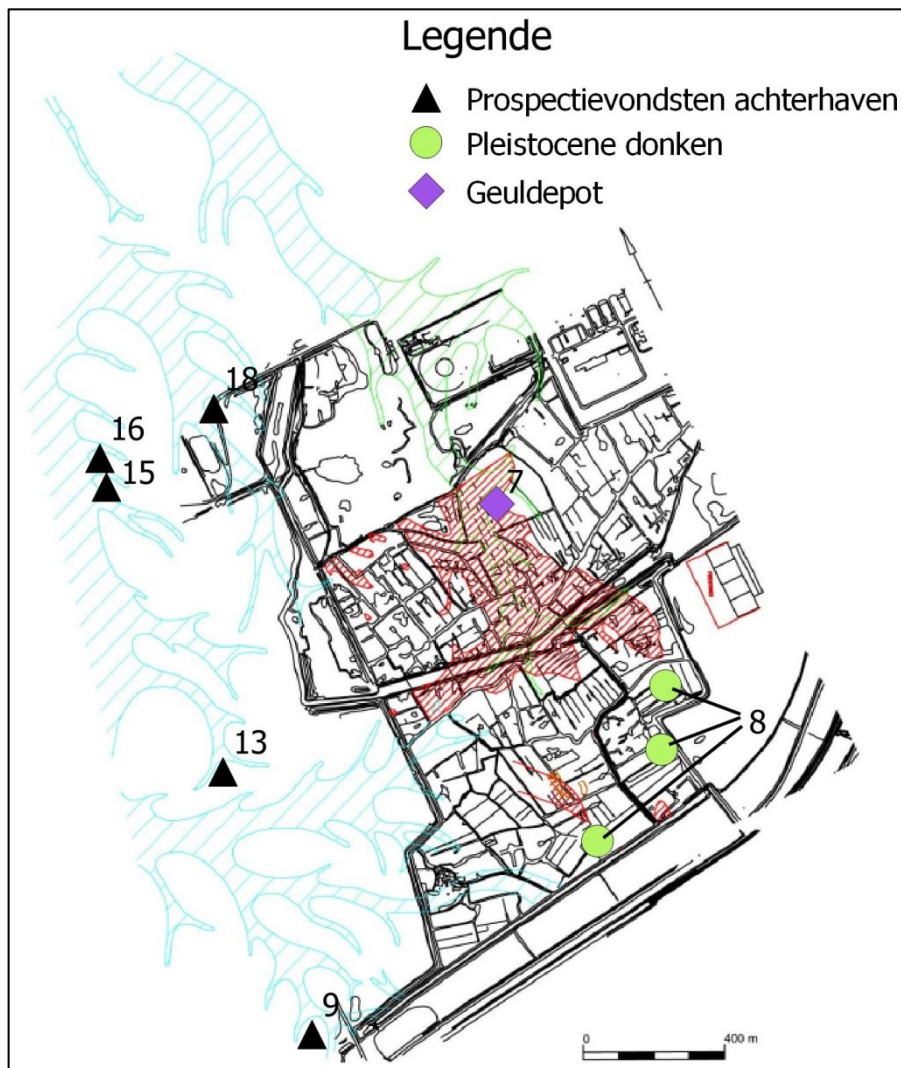
Tussen 1999 en 2001 werd in het kader van uitbereidingswerken van de Zeebrugse achterhaven (fig. 35 nr. 6 en 7) door E. Patrouille archeologisch onderzoek uitgevoerd over een uitgestrekt gebied. Dit gebied werd gekenmerkt door de aanwezigheid van een kleipakket dat een netwerk van krekken en pleistocene donken afdekte (De Clercq *s.d.*, 5; Patrouille 2013, 2, 19-22). Dit krekennetwerk werd reeds gedeeltelijk gekarteerd tijdens de prospecties van de achterhaven (cfr. 9.2.7.7) en werd waar mogelijk aangevuld en/of gecorrigeerd (fig. 36) (Patrouille 2013, 2, 21-22). Verschillende archeologisch waardevolle zones kwamen in dit onderzoek aan het licht, maar hier zijn het Geuldepot (fig. 35 nr. 7, 36 en de pleistocene donken (fig. 35 nr. 6, 36) van belang (Patrouille 2013, 8-11).

Het zogenaamde ‘Geuldepot’ bevatte een tiental concentraties (Romeins aardewerk, gebruiks aardewerk en briquetagemateriaal, waarvan drie vindplaatsen (1, 2 en 10) meer materiaal bezaten. Deze vindplaatsen werden manueel verdiept teneinde zoveel mogelijk fragmenten te recupereren. Toch geeft dit mogelijk geen representatief beeld aangezien slechts oppervlakkig werd ingezameld en de bulldozer reeds veel vondsten verwijderde (Patrouille 2013, 26, 40). Alle concentraties bevonden zich overigens *in situ* aan de rand van het geulennetwerk en suggereerden wellicht een bewuste afvaldump (De Clercq *s.d.*, 5). Tot slot werden aan de hand van een schaars aantal chronologische indicatoren alle concentraties als chronologisch homogeen beschouwd en gedateerd in de Flavische periode (De Clercq *s.d.*, 5, 8, 20; Patrouille 2013, 40-42). Het briquetagemateriaal van deze concentraties werd in het kader van dit onderzoek bestudeerd (cfr. 10).

Daarnaast werd ongeveer één kilometer ten zuiden van het Geuldepot drie pleistocene donken¹², met zwaar geërodeerde Romeinse bewoningssporen, geïdentificeerd (fig. 36). Een wederkerend element op deze vindplaatsen was een donkere humeuze Romeinse bewoningslaag gesitueerd aan de voet van de zandige opduikingen. Het ontbreken van deze bewoningslaag bovenop de donken kan verklaard worden door de ondiepe bewaring, ongeveer 50 centimeter onder het huidige oppervlak, van het archeologisch niveau waardoor erosie sneller plaatsvond (De Clercq *s.d.*, 5; Patrouille 2013, 22, 27-34). Donk 1 en 2 werden vervolgens gelijktijdig met het Geuldepot gedateerd in de Flavische periode, terwijl voor Donk 3 een datering omtrent 180-260 werd vooropgesteld (De Clercq *s.d.*, 12-20; Patrouille

¹² Donk 3 en 4 vormen wellicht samen één uitgestrekte donk (Patrouille 2013, 33-34)

2013, 42-44). Het briquetage-aardewerk aangetroffen op donk 1 werd in dit onderzoek eveneens bestudeerd (cfr. 10).



Figuur 36. Het gekarteerde geulensysteem in de Zeebrugse achterhaven (blauw + groen: kartering door Y. Hollevoet en B. Hillewaert, rood: kartering door E. Patrouille.) De nummering stemt overeen met figuur 35 met 7) Geuldepot, 8) pleistocene donken, en 9, 13, 15, 16 en 18) Prospectievondsten achterhaven (eigen bewerking).

9.2.7.7 Prospectievondsten achterhaven

Eind de jaren 1980 werden de voorbereidingswerken van de Zeebrugse haven op de voet gevolgd door Y. Hollevoet en B. Hillewaert waarbij het merendeel van de vindplaatsen werden geregistreerd. Van deze vindplaatsen bevatten een tiental locaties (fig. 35 nr. 9-19) briquetagemateriaal dat aan de hand van de archiefgegevens van Y. Hollevoet exact kon

worden gelokaliseerd. Hieruit bleek dat deze vindplaatsen hoofdzakelijk waren ingepland langsheen aftakkingen van een uitgebreid geulennetwerk (fig. 36). De datering van deze concentraties was door het ontbreken van diagnostisch aardewerk echter problematisch waardoor de vooropgestelde datering, het einde van de tweede eeuw tot begin derde eeuw, onzeker is (Hollevoet 1989, 33-34, 45-47; Hollevoet, Hillewaert 1989, 87-89, 96, 100). Ten slotte werd slechts het materiaal van een vijftal concentraties (fig. 35 nr. 9, 13, 15, 16 en 18) in het depot teruggevonden dat in dit onderzoek kon worden bestudeerd (cfr. 10).

9.2.7.8 Dudzele Distrigas

Vermeldingswaardig zijn verschillende briquetage-ensembles die op het grondgebied van Dudzele aan het licht kwamen tijdens de aanleg van Distrigas-pijpleidingen. Deze pijpleidingen werden aangelegd over meerdere jaren waarbij enkel informatie over de werfopvolging uit 1986 (Hillewaert, Hollevoet 1986a; 1986c, 14) en 1995 (Hillewaert 1996, 77) beschikbaar is. De exacte vondstlocatie kon echter van beide vindplaatsen niet worden achterhaald, maar deze sites bevatten hoofdzakelijk containerfragmenten en sporadisch werd de aanwezigheid van een pijlerfragment vermeld (Hillewaert, Hollevoet 1986a; 1986c, 14; Hillewaert 1996, 77). Het materiaal van deze vindplaatsen kon in het depot van Raakvlak echter niet worden teruggevonden waardoor deze niet in het onderzoek werden opgenomen. Tijdens deze zoektocht werd wel gestoten op het materiaal van de werfopvolging uit 1992. Dit materiaal werd ondanks het ontbreken van gepubliceerde gegevens in dit onderzoek opgenomen (cfr. 10).

9.2.7.9 Zeebrugge

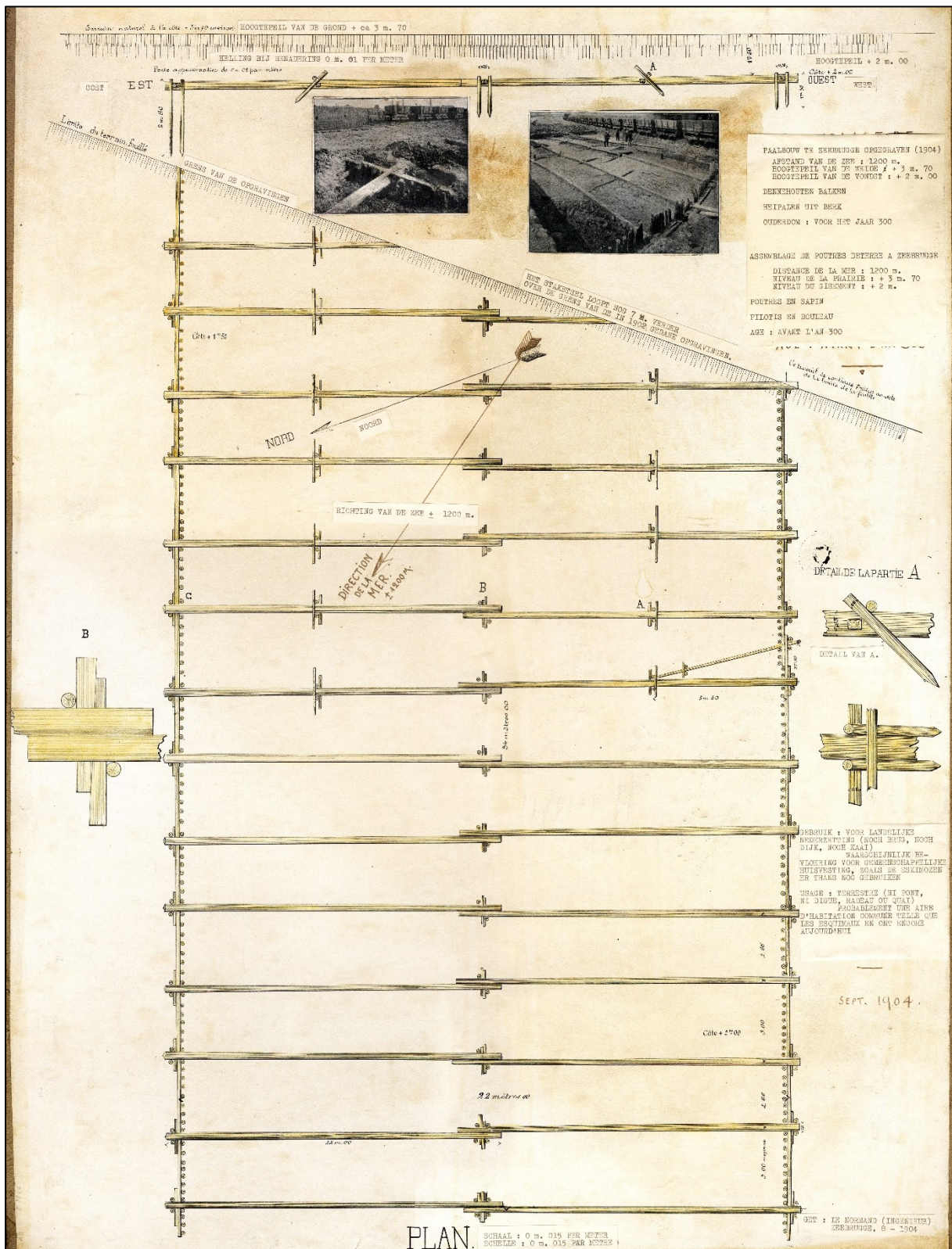
Tijdens de aanleg van de Zeebrugse haven kwamen ter hoogte van het Oud Ferrydok (fig. 20 nr. 12, 35 nr. 20) in 1904 de restanten van een rechthoekige houten constructie (fig. 37) (breedte 22 meter, lengte minstens 39,5 meter) bovenop het veen aan het licht. Deze constructie was noordwest-zuidoost georiënteerd en helde licht af naar het oosten. Het totale opgegraven oppervlak behelsde ongeveer 748 m², maar uit boringen werd geconcludeerd dat het totale oppervlak quasi het dubbele bedroeg. De constructie omvatte twaalf compartimenten die alternerend 3 en 2,66 meter breed waren en waren opgebouwd uit dennenbalken met een lengte tussen 12 en 12,5 meter. Deze balken waren in het midden met elkaar verbonden door middel van kruis- en pengatverbindingen (fig. 38). De compartimenten konden volgens Thoen worden opgedeeld in kleinere compartimenten van 12 op 3 of 6 op 3

meter. Aan weerszijden van de structuur werden langs de binnenzijde berkenhoutenpalen gebruikt om de structuur te verankeren (fig. 38). De stratigrafische positie liet toe deze structuur te dateren in de Romeinse periode (de Pélichy 1905, 177-178; Thoen 1975, 58; 1978, 92; 1987b 70-71; 2000, 12).

Doorheen de jaren werden verschillende hypothesen, gaande van paalwoningen tot havenstructuren, naar voor geschoven, maar J. Breuer en H. Thoen interpreteerden deze structuur als een geperfectioneerde zoutpan. De argumenten voor deze interpretatie waren enerzijds de gelijkenissen met de hedendaagse zoutpannen in Guérande en anderzijds de nabijheid van een getijdengeul die de structuur van zout water kon voorzien (Thoen 1975, 58; 1978, 92; 1987b 70-71; 2000, 12). Hoewel deze interpretatie momenteel als vaststaand wordt beschouwd, moeten enkele bemerkingsen worden geformuleerd die het functioneren van deze structuur in een nieuw daglicht kunnen plaatsen. Zo werd in hoofdstuk 8 reeds aangetoond dat een volledige natuurlijke verdamping van zeewater langs de Belgische kust onmogelijk was tijdens de Romeinse periode (Daire 2003, 26). Dit betekende dat deze structuur enkel kon functioneren om de pekkel te concentreren, waarna deze artificieel moest worden verhit om het zout uit te kristalliseren. Met dit in het achterhoofd lijkt het onwaarschijnlijk dat een structuur van ongeveer 1500 m² werd gecreëerd enkel en alleen om pekkel te concentreren terwijl eenvoudige kleine bezinkingstanks een productiesite reeds van voldoende pekkel konden voorzien. Bij de structuur werden overigens geen briquetage-elementen aangetroffen (Thoen 1975, 58), wat typerend is voor artificiële zoutproductie en waardoor mogelijk geconcludeerd kan worden dat in de onmiddellijke omgeving geen verhittingsstructuren voorkwamen.

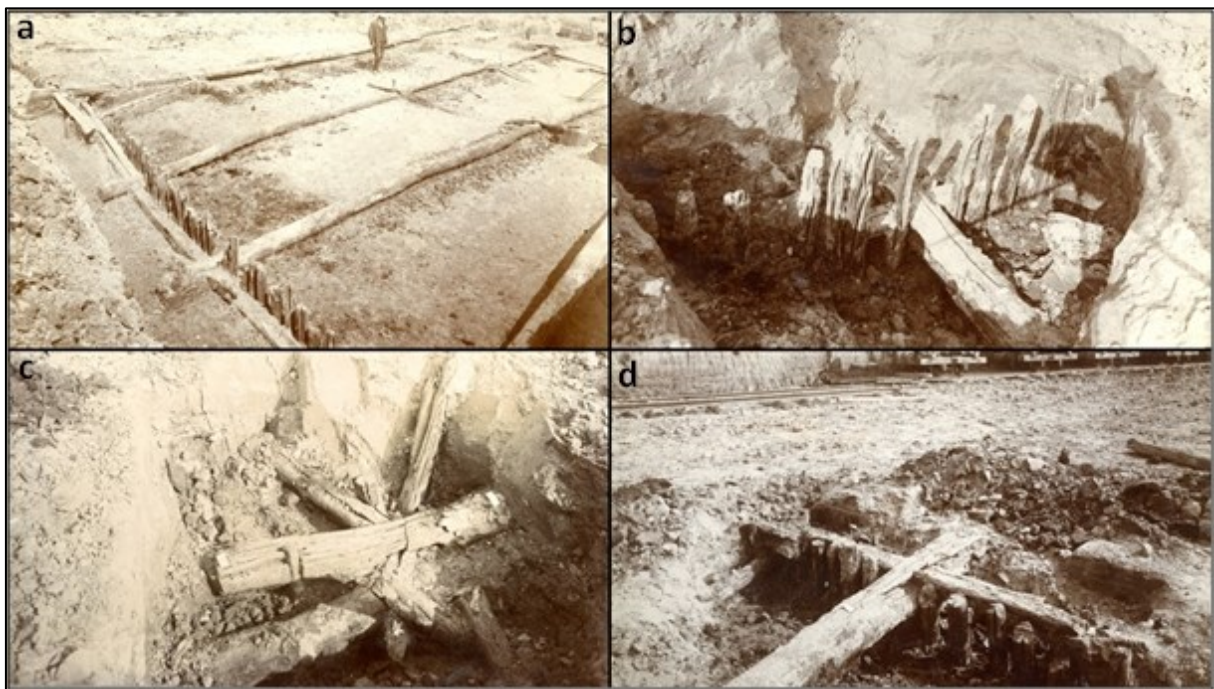
Daarnaast zijn de zoutpan uit Zeebrugge, en bij uitbereiding de zoutpannen van Raversijde (cfr. 9.2.8) en Kapelle-Smokkelhoek (cfr. 9.2.13), de enige gekende voorbeelden in Noordwest-Europa gedurende de Romeinse periode. De oudste aanwijzingen voor zoutpannen in Noordwest-Europa verschenen pas in de zevende eeuw in de omgeving van Saintonge aan de Frans-Atlantische kust (Daire 2003, 27). Het is opvallend dat langs deze kust geen zoutpannen voorkwamen in de Romeinse periode terwijl het klimaat dit wel toeliet. Bovendien werden in deze regio wel Romeinse zoutproductiesites geïdentificeerd waar gebruik werd gemaakt van artificiële verhitting (Villalobos, Ménanteau 2006). Het is niet uitgesloten dat het ontbreken van Romeinse zoutpannen langsheen de Atlantische kust te wijten valt aan de stand van het onderzoek, maar het ontbreken van zoutpannen in andere

regio's kan als bijkomend argument worden aangevoerd om de interpretatie van de Zeebrugse structuur in twijfel te trekken.



Figuur 37. Grondplan en doorsnede van het houten raamwerk aangetroffen ter hoogte van het Oud Ferrydok te Zeebrugge in 1904, getekend door Le Normand (ingenieur).

Vervolgens moet de constructiewijze van de structuur in Zeebrugge van naderbij worden bekeken aangezien meerdere elementen niet overeenstemmen met een zoutpan. In de eerste plaats zijn er geen aanwijzingen dat de compartimenten ter hoogte van de pengatverbindingen werden opgedeeld in twee of meer compartimenten zoals Thoen (1978, 92; 1986, 39) aannam (fig. 37, 38). Het is niet onlogisch te veronderstellen dat deze hypothetische opdeling in kleinere compartimenten werd geformuleerd teneinde de structuur beter te laten overeenstemmen met de hedendaagse voorbeelden uit Gu erande. In deze moderne zoutpannen moest het water een lange weg afleggen door meerdere bekkens vooraleer het water de kristallisatiebekkens bereikte (Lemonnier 1980, 35-62). Dit resulteerde in een vari eteit aan bekkens die met elkaar in verbinding stonden. Met enige verbeelding stemt het grondplan van Zeebrugge gedeeltelijk overeen met de opbouw van een hedendaagse zoutpan. De enige werkelijke gelijkenis is echter de rechthoekige vorm en de opdeling in verschillende compartimenten. Aanwijzingen dat de compartimenten in Zeebrugge met elkaar in verbinding stonden, zijn er echter niet hoewel dit cruciaal is voor het functioneren van een zoutpan.



Figuur 38. Oude opgravingsfoto's van het houten raamwerk uit Zeebrugge (1904). a) algemeen beeld van een deel van de structuur, b-d) uitzicht van de verschillende verankeringsstructuren

Ten tweede roepen de gebruikte constructiematerialen heel wat vragen op. Bij quasi alle gekende antieke en hedendaagse zoutpannen werden de compartimenten geconstrueerd met behulp van kleine wallekes die de ondiepe bekkens van elkaar scheidden (Lemonnier 1980;

Villalobos, Ménanteau 2006). Het gebruik van dennenhoutenbalken in Zeebrugge (fig. 38), die uit het binnenland moesten worden aangevoerd¹³, rijmt niet met de constructiemethode van de gekende zoutpannen. Deze grootschalige invoer van hout impliceerde bovendien de betrokkenheid van het Romeinse leger of een hogere functionaris. Berk maakt dan weer deel uit van de pioniersvegetatie en het is dus niet uitgesloten dat deze boomsoort in de omgeving voorkwam, maar het aantal gebruikte heipalen is ontzagwekkend. Aan weerszijden van elk compartiment werden telkens tussen de zes en acht heipalen ingeslagen tot een diepte van 2,8 meter aan de oostzijde en 1,3 meter aan de westzijde (fig. 37, 38). Deze palen dienden zogezegd om de structuur te verankeren (Thoen 1975, 58). Het water stroomde in een zoutpan echter zodanig traag dat er quasi geen druk op de structuur werd uitgeoefend, wat een verankering eigenlijk overbodig maakte. Daarnaast werden de helft van de compartimenten extra verstevigd met schuin ingeslagen palen in het midden van de dennenhoutenbalken. Deze elementen stemmen niet overeen met een zoutpan, maar eerder met een structuur die een zekere druk of gewicht moest kunnen verdragen (fig. 38). De nabijheid van een bevaarbare getijdengeul (Thoen 1975, 59), de mogelijke betrokkenheid van het leger en de zwaar gebouwde gewichtsdragende structuur, lijken eerder te wijzen op een structuur die mogelijk met scheepsvaart in verbinding moet worden gebracht. Deze hypothese moet echter in de toekomst verder onderzocht en beargumenteerd worden.

9.2.8 Raversijde

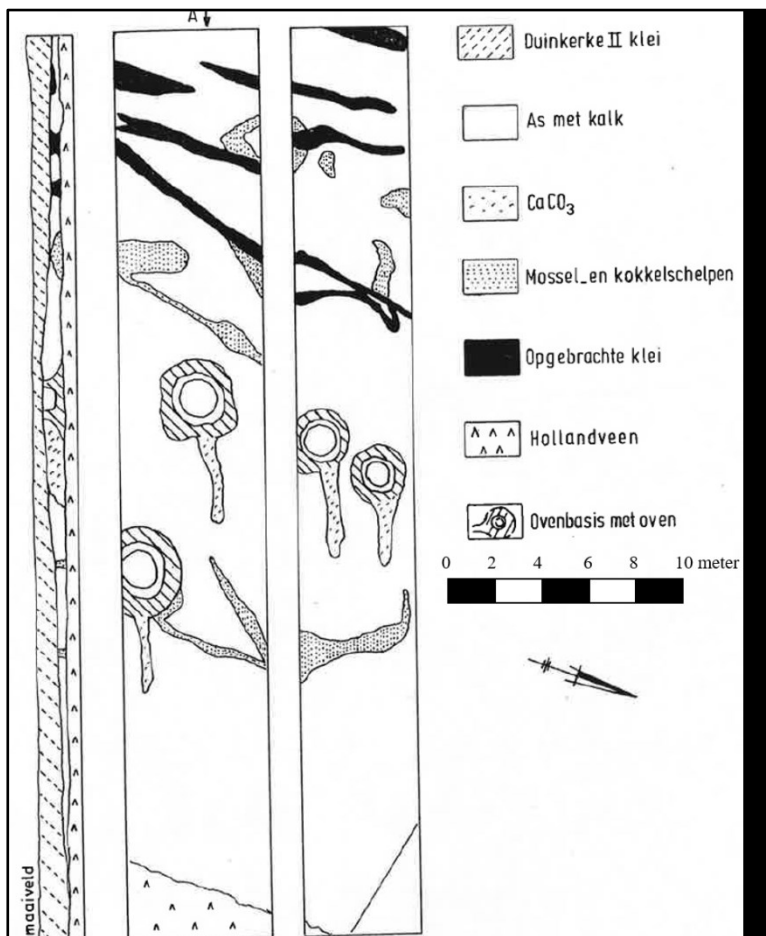
In de jaren 1970 werden op het strand van Raversijde, ongeveer 25 kilometer ten oosten van De Panne en een 25-tal kilometer ten westen van Zeebrugge, enkele ingeheide palen (hoofdzakelijk els, uitzonderlijk eik) en een aantal horizontale balken in combinatie met een uitgestrekt grachtencomplex bovenop het veen ontdekt (fig. 20 nr. 8) (Thoen 1975, 59; 1978, 88; 1987b, 72). Deze structuur werd op basis van parallellen met de structuur van Zeebrugge eveneens als zoutpan geïnterpreteerd (Thoen 1975, 59; 1978, 88; 1987b, 72). Hierboven werd reeds beargumenteerd dat de structuur van Zeebrugge hoogstwaarschijnlijk niet aan een zoutpan beantwoordde waardoor de redenering van Thoen op deze site niet langer geldt. Bovendien was het voorbarig om louter op basis van een rij palen in combinatie met een horizontale ligger de structuur te interpreteren als zoutpan.

¹³ De aanvoer van dennenhoutenbalken wordt verondersteld aangezien de kustvlakte traditioneel als een boomloos landschap wordt beschouwd (cfr. 3).

Een alternatieve verklaring voor de verspreide resten op de kust van Raversijde, is bewoning op het veen. Bewoning op het veen behoorde in de Romeinse periode zeker tot de mogelijkheden, hetgeen de site te Ellewoutsdijk mooi illustreerde (Sier 2003; De Clercq 2009, 210-214). De twee palenrijen zouden op deze manier geïnterpreteerd kunnen worden als de restanten van een éénschepige constructie met een lengte van minstens vijf meter op een breedte van ongeveer zeven meter.

9.2.9 Koudekerke

Koudekerke (fig. 20 nr. 14) bevindt zich op het eiland Walcheren een aantal kilometer ten westen van Middelburg. In de zomer van 1975 werd aan de Meijnersweg de restanten van een viertal ‘ovens’ nabij een 40 meter brede kreek geïdentificeerd (van den Berg, Hendrikse 1980, 220; De Clercq, van Dierendonck 2006, 49-50). Deze ovens waren telkens opgebouwd op een kleilaag met een diameter van 2,5 meter en een dikte van 0,40 meter. Deze klei was op zijn



Figuur 39. Grondplan van de opgraving te Koudekerke Meijnersweg uit 1975 met lokalisatie van de vier ovens (eigen bewerking).

beurt aangelegd op een schelp laag uitgespreid over het veenoppervlak (fig. 39). De ovens zelf bezaten een cirkelvormig grondplan en de wand liep trompetvormig omhoog. Deze ovenwand was tot op een hoogte van 0,6 meter bewaard en bezat een diameter van 0,7 meter. De onderzoekers interpreteerden deze ovens als kalkbrandovens door het veelvuldig voorkomen van schelpenconcentraties en zeer kalkrijke as (fig. 39) (van den Berg, Hendrikse 1980, 224-226). Deze interpretatie werd echter door van den Broeke (1986,

98; 111; 1995, 200, 204) betwist door de aanwezigheid van cilindrische zoutcontainerfragmenten, hetgeen voorgaande onderzoekers niet herkenden. Daarnaast werd in de omgeving van de site tijdens bodemkarteringswerken in 1947 fragmenten van driepootjes aangetroffen, wat als extra argument voor een zoutproductiesite kan worden beschouwd (van den Broeke 1986, 111). Toch kan de aanwezigheid van de schelpplagen en de hoge kalkconcentraties niet miskend worden waardoor de site voorlopig als een multifunctionele productieplaats moet worden aanzien (van den Broeke 1995, 204). Welke activiteiten precies plaatsvonden is onduidelijk, maar waarschijnlijk werd er zout geproduceerd die gedeeltelijk ter plekke samen met de schelpinhoud werd verwerkt tot vissaus waarna de schelpen een geschikte grondstof waren voor de productie van kalk. Op basis van het luxe aardewerk kon de site fijn gedateerd worden in het laatste kwart van de eerste eeuw (van den Berg, Hendrikse 1980, 220).

In 2002 werd ter hoogte van de Breeweg, nabij de Meijnersweg, ondersteunende elementen in combinatie met enkele verspreide ovens aangetroffen (De Clercq, van Dierendonck 2006, 50-52). De exacte constructiewijze van deze ovens kon echter niet worden afgeleid. De Clercq en van Dierendonck (2006, 52-53) interpreteerden de site eveneens als een multifunctionele productieplaats aangezien ze de aangetroffen schelpenconcentraties en de kalkrijke as in relatie brachten met een mogelijke kalkproductiesite.

9.2.10 Middelburg

Middelburg (fig. 20 nr. 15) bevindt zich een aantal kilometer landinwaarts op het eiland Walcheren en deze gemeente bevatte een drietal vindplaatsen (Middelburg Mortiere, Middelburg Oude Vlissingseweg en Middelburg Kruitmolenlaan) met mogelijke sporen van zoutwinningsactiviteiten. De site Middelburg Kruitmolenlaan werd in 1975 ontdekt en werd naar analogie met Koudekerke Meijnersweg geïnterpreteerd als een kalkbranderij werkzaam op het einde van de tweede, begin derde eeuw (van den Berg, Hendrikse 1980, 227). Het is onduidelijk wat precies werd aangetroffen, maar bovenstaande analogie suggereert minstens de aanwezigheid van schelpenconcentraties, kalkrijke as en mogelijk verhittingsstructuren. Het is niet uitgesloten dat het briquetagemateriaal, net als in Koudekerke, niet werd herkend, maar deze hypothese is zonder een studie van het materiaal onmogelijk te staven.

Omstreeks de jaren 1970-1980 trof de werkgroep Zeeland ter hoogte van de Oude Vlissingseweg een dikke laag kalkrijke as, houtskool, Romeins aardewerk, grote hoeveelheden schelpen en twee vuurplaatsen aan. Deze vuurplaatsen werden aangelegd op een 15 centimeter dikke kleilaag bovenop het veen en de eerste verittingsstructuur mat 6 op 2 meter en de tweede structuur had een diameter van 0,6 meter (van den Berg 1988, 12-13). Daarnaast beschreef van den Berg (1988, 13) cirkelvormige plaatsen in de langwerpige verittingsstructuur, wat hij interpreteerde als het veelvuldig gebruiken van deze vuurplaats. Het is niet uitgesloten dat deze beschrijving ertoe leidde om de langwerpige verittingsstructuur als een ovenbatterij te beschouwen (De Clercq, van Dierendonck 2006, 50). Of deze site briquetage-aardewerk bevatte is vooralsnog niet gekend.

Ten slotte werd in 2002 te Middelburg Mortiere tijdens een opgraving verschillende briquetage-elementen waaronder cilindrische zoutcontainer- en pijlerfragmenten aangetroffen (Jongste 2002, 16; van den Broeke 2007, 77). De fragmenten kwamen voor in combinatie met verittingssporen, al werd geen duidelijke haard herkend (De Clercq, van Dierendonck 2006, 50). Het gebruiksaardewerk dateerde deze zoutproductiesite in de tweede eeuw (Jongste 2002, 18).

9.2.11 Ritthem

In Ritthem (fig. 20 nr. 16), enkele kilometers ten zuiden van Koudekerke en Middelburg, ontdekte de werkgroep Zeeland twee sites (in 1968/69 en 1979) die wederom door van den Berg en Hendrikse als kalkbranderijen werden geïnterpreteerd (van den Berg, Hendrikse 1980, 227). Deze interpretatie valt zeker voor Ritthem I te betwisten. Tijdens deze opgraving werd namelijk een 40 tot 80 centimeter dikke aslaag doorspekt met een enorme kwantiteit aan cilindrische aardewerkfragmenten aangetroffen (Trimpe Burger 1970, 4; 1973, 144). Deze cilindrische aardewerkfragmenten werden door van den Broeke geïnterpreteerd als fragmenten van zoutcontainers, hetgeen pleit voor een herinterpretatie van de site als zoutwinningscentrum (van den Broeke 1995, 201, 204). De precieze aard van Ritthem II is niet gekend, maar de interpretatie als kalkbranderij suggereert tenminste de aanwezigheid van kalkrijke as en grote hoeveelheden schelpen. Of deze site briquetage-elementen bevatte is vooralsnog niet gekend waardoor de interpretatie als zoutwinningscentrum met de nodige voorzichtigheid moet worden benaderd. Beide sites werden op basis van het aanwezige

aardewerk gedateerd in de eerste helft van de tweede eeuw (Trimpe Burger 1970, 3-4; van den Berg, Hendrikse 1980, 227).

9.2.12 's Heerabtskerke

's Heerabtskerke (fig. 20 nr. 17) bevindt zich een vijftal kilometer landinwaarts op het eiland Walcheren en in 1972 werd hier een ovenbatterij ontdekt (fig. 40) (Ovaa 1972, 12-13; 1977, 86). Deze ovenbatterij telde zeven cirkelvormige kuilovens met een diameter van 75 tot 100 centimeter en waren uitgespaard in een kleilaag die artificieel op het veen was aangelegd. Rondom deze ovens lag een stortlaag bestaande uit kalkrijke as en Romeins aardewerk, hetgeen de site dateerde omstreeks 200. Daarnaast bevatte het opgravingsvlak waaivormige veenontginningsporen waaruit werd afgeleid dat veen werd aangewend als brandstof tijdens het stookproces (Ovaa 1972, 13; van den Broeke 1996, 55-56; 2007, 77).

Deze vindplaats werd door Ovaa (1972, 9-13; 1977, 86-89) geïnterpreteerd als een Romeins zoutwinningscentrum gebruikmakend van de techniek selnering. Deze interpretatie werd echter door van den Broeke (van den Broeke 1996, 55-56; 2007, 77) om een tweetal redenen betwist. Vooraleerst zijn er geen aanwijzingen dat het veen ter hoogte van 's Heerabtskerke was verzilt en ten tweede werden geen briquetage elementen aangetroffen. Hij was dan ook overtuigd dat geen zout werd geproduceerd, maar dat de ovenbatterij werd ingeschakeld tijdens andere artisanale activiteiten (van den Broeke 1996, 56-57). Een nieuwe studie van het vondstmateriaal is echter noodzakelijk om de aard van deze activiteiten beter te vatten.



Figuur 40. Opgravingsfoto van een deel van de ovenbatterij te 's Heerabtskerke.

9.2.13 Kapelle Smokkelhoek

In 2008 werd tijdens een proefsleuvenonderzoek in Kapelle (fig. 20 nr. 18), een aantal kilometers landinwaarts op het eiland Walcheren, de restanten van een houten constructie nabij een getijdengeul ontdekt. De aangetroffen restanten bestonden enerzijds uit een plank en een paaltje en anderzijds uit een balk met twee dwarsverbindingen en een viertal paalsporen (de Groot 2008, 27-29). Deze elementen werd door de onderzoekers geïnterpreteerd als de restanten van een zoutpan gelijkend op de voorbeelden gekend uit Zeebrugge en Raversijde (de Groot 2008, 31). Voor deze sites werd reeds aangetoond dat een interpretatie als zoutpan niet langer opgaat waardoor ook voor deze site de interpretatie moet worden bijgesteld. Bovendien werd op deze site net als te Zeebrugge en Raversijde geen briquetage-aardewerk aangetroffen, hetgeen als gidsfossiel fungeert voor zoutproductie langsheen de Belgisch-Nederlandse kust.

9.3 Synthese

Uit bovenstaande opsomming werd duidelijk dat niet alle in de literatuur vermelde zoutproductiesites dusdanig als productiesites moeten worden aanvaard. Zo hoorden drie sites met een houten raamwerk (Zeebrugge, Raversijde en Kapelle-Smokkelhoek) om reeds vermelde redenen niet langer in het rijtje van zoutwinningssites thuis. Daarnaast werden een aantal sites (Landslag west, -oost 1, -oost 2 en Zeebrugge achterhaven Donk 1), opgenomen in de tabel (fig. 41), hoewel deze eerder met bewoningssites en niet met zoutproductiesites vereenzelvigd moeten worden. Dit werd geconcludeerd door de inplanting van de sites op een zandige opduiking, de aanwezigheid van bewoningssporen en het voorkomen van zoutcontainers zonder indicatie van ondersteunende elementen (In 't Ven, Hollevoet, Hillewaert 2005a, 43; 2005b, 43-45; In 't Ven et al. 2005, 45; Patrouille 2013, 27-34, 42-44).

Vervolgens viel op dat enkel de Nederlandse sites (Koudekerke-Meijnersweg, -Breeweg, Middelburg-Kruitmolenlaan, -Oude Vlissingseweg, Ritthem I en II) briquetage-elementen bevatten in combinatie met schelpenconcentraties en grote kalkrijke asafzettingen (fig. 41). Deze sites werden oorspronkelijk als kalkbranderijen geïnterpreteerd, maar de potentiële aanwezigheid van briquetage-aardewerk suggereerde eveneens zoutproductie op deze sites (van den Berg, Hendrikse 1980, 220, 224-226; van den Broeke 1986, 111; van den Berg 1988, 12-13; De Clercq, van Dierendonck 2006, 50-54). In dit onderzoek werd de gulden

middenweg bewandeld en werden deze sites voorlopig geïnterpreteerd als multifunctionele productieplaatsen waar zowel zout, vissaus als kalk kon worden geproduceerd. Het is echter niet uitgesloten dat op één of meerdere van deze sites geen zout werd geproduceerd, maar ze enkel werd verwerkt tot secundaire producten. De site van 's Heerabtskerke werd ondanks de aanwezigheid van een ovenbatterij, gelijkend op de batterij van Leffinge, door van den Broeke (1996, 55-56; 2007, 77) wegens het ontbreken van briquetage-elementen niet langer als zoutproductiesite aanzien. Het aardewerk van deze site werd echter nooit uitvoerig bestudeerd waardoor deze site voorlopig totdat meer informatie beschikbaar is, als een zoutproductieplaats in de tabel (fig. 41) wordt opgenomen.

In totaal werden vier sites in de ijzertijd gedateerd waarvan twee in de vierde tot tweede eeuw v.o.t. en twee in de tweede tot en met de eerste eeuw v.o.t. (fig. 42). Twee sites (Bray-Dunes (cfr. 9.1.1) en De Panne (cf. 9.1.2)) lagen ingepland op de oude duinengordel nabij de kust en twee andere sites (Veurne-Stabelincksleed (9.1.3) en Brugge-Fort Lapin (cfr. 9.1.4)) waren gesitueerd langsheen een getijdengeul. In de vierde eeuw v.o.t. bevond zich een belangrijk productiecentrum ter hoogte van de Panne en dit centrum lijkt zich in de tweede eeuw v.o.t. te verplaatsen naar twee nieuwe nabijgelegen centra: Bray-Dunes en Veurne-Stabelincksleed. Een vermoedelijk tweede centrum ontstond gelijktijdig met De Panne in de omgeving van Brugge (Cox 2009, 95). De datering van deze productiecentra moeten echter met de nodige voorzichtigheid worden benaderd aangezien alle ijzertijd sites vrij ruim gedateerd werden en productiesites hoogstwaarschijnlijk slechts kortere periodes functioneerden.

