



Eindverslag Opgraving Koksijde Zeelaan

Titel

Eindverslag Opgraving Koksijde, Zeelaan

Auteurs

David Demoen, Nick Krekelbergh, Mike Creutz, Ilse Gierts en Charlotte Verhaeghe

Erkende archeoloog

BAAC Vlaanderen bvba
OE/ERK/Archeoloog/2015/00020

BAAC-Projectnummer

2017-1383

Plaats en datum

Gent, 23 mei 2023

Reeks en nummer

BAAC Vlaanderen Archeologierapport 2476
ISSN 2033-6896

Wettelijk depot

KBR

Inhoud

1	Beschrijvend gedeelte.....	1
1.1	Administratieve gegevens.....	1
1.2	Archeologische voorkennis.....	3
1.2.1	Samenvatting bureauonderzoek (AN ID616).....	3
1.2.2	Landschappelijk bodemonderzoek (AN ID616).....	3
1.2.3	Samenvatting proefputtenonderzoek (Nota ID4574).....	5
1.3	Onderzoeksopdracht.....	6
1.3.1	Onderzoeksdoelstelling.....	6
1.3.2	Onderzoeksvragen.....	6
1.3.3	Geplande werken en bodemingrepen.....	8
1.4	Werkwijze en strategie.....	9
1.4.1	Methode en technieken.....	9
1.4.2	Organisatie van het onderzoek.....	14
1.4.3	Afwijkingen uitvoer onderzoek.....	15
1.4.4	Sampling, selectie- en inzamelstrategie vondsten en stalen.....	16
1.4.5	Inbreng specialisten en externe wetenschappelijke begeleiding.....	16
2	Bodem en paleolandschap.....	18
2.1	Paleolandschappelijk en bodemkundig kader.....	18
2.1.1	Algemeen.....	18
2.1.2	Invloed van de duinen op Koksijde.....	19
2.2	Stratigrafische opbouw van de site.....	22
2.2.1	Mechanisch booronderzoek (Boringen 1A en 2A).....	22
2.2.2	Bodemopbouw.....	26
2.3	Genese van de horizonten.....	34
2.3.1	Genese van de zandige, gereduceerde duinafzettingen (SZ01): indicatieve datering vóór 900 nà Chr. 34	
2.3.2	Genese van de zandige afzettingen SZ02/03 en occupatiehorizonten OH02/03.....	47
3	Sporen en structuren.....	66
3.1	Inleiding.....	66
3.2	Manifestatie archeologische site aan huidig oppervlak.....	66
3.3	Stratigrafie van de site.....	66
3.4	Overzichtsplannen.....	67
3.5	Interpretatie van de sporen en structuren.....	70
3.5.1	Occupatiefase OH01: 894 – 1018.....	70
3.5.2	Occupatiefase OH02 en OH03: late 12 ^e – 16 ^e eeuw.....	72
3.5.3	Occupatiehorizont OH04: 17 ^e eeuw.....	99
3.5.4	Recente bouwvoor (BV): 19 ^e – 20 ^e eeuw.....	103
4	Vondsten.....	105
4.1	Inleiding.....	105

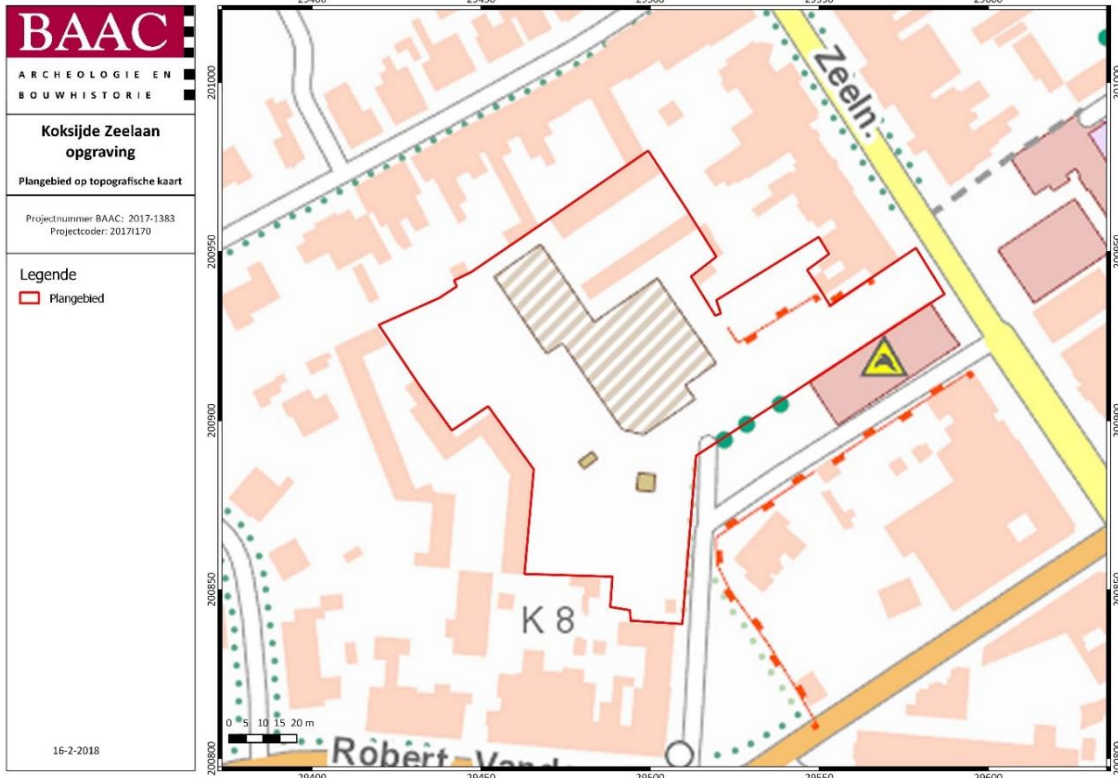
4.2	Methode en technieken.....	105
4.3	Aardewerk.....	105
4.3.1	Methodologie	105
4.3.2	Chronologische, morfologische en technische kenmerken.....	106
4.3.3	Conclusie.....	117
4.3.4	Conservatie en behandeling.....	118
4.3.5	Potentieel op kenniswinst.....	118
4.4	Dierlijk botmateriaal.....	118
4.4.1	Methode en technieken.....	118
4.4.2	Inventaris	118
4.4.3	Conservatie en behandeling.....	119
4.4.4	Potentieel op kenniswinst.....	119
4.5	Glas.....	119
4.5.1	Methode en technieken.....	119
4.5.2	Inventaris	119
4.5.3	Conservatie en behandeling.....	121
4.5.4	Potentieel op kenniswinst.....	121
4.6	Natuursteen	121
4.6.1	Inventaris	121
4.6.2	Conservatie en behandeling.....	122
4.6.3	Potentieel op kenniswinst.....	122
4.7	Metaal	123
4.7.1	Methode en technieken.....	123
4.7.2	Inventaris	123
4.7.3	Conservatie en behandeling.....	126
4.7.4	Potentieel op kenniswinst.....	126
5	Natuurwetenschappelijk onderzoek.....	127
5.1	Stelposten Programma van maatregelen.....	127
5.2	Methode en technieken.....	127
5.3	Inventaris	127
5.3.1	Stalen in functie van bodemkundige analyses.....	127
5.3.2	Stalen in functie van botanische analyses.....	128
5.4	Inventaris per bodemhorizont.....	129
5.5	Conservatie en behandeling.....	129
5.6	Selectie van de stalen	129
5.6.1	¹⁴ C-datering	129
5.6.2	OSL-datering.....	129
5.6.3	Sedimentologische analyse	129
5.6.4	Bodemmicromorfologische analyse	130
5.6.5	Botanische analyse.....	130

5.7	Resultaten	130	
5.7.1	Onderzoek botanische macroresten	130	
6	Synthese onderzoeksresultaten	138	
6.1	Datering en interpretatie van de archeologische site	138	
6.1.1	Zandige afzettingen (SZ01): vóór 900 nà Chr.	138	
6.1.2	Oudste occupatiefase OH01: 894 – 1018	138	
6.1.3	Duinverstuivingen (SZ02): 11 ^e – late 12 ^e eeuw	138	
6.1.4	Occupatiefase OH02-OH03: late 12 ^e – 16 ^e eeuw	in de periferie van een middeleeuws dorp	139
6.1.5	Duinverstuivingen (SZ04): einde 16 ^e – begin 17 ^e eeuw	het einde van de middeleeuwse nederzetting	140
6.1.6	Occupatiefase OH04: 17 ^e eeuw	een nieuwe nederzetting	140
6.1.7	Recente bouwvoor BV: 18 ^e – 20 ^e eeuw	140	
6.2	Beantwoorden onderzoeksvragen	141	
6.2.1	Bodem en paleolandschap	141	
6.2.2	Sporen en structuren algemeen	144	
6.2.3	Het onderzoeksterrein voor het ontstaan van het middeleeuwse Koksijde	145	
6.2.4	Middeleeuws Koksijde	146	
6.2.5	17 ^e -eeuws Koksijde	147	
7	Figuren, plannen en tabellen	149	
7.1	Lijst met figuren	149	
7.2	Lijst met plannen	151	
7.3	Lijst met tabellen	151	
8	Bibliografie	153	
9	Bijlagen	158	
9.1	Sporenlijst	158	
9.2	Vondstenlijst.....	158	
9.3	Monsterlijst	158	
9.4	Fotolijst	158	
9.5	Assessmenttabel middeleeuws aardewerk	158	
9.6	Assessmenttabel dierlijk bot	158	
9.7	Assessmenttabel glas	158	
9.8	Assessmenttabel metaal	158	
9.9	Macrorestenonderzoek en ¹⁴ C-datering (BIAX)	158	
9.10	Micromorfologisch onderzoek (ArcheoPro)	158	
9.11	Sedimentanalyse.....	158	

1 Beschrijvend gedeelte

1.1 Administratieve gegevens

Naam site	Koksijde, Zeelaan			
Ligging	Zeelaan 39, 8670 Koksijde, West-Vlaanderen			
Kadaster	Koksijde, Afdeling 1, Sectie F, Percelen 794t, 789f, 762g, 762s, 791a en 792a			
Coördinaten	Noord:	x: 229499.4	y: 200979.8	
	West:	x: 29419.7	y: 200928.3	
	Oost:	x: 29587.0	y: 200937.4	
	Zuid:	x: 29509.4	y: 200839.8	
Projectnummer BAAC Vlaanderen	2017 – 1383			
ID Archeologienota	ID616			
ID Nota	ID4574			
Opgraving	Projectcode	2017I170		
	Erkende archeoloog	David Demoen (Erkenningsnummer: 2015/00062)		
	Betrokken actoren	David Demoen (archeoloog, veldwerkleider)		
		Charlotte Verhaeghe (archeoloog)		
		Jelle De Mulder (archeoloog)		
		Ilse Gierts (archeoloog)		
		Nick Krekelbergh (aardkundige)		
	Mike Creutz (aardkundige)			
	Charlotte De Smet (aardkundige)			
Betrokken derden	Alexander Lehouck (Onroerende goeds gemeente Koksijde)			
Uitvoertermijn	02-27 oktober 2017 en 24 januari 2018			



Plan 1: Plangebied op topografische kaart (1:10.000; digitaal; 16022018)



Plan 2: Plangebied op kadastrale kaart (GRB)(1:800; digitaal; 16022018)

1.2 Archeologische voorkennis

1.2.1 Samenvatting bureauonderzoek (AN ID616)

Het bureauonderzoek werd uitgevoerd door BAAC Vlaanderen en verwerkt in de archeologienota *Koksijde, Zeelaan* (ID616).¹ De synthese van het bureauonderzoek luidde als volgt:

“In het plangebied aan de Zeelaan te Koksijde worden een nieuw winkelpand en een vernieuwde parking aangelegd. Hierbij zal eventueel aanwezig archeologisch erfgoed worden vernietigd. Het doel van de archeologienota was het inschatten van het archeologisch potentieel van het plangebied en het opstellen van een programma van maatregelen voor een (eventueel) vervolgonderzoek.

Voorgaande panden en de aanleg van de bijhorende parking hebben de ondergrond reeds tot ongeveer 0,5 meter onder het maaiveld verstoord. Het huidig pand wordt gefundeerd op de onverstoorde grond, wat een afgraving tot de vaste, draagkrachtige grond impliceert ter hoogte van de funderingspalen.

Voor het bureauonderzoek werd gebruik gemaakt van zo veel mogelijk beschikbare bodemkaarten, geologische kaarten, historische kaarten en archeologische gegevens. Bovendien werden de plannen van de opdrachtgever geplot op de bestaande situatie. Op deze manier kon een inschatting worden gemaakt van het onderzoekspotentieel van het plangebied aan de hand van de bodem- en aardkundige gegevens, en kon een specifieke verwachting ten aangaan van de archeologische waarden op het terrein worden vastgesteld.

Het bureauonderzoek toonde aan dat het plangebied een hoge archeologische waarde heeft voor wat betreft het aantreffen van middeleeuwse sporen. Waarschijnlijk bevinden deze zich op een diepte van 1,5 tot 2 meter onder het maaiveld, maar dit is voor het plangebied niet zomaar te extrapoleren. Gezien de landschappelijke en geomorfologische situatie, de archeologische context en de historische data kunnen mogelijk ook sporen verwacht worden uit de metaaltijden en Romeinse periode, maar om deze verwachting te kunnen inschatten is nog te weinig landschappelijke en geomorfologische informatie voorhanden.

Deze informatie kan worden aangeleverd door middel van een archeologisch vooronderzoek zonder ingreep in de bodem door middel van een landschappelijk booronderzoek.”²

1.2.2 Landschappelijk bodemonderzoek (AN ID616)

De resultaten van het landschappelijk booronderzoek werden verwerkt in de archeologienota *Koksijde, Zeelaan* (ID616).³ De synthese van het booronderzoek luidde als volgt:

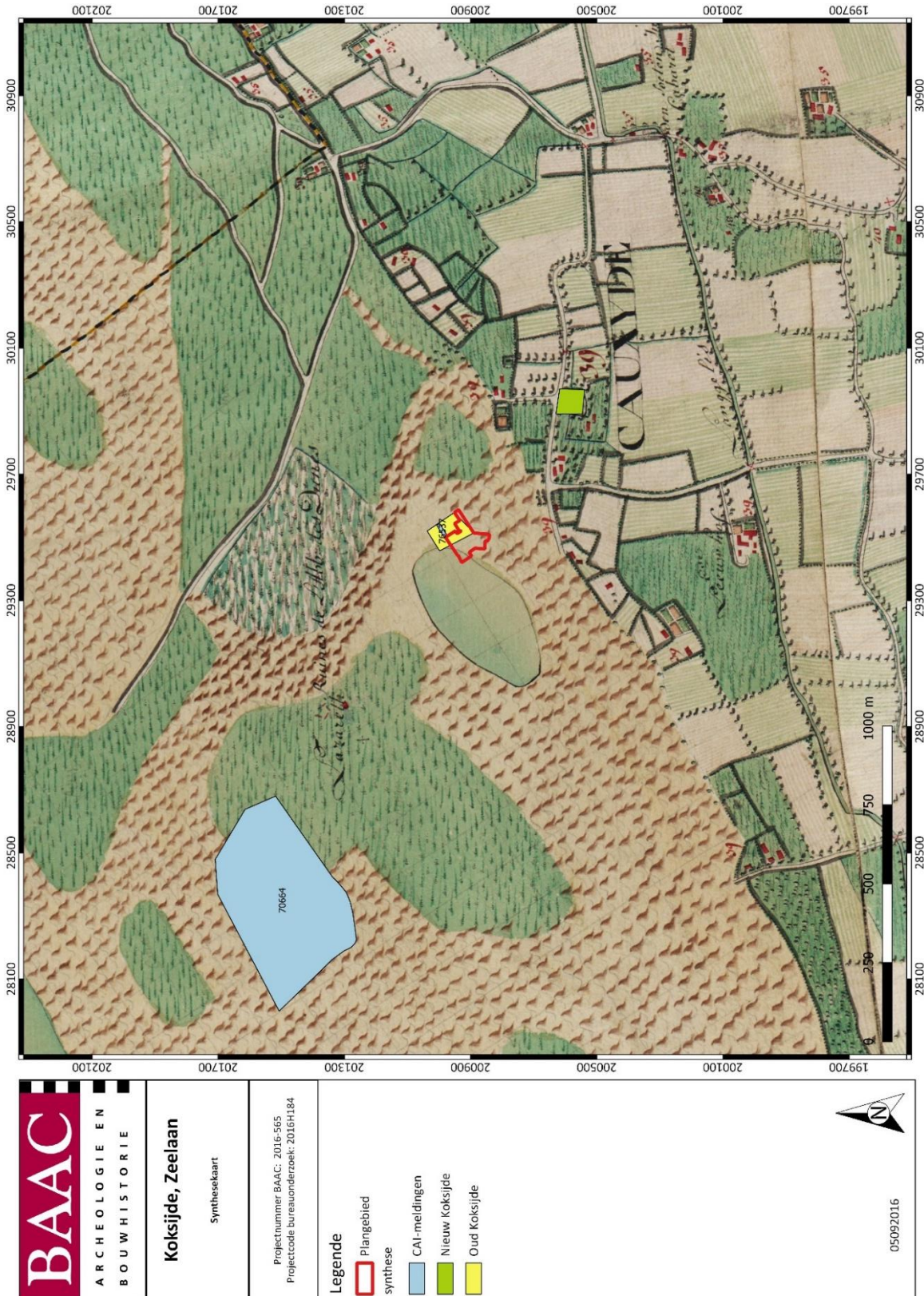
“Uit het landschappelijk booronderzoek blijkt dat de antropogene laag die het resultaat is van de bewoning van het oude Koksijde, kan worden aangetroffen onder verschillende verstuvingshorizonten en natuurlijke stabiliteitslagen. De antropogene laag bevindt zich in het plangebied op een diepte tussen 2 en 2,5 meter onder het maaiveld. Dit wil zeggen dat de archeologische vondstlaag zich op een diepte bevindt die waarschijnlijk zal worden vernietigd door de nieuwbouw.”⁴

¹ DYSELINCK 2016

² DYSELINCK 2016, p.88

³ DYSELINCK 2016

⁴ DYSELINCK 2016, p.88



Plan 3: Synthesekaart: aanduiding van de aanwezigheid van de duinen, de verzande getijdengeul, de abdij Ten Duinen, de waarnemingen aan de Zeelaan, de oude en nieuwe kern van Koksijde (1:11.250; digitaal; 05092016)⁵

1.2.3 Samenvatting proefputtenonderzoek (Nota ID4574)

Het sluitstuk van het archeologisch vooronderzoek was een proefputtenonderzoek dat in 2017 werd uitgevoerd door BAAC Vlaanderen. De resultaten van dit onderzoek werden verwerkt in de nota *Koksijde, Zeelaan* (ID4574).⁶ De samenvatting van dit onderzoek luidde als volgt:

“Uit de resultaten van het proefputtenonderzoek aan de Zeelaan blijkt dat er zich minstens twee archeologische vindplaatsen binnen het onderzoeksterrein bevinden. Elk van deze vindplaatsen kan worden geassocieerd met de leeflaag die over het hele onderzoeksterrein werd aangetroffen.

Een eerste vindplaats dateert uit de 17^e–18^e eeuw en kadert binnen de heropbouw van het oude Koksijde. Ook de nabije parochiekerk werd heropgebouwd. Het ligt binnen de verwachting dat de vindplaats belangrijke restanten van het heropgebouwde Koksijde omvat. In het bijzonder zijn de mogelijke restanten van de nieuwe kerk, met mogelijk aanliggend grafveld, erg waardevol. De schaarste aan kennis over deze nederzetting, maakt dat het onderzoek een bijzonder potentieel op lokale en regionale kennisvermeerdering bezit. De archeologische waarde van deze vindplaats wordt erg hoog ingeschat. Een tweede vindplaats wordt geassocieerd met het middeleeuwse Koksijde. De huidige kennis over het oude Koksijde is bijzonder gering en beperkt zich tot enkele, nauwelijks gedocumenteerde archeologische vondsten. De archeologische resten op de middeleeuwse vindplaats zijn dan ook uniek en bezitten een bijzonder hoog potentieel op lokale en regionale kennisvermeerdering.

De geplande bodemingrepen verstoren zeker archeologisch waardevolle restanten. De ingrepen zijn plaatsspecifiek en essentieel binnen de uitvoer van de beoogde bouwwerkzaamheden. De bodemingrepen kunnen met andere woorden niet verplaatst of geannuleerd worden. Behoud in situ van de vindplaatsen is bijgevolg uitgesloten. Daarom moet worden overgegaan naar archeologisch vervolgonderzoek.

De advieszone voor vervolgonderzoek richt zich op de locaties van de funderingssokkels van het toekomstige winkelpand. Aan de zuidwestelijke en zuidoostelijke flank van het pand worden deze sokkels in een dens patroon ingeplant. Deze locaties dienen volledig vlakdekkend en stratigrafisch te worden opgegraven. De locatie van enkele, aanliggende watercisternes wordt ook opgenomen in de advieszone. De overige funderingssokkels bevinden zich ter hoogte van de wanden van het toekomstige winkelpand. Ter hoogte van deze sokkels bestaat de advieszone uit een aaneengesloten opgravingsleuf. Enkele geplande ingrepen op het parkeerterrein zijn beperkt in diepte (ca. 1,00 m – mv) en oppervlakte. Toch dienen deze zones – gezien de waarde van de vindplaats – ook te worden onderzocht. De opgraving beperkt zich hier tot de diepte van de geplande ingrepen + een buffer van 30 cm, hetgeen een opgravingsdiepte van 1,30 m – mv inhoudt.”⁷

⁵ DYSELINCK 2016, fig.25

⁶ DEMOEN & KREKELBERGH 2017

⁷ DEMOEN & KREKELBERGH 2017, p.68

1.3 Onderzoeksopdracht

1.3.1 Onderzoeksdoelstelling

De geplande bodemingrepen verstoren de aanwezige, archeologisch waardevolle restanten. Aangezien het vooronderzoek als volledig kan worden beschouwd en behoud *in situ* is uitgesloten, dienen de aanwezige archeologische resten aan de hand van een opgraving te worden onderzocht.

De stratigrafische opgraving richt zich op alle archeologische niveaus. Tijdens het vooronderzoek werden twee archeologisch relevante niveaus aangetroffen: een niveau uit de nieuwe tijd op circa 60 tot 100 cm onder het maaiveld, en een niveau uit de volle en late middeleeuwen op circa 100 tot 210 cm onder het maaiveld. Het middeleeuws niveau bestond lokaal uit twee lagen. Gezien de complexiteit van de bodemopbouw binnen het plangebied – verschillende fasen van duinaangroei – valt niet uit te sluiten dat tijdens de opgraving meer archeologisch relevante niveaus aan het licht komen.

1.3.2 Onderzoeksvragen

Bodem en paleolandschap (indien de natuurlijke bodem bereikt wordt):

- Hoeveel verschillende lagen zijn te onderscheiden (stratigrafie)? Welke zijn de waargenomen horizonten in de bodem, beschrijving + duiding? Wat is de datering en samenstelling van de aangetroffen lagen?
- Waardoor kan het ontbreken van een horizont verklaard worden?
- Wat is de relatie tussen de bodem, de landschappelijke context en de archeologische sporen?
- Wat was de algemene evolutie van de duinaangroei ter hoogte van het onderzoeksterrein? Kan deze evolutie worden gedateerd?
- Wat was de paleolandschappelijke context van het onderzoeksterrein voor het ontstaan van middeleeuws Koksijde? Hoe passen deze gegevens binnen de kennis over het ontstaan en de evolutie van de kustvlakte?
- Wat was de paleolandschappelijke context van het onderzoeksterrein tijdens het bestaan van middeleeuws Koksijde?
- Zijn er aanwijzingen voor de rol die de duinaangroei speelde bij het verdwijnen van middeleeuws Koksijde?

Sporen en structuren algemeen

- Zijn er sporen aanwezig? Zo ja, geef een beknopte omschrijving. Zijn de sporen natuurlijk of antropogeen? Hoe is de bewaringstoestand van de sporen? Wat is de relatie tussen de bodem en de archeologische sporen?
- Maken de sporen deel uit van één of meerdere structuren?
- Behoren de sporen tot één of meerdere periodes?
- Zijn er indicaties voor de aanwezigheid van funeraire contexten? Zo ja, hoeveel niveaus zijn te onderscheiden? Wat is de omvang? Komen oversnijdingen voor? Wat is het geschatte aantal individuen?

- Kunnen archeologische vindplaatsen in tijd, ruimte en functie worden afgebakend?
- Wat is de vastgestelde bewaringstoestand van elke archeologische vindplaats?
- Hoe staan de sporen in verband met het aanwezige bouwkundig en/of landschappelijk erfgoed?

Het onderzoeksterrein voor het ontstaan van het middeleeuwse Koksijde

- Zijn er sporen of structuren aangetroffen uit de periode voor het ontstaan van middeleeuws Koksijde?
- Hoe was het terrein toen ingericht en geëxploiteerd?
- Wat was de functie van het terrein destijds?
- Zijn er aanwijzingen over welke invloed de naburige Ter Duinenabdij (vanaf de vroege 12^e eeuw) destijds uitoefende op het onderzoeksterrein?
- Zijn er aanwijzingen voor kenmerken van het toenmalige terrein die het aantrekkelijk maakten voor de inplanting van het middeleeuws Koksijde?

Middeleeuws Koksijde

- Hoe passen de onderzoeksresultaten binnen de huidige – erg beperkte – kennis over het middeleeuws Koksijde?
- Kunnen er aan de hand van de onderzoeksresultaten uitspraken worden gedaan over de ruimtelijke extensie en inrichting van het middeleeuws Koksijde?
- Kan de evolutie (ruimtelijk, functioneel, chronologisch) van het middeleeuws Koksijde worden gereconstrueerd?
- Mogelijk ligt het onderzoeksterrein in de onmiddellijke omgeving van de parochiekerk van middeleeuws Koksijde. Zijn hier aanwijzingen voor?
- Kan de traditionele visie op het verlaten van middeleeuws Koksijde bevestigd, weerlegd of genuanceerd worden?

17^e-eeuws Koksijde

- Hoe passen de onderzoeksresultaten binnen de huidige – erg beperkte – kennis over het 17^e-eeuws Koksijde?
- Kunnen er aan de hand van de onderzoeksresultaten uitspraken worden gedaan over de ruimtelijke extensie en inrichting van het 17^e-eeuws Koksijde?
- Kan de evolutie (ruimtelijk, functioneel, chronologisch) van het 17^e-eeuws Koksijde worden gereconstrueerd?
- Mogelijk ligt het onderzoeksterrein in de onmiddellijke omgeving van de parochiekerk van 17^e-eeuws Koksijde. Zijn hier aanwijzingen voor?

- Kan de traditionele visie op het verlaten van het 17^e-eeuws Koksijde bevestigd, weerlegd of genuanceerd worden?

1.3.3 Geplande werken en bodemingrepen

Toekomstig winkelpand

- Het nieuwe pand heeft een oppervlakte van 2.619 m². De fundering bestaat uit **dragende funderingszolen** die op de vaste en draagkrachtige grond worden ingeplant, afhankelijk van de toekomstige stabiliteitsstudie. De funderingszolen zelf zijn circa 1,20 m bij 0,70 m groot. Onder de funderingszolen komt een aanlegkoker van circa 4,00 m diep. Deze wordt opgevuld met stabiliserende grond, waardoor de draagkracht van de funderingszool wordt gegarandeerd.
- Voor de aanleg van de **binnenvloer** is een afgraving noodzakelijk voor de plaatsing van een gestabiliseerde bedding, waarop verdere vloeropbouwelementen worden geplaatst. Alle graafwerken blijven echter binnen het gabarit van het bestaande winkelpand, tot een maximale diepte van circa 50 cm.
- Aan de zuidoostelijke hoek van het winkelpand worden enkele **citernes** geplaatst. De precieze diepte van deze citernes wordt nog bepaald. Ter hoogte van deze ingrepen wordt uitgegaan van een volledige verstoring van het bodemarchief.

Parkeerterrein

- **Heraanleg van het parkeerterrein:** de geplande ingrepen vinden plaats binnen het gabarit van de bestaande parking en dringen tot maximaal 40 cm in de bodem door.
- **Aanleg infiltratiebekkens:** op de parking worden vijf infiltratiebekkens voorzien. Deze bestaan uit een rij aaneengesloten infiltratiecontainers (circa 1,50 m bij 1,00 m). De bekkens hebben variabele lengtes.
- **Bestaand infiltratiebekken:** in het zuidelijke deel van de parking wordt een bestaand infiltratiebekken opnieuw in gebruik genomen.
- **Aanleg nutsleidingen en elektriciteitskabels:** op drie locaties doorkruisen clusters nutsleidingen en elektriciteitskabels het parkeerterrein. Deze worden aangelegd in een schacht met een breedte van circa 1,50 m en een diepte van circa 1,00 m.

Impactanalyse

De geplande ingrepen hebben een impact op mogelijk aanwezig archeologisch erfgoed:

- Toekomstig winkelpand: volledige verstoring van het bodemarchief tot op een diepte van 4,00 m onder het maaiveld ter hoogte van de funderingen. De aanleg van de binnenvloer heeft geen impact op het bodemarchief.
- Parkeerterrein: verstoring bodemarchief tot een diepte van circa 1,00 m onder het maaiveld bij de aanleg van de infiltratiebekkens en nutsleidingen. De heraanleg van het parkeerterrein heeft geen impact op het bodemarchief.

1.4 Werkwijze en strategie

1.4.1 Methode en technieken

Algemene bepalingen

Het geadviseerde onderzoek wordt beschouwd als *een opgraving van een site met complexe, verticale stratigrafie*. Voor de uitvoer van het veldwerk wordt uitgegaan van de methode zoals voorgeschreven in het programma van maatregelen en de Code Goede Praktijk.

Het veldwerk wordt dermate georganiseerd dat er efficiënt en wetenschappelijk verantwoord wordt opgegraven. Er wordt gestreefd naar een maximale afstemming van kranen en grondverzet enerzijds en opgravingsploeg(en) anderzijds. Opeengelegde opgravingsvlakken mogen niet betreden worden met de kraan en/of ander zwaar materieel. De graafmachine die gebruikt wordt voor het aanleggen van de werkputten en opgravingsvlakken is van een type dat toelaat zowel de horizontale vlakken aan te leggen als de stratigrafie te volgen en dat geen schade toebrengt aan de aangetroffen sporen. De graafbak heeft geen tanden.

De afgraving tot het eerste opgravingsvlak gebeurt machinaal. De overige verdiepingen gebeuren handmatig, behalve het verwijderen van puinpakketten, natuurlijke afzettingen en uniforme ophogingslagen. Omvangrijke sporen worden slechts gecoupeerd of in diepteniveaus opgegraven tot op het volgende vlak, en pas verder gecoupeerd of in diepteniveaus opgegraven na het aanleggen en registreren van dat volgende vlak.

Na het opgraven van elk vlak wordt geverifieerd, op basis van de vaststellingen uit de putwanden en door middel van lokale verdiepingen van het opgravingsvlak, of dieperliggende niveaus met archeologische sporen of vondsten aanwezig zijn. In voorkomend geval wordt een nieuw opgravingsvlak aangelegd en onderzocht. Indien de diepte van de opgravingsput de natuurlijke ondergrond in stratigrafisch, primaire positie niet bereikt, worden enkele boringen of sonderingen tot in de natuurlijke ondergrond gezet.

Voor de specifieke vereisten waaraan de opgraving dient te voldoen wordt verwezen naar Hoofdstuk 14, 15 & 17 in de Code van Goede Praktijk. Zowel het veldwerk als de verwerking en rapportage dienen te voldoen aan de methodiek zoals beschreven in de Code van Goede Praktijk hoofdstuk 23.

Specifieke methode

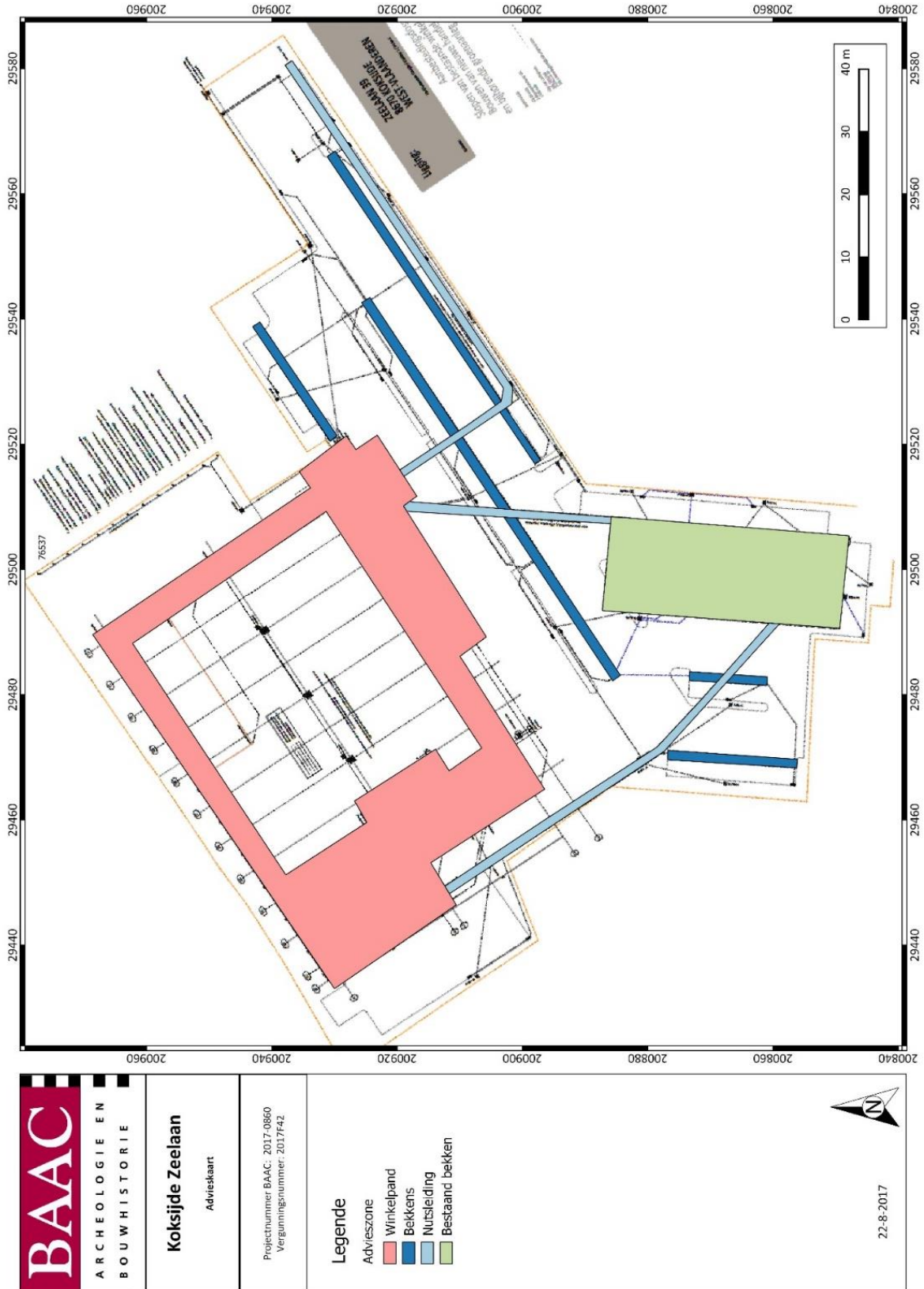
Strategie: twee advieszones

De **eerste advieszone (Plan 4; rood; oppervlakte van 2.550 m²)** richt zich op de locatie van de funderingssokkels van het toekomstige winkelpand, en de aangrenzende waterciternes.

De stratigrafische opgraving richt zich op alle archeologisch relevante niveaus: een niveau uit de nieuwe tijd op circa 0,60 tot 1,00 m onder het maaiveld, en een niveau uit de volle en late middeleeuwen op circa 1,00 tot 2,10 m onder het maaiveld. Het middeleeuws niveau bestaat lokaal uit een complex van meerdere lagen.

De **tweede advieszone (Plan 4; blauw; oppervlakte van 720 m²)** richt zich op het parkeerterrein.

De opgraving beperkt zich in diepte tot de verstoringsdiepte en -breedte van de geplande ingrepen + een buffer van 30 cm (tot circa 1,30 m onder het maaiveld in een sleuf van maximaal 1,80 m breedte).



Plan 4: Advieszones⁸

⁸ DEMOEN & KREKELBERGH 2017, fig.5

Technische beperkingen en werkveiligheid

Bij de uitvoer van het onderzoek dient rekening te worden gehouden met een maximale aanlegdiepte tot 2,10 m onder het maaiveld (Zone 1). Voor de start van het onderzoek neemt de veldwerkleider contact op met de werfverantwoordelijke voor de opmaak van gepaste, bijkomende veiligheidsmaatregelen.

Indien het onderzoek dieper doordringt in de bodem dan de natuurlijke grondwatertafel dient, in functie van een toereikende en efficiënte omgang met het waardevol, archeologisch erfgoed en in functie van de werkveiligheid, de volledige onderzoekszone te worden bemaald.

Sloopwerken bestaande bebouwing

Binnen de advieszones kan de geplande sloop van de bestaande gebouwen tot op het niveau van het huidige maaiveld doorgaan zonder archeologische begeleiding. De sloop van bouwelementen onder het huidige maaiveld – concreet gaat het om de funderingspalen van het bestaande winkelpand – behoort tot het archeologisch vervolgonderzoek.

Archeologische niveaus

Van elke werkput wordt het lengteprofiel gedocumenteerd. Deze profielen worden opgeschoond voor zover de veiligheid en stabiliteit dit toelaten, gefotografeerd (voorzien van profielnummer, sleufnummer, noordpijl en schaallat), ingetekend op schaal 1:20 en beschreven. Desgewenst worden bijkomende maatregelen genomen om de veiligheid en stabiliteit te verzekeren. Bij elk profiel wordt de absolute hoogte van het maaiveld genomen en op plan aangebracht.

Spoorregistratie

Er wordt dagelijks voorzien in een volledige opmeting van werkputten en sporen. Dit betekent dat een recent en aangevuld grondplan beschikbaar is.

Omvangrijke sporen worden slechts gecoupeerd of in diepteniveaus opgegraven tot op het volgende vlak, en pas verder gecoupeerd of in diepteniveaus opgegraven na het aanleggen en registreren van dat volgende vlak. Bij het aanleggen van diepere opgravingsvlakken worden geen sporen uit het hoger liggende vlak ongedocumenteerd weggegraven. Gebouwde archeologische structuren worden niet uitgekregen, tenzij dit noodzakelijk is voor het verder onderzoek.

Vondsten

Vondsten worden gescheiden ingezameld per spoor en per vondstcategorie. Bij het met de hand inzamelen van vondsten wordt compleetheid nagestreefd. Een uitzondering op de regel dat alle vondsten worden ingezameld, met name door het niet inzamelen of selectief inzamelen van bepaalde vondsten of vondstcategorieën, kan gemaakt worden op basis van de vondstendensiteit of -aard, en de vraagstellingen uit de bekrachtigde archeologienota, de bekrachtigde nota, de toelating, of de voorwaarden bij deze drie. Ingezamelde vondsten worden nooit op het terrein achtergelaten.

Specifieke sporen, sporencombinaties en archeologische structuren

- Gebouwde archeologische structuren: zie bepalingen CGP 15.8.1. Gebouwde archeologische structuren, zowel in geologisch als in biologisch materiaal, worden op dusdanige wijze onderzocht en geregistreerd dat constructie, fasering, materiaalgebruik, afwerking en bouwtechniek duidelijk zijn. Wanneer nuttig worden stalen voor natuurwetenschappelijke

analyse genomen. Deze houden rekening met de onderscheiden constructiefases en worden aangeduid op het plan of aanzichttekening van de constructiefase.

- Sporen met menselijke resten en inhumatiegraven: zie bepalingen CGP 15.8.4. De menselijke resten en de bijhorende sporen en vondsten worden geregistreerd door middel van digitale foto's (zo loodrecht mogelijk op het opgravingsvlak) met duidelijk zichtbare topografisch verankerde merktekens die in een digitaal plan verschaald worden. Er worden na opschonen detailfoto's genomen van de handen, voeten, hoofd en nekwerfels (na het wegnemen van de onderkaak). Pathologische aandoeningen en vreemde inclusies in de sporen met menselijke resten worden in detail gefotografeerd en gedocumenteerd.

De inhumatiegraven worden tijdens het veldwerk beschreven aan de hand van skeletformulieren. De Code van Goede Praktijk bevat hiervoor een modelformulier, dat gebruikt moet worden voor de registratie van de gegevens over menselijke resten en het graftype.

Alle skeletten of delen van skeletten worden, wanneer mogelijk per onderscheiden individu, geborgen in geschikte verpakkingen, waarbij de resten van de linker- en rechterhand en van de linker- en rechtervoet in een aparte verpakking bij het skelet worden bijgehouden. Als de bewaringstoestand van het skeletmateriaal dit niet toelaat, wordt er overlegd met de conservator en de fysisch antropoloog over een aangepaste wijze van berging. Elk onderscheiden individu krijgt een afzonderlijk vondstnummer.

Voor menselijk beendermateriaal dat buiten stratigrafisch primaire positie niet-intentioneel werd bijgezet, moet geen skeletformulier ingevuld worden en dit beendermateriaal moet niet gedetailleerd geregistreerd worden. Het beendermateriaal wordt wel ingezameld zoals een gewone vondst.

Metaaldetectie

Sporen waarbij de metaaldetector een signaal geeft, worden aangeduid in de sporenlijst. Metaalvondsten worden enkel ingezameld als zij zich aan het vlak bevinden of als ze zich in een spoor bevinden dat gecoupeerd wordt. Ingezamelde vondsten worden op plan gezet met vondstnummer en de code Md. Ingezamelde metaalvondsten worden beschermd tegen degradatie van het materiaal.

Onderzoek en registratie duinlichaam: profielregistratie

Voor het onderzoek naar het duinlichaam wordt minstens één volledig lengteprofiel en één volledig breedteprofiel aangelegd ter hoogte van advieszone 1. In de tweede advieszone wordt, per sleuf, om de 20 m een referentieprofiel aangelegd (minstens 2 per sleuf). Bij de registratie en bemonstering van deze profielen gelden volgende bepalingen:

- Binnen de profielen worden alle afzettingen onderzocht naar vondstmateriaal.
- Van relevante afzettingen wordt een bulkmonster ingezameld.
- De aardkundige en de veldwerkleider kiezen een aangewezen locatie voor het bemonsteren van een bodemsequentie voor OSL-datering. Dit houdt in: vier elkaar chronologisch opvolgende en archeologisch relevante lagen worden bemonsterd. Dergelijke sequentiebemonsteringen laten a.d.h.v. statistische vergelijkingen een zeer accurate datering van de afzettingen toe.

- Relevante afzettingen worden bemonsterd voor een sedimentologische analyse. Dergelijke analyse kan meer inzicht geven in de genese van de afzettingen. In eerste instantie kan een korrelgrootteanalyse uitwijzen wat de sedimentatieomstandigheden bij het ontstaan van bepaalde lagen waren (stuifzand, antropogene afzetting, ...). Een analyse van het humusgehalte kan meer leren over landschappelijke omstandigheden tijdens de afzetting van pakketten. Ook een analyse van het kalkgehalte kan meer leren over de genese en sedimentatieomstandigheden van bepaalde pakketten.
- Kleiige lagen met een mogelijk antropogene genese (bouwrijp maken dynamische terreinen), worden bemonsterd voor slijpplaatjesonderzoek.

Natuurwetenschappelijk onderzoek

De onderzoeksstrategie omvat een voorstel voor staalname, met speciale aandacht voor de hierboven besproken bewoning en eventuele leeflaag. Zo worden onder meer volgende staalnames ten sterkste geadviseerd:

Algemeen

- Macrobotanische waardering: 10 VH
- Macrobotanische analyse: 5 VH
- Waardering pollenanalyse: 10 VH
- Pollenanalyse: 5 VH
- ¹⁴C-datering sporen/leeflaag: VH 5
- Dendrochronologische datering van eventueel constructiehout: 5 VH
- Identificatie natuursteen: 2 VH (werkdagen)
- Analyse dierlijk botmateriaal: 2 VH (werkdagen)

Duinlichaam en paleolandschap

- Slijpplaatjes analyse: 3 VH
- Sedimentanalyse: 10 VH
- OSL-datering: 4 VH
- Determinatie schelpen: 3 VH

Grafveld

- Onderzoek inhumatiegraven: 20 VH

Conservatie

- Maximaal € 5.000

De veldwerkleider beslist op welke manier de staalname wordt aangepakt en of het nodig is een natuurwetenschapper te betrekken, hierbij rekening houdend met het beantwoorden van de onderzoeksvragen. Hoofdstuk 20 in de Code Goede Praktijk bespreekt uitvoerig het natuurwetenschappelijk onderzoek bij opgravingen. Voor de bemonsteringsstrategie wordt verwezen naar hoofdstuk 20.3 van de Code Goede Praktijk.

Ook het assessment van de staalnames gebeurt volgens de Code van Goede Praktijk. De relevante stalen worden bepaald na advies van de gespecialiseerde laboratoria, rekening houdend met het beantwoorden van de onderzoeksvragen.

1.4.2 Organisatie van het onderzoek

Het onderzoek werd uitgevoerd in twee fasen, die gelijk liepen met de uitvoer van de geplande werken. Tijdens de eerste fase in oktober 2017 werden zes werkputten aangelegd (**WP1-6**). In januari 2018 volgde een tweede fase met de aanleg van enkele bijkomende werkputten (**WP2.1-2.4**). In regel werden drie vlakken aangelegd:

- **Vlak 1:** net onder bouwvoor, **bovenzijde OH04 (jongste occupatiehorizont; cf. infra)**; gemiddelde vlakhoogte: +6,30 – +6,50 m TAW.
- **Vlak 1B:** **bovenzijde OH03**; gemiddelde vlakhoogte: +5,80 – +6,00 m TAW. In de noordoostelijke hoek van het terrein, waar de opbouw van OH03 complexer was, werd geleidelijk en laagsgewijs door het afzettingscomplex gegraven tot op een leesbaar sporenniveau.
- **Vlak 2:** **bovenzijde OH02**; gemiddelde vlakhoogte: +5,20 – +5,40 m TAW. In de noordoostelijke hoek van het terrein, waar de opbouw van OH02 complexer was, werd geleidelijk en laagsgewijs door het afzettingscomplex gegraven tot op een leesbaar sporenniveau.

Bijkomend werden profielen en proefputten aangelegd, en een aantal boringen gezet (zie paragraaf 2.2.2 Bodemopbouw en Plan 5):

- **Profielen (PR1.1-1.2, PR2.1-2.2, PR3.1-3.2):** de registratie van het duinlichaam en de antropogene stratigrafie gebeurde door middel van profielregistraties. Relevante afzettingen worden bemonsterd voor sedimentologische analyse, slijpplaatjesonderzoek of OSL/¹⁴C-datering.
- **Proefputten:** diepere opgravingsvlakken ter hoogte van **OH01 (oudste occupatiehorizont)** en de onderliggende wadafzettingen, werden niet aangelegd. De grondwatertafel maakte het onmogelijk archeologische resten op deze dieptes op te graven. Daarenboven bedreigden de geplande bodemingrepen de eventueel aanwezige archeologische resten in beperkte mate. Wel werden op strategische locaties proefputten aangelegd, die doordrongen tot OH01 en de onderliggende wadafzettingen. Op deze manier konden archeologische registraties worden gedaan, zonder het archeologisch erfgoed onnodig te beschadigen.
- **Boringen (1A/B en 2A/B):** de registratie van de proefputten werd aangevuld met twee paar mechanische boringen. Per paar werden een controleboring (A) en archiefboring (B) gezet. De controleboring had de bedoeling om een zo representatief mogelijk beeld te bekomen van de bodemopbouw en de ontwikkeling van de getijdengeul. De archiefboring had als doel verder analytisch onderzoek te verrichten op de stalen. De archiefboringen werden onmiddellijk ingepakt in zwarte, plastic folie, zodoende de aanwezige afzettingenpakketten af te schermen van zonlicht. De boringen werden mechanisch uitgevoerd met behulp van een Geoprobe® boormachine, waarbij de boorstalen genomen werden door middel van steekboringen met

liners van 5 cm diameter. De controleboorkernen werden ter plekke geopend en beschreven. Alle boringen waren gepland om uitgevoerd te worden tot 9 m beneden het maaiveld, maar moesten door inzakkend zand worden gestaakt rond 4 tot 5 m beneden het maaiveld.

1.4.3 Afwijkingen uitvoer onderzoek

Afwijkingen t.a.v. de CGP

Het onderzoek werd uitgezonderd de hieronder aangehaalde afwijkingen volledig conform de Code van Goede Praktijk uitgevoerd.

Afwijkingen t.a.v. de specifieke methodologie

De opgraving beperkte zich tot drie vlakken (tussen circa +6,50 en +5,20 m TAW), ondanks de aanwezigheid van dieperliggende, archeologisch relevante niveaus. De hoge grondwatertafel maakte het opgraven van deze niveaus onmogelijk. Andere factoren hadden eveneens een invloed:

- De bodemkundige situatie was zodanig dat enkel met behulp van dure maatregelen een voldoende veilige en droge situatie kon worden gecreëerd. Concreet waren in de ondergrond op twee niveaus kleilagen aanwezig, die bemaling op grotere diepte nutteloos maakten. De bemaling zou enkel water onder de waterdichte kleilagen wegtrekken. Bemaling boven deze lagen, tot een diepte van 2 m, was eveneens niet mogelijk. Het grid van de bemalingsfilters zou te dicht zijn, wat kraanwerk onmogelijk maakte.
- De aanwezigheid van een waterreservoir op het terrein en het mulle duinzand zorgden er eveneens voor dat, bij ondiepe bemaling, water uit de omgeving snel horizontaal zou migreren. Onder en tussen de kleilagen kan de waterdruk bovendien erg groot zijn, wat risicovol kon zijn bij grootschalige graafwerken. Het doorbreken van het kleipakket in combinatie met zware waterdruk kon zorgen voor snel opkomend grondwater.
- Bij het aanvragen van gemeentelijke vergunningen voor bemaling en afvoer bleken een aantal restricties te bestaan die praktische belemmeringen vormden. Zo was het debiet van opgepompt water dat in het openbaar waterafvoernet kon worden geloosd, gelimiteerd. Het lozen van een hoger debiet zou de waterhuishouding in de omgeving drastisch kunnen verstoren.

De werkwijze in het PVM bleek in confrontatie met de situatie op terrein, ontoereikend. Na overleg met specialisten bleek het plaatsen van een damwand rondom het plangebied de oplossing om dieperliggende, archeologische niveaus op te graven. Het plaatsen van een damwand was echter niet noodzakelijk voor de uitvoer van de geplande bodemingrepen, en bood eveneens geen garantie op een verlaging van de grondwatertafel. Deze werkmethode was dan ook logistiek en financieel niet haalbaar.

Omwille van logistieke beperkingen (bv. het in gebruik blijven van een werfweg) was het niet mogelijk om enkele geadviseerde sleuven ter hoogte van de geplande nutsleidingen in advieszone 2, aan te leggen.

Compensatiemaatregelen

Het onderzoeksterrein kon tot ruwweg 2 m onder maaiveld vlakdekkend worden onderzocht. De dieperliggende niveaus werden aan de hand van volgende compensatiemaatregelen onderzocht:

- Ter hoogte van de geplande funderingssokkels werden proefputten aangelegd. Zo konden de zones die zouden worden verstoord, worden gedocumenteerd.
- De bodemkundige registratie werd aangevuld met mechanische boringen. Aan de hand van deze boringen werden niet enkel de dieperliggende lagen in kaart gebracht, maar werden deze ook bemonsterd voor natuurwetenschappelijke analyse.

De afwijkingen en compensatiemaatregelen kwamen tot stand na overleg met alle betrokken partijen. De aangepaste methodiek werd goedgekeurd door de wetenschappelijke begeleiding, de bevoegde overheden en de opdrachtgever.

1.4.4 Sampling, selectie- en inzamelstrategie vondsten en stalen

Selectiestrategie vondsten

Op het terrein werd geen selectie van de vondsten doorgevoerd. Alle vondsten werden ingezameld, met uitzondering van deze aangetroffen in de bouwvoor.

Samplingstrategie stalen

Elk relevant spoor of relevante bodemlaag werd bemonsterd, zodoende de wetenschappelijke onderzoeksvraagstellingen te kunnen beantwoorden.

