



Nota

Brugge, Boudewijnkanaal

Deel 1: Verslag van Resultaten

Ghent Archaeological Team bv
Dorpsstraat 73
8450 Bredene

BAAC Vlaanderen bvba
Hendekenstraat 49
9968 BASSEVELDE
info@baac.be

Titel

Nota Brugge, Boudewijnkanaal. Deel 1: Verslag van Resultaten

Auteur(s)

Frédéric Cruz (Gate)
Pieter Laloo (Gate)
Timothy Saey (3Dsoil)
Delphine Saelens (BAAC)

Erkende archeoloog

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

BAAC-Projectnummer

2020-0517

Plaats en datum

Gent, 8 juni 2020

Reeks en nummer

BAAC Vlaanderen Rapport 1471
ISSN 2033-6896

Wettelijk depot

KBR

Inhoud

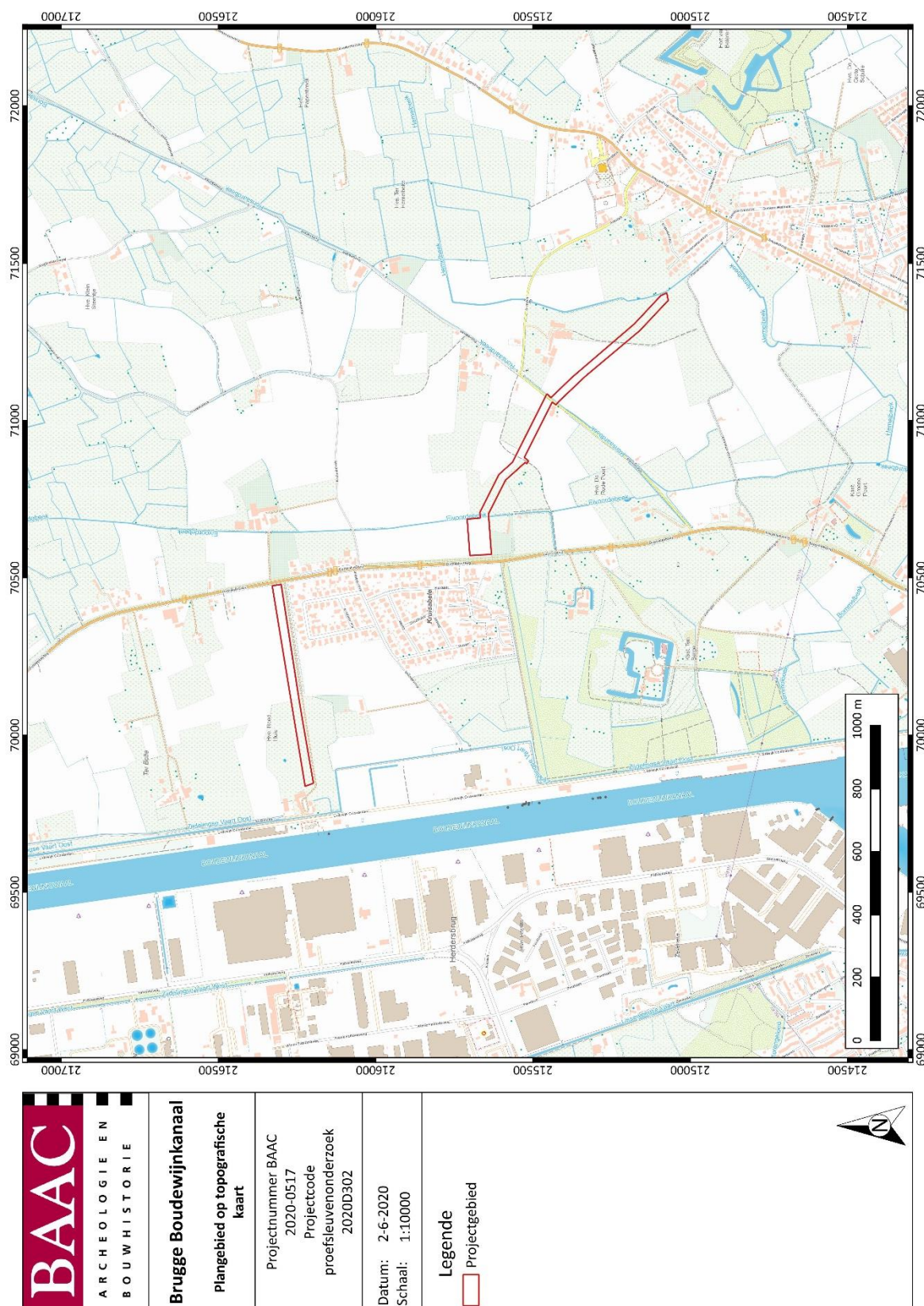
1	Beschrijvend gedeelte.....	1
1.1	Administratieve gegevens	1
1.2	Aanleiding	6
1.3	Onderzoekstraject.....	6
1.4	Afwijkingen onderzoekstraject t.o.v. de archeologienota	6
2	Synthese bekrachtigde archeologienota	9
3	Geofysisch onderzoek.....	11
3.1	Beschrijvend gedeelte	11
3.1.1	Administratieve gegevens	11
3.1.2	Onderzoeksopdracht	11
3.1.3	Beschrijving werkwijze en strategie	14
3.2	Assessmentrapport	16
3.2.1	Resultaten	16
3.3	EG vergelijking met de bodemkaart	43
3.4	Integratie van de EG data met behulp van 2-D tomografie.....	46
3.5	Integratie van de EG data met behulp van 1-D dieptemodellering.....	49
3.6	Interpretatie geofysische gegevens en sporen	54
3.7	Datering	58
3.8	Integratie van de landschappelijke boorgegevens (GATE) met het EMI-onderzoek	58
3.9	Conclusie EMI-survey	59
4	Landschappelijk booronderzoek	62
4.1	Beschrijvend gedeelte	62
4.1.1	Administratieve gegevens	62
4.1.2	Onderzoeksopdracht	62
4.1.3	Werkwijze en strategie van het onderzoek	63
4.2	Assessmentrapport	64
4.2.1	Resultaten boringen	64
4.2.2	Interpretatie onderzoeksgebied	66
4.2.3	Verwachting ten aanzien van archeologisch erfgoed na EMI- en landschappelijk booronderzoek 66	
4.3	Concretisering advies naar verder vooronderzoek	69
5	Proefsleuvenonderzoek	77
5.1	Werkwijze en strategie	77
5.1.1	Onderzoeksdoelstellingen.....	77
5.1.2	Onderzoeksvragen	77
5.1.3	Methoden en technieken.....	78
5.1.4	Organisatie van het vooronderzoek	81
5.1.5	Afwijkingen.....	81
5.1.6	Inbreng specialisten en externe wetenschappelijke begeleiding.....	84

5.2	Assessment	84
5.2.1	Landschappelijke en aardkundige situering	84
5.2.2	Interpretatie profielen	84
5.2.3	Sporen en structuren.....	88
5.2.4	Vondsten	101
5.2.5	Stalen	102
5.3	Synthese onderzoeksresultaten.....	102
5.3.1	Datering en interpretatie onderzoeksterrein	102
5.3.2	Confrontatie met resultaten eerder vooronderzoek	102
5.3.3	Verwachting archeologisch erfgoed	103
5.3.4	Syntheseplan	103
5.3.5	Onderzoeksvragen: antwoorden	106
5.4	Besluit	107
5.4.1	Potentieel op kennisvermeerdering	107
5.4.2	Afweging noodzaak verder vooronderzoek.....	107
6	Samenvatting.....	109
7	Lijsten.....	110
7.1	Figurenlijst.....	110
7.2	Plannenlijst.....	112
7.3	Tabellenlijst	112
8	Bibliografie	113
9	Bijlagen	114
9.1	Fotolijst proefsleuven	114
9.2	Sporenlijst proefsleuven	114
9.3	Tekeningenlijst proefsleuven.....	114

1 Beschrijvend gedeelte

1.1 Administratieve gegevens

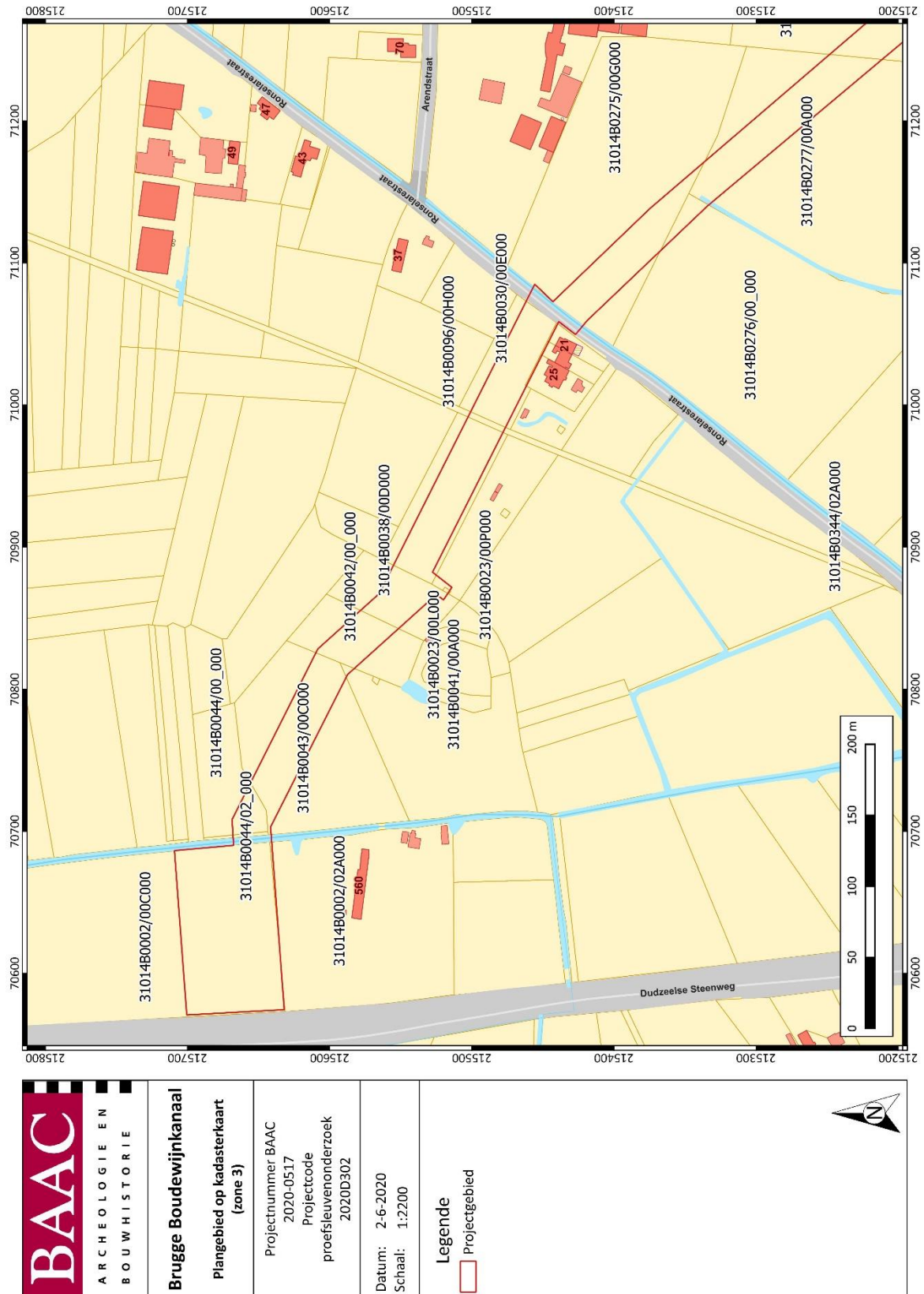
Naam site	Brugge, Boudewijnkanaal		
Ligging	Kruisabelestraat, Brugse Steenweg, deelgemeente Koolkerke, gemeente Brugge, provincie West-Vlaanderen		
Kadaster	Brugge, Afdeling 15 Dudzele, Sectie E, Percelen 20C, 20D, 20E, 20F, 20G, 20H, 105L, 105M, 105N, 105P, 105T Brugge, Afdeling 17 Koolkerke, Sectie B, Percelen 2C, 30D, 30E, 38D, 41A, 42, 43C, 44, 275G, 276, 277A, 278E, 302A, 304, 305		
Coördinaten Zone 1	Noordwest:	x: 69836,92	y:216224,30
	Noordoost:	x: 70474,37	y:216328,89
	Zuidwest:	x:69846,79	y:216197,88
	Zuidoost:	x:70478,90	y:216300,61
Coördinaten Zone 3	Noordwest:	x: 70570,69	y:215700,52
	Noordoost:	x: 70686,36	y:215709,19
	Zuidwest:	x:70574,42	y:215631,95
	Zuidoost:	x:71405,85	y:215074,82
Projectnummer BAAC Vlaanderen	2020-0517		
ID in akte genomen AN	ID9194		
Landschappelijk bodemonderzoek	Projectcode	2020E249	
	Veldwerkleider	Pieter Laloo (archeoloog)	
	Erkende archeoloog	Pieter Laloo (Erkenningsnummer: OE/ERK/Archeoloog/2015/00074)	
	Betrokken actoren	Frédéric Cruz (aardkundige)	
	Betrokken derden	Niet van toepassing.	
Geofysisch onderzoek	Projectcode	2020C111	
	Veldwerkleider	Pieter Laloo (archeoloog)	
	Erkende archeoloog	Pieter Laloo (Erkenningsnummer: OE/ERK/Archeoloog/2015/00074)	
	Betrokken actoren	Timothy Saey (geofysicus – 3Dsoil) Frédéric Cruz (aardkundige)	
	Betrokken derden	Niet van toepassing.	
Proefsleuvenonderzoek	Projectcode	2020D302	
	Veldwerkleider	Tina Dyselinck (archeoloog)	
	Erkende archeoloog	Tina Dyselinck (Erkenningsnummer: 2015/00048)	
	Betrokken actoren	Sander De Ketelaere (archeoloog) Delphine Saelens (archeoloog)	
	Betrokken derden	Niet van toepassing.	

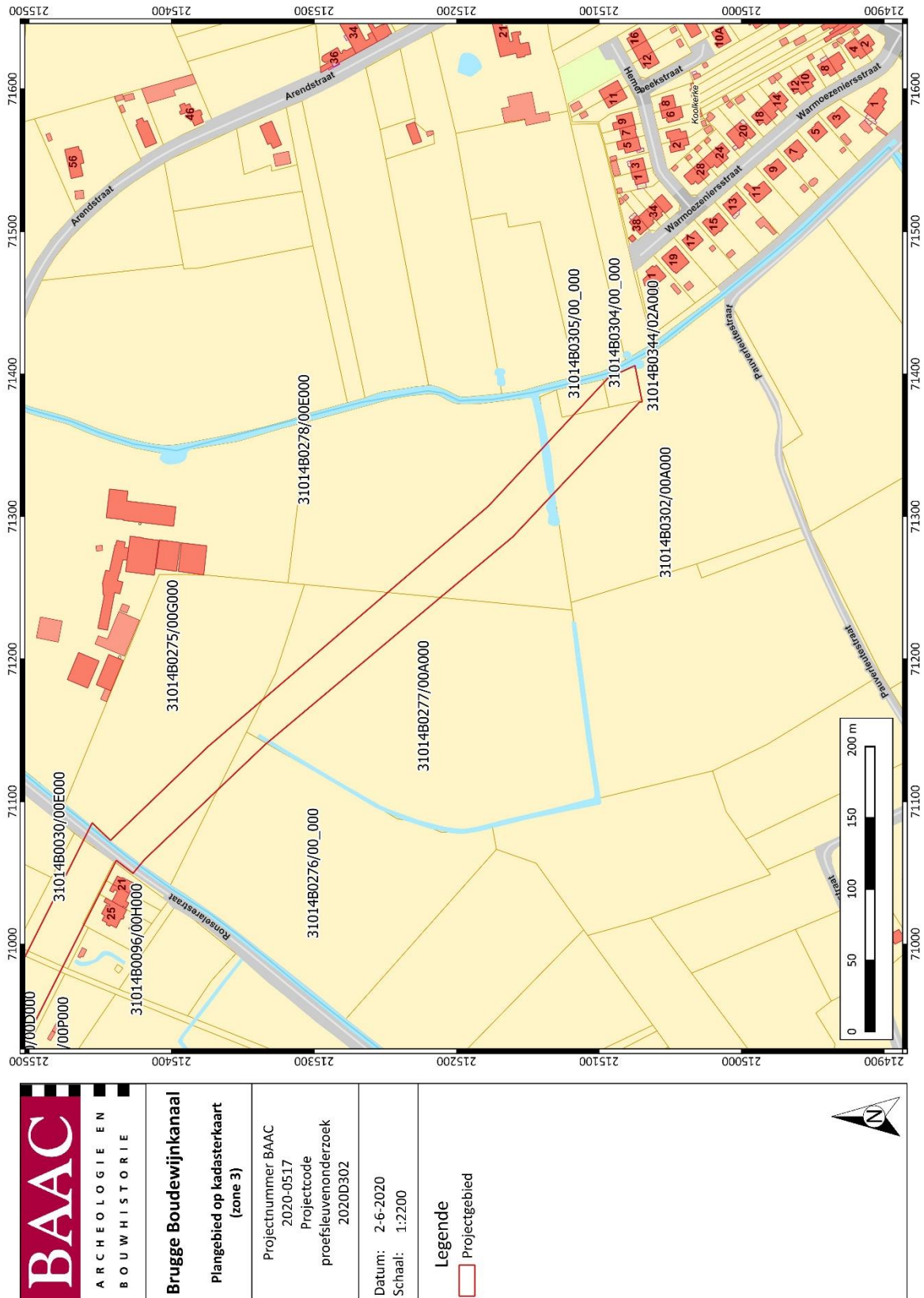


Plan 1: Plangebied op topografische kaart¹ (digitaal; 1:10.000; 02/06/2020)

¹ AGIV 2020d

² AGIV 2020cAGIV 2020aAGIV 2020a

Plan 3: Plangebied zone 3 op kadasterkaart (GRB)³ (digitaal; 1:250; 02/06/2020)³ AGIV 2020cAGIV 2020aAGIV 2020a



Plan 4: Plangebied zone 1 op kadasterkaart (GRB)⁴ (digitaal; 1:250; 02/06/2020)

⁴ AGIV 2020cAGIV 2020aAGIV 2020a

1.2 Aanleiding

De voorliggende nota omvat de uitgestelde uitvoer van de maatregelen opgelegd na eerder archeologisch vooronderzoek. Dit werd gerapporteerd in de archeologienota “Archeologienota Brugge – Boudewijnkanaal” (ID9194)⁵. Het reeds uitgevoerde vooronderzoek omvat enkel een bureauonderzoek. Dit bureauonderzoek werd in 2018 uitgevoerd door GATE. De synthese van het bureauonderzoek is te vinden in 2 Synthese bekrachtigde archeologienota.

1.3 Onderzoekstraject

Het verder vooronderzoek opgelegd in het Programma van Maatregelen bij archeologienota ID9194 omvat een geofysisch onderzoek en een landschappelijk bodemonderzoek. Dit onderzoek werd uitgevoerd door Ghent Archaeological Team (GATE), onder leiding van archeoloog Pieter Laloo. Op basis van de resultaten van deze vooronderzoeken zonder ingreep in de bodem kon het vervolgtraject opgesteld worden. Het vervolgtraject bestond in dit geval uit een proefsleuvenonderzoek. Een eerste fase van dit proefsleuvenonderzoek werd uitgevoerd door BAAC Vlaanderen bvba onder leiding van archeoloog Tina Dyselinck. Deze nota omvat bijgevolg een eerste deel waar de resultaten van het geofysisch onderzoek en het landschappelijk bodemonderzoek worden toegelicht door GATE. Een tweede deel van deze nota omvat de resultaten van een eerste deel van het proefsleuvenonderzoek (t.h.v. zone 1) uitgevoerd door BAAC Vlaanderen bvba.

1.4 Afwijkingen onderzoekstraject t.o.v. de archeologienota

- In het programma van maatregelen van archeologienota Brugge Boudewijnkanaal ID9141⁶ werd een proefsleuvenplan opgesteld voor zone 1 en zone 3 van het plangebied. Tijdens dit proefsleuven-onderzoek werd enkel het onderzoek ter hoogte van zone 1 uitgevoerd.

Het proefsleuvenonderzoek ter hoogte van zone 3 kon nog niet uitgevoerd worden. Wegens het vogelbroedseizoen zijn de terreinen ter hoogte van zone 3 namelijk nog niet toegankelijk. Deze terreinen zullen pas rond midden juni toegankelijk zijn om het vervolg van het onderzoek uit te voeren, in een tweede fase van het onderzoek. Wegens de deadline voor vrijgave van de terreinen, werd beslist om de nota met proefsleuvenonderzoek van zone 1 reeds op te maken, in een eerste fase van het onderzoek. Zodoende kan zone 1 vrijgegeven worden en kunnen de werkzaamheden ter hoogte van deze zone reeds van start gaan. Dit wordt opgenomen in het programma van maatregelen van voorgelegde nota.

- De werken ter hoogte van het terrein voor grondverbetering aan de Dudzeelsesteenweg (perceel 2C) zijn licht gewijzigd tegenover deze beschreven in de archeologienota (ID9194). In plaats van afgraving van de teelaarde wordt hier in opbouw gewerkt. Bijgevolg vinden er geen afgravingen plaats ter hoogte van deze zone.

⁵ ONROEREND ERFGOED VLAANDEREN 2020b ID9194

⁶ ONROEREND ERFGOED VLAANDEREN 2020b ID9194



nota

Verslag van Resultaten – DEEL 1

landschappelijk bodemonderzoek: 2020E249

Geofysisch onderzoek : 2020C111

Brugge

Boudewijnkanaal

(Aquafinproject 22073H)

Frédéric Cruz

Pieter Laloo

Timothy Saey (3Dsoil)

Ghent Archaeological Team bv
Dorpsstraat 73
8450 Bredene

INLEIDING

Aquafin nv plant enkele ingrepen ter optimalisering van het collectorenstelsel stroomafwaarts van het pompstation Polderstraat. De ingrepen moeten mogelijk maken dat na verhoging van de capaciteit van het pompstation het afvalwater naar de RWZI Brugge kan worden afgevoerd zonder hydraulische problemen te veroorzaken. Daartoe zal een nieuwe knijpconstructie met overstort op het bestaand gemengde stelsel in de Kruisabelestraat gerealiseerd worden. Bovendien wordt een nieuwe collectorleiding als bypass naast de bestaande collectorleiding tussen de L. Coiseaukaai en de Brugse Steenweg aangelegd.

De geplande bodemingrepen overschrijden de criteria opgesteld door het agentschap Onroerend Erfgoed van de Vlaamse Overheid en conform de huidige regelgeving was daarom een archeologisch vooronderzoek vereist dat resulteert in de opmaak van een archeologienota. Ghent Archaeological Team (GATE) werd door de opdrachtgever aangesteld voor de uitvoering van dit vooronderzoek en de opmaak van deze archeologienota waarvan reeds akte werd genomen door het Agentschap Onroerend Erfgoed (ID: 9194).

Gezien een landschappelijk bodemonderzoek en een archeologisch vooronderzoek met ingreep in de bodem door de aard van de geplande werken onmogelijk of juridisch, economisch of maatschappelijk onwenselijk waren, ging het om een archeologienota enkel op basis van een bureauonderzoek met een advies naar uitgesteld vooronderzoek in de vorm van een landschappelijk bodemonderzoek en een vooronderzoek met ingreep in de bodem, werfbegeleiding of vrijgave.

Deze nota vormt het verslag van dit geadviseerd vervolgonderzoek. Dit Verslag van Resultaten omvat de resultaten van twee van de geadviseerde fasen van het vooronderzoek zonder ingreep in de bodem, nl. het geofysisch onderzoek en het landschappelijk bodemonderzoek. Hierin wordt een advies gegeven naar verder vooronderzoek met ingreep in de bodem.

VERSLAG VAN RESULTATEN

2 Synthese bekrachtigde archeologienota

Onderstaande tekst vormt de interpretatie uit het Verslag van Resultaten van de reeds bekrachtigde archeologienota (Aluwé & Laloo 2018, 24-25).

Het projectgebied bevindt zich ten noorden van Brugge nabij de deelgemeente Koolkerke in de polderstreek. De werkzaamheden vinden plaats in 3 zones.

Zone 1 bevindt zich tussen Lodewijk Coiseaukaai en de Dudzeelse Steenweg. Er wordt over een lengte van ca. 600m een bypass-leiding aangelegd op een diepte van ca. 4m. De bestaande leiding ligt 5m ten zuiden van de geplande leiding. De opdrachtgever kan geen exacte afmetingen geven van de werkzone bij de aanleg van de bestaande leiding, maar gaat uit van standaarden die gebruikt worden bij dit soort werken waarmee de vroegere werkzone grotendeels zou overlappen met de huidige werkzone. Er kan verwacht worden dat de impact van deze vroegere werken het grootst is in het zuiden van de huidige werkzone en het kleinst in het noorden van het projectgebied. Toch zijn hiervan geen bewijzen voorhanden. De diepste impact zal zich ook situeren ter hoogte van de bestaande leiding. De andere ingrepen zullen minder diep gereikt hebben.

Deze zone bevindt zich op de randen van de "Blankenbergse geul". In deze geul zelf zijn pre-middeleeuwse sporen mogelijks weggeërodeerd en is er dus voornamelijk potentieel voor het aantreffen van rurale sporen vanaf de volle middeleeuwen. Net ten noorden van het projectgebied werden in 2015 reeds bewoningssporen uit de 13^{de}-15^{de} eeuw aangetroffen. Op de rand van de "Blankenbergse geul" en net daarbuiten bestaat de mogelijkheid dat pre-middeleeuwse sporen wel bewaard gebleven zijn en is er dus potentieel voor het aantreffen van sporen en vondsten vanaf de prehistorie.

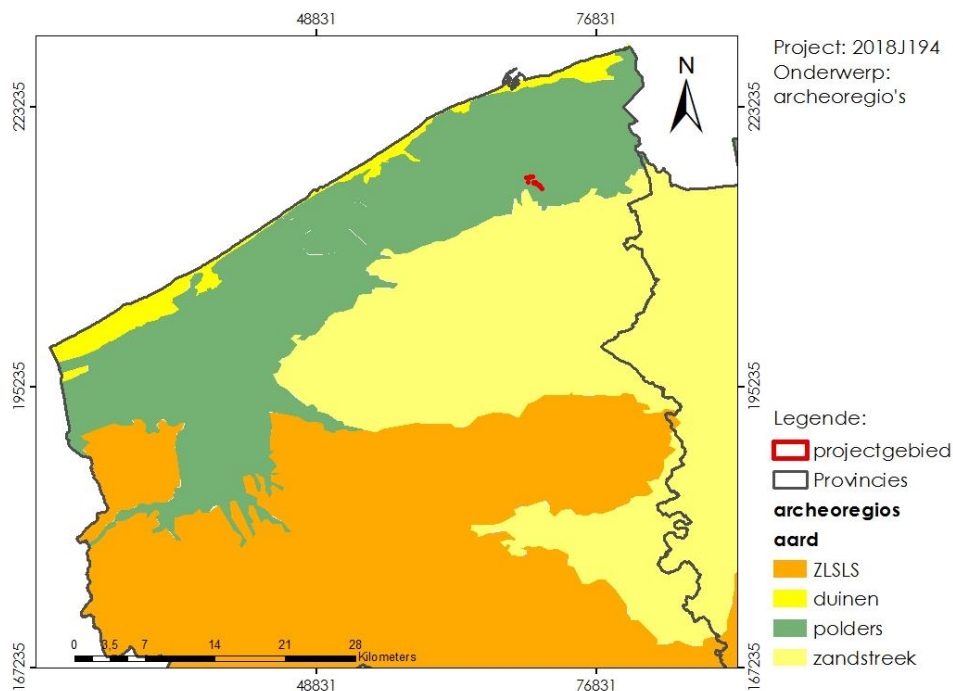
Verder vooronderzoek zonder ingreep in de bodem via EMI en landschappelijke boringen moet in eerste instantie meer inzicht verschaffen in de lokale bodemopbouw op de rand van de "Blankenbergse geul" in zone 1 van het projectgebied. Dit verder vooronderzoek kan bovendien helpen de impact van de werken bij de aanleg van de bestaande leiding op het huidige projectgebied beter in te schatten én ook om de bewaring en diepteligging van eventuele afgedekte niveaus met potentieel voor steentijdartefactenvindplaatsen te karteren.

Zone 2 bevindt zich op het einde van de Kruisabelestraat. Er wordt een nieuwe overstortconstructie geplaatst net naast het bestaande pompstation. De werken vinden plaats onder het huidige wegdek in een zone die mogelijks reeds verstoord werd bij de aanleg van het bestaande pompstation. Verder onderzoek is hier niet aangewezen.

Zone 3 bevindt zich tussen de Dudzeelse Steenweg en de Brugse Steenweg. Er wordt over een lengte van ca. 1 km een bypass-leiding aangelegd op een diepte van ca. 3,5 m. De bestaande leiding ligt ten zuiden van de nieuw aan te leggen leiding, maar ligt enkel aan het begin en aan het einde van het traject binnen de werkzone. De opdrachtgever kan geen exacte afmetingen geven van de werkzone bij de aanleg van de bestaande leiding, maar gaat uit van standaarden die gebruikt worden bij dit soort werken waarmee de vroegere werkzone gedeeltelijk zou overlappen met de huidige werkzone. Er kan verwacht worden dat de impact van deze vroegere werken het grootst is in het zuiden van de huidige werkzone en het kleinst in het noorden van het projectgebied. Toch zijn hiervan geen bewijzen voorhanden. Daarnaast is in deze zone een terrein voor grondverbetering (ca. 5000m²) voorzien.*

Deze zone bevindt zich grotendeels te midden van de "Blankenbergse geul". In deze geul zelf zijn pre-middeleeuwse sporen mogelijk weggeërodeerd en is er dus voornamelijk potentieel voor het aantreffen van rurale sporen vanaf de volle middeleeuwen. Op de rand van de "Blankenbergse geul" bestaat de mogelijkheid dat pre-middeleeuwse sporen wel bewaard gebleven zijn en is er dus potentieel voor het aantreffen van sporen en vondsten vanaf de prehistorie.