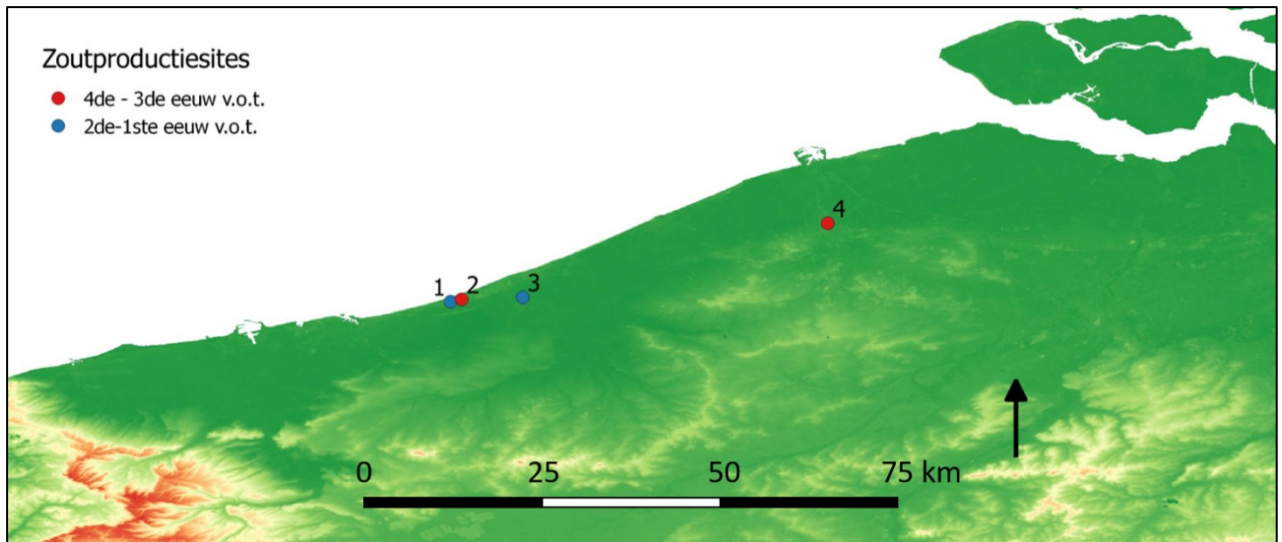
Opvallend was dat geen enkele productiesite doorleefde in de Romeinse periode (fig. 43). In tegenstelling tot de ijzertijd waren voor het begin van de Romeinse periode meerdere sites gekend. De elf gekende sites lagen quasi allemaal landinwaarts ingepland langsheen een getijdengeul. Dit is mogelijk een vertekend beeld aangezien slechts een klein stuk van de oude duinengordel bewaarde en onmogelijk in te schatten valt hoeveel sites precies erodeerden. Toch lijkt deze kaart (fig. 43) te suggereren dat de Romeinse zoutproductie zich eerder landinwaarts bevond dichtbij de hogere gelegen, en beter bewoonbare, zandgronden. Het gebrek aan sites tussen Houtave en Steene geeft niet noodzakelijk een historische realiteit weer, maar moet mogelijk verklaard worden door de stand van het onderzoek in deze regio.

In de tweede helft van de tweede eeuw tot en met het begin van de derde eeuw piekte het aantal zoutproductiesites (14) in de *civitas Menapiorum* (fig. 44). Net als in voorgaande

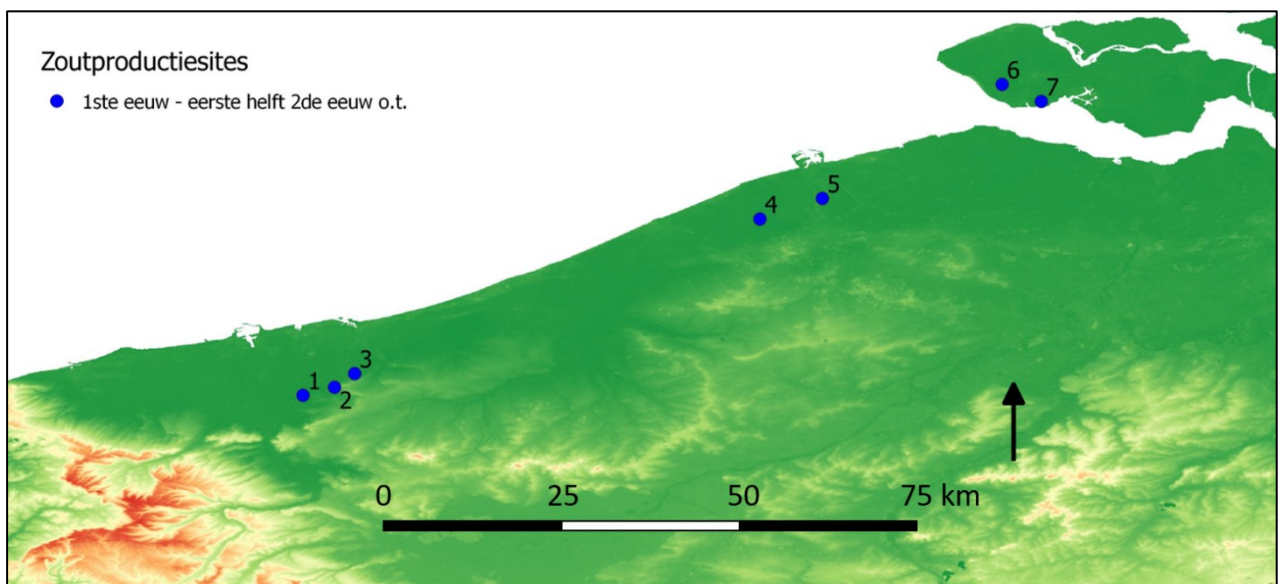
periode (eerste eeuw- eerste helft tweede eeuw) bevonden alle sites zich landinwaarts langsheen getijdengeulen. In Noord-Frankrijk raakte in deze periode het zoutproductiecentrum van Steene (cfr. 9.2.2) in onbruik en werd zijn plaats ingenomen door verschillende sites in de omgeving van Looberghe (cfr. 9.2.3) (Teyssere 2014, 159). Daarnaast moet zich in deze periode in de regio Zeebrugge-Dudzele een omvangrijk productiecentrum bevonden hebben aangezien hier heel wat prospectievondsten en sites uit deze periode aan het licht kwamen. In de loop van de derde eeuw geraakten ten slotte alle sites in onbruik en kwam de zoutproductie in de Menapische *civitas* ten einde. Traditioneel werd dit einde in verband gebracht met de toenemende vernatting van het landschap vanaf de derde eeuw (De Clercq 2009, 150-151; Hillewaert 2011b). Hoewel deze factor zeker een rol speelde, was de verklaring hoogstwaarschijnlijk complexer, maar deze these behoeft verder onderzoek.

Sites	Briquetage-elementen							Ovens				Bezinkingsbassins	Grachtencomplex	Schelpen	Aslagen	Houtskool
	Container	Pijlers	Kleinagels	Driepootjes	Stabilisatoren	Platformen	Haardbekleding	Open haarden met directe hitte	Gesloten haarden met directe hitte	Gesloten haard met indirecte hitte	Roosterhaard					
ijzertijd																
Bray-Dunes	X				X		X									
De Panne	X	X	X	X	X	X		?	?	?						X
Veurne - Stabelincksleed	X		X		X											X
Brugge - Fort Lapin	X		X													
Romeinse periode																
Pitgam-Schulleveldt	X	X										X	X			
Steene	X	X					X	X		X	X	X	X			
Looberghe																
- B 1473	X	X					X		?							X
- Chemin de la mairie	X	X				X			?	?	?	X				X
- Route de Berques	X	?					X									
- Rue de Cassel	X	X				X	X		?	?		X	X		X	X
Houtave	X						X								X	X
Leffinge - Zwarteweg	X	X					X		X						X	
Ramskapelle - Heistlaan	X															
Regio Zeebrugge-Dudzele																
- Landslag west	X															
- Landslag oost 1	X															
- Landslag oost 2	X															
- Bouwdewijnkanaal	X															
- Zonnebloemweg	X	X														
- Geuldepot	X	X				X										
- Donk 1	X															
- Prospectievonsten achterhaven	X	X				X										
- Distrigas 1986, 1992, 1995	X															
Koudekerke - Meijnersweg	X			X			X	X						X	X	
Koudekerke - Breeweg	X	?					X		?					X	X	
Middelburg - Kruitmolenlaan	?								?					?	?	
Middelburg - Oude Vlissingeweg	?								X					X	X	X
Middelburg - Mortiere	X	X							?							
Ritthem I	X														X	
Ritthem II	?													?	?	
s Heeratskerke									X						X	

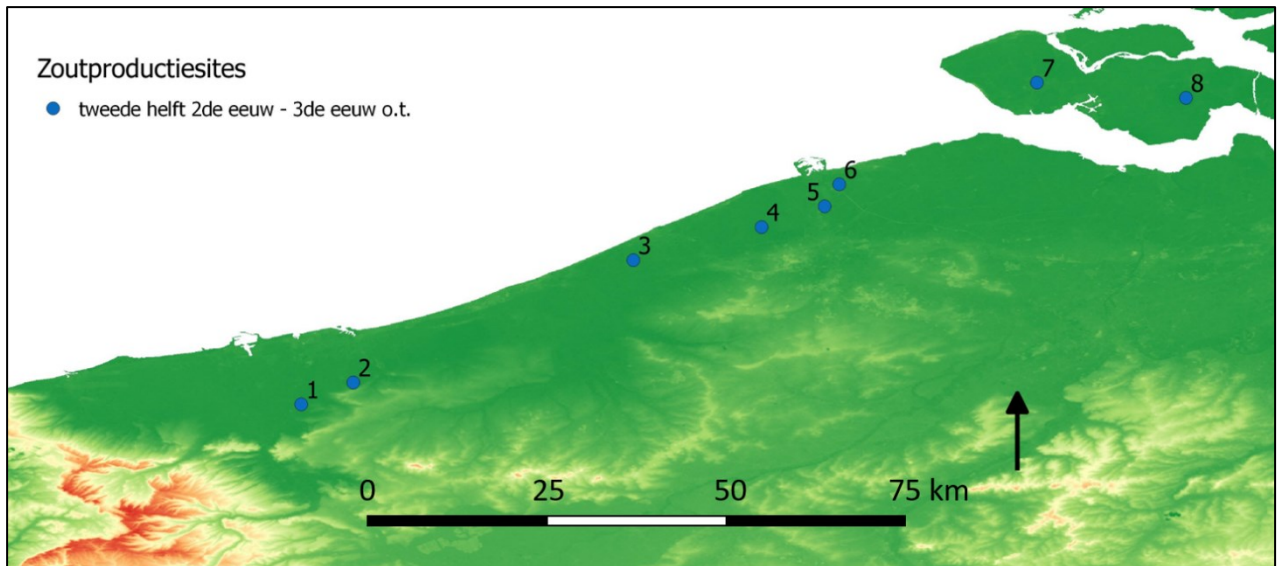
Figuur 41. Samenvattende tabel met vermelding van de aangetroffen structuren en vondsten per vindplaats (X= geïdentificeerd op de site, ?= vermoedelijke en afgeleide elementen).



Figuur 42. Overzichtskaart van de zoutproductiesites in de ijzertijd met 1) Bray-Dunes, 2) De Panne, 3) Veurne-Stabelincksleed, 4) Brugge-Fort Lapin.



Figuur 43. Overzichtskaart van de zoutproductiesites gedurende de eerste tot en met de eerste helft van de tweede eeuw met 1) Looberghe: B 1473, 2) Pitgam-Schulleveldt, 3) Steene, 4) Houtave, 5) Regio Zeebrugge-Dudzele: Boudewijnkanaal, Zonnebloemweg en Geuldepot, 6) Koudekerke: Meijnersweg en Breeweg, 7) Ritthem I en II.



Figuur 44. Overzichtskaart van de zoutproductiesites gedurende de tweede helft van de tweede eeuw tot en met de derde eeuw met 1) Looberghe: Chemin de la mairie, Route de Berques en Rue de Cassel, 2) Steene, 3) Leffinge-Zwarteweg, 4) Houtave, 5) Regio Dudzele- Zeebrugge: Boudewijnkanaal, Zonnebloemweg en Prospectievondsten achterhaven, 13) Ramskapelle-Heistlaan, 15) Middelburg: Kruitmolenlaan, Oude Vlissingeweg en Mortiere, 17) 's Heerabtskerke.

HOOFDSTUK 10

ANALYSE VAN HET BRIQUETAGEMATERIAAL

10.1 Inleiding

Dit hoofdstuk omvat de materiaalstudie van het briquetage-aardewerk van een aantal sites uit de regio Zeebrugge-Dudzele. Deze studie is ten dele bedoeld om een regionaal referentiekader voor het briquetage-aardewerk in de *civitas Menapiorum* samen te stellen. Aangezien momenteel weinig informatie gekend is over deze materiaalcategorie in deze regio, werden volgende onderzoeksvragen geformuleerd: ‘Welke briquetage-elementen kunnen worden onderscheiden?’, ‘Welke baksels kunnen worden geïdentificeerd’, ‘Kan er een typologie worden opgesteld voor de aanwezige randen en bodems en kan deze typologie gekoppeld worden aan bepaalde containervormen?’, ‘Welke ondersteunende elementen waren er op de sites aanwezig en kan hier eveneens een typologie voor worden opgesteld’ en ‘Zijn er verschillen merkbaar in de briquetage-ensembles van de verschillende sites en hoe kunnen deze verklaard worden?’. Deze onderzoeksvragen zijn gericht op het ontwikkelen van een regionaal referentiekader, waardoor gekozen werd om vooral vrij algemene onderzoeksvragen te behandelen. De ontworpen typologie zal – waar mogelijk – afgetoetst worden aan bestaand referentiemateriaal teneinde het briquetagemateriaal van de *civitas Menapiorum* te integreren in de bredere discussie omtrent de zoutproductie in de Romeinse periode.

Voor deze studie werd het briquetagemateriaal van zeven sites uit de regio Zeebrugge-Dudzele bestudeerd: het Geuldepot (Zeebrugge achterhaven), Donk 1 (Zeebrugge achterhaven), Dudzele Zonnebloemweg, Dudzele Distrigas 1992, Dudzele Boudewijnkanaal, Prospectievondsten achterhaven en Ramskapelle Heistlaan. Voor een uitgebreide beschrijving van de aard van deze vindplaatsen, met uitzondering van Dudzele Distrigas 1992, wordt verwezen naar hoofdstuk 9. De vindplaats Dudzele Distrigas 1992 werd niet in het siteoverzicht van hoofdstuk 9 opgenomen, omdat zowel de aard van de vindplaats als de locatie niet is gekend. Het briquetagemateriaal kwam echter toevallig aan het licht tijdens het verzamelen van het overige materiaal in het depot van Raakvlak waardoor werd beslist dit

materiaal in de studie te incorporeren. De registratietabel (appendix 1) werd samen met de vondstcatalogus (appendix 3), alle tekeningen en extra foto's (appendix 4) digitaal aan dit werk toegevoegd.

10.2 Kritische beschouwing van het vondstmateriaal

Vooraleer uitgebreid wordt ingegaan op de gehanteerde methodologie, de opgestelde typologie en de bijhorende resultaten, moeten enkele kritische bemerkingen omtrent het vondstmateriaal naar voren worden geschoven, aangezien deze de resultaten van het onderzoek kunnen beïnvloeden.

In de eerste plaats is nog geen regionaal referentiekader voor het briquetage-aardewerk voorhanden. P. van den Broeke (1986; 2007; 2012) is de enige auteur die het briquetagemateriaal van de Lage Landen uitvoerig bestudeert. Zijn onderzoek spitste zich voorlopig vooral toe op de ijzertijd en zijn zoutcontainertypologie was voornamelijk gebaseerd op de inlandse site van Oss-Ussen (van den Broeke 2012, 159-180). Zijn observaties kunnen met andere woorden niet zomaar geëxtrapoleerd worden naar de Romeinse productiesites in de kustvlakte. Hetzelfde geldt voor het briquetagemateriaal uit Franse en Engelse publicaties. Het ontbreken van lokaal referentiemateriaal bracht wel een zekere uitdaging met zich mee en zal wellicht de bekomen resultaten kleuren.

Een tweede aandachtspunt is de aard en de datering van de bestudeerde sites. Het vondstmateriaal van slechts drie sites (het Geuldepot, Donk 1 en Dudzele Zonnebloemweg) bevond zich *in situ*, waarvan enkel Donk 1 en Dudzele Zonnebloemweg beschouwd kunnen worden als volwaardige opgravingen met contextgegevens (Patrouille 2013; Verwerft et al. 2014). Het materiaal van het Geuldepot was afkomstig van enkele geografisch geclusterde materiaalconcentraties en werd gedeeltelijk tijdens prospecties en gedeeltelijk tijdens opgravingen gerecupereerd. Deze 'opgravingen' waren echter gericht op het recupereren van artefacten, waarbij observaties omtrent contextgegevens weinig tot niet aan bod kwamen. Daarnaast wees Patrouille er zelf op dat het materiaal slechts oppervlakkig kon worden ingezameld en de bulldozer veel vondsten verwijderd had (Patrouille 2013, 26, 40-42). Hierdoor kon de exacte aard en de omvang van het Geuldepot niet volledig worden gevat. Doordat het briquetagemateriaal in combinatie met ander aardewerk voorkwam, was voor deze sites wel een relatief fijne datering voorhanden (cfr. 9.2.7).

Het briquetagemateriaal van Ramskapelle Heistlaan en Dudzele Boudewijnkanaal werd *ex situ* ingezameld tijdens kleine werkzaamheden waardoor weinig tot geen contextgegevens beschikbaar zijn. Bovendien bestond het vondstensemble van deze sites louter uit briquetagemateriaal zonder ander diagnostisch aardewerk. Om deze reden konden de sites slechts ruim gedateerd worden (cfr. 9.2.7) (Hillewaert, Hollevoet 1986a, 144; 1986b, 109; 1987, 16; Hollevoet 1988, 169). Het vondstmateriaal verzameld tijdens de veldprospecties van de Zeebrugse achterhaven heeft logischerwijs geen stratigrafische context en was eveneens slecht dateerbaar (cfr. 9.2.7). Over de vindplaats Dudzele Distrigas 1992 is ten slotte, met uitzondering van het briquetage-aardewerk, niks gekend. Zoals uit bovenstaande beschrijving blijkt, zijn de vondstomstandigheden van de bestudeerde sites enorm verschillend, wat een vergelijking tussen verschillende sites bemoeilijkte. Het ontbreken van een gefundeerde datering voor vier vindplaatsen zorgt er ook voor dat uitspraken omtrent de chronologie van het briquetage-aardewerk met de nodige voorzichtigheid moeten gebeuren.

Een derde punt heeft betrekking tot de fragmentatie van het briquetage-aardewerk. Zowel de zoutcontainers als de ondersteunende elementen waren enorm gefragmenteerd en dit bracht gevolgen met zich mee tijdens de interpretatie. Zo zijn van de containers geen volledige wandprofielen bewaard gebleven waardoor de hoogte van de containers nooit kon worden vastgesteld. Tevens waren de bewaarde bodemfragmenten vaak te klein om de bodemdiameter met zekerheid te bepalen. Aan de hand van de fragmenten in de dataset was het bijgevolg moeilijk om gefundeerde uitspraken te verrichten over de aanwezige containervormen, aangezien altijd een zekere twijfel rijst over hoe het profiel zich verderzet. Gelijkaardige argumenten kunnen naar voor worden geschoven voor de aanwezige pijlerfragmenten. Doordat geen enkel compleet exemplaar in het studiegebied voorkwam, was het moeilijk de exacte dimensies van de pijlers in te schatten. Hoewel de fragmenten vormelijke verschillen vertoonden, moeten uitspraken inzake de precieze vorm behoedzaam gebeuren daar de vormevolutie moeilijk uit een fragment afleidbaar is.

Daarnaast verliep de identificatie van de randen in de dataset bijzonder stroef. Dit was te wijten aan de vormgeving van de randen evenals aan de porositeit van de baksels. De randen waren net als de rest van de containers handgevormd, wat niet altijd resulteerde in een distinctieve doelbewuste rand. Door de porositeit van het baksel hadden de scherven bovendien meer te kampen met erosie waardoor alle aanwezige breuken een afgerond uitzicht

kregen. De combinatie van deze beide factoren was nefast voor de identificatie van randen in het vondstensemble.

10.3 Methodologie van dit onderzoek

Aangezien een uitvoerige analyse van het briquetagemateriaal op productiesites in de Lage Landen nog nooit plaatsvond en bijgevolg geen bestaande methodologie kon worden gevolgd, was het noodzakelijk om de verschillende stappen van de werkwijze toe te lichten en waar nodig te verantwoorden.

10.3.1 Indeling van het briquetagemateriaal in categorieën en subcategorieën

Nadat het vondstmateriaal van de verschillende sites was verzameld, werd eerst het briquetagemateriaal van het overige aardewerk gescheiden. Vervolgens werd het briquetage-aardewerk opgedeeld in vier categorieën: zoutcontainers, ondersteunende elementen, structureel materiaal en ondetmineerbare elementen (cfr. 8.2.4) Deze groepen bevatten op hun beurt een variëteit aan componenten, welke verder werden toegewezen aan verschillende subcategorieën. Een overzicht van de in de literatuur voorkomende categorieën en subcategorieën kwam reeds in hoofdstuk 8 aan bod, waardoor deze hier niet zullen worden herhaald (cfr. 8.2.4). Toch is het belangrijk te vermelden dat de publicaties van Lane en Morris (2001), Poole (2012) en Fawn et al. (1990) een leidraad vormden tijdens deze studie. Voornamelijk hun duidelijke foto's en tekeningen waren een extra hulpmiddel om de objecten te herkennen, te beschrijven en af te beelden.

Op het niveau van de subcategorieën werden in dit onderzoek containerranden, -bodems, -wanden, pijlerfragmenten, stabilisatoren en ondetmineerbaar materiaal onderscheiden. De categorie 'ondetmineerbaar materiaal' bestond uit sterk gefragmenteerde scherven die enorme schade hadden geleden door erosie. Deze briquetagefragmenten hadden vaak een afgerond uitzicht en konden bijgevolg niet met zekerheid aan een welbepaalde categorie worden toegeschreven. Door de fragmentaire aard van het materiaal kwamen eveneens veel kleine scherven voor. Aangezien enorm kleine fragmenten nietszeggend zijn, werden scherven kleiner dan 1 cm² niet in deze studie opgenomen.

10.3.2 Indeling van het briquetagemateriaal in bakselgroepen

Een volgende stap in het onderzoek bestond uit het opdelen van de verschillende vormelijke subcategorieën in bakselgroepen. Gezien de omvang van de dataset gebeurde een eerste indeling op basis van zichtbare macroscopische kenmerken. Vervolgens werd van elke geïdentificeerde bakselgroep in elke subcategorie een blinde steekproef genomen om te bestuderen onder de microscoop. In dit onderzoek werd gewerkt met een Olympus Stereomicroscoop met een SC 100 digitale camera. De grootte van de steekproef varieerde naargelang de grootte van de subcategorie en de algemene vertrouwdheid met de bakselgroep. Concreet betekende dit dat de steekproef minimum 10 à 15% en maximum 30 à 35% van de subcategorie bedroeg. Enkel in het begin werden steekproeven van ongeveer 35% genomen om een zekere vertrouwdheid met de baksels op te bouwen.

Aan de hand van deze microscopische studie werden de bakselgroepen verder verfijnd en indien nodig bijgestuurd. Een tussentijdse kostenbatenanalyse van de macroscopische en de microscopische indeling toonde aan dat de grootte van de steekproef kon worden teruggeschoefd tot 20%, aangezien de meeste scherven na verloop van tijd goed macroscopisch waren toe te wijzen aan de desbetreffende bakselgroep. Twijfelgevallen werden wel stevast onder de microscoop bekeken om ze telkens aan de goede groep te kunnen toekennen. Ten slotte werden de baksels beschreven aan de hand van volgende criteria: oppervlaktekleur, kernkleur, homogeniteit/heterogeniteit van het baksel, bakselstructuur, aanwezige inclusies en hardheid van het baksel.

10.3.2.1 Oppervlaktekleur – Kernkleur – Homogeniteit/Heterogeniteit

De categorieën ‘oppervlaktekleur’ en ‘kernkleur’ beschrijven precies wat de term zegt, namelijk de kleur van respectievelijk de buitenkant en de binnenkant van het aardewerkfragment. De kleuren konden binnenin één baksel of één fragment echter sterk variëren. Er werd dan ook geopteerd om te werken met meerdere kleurentinten om deze variatie te vatten. De homogeniteit of heterogeniteit van het baksel slaat, tenzij anders vermeld, op de menging van het moedermateriaal. Zo kan een heterogeen baksel bijvoorbeeld lenzen bevatten terwijl in een homogeen baksel geen gelaagdheid of aanverwanten observeerbaar zijn.

10.3.2.2 Bakselstructuur

Deze categorie beschrijft de structuur van het baksel en meer specifiek hoe de inclusies hierin gesorteerd waren. De structuur en de sortering zijn nauw verbonden met de aard en grootte van de aanwezige inclusies. Daarnaast was dit ook een indicatie voor de tijd en moeite die de zoutzieders besteedden aan de voorbereiding van de klei. De gekozen indeling werd gedeeltelijk overgenomen uit Orton, Tyers, Vince (1993, 239).

(1) Bakselstructuur:

- Slecht tot heel slecht gestructureerd
- Matig gestructureerd
- Goed tot heel goed gestructureerd

10.3.2.3 Inclusies

Vaak waren de aanwezige inclusies het kenmerkende element om bakselgroepen te onderscheiden. Deze inclusies konden natuurlijk voorkomen in de klei of bewust toegevoegd zijn teneinde de werkbaarheid van de klei te verhogen. Wanneer materiaal bewust aan de klei werd toegevoegd, werd dit in de literatuur bestempeld als ‘verschraling’ (Rye 1981, 31; Orton, Tyers, Vince 1993, 70-71). De aard van de inclusies werden op verschillende manieren geregistreerd:

(1) Aard van de inclusies: organisch materiaal, mineralen (kwarts, veldspaten), chamotte ...

(2) Grootte van de inclusies¹⁴

- Zeer fijn (< 0,1 mm)
- Fijn (0,1 – 0,25 mm)
- Medium grof (0,25 – 0,5 mm)
- Grof (0,5 – 1 mm)

(3) Vorm van de inclusies¹⁵

- Afgerond
- Hoekig
- Langwerpig

(4) Kleur van de inclusies

¹⁴ Deels gebaseerd op de classificatie van Orton, Tyers, Vince (1993, 240).

¹⁵ Gebaseerd op de classificatie van Orton, Tyers, Vince (1993, 239-240).

(5) Percentage aan inclusies ten opzichte van het oppervlak¹⁶

- Zeer weinig (< 10%)
- Weinig (10 – 20%)
- Matig (20 – 30 %)
- Dicht (30 – 40%)
- Zeer dicht (> 40%)

10.3.2.4 Hardheid

De hardheid van een baksel werd hoofdzakelijk bepaald door de bakkingstemperatuur en door de samenstelling van de klei. De hardheid kon worden ingedeeld in vier categorieën.

(1) Hardheid van het baksel:

- Zeer zacht: poederig baksel, inkrasbaar met een vingernagel, eenvoudig te verpulveren
- Zacht: inkrasbaar met een vingernagel, eenvoudig om een scherf in twee te breken
- Matig hard: niet inkrasbaar met een vingernagel, enige kracht (met behulp van een tang) is vereist om een scherf in twee te breken
- Hard: niet inkrasbaar met een vingernagel, zeer veel moeite is nodig om een scherf in twee te breken

10.3.3 Indeling van het briquetagemateriaal in typologische groepen

Na de verdeling in bakselgroepen werd elk fragment aan een typologische groep toegewezen. Aangezien nog geen regionaal referentiekader voor zoutproductiesites in de *civitas Menapiorum* voorhanden was, werd een nieuwe typologie voor de subcategorieën (containerbodems, -randen, -wanden, pijlers en stabilisatoren) in het leven geroepen. Deze typologie kon vervolgens worden afgetoetst aan bestaande typologieën uit andere onderzoeksregio's. Een gedetailleerde beschrijving van de typologische groepen komt nog aan bod (cfr. 10.5-6).

¹⁶ Gedeeltelijk gebaseerd op de indeling van Orton, Tyers, Vince (1993, 238), waarbij de grenzen van de categorieën binnen een bakselgroep wel in elkaar kunnen overvloeien.

10.3.4 Registratie van het briquetagemateriaal

Een volgende stap in het onderzoek bestond uit het registreren van het vondstmateriaal zelf. Deze registratie gebeurde aan de hand van een Exceltabel waarin per vondstcategorie een aantal eigenschappen werden beschreven. De velden met algemene informatie werden voor elke record ingevuld: site, context en registratienummer (fig. 45a). Met uitzondering van het onbepaald materiaal werden vervolgens de vondstcategorie, de subcategorie, de typologische groep, de bakselcode, het aantal fragmenten en het gewicht vermeld. Wanneer van toepassing, konden opmerkingen en/of een tekeningnummer en plaatnummer worden toegevoegd.

Er werd gekozen om in deze dataset te werken met registratienummers in plaats van met scherfnummers. Gezien de weinige diagnostische kenmerken werden wandscherven immers vaak als groep geregistreerd om het aantal records in de databank te beperken. Eén record stemde met andere woorden niet automatisch overeen met één scherf. De categorie betrof één van de vier grote groepen: container, ondersteunende elementen, structureel materiaal of onbepaald (indet.). In de subcategorie werd vervolgens de exacte aard van het fragment gespecificeerd: bodem, rand, wand, pijler, stabilisator... De typologische groep beschreef het specifieke vormtype binnen de subcategorie, terwijl de bakselcode logischerwijs de bakselgroep aangaf. Als kwantificatiemethode werd bewust gekozen om te werken met aantallen en gewicht en niet met het Minimum Aantal Individuen (MAI). De MAI-telling werkt immers met de diagnostische fragmenten (randen en bodems) en geeft de onderzoeker een indicatie van het aantal aanwezige individuen in een groep. Aangezien de zoutcontainers enorm gefragmenteerd waren en omdat hun exacte dimensies slecht bepaald konden worden, was het moeilijk een inschatting te maken van de exacte overeenkomst tussen de telling van de diagnostische stukken en het werkelijke aantal individuen. Momenteel is nog te weinig geweten over zoutcontainers en hun transport om via MAI gedegen uitspraken te doen over de aanwezige individuen op de site.

De records van de zoutcontainers werden bovendien aangevuld met enkele extra velden, namelijk de wanddikte en – in het geval van bodemfragmenten – de bewaarde hoogte en breedte van het fragment (fig. 45b). Om de interpretatie te vereenvoudigen werd de wanddikte opgedeeld in vijf categorieën, gebaseerd op de diktecategorieën van P. van den Broeke (2012, 161-162) en A. Crosby (2001, 122-125).

(1) Wanddikte:

- Klasse 1 (< 6 mm)
- Klasse 2 (6,1 – 9 mm)
- Klasse 3 (9,1 – 12 mm)
- Klasse 4 (12,1 – 15 mm)
- Klasse 5 (> 15 mm)

Uitzonderlijk werden groeven of holtes op de containerfragmenten geobserveerd. De aanwezigheid hiervan werd eveneens in een apart veld geregistreerd, evenals de bewaarde lengte en breedte van de groef of de diameter van de holte (fig. 45e).

Voor de ondersteunende elementen waren andere attributen noodzakelijk om bijkomende informatie te registreren. Er werden daarom velden aangemaakt voor de bewaarde hoogte, lengte, breedte en doorsnede van de pijlerfragmenten (fig. 45c-d).

(a)

	A	B	C	D	E
1	ALGEMEEN				
2	SITE	CONTEXT	REGISTRATIENUMMER	AANTAL	GEWICHT (g)
432	Geuldepot	Romeins 1	ZBR1/86	3	6.52
433	Geuldepot	Romeins 1	ZBR1/87	1	5.52
434	Geuldepot	Romeins 1	ZBR1/88	5	8.48
435	Geuldepot	Romeins 1	ZBR1/89	7	16.82

(b)

	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	TYPOLOGIE			BAKSEL	BODEM			CONTAINER	
2	CATEGORIE	SUBCATEGORIE	TYPE		HOOGTE (mm)	LENGTE (mm)	RECHT/GEBOGEN	TYPE CONTAINER	WANDDIKTE
4	Container	Wand	W1	Ba2A					Klasse 3
36	Container	Bodem	B1A	Ba1A	16	14	RECHT	C1A	Klasse 1
46	Container	Rand	R2	Ba3					Klasse 1
182	Container	Bodem	B2B	Ba3	25	13	GEBOGEN	C3B	Klasse 2

(c)

	F	G	H	I	O	P	Q	R
1	TYPOLOGIE			BAKSEL	PIJLER			
2	CATEGORIE	SUBCATEGORIE	TYPE		HOOGTE (mm)	LENGTE (mm)	BREEDTE (mm)	DOORSNEDE
231	Support	Pijler	P1	Ba3	36	36	26	Vierkant/rechthoekig
234	Support	Pijler	P3	Ba1B	33	36		Cirkel
465	Support	Pijler	P2	Ba1B	60	32	24	

(d)

	F	G	H	I	S	T	U	V
1	TYPOLOGIE			BAKSEL	STABILISATOR			
2	CATEGORIE	SUBCATEGORIE	TYPE		UITSTEKENDE RECHTHOEK	INDRUK	LENGTE (mm)	BREEDTE (mm)
988	Support	Stabilisator	Stab1	Ba1A		JA	10	9
996	Support	Stabilisator	Stab2	Ba3	JA		15	5
998	Support	Stabilisator	Stab3	Ba3		JA	11	12

(e)

	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	UITZICHT						
2	HOLTE	DIAMETER	GROEVE	COMPLEET	LENGTE (mm)	BREEDTE (mm)	VERSINTERING
146			JA	NEE	13	2	
234							JA
509			JA	JA	7	2	
792	JA		8				

Figuur 45. Voorbeeld van de registratie in de databank.

10.3.5 Afbeelden van het briquetagemateriaal

Naast een gedetailleerde omschrijving van de vormenschat en de baksels, worden in dit werkstuk ook zo veel mogelijk fragmenten afgebeeld. Toekomstige onderzoekers zullen dan ook kunnen terugvallen op een uitgebreid referentiekader met verduidelijkende tekeningen en foto's. Van elke site werden alle bodems en randen – met uitzondering van de meer fragmentarische stukken – getekend op millimeterpapier en daarna gedigitaliseerd. Wanneer de diameter van het fragment bepaald kon worden, werd de tekening gespiegeld. Dit werd gevisualiseerd aan de hand van een volle verticale lijn als symmetrieas met dezelfde lengte als de bewaarde hoogte van het fragment. Daarnaast werd geopteerd om de horizontale lijn grotendeels in stippenlijn weer te geven aangezien de diameter nooit volledig was bewaard. Aangezien het briquetage-aardewerk behoorde tot het handgevormde aardewerk, werd geopteerd om de profielen niet op te vullen in zwart. Op de platen (appendix 4) werden de fragmenten zodanig geplaatst dat de typologische groepen meteen in het oog springen. Om het verschil tussen deze groepen extra te verduidelijken, werden sporadisch één of twee foto's (een bovenaanzicht en/of een vooraanzicht) naast de desbetreffende scherf gemonteerd. Iedere tekening werd overigens vergezeld van een nummer verwijzend naar de begeleidende catalogus met extra informatie over de fragmenten. Door de fragmentarische aard, en dus kleine afmetingen, van het materiaal werden alle tekeningen op ware grootte afgebeeld (en niet herschaald) zodat alle details duidelijk bleven.

De ondersteunende elementen werden niet getekend, maar enkel gefotografeerd en in platen samengevoegd. Dit was een weloverwogen keuze aangezien de foto's meer details kunnen overbrengen dan op een tekening kunnen worden weergegeven. Daarnaast werden verschillende foto's van groeven eveneens opgenomen in de reeks platen teneinde de variëteit hiertussen te illustreren.

10.4 Beschrijving van de baksels

De bakselanalyse van de fragmenten resulteerde in de identificatie van zes baksels binnenin vier grote groepen. Deze bakselgroepen werden voornamelijk onderscheiden op basis van de inclusies die natuurlijk voorkwamen in de klei of die bewust door de zoutzieders werden toegevoegd (verschraling). Enkele bakselgroepen werden op hun beurt opgedeeld in een A- en

B-variant naargelang de hoeveelheid organische verschraling en de hoeveelheid kwartskorrels. Figuur 47 geldt als samenvattende tabel van de bakselbeschrijvingen.

10.4.1 Baksel 1A (Ba1A)

Baksel 1A (fig. 46) bestond uit een zeer slecht gestructureerde heterogene matrix met vermoedelijk een lager kleigehalte en een hoger siltgehalte¹⁷. Daarnaast bevatte dit baksel zeer veel inclusies, die gedomineerd werden door vegetale elementen. Deze brandden tijdens de bakking uit, wat resulteerde in een baksel met een variërende hoeveelheid poriën die zeer dicht verspreid waren. Het voorkomen van langwerpige poriën tezamen met kleine cirkelvormige tot onregelmatige holtes wees op een verschraling met zowel grof als fijner vegetaal materiaal. Dit baksel bevatte ook heel sporadisch minerale inclusies onder de vorm van zeer fijne afgeronde kwartskorrels. Deze kwartskorrels zijn hoogstwaarschijnlijk eigen aan de kleimatrix en waren dus niet bewust door de zoutzieders toegevoegd. De aanwezigheid van mineralen bleef wel uitzonderlijk, aangezien onder een vergroting van x40 meestal geen mineralen zichtbaar waren. De kleur van de kern varieerde tussen wit en grijs, terwijl de oppervlaktekleur schommelde tussen witgele en licht geeloranje tinten, hoewel grijzere tinten eveneens voorkwamen. Dit baksel voelde zeer zacht en enorm poederig aan en dit witte poeder werd eerst als kalkrijk aanzien. Een test met HCl leverde echter een negatief resultaat op. Dit bakseltype kende overigens toch wel een zekere variëteit naargelang de hoeveelheid vegetale verschraling en de aanwezige kleurschakeringen.

10.4.2 Baksel 1B (Ba1B)

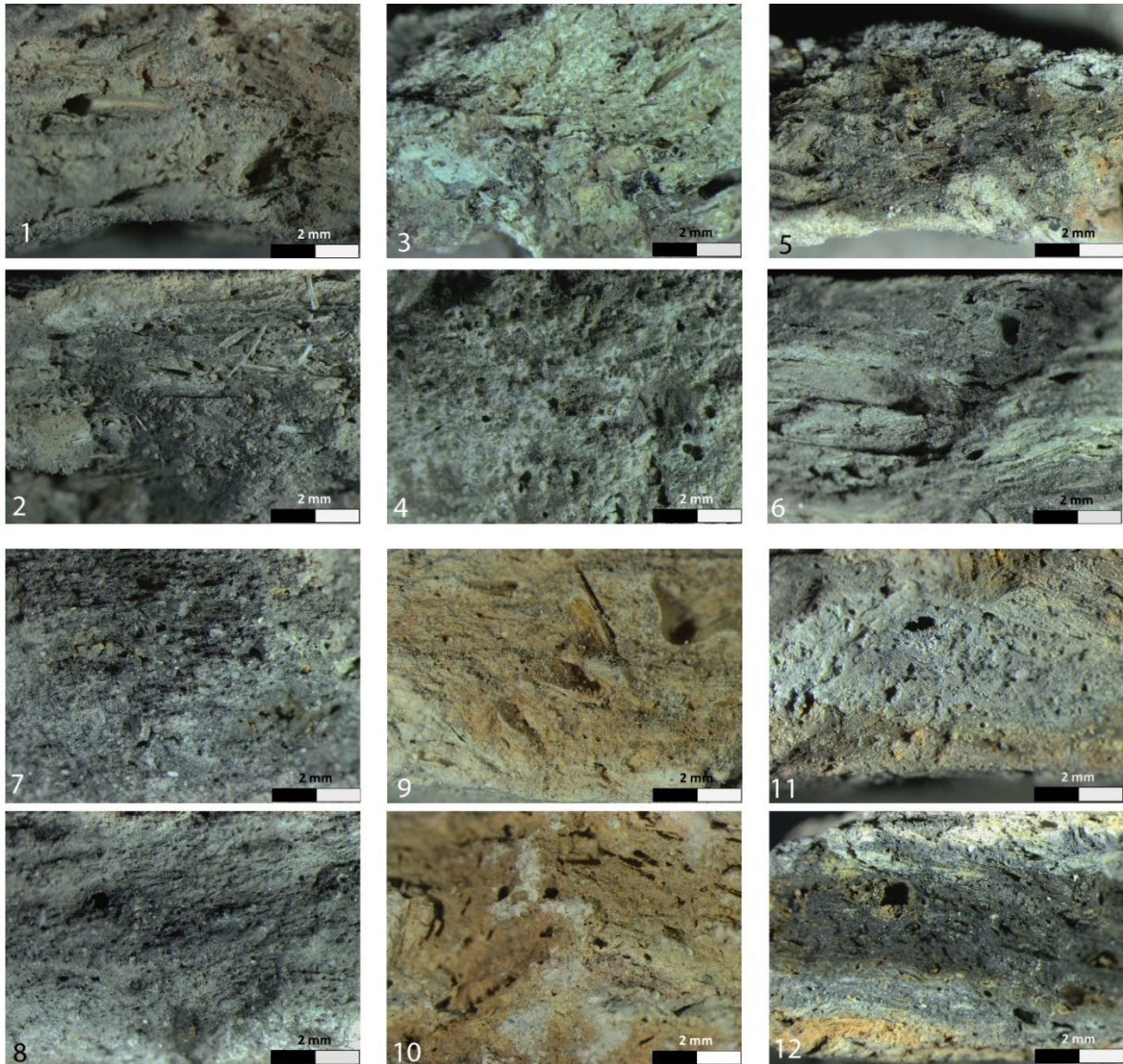
Baksel 1B (fig. 46) is een variant op baksel 1A en bestond uit een slecht gestructureerde kleiige matrix met inclusies. Dit baksel was hoofdzakelijk met fijn vegetaal materiaal verschaald, wat resulteerde in kleine holtes met een variërende vorm. Deze verschraling kwam net als in baksel 1A dicht verspreid doorheen heel het baksel voor. Daarnaast bevatte dit baksel in tegenstelling tot 1A meer minerale inclusies, namelijk medium grove tot grove afgeronde kwartkorrels dicht verspreid over heel het baksel. De kern had eerder een witte kleur en was matig hard. Het zandiger karakter lijkt te suggereren dat hier misschien bewust zeezand door de zoutzieders werd toegevoegd om het baksel te versterken (cfr. 10.4.7).

