

2021 't Zand, Brugge

Dieter Verwerft, Femke Germonpré, Jan Huyghe, Roland Decock, Caroline Landsheere, Griet Lambrecht, Frederik Roelens en Jari Hinsch Mikkelsen

't Zand, Brugge: Archeologierapport naar aanleiding van de archeologische opgraving



Auteurs: Dieter Verwerft, Femke Germonpré, Jan Huyghe, Roland Decock, Caroline Landsheere, Griet Lambrecht, Frederik Roelens en Jari Hinsch Mikkelsen

Opdrachtgever: Interparking nv
Hoefijzerlaan 12, 8000 Brugge

Uitvoerder: AardeWerk (Raakvlak Archeologisch Onderzoek)
Komvest 45
8000 Brugge
T +32 [0]50 44 50 41
E dieter.verwerft@brugge

© AardeWerk (Raakvlak Archeologisch Onderzoek), augustus 2022

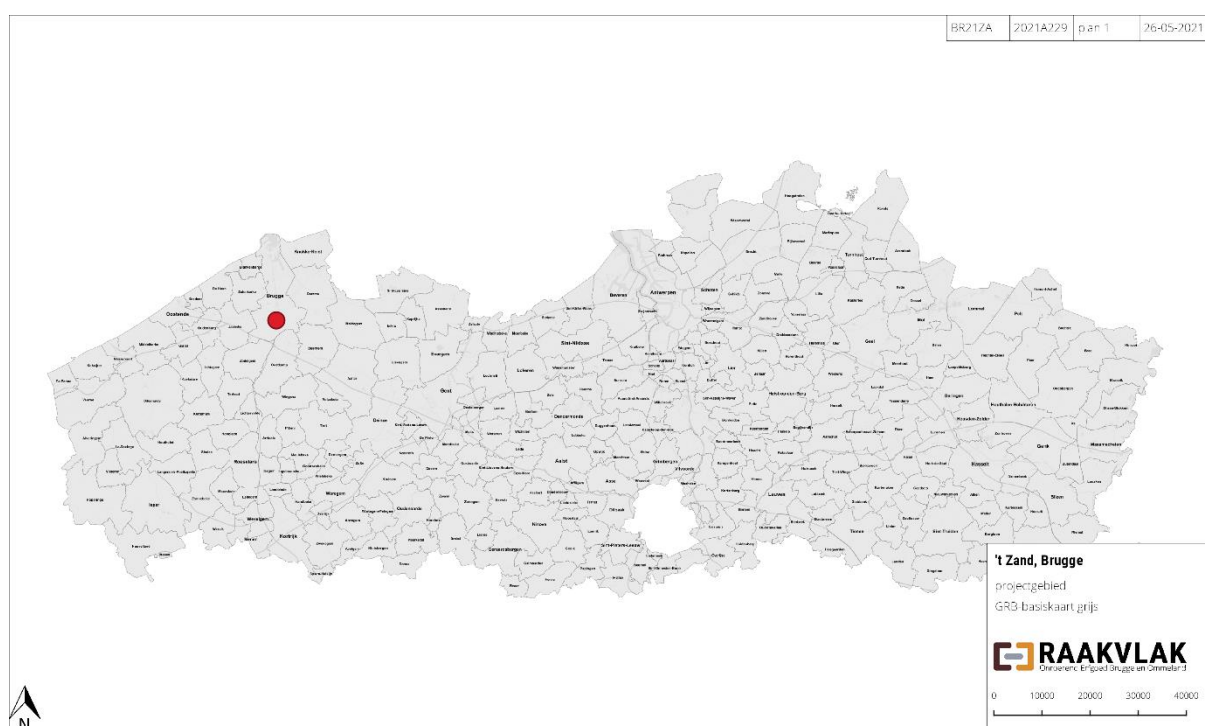
Niets uit deze uitgave mag vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van AardeWerk (Raakvlak Archeologisch Onderzoek).

Inhoud

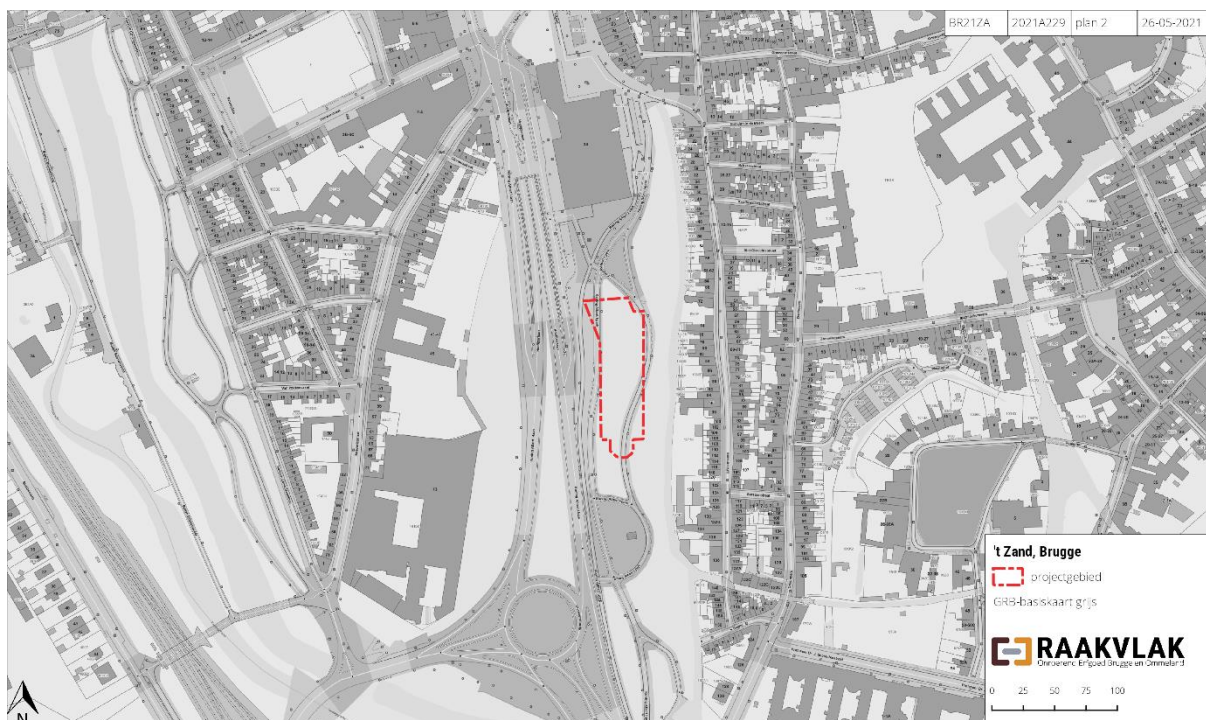
Deel 1: Bureauonderzoek

1	Administratieve gegevens	6
2	Inleiding	7
3	Resultaten vooronderzoek.....	7
4	Wetenschappelijke doelstelling.....	8
5	Beschrijving van de werkwijze en opgravingsstrategie.....	9
5.1	Afwijkingen.....	9
5.2	Personeel.....	9
6	Beschrijving van de resultaten van het veldwerk.....	11
6.1	Bodemkundige waarnemingen	12
6.1.1	Inleiding	12
6.1.2	Landschappelijke evolutie	13
6.1.3	Profiel 1	24
6.1.4	Profiel 2.....	27
6.1.5	Profiel 3.....	30
6.1.6	Profiel 5.....	31
6.1.7	Profiel 15	32
6.1.8	Profiel 20	35
6.1.9	Profiel 21	36
6.1.10	Spoor 26.....	39
6.2	Archeologische waarnemingen	40
6.2.1	Inleiding	40
6.2.2	Paalsporen	42
6.2.3	Grachten.....	46
6.3	Assessment van de vondsten	52
6.3.1	Inleiding	52
6.3.2	Aardewerk.....	52
6.3.3	Metaal.....	54
6.3.4	Natuursteen.....	60
6.3.5	Bot.....	60
6.3.6	Hout.....	61
6.4	Assessment van het natuurwetenschappelijk onderzoek.....	61
6.4.1	Inleiding	61
6.4.2	Macrobotanisch onderzoek.....	65
6.4.3	Pollenanalyse.....	67
6.4.4	Diatomeeën	74
6.4.5	¹⁴ C-dateringen	76
6.4.6	Besluit palynologische analyse, diatomeeënanalyse en ¹⁴ c-dateringen	77
6.4.7	Chemische analyse.....	78

6.4.8	Dendrochronologie.....	87
6.4.9	Archeozoologisch onderzoek.....	88
6.4.10	Conservatie.....	91
7	Onderzoeksvragen en synthese.....	91
7.1	Inleiding.....	91
7.2	Onderzoeksvragen.....	92
7.3	Voorstel bewaring archeologisch ensemble.....	100
7.4	Synthese: het dekzand.....	100
7.5	Synthese: de veenlaag.....	101
7.6	Synthese: het laatmiddeleeuws loopniveau.....	102
7.7	Synthese: de ophogingslagen.....	105
7.8	Onderzoeksstrategie.....	107
8	Bibliografie.....	107
9	Bijlagen.....	109



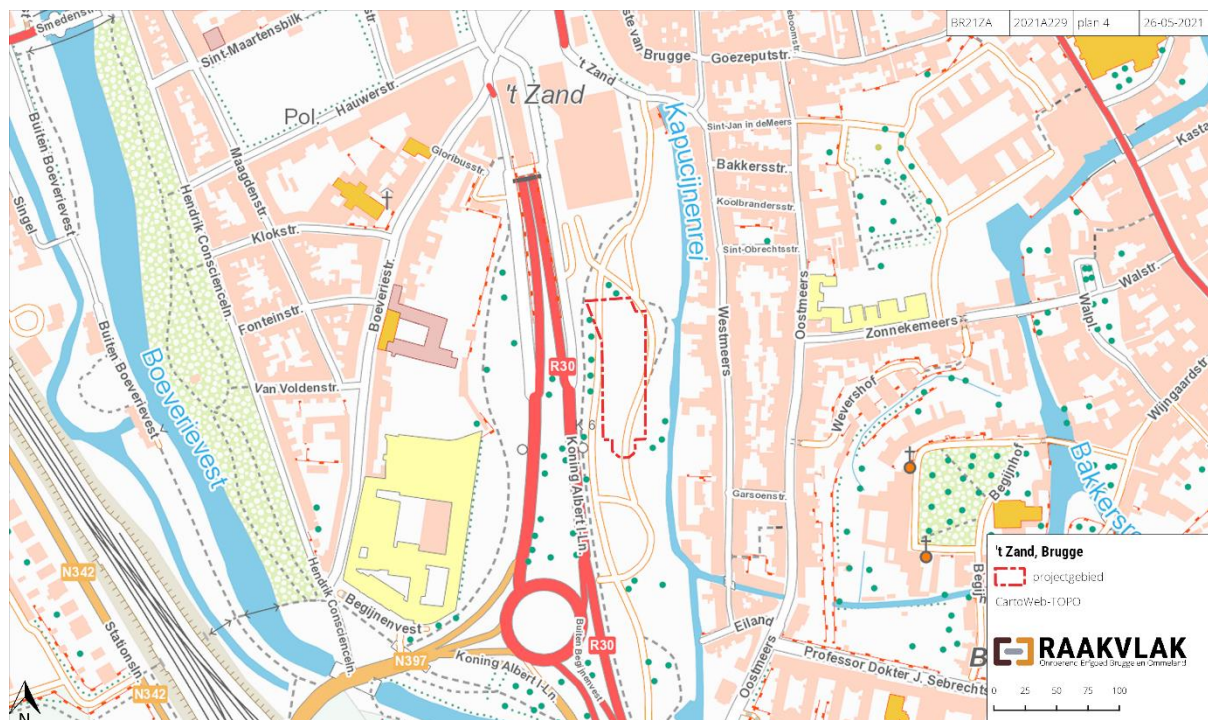
Figuur 1: Situering van het projectgebied (AGIV)



Figuur 2: Het projectgebied op het Grootchalig Referentiebestand (AGIV)



Figuur 3: Het projectgebied op de orthofoto uit 2019 (AGIV)



Figuur 4: Het onderzoeksgebied op de topografische kaart: 1/10 000 en het gewestplan (AGIV)

1 Administratieve gegevens

't Zand, Brugge

Projectcode bureauonderzoek:	2021A229
Naam aanvrager:	Dieter Verwerft
Erkennings nummer:	OE/ERK/Archeoloog/2016/00103
Naam site:	't Zand, Brugge
	BR21ZA

Opdrachtgever: Interparking nv, Hoefijzerlaan 12, 8000 Brugge

Uitvoerder: AardeWerk, Raakvlak Archeologisch Onderzoek

Auteurs: Dieter Verwerft, Femke Germonpré, Jan Huyghe, Roland Decock, Caroline Landsheere, Griet Lambrecht, Frederik Roelens en Jari Hinsch Mikkelsen

Bewaring en beheer van de geregistreerde data, vondsten en stalen: Onroerend Erfgoeddepot De Pakhuizen (Raakvlak), Komvest 45, 8000 Brugge

Locatie/vindplaats: 't Zand, 8000 Brugge

Bounding box: 69603.45417414628900588 210922.25974982872139663, 69618.23115558894642163
210796.78063622242189012, 69654.79792322670982685 210797.03109353501349688, 69654.79792322670982685
210916.49923163920175284, 69641.77414297216455452 210926.76798145528300665, 69603.45417414628900588
210922.25974982872139663

Naam site: 't Zand, Brugge; afkorting: BR21ZA

Kadaster: Brugge, 3e afdeling, sectie C: geen perceelsnummers

Relevante termen thesaurus Onroerend Erfgoed: opgraving, werfbegeleiding

Periode: januari – april 2021

Archeologische verwachting: sporen uit de verschillende periodes

Aanleiding van het onderzoek: ondergrondse parking

Versie: archeologierapport

ID archeologienota: 7040

2 Inleiding

Interparking nv plant een uitbreiding van de parking 't Zand in Brugge. Op een terrein ter hoogte van het Koning Albert I-park te Brugge, zal door de initiatiefnemer een reeds bestaande ondergrondse garage uitgebreid worden. De geplande parking zal op de bestaande parkeergarage onder het Concertgebouw aansluiten. De bestaande inrit zal de toegang worden voor beide parkings. Het omliggende park zal nadien heraangelegd worden. De totale oppervlakte van het plangebied Brugge Parking 't Zand bedraagt ongeveer 26.900 m². De geplande werken vallen niet in een beschermde archeologische site, maar liggen wel in de archeologisch vastgestelde zone 'Historische stadskern van Brugge' (ID: 11880). Verder behoort de site eveneens tot de Unesco Werelderfgoed kernzone 'Historische stadskern van Brugge' (ID: 15044) en de bijbehorende bufferzone (ID: 15045). 't Zand en het Koning Albert I-park komen niet voor op de kaart met gebieden waarin geen archeologische waarden te verwachten zijn (GGA, gebieden geen archeologie). Binnen het plangebied zijn geen waarden voor 'beschermd onroerend erfgoed' gekend.

Aangezien de totale oppervlakte van de bodemingreep 300 m² of meer bedraagt, is volgens het Onroerenderfgoeddecreet van 12 juli 2013 een archeologienota vereist. Deze bekrachtigde archeologienota werd opgemaakt door BAAC Vlaanderen bvba (Linten, 2018a en b).

3 Resultaten vooronderzoek

In 2018 zijn een bureauonderzoek en een landschappelijk bodemonderzoek uitgevoerd (overgenomen uit Linten, 2018b). Van het noorden van het projectgebied wordt verwacht dat de bodem volledig verstoord is tot in de moederbodem. Het bureauonderzoek schat de archeologische verwachting voor het plangebied als zeer hoog in. Het plangebied ligt aan de rand van de historische stadskern van Brugge en is gelegen in een archeologisch vastgestelde zone. Op historische kaarten is het plangebied steeds ingetekend als meersengebied en dus altijd onbebouwd. De kans is reëel dat eventuele resten uit de prehistorie, metaaltijden en Romeinse tijd bewaard bleven.

Op basis van het landschappelijke booronderzoek is duidelijk dat in het plangebied een dik ophogingspakket aanwezig is waarvan de dikte varieert tussen 250 en 760 cm. Hieronder bevindt zich een veenpakket (30-80 cm dik) dat rechtstreeks op het Paleogeen substraat rust. Het veen is sterk veraard als gevolg van fysieke rijpingsprocessen (ontwatering). Hierdoor is de kwaliteit ervan eerder laag te noemen. Tevens is het onduidelijk in welke mate de top verstoord is door latere ingrepen. Het veen is in de loop van het Holoceen ontwikkeld als gevolg van de slechte waterhuishouding in het gebied. De natte omstandigheden zijn het gevolg van het voorkomen van een stuwwatertafel in de ondergrond. Hierdoor is de kans op het aantreffen van sporen van menselijke bewoning in het plangebied eerder laag. Omdat het veen gedurende lange tijd onderhevig was aan ontwatering en fysieke rijping, is de kans op het aantreffen van bijzondere organische vondsten kleiner dan wanneer het veen van rijpingsprocessen gevrijwaard was gebleven.

Op grond van de veldwaarnemingen werd de archeologische verwachting voor het plangebied bijgesteld naar laag voor nederzettingssporen vanaf de late prehistorie tot heden. Voor bijzondere vondstcomplexen, gerelateerd aan natte landschappen (wetland sites), is de verwachting middelhoog.

Eventueel kunnen nog specifieke vondstcategorieën en -complexen aanwezig zijn, maar de kans op het aantreffen van organische resten in goede bewaringstoestand wordt niet hoog verwacht. Tevens zijn dergelijke vondsten, die zich ruimtelijk manifesteren als gerichte puntlocaties, archeologisch moeilijk prospecteerbaar. De datering van het veen vormt een kennislacune in de landschapsgeschiedenis van de historische stad Brugge en de relatie van de menselijke bewoning met het omringende landschap. Op dit vlak biedt de locatie van het plangebied dus mogelijkheden tot kennisvermeerdering.

Er geldt voor het plangebied een specifieke verwachting voor archeologische resten die typisch zijn voor natte landschappen. Die kunnen zowel door jager-verzamelaars uit de steentijd, als door landbouwers uit latere perioden zijn achtergelaten. Het gaat om:

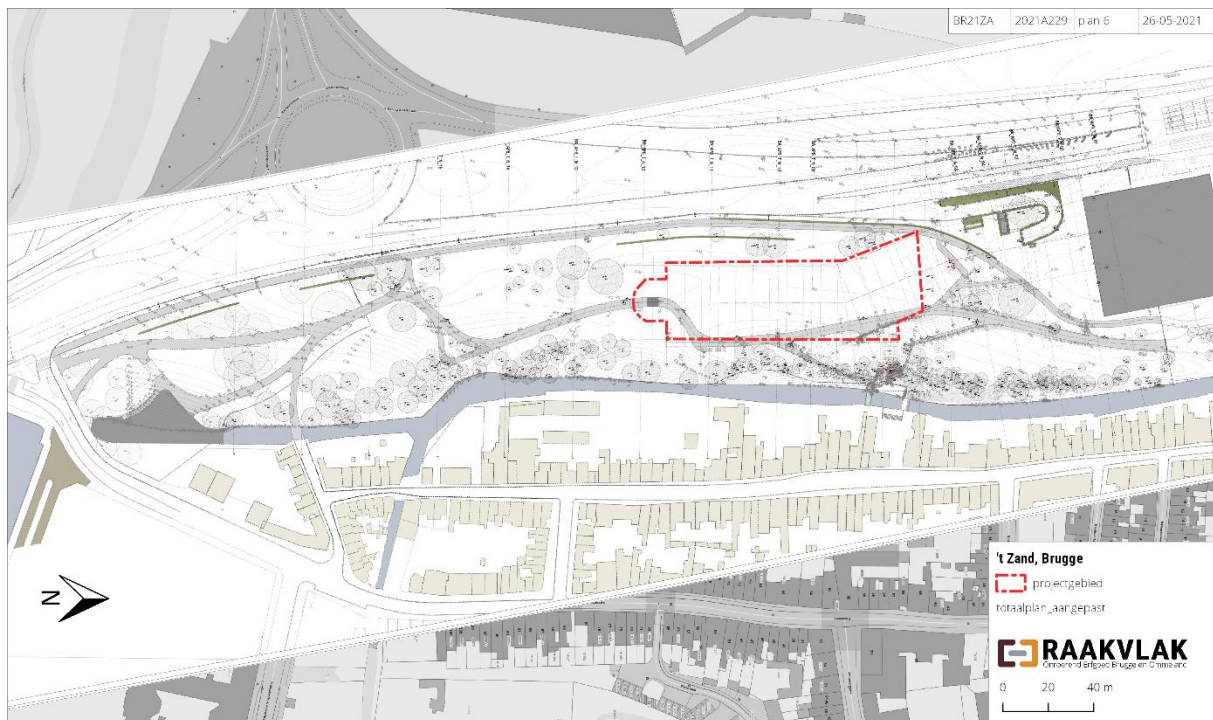
- Voorzieningen voor de visvangst en jachtattributen: fuiken, viswieren, eendenkooien, strikken en netten, pijlen en harpoenen;
- Vaartuigen, waaronder uitgeholde boomstammen (kano's) en boten;
- Plaatsen van 'rituele depositie' van stenen of metalen voorwerpen, potten aardewerk en van menselijk en dierlijk botmateriaal;
- Archeobotanische resten met sporen van menselijke bewerking, bijvoorbeeld boomstammen met kapsporen;
- Perceleringssystemen, hooiwinnings- en beweidingsarealen;
- Knuppelpaden, wegen en dammen;
- Winningszones van grondstoffen, zoals vuursteen, leem, veen en ijzeroer;
- Stortzones of dumps van (nederzettingen-)afval.

Het advies van BAAC Vlaanderen bvba luidt: verder onderzoek moet uitgevoerd worden na het bekomen van de omgevingsvergunning in de vorm van een archeologische begeleiding van de werkzaamheden voor de parkingzone waar de veenlaag bewaard bleef en waar de ondergrondse parkeergarage zal worden aangelegd.

4 Wetenschappelijke doelstelling

Het doel van de archeologische begeleiding is de aanwezigheid van eventuele bijzondere vondstcomplexen gerelateerd aan natte landschappen, de zogenaamde wetland sites, na te gaan.

Ook vormt de datering van het veen een kennislacune in landschapsgeschiedenis van de historische stad Brugge en de relatie van de menselijke bewoning met het omringende landschap. Deze doelstelling wordt verder uitgediept in de onderzoeksvragen.



Figuur 5: De geplande toestand

5 Beschrijving van de werkwijze en opgravingsstrategie

5.1 Afwijkingen

De locatie van de opgravings sleuf is niet gewijzigd ten opzichte van de sleuf beschreven in het programma van maatregelen (Linten, 2018a). Ook de werkwijze sluit aan bij de organisatie van de werkzaamheden, zoals voorgesteld in het programma van maatregelen. Door de onverwacht hoge aanwezigheid van archeologische sporen en vondsten, is de verwachte duur van de veldwerkfase overschreden: 28 in plaats van 5 werkdagen.

De onderzoeksstrategie wijkt niet af van de Code Goede Praktijk.

5.2 Personeel

Volgende personen zijn betrokken bij het onderzoek:

- Dieter Verwerft: veldwerkleider
- Frederik Roelens: assistent-archeoloog
- Caroline Landsheere: assistent-archeoloog

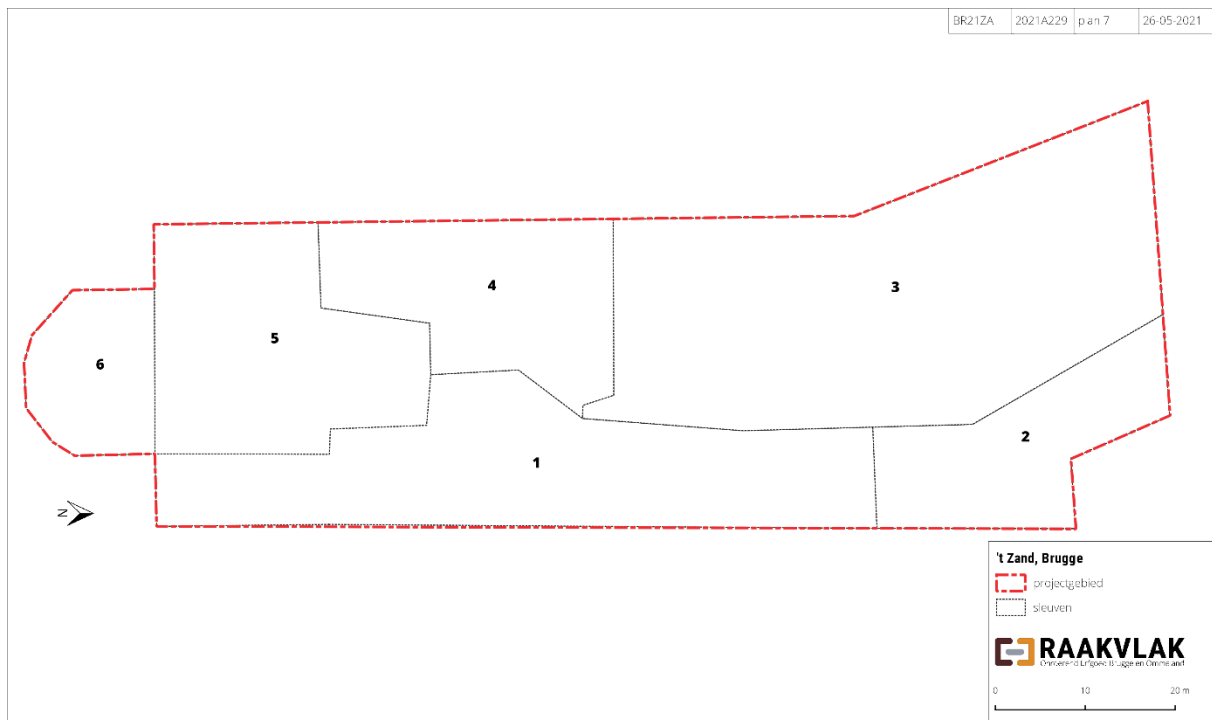
- Jan Huyghe: materiaalspecialist
- Jari Hinsch Mikkelsen: aardkundige
- Jurgen Van de Walle: technisch medewerker
- Regy Poppe: technisch medewerker
- Serge Van Liefferinge: technisch medewerker/kraanmachinist
- Roland Decock: metaaldetectorist
- Paul Callewaert: metaaldetectorist
- Koen Goeminne: metaaldetectorist

Volgende personen hebben wetenschappelijk advies gegeven of actief meegewerkt aan het onderzoek:

- Prof. Dr. Wim De Clercq (Ugent)
- Dr. Kristof Haneca (AOE)
- Jan van Oostveen (zelfstandig materiaalspecialist)
- Mathijs Speecke: historicus (Ugent)
- Dr. Annelies Storme (Gate)
- Dr. Luc Allemeersch (Gate)
- Petra Doeve (Baac)
- Annelies Claus (Raap)

De archeologische trajectbegeleiding wordt verzorgd door:

- Sander De Ketelaere (AOE)
- Jessica Vandavelde (AOE)



Figuur 6: Het sleuvenplan

6 Beschrijving van de resultaten van het veldwerk

Het archeologisch veldwerk vond plaats tijdens 29 werkdagen van januari tot april 2021. Tijdens de werfbegeleiding is het plangebied ingedeeld in zes sleuven. Deze sleuven zijn afgebakend volgens het verloop van de uitgravingen. De opgraving levert duidelijk sporen op van een archeologische site en biedt een groot potentieel voor kennisvermeerdering omtrent de landschappelijke geschiedenis van Brugge. In totaal zijn 47 sporen ontdekt, 24 profielen geregistreerd en 167 stalen verzameld.

Hieronder worden eerst de resultaten van het veldwerk besproken: de bodemkundige waarnemingen, de archeologische waarnemingen en een assessment van de verschillende vondstcategorieën. Daarna volgen de resultaten van het natuurwetenschappelijk onderzoek: de studie van macroresten, de pollenanalyses, de studie van diatomeeën, 14C-dateringen, chemische analyses, dendrochronologie en archeozoölogie. Daarop volgen een synthese van alle resultaten en een planning voor het vervolg van het onderzoek.

De bodem in de noordelijke helft van de werfzone, net ten zuiden van het concertgebouw en ten noorden van het huidige projectgebied, is zeer sterk verstoord. Zoals verwacht werd na het vooronderzoek (Linten, 2018a) is de op die locatie bodem volledig verstoord tot in de moederbodem. Hier kunnen geen archeologische waarnemingen verricht worden. Ook in het huidig projectgebied, vertoont het noordelijke uiteinde sterk uitgebreide verstotingen. Hier zijn archeologische waarnemingen moeilijker.

6.1 Bodemkundige waarnemingen

6.1.1 Inleiding

Tijdens het archeologisch onderzoek zijn 24 bodemkundige profielen aangelegd en bestudeerd. Elk profiel is aangelegd tot op minstens 30 cm onder de top van het pleistocene zand. Door de aard van het onderzoek, een werfbegeleiding, zijn de profielen ingepland volgens het verloop van de uitgravingen. Desalniettemin biedt de ligging van de profielen een goed zicht op de bodemkundige opbouw van het terrein. Enkel in de noordwestelijke hoek van het archeologisch projectgebied is geen bodemkundig profiel aangelegd. Hier is de bodem, net zoals in het noorden van de werfzone, verstoord tot in de moederbodem. Door deze goede ruimtelijke spreiding van de bodemkundige waarnemingen is ook de natuurwetenschappelijke staalname optimaal kunnen gebeuren. De bespreking van de bodemkundige profielen gebeurt volgens de methode en gebruikt de symbolen voorgesteld in de Bodemhandleiding (Mikkelsen, wordt uitgegeven in 2022).

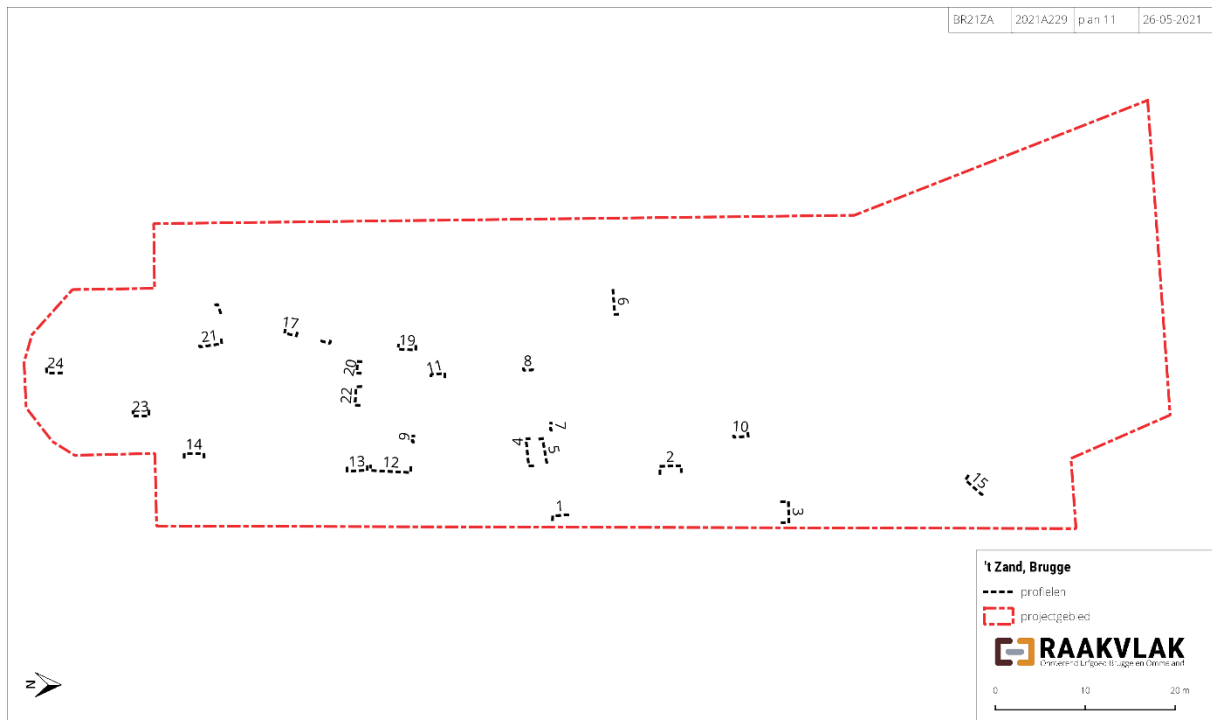
Het onderzoeksgebied is integraal gelegen binnen de zone aangeduid als bebouwde zone (OB). Dit betekent de facto dat er geen bodemkartering werd uitgevoerd. Het doel van de bodemkaart was immers een inschatting van de kwaliteit van de gronden voor de productie van landbouwgewassen. Archeologisch onderzoek op gronden ingekleurd als OB betekent dat men aangewezen is op eigen veldobservaties. Toch kan een eerste inschatting gemaakt worden op basis van de gronden die wel gekarteerd zijn en op vergelijkbare topografische en geomorfologische posities liggen. In noordwestelijke richting van 't Zand zijn de bodems voornamelijk gekarteerd als ZbG en in mindere mate als ZcG, Sep en als SdG. Aan de achterkant van het station en in zuidzuidwestelijke richting worden in de alluviale depressie van de Kerkebeek veenafzettingen (V) gekarteerd en op de hoger liggende posities worden ZaG, ZbG, ZcG en Sep gekarteerd.

Tabel 1: Bodems gekarteerd in de wieder omgeving van het projectgebied (DOV-Vlaanderen)

Code	Omschrijving
ZaG	Zand, zeer droog, pre-podzol, podzol of post-podzol profielontwikkeling
ZbG	Zand, droog, pre-podzol, podzol of post-podzol profielontwikkeling
ZcG	Zand, matig droog, pre-podzol, podzol of post-podzol profielontwikkeling
SdG	Zand, matig nat, pre-podzol, podzol of post-podzol profielontwikkeling
Sep	Lemig zand, nat, zonder profielontwikkeling
V	Veen; >40cm met >30% organisch materiaal

De Sep-gronden komen eerder voor als kleine depressies in het landschap met kleinschalig colluviale ophoping, vandaar het gebrek aan profielontwikkeling. De ZbG- en ZaG-gronden komen vooral voor als heuveltjes in het landschap. Deze variatie is een reflectie van hoe de dekzanden oorspronkelijk zijn afgezet. Het aanwezige veen is mogelijk gerelateerd aan de Kerkebeek, waarvan het vervolg te vinden is de Kapucijnenrei ten oosten van het projectgebied.

De toponiemen ten oosten van het projectgebied wijzen op water en natte, drassige omstandigheden: Sint-Jan in de Meers, de Oost- en Westmeers en Eiland.



Figuur 7: Plan met aanduiding van alle bodemkundige profielen

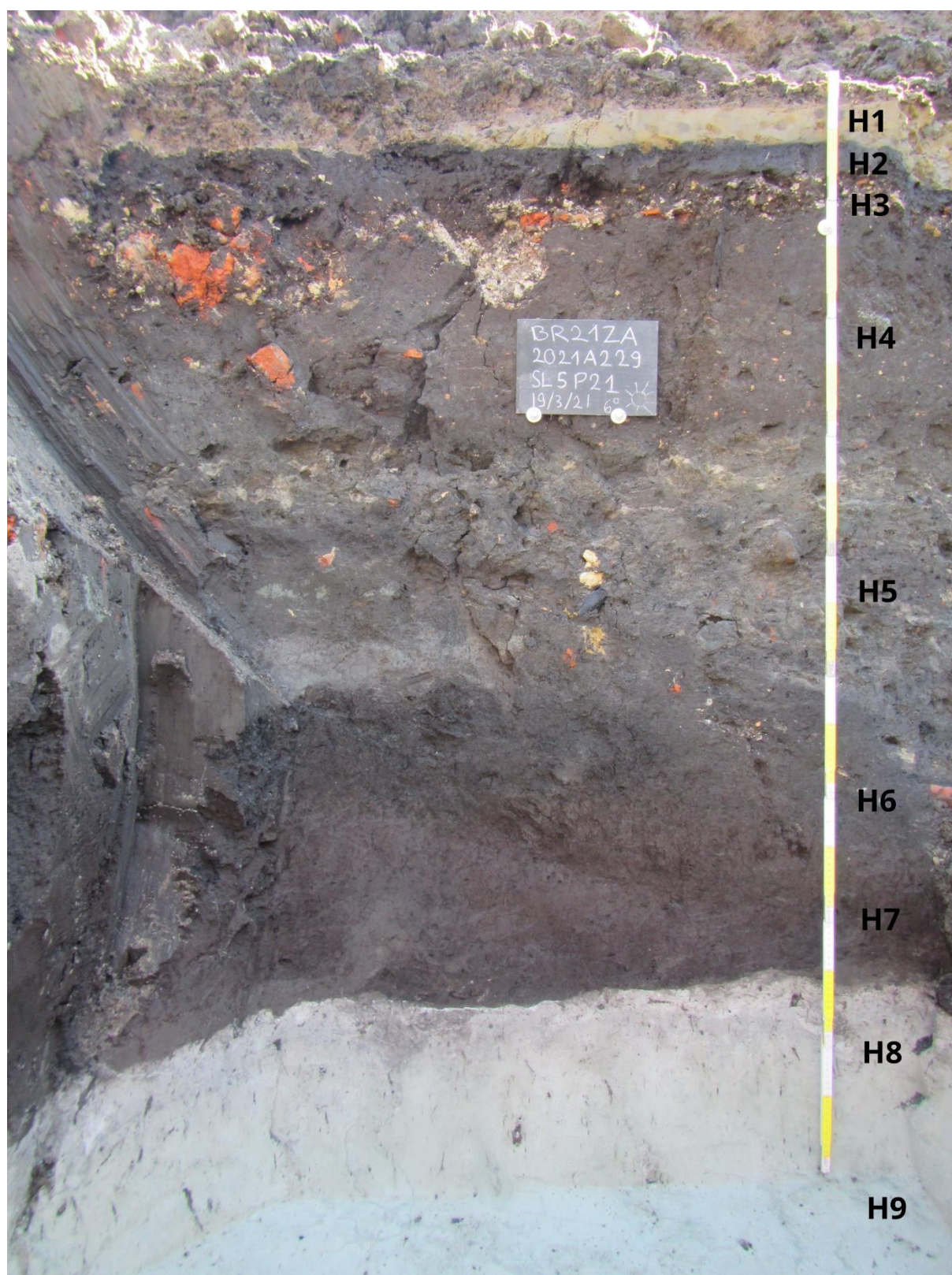
6.1.2 Landschappelijke evolutie

Voor de profielen in detail besproken worden, kan een ruime landschapsgenese binnen het terrein geschetst worden. In de stratigrafie van profiel 21 in sleuf 5 zijn alle verschillende fasen binnen de landschappelijke evolutie van het projectgebied zichtbaar. De horizonten zijn niet uniform in de rest van het projectgebied, maar de algemene stratigrafie is wel gelijklopend. In profiel 21 zijn onder het maaiveld 9 bodemkundige horizonten herkend. In het volledig projectgebied bestaat de bovenkant van de bodem uit een opeenvolging van ophogingslagen. Deze lagen bestaan ofwel uit grijs en donkerbruingrijs zand met puin ofwel uit geel zand. In profiel 21 worden de bovenste 5 lagen beschouwd als ophogings- of opvullingslagen (H1 tot H5). Het gaat van boven naar beneden om een laag geel zand (zavel), een humusrijke teelaarde, een baksteenrijke opvullaag, een humusrijke laag met een kleine fractie baksteen en een opvullaag met baksteen en zavel.

De bovenste ophogingslaag bestaat uit geel zand (H1). Deze laag is in één fase over het volledige projectgebied gestort. De dikte van deze gele laag varieert tussen 20 cm (in profiel 21) en enkele meters. Het is steriel zand dat geen archeologische sporen of vondsten omvat. Dit gele zand is ook herkend tijdens de opgraving naar aanleiding van de bouw van het Concertgebouw en de ondergrondse parking tussen 1979 en 1999 (De Witte, 1993). Tijdens de oudere opgravingen en werfbegeleiding zijn onder meer de resten van het 19e-eeuwse stationsgebouw geregistreerd. De stratigrafie, historische foto's en de historisch-cartografische informatie wijzen erop dat deze laag gestort is voor de aanleg van het station en de spoorwegen. Op een cartouche langs de Popp kaart

van Brugge staat een zicht op het eerste station (op het Zand) en het projectgebied. De spoorweg ligt op een verhoogde strook. Op basis van een kaart uit 1883 is duidelijk dat op een bepaald moment het volledige projectgebied ingenomen was door spoorwegen. Door de grond op te hogen voor de aanleg van de spoorwegen, is het licht geaccidenteerd terrein genivelleerd. Deze ophogingslaag heeft, toch zeker binnen het huidige projectgebied, de originele bodem beschermd tegen verstoringen. De aanleg van de spoorwegen lijkt verantwoordelijk voor de goede bewaring van het archeologische bodemarchief. In 1938 werd een nieuw station in gebruik genomen in Brugge. Het nieuwe station, dat nog steeds in gebruik is, ligt buiten de Brugse stadskern. De spoorwegen ter hoogte van het projectgebied werden uitgesloten. Het duurde tot 1948 voor het station op het Zand gesloten werd. De projectlocatie werd na de Tweede Wereldoorlog omgevormd tot het Koning Albertpark. Net ten westen van het projectgebied is de Koning Albert I-laan aangelegd. De parkaanleg kan niet aan bodemhorizonten gelinkt worden. In samenspraak met de bouwheer en op basis van het vooronderzoek, waren de bovenste meters van het projectgebied reeds afgegraven voor de start van de werfbegeleiding.

Op basis van het hoogtemodel is duidelijk dat het maaiveld sterk geaccidenteerd is. Origineel helt het terrein, op een zuidgerichte flank van de zandrug, af in zuidelijke richting. Maar door de intensieve infrastructuurwerken ligt het projectgebied hoger dan de woonwijken ten oosten en westen, waar de originele topografie bewaard is. De microtopografie binnen het terrein is het resultaat van de parkaanleg na de Tweede Wereldoorlog. In juni 2020 zijn drie boringen uitgevoerd, voorafgaand aan de bouwwerken (boorgegevens in bijlage 1, plan in bijlage 2). Het was onmogelijk om manueel te boren tot de moederbodem, maar de boringen geven wel een zicht op de lagen bovenop het gele zand. De laag geel zand is bereikt op 79, 82 en 171 cm diep ten opzichte van het maaiveld. De bovenste horizonten bestaan uit sterk verstoorde, antropogene lagen die een hoeveelheid puin bevatten. Deze lagen kunnen gelinkt worden aan het uitbreken van de spoorwegen en de aanleg van het Koning Albertpark, maar duidelijke aanwijzingen zijn niet herkend. Dit booronderzoek bevestigt dat de studie van de bovenste lagen geen wetenschappelijke meerwaarde biedt.



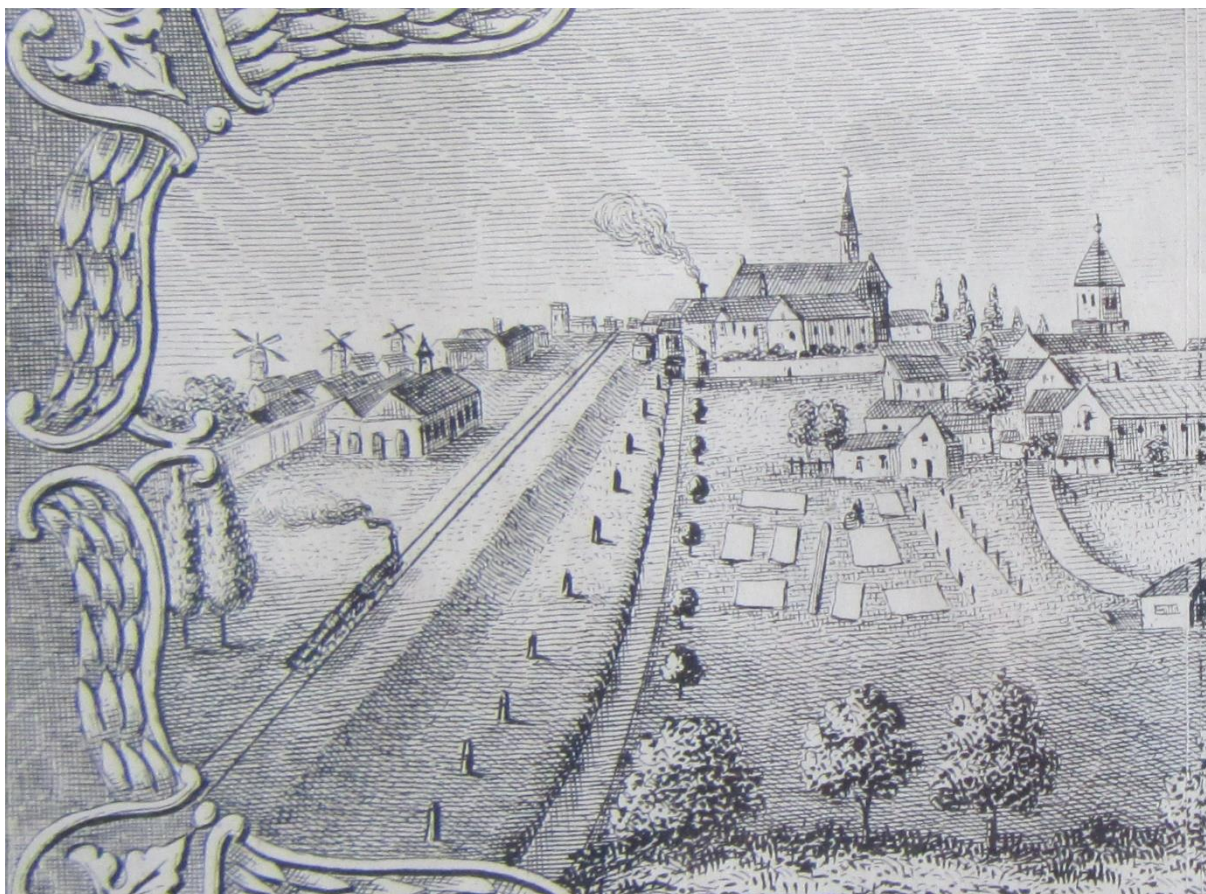
Figuur 8: : Profiel 21 in sleuf 5



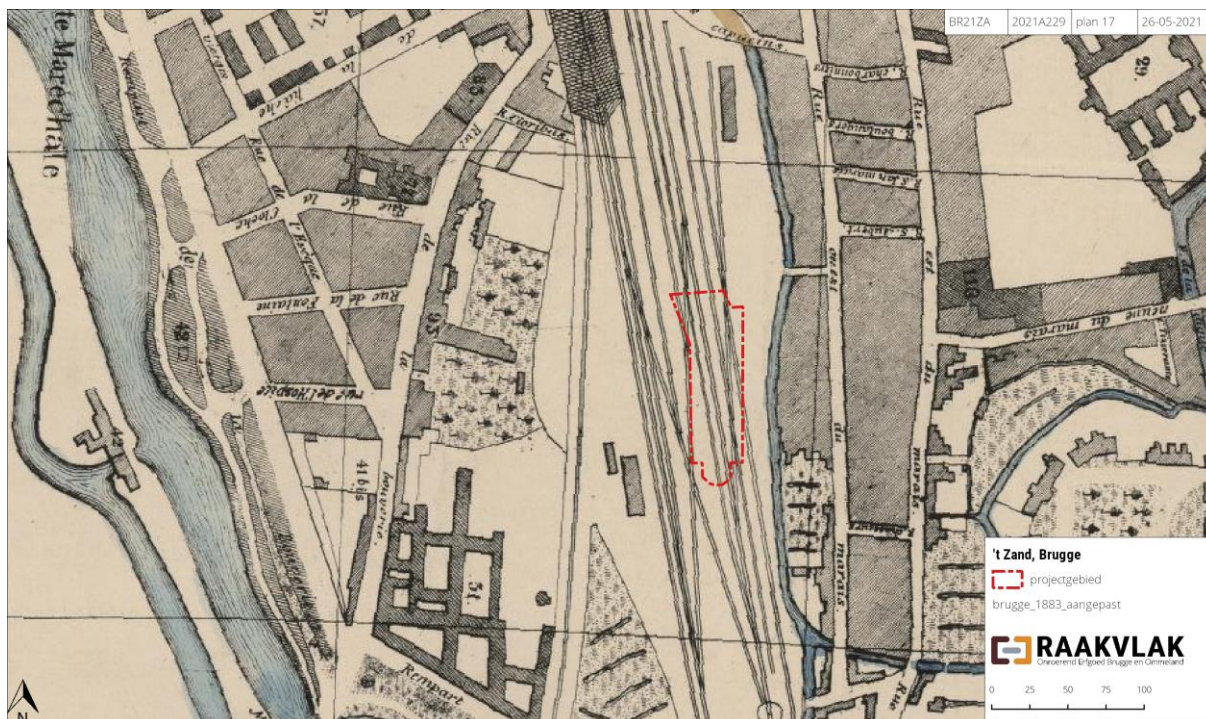
Figuur 9: De gele stortlagen zichtbaar onder de werfweg tijdens de werfbegeleiding in 2021



Figuur 10: Zicht op een bodemprofiel met gele stortlagen tijdens de opgraving op de locatie van het Concertgebouw in 1999 (Raakvlak)



Figuur 11: Cartouche langs de Popp-kaart met afbeelding van de spoorweg ter hoogte van het projectgebied



Figuur 12: Het projectgebied op een kaart uit 1883 (cartesius.be)



Figuur 13: Foto uit 1902 of 1903. Op basis van de monumenten in de achtergrond, ter hoogte van het projectgebied (Stadsarchief Brugge, FO/A00038)



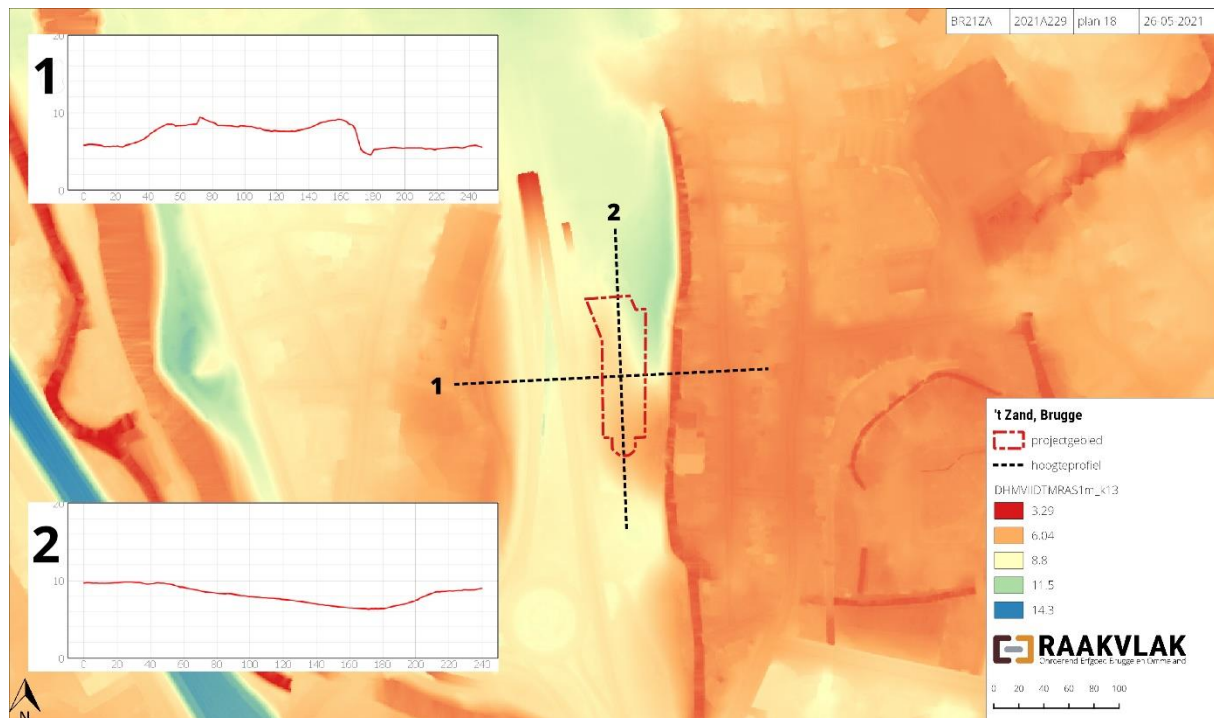
Figuur 14: Foto uit 1929. Sneeuw ruimen op de spoorwegen, op basis van de monumenten in de achtergrond, ter hoogte van het projectgebied (Stadsarchief Brugge, BRU001001228)



Figuur 15: Het projectgebied (blauw) op een panoramisch zicht op Brugge in oostelijke richting in 1933 (Stadsarchief Brugge, FO/A1508)



Figuur 16: Panoramisch zicht op Brugge in 1935, in de linkerbovenhoek zijn het station en de spoorwegen ter hoogte van het projectgebied zichtbaar (Stadsarchief Brugge, FO/A1509)



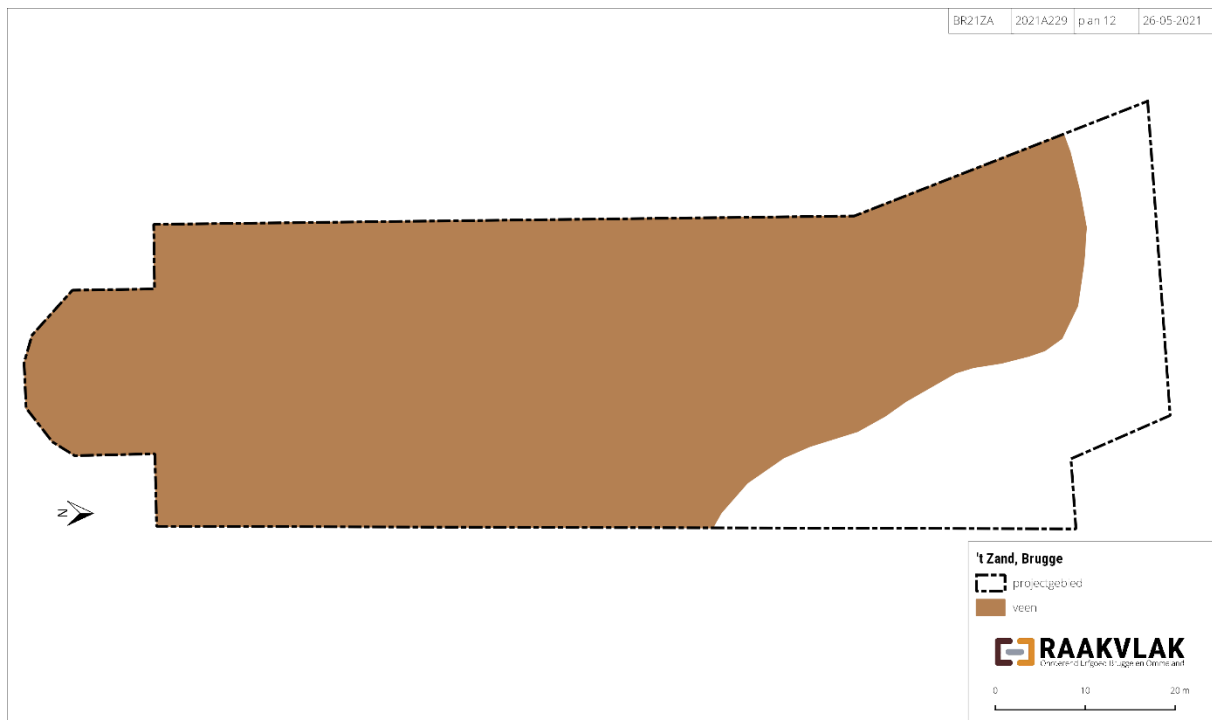
Figuur 17: De hoogtekaart ten opzichte van het projectgebied. Hoogteprofiel 1 in west-oostelijke richting en hoogteprofiel 2 in noord-zuidelijke richting. (Agiv en Raarkvlak)

Onder de laag geel zand zijn verschillende ophogingslagen (H2 tot en met H5) ontdekt. De stratigrafie en fysieke kenmerken van deze lagen zijn niet homogeen in de volledige oppervlakte van het projectgebied. Toch zijn in het volledig onderzoeksterrein één of meerdere ophogingslagen herkend. De totale dikte van de lagen varieert van 5 tot 106 cm. De lagen zijn in één of meerdere fasen op het terrein gestort. Tijdens de werfbegeleiding zijn vondsten verzameld uit de ophogingslagen. Daaruit blijkt dat de lagen dateren uit de late middeleeuwen. Mogelijk zijn deze lagen hier in verschillende fasen gestort om het natte meersengebied geschikt te maken voor infrastructuurwerken of bebouwing. Onder deze lagen bevinden zich verschillende ter plaatse, natuurlijk afgezette horizonten. Van elke horizont in profiel 21, waaronder de ophogingslagen, is een zeefstaal verzameld. Een aardewerkstudie van de zeefresten dient als testcase voor het dateren van ophogingslagen, op deze site en in het ruimer stadsarcheologisch onderzoek.

De ophogingslagen liggen bovenop een laag donkerbruingrijs, humusrijk kleiig zand (H6). Deze laag is hier – in situ - afgezet onder natte omstandigheden. De laag bevat een groot aantal archeologische vondsten, zoals aardewerk, bot en metaal. Deze laag is in zo goed als het volledig projectgebied aangetroffen. Op basis van een eerste assessment ligt deze laag zeker tot de 14e eeuw aan de oppervlakte. In die periode is de top van deze laag het loopniveau. Nadien wordt het terrein in verschillende fasen opgehoogd.

Onder de grijze, in situ afgezette laag met archeologische objecten ligt een laag veen (H7). Deze laag is eveneens herkend in het landschappelijk bodemonderzoek uitgevoerd door BAAC (Linten, 2018b). De laag veen is aanwezig in het grootste deel van het opgravingsvlak en is 24 tot 61 cm dik bewaard. De top van het veen situeert zich tussen 306 en 400 cm TAW. De top van het veen lijkt min of meer

intact. De kwaliteit en bewaring van het veen lijkt goed, maar er zijn nergens organische objecten (zoals houten gebruiksvoorwerpen) ontdekt (behalve paalsporen). Deze veenlaag is in het grootste deel van het vlak goed bewaard. Enkel in het noordelijk uiteinde, waar de top van het dekzand het hoogst ligt (zie hieronder) is de veenlaag niet aanwezig. Het lijkt waarschijnlijk dat de veenlaag hier oorspronkelijk niet aanwezig was. Hogerop, tijdens de opgraving naar aanleiding van de bouw van het Concertgebouw en de ondergrondse parking tussen 1979 en 1999, is enkel zeer lokaal in depressies weinig materiaal aangetroffen (De Witte, 1993, 89).



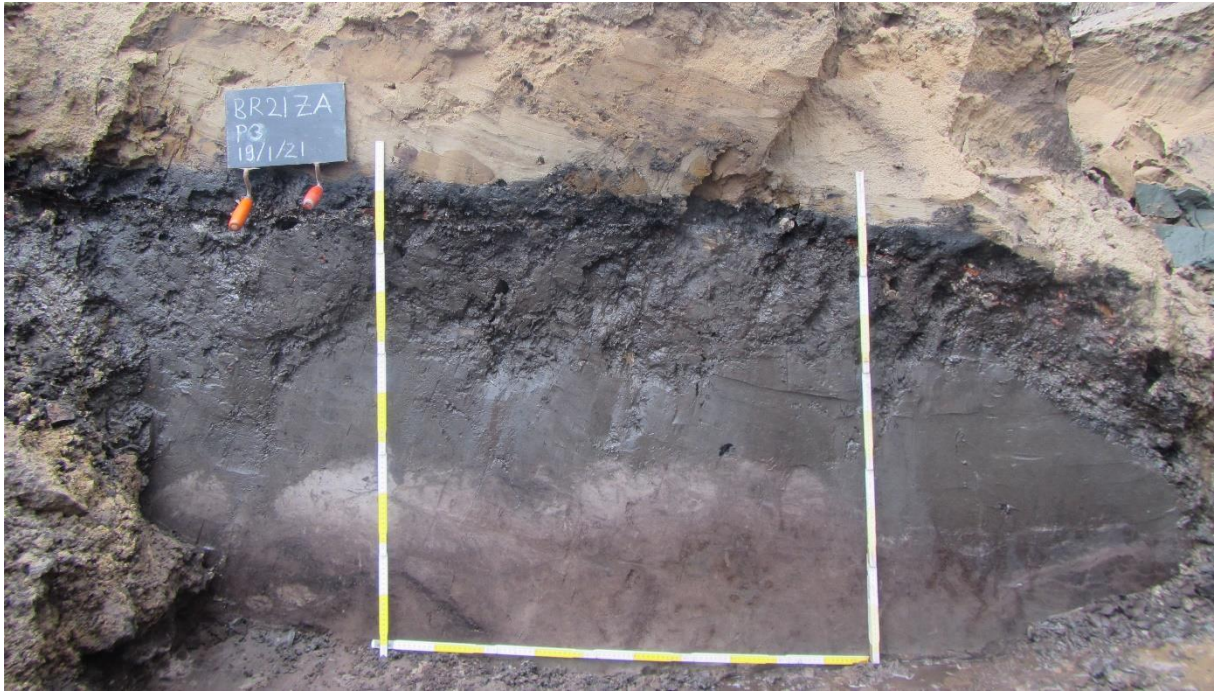
Figuur 18: Omvang van de zone waar veen aanwezig is

Onder het veen dagzoomt de moederbodem. In de top van het zand is op slechts één plaats bodemvorming herkend. In profiel 3 ligt op 418 cm TAW een 24 cm dikke A-horizont. Deze laag lijkt echter te dik en te homogeen om als A-horizont van een podzol of bruine bodem geclassificeerd te worden. De mogelijke aanwezigheid van spadesporen suggereert een antropogene oorsprong. In profiel 3 zijn onder de oppervlaktehorizont uitlogings- en aanrijkingshorizonten aanwezig. Hier is sprake van een zwak ontwikkelde podzol.

In de rest van het projectgebied bestaat de top van het dekzand uit grijs tot wit zand (H8). Daaronder situeert zich lichtblauwgroen, gelaagd fijn zand (H9). De top van het zand – de basis van het veen – bevindt zich op 269 tot 387 cm TAW. Als de hoogte van het zand, zoals het is vastgesteld tijdens de archeologische werfbegeleiding, wordt gecombineerd met de gegevens uit het vooronderzoek is duidelijk dat het zandoppervlak afhelt in zuidelijke richting. Dit sluit aan bij de landschappelijke ligging bovenop een zuidgerichte helling van de zandrug.

De archeologische sporen binnen het projectgebied situeren zich zo goed als integraal op het niveau van de grijze, in situ ontwikkelde horizont bovenop het veen. Op het niveau van de veenlaag en de

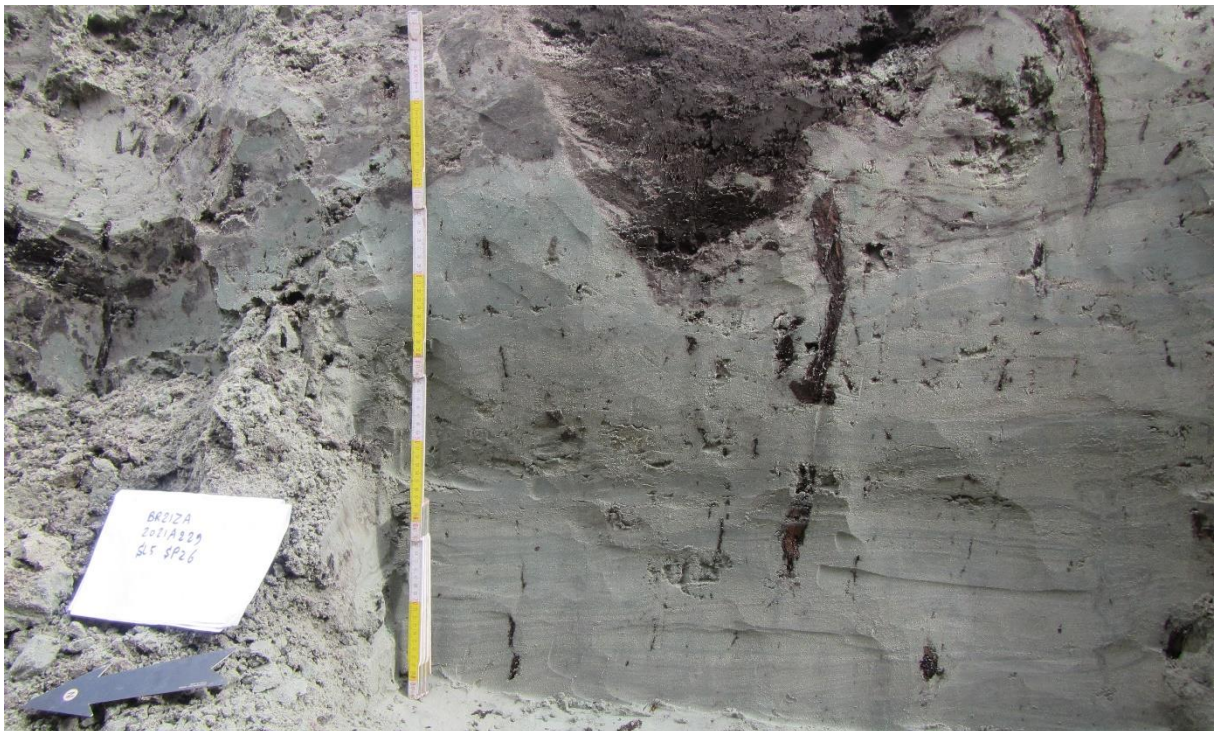
top van het zand zijn enkel in het noordelijk uiteinde antropogene sporen ontdekt. De sporen zijn herkend in een zone waar geen veen aanwezig was. De sporen sluiten eerder aan bij de top van de zandrug dan de met veen gevulde depressie die het grootste deel van het projectgebied beslaat. In elk bodemkundig profiel zijn stalen verzameld van de top van het zandig moedermateriaal. Deze stalen zijn gezeefd om eventuele archeologische objecten te verzamelen. Dit levert geen enkele vondst op. Op het terrein is pas menselijke activiteit na afzetting van de grijze laag bovenop het veen.



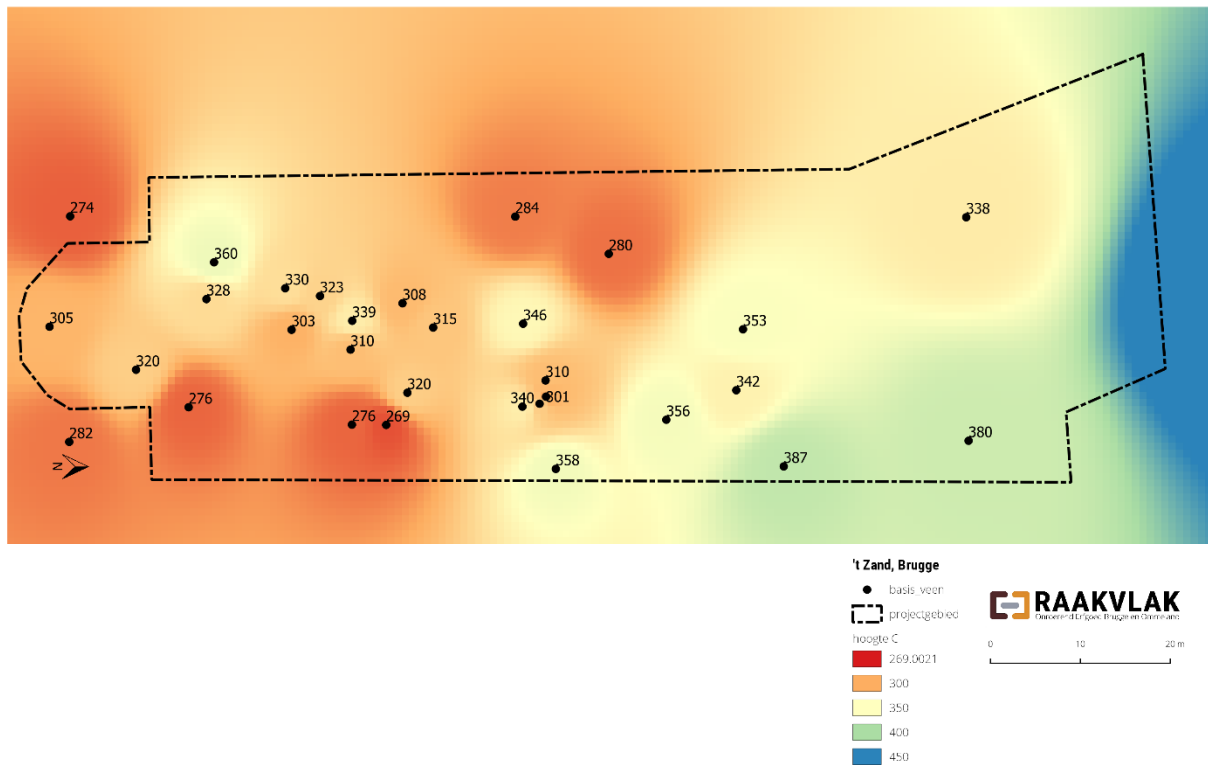
Figuur 19: Profiel 3



Figuur 20: Detailopname van profiel 21



Figuur 21: Profiel rond spoor 26 met de gestratificeerde lagen fijn zand



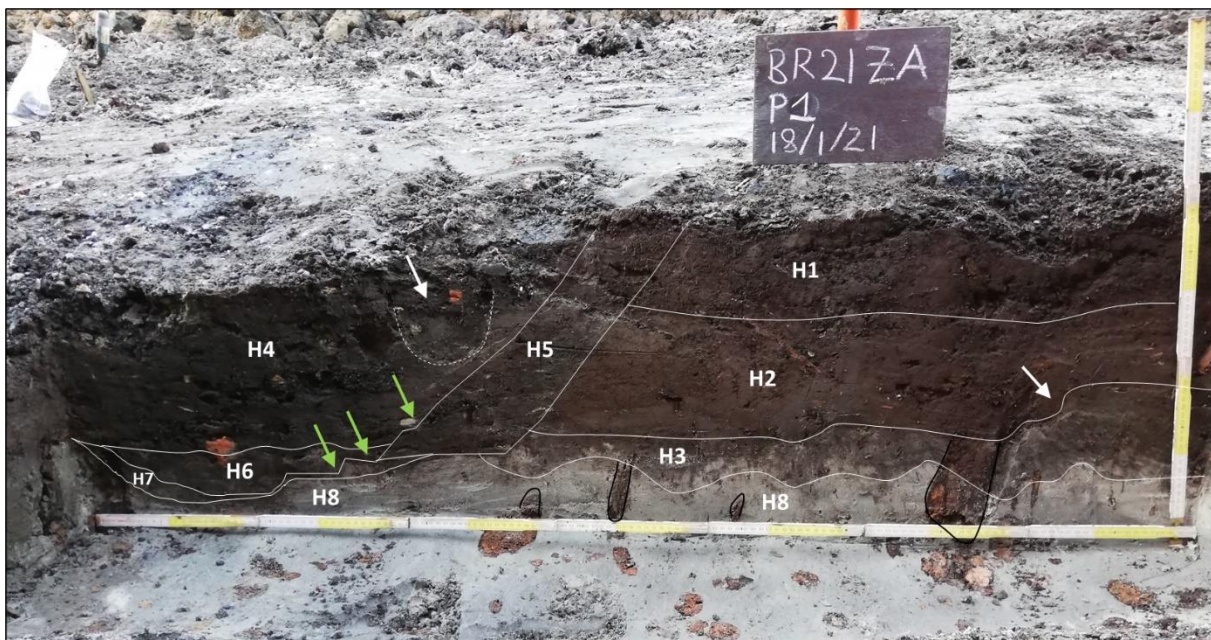
Figuur 22: De hoogte (in cm TAW) van de basis van het veen

6.1.3 Profiel 1

Profiel 1 (PR1) is gelegen aan de noordoostelijk rand van het projectgebied. De bodem kan ingedeeld worden in acht bodemhorizonten. Een deel van het profiel bestaat uit de *in situ* veenbodem, doorsneden door een antropogene grachtstructuur.



Figuur 23: Situering van profiel 1 in sleuf 1



Figuur 24: Bodemhorizonten in profiel 1



Figuur 25: Profiel 1 en zicht op de gracht in het vlak

Horizont 1 (H1) is een zwartbruine veenhorizont (Ha1), horizont 2 is een bruine veenhorizont (Ha2), horizont 3 is een overgangshorizont tussen het veen en het zandige substraat (2Ch). Horizont 3 bevat relatief veel humus en heeft een onregelmatige ondergrens die bepaald is door wortelgroei. Horizont 4 (Hau) is een zwartbruine veenaccumulatielaag waarin antropogeen materiaal is gevonden. Een baksteenfragment (5 cm groot) op de grens tussen Horizonten 4 en 6 vallen op. Horizont 5 is een donkergrijsbruine horizont (Ha3) die parallel loopt met horizont 4. Horizont 6 is de onderkant van de structuur en bestaat uit organisch materiaal en zand (Chu). Horizont 7 is vergelijkbaar met horizont 3 en is een organisch rijke bufferhorizont tussen de venige bovengrond en het zandige substraat (2Ch). Horizont 8 is het lichtgrijze zandige substraat (2C).

De zandige moederbodem (H8) bestaat uit lichtgrijs zand met vrij veel zichtbare boom- of struikwortels. Er zijn in dit zand geen sporen van bodemontwikkeling waargenomen. Dit kan betekenen dat de sedimenten onder invloed van bodemwater min of meer constant waterverzadigd zijn. Dit zou betekenen dat het veen hier vroeg in het holocene is beginnen groeien. Een andere mogelijkheid is dat de initiële bodemontwikkeling is verdwenen, bijvoorbeeld door ontginning of door erosie. Aan de noordelijke zijde van het bodemprofiel is er een opvallende daling van de bovenkant van horizont 3 zichtbaar, waar horizont 2 dikker wordt (witte pijl). Deze steile horizontgrens is een mogelijke aanwijzing voor een oorspronkelijk een dikkere zandige bodem. In dat geval is het veen beginnen groeien nadat dit pakket is verdwenen.

De antropogene structuur (spoor 2) is matig goed zichtbaar. De structuur is herkenbaar aan grote baksteenfragmenten en aan een intense donkergrijsbruine kleur. Het profiel wijst op enkele interessante aspecten van deze structuur. Ten eerste zijn duidelijke spadesporen zichtbaar op de

grens tussen horizonten 6 en 7 (groene pijlen). Deze spadesporen zijn herkenbaar aan rechte lijnen met bijna verticale hoeken. Ten tweede vertoont horizont 5 kenmerken vergelijkbaar met horizonten 1 en 2 - de *in situ* veenbodem - maar kent een kleurpatroon vergelijkbaar met de antropogene structuur (H4). Vermoedelijk zijn de veenafzettingen langs de flanken van de gracht beïnvloed door de antropogene structuur. Hierdoor zijn spleetjes ontstaan waarin zand is gespoeld. Het lijkt dat de rand van de gracht tenminste occasioneel kon oxideren. Het veen oxideert onder invloed van zuurstof, waardoor de bruine kleur (kenmerkend voor horizonten 1 en 2) verandert in zwarte kleuren. Een derde interessante observatie wordt gemaakt aan de bovenkant van horizont 4 (witte pijl). Er is er duidelijk een nieuwe kleine gracht gegraven in de opvulling van de originele gracht. Dit nieuw grachtje is zichtbaar omdat op de grens wit zand is afgezet.