1.4.5 Inbreng specialisten en externe wetenschappelijke begeleiding

Actoren en specialisten

Projectleiding David Demoen – BAAC Vlaanderen (erkende archeoloog 2015/00062)

Veldwerk

Veldwerkleiders: David Demoen – BAAC Vlaanderen

Archeologen: Charlotte Verhaeghe en Jelle De Mulder – BAAC Vlaanderen

Aardkundigen: Nick Krekelbergh, Charlotte De Smet en Mike Creutz – BAAC Vlaanderen

Uitwerking

Uitwerking: David Demoen, Nick Krekelbergh, Mike Creutz en Ilse Gierts – BAAC Vlaanderen

Specialisten: Jelle De Mulder, Olivier Van Remoorter, Annelies Claus, Carola Stern en Ron Bakx – BAAC Vlaanderen

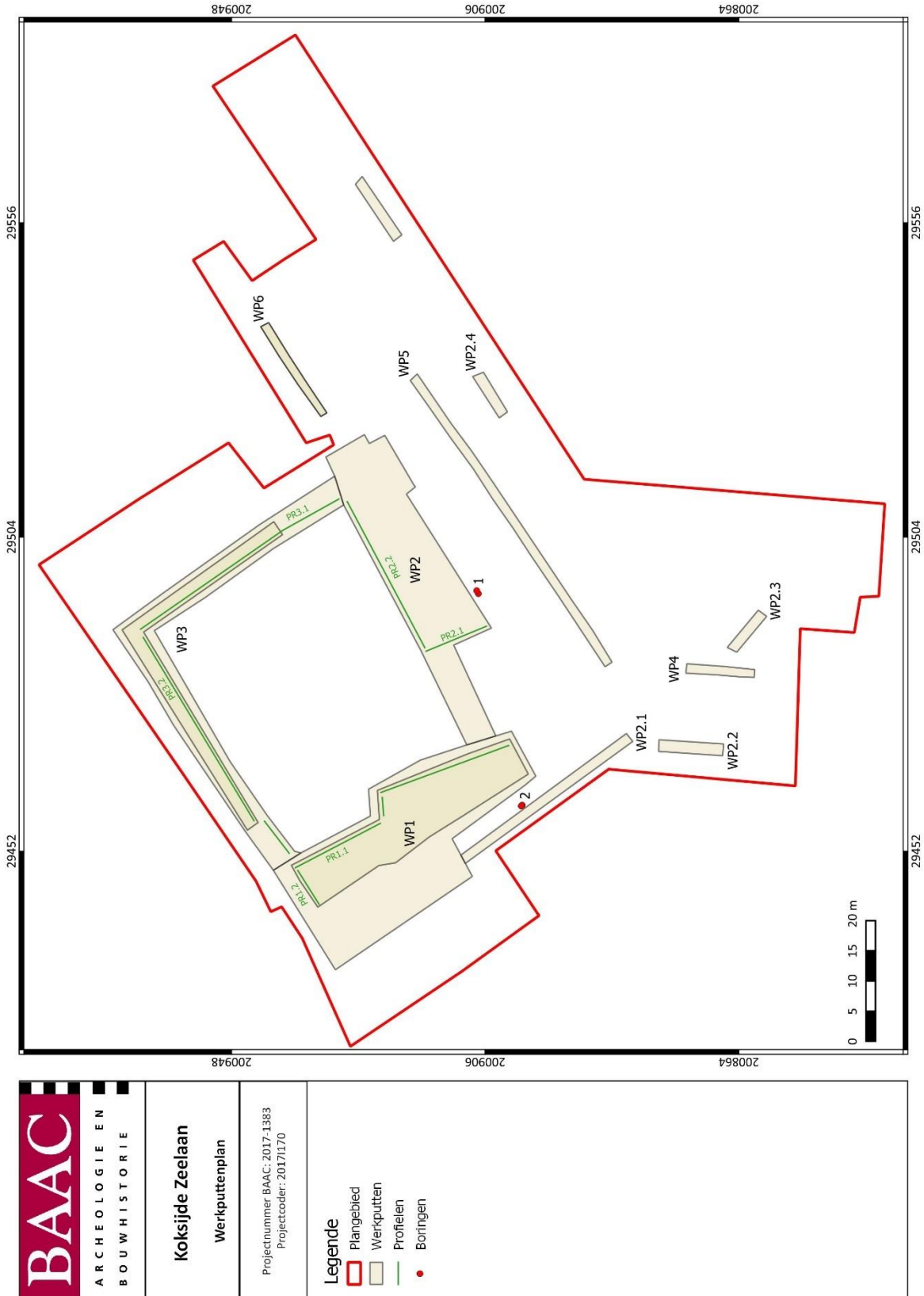
Betrokken derden

Wetenschappelijke begeleiding A. Lehouck – Onroerenderfgoedgemeente Koksijde

Natuurwetenschappelijk onderzoek

OSL-datering: A. Bluszcz – Silesian University of Technology (Polen), Institute of Physics/Department of radioisotopes

Botanisch onderzoek: W. van der Meer – BIAAX *Consult*; S. Van Cauwenberghe, A. Storme en A. Comeyne - UGent en M. Creutz – BAAC Vlaanderen



Plan 5: Werkputtenplan met aanduiding van de profielen en boringen

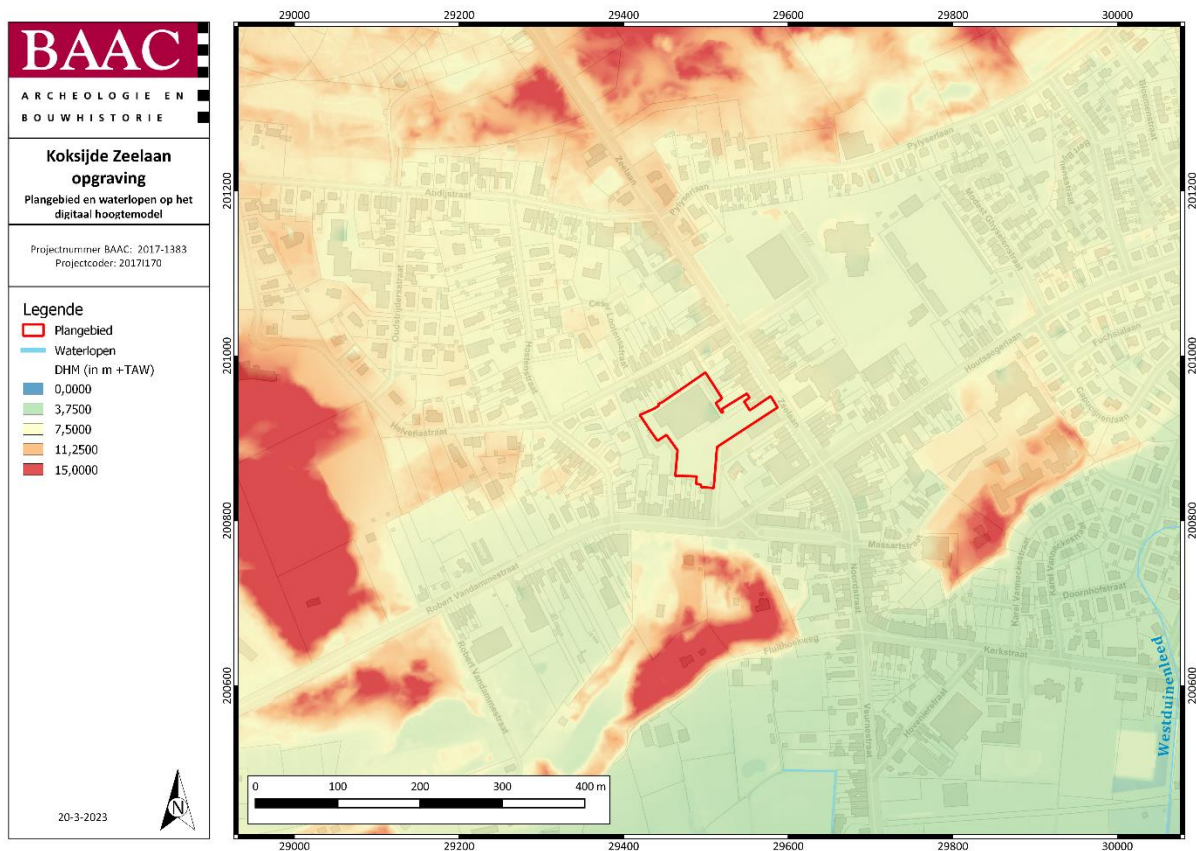
2 Bodem en paleolandschap

2.1 Paleolandschappelijk en bodemkundig kader

2.1.1 Algemeen

Het plangebied is gelegen aan de Zeelaan in Koksijde. Het centrum van Koksijde bevindt zich ten zuidoosten van het onderzoeksterrein.

Geografisch gezien bevindt het plangebied zich in de duingordel van de kuststreek, op circa 2,5 km van de kustlijn. De omgeving rondom het onderzoeksterrein bevindt zich volgens het Digitaal Hoogtemodel van Vlaanderen (DHM) tussen +4 en +8 m TAW. De duinen zijn duidelijk zichtbaar op het hoogtemodel, net als het laaggelegen en vlakke achterland.

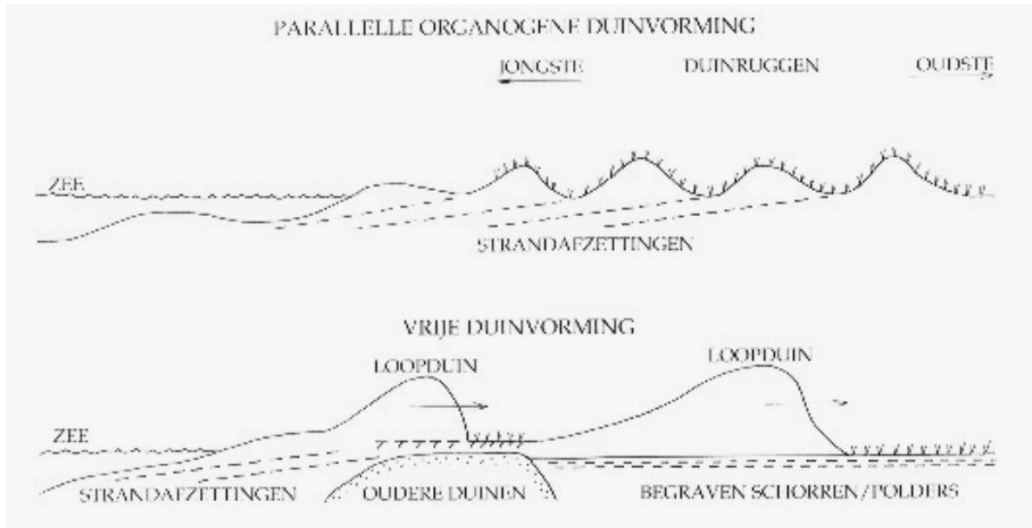


Figuur 1: Plangebied op het Digitaal Hoogtemodel van Vlaanderen⁹

⁹ DYSELINCK 2016

2.1.2 Invloed van de duinen op Koksijde

Duinengordels zijn een bepalende factor in de vorming en de bewoningsgeschiedenis van de kustvlakte. Ze vormden pioniersvestigingsplaatsen van waaruit nieuwe ontginningen ontstonden. Permanente vestiging was slechts mogelijk op bepaalde ogenblikken wanneer de dynamiek van de duinen enigszins stillag.¹⁰



Figuur 2: Parallele en vrije duinvorming¹¹

De brede duinengordel is enkel te verklaren door inzicht in de algemene vorming van duinen. Om duinvorming te krijgen, zijn vier factoren noodzakelijk, met name de aanwezigheid van zand, zee, wind en plantengroei. De plantengroei is nodig om stabilisatie te verkrijgen. Bij parallelle duinvorming wordt zeewaarts een nieuwe duin ontwikkeld, parallel aan de oude. Bij vrije duinvorming gaan naakte duinen landinwaarts bewegen en andere landschappen begraven. Onder de vrije duinen vallen de loopduinen en paraboolduinen. Tussen twee armen van een duin vormt zich dan een panne, waarin de grondwatertafel aan het oppervlakte wordt geblazen. Gemiddeld legt een paraboolduin zo'n 10 m per jaar af en wordt de kern zo'n 5 tot 15 m hoog.

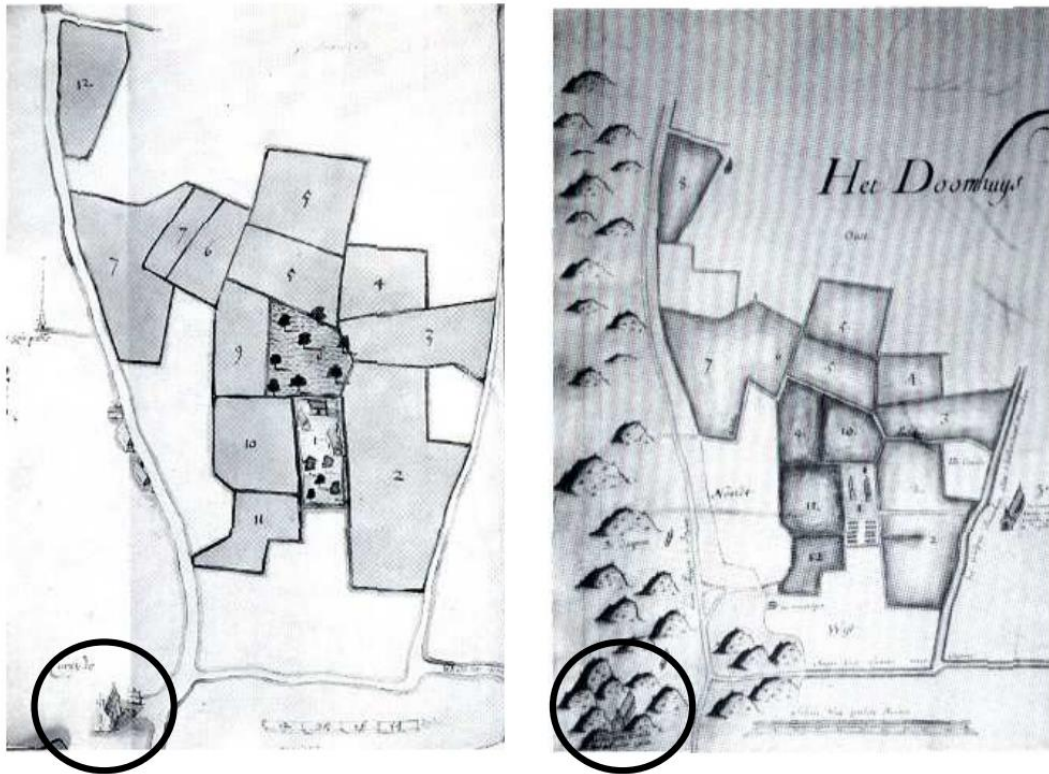
De duinvorming van de Westhoek valt integraal onder de jonge duinen, waarin drie fasen kunnen worden onderscheiden. De eerste fase, het eerste deel van de loopduinfase, nam zijn intrede rond de 9^e-10^e eeuw. Het klimaat was uitzonderlijk droog, waardoor enorme zandmassa's zich konden verplaatsen. Binnen deze loopduinfase zijn echter ook stabiele fasen te herkennen, gezien oude bodems zijn aangetroffen ter hoogte van de Doornpanne (tussen Koksijde en Oostduinkerke) op een hoogte van +4,5 m TAW en tussen +5,5 en +6 m TAW. Rond deze periode dateert ook de eerste vermelding van de abdij Ten Duinen. Deze jonge duinen werden na deze actieve fase in cultuur genomen en bleken uitermate geschikt voor hooilanden en veeweides. Bij nieuwe overstuivingen in het tweede deel van de loopduinfase, in de eerste helft van de 13^e eeuw, verminderde de waarde van deze gebieden. De gebieden werden dan nog voornamelijk ingeschakeld als jachtgebied (konijnenjacht).

In een tweede fase van de jonge duinvorming ontstonden de paraboolduinen uit de vrije duinen. Deze duinen bewegen zich trager voort dan de loopduinen. De oudste paraboolduinen bevinden zich verder landinwaarts, de nieuwe vormen zich dicht bij de kustlijn. Onder een paraboolduin kunnen verschillende oudere afzettingen teruggevonden worden. Door datering van dergelijke oudere afzettingen kan gesteld worden dat de beweging van de paraboolduinen vanaf de 16^e eeuw erg

¹⁰ TERMOTE 2011, pp.17-18

¹¹ THYS 2006, fig.14 en 36

terugliep. Om de beweging van de paraboolduinen tegen te houden, werd vegetatie aangeplant. Grote stukken grond werden in fasen aan de abdij Ten Duinen overgemaakt, die ze exploiteerden. Een dergelijke exploitatie was intensief, waardoor gronden in minder strak beheer snel verloren gingen, terwijl die van de abdij floreerden tot bos- en akkerbouw.



Figuur 3: Koksijde voor en na de overstuiving, met aanduiding van de dorpskern (situatie in 1645 en 1709)¹²

De latere fasen van de jonge duinvorming betreffen voornamelijk verschillende overstuivingen, waarbij de menselijke invloed belangrijk bleek. Zo komen de fases met de grootste overstuivingen overeen met de periodes van de godsdienstoorlogen (1562-1583) en de oorlogen van Lodewijk XIV (1646-1713). In deze periodes werden ook de abdij Ten Duinen en Koksijde overstoven. Pas vanaf de 18^e eeuw kwam de situatie terug onder controle door verschillende plakkaten en maatregelen.¹³

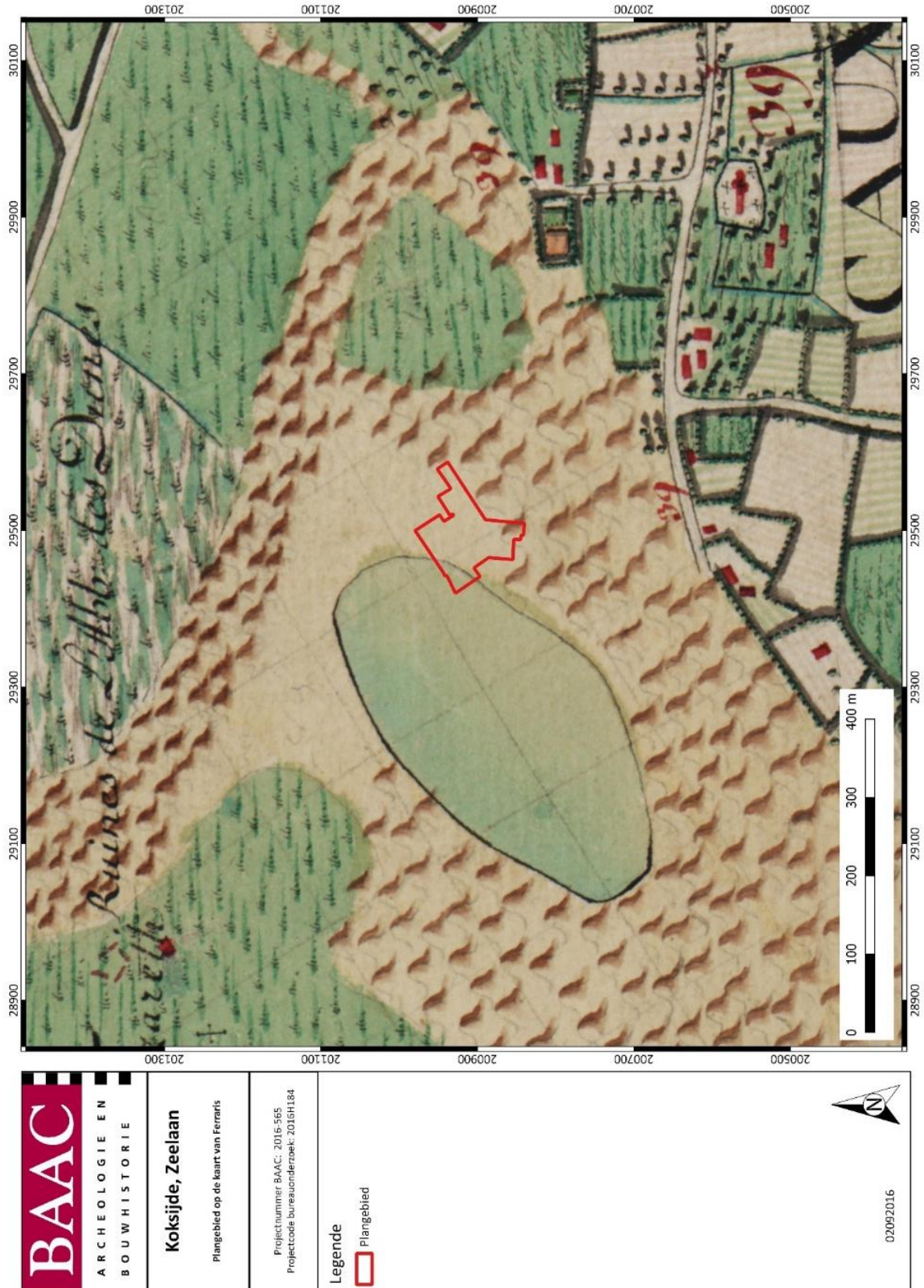
De overstuiving van Koksijde gebeurde tijdens de oorlogen van Lodewijk XIV. De Galloperduin bereikte de oude nederzetting, waarvan de overblijfselen zich nog op de hoek van de Zeelaan en de Helvetiastraat bevinden. Ondanks verschillende maatregelen werd de kern bedolven en herrees een nieuw centrum zo'n 500 m richting zuiden.

Het resultaat van deze overstuivingen is duidelijk zichtbaar op de kaart van Ferraris, waarbij het areaal ten westen van Koksijde volledig is afgedekt met paraboolduinen. Op de duinrand is geen bewoning meer zichtbaar en het oude Koksijde is volledig verdwenen. De ruïnes van de abdij zijn terug aan het oppervlakte gekomen. Ten oosten van Koksijde dekt het duinareaal slechts gedeeltelijk af, waardoor daar gebieden worden ingericht als weiland. Hier liggen de afzettingen van de eerste, middeleeuwse loopduinfase aan het oppervlak.¹⁴

¹² THYS 2006, fig. 19 en 53; DE CEUNYNCK 1992; VAN ACKER 2012; LEHOUC 2010

¹³ THYS 2006, pp.35-47

¹⁴ THYS 2006, pp.51-54; DE CEUNYNCK 1992; VAN ACKER 2012; LEHOUC 2010



Figuur 4: Plangebied op de kaart van Ferraris¹⁵

¹⁵ DYSELINCK 2016

2.2 Stratigrafische opbouw van de site

De bodemopbouw in het plangebied kent, omwille van zijn ligging in het duinenlandschap rond Koksijde, een complexe stratigrafie. Aan de hand van profielregistraties en mechanische boringen kon de opbouw tot maximaal 5 m beneden maaiveld worden gereconstrueerd. Algemeen bestond bodemopbouw uit een opeenvolging van kleiige wadafzettingen, licht humeuze, zandige duinafzettingen en sterk humeuze, deels overstoven leeflagen.

2.2.1 Mechanisch booronderzoek (Boringen 1A en 2A)

Mechanische boring 1A was duidelijk opgehoogd tot 110 cm beneden maaiveld. Deze ophogingspakketten bevatten een grote hoeveelheid puin- en baksteenbrokken (**Ap-horizonten**). Daaronder bestond de bodem uit volgende horizonten:

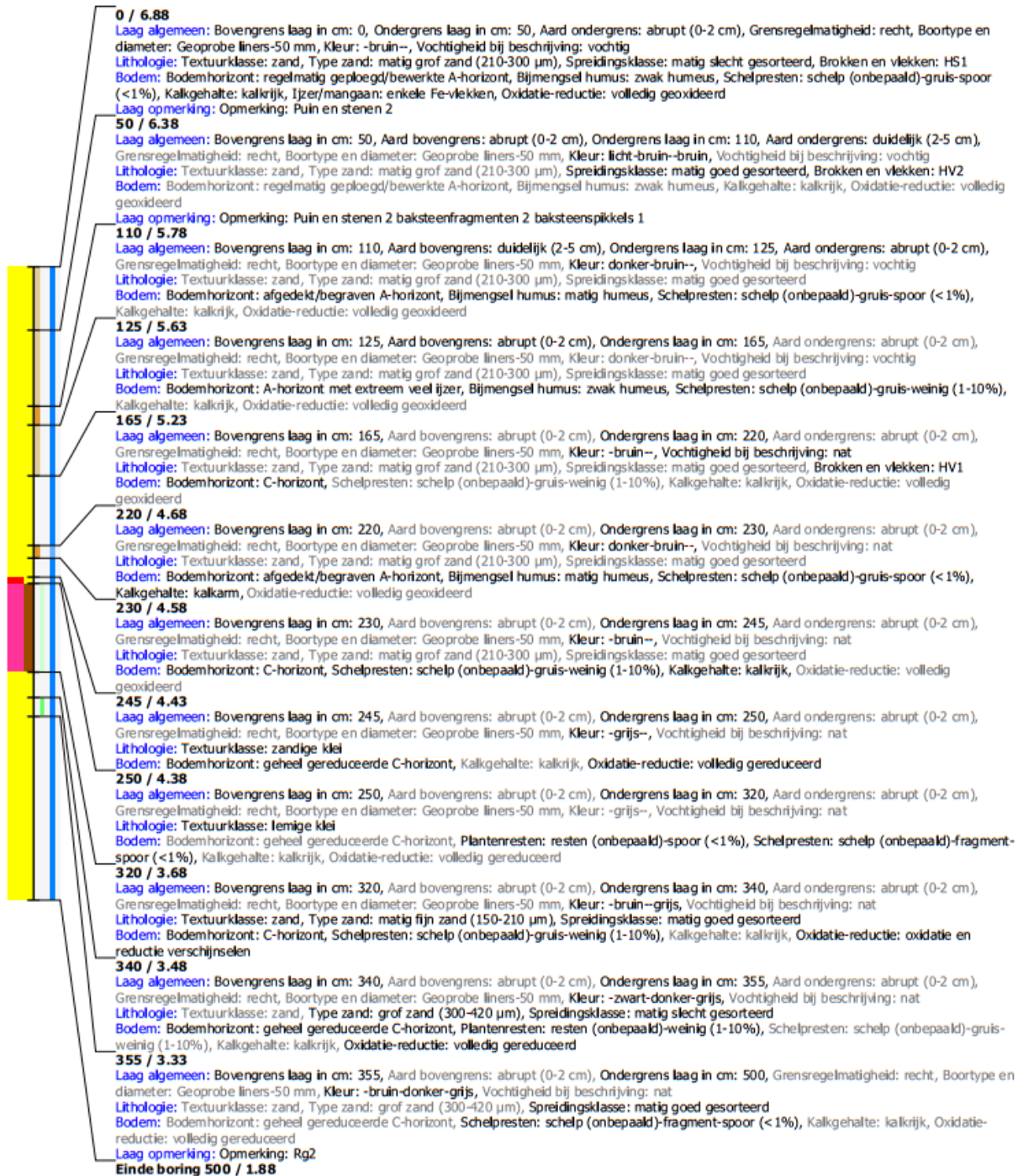
- Twee matig tot zwak humeuze, matig grove zandlagen met schelpgruis aanwezig (**Ab- en AC-horizont**).
- 165 cm - MV: een zandpakket met humusvlekken (**C-horizont**).
- Een tweede, matig humeuze, matig grove zandlaag met schelpgruis (**Apb-horizont**; circa 10 cm dik), vergelijkbaar met de Ab-horizont
- Een 15 cm dik pakket, matig grof zand
- 245 – MV: een 5 cm dikke overgang van zand naar klei (**Cr-horizont**),
- 250 cm – MV: een 70 cm dik, grijs, lemig kleipakket met enkele schelpfragmenten en naar de onderkant toe enkele organische laagjes (**Cr-horizont**).
- 320 cm – MV: zandige pakketten aanwezig (**C(r)-horizonten**).
 - o 320 – 340 – MV: matig fijn zand met matig veel schelpgruis op een 15 cm dik pakket grof zand met matig veel plantenresten en schelpgruis.
 - o 355 - 500 cm – MV: een homogeen pakket, grijs, grof zand met matig veel schelpenresten.



Figuur 5: Mechanische boring 1A, van 0 cm (linksonder) tot 500 cm (rechtsboven).
Topmateriaal sterk gecompacteerd

Boring: 2017I170_1

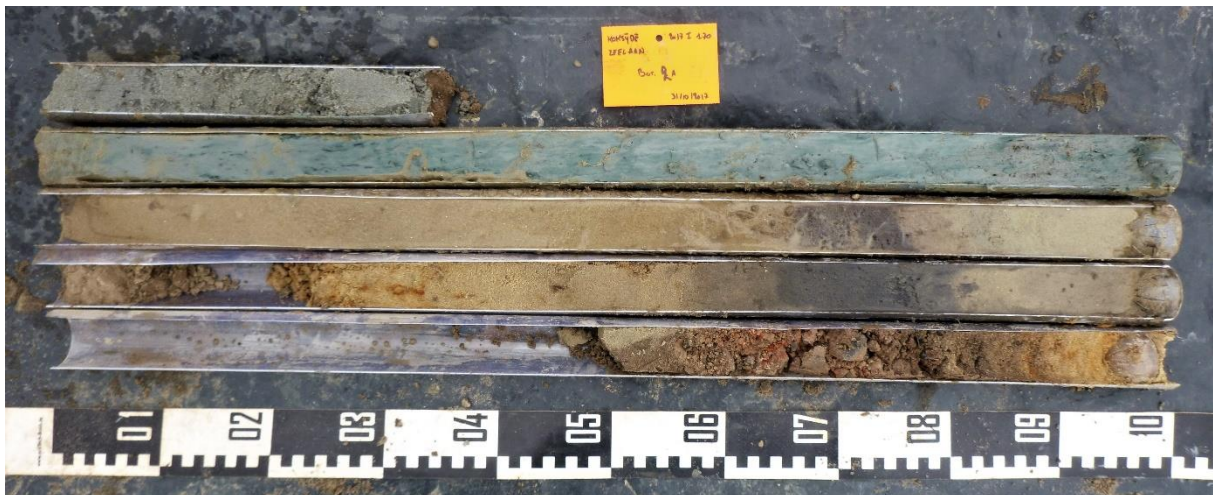
Kop algemeen: Projectcode: 2017I170, Boornummer: 1, Beschrijver(s): MC, Datum: 31-10-2017, Doel boring: landschappelijk booronderzoek, Weersomstandigheden: bewolkt, Landgebruik: braak, Boortechniek: mechanische boring, Einddiepte boring in cm: 500, Grondwaterstand: 150
Coördinaten: X-coördinaat in meters: 29495.122, Y-coördinaat in meters: 200907.392, Precisie coördinaat: 1 mm, Coördinaatsysteem / epsg: Lambert 1972 (BE), Hoogte maaiveld in meters: 6.88, Precisie hoogte: 1 mm, Referentievlak hoogte: Tweede Algemene Waterpas, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS, Provincie: West-Vlaanderen, Gemeente: Koksijde
Plaats: Opdrachtgever: ?, Uitvoerder: BAAC Vlaanderen, Drainage-droogheid: ?, Drainage-mate van gley: ?, Textuur: ?, Profielontwikkeling: ?



Figuur 6: Boorkolom mechanische boring 1

Mechanische boring 2A was opgehoogd tot 80 cm beneden maaiveld (aanwezigheid van puin- en baksteenbrokken)(**Ap-horizonten**). Onder deze horizonten waren volgende bodempakketten aanwezig:

- Twee pakketten, matig grof zand met matig veel schelpgruis en enkele ijzervlekken (**Cg-horizonten**).
- -160 cm – MV: begraven A-horizont, gekenmerkt door matig humeus, matig grof zand (**Apb-horizont**).
- 90 cm dikke, matige grove zandlaag (**C-horizont**)
- 265 cm – MV: een tweede begraven A-horizont, eveneens bestaande uit matig humeus, matig grof zand (**Apb-horizont**).
- matig grof zand (**C-horizont**)
- lemige klei met enkele organische resten en wat schelpgruis (**Cr-horizont**)(idem boring 1A)
- 380 cm – MV: textuurklasse verandert van lemige klei naar zandige klei, en van zandige klei tot grof zand met matig veel schelpfragmenten op 400 cm beneden maaiveld (**Cr-horizonten**).



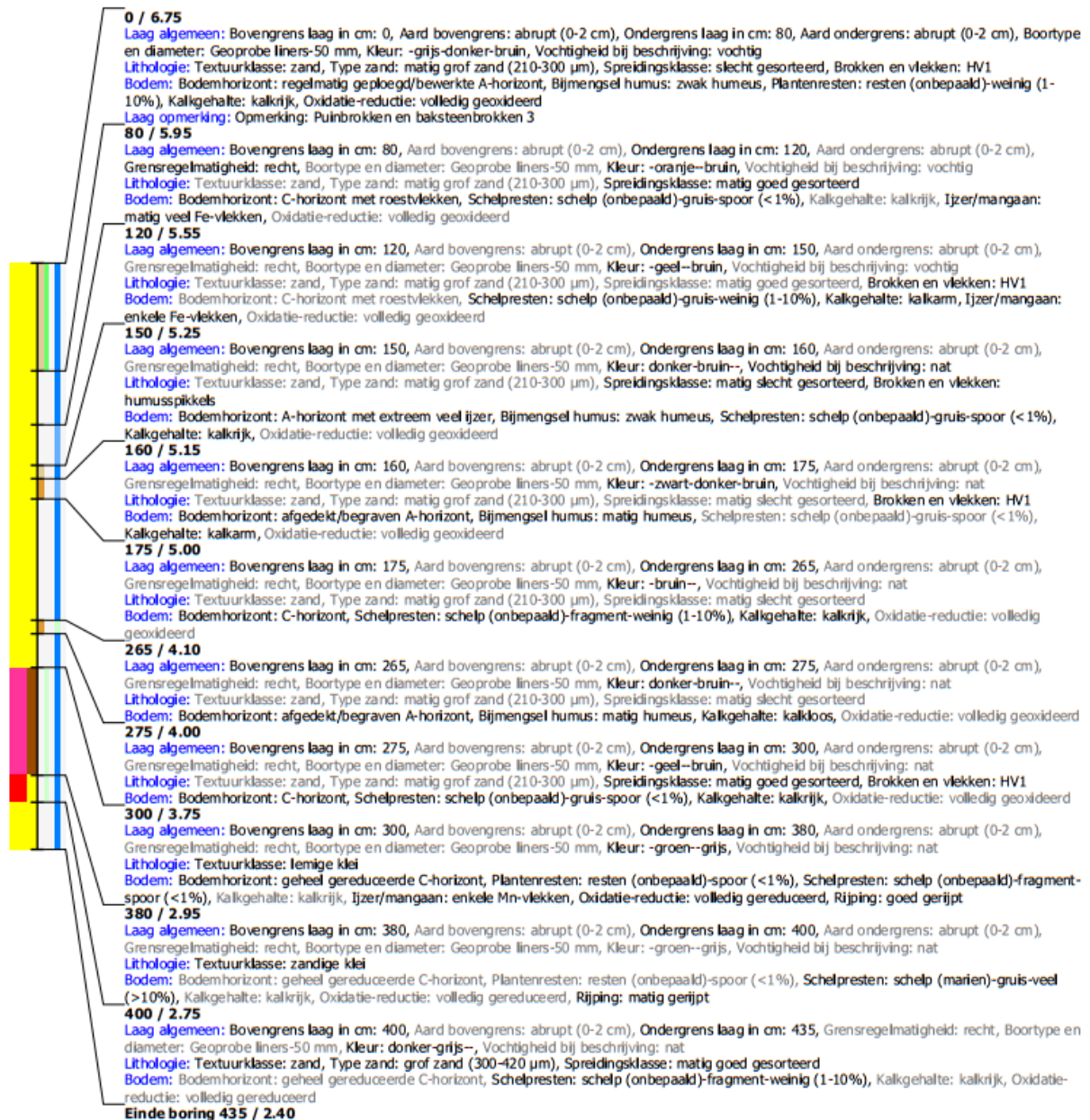
Figuur 7: Mechanische boring 2A, van 0 cm (linksonder) tot 435 cm (linksboven).
Topmateriaal sterk gecompacteerd

Boring: 2017I170_2

Kop algemeen: Projectcode: 2017I170, Boornummer: 2, Beschrijver(s): MC, Datum: 31-10-2017, Doel boring: landschappelijk booronderzoek, Weersomstandigheden: bewolkt, Landgebruik: braak, Boortechniek: mechanische boring, Einddiepte boring in cm: 435, Grondwaterstand: 160

Coördinaten: X-coördinaat in meters: 29459.629, Y-coördinaat in meters: 200899.858, Precisie coördinaat: 1 mm, Coördinaatsysteem / epsg: Lambert 1972 (BE), Hoogte maaiveld in meters: 6.75, Precisie hoogte: 1 mm, Referentievlak hoogte: Tweede Algemene Waterpas, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS, Provincie: West-Vlaanderen, Gemeente: Koksijde

Plaats: Opdrachtgever: ?, Uitvoerder: BAAC Vlaanderen, Drainage-droogheid: ?, Drainage-mate van gley: ?, Textuur: ?, Profielontwikkeling: ?



Figuur 8: Mechanische boring 2

Uit de boringen bleek dat zandige, mariene afzettingen aanwezig waren op een diepte van 250-300 cm beneden maaiveld (bovenzijde tussen circa +3,50 en +4,00 m TAW). De top ervan bestond uit lemige en zandige klei, en ging daarna over in matig fijn tot grof zand. Het ging om intertidale wadafzettingen, waarbij het gebied aan het eind van de cyclus is geëvolueerd van een zandwad naar een schorre (GA01; cf. 2.2.2 Bodemopbouw). Hierbij lijkt het dat een getijdengeul in de nabijheid van het plangebied was opgevuld of afgesloten. Binnen het duinzand zijn op twee niveaus overstoven begraven A-horizonten aangetroffen (OH01 en OH02; cf. 2.2.2 Bodemopbouw).

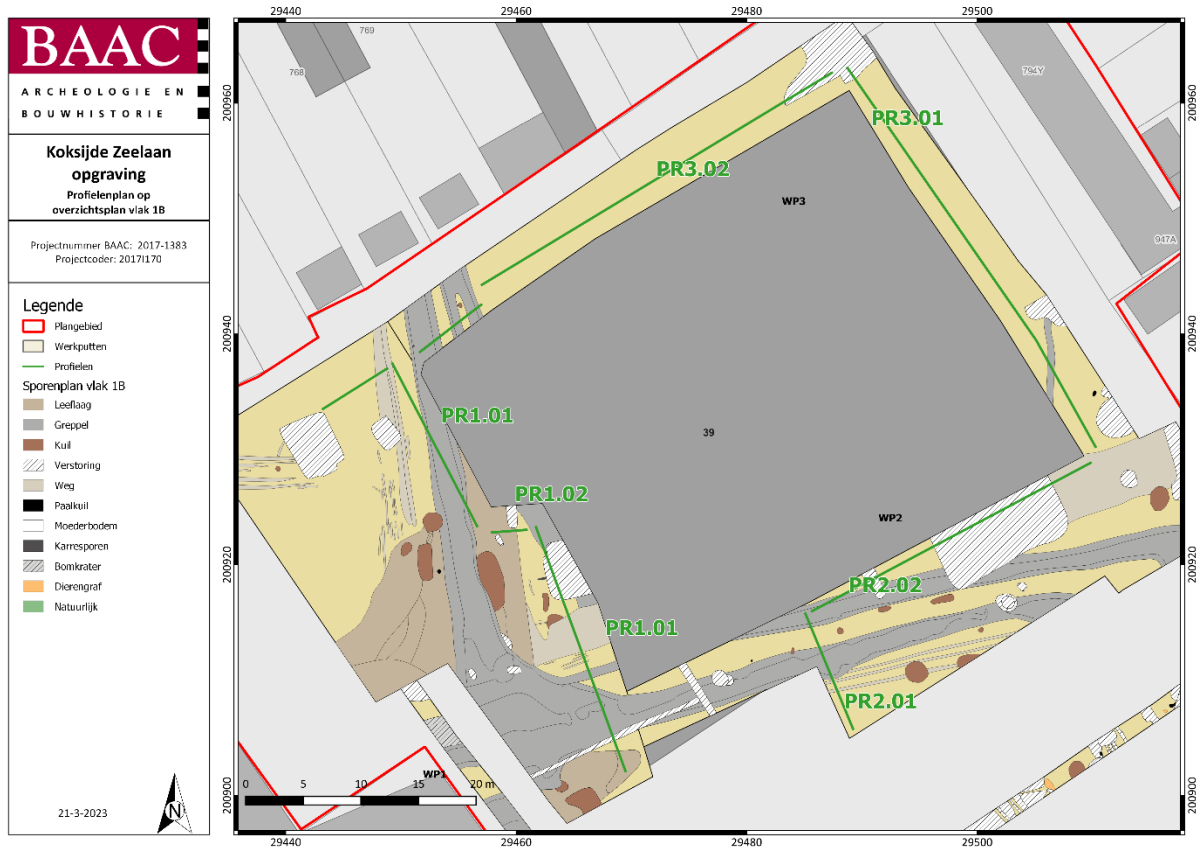
De begraven A-horizonten in boring 2B werden bemonsterd ten behoeve van ^{14}C -dateringsonderzoek. De oudste leeflaag (Apb2 of OH01; op circa 265 cm beneden maaiveld) dateert tussen 894 – 1018 n. Chr. De jongste Ab-horizont (Apb1 of OH02; op circa 160 cm beneden maaiveld) dateert tussen 1169 – 1270 nà Chr.

Tabel 1: De resultaten van het ^{14}C -onderzoek. De dateringen zijn gekalibreerd met behulp van OxCal 4.32 aan de hand van de IntCal13 kalibratiecurve, met een betrouwbaarheidsinterval van $2\sigma^{16}$

staal	boring	laag	labcode	^{14}C leeftijd	\pm	gekalibreerd
M32	2B	Apb1	Poz-123514	810	30	1169-1270
M33	2B	Apb2	Poz-124453	1080	30	894-1018

2.2.2 Bodemopbouw

Tijdens de vlakdekkende opgraving zijn 7 profielen aangelegd. Het maaiveld bevond zich gemiddeld tussen +6,0 en +6,9 m TAW.



Plan 6: Profielenplan weergegeven op GRB en overzichtsplan vlak 1B.¹⁷

¹⁶ VAN DER MEER 2020 (rapport in bijlage. Zie daar ook dateringscurves en statistische zekerheden)

¹⁷ AGIV 2023

Op basis van de boringen en de profielregistraties kan de algemene bodemopbouw en stratigrafie als volgt worden geïnterpreteerd:¹⁸

- Kleiige geulafzettingen (**GA01**): bovenzijde op circa 3,00 m -mv¹⁹ of circa +3,50 m TAW; **indicatieve datering: vóór circa 900**
- Zandig, gereduceerd duinzand (**SZ01; geel**): bovenzijde tussen circa +3,90 en +4,20 m TAW; **indicatieve datering: vóór circa 900**
- Oudste occupatiehorizont, zand (**OH01**): bovenzijde tussen circa +3,90 en +4,20 m TAW; **datering op basis van ¹⁴C: tussen 894 - 1018**

Deze horizont bevond zich onder de grondwatertafel en werd geregistreerd in boring 2A/B (**Ab2-horizont**). Dit circa 20 cm dik pakket wijst hoogstwaarschijnlijk op een eerste, extensieve menselijke aanwezigheid en op exploitatie van de omgeving van het onderzoeksterrein.

- Zandige, goed gesorteerde duinafzettingen (**SZ02; geel**): grijsgroen, fijnzandig pakket van circa 90 cm; bovenzijde tussen circa +5,20 en +5,30 m TAW; **indicatieve datering: tussen circa 1000 - 1200**
- Tweede occupatiehorizont (**OH02; groen**): bovenzijde tussen circa +5,40 en +5,60 m TAW; **datering op basis van ¹⁴C: tussen 1169 - 1270**

Deze horizont werd geregistreerd in boring 2A/B (Ab1-horizont). In het zuiden en westen van het onderzoeksterrein (WP1 en WP2) bestond deze leeflaag uit een humeus, zandig pakket. In het noorden en oosten (WP3) was de laag zichtbaar als een complex van meerdere zandige, al dan niet humeuze afzettingen. Het verschil in opbouw is vermoedelijk een gevolg van de historische inrichting van het terrein: de enkelvoudige leeflaag ontstond waarschijnlijk in een perifere, bijna ruraal areaal nabij middeleeuws Koksijde, terwijl het complex aan accumulatiehorizonten ontstond ter hoogte van de nederzettingkern. Deze hypothese wordt bevestigd in het sporenbeeld.

Op basis van het aangetroffen aardewerk dateert de leeflaag in de late 12^e - 14^e eeuw. De ¹⁴C-datering dateert nauwer tussen de late 12^e - late 13^e eeuw.

- Zandige, eolische duinafzettingen (**SZ03; geel**): bovenzijde tussen +5,60 en +6,10 m TAW; **indicatieve datering: tussen de late 13^{de} en late 14^{de} eeuw²⁰**

Dit pakket was opvallend dikker in het westen en zuiden van het onderzoeksterrein. In het noordoosten – ter hoogte van de nederzettingkern van middeleeuws Koksijde – waren de afzettingen heterogener (humeuze, gevlekte inclusies). Het verschil in dikte en structuur ligt vermoedelijk in een divers landgebruik. Mogelijk had de duinvorming in de perifere, semi-rurale delen van middeleeuws Koksijde (in het westen en zuiden) meer vrij spel.

- Derde occupatiehorizont (**OH03; rood**): bovenzijde tussen +5,90 en +6,30 m TAW; **indicatieve datering op basis van het aardewerk: late 14^e - 16^e eeuw**

¹⁸ De kleurcodes zijn weergegeven in de profieltekeningen. Profiel 2.1 is in principe een coupe op gracht S2.006. Deze wordt weergegeven bij de beschrijving van dit spoor. Profiel 1.2 wordt niet verder besproken aangezien dit profiel identiek hetzelfde beeld gaf als profiel 1.1. Deze info wordt in dit eindverslag dus volledig uit profiel 1.1 gehaald.

¹⁹ -mv = beneden maaiveld

²⁰ DE CEUNYNCK 1992

De humeuze, donkerbruine tot grijze horizont heeft in het noordoosten van het onderzoeksterrein een complexere opbouw. In de overige, perifere zones gaat het eerder om een humeuze A-horizont. Aan deze horizont worden verschillende sporen zoals grachten en een wegtracé gekoppeld, die deel uitmaken van een intensief ontwikkeld relictlandschap.

- Zandige, eolische duinafzettingen (**SZ04; geel**): bovenzijde tussen circa +6,10 en +6,50 m TAW: **datering: 1570-1600**

Dit massief pakket duinzand had een dikte van circa 50 tot 70 cm. Tijdens deze fase van duinaangroei verdween het oude relictlandschap met dichtstuiven van het grachtensysteem.

- Vierde occupatiehorizont (**OH04; blauw**): bovenzijde tussen circa +6,60 en +6,80 m TAW; **indicatieve datering: 1600-1700**²¹
- Recente bouwvoor (**BV; zwart**): tussen circa +6,45 en 6,9 m TAW. **indicatieve datering: na 1600**. Mogelijk zijn in deze bouwvoor grachten ingesneden die ooit deel uitmaakten van een oude perceelsindeling.

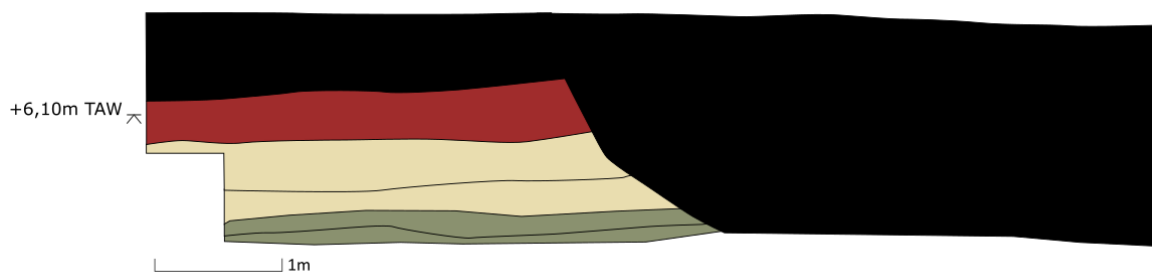
Deze horizont rustte direct op de onderliggende occupatiehorizont OH04. Mogelijk tussenliggende stuifzanden werden opgenomen in de AP-horizont.

Bij de hierboven beschreven algemene bodemopbouw moet rekening gehouden worden met het feit dat de onderzoeksresultaten aangeven dat het vaak moeilijk is om bepaalde horizonten met elkaar te verbinden. Afdekkende lagen duinzand waren daarnaast niet steeds herkenbaar over de gehele site. Op sommige locaties zijn deze namelijk dikker dan op andere locatie. Soms zijn ze door bioturbatie opgenomen in een hoger liggende cultuurlaag.

²¹ LEHOUCK 2010; LEHOUCK 2023 MONDELINGE INFORMATIE



Figuur 9: Profiel PR1.1 (noordnoordwest-zuidzuidoost)(zwart: recente BV; groen: OH03; rood: OH02; geel: zandige duinafzettingen)



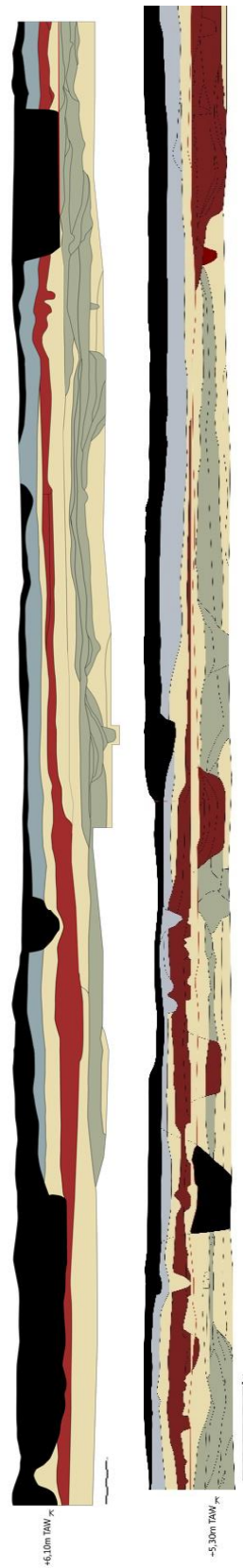
*Figuur 10: Oostelijk deel van profiel PR1.1
(zwart: recente BV; rood: OH03; groen: OH02; geel: zandige duinafzettingen)*



Figuur 11: Profiel PR2.2 (zuidwest-noordoost)(zwart: recente BV; blauw: OH04; rood: OH03; groen: OH02; geel: zandige duinafzettingen)



Figuur 12: Detail van PR2.2 in het uiterste oosten met de lagen 1 (recente BV), 2 (OH04), 3 (SZ04), 4 (OH03), 5 (SZ03) en 6 (OH02)



Figuur 13: Profielen PR3.1 (links; noordwest-zuidoost) en PR3.2 (rechts; zuidwest-noordoost)(zwart: recente BV; blauw: OH04; rood: OH03; groen: OH02; geel: zandige duinafzettingen)

2.3 Genese van de horizonten

Door middel van natuurwetenschappelijk onderzoek (pollen- en sedimentanalyse, onderzoek naar diatomeeën, foraminiferen en schelpen, bodem micromorfologisch onderzoek, ¹⁴C- en OSL-datering) kon de genese van de verschillende bodemhorizonten worden onderzocht. In de boorkernen kon de ontwikkeling van de zandige duinafzettingen (**SZ01**) worden bestudeerd.²² Deze afzettingen dateren ruwweg van vóór 900 n. Chr.

De aanleg en registratie van de profielen in het veld lieten enkele staalnames voor bodem micromorfologisch onderzoek toe.²³ Dit onderzoek biedt inzicht in de afzettingssomstandigheden en antropogene invloeden op de zandige afzettingen **SZ02/03** en de leeflagen **OH02/03**. Deze horizonten dateren ruwweg tussen de 11^e tot en met 16^e eeuw.

2.3.1 Genese van de zandige, gereduceerde duinafzettingen (SZ01): indicatieve datering vóór 900 nà Chr.

In kader van onderzoek naar de genese en ontwikkeling van het duinlandschap werden op twee locaties boringen uitgevoerd (boringen 1A/B en 2A/B). Deze boringen werden mechanisch geplaatst door een Geoprobe® boormachine, waarbij de boorstalen werden genomen door middel van steekboringen met liners van 5 cm diameter. Per locatie werden twee boringen geplaatst, waarvan één ter plekke op het veld werd geopend en beschreven (boringen 1A en 2A). De tweede boring (boringen 1B en 2B) werd gestockeerd in zwart plastic folie voor latere staalname. Boring 1B werd volledig gebruikt voor OSL-datering; boring 2B werd aangewend voor onderzoek op pollen, diatomeeën, foraminiferen, sediment en schelpen. Het staalnummer, de bemonsterde dieptes, het type analyse en het volume zijn weergegeven in Tabel 2. De stalen voor pollen, diatomeeën, foraminiferen, sediment en schelpen werden genomen op dieptes tussen 290 en 390 cm beneden maaiveld, met twee extra pollenstalen in de horizonten Apb1 en Apb2 op 170 en 270 cm beneden maaiveld.