¹⁷ De term silt verwijst hier naar de grondsoort en niet naar de textuurklasse

10.4.3 Baksel 2A (Ba2A)

Baksel 2A (fig. 46) bestond uit een slecht gestructureerde kleirijke matrix met vrij veel inclusies en een gelaagd heterogeen uitzicht. De inclusies werden gedomineerd door vegetale verschraling, welke uitbrandde tijdens de bakking en dit resulteerde in een baksel met een variërende hoeveelheid poriën. Deze verschraling bestond voornamelijk uit fijn en in mindere mate uit grof vegetaal materiaal. Dit resulteerde in kleine holtes met een variërende vorm die matig tot dicht verspreid waren doorheen heel het baksel. Fijne tot medium grove afgeronde kwartskorrels konden worden herkend als minerale inclusies. Deze kwartskorrels waren hoogstwaarschijnlijk eigen aan de kleimatrix en werden dus niet bewust onder de vorm van zand door de zoutzieders toegevoegd (cfr. 10.4.7). De kwartskorrels waren matig dicht verspreid door heel het baksel. Binnenin de kern was een kleurgelaagdheid merkbaar waarbij lenzen met een verschillende samenstelling elkaar afwisselden. Op deze manier wisselden bijvoorbeeld iets dikkere lagen met grotere kwartskorrels en een blekere tint grijs af met dunnere bandjes bestaande uit kleinere kwartskorrels met een donker grijze kleur. Door het gevlekte karakter van de kern, werd dit als een baksel met een heterogeen uitzicht beschouwd.

Een grijzere kernkleur wordt meestal in verband gebracht met reducerende bakomstandigheden. Er zijn echter sterke vermoedens dat de donkere kleur hier afkomstig is van bepaalde zeer fijne donkere mineralen aanwezig in de kleimatrix zoals mangaanoxide, biotiet enzoverder. Dit kan echter enkel bevestigd worden door het analyseren van slijpplaatjes van deze klei (pers. comm. J. Mikkelsen). Reducerende bakomstandigheden lijken nogal onwaarschijnlijk aangezien dit een zuurstofarme bakking suggereert. Hoe de zoutzieders deze bakomstandigheden zouden bekomen hebben, is onduidelijk. Tijdens het zoutverdampingsproces was immers zeker voldoende zuurstof aanwezig, omdat de haarden bovenaan niet waren afgesloten (cfr. 8.2.3). De oppervlaktekleur varieerde van grijze naar witgeel-oranje tinten. De hardheid verschilde van scherf tot scherf maar was eerder zacht en sporadisch matig hard. De test met HCl was negatief voor kalkresten. Binnenin dit bakseltype was bovendien een zekere variëteit merkbaar naargelang de hoeveelheid vegetale verschraling, de hoeveelheid kwarts en de waargenomen kleurverschillen.



Figuur 46. Baksselfoto's onder vergroting x85 met 1-2) Ba1A, 3-4) Ba1B, 5-6) Ba2A, 7-8) Ba2B, 9-10) Ba3, 11-12) Ba4.

10.4.4 Baksel 2B (Ba2B)

Baksel 2B (fig. 46) is een variant van baksel 2A met een slecht gestructureerde zeer kleirijke matrix. In dit baksel werden twee soorten inclusies geïdentificeerd: vegetale verschraling en minerale kwartskorrels. De vegetale verschraling bestond uit zeer fijn materiaal en resulteerde in kleine holtes met variërende vorm, die weinig dicht verspreid waren in het baksel. De afgeronde kwartskorrels waren fijn tot medium grof en waren dicht verspreid in het baksel. De kleur van de kern was heterogeen: een zekere kleurgelaagdheid was merkbaar door de afwisseling van lenzen met een verschillende samenstelling. Donkergrijze lagen met iets verschillende mineralogische samenstelling werden afgewisseld met lichtgrijze lagen met grotere kwartskorrels. De grijze kleur wordt – net zoals bij baksel 2A – verklaard door zeer

fijne donkere mineralen in de kleimatrix. De oppervlaktekleur varieerde van grijze tot witgeel-oranje tinten en alle scherven waren matig hard. Dit baksel testte eveneens negatief met HCl. Binnenin dit bakseltype was eveneens een zekere variëteit merkbaar naargelang de hoeveelheid vegetale verschraling, de hoeveelheid kwartskorrels en de aanwezige kleurschakeringen.

10.4.5 Baksel 3 (Ba3)

Baksel 3 (fig. 46) bestond uit een kleimatrix met vrij veel inclusies en een sterke zandige component. Dit baksel was eerder homogeen, wat een goede menging van de klei suggereert. De inclusies kunnen opgedeeld worden in kwartskorrels en vegetale verschraling. Laatstgenoemde brandde uit tijdens de bakking en resulteerde in een baksel met een variërende hoeveelheid poriën. Deze verschraling bestond hier voornamelijk uit fijn en in mindere mate uit grof vegetaal materiaal. Het uitzicht van het baksel werd dan ook gedomineerd door kleine holtes van variërende vorm met sporadisch enkele langwerpige exemplaren. De waarneembaarheid van de poriën varieerde sterk naargelang de manier waarop een verse breuk werd gemaakt. Dit kan verklaard worden door de oriëntatie van de verschralingselementen in de klei en hoe deze werden doorsneden in de breuk. Dit creëerde een visueel effect wat kon leiden tot de misvatting dat het baksel meer of minder was verschaald. In werkelijkheid werden de scherven echter met een gelijkaardige hoeveelheid plantaardig materiaal verschaald. Daarnaast is het belangrijk om op te merken dat binnenin één scherf de waargenomen hoeveelheid plantaardige poriën toch enigszins kon verschillen. De minerale inclusies waren gekenmerkt door medium grove tot grove afgeronde kwartskorrels, die dicht tot zeer dicht verspreid waren doorheen het baksel. Het is onduidelijk of deze kwartskorrels natuurlijk in de klei voorkwamen of bewust door de zoutzieders werden toegevoegd. De hoeveelheid kwartskorrels lijkt echter te wijzen op een bewuste zandverschraling, maar dit kan enkel bevestigd worden door een studie van de klei in zijn natuurlijk afzettingsmilieu. De kleur van de kern varieerde van geeloranje naar rood, wat de aanwezigheid van ijzeroxides aantoont. In de oppervlaktekleur domineerden de oranje-rode tinten, maar sporadisch kwamen ook grijzere tinten voor. Alle scherven waren zacht tot matig hard. Tot slot was de test met HCl negatief voor de aanwezigheid van kalk.

10.4.6 Baksel 4 (Ba4)

Baksel 4 (fig. 46) bestond uit een zeer slecht gestructureerde heterogene kleimatrix met vrij veel inclusies onder andere een zandige component. In dit baksel werden twee types inclusies in gelijke mate geïdentificeerd: vegetale verschraling en kwartskorrels. De vegetale verschraling bestond voornamelijk uit fijn materiaal en in mindere mate grof vegetaal materiaal. Dit resulteerde in dicht verspreide kleine holtes van variërende vorm en sporadisch vergezeld door langwerpige poriën. In baksel 4 werd eenzelfde bemerking gemaakt als bij baksel 3 over de waarneembaarheid van de poriën in functie van het breukvlak. De plantaardige verschraling werd hier dus ook in gelijke mate toegevoegd en verdeeld over de klei. De medium grove tot grove kwartskorrels waren afgerond en dicht verspreid doorheen het baksel. Het kwarts was hoogstwaarschijnlijk eigen aan de matrix en niet bewust onder de vorm van zand toegevoegd. Dit baksel had een grijzere kern geflankeerd door lagen met een meer oranje tint. Hieruit kon worden afgeleid dat zowel ijzeroxides als donkere mineralen zoals biotiet of mangaanoxide natuurlijk in de kleimatrix aanwezig waren. De oppervlaktekleur varieerde eveneens sterk van grijze tot oranje tinten. De hardheid verschilde van scherf tot scherf, maar was eerder zacht en sporadisch matig hard. De test met HCl was eveneens negatief in dit baksel.

	Ba1A	Ba1B	Ba2A	Ba2B	Ba3	Ba4
Kleur oppervlak	Witgeel – Licht Geeloranje	Wit-Grijs	Grijs-Witgeel-Oranje	Grijs – Witgeel-Oranje	Oranjerood / Grijs	Grijs – Oranje
Kleur kern	Wit – Grijs	Wit	Licht grijs + Donker grijs	Licht grijs + Donker grijs	Geeloranje – Rood	Grijs + Oranje
Homogene/ Heterogene matrix	Heterogeen	Homogeen	Heterogeen	Heterogeen	Homogeen	Heterogeen
Baksel-structuur	Zeer slecht	Slecht	Slecht	Slecht	Goed	Zeer slecht
Gelaagd uitzicht, al dan niet met lenzen	Nee	Nee	Ja	Ja	Nee	Ja
Aard inclusies	V (fijn + grof) > K (zeer fijn)	V (fijn) + K (medium grof – grof)	V (fijn > grof) > K (fijn – medium grof)	V (zeer fijn) < K (fijn – medium grof)	V (fijn > grof) < K (medium grof – grof)	V (fijn > grof) + K (medium grof – grof)
Dichtheid inclusies	V: Zeer dicht K: Zeer weinig	V: Dicht K: Dicht	V: Matig dicht – dicht K: Matig dicht	V: Weinig dicht K: Dicht	V: Matig dicht – dicht K: Zeer dicht	V: Dicht K: Dicht
Hardheid	Zeer zacht	Matig hard	Zacht – matig hard	Matig hard	Zacht – matig hard	Zacht – matig hard
Test HCl	Negatief	Negatief	Negatief	Negatief	Negatief	Negatief

Figuur 47. Samenvattende tabel van de baksels (>/< duidt de dominantie aan; + wijst op een gelijke verhouding; V: vegetaal en K: kwarts).

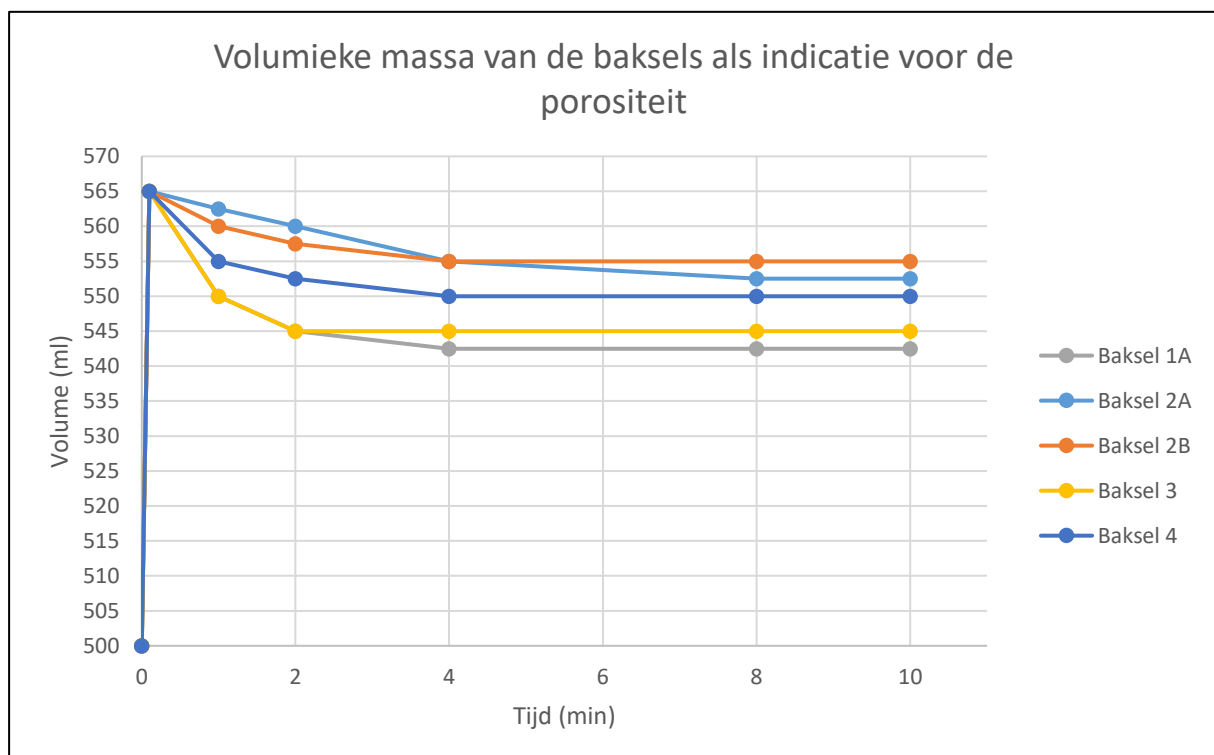
10.4.7 Bespreking van bakselgroepen

Hoewel bovenstaande bakselgroepen enigszins verschillen qua samenstelling en uitzicht, kwamen deze wel op alle bestudeerde sites voor in verschillende verhoudingen. Dit is niet verwonderlijk aangezien de bestudeerde sites sterk geografisch geclusterd waren en voor de productie van de briquetage-elementen steeds de lokale klei werd aangewend (Hathaway 2013, 165). Deze klei werd in de omgeving van de sites onder gelijkaardige omstandigheden afgezet, daar alle sites in de buurt van een getijdengeul waren ingepland (cfr. 9.2.7). De oevers van de getijdengeul behoorden tot het intertidaal gebied van de kustzone en werden tweemaal daags bij vloed overstroomd waarbij telkens een dunne laag sediment werd afgezet (Baeteman 2008, 19). Op deze manier werd een kleipakket gevormd waar laagjes sedimenten – met mogelijk een ietwat verschillende samenstelling – elkaar afwisselden. Deze gelaagdheid was onder andere in baksel 2 en 4 nog enigszins zichtbaar onder de vorm van lenzen met een licht verschillende samenstelling. Dit ging bijvoorbeeld om de afwisseling van lenzen met kleinere kwartskorrels en een donkergrijze kleur met dikkere lagen bestaande uit grotere kwartskorrels met een lichtere grijze tint. De werkelijke samenstelling van deze lagen kan echter enkel met behulp van slijpplaatjes worden achterhaald. Voor de productie van de briquetage-elementen werd dus hoogstwaarschijnlijk een klei aangewend die was afgezet aan de rand van een al dan niet functionerende getijdengeul. Deze zeeklei is normalerwijs zeer kalkrijk, maar in geen enkel baksel werden sporen van kalk teruggevonden. De testen met HCl waren overal negatief. Dit kan op twee manieren worden verklaard: enerzijds is het niet uitgesloten dat de briquetage-elementen werden geproduceerd uit een oude uitgeloopte kleiafzetting (pers. comm. J. Mikkelsen), anderzijds is het mogelijk dat de kalk uit de baksels ten gevolge van post-depositionele processen was uitgeloopt uit een recentere kleiafzetting. Hoe dan ook bewijst de macroscopisch zichtbare gelaagdheid in sommige baksels dat de zoutzieders relatief weinig tijd besteedden aan de voorbereiding van hun grondstof.

In de baksels werden slechts twee types inclusies waargenomen: vegetale toevoegingen en kwartskorrels. Het is onduidelijk of deze kwartskorrels natuurlijk voorkwamen in de klei of bewust door de zoutzieders werden bijgevoegd als vershraling om de klei werkbaarder te maken. Tijdens de bespreking van de baksels werd gesuggereerd dat enkel in baksel 1B en baksel 3 kwartskorrels bewust onder de vorm van zeezand werden toegevoegd. Deze hypothese steunt louter op de aanwezige hoeveelheid kwartskorrels in het baksel, hun dichte verspreiding en de homogene korrelgrootte. De aanwezigheid van lenzen van donkere

mineralen en kleine kwartskorrels afgewisseld met dikkere lagen met grotere kwartskorrels in baksel 2A, 2B en 4, suggereert eerder een natuurlijk voorkomen van kwartskorrels, waarvan de hoeveelheid en korrelgrootte werd bepaald door de afzettingssomstandigheden van de kleilaagjes.

Hoewel voor de vegetale inclusies eenzelfde bemerking kan worden gemaakt, wordt aangenomen dat deze wel bewust als verschraling door de zoutzieders werden toegevoegd. Dit bracht immers verschillende voordelen met zich mee. In de eerste plaats verbeterde deze verschraling de werkbaarheid en de plasticiteit van de klei waardoor de zoutcontainers eenvoudiger konden worden gevormd (Morris 2001a, 393). Ten tweede brandde deze verschraling tijdens het bakproces uit, wat resulteerde in zeer poreuze baksels. Deze porositeit zorgde ervoor dat het water tijdens de verhitting sneller verdampte waardoor minder brandstof moest worden aangewend. Daarnaast maakte de porositeit het baksel beter bestand tegen temperatuurschokken. Het briquetage-aardewerk was hierdoor minder vatbaar voor breuken en scheuren ten gevolge van de expansie of krimp van de klei bij plotselinge verhitting of afkoeling (van den Broeke 1986, 98; Morris 2001a, 393-394).



Figuur 48. Volumieke massa van de baksels als indicatie voor de porositeit.

De porositeit van de aanwezige baksels, met uitzondering van baksel 1B¹⁸, werd aan de hand van een klein experiment gevisualiseerd (fig. 48, 49). Tijdens dit experiment werd van elk baksel 100 gram wandscherven met dikteklasse 2 ondergedompeld in 500 ml water teneinde de volumieke massa per bakselgroep experimenteel te bepalen. De volumieke massa wordt gezien als een indicatie van de dichtheid van een stof. Deze dichtheid bepaalt hoeveel het water stijgt wanneer een stof in een gekende hoeveelheid water wordt ondergedompeld. Aangezien deze dichtheid uniek is voor elk materiaal, kan uit deze waarde de aard van het materiaal worden afgeleid. Het uitgevoerde experiment was echter enorm rudimentair en had niet als doel de werkelijke dichtheid van de stof te bepalen. Dit experiment werd enkel uitgevoerd om op een betrouwbaardere manier de porositeit van de baksels te vergelijken.

Uit figuur 48 kan worden afgeleid dat de volumieke massa van de baksels weinig verschilde wanneer ze net in het water werden ondergedompeld. Dit suggereert dat de dichtheid en bijgevolg ook de samenstelling van de baksels niet substantieel van elkaar afweek. Dit was niet geheel onverwacht aangezien voor elk baksel lokale klei werd gebruikt. De porositeit van de baksels zorgde er vervolgens voor dat de scherven water gingen opnemen. De snelheid waaraan dit gebeurde, was sterk afhankelijk van de grootte van de poriën. Baksel 1A en in mindere mate 2A en 3 waren verschaald met grover plantaardig materiaal, wat resulteerde in grotere poriën. Het was dan ook niet verwonderlijk dat de poriën van deze baksels in de eerste twee minuten zeer snel werden opgevuld. Een baksel met kleinere poriën zoals baksel 2B, nam daarentegen het water langzamer en meer geleidelijk op. Opvallend was dat de poriën van alle baksels vrij snel verzadigd waren, waardoor na tien minuten een evenwicht werd bereikt (fig. 48). Vervolgens werd elke bakselgroep opnieuw gewogen waarbij de groep met

Bakselgroep	Gewicht droog (g)	Gewicht nat (g)	Vershil (g)
Baksel 1A	100	126	26
Baksel 2A	100	116	16
Baksel 2B	100	110	10
Baksel 3	100	120	20
Baksel 4	100	115	15

Figuur 49. Droog gewogen startgewicht en nat gewogen eindgewicht per bakselgroep tijdens het porositeitsexperiment.

het hoogste gewicht overeenstemde met het meest poreuze baksel (fig. 49). Geordend van meest poreus naar minst poreus is de volgorde als volgt: baksel 1A > 3 > 2A > 4 > 2B.

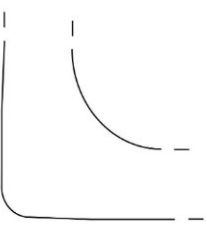
¹⁸ Baksel 1B werd niet in dit experiment opgenomen omdat dit baksel enkel in de ondersteunende elementen voorkwam. 100 gram van dit baksel zou beantwoorden aan slechts een drietal grotere, dikkere fragmenten, wat niet te vergelijken valt met wandscherven van dikteklasse 2.


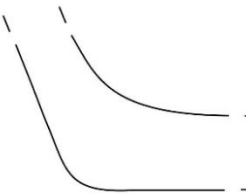
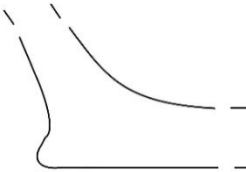
Er was een kleine discrepantie waarneembaar tussen de schijnbare hoeveelheid water die door een baksel opgenomen werd in de maatbeker (fig. 48) en de toename van het gewicht wanneer iedere bakselgroep nat werd gewogen (fig. 49). Deze discrepantie kan verklaard worden door een combinatie van verschillende oorzaken. Zo namen de scherven vanaf het moment dat ze in de maatbeker werden geplaatst water op. Het duurde echter een aantal seconden vooraleer de nieuwe waarde afleesbaar was waardoor de startwaarde op de grafiek eigenlijk niet compleet overeenstemde met een volledig droge toestand. Daarnaast werden de scherven vrij snel, nadat ze uit de maatbeker werden gehaald, opnieuw gewogen. Het is echter niet uitgesloten dat een aantal extra gram water op het scherfoppervlak werd meegerekend, terwijl deze niet door de poriën waren opgenomen. Of andersom dat er reeds water uit de grotere poriën was verdwenen. Deze bemerkingen gelden echter voor alle baksels waardoor de resultaten wel een betrouwbaar beeld geven van de onderlinge verhoudingen in porositeit tussen de verschillende baksels.

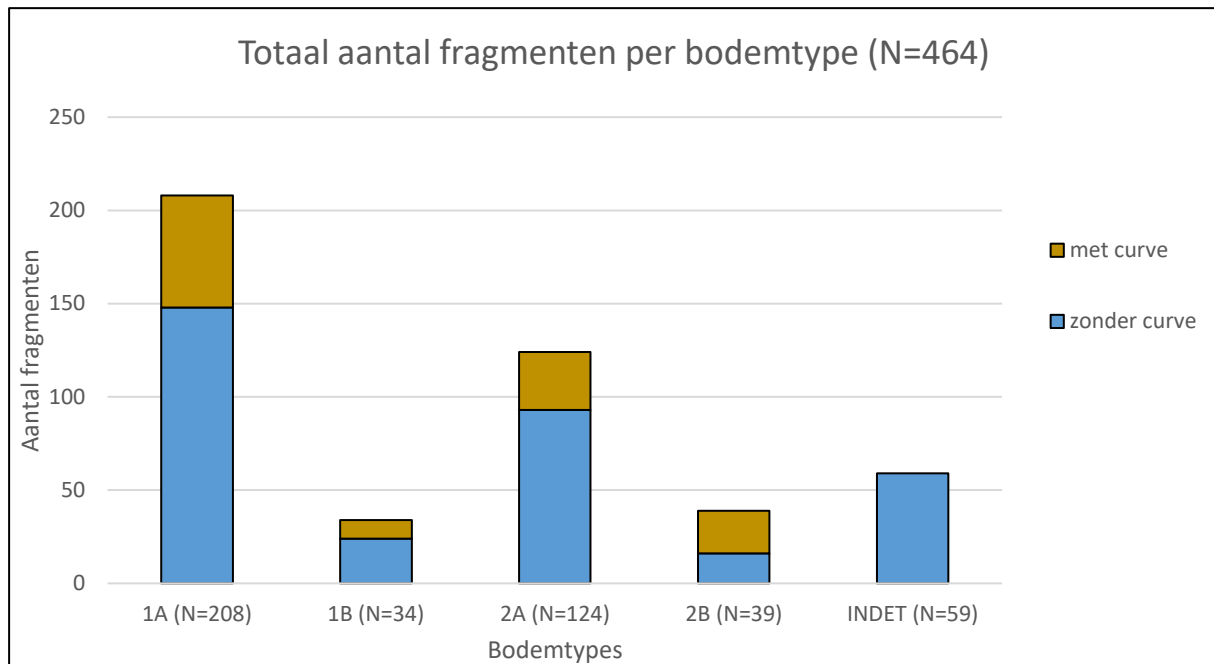
10.5 Typologische benadering de zoutcontainers

10.5.1 Bodemtypologie

In de dataset waren verschillende bodemtypes merkbaar en dit resulteerde in de identificatie van twee grote bodemtypes met telkens een A- en een B-variant. Een overzicht van de bodemtypes in de dataset is te vinden in figuur 50.

	<p>Bodemtype 1A (B1A)</p> <p>De A-variant kon beschouwd worden als een eenvoudige rechte bodem, zonder geprofileerde voet waarvan de wand naadloos leek over te lopen in de basis. Het binnenoppervlak van deze verbinding, de overgang tussen wand en basis, was licht gebogen en – afhankelijk van de bewaring van het fragment – enigszins gladgestreken. De opgaande wand bevond zich onder een hoek van 80-90° ten opzichte van de basis. Deze variant werd 208 maal geïdentificeerd in de dataset (45%), waarbij 60 fragmenten (29%) een gebogen vorm hadden.</p>
---	--


	<p>Bodemtype 1B (B1B)</p> <p>De B-variant verschilde slechts in geringe mate van de A-variant. In tegenstelling tot 1A bezat 1B wel een geprofileerde voet. Deze profilering was altijd duidelijk zichtbaar, maar daarom niet heel uitgesproken. De hoogte van de profilering lag tussen de 5 en 10 mm. Bodemtype 1B werd 34 maal in de dataset herkend (7%), waarvan 10 stuks (29%) een duidelijke curve vertoonden</p>
	<p>Bodemtype 2A (B2A)</p> <p>De A-variant kende een eenvoudig rechte bodem zonder geprofileerde voet en wederom leek de wand naadloos over te lopen in de basis. Het grootste verschil met bodemtype 1A was de gevormde hoek tussen de opgaande wand en de basis. Deze hoek was hier 60° tot 80°. Net als type 1A was het binnenoppervlak van de verbinding, de overgang tussen wand en basis, licht gebogen en enigszins gladgestreken. Van het type 2A werden 124 stuks in de dataset geïdentificeerd (27%), waarvan 31 fragmenten (25%) een duidelijke curve vertoonden.</p>
	<p>Bodemtype 2B (B2B)</p> <p>De B-variant verschilde slechts in geringe mate van de A-variant. In tegenstelling tot 1A bezat 1B wel een geprofileerde voet. Deze profilering was altijd duidelijk zichtbaar, maar daarom niet heel uitgesproken. De hoogte van de profilering lag tussen de 5 en 10 mm. Bodemtype 2B werd 39 maal in de dataset herkend (8%), waarvan 10 stuks (29%) een duidelijke curve vertoonden.</p>
	<p>Bodemtype INDET (INDET)</p> <p>Een aantal bodems (59 stuks, 13%) waren te fragmentarisch bewaard waardoor ze niet konden worden toegeschreven aan één van bovenstaande bodemtypes. Deze bodems werden om deze reden in één categorie (indet.) geclusterd.</p>


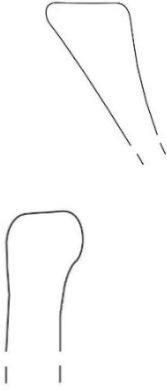
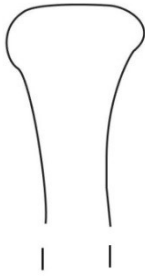




Figuur 50. Aantal fragmenten per bodemtype met aanduiding van het aantal rechte en gebogen exemplaren.

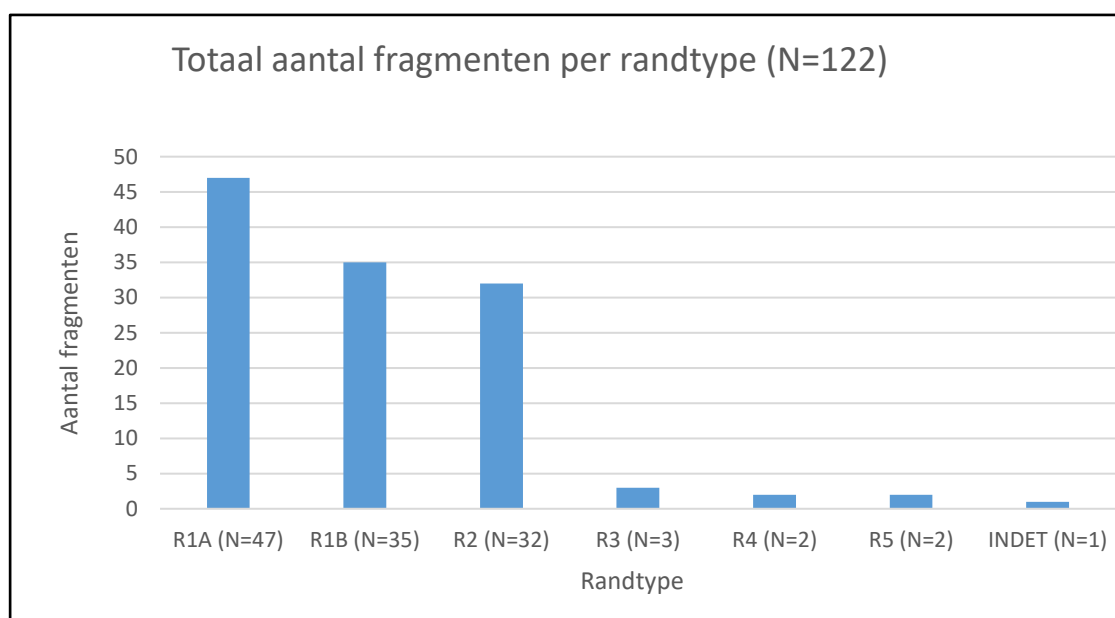
10.5.2 Randtypologie

Zoals reeds aangehaald in hoofdstuk 10.2 waren randfragmenten om meerdere redenen moeilijk identificeerbaar in de dataset. Toch werden voldoende randen onderscheiden om een betrouwbare randtypologie op te bouwen. Deze typologie bestond uit vijf grote types met eventueel een A- en B-variant. Een overzicht van de bodemtypes in de dataset is te vinden in figuur 51.

	<p>Randtype 1A (R1A)</p>
	<p>Dit type bestond uit een eenvoudige afgeronde rand. Deze rand werd hoogstwaarschijnlijk door de zoutzieders met de duim gemodelleerd terwijl de klei vochtig was. De posities van de waarneembare duimindrukken op de rand toonde aan dat de zoutzieders de klei alternerend van binnen naar buiten en dan van buiten naar binnen drukten. Dit resulteerde in een rand met een licht golvend patroon. Type 1A werd 47 maal in de dataset onderscheiden (38%).</p>

	<p>Randtype 1B (R1B)</p> <p>Dit randtype kon omschreven worden als een vlakke afgeronde rand met een gelijkaardige vormgeving als variant 1A. De waarneembare duimindrukken vormden hier eenzelfde patroon. In tegenstelling tot type 1A was het bovenste deel van de rand wel afgevlakt en waren enkel de hoeken van de rand afgerond. Van type 1B werden 35 stuks in de dataset geïdentificeerd (29%).</p>
	<p>Randtype 2 (R2)</p> <p>De randen van dit type hadden het uitzicht van een halve T: een naar buiten of naar binnen geploide rand met een afgeplat bovenoppervlak. Gezien de fragmentatiegraad van het materiaal was het onmogelijk om met zekerheid deze elementen op te delen in verschillende subtypes. In totaal werden in deze dataset 32 randfragmenten tot dit type 2 gerekend (26%).</p>
	<p>Randtype 3 (R3)</p> <p>Dit randtype kon omschreven worden als een klassieke T-vormige rand. Dit kwam echter slechts 3 maal in deze dataset voor (2%).</p>
	<p>Randtype 4 (R4)</p> <p>De randen van dit type konden omschreven worden als een rechte, al dan niet gesneden, rand. Kenmerkend voor dit type was een recht bovenoppervlak en quasi loodrechte hoeken. Het lijkt onwaarschijnlijk dat deze vorm louter met de vingers werd gemaakt. Mogelijk werd tijdens de vorming een mes, spatel of ander scherp voorwerp gebruikt. Randtype 4 werd in de dataset 2 maal geïdentificeerd (2%).</p>

	Randtype 5 (R5)
	Een alles omvattende naam voor dit type was een ‘geulrand’. Deze randen hadden een licht uitgesproken Y-vorm waardoor een kleine geul ontstond in het bovenoppervlak van de rand. Van dit randtype werden 2 stuks in de dataset herkend (2%).
	Randtype INDET (INDET)
	Eén randfragment (1%) was zo slecht bewaard dat dit niet aan één van bovenstaande randtypes kon worden toegeschreven. Daarnaast bezat het fragment te weinig kenmerken om een nieuw type te definiëren.



Figuur 51. Totaal aantal fragmenten per randtype.

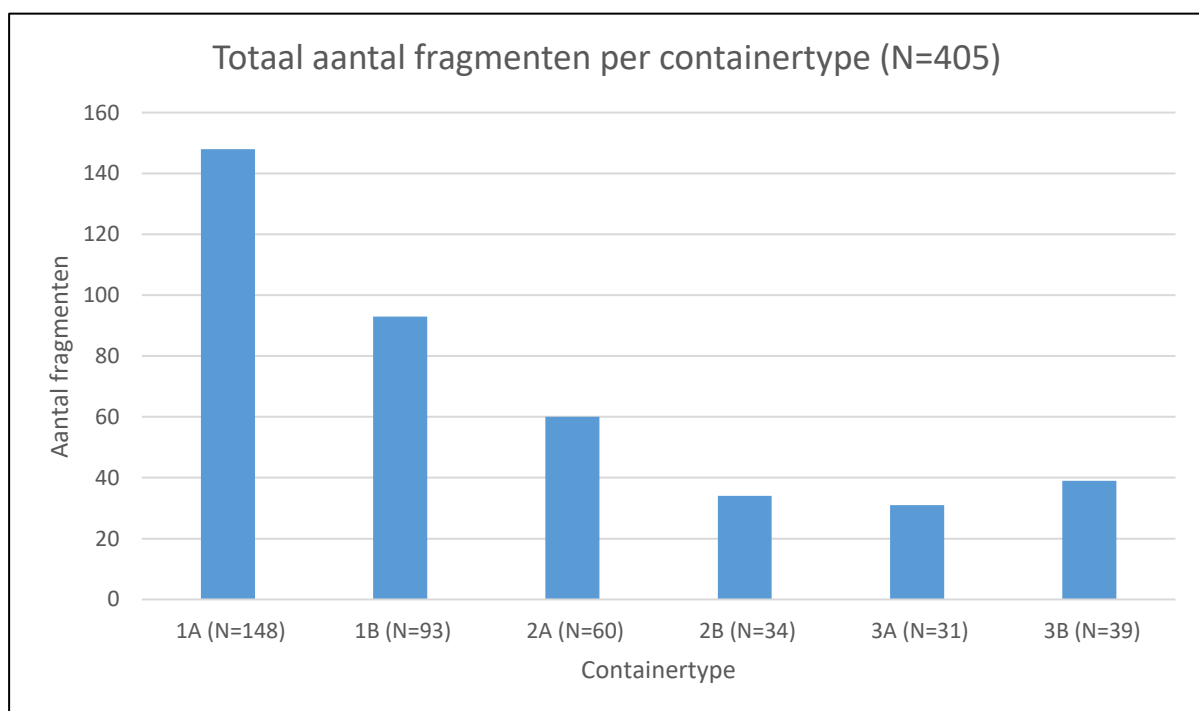
10.5.3 Wandtypologie

De wandscherven werden eenvoudig opgedeeld in rechte (W1) en gebogen (W2) vormen. In deze dataset behoorden 2713 scherven (88%) tot wandtype 1 en 365 scherven (12%) tot wandtype 2. Toch is het belangrijk om te vermelden dat de fragmentaire aard van het materiaal een belangrijke invloed had op het als recht percipiëren van een fragment. Een kleinere scherf wordt quasi altijd als recht en niet als gebogen beschouwd. In dit opzicht is het ook niet onlogisch dat de fragmenten van wandtype 1 (2,6 g/scherf) gemiddeld minder wogen dan de scherven van wandtype 2 (4,2 g/scherf).

10.5.4 Containertypologie

Gezien de fragmentatiegraad van het materiaal, was het niet eenvoudig om containervormen te identificeren. In de eerste plaats waren geen volledige wandprofielen bewaard gebleven, waardoor de hoogte van containers moeilijk kon worden ingeschat. De randtypologie kon daardoor ook niet worden afgetoetst aan de bodemtypologie, hetgeen normalerwijs de eerste stap vormde in het opstellen van een vormtypologie. Aangezien het aantal bodems aanzienlijk uitsteeg boven het aantal randen (464 bodems tegenover 122 randen), werd beslist om de containertypologie te baseren op de bodemtypologie. Deze typologie leende zich namelijk beter tot het gedeeltelijk reconstrueren van de verschillende vormen. De bewaarde bodemfragmenten waren echter vaak te klein om de bodemdiameter met zekerheid te bepalen waardoor uitspraken hieromtrent met de nodige voorzichtigheid moesten gebeuren. Op basis van bovenstaande bodemtypologie konden twee grote containergroepen worden onderscheiden: rechthoekige (C1A, C1B) en cilindrische containers (C2A, C2B, C3A, C3B) (fig. 52). Van deze containers werden een aantal representatieve voorbeelden uit de dataset in de hoofdstuktekst opgenomen. Voor de overige tekeningen wordt verwezen naar appendix 4.

Bij de bespreking van de bodemtypologie werd al melding gemaakt van een aantal fragmenten per bodemtype met een duidelijke gebogen vorm (fig. 50). Deze gebogen vorm wees op een cilindervormige container. Op de overige bodems was deze curve niet

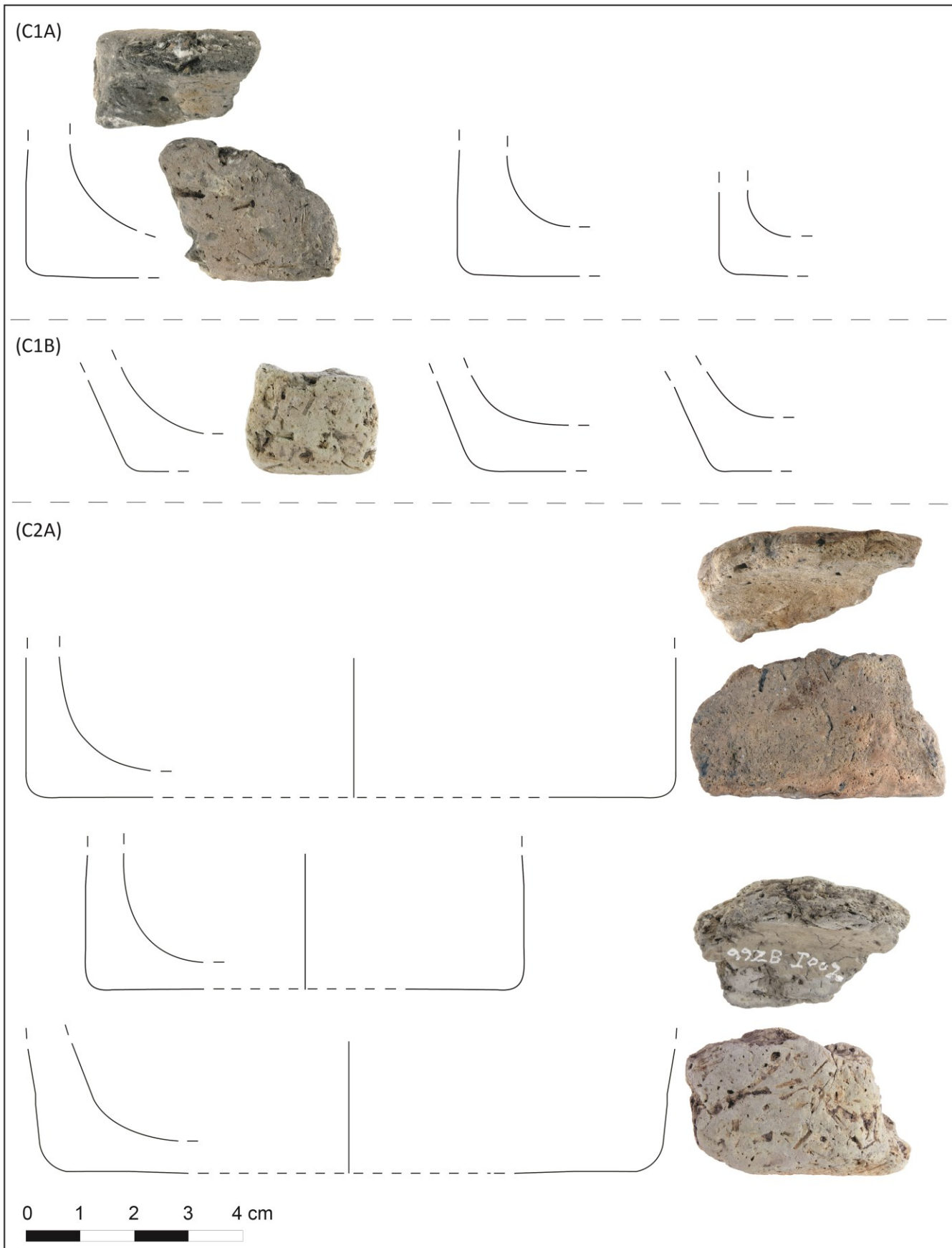


Figuur 52. Totaal aantal fragmenten per containertype.

waarneembaar. Een mogelijke verklaring hiervoor was de fragmentaire aard van de dataset, welke immers een belangrijke invloed op het al dan niet recht percipiëren van een bodem. Wanneer te weinig van een bodem bewaard was, werd deze automatisch als recht en niet als gebogen aanzien. Voor de bodemtypes met een geprofileerde voet (B1B, B2B) was het om die reden dan ook niet uitgesloten dat alle fragmenten in werkelijkheid een curve hadden. In Noordwest-Europa zijn bovendien ook geen zoutcontainers gekend met een rechthoekige geprofileerde bodem. Eenzelfde argumentatie zou kunnen worden opgebouwd voor de vormen zonder geprofileerde voet (B1A, B2A). Voor deze bodemtypes (B1A, B2A) waren er echter – in tegenstelling tot de fragmenten zonder curve van 1B en 2B – grotere rechthoekige bodems bewaard waarvoor geen bodemdiameters konden worden bepaald. Deze bodems hadden dus werkelijk een recht verloop waardoor ze moesten worden toegeschreven aan de rechthoekige containers. Hoogstwaarschijnlijk bezaten een aantal kleinere fragmenten inderdaad wel een curve, maar deze kon door de fragmentatiegraad niet worden opgemerkt. De grotere rechte bodemfragmenten waarvoor geen diameter kon worden bepaald, waren echter een onbetwistbare aanwijzing voor het bestaan van rechthoekige zoutcontainers.