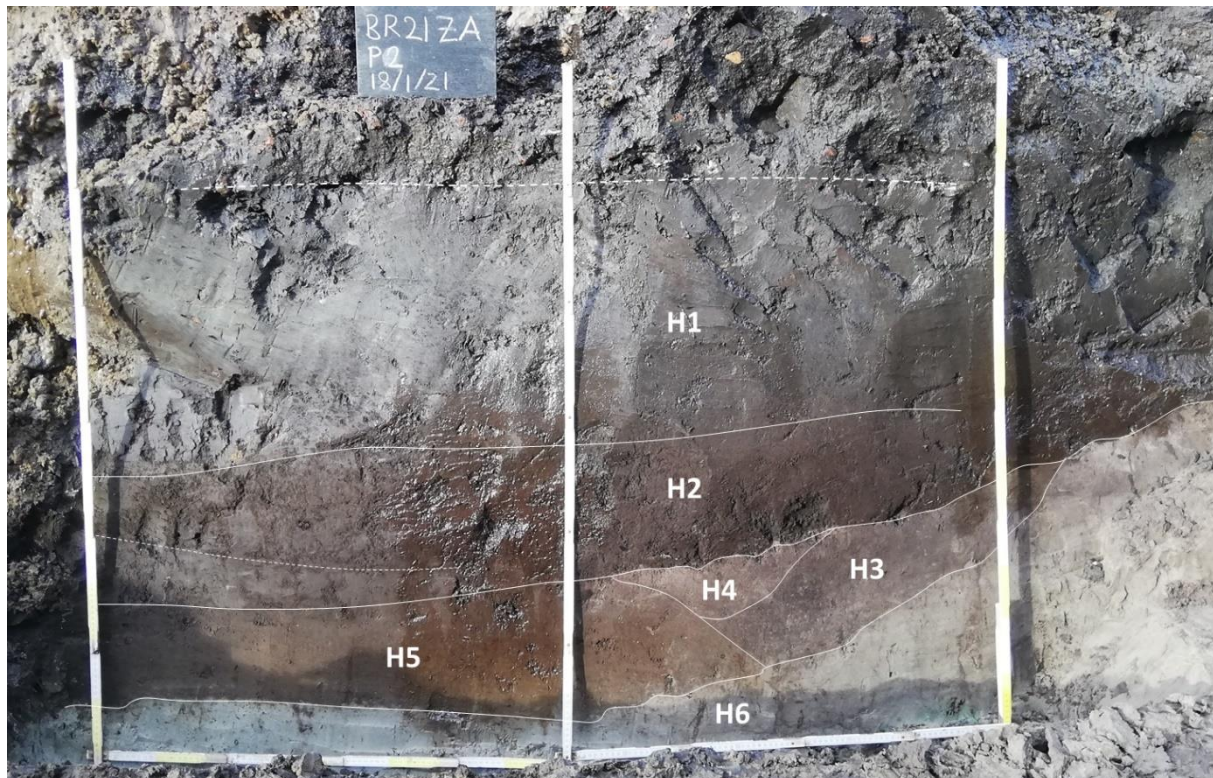
Dit profiel toont duidelijk aan dat de grachten op het terrein gegraven werden tot net onder het veen, tot in het zand.

6.1.4 Profiel 2

Profiel 2 is gelegen op de rand van de depressie waar veengroei een dominant bodemkenmerk is. De bodem kan ingedeeld worden in zes horizonten. Horizont 1 is een zeer kleiige waterafzetting. Horizont 2 is een zwartbruine veenafzetting. Horizont 3 is een grijsbruine met humus aangerijkte zandige Bh-horizont. Horizont 4 is een iets blekere horizont met minder humusaccumulatie (mogelijk E-horizont). Horizont 5 is een humusrijke horizont met een kleiige matrix. De humus is geïnfiltreerd vanuit het bovenliggende veen.



Figuur 26: Situering van profiel 2



Figuur 27: Bodemhorizonten in profiel 2

Tabel 2: Beknopte horizontbeschrijving van profiel 2

ID	diepte	omschrijving
H1	0-28	humusrijk klei met zeer veel antropogeen materiaal vooral baksteenfragmenten
H2	28-64	donkergrijs zeer humusrijke klei met weinig antropogeen materiaal; halfrijp, onderwater afzetting; houtskool, baksteenfragmenten en baksteenspikkels
H3	64-90	matig veel witte zandkorrels geïncorporeerd in het veen; niet compact zoals in de polders; typische veengeur; abrupt grens met H4
H4	90-120	dekzand, dieper bijmenging met glauconiet; veel wortels in zand + humusinfiltratie; lemig zand

De kleuren van horizonten 3 en 4 lijken op die van een uitlogingshorizont (H3) en een aanrijningshorizont (H4) van een podzol. Maar op basis van veldobservaties bleek het te gaan om een oud spoor. Mogelijk was dit een gracht aangelegd op de rand tussen de droge gronden (in het noordelijk uiteinde van het projectgebied) en de natte gronden (in het zuidelijk deel). Dit spoor is opgevuld met humusrijk zand. De mogelijke gracht dateert na het afzetten van horizont 5 maar voor de depositie van horizont 2. Dit wijst op een natte depressie waarin organisch materiaal en klei werden afgezet. Hogerop de zandrug is een zandige bodem met een humusrijke A-horizont aanwezig. Onder invloed van regen is zand van hogerop in de gracht gespoeld (H3). Er is geen stratificatie zichtbaar in horizont 3. De gracht werd traag opgevuld met sediment. Horizont 3 is vergelijkbaar met horizont 4, maar in de eerste is het humusgedeelte verder getransporteerd en is het zand blijven liggen. Uiteindelijk raakte de gracht opgevuld met zand en werd de gracht niet langer onderhouden, mogelijk omdat de zandige gronden niet langer gebruikt werden (mogelijk als akker)

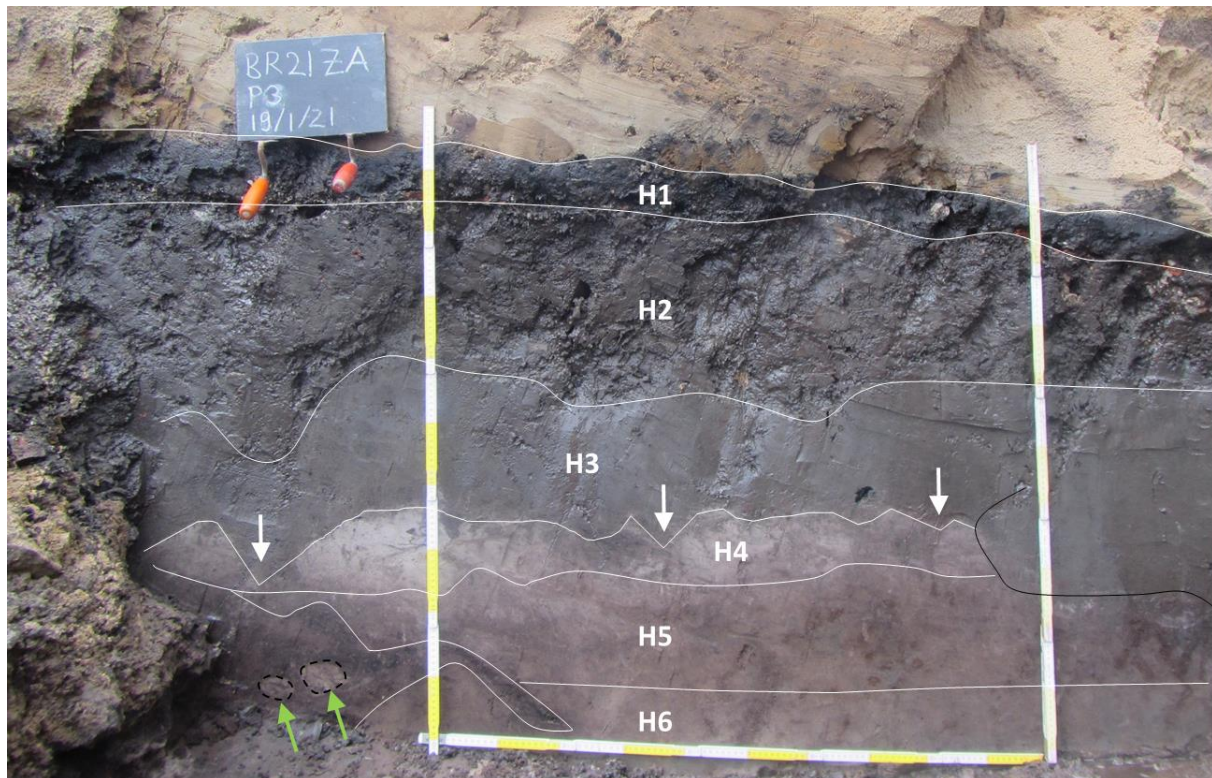
en de vegetatie zich kon herstellen. In een laatste fase werden de horizonten 3 tot 5 met veen (horizont 2) overgroeid.

De bovenkant van dit profiel bestaat uit de grijze laag die in de late middeleeuwen het looppniveau vormt. De kleiige afzetting van horizont 1 is halfrijp (relatief kneedbaar) en homogeen van textuur. Dit wijst op een stabiel afzettingsmilieu, bijvoorbeeld een vijver of traag lopend water zonder piekdebieten. De overgang tussen de kleiige horizont 1 en de humusrijke horizont 2 is geleidelijk, wat wijst op een rustig overstromingsmilieu. Aanvankelijk sterft de veenvegetatie stierf nog niet. Op een bepaald moment werd de kleidepositie het dominante proces en verdween de veenvegetatie.

6.1.5 Profiel 3

Profiel 3 kan onderverdeeld worden in zes horizonten. Horizont 3 is een begraven oppervlaktehorizont met een aanrijking van organisch materiaal en een iets hoger kleigehalte. De spadesporen wijzen erop dat horizont 3 een oude bewerkingslaag is. Dit verklaart ook de homogene bruine kleur. Opvallend is de hoekige ondergrens (witte pijlen). De driehoekige punten van de ondergrens worden verklaard als spadesporen. Door de afwezigheid van archeologische vondsten in deze laag en het feit dat dergelijke zandige lagen doorgaans weinig tot geen dateerbare macroresten opleveren, ontbreekt een datering momenteel. Daarenboven gaat het om een geïsoleerd fenomeen, dat niet als typerend voor de site kan beschouwd worden.

Horizont 4 is een uitlogingshorizont (E-horizont) met lokaal humusaccumulatie door wortelgroei. Horizont 5 is een Bh(s)-horizont met accumulatie van humus en in mindere mate van ijzeroxides. Horizont 6 is een gekleurde B horizont. Bovenop de begraven bodem (H3 tot H6) liggen twee organische horizonten. Horizont 2 is een bruine veenlaag (He-horizont) en horizont 1 is een sterk geoxideerde veenlaag (Ha-horizont). Waarschijnlijk waren horizonten 1 en 2 oorspronkelijk één veenlaag, maar door drainage is het bovenste deel van het veen blootgesteld aan een snelle afbraak.



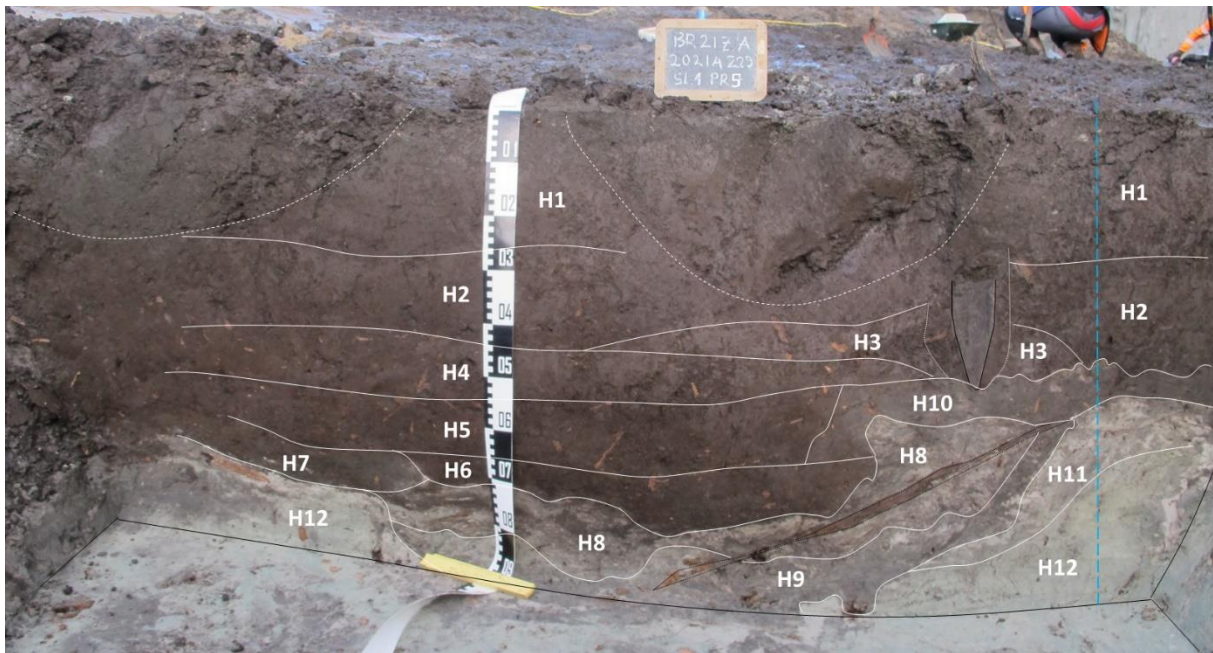
Figuur 28: Bodemhorizonten in profiel 3. De horizonten zijn aangeduid met witte lijnen. De witte pijlen geven mogelijk sporen van spadesteken aan. De zwart gestippelde lijnen zijn wellicht opgevulde biogallerijen.

Hier is sprake van een podzolachtige bodem of pre-podzol. Door bewerking van de bovenste 20 tot 22 cm is een deel van de E-horizont opgenomen in de Ap-horizont. Het lijkt alsof de E-horizont ook aangereikt is met een weinig kleig materiaal. Ofwel is de klei aangevoerd (mogelijk als deel van bemesting van de bodem) ofwel is de bodem overstroomd geweest. Na een landbouwfase is de bodem als gevolg van een algemene vernatting overgroeid door veen.

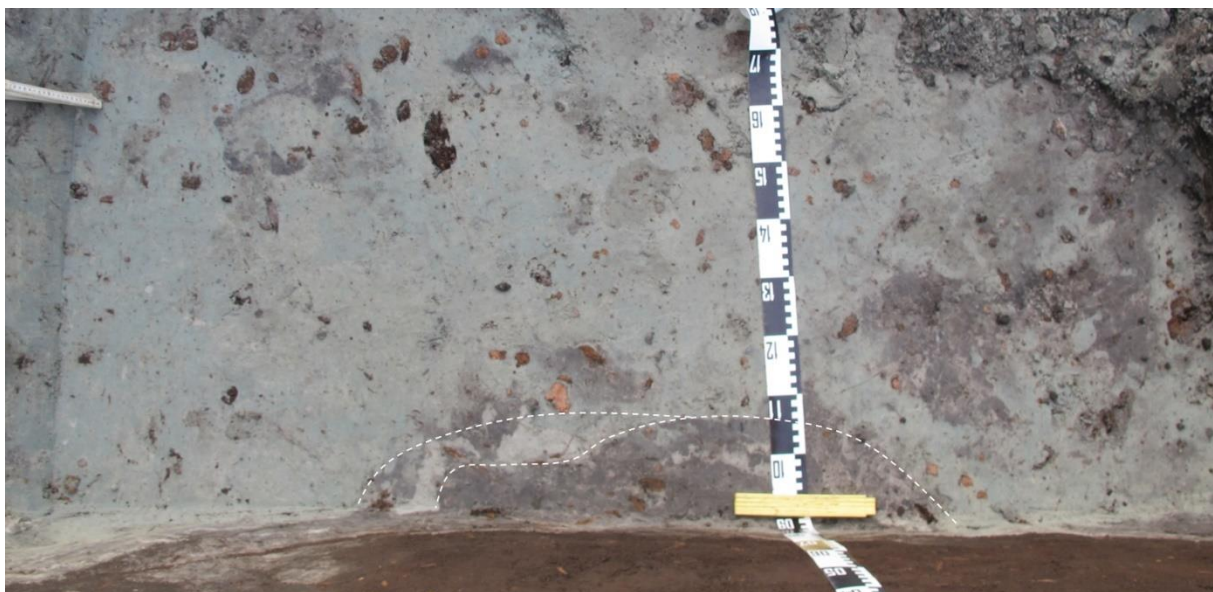
6.1.6 Profiel 5

Profiel 5 is een relatief complexe bodem die wordt onderverdeeld in twaalf horizonten. Horizonten 1 tot en met 6 zijn organische horizonten. Horizonten 7 tot en met 10 zijn zandige horizonten met een variërend gehalte aan organisch materiaal, ofwel in de vorm van wortels ofwel in de vorm van fijne organische stof. Horizont 12 is de moederbodem.

Binnen profiel 5 is een duidelijke verstoring van de originele bodem zichtbaar, meer specifiek op de overgang tussen het zandige gedeelte en de organische afzettingen. Mogelijks is sprake van een oude windval die de diepere bodem verstoord heeft (H8 tot 11). In de windvaldepressie is een nieuwe veengroei ontstaan (H4 tot 7) die overgaat in een algemene veengroei (H1 en 2).



Figuur 29: Bodemhorizonten in profiel 3. De witte gestippelde lijnen zijn mogelijk recentere natuurlijke(?) verstoringen. Met zwarte lijnen is een houten paal aangeduid.



Figuur 30: Het horizontale vlak voor bodemprofiel 5. Op de foto is de diepere verstoring van de windval te zien (witte gestippelde lijnen) in een anders relatief homogeen zandig grijs substraat. De hoge concentratie aan wortels is hier duidelijk zichtbaar.

6.1.7 Profiel 15

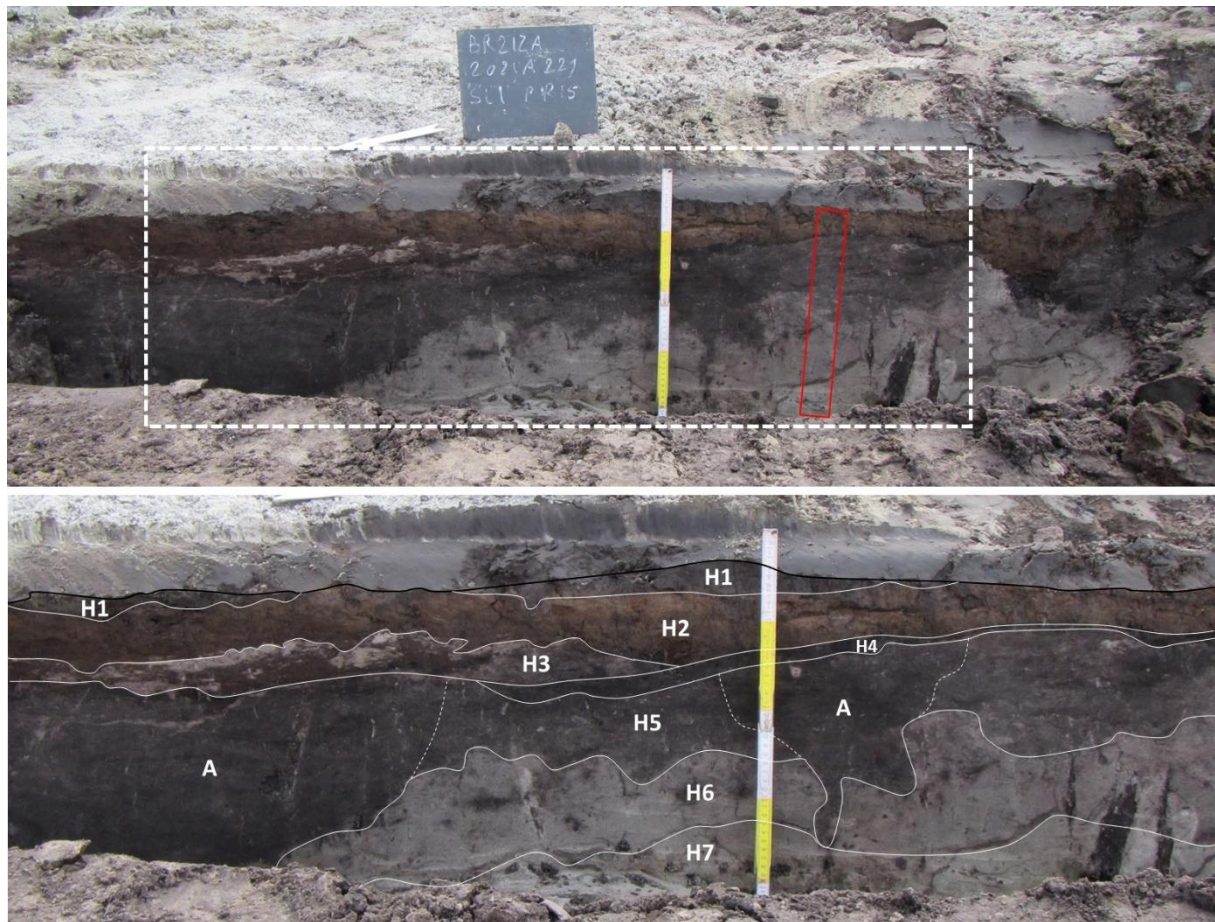
Profiel 15 is een 36 cm dik profiel dat bestaat uit zeven horizonten. Kenmerkend voor deze bodem is het ontbreken van een veenlaag boven op de bodem die in het dekzand ontwikkeld is. De bodem bestaat uit een *in situ* gedeelte (H4 tot 7) en een gedeelte dat verstoord is of afgezet is boven op de initiële bodem (H1 tot 3).

Horizont 3 bestaat uit grijswit zand dat mogelijk afkomstig is van een E-horizont. Het grijswitte zand is gemengd geraakt met donkerbruin tot zwart zandig materiaal, qua kleur vergelijkbaar met een oppervlakte horizont (Ah). De totale horizontdikte is gemiddeld 4 cm.

Horizont 2 is een beigebruine horizont met een dikte van 7 tot 8 cm. Het kleurpatroon is vergelijkbaar met een Bh(s)-horizont (zie bijvoorbeeld profiel 3 H5). Horizont 1 is een eerder kleiige horizont die afgezet is boven op de zandige bodem. Het kleiige materiaal kent wellicht een alluviale oorsprong, afgezet wanneer de bodem werd overstroomd vanuit de nabijgelegen Capucijnenrei.

Horizont 4 is een zeer humusrijke, zwarte; dunne horizont (2 tot 4 cm dik). Horizont 5 is een 10 cm dikke, humusrijke horizont die aan de noordelijke kant tot minstens 21 cm dik wordt (hoewel de onderkant niet bereikt werd en de originele dikte dus groter was).

Horizont 6 is een 9 cm dikke lichtgrijze, zandige horizont met duidelijk afgebakende zones van humusaccumulatie. Deze zones met humusconcentratie zijn het resultaat van wortelgroei. Horizont 7 is eveneens een lichtgrijze, zandige horizont waarin nog minder humus is geaccumuleerd dan in horizont 6. Een zwarte humusaccumulatieband aan de onderkant van horizont 6, vooral zichtbaar aan de zuidelijke kant van de bodem, wijst op een lithologische discontinuïteit tussen horizonten 6 en 7. Dit is hoogstwaarschijnlijk te linken aan twee fasen van accumulatie van het originele sediment met mogelijk een verschil in korrelgrote en vorm van de afgezette materialen.



Figuur 31: Bodemhorizonten in profiel 15. Boven een algemeen zicht en onderaan een focus op de belangrijkste horizonten en bodemfenomenen. De horizonten zijn aangeduid met witte lijnen. De witte gestippelde lijnen zijn mogelijk recentere, natuurlijke (?) verstoringen.

De *in situ* bodem (H4 tot H7) is een zwak ontwikkelde AC-bodem met tamelijk veel humusaccumulatie, zowel in de bovengrond (H4 tot H5) als in de diepere bodem (H6 en 7). Horizont 4 zou een oude oppervlaktehorizont kunnen zijn, die ontwikkeld is onder een permanent vegetatiedek waar het organisch materiaal is blijven liggen.

Het is niet duidelijk of deze *in situ* bodem ook de originele bodem is, of er voorafgaand een erosiefase is geweest en vervolgens een nieuwe bodemontwikkeling is gebeurd. De *in situ* bodem is kenmerkend voor een natte bodem met een hoge watertafel. Dit kan afgeleid worden enerzijds aan de hoge humusgehalte en anderzijds aan het gebrek aan een diepere ontwikkeling van de bodem. Horizont 4 kan het restant zijn van een strooisellaag of van een humusaccumulatie van een natte zone die uiteindelijk de basis vormt voor veengroei.

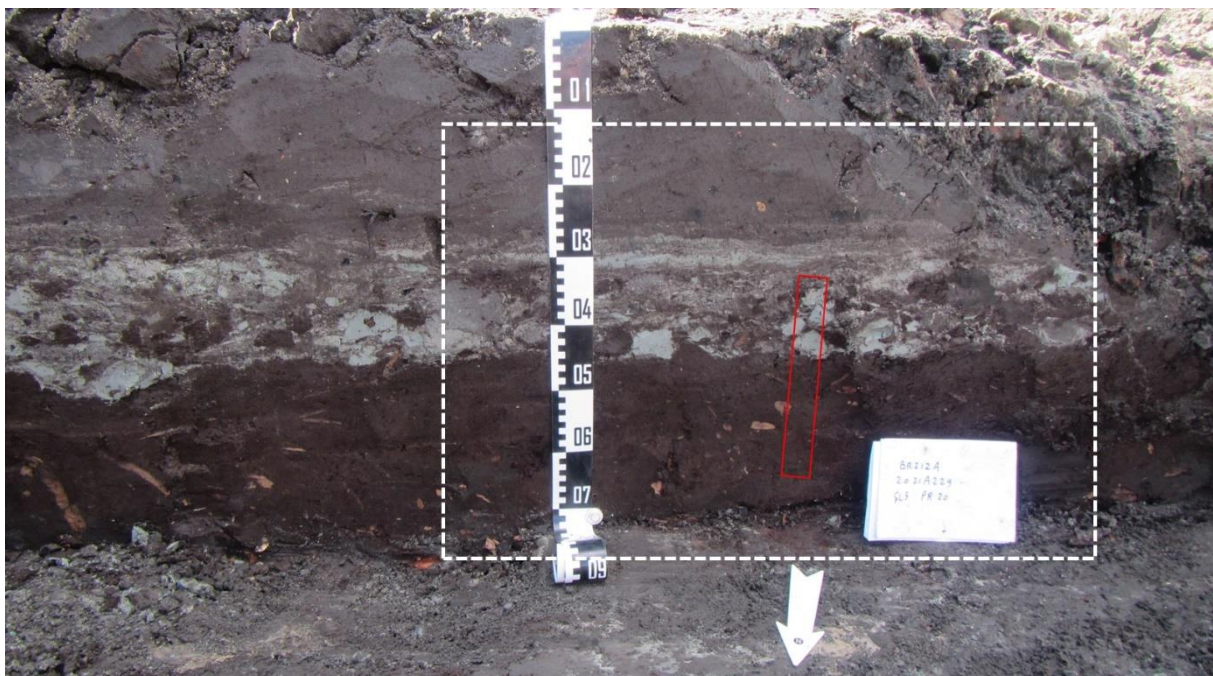
De *in situ* bodem is begraven onder een dunne laag sedimenten afkomstig van drogere zandgronden waar een diepere bodemontwikkeling (naar analogie met profiel 3) mogelijk was. Ofwel zijn de sedimenten van horizonten 2 en 3 bovenop de *in situ* bodem aangevoerd. Er zijn geen directe aanwijzingen dat dit het resultaat zou zijn van erosie-sedimentatie. Wat wel opvalt is de duidelijke profiel-inversie. Materiaal afkomstig van een A-horizont ligt begraven onder materiaal van een C-horizont (H3) en op zijn beurt onder materiaal van een Bhs-horizont (H2). Mogelijk werd het

landschap genivelleerd waarbij hoger liggende gronden werden afgetopt en het overschot aan materiaal werd gebruikt om de lager liggende zones te verhogen.

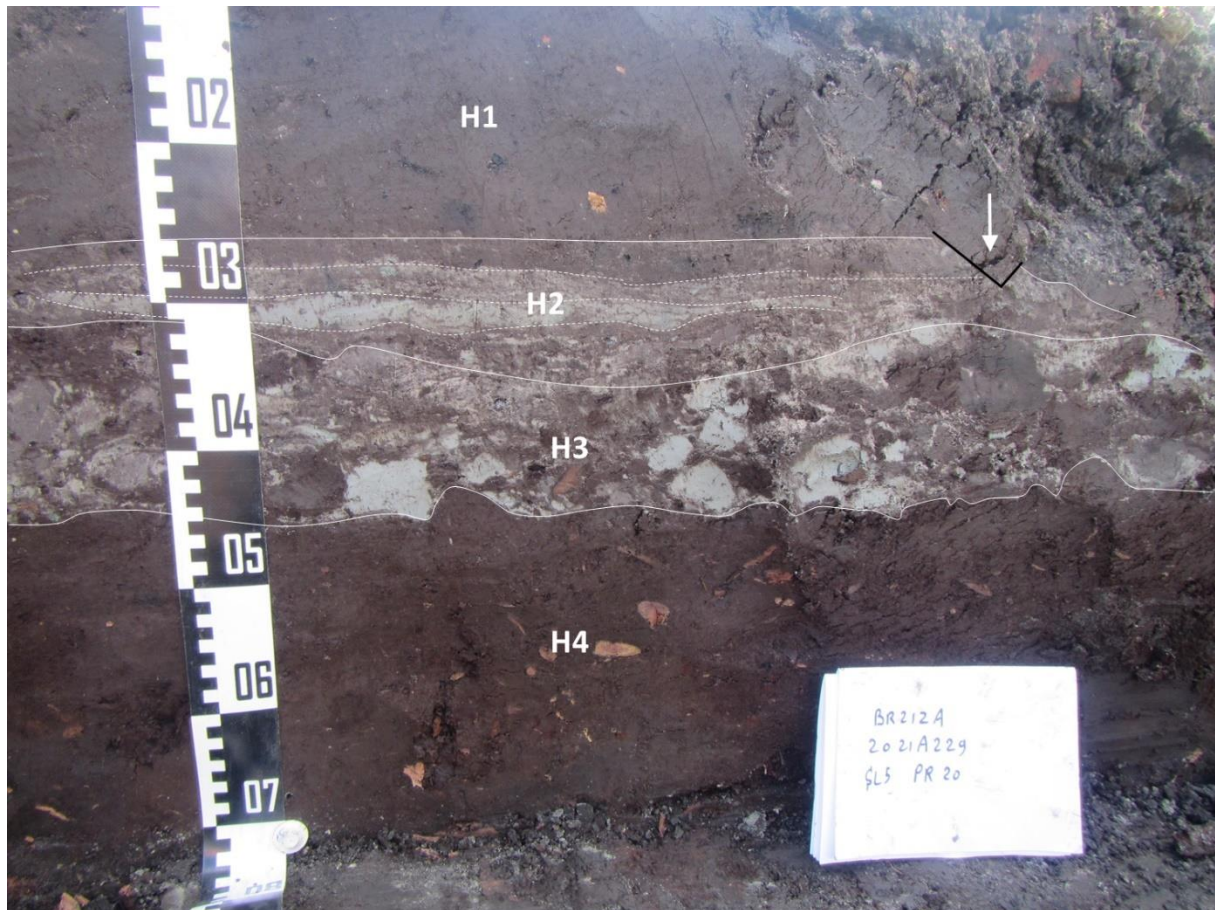
In horizont 5 zijn twee zones aangeduid met het symbool 'A'. Aan de hand van de vorm van deze twee zones en omwille van de verhoogde concentratie van organisch materiaal zouden de twee zones kunnen geïnterpreteerd worden als oude windvallen. De noordelijke windval van een eerder kleine boom, de zuidelijke windval van een struik.

6.1.8 Profiel 20

Profiel 20 is een bodemkundig profiel met een antropogene invloed. De bodem wordt ingedeeld in (minstens) vier bodemhorizonten. Horizont 4 is een bruine He-horizont, met hier en daar wortels nog zichtbaar. De top van de horizont is afgegraven of geërodeerd. Bovenop horizont 4 is een laag gebracht die bestaat uit fragmenten van C-horizont materiaal en Ah-horizont materiaal (vergelijkbaar met PR15 H5-6). De horizont is duidelijk door de mens verplaatst. Er is daarom sprake van een ^AC-horizont. Het materiaal van horizont 2 is vergelijkbaar met horizont 3; maar hier is er erosie zichtbaar en is sedimentatie gebeurd van materiaal uit horizont 3. Ter hoogte van horizont 2 is het materiaal afgezet (mogelijk in een lokale depressie) als horizontale bandjes met afwisselend een hoger of lager gehalte aan humus. Mogelijks is de bovenste band van horizont 2 een mengeling van horizont 3 en horizont 1 materiaal, dus een overgangsfase naar horizont 1. Horizont 1 is een humusrijke Ah-horizont aangerijkt met baksteenfragmenten, houtskool en aardewerkfragmenten.



Figuur 32: Profiel 20



Figuur 33: Detailopname van profiel 20 met aanduiding van de bodemhorizonten

Op de top van het veen (H4) zijn spadesporen zichtbaar. Een deel van het veen is hier mogelijk ontgonnen. Dit is de enige aanwijzing voor verstoring van het veen in het projectgebied. Het lijkt er sterk op dat het laatmiddeleeuws verbod op veenontginning hier strikt opgevolgd werd. Bovenop het afgegraven veen werd materiaal gebracht dat afkomstig is van horizonten die normaal onder het veen te vinden zijn. Dit wijst op diepe structuren, mogelijks een gracht of een (afval)kuil, die in de (directe) nabijheid werden gegraven. Het bodemmateriaal hiervan werd bovenop horizont 4 afgezet. Op dit opgehoogde oppervlak is vervolgens een herverdeling van de sedimenten gebeurd door neerslag. Dit resulteert in horizontale lagen. Er is geen nieuwe bodemstabilisatie gebeurd voordat de horizont 2 begraven werd onder een humusrijke zandige laag die relatief veel antropogeen materiaal bevat. De oorsprong van horizont 1 werd tijdens het veldwerk geïnterpreteerd als een verandering in de hydrologie rondom de site met een vernatting als gevolg. In deze natte depressie werd huisafval, artisanale resten en een grote hoeveelheden organisch materiaal afgezet samen met zand.

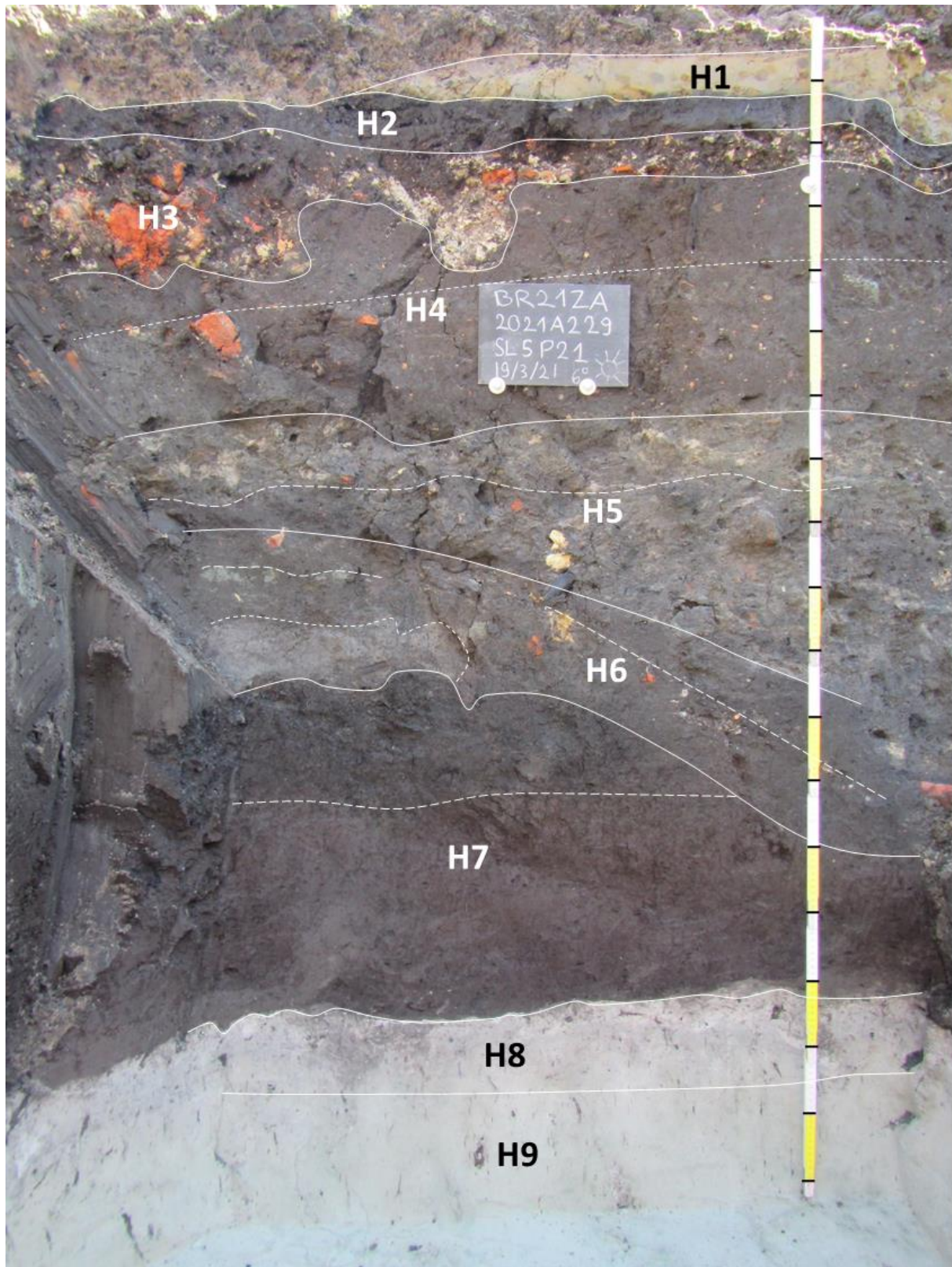
6.1.9 Profiel 21

Aan de hand van profiel 21 is hierboven de algemene landschappelijke evolutie geschetst. Dit profiel is vooral bestudeerd omwille van de aanwezige lagen bovenop het veen. De bodem bestaat uit 9 horizonten. Binnen een aantal horizonten (H4, H5, H6 en H7) zijn gestippelde lijnen getekend die onderverdelingen van de horizonten aanduiden.

Horizont 7 is de veenlaag die in de meeste bodemprofielen van deze site werd geregistreerd. Het veen kan ingedeeld worden in een bovenste zwart en geoxideerd gedeelte en een onderste bruin en anaeroob gedeelte.

Tabel 3: Zeer beknopte bodembeschrijving van profiel 21

ID	diepte	omschrijving
H1	5-12 cm	^C; groenbeige zandlaag;
H2	12-18 cm	^Ah; humusrijke zandlaag; weinig antropogeen materiaal
H3	18-24 cm	^Ch1; stortlaag; zeer veel kalkrijk mortel + baksteenfragmenten
H4	24-60 cm	^Ch2; humusrijke zand relatief weinig antropogeen materiaal; links op het profiel is er veel meer misbaksels aanwezig
H5	60-104 cm	^Ch3; grijze laag afgeronde baksteenfragmenten, houtskool fragment <1cm diameter; botmateriaal; keramiek
H6	104-125 cm	^Ch4; zeer humusrijk zandlaag met antropogeen materiaal vooral baksteenfragmenten, houtskool en mortel; rei alluviale afzettingen?
H7	125-152 cm	2Ha; veen; lokaal onderkant veen; zeer humusrijke kleiafzetting (links)
H8	152-165 cm	3C1; wortelgroei in zand
H9	165-180 cm	3C2; zand



Figuur 34: De bodemhorizonten in profiel 21. De witte, gestippelde lijnen zijn onderverdelingen binnen een afgebakende horizont.

Het veen (H7) is hier (wellicht) volledig bewaard met het bruin en zwarte gedeelte. Het feit dat het veen in totaal slechts 40 cm dik is, is een mogelijke reden waarom er geen ontginning is gebeurd. De

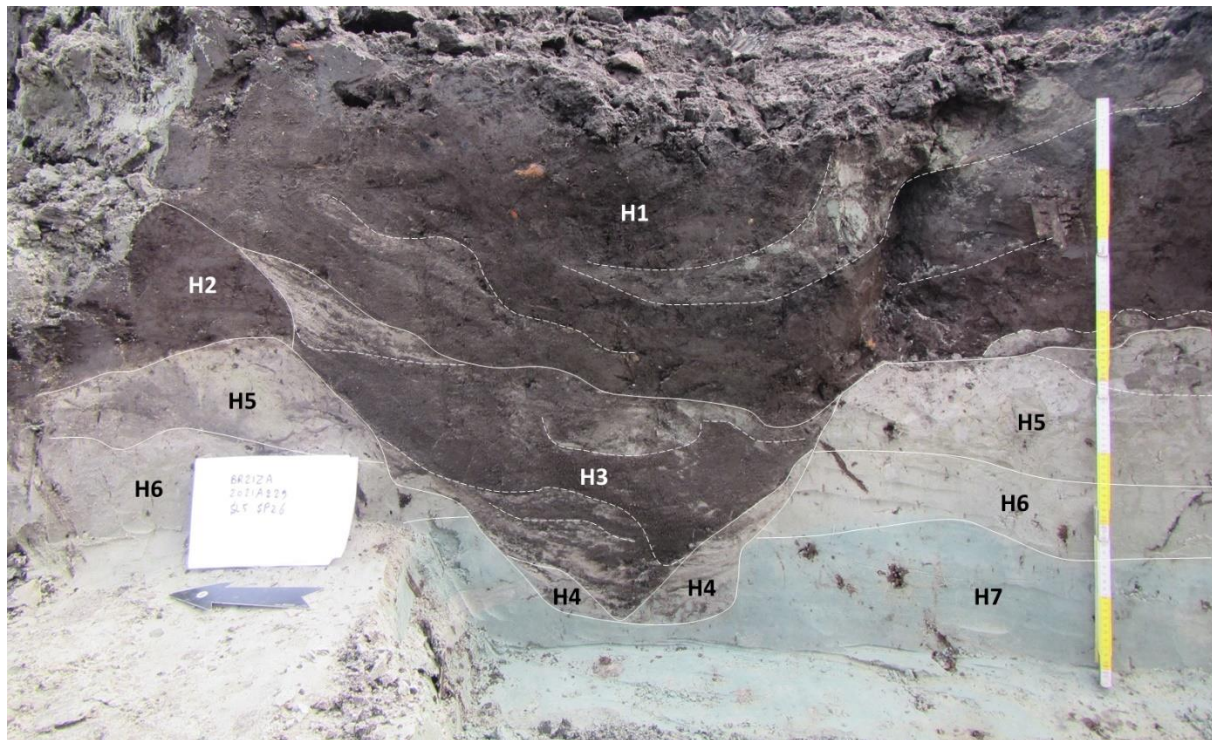
onderkant van het veen bevat doorgaans te veel takken en wortels om als brandstof te gebruiken en de geoxideerde bovenkant is ook minder bruikbaar. Onderaan het veen zijn dezelfde zandige substraten als in de rest van het projectgebied gevonden (H8-9). Het gehalte aan wortels en humusaccumulatie is wel hier duidelijk lager dan bijvoorbeeld in profielen 5 en 15.

Bovenop het veen ligt een reeks afzettingen met een variërend gehalte aan bouwpuin, huishoudelijk afval, organisch materiaal en bodemmateriaal (zand). De afzettingen hellen af naar de zuidelijke kant van het bodemprofiel. Het veen is hier verdwenen waardoor de originele gelaagdheid abrupt is afgesneden. In deze depressie werden vervolgens horizonten 5 en 6 afgezet. Vanaf horizont 4 was er geen depressie meer zichtbaar in het landschap. Zeker horizonten 5 en 6 lijken op een ophoping met stadsstort van huis- en bouwafval. Horizont 4 zou een stabilisatie met vegetatie kunnen zijn. Dit kan de hoeveelheid humus van de horizont verklaren. Vervolgens werd nieuw bouwpuin gestort (H3) dat opnieuw bedekt werd met een dunne, humusrijke zandlaag. Horizont 1 is exogeen materiaal dat mogelijk in verband kan gebracht worden met het aanleggen van de bedding van de spoorweg.

6.1.10 Spoor 26

Het profiel ter hoogte van spoor 26 is een interessante aanvulling op de bodemprofielen. Dit is namelijk het profiel dat het diepst in de onderliggende dekzanden gegraven werd. Horizonten 3 en 4 vormen de contouren van een gracht die hier gegraven werd door het veenlandschap. Na het graven van de gracht werd de onderkant snel gedeeltelijk opgevuld (H4) met wit zand gemengd met een beetje geërodeerd veen. Waarschijnlijk werd de gracht opnieuw uitgegraven. Dit kan de wigvorm verklaren van horizont 3 in horizont 4. Opnieuw werd de gracht eerst opgevuld met zandig materiaal met hier een daar een hogere concentratie aan geërodeerd veen. Uiteindelijk lijkt het alsof de omgeving stabiliseerde en de gracht werd opgevuld met organisch materiaal. Boven in horizont 3 zijn opnieuw eerder zandige afzettingen zichtbaar. Horizont 2 is een restant van het originele bruine veen met een discrete, horizontale stratificatie. Horizont 1 zijn veenafzettingen. Er zijn verschillende gestippelde lijnen aangeduid die oorspronkelijk mogelijk horizontaal liepen. Door compactie van de grachtvulling zijn alle bovenliggende sedimenten ingezakt.

Onder het veen en de gracht zijn de lichtgrijze dekzandsedimenten zichtbaar met iets meer humus en wortels (H5) en met weinig humus en wortels (H6). Hieronder is er een licht blauwgrijze horizont. De blauwgrijze kleur is het resultaat van de positie van de sedimenten in de permanente grondwaterzone.



Figuur 35: Bodemhorizonten ter hoogte van spoor 26. De horizonten zijn aangeduid met witte lijnen. De witte gestippelde lijnen zijn zijn onderverdelingen binnen een afgebakende horizont.

6.2 Archeologische waarnemingen

6.2.1 Inleiding

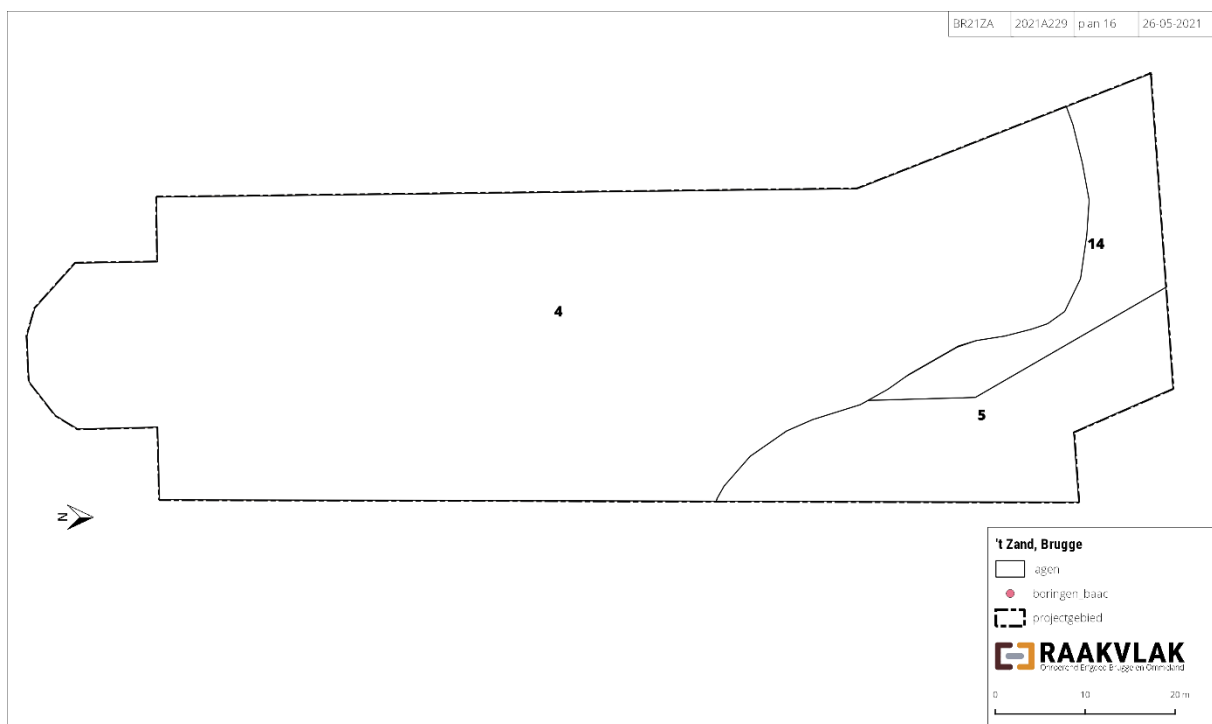
Het archeologisch vlak is aangelegd door de bouwheer, steeds in aanwezigheid van een archeologisch team. Nadat de bovenste ophogingslagen werden afgegraven kreeg het archeologisch team de tijd en ruimte om het opengelegde vlak te registreren en indien nodig sporen te couperen en profielputten te graven. Tijdens de opgraving zijn 47 archeologische sporen ontdekt. Het gaat om 9 lagen, 8 grachten en 30 paalsporen. Lagen waaruit veel archeologische objecten zijn verzameld, of waarvan veel stalen zijn genomen, hebben lokaal een spoornummer gekregen. Deze lagen zijn voornamelijk relevant voor de materiaalstudie en het wetenschappelijk onderzoek. Het gaat om de top van het pleistocene zandoppervlak, bestaande uit grijs zand (spoor 3), de laag veen (spoor 1), de laag donkerbruingrijs kleiig zand, waaruit het grootste deel van de vondsten zijn verzameld (spoor 4), de laag bruin zand bovenop het pleistoceen zand, in een zone waar geen veen aanwezig is (spoor 5), de laag grijs zand bovenop het pleistoceen zand, in een zone waar geen veen aanwezig is (spoor 14) en de verschillende opeenvolgende ophogingslagen (sporen 27 tot 30). Structuren zoals waterputten, afvalkuilen of beerputten, maar ook (uitgebroken) muurresten, zijn nergens herkend.

De bovenste horizonten waren reeds afgegraven, maar zijn op basis van het booronderzoek wetenschappelijk weinig relevant. De bovenste ophogingslaag tijdens de werfbegeleiding bestaat uit steriel, geel zand. Deze laag is waarschijnlijk gestort voor de aanleg van de spoorweg. Omdat deze laag geen archeologische vondsten bevat, heeft ze geen spoornummer gekregen. Nergens zijn begraven resten gevonden van de uitgebroken spoorwegen. Binnen de gele laag is geen enkel

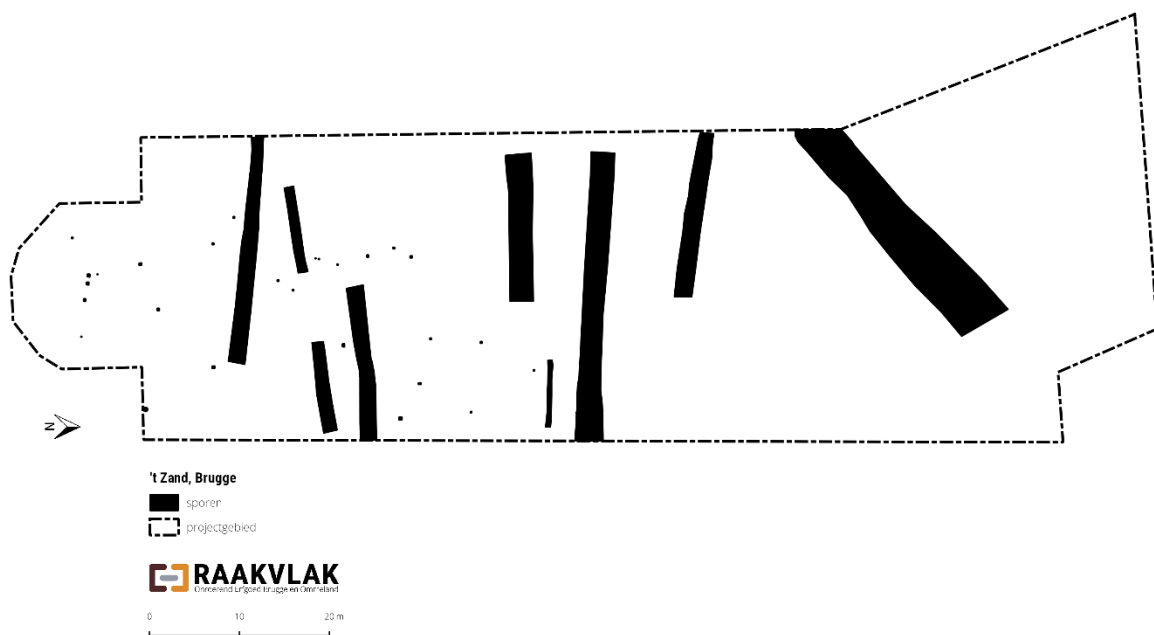
archeologisch spoor waargenomen. De zeer intensieve metaaldetectie levert eveneens geen enkele aanwijzing voor de verdwenen spoorweginfrastructuur. De spoorwegen zijn zeer zorgvuldig verwijderd en mogelijke resten bevinden zich in de bovenste, afgegraven horizonten.

De oudste sporen zijn herkend in bodemkundige profielen. Het gaat om een gracht (profiel 2) en een bewerkingshorizont met spadesporen (profiel 3) onder de veenlaag. Deze sporen liggen in het noordelijk uiteinde van het projectgebied, in de overgangszone tussen de depressie en de top van de zandrug, op de grens van de aanwezigheid van het veen. In dit noordelijk gedeelte van het projectgebied is de bodem beduidend meer verstoord en zijn archeologische waarnemingen moeilijker. Dit verklaart deels de dominantie van de sporen in het zuidelijk gedeelte.

De overige aangetroffen archeologische sporen bevinden zich allemaal onder de ophogingslagen, door de donkerbruingrijze laag en het veen. Tijdens dit onderzoek is zoveel mogelijk één vlak aangelegd, ter hoogte van de donkerbruingrijze laag op het veen. Alle plannetjes tonen de situatie in dit vlak, ter hoogte van sporen 4, 5 en 14. De top van het pleistocene zand, onder het veen is eveneens opgeschaafd, maar dit brengt geen enkel bijkomend spoor aan het licht.



Figuur 36: Lagen waaruit een groot aantal vondsten en stalen zijn verzameld



Figuur 37: Allesporenplan

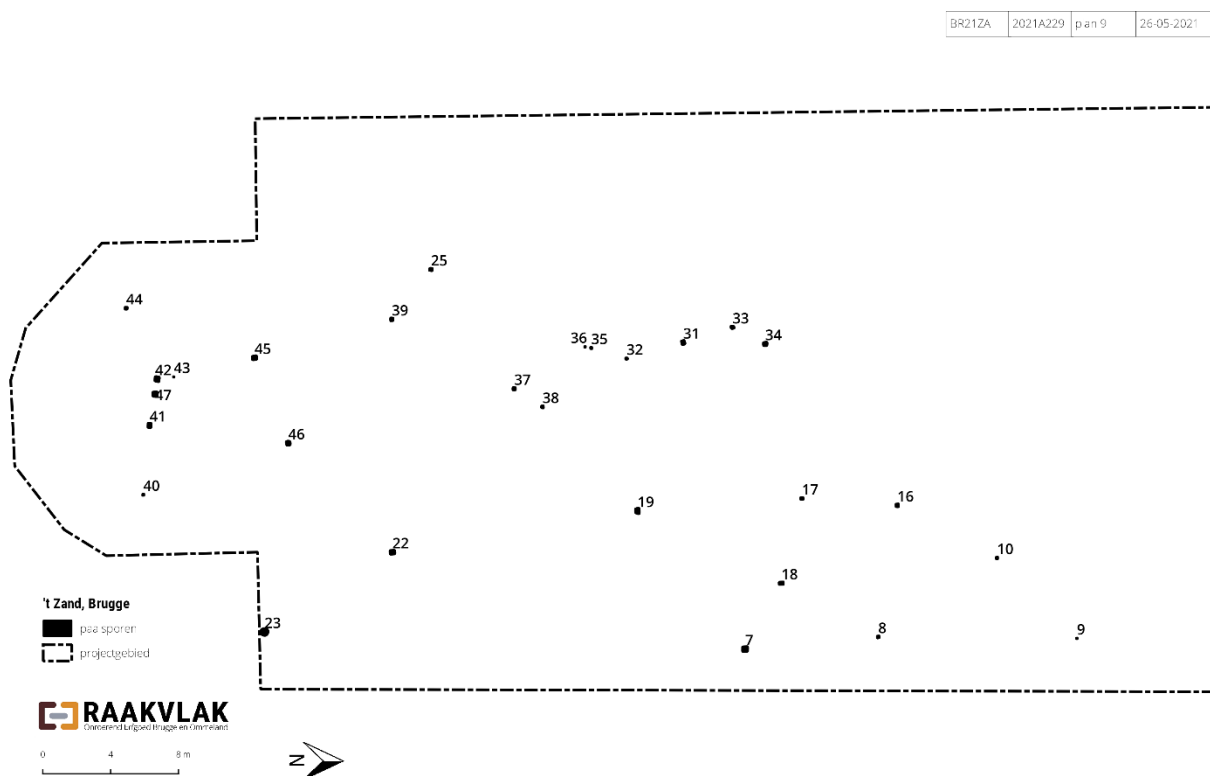
6.2.2 Paalsporen

Tijdens de archeologische opgraving zijn 30 paalsporen ontdekt. Zeer bijzonder is dat de onderkant van de palen, door de unieke landschappelijke positie in veen, gaaf bewaard zijn. De palen zijn steeds geslagen door de bruingrijze laag op het veen, door het veen en tot in het zand. Het gaat om vierkante of rechthoekige palen enerzijds en ronde palen anderzijds. De palen hebben een diameter van 8 tot 20 cm en zijn 35 tot 54 cm diep bewaard. De vierkante of rechthoekige palen zijn doorgaans zwaarder dan de ronde palen. De palen zijn ofwel stomp ofwel aangepunt en worden vaak in paren aangetroffen. De zware palen lijken meestal gemaakt van eik en vertonen steeds kenmerken van hergebruik. De palen zijn integraal verzameld in functie van het natuurwetenschappelijk onderzoek. Door de aard van de werken, een werfbegeleiding, is het niet zeker dat alle paalsporen in het opgravingsvlak geregistreerd zijn. Toch bieden de geregistreerde en verzamelde paalsporen een groot potentieel op kennisvermeerdering.

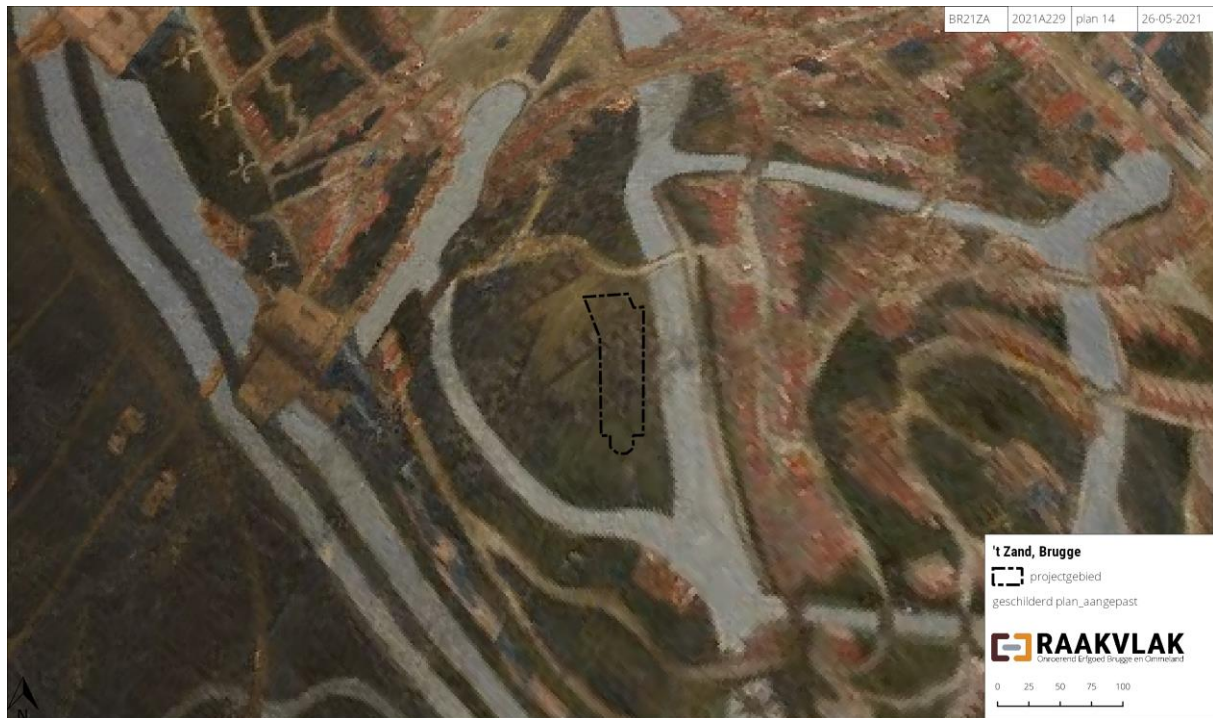
Historische kaarten en gegevens wijzen op een mogelijke functie van de palen. Het terrein is vanaf de middeleeuwen tot zeker de 16e eeuw in gebruik als raamland. Raamwerken maken deel uit van het productieproces van laken. Na het vollen werd het laken gewassen. Daarna werd het opgehangen, opgespannen en gedroogd op raamwerken. Onder het Koning Albertpark, in een terrein gekend als de Meers en eigendom van het Sint-Janshospitaal, lagen vanaf de 13e eeuw zulke raamlanden. Het laken werd op raamhaken (*tenter hooks*) opgehangen en met behulp van een windas kon het laken opgespannen worden. Waarschijnlijk de oudste cartografische weergave van Brugge en het projectgebied is het zogenaamd 'geschilderd plan' van een anonieme meester, gemaakt tussen 1546 en 1567 (Linsingh, 2016, 85). Dit geschilderde plan combineert een stadsplattegrond met straten,

pleinen en waterlopen en een perspectivische weergave van de gebouwen. Op het Geschilderd Plan van Brugge staan ter hoogte van het projectgebied raamwerken afgebeeld. Het terrein ligt op dat moment op een eiland, tussen de Capucijnenrei en de Sint-Juliaansgracht, ten zuiden van de Eilandstraat. Op dat moment zijn al drie eeuwen verstreken sinds het hoogtepunt van de lakenproductie in de tweede helft van de 13e eeuw. Rond 1350 staan er 542 raamlanen in Brugge, waarvan 40% op de Meers staan (Speecke, 2022). Belastinglijsten vermelden een groot aantal textielarbeiders in de arme West- en Oostmeers, de wijk die ten oosten grenst aan het projectgebied. Tussen 1600 en 1625 verlaten de laatste scheerders de Meers.

In 1561 krijgt Marcus Gerards de opdracht stad Brugge in kaart te brengen. De kaart dient als uithangsbord voor de gunstige handelspositie en de economische heropbloei. De Brugse lakenproductie heeft op dat moment zo sterk aan reputatie ingeboet, dat nergens raamwerken weergegeven worden. Ook binnen het projectgebied toont de kaart geen raamwerken of andere structuren die aan de lakenproductie kunnen gelinkt worden.



Figuur 38: Overzicht van alle paalsporen



Figuur 39: Het projectgebied ten opzichte van het Geschilderd Plan (artinlanders)



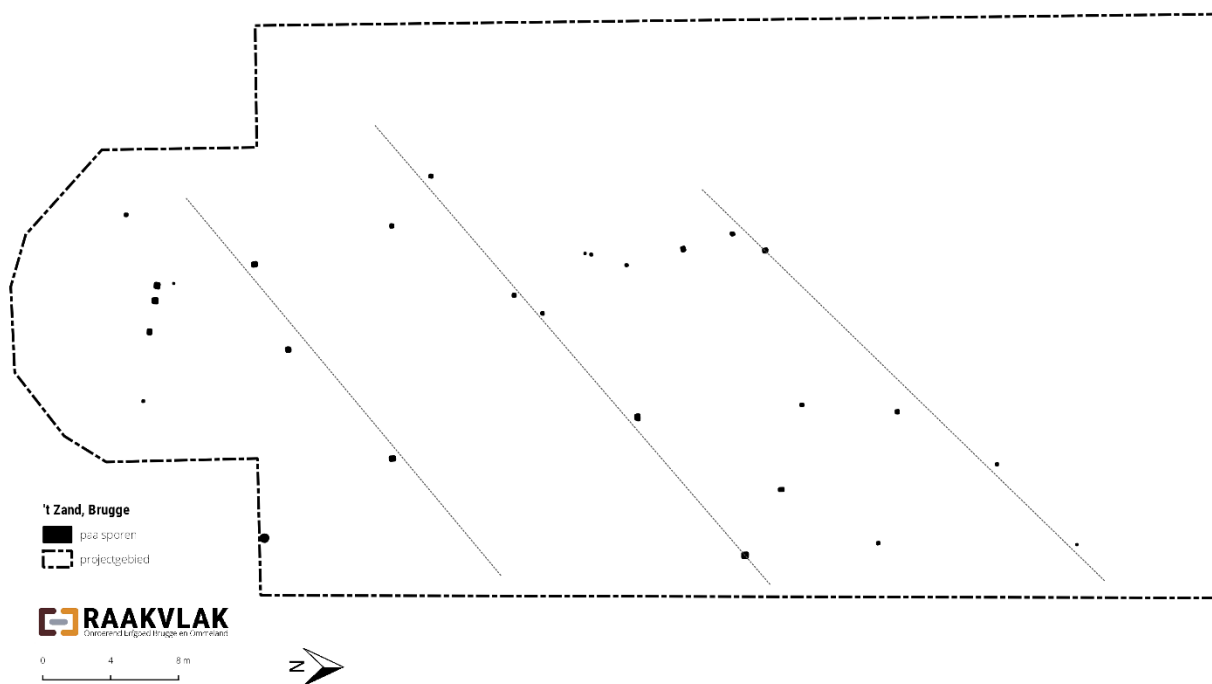
Figuur 40: Figuur 41: Detail van het Geschilderd Plan (artinlanders)

Op basis van historische informatie gaat het om sterk georganiseerde terreinen (Speecke, 2022). De raamlanden ter hoogte van de meersen ten zuiden van 't Zand zijn in de late middeleeuwen eigendom van het Sint-Janshospitaal, maar oorspronkelijk wellicht 'communale' eigendom van de stad. Het Sint-Janshospitaal verpachtte de grond aan individuele ondernemers (drapiers) en lakenscheerders die er het gevolve laken ophingen om te drogen en uit te rekken tot de gewenste afmetingen. Het laken kreeg een eerste scheerbeurt met een grote schaar. Volgens berekeningen verhuurde het Sint-Janshospitaal in de 14e eeuw op bepaalde momenten tot meer dan 200

dergelijke raamsteden per jaar. De raamwerken leverden behoorlijk wat inkomsten, dus het terrein moest maximaal opbrengen. De ramen stonden dan ook wellicht netjes geordend en niet kris kras door elkaar. Schapen mochten er gecontroleerd grazen. Koeien en varkens werden geweerd. De raamlanden waren omheind om diefstal tegen te gaan en konden bereikt worden via een toegangspoort nabij de Westmeers. Een 'tuinmeester' hield er overdag en 's nachts met een 'raamhond' de wacht. Naarmate de lakennijverheid helemaal ten onder ging vanaf 1380 werden de raamlanden herbestemd voor bewoning, gebruikt als bleekweide voor linnen of voor de veeteelt.

De paalsporen liggen verspreid in het vlak, geconcentreerd in het zuiden van het projectgebied. Dit is mogelijk te verklaren doordat de veenlaag hier dikker is, waardoor de palen hier beter bewaard zijn. Een hypothetische reconstructie, op basis van de zwaarste eiken palen, wijst op drie mogelijke lineaire structuren. De structuren zijn 28 m lang, wat overeenstemt met 40 ellen (de typische lengte van een lang lakenraam. De geassocieerde metaalvondsten ondersteunen de inrichting van het terrein als raamland (zie hieronder).

BR21ZA	2021A229	pag 15	26-05-2021
--------	----------	--------	------------



Figuur 42: Hypothetische ligging van raamwerken



Figuur 43: Een koppel aangepunte palen in spoor 10



Figuur 44: Een koppel stompe palen en een plank in spoor 19

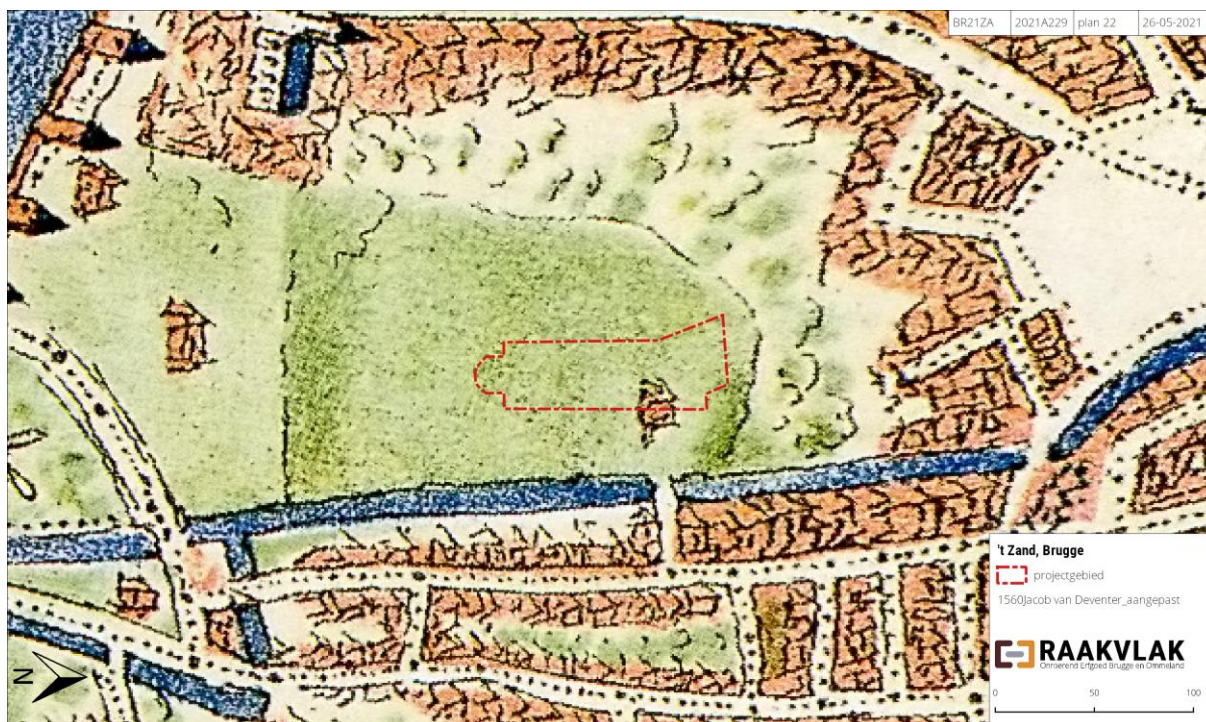
6.2.3 Grachten

In het vlak onder de ophogingslagen zijn 8 grachten herkend. De grachten zijn 60 tot 400 cm breed en 35 tot 60 cm diep. De grachten zijn gegraven op het niveau van en door de donkerbruingrijze laag

bovenop het veen. De grachten zijn steeds gegraven door het veen tot op het zand en hebben overwegend een noordwest-zuidoost oriëntatie. Enkel spoor 13 heeft een duidelijke noordoost-zuidwest oriëntatie. Uit de grachten zijn een groot aantal scherven aardewerk en metaalvondsten verzameld. Een eerste assessment van het materiaal dateert de grachten tussen de 14e en 18e eeuw.

De oudste grachten dienen mogelijk om het natte terrein te draineren en op die manier ambachtelijke activiteiten mogelijk te maken. Historische kaarten wijzen op een mogelijke functie van de jongere grachten: het terrein is lange tijd in gebruik als bleekweide. Op bleekweides wordt gebruik gemaakt van zonlicht en zuurstof bij het bleken van linnen. Het linnen werd na het wassen frisser en bleker door het op een grasveld uit te spreiden. Een bleekweide bestaat uit grachten om het linnen te wassen en vochtig te houden en kort gemaaide grasvelden om het linnen uit te spreiden. Het terrein wordt eeuwenlang bestempeld als meersengebied. Voor de ophoging is het terrein te nat voor bewoning, maar wel geschikt voor ambachtelijke activiteiten (waarvoor water nodig is) en als graasweide. De stadsplattegrond van Jacob van Deventer uit 1560 toont geen grachten of andere watervoerende structuren die erop wijzen dat het terrein gebruikt wordt als bleekweide, maar het gebouw binnen het projectgebied is wel mogelijk te interpreteren als blekerij. Het projectgebied is eigendom van het Sint-Janshospitaal. Het wordt gebruikt om koeien en ander vee te laten grazen. De Kabinetskaart der Oostenrijkse Nederlanden, opgemaakt door de graaf van Ferraris (1770-1778), toont vermoedelijk de oudste cartografische weergave van de bleekweiden in de omgeving van het projectgebied. Het volledig gebied tussen het Capucijnenklooster op het Zand, de Boeveriestraat, de stadsomwalling en het Capucijnenreitje bestaat uit aaneengesloten bleekweiden. De grachten afgebeeld op het plan hebben eveneens hoofdzakelijk een noordwest-zuidoost oriëntatie. Het projectgebied ligt op een eiland, afgebakend door het Capucijnenreitje en de Sint-Juliaansgracht (die verwijst naar het Sint-Juliaansgasthuis in de Boeveriestraat). Op het eiland staan twee gebouwen afgebeeld, vermoedelijk blekerijen (erfgoedforumbrugge.be). Op verschillende kaarten staat een weg afgebeeld tussen de Capucijnenbrug en de Boeveriestraat, de Eilandstraat, nu Gloribusstraat. Op een ongedateerde stadsplattegrond is dezelfde situatie zichtbaar, met een nauwkeurigere weergave. Op basis van de afgebeelde gebouwen op de plattegrond dateert het plan uit de 18e eeuw. Het projectgebied bestaat hoofdzakelijk uit bleekweiden. In de oostelijke rand ligt een deel van een blekerij. Op de Popp-kaart uit 1865 staan verschillende grachten (met brugjes), grasvelden, een deel van een blekerij en een vijver afgebeeld binnen het projectgebied. Op een cartouche op de rand van de Popp-kaart staat ter hoogte van het projectgebied, ten oosten van de spoorweg en ten zuiden van het station, een bleekweide afgebeeld. De bleekweide is bijna schematisch weergegeven en herkenbaar aan de gracht en het uitgespreide linnen.

Ondanks deze cartografische aanwijzingen, zijn enkel grachten ontdekt die aan de bleekweiden kunnen gelinkt worden. Nergens zijn bouwresten aangetroffen. Evenmin zijn uitbraaksporen of puinresten ontdekt die wijzen op verdwenen bebouwing. In het opgravingsvlak waren geen sporen van een vijver of andere watervoerende structuren, behalve grachten, zichtbaar.