Sedimentanalyse

Voor het bepalen van het totale gehalte aan carbonaten, organische stof, en siliciklastisch materiaal, werd de methode van loss-on-ignition (LOI) toegepast volgens de standaardprocedure van Heiri.²⁴ De korrelgrootte-samenstelling van de sedimentmonsters werd geanalyseerd met een Malvern Mastersizer 3000. Alvorens de metingen werden verricht, werden de stalen behandeld met kokend waterstofperoxide (H₂O₂; 2 ml, 35%), zoutzuur (HCl; 1 ml, 10%) en natriumhydroxide (NaOH; 1 ml, 0.2 M) voor het verwijderen van organisch materiaal, carbonaten, en biogeen silica.²⁵ Daarna werden de stalen gekookt met natrium-hexametafosfaat om een volledige deflocculatie van de partikels te verzekeren. De stalen werden in de Mastersizer geplaatst via een Hydro MV module, en de staalhoeveelheid werd aangepast om een laserstraal verduistering tussen de 5% en 20% te bekomen. De resultaten werden verwerkt en geanalyseerd met GRADISTAT 8.0.²⁶

²² Onderzoek uitgevoerd door Mike Creutz (BAAC)

²³ Onderzoek uitgevoerd door Kirsten van Kappel (ArcheoPro)(Verslag in bijlage)

²⁴ HEIRI *et al.* 2001

²⁵ MULITZA *et al.* 2008

²⁶ BLOTT & PYE 2001

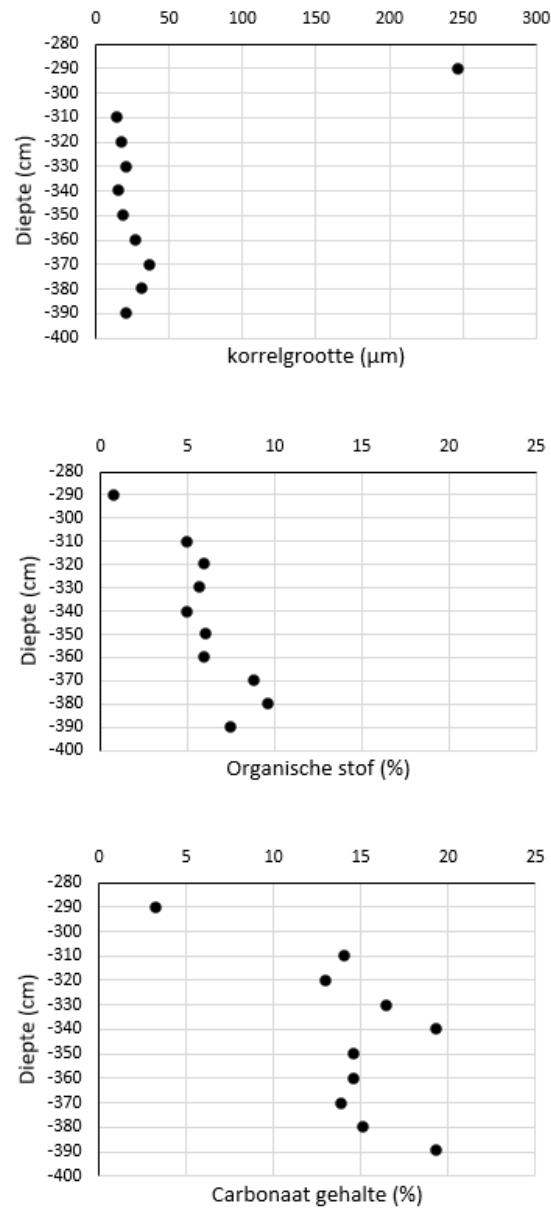
Tabel 2: Overzicht van de stalen

Staalnummer	Boring	Diepte (cm -mv)	Doel analyse	Volume
M34	2B	170 (Ap1)	pollen	10cc
M35	2B	270 (Ap2)	pollen	10cc
M36	2B	390	pollen	10cc
M37	2B	390	sediment	10cc
M38	2B	390	foraminiferen	10cc
M39	2B	390	diatomeeën	10cc
M40	2B	380	pollen	10cc
M41	2B	380	sediment	10cc
M42	2B	380	foraminiferen	10cc
M43	2B	380	diatomeeën	10cc
M44	2B	370	pollen	10cc
M45	2B	370	sediment	10cc
M46	2B	370	foraminiferen	10cc
M47	2B	370	diatomeeën	10cc
M48	2B	360	pollen	10cc
M49	2B	360	sediment	10cc
M50	2B	360	foraminiferen	10cc
M51	2B	360	diatomeeën	10cc
M52	2B	350	pollen	10cc
M53	2B	350	sediment	10cc
M54	2B	350	foraminiferen	10cc
M55	2B	350	diatomeeën	10cc
M56	2B	340	pollen	10cc
M57	2B	340	sediment	10cc
M58	2B	340	foraminiferen	10cc
M59	2B	340	diatomeeën	10cc
M60	2B	330	pollen	10cc
M61	2B	330	sediment	10cc
M62	2B	330	foraminiferen	10cc
M63	2B	330	diatomeeën	10cc
M64	2B	320	pollen	10cc
M65	2B	320	sediment	10cc
M66	2B	320	foraminiferen	10cc
M67	2B	320	diatomeeën	10cc
M68	2B	310	pollen	10cc
M69	2B	310	sediment	10cc
M70	2B	310	foraminiferen	10cc
M71	2B	310	diatomeeën	10cc
M72	2B	290	pollen	10cc
M73	2B	290	sediment	10cc
M74	2B	290	foraminiferen	10cc
M75	2B	290	diatomeeën	10cc
M76	1B	260	OSL	volledige boring opgestuurd
M77	1B	270	OSL	volledige boring opgestuurd
M78	1B	300	OSL	volledige boring opgestuurd
M79	1B	330	OSL	volledige boring opgestuurd
M80	1B	360	OSL	volledige boring opgestuurd
M81	1B	390	OSL	volledige boring opgestuurd

De resultaten van de LOI-methode en de korrelgrootteanalyse worden weergegeven in Tabel 3, en zijn grafisch weergegeven in Figuur 14. De resultaten tonen aan dat het grootste deel van de stalen uit zeer slecht gesorteerd, zandige silt bestaat (Tabel 3; 15,16 tot 36,48 μm). Enkel het bovenste monster (M73) op 290 cm diepte bestond uit goed gesorteerd, medium zand (246,87 μm). Tussen 350 cm en 390 cm beneden maaiveld is een zwakke toename in korrelgrootte zichtbaar; fijn zandige silt is hier dominant. Het gehalte aan organische stof schommelt in de stalen tussen 5% en 10%, met een verhoogde piek rond 370-380 cm beneden maaiveld (Figuur 14; organische stof). Het bovenste monster vertoont slechts een organisch gehalte van 0,77%. Het gehalte aan carbonaten schommelt rond 15% met twee pieken op 390 cm (M37; 19,30%) en 340 cm (M57; 19,33%) beneden maaiveld (Figuur 14; carbonaat gehalte). Het bovenste staal heeft een carbonaatgehalte van 3,29%.

Tabel 3: Resultaten van de LOI- en korrelgrootteanalyse

Monsternummer	Diepte (cm)	LOI550 (%)	LOI950 (%)	CaCO ₃ content (%)	Mean GS (geometric, μm)
		Organic matter content		from LOI950 values	
M37	390.00	7.50	8.49	19.30	20.98
M41	380.00	9.59	6.68	15.17	32.33
M45	370.00	8.83	6.15	13.97	36.48
M49	360.00	5.97	6.42	14.60	27.19
M53	350.00	6.09	6.43	14.62	19.17
M57	340.00	4.97	8.50	19.33	16.32
M61	330.00	5.70	7.25	16.47	20.75
M65	320.00	6.04	5.70	12.96	17.35
M69	310.00	4.92	6.22	14.14	15.16
M73	290.00	0.77	1.45	3.29	246.87



Figuur 14: Verloop van korrelgrootte, organische stof en carbonaatgehalte t.o.v. diepte

Pollen

De pollenbehandeling is uitgevoerd volgens de standaardmethode zoals beschreven in Moore.²⁷ Om de pollenconcentratie per staal te bepalen, is aan elk monster een vast aantal *Lycopodium*-sporen toegevoegd (1 tablet met ongeveer 9.666 sporen per tablet).²⁸ Voor de analyse is gebruik gemaakt van een doorvallend-lichtmicroscop met vergrotingen van 10x40. De pollen zijn geteld tot een pollensom van 100 werd bereikt. Enkel pollen van bomen, struiken en kruiden werden opgenomen in de pollensom. Waterplanten en sporenplanten werden eveneens gedetermineerd en geteld, maar droegen niet bij tot de pollensom. Voor de identificatie werd gebruik gemaakt van de determinatiesleutel van Beug.²⁹ De telling van de gevonden pollen en sporen is weergegeven in Tabel 4. De resultaten van de analyse worden weergegeven in de vorm van een pollendiagram (Figuur 17).

Van de 12 preparaten werden monsternummers 34, 35 en 72 weerhouden wegens een extreem lage concentratie aan pollen (1 tot 8 pollen per preparaat, of 216 tot 3021 pollen per ml; Tabel 4 en Tabel 5). De drie preparaten hadden een staalnamediepte van respectievelijk 170, 270 en 290 cm beneden maaiveld, en bestonden uit medium zand. Monsternummers 34 en 35 kwamen uit een begraven leeflaag (Apb1-2-horizont). De lage concentratie is niet ongewoon aangezien pollen vaak slecht bewaard blijven in sterk zandige milieus. In de monsternummers 35 als 72 werden *Glomus* sporen aangetroffen, dewelke een indicator zijn voor erosie. Het pollen in de negen overige preparaten was goed geconserveerd met concentraties tussen 23745 en 113655 pollen per ml. Deze preparaten hadden een staalnamediepte tussen 310 en 390 cm beneden maaiveld, en bestonden voornamelijk uit zandige silt.

In het pollendiagram zijn drie zones waarneembaar. Zone 1 (390-370 cm beneden maaiveld) toont een evenredig aantal pollen afkomstig van bomen en kruiden (AP/NAP ca. 50%). Het grootste aandeel aan boompollen is afkomstig van els (ca. 15%), eik (ca. 10%), en hazelaar (ca. 10%). Kruidenpollen worden voornamelijk vertegenwoordigd door planten afkomstig van de ganzenvoet- (ca. 30%) en grassenfamilie (ca. 20%).

Zone 2 (370-330 cm beneden maaiveld) toont een shift naar een hogere abundantie aan boompollen (AP/NAP ca. 70%). Het aandeel pollen afkomstig van els (ca. 25%) en eik (ca. 15%) stijgt, terwijl het aandeel pollen afkomstig van hazelaar lichtjes daalt. De abundantie aan boompollen afkomstig van dennenboom stijgt matig naar ca. 10 %. Pollen van wilg vertonen een piek tot ca. 20% op 340 cm beneden maaiveld. Onder de kruidenpollen blijft de ganzenvoetfamilie het sterkst vertegenwoordigt met ca. 20%, gevolgd door de grassen met ca. 8% en de cypergrassen met ca. 5%. In deze zone kennen de waterplanten veenmos en egelskop eveneens een grotere abundantie dan in de bovenliggende en onderliggende zones.

Zone 3 (330-310 cm beneden maaiveld) vertoont een sterke abundantie van de ganzenvoetfamilie (ca. 50-70%, AP/NAP ca. 30%). Onder het boompollen blijven els (ca. 20%), eik (ca. 8%), en hazelaar (ca. 8%) het sterkst vertegenwoordigd.

²⁷ MOORE *et al.* 1991

²⁸ STOCKMARR 1971

²⁹ BEUG 2004

Tabel 4: Telling van pollen en sporen

Nummer	Monsternummer	Diepte																			Pollensom									
			<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Corylus avellana</i>	<i>Ericaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Salix</i>	<i>Tilia</i>	<i>Castanea cf</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Asteraceae liguliflorae</i>	<i>Asteraceae Asteroideae</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Cyperaceae</i>	<i>Filipendula</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Equisetum</i>		<i>Monoleet psilaat</i>	<i>Ptilopodium vulgare</i>	<i>Sphagnum</i>	<i>Glomus</i>	Spore indet.	<i>Sparganium</i>	Dinoflagellate cyste	<i>Lycopodium</i>	Pollen indet.
1	34	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	28	10	1
2	35	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	1
3	72	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	1	0	0	0	0	1	5	0	0	0	1	187	6	8	
4	68	310	13	0	2	1	0	4	2	0	0	2	1	0	0	77	4	1	0	0	4	0	5	0	5	0	1	7	4	107
5	64	320	27	0	7	0	2	3	2	0	0	0	1	0	0	68	3	1	9	0	7	0	7	0	11	0	3	11	6	123
6	60	330	19	0	6	0	4	8	2	1	0	3	3	0	0	50	1	0	6	0	13	0	7	0	30	0	1	17	3	103
7	56	340	34	0	6	0	10	10	21	0	0	3	1	0	1	23	2	0	2	0	47	0	28	0	0	0	7	46	35	113
8	55	350	16	6	13	0	12	23	2	3	2	2	0	0	0	21	6	0	7	0	35	5	23	0	20	0	6	28	15	113
9	48	360	28	0	5	1	11	22	3	2	0	1	1	0	0	16	6	0	4	0	22	0	4	1	0	4	13	31	16	100
10	44	370	32	1	13	3	9	16	4	1	0	0	0	0	0	17	8	0	25	0	17	0	13	0	3	1	3	25	24	129
11	40	380	20	4	23	4	5	17	0	1	0	0	0	2	0	43	2	0	30	2	22	0	14	0	0	1	2	24	16	151
12	36	390	15	6	11	7	6	20	0	0	0	1	3	0	0	43	11	0	19	0	24	0	5	0	2	0	7	18	8	142

Tabel 5: Resultaat van de absolute abundanties

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mondernummer	34	35	72	68	64	60	56	55	48	44	40	36
Diepte	170	270	290	310	320	330	340	350	360	370	380	390
# getelde pollen	1	1	8	107	123	103	113	113	100	129	151	142
# Lycopodium-sporen	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666
# ml sediment	1,6	1,6	1,0	1,3	1,0	1,1	1,0	1,2	1,0	1,3	1,0	2,0
# getelde Lycopodium-sporen	28	2	187	7	11	17	46	28	31	25	24	18
# pollen per ml	216	3021	414	113655	108083	53241	23745	32508	31181	38367	60815	38127



Figuur 15: Foto's van pollen en sporen (vlnr, vbno): *Alnus* (Els), *Quercus* (Eik), *Corylus* (Hazelaar), *Salix* (Wilg), *Pinus* (Den), *Chenopodiaceae* (Ganzenvoet), *Poaceae* (Grassen), *Lycopodium* (Wolfsklauw)

Diatomeeën

De stalen werden behandeld volgens de methode van Demey.³⁰ Voor het verwijderen van organisch materiaal en carbonaten werd gebruik gemaakt van waterstofperoxide (H₂O₂) en zoutzuur (HCl). Grof zand werd achtergelaten tijdens het afgieten. Indien aanwezig werd een deel van de klei afgegoten door flocculatie na behandeling met een ammoniakoplossing. Het residu werd nadien ingebed in Naphrax en gemonteerd op een draagglasje. Voor de analyse werd gebruik gemaakt van een doorvallend-lichtmicroscop met een vergroting van 10x100. De preparaten zijn gedetermineerd en geteld tot een som van 100 schaaltes.^{31,32} Enkel duidelijk identificeerbare schaaltes werden geteld. Voor de milieu-indicatoren van de verschillende soorten diatomeeën werd gebruikt gemaakt van een lijst van ecologische kenmerken voor diatomeeën uit holocene afzettingen in de westelijke Belgische kustvlakte, opgesteld door Denys.³³

Staal M75 (290 cm beneden maaiveld) was sterk fysisch verweerd, waardoor slechts zeer weinig diatomeeënschaaltjes aanwezig waren. De soortensamenstelling gaf hierdoor een vertekend beeld van de overheersende milieuomstandigheden. De overige monsters bevatten voldoende schaaltes voor analyse. In totaal werden 23 taxa beschreven (Tabel 6). In de ondiepe stalen (310-320 cm beneden maaiveld) werd de soortenassemblage gedomineerd door *Diploneis didyma*, *Paralia sulcata* en/of *Pseudopodosira westii*. In de dieperliggende stalen (380-390 cm beneden maaiveld) werd een relatief groot aantal van *Cymatosira belgica* en *Delphineis minutissima* gevonden. De twee geslachten *Amphora* en *Nitzschia* konden niet worden gedetermineerd tot op soortniveau, gezien de sterke variatie in milieueisen op dit niveau.

Tabel 6: Resultaat van de diatomeeëntellingen (in %)

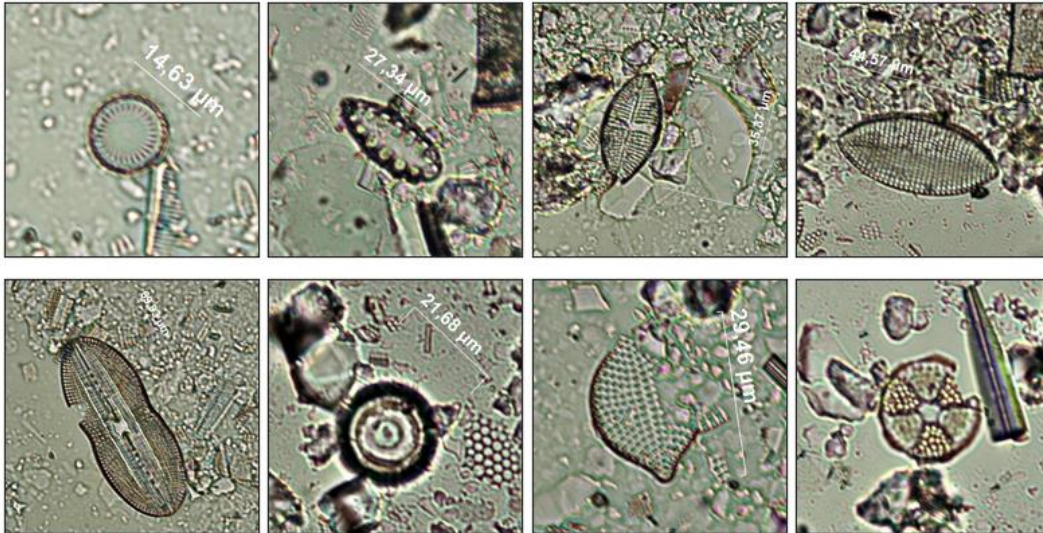
Monsternummer	M75	M71	M67	M63	M59	M55	M51	M47	M43	M39
Diepte (in cm)	290	310	320	330	340	350	360	370	380	390
<i>Actinoptychus senarius</i>	-	6.9	-	0.7	0.8	-	-	-	-	0.9
<i>Actinoptychus splendens</i>	-	1.5	0.6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora sp1</i>	-	-	0.6	0.7	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacodiscus argus</i>	10	2.3	-	-	-	-	0.8	2.5	1.4	-
<i>Caloneis westii</i>	-	-	0.6	2.8	3.8	3.3	2.5	2.5	2.1	8.8
<i>Cyclotella striata</i>	10	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymatosira belgica</i>	-	5.3	3.1	2.1	20.6	26.2	16.4	26.9	28.7	22.1
<i>Delphineis minutissima</i>	-	0.8	5	10.6	3.1	2.5	1.6	7.6	15.4	37.2
<i>Delphineis surirella</i>	-	3.1	12.5	7.7	13	17.2	16.4	21.8	13.3	14.2
<i>Diploneis didyma</i>	-	0.8	15.6	9.2	0.8	4.9	7.4	1.7	2.1	3.5
<i>Lemnolica hungarica</i>	-	-	3.8	0.7	-	0.8	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i>	-	-	2.5	1.4	3.1	0.8	0.8	-	0.7	-
<i>Opephora martyi</i>	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i>	10	26.7	25.6	23.9	26.7	21.3	24.6	22.7	16.1	6.2
<i>Plagiogramma staurophorum</i>	-	-	-	2.1	-	-	-	0.8	-	-
<i>Podosira stelligera</i>	-	2.3	1.3	-	-	-	0.8	2.5	-	0.9
<i>Pseudopodosira westii</i>	50	29	3.1	1.4	0.8	2.5	2.5	0.8	-	-
<i>Raphoneis amphicerus</i>	-	2.3	3.1	9.2	13.7	6.6	7.4	4.2	8.4	-
<i>Scolioleura brunkseiensis</i>	-	-	-	-	0.8	-	-	-	0.7	-
<i>Thalassiosira decipiens</i>	10	2.3	-	0.7	1.5	1.6	3.3	1.7	2.8	1.8
<i>Triceratium favus</i>	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tryblionella compressa</i>	10	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-
<i>Tryblionella navicularis</i>	-	3.1	5.6	9.2	2.3	3.3	2.5	-	-	-
indet.	-	11.5	16.9	14.1	9.2	9	13.1	4.2	7.7	4.4
Totaal geteld	10	131	160	142	131	122	122	119	143	113
Aantal taxa	6	15	14	16	13	12	13	12	12	9

³⁰ DEMEY et al. 2013

³¹ KRAMMER & LANGE-BERTALOT 2008

³² WITKOWSKI & LANGE-BERTALOT 2000

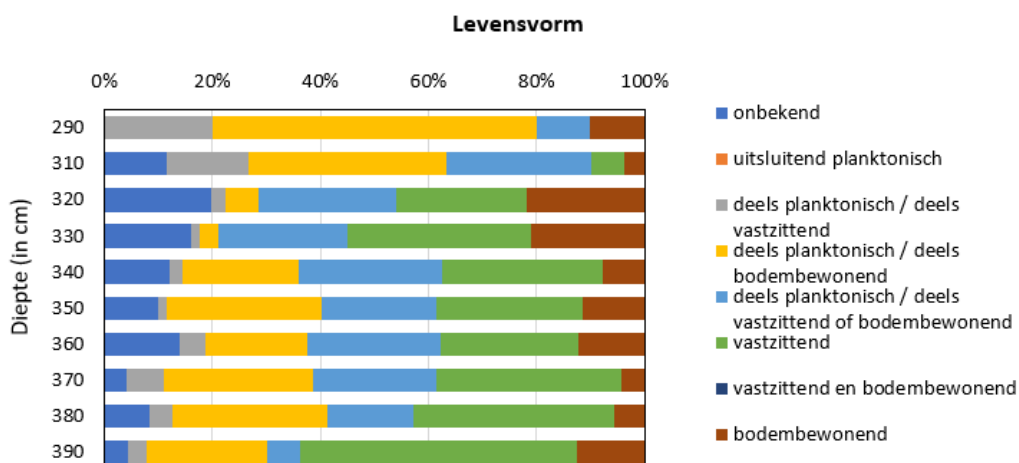
³³ DENYS 1991



Figuur 18: Foto's van diatomeeën (vlnr, vbno): *Paralia sulcata*, *Opephora* sp., *Diploneis didyma*, *Lemnicola Tryblionella compressa*, *Pseudopodosira westii*, *Raphoneis amphiceros*, *Actinoptychus senarius*

- Levensvorm

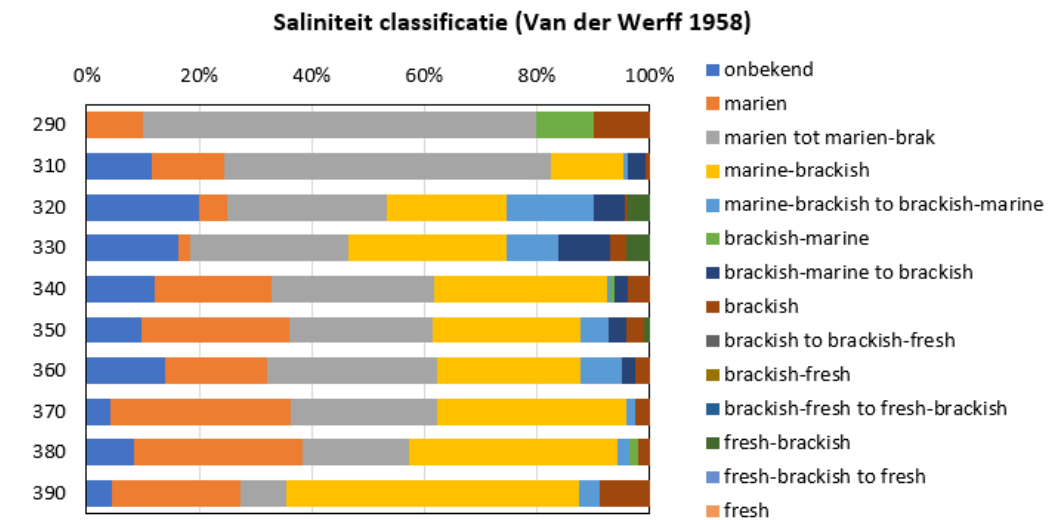
In de monsters werden geen strikt planktonische soorten geobserveerd. In alle monsters waren bodembewonende (benthische) en vastzittende (epontische) soorten aanwezig. Ook soorten die deels in de waterkolom, op de bodem of vastzittend leven, werden prominent gevonden op alle dieptes. De aanwezigheid van bepaalde levensvormen varieerde al naargelang de diepte. Het aandeel aan vastzittende soorten daalde sterk vanaf 380 cm beneden maaiveld, bleef relatief stabiel tussen 380-320 cm en daalde wederom sterk op 310 cm beneden maaiveld. Een omgekeerde trend was zichtbaar voor de deels planktonische en deels vastzittend of bodembewonende soorten. Hun aandeel nam sterk af tussen 390-310 cm beneden maaiveld. Bodembewonende soorten waren in grote hoeveelheden aanwezig tussen 330-320 cm beneden maaiveld. Op 310 cm beneden maaiveld werd het kleinste aandeel in bodembewonende en vastzittende soorten aangetroffen, en overheerste de planktonische levensvorm.



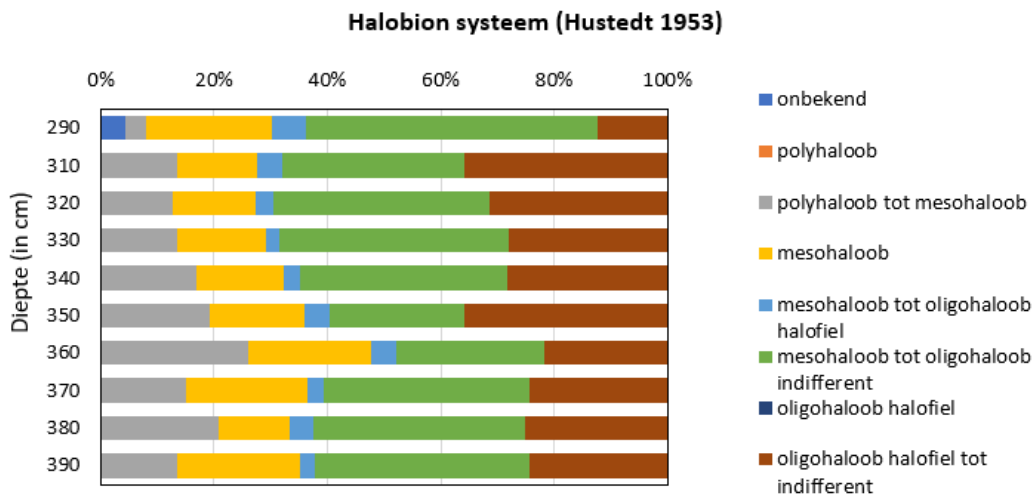
Figuur 19: Frequentieverdeling van diatomeeën naar levensvorm

- Saliniteit

Het diatomeeënassemblage werd naar saliniteit geïnclassificeerd volgens twee systemen.³⁴ Op basis van de Van Der Werff-classificatie waren zoetwater en brakwater-zoetwater soorten afwezig in alle stalen. Zoetwater-brakwater, brakwater en marien-brakwater tot brakwater-mariene soorten hadden een beduidend groter aandeel tussen 320-310 cm beneden maaiveld. De overige dieptes vertoonden voornamelijk soorten die in (eerder) mariene omstandigheden leefden. Het halobion-systeem vertoonde tussen 350-310 cm beneden maaiveld een grotere aanwezigheid van oligohaloob halofiele diatomeeën (optimum bij een zoutgehalte < 0,2‰, maar ook in licht brakke omstandigheden levend). Deze diatomeeën met zoeter karakter waren relatief minder aanwezig op grotere diepte. Tussen 390-360 cm beneden maaiveld domineerden de polyhalobe (marien) tot/of mesohalobe (brakwater) soorten.



Figuur 20: Frequentieverdeling van diatomeeën naar saliniteit volgens Van Der Werff

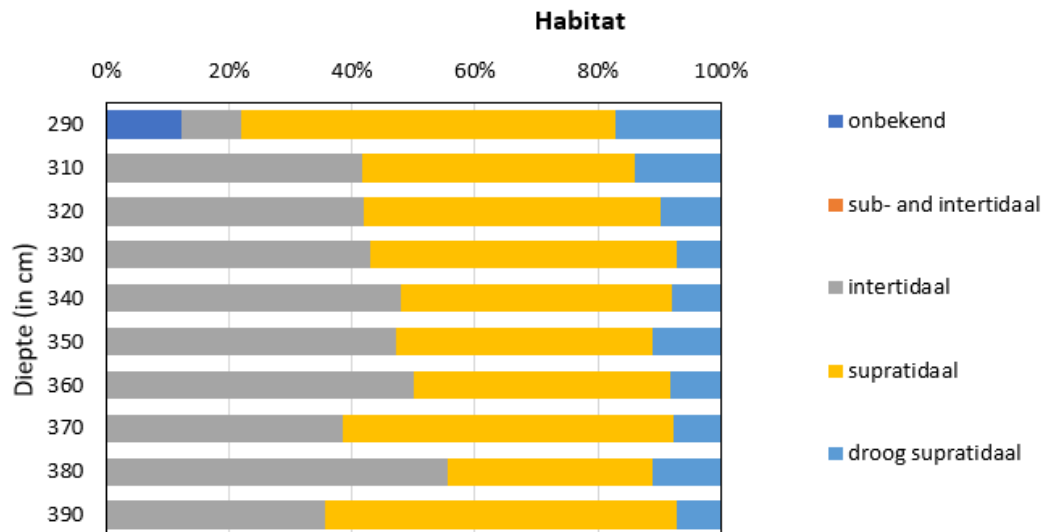


Figuur 21: Frequentieverdeling van diatomeeën naar saliniteit volgens Hustedt

³⁴ VAN DER WERFF 1958; HUSTEDT 1953

- Habitat

Soorten die in droog supratidale, supratidale en interdale zones leven, zijn goed vertegenwoordigd in alle monsters.



Figuur 22: Frequentieverdeling van diatomeeën naar habitat

De resultaten van het diatomeeënonderzoek toonden aan dat tussen 390-310 cm beneden maaiveld een regressie plaatsvond. Opmerkelijk was de aanwezigheid van een overwegend benthisch milieu tussen 320-310 cm beneden maaiveld. Op deze dieptes werden soorten geobserveerd die leefden onder eerder bodembewonende en vastzittende omstandigheden en die een brakwatermilieu tolereerden. De sedimenten op grotere diepte werden afgezet in een zouter milieu. Hier domineerden planktonische diatomeeën.

Foraminiferen en schelpen

In de stalen voor analyse van foraminiferen en schelpen werden de klei- en siltfractie verwijderd door het nat zeven op een maaswijdte van 63 µm. Organisch materiaal werd verwijderd door reactie met een warme oplossing van 3% waterstofperoxide (H₂O₂). Het resterende sediment werd geanalyseerd onder een opvallend-lichtmicroscop met variabele vergroting. De foraminifera werden geïdentificeerd aan de hand van verschillende referentiewerken.^{35,36,37,38,39,40}

De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 7. In de stalen waren kwantitatief gezien weinig foraminifera aanwezig. In twee (M38 en M74) van de tien stalen werden geen foraminifera aangetroffen. In staal 38 werden wel nog andere microfossielen, zoals radiolaria, waargenomen. Sommige testa van de foraminifera in staal 70 vertoonden sporen van oplossing. In de geprepareerde stalen werden geen schelpen of restanten van schelpen aangetroffen.

³⁵ CUSHMAN 1918

³⁶ CUSHMAN 1949

³⁷ ALVE & MURRAY 1994

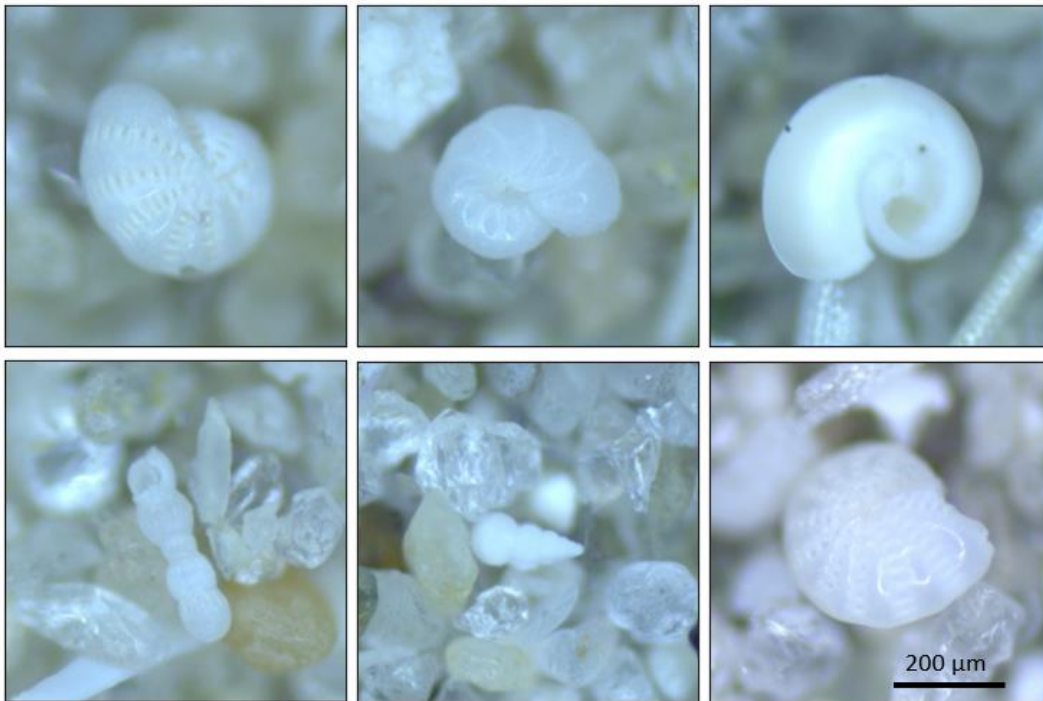
³⁸ DARLING *et al.* 2016

³⁹ WORMS 2019

⁴⁰ The Foraminifera.eu Project 2019

Tabel 7: Foraminiferasoorten aanwezig in de stalen

Monsternummer	Diepte (cm)	<i>Elphidium excavatum</i>	<i>Elphidium williamsoni</i>	<i>Elphidium incertum</i>	<i>Haynesina germanica</i>	<i>Bolivina variabilis</i>	<i>Cornuspira involens</i>	<i>Rotalia beccarii</i>	<i>Ammonia beccarii</i>	<i>Trochammina inflata</i>	<i>Nodosaria aspera</i>	<i>Nodosaria sp.</i>	<i>Melonis sp.</i>	Hoeveelheid forams
M74	290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	geen
M70	310	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	matig veel
M66	320	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	matig veel
M62	330	X	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X	-	veel
M58	340	X	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	veel
M54	350	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	weinig
M50	360	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	-	-	veel
M46	370	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	matig veel
M42	380	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	veel
M38	390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	geen



Figuur 23: Foraminiferasoorten (vlnr, vbno): *Elphidium excavatum*, *Haynesina germanica*, *Cornuspira involens*, *Nodosaria sp.*, *Bolivina variabilis*, *Elphidium williamsoni*

De aanwezige foraminifera waren vrijwel uitsluitend benthische soorten, karakteristiek voor een intertidaal afzettingsmilieu. Dit milieu wordt gekenmerkt door de dominantie van een beperkt aantal soorten met een gelijkaardige bouw, namelijk soorten uit de genera *Elphidium*, *Haynesina* en *Ammonia*.⁴¹ De morfologie is zeer gelijkaardig en vrijwel steeds planispiraal of trochospiraal.

Twee soorten kwamen in alle stalen met foraminifera voor: *Elphidium excavatum* en *Haynesina germanica*. De habitat van de eerste soort gaat van een getijdenvlakte tot een getijdengeul; deze van de tweede soort van een getijdenvlakte tot een middenhoog-moeras.⁴² De andere aanwezige soorten getijden grotendeels in dezelfde omgeving, met het zwaartepunt bij een getijdenvlakte of een getijdengeul. De aanwezigheid en hoeveelheid van de verschillende soorten geven een mogelijke trend

⁴¹ LANGER *et al.* 1989

⁴² ARMYNOT DE CHATELET *et al.* 2018

weer. Aan de bovenkant en onderkant van de boorkolom vermindert het aandeel van het taxon *Elphidium*, met een maximum in het midden tussen 330-340 cm beneden maaiveld. Dit valt samen met een toename in carbonaat en organisch materiaal en een kleinere korrelgrootte.

Zeldzame en oudere soorten zijn ook aangetroffen. In staal M70 werd een fragment van een zeldzame, planktonische soort aangetroffen. In staal M50 zat een exemplaar van *Nodoseria aspera*, die voorkwam tijdens het Krijt. Ook in staal M62 kwam een *Nodoseria*-soort voor, maar deze kon niet nader worden gedetermineerd. De ouderdom loopt mogelijk van het Neogeen tot het Krijt. De aanwezigheid van oudere, fossiele foraminifera aan de Belgische kust is al langer gekend, dit door de relatief dichte aanwezigheid van gesteenten uit deze tijdperken.⁴³

Over de relatie tussen de aanwezige foraminifera, de korrelgrootte en de hoeveelheid organisch materiaal lopen de meningen uiteen. In een studie van Delaine⁴⁴ worden voorbeelden zonder onderling verband aangehaald. In andere studies waren deze factoren limiterend voor het foraminifera-assemblage. Zowel het aantal als de diversiteit van de foraminifera zou verlagen in grovere sedimenten. Een mogelijke verklaring is dat afzettingssomgevingen met een hoge energie minder organisch materiaal laten neerslaan, en dus minder geschikt zijn voor het gedijen van foraminifera. Dit is een mogelijke verklaring voor het ontbreken van foraminifera in monster M74.

Een studie van Sadough vermeldt dat de abundantie van bentische foraminifera toeneemt wanneer meer silt en kleideeltjes aanwezig zijn in het sediment. Ook de aanwezigheid van carbonaat en organisch materiaal heeft een positieve invloed op het aantal foraminifera. Dit kan mogelijk gelinkt worden met de voorkeur van een zeer dominante soort voor een bepaalde omgeving. Over het algemeen neemt ook de soortenrijkdom toe met de diepte. Van alle geanalyseerde stalen bevatte monster M74 het minste organisch materiaal en carbonaat, en geen foraminifera.

OSL

De techniek van OSL (Optically Stimulated Luminescence) meet wanneer mineralen in een sedimentkolom het laatst blootgesteld werden aan zonlicht of verhitting. De boorkernen van boring 1B werden gebruikt voor OSL-dateringen, waarvan enkel de kernen van 200 tot 300 cm en 300 tot 400 cm beneden maaiveld werden geselecteerd. In deze kernen werden zes locaties voor OSL-datering aangeduid, tussen 260-390 cm beneden maaiveld. De dateringen zijn uitgevoerd op kwartskorrels met een grootte van 90-125 µm. Deze werden fysisch (via zeef) en chemisch (d.m.v. H₂O₂, HCl, en HF) gescheiden van de rest van het monster.

De dateringsresultaten zijn weergegeven in Tabel 8 en Figuur 24. De dieptes in deze tabel zijn niet langer overeenkomstig met de bemonsterde dieptes in kern 1B, maar zijn geëxtrapoleerd naar de dieptes van boorkern 2B, zodoende een correctere vergelijking te kunnen maken tussen de resultaten. De totale standaard onzekerheden zijn weergegeven tussen haakjes in de tabel, en als foutmarge in de grafiek. De totale ouderdom van alle stalen ligt tussen 345 tot 739 na Chr. De bekomen ouderdommen van de monsters 3 en 4 waren het meest nauwkeurig en kenden slechts een standaard onzekerheid van respectievelijk 14 en 11 jaar. Opvallend is dat monster 1 het meest recent is afgezet, en toch de oudste ouderdom heeft. Dit monster bestaat uit medium zand, in tegenstelling tot de overige monsters 2-6 die bestaan uit zandige silt. De resultaten doen vermoeden dat het zand uit monster 1 afkomstig is van oudere afzettingen, maar vervolgens is herwerkt en afgezet bovenop het siltig zand.

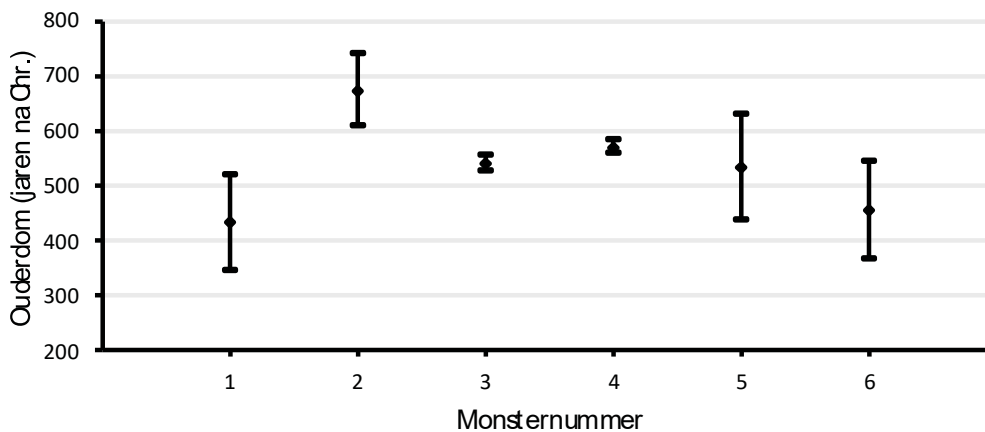
⁴³ CUSHMAN 1949

⁴⁴ DELAINE 2015

Tabel 8: Resultaat OSL-dateringen

Monster	Lab code	Diepte (cm)	Geschat vochtgehalte (%)	Equivalent dose (Gy)	Dose rate (Gy/ka)	OSL ouderdom (jaren voor 1950)	Ouderdom (jaren na Chr.)
Koksijde 1	GdTL-3331	290	25(5)	2.536(87)	1.598(67)	1518(87)	432(87)
Koksijde 2	GdTL-3332	310	25(5)	2.779(68)	2.065(86)	1277(66)	673(66)
Koksijde 3	GdTL-3333	330	40(10)	3.01(21)	2.04(11)	1410(14)	540(14)
Koksijde 4	GdTL-3334	350	40(10)	2.56(13)	1.763(94)	1380(11)	570(11)
Koksijde 5	GdTL-3335	370	20(5)	1.635(76)	1.099(48)	1419(96)	531(96)
Koksijde 6	GdTL-3336	390	20(5)	1.55(57)	0.994(44)	1495(90)	455(90)

Toale standaard onzekerheden zijn weergegeven tussen haakjes.



Figuur 24: Grafiek met de ouderdom van de zes monsters, weergegeven in jaren na Chr. en met de standaard onzekerheid

Conclusie horizont SZ01

Op basis van de resultaten van het natuurwetenschappelijk onderzoek zijn binnen de zandige duinafzettingen SZ01 twee afzettingmilieus waar te nemen. Een eerste pakket bevindt zich tussen 275-300 cm beneden maaiveld, onder de oudste leeflaag OH01. Dit pakket bestaat uit goed gesorteerd, medium zand met zo goed als geen organische stof (0,77%) en zeer weinig carbonaat (3,29%). Door het gebrek aan (micro)fossielen in dit zandige pakket komen uit het pollen-, diatomeeën- en foraminiferenonderzoek geen bruikbare data voort. De afwezigheid van (micro)fossielen en het lage organische stofgehalte duiden op een hoogenergetisch milieu, waarin organismen moeilijk kunnen gedijen of waarin hun stoffelijke resten moeilijk worden afgezet en bewaard. Het OSL-onderzoek dateert het pakket rond 432 (± 87) na Chr. Aangezien deze ouderdom ouder is dan de resultaten van de onderliggende pakketten, betreft het hoogstwaarschijnlijk een ouder, herwerkt zandpakket dat binnen een korte tijdsperiode is afgezet.

Het tweede afzettingpakket bevindt zich vanaf 300 cm beneden maaiveld en bestaat uit slecht gesorteerd, zandige silt met 5-10% organische stof en $\pm 15\%$ carbonaat. Het pakket heeft een ouderdom gaande van 365 (onderzijde) tot 739 (bovenzijde) na Chr. De aanwezige microfossielen zijn voornamelijk bentisch van aard, en duiden op een brak tot marien intertidaal afzettingmilieu. In dit pakket werden voldoende pollen waargenomen om een reconstructie van de lokale landschappelijke situatie te maken. Het lokale landschap werd gekenmerkt door een natte, bosrijke omgeving met open plekken, waarin mogelijk krekens voorkwamen. Es, eik, en hazelaar waren de meest voorkomende bomen. De ganzenvoetfamilie domineerde de kruiden. Het pollenensemble komt algemeen overeen

met Pollenzone III, met een ouderdom in het Atlanticum (8000 tot 5000 BP). De OSL-resultaten dateren het pakket echter jonger tussen 365 en 739 na Chr., ofwel een ouderdom die chronostratigrafisch behoort tot het Subatlanticum. Hierin overheersen eik en hazelaar, samen met cultuurplanten. Het grote aandeel aan Els-pollen in de stalen kan worden verklaard door een lokaal, grotere concentratie aan elzenbomen. Cultuurplanten, en daarmee gepaard gaande antropogene invloed, waren mogelijk wel aanwezig in het landschap. Determinatie tot op soortniveau was echter niet mogelijk. Korenbloem (*Centaurea cyanus*) behoort tot de familie van de *Asteraceae*, en rogge (*Secale cereale*) tot de familie van de *Poaceae*. Beide families werden (abundant) terug gevonden, waardoor de aanwezigheid van deze cultuurplanten niet kan worden uitgesloten.

2.3.2 Genese van de zandige afzettingen SZ02/03 en occupatiehorizonten OH02/03

Om een beter inzicht te krijgen in de genese van de afzettingen, zijn twee profielen (PR1.1 en PR3.2) geselecteerd en bemonsterd ten behoeve van bodemmorfologisch onderzoek. De profielen werden bemonsterd met een pollenbak met afmeting 50x10x10 cm (M30 en M27). Uit deze pollenbakken zijn acht monsters genomen van 10x3 cm (hxb). Op deze manier is het traject tussen 0 en 50 cm - top van pollenbak M27, en het traject tussen 0 en 20 cm en 22 en 32 cm - top van pollenbak M30 bemonsterd.

Methodiek

De genomen monsters zijn onder geconditioneerde omstandigheden gedroogd. Het is essentieel dat de monsters geconditioneerd gedroogd worden, zodat geen vervorming van het monstermateriaal op kan treden en er geen microstructuren verloren gaan. Tevens is het van groot belang dat de monsters volledig droog zijn. De polyesteroplossing, waar de monsters mee geïmpregneerd worden, kan namelijk niet in het monster dringen als dit nog vochtig is. Nadat de monsters volledig gedroogd zijn, zijn ze meerdere malen geïmpregneerd met een kleurloze onverzadigde polyesteroplossing. Na deze impregnatie zijn de monsters meerdere malen onder een vacuüm geplaatst om de aceton in de polyesteroplossing te laten verdampen en zo het gehele monster volledig doortrokken te krijgen met polyester. Na verdamping van het grootste gedeelte van de aceton uit de polyesteroplossing zijn de monsters door middel van gammaradiatie volledig uitgehard.⁴⁵ Vervolgens zijn van de uitgeharde blokken slijpplaten gemaakt. De slijpplaten met een grootte van 10x6 cm (kubiëna-formaat) en een dikte van 25 cm, zijn gemaakt uit de kern van het verharde blok, dit om verstoringen zoveel mogelijk uit te sluiten.⁴⁶ De slijpplaten zijn geanalyseerd met een polarisatielichtmicroscop met vergrotingen tot 500 maal. Bij de analyse is gebruik gemaakt van de hiervoor gangbare handboeken.⁴⁷

Analyse M27: horizonten SZ02, OH02 en SZ03

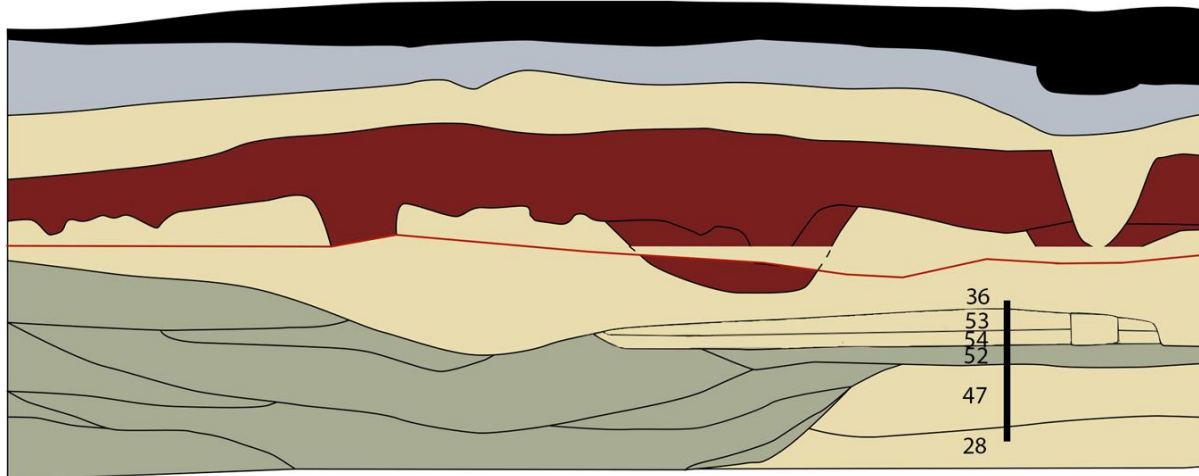
De lagen 36, 53, 54, 52, 47 en 28 in profiel PR3.2 (lagen van boven naar onder) werden bemonsterd voor micromorfologisch onderzoek. In het profiel werden de lagen als volgt beschreven en geïnterpreteerd:

- Laag 36: homogeen, lichtgrijs/beige, zandig pakket (**SZ03**)
- Laag 53: homogeen, (licht)grijs, zandig pakket (**SZ03**)
- Laag 54: homogeen, lichtgrijs/beige, zandig pakket met onderin een donker, humeus bandje (**SZ03**)
- Laag 52: heterogeen, gelaagd, grijs, grijs zandig pakket (**OH02**)
- Laag 47: heterogeen, bruin/grijs, zandig pakket (**SZ02**)
- Laag 28: homogeen, (licht)grijs, zandig pakket met kalkfragmenten (**SZ02**)

⁴⁵ Methodiek volgens BISDOM & SCHOONDERBEEK 1983

⁴⁶ Preparatiemethode volgens JONGERIUS & HEINTZBERGER1975

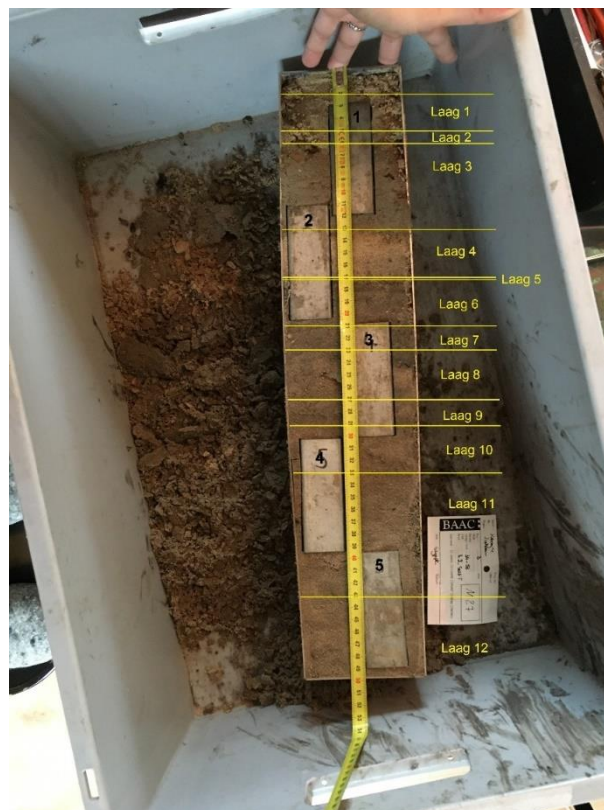
⁴⁷ BULLOCK *et al.* 1985 en MACPHAIL *et al.* 2018



Figuur 25: Bemonstering (M27) van profiel PR3.2 (zuidwesten)

- **Beschrijving**

Tijdens het micromorfologisch onderzoek konden binnen de pollenbak 12 lagen worden onderscheiden:



Figuur 26: Pollenbak M27 met daarin de genomen monsters ten behoeve van slijpplatenonderzoek (grijze rechthoeken); gele lijnen representeren de onderscheiden lagen

Algemeen behoort het zand in alle lagen hoofdzakelijk tot de grootteklassen uiterst- en zeer fijn zand. Een enkele korrel behoort tot de grootteklassen matig fijn of matig grof zand. In het tweedimensionale vlak, waartoe slijpplatenonderzoek beperkt is, hebben de zandkorrels 1 á 2 raakpunten ten opzichte

van elkaar en is derhalve relatief los gepakt. De korrels zijn matig tot sterk afgerond en goed gesorteerd. De korrels bestaan hoofdzakelijk uit het mineraal kwarts. De grondmassa is in meer of mindere mate gebioturbeerd door bodemmesofauna zoals, springstaarten, mijten, regenwormen enzovoort. De gehele grondmassa is kalkrijk. De kalk bestaat hoofdzakelijk uit schelprestanten. Deze restanten komen qua formaat hoofdzakelijk overeen met de hiervoor genoemde zandfracties, zijn sterk afgerond en hebben een relatief scherpe begrenzing. De aanwezige silica bestaat hoofdzakelijk uit restanten van spornaalden en diatomeeën.

Tabel 9: Resultaten van de analyse van M27 (0-50 cm – top van de pollenbak)

bemonsterde cm's	laag nr.	lutum	silica resten	silt	zand						kalk	bioturbatie	inspoeling klei, kalk stofhumus	verkoold plantaardig materiaal	as	bot
					uf	zf	mf	mg	zg	ug						
0	1	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	-	-	--	--	--
1		Duinzand														
2																
3																
4																
5	2	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	--	--	--
		Duinzand														
6	3	+/-	+/-	+/-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	--	--	--
7		Stuifzand- en overstromingslaag														
8																
9																
10																
11																
12																
13	4	-	-	-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	--	--	--
14		Duinzand														
15																
16																
17	5	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	+	+	+/-
		Duinzand met restanten van een <i>in-situ</i> stookactiviteit														
17,2	6	-	-	-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+	+/-	+/-	-
18		Duinzand met <i>ex-situ</i> afgezet verkoold plantaardig materiaal en sporen van betreding														
19																
20																
21	7	+/-	+/-	+/-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	-	-	++	+	-
22		Afwisseling van stuifzand- en overstromingslaagjes met restanten van <i>in-situ</i> stookactiviteiten en intensieve betreding														
23	8	-	-	-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+	+/-	-	-
24		Duinzand met <i>ex-situ</i> afgezet verkoold plantaardig materiaal en sporen van betreding														
25																
26																
27	9	+/-	+/-	+/-	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+/-	-	-	--
28		Afwisseling van stuifzand- en overstromingslaagjes met sporen van minimale betreding														
29	10	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	++	+/-	+/-	--	+/-
30		Duinzand met sporen van beakkering														
31																
32																
33	11	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+/-	+/-	--	+/-
34		Duinzand met sporen van beakkering														

35																	
36																	
37																	
38																	
39																	
40																	
41																	
42																	
43																	
44	44	--	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	+/-	--	--	--	
45		Duinzand															
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	

Duinzandafzetting
Afwisseling van stuifzand-, en overstromingslaagjes
Ex-situ verkoold plantaardig materiaal en betreding door mens en/of dier
Antropogene indicatoren

- ++ komt veel voor / sterk ontwikkeld
- + komt regelmatig voor / matig ontwikkeld
- +/- komt hier en daar voor / zwak ontwikkeld
- ontbreekt nagenoeg / hier en daar enigszins zichtbaar
- volledig afwezig/ niet ontwikkeld

Laag 1: 2-5 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand en is nagenoeg niet gebioturbeerd. De graafgangen zijn opgevuld met een mengsel dat bestaat uit zand, kalk en een minimale hoeveelheid klei.

Laag 2: 5-6 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand en is zwak gebioturbeerd. De graafgangen zijn opgevuld met een mengsel dat bestaat uit zand, kalk en een minimale hoeveelheid klei. Een opgevulde graafgang bevat een minimale hoeveelheid ijzeroxides.

Laag 3: 6-13 cm

De grondmassa bestaat uit sterk zandige, zwak siltige, lutumhoudende, kalkrijke silica, waarbij de zandkorrels ingebed liggen in de lutumhoudende, kalkrijke silica. De grondmassa is zwak gebioturbeerd. De graafgangen zijn opgevuld met een mengsel van zwak siltige, kalkrijke silica.