10.5.4.1 Containertype 1 (C1A, C1B)

De A-variant (C1A) van dit containertype kon omschreven worden als een (sub)-rechthoekige container met een vlakke bodem en een rechtopstaande wand (80-90° ten opzichte van de bodem) (fig. 53). Het voorkomen van deze containervorm werd uit de dataset afgeleid door de aanwezigheid van fragmenten van bodemtype B1A zonder curve. Een gelijkaardig containertype werd geïdentificeerd in Fenland (Crosby 2001; Morris 2001b) en Zuid-Engeland (fig. 54) (Hathaway 2013, 125-128). De containers uit Fenland hadden eveneens een rechte bodem en een afgeronde licht golvende rand. Deze containervorm kwam daar voor vanaf de eerste eeuw v.o.t. en bleef in gebruik gedurende de Romeinse periode (Morris 2001b, 358-359). In Zuid-Engeland behoorde dit type tot de meest geregistreerde containervorm op de gekende productiesites (Hathaway 2013, 128-132). De exacte dimensies van dit type waren niet gekend, maar in navolging van Morris (2001b) en Hathaway (2013, 126-128) werd dit type als een ondiepe container beschouwd. In totaal behoorden 148 bodemfragmenten tot dit containertype (36%) (fig. 52).



Figuur 53. Voorbeelden van de containertypes in de dataset.

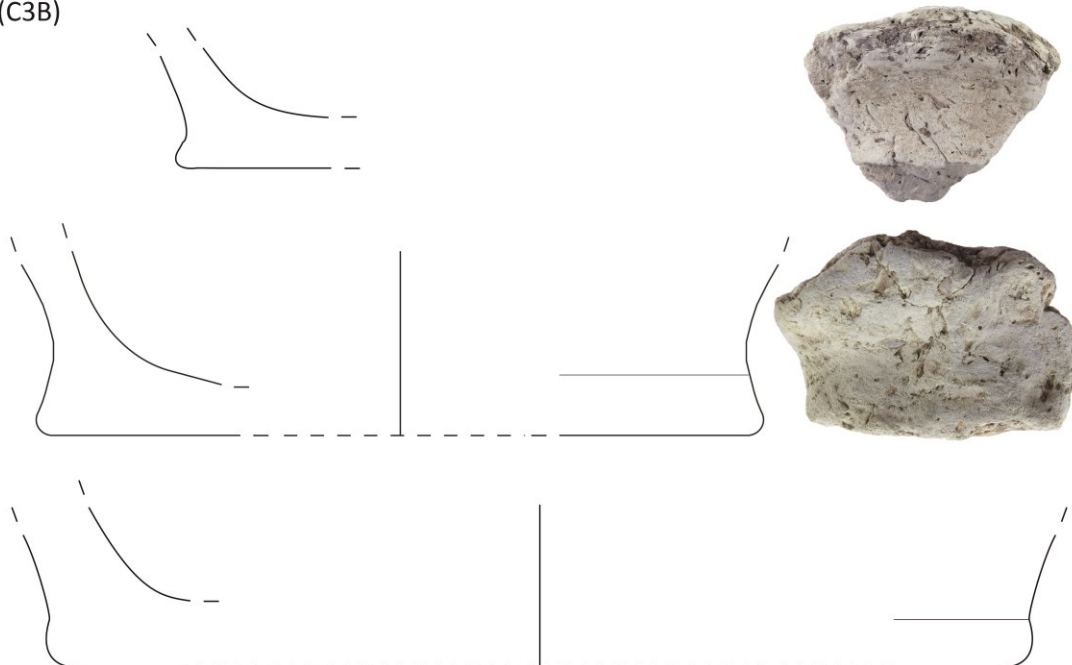
(C2B)

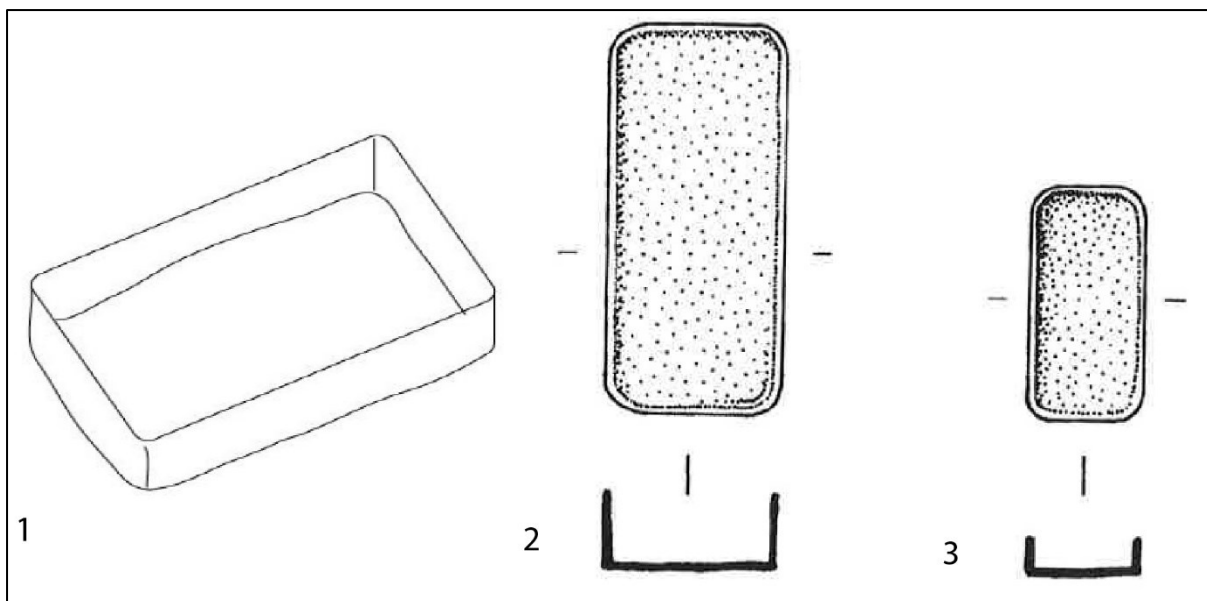


(C3A)



(C3B)





Figuur 54. Schematische voorstelling van soortgelijke rechthoekige containers uit 1) Zuid-Engeland, 2-3) Fenland (eigen bewerking).

De B-variant (C1B) had in tegenstelling tot de A-variant een uitstaande wand onder een hoek van 60-80° met de bodem (fig. 53). Dit containertype werd in de dataset vertegenwoordigd door fragmenten van bodemtype 2A zonder curve. Deze variant werd echter nooit uitdrukkelijk beschreven in Zuid-Engeland en Fenland. Ook in andere onderzoeksgebieden in Europa werden tot nog toe geen parallellen gevonden. In deze dataset werden 93 bodemfragmenten tot deze containervorm gerekend (23%) (fig. 52)

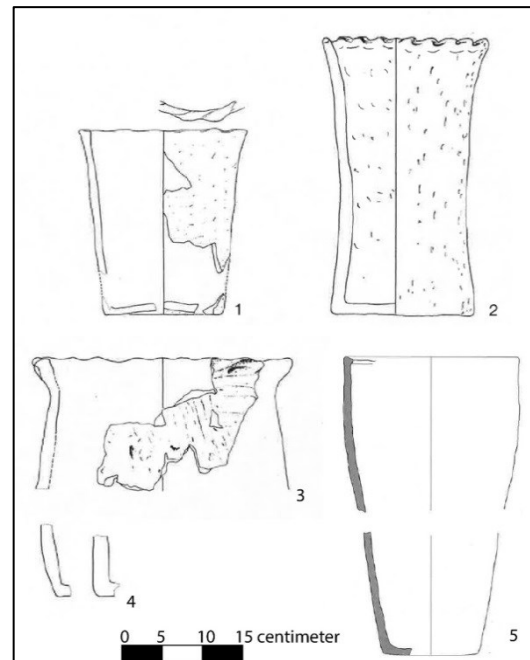
10.5.4.2 Containertype 2 (C2A, C2B):

De A-variant (C2A) van dit containertype kon worden beschreven als een eenvoudige cilindrische container zonder geprofileerde bodem met een opgaande wand onder een hoek van 80-90° (fig. 53). Deze containervorm werd in de dataset vertegenwoordigd door fragmenten van bodemtype 1A met een waarneembare curve. In de *civitas Menapiorum* werden door van den Broeke (1986, 96-97; 1995, 193-194, 200) reeds gelijkaardige containervormen beschreven met een A- en B-type (fig. 55). Type A werd gekenmerkt door een zacht baksel met een organische vershraling en een geel naar lichtoranje oppervlak, een wanddikte tussen 0,6 en 1,2 centimeter en een rand met golfpatroon (van den Broeke 1986, 96-97; 1995, 193). Type B beschreef hij als een container met een harder baksel en een grovere plantaardige vershraling, een lichtgrijs tot dieprood oppervlak, een wanddikte tussen de 1,0 en 2,5 centimeter en een randdiameter tussen de 15 en 40 centimeter. Daarnaast

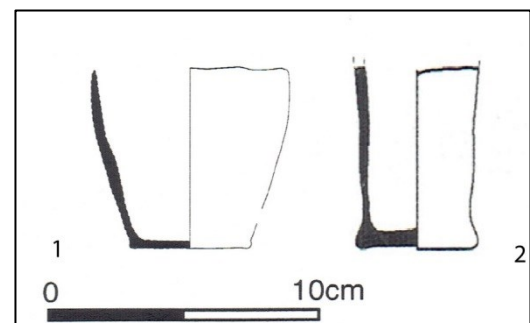
vertoonde C2A qua algemene vorm ook gelijkenissen met het containertype van Pont-Rémy (Prilaux 2000, 46-47, 73) en Steene (cfr. 9.2.2) (fig. 55) (Donnadiou, Willems 2015, 318).

De containervormen gedefinieerd door van den Broeke (1986, 96-97; 1995, 193-194, 200), Prilaux (2000, 46-47, 73) en Donnadiou en Willems (2015, 318) verschilden vooral sterk van elkaar in wandverloop en randopbouw. Deze elementen waren echter door de fragmentaire aard van deze dataset niet waarneembaar. Een gemeenschappelijk element in al deze containers was wel het bodemtype, dat sterk gelijkend was op het eigen gedefinieerde type B1A. De A-variant van containertype 2 kon met andere woorden tot type A of B van van den Broeke (1986, 96-97; 1995, 193-194, 200) behoren of tot een subtype hiervan. In totaal behoorden 60 bodemfragmenten (15%) tot deze containervorm (fig. 52).

De B-variant (C2B) verschilde in algemene containeropbouw weinig van de A-variant, met uitzondering van de duidelijk geprofileerde bodem (fig. 53). Dit containertype werd in de dataset vertegenwoordigd door fragmenten van bodemtype 1B. Een gelijkaardig containertype werd geïdentificeerd door Prilaux in Vignacourt (type II) en in Sorrus (type II) (fig. 56) (Prilaux 2000, 19, 73). Of deze containervorm werkelijk



Figuur 55. Containertypes gelijkend op containertype 2A: 1) cilindertype A van Oss-Ussen, 2) cilindertype A van Valkenburg-Woerd, 3-4) cilindertype B van Sint-Michielsgestel, 5) containertype van Steene (eigen bewerking).



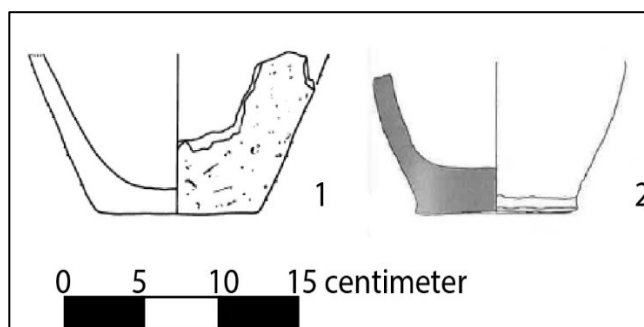
Figuur 56. Containertypes gelijkend op containertype 2B: 1) containertype II uit Vignacourt, 2) containertype II uit Sorrus (eigen bewerking).

op dezelfde manier moet worden gereconstrueerd, was door het ontbreken van volledig bewaarde wandprofielen onduidelijk. De bodemopbouw van deze vormen leek alleszins zeer gelijkaardig. In deze dataset werden 34 fragmenten (8%) tot deze containervorm gerekend (fig. 52).

10.5.4.3 Containertype 3 (C3A, C3B):

De A-variant (C3A) van dit containertype kon beschreven worden als een eenvoudige cilindrische container met een smallere bodem zonder geprofileerde voet en een naar buiten staande wand onder een hoek van 60 tot 80° met de bodem (fig. 53). Deze containervorm werd in de dataset vertegenwoordigd door fragmenten van bodemtype 2A met een waarneembare curve. Een gelijkaardige vorm werd gedefinieerd door Prilaux (2000, 73) in Sorrus (type I) en door van den Broeke (fig. 57) (2012, 433 nr. 32) in Oss-Ussen. Beide voorbeelden werden echter gedateerd in de derde – tweede eeuw v.o.t., terwijl het materiaal van dit onderzoek tot de Romeinse periode behoorde. Poole (2012, 5) identificeerde in Stanford Wharf een *flared vessel* of *'flowerpot' form* waarvan de beschrijving sterk overeenkwam met containertype 3A. Deze vorm werd in Stanford Wharf zowel in de ijzertijd als in de Romeinse periode gedateerd. In totaal behoorden 31 bodemfragmenten (8%) tot dit containertype (fig. 52)

De B-variant (C3B) van dit containertype verschilde naast zijn geprofileerde bodem in algemene opbouw weinig met de A-variant (fig. 53). Dit containertype werd in de dataset vertegenwoordigd door fragmenten van bodemtype 2B en gelijkte qua bodemopbouw sterk met een vorm aangetroffen in Looberghe (fig. 57) (Donnadieu, Willems 2015, 319, fig. 9 nr. 1). In deze dataset werden 39 fragmenten (10%) tot deze containervorm gerekend (fig. 52).

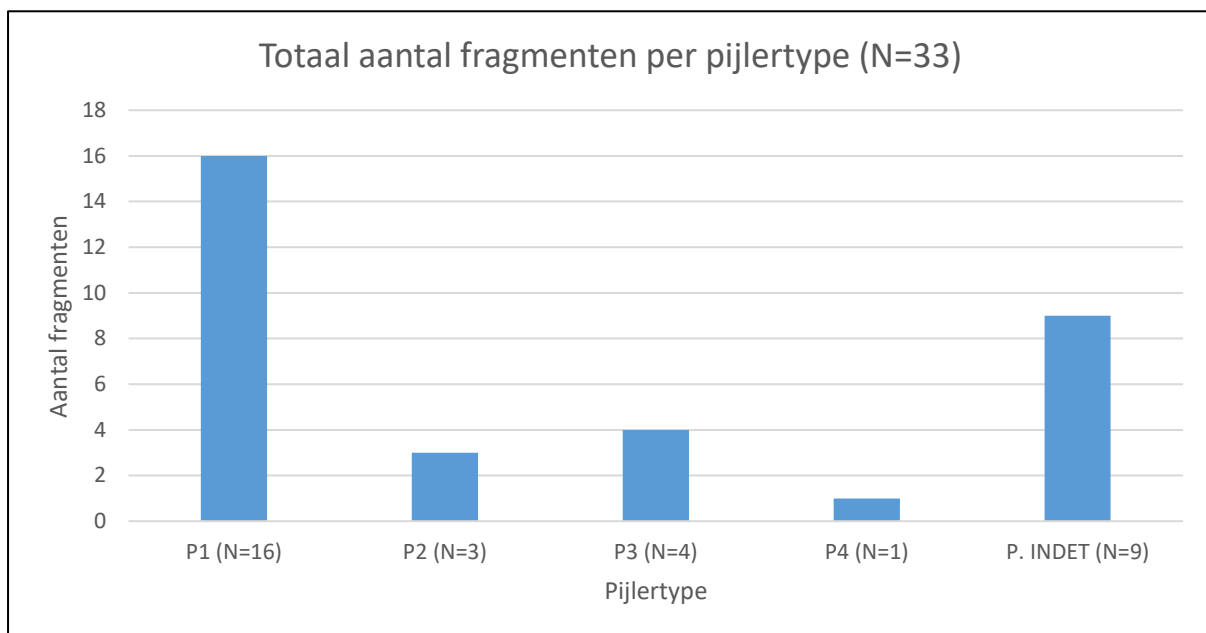


Figuur 57. 1) containertype uit Oss-Ussen gelijkend op containertype 3A en 2) containertype uit Looberghe gelijkend op containertype 3B (eigen bewerking).

10.6 Typologische benadering van de ondersteunende elementen

10.6.1 Pijlers

In de dataset werden op verschillende sites een aantal pijlerfragmenten geïdentificeerd waarvoor onderstaande typologie kon worden opgesteld. Deze typologie moet echter met de nodige voorzichtigheid worden benaderd, gezien de sterke fragmentatie van de fragmenten en het ontbreken van volledige doorsnedes. Voor een overzicht van de pijlertypes in de dataset zie figuur 58. Van deze pijlers werden een aantal representatieve voorbeelden uit de dataset in de hoofdstuktekst opgenomen. Voor meer voorbeelden wordt verwezen naar appendix 4.



Figuur 58. Totaal aantal fragmenten per pijlertype.

10.6.1.1 Pijlertype 1 (P1)

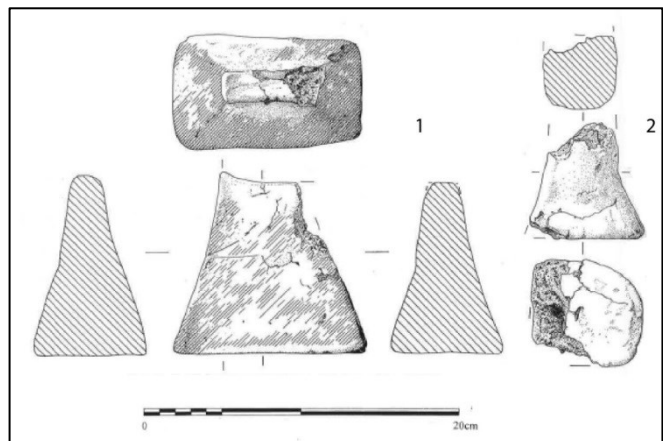
Pijlertype 1 kon omschreven worden als een vierkante of rechthoekige pijler met onbekende afmetingen. Dit type werd in de dataset vertegenwoordigd door pijlerfragmenten waarvan twee zijden een hoek van quasi 90° vormden (fig. 61). Aangezien altijd slechts twee zijden van een fragment waren bewaard, was het onmogelijk om de doorsnede met zekerheid te reconstrueren. Daarnaast bestond de mogelijkheid dat deze fragmenten eerder met baren of de zogenaamde *bricks* moeten vereenzelvigd worden. Deze types waren eveneens gekend voor hun vierkante/rechthoekige doorsnedes. In deze dataset werden 16 fragmenten (49%) tot dit pijlertype gerekend



Figuur 59. Pijlerfragmenten uit Stanford Wharf gelijkend op pijlertype P1.

10.6.1.2 Pijlertype 2 (P2)

Pijlertype 2 kon omschreven worden als een pijler met een vierkante of rechthoekige doorsnede met een bredere basis en een naar boven toe smaller wordende top (fig. 61). Geen enkel volledig exemplaar werd in de dataset aangetroffen waardoor de exacte dimensies onbekend zijn. Hathaway (2013, 135-136) identificeerde in Zuid-Engeland een gelijkaardig type, al had dit type een cirkelvormige doorsnede (fig. 14). In Fenland kwamen meerdere soortgelijke types aan het licht (fig. 60) (Morris 2001b, 362-363 nr. 20, 21 en 22). Deze types verschilden echter enorm qua afmetingen. Een concrete koppeling tussen het bestudeerde materiaal en een specifiek pijlertype uit Fenland was niet mogelijk door de fragmentaire aard van het materiaal. In totaal behoorden drie fragmenten tot dit pijlertype (9%).



Figuur 60. 1) pijlertype PD4/PD 104 uit Fenland, 2) pijlertype PD5/PD 105 uit Fenland. Beide voorbeelden lijken qua algemene opbouw op pijlertype 2 (eigen bewerking).

10.6.1.3 Pijlertype 3 (P3)

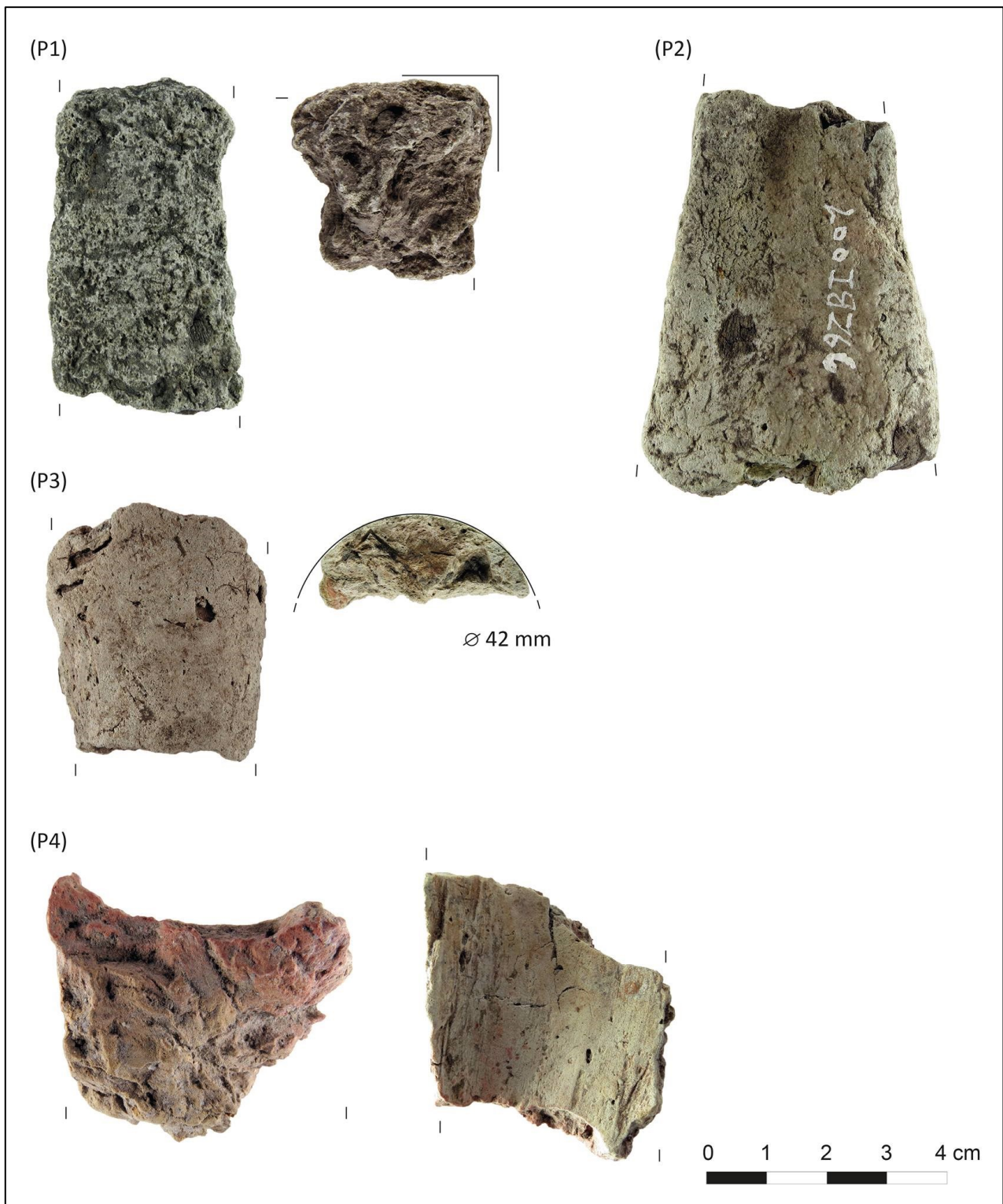
Pijlertype 3 omvatte pijlers met een cirkelvormige doorsnede. Dit type werd in de dataset herkend door de aanwezigheid van pijlerfragmenten met een opvallende curve (fig. 61). Wederom waren deze pijlers enorm gefragmenteerd waardoor geen uitspraken konden worden verricht omtrent hun dimensies. Cirkelvormige pijlers waren gekend in Noord-Frankrijk gedurende de ijzertijd (Prilaux 2000, 75) en de Romeinse periode (fig. 32) (Teysseire 2014, 166-168), maar ook in Zuid-Engeland (fig. 14) (Hathaway 2013, 136 nr. 1) en in Fenland (Morris 2001b, 363 nr. 26). Opvallend was echter de grote morfologische variëteit zoals de cirkelvormige pijlers met een bredere top en basis te Looberghe (Teysseire 2014, 166-168) en in Zuid-Engeland (Hathaway 2013, 136 nr. 1d). Daarnaast kwamen ook cirkelvormige pijlers met een Y-vormige top voor (Hathaway 2013, 136 nr. 1a). De onvolledige bewaring in de dataset maakte het echter onmogelijk om deze variëteit waar te nemen. In deze dataset werden vier fragmenten (12%) tot dit pijlertype gerekend.

10.6.1.4 Pijlertype 4 (P4)

Pijlertype 4 bestond uit pijlers met een vierkante of rechthoekige doorsnede en een gebogen Y-vormige top (fig. 61). Geen enkel volledig exemplaar werd in de dataset aangetroffen waardoor de exacte dimensies onbekend zijn. Ook voor dit type waren gelijkaardige voorbeelden gekend in Zuid-Engeland (fig. 14) (Hathaway 2013, 136 nr. 4) en in Fenland (Morris 2001c, 260 nr. 12, 14-16). Van dit pijlertype werd in de dataset slechts één fragment (3%) geïdentificeerd.

10.6.1.5 Pijlertype INDET (P.INDET)

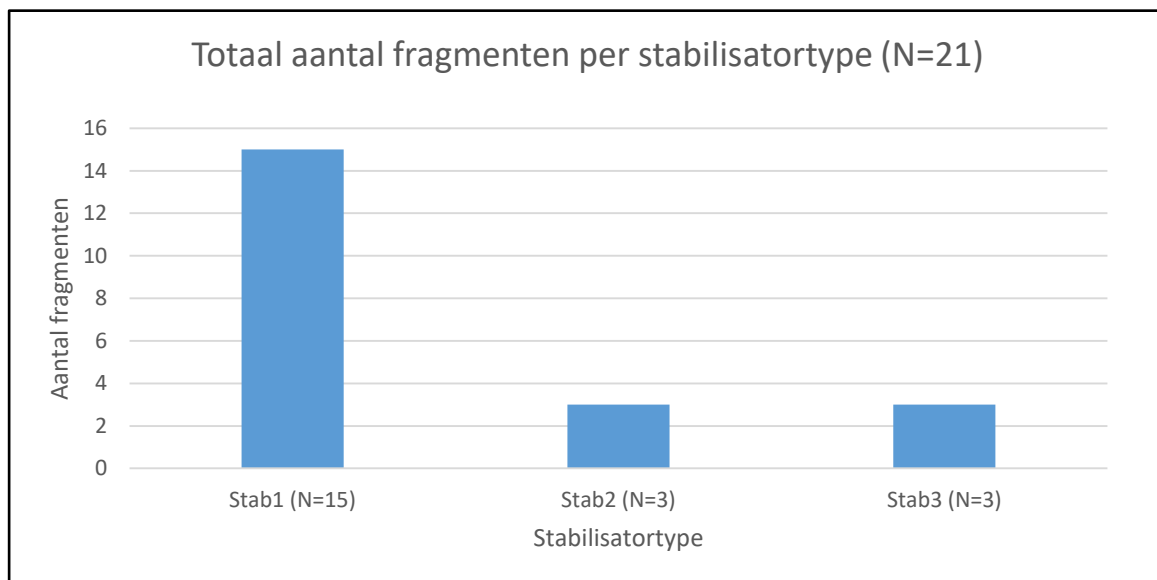
Deze categorie bevatte alle fragmenten waarvan een identificatie als pijlerfragment werd vermoed, maar die te fragmentair bewaard waren gebleven om toe te wijzen aan één van bovenstaande types. In totaal behoorden negen fragmenten (27%) tot deze categorie.



Figuur 61. Voorbeelden uit de dataset van de vooropgestelde pijlertypologie.

10.6.2. Stabilisatoren

De stabilisatoren werden vervaardigd tijdens het productieproces en werden in vochtige, zachte toestand aangebracht op de pijlers en de containers om deze stabiel te houden tijdens het verdampingsproces. Hathaway (2013, 151) deelde de stabilisatoren op basis van hun locatie en hun functie op in drie grote groepen: *pinch-prop*, *spacer*, *platform* (fig. 17). In dit onderzoek werden op basis van hun morfologische kenmerken de stabilisatoren opgedeeld in drie groepen: stabilisator type 1 (Stab1), stabilisator type 2 (Stab2) en stabilisator type 3 (Stab3). Voor een overzicht van de stabilisator types in de dataset zie figuur 62. Van deze stabilisatoren werden een aantal representatieve voorbeelden uit de dataset in de hoofdttekst opgenomen. Voor meer voorbeelden wordt verwezen naar appendix 4.



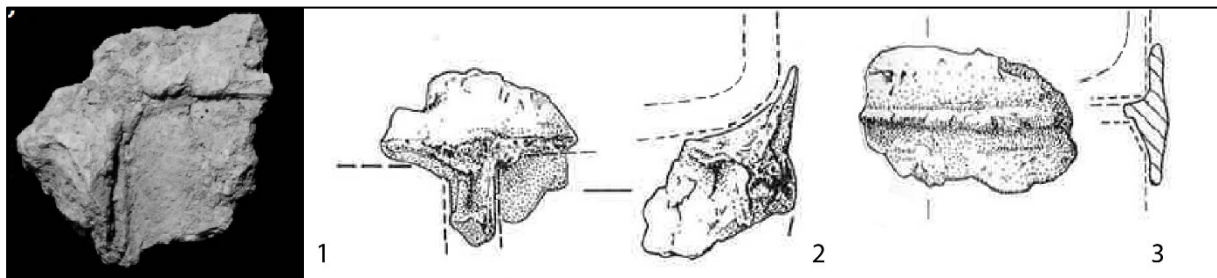
Figuur 62. Aantal fragmenten per stabilisator type.

10.6.2.1 Stabilisator type 1 (Stab1)

Dit type kwam het veelvuldigst in de dataset voor en kon worden omschreven als een ruw bolletje klei dat bovenop een pijler werd aangebracht om de container te stabiliseren (Hathaway 2013, 152). Kenmerkend was een indruk gelijkend op een rechte hoek, hetgeen hoogstwaarschijnlijk werd bekomen wanneer de hoek van een container bovenop het fragment werd geplaatst (fig. 64). Zoals hierboven vermeld, werden een aantal gelijkaardige fragmenten geïdentificeerd in Zuid-Engeland (Hathaway 2013, 151-153). Ook in Fenland werden soortgelijke elementen herkend (fig. 63) (Crosby 2001, 119 nr. 25). In totaal behoorden 15 fragmenten (72%) tot dit type.

10.6.2.2 Stabilisatortype 2 (Stab2)

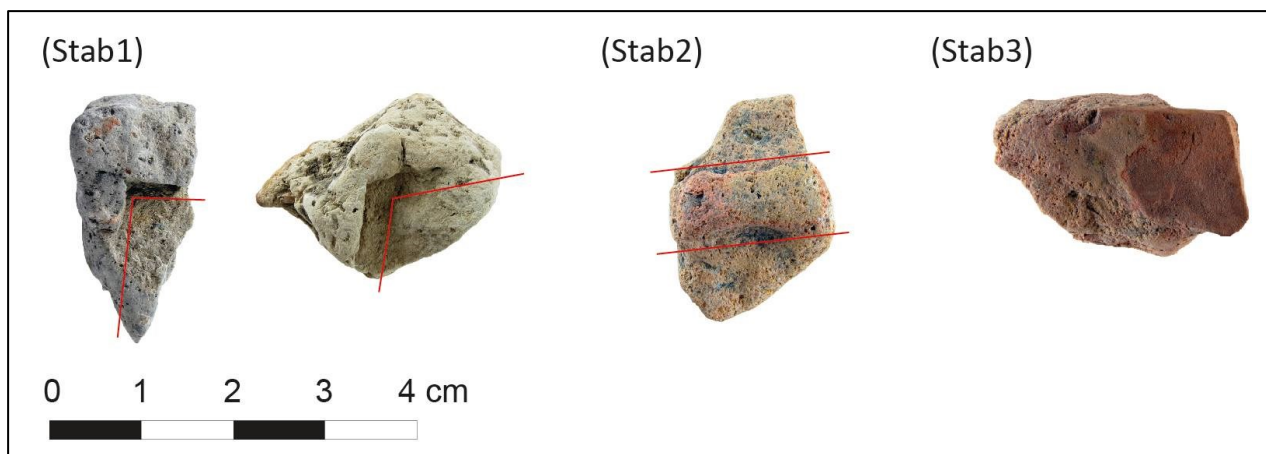
Type 2 kon worden omschreven als een ruw bolletje klei met een licht uitstekende rechthoek (fig.64). Voorlopig werd dit type als een *platform* beschouwd dat bovenop een pijler werd aangebracht om één of twee containers te stabiliseren. Het idee van twee containers werd geopperd doordat zowel rechts als links van de rechthoek een container kon worden geplaatst. Problematisch voor deze hypothese waren echter de dimensies van de fragmenten. Daarnaast was het niet uitgesloten dat aan dit type een compleet andere functie moet worden toegeschreven, bijvoorbeeld van *pinch-prop* of *spacer*. Soortgelijke fragmenten werden geïdentificeerd in Fenland (fig. 63) (Crosby 2001, 119 nr. 24), al is het belangrijk om op te merken dat de dimensies echter grondig verschilden. In deze dataset werden drie fragmenten (14%) tot dit stabilisatortype gerekend.



Figuur 63. Stabilisatoren gelijkend op stabilisatortype 1 uit 1) Zuid-Engeland, 2) Fenland. 3) een voorbeeld gelijkend op stabilisatortype 2 uit Fenland (niet op schaal) (eigen bewerking).

10.6.2.3 Stabilisatortype 3 (Stab3)

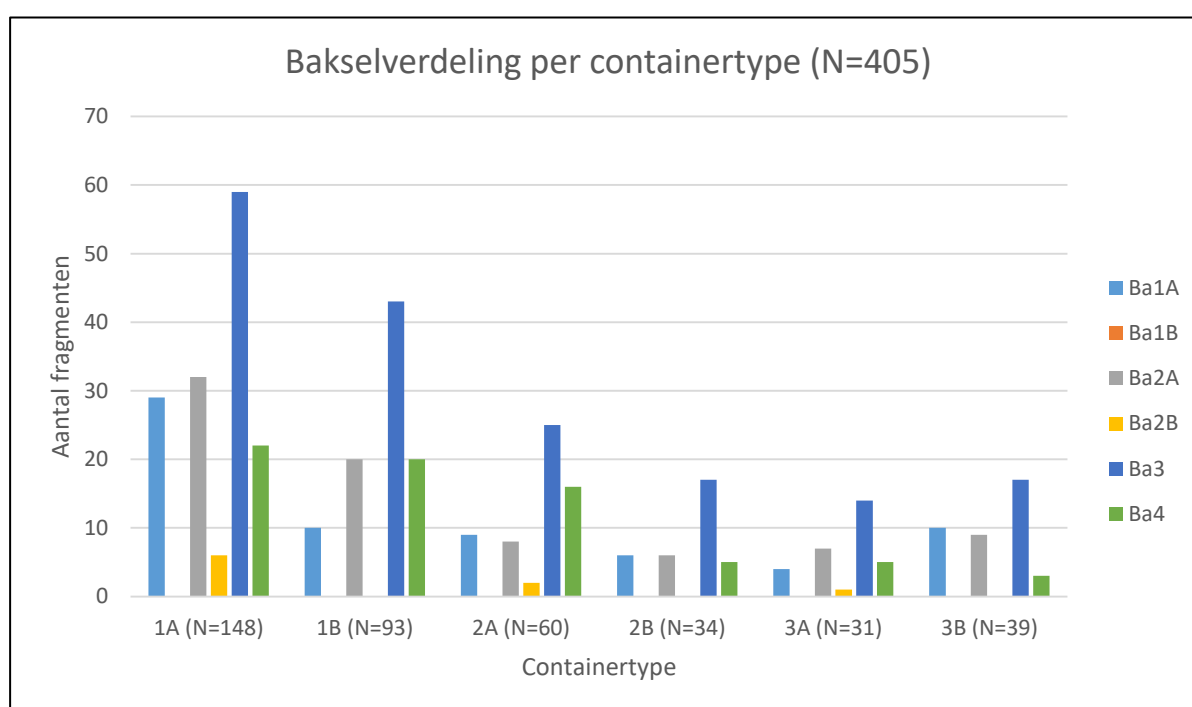
Type 3 kon worden omschreven als een ruw bolletje klei met een vierkantige/ rechthoekige negatiefafdruk (fig. 64). Dit type werd voorlopig eveneens als een soort *platform* beschouwd, al was onduidelijk waarvoor deze fragmenten juist dienden. Gelijkaardige fragmenten werden geïdentificeerd in de ijzertijdsite van De Panne (fig. 22) (Kerger 1999, 80 nr. 15-17). Op deze site kwamen deze fragmenten voor in combinatie met kleinagels (Kerger 1999) waardoor kan worden verondersteld dat de afdruk werd bekomen door een kleibolletje op een kleinagel te drukken. Of deze verklaring ook kan gelden voor dit onderzoeksgebied is twijfelachtig aangezien tot nog toe geen kleinagels op Romeinse sites werden geïdentificeerd. In totaal behoorden drie fragmenten (14%) tot dit stabilisatortype.



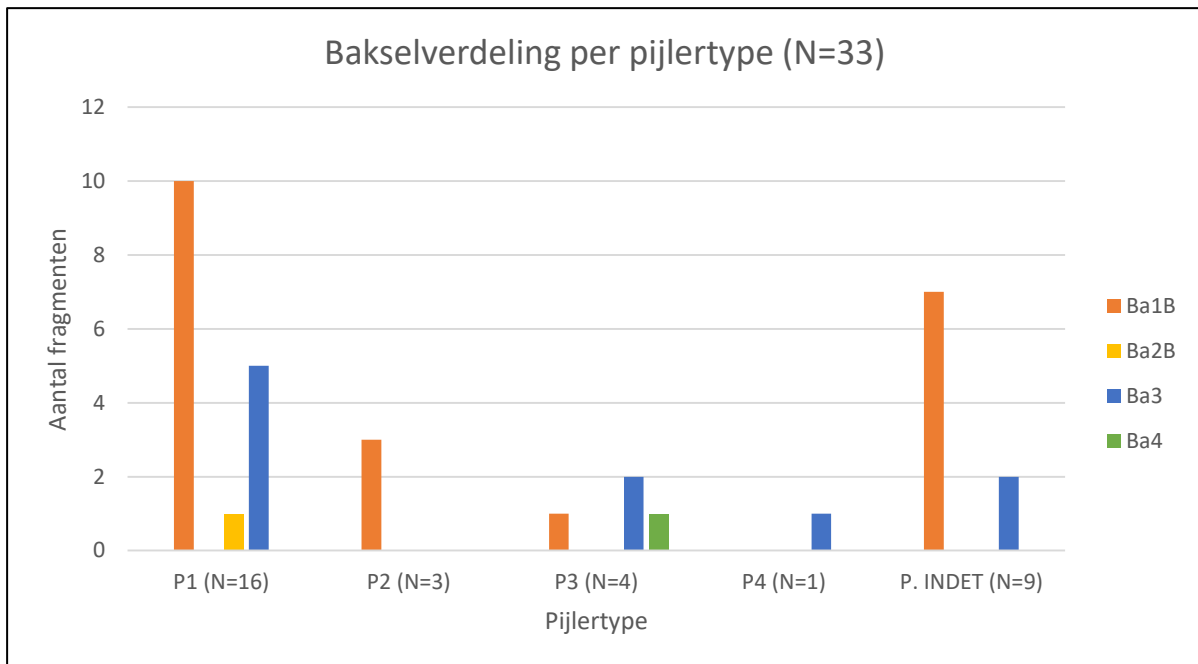
Figuur 64. Voorbeelden uit de dataset van de vooropgestelde stabilisator typologie.