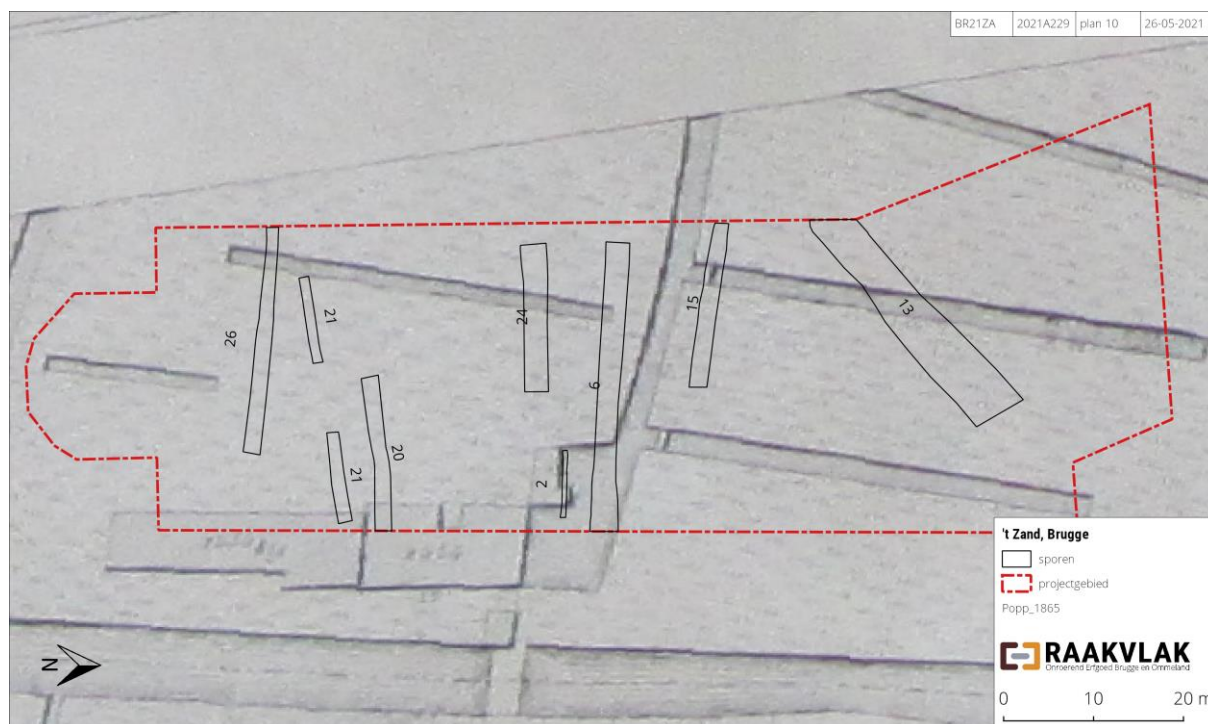
Figuur 45: Het projectgebied ten opzichte van de stadsplattegrond van Deventer (1560) (wikimedia)



Figuur 46: De grachten ten opzichte van de Kabinetskaart der Oostenrijkse Nederlanden, opgemaakt door de graaf van Ferraris (1770-1778) (AGIV)



Figuur 47: De grachten ten opzichte van een ongedateerde, waarschijnlijk 18e eeuwse, stadsplattegrond



Figuur 48: De grachten herkend tijdens de opgraving ten opzichte van de Popp-kaart (1865)



Figuur 49: Cartouche langs de Popp-kaart met afbeelding van de bleekweides ter hoogte van het projectgebied, rechts van de spoorweg

Spoor 6 in sleuf 1 en spoor 13 in sleuven 1 en 3 zijn de grootste grachten die zijn aangetroffen. Spoor 6 is een gracht met een noordwest-zuidoost oriëntatie en is 260 cm breed en 80 cm diep. De gracht is gecoupeerd en heeft een komvormig profiel. De structuur is gegraven door het veen tot in het pleistoceen zand en beschoeid met recuperatiehout. De vulling van de gracht bestaat uit donkerbruinigrijs organisch zand, plaatselijk groen, met lokaal concentraties van slakjes. De gracht is bemonsterd om na te gaan of er biologische indicatoren aanwezig zijn die meer zekerheid kunnen scheppen over de functie van de gracht en het terrein. Het hout is bemonsterd voor soortbepaling en dendrochronologie. Er lijkt een sterke overeenstemming tussen deze gracht en een gracht afgebeeld op de diverse cartografische bronnen. Spoor 13 is een 400 cm brede gracht in sleuven 1 en 3 met een afwijkende noordoost-zuidwest oriëntatie. De gracht is 60 cm diep. De vulling bestaat uit donkergroenbruin, sterk organisch zand en bevat baksteen, aardewerk en bot en aan de onderkant van de gracht is een laag vol plantaardig materiaal (blaadjes) herkend en bemonsterd. De overige grachten zijn 70 tot 200 cm breed en 35 tot 56 cm diep. De grachten zijn steeds gegraven tot in het pleistocene zand: dit garandeert een goede watervoering.



Figuur 50: Orthofoto van spoor 6 in sleuf 1



Figuur 51: Coupe op spoor 6 in sleuf 1



Figuur 52: Laag met plantaardig materiaal in spoor 13

6.3 Assessment van de vondsten

6.3.1 Inleiding

Tijdens het archeologisch onderzoek is een groot aantal vondsten verzameld. In totaal zijn 2915 vondsten geregistreerd. Het gaat om scherven aardewerk, hout, natuursteen, amber, bot en metaal. De vondsten zijn zowel manueel verzameld als ontdekt door gerichte staalname. Bulkstalen (emmers en een big bag) werden nat gezeefd over een zeef met maaswijdte 4 mm en droog doorzocht. In elk bodemkundig profiel is de top van het pleistocene zand bemonsterd en uitgezeefd op 1 mm maaswijdte, maar dat heeft geen enkele archeologische vondst opgeleverd. Ook het opschaven van de zandoppervlakte levert geen vondsten op. Het lijkt erop dat het terrein voor de veenvorming, dus in de prehistorie, niet bewoond was.

6.3.2 Aardewerk

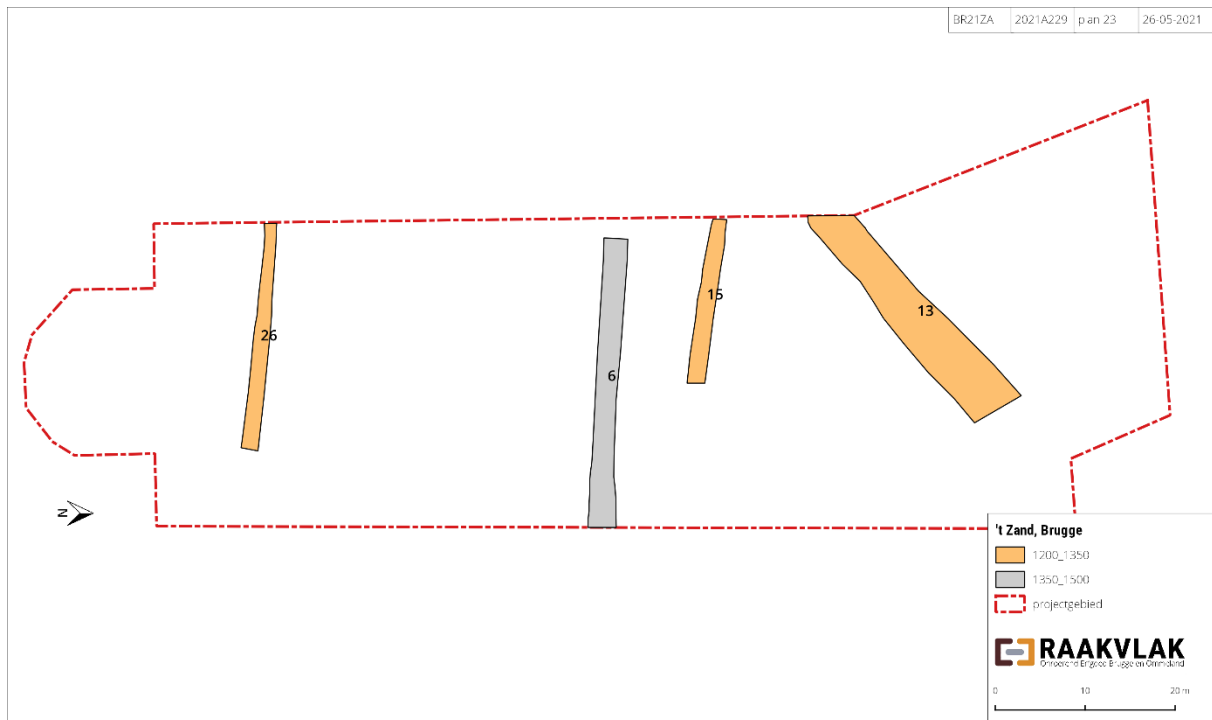
De werfbegeleiding levert 681 scherven aardewerk op. De oudste vondsten op de site zijn 3 mogelijk Romeinse scherven. Het gaat om een scherv in Eiffelwaar en twee scherven zeepwaar. De datering van de scherven is niet volledig zeker. Het gaat om moeilijk determineerbare, sterk verweerde wandfragmenten. Het is echter niet ondenkbaar dat op deze plek Romeinse vondsten opduiken. Het terrein ligt op een helling van de zandrug, die in de Romeinse periode dicht bewoond is. Het terrein ligt ten zuiden van de Zandstraat, de belangrijke Romeinse route die Oudenbrug, Brugge en Aardenburg verbindt. Door de intensieve bouwgeschiedenis in de Brugse binnenstad komen Romeinse vondsten slechts zelden in hun originele context aan het licht. Ook hier zijn de scherven verzameld uit jongere sporen.

Vroegmiddeleeuws aardewerk is niet geregistreerd. Dit in tegenstelling tot de opgravingen op 't Zand in 1979 en 1992, waar de oudste scherven dateren uit de 9e tot 11e eeuw. Op deze locatie is de oudste, middeleeuwse scherf een fragment oxiderend, hard gebakken, beschilderd Rijnlands aardewerk. De scherf dateert uit de volle middeleeuwen, de 11e of 12e eeuw. De scherf is verzameld uit de grijze laag bovenop het veen. Het gaat echter om een geïsoleerd exemplaar. Een assessment van het aardewerk en de andere vondsten, gecombineerd met natuurwetenschappelijk onderzoek, wijzen erop dat het geregistreerd materiaal (behalve de vier hierboven scherven) dateert uit de 13e tot de 20e eeuw. De overgrote meerderheid van de vondsten dateert uit de late middeleeuwen: 1200 tot 1500. De scherven aardewerk uit de middeleeuwen kunnen ruwweg in twee periodes ingedeeld worden: 1200 tot 1350 en 1350 tot 1500. In totaal worden 347 fragmenten gedateerd in de periode 1200 tot 1350, 174 fragmenten in de periode 1350 tot 1500 en 15 zijn recenter (1500 tot 1950). Als de sporen worden onderverdeeld volgens de dominante periode van de geassocieerde vondsten, bevatten drie grachten hoofdzakelijk vondsten uit de periode 1200-1350 en één gracht vondsten uit de periode 1350-1600. De vondsten uit de overige grachten vertonen geen dominante datering, maar dateren tussen 1200 en 1800. De scherven verzameld op de site zijn voornamelijk afkomstig van lokaal vervaardigd grijs en rood aardewerk (492 scherven). Bij de importen komt steengoed voor (86 scherven), maar andere, exotische aardewerksoorten zijn zeldzaam. Het meest opvallende stuk is een scherf Majolica, meer bepaald Rijp Valenciaans. Het gaat om wandfragment met goudluster en aan de binnenzijde een heggenrakmotief (motivo de la brionia) en aan de buitenzijde een peterseliemotief (motivo del perejil). De scherf kan vrij precies gedateerd worden, tussen 1425 en 1500.

Tijdens de werfbegeleiding zijn vondsten verzameld uit de ophogingslagen. Van elke afzonderlijke laag is een bulkstaal verzameld en gezeefd. Op basis van de aardewerkstudie blijkt dat de lagen dateren uit de late middeleeuwen, maar dat een chronologische opeenvolging van de lagen ontbreekt. Mogelijk zijn deze lagen hier in verschillende fasen gestort om het natte meersengebied geschikt te maken voor ambachtelijke activiteiten of bebouwing. Bodemkundige waarnemingen wijzen op duidelijk te onderscheiden lagen, zonder stabilisatielagen tussen. De ophogingen volgden elkaar snel op. Op basis van de geassocieerde vondsten lijkt het hier te gaan om grond uit de aanpalende wijken. Historisch kaartmateriaal doet vermoeden dat de lagen hier vanaf 1550 zijn gestort, nadat het terrein zijn functie als raamland verliest. Het aardewerk uit dateert tussen 1200 en 1550, wat deze datering onderstreept.

Algemeen valt de relatief kleine hoeveelheid scherven op. Op archeologische opgravingen in de Brugse binnenstad worden doorgaans enorm grote hoeveelheden aardewerk verzameld. Op basis van de oppervlaktegrootte (4.200 m²) en het aantal veldwerkdagen (29 werkdagen) wordt een aanzienlijke hoeveelheid scherven verwacht. Hoewel een echte statistische analyse ontbreekt, kan een totaal van 681 scherven als zeer beperkt beschouwd worden. Het lijkt er sterk op dat hier geen verdwenen bewoning is aangesneden. Middeleeuwse bewoning in de Brugse binnenstad, die zich kenmerkt door langdurige en intensieve activiteiten, is onder andere herkenbaar aan een grote

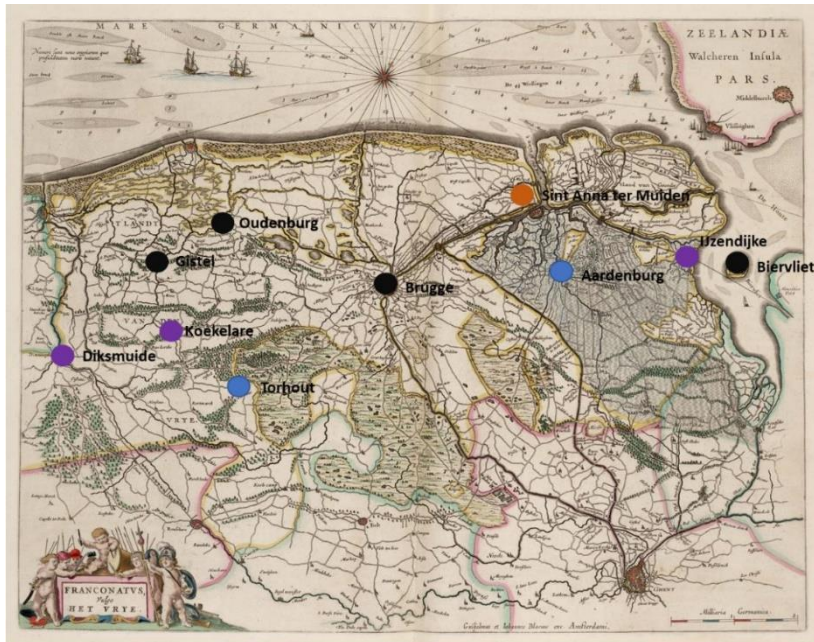
hoeveelheid scherven. Het ontbreken van waterputten, afvalkuilen, beerputten of andere structuren, versterkt dit idee.



Figuur 53: De archeologische sporen waarvan de geassocieerde vondsten dominant gedateerd kunnen worden

6.3.3 Metaal

Metalen objecten vormen de grootste vondstcategorie in het onderzoek. Elke veldwerkdag waren één of meerdere metaaldetectoristen aanwezig, die zowel het vlak als de afgegraven grond hebben doorzocht. Door op een systematische wijze alle grond te doorzoeken, zijn in totaal 1083 metalen voorwerpen verzameld. De voorwerpen zijn voornamelijk gevonden in de grijze laag bovenop het veen. Zeer opvallend is de ontdekking van 241 lakenloden, keurmerken die tijdens verschillende fasen van de lakenproductie aan de stof werden bevestigd. Deze collectie is bestudeerd door Jan Van Oostveen, zelfstandig materiaalspecialist. Deze unieke collectie wijst heel duidelijk op de lakenproductie op het terrein (van Oostveen, 2021). Meer bepaald gaat hier om een afwerkingsfase van het laken: het drogen en scheren van het laken op raamwerken. Van de lakenloden kan in veel gevallen de herkomst bepaald worden. Het gaat hoofdzakelijk (97 %) om lakenloden afkomstig uit productiecentra in het Brugse Vrije. Afwerkingsloden uit Brugge zijn het meest talrijk. Drie locaties leveren het grootste deel van de overige lakenloden: van Gistel, Biervliet en Oudenburg zijn telkens meer dan 10 exemplaren geregistreerd. Daarnaast zijn ook lakenloden ontdekt uit Diksmuide, Koekelare, Sint-Anna-ter-Muiden, Aardenburg, Ijzendijke, Armentières, Hondshoote en Lille. De eerste resultaten bevestigen het vermoeden dat Brugge gespecialiseerd was in de finale verwerking van laken uit diverse Vlaamse productiecentra. Dit wordt onderstreept door loden met opschrift "COVPPE DE BRVGGE", wijzend op de laatste scheerbeurt van het laken. De lakenloden worden momenteel gefotografeerd, waarna de collectie publiek toegankelijk gemaakt zal worden. Deze vondsten vormen momenteel het onderwerp van een wetenschappelijke studie.



- 1 exemplaar
- 2-3 exemplaren
- 4-10 exemplaren
- >10 exemplaren

Figuur 54: Kaart van Bleau van het Brugse Vrije uit het jaar 1664 met daarop de herkomstlocaties in het Brugse Vrije. Niet op deze vondstenkaart aangegeven zijn de solitaire vondsten van loden toegeschreven aan de plaatsen Armentières, Hondshoote en Lille. (van Oostveen, 2021, 20)

Andere objecten die wijzen op lakenproductie is de vondst van zes mogelijke raamhaken. Het gaat om smeedijzeren nagels met rechte of ronde hoek. Er is momenteel weinig tot geen referentiemateriaal gekend in Vlaanderen, maar op basis van Engelse voorbeelden kunnen de voorwerpen toch met redelijke zekerheid gedetermineerd worden (Goodall, 2011, 65).



Figuur 55: Lakenlood uit Brugge (vondstnummer 4)



Figuur 56: Mogelijk raamhaak (vondstnummer 177)

Daarnaast zijn nog een groot aantal, gevarieerde metalen objecten verzameld. Deze objecten kunnen ruwweg in vijf categorieën onderverdeeld worden. De grootste categorie zijn de metalen voorwerpen die gelinkt worden met ambachtelijke activiteiten. In de eerste plaats uiteraard de objecten die wijzen op de lakenproductie, lakenloden en raamhaken. Daarnaast zijn 12 vingerhoeden, een schaar en een spinlood ontdekt. Voorwerpen die gebruikt kunnen worden in textielbewerking. Verschillende objecten kunnen gelinkt worden aan dieren: metaaldetectie bracht 7 belletjes, 3 hoefijzers en 4 netverzwarings aan het licht. Bij de belletjes gaat het zowel om valkeniersbellen, als om schapenbellen. Tijdens het onderzoek leveren 9 contexten 86 resten metaalslak op. In combinatie met kleine fragmenten koper en andere metalen, is het mogelijk dat er in de middeleeuwen ook metaalbewerking plaatsvond op het terrein. Een zeer bijzondere vondst is een kleine klauwhamer. Het is een smeedijzeren exemplaar dat vaak gebruikt werd door juweliers. Het wordt gedateerd tussen 1250 en 1450. Een vergelijkbaar exemplaar is in 2012 ontdekt langs de Jeruzalemstraat in Brugge (Van Eenoo, 2015). Het voorwerp wordt in verband gebracht met amberbewerking voor de paternostermakers op het terrein in de 14e en 15e eeuw (Hüpscher, 2020). Het belang van deze vondst wordt vergroot door de ontdekking van 3 fragmenten amber uit de zeefresidu's. Het gaat onder meer om één halffabricaat. Deze vondsten, het hamertje en de fragmenten amber, doen vermoeden dat hier ook amberbewerking plaatsvond.

ambachtelijk		kledij		economisch		persoonlijk		varia	
lakenlood	241	knoop	17	munt	52	insigne	3	ring	24
vingerhoed	12	gordelbeslag	12	rekenpenning	9	speelgoed	2	kogel	9
mes	8	gesp	40	armenpenning	1	boeksluiting	1	fragmenten	34
netverzwaring	4	riemtong	8	muntgewicht	2	kandelaar	6	loodstrippen	3
belletje	7	kledij	5	gewicht	6	kolfslof	1	onbekend	17
hoefijzer	3	leerbeslag	10	penning	2	corpus	1	bouwelement	3
raamhaak	8	medallionsluiting	4	totaal	72	fluitje	2	schakel	2
schaar	1	totaal	96			hangertje	1	varia	7
schuiflood	2					snorrebot	1	rivette	7
spinlood	1					lepel	1	totaal	106
slak	9					kroontje	1		
werktuig	2					totaal	17		
totaal	298								

Figuur 57: Tabel met de aangetroffen metalen vondsten



Figuur 58: Valkeniersbelletje (vondstnummer 47)



Figuur 59: Klauwhamertje (vondstnummer 530)

Een tweede type metaalvondsten kan in verband gebracht worden met kledij en riemen. Het gaat om gespen (40 stuks), knopen (17 stuks), gordelbeslag (12 stuks), leerbeslag (10 stuks), riemtongen (8

stuks) en medaillonsluitingen (4 stuks). Vooral 19 ringespen in tinlood, waarvan de ijzeren angel vaak weggeroest is, vallen op.

Het derde type metaalvondsten kan omschreven worden als economisch. Het gaat onder meer om 84 munten. Daarvan kunnen 39 exemplaren gedetermineerd en gedateerd worden. De overige munten zijn zo sterk verweerd dat ze onleesbaar zijn. De determineerbare munten dateren van 1200-1400 tot 1823. De oudste munten zijn mijten. De oudste precies te dateren munt is een mijt van de Graven van Vlaanderen, waarschijnlijk Lodewijk van Male, gedateerd tussen 1346 en 1384. Een tweede mijt kan met zekerheid toegeschreven worden aan Lodewijk van Male. Op de muntzijde staat "FL" binnen parelcirkel en "+LUDOVICUS.IOM", op de kopzijde een kort gevoet kruis en "MONETA FLAND". De munt is tussen 1375 en 1379 geslagen in Gent. De meeste determineerbare munten dateren uit de late middeleeuwen (25 stuks). Een kleiner deel is recenter (14 stuks). Het gaat voornamelijk om Spaanse en Oostenrijkse oorden en één munt uit het Verenigd Koninkrijk der Nederlanden, geslagen onder Willem I in 1823. Behalve munten levert het onderzoek ook rekenpenningen, armenpenningen, penningen, muntgewichten en gewichten op.

Een zeer bijzondere categorie van heel uiteenlopende voorwerpen wordt omschreven als 'persoonlijk'. Het zijn metalen kleinoden uit de leefsfeer van de late middeleeuwen. Het gaat onder meer om speelgoed, om objecten uit de vrije tijdssfeer en om religieuze voorwerpen. Bij de religieuze voorwerpen valt een corpus op, een fragment van een laatgotisch Christusbeeldje in tin lood (1450-1500). Een andere opvallende vondst is een insigne dat Cornelius van Ninove afbeeldt als gemijterde bisschop (1400-1450). Daarnaast zijn ook enkele fragmenten van insignes en hangers gevonden. Een opvallend object uit de vrije tijd is een loden kolfslof (1400-1600). Kolven is een spel waarin een bal met een slaghout naar een paal gespeeld wordt. Het spel werd oorspronkelijk in open lucht, op het ijs gespeeld. De kolfslof staat op het uiteinde van het slaghout, waarmee de bal gespeeld wordt en is uitgevoerd in lood. Tijdens de werfbegeleiding zijn ook twee fluitjes gevonden (1300-1350). Het zijn gegroefde blaaspijpjes met op de overgang van het pijpje naar het kopje een hangoogje. Aan dat oogje zat een koordje, dat rond de hals hing. Metaaldetectoristen vonden ook verschillende stukken speelgoed. Het gaat om miniatuurversies van een panijzer (1400-1600) en een kandelaar (1400-1500). Van al deze voorwerpen is niet duidelijk of ze tot één categorie in de persoonlijke levenssfeer kunnen gerekend worden. Dit is zeker het geval voor een snorrebot (1300-1700). Het is een muziekinstrument dat aan een touw hangt en door de lucht om zijn as tolt en een zoemend geluid voortbrengt. Het is een object dat al duizenden jaren gebruikt wordt in culturen over de hele wereld. Het muziekinstrument wordt gebruikt in gemeenschappelijke, rituele of religieuze momenten of als communicatiemiddel (het geluid kan zich zeer ver verspreiden). Een tweede object dat op rituele of religieuze momenten kan gebruikt worden, is een loden kroontje.

De laatste groep metalen objecten zijn voorwerpen die voor zeer uiteenlopende toepassingen gebruikt worden. Het gaat om ringen, schakels en onbepaalde fragmenten. De collectie metaalvondsten is zo uitgebreid en goed gedocumenteerd door de metaaldetectoristen, dat deze vondsten een afzonderlijke publicatie verdienen.



Figuur 60: Een loden kolfslof (vondstnummer 141)



Figuur 61: Een fluitje (vondstnummer 332)

6.3.4 Natuursteen

Tijdens de archeologische werfbegeleiding zijn 56 fragmenten natuursteen verzameld. Het gaat bijna uitsluitend om kleine fragmenten zonder bewerkingsporen. Naast stukjes steenkool gaat het om enkele opvallende stukken witsteen. Dit beperkt en gefragmenteerd materiaal leent zich niet tot verder onderzoek.

Zeefresidu's leveren drie fragmenten bewerkte amber op, waaronder één halffabricaat. In combinatie met de vondst van een kleine klauwhamer, vaak gebruikt door juwelenmakers, zijn dit aanwijzingen voor amberbewerking.



Figuur 62: Fragment amber (M122)



Figuur 63: Fragment amber (M123)

6.3.5 Bot

Het verzamelde botmateriaal is onderzocht door een specialist. Een uitgebreide bespreking van deze vondstcategorie volgt in het volgende hoofdstuk.

6.3.6 Hout

In totaal zijn 54 houten objecten verzameld. Het gaat om de palen van het raamwerk en hout waarmee de brede gracht (spoor 6) geschoeid is. Een uitgebreide bespreking van deze vondstcategorie volgt in het volgende hoofdstuk.

Op het uiteinde van één stuk hout (M165 uit spoor 39 in sleuf 6) is een vlotverbinding bewaard. Een vlotverbinding werd gebruikt om hout verbinden en te transporten over water. De houtsoorten en deze vlotverbinding situeren het oorsprongsgebied van dit stuk vermoedelijk in de zuidelijke landshelft. Dat betekent dus dat het hout vermoedelijk gevlot is langs de Maas. Vlotverbindingen zijn gekend uit kapverbindingen in historische gebouwen (Haneca, 2017).



Figuur 64: Vlotverbinding op M165

6.4 Assessment van het natuurwetenschappelijk onderzoek

6.4.1 Inleiding

De aard van de aangetroffen archeologische voorwerpen en de landschappelijke contexten, geven een groot belang aan natuurwetenschappelijk onderzoek om de geschiedenis van het terrein in al zijn aspecten te vatten. Tijdens en na de werfbegeleiding zijn een aantal vakspecialisten ingeschakeld die een belangrijke bijdrage hebben geleverd aan de kennis over het terrein én de geschiedenis van Brugge. In dit rapport staan de belangrijkste resultaten en het plan van aanpak voor toekomstig onderzoek.

Het Programma van Maatregelen (Linten, 2018a) stelt volgende onderzoeksstrategie voor, met speciale aandacht voor het verwachte veenpakket:

Waardering:

- Waardering stalen voor koolstofdatering: 7 VH
- Waardering hout: 5 VH
- Waardering macrobotanische resten: 5 VH
- Waardering pollenstalen: 5 VH
- Waardering botmateriaal: 2 VH
- Waardering diatomeeën en mollusken: 4 VH

Analyse:

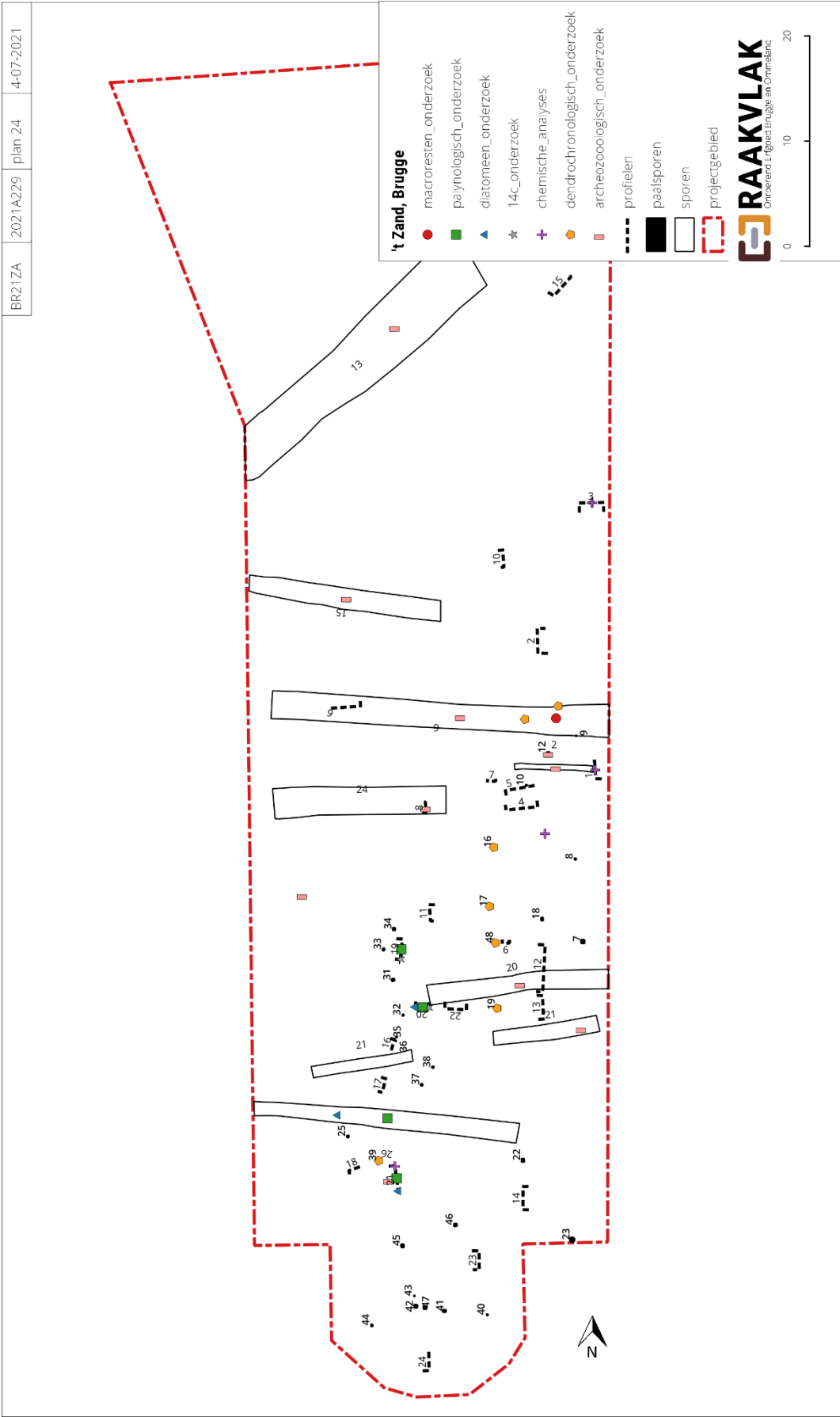
- Koolstofdatering: 3 VH
- Dendrochronologie: 3 VH
- Analyse macrobotanische resten: 3 VH
- Pollenanalyse: 3 VH
- Analyse botmateriaal: 1 VH
- Analyse diatomeeën en mollusken: 4 VH

Conservatie:

- Conservatie: 1 VH

Deze onderzoeksstrategie is grotendeels gevolgd. Door de bijzondere resultaten zijn bij sommige onderzoeken meer dan de vermoedelijke hoeveelheden uitgevoerd: elf dendrochronologische analyses, vijf diatomeeënanalyses en vijf pollenanalyses. Daarnaast is ook bijkomend onderzoek uitgevoerd: op verschillende bodemhorizonten zijn chemische analyses uitgevoerd. Aanvullend op de originele onderzoeksstrategie worden vier stalen micromorfologisch onderzocht. Het gaat om de top van het zand op het hoogste punt binnen het projectgebied, van herwerkte grond bovenop het veen en van een gracht door het veen tot in het zand. Slijplaten maken van veenstalen (met aceton replacement) waarop micromorfologisch onderzoek kan gebeuren, is een tijdsintensief werk. De resultaten van dit onderzoek worden in de loop van 2023 verwacht.

De resultaten van het natuurwetenschappelijk onderzoek zijn overgenomen uit de verschillende rapporten, die als bijlage worden toegevoegd op het einde van dit rapport.



Figuur 65: Locaties van alle staalnames voor natuurwetenschappelijk onderzoek

6.4.2 Macrobotanisch onderzoek

Uit de vulling van de brede gracht (spoor 6) die gelinkt wordt aan de bleekweide, zijn twee stalen genomen van de sterk organische lagen die het onderwerp vormen van een macrobotanisch onderzoek. Het gaat telkens om een emmer van 10l (monsters 50 en 56). Het onderzoek is uitgevoerd door dr. Luc Allemeersch (Gate bvba). De resultaten staan beschreven in een rapport waarvan hier de belangrijkste resultaten overgenomen zijn (Allemeersch, 2021). Het zeefresidu van beide stalen bevat nauwelijks zand of grind. Er is in beperkte mate antropogeen, anorganisch materiaal aanwezig. Staal M50 bevat zeer veel vezels en veel vis, staal M56 meer hout. Beide stalen bevatten veel zaden en slakken.

Staal	Fractie	Zand	Grind, steen	Baksteen; dakpan	Aardewerk	Sintel, slak	Houtskool	Hout	Kever	Vis	Slak	Vezels	Zaden s.l. (niet verkoold)
		sleuf spoor 1: gracht											
M50	2 mm <		X	XX			X	XX		XXX	XX	XXX	X
	0,5<...<2						X	X	X	XX	XXX	XXX	XXX
M56	2 mm <			XX	XX	X	X	XXX		X	XXX		X
	0,5<...<2	X	X					XX	X	X	XXX	XX	XXX
	X: één of enkele			XX: regelmatig					XXX: veel tot zeer veel				

Figuur 66: ruwe schatting van de samenstelling van het zeefresidu (Allemeersch, 2021, 9)

Bij de gekweekte planten is er de aanwezigheid van vijg (*Ficus carica*). Alhoewel het kweken in boomgaarden niet voorkwam in Noordwest-Europa, zijn vondsten van pitten van vijg niet uitzonderlijk. Vanaf de Romeinse periode doorheen de middeleeuwen blijft die aanwezig tot in de Nieuwe Tijd. Gedroogde vijen zijn makkelijk te transporteren en bewaren goed.

Van gekweekt vlas of lijnzaad (*Linum usitatissimum*) is een exemplaar gevonden in staal M56. De Nederlandse namen wijzen op het dubbel gebruik van deze plant. Het was zowel een oliehoudend zaad als een vezelplant. Telen van lijnzaad en het verwerken ervan begon reeds in het neolithicum. De aantallen zijn hier te laag om een gebruik als vlasrootplaats te suggereren, zeker gezien de goede bewaring van het materiaal. In de middeleeuwen verdween het gebruik van vlas als oliehoudend zaad (Lindemans, 1952).

Wouw (*Reseda luteola*) is een plant die momenteel ook in het wild voorkomt. Wouw is een plant uit het Middellandse Zeegebied. De plant was zeker in de Romeinse tijd reeds aanwezig in onze streken, misschien zelfs eerder. Nu komt deze plant wild voor op spoorwegterreinen en andere, deels

versteende gronden of zandige gronden die snel opwarmen. In de middeleeuwen werd de soort in onze streken veel gekweekt voor het verven van textiel. Volgens Lindemans (1952) was wouw de voornaamste en meest gekweekte verfpant. Deze werd wellicht het meest gebruikt om het gewone linnen te verven. De kleurstof uit de blad en de stengel van de plant zorgde voor een eerder dof geel, overgaand naar bruin of olijfgroen. Verhulst (1995) spreekt van een concentratie van teelt van wouw in de polders ten westen van Brugge in de middeleeuwen. Wouw is archeobotanisch nog gevonden in steden met veel textielactiviteiten of bij productieplaatsen van textiel. De verwerking van gedroogde wouw, zelfs als die geoogst wordt vóór het rijpen van de zaden, hetgeen gebruikelijk is bij gebruik voor verfdoeleinden, resulteert in een explosieve verspreiding van zaden. De zaden zelf spelen geen rol in de ververij. Pas in de loop van de 19e eeuw worden de verfstoffen uit planten vervangen door chemische producten. Vlas en wouw sluiten aan bij de inrichting van het terrein als bleekweide.

Onder voorbehoud wordt ook witte waterkers (*Nasturtium officinale*) vermeld. In staal M50 zijn er enkele 10-tallen zaadjes gevonden, maar in staal M56 gaat het om enkele 1000-en. Deze plant, ook wel in de keuken bekend als 'cresson', komt voor in het wild, maar wordt tegenwoordig ook gekweekt. Lindemans (1952) vermeldt de witte waterkers niet als gekweekte plant in de geschiedenis van de Belgische landbouw. De oudste verwijzing naar het kweken van witte waterkers gaat terug tot 1650 en komt uit Duitsland (de.wikipedia.org/wiki/Echte_Brunnenkresse). Bij de gebruiksplanten zijn er enkele exemplaren van braam en framboos gevonden. Deze werden wel niet geteeld, maar waren beschikbaar.

Het algemeen beeld van de wilde planten is eveneens bijzonder boeiend. We treffen zeer veel waterplanten en pioniers van natte tot vochtige, voedselrijke vegetaties aan. Sommige daarvan zijn in grote getale tot zelfs massaal aanwezig. Planten van matig vochtige, zeer voedselrijke situaties (met inbegrip van betreden plaatsen) zijn nauwelijks vertegenwoordigd, met uitzondering van grote brandnetel. Planten van droge, zeer voedselrijke vegetaties ontbreken volledig. Deze planten produceren in veel gevallen nochtans zeer veel zaden. Deze groepen komen bij akker-/tuinbouw en/of sterk betreden gronden, in combinatie met wat antropogeen afval, normaal in grote hoeveelheden voor. Toch bevinden we ons binnen de stadsmuren en op korte afstand van een dichte stedelijke bewoning. Deze zaken wijzen er op dat de omgeving van spoor 6 weinig betreden, verstoord en vervuild werd.

Bij de waterplanten is er een massale aanwezigheid van kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*) en witte waterkers (*Nasturtium officinale*). Misschien werd deze laatste er gekweekt of althans begunstigd bij het onderhoud van de waterpartij. Goed vertegenwoordigd zijn fijn hoornblad (*Ceratophyllum submersum*) en kranswier (*Chara* sp.). De eerste soort is tegenwoordig exclusief in de kustpolders aanwezig, de tweede soort is gebonden aan helder, kalkrijk water. Verder zijn er zowel grote als zeer kleine waterplanten aanwezig. Het geheel roept een beeld op van een heldere, ondiepe sloot of gracht met een zeer weelderige plantengroei. De groep van natte tot vochtige, kruidige vegetatie is vermoedelijk afkomstig van de oever van de sloot. Bitterzoet (*Solanum dulcamara*) is een slingerplant die niet alleen langs stammen/takken omhoog klimt maar ook langs

stengels van forse kruiden. Zoals reeds vermeld is de groep van matig vochtige, zeer voedselrijke vegetatie hier zwak vertegenwoordigd.

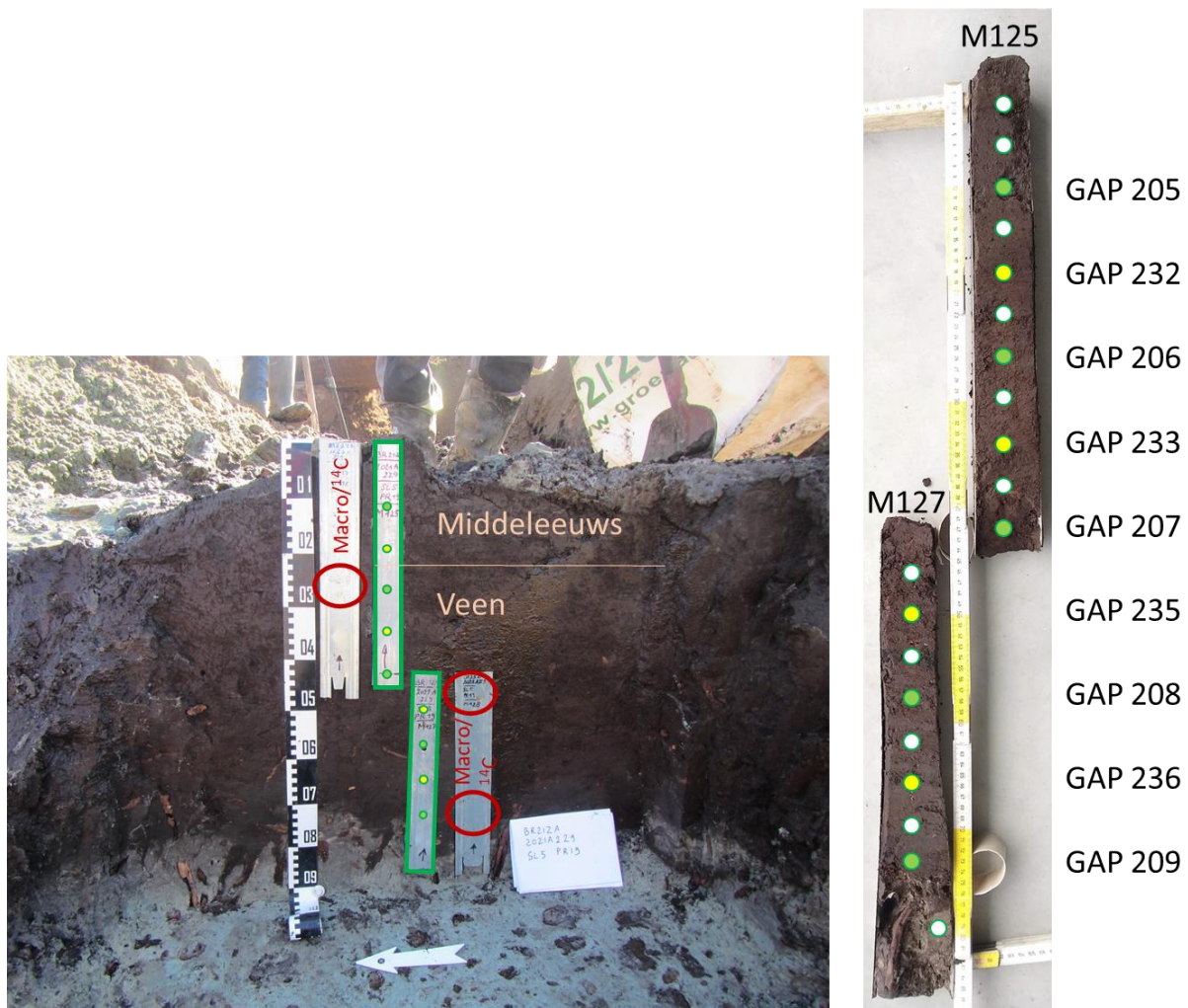
In het sediment is een relatief grote variatie aan waterdieren aangetroffen. Er zijn enkele schaalpjes van kokerjuffers. Het ephippium van de watervlo is een overlevingsorgaan dat gevormd wordt om de winter of periodes van droogte te doorstaan. Statoblasten zijn bij mosdiertjes eveneens overlevingsorganen. Beide mosdiertjes leven onder water op een vast substraat. Bij de waterslakken zijn het allen zoetwaterslakken. Het zijn allen soorten van stilstaand tot rustig stromend, eerder voedselrijk water. Veel fragmenten en jonge dieren konden alleen tot het niveau van familie bepaald worden. Daarnaast is een landslakje, dat in vochtige omstandigheden leeft, aangetroffen.

Concluderend wijst de vondst van vijf op de consumptie van deze gedroogde vrucht. Tevens werden twee gebruiksplanten gevonden die met verwerking van textiel te maken hebben: gekweekt vlas en wouw (gebruikt als verfstof). In beide gevallen gaat het wel maar om één exemplaar. Hierbij wordt een directe link gelegd met de blekerijen die sinds de 17e eeuw actief zijn. Braam en framboos waren als voedselplanten beschikbaar. Zaden van witte waterkers, een wilde plant die sinds enkele eeuwen ook gekweekt wordt, waren met 1000-en exemplaren aanwezig. Deze waterplant is in de keuken beter gekend als cresson. Mogelijks werd die hier ook gekweekt. De wilde flora en fauna wijst op een ondiep zoetwatermilieu. Het residu uit de gracht vertoont een grote variatie aan waterplanten en weinig elementen die wijzen op verstoring of vervuiling. Het geheel roept een beeld op van een heldere, ondiepe sloot of gracht met een zeer weelderige plantengroei. Nochtans zitten we vlak bij de dicht bewoonde binnenstad. Enkele van de waterplanten zijn tegenwoordig aan de polders gebonden.

6.4.3 Pollenanalyse

Tijdens het onderzoek zijn verschillende stalen genomen voor palynologisch onderzoek. De staalname op het terrein, de assessment en de analyse zijn uitgevoerd door dr. Annelies Storme. Hier is een deel het rapport (Storme, 2022) letterlijk overgenomen. De pollenanalyse is uitgevoerd op vier locaties: profielen 19, 20 en 21 en spoor 26. Op deze manier omvat het palynologisch onderzoek alle landschappelijke eenheden, van het pleistoceen zand tot en met de ophogingslagen.

Palynologisch onderzoek omvat de studie van pollen, sporen en andere microfossielen met een organische wand. Dankzij de resistente wand kunnen deze microscopische resten, samen met bijvoorbeeld resten van schimmels en algen, lange tijd in de ondergrond bewaard blijven. Deze resten weerspiegelen niet alleen de vegetatie in de omgeving, maar ook het leven in en op de afzetting zelf met aanwijzingen voor landbouw, bewoning of ambachtelijke activiteiten.



Figuur 67: Profiel 19 met positie van pollenbakken M125 en M127 en de negen geanalyseerde substalen (Storme, 2021, 1)

Binnen het pollendiagram van profiel 19 herkennen we drie biozones op basis van de pollensamenstelling: Z19-1 tot en met Z19-3. Met het blote oog zijn de grenzen tussen deze biozones niet te herkennen in de lithologie.

Zone Z19-1 omvat de drie onderste pollenspectra, tussen 54 cm diepte en de basis van het veen op 76 cm diepte. Met een score van 2 tot 2,3 op een schaal van 1 tot 5 is de bewaring in deze zone eerder slecht. Het is dus mogelijk dat de meer robuuste en beter herkenbare pollentypes oververtegenwoordigd zijn en dat het oorspronkelijke pollenspectrum in dit veen meer variatie kende dan wat er nu nog van overblijft. Toch is een telling mogelijk en valt de samenstelling niet louter op basis van differentiële bewaring te verklaren. Op basis van de pollenanalyse bestond er in de regio buiten het veen vermoedelijk een dicht bos, waarin eik, linde, iep en den voorkwamen, met onder andere hazelaar, klimop en varens in de ondergroei. De hogere waarden van linde en iep doen een ouderdom >5000 cal BP vermoeden. Lokaal gebeurde de veengroei in een voedselrijk elzenbroekbos met moerasvarens in de ondergroei. Er zijn geen indicaties voor open water.

Zone Z19-2 omvat het centrale gedeelte van het veen, met vier pollenspectra, tussen 22 cm en 54 cm diepte. Ook hier is de bewaring matig tot eerder slecht (scores tussen 1,8 en 2,5 op een schaal

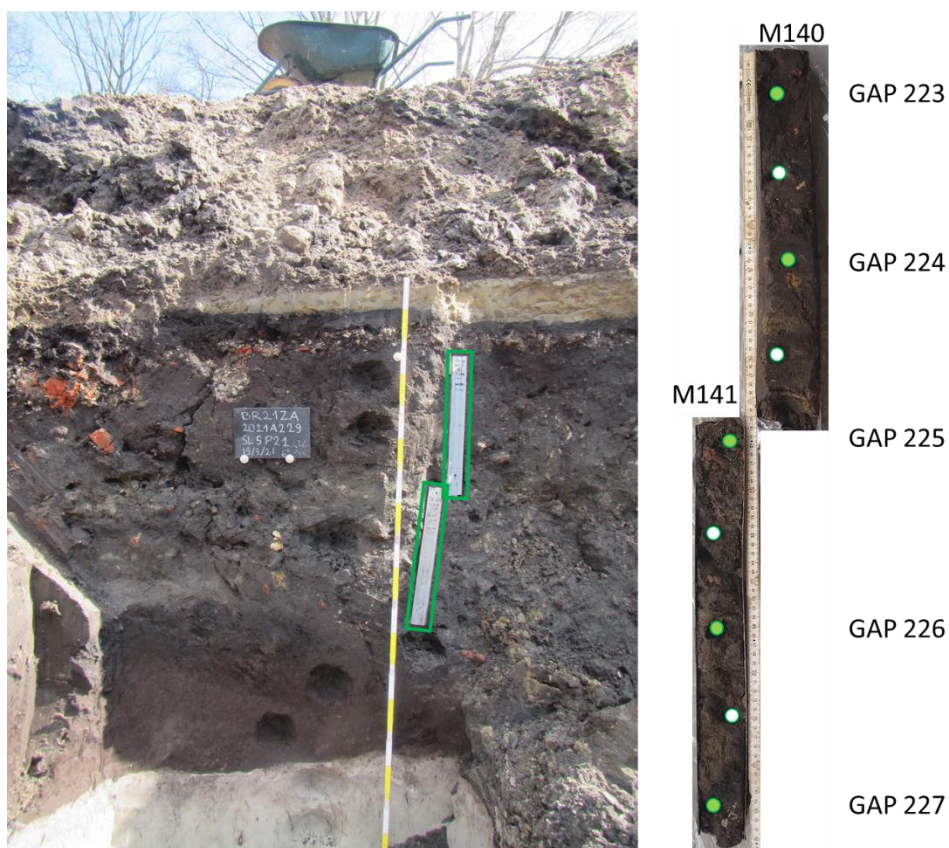
van 1 tot 5). De pollenconcentratie is hoger dan in zone Z19-1 (400 à 600 korrels per mm³), met een uitschieter van ca. 3000 korrels per mm³ in de top van de zone (26 cm diepte). In dit laatste niveau is de bewaring ook het slechtst. Dit wijst op een toenemende oxidatie naar boven toe. Ook de aanrijking aan houtskool naar de top toe kan op deze manier verklaard worden. Vermoedelijk bevond het veen zich in een bepaalde periode na zijn vorming regelmatig boven de grondwatertafel. Toch bieden de pollenspectra nog voldoende informatie voor een analyse. Deze zone wordt gekenmerkt door beduidend hogere percentages van kruiden (30-55%) dan zone Z19-1. Twee van de belangrijkste boomtaxa uit de vorige zone, namelijk linde en den, verdwijnen quasi volledig, samen met klimop en iep. De spectra in deze zone wijzen regionaal op het voorkomen van een eikenbos, nu ook met een aandeel beuken. Hazelaar en varens (eikvaren, adelaarsvaren) blijven sterk aanwezig in de ondergroei en aan de randen. Het aandeel van bos in het droge landschap is sterk achteruit gegaan. Het resultaat van ontbossing is een variatie aan open landschapstypes, inclusief grasland, heidegronden, verstoorde milieus en naar het einde toe vermoedelijk ook graanakkers. De aanwezigheid van beuk wijst op een ouderdom <4000 cal BP. Lokaal werd het moerasbos een stuk diverser, met naast els ook wilg, taxus en wilde gagel. Bovendien mogen we berk en sporkehout vermoedelijk ook tot de lokale moerasvegetatie rekenen. Verschillende van deze struiken wijzen op een voedselarm milieu. Ook koningsvaren past goed in een voedselarm broekbos. Anderzijds zijn kattenstaart en moerasspirea eerder indicatoren voor voedselrijke ruigtes. Het is niet duidelijk of al deze taxa gemengd voorkwamen, of eerder in meer en minder voedselrijke zones, waarbij elzenbroekbos op dit moment eerder extralokaal voorkwam.

Zone Z19-3 komt overeen met de top van het veen – dat hier geleidelijk kleiiger wordt. De zone omvat de twee bovenste pollenspectra, tussen 10 en 22 cm diepte. De bewaring van het pollen is hier iets beter dan in het onderliggende veen (scores van bijna 3 op een schaal van 1 tot 5). De pollen- en houtskoolconcentraties zijn meestal vergelijkbaar met die in het onderste deel van zone Z19-2. Een uitzondering hierop is de houtskoolconcentratie op 10 cm diepte: die is met ruim 6000 fragmenten per mm³ behoorlijk hoog. Het beeld van de regionale vegetatie bestaat uit dezelfde elementen als in de vorige zone, namelijk bos, heide, grasland, verstoorde grond en akkerland. Wat wel veranderd is, is de verhouding tussen deze types van landgebruik: het bosareaal lijkt verder achteruit te zijn gegaan, terwijl vooral het cultuurland uitgebreid is. Er werd in elk geval graan gekweekt of verwerkt in de omgeving. Ook korenbloem is een typische verschijning in graanakkers. Verder bevatten de schermbloemenfamilie, de kruisbloemenfamilie en de ganzenvoetfamilie ook eetbare soorten (respectievelijk bijvoorbeeld wortelen, kolen en bieten). Het zou dus kunnen dat deze pollenkorrels ook afkomstig zijn van cultuurgewassen, maar het kan evengoed gaan om andere vertegenwoordigers van deze families, die vaak als pioniers op verstoorde plaatsen groeien. De aanwezigheid van *Carpinus* in het staal op 18 cm diepte wijst op een ouderdom van maximum 2800 cal BP voor de basis van de zone. De korrels van *Centaurea cyanus* op 10 cm diepte zijn een indicatie voor een minstens middeleeuwse ouderdom van de top van de zone. Lokaal zien we een duidelijke omslag van broekbos naar een open vegetatie, gedomineerd door zeggen en paardenstaart. Mogelijk is ook een (groot) deel van het graspollen afkomstig van de lokale vegetatie, maar dat onderscheid kan niet met zekerheid gemaakt worden. Het voorkomen van groenwieren en waterplanten zoals

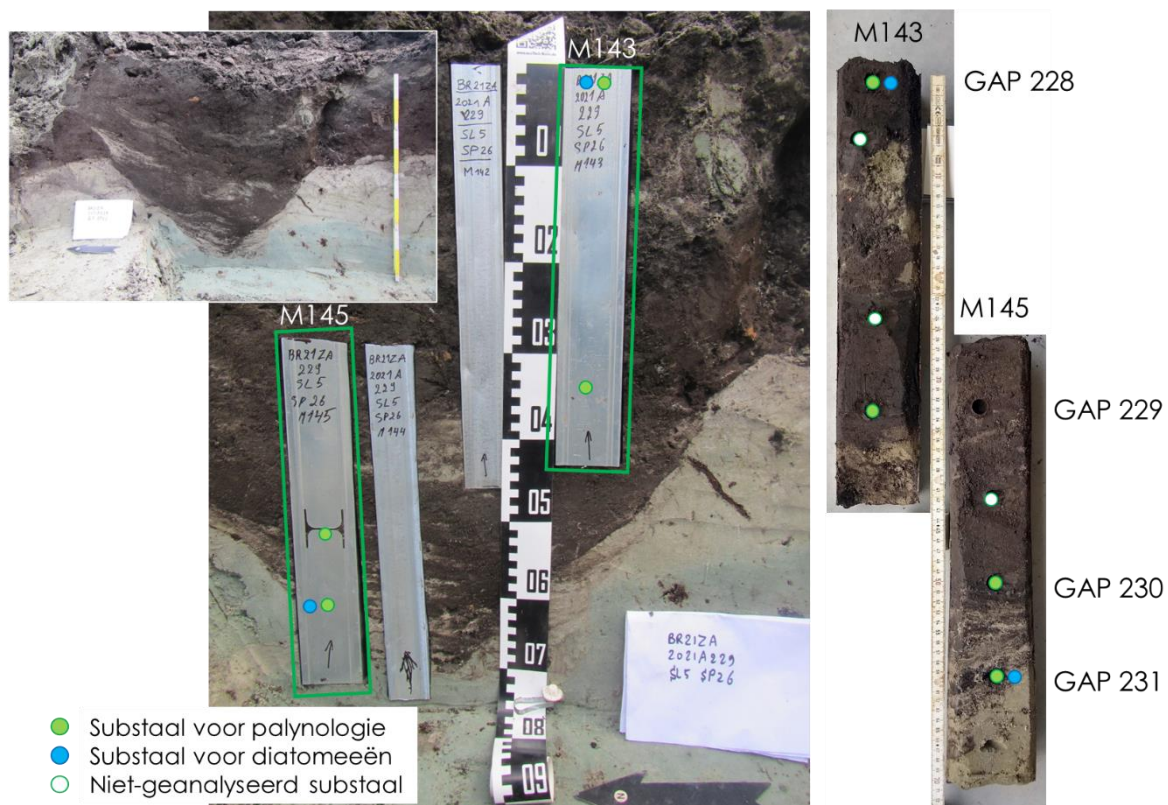
waternavel, waterdrieblad en lisdodde wijst op natte zones in dit terrein, waar het water minstens gedurende sommige periodes van het jaar (net) boven het oppervlak stond.



Figuur 68: Profiel 20 met positie van pollenbak M129 en de vijf geanalyseerde substalen (Storme, 2021, 1)



Figuur 69: Sleuf 5 - Profiel 21 met positie van pollenbakken M140 en M141 en de vijf geanalyseerde substalen. (Storme, 2021, 2)



Figuur 70: Sleuf 5 - Spoor 26 met positie van pollenbakken M143 en M145 en de vier geanalyseerde substalen

De sequenties in profiel 20, profiel 21 en spoor 26 worden op basis van archeologische gegevens verondersteld ruwweg dezelfde ouderdom te hebben. In profiel 20 onderscheiden we twee pollenzones (Z20-1 en Z20-2). Binnen spoor 26 doen zich geen belangrijke evoluties voor, waardoor deze spectra tot één biozone, Z26, gerekend worden. In profiel 21 zien we redelijk constante curven, behalve in het spectrum op 45 cm. Dit laatste niveau wordt als een aparte biozone besproken, waardoor de sequentie opgedeeld wordt in drie pollenzones (Z21-1 tot en met Z21-3). Z20-2, Z26 en Z21-1 en Z21-3 vertonen gelijkaardige kenmerken en worden samen besproken.

Biozone Z20-1 komt overeen met de heterogene, klastische basis van de sequentie in profiel 20 en omvat de onderste twee pollenspectra. De bewaring van de korrels is hier matig tot eerder slecht. De pollenconcentraties (ongeveer 300 korrels per mm^3) en houtskoolconcentraties (ongeveer 700 fragmenten per mm^3) zijn niet bijzonder hoog of laag. Voor de interpretatie van de spectra uit zone Z20-1, is het type afzetting van belang. De laag waaruit de substalen van zone Z20-1 gehaald zijn, bestaat uit een klastisch pakket met onregelmatige meer en minder organische laagjes en met veenbrokken, die vermoedelijk losgeslagen zijn van de top van het onderliggende veen. Het valt dus te verwachten dat de pollenspectra uit deze zone een mix bevatten van elementen uit het herwerkte veen en elementen van het landschap ten tijde van de afzetting. Als we vergelijken met de spectra uit het veenpakket in profiel 19, dan vormen de hoge AP-waarden, zowel van droge grond (eik, hazelaar) als van natte grond (els, wilg, mogelijk berk) een overeenkomst met zone Z19-2. Ook de combinatie van relatief lage waarden voor Equisetum en Filicales komt overeen met de top van zone Z19-2. Ten slotte zijn de waarden voor Cerealia vergelijkbaar met die in de top van zone Z19-2. De korrel van Carpinus in de basis van zone Z20-1 wijst op materiaal van maximum 2800 jaar oud. We kunnen dus besluiten dat deze twee stalen geen informatie geven over de vegetatie ten tijde van de afzetting. Aangezien het voornamelijk herwerkt materiaal betreft, wordt deze laag dan ook niet aanbevolen voor ^{14}C -datering en macrorestenonderzoek.

Zone Z20-2, Z26 en Z21 (uitgezonderd het staal op 45 cm) vertonen voldoende overeenkomsten om samen te bespreken. De bewaring is meestal matig, maar kan ook beduidend beter zijn. Dat is vooral het geval in de basis van de gracht/geul (spoor 26) en op 65 cm diepte in het afvalpakket (profiel 21). De pollenconcentratie is meestal eerder laag (40 tot 200, uitzonderlijk 280 korrels per mm^3). Bij de houtskoolconcentratie zien we beduidend meer variatie: lage concentraties (30-300 fragmenten per mm^3) in de gracht/geul, hogere concentraties (500-1000 fragmenten per mm^3) in de organische laag in profiel 20, en waarden die meestal (ver) boven de 1000 fragmenten per mm^3 liggen in de afvallaag. De vegetatie in de regio is sterk door de mens beïnvloed. Er is nog steeds bos aanwezig, maar het aandeel is niet erg groot in vergelijking met de open landschapstypes. Het kan gaan om een aaneengesloten eiken(-beuken)bos met open plekken, maar de grote variatie aan bomen, struiken en klimplanten (incl. hazelaar, linde, iep, haagbeuk, es, walnoot, vlier, klimop) kan ook geïnterpreteerd worden als het resultaat van verspreide kleinere bosjes, kapvlaktes of struwelen.

De hoge percentages voor grassen lijken te suggereren dat grasland een groot deel van het ontboste oppervlak in de regio innam, maar we moeten ermee rekening houden dat de directe omgeving van de bemonsterde site – in gebruik als raamland – waarschijnlijk uit grasland bestond, en dat dit

percentage dus een te hoge inschatting geeft van het aandeel grasland in de wijdere omgeving. Verder kwam er in de omgeving heide voor. De relatief hoge percentages voor graanpollen suggereren het voorkomen van graanakkers in de nabijheid van de site. Rogge kwam in elk geval voor, maar voor het merendeel van de graanpollenkorrels kunnen we niet afleiden om welke graansoorten het gaat. Ook hennep werd waarschijnlijk gekweekt (pollen van *Cannabaceae*), al kan dit pollen eventueel ook afkomstig zijn van wilde hopplanten. De pollenkorrel van *Vicia* type is een aanwijzing voor groententeelt. Verder zijn er nog een aantal taxa die soorten omvatten die mogelijk door de mens gekweekt werden (zie ook biozone Z19-3). Zo vertonen de kruisbloemenfamilie en de ganzenvoetfamilie pieken in de top van de afvallaag. Dit kan wijzen op (afval van) voedselgewassen.

Ten slotte stelt zich de vraag hoe we de aanwezigheid van pollen van typisch mediterrane planten in de Brugse afzettingen – vooral de afvallaag – kunnen verklaren. Taxa als *Cistaceae* (inclusief *Cistus ladanifer*), *Echium* type en *Carthamus* type werden eerder in Vlaanderen en Nederland aangetroffen in beerputten en geïnterpreteerd als pollen afkomstig van honing – of voedselproducten met honing erin verwerkt – geïmporteerd uit het Middellandse Zeegebied. Ook enkele andere ongewone pollentypes voor deze streek rekenen we onder voorbehoud tot de groep ‘mediterrane taxa’. Binnen de *Ericaceae*, *Fabaceae* en *Apiaceae* werden bovendien types aangetroffen die afwijken van de vormen die gewoonlijk in de streek gevonden worden. Mogelijk omvat de groep ‘algemene kruiden’ ook pollenkorrels van mediterrane oorsprong, die vermoedelijk eveneens afkomstig zijn van honing. *Juglans* (walnoot) is een boom die hier pas in de Romeinse periode geïntroduceerd is. *Centaurea cyanus* (korenbloem) is een indicatie voor een middeleeuwse ouderdom van de beschreven zones.

Naast grassen kwamen lokaal ook cypergrassen, paardenstaart en mogelijk moerasvarens voor. Ook kruiden zoals bitterzoet, wilgenroosje, watermunt en spirea wijzen op moerasige omstandigheden. De piek van *Spirogyra* in profiel 20 wijst eveneens eerder op natte grond met zeggenvegetatie die tijdelijk onder water staat in het natte seizoen, dan op permanent open water en type 731 wordt in verband gebracht met redelijk natte, meso- tot eutrofe omstandigheden. Profiel 20 toont dus geen aanwijzingen voor open water op het terrein, maar het raamland moet bij momenten erg drassig geweest zijn.

In spoor 26 zien we wel waterplanten en algen van (ondiep) open water. In deze gracht/geul stond waarschijnlijk wel permanent water, waarbij het wateroppervlak bedekt was met kroos. Dit wijst op voedselrijk water in de gracht/geul.

De afvallaag (profiel 21) toont dan weer geen waterplanten (behalve egelskop), maar wel verschillende soorten groenwieren. De herkomst van deze algen is moeilijk te bepalen: ze kunnen van lokale oorsprong zijn als de afvallaag in een (natte) depressie is gevormd, maar kunnen ook met het afval aangevoerd zijn van elders. Els en wilg kwamen op dit moment waarschijnlijk niet – of toch niet overheersend – op de site voor. Mogelijk zijn korrels van bijv. *Taxus* en *Juniperus communis* herwerkt uit het onderliggende veen. Ook *Glomus*, een schimmel die ondergronds op plantenwortels leeft, wordt beschouwd als een indicator voor geërodeerde en herwerkte grond. Mogelijk is dus een

groter deel van het pollen herwerkt. Bij de meeste taxa kan echter niet het onderscheid gemaakt worden tussen herwerkte en contemporaine korrels.

Deze laatste biozone bestaat uit slechts één geanalyseerd niveau, namelijk het substaal op 45 cm diepte in profiel 21. De bewaring is hier matig tot slecht en de pollenconcentratie is eerder laag. De houtskoolconcentratie daarentegen is hoog, met ca. 3700 fragmenten per mm³. Dit pollenspectrum is zeer moeilijk te interpreteren. Het lijkt onwaarschijnlijk dat het hier gaat om een werkelijke evolutie in de vegetatie, waarbij het bos kortstondig een uitbreiding gekend zou hebben. Aangezien het gaat om een afvalaag, moeten we de verklaring eerder zoeken in een menselijke toevoeging, vermengd met de regionale en lokale pollencomponenten. De combinatie van berk, den, hazelaar en eik doet denken aan pollenspectra uit het Vroeg-Holoceen (ca. 10600-8600 cal BP). Ook varens (Filicales) kwamen in deze bossen veel voor. Samen met de hoge houtskoolconcentratie zou dit spectrum geïnterpreteerd kunnen worden als het resultaat van de verbranding van Vroeg-Holoceen veen. Toch zijn de aanwijzingen niet voldoende om dit hard te maken. Bovendien was zulk oud veen in de omgeving niet beschikbaar, terwijl er voor Midden- tot Laat-Holoceen veen helemaal niet diep gegraven moest worden. Het lijkt dus onwaarschijnlijk dat men op zoek zou gaan naar oudere veenlagen om als brandstof te gebruiken. Mogelijk kan macrorestenonderzoek de oorsprong van dit staal helpen verduidelijken. De dinoflagellatencysten, die vooral in deze zone gevonden werden, maar ook één exemplaar in het niveau erboven, wijzen op input van marien materiaal. Mogelijk zijn deze cysten met afval van vis of zeevruchten in de laag terechtgekomen. Het lijkt eerder onwaarschijnlijk dat deze locatie in verbinding stond met een zee-arm (zoals het Zwin) en op die manier zoutwaterinvloed onderging. Diatomeeënonderzoek kan hierover meer informatie geven. De meest logische conclusie is dat de afwijkende resultaten veroorzaakt zijn door het verbranden van turf, ontgonnen en gedroogd veen, uit de kustpolders.

6.4.4 Diatomeeën

Tijdens het onderzoek zijn verschillende stalen genomen voor diatomeeën onderzoek. De staalname gebeurde parallel met de staalname voor palynologisch onderzoek. De staalnamen op het terrein, de assessment en de analyse zijn uitgevoerd door dr. Annelies Storme. Hier is een deel het rapport (Storme, 2022) letterlijk overgenomen. De diatomeeën analyse is uitgevoerd op drie locaties: profielen 20 en 21 en spoor 26. Op deze manier omvat het palynologisch onderzoek alle landschappelijke eenheden, van het pleistoceen zand tot en met de ophogingslagen. Diatomeeën zijn doorgaans niet bewaard in veen, dus er werden geen diatomeeënstalen genomen in profiel 19.

Diatomeeënonderzoek omvat de studie van de silicaschaaltjes van diatomeeën of kiezelwieren. Deze eencellige algen komen voor in alle soorten aquatische milieus: van plankton in open water tot vochtige bodems. De verschillende soorten zijn te herkennen aan de kenmerkende vorm en versiering van hun schaaltsjes. Aangezien elke soort specifieke voorkeuren heeft wat betreft leefmilieu, kan uit de soortensamenstelling van een sedimentmonster afgeleid worden in wat voor omstandigheden de afzetting gebeurde. Ze geven onder andere informatie over zoutgehalte, waterdiepte, organische of anorganische vervuiling en het overstromingsregime.

In de onderzochte stalen uit de zandlaag en de humeuze kleilaag in profiel 20 is de variatie vrij groot, met ruim 40 verschillende taxa per staal, waarvan er 34 in beide stalen voorkomen. Beide stalen vertonen dus gelijkaardige spectra, maar de verhoudingen verschillen licht. Ook in de vulling van spoor 26 is de variatie groot met circa 40 taxa per niveau, waarvan een groot deel (26 taxa) in beide onderzochte niveaus voorkomt. In de basis zien we geen sterke dominantie van één taxon. In het staal uit profiel 21 is de taxonomische variatie het grootst van alle onderzochte stalen (48 taxa). Er is geen overwicht van één bepaald taxon.

Voor alle onderzochte niveaus geldt dat de diatomeeënspectra voornamelijk bestaan uit zoetwatertaxa. Enkele schaaltsjes van zoutwatersoorten worden geïnterpreteerd als afkomstig uit aangevoerd materiaal. Binnen de groep zoetwaterdiatomeeën overheersen de bodembewonende taxa. In alle onderzochte niveaus gaat het om taxa die in natte omstandigheden kunnen leven, maar ook periodes met blootstelling aan de lucht kunnen verdragen. De meeste taxa hebben nog steeds natte of vochtige omstandigheden nodig, maar enkele taxa wijzen op vrij droge bodems, vooral in de zandige basis van de gracht (spoor 26). De lokale diatomeeënfloora in alle onderzochte stalen wijst op een vrij hoge droogtetolerantie. Op het terrein, maar ook in de gracht en het afvalpakket heersen gedurende een groot deel van het jaar natte tot vochtige omstandigheden, maar tijdens het droge seizoen kan het waterniveau onder het oppervlak zakken.

Alle aangetroffen zoetwaterdiatomeeën zijn onverschillig voor stroming. De diatomeeënspectra geven hier dus geen verdere informatie over de aanwezigheid van strikt stilstaand water of aanvoer van stromend water. Over het algemeen overheersen taxa die zich aan de basische kant van het spectrum bevinden (lage zuurtegraad). Wat betreft voedselrijkdom zien we dat de overgrote meerderheid van de aangetroffen diatomeeën eutrofe of voedselrijke (tot mesotrofe) omstandigheden verkiest.

De tolerantie voor organische verontreiniging (saprobie) loopt uiteen van saproxeen (leeft alleen in zuiver water) tot polysaproob (verdraagt hoge gehalten aan organische stoffen). In de zandige basis van de gracht is een voorkeur voor geen organische verontreiniging (saproxeen) zichtbaar, wat wijst op aanvankelijk vrij zuiver water. In profielen 20 en 21 wijzen het voorkomen van soorten met een maximum tolerantie voor oligosaprobie (laag aan organische stoffen) omstandigheden op eeneerder beperkt gehalte aan organische stoffen. Deze vaststellingen tonen aan dat een intensief gebruik als graasweide voor vee zeer onwaarschijnlijk is. De spectra bevatten een mengeling van taxa met hoge, matige en lage zuurstofbehoefte. Aangezien soorten met lage zuurstofbehoefte ook in water met hoog zuurstofgehalte kunnen voorkomen, maar niet omgekeerd, kunnen we besluiten dat het in alle sporen om redelijk zuurstofrijk water gaat.

Het diatomeeënonderzoek toont aan dat de bestudeerde zone tijdens de middeleeuwen een natte tot drassige zone was, die tijdens nattere periodes van het jaar blank stond en tijdens drogere periodes tijdelijk droog viel. Het water was zoet, redelijk voedselrijk en neutraal tot alkalisch. Deze eigenschappen komen overeen met een zone die onder invloed staat van het grondwater. De wisselende waterstanden waren het gevolg van de grondwatertafel die met de seizoenen

schommelde en in deze zone regelmatig boven het maaiveld kwam. Verder tonen de diatomeeën aan dat het water eerder zuurstofrijk was en een beperkt gehalte aan organische stof bevatte. Dit komt overeen met een vegetatie-rijke zone die niet intensief als grasland werd gebruikt.

De enkele schaaltsjes van soorten die wijzen op zout water en/of permanent open water (zoals planktonische soorten) worden beschouwd als aangevoerd – door de mens of op natuurlijke manier.

6.4.5 14C-dateringen

Aansluitend op de palynologische en diatomeeënanalyses zijn stalen verzameld voor 14C-dateringen. Deze stalen zijn parallel verzameld met de pollen- en diatomeeënstalen. Voor 14C-datering werden enkel botanische macroresten van bovengrondse delen van terrestrische planten gebruikt omdat deze geen fotosynthese in het water vertonen. Het dateerbaar materiaal werd ingediend bij het KIK voor AMS 14C-datering. De resultaten werden verwerkt in het rapport over het palynologisch en diatomeeën-onderzoek. Hier is een deel het rapport (Storme, 2022) letterlijk overgenomen.

In profiel 19 werd geprobeerd een datering te verkrijgen van de basis, het midden en de top van de veenlaag. Assessment wijst echter uit dat de basis van het veen (tussen 72 en 78 cm diepte in M128) zeer arm is aan herkenbare macroresten en hoofdzakelijk bestaat uit wortels. Dit komt veel voor bij een veen met een geleidelijke vernatting. Omdat datering van de basis van het veen op basis van zaden of vruchten niet mogelijk bleek en datering op een bulkstaal omwille van de vele wortels afwijkend resultaat zou geven, werd 20 cm hogerop gezocht naar herkenbare macroresten. Ook de drie stalen tussen 58 en 64 cm in M128 diepte leverden echter nauwelijks macroresten op. Het middengedeelte bevat voldoende materiaal in het staal op 48-51 cm diepte. Dit wordt geselecteerd voor datering (RICH-31706). Als vruchten van houtig gewas is er *Myrica gale* (gagel). Ook bovenaan het middengedeelte zijn er voldoende geschikte resten voor datering. Hier wordt getracht een datering te bekomen met materiaal uit het staal op 37,5-41 cm (RICH-31705), eventueel aan te vullen met materiaal uit het onderliggende staal (41-44,5 cm). De tussenliggende stalen uit deze reeks zijn niet uitgezeefd omdat er reeds voldoende materiaal verzameld werd. De top van het veen bevat opnieuw onvoldoende materiaal. De slechte staat van het staal tussen 29 en 32 cm diepte is een indicatie dat hogerop ook geen dateerbaar materiaal verwacht moet worden. Dit werd dus niet verder uitgezeefd.

In profiel 20 is de basis van de kleilaag, het loopniveau, bemonsterd. Het staal op 15-18,5 cm diepte bevat mogelijk voldoende materiaal voor datering (RICH-31704) en kan eventueel aangevuld worden met materiaal uit het bovenliggende staal (12-15 cm). Het zijn vooral soorten van ondiep, 's zomers droogvallend substraat.

Tabel 4: Resultaten van de 14C-datering van twee stalen uit de bestudeerde veenlaag (PR 19) en één staal uit het loopniveau (PR20)

Profiel	Staal	Diepte	Labo-code	14C-ouderdom	Gecalibreerde ouderdom (2 σ)
PR20	M129	18,5-15 cm	RICH-31704	686 $\pm$ 17 BP	673-568 cal BP / 1277-1382 AD
PR19	M125	41-37,5 cm	RICH-31705	1891 $\pm$ 25 BP	1872-1727 cal BP / 78-224 AD
	M127	51-48 cm	RICH-31706	1922 $\pm$ 20 BP	1920-1746 cal BP / 30-205 AD

De beide dateringen uit de veenlaag in profiel 19 wijzen op een Romeinse ouderdom voor pollenzone Z19-2 (1e tot 2e eeuw na Christus voor de basis en einde 1e tot begin 3e eeuw na Christus voor het midden van de zone). Aangezien de bewaring van het materiaal in de onder- en bovenliggende pollenzones (Z19-1 en Z19-3) niet voldoende was voor 14C-datering, moeten we ons voor een ouderdom van de top en de basis van de veenlaag baseren op de pollenspectra. Zone Z19-1 werd op basis van de hoge waarden van linde en iep, in combinatie met afwezigheid van beuk geschat op minstens 5000 en maximum 8600 jaar oud. Bij de overgang naar de volgende zone vertonen de pollencurves bruuske veranderingen. In combinatie met de Romeinse ouderdom van zone Z19-2, verwachten we dat er zich een hiaat bevindt tussen 58 en 50 cm diepte. Een detailfoto van de pollenbak toont een donkerder gekleurde band op 54 cm diepte. Vermoedelijk is dit het niveau tot waar het Midden-Holocene veen oxideerde door uitdroging aan de top, alvorens er in de Romeinse periode weer vernatting plaatsvond. Zone Z19-3 kan op basis van de polleninhoud in de middeleeuwen of later geplaatst worden.