Verder vooronderzoek zonder ingreep in de bodem via EMI en landschappelijke boringen moet in eerste instantie meer inzicht verschaffen in de lokale bodemopbouw in het centrum en op de rand van de "Blankenbergse geul" in zone 3 van het projectgebied én de randen van die geul mee helpen bepalen. Dit onderzoek kan bovendien helpen de impact van de werken (in de breedte en in de diepte) bij de aanleg van de bestaande leiding op het huidige projectgebied beter in te schatten.



Figuur 1 : Lokalisatie projectgebied t.o.v. de archeoregio's.

* In tegenstelling tot de impact beschreven in de archeologienota (ID 9194) zullen er ter hoogte van het terrein voor grondverbetering geen afgravingen plaatsvinden. De teelaarde wordt niet verwijderd, maar er wordt in opbouw gewerkt. Bijgevolg zullen hier geen bodemingrepen plaatsvinden.

3 Geofysisch onderzoek

3.1 Beschrijvend gedeelte

3.1.1 Administratieve gegevens

Projectcode	2020C111			
Locatiegegevens	Gemeente		Brugge	
	Deelgemeente		Koolkerke	
	Adres		Kruisabelestraat, Brugse Steenweg	
	Toponiem			
Bounding box (Lambert EPSG:31370)	X1	69678	X2	71419
	Y1	216081	Y2	215064
Kadastrale gegevens	Gemeente		Brugge	
	Afdeling		15 Dudzele en 17 Koolkerke	
	Sectie		15.E en 17.B	
	Perceelsnummer(s)		afd. 15 Dudzele, Sectie E, nr. 20C, 20D, 20E, 20F, 20G, 20H, 105L, 105M, 105N, 105P, 105T + afd. 17 Koolkerke, Sectie B, nr. 2C, 30D, 30E, 38D, 41A, 42, 43C, 44, 275G, 276, 277A, 278E, 302A, 304, 305	
Zoektermen Inventaris Onroerend Erfgoed	Geofysisch onderzoek			
Betrokken actoren / specialisten (+ functie)	Timothy Saey (geofysicus – 3Dsoil), Frédéric Cruz (aardkundige), Pieter Laloo (erkend archeoloog)			
Externe advisering	/			

3.1.2 Onderzoeksopdracht

Aquafin nv plant enkele ingrepen ter optimalisering van het collectorenstelsel stroomafwaarts van het pompstation Polderstraat. De ingrepen moeten mogelijk maken dat na verhoging van de capaciteit van het pompstation het afvalwater naar de RWZI Brugge kan worden afgevoerd zonder hydraulische problemen te veroorzaken. Daartoe zal een nieuwe knijpconstructie met overstort op het bestaand gemengd stelsel in de Kruisabelestraat gerealiseerd worden. Bovendien wordt een nieuwe collectorleiding als bypass naast de bestaande collectorleiding tussen de Lodewijk Coiseaukaai en de Brugse Steenweg aangelegd.

Het projectgebied bevindt zich in de kustpolders nabij de Brugse deelgemeente Koolkerke. De oudste teruggevonden sporen in de omgeving dateren uit de prehistorie. Op de rand van een geul nabij Fort Lapin vond men sporen van Romeinse bewoning uit de 2^e-3^e eeuw. In de vroege middeleeuwen werden door een zeespiegelstijging nieuwe kreken gevormd in de polderstreek, zo ook ten hoogte van het projectgebied waar de 'Blankenbergse geul' gevormd werd. Vanaf de volle middeleeuwen wordt het opnieuw droger. Door het plaatsen van dijken en de aanleg van grachten drogen de gronden verder uit en kunnen ze gebruikt worden als gras- en akkerland. In het gebied worden vele hoeves en kasteelhoeves opgericht van waaruit de gronden ontwikkeld werden. In

de 17^e-18^e eeuw leed de regio hard onder de oorlogen en werden forten opgericht, zoals het Fort van Beieren nabij het projectgebied.

Het projectgebied bevindt zich grotendeels te midden van de 'Blankenbergse geul'. In deze geul zelf zijn pre-middeleeuwse sporen mogelijks weggeërodeerd en is er dus voornamelijk potentieel voor het aantreffen van rurale sporen vanaf de volle middeleeuwen. Op de rand van de 'Blankenbergse geul' bestaat de mogelijkheid dat pre-middeleeuwse geulen wel bewaard gebleven zijn en is er dus potentieel voor het aantreffen van sporen en vondsten vanaf de prehistorie. Ter hoogte van het ca. 400 m noordelijker gelegen Elia-traject werden op 2 m diepte mesolithische artefacten aangetroffen.

Het historisch onderzoek (bureaustudie 2018J194 door GATE) heeft dus aangegeven dat een gefaseerd vooronderzoek zonder en met ingreep in de bodem noodzakelijk is om na te gaan welk potentieel het onderzoeksgebied heeft voor de aanwezigheid en bewaring van vindplaatsen vanaf de prehistorie. In eerste instantie werd niet-destructieve geofysische prospectie op basis van elektromagnetische inductie (EMI) in combinatie met een landschappelijk booronderzoek voorgesteld om na te gaan hoe de bodem is opgebouwd ter hoogte van de onderzoekszone aangeduid op Figuur 2.

Bovenstaande maakt dat een vooronderzoek zonder ingreep in de bodem bestaande uit een geofysisch onderzoek gekoppeld aan een landschappelijk booronderzoek een logische eerste stap is in kader van het archeologisch onderzoek van het projectgebied. Met EMI kan immers de landschappelijke variabiliteit in kaart worden gebracht, en kan een 2D of zelfs een 3D beeld van de ondergrond gegenereerd worden met hoge laterale resolutie. Daarenboven kunnen met EMI archeologische structuren zoals grachten, poelen, waterputten, ovens... opgespoord worden. Daartegenover leveren de landschappelijke boringen bodemkundige interpretatie aan de elektromagnetische metingen door in groot detail de verschillende bodemhorizonten aan te duiden en te interpreteren. Op basis van de scanresultaten zullen de boringen gericht kunnen worden uitgezet, en hun aantal eerder beperkt, om op een tijds- en kostenefficiënte manier de stratigrafie van het volledige studiegebied in te schatten.

In het studiegebied kunnen eventuele zones met afgedekte pleistocene niveaus met behulp van EMI gedetecteerd worden en vervolgens met landschappelijke boringen gecontroleerd zodat een inschatting gemaakt kan worden van de exacte dieptes van de relevante archeologische niveaus en van de bodembewaring. Daarenboven kunnen de verstoorde zones van de aanwezige Aquafin-leiding worden afgebakend en kan de diepte van die verstoring worden bepaald. Daarenboven zullen met EMI grotere archeologische structuren (perceelsgrachten, kuilen, funderingen...) gerelateerd aan middeleeuwse vindplaatsen op de kreekruggen gedetecteerd worden en zo mee het advies naar verder vooronderzoek met ingreep in de bodem en/of naar gedeeltelijke vrijgave en/of opgraving mee vorm helpen geven zonder dat er invasief gewerkt wordt.



Figuur 2 : Aanduiding van de gescande (rood) en vooropgestelde (zwart) zones 1, 2 en 3 op een hedendaagse luchtfoto en op het GRB (Informatie Vlaanderen) met aanduiding van kadasternummers van de meest prominente percelen.

De volgende onderzoeksvragen werden vooropgesteld voor wat betreft het geofysisch onderzoek in combinatie met het landschappelijk booronderzoek:

- Hoe is de bodemopbouw binnen het projectgebied? In welke mate is die bodemopbouw intact? Is er ruimtelijke variatie merkbaar in de bodemopbouw?
- Zijn er archeologisch relevante gelaagdheden? Zo ja, op welke ja, op welke diepte(s) zijn deze te situeren? Zo neen, hoe kan dit verklaard worden?
- Is er potentieel voor sporensites ter hoogte van de "Blankenbergse geul" (volle middeleeuwen tot heden)? Zo ja, op welke diepte t.o.v. het maaiveld zitten die

niveau(s)? Worden deze potentiële vindplaatsen bedreigd door de geplande werkzaamheden en is bijgevolg een proefsleuvenonderzoek noodzakelijk?

- - Is er potentieel voor sporensites op de rand van de “Blankenbergse geul” (ijzertijd tot heden)? Zo ja, op welke diepte t.o.v. het maaiveld zitten die niveau(s)? Worden deze potentiële vindplaatsen bedreigd door de geplande werkzaamheden en is bijgevolg een proefsleuvenonderzoek noodzakelijk?
- - Is er potentieel voor de bewaring van steentijdsites op de rand van de “Blankenbergse geul”? Worden deze potentiële vindplaatsen bedreigd door de geplande werkzaamheden en is bijgevolg een verder verkennend en/of waarderend archeologisch booronderzoek noodzakelijk?

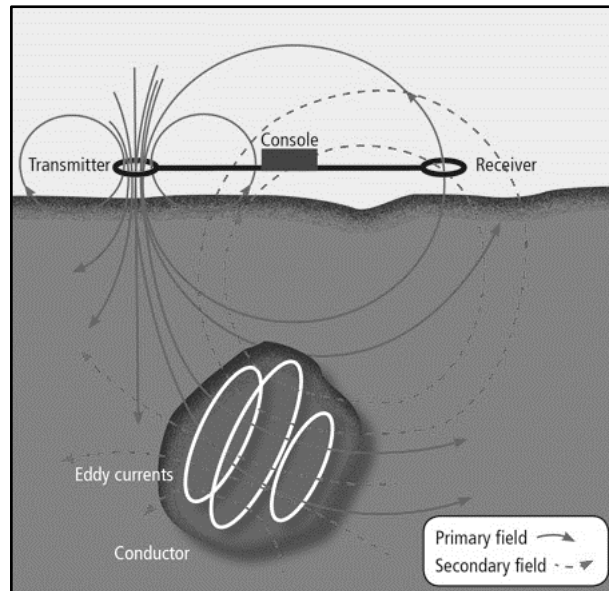
3.1.3 Beschrijving werkwijze en strategie

Het uitvoeren van een geofysische meting op basis van EMI laat toe om simultaan de elektrische geleidbaarheid en magnetische gevoeligheid van een welbepaald bodemvolume in te schatten. De meest gebruikte configuratie maakt gebruik van een zend- en ontvangspoel op 1 m afstand van elkaar. Door de zendspoel wordt een elektrische stroom gestuurd, waardoor een magnetisch veld wordt opgewekt (het primaire magnetisch veld) rond de spoel die in de bodem dringt. Daardoor ontstaan in de bodem elektrische stroompjes (wervelstroompjes) die op hun beurt een eigen magnetisch veld opwekken (het secundair magnetisch veld). Een deel van zowel het primaire en secundaire magnetisch veld wordt opgevangen in de ontvangspoel, waar in de spoel een elektrische stroom ontwikkelt (Figuur 3). De verhouding tussen het opgevangen magnetisch veld (som van het primair en secundair magnetisch veld) en het uitgezonden magnetisch veld (primair magnetisch veld) kan lineair gerelateerd worden aan de elektrische geleidbaarheid (EG) van de bodem.

De elektrische geleidbaarheid van een bodem wordt vooral beïnvloed door verschillende fysische bodemparameters. In hoofdzaak zijn dit het gehalte aan klei, het vochtgehalte en de hoeveelheid organisch materiaal en de bodemdichtheid. De aanwezigheid van zout doet de elektrische geleidbaarheid in de hoogte schieten, net als de aanwezigheid van begraven metalen (ferro en non-ferro) objecten. Elk spoor of structuur aanwezig in de ondergrond dat een afwijking van deze bodemparameters in de ondergrond veroorzaakt kan resulteren in een lokaal verhoogde of verlaagde EG.

Een ander deel van het opgevangen secundair magnetisch veld kan gerelateerd worden aan de magnetische eigenschappen van het bodemmateriaal. De magnetische gevoeligheid (MG) geeft de magnetiseerbaarheid van het onderzochte (bodem)materiaal weer, oftewel de mate waarin materiaal kan worden aangetrokken door een magneet. Vermits de bovenste, organisch rijke laag van de bodem sterk magnetisch is, reageren de MG metingen vooral op verstoringen van bodems door ingrepen in deze bovenste laag van de bodem, of door verstoring van de iets diepere lagen en opvulling met organisch-rijk bodemmateriaal. Verhit of verbrand bodemmateriaal (bijvoorbeeld brandplaatsen, bakstenen structuren...) leveren een sterke verhoging van het MG signaal op. Aanzienlijke veranderingen in diepte of concentratie aan organisch materiaal blijken ook in dit signaal aanwezig te zijn. Enorme uitwijkingen zijn terug te vinden wanneer begraven metalen objecten in de ondergrond aanwezig zijn.

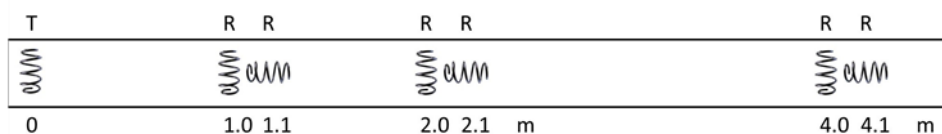
Zowel de EG als de MG metingen reageren dus op verstoringen van (recente of oude) bodems door opvulling met materiaal met een verschillende textuur (vergravingen in of net onder de bouwvoor), vochtgehalte of gehalte aan organisch materiaal. In functie van de vraagstelling zouden dus mogelijke oudere grachtstructuren allerhande gedetecteerd kunnen worden via hun afwijkende bodemsamenstelling en/ of magnetische eigenschappen. Verder kunnen met EMI zowel ferro (ijzer) als non-ferro (goud, koper, aluminium) metalen objecten in de ondergrond gedetecteerd worden, net als bakstenen muren of funderingen.



Figuur 3 : principe van elektromagnetische inductie.

De gebruikte EMI sensor voor het scannen van het studiegebied bestaat uit één zendspoel en zes ontvangspoelen op een verschillende afstand van de zendspoel (Figuur 4). In elke zendspoel wordt de 'quadrature-phase' en 'in-phase' respons van het secundair magnetisch veld gemeten. Uit de 'quadrature-phase' respons kan de EG afgeleid worden, terwijl de 'in-phase' respons een proxy is voor de MG van de bodem. De EG kan gerelateerd worden aan de natuurlijke bodemkundige variabiliteit (textuur, organisch materiaal, vochtgehalte), terwijl de MG een aanduiding geeft van mogelijke menselijke verstoringen. Omdat de ontvangspoelen op verschillende afstanden staan van de zendspoel en in een verschillende oriëntatie staan ten opzichte van de zendspoel worden de EG en MG opgemeten van verschillende bodemvolumes tot een diepte van 6.4 m. Concreet bevat de sensor 6 ontvangspoelen die zich op drie verschillende afstanden (op 1, 2 en 4 m) van de zendspoel bevinden. Op elke afstand zijn twee ontvangspoelen met verschillende oriëntatie ten opzichte van het bodemoppervlak aanwezig: horizontaal coplanair (HCP) of loodrecht (perpendicular of PRP)). Door de combinatie worden dus zes EG en zes MG signalen gelijktijdig gemeten met een verschillende dieptegevoeligheid (waarvan de PRP MG signalen meestal erg ruisgevoelig en weinig bruikbaar zijn). De dieptegevoeligheid van de verschillende spoelconfiguraties wordt standaard gezien als de diepte waarbinnen 70 % van het totale gemeten signaal (de opgetelde respons) afkomstig is. Hieruit kan afgeleid worden dat voor de vier EG metingen de dieptes van dominante respons variëren van 0-0.5 m (1PRP), 0-1.0 m (2PRP), 0-1.6 m (1HCP), 0-2.0 m (4PRP), 0-3.2 m (2HCP) en 0-6.4 m (4HCP) en voor de drie meest informatieve MG metingen: 0-0.4 m (1HCP), 0-0.8 m (2HCP) en 0-1.6 m (4HCP). Eenvoudig gesteld wordt zo informatie bekomen van zowel oppervlakkige als

diepere elektrische en magnetische fenomenen tot op een diepte van ongeveer 6.4 m onder de sensor.



Figuur 4 : De opbouw van de gebruikte meerspoelige EMI sensor (T = zendspoel en R = ontvangspoel).

De scan op van het vooropgestelde gebieden werd uitgevoerd in erg natte bodemomstandigheden. In een mobiele configuratie werd de bodemsensor voortgetrokken door een quad aan een gemiddelde snelheid van 8 km/u (Figuur 5). Zowel de EG als de MG van de bodem werden opgemeten aan een meetfrequentie van 8 metingen per seconde (d.w.z. een meetafstand binnenin de lijn van ca. 20 cm). Alle metingen werden gegeorefereerd met een RTK gecorrigeerde GPS met een horizontale fout in de orde van 1 cm. Een afstand van 0.5 meter tussen de meetlijnen werd aangehouden om het gebied in erg hoge resolutie op te meten om de mogelijk aanwezige landschappelijke entiteiten of laterale bodemvariaties en andere archeologische restanten in detail te detecteren en aan te duiden.



Figuur 5 : mobiele sensorconfiguratie met de EMI sensor in de slede en RTK-GPS.

3.2 Assessmentrapport

3.2.1 Resultaten

Duiding gebruikte schaal

De ruwe EMI data werden gegeorefereerd door lineaire interpolatie van de RTK-GPS data en gecorrigeerd voor de afstand tussen de GPS antenne en het middelpunt tussen zend- en ontvangspoel van de sensor. Vervolgens werden de data gecorrigeerd voor instrument-drift, d.w.z. voor veranderingen in de metingen door externe invloeden (zoals temperatuurschommelingen gedurende een dag).

De EG en MG waarden werden geïnterpoleerd naar een grid van 0.020 m bij 0.020 m. Het contrast van de zwart-wit kaarten werd aangepast in functie van het visualiseren van subtielere patronen en structuren in de data. Hierbij stellen donkere zones of afwijkingen

in het algemeen hoge waarden voor (sterk geleidend of sterk magnetisch), terwijl de lichte kleuren lage waarden voorstellen (laag geleidend of laag magnetisch). Er wordt opgemerkt dat de kleurenschalen van de onderstaande figuren niet steeds het volledige bereik van de data-range weergeven. De MG metingen van de PRP spoelconfiguraties werden gedomineerd door ruis en werden daarom ook niet weergegeven in dit rapport. De EG metingen werden daarenboven ook in een gemeenschappelijke blauw-groen-geel-rood kleurenschaal getoond, waardoor de verschillen tussen de EG metingen met verschillende meetdiepte geduid worden. Hiermee kan immers de bodemvariabiliteit in kaart gebracht worden en veranderingen van elektrische geleidbaarheid of conductiviteit in de diepte aangetoond. Er wordt opgemerkt dat de kleurenschalen van de onderstaande figuren niet steeds het volledige bereik van de data-range weergeven.

Vermits de scan kon worden uitgevoerd op akkers en grasvelden kon een perfecte dekking van de geofysische metingen verkregen worden. Enkel op de scheiding van de verschillende velden kon de scan niet uitgevoerd worden door de aanwezigheid van perceelgrachten, struiken, bomen en afsluitingen.

Elektrische geleidbaarheid

Figuren 6, 7 en 8 tonen de EG meting met de 1PRP spoelconfiguratie. Deze EG meting is in theorie geconcentreerd in de bovenste 0.5 m van de bodem. De EG heeft in de gescande zone 1 waarden tussen 15 en 32 mS m⁻¹ en in de zones 2 en 3 waarden tussen 9 en 22 mS m⁻¹, waardoor de ondergrond van het gescande gebied als vrij heterogeen beschouwd kan worden. In het noorden van zone 2 en het zuiden van zone 3 kunnen waarden tussen 20 en 32 mS m⁻¹ waargenomen worden, waardoor daar een andere bodemstratigrafie verondersteld kan worden. Vooral in zone 2 kunnen diverse zones met verhoogde en verlaagde EG onderscheiden worden. Vermoedelijk stellen dit alluviale patronen veroorzaakt door erosie en sedimentatie te wijten aan vroegere geulwerking voor. De EG verschillen in de metingen van de diepere spoelconfiguraties zijn echter groter, wat doet vermoeden dat de meest prominente variaties in bodemsamenstelling zich dieper dan 0.5 m in het bodemprofiel bevinden.

Wat duidelijk tot uiting komt in de verschillende EG en MG signalen is de aanwezige Aquafin-leiding (1 op Figuren 46, 47 en 48) die de meting in lineaire zones of banden verstoren en daar de aanwezigheid van bodemvariaties en subtielere afwijkingen maskeren. In die zones is bij de aanleg van deze leiding een diepe uitgraving gebeurd, waardoor de kans op het voorkomen van archeologische sporen in die zones klein is.

In het westen van gescande zone 1 kan een gebied met verhoogde EG waarden waargenomen worden. Daar kan hoogstwaarschijnlijk een bovengrond met klei- of organisch-rijker of vochtiger materiaal teruggevonden worden, terwijl in de rest van het studiegebied zandiger bodemmateriaal kan worden verondersteld, net als in de grootste delen van zones 2 en 3 (met uitzondering van het noorden van zone 2 en het zuiden van zone 3). Daar kan een zandigere bovengrond teruggevonden worden in vergelijking met de rest van deze gescande zone. Mogelijk kunnen deze als kreekruiggronden aanzien worden. Dit moet bevestigd worden op basis van de landschappelijke boringen die door GATE uitgevoerd zullen worden.

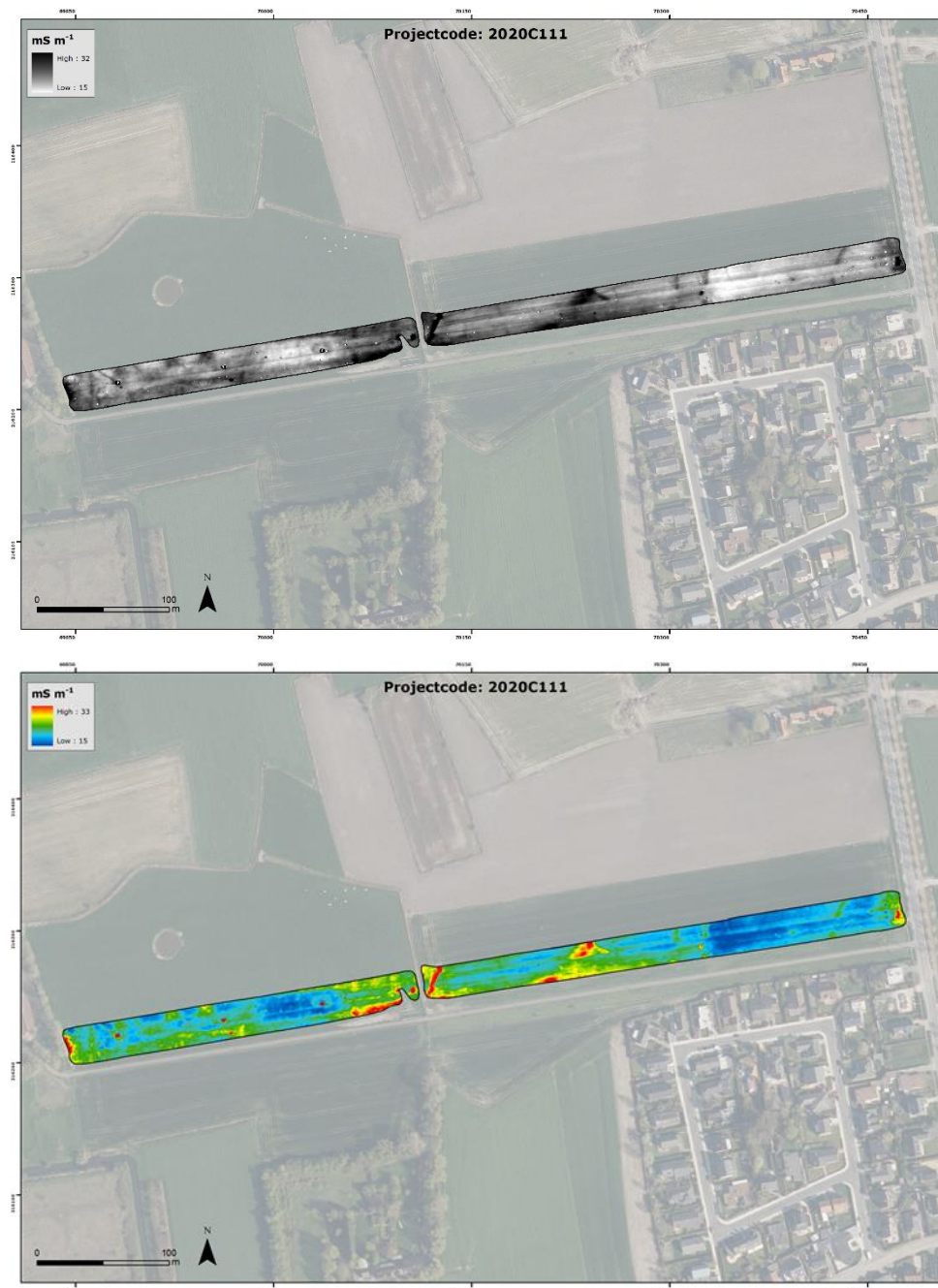
Centraal in de gescande zone 1 zijn een groot aantal lineaire noord-zuid georiënteerde structuren aanwezig (1 op Figuur 46), onderbroken door de Aquafin-leiding 3 op Figuur 46. In deze structuren werd een verhoogde EG waargenomen, veroorzaakt door de

aanwezigheid van kleiiger of materiaal met een hoger gehalte aan organisch materiaal (OM) in vergelijking met het zandiger omgevende bodemmateriaal. Vermoedelijk zijn deze structuren veroorzaakt door de vroegere aanwezigheid van greppels of grachten, die later opgevuld zijn met materiaal met een hoger kleigehalte. In het noorden en centraal in zone 3 zijn er ook diverse lineaire sporen aanwezig (4, 5 en 9 op Figuren 47 en 48). Deze sporen zijn niet zichtbaar op historische kaarten of als crop marks, wat wil zeggen dat deze veroorzaakt kunnen zijn door oudere percelleringen en dus archeologisch relevante informatie kunnen opleveren.

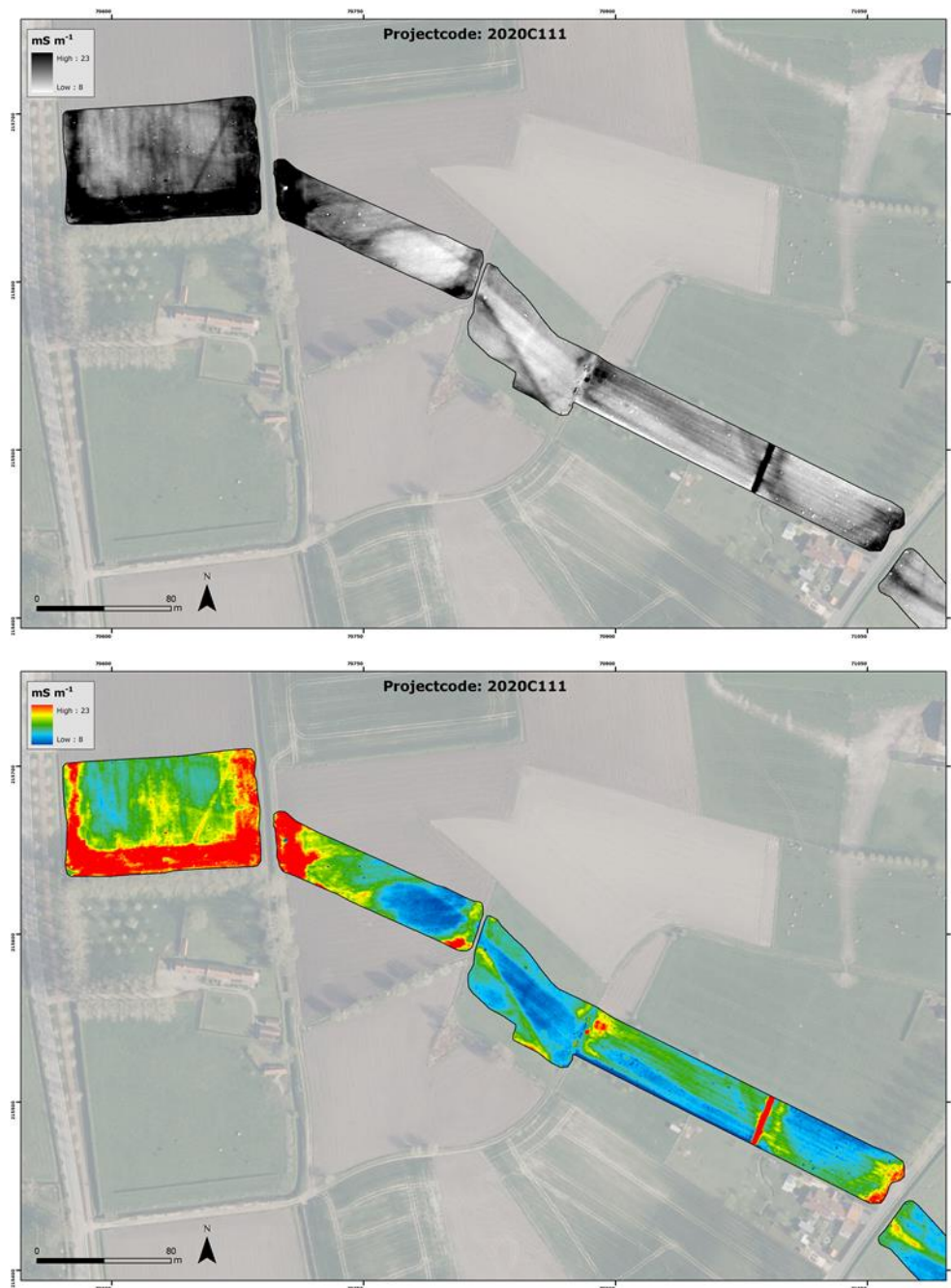
Centraal in het gebied zijn 2 licht-kronkelende banden met verhoogde EG aanwezig (8 op Figuur 47) die schijnbaar een half-cirkelvormige structuur vormen. Door het feit dat deze ook licht gebogen vorm vertonen kan aangenomen worden dat deze veroorzaakt zijn door een opgevulde geulstructuur of een brede cirkelvormige gracht. Deze kunnen veroorzaakt zijn door een kleinere restgeul of gerelateerd worden aan het voorkomen van archeologische relictten op die locatie (uitgravingsspoor of brede gracht opgevuld met klei en/of organisch-rijk materiaal).