10.7 Bakselverdeling in de container-, pijler- en stabilisator typologie

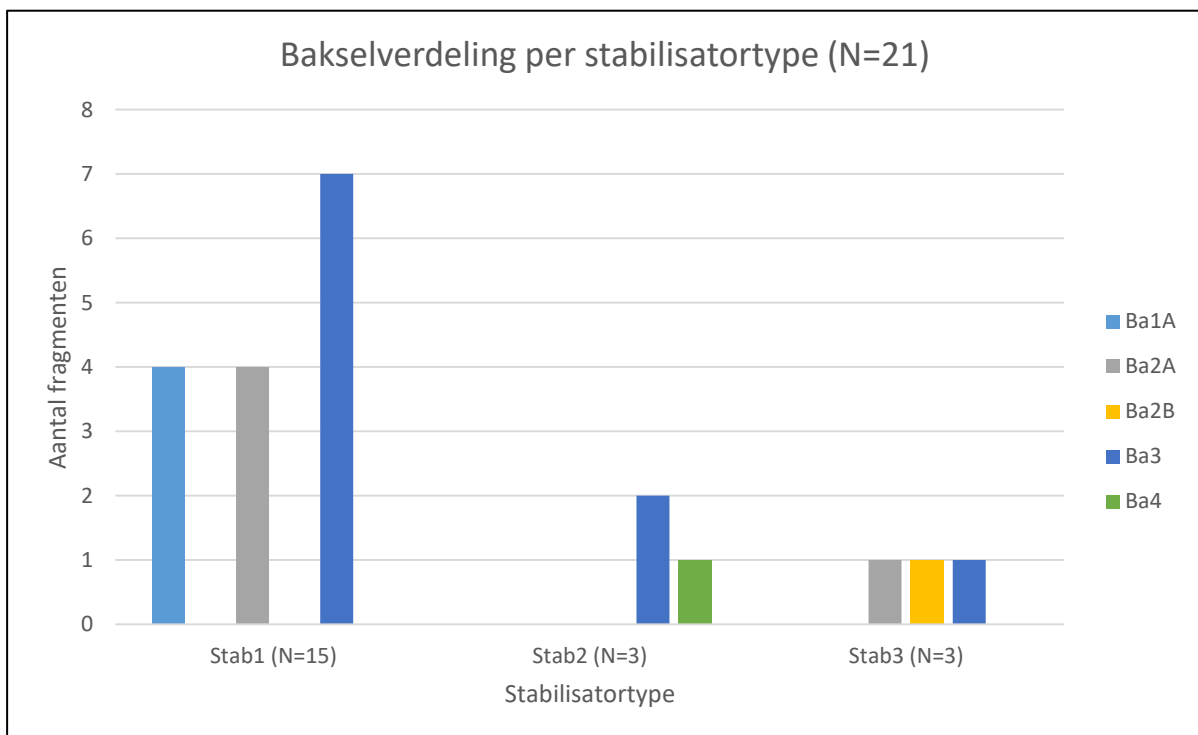
Na de opdeling in typologische groepen, werden de baksels van de container-, pijler- en stabilisator types met elkaar vergeleken. De bakselverdeling per containertype in figuur 65 toonde aan dat baksel 3 in elk containertype dominant voorkwam. Daarnaast viel op dat containers quasi nooit uit baksel 1B of 2B werden vervaardigd. Deze baksels waren harder en mogelijk leende deze eigenschap zich minder voor een gebruik als zoutcontainer. Baksel 2B was daarenboven het minst poreus, waardoor het water trager zou verdampen of het zout trager zou drogen.



Figuur 65. Bakselverdeling per containertype.



Figuur 67. Bakselverdeling per pijlertype (baksel 1A en 2A niet aanwezig).



Figuur 66. Bakselverdeling per stabilisatorstype (Ba1B niet aanwezig).

De bakselverdeling per pijlertype (fig. 66) schetste een compleet ander beeld. In tegenstelling tot de containers domineerde hier baksel 1B het spectrum. Het was duidelijk dat dit baksel hoofdzakelijk werd aangewend voor de constructie van pijlers. Het is niet verwonderlijk dat hiervoor een harder baksel met weinig vegetale verschraling werd verkozen. Gezien de functie van de pijlers, werden de kwartskorrels mogelijk bewust aan het baksel toegevoegd

om het te verstevigen. Door hun poreuze aard en geringe hardheid werden baksel 1A en 2A niet gebruikt voor pijlerproductie. De bakselverdeling per stabilisatorstype (fig. 67) leverde weinig informatie door het beperkte aantal fragmenten. Enigszins opvallend was de dominantie van baksel 3 en het ontbreken van baksel 1B. Algemeen gezien stemde deze grafiek (fig. 67) meer overeen met de bakselverdeling in de containertypes (fig. 65) dan met de bakselverdeling in de pijlertypes (fig. 66).

10.8 Mogelijke constructiemethodes van de zoutcontainers

Aangezien verschillende containertypes sterke gelijkenissen vertoonden met de containers uit Fenland en Zuid-Engeland (Crosby 2001; Morris 2001b; Hathaway 2013, 125-128), konden dan ook soortgelijke constructiemethodes worden vermoed. Voor de rechthoekige containers van type C1 werden in de literatuur twee gangbare constructiemethodes vermeld. De eerste manier bestond uit het buigen van een kleiplaat tot een afgeplatte U-vorm waarna twee afzonderlijke kleiplaten aan de korte zijden werden toegevoegd om de vorm te vervolledigen. Het gebruik van deze methode werd verondersteld in Fenland (Crosby 2001, 123). Een tweede techniek maakte gebruik van afzonderlijke bodem- en wandplaten die nadien aan elkaar werden gemonteerd. Wanneer deze platen echter niet goed aan elkaar werden bevestigd, liet dit een waarneembare verbindingsnaad achter (Rye 1981, 71-72; Hathaway 2013, 166-168). Beide constructiemethodes maakten dus gebruik van afzonderlijke kleiplaten (methode 2 meer dan methode 1) waarna deze aan elkaar moesten worden gemonteerd. Dit resulteerde in – al dan niet waarneembare – verbindingsnaden, welke een zwakker punt vormden in de container. Het is daarom niet uitgesloten dat de containers werden gevormd met behulp van een mal. Deze mal kon enerzijds een houten blok zijn waar de klei werd rond gemodelleerd of anderzijds een houten rechthoekige container waar de klei werd ingedrukt (Rye 1981, 81; Orton, Tyers, Vince 1993, 118). Het voordeel van deze technieken was dat geen verbindingsnaden werden gevormd waardoor de container steviger zou zijn. Op de bodemfragmenten van containertype 1 werden tot nog toe geen verbindingsnaden geobserveerd, al sluit dit het gebruik van de eerste twee constructiemethodes niet uit: de naden werden mogelijk dichtgesmeerd. Met andere woorden is het vooralsnog onduidelijk of één van bovenstaande manieren werd gebruikt of een totaal andere constructiemethode in zwang was.

De cilindrische containers konden eveneens op verschillende manieren worden geproduceerd. Een veelgebruikte techniek bij het vervaardigen van handgevormd gebruiksaardewerk was de worstentechniek (En. *coiling*, Fr. *colombins*). Deze techniek vertrok vanuit een vlakke bodemschijf waarop de wand werd geconstrueerd door een lange kleiworst op te rollen. Afhankelijk van hoe de verschillende worsten op elkaar werden geplaatst, kon een cilinder met een gelijke diameter (containertype 2) of een naar buiten staande wand (containertype 3) worden gecreëerd. Om de hechting tussen de verschillende kleiworstjes te verbeteren, werd de klei aan de binnen- en buitenzijde van de vorm gladgestreken (Rye 1981, 67-68; van den Broeke 2012, 204; Venant 2016, 202). Afhankelijk van de tijd en moeite die de zoutzieders aan de nawerking wilden besteden, kon vervolgens de aanwezigheid van de bodemschijf volledig worden verborgen (containertype 2A en 3A) of gedeeltelijk zichtbaar blijven onder de vorm van een geprofileerde voet (containertype 2B en 3B). Het idee van het al dan niet verbergen van deze bodemschijf werd voor het eerst geopperd door van den Broeke (2012, 93-94, 204) in zijn bodemtypologie en potopbouw van het gebruiksaardewerk van Oss-Ussen. Deze hypothese kan echter evenzeer gelden voor de bodemtypologie en potopbouw van de zoutcontainers in deze dataset. Daarnaast kon containertype 2 ook geconstrueerd worden door een vlakke kleiplaat, al dan niet met behulp van een mal, op te rollen tot een cilinder en deze bovenop een vlakke bodemschijf te monteren. Een geprofileerde voet (variant C2B) kon vervolgens ontstaan door het aandrukken van deze cilinder op de bodemschijf. Deze techniek leek minder geschikt om een naar buiten staande wand (containertype 3) te vormen, maar het was zeker niet onmogelijk. Ondanks dat bovenstaande hypothesen valabel zijn, is het op basis van het voorhanden zijnde materiaal vooralsnog onduidelijk welke constructiemethode werd gebruikt.

10.9 Functionaliteit van de zoutcontainers.

Net zoals bij het opstellen van de containertypologie, limeerde de afwezigheid van volledige wandprofielen de interpretaties omtrent de functionaliteit van de zoutcontainers. Op basis van de gegevens uit de dataset werd getracht een genuanceerd beeld naar voor te schuiven. Bepaalde details en specificiteiten kunnen echter door een gebrek aan sluitende bewijzen tot nog toe niet afdoende worden gestaafd.

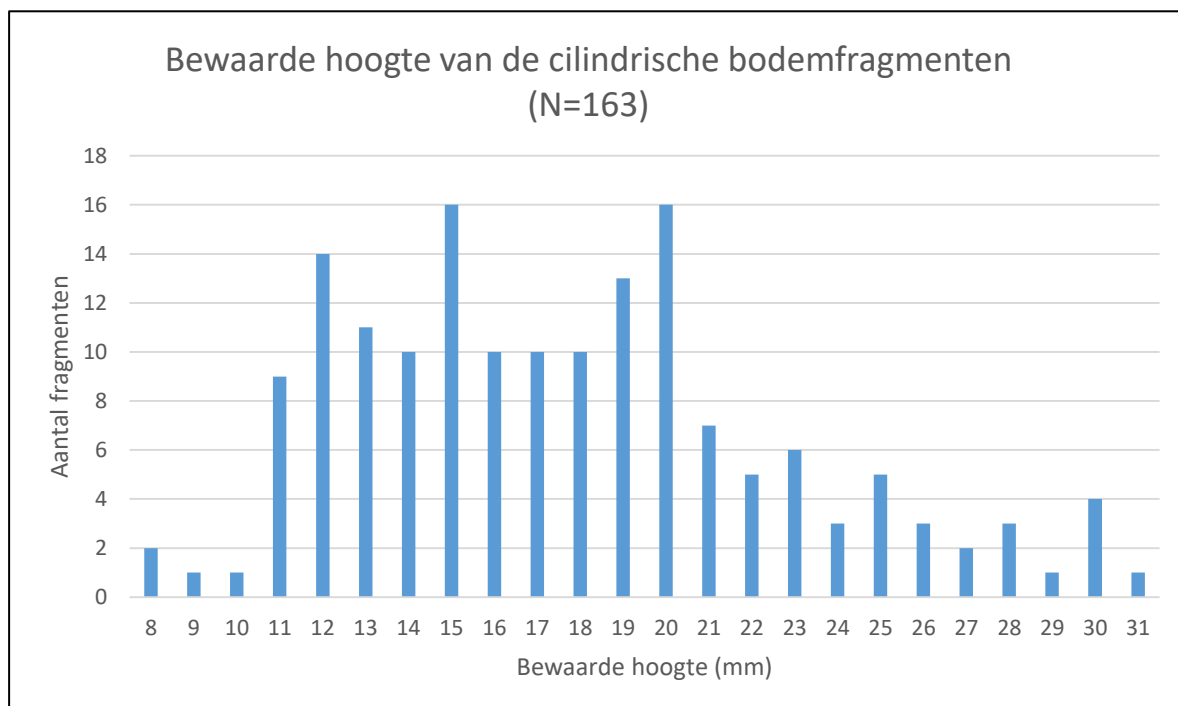
Rechthoekige containers (containertype 1) kennen vooralsnog alleen parallellen in Fenland en Zuid-Engeland. Gezien de vorm van een voorwerp vaak gekoppeld is aan zijn functie, kon

verondersteld worden dat de functie van de rechthoekige containers in deze dataset mogelijk overeenkomstig was met deze uit voornoemde regio's. Zo werden deze containers in Fenland gebruikt om de pekels te verhitten totdat zoutkristallen zich vormden (Crosby 2001, 132). Gebruikssporen aan de binnenzijde van deze containers suggereerden dat de zoutkristallen uit de vorm werden geschraapt (Morris 2001d, 52; Kinory 2012, 12), en dit waarschijnlijk voordat de bitterzouten zich vormden (Fawn et al. 1990, 20; Kinory 2012, 12). In Zuid-Engeland werd aan deze containers eveneens een verdampingsfunctie en in mindere mate ook een droogfunctie toegekend (Hathaway 2013, 126-128). Op basis van deze parallellen konden de rechthoekige containers in deze dataset geïnterpreteerd worden als louter verdampingscontainers, waarbij de zoutkristallen na de vorming steevast uit de container werden geschept. Problematisch was echter dat de exacte dimensies van deze containers niet waren gekend. De veronderstelde functie suggereerde immers indirect het gebruik van ondiepe rechthoekige containers van enige grootte, zodat het water sneller verdampte en de zoutkristallen gemakkelijker konden worden uitgeschept.

Vermits het zout vochtig uit de rechthoekige containers werd geschept, moest dit eerst worden gedroogd vooraleer het landinwaarts kon worden getransporteerd. Op de inlandse sites werden diverse fragmenten aangetroffen van van den Broeke's containertype A en B (1986, 96-97; 1995, 193-194, 200-201), wat de transportfunctie van deze vormen duidelijk aantoonde. Gezien de gelijkenissen van deze types met containertype 2 uit deze dataset, kon met enige zekerheid verondersteld worden dat het zout ook in deze vorm werd vervoerd. Vermoedelijk werd het zout dan ook eerst op de productiesites in deze containers gedroogd, zodat een vaste zoutklomp naar het achterland kon worden getransporteerd. Eenzelfde functie werd verondersteld voor containertype 3 omdat deze vorm – met uitzondering van de naar buiten staande wand – uiteindelijk weinig verschilde van containertype 2. Tot op heden zijn echter nog geen fragmenten van dit containertype (C3) op binnenlandse sites herkend. Dit is echter niet zo verwonderlijk aangezien dit containertype louter op basis van de bodem wordt gedefinieerd en weinig bodemfragmenten van zoutcontainers op inlandse sites worden aangetroffen (van den Broeke 1995, 200). Op de zoutproductiesites werd echter net het tegenovergestelde waargenomen, namelijk het aantreffen van vrij veel bodemfragmenten ten opzichte van het aantal randfragmenten (van den Broeke 1995, 200). Zo werden in deze dataset voor de regio Zeebrugge-Dudzele 464 bodemfragmenten tegenover 122 randfragmenten geïdentificeerd. Deze discrepantie tussen productie- en consumptiesites werd niet enkel vastgesteld langsheen de Rijn en op Belgische en Nederlandse binnenlandse sites,

maar ook in de omgeving van de inlandse productiesite van Droitwich (van den Broeke 1995, 200).

Uit deze scheve verhouding kon worden afgeleid dat de bodems bewust op de productieplaatsen werden afgebroken en achtergelaten, alvorens de containers landinwaarts werden getransporteerd. Wanneer de bewaarde hoogte van de bodems in een grafiek werd geplaatst (fig. 68), bleek zelfs dat de hoogte waarop deze bodems werden afgebroken duidelijk vooraf was bepaald. 75% van de bodems was immers bewaard gebleven tot op een hoogte van 11 tot 21 millimeter. Wanneer dit werd vergeleken met de gekende Romeinse maateenheden, viel op dat de bodems werden afgebroken op een hoogte van ongeveer één vingerbreedte of *digitus* (18,6 mm). In deze grafiek (fig. 68) werden de bodemfragmenten van containertype 1 niet geïncorporeerd aangezien hierboven werd aangenomen dat dit containertype hoofdzakelijk als verdampingscontainer functioneerde. Indien deze hypothese correct is, was het voor de zoutzieders onlogisch om bewust de bodems van een ondiepe verdampingscontainer af te breken. Deze containers werden toch niet naar het achterland getransporteerd en werden wellicht meerdere malen gebruikt.



Figuur 68. Bewaarde hoogte van de cilindrische bodemfragmenten (type C2, C3).

Er is geen verklaring voorhanden waarom de bodem precies werd afgebroken voordat de containers landinwaarts werden getransporteerd, al bestaan er wel verschillende hypotheses.

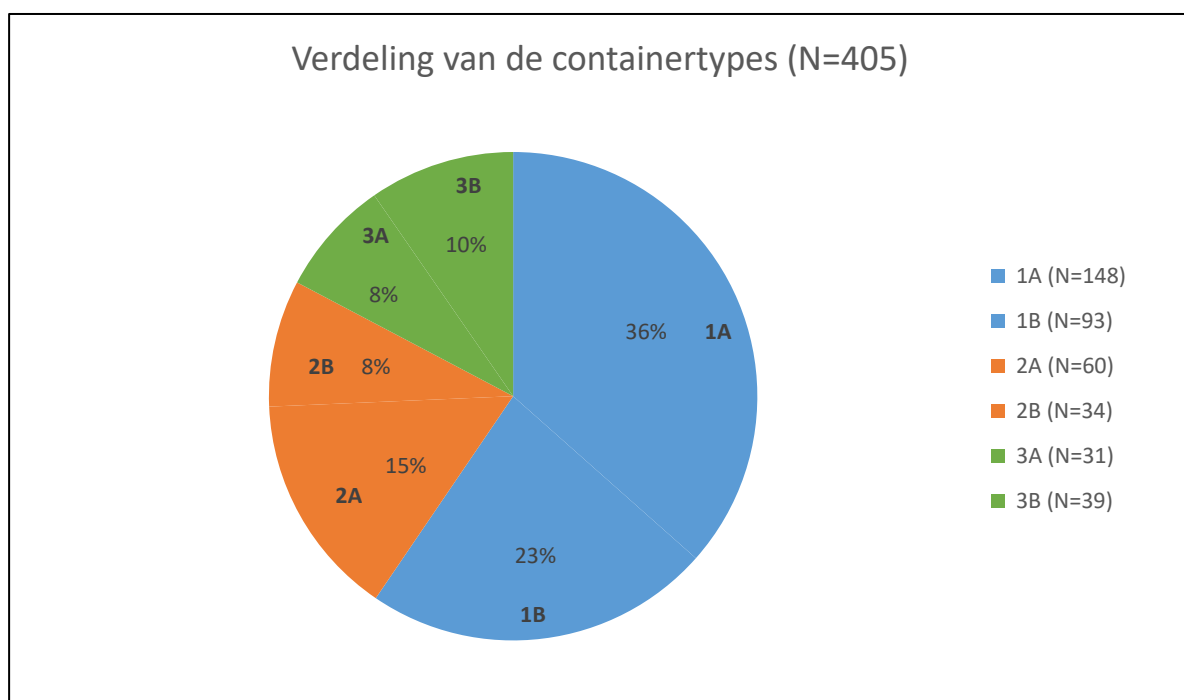
Zo poneerde van den Broeke (1995, 200) het idee dat een zoutbrood na vorming niet langer moest worden ondersteund. De zoutzieders zouden dan de bodem hebben afgebroken om het transportgewicht te beperken. Hoewel het klopt dat een vaste zoutklomp niet moest worden ondersteund, is de verklaring met betrekking tot het transportgewicht onwaarschijnlijk. De zoutcontainers waren namelijk zeer poreus en wogen bijgevolg relatief weinig. Daarnaast was een container zonder bodem waarschijnlijk moeilijker te stapelen. Het verwijderen van de bodem leverde de zoutzieders dus geen praktische voordelen op, waardoor het afbreken eerder een gevolg geweest zou zijn van het productieproces. Een mogelijke verklaring was te vinden bij het drogen van het zout. Het zout werd normalerwijs gedroogd op lagere temperatuur (60-70°C). Hathaway (2013, 34) stelde experimenteel vast dat wanneer deze temperatuur werd overschreden het zout verschroeide en zijn structurele integriteit kon verliezen. Hoogstwaarschijnlijk gebeurde dit niet onmiddellijk, maar was dit een geleidelijk proces dat van start ging wanneer het zout langere tijd aan de hogere temperatuur werd blootgesteld. Dit proces ving logischerwijs aan onderaan de container, aangezien de bodem blootgesteld werd aan hogere temperaturen dan de containerrand. Het was bijgevolg niet uitgesloten dat zich tijdens het droogproces telkens een kleine laag verschroeid zout vormde op de bodem. Deze contaminatie van het eindproduct kon eenvoudig worden verwijderd door de bodem af te breken. Mogelijk trad dit fenomeen niet bij elke container op, maar dit was voor de zoutzieders niet van bovenaf zichtbaar. Om deze reden werd misschien beslist om preventief alle bodems af te breken, zodat ze de kwaliteit van het eindproduct konden controleren en al dan niet de contaminatie konden verwijderen. Een bijkomend voordeel was dat de consument ook niet bedrogen uitkwam. Deze kon enerzijds controleren of het zout aan beide zijden van de container dezelfde kwaliteit bezat en anderzijds bevestigen dat de container wel degelijk volledig was gevuld. Het verlies aan transportgewicht zoals vooropgesteld door van den Broeke (1995, 200) was wellicht een aangename bijkomstigheid. Deze nood aan kwaliteitscontrole rijmt overigens sterk met het staatsmonopolie dat rustte op de zoutproductie en -handel (De Clercq 2009, 475-476).

Het bewust afbreken van de bodem wijzigde echter drastisch het uitzicht van de containervorm, aangezien de geprofileerde voet in de containertypes 2B en 3B nooit heel uitgesproken was: de hoogte van de profilering was 5-10 mm. Met de huidige kennis wordt het dan ook onmogelijk om na het verwijderen van de bodem de A- en B-variant van containertype 2 en 3 te onderscheiden. Het is nog maar de vraag of deze vormen in de Romeinse periode wel onderscheidbaar bleven door bijvoorbeeld een verschillend

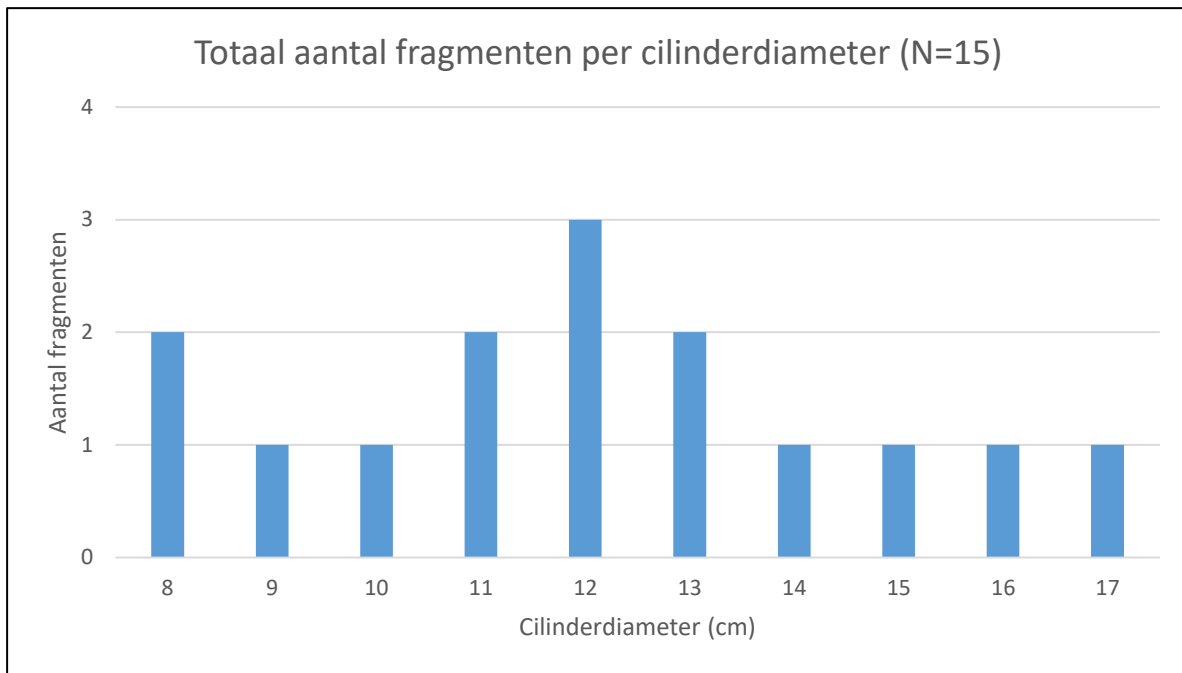
wandverloop. Wanneer dit niet het geval was, is het ook twijfelachtig of het vervaardigen van een geprofileerde voet een bewuste keuze van de zoutzieders was. Vooralsnog bestaat nog altijd het beeld dat de zoutcontainers primitief en snel werden gemaakt (van den Broeke 1986, 91, 98-99), waarbij het al dan niet voorkomen van een geprofileerde voet het resultaat was van het aandrukken van de verschillende containeronderdelen en van de moeite die de zoutzieders besteedden aan de nawerking van de bodem (cfr. 10.8). Dit zou betekenen dat de A- en B-variant van containertype 2 en 3 louter verschilden in de moeite die de zoutzieders aan de dag legden om de bodem vorm te geven en dat ze dus geen verschillende functie bezaten.

Daarnaast is het opmerkenswaardig dat in deze dataset twee containervormen voorkwamen om het zout te drogen. Dit zou niet verwonderlijk zijn geweest, indien deze containervormen aangewend werden op verschillende sites of er een chronologische opeenvolging merkbaar was. Dit bleek niet het geval aangezien beide containertypes samen voorkwamen op sites die als chronologisch homogeen worden beschouwd zoals het Geuldepot (cfr. 10.10). Het is onduidelijk waarom precies twee vormen in zwang waren om het zout te drogen op dezelfde site. Een mogelijke verklaring werd vooropgesteld door Prilaux (2000, 71-74) die in Frankrijk hetzelfde fenomeen vaststelde. Hij veronderstelde dat de twee vormen werden gebruikt om twee verschillende soorten zout te produceren: een puurder wit zout en een grijzer magnesiumrijk zout. Deze verklaring zou voor deze dataset eveneens kunnen gelden, maar mogelijk met andere soorten zout dan vooropgesteld door Prilaux (2000, 71-74). De tweedeling tussen wit puurder zout en grijs magnesiumrijk zout ging voor deze onderzoeksregio immers niet op, gezien het gebruik van aparte rechthoekige verdampingscontainers (containertype 1). Dit werd namelijk als de eenvoudigste manier aanzien om bitterzouten uit het eindproduct te weren (Fawn et al. 1990, 20; Kinory 2012, 12). Het magnesiumrijke zout zou enkel worden bekomen als de zoutzieders de bitterzouten bewust lieten uitkristalliseren in de zoutcontainers om ze nadien in een aparte vorm te laten drogen. Momenteel zijn echter te weinig gegevens voorhanden over de bestaande zoutsoorten en hun specifiek gebruik in de Romeinse periode om hieromtrent gefundeerde uitspraken te doen.

Een argument dat de vooropgestelde interpretatie zou kunnen tegenspreken, is de algemene verdeling van de containertypes. Uit deze grafiek (fig. 69) bleek dat ongeveer 60% van de containers tot type C1 (verdampingscontainers) behoorde en slechts 40% tot type C2 en C3 (transportcontainers). Dit is tegenovergesteld aan wat eigenlijk werd verwacht, aangezien logischerwijs de verhouding verdampingscontainers-transportcontainers zou overhellen naar de transportcontainers. Daar het niet uitgesloten was dat de verdampingscontainers langere tijd in gebruik bleven, kon één verdampingscontainer in zijn levenscyclus hoogstwaarschijnlijk voldoende zout produceren om meerdere transportcontainers te vullen. Met dit in het achterhoofd werd verwacht dat de transportcontainers in een hoger percentage zouden voorkomen dan de verdampingscontainers. Toch haalt deze verhouding de vooropgestelde hypothese niet volledig onderuit, aangezien deze grafiek is gebaseerd op het aantal bodemfragmenten en niet op het minimum aantal individuen. Het MAI kon voor deze containertypes vooralsnog niet worden bepaald, omdat te weinig over de vormen en de dimensies gekend is. Zo kon slechts voor een 15-tal cilindrische containers de diameter worden bepaald (fig. 70). Daar dit maar 9% van type C2 en C3 is, geeft deze grafiek (fig. 70) mogelijk een vertekend beeld. Toch lijkt ze eerder de aanwezigheid van kleinere cilinders te veronderstellen. De dimensies van containertype 1 waren uit deze dataset niet af te leiden, maar in navolging van voorbeelden uit Fenland (Morris 2001b) en Zuid-Engeland (Hathaway 2013, 126-128) worden eerder ondiepe rechthoekige containers van enige grootte verwacht.



Figuur 69. Verdeling van de containertypes.



Figuur 70. Aantal fragmenten per cilinderdiameter.

Kleinere cilinders leveren per individu, afhankelijk van de fragmentatie¹⁹, hoogstwaarschijnlijk minder bodemfragmenten dan een grote ondiepe rechthoekige container. Er zijn met andere woorden gemiddeld meer bodemfragmenten nodig om één individu van containertype 1 te vormen dan van containertype 2 of 3. Desondanks in deze dataset dus veel bodemfragmenten van containertype 1 voorkomen, is het niet onmogelijk dat ze slechts aan een relatief klein aantal individuen toebehoorden. De dominantie van containertype 1 in figuur 69 zou dan hypothetisch niet beantwoorden aan de reële situatie op vlak van het aantal individuen. De huidige verhouding tussen de verdampings- en transportcontainers is dan mogelijk niet correct en de transportcontainers zouden dan een groter aandeel in de dataset innemen. Toch is dit louter een hypothese, aangezien voorlopig te weinig gekend is over deze containervormen om deze redenering met objectieve data te staven.

Dit is slechts één beredeneerde hypothese voor het functioneren van de zoutcontainers, maar wel degene die het best aansluit bij alle data in dit onderzoek. Bepaalde elementen zouden nog op andere manieren kunnen worden verklaard, vooral wanneer meer informatie beschikbaar zou zijn. Eén alternatieve hypothese is nog wel het vermelden waard en heeft betrekking tot de functionaliteit van containertype 2 en 3. Het is immers niet uitgesloten dat deze types naast het drogen en het transporteren van het zout ook werden gebruikt om de

¹⁹ Hoewel de fragmentatie zeker een belangrijke rol speelt, was deze in de dataset vrij uniform waardoor met deze factor in deze interpretatie minder rekening moet worden gehouden.

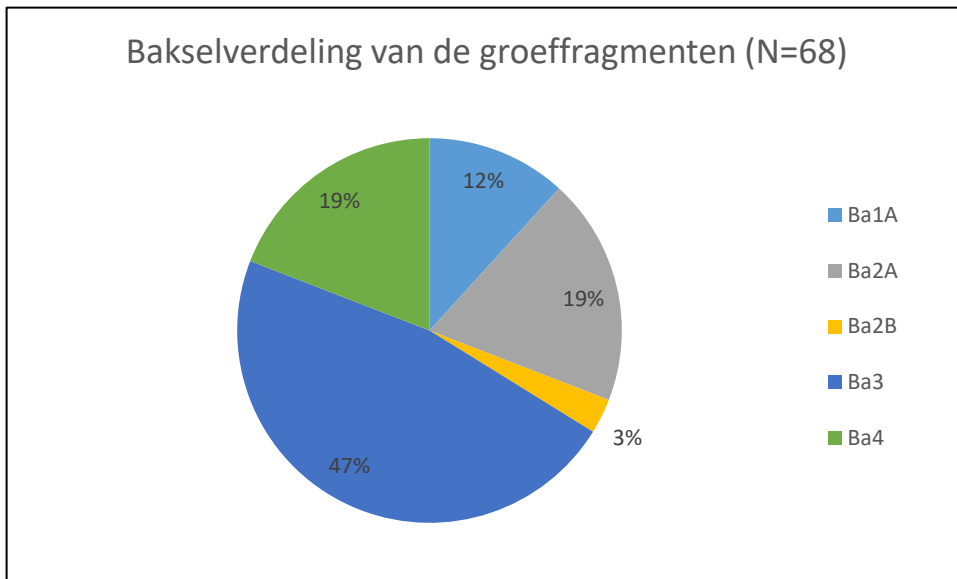
pekkel te verhitten. In deze vormen was het echter moeilijker om de zoutkristallen tijdens de vorming te verwijderen. Waarschijnlijk lieten de zoutzieders in deze containers alle soorten zout – ook het calciumcarbonaat, calciumsulfaat en de bitterzouten – uitkristalliseren (cfr. 8.2.6). Het verwijderen van de bodem had dan ook hier een functioneel nut. De minder oplosbare zouten zoals calciumcarbonaat en calciumsulfaat vormden een harde onoplosbare en onbruikbare korst op de bodem van de container (Fawn et al. 1990, 19; van den Broeke 2007, 75; Kinory 2012, 11-12; Hathaway 2013, 24). Het verwijderen van de bodem verwijderde met andere woorden ook deze contaminatie. Het was echter niet mogelijk om van dat pure witte zout te produceren, aangezien bij de verdamping in deze types zoutcontainer altijd ook de bitterzouten uitkristalliseerden.

Tot slot werd op 68 containerfragmenten in de data een opvallende groeve geobserveerd (fig. 71, appendix 4). Deze groeves kwamen hoofdzakelijk voor op wandfragmenten (61) en in geringe mate op bodem- en randfragmenten (7). De groeves kwamen voornamelijk voor op baksel 3 (fig. 72), en hadden een dominante breedte van 2 mm (fig. 73) en een variërende lengte (fig. 74). De lengte van de groeven leek zich enigszins te clusteren tussen 7-10 mm (fig. 74). Dit stemt hoogstwaarschijnlijk toch maar in geringe mate overeen met de werkelijkheid, aangezien slechts 32% van de groeven compleet waren. Daar de groeven op heel wat fragmenten niet compleet waren, lijkt het enigszins logisch dat de groeven gemiddeld langer waren dan tot nu toe vooropgesteld (fig. 74). De rechthoekige doorsnede en het duidelijk gedefinieerde begin- en eindpunt van de groeves toonden aan dat deze bewust werden aangebracht toen de klei nog vochtig was. Hoewel het bestaan van deze groeves hier voor de eerste maal wordt beschreven, kwamen ze niet exclusief in deze onderzoeksregio voor (pers. comm. W. De Clercq)²⁰.

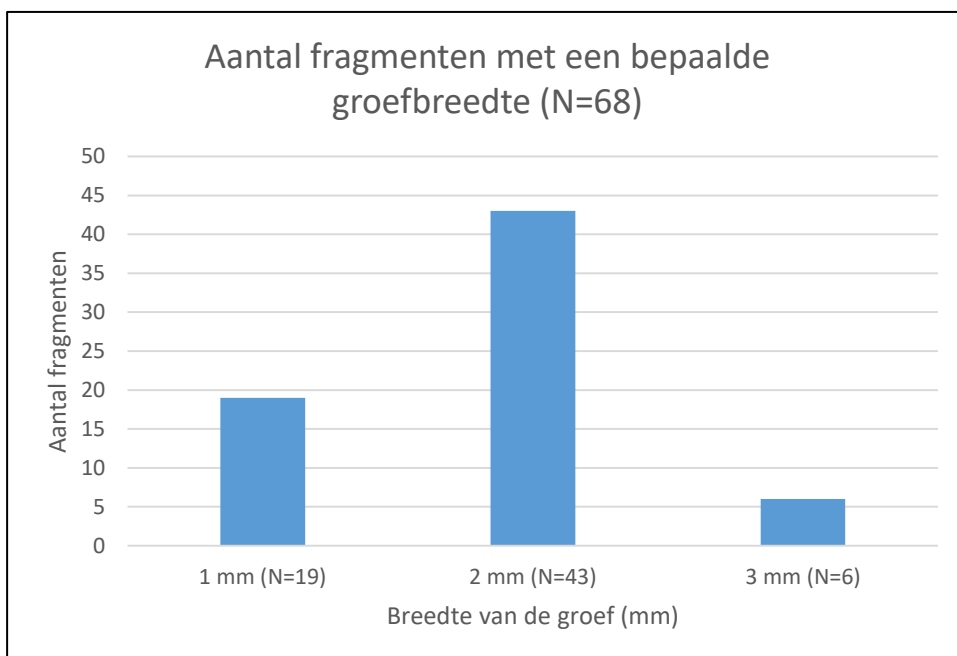


Figuur 71. Voorbeelden van wandscherven met een groeve.

²⁰ Wanneer deze fragmenten met groeve aan prof. dr. W. De Clercq (UGent) werden getoond, wist hij te vertellen dat fragmenten met gelijkaardige groeves op inlandse sites ook voorkwamen. Dit werd echter nog nooit bestudeerd en behoeft verder onderzoek.



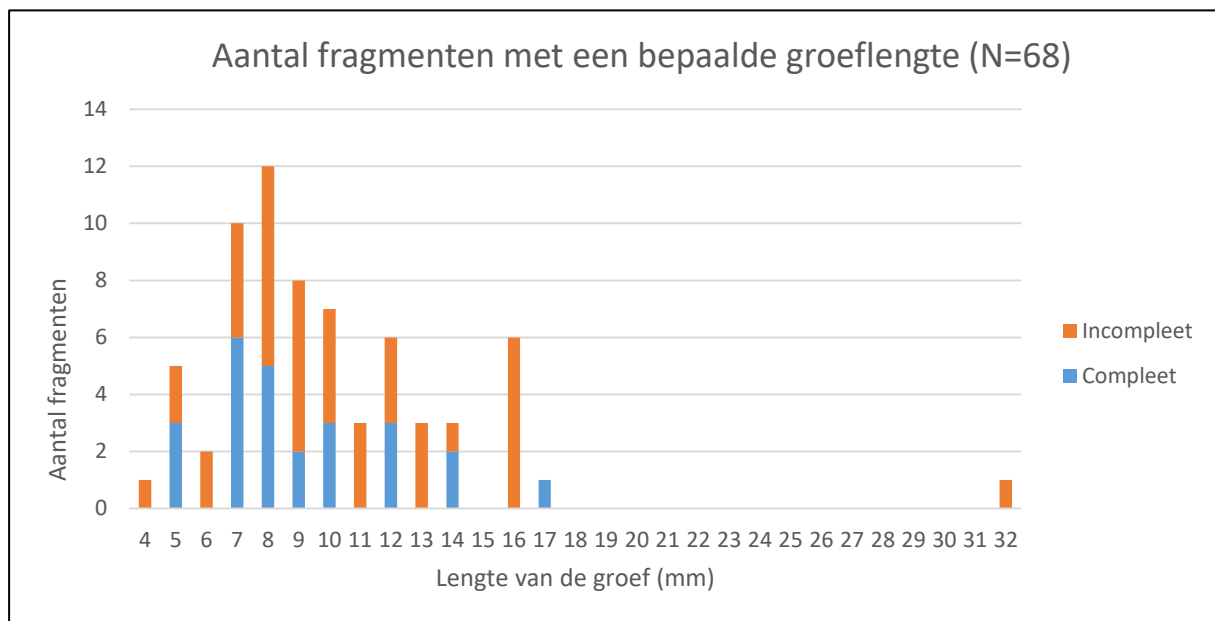
Figuur 72. Bakselverdeling van de groeffragmenten (Ba1B niet aanwezig).



Figuur 73. Aantal fragmenten met een bepaalde groefbreedte.

Een verklaring voor het bestaan van deze elementen is tot nog toe niet voorhanden. Een viertal hypothesen kunnen worden geopperd, maar geen enkele levert een bevredigende en duidelijk aantoonbare verklaring. Een eerste mogelijkheid was dat deze groeves het resultaat waren van het uitbranden van vegetale verschraling. Dit is onlogisch aangezien de groeves voorkwamen op fragmenten van baksel 2A, 3 en 4 – baksels met fijne en slechts sporadisch met grove vegetale verschraling. Bovendien was de vorm van de groeves te rechthoekig om afkomstig te zijn van plantaardige resten. Een tweede idee was dat het ging om maatstreepjes tot waar de verdampingscontainers moesten worden bijgevuld tijdens het kristallisatieproces.

Het probleem met deze interpretatie was dat de groeves ook voorkwamen op bodemfragmenten en mogelijk ook op fragmenten in het binnenland. Een derde hypothese was dat de groeves werden gebruikt om aan te duiden welk zout werd geproduceerd in welke container. Deze hypothese werd echter verworpen aangezien de containervormen zelf zich beter leenden om dit onderscheid te maken. Een vierde en laatste mogelijke verklaring was dat de groeves werden gebruikt om eigendom aan te duiden. Dit lijkt echter eveneens onwaarschijnlijk aangezien enkel groeves en geen andere merktekens werden geobserveerd. Bovendien waren de groeves vrij klein en niet altijd op de meest zichtbare plaats aangebracht.