De datering van de basis van de organische kleilaag in profiel 20 wijst op een laatmiddeleeuwse ouderdom (eind 13e eeuw – 14e eeuw na Christus) voor de afzettingen in het loopniveau. Dit stemt goed overeen met de verwachte ouderdom op basis van archeologische en historische gegevens: de overgrote meerderheid van de vondsten dateert uit de periode van 1200 tot 1350 na Christus.

6.4.6 Besluit palynologische analyse, diatomeeënanalyse en 14c-dateringen

De combinatie van de resultaten van het palynologisch en diatomeeënonderzoek en de 14c-dateringen laat een samenvattend besluit toe over de landschappelijke ontwikkeling van het projectgebied en de regio (Storme, 2022, 32). Onderzoek van een veenlaag op 't Zand in de binnenstad van Brugge toont aan dat veengroei startte na circa 8600 cal BP en vóór circa 5000 cal BP. Een meer exacte datering op basis van 14C-datering op macroresten is niet mogelijk aangezien er geen geschikt materiaal bewaard is in de basis. Het pollen weerspiegelt een bosrijk landschap, waarbij het loofbos bestaat uit eik, linde, iep en den en een rijke ondergroei. Op het veen zelf bevond zich een voedselrijk elzenbroekbos met moerasvarens.

Na een eerste periode van veenontwikkeling volgde vermoedelijk een periode met lagere grondwatertafel, waardoor het veen aan de top uitdroogde en oxideerde. Daardoor vertoont de sequentie een hiaat. Tijdens de Romeinse periode (1e of 2e eeuw na Christus) groeide het veen weer aan. In deze periode is het bosareaal kleiner dan voordien en zien we naast bos ook grasland en

heide. In het bos komt nu ook beuk voor. Lokaal evolueerde de moerasvegetatie naar een voedselarmer broekbos met wilg, taxus, wilde gagel, berk en mogelijk ook nog steeds els.

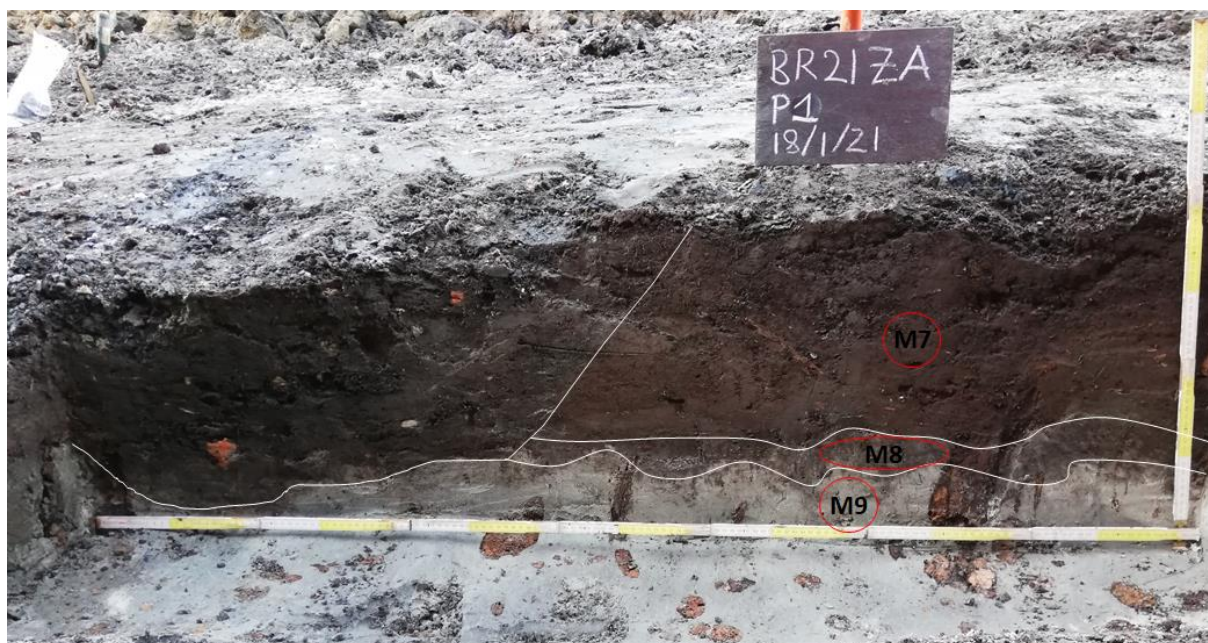
Boven het veen komt een organische kleilaag voor die afgezet is tijdens de late middeleeuwen – vermoedelijk terwijl het terrein in gebruik was als bleekweide. Het pollen uit deze periode wijst op een sterke uitbreiding van het cultuurland, met graanakkers en mogelijk ook teelt van groenten en hennep. Op de site zelf kwam een open, moerasvegetatie voor met zeggen, grassen en paardenstaart. Ook het diatomeeënonderzoek bevestigt natte omstandigheden en toont aan dat het oppervlak ook regelmatig kon droogvallen, vermoedelijk door seizoensgebonden wisselende grondwaterstanden. Het water was zoet, redelijk voedselrijk en neutraal tot alkalisch. Dergelijke natte weides zijn niet alleen geschikt als bleekweide, maar ook als graasland. De eerder zuurstofrijke samenstelling van het water en de beperkte organische vervuiling die op basis van het diatomeeënonderzoek naar voor komen, ondersteunen echter de hypothese van bleekweide.

Onderzoek van een geul-/grachtvulling toont eenzelfde milieu als de bleekweide. Dit spoor stamt vermoedelijk uit dezelfde periode en is waarschijnlijk ook functioneel gelinkt aan het gebruik als bleekweide. Op het wateroppervlak groeide kroos.

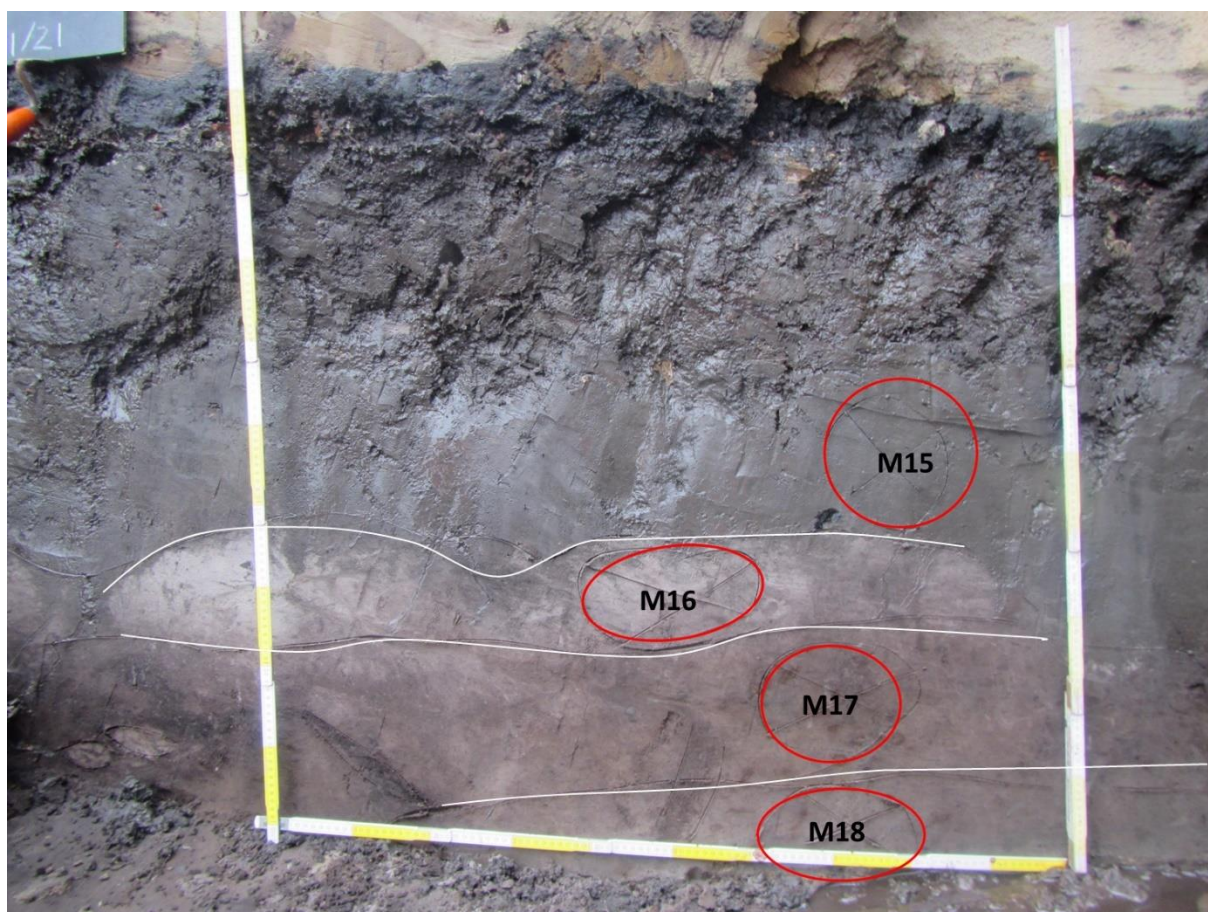
Onderzoek van een afvalpakket, dat vermoedelijk na 1550 op het middeleeuwse loopvlak werd opgeworpen, leverde pollen van mediterrane plantensoorten op, dat geïnterpreteerd wordt als afkomstig van geïmporteerde honing – of voedselproducten met honing erin verwerkt. Ook andere afwijkende pollenspectra en hoge houtskoolconcentraties in dit spoor moeten geïnterpreteerd worden als toevoegingen door menselijke afval.

6.4.7 Chemische analyse

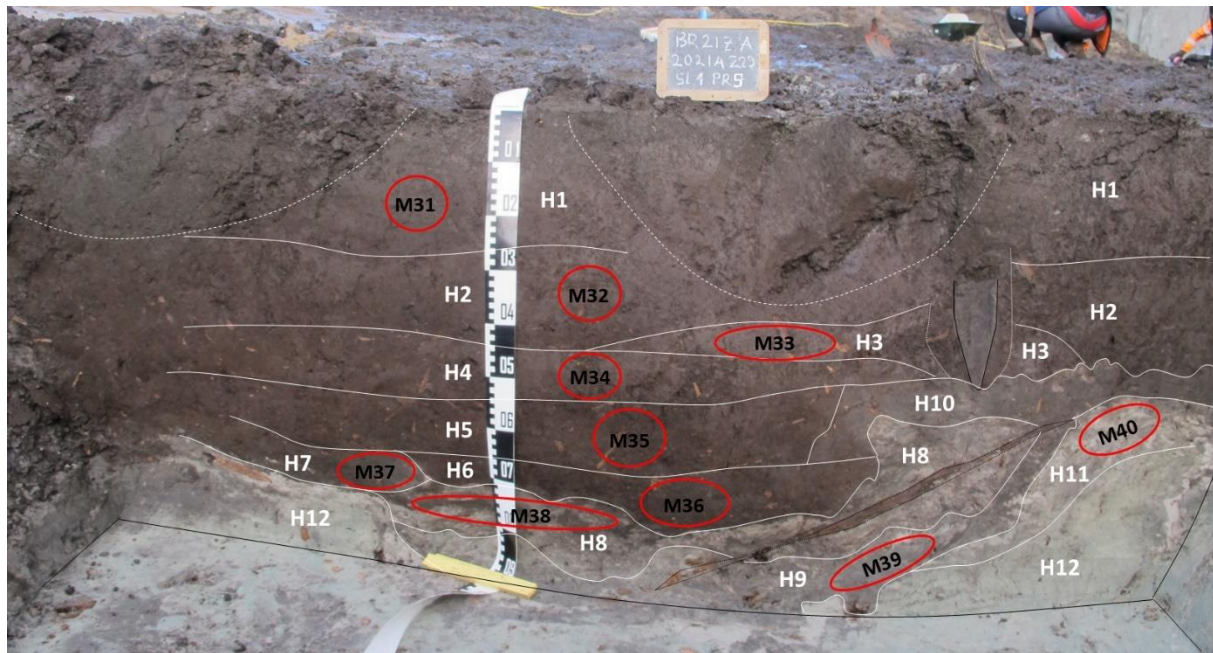
Om antwoorden te bieden op bodemkundige vragen zijn 26 stalen uit 4 profielen onderworpen aan een chemische analyse, uitgevoerd door het Laboratorium Chemische Analysen en het Laboratorium voor Mineralogie en Petrologie, beiden van de Universiteit Gent. De stalen zijn op het terrein verzameld door de bodemkundige, per horizont in een zakje van 2l.



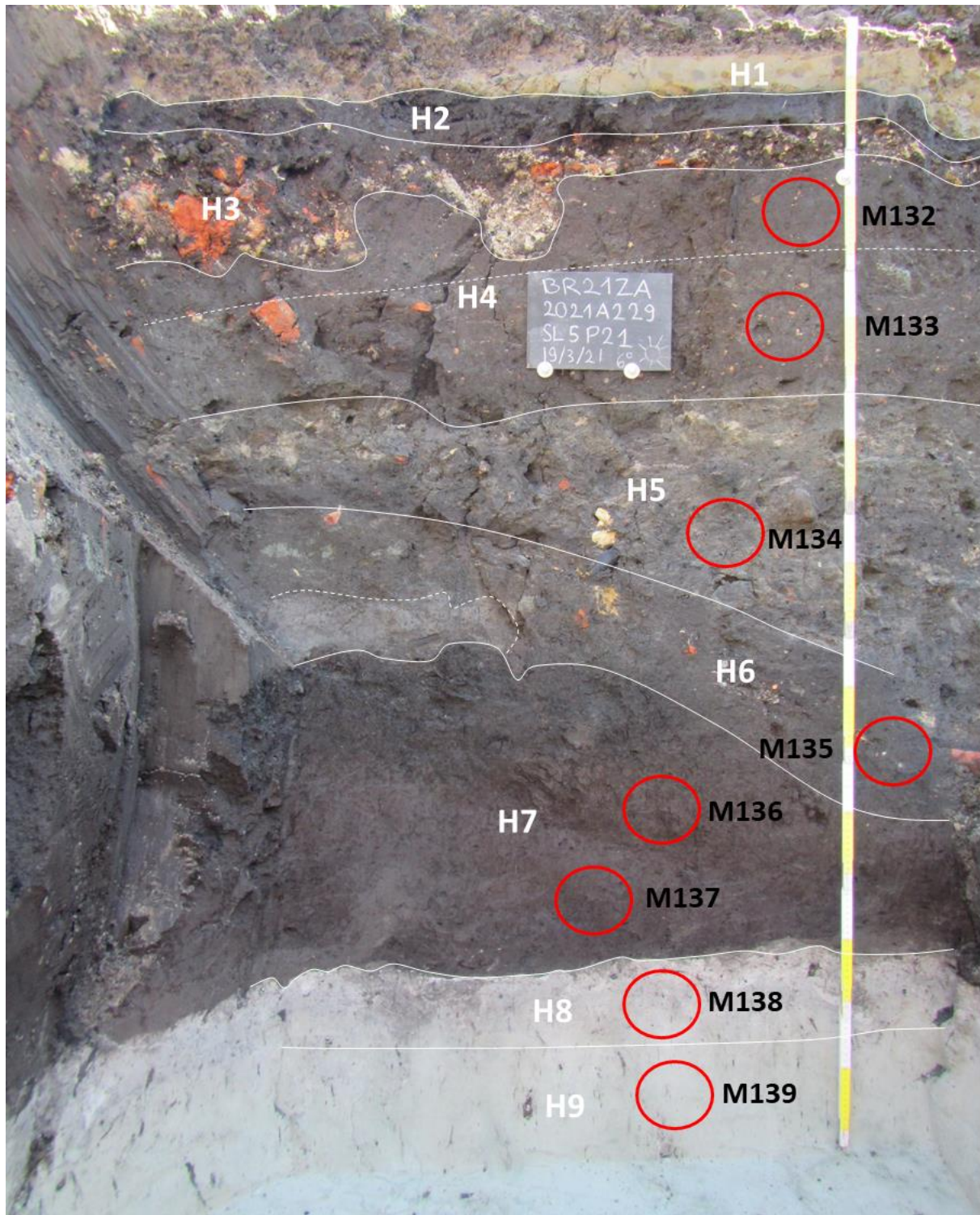
Figuur 71: Bodemstalen voor chemische analyse uit profiel 1



Figuur 72: Bodemstalen voor chemische analyse uit profiel 3



Figuur 73: Bodemstalen voor chemische analyse uit profiel 5



Figuur 74: Bodemstalen voor chemische analyse uit profiel 21

Tijdens het veldwerk wordt de laterale en verticale bodemvariabiliteit bestudeerd. Alle bijzondere bodemkenmerken worden geregistreerd. Van de profielen zijn veldschetsen gemaakt en foto's getrokken, met aanduiding van horizonten en posities van bemonstering en van bijzondere kenmerken. De archeologische structuren en bodemprofielen worden beschreven en bemonsterd volgens het Handbook for Comprehensive and Adequate Field Soil Data Bases (Langohr, 1994) en de Veldhandleiding voor Archeologisch Bodemonderzoek in Vlaanderen (Mikkelsen et al., 2022).

In het laboratorium is de textuur bepaald met een Robinson-pipet ($<50\ \mu\text{m}$) na droog zeven ($>50\ \mu\text{m}$) en vernietiging van organisch materiaal. Om de pH-waarde te bepalen wordt een water/bodemverhouding van 2,5/1 toegepast. Om de pH te beschrijven worden volgende richtlijn toegepast.

Tabel 5: Omschrijving van de gemeenten pH waarden (Amerycks, 1985, 159)

Verbale term:	pH waarde
Zeer sterk zuur	<4
Sterk zuur	4-5
Matig zuur	5-6
Zwak zuur	6-7
Neutraal	7
Zwak alkalisch	7-8
Matig alkalisch	8-9
Sterk alkalisch	9-10
Zeer sterk alkalisch	>10

Het totale organische koolstof (TOC) gehalte wordt berekend op basis van het verschil van de analyseresultaten van het TC en TIC gehalte ($\text{TOC} = \text{TC} - \text{TIC}$). Het totale koolstof gehalte (TC) wordt bepaald door meting van het CO_2 vrijgesteld door verbranding van het gedroogd deelmonster. Het totale inorganische koolstof gehalte (TIC) wordt bepaald door het aanzuren van het andere deelmonster, waarbij de anorganische koolstof wordt verwijderd door purgeren en het gevormde CO_2 gas wordt gemeten door infrarood spectrometrie. Om de totale stikstof te bepalen wordt de Kjeldahl-methode gebruikt voor natte oxidatie met zwavelzuur en K_2SO_4 . Om citraat-bicarbonaat-dithioniet (CBD) te bepalen en Fe en Al te extraheren wordt de methode van Mehra en Jackson (1960) toegepast. Meten van organische, anorganische en totale fosfor gebeurt door toevoeging van H_2SO_4 en vervolgens ammoniummolybdaat en ascorbinezuur, en het meten van de blauwe kleur in een onverbrand (anorganisch P) en een verbrand (totaal P) monster (Mikkelsen en Langohr, 1996).

Speciale ongestoorde monsters worden geïmpregneerd met polystyreenhars (Stoops, 2003). Dunne secties van de bodem, $30\ \mu\text{m}$ dik, worden bestudeerd onder de petrografische microscoop. Beschrijvingen volgen de internationale richtlijnen van Bullock et al. (1985) en Stoops (2003). Onder de microscoop worden verschillende types licht gebruikt (PPL = vlak gepolariseerd licht, XPL = gekruiste polarisatoren en OLIE = schuin invallend licht).

De korrelgrootteverdeling:

De korrelgrootteverdeling is bepaald van 15 van de 26 stalen. De site is gelegen op de Brugse dekzandrug. Het is dan ook niet verwonderlijk dat alle geanalyseerde stalen bij de textuurklasse Z ($n=11$) of S ($n=4$) behoren.

Het verschil in de kleigehalte is opvallend en varieert tussen 1 en 10%. In profiel 3 H3, profiel 5 H7 en H8 en profiel 21 H4 en H5 zijn kleigehaltes hoger dan 5% herkend. In profielen 3 en 5 gaat het om de

begraven oppervlaktehorizont die zich situeert net onder het veen. Vermoedelijk is dit het resultaat van een vernattingsfase van de gronden met oppervlaktewater en door input van de omliggende en hogerliggende gronden, waarbij steeds een kleine fractie aan fijn materiaal (klei en humus) met het water is meegevoerd. De stalen met het hoogste kleigehalte in profiel 21 zijn twee aangevoerde lagen. Deze stortlagen worden gelinkt aan de periode waar hier door de aanpalende wijken massaal extern materiaal aangevoerd werd naar de lager liggende gronden.

Het gehalte aan silt (2-50µm) vertoont ook opvallend grote variaties en dit vooral binnen de geanalyseerde horizonten van profiel 21. De laagste concentratie werd gemeten in H8 en H9: 2%. In dat zelfde profiel - H4b - is ook de hoogste concentratie herkend: 21%. Een hoger siltgehalte gaat doorgaans gepaard met een hoger gehalte aan klei. Het kan hier ook gerelateerd zijn aan de aangevoerde stortlagen van profiel 21. De siltfractie is ingedeeld in 3 fracties, fijn silt 2-10 µm, medium silt 10-20 µm en grof silt 20-50 µm. De grof silt fractie bevat steeds de hoogste waarden. De tweede hoogste fractie is dan is dat de fijne silt fractie. Een hoge concentratie in de fijn silt fractie kan verklaard worden door colluviale input van de omliggende, hogergelegen gronden. Een verhoogde concentratie in de grof silt fractie is eerder een uitdrukking van lokale variaties in de korrelgrootteverdeling. In dit opzicht valt H8 in profiel 5 op als een horizont met een afwijkend patroon.

Het gehalte aan zand varieert van 69% tot 97%. De laagste gehaltenes werdne gemeten in H7 en H8 in profiel 5 en in H4 in profiel 21. Allemaal horizonten met een waarneembare antropogene invloed. Concentraties zand boven 90% zijn genoteerd voor profiel 1 H3, profiel 3 H4-6, profiel 6 H11 en profiel 21 H8-9. Een hoge, zeer goed gesorteerde monokline korrelgrootteverdeling die piekt in de fractie fijn zand (100-250 µm), is kenmerkend voor de horizonten die behoren tot de in situ bodemhorizonten zonder antropogene impact. Korrelgrootteverdeling is zeer goed gesorteerd. Dit is eerder vergelijkbaar met stuifzand dan met dekzand. Een hypothese is dat hier een depressie aanwezig was, die op het einde van de laatste ijstijd werd opgevuld met stuifzand, waarna een periode van vernatting volgt met eerst vrijstaand water en uiteindelijk veengroei.

De vier horizonten met de textuurklasse S, H7 en H8 in profiel 5 en H4 in profiel 21 zijn allemaal horizonten met een sterke antropogene invloed.

De zuurtegraad van de bodem:

De zuurtegraad, gemeten als de pH-waarde in water, varieert van zeer sterk zuur (3.3) tot zwak alkalisch (7.7). Er is een opvallend variatie tussen de bodemprofielen. Profielen 1, 3 en 21 zijn zeer sterk zuur tot matig zuur en profiel 5 is zwak zuur tot zwak alkalisch. Drie stalen wijken af van dit patroon: H6 in profiel 3 met een zwak zure pH, H1 in profiel 5 die matig zuur is en H4 in profiel 21 die eveneens zwak zuur is. De hogere pH-waarde van de bovenkant van profiel 21 wordt verklaard door de aanwezigheid van bouwpuin waar restanten van kalkmortel de pH verhogen. De lagere pH in H1 in profiel 5 is eerder typerend voor de in situ veenlagen. De hoge pH waarden van de veenlagen in profiel 5 (H4-H6) en de hoge pH waarden in H9 en H11 wijzen op de aanwezigheid van carbonaten,

wellicht calciumcarbonaat. Er is momenteel geen verklaring voor de vrij hoge pH van H6 in profiel 3. Mogelijks is de hoge pH te verklaren door lateraal insijpelen van carbonaten vanuit de omliggende gronden.

De laagste pH in profiel 3 is gemeten in de uitlogingshorizont van de begraven podzolachtige bodem onder het veen. Dit sluit aan bij de verwachting van een podzolbodem. In profiel 21 zijn de hoogste zuurteconcentraties (laagste pH) gemeten in H5 (een aangevoerde horizont met veel bouwpuin) en in H8 (de zandlaag net onder het veen).

Vermoedelijk is de hoge pH in de bovenste helft van H4 in profiel 21 te verklaren door de aanwezigheid van kalkmortel in H3, die tot in H4 is gemigreerd. Als het bouwpuin aanwezig in H4 tot H6 origineel ook een kalkmortel bevatte, dan wijzen de pH metingen erop dat deze kalk al lang uit de bodemhorizonten verdwenen is. Een hypothese hiervoor is dat H4 lange tijd aan de oppervlakte lag en dat de kalk in die periode onder invloed van het zure regenwater, uit de bodem is gespoeld.

De hoge pH's van profiel 5 worden gelinkt aan de antropogene activiteiten die tot de vorming van dit spoor geleid hebben.

De totale gehalte aan koolstof en stikstof

De gehalte aan organisch koolstof (OC) varieert van 0,1% tot maar liefst 28,2%. Om het percentage van het aanwezig organisch materiaal (OM) in een bodemhorizont te berekenen geldt voor Belgische bodems de volgende formule (REF):

$$OC \times 1.72 = OM$$

Op basis van deze formule is af te leiden dat de horizonten die in het veld als organische lagen (symbool H) werden beschreven, tussen 19,1 en 48,5% organisch materiaal bevatten.

Wat betreft de organische koolstof worden de geanalyseerde horizonten ingedeeld in 4 categorieën. De veenhorizonten met meer dan 20% OC, de horizonten die sterk verveend zijn (tussen 10 - 12% OC), minerale horizonten met een duidelijke aanrijking met organisch materiaal (tussen 1,1 - 5,1%) en de horizonten zonder accumulatie van organische koolstof (<1%).

Profiel 1 bestaat uit een veenlaag die rust op een zwak humushoudende C-horizont; Daaronder ligt een horizont waarin enkele wortels aanwezig zijn.

Profiel 3 bestaat uit een veenlaag met daaronder een podzolbodem zonder humus. Ook de begraven A horizont bevat geen humus. Het is niet zeker of dit een podzol A-horizont is. Het lage humusgehalte en het hoge kleigehalte, wijzen eerder op een overgangshorizont tussen de podzol en het natte veenlandschap. Mogelijk is dit een begraven bewerkingshorizont.

Profiel 5 bestaat uit een aantal veenlagen die rusten op een verveende horizont (H6). De lagen direct daaronder (H7 en H8) zijn aangereikt met humus, maar H9 en H11 niet.

Profiel 21 bestaat uit aangevoerd materiaal waarin een gevarieerd gehalte aan organische koolstof gemeten werd (1,6 – 5,1%). Dit aangevoerd materiaal (H1-6) rust op een verveende horizont (H7) met hieronder het humusarme moedermateriaal. Het gebrek aan een volwaardige veenhorizont in profiel 21 wijst op veenontginning of op een locatie aan de rand van het moerasgebied.

In 9 van de 25 stalen waarvan het gehalte aan organische koolstof bepaald werd, is ook de gehalte aan totale stikstof bepaald. De waarden variëren tussen 0,04 en 1,74%. Een interessante factor is de koolstof/stikstof (C/N) ratio. Voor landbouwproductie is een C/N ratio rond 12 optimaal. Wordt de factor hoger, dan is er te weinig stikstof. Boven 18 zullen de regenwormen het organisch materiaal niet kunnen verteren en gebeurt het afbraak door fungi. Hoge C/N ratio's zijn berekend voor H2 in profiel 1, H3 in profiel 3 en H6 in profiel 21. Een optimale C/N ratio is aanwezig in H4 en H7 in profiel 21 en een matig goede C/N ratio heerst in H1 profiel 1 en H1, H4 en H6 in profiel 5.

Het kan geconcludeerd worden dat de veenlagen een matig goede C/N ratio bevatten. Er is dus geen sprake van voedselarme hoogveen maar van laagveen dat gevoed wordt door grondwater of de omliggende terrestrische bodems. Het zeer lage stikstofgehalte in H6 is gemeten in aangevoerd, rijk, houtig materiaal dat weinig stikstof bevat (eerder afkomstig van coniferen dan loofhout). In H3 in profiel 3 klopt de hoge C/N ratio met de verwachtingen voor een Podzol A horizont. Deze horizont vertoont verschillende bijzondere kenmerken.

Het gehalte aan organisch, anorganisch en totaal fosforoxide:

De concentratie fosforoxide uitgedrukt in ppm (parts per million of mg/kg) varieert van minder dan het detectieniveau van 10ppm tot 3268ppm. Matig hoge concentraties vinden wij in H1 en H4 profiel 5 en in H6 en H7 in profiel 21 (waarden boven 2000ppm). Een matige concentratie werd gemeten in H1 in profiel 1 en H4 in profiel 21 (1000-2000ppm). Een lage concentratie is aanwezig in H5 in profiel 3 en H6 in profiel 5 (500-1000ppm) en een zeer lage concentratie (<500ppm) is kenmerkend voor H2 en H3 in profiel 1, H3, H4 en H6 in profiel 3 en H7 en H8 in profiel 21. Het algemene beeld van de fosforconcentraties toont een grote variatie. De concentratie fosfor wordt toegelicht op profielniveau.

Profiel 1 kent een matige concentratie fosfor in de veenlaag en zeer weinig fosfor in de twee onderliggende zandige humusarme horizonten. De verdeling tussen organisch gebonden fosfor en anorganisch fosfor is bijna gelijk in H1 en H2. In H3 is de verhouding 10/90 Porg./Panorg. De hoge concentratie fosfor kan verklaard worden door het hoge gehalte aan organisch carbon. In een veenlaag is het aanwezige fosfor opgeslagen als deel van het organisch materiaal. Een deel wordt na verloop van tijd omgezet in anorganische vormen. Er zijn geen aanwijzingen van aanrijking van de bodem met antropogene fosfor.

Profiel 3 bevat zeer lage concentraties aan fosfor. Enkel de humusrijke B-horizont van de begraven podzolbodem kent een iets hoger gehalte. In de podzolutlogingshorizont is geen fosfor aanwezig (lager dan de detectielimit van 10ppm). De concentraties liggen binnen de verwachtingen voor nutriëntenarme podzolbodems ontwikkeld in de dekzandgronden van Vlaanderen. Er is geen

verhoogde concentratie van fosfor aanwezig die afkomstig zou kunnen zijn van menselijke activiteiten.

Profiel 5 bevat matig hoge fosforconcentraties in de twee geanalyseerde veenlagen (H1 en H4). In de onderste veenachtige horizont H6 is er een verrassend lage concentratie van fosfor (757ppm). In de onderliggende minerale bodem is de concentratie zeer laag. In vergelijking met P1, P3 en P5 is er verhoudingswijs veel meer organisch versus anorganisch fosfor aanwezig binnen dit profiel. Hiervoor is er geen evidente verklaring. Er zijn geen teken van een concentratie aan fosfor die van antropogene oorsprong zouden kunnen zijn. De concentratie fosfor in H6 is zelfs laag in vergelijking met de concentratie aan organisch materiaal.

Profiel 21 bevat matige tot matig hoge concentraties met de hoogste concentratie in de verveende horizont H7 (3268ppm), bijna gelijk verdeeld tussen organisch fosfor en inorganisch fosfor. Een vrij hoge concentratie is aanwezig in H6 (2766ppm) bijna uitsluitend in de vorm van anorganisch fosfor. Horizont 6 (H6) is ontwikkeld in aangevoerd materiaal. Een matig hoge concentratie is aanwezig in H4 (1550ppm) met een iets hogere concentratie van anorganisch fosfor ten opzichte van organisch fosfor. Ook deze horizont is ontwikkeld in aangevoerd materiaal. In deze bodem is het duidelijk dat de fosforconcentraties tenminste voor een deel van antropogene origine zijn. Dit is zeker het geval voor H5 en H6 maar ook de concentratie in H7 wijst op een aanrijking door dieren of door de mens. De concentratie in H6 is hoogstwaarschijnlijk met het aangevoerde materiaal meegekomen en wellicht is dit ook het geval voor H4, hoewel deze horizont mogelijks voor een langer periode aan de oppervlakte gelegen kan hebben. Tijdens deze periode kan de horizont ook aangereikt zijn met fosfor bijvoorbeeld door grazende dieren.

Dithioniet en extraheerbaar ijzer en mangaan

Enkel H3 tot H6 in profiel 3 werden voor deze elementen geanalyseerd en enkel het minerale gedeelte van de bodem. Uit de metingen blijkt dat de concentratie aan mangaan minder is dan het detectieniveau van de apparatuur. De concentratie aan ijzer is in het algemeen vrij laag met de hoogste waarde in de begraven A-horizont en het laagste in de E-horizont. Daarnaast vertoont de diepste B horizont lage waarden, maar is een stijging zichtbaar in de Bh horizont. Bij een podzolizatie migreert ijzer en/of humus van de A en de E horizont tot in de B horizont (respectief Bhs, Bh of Bs). Uit de metingen kunnen wij afleiden dat er geen sprake is van ijzermigratie ter hoogte van profiel 3. De Bh horizont is dus voornamelijk aangereikt met humus.

Conclusies

De chemische analyses laten enkele voorzichtige conclusies toe. Het kleigehalte (hoger dan 5%) in de top van het pleistocene zand wijst op een vernattingsfase door oppervlaktewater en door input van de omliggende en hogerliggende gronden. De horizonten die behoren tot de in situ bodemhorizonten zonder antropogene impact worden gekenmerkt door een zeer goed gesorteerde korrelgrootteverdeling en fijn zand (100-250 µm). Een hypothese is dat hier een depressie aanwezig was, die op het einde van de laatste ijstijd werd opgevuld met stuifzand, waarna een periode van

vernatting volgt met eerst vrijstaand water en uiteindelijk veengroei. Dit zand wordt zoals verwacht eveneens gekarakteriseerd door de laagste pH-waarde. Er is geen verhoogde concentratie van fosfor aanwezig die afkomstig zou kunnen zijn van menselijke activiteiten. Dit bevestigt de archeologische waarnemingen in dit zand.

De veenlagen vertonen een hogere pH-waarde dan verwacht. Dit is het resultaat van inspoeling van materiaal uit de bovenliggende ophogingslagen. Deze ophogingslagen bevatten bij het bouwpuin een fractie kalkmortel. De aanwezigheid van kalkmortel in de lagen verstoort de verwachte pH-waarden in de bovenkant van het veen. De bovenkant van het pleistocene zand lijkt hiervan gevrijwaard, beschermd door het veen. In profiel 21 toont de hoeveelheid organische koolstof aan dat een volwaardige veenlaag ontbreekt. Mogelijk is dit het gevolg van veenontginning (hoewel niet zichtbaar) of van een locatie aan de rand van het moerasgebied. Het kan geconcludeerd worden dat de veenlagen een matig goede C/N (koolstof/stikstof) ratio bevatten. Er is dus geen sprake van voedselarme hoogvenen, maar van laagveen dat gevoed wordt door grondwater of de omliggende terrestrische bodems.

De antropogene, aangevoerde lagen worden gekarakteriseerd door de laagste fracties zand en een hoger gehalte klei of silt. Door de aanwezige kalkmortel is de pH-waarde van deze lagen hoog, behalve in lagen die lang aan de oppervlakte lagen en waar de kalk is uitgespoeld door het zure regenwater. De hoge fosforconcentraties in deze lagen zijn tenminste voor een deel van antropogene origine. Er is sprake van een aanrijking ofwel door dieren ofwel door de mens. De concentratie is samen met het aangevoerde materiaal op het terrein beland. In dat geval is de aangevoerde grond aanwezig uit de tuinen van de aanpalende wijken. Ofwel hebben deze horizonten voor een langere periode aan de oppervlakte gelegen en zijn ze in die periode aangereikt met fosfor bijvoorbeeld door grazende dieren. Uit historisch onderzoek is duidelijk dat het terrein gebruikt werd als graasweide.

Het is duidelijk dat chemische analyses van bodemstalen een groot potentieel hebben voor het archeologisch onderzoek in de Brugse binnenstad. Dit potentieel wordt groter naarmate de dataset groeit en vergelijking met andere sites mogelijk wordt.

6.4.8 Dendrochronologie

Tijdens de werfbegeleiding zijn een groot aantal stukken hout verzameld die gelinkt kunnen worden aan raamwerken gebruikt in de lakenproductie. Door het belang van deze vondsten is beslist deze integraal te bemonsteren voor een soort bepaling en dendrochronologie. Van 53 houten objecten kon een monster gezaagd worden (blokken van 5 cm dik). Deze stalen zijn geanalyseerd door ing. Petra Doeve (BAAC bv). In dit rapport worden de belangrijkste conclusies overgenomen (Doeve, 2021). Van alle stalen is de soort bepaald. Na waardering bleken 17 stalen geschikt voor dendrochronologie. Na overleg zijn 11 stalen, die ruimtelijk verspreid liggen over de site, geselecteerd.

Bij de houtsoortdeterminatie van de 53 stalen zijn zeven houtsoorten vastgesteld. Het gaat om eik (*Quercus sp.*), grove den (*Pinus sylvestris*), fijnspar/lariks (*Picea abies/Larix sp.*), es (*Fraxinus excelsior*), els (*Alnus glutinosa*), wilg (*Salix sp.*) en een kers-achtige (*Prunus sp.*). Eikenbomen leveren duurzaam en hoogwaardig constructiehout. De soort groeit lokaal, maar eik kan ook van elders zijn geïmporteerd. De grove den en fijnspar/lariks zijn beide naaldbomen en gezien de beide soorten geen lokale herkomst hebben zal het hout geïmporteerd zijn. De boomsoorten es en met name els en wilg leveren zachter hout. Eenmaal is een kersachtige gedetermineerd, hierover vallen de soorten sleedoorn, kersenboom en dergelijke.

Uit de structuur van de gracht zijn vier stalen geselecteerd voor dendrochronologisch onderzoek; drie van grove den (M45, M74 en M76) en één van eik (M62). Uit de structuur van het raamwerk zijn zeven eiken stalen geselecteerd (M99, M102, M104-M107, M165). Het dendrochronologisch onderzoek naar elf stalen heeft nauwkeurige dateringen opgeleverd voor de gracht en het raamwerk. Hout uit de gracht is gedateerd met een kleine onzekerheidsmarge in 1592 – 1617. Hout uit het raamwerk is gedateerd met een nauwkeurig kapjaar met een kleine onzekerheidsmarge in 1289 – 1311.

6.4.9 Archeozoologisch onderzoek

Tijdens het archeologisch onderzoek aan 't Zand te Brugge werden minstens 1036 fragmenten dierlijk materiaal ingezameld, dit is goed voor ruim 18,5 kg. Het dierlijk materiaal is bestudeerd door Annelies Claus (Raap België BV). In dit rapport worden de belangrijkste conclusies uit het onderzoek overgenomen (Claus, 2021). Het materiaal is afkomstig uit 13 verschillende contexten. Het materiaal werd zowel met de hand verzameld als met gerichte staalname. Deze bulkstalen werden uitgezeefd over een zeef met maaswijdte 4 mm. De botfragmenten zijn voornamelijk afkomstig uit grachten en lagen. Een klein aantal fragmenten komt uit een paalspoor en een bodemprofiel. De datering van de contexten is voorlopig en onvolledig.

De bewaringstoestand van de dierlijke resten was matig tot goed. Dit was gunstig voor het determineren van de botten en voor het aflezen van gebruikssporen. Opvallend was het grote percentage (14%) aan kap- en snijsporen waargenomen op de botten. Dit getuigt van een grote menselijke invloed op de totstandkoming van dit assemblage. Ook de vrij hoge fragmentatiegraad van de botten wijst hierop. Het aantal knaagsporen (0,2%), de lage graad van verwerking en de beperkte sporen van secundaire verbranding (1%) tonen aan dat het dierlijk afval vrij snel werd begraven.

Het assemblage bestaat voor ongeveer een kwart uit nederzettingsafval. Dit bestaat grotendeels uit consumptieresten. Binnen de groep van zoogdieren bestaan deze voornamelijk uit varken, rund en schaap. Het rund haalt zonder twijfel de grootste aantallen. De hoeveelheid varkensbotten is nagenoeg gelijk aan dat van schapen. Dergelijk beeld is eerder atypisch voor middeleeuws Brugge. Wellicht is dit te wijten aan het beperkt aantal herkende beenderen van deze soorten (n=15 en 16) en gaat het om een vertekend beeld. Verder waren er nog wat vondsten van vogel (onder andere

kip), vis en oester. Het paard neemt een eerder dubbele positie in binnen dit nederzettingsafval. Enerzijds werden complete skeletelementen aangetroffen. Deze zijn vermoedelijk het restant van (verstoorde) paardenbegravingen. De schofthoogte van deze volwassen dieren was gemiddeld (136-144 cm) of lag net iets boven het gemiddelde (144-152 cm). Eén fragment van een dijbeen (V647) was incompleet en vertoonde kapsporen aan distale zijde. Dit wijst mogelijk op consumptie van dit dier. Ten slotte zijn een klein aantal botten afkomstig van kat. Deze botten getuigen van de aanwezigheid van dit dier op of nabij de site. Het ging enerzijds om (jong)volwassen dieren, maar ook om minstens één erg jong individu (<3 maand).

Binnen het assemblage was de grote hoeveelheid aan dierlijke botten uit spoor 4 (de looplaag) meteen opvallend. Meer dan 85% van de botten uit deze context behoren tot rund. Bovendien zijn niet alle skeletelementen van rund vertegenwoordigd, maar zijn specifiek hoornpitten (17,4%), schedelfragmenten (15,4%) en pootuiteinden (64,5%) aanwezig. Dergelijke onevenredigheid is niet toevallig en weerspiegelt een bepaalde activiteit. Botensembles met deze samenstelling worden vaak in verband gebracht met leerlooiers. We weten immers dat slachters een deel van de voorhoofdschedel met de hoorns aan het vel lieten vastzitten en het zo verhandelden aan de leerlooier. Zij weekten het hoorn los en verhandelden het op hun beurt aan de hoornbewerker. Op Vlaamse leerlooiersites werden dan ook grote aantallen hoornpitten vastgesteld. Bijzonder in dit kader is de grote hoeveelheid aan pootuiteinden (de hoeven met de botten die daarin zitten) van het rund. In buitenlandse, onder andere Engelse, opgravingen is vastgesteld dat ook de pootuiteinden soms vast bleven hangen aan de runderhuiden. In Vlaamse, archeologisch vastgestelde leerlooierijen is daar echter nog nooit bewijs voor gevonden. Dit maakt het ensemble bijzonder. De aanwezigheid van structuren die verband houden met het leerlooien zoals kuipen en ovens of sporen van kalk of gemalen schors zouden de hypothese kunnen staven. Echter, deze werden niet vastgesteld op de site aan 't Zand. De vondsten werden aangetroffen in een laag en werden dus mogelijk aangebracht vanuit de (nabije) omgeving. Of dit betekent dat er een link is met de reeds gekende leerlooiersite langs de Eekhoutstraat of dat er een bijkomende leerlooiersite dichterbij 't Zand moet bestaan hebben, is evenmin duidelijk.

Wanneer we de pootuiteinden nader bekijken, blijken deze sterk gefragmenteerd (n=488). Daarom is het moeilijk om uit te maken of voor- en achterpoten evenredig vertegenwoordigd zijn. In elk geval is duidelijk dat de phalangen, metapoden en carpalen/tarsalen alle in aanzienlijke hoeveelheden aanwezig zijn. De fragmentatie is het grootst onder de metapoden of kanonbeenderen. Met uitzondering van de hoefbeenderen, zijn de phalangen of teenkoten ook vaak gefragmenteerd. Vermoedelijk werden deze bewust open gespleten, getuige zijn enkele kapsporen, om het merg uit deze beenderen te winnen. Mergolie werd gebruikt als smeermiddel. In het buitenland is eerder al gesuggereerd dat dergelijke olie werd gebruikt voor het invetten van huiden op het einde van het leerlooiersproces.



Figuur 75: Een selectie pootuiteinden (Claus, 2021, 8)

Ook de hoornpitten zijn over het algemeen sterk gefragmenteerd. Van de 132 fragmenten zijn slechts 27 quasi complete hoornpitten vastgesteld. De poreusheid van deze hoornpitten levert een indicatie op over de leeftijd van de vertegenwoordigde dieren. Het bleek overwegend om volwassen runderen te gaan. Dit sluit ook aan bij het beeld van de pootuiteinden. Deze bestonden bijna uitsluitend uit vergroeide metapoden en teenkoten. Dit patroon zou kunnen wijzen op het gebruik van runderen als melkkoeien of trekrunderen. Pas na een leven van dienstbaarheid werden de runderen naar de stad gebracht als vleesleverancier. Enkel de jonge stieren, als deze niet door castratie tot ossen werden omgevormd, gingen vroeger voor de bijl. Om deze hypothese voor dit ensemble hard te maken en aldus een onderscheid te maken tussen koeien, ossen en stieren, bleek onhaalbaar. De grootste lengte van de hoornpitten vertelt iets over het rundtype waartoe deze runderen behoorden. Bij heel wat hoornpitten was de tip echter afgebroken en kon deze lengte niet exact bepaald worden. Wel is duidelijk dat minstens 13 hoornpitten de lengte van 22 cm niet overschrijden. Met enige voorzichtigheid zouden we de runderen dus als 'shorthorns' kunnen bestempelen. Dit sluit aan bij het laatmiddeleeuwse rundertype van klein formaat, waarvan de koeien slechts een schofthoogte (de afstand van de bovenzijde van de schouder tot de grond) van 110 tot 120 cm haalden. Bij twee exemplaren werden snijsporen vastgesteld op de voorhoofdschedel die nog aan de hoornpit vastzat. Dit is het resultaat van het villen van het dier na de slacht.

Op basis van een assessment van de dierlijke resten verzameld aan 't Zand in Brugge blijkt dat zowel de handverzamelde als de uitgezeefde resten matig tot goed bewaard zijn gebleven. De sporen van verwerking, knagen en secundaire verbranding zijn zeer beperkt. Dit toont aan dat de resten over het

algemeen vrij snel na gebruik gedeponeerd zijn. De hoge fragmentatiegraad en een aanzienlijk percentage aan bewerkingssporen wijzen dan weer op een sterke mate van menselijke invloed. Er kunnen drie tafonomische groepen onderscheiden worden. Een eerste groep betreft twee gebruiksvoorwerpen. Een fragmentair bewaarde kam en een stukje van een beslagplaat van een mesheft. Deze waren wellicht afgedankt nadat deze gebroken zijn. Een tweede groep betreft nederzettingsafval bestaande uit zowel consumptieafval als resten van kadavers. Het rund was de voornaamste vleesleverancier, gevolgd door schaap of geit en varken. Daarnaast werden ook vogel (onder andere kip), vis en oester gegeten. De botten van het paard kunnen hoofdzakelijk als resten van begravingen beschouwd worden. Eén fragment vertoonde kasporen en wijst mogelijk op consumptie van paardenvlees. Ten slotte zijn een klein aantal fragmenten van kat aangetroffen.

De derde tafonomische groep bestaat uit artisanaal afval. Het is de meest talrijke groep van het ensemble en is voornamelijk afkomstig uit een laag (spoor 4). Opvallend is de sterke vertegenwoordiging van hoornpitten, schedelfragmenten en botten die behoren tot de pootuiteinden van runderen. Dergelijke selectie van skeletelementen wijst op een specifieke activiteit en lijkt kenmerkend voor leerlooiersafval. De samenstelling van dergelijk afval is echter uitzonderlijk voor Vlaanderen. Op onderzochte leerlooiersites in Vlaanderen zijn steeds grote hoeveelheden hoornpitten aangetroffen, maar de pootuiteinden ontbraken steeds. Buitenlandse leerlooiersites, onder meer in Engeland, leverden wel dergelijke samenstelling op. Hierbij werd geopperd dat de botten van de pootuiteinden werden aangewend als voorraadbron voor mergolie en dus voor de nodige vetten voor het behandelen van het leer. Indien deze hypothese klopt, dan is het ensemble tot nu toe uniek voor Vlaanderen en een belangrijke indicatie voor de aanwezigheid van een laatmiddeleeuwse leerlooier in de (nabije) omgeving van de site. De runderbotten zijn voornamelijk afkomstig van volwassen exemplaren en van het laatmiddeleeuwse rundertype van klein formaat. Vermoedelijk werden de meeste runderen aangewend als melkkoe of als trekdier vooraleer deze als vlees- en huidleverancier naar de stad werden gebracht.

6.4.10 Conservatie

De bewaringstoestand van de meerderheid van de vondsten, ook de metalen vondsten, is goed. Er is één voorwerp geselecteerd voor conservatie: de vlotverbinding op een paal van de raamwerken wordt gevriesdroogd.

7 Onderzoeksvragen en synthese

7.1 Inleiding

Van januari tot april 2021 heeft Aardewerk een opgraving uitgevoerd op de locatie van de parking 't Zand in Brugge, onder het Koning Albert I-park. Onder een dik pakket (recente) ophogingslagen zijn een goed bewaarde bodem en een ambachtelijke site ontdekt. De opdracht geformuleerd in het Programma van Maatregelen is volbracht. De onderzoeksvragen zijn beantwoord. Een behoud in situ is niet mogelijk of noodzakelijk. Tijdens uitwerking van de opgraving zijn enkele afwijkingen ten

opzichte van het programma van maatregelen gebeurd. De onderzoeksstrategie stelt enkele bijkomende studies voor.

De synthese zet de belangrijkste resultaten chronologisch-stratigrafisch op een rijtje. Het gaat achtereenvolgens om het dekzand, een laag veen, een laatmiddeleeuws loopniveau (een laag donkerbruingrijs kleiig zand) en verschillende ophogingslagen.

7.2 Onderzoeksvragen

Het doel van de werfbegeleiding was een antwoord formuleren op de onderzoeksvragen. Deze vragen zijn onderverdeeld in twee categorieën: enerzijds bodemkundig en landschappelijk en anderzijds archeologisch.

Bodemkundig en landschappelijk:

1. Hoe was de oorspronkelijke (natuurlijke) bodemopbouw?

De natuurlijke bodemopbouw is herkend vanaf de top van het dekzand. In de top van het zand is op slechts één plaats bodemvorming herkend. In profiel 3 ligt op 418 cm TAW een 24 cm dikke A-horizont. Deze laag lijkt echter te dik en te homogeen om als A-horizont van een podzol of bruine bodem geclassificeerd te worden. De mogelijke aanwezigheid van spadesporen suggereren een antropogene oorsprong. In profiel 3 zijn onder de oppervlaktehorizont een uitlogings- en aanrijkingshorizonten aanwezig. Hier is sprake van een zwak ontwikkelde podzol.

In de rest van het projectgebied bestaat de top van het dekzand uit grijs tot wit zand. Daaronder situeert zich lichtblauwgroen, gelaagd fijn zand. De blauwe kleur is het resultaat van de positie onder de permanente grondwatertafel. De top van het zand – de basis van het veen – bevindt zich op 269 tot 387 cm TAW. Als de hoogte van het zand, zoals het is vastgesteld tijdens de archeologische werfbegeleiding, wordt gecombineerd met de gegevens uit het vooronderzoek is duidelijk dat het zandoppervlak afhelt in zuidelijke richting. Dit sluit aan bij de landschappelijke ligging bovenop een zuidgerichte helling van de zandrug.

De top van het zand is afgedekt een laag veen. De laag veen is aanwezig in het grootste deel van het opgravingsvlak en is 24 tot 61 cm dik bewaard. De top van het veen situeert zich tussen 306 en 400 cm TAW, maar bevindt zich voornamelijk tussen 370 en 380 cm TAW. De top van het veen lijkt min of meer intact. De bewaring van het veen lijkt goed, maar er zijn nergens organische objecten (zoals houten gebruiksvoorwerpen) ontdekt (behalve paalsporen).

Bovenop het veen ligt een laag donkerbruingrijs, humusrijk kleiig zand. Deze laag is hier – in situ - afgezet onder natte omstandigheden. De laag bevat een groot aantal archeologische vondsten, zoals aardewerk, bot en metaal. Deze laag is in zo goed als het volledig projectgebied aangetroffen. Deze laag lag zeker tot 1550 aan de oppervlakte. In die periode is de top van deze laag het loopniveau. Nadien wordt het terrein in verschillende fasen opgehoogd.

2. Wat is de ouderdom van het veen?

Onderzoek van een veenlaag op 't Zand in de binnenstad van Brugge toont aan dat veengroei startte na circa 8600 cal BP en vóór circa 5000 cal BP. Een meer exacte datering op basis van 14C-datering op macroresten is niet mogelijk aangezien er geen geschikt materiaal bewaard is in de basis. Na een eerste periode van veenontwikkeling volgde vermoedelijk een periode met lagere grondwatertafel, waardoor het veen aan de top uitdroogde en oxideerde. Daardoor vertoont de sequentie een hiaat. Op basis van twee 14C-dateringen is duidelijk dat het veen opnieuw groeit tijdens de Romeinse periode (1e of 2e eeuw na Christus). Een exacte datering - op basis van 14C-datering - van de top van het veen is door de afwezigheid van macroresten eveneens niet mogelijk. Pollenanalyse suggereert een middeleeuwse ouderdom. Het oudste archeologische voorwerp bovenop het veen zijn drie Romeinse scherven en één scherf uit de 11e of 12e eeuw.

3. Wat is de kwaliteit van het veen? Kunnen er uitspraken gedaan worden over de aard en samenstelling ervan?

De kwaliteit van het veen is eerder laag. Zowel de basis als de top van het veen zijn zeer sterk vergaan. De basis is zeer arm aan herkenbare macroresten en bestaat hoofdzakelijk uit wortels. Dit komt veel voor bij een veen met een geleidelijke vernatting. Ook de top van het veen bevat geen herkenbare macroresten. Enkel een dunne zone centraal in het veenprofiel levert macroresten op, zoals gagel, maar dit laat geen gefundeerde uitspraken toe over de aard en samenstelling.

Chemische analyse wijst op een matig goede C/N (koolstof/stikstof) ratio van de veenlagen. Er is dus geen sprake van voedselarme hoogvenen, maar van laagveen dat gevoed wordt door grondwater of de omliggende terrestrische bodems.

4. Vormde het veen de oppervlaktelaag tot voor de ophoging van het terrein?

Nee. Het terrein is in twee afzonderlijke fasen opgehoogd. De eerste, gedeeltelijke ophoging vond plaats na 1550, met grond uit tuinen van de aanpalende wijken. Op dat moment is de laag donkerbruingrijs, humusrijk kleiig zand de oppervlaktelaag. De tweede ophoging vond plaats voor de aanleg van het station en de spoorweg in de 19e eeuw. Op dat moment vormen de historische ophogingslagen en het middeleeuws looppniveau de oppervlaktelaag. Nadien wordt het terrein integraal opgehoogd.

5. Welke sedimenten komen onder het veen voor, en wat is de datering ervan? Wat zijn de organische niveaus die werden waargenomen binnen de sedimenten die geïnterpreteerd werden als behorende tot het Lid van Vlierzele? Wat is de vermoedelijke genese ervan?

Onder het veen kom dekzand voor. Het gaat om grijs tot wit zand. Binnen dit dekzand komt slechts beperkte bodemvorming voor. Daaronder situeert zich lichtblauwgroen, gelaagd fijn zand. Het gaat hier om het Lid van Vlierzele, een paleogeen substraat. Binnen deze sedimenten zijn geen organische niveaus waargenomen.

6. Wat is de landschappelijke ontwikkeling van het plangebied en welke paleolandschappelijke processen zijn van invloed geweest op de menselijke activiteiten voor, tijdens en na de verschillende vastgestelde fasen van gebruik?

Ter hoogte van het plangebied bevindt zich een Paleogene opduiking, waardoor het quartair dek ter plaatse zeer dun is. De Paleogene afzettingen worden gevormd door zanden en kleien van de Formatie van Gentbrugge, meer bepaald het Lid van Vlierzele. Het projectgebied ligt op een zuidgerichte helling van deze helling. Chemische analyses bieden inzicht in de landschappelijke processen op dit niveau. Het kleigehalte (hoger dan 5%) in de top van het zand wijst op een vernattingsfase door oppervlaktewater en door input van de omliggende en hogerliggende gronden. De horizonten die behoren tot de in situ bodemhorizonten zonder antropogene impact worden gekenmerkt door een zeer goed gesorteerde korrelgrootteverdeling en fijn zand (100-250 µm). Een hypothese is dat hier een depressie aanwezig was, die op het einde van de laatste ijstijd werd opgevuld met stuifzand, waarna een periode van vernatting volgt met eerst vrijstaand water en uiteindelijk veengroei. Dit zand wordt zoals verwacht eveneens gekarakteriseerd door de laagste pH-waarde. Er is geen verhoogde concentratie van fosfor aanwezig die afkomstig zou kunnen zijn van menselijke activiteiten. Dit bevestigt de afwezigheid van archeologische waarnemingen in dit zand.

Bovenop het Paleogeen substraat rust een pakket veen. Binnen het projectgebied startte de veengroei na circa 8600 cal BP en vóór circa 5000 cal BP. Op basis van twee 14C-dateringen is duidelijk dat het veen opnieuw groeit tijdens de Romeinse periode (1e of 2e eeuw na Christus). Pollenanalyse suggereert een middeleeuwse ouderdom voor de top van het veen. Het oudste archeologische voorwerp bovenop het veen is een scherf uit de 11e of 12e eeuw.

Bovenop het veen ligt een donkerbruingrijs, humusrijk kleig zand. Deze laag is afgezet in natte omstandigheden. Een 14C-datering en de verzamelde archeologica dateren deze laag in de 13e en 14 eeuw. Dit is de start van menselijke activiteiten. Tussen de 13e en 19e eeuw is het terrein doorsneden door verschillende grachten. Deze grachten dienen om het natte meersengebied te ontwateren of om water aan te voeren voor ambachtelijke activiteiten. Vanaf de 16e eeuw wordt het terrein gedeeltelijk opgehoogd en in de 19e eeuw wordt het terrein integraal opgehoogd.

7. Is het mogelijk om op basis van de aangetroffen sedimenten aan vegetatiereconstructie te doen? Zo ja, welke verandering traden in de loop van de tijd op in de vegetatie, de vegetatiestructuur en de openheid van het landschap en wat was de rol van de mens hierbij?

Op basis van de aangetroffen sedimenten is het mogelijk een regionale en lokale reconstructie van de vegetatie te maken vanaf het Holoceen. Bij de start van de veengroei, na circa 8600 cal BP en vóór circa 5000 cal BP, weerspiegelt het pollen een bosrijk landschap, waarbij het loofbos bestaat uit eik, linde, iep en den en een rijke ondergroei. Op het veen zelf bevond zich een voedselrijk elzenbroekbos met moerasvarens. Tijdens de Romeinse periode (1e of 2e eeuw na Christus) is het bosareaal kleiner dan voordien. Het resultaat van ontbossing is een variatie aan open landschapstypes, inclusief grasland, heidegronden, verstoorde milieus en naar het einde toe

vermoedelijk ook graanakkers. In het bos komt nu ook beuk voor. Lokaal evolueerde de moerasvegetatie naar een voedselarmer broekbos met wilg, taxus, wilde gagel, berk en mogelijk ook nog steeds els.

De top van het veen dateert op basis van de herkende pollen uit de middeleeuwen. De pollen wijzen daarnaast op dezelfde elementen voor de regionale vegetatie: bos, heide, grasland, verstoorde grond en akkerland. Wat wel verandert, is de verhouding tussen deze types van landgebruik: het bosareaal gaat achteruit, terwijl vooral het cultuurland uitbreidt. Er werd in elk geval graan gekweekt of verwerkt in de omgeving. Ook korenbloem is een typische verschijning in graanakkers.

Boven het veen komt een organische, zandige laag voor die afgezet is tijdens de late middeleeuwen. Het pollen uit deze periode wijst op een sterke uitbreiding van het cultuurland, met graanakkers en mogelijk ook teelt van groenten en hennep. Op de site zelf kwam een open moerasvegetatie voor met zeggen, grassen en paardenstaart. Ook het diatomeeënonderzoek bevestigt natte omstandigheden en toont aan dat het oppervlak ook regelmatig kon droogvallen, vermoedelijk door seizoensgebonden wisselende grondwaterstanden. Het water was zoet, redelijk voedselrijk en neutraal tot alkalisch. Op basis van het diatomeeënonderzoek werd het terrein niet intensief begraasd.

Na de late middeleeuwen wordt het terrein opgehoogd met grond uit de aanpalende woonwijken. Deze pakketten leveren geen informatie op over de regionale of lokale vegetatie.

8. Hoe passen de mogelijke vindplaatsen binnen het regionale landschap uit die specifieke periode? Zijn deze vergelijkbaar met andere soortgelijke vindplaatsen uit eenzelfde periode en welke verschillen bestaan er?

In de regio van het projectgebied zijn geen vergelijkbare vindplaatsen gekend die informatie bieden over het regionale landschap. Het is bovendien de eerste keer dat de studie van veen gebruikt wordt om de landschappelijke evolutie in de regio van de Brugse binnenstad te schetsen. De opgravingen ter hoogte van het Concertgebouw en de ondergrondse parking 't Zand tussen 1979 en 1999 leveren weinig landschappelijke informatie op en spitsen zich voornamelijk toe op het verdwenen klooster. Een proefonderzoek langs de Augustijnenrei in 2016 (Lambrecht, 2016) wijst op een vergelijkbare landschappelijke situatie, met middeleeuwse activiteiten bovenop een veenlaag. Om het terrein geschikt te maken voor activiteiten is het eveneens opgehoogd. Door de beperkte, verkennende aard van dit onderzoek levert dit geen landschappelijke informatie op.

9. In welke mate is de bewaringstoestand van de vindplaats aangetast en welke processen zijn hiervoor verantwoordelijk?

De bewaringstoestand van de vindplaats is zeer goed. De opeenvolgende ophogingen hebben de bodem beschermd tegen eventuele latere verstoringen.

10. Zijn er verschillen in bewaringstoestand tussen of binnen de onderscheiden landschappelijke/ topografische eenheden en waaruit bestaan deze verschillen?

De algemene stratigrafie (dekzand – veen – grijs organisch zand – ophogingslagen) is in het grootste deel van het projectgebied aanwezig. Enkel de veenlaag is niet in het volledig projectgebied herkend. In het noordelijk uiteinde, waar de top van het dekzand het hoogst ligt is de veenlaag niet aanwezig. Het lijkt waarschijnlijk dat de veenlaag hier oorspronkelijk niet aanwezig was.

Archeologisch:

1. Wat is de aard, diepteligging, kwaliteit en ruimtelijke omvang (horizontaal en verticaal) van de archeologische site, indien deze wordt aangetroffen?

Het archeologisch onderzoek onthult een ambachtelijke site. Op het terrein zijn sporen van een raamland en van een bleekweide aangetroffen. De sporen (paalsporen en grachten) situeren zich in een organische, zandige laag en doorsnijden het veen en het dekzand. Deze sporen zijn afgedekt door verschillende ophogingslagen, waardoor de bewaring zeer goed is. De sporen zijn herkend in het volledig projectgebied, maar concentreren zich in de zuidelijke helft.

2. Zijn er sporen aanwezig van dijken, oude wegen, knuppelpaden, houten of stenen bruggen, beschoeiingen, sluizen, aanlegsteigers, doorwaadbare plaatsen of andere aan de waterrijke omgeving gerelateerde structuren en constructies en zo ja wat is hun fysiek aspect, omvang, datering, en conservatie?

Nee, bakstenen of houten structuren zoals waterputten, afvalkuilen of beerputten, maar ook (uitgebroken) muurresten, zijn nergens herkend.

3. Wat is de ontwikkeling van het nederzettingsspatroon en landgebruik? Welke aanwijzingen zijn er voor eventuele veranderingen (fasering) in het landgebruik (in de zin van ruimtelijke inrichting, wegen, percelering, akkers)?

Nederzettingssporen en archeologische vondsten die daaraan kunnen gekoppeld worden, ontbreken volledig. De oudste aanwijzing voor landgebruik zijn een gracht en een bewerkingslaag met spadesporen onder het veen in het noordelijk uiteinde van het projectgebied. Een datering van deze sporen ontbreekt echter. Tijdens de late middeleeuwen tot de 19e eeuw is het terrein in gebruik als ambachtelijke zone. Het terrein maakt deel uit van een groter geheel, gekend als de Meersen. Het huidige projectgebied is te beperkt om ontwikkelingen van het landgebruik in deze ambachtelijke zone vast te stellen. Ruimtelijke inrichting in de vorm van wegen, percelering of akkers is niet herkend.

4. Wat is de aard, datering en bewaringstoestand van de aanwezige archeologische resten?

De oudste sporen zijn herkend in bodemkundige profielen. Het gaat om een gracht en een bewerkingshorizont met spadesporen onder de veenlaag. Deze sporen liggen in het noordelijk uiteinde van het projectgebied, in de overgangszone tussen de depressie en de top van de zandrug,

op de grens van de aanwezigheid van het veen. De overige aangetroffen archeologische sporen bevinden zich allemaal onder de ophogingslagen, door de donkerbruinigrijze laag en het veen.

De archeologische resten bestaan uit paalsporen en grachten. De paalsporen zijn dendrochronologisch gedateerd tussen 1289 en 1311. De paalsporen zijn resten van de raamwerken die opgericht zijn op het terrein en maken deel uit van het productieproces van laken. Na het vollen werd het laken gewassen. Daarna werd het opgehangen en gedroogd op raamwerken. Het laken werd op raamhaken opgehangen en met behulp van een windas kon het laken opgespannen worden. De bewaring van het gedeelte van de palen in de palen is zeer goed. De overige, hogere delen zijn niet bewaard.

Enkele grachten zijn op basis van het aardewerk gedateerd. Drie grachten dateren uit de periode tussen 1200 en 1350. Eén gracht dateert op basis van het aardewerk uit 1350-1500, de metaalvondsten en dendrochronologische dateringen wijzen respectievelijk op de 16e tot 18e eeuw en 1592 – 1617. De overige grachten hebben De grachten hebben overwegend een noordwest-zuidoost oriëntatie. De oudste grachten worden gelinkt aan het raamland. Ze dienden als inrichting van de ambachtelijke zone of als drainage van het zeer natte terrein. De recentere grachten worden gelinkt aan de bleekweide. De vondsten uit de overige grachten vertonen geen dominante datering, maar dateren tussen 1200 en 1800 en kunnen zowel aan het raamland of de bleekweide gelinkt worden. De grachten zijn goed bewaard onder de ophogingslagen.

Verschillende ophogingslagen zijn dateren uit de periode 1250-1500, maar zijn na 1550 op het terrein gevoerd.

5. Tot welke vondsttypen of vondstcategorieën behoren de vondsten, wat is de vondstdichtheid en de conserveringsgraad? En...
6. ... uit welke periode dateren de vondsten? Kan er een functionele interpretatie aan gegeven worden? Houden ze verband met bepaalde activiteiten? Zijn er intentionele (rituele)deposities, wat is hun aard en datering?

De vondsten bestaan uit scherven aardewerk, metalen objecten, fragmenten natuursteen, dierlijk bot en houten objecten.

De werfbegeleiding levert 681 scherven aardewerk op. De oudste vondsten op de site zijn drie mogelijk Romeinse scherven. Op basis van de oppervlaktegrootte en het aantal veldwerkdagen wordt een aanzienlijke hoeveelheid scherven verwacht. Hoewel een echte statistische analyse ontbreekt, kan een totaal van 681 scherven als een zeer beperkte vondstdichtheid beschouwd worden. Het lijkt er sterk op dat hier geen verdwenen bewoning is aangesneden. Middeleeuwse bewoning in de Brugse binnenstad, die zich kenmerkt door langdurige en intensieve activiteiten, is onder andere herkenbaar aan een grote hoeveelheid scherven. De scherven zijn sterk gefragmenteerd, maar goed bewaard.

Metalen objecten vormen de grootste vondstcategorie in het onderzoek. De voorwerpen zijn voornamelijk gevonden in de grijze laag bovenop het veen. Zeer opvallend is de ontdekking van 241 lakenloden, keurmerken die tijdens verschillende fasen van de lakenproductie aan de stof werden bevestigd. Deze unieke collectie wijst heel duidelijk op de lakenproductie op het terrein. Meer bepaald gaat hier om een afwerkingsfase van het laken: het drogen en scheren van het laken op raamwerken. Van de lakenloden kan in veel gevallen de herkomst bepaald worden. Het gaat hoofdzakelijk (97 %) om lakenloden afkomstig uit productiecentra in het Brugse Vrije. Afwerkingsloden uit Brugge zijn het meest talrijk. Drie locaties leveren het grootste deel van de overige lakenloden: van Gistel, Biervliet en Oudenburg zijn telkens meer dan 10 exemplaren geregistreerd. Daarnaast zijn ook lakenloden ontdekt uit Diksmuide, Koekelare, Sint-Anna-ter-Muiden, Aardenburg, Ijzendijke, Armentières, Hondshoote en Lille. De eerste resultaten bevestigen het vermoeden dat Brugge gespecialiseerd was in de finale verwerking van laken uit diverse Vlaamse productiecentra. Dit wordt onderstreept door loden met opschrift "COVPPE DE BRVGGE", wijzend op de laatste scheerbeurt van het laken. Andere objecten die wijzen op lakenproductie is de vondst van zes mogelijke raamhaken. Het gaat om smeedijzeren nagels met rechte of ronde hoek.

Daarnaast zijn nog een groot aantal, gevarieerde metalen objecten verzameld. Deze objecten kunnen ruwweg in vijf categorieën onderverdeeld worden. In de eerste plaats ambachtelijke activiteiten. Het gaat hier vooral om textielverwerking, maar ook om indicaties voor metaalbewerking en amberbewerking. Een tweede type metaalvondsten kunnen in verband gebracht worden met kledij en riemen. Het derde type metaalvondsten kan omschreven worden als economisch. Het gaat onder meer om 84 munten. Daarvan kunnen 39 exemplaren gedetermineerd en gedateerd worden. De overige munten zijn zo sterk verweerd dat ze onleesbaar zijn. De determineerbare munten dateren van 1200-1400 tot 1823. De oudste munten zijn mijten. De oudste precies te dateren munt is een milt van de Graven van Vlaanderen, waarschijnlijk Lodewijk van Male, gedateerd tussen 1346 en 1384. Een zeer bijzondere categorie van heel uiteenlopende voorwerpen wordt omschreven als 'persoonlijk'. Het zijn metalen kleinoden uit de leef sfeer van de late middeleeuwen. Het gaat onder meer om speelgoed, om objecten uit de vrije tijdssfeer en om religieuze voorwerpen. Deze voorwerpen zijn hoogstwaarschijnlijk meegevoerd met de opgeworpen grond uit de aanpalende wijken. De laatste groep metalen objecten zijn voorwerpen die voor zeer uiteenlopende toepassingen gebruikt worden. Het gaat om ringen, schakels en onbepaalde fragmenten.

De vondstdichtheid van metalen objecten is zeer sterk. Dit is het gevolg van de ambachtelijke activiteit op het terrein en de ophoging in de 16e eeuw, met materiaal uit de historische wijken.

Tijdens de archeologische werfbegeleiding zijn 56 fragmenten natuursteen verzameld. Het gaat bijna uitsluitend om kleine fragmenten zonder bewerkingssporen. Naast stukjes steenkool gaat het om enkele opvallende stukken witsteen. Dit beperkt en gefragmenteerd materiaal met een zeer lage vondstdichtheid leent zich niet tot verder onderzoek. Zeefresidu's leveren drie fragmenten bewerkte amber op, waaronder één halffabricaat.

Tijdens het archeologisch onderzoek werden minstens 1036 fragmenten dierlijk materiaal ingezameld. De bewaringstoestand van de dierlijke resten is matig tot goed. De sporen van vertering, knagen en secundaire verbranding zijn zeer beperkt. Dit toont aan dat de resten over het algemeen vrij snel na gebruik gedeponeerd zijn. De hoge fragmentatiegraad en een aanzienlijk percentage aan bewerkingssporen wijzen dan weer op een sterke mate van menselijke invloed. Er kunnen drie tafonomische groepen onderscheiden worden. Een eerste groep betreft twee gebruiksvoorwerpen. Een fragmentair bewaarde kam en een stukje van een beslagplaat van een mesheft. Deze waren wellicht afgedankt nadat deze gebroken zijn. Een tweede groep betreft nederzettingsafval bestaande uit zowel consumptieafval als resten van kadavers. Het rund was de voornaamste vleesleverancier, gevolgd door schaap of geit en varken. Daarnaast werden ook vogel (onder andere kip), vis en oester gegeten. De botten van het paard kunnen hoofdzakelijk als resten van begravingen beschouwd worden. Eén fragment vertoonde kapsporen en wijst mogelijk op consumptie van paardenvlees. Ten slotte zijn een klein aantal fragmenten van kat aangetroffen.

De derde tafonomische groep bestaat uit artisanaal afval. Het is de meest talrijke groep van het ensemble. Opvallend is de sterke vertegenwoordiging van hoornpitten, schedelfragmenten en botten die behoren tot de pootuiteinden van runderen. Dergelijke selectie van skeletelementen wijst op een specifieke activiteit en lijkt kenmerkend voor leerlooiersafval. De samenstelling van dergelijk afval is echter uitzonderlijk voor Vlaanderen. Op onderzochte leerlooiersites in Vlaanderen zijn steeds grote hoeveelheden hoornpitten aangetroffen, maar de pootuiteinden ontbraken steeds. Buitenlandse leerlooiersites, onder meer in Engeland, leverden wel dergelijke samenstelling op. Hierbij werd geopperd dat de botten van de pootuiteinden werden aangewend als voorraadbron voor mergolie en dus voor de nodige vetten voor het behandelen van het leer. Indien deze hypothese klopt, dan is het ensemble tot nu toe uniek voor Vlaanderen en een belangrijke indicatie voor de aanwezigheid van een laatmiddeleeuwse leerlooier in de (nabije) omgeving van de site. De runderbotten zijn voornamelijk afkomstig van volwassen exemplaren en van het laatmiddeleeuwse rundertype van klein formaat. Vermoedelijk werden de meeste runderen aangewend als melkkoe of als trekdier vooraleer deze als vlees- en huidleverancier naar de stad werden gebracht.

In totaal zijn 54 houten objecten verzameld. Het gaat om de palen van het raamwerk en hout waarmee de brede gracht geschoeid is. Het hout is, door de unieke landschappelijke ligging, uitzonderlijk goed bewaard. Hier is sprake van een hoge vondstdichtheid. Bij de houtsoortdeterminatie van de 53 stalen zijn zeven houtsoorten vastgesteld. Het gaat om eik (*Quercus sp.*), grove den (*Pinus sylvestris*), fijnspar/lariks (*Picea abies/Larix sp.*), es (*Fraxinus excelsior*), els (*Alnus glutinosa*), wilg (*Salix sp.*) en een kers-achtige (*Prunus sp.*). Hout uit de gracht is gedateerd met een kleine onzekerheidsmarge in 1592 – 1617. Hout uit het raamwerk is gedateerd met een nauwkeurig kapjaar met een kleine onzekerheidsmarge in 1289 – 1311. Op het uiteinde van één stuk hout is een vlotverbinding bewaard. Een vlotverbinding werd gebruikt om boomstammen samen te binden en te transporten over water. De houtsoorten en deze vlotverbinding situeren het oorsprongsgebied van dit stuk vermoedelijk in de zuidelijke landshelft. Dat betekent dus dat het hout vermoedelijk gevlot is langs de Maas.

Aanwijzingen voor intentionele, rituele deposities ontbreken.

7. Wat is de bewaring van de venige sedimenten en zijn er aanwijzingen voor turfontginning?

De bewaring van de venige sedimenten, onder verschillende ophogingslagen, is zeer goed. De TAW-hoogte van de top van het veen is overal gelijkaardig en enkel in profiel 20 zijn aan de top van het veen spadesporen zichtbaar. Aanwijzingen voor veenontginning op het terrein ontbreken. Het lijkt er sterk op dat het laatmiddeleeuws verbod op veenontginning hier strikt opgevolgd werd.

7.3 Voorstel bewaring archeologisch ensemble.

Tijdens de rapportering zal het volledige archeologisch ensemble bewaard worden in het Onroerenderfgoeddepot De Pakhuizen. Er zijn geen afwijkingen wat betreft aangetroffen vondstcategorieën.