Verder werden nog twee lineaire fenomenen met extreme uitwijking gedetecteerd, die beide min of meer dezelfde oorsprong en signatuur hebben en zo goed al zeker ondergrondse elektrische of metalen leidingen voorstellen (2 en 7 op Figuren 46 en 47). In het noorden van zone 2 werd een lineaire zone met licht verhoogde EG waarden waargenomen, die veroorzaakt is door de compactie of afwijkend bodemmateriaal onder een niet-verharde veldweg (6 op Figuur 47). In zone 2 kan centraal een lineair spoor 11 op Figuur 48 opgemerkt worden, die de grens vormt tussen een noordelijke zone in dat veld met licht hogere EG en een zuidelijke zone met lagere EG. Dit spoor stelt dus heel waarschijnlijk een recent opgevulde perceelsgreppel of –grens voor, net als spoor 10 op Figuren 47 en 48, die vermoedelijk gecompacteerd of verstoorde zones in de ondergrond betekenen.

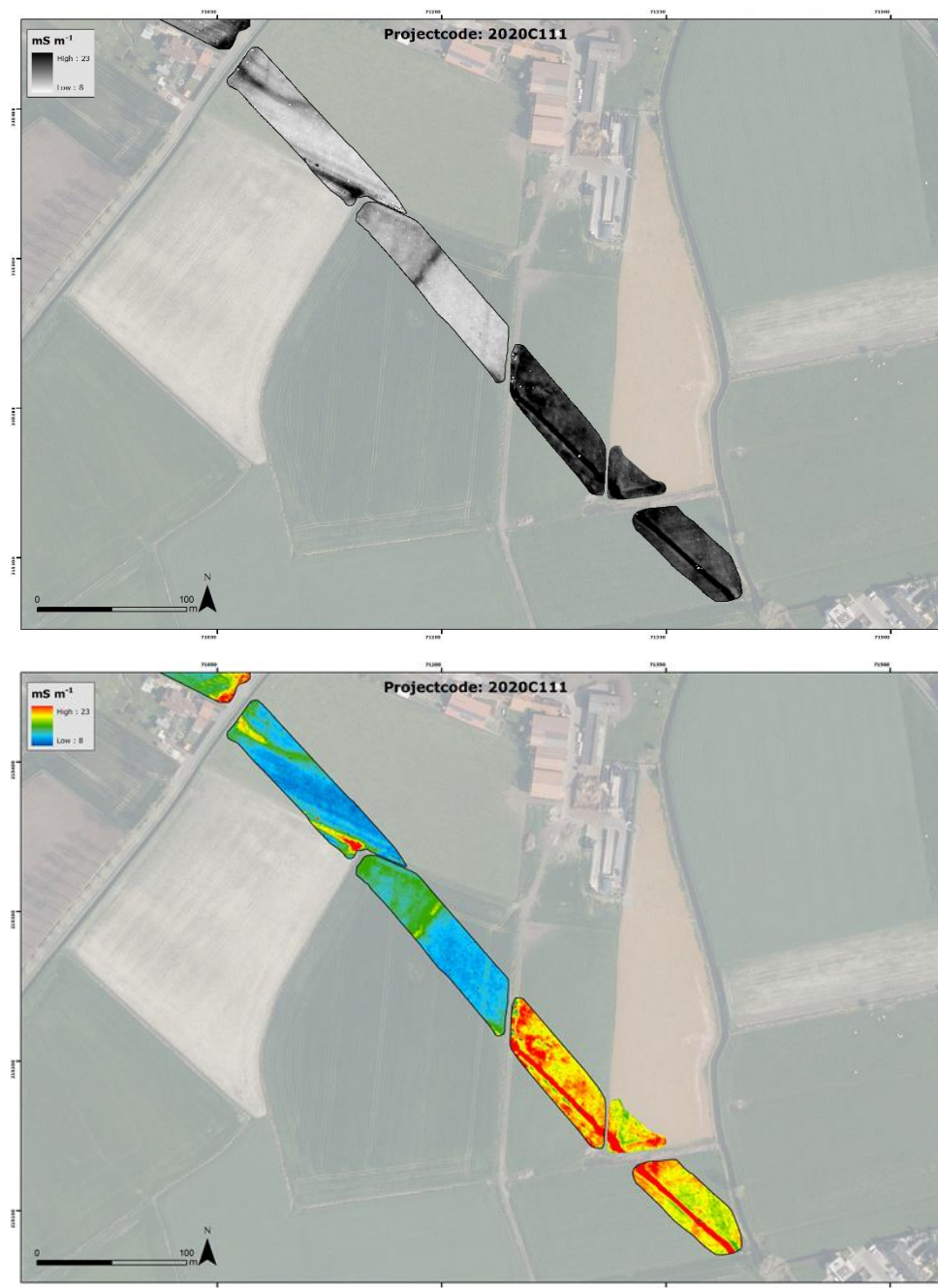
Op basis van deze EG meting kan worden afgeleid dat er vooral in zone 1 een groot aantal (antropogene) uitgravingssporen met beperkte laterale dimensies en min of meer dezelfde oriëntatie teruggevonden kunnen worden. Deze stellen daarom vermoedelijk archeologische sporen voor, ook omdat deze op de historische kaarten in het bureauonderzoek van GATE niet opgetekend staan. Vermoedelijk kunnen deze dus als van middeleeuwse of oudere origine aanzien worden.



Figuur 6 : EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0,5 m diepte) in zone 1.



Figuur 7: EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte) in zone 2.



Figuur 8 : EG opgemeten met de 1PRP poelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte) in zone 3.

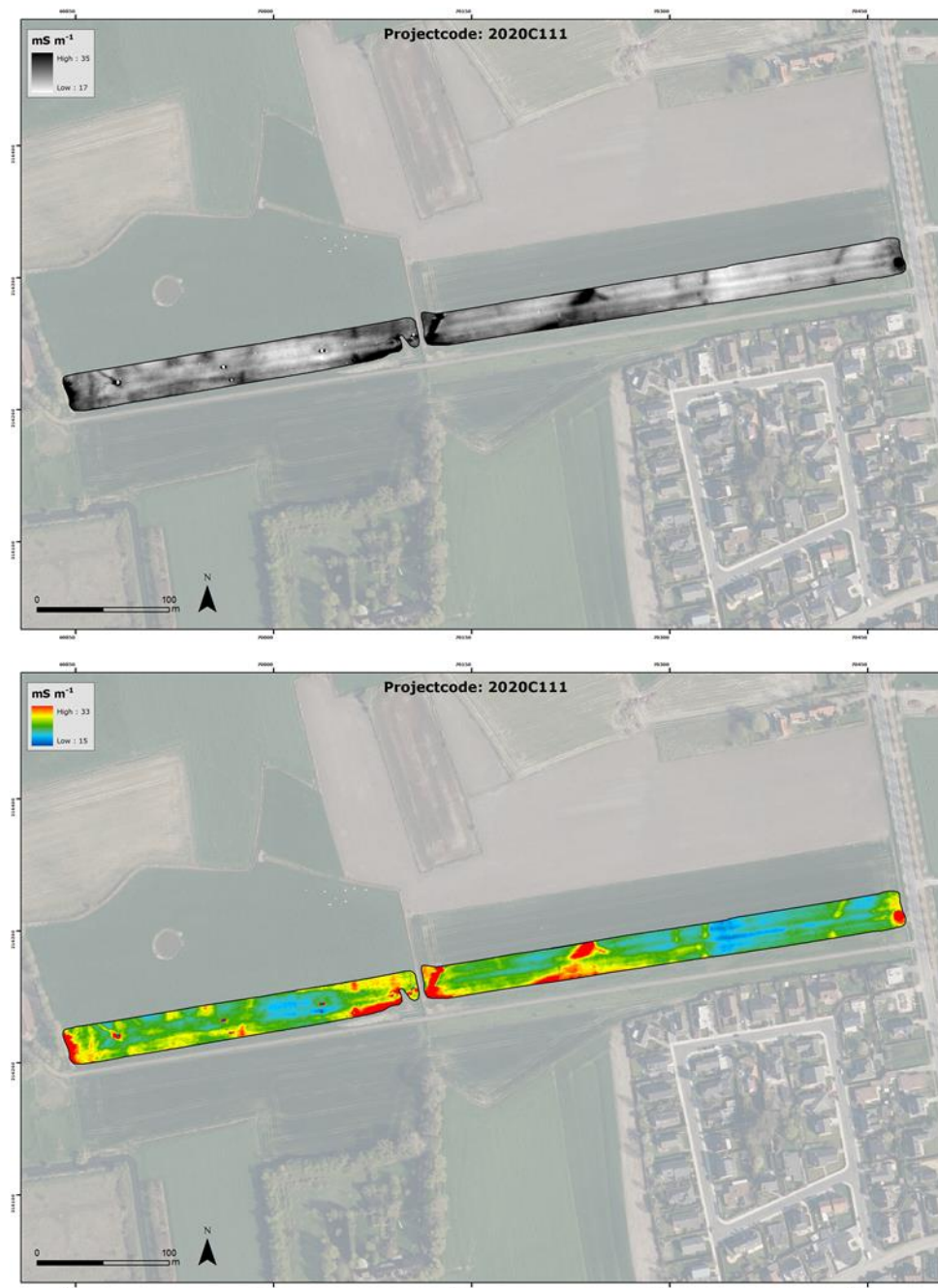
Figuren 9, 10 en 11 tonen de EG meting met de 2PRP poelconfiguratie (opgemeten bodemvolume 0- 1.0 m). Deze meting vertoont een grote analogie met de EG meting van de 1PRP poelconfiguratie. In het algemeen blijkt dit signaal minder puntanomalieën en randverstoringen te bevatten (enkel de putdeksels boven de Aquafin-leiding komen duidelijk tot uiting, en meer de graduele variaties in bodemmateriaal te weerspiegelen. Dit zorgt ervoor dat er meer op de variaties in bodemsamenstelling (textuur) wordt gefocust. Zo zien we in zone 1 dat sommige lineaire sporen of banden hogere EG waarden bezitten in vergelijking met de omgevende zone (1 op Figuur 46). Vermoedelijk zijn structuren dus opgevuld met conductiever (vochtigere, kleirijkere) materiaal tot een diepte van om en bij 1 m onder het maaiveld en contrasteert de opvulling duidelijk met

de zandige ondergrond, vermits de bovengrond van deze terreinen (zeker het meest oostelijke) een akker is en regelmatig geploegd wordt.

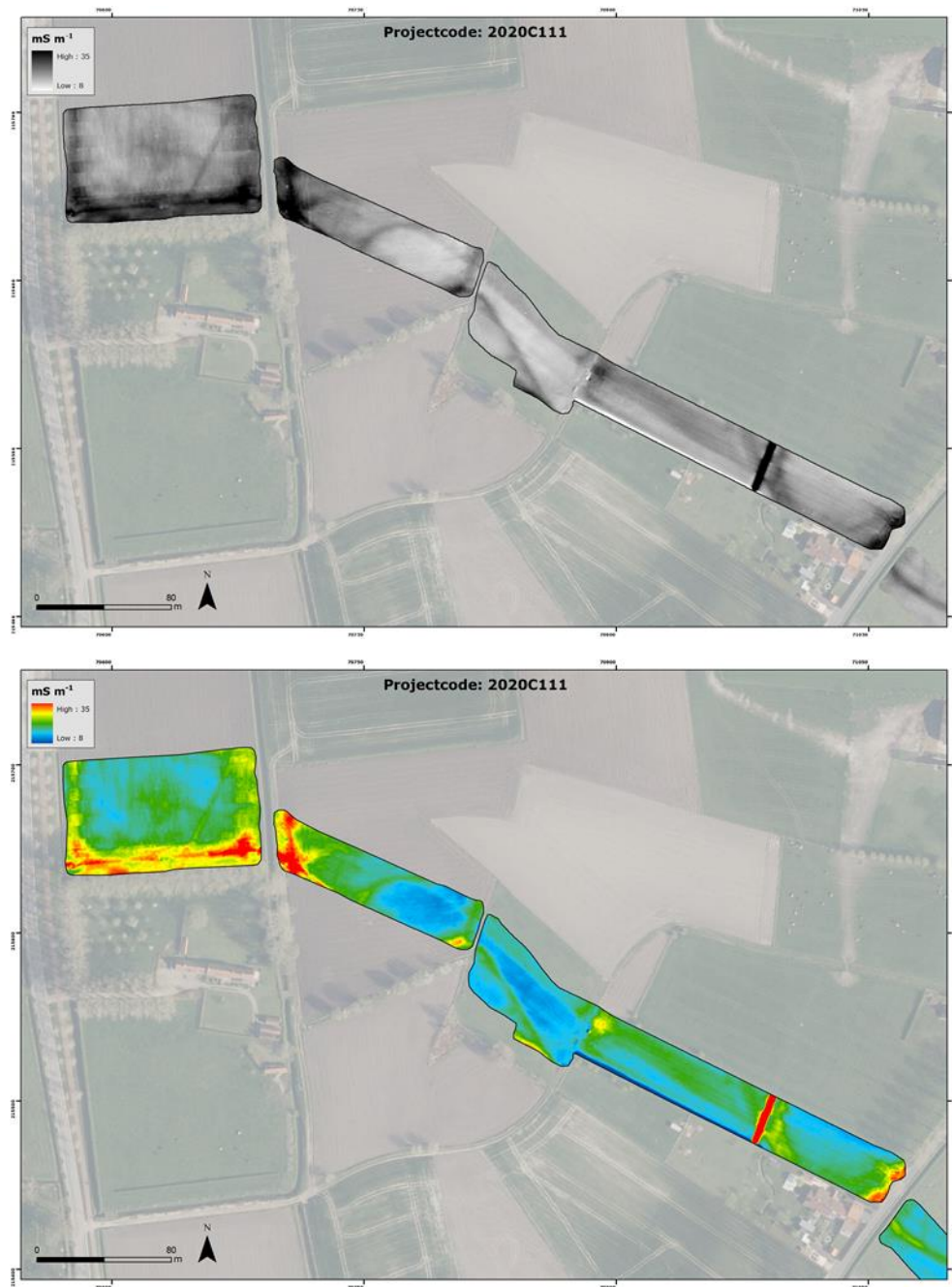
Hetzelfde kan opgemerkt worden over de halfcirkelvormige structuur 8 op Figuur 46 en de gebogen of kronkelende band (5 op Figuur 47) in zone 2. Voor het overige valt op dat deze structuren in deze meting duidelijker contrasteren met de omgeving en scherper afgelijnd zijn ten opzichte van de 1PRP meting, wat doet vermoeden dat hun opvulling dominant aanwezig is tussen 0.5 m en 1.0 m onder het bodemoppervlak.

In het noorden van zone 2 en het zuiden van zone 3 blijken zones met hogere EG aanwezig, terwijl centraal in zone 2 grotere gebieden met lage EG kunnen opgemerkt worden. Mogelijk kan daar respectievelijk kleirijker en zandiger materiaal in de ondergrond teruggevonden worden, en zijn de variaties veroorzaakt door alluviale fenomenen ('Blankenbergse geul') en de aanwezigheid van meer of minder kleiige sedimenten op de zandige kreekruiggronden. Een hypothese is dat op de plaatsen met hogere EG (geel-rode zones op de Figuren in kleur) de zandige kreekruiggronden dieper onder het maaiveld voorkomen en deze daar bedekt zijn met recentere kleirijke afzettingen, terwijl in de gebieden met lagere EG (blauw-groene zones op de Figuren in kleur) de zandige kreekruiggronden ondieper voorkomen.

Vermits het contrast tussen de verschillende bodemkundige zones of entiteiten groter wordt in het 2PRP signaal ten opzichte van het 1PRP signaal, dus in de metingen die een bodemvolume tot 1 m diepte omvatten, zijn de variaties vooral te wijten aan een opvulling met afwijkende elektrische geleidbaarheid dieper dan 0.5 m onder het maaiveld in de grachttopvullingen. Zelfs wanneer deze dieper aanwezig zijn dan de theoretische meetdiepte van de spoelconfiguratie kunnen deze de metingen met enkele mS m⁻¹ verlagen of verhogen. Vermoedelijk zijn de ondiepe bodemvariaties meest prominent aanwezig tussen 0.5 m en 1.0 m onder het bodemoppervlak en zijn daar dus de grootste verschillen in gehalte aan klei en/of organisch materiaal aanwezig.



Figuur 9 : EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) in zone 1.



Figuur 10 : EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) in zone 2.



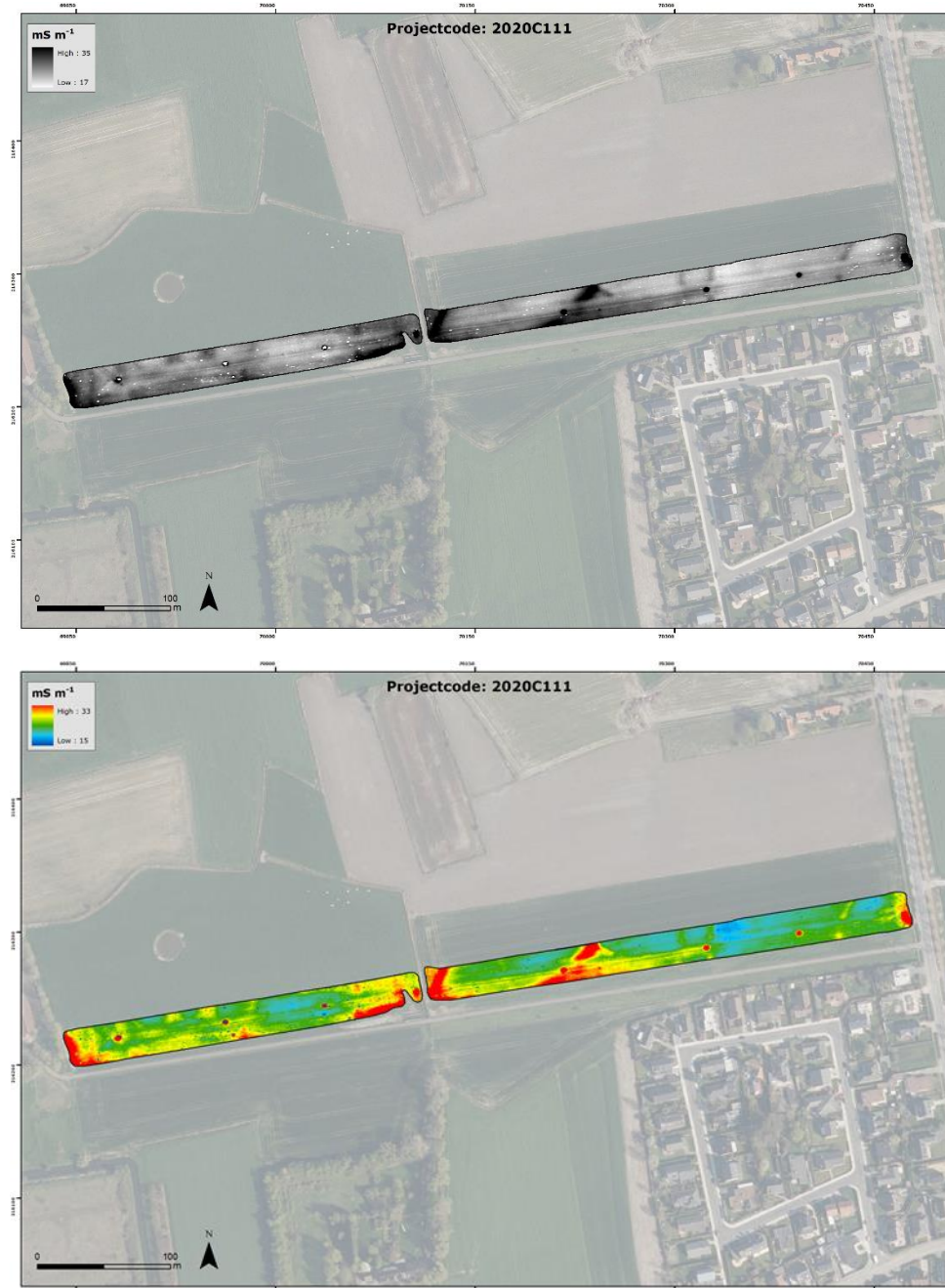
Figuur 11 : EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) in zone 3.

De resultaten voor de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 1.6 m) zijn te zien in Figuren 12, 13 en 14. De EG van de 1HCP spoelconfiguratie stijgt licht in vergelijking met die van de 2PRP spoelconfiguratie (waarden blijven rond de 5 mS m⁻¹), waaruit besloten kan worden dat de conductieve bodemlaag waarschijnlijk tot dieper dan 1.0 m onder maaiveld aanwezig is.

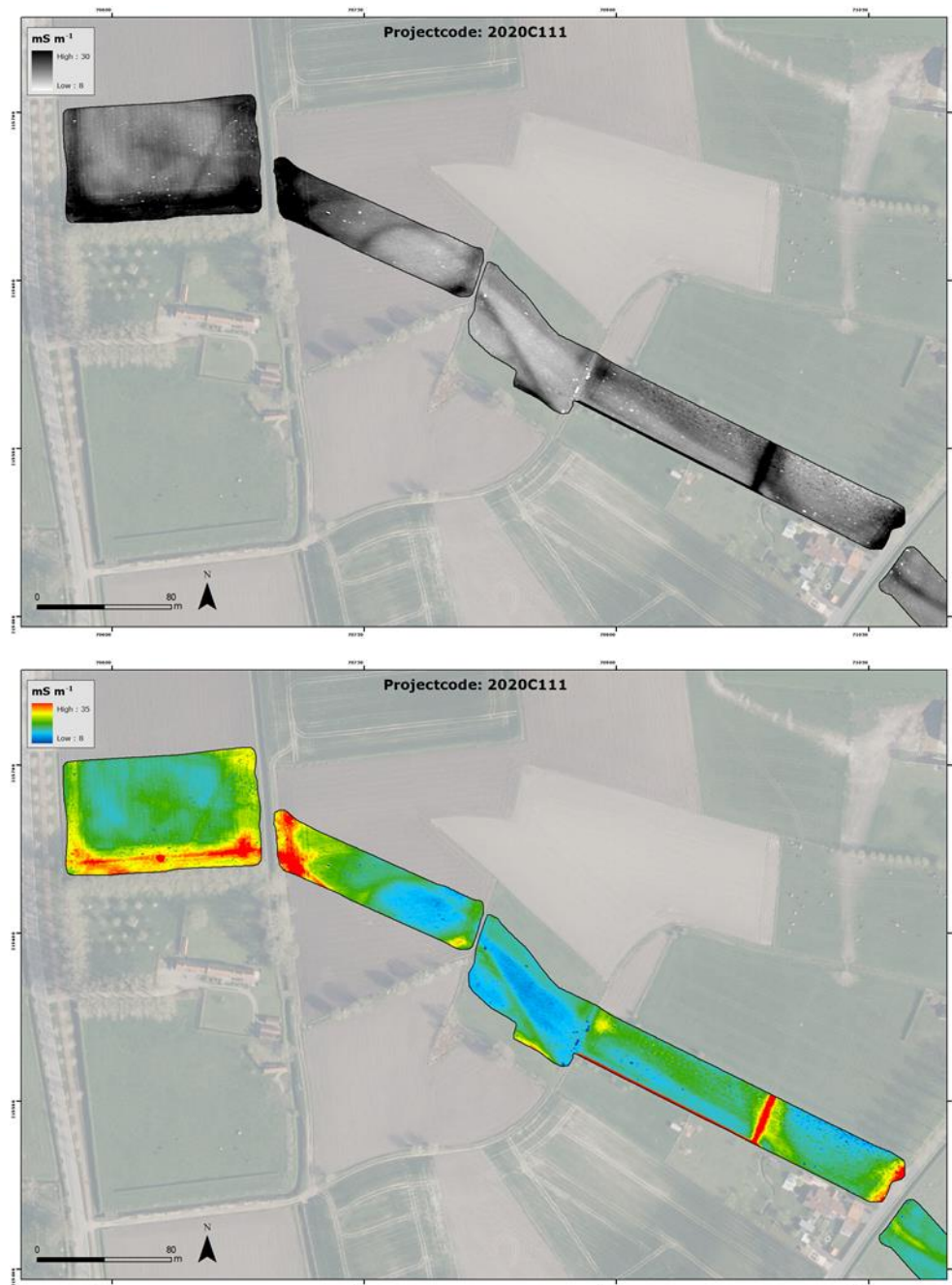
De 1HCP meting is heel gevoelig voor kleinere oppervlakkige begraven metalen objecten die tot uiting komen als extreme anomalieën in de data. Op basis van deze meting kan afgeleid worden dat er weinig oppervlakkige metalen objecten onder het maaiveld terug te vinden zijn in de ondergrond en dat deze niet op de aanwezigheid

van archeologische structuren wijzen vermits deze vrijwel altijd in de buurt van de huidige Aquafin-leiding voorkomen.

Voor wat betreft de bodemvariaties of landschappelijke variaties kunnen dezelfde besluiten getrokken worden als op basis van de 2PRP-EG meting. Zo kunnen centraal in zone 2 en in het noorden van zone 3 lagere EG waargenomen worden, terwijl het zuidelijk deel van zone 3 beduidend hogere EG waarden blijkt te bevatten.



Figuur 12 : EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte) in zone 1.



Figuur 13 : EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte) in zone 2.

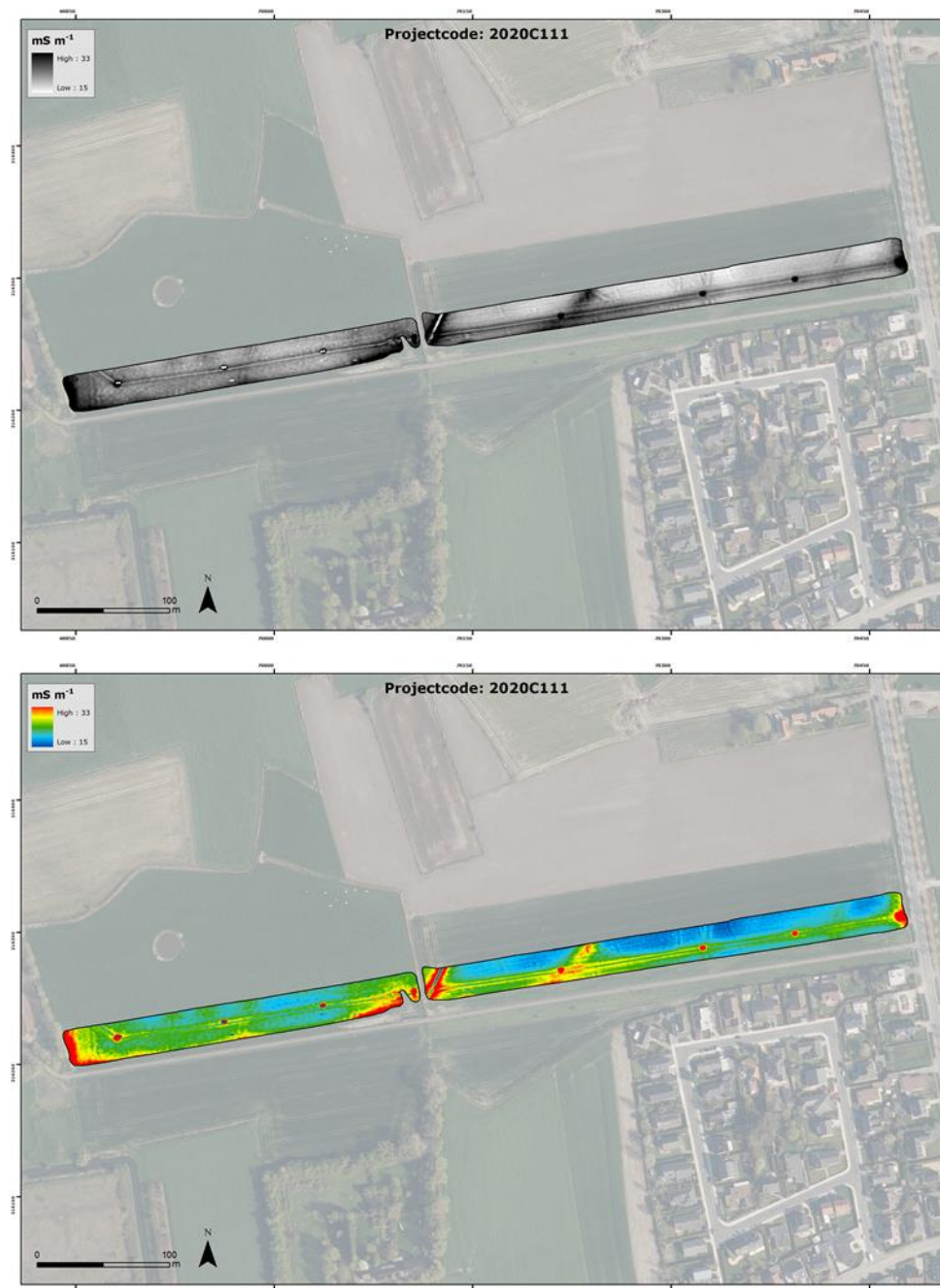


Figuur 14: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte) in zone 3.