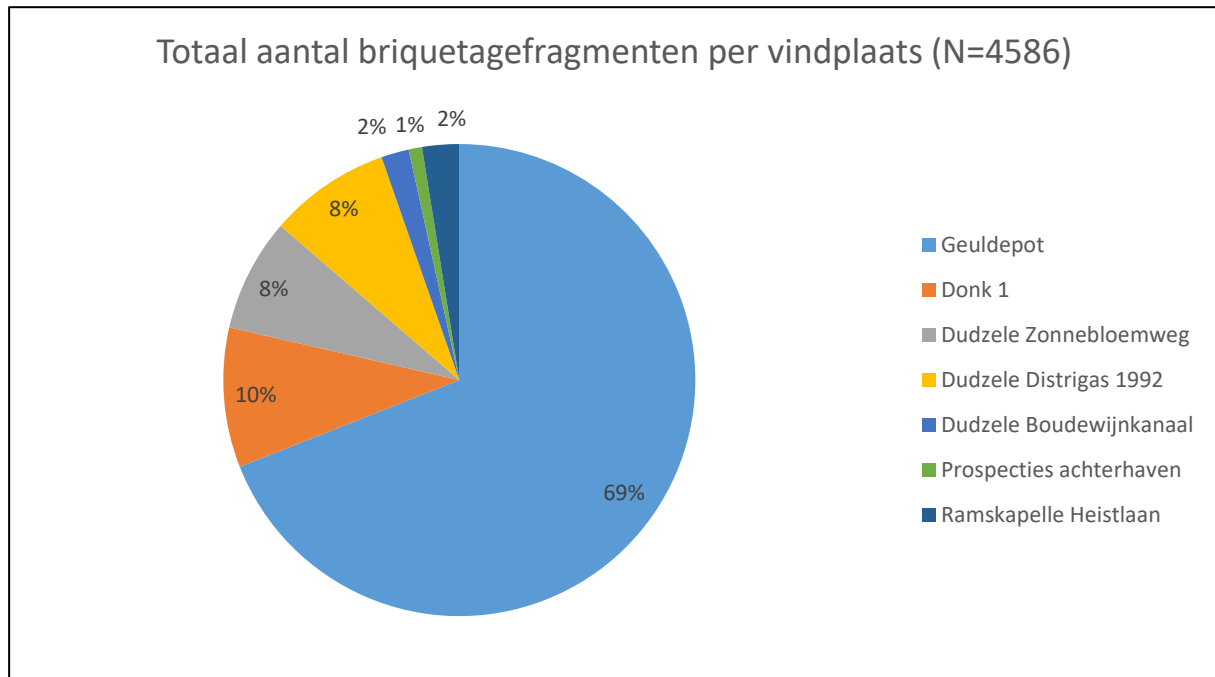
Figuur 74. Aantal fragmenten met een bepaalde groeflengte.

10.10 Vergelijking van de briquetage-ensembles op de verschillende sites.

10.10.1 Inleiding

In dit onderzoek werden in totaal 4 586 briquetagefragmenten met een gewicht van 13,75 kilogram verspreid over zeven sites uit de regio Zeebrugge-Dudzele (Zeebrugge achterhaven Geuldepot, Zeebrugge achterhaven Donk 1, Dudzele Zonnebloemweg, Dudzele Distrigas 1992, Dudzele Boudewijnkanaal, Prospectievondsten Zeebrugge achterhaven en Ramskapelle Heistlaan) geanalyseerd. Uit de procentuele verdeling van het vondstmateriaal (fig. 75) bleek dat 69% tot het Geuldepot behoorde en 10% tot Donk 1. Dudzele Distrigas 1992 en Dudzele Zonnebloemweg bevatten elk 8% en de laatste 5% werd gevormd door het materiaal van Dudzele Boudewijnkanaal, Ramskapelle Heistlaan en de Prospectievondsten in de

achterhaven. Na de analyse van al het briquetagemateriaal volgt hier een vergelijking van de verschillende sites. Het is wel belangrijk te vermelden dat een vergelijking tussen de vindplaatsen sterk werd bemoeilijkt door de variërende vondstomstandigheden en het gebrek aan beargumenteerde dateringsgegevens voor heel wat vindplaatsen.



Figuur 75. Verdeling van het aantal briquetagefragmenten per vindplaats.

In dit overzicht werd geopteerd om alle vindplaatsen in het Geuldepot onder dezelfde noemer te behandelen, aangezien deze vindplaatsen geografisch geclusterd voorkwamen en als chronologisch homogeen worden beschouwd (Patrouille 2013, 8-11, 26, 40-42; De Clercq *s.d.*, 5, 8, 20). Op de site Dudzele Zonnebloemweg werden twee occupatiefasen (met briquetagemateriaal) vastgesteld (Verwerft et al. 2014, 13-15). Aangezien geen duidelijke chronologische verschillen in het briquetagemateriaal merkbaar waren, werd eveneens beslist om het materiaal samen te bespreken in plaats van de verschillende fasen afzonderlijk te behandelen. De andere sites kenden daarenboven vaak niet zo een sterke chronologische afbakening, waardoor weinig relevante vergelijkingsresultaten zouden worden verkregen. Ten slotte werden de verschillende prospectievondsten uit de Zeebrugse achterhaven samen besproken, aangezien dit telkens ging om beperkte briquetage-ensembles.

Om een vergelijking tussen de verschillende sites mogelijk te maken, werden alle besproken elementen procentueel ten opzichte van elkaar uitgezet. Op deze manier speelden de absolute

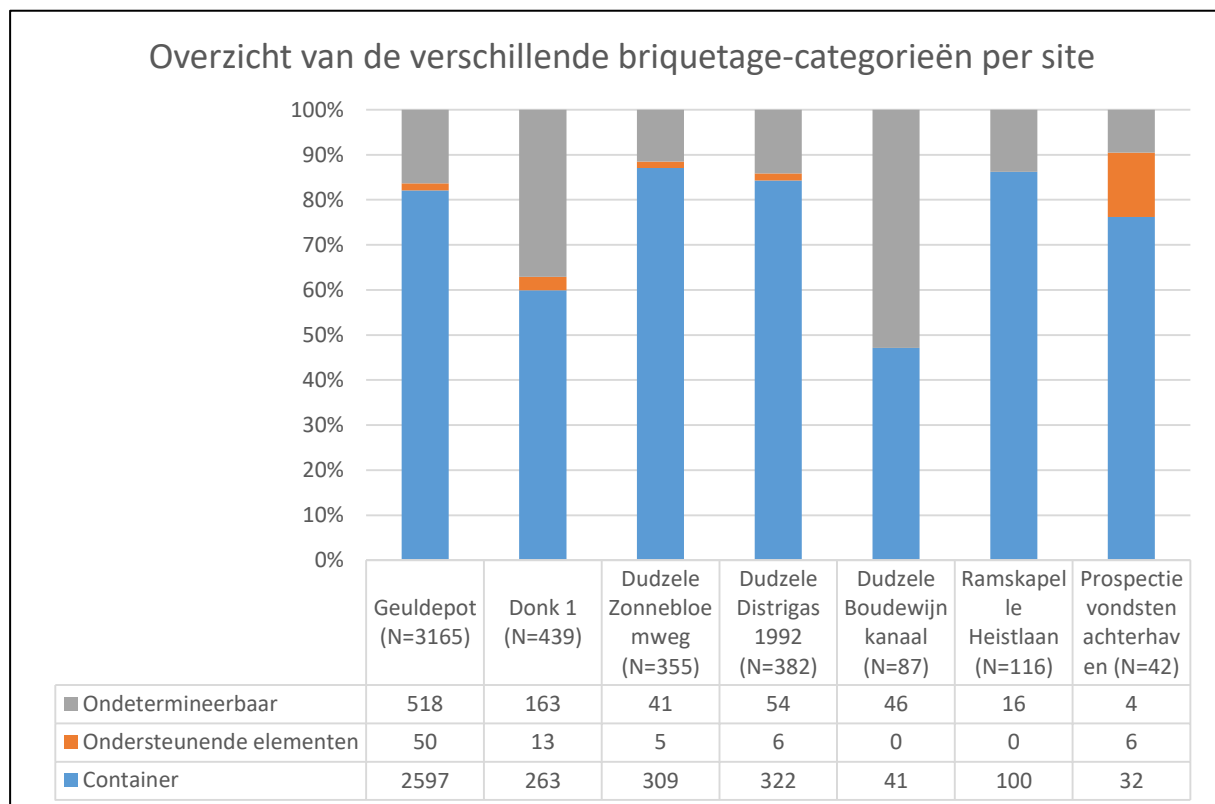
aantallen van het briquetagemateriaal op de verschillende sites geen rol. De procentuele verdeling van bepaalde elementen op de kleinere sites moet echter wel met de nodige voorzichtigheid worden benaderd, aangezien soms te weinig fragmenten voorkwamen om een realistisch beeld op te bouwen van de interne verdeling op een site. In dit onderdeel werden geen fragmenten weergegeven, maar alle tekeningen werden per site en per type in appendix 4 gegroepeerd. Een korte beschrijving van elke tekening is te vinden in de vondstcatalogus (appendix 3).

10.10.2 Bespreking van het briquetagemateriaal op de verschillende sites

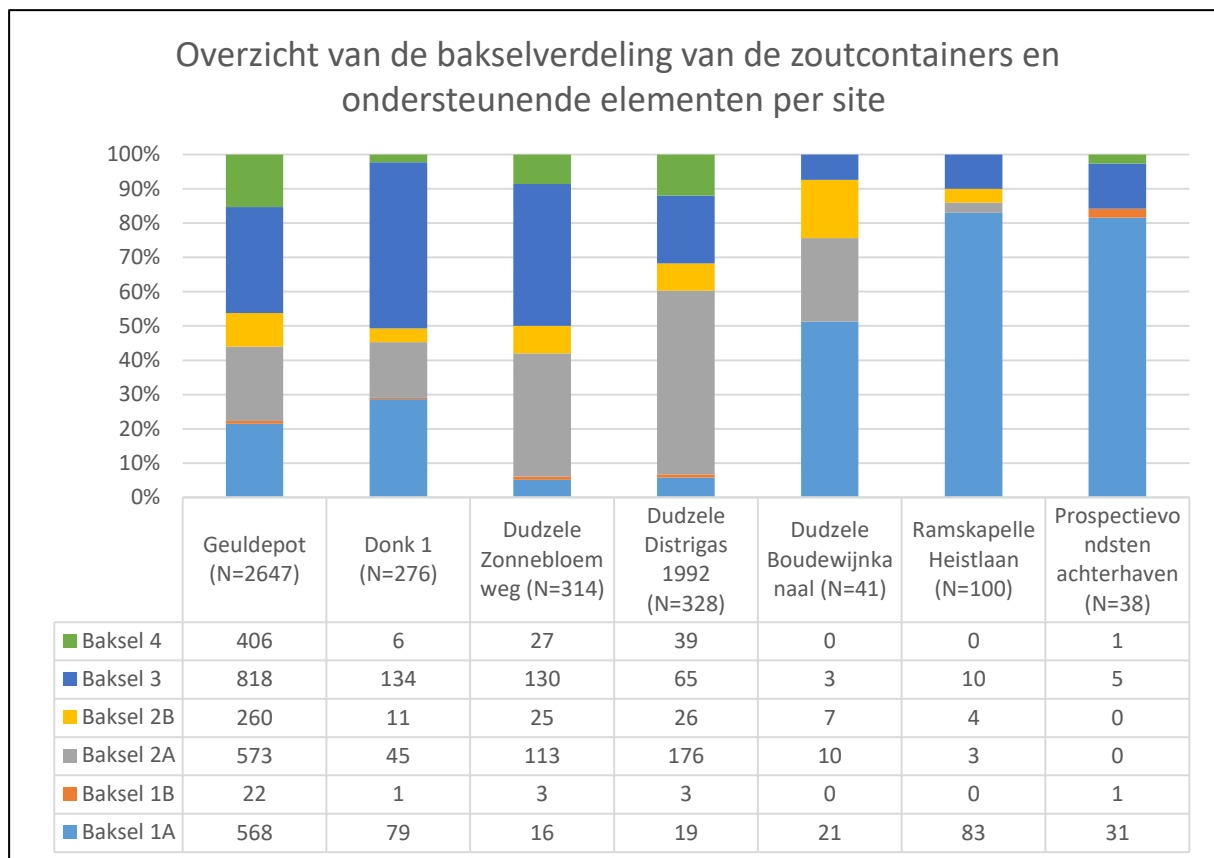
Het briquetagemateriaal op de verschillende sites werd eerst opgedeeld in de diverse briquetage-categorieën. Hieruit bleek dat op geen enkele site structurele elementen (haardbekleding, vloerplatformen...) waren aangetroffen en dat zoutcontainers op elke site domineerden (fig. 76). Het percentage aan onbepaald materiaal fluctueerde van site tot site, maar was op Donk 1 en Dudzele Boudewijnkanaal toch meer uitgesproken. Een sluitende verklaring is hiervoor niet voorhanden, maar het materiaal van Dudzele Boudewijnkanaal was wel enorm poreus. Verdere fragmentatie en schade kon hierdoor zijn opgetreden ten gevolge van post-depositionele processen, (post-)opgravingsactiviteiten en opslagomstandigheden. Ramskapelle Heistlaan en Dudzele Boudewijnkanaal bevatten daarnaast geen ondersteunende elementen. Toch sloot dit deze sites niet automatisch uit als productiesites aangezien enerzijds dit materiaal *ex situ* werd gerecupereerd en anderzijds de sites relatief weinig fragmenten telden.

Vervolgens werden de baksels op de verschillende sites met elkaar vergeleken (fig. 77). De procentuele verdeling van de baksels kwam bij de eerste vier sites (Geuldepot, Donk 1, Dudzele Zonnebloemweg en Dudzele Distrigas 1992) min of meer overeen. Alle baksels waren op deze sites vertegenwoordigd, met een lichte dominantie van baksel 3 (Geuldepot, Donk 1, Dudzele Zonnebloemweg) of baksel 2A (Dudzele Distrigas 1992). Deze spectra weerspiegelden waarschijnlijk de reële situatie op de site, aangezien het materiaal uit het Geuldepot, Donk 1, Dudzele Zonnebloemweg en misschien ook Dudzele Distrigas 1992 *in situ* werd gerecupereerd (Patrouille 2013; Verwerft et al. 2014). Het materiaal van Dudzele Boudewijnkanaal, Ramskapelle Heistlaan en de Prospectievondsten achterhaven werd in tegenstelling tot de andere sites overheerst door baksel 1A. De vraag is echter of dit de reële situatie wel enigszins benadert, aangezien het materiaal afkomstig was van enerzijds *ex situ*

vindplaatsen die toevallig waren aangesneden tijdens werkzaamheden en anderzijds van prospectiecampagnes (Hillewaert, Hollevoet 1986a, 144; 1986b, 109; 1987, 16; Hollevoet 1988, 169). Het is niet onlogisch te veronderstellen dat tijdens deze prospecties enkel de duidelijkste fragmenten (wit poederig baksel (baksel 1A)) als briquetage-aardewerk werden geregistreerd. Wanneer deze verhoudingen ondanks alles toch de werkelijke situatie vertegenwoordigen, rijst wel de vraag hoe dit verschil moet worden verklaard. Een geografische verklaring lijkt niet aannemelijk aangezien deze sites niet specifiek geclusterd of afgezonderd van de andere sites voorkwamen (fig.35). Mogelijk moet dit verschil eerder chronologisch worden verklaard, al kan dit door het gebrek aan dateringsmateriaal op de sites Dudzele Boudewijnkanaal, Ramskapelle Heistlaan en de Prospectievondsten achterhaven niet worden bevestigd.



Figuur 76. Overzicht van de verschillende briquetage-categorieën per site.



Figuur 77. Overzicht van de bakselverdeling van de zoutcontainers en ondersteunende elementen per site.

Daarna werden de zoutcontainers op de verschillende sites onder de loep genomen (fig. 78, 79, 80, 81, 82). Op elke site werd minstens 80% van de zoutcontainerfragmenten aan de categorie ‘wanden’ toegewezen en lag het aandeel aan bodemfragmenten duidelijk hoger dan de randfragmenten (fig. 78). Slechts op twee sites (Donk 1 en Prospectievondsten achterhaven) domineerden de bodemfragmenten niet over de randfragmenten. Bij de prospectievondsten moet dit waarschijnlijk verklaard worden door de selectieve inzameling van het materiaal. Voor Donk 1 geldt echter een andere verklaring in functie van de interpretatie van de site. Donk 1 werd namelijk geïnterpreteerd als een bewoningssite en niet als productiesite (Patrouille 2013, 27-34), waardoor het enigszins logisch is dat hier weinig bodemfragmenten voorkwamen aangezien deze op de productiesites werden afgebroken (cfr. 10.9).

Verder bleek dat op quasi alle sites het merendeel van de scherven behoorde tot diktecategorie 2 (6,1 – 9 millimeter) (fig. 79). Naast de dikte van de gewone wandscherven werden –waar mogelijk – ook de opgaande wanden van de bodems en de randfragmenten gemeten en

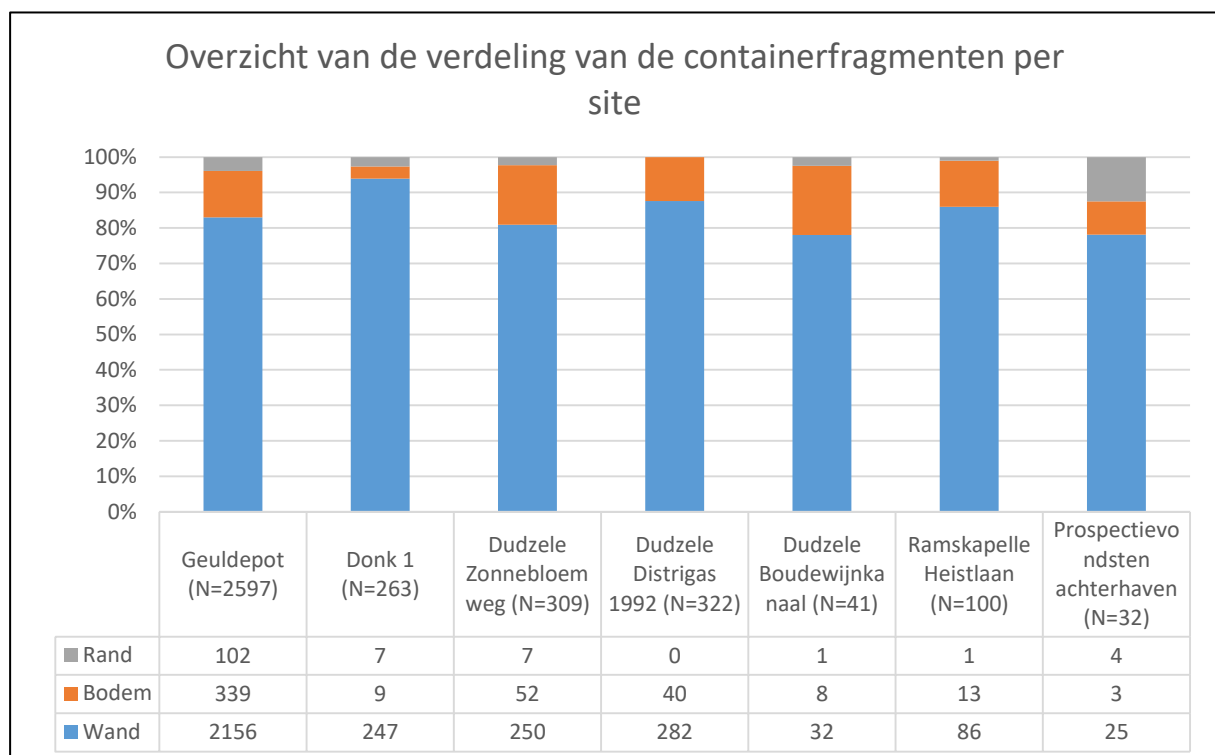
geïncorporeerd in de grafiek. In het Geuldepot, Donk 1 en Dudzele Zonnebloemweg werd deze diktecategorie aangevuld met een vrij hoog percentage dunwandige scherven (ongeveer 20%) (klasse 1) en weinig dikkere fragmenten (klasse 4 en 5). In Dudzele Distrigas 1992 en de Prospectievondsten was het omgekeerde merkbaar. Op deze sites kwamen quasi geen dunwandige scherven (klasse 1) voor, maar wel een hoger percentage aan dikkere wandischerven (klasse 3), respectievelijk 35% en 50% (fig. 79). Hoewel het opdelen van de fragmenten in diktecategorieën per containertype in elke site wellicht meer informatie kan bevatten, is deze grafiek in deze dataset moeilijk te maken. Vooralsnog is namelijk onduidelijk tot welk containertype de wanden en randen behoorden waardoor deze grafiek zou gebaseerd worden op een te beperkte – en mogelijk niet representatieve – groep fragmenten.

In Fenland werd vastgesteld dat de wanddikte gedeeltelijk als chronologische indicator kon worden gebruikt, daar de vroege ijzertijdsites eerder dunnere scherven bezaten en op de sites uit de late ijzertijd en vroeg-Romeinse periode eerder dikwandig exemplaren werden gerecupereerd (Morris 2001b, 358, 368-369). Of de wanddikte hier eveneens als chronologische indicator kan worden gebruikt, is niet te achterhalen door de slechte datering van Dudzele Distrigas 1992 en de Prospectievondsten achterhaven. Wederom heeft een (onbewust) selectieve inzameling van de dikkere fragmenten bij de Prospectievondsten waarschijnlijk gezorgd voor een vertekend beeld. Over de vondstomstandigheden van Dudzele Distrigas 1992 is niets gekend waardoor een selectieve inzameling op deze site eveneens tot de mogelijkheden behoort.

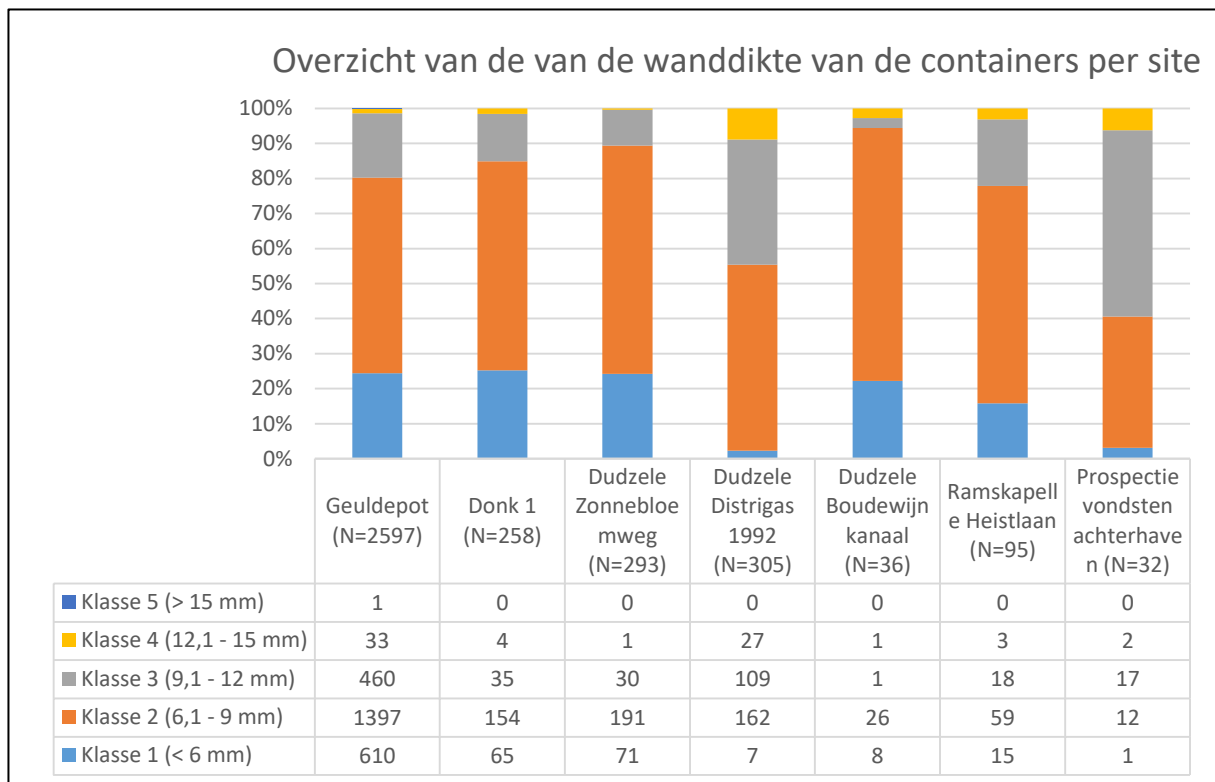
Wanneer de bodemtypologie op de verschillende sites werd vergeleken, valt op dat bodemtype 1A en 2A op alle sites domineerden (fig. 80). De bodemtypes met een geprofileerde voet (bodemtype 1B en 2B) kwamen enkel op Dudzele Distrigas 1992 procentueel in hogere getale voor. De procentuele verhoudingen van de bodemtypes waren op een aantal sites (Donk 1, Dudzele Boudewijnkanaal, Ramskapelle Heistlaan en de Prospectievondsten achterhaven) echter weinigzeggend, aangezien ongeveer slechts 10 bodems op deze sites werden aangetroffen. Hoewel het aantal bodems wel in verhouding was met de aanwezige randen en wanden op de site (fig. 78), bleef dit aantal te beperkt om gefundeerde uitspraken te doen specifiek over de bodemtypologie. Daarnaast werd bij elk bodemtype op iedere site een aantal fragmenten met een waarneembare curve vastgesteld (cfr. 10.5). Dit onderscheid werd niet in deze grafiek opgenomen, maar komt wel terug in de

vergelijking van de containertypologie (fig. 82). Over de randtypologie op de sites (fig. 81) kunnen enkel uitspraken verricht worden over het Geuldepot, aangezien enkel op deze site een relevant aantal randfragmenten voorkwam. De overige sites leverden minder dan 10 randen en soms slechts één randfragment, waardoor vergelijkingen nietszeggend zouden zijn. In het Geuldepot kwamen randtype 1A, 1B en 2 in gelijke getale voor en vertegenwoordigden deze meer dan 90% van alle randfragmenten (fig. 81). Het resterende percentage (ca. 8%) werd nog ingevuld door randtype 3, 4 en 5.

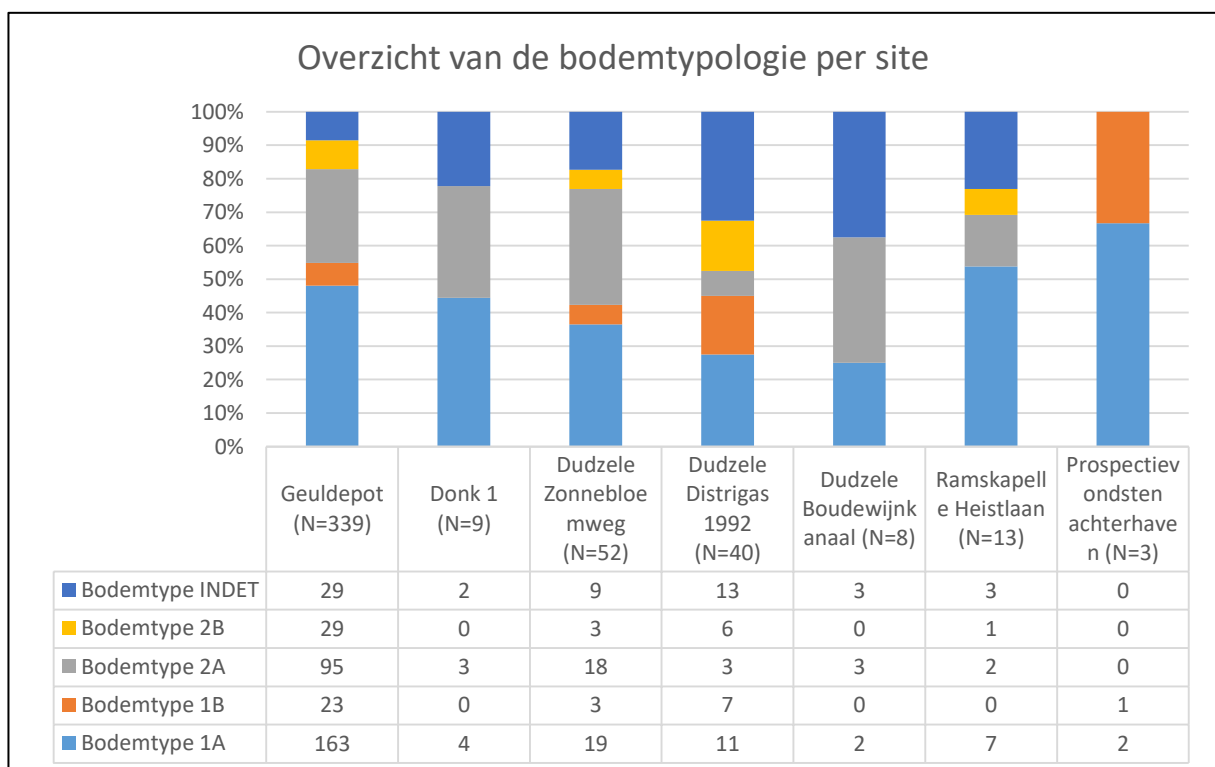
Net zoals bij de vergelijking van de bodem- en randtypologie kunnen voor de vergelijking van de containertypologie gelijkaardige opmerkingen worden geformuleerd, namelijk dat de procentuele verhoudingen van bepaalde sites (Prospecties achterhaven, Dudzele Boudewijnkanaal, Ramskapelle Heistlaan en Donk 1) weinigzeggend zijn door het kleine aantal fragmenten (fig. 82). De spectra van de overige drie sites waren wel vrij gelijkaardig. Zo namen verdampingscontainers (C1A en C1B) tussen de 50 en 60% van de totale verdeling in beslag. De overige 50-40% konden worden toegewezen aan de droog- en transportcontainers (C2 en C3). De verdeling van deze transportcontainers was quasi gelijk in het Geuldepot en Dudzele Zonnebloemweg, maar deze verdeling verschilde in Dudzele Distrigas 1992. Op deze site kwam de B-variant van containertype 2 en 3 meer voor (fig. 82).



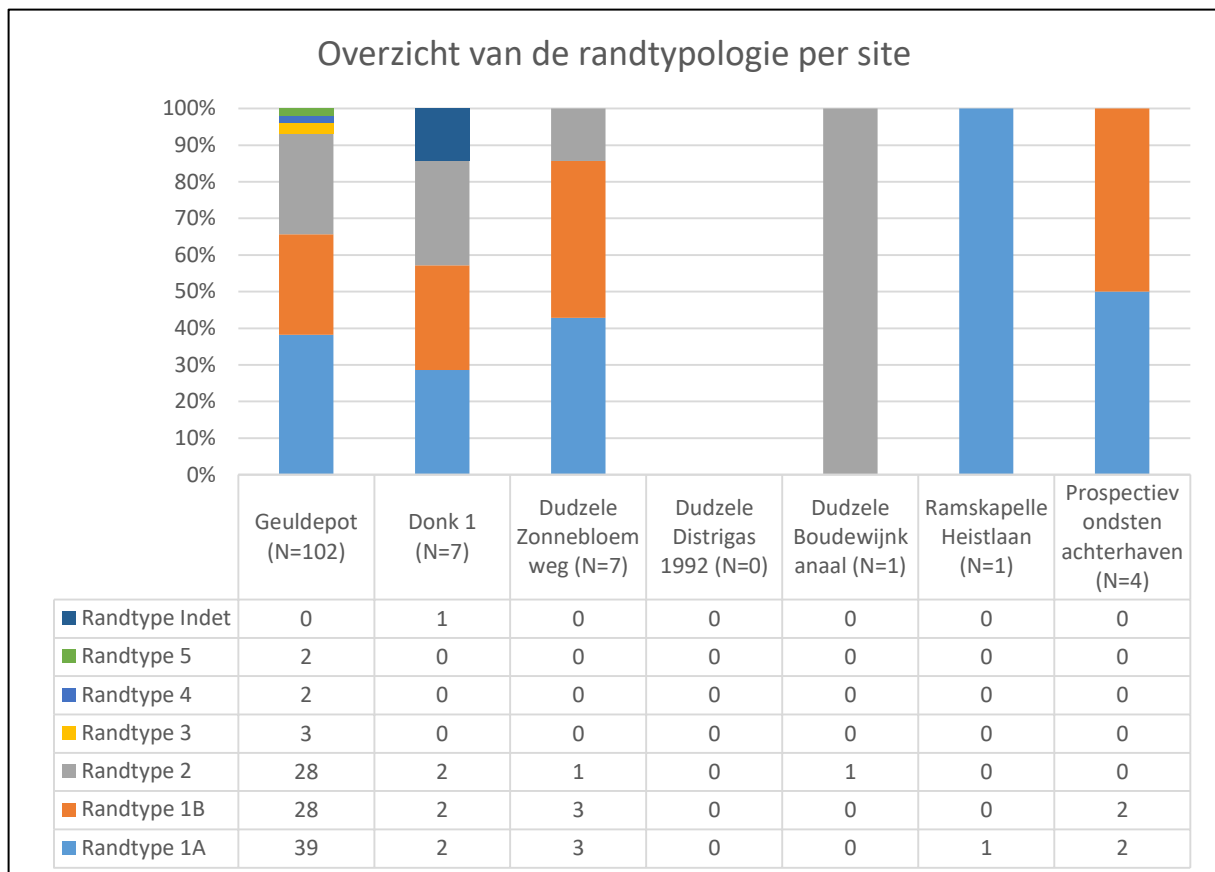
Figuur 78. Overzicht van de verdeling van de containerfragmenten per site.



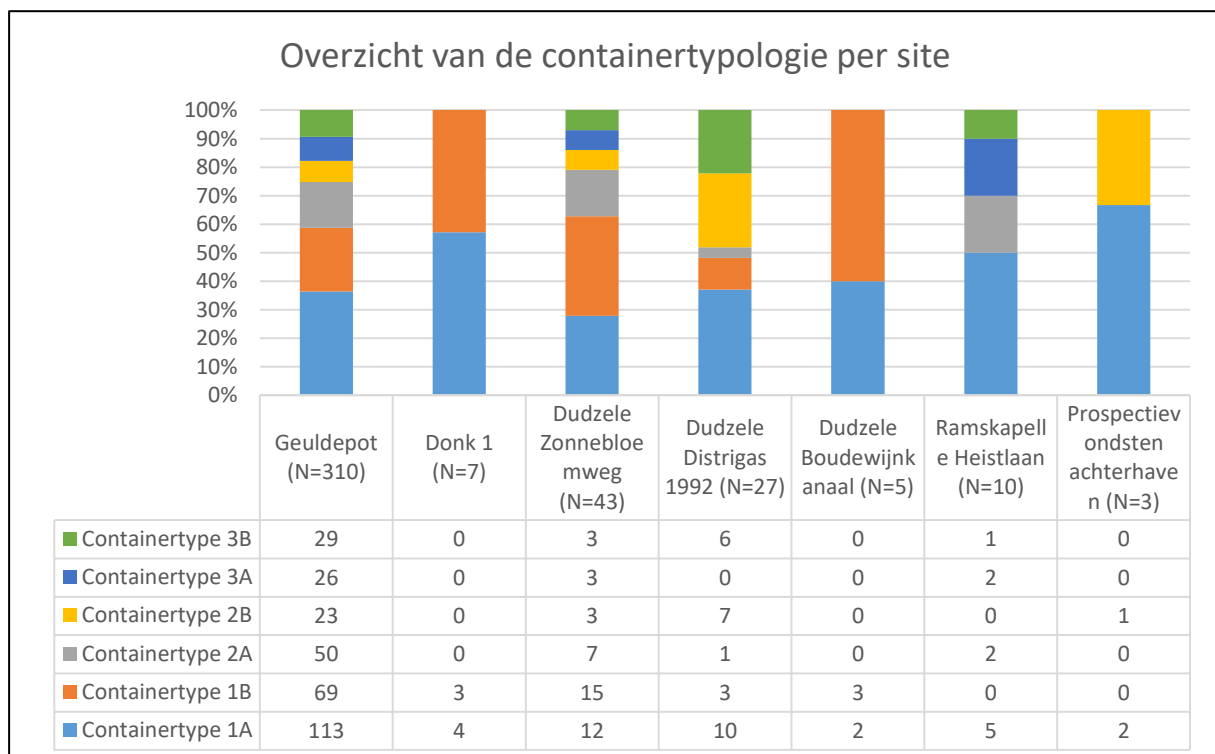
Figuur 79. Overzicht van de wanddikte van de containers per site.



Figuur 80. Overzicht van de bodemtypologie per site.

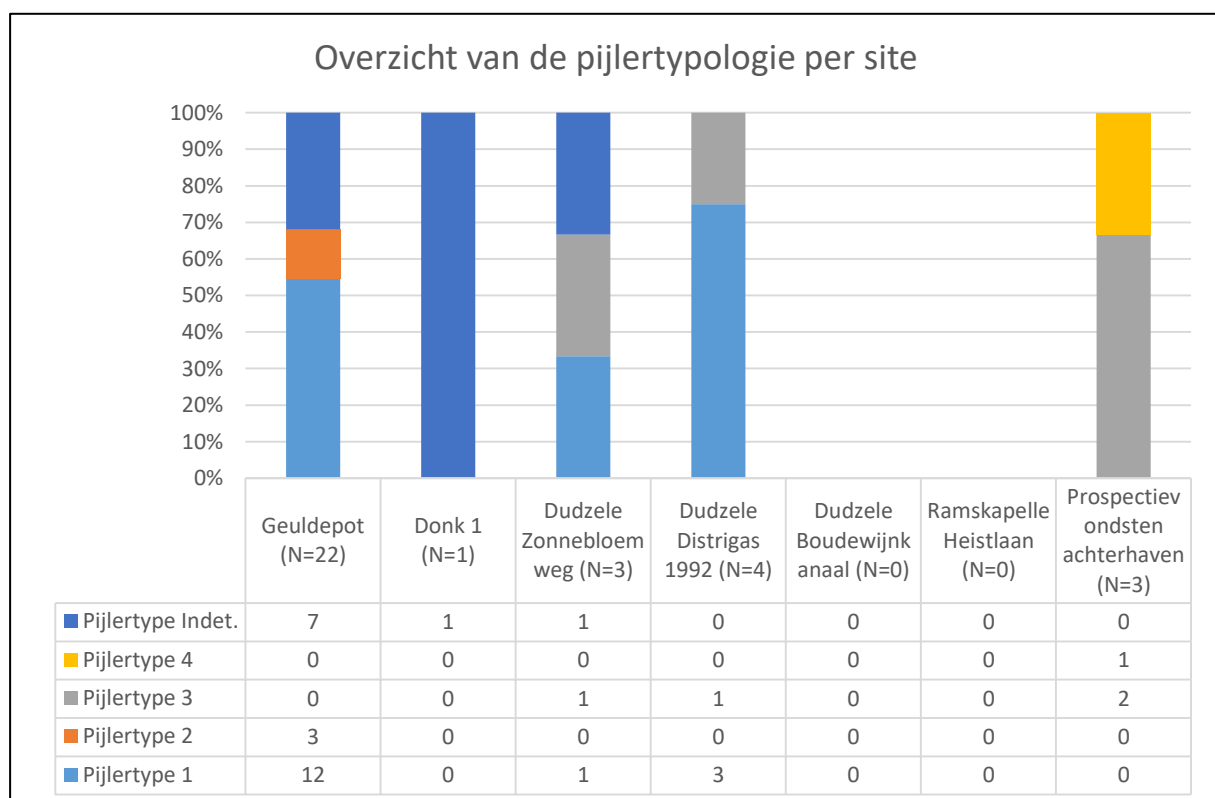


Figuur 81. Overzicht van de randtypologie per site.



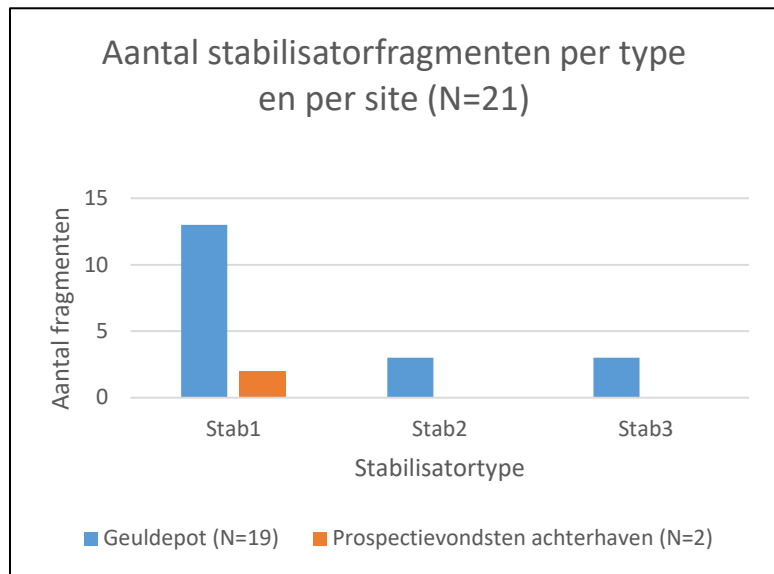
Figuur 82. Overzicht van de containertypologie per site.