7.4 Synthese: het dekzand

De top van het zand – de basis van het veen – bevindt zich binnen het huidige projectgebied op 269 tot 387 cm TAW. Als de hoogte van het zand, zoals het is vastgesteld tijdens de archeologische werfbegeleiding, wordt gecombineerd met de gegevens uit het vooronderzoek is duidelijk dat het zandoppervlak afhelt in zuidelijke richting. Dit sluit aan bij de landschappelijke ligging bovenop een zuidgerichte helling van de zandrug.

Onder het veen zijn de lichtgrijze dekzandsedimenten zichtbaar, de zandige moederbodem, met vrij veel zichtbare boom- of struikwortels. Daaronder ligt lichtblauwgrijs zand. In het grootste deel van het projectgebied zijn in dit zand geen sporen van bodemontwikkeling waargenomen. Dit kan betekenen dat de bodem onder invloed van oppervlaktewater min of meer constant waterverzadigd is. De blauwgrijze kleur is het resultaat van de positie van de sedimenten in de permanente grondwaterzone. Het is een laaggelegen, natte depressie in het landschap.

De oudste sporen situeren zich op dit niveau en zijn herkend in bodemkundige profielen. Het gaat om een gracht en een bewerkingshorizont met spadesporen in het dekzand onder de veenlaag. Deze sporen liggen in het noordelijk uiteinde van het projectgebied, in de overgangszone tussen de depressie en de top van de zandrug, op de grens van de aanwezigheid van het veen. De bewerkingshorizont situeert zich ter hoogte van een geïsoleerde zone met een podzolachtige bodem of pre-podzol. Door een afwezigheid van geassocieerde vondsten, kunnen deze sporen niet gedateerd worden. De stratigrafische ligging suggereert dat een gedeelte van het terrein - meer bepaald de hoogst gelegen delen - in gebruik was als landbouwgrond vóór de start van de veengroei. De top van het zand, onder het veen, is integraal opgeschaafd, maar dit brengt geen enkel bijkomend antropogeen spoor aan het licht.

De overige sporen op de overgang tussen het zandige gedeelte en de organische afzettingen hebben een natuurlijke oorsprong: in het vlak van de zandige moederbodem zijn verschillende windvallen herkend.

Algemeen - ook op het hoogste gedeelte - is de *in situ* bodem kenmerkend voor een natte bodem met een hoge watertafel. Dit kan afgeleid worden enerzijds door de hoge humusgehalte en anderzijds door het gebrek aan een diepere ontwikkeling van de bodem. Het kleigehalte (hoger dan 5%) in de top van het pleistocene zand wijst op een vernattingsfase door oppervlaktewater en door input van de omliggende, hogere gronden. De horizonten die behoren tot de *in situ* bodemhorizonten zonder antropogene impact worden gekenmerkt door een zeer goed verdeelde korrelgrootteverdeling en fijn zand (100-250 μm). Het lijkt er sterk op dat hier een depressie aanwezig was, die op het einde van de laatste ijstijd werd opgevuld met stuifzand, waarna een periode van vernatting volgt met eerst vrijstaand water en uiteindelijk veengroei. Dit zand wordt zoals verwacht eveneens gekarakteriseerd door een lage pH-waarde. Er is geen verhoogde concentratie van fosfor aanwezig die afkomstig zou kunnen zijn van menselijke activiteiten. Dit bevestigt de afwezigheid van archeologische waarnemingen in het grootste gedeelte van dit zand.

7.5 Synthese: de veenlaag

Bovenop het dekzand ligt in het grootste gedeelte van het projectgebied een laag goed bewaard veen. Enkel in het noordelijk uiteinde, waar de top van het dekzand het hoogst is, is geen veen aanwezig. De ruimtelijke aanwezigheid van de laag veen is direct gelinkt aan de hoogte van het dekzand: boven 360 cm TAW is geen veen vastgesteld. Ook op de aan de noordzijde grenzende terreinen is geen veenlaag herkend tijdens opgravingen tussen 1979 en 1999. Veengroei vond plaats in een depressie in het landschap. De landbouwfase voor de veengroei ligt op de grens van deze depressie.

Onderzoek van de veenlaag toont aan dat veengroei startte na circa 8600 cal BP en vóór circa 5000 cal BP. Een meer exacte datering op basis van ^{14}C -datering op macroresten is niet mogelijk, aangezien geen geschikt materiaal bewaard is in de basis van het veen. Het pollen bij de start van de veengroei weerspiegelt een bosrijk landschap, waarbij het loofbos bestaat uit eik, linde, iep en den en een rijke ondergroei. Op het veen zelf bevond zich een voedselrijk elzenbroekbos met moerasvarens. Er zijn geen indicaties voor open water op dat moment.

Na een eerste periode van veenontwikkeling volgde vermoedelijk een periode met lagere grondwatertafel, waardoor het veen aan de top uitdroogde en oxideerde. Daardoor vertoont de sequentie een hiaat. Tijdens de Romeinse periode (1e of 2e eeuw na Christus) groeide het veen weer aan. In deze periode is het bosareaal kleiner dan voordien. De ontbossing gaat gepaard met het voorkomen van grasland, heide en naar het einde toe vermoedelijk ook graanakkers. In het bos komt nu ook beuk voor. Lokaal evolueerde de moerasvegetatie naar een voedselarm broekbos met wilg, taxus, wilde gagel, berk en mogelijk ook nog steeds els.

Het pollen aan de top van het veen wijst op een regionale vegetatie die bestaat uit bos, heide, grasland, verstoorde grond en akkerland. In vergelijking met de voorgaande fase gaat het bosareaal verder achteruit, terwijl vooral het cultuurland uitgebreid is. Er werd in elk geval graan gekweekt of verwerkt in de omgeving. Ook korenbloem is een typische verschijning in graanakkers. Lokaal evolueert het broekbos naar een open vegetatie, gedomineerd door zeggen en paardenstaart. Het voorkomen van groenwieren en waterplanten zoals waternavel, waterdrieblad en lisdodde wijst op natte zones in dit terrein, waar het water minstens gedurende sommige periodes van het jaar (net) boven het oppervlak stond.

De veenlagen vertonen een hogere pH-waarde dan verwacht. Dit is het resultaat van inspoeling van materiaal uit de bovenliggende ophogingslagen. Deze ophogingslagen bevatten bij het bouwpuin een fractie kalkmortel. De aanwezigheid van kalkmortel in de lagen verstoort de verwachte pH-waarden in de bovenkant van het veen. De bovenkant van het pleistocene zand lijkt hiervan gevrijwaard, beschermd door het veen. Lokaal toont de hoeveelheid organische koolstof aan dat een volwaardige veenlaag ontbreekt. Mogelijk is dit het gevolg van veenontginning, maar nergens zijn sporen van veenontginning zichtbaar. Een locatie aan de rand van het moerasgebied lijkt een waarschijnlijke verklaring. De veenlagen vertonen een matig goede C/N (koolstof/stikstof) ratio. Er is dus geen sprake van voedselarme hoogvenen, maar van laagveen dat gevoed wordt door grondwater of de omliggende terreinen.

Er is sprake van één veenlaag, maar in bodemkundige profielen zijn twee lagen zichtbaar. Waarschijnlijk vormden deze horizonten oorspronkelijk één veenlaag, maar door drainage is het bovenste deel van het veen blootgesteld aan een snelle afbraak. Daardoor worden een bruine laag met daarboven een zwarte laag onderscheiden.

Sporen van veenontginning op het terrein ontbreken. Ook de TAW-hoogte van de top van het veen (370-380 cmTAW) is in het volledige projectgebied ongeveer gelijk. Het lijkt er dus sterk op dat het laatmiddeleeuws verbod op veenontginning hier strikt opgevolgd werd. Ondanks de goede bewaring levert het archeologisch onderzoek geen enkele archeologische vondst op uit de veenlaag. Aanwijzingen voor intensieve menselijke activiteit in het veenmoeras ontbreken.

7.6 Synthese: het laatmiddeleeuws loopniveau

Bovenop het veen en bovenop het dekzand waar geen veen aanwezig is, is in het volledig projectgebied een laag donkerbruingrijs, humusrijk kleig zand ontdekt. Deze laag is hier – *in situ* - afgezet onder natte omstandigheden. De bodemkundige kenmerken wijzen op een stabiel afzettingsmilieu zonder piekdebieten. Aanvankelijk sterft de veenvegetatie niet, totdat de kleidepositie het dominante proces wordt. De laag bevat een groot aantal archeologische vondsten, zoals aardewerk, bot en metaal. De archeologische sporen situeren zich bijna integraal op dit niveau.

De oudste vondsten uit deze laag zijn drie Romeinse scherven en één volmiddeleeuwse scherf. Sporen uit deze periodes ontbreken. Pas vanaf 1200 worden de vondsten en dus ook de menselijke activiteiten op het terrein intensief. Op basis van historische kaarten en de vondsten, ligt deze laag

zeker tot 1550 aan de oppervlakte. In die periode – 1200 tot 1550 - is de top van deze laag het looppniveau. Nadien wordt het terrein in verschillende fasen opgehoogd. Omdat de overgrote meerderheid van de sporen zich ter hoogte van deze laag situeert, is tijdens de opgraving zoveel mogelijk één vlak aangelegd op dit niveau.

Het pollen uit deze periode wijst op een sterke uitbreiding van het cultuurland, met graanakkers en mogelijk ook teelt van groenten en hennep. Op de site zelf kwam een open, moerasvegetatie voor met zeggen, grassen en paardenstaart. Het diatomeeënonderzoek bevestigt natte omstandigheden en toont aan dat het oppervlak ook regelmatig kon droogvallen, vermoedelijk door seizoensgebonden wisselende grondwaterstanden. Het water was zoet, redelijk voedselrijk en neutraal tot alkalisch. Dergelijke natte weides zijn niet alleen geschikt als bleekweide, maar ook als graasland. De eerder zuurstofrijke samenstelling van het water en de beperkte organische vervuiling die op basis van het diatomeeënonderzoek naar voor komen, ondersteunen echter de hypothese van een sterk gereguleerde ambachtelijke zone: het terrein werd, in overeenstemming met de toen geldende reglementen, niet intensief begraasd.

Tijdens de archeologische opgraving zijn 30 paalsporen ontdekt. Zeer bijzonder is dat de onderkant van de palen, door de unieke landschappelijke positie in veen, gaaf bewaard zijn. De palen zijn steeds geslagen door de grijze laag op het veen, door het veen en tot in het zand. Historische kaarten en gegevens wijzen op de functie van de palen. Het terrein is vanaf de middeleeuwen tot zeker de 16e eeuw in gebruik als raamland. Raamwerken maken deel uit van het productieproces van laken. Na het vollen werd het laken gewassen. Daarna werd het opgehangen en gedroogd op raamwerken. Onder het Koning Albertpark, in een terrein gekend als de Meers en eigendom van het Sint-Janshospitaal, lagen vanaf de 13e eeuw zulke raamlanen. Het laken werd op raamhaken (*tenter hooks*) opgehangen en met behulp van een windas kon het laken opgespannen worden.

Het hout is, door de unieke landschappelijke ligging in het veen, uitzonderlijk goed bewaard. De zware palen zijn voornamelijk gemaakt uit eik. Hout uit het raamwerk is gedateerd met een nauwkeurig kapjaar met een kleine onzekerheidsmarge in 1289 – 1311. Op het uiteinde van één stuk hout is een vlotverbinding bewaard. Een vlotverbinding werd gebruikt om boomstammen samen te binden en te transporten over water. De houtsoorten en deze vlotverbinding situeren het oorsprongsgebied van dit stuk vermoedelijk in de zuidelijke landshelft. Dat betekent dus dat het hout vermoedelijk gevlot is langs de Maas.

Metaalvondsten bevestigen dat deze locatie in gebruik was als raamland. Metaaldetectie levert de ontdekking van 241 lakenloden op. Dit zijn keurmerken die tijdens verschillende fasen van de lakenproductie aan de stof werden bevestigd. Deze unieke collectie wijst heel duidelijk op de lakenproductie op het terrein. Meer bepaald gaat hier om een afwerkingsfase van het laken: het drogen en scheren van het laken op raamwerken. Van de lakenloden kan in veel gevallen de herkomst bepaald worden. Het gaat hoofdzakelijk (97 %) om lakenloden afkomstig uit productiecentra in het Brugse Vrije. Afwerkingsloden uit Brugge zijn het meest talrijk. Drie locaties leveren het grootste deel van de overige lakenloden: van Gistel, Biervliet en Oudenburg zijn telkens

meer dan 10 exemplaren geregistreerd. Daarnaast zijn ook lakenloden ontdekt uit Diksmuide, Koekelare, Sint-Anna-ter-Muiden, Aardenburg, Ijzendijke, Armentières, Hondskoote en Lille. De eerste resultaten bevestigen het vermoeden dat Brugge gespecialiseerd was in de finale verwerking van laken uit diverse Vlaamse productiecentra, geconcentreerd in het Brugse Vrije. Dit wordt onderstreept door loden met opschrift "COVPPE DE BRVGGE", wijzend op de laatste scheerbeurt van het laken. Andere objecten die wijzen op lakenproductie is de vondst van zes mogelijke raamhaken. Het gaat om smeedijzeren nagels met rechte of ronde hoek en twee scherpe uiteinden.

In hetzelfde vlak zijn ook 8 grachten herkend. De grachten zijn 60 tot 400 cm breed en 35 tot 60 cm diep. De grachten zijn gegraven op het niveau van en door de donkerbruingrijze laag bovenop het veen. De grachten zijn steeds gegraven door het veen tot op het zand. De grachten hebben overwegend een noordwest-zuidoost oriëntatie. Drie grachten bevatten hoofdzakelijk vondsten uit de periode 1200-1350 en één gracht vondsten uit de periode 1350-1600. De vondsten uit de overige grachten vertonen geen dominante datering, maar dateren tussen 1200 en 1800. De grachten lijken lange tijd in gebruik. De oudste grachten dateren uit de periode wanneer het terrein in gebruik is als raamland, mogelijk om het natte terrein te draineren.

De recentere grachten zijn herkenbaar op historische kaarten. Het terrein is namelijk lange tijd in gebruik als bleekweide. Op bleekweides wordt gebruik gemaakt van zonlicht en zuurstof bij het bleken van linnen. Het linnen werd na het wassen frisser en bleker door het op een grasveld uit te spreiden. Een bleekweide bestaat uit grachten om het linnen te wassen en vochtig te houden en kort gemaaide grasvelden om het linnen uit te spreiden. Het terrein wordt eeuwenlang bestempeld als meersengebied. Voor de ophoging is het terrein te nat voor bewoning, maar wel geschikt voor ambachtelijk activiteiten (waarvoor water nodig is) en als graasweide. Op het terrein zijn enkel grachten ontdekt, die aan de bleekweiden kunnen gelinkt worden. Nergens zijn bouwresten aangetroffen. Evenmin zijn uitbraaksporen of puinresten ontdekt, die wijzen op verdwenen bebouwing. In het opgravingsvlak waren geen sporen van een vijver of andere watervoerende structuren, behalve grachten, zichtbaar.

Macrobotanisch onderzoek op een gracht die dateert tussen de 14e en 18e eeuw levert veel informatie op. De vondst van vijf wijst op de consumptie van deze gedroogde vrucht. Tevens werden twee gebruiksplanten gevonden die met verwerking van textiel te maken hebben: gekweekt vlas en wouw (gebruikt als verfstof). In beide gevallen gaat het wel maar om één exemplaar. Hierbij wordt een directe link gelegd met de blekerijen die sinds de 17e eeuw actief zijn. Braam en framboos waren als voedselplanten beschikbaar. Zaden van witte waterkers, een wilde plant die sinds enkele eeuwen ook gekweekt wordt, waren met 1000-en exemplaren aanwezig. Deze waterplant is in de keuken beter gekend als cresson. Mogelijks werd die hier ook gekweekt. De wilde flora en fauna wijst op een ondiep zoetwatermilieu. Het residu uit de gracht vertoont een grote variatie aan waterplanten en weinig elementen die wijzen op verstoring of vervuiling. Het geheel roept een beeld op van een heldere, ondiepe sloot of gracht met een zeer weelderige plantengroei. Nochtans ligt het terrein vlak bij de dicht bewoonde binnenstad. Op het moment dat het gebied in gebruik is als bleekweide, wijzen macrobotanische resten erop dat het terrein weinig betreden, verstoord en vervuild werd.

Het beeld van een laatmiddeleeuwse, ambachtelijke zone wordt aangevuld met aanwijzingen voor diverse activiteiten. Een smeedijzeren klauwhamertje, dat vaak gebruikt werd door juweliers, wordt gedateerd tussen 1250 en 1450. Vergelijkbare voorwerpen worden in verband gebracht met amberbewerking voor de paternostermakers in de 14e en 15e eeuw. Het belang van deze vondst wordt vergroot door de ontdekking van 3 fragmenten amber waaronder één halffabricaat. Deze vondsten, het hamertje en de fragmenten amber, doen vermoeden dat hier ook amberbewerking plaatsvond. Kleine fragmenten metaalslak, koper en andere metalen suggereren metaalbewerking op het terrein. Een groot deel van het verzamelde dierlijk bot bestaat uit artisanaal afval. Opvallend is de sterke vertegenwoordiging van hoornpitten, schedelfragmenten en botten die behoren tot de pootuiteinden van runderen. Dergelijke selectie van skeletelementen lijkt kenmerkend voor leerlooiersafval. De samenstelling van dergelijk afval is echter uitzonderlijk voor Vlaanderen. Op onderzochte leerlooiersites in Vlaanderen zijn steeds grote hoeveelheden hoornpitten aangetroffen, maar de pootuiteinden ontbraken steeds. Buitenlandse leerlooiersites, onder meer in Engeland, leverden wel dergelijke samenstelling op. Hierbij werd geopperd dat de botten van de pootuiteinden werden aangewend als voorraadbron voor mergolie en dus voor de nodige vetten voor het behandelen van het leer. Indien deze hypothese klopt, dan is het ensemble tot nu toe uniek voor Vlaanderen en een belangrijke indicatie voor de aanwezigheid van een laatmiddeleeuwse leerlooier in de (nabije) omgeving van de site. De runderbotten zijn voornamelijk afkomstig van volwassen exemplaren en van het laatmiddeleeuwse rundertype van klein formaat. Vermoedelijk werden de meeste runderen aangewend als melkkoe of als trekdier vooraleer deze als vlees- en huidleverancier naar de stad werden gebracht.

Hoewel een echte statistische analyse ontbreekt, wijst het geringe aantal scherven en het ontbreken van waterputten, afvalkuilen, beerputten of andere structuren er op dat hier geen verdwenen bewoning is aangesneden. Middeleeuwse bewoning in de Brugse binnenstad kenmerkt zich doorgaans door langdurige en intensieve activiteiten. Op dit terrein is nooit bewoning geweest.

7.7 Synthese: de ophogingslagen

Bovenop het laatmiddeleeuws loopniveau, de donkerbruingrijze laag zand, zijn verschillende ophogingslagen ontdekt. De stratigrafie en fysieke kenmerken van deze lagen zijn niet homogeen in de volledige oppervlakte van het projectgebied. Toch zijn in het volledig onderzoeksterrein één of meerdere ophogingslagen herkend. In het projectgebied zijn twee duidelijk gescheiden fasen van ophoging herkend: laatmiddeleeuwse stadsgrond en de 19e-eeuwse spoorwegbedding.

De totale dikte van de laatmiddeleeuwse stadsgrond varieert van 5 tot 106 cm. Tijdens de werfbegeleiding zijn vondsten verzameld uit de ophogingslagen. Van elke afzonderlijke laag is een bulkstaal verzameld en gezeefd. Op basis van de aardewerkstudie blijkt dat de lagen dateren uit de late middeleeuwen, maar dat een chronologische opeenvolging van de lagen ontbreekt. Mogelijk zijn deze lagen hier in verschillende fasen gestort om het natte meersengebied geschikt te maken voor ambachtelijke activiteiten of bebouwing. Bodemkundige waarnemingen wijzen op duidelijk te onderscheiden lagen, zonder stabilisatielagen tussen. De ophogingen volgden elkaar snel op. Op

basis van de geassocieerde vondsten lijkt het hier te gaan om grond uit de aanpalende wijken. Historisch kaartmateriaal doet vermoeden dat de lagen hier vanaf 1550 zijn gestort, nadat het terrein zijn functie als raamland verliest. Het aardewerk uit dateert tussen 1200 en 1550, wat deze datering onderstreept.

De antropogene, aangevoerde lagen worden gekarakteriseerd door de laagste fracties zand en een hoger gehalte klei of silt. Door de aanwezige kalkmortel is de pH-waarde van deze lagen hoog, behalve in lagen die lang aan de oppervlakte lagen en waar de kalk is uitgespoeld door het zure regenwater. De hoge fosforconcentraties in deze lagen zijn tenminste voor een deel van antropogene origine. Er is sprake van een aanrijking ofwel door dieren ofwel door de mens. De concentratie is samen met het aangevoerde materiaal op het terrein beland. In dat geval is de aangevoerde grond aanwezig uit de tuinen van de aanpalende wijken.

Onderzoek van de ophogingslagen, die vermoedelijk na 1550 op het middeleeuwse loopvlak werden opgeworpen, leverde pollen van mediterrane plantensoorten op, dat geïnterpreteerd wordt als afkomstig van geïmporteerde honing – of voedselproducten met honing erin verwerkt. Ook andere afwijkende pollenspectra en hoge houtskoolconcentraties in dit spoor moeten geïnterpreteerd worden als toevoegingen door menselijke afval. Pollenspectra van bomen en varens worden gelinkt aan de verbranding van vroeg-Holocene veen. Gekoppeld aan het ontbreken van aanwijzingen voor veenontginning op het terrein, wijst dit op het stoken met veen uit de kustvlakte in de aanpalende wijken tijdens de late middeleeuwen.

Enkele bijzondere metalen vondsten uit de leef sfeer van de late middeleeuwen - waaronder speelgoed, om objecten uit de vrije tijdssfeer en religieuze voorwerpen - zijn hoogstwaarschijnlijk meegevoerd met de opgeworpen grond uit de aanpalende wijken.

De tweede fase van ophoging wordt gekenmerkt door een laag geel, steriel zand. Deze laag is 20 cm tot enkele meters dik. Dit zand, dat ook herkend is onder het Concertgebouw, vormt de basis voor de 19e-eeuwse spoorwegbedding. Door de grond op te hogen voor de aanleg van de spoorwegen, is het licht geaccidenteerd terrein genivelleerd. De bovenste meters van het projectgebied waren reeds afgegraven voor de start van de werfbegeleiding, waardoor nergens resten van de spoorweginfrastructuur zijn herkend. De 19e-eeuwse ophogingslaag heeft, toch zeker binnen het huidige projectgebied, de originele bodem beschermd tegen verstoringen. De aanleg van de spoorwegen lijkt verantwoordelijk voor de goede bewaring van het archeologische bodemarchief.

7.8 Synthese: algemeen besluit

In 2021 is een archeologische werfbegeleiding uitgevoerd ter hoogte van het Koning Albert I-park, tussen het Concertgebouw en het station. Het terrein ligt op een zuidgerichte helling van de zandrug. Ter hoogte van het huidige projectgebied lag een depressie, die op het einde van de laatste ijstijd is opgevuld met stuifzand. Daarna volgt een periode van vernatting en uiteindelijk – tussen 8600 en 5000 BP - veengroei. In het noordelijk uiteinde van het projectgebied, waar de top van het zand het hoogst ligt en de veengroei het laatst gestart is, zijn menselijke activiteiten, meer bepaald landbouw,

vastgesteld voor de veengroei. Aanvankelijk bestaat de regio uit een bosrijk landschap. Zeker vanaf de Romeinse periode (1e en 2e eeuw na Christus), is een grote antropogene invloed op het landschap duidelijk. Bos verdwijnt en grasland, heide en graanakkers verschijnen. In de late middeleeuwen is het terrein voor het eerst intensief in gebruik. Het gebied wordt ingericht als ambachtelijke zone. Vanaf de 13e eeuw doet het dienst als raamland, waar het laken opgespannen wordt op raamwerken. Vanaf de 16e eeuw evolueert de functie naar een bleekweide. Het terrein wordt vanaf dan geleidelijk opgehoogd. Vanaf de 19e eeuw wordt het terrein integraal opgehoogd, in functie van de spoorweg. Dit heeft de bodem en de sporen goed beschermd, waardoor het terrein een unieke doorsnede vormt op het landschap in de Brugse binnenstad en uitzonderlijke informatie oplevert over de economische geschiedenis van de stad.

7.9 Onderzoeksstrategie

De onderzoeksstrategie, zoals beschreven in het Programma van Maatregelen, is uitgevoerd, maar bijkomend onderzoek kan in dit project een grote meerwaarde betekenen. Aanvullend op de originele onderzoeksstrategie worden vier stalen micromorfologisch onderzocht. Het gaat om de top van het zand op het hoogste punt binnen het projectgebied, van herwerkte grond bovenop het veen en van een gracht door het veen tot in het zand. Slijplaten maken van veenstalen (met aceton replacement) waarop micromorfologisch onderzoek kan gebeuren, is een tijdsintensief werk. De resultaten van dit onderzoek worden in de loop van 2023 verwacht.

Naast deze natuurwetenschappelijk onderzoeken wordt ook een doorgedreven materiaalstudie voorgesteld. Dit gaat in de eerste plaats om een verdere verfijning van de determinatie van de collectie lakenloden. Dit moet vergezeld worden van bijkomend historisch onderzoek, om een kader te creëren voor de uiteenlopende, ambachtelijke activiteiten op het terrein.

Bijkomend macrobotanisch onderzoek op stalen uit de grachten kan een aanvulling bieden op de kennis omtrent de textielbewerking op het terrein.

De nog beschikbare stalen kunnen gezeefd worden, op zoek naar dateerbaar materiaal in de oudste gracht en bewerkingslaag, om deze lacune in de inrichting van het terrein op te lossen. Dergelijke lagen leveren doorgaans geen bruikbaar materiaal op voor 14C-dateringen.

8 Bibliografie

Allemeersch Luc, 2021: Rapport paleo-ecologie 2021-14 Macrobotanische waardering en analyse van een gracht te Brugge 't Zand (2021 A229), 15p

Bullock, P., Fedoroff, N., Jongerius, A., Stoops, G., and Tursina, T., 1985: *Handbook for soil thin section description*. Waine Research Publications, Wolderhampton

Claus Annelies, 2021: RAAP België – Rapport 783 Assessmentrapport 't Zand – Brugge, 11p

De Witte Hubert en Hillewaert Bieke, 1993: Archeologisch Jaarrapport 1991-1992, in: Jaarboek 1991-92, Brugge Stedelijke Musea, p71-91

Doeve Petra, 2021: Dendrochronologisch onderzoek naar houten raamwerken op de site 't Zand, te Brugge BAAC Rapport: D-21.0168, 20p

Goodall Ian H, 2011: Textile Manufacturing Tools, in: Ironwork in medieval Britain, an archaeological study, p59-65

Hüpscher Erica en Lambrecht Griet, 2020: Hanzeatisch goud in Brugse context. De onthulling van een ambacht uit lang vervlogen tijden, in: Musea Brugge Magazine 3, p15-17

Bullock, P., Fedoroff, N., Jongerius, A., Stoops, G., and Tursina, T., 1985: *Handbook for soil thin section description*.

Haneca Kristof, 2017: Dendrochronologie en erfgoedonderzoek, Handleiding agentschap Onroerend Erfgoed 16, 63p

Lambrecht Griet, Verwerft Dieter, Huyghe Jan en Mikkelsen Jari Hinsch, 2016: Nota met aanbevelingen/evaluatierapport, Oude post, Augustijnenrei/Hoedenmakersstraat, Resultaten archeologische prospectie met ingreep in de bodem, 20p

Lindemans, Paul, 1952: Geschiedenis van de landbouw in België: eerste deel, 472p

Linten Sarah, Elsen Liedewij en Krekelbergh Nick, 2018: Archeologienota Brugge Parking 't Zand: Programma van maatregelen, 15p

Linten Sarah, Elsen Liedewij en Krekelbergh Nick, 2018: Archeologienota Brugge Parking 't Zand: Verslag van Resultaten, 139p

Mehra, O.A., and Jackson, M.L., 1960: Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: Clay and Clay Minerals, Proc. 7th Natl. Conf., Washington D.C. (ed. A. Swineford), 317-327. Pergamon Press, New York

Mikkelsen, J.H., and Langohr, R., 1996. A pedological characterization of the Aubechies soil, a well-preserved soil sequence dated to the earliest Neolithic agriculture in Belgium. In: The Colloquia of the XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Volume 3, Paleoecology (eds. L. Castelletti and M. Cremaschi), 143-149. ABACA Edizioni, Forlì.

Van Eenoo Mieke, Lambrecht Griet, Huyghe Jan en Hillewaert Bieke, 2015: Jeruzalemstraat 17 en 19, Brugge, Resultaten Archeologisch Onderzoek, 45p

van Oostveen Jan, 2021: Keurloden van het Raamland in Brugge, Raakvlak code BR21ZA, 111p

Verhulst Adriaan, 1995: Landschap en landbouw in middeleeuws Vlaanderen, 191p

Speecke Mathijs, 2022: The Making and Restructuring of a Medieval Industrial Landscape: Tentergrounds and Cloth Production in Bruges, ca. 1200-1600 (in review), 49p

Stoops, G., 2003. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Soil Science Society of America, Madison

Erfgoedforumbrugge.be:

<https://www.erfgoedforumbrugge.be/blekerijen%20tussen%20Capucienenreijtje%20en%20de%20Boeveriestraat.html>

9 Bijlagen

BR21ZA - 2021A229 boorlijst																						
ID		coördinaten	hoogte (cm TAW)	horizontnummer	horizontsymbool	horizontgrens	relatieve bovengrens (cm)	relatieve ondergrens (cm)	dikte laag (cm)	hoogte laag (cm TAW)	Kleur	Vlekken: type	Vlekken: kleur	Oxidatievlekken: frequentie	textuur	stratificatie	kalk		inclusies	vocht	interpretatie laag	interpretatie boring
B1	1	69620.69200967902725097 210886.68102493858896196	766	H1	Aan	S	0	98	98	766	DOBRGR				Z	ja				D		
				H2	Can		98	105	7	668	GE				Z	ja				D		
B2	2	69629.77952030734741129 210877.27183251810492948	785	H1	Ap	S	0	79	79	785	DOBRGR				Z	ja				D		
				H2	Cg		79	100	21	706	GRGE				Z	ja				D		
B3	3	69640.31459900033951271 210862.31362918301601894	803	H1	Aan1	S	0	82	82	803	DOBR				Z	ja				D		
				H2	Aan2	S	82	105	23	721	DOGRBR				Z	ja				D		
				H3	Aan3	S	105	114	9	698	BLGR				Z	ja				LV		
				H4	Aan4	S	114	171	57	689	ZW				Z	ja	puin			LV		
				H5	Can		171	180	9	632	GRGE				Z	ja					LV	

Bijlage 1: De boorgegevens van de boringen uitgevoerd in 2020



Bijlage 2: Het booronderzoek uit 2020 ten opzichte van de orthofoto uit 2020 (Agiv)

BR21ZA - 2021A229 dagrapporten				
dag	datum	weer	medewerkers	werkzaamheden en interpretaties
1	vrijdag VM 15/1/2021	sneeuw	Jari Hinsh Mikkelsen (aardkundige), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider),	terreininspectie en controleboring
2	maandag VM 18/1/2021	licht bewolkt	Jari Hinsh Mikkelsen (aardkundige), Regy Poppe (technisch medewerker, op de dienst), Jurgen de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	onthaal met Michaël, terreininspectie sleuf 1, aanleg en registratie profielen 1 en 2, registreren sporen 1 tot 5, stalen 1 tot 14 verzamelen, verwerking stalen en vondsten in depot
3	dinsdag VM en NM 19/1/2021	zware regen	Jari Hinsh Mikkelsen (aardkundige), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	terreininspectie sleuf 1, aanleg en registratie profiel 3
4	woensdag VM 20/1/2021	bewolkt	Roland Decock (metaaldetectorist), Regy Poppe (technisch medewerker), Frederik Roelens (stadsarcheoloog), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	aanleg en registratie profiel 4 in sleuf 1 met kraan (Wouter), metaaldetectie, opschaven sporen
5	donderdag 21/1/2021	bewolkt, af en toe regen	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Roland Decock (metaaldetectorist), Jari Hinsh Mikkelsen (aardkundige), Caroline Landsheere (archeoloog), Regy Poppe (technisch medewerker, op de dienst), Frederik Roelens (stadsarcheoloog), Jurgen de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	aanleg en registratie profiel 5 in sleuf 1 met kraan (Wouter), metaaldetectie, opschaven spoor 6, dronefoto (Jelle)
6	vrijdagdag 22/1/2021 VM	licht bewolkt	Roland Decock (metaaldetectorist), Regy Poppe (technisch medewerker, op de dienst), Jurgen de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	inmeten, foto's, coupes, spoor 6 onderzoeken, metaaldetectie
7	maandag 25/1/2021 VM	helder en koud	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Roland Decock (metaaldetectorist), Regy Poppe (technisch medewerker, op de dienst), Frederik Roelens (stadsarcheoloog), Jurgen Van de Walle (technisch medewerker), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	kraancoupe spoor 6 in sleuf 1, coupe sporen 7 en 8, metaaldetectie op grote hoop
8	dinsdag 26/1/2021	helder en koud	Koen Goeminne (metaaldetectorist), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	terreininspectie en metaaldetectie
9	woensdag 27/1/2021		Serge Van Liefveringe (technisch medewerker)	terreininspectie
10	dinsdag 9/2/2021	helder en koud	Jurgen de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	terreininspectie sleuf 1
11	dinsdag 16/2/2021 VM	licht bewolkt	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Roland Decock (metaaldetectorist), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	begeleiden afgraven van werfweg, metaaldetectie
12	woensdag 17/2/2021 VM	licht bewolkt	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Roland Decock (metaaldetectorist), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	begeleiden afgraven van werfweg (sleuf 3), metaaldetectie van hopen afgegraven grond
13	donderdag 18/2/2021	licht bewolkt, lichte regen	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	metaaldetectie hopen
14	vrijdag 19/2/2021 VM	helder en warm	Roland Decock (metaaldetectorist), Jurgen Van de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	aanleg profielen 6 en 7, staalname veen, metaaldetectie, spoor 15 couperen
15	maandag 22/2/2021 VM	bewolkt	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Roland Decock (metaaldetectorist), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	opvolgen sleuf 3, opvolgen afgraven veenlaag, metaaldetectie, staalname profielen 8 en 9
16	dinsdag 23/2/2021 VM	licht bewolkt	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Jurgen Van de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	opvolgen sleuf 1, aanleg profielen 10 en 11, sporen couperen, metaaldetectie
17	woensdag 24/2/2021 VM	helder en warm	Paul Callewaert (metaaldetectorist)	metaaldetectie hopen
18	donderdag 25/2/2021 VM	licht bewolkt	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Roland Decock (metaaldetectorist), Jurgen Van de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	aanleg profielen 12 en 13, metaaldetectie
19	dinsdag 2/3/2021 1u	helder	Roland Decock (metaaldetectorist) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	terreininspectie en metaaldetectie
20	donderdag 4/3/2021 2u	licht bewolkt	Roland Decock (metaaldetectorist) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	terreininspectie en metaaldetectie
21	vrijdag 5/3/2021	licht bewolkt	Jari Hinsh Mikkelsen (aardkundige)	bodemkundige waarneming en rondleiding met Bieke, Elisabeth en Carol
22	maandag 8/3/2021	licht bewolkt	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Jurgen Van de Walle (technisch medewerker), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	aanleg profielen 14 en 15, metaaldetectie op afgegraven hopen
23	dinsdag 9/3/2021	bewolkt en regen	Roland Decock (metaaldetectorist), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	terreininspectie, metaaldetectie op afgegraven hopen
24	woensdag 10/3/2021	bewolkt	Paul Callewaert (metaaldetectorist), Roland Decock (metaaldetectorist) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	metaaldetectie op opgelegde hopen
25	maandag 15/3/2021	licht bewolkt	Roland Decock (metaaldetectorist), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	terreininspectie, aanleg profielen 16 tot 18, metaaldetectie op afgegraven hopen
26	vrijdag 19/3/2021	zonnig	Luc Allemeersch (veenspecialist), Jari Hinsh Mikkelsen (aardkundige), Regy Poppe (technisch medewerker), Frederik Roelens (stadsarcheoloog), Annelies Storme (palynoloog), Jurgen Van de Walle (technisch medewerker), Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	aanleg, registratie en staalname profielen 19 tot 22
27	maandag 22/3/2021	bewolkt	Roland Decock (metaaldetectorist), Jurgen Van de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	opvolgen afgraven werfweg
28	dinsdag 23/3/2021	licht bewolkt	Roland Decock (metaaldetectorist) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	metaaldetectie en terreininspectie
29	dinsdag 6/4/2021	bewolkt en sneeuw	Serge Van Liefveringe (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	terreininspectie
30	woensdag 7/4/2021	bewolkt en sneeuw	Regy Poppe (technisch medewerker), Jurgen Van de Walle (technisch medewerker) en Dieter Verwerft (veldwerkleider)	aanleg profielen en terreininspectie

Bijlage 3: Dagrapporten

BR21ZA - 2021A229 sporenlijst					
ID	SL	Interpretatie	Afmetingen	Omschrijving	datering (dominant)
1	1	laag	6 m breed, 40 cm diep	laag veen, bruin, H3, niet gecompacteerd (bodem oud reitje?)	
2	1	gracht	70 cm breed, 40 cm diep	heterogeen (zwart, grijs en lichtgrijs), door sp1, veel AW en tegels	1225-1400 (1200-1350)
3	1	laag	5 cm dik	overgangslaag tussen zand en veen, GR K en Z, tegelfragmenten	
4	1	laag	1 tot 2 m dik	dikke laag DOBRGR, kleilig, veel organisch materiaal, veel nederzettingsafval, overal herkend, stort/afzettingsslaag	1200-1950 (1200-1350)
5	1	laag	60 cm breed, 30 cm diep	bruin zand, humus, bovenkant zeer scherp: afgegraven (scherpe afgraving zichtbaar in gans projectgebied)	
6	1	gracht	260 cm breed en 80 cm diep	brede gracht, door veen gegraven, bevat houten structuren (beschoeiing), kraancoupe uitgevoerd, beschoeid met recuperatiehout, gegraven door veen, bevat veel slakjes, donkerbruingrijs (groen) zand	1250-1900 (1350-1500)
7	1	paal	45 cm diep	vierkante paal, twee aaneen geklonken, aangepunte palen (opkuisen), mee voor onderzoek	
8	1	paal	40 cm diep	vierkante paal, mee voor onderzoek	
9	1	paal		vierkante paal	
10	1	paal	40 cm diep	vierkante paal, twee aaneen geklonken, aangepunte palen (opkuisen), mee voor onderzoek	
11	1	hout		beschoeiing in spoor 6, grote planken, tussen paaltjes	
12	1	paal		twee ronde, aangepunte paaltjes, mee voor onderzoek	
13	3	gracht	400 cm breed, meer dan 60 cm diep	donkergroenbruin, sterk organisch zand, bevat BS, AW en bot, onderaan laag vol plantaardig materiaal (blaadjes)	1250-1400
14	3	laag	150 cm dik	laag onder geel, opgevoerd zand, bovenop pleistoceen zand (geen veen onder), heterogeen, grijs en donkerbruingrijs zand, bevat puin, AW en bot, lakenloodjes in gevonden	1300-1500 (1350-1500)
15	3	gracht	110 cm breed, 40 cm diep	donkergrijs zand (puin, slak, AW, bot en leer), onderaan groenbruine organische laag	1200-1350
16	1	paal	top op 360 cm TAW	vierkante, aangepunte paal	
17	1	paal	top op 360 cm TAW	twee vierkante palen, foto zonder bordje	
18	1	paal	top op 350 cm TAW	rechthoekige paal	
19	1	paal	54 cm diep, top op 360 cm TAW	twee rechthoekige, stompe palen met plank ertussen, door veen net niet tot op zand	
20	1	gracht	210 cm breed, 56 cm diep	DOGNBR Z, sterk organisch, BS, bot en tegel	
21	1	gracht	60 cm breed, 35 cm diep	BR organisch materiaal bovenop GNGR Z	
22	1	paal	12 cm breed, 40 cm diep	vierkant, door veen net niet tot in zand	
23	1	paal		aangepunten, ronde paal	
24	4	gracht		DOBRGR Z, gelijk aan spoor 6?	
25	5	paal	20 cm breed, 80 cm lang	vierkante paal, schuin door veen tot op zand	
26	5	gracht			1225-1300
27	5	laag			1225-1450 (1200-1350)
28	5	laag			1225-1400 (1200-1350)
29	5	laag			1250-1550 (1350-1500)
30	5	laag			1200-1500 (1200-1350)
31	6	hout	zijde = 12 cm	vierkante paal	
32	6	hout	diameter = 10 cm	ronde paal	
33	6	hout	zijde = 8 cm	vierkante paal	
34	6	hout	diameter = 8 cm	ronde paal	
35	6	hout	zijde = 8 cm	vierkante paal	
36	6	hout	zijde = 8 cm	vierkante paal	
37	6	hout		rechthoekige paal	
38	6	hout		vierkante paal	
39	6	hout		zware, rechthoekige paal, uitgekapt	
40	6	hout		rechthoekige paal	
41	6	hout		rechthoekige paal	
42	6	hout		rechthoekige paal	
43	6	hout		rechthoekige paal	
44	6	hout		rechthoekige paal	
45	6	hout		rechthoekige paal	
46	6	hout		rechthoekige paal	
47	6	hout		rechthoekige paal	

Bijlage 4: Sporenlijst

BR21ZA - 2021A229 aardewerkvondsten																					
vondstnr	datum	sleuf	spoor		grijs aardewerk	rood aardewerk	steengoed	majolica	faience	pijpaarde	witbakend aardewerk	porselein	industrieel wit	zeepwaar	Eifelwaar	amfoor	boomstam	omschrijving	datering	totaal aantal	datering totaal
606			1	2		42											11	fragmenten van dakpannen fragmenten van kannen en potten fragment van een bakpan wanden kan Langerwehe	1225-1350 1250-1350 1300-1400	63	1225-1400
607			1	3 (PR1)			3										2	fragmenten van dakpannen		2	
608			1	4			3			3							3	groot bodemfragment en wanden van voorraadkan uit Langerwehe fragmenten pijpensteeltjes fragmenten dakpannen fragmenten van bakpannen, kommen en wand van kan met slibversiering fragment van tuitpot met slib, groene en bruine glazuur fragmenten van potten kleurrijke bodem van een bord/schaal wanden wandfragment met transferprint Siegburg, fragmenten kannen en drinknapjes Langerwehe Langerwehe/Raeren fragmenten van kannen bodem en wand in protosteengoed	1325-1400 1650-1800 1300-1500 1600-1700 1250-1350 1975-2020 1600-1800 Romeins? 1850-1950 1350-1500 1350-1500 1400-1500 1200-1275	65	(Romeins en) 1200-1950
609			1	6						4					1		7	2 steelfragmenten en 2 pijpenkoppen, 1 met initialen DIW fragmenten dakpannen wanden en 2 randen, 1 kom en 1 kan (Potterierei) wanden, sterk verveerd, moeilijk determineerbaar fragmenten van een kan, bakpannen en grapes bodems Siegburg drinknapjes gegoten industrieel steengoed wand Langerwehe wanden en bodems Langerwehe/Raeren	1650-1750 1250-1350 Romeins? 1350-1500 1350-1500 1750-1900 1300-1400 1375-1500	79	1250-1900
610			1	20		18											1	fragment dakpan		1	
611			1	21													1	fragment dakpan		1	
612			3	13			2										3	fragmenten van dakpannen wanden	1250-1400	5	1250-1400
613			3	14				4									1	tegelfragment fragmenten van kannen uit Siegburg fragmenten van kannen uit Langerwehe/Raeren fragmenten van bakpannen, kommen en grapes fragmenten van grapes, kommen en potten	1400-1500 1400-1500 1400-1500 1300-1450	74	1300-1500
614			3	15													1	fragment dakpan wandfragmenten	1200-1350	5	1200-1350
615			3	PR8		4												wanden/bodemfragment	1200-1350	4	1200-1350
616			3	LV			1			2								fragmentjes tegels, één met staart van zeewezen Raeren met restant medaillon Fragment van een bord fragment pijpensteel bodemfragment van kopje mini fragmentje europees porselein	1650-1750 1575-1700 1650-1725 1650-1800 1650-1750 1800-1950	7	1575-1950
617			5	4		124							1				21	fragmenten van dakpannen, 1 groot exemplaar fragmenten van fijne slanke kannen (Potterierei), 1 naar binnen geplooid bandvormige rand met spitse top wand en bodemfragmenten randfragment van een kom met golfrand randen van grapes bodemfragmentje hoogversierd aardewerk wandfragment met slib en groene glazuur Siegburg met rode blos, 1 kan en 1 drinknapje Siegburg met glazuur, fragment kan wandfragment Spaanse ME amfoor wanden Frechen protosteengoed Raeren (kleine wandfragmenten)	1225-1300 1250-1350 1250-1350 1225-1300 1500-1700 1350-1500 1400-1500 1550-1700 1500-1700 1200-1275 1400-1500	1	1200-1700
618			5	26	1													wandfragment met ribbels, kan of bekertje (typisch Potterierei)	1225-1300	1	1225-1300
619			5	27	22												4	wanden, o.a. slanke kannen (Potterierei) fragmenten dakpannen wanden en 2 randen van grapes bandvormige rand van grote kom geblokte en ondersneden rand van een pot bodem Langerwehe wand Siegburg	1225-1300 1250-1350 1300-1400 1225-1300 1350-1450 1350-1450	46	1225-1450
620			5	28		36											5	fragmenten dakpannen wand en bodemfragmenten, o.a. slanke kannen (Potterierei) wandfragmentje hoogversierd aardewerk wanden/bodems o.a. bakpan 1 Langerwehe en 1 Siegburg	1225-1300 1225-1300 1250-1350 1300-1400	55	1225-1400
621			5	29		16											7	fragmenten van dakpannen wandfragmenten, en 1 rand (manchetrand L42B) 2 stelen van bakpannen, 1 randje van een grape 1 geknepen bodem Langerwehe/Raeren, 1 wand Frechen en 1 wand Siegburg	1250-1350 1350-1450 1350-1550	41	1250-1550
622			5	30		14		3										protosteengoed wanden en 1 rand van een kan (Potterierei) Siegburg met glazuur (1 wandscherf)	1200-1275 1225-1325 1400-1500	16	1200-1500
623			6	4		5			1									Majolica, Rijp Valencians, wandfragment, goudluster, binnenzijde heggenskransmotief (motiva de la brionia), buitenzijde peterselienmotief (motivo del perejil) 2 grote randfragmenten met horizontale worstoren van kommen hoogversierd aardewerk 2 Raeren en 1 Siegburg met glazuur	1425-1450 1300-1400 1250-1325 1350-1500	10	1250-1450

Bijlage 5: Vondstenlijst van het aardewerk

BR212A - 2021A229 profielen											
ID	sleuf	type	horizont		diepte (cm)	omschrijving	opmerkingen	textuur	opmerking	kalk	hoogte cmTAW
PR1	1	AC	H1								390
			H2								
PR2	1	AC	H1								450
			H2								
PR3	1	AC	H1	H21	0-7	GEEN STAAL	Zwarte organische laag				419
			H2	H22	7-32	GEEN STAAL	Organische laag met veel antropogeen materiaal (bks.)				
			H3	Ap?	32-56	M15	Spadesporen? Te dik en te homogeen voor in situ Podzol A	10YR 4/2 (vochtig)	S	N	
			H4	E	56-67	M16	uitlogingshorizont	10YR 5/1 (vochtig)	Z	N	
			H5	Bhs	67-83	M17	aanrijingshorizont	10YR 3/2 (vochtig)	Z	N	
			H6	B	83-94	M18	minder uitgesproken aanrijking	10YR 5/2 (vochtig)	Z	N	
PR4	1	veen	H1	Aan	0-12		DOBRGR Z				390
			H2	Hb1	12-42		BR veen, H3				
			H3	Hb2	42-61		BR veen, H2				
			H4	A	61-69		DOGR Z, hoge organische fractie				
			H5	C	69-80		GR Z				
PR5	5		H1	H21		M31	zwarte veen geen wortels	nvt			390
			H2	H22		M32	zwarte veen geen wortels	nvt			
			H3	Hb1		M33	bruiner veen met wortels/takken	nvt			
			H4	Hb2		M34	bruiner veen met wortels/takken	nvt			
			H5	Hb3		M35	bruiner veen met wortels/takken	nvt			
			H6	Hb4		M36	bruiner veen met wortels/takken	nvt			
			H7	Ch1		M37	humusinsijpeling in moedermateriaal				
			H8	C1		M38	oude windval?				
			H9	C2		M39	oude windval?				
			H10	Ch2			humusinsijpeling in zandig materiaal				
			H11	C3		M40	oude windval?				
			H12	C4			moedermateriaal				
PR6	3		H1	Aan	0-100		DOGR Z, organisch	puin, bot, AW			400
			H2	AH	100-120		BR Z, veenachtig	M78			
			H3	E	120-145		Wi en GR Z	M79			
			H4	C	145-170		GR Z	M80			
			H5	Cr	170-210		GN K en Wi Z	M81			
PR7	1		H1	Aan	0-30		DOBRGR Z				400
			H2	Hb	30-70		BR	M82-87			
			H3	HA	70-90		BR en GRBR, veenachtig	M88			
			H4	A	90-110		GR Z	M89			
PR8	3		H1	Aan	0	10	DOBRGR Z	puin en AW			390
			H2	Hb	10	44	BR veen, H3				
			H3	A	44	63	DOGR en LIGR Z, heterogeen				
			H4	Cr	63	72	DOGNR ZNK				
			H5	C	72	90	GR Z				
PR9	1		H1	Aan	0	18	DOGNBR Z, sterk organisch	puin en AW			370
			H2	Can	18	24	DOGR en LIGR Z				
			H3	Hb	24	50	bruin veen, H2				
			H4	A	50	59	GR Z				
			H5	C	59	80	Wi en LIBRGR Z				
PR10	1		H1	Aan	0	20	DOGR Z, organisch	puin en AW			390
			H2	A	20	34	GR en Wi Z, heterogeen				
			H3	B	34	48	BR Z, veenachtig				
			H4	C	48	100	LIBR Z en LIGNR Z				
PR11	1		H1	Hb1	0	20	BR H2				350
			H2	Hb2	20	35	BR H3				
			H3	C	35	52	Wi Z, wortels, gelaagd				
			H4	Cr	52	75	LIGNR Z				
PR12	1		H1	Hb1	0	36	BR H2				330
			H2	Hb2	36	61	BR H2, veel wortels				
			H3	HA	61	67	DOGRBR H3 en Z				
			H4	A	67	74	DOGR Z				
			H5	C	74	82	Wi Z, wortels, gelaagd				
PR13	1		H1	Aan	0	24	DOBRGR Z, sterk organisch				330
			H2	Hb	24	54	BR H2				
			H3	A	54	60	DOGR Z				
			H4	C	60	93	Wi en DOGR Z, laagjes				
			H5	Cr	93	102	Wi en LIGNR Z				
PR14	1		H1	Ahan	0	15	DOGRBR H3 en Z				340
			H2	Hb1	15	40	BR H3				
			H3	Hb2	40	64	BRH2				
			H4	HA	64	67	DOGR Z, plantresten				
			H5	C	67	80	GR Z				
			H6	Cr	80	82	LIGNR Z				
PR15	2		H1	Aan	0	14	GE en DOGR K en organisch				380
			H2	A	12	23	DOGR Z				
			H3	C1	23	36	LIGR Z				
			H4	C2	36	42	LIBRGR Z				
PR16	5		H1	Aan	0	15	DOGRBR H3 en Z	BS, AW en bot			380
			H2	Hb1	15	41	BR H3				
			H3	Hb2	41	57	BRH2				
			H4	C	57	75	DOGR en GR Z, plantresten				
			H5	Cr	75	87	LIGR tot LIGNR Z				
PR17	5		H1	Aan	0	15	DOGRBR H3 en Z	BS, AW en bot			390
			H2	Hb1	15	60	BR H3				
			H3	A	60	90	DOGR Z en Hb				
			H4	Hb2	90	112	H2	boormaal? Niet zichtbaar in vlak (geen gracht)			
			H5	C1	112	121	GR Z				
			H6	C2	121	130	LIGR Z				
PR18	5		H1	Aan	0	7	DOGRBR H3 en Z	BS, AW en bot			395
			H2	Hb	7	35	BR H3				
			H3	AC	35	51	GR en LIGR Z				
			H4	C	51	72	LIGR Z				
PR19	5		H1	A	0	10	DOGRBR H3 en Z	BS, AW en bot			380
			H2	Hb1	10	34	BR H3				
			H3	Hb2	34	72	BR H2				
			H4	AC	72	81	GR Z				
			H5	C	81	100	LIGR Z				
PR20	5		H1	Aan	0	7	DOGRBR K	BS, AW en bot			390
			H2	Can	7	35	DOBRGR, GR en GNGR K				
			H3	Hb	35	51	H2				
PR21	5		H1	Can1	0	10	DOGRBR H3 en Z	BS, AW en bot			480
			H2	A	10	16					
			H3	Can2	16	22					
			H4	Aan	22	60					
			H5	Can3	60	99					
			H6	Can4	99	110					
			H7	H	110	152					
			H8	Ch	152	164					
			H9	C	164	180					
PR22	5		H1	A	0	11	DOGRBR H3 en Z	BS, AW en bot			380
			H2	Can	11	30	LIGR, LIGNR en DOGR Z en K				
			H3	Hb1	30	47	BR H3				
			H4	Hb2	47	70	BR H2				
			H5	AC	70	75	GR Z				
			H6	C1	75	94	LIGR Z				
			H7	C2	94	110	LIGR Z				
PR23	6		H1	Aan	0	5	DOGRBR H3 en Z	BS, AW en bot			330
			H2	H	5	10	BR H3				
			H3	C	10	24	GR Z				
PR24	6		H1	Aan	0	30	DOGRBR H3 en Z	BS, AW en bot			335
			H2	CA	30	40	GR Z				

Bijlage 6: Overzicht van de bodemkundige profielen

BR21ZA - 2021A229 plannenlijst					
ID	type	onderwerp	bron	aanmaak	datum
plan 1	situering projectgebied	GRB-basiskaart (uitgezoomd)	AGIV	digitaal	26/05/2021
plan 2	situering projectgebied	GRB-basiskaart	AGIV	digitaal	26/05/2021
plan 3	situering projectgebied	ontwerpplan	AGIV	digitaal	26/05/2021
plan 4	situering projectgebied	orthofoto 19	AGIV	digitaal	26/05/2021
plan 5	situering projectgebied	gewestplan	AGIV	digitaal	26/05/2021
plan 6	situering projectgebied	ontwerpplan	AGIV en Interparking nv	digitaal	26/05/2021
plan 7	overzichtsplan	sleuven	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 8	overzichtsplan	sporen	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 9	overzichtsplan	paalsporen	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 10	overzichtsplan	grachten	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 11	overzichtsplan	profielen	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 12	overzichtsplan	uitbreiding veen	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 13	overzichtsplan	hoogte basis veen	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 14	historische kaart	geschilderd plan	artinflanders.be	digitaal	26/05/2021
plan 15	overzichtsplan	raamwerken	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 16	overzichtsplan	lagen	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 17	historische kaart	Brugge, 1883	Cartesius	digitaal	26/05/2021
plan 18	landschappelijke kaart	hoogtekaart	AGIV	digitaal	26/05/2021
plan 19	overzichtsplan	boringen 2020	AGIV	digitaal	26/05/2021
plan 20	historische kaart	grachten en ongedateerdplan	AGIV	digitaal	26/05/2021
plan 21	historische kaart	ferraris	Agiv	digitaal	26/05/2021
plan 22	historische kaart	Deventer	wikimedia	digitaal	26/05/2021
plan 23	overzichtsplan	dateringen aardewerk	Raakvlak	digitaal	26/05/2021
plan 24	overzichtsplan	natuurwetenschappelijk onderzoek	Raakvlak	digitaal	4/07/2022

Bijlage 7: Plannenlijst

Bijlage 8: Allemeersch Luc, 2021: Rapport paleo-ecologie 2021-14 Macrobotanische waardering en analyse van een gracht te Brugge 't Zand (2021 A229), 15p

Bijlage 9: Storme Annelies en Allemeersch Luc, 2022: Rapport paleo-ecologie 2022-17 - Analyses diatomeeën; analyse palynologie; 14C-datering - Brugge 't Zand (2021A229), 42p

Bijlage 10: Doeve Petra, 2021: Dendrochronologisch onderzoek naar houten raamwerken op de site 't Zand, te Brugge BAAC Rapport: D-21.0168, 20p

Bijlage 11: Claus Annelies, 2021: RAAP België – Rapport 783 Assessmentrapport 't Zand – Brugge, 11p



Rapport paleo-ecologie 2021-14

Macrobotanische waardering en analyse van
een gracht te Brugge 't Zand (2021 A229)

Macrobotanische waardering en analyse van een gracht te Brugge ('t Zand)

Luc Allemeersch

Ghent Archaeological Team bvba
Dorpsstraat 73
8450 Bredene

Colofon

Project:

Brugge 't Zand (2021 A229)

Uitvoerder:

GHENT ARCHAEOLOGICAL TEAM bvba (GATE)
Luc Allemeersch

© 2021 - GHENT ARCHAEOLOGICAL TEAM bvba

Niets uit deze uitgave mag vermenigvuldigd of aangepast worden, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt worden onder enige vorm of wijze ook, elektronisch, mechanisch, door fotokopie, zonder toestemming van Ghent Archaeological Team bvba.

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding en waardering	1
2	Analyse: resultaten	3
3	Besluit	9
4	Bibliografie	9

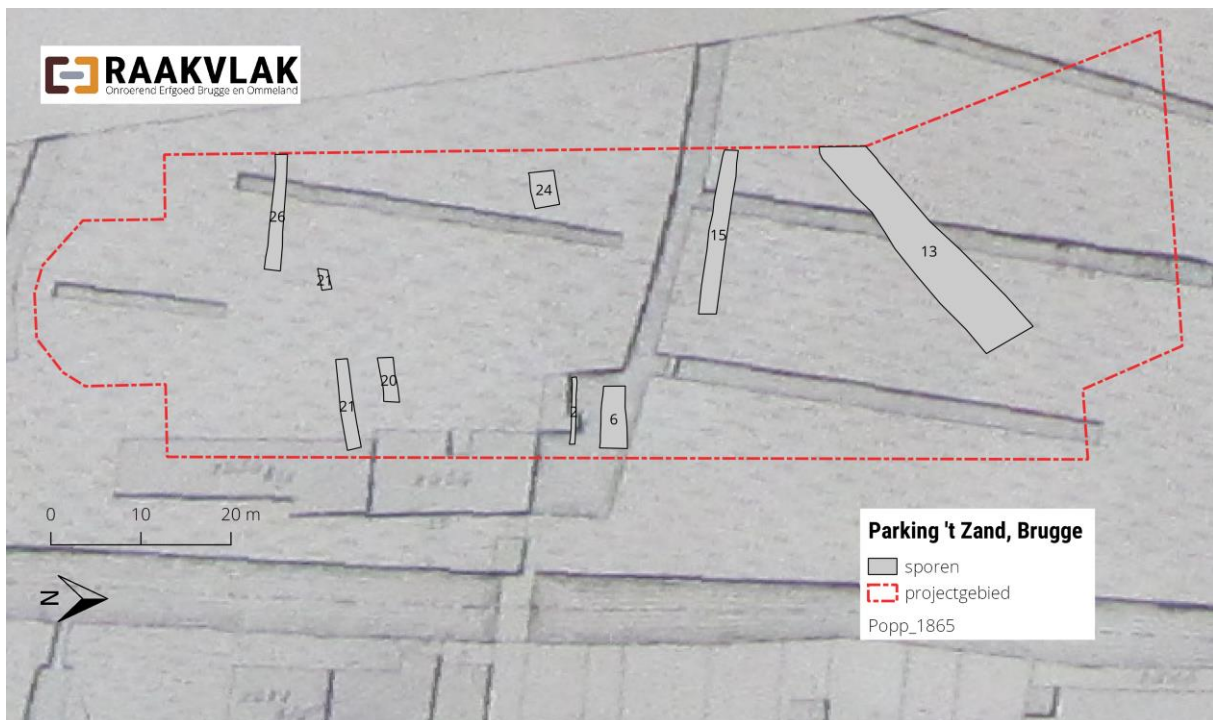
1 INLEIDING EN WAARDERING

Voorafgaand aan de aanleg van een ondergrondse parking op 't Zand te Brugge was archeologisch onderzoek noodzakelijk. Spoor 6, een gracht die volgens de terreinarcheologen in de **17^e eeuw** in gebruik was (mond. med. Dieter Verwerft), bevat een organisch rijke afzetting. Op afbeelding 1 is deze gracht te zien.



Afbeelding 1: sleuf 1, spoor 6.

't Zand is gedurende meerdere eeuwen in gebruik als **bleekweide**. Zo staat die nog aangegeven op de kaart van Popp (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2: uitsnede uit de kadasterkaart van Popp.

MACROBOTANISCH ONDERZOEK

Macrobotanische resten zijn in principe nog met het blote oog zichtbaar. Om ze te determineren is er wel een vergroting van min. 10 x nodig.

Macrobotanische resten getuigen vooral van de vegetatie ter plaatse ten tijde van de afzetting. Planten die door de bevolking gebruikt werden, kunnen soms geconcentreerd bewaard gebleven zijn. In de meeste gevallen gaat het dan om verkoold materiaal. In beerputten wordt er in veel gevallen gemineraliseerd materiaal gevonden.

Het doel van deze waardering is om te bepalen of beide bulkstalen uit spoor 6, sleuf 1 geschikt zijn voor macrobotanische analyse en om een eerste zicht te verschaffen op de inhoud. Volledige analyse zal nodig zijn om een volledig beeld te krijgen van de vegetatie en het gebruik van deze depressie.

Het macrobotanisch onderzoek werd hier aangevuld met het onderzoek van mollusken.

BEWARINGSTOESTAND

Indien macrobotanische resten (zo goed als) ononderbroken na hun depositie onder de watertafel blijven liggen, blijven ze gedurende eeuwen en zelfs meerdere millennia goed tot zeer goed bewaard. Vele resten kunnen dan nog tot op de soort bepaald worden. Plantenresten gelegen boven de watertafel zullen volledig vergaan. Bij verkoolde resten is dit echter niet het geval. Verkoolde resten zijn minder algemeen maar ze kunnen ons wel veel leren over het voedsel dat onze voorouders nuttigden. Bij het proces van verkooling is er een onvolledige verbranding van organisch materiaal onder zuurstofarme (O₂) omstandigheden tot koolstof (C). De koolstof blijft bewaard. De bewaring van macrobotanische resten wordt dus vooral bepaald door de ligging t.o.v. de huidige of evt. de vroegere watertafel (zie tabel 1).

ONDER WATERTAFEL	VERKOOLDE PLANTEN ONVERKOOLDE PLANTEN	VERKOOLDE PLANTEN ONVERKOOLDE PLANTEN MOLLUSKEN
OVERGANGSZONE	VERKOOLDE PLANTEN	VERKOOLDE PLANTEN MOLLUSKEN
BOVEN WATERTAFEL		MOLLUSKEN
	ZUUR	BASISCH

Tabel 1: bewaringstoestand van macroresten in relatie tot de watertafel en zuurtegraad.

HET MATERIAAL

Er zijn voor de macroresten twee bulkstalen van **10 l** genomen. Deze werden gezeefd op 2 mm en 0,5 mm. Beide bulkstalen komen uit sleuf 1, spoor 6.

sleuf	spoor	staal	volume staal (in l)	Volume > 2mm	Volume > 0,5 mm	Hogere planten	Mollusken (zoet)	Andere ongewervelden
1	6	M50	10	all	1	23	4	4
1	6	M56	10	all	1	21	5	4

Tabel 2: resultaten van de waardering.

Bij de waardering werd 1 petri-schaaltje (Ø 9 cm) van de fractie >0,5 mm en alle materiaal van de fractie >2 mm onderzocht. Voor de waardering verwijzen we naar tabel 2. Beide stalen bevatten na deze korte waardering minstens 20 hogere planten en meerdere soorten zoetwatermollusken en andere ongewervelden uit zoet water. Dit is **voldoende materiaal** om te analyseren.

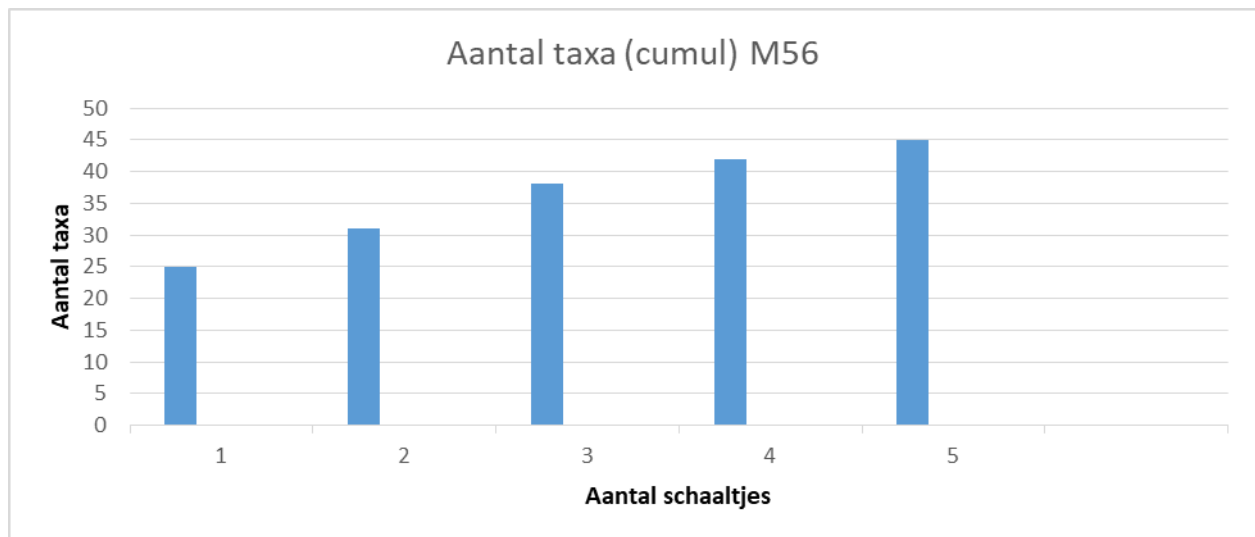
2 ANALYSE: RESULTATEN

UITPIKKEN

Herkenbaar en mogelijks herkenbaar materiaal werd uitgeraapt. Dit gebeurde onder een binoculair met vergroting tot 40 x. Van vlot herkenbaar materiaal zijn de aantallen –evt. na een korte controle - onmiddellijk geregistreerd op een analoog telformulier.

Bij het uitpikken werd alle materiaal volledig bekeken.

De hoeveelheid materiaal was niet uitgebreid bij staal M50. Hierbij werd alle materiaal van beide fracties volledig bekeken. Bij staal M56 werd de grove fractie volledig bekeken. Bij de fijne fractie werden petri-schaaltjes onderzocht tot er nog nauwelijks nieuwe taxa bij gevonden werden (zie hiervoor tabel 3). In dit staal werden 45 taxa aangetroffen (planten + mosdiertjes).



Tabel 3: aantal taxa per schaalte in staal M56 (cumulatief)

DETERMINEREN

Voor de determinatie van **zaden en vruchten** zijn de 'Digitale Zadenatlas' (Cappers *et al.*, 2012) en de 'synantropie flora van de *Niederrhein*' (Knörzer, 2009) geraadpleegd en specifiek voor de grassenfamilie (Poaceae) Körber-Grohne (1964). Hiervoor werd een binoculaire microscoop met vergroting tot 400x gebruikt. Er is ook vergeleken met een collectie van recente zaden en vruchten, aanwezig bij GATE. Voor de naamgeving (zowel de wetenschappelijke namen als de Nederlandse) is de nomenclatuur van de Belgische flora (Lambinon, 2008) overgenomen.

Voor de determinatie van de **mollusken** is gebruik gemaakt van Devriese *et al.* (1992), Jansen & Vogel (1965) en Vilvens *et al.* (2008).

VOORSTELLING

De resultaten worden voorgesteld in tabel 6. De legende is apart vermeld in tabel 5. Bij de zaden/vruchten of fragmenten ervan zijn er absolute aantallen vermeld. Indien nog herkenbare delen (fragmenten) gevonden zijn, werden deze aangeduid na een / .

Naar gebruik toe is er bij de hogere planten een indeling gemaakt tussen (mogelijks) gekweekte planten, gebruiksplanten enerzijds en wilde planten anderzijds.

Voor de indeling van de wilde planten is er hier gekozen voor ecologische soortengroepen (Runhaar *et al.*, 2004). Met behulp van ecologische soortengroepen wordt beschreven welke plantensoorten binnen de ecotooptypen voorkomen. De ecologische soortengroepen corresponderen met de verschillende ecotooptypen en worden met dezelfde codes aangeduid. Ecotooptypen worden gedefinieerd als combinaties van kenmerkklassen. De legende van deze ecotooptypen staat in tabel 5.

De hoofdletter verwijst naar de vegetatiestructuur. Het 1^e cijfer verwijst naar de vochttoestand en het 2^e cijfer naar de voedselrijkdom en zuurtegraad. Uitzonderlijk kan er nog een prefix of suffix aan toegevoegd worden. Bij veel voorkomende soorten werd een exact cijfer na extrapolatie bekomen. Dit is aangeduid met een *. Bij zeer veel voorkomende soorten is er in drie categorieën een raming gemaakt (10-en, 100-en, 1000-en).

AARD MATERIAAL

Het **zeefresidu** van beide stalen bevat nauwelijks zand of grind. Er is in beperkte mate antropogeen, anorganisch materiaal aanwezig. Staal M50 bevat zeer veel vezels en veel vis, staal M56 meer hout. Beide stalen bevatten veel zaden en slakken.

Staal	Fractie	Zand	Grind, steen	Baksteen; dakpan	Aardewerk	Sintel, slak	Houtskool	Hout	Kever	Vis	Slak	Vezels	Zaden s.l. (niet verkoold)
	sleuf spoor 1: gracht												
M50	2 mm <		X	XX			X	XX		XXX	XX	XXX	X
	0,5<...<2						X	X	X	XX	XXX	XXX	XXX
M56	2 mm <			XX	XX	X	X	XXX		X	XXX		X
	0,5<...<2	X	X					XX	X	X	XXX	XX	XXX
	X: één of enkele			XX: regelmatig					XXX: veel tot zeer veel				

Tabel 4: ruwe schatting van de samenstelling van het zeefresidu.

BESPREKING RESULTATEN

Gekweekte en gebruiksplanten

Bij de gekweekte planten (zie tabel 6a) is er de aanwezigheid van **vijg** (*Ficus carica*). Alhoewel het kweken in boomgaarden niet voorkwam in NW-Europa, zijn vondsten van pitten van vijg **niet uitzonderlijk**. Vanaf de Romeinse periode doorheen de middeleeuwen blijft die aanwezig tot in de Nieuwe Tijd. Gedroogde vijgen zijn makkelijk te transporteren en bewaren goed.

Legende				
Hoofdletter				
	vegetatietype	1e cijfer	vochttoestand	
H	bos en struweel	2	nat	
G	gesloten korte vegetatie	4	vochtig	
P	soorten van pioniervegetaties	6	droog	
R	ruigte			
W	watervegetatie			
	2e cijfer	voedselrijkdom / zuurtegraad		suffix
		1	voedselarm zuur	kr
		2	voedselarm zwak zuur	tr
		3	voedselarm basisch	b
		7	matig voedselrijk	
		8	zeer voedselrijk	
fragment	-/1			
volledig	1			
na extrapolatie	*			

Tabel 5: legende, gebruikt bij tabel 6.

staal	M56	M50	
spoor	6	6	
sleuf	1	1	
volume staal (l)	10	10	
aantal petri-schaaltjes (Ø 9 cm)	5	all.	
Gekweekte planten			
Ficus carica		1	Vijg
Linum usitatissimum	1		Gekweekt vlas
Reseda luteola	1		Wouw
Wilde planten			
Gebruiksplanten			
Rubus fruticosus - R4,6	1		Gewone braam - R4,6
Rubus sp. - R4,6	/1		Braam/Framboos - R4,6
Rubus idaeus - R47, H47		1	Gewone framboos - R47, H47
Andere wilde planten			
Voedselrijk open water en verlanding			
Ceratophyllum submersum - W18	5/18	2	Fijn hoornblad - W18
Chara sp. - W18?		20	Kranswier - W18?
Hydrocharis morsus-ranae - W16	100-en	24	Kikkerbeet - W16
Lemna sp. (vrucht) - W18	9	8	Eendekroos - W18
Potamogeton sp. - W1	11	21	Fonteinkruid - W1
Ranunculus subg. Bat. - W1	10-en	106*	Watteranonkel - W1
Zannichellia palustris - W18	2		Zannichellia - W18
Schoenoplectus lacustris - V18	1	1	Mattenbies - V18
Nasturtium officinale - V18, P28	1000-en	44*	Witte waterkers - V18, P28
Sparganium erectum - V16,18	10	5	Grote egelskop - V16,18
Voedselrijk, open water en pionier			
Alisma plant.-aq. (vrucht) - W18,16/P28,27	20	18*	Grote waterweegbree (vrucht) - W18,16/P28,27
Alismataceae (zaad: klein) - W18,16/P28,27	19	48*	Waterweegbreefam. (zaad: klein) - W18,16/P28,27
Callitriche sp. - W1, P2	10-en	4	Sterrekroos - W1, P2
Verlanding en natte, kruidige vegetatie			
Carex (tri-convex) - G2, R2, V1 ??	3		Zegge (tri-convex) - G2, R2, V1 ??
Berula erecta - V1	18	3	Kleine watereppe - V1
Apium nodiflorum - V1, G2	2		Groot moerasscherm - V1, G2
Mentha cf. aquatica - G2, R2, V1	2		cf. Watermunt - G2, R2, V1
Natte tot vochtige, kruidige vegetatie			
Hydrocotyle vulgaris - G2	1		Waternavel - G2
Lycopus europaeus - R27	9	3	Wolfspoot - R27
Ranunculus repens - G2, G4	9	4	Kruipende boterbloem - G2, G4
Taraxacum officinale -G2, G4, G6	1		Paardenbloem -G2, G4, G6
Natte tot vochtige pioniers, voedselrijk			
Bidens tripartita - P28	3	3	Veerdelig tandzaad - P28
Persicaria hydropiper - P28	11/4	2	Waterpeper - P28
Persicaria lapathifolia - P48,28	3	1	Beklierde duizendknoop - P48,28
Glyceria declinata - P28		1	Getand vlotgras - P28
Polygonaceae - P4,2	5	2/1	Duizendknoopfamilie - P4,2
Ranunculus sceleratus - P28	10-en	19	Blaatrekkende boterbloem - P28
Rumex sp. (vrucht) - P4,2	17	11	Zuring (vrucht - klein) - P4,2
Rumex sp. (perianth) - P4,2	2	1	Zuring (perianth) - P4,2

Tabel 6a: macroresten, aangetroffen in spoor 6, sleuf 1.

staal	M56	M50	
Matig vochtige zeer voedselrijke vegetatie			
Chenopodium album - P68,48	1	2	Melganzenvoet - P68,48
Cirsium vulgare - R48, G47		1	Speerdistel - R48, G47
Persicaria maculosa - P48	1		Perzikkruid - P48
Plantago major - P48tr	2	4	Grote weegbree
Polygonum aviculare - P48tr,6		1	Varkensgras - P48tr,6
Rumex acetosella - P67		2	Rumex acetosella - P67
Sonchus asper - P48		1	Gekroesde melkdistel - P48
Stellaria media - P48, 68	1	1	Vogelmuur - P48, 68
Urtica dioica - R48,68	10-en	32	Grote brandnetel - R48,68
Bomen, struiken, slingerplanten			
Solanum dulcamara - H27,28/R27,28	1		Bitterzoet - H27, 28/R27,28
Niet nader te bepalen			
Epilobium sp.	5	1	Basterdwederik
Hieracium sp.	2		Havikskruid
Juncus sp.		1	Rus
Myosotis sp.	3	4	Vergeet-mij-nietje
Poaceae	2		Grassenfamilie
Indeterminavit	1	1	Niet bepaald
Waterdieren			
Trichoptera	2	1	Kokerjuffers
Daphnia pulex (ephippium)	1	22*	Watervlo (ephippium)
Lophopus crystallinus (statoblast)	14		Zakvormig mosdiertje (statoblast)
Cristatella mucedo (statoblast)	1		Kruipend geleimosdiertje (statoblast)
Zoetwaterslakken			
Gyraulus albus	1	2	Witte schijfhoren
Planorbis carinatus		1	Gekielde schijfhoren
Planorbarius corneus	2		Posthoornslak
Planorbidae (juv.)	10-en		Posthoornslakken (jonge dieren)
Radix labiata/balthica	2	2	Begroeide/ovale poelslak
Stagnicola palustris	5		Moeraspoelslak
Lymnaeidae (juv.)	10-en		Poelslakken (jonge dieren)
Valvata piscinalis	1	1	Vijverpluimdrager
Bithynia tentaculata (operculum)	13	18	Gewone diepslak (oorschelp)
Dieren droogvallende bodem			
Lumbricus terrestris (eierkapsel)	11	5	Regenworm (eierkapsel)
Landslakken			
Carychium tridentatum	1		Slanke dwergslak

Tabel 6b: macroresten, aangetroffen in spoor 6, sleuf 1.