Laag 4: 13-17 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen 16 en 16,5 cm - top van de pollenbak is een laagje zwak siltige, sterk zandige, kalkrijke silica aanwezig, waarbij de zandkorrels grotendeels ingebed liggen in de lutumhoudende, kalkrijke silica. De grondmassa is zwak gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn opgevuld met zand met een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus tussen en rondom de zandkorrels, of met een mengsel dat bestaat uit sterk zandige, zwak siltige klei of sterk zandige, kalkrijke silica.

Laag 5: 17-17,2 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. De zandkorrels worden van elkaar gescheiden door tussenliggende asresten, verkolde plantenresten en drie fragmenten verbrand bot. De verkolde plantenresten variëren qua grootte tussen het formaat uiterst en matig fijn zand. Twee van de drie botresten, komen qua formaat overeen met de grootteklasse zeer grof zand en één met het formaat zeer fijn zand.

Laag 6: 17,2-21 cm

De grondmassa bestaat uit zwak humeus, kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een matige hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. Tussen 19,2 en 19,5 cm - top van de pollenbak is een laagje zwak siltige, sterk zandige, lutumhoudende, kalkrijke silica aanwezig, waarbij de zandkorrels grotendeels ingebed liggen in de lutumhoudende, kalkrijke silica. De grondmassa is matig gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn opgevuld met zand met een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus tussen en rondom de zandkorrels, of met een mengsel dat bestaat uit sterk zandige, zwak siltige klei of sterk zandige, kalkrijke silica. Verspreid door de grondmassa is een zwakke hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze deeltjes variëren tussen het formaat van een siltkorrel tot en met zeer fijn zand. Enkele van deze deeltjes zijn sterk gefragmenteerd. Op 18 cm - top van de pollenbak is een fragment bot aanwezig. Qua grootte komt dit fragment overeen met het formaat uiterst grof zand.

Laag 7: 21-23 cm

De grondmassa bestaat uit een compact pakket horizontaal georiënteerde laagjes die van boven naar onder bestaan uit:

- a. relatief 'schone', zwak siltige, zwak zandige, kalkrijke klei;
- b. relatief 'schoon', kalkrijk zand met een zwakke hoeveelheid onherkenbare sterk afgeronde plantenresten;
- c. kalkrijk, zwak humeus zand met veel verkolde, sterk gefragmenteerde plantenresten, enkele asresten en een fragment bot van één millimeter groot;
- d. zwak siltige, sterk zandige, kalkrijke silicaresten met veel verkolde sterk gefragmenteerde plantenresten;
- e. zwak zandige as;
- f. kalkrijk, zwak humeus zand met veel verkolde, sterk gefragmenteerde plantenresten;
- g. relatief 'schone', zwak siltige, sterk zandige, kalkrijke klei.

Ieder afzonderlijk laagje heeft een dikte van enkele tienden van een millimeter tot een maximale dikte van twee millimeter. De grondmassa bevat twee opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De ene graafgang is hoofdzakelijk opgevuld met zand en kalk en de andere met bolletjes moderhumus.

Laag 8: 23-27 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een zwakke hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. Verspreid door de grondmassa zijn enkele fragmenten van horizontaal georiënteerde laagjes aanwezig die bestaan uit zwak siltige, kalkrijke silicaresten en zwak siltige, kalkloze klei. De grondmassa is matig gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn opgevuld met zand met een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus tussen en rondom de zandkorrels, of met een mengsel dat bestaat uit sterk zandige, zwak siltige klei of sterk zandige, kalkrijke silica. De grondmassa bevat twee fragmenten bot. Het fragment op 26 cm - top van de pollenbak komt qua formaat overeen met de fractie zeer fijn zand en het fragment op 25 cm – top van de pollenbak komt qua formaat overeen met de fractie zeer grof zand.

Verspreid door de grondmassa is een minimale hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze deeltjes variëren tussen het formaat van een siltkorrel tot en met zeer fijn zand. Enkele van deze deeltjes zijn sterk gefragmenteerd.

Laag 9: 27-29

De grondmassa bestaat uit horizontaal georiënteerde laagjes die van boven naar onder bestaan uit relatief 'schone':

- a. zwak siltige, sterk zandige, kalkrijke silicaresten;
- b. losgepakt kalkrijk zand met een geringe hoeveelheid gefragmenteerd verkoold plantaardig materiaal tussen de zandkorrels;
- c. zwak siltige, kalkloze klei met veel silicaresten;
- d. matig siltige, zwak zandige, kalkrijke silicaresten;
- e. kalkrijke silicaresten.

Ieder afzonderlijk laagje heeft een dikte van enkele millimeters tot en met een halve centimeter. De laagjes zijn sterk gefragmenteerd. De grondmassa is matig gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn hoofdzakelijk opgevuld met zand en een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. Op de overgang van laag a naar laag b, op 28 cm - top van de pollenbak, is een langwerpige stookrestant aanwezig. Dit restant bestaat uit verkoold plantaardig materiaal en as. Het fragment is twee millimeter lang en één millimeter dik.

Laag 10: 29-33 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een zwakke hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is sterk gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn hoofdzakelijk opgevuld met zand en een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. In de bovenste centimeter van deze laag is verspreid door de grondmassa een zwakke hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze deeltjes variëren tussen het formaat van een siltkorrel en zeer fijn zand. Enkele van deze deeltjes zijn sterk gefragmenteerd. Op 32 cm - top van de pollenbak is een fragment verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Dit fragment is sterk afgerond en komt qua formaat overeen met de grootteklasse zeer fijn zand. Op 31 cm - top van de pollenbak is een fragment bot aanwezig. Dit fragment komt qua formaat overeen met de grootteklasse zeer fijn zand. Op 29 cm - top van de pollenbak is nog een fragment bot aanwezig. Dit fragment komt qua grootte overeen met het formaat matig fijn zand.

Laag 11: 33-44 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een zwakke hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is matig gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn hoofdzakelijk opgevuld met zand en een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. Enkele graafgangen zijn opgevuld met een mengsel dat bestaat uit sterk zandige, zwak siltige, kalkrijke klei of sterk zandige kalkrijke klei. Op 43 cm - top van de pollenbak is een graafgang aanwezig waarvan de vulling vrijwel volledig uit moderhumus (uitwerpselen van bodemfauna) bestaat. Op 38 cm - top van de pollenbak zijn twee fragmenten bot aanwezig. Beide fragmenten komen qua formaat overeen met de grootteklasse zeer fijn zand. Op 37 cm - top van de pollenbak is een fragment verkoold organisch materiaal aanwezig met een doorsnede van één millimeter. Op 36 cm - top van de pollenbak is in de vulling van een graafgang een fragment houtskool aanwezig. Dit fragment is matig afgerond en heeft een doorsnede van een halve millimeter. Op 33 cm - top van de pollenbak is een fragment bot aanwezig. Dit fragment komt qua formaat overeen met de grootteklasse matig grof zand. Alle hiervoor beschreven artefacten bevinden zich in de vulling van

graafgangen. Op 35 cm onder de top van de bemonsterde pollenbak zijn twee graafgangen aanwezig, waarbij de opvulling hoofdzakelijk bestaat uit zandkorrels en ingespoeld ijzerfosfaat.

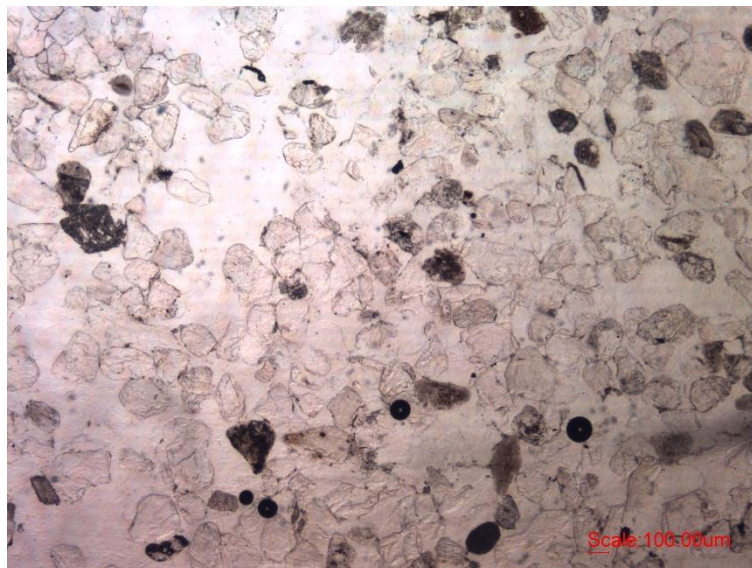
Laag 12: 44-50 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Rondom de zandkorrels zijn zwak ontwikkelde huidjes van klei, kalk en/of stofhumus aanwezig. De grondmassa is zwak gebioturbeerd door bodemmesofauna. De graafgangen zijn hoofdzakelijk opgevuld met zand. In enkele van deze opgevulde graafgangen is een minimale hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus aanwezig.

- **Interpretatie**

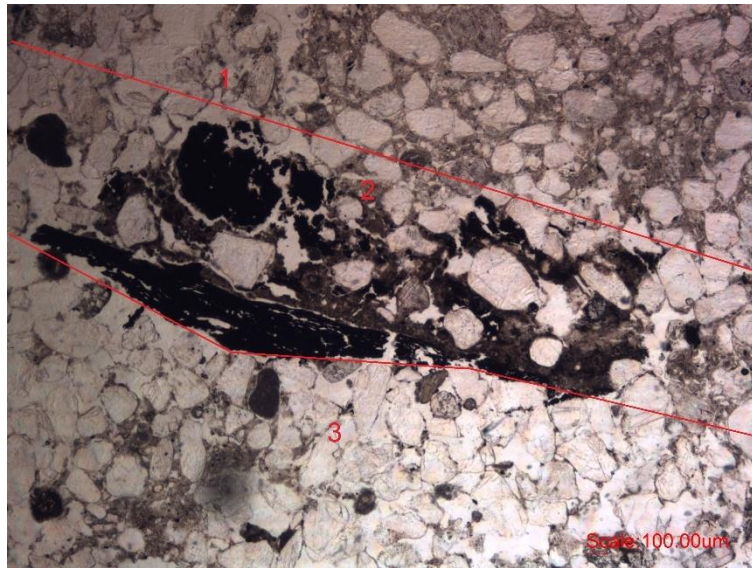
Afzettingsomstandigheden

De basis van pollenbak M27 (lagen 10 tot en met 12) bestaat uit kalkrijk, fijn zand. Op basis van de sterke afronding, de goede sortering en de losse pakking van de zandkorrels, wordt dit pakket geïnterpreteerd als een eolische zandafzetting in de vorm van duinzandafzettingen.



Figuur 27: Grondmassa laag 12 bestaande uit relatief losgepakt kalkrijk zand

Vanaf laag 9 richting de top (laag 1) van de pollenbak, wordt het duinzand (lagen 1, 2, 4, 5, 8, 10 tot en met 12) met enige regelmatig, onderbroken door laagjes die hoofdzakelijk bestaan uit zeer fijn sediment, zoals kalkrijke silica, kalkloze klei met silica-resten en/of zwak siltige, lutumhoudende, kalkrijke silica-resten (lagen 3, 6, 7 en 9).



Figuur 28: Grondmassa laag 9 bestaande uit een laagje relatief losgepakt kalkrijk zand (onderzijde afbeelding nummer 3) en een laagje kalkrijke, lutumhoudende silica met ingebedde zandkorrels (bovenzijde afbeelding nummer 1)

De silicaresten bestaan hoofdzakelijk uit de restanten van diatomeeën en sponsnaalden. Dit zijn aanwijzingen dat het duinzand op gezette tijden overstromde/onderwater stond. Op basis van de zeer fijne fractie, waaruit deze overstromingslaagjes bestaan, kan worden aangenomen dat het hier materiaal betreft dat onder zeer rustige afzettingsomstandigheden is gevormd. In enkele van deze overstromingslaagjes is duinzand aanwezig, dit is een aanwijzing dat de aanvoer van eolisch duinzand doorging terwijl de monsterlocatie overstromde/onderwater stond. Deze afwisseling van door de wind afgezet zand en door water aangevoerde lutum, kalk en diatomeeën, doet vermoeden dat het bemonsterde profiel gevormd is in relatief laag gelegen zone van het kustlandschap, zoals bijvoorbeeld een restant van een getijdengeul of duinvallei.

Het relatief hoge kalkgehalte van de grondmassa, in combinatie met de afwisseling van door wind en water afgezet materiaal, zijn indicatoren dat er sprake was van vrijwel continue aanvoer van sediment op de monsterlocatie. Ondanks deze vrijwel continue aanvoer van sediment, heersten er op gezette tijden dusdanig rustige/(semi) droge afzettingsomstandigheden dat plantengroei en daarmee gepaard gaande activiteit van bodemmesofauna tot ontwikkeling kon komen. Dit heeft ervoor gezorgd dat de gehele grondmassa in meer of mindere mate is gebioturbeerd en aangereikt met stofhumus. Deze condities waren echter niet van lange duur, aangezien de grondmassa op geen enkele niveau volledig gehomogeniseerd, organisch rijk of ontkalkt is.

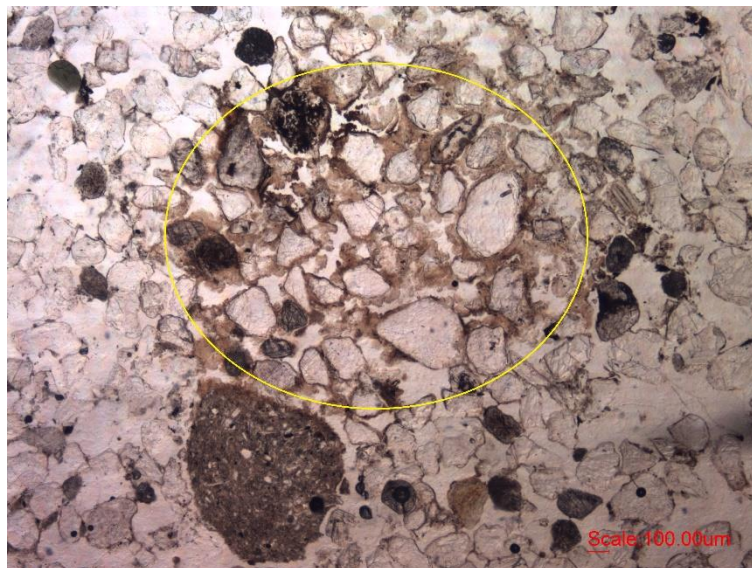
Antropogene invloeden

Vanaf laag 11 tot en met laag 5, zijn in meer of mindere mate artefacten in de vorm van verkoold plantaardig materiaal, botresten en/of houtskool aanwezig. Op basis van de hoeveelheid en de diversiteit in de grootteklassen, worden de artefacten in de lagen 5, 7, 10 en 11 geïnterpreteerd als de restanten van menselijke activiteiten op de monsterlocatie. Indien deze restanten gelijktijdig met het aangevoerde sediment zouden zijn afgezet, zouden deze beter gesorteerd zijn en hoofdzakelijk tot dezelfde grootteklassen behoren. Zoals het geval is voor nagenoeg al het antropogene materiaal dat aanwezig is in de lagen 6 en 8.

De artefacten in laag 11 bevinden zich allemaal in de opgevulde graafgangen van bodemmesofauna en zijn naar alle waarschijnlijkheid voornamelijk afkomstig uit laag 10. De aanwezigheid van ijzerfosfaat in laag 11 in combinatie met de aanwezigheid van verkoold plantaardig materiaal, houtskool en bot,

zijn aanwijzingen dat op dit niveau naar alle waarschijnlijkheid sprake is geweest van akkeractiviteiten waarbij huishoudelijk afval en dierlijke uitwerpselen gebruikt zijn als bemesting. Fosfaat komt hoofdzakelijk met dierlijke mest mee, het is een weinig mobiele stof die alleen bij zeer hoge fosfaatgehalten uitspoelt.

Het is echter ook mogelijk dat het niveau zich bevindt in een zone waar sprake is van een combinatie van menselijke-, en dierlijke activiteit, zoals bijvoorbeeld de overgangszone van een nederzettingsterrein naar meer ruraal gebied. Dit laatste is echter minder waarschijnlijk gelet op de aanwezigheid van relatief veel opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. Bodems op intensief betreden locaties bevatten door verdichting van de grondmassa, doorgaans relatief weinig sporen van bioturbatie.⁴⁸



Figuur 29: Grondmassa laag 11 met ijzerfosfaat (geel omcirkeld)

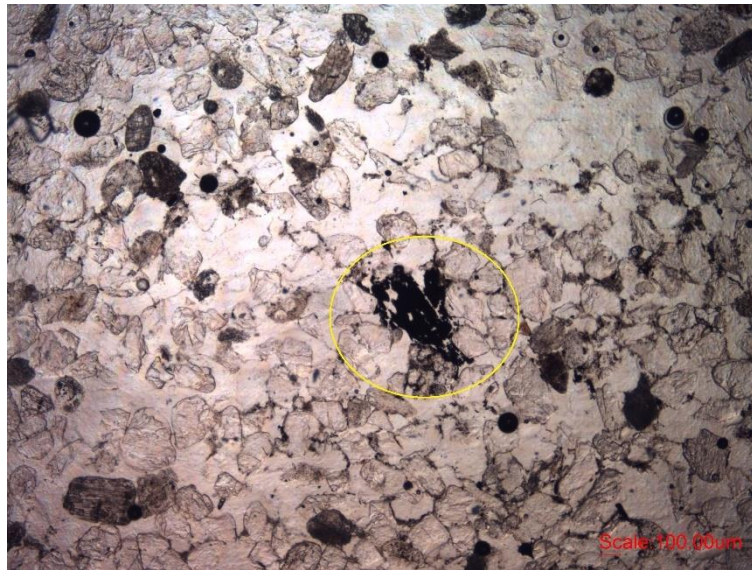
Deze vermoedelijke akker wordt afgedekt door een opeenvolging van overstromings- en stuifzandlaagjes (lagen 9a tot en met 9e) met daarin nagenoeg geen indicatoren die duiden op menselijke activiteit op en/of in de directe omgeving van de monsterlocatie. In dit pakket is op de overgang van laag 9a naar laag 9b één stookrestant aanwezig (Figuur 28; nummer 2). Dit restant is te groot om door bioturbatie, wind of water te zijn afgezet. Aangezien het één stookrestant betreft, kan middels dit onderzoek geen uitspraak worden gedaan over de herkomst van het fragment en het doel van de stookactiviteit. Op basis van het formaat, is het mogelijk dat het een restant van een *in situ* stookactiviteit betreft, of dat het fragment afkomstig is uit de directe omgeving van de monsterlocatie en door betreding op deze plek terecht is gekomen. Dit laatste lijkt het meest aannemelijk. De sterke fragmentatie van de overstromings- en stuifzandlaagjes is namelijk niet volledig toe te schrijven aan bodemmesofauna, aangezien de grondmassa matig gebioturbeerd is.

Vervolgens breekt een fase aan waarin voornamelijk duinzand wordt afgezet (laag 8). Tegelijkertijd met het zand zijn verkoolde plantaardige deeltjes afgezet. Dit is een aanwijzing dat, ten tijde van de vorming van deze afzettingen, er sprake was van menselijke activiteit in de omgeving van de monsterlocatie (enkele tientallen tot honderden meters). Een gedeelte van deze deeltjes is gefragmenteerd.

Fragmentatie van verkoold plantaardig materiaal kan worden veroorzaakt door zowel bioturbatie door bodemfauna als door betreding. Aangezien niet al het gefragmenteerde verkoolde plantaardige

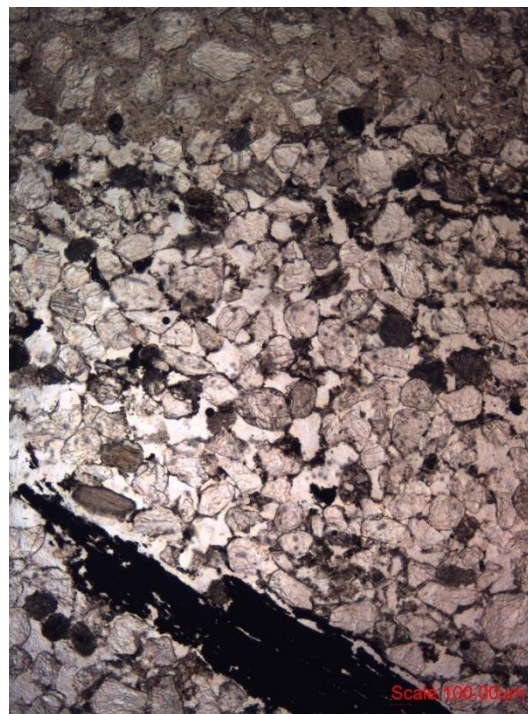
⁴⁸ ILSON *et al.* 2016

materiaal aanwezig is in de vulling van graafgangen, kan worden aangenomen dat er ten tijde van de vorming van deze afzettingen sprake was van enige vorm van menselijke en/of dierlijke betreding.



Figuur 30: Grondmassa laag 8 met gefragmenteerd verkoold plantaardig materiaal (geel omcirkeld)

Dit duinzand wordt afgedekt door een afwisseling van overstromings- en stuifzandlaagjes (lagen 7a tot en met 7g). Het merendeel van deze laagjes bevat verkoold plantaardig materiaal en as (lagen 7c tot en met 7f).



Figuur 31: Grondmassa laag 7 met verkoold plantaardig materiaal (zwarte fragment onderzijde afbeelding) en as (ecru kleurige substantie bovenzijde afbeelding)

Op basis van de hoeveelheid en de diversiteit in de grootteklassen, wordt dit materiaal geïnterpreteerd als de restanten van *in situ* stookactiviteiten. De aanwezigheid van een fragment bot in laag 7c, zou een aanwijzing kunnen zijn dat deze stookactiviteiten een specifiek doel hadden, zoals bijvoorbeeld het bereiden van dierlijk voedsel. Aangezien het echter om één fragment gaat, is dit op basis van dit

onderzoek niet met zekerheid te zeggen. De compactheid van de grondmassa, in combinatie met het nagenoeg ontbreken van bioturbatie en de sterke fragmentatie van het aanwezige verkoolde plantaardige materiaal, zijn aanwijzingen dat de grondmassa gedurende de vorming van deze laagjes intensief betreden is. Naar alle waarschijnlijkheid bevindt dit niveau zich binnen de directe invloedssfeer van een nederzetting.

Vervolgens vindt hoofdzakelijk hernieuwde afzetting van duinzand plaats (laag 1 tot en met 6). De genese van laag 6 komt overeen met die van laag 8. Het enige verschil tussen de beide lagen, is de hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal dat aanwezig is in de grondmassa. In laag 6 is dit iets hoger dan in laag 8. Een verklaring hiervoor kan zijn dat er ten tijde van de vorming van laag 6 intensiever gestookt werd in de omgeving van de monsterlocatie dan tijdens de vorming van laag 8.

In laag 5 worden nagenoeg alle zandkorrels van elkaar gescheiden door as-, en verkoolde plantenresten.



Figuur 32: Grondmassa laag 5 met verkoold plantaardig materiaal, as en verbrand bot (geel omcirkeld)

Op basis van de hoeveelheid stookresten, de diversiteit in de grootteklassen van het verkoolde plantaardige materiaal en de aanwezigheid van as, betreft het hier de restanten van een *in situ* stookactiviteit. De aanwezigheid van drie fragmenten bot tussen de stookresten, is een aanwijzing dat er sprake kan zijn geweest van de bereiding van dierlijk voedsel op dit niveau.

Vanaf laag 4 tot en met laag 1 bevat het afgezette sediment geen artefacten meer. Dit is een aanwijzing dat er geen sprake meer was van menselijke activiteit op of in de directe omgeving van de monsterlocatie, ten tijde van de vorming van deze lagen.

- **Conclusie**

Het gehele bemonsterde profiel bestaat uit door de wind afgezet duinzand (lagen 1, 2, 4, 5, 8, 10 tot en met 12) en door water aangevoerde lutum, kalk en diatomeeën (lagen 3, 6, 7 en 9) en is waarschijnlijk gevormd in een relatief laag gelegen zone van het kustlandschap, zoals bijvoorbeeld in een restant van een getijdengeul of duinvallei. Het relatief hoge kalkgehalte van de grondmassa, in combinatie met de afwisseling van door wind en water afgezet materiaal, zijn indicatoren dat er sprake was van vrijwel continue aanvoer van sediment op de monsterlocatie. Ondanks deze vrijwel continue aanvoer van sediment, heersten er op gezette tijden dusdanig rustige/(semi) droge

afzettingsomstandigheden dat plantengroei en daarmee gepaard gaande activiteit van bodemmesofauna tot ontwikkeling kon komen. Dit heeft ervoor gezorgd dat de gehele grondmassa in meer of mindere mate is gebioturbeerd en is aangereikt met stofhumus. Deze condities waren echter niet van lange duur, aangezien de grondmassa op geen enkele niveau volledig gehomogeniseerd, organisch rijk of ontkalkt is.

Vanaf laag 11 tot en met laag 5, zijn in meer of mindere mate artefacten in de vorm van verkoold plantaardig materiaal, botresten en/of houtskool aanwezig. Op basis van de hoeveelheid en de diversiteit in de grootteklassen, worden de artefacten in de lagen 5, 7, 10 en 11 geïnterpreteerd als de restanten van menselijke activiteiten op de monsterlocatie. De artefacten in laag 11 bevinden zich allemaal in de opgevulde graafgangen van bodemmesofauna en zijn naar alle waarschijnlijkheid voornamelijk afkomstig uit laag 10. Indien de restanten in de lagen gelijktijdig met het aangevoerde sediment zouden zijn afgezet, zouden deze beter gesorteerd zijn en hoofdzakelijk tot dezelfde grootteklassen behoren, zoals het geval is voor het verkoold plantaardige materiaal dat aanwezig is in de lagen 6 en 8. Dit materiaal is afkomstig van stookactiviteiten die op enkele tientallen tot honderden meters van de monsterlocatie plaatsvonden. Enkele van deze verkoold plantaardige deeltjes zijn gefragmenteerd. Fragmentatie van verkoold plantaardig materiaal kan worden veroorzaakt door bioturbatie door bodemfauna als door betreding. Aangezien niet al het gefragmenteerde verkoold plantaardige materiaal zich in de vulling van graafgangen bevindt, kan worden aangenomen dat ten tijde van de vorming van de lagen 6 en 8 sprake was van enige vorm van menselijke en/of dierlijke betreding.

De lagen 11 en 12 komen overeen met de eolische duinafzettingen **SZ02** uit de 11^e tot en met de late 12^e eeuw.

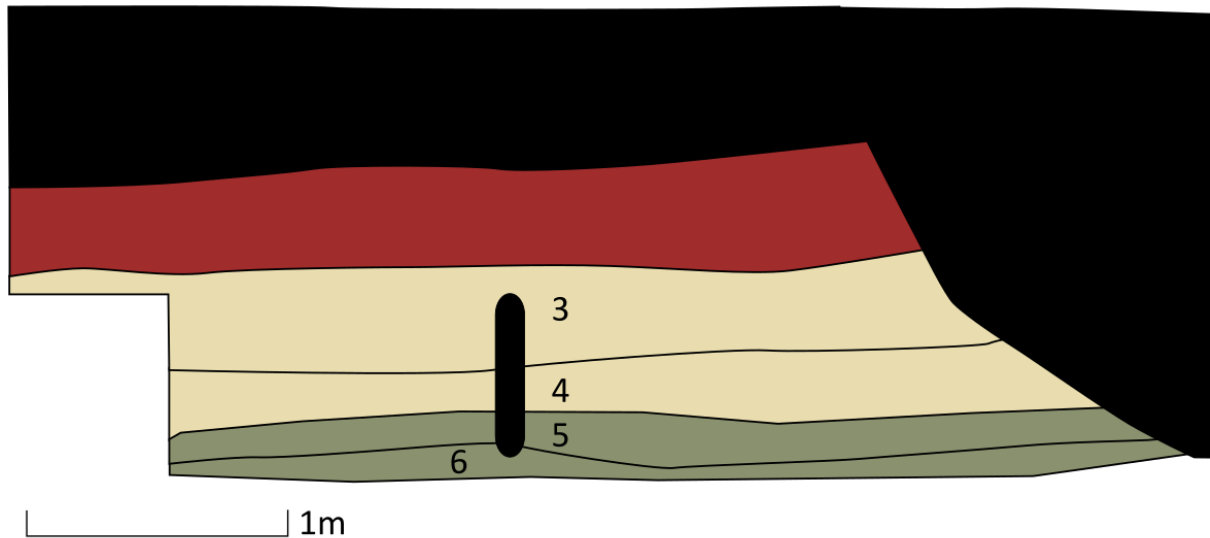
De lagen 10 tot en met 5 kunnen worden gelinkt aan occupatiehorizont **OH02**, die dateert uit de late 12^e tot late 13^e eeuw. De lagen komen overeen met de profiellagen 54 (donker, licht humeus bandje onderin) en 52. Laag 10 bevindt zich op de overgang van de profiellaag 52 naar laag 47. Het bodemmicromorfologisch onderzoek bevestigt de continue menselijke aanwezigheid en activiteit in deze periode (menselijk en dierlijk betreden van de locatie, akkeractiviteiten, tot *in situ* stookactiviteit vermoedelijk voor het bereiden van voedsel). Toch is de impact van de oprukkende duinen en het water op de menselijke aanwezigheid nog groot in deze periode. Dit getuigt de complexe opbouw van de occupatiehorizont, waarin dunne leeflagen worden afgewisseld met duinafzettingen en overstromingslagen. Gelijktijdig met deze natuurlijke aangroeiprocessen blijft de menselijke aanwezigheid en activiteit in de nabije omgeving (menselijk en dierlijk betreden, *in situ* stoken in de omgeving).

De lagen 1 tot en met 4 corresponderen met de duinafzettingen **SZ03** uit de tweede helft van de 13^e tot de eerste helft van de 14^e eeuw (1250-1350). Het afgezette sediment bevatte geen artefacten, een aanwijzing dat er geen sprake meer was van menselijke activiteit op of in de directe omgeving van de monsterlocatie, ten tijde van de vorming van deze lagen.

Analyse M30: horizonten OH03 en SZ03

De lagen 3 en 4 in profiel PR1.1 (lagen van boven naar onder) werden bemonsterd voor micromorfologisch onderzoek. In het profiel werden de lagen als volgt beschreven en geïnterpreteerd:

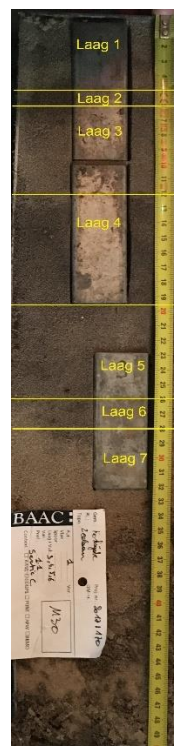
- Laag 3: homogeen, lichtbruin, zandig pakket (**OH03**)
- Laag 4: homogeen, lichtbruin/beige, zandig pakket (**SZ03**)



Figuur 33: Bemonstering (M30) van profiel PR1.1

- **Beschrijving**

Tijdens het micromorfologisch onderzoek konden binnen de pollenbak zeven lagen worden onderscheiden:



Figuur 34: Pollenbak M30 met daarin de genomen monsters ten behoeve van slijpplatenonderzoek (grijze rechthoeken); gele lijnen representeren de onderscheiden lagen

Algemeen behoort het zand tot de grootteklassen uiterst- en zeer fijn zand. Een enkele korrel behoort tot de grootteklassen matig fijn- of matig grof zand. In het tweedimensionale vlak, waartoe slijpplatenonderzoek beperkt is, hebben de zandkorrels 1 á 2 raakpunten ten opzichte van elkaar en is derhalve relatief los gepakt. De korrels zijn matig tot sterk afgerond en goed gesorteerd. De korrels bestaan hoofdzakelijk uit het mineraal kwarts. De grondmassa is in meer of mindere mate

gebioturbeerd door bodemmesofauna zoals, springstaarten, mijten, regenwormen enzovoorts. De gehele grondmassa is kalkrijk. De kalk bestaat hoofdzakelijk uit schelprestanten. Deze restanten komen qua formaat hoofdzakelijk overeen met de hiervoor genoemde zandfracties, zijn sterk afgerond en hebben een relatief scherpe begrenzing.

Tabel 10: Resultaten van de analyse van M30 (0-32 cm – top van de pollenbak)

bemonsterde cm's	laag nr.	lutum	silica resten	zand						kalk	bioturbatie	inspoeling klei, kalk stofhumus	verkoold plantaardig materiaal	as	bot
				uf	zf	mf	mg	zg	ug						
0	1	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	--	-	--	-
1		Duinafzetting													
2															
3															
4															
5	2	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	-	--	--	--
6		Duinafzetting met zwakke bodemvorming													
7	3	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	--	--	--	--
8		Duinafzetting													
9															
10															
11															
12	4	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	+	+	+	+/-	--	-
13		Duinafzetting met matige bodemvorming en akkeractiviteit													
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21		Antropogene indicatoren													
22	5	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+	+/-	-	--	--
23		Duinafzetting met zwakke bodemvorming													
24															
25															
26	6	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	+/-	-	-	--	--
27		Duinafzetting met minimale bodemvorming													
28	7	--	--	++	++	+/-	+/-	--	--	++	--	--	--	--	--
29		Duinafzetting, C-horizont													
30															
31															
32															

	Duinafzetting
	Duinafzetting met minimale bodemvorming
	Duinafzetting met zwakke bodemvorming
	Duinafzetting met matige bodemvorming
	Antropogene indicatoren
	Niet bemonsterd

- ++ komt veel voor / sterk ontwikkeld
- + komt regelmatig voor / matig ontwikkeld
- +/- komt hier en daar voor / zwak ontwikkeld
- ontbreekt nagenoeg / hier en daar enigszins zichtbaar
- volledig afwezig/ niet ontwikkeld

Laag 1: 0-5 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand en is zwak gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit wortelgangen met daarin nog enkele onherkenbare wortelrestanten en enkele opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand. Op 0 cm van de top van de bemonsterde pollenbak is een fragment bot aanwezig. Qua formaat komt dit fragment overeen met de grootteklasse matig grof zand. Op 1 cm - top van de pollenbak is een fragment verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Dit fragment is langwerpiger van vorm en heeft een scherpe begrenzing. Qua grootte komt dit fragment overeen met het formaat van een siltkorrel. Beide deeltjes zijn aanwezig in de vulling van een graafgang.

Laag 2: 5-6 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een minimale hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is matig gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit een wortelgang met daarin nog enkele onherkenbare wortelrestanten en opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand met tussen en rondom de zandkorrels een minimale hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus.

Laag 3: 6-12 cm

De grondmassa bestaat uit kalkrijk zand en is zwak gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit wortelgangen met daarin nog enkele onherkenbare wortelrestanten en enkele opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand.

Laag 4: 12-20 cm

De grondmassa bestaat uit een relatief homogeen pakket, kalkrijk, zwak tot matig humeus zand. Een geringe hoeveelheid van de kalkfragmenten heeft een rafelige/diffuse begrenzing. Tussen en rondom de zandkorrels is een matige hoeveelheid ingespoelde klei, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is matig gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit enkele onopgevulde wortelgangen en opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand met tussen en rondom de zandkorrels een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. Tevens bevatten deze vullingen een zwakke tot matige hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal, waarbij de verkoelde deeltjes niet groter zijn dan het formaat matig fijn zand. Verspreid door de grondmassa is een zwakke hoeveelheid verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze deeltjes variëren qua grootteklassen tussen het formaat van een siltkorrel tot en met een doorsnede van twee millimeter. De wat grotere deeltjes zijn matig tot sterk gefragmenteerd. Op 15 cm - top van de pollenbak bevinden zich twee fragmenten bot. Beide fragmenten komen qua grootteklassen overeen met het formaat matig grof zand. Op 12 tot 15 cm - top van de pollenbak zijn twee afgeronde aggregaatjes zwak siltige, kalkhoudende lutum aanwezig. Het aggregaatje op 12 cm komt qua formaat overeen met de grootteklassen matig fijn zand en die op 15 cm met het formaat uiterst grof zand.

Laag 5: 22-26 cm

De grondmassa bestaat uit relatief losgepakt, kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een zwakke hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is matig gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit enkele onopgevulde wortelgangen en opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand met tussen en rondom de zandkorrels een zwakke hoeveelheid klei-, kalk en stofhumus. Tevens bevatten

deze vullingen een gering percentage aan verkoold plantaardig materiaal, waarbij de verkoalde deeltjes niet groter zijn dan het formaat van een siltkorrel.

Laag 6: 26-28 cm

De grondmassa bestaat uit relatief losgepakt, kalkrijk zand. Tussen en rondom de zandkorrels is een minimale hoeveelheid ingespoelde lutum, kalk en stofhumus aanwezig. De grondmassa is zwak gebioturbeerd. Sporen van bioturbatie bestaan uit enkele onopgevulde wortelgangen en enkele opgevulde graafgangen van bodemmesofauna. De vulling van deze gangen bestaat hoofdzakelijk uit zand met tussen en rondom de zandkorrels een minimale hoeveelheid ingespoelde klei-, kalk en stofhumus. Tevens bevatten deze vullingen een gering percentage aan verkoold plantaardig materiaal, waarbij de verkoalde deeltjes niet groter zijn dan het formaat van een siltkorrel.

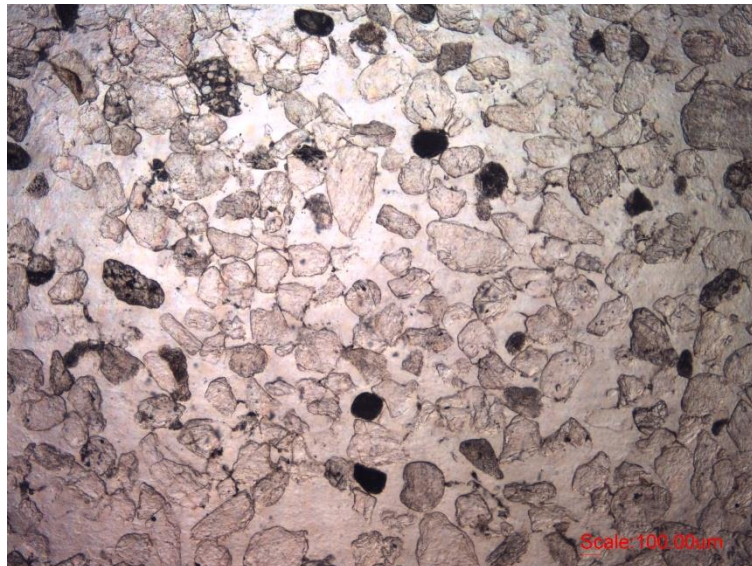
Laag 7: 28-32 cm

De grondmassa bestaat uit relatief losgepakt, kalkrijk zand. De grondmassa is niet gebioturbeerd door bodemmesofauna.

- **Interpretatie**

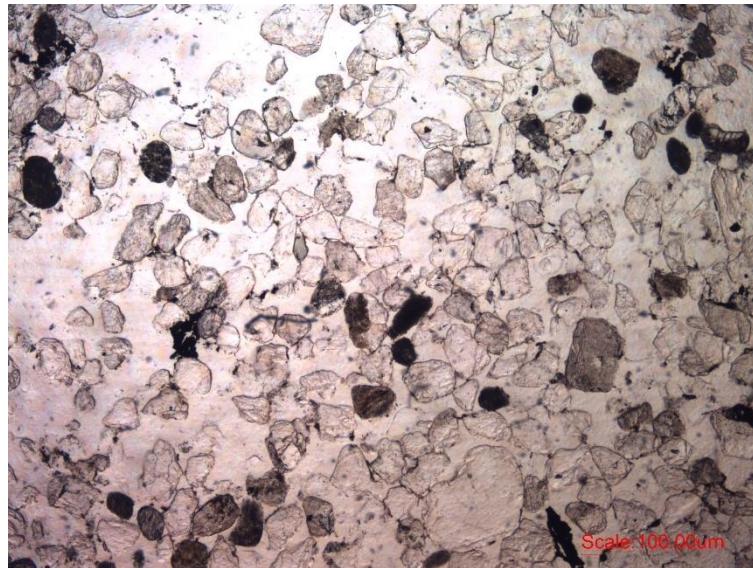
Het gehele bemonsterde profiel (lagen 1 tot en met 7) bestaat uit kalkrijk, fijn zand. Op basis van de sterke afronding, de goede sortering en de losse pakking van de zandkorrels, wordt dit pakket geïnterpreteerd als een eolische afzetting in de vorm van duinafzettingen.

De basis van het bemonsterde profiel (laag 7) bestaat uit schoon zand zonder enig spoor van bodemvorming. Op basis hiervan wordt deze laag geïnterpreteerd als de C-horizont.



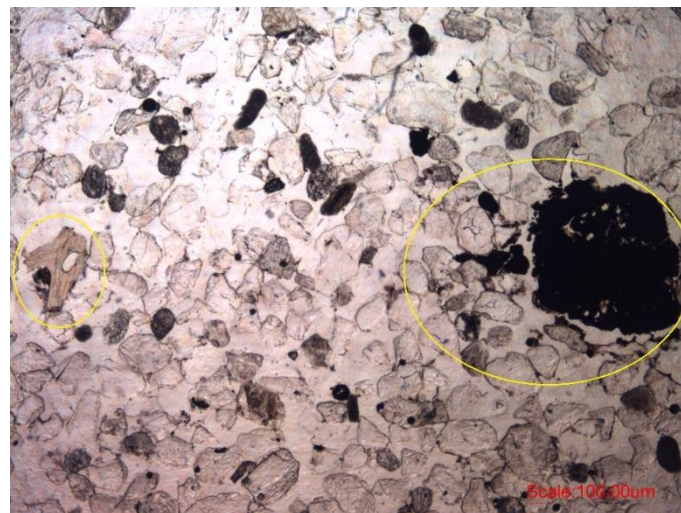
Figuur 35: Grondmassa laag 7, relatief los gepakt schoon zand

Vanaf laag 6 zijn de eerste indicatoren van bodemvorming aanwezig in de vorm van bioturbatie door flora en bodemmesofauna en inspoeling van klei, kalk en humus tussen en rondom de zandkorrels.



Figuur 36: Grondmassa laag 5, relatief los gepakt zand met rondom en tussen de zandkorrels ingespoelde stofhumus

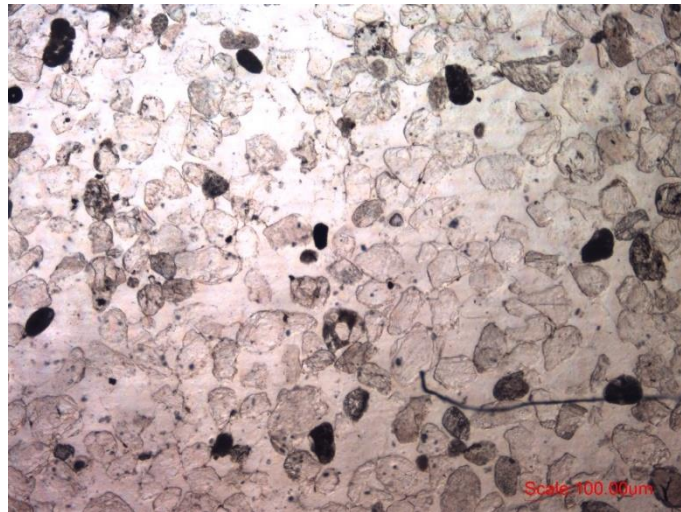
Richting laag 4 neemt de mate van bodemvorming geleidelijk aan toe. Door plantengroei en de daarmee gepaard gaande activiteit van bodemfauna, is laag 4 aangereikt met humeus materiaal. Door blootstelling aan CO₂, opgelost in regenwater, heeft verwerking van kalk plaatsgevonden. Op basis van deze indicatoren wordt aangenomen dat laag 4 enige tijd aan het oppervlak heeft gelegen. De relatief homogene samenstelling van deze laag, in combinatie met de aanwezigheid van (uit diverse grootteklassen bestaand) verkoold plantaardig materiaal, twee botresten en gebiedsvreemd materiaal in de vorm van twee aggregaatjes kalkhoudende klei, wordt aangenomen dat er sprake is van antropogene activiteiten op de monsterlocatie.



Figuur 37: Grondmassa laag 4 met daarin een fragment verbrand bot (links op de afbeelding, geel omcirkeld) en een fragment verkoold plantaardig materiaal (rechts op de afbeelding, geel omcirkeld)

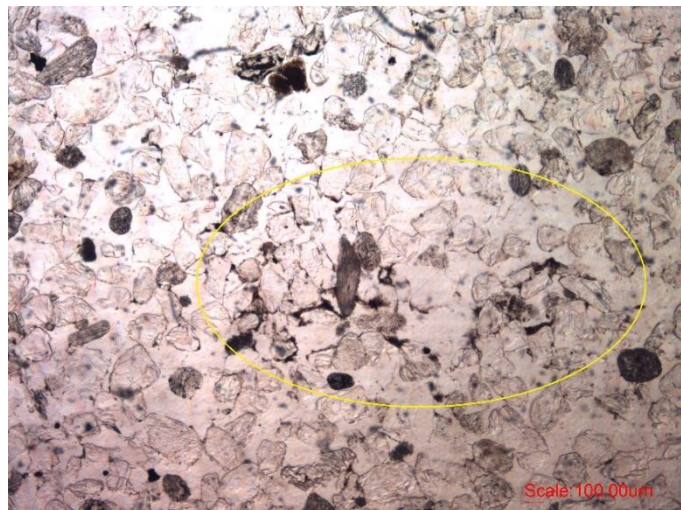
Het lijkt erop dat deze laag aan grondbewerking, in de vorm van beakking, blootgesteld heeft gestaan. In dat geval was de grondbewerking echter niet langdurig en/of erg intensief, aangezien de grondmassa niet volledig gehomogeniseerd is en slompkorstjes (ontstaan door regeninslag op onbegroeide grond waarbij fijne deeltjes re-sedimenteren in 'dunne' laagjes met een dichte pakking) volledig ontbreken. Het relatief hoge kalkgehalte van laag 4 onderbouwt deze aanname. Vervolgens

vond hernieuwde afzetting van eolisch zand plaats en wordt de vermoedelijke akkerlaag afgedekt met een pakket kalkrijk duinzand (lagen 1 tot en met 3).



Figuur 38: Grondmassa laag 3, relatief los gepakt schoon zand

Laag 2 heeft nog enige tijd aan het oppervlak gelegen waarbij door plantengroei en de daarmee gepaard gaande activiteit van bodemfauna aanrijking met humeus materiaal heeft plaatsgevonden.



Figuur 39: Grondmassa laag 2 relatief los gepakt schoon zand met tussen de zandkorrels ingespoelde stofhumus (geel omcirkeld)

Gezien de geringe mate van bodemvorming en de minimale dikte (één centimeter) van deze laag, is dit relatief kortstondig geweest. In laag 1 zijn enkele fragmenten bot en verkoold plantaardig materiaal aanwezig. Deze bevinden zich in de vulling van graafgangen, op basis hiervan kan dan ook geen uitspraak gedaan worden over de herkomst van deze artefacten. Ze kunnen onderdeel zijn van laag 1, maar net zo goed afkomstig zijn van een ander niveau.

- **Conclusie**

Het gehele bemonsterde profiel (lagen 1 tot en met 7) bestaat uit eolische afzettingen in de vorm van duinafzettingen. Ter hoogte van laag 4 heeft zich een bodem gevormd (**OH03**), met daarin indicatoren die wijzen op antropogene invloeden. Op basis van de aanwezige artefacten in combinatie met de relatief homogene samenstelling van de grondmassa, lijkt het erop dat er sprake is van

akkeractiviteiten. Aangezien deze laag niet volledig is gehomogeniseerd, relatief veel kalk bevat en de voor akkers kenmerkende slempkorstjes ontbreken, betreft het hier geen langdurig en/of intensief bewerkt pakket.

De occupatiehorizont OH03 dateert uit de late 14^e tot en met 16^e eeuw.

3 Sporen en structuren

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk omvat een beschrijving van de aangetroffen sporen en structuren. Uit het overzicht en de beschrijving van de sporen en structuren volgt een analyse (hoofdstuk 3.5), waar een interpretatie wordt gegeven aan de aangetroffen sporen en structuren en de opbouw van de site wordt beschreven.

3.2 Manifestatie archeologische site aan huidig oppervlak

Aan het oppervlak van het onderzoeksterrein werden geen sporen, structuren of archeologische ensembles aangetroffen.

3.3 Stratigrafie van de site

De stratigrafie van de site werd reeds uitvoerig besproken (2.2 Stratigrafische opbouw van de site).

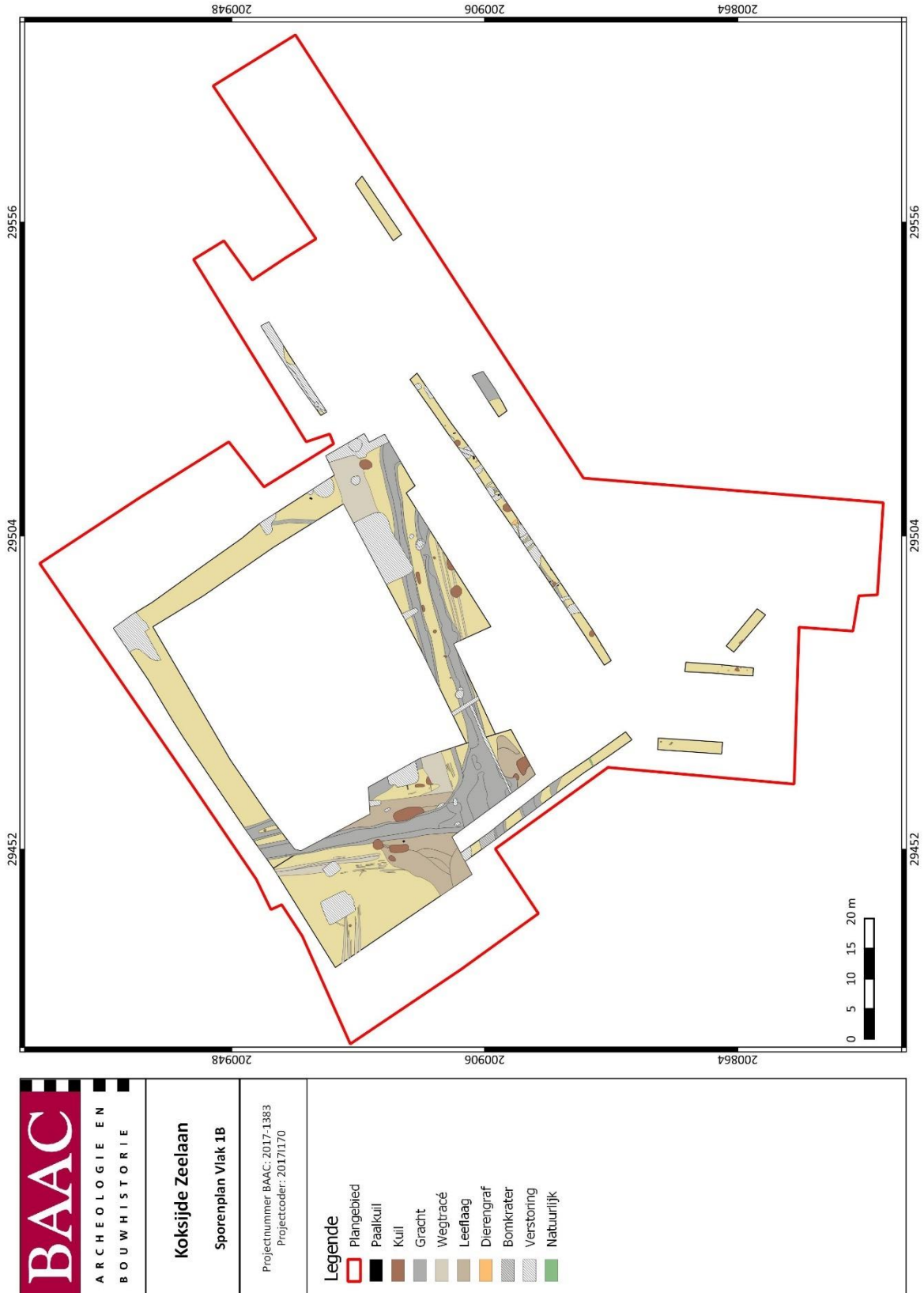
In regel werden drie vlakken aangelegd:

- **Vlak 1:** net onder bouwvoor, **bovenzijde OH04**; gemiddelde vlakhoogte: +6,30 – +6,50 m TAW.
- **Vlak 1B:** **bovenzijde OH03**; gemiddelde vlakhoogte: +5,80 – +6,00 m TAW. In de noordoostelijke hoek van het terrein, waar de opbouw van OH03 complexer was, werd geleidelijk en laagsgewijs door het afzettingscomplex gegraven tot op een leesbaar sporenniveau.
- **Vlak 2:** **bovenzijde OH02**; gemiddelde vlakhoogte: +5,20 – +5,40 m TAW. In de noordoostelijke hoek van het terrein, waar de opbouw van OH02 complexer was, werd geleidelijk en laagsgewijs door het afzettingscomplex gegraven tot op een leesbaar sporenniveau.