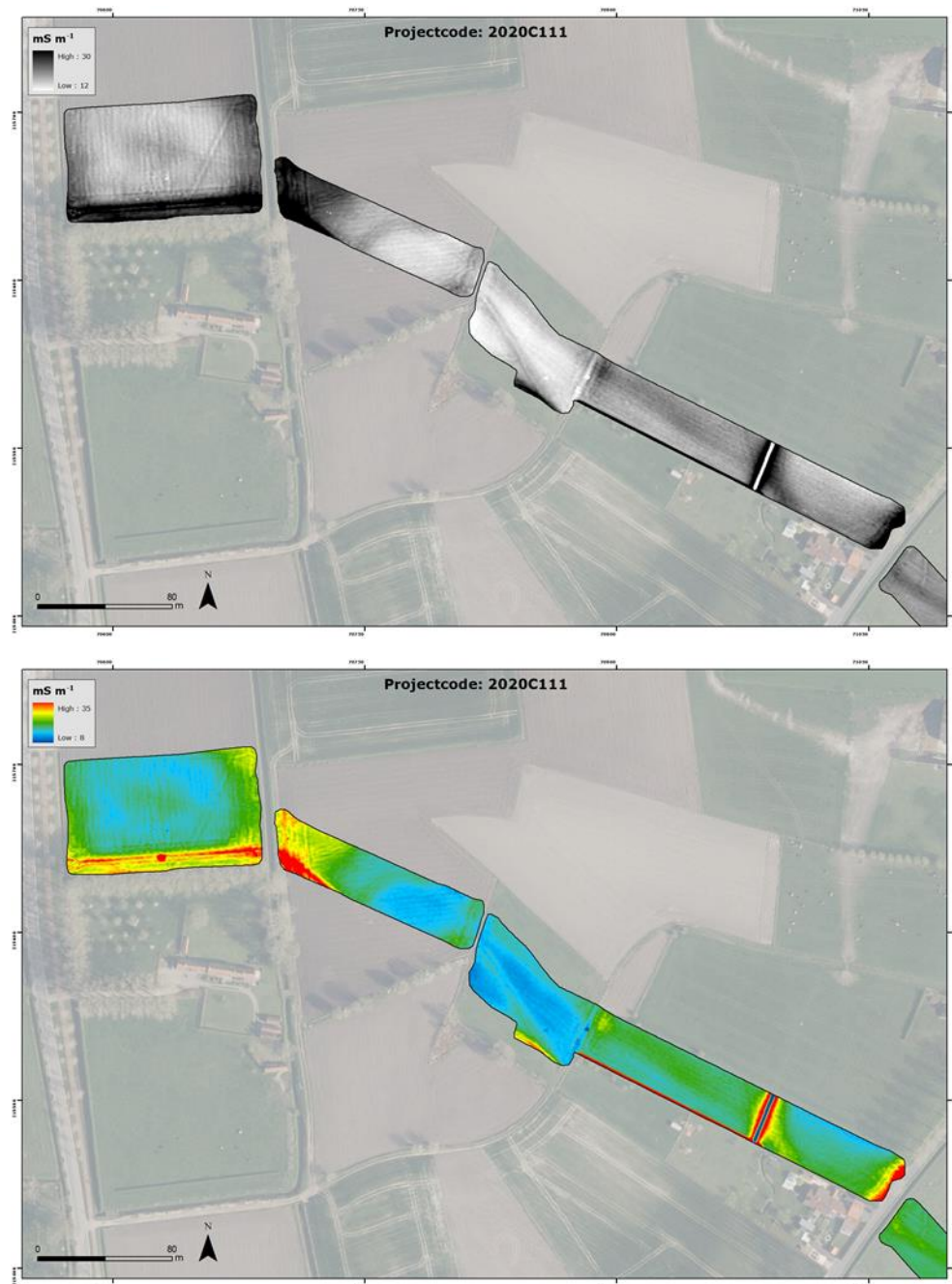
De resultaten voor de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 3.2 m) zijn te zien in Figuren 15, 16 en 17. Deze meting vertoont een erg grote analogie met de meting van de 1HCP spoelconfiguratie met dat verschil dat de EG waarden in het grootste deel van zone 1 verlagen en in zones 2 en 3 verhogen. Dit kan te wijten zijn aan het feit dat er in zone 2 zandigere bodemmateriaal aanwezig is tussen 1.5 m en 3.0 m onder het maaiveld en in zones 2 en 3 kleirijk en vochtiger materiaal in de diepte aanwezig is in het studiegebied. Vermoedelijk is er dus een groter aandeel van het vochtigere, conductiever (kleirijk of venig) bodemmateriaal (onder de grondwatertafel) in het groter opgemeten bodemvolume.

Deze figuren tonen dat met deze diepere EG meting een duidelijke inschatting gemaakt kan worden van de continue, graduele bodemvariaties binnenin het volledige studiegebied. Zo is in het grootste noorden en zuiden van zone 2 en vooral van zone 3 de EG dus duidelijk beïnvloed door een bodemlaag met hogere elektrische geleidbaarheid in het opgemeten bodemvolume, terwijl de EG metingen in het centraal deel van zone 2 slechts in geringe mate invloed ondervinden van diezelfde bodemlaag. Er kan dus een vrijwel geheel zandig bodemprofiel opgemerkt worden in die zone rond anomalieën 5 op Figuur 47. In de rest van zones 2 en 3 kan dus een klei- en/of organisch rijke bodemlaag opgemerkt worden tussen 1.5 m en 3.0 m onder het bodemoppervlak.

Voor de rest komen er diverse kleinere sporen tot uiting in deze meting. Een ontdebelling van oppervlakkige en eerder subtiele sporen, kleiner dan de spoelafstand, zorgt ervoor dat deze beter zichtbaar worden in de metingen. In de 4HCP meting blijken deze echter duidelijker zichtbaar. In deze meting kunnen centraal in zone 1 de noord-zuid georiënteerde anomalieën opgemerkt worden, die mogelijk oudere perceelgrachten voorstellen en enkel in de EG metingen werden opgemerkt (1, 4, 5 en 9 op Figuren 46, 47 en 48). Daarom is de opvulling van deze grachtstructuren erg kleirijk van aard en dominant aanwezig tussen 0.5 m en 1.0 m onder het maaiveld.



Figuur 15 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) in zone 1.



Figuur 16 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) in zone 2.



Figuur 17 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) in zone 3.

In de EG meting van de diepste spoelconfiguratie (dominante respons van bodemvolume 0 – 6.4 m) in Figuren 18 tot en met 20 blijkt de EG van de 4CHP spoelconfiguratie een veelvoud aan subtiele en scherp afgebakende sporen te bevatten (1, 4, 5 en 9 op Figuren 46, 47 en 48). Na het wegfilteren van deze grote variaties in EG, blijken in Figuren 21, 22 en 23 en 16 bepaalde sporen door ontdebelling zichtbaar in het zones 1 en 2.

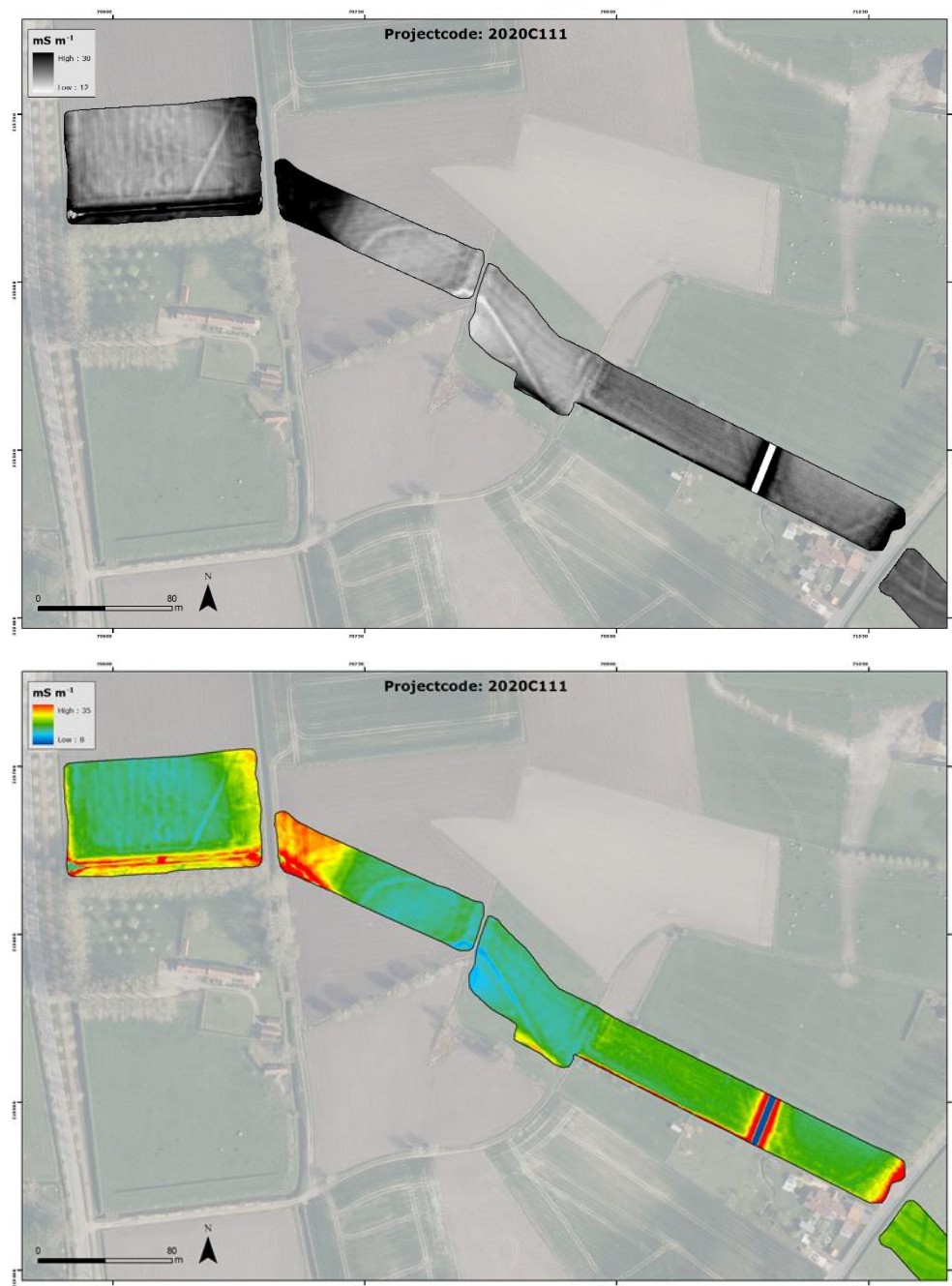
Zo komen alle lineaire sporen en leidingen erg duidelijk tevoorschijn. Vooral het patroon van verschillende lineaire noord-zuid georiënteerde sporen naast (en parallel met) elkaar in zone 1 was minder prominent in de EG metingen van de spoelconfiguraties met oppervlakkiger opgemeten bodemvolume. De meeste greppels of grachten zijn

opgevuld met kleirijker materiaal ten opzichte van de kleigere of organischere omgeving. Deze structuren stellen vermoedelijk ondergrondse grachten of lokale vergravingen met contrasterende opvulling ten opzichte van de omgevende ondergrond voor.

In deze dieper meting neemt de EG in zones 2 en 3 slecht beperkt toe in vergelijking met de EG tot ongeveer 3 m onder het bodemoppervlak. Vermoedelijk is er daar dus vrij diep onder het bodemoppervlak dus vooral vrij zandig materiaal aanwezig vermits er geen sterke toename in EG kon opgemerkt worden ten opzichte van de 2HCP meting. Enkel in zone 1 neemt de EG substantieel toe met toegenomen opgemeten bodemvolume, daar kan dus een (kleirijke) laag met hogere EG dieper in het bodemprofiel teruggevonden worden.



Figuur 18 : EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 1.



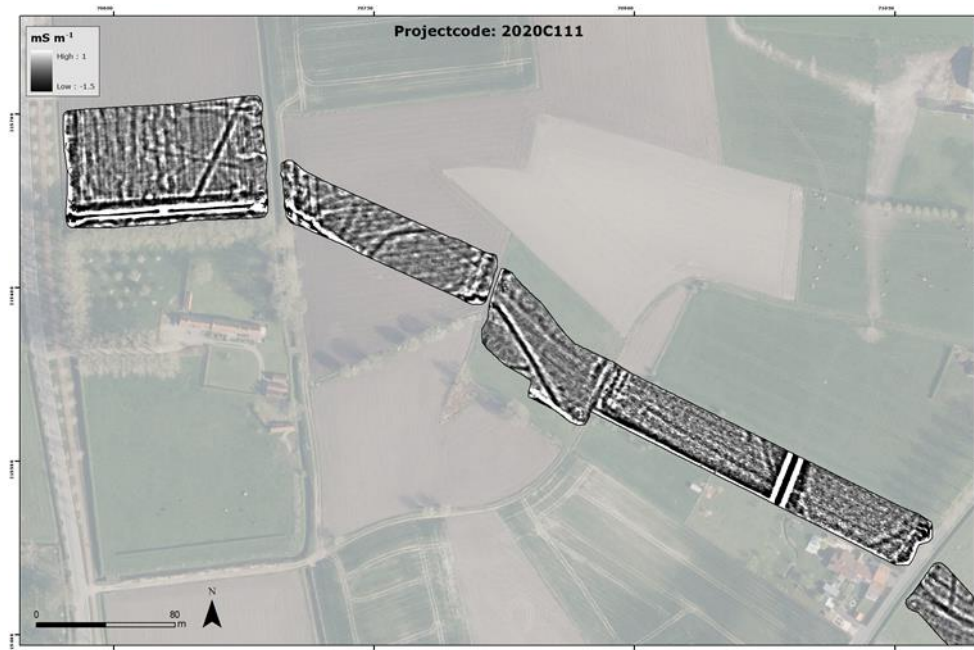
Figuur 19 : EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6,4 m diepte) in zone 2.



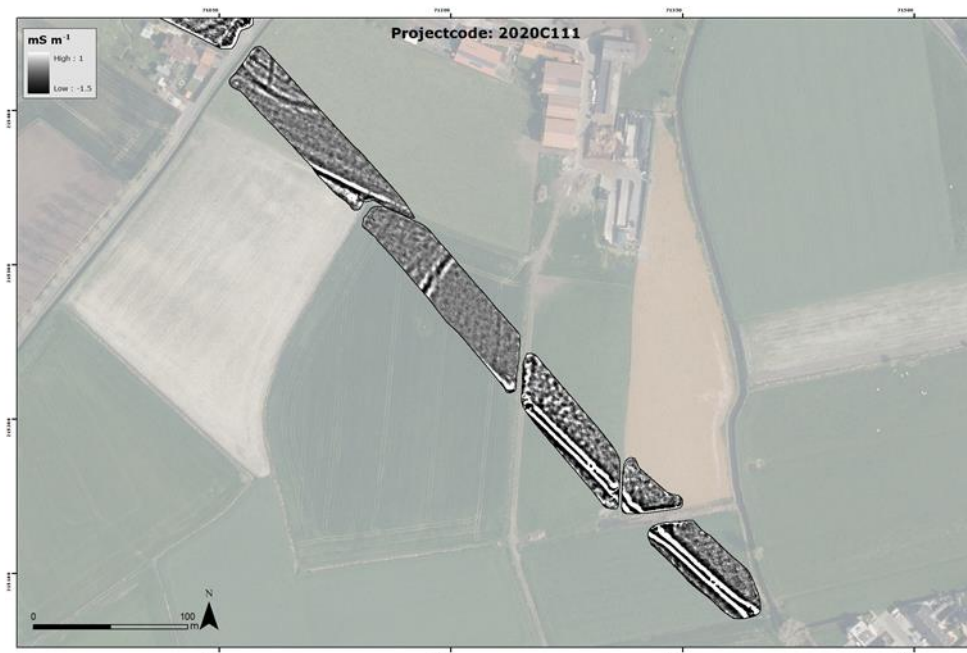
Figuur 20 : EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6,4 m diepte) in zone 3.



Figuur 21: 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 1.



Figuur 22 : 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 2.

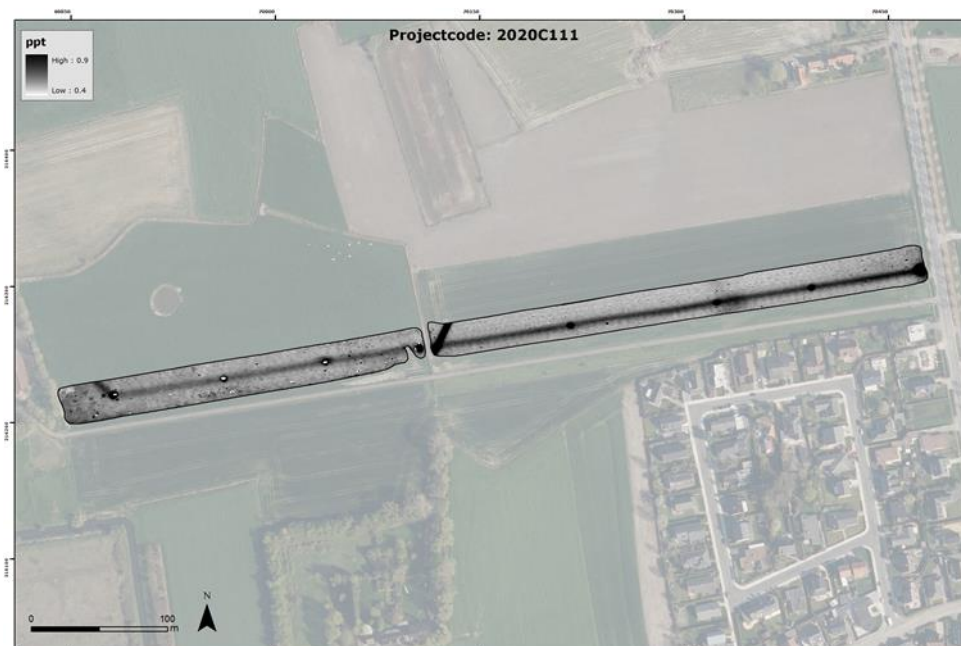


Figuur 23 : 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 3.

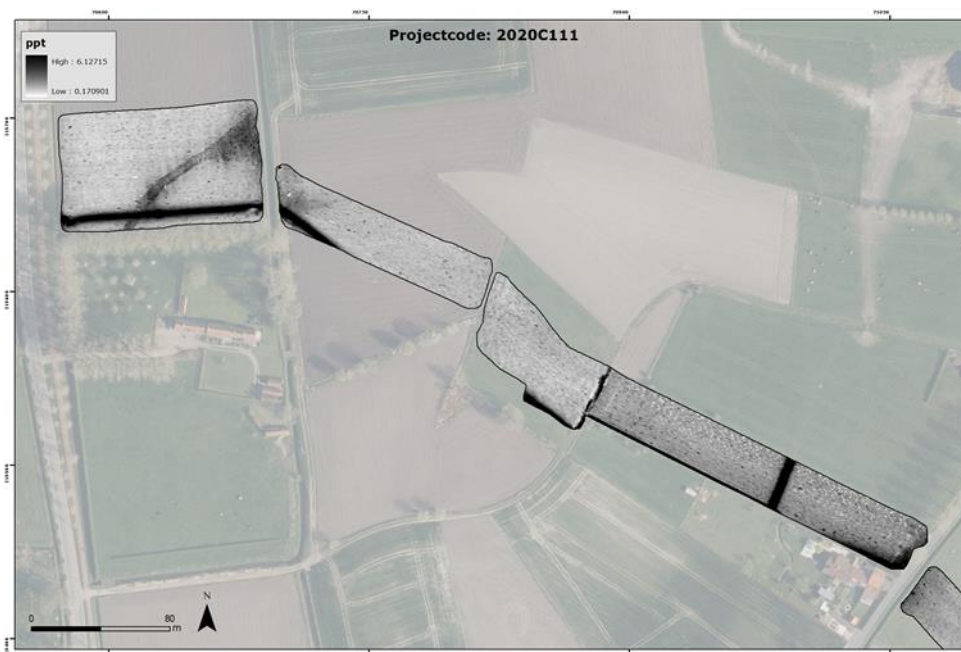
Magnetische gevoeligheid

Figuren 24, 25 en 26 en tonen de MG meting van de 1HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.4 m diepte) in zones 1 en 2. In deze metingen blijken vrijwel geen sporen van mogelijke archeologische origine te onderkennen. Vooral de Aquafin- en andere leidingen (2, 3 en 7 op Figuren 46 en 47) blijken substantieel aanwezig in deze metingen, net als lineaire anomalie 6 op Figuur 47, waar baksteenpuin in de ondergrond aangetroffen kan worden. Nabij de leidingen is een brede zone of band verstoord, waardoor in die zone of band geen subtiële magnetische afwijkingen teruggevonden kunnen worden vermits deze gemaskeerd worden door de verstoring nabij de leidingen.

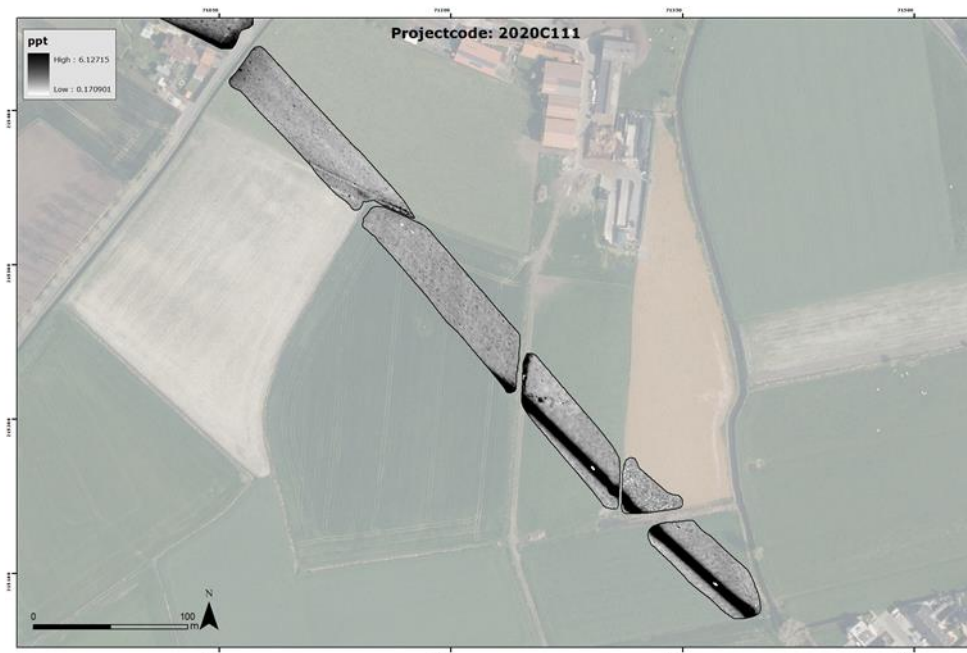
In het meest noordelijke veld van zone 2 kan een duidelijke, scherp afgelijnde magnetische structuur aangetroffen worden (4 op Figuur 47), die veroorzaakt is door de aanwezigheid van baksteenpuin of minder waarschijnlijk een sterke organische laag. Het lijkt erop alsof er vroeger (in de middeleeuwen?) een weg aanwezig was (smalle gebogen structuur) die uiteindelijk naar een grotere zone (parking?) in het noordoosten leidde. Vermoedelijk is deze structuur gerelateerd aan de vroegere aanwezigheid van een gebouw in of ten oosten van dat opgemeten veld. Heel waarschijnlijk kan deze structuur geïnterpreteerd worden als een vroegere weg met verbreding bestaande uit gemalen baksteen waarvan de restanten nu nog in de ondergrond aanwezig zijn.



Figuur 24 : MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte) in zone 1.



Figuur 25 : MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte) in zone 2.



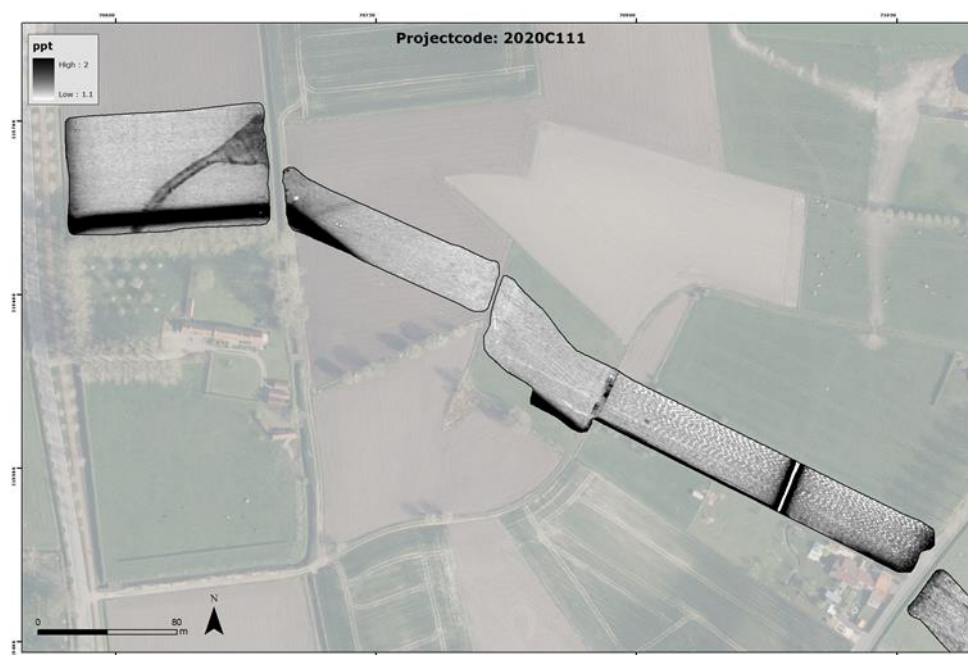
Figuur 26 : MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte) in zone 3.

Figuren 27, 28 en 29 tonen de MG meting van de 2HCP spoelconfiguratie (respons tussen 0 en 0.8 m diepte). De 2HCP-MG meting toont vrijwel dezelfde fenomenen als de 1HCP-MG meting in beide zones, met dat verschil dat de Aquafin-leidingen breder tekenen en dus ook een bredere zone verstoren in vergelijking met de andere leidingen en de meting van de ondiepe spoelconfiguratie. Ook blijkt afwijkende zone 10 op Figuur 48 in deze diepere meting aanwezig. Vermoedelijk is in die afwijkende zone baksteenpuin aanwezig, of kan daar een substantieel grotere concentratie aan organisch materiaal in de bovenste meter aangetroffen worden. De lineaire sporen 1, 4, 5 en 9 op Figuren 46, 47 en 48, die mogelijk oudere percelleringen voorstellen, manifesteren zich vermoedelijk enkel door een substantiële verhoging aan kleigehalte in de bovenste 0.4 à 0.8 m onder het maaiveld, of een contrast tussen de kleirijke opvulling en het omgevende zandige bodemmateriaal, vermits deze in de magnetische metingen niet tekenen en teruggevonden worden. De afwijkende structuur 4 op Figuur 47, de vroegere oudere weg en verbreding of parking in het noorden van zone 2 komt in deze meting opnieuw duidelijk tot uiting, wat doet vermoeden dat restanten van de vroegere baksteenverharding of fundering van die vroegere weg net onder de bouwvoor of ploeglaag van dit terrein aanwezig zijn.

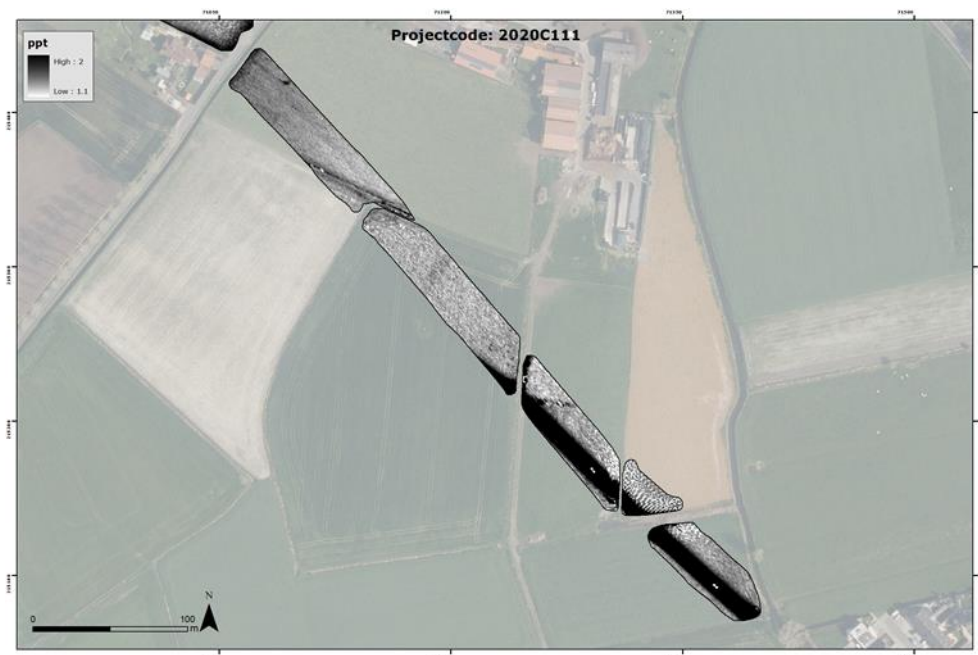
Er kan dus besloten worden dat er buiten afwijkende zone 4 op Figuur 47 geen duidelijke baksteenconcentraties of grote aanrijkingen met organisch materiaal in de bovenste meter voorkomen in de gescande zones, en dat de kans op het aantreffen van begraven funderingen of muurrestanten en verbrand of gebakken materiaal of ovens daarom erg miniem is.



Figuur 27 : MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte) in zone 1.