Van gekweekt **vlas** of lijnzaad (*Linum usitatissimum*) is een exemplaar gevonden in staal M56. De Nederlandse namen wijzen op het dubbel gebruik van deze plant. Het was zowel een oliehoudend zaad als een vezelplant. Telen van lijnzaad en het verwerken ervan begon reeds in het neolithicum. De aantallen zijn hier te laag om een gebruik als vlasrootplaats te suggereren, zeker gezien de goede bewaring van het materiaal. In de middeleeuwen verdween het gebruik van vlas als oliehoudend zaad (Lindemans, 1952).

Wouw (*Reseda luteola*) is een plant die momenteel ook in het wild voorkomt. Wouw is een plant uit het Middellandse Zeegebied. De plant was zeker in de **Romeinse tijd** reeds aanwezig in onze streken, misschien zelfs eerder. Zo vermeldt Knörzer (2009) tweemaal zoveel stalen met wouw voor de Romeinse tijd, vergeleken met de middeleeuwen. Nu komt deze plant wild voor op spoorwegterreinen en andere, deels versteende gronden of zandige gronden die snel

opwarmen. In de middeleeuwen werd die in onze streken veel gekweekt voor het verven van textiel. Volgens Lindemans (1952) was wouw de voornaamste en **meest gekweekte verplant**. Deze werd wellicht het meest gebruikt om het gewone linnen te verven. Het zorgde voor een eerder dof geel, overgaand naar bruin of olijfgroen. Verhulst (1995) spreekt van een concentratie van teelt van wouw in de **polders ten westen van Brugge** in de middeleeuwen. Wouw is archeobotanisch nog **gevonden in steden** met veel textielactiviteiten of bij **productieplaatsen** van textiel (Bastiaens, 1998; Haaster, van 2006; Allemeersch, 2016). Wouw is een plant waarvan het blad en de stengel een gele kleurstof leveren. De verwerking van gedroogde wouw, zelfs als die geoogst wordt vóór het rijpen der zaden, hetgeen gebruikelijk is bij gebruik voor verfdoeleinden, resulteert in een explosieve verspreiding van zaden. De zaden zelf spelen geen rol in de ververij. Pas in de loop van de **19^e eeuw** worden de verfstoffen uit planten **vervangen** door chemische producten.

Onder voorbehoud vermelden we hier **witte waterkers** (*Nasturtium officinale*). In staal M50 zijn er enkele 10-tallen zaadjes gevonden maar in staal M56 gaat het om enkele **1000-en**. Deze plant, ook wel in de keuken bekend als 'cresson' komt voor in het wild en maar wordt tegenwoordig wel gekweekt. **Lindemans** (1952) vermeldt de witte waterkers **niet als gekweekte plant** in de geschiedenis van de Belgische landbouw. De **oudste verwijzing** naar het kweken van witte waterkers gaat terug tot **1650** en komt uit Duitsland (de.wikipedia.org/wiki/Echte_Brunnenkresse).

Bij de **gebruiksplanten** zijn er enkele exemplaren van **braam** en **framboos** gevonden. Deze werden wel niet geteeld maar waren beschikbaar.

Overige wilde planten

Alvorens ons in details te verliezen toch even het algemeen beeld schetsen. We treffen zeer veel waterplanten en pioniers van natte tot vochtige, voedselrijke vegetaties aan. Sommige daarvan zijn in grote getale tot zelfs massaal aanwezig.

Planten van matig vochtige, zeer voedselrijke situaties (met inbegrip van betreden plaatsen) zijn nauwelijks vertegenwoordigd, met uitzondering van grote brandnetel. Planten van droge, zeer voedselrijke vegetaties ontbreken volledig. Deze planten produceren in veel gevallen nochtans zeer veel zaden. Deze groepen komen bij akker-/tuintbouw en/of sterk betreden gronden, in combinatie met wat antropogeen afval normaal in grote hoeveelheden voor. Toch bevinden we ons binnen de stadsmuren en op korte afstand van een dichte stedelijke bewoning.

Deze zaken wijzen er op dat de omgeving van spoor 6 weinig betreden, verstoord en vervuild werd. Dit geldt uiteraard voor de het spoor zelf (de gracht).

Bij de **waterplanten** is er een massale aanwezigheid van kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*) en witte waterkers (*Nasturtium officinale*). Misschien werd deze laatste er gekweekt of althans begunstigd bij het onderhoud van de waterpartij. Goed vertegenwoordigd zijn **fijn hoornblad** (*Ceratophyllum submersum*) en **kranswier** (*Chara* sp.). De eerste soort is tegenwoordig exclusief in de kustpolders aanwezig (Van Landuyt et al., 2006), de tweede soort is gebonden aan helder, kalkrijk water. Verder zijn er zowel grote als zeer kleine waterplanten aanwezig. Het geheel roept een beeld op van een heldere, ondiepe sloot of gracht met een zeer weelderige plantengroei.

De groep van natte tot vochtige, **kruidige** vegetatie is vermoedelijk afkomstig van de oever van de sloot. Bitterzoet (*Solanum dulcamara*) is een slingerplant die niet alleen langs

stammen/takken omhoog klimt maar ook langs stengels van forse kruiden. Zoals reeds vermeld is de groep van matig vochtige, zeer voedselrijke vegetatie hier zwak vertegenwoordigd.

In het sediment is een relatief grote variatie aan waterdieren aangetroffen. Er zijn enkele schaalpjes van **kokerjuffers**. Het ephippium van de **watervlo** is een overlevingsorgaan dat gevormd wordt om de winter of periodes van droogte te doorstaan. Statoblasten zijn bij mosdiertjes eveneens overlevingsorganen. Beide mosdiertjes leven onder water op een vast substraat.

Bij de waterslakken zijn het allen **zoetwaterslakken**. Het zijn allen soorten van stilstaand tot rustig stromend, eerder voedselrijk water. Veel fragmenten en jonge dieren konden alleen tot het niveau van familie bepaald worden. Daarnaast is een landslakje, dat in vochtige omstandigheden leeft, aangetroffen.

3 BESLUIT

De vondst van **vijg** wijst op de consumptie van deze **gedroogde vrucht**. Tevens werden er twee gebruiksplanten gevonden die met **verwerking van textiel** te maken hebben: **gekweekt vlas** en **wouw** (gebruikt als verfstof). In beide gevallen gaat het wel maar om **één exemplaar**. Braam en framboos waren als voedselplanten beschikbaar.

Zaden van **witte waterkers**, een wilde plant die sinds enkele eeuwen ook gekweekt wordt, waren met **1000-en exemplaren** aanwezig. Deze waterplant is in de keuken beter gekend als cresson. Mogelijks werd die hier ook gekweekt.

De wilde flora en fauna wijst op een ondiep zoetwatermilieu. Het residu uit de gracht vertoont een grote variatie aan waterplanten en weinig elementen die wijzen op versterking of vervuiling. Nochtans zitten we vlak bij de dicht bewoonde binnenstad. Enkele van de waterplanten zijn tegenwoordig aan de polders gebonden.

4 BIBLIOGRAFIE

Allemeersch L., 1991; *Peat in the belgian eastern coastal plain*. In: Gullentops, (Ed.), *Wetlands in Flanders – Contributions to the paleohydrology of the temperate zone in the last 15,000 years*, 1-54.

Allemeersch L., 2016; *Analyse macroresten van een opgevulde gracht te Ieper (René Colaertplein) in opdracht van Monument n.v.* Rapport 2016-LA-07. GATE

Allemeersch, L., 2018; *Waardering en analyse macroresten van het onderste gedeelte van een gracht te Brugge-Blankenbergse steenweg (2018J322) in opdracht van Monument Vandekerckhove nv.* Rapport 2019-LA-05. GATE

Bastiaens, J., 1998; *Verven met wouw en meekrap. Archeobotanisch onderzoek van de Korenmarkt te Gent*, *Stadsarcheologie* 22 (2), Gent, 43-50.

Beijerinck, W., 1947; *Zadenatlas der Nederlandsche Flora*. Wageningen.

Cappers, R.T.J., R.M. Bekker & J.E.A. Jans, 2012; *Digitale zadenatlas van Nederland*. Eelde (Groningen Archaeological Studies 4).

Devriese R., Warmoes T., Vercoutere B. , 1992. *Land- en zoetwatermollusken van de Benelux*. Gent: Jeugdbond voor Natuurstudie en Milieubescherming.

Haaster, van H., 2001: *Botanisch en chemisch onderzoek aan een 17e-eeuwse lakenververij in Gouda*. BIAX-rapport 115.

Jansen A.W., Vogel de E.F., 1965. *Zoetwatermollusken van Nederland*. Amsterdam, Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie.

Lindemans, P. 1952: *Geschiedenis van de landbouw in België: eerste deel*. 472 p. Antwerpen.

Knörzer, K.H. 2009: *Geschichte der synantropen Flora im Niederrheingebiet*. Verlag Zabern, 484 p.

Körber-Grohne, U., 1964: *Bestimmungsschlüssel für Subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte*. In: W. Haarnagel (red.), *Probleme der Küstenforschung im Südlichen Nordseegebiet*, Band 7. 47

Lambinon , J. et al. 2008: *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines*. Cinquième édition (2^e tirage). 1167 p. Meise.

Runhaar J., Van Landuyt W., Groen C., Weeda E., Verloove F., 2004: *Herziening van de indeling in ecologische soortengroepen in Nederland en Vlaanderen*. Gorteria 30 p. 12-26.

Van Landuyt, W.; Hoste, I.; Vanhecke, L.; Van Den Bremt, P.; Vercruysse, W.; de Beer, D. 2006. *Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest*. Flo.Wer/Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek/Nationale Plantentuin van België, Brussel 1007 pp.

Ven, I. in 't, B. Hillewaert, J. Deschieter, A. Eryvynck, M. Vandenbruaene & B.Cooremans, 2005: *Vroeg- en volmiddeleeuwse sporen aan de Zeelaan te Dudzele/Brugge (prov. West-Vlaanderen)*, *Archeologie in Vlaanderen*, Monografie 5,deel II, 13-27.

Verhulst, A., 1995. *Landschap en landbouw in middeleeuws Vlaanderen*, Gent, Gemeentekrediet, 191p.

Vilvens C., Marée B., Meuleman E., Alexandre M. & Waiengnier E. 2008. *Mollusques terrestres et dulcicoles de Belgique. Tome IV: Gastéropodes dulcicoles*. Jodoigne: Société Belge de Malacologie.

Digitale bronnen

de.wikipedia.org/wiki/Echte_Brunnenkresse (2021-05-26).



Rapport paleo-ecologie 2022-17

ANALYSE DIATOMEËN; ANALYSE PALYNOLOGIE; 14C-DATERING

BRUGGE 'T ZAND (2021A229)

STORME ANNELIES & LUC ALLEMEERSCH

© 2022 GATE BV, VENECOLAAN 52M

9880 AALTER

INHOUDSTAFEL

INHOUDSTAFEL	1
1 Inleiding	2
2 Materiaal	3
3 Methode	7
3.1 Methode diatomeeënonderzoek	7
3.2 Methode palynologisch onderzoek	7
3.3 Methode ¹⁴ C-datering	8
4 Resultaten assessment	8
4.1 Diatomeeën assessment	8
4.2 Palynologisch assessment	9
4.3 Assessment van geschiktheid voor ¹⁴ C-datering	10
5 Resultaten analyse	11
5.1 Diatomeeënanalyse	11
5.1.1 Diatomeeënspectra (Figuur 6)	11
5.1.2 Interpretatie aquatisch milieu	14
5.2 Palynologische analyse	18
5.2.1 Profiel 19	18
BIOZONE Z19-1	18
BIOZONE Z19-2	19
BIOZONE Z19-3	20
5.2.2 Spoor 26, profiel 20 en 21	25
BIOZONE Z20-1	25
BIOZONE Z20-2, Z26, Z21-1 EN -3	26
BIOZONE Z21-2	28
5.3 ¹⁴ C-datering	31
6 Besluit analyses	32
7 Bibliografie	33
8 Bijlage	34

1 INLEIDING

In 2021 voerde Raakvlak een opgraving uit op 't Zand in Brugge. Daarbij werden een veenpakket en verschillende middeleeuwse afzettingen aangetroffen. Enkele van deze lagen en sporen werden tijdens de opgraving bemonsterd voor paleo-ecologisch onderzoek, met name onderzoek van diatomeeën, pollen en macroresten. In een eerdere fase werd reeds macrobotanisch onderzoek uitgevoerd op twee stalen uit spoor 6, een vermoedelijk 17e-eeuwse gracht met organische vulling (Allemeersch 2021) (Figuur 1). In dit rapport wordt verslag gedaan van het palynologisch en diatomeeënonderzoek van een veenpakket en enkele middeleeuwse sporen.

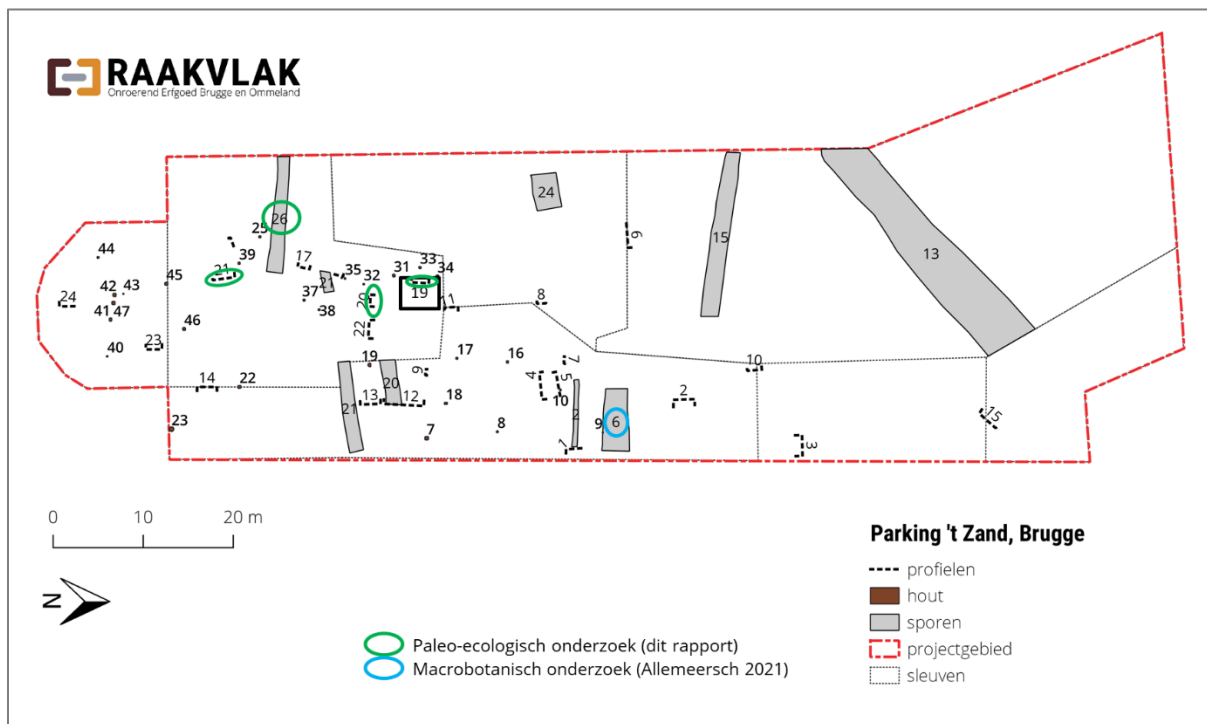
Diatomeeënonderzoek omvat de studie van de silicaschaaltjes van diatomeeën of kiezelwieren. Deze eencellige algen komen voor in alle soorten aquatische milieus: van plankton in open water tot vochtige bodems. De verschillende soorten zijn te herkennen aan de kenmerkende vorm en versiering van hun schaaltsjes. Aangezien elke soort specifieke voorkeuren heeft wat betreft leefmilieu, kan uit de soortensamenstelling van een sedimentmonster afgeleid worden in wat voor omstandigheden de afzetting gebeurde. Ze geven namelijk informatie over zoutgehalte, waterdiepte, organische en/of anorganische vervuiling, overstromingsregime, etc.

Palynologisch onderzoek omvat de studie van pollen, sporen en andere microfossielen met een organische wand. Planten produceren grote hoeveelheden pollen (zaadplanten) of sporen (sporenplanten) die door wind, water of dieren verspreid worden en zo in afzettingen terecht kunnen komen. Dankzij de resistente wand kunnen deze microscopische resten, samen met bijvoorbeeld resten van schimmels en algen, lange tijd in de ondergrond bewaard blijven op voorwaarde dat de afzetting afgesloten is van zuurstof. Niet alleen de vegetatie in de omgeving wordt weerspiegeld, maar ook het leven in en op de afzetting zelf. Zo kunnen mestschimmels een aanwijzing zijn voor de aanwezigheid van vee; pollen van gewassen kunnen afkomstig zijn van landbouw, bewoning of ambachtelijke activiteiten; algen kunnen het aquatisch milieu typeren.

In eerste instantie werden voor beide vondstcategorieën assessments uitgevoerd. Het doel van deze assessments is om te bepalen wat het potentieel is van de bemonsterde stalen voor volledige analyse en om een eerste zicht te verschaffen op de eventuele taxonomische samenstelling van de stalen. Waar mogelijk volgden volledige analyses. Bovendien werd materiaal voor ¹⁴C-dateringen uitgezocht om de afzettingen in de tijd te kaderen. Dit rapport is het verslag van deze assessments en analyses. De dateringsresultaten zijn op het moment van afwerken van dit rapport nog niet beschikbaar.

2 MATERIAAL

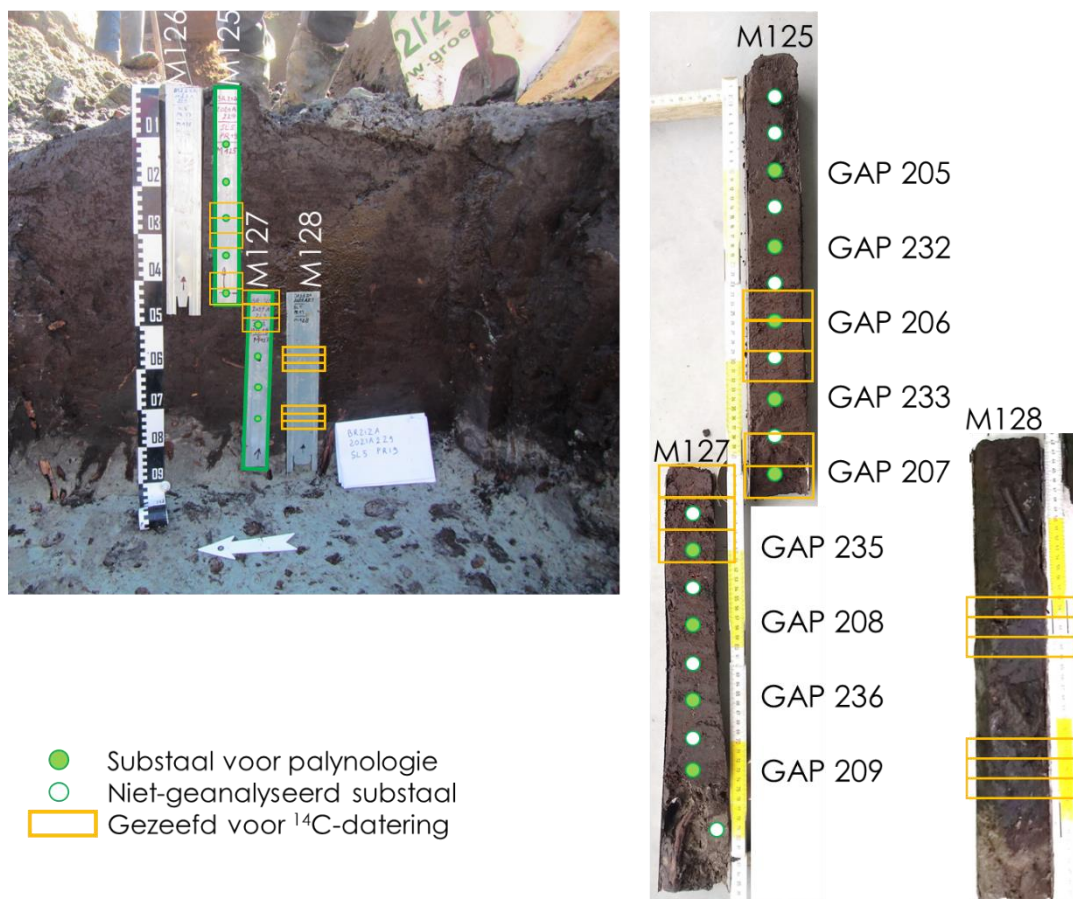
Alle bestudeerde stalen zijn afkomstig uit sleuf 5, in het zuidelijke deel van het projectgebied. Het gaat enerzijds om een veenpakket dat bemonsterd werd in profiel 19 en anderzijds om drie middeleeuwse sporen: een klastisch pakket dat geïnterpreteerd wordt als afzettingen in een bleekweide in profiel 20, een afvalpakket in profiel 21 en een geul- of grachtvulling (spoor 26) (Figuur 1, Tabel 1).



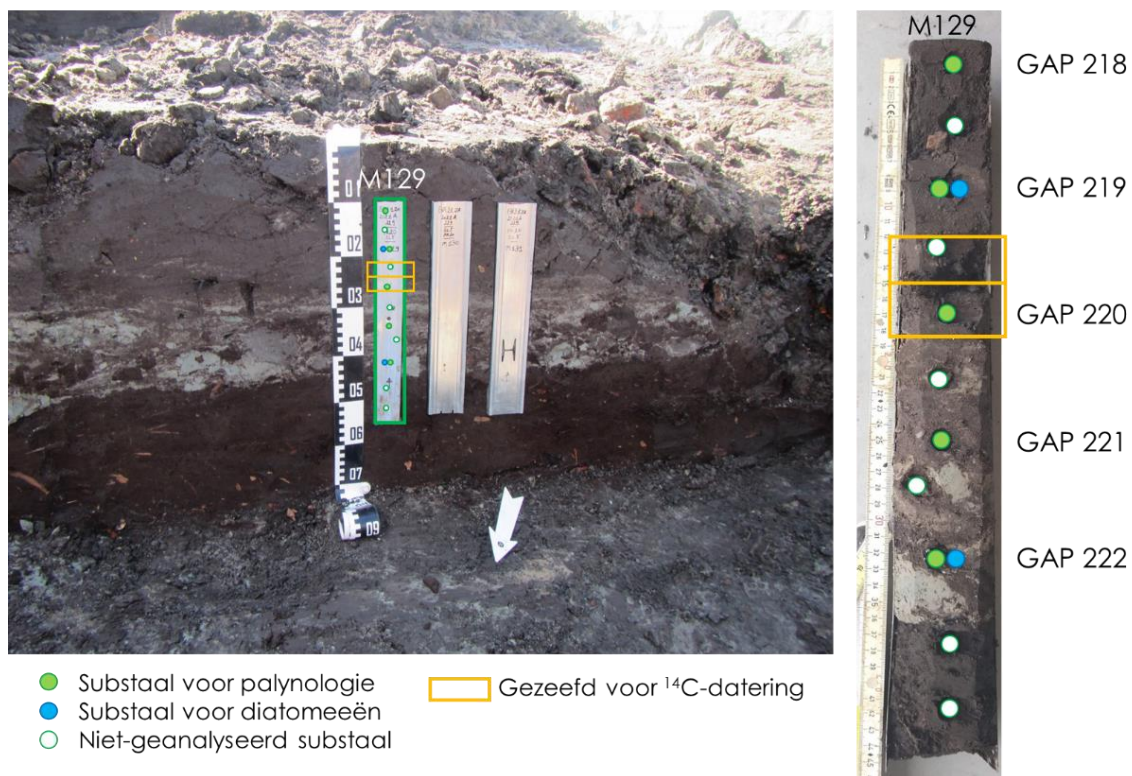
Figuur 1: Kaart (D. Verwerft) met locatie van de staalnames.

In **profiel 19** wordt een ca. 80 m dikke veenlaag aangesneden. Uit dit profiel werden in totaal 20 substalen genomen voor palynologisch onderzoek, met tussenafstanden van 4 cm (Figuur 2). Daarvan werden binnen het veenpakket 9 substalen geselecteerd voor onderzoek, zodat een resolutie van 8 cm bereikt wordt (Figuur 2, Tabel 1). Diatomeeën zijn doorgaans niet bewaard in veen, dus er werden geen diatomeeënstalen genomen in dit profiel. Verder werden uit parallelle pollenbakken stalen van 2 cm dikte gesneden om materiaal voor ^{14}C -datering uit te verzamelen (Figuur 2, Tabel 1). Het gaat om reeksen van drie opeenvolgende intervallen van 2 cm in vier zones, namelijk basis, midden en top van het veen en aanvullend een zone op ca. 20 cm van de basis, omdat de basis van het veen vaak geen dateerbaar materiaal oplevert.

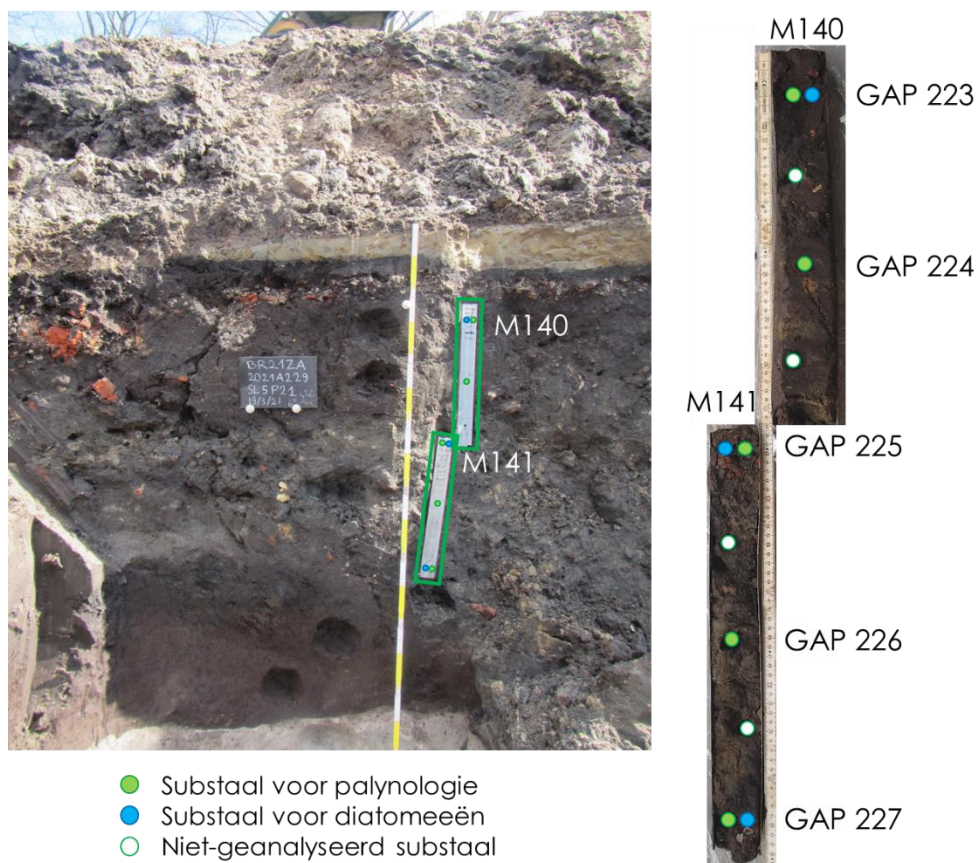
In **profiel 20** zien we boven het veenpakket – dat correleert met het pakket uit profiel 19 – een klastisch pakket, met onderaan zand en bovenaan sterk humeuze klei (Figuur 3). Dit klastisch pakket wordt geïnterpreteerd als afzettingen in een zone die in gebruik was als bleekweide. De overgrote meerderheid van de vondsten uit deze laag dateert uit de late middeleeuwen: 1200-1350 n. Chr. (pers. comm. D. Verwerft). In totaal werden hier 11 substalen voor palynologisch onderzoek genomen. Daarvan zijn 2 substalen uit de zandlaag en 3 substalen uit de kleilaag geselecteerd voor palynologisch onderzoek, zodat ook hier een resolutie van 8 cm bereikt wordt (Figuur 3, Tabel 1). Daarnaast is uit elk van beide lagen één niveau bemonsterd voor diatomeeënonderzoek (Figuur 3, Tabel 1). In een parallelle pollenbak werd een reeks van drie stalen van 2 cm genomen voor ^{14}C -datering (Figuur 3, Tabel 1).



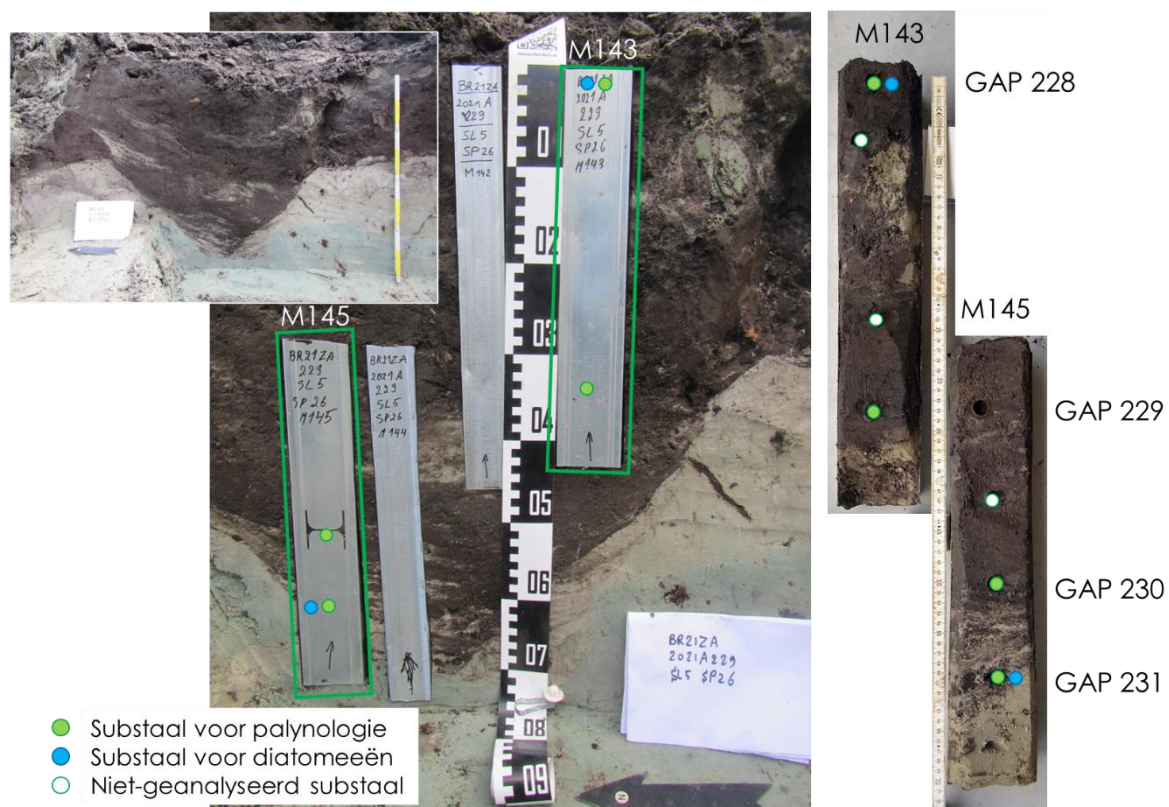
Figuur 2: Sleuf 5 - Profiel 19 met positie van pollenbakken M125 en M127 en de negen geanalyseerde substalen.



Figuur 3: Sleuf 5 - Profiel 20 met positie van pollenbak M129 en de vijf geanalyseerde substalen.



Figuur 4: Sleuf 5 - Profiel 21 met positie van pollenbakken M140 en M141 en de geanalyseerde substalen.



Figuur 5: Sleuf 5 – Spoor 26 met positie van pollenbakken M143 en M145 en de vier geanalyseerde substalen.

Spoor 26 is de opvulling van een geul of gracht met organisch materiaal en zandige intervallen (Figuur 5). Er werden in totaal 7 niveaus bemonsterd, waarvan er 4 zijn gebruikt voor pollenanalyse, namelijk in de zandige basis en in de basis, het midden en de top van de organische vulling (Figuur 5, Tabel 1). De zandige basis en de top van de vulling zijn bovendien bemonsterd voor diatomeeënanalyse (Figuur 5, Tabel 1). Hier zijn geen ^{14}C -stalen genomen.

In **profiel 21** bevindt zich een afvalpakket van ruim een meter dik (Figuur 4). Het gaat om een laag die aardewerk bevat uit de periode 1225-1550 en die na 1550 gestort op de site gestort is (pers. comm. D. Verwerft). Hier werden in totaal 9 substalen genomen, waarvan er 5 geselecteerd werden voor palynologisch onderzoek (Figuur 4, Tabel 1). Op drie niveaus (basis, midden en top) werd naast een pollenstaal ook een substaal voor diatomeeën genomen (Figuur 4, Tabel 1). Hier is geen poging tot ^{14}C -datering ondernomen omdat op basis van aardewerk vastgesteld werd dat het pakket geen duidelijke chronologie vertoont in de opeenvolgende lagen.

Tabel 1: Substalen voor analyse van diatomeeën, pollen en botanische macroresten.

Brugge-'t Zand		diatomeeën			pollen			14C-datering	
Profiel/ spoor	Type context	Staal	Residu- nummers	Diepte	Staal	Residu- nummers	Diepte	Staal	Diepte
PR21	Afvalpakket	M140	GAD 016	5 cm	M140	GAP 223 GAP 224	5 cm 25 cm	-	-
		M141	GAD 017	45 cm	M141	GAP 225 GAP 226	45 cm 65 cm		
			GAD 018	85 cm		GAP 227	85 cm		
S26	Geul/gracht	M143	GAD 019	1 cm	M143	GAP 228 GAP 229	1 cm 33 cm	-	-
		M145	GAD 020	59 cm	M145	GAP 230 GAP 231	50 cm 59 cm		
PR20	Bleekweide	M129	GAD 014 GAD 015	9 cm 32 cm	M129	GAP 218 GAP 219 GAP 220 GAP 221 GAP 222	1 cm 9 cm 17 cm 25 cm 32 cm	M129	12-15 cm 15-18,5 cm
PR19	Veenpakket	-	-	-	M125	GAP 205 GAP 232 GAP 206 GAP 233 GAP 207	10 cm 18 cm 26 cm 34 cm 42 cm	M125	23-26 cm 26-29 cm 29-32 cm 37,5-41 cm 41-44,5 cm
		-	-	-	M127	GAP 235 GAP 208 GAP 236 GAP 209	50 cm 58 cm 66 cm 73 cm	M127 M128	41-45 cm 45-48 cm 48-51 cm 58-60 cm 60-62 cm 62-64 cm 72-74 cm 74-76 cm 76-78 cm

3 METHODE

3.1 Methode diatomeeënonderzoek

De substalen voor diatomeeënanalyse werden in het labo voor Paleontologie van de Universiteit Gent geprepareerd. Van elk substaal is ongeveer 0,1 g sediment behandeld met H₂O₂ en HCl, respectievelijk om organisch materiaal en kalk te verwijderen. Uit de resterende fractie is grof zand afgescheiden bij het afgieten. Een deel van de klei werd afgegoten door flocculatie onder invloed van een ammoniakoplossing.

Het residu is ingebed in Naphrax en onder een lichtmicroscop met fasecontrast bestudeerd bij een vergroting van 1000 maal. Voor et assessment werd van elk staal de haalbaarheid van analyse ingeschat op basis van de hoeveelheid aanwezige diatomeeën in het preparaat. Daarnaast werden – indien mogelijk – de meest voorkomende taxa gefotografeerd en minstens tot op genus-niveau gedetermineerd om reeds een eerste zicht te krijgen op de inhoud.

Voor de diatomeeënanalyses werden uit elk preparaat minstens 300 schaalpjes gedetermineerd. De identificaties zijn vooral gebaseerd op Krammer and Lange-Bertalot (2008). Enkel volledige schaalpjes of schaalpjes met een duidelijk identificeerbaar uiteinde of centrum werden meegeteld. Voor de vertaling naar ecologische omstandigheden is gebruik gemaakt van een lijst met ecologische kenmerken voor diatomeeën uit holocene afzettingen in de westelijke Belgische kustvlakte (Denys 1991).

3.2 Methode palynologisch onderzoek

De geselecteerde substalen werden in het labo voor Paleontologie van de Universiteit Gent behandeld volgens de standaardprocedure voor pollenpreparatie (Moore et al. 1991), inclusief acetolyse en oplossing in waterstoffluoride. Tijdens de preparatie werd aan ieder monster een gekende hoeveelheid *Lycopodium*-sporen toegevoegd om na telling de pollenconcentratie voor ieder geanalyseerd niveau te kunnen inschatten.

Van de residu's werden microscoppreparaten gemaakt, dat bekeken werd onder een lichtmicroscop op 400x vergroting. Voor het assessment werd de **pollenconcentratie** ingeschat op basis van de verhouding pollen/*Lycopodium*-sporen. De **kwaliteit van bewaring** werd geëvalueerd door een steekproef van 10 korrels te scoren op een schaal van 1 (zeer slecht) tot 5 (uitstekend) en hiervan het gemiddelde te berekenen. Op basis van deze scores wordt een inschatting gemaakt van de **haalbaarheid** van analyse.

Vervolgens laat een beperkte telling toe om de frequentie van de **voornaamste groepen** in te schatten (boompollen, kruidenpollen, pollen van waterplanten, plantensporen, schimmelsporen en houtskool) en eventuele **dominante taxa** te identificeren. Deze waarnemingen worden weergegeven in tabelvorm.

Voor de pollenanalyses werden alle palynomorfen, inclusief pollen, sporen en non-pollen palynomorfen (Moore et al. 1991; Beug 2004; Shumilovskikh 2020) geteld, tot een totaal van 400 pollenkorrels bereikt werd. De getelde taxa (pollen, sporen, non-pollen palynomorfen) worden uitgedrukt als percentage van de pollensom, i.e. alle pollenkorrels van niet-aquatische planten (**AP**: *arboreal pollen* of stuifmeel van bomen en struiken & **NAP**: *non-arboreal pollen* of stuifmeel van kruiden). Verder werd de **pollenconcentratie** berekend op basis van het aantal getelde *Lycopodium*-sporen. Deze gegevens (percentages, concentratie, bewaring) worden voorgesteld in een **pollendiagram** met behulp van TILIA software (Grimm 2015).

3.3 Methode ¹⁴C-datering

Voor ¹⁴C-datering werden enkel botanische macroresten van bovengrondse delen van terrestrische planten gebruikt omdat deze geen fotosynthese in het water vertonen. Daartoe werden de ¹⁴C-stalen (Tabel 1) gezeefd met kraantjeswater onder lage druk op zeven van 2 mm en 0,5 mm. Het achtergebleven materiaal van beide zeven is verder onder binoculair bekeken: dit van 2 mm met 8 x vergroting en dit van 0,5 mm met 10 x vergroting. Herkenbare, botanische macroresten werden uitgeraapt en het aantal exemplaren van geschikte taxa werd per monster genoteerd. Op basis hiervan werd een inschatting gemaakt van de geschiktheid voor datering van het betreffende staal.

Er werd per reeks telkens gestart met één staal van de drie opeenvolgende ¹⁴C-stalen. Indien dit voldoende dateerbaar materiaal bevatte, werden de andere twee stalen niet gezeefd. Enkel indien het eerste staal niet volstond, werden het tweede en/of het derde ¹⁴C-staal van een reeks gezeefd.

Het dateerbaar materiaal werd ingediend bij het KIK voor AMS ¹⁴C-datering.

4 RESULTATEN ASSESSMENT

4.1 Diatomeeën assessment

De diatomeeënpreparaten uit de afzettingen in profiel 20 (bleekweide) en spoor 26 (geul/gracht) bevatten veel diatomeeën en zijn geschikt voor analyse. Hierbij valt op dat de taxa binnen één spoor/profiel onderling sterk op elkaar gelijken, maar dat er tussen de verschillende sequenties grote verschillen zijn in dominante taxa.

In profiel 21 bevatten de onderste twee niveaus weinig tot nauwelijks diatomeeën, die dan ook nog eens meestal gebroken zijn. Het bovenste niveau bevat wel meer dan voldoende schaaltsjes voor analyse.

Op basis van het assessment adviseren we dus verdere diatomeeënanalyse van vijf van de zeven stalen (cf. 5.1).

Tabel 2: Concentratie en ruwe samenstelling van de pollenspectra.

Profiel/ spoor	Type context	Staal	Residu- nummers	Diepte	Geschatte concentratie	Dominante taxa	Advies analyse
PR21	Afvallaag	M140	GAD 016	5 cm	veel diatomeeën	<i>Gomphonema</i> sp., <i>Epihemia adnata</i> , <i>Planothidium lanceolatum</i> , <i>Fragilaria</i> sp., <i>Cyclotella</i> sp.	ja
		M141	GAD 017	45 cm	nauwelijks diatomeeën		nee
			GAD 018	85 cm	weinig diatomeeën (vooral brokstukken)		nee
S26	Geul/gracht	M143	GAD 019	1 cm	veel diatomeeën	<i>Navicula veneta</i> , <i>Mayamaea</i> <i>permitis</i> , <i>Lemnicola hungarica</i> , <i>Cocconeis placentula</i> , <i>Fragilaria</i> sp.	ja
		M145	GAD 020	59 cm	veel diatomeeën		ja
PR20	Bleekweide	M129	GAD 014	9 cm	veel diatomeeën	<i>Planothidium lanceolatum</i> , <i>Fragilaria</i> sp., <i>Stauroneis</i> sp., <i>Eunotia</i> sp.	ja
			GAD 015	32 cm	veel diatomeeën		ja

4.2 Palynologisch assessment

Van de 23 pollenstalen werden alleen deze uit de middeleeuwse sporen onderworpen aan assessment. De veenlaag wordt verondersteld voldoende pollen te bevatten, waardoor voor de 9 stalen uit profiel 19 meteen overgegaan werd tot analyse.

In de sedimenten in profiel 20 zijn hoge concentraties pollen aanwezig (Tabel 3), zowel in de zandlaag als in de humeuze kleilaag. De bewaring is er matig tot eerder slecht, maar wel voldoende voor analyse. In de zandlaag lijkt het boompollen belangrijker. Naar boven toe neemt het NAP de bovenhand en zien we hogere concentraties NPP's en houtskoolfragmenten. Ondanks deze variaties blijven *Alnus* (els) en Poaceae (grassenfamilie) steeds de belangrijkste taxa. Cerealia zijn steeds aanwezig en zijn in de top zelfs één van de dominante taxa.

In de opvulling van spoor 26 zien we onderaan lage concentraties, maar (zeer) goede bewaring. In de meer organische niveaus van de opvulling wordt de concentratie hoger, maar de bewaring iets minder (Tabel 3). Alle substalen zijn analyseerbaar. Het NAP is meestal (veel) belangrijker dan het AP, met een dominantie van Poaceae. Bij de cultuurgewassen zijn Cerealia steeds belangrijk. De houtskoolconcentratie is zeer hoog, behalve in de zandige basis.

In het afvalpakket in profiel 21 zijn de pollenconcentratie en bewaringskwaliteit zeer wisselend (Tabel 3). Toch worden alle preparaten analyseerbaar geacht. Ook qua pollenspectra zien we hier wat meer variatie dan in de andere sporen. Cultuurgewassen werden bij deze beperkte telling niet in alle niveaus aangetroffen.

Op basis van het palynologisch assessment adviseren we dus analyse van alle onderzochte pollenstalen uit middeleeuwse sporen (cf. 5.2).

Tabel 3: Concentratie, kwaliteit van bewaring en ruwe samenstelling van de pollenspectra.

Profiel/spoor	Type afzetting	Pollenbak	Diepte (cm)	Residunummer	Geschatte concentratie	Geschatte bewaring	AP	NAP	sporen	schimmelsporen	ander NPP's	HK	sediment	OM	Dominante taxa	Cultuur-gewassen
PR21	Afval-laag	M 140	5	GAP 223	laag	eerder slecht	+	+++	+	+	+	++	+	++	Poaceae, <i>Alnus</i> , Cerealia	Cerealia
			25	GAP 224	matig	matig	++	++	0	+	+	+++	++	+	<i>Alnus</i> , Poaceae	Cerealia
			45	GAP 225	hoog	eerder slecht	++++	+	+	+	+	++	+++	+	<i>Alnus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Corylus</i>	-
			65	GAP 226	hoog	goed	++	+++	+	+	+	+++	+++	+	Poaceae, <i>Alnus</i>	Cerealia, Cannabaceae
			85	GAP 227	laag	matig	++	+++	+	+	+	++	+++	+	Poaceae, <i>Alnus</i>	-
SP26	Geul/gracht	M 143	1	GAP 228	hoog	matig	++	++	+	+	+	++++	+++	++	Poaceae, <i>Alnus</i>	Cerealia
			33	GAP 229	hoog	goed	+	++++	+	+	+	+++	++	+++	Poaceae, Cerealia	Cerealia
			50	GAP 230	laag	goed	+	+++	++	+	+	+++	++	+++	Poaceae, Cerealia	Cerealia
			59	GAP 231	laag	zeer goed	+	+++	++	0	+	+	+++	+++	Poaceae, Cerealia	Cerealia
PR20	Bleek-weide	M 129	1	GAP 218	matig	matig	++	+++	++	+++	++	+++	+++	+	<i>Alnus</i> , Cerealia, Poaceae	Cerealia
			9	GAP 219	hoog	matig	++	++	+	++	+	+++	+++	+	<i>Alnus</i> , Poaceae	Cerealia
			17	GAP 220	hoog	eerder slecht	++	++	+	+	+	+++	+++	+	<i>Alnus</i> , Poaceae	Cerealia
			25	GAP 221	hoog	eerder slecht	+++	+	+	+	+	+	+++	++	<i>Alnus</i> , Poaceae, <i>Quercus</i>	Cerealia
			32	GAP 222	hoog	matig	+++	++	+	+	+	+	+++	++	<i>Alnus</i> , Poaceae	Cerealia

4.3 Assessment van geschiktheid voor ¹⁴C-datering

In profiel 19 werd geprobeerd een datering te verkrijgen van de basis, het midden en de top van de veenlaag. Assessment wijst echter uit dat de **basis van het veen** (3 stalen van 2 cm dik, tussen 72 en 78 cm diepte in M128) zeer arm is aan herkenbare macroresten (Tabel 4) en hoofdzakelijk bestaat uit wortels. Dit komt veel voor bij een veen met een geleidelijke vernatting. Omdat datering van de basis van het veen op basis van zaden of vruchten niet mogelijk bleek en datering op een bulkstaal omwille van de vele wortels afwijkend resultaat zou geven, werd ca. 20 cm hogerop gezocht naar herkenbare macroresten. Ook de drie stalen tussen 58 en 64 cm in M128 diepte leverden echter nauwelijks macroresten op (Tabel 4).

Het **middengedeelte** bevat voldoende materiaal in het staal op 48-51 cm diepte. Dit wordt geselecteerd voor datering (RICH-31706). Als vruchten van houtig gewas is er *Myrica gale* (gagel). Ook bovenaan het middengedeelte zijn er voldoende geschikte resten voor datering. Hier wordt getracht een datering te bekomen met materiaal uit het staal op 37,5-41 cm (RICH-31705), eventueel aan te vullen met materiaal uit het onderliggende staal (41-44,5 cm). De tussenliggende stalen uit deze reeks zijn niet uitgezeefd omdat er reeds voldoende materiaal verzameld werd.

De **top van het veen** bevat opnieuw onvoldoende materiaal. De slechte staat van het staal tussen 29 en 32 cm diepte in een indicatie dat hogerop ook geen dateerbaar materiaal verwacht moet worden. Dit werd dus niet verder uitgezeefd.

In profiel 20 is de **basis van de kleilaag**, die geïnterpreteerd wordt als afzetting in een bleekweide, bemonsterd. Het staal op 15-18,5 cm diepte bevat mogelijk voldoende materiaal voor datering (RICH-31704) en kan eventueel aangevuld worden met materiaal uit het bovenliggende staal (12-15 cm). Het zijn vooral soorten van ondiep, 's zomers droogvallend substraat.

Tabel 4: Geschikte macroresten voor ¹⁴C-datering (exemplaren van *Ranunculus* subgenus *Batrachium* worden niet geselecteerd omdat het hier om waterplanten gaat).

Sleuf/ profiel	Staal	Te dateren afzetting	Diepte (cm)	Alismataceae	Brassica/Sinapis	Caex cf. paniculata	Carex sp. (Δ)	Eleocharis pal. s.l.	Glyceria fluitans	Knop	Lamium album	Lychnis flos-cuculi	Lycopus europaeus	Mentha aquat./arv.	Myrica gale	Ranunculus flammula	Ranunculus sceleratus	Ranunculus subg. Bat.	Reseda luteola	Rubus sp.	Rubus fruticosus	Urtica dioica	Indeterminata	Geschiedt voor 14C- datering?	Labonr. KIK (RICH-)
SL5- PR20	M129	Humeuze kleilaag	12-15 15-18,5	1 1					1		3/1		1			2			1				1	niet misschien	reserve 31704
SL5- PR19	M125	Top veen	23-26	niet bekeken																					
			26-29	niet bekeken																					
			29-32												1						1	niet			
	M127	Midden veen	37,5-41	3			3	2													1			misschien	31705
			41-44,5	1		4	3	3				1	1	1	4	6	1		-/1				ja	reserve	
			41-45	niet bekeken																					
			45-48	niet bekeken																					
			48-51	3		4				1				1	7	4	2		-/3				ja	31706	
	M128	20 cm boven basis	58-60																		1			niet	
			60-62																				niet		
			62-64																				niet		
		Basis veen	72-74					1														2		niet	
			74-76																					niet	
			76-78																			1		niet	

5 RESULTATEN ANALYSE

5.1 Diatomeeënanalyse

De resultaten van de diatomeeënanalyses van de middeleeuwse afzettingen zijn weergegeven als procentueel diagram met alle taxa in Figuur 6. In Figuur 7 worden de ecologische voorkeuren volgens de code van Denys (1991) procentueel voorgesteld. De ruwe telgegevens zijn te vinden in bijlage 1.

5.1.1 Diatomeeënspectra (Figuur 6)

▪ Profiel 20

In de onderzochte stalen uit de zandlaag en de humeuze kleilaag in PR20 is de variatie vrij groot, met ruim 40 verschillende taxa per staal, waarvan er 34 in beide stalen voorkomen. Beide stalen vertonen dus gelijkaardige spectra, maar de verhoudingen verschillen licht. De dominante taxa zijn ***Pseudostaurosira brevistriata*** (vooral onderaan, 16%) en ***Planothidium lanceolatum*** (vooral bovenaan, 23%). In de basis komen daarnaast ook *Diploneis oblongella*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Eunotia bilunaris*, *Eunotia minor*, *Gomphonema micropus*, *Gomphonema* spp. en *Tabularia fasciculata* voor met meer dan 3%. In het bovenste niveau bereiken *Navicula veneta*, *Sellaphora nigri*, *Stauroneis krieri*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Eunotia bilunaris*, *Eunotia minor* en *Gomphonema* spp. minstens 3%. De overige taxa komen slechts met lage percentages voor.

▪ Spoor 26

Ook in de vulling van spoor 26 is de variatie groot met ca. 40 taxa per niveau, waarvan een groot deel (26 taxa) in beide onderzochte niveaus voorkomt. In de basis zien we **geen sterke dominantie** van één taxon. De meest voorkomende taxa (tussen 5 en 10%) zijn *Navicula cryptocephala*, *Sellaphora nigri*, *Stauroneis thermicola*, *Nitzschia palea*, *Pseudostaurosira brevistriata* en *Gomphonema* spp. In de top zijn er wel enkele taxa die er procentueel duidelijk bovenuit steken. Het gaat om ***Planothidium lanceolatum*** (19%) en ***Cocconeis placentula* var. *euglypta*** (15%). Verder zijn ook *Sellaphora nigri*, *Sellaphora seminulum* en *Gomphonema micropus* frequent aanwezig (tussen 5 en 10%). De overige taxa komen slechts met lage percentages voor.

▪ Profiel 21

In het staal uit profiel 21 is de taxonomische variatie het grootst van alle onderzochte stalen (48 taxa). Er is geen overwicht van één bepaald taxon. Enkel ***Cocconeis placentula* var. *euglypta*** (12%) bereikt meer dan 10%. Daarnaast komen *Pinnularia viridis*, *Nitzschia amphibia*, *Planothidium lanceolatum*, *Placoneis cuneata* en *Diploneis oblongella* met percentages tussen 5 en 10%. De overige taxa komen slechts met lage percentages voor.





5.1.2 Interpretatie aquatisch milieu

▪ **ZOUTGEHALTE: ZOUT VS. ZOET** (Figuur 7-1)

Voor alle onderzochte niveaus geldt dat de diatomeeënspectra voornamelijk bestaan uit **zoetwatertaxa**. Toch werden vooral in de kleilaag van PR20, maar ook in de vulling van S26 enkele schaalpjes van **zoutwatersoorten** gevonden. Deze soorten moeten niet geïnterpreteerd worden als een indicatie van lokale brakke of zoute omstandigheden. Het gaat om types die in volle zee of langs stranden leven en dus op één of andere manier aangevoerd moeten zijn, vermoedelijk door toedoen van mensen of dieren. De kans dat de schaalpjes op natuurlijke manier zijn aangevoerd, door een (onrechtstreekse) verbinding met zeewater, is klein, want dan zou men ook brakwatertaxa verwachten.

▪ **LEVENSFORM: BODEMBEWONEND VS. PLANKTONISCH** (Figuur 7-2) **EN DROOGTETOLERANTIE** (Figuur 7-3)

Binnen de groep zoetwaterdiatomeeën overheersen de bodembewonende taxa (benthisch (= los op de bodem) en/of epontisch (=vastgehecht op de bodem)). Strikt **planktonische** diatomeeën zijn beperkt tot enkele schaalpjes van *Aulacoseira* spp. in de zandlaag in PR20 en ca. 5% *Stephanodiscus hantzschii* in de top van SP26 en in PR21. **Tychoplanktonische** diatomeeën (= soorten die een deel van hun levenscyclus als plankton doorbrengen en een ander deel op de bodem) zijn zeer beperkt aanwezig (max 2%). De meeste van deze planktonische vormen wijzen op strikt aquatische omstandigheden, zoals een **permanent onder water** staande kuil, gracht, plas, beek... Aangezien plankton makkelijk met water meegevoerd kan worden, is het goed denkbaar dat ook deze schaalpjes aangevoerd zijn (bijv. door overstroming, stromend water in gracht).

De **bodembewonende** taxa, die in alle onderzochte niveaus domineren, vormen zeer waarschijnlijk de lokale diatomeeënfloora en zijn dus vermoedelijk het meest indicatief voor het lokale milieu op de site. In alle onderzochte niveaus gaat het om taxa die in natte omstandigheden kunnen leven, maar ook periodes met **blootstelling aan de lucht** kunnen verdragen ('subaerial' in Figuur 7-3). De meeste taxa hebben nog steeds natte of vochtige omstandigheden nodig, maar enkele taxa wijzen op vrij droge bodems, vooral in de zandige basis van de geul/gracht. Het feit dat de lokale diatomeeënfloora in alle onderzochte sporen wijst op een vrij hoge droogtetolerantie, wijst erop dat zowel in de bleekweide als in de geul/gracht en het afvalpakket gedurende een groot deel van het jaar natte tot vochtige omstandigheden heersten, maar dat het waterniveau wellicht in het droge seizoen onder het oppervlak kon zakken.

▪ **STROMING: STROMEND VS. STILSTAAND WATER** (Figuur 7-4)

Alle aangetroffen zoetwaterdiatomeeën zijn onverschillig voor stroming. De diatomeeënspectra geven hier dus geen verdere informatie over de aanwezigheid van strikt stilstaand water of aanvoer van stromend water.

▪ **pH CLASSIFICATIE: LAGE ZUURTEGRAAD (BASISCH=ALKALISCH) VS. HOGE ZUURTEGRAAD (ACIDISCH)** (Figuur 7-5)

De indicaties voor zuurtegraad, voedselrijkdom (anorganische vervuiling), saprobie (organische vervuiling) en zuurstofgehalte lopen uiteen. Over het algemeen overheersen taxa die zich aan de basische kant van het spectrum bevinden (**lage zuurtegraad**) (Figuur 7-5). Ook de eerder zuurminnende *Eunotia minor* komt frequent voor, maar deze soort lijkt een vrij brede pH-tolerantie te hebben (vb: Ortiz-Lerín and Cambra 2007).

▪ **TROFISCHE OMSTANDIGHEDEN: VOEDSELRIJK (EUTROOF) VS. VOEDSELARM (OLIGOTROOF)** (Figuur 7-6)

Wat betreft voedselrijkdom zien we dat de overgrote meerderheid van de aangetroffen diatomeeën **eutrofe** (tot mesotrofe) **omstandigheden** verkiest (Figuur 7-6). *Pinnularia microstauron* (aanwezig in alle sporen) en *Stauroneis thermicola* (vooral in de basis van de geul/gracht) wijzen volgens de code van Denys (1991) op oligotrofe omstandigheden. Volgens de code van Van Dam hebben beide taxa echter een bredere tolerantie voor voedselrijkdom (oligo- to eutraphentic, Van Dam et al. 1994).

▪ **SAPROBIE: LAAG (OLIGOSAPROOB) VS. HOOG (POLYSAPROOB) GEHALTE ORGANISCHE STOFFEN** (Figuur 7-7)

De tolerantie voor **organische verontreiniging (saprobie)** loopt uiteen van saproxeen (leeft alleen in zuiver water) tot polysaproob (verdraagt hoge gehalten aan organische stoffen) (Figuur 7-7). Deze classificatie moet gelezen worden als een maximum getolereerd gehalte organische stof, niet als een voorkeur voor bepaalde gehalten. De klassen die wijzen op de laagste vervuiling mogen dus geïnterpreteerd worden als een indicatie voor de lokale omstandigheden. Verontreiniging staat hier trouwens niet noodzakelijk voor menselijke vervuiling, maar kan ook voortkomen uit natuurlijke processen. In de opvulling van de geul/gracht zien we in de zandige basis een voorkeur voor **geen organische verontreiniging** (saproxeen), wat wijst op aanvankelijk vrij zuiver water. Verderop in de opvulling zien we vooral taxa die minstens **mesosaprobe omstandigheden** verdragen. Dit komt overeen met de organische natuur van de opvulling. In profiel 20 en 21 wijst het voorkomen van soorten met een maximum tolerantie voor oligosaprobe omstandigheden op eerder **beperkt gehalte aan organische stoffen**. Deze vaststellingen tonen aan dat een intensief gebruik als grasweide voor vee zeer onwaarschijnlijk is.

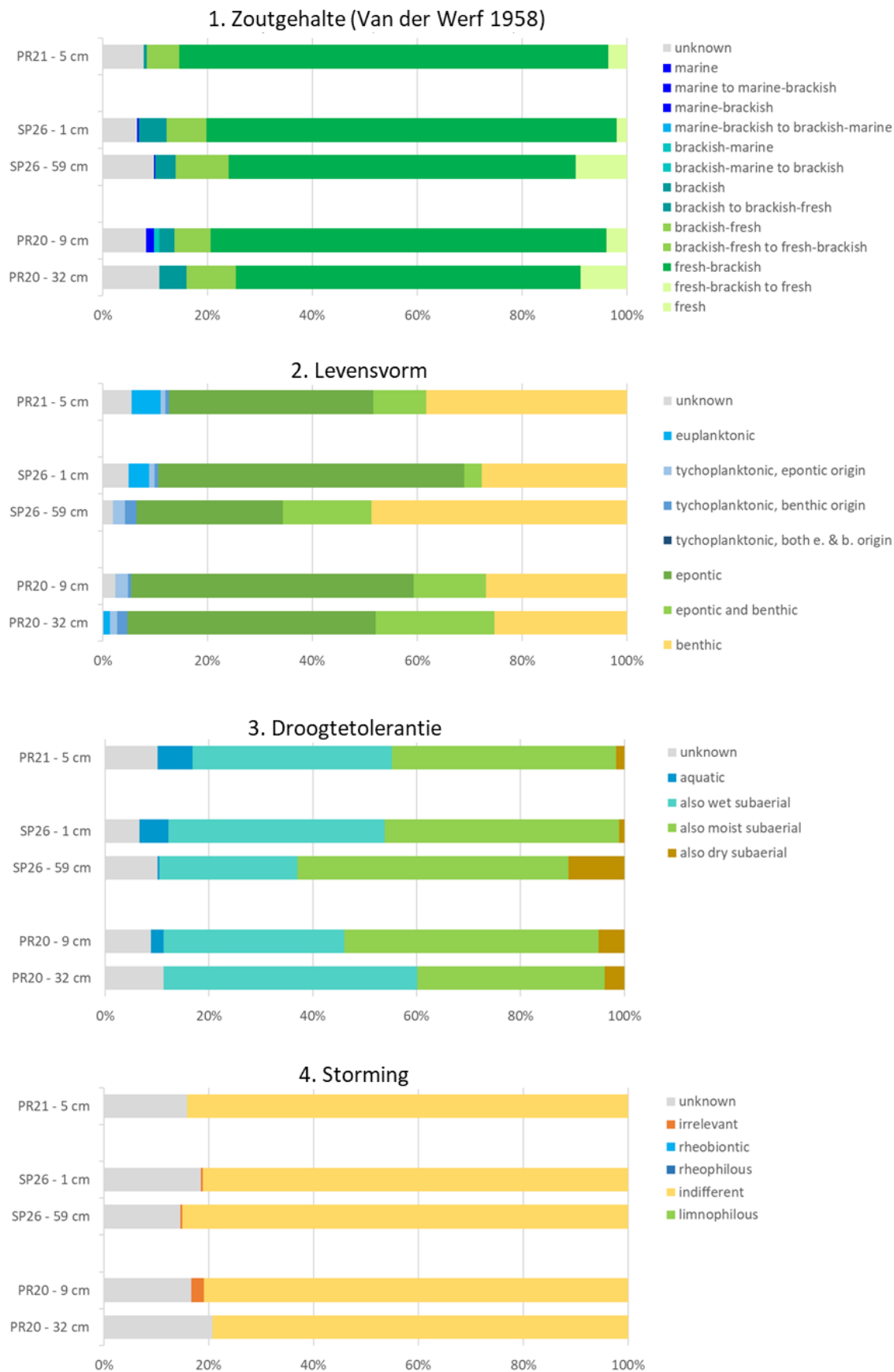
▪ **ZUURSTOFBEHOEFTE** (Figuur 7-8)

De spectra bevatten een mengeling van taxa met hoge, matige en lage zuurstofbehoefte. Aangezien soorten met lage zuurstofbehoefte ook in water met hoog zuurstofgehalte kunnen voorkomen, maar niet omgekeerd, kunnen we besluiten dat het in alle sporen om redelijk zuurstofrijk water gaat.

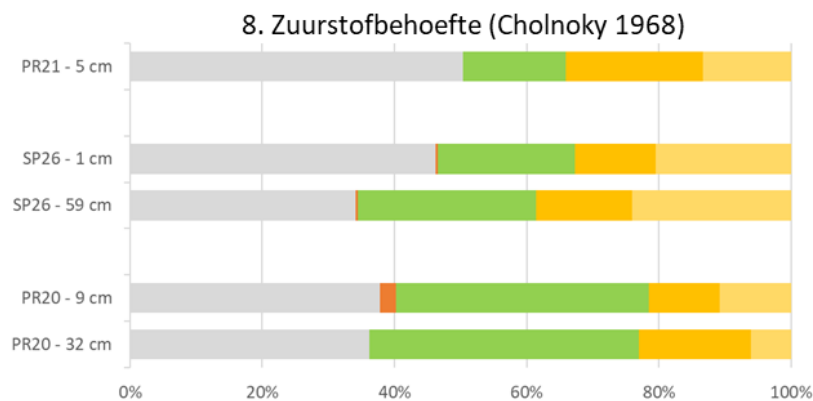
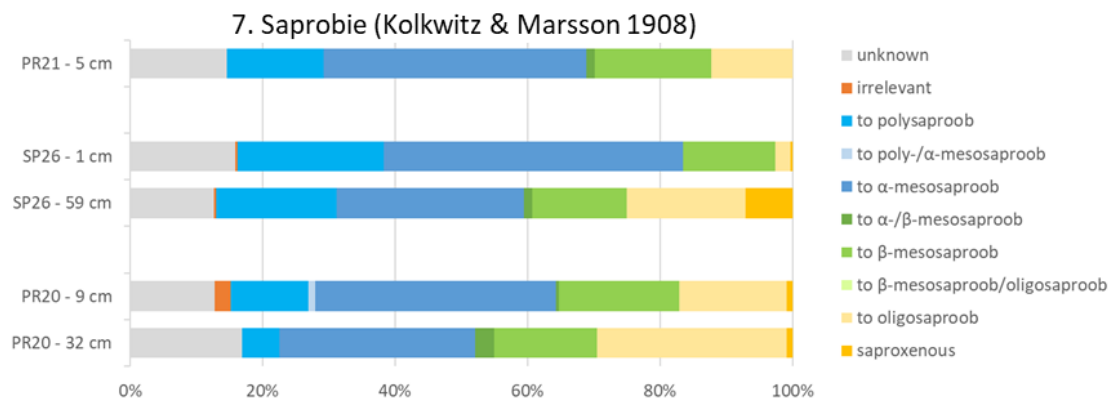
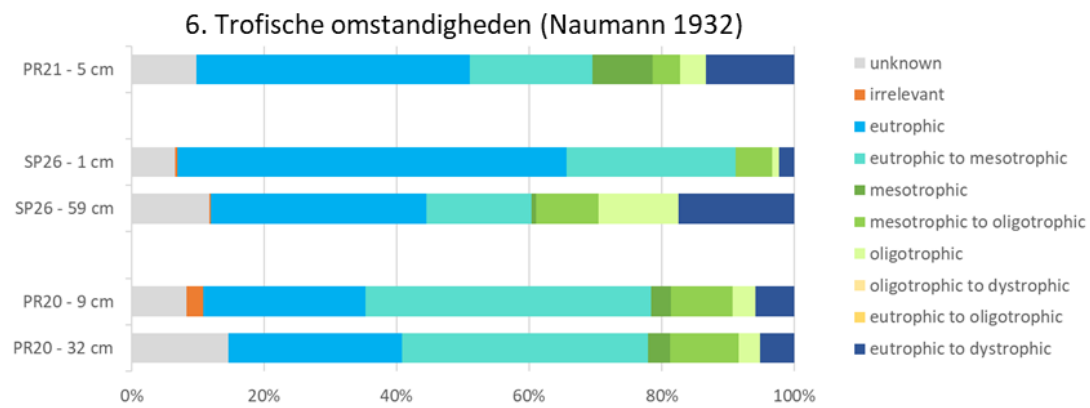
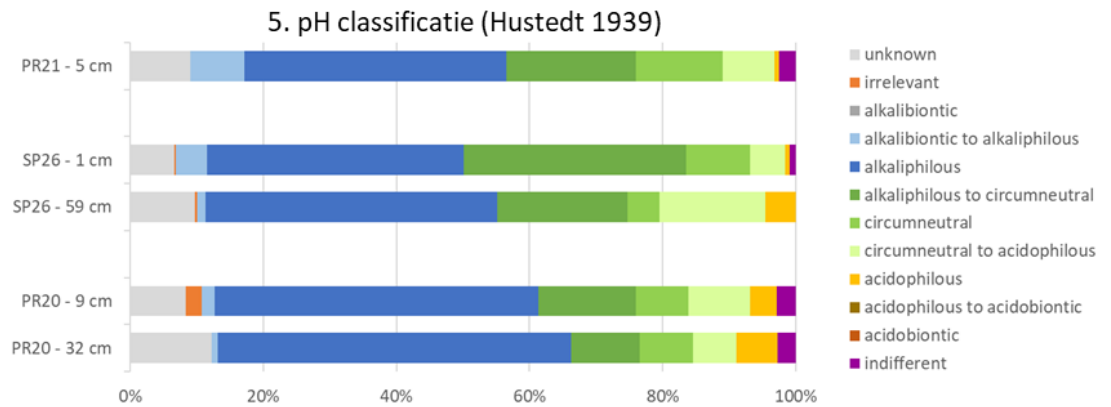
▪ **SAMENVATTING DIATOMEËN**

Het diatomeeënonderzoek toont aan dat de bestudeerde zone tijdens de middeleeuwen een natte tot drassige zone was, die tijdens nattere periodes van het jaar blank stond en tijdens drogere periodes tijdelijk droog viel. Het water was zoet, redelijk voedselrijk en neutraal tot alkalisch. Deze eigenschappen komen overeen met een zone die onder invloed staat van het grondwater. De wisselende waterstanden waren het gevolg van de grondwatertafel die met de seizoenen schommelde en in deze zone regelmatig boven het maaiveld kwam. Verder tonen de diatomeeën aan dat het water eerder zuurstofrijk was en een beperkt gehalte aan organische stof bevatte. Dit komt overeen met een vegetatie-rijke zone die niet intensief als grasland werd gebruikt.

De enkele schaalpjes van soorten die wijzen op zout water en/of permanent open water (cf. planktonische soorten) worden beschouwd als aangevoerd – door de mens of op natuurlijke manier.



Figuur 7: Procentueel aandeel van diatomeeën in verschillende categorieën van ecologische voorkeuren (volgens code Denys 1991). Deel 1: levensvorm, zoutgehalte, droogtetolerantie, storming.



Figuur 7 (vervolg): zuurtegraad, trofie, saprobie en zuurstofbehoefte.

5.2 Palynologische analyse

5.2.1 Profiel 19

Binnen het pollendiagram van profiel 19 (Figuur 8) herkennen we drie biozones op basis van de pollensamenstelling: Z19-1 t.e.m. Z19-3. Met het blote oog zijn de grenzen tussen deze biozones niet te herkennen in de lithologie.

In de beschrijving van de pollenspectra en in het pollendiagram worden de botanische namen gebruikt. Voor de Nederlandse vertaling verwijzen we naar de tabel met ruwe telgegevens in bijlage 2.

BIOZONE Z19-1

Zone Z19-1 omvat de drie onderste pollenspectra, tussen 54 cm diepte en de basis van het veen op 76 cm diepte.

Met een score van 2 tot 2,3 op een schaal van 1 tot 5 is de bewaring in deze zone eerder slecht. Het is dus mogelijk dat de meer robuuste en beter herkenbare pollentypes oververtegenwoordigd zijn en dat het oorspronkelijke pollenspectrum in dit veen meer variatie kende dan wat er nu nog van overblijft. Toch is een telling mogelijk en valt de samenstelling niet louter op basis van differentiële bewaring te verklaren. De concentraties van pollen (< 200 korrels per mm³) en houtskool (50 à 70 fragmenten per mm³) zijn eerder laag.

▪ Pollenspectra

Kenmerkend voor deze zone is het zeer hoge AP-percentages: de pollensom bestaat voor meer dan 90% uit pollen van bomen en struiken. *Tilia*, *Pinus* en *Corylus* zijn de dominante pollentypes (20-40%). In de basis is vooral het percentage van *Tilia* zeer hoog, op 66 cm diepte is dat *Pinus* en op 58 cm diepte *Corylus*. Ook voor *Hedera helix* (1%) en *Ulmus* (1-3%) ligt de klemtoon in deze zone. *Quercus* is aanvankelijk niet belangrijk, maar stijgt naar 10% in de top van de zone. Heideplanten zijn in deze zone nauwelijks aanwezig.

Bij de kruiden zien we zeer lage waarden in de basis en naar boven toe iets hogere percentages van Poaceae (ca. 5%). De korrel van Cerealia is hier waarschijnlijk niet toe te schrijven aan graan, maar aan een wildgrasstype dat grote pollenkorrels produceert.

Ook bij de planten van natte grond zien we een overwicht van bomen en struiken: *Alnus* stijgt van 43% naar 118% van de pollensom, terwijl de kruidachtige moerasplanten vooral vertegenwoordigd worden door Filicales (eveneens stijgend, van 25% naar 51%) en kleine hoeveelheden Cyperaceae en *Sphagnum*. Waterplanten zijn nauwelijks aanwezig.

Bij de sporenplanten vinden we ook *Polypodium vulgare* en *Pteridium aquilinum*, varens die eerder in bos(rand)en thuishoren. De variatie aan NPP's is zeer beperkt, maar twee types komen vooral in deze biozone voor: type HdV-128 en type HdV-114. De affiliatie van het eerste type is onbekend, maar het lijkt te wijzen op moerassige, rietland-achtige omstandigheden. Het tweede type betreft de laddervormige doorboringen van houtvaten van els, berk, hazelaar of gagel en wijst dus op de massale lokale aanwezigheid van hout van minstens één van deze bomen. Gezien de hoge pollenpercentages van *Alnus* gaat het vermoedelijk om elzenhout.

▪ Regionale vegetatie

Vermoedelijk bestond er buiten het veen een dicht bos, waarin eik, linde, iep en den voorkwamen, met o.a. hazelaar, klimop en varens in de ondergroei.

De hogere waarden van linde en iep doen een ouderdom > ca. 5000 cal BP vermoeden (Storme et al. 2017).

▪ Lokaal milieu

Lokaal gebeurde de veengroei in een voedselrijk elzenbroekbos met moerasvarens in de ondergroei. Er zijn geen indicaties voor open water.

BIOZONE Z19-2

Zone Z19-2 omvat het centrale gedeelte van het veen, met vier pollenspectra, tussen 22 cm en 54 cm diepte.

Ook hier is de bewaring matig tot eerder slecht (scores tussen 1,8 en 2,5 op een schaal van 1 tot 5). De pollenconcentratie is hoger dan in zone Z19-1 (400 à 600 korrels per mm³), met een uitschieter van ca. 3000 korrels per mm³ in de top van de zone (26 cm diepte). In dit laatste niveau is de bewaring ook het slechtst. Dit wijst op een toenemende oxidatie naar boven toe, waarbij de organische matrix meer en meer vergaat, waardoor relatief meer pollen overblijft. Ook de aanrijking aan houtskool naar de top toe kan op deze manier verklaard worden. Vermoedelijk bevond het veen zich in een bepaalde periode na zijn vorming regelmatig boven de grondwatertafel. Toch bieden de pollenspectra nog voldoende informatie voor een analyse.

▪ Pollenspectra

Deze zone wordt gekenmerkt door beduidend hogere percentages van kruiden (30-55%) dan in zone Z19-1 en een totaal verschillende samenstelling van het AP. Twee van de belangrijkste boomtaxa uit de vorige zone, namelijk *Tilia* en *Pinus*, verdwijnen quasi volledig, samen met *Hedera helix* en *Ulmus*. Ze worden in de spectra van Z19-2 vervangen door *Quercus* (10-20%), *Betula* (5-10%) en enkele minder frequente taxa, waaronder *Frangula alnus* en *Fraxinus excelsior*. *Corylus* blijft sterk vertegenwoordigd (ca. 20%). *Fagus* verschijnt bij de basis van deze zone. Ook heidestruiken – voornamelijk *Calluna vulgaris* – worden in deze zone duidelijk belangrijker (4-6%). Ten slotte werden enkele korrels van *Juniperus communis* en een korrel van *Hippophae rhamnoides* gevonden.