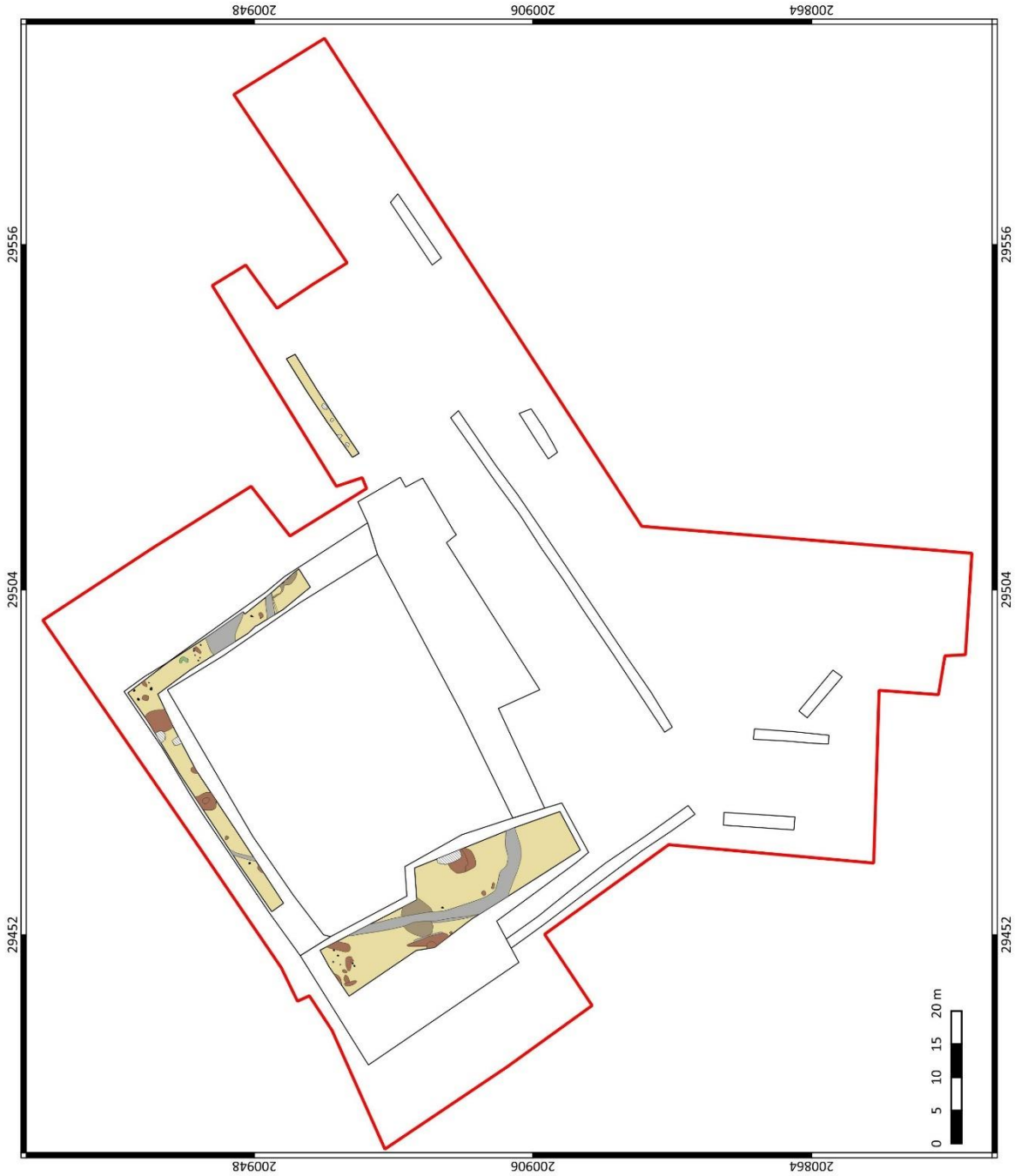
3.4 Overzichtsplannen



Plan 7: Sporenplan Vlak 1



Plan 8: Sporenplan Vlak 1B



	ARCHEOLOGIE EN BOUWHISTORIE
	Koksijde Zeelaan Sporenplan Vlak 2
Projectnummer BAAC: 2017-1383 Projectcode: 20171170	
Legende <ul style="list-style-type: none"> Plangebied Paalkuil Kuil Gracht Wegtracé Leeftaag Dierengraf Bomkrater Verstoring Natuurlijk 	

Plan 9: Sporenplan Vlak 2


3.5 Interpretatie van de sporen en structuren

Het onderzoek aan de Zeelaan in Koksijde bracht verschillende, waardevolle archeologische resten aan het licht. De aangetroffen sporen en structuren kunnen worden ondergebracht in drie occupatiefasen (OH02, OH03 en OH04).

3.5.1 Occupatiefase OH01: 894 – 1018

De oudste occupatiehorizont **OH01** bevond zich onder de grondwatertafel en werd enkel in boring 2A/B geregistreerd. Dit circa 20 cm dik zandig pakket wijst hoogstwaarschijnlijk op een eerste, extensieve menselijke aanwezigheid en exploitatie van de omgeving van het onderzoeksterrein. Op basis van ¹⁴C-dateringsonderzoek dateert de horizont tussen 894 en 1018 n. Chr.



 <p>BAAC ARCHEOLOGIE EN BOUWHISTORIE</p>	<p>Koksijde Zeelaan Occupatie OH02-OH03</p>	<p>Projectnummer BAAC: 2017-1383 Projectcode: 20171170</p>	<p>Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> Plangebied Paalkuil Kuil Gracht Wegtracé Leeftlaag Verstoring
	<p>Projectnummer BAAC: 2017-1383 Projectcode: 20171170</p>		

Plan 10: Occupatiefase OH02 en OH03

3.5.2 Occupatiefase OH02 en OH03: late 12^e – 16^e eeuw

Greppels, grachten en wegtracés: relictten van een oude landschapsstructuur (Plan 11)

Greppels en grachten

In het noordoosten van werkput WP3, in vlak 2, werden twee, oost-west georiënteerde grachten **S.3.028** en **S.3.032** blootgelegd. Beide maakten deel uit van **OH02**. Hun oriëntatie week duidelijk af van de huidige percelering die ontwikkeld werd vanuit de Zeelaan, die in 1892 werd aangelegd. Beide grachten hadden een humeuze, donkergrijze/-bruine vulling, die zich scherp aftekende in de zandige duinafzettingen.

Gracht S.3.028 was met een breedte van circa 1,20 m opvallend smaller dan S3.032. In de coupe had het spoor een komvormige doorsnede met een vrij platte bodem. Centraal bevond zich een smalle verdieping, mogelijk het restant van een herprofilering van de bedding van de gracht. In de centrale verdieping werden 13 scherven in rood, grijs en hoogversierd aardewerk gevonden (Vnrs 60 en 70). De wandfragmenten in hoogversierd aardewerk dateren de gracht in de eerste helft van de 13^e eeuw. Een randfragment van een pan in rood aardewerk heeft een loodglazuur aan de binnenzijde en is beroet aan de buitenzijde. Een bodem in grijs aardewerk is eveneens beroet aan de buitenzijde, en wordt gekenmerkt door brede, meerledige, losstaande standvinnen. Het grijs en rood aardewerkensemble dateert algemeen in de 13^e eeuw.



Figuur 40: Coupe op gracht S3.028

Gracht S.3.032 lag een zestal meter ten noorden van gracht S.3.028, en had een breedte van circa 6 m. Het spoor kende een vrij complexe opvullingsgeschiedenis met een afwisseling van afzettingen toen het spoor watervoerend was (organische, humeuze afzettingen en gelaagde, zandige afzettingen), het inkalven van oevers (heterogene en humeuze, zandige afzettingen), dempingspakketten (heterogene, zandige afzettingen) en fasen van verlanding (homogene, zandige afzettingen). Door de hoge grondwaterstand kon het spoor niet volledig worden gecoupeerd. Uit de opvulling werden 25 scherven in rood en grijs aardewerk gevonden (Vnr 33). Het grijs ensemble omvat onder andere fragmenten van een aan de buitenzijde beroete kogelpot met een haaks naar buiten geplooid rand, en een kom met een bandvormige rand met afgeronde top. Een rood randfragment met loodglazuur is mogelijk

afkomstig van een miniatuur-grape. Het aardewerk dateert de watervoerende fase van de gracht in de 13^e en 14^e eeuw.

In de vulling van beide grachten zijn resten van cultuurgewassen aangetroffen, waaronder voornamelijk broodtarwe en have, maar ook gerst, rogge, duivenboon en voederwikke. Ook zijn veel fragmenten visbot, verkoalde turf en enkele slakkenhuisjes aangetroffen. Het gaat voornamelijk om afval van huishoudelijke activiteit, die wijzen op consumptie en/of productie van bovengenoemde plantensoorten.



Figuur 41: Gracht S3.032 in het vlak



Figuur 42: Coupe op gracht S3.032

In het noordwesten van WP3, in vlak 2, lag de noord-zuid georiënteerde greppel **S3.052** met een breedte van slechts 50 cm. De donkergrijze, sterk humeuze vulling van het spoor tekende zich scherp af in de duinafzettingen. In de coupe bleek de greppel nog slechts 10 cm onder het vlak bewaard. In de opvulling werden een randfragment in grijs en vroegrood aardewerk gevonden (Vnr 53). De grijze scherf is afkomstig van een voorraadpot met een rechtopstaande, spits afgeronde rand met een weinig geprofileerde doorn en dekselgeul. Het vroegrode aardewerk is afkomstig van een pan met een opstaande, bovenaan verdikte en afgeronde rand. Het aardewerk dateert de greppel in de 13^e eeuw.



Figuur 43: Greppel S3.052 in het vlak

Het westen en zuiden van het onderzoeksterrein (WP1-3, vlak 1B) werden doorkruist door een netwerk van grachten en greppels. Dit netwerk bestond in hoofdzaak uit twee brede, parallelle grachten **S3.056** en **S3.059** die vanuit het noordwesten het onderzoeksterrein binnen kwamen. In het zuiden van WP1 bogen de grachten af richting oosten, en doorkruisten deze WP2 (**S2.006** en **S2.017**).

In het vlak bestond de rand van de grachtvulling uit een donkergrijze tot donkerbruine, humeuze afzetting, die hoogstwaarschijnlijk werd afgezet toen de grachten watervoerend waren. Centraal bestond de vulling uit een fijnzandige afzetting. Deze jongste, zandige vulling kan worden geassocieerd met een aangroefase van het duinlichaam ter hoogte van het onderzoeksterrein, en komt overeen met horizont **SZ04** uit de late 16^e – vroege 17^e eeuw.

Onder de zandige afzettingen bevond zich een humeus pakket, dat wordt geassocieerd met een watervoerende fase van de grachten. De scherpe grens tussen de humeuze en zandige afzettingen toont aan dat het overstuiven van het terrein bijzonder vlug gebeurde. Het is onduidelijk of de grachten ten tijde van de zandafzettingen nog watervoerend waren of reeds waren drooggelegd. Het ontbreken van heterogene dempingspakketten of restanten van oeverafkalving doet vermoeden dat de grachten nog watervoerend waren. Anderzijds zou de homogeniteit van de stuifzandafzettingen kunnen wijzen op afzetting in een droog milieu. In een natte, watervoerende context zou men een gelaagde afzetting met speelbandjes kunnen verwachten.

Uitzondering is gracht S3.059, die reeds gedeeltelijk was gedempt ten tijde van de zandafzetting. De opvulling bestond uit een afwisseling van homogene, donkerbruine, humeuze afzettingen en heterogene, donkergrijze tot grijze afzettingen. Deze laatste worden in verband gebracht met de acute

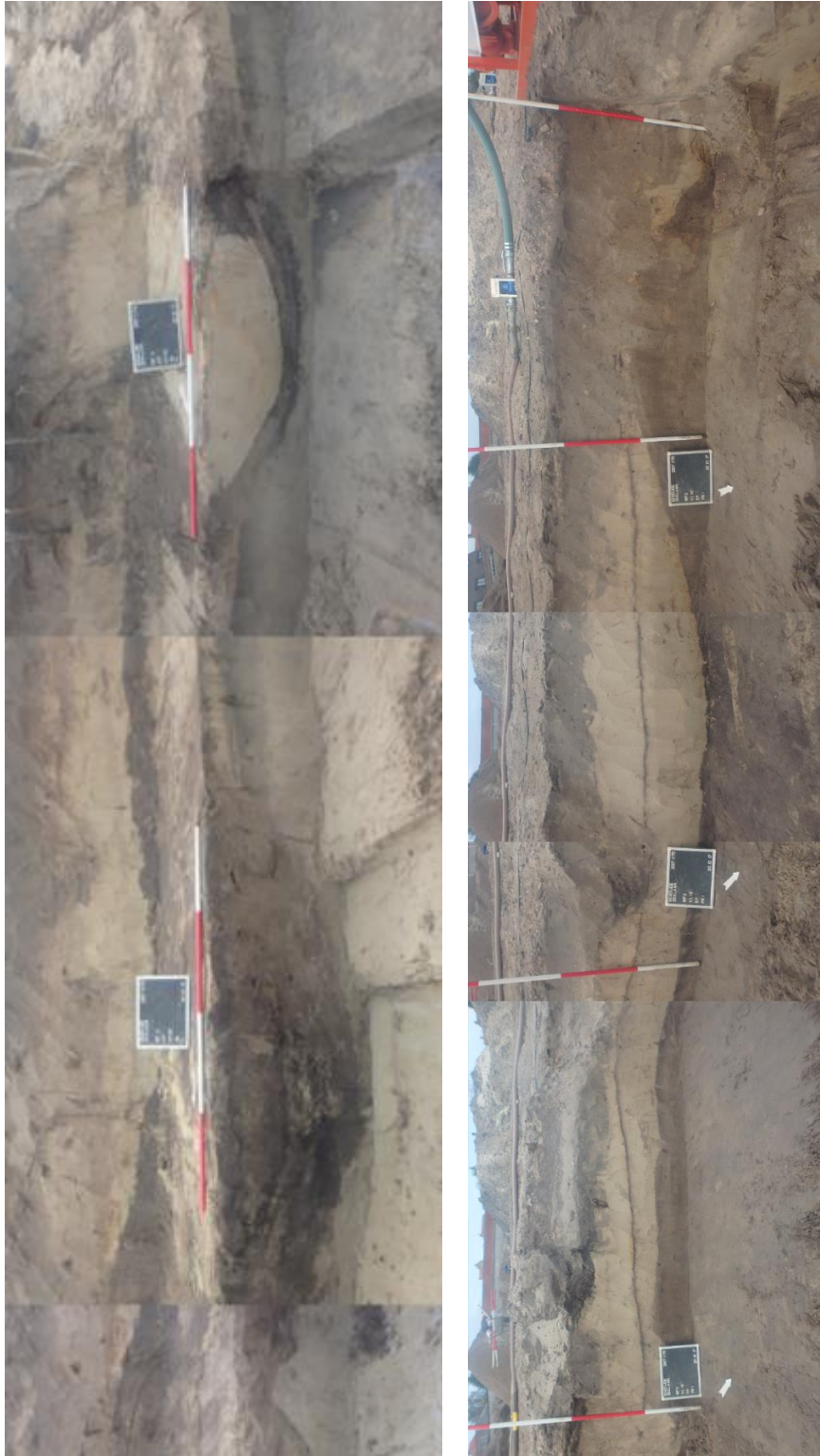
demping van de gracht of het lokaal inkalven van de oevers. Het voorkomen van verschillende dempingsfasen kan erop wijzen dat de bedding van de gracht herhaaldelijk werd heraangelegd of geherprofileerd.



Figuur 44: Gracht S3.059/S2.006 in de zuidwestelijke hoek (richting westen) met centraal een zandige opvulling (vlak 1B)



Figuur 45: Gracht S2.006 in vlak 1B



Figuur 46: Coupe op de grachten S3.059 (gedempte gracht links) en S3.056 (overstoven gracht, rechts) (links; in profiel 3.02) en gracht S2.006 (rechts; in profiel 2.01)



Figuur 47: Gracht S3.056 in vlak 2

De grachtvullingen leverden een kleine hoeveelheid materiaal op, te dateren in de 13^e tot en met de eerste helft van de 16^e eeuw. In de humeuze vulling van gracht S2.006 werden wandscherven in grijs aardewerk gevonden (Vnr 61). Dit materiaal dateert algemeen in het midden van de 11^e – eerste helft van de 16^e eeuw. In de vulling van gracht S1.021 (verlengde van S3.059) werden twee wandscherven in grijs en rood aardewerk aangetroffen (Vnr 26). Het rood aardewerk had een loodglazuur aan de binnenzijde en was beroet aan de buitenzijde. Het aardewerk dateert in de 13^e tot en met de eerste helft van de 16^e eeuw. In de zandige opvulling van gracht S3.056 ten slotte werd de rand van een grape in rood aardewerk gevonden. Deze vondst dateert het overstuiven van de gracht in de 16^e – 18^e eeuw (SZ04).

De vulling van deze grachten bevatten maar weinig cultuur- en gebruiksgewassen, waaronder enkele verkoolde resten van granen (tarwe en rogge), peulvruchten en duivenboon, alsook enkele onverkoolde resten van fruit (bosaardbei, vijg en dauwbraam). De vijg en bosaardbei zijn enkel in gracht S3.059 aangetroffen, dauwbraam daarentegen in alle sporen. De aanwezige taxa wijzen op een sterk antropogeen milieu, een stikstofrijke natte grond, alsook oever- en moerasland, grasland en schrale, natte en/of heidegrond. Ook zijn in gracht S3.059 veel taxa van bosrandvegetatie aanwezig. De aanwezige resten van waterorganismen tonen aan dat beide grachten watervoerend waren. Langs gracht S3.059 zijn vooral resten van natte ruigteplanten aangetroffen, wat erop wijst dat de gracht tijdens de vorming van de onderzochte lagen al sterk verland was.

Wegtracés

Het grachtensysteem werd geflankeerd door een wegtracé met karrensporen. Parallel langs de westelijke oever van gracht S3.056 liep een wegtracé **S1.009**. Het tracé bestond uit verschillende, parallelle karrensporen en had een totale breedte van circa 3,50 m. De oostelijke zijde van het wegtracé werd geflankeerd door een smalle greppel. Centraal in werkput WP1, in vlak 1B, werd het tracé oversneden door een lokale verdieping van de bovenliggende ploeglaag. Bij de aanleg van vlak 2 waren de karrensporen niet langer zichtbaar. In het uiterste noordwesten van WP1 vertoonde het wegtracé S1.009 een zijtak in westelijke richting **S1.038**. Ook dit tracé bestond uit parallelle karrensporen met een totale breedte van circa 3 m.

Een tweede wegtracé **S.1.025/S2.015** werd aangetroffen in het zuidoosten van werkput WP1, waar gracht S3.056 afbuigt richting oosten. Dit tracé was oost-west georiënteerd en liep vermoedelijk parallel aan gracht S2.017. In het uiterste oosten van werkput WP2 werd spoor S2.018 geïnterpreteerd als mogelijk restant van een wegtracé of leeflaag. In het veld oversneed wegtracé S1.025 de gracht S3.059/S1.021, wat doet vermoeden dat deze laatste ouder is dan gracht S3.056. Waarschijnlijk lag gracht S3.059 droog of was deze lokaal gedempt ten tijde van het wegtracé.

Ten zuiden van gracht S2.006 ten slotte waren enkele karrensporen zichtbaar in het vlak (**S2.009**). Het tracé had een totale breedte van circa 1,90 m.



Figuur 48: Wegtracé S1.009 (richting zuiden)



Figuur 49: Wegtracé S1.009 (richting westen)



Figuur 50: Coupe op wegtracé S1.009



Figuur 51: Wegtracé S1.038 (richting zuidoosten)



Figuur 52: De restanten van wegtracé S1.038 in de coupe



Figuur 53: Wegtracé S1.025 en enkele karrensporen S2.015 in het vlak (richting westen)

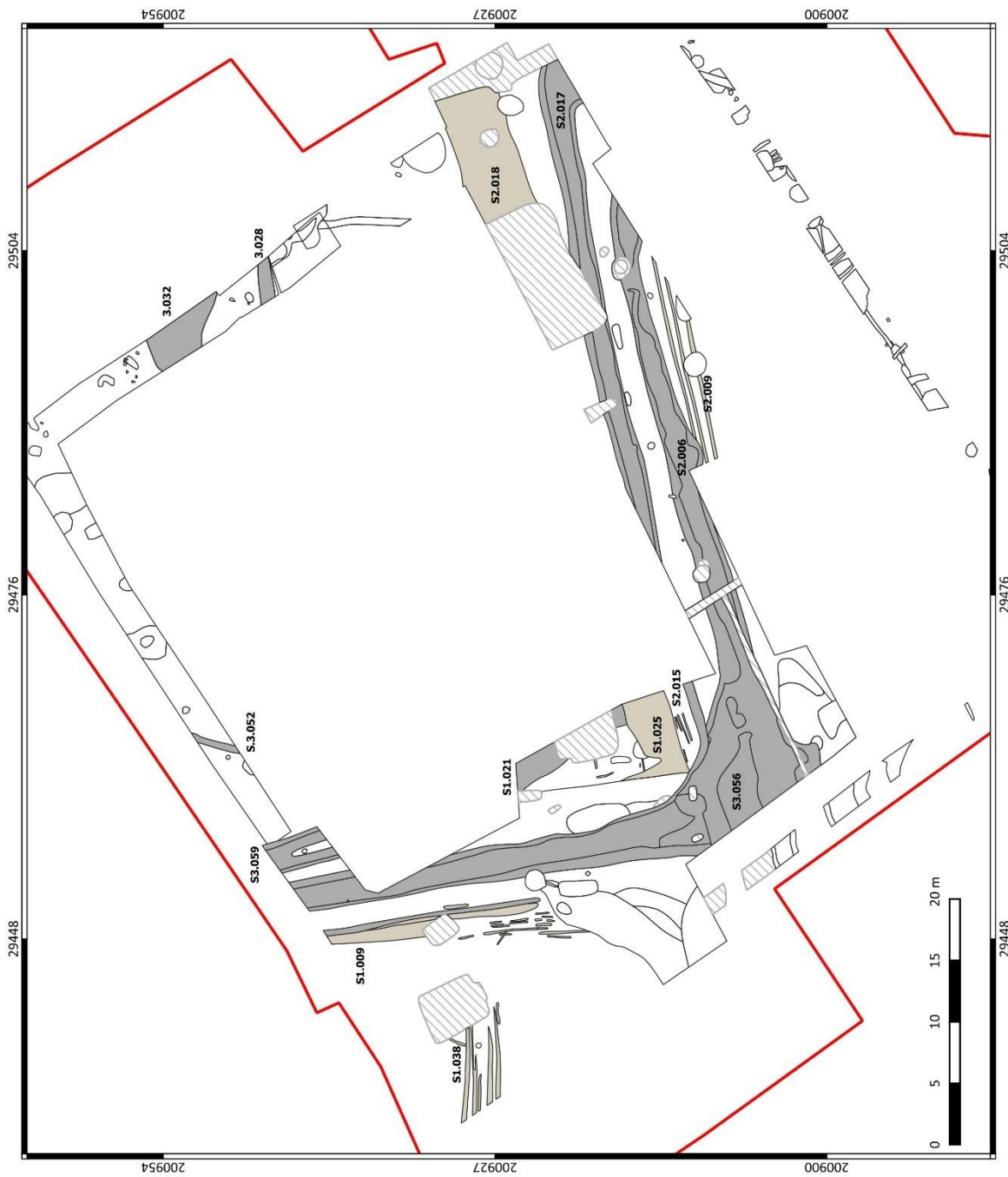


Figuur 54: Wegtracé S2.009 in het vlak, ten zuiden van gracht S2006 (richting noorden)



Figuur 55: Wegtracé S2.009 in het vlak (richting oosten)

In een karrenspoor van wegtracé S1.009 werd één wandscherf in grijs aardewerk gevonden (Vnr 97). Het fragment dateert algemeen in de 13^e – eerste helft van de 16^e eeuw. In het tracé S1.025 werden vijf scherven in rood en grijs aardewerk aangetroffen. Het rood aardewerk is afkomstig van een bodem met enkelvoudige, meerledige standvinnen. Het ensemble dateert het tracé eveneens in de 13^e – eerste helft van de 16^e eeuw. Op basis van het aardewerk lijken de wegtracés en grachten S3.056/S2.006 gelijktijdig in gebruik te zijn geweest.



	<p>ARCHEOLOGIE EN BOUWHISTORIE</p>
	<p>Koksijde Zeelaan Gracht- en wegtracés (OH02-OH03)</p>
<p>Projectnummer BAAC: 2017-1383 Projectcode: 2017/170</p>	
<p>Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> Plangebied Gracht Wegtracé Verstorring 	

Plan 11: Gracht- en wegtracés (OH02-OH03)

Bewoningssporen: structuren, kuilen, afvalkuilen en leeflagen (Plan 13 en Plan 15)

Verspreid over het onderzoeksterrein werden verschillende kuilen en paalkuilen aangetroffen, die met occupatiefase OH02 kunnen worden geassocieerd. Over het algemeen hadden de sporen een donkergrijze, homogene vulling, die zich scherp aftekende ten opzichte van de onderliggende duinafzettingen. Binnen het spoorenssemble konden twee clusters worden herkend.

Cluster 1

De eerste cluster bevond zich in de uiterst noordelijke hoek van het onderzoeksterrein, in vlak 2, en bestond uit de kuilen **S.3.043** en **S3.047** en de paalkuilen **S3.041**, **S.3.042**, **S.3.045** en **S.3.046**. De kuilen hadden een rechthoekige tot ovale vorm in het vlak.



Figuur 56: Overzicht van cluster 1 in het vlak (richting westen)



Figuur 57: Kuil S3.043 (links) en kuil S3.047 (rechts) in het vlak

In de coupe had kuil S3.043 een vlakke bodem en rechte wanden, met een bewaarde diepte tot circa 50 cm onder het vlak. De paalkuilen hadden een ronde tot ovale vorm in het vlak met een diameter die varieerde tussen 30 en 60 cm. In de coupe waren de sporen komvormig (tot een vlakke bodem) met een bewaarde diepte tot maximum 50 cm onder het vlak.



Figuur 58: Coupe op kuil S3.043

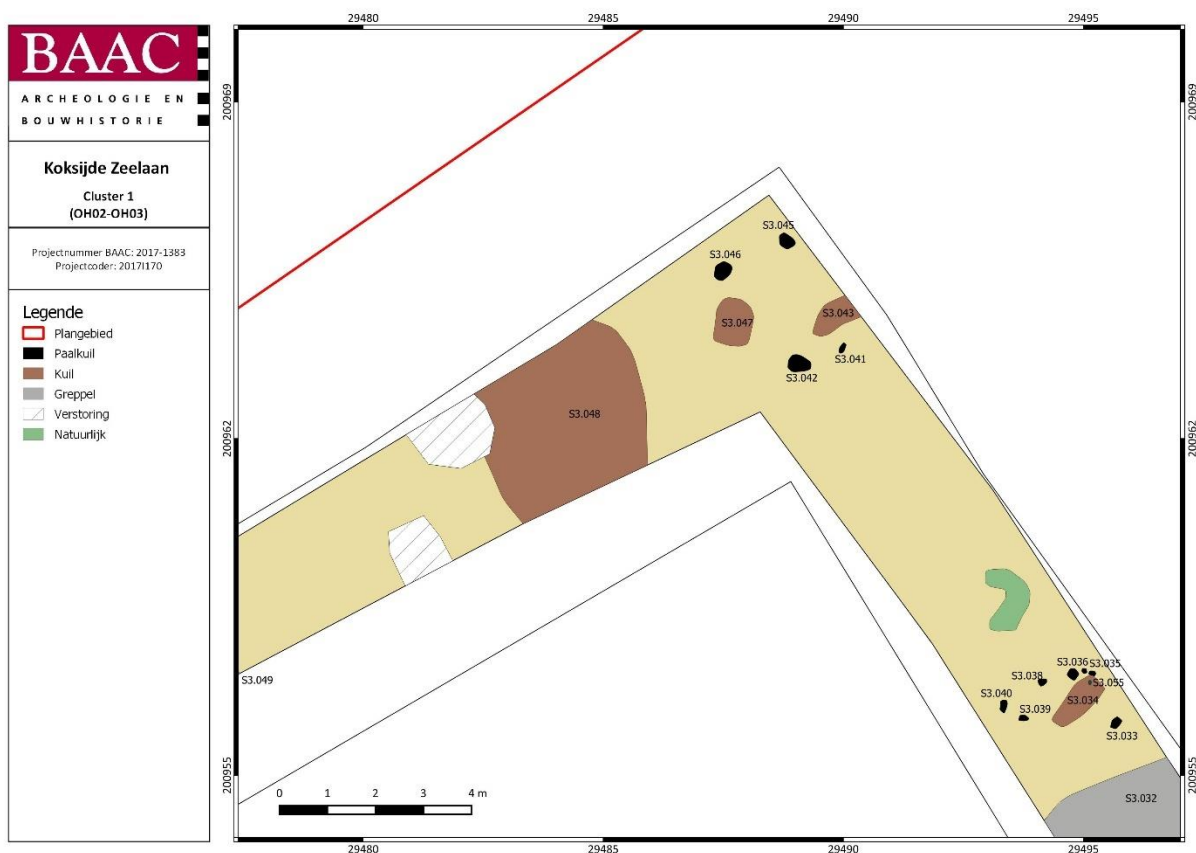


Figuur 59: Paalkuilen S3.041 en S3.045 in het vlak en in de coupe

Hoogstwaarschijnlijk liep de sporencluster verder buiten de contouren van het onderzoeksgebied, in oostelijke en noordelijke richting. De functionele en ruimtelijke interpretatie van de structuur is bijgevolg niet duidelijk. Mogelijk behoorden de paalkuilen – die in een rechthoekige constellatie lagen – tot een rechthoekige structuur met een noordoost-zuidwest oriëntatie. De breedte van de structuur bedroeg circa 3 m.

Uit de kuilen S3.043 en S3.047 werden enkele scherven aardewerk gerecupereerd (Vnrs 59 en 62). In kuil S3.043 werd één randfragment van een pan in rood aardewerk gevonden. De afgeronde rand had bovenaan een verdikking. Het aardewerk had een loodglazuur aan de binnenzijde en was beroet aan de buitenzijde. Het materiaal dateert in de 14^e eeuw. In kuil S3.047 werd een gelijkaardig randfragment uit de 14^e eeuw aangetroffen. Een tweede wandfragment in grijs aardewerk dateert in het midden van de 11^e eeuw tot en met de eerste helft van de 16^e eeuw.

De cluster werd oversneden door puinkuil S3.061. Deze werd aangesneden in het hogerliggende vlak. De kuil dateert uit het einde van de 16^e eeuw (cf. infra), een *terminus ante quem* voor de sporencluster. De puinkuil wordt in verband gebracht met het verlaten van middeleeuws Koksijde. De locatie van de kuil is mogelijk een indicatie voor de nabijheid van een bakstenen structuur, zoals een kerkgebouw. De vermoedelijk rechthoekige structuur kan eveneens een aanwijzing zijn dat de bewoningskern van middeleeuws Koksijde zich ter hoogte van de noordoostelijke hoek van het plangebied bevond.



Plan 12: Palencluster 1, in vlak 2 (OH02-OH03)

Cluster 2

Een tweede cluster (paal)kuilen bevond zich in de westelijke hoek van het onderzoeksterrein (WP1), in vlak 2, en omvatte de kuilen **S1.042-043-044**, **S1.047-048-049** en **S1.062**, en de paalkuilen **S1.045-046**, **S1.050-051**, **S1.063** en **S1.065**. De sporen varieerden in structuur (rond, rechthoekig tot ovaal) en textuur. De heterogene opvulling was licht- tot donkergrijs met houtskoolinclusies. Op de bodem van kuil S1.048 was een houtskoolrijke lens aanwezig.



Figuur 60: Cluster 2 in vlak 2



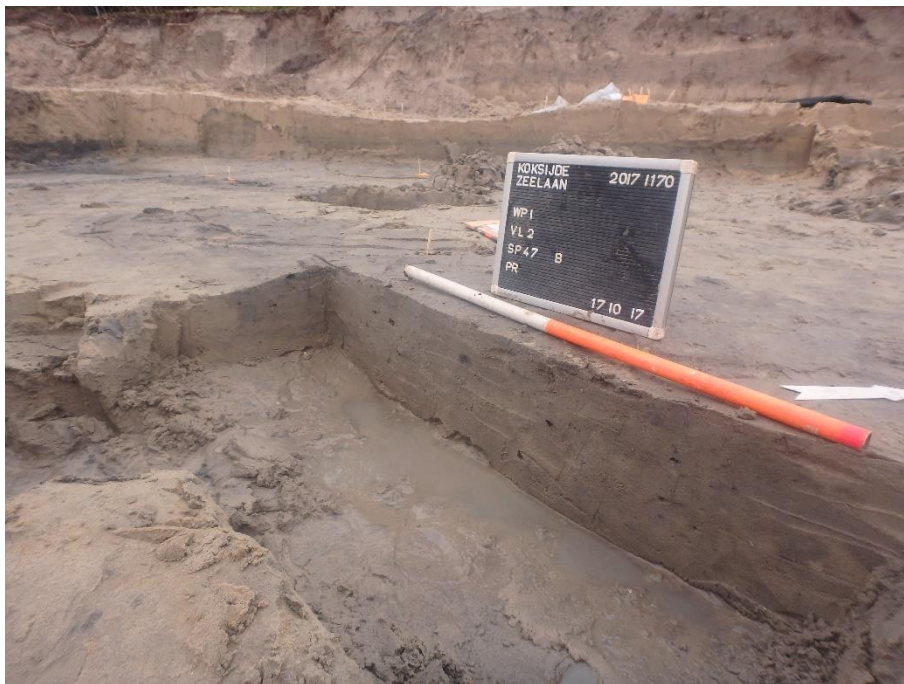
Figuur 61: Kuil S1.042 in het vlak



Figuur 62: Kuilen S1.043-044 in het vlak



Figuur 63: Kuil S1.049 in het vlak



Figuur 64: Kuil S1.047 in de coupe



Figuur 65: Kuil S1.048 in de coupe



Figuur 66: Paalkuil S1.045 in de coupe



Figuur 67: Paalkuil S1.046 in de coupe



Figuur 68: Paalkuil S1.063 in de coupe



Figuur 69: Paalkuil S1.065 in de coupe

De sporen manifesteerden zich ter hoogte van occupatiehorizont **OH02** (late 12^e – 13^e eeuw). Het aangetroffen aardewerk in de vulling van enkele kuilen bevestigt deze datering. In kuil S1.047 werden vier scherven aangetroffen waaronder een wandfragment in rood, hoogversierd aardewerk met schelpverschraling (Vnrs 20 en 105). Het fragment dateert in de 9^e – 12^e eeuw. De drie overige wandscherven in grijs aardewerk dateren algemeen in het midden van de 13^e tot en met de eerste helft van de 16^e eeuw. In kuil S1.048 werden zes scherven in grijs aardewerk gevonden (Vnrs 8, 17 en 54). Eén rand-/steelfragment is afkomstig van een schaalvormige pan met een lage vorm, en dateert in het tweede kwart van de 12^e – 13^e eeuw. Een tweede randfragment is afkomstig van een vuurklok uit de 13^e – 14^e eeuw. In kuil S1.049 ten slotte werden 13 scherven in rood, grijs en vroegrood

aardewerk aangetroffen (Vnrs 6 en 56). De fragmenten zijn afkomstig van onder andere een voorraadpot en kan/kruik, en dateren de kuil in de 13^e – 14^e eeuw. De cluster werd oversneden door wegtracé S1.009, dat dateert in de 13^e tot en met de eerste helft van de 16^e eeuw. Het wegtracé en het grachtensysteem maakten hoogstwaarschijnlijk deel uit van occupatiehorizont **OH03**.

De functionele en ruimtelijke interpretatie van de sporencluster is onduidelijk. Vermoedelijk breidde de structuur zich verder uit buiten het plangebied. Mogelijk maakten de sporen deel uit van de periferie van een meer intens gebruikt en/of bebouwd areaal in middeleeuws Koksijde. Hoe dit areaal zich situeerde ten opzichte van de nederzettingkern in de noordoostelijke hoek van het plangebied, blijft onduidelijk.

Tussen beide clusters bevond zich een duidelijk minder intens gebruikte en gecultiveerde zone. Mogelijk gaat het om twee gescheiden occupatiekernen. De zone in het westen vertegenwoordigde vermoedelijk een eerder 'rurale' component van middeleeuws Koksijde. De kuilen aangetroffen in deze zone bevatten bijvoorbeeld geen bouwpuin, en de lokale stratigrafie wijst op een relatief eenvoudige, rurale occupatiehorizont die bestond uit een dunne, organische leeflaag. In de noordoostelijke zone bestond de middeleeuwse bodemopbouw uit een complexe afwisseling van meerdere leeflagen en ophogingen, die eerder aan een 'stedelijke' bodemaccumulatie doen denken. Beide zones behoren hoogstwaarschijnlijk tot middeleeuws Koksijde, maar vertegenwoordigen twee facetten van de nederzetting (on-site vs. off-site fenomenen).

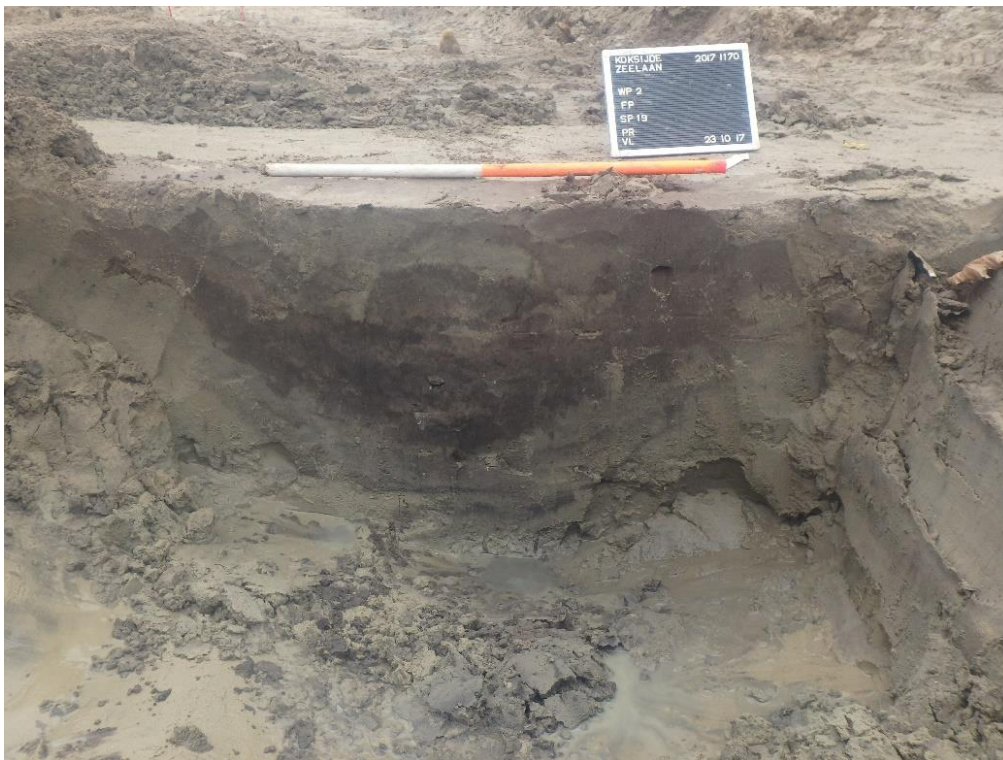


Plan 13: Palencluster 2, in vlak 2 (OH02-OH03)

Kuilen

In de zuidoosten van werkput WP2, in vlak 2, bevond zich de ronde kuil **S2.019** met een diameter van circa 2 m. De homogene, bruine vulling van de kuil tekende zich vaag af in de onderliggende duinafzettingen. In de coupe was het spoor komvormig en waren meerdere, zandige afzettingen zichtbaar. Onderin bevond zich een donkergrijs/-bruin, humeus pakket. De kuil had een bewaarde diepte tot circa 90 cm onder het vlak.

In de humeuze vulling werden vijf scherven in rood en grijs aardewerk gevonden (Vnr 63). Het grijs aardewerk omvat een oor- en wandfragmenten afkomstig van een vuurklok uit de 13^e – 14^e eeuw. Een bodemfragment in rood aardewerk met meerledige, losstaande standvinnen dateert eveneens uit de 13^e tot en met de 14^e eeuw. De geïsoleerde kuil bevond zich hoogstwaarschijnlijk in de periferie van middeleeuws Koksijde. De functie van de kuil is onduidelijk.



Figuur 70: Coupe op kuil S2.019

Leeflagen

Centraal in werkput WP1 werden in vlak 2 resten van leeflaag OH02 geregistreerd (**S1.052**). De laag werd oversneden door gracht S3.056. Tijdens de aanleg van het vlak werden in de vulling van de laag drie aardewerkfragmenten gevonden. Eén randfragment in vroegrood aardewerk is vermoedelijk afkomstig van een tuit- of kogelpot. De scherf dateert in het tweede tot en met vierde kwart van de 12^e eeuw. Twee grijze wandscherven met roetsporen aan de buitenzijde dateren ruimer tussen het midden van de 11^e tot en met de eerste helft van de 16^e eeuw.

Ten zuiden van greppel S.3.028 bevond zich een restant van een humeuze leeflaag **S.3.055**, met een onregelmatige vorm in het vlak en een bewaarde lengte tot circa 7 m. De laag was slechts enkele centimeters diep bewaard. Naast organisch materiaal bevatte de laag een grote hoeveelheid schelpen. Uit de laag werden drie scherven aardewerk verzameld (Vnr 67). Twee grijs gebakken fragmenten zijn vermoedelijk afkomstig van de bodem of het deksel van een vuurklok, en dateren uit de 13^e – 15^e eeuw.

De laag bevond zich net buiten de nederzettingkern van middeleeuws Koksijde. Mogelijk gaat het om een plaatselijke dump van afval of een mestkuil.

Boven leeflaag OH02, was in vlak 1 een riemgeleider aanwezig die gedateerd kon worden tussen 1150 en 1400. Ter hoogte van vlak 1 is een puntvondst ingezameld dat in een zandige laag tussen leeflagen OH02 en OH03 aanwezig was. Het gaat om een dubbele mijt uit de tweede helft van de 14^{de} eeuw. In profiel 3.1 is daarnaast in laag OH03 een glasfragment aangetroffen dat gedateerd kon worden tussen de 14^{de} en de 16^{de} eeuw.



Figuur 71: Kuil S1.052 wordt oversneden door gracht S3.056 (richting noordoosten)



Figuur 72: Restant van leeflaag S3.055 in vlak 2 (richting zuidoosten)



Plan 14: Palenclusters in vlak 2 (werkputten 1 en 3)



Plan 15: Leeflagen (OH02-OH03) en kuilen in WP1 vlak 1b en WP3 vlak 2.

Einde van de bewoning: afvalkuilen met bouwafval (Plan 15)

In het noordoosten van het plangebied werden twee afvalkuilen **S3.048** en **S3.061** blootgelegd. De kuilen manifesteerden zich ter hoogte van occupatiehorizont **OH03**. De heterogene, (donker)grijze, zandige vulling van kuil S.3.048 tekende zich vrij scherp af ten opzichte van de onderliggende duinafzettingen. In vlak 2 had de kuil een rechthoekige, lineaire vorm met zijden van minimaal 3,20 tot 3,60 m. In de coupe had het spoor rechte zijden met een komvormige bodem. Onderin de kuil bevonden zich enkele humeuze pakketten. Op basis van de macrorestenanalyse (zie Hoofdstuk 5.7.1 Onderzoek botanische macroresten) was de kuil oorspronkelijk in gebruik als drenkkuil. Deze kuil werd vermoedelijk bij het verlaten van de site gedempt met bouwafval. Kuil S.3.061, op een vijftal meter ten oosten van kuil S.3.048, werd enkel in profiel PR3.1 geregistreerd. Ook deze kuil had een heterogene, (donker)grijze vulling, die zich scherp aftekende ten opzichte van de onderliggende duinafzettingen.

In beide kuilen werd een grote hoeveelheid bouwpuin aangetroffen, waaronder natuurstenen bouwelementen en enkele fragmenten van een bakstenen gevelplint. Kuil S3.061 bevatte eveneens een intacte, kalkstenen vijzel. Het materiaal lijkt niet afkomstig van burgerlijke bebouwing. Hoogstwaarschijnlijk zijn het de restanten van de oude, middeleeuwse kerk. Op een nabijgelegen perceel werd in het verleden reeds een oude grafsteen gevonden.⁴⁹

Het botanisch onderzoek van het vegetatiebeeld in kuil S3.048 wees op een kustnabij grasland. Vermoedelijk zijn de resten afkomstig uit mest. Waterplanten tonen aan dat de kuil lange tijd water bevatte, en een wisselend waterpeil had. Mogelijk gaat het om een drenkkuil.

Op basis van de relatieve chronologie ter hoogte van occupatiehorizont **OH03** dateren de kuilen vermoedelijk uit het einde van de 16^e eeuw. De aard van het vondstmateriaal (afbraakmateriaal, mogelijk van de middeleeuwse kerk) en de datering doen vermoeden dat de kuilen werden aangelegd tijdens of net na het verlaten van de middeleeuwse site.



Figuur 73: Kuil S3.048 in vlak 2

⁴⁹ Persoonlijke communicatie Alexander Lehock



Figuur 74: Kuil S3.048 in profiel PR3.2. Aan de rechterzijde doorsnijdt de kuil oocupatiehorizont OH03



Figuur 75: Coupe op kuil S3.048 met onderin enkele humeuze pakketten. De kuil drong door tot in horizont OH02



Figuur 76: Kuil S3.061 in profiel PR3.1



Plan 16: Occupatiefase OH04

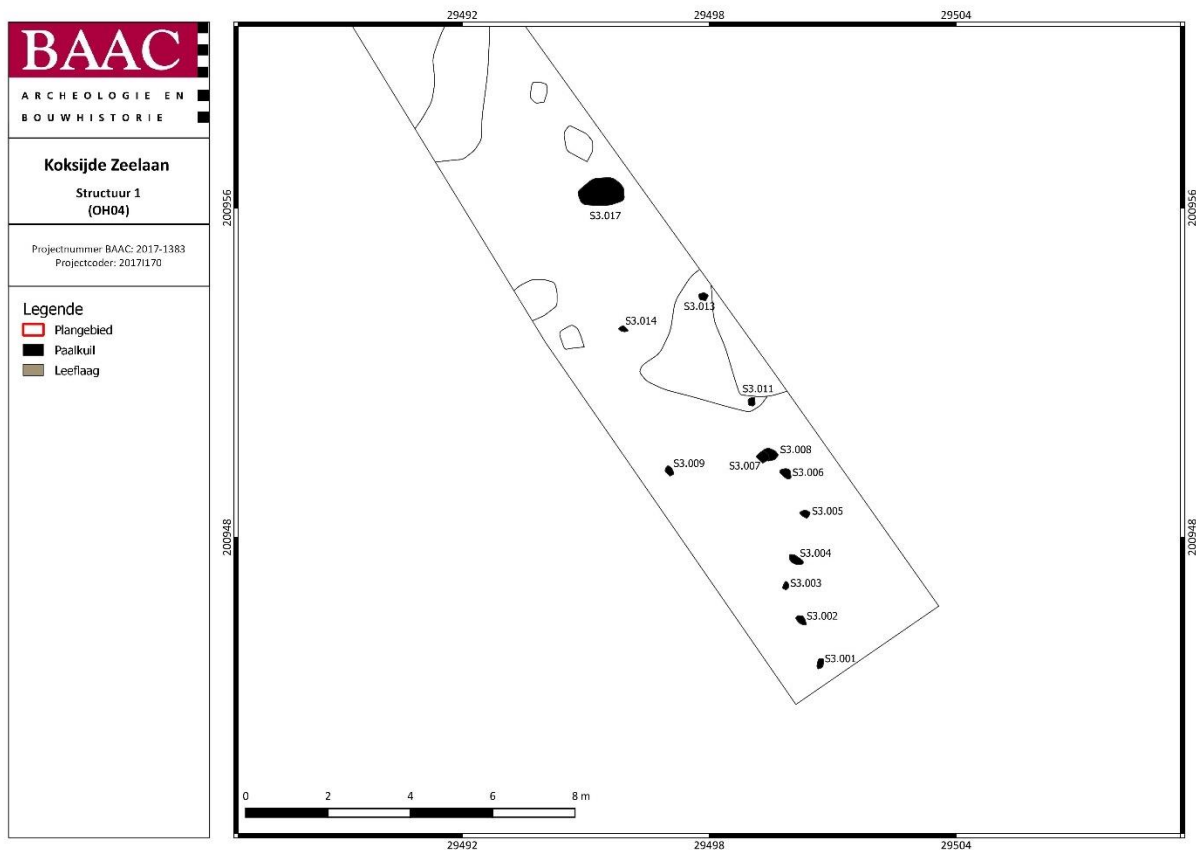
3.5.3 Occupatiehorizont OH04: 17^e eeuw

Historische gegevens tonen aan dat de nederzettingkern na de godsdienstoorlogen nieuw leven werd ingeblazen, en dat de kerk werd heropgebouwd. Veel sporen uit deze periode zijn niet aangetroffen. De sporen beperken zich tot de overblijfselen van een houten structuur in de nabijheid van de vermoedelijke kerklocatie.

Bewoningssporen: structuren en leeflagen (Plan 15)

Structuur STR1

De restanten van structuur STR1 bevonden zich in het noordoosten van het plangebied (WP3), ter hoogte van occupatiehorizont **OH04**. De structuur omvatte de paalkuilen **S.3.001 – S.3.009, S.3.011, S.3.013, S.3.014** en **S.3.017**. De rij paalkuilen duidt vermoedelijk de westelijke wand van de structuur aan. De structuur, die doorliep buiten de contouren van het plangebied, had een minimale lengte van 13 m en een minimale breedte van 3,50 m. De paalsporen hadden een ronde tot ovale vorm in het vlak, en een (donker)grijze vulling die zich vrij scherp aftekende ten opzichte van de onderliggende stuifzanden (**SZ04**). Ter hoogte van de paalkuilen S.3.003 en S.3.004 vertoonde de wand een asverschuiving, ongeveer 1,60 m richting oosten. De kuilen S.3.009 en S.3.014 wijzen mogelijk op een uitbouw van de zijwand. De dubbele paalzetting S.3.007-S.3.008, in het verlengde van kuil S.3.009 (uitbouw), duidt waarschijnlijk op een herstelling. In de paalkuilen werd geen vondstmateriaal aangetroffen.



Plan 17: Structuur 1 (OH04)

Paalkuil S3.004 doorsneede de occupatiehorizont **OH03**. Onderin het spoor werden in deze horizont 11 fragmenten in rood en grijs aardewerk gevonden (Vnr 32). Het grijs aardewerk omvat enkele

wandfragmenten en twee bodemscherven met meerledige, losstaande standvinnen. Vijf wandfragmenten in rood aardewerk hebben een loodglazuur aan de binnen- en buitenzijde, en zijn beroet aan de buitenzijde. Het aardewerk dateert algemeen in de 13^e tot en met de eerste helft van de 16^e eeuw.



Figuur 77: Overzicht van STR1 (richting noordwesten)



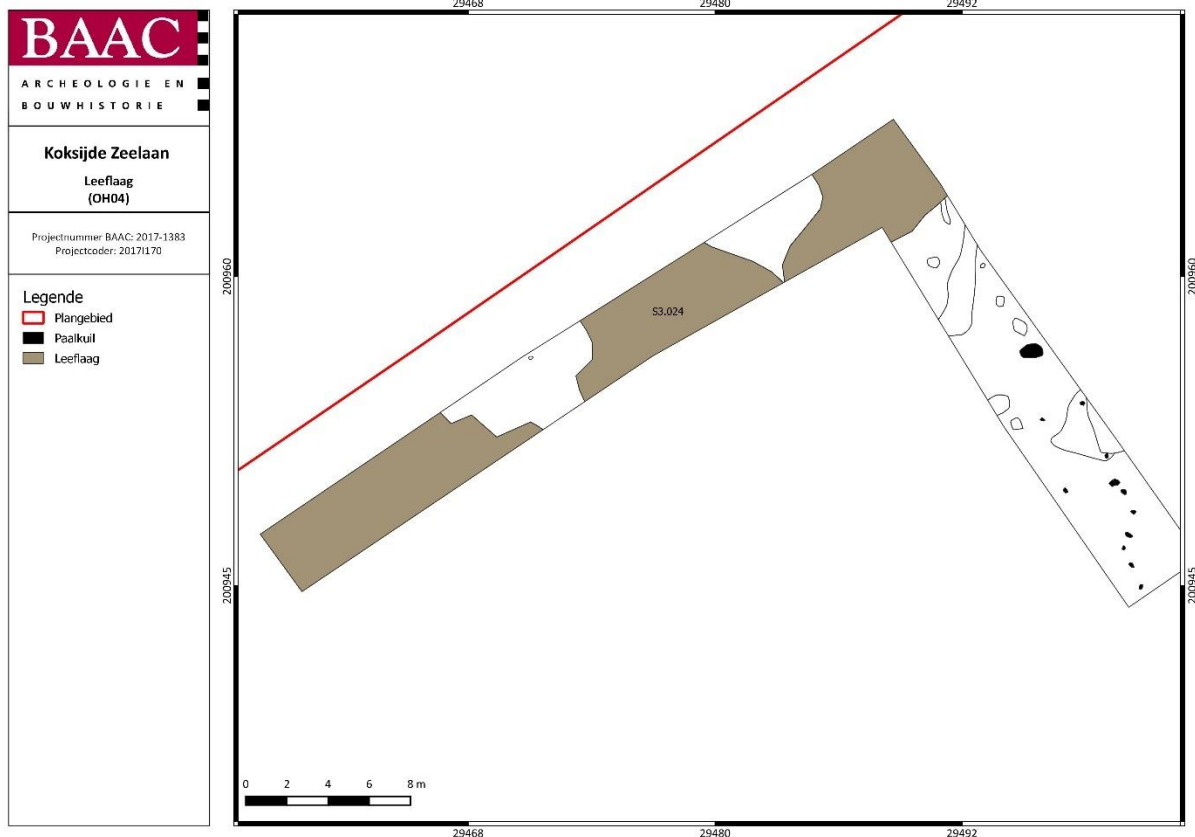
Figuur 78: Coupe op paalkuilen S3.002, S3.004-009, S3.011 en S3.017 (vlnr, vbno)

Resten van een leeflaag

In het uiterste noordoosten van werkput WP3 waren vermoedelijk restanten van leeflaag OH04 aanwezig. In het veld werden de sporen als verstoring geïnterpreteerd. De resten tekenden zich in het vlak af als grillige, (donker)bruine sporen. Tijdens de aanleg van het vlak werden uit de laag negen scherven aardewerk verzameld (Vnr 57): drie randfragmenten in rood aardewerk afkomstig van een kan/kruik, teil en bloempot; twee scherven afkomstig van een bodem met standvinnen in rood aardewerk; één fragment van een worstoor afkomstig van een kan of kruik in grijs aardewerk; twee fragmenten van een kleipijp met het merk 'CD' op de hiel, en een bodemfragment in majolica. Het aardewerk dateert de laag in de tweede helft van de 17^e – 18^e eeuw.



Figuur 79: Spoor S3.024, restanten van leeflaag OH04



Plan 18: Leeflaag (OH04)

3.5.4 Recente bouwvoor (BV): 19^e – 20^e eeuw

Onmiddellijk onder de bouwvoor manifesteerden zich verspreid over het plangebied in vlak 1, recente sporen. Het betrof een aantal kuilen, begravingen van dieren (**S4.001-002**, **S4.004-005** en **S4.007**, **S5.011** en **S5.014**) en enkels greppels. Aan de hand van de vondstcollectie (recent materiaal en bouwpuin) werden deze sporen in de 20^e eeuw gedateerd.