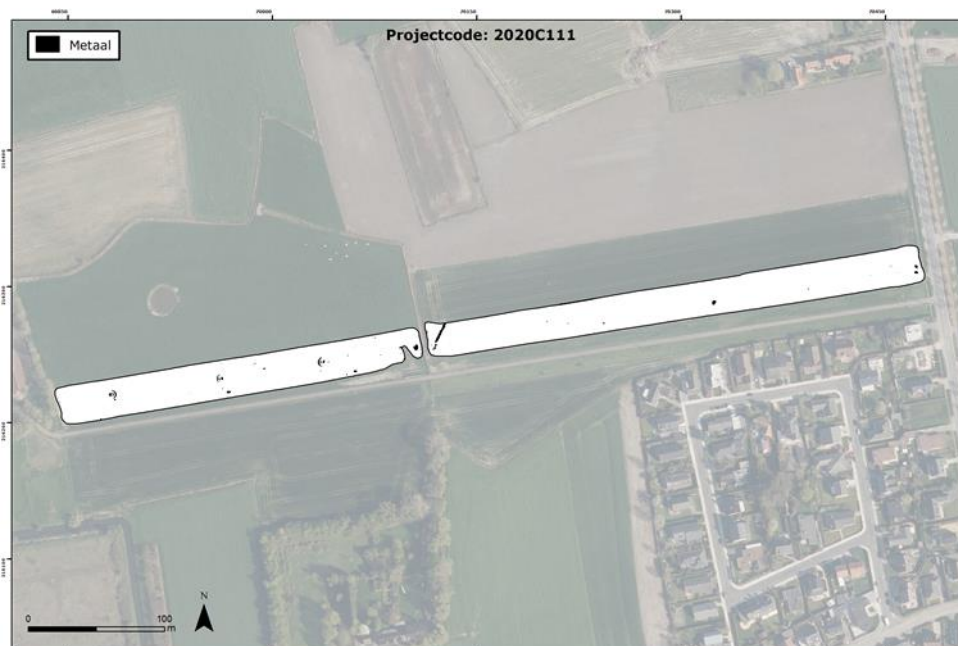
Figuur 28 : MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte) in zone 2.



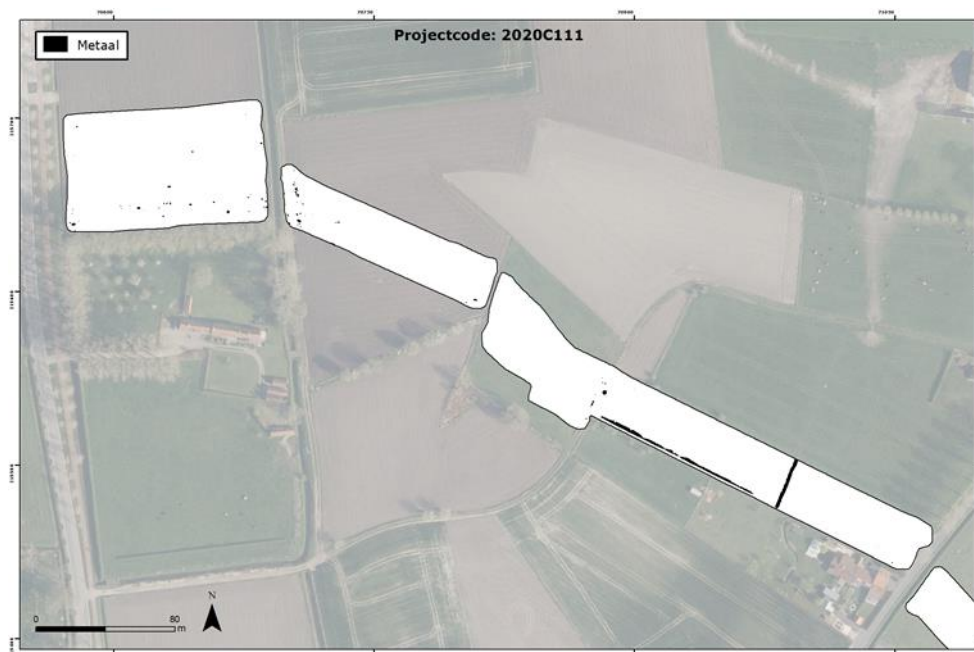
Figuur 29 : MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte) in zone 3.

Metaalaanduiding

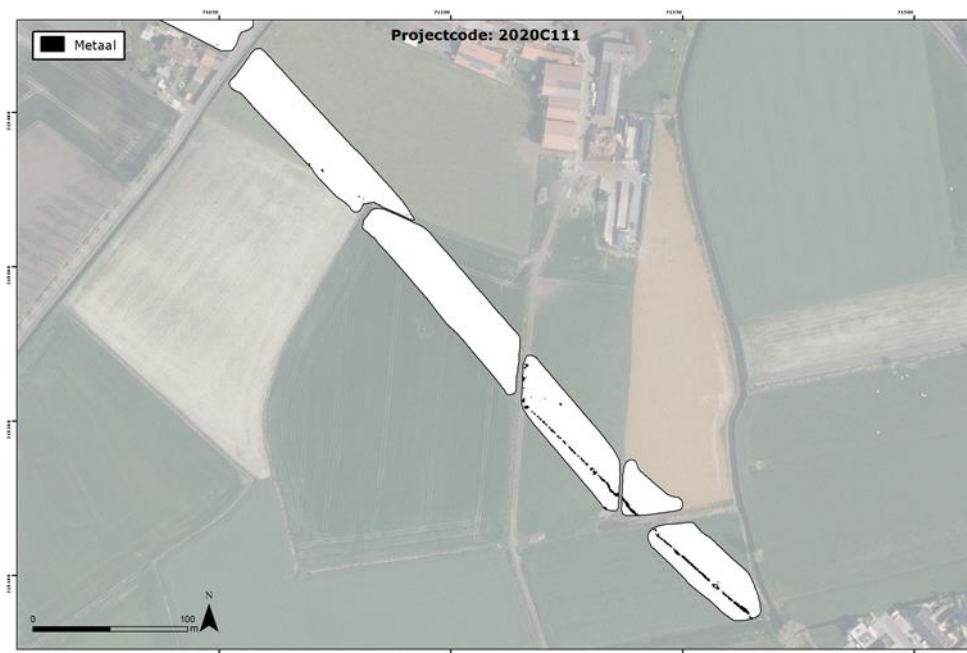
Op basis van de verschillende EG metingen kunnen extreme verstoringen als puntanomalieën veroorzaakt door begraven metalen objecten aangeduid worden. Na filtering en integratie van de EG metingen kunnen locaties met ondergrondse metalen objecten (in de bovenste meter van de ondergrond) aangeduid worden. Figuren 30, 31 en 32 tonen een aanduiding van de metalen verstoringen in de data veroorzaakt door metalen objecten. Deze stellen de putdeksels voor boven de Aquafin-leiding of de Aquafin-leiding zelf en de andere leidingen 2 en 7 op Figuren 46 en 47. Er blijken slechts een gering aantal metalen objecten of structuren aanwezig, die verstoringen door de elektrische en metalen leidingen of randverstoringen door de afsluiting in het oosten van zone 2 bijvoorbeeld. Daarnaast kunnen vrijwel geen verstoringen door begraven metaal opgemerkt worden. De meeste anomalieën zijn dus veroorzaakt door recent ingegraven metalen objecten of structuren en puinmateriaal en wijzen dus niet op de aanwezigheid van (ferro en non-ferro, dus ook bijvoorbeeld koperen) archeologische relictten.



Figuur 30 : Aanduiding van de door ondiepe begraven metalen objecten verstoorde zones in zone 1.



Figuur 31 : Aanduiding van de door ondiepe begraven metalen objecten verstoorde zones in zone 2.



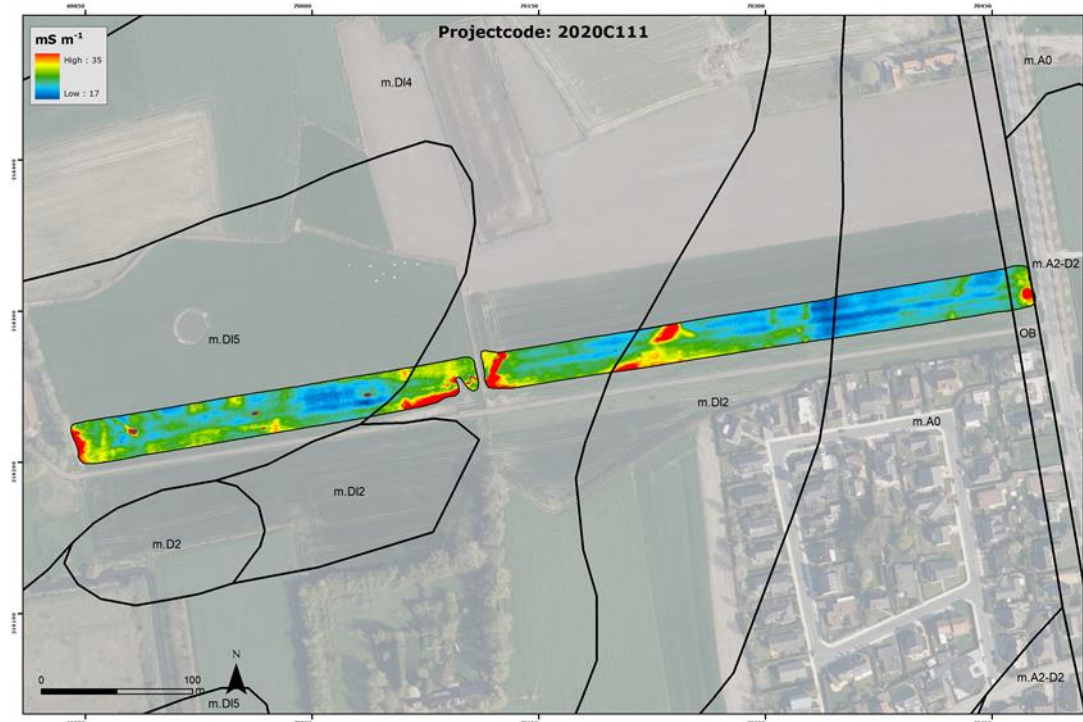
Figuur 32 : Aanduiding van de door ondiepe begraven metalen objecten verstoorde zones in zone 3.

3.3 EG vergelijking met de bodemkaart

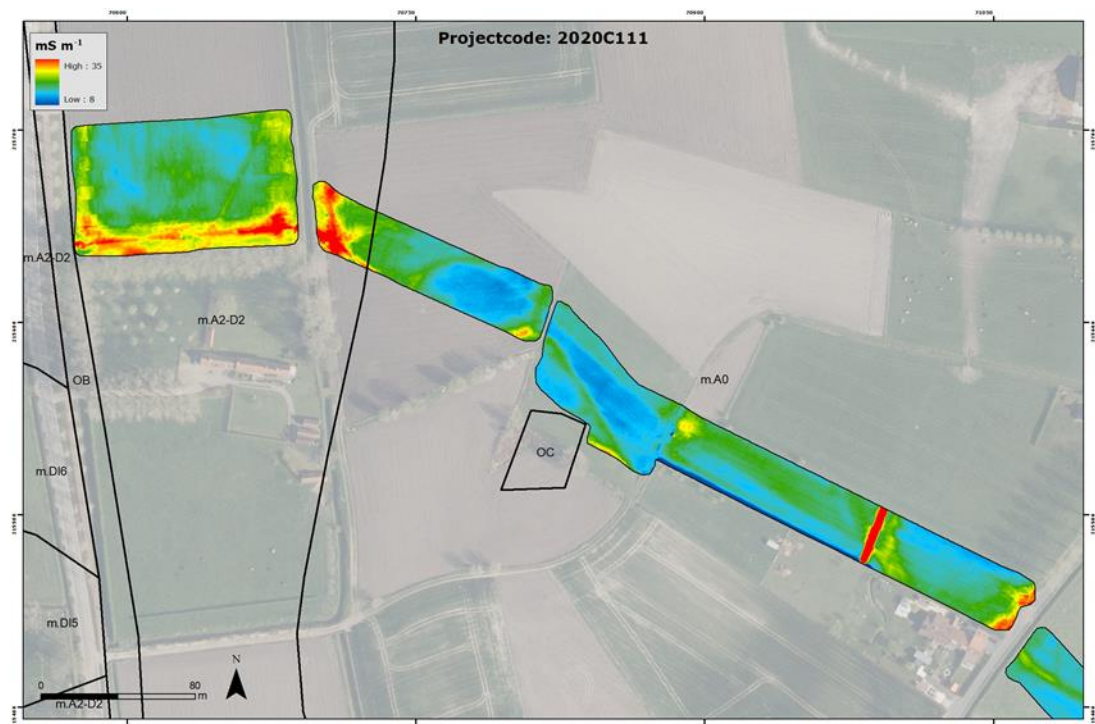
De bodemkaart van Vlaanderen (schaal 1/20 000) beschrijft ter hoogte van het studiegebied bodems van bodemtype m.A.O., wat wijst op het voorkomen van kreekruiggronden waarbij de getijdegeul ('Blankenbergse geul') werd opgevuld met droog lemig zand. Het grootste deel van zone 1, het noordelijke deel van zone 2 en het zuidelijke van zone 3 blijken bodemtypes m.DL2, m.DL4 en m.DL5 aanwezig, wat erop wijst dat deze opgevulde kreek werd overdekt door slibhoudend zand rustend op lichte klei die op meer dan 60 cm overgaat tot zandig materiaal (m.DL2), lichte klei tot zavel die op Duinkerken II klei rust en op minder dan 60 cm overgaat tot zandig materiaal (m.DL4) en lichte klei tot zavel die op Duinkerken II klei rust en tussen 60 en 100 cm diepte overgaat in zandig materiaal (m.DL5).

Na vergelijking met de bodemscan blijkt dat de EG redelijk gereflecteerd worden door de bodemvariaties op basis van de bodemkaart (Figuren 33, 34 en 35). Overal waar ondiepe zandige sedimenten (m.A.O) worden verondersteld in de diepte, werden lage EG waarden opgetekend, zoals centraal in zone 2 en het oosten van zone 1. De zones met ondiepe, kleirijke recentere afzettingen vertoonden een hogere EG en dit vooral in de ondiepe metingen. De grootste variaties in EG metingen die bodemvolumes tot ca. 1.0 à 1.5 m weerspiegelen worden dus veroorzaakt door oppervlakkige variaties in de bovenste meter, dus door de aan- of afwezigheid van kleirijk materiaal in de bovenste meter van de ondergrond (in de bouwvoor en de kleiige opvulling van de geulen daar onder), die niet onderkend werden of konden worden bij de opmaak van de bodemkaart. De bovengrond is echter lateraal heel erg variabel vermits het studiegebied een poldergebied betreft met heel complexe bodemopbouw en een grote variatie op korte afstand. Het is duidelijk dat deze laterale variaties niet onderkend konden worden bij de vroegere kartering op basis van 2 boringen per ha. Over de aan-

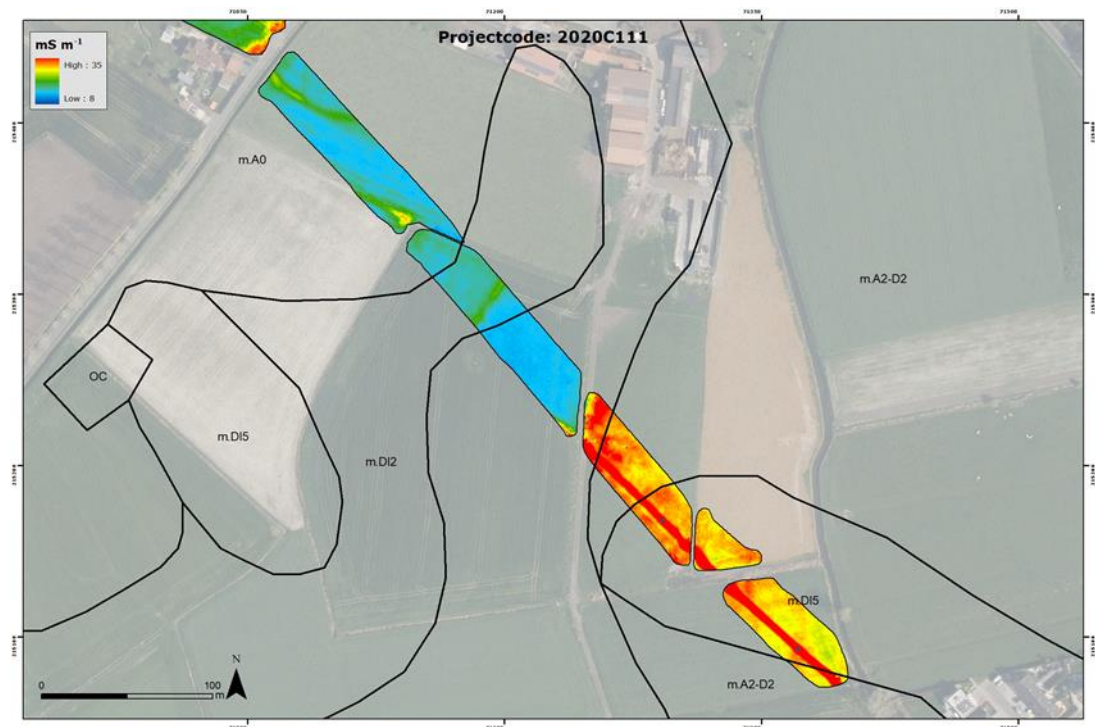
of afwezigheid van Pleistoceen zand kon geen uitsluitsel verkregen worden op basis van de resultaten op de bodemkaart vermits deze zich focussen op de bovenste bodemlagen en het Pleistoceen zich een stuk dieper bevindt. Op basis van de bodemkaart kan wel besloten dat overdekte kreekruggronden kunnen teruggevonden worden in alle gescande gebieden. Er kan op basis van de bodemkaart onmogelijk ingeschat worden in hoeverre de geulwerking ervoor heeft gezorgd dat ondergrondse klei- en veenlagen of Pleistoceen zand geërodeerd of aangetast zijn.



Figuur 33 : Contouren en legende van de bodemkaart van Vlaanderen geplote op de 2PRP-EG meting in zone 1.



Figuur 34 : Contouren en legende van de bodemkaart van Vlaanderen geplot op de 2PRP-EG meting in zone 2.



Figuur 35 : Contouren en legende van de bodemkaart van Vlaanderen geplot op de 2PRP-EG meting in zone 3.

3.4 Integratie van de EG data met behulp van 2-D tomografie

Een quasi twee-dimensionaal model van de ondergrond kan verkregen worden door de integratie van de simultaan opgemeten EG metingen die verschillende bodemvolumes omvatten. Hierdoor kunnen als het ware doorsnedes van de ondergrond verkregen worden, die gebruikt kunnen worden om de bodemgelaagdheid te achterhalen. Belangrijk hierbij is dat een bodemopbouw vooropgesteld wordt dat zo goed mogelijk de realiteit benadert. Daarom werd uitgegaan van een 3-lagig ondergronds bodemmodel met een variabele bovenlaag tot een diepte van 1 m onder het maaiveld, een kleilaag en een onderliggende zandlaag bij de integratie van de 6 simultaan opgemeten EG signalen. De resultaten voor transect AB (Figuur 36), overheen de volledige zone 1 ten noorden van de huidige Aquafin-leiding, wordt weergegeven in Figuur 39.

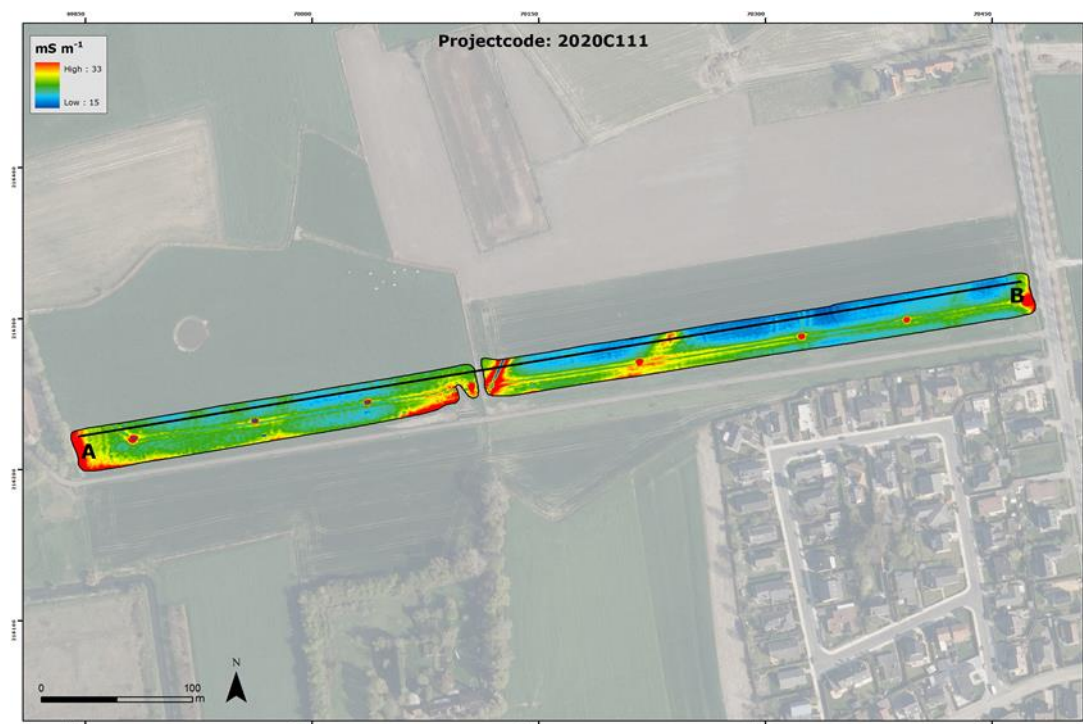
Langsheen transect AB lijkt er een stratigrafie van een erg conductieve bovenlaag aanwezig (door water op het terrein?), waaronder een zandige laag met lage EG op een kleirijke laag met hoge EG kan opgemerkt worden. In het uiterste westen van die zone werden in alle metingen hogere EG waarden opgemerkt, waardoor daar een kleirijk bodemprofiel tot 6 m onder het maaiveld werd voorspeld. In het westelijke veld van zone 1 is de kleilaag prominent dikker en meer uitgesproken dan in het oostelijke veld. Onder die laag met lage EG komt een laag klei of klei en veen met hogere EG tot uiting in dit profiel. Deze laag met hoge EG blijkt zich tot een diepte van ca. 6 m onder het bodemoppervlak uit te strekken. Enkel tussen 450 m en 550 m in het profiel lijkt deze conductieve bodemlaag afwezig in de bovenste 6 m. Er kan dus worden aangenomen dat er alluviale (en venige?) sedimenten aanwezig zijn onder een zandige bovenlaag (kreekruggrond van de 'Blankenbergse geul'). De vraag hierbij is of de dikte van de conductieve sedimenten correct werd gemodelleerd op basis van deze 2D-inversie, en of er onder die conductieve sedimenten zich dieper nog een intact bovenste deel van het Pleistoceen zand bevindt. In dit geval kan het zijn dat het Pleistoceen zich onder de meters alluviale afzettingen bevindt, maar het kan evengoed zijn dat de 'Blankenbergse geul' de top van dit Pleistoceen heeft geërodeerd en dat die later opgevuld is met kleirijke en zandige sedimenten. Het kan ook zijn dat dit bodemmodel er niet in slaagt om te discrimineren tussen deze kleilaag en de zandlaag eronder, en beide als één continue bodemhorizont ziet.

Langsheen transecten CDEFG en HI blijkt er zich een zandige bovenlaag, op een kleirijke of organische laag te bevinden, die zich op haar beurt opnieuw boven een zandige bovenlaag lijkt te bevinden (Figuren 37 en 39). Deze onderste laag kan potentieel het Pleistoceen zand voorstellen, waarbij de conductieve sedimenten erboven kunnen bestaan uit klei- en eventueel ook weinig materiaal. In de zones met lagere EG tussen D en F wordt de conductieve laag beduidend minder diep of dik ingeschat, terwijl rond D en op het einde van het transect HI de conductieve laag erg dik wordt ingeschat op basis van deze voorspelling. Daar kan het Pleistoceen zand mogelijk minder diep aanwezig zijn of daar kan het conductief sediment en het veen (en top van het Pleistoceen) mogelijk weggeërodeerd zijn.

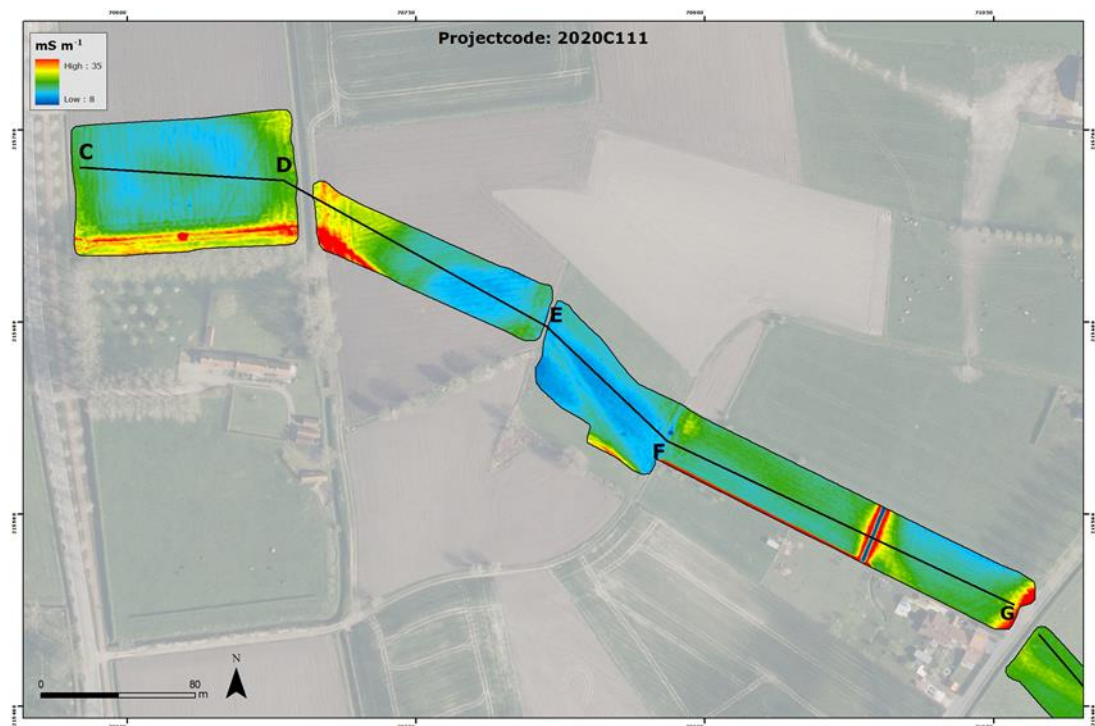
In de zones met elektrische en metalen leidingen blijkt het volledige geïnverteerde profiel verstoord. Dit wil niet zeggen dat het volledige bodemprofiel effectief verstoord is, maar dat alle EG metingen sterk verhoogd of verlaagd zijn door de aanwezige verstoringen waardoor op die locaties geen uitspraken gedaan kunnen worden over het onderliggende bodemprofiel.

Via deze techniek is het moeilijk om nauwkeurig de diepte van de grens tussen de klei- en zandlagen in te schatten. Met deze techniek kunnen dus enkel de grotere EG variaties in de diepte achterhaald worden en wordt er een nogal 'smooth' model van de bodemopbouw verkregen. Daarom blijkt deze 2-D inversietechniek niet echt bruikbaar het berekenen van de diepte van de onderliggende zandlaag.

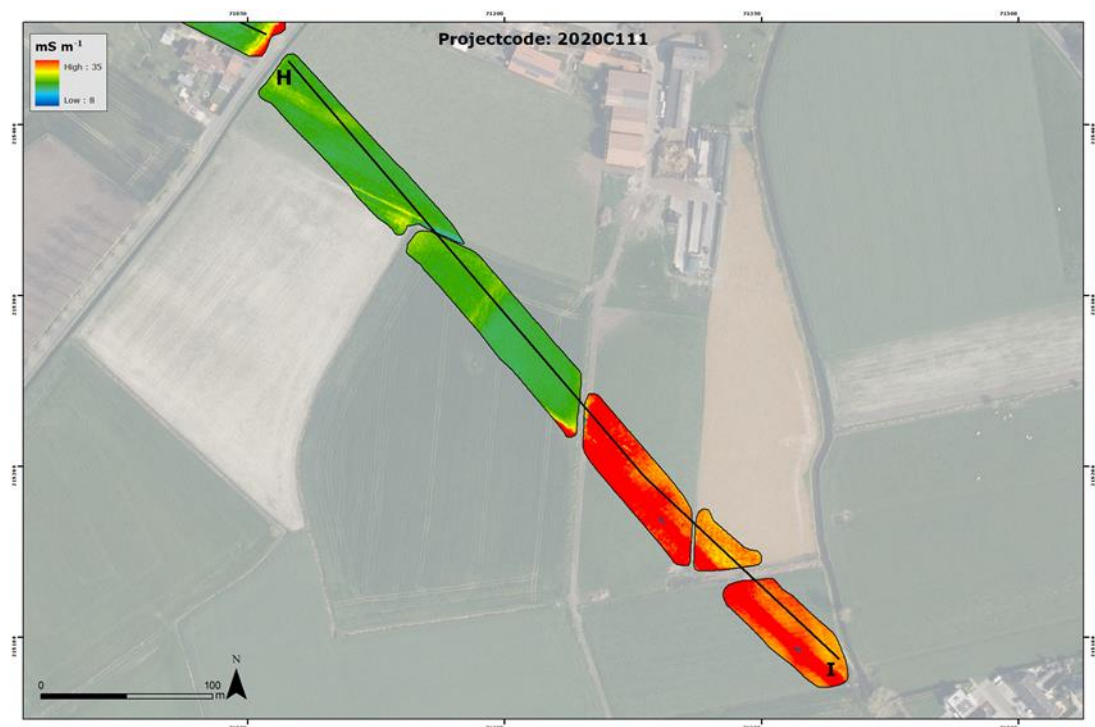
Uit gerichte boringen in de verschillende afwijkende zones moet blijken of de aangetroffen bodemlagen de kreekruiggronden voorstellen, of de conductieve laag recente of oudere alluviale afzettingen voorstellen, en of de diepere resistieve laag het Pleistoceen zand voorstelt en in hoeverre de archeologische niveaus daarin bewaard zijn.