De stijging in het NAP wordt vooral veroorzaakt door de stijgende waarden van Poaceae (26-42%), maar ook bij de andere kruidentaxa zien we een uitbreiding in frequentie en zeker ook in soortenrijkdom (ca. 10 NAP types in elk spectrum) ten opzichte van zone Z19-1. Het gaat om ruderaal kruiden (*Artemisia* in de basis, *Polygonum aviculare* en *Urtica dioica* in de top), graslandplanten (behalve Poaceae ook *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa* type) en een hele reeks meer algemene kruidentypes. Het percentage Cerealia stijgt naar boven toe tot 3%.

De percentages van bomen en struiken van natte grond zijn erg hoog in deze zone. *Alnus* domineert met ca. 130%, behalve op 34 cm (72%). Ook *Salix* vertoont opvallend hoge percentages (10-20%). Daarnaast komen *Myrica gale* en *Taxus baccata* continu voor met maximum enkele procenten. Bij de kruiden van natte grond komen Cyperaceae voor met ca. 10%. Ook *Filipendula* en *Sparganium* zijn steeds aanwezig met enkele procenten. Bij de sporenplanten zien we een stelselmatige afname van Filicales (ca. 60-20%). Daarnaast komen *Osmunda regalis*, *Polypodium vulgare*, *Pteridium aquilinum* steeds voor, meestal met percentages tot 5%. Sporen van *Sphagnum* en *Equisetum* komen minder frequent voor.

Bij de NPP's vinden we opnieuw type HdV-128 terug, maar met lagere percentages dan in zone Z19-1. Scalariforme doorboringen blijven in lage hoeveelheden aanwezig. Daarnaast zien

we enkele acritarchen (onbekende affiniteit) en – vooral in de onderste helft – een reeks schimmeltypes, waarvan type HdV-729 de meest frequent voorkomende is.

▪ *Interpretatie regionale vegetatie*

De spectra in deze zone wijzen op een eikenbos, nu ook met een aandeel beuken. Hazelaar en varens (eikvaren, adelaarsvaren) blijven sterk aanwezig in de ondergroei en/of aan de randen. Het aandeel van bos in het droge landschap is er sterk op achteruit gegaan. Het resultaat van ontbossing is een variatie aan open landschapstypes, incl. grasland, heidegronden, verstoorde milieus en naar het einde toe vermoedelijk ook graanakkers.

De aanwezigheid van beuk wijst op een ouderdom < ca. 4000 cal BP (Storme et al. 2017).

▪ *Interpretatie lokale vegetatie*

Lokaal werd het moerasbos een stuk diverser, met naast els ook wilg, taxus en wilde gagel. Bovendien mogen we berk en sporkehout vermoedelijk ook tot de lokale moerasvegetatie rekenen. Verschillende van deze struiken wijzen op een voedselarmer milieu. Ook koningsvaren past goed in een voedselarm broekbos. Anderzijds zijn kattenstaart en moerasspirea eerder indicatoren voor voedselrijke ruigtes. Het is niet duidelijk of al deze taxa gemengd voorkwamen, of eerder in meer en minder voedselrijke zones, waarbij elzenbroekbos op dit moment mogelijk eerder extralokaal voorkwam (*Alnus* is een grote pollenproducent, dus hoge percentages zijn ook mogelijk zonder lokale aanwezigheid).

BIOZONE Z19-3

Zone Z19-3 komt overeen met de top van het veen – dat hier geleidelijk kleiiger wordt. De zone omvat de twee bovenste pollenspectra, tussen 10 en 22 cm diepte.

De bewaring van het pollen is hier iets beter dan in het onderliggende veen (scores van bijna 3 op een schaal van 1 tot 5). De pollen- en houtskoolconcentraties zijn meestal vergelijkbaar met die in het onderste deel van zone Z19-2. Een uitzondering hierop is de houtskoolconcentratie op 10 cm diepte: die is met ruim 6000 fragmenten per mm³ behoorlijk hoog.

▪ *Pollenspectra*

Deze zone wordt gekenmerkt door hoge NAP-waarden (> 60%), met een grote variatie aan NAP-taxa en met > 10% *Cerealia* type.

Bij de bomen van droge grond blijven *Quercus* en *Corylus* de dominante taxa, zij het met iets lagere waarden dan in de vorige zone. Ook *Betula*, *Fagus*, *Pinus* en *Tilia* blijven steeds aanwezig met lage hoeveelheden. *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior* en *Ulmus* komen sporadisch voor. *Calluna vulgaris* blijft aanwezig met ca. 3%.

De variatie aan kruiden is zeer groot met ca. 20 taxa per spectrum. *Poaceae* hebben procentueel het grootste aandeel met ca. 40%. Dit is vergelijkbaar met het percentage in de top van zone Z19-2. Het grootste verschil met de vorige zone is echter het percentage van *Cerealia*, dat naar de top toe stijgt tot 15%. De andere kruiden omvatten ruderalen, graslandplanten en meer algemene kruiden, die meestal met lage percentages aanwezig zijn. *Apiaceae*, *Brassicaceae* en *Chenopodiaceae* vertonen iets hogere waarden (2 à 4%).

Bij de planten van natte grond zien we relatief lage waarden voor bomen en struiken (*Alnus* ca. 20%, andere meestal < 2%) en iets hogere waarden bij de kruiden, met name *Cyperaceae* (14-25%). Ook *Filipendula*, *Menyanthes trifoliata*, *Typha latifolia* en *Hydrocotyle vulgaris* komen

voor. Bij de sporenplanten zien we een achteruitgang in alle varentaxa. *Equisetum* daarentegen vertoont een piek van 50% in de basis van deze zone en blijft ook in de top vrij frequent (13%).

Bij de NPP's zien we bij het begin van deze zone een opvallende opkomst van groenwieren, waaronder *Botryococcus*, *Pediastrum* en verschillende types *Zygnemataceae*. Het gaat niet om hoge percentages (max. ca. 1%), maar wel om een grote variatie. *Gloeotrichia* en type HdV-731 vertonen hetzelfde patroon. Ook bij de schimmels zien we een kleine opleving in de basis van de zone.

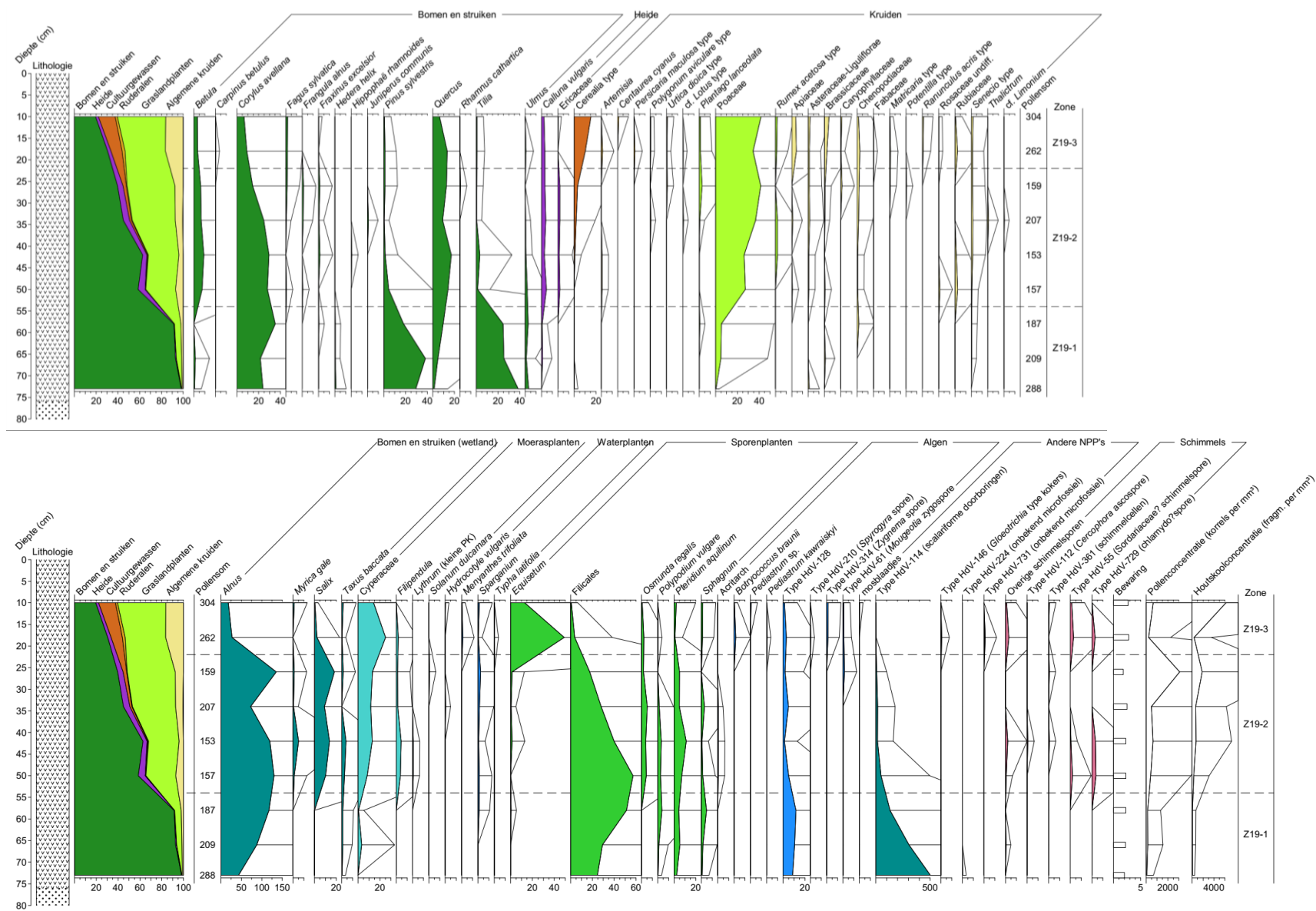
▪ *Interpretatie regionale vegetatie*

Het beeld van de regionale vegetatie bestaat uit dezelfde elementen als in de vorige zone, namelijk bos, heide, grasland, verstoorde grond en akkerland. Wat wel veranderd is, is de verhouding tussen deze types van landgebruik: het bosareaal lijkt er verder op achteruit te zijn gegaan, terwijl vooral het cultuurland uitgebreid is. Er werd in elk geval graan gekweekt of verwerkt in de omgeving. Ook korenbloem is een typische verschijning in graanakkers. Verder bevatten de schermbloemenfamilie, de kruisbloemenfamilie en de ganzenvoetfamilie ook eetbare soorten (respectievelijk bijv. wortelen, kolen en bieten). Het zou dus kunnen dat deze pollenkorrels ook afkomstig zijn van cultuurgewassen, maar het kan evengoed gaan om andere vertegenwoordigers van deze families, die vaak als pioniers op verstoorte plaatsen groeien.

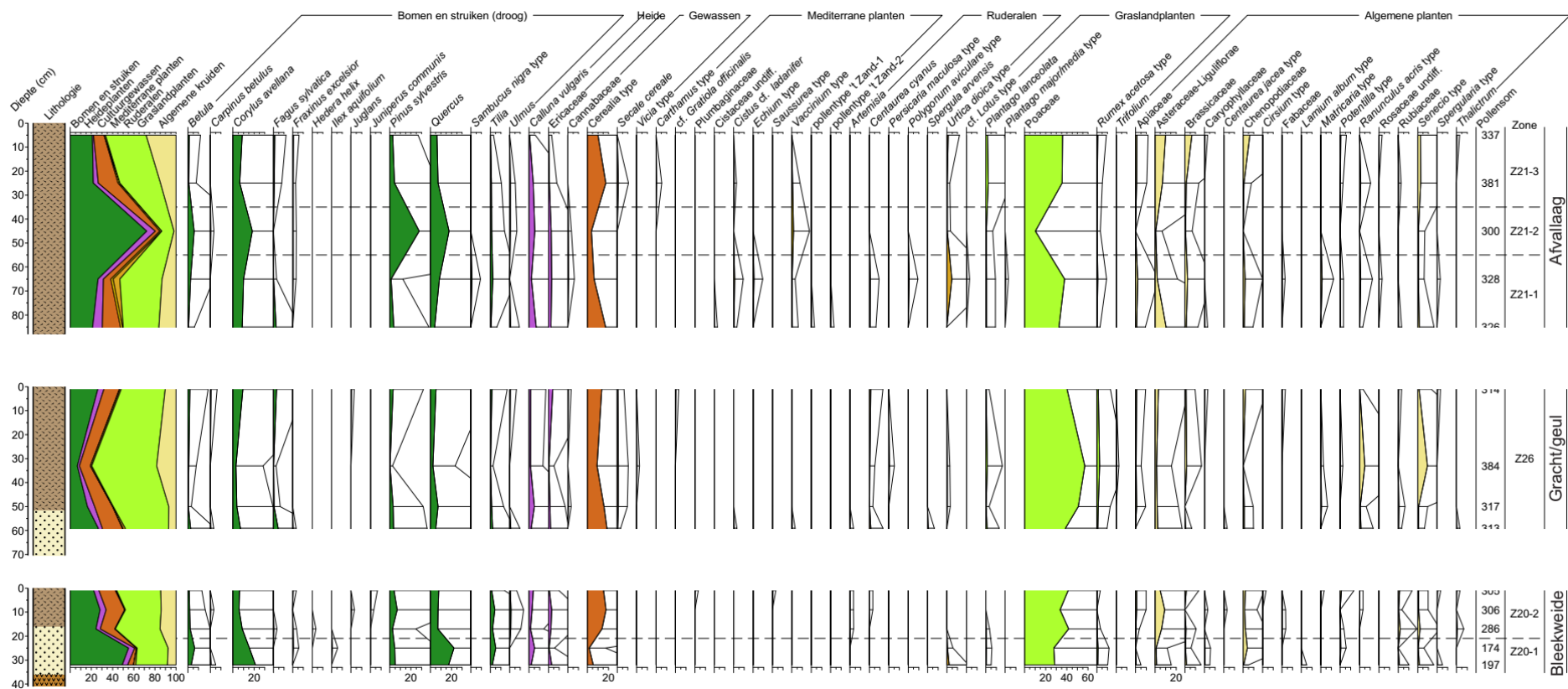
De aanwezigheid van *Carpinus* in het staal op 18 cm diepte wijst op een ouderdom van maximum ca. 2800 cal BP voor de basis van de zone. De korrels van *Centaurea cyanus* op 10 cm diepte zijn een indicatie voor een minstens middeleeuwse ouderdom van de top van de zone.

▪ *Interpretatie lokale vegetatie*

Lokaal zien we een duidelijke omslag van broekbos naar een open vegetatie, gedomineerd door zeggen en paardenstaart. Mogelijk is ook een (groot) deel van het graspollen afkomstig van de lokale vegetatie, maar dat onderscheid kan niet met zekerheid gemaakt worden. Het voorkomen van groenwieren en waterplanten zoals waternavel, waterdrieblad en lisdodde wijst op natte zones in dit terrein, waar het water minstens gedurende sommige periodes van het jaar (net) boven het oppervlak stond.



Figuur 8: Procentueel pollendiagram van profiel 19. 10x overdrijving.



Figuur 9: Procentueel pollendiagram van profiel 20, spoor 26 en profiel 21 – deel 1: terrestrische planten. 10x overdrijving.

5.2.2 Spoor 26, profiel 20 en 21

De sequenties in profiel 20, profiel 21 en spoor 26 worden op basis van archeologische gegevens verondersteld ruwweg dezelfde ouderdom te hebben. In profiel 20 onderscheiden we twee pollenzones (Z20-1 en Z20-2). Binnen spoor 26 doen zich geen belangrijke evoluties voor, waardoor deze spectra tot één biozone, Z26, gerekend worden. In profiel 21 zien we redelijk constante curven, behalve in het spectrum op 45 cm. Dit laatste niveau wordt als een aparte biozone besproken, waardoor de sequentie opgedeeld wordt in drie pollenzones (Z21-1 t.e.m. Z21-3). Z20-2, Z26 en Z21-1 en -3 vertonen gelijkaardige kenmerken en worden samen besproken.

BIOZONE Z20-1

Biozone Z20-1 komt overeen met de heterogene, klastische basis van de sequentie in profiel 20 en omvat de onderste twee pollenspectra. De bewaring van de korrels is hier matig tot eerder slecht. De pollenconcentraties (ca. 300 korrels per mm³) en houtskoolconcentraties (ca. 700 fragmenten per mm³) zijn niet bijzonder hoog of laag.

▪ Pollenspectra

Kenmerkend voor deze zone is dat het AP net iets meer dan de helft van de pollensom beslaat (50 à 60%). Het AP bestaat vooral uit pollen van *Corylus* en *Quercus* (ca. 20%). Ook *Tilia*, *Pinus* en *Betula* zijn aanwezig met enkele procenten. In het geval van *Betula* is dat beduidend hoger dan in de bovenliggende zone. Ten slotte komen *Fraxinus excelsior* en *Ilex aquifolium* sporadisch voor. Heideplanten – vooral *Calluna vulgaris* – zijn aanwezig met gelijkaardige percentages als in de bovenliggende biozone (ca. 5%).

Bij de kruiden domineren de graslandplanten het spectrum, met ca. 28% Poaceae en kleine hoeveelheden *Plantago lanceolata* en *Rumex acetosa*. Cultuurgewassen zijn beperkt tot enkele procenten Cerealìa (2-6%) en bij de Ruderalen vinden we *Urtica dioica* terug. Verder zien we een vrij grote variatie aan algemene kruiden, waarbij Chenopodiaceae het meest frequent voorkomen met 4% in het bovenste niveau.

Bij de planten van natte grond zien we opnieuw dat vooral bomen goed vertegenwoordigd zijn, met ca. 100% *Alnus* en ca. 4% *Salix*. De kruiden van oevers en moerassige gronden zijn vertegenwoordigd door Cyperaceae (10-20%), *Filipendula* (ca. 3%) en een korrel van *Rumex aquaticus*. Bij de waterplanten vinden we *Hydrocotyle vulgaris* en *Sparganium* terug.

Bij de sporenplanten vinden we vooral Filicales (ca. 12%) en enkele procenten van *Equisetum*, *Osmunda regalis*, *Polypodium vulgare*, *Pteridium aquilinum* en *Sphagnum*.

Ten slotte zien we een heel aantal NPP-types. Type HdV-114 (resten van houtvaten, vermoedelijk van *Alnus*, gezien het hoge percentage pollen) is aanwezig met ca. 14%. Andere types zijn in kleine hoeveelheden aanwezig. Het gaat om algen (*Botryococcus*, *Pediastrum*, type HdV-128, verschillende Zygnemataceae), schimmelsporen en een onbekend NPP-type dat we hier type 't Zand-1 noemen (2% in de basis). Het type vertoont gelijkenissen met BFA-29 en HdV-119 (Shumilovskikh 2020) en werd ook gevonden in de opgraving Bredene Landweg (Storme et al. 2021)

▪ Interpretatie

Voor we overgaan tot de interpretatie van de spectra uit zone Z20-1, moeten we stilstaan bij het type afzetting. In Figuur 3 zien we dat de laag waaruit de substalen van zone Z20-1 gehaald zijn bestaat uit een klastisch pakket met onregelmatige meer en minder organische laagjes en

met veenbrokken, die vermoedelijk losgeslagen zijn van de top van het onderliggende veen. Het valt dus te verwachten dat de pollenspectra uit deze zone een mix bevatten van elementen uit het herwerkte veen en elementen van het landschap ten tijde van de afzetting. Als we vergelijken met de spectra uit het veenpakket in profiel 19, dan vormen de hoge AP-waarden, zowel van droge grond (eik, hazelaar) als van natte grond (els, wilg, mogelijk berk) een overeenkomst met zone Z19-2. Ook de combinatie van relatief lage waarden voor *Equisetum* en *Filicales* komt overeen met de top van zone Z19-2. Ten slotte zijn de waarden voor *Cerealia* vergelijkbaar met die in de top van zone Z19-2. De korrel van *Carpinus* in de basis van zone Z20-1 wijst op materiaal van maximum ca. 2800 jaar oud.

We kunnen dus besluiten dat deze twee stalen geen informatie geven over de vegetatie ten tijde van de afzetting. Aangezien het voornamelijk herwerkt materiaal betreft, wordt deze laag dan ook niet aanbevolen voor ¹⁴C-datering en macrorestenonderzoek.

BIOZONE Z20-2, Z26, Z21-1 EN -3

Zone Z20-2, Z26 en Z21 (uitgezonderd het staal op 45 cm) vertonen voldoende overeenkomsten om samen te bespreken.

De bewaring is meestal matig, maar kan ook beduidend beter zijn. Dat is vooral het geval in de basis van de gracht/geul (spoor 26) en op 65 cm diepte in het afvalpakket (profiel 21). De pollenconcentratie is meestal eerder laag (40 tot 200, uitzonderlijke 280 korrels per mm³). Bij de houtskoolconcentratie zien we beduidend meer variatie: lage concentraties (30-300 fragmenten per mm³) in de gracht/geul, hogere concentraties (500-1000 fragmenten per mm³) in de organische laag in profiel 20, en waarden die meestal (ver) boven de 1000 fragmenten per mm³ liggen in de afvallaag.

▪ Pollenspectra

Bij het AP zien we relatief lage waarden voor alle taxa in vergelijking met zone Z20-1 of Z19-2. *Corylus* en *Quercus* blijven de belangrijkste taxa, maar bereiken niet meer dan respectievelijk 3% en 8%. *Betula*, *Fagus*, *Pinus*, *Tilia* en *Ulmus* komen in quasi alle stalen voor met lage waarden. *Carpinus*, *Fraxinus*, *Hedera helix*, *Juglans*, *Juniperus communis* en *Sambucus nigra* komen sporadisch voor. Heideplanten, zowel *Calluna vulgaris* als andere Ericaceae, schommelen rond de 5%.

Het NAP wordt gekenmerkt door hoge waarden van Poaceae (30-60%) en *Cerealia* (10-20%). Naast Poaceae zijn bij de graslandplanten ook *Plantago lanceolata* en *Rumex acetosa* steeds aanwezig. *Lotus* type, *Plantago major/media* type en *Trifolium* komen sporadisch voor. Bij de cultuurgewassen komen naast *Cerealia* in sommige niveaus ook Cannabinaceae (incl. *Cannabis sativa*), *Secale cereale* en *Vicia* type (incl. *Vicia faba*) voor. Ruderalen zijn meestal slechts met lage percentages aanwezig, behalve *Urtica dioica*, die in profiel 21 op 65 cm diepte 5% bereikt. Bij de meer algemene kruiden zien we een grote soortenrijkdom, met meestal lage percentages. Uitzonderingen zijn de hoge percentages voor Asteraceae-Liguliflorae (tot 10%) in alle niveaus, de pieken van *Ranunculus acris* en *Senecio* type op 33 cm diepte in spoor 26 en de pieken van Brassicaceae en Chenopodiaceae in de top van de afvallaag (profiel 21).

Ten slotte blijft er een groep pollentypes over die afkomstig zijn van planten die in onze streken niet in het wild voorkomen. In veel gevallen gaat het om typisch mediterrane taxa. Deze types worden vooral aangetroffen in de afvallaag (profiel 21, behalve het bovenste niveau), maar enkele korrels komen ook voor in de top van profiel 20 en in spoor 26.

Moerasplanten zijn over het algemeen eerder zwak vertegenwoordigd: *Alnus* en *Salix* gaan er sterk op achteruit ten opzichte van zones 19-2 en 20-1. In zone Z20-2, zone Z26 en de basis van zone Z21-1 komen Cyperaceae en *Equisetum* voor met resp. 5 tot 17%. In de rest van zone Z21-1 en Z21-3 zijn die waarden niet hoger dan 5%. *Filipendula* komt niet meer zo frequent voor als in zone Z19-1. Ook *Epilobium*, *Mentha* type, *Rumex aquaticus* type en *Solanum dulcamara* komen sporadisch voor. *Osmunda* volgt dezelfde trend als Cyperaceae en *Equisetum*: deze sporen zijn steeds aanwezig met 3 tot 5%, behalve in het bovenste deel van profiel 21. In zone Z20-2 zien we zelfs een piek van *Osmunda* (4-10%). *Sphagnum* vertoont waarden van 2-4%. Ook varens van drogere gronden blijven aanwezig met *Pteridium aquilinum* (2-6%) en *Polypodium vulgare* (tot 1,5%).

Waterplanten zijn meestal beperkt tot max 1% *Sparganium*. Een uitzondering is spoor 26, waar over de hele diepte Lemnaceae voorkomen en in de top ook *Nymphaea* en *Potamogeton*. Bij de algen komen *Botryococcus*, type HdV-128 en type HdV61 in bijna alle niveaus voor. *Pediastrum boryanum* is sterk vertegenwoordigd in de top van Z26 en enkele niveaus uit profiel 21 (3 tot 5%). Andere *Pediastrum* types, Zygnemataceae en *Tetraedron* komen sporadisch voor.

Schimmelsporen zijn meestal met zeer lage waarden aanwezig. Uitzonderingen zijn *Glomus* sporen (type HdV-207), met een piek van 4% en 8% in de basis en top van profiel 21, Sordariaceae sporen (type HdV-55), met waarden rond de 4% in Z20-2 en de basis van Z26, en chlamydosporen van type HdV-729, met pieken van 34 en 42% in zone Z20-2. De overige NPP types omvatten dierlijke resten (o.a. een *Trichuris* eitje), cyanobacteriën (type HdV-146), plantaardige resten en enkele onbekende microfossielen. Bij de plantaardige resten zien we vooral veel scalariforme doorboringen van houtvaten in de basis van spoor 26 (22%) en in mindere mate in zone Z20-2 en de basis van Z21-1.

▪ Interpretatie regionale vegetatie

De vegetatie in de regio is sterk door de mens beïnvloed. Er is nog steeds bos aanwezig, maar het aandeel is niet erg groot in vergelijking met de open landschapstypes. Het kan gaan om een aaneengesloten eiken(-beuken)bos met open plekken, maar de grote variatie aan bomen, struiken en klimplanten (incl. hazelaar, linde, iep, haagbeuk, es, walnoot, vlier, klimop) kan ook geïnterpreteerd worden als het resultaat van verspreide kleinere bosjes, kapvlaktes of struwelen.

De hoge percentages voor grassen lijken te suggereren dat grasland een groot deel van het ontboste oppervlak in de regio innam, maar we moeten ermee rekening houden dat de directe omgeving van de bemonsterde site – in gebruik was als raamland – waarschijnlijk uit grasland bestond, en dat dit percentage dus een te hoge inschatting geeft van het aandeel grasland in de bredere omgeving. Verder kwam er in de omgeving heide voor.

De relatief hoge percentages voor graanpollen suggereren het voorkomen van graanakkers in de nabijheid van de site. Rogge kwam in elk geval voor, maar voor het merendeel van de graanpollenkorrels kunnen we niet afleiden om welke graansoorten het gaat. Ook hennep werd waarschijnlijk gekweekt (cf. pollen van Cannabaceae), al kan dit pollen eventueel ook afkomstig zijn van wilde hopplanten. De pollenkorrel van *Vicia* type is een aanwijzing voor groententeelt. Verder zijn er nog een aantal taxa die soorten omvatten die mogelijk door de mens gekweekt werden (zie ook biozone Z19-3). Zo vertonen de kruisbloemenfamilie en de ganzenvoetfamilie pieken in de top van de afvalaag. Dit kan wijzen op (afval van) voedselgewassen.

Ten slotte stelt zich de vraag hoe we de aanwezigheid van pollen van typisch mediterrane planten in de Brugse afzettingen – vooral de afvallaag – kunnen verklaren. Taxa als Cistaceae (incl. *Cistus ladanifer*), *Echium* type en *Carthamus* type werden eerder in Vlaanderen en Nederland aangetroffen in beerputten en geïnterpreteerd als pollen afkomstig van honing – of voedselproducten met honing erin verwerkt – geïmporteerd uit het Middellandse Zeegebied (Deforce 2006, 2010, 2016; Deforce et al. 2019). Ook enkele andere ongewone pollentypes voor deze streek rekenen we onder voorbehoud tot de groep 'mediterrane taxa'. Binnen de Ericaceae, Fabaceae en Apiaceae werden bovendien types aangetroffen die afwijken van de vormen die gewoonlijk in de streek gevonden worden. Mogelijk omvat de groep 'algemene kruiden' ook pollenkorrels van mediterrane oorsprong, die vermoedelijk eveneens afkomstig zijn van honing.

Juglans (walnoot) is een boom die hier pas in de Romeinse periode geïntroduceerd is. *Centaurea cyanus* is een indicatie voor een middeleeuwse ouderdom van de beschreven zones.

▪ Interpretatie lokale vegetatie

Naast grassen kwamen lokaal ook cypergrassen, paardenstaart en mogelijk moerasvarens voor. Ook kruiden zoals bitterzoet, wilgenroosje, watermunt, spirea, etc., wijzen op een moerassige omstandigheden. De piek van *Spirogyra* in profiel 20 wijst eveneens eerder op natte grond met zeggenvegetatie die tijdelijk onder water staat in het natte seizoen, dan op permanent open water (van Geel et al. 1989) en type 731 wordt door (Bakker and Van Smeerdijk 1982) in verband gebracht met redelijk natte, meso- tot eutrofe omstandigheden in *Sphagnum*-helofytenvegetatie. Profiel 20 toont dus geen aanwijzingen voor open water op het terrein, maar het raamland moet bij momenten erg drassig geweest zijn.

In spoor 26 zien we wel waterplanten en algen van (ondiep) open water. In deze gracht/geul stond waarschijnlijk wel permanent water, waarbij het wateroppervlak bedekt was met kroos. Dit wijst op voedselrijk water in de gracht/geul.

De afvallaag (profiel 21) toont dan weer geen waterplanten (behalve egelskop), maar wel verschillende soorten groenwieren. De herkomst van deze algen is moeilijk te bepalen: ze kunnen van lokale oorsprong zijn als de afvallaag in een (natte) depressie is gevormd, maar kunnen ook met het afval aangevoerd zijn van elders.

Els en wilg kwamen op dit moment waarschijnlijk niet – of toch niet overheersend – op de site voor.

Mogelijk zijn korrels van bijv. *Taxus* en *Juniperus communis* herwerkt uit het onderliggende veen. Ook *Glomus*, een schimmel die ondergronds in symbiose op plantenwortels leeft, wordt beschouwd als een indicator voor geërodeerde en herwerkte grond. Mogelijk is dus een groter deel van het pollen herwerkt. Bij de meeste taxa kan echter niet het onderscheid gemaakt worden tussen herwerkte en contemporaine korrels.

BIOZONE Z21-2

Deze laatste biozone bestaat uit slechts één geanalyseerd niveau, namelijk het substaal op 45 cm diepte in profiel 21. De bewaring is hier matig tot slecht en de pollenconcentratie is eerder laag. De houtskoolconcentratie daarentegen is hoog, met ca. 3700 fragmenten per mm³.

▪ Pollenspectra

Het typerende voor deze biozone zijn de hogere waarden voor boompollen. Vooral de curven van *Pinus*, *Quercus*, *Corylus* en *Betula* tonen hier pieken. *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia* en *Ulmus* komen in zeer kleine hoeveelheden voor. Heidetaxa lijken een zeer lichte piek te vertonen ten opzichte van de boven- en onderliggende zones. De AP-piek wordt gecompenseerd in zo goed als alle NAP-curven.

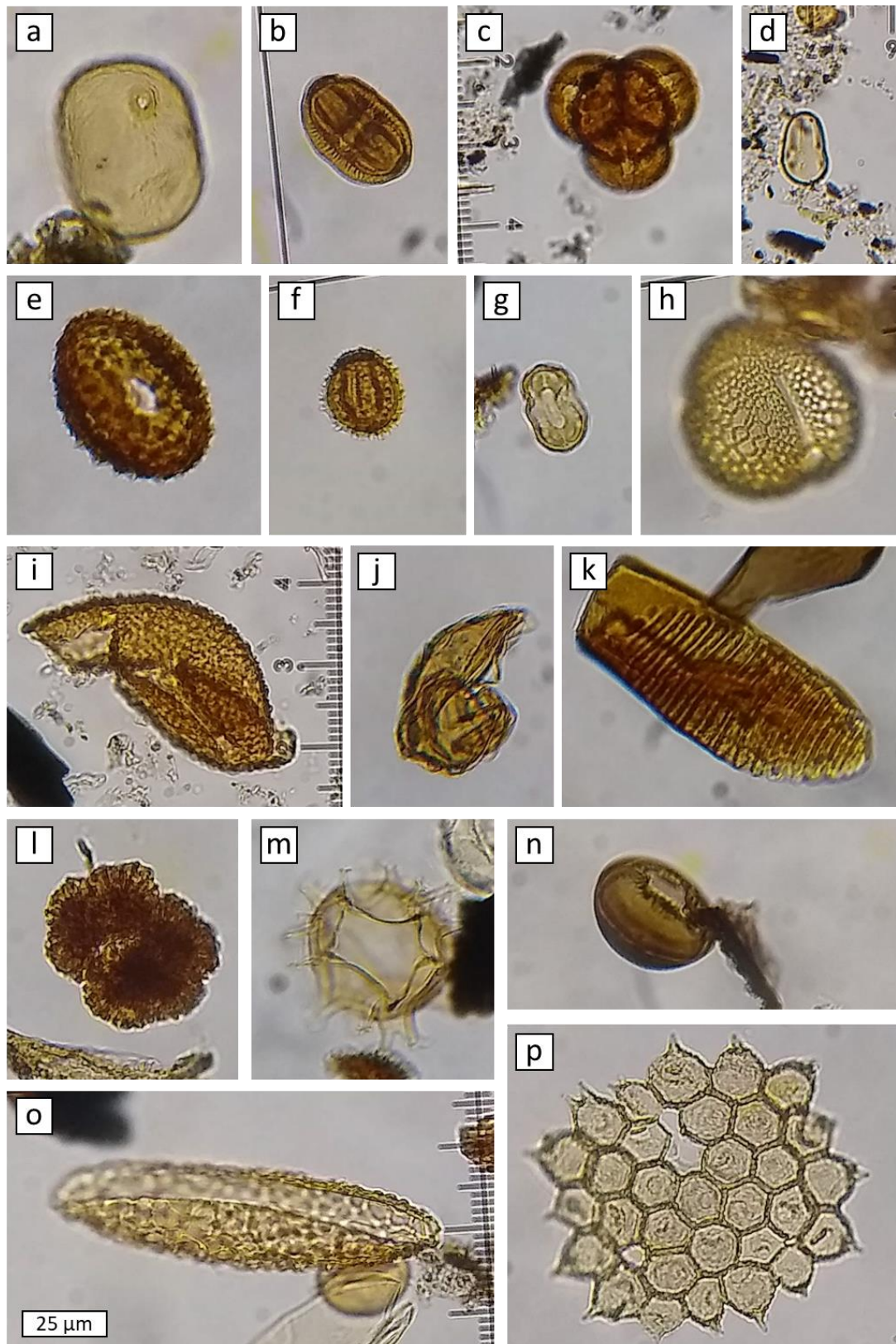
Bij de natte vegetatie zien we het omgekeerde patroon: de AP-piek is niet te zien bij *Alnus*. Cyperaceae, Filicales en *Sphagnum* vertonen pieken. Vooral het percentage van Filicales (52%) is opvallend hoog. Net als in de rest van profiel 21 zijn er verschillende groenwier-types aanwezig in kleine hoeveelheden. Opvallend zijn ook de cysten van dinoflagellaten in dit staal. Schimmelsporen en andere NPP-types zijn quasi afwezig.

▪ Interpretatie

Dit pollenspectrum is zeer moeilijk te interpreteren. Het lijkt onwaarschijnlijk dat het hier gaat om een werkelijke evolutie in de vegetatie, waarbij het bos kortstondig een uitbreiding gekend zou hebben. Aangezien het gaat om een afvallaag, moeten we de verklaring eerder zoeken in een menselijke toevoeging, vermengd met de regionale en lokale pollencomponenten.

De combinatie van berk, den, hazelaar en eik doet denken aan pollenspectra uit het Vroeg-Holoceen (ca. 10600-8600 cal BP). Ook varens (Filicales) kwamen in deze bossen veel voor. Samen met de hoge houtskoolconcentratie zou dit spectrum geïnterpreteerd kunnen worden als het resultaat van de verbranding van Vroeg-Holoceen veen. Toch zijn de aanwijzingen niet voldoende om dit hard te maken. Bovendien was zulk oud veen in de omgeving niet beschikbaar, terwijl er voor Midden- tot Laat-Holoceen veen helemaal niet diep gegraven moest worden. Het lijkt dus onwaarschijnlijk dat men op zoek zou gaan naar oudere veenlagen om als brandstof te gebruiken. Mogelijk kan macrorestenonderzoek de oorsprong van dit staal helpen verduidelijken.

De dinoflagellatencysten, die vooral in deze zone gevonden werden, maar ook één exemplaar in het niveau erboven, wijzen op input van marien materiaal. Mogelijk zijn deze cysten met afval van vis of zeevruchten in de laag terechtgekomen. Het lijkt eerder onwaarschijnlijk dat deze locatie in verbinding stond met een zeearm (Zwin) en op die manier zoutwaterinvloed onderging. Diatomeeënonderzoek kan hierover potentieel meer informatie geven, maar leverde helaas niet voldoende schaaltes op voor analyse.



Figuur 10: Microscoopfoto's van enkele pollenkorrels (a-h), sporen (i-j) en non-pollen palynomorfen (k-p): a. *Secale cereale*; b. *Centaurea cyanus*; c. *Vaccinium* type; d. *Echium* type; e. *Carthamus* type; f. pollentype 't Zand-1; g. pollentype 't Zand-2; h. *Cistus ladanifer*; i. *Osmunda regalis*; j. *Equisetum*; k. scalariforme doorboring van houtvat (type HdV-114); l. *Botryococcus*; m. Dinoflagellatencyste; n. type HdV-731; o. *Spirogyra* type (type HdV-210); p. *Pediastrum kawraiskyi*. Afmeting: zie schaalbalkje in figuur o.

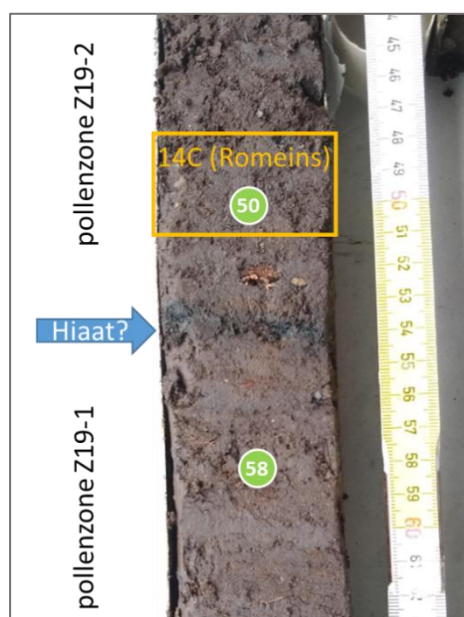
5.3 ¹⁴C-datering

De drie geselecteerde ¹⁴C-stalen (RICH-31704, -31705 en -31706, zie paragraaf 4.3) zijn bij het KIK gedateerd (Tabel 5).

Tabel 5: Resultaten van de ¹⁴C-datering van twee stalen uit de bestudeerde veenlaag (PR 19) en één staal uit de bleekweide-afzettingen (PR20). Botanische identificaties van het gedateerde materiaal: zie Tabel 4.

Profiel	Staal	Diepte	Labo-code	¹⁴ C-ouderdom	Gecalibreerde ouderdom (2σ)
PR20	M129	18,5-15 cm	RICH-31704	686 ± 17 BP	673-568 cal BP / 1277-1382 AD
PR19	M125	41-37,5 cm	RICH-31705	1891 ± 25 BP	1872-1727 cal BP / 78-224 AD
	M127	51-48 cm	RICH-31706	1922 ± 20 BP	1920-1746 cal BP / 30-205 AD

De beide dateringen uit de **veenlaag** in profiel 19 wijzen op een **Romeinse** ouderdom voor pollenzone Z19-2 (1^e tot 2^e eeuw n. Chr. voor de basis en einde 1^e tot begin 3^e eeuw n. Chr. voor het midden van de zone). Aangezien de bewaring van het materiaal in de onder- en bovenliggende pollenzones (Z19-1 en Z19-3) niet voldoende was voor ¹⁴C-datering, moeten we ons voor een ouderdom van de top en de basis van de veenlaag baseren op de pollenspectra. **Zone Z19-1** werd op basis van de hoge waarden van linde en iep, in combinatie met afwezigheid van beuk geschat op minstens 5000 en maximum 8600 jaar oud (zie 5.2.1). Bij de overgang naar de volgende zone vertonen de pollencurves bruuske veranderingen. In combinatie met de Romeinse ouderdom van zone Z19-2, verwachten we dat er zich een **hiaat** bevindt tussen 58 en 50 cm diepte. Als we naar een detailfoto van de pollenbak kijken, zien we inderdaad een donkerder gekleurde band op 54 cm diepte. Vermoedelijk is dit het niveau tot waar het Midden-Holocene veen oxideerde door uitdroging aan de top, alvorens er in de Romeinse periode weer vernatting plaatsvond. **Zone Z19-3** kan op basis van de polleninhoud in de middeleeuwen of later geplaatst worden (zie 5.2.1).



Figuur 11: Detail van de overgang tussen pollenzone Z19-1 en Z19-2 met aanduiding van mogelijk hiaat.

De datering van de basis van de organische kleilaag in profiel 20 wijst op een **laatmiddeleeuwse** ouderdom (eind 13^e eeuw – 14^e eeuw n. Chr.) voor de afzettingen in de **bleekweide**. Dit stemt goed overeen met de verwachte ouderdom op basis van archeologische/historische gegevens: de overgrote meerderheid van de vondsten dateert uit de periode van 1200 tot 1350 n. Chr.

6 BESLUIT ANALYSES

Onderzoek van een veenlaag op 't Zand in de binnenstad van Brugge toont aan dat veengroei startte na ca. 8600 cal BP en vóór ca. 5000 cal BP. Een meer exacte datering op basis van 14C-datering op macroresten is niet mogelijk aangezien er geen geschikt materiaal bewaard is in de basis. Het pollen weerspiegelt een **bosrijk landschap**, waarbij het loofbos bestaat uit eik, linde, iep en den en een rijke ondergroei. Op het veen zelf bevond zich een **voedselrijk elzenbroekbos** met moerasvarens.

Na een eerste periode van veenontwikkeling volgde vermoedelijk een periode met lagere grondwatertafel, waardoor het veen aan de top uitdroogde en oxideerde. Daardoor vertoont de sequentie een hiaat. Tijdens de Romeinse periode (1^e/2^e eeuw n. Chr.) groeide het veen weer aan. In deze periode is het bosareaal kleiner dan voordien en zien we naast bos ook **grasland** en **heide**. In het bos komt nu ook beuk voor. Lokaal evolueerde de moerasvegetatie naar een **voedselarmer broekbos** met wilg, taxus, wilde gagel, berk en mogelijk ook nog steeds els.

Boven het veen komt een organische kleilaag voor die afgezet is tijdens de late middeleeuwen – vermoedelijk terwijl het terrein in gebruik was als bleekweide. Het pollen uit deze periode wijst op een sterke uitbreiding van het **cultuurland**, met graanakkers en mogelijk ook teelt van groenten en hennep. Op de site zelf kwam een **open, moerasvegetatie** voor met zeggen, grassen en paardenstaart. Ook het diatomeeënonderzoek bevestigt natte omstandigheden en toont aan dat het oppervlak ook regelmatig kon droogvallen, vermoedelijk door seizoensgebonden wisselende grondwaterstanden. Het water was zoet, redelijk voedselrijk en neutraal tot alkalisch. Dergelijke natte weides zijn niet alleen geschikt als bleekweide, maar ook als grasland. De eerder zuurstofrijke samenstelling van het water en de beperkte organische vervuiling die op basis van het diatomeeënonderzoek naar voor komen, ondersteunen echter de hypothese van bleekweide.

Onderzoek van een geul-/grachtvulling toont eenzelfde milieu als de bleekweide. Dit spoor stamt vermoedelijk uit dezelfde periode en is waarschijnlijk ook functioneel gelinkt aan het gebruik als bleekweide. Op het wateroppervlak groeide kroos.

Onderzoek van een afvalpakket, dat vermoedelijk na 1550 op het middeleeuwse loopvlak werd opgeworpen, leverde pollen van mediterrane plantensoorten op, dat geïnterpreteerd wordt als afkomstig van geïmporteerde honing – of voedselproducten met honing erin verwerkt. Ook andere afwijkende pollenspectra en hoge houtskoolconcentraties in dit spoor moeten geïnterpreteerd worden als toevoegingen door menselijke afval.

7 BIBLIOGRAFIE

- Allemeersch L (2021) Macrobotanische waardering en analyse van een gracht te Brugge 't Zand (2021 A229). Aalter
- Bakker M, Van Smeerdijk DG (1982) A palaeoecological study of a late holocene section from "Het Ilperveld", western Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 36:95–163. doi: 10.1016/0034-6667(82)90015-X
- Beug H-J (2004) Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Pfeil, München
- Deforce K (2006) The historical use of iadanium. Palynological evidence from 15th and 16th century cesspits in northern Belgium. *Vegetation History and Archaeobotany* 15:145–148. doi: 10.1007/s00334-005-0021-y
- Deforce K (2010) Pollen analysis of 15th century cesspits from the palace of the dukes of Burgundy in Bruges (Belgium): evidence for the use of honey from the western Mediterranean. *Journal of Archaeological Science* 37:337–342. doi: 10.1016/j.jas.2009.09.045
- Deforce K (2016) The interpretation of pollen assemblages from medieval and post-medieval cesspits: New results from northern Belgium. *Quaternary International*. doi: 10.1016/j.quaint.2016.02.028
- Deforce K, Brinkkemper O, van Haaster H, Van Waijen M (2019) Small things can make a big difference: a comparison of pollen and macrobotanical records of some food plants from medieval and post-medieval cesspits in the Netherlands and northern Belgium. *Vegetation History and Archaeobotany* 28:433–445. doi: 10.1007/s00334-018-0706-7
- 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, vol I. Introduction, ecological code and complete list. Professional paper - Belgian geological survey 246:1–41
- Grimm EC (2015) Tilia for windows: pollen spreadsheet and graphics program.
- Krammer K, Lange-Bertalot H (2008) Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Teil 1–4. Springer Spektrum, München
- Moore PD, Webb JA, Collinson ME (1991) Pollen analysis. Blackwell Science, Oxford
- Ortiz-Lerín R, Cambra J (2007) Distribution and taxonomie notes of Eunotia Ehrenberg 1837 (Bacillariophyceae) in rivers and streams of Northern Spain. *Limnetica* 26:415–434. doi: 10.23818/limn.26.35
- Reimer PJ, Austin WEN, Bard E, et al (2020) The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62:725–757. doi: 10.1017/rdc.2020.41
- Shumilovskikh L (2020) Non-pollen palynomorphs. <http://nonpollenpalynomorphs.tsu.ru/>. Accessed 20 Mar 2020
- Storme A, Allemeersch L, Laloo P (2021) Paleo-ecologisch onderzoek van contexten uit het getijdengebied te Bredene. Waardering en analyse diatomeeën, palynologie, botanische macroresten en mollusken; 14C-datering Bredene-Landweg (2020F89)
- Storme A, Louwye S, Crombé P, Deforce K (2017) Postglacial evolution of vegetation and environment in the Scheldt Basin (northern Belgium). *Vegetation History and Archaeobotany* 26:293–311. doi: 10.1007/s00334-016-0594-7
- Van Dam H, Mertens A, Sinkeldam J (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28:117–133. doi: 10.1007/BF02334251
- van Geel B, Coope GR, van der Hammen T (1989) Palaeoecology and stratigraphy of the lateglacial type section at Usselo (the Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology* 60:25–129. doi: 10.1016/0034-6667(89)90072-9

8 BIJLAGE

Bijlage 1: Telgegevens diatomeeën

						code Denys (1991)							
						Lifeform	Salinity (Van der Werff)	pH (Hustedt 1939)	Trophic conditions	Saprobity	O requirement	Habitat	Current
diepte	32 cm	9 cm	59 cm	1 cm	5 cm								
labo code	GAD 015	GAD 014	GAD 020	GAD 019	GAD 016								
Mariene diatomeeën													
<i>Catenula adhaerens</i> (Mereschkowsky) Mereschkowsky		2				6	6	1	1	1	1	2	1
<i>Cymatosira belgica</i> Grunow		1				4	2	1	1	1	1	2	1
<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenberg) G.W.Andrews			1	1		6	4	1	1	1	1	2	1
<i>Podosira stelligera</i> (J.W.Bailey) A.Mann		2				3	2	1	1	1	1	2	1
Benthische zoetwaterdiatomeeën													
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve		1	4			8	11	4	9	6	0	4	4
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) A.Cleve	7		10		17	8	12	4	3	8	2	4	4
<i>Diploneis</i> Ehrenberg ex Cleve sp.	1					8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	3	2		1	4	8	12	11	9	4	0	5	4
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	1					8	12	4	2	4	3	3	4
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski				8	1	8	11	4	2	4	3	3	4
<i>Navicula gregaria</i> Donkin				5		8	8	4	2	4	4	3	4
<i>Navicula radiosa</i> Kützing					4	8	12	6	9	6	0	3	4
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	3	4	11	1		8	11	4	9	4	0	5	4
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing			28			8	12	4	9	4	4	4	4
<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow	5		4		1	8	10	4	0	4	2	3	0
<i>Navicula veneta</i> Kützing	5	9	5	11	14	8	10	4	2	2	0	4	4
<i>Neidium longiceps</i> (W.Gregory) R.Ross			2		3	8	12	6	0	8	0	3	0
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg		2			1	8	12	8	4	8	0	5	4
<i>Pinnularia grunowii</i> Krammer 2000					2	8	12	4	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>rostrata</i> Krammer	4	1	13	2	10	8	13	7	6	8	3	4	4
<i>Pinnularia sinistra</i> Krammer	1	1	1			8	12	7	6	0	0	0	0
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg (grote vorm)	6	1	2		1	8	12	6	4	4	3	4	4
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg (kleine vorm)	1	3			25	8	12	6	4	4	3	4	4
<i>Pinnularia</i> Ehrenberg sp.		2	2			8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Placoneis cuneata</i> (M.Möller ex Foged) M.Potapova			3		18	8	12	4	9	6	0	3	4
<i>Placoneis paraelginensis</i> Lange-Bertalot	1	1				8	12	4	9	6	0	3	4
<i>Sellaphora radiosa</i> (Hustedt) H.Kobayasi					2	8	12	6	9	6	0	3	4
<i>Sellaphora nigri</i> (De Notaris) Wetzel & Ector	3	12	24	26	9	8	12	5	2	2	4	4	4
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	2	2		2	1	8	12	5	3	4	3	3	4
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G.Mann	1	3	8	18	5	8	12	6	2	2	4	4	4
<i>Stauroneis kriegeri</i> R.M. Patrick 1945	6	8		9		8	12	6	3	6	3	4	0
<i>Stauroneis thermicola</i> (J.B.Petersen) J.W.G.Lund	2	2	22	1		8	12	7	6	9	2	5	4
<i>Stauroneis</i> Ehrenberg sp.	1	1	4			8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Surirella angusta</i> Kützing			7			8	12	4	9	4	0	4	4
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	1					8	11	4	2	4	4	4	4
Benthische/epontische zoetwaterdiatomeeën													
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald	6	1	4		3	7	12	4	2	5	3	3	4
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow					1	7	12	4	3	4	2	3	4
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	1	1	1	1		7	13	6	5	6	0	3	4
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	1					7	12	6	9	4	2	3	4
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	2					7	10	4	2	2	3	3	4
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow				1	25	7	12	4	2	4	4	4	4
<i>Nitzschia cf. frustulum</i> (Kützing) Grunow	3	4	12	7		7	9	4	2	6	4	4	4
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	1		19			7	12	5	2	2	3	4	4
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow		2				7	12	5	3	3	3	3	4
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) D.M.Williams & Round	34	20	16	1	2	7	12	4	3	8	2	3	4

						code Denys (1991)							
						Lifeform	Salinity (Van der Werff)	pH (Hustedt 1939)	Trophic conditions	Saprobity	O requirement	Habitat	Current
diepte	32 cm	9 cm	59 cm	1 cm	5 cm								
labo code	GAD 015	GAD 014	GAD 020	GAD 019	GAD 016								
Epontische zoetwaterdiatomeeën													
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	7	9	9	45	36	6	12	5	2	4	0	3	4
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Peragallo	2	1				6	12	4	2	6	2	3	4
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams					1	6	12	4	3	0	0	0	0
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	2	4	3	1	3	6	12	3	3	6	0	3	4
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing			1	1	5	6	12	3	3	6	0	3	4
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	7	12	12	13	12	6	12	7	5	6	0	3	4
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg	2	1			2	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot & Alles	5	2	2			6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow	13	6	14	2	1	6	13	8	5	8	2	4	4
<i>Eunotia</i> Ehrenberg sp.	1	1	1	3		6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	5	3	2	4	2	6	12	4	3	4	4	4	4
<i>Gogorevia exilis</i> (Kützing) Kulikovskiy & Kociolek					1	6	12	4	2	6	2	3	4
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst					1	6	11	4	9	5	0	3	4
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg			1		1	6	12	5	9	6	0	3	4
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg				3	3	6	12	4	9	6	0	2	4
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg / <i>acuminatum</i> Ehrenberg					4	6	12	0	9	0	0	0	0
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>longiceps</i> (Ehrenberg) N.Abarca & R.Jahn	3	4		2	4	6	12	11	9	8	3	3	4
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg					1	6	12	5	4	4	0	2	4
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	9	5	7	27	12	6	12	5	2	0	0	3	0
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh) C.Agardh		1		1	1	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema</i> Ehrenberg spp.	13	7	16	1	6	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson	3	4	5	11		6	12	4	2	4	0	3	4
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	21	46	12	57	22	6	12	4	3	4	2	4	4
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller				1		6	12	4	2	6	4	3	4
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	8	2		4	2	6	8	4	2	6	0	3	4
Planktonische zoetwaterdiatomeeën													
<i>Aulacoseira</i> spp.	3					2	12	0	0	0	0	3	4
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	4		7	2	2	4	10	4	2	4	3	3	4
<i>Diatoma tenue</i> C.Agardh				1		3	10	5	3	0	2	2	4
<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot					1	3	12	4	3	6	2	3	4
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & J.D.Möller	2	3	5	1	2	3	12	4	3	6	2	3	4
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow				12	17	2	12	3	2	2	3	2	4
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	1		2	1		3	13	6	5	6	0	3	4
Ecologische voorkeur onbekend													
<i>Fragilaria</i> Lyngbye sp.			1	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Encyonema</i> sp.					3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luticola acidoclinata</i> Lange-Bertalot		3	1		2	0	12	7	6	0	0	4	0
Indeterminata		2	4	4	2								
som diatomeeën	213	199	307	302	308								
Fytolieten													
fytolieten met inkepingen		5	8		13								
fytolieten aaneenhangende bolletjes	4	9	2	1	4								

Bijlage2: Telgegevens pollen

	Tellingen									
Profiel	PR19									
Type context	VEENLAAG									
Staal	M127				M125					
Diepte (cm)	73	66	58	50	42	34	26	18	10	
Residunummer	GAP 209	GAP 235	GAP 208	GAP 234	GAP 207	GAP 233	GAP 206	GAP 232	GAP 205	
Pollenzone	Z19-1			Z19-2			Z19-3			
AP	283	196	172	102	102	105	71	88	67	
Bomen en struiken										
<i>Betula</i>	2	3		12	14	14	10	9	10	berk
<i>Carpinus betulus</i>								1		haagbeuk
<i>Corylus avellana</i>	69	45	66	44	45	51	23	24	20	hazelaar
<i>Fagus sylvatica</i>				1		1	2	4	5	beuk
<i>Frangula alnus</i>				1		2	2			sporkehout
<i>Fraxinus excelsior</i>			1		2	1	2		1	es
<i>Hedera helix</i>	3	1	1							klimop
<i>Hippophaë rhamnoides</i>					1					duindoorn
<i>Juniperus communis</i>						2				jeneverbes
<i>Pinus sylvestris</i>	85	80	34	7	2	1	2	3	2	grove den
<i>Quercus</i>	4	10	18	22	26	19	20	35	19	eik
<i>Rhamnus cathartica</i>							1			wegedoorn
<i>Tilia</i>	111	53	46	2	5	1	1	2	2	linde
<i>Ulmus</i>	9	2	5	3	1	1		2		iep
Heideplanten										
<i>Calluna vulgaris</i>		2	1	7	4	8	5	8	7	struihei
Ericaceae				3	2	4	3		1	heidefamilie
NAP	5	13	15	55	51	102	88	174	237	
Cultuurgewassen										
Cerealia type	1				1	4	5	27	47	graan type
Ruderalen										
<i>Artemisia</i>				1	1			3		bijvoet
<i>Centaurea cyanus</i>									3	korenbloem
<i>Persicaria maculosa</i> type								2		perzikkruid type
<i>Polygonum aviculare</i> type						1		1	1	gewoon varkensgras type
<i>Urtica dioica</i> type							1	1	2	grote brandnetel type
Graslandplanten										
cf. <i>Lotus</i> type						1		1		rolklaver type
<i>Plantago lanceolata</i>			1			1	4	3	3	smalle weegbree
Poaceae	1	10	10	43	40	76	66	90	127	grassenfamilie
<i>Rumex acetosa</i> type				3	4			3	5	veldzuring type
Algemene kruiden										
Apiaceae				1		2		11	11	schermbloementype
Asteraceae-Liguliflorae	3			1	1	3	2	3	6	composietenfam. (lintbl.)
Brassicaceae		2		1		1	1	6	13	kruisbloemenfamilie
Caryophyllaceae							2	1	3	anjerfamilie
Chenopodiaceae			3	1	1	3	3	7	4	ganzenvoetfamilie
Fabaceae								1		vlinderbloemenfamilie
<i>Matricaria</i> type							1	2	1	kamille type
<i>Potentilla</i> type							1			ganzerik type
<i>Ranunculus acris</i> type								2	3	scherpe boterbloem type
Rosaceae undiff.				2				1	1	rozenfamilie
Rubiaceae				4	2			6	2	sterbladigenfamilie
<i>Senecio</i> type		1	1	1	2	3	2	3	5	kruiskruid type
<i>Thalictrum</i>						2				ruit
cf. <i>Limonium</i>						1				lamsoor
Pollensom	288	209	187	157	153	207	159	262	304	

	Tellingen										
Profiel	PR19										
Type context	VEENLAAG										
Staal	M127					M125					
Diepte (cm)	73	66	58	50	42	34	26	18	10		
	GAP	GAP	GAP	GAP	GAP	GAP	GAP	GAP	GAP		
Residunummer	209	235	208	234	207	233	206	232	205		
Pollenzone	Z19-1			Z19-2				Z19-3			
Pollen van lokale vegetatie											
Bomen en struiken (nat)											
Alnus	124	183	220	204	183	150	215	71	55	els	
Myrica gale				2	8	1	2		4	wilde gagel	
Salix				16	21	19	29	6	1	wilg	
Taxus baccata	1	2	2	4	6		2	1	4	taxus	
Moeras- en oeverkruiden											
Cyperaceae		7	1	13	20	24	21	66	43	cypergrassenfamilie	
Filipendula				6	7	3	2	5		spirea	
Lythrum (kleine PK)				1	1					kattenstaart	
Solanum dulcamara							1			bitterzoet	
Waterplanten											
Hydrocotyle vulgaris						1			1	gewone waternavel	
Menyanthes trifoliata								3	1	waterdrieblad	
Sparganium			2	2	1	3	4	1	4	egelskop	
Typha								1		lisdodde	
Sporenplanten											
Equisetum			1		2	1	2	129	39	paardenstaart	
Filicales	71	61	96	90	61	58	28	10	2	varens (monoete sporen)	
Osmunda regalis				7	6	11	3	6	2	koningsvaren	
Polypodium vulgare	1	2	7	4	5	3		1		eikvaren	
Pteridium aquilinum	7	11	8	11	17	10	8	2	6	adelaarsvaren	
Sphagnum	2	3	9	2	1	6		3	4	veenmos	
Non-pollen palynomorfen											
Algen											
Acritarch				1	1	1					
Botryococcus braunii								4	1		
Pediastrum sp.									2		
Pediastrum kawraiskyi								1			
Type HdV-128	25	22	22	8	2	10	3	8	4		
Type HdV-210								1		Spirogyra sporen	
Type HdV-314								3	4	Zygnema sporen	
Type HdV-61							2	2	2	Mougeotia zygosporen	
Andere NPP's											
Type HdV-146								2		Gloeotrichia type kokers	
Type HdV-224	1									onbekend microfossiel	
Type HdV-731								3		onbekend microfossiel	
Plantenresten											
mosblaadjes									1		
Type HdV-114	1446	636	247	78	25	37	16	1		scalariforme houtvatdoorb	
Schimmelsporen											
Overige schimmelsporen		1		1	3			8	3		
Type HdV-112					1					Cercophora ascosporen	
Type HdV-361					1		1		2	schimmelcellen	
Type HdV-55				3	1			8	4	Sordariaceae? sporen	
Type HdV-729				6	5			8		chlamydo?sporen	
Indeterminata	20	16	40	20	30	22	16	26	38		
Bewaring (score 1-5)	2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,5	1,8	2,8	2,7		
Pollenconcentratie (korrels per mm³)	67	155	133	411	633	481	3078	226	652		
Houtskoolconcentratie (fragmenten per mm³)	46	64	67	313	726	630	1847	356	6213		

	Tellingen																			
Profiel / spoor	PR20					SP26					PR21									
Type context	BLEEKWEIDE					GEULTJE/GRACHT					AFVALLAAG									
Staal	M129					M145		M143			M141			M140						
Diepte (cm)	32	25	17	9	1	59	50	33	1	85	65	45	25	5						
Residunummer	GAP 222	GAP 221	GAP 220	GAP 219	GAP 218	GAP 231	GAP 230	GAP 229	GAP 228	GAP 227	GAP 226	GAP 225	GAP 224	GAP 223						
Pollenzone	Z20-1					Z20-2					Z26					Z21-1	Z21-2	Z21-3		
AP																				
Bomen en struiken																				
Betula	6	11	6	5	4	8	1	3	6	2	8	18	3	4	berk					
Carpinus betulus	1			1					2			1			haagbeuk					
Corylus avellana	42	27	25	18	19	22	12	11	30	29	33	55	25	30	hazelaar					
Fagus sylvatica			1			14	2	1	9	8	1		3	4	beuk					
Fraxinus excelsior		1	1		1	1					1	1	1	2	gewone es					
Hedera helix			1												klimop					
Ilex aquifolium		1													hulst					
Juglans				1					1						walnoot					
Juniperus communis				1	2										jeneverbes					
Pinus sylvestris	10	8	7	21	12	11	10	1	10	12	4	83	17	9	grove den					
Quercus	34	39	20	22	24	16	23	9	17	13	28	53	28	21	eik					
Sambucus nigra type											3				gewone vlier type					
Tilia	4	9	6	13	4	7	4	1	5	2	8	4	4	1	linde					
Ulmus			3	4	2	3			2	3		2	2		iep					
Heideplanten																				
Calluna vulgaris	4	9	4	9	12	6	16	5	5	22	7	16	15	2	struikhei					
Ericaceae	6	1	7	9	3	6	5	2	13	8	10	8	3	1	heidefamilie					
NAP																				
Cultuurgewassen																				
Cannabaceae							1		1		2	1			hennepfamilie					
Cerealia type	11	3	40	54	47	58	50	35	43	56	21	12	67	34	graan type					
Secale cereale						1	3	4	2				4		rogge					
Vicia type								1							wikke type					
Mediterrane planten																				
Carthamus type													2		Carthamus type					
cf. Gratiola officinalis									1						genadekruid					
Plumbaginaceae				1											strandkruidfamilie					
Cistaceae undiff.										1					zonneroosjesfamilie					
Cistus cf. ladanifer						1				1	3		1		Cistus ladanifer					
Echium type											3				Echium type					
pollentype 't Zand-1										1					pollentype 't Zand-1					
pollentype 't Zand-2										1					pollentype 't Zand-2					
Saussurea type				1											Saussurea type					
Vaccinium type						1				2	1	5	3		bosbes type					
Ruderalen																				
Artemisia			1	1	1	1									bijvoet					
Centaurea cyanus				1	1	4	1	2	4	2	3				korenbloem					
Persicaria maculosa type								2							perzikkruid type					
Polygonum aviculare type											3				gewoon varkensgras type					
Spergula arvensis						2									gewone spurrie					
Urtica dioica type	4	1					1	1			15	1	1	4	grote brandnetel type					
Graslandplanten																				
cf. Lotus type											1				rolklaver type					
Plantago lanceolata	1	1	1			4	1	6	1	3	3	2	9	6	smalle weegbree					
Plantago major/media type											1				grote/ruige weegbree type					
Poaceae	56	48	119	103	126	121	161	219	126	106	124	31	135	121	grassenfamilie					
Rumex acetosa type	2	2	1		1	3	4	10	4	1	3	1	2	3	veldzuring type					
Trifolium								1							klaver					
Algemene kruiden																				
Apiaceae	1		1	3	3		3	2	3	3	7		4	4	schermbloementype					
Asteraceae-Liguliflorae	3	2	18	28	15	8	7	6	10	34	7	2	27	34	compositiefam. (lintbl.)					
Brassicaceae	3	1	3		4	2		6	3	4	8	2	5	22	kruisbloemenfamilie					
Caryophyllaceae	1	1		1					1	1				1	anjerfamilie					
Centaurea jacea type				1		1									knoopkruid type					
Chenopodiaceae	1	7	6	4	6	3	3		7	3	6		3	21	ganzenvoetfamilie					
Cirsium type					1										vederdistel type					
Fabaceae			1	1					1		1				vlinderbloemenfamilie					
Lamium album type	1														witte dovenetel type					
Matricaria type					1		2	1			4				kamille type					
Potentilla type		1	1		4				1	1	1		1	2	ganzerik type					
Ranunculus acris type				1	1	4	2	19	1	1	4		4		scherpe boterbloem type					
Rosaceae undiff.											1			1	rozenfamilie					
Rubiaceae	2		5	1	4	1	2		1	1			1		sterbladigenfamilie					
Senecio type	3	1	6	3	3	2	3	35	4	5	2	2	11	9	kruiskruid type					
Spergularia type	1				1				1		1				schijnspurrie type					
Thalictrum			2		1	1								1	ruit					
Pollensom	197	174	286	306	305	313	317	384	314	326	328	300	381	337						

	Tellingen																	
Profiel / spoor	PR20					SP26				PR21								
Type context	BLEEKWEIDE					GEULTJE/GRACHT				AFVALLAAG								
Staal	M129					M145		M143		M141			M140					
Diepte (cm)	32	25	17	9	1	59	50	33	1	85	65	45	25	5				
Residunummer	GAP 222	GAP 221	GAP 220	GAP 219	GAP 218	GAP 231	GAP 230	GAP 229	GAP 228	GAP 227	GAP 226	GAP 225	GAP 224	GAP 223				
Pollenzone	Z20-1					Z20-2				Z26				Z21-1		Z21-2	Z21-3	
Pollen van lokale vegetatie																		
Bomen en struiken (nat)																		
Alnus	158	199	68	41	55	36	54	20	42	34	71	74	41	47	els			
Salix	9	7	1			1		2	1		3			3	wilg			
Taxus baccata		1	2			1		2			1			1	taxus			
Moeras- en oeverkruiden																		
Calystegia/Convolvulus													1		dubbelkelkwinde/winde			
Cyperaceae	38	20	43	53	41	52	35	27	43	55	5	30	20	12	cypergrassenfamilie			
Epilobium							1								wilgenroosje			
Filipendula	5	5	1								1			3	spirea			
Mentha type										1	1				munt type			
Rumex aquaticus type		1				1				2					paardenzuring type			
Solanum dulcamara											2	2			bitterzoet			
Waterplanten																		
Hydrocotyle vulgaris	1	1													gewone waternavel			
Lemnaceae						1	10	12	2						kroosfamilie			
Menyanthes trifoliata			1												waterdrieblad			
Nymphaea									1						waterlelie			
Potamogeton									7						fonteinkruid			
Sparganium	2	4	3	3	4	6	1	2	10	4		3		2	egelskop			
Sporenplanten																		
Anthoceros punctatus type						1					1				zwart hawmos			
Equisetum	11	3	46	16	49	19	37	12	21	17		1	3	7	paardenstaart			
Filicales	25	22	24	20	31	55	41	17	20	17	10	156	31	13	varens (monoete sporen)			
Thelypteris palustris														1	moerasvaren			
Osmunda regalis	8	6	12	32	19	16	10	4	12	17		1	5	1	koningsvaren			
Polypodium vulgare	5	1	1	5	3	10	2		1	2		2	3		eikvaren			
Pteridium aquilinum	8	5	7	15	12	12	20	4	17	10	4	12	11	6	adelaarsvaren			
Sphagnum	4		5	6	6	9	15	7	7	15	7	26	13	11	veenmos			
Trilete sporen - echinaat													1					
Non-pollen palynomorfen																		
Algen																		
Botryococcus braunii	4	1	3	6	7	6	9	4	5	9	1	3	4	1				
Dinoflagellatencyste												3	1					
Pediastrum sp.		1					1			3								
Pediastrum boryanum		5		1					12	2	18	6	11					
Pediastrum kawraiskyi						3												
Type HdV-128	4	3	6	10	5	6	6	3	8	6	2	3	3	3				
Type HdV-210			7	14	12					3					Spirogyra sporen			
Type HdV-314		1	2	4		3							1		Zygnema sporen			
Type HdV-371											1			1	Tetradron cf. minimum cellen			
Type HdV-61	3		2	2	7	2	5	1	2	2		2		2	Mougeotia zygospore			
Dierlijke resten																		
Type HdV-179					1				1					1	onbekende invertebraat			
Type HdV-531	1														Trichuris eitjes			
Andere NPP's																		
Type HdV-146			1		1	2	2								Gloeotrichia type kokers			
Type HdV-731			17		17					3					onbekend microfossiel			
Type 't Zand-I	4		8		18			2	5					13	= BFA-29/HdV-119?			
Plantenresten																		
Type HdV-114	26	26	16	29	16	69	15	1	6	27	1	5	11	3	scalariforme houtvat doorboringen			
Type HdV-127											1				haarcellen van waterleliefamilie			
Schimmelsporen																		
Overige schimmelsporen	8	3		1	3		6	1	1		13	3	7	19				
Type HdV-1	1														Gelasinospora ascosporen			
Type HdV-112											1				Cercophora ascosporen			
Type HdV-121	1										1				ascosporen			
Type HdV-140				1			1								Valsaria variopora ascosporen			
Type HdV-169			1	1			2	1	2						Tripterospora ascosporen			
Type HdV-207	1		1	3	6		1			14	1		5	26	Glomus chlamydosporen			
Type HdV-361	1	2									1				schimmelcellen			
Type HdV-44		1													Ustilina deusta ascosporen			
Type HdV-55	3	3	14	10	14	4	14	5	6	9	1		4	6	Sordariaceae? sporen			
Type HdV-729	4		96	8	127	2	5	6	3						chlamydo?sporen			
Type HdV-368				1	3										Podospira ascosporen			
Type UG-1099			1															
indeterminata	22	39	34	24	30	8	27	25	27	31	81	24	31	67				
bewaring (score 1-5)																		
Pollenconcentratie (korrels per mm³)	258,4	302,8	55,08	52,91	58,45	37,28	83,41	191,8	198,4	45,96	280,3	114,4	40,96	65,27				
Houtskoolconcentratie (fragmenten per mm³)	708,7	623,7	644	538,1	811,4	32,39	129,6	142,7	292	629,3	4004	3661	936,2	1561				



Dendrochronologisch onderzoek naar houten raamwerken op de site 't Zand, te Brugge

BAAC Rapport: D-21.0168

september 2021

Projectnummer archivering: P: 21.0168

BAAC bv

's-Hertogenbosch

Graaf van Solmsweg 103
5222 BS 's-Hertogenbosch
T ■ 073 61 36 219
F ■ 073 61 49 877
E ■ denbosch@baac.nl

Deventer

Postbus 2015
7420 AA Deventer
T ■ 0570 67 00 55
E ■ deventer@baac.nl

Auteur: ing. P. Doeve MA

Status: definitief

E ■ info@baac.nl
w ■ www.baac.nl
Van Lanschot ■
NL06FVLB022.51.28.373
BTW ■ NL 8075.97.235.B.01
KvK ■ 080.80.701



Inhoud

1. Inleiding	2
2. Methode	3
2.1 Waarderingsonderzoek	3
2.2 Dendrochronologie	3
2.3 Bepaling van het kapjaar	4
3. Resultaten	5
3.1 Selectie van houtstalen voor uitwerking	5
3.1 Dendrochronologische metingen	5
3.2 Vergelijking individuele meetreeksen	7
3.3 Datering	8
4. Conclusie	11
Literatuur	12
Bijlage 1 Toelichting op de waardering	13
Bijlage 2 Documentatie waardering 53 stalen	14
Bijlage 3 Metrische data	16

Colofon

Projectnummer BAAC:	D-21.0168
Projectnummer archivering:	P: 21.0168 (https://dataverse.nl/dataverse/dccd)
Auteur:	ing. P. Doeve MA
Copyright:	BAAC bv te 's-Hertogenbosch

© BAAC, 's-Hertogenbosch 2021

BAAC aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

BAAC bv

Onderzoeks- en adviesbureau voor Bouwhistorie, Archeologie, Architectuur- en Cultuurhistorie

Graaf van Solmsweg 103
5222 BS 's-Hertogenbosch
Tel.: (073) 61 36 219
Fax: (073) 61 49 877
E-mail: denbosch@baac.nl

Postbus 2015
7420 AA Deventer
Tel.: (0570) 67 00 55
Fax: (0570) 61 84 30
E-mail: deventer@baac.nl

1. Inleiding

Er is een waarderend onderzoek naar 53 stalen uitgevoerd om te bepalen welke stalen geschikt zijn voor dendrochronologisch onderzoek. Op basis van de waardering is een selectie van elf stalen ingezet voor een daterende jaarringenstudie met als doel het bepalen van de ouderdom van het hout.

De houtvondsten zijn aangetroffen tijdens archeologisch onderzoek op de site 't Zand, Brugge dat is onderzocht door Raakvlak, Intergemeentelijke dienst Brugge (Vergunningnummer 2021A229). Op basis van geassocieerde vondsten en historische informatie wordt verwacht dat er twee bouwfases zijn op de site: 13e en 14e eeuw, 16e en 17e eeuw. Er zijn resten van een houten raamwerk aangetroffen, die zijn gebruikt voor de lakenproductie in het gebied. Ook zijn er houtvondsten uit een grachtvulling aangetroffen.

Het onderzoek is verricht in opdracht van de heer D. Verwerft (Raakvlak Onroerend Erfgoed Brugge en Ommeland) en uitgevoerd door mevrouw P. Doeve (BAAC) op het dendrochronologisch laboratorium van BAAC in september 2021. Deze rapportage doet verslag van de resultaten van het waarderingsonderzoek en het jaarringenonderzoek.

De rapportage en de meetgegevens worden gearchiveerd onder projectcode P: 21.0168 op DataverseNL (<https://dataverse.nl/dataverse/dccd>). Het onderzoek is uitgevoerd conform de internationale *best practices* op het terrein van de daterende dendrochronologie.¹

Dendrochronologie

De groei van bomen in de gematigde gebieden met seizoenen is een cyclische aangelegenheid met zichtbare jaarringen als gevolg. De aanwas van houtcellen onder de schors begint in het vroege voorjaar – of het einde van de winter – als de temperatuur stijgt en de sapstroom op gang komt. Aan het einde van het groeijaar valt de activiteit stil en vangt de rustperiode van de boom aan. De groeistop markeert het einde van de jaarring.

De dikte van de ring is afhankelijk van verschillende factoren gedurende het groeijaar. In natuurlijke bossen zijn met name klimaat, bodem en hydrologie sturend. Bomen van eenzelfde soort die gelijktijdig groeien in overeenkomstige omstandigheden vertonen als gevolg hiervan een sterk vergelijkbaar patroon van dikke en dunne jaarringen. Deze sequenties van overeenkomstige patronen zijn te verlengen terug in de tijd met bouwhistorisch en archeologisch hout. Als het jaarringenpatroon van nieuw onderzocht hout overeenkomt met de groeipatronen van de beschikbare referentiekalenders, kan van elke jaarring in het hout het kalenderjaar waarin ze is gegroeid, worden achterhaald.