In greppel **S1.002** zijn twee doorzichtige glasfragmenten gevonden (Vnr 189). De aanwezigheid van een vermoedelijke hechtingslijn verwijst naar een industriële techniek, die dateert in de 19^e – 20^e eeuw.

In de recente bouwvoor zijn ook diepe verstoringen te zien, die na SZ04 en dus na 1600 te dateren zijn. Een reeks grachten bleef dus sinds die tijd zichtbaar, tot in de 20^{ste} eeuw. Op een luchtfoto uit WOII zijn diverse oude perceelsgrenzen te zien die min of meer aansluiten op een aantal sporen uit het archeologisch onderzoek (Plan 19). Daardoor is een zekere continuïteit aantoonbaar. Het gaat om archaische en fossiele lijnen in het landschap die bij het nemen van de luchtfoto's geen betekenis meer hadden als eigendomsstructuren of andere actieve landschappelijke indelingen. Oudere luchtfoto's uit WOI sluiten nog beter aan op de oude perceelsindelingen aangezien deze (perceels)mutaties uit de 20^{ste} eeuw uitsluiten.



	ARCHEOLOGIE EN BOUWHISTORIE
	Koksijde Zeelaan opgraving veldplan vlak 1B
Projectnummer BAAC: 2017-1383 Projectcode: 20171170	
Legende	
	Plangebied
	Werkput
	Typologie sporen
	Greppel
	Kuil
	Verstoring
	Weg
	Leeflaag
	Paalkuil
	Karresporen
	Dierengraf
	Bomkrater
	Natuurlijk



20-4-2023

Plan 19: Het sporenplan geprojecteerd op de luchtfoto uit WOII.

4 Vondsten

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk omvat een assessment en analyse van de aangetroffen vondsten. Na de inleidende hoofdstukken 4.1 Inleiding en 4.2 Methode en technieken, wordt een assessment en analyse voorzien per aangetroffen materiaal categorie. Het assessment bestaat uit een beschrijving van de gebruikte methode en een inventaris van de vondsten, gevolgd door een interpretatie. Verder wordt bepaald voor welke vondsten een verdere conservatie of behandeling noodzakelijk is. Door het bepalen van het potentieel op kenniswinst en de exploitatie hiervan zal een selectie van de vondsten gekozen worden voor analyse. De methode voor verdere uitwerking wordt geselecteerd en de resultaten van de analyse en interpretatie worden vervolgens weergegeven.

4.2 Methode en technieken

Per spoornummer zijn alle vondsten bekeken en ingevoerd in de vondstdeterminatietabel. Zo werd eerst gekeken naar de vondst categorie, vervolgens naar de dominante deel categorie, waarna de belangrijkste gegevens m.b.t. de vondsten genoteerd werden. Er is ook getracht om de vondsten van een preliminaire datering te voorzien.

Volgende binnen BAAC Vlaanderen aanwezige materiaalspecialisten werden geraadpleegd.

Vondstcategorie	Specialist
(post)middeleeuws aardewerk en bouwkeramiek	Jelle De Mulder
Botmateriaal	Annelies Claus
Glas	Niels Schelkens
Natuursteen	Carola Stern
Metaal	Ron Bakx

4.3 Aardewerk

4.3.1 Methodologie

Registratie

Voor de inventarisatie van het aardewerk is een determinatietabel⁵⁰ opgesteld, die volgende elementen bevat:

- werkput, vlak, spoornummer, vondstnummer, details (laag,...)
- kwantificatie van het aardewerk: schervenaantal, MAR (maximum aantal randen), aantal bodemfragmenten, aantal secundaire elementen (oor, tuit, steel,..), diagnostische bakseltypes, MAI (het uiteindelijke minimum aantal individuen, afhankelijk van de gehanteerde criteria)
- fragment 1 en fragment 2: de specifiek bewaarde onderdelen van de aardewerkvorm (wand, rand, bodem, oor,...)
- aardewerksoort: grijs, rood, vroegrood, lokaal roodbeschilderd, Rijnlands roodbeschilderd, Maaslands,..
- maakwijze: handgevormd, bijgedraaid of gedraaid aardewerk

⁵⁰ In bijlage

- herkomst: lokaal, regionaal of import aardewerk
- vormsoort: benaming van de met het fragment corresponderende aardewerkvorm
- type: specificatie van bijvoorbeeld rand- en bodemtypes of verschrallingstypes
- glazuurtype en glazuurtechniek: lood-zout-tinglazuur, strooiglazuur-glazuurpap
- versiering 1-2 en versieringsdetails: toegepaste decoratiemethodes: glazuur, vingerindrukken, beschildering, groeflijnversiering, alsook de positie van de besproken decoratie op de aardewerkvorm
- gebruikssporen
- datering
- secundaire kenmerken en opmerkingen
- overige informatie (foto, tekening)

Kwantificatie

Voor de kwantificatie van het aardewerk is gebruik gemaakt van een scherventelling en een berekening van het minimum aantal individuen (MAI). Indien randfragmenten bij aardewerksoorten met zeer herkenbare bakseltypes ontbreken, is gekozen voor een kwalitatieve MAI berekening. Bij deze berekeningswijze worden onder specifieke omstandigheden ook bodemfragmenten en kenmerkende bakseltypes in rekening gebracht.⁵¹

Morfologische en typologische analyse

De identificatie van de verschillende aardewerkvormen is gebaseerd op enkele basiswerken.⁵²⁵³⁵⁴ Voor meer regiogerichte informatie is gebruik gemaakt van de conceptrapporten van de opgravingscampagnes langsheen het Fluxystracé Alveringem-Maldegem, met een specifieke focus op de pottenbakkerssite te Houthulst⁵⁵ en referentiemateriaal uit Oudenburg⁵⁶, Veurne⁵⁷, Middelkerke⁵⁸, Raversijde⁵⁹ en Koksijde⁶⁰.

Site-specifieke omstandigheden

De site *Koksijde Zeelaan* ligt in een duinenlandschap, waarbij het grootste deel van het materiaal afkomstig is uit leeflagen en open contexten. Om de chronologie van de leeflagen zo goed mogelijk in kaart te brengen, zijn de lagen uitvoerig bemonsterd en zijn alle vondsten per vlak geregistreerd.

4.3.2 Chronologische, morfologische en technische kenmerken

Op basis van het aantal scherven en het minimum aantal individuen wordt duidelijk dat de aardewerkconcentratie in werkput WP3 opmerkelijk hoger is dan in de werkputten WP1 en WP2.

⁵¹ DESBAT 1990, pp.131–134; POULAIN 2013, p.109

⁵² DE GROOTE 2008

⁵³ POULAIN 2016

⁵⁴ BARTELS 1999

⁵⁵ VERDEGEM *et al.* 2017

⁵⁶ HILLEWAERT & HOLLEVOET 1994

⁵⁷ HERREMAN 2010

⁵⁸ DEMOEN *et al.* 2016

⁵⁹ PIETERS *et al.* 2013

⁶⁰ DE WILDE & DE MEULEMEESTER, 1991

Tabel 11: Schervenaantal en MAI per werkput

Werkput	Schervenaantal	MAI
WP1	112	19
WP2	61	8
WP3	339	64

Werkput WP1

Tabel 12: Aardewerksoort in schervenaantal en minimum aantal individuen (n en %)(WP1)

WP1	Schelp	Grijs	Vroegrood	Rood	Hoogversierd	Steengoed	Witbakkend	Totaal
n	1	71	3	33	2	1	1	112
n%	0,9	62,8	2,7	30,1	1,8	0,9	0,9	100,0
MAI	1	10	3	2	1	1	1	19
MAI%	5,0	50,0	15,0	15,0	5,0	5,0	5,0	100,0

Het aardewerkassemblage in WP1 bestaat uit 112 scherven, goed voor 19 individuen. Het aanzienlijk percentageverschil tussen beide tellingswijzen is te verklaren door het beperkt aantal individuen. Het grijs aardewerk is zowel bij de scherventelling als het minimum aantal individuen de best vertegenwoordigde aardewerksoort met percentages van 62,8 % (n) en 50,0 % (MAI). Het rood aardewerk volgt met een aandeel van 30,1 % (n) of 15,0 % (MAI). Het vroegrood en hoogversierd aardewerkensembel bestaan uit respectievelijk drie (n=2,7 % en MAI=15,0 %) en twee (n=1,8 % en MAI=5,0 %) scherven. Ten slotte komen nog vier aardewerksoorten in beperkte mate voor (n=0,9 % en MAI=5,0 %): handgevormd aardewerk met schelpgruisverschraling, steengoed en witbakkend aardewerk.

Chronologisch kan het aardewerk uit werkput WP1 worden ingedeeld in drie fases: derde kwart 12^e – eerste helft 13^e eeuw, 14^e – 16^e eeuw en einde 16^e – 17^e eeuw.

Fase 1: derde kwart 12^e – eerste helft 13^e eeuw

Fase 1 wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van volgende vormsoorten: kogelpot/voorraadpot, kan/kruik, pan en vuurklok. De aanwezige aardewerksoorten zijn: handgevormd aardewerk met schelpgruisverschraling, grijs, vroegrood, hoogversierd en rood aardewerk. Door een kwalitatieve telling van het MAI zijn voor het aardewerk met schelpgruisverschraling en het hoogversierd aardewerk individuen in rekening gebracht op basis van wandscherven.

Tabel 13: Vormsoorten per aardewerksoort, telling volgens het MAI (WP1, Fase 1)

WP1	bord	kogelpot	kan/kruik	pan	voorraadpot	vuurklok	teil	onbekend
Schelp	0	0	0	0	0	0	0	1
Grijs	0	6	0	2	1	1	0	0
Vroegrood	0	0	1	1	0	0	0	1
Hoogversierd	0	0	0	0	0	0	0	1
Rood	0	0	0	1	1	0	1	0
Steengoed	0	0	0	0	0	0	0	1
Witbakkend	1	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	1	6	1	4	2	1	1	4

De kogelpot of voorraadpot is de best vertegenwoordigde vormsoort en komt zowel in grijs (Figuur 80: 1-4, 6-7) als rood aardewerk (Figuur 80: 5) voor. Door de sterke fragmentatie van de randen is het onderscheid tussen beide vormen niet duidelijk. Daarom is vooral gekeken naar de aanwezigheid van gebruikssporen (bijv. beroeting). Randtypologisch is een grote variatie zichtbaar. Een kogelpot met een licht uitstaande, afgeplatte rand is waarschijnlijk één van de oudste individuen (Figuur 80: 1) en dateert vermoedelijk in de tweede helft van de 12^e eeuw. Ook blokvormige randtypes met een vierkante doorsnede (Figuur 80: 5) of een afgeplatte, haaks uitstaande rand (Figuur 80: 4) komen voor. Een individu met een kleine diameter en een korte, sikkelvormige rand is waarschijnlijk als drinkbeker gebruikt (Figuur 80: 7). Daarnaast werd ook een bijlvormig randtype met een sterk uitgesproken boven- en onderlip aangetroffen (Figuur 80: 3). Een laatste randtype is een licht uitstaand, langgerekt type met een al dan niet verdikte, afgeronde rand (Figuur 80: 2, 7). Op een kogelpot met dit randtype zijn op de rand een reeks vingerindrukken aangebracht (Figuur 80: 7).

Drie individuen in grijs (Figuur 80: 8) en vroegrood aardewerk (Figuur 80: 10) worden als pan geïdentificeerd. Wederom is het materiaal sterk gefragmenteerd. Twee randtypes komen voor. Het eerste type is een eenvoudige, naar boven afgeronde rand (Figuur 80: 9-10). Bij één exemplaar is nog een deel van een cilindrische, holle steel die de wand doorboord, bewaard. Het tweede randtype is een langgerekte, afgeronde en omgeplooid rand (Figuur 80: 8). Een 13^e-eeuwse pan met een omgeplooid rand werd aangetroffen op de site Middelkerke-Kalkaert.⁶¹ Op alle exemplaren zijn sporen van beroeting aangetroffen.

Van de kan/kruik en de vuurklok werd telkens één randfragment aangetroffen. Het kan/kruikfragment in vroegrood aardewerk heeft een rechtopstaande rand met een geprononceerde binnenlip (Figuur 80: 11). De determinatie van de vuurklok is onzeker. Het individu heeft een eenvoudige, afgeronde rand en een geribbelde hals, met een diameter van circa 40 cm. De binnen- en buitenzijde zijn licht beroet.

Ten slotte kunnen nog twee aardewerksoorten aan deze periode worden toegewezen. Het aardewerk met schelpverschraling komt voor vanaf de 10^e tot en met het derde kwart van de 12^e eeuw.⁶² Het hoogversierd aardewerk is vertegenwoordigd door twee wandfragmenten in vroegrood aardewerk, waarvan de buitenzijde is behandeld met dekkend slijb en loodglazuur. Deze decoratiewijze is typerend voor de eerste helft van de 13^e eeuw.⁶³

Fase 2: 14^e – 16^e eeuw

Binnen deze fase is minder materiaal aangetroffen. De vormsoorten pan en teil zijn beide aanwezig met één individu in roodbakend aardewerk. De teil is aan de binnenzijde geglazuurd en heeft een bandvormige rand met een geprononceerde en ondersneden bovenlip en een puntige onderlip (Figuur 80: 12). Dit individu dateert vermoedelijk in de 15^e of 16^e eeuw. De pan is aan de binnenzijde deels geglazuurd met strooiglazuur. Het rood aardewerk is bij de bakking niet volledig geoxideerd, waardoor het materiaal een grijze kern en een bruin/grijze oppervlaktekleur heeft. De pan heeft een eenvoudige, opstaande en bovenaan licht verdikte rand (Figuur 80: 9). Ook een deel van de massieve, in doorsnede rechthoekige steel is nog bewaard. Dit individu is vermoedelijk ouder dan de teil en dateert in de tweede helft van de 14^e eeuw.

Een wandscherf van vermoedelijk een kan of kruik in Rijnlands steengoed is aan de buitenzijde voorzien van een bruine ijzerengobe. Dit individu dateert in de 15^e – 16^e eeuw.

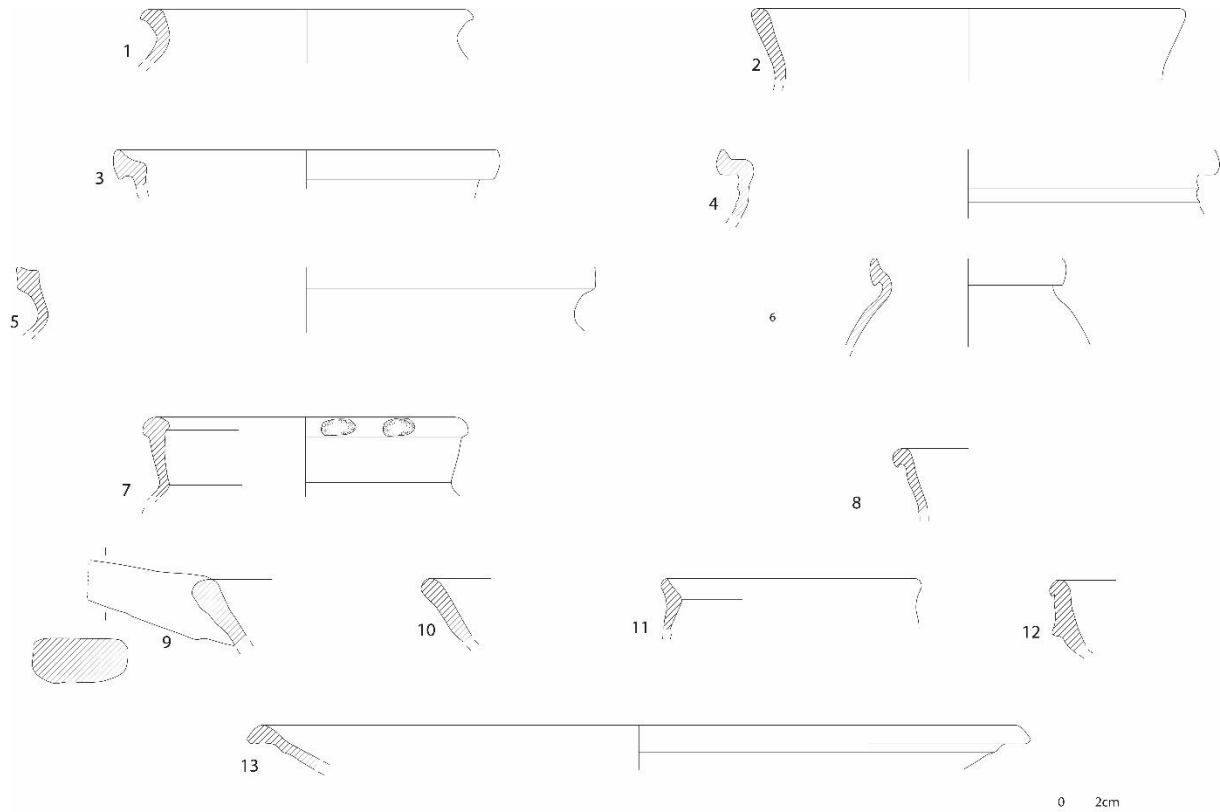
⁶¹ DEMOEN *et al.* 2016, p.166

⁶² DE GROOTE 2008, 295

⁶³ DE GROOTE 2008, 191

Fase 3: einde 16^e – 17^e eeuw

Deze fase wordt vertegenwoordigd door een randfragment van een bord in witbakkend, mogelijk Weser aardewerk (Figuur 80: 13). Dit individu dateert in het laatste kwart van de 16^e eeuw – 17^e eeuw.⁶⁴



Figuur 80: Vormsoorten: kogelpot/voorraadpot (1-7), pan (8-10), kan of kruik (11), teil (12), bord (13)(WP1, Fase 1. Vondstnummers volgens volgnummer: PV2, PV5, vnr56, vnr9, vnr15, PV4, PV3, vnr15, vnr83, PV4, vnr56, vnr35, vnr11.

Werkput WP2

In werkput WP2 werden slechts 61 scherven en acht individuen aangetroffen. Het grijs aardewerk is de dominante aardewerksoort, goed voor een schervenaantal van 67,2 %. Het rood en vroegrood aardewerk volgen met percentages van respectievelijk 21,3 % (n) en 6,6 % (n). Het hoogversierd, geïmporteerd rood en steengoed aardewerk zijn goed voor telkens 1,6 % van het totaal aantal scherven.

Tabel 14: Aardewerksoort in schervenaantal en minimum aantal individuen (n en %)(WP2)

WP2	Grijs	Vroegrood	Rood	Rood-import	Hoogversierd	Steengoed	Totaal
n	41	4	13	1	1	1	61
n%	67,2	6,6	21,3	1,6	1,6	1,6	100,0
MAI	2	2	1	1	1	1	8
MAI%	25,0	25,0	12,5	12,5	12,5	12,5	100,0

⁶⁴ BARTELS 1999, 174; POULAIN 2017, 75

Tabel 15: Vormsoort per aardewerksoort, telling volgens het MAI (WP2)

WP2	kan/kruik	kogelpot	kleipijp	pan	voorraadpot	onbekend
Grijs		1			1	
Vroegrood				1		1
Hoogversierd						1
Rood	1					
Rood-import			1			
Steengoed						1

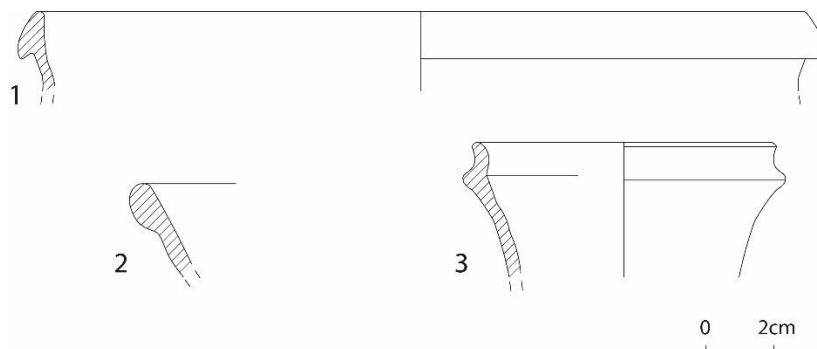
Het merendeel van het materiaal dateert in de 13^e – 14^e eeuw. Uitzonderingen zijn een gedraaide, sterk afgesleten standring en een bodem op kleine, enkelvoudige standvinnen die aan de binnenzijde voorzien is van een witte sliblaag met een groenkleurend koper-loodglazuur. Beide bodemfragmenten dateren in de tweede helft van de 15^e – 16^e eeuw. Een steel met een mondstuk in rood aardewerk is vermoedelijk afkomstig van een 18^e – 19^e-eeuwse kleipijp.

De kogelpot en voorraadpot in grijs aardewerk en de pan in vroegrood aardewerk dateren uit de 13^e eeuw. De kogelpot is voorzien van een licht ondersneden rand met een driehoekige doorsnede en is beroet aan de buitenzijde (Figuur 81: 1). De voorraadpot heeft een licht uitstaande, bovenaan afgeplatte rand met een extern verlengde, afgeronde lip en een geprononceerde binnenlip. De pan in vroegrood aardewerk heeft een eenvoudige, uitstaande, afgeronde en verdikte rand (Figuur 81: 2).

Een wandfragment in hoogversierd aardewerk met een groenkleurende slibversiering aan de buitenzijde dateert hoogstwaarschijnlijk ook 13^e-eeuws. De bovenkant van een randfragment in vroegrood aardewerk is mogelijk afkomstig van een tuitpot met een manchet- of sikkelvormige rand. Dit fragment dateert eveneens in de 13^e eeuw.

Een wandfragment in Langerwehe steengoed en een randfragment van een kan of kruik in rood aardewerk dateren in de 14^e tot en met de eerste helft van de 15^e eeuw. De rand is kort en rechtopstaand met een afgeronde, licht naar buiten geplooid top en een uitgesproken doorn (Figuur 81: 3). Het fragment is aan de buitenzijde voorzien van loodglazuur.

Een wandfragment met roetaanslag op de binnenzijde is mogelijk nog afkomstig van een vuurklok.



Figuur 81: Vormsoorten: kogelpot (1), pan (2), kan of kruik (3).
Vondstnummers volgens volgnummer: vnr22, vnr55, vnr38.

Werkput WP3

Tabel 16: Aardewerksoort in schervenaantal en minimum aantal individuen (n en %)(WP3)

WP3	Grijs	Vroegrood	Rood	Hoogversierd	Steengoed	Majolica	Wit	Totaal
n	179	3	137	8	8	1	3	339
n%	52,8	0,9	40,4	2,4	2,4	0,3	0,9	100,0
MAI	23	1	32	3	2	1	2	64
MAI%	35,9	1,6	50,0	4,7	3,1	1,6	3,1	100,0

Het grootste aardewerkassemblage werd aangetroffen in werkput WP3. Het grijs en rood aardewerk zijn het best vertegenwoordigd. In mindere mate komen ook vroegrood, hoogversierd en witbakkend aardewerk, steengoed en majolica voor. In totaal kunnen 13 verschillende vormsoorten worden gedetermineerd. Opvallend is de grote hoeveelheid aan kookvormen, waaronder grappen, kogelpotten en pannen.

Tabel 17: Vormsoort per aardewerksoort, telling volgens het MAI (WP3)

WP3	bloempot	bord	grape	drinkkan	kan/kruik	kogelpot	kom	kleipijp	pan	papkom	teil	voorraadpot	vuurklok	onbekend
grijs	0	0	1	0	4	4	3	0	2	0	2	4	2	1
vroegrood	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
rood	1	0	5	0	1	2	0	0	15	5	3	0	0	0
hoogversierd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
STG	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
wit	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
majolica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
totaal	1	1	6	1	6	6	3	1	18	5	5	4	2	5
%	1,6	1,6	9,4	1,6	9,4	9,4	4,7	1,6	28,1	7,8	7,8	6,3	3,1	7,8

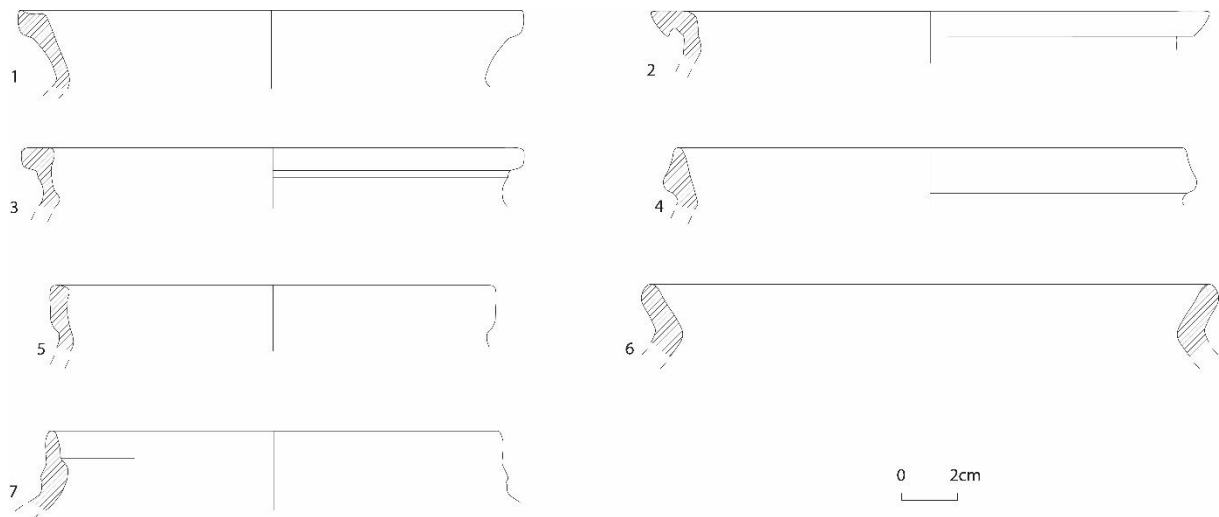
Binnen het ensemble kunnen drie chronologische fases worden onderscheiden: 13^e – 14^e eeuw, 15^e – 16^e eeuw en tweede helft 16^e eeuw – 17^e eeuw.

Kogelpotten en voorraadpotten in grijs en rood aardewerk uit de 13^e eeuw zijn goed vertegenwoordigd (Figuur 82: 4). De variëteit in randen is groot: haaks naar buiten geplooid types met een al dan niet opstaande lip, randen met een driehoekige doorsnede en korte bandvormige randen komen voor (Figuur 82: 1-5). Specifiek komen ook nog voorraadpotten met een korte, rechtopstaande, afgeronde rand voor, eventueel met een weinig geprofileerde doorn en dekselgeul (Figuur 81: 6-7). Decoratie is niet aanwezig. Beroeting op de buitenzijde komt veelvuldig voor. Parallellen zijn gekend uit Oudenburg⁶⁵, Middelkerke⁶⁶ en Veurne⁶⁷.

⁶⁵ HILLEWAERT & HOLLEVOET 1994

⁶⁶ DEMOEN *et al.* 2016, pp.143, 146

⁶⁷ HERREMANS 2010, p.67



Figuur 82: Kogelpotten en voorraadpotten in grijs en rood aardewerk. Vondstnummers volgens volgnummer: vnr72, vnr44, vnr33, vnr29, PV10, vnr69, vnr53.

De pan is met 18 individuen de best vertegenwoordigde vormsoort. Alle individuen zijn beroet. De randtypes variëren: het meest voorkomend is een uitstaande, eventueel bovenaan verdikte en afgeronde rand (Figuur 83: 3-5), maar ook randen met een afgeplatte top en sterk verdikte, afgeronde buitenzijden (Figuur 83: 2) en haaks naar buiten geplooiden randen (Figuur 83: 1) komen voor. De meeste exemplaren zijn vervaardigd in rood aardewerk. In grijs en vroegrood aardewerk zijn respectievelijk twee en één exemplaren aangetroffen. Twee pan-exemplaren zijn voorzien van een massieve steel en dateren in de tweede helft van de 14^e eeuw (Figuur 83: 5). Ook een samengevouwen, zwaluwstaartvormige steel (Figuur 83: 6) komt ook voor vanaf de tweede helft van de 14^e eeuw.⁶⁸ Dit steeltypen is in Middelburg geattesteerd tot in de vroege 17^e eeuw.⁶⁹

Gelijkaardige panvormen uit de regio zijn gekend vanop de sites Oudenburg-Marktstraat⁷⁰, Middelkerke-Kalkaertstraat⁷¹, Veurne-Cellenbroederklooster⁷², Koksijde-Ten Duinen⁷³ en Raversijde⁷⁴. Chronologisch dateren deze pannen in de 13^e en 14^e eeuw.

⁶⁸ PIETERS *et al.* 1994, p.257

⁶⁹ POULAIN 2016, 126

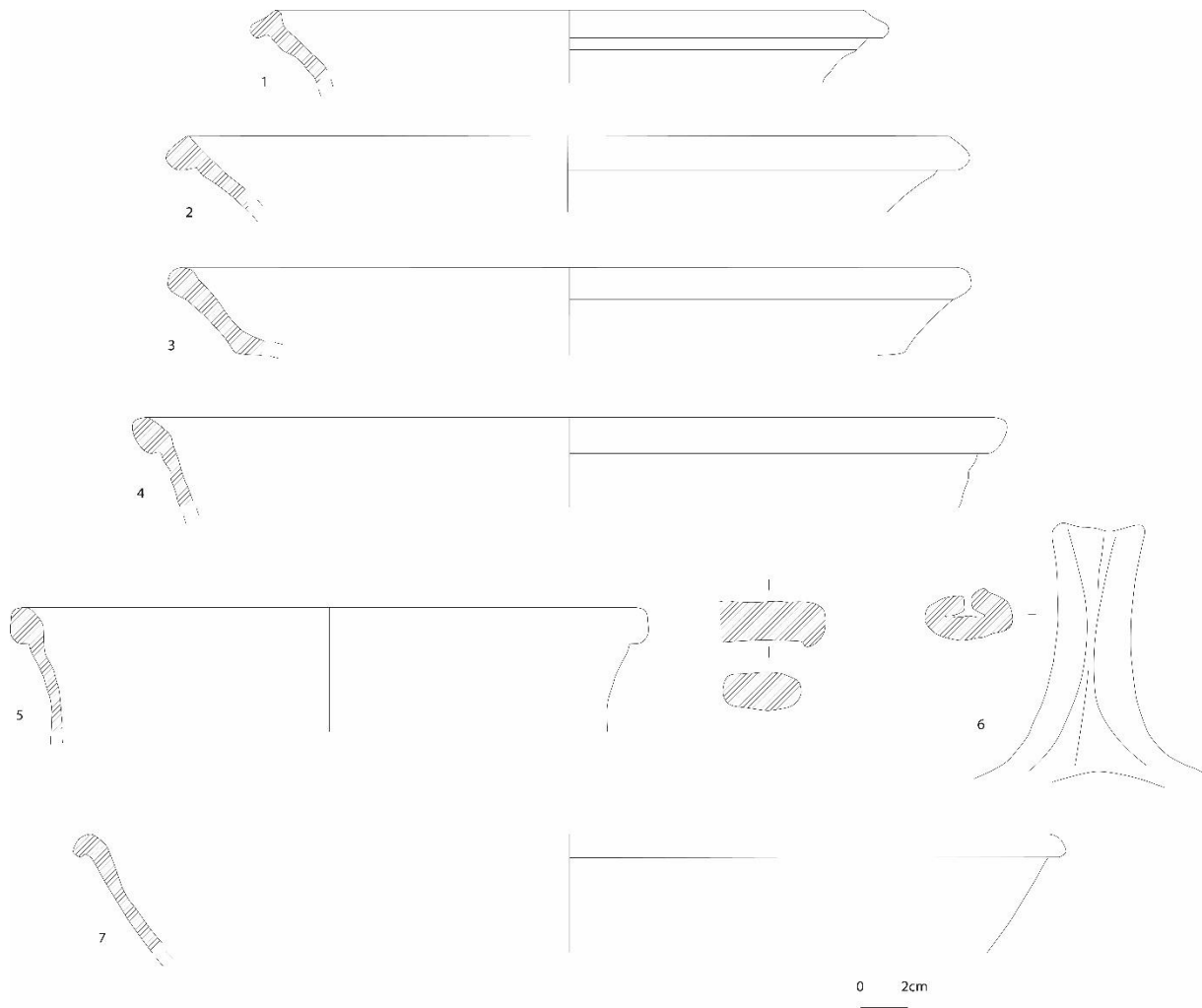
⁷⁰ HILLEWAERT & HOLLEVOET 1994

⁷¹ DEMOEN *et al.* 2016, p.143

⁷² HERREMANS 2010, p.65

⁷³ DEWILDE & DE MEULEMEESTER 1991, p.219

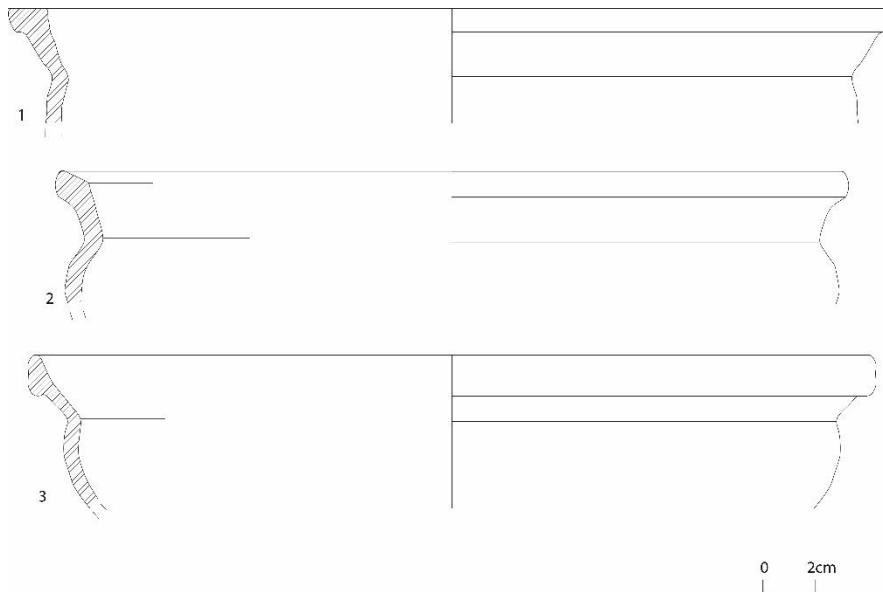
⁷⁴ PIETERS *et al.* 2013, p.490



Figuur 83: Pannen in grijs, vroegrood en rood aardewerk.

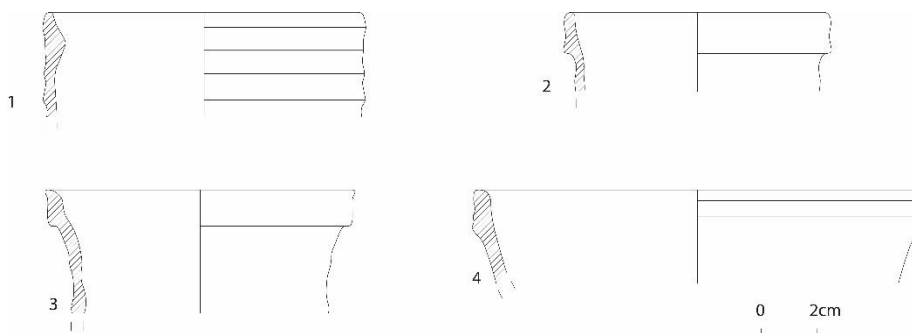
Vondstnummers volgens volgnummer: vnr60, vnr59, vnr44, vnr67, vnr68, vnr39.

Opvallend is de aanwezigheid van een kom in grijs aardewerk met roetsporen aan de buitenzijde (Figuur 84: 1). Mogelijk is dit individu ook als kookvorm gebruikt. In totaal zijn drie individuen in grijs aardewerk als halfbolvormige kom gedetermineerd. Zowel een bandvormige rand met afgeronde top (Figuur 84: 3) en een schuin uitgeknikte, wat verlengde blokvormige rand met een lichte dekselgeul (Figuur 84: 1-2) komen voor. Deze individuen dateren in de 14^e – 16^e eeuw.



Figuur 84: Kommen in grijs aardewerk. Vondstnummers volgens volgnummer: vnr59, vnr64, vnr33.

De kannen of kruiken komen in grijs (n=4) en rood (n=1) aardewerk voor. Binnen het grijs aardewerkensemble komen zowel de korte, rechtopstaande rand met afgeronde of licht spitse top voor (Figuur 85: 2-3), alsook de rechtopstaande, geribbelde rand met een geprononceerde binnenlip en een geribbelde hals (Figuur 85: 1). Een geribbelde, bandvormige rand met een afgeronde top en een lichte doorn (Figuur 85: 4) komt voor in rood aardewerk. Op basis van de randtypologie en gelijkaardige voorbeelden op de sites Ten Duinen-Koksijde⁷⁵ en Middelkerke-Kalkaert⁷⁶ dateren de individuen in de tweede helft van de 13^e tot en met de eerste helft van de 14^e eeuw. Enkele wandfragmenten in hoogversierd aardewerk zijn hoogstwaarschijnlijk afkomstig van kannen en dateren eveneens in deze periode. De fragmenten hebben een geel/geelgroen gevlekte buitenzijde.



Figuur 85: Randfragmenten van kannen en kruiken in rood en grijs aardewerk. Vondstnummers volgens volgnummer: vnr70, vnr45, PV12.

De determinatie van de vuurklok is onduidelijk. Het eerste fragment is een randfragment van een rechthoekige, aan de buitenzijde afgeronde rand met een vrij lange hals (Figuur 86: 1). Dit fragment is zowel aan de binnen- als buitenzijde beroet. Een tweede fragment lijkt op de koepel gedecoreerd met een reeks aansluitende vingerindrukken.

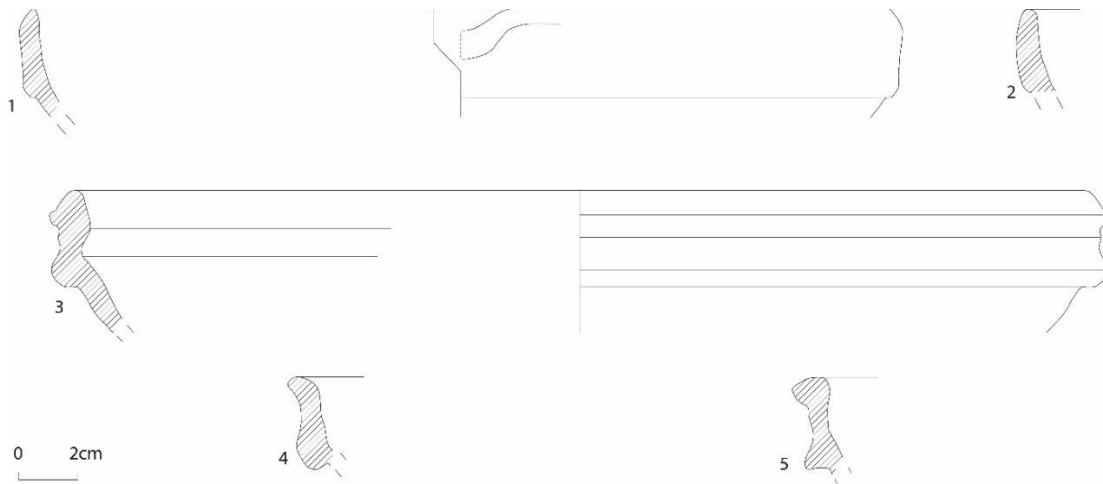
⁷⁵ DEWILDE & DE MEULEMEESTER 1991, p.228

⁷⁶ DEMOEN *et al.* 2016, p.146



Figuur 86: Vuurklok in grijs aardewerk (vnr64).

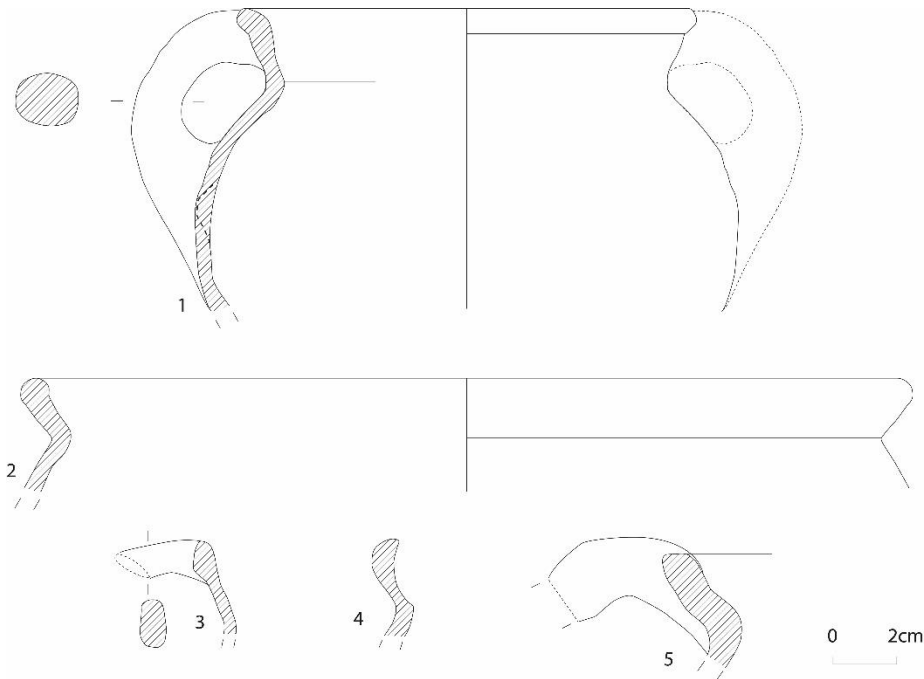
De delen kunnen worden gelinkt aan verschillende chronologische fasen. De 14^e-eeuwse exemplaren in grijs aardewerk hebben een bandvormige rand met een afgeronde of licht ondersneden, spitse top (Figuur 87: 1-2). Bij één individu is nog een schenklip aanwezig (Figuur 87: 1). De delen uit de 15^e – 17^e eeuw zijn voorzien van een bandvormige, licht naar buiten geplooide rand of een bandvormige rand met een verdikte boven- en onderlip (Figuur 87: 3-5). Deze exemplaren in rood aardewerk zijn integraal geglaazuurd.



Figuur 87: Teilen in grijs (1-2; vnr37) en rood (3-5; vnr57, vnr27, vnr84) aardewerk

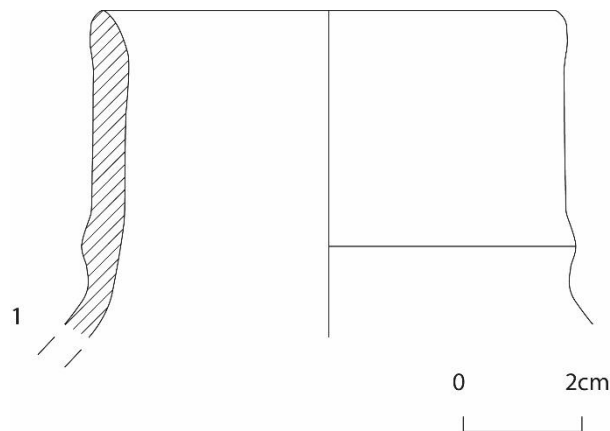
De grappen in het aardewerkensemble dateren in de 14^e – 17^e eeuw. In totaal gaat het om één individu in grijs en vijf individuen in rood aardewerk. Het randfragment in grijs aardewerk is afkomstig van een grape met een schuin naar buiten geplooide, afgeronde rand met een afgeplatte top (Figuur 88: 1). Dit individu dateert vermoedelijk in het tweede tot laatste kwart van de 14^e eeuw. Een grape in rood aardewerk met een licht sikkelvormige, afgeronde rand dateert in de 14^e – 15^e eeuw (Figuur 88: 3). De grappen uit de 15^e – 16^e eeuw zijn vervaardigd in rood aardewerk. Ze hebben vrij eenvoudige, uitstaande randen met een al dan niet afgeronde, verdikte of spitse top en dekselgeul (Figuur 88: 2,3). Mogelijk is ook een miniatuurversie van een grape in rood aardewerk aanwezig. Uit de 16^e – 17^e eeuw dateert een zware, grof uitgewerkte grape in rood aardewerk (Figuur 88: 5). De individuen in rood aardewerk zijn telkens van een al dan niet dekkende loodglazuur voorzien. Beroeting komt, met uitzondering van de miniaturgrape, voor op de buitenzijde van alle individuen. Ook voor de grappen zijn parallellen aanwezig op de Ten-Duinen abdijsite in Koksijde.⁷⁷

⁷⁷ DEWILDE & DE MEULEMEESTER 1991 DEWILDE & DE MEULEMEESTER 1991, p.216



Figuur 88: Grapen in grijs (1; vnr37) en rood (2-5; vnr78, PV11, vnr28, vnr81) aardewerk

De drinkkan in steengoed, vermoedelijk afkomstig van de Raeren-groep, dateert in de 15^e – 16^e eeuw. Verschillende kan- of kruikfragmenten in steengoed met een donkergrijs baksel, dateren in de 16^e – 17^e eeuw. Eén exemplaar heeft een eenvoudige, rechtopstaande, afgeronde rand en een vlakke standing.



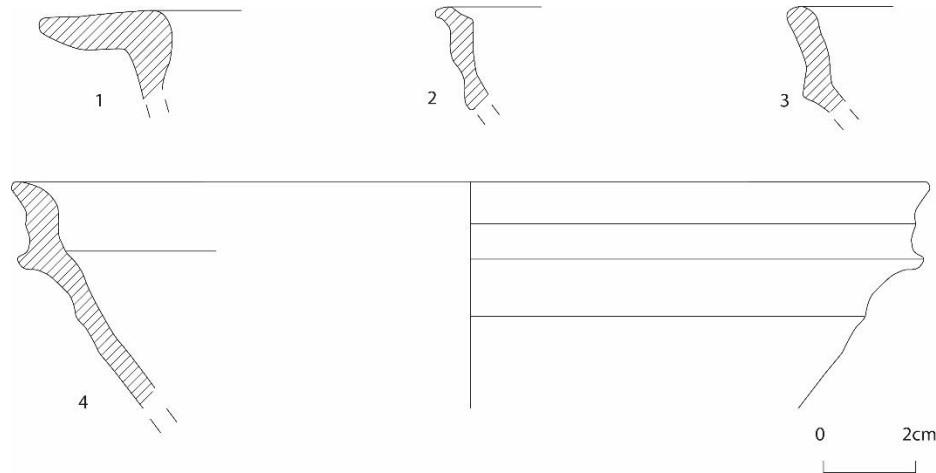
Figuur 89: Drinkkan in Rijnlands steengoed (PVA)

De bloempot, klei pijp en papkom dateren in de 16^e – 17^e eeuw.

De bloempot in rood aardewerk is voorzien van een haaks naar buiten geplooid, afgeronde rand (Figuur 90: 1). De papkom komt zowel in rood (Figuur 90: 2-3), wit als lichtroos bakkend aardewerk (Figuur 90: 4) voor. De individuen zijn voorzien van bandvormige randen, al dan niet met een geprononceerde doorn en een op de rand bevestigd, horizontaal worstoor. De exemplaren in rood aardewerk zijn op de binnenzijde gedecoreerd met een groenkleurende sliblaag. De papkom in wit/roos bakkend aardewerk is rijk versierd. De buitenzijde is voorzien van een voldekkende, gele sliblaag. Op de binnenzijde is een beige/gele en groene slijblijversiering aangebracht. De binnenzijde is ook integraal geglaazuurd. Mogelijk gaat het om een papkom in Noord-Hollands slibaardewerk.

Van een kleipijp in witbakkend aardewerk zijn nog een deel van de kop en de hiel bewaard. Het merk "CD" op de hiel van de pijp wijst op een datering tussen 1630 en 1706.⁷⁸

Een bodemfragment in Nederlands majolica van een niet nader te bepalen vormsoort dateert vermoedelijk in de 17^e eeuw, vóór 1640.⁷⁹



Figuur 90: Bloempot in rood aardewerk (1; vnr57) en papkommen in witbakkend (4; vnr69) en roodbakkend aardewerk (2-3; vnr52)

4.3.3 Conclusie

Het materiaal kan worden opgedeeld in drie, chronologische fasen:

- **13^e – 14^e eeuw (met nog enkele individuen uit de late 12^e eeuw)**
- **15^e – 16^e eeuw**
- **Eind van de 16^e – 17^e eeuw**

De hoeveelheid aardewerk in het plangebied is recht evenredig met de bewoningsintensiteit. De complexe stratigrafie in het noordoosten van het plangebied (werkput WP3), nabij het centrum van middeleeuws Koksijde, gaat gepaard met een stijging in de hoeveelheid materiaal. In de werkputten WP1 en WP2 met een eerder ruraal karakter, is de hoeveelheid aardewerk beperkt.

Bij deze vaststelling worden enkele kanttekeningen gemaakt. Door de hoge grondwaterstand konden niet alle leeflagen worden onderzocht. In het westen van het plangebied (WP1) werd aardewerk uit de late 12^e en 13^e eeuw aangetroffen. Mogelijk bevond zich hier een oudere bewoningsfase, die zich in de loop van de 13^e – 14^e eeuw verplaatste richting noordoosten (WP3).

De vormsoorten binnen het aardewerkensemble wijzen voornamelijk op de bereiding, het opdienen en de consumptie van voeding en vloeistoffen. Op méér dan de helft van de gerecupereerde kogelpotten, kookkommen, pannen en graven komen roetsporen voor. De gebruikssporen en vormsoorten wijzen op een huishoudelijke context.

Het aardewerkensemble wijst op een gefaseerde, al dan niet onderbroken door duinvorming, bewoning vanaf de late 12^e tot en met de 17^e eeuw. Op basis van het aardewerk situeerde de kern van bewoning zich vanaf de 13^e eeuw in het noordoosten van het plangebied (werkput WP3).

⁷⁸ Anon n.d.

⁷⁹ BARTELS 1999, p.201

4.3.4 Conservatie en behandeling

De ingezamelde vondsten hebben geen conservatie of behandeling nodig.

4.3.5 Potentieel op kenniswinst

Het potentieel van een goed opgegraven aardewerkassemblage is veelzijdig. Eerst en vooral heeft de materiaal categorie van het aardewerk het potentieel om verschillende ruime chronologische fases op de site te identificeren. Wanneer het aardewerk in associatie met sporen of structuren is aangetroffen is het in sommige gevallen ook mogelijk om verschillende occupatiefasen van elkaar te onderscheiden en dus een beter inzicht te krijgen in de tafonomie, relatieve chronologie en de onderlinge verhouding van deze sporen en structuren op de site. Een vergelijking tussen de typonomie van het aardewerk en van eventuele structuren is hierbij interessant en aangewezen.

Naast het chronologisch aspect kan aardewerk ook een indicator zijn voor specifieke artisanale en huishoudelijke activiteiten. De materiaal categorie kan dus bijdragen tot een functionele interpretatie van bepaalde handelingen of processen die zich afspelen op de site.

Als laatste draagt het bestuderen van aardewerkassemblages ook bij tot het beter begrijpen van de verschillende lokale en regionale aardewerktradities.

Aangezien het materiaal hoofdzakelijk grotendeels afkomstig is uit leeflagen is weinig compleet materiaal aanwezig. Het aardewerk is doorgaans ook zeer sterk gefragmenteerd. Verdere studie van dit materiaal lijkt weinig zinvol. Het materiaal kan enkel gebruikt worden om een ruwe datering aan de sporen of lagen te geven. Wel dateert het materiaal voornamelijk uit de late 12^e tot 17^e eeuw, wat overeen komt met de stadontwikkeling van Koksijde.

4.4 Dierlijk botmateriaal

4.4.1 Methode en technieken

Bij de visuele inspectie van het dierlijk botmateriaal werd voornamelijk gelet op de bewaringstoestand, de fragmentatiegraad, het aantal fragmenten, de variatie aan diersoorten (of -groepen), de aanwezigheid van uitzonderlijke diersoorten (of -groepen) en bijzondere kenmerken zoals bewerkingssporen. Alle fragmenten werden per vondstnummer gescreend. De verworven data werden telkens ingevoerd in de vondstdeterminatietabel.⁸⁰ In deze tabel werden volgende gegevens opgenomen:

- vondstnummer, werkputnummer en spoornummer
- vondstcategorie en meest voorkomende diersoort of -groep
- bewaringstoestand en de fragmentatiegraad
- telling van het aantal fragmenten. Bij contexten met een groot aantal fragmenten en/of een hoge fragmentatiegraad werd een schatting gemaakt (bv. 25+)
- indien voorhanden, een datering (vnl. op basis van aardewerk)
- intrusief of residueel materiaal
- bijzondere kenmerken zoals het voorkomen van (archeologisch) complete individuen
- Bijzondere kenmerken van bepaalde vondsten zoals sporen van bewerking

4.4.2 Inventaris

Voor de inventaris wordt verwezen naar de vondstdeterminatietabel, waarin alle data per vondstnummer zijn verzameld. Het totaal aantal fragmenten bedroeg naar schatting ruim 334. Deze werden uitsluitend met de hand verzameld en waren voornamelijk afkomstig uit 19 verschillende

⁸⁰ In bijlage

contexten. Ongeveer één derde van het totaal aantal fragmenten werd verzameld tijdens de aanleg van het vlak en de bodemprofielen.

De bewaringstoestand van de dierlijke resten was over het algemeen matig tot goed. Slechts een drietal fragmenten waren sterk verweerd. Dit materiaal lag vermoedelijk enige tijd aan het oppervlak, vooraleer het in de bodem werd opgenomen. Het voorkomen van knaagsporen op enkele fragmenten bevestigt deze hypothese. De fragmentatiegraad van het materiaal varieerde sterk. Vermoedelijk was dit te wijten aan het voorkomen van (minstens) twee tafonomische groepen. De aanwezigheid van kap- en zaagsporen duidt op consumptieafval. Het aantreffen van complete skeletten van zoogdieren en vogels wijst dan weer op intrusief of bewust begraven.

Het dierlijk materiaal bestond voornamelijk uit botresten van middelgrote tot grote zoogdieren. Hierbij konden enkele specifieke diersoorten worden herkend, zoals rund, varken en schaap/geit. Ook resten van kat en hond werden vastgesteld. Naast zoogdierresten werden tevens een klein aantal fragmenten van vogel en vis aangetroffen. De bijna complete skeletten konden worden geïdentificeerd als vogel, kat, hond, varken en schaap/geit.