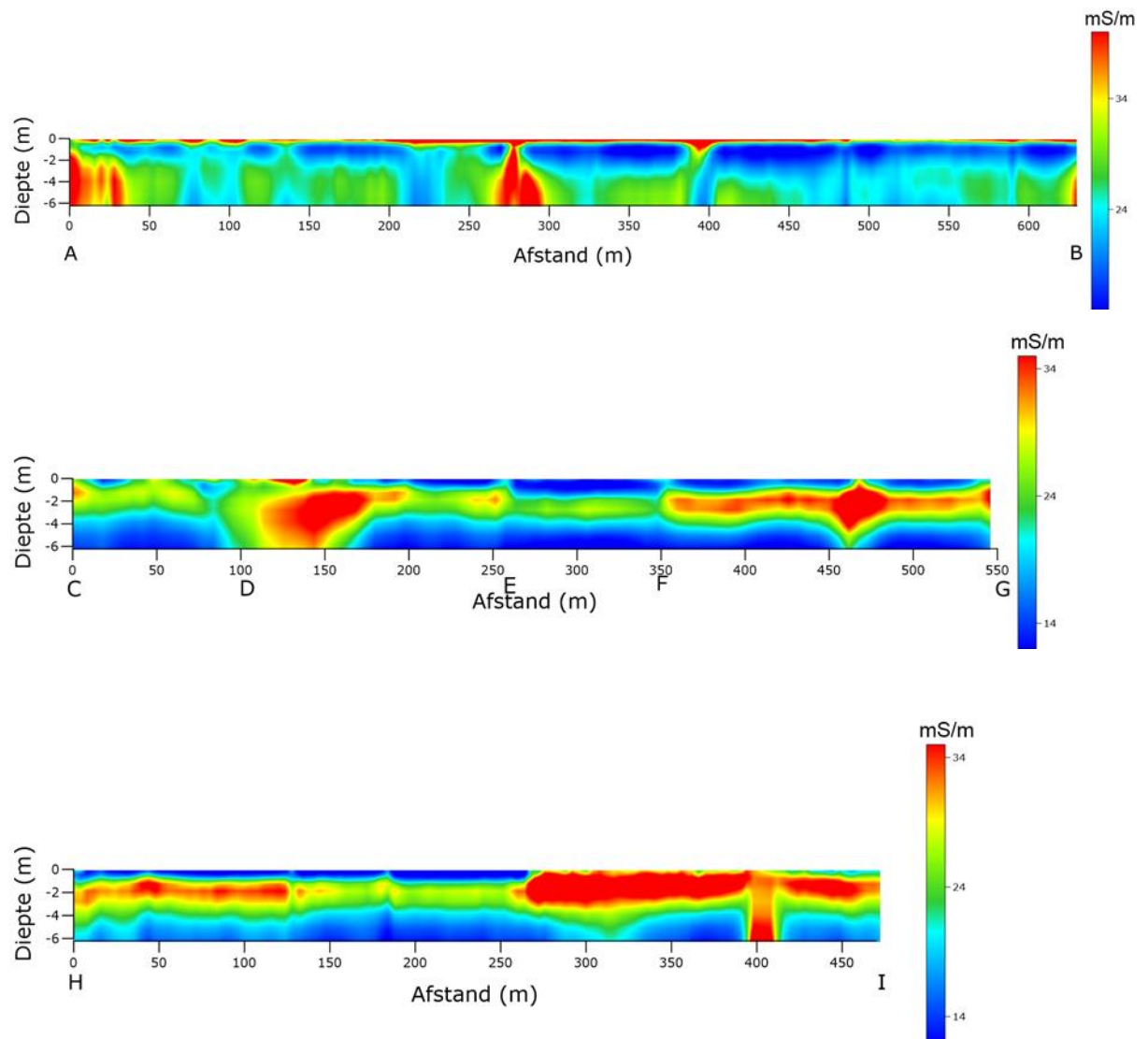
Figuur 36 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) met aanduiding van transect AB.



Figuur 37 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) met aanduiding van transect CDEFG.



Figuur 38 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) met aanduiding van transect HI.



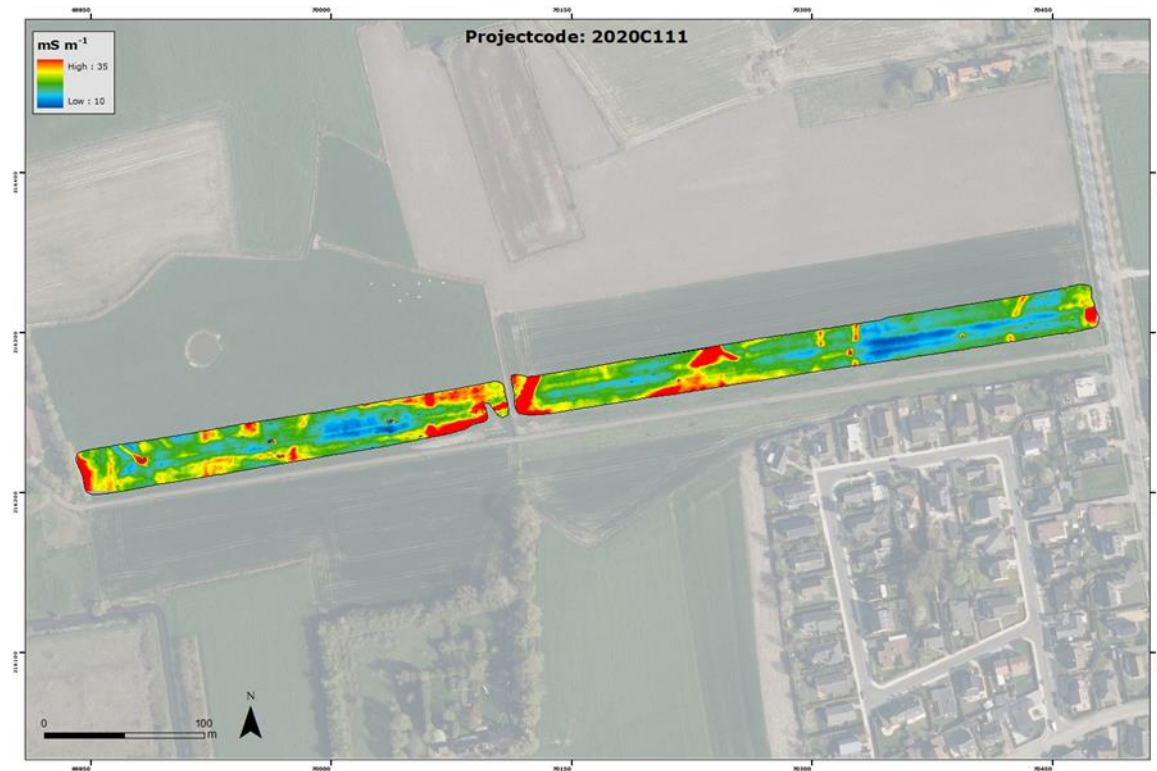
Figuur 39 : Gemodelleerde EG in functie van de diepte langsheen transecten AB, CDEFG en HI.

3.5 Integratie van de EG data met behulp van 1-D dieptemodellering

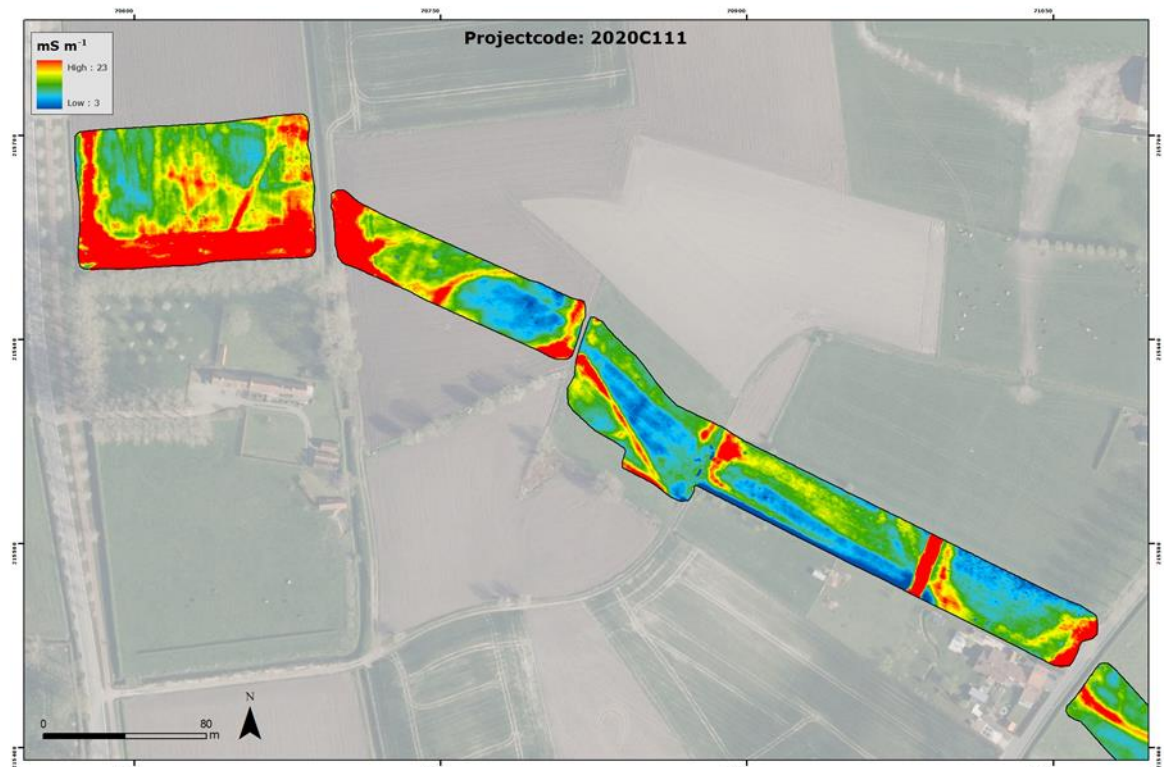
De simultane registratie van de EG van meerdere bodemvolumes laat toe om op elke meetlocatie een combinatie te doen van de EG metingen van de verschillende spoelconfiguraties om het vooropgestelde model van de bodemopbouw gedetailleerd te benaderen. Er kan dus op elke plaats via een 1-D dieptemodellering een inschatting van de diepte tussen de verschillende lagen (en/of EG van de lagen) gebeuren. Deze dieptes van de grenzen tussen deze lagen kunnen dan dienen tot de aanmaak van paleogeografische kaarten.

Op basis van de 2-D tomografie kon een drie-lagige bodemopbouw verondersteld worden in het studiegebied met een variabele toplaag bovenop kleiige en/of venige sedimenten en een zandige onderlaag. In het volledige studiegebied wordt aangenomen dat de bovengrens van de zandige onderlaag of de ondergrens van de kleirijke of venige laag aanwezig binnenin de EG meetdiepte van meerdere diepere signalen, wat het mogelijk maakt om variaties in dikte van deze resistieve laag te achterhalen na integratie van de verschillende signalen.

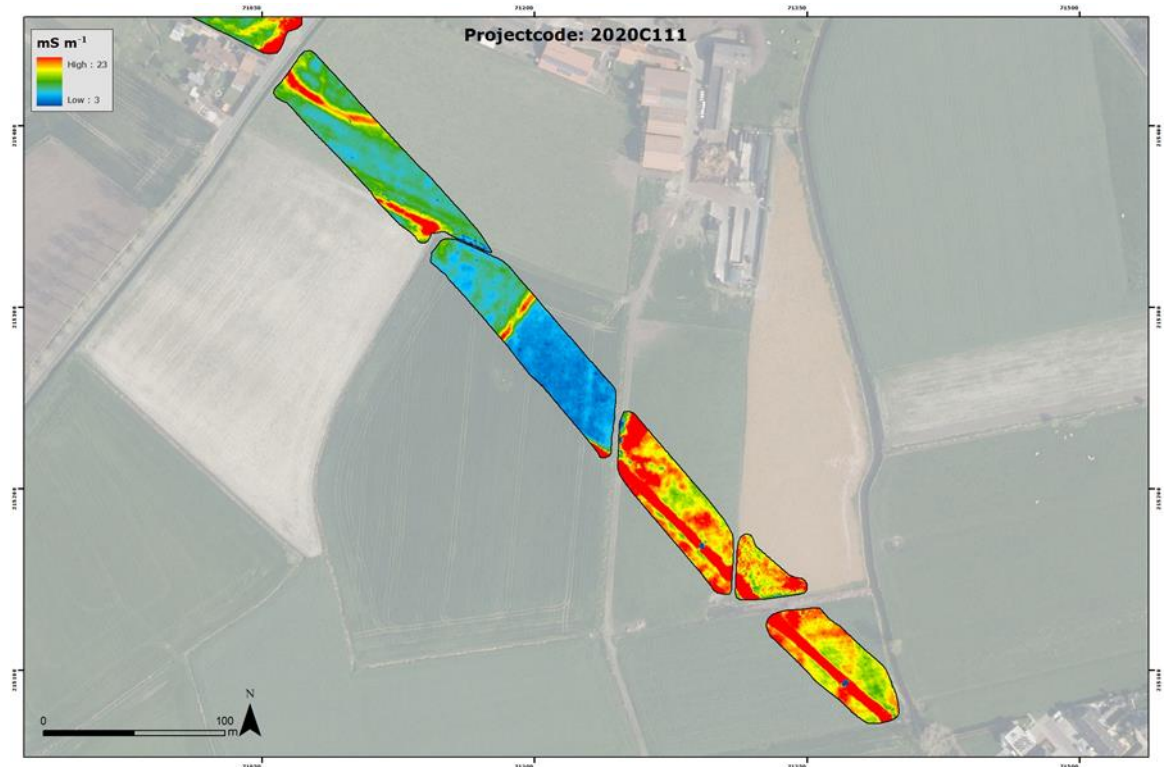
In Figuren 40, 41 en 42 wordt de gemodelleerde EG van de bovenste meter weergegeven. Deze bovenste meter blijkt erg variabel door de aanwezigheid van lineaire sporen 1, 4, 5 en 9 op Figuren 46, 47 en 48, de leidingen 2 en 7 op Figuren 46 en 47, de afwijkende zone 8 op Figuur 47 en andere eerder graduele oppervlakkige bodemvariaties te wijten aan alluviale processen.



Figuur 40 : Gemodelleerde EG van de bovenste meter van zone 1.



Figuur 41 : Gemodelleerde EG van de bovenste meter van zone 2.



Figuur 42 : Gemodelleerde EG van de bovenste meter van zone 3.

Figuren 43, 44 en 45 geven gemodelleerde diepte onder het maaiveld tussen deze twee contrasterende bodemlagen weer. Deze figuren tonen dus de diepte van de resistieve laag die mogelijk het Pleistoceen of het gemodelleerde paleolandschap voorafgaand aan het de afzetting van de conductieve (kleiige en/of venige) sedimenten kan

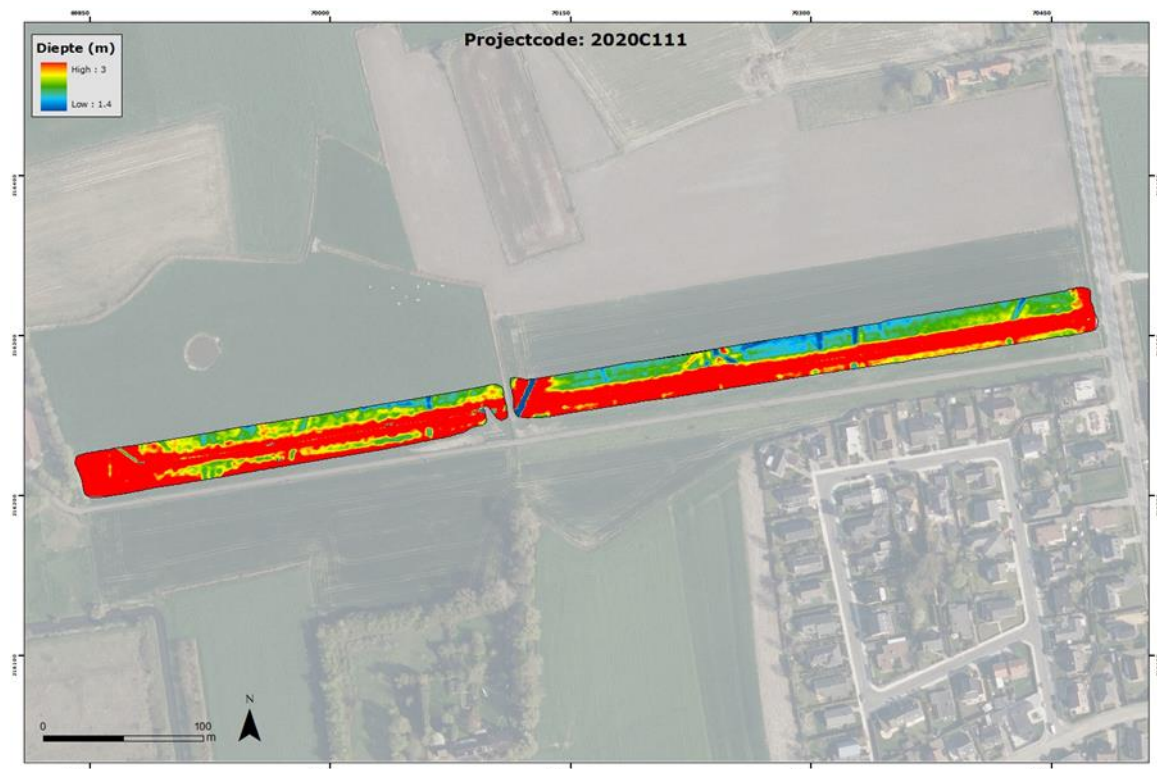
voorstellen. Dit oppervlak blijkt een variatie in diepte te vertonen binnenin de bovenste meter à drie meter onder het maaiveld, waarbij in de zones met hogere EG, bijvoorbeeld in het noorden van zone 2 en het zuiden van zone 3 deze resistieve laag beduidend dieper wordt voorspeld in vergelijking met de rest van het studiegebied. In de zones met lagere EG centraal in zone 2 blijkt de top van de resistieve, zandige laag zich minder diep onder het maaiveld te bevinden. Dit is logisch aangezien in de zones met lage EG de klei- en/of veenlaag minder dik wordt voorspeld of deze in die zone afwezig is en er vrijwel een volledig zandig profiel voorspeld wordt.

Indien dit model min of meer correct is, blijkt het alluviale materiaal in zone 1 dus vrij horizontaal afgezet, waardoor in dit geval aangenomen kan worden dat de 'Blankenbergse geul' in geheel deze zone aanwezig is geweest en de top van het paleolandschap daar mogelijk geërodeerd heeft.

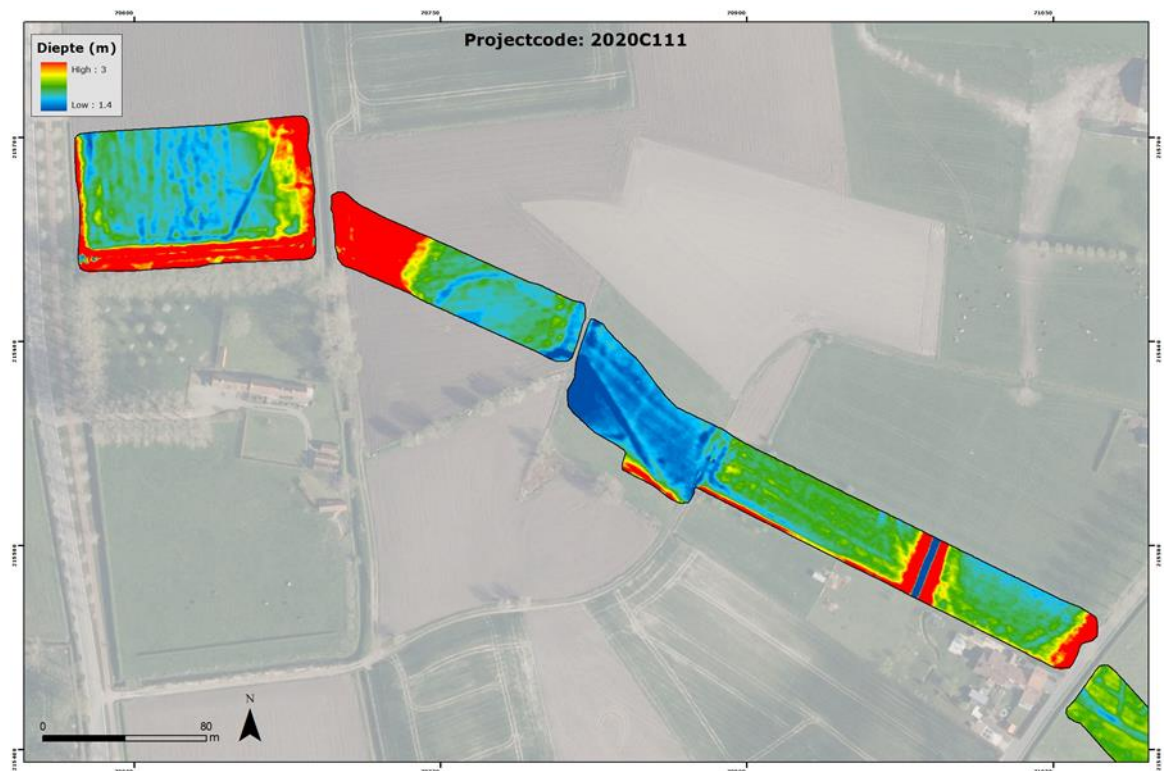
Op basis van deze analyse kunnen vooral in het centrale deel van zone 2 en het noordelijk deel van zone 3 van het gebied mogelijk verhevenheden in het vroegere landschap teruggevonden worden. Indien dit niet het geval is kan het zandig materiaal ook veroorzaakt zijn door de vroeger aanwezigheid van de 'Blankenbergse geul', waarin zich in een eerste fase zandig materiaal heeft afgezet (grote stroomsnelheid van het water), waarna kleirijk materiaal werd gesedimenteerd (trage stroomsnelheid) waarna finaal zowel zandig als kleirijk materiaal werd afgezet. De grens tussen de gebieden met ondiepere en diepere zandlaag blijkt op sommige plaatsen vrij discreet te verlopen, waardoor deze variaties ook als antropogeen aanzien kunnen worden.

Wat dit als implicatie heeft op de bodembewaring moet blijken uit de gerichte boringen in de verschillende zones (zie Figuur 49). Zo kunnen de noordelijke delen van zone 2 en de meest zuidelijke gebieden van zone 3 gebieden zijn waar de archeologische niveaus vernietigd zijn door de erosie van vroegere geulen en de bodembewaring daar dus slecht is, terwijl in de centrale zone een goede bodembewaring of conservering verondersteld kan worden omdat daar een vrij normale bodemopbouw met zandig materiaal op iets conductiever, kleirijker materiaal op een resistieve onderlaag werd waargenomen. Om aan deze veronderstellingen een diepgaandere interpretatie te koppelen worden dus best gerichte boringen uitgezet te worden in de verschillende zones. Hun aantal kan echter beperkt worden omdat uit gegaan wordt van de zonering op basis van de geïntegreerde EMI signalen. Zo kunnen de verschillende zones of landschappelijke eenheden gedetailleerd worden afgebakend op basis van de EMI resultaten, en geïnterpreteerd op basis van de (landschappelijke) boringen die GATE zal uitvoeren.

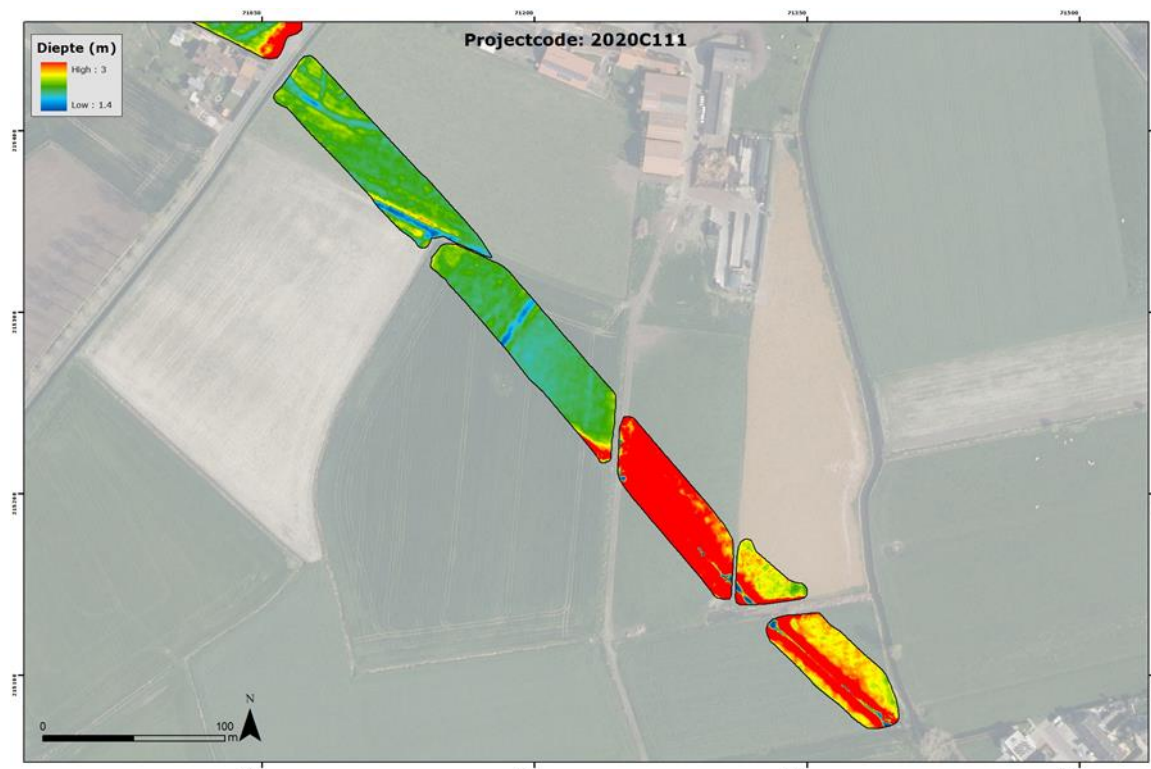
Op die manier kunnen deelgebieden met een hoger en lager archeologisch potentieel (geërodeerde zones, uitgravingszones?) in detail afgebakend en gekarteerd worden in de drie gescande zones. Deze methodiek kan dus toegepast worden om op een kosten- en tijdsefficiënt manier dieptes en diktes aan contrasterende bodemlagen in kaart te brengen en om de landschappelijke context van archeologische sites te reconstrueren.



Figuur 43 : Gemodelleerde diepte van de resistieve (zandige) laag onder het maaiveld in zone 1.



Figuur 44 : Gemodelleerde diepte van de resistieve (zandige) laag onder het maaiveld in zone 2.



Figuur 45 : Gemodelleerde diepte van de resistieve (zandige) laag onder het maaiveld in zone 3.

3.6 Interpretatie geofysische gegevens en sporen

Op basis van zowel de EG als de MG metingen werden diverse zones, structuren en kleinere objecten met lokaal afwijkende waarden aangeduid, en dit vooral in zone 1 (1, 4, 5 en 9 op Figuren 46, 47 en 48). Deze kunnen potentieel gedempte perceelsgrachten van middeleeuwse origine voorstellen. Verder kan magnetisch spoor 4 op Figuur 47 als een vroegere middeleeuwse weg met verbreding leidende naar een gebouw aanzien worden. Figuur 46 toont een overzicht van alle afwijkende EG en MG sporen in zone 1, terwijl Figuren 47 en 48 de aangetroffen sporen in zones 2 en 3 weergeven.

In zone 1 konden een groot aantal lineaire structuren met lokaal afwijkende EG aangeduid worden (1 op Figuur 46) die vrijwel zeker als van antropogene/archeologische oorsprong kunnen gecategoriseerd worden en gerelateerd zijn vroegere perceelsgrenzen of grachten. Verder kon via zowel de EG als de MG een centraal een elektrische of metalen leiding aangeduid worden (2 en 7 op Figuren 46 en 47) en kon de locatie van de huidige Aquafin-leiding of buis en de bijhorende putten en putdeksels gedetailleerd aangeduid worden (3 op Figuur 46).

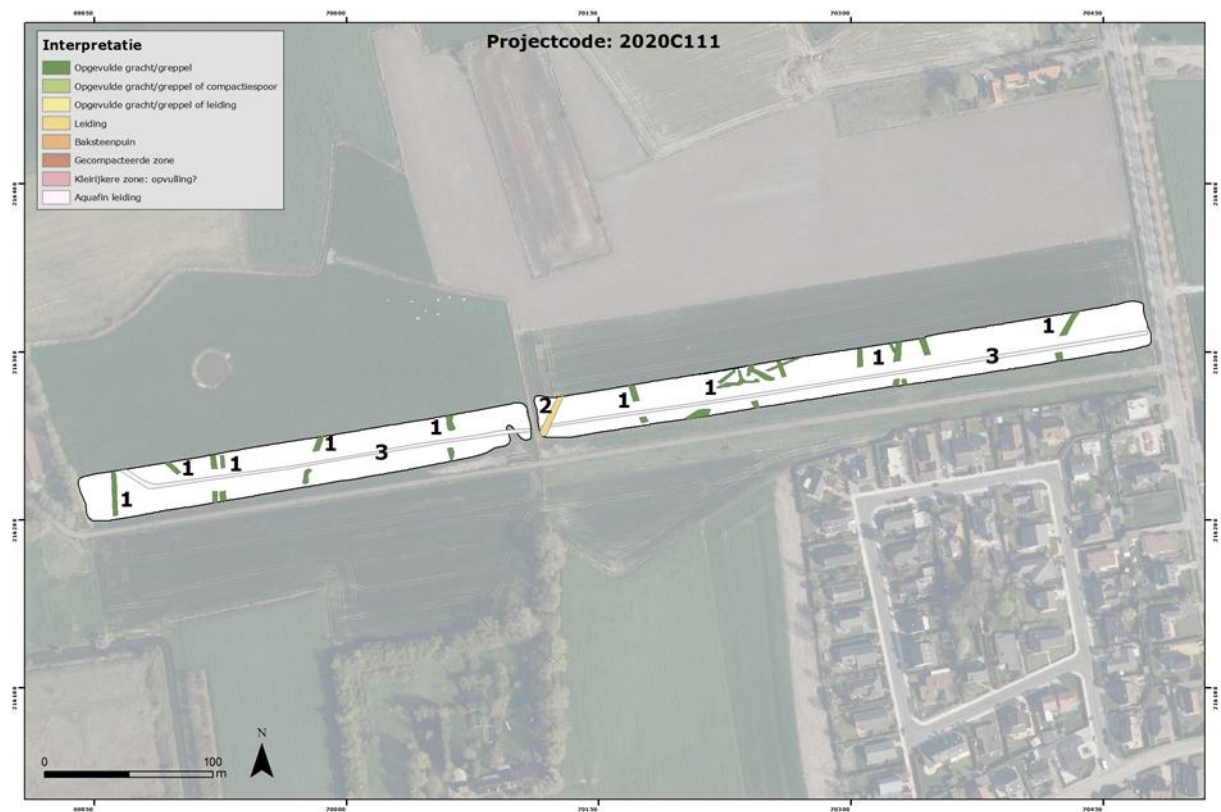
In zones 2 en 3 werden mogelijke gedempte grachtstructuren of greppels gedetecteerd, en dit zowel in de oppervlakkige als diepere metingen (4, 5 en 9 op Figuren 47 en 48). Deze kunnen mogelijk ook als van oudere archeologische origine aanzien worden en dienen daarom gericht onderzocht te worden. Deze zijn opgevuld met materiaal dat een hoger gehalte aan klei of een organisch materiaal bevat ten opzichte van de natuurlijke zandigere ondergrond. Verder kon een eerder recente opgevulde perceelsgreppel aangeduid worden centraal in een gescand veld, ten noorden van deze greppel beduidend lagere EG waarden werden gedetecteerd ten opzichte het

deel van het veld ten zuiden van deze opgevulde greppel (11 op Figuur 48). Dit doet vermoeden dat deze greppel eerder als van recente origine aanzien kan worden.