Op bijna alle sites kwamen ondersteunende elementen voor, al was dit percentage minimaal ten opzichte van de zoutcontainers (fig. 76). De ondersteunende elementen werden op hun beurt opgedeeld in verschillende groepen (cfr. 8.2.3.2) waaronder pijlers en stabilisatoren. De aanwezige pijlerelementen op de sites werden procentueel vergeleken (fig. 83), maar dit leverde weinig informatie op aangezien te weinig fragmenten op de sites werden geïdentificeerd en vooralsnog geen informatie gekend is over de verhittingsstructuren in de onderzoeksregio. Uit deze grafiek (fig. 83) kon wel worden afgeleid dat in het Geuldepot als enige pijlertype 2 voorkwam en dat pijlertype 3 (circulaire pijlers) ontbrak. Pijlertype 3 werd wel aangetroffen in Dudzele Zonnebloemweg, Dudzele Distrigas 1992 en de Prospectievondsten achterhaven. Pijlertype 4 werd enkel in deze laatste gerecupereerd. Aangezien de stabilisatoren louter in het Geuldepot en de Prospecties achterhaven werden aangetroffen, was een vergelijkende grafiek tussen de verschillende sites zinloos. Stabilisator type 1 werd op beide sites herkend en stabilisator type 2 en 3 kwamen enkel in het Geuldepot (fig. 84).



Figuur 83. Overzicht van de pijlertypologie per site.

Als conclusie kan geponoerd worden dat Dudzele Distrigas 1992 en Prospectievondsten achterhaven op meerdere vlakken afweken van de overige sites. Voor de prospectievondsten uit de achterhaven was dit niet zo verwonderlijk, aangezien dit materiaal waarschijnlijk selectief werd ingezameld.



Figuur 84. Aantal stabilisatorfragmenten per type en per site.

Een sluitende verklaring voor

het afwijkend patroon van Dudzele Distrigas 1992 is niet voorhanden, daar geen informatie over deze vindplaats gekend is. Het is echter opvallend dat de bakselverdeling, de diktecategorie, de bodemtypologie en de containertypologie op deze site afweek van het Geuldepot en Dudzele Zonnebloemweg. Toch moet geconcludeerd worden dat het merendeel van de sites (Prospectievondsten achterhaven, Ramskapelle Heistlaan, Dudzele Boudewijnkanaal en Donk 1) te weinig materiaal bevatten om in dit stadium van het hedendaagse briquetage-onderzoek met elkaar te worden vergeleken.

10.11 Synthese

Het aanwezige briquetagemateriaal in de dataset kon op basis van parallellen met Franse (Prilaux 2000) en Engelse (Fawn et al. 1990; Lane, Morris 2001; Hathaway 2013) sites opgedeeld worden in drie grote categorieën: zoutcontainers, ondersteunende elementen en onbepaald materiaal. Deze dataset bevatte geen grotere fragmenten die als structureel materiaal moesten worden geïnterpreteerd.

Voordat deze categorieën verder werden opgedeeld in verschillende subgroepen, werden een zestal baksels in vier grote groepen gedefinieerd. Baksel 1A bestond uit een zeer zacht gebakken, slecht gestructureerde heterogene kleimatrix met een witgrijze kern en een witgelige naar oranje oppervlaktekleur en een zeer dicht verspreide grove vegetale verschraling. Baksel 1B was een variant op baksel 1A, maar bevatte eerder een fijne vegetale

verschraling in combinatie met medium grove tot grove afgeronde kwartskorrels die dicht verspreidt voorkwamen. Baksel 2A was zacht tot matig hard gebakken en had een slecht gestructureerde kleimatrix met een gelaagd uitzicht. De inclusies bestonden hoofdzakelijk uit fijn vegetaal materiaal en fijne tot medium grove afgeronde kwartskorrels. Belangrijk in dit baksel was de afwisseling van blekere lagen met grotere kwartskorrels en dunnere bandjes (lenzen) met kleinere kwartskorrels en een donkere kleur, waarschijnlijk afkomstig van de mineralogische samenstelling met vermoedelijk mangaanoxide. Baksel 2B was een variant van 2A en had veel minder en fijnere vegetale verschraling en meer kwartskorrels. Baksel 3 was homogener en had naast veel fijn vegetaal materiaal een sterk zandige component van medium grove tot grove afgeronde kwartskorrels. Ten slotte bestond baksel 4 uit een zeer slecht gestructureerde kleimatrix, verschraald met fijn vegetaal materiaal en medium grove tot grove afgeronde kwartskorrels dicht verspreid doorheen het baksel. Opvallend in dit baksel was de grijzere kern geflankeerd door lagen met een meer oranje tint.

De zoutcontainerfragmenten werden vervolgens opgedeeld in wanden, randen en bodems waarvoor een typologie werd ontwikkeld. De bodemtypologie bevatte twee grote groepen met telkens een A- en een B-variant, waarbij in elke groep stevast fragmenten met en zonder curve werden geobserveerd. Bodemtype 1A bestond uit een eenvoudige rechte bodem zonder geprofileerde voet en met een rechtopstaande rand (80-90°). De B-variant had daarentegen wel zo een geprofileerde voet. Bodemtype 2A leek in veel opzichten op 1A met zijn rechte bodem en het ontbreken van de uitgesproken voet, hoewel de opgaande wand hier een hoek vormde van 60-80° met de bodem. De B-variant (2B) bezat dezelfde elementen als 2A, maar wel met een geprofileerde voet. De randen konden worden opgedeeld in vijf grote types waarbij type 1 nog werd opgesplitst in een A- en een B-variant. Randtype 1A was een eenvoudige afgeronde rand, terwijl bij type 1B het bovenoppervlak eerder vlak was. De randen van type 2 waren kenmerkend doordat deze rand was afgeplat en naar buiten of naar binnen was geplooid. Randtype 3, 4 en 5 kwamen slechts in geringe getale en louter in het Geuldepot voor en konden respectievelijk als volgt worden beschreven: een klassieke T-vormige rand, een rechte gesneden rand en een geulrand met een licht Y-vormig profiel.

De containertypologie werd hoofdzakelijk gebaseerd op de bodemtypologie, aangezien geen volledige wandprofielen bewaard waren gebleven. Hierdoor kon de randtypologie niet in relatie worden gebracht met de bodemtypologie. In totaal werden drie grote containertypes gedefinieerd met telkens een A- en een B-variant. Containertype 1A werd beschouwd als een

(sub)-rechthoekige container met een vlakke bodem en een rechtopstaande wand (80-90° met de bodem). Dezelfde containervorm met een naar buiten staande wand (60-80°) werd als type 1B gedefinieerd. Containertype 2A werd daarentegen als een eenvoudige cilindrische container zonder geprofileerde voet en een rechtopstaande wand beschreven. De B-variant verschilde weinig in algemene opbouw met de A-variant, maar bezat wel een geprofileerde bodem. Wederom verschilde containertype 3A en 3B niet sterk van respectievelijk containertype 2A en 2B. In plaats van de rechtopstaande wand kende containertype 3 echter een naar buiten staande wand

De afwezigheid van volledige wandprofielen limiteerde sterk de interpretaties omtrent de functionaliteit van de zoutcontainers. Op basis van alle elementen in de dataset werd een hypothese opgesteld die beantwoorde aan heel wat aspecten. Toch blijft dit bij gebrek aan ontgensprekelijke aanwijzingen slechts een hypothese, die in de toekomst wel aan andere briquetage-ensembles kan worden afgetoetst. Voorlopig werd containertype 1 als verdampingscontainer aanzien waarin de pekel verdampte totdat zoutkristallen uitkristalliseerden. Deze zoutkristallen werden vervolgens uitgeschept en gedroogd in cilindrische zoutcontainers (containertype 2 en 3), waarbij de twee verschillende vormen mogelijk beantwoorden aan types zout van andere kwaliteit. Nadat het zout in de containers volledig gedroogd was, werd de bodem afgebroken op een gemiddelde hoogte van 11 tot 21 millimeter waarna deze containers landinwaarts werden getransporteerd. De zoutzieders braken deze bodems hoogstwaarschijnlijk af omdat tijdens het droogproces aan iets te hoge temperatuur het zout op de bodem kon verschroeien. Het verwijderen van de bodem was de oplossing om deze contaminatie weg te halen en de consument kon zijn product aan weerszijden van de container controleren. Daarnaast werden op een aantal fragmenten groeven geobserveerd waarvoor voorlopig geen verklaring voorhanden is.

De ondersteunende elementen in de dataset konden worden opgedeeld in pijlers en stabilisatoren waarvoor eveneens een typologie werd opgesteld. In totaal kwamen vier pijlertypes (P1, P2, P3 en P4) voor, waarbij P1 beantwoordde aan een pijler met een rechthoekige doorsnede en P2 aan een pijler met rechthoekige doorsnede maar met een bredere basis en een smaller wordende top. P3 kon worden beschreven als een cilindrische pijler en P4 was een pijler met een rechthoekige doorsnede maar een gebogen Y-vormige top. De stabilisatoren werden opgedeeld in drie types en stabilisatortype 1 kwam het veelvuldigst in de dataset voor en bezat een indruk gelijkend op een rechte hoek. Stabilisatortype 2 werd

aanzien als een ruw bolletje klei met een licht uitstekende rechthoek en type 3 had een soort van rechthoekige/vierkante negatiefindruk.

Uit de vergelijking van de briquetage-ensembles van de verschillende sites bleek dat op een drietal sites (Dudzele Boudewijnkanaal, Ramskapelle Heistlaan en Prospectievondsten achterhaven) een te klein aantal fragmenten gerecupereerd was om er patronen uit te kunnen destilleren. Voor de vier overige sites (het Geuldepot, Donk 1, Dudzele Zonnebloemweg en Dudzele Distrigas 1992) werd vastgesteld dat het spectrum van Donk 1 enigszins afweek van de overige sites. Dit werd verklaard door de interpretatie van Donk 1 als een bewoningssite en niet als een productiesite. De verkregen spectra van het Geuldepot en Dudzele Zonnebloemweg kwamen vrij sterk overeen. Gezien het materiaal uit *in situ* contexten met een relatief fijne datering afkomstig was, opent dit perspectieven voor verder onderzoek. Dudzele Distrigas 1992 week van deze sites af qua bakselverdeling, diktecategorie, bodemtypologie en containertypologie. Hoewel dit opvallend was, kon geen verklaring naar voor worden geschoven door het ontbreken van rapporten en contextinformatie over deze site. Algemene patronen of kenmerkende verschillen zullen pas duidelijker naar voren komen en geplaatst kunnen worden in een breder kader, wanneer in de toekomst meer briquetage-ensembles bestudeerd zullen worden.

HOOFDSTUK 11

PRODUCTIEPROCES IN DE *CIVITAS MENAPIORUM*

GEDURENDE DE ROMEINSE PERIODE

Dit hoofdstuk zal de informatie uit hoofdstuk 8, 9 en 10 bundelen om tot een reconstructie te komen van het productieproces van zout in de *civitas Menapiorum*. Doorheen dit werkstuk werd reeds aangehaald dat in deze regio zout enkel geproduceerd kon worden via artificiële verhitting. Dat er geen eenduidig productieproces was, wordt duidelijk door de verschillende keuzes die de zoutzieders bij elke stap moesten maken, wat het eindresultaat beïnvloedde. Dit hoofdstuk zal een zo exhaustief mogelijk overzicht bieden van die keuzemogelijkheden en hun samenhang, voor zover deze ontegensprekelijk werden aangetroffen en bestudeerd in een archeologische context. Op de meeste sites was de informatie echter nog te fragmentair om een volledig beeld te vormen. Dit overzicht moet daarom eerder worden beschouwd als de laatste stand van zaken dan als een volwaardige synthese van het zoutproductieproces in de Romeinse periode.

In totaal werden een achttal productiefasen gedefinieerd: (1) verwerven van grondstoffen, (2) construeren van een verhittingsstructuur, (3) maken van briquetage-elementen, (4) voorbereiden van een pekkel, (5) kristallisatie, (6) drogen van het zout, (7) transport en (8) organisatie van de afvaldump (cfr. 8). Het verloop van deze fasen hing in de eerste plaats af van de inplanting van de zoutproductiesite aangezien die de beschikbaarheid van de grondstoffen bepaalde. In de regio Zeebrugge-Dudzele lagen alle sites echter vrij gelijkaardig ingeplant langsheen een getijdengeul en niet in de directe omgeving van de kustlijn (Cox 2009, 87-90).

(1) De eerste stap bestond uit het verwerven van de grondstoffen: brandstof voor het opstoken van de verhittingsstructuur en klei voor het maken van briquetage-elementen. Deze klei werd lokaal gewonnen (Hathaway 2013, 165), zoals werd aangetoond door de klei-extractiekuilen

in Pitgam (Bouche, Michel 2004, 55) en Looberghe (Teyssere 2014, 174-176). Als brandstof werd op de Belgische en Nederlandse sites vermoedelijk veen gebruikt, aangezien in 's Heerabtskerke (Ovaa 1972, 13), Dudzele Zonnebloemweg (Verwerft et al. 2014, 13-15), Leffinge (Thoen 1986, 41; 1987b, 72) en Houtave (Hollevoet 1987, 155) veenwinningssporen op de productiesites werden aangetroffen. In de omgeving van de Noord-Franse sites (bijvoorbeeld Looberghe) bevond zich geen ondiep veen in de onmiddellijke nabijheid van de productie, waarom waarschijnlijk werd gekozen voor verschillende houtsoorten of halofyle planten als brandstof (Teyssere 2014, 176, 232). Uit deze voorbeelden blijkt duidelijk dat de zoutzieders een type brandstof gebruikten dat lokaal voorradig was, maar enkel natuurwetenschappelijk onderzoek van de aspakketten kan de brandstofsoort met zekerheid identificeren.

(2) Vervolgens werd de lokale klei aangewend om een verhittingsstructuur te vervaardigen. Op een vijftal sites (Steene, Leffinge, Koudekerke Meijnersweg, Middelburg Oude Vlissingeweg en 's Heerabtskerke)²¹ in het onderzoeksgebied werden de restanten van gesloten haardstructuren aangetroffen die vermoedelijk gebruik maakten van directe hitte (fig. 41). Een gelijkaardig haardtype werd op zes andere vindplaatsen (Looberghe B1473, Chemin de la mairie, Rue de Cassel, Koudekerke Breeweg, Middelburg Kruitmolenlaan en Middelburg Mortiere)²¹ gesuggereerd doordat heel wat gelijkaardige elementen (fragmenten van haardbekleding, pijlers...) in samenhang voorkwamen (fig. 41). Daarnaast werden op heel wat sites ook pijlerfragmenten teruggevonden, welke vermoedelijk aan dit type verhittingsstructuur moeten worden toegeschreven (fig. 41). Hieruit kan worden geconcludeerd dat in de *civitas Menapiorum* hoofdzakelijk, al dan niet gesloten, cirkelvormige pijlerhaarden werden gebruikt. In dit haardtype werden de verdampingscontainers bovenop de pijlers geplaatst in direct contact met het vuur (cfr. 8.2.4.2). Het voorkomen van deze pijlerhaarden in batterijvorm zoals in Leffinge en Middelburg Oude Vlissingeweg²¹ op het einde van de tweede eeuw moet waarschijnlijk aanzien worden als een schaalvergroting van het productieproces. Enkel op de Noord-Franse sites van Steene en Looberghe²¹ werden ontegensprekelijke bewijzen gevonden voor een tweede type verhittingsstructuur, namelijk roosterhaarden (fig. 41).

²¹ Voor meer informatie en de referenties van de site zie: Pitgam (cfr. 9.2.1); Steene (cfr. 9.2.2); Looberghe (cfr. 9.2.3); Houtave (cfr. 9.2.4); Leffinge (cfr. 9.2.5); Ramskapelle (9.2.6); Regio Zeebrugge-Dudzele (cfr. 9.2.7); Koudekerke (cfr. 9.2.8); Middelburg (cfr. 9.2.9); Ritthem (cfr. 9.2.10) en 's Heerabtskerke (cfr. 9.2.11).

(3) Nauw samenhangend en mogelijk gelijktijdig met de constructie van de verhittingsstructuur werden briquetage-elementen vervaardigd. ‘Briquetage’ is een breed begrip dat zowel zoutcontainers, ondersteunende elementen als structureel materiaal omvat (cfr. 8.2.3). Hoewel de aanwezigheid van zoutcontainers en ondersteunende elementen op heel wat sites werd vermeld (fig. 41), was dit materiaal tot nog toe in dit onderzoeksgebied weinig typologisch bestudeerd. Na een uitvoerige analyse van het briquetage-aardewerk van de omgeving Zeebrugge-Dudzele, werd geconcludeerd dat rechthoekige zoutcontainers (type C1) voorkwamen in combinatie met cilindrische containers (type C2 en C3). Deze vormen hadden een rechte (A-variant) of een geprofileerde voet (B-variant) en een rechtopstaande (type C2) of een naar buiten staande wand (type C3) (cfr. 10.5.4). Donnadiou en Willems (2015, 318) identificeerden op de Noord-Franse productiesites cilindrische containers, gelijkend op de containers van Pont-Rémy (fig. 28), en kelkvormige containers (type Kesteren). Van den Broeke (1986, 96-97; 1995, 193-194) beschreef voor de Nederlandse productiesites in de Romeinse periode twee cilindrische containertypes (type A en B). Vooralsnog bestaat echter geen algemeen beeld van de containervormen in de *civitas*, maar toekomstige analyses van het briquetagemateriaal uit meer en beter gedateerde productiesites kan helpen dit beeld te vervolledigen.

Een typologie met betrekking tot de pijlerelementen is verre van compleet of vaststaand door de sterke fragmentatie van het materiaal. In de regio Zeebrugge-Dudzele werden vier types geïdentificeerd: pijlers met een rechthoekige doorsnede (P1), met een rechthoekige doorsnede en een breder basis en smallere top (P2), met een cirkelvormige doorsnede (P3) en met een rechthoekige doorsnede en een Y-vormige top (P4). Te Looberghe documenteerden de onderzoekers wel quasi volledige exemplaren met een cilindrische vorm en met een bredere top en basis (fig. 32) (Oudry 2006, 13-14, 20-21; Teyseire 2014, 166-168). Verder onderzoek zal verricht moeten worden om deze typologie verder uit te bouwen voor de volledige *civitas Menapiorum*. Behalve de pijlers en de stabilisatoren werden in het studiegebied geen andere ondersteunende elementen (cfr. 8.2.3.2) aangetroffen op de Romeinse productiesites.

(4) Welke zouthoudende grondstof (zeewater, veen, zouthoudende planten en -sediment) werd gebruikt om een pekkel te bereiden en het zout uit te produceren, is op basis van de huidige stand van zaken moeilijk te beantwoorden. Om gefundeerde hypothesen hierover te ontwikkelen, is er nood aan onderzoek op sites met een vrij groot opgravingsareaal, opvallende grachtenpatronen, bezinkingsbassins en bovenal aan het natuurwetenschappelijk

onderzoek van asresten. De recent opgegraven sites Pitgam, Steene en Looberghe²¹ in Noord-Frankrijk zijn de enige in het studiegebied waar zulk onderzoek grondig is uitgevoerd, maar de definitieve resultaten zijn nog niet beschikbaar. Voorlopige rapporten vermeldden op de site van Looberghe het voorkomen van kaliumrijke assen, wat geassocieerd kon worden met de verbranding van halofyle planten (Teyssere 2014, 176). Op de Belgische en Nederlandse sites werd veen vaak aangewend als brandstof, terwijl verzilt veen eveneens als grondstof voor de zoutproductie kon fungeren (cfr. 8.2.5.4). Volgens van den Broeke (2007, 73-76) verzilte het veen echter pas in de laat-Romeinse periode, hetgeen dit gebruik zou uitsluiten. Het is echter mogelijk dat het veen in de nabijheid van een getijdengeul lokaal verzilte en dus beschikbaar was voor de zoutzieders. Dit vraagt echter nog verder onderzoek. Daarnaast werd op heel wat sites waarschijnlijk zeewater gebruikt als zouthoudende grondstof, aangezien deze lokaal en in grote mate voorradig was en eenvoudig via bezinkingstanks kon worden geconcentreerd tot een pekkel (cfr. 8.2.5) (Hathaway 2013, 176-178).

(5) Daarna werd deze pekkel in een verhittingsstructuur verdampt totdat het zout was uitgekristalliseerd, wat vervolgens werd gedroogd en landinwaarts werd getransporteerd (cfr. 8.2.6-7). Het precieze verloop van het kristallisatie- en droogproces wordt vaak louter theoretisch beschreven, aangezien het eindproduct zelf niet bewaard is gebleven. Hoe dit proces echter praktisch op een productiesite in zijn werk ging, is voor de sites in de *civitas Menapiorum* slechts in geringe mate gekend. Op basis van het briquetage-aardewerk uit de regio Zeebrugge-Dudzele kon in dit onderzoek echter wel een mogelijke hypothese worden geformuleerd (cfr. 10.9). De geconcentreerde pekkel werd vermoedelijk verhit in de rechthoekige containers (containertype 1) die met behulp van stabilisatoren op pijlers boven een warmtebron werden geplaatst. (6) De gevormde zoutkristallen werden vervolgens uit deze containers verwijderd en in cilindrische containers gedeponerd om te drogen (containertype 2 en 3), waarbij deze twee containervormen mogelijk overeenkomen met verschillende kwaliteiten zout. (7) Vooraleer het zout in de containers naar het achterland werd getransporteerd, verwijderden de zoutzieders de bodem op een gemiddelde hoogte van 11-21 millimeter. Deze bodem werd afgebroken omdat de onderste zoutlaag tijdens het droogproces mogelijk verschroeid was en deze contaminatie verwijderd moest worden.

(8) Ten slotte werd na een productiecycclus het geproduceerde afval in de omgeving van de site gedumpt (cfr. 8.2.8). De manier waarop dit gebeurde verschilde waarschijnlijk sterk van site tot site, maar in dit onderzoeksgebied werden voornamelijk geen grote afvalconcentraties

waargenomen zoals vaak in Engeland het geval was (Hathaway 2013, 252-263). De enige site waar de zoutzieders bewust het materiaal van de site hadden verwijderd en op een andere locatie hadden gedumpt, was het Geuldepot. Daar werden de afvalconcentraties aan de rand van en gedeeltelijk in het geulennetwerk *in situ* aangetroffen (De Clercq *s.d.*, 5).

HOOFDSTUK 12

SUGGESTIES VOOR VERDER ONDERZOEK

Hier en daar kwamen in dit werk reeds suggesties voor toekomstig onderzoek aan bod dewelke hier in grote lijnen op een rijtje worden gezet. In de eerste plaats is het noodzakelijk om het briquetagemateriaal van meerdere goed gedateerde productiesites (bijvoorbeeld Leffinge) gedetailleerd uit te werken, zodat de observaties uit dit onderzoek daaraan afgetoetst kunnen worden. Op deze manier kan de typologie van de zoutcontainers en de pijlers verder uitgewerkt en verfijnd worden. De toekomstige resultaten van de recente opgravingen in Steene, Pitgam en Looberghe kunnen mogelijk ook een nieuw licht op deze situatie werpen. In dit opzicht is het zeker ook interessant om het vondstmateriaal en de opgravingsgegevens van enkele oude Nederlandse opgravingen, zoals Middelburg Kruitmolenlaan, Koudekerke Meijnersweg en 's Heerabtskerke, onder de loep te nemen teneinde meer duidelijkheid te kunnen scheppen over de precieze functionaliteit van deze sites. Een gelijkaardig probleem stelt zich bij de interpretatie van het houten raamwerk van Zeebrugge. In dit werkstuk werden een aantal argumenten aangehaald waardoor dit niet langer als een zoutpan kan worden beschouwd, maar deze argumentatie en alternatieve verklaring moet nog verder uitgewerkt worden.

In een tweede luik moet volop worden ingezet op natuurwetenschappelijk onderzoek om enkele observaties te onderbouwen. Zo werden voor de samenstelling van de baksels een aantal hypothesen geformuleerd die met slijpplaatjes bevestigd of weerlegd kunnen worden. Daarnaast kan eveneens getracht worden om de gebruikte klei af te toetsen aan lokale kleimonsters. De analyse van diatomeeën kan bijdragen tot de kennis over de heersende milieuomstandigheden op de sites. In dit opzicht zou, in de mate van het mogelijke, een analyse van de asrestanten uit de oude opgravingen meer informatie verschaffen over de gebruikte brandstof, de zouthoudende grondstof en het algemene landschap in de omgeving van de productiesite. Zuiver landschappelijke studies met een focus op het einde van de veengroei en de verzilting van dit veen, zouden samen met pollenstalen uit de omgeving veel

kunnen vertellen over de beschikbaarheid van de grondstoffen en over de inplanting van de sites.

Dit werkstuk focuste louter op de technologische kant van de zoutproductie, maar schonk geen aandacht aan de meer sociale aspecten die ermee gepaard gingen. Zo is de relatie tussen de productiesites en de bewoning in de kustvlakte nog een raadsel evenals de status van de zoutzieders in de maatschappij. Gezien zout een gegeerd product was voor allerlei doeleinden, moeten er zeker handelsstromen van en naar de kustvlakte bestaan hebben. Het is vooral nog één groot vraagteken of en hoe deze handel tot uiting kwam onder de vorm van surplusproductie en winst en waar en door wie deze werd beheerd. Een analyse van enkele goed gedateerde briquetage-ensembles op inlandse consumptiesites zou eventueel licht kunnen werpen op deze handelsstromen. Misschien is het zelfs mogelijk om containervormen te identificeren die in relatie kunnen worden gebracht met een specifieke productieregio. Het linken van het briquetagemateriaal op binnenlandse sites aan de productiesites in de kustvlakte, vormt gezien de fragmentatiegraad van het materiaal de grootste uitdaging. In de studie van het hele economische systeem en de sociale leefwereld kan ook nog extra aandacht worden besteed aan de precieze functie van die zogenaamde *salinatores*. *Salinatores*-inscripties kwamen voor over het ganse Romeinse rijk en mogelijk kan de context van deze inscripties nieuwe inzichten bieden of kan oude inzichten bevestigen of verwerpen.

Tot slot werd in dit werkstuk quasi geen woord gerept over de rol van experimentele archeologie in de studie van zoutproductie. Toch biedt deze discipline heel wat mogelijkheden om hypothesen te bevestigen of te weerleggen. Via experimenteel onderzoek kunnen bijvoorbeeld de mogelijke constructiewijzen van de containers getest worden op efficiëntie of kunnen de effecten van verschillende brandstoftypes achterhaald worden. Daarnaast zou het reconstrueren van een verhittingsstructuur nieuwe inzichten kunnen bieden over de zoutproductie en kan getracht worden zo veel mogelijk verschillende types zout te produceren om een inschatting te kunnen maken van de variëteit aan zout in de Romeinse periode. Het grote voordeel van de experimentele archeologie is dat uitspraken telkenmale met het fysieke eindproduct, namelijk het geproduceerde zout, kunnen worden ondersteund. Iets dat in een gewone archeologische onderzoekscontext nooit mogelijk is door de vergankelijkheid van het materiaal.

HOOFDSTUK 13

CONCLUSIE

De zoutproductie had gedurende de Romeinse periode een enorme economische impact op de organisatie en het leven in de *civitas Menapiorum*. Het beeld dat tot nog toe over deze activiteit werd geschetst, was echter vrij beperkt door de fragmentaire aard van het vondstmateriaal en een gebrek aan gepubliceerde opgravingsgegevens. Dit onderzoek trachtte dit beeld enigszins aan te vullen en bij te sturen door de technologische aspecten van deze productie onder de loep te nemen. Daarnaast werden de gekende productiesites bestudeerd en een gedetailleerde analyse van briquetagemateriaal uitgevoerd teneinde een regionaal referentiekader op te bouwen voor de regio Zeebrugge-Dudzele.

De studie van zoutproductiesites kende reeds een lange onderzoekstraditie, waardoor toch een heel aantal vindplaatsen werden geïdentificeerd en onderzocht. Dit had wel tot gevolg dat gewerkt moest worden met gegevens uit oude opgravingen, waar niet altijd even veel aandacht werd besteed aan de archeologische context of waarvoor nog geen moderne analysetechnieken voorhanden waren. Het dikwijls ontbreken van betrouwbare en fijne dateringen maakte chronologische vergelijkingen tussen vindplaatsen zeer moeilijk. In het algemeen kan wel worden gezegd dat de meeste sites in gebruik waren in de midden-Romeinse periode. De bestudeerde sites waren geografisch gelokaliseerd langsheen de Zuid-Nederlandse, Belgische en Noord-Franse Noordzeekust en de inplanting was voor de meeste sites enorm gelijkaardig langsheen een getijdengeul en niet in direct contact met de zee.

Al snel bleek dat langs de Noordzeekust enkel zoutproductie met behulp van artificiële verhitting mogelijk was, wat inhield dat er geen éénduidig productieproces bestond. Elke productiestap was onderhevig aan een resem keuzes die het verdere verloop en het uiteindelijke eindproduct beïnvloedden. Hoewel bepaalde productiestappen (bijvoorbeeld het verwerven van grondstoffen, de productie van briquetage-elementen en de verhittingsstructuur enzoverder) archeologisch goed zichtbaar zijn, konden de specifieke keuzes van de zoutzieders niet op elke site worden achterhaald. Dit kwam ten dele door de

kleine schaal en opgravingsomstandigheden van de sites en door de verwerking van de resultaten. Toch kan voorlopig worden geconcludeerd dat veen frequent als brandstof werd gebruikt en dat de verhittingsstructuren hoofdzakelijk waren opgebouwd uit een cirkelvormige kleimantel waarbinnen zoutcontainers bovenop pijlers met behulp van stabilisatoren werden bevestigd. Voor de regio Zeebrugge-Dudzele werd voor deze zoutcontainers, pijlers en stabilisatoren aan de hand van een analyse van het briquetagemateriaal een voorlopige typologie opgesteld. De zoutcontainers werden opgedeeld in drie grote types, één rechthoekige (type 1) en twee cilindrische (type 2 en 3) vormen, telkens met een A- en een B-variant. Op basis van morfologische verschillen werden de pijlerelementen ingedeeld in vier groepen waarvan drie types een rechthoekige doorsnede (type 1, 2 en 4) hadden en één type een cirkelvormige doorsnede (type 3) bezat. Of deze typologie bij uitbereiding ook kan gelden voor andere productiesites, moet toekomstig onderzoek uitwijzen.

Daarnaast waren de keuzes in enkele productiestappen (voorbereiden van de pek, kristalliseren en drogen van het zout ...) veel minder in de archeologische context zichtbaar, waardoor interpretaties hieromtrent een meer hypothetisch karakter aannamen. Zo werd aan de hand van de nieuw verworven kennis uit de briquetage-analyse van Zeebrugge-Dudzele een mogelijke hypothese geformuleerd over het functioneren van de verschillende containervormen. De rechthoekige containers (type 1) werden aanzien als verdampingscontainers om de pek te verhitten waarna de gevormde zoutkristallen werden verwijderd en gedroogd in cilindrische containers (type 2 en 3). Deze twee containervormen (type 2 en 3) zouden de productie van verschillende kwaliteiten zout kunnen suggereren. Tot slot werd, voordat de containers landinwaarts werden getransporteerd, de bodem van de container op een hoogte van ongeveer één *digitus* afgebroken om mogelijke contaminatie van bij het droogproces te verwijderen. Dit is overigens slechts één hypothese over één van de mogelijke keuzes die de zoutzieders in deze minder visibele productiestappen moesten maken. Verder onderzoek is voor deze productiestap – net als voor alle andere – onontbeerlijk. Hopelijk zullen de resultaten van recentere opgravingen en van toekomstig onderzoek een nieuw blik werpen op deze productiefasen, zodat een deel van deze hypothesen bevestigd dan wel weerlegd kunnen worden. Experimenteel onderzoek zou voor deze (meer onzichtbare) productiefasen eveneens de validiteit van hypothesen kunnen toetsen, zodat nieuwe inzichten kunnen ontstaan over het gebruik van de zouthoudende grondstof en het kristallisatie- en droogproces van het zout.

Om te eindigen kan een belangrijke zin uit de inleiding herhaald worden: ‘dit werk is bedoeld om de discussie in België, en in mindere mate in Nederland, opnieuw te laten aanwakkeren en om u, de lezer ervan te overtuigen dat het laatste woord omtrent de zoutproductie in de *civitas Menapiorum* nog niet is gezegd.’ Ik hoop dan ook dat dit werk in zijn opzet is geslaagd en dat ik u heb kunnen overtuigen dat het onderzoek naar Romeinse zoutproductie op technologisch maar eveneens op economisch en socio-politiek vlak bij kan dragen tot het begrijpen van de Romeinse maatschappij in de *civitas Menapiorum*, en dat de mogelijkheden voor verder onderzoek nog eindeloos en noodzakelijk zijn.

BIBLIOGRAFIE

Antieke auteurs

- Caesar, *Commentarii de bello Gallico*: van Katwijk-Knapp F.H., (ed.), 1990. *De Gallische oorlog*, Antwerpen: Nederlandsche Boekhandel.
- Cassiodorus, *Variae Epistolae*: Hodgkin T., (transl.), 1886. *The letters of Cassiodorus, being a condensed translation of the variae epistolae of Magnus Aurelius Cassiodorus senator with an introduction*, London: Henry Frowde.
- Cassius Dio, *Ρωμαϊκὴ Ἱστορία*: Cary E., Foster H.B., (transl.), 1914. *Cassius Dio. Roman History, Volume III: Books 36-40*, Loeb Classical Library 53, Cambridge: Harvard University Press.
- Cato, *De Agri Cultura*: Hooper W.D., Ash H.B., (transl.), 1934. *Cato, Varro. On Agriculture*, Loeb Classical Library 283, Cambridge: Harvard University Press.
- CIL: Corpus Inscriptorum Latinorum
- Columella, *De Re Rustica*: Forster E.S., Heffner E.H., (transl.), 1954. *Columella. On Agriculture, Volume II: Books 5-9*, Loeb Classical Library 407, Cambridge: Harvard University Press.
- Manilius, *Astronomica*: Goold G.P., (transl.), (ed.), 1977. *Manilius. Astronomica*, Loeb Classical Library 469, Cambridge: Harvard University Press.
- Martialis, *Epigrammata*: Shackleton Bailey D.R., (transl.), (ed.), 1993. *Martial. Epigrams, Volume III: Books 11-14*, Loeb Classical Library 480, Cambridge: Harvard University Press.
- Ovidius, *Fasti*: Frazer J.G., (transl.), 1931. *Ovid. Fasti*, Loeb Classical Library 253, Cambridge: Harvard University Press (revised by Goold G.P.).
- Plinius Maior, *Naturalis Historia*: Jones W.H.S., (transl.), 1963. *Pliny. Natural History, Volume VIII: Books 28-32*, Loeb Classical Library 418, Cambridge: Harvard University Press.
- Plinius Maior, *Naturalis Historia*: Rackham H., (transl.), 1945. *Pliny. Natural History, Volume IV: Books 12-16*, Loeb Classical Library 370, Cambridge: Harvard University Press.

- Plinius Maior, *Naturalis Historia*: Rackham H., (transl.), 1952. *Pliny. Natural History, Volume IX: Books 33-35*, Loeb Classical Library 394, Cambridge: Harvard University Press.
- Rutilius Namatianus, *De Reditu Suo*: Duff J.W., Duff A.M., (transl.), 1934. *Minor Latin Poets, Volume II: Florus. Hadrian. Nemesianus. Reposianus. Tiberianu. Dicta Catonis. Phoenix. Avianus. Rutilius Namatianus. Others*, Loeb Classical Library 434, Cambridge: Harvard University Press.
- Strabo, *Geographika*: Jones H.L., (transl.), 1923. *Strabo. Geography, Volume II: Books 3-5*, Loeb Classical Library 50, Cambridge: Harvard University Press.
- Tacitus, *Historiae*: Moore C.H., Jackson J., (transl.), 1931. *Tacitus. Histories: Books 4-5. Annals: Books 1-3*, Loeb Classical Library 249, Cambridge: Harvard University Press.
- Varro, *De Re Rustica*: Hooper W.D., Ash H.B., (transl.), 1934. *Cato, Varro. On Agriculture*, Loeb Classical Library 283, Cambridge: Harvard University Press.
- Vergilius, *Aeneis*: Fairclough H.R., (transl.), 1918. *Vergil. Aeneid: Books 7-12. Appendix Vergilianai*, Loeb Classical Library 64, Cambridge: Harvard University Press (revised by Goold G.P.).
- Vergilius, *Georgica*: Fairclough H.R., (transl.), 1916. *Vergil. Eclogues. Georgics. Aeneid: Books 1-6*, Loeb Classical Library 63, Cambridge: Harvard University Press (revised by Goold G.P.).

Geschreven bronnen

- Baeteman C., 1987a. Historiek van het geologisch onderzoek, in: Thoen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 16-17.
- Baeteman C., 1987b. Ontstaan en evolutie van de kustvlakte (tot 2000 jaar voor heden), in: Thoen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 18-21.
- Baeteman C., 1987c. De westelijke kustvlakte in de Romeinse tijd, in: Thoen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 22.
- Baeteman C., 1987d. Het landschap in de omgeving van de Romeinse zoutwinningssite van Leffinge II, in: Thoen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 31-32.

- Baeteman C., 2007. De laat holocene evolutie van de Belgische kustvlakte: Sedimentatieprocessen versus zeespiegelschommelingen en Duinkerketransgressies, *Geo- and Bioarchaeological Studies* 8, 1-17.
- Baeteman C., 2008. *De Holocene geologie van de Belgische kustvlakte*, Geological Survey of Belgium Professional Paper 2008/2-N. 304, Brussel: Belgische Geologische Dienst.
- Biddulph E., Foreman S., Stafford E., Anker K., Carey C., 2012. Chapter 1: Introduction to Stanford Wharf Nature Reserve, in: Biddulph E., Foreman S., Stafford E., Stansbie D., Nicholson R., *London Gateway: Iron Age and Roman salt making in the Thames Estuary. Excavation at Stanford Wharf Nature Reserve, Essex*, Oxford Archaeology Monograph 18, Oxford: Oxford Archaeology, 1-18.
- Biddulph E., Stansbie D., 2012. Chapter 6: The salt industry expands - the later Roman period, in: Biddulph E., Foreman S., Stafford E., Stansbie D., Nicholson R., *London Gateway: Iron Age and Roman salt making in the Thames Estuary. Excavation at Stanford Wharf Nature Reserve, Essex*, Oxford Archaeology Monograph 18, Oxford: Oxford Archaeology, 105-176.
- Bouche K., Michel K., 2004. Pitgam Schulleveldt, Station de recompression et tranchée du gazoduc. Site d'habitat et d'artisanat, réseaux fossoyés d'époque romaine, in: de Saulce A., (dir.), *Les fouilles du gazoduc, artère des Hauts de France*, Revue du Nord, Hors série Archéologie 9, Villeneuve-d'Ascq: Université Charles de Gaulle-Lille III, 35-71.
- Cabal M., Thoen H., 1985. L'industrie du sel à Ardres à l'époque romaine, *Revue du Nord* 67/264, 193-206.
- Carusi C., 2008. Le sel chez les auteurs grecs et latins, in: Weller O., Dufraisse A., Pétrequin P., (dir.), *Sel, eau et forêt. D'hier à aujourd'hui*, Homme et Environnement 1, Paris: Presses Universitaires de Franche-Comté, 353-364.
- Cools E., 1987. De Romeinse kustverdediging: een theoretisch model, in: Thoen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 90-99.
- Cox L., 2009. *Een bodemkundige en geomorfologische benadering van de zoutproductie rond de Noordzee in de IJzertijd en Romeinse periode (Deel I: Tekst)*, masterscriptie, Universiteit Gent (Geen Uitgever).
- Crosby A., 2001. Briquetage in: Lane T., Morris E.L., (eds.), *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire, 106-133.

- Daire M.-Y., 2003. *Le sel des Gaulois*, Paris: Errance.
- De Ceunynck R., Termote J., 1987. Een zoutwinningsite uit de Midden-Laate Tène-periode te Veurne, *Westvlaamse Archaeologica* 3/3, 73-82.
- De Ceunynck R., Thoen H., 1981. The Iron Age Settlement at De Panne-Westhoek. Ecological and Geological Context, *Helinium* 21, 21-42
- De Clercq W., 2009. *Lokale gemeenschappen in het Imperium Romanum. Transformaties in rurale bewoningsstructuur en materiële cultuur in de landschappen van het noordelijk deel van de civitas Menapiorum (Provincie Gallia-Belgica, ca. 100 v.Chr.- 400 n.Chr.)*, doctoraatsthesis, Universiteit Gent (Geen Uitgever).
- De Clercq W., 2012a. De Menapiërs, wonend aan de rand van een wereldrijk, in: De Clercq W., (ed.), *Over vlees en bloed. Menapische boeren en soldaten aan de rand van het Romeinse Rijk*, Publicaties van het Provinciaal Archeologisch Museum Velzeke, Gewone reeks 5, Oostkamp: Stichting kunstboek, 12-15.
- De Clercq W., 2012b. Doornige struiken, dichte bossen en uitgestrekte moerassen, in: De Clercq W., (ed.), *Over vlees en bloed. Menapische boeren en soldaten aan de rand van het Romeinse Rijk*, Publicaties van het Provinciaal Archeologisch Museum Velzeke, Gewone reeks 5, Oostkamp: Stichting kunstboek, 16-21.
- De Clercq W., van Dierendonck R., 2008. Extrema Galliarum. Zeeland en Noordwest-Vlaanderen in het Imperium Romanum, *Zeeuws tijdschrift* 58/3-4, 5-34.
- De Clercq W., van Dierendonck R.M., 2006, Extrema Galliarum. Zeeland en Noordwest-Vlaanderen in het Imperium Romanum, *Verbond voor Oudheidkundig Bodemonderzoek in Oost-Vlaanderen* 64, 34-57.
- de Groot R.W., 2008. *Plangebied Smokkelhoek, Sectie S, perceelnummer 178, gemeente Kapelle; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek (proefsleuven)*, RAAP-RAPPORT 1721, Weesp: RAAP Archeologisch Adviesbureau.
- De Laet S.J., 1961. Les limites des cités des Ménapiens et des Morins, *Helinium* I/1: 20-34.
- De Paepe P., Microscopisch en chemisch onderzoek, in: Thoen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 43-44.
- de Pélichy G., 1905. Note sur l'ancien ouvrage en bois découvert au port de Zeebrugge, *Annales de la Société d'Emulation de Bruges* 55, 177-181.
- Demey D., Vanhoutte S., Pieters M., Bastiaens J., De Clercq W., Deforce K., Denys L., Erynyck A., Lentacker A., Storme A., Van Neer W., 2013. Een dijk en een woonplatform uit de Romeinse periode in Stene (Oostende), *Relicta* 10, 7-70.