4.4.3 Conservatie en behandeling

Er zijn geen dierlijke resten aangetroffen die verdere conservatie of behandeling nodig hebben.

4.4.4 Potentieel op kenniswinst

Uit het assessment bleek dat de informatiewaarde van het dierlijk materiaal beperkt was. Het materiaal kon in twee groepen opgedeeld worden. Enerzijds werd de aanwezigheid van consumptieafval vastgesteld. De meeste contexten bevatten echter een zeer klein aantal fragmenten en een zeer beperkte soortenrijkdom. Verdere studie van deze dierresten zou geen extra informatie opleveren over het voedingspatroon en de voedingseconomie op de site. Anderzijds werden een aantal bijna complete skeletten van enkele zoogdieren en vogels aangetroffen. Deze waren vermoedelijk vooral intrusief of van recente aard. De informatiewaarde van dit materiaal is eveneens zeer beperkt.

4.5 Glas

4.5.1 Methode en technieken

Alle glasfragmenten werden gedetermineerd op basis van glassoort, vorm en vormdetails, en versiering. Uitzonderlijke kenmerken, zoals het al dan niet voorkomen van een bepaalde aantasting en de fragmentarische toestand, zijn opgenomen in de vondstdeterminatietabel.⁸¹ Scherven met diagnostische elementen kunnen eventueel nauwer worden gedateerd.

Alle vondsten werden per vondstnummer ingevoerd in de vondstdeterminatietabel. Eerst werd gekeken naar de vondstcategorie, vervolgens naar de dominante deelcategorie, waarna de belangrijkste gegevens m.b.t. de scherven werden genoteerd. Ook werd getracht een ruwe datering te plakken op het materiaal. Indien een verfijning van deze datering mogelijk bleek, werd dit bij de opmerkingen toegevoegd.

4.5.2 Inventaris

Het glazen vondstmateriaal kent een matige tot slechte bewaring. De graad van fragmentatie is groot. In het ensemble zijn veel kleine fragmenten zonder diagnostische elementen aanwezig. Dit schetst een vaag beeld van het glasensemble, en levert slechts een ruime datering op.

⁸¹ In bijlage

Tabel 18: Overzicht glasvondsten

Vondstnummer	Werkput	Vlak	Spoor/Profiel	Laag	Verzamelwijze	Aantal
189	3	2	PR3.1	OH03	handverzameld	2
190	1	1	S1.002		handverzameld	2

Het glas is afkomstig uit profiel PR3.1, occupatiehorizont OH03, en greppel S1.002. Binnen het ensemble konden twee glassoorten worden onderscheiden: doorzichtig glas en groen woudglas.

Eén fragment uit horizont OH03 was afkomstig van een beker met een gekartelde voetrand en een bruine aantastingslaag. Het tweede fragment uit deze context had eveneens een bruine aantastingslaag, maar kon niet aan een bepaalde vormsoort worden toegewezen. Het bekerfragment dateert in de 14^e – 16^e eeuw.

De doorzichtige glasfragmenten uit greppel S1.002 vertonen een bruine aantastingslaag. De aanwezigheid van een vermoedelijke hechtingslijn verwijst naar een industriële techniek, waarbij twee dezelfde vormen aan elkaar werden geplakt. Deze techniek dateert het glas in de 19^e – 20^e eeuw.



Figuur 91: Glas uit PR3.1 (Vnr 189)



Figuur 92: Glas uit greppel S1.002 (Vnr 190)

4.5.3 Conservatie en behandeling

Er zijn geen vondsten gedaan die verdere conservatie of behandeling nodig hebben.

4.5.4 Potentieel op kenniswinst

Op basis van het assessment hebben de vondsten hun informatiewaarde behaald. Verder onderzoek is niet noodzakelijk.

4.6 Natuursteen

4.6.1 Inventaris

Tijdens het veldwerk zijn in totaal 12 stukken of 11,90 kg natuursteen gevonden. De natuursteen is gedetermineerd en geanalyseerd op sporen van menselijk gebruik en/of bewerking.

Tabel 19: Aantal en gewicht per steensoort

Soort	Aantal	Gewicht (gram)
Doornikse kalksteen	6	3464
Witte kalksteen (algemeen)	3	8317
Basaltlava of vesiculaire basalt (Vulkaaneifel)	1	84
Vuursteen (onbewerkt)	1	28
Steenkool	1	4

Het verzamelde materiaal bestaat grotendeels uit gefragmenteerd bouwmateriaal, waaronder Doornikse steen en witte kalksteen. Een klein fragment van een maalsteen uit basaltlava is te gefragmenteerd voor een verder onderzoek. Dat geldt ook voor een stukje steenkool.

Een opmerkelijke vondst zijn twee kalksteenfragmenten van een vijzel (zie Figuur 93). Witte kalksteenvijzels zijn minder geschikt om voedsel te malen, omdat de slijtage van de vijzel te hoog is. Vermoedelijk werd de vijzel gebruikt voor de productie van zeep, zalf of verf. De hedendaagse literatuur beschrijft algemeen het gebruik van vijzels. De relatie tussen de steen- of materiaalsoort van vijzels en de daarin verwerkte stoffen, is niet duidelijk.



Figuur 93: De vijzel in bovenaanzicht (boven) en in vooraanzicht (onder).

4.6.2 Conservatie en behandeling

Er zijn geen vondsten gedaan die verdere conservatie of behandeling nodig hebben.

4.6.3 Potentieel op kenniswinst

Op basis van het assessment hebben de vondsten hun informatiewaarde behaald. Verder onderzoek is niet noodzakelijk.

4.7 Metaal

4.7.1 Methode en technieken

Alle metalen voorwerpen zijn gedetermineerd. Hierbij is de metaalsoort visueel bepaald. De bevindingen zijn ingevoerd in de vondstdeterminatietabel.⁸² Slechts één vondst kon worden gedateerd op basis van een typologie (PV 31). Voor de datering van de overige vondsten werd gebruik gemaakt van de datering van de context, zoals werd vastgesteld door de stratigrafie of het assessment van het aardewerk.

4.7.2 Inventaris

Voor de inventaris wordt verwezen naar de vondstdeterminatietabel, waarin alle data per vondstnummer zijn verzameld. Het totaal aantal (fragmenten van) metalen voorwerpen bedraagt 70 stuks (35 vondstnummers). De volgende metaalsoorten zijn aangetroffen: ijzer, lood, koper en zink. Bij de ijzeren voorwerpen gaat het hoofdzakelijk om (fragmenten van) nagels (n=40). Een vondst die te relateren is aan een belangrijke kustnijverheid is een vishaak (Vnr 164). Het voorwerp is aangetroffen in S3.023, mogelijk een restant van een greppel. De vishaak heeft een weerhaak en een plat gesmeed palet (geen oog). De totale lengte bedraagt ongeveer 15 cm. Bij de opgraving van de 15^e-eeuwse vissersnederzetting Raversijde werden vergelijkbare vishaken aangetroffen. De lengtes varieerden tussen 42 en 140 mm.⁸³ Een andere vondst, die te relateren is aan de zeevaart, betreft een klinkplaat van een scheepsplank (Vnr 173). De plaat werd aangetroffen tijdens de aanleg van vlak 2.

Bij de vondsten uit lood gaat het om onbepaalde fragmenten en brokken. Een aantal loodjes zijn mogelijk gebruikt als vislijnverzwaring (PV33 en Vnr 172).



Figuur 94: Vishaak (Vnr 164)(Tekening: schaal 2:3)(foto: M. Hendriksen)

⁸² In bijlage

⁸³ PIETERS *et al.* 2013, p.500



Figuur 95: V173 voor en na conservatie (foto: M. Hendriksen)

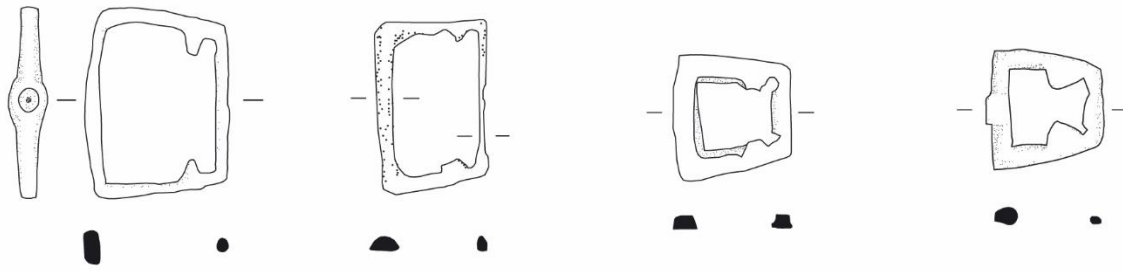
Twee vondsten zijn gemaakt uit een koperlegering. Het gaat hierbij om een munt (PVC) en een riemgeleider (PV31). Een dergelijke riemgeleider diende om losse delen van een riem vast te zetten, voornamelijk het deel van de riem dat voorbij de gesp stak. Het aangetroffen exemplaar heeft een paar uitstekende delen, zodat de klem heen en weer over de riem kon worden geschoven. Dit type komt in Londen voor van 1150 tot 1400.⁸⁴ In West- en Oost-Vlaanderen worden ze ook regelmatig aangetroffen. Enkele exemplaren die werden gevonden in goed te dateren contexten, komen qua datering goed overeen met de Londense chronologie.⁸⁵



Figuur 96: De riemgeleider na conservatie (foto: M. Hendriksen)

⁸⁴ EGAN & PRITCHARD 2002, pp.26, 233

⁸⁵ Ieper-Polenlaan (CLAUS & VANOVERBEKE 2016), Gent-St. Michielsstraat (BILLEMONT *et al.* 2019) en Poperinge-Gasthuisstraat (DEMOEN & GIERTS 2020)



Ieper-Polenlaan

Vanaf 13e eeuw

Gent-St. Michielsstr.

1125-1175

Poperinge-Gasthuisstr.

Eind 13e - begin 14e eeuw

Koksijde-Zeelaan

PV31



Figuur 97: Riemgeleider PV31 en enkele goed te dateren exemplaren uit West- en Oost- Vlaanderen.

De munt van biljoen (legering van koper en zilver) kon na conservatie gedetermineerd worden als een dubbele milt van Willem I de Rijke (vorstendom Namen). De munt is te dateren in de periode 1337-1391.⁸⁶ De munt is aangetroffen in het duinzand, ter hoogte van vlak 1.



Figuur 98: Munt (PVC) na conservatie (foto: M. Hendriksen)

⁸⁶ VANHOUDT 2007, G2256-2258

Tenslotte is er nog één vondst uit zink (Vnr 179). Het gaat om twee vierkante rivetten die rondom een ijzeren nagel zitten. Zink is een zogenaamde opofferingsmetaal. Het principe van een opofferingsmetaal is dat dit metaal oxideert in plaats van het materiaal waarmee het contact heeft. Het wordt voornamelijk toegepast in constructies die veel contact hebben met water, zoals schepen. De vondst is aangetroffen in het wegtracé (S1.025), behorende tot occupatiefase OH03.

4.7.3 Conservatie en behandeling⁸⁷

De bewaringstoestand van de metalen voorwerpen varieert van matig tot zeer slecht. Voor een langdurige bewaring is conservatie noodzakelijk. Voorgesteld werd om alleen de relevante vondsten te conserveren. De conservatie is verricht door Michel Hendriksen.

Tabel 20: Geconserveerde metaalvondsten

Vondst	Spoor/Context	Determinatie	Metaalsoort	Datering
PV31	-	Riemgeleider	Koper	1150-1400
PVC	Duinzand	Munt	Koper	1337-1391
164	S3.023 (Greppel?)	Vishaak	IJzer	
173	Vlakovondst	Pootje van grape (vaatwerk)	IJzer	

4.7.4 Potentieel op kenniswinst

Op basis van het assessment hebben de metaalvondsten hun informatiewaarde reeds behaald.

4.8 Deponering

Indien de eigenaar akkoord gaat, en er een goedkeuring verkregen wordt door de gemeenteraad van de stad Koksijde, dan kan het archeologisch ensemble overgedragen worden aan het Abdijmuseum Ten Duinen in Koksijde.

⁸⁷ Conservatierapport in bijlage

5 Natuurwetenschappelijk onderzoek

5.1 Stelposten Programma van maatregelen

Binnen het Programma van Maatregelen bij de opgraving werden volgende stelposten voor natuurwetenschappelijk onderzoek opgenomen (zie ook paragraaf 1.4.1):

Algemeen

- Macrobotanische waardering: 10 VH
- Macrobotanische analyse: 5 VH
- Waardering pollen: 10 VH
- Pollenanalyse: 5 VH
- ¹⁴C-datering sporen/leeflagen: VH 5
- Dendrochronologische datering van eventueel constructiehout: 5 VH
- Identificatie natuursteen: 2 VH (werkdagen)
- Analyse dierlijk botmateriaal: 2 VH (werkdagen)

Duinlichaam en paleolandschap

- Slijpplaatjesanalyse: 3 VH
- Sedimentanalyse: 10 VH
- OSL-datering: 4 VH
- Determinatie schelpen: 3 VH

5.2 Methode en technieken

De stalen werden geïnventariseerd en beoordeeld op potentieel op kenniswinst. Hiervoor werden de stalen in eerste instantie visueel geïnspecteerd op kwaliteit en kwantiteit. Om de stalen te selecteren voor waardering door materiaaldeskundigen, werden de resultaten van de inspectie afgewogen tegen de resultaten van het assessment van de sporen en vondsten en de onderzoeksvragen.

Bij de uitvoering en rapportage van het assessment werden de richtlijnen uit de CGP en de handleiding 'Assessment, een handleiding voor de archeoloog'⁸⁸ gevolgd.

5.3 Inventaris⁸⁹

5.3.1 Stalen in functie van bodemkundige analyses

Blokmonsters

- **M2**: profiel in funderingsput FP5 (lagen 1-4); bemonstering OH01
- **M26**: profiel in funderingsput FP1; bemonstering OH01
- **M28**: profiel in funderingsput FP9; bemonstering OH01

Pollenbakken

- **M23** en **M30**: profiel PR1.1 (lagen 1-6); bemonstering sequentie SZ02-BV met onder andere de leeflagen OH02 en OH03
- **M24** en **M25**: profiel PR3.1 (lagen 2 -11); bemonstering sequentie SZ02-BV

⁸⁸ ERVYNCK *et al.* 2016

⁸⁹ Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar de monsterlijst in bijlage

- **M27:** profiel PR3.2 (lagen 34-54); bemonstering sequentie SZ02-SZ03 met leeflaag OH02

Stalen aanvullend booronderzoek

Het aanvullend landschappelijk bodemonderzoek door middel van mechanische boringen werd uitgevoerd in het kader van onderzoek naar de genese en ontwikkeling van het landschap ter hoogte van het plangebied. Twee boorkolommen (**1B** en **2B**) werden bemonsterd voor volgend onderzoek:

- OSL-datering: per boorkolom werden de getijdenafzettingen in een sequentie van drie stalen bemonsterd voor OSL, hetgeen 6 analyses mogelijk maakt. De analyses worden aan de hand van statistische modellen met elkaar vergeleken, hetgeen een nauwkeurige datering mogelijk maakt. De getijdenafzettingen kunnen niet worden gedateerd op basis van de vondstcollectie, wat het onderzoek een meerwaarde biedt.
- ¹⁴C-datering: per boorkolom worden de twee, oudste leeflagen (OH01 en OH02) bemonsterd voor ¹⁴C-datering, hetgeen 4 analyses mogelijk maakt. Om een zo nauwkeurig mogelijke datering te bekomen, wordt de analyse in eerste instantie uitgevoerd op botanisch materiaal.
- Sedimentanalyse: boorkolom 2B wordt bemonsterd voor TGA- en korrelgrootteanalyse. Iedere 10 cm wordt een staal geanalyseerd, hetgeen 10 analyses mogelijk maakt.
- Schelpen- en diatomeeënanalyse: boorkolom 2B wordt bemonsterd voor schelpen- en diatomeeënanalyse. De analyse gebeurt in relatie tot de sedimentanalyse, hetgeen 10 analyses mogelijk maakt. Dit onderzoek geeft meer inzicht in de afzettingsomstandigheden en genese van de duinafzettingen.
- Pollenanalyse: boorkolom 2B wordt bemonsterd voor pollenanalyse. geeft meer inzicht in de afzettingsomstandigheden en genese van duinafzettingen. De analyse gebeurt in relatie tot de sedimentanalyse, hetgeen 10 analyses mogelijk maakt.

5.3.2 Stalen in functie van botanische analyses

Pollenbak

- **M1:** profiel PR2.1; bemonstering stuifzand (OH03) in gracht S.2.017
- **M3:** bemonstering organische demping (OH02) in gracht S.3.028
- **M22:** profiel PR3.2 (lagen 6-8); bemonstering oudste demping (OH03) in gracht S3.059
- **M31:** profiel PR3.2 (lagen 1-3); oudste demping (OH03) in gracht S.3.056

Bulkstalen

- **M4:** bemonstering kuil S.1.043 (OH02)
- **M5:** funderingsput FP2 (laag 4); bemonstering oudste occupatiehorizont (OH01)
- **M6:** funderingsput FP4 (laag 3); bemonstering oudste occupatiehorizont (OH01)
- **M7:** bemonstering kuil S.2.019 (OH02)
- **M8:** funderingsput FP3 (laag 3); bemonstering oudste occupatiehorizont (OH01)
- **M9:** bemonstering oudste actieve, humeuze vulling van gracht S.3.028 (laag 34)(OH02)
- **M10:** bemonstering oudste actieve, humeuze vulling van gracht S.3.032 (laag 24) (OH02)
- **M11:** funderingsput FP6 (laag 2); bemonstering oudste occupatiehorizont (OH01)
- **M13:** funderingsput FP8 (laag 3); bemonstering oudste occupatiehorizont (OH01)
- **M14:** bemonstering leeflaag S.3.055 (OH02)
- **M15:** funderingsput FP5 (laag 3); bemonstering oudste occupatiehorizont (OH01)
- **M16:** funderingsput FP9 (laag 6); bemonstering humeuze vulling van kuil S.3.048 (OH03)

- **M17:** bemonstering oudste demping van gracht S.3.056 (laag 2)(OH03)
- **M18:** bemonstering oudste demping van gracht S.3.059 (laag 4)(OH03)
- **M19:** funderingsput FP11 (laag 3); bemonstering oudste occupatiehorizont (OH01)
- **M21:** bemonstering oudste demping van gracht S.3.059 (laag 6)(OH03)

5.4 Inventaris per bodemhorizont

HORIZONT	BOORKOLOM	POLLENBAK	BULKMONSTER
GA01	1B/2B		
SZ01	1B/2B		
OH01	1B/2B	M2/26/28	M5-6/8/11/13/15/19
SZ02	1B/2B	M23-30/24-25	
OH02	1B/2B	M23-25/27/30	M14
SZ03	1B/2B	M23-25/30	M14
OH03	1B/2B	M23-25/30	M14
SZ04	1B/2B	M23-25/30	M14
OH04	1B/2B	M23-25/30	M14
BV	1B/2B	M23-25/30	M14

5.5 Conservatie en behandeling

Voor de conservatie van de stalen zijn geen specifieke maatregelen nodig. Ze worden bewaard volgens de richtlijnen van de CGP en de handleiding 'Inpakken, een Kunst'.⁹⁰

5.6 Selectie van de stalen

5.6.1 ¹⁴C-datering

De oudste occupatiehorizonten OH01 en OH02 in boorkolom 2B werden geselecteerd voor ¹⁴C-dateringsonderzoek.

5.6.2 OSL-datering

Het duinzand SZ01 in boorkolom 1B werd geselecteerd voor OSL-datering (zes stalen).

5.6.3 Sedimentologische analyse

Het duinzand SZ01 in boorkolom 2B werd geselecteerd voor sedimentologische analyse (analyse van sediment, schelpen, diatomeeën en foraminifera). Het onderzoek kan de genese en ontwikkeling van het duinlandschap in kaart brengen.

⁹⁰ COOLS 2009

5.6.4 Bodemmicromorfologische analyse

De micromorfologische analyse kan de genese van de afzettingen kaderen. De stalen **M27** (analyse horizont OH02) en **M30** (analyse horizont OH03) werden geselecteerd voor analyse.

5.6.5 Botanische analyse

Om de lokale vegetatie en economische benutting ten tijde van de occupatiehorizonten OH02 en OH03 te onderzoeken, werden de stalen **M9-10**, **M14**, **M16-18** en **M21** geselecteerd ten behoeve van macrorestenonderzoek.

5.7 Resultaten

De dateringen (^{14}C en OSL) en bodemkundige analyses (sedimenten- en micromorfologische analyse) werden reeds geïncorporeerd in Hoofdstuk 2 Bodem en paleolandschap.

5.7.1 Onderzoek botanische macroresten⁹¹

Om de vroegere lokale vegetatie en de economische benutting te onderzoeken, zijn stalen genomen uit geschikte contexten. Het natuurwetenschappelijk onderzoek is uitgevoerd door BIAx.

Materiaal en methode

De stalen voor macrorestenonderzoek zijn afkomstig uit grachten, een leeflaag en een kuil. Van de grachten werd telkens de oudste, humeuze laag bemonsterd. Deze sporen worden gelinkt aan de occupatiehorizonten OH02 en OH03 (late 12^e – 16^e eeuw).

Tabel 21: Overzicht van de geïnventariseerde macrorestenstalen

Spoor	laag	staal	volume	context	horizont
S3.028	34	M9	3,1 l	gracht	OH02
S3.032	24	M10	4,5 l	gracht	OH02
S3.055	-	M14	3,9 l	leeflaag	OH02
S3.048	6	M16	6,7 l	kuil	OH03
S3.056	2	M17	3,3 l	gracht	OH03
S3.059	4	M18	4,5 l	gracht	OH03
S3.059	6	M21	4,5 l	gracht	OH03

De bulkstalen werden met leidingwater gezeefd. Telkens werd een substaal van 0,5 l gezeefd over een kolom van vijf zeven met maaswijdten van 4, 2, 1, 0,5 en 0,25 mm. Vervolgens werd de rest van het staal gezeefd over de kolom zonder de zeef van 0,25 mm maaswijdte.

De analyse bestond uit de determinatie van de aanwezige botanische macroresten en werd uitgevoerd door W. van der Meer.⁹² Er is gebruik gemaakt van een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 10x10 en een doorvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 10x40. Van de fijnste fracties zijn de macroresten steekproefsgewijs onderzocht. Nomenclatuur volgt de 23^e druk van de Heukels' Flora van Nederland.⁹³

De analyse heeft geleid tot een lijst van soorten met het exacte aantal macroresten of een abundantiescore. De cultuurgewassen zijn vervolgens ingedeeld in categorieën gebaseerd op hun

⁹¹ Rapport in bijlage

⁹² BERGGREN 1969, 1981; ANDERBERG 1994; CAPPERS *et al.* 2006; KORBER-GROHNE 1964, 1991; TOMLINSON 1985. Tevens is gebruikt gemaakt van de vergelijkingscollectie van BIAx.

⁹³ VAN DER MEIJDEN 2005

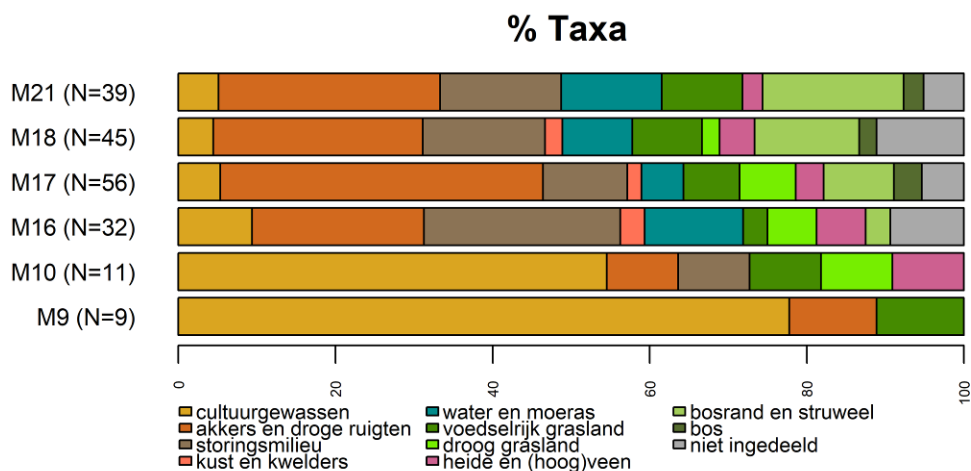
economische rol. De wilde soorten zijn ingedeeld op basis van hun ecologische groep.⁹⁴ Bij de interpretatie van de analyseresultaten is gebruik gemaakt van enkele ecologische standaardwerken.⁹⁵

Waardering

Het staal M14 werd op advies van BIAx niet geanalyseerd. De informatie die met de inventarisatie werd opgedaan, bleek voldoende om de vraag te beantwoorden. Dit staal bevat namelijk vooral verkolde turfresten en schelpresten (vermoedelijk strandschelp). Tevens zijn enkele tientallen visbotjes waargenomen. Er zijn nauwelijks botanische macroresten aanwezig. De aanwezige plantenresten zijn verkolde en nauwelijks determineerbaar. Waargenomen zijn enkele graankorrels, peulvruchten en een fragment van een vruchtsteen. Het assemblage vertoont eerder gelijkenissen met huishoudelijk afval dan met stalmest, waarbij genoteerd moet worden dat onverkolde materiaal niet bewaard is gebleven.

Resultaten

De resultaten van de macrorestenanalyse worden weergegeven in Bijlage 3.⁹⁶ Figuur 99 geeft een samenvatting van de inhoud op basis van de verhoudingen van taxa per ecologische groep. De stalen M9 en M10 uit de grachten S3.028 en S3.032 (OH02) bevatten (bijna) uitsluitend verkolde, botanische macroresten. De verkolde resten zijn matig tot redelijk geconserveerd, de enkele onverkolde verkeren in een slechte staat. De stalen M16, M17, M18 en M21 (OH03) bevatten voornamelijk onverkolde, botanische macroresten. Deze zijn matig tot redelijk geconserveerd. De stalen worden besproken per occupatiehorizont.



Figuur 99: Verhoudingen van de ecologische groepen op basis van het aantal taxa

OH02

Deze horizont wordt vertegenwoordigd door twee stalen (M9 en M10) uit twee grachten (S3.028 en S3.032). De resten zijn voornamelijk afkomstig van cultuurgewassen: broodtarwe, gerst, haver, rogge, duivenboon en voederwikke. Het is overigens onduidelijk of de aanwezige haverresten van gekweekte haver afkomstig zijn of van een wilde soort, maar gezien de context is het meest waarschijnlijk dat het de gekweekte soort betreft. Broodtarwe en haver zijn het meest abundant en van tarwe zijn behalve graankorrels ook enkele aarspilfragmenten aangetroffen. In M9 is mogelijk een gemineraliseerd vlaszaadje aanwezig. De stalen bevatten verder enkele macroresten van wilde planten van diverse

⁹⁴ TAMIS *et al.* 2004

⁹⁵ WEEDA *et al.* 1985, 1987, 1988, 1991, 1994; SCHAMINEE *et al.* 1995, 1996, 1998, 1999; LAMBINON *et al.* 1998; VAN LANDUYT *et al.* 2006

⁹⁶ Rapport in bijlage

standplaatsen. In de stalen is weinig houtskool aanwezig, maar wel veel verkoolde turf. Ook zijn veel fragmenten visbot en enkele kleine slakkenhuisjes aanwezig.

OH03

De horizont wordt vertegenwoordigd vier stalen (M16-18 en M21) uit twee grachten (S3.056 en S3.059) en een kuil (S3.048). Alle stalen zijn vrij rijk aan onverkoolde botanische macroresten en bevatten één of enkele verkoolde resten. De meeste verkoolde resten zijn aangetroffen in kuil S3.048.

De stalen bevatten alle betrekkelijk weinig cultuur- en gebruiksgewassen. Dat zijn verkoolde resten van enkele granen en peulvruchten, alsook enkele onverkoolde resten van fruit. De granen bestaan uit tarwe en rogge, de peulvruchten uit duivenboon. De fruitresten zijn afkomstig van bosaardbei, vijg en dauwbraam. Vijg en bosaardbei zijn alleen in gracht S3.059 aangetroffen, terwijl dauwbraam in al de sporen aanwezig is.

In al de stalen is circa 30% van de taxa afkomstig uit een sterk antropogeen milieu, zoals akkeronkruidvegetatie, ruigten of betreden vegetatie. Daarnaast zijn veel taxa afkomstig van storingsvegetatie en stikstofrijke, natte grond. Verder zijn veel taxa aanwezig die behoren tot oever- en moerasplanten, en graslandplanten, en alle sporen bevatten enkele taxa van schrale, natte vegetatie en/of heidevegetatie. In gracht S3.059 zijn ook veel taxa van bosrandvegetatie aanwezig, en meerdere stalen bevatten enkele macroresten van bomen of struiken.

Interpretatie

OH02

De verkoolde botanische macroresten zijn te interpreteren als afval van huishoudelijke activiteit.⁹⁷ Dit is al dan niet opzettelijk in de grachten terecht gekomen, samen met de verkoolde brokken turf (met struikheiresten) en visbotten. Onverkoolde plantaardige resten die ongetwijfeld eveneens in de sporen terecht kwamen, zijn niet bewaard gebleven.

De bewaarde resten wijzen op de consumptie en/of productie van broodtarwe, gerst, rogge, duivenboon, voederwikke en waarschijnlijk ook haver. Het aantal stalen is klein, maar broodtarwe, haver en duivenboon lijken, op basis van frequentie en abundantie in deze stalen, de belangrijkste teelten te zijn geweest. De weinige resten van wilde planten zijn hoogstwaarschijnlijk afkomstig van de akkeronkruiden die tussen het graan groeiden en uit de turf waarmee werd gestookt. Ze zijn verder ecologisch onvoldoende specifiek om informatie over het landschap of de agrarische economie te geven.

OH03

Voor al de stalen uit de grachten laten afwisselende vegetatietypen zien. De identieke samenstelling van deze stalen doet vermoeden dat in deze contexten ongeveer dezelfde processen verantwoordelijk zijn geweest voor het botanisch assemblage. De grachten betreffen open contexten en de botanische resten zijn vermoedelijk grotendeels afkomstig van de lokale vegetatie. Daarnaast is een deel van de resten vermoedelijk vanuit de omgeving naar de site getransporteerd en daarna gedeponneerd, door mensen, dieren (als mest) of met water. Alle grachten bevatten resten van waterorganismen, dus ze hebben water bevat. Rond gracht S3.056 stond vermoedelijk een rietachtige oevervegetatie, terwijl langs gracht S3.059 vooral resten zijn aangetroffen van natte ruigteplanten, zoals bitterzoet en grote kattenstaart. Deze doen vermoeden dat dit spoor gedurende de vorming van de onderzochte lagen al sterk was verland.

⁹⁷ Te onderscheiden van agrarisch afval door het lage aantal kafresten: HILLMAN 1984

organisch materiaal achterbleef na allerhande activiteiten. Typische planten in verstoorde duinvegetatie zijn gewone zandmuur en avondkoekoeksbloem. Getande veldsla en sofiekruid wijzen op een kalkrijke, lichte bodem, terwijl ruige klapproos wijst op een kalkarme, lichte bodem. Dit is illustratief voor het dynamische duinlandschap. Door herhaaldelijke verstuingen raken oudere, uitgeloopte duinzanden bedekt door jonge kalkrijke zanden. Andere kalkminners, zoals grote leeuwenklauw, kunnen ook voorkomen op zwaardere kalkrijke gronden, zoals de poldergronden ten zuiden van het plangebied.

Veel van de aanwezige macroresten wijzen op de aanwezigheid van grasland. Het meest kenmerkend voor duingrasland (*hd* op de BWK-kaart) zijn de taxa van droog grasland, zoals viltganzerik, St. Janskruid, geelhartje en zandzegge. Deze zijn voornamelijk aangetroffen in gracht S3.056. Blauwe zegge en dwergzegge/ geelgroene zegge groeiden waarschijnlijk in de natte duinvalleien (*mp* op de BWK-kaart). Veel van de storingsindicatoren, zoals valse voszegge, watermunt, behaarde boterbloem en zilverschoon, moeten waarschijnlijk worden opgevat als de resten van natte, matig voedselrijke graslanden in de polders. Zilverschoon is de naamgevende soort van het zilverschoongrasland (binnen de classificaties *hp* en *hpr* op de BWK-kaart), een graslandtype dat in het kustgebied ontstaat door begrazing van de hoogste delen van de hoge kwelder, die niet langer geregeld overstromen, maar wel voor een groot deel van het jaar zeer nat zijn. Ook na de bedijkingen was het voor lange tijd een belangrijk vegetatietype in de polders.¹⁰¹ De enigszins zilte oorsprong van dit vegetatietype blijkt ook uit het voorkomen van kwelderplanten, zoals hier ook resten zijn aangetroffen van zilte rus en gerande/zilte schijnsparrie.



Figuur 101: Droog duingrasland met duinkruiskruid (links) en op de achtergrond duindoornstruweel in de binnenduinrand te Egmond-Binnen (NL) (© BIAx)

Kenmerkend voor duinvegetatie is ten slotte ook het duinstruweel (*Sd*, *Sp* en *Sf* op de BWK-kaart). De meest kenmerkende soort voor duinstruweel is duindoorn (*S3.056* en *S3.059*). Duindoorn is een pionierende soort. Als de duinbodem zich onder invloed van duindoorn verder ontwikkelt, komen steeds meer andere struiken voor, zoals wilg, sleedoorn, gewone vlier en dauwbraam. Deze zijn aangetroffen in alle sporen behalve de kuil, wijzend op een al enigszins ontwikkeld duinlandschap.

¹⁰¹ ECOPEdia n.d.

De stalen uit OH03 bevatten betrekkelijk weinig resten van cultuurgewassen. Enkele verkoolden resten van broodtarwe, rogge en duivenboon wijzen erop dat deze soorten lokaal werden geconsumeerd en/of geproduceerd. De stalen bevatten een aantal typische akkeronkruiden. Grote leeuwenklauw staat veelal in wintergraanakkers, net als bolderik. Deze soorten wijzen op graanteelt, hoewel onduidelijk is of deze plaatsvond op het duinzand of in de poldergronden ten zuiden ervan. Deze poldergronden ten zuiden van Koksijde zijn ten opzichte van de schralere duinzanden echter meer geschikt voor graanteelt, met name in het geval van een veeleisende soort als broodtarwe.

Een groot aantal andere soorten is algemeen in de onkruidvegetatie van tuinen: paarse dovenetel, kleine brandnetel en stippelganzenvoet. Deze soorten komen in de duinen ook voor op plaatsen waar vaak vee aanwezig is. Hoewel er wel onkruiden zijn aangetroffen die mogelijk afkomstig zijn van lokale tuinen, zijn weinig macroresten aangetroffen die onbetwistbaar van lokale tuinbouwgewassen afkomstig zijn. Dit betreffen de resten van enkele eetbare vruchten (vijg, bosaardbei en dauwbraam) en van enkele bekende soorten groenten (postelein, peen, pastinaak en veldsla). Bosaardbei en dauwbraam zouden in een tuin kunnen zijn verbouwd, maar deze planten komen in de duinen ook in het wild voor. Ook de soorten postelein, peen, pastinaak en veldsla komen in de duinen of poldergraslanden van nature voor. Vijg is de enige soort die niet in het wild voorkomt. Vijgen werden in de late middeleeuwen in de Lage Landen verbouwd, maar tevens in groten getale als (gedroogde) zuidvruchten geïmporteerd. De pitjes in kuil S3.048 kunnen afkomstig zijn van een lokale vijgenboom, maar ook met consumptieafval op de site terecht zijn gekomen. Kortom, het is aannemelijk dat er op de site tuinen aanwezig waren, maar het staat niet vast.

Vergelijking met nabije contemporaine vindplaatsen

De omvang van het botanisch bestand in het zuidwesten van de Vlaamse kust is nog beperkt. De belangrijkste opgravingen hebben plaatsgevonden te Koksijde-Golf ter Hille. Hier zijn veel botanische stalen onderzocht uit sporen die dateren uit de 10^e eeuw tot en met de nieuwe tijd.¹⁰² Daarnaast is botanisch onderzoek verricht van twee standgreppels van een Merovingische huisplaats te Koksijde-Ter Duinenlaan.¹⁰³

Wat betreft de aanwijzingen voor de lokale, agrarische economie zijn grote overeenkomsten aangetroffen tussen de resten van Koksijde Zeelaan en deze van Golf ter Hille. Broodtarwe was het belangrijkste wintergraan, en vormde samen met de zomerteelten haver en gerst de basis van de graaneconomie. Rogge lijkt op beide vindplaatsen een secundaire rol te hebben gespeeld, al is deze graansoort te Koksijde Zeelaan meer frequent dan de andere. Duivenboon en voederwikke zijn ook zeer frequent aanwezig te Golf ter Hille, terwijl erwt weinig is aangetroffen. Ook in de laatmiddeleeuwse grachten te Golf ter Hille werden vijgen- en bramen- en vlierbespitten aangetroffen, en daarnaast resten van peren en kersen. Aanwijzingen voor groenten- en kruidentuinen blijven evenwel ook daar vaag: de vol- en laatmiddeleeuwse sporen te Golf ter Hille bevatten geen resten van groenten en kruiden die niet van wilde planten afkomstig kunnen zijn geweest. Wel zijn ook daar resten aangetroffen van veldsla, peen, water-/akker-munt, en daarnaast ook van de mogelijke tuinbouwgewassen selderij, grote klit, groot kaasjeskruid en mogelijk steentijm. Vlas is eveneens in de middeleeuwse sporen te Golf ter Hille aangetroffen, alsook hennep, dat ontbreekt op de site Koksijde Zeelaan.

Van de Merovingische, economische gewassen is weinig bekend. Gerst en mogelijk erwt en zwarte mosterd zijn de enige cultuurgewassen. Daarnaast werden allicht vlierbessen verzameld.

¹⁰² MOOLHUIZEN & VAN ASCH 2015; VAN DER MEER *et al.* 2018

¹⁰³ COOREMANS 2019

Conclusie en onderzoeksvragen

De opgraving Koksijde Zeelaan heeft een sterk gestratificeerd, archeologisch duinlandschap blootgelegd. De stalen waren afkomstig uit greppels en kuilen, die dateren tussen de late 12^e – 16^e eeuw (OH02 en OH03).

- *Wat was de paleolandschappelijke context van het plangebied tijdens het bestaan van middeleeuws Koksijde?*

Het onderzoek van de stalen uit OH02 heeft geen relevante ecologische informatie opgeleverd. Wat betreft horizont OH03 is duidelijk dat de lokale vegetatie een sterk antropogeen karakter had, binnen een wijder kader van een typisch duinlandschap gekenmerkt door droog grasland en struweel. Activiteiten op de site leidden tot een verrijking van de lokale bodem met meststoffen, waardoor de vegetatie mogelijk analoog was aan wat tegenwoordig het zeedorpenlandschap heet. De aangetroffen soorten wijzen op het houden van vee in het duinlandschap en de poldergronden ten zuiden ervan, alsook op het verbouwen van graan en andere gewassen.

- *Zijn er aanwijzingen voor de rol die de duinaangroei speelde bij het verdwijnen van middeleeuws Koksijde?*

De botanische macroresten wijzen voornamelijk op een gestabiliseerd duinlandschap, al sluit dat zeker niet uit dat er nog stuivende/bewegende duinen bestonden. Een klein aantal soorten is afkomstig van taxa die pionieren op jonge duinen. Dit geeft evenwel geen informatie over het verdwijnen van middeleeuws Koksijde.

- *Hoe was het terrein toen ingericht en hoe werd het destijds geëxploiteerd?*

De botanische macroresten passen binnen het beeld van een terrein in de periferie van bewoning in een duinlandschap. De bodemverrijking die de voorwaarde vormt voor een groot deel van de aangetroffen taxa moet een oorzaak hebben gehad in lokale veehouderij, tuinbouw of andere activiteiten, waarbij organisch materiaal achterblijft. De verkoolde botanische macroresten in de stalen uit beide occupatiehorizonten hebben vermoedelijk een relatie met voedselbereiding op of nabij de site en ook de vele resten van bot en visbot wijzen op afvaldepositie. Er zijn beperkte aanwijzingen voor lokale tuinbouw, maar deze zijn niet doorslaggevend. Er zijn eveneens aanwijzingen voor de deponering van mest in de waterhoudende kuil S3.048. Wellicht had deze kuil een functie om vee te drenken, wat het terrein een functie geeft in de veehouderij.

- *Hoe passen de onderzoeksresultaten binnen de huidige – erg beperkte – kennis over middeleeuws Koksijde?*

Het onderzoek van de botanische macroresten geeft een beeld van de exploitatie van de duinen en poldergronden rond middeleeuws Koksijde voor veeteelt en akkerbouw. Helaas zijn de stalen van de twee occupatiehorizonten door hun tafonomie niet goed vergelijkbaar. De stalen vertonen wat betreft voedsleconomie veel overeenkomsten met de meer oostelijk en in de polders gelegen site Koksijde-Golf ter Hille.

- *Welke informatie geven de botanische macroresten over de (voedsel-)economie en eetgewoonten in Koksijde?*

Voor zover af te lezen in de overgebleven resten, was de plantaardige component van de voedsleconomie gebaseerd op graan (broodtarwe, gerst, haver, rogge) en peulvruchten (tuinboon en voederwikke). Daarnaast zal men diverse fruitsoorten hebben gecultiveerd, waaronder mogelijk

vijgen. In de duingraslanden en -struwelen kon men bosaardbeien, dauwbramen, sleepruimen, duindoornbessen en vlierbessen verzamelen. Wellicht werden enkele van deze soorten ook in tuinen gecultiveerd. Onduidelijk is of de aangetroffen macroresten van pastinaak, peen, veldsla en postelein van gecultiveerde groenten of wilde planten afkomstig zijn. Er is mogelijk ook een enkel vlaszaadje aangetroffen, eventueel wijzend op de verbouw van vezelgewassen.

Het is waarschijnlijk dat ten minste de tarwe werd verbouwd op de vruchtbare poldergronden. Of de andere granen en de peulvruchten eveneens daar, of op kleine veldjes in de duinen werden verbouwd, is onduidelijk.

5.8 Deponering

Indien de eigenaar akkoord gaat, en er een goedkeuring verkregen wordt door de gemeenteraad van de stad Koksijde, dan kan het archeologisch ensemble overgedragen worden aan het Abdijmuseum Ten Duinen in Koksijde.

6 Synthese onderzoeksresultaten

6.1 Datering en interpretatie van de archeologische site

Het onderzoek aan de Zeelaan in Koksijde bracht een rijk, divers en interessant spoorenssemble aan het licht. De aangetroffen sporen gaan terug tot de late 12^e eeuw, en kunnen worden onderverdeeld in vier occupatiehorizonten: late 12^e – 16^e eeuw (**OH02-OH03**), 17^e eeuw (**OH04**) en 18^e – 20^e eeuw (**BV**).

De oudste occupatiehorizont (**OH01**) gaat echter terug tot de 10^e eeuw, en dateert op basis van ¹⁴C tussen 894 – 1018 nà Chr. Deze horizont bevond zich onder de grondwatertafel en werd geregistreerd door middel van een mechanisch booronderzoek. Onder deze leeflaag bevonden zich zandige duinafzettingen (**SZ01**) en meer kleiige wad- of getijdengeulafzettingen (**GA01**).

6.1.1 Zandige afzettingen (**SZ01**): vóór 900 na Chr.

Het mechanisch booronderzoek maakte het mogelijk deze afzettingen te bestuderen door middel van natuurwetenschappelijk onderzoek. Binnen de zandige duinafzettingen werden twee afzettingmilieus waargenomen. Het jongste pakket, onder OH01, bestaat uit goed gesorteerd, medium zand met zo goed als geen organische stof (0,77%) en zeer weinig carbonaat (3,29%). De afwezigheid van (micro)fossielen en het lage organische stofgehalte duiden op een hoogenergetisch milieu, waarin organismen moeilijk kunnen gedijen of waarin hun stoffelijke resten moeilijk worden afgezet en bewaard. Het OSL-onderzoek dateert het pakket rond 432 (±87) nà Chr. Aangezien deze ouderdom ouder is dan de resultaten van de onderliggende pakketten, betreft het hoogstwaarschijnlijk een ouder, herwerkt zandpakket dat binnen een korte tijdsperiode is afgezet.

Het tweede afzettingspakket bestaat uit slecht gesorteerd, zandige silt met 5-10% organische stof en ±15% carbonaat, en heeft een ouderdom tussen 365 (onderzijde) tot 739 (bovenzijde) na Chr. De aanwezige microfossielen zijn voornamelijk bentisch van aard, en duiden op een brak tot marien intertidaal afzettingmilieu. Het lokale landschap werd gekenmerkt door een natte, bosrijke omgeving met open plekken, waarin mogelijk krekken voorkwamen. Es, eik, en hazelaar waren de meest voorkomende bomen. De ganzenvoetfamilie domineerde de kruiden. Cultuurplanten, zoals korenbloem en rogge, waren mogelijk aanwezig in het landschap.

De zandige afzettingen rustten op intertidale wadafzettingen (**GA01**), waarbij het gebied aan het eind van de cyclus is geëvolueerd van een zandwad naar een schorre. Hoogstwaarschijnlijk werd een getijdengeul in de nabijheid van het plangebied opgevuld, of werd deze afgesloten. Dit bevestigt de historische bronnen dat middeleeuws Koksijde werd gesticht nabij een belangrijke getijdenrivier (in historische bronnen als *Mare* aangeduid). Deze rivier verleende toegang tot de huidige IJzermonding en de zee. De etymologische betekenis van *-yde* verwijst eveneens naar een aanlegplaats of schuilhaven, en benadrukt de relatie tussen de nederzetting en de getijdenrivier.

6.1.2 Oudste occupatiefase OH01: 894 – 1018

De oudste occupatie werd enkel waargenomen in een boorkolom als een circa 20 cm dik, humeus pakket. Deze laag kenmerkt de eerste menselijke aanwezigheid en exploitatie ter hoogte van de latere, middeleeuwse nederzetting.

6.1.3 Duinverstuivingen (**SZ02**): 11^e – late 12^e eeuw

De oudste occupatiehorizont wordt afgedekt door een pakket opgestoven duinzand. Dit pakket bestaat uit kalkrijk, fijn zand. Op basis van de sterke afronding, de goede sortering en de losse pakking

van de zandkorrels, wordt dit pakket geïnterpreteerd als een eolische zandafzetting in de vorm van duinzandafzettingen.

De aanwezigheid van dit pakket getuigt van de strijd tegen de oprukkende duinen ter hoogte van het plangebied. De omstandigheden waarin de oudste occupatiefase OH01 werd verlaten, zijn niet duidelijk. Mogelijk werd deze occupatie verlaten als gevolg van het oprukkende duinzand, of kregen de duinen vrij spel na opgave van de nederzetting.

6.1.4 Occupatiefase OH02-OH03: late 12^e – 16^e eeuw in de periferie van een middeleeuws dorp

Leeflaag OH02 dateert op basis van ¹⁴C tussen 1169 – 1270 nà Chr. In het zuiden en westen van het plangebied bestond deze laag uit een humeus, zandig pakket. Dit wijst op een perifere, ruraal areaal nabij middeleeuws Koksijde. In het noorden en oosten, nabij de kern van de nederzetting, was de opbouw complexer met een afwisseling van zandige en humeuze lagen complex.

Het bodemmicromorfologisch onderzoek bevestigt de continue menselijke aanwezigheid en activiteit in deze periode (menselijk en dierlijk betreden van de locatie, akkeractiviteiten, tot *in situ* stookactiviteit vermoedelijk voor het bereiden van voedsel). Ook het macrorestenonderzoek getuigt van huishoudelijke activiteiten en akkerbouw. De aangetroffen, verkoolde botanische macroresten hebben vermoedelijk een relatie met voedselbereiding op of nabij de site, en ook de vele resten van bot en visbot wijzen op afvaldepositie. De bewaarde resten wijzen eveneens op de consumptie en/of productie van broodtarwe, gerst, rogge, duivenboon, voederwikke en waarschijnlijk ook haver.

Toch is de impact van de oprukkende duinen en het water op de menselijke aanwezigheid nog groot in deze periode. Dit getuigt de complexe opbouw van de occupatiehorizont, waarin dunne leeflagen worden afgewisseld met duinafzettingen (**SZ03**) en overstromingslagen. Gelijktijdig met deze natuurlijke aangroeiprocessen blijft de menselijke aanwezigheid en activiteit in de nabije omgeving (menselijk en dierlijk betreden, *in situ* stoken in de omgeving). De continuïteit van de bewoningssporen en de ontwikkeling van een oud relictlandschap in de late 12^e – 16^e eeuw tonen ook aan dat, ondanks perioden van duinafzettingen en overstromingen, de mens erin slaagde de omgeving naar zijn hand te zetten.

De occupatiehorizont OH03 dateert uit de late 14^e tot en met de 16^e eeuw. Wederom was de opbouw van dit pakket complexer in het noordoosten, nabij de nederzettingkern, dan in de overige perifere zones. De bodemopbouw omvat eveneens indicatoren die wijzen op antropogene invloeden, zoals akkeractiviteiten. Het lijkt er echter op dat het geen langdurige en/of intensieve activiteit betrof. Ook het macrorestenonderzoek wijst op een landschapsverschuiving. De stalen bevatten nog weinig cultuur- en gebruiksgewassen. De voorkomende taxa zijn afkomstig uit een sterk antropogeen milieu, zoals akkeronkruidvegetatie, ruigten of betreden vegetatie. Daarnaast zijn veel taxa aanwezig die behoren tot oever- en moerasplanten, en graslandplanten, of afkomstig zijn van schrale, natte vegetatie en/of heidevegetatie. Ook macroresten van bosrandvegetatie, bomen of struiken werden aangetroffen.

De omgeving ter hoogte van het plangebied transformeerde in de loop van de late 12^e tot en met de 16^e eeuw van een perifere zone met huishoudelijke en akkeractiviteiten nabij de nederzettingkern, tot een intensief, ontwikkeld relictlandschap met grachten, grasland en bosvegetatie. Deze omschakeling is ook zichtbaar in het sporenbeeld.

De eerste sporen van bewoning lagen geconcentreerd in twee clusters. De eerste cluster, in het noordoosten van het plangebied nabij de middeleeuwse nederzetting, omvatte de restanten van een rechthoekige, houten structuur. Een tweede palencluster bevond zich in het uiterste westen van het plangebied. Vermoedelijk waren dit de restanten van een woonhuis of bijgebouw, en maakten deze deel uit van middeleeuws Koksijde. De omgeving rondom de gebouwen was ingericht met enkele greppels.

In een latere fase (**OH03**) werd de westelijk gelegen cluster oversneden door grachten en een wegtracé. Het grachtensysteem omvatte twee, brede, parallelle grachten die het plangebied van het noordwesten naar het zuidoosten doorkruisten. De grachtvullingen waren onderin humeus en werden gedempt door stuifzand (**SZ04**). Op basis van het aardewerk dateren de grachten en wegtracés in de 13^e tot en met eerste helft van de 16^e eeuw. Het afdekken van de grachten door stuifzand vond vermoedelijk plaats in de late 16^e tot en met het begin van de 17^e eeuw. Dit wordt bevestigd door het historisch kaartmateriaal, waarop de landschappelijke indeling niet meer zichtbaar is.

Enkele kuilen in het noordoosten van het plangebied vertegenwoordigen het einde van deze occupatiefase. De kuilen, waaronder een drenkkuil, werden gedempt of opgevuld met bouwpuin, zoals natuurstenen bouwelementen. Dit materiaal was mogelijk afkomstig van de middeleeuwse, bakstenen kerk, die zich in de nabije omgeving situeerde. Vermoedelijk kwam het puin in de kuilen terecht, tijdens of net na het verlaten van de middeleeuwse nederzetting.

6.1.5 Duinverstuivingen (SZ04): einde 16^e – begin 17^e eeuw het einde van de middeleeuwse nederzetting

Het einde van de 16^e eeuw valt samen met het verlaten van middeleeuws Koksijde. Gebouwen (mogelijk de middeleeuwse kerk) werden afgebroken, en het grachtensysteem werd opgegeven, waarna het dichtstooft. In de bodemopbouw is een sterke en plotse aangroei van het duinlichaam zichtbaar. Het lijkt erop dat de mens de controle over het landschap verloor.

Waarom de nederzetting werd verlaten, is niet duidelijk. Historische bronnen wijzen wel op een erg bewogen periode in de regio (onder andere de Godsdienstoorlogen).

6.1.6 Occupatiefase OH04: 17^e eeuw een nieuwe nederzetting

Op basis van historische gegevens werd de nederzetting na de oorlogsprikelen nieuw leven ingeblazen. Zo werd onder meer de kerk heropgebouwd. Binnen het plangebied zijn de sporen van bewoning schaars. Ze beperken zich tot het restant van een houten structuur (gebouw of omheining), in de nabijheid van de vermoedelijke kerklocatie.

In de tweede helft van de 17^e eeuw werd de nederzetting wederom verlaten. Op basis van cartografische en historische bronnen wordt vermoed dat het plangebied en de omgeving opnieuw werden overstoven door de oprukkende duinengordel. Deze stuifzandpakketten werden slechts lokaal aangetroffen. Het merendeel van deze horizont was opgenomen in de recente bouwvoor, tijdens de bouw van het voormalige winkelpand en de aanliggende parking. De oorspronkelijke omvang van deze afzettingen is niet duidelijk.

6.1.7 Recente bouwvoor BV: 18^e – 20^e eeuw

Lange tijd lag het terrein in de periferie van huidig Koksijde. Vanaf de late 19^e eeuw behoorde het plangebied tot een nieuw stratenpatroon: de Zeelaan, de Helvetialaan en de Hostenstraat. Het sporenbeeld uit deze periode bestond uit enkele kuilen met bouwpuin, een aantal greppels en inhumaties van kleine dieren.

Vanaf de tweede helft van de 20^e eeuw werd het terrein ingericht als een winkelpand met aanliggende parking. De graafwerken die gepaard gingen met de oprichting van dit winkelpand hadden een grote impact op het bodemarchief.