Geschikte houtsoorten voor dendrochronologische onderzoek zijn in Noordwest Europa de soorten eik, es, beuk, iep, den, fijnspar of zilverspar.² Hout van onder andere wilg, els, berk en hazelaar zijn niet geschikt.

¹ Brewer & Jansma 2016.

² zie Jansma 2006, 23.

2. Methode

2.1 Waarderingsonderzoek

De houtvondsten zijn in het veld gezaagd tot handzame stalen en ingepakt in folie. Het hout is gewaardeerd op de minimale vereiste voor dendrochronologisch onderzoek. Sturend voor de selectie is een toereikend aantal jaarringen (min. 60-70) zonder vergroeiingen of knoesten en bij voorkeur de aanwezigheid van spinthout en/of een wankant, ten behoeve van een nauwkeurige datering (zie 2.3 *Bepaling van het kapjaar*). Aangezien het waarderingsonderzoek is uitgevoerd op gezaagde stalen, is in dit onderzoek secundair gebruik van hout – op basis van bewerkingssporen - niet meegewogen.

Determinatie van eik (*Quercus sp.*) is uitgevoerd op macroscopisch niveau. De overige houtsoorten zijn op microscopisch niveau gedetermineerd met een doodvallend-lichtmicroscop (Bioblue.lab). Van het hout zijn dunne coupes gemaakt in drie richtingen (dwars, radiaal en tangentiaal) die tussen een object- en dekglasje zijn geplaatst om de houtanatomie te inspecteren en determineren volgens de standaard determinatiesleutels voor Noordwest-Europese houtsoorten.³ Op basis van de oriëntatie van het jaarringenpatroon is achterhaald wat de stamcode is. In bijlage 1 is een toelichting gegeven op de gebruikte afkortingen in het documentatieformulier.

2.2 Dendrochronologie

Stalen van geschikte houtsoorten met voldoende jaarringen zijn met een dubbelzijdig scheermesje geprepareerd om de celstructuur zichtbaar te maken.⁴ De jaarringbreedten zijn microscopisch opgemeten met behulp van een dendrochronologische meettafel van SCIEM met een resolutie van 0,01 mm. Met krijtpoeder is incidenteel de zichtbaarheid van het jaarringenpatroon verbeterd. Indien meerdere radialen aan één staal zijn gemeten, zijn deze gemiddeld tot een meetreeks per staal.

Onderlinge vergelijkingen tussen meetreeksen van de dezelfde houtsoort zijn uitgevoerd om bomen (T: grenswaarden %PV ≥ 80 en $t \geq 10$) en/of boomgroepen (TG: grenswaarden %PV ≥ 68 en $t \geq 6,8$) te identificeren. Het is mogelijk dat er meerdere planken uit een boomstam zijn verkregen. De meetreeksen van de betreffende planken worden dan gemiddeld. Een visuele beoordeling van de lage-frequentievariëaties is mede bepalend voor de identificatie van hout afkomstig uit dezelfde boom of boomgroep. Het vergelijken en groeperen van de meetreeksen vergroot de kans op een datering van het hout.

Een absolute datering van de jaarringen in het hout is vastgesteld met het dendrochronologisch softwareprogramma PAST5⁵ door meetreeksen te vergelijken met de referentiekalenders van BAAC. De bij het dateren gebruikte variabelen zijn:

1. Student's t-waarde (t) met een standaardisering volgens Hollstein;⁶
2. Percentage van de Parallele Variatie (%PV, ook wel '*Gleichlaufigkeit*' genoemd) en bijbehorende significatie (P) op basis van het aantal overlappende jaarringen (OL).

De kwaliteit van de berekende chronologische posities van het onderzochte materiaal ten opzichte van de gebruikte referenties is visueel beoordeeld.

³ Schweingruber, 1990.

⁴ Geschikte houtsoorten zijn: eik, es, beuk, iep, den, fijnspar of zilverspar (zie Jansma 2006, 23).

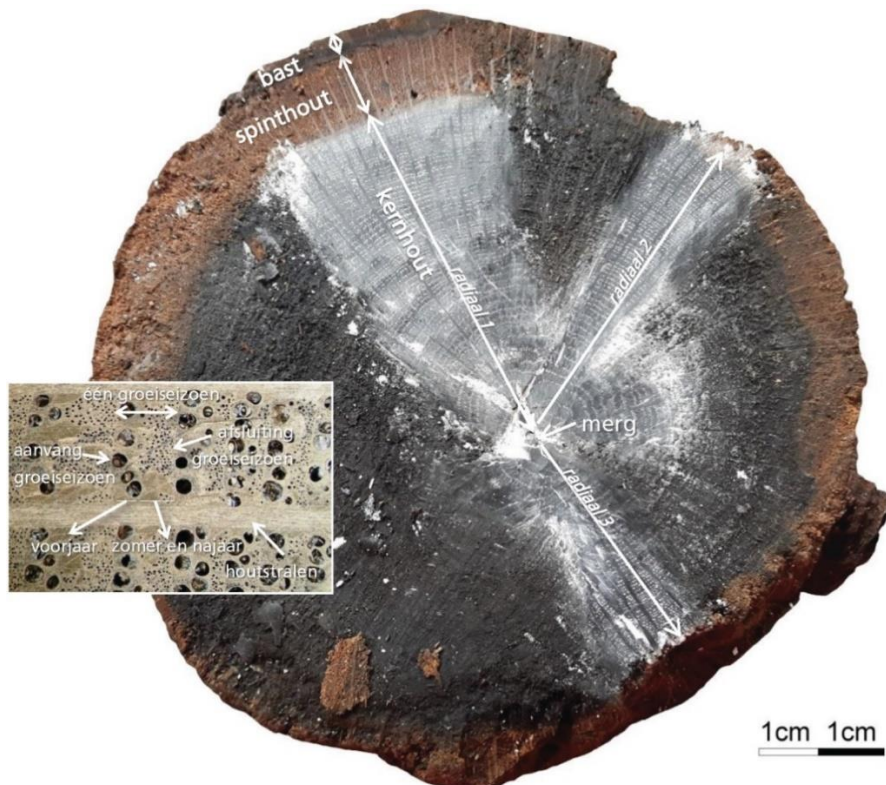
⁵ B. Knibbe, Sciem Scientific Engineering & Manufacturing, Wenen, Oostenrijk.

⁶ Hollstein 1980.

2.3 Bepaling van het kapjaar

Om het kapjaar op het jaar nauwkeurig vast te stellen, moet de bast of de wankant aanwezig zijn. De wankant is de laatst gegroeide jaarring van een complete zone spinthout direct onder de bast (afb. 1). Indien bij eikenhout incompleet spinthout aanwezig is, kan het kapjaar met een kleine marge worden vastgesteld op basis van de spinthoutberekening. Op basis van berekeningen geldt dat eiken gemiddeld 12 tot 37 spinthoutringen hebben in het groeigebied van Vlaanderen.⁷ Als spinthout bij eiken ontbreekt kan een *terminus post quem* datering worden bepaald – een vroegst mogelijk kapjaar. De eikenmeetreeksen zonder spinthout zijn aangevuld met het aantal te verwachten spinthoutringen op basis van de spintberekening. Het daadwerkelijk kapjaar kan enkele tot tientallen jaren later zijn.

Voor grove den geldt dat bij het ontbreken van de wankant enkel een vroegst mogelijk kapjaar kan worden vastgesteld. Grove den heeft spinthout, maar deze is niet goed te identificeren in archeologisch hout zoals bij eik. Omdat het aantal spinthoutringen zeer onregelmatig is, is een schatting van de velddatum op basis van geobserveerde ringen spinthout niet mogelijk.⁸



Afb. 1 Dwarsdoorsnede van een eikenstam. Het hout is langs drie radialen geprepareerd met een dubbelzijdig scheermesje, zodat de celstructuur zichtbaar wordt. De vaten zijn met krijtpoeder ingewreven. Het donkere kernhout onderscheidt zich van het lichtere spinthout. Aan de buitenzijde zijn resten van de bast en schors waar te nemen. De laatste spinthoutring onder de bast wordt de wankant genoemd. De uitsnede toont een microscopische opname van enkele jaarringen.

⁷ Haneca 2005, 213.

⁸ Gjerdrum, 2013. Onderzoek naar 2738 bomen van Grove den met een variatie van 9 tot 334 jaarringen, resulteerde in een variatie van 16 tot 125 jaarringen spinthout.

3. Resultaten

3.1 Selectie van houtstalen voor uitwerking

De waardering van de 53 houtstalen behelst: de houtsoortbepaling, een schatting van het aantal jaarringen, de aanwezigheid van de kern, het spinhout en de wankant. Bij de waardering is ook de stamcode gedocumenteerd – de wijze waarom het hout uit de rondhoutstam is verkregen. Een toelichting op de waardering is opgenomen in bijlage 1. De volledige tabel met alle gegevens van de waardering is opgenomen in bijlage 2.

Bij de houtsoortdeterminatie van de 53 stalen zijn zeven houtsoorten vastgesteld (tabel 1). Het gaat om eik (*Quercus sp.*), grove den (*Pinus sylvestris*), fijnspar/lariks⁹ (*Picea abies/Larix sp.*), es (*Fraxinus excelsior*), els (*Alnus glutinosa*), wilg (*Salix sp.*) en een kers-achtige (*Prunus sp.*). Eikenbomen leveren duurzaam en hoogwaardig constructiehout. De soort groeit lokaal, maar eik kan ook van elders zijn geïmporteerd. De grove den en fijnspar/lariks zijn beide naaldbomen en gezien de beide soorten geen lokale herkomst hebben zal het hout geïmporteerd zijn. De boomsoorten es en met name els en wilg leveren zachter hout. Eenmaal is een kersachtige gedetermineerd, hierover vallen de soorten sleedoorn, kersenboom e.d.

houtsoort	houtsoorten	n
Eik	<i>Quercus sp.</i>	30
Grove den	<i>Pinus sylvestris</i>	8
Fijnspar/lariks ¹⁰	<i>Picea abies/Larix sp.</i>	6
Es	<i>Fraxinus excelsior</i>	5
Els	<i>Alnus glutinosa</i>	2
Kers-achtige	<i>Prunus sp.</i>	1
		53

Tabel 1 Resultaten van de houtsoortbepalingen.

Van de geschikte houtsoorten eik, grove den en fijnspar/lariks is gekeken of het aantal jaarringen in het hout, voldoet aan de minimale criteria. Ook is er rekening gehouden met zichtbare vergroeiingen in het hout. Bij voorkeur worden stalen geselecteerd voor dendrochronologie met spinhout (in eik) en/of de wankant. Er zijn 17 stalen geschikt voor de uitwerking (tabel 2). In overleg met de opdrachtgever zijn elf stalen geselecteerd.

3.1 Dendrochronologische metingen

De dendrochronologische metingen resulteerden in elf meetreeksen (tabel 3). Er zijn vier stalen uit de gracht onderzocht, zeven stalen uit de raamwerken.

⁹ Het is op basis van de houtanatomie niet mogelijk om een onderscheid te maken tussen de twee boomsoorten fijnspar (*Picea abies*) en lariks (*Larix sp.*). Bij de rapportage wordt daarom gesproken van beide soorten fijnspar/lariks.

¹⁰ *Ibid.*

sp	vnr	houtsoort	n ringen	kern	spint	wk/bast	geschikt	uitwerking
6	M62	eik	>120	nee	2?	nee	ja, prioriteit 1	X
6	M64	gewone den	>100	nee	ja	±	ja, prioriteit 1	X
6	M65	fijnspar/lariks	80-100	ja	ja	ja	ja, prioriteit 1	
6	M69	fijnspar/lariks	80-100	ja	ja	ja	ja, prioriteit 1	
6	M74	gewone den	>90-100	nee	nvt	±	ja, prioriteit 1	X
6	M76	gewone den	c.90	nee	nee	nee	ja, prioriteit 1	X
16	M102	eik	100	nee	nee	nee	ja, prioriteit 1	X
17	M104	eik	c.55	nee	ja	nee	ja, prioriteit 1	X
19	M105	eik	75-80	nee	nee	nee	ja, prioriteit 1	X
19	M106	eik	80-100	nee	nee	nee	ja, prioriteit 1	X
19	M107	eik	80-100	nee	ja	nee	ja, prioriteit 1	X
11	M45	gewone den	>100	nee	ja	nee	ja, prioriteit 1	X
6	M59	gewone den	c.83	nee	nee	nee	ja, prioriteit 2	
6	M57	gewone den	>90	nee	nee	nee	ja, prioriteit 2	
-	M99	eik	>100	nee	nee	nee	ja, reserve 1	X
6	M60	gewone den	70-75	nee	nee	nee	ja, reserve 2	
39	M165	eik	75-80	ja	nee	nee	ja, reserve 2	X

Tabel 2 Selectie van de geschikte stalen voor uitwerking op basis van waardering (zie bijlage 2).

spoor	vnr.	objecttype	dendrocode	houtsoort	kern	n	n(s)	wk
11	M45	gracht	21RB0011	grove den	-	165	ja	nee
6	M62	gracht	21RB0020	eik	-	135	2	nee
6	M74	gracht	21RB0060	grove den	-	106	ja	nee
6	M76	gracht	21RB0070	grove den	-	87	ja	nee
16	M102	raamwerk	21RB0080	eik	-	175	-	nee
17	M104	raamwerk	21RB0091	eik	-	57	14	nee
19	M105	raamwerk	21RB0101	eik	-	84	-	nee
19	M105	raamwerk	21RB0111	eik	-	92	1	nee
19	M107	raamwerk	21RB0121	eik	-	86	5	nee
39	M165	raamwerk	21RB0130	eik	+1	74	-	nee
-	M99	raamwerk	21RB0141	eik	+1	108	-	nee

Tabel 3 Resultaten van de dendrochronologische metingen. Kern: aantal ringen tot de boomkern (het 'merg' d.w.z. de binnenste ring van de boom); n: aantal gemeten jaarringen; n(s) aantal gemeten spintringen; wk: aanwezigheid wankant.

3.2 Vergelijking individuele meetreeksen

De elf dendrochronologische metingen zijn onderling vergeleken om gelijkvormige jaarringpatronen te clusteren. Dit leverde de twee boomseries op (tabel 4, afb 2 en 3).

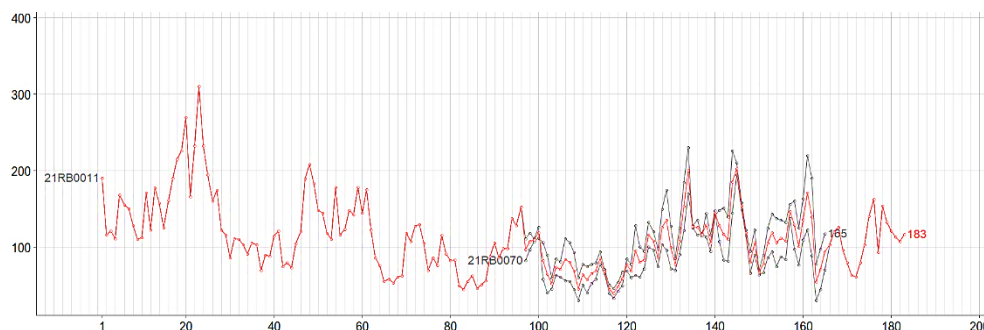
Het jaarringenpatroon in de twee planken van grove den (S6; M45 en M76) uit de gracht komen zo sterk overeen, dat te veronderstellen is dat beide planken uit dezelfde boom zijn gehaald (afb. 2). Het is ook mogelijk dat één plank tijdens de aanleg van de gracht is verzaagd tot twee planken. De jaarringpatronen van de twee planken zijn gemiddeld tot boomserie 21RB_1_7_T.

Hetzelfde geldt voor drie planken van eikenhout uit een raamwerk (S19; M105, M106, M107). De overeenkomst tussen de jaarringpatronen in de drie planken wijst erop dat de drie planken uit een en dezelfde boomstam zijn gekomen (afb. 3). De jaarringpatronen van de drie planken zijn gemiddeld tot boomserie 21RB_10_11_12_T.

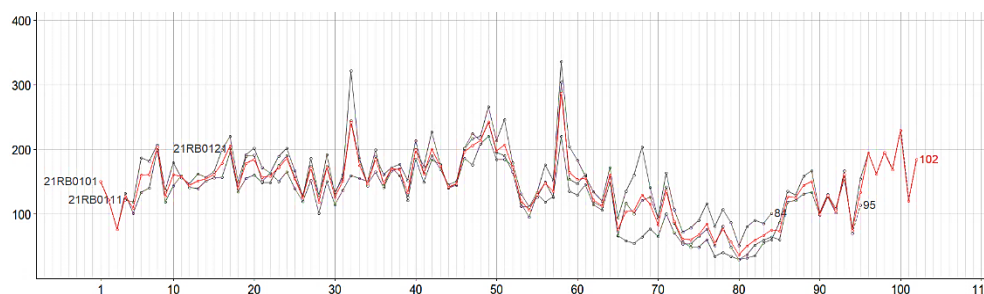
Vijf meetreeksen zijn geclusterd tot twee boomseries. De overige zes meetreeksen blijven ongeclusterd. Hierbij kan worden verondersteld dat deze zes meetreeksen ieder een unieke boom representeren. De dataset van elf meetreeksen is gereduceerd tot acht bomen.

context	houtsoort	boomserie (T)	n	individuele meetreeksen	match tussen de reeksen
S6; vnrs. M45, M76 planken uit gracht	grove den	21RB_1_7_T	183	21RB0011; 21RB0070	t = 8,15 % PV = 80,4 OL = 69
S19, vnrs.105, 106, 107, planken uit een raamwerk	eik	21RB_10_11_12_T	102	21RB0101; 21RB0111; 21RB0121	t = 10,86 % PV = 84,67

Tabel 4 Resultaten van de clustering tot boomserie (T). n: aantal jaarringen t: student t-waarde; %PV: Percentage van de Parallele Variatie; OL: Overlap, het aantal overlappende jaarringen tussen twee meetreeksen.



*Afb. 2 Boomserie 21RB_1_7_T (rood) op basis van het overeenkomstig jaarringenpatroon tussen 21RB0011 (M45) en 21RB0070 (M76) (grijs). X-as: aantal ringen; Y-as: jaarringbreedte in mm * 10⁻².*



*Afb. 3 Boomserie 21RB_10_11_12_T (rood) op basis van het overeenkomstig jaarringenpatroon tussen 21RB0101 (M105), 21RB0111 (M106) en 21RB0121 (M107) (grijs). X-as: aantal ringen; Y-as: jaarringbreedte in mm * 10⁻².*

3.3 Datering

De meetdata van de acht bomen zijn vergeleken met de referentiekalenders voor eik en grove den. Dit resulteerde in een datering voor zes stalen van eik (tabel 5, afb. 4, 5, 6 en 7). Een herkomstbepaling van het hout is op basis van de statistische uitkomsten niet nader te specificeren. De vergelijkingen van de overige meetreeksen leveren geen match op met de beschikbare referentiekalenders en blijven ongedateerd.

Gracht

Er is één datering voor het hout uit de gracht, die voor staal M62 (tabel 5, afb. 4). De laatst gemeten jaarring in het hout van staal M62 is gegroeid in het jaar 1582. De laatste twee jaarringen in het hout betreffen spinhout, zodat het kapjaar van de eik met een kleine marge kan worden bepaald, in de jaren 1592 – 1617 (tabel 6).

Raamwerk van eikenhout

Het onderzoek naar het hout uit het raamwerk heeft geresulteerd in drie dateringen (tabel 5, afb. 5, 6 en 7). Boomserie 21RB_10_11_12_T (S19, M105, M106, M107) heeft een kapjaar bij benadering opgeleverd, omdat vijf spinhoutringen zijn waargenomen in het hout. Op basis van de spintberekening is het kapjaar van de eik met een kleine marge te bepalen in 1289 – 1311 (tabel 6). De eikenboom waaruit de drie planken zijn vervaardigd kan op zijn vroegst gekapt zijn in het jaar 1289 en op zijn laatst in 1311.

Een tweede datering uit dezelfde structuur betreft die van staal M102 met een vroegst mogelijk kapjaar ná 1283 – 1308 (tabel 6). Het eerste jaartal 1283 gaat uit van een correctie, waarbij het hout slecht 12 spinhoutringen mist tot de wankant. Het laatste jaartal 1308 gaat uit van een correctie van 37 spinhoutringen tot de wankant.

De derde datering betreft M165, die is gedateerd met een vroegst mogelijk kapjaar ná 1290 -1315 (tabel 6). Ook hier geldt de correctie van 12 tot 37 spinhoutringen. Er is van staal M102 en M165 enkel kernhout bewaard gebleven zonder spinhout. Het spinhout van M102 en M165 ontbreekt, omdat deze is verwijderd tijdens de houtbewerking. Het is mogelijk dat er naast het spinhout ook delen van het kernhout bij de bewerking zijn verwijderd. De correctie van de spinhoutberekening houdt geen rekening met ontbrekende jaarringen kernhout. Het is mogelijk dat het werkelijke kapjaar enkele tot tientallen jaren later is.

De vroegst mogelijke kapdata ná 1283 – 1308 (M102) en ná 1290 – 1315 (M165) vallen binnen de marge van de datering van de planken M105, M106 en M107. Voor de datering van de structuur van het raamwerk is het kapjaar in 1289 – 1311 leidend, maar een latere datering van het hout, als gevolg van herstelwerkzaamheden kan niet worden uitgesloten.

objecttype	dendrocode	referentie- kalender	t	%PV	OL	P ≤	datering eerste jaarring	datering laatste jaarring
gracht	21_1_7_T	-	-	-	-	-	-	-
gracht	21RB0020	NLARTP02 ¹¹	4,88	67,8	135	0,000018	1448	1582
gracht	21RB0060	-	-	-	-	-	-	-
raamwerk	21RB0080	BELG002#2 ¹²	10,4	71,4	175	0,0000000075	1079	1271
		NLBOUW02 ¹³	10,2	73,1	175	0,00000000049	1079	1271
raamwerk	21RB_10_11_12_T	BELG004#1 ¹⁴	4,15	67,2	102	0,00026	1180	1281
		NETH004 ¹⁵	5,84	66,5	79	0,0017	1180	1281
raamwerk	21RB0091	-	-	-	-	-	-	-
raamwerk	21RB0130	NLBOUW01 ¹⁶	7,3	70,9	74	0,00016	1205	1278
raamwerk	21RB0141	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 5 Dateringsresultaten. t: student t-waarde; %PV: Percentage van de Parallele Variatie; OL: Overlap, het aantal overlappende jaarringen tussen meetreeksen; P: De kans, uitgedrukt als een fractie van 1, dat de gevonden waarde voor %PV op toeval berust.

objecttype	spoor	vnr.	dendrocode	datering laatste jaarring	correctie spintringen	datering kapjaar
gracht	11,6	M45, M76	21_1_7_T	-	-	-
gracht	6	M62	21RB0020	1582	+ 10 - 35	in 1592 - 1617
gracht	6	M74	21RB0060	-	-	-
raamwerk	16	M102	21RB0080	1271	+ 12 - 37	ná 1283 - 1308
raamwerk	17	M104	21RB0091	-	-	-
raamwerk	19	M105, 106, 107	21RB_10_11_12_T	1281	+ 7 -30	in 1289 - 1311
raamwerk	39	M165	21RB0130	1278	+ 12 - 37	ná 1290 - 1315
raamwerk	-	M99	21RB0141	-	-	-

Tabel 6 Dateringsresultaten. t: student t-waarde; %PV: Percentage van de Parallele Variatie; OL: Overlap, het aantal overlappende jaarringen tussen meetreeksen; P: De kans, uitgedrukt als een fractie van 1, dat de gevonden waarde voor %PV op toeval berust.

¹¹ Jansma & Hanraets 2004.

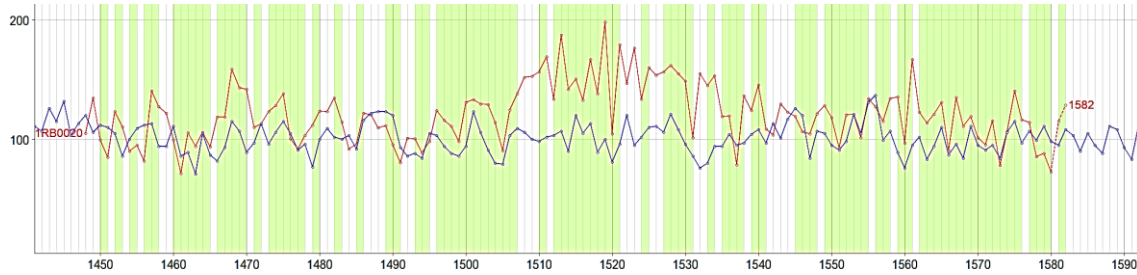
¹² Hoffsummer 1989.

¹³ Buisman 1995

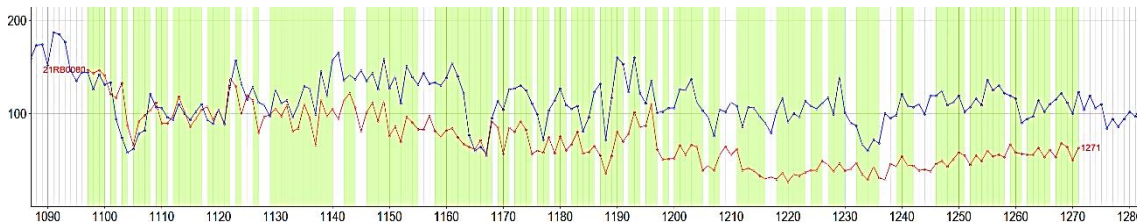
¹⁴ Hoffsummer 1989.

¹⁵ Jansma <https://www.ncdc.noaa.gov/paleo/study/3625>

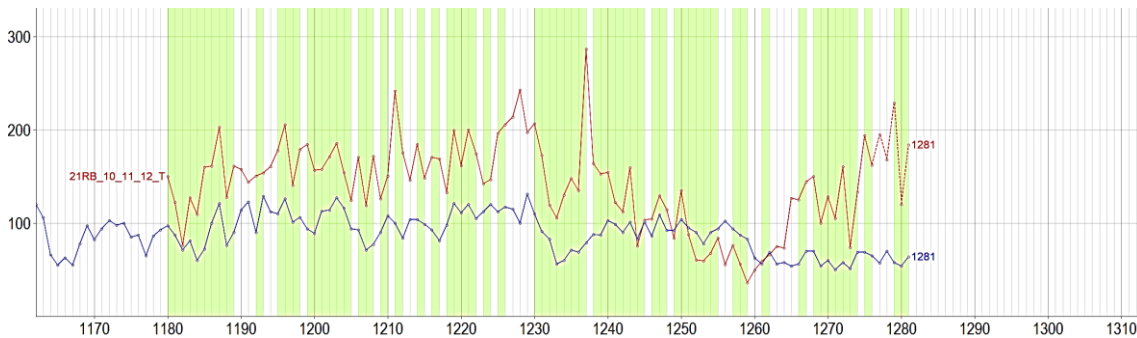
¹⁶ Eckstein *et al.* 1975



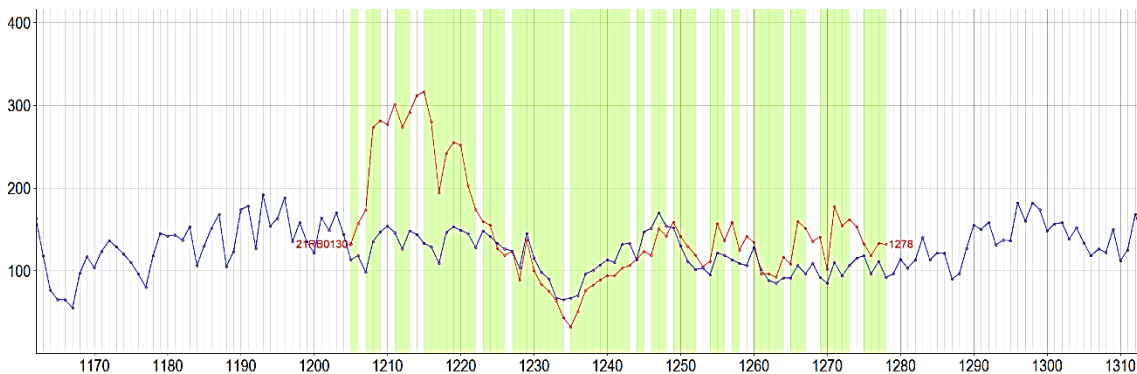
Afb. 4 Visuele overeenkomst tussen referentiekalender NLARTP01 (blauw) en 21RB0021 (rood). X-as: kalenderjaren; Y-as: jaarringbreedte in mm *10-2; Lichtgroen: intervallen van parallelle ringbreedtevariaties.



Afb. 5 Visuele overeenkomst tussen referentiekalender BELG002#2 (blauw) en 21RB0080 (rood). X-as: kalenderjaren; Y-as: jaarringbreedte in mm *10-2; Lichtgroen: intervallen van parallelle ringbreedtevariaties.



Afb. 6 Visuele overeenkomst tussen referentiekalender BELG004#1 (blauw) en 21RB_10_11_12_T (rood). X-as: kalenderjaren; Y-as: jaarringbreedte in mm *10-2; Lichtgroen: intervallen van parallelle ringbreedtevariaties.



Afb. 7 Visuele overeenkomst tussen referentiekalender NLBOUW01 (blauw) en 21RB0131 (rood). X-as: kalenderjaren; Y-as: jaarringbreedte in mm *10-2; Lichtgroen: intervallen van parallelle ringbreedtevariaties.

4. Conclusie

In het waarderend onderzoek naar 53 stalen zijn zeven houtsoorten gedetermineerd: eik (30), grove den (8), fijnspar/lariks (6), es (5), els (2), wilg (1) en een kersachtige (1).

Van de zeventien geschikte stalen zijn er elf geselecteerd voor de uitwerking. Uit de structuur van de gracht zijn vier stalen geselecteerd, drie van grove den (M45, M74 en M76) en één van eik (M62). Uit de structuur van het raamwerk zijn zeven eiken stalen geselecteerd (M99, M102, M104-M107, M165).

Het dendrochronologisch onderzoek naar elf stalen heeft nauwkeurige dateringen opgeleverd voor de gracht en het raamwerk. Hout uit de gracht is gedateerd met een kleine onzekerheidsmarge in 1592 – 1617. Hout uit het raamwerk is gedateerd met een nauwkeurig kapjaar met een kleine onzekerheidsmarge in 1289 – 1311.

Literatuur

Brewer, P. & E. Jansma, 2016: Dendrochronological Data in Archaeology: A Guide to Good Practice, *Archaeology Data Service: Guides to Good practice version June 2016*, zie http://guides.archaeologydataservice.ac.uk/g2gp/Dendro_Toc.

Buisman, J., 1995. *Duizend jaar weer, wind en water in de Lage Landen*, Deel 1, Van Wijn, Franeker, 581-584.

Eckstein, D., Brongers, J.A., Bauch, J., 1975: Tree-ring research in the Netherlands. *Tree-Ring Bulletin* 35, 1-13.

Gjerdrum, P. 2013: Estimating missing sapwood rings in three European gymnosperm species by the heartwood age rule, in *Dendrochronologia* volume 31, nr. 3 p.228-231.

Haneca K. 2005: *Tree-ring analyses of European oak: implementation and relevance in (pre-)historical research in Flanders*. Ph.d. dissertation, Ghent University, Gent.

Hoffsummer, P., 1989: *L'évolution des toits a deux versants dans le Bassin Mosan: l'apport de la dendrochronologie (Xle-XIXe siècle)*, Liège (dissertatie Université de Liège).

Hollstein, E., 1980: *Mitteleuropäische Eichenchronologie*, Philip Verlag, Mainz.

Jansma, E. & E. Hanraets, 2004: Dating Flanders – towards a Flemish tree-ring chronology of oak, In: E. Jansma, A. Bräuning, H. Gärtner, G. Schleser (eds.): *TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Vol. 2: Proceedings of the DENDROSYMPOSIUM 2003, May 1st – 3rd 2003, Utrecht, the Netherlands* (Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt Vol. 44), 131 - 138.

Jansma, E., 2006: [*Dendrochronologie. in: Nationale Onderzoeksagenda voor de Archeologie \(NOaA\)*](#), hoofdstuk 3 (versie 1.0), (www.noaa.nl), 1-40.

Jansma, E., 2007: Datering, herkomst en bouwvolgorde van De Meern 4, in: T. De Groot & J.-M.A.W. Morel (eds): *Het schip uit de Romeinse tijd De Meern 4 nabij boerderij de Balije Leidsche Rijn gemeente Utrecht*, Rapportage Archeologische Monumentenzorg (RAM) 147, Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, Amersfoort, 69-78.

Knibbe, B., 2014: *PAST5 Manual & Reference*, SCIEM.

Schweingruber, F.H., 1990: *Microscopische Holzanatomie 3 Aufl.* Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.

Bijlage 1 Toelichting op de waardering

L: de lengte maat van de staal gemeten op de dwarsdoorsnede van het hout;

B: de breedte maat van de staal gemeten op de dwarsdoorsnede van het hout;

Sdiam.: diameter van de complete stam.

conservering: de mate van conservering van het hout g = goed, m = matig en s = slecht;

houtsoort: naam van de houtsoort

stamcode: de grondvorm van het hout geeft aan hoe het uit de stam is verkregen (zie afb.);

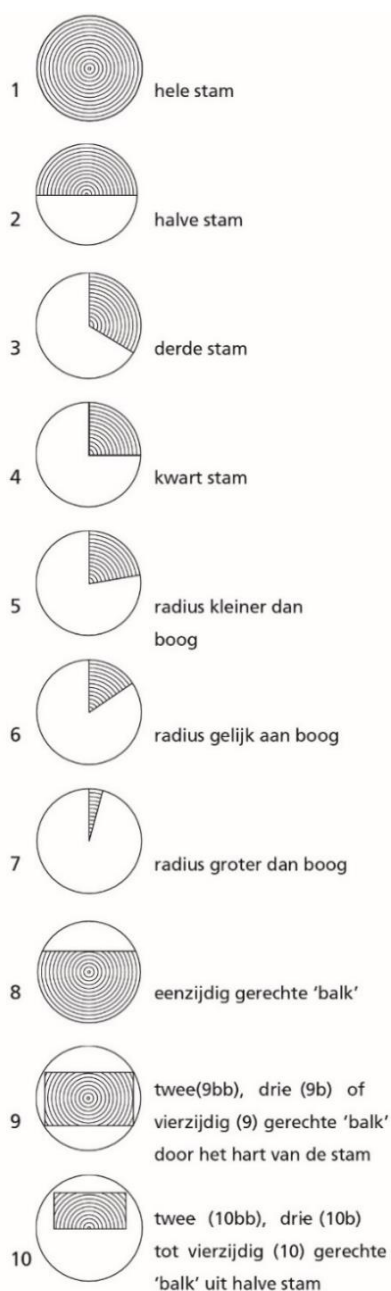
n ringen: schatting van het aantal jaarringen in het hout;

kern: aanwezigheid van het merg (de binnenste jaarring);

spint: aanwezigheid van spinhout;

wk/bast: aanwezigheid van de wankant en bast;

vergr./knoest: aanwezigheid van vergroeiing in het hout, knoesten e.d.;



type datering: indien de staal geschikt is voor dendrochronologisch onderzoek is in deze kolom aangegeven wat het te verwachten dateringsresultaat kan zijn, indien de jaarringenpatronen succesvol op de tijdslijn te plaatsen zijn op basis van een referentiekalender:

tpq: *terminus post-quem* of een vroegst mogelijk kapjaar;

s: schatting of een kapjaar bij benadering;

e: exact kapjaar.

prioritering: op basis van de kans op een datering en de nauwkeurigheid van de datering is een prioritering aangebracht: prioriteit 1 en 2 en reserve 1 en 2.

Bijlage 2 Documentatie waardering 53 stalen

sp	vnr	L	B	Sdiam	conservering	houtsoort	stamcode	n ringen	Kern	spint	wk/bast	vergr./knoest	geschied	type datering	opmerkingen
10	M42	9	9	>18	goed	eik	5	c.40	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
11	M43	8	8	8	goed	wilg	1	20-30	ja	nvt	ja	nee	nee, ongeschikte houtsoort	.	.
11	M44	5-5,5	5-5,5	5-5,5	goed	els	1	<20	ja	nvt	ja	nee	nee, ongeschikte houtsoort	.	.
12	M46	5,5-7	5,5-7	5,5-7	goed	es	1	c.9	ja	nvt	ja	nee	nee, te weinig jaarringen	.	wankant ring is niet volledig gevormd, zomer kapseizoen
12	M47	5,5-6	5,5-6	5,5-6	goed	es	1	c.6	ja	nvt	ja	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M49	14	11	>38	matig	eik	11	c.30-35	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M62	16	5	>34	goed	eik	14	>120	nee	2?	nee	nee	ja, prioriteit 1	tpq	.
12	M48	6-6,5	6-6,5	6-6,5	goed	es	1	c.8	ja	nvt	nvt	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
7	M51			>16	goed	eik	10	c.42	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
7	M52			>16	goed	eik	16	c.44	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
7	M53			>14	goed	eik	11	c.35	nee	nee	nee	ja	nee, te weinig jaarringen	.	.
7	M55			>30	goed	eik	11	c.57	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	lijkt één boom te zijn met M54
6	M64	14	3	>30	goed	gewone den	16	>100	nee	ja	±	nee	ja, prioriteit 1	s	.
7	M54			*	goed	eik	11	c.73	nee	nee	nee	ja	ja, reserve 3	.	lijkt één boom te zijn met M55
7	M58	9	7	>>30	goed	eik	17	c.30-35	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M65	8,5	8,5	8,5	goed	fijnspar/lariks	1	80-100	ja	ja	ja	nee	ja, prioriteit 1	e	.
6	M69	10	10	10	goed	fijnspar/lariks	1	80-100	ja	ja	ja	nee	ja, prioriteit 1	e/s	.
6	M61	12	3	>26	goed	gewone den	16	C.55	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M74	25	3	>25	goed	gewone den	15	>90-100	nee	nvt	nabij	nee	ja, prioriteit 1	tpq	wankant kan nabij zijn
6	M63	15,5	4	>34	goed	eik	16	c.25	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M76	9	3	>25	goed	gewone den	14-16	c.90	nee	nee	nee	nee	ja, prioriteit 1	tpq	.
16	M102	13,5	11	*	goed	eik	10	100	nee	nee	nee	nee	ja, prioriteit 1	tpq	.
6	M66	9,5	6,5	>20	goed	eik	6	>60	nee	nee	nee	ja	nee, vergroeiingen	.	zeer brede ringen dan abrupt smalle ringen, vergroeiing, niet meten
6	M67	17	3,5	>36	goed	eik	16	c.32	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M68	21	4	>44	goed	eik	16	c.47	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
17	M104	6,5	3	*	goed	eik	6	c.55	nee	ja	nee	nee	ja, prioriteit 1	e/s	.
6	M70	9	9	9	goed	fijnspar/lariks	1	c.18	ja	nvt	ja	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M71	6,5	6,5	6,5	goed	fijnspar/lariks	1	c.22	ja	nvt	ja	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M72	10	10	10	goed	kersachtige	1	c.9-10	ja	nvt	ja	nee	nee, ongeschikte houtsoort	.	.
6	M73	14	4	10	matig	eik	16	19	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.

sp	vnr	L	B	Sdiam	conservering	houtsoort	stamcode	n ringen	kern	spint	wk/bast	vergr./knoest	geschikt	type datering	opmerkingen
19	M105	12	8,5	*	goed	eik	14-10	c.75-80	nee	nee	nee	nee	ja, prioriteit 1	tpq	.
19	M106	13	5,5	*	goed	eik	7	80-100	nee	nee	nee	nee	ja, prioriteit 1	tpq	.
6	M77	2	12	12	goed	fijnspar/lariks	1	c.29-30	ja	nvt	ja	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
19	M107	12	10	*	goed	eik	5	80-100	nee	ja	nee	nee	ja, prioriteit 1	tpq	.
11	M45			50	goed	gewone den	15	>100	nee	nvt	nvt	nee	ja, prioriteit 1	tpq	.
17	M103	5,5	2,5	*	goed	eik	17	c.15	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M59	10	3	>>28	goed	gewone den	14	c.83	nee	nee	nee	nee	ja, prioriteit 2	tpq	.
6	M57			>>16	goed	gewone den	16	>90	nee	nee	nee	nee	ja, prioriteit 2	tpq	.
-	M99	11	7	*	goed	eik	11	>100	nee	nee	nee	ja	ja, reserve 1	tpq	.
6	M60	9,5	2,5	>>20	goed	gewone den	16	c.70-75	nee	nee	nee	nee	ja, reserve 2	tpq	.
-	M108	15,5	8	*	goed	eik	10	>80	nee	nee	nee	ja	nee, vergroeiingen	.	vergroeiing 2x sterke groeidepressies, minder geschikt
22	M110	12,5	9,5	*	goed	eik	6	70-80	nee	nee	nee	±	nee, vergroeiingen	.	wel wat groeireducties wigvormig
25	M124	.	.	.	goed	eik	9	60-70	ja	nee	nee	ja	nee, vergroeiingen	.	vergroeiing niet ideaal mogelijk reserve maar liever niet
31	M158	.	.	.	goed	eik	10	65-75	nee	nee	nee	nee	ja, reserve 3	.	.
31	M159	.	.	.	goed	eik	11	c.18	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
33	M160	.	.	.	goed	es	10	c.14	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
34	M161	.	.	.	goed	els	1	c.13	ja	nvt	ja	nee	nee, ongeschikte houtsoort	.	.
33	M163	.	.	.	goed	es	10	c.12	nee	nvt	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
32	M164	.	.	.	goed	fijnspar/lariks	1-9	c.20-25	ja	nvt	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
40	M166	.	.	.	goed	eik	11	c.33	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
37	M162	.	.	.	goed	eik	9B	c.45	ja	nee	ja	ja	nee, te weinig jaarringen	.	.
6	M163	.	.	.	goed	eik	10-16	c.15-20	nee	nee	nee	nee	nee, te weinig jaarringen	.	.
39	M165	.	.	.	goed	eik	9B	c.75-80	ja	nee	nee	ja	ja, reserve 2	tpq	door vergroeiing reserve

Bijlage 3 Metrische data

Dendrochronologische data bestaan uit de metrische weergave van de jaarringdiktes van elk opvolgend jaar in combinatie met de metadata. Onderstaande metingen zijn weergegeven in het zogenoemde Heidelberg format. De eerste regels tonen de beschrijving van de meetreeks. De getallenreeks representeert het jaarringpatroon, per regel van links naar rechts staan tien gemeten ringbreedtes op een rij. Links bovenin de eerste (oudste) opgemeten ringbreedte en rechts onderaan de jongste (laatste) opgemeten ringbreedte. De geregistreerde waarden vertegenwoordigen honderdste millimeters; een waarde van 190 staat dus gelijk aan 1,90 mm.

HEADER:

Keycode=21RB0011

Length=165

DateEnd=1

Species=PISY

Location='t Zand Brugge, raamland M45

DATA:Tree

190	116	121	111	168	155	150	128	110	112
171	122	177	157	125	161	190	215	226	269
166	232	310	232	194	160	174	122	116	86
111	110	103	91	105	103	69	89	88	114
121	74	79	73	104	120	189	208	183	148
144	118	110	178	116	123	148	142	178	144
175	122	86	76	55	58	53	61	62	118
107	127	129	105	69	86	76	115	91	82
83	49	44	55	62	46	51	56	88	105
86	98	98	137	128	152	111	118	111	126
58	40	45	63	61	56	55	44	30	50
40	52	58	77	65	39	33	42	49	84
77	128	100	94	132	120	98	149	174	127
85	125	184	230	125	116	118	113	94	141
148	151	139	226	210	158	122	94	122	69
89	124	143	137	135	132	156	160	125	163
219	190	78	97	117					

HEADER:

Keycode=21RB0020

Length=135

DateEnd=1582

Species=QUSP

Location='t Zand Brugge, raamland M62

SapWoodRings=2

DATA:Tree

105	134	100	85	123	110	90	95	82	140
128	122	100	72	106	94	106	94	118	118
158	143	142	110	112	123	128	138	100	92
103	112	124	123	134	114	92	96	122	120
110	112	96	80	101	100	88	98	124	116
111	98	131	133	130	129	114	90	124	138
152	152	156	169	134	188	142	150	132	167
138	198	104	179	147	176	134	160	154	156
162	155	148	102	155	145	153	119	120	78
136	124	146	108	104	130	122	119	106	104
122	128	118	92	120	121	102	134	128	115
134	136	97	167	122	114	121	131	90	135
111	119	102	96	116	78	106	140	116	114
86	88	72	115	128					

HEADER:

Keycode=21RB0060

Length=106

DateEnd=1

Species=PISY

Location='t Zand Brugge, raamland M74

DATA:Tree

23	21	30	31	32	27	26	36	60	53
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

55	61	54	94	100	101	86	74	62	104
98	81	68	65	80	74	71	57	45	49
49	31	41	35	47	36	48	24	27	36
55	62	66	66	88	94	109	97	51	61
63	62	58	44	46	45	58	40	31	33
38	42	29	37	35	42	30	22	25	33
30	26	38	21	23	22	29	22	29	28
40	35	30	18	29	33	29	32	35	29
23	20	23	25	30	29	27	31	34	33
46	42	27	21	43	65				

HEADER:

Keycode=21RB0070

Length=87

DateEnd=1

Species=PISY

Location='t Zand Brugge, raamland M76

DATA:Tree

82	96	108	112	106	89	60	84	81	110
106	93	60	77	74	78	79	94	70	50
46	54	68	68	60	62	60	72	100	96
74	103	96	72	70	90	122	170	128	135
114	144	116	147	108	82	82	144	194	149
114	66	90	64	66	86	94	74	88	84
137	97	76	109	122	88	30	44	70	103
120	126	96	79	63	60	80	102	140	162
92	154	132	121	113	108	116			

HEADER:

Keycode=21RB0080

Length=175

DateEnd=1271

Species=QUSP

Location='t Zand Brugge, raamland M102

DATA:Tree

147	143	146	141	121	117	132	88	66	92
98	103	112	90	90	98	118	102	86	94
104	108	94	104	88	138	129	98	120	114
80	96	98	105	98	108	81	84	110	96
66	114	97	104	94	114	122	106	81	101
112	92	114	76	86	70	96	90	83	82
98	82	75	82	84	74	68	64	62	72
54	91	86	57	84	80	92	82	57	60
58	74	58	76	60	67	80	58	58	65
55	36	54	80	70	78	102	86	87	110
62	51	52	52	66	56	66	64	39	44
39	56	64	56	62	39	42	38	33	30
32	30	36	27	34	33	37	39	39	49
45	38	46	38	40	47	35	29	43	31
29	46	43	54	44	44	39	40	38	46
49	43	51	58	55	45	55	49	60	54
56	53	67	58	57	56	56	63	53	61
53	68	64	50	63					

HEADER:

Keycode=21RB0091

Length=57

DateEnd=1

Species=QUSP

Location='t Zand Brugge, raamland M104

WaldKante=WK

SapWoodRings=14

DATA:Tree

227	166	256	255	168	199	63	45	59	91
166	118	109	117	102	59	71	90	110	76
61	35	166	95	74	97	98	109	111	166
132	163	223	136	206	109	93	72	88	131
82	114	91	100	115	82	77	92	82	72
93	70	54	90	69	53	57			

HEADER:

Keycode=21RB0101
 Length=84
 DateEnd=1263
 Species=QUSP
 Location='t Zand Brugge, raamland M105
 DATA:Tree

150	122	76	132	101	133	140	199	118	143
159	141	139	151	156	157	195	134	155	160
148	148	175	190	157	128	174	126	192	130
161	322	187	146	165	141	167	170	121	185
149	183	177	140	144	200	217	220	266	213
246	179	131	111	133	176	152	336	204	183
158	134	120	172	94	135	160	203	141	93
163	107	72	78	90	116	81	107	87	51
80	90	85	101						

HEADER:
 Keycode=21RB0111
 Length=92
 DateEnd=1274
 Species=QUSP
 Location='t Zand Brugge, raamland M106
 SapWoodRings=1
 DATA:Tree

122	118	187	182	207	137	179	156	147	162
157	165	199	220	150	192	202	172	163	189
202	167	127	186	129	173	134	154	244	184
143	189	161	172	177	152	213	163	190	169
145	150	202	224	213	242	195	190	165	112
111	126	149	126	304	153	147	161	118	111
159	66	58	54	64	77	65	100	71	53
53	65	76	51	81	48	29	37	52	59
64	60	118	121	131	133	98	127	102	167
70	113								

HEADER:
 Keycode=21RB0121
 Length=86
 DateEnd=1281
 Species=QUSP
 Location='t Zand Brugge, raamland M107
 SapWoodRings=5
 DATA:Tree

201	138	189	191	150	163	150	165	139	119
152	101	150	114	137	159	155	150	199	143
172	159	126	200	173	227	177	141	146	186
176	208	220	184	184	174	116	95	131	118
127	220	135	129	145	114	106	148	67	117
100	121	126	93	142	86	57	48	48	60
34	40	34	29	32	35	55	60	87	135
129	158	167	102	130	108	154	78	154	194
162	195	168	229	120	184				

HEADER:
 Keycode=21RB0130
 Length=74
 DateEnd=1278
 Species=QUSP
 Location='t Zand Brugge, raamland M165
 Pith=1
 DATA:Tree

132	157	173	273	281	277	301	274	292	312
316	280	194	242	255	252	203	174	160	155
127	118	123	88	137	100	84	75	64	43
32	50	76	82	88	94	94	103	106	114
123	119	150	142	158	141	130	118	105	112
157	136	159	125	141	134	96	96	92	116
108	160	151	136	140	102	178	154	162	153
132	118	133	132						

HEADER:

Keycode=21RB0141
 Length=108
 DateEnd=1
 Species=QUSP
 Location='t Zand Brugg, raamland M99
 Pith=1

DATA:Tree

109	118	113	144	219	190	145	112	139	254
97	66	88	63	90	73	66	51	31	66
58	79	73	52	59	94	89	104	62	53
44	41	29	38	42	29	40	23	28	22
35	26	35	107	118	104	153	115	68	57
55	55	57	46	50	66	63	71	80	73
79	79	58	56	48	33	33	30	39	35
42	41	46	50	71	98	80	73	75	91
85	89	87	164	250	201	174	164	125	83
91	101	98	109	98	113	103	112	100	132
171	189	186	222	172	159	153	125		

GECLUSTERDE BOOMSRIE

HEADER:

Keycode=21RB_1_7_T
 Length=183
 DateEnd=123
 Species=PISY
 Location='t Zand Brugge, raamland M45 en M76

DATA:Tree

190	116	121	111	168	155	150	128	110	112
171	122	177	157	125	161	190	215	226	269
166	232	310	232	194	160	174	122	116	86
111	110	103	91	105	103	69	89	88	114
121	74	79	73	104	120	189	208	183	148
144	118	110	178	116	123	148	142	178	144
175	122	86	76	55	58	53	61	62	118
107	127	129	105	69	86	76	115	91	82
83	49	44	55	62	46	51	56	88	105
86	98	98	137	128	152	96	107	109	119
82	64	52	74	71	83	80	68	45	64
57	65	68	85	68	44	40	48	58	76
68	95	80	83	116	108	86	126	135	99
77	108	153	200	126	126	116	128	105	144
128	117	110	185	202	154	118	80	106	66
78	105	118	106	111	108	146	128	101	136
170	139	54	71	94	103	120	126	96	79
63	60	80	102	140	162	92	154	132	121
113	108	116							

HEADER:

Keycode=21RB_10_11_12_T
 Length=102
 DateEnd=1281
 Species=QUSP
 Location='t Zand Brugge, raamland M104 M105 M106
 SapWoodRings=5

DATA:Tree

150	122	76	127	110	160	161	203	128	161
158	144	150	154	160	178	205	141	179	184
157	158	171	186	154	125	171	119	172	126
151	242	175	146	184	148	170	169	133	199
162	200	174	142	147	196	206	214	243	197
207	173	120	106	130	148	135	287	164	153
155	122	112	160	76	103	105	129	115	84
135	88	61	60	68	84	55	76	56	36
50	59	66	75	74	126	125	144	150	100
128	105	160	74	134	194	162	195	168	229
120	184								



RAAP BELGIË – RAPPORT 783

ASSESSMENTRAPPORT

't Zand - Brugge



[ARCHEOZOÖLOGISCH ONDERZOEK]

R A A P
archeologie
op maat

[COLOFON]

[TITEL]: Assessmentrapport
't Zand - Brugge
Archeozoologisch onderzoek

[VERSIE] 13-12-2021

[AUTEUR] A. Claus

[MATERIAALDESKUNDIGE] A. Claus

[RAAPPROJECT] BRUZA01

[IN OPDRACHT VAN] Raakvlak

[ERKEND ARCHEOLOOG] RAAP België (OE/ERK/Archeoloog/2016/00154)

[BEWAARPLAATS DOCUMENTATIE] RAAP België BV, Begoniastraat 13, 9810 Eke

RAAP België BV
Begoniastraat 13
9810 Eke
Telefoon 09/311 56 20
E-mail: raap@raap.be
Website: www.raap.be

© RAAP België BV, 2021

RAAP België aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	2
1 Inleiding	3
2 Assessment	4
2.1 Materiaal en methode.....	4
2.2 Tafonomie.....	5
2.3 Gebruiksvoorwerpen	6
2.4 Nederzettingsafval.....	6
2.5 Artisanaal afval.....	6
3 Besluit.....	9
4 Bibliografie.....	10

1 INLEIDING

In opdracht van de Intergemeentelijke Dienst Archeologie Brugge en Ommeland (Raakvlak) werd een assemblage aan dierlijk materiaal aan een assessment onderworpen door RAAP België. Dit gebeurde in december 2021. Het materiaal is afkomstig van archeologisch onderzoek aan 't Zand te Brugge. Er wordt de uitbreiding van een parkeergarage gepland. In 2018 werden een bureauonderzoek en een landschappelijk bodemonderzoek uitgevoerd. In 2021 volgde de uitvoer van de geadviseerde archeologische begeleiding over enkele gerichte sleuven binnen het plangebied (Verwerft et al. 2021).

Het onderzoek bracht verschillende grachten en paalsporen aan het licht. De aangetroffen sporen bevonden zich in een grijze laag bovenop het veen en werden afgedekt door verschillende ophogingslagen. Vermoedelijk kan het sporenbestand gekoppeld worden aan het gebruik van het terrein als bleekweide. Deze hypothese wordt ondersteund door cartografische bronnen en de vondst van verschillende lakenloodjes. De paalsporen kunnen in dit geval beschouwd worden als restanten van het raamwerk gebruikt om middeleeuws laken te drogen en te bleken. Natuurwetenschappelijk onderzoek situeert dit raamwerk rond 1300.

Het voorliggend assessmentrapport omvat een eerste hoofdstuk met een algemene beschrijving van het materiaal en de omschrijving van de gehanteerde methode bij de studie en registratie van de dierlijke resten. Daarna wordt dieper ingegaan op de tafonomie en de afzonderlijke tafonomische groepen. In het besluit worden de resultaten van het assessment samengevat.

2 ASSESSMENT

2.1 MATERIAAL EN METHODE

Tijdens het archeologisch onderzoek aan 't Zand te Brugge werden minstens 1036 fragmenten aan dierlijk materiaal ingezameld, d.i. goed voor ruim 18,5 kg. Het dierlijk materiaal is afkomstig uit 13 verschillende contexten. Het materiaal werd zowel met de hand verzameld als met gerichte staalname. Deze bulkstalen werden uitgezeefd over een zeef met maaswijdte 4 mm. De botfragmenten zijn voornamelijk afkomstig uit grachten en lagen. Een klein aantal fragmenten komt uit een paalspoor en een bodemprofiel. De datering van de contexten is voorlopig en onvolledig.¹

Tabel 1: Overzichtstabel van de bestudeerde ensembles met contextinformatie, aantal fragmenten en gewicht (in g) aan botresten.

Vondstnummer	Spoornummer	Aard context	Fasering	Aantal Fragmenten	Gewicht (in g)
639, 654, 660	2	Gracht	1200-1350	35	64
637, 638, 640, 641, 642, 643, 645, 646, 652, 657, 659, 663, 664, 665 en 668	4	Laag	1200-1350	876	13768
647, 650, 655, 662	6	Gracht	1350-1500	21	1285
649	12	Paal	1275-1325	4	69
648	13	Gracht	1250-1400	10	321
656, 661	14	Laag	1350-1500	19	2123
651	15	Gracht	1200-1350	5	33
653	20	Gracht	-	1	67
658	21	Gracht	-	10	649
671	27	Laag	1200-1350	13	29
666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676	28	Laag	1200-1350	30	91
667, 670	29	Laag	1350-1500	7	142
669	Prof. 8	-	-	5	4
Eindtotaal				1036	18645

Voor het assessment werd het materiaal ingevoerd in een determinatietabel (zie bijlage). Hierbij werden naast administratieve gegevens (vondst- en spoornummer) ook ingevuld:

- De aard en de fasering van de context.
- De verzamelwijze: met de hand of gezeefd.
- Bewaringstoestand en fragmentatiegraad werden indicatief ingedeeld in drie categorieën: goed/laag over matig/midden naar slecht/hoog.
- Het aantal botfragmenten (=n) en het gewicht (in g). Bij de zeefresidu's werden enkel de herkenbare fragmenten meegerekend. Te sterk gefragmenteerde botten werden hierbij niet opgenomen.
- Identificatie van diersoort. Ongedetermineerde botfragmenten werden aangeduid als 'indet'.

¹ Zoals aangeleverd door Raakvlak op 10/12/2021.

- Identificatie van skeletelement en indien relevant: de bewaarde zone van het skeletelement.
- Aanwijzingen voor een leeftijdsbepaling.
- Bewerkingssporen.
- Opmerkingen. Indien grootste lengte kon genomen worden van compleet bewaarde lange beenderen, dan werd dit ook in deze kolom aangegeven. Ook de metingen van de hoornpitten werden in deze kolom opgenomen.

Het vaststellen van de verzamelwijze, de bewaringstoestand en de fragmentatiegraad levert belangrijke informatie op over de (post-) depositionele processen van het assemblage. Samen met de bewerkingssporen (zoals kasporen, verbrandingssporen, knaagssporen ed.) kunnen deze factoren informatie opleveren over de tafonomische groep waartoe de dierlijke resten behoren. De voornaamste tafonomische groepen zijn consumptieresten, artisanaal afval, kadavers en intrusieven.

Het aantal botfragmenten werd geteld en gewogen. Bij de zeefresidu's werden te sterk gefragmenteerd botresten niet meegerekend. Voor het determineren van de dierlijke botten en tanden werd gebruik gemaakt van enkele basiswerken zoals de 'Knochenatlas' van Elisabeth Schmid (1972), het handboek 'Zoöarcheologie' van Maaïke Groot (2010) en 'Teeth' van Simon Hillson (2005). Daarnaast kon, zij het voor een beperkt aantal diersoorten, ook een kleine interne referentiecollectie gebruikt worden.

De leeftijd van zoogdieren is enerzijds te bepalen op basis van de fusie van pijpbeenderen (diafyse) met de gewrichtsuitenden (epifysen). De leeftijd waarop deze vergroeiingen plaatsvinden, is gekend per skeletelement bij verschillende diersoorten en is beschreven door o.a. Silver (1969) en Habermehl (1975). Dit al dan niet vergroeien werd wanneer waarneembaar aangegeven in de determinatietabel. Daarnaast is het gebit een belangrijke indicator voor de leeftijd. Zo zijn de leeftijden waarop bepaalde (melk)tanden doorbreken gekend (Silver 1969 en Habermehl 1975), maar ook op basis van slijtage kunnen dieren in relatieve leeftijdsklassen worden opgedeeld. Aan de hand van een code wordt de slijtage van (voor)kiezen uit de onderkaak van rund, varken of schaap/geit geëvalueerd (Grant, 1982). De optelsom per onderkaak leidt tot dergelijke onderverdeling in leeftijdsklassen. In de determinatietabel werden bij jonge individuen de kenmerkende doorbraken ingevuld. De slijtagecode werd per onderkaak (MWS) of per tand (TWS) geregistreerd voor de relevante (voor)kiezen. Ten slotte levert de poreusheid van hoornpitten een indicatie op voor de leeftijd van o.a. runderen (Armitage 1982). De hoorn van runderen en ook de benen hoornpit die erin zit, blijft hun hele leven lang groeien. Deze groei is het snelst tijdens de jeugd en vereist aldus een goede doorbloeding. Bij oudere dieren verloopt de groei trager en gaat het oppervlak van de hoornpit geleidelijk steeds meer sluiten.

Bij compleet bewaarde en volgroeide lange beenderen werd de grootste lengte gemeten volgens von den Driesch (1977). Op basis van deze gemeten lengte kon voor paarden de schofthoogte ingeschat worden op basis van onderzoek van May (1985) en Vitt (1952). Van hoornpitten werd de lengte, de omtrek aan de basis, de grootste en de kleinste breedte van die basis gemeten volgens von den Driesch (1977). Deze metingen kunnen meer informatie opleveren over het geslacht en het formaat van de dieren.

2.2 TAFONOMIE

De bewaringstoestand van de dierlijke resten was matig tot goed. Dit was gunstig voor het determineren van de botten en voor het aflezen van gebruikssporen. Opvallend was het grote percentage (ca. 14%) aan kap- en snijsporen waargenomen op de botten. Dit getuigt van een grote menselijke invloed op de totstandkoming van dit assemblage. Ook de vrij hoge fragmentatiegraad van de botten wijst hierop. Het aantal knaagssporen (0,2%), de lage graad van verwerking en de beperkte sporen van secundaire verbranding (1%) tonen aan dat het dierlijk afval vrij snel werd begraven.

Het assemblage bestaat uit verschillende tafonomische groepen. In eerste instantie werden twee gebruiksvoorwerpen herkend. Deze werden vervaardigd uit been en werden wellicht pas gedumpt nadat deze hun functie hadden verloren. De verschillende contexten bevatten vrijwel steeds een weliswaar kleine fractie aan nederzettingsafval. Dit bestaat uit consumptieafval, maar ook uit de resten van huisdieren. Ten slotte wijst het voorkomen van een groot aantal, specifieke skeletelementen met bewerkingssporen op artisanaal afval. Dit is voornamelijk afkomstig uit laag S4.

2.3 GEBRUIKSVORWERPEN

Het ensemble bevat twee benen gebruiksvoorwerpen. Een eerste voorwerp (V655) betreft een rechthoekige, onversierde kam met een dubbele rij tanden. Eén uiteinde van de kam is bewaard gebleven en dit over een lengte van 3,2 cm. De breedte van de kam bedraagt 4,4 cm. De kam is vervaardigd uit één stuk en is dus niet samengesteld. Dergelijke kammen komen algemeen voor in de late middeleeuwen en Nieuwe Tijd.



Figuur 1: Fragment van een rechthoekige, onversierde kam met dubbele rij tanden (V655).



Figuur 2: Fragment van een beslagplaat voor een mesheft of iets gelijkaardig (V669).

Het tweede voorwerp (V669) bestaat uit een dun plaatje van ca. 1 cm breed en bevat een kleine doorboring. Aan beide korte randen is het plaatje afgebroken. Eén zijde is onafgewerkt en vertoont nog sporen van bewerking (zaagsporen). De andere zijde en ook de lange randen zijn gepolijst. Vermoedelijk betreft het een stukje van een beslagplaat voor een mesheft. De doorboring diende in dit geval om de beslagplaat met een klinknagel vast te zetten op het heft van het mes.

2.4 NEDERZETTINGSAFVAL

Het assemblage bestaat voor ongeveer een kwart uit nederzettingsafval. Dit bestaat grotendeels uit consumptieresten. Binnen de groep van zoogdieren bestaan deze voornamelijk uit varken, rund en schaap. Het rund haalt zonder twijfel de grootste aantallen. De hoeveelheid varkensbotten is nagenoeg quasi gelijk aan dat van schapen. Dergelijk beeld is eerder atypisch voor middeleeuws Brugge (Ervynck & Van Neer 2017). Wellicht is dit te wijten aan het beperkt aantal herkende beenderen van deze soorten (n=15 en 16) en gaat het om een vertekend beeld. Verder waren er nog wat vondsten van vogel (o.a. kip), vis en oester.

Het paard neemt een eerder dubbele positie in binnen dit nederzettingsafval. Enerzijds werden complete skeletelementen aangetroffen. Deze zijn vermoedelijk het restant van (verstoorde) paardenbegravingen. De schofthoogte van deze volwassen dieren was gemiddeld (136-144 cm) of lag net iets boven het gemiddelde (144-152 cm). Eén fragment van een dijbeen (V647) was incompleet en vertoonde kasporen aan distale zijde. Dit wijst mogelijk op consumptie van dit dier.

Ten slotte zijn een klein aantal botten afkomstig van kat. Deze botten getuigen van de aanwezigheid van dit dier op of nabij de site. Het ging enerzijds om (jong)volwassen dieren, maar ook om minstens één erg jong individu (<3 maand).

2.5 ARTISANAAL AFVAL

Binnen het assemblage was de grote hoeveelheid aan dierlijke botten uit spoor 4 meteen opvallend. Meer dan 85% van de botten uit deze context behoren tot rund. Bovendien zijn niet alle skeletelementen van rund vertegenwoordigd, maar zijn specifiek hoornpitten (17,4%), schedelfragmenten (15,4%) en pootuiteinden (64,5%) aanwezig. Dergelijke onevenredigheid is niet toevallig en weerspiegelt een bepaalde activiteit. Botensembles met deze samenstelling worden vaak in verband gebracht met leerlooiers. We weten immers dat slachters een deel van de voorhoofdschedel met de hoorns aan het vel lieten vastzitten en het zo verhandelden aan de leerlooier. Zij weekten het hoorn los en verhandelden het op hun beurt aan de hoornbewerker. Op Vlaamse leerlooiersites werden dan ook grote

aantallen hoornpitten vastgesteld. Bijzonder in dit kader is de grote hoeveelheid aan pootuiteinden (de hoeven met de botten die daarin zitten) van het rund. In buitenlandse, o.a. Engelse, opgravingen is vastgesteld dat ook de pootuiteinden soms vast bleven hangen aan de runderhuiden. In Vlaamse, archeologisch vastgestelde leerlooierijen is daar echter nog nooit bewijs voor gevonden (Ervynck 2011, Vermeiren et al. 2018). Dit maakt het ensemble bijzonder. De aanwezigheid van structuren die verband houden met het leerlooien zoals kuipen en ovens of sporen van kalk of gemalen schors zouden de hypothese kunnen staven. Echter, deze werden niet vastgesteld op de site aan 't Zand. De vondsten werden aangetroffen in een laag en werden dus mogelijk aangebracht vanuit de (nabije) omgeving. Of dit betekent dat er een link is met de reeds gekende leerlooiersite langs de Eekhoutstraat (Ervynck 2011) of dat er een bijkomende leerlooiersite dichterbij 't Zand moet bestaan hebben, is evenmin duidelijk.

Wanneer we de pootuiteinden nader bekijken, blijken deze sterk gefragmenteerd ($n=488$). Daarom is het moeilijk om uit te maken of voor- en achterpoten evenredig vertegenwoordigd zijn. In elk geval is duidelijk dat de phalangen, metapoden en carpalen/tarsalen alle in aanzienlijke hoeveelheden aanwezig zijn. De fragmentatie is het grootst onder de metapoden of kanonbeenderen. Met uitzondering van de hoefbeenderen, zijn de phalangen of teenkoten ook vaak gefragmenteerd. Vermoedelijk werden deze bewust open gespleten, getuige zijn enkele kasporen, om het merg uit deze beenderen te winnen. Mergolie werd gebruikt als smeermiddel. In het buitenland is eerder al gesuggereerd dat dergelijke olie werd gebruikt voor het invetten van huiden op het einde van het leerlooiersproces (Serjeantson 1989).



Figuur 3: Een greep uit de botten van de pootuiteinden.

Ook de hoornpitten zijn over het algemeen sterk gefragmenteerd. Van de 132 fragmenten zijn slechts 27 quasi complete hoornpitten vastgesteld. De poreusheid van deze hoornpitten levert een indicatie op over de leeftijd van de vertegenwoordigde dieren. Het bleek overwegend om volwassen runderen te gaan. Dit sluit ook aan bij het beeld van de pootuiteinden. Deze bestonden bijna uitsluitend uit vergroeide metapoden en teenkoten. Dit patroon zou kunnen wijzen op het gebruik van runderen als melkkoeien of trekrunderen. Pas na een leven van dienstbaarheid werden de runderen naar de stad gebracht als vleesleverancier. Enkel de jonge stieren, als deze niet door castratie tot ossen werden omgevormd, gingen vroeger voor de bijl (Vermeiren et al. 2018). Om deze hypothese voor dit ensemble hard te maken en aldus een onderscheid te maken tussen koeien, ossen en stieren, bleek onhaalbaar. De grootste lengte van de hoornpitten vertelt iets over het rundtype waartoe deze runderen behoorden. Bij heel wat hoornpitten was de tip echter afgebroken en kon deze lengte niet exact bepaald worden. Wel is duidelijk dat minstens 13 hoornpitten de lengte van 22 cm niet overschrijden. Met enige voorzichtigheid zouden we de runderen dus als 'shorthorns' kunnen bestempelen. Dit sluit aan bij het laatmiddeleeuwse

rundertype van klein formaat, waarvan de koeien slechts een schofthoogte (de afstand van de bovenzijde van de schouder tot de grond) van 110 tot 120 cm haalden (Vermeiren et al. 2018). Bij twee exemplaren werden snijsporen vastgesteld op de voorhoofdschedel die nog aan de hoornpit vastzat. Dit is het resultaat van het villen van het dier na de slacht.



Figuur 4: Eén van de hoornpitten met voorhoofdschedelfragment uit spoor 4.



Figuur 5: Het kleine, korthoornige laatmiddeleeuwse rund (Luttrell-Psalter, London, British Library, Add. Ms. 42130, fol. 170. Engeland, ca. 1330-1340).

3 BESLUIT

De dierlijke resten aangetroffen tijdens archeologisch onderzoek op een terrein aan 't Zand te Brugge werden onderworpen aan een assessment. Hieruit bleek dat zowel de handverzamelde als de uitgezeefde resten over het algemeen matig tot goed bewaard zijn gebleven. De sporen van verwerking, knagen en secundaire verbranding waren zeer beperkt. Dit toont aan dat de resten over het algemeen vrij snel na gebruik ter aarde werden besteld. De hoge fragmentatiegraad en een aanzienlijk percentage aan bewerkingssporen wijzen dan weer op een sterke mate van menselijke invloed. Er konden drie tafonomische groepen onderscheiden worden. Een eerste groep betrof twee gebruiksvoorwerpen. De fragmentair bewaarde kam en het vermoede stukje van een beslagplaat van een mesheft waren wellicht afgedankt nadat deze gebroken zijn. Een tweede groep betrof nederzettingsafval bestaande uit zowel consumptieafval als resten van kadavers. Het rund was de voornaamste vleesleverancier, gevolgd door schaap of geit en varken. Daarnaast werden ook vogel (o.a. kip), vis en oester gegeten. De botten van het paard kunnen hoofdzakelijk als resten van begravingen beschouwd worden. Eén fragment vertoonde kasporen en wijst mogelijk op consumptie van paardenvlees. Ten slotte zijn een klein aantal fragmenten van kat aangetroffen.

De derde tafonomische groep bestond uit artisanaal afval. Het is de meest abundante groep van het ensemble en is voornamelijk afkomstig uit een laag (spoor 4). Opvallend was een sterke vertegenwoordiging van hoornpitten, schedelfragmenten en botten die behoren tot de pootuiteinden van runderen. Dergelijke selectie van skeletelementen wijst op een specifieke activiteit en lijkt kenmerkend voor leerlooiersafval. De samenstelling van dergelijk afval is echter uitzonderlijk voor Vlaanderen. Op onderzochte leerlooiersites in Vlaanderen zijn steeds grote hoeveelheden hoornpitten aangetroffen, maar de pootuiteinden ontbraken steeds. Buitenlandse leerlooiersites, o.a. in Engeland, leverden wel dergelijke samenstelling op. Hierbij werd geopperd dat de botten van de pootuiteinden werden aangewend als voorraadbron voor mergolie en dus voor de nodige vetten voor het behandelen van het leer. Indien deze hypothese klopt, dan is het ensemble tot nu toe uniek voor Vlaanderen en een belangrijke indicatie voor de aanwezigheid van een laatmiddeleeuwse leerlooier in de (nabije) omgeving van de site. De runderbotten zijn voornamelijk afkomstig van volwassen exemplaren en van het laatmiddeleeuwse rundertype van klein formaat. Vermoedelijk werden de meeste runderen aangewend als melkkoe of als trekdier vooraleer deze als vlees- en huidleverancier naar de stad werden gebracht.

4 BIBLIOGRAFIE

- ARMITAGE P.L., 1982. A SYSTEM FOR AGEING AND SEXING THE HORNCORES FROM BRITISH POST-MEDIEVAL SITES (17TH TO EARLY 18TH CENTURY) WITH SPECIAL REFERENCE TO UNIMPROVED BRITISH LONGHORN CATTLE, IN: WILSON B., GRIGSON C., PAYNE S. (EDS.), AGEING AND SEXING ANIMAL BONES FROM ARCHAEOLOGICAL SITES, OXFORD (BAR BRITISH SERIES 109), 37-54.
- ERVYNCK A., 2011. EVERYTHING BUT THE LEATHER, THE SEARCH FOR TANNERIES IN FLEMISH ARCHAEOLOGY, IN THOMSON R., MOULD Q. (EDS.): LEATHER TANNERIES, THE ARCHAEOLOGICAL EVIDENCE, LONDON.
- ERVYNCK A., VAN NEER W., 2017. BEEF, PORK AND MUTTON: AN ARCHAEOLOGICAL SURVEY OF MEAT CONSUMPTION IN MEDIEVAL AND POSTMEDIEVAL TOWNS IN THE SOUTHERN LOW COUNTRIES (FLANDERS & BRUSSELS, BELGIUM), QUATERNARY INTERNATIONAL 460, 65-73.
- GRANT A., 1982. THE USE OF TOOTH WEAR AS A GUIDE TO THE AGE OF DOMESTIC UNGULATES, IN B. WILSON/C. GRIGSON/S. PAYNE (EDS.), AGEING AND SEXING ANIMAL BONES FROM ARCHAEOLOGICAL SITES, OXFORD (BAR BRITISH SERIES 109), 91-108.
- GROOT M., 2010. HANDBOEK ZOÏARCHEOLOGIE, MATERIAAL EN METHODEN 1, AMSTERDAM.
- HABERMEHL K.-H., 1975. DIE ALTERSBESTIMMUNG BEI HAUS- UND LABORTIEREN, BERLIJN.
- HILLSON S., 2005 (2DE EDITIE). TEETH, CAMBRIDGE (CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY).
- MAY E., 1985. WIDERISTHÖHE UND LANGKNOCHENMASSE BEI PFERDEN. EIN IMMER NOCH AKTUELLES PROBLEM, ZEITSCHRIFT FÜR SÄUGETIERKUNDE 50, 368-382.
- SCHMID E., 1972. ATLAS OF ANIMAL BONES, AMSTERDAM/NEW YORK.
- SERJEANTSON D., 1989. ANIMAL REMAINS AND THE TANNING TRADE, IN: SERJEANTSON D., WALDRON T. (EDS.), DIET AND CRAFTS IN TOWN. THE EVIDENCE OF ANIMAL REMAINS FROM THE ROMAN TO THE POST-MEDIEVAL PERIOD, OXFORD (BAR BRITISH SERIES 199), 129-146.
- SILVER I., 1969 (2DE EDITIE). THE AGEING OF DOMESTIC ANIMALS, IN D. BROTHWELL/E. HIGGS (EDS.), SCIENCE IN ARCHAEOLOGY, BRISTOL, 283-302.
- VERMEIREN G., BRU M., ERVYNCK A. (REDS.), 2018. DE KROOK, EEN LEERRIJK BOEK, GENT.
- VITT V.O., 1952. DIE PFERDE DER KURGANE VON PASYRIK, SOVJETSKAJA ARCHEOLOGIIJA XVI.
- VON DEN DRIESCH A., 1977 (2DE EDITIE). A GUIDE TO THE MEASUREMENT OF ANIMAL BONE FROM ARCHAEOLOGICAL SITES. PEABODY MUSEUM BULLETIN 1. HARVARD: PEABODY MUSEUM OF ARCHAEOLOGY AND ETHNOLOGY.