- Dewilde M., Wyffels F., 2003. Een nieuwe zoutwinningssite in De Panne (W.-VI.), in: Verlaeckt K., Cahen-Delhaye A., Coupé D., (eds.), *Lunula Archaeologica protohistorica* 11, Treignes 22.03.2003, 45.
- Dhaeze W., 2011. *De Romeinse kustverdediging langs de Noordzee en het Kanaal van 120 tot 410 na Chr. Een onderzoek naar de rol van de militaire sites in de kustverdediging en drie casestudies over de militaire versterkingen van Maldegem-Vake, Aardenburg en Boulogne-sur-Mer*, doctoraatsstudie, Universiteit Gent (Geen Uitgever).
- Dijkstra J., Zuidhoff F.S., (eds.), 2011. *Kansen op de kwelder. Archeologisch onderzoek op en rond negen vindplaatsen in het nieuwe tracé van de Rijksweg 57 en de nieuwe rondweg ter hoogte van Serooskerke (Walcheren)*, ADC Monografie 10, Amersfoort: ADC ArcheoProjecten.
- Donnadieu J., Willems S., 2015. Faciès céramique en contexte d'ateliers de sauniers: comparaison du mobilier des sites ménapiens de Steene, Pitgam et Looberghe (Nord), in SFECAG (ed.), *Actes du Congrès de Nyon – 14- 17 mai 2015*, Société Française d'Étude de la Céramique Antique en Gaule (SFECAG), Marseille: SFECAG, 315-342.
- Elleboode E., (ed.), 2011. *Pitgam (59). Poste de Pitgam-Projet de canalisation de gaz entre Loon-Plage (Nord) et Cuvilly (Oise) « Artère des Hauts de France II »*, Rapport final d'opération. Diagnostic archéologique, Amiens: INRAP Nord-Picardie.
- Elleboode E., (ed.), 2013. *Pitgam (59). Projet d'interconnexion*, Rapport final d'opération. Diagnostic archéologique, Amiens: INRAP Nord-Picardie.
- Ervynck A., Baeteman C., Demiddele H., Hollevoet Y., Pieters M., Schelvis J., Tys D., Van Strydonck M., Verhaege F., 1999. Human occupation because of a regression or the cause of a transgression? A critical review of the interaction between geological events and the human occupation in the Belgian coastal plain during the first millennium AD, *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 26, 97-121.
- Fawn A.J., Evans K.A., McMaster I., Davies G.M.R., 1990. *The Red Hills of Essex: Salt-making in Antiquity*, Annual Bulletin 30, Norfolk: Colchester Archaeological Group.
- G., (ed.), 2010. *Steene, Nord, Lotissement Rue du Château II. Occupation diachronique (de l'époque gallo-romaine à l'époque carolingienne) et pluri-fonctionnelle (habitat, artisanat du sel, funéraire)*, Rapport final d'opération. Diagnostic archéologique, Amiens: INRAP Nord-Picardie.
- Gale R., 2001. The Derivation and Uses of Some Plant-Based Fuels, in: Lane T., Morris E.L., (eds.), *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production*

- in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire, 456-459.
- Gouletquer P.L., 1970. *Les briquetages armoricains. Technologie protohistorique du sel en Armorique*, Rennes: Travaux du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique, Faculté des Sciences.
- Hannois P., 1999. Prospections à Steene-Pitgam: répertoire céramique ménapien et données nouvelles sur la fabrication du sel, *Revue du Nord, Archéologie de la Picardie et du Nord de la France* 81/333, 107-119.
- Harding A.F., 2013. *Salt in Prehistoric Europe*, Leiden: Sidestone Press.
- Hassall M., 1978. Britain and the Rhine provinces: epigraphic evidence for Roman trade, in: du Plat Taylor J., Cleere H., (eds.), *Roman shipping and trade: Britain and the Rhine provinces*, CBA Research Report 24, London: The Council for British Archaeology, 41-48.
- Hathaway S.-J.E., 2013. *Making the invisible, visible. Iron age and roman salt-production in Southern Britain*, doctoraatsthesis, Bournemouth University (Geen Uitgever).
- Hillewaert B., 1996. *Dudzele – gaspijpleiding*, Jaarboek 1995-96, Brugge: Brugge Stedelijke Musea, 77.
- Hillewaert B., 2011. Een dynamisch wadlandschap tijdens de eerste eeuwen na Chr., in: Hillewaert B., Hollevoet Y., Ryckaert M., (red.), *Op het raakvlak van twee landschappen: de vroegste geschiedenis van Brugge*, Brugge: Van de Wiele, 37-39.
- Hillewaert B., Hollevoet Y., 1986a. *Recent archeologisch noodonderzoek in het Brugse havengebied*, Jaarboek 1985-86, Brugge: Brugge Stedelijke Musea, 137-149.
- Hillewaert B., Hollevoet Y., 1986b. Dudzele (Brugge, W.-VI.): briquetage, *Archeologie* 1986/2, 109.
- Hillewaert B., Hollevoet Y., 1986c. Prospectie van het tracé van een pijpleiding in het poldergebied ten noorden van Brugge, *Archeologie* 1986/1, 14.
- Hillewaert B., Hollevoet Y., 1987. Prospecties en noodonderzoek in het gebied ten noorden van Brugge: activiteitenverslag 1986, *Westvlaamse Archaeologica* 3/1, 16.
- Hocquet J.-C., 1994. Production et commerce du sel à l'Age du Fer et à l'époque romaine dans l'Europe du Nord-Ouest, *Revue du Nord, Archéologie Nord de la France, Belgique, Pays-Bas* 76/308, 9-20.
- Hocquet J.-C., 2006. Introduction. Le sel de la Baie, des mutations techniques aux bouleversements du marché, in: Hocquet J.-C., Sarrazin J.-L., (dir.), *Le sel de la Baie*.

- Histoire, archéologie, ethnologie des sels atlantiques*, Rennes: Presses universitaires de Rennes, 11-29.
- Hollevoet Y., 1987. Zoutwinning in het ruilverkavelingsgebied Houtave (Zuienkerke, W.-VI.), *Archeologie* 1987/2, 154-155.
- Hollevoet Y., 1988. Ramskapelle (Knokke-Heist, W.-VI.): Romeinse zoutwinning, *Archeologie* 1988/2, 169.
- Hollevoet Y., 1989. Archeologisch noodonderzoek in de Zeebrugse achterhaven: de Romeinse vondsten, *Westvlaamse Archaeologica* 5/2, 33-47.
- Hollevoet Y., 2011. Romeinse vondsten en vindplaatsen tijdens de 1^{ste} – 3^{de} eeuw na Chr., in: Hillewaert B., Hollevoet Y., Ryckaert M., (red.), *Op het raakvlak van twee landschappen: de vroegste geschiedenis van Brugge*, Brugge: Van de Wiele, 45-68.
- Hollevoet Y., Hillewaert B., 1989. *Inheems-Romeinse bewoning in het Zeebrugse achterhavengebied*, Jaarboek 1987-88, Brugge: Brugse Stedelijke Musea, 87-104.
- Hollevoet Y., Hillewaert B., 2011. De eerste mensen in een veranderend landschap, in: Hillewaert B., Hollevoet Y., Ryckaert M., (red.), *Op het raakvlak van twee landschappen: de vroegste geschiedenis van Brugge*, Brugge: Van de Wiele, 14-35.
- Hondius-Crone A., 1995. *The Temple of Nehalennia at Domburg*, Amsterdam: Meulenhoff.
- Huys E., 2006. Zoutwinning in de IJzertijd. Een vergelijkende studie van het briquetagemateriaal van De Panne-‘Romeins Kamp’, Brugge- ‘Fort Lapin’ en Veurne-‘Stabelincksleed’, *Terra Incognita* 1, 127-138.
- Immerzeel M. 1990. Profession: *negotiator allecarius*. Fabrication et commerce de sauces de poisson dans le nord-est de l’Empire romain, *MedLeiden* 70, 183-192.
- In ’t Ven I., De Clercq W., (eds.), 2005. *Een lijn door het landschap. Archeologie en het VTN-project 1997-1998*, Archeologie in Vlaanderen Monografie 5, Brussel: Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed.
- In ’t Ven I., Hollevoet Y., Hillewaert B., 2005a. DW3: Brugge/Dudzele – Landslag West, in: In ’t Ven I., De Clercq W., (eds.), *Een lijn door het landschap. Archeologie en het VTN-project 1997-1998*, Archeologie in Vlaanderen Monografie 5, I, Brussel: Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed, 43.
- In ’t Ven I., Hollevoet Y., Hillewaert B., 2005a. DW4: Brugge/Dudzele – Landslag Oost 1, in: In ’t Ven I., De Clercq W., (eds.), *Een lijn door het landschap. Archeologie en het VTN-project 1997-1998*, Archeologie in Vlaanderen Monografie 5, I, Brussel: Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed, 43-45.

- In 't Ven I., Hollevoet Y., Hillewaert B., Vanmontfort B., Eryvynck A., 2005. DW5: Brugge/Dudzele – Landslag Oost 2, in: In 't Ven I., De Clercq W., (eds.), *Een lijn door het landschap. Archeologie en het VTN-project 1997-1998*, Archeologie in Vlaanderen Monografie 5, I, Brussel: Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed, 45-49.
- Jongste P.F.B., *Middelburg-Mortiere, Inventariserend veldonderzoek*, ADC Rapport 148, Bunschoten: ADC.
- Kerger P., 1999. Étude du matériel archéologique de l'atelier de sauniers à De Panne (Fl.-Occ.), in: Verlaeckaert K., Cahen-Delhay A., Coupé D., (eds.), *Lunula Archaeologica protohistorica 7, Bruxelles 30.01.1999*, 74-81.
- Kinory J., 2012. *Salt Production, Distribution and Use in the British Iron Age*, BAR British Series 559, Oxford: Archaeopress.
- Kurlansky M., 2002. *Zout. Een wereldgeschiedenis*, Amsterdam: Anthos.
- Lane T., 2001a. Introduction, in: Lane T., Morris E.L., (eds.), *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire, 1-12.
- Lane T., 2001b. Invisible and Irretrievable? Consideration of Some Non-ceramic Aspects of Fenland Salt Production, in: Lane T., Morris E.L., (eds.), *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire, 459-465.
- Lane T., Morris E.L., (eds.), 2001. *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire.
- Leenders K.A.H.W., 2004. The start of peat digging for salt in the Zeeland region (NL), in: Lodewijckx M., (eds.), *Bruc ealles well: archaeological essays concerning the peoples of North-West Europe in the first millennium AD*, *Acta Archaeologica Lovaniensia. Monographiae* 15, Leuven: Leuven University Press, 107-109.
- Leman-Deliverie G., Gautier A., Calonne E., 1996. Bray-Dunes: habitat et industrie du sel à la fin de l'Age du Fer, *Revue du Nord, Archéologie de la Picardie et du Nord de la France* 78/318, 15-43.
- Lemonnier P., 1980. *Les salines de l'Ouest: logique technique, logique sociale*, Paris: Editions de la maison des sciences de l'homme.

- Lendering J., Bosman A., 2010. *De rand van het Rijk. De Romeinen en de Lage Landen*, Amsterdam: Athenaeum-Polak & Van Genneep (second edition).
- Morère Molinero N., 2008. Une nouvelle approche de Plin sur le sel et l'eau salée, in: Weller O., Dufraisse A., Pétrequin P., (dir.), *Sel, eau et forêt. D'hier à aujourd'hui*, Homme et Environnement 1, Paris: Presses Universitaires de Franche-Comté, 365-380.
- Morris E.L., 2001a. Briquetage and Salt Production and Distribution Systems: A Comparative Study, in: Lane T., Morris E.L., (eds.), *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire, 389-404.
- Morris E.L., 2001b. Briquetage in: Lane T., Morris E.L., (eds.), *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire, 351-376.
- Morris E.L., 2001c. Briquetage in: Lane T., Morris E.L., (eds.), *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire, 252-261.
- Morris E.L., 2001d. Briquetage in: Lane T., Morris E.L., (eds.), *A Millennium of Saltmaking: Prehistoric and Romano-British Salt Production in the Fenland*, Lincolnshire Archaeology and Heritage Reports Series 4, Sleaford: Heritage Trust of Lincolnshire, 33-63.
- Nenquin J., 1961. *Salt, a study in economic prehistory*, Dissertationes Archaeologicae Gandenses 6, Brugge: De Tempel.
- Olivier L., Kovacik J., 2006. The 'Briquetage de la Seille' (Lorraine, France): proto-industrial salt production in the European Iron Age, *Antiquity* 80, 558-566.
- Orton C., Tyers P., Vince A., 1993. *Cambridge manuals in archaeology. Pottery in archaeology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Oudry S., 2008a. *Looberghe (59). "Chemin de la Mairie"*, Rapport final d'opération. Diagnostic archéologique, Amiens: INRAP Nord-Picardie.
- Oudry S., 2008b. *Looberghe (59). "Rue de Cassel"*, Rapport final d'opération. Diagnostic archéologique, Amiens: INRAP Nord-Picardie.
- Oudry S., 2006. *Looberghe « B 1473 » (59 – Nord)*, Rapport final d'opération. Diagnostic archéologique, Amiens: INRAP Nord-Picardie.
- Ovaa I., 1972. De zel- of moertering in Zeeland, *Terravisie* 8, 9-13.

- Ovaa I., 1977. De zoutwinning in het zuidwestelijk zeeleigebied en de invloed daarvan op het landschap, *Historisch Jaarboek voor Noord- en Zuid-Beveland* 3, 85-97.
- Pieters M., Demerre I., Zeebroek I., 2013. Een dijk uit de Romeinse periode, in: Pieters, M. *et al.* *Het archeologisch onderzoek in Raversijde (Oostende) in de periode 1992-2005: Vuurstenen artefacten, een Romeinse dijk, een 14de-eeuws muntdepot, een 15de-eeuwse sector van een vissersnederzetting en sporen van een vroeg-17de-eeuwse en een vroeg-18de-eeuwse belegering van Oostende. Relicta Monografieën*, 8: pp. 79-88
- Pool C., 2012. Specialist Report 8. Briquetage and Fired Clay, in: Biddulph E., Foreman S., Stafford E., Stansbie D., Nicholson R., *London Gateway: Iron Age and Roman salt making in the Thames Estuary. Excavation at Stanford Wharf Nature Reserve, Essex*, Oxford Archaeology Monograph 18, Oxford: Oxford Archaeology.
- Prilaux G., 2000. *La production du sel à l'Age du Fer. Contribution à l'établissement d'une typologie à partir des exemples de l'autoroute A13*, Protohistoire européenne 5, Montagnac: Editions monique mergoil.
- Rutot A., 1902-03. Sur les antiquités découvertes dans la partie belge de la Plaine Maritime et notamment sur celles recueillis à l'occasion du creusement du nouveau canal de Bruges à la mer, *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Bruxelles* 21/2, 1-36.
- Rye O.S., 1981. *Pottery Technology. Principles and Reconstruction*, Manuals on Archeology 4, Washington: Taraxacum.
- Salway P., 1981. *Roman Britain*, Oxford: Clarendon Press.
- Sier M., (ed.) 2003. *Ellewoutsdijk in de Romeinse tijd*, ADC-Rapport 200, Bunschoten: ADC.
- Stansbie D., Biddulph E., 2012. Chapter 4: The Red Hills of Stanford Wharf – salt production in the middle Iron Age, in: Biddulph E., Foreman S., Stafford E., Stansbie D., Nicholson R., *London Gateway: Iron Age and Roman salt making in the Thames Estuary. Excavation at Stanford Wharf Nature Reserve, Essex*, Oxford Archaeology Monograph 18, Oxford: Oxford Archaeology, 65-84.
- Stockinger U., The salt of Rome. Remarks on the production, trade and consumption in the north-western provinces, in: Brigand R., Weller O., (eds.), *Archaeology of Salt: Approaching an invisible past*, Leiden: Sidestone Press, 183-198.
- Stuart P., Bogaers J.E., 2001. *Nehalennia. Römische Steindenkmäler aus der Oosterschelde bei Colijnsplaat. I. Textband*, Collections of the national museum of antiquities at Leiden 11, Leiden: Rijksmuseum van oudheden.
- Teyssiere G., 2014. *Nord – Pas-de-Calais, Looberghe, Rue de Cassel. Éléments d'un atelier de saunier*, Rapport de Fouille, Amiens: INRAP Nord-Picardie.

- Toen H., (ed.), 1987. *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België.
- Toen H., 1974. . Leffinge (W. VI.): Romeinse nederzetting, *Archeologie* 1974/1, 21-22.
- Toen H., 1975. . Leffinge (W. VI.): Romeins zoutwinningscentrum, *Archeologie* 1975/2, 76.
- Toen H., 1975. Iron Age and Roman salt-making sites on the Belgian coast, in: de Brisay K.W., Evans K.A., (eds.), *Salt, the study of an ancient industry. Report on the salt weekend held at the university of Essex 20, 21, 22 september 1974*, Colchester: Colchester Archaeological Group, 56-60.
- Toen H., 1977. Leffinge (W.-VI.): Romeins zoutwinningscentrum, *Archeologie* 1977/2, 98-100.
- Toen H., 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 88, Brussel: Paleis der Academiën.
- Toen H., 1986. L'activité des sauniers dans la plaine maritime flamande de l'âge du fer à l'époque romaine. Le sel des Morins et des Ménapiens, in: Lottin A., Hocquet J.-C., Lebecq S., (éds.), *Les Hommes et la mer dans l'Europe du Nord-Ouest de l'antiquité à nos jours. Actes du colloque de Boulogne-sur-Mer, 15-17 juin*, Revue du Nord, spécial hors série-collection Histoire 1, Villeneuve-d'Ascq: Université Charles de Gaulle-Lille III, 23-46.
- Toen H., 1987a. Inleiding, in: Toen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 9-14.
- Toen H., 1987b. De burgerlijke nederzettingen, in: Toen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 64-80.
- Toen H., 1987c. Vóór de komst van de Romeinen, in Toen H., (ed.), *De Romeinen langs de Vlaamse kustvlakte*, Brussel: Gemeentekrediet van België, 53-57.
- Toen H., 1987d. Neue Ergebnisse Über Antike Salzgewinnung und -Handel and den Nordatlantischen Küsten (Nord-Frankreich, Belgien und Holland), *Mitteilungen der Östenreichischen Arbeitsgemeinschaft for Ur- und Frühgeschichte* 37, 39-49.
- Toen H., 2000. Zoutwinning: de teloorgang van een antieke industrie langs de Vlaamse kust, *Vlaanderen met zicht op zee* 49/281, 11-14.
- Trimpe Burger J.A., 1970. Archeologisch nieuws uit Zeeland over de jaren 1968/1969, *Zeeuws Tijdschrift* 20/1, 1-8.

- Trimpe Burger J.A., 1973. The islands of Zeeland and South Holland in Roman times, *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 23, 135-148.
- van de Berg J., Hendrikse W., 1980. Een Romeinse schelpkalkbranderij uit de eerste eeuw te Koudekerke (Zld). Met notities over zoutwinning, *Westerheem* 29/3, 220-231.
- van den Berg J., 1988. Zeelands oudste industrie en de mythe van het Zeeuws-Romeinse zout, *Zeeuws Landschap* 4/1, 12-15.
- van den Broeke P. W., 1996. Turfwinning en zoutwinning langs de Noordzeekust. Een verbond sinds de IJzertijd?, *Tijdschrift voor waterstaats geschiedenis* 5/2, 48-59.
- van den Broeke P. W., 2007. Zoutwinning langs de Noordzee: de pre-middeleeuwse sporen, in: de Kraker A.M.J., Borger G.J., (red.), *Veen-vis-zout. Landschappelijke dynamiek in de zuidwestelijke delta van de Lage Landen*, Geoarchaeological and Bioarchaeological studies 8, Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, 65-80.
- van den Broeke P.W., 1986. Zeezout: een schakel tussen West- en Zuid-Nederland in de IJzertijd en de Romeinse tijd, in: van Trierum M.C., Henkes H.E., (eds.), *Rotterdam papers 5. A contribution to prehistoric, roman and medieval archaeology. Teksten van lezingen gehouden tijdens het Symposium Landschap en bewoning rond de mondingen van de Rijn, Maas en Schelde te Rotterdam van 5 t/m 6 oktober 1984*, Rotterdam, 91-114.
- van den Broeke P.W., 1995. Southern sea salt in the Low Countries. A reconnaissance into the land of the Morini, in: Lodewijckx M., (ed.), *Archaeological and historical aspects of West-European societies: album amicorum André Van Doorselaer, Acta Archaeologica Lovaniensia. Monographiae* 8, Leuven: Leuven University Press, 193-205.
- van den Broeke P.W., 2012. *Het handgevormde aardewerk uit de ijzertijd en de Romeinse tijd van Oss-Ussen: studies naar typonomie, technologie en herkomst*, Leiden: Sidestone Press.
- Van Neer W., Ervynck A., Monsieur P., 2010. Fish bones and amphorae: evidence for the production and consumption of salted fish products outside the Mediterranean region, *Journal of Roman Archaeology* 23, 161-195.
- Van Neer W., Lentacker A., 1994. New archaeozoological evidence for the consumption of locally-produced fish sauce in the Northern provinces of the Roman Empire, *Archaeofauna* 3, 53-62.

- Van Neer W., Wouters W., Ervynck A., Maes J., 2005. New evidence from a Roman context in Belgium for fish sauce locally produced in northern Gaul, *Archaeofauna* 14, 171-182.
- Vanvinckenroye W., 1994. Een Romeins votiefaltaar te Tongeren, *Limburg* 73/4, 225-237.
- Venant N., *La céramique non tournée en Gaule du Nord: Typo-chronologie, usages, approches économiques et culturelles (I^{er} s. av. N. è. – IV^e s. de n. è.)*, Université libre de Bruxelles (Geen Uitgever).
- Vermeulen F., 2001. Cultural biography of the protohistoric and Roman landscape of the *Civitas Menapiorum*, in: Vermeulen F., Antrop M., (eds.), *Ancient lines in the landscape. A geo-archaeological Study of Protohistoric and Roman Roads and Field systems in Northwestern Gaul*, BABESCH supplement 7, Leuven: Peeters, 17-23.
- Verwerft D., Lambrecht G., Mikkelsen J.H., Allemeersch L., Decraemer S., Hillewaert B., 2013. *Archeologisch vooronderzoek A11, deel IV: archeologisch booronderzoek*, Brugge: Raakvlak (rapport).
- Verwerft D., Lambrecht G., Mikkelsen J.H., Huyghe J., Roelens F., Allemeersch L., Deforce K., 2014. *Zonnebloemweg, Dudzele (Brugge) – Evaluatienota naar aanleiding van de archeologische opgraving*, Brugge: Raakvlak (evaluatie-nota).
- Villalobos C.A., Ménanteau L., Paléoenvironnements et techniques de production du sel marin (par ignition ou insolation) durant l'Antiquité: les cas de baies de Bourgneuf (France) et de Cadix (Espagne), in: Hocquet J.-C., Sarrazin J.-L., (dir.), *Le sel de la Baie. Histoire, archéologie, ethnologie des sels atlantiques*, Rennes: Presses universitaires de Rennes, 87-103.
- Voss A., 1901. Die Briquetage-Funde im Seillethal in Lothringen und ähnliche Funde in der Umgegend von Halle a.S. und im Saaletal, *Zeitschrift für Ethnologie, Verhandlungen* 33, 538-544.
- Weller O., 2015. First salt making in Europe: a global overview from Neolithic times, in: Brigand R., Weller O., (eds.), *Archaeology of Salt: Approaching an invisible past*, Leiden: Sidestone Press, 67-82.
- Will E., 1962. Le sel des Morins et des Ménapiens, in: Renard M. (ed.), *Hommages à Albert Grenier*, Collection Latomus 58/1-3, Bruxelles: Latomus, 1649-1657.

FIGURENLIJST

- Figuur 1. Situering van de onderzoeksregio (oranje) in de Romeinse periode (eigen bewerking), uit De Clercq 2009, 16.
- Figuur 2. Kaart met de belangrijkste landschappelijke eenheden in de *civitas Menapiorum* (Romeinse voorloper van de Westerschelde niet afgebeeld), uit De Clercq 2012b, 16.
- Figuur 3. Schematische voorstelling van het inklinken en de erosie van veen langsheen de getijdengulen (eigen bewerking), uit Baeteman 2008, 13.
- Figuur 4. Schematische doorsnede van het landschap in de kustvlakte, uit De Clercq 2009, 151; naar Baeteman 1987b, 21.
- Figuur 5. Doliumfragment uit Aardenburg met de inscriptie ALLIC XI S(emis) (Allec: 11,5 *amphorae*; het equivalent van ongeveer 300 liter vissaus), uit Beeldbank Archeologie-Stichting Cultureel Erfgoed Zeeland, geraadpleegd op 3 juni 2017 op http://www.scez.nl/beeldbankarcheologie/zoeken?diw-id=scez_archeologie_18952
- Figuur 6. Altaar gewijd aan Nehalennia uit Colijnsplaat opgedragen door een *negotiator allecarius* (vissaushandelaar) uit Trier, uit collectie Rijksmuseum van Oudheden Leiden, geraadpleegd op 20 juli 2017 op <http://www.rmo.nl/collectie/zoeken?object=i+1970%2f12.22>.
- Figuur 7. Geïdentificeerde zoutproductiesites en hun exploitatietechniek in de periode 6000-2300 v.o.t., uit Weller 2015, 79.
- Figuur 8. Geïdentificeerde zoutproductiesites in de bronstijd door Nenquin (1961), uit Nenquin 1961, kaart 2.
- Figuur 9. Overzicht van de belangrijkste zoutproductiezones in de ijzertijd, uit Olivier, Kovacik 2006, 559.
- Figuur 10. Altaar gewijd aan Nehalennia uit Colijnsplaat opgedragen door *negotiator salarius* (zouthandelaar) *Marcus Exgingius Agricola* uit Keulen, uit collectie Rijksmuseum van Oudheden Leiden, geraadpleegd op 5 juni 2017 op <http://www.rmo.nl/collectie/zoeken?object=i+1970%2f12.1>
- Figuur 11. Rimini-inscripties met vermelding van de *salinatores civitatis Menapiorum* en de *salinatores civitatis Morinorum* ter ere van Lucius Lepidius Proculus, uit Thoen 1987b, 69.

- Figuur 12. Het wij-altaar uit Tongeren opgericht door *Catius Drousus*, een Menapische SAL (-inator, -samentarius of -arius), uit Vanvinckenroye 1994, 226.
- Figuur 13. Schematische chronologische evolutie van enkele containertypes in de Lage Landen, uit van den Broeke 2012, 177.
- Figuur 14. Schematische voorstelling van de pijlertypologie voor de Zuid-Engelse zoutproductiesite uit de ijzertijd en Romeinse periode, uit Hathaway 2013, 136.
- Figuur 15. Voorbeelden van quasi complete *firebars* uit Essex, uit Fawn et al. 1990, 13
- Figuur 16. Schematische voorstelling van een driepootje (links) en kleinagels (rechts) (eigen bewerking), uit van den Broeke 2007, 69.
- Figuur 17. Schematische voorstelling van het functioneren van de verschillende types stabilisatoren met a) *pinch-prop*, b) *spacer* en c) *platform*, uit Hathaway 2013, 153.
- Figuur 18. Schematische weergave van de bezinkingstanks aangetroffen op verschillende Engelse sites, uit Biddulph, Stansbie 2012, 162.
- Figuur 19. Schematische weergave van het gevolgde productieproces bij artificiële verhitting, eigen werk.
- Figuur 20. Overzichtskaart van de in de literatuur aangetroffen zoutproductiesites in de *civitas Menapiorum* gedurende de ijzertijd en de Romeinse periode met 1) Looberghe. 2) Pitgam-Schulleveldt. 3) Steene. 4) Bray-Dunes. 5) De Panne. 6) Veurne-Stabelincksleed. 7) Leffinge-Zwarteweg. 8) Raversijde. 9) Houtave. 10) Brugge-Fort Lapin. 11) Regio Dudzele-Zeebrugge. 12) Zeebrugge (houten raamwerk). 13) Ramskapelle-Heistlaan. 14) Koudekerke. 15) Middelburg. 16) Ritthem. 17) 's Heerabtskerke. 18) Kapelle-Smokkelhoek eigen werk.
- Figuur 21. Schematisch opgravingsplan van de door A. de Loë en E. Rahir uitgevoerde opgravingen, uit De Ceunynck, Thoen 1981, 26.
- Figuur 22. Briquetagemateriaal uit De Panne I-III met 1-5) de kleinagels, 6) een pijlerfragment, 7) een geperforeerde plaat, 8-11, 14) zoutcontainers, 12-13) driepootjes, 15-17) stabilisatoren (*platforms*) (schaal niet gekend), uit Kerger 1999, 80
- Figuur 23. Briquetagemateriaal uit Veurne met 1-6) zoutcontainerfragmenten, 7-10) ondersteunende elementen, R) reconstructietekening (eigen bewerking), uit De Ceunynck, Termote 1987, 80
- Figuur 24. Lokalisatie van de verschillende vindplaatsen in Fort Lapin met A) pre-Romeinse zone, B) Romeinse vindplaats, C) Romeinse vindplaats met de lokalisatie van de “villa”, D-F) middeleeuwse vindplaatsen en G) inplanting van de boot, uit Rutot 1902-03, 19.

- Figuur 25. Aardewerk uit Fort-Lapin met bovenaan het gebruiksaardewerk en onderaan de briquetage-kleinagels (eigen bewerking), uit Thoen 1978, 55.
- Figuur 26. Lokalisatie van de proefsleuvenonderzoeken en opgravingen te Pitgam Schulleveldt, uit Teyssere 2014, 160.
- Figuur 27. Opgravingsplan van Steene met in het groen het onderzoek van Faupin 2006 en in het paars de afbakening van het proefsleuvenonderzoek in 2010. In het rood omcirkeld zijn de twee haardlocaties aangetroffen tijdens de opgraving in 2006, uit Teyssere 2014, 158.
- Figuur 28. Voorbeelden van de verschillende types zoutcontainers aangetroffen op de zoutproductiesite van Steene: 1-4) type Kesteren, 6) type gelijkend op de containers uit Pont-Rémy, uit Donnadiou, Willems 2015, 318.
- Figuur 29. Lokalisatie van de vijf proefsleuvenonderzoeken (paars) en de opgraving (rood) uitgevoerd in Looberghe (eigen bewerking), uit Teyssere 2014, 47.
- Figuur 30. Schematische voorstelling van de bezinkingstanks/pekelopslagstanks van Looberghe, uit Teyssere 2014, 175.
- Figuur 31. Weergave van het grachtencomplex te Looberghe (lichtgroen: 2^{de}-3^{de} eeuw, donkergroen: 3^{de} eeuw, pijl: stroomrichting van het water), uit Teyssere 2014, 177.
- Figuur 32. Vier voorbeelden van pijlerfragmenten uit Looberghe met een cirkelvormige doorsnede en een bredere basis en/of top, uit Teyssere 2014, 168.
- Figuur 33. Gedeeltelijk plan van de dubbele ovenbatterij van Leffinge, uit Thoen 1987b, 73.
- Figuur 34. Opgravingsfoto van een deel van de ovenbatterij te Leffinge, foto Hugo Thoen (ongepubliceerd), geraadpleegd op 20 juli 2017 op <https://www.routeyou.com/nl-be/location/view/47490169/romeinse-zoutovens>.
- Figuur 35. Overzichtskaart van de in de literatuur aangetroffen zoutproductiesites in de regio Zeebrugge-Dudzele met 1) Landslag west, 2) Landslag oost 1, 3) Landslag oost 2, 4) Dudzele Boudewijnkanaal, 5) Dudzele Zonnebloemweg, 6) Zeebrugge achterhaven Donk 1, 7) Zeebrugge achterhaven Geuldepot, 8) Ramskapelle Heistlaan, 9-19) Prospectievondsten achterhaven, 20) Zeebrugge (houten raamwerk), eigen werk.
- Figuur 36 Het gekarteerde geulensysteem in de Zeebrugse achterhaven (blauw + groen: kartering door Y. Hollevoet en B. Hillewaert, rood: kartering door E. Patrouille.) De nummering stemt overeen met figuur 35 met 7) Geuldepot, 8) pleistocene donken, en 9, 13, 15, 16 en 18) Prospectievondsten achterhaven (eigen bewerking), uit Patrouille 2013, 21.

- Figuur 37. Grondplan en doorsnede van het houten raamwerk aangetroffen ter hoogte van het Oud Ferrydok te Zeebrugge in 1904, getekend door Le Normand (ingenieur), ter beschikking gesteld door Raakvlak.
- Figuur 38. Oude opgravingsfoto's van het houten raamwerk uit Zeebrugge (1904). a) algemeen beeld van een deel van de structuur, b-d) uitzicht van de verschillende verankeringsstructuren, foto's oorspronkelijk afkomstig uit het archief van de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis, geraadpleegd en ter beschikking gesteld door Raakvlak.
- Figuur 39. Grondplan van de opgraving te Koudekerke Meijnersweg uit 1975 met lokalisatie van de vier ovens (eigen bewerking), uit van den Berg, Hendrikse 1980, 228.
- Figuur 40. Opgravingsfoto van een deel van de ovenbatterij te 's Heerabtskerke, uit De Clercq, van Dierendonck 2008, 21.
- Figuur 41. Samenvattende tabel met vermelding van de aangetroffen structuren en vondsten per vindplaats (X= geïdentificeerd op de site, ?= vermoedelijke en afgeleide elementen), eigen werk.
- Figuur 42. Overzichtskaart van de zoutproductiesites in de ijzertijd met 1) Bray-Dunes, 2) De Panne, 3) Veurne-Stabelincksleed, 4) Brugge-Fort Lapin, eigen werk.
- Figuur 43. Overzichtskaart van de zoutproductiesites gedurende de eerste tot en met de eerste helft van de tweede eeuw met 1) Looberghe: B 1473, 2) Pitgam-Schulleveldt, 3) Steene, 4) Houtave, 5) Regio Zeebrugge-Dudzele: Boudewijnkanaal, Zonnebloemweg en Geuldepot, 6) Koudekerke: Meijnersweg en Breeweg, 7) Ritthem I en II., eigen werk.
- Figuur 44. Overzichtskaart van de zoutproductiesites gedurende de tweede helft van de tweede eeuw tot en met de derde eeuw met 1) Looberghe: Chemin de la mairie, Route de Berques en Rue de Cassel, 2) Steene, 3) Leffinge-Zwarteweg, 4) Houtave, 5) Regio Dudzele- Zeebrugge: Boudewijnkanaal, Zonnebloemweg en Prospectievondsten achterhaven, 13) Ramskapelle-Heistlaan, 15) Middelburg: Kruitmolenlaan, Oude Vlissingseweg en Mortiere, 17) 's Heerabtskerke, eigen werk.
- Figuur 45. Voorbeeld van de registratie in de databank, eigen werk.
- Figuur 46. Baksselfoto's onder vergroting x85 met 1-2) Ba1A, 3-4) Ba1B, 5-6) Ba2A, 7-8) Ba2B, 9-10) Ba3, 11-12) Ba4, eigen werk
- Figuur 47. Samenvattende tabel van de baksels (>/< duidt de dominantie aan; + wijst op een gelijke verhouding; V: vegetaal en K: kwarts), eigen werk.
- Figuur 48. Volumieke massa van de baksels als indicatie voor de porositeit, eigen werk.

Figuur 49. Droog gewogen startgewicht en nat gewogen eindgewicht per bakselgroep tijdens het porositeitsexperiment, eigen werk.

Figuur 50. Aantal fragmenten per bodemtype met aanduiding van het aantal rechte en gebogen exemplaren, eigen werk.

Figuur 51. Totaal aantal fragmenten per randtype, eigen werk.

Figuur 52. Aantal fragmenten per containertype, eigen werk.

Figuur 53. Voorbeelden van de containertypes in de dataset, eigen werk.

Figuur 54. Schematische voorstelling van soortgelijke rechthoekige containers uit 1) Zuid-Engeland, 2-3) Fenland (eigen bewerking), 1) uit Hathaway 2013, 126 en 2-3) uit Crosby 2001, 124.

Figuur 55. Containertypes gelijkend op containertype 2A: 1) cilindertype A van Oss-Ussen, 2) cilindertype A van Valkenburg-Woerd, 3-4) cilindertype B van Sint-Michielsgestel, 5) containertype van Steene (eigen bewerking), met 1-4) uit van den Broeke 1995, 194 en 5) uit Donnadiou, Willems 2015, 318.

Figuur 56. Containertypes gelijkend op containertype 2B: 1) containertype II uit Vignacourt, 2) containertype II uit Sorrus (eigen bewerking), met 1) uit Prilaux 2000, 19 en 2) uit Prilaux 2000, 73.

Figuur 57. 1) containertype uit Oss-Ussen gelijkend op containertype 3A en 2) containertype uit Looberghe gelijkend op containertype 3B (eigen bewerking), met 1) uit van den Broeke 2012, 433 nr. 32 en 2) uit Donnadiou, Willems 2015, 319, fig. 9 nr. 1).

Figuur 58. Totaal aantal fragmenten per pijlertype, eigen werk.

Figuur 59. Pijlerfragmenten uit Stanford Wharf gelijkend op pijlertype 1, uit Poole 2012, fig. 8.3. nr. 21 en 23.

Figuur 60. 1) pijlertype PD4/PD 104 uit Fenland, 2) pijlertype PD5/PD 105 uit Fenland. Beide voorbeelden lijken qua algemene opbouw op pijlertype 2 (eigen bewerking)., uit Morris 2001b, 362.

Figuur 61. Voorbeelden uit de dataset van de vooropgestelde pijlertypologie, eigen werk.

Figuur 62. Aantal fragmenten per stabilisatortype, eigen werk.

Figuur 63. Stabilisatoren gelijkend op stabilisatortype 1 uit 1) Zuid-Engeland, 2) Fenland. 3) een voorbeeld gelijkend op stabilisatortype 2 uit Fenland (niet op schaal) (eigen bewerking), met 1) uit Hathaway 2013, 153 en 2-3) uit Crosby 2001, 119 nr. 25 en 24.

Figuur 64. Voorbeelden uit de dataset van de vooropgestelde stabilisatortypologie, eigen werk.

Figuur 65. Bakselverdeling per containertype, eigen werk.

Figuur 66. Bakselverdeling per pijlertype (baksel 1A en 2A niet aanwezig), eigen werk.

Figuur 67. Bakselverdeling per stabilisatorstype (Ba1B niet aanwezig), eigen werk.

Figuur 68. Bewaarde hoogte van de cilindrische bodemfragmenten (type C2, C3), eigen werk.

Figuur 69. Verdeling van de containertypes, eigen werk.

Figuur 70. Aantal fragmenten per cilinderdiameter, eigen werk.

Figuur 71. Voorbeelden van wandscherven met een groeve, eigen werk.

Figuur 72. Bakselverdeling van de groeffragmenten (Ba1B niet aanwezig), eigen werk.

Figuur 73. Aantal fragmenten met een bepaalde groefbreedte, eigen werk.

Figuur 74. Aantal fragmenten met een bepaalde groeflengte, eigen werk.

Figuur 75. Verdeling van het aantal briquetagefragmenten per vindplaats, eigen werk.

Figuur 76. Overzicht van de verschillende briquetage-categorieën per site, eigen werk.

Figuur 77. Overzicht van de bakselverdeling van de zoutcontainers en ondersteunende elementen per site, eigen werk.

Figuur 78. Overzicht van de verdeling van de containerfragmenten per site, eigen werk.

Figuur 79. Overzicht van de wanddikte van de containers per site, eigen werk.

Figuur 80. Overzicht van de bodemtypologie per site, eigen werk.

Figuur 81. Overzicht van de randtypologie per site, eigen werk.

Figuur 82. Overzicht van de containertypologie per site, eigen werk.

Figuur 83. Overzicht van de pijlertypologie per site, eigen werk.

Figuur 84. Aantal stabilisatorfragmenten per type en per site, eigen werk.