6.2 Beantwoorden onderzoeksvragen

6.2.1 Bodem en paleolandschap

- *Hoeveel verschillende lagen zijn te onderscheiden (stratigrafie)? Welke zijn de waargenomen horizonten in de bodem, beschrijving + duiding? Wat is de datering en samenstelling van de aangetroffen lagen?*

Binnen het plangebied werd volgende bodemopbouw aangetroffen (van oud naar jong):

- Kleiige geulafzettingen **GA01**: bovenzijde op circa 3,00 m -mv of circa +3,50 m TAW; **indicatieve datering: vóór circa 900**
- Zandige, gereduceerde afzettingen **SZ01**: bovenzijde tussen circa +3,90 en +4,20 m TAW; **indicatieve datering: vóór circa 900**

Op basis van de resultaten van het natuurwetenschappelijk onderzoek zijn binnen SZ01 twee afzettingmilieus waar te nemen. Een eerste pakket bevindt zich tussen 275-300 cm beneden maaiveld, onder de oudste leeflaag OH01. Dit pakket bestaat uit goed gesorteerd, medium zand met zo goed als geen organische stof (0,77%) en zeer weinig carbonaat (3,29%). De afwezigheid van (micro)fossielen en het lage organische stofgehalte duiden op een hoogenergetisch milieu, waarin organismen moeilijk kunnen gedijen of waarin hun stoffelijke resten moeilijk worden afgezet en bewaard. Het OSL-onderzoek dateert het pakket rond 432 (± 87) na Chr. Aangezien deze ouderdom ouder is dan de resultaten van de onderliggende pakketten, betreft het hoogstwaarschijnlijk een ouder, herwerkt zandpakket dat binnen een korte tijdsperiode is afgezet.

Het tweede afzettingpakket bevindt zich vanaf 300 cm beneden maaiveld en bestaat uit slecht gesorteerd, zandige silt met 5-10% organische stof en $\pm 15\%$ carbonaat. Het pakket heeft een ouderdom gaande van 365 (onderzijde) tot 739 (bovenzijde) na Chr. De aanwezige microfossielen zijn voornamelijk bentisch van aard, en duiden op een brak tot marien intertidaal afzettingmilieu. Het lokale landschap werd gekenmerkt door een natte, bosrijke omgeving met open plekken, waarin mogelijk krekens voorkwamen. Es, eik, en hazelaar waren de meest voorkomende bomen. De ganzenvoetfamilie domineerde de kruiden. Cultuurplanten, zoals korenbloem en rogge, waren mogelijk aanwezig in het landschap.

- Occupatiehorizont **OH01**: bovenzijde tussen circa +3,90 en +4,20 m TAW; **datering op basis van ¹⁴C: tussen 894 - 1018**

Deze circa 20 cm dikke, humeuze laag bevond zich onder de grondwatertafel en werd geregistreerd in de boringen.

- Zandige, goed gesorteerde duinafzettingen **SZ02**: grijsgroen, fijnzandig pakket van circa 90 cm dik; bovenzijde tussen circa +5,20 en +5,30 m TAW; **indicatieve datering: tussen circa 1000 – 1200**

De oudste occupatiehorizont was afgedekt door een pakket opgestoven duinzand. Dit pakket bestaat uit kalkrijk, fijn zand. Op basis van de sterke afronding, de goede sortering en de losse pakking van de zandkorrels, wordt dit pakket geïnterpreteerd als een eolische zandafzetting in de vorm van duinzandafzettingen.

- Occupatiehorizont **OH02**: bovenzijde tussen circa +5,40 en +5,60 m TAW; **datering op basis van ¹⁴C: tussen 1169 - 1270**

Deze horizont werd geregistreerd in boring 2A/B (Ab1-horizont). In het zuiden en westen van het onderzoeksterrein (WP1 en WP2) bestond deze leeflaag uit een humeus, zandig pakket. In het noorden en oosten (WP3) was de laag zichtbaar als een complex van meerdere zandige, al dan niet humeuze afzettingen. Het verschil in opbouw is vermoedelijk een gevolg van de historische inrichting van het terrein.

Het bodemmicromorfologisch onderzoek bevestigt de continue menselijke aanwezigheid en activiteit in deze periode (menselijk en dierlijk betreden van de locatie, akkeractiviteiten, tot *in situ* stookactiviteit vermoedelijk voor het bereiden van voedsel). Ook het macrorestenonderzoek getuigt van huishoudelijke activiteiten en akkerbouw.

- Zandige, eolische duinafzettingen **SZ03**: bovenzijde tussen +5,60 en +6,10 m TAW; **indicatieve datering: tussen circa 1250 - 1350**

Dit pakket was opvallend dikker in het westen en zuiden van het onderzoeksterrein. In het noordoosten – ter hoogte van de nederzettingkern van middeleeuws Koksijde – waren de afzettingen heterogener (humeuze, gevlekte inclusies). Het verschil in dikte en structuur ligt vermoedelijk in een divers landgebruik. Mogelijk had de duinvorming in de perifere, semi-rurale delen van middeleeuws Koksijde (in het westen en zuiden) meer vrij spel.

Het sediment bevatte geen artefacten, een aanwijzing dat er geen sprake meer was van menselijke activiteit op of in de directe omgeving van de monsterlocatie, ten tijde van de vorming van deze lagen.

- Occupatiehorizont **OH03**: bovenzijde tussen +5,90 en +6,30 m TAW; **indicatieve datering op basis van het aardewerk: late 14^e - 16^e eeuw**

De humeuze, donkerbruine tot grijze horizont heeft in het noordoosten van het onderzoeksterrein een complexere opbouw. In de overige, perifere zones gaat het eerder om een humeuze A-horizont.

De bodemopbouw omvat indicatoren die wijzen op antropogene invloeden, zoals akkeractiviteiten. Het lijkt er echter op dat het geen langdurige en/of intensieve activiteit betrof. Ook het macrorestenonderzoek wijst op een landschapsverschuiving. De stalen bevatten nog weinig cultuur- en gebruiksgewassen. De voorkomende taxa zijn afkomstig uit een sterk antropogeen milieu, zoals akkeronkruidvegetatie, ruigten of betreden vegetatie. Daarnaast zijn veel taxa aanwezig die behoren tot oever- en moerasplanten, en graslandplanten, of afkomstig zijn van schrale, natte vegetatie en/of heidevegetatie. Ook macroresten van bosrandvegetatie, bomen of struiken werden aangetroffen.

- Zandige, eolische duinafzettingen **SZ04**: bovenzijde tussen circa +6,10 en +6,50 m TAW: **indicatieve datering: late 16^e - vroege 17^e eeuw**

De afzettingen getuigen van een sterke en plotse aangroei van het duinlichaam.

- Occupatiehorizont **OH04**: bovenzijde tussen circa +6,60 en +6,80 m TAW; **indicatieve datering: 17^e eeuw**

Deze horizont werd lokaal afgedekt door stuifzandpakketten. Een groot deel van deze horizont en het stuifzand was opgenomen in de recente bouwvoor. De oorspronkelijke omvang van deze afzettingen is niet duidelijk.

- Recente bouwvoor **BV**: **indicatieve datering: 18^e - 20^e eeuw**

Deze horizont rustte direct op de onderliggende occupatiehorizont OH04. Mogelijk tussenliggende stuifzanden werden opgenomen in de AP-horizont.

- *Waardoor kan het ontbreken van een horizont verklaard worden?*

De recente bouwvoor rustte direct op de onderliggende occupatiehorizont OH04. Mogelijk tussenliggende stuifzanden werden opgenomen in de AP-horizont. Dit was het gevolg van 20^e-eeuwse bouwingrepen (winkelpand en parking).

- *Wat is de relatie tussen de bodem, de landschappelijke context en de archeologische sporen?*

Het sporenbestand kan worden onderverdeeld in vier occupatiehorizonten: late 12^e – 16^e eeuw (OH02-OH03), 17^e eeuw (OH04) en 18^e – 20^e eeuw (BV).

De oudste sporen van bewoning (twee bij- of hoofdgebouwen) situeren zich in een perifere, ruraal areaal nabij middeleeuws Koksijde. De omgeving rondom de gebouwen was ingericht met enkele greppels. Het natuurwetenschappelijk onderzoek bevestigt de menselijke aanwezigheid (menselijk en dierlijk betreden van de locatie, huiselijke activiteiten), en geeft een beeld van de exploitatie van de duinen en poldergronden rond middeleeuws Koksijde voor veeteelt en akkerbouw.

Toch is de impact van het landschap op de menselijke aanwezigheid nog groot in deze periode. Dit getuigt de complexe opbouw van de occupatiehorizonten, waarin dunne leeflagen worden afgewisseld met duinafzettingen en overstromingslagen. Toch lijkt de menselijke aanwezigheid en activiteit in de middeleeuwen een continu karakter te hebben. Wel wijst het natuurwetenschappelijk onderzoek op landschapsontwikkeling in deze periode. In de late 14^e – 16^e eeuw bevatten de stalen nog weinig cultuur- en gebruiksgewassen. De voorkomende taxa zijn afkomstig uit een sterk antropogeen milieu, zoals akkeronkruidvegetatie, ruigten of betreden vegetatie. Daarnaast zijn veel taxa aanwezig die behoren tot oever- en moerasplanten, en graslandplanten, of afkomstig zijn van schrale, natte vegetatie en/of heidevegetatie. Ook macroresten van bosrandvegetatie, bomen of struiken werden aangetroffen. De omgeving ter hoogte van het plangebied transformeerde van een perifere zone met huishoudelijke en akkeractiviteiten nabij de nederzettingkern, tot een intensief, ontwikkeld relictlandschap met grachten, grasland en bosvegetatie. Deze omschakeling is ook zichtbaar in het sporenbeeld (van bewoningssporen naar een grachtensysteem met wegtracés).

In de late 16^e – begin 17^e eeuw winnen de oprukkende duinen aan kracht, en wordt het landschap lokaal overstoven door duinzand. Middeleeuws Koksijde wordt verlaten. In de 17^e eeuw wordt de nederzetting kortstondig nieuw leven ingeblazen. De kerk wordt heropgebouwd en binnen het plangebied verschijnt een houten structuur (gebouw of omheining).

In de tweede helft van de 17^e eeuw wordt de nederzetting definitief verlaten, waarna het terrein opnieuw wordt overstoven door de oprukkende duinengordel.

- *Wat was de algemene evolutie van de duinaangroei ter hoogte van het onderzoeksterrein? Kan deze evolutie worden gedateerd?*

Zie bodemopbouw.

- *Wat was de paleolandschappelijke context van het onderzoeksterrein voor het ontstaan van middeleeuws Koksijde? Hoe passen deze gegevens binnen de kennis over het ontstaan en de evolutie van de kustvlakte?*

Op basis van de resultaten van het natuurwetenschappelijk onderzoek zijn binnen de oudste duinafzettingen twee afzettingsmilieus waar te nemen. Een eerste pakket bevindt zich tussen 275-300

cm beneden maaiveld, onder de oudste leeflaag OH01. Dit pakket bestaat uit goed gesorteerd, medium zand met zo goed als geen organische stof (0,77%) en zeer weinig carbonaat (3,29%). De afwezigheid van (micro)fossielen en het lage organische stofgehalte duiden op een hoogenergetisch milieu, waarin organismen moeilijk kunnen gedijen of waarin hun stoffelijke resten moeilijk worden afgezet en bewaard. Het OSL-onderzoek dateert het pakket rond 432 (± 87) na Chr. Aangezien deze ouderdom ouder is dan de resultaten van de onderliggende pakketten, betreft het hoogstwaarschijnlijk een ouder, herwerkt zandpakket dat binnen een korte tijdsperiode is afgezet.

Het tweede afzettingpakket bevindt zich vanaf 300 cm beneden maaiveld en bestaat uit slecht gesorteerd, zandige silt met 5-10% organische stof en $\pm 15\%$ carbonaat. Het pakket heeft een ouderdom gaande van 365 (onderzijde) tot 739 (bovenzijde) na Chr. De aanwezige microfossielen zijn voornamelijk bentisch van aard, en duiden op een brak tot marien intertidaal afzettingmilieu. Het lokale landschap werd gekenmerkt door een natte, bosrijke omgeving met open plekken, waarin mogelijk krekken voorkwamen. Es, eik, en hazelaar waren de meest voorkomende bomen. De ganzenvoetfamilie domineerde de kruiden. Cultuurplanten, zoals korenbloem en rogge, waren mogelijk aanwezig in het landschap.

- *Wat was de paleolandschappelijke context van het onderzoeksterrein tijdens het bestaan van middeleeuws Koksijde?*

Het onderzoek van de stalen uit OH02 heeft geen relevante ecologische informatie opgeleverd. Wat betreft horizont OH03 is duidelijk dat de lokale vegetatie een sterk antropogeen karakter had, binnen een wijder kader van een typisch duinlandschap gekenmerkt door droog grasland en struweel. Activiteiten op de site leidden tot een verrijking van de lokale bodem met meststoffen, waardoor de vegetatie mogelijk analoog was aan wat tegenwoordig het zeedorpenlandschap heet. De aangetroffen soorten wijzen op het houden van vee in het duinlandschap en de poldergronden ten zuiden ervan, alsook op het verbouwen van graan en andere gewassen.

- *Zijn er aanwijzingen voor de rol die de duinaangroei speelde bij het verdwijnen van middeleeuws Koksijde?*

Het einde van de 16^e eeuw valt samen met het verlaten van middeleeuws Koksijde. Gebouwen (mogelijk de middeleeuwse kerk) werden afgebroken, en het grachtensysteem werd opgegeven, waarna het dichtstroof. In de bodemopbouw is een sterke en plotse aangroei van het duinlichaam zichtbaar. Het lijkt erop dat de mens de controle over het landschap verloor.

Waarom de nederzetting werd verlaten, is niet duidelijk. Historische bronnen wijzen wel op een erg bewogen periode in de regio (onder andere de Godsdienstoorlogen).

6.2.2 Sporen en structuren algemeen

- *Zijn er sporen aanwezig? Zo ja, geef een beknopte omschrijving. Zijn de sporen natuurlijk of antropogeen? Hoe is de bewaringstoestand van de sporen?*

De eerste sporen van bewoning lagen geconcentreerd in twee clusters. De eerste cluster, in het noordoosten van het plangebied nabij de middeleeuwse nederzettingkern, omvatte de restanten van een rechthoekige, houten structuur. Een tweede palencluster bevond zich in het uiterste westen van het plangebied. Vermoedelijk waren dit de restanten van woonhuizen of bijgebouwen, en maakten deze deel uit van middeleeuws Koksijde. De omgeving rondom de gebouwen was ingericht met enkele greppels.

In een latere fase (OH03) werd de westelijk gelegen cluster oversneden door grachten en een wegtracé. Het grachtensysteem omvatte twee, brede, parallelle grachten die het plangebied van het

noordwesten naar het zuidoosten doorkruisten. De grachtvullingen waren onderin humeus en werden gedempt door stuifzand (SZ04). Op basis van het aardewerk dateren de grachten en wegtracés in de 13^e tot en met eerste helft van de 16^e eeuw. Het afdekken van de grachten door stuifzand vond vermoedelijk plaats in de late 16^e tot en met het begin van de 17^e eeuw.

Enkele kuilen in het noordoosten van het plangebied vertegenwoordigen het einde van deze occupatiefase. De kuilen, waaronder een drenkkuil, werden gedempt of opgevuld met bouwpuin, zoals natuurstenen bouwelementen. Dit materiaal was mogelijk afkomstig van de middeleeuwse, bakstenen kerk, die zich in de nabije omgeving situeerde. Vermoedelijk kwam het puin in de kuilen terecht, tijdens of net na het verlaten van de middeleeuwse nederzetting.

De 17^e-eeuwse sporen binnen het plangebied zijn schaars. Ze beperken zich tot het restant van een houten structuur (gebouw of omheining), in de nabijheid van de vermoedelijke kerklocatie.

Uit de 18^e – 20^e eeuw dateren een aantal kuilen, greppels en dierbegravingen.

- *Maken de sporen deel uit van één of meerdere structuren?*

Binnen het sporenbestand kunnen drie structuren van een houten gebouw (of omheining) worden herkend. Geen enkele structuur werd volledig aangetroffen, waardoor de interpretatie en functie onduidelijk zijn.

- *Behoren de sporen tot één of meerdere periodes?*

De sporen dateren tussen de late 12^e tot en met de 20^e eeuw.

- *Zijn er indicaties voor de aanwezigheid van funeraire contexten? Zo ja, hoeveel niveaus zijn te onderscheiden? Wat is de omvang? Komen oversnijdingen voor? Wat is het geschatte aantal individuen?*

Er zijn geen indicaties voor de aanwezigheid van funeraire contexten.

- *Kunnen archeologische vindplaatsen in tijd, ruimte en functie worden afgebakend?*

De archeologische vindplaatsen kunnen in tijd worden afgebakend. De oudste structuren maakten vermoedelijk deel uit van middeleeuws Koksijde. De jongste structuur dateert uit de 17^e eeuw. De vindplaatsen kunnen niet in ruimte en functie worden afgebakend.

- *Wat is de vastgestelde bewaringstoestand van elke archeologische vindplaats?*

De structuur van het plangebied maakt dat de vindplaatsen zeer fragmentair bewaard zijn.

6.2.3 Het onderzoeksterrein voor het ontstaan van het middeleeuwse Koksijde

- *Zijn er sporen of structuren aangetroffen uit de periode voor het ontstaan van middeleeuws Koksijde?*

Uit de periode vóór het ontstaan van middeleeuws Koksijde zijn geen sporen of structuren bewaard.

- *Hoe was het terrein toen ingericht en geëxploiteerd?*

Er zijn geen gegevens over hoe het terrein was ingericht of werd geëxploiteerd vóór het ontstaan van middeleeuws Koksijde.

- *Zijn er aanwijzingen over welke invloed de naburige Ter Duinenabdij (vanaf de vroege 12^e eeuw) destijds uitoefende op het onderzoeksterrein?*

Er zijn geen aanwijzingen over enige invloed van de Ter Duinenabdij op het onderzoeksterrein.

- *Zijn er aanwijzingen voor kenmerken van het toenmalige terrein die het aantrekkelijk maakten voor de inplanting van het middeleeuws Koksijde?*

De zandige afzettingen rustten op intertidale wadafzettingen, waarbij het gebied aan het eind van de cyclus is geëvolueerd van een zandwad naar een schorre. Hoogstwaarschijnlijk werd een getijdengeul in de nabijheid van het plangebied opgevuld, of werd deze afgesloten. Dit bevestigt de historische bronnen dat middeleeuws Koksijde werd gesticht nabij een belangrijke getijdenrivier (in historische bronnen als Mare aangeduid). Deze rivier verleende toegang tot de huidige IJzermonding en de zee. De etymologische betekenis van *-yde* verwijst eveneens naar een aanlegplaats of schuilhaven, en benadrukt de relatie tussen de nederzetting en de getijdenrivier.

6.2.4 Middeleeuws Koksijde

- Hoe passen de onderzoeksresultaten binnen de huidige – erg beperkte – kennis over het middeleeuws Koksijde?

De onderzoeksresultaten bevestigen de nabijheid van de middeleeuwse nederzettingkern en mogelijk ook de middeleeuwse kerk, ten noordoosten van het plangebied. Het onderzoeksterrein was hoogstwaarschijnlijk een ruraal areaal, waar akker- en veeteeltactiviteiten plaats vonden, dat aansloot bij de middeleeuwse nederzetting.

De omgeving ter hoogte van het plangebied transformeerde in de loop van de late 12^e tot en met de 16^e eeuw van een perifere zone met huishoudelijke en akkeractiviteiten tot een intensief, ontwikkeld relictlandschap met grachten, grasland en bosvegetatie.

- *Kunnen er aan de hand van de onderzoeksresultaten uitspraken worden gedaan over de ruimtelijke extensie en inrichting van het middeleeuws Koksijde?*

Binnen het plangebied bevond zich hoogstwaarschijnlijk een landelijke zone met bewoning, akkers en grasland, die aansloot bij de middeleeuwse kern van Koksijde. In het zuiden en westen van het onderzoeksterrein bestonden de middeleeuwse leeflagen uit een humeus, zandig pakket. In het noorden en oosten waren deze lagen zichtbaar als een complex van meerdere zandige, al dan niet humeuze afzettingen. Het verschil in opbouw is vermoedelijk een gevolg van de historische inrichting van het terrein. Het noordoosten van het terrein sloot vermoedelijk aan bij de middeleeuwse nederzettingkern.

- *Kan de evolutie (ruimtelijk, functioneel, chronologisch) van het middeleeuws Koksijde worden gereconstrueerd?*

De omgeving ter hoogte van het plangebied transformeerde in de loop van de late 12^e tot en met de 16^e eeuw van een perifere zone met huishoudelijke en akkeractiviteiten nabij de nederzettingkern, tot een intensief, ontwikkeld relictlandschap met grachten, grasland en bosvegetatie. Deze omschakeling is ook zichtbaar in het sporenbeeld.

Dit zou erop kunnen wijzen dat de bewoning zich in de loop van de middeleeuwen meer en meer centreerde in de kern van de nederzetting. Het omliggende landschap ontwikkelde zich tot een relictlandschap met grachten en aansluitende wegtracés, en tussenin graslanden voor veeteelt en boslandschap.

- *Mogelijk ligt het onderzoeksterrein in de onmiddellijke omgeving van de parochiekerk van middeleeuws Koksijde. Zijn hier aanwijzingen voor?*

In het noordoosten van het plangebied werden twee afvalkuilen blootgelegd. In beide kuilen werd een grote hoeveelheid bouwpuin aangetroffen, waaronder natuurstenen bouwelementen, enkele fragmenten van een bakstenen gevelplint en een intacte, kalkstenen vijzel. Het materiaal lijkt niet afkomstig van burgerlijke bebouwing. Hoogstwaarschijnlijk zijn het de restanten van de oude, middeleeuwse kerk. Op een nabijgelegen perceel werd in het verleden reeds een oude grafsteen gevonden.

Op basis van de relatieve chronologie ter hoogte van occupatiehorizont OH03 dateren de kuilen vermoedelijk uit het einde van de 16^e eeuw. De aard van het vondstmateriaal (afbraakmateriaal, mogelijk van de middeleeuwse kerk) en de datering doen vermoeden dat de kuilen werden aangelegd tijdens of net na het verlaten van de middeleeuwse site.

- *Kan de traditionele visie op het verlaten van middeleeuws Koksijde bevestigd, weerlegd of genuanceerd worden?*

Op basis van de onderzoeksresultaten is het niet duidelijk waarom de nederzetting werd verlaten. Historische bronnen wijzen op een erg bewogen periode in de regio (onder andere de Godsdienstoorlogen). In de bodemopbouw is een sterke en plotse aangroei van het duinlichaam zichtbaar. Mogelijk verloor de mens de controle over het oprukkende duinlandschap.

6.2.5 17^e-eeuws Koksijde

- *Hoe passen de onderzoeksresultaten binnen de huidige – erg beperkte – kennis over het 17^e-eeuws Koksijde?*

Binnen het plangebied zijn de sporen van bewoning uit de 17^e eeuw schaars. Ze beperken zich tot het restant van een houten structuur (gebouw of omheining), in de nabijheid van de vermoedelijke kerklocatie.

- *Kunnen er aan de hand van de onderzoeksresultaten uitspraken worden gedaan over de ruimtelijke extensie en inrichting van het 17^e-eeuws Koksijde?*

Op basis van de onderzoeksresultaten kunnen geen uitspraken gedaan worden over de ruimtelijke extensie en inrichting van 17^e-eeuws Koksijde.

- *Kan de evolutie (ruimtelijk, functioneel, chronologisch) van het 17^e-eeuws Koksijde worden gereconstrueerd?*

Op basis van de onderzoeksresultaten is er geen duidelijkheid over de evolutie van 17^e-eeuws Koksijde.

- *Mogelijk ligt het onderzoeksterrein in de onmiddellijke omgeving van de parochiekerk van 17^e-eeuws Koksijde. Zijn hier aanwijzingen voor?*

Er zijn geen aanwijzingen over de locatie van de 17^e-eeuwse parochiekerk.

- *Kan de traditionele visie op het verlaten van het 17^e-eeuws Koksijde bevestigd, weerlegd of genuanceerd worden?*

In de tweede helft van de 17^e eeuw werd de nederzetting wederom verlaten. Op basis van cartografische en historische bronnen wordt vermoed dat het plangebied en de omgeving opnieuw

werden overstoven door de oprukkende duinengordel. Deze stuifzandpakketten werden slechts lokaal aangetroffen. Het merendeel van deze horizont was opgenomen in de recente bouwvoor.

7 Figuren, plannen en tabellen

7.1 Lijst met figuren

Figuur 1: Plangebied op het Digitaal Hoogtemodel van Vlaanderen	18
Figuur 2: Parallele en vrije duinvorming	19
Figuur 3: Koksijde voor en na de overstuiving, met aanduiding van de dorpskern (situatie in 1645 en 1709) ...	20
Figuur 4: Plangebied op de kaart van Ferraris	21
Figuur 5: Mechanische boring 1A, van 0 cm (linksonder) tot 500 cm (rechtsboven). Topmateriaal sterk gecompacteerd	22
Figuur 6: Boorkolom mechanische boring 1	23
Figuur 7: Mechanische boring 2A, van 0 cm (linksonder) tot 435 cm (linksboven). Topmateriaal sterk gecompacteerd	24
Figuur 8: Mechanische boring 2	25
Figuur 9: Profiel PR1.1 (noordnoordwest-zuidzuidoost)(zwart: recente BV; groen: OH03; rood: OH02; geel: zandige duinafzettingen)	29
Figuur 10: Oostelijk deel van profiel PR1.1 (zwart: recente BV; rood: OH03; groen: OH02; geel: zandige duinafzettingen)	30
Figuur 11: Profiel PR2.2 (zuidwest-noordoost)(zwart: recente BV; blauw: OH04; rood: OH03; groen: OH02; geel: zandige duinafzettingen)	31
Figuur 12: Detail van PR2.2 in het uiterste oosten met de lagen 1 (recente BV), 2 (OH04), 3 (SZ04), 4 (OH03), 5 (SZ03) en 6 (OH02)	32
Figuur 13: Profielen PR3.1 (links; noordwest-zuidoost) en PR3.2 (rechts; zuidwest-noordoost)(zwart: recente BV; blauw: OH04; rood: OH03; groen: OH02; geel: zandige duinafzettingen)	33
Figuur 14: Verloop van korrelgrootte, organische stof en carbonaatgehalte t.o.v. diepte	36
Figuur 15: Foto's van pollen en sporen (vlnr, vbno): Alnus (Els), Quercus (Eik), Corylus (Hazelaar), Salix (Wilg), Pinus (Den), Chenopodiaceae (Ganzenvoet), Poaceae (Grassen), Lycopodium (Wolfsklauw)	38
Figuur 16: Pollendiagram	39
Figuur 17: Pollendiagram	39
Figuur 18: Foto's van diatomeeën (vlnr, vbno): Paralia sulcata, Opephora sp., Diploneis didyma, Lemnicola Tryblionella compressa, Pseudopodosira westii, Raphoneis amphicerus, Actinoptychus senarius	41
Figuur 19: Frequentieverdeling van diatomeeën naar levensvorm	41
Figuur 20: Frequentieverdeling van diatomeeën naar saliniteit volgens Van Der Werff	42
Figuur 21: Frequentieverdeling van diatomeeën naar saliniteit volgens Hustedt	42
Figuur 22: Frequentieverdeling van diatomeeën naar habitat	43
Figuur 23: Foraminiferasoorten (vlnr, vbno): Elphidium excavatum, Haynesina germanica, Cornuspira involens, Nodosaria sp., Bolivina variabilis, Elphidium williamsoni	44
Figuur 24: Grafiek met de ouderdom van de zes monsters, weergegeven in jaren nà Chr. en met de standaard onzekerheid	46
Figuur 25: Bemonstering (M27) van profiel PR3.2 (zuidwesten)	48
Figuur 26: Pollenbak M27 met daarin de genomen monsters ten behoeve van slijpplatenonderzoek (grijze rechthoeken); gele lijnen representeren de onderscheiden lagen	48
Figuur 27: Grondmassa laag 12 bestaande uit relatief losgepakt kalkrijk zand	53
Figuur 28: Grondmassa laag 9 bestaande uit een laagje relatief losgepakt kalkrijk zand (onderzijde afbeelding nummer 3) en een laagje kalkrijke, lutumhoudende silica met ingebedde zandkorrels (bovenzijde afbeelding nummer 1)	54
Figuur 29: Grondmassa laag 11 met ijzerfosfaat (geel omcirkeld)	55
Figuur 30: Grondmassa laag 8 met gefragmenteerd verkoold plantaardig materiaal (geel omcirkeld)	56
Figuur 31: Grondmassa laag 7 met verkoold plantaardig materiaal (zwarte fragment onderzijde afbeelding) en as (ecru kleurige substantie bovenzijde afbeelding)	56
Figuur 32: Grondmassa laag 5 met verkoold plantaardig materiaal, as en verbrand bot (geel omcirkeld)	57
Figuur 33: Bemonstering (M30) van profiel PR1.1	59
Figuur 34: Pollenbak M30 met daarin de genomen monsters ten behoeve van slijpplatenonderzoek (grijze rechthoeken); gele lijnen representeren de onderscheiden lagen	59
Figuur 35: Grondmassa laag 7, relatief los gepakt schoon zand	62

Figuur 36: Grondmassa laag 5, relatief los gepakt zand met rondom en tussen de zandkorrels ingespoelde stofhumus	63
Figuur 37: Grondmassa laag 4 met daarin een fragment verbrand bot (links op de afbeelding, geel omcirkeld) en een fragment verkoold plantaardig materiaal (rechts op de afbeelding, geel omcirkeld)	63
Figuur 38: Grondmassa laag 3, relatief los gepakt schoon zand	64
Figuur 39: Grondmassa laag 2 relatief los gepakt schoon zand met tussen de zandkorrels ingespoelde stofhumus (geel omcirkeld)	64
Figuur 40: Coupe op gracht S3.028	72
Figuur 41: Gracht S3.032 in het vlak	73
Figuur 42: Coupe op gracht S3.032	73
Figuur 43: Greppel S3.052 in het vlak	74
Figuur 44: Gracht S3.059/S2.006 in de zuidwestelijke hoek (richting westen) met centraal een zandige opvulling (vlak 1B)	75
Figuur 45: Gracht S2.006 in vlak 1B	75
Figuur 46: Coupe op de grachten S3.059 (gedempte gracht links) en S3.056 (overstoven gracht, rechts) (links; in profiel 3.02) en gracht S2.006 (rechts; in profiel 2.01)	76
Figuur 47: Gracht S3.056 in vlak 2.....	77
Figuur 48: Wegtracé S1.009 (richting zuiden)	78
Figuur 49: Wegtracé S1.009 (richting westen)	78
Figuur 50: Coupe op wegtracé S1.009	79
Figuur 51: Wegtracé S1.038 (richting zuidoosten)	79
<i>Figuur 52: De restanten van wegtracé S1.038 in de coupe</i>	<i>80</i>
Figuur 53: Wegtracé S1.025 en enkele karrensporen S2.015 in het vlak (richting westen)	80
Figuur 54: Wegtracé S2.009 in het vlak, ten zuiden van gracht S2006 (richting noorden)	81
Figuur 55: Wegtracé S2.009 in het vlak (richting oosten)	81
Figuur 56: Overzicht van cluster 1 in het vlak (richting westen)	83
Figuur 57: Kuil S3.043 (links) en kuil S3.047 (rechts) in het vlak	83
Figuur 58: Coupe op kuil S3.043.....	84
Figuur 59: Paalkuilen S3.041 en S3.045 in het vlak en in de coupe	84
Figuur 60: Cluster 2 in vlak 2	86
Figuur 61: Kuil S1.042 in het vlak	86
Figuur 62: Kuilen S1.043-044 in het vlak.....	87
Figuur 63: Kuil S1.049 in het vlak	87
Figuur 64: Kuil S1.047 in de coupe	88
Figuur 65: Kuil S1.048 in de coupe	88
Figuur 66: Paalkuil S1.045 in de coupe	89
Figuur 67: Paalkuil S1.046 in de coupe	89
Figuur 68: Paalkuil S1.063 in de coupe	90
Figuur 69: Paalkuil S1.065 in de coupe	90
Figuur 70: Coupe op kuil S2.019.....	92
Figuur 71: Kuil S1.052 wordt oversneden door gracht S3.056 (richting noordoosten)	93
Figuur 72: Restant van leeflaag S3.055 in vlak 2 (richting zuidoosten).....	94
Figuur 73: Kuil S3.048 in vlak 2.....	96
Figuur 74: Kuil S3.048 in profiel PR3.2. Aan de rechterzijde doorsnijdt de kuil occupatiehorizont OH03	97
Figuur 75: Coupe op kuil S3.048 met onderin enkele humeuze pakketten. De kuilk drong door tot in horizont OH02	97
Figuur 76: Kuil S3.061 in profiel PR3.1	98
Figuur 77: Overzicht van STR1 (richting noordwesten).....	100
Figuur 78: Coupe op paalkuilen S3.002, S3.004-009, S3.011 en S3.017 (vlr, vbno).....	101
Figuur 79: Spoor S3.024, restanten van leeflaag OH04	102
Figuur 80: Vormsoorten: kogelpot/voorraadpot (1-7), pan (8-10), kan of kruik (11), teil (12), bord (13)(WP1, Fase 1. Vondstnummers volgens volgnummer: PV2, PV5, vnr56, vnr9, vnr15, PV4, PV3, vnr15, vnr83, PV4, vnr56, vnr35, vnr11.....	109
Figuur 81: Vormsoorten: kogelpot (1), pan (2), kan of kruik (3). Vondstnummers volgens volgnummer: vnr22, vnr55, vnr38.....	110
Figuur 82: Kogelpotten en voorraadpotten in grijs en rood aardewerk. Vondstnummers volgens volgnummer: vnr72, vnr44, vnr33, vnr29, PV10, vnr69, vnr53.	112

Figuur 83: Pannen in grijs, vroegrood en rood aardewerk. Vondstnummers volgens volgnummer: vnr60, vnr59, vnr44, vnr67, vnr68, vnr39.....	113
Figuur 84: Kommen in grijs aardewerk. Vondstnummers volgens volgnummer: vnr59, vnr64, vnr33.	114
Figuur 85: Randfragmenten van kannen en kruiken in rood en grijs aardewerk. Vondstnummers volgens volgnummer: vnr70, vnr45, PV12.	114
Figuur 86: Vuurklok in grijs aardewerk (vnr64).....	115
Figuur 87: Teilen in grijs (1-2; vnr37) en rood (3-5; vnr57, vnr27, vnr84) aardewerk.....	115
Figuur 88: Grapen in grijs (1; vnr37) en rood (2-5; vnr78, PV11, vnr28, vnr81) aardewerk	116
Figuur 89: Drinkkan in Rijnlands steengoed (PVA).....	116
Figuur 90: Bloempot in rood aardewerk (1; vnr57) en papkommen in witbakkend (4; vnr69) en roodbakkend aardewerk (2-3; vnr52)	117
Figuur 91: Glas uit PR3.1 (Vnr 189)	120
Figuur 92: Glas uit greppel S1.002 (Vnr 190)	121
Figuur 93: De vijzel in bovenaanzicht (boven) en in vooraanzicht (onder).....	122
Figuur 94: Vishaak (Vnr 164)(Tekening: schaal 2:3)(foto: M. Hendriksen)	123
Figuur 95: V173 voor en na conservatie (foto: M. Hendriksen).....	124
Figuur 96: De riemgeleider na conservatie (foto: M. Hendriksen)	124
Figuur 97: Riemgeleider PV31 en enkele goed te dateren exemplaren uit West- en Oost- Vlaanderen.....	125
Figuur 98: Munt (PVC) na conservatie (foto: M. Hendriksen).....	125
Figuur 99: Verhoudingen van de ecologische groepen op basis van het aantal taxa	131
Figuur 100: Waardevolle BWK-gebieden rond het plangebied (rode ster)	133
Figuur 101: Droog duingrasland met duinkruiskruid (links) en op de achtergrond duindoornstruweel in de binnenduinrand te Egmond-Binnen (NL) (© BIAx)	134

7.2 Lijst met plannen

Plan 1: Plangebied op topografische kaart (1:10.000; digitaal; 16022018)	2
Plan 2: Plangebied op kadasterkaart (GRB)(1:800; digitaal; 16022018)	2
Plan 3: Synthesekaart: aanduiding van de aanwezigheid van de duinen, de verzande getijdengeul, de abdij Ten Duinen, de waarnemingen aan de Zeelaan, de oude en nieuwe kern van Koksijde (1:11.250; digitaal; 05092016)	4
Plan 4: Advieszones.....	10
Plan 5: Werkputtenplan met aanduiding van de profielen en boringen	17
Plan 6: Profielenplan weergegeven op GRB en overzichtsplan vlak 1B.	26
Plan 7: Sporenplan Vlak 1	67
Plan 8: Sporenplan Vlak 1B	68
Plan 9: Sporenplan Vlak 2	69
Plan 10: Occupatiefase OH02 en OH03.....	71
Plan 11: Gracht- en wegtracés (OH02-OH03)	82
Plan 12: Palencluster 1, in vlak 2 (OH02-OH03)	85
Plan 13: Palencluster 2, in vlak 2 (OH02-OH03)	91
Plan 14: Palenclusters in vlak 2 (werkputten 1 en 3)	94
Plan 15: Leeflagen (OH02-OH03) en kuilen in WP1 vlak 1b en WP3 vlak 2.	95
Plan 16: Occupatiefase OH04.....	98
Plan 17: Structuur 1 (OH04)	99
Plan 18: Leeflaag (OH04).....	103
Plan 19: Het sporenplan geprojecteerd op de luchtfoto uit WOII.	104

7.3 Lijst met tabellen

Tabel 1: De resultaten van het ¹⁴ C-onderzoek. De dateringen zijn gekalibreerd met behulp van OxCal 4.32 aan de hand van de IntCal13 kalibratiecurve, met een betrouwbaarheidsinterval van 2σ.....	26
Tabel 2: Overzicht van de stalen	35
Tabel 3: Resultaten van de LOI- en korrelgrootteanalyse.....	36
Tabel 4: Telling van pollen en sporen	38
Tabel 5: Resultaat van de absolute abundanties	38

Tabel 6: Resultaat van de diatomeeëntellingen (in %)	40
Tabel 7: Foraminiferasoorten aanwezig in de stalen	44
Tabel 8: Resultaat OSL-dateringen	46
Tabel 9: Resultaten van de analyse van M27 (0-50 cm – top van de pollenbak).....	49
Tabel 10: Resultaten van de analyse van M30 (0-32 cm – top van de pollenbak).....	60
Tabel 11: Schervenaantal en MAI per werkput.....	107
Tabel 12: Aardewerksoort in schervenaantal en minimum aantal individuen (n en %)(WP1)	107
Tabel 13: Vormsoorten per aardewerksoort, telling volgens het MAI (WP1, Fase 1)	107
Tabel 14: Aardewerksoort in schervenaantal en minimum aantal individuen (n en %)(WP2)	109
Tabel 15: Vormsoort per aardewerksoort, telling volgens het MAI (WP2).....	110
Tabel 16: Aardewerksoort in schervenaantal en minimum aantal individuen (n en %)(WP3)	111
Tabel 17: Vormsoort per aardewerksoort, telling volgens het MAI (WP3).....	111
Tabel 18: Overzicht glasvondsten	120
Tabel 19: Aantal en gewicht per steensoort	121
Tabel 20: Geconserveerde metaalvondsten	126
Tabel 21: Overzicht van de geïnventariseerde macrorestenstalen	130

8 Bibliografie

- VAN ACKER, J., 2012. De Westhoekduinen van de middeleeuwen tot 1800. In H. BERQUIN, ed. *In het zand geschreven. De Westhoekduinen. Een geschiedenis*. pp. 13–73.
- AGIV, 2023. Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen: Grootschalig Referentiebestand (GRB). Available at: <https://www.geopunt.be/>.
- ALVE, E. & MURRAY, J., 1994. Ecology and taphonomy of benthic foraminifera in a temperate mesotidal inlet. *The Journal of Foraminiferal Research*, 24(1), pp.18–27.
- Anon, Merken: CD. Available at: <https://www.claypipes.nl/merken/letters/cd/> [Accessed December 4, 2017].
- BARTELS, M., 1999. *Steden in Scherven 1. Vondsten uit beerputten in Deventer, Dordrecht, Nijmegen en Tiel (1250-1900)*, Amersfoort: Stichting promotie Archeologie, Zwolle en de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek.
- BEUG, H.J., 2004. *Leitfaden der pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende gebiete*, München.
- BILLEMONT, J. et al., 2019. *Gent, archeologische opgraving Sint-Michielsstraat. -vondsten achter de Veste- BAAC Vlaanderen Rapport*,
- BLOTT, S.J. & PYE, K., 2001. GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, pp.1237–1248.
- DE CEUNYNCK, R., 1992. Het duinenlandschap. Ontstaan en evolutie. *Termote J. (red.), Tussen land en zee. Het duinengebied van Nieuwpoort tot De Panne*, pp.18–45.
- CLAUS, A. & VANOVERBEKE, R., 2016. *Archeologische opgraving Ieper, Polenlaan, BAAC Vlaanderen rapport 298*, Gent (Mariakerke).
- COOLS, A., 2009. *Inpakken, een kunst*, Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed.
- CUSHMAN, J., 1949. *Recent Belgian Foraminifera Volume 111.*, Brussel: Institut royal des sciences naturelles de Belgique.
- CUSHMAN, J., 1918. *The Foraminifera of the Atlantic Ocean (Vol.1-8)*,
- DARLING, K. et al., 2016. The genetic diversity, phylogeography and morphology of Elphidiidae (Foraminifera) in the Northeast Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 120, pp.1–23.
- DEMEY, D. et al., 2013. Een dijk en een woonplatform uit de Romeinse periode in Stene (Oostende). *Relicta*, 10, pp.7–70.
- DEMOEN, D., VANDEN BORRE, J. & KREKELBERGH, N., 2016. *Archeologische opgraving Middelkerke - Kalkaertstraat, BAAC Vlaanderen Rapport 336*, Gent: BAAC Vlaanderen.
- DEMOEN, D. & KREKELBERGH, N., 2017. *Nota Koksijde Zeelaan, BAAC Vlaanderen Rapport nr. 607*, Gent (Mariakerke).

- Denys, L., 1991. *A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the Western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list.*, Brussel.
- DESBAT, A., 1990. Les Bons Comptes font les bons amis ou la quantification des céramiques. In L. RIVET, ed. pp. 131–134.
- DEWILDE, M. & DE MEULEMEESTER, J., 1991. De opgravingscampagnes van 1987 en 1988 in de Onze-Lieve-Vrouw-Ten Duinenabdij te Koksijde. *Archaeologie in Vlaanderen*, (1), pp.213–230.
- DYSELINCK, T., 2016. Archeologienota Koksijde, Zeelaan. Deel 2: Verslag van Resultaten.
- ECOPEDIA, Natuurtype: zilverschoongrasland. Available at:
<https://www.ecopedia.be/natuurtypes/natuurtype-zilverschoongrasland>.
- ERVYNCK, A., DEBRUYNE, S. & RIBBENS, R., 2016. *Assessment. Een handleiding voor de archeoloog, Onroerend Erfgoed*.
- DE GROOTE, K., 2008. *Middeleeuws aardewerk in Vlaanderen. Techniek, typologie, chronologie en evolutie van het gebruiksgoed in de regio Oudenaarde in de volle en late middeleeuwen (10de-16de eeuw)*, Brussel.
- HEIRI, O., LOTTER, A.F. & LEMCKE, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25(1), pp.101–110.
- HERREMANS, D., 2010. *Laat middeleeuws aardewerk van onder het Cellenbroederklooster te Veurne: een bijdrage aan het stadsarcheologisch onderzoek en de regionale aardewerkstudie. Onuitgegeven masterproef*. Ugent.
- HILLEWAERT, B. & HOLLEVOET, Y., 1994. Huisvuil onder het wegdek. Een vroeg 13de-eeuws aardewerkcomplex uit de Marktstraat te Oudenburg (prov. West-Vlaanderen). *Archeologie in Vlaanderen*, 4.
- HUSTEDT, F., 1953. Die Systematik der Diatomeen in ihren Beziehungen zur Geologie und Ökologie nebst einer Revision des Halobien-systems. *Sv. Bot. Tidskr.*, 47, pp.509–519.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H., 2008. *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Teil 1–4.*, München: Springer Spektrum.
- LEHOUCK, A., 2010. Het verdwenen landschap en de etymologie van Koksijde: een landschapshistorische benadering op basis van plaatsnamen. In J. DE CALUWE & J. VAN KEYMEULEN, eds. *Voor Magda: artikelen voor Magda Devos bij haar afscheid van de Universiteit Gent*. Gent, pp. 379–419.
- MOORE, P.D., WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E., 1991. *Pollen Analysis*, Oxford.
- MULITZA, S. et al., 2008. Sahel megadroughts triggered by glacial slowdowns of Atlantic meridional overturning. *Paleoceanography*, 23(PA206).
- PIETERS, M. et al., 2013. 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 vissers nederzetting en sporen van een vroeg-17de-eeuwse en een

- vroeg-18de-eeu. *Relicta Monografieën*, 8.
- PIETERS, M. et al., 1994. Raversijde: een 15de-eeuwse kuil, een lens met platvisresten, en de betekenis voor de studie van de site en haar bewoners. *Archeologie in Vlaanderen*, (4), pp.253–277.
- POULAIN, M., 2013. Notes on the quantification of post-medieval pottery in the Low Countries. *Post-Medieval Archaeology*, 47(1), pp.106–118.
- POULAIN, M., 2016. *The habits of war. Early modern ceramics in Flanders*. Gent.
- The Foraminifera.eu Project, 2019. The Foraminifera.eu Project. Available at: <https://www.foraminifera.eu/>.
- THYS, B., 2006. *Landschap in transformatie: Vlaanderen 1904-2004, studie van de fotoreeksen Massart-Charlier-Kempenaers, Casestudy Koksijde (fotoreeks 5)*. Universiteit Gent.
- VANHOUDT, H., 2007. *Atlas der munten van België. Van de Kelten tot heden*, Heverlee.
- VERDEGEM, S. et al., 2017. *Archeologisch onderzoek langs het Fluxys tracé Alveringem - Maldegem. ARCHEOLOGISCH ONDERZOEK LOT 1&2: DEELZONE LO-RENINGE – STADEN (FRONTZONE)*.
- VAN DER WERFF, A., 1958. L'importance de la recherche sur les diatomées pour la paleobotanique. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, 11, pp.94–97.
- WITKOWSKI, A. & LANGE-BERTALOT, H., 2000. *Diatom Flora of Marine Coasts I. Iconographia Diatomologica 7*, Königstein: A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- WoRMS, 2019. World Register of Marine Species. Available at: <http://www.marinespecies.org>.
- WEEDA, E.J., WESTRA, R., WESTRA, CH. & WESTRA, T., 1985-1994. *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties*, Deventer (vijf delen). VAN ACKER, J., 2012. De Westhoekduinen van de middeleeuwen tot 1800. In H. BERQUIN, ed. *In het zand geschreven. De Westhoekduinen. Een geschiedenis*. pp. 13–73.
- AGIV, 2023. Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen: Grootschalig Referentiebestand (GRB). Available at: <https://www.geopunt.be/>.
- ALVE, E. & MURRAY, J., 1994. Ecology and taphonomy of benthic foraminifera in a temperate mesotidal inlet. *The Journal of Foraminiferal Research*, 24(1), pp.18–27.
- Anon, Merken: CD. Available at: <https://www.claypipes.nl/merken/letters/cd/> [Accessed December 4, 2017].
- BARTELS, M., 1999. *Steden in Scherven 1. Vondsten uit beerputten in Deventer, Dordrecht, Nijmegen en Tiel (1250-1900)*, Amersfoort: Stichting promotie Archeologie, Zwolle en de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek.
- BEUG, H.J., 2004. *Leitfaden der pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende gebiete*, München.
- BILLEMONT, J. et al., 2019. *Gent, archeologische opgraving Sint-Michielsstraat. -vondsten achter de Veste- BAAC Vlaanderen Rapport*,

- BLOTT, S.J. & PYE, K., 2001. GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, pp.1237–1248.
- DE CEUNYNCK, R., 1992. Het duinenlandschap. Ontstaan en evolutie. *Termote J. (red.), Tussen land en zee. Het duinengebied van Nieuwpoort tot De Panne*, pp.18–45.
- CLAUS, A. & VANOVERBEKE, R., 2016. *Archeologische opgraving Ieper, Polenlaan, BAAC Vlaanderen rapport 298*, Gent (Mariakerke).
- COOLS, A., 2009. *Inpakken, een kunst*, Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed.
- CUSHMAN, J., 1949. *Recent Belgian Foraminifera Volume 111.*, Brussel: Institut royal des sciences naturelles de Belgique.
- CUSHMAN, J., 1918. *The Foraminifera of the Atlantic Ocean (Vol.1-8)*,
- DARLING, K. et al., 2016. The genetic diversity, phylogeography and morphology of Elphidiidae (Foraminifera) in the Northeast Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 120, pp.1–23.
- DEMEY, D. et al., 2013. Een dijk en een woonplatform uit de Romeinse periode in Stene (Oostende). *Relicta*, 10, pp.7–70.
- DEMOEN, D., VANDEN BORRE, J. & KREKELBERGH, N., 2016. *Archeologische opgraving Middelkerke - Kalkaertstraat, BAAC Vlaanderen Rapport 336*, Gent: BAAC Vlaanderen.
- DEMOEN, D. & KREKELBERGH, N., 2017. *Nota Koksijde Zeelaan, BAAC Vlaanderen Rapport nr. 607*, Gent (Mariakerke).
- Denys, L., 1991. *A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the Western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list.*, Brussel.
- DESBAT, A., 1990. Les Bons Comptes font les bons amis ou la quantification des céramiques. In L. RIVET, ed. pp. 131–134.
- DEWILDE, M. & DE MEULEMEESTER, J., 1991. De opgravingscampagnes van 1987 en 1988 in de Onze-Lieve-Vrouw-Ten Duinenabdij te Koksijde. *Archaeologie in Vlaanderen*, (1), pp.213–230.
- DYSELINCK, T., 2016. *Archeologienota Koksijde, Zeelaan. Deel 2: Verslag van Resultaten*.
- ECOPEDIA, Natuurtype: zilverschoongrasland. Available at: <https://www.ecopedia.be/natuurtypes/natuurtype-zilverschoongrasland>.
- ERVYNCK, A., DEBRUYNE, S. & RIBBENS, R., 2016. *Assessment. Een handleiding voor de archeoloog, Onroerend Erfgoed*.
- DE GROOTE, K., 2008. *Middeleeuws aardewerk in Vlaanderen. Techniek, typologie, chronologie en evolutie van het gebruiksgoed in de regio Oudenaarde in de volle en late middeleeuwen (10de-16de eeuw)*, Brussel.
- HEIRI, O., LOTTER, A.F. & LEMCKE, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of*

- Paleolimnology*, 25(1), pp.101–110.
- HERREMANS, D., 2010. *Laat middeleeuws aardewerk van onder het Cellenbroederklooster te Veurne: een bijdrage aan het stadsarcheologisch onderzoek en de regionale aardewerkstudie. Onuitgegeven masterproef*. Ugent.
- HILLEWAERT, B. & HOLLEVOET, Y., 1994. Huisvuil onder het wegdek. Een vroeg 13de-eeuws aardewerkcomplex uit de Marktstraat te Oudenburg (prov. West-Vlaanderen). *Archeologie in Vlaanderen*, 4.
- HUSTEDT, F., 1953. Die Systematik der Diatomeen in ihren Beziehungen zur Geologie und Ökologie nebst einer Revision des Halobien-systems. *Sv. Bot. Tidskr.*, 47, pp.509–519.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H., 2008. *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Teil 1–4.*, München: Springer Spektrum.
- LEHOUCQ, A., 2010. Het verdwenen landschap en de etymologie van Koksijde: een landschapshistorische benadering op basis van plaatsnamen. In J. DE CALUWE & J. VAN KEYMEULEN, eds. *Voor Magda: artikelen voor Magda Devos bij haar afscheid van de Universiteit Gent*. Gent, pp. 379–419.
- MOORE, P.D., WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E., 1991. *Pollen Analysis*, Oxford.
- MULITZA, S. et al., 2008. Sahel megadroughts triggered by glacial slowdowns of Atlantic meridional overturning. *Paleoceanography*, 23(PA206).
- PIETERS, M. et al., 2013. 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 vissers nederzetting en sporen van een vroeg-17de-eeuwse en een vroeg-18de-eeu. *Relicta Monografieën*, 8.
- PIETERS, M. et al., 1994. Raversijde: een 15de-eeuwse kuil, een lens met platvisresten, en de betekenis voor de studie van de site en haar bewoners. *Archeologie in Vlaanderen*, (4), pp.253–277.
- POULAIN, M., 2013. Notes on the quantification of post-medieval pottery in the Low Countries. *Post-Medieval Archaeology*, 47(1), pp.106–118.
- POULAIN, M., 2016. *The habits of war. Early modern ceramics in Flanders*. Gent.
- The Foraminifera.eu Project, 2019. The Foraminifera.eu Project. Available at: <https://www.foraminifera.eu/>.
- THYS, B., 2006. *Landschap in transformatie: Vlaanderen 1904-2004, studie van de fotoreeksen Massart-Charlier-Kempenaers, Casestudy Koksijde (fotoreeks 5)*. Universiteit Gent.
- VANHOUDT, H., 2007. *Atlas der munten van België. Van de Kelten tot heden*, Heverlee.
- VERDEGEM, S. et al., 2017. *Archeologisch onderzoek langs het Fluxys tracé Alveringem - Maldegem. ARCHEOLOGISCH ONDERZOEK LOT 1&2: DEELZONE LO-RENINGE – STADEN (FRONTZONE)*,
- VAN DER WERFF, A., 1958. L'importance de la recherche sur les diatomées pour la paleobotanique. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, 11, pp.94–97.

WITKOWSKI, A. & LANGE-BERTALOT, H., 2000. *Diatom Flora of Marine Coasts I. Iconographia Diatomologica 7*, Königstein: A.R.G. Gantner Verlag K.G.

WoRMS, 2019. World Register of Marine Species. Available at: <http://www.marinespecies.org>.

9 Bijlagen

9.1 Sporenlijst

9.2 Vondstenlijst

9.3 Monsterlijst

9.4 Fotolijst

9.5 Assessmenttabel middeleeuws aardewerk

9.6 Assessmenttabel dierlijk bot

9.7 Assessmenttabel glas

9.8 Assessmenttabel metaal

9.9 Macrorestenonderzoek en ¹⁴C-datering (BIAX)

9.10 Micromorfologisch onderzoek (ArcheoPro)

9.11 Sedimentanalyse