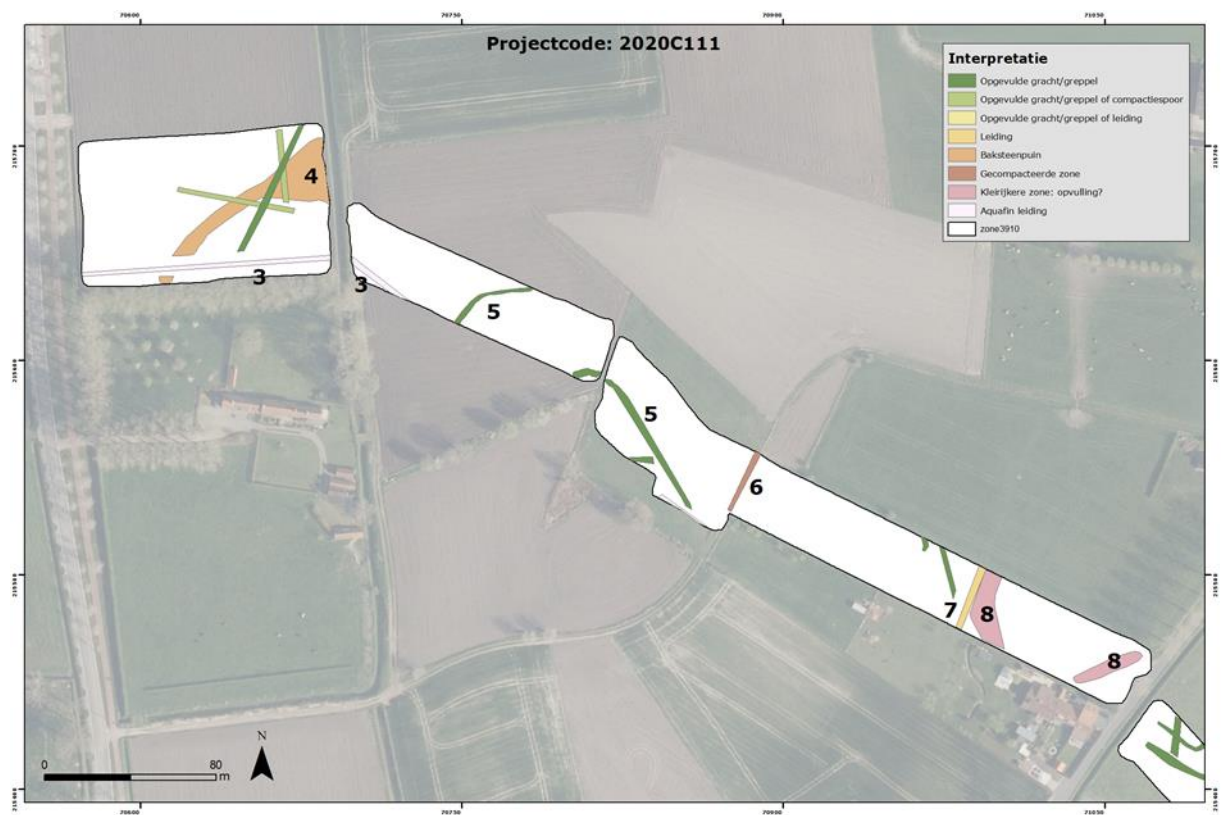
Vooral in de ondiepe EG metingen konden in het noorden twee halfcirkelvormige banden met licht verhoogde EG onderkend worden die mogelijk als deel uitmakend van een bredere opgevulde gracht of geulstructuur geïnterpreteerd kunnen worden door hun vorm en oriëntatie (8 op Figuur 47). Verder blijkt in het noorden een elektrische of metalen leiding het gebied te doorkruisen (7 op Figuur 47) en manifesteert de huidige veldweg tussen de twee noordelijke velden in het gebied zich door een verhoogde EG en MG, te wijten aan een verhoogde compactie en de aanwezigheid van baksteenpuin onder deze onverharde weg (6 op Figuur 47). Tenslotte kan een lineaire structuur met verhoogde EG aangetroffen worden op de grens tussen twee vroegere percelen centraal in zone 3 (11 op Figuur 48). Dit lineair spoor duidt hoogstwaarschijnlijk op het voorkomen van een recente greppel en kan dus hoogstwaarschijnlijk niet van archeologische origine aanzien worden.

De meest opzichtige structuur manifesteert zich door een verhoogde MG in het noorden van zone 2 (4 op Figuur 47). Deze structuur kan aanzien worden als een oudere weg met verbreding waarbij er zich in die welbepaalde en scherp afgelijnde zone baksteenpuin aanwezig is, vermoedelijk te wijten aan middeleeuwse activiteiten en de aanwezigheid van een vroegere hoeve in het noordoosten of ten noordoosten van deze aangetroffen structuur.

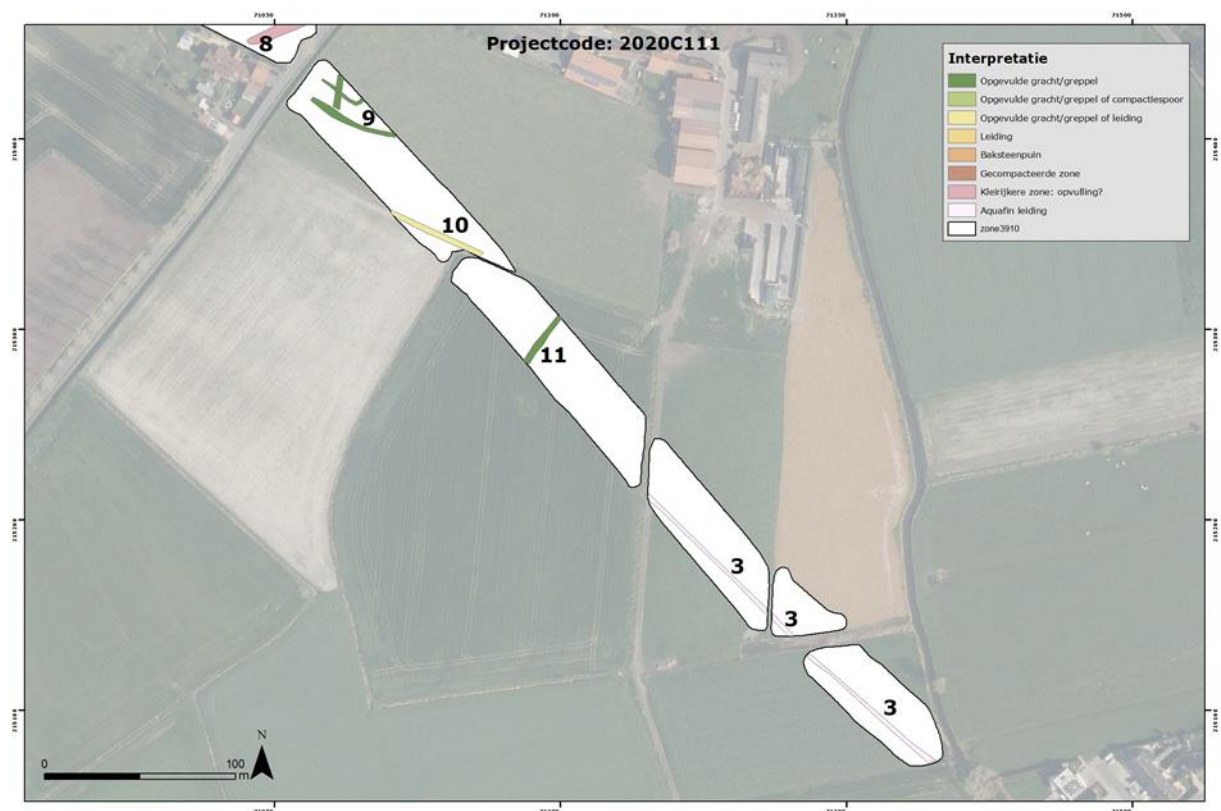
Vooral de EG metingen konden een aantal potentieel archeologisch interessante anomalieën en/of zones aanduiden, zoals het groot aantal noord-zuid georiënteerde opgevulde grachten en greppels en de scherp afgelijnde magnetische structuur in het noorden van zone 2, die mogelijk van archeologische origine zijn. Om aan al deze veronderstellingen een diepgaandere interpretatie te koppelen dienen gerichte terreinobservaties (in de eerste plaats gerichte boringen, profielputten of proefsleuven) uitsluitsel te geven. Deze kunnen echter gericht gelokaliseerd worden op basis van de combinatie en integratie van elektromagnetische signalen. Dikwijls kan de continuïteit van de sporen of structuren aangeduid en afgebakend worden op basis van de geofysische metingen, terwijl de interpretatie en eventuele datering uit de veldobservaties en bijhorende analyses moet komen.



Figuur 46 : Sporen met nummering op basis van de EG en MG metingen in zone 1.



Figuur 47: Sporen met nummering op basis van de EG en MG metingen in zone 2.



Figuur 48 : Sporen met nummering op basis van de EG en MG metingen in zone 3.

Een overzicht van de voornaamste anomalieën met een beschrijving van hun corresponderende interpretatie wordt hieronder gegeven:

Anomalie	Interpretatie	Geofysisch	Beschrijving
1, 4, 5 en 9	Opgevolde grachten of greppel (middeleeuws?)	EG	Licht hogere EG, gedempte grachten of greppels gevuld met materiaal met hoger gehalte aan klei en/of organisch materiaal
4	Oude weg of fundering	MG	Scherp afgelijnde structuur met verhoogde MG, baksteenpuin of gravé
2 en 7	Elektrische of metalen leiding	EG en MG	Lineair spoor met extreme EG en MG
3	Aquafin-leiding of buis	EG en MG	Hogere EG en MG in lineaire zone; cirkelvormige anomalieën stellen putten/putdelsels voor
11	Recent opgevolde of gedempte perceelgracht	EG	Hogere EG, aanrijking met klei en/of organisch materiaal

8	Half-cirkelvormige gracht of geul met verhoogde EG	EG	Hogere EG in half-cirkelvormige structuur met kleiiger of organischer materiaal
6	Huidig pad	EG en MG	Sterk hogere MG en licht hogere EG, compactie en baksteenpuin
10	Recente greppel of gecompacteerd zone	EG	Licht hogere EG, greppel gevuld met materiaal met hoger gehalte aan klei en/of organisch materiaal

3.7 Datering

Op basis van enkel het geofysisch onderzoek kan geen datering van de aangetroffen sporen gebeuren. Er konden verschillende anomalieën en afwijkende sporen/zones worden afgebakend, die gericht kunnen worden benaderd en bemonsterd. De datering en diepere interpretatie dient op basis van de veldobservaties en bijhorende analyses te gebeuren.

3.8 Integratie van de landschappelijke boorgegevens (GATE) met het EMI-onderzoek

Het landschappelijk booronderzoek dat GATE zal uitvoeren (zie hieronder het voorstel van gerichte boorlocaties op basis van de EMI scans) moet uitwijzen in hoeverre bovenstaande veronderstellingen en bevindingen op basis van het EMI onderzoek correct zijn, namelijk dat de gescande zones zich kenmerken door een complexe en heel variabele bodemstratigrafie door de aanwezigheid van diverse types alluviale afzettingen en sedimenten waaronder het Pleistoceen zand zich bevindt (vooral in zones 2 en 3 lijkt het Pleistoceen zich binnen de bovenste 3 à 4 m, of de diepte tot waar gegraven zal worden bij de aanleg van de Aquafin leiding, onder het maaiveld te bevinden). Het is noodzakelijk om de resultaten van het geofysisch onderzoek en de landschappelijke boringen te koppelen en te integreren om tot een gedetailleerde inschatting te komen van de variaties in bodemstratigrafie overheen het Aquafin tracé, om zodoende zones met hoger en lager archeologisch potentieel af te kunnen bakenen en finaal elk van deze gebieden apart te benaderen bij de vervolgstappen van het archeologisch onderzoek. Om de aangeduide sporen in Figuren 46, 47 en 48 te waarderen dienen (al dan niet gerichte) proefsleuven uitgezet te worden over deze sporen. Op die manier kan de afwijkende opvulling of het afwijkend materiaal in de sporen onderscheiden worden van hun omgeving.

3.9 Conclusie EMI-survey

Op basis van de geofysische resultaten kon een inschatting gemaakt worden van de laterale en verticale variaties in bodemstratigrafie langsheen het Aquafin-tracé. Daarenboven konden een groot aantal antropogene sporen van mogelijke archeologische origine onderkend worden.

Op basis van hun vorm, oriëntatie en locatie kunnen vooral de sporen in de noordelijke zone (zone 1) geïnterpreteerd worden als van mogelijke middeleeuwse origine. Deze konden immers niet achterhaald worden op basis van historische kaarten. Verder kon de magnetische structuur in het noorden van zone 2 aanzien worden als van archeologische origine doordat deze een duidelijke afwijkende signatuur en afwijking vertoont in deze meting. Er is daar vrijwel zeker baksteenhoudend materiaal van middeleeuwse of recentere origine in de ondergrond aanwezig. Die structuur kan de restant van een oudere weg met verbreding leidend naar een oudere hoeve of gebouw betekenen. Op basis van geofysische afwijkingen kunnen echter geen diepgaande interpretaties van de aangetroffen sporen gebeuren. Deze anomalieën kunnen echter heel gericht verder onderzocht worden met behulp van boringen en gerichte proefsleuven om met zo beperkt mogelijke invasieve activiteiten deze sporen te documenteren.

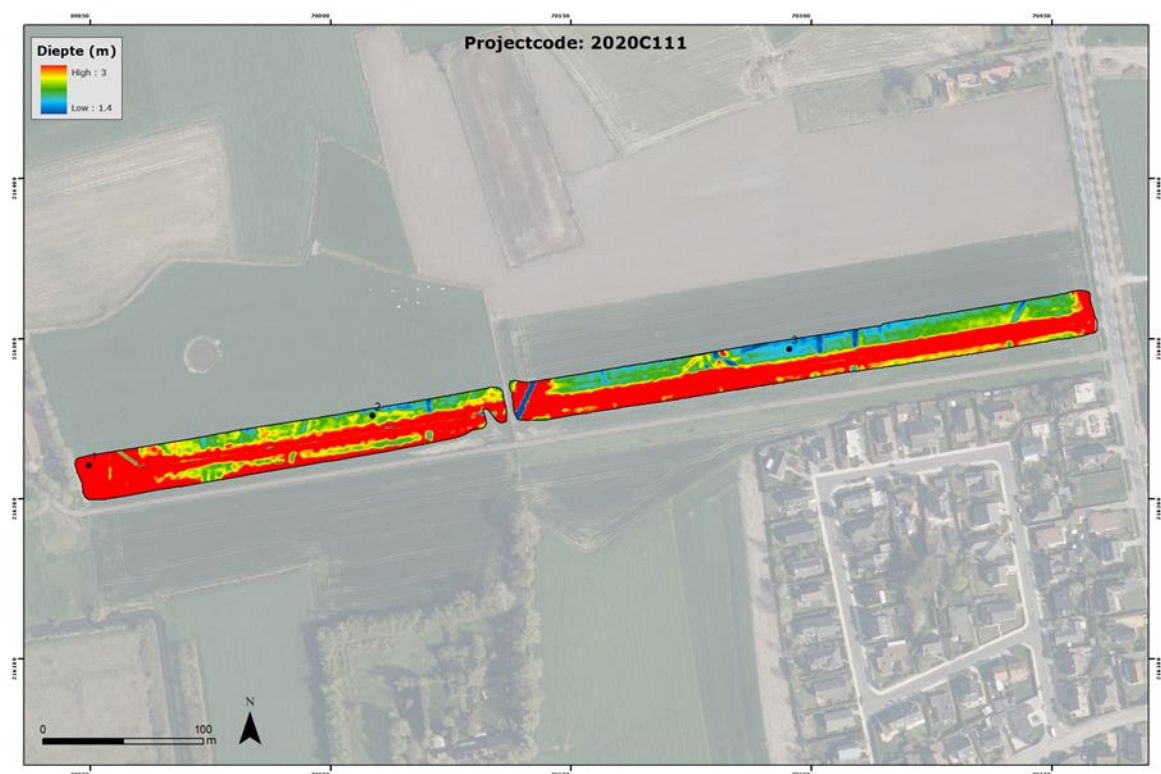
Daarenboven ligt de focus van dit landschappelijk onderzoek op het onderkennen van zones met afwijkend bodemprofiel of stratigrafie op basis van de metingen. Indien wordt aangenomen dat alle gescande zones als kreekruiggronden gecategoriseerd kunnen worden, kunnen zones met lagere EG in de diepere metingen aanwezig onder een laag met hoge EG wijzen op het voorkomen van Pleistoceen zand onder de recentere alluviale klei- en veenafzettingen waarbij de top van het Pleistoceen mogelijk intact aanwezig is en daar potentieel prehistorische relictten aangetroffen kunnen worden. Daarentegen kunnen zones met een lage EG in zowel de ondiepe als diepe metingen wijzen op een vrijwel geheel zandig bodemprofiel, dus zonder de kleirijke en organische alluviale afzettingen, waarbij de recentere en met zand opgevulde geul mogelijk de top van het Pleistoceen heeft aangetast. Zones met een hoge EG in zowel de ondiepe als diepere signalen verraden het voorkomen van een dikke en diepe laag kleirijke afzettingen, waarbij ook het mogelijk bewaard Pleistoceen zand zich dieper bevindt of waar het Pleistoceen aangetast is door recentere geulwerkingen. In die gebieden lijkt het onwaarschijnlijk dat er archeologische niveau's en sites van prehistorische ouderdom in de ondergrond kunnen worden aangetroffen.

Op basis van geofysische afwijkingen kunnen echter geen diepgaande interpretaties van de aangetroffen sporen en bodemvariaties gebeuren. Bij het uitvoeren van verder terreinonderzoek kan gesuggereerd worden om vooral op de anomalieën of structuren 1, 4, 5 en 9 op Figuren 46, 47 en 48 te focussen en om de gebieden met ondiep voorspelde zandige afzettingen onder conductieve (kleirijke en/of organische) afzettingen gericht te onderzoeken.

Door het uitvoeren van dit gericht en eerder beperkt invasief onderzoek, kunnen de laterale dimensies van de aangeduide zones met afwijkende bodemopbouw verder geëxtrapoleerd worden op basis van de geofysische scans, terwijl de structuren geïnterpreteerd kunnen worden op basis van de resultaten van de boringen en proefputten of -sleuven. Het lijkt daarom van cruciaal belang om bij de vervolgstappen van het archeologisch onderzoek terugkoppeling te maken met zowel de hier

gerapporteerde elektromagnetische resultaten als met de resultaten uit het bureauonderzoek.

Finaal werd er voorgesteld om de landschappelijke boringen over zones met afwijkende voorspelde diepte van het zand uit te zetten. Op die manier kan het bodemprofiel van de verschillende afwijkende zones ingeschat worden en kunnen deze geclassificeerd worden als zones met een goeie bodembewaring en zones waar de archeologische niveaus geërodeerd of aangetast/vernietigd zijn. Aan de hand van de resultaten en interpretaties van de boringen zullen de zones met afwijkende bodemopbouw dus mogelijk geïnterpreteerd en gekarakteriseerd kunnen worden. Nadien kunnen eventueel gerichte proefsleuven gelokaliseerd worden overheen de EMI anomalieën om de afwijkende vulling of het antropogeen materiaal te kunnen onderscheiden van de onverstoorde omgeving om zodoende deze sporen te kunnen karakteriseren en dateren (Figuur 49).





Figuur 49 : Voorgestelde boorlocaties geplot op een kaart van de voorspelde diepte van het zand onder de klei in zones 1, 2 en 3.

4 Landschappelijk booronderzoek

4.1 Beschrijvend gedeelte

4.1.1 Administratieve gegevens

Projectcode	2020E249		
Locatiegegevens	Gemeente	Brugge	
	Deelgemeente	Dudzele en Koolkerke	
	Adres	Brugse Steenweg	en Kruisabelestraat
	Toponiem		
Bounding box (Lambert EPSG:31370)	Cfr EMI		
Kadastrale gegevens	Cfr EMI		
Zoektermen Inventaris Onroerend Erfgoed	Landschappelijk bodemonderzoek		
Betrokken actoren / specialisten (+ functie)	Frédéric Cruz (aardkundige), Pieter Laloo (erkend archeoloog)		
Externe advisering	/		

4.1.2 Onderzoeksopdracht

Vraagstelling met betrekking tot het onderzochte gebied

In het landschappelijk booronderzoek moest volgende vragen beantwoord worden:

- Hoe is de bodemopbouw binnen het projectgebied? In welke mate is die bodemopbouw intact? Is er ruimtelijke variatie merkbaar in de bodemopbouw?
- Zijn er archeologisch relevante gelaagdheden? Zo ja, op welke diepte(s) zijn deze te situeren? Zo neen, hoe kan dit verklaard worden?
- Is er potentieel voor sporensites ter hoogte van de "Blankenbergse geul" (volle middeleeuwen tot heden)? Zo ja, op welke diepte t.o.v. het maaiveld zitten die niveau(s)? Worden deze potentiële vindplaatsen bedreigd door de geplande werkzaamheden en is bijgevolg een proefsleuvenonderzoek noodzakelijk?
- Is er potentieel voor sporensites op de rand van de "Blankenbergse geul" (ijzertijd tot heden)? Zo ja, op welke diepte t.o.v. het maaiveld zitten die niveau(s)? Worden deze potentiële vindplaatsen bedreigd door de geplande werkzaamheden en is bijgevolg een proefsleuvenonderzoek noodzakelijk?
- Is er potentieel voor de bewaring van steentijdsites op de rand van de "Blankenbergse geul"? Worden deze potentiële vindplaatsen bedreigd door de geplande werkzaamheden en is bijgevolg een verder verkennend en/of waarderend archeologisch booronderzoek noodzakelijk?

Randvoorwaarden

Cfr het programma van maatregelen van de archeologienota waarvan akte is genomen werd de noodzaak en het aantal landschappelijke boringen bepaald op basis van het geofysisch onderzoek. Op basis van de EMI-survey leek de opbouw binnen het

gebied relatief eenvoudig. Enkel in het zuiden van het projectgebied was er op grote diepte mogelijk kans afgedekt pleistoceen zand.

Normaal was het de bedoeling om manueel te boren, maar door de Corona-crisis en de regels rond social distance was dit niet mogelijk. In overleg met de bouwheer werd daarom dan beslist om de boringen mechanisch te boren met behulp van een boorfirma. De liners van die boringen werden dan door de aardkundige van GATE bestudeerd en beschreven.

4.1.3 Werkwijze en strategie van het onderzoek

Op basis van de EMI-survey werd het advies gegevens om 7 extra boringen te plaatsen om het ondergrondmodel te controleren en vervolledigen. Na studie van de EMI-resultaten door de aardkundige werd op zijn aangeven en in samenspraak met de erkend archeoloog en de bouwheer beslist om 9 mechanische boringen te laten plaatsen. Op het terrein voor grondverbetering werden geen boringen geplaatst omdat daar de ingreep kleiner was (ca. 50 à 60cm) en men daardoor op de kreekvulling/kreekrug zat en er bijgevolg enkel potentieel was voor middeleeuwse periodes of jonger (binnen het bereik van de werken). Die zone diende dus verder door middel van proefsleuven ge-evalueerd te worden.



Figuur 50: Situering van boringen op orthofoto (bron: orthofotomozaïek 2019; Geopunt/AGIV).

4.2 Assessmentrapport

4.2.1 Resultaten boringen

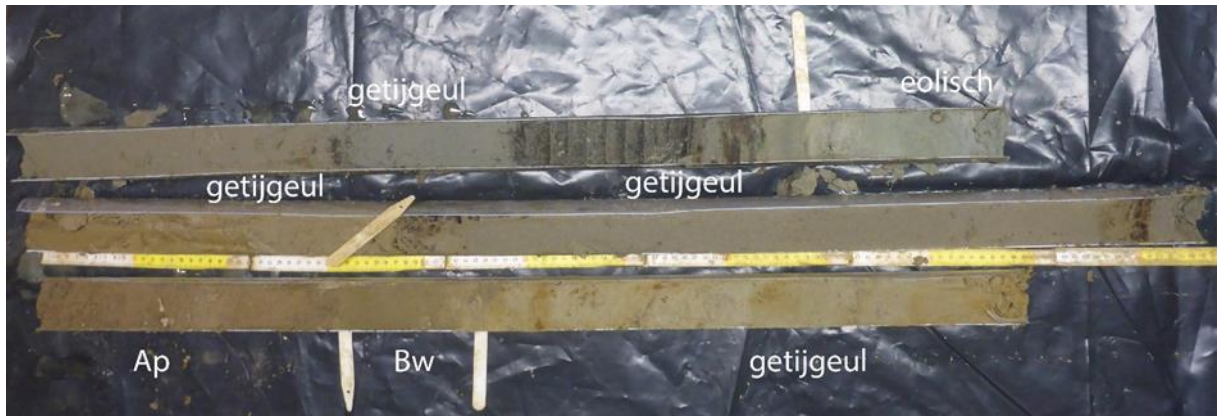
Voor het booronderzoek werden zoals geadviseerd na de EMI-survey 9 mechanische boringen tot ca. 4m diep geplaatst. Ze werden uitgevoerd langs twee boorraaien binnen de contouren van de werkzone. Op basis van de pedosedimentaire boorbeschrijvingen kunnen 3 grote sedimentaire eenheden en 2 bodemtypes gedefinieerd worden.

Lithologie

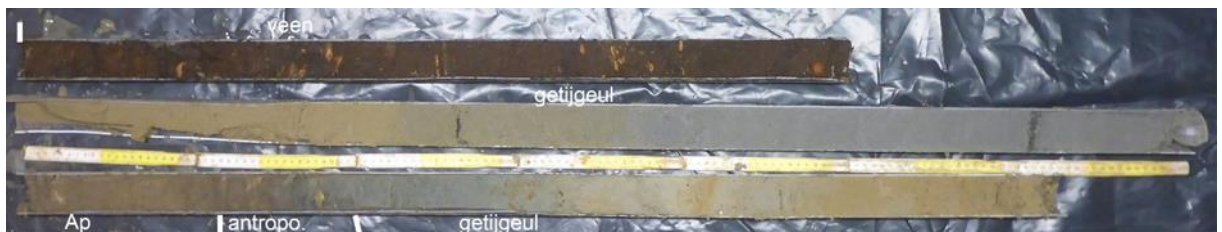
Getijdegeul : deze eenheid gerelateerd aan mariene inbraakgeulen vertoont een afname in granulometrie met onderaan in de eenheid fijn tot middengroot zand dat naar boven toe geleidelijk aan kleiiger wordt. Deze eenheid is eveneens sterk gelaagd (laagjes silt, zand en veen). Veenbrokken of -laagjes worden regelmatig waargenomen over de hele eenheid, maar zijn het meest frequent aan de basis. Fragmenten en volledige schelpen van tweekleppigen (g. *Cardium*) worden regelmatig waargenomen.

Veen : Deze eenheid bestaat uit een bruin veen met houtfragmenten in.

Eolisch zand : Deze eenheid bestaat uit homogeen grijs tot groenachtig zand met keifragmentjes.



Figuur 51: boring 5.



Figuur 52: boring 7.

Bodem

A/C : Deze bodem bestaat uit een A of Ap-horizont die direct rust op de moederbodem (antropogeen of natuurlijk).

Bruine bodem : Deze bodem bestaat bovenaan uit een donkerbruine ploeglaag die rust op een bruine Bw-horizont.

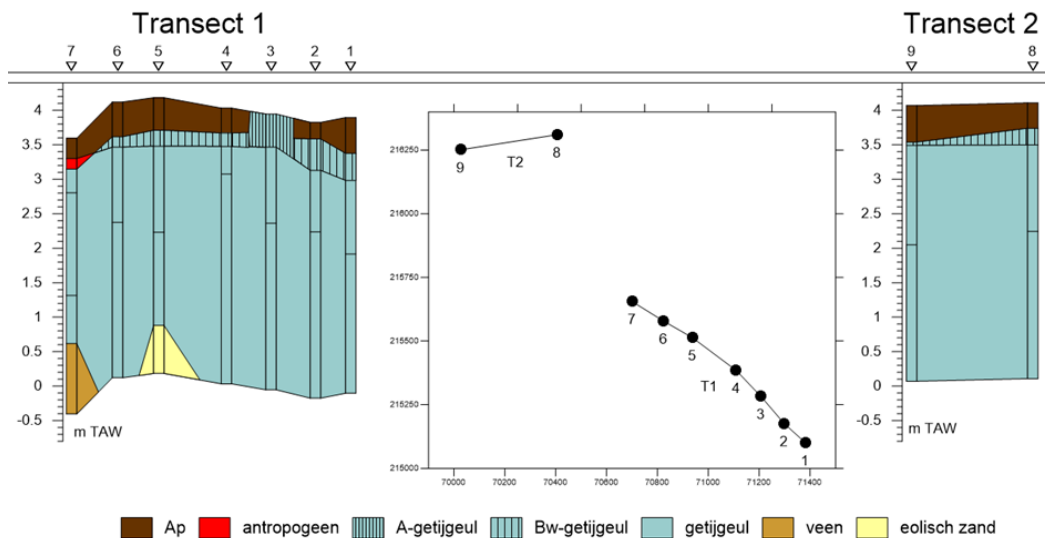
Boortransecten

Transect 1

Dit boortransect met een ZO-NW-oriëntatie bestaat uit 7 boringen en is ca. 870m lang. Enkel bij boring 5 werd eolisch zand onderaan de sequentie aangetroffen, maar in dit zand werd geen bodemvorming opgemerkt en werd ook niet afgedekt door veen. Onderaan boring 7 werd wel veen waargenomen. Dit veen vertoont echter geen sporen van een loopniveau bovenop het veen (geen gedegradeerd zwart veen of organische klei). In de bovenste delen van boringen 5 en 7, net als bij de andere boringen, bestaat de stratigrafie uit de zandige opvulling van getijdengeulen. In de meerderheid van de gevallen eindigt de stratigrafie in een Bw-horizont die zich heeft ontwikkeld op de getijdengeulopvullingen. Hierboven zit een ploeglaag waarvan de dikte binnen het gebied varieert tussen 23 en 52cm met een gemiddelde van 39cm. Ter hoogte van boring 7 werd een antropogene structuur aangeboord. Verder wijst ook de afwezigheid van een Bw-horizont ter hoogte van boring 3 op menselijke impact.

Transect 2

Deze boorraai bestaat uit slechts 2 boringen. Deze vertonen dezelfde sequentie gevormd door de zandige opvulling van een getijdengeul waarin bovenaan een Bw-horizont is ontwikkeld die afgedekt wordt door een ploeglaag.



Figuur 53 :Boorraaien samengesteld uit de boorkolommen van de 9 boringen.

4.2.2 Interpretatie onderzoeksgebied

Het merendeel van het projectgebied bestaat binnen de eerste 3 à 4m uit zandige opvulling van getijdengeulen. Dit beeld bevestigt de bevinding uit de eerdere fase van vooronderzoek zonder ingreep in de bodem, nl. de EMI-survey.

Enkel ter hoogte van boring 7 werd onderaan de boorkolom nog een ca. 1m dik veenpakket aangetroffen waarvan de bovenzijde ge-erodeerd was door de werking van de getijdengeulen. Ook ter hoogte van boring 5 lijkt pleistoceen zand aanwezig onderaan de boorkolom, maar ook hier onderging de top van dit pakket erosie.

4.2.3 Verwachting ten aanzien van archeologisch erfgoed na EMI- en landschappelijk booronderzoek

Op basis van de boorbeschrijvingen bleek dat onder de organisch rijke bovengrond overal afzettingen gerelateerd aan mariene inbraakgeulen onderkend konden worden. Deze getijdegeul-afzettingen vertonen een afname in granulometrie met de diepte, met onderaan in de eenheid zand dat naar boven toe geleidelijk aan kleiiger wordt. Deze eenheid is eveneens sterk gelaagd. Onderaan deze afzettingen komen dikwijls veenbrokken of -laagjes voor. Op basis van de 1D- en 2D inversie van de EG data kon een drie-lagige bodemopbouw verondersteld worden met een variabele toplaag bovenop kleiige sedimenten en een zandige onderlaag. Op basis van de EMI resultaten kon echter onmogelijk achterhaald worden of deze zandige onderlaag het Pleistoceen zand of een zandige geulopvulling voorstelt. De boorgegevens bewijzen echter dat deze zandige onderlaag niet het Pleistoceen zand betreft, maar eerder zandige geulopvullingen onder kleiijkere, conductievere bovenliggende geulafzettingen betekenen.

In boring 6 op Figuur 54 werd eolisch zand onderaan de sequentie aangetroffen, waarin geen bodemvorming kon worden opgemerkt. Dit eolisch zand werd ook niet afgedekt door veen. De (blauwe) zone met lage EG rond deze boring kan dus aanzien worden als een gebied waar de zandige eolische afzettingen binnen de 4 m onder het maaiveld voorkomen onder de geulafzettingen.

Onderaan in boring 7 op Figuur 54 werd veen waargenomen. Dit veen vertoont echter geen sporen van een loopniveau bovenop het veen (geen gedegrademd zwart veen of organische klei). In de bovenste delen van boringen 5 en 7, net als bij de andere boringen, bestaat de stratigrafie uit de zandige opvulling van getijdengeulen met bovenaan kleirijkere afzettingen. De zone met sterk verhoogde EG rond deze boring (rood op Figuur 54) kan dus geïnterpreteerd worden als een zone met veen op een diepte van ca. 3.5 m onder het maaiveld. Deze zone met hogere EG is dus een zone waarin veen binnen de meetdiepte aanwezig is, die de diepere EG metingen sterk verhoogt.

In de meerderheid van de gevallen eindigt de stratigrafie in een Bw-horizont die zich heeft ontwikkeld op de getijdengeulopvullingen. Hierboven zit een ploeglaag waarvan de dikte binnen het gebied varieert tussen 23 en 52 cm met een gemiddelde van 39 cm. Ter hoogte van boring 7 werd een antropogene structuur aangeboord. Verder wijst ook de afwezigheid van een Bw-horizont ter hoogte van boring 3 op menselijke impact. Deze antropogene structuren konden op basis van de EMI metingen onderkend worden als sporen 9 en 11 op Figuur 49 en zullen in een volgende fase op een meer doordachte manier geïnterpreteerd en gekarakteriseerd worden op basis van het proefsleuvenonderzoek.

Op basis van deze resultaten kan dus besloten worden dat er over het volledige studiegebied vrijwel enkel geulopvullingen aanwezig zijn binnenin de bovenste 4 m onder het maaiveld, waardoor aangenomen dat het prehistorische niveau zich dieper bevindt en dit niet wordt aangetast of verstoord door de geplande werken. Daarom is er geen invasief prehistorisch onderzoek (doormiddel van archeologische boringen) vereist in het studiegebied. Verder proefsleuvenonderzoek naar middeleeuwse of jongere sporen en structuren lijkt zeker wel aan de orde gezien de resultaten van de EMI-survey.



Figuur 54 : De locaties van de 9 uitgevoerde mechanische boringen geplott op een kaart van de voorspelde diepte van het zand onder de klei in zones 1, 2 en 3.

4.3 Concretisering advies naar verder vooronderzoek

Als onderdeel van het Programma van Maatregelen van de archeologienota waarvan de aktename reeds is gebeurd, wordt een gefaseerd onderzoekstraject gestipuleerd die het verder archeologisch vooronderzoek aflijnt. De uitvoering van elk opeenvolgende fase wordt geëvalueerd op basis van de resultaten van de voorgaande fasen (Aluwé & Laloo 2018)⁷.

Conform de bepalingen van dit Programma van Maatregelen worden op basis van dit landschappelijk bodemonderzoek slechts één verdere onderzoeksfase geadviseerd. Archeologisch booronderzoek is hier niet aan de orde om dat binnen het bereik van de werken geen goed bewaard afgedekt pleistoceen zand aanwezig lijkt te zijn. Er wordt dus direct voor het gehele projectgebied een proefsleuvenonderzoek geadviseerd, gericht op eventueel archeologische sporenconcentraties vanaf de middeleeuwse periode. het archeologisch niveau bevindt zich onder de teelaarde op ca. 40 à 50cm onder het huidige maaiveld.

Voor het proefsleuvenonderzoek wordt licht afgeweken van het voorstel uit het Programma van Maatregelen. Dat laatste voorzag telkens twee parallelle sleuven van telkens 2m breed en vier parallelle sleuven ter hoogte van het terrein voor grondverbetering.

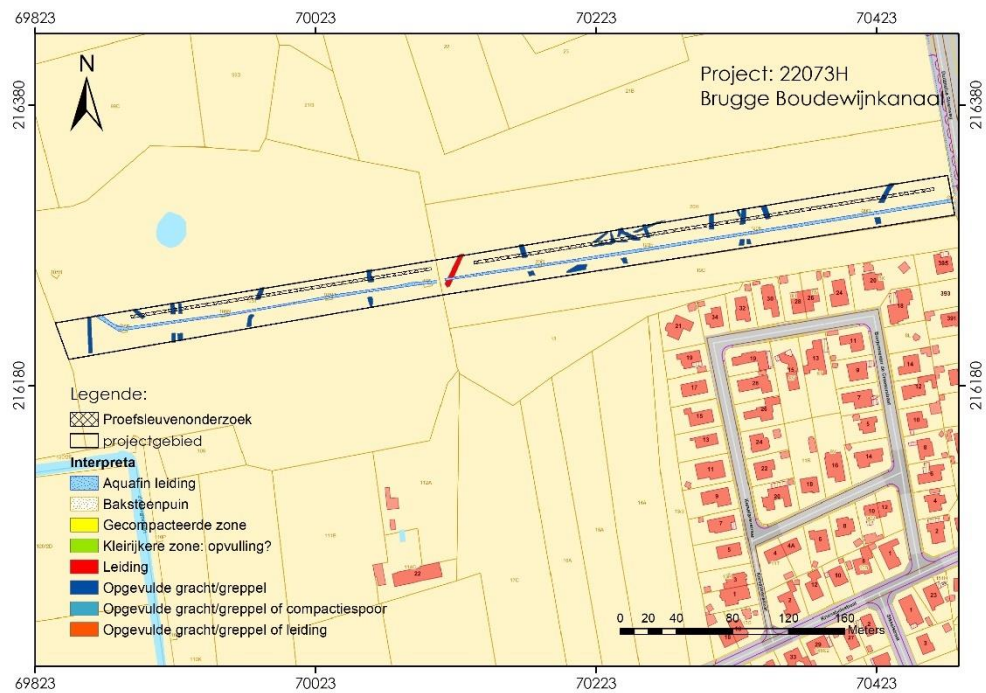
Op basis van de inzichten uit het vooronderzoek zonder ingreep in de bodem wordt er nu een voorstel gedaan om enerzijds in de meest noordelijke te werken met één sleuf van 2m breed. De bestaande en te vervangen leiding bevindt zich immers in de strook van de tweede sleuf die hier voorzien was. De ondergrond in deze strook zal bijgevolg al geroerd zijn bij aanleg van die bestaande leiding.

Voor het terrein voor grondverbetering houden we het advies zoals dat in de archeologienota werd beschreven, tenzij er geopteerd wordt om het terrein voor grondverbetering in opbouw te leggen waardoor er geen impact meer is in de bodem en er bijgevolg geen verder archeologisch onderzoek noodzakelijk is. In desbetreffend geval moet dit duidelijk gemotiveerd en geduid worden in het verslag van het proefsleuvenonderzoek, want net in deze zone bevindt zich een interessant afbuigend groot spoor (wegtracé?) dat noch op orthofoto's noch op historische kaarten voorkomt.

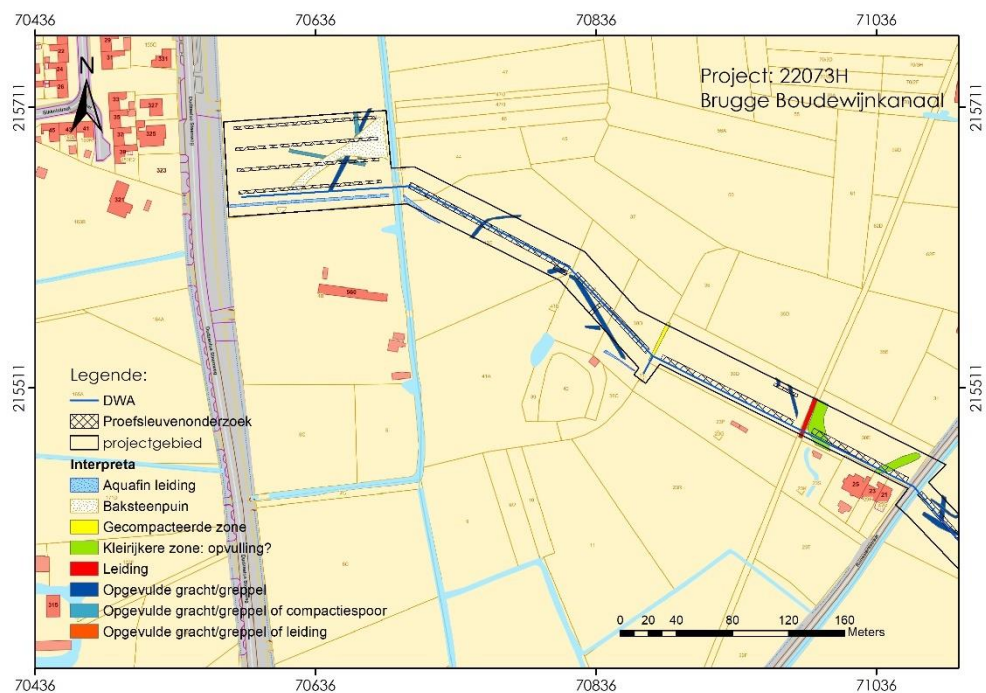
Voor de rest van het traject adviseren in plaats van twee sleuven, één 4m brede sleuf ter hoogte van het toekomstige rioleringstraject. Op basis van de EMI-survey hebben we immers een goed overzicht van de positie van de archeologische sporen en met de 4m brede sleuf kunnen deze goed geëvalueerd worden. Waar nodig voor interpretatie en afbakening van eventuele sporen en structuren kunnen dan nog kijkvensters op die sleuf aangelegd worden. Tevens adviseren we ook kleine bijkomende controlesleuven van 2m breed ter hoogte van sporen die naast dit traject vallen.

In het meest zuidelijke uiteinde van het projectgebied komt de bestaande leiding in de werksleuf. Hier stellen we voor om terug over te schakelen naar een 2m brede sleuf.

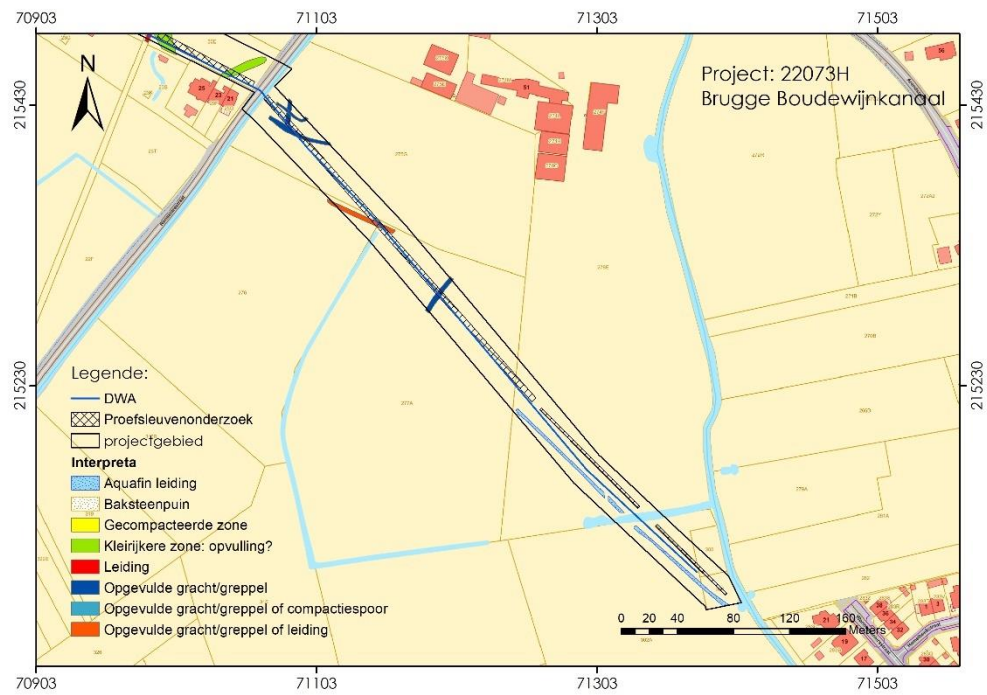
⁷ ALUWÉ & LALOO 2018



Figuur 55: Voorstel tot proefsleuvenonderzoek in de meest westelijke zone (ten oosten van Boudewijnkanaal).



Figuur 56: Voorstel tot proefsleuvenonderzoek in het centraal gedeelte van het traject.



Figuur 57: Voorstel tot proefsleuvenonderzoek in het zuidoostelijke gedeelte van het traject.

BIBLIOGRAFIE

Literatuur:

Aluwé K. & Laloo P. , Brugge Boudewijnkanaal. Aquafin 22.073H. Archeologienota 2018J194, ID 9194.

Collecties:/

Kaartmateriaal:/

Digitale bronnen:

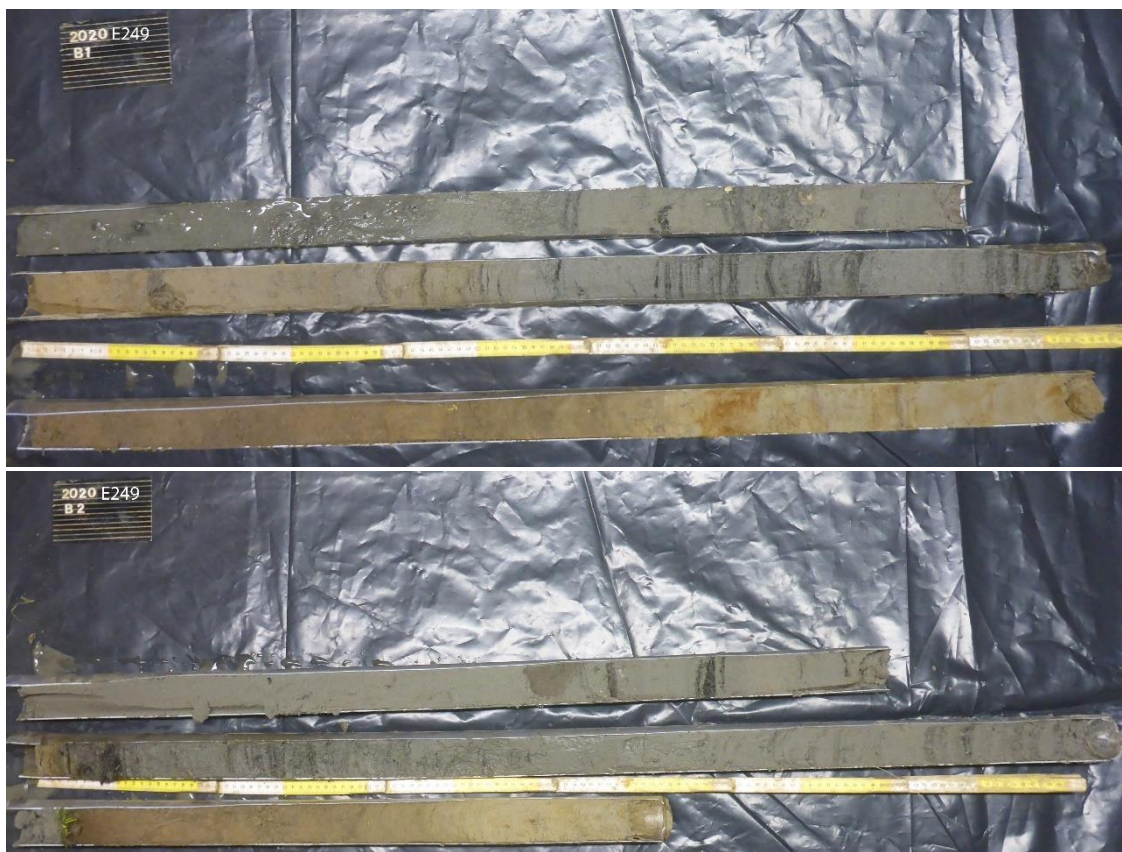
- www.geopunt.be
- <https://dov.vlaanderen.be>
- <https://inventaris.onroerenderfgoed.be>

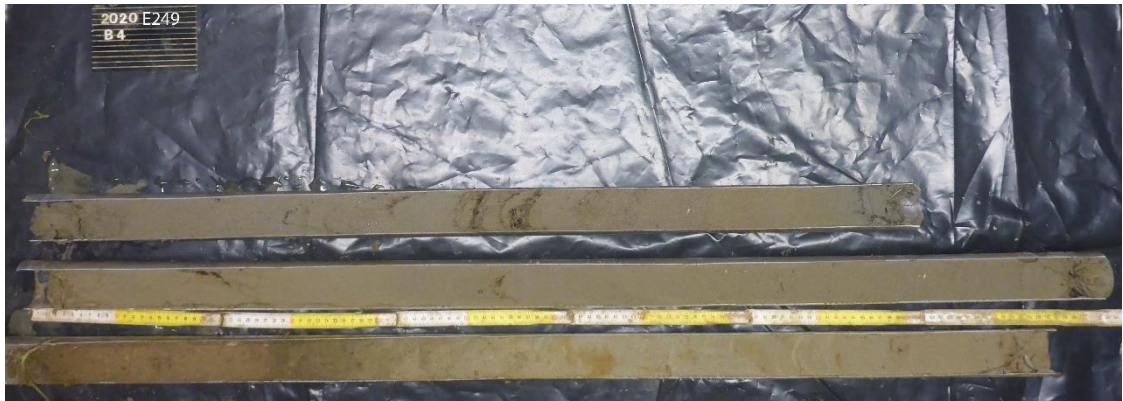
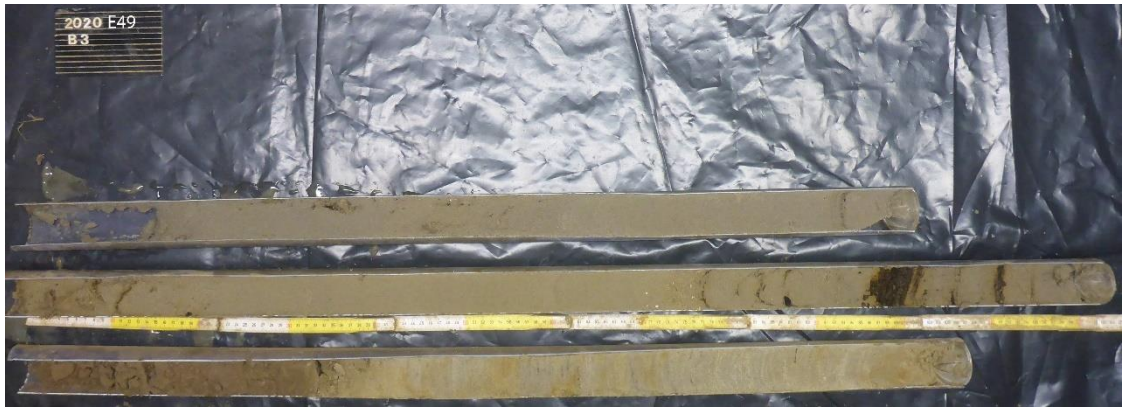
BIJLAGE

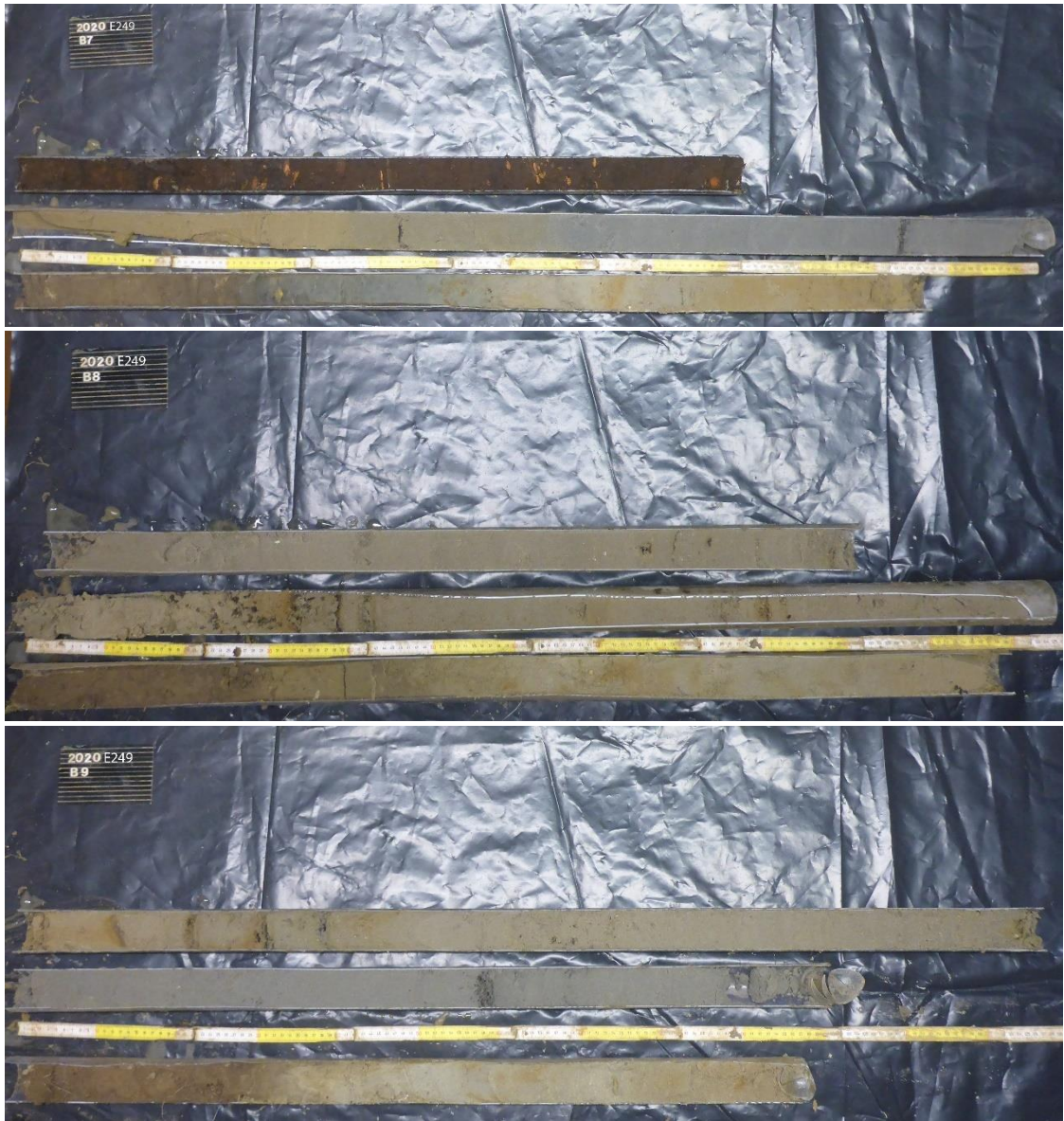
Vereenvoudigde boorlijst:

id	fontnu	eng	derg	engr	g	ondergrens	bereikt	eid	bes	naam	rijs	duidelijk	gel	andere	ctur	uctur	ktuur_metho	textuur_hoofdklasse	textuur_klasse	ty	kleur_visueel
1	1	0	52			WAAR	droog	Ap	abrupte								handmatig	E	Ea		donker bruin
1	2	52	91			WAAR	droog	Bw	duidelijk								handmatig	L	Le		bruin
1	3	91	198			WAAR	vochtig		duidelijk					gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs oranje
1	4	198	400			ONWAAR	nat	Ap						gelamineerd, veen			handmatig	Z			donker grijs
2	1	0	24			WAAR	droog	Bw	duidelijk								handmatig	E	Ea		donker bruin
2	2	24	70			WAAR	droog		duidelijk								handmatig	L	Le		bruin
2	3	70	159			WAAR	vochtig		abrupte					gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs oranje
2	4	159	400			ONWAAR	nat							gelamineerd, veen			handmatig	Z			donker grijs
3	1	0	48			WAAR	droog	A	abrupte								handmatig	L			donker bruin
3	2	48	159			WAAR	vochtig		onduidelijk					gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs oranje
3	3	159	400			ONWAAR	nat							gelamineerd, veen			handmatig	Z			donker grijs
4	1	0	36			WAAR	droog	Ap	abrupte								handmatig	L	Le		donker bruin
4	2	36	56			WAAR	droog	Bw	duidelijk								handmatig	S			bruin
4	3	56	96			WAAR	vochtig		onduidelijk					gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs oranje
4	4	96	400			ONWAAR	nat							gelamineerd, veen			handmatig	Z			donker grijs
5	1	0	47			WAAR	droog	Ap	abrupte								handmatig	E	Ea		donker bruin
5	2	47	70			WAAR	droog	Bw	duidelijk								handmatig	L	Le		donker bruin
5	3	70	195			WAAR	vochtig		duidelijk					gelamineerd, veen			handmatig	S			grijs oranje
5	4	195	330			WAAR	nat		abrupte					gelamineerd, veen			handmatig	Z			donker grijs
5	5	330	400			ONWAAR	nat										handmatig	Z			blauw grijs groen
6	1	0	50			WAAR	droog	Ap	abrupte								handmatig	E	Ea		donker bruin
6	2	50	65			WAAR	droog	Bw	abrupte								handmatig	L	Le		bruin
6	3	65	175			WAAR	vochtig		onduidelijk					gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs oranje
6	4	175	400			ONWAAR	nat							gelamineerd, veen			handmatig	Z			donker grijs
7	1	0	30			WAAR	droog	Ap	abrupte								handmatig	E	Ea		donker bruin
7	2	30	45			WAAR	vochtig		abrupte								handmatig	L	Le		donker bruin blauw
7	3	45	79			WAAR	vochtig		duidelijk								handmatig	S	Se		blauw grijs
7	4	79	228			WAAR	vochtig		duidelijk					gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs oranje
7	5	228	298			WAAR	nat		abrupte					gelamineerd, veen			handmatig	Z			donker grijs
7	6	298	400			ONWAAR	nat										handmatig	V			donker bruin
8	1	0	37			WAAR	droog	Ap	abrupte								handmatig	E	Ea		donker bruin
8	2	37	61			WAAR	droog	Bw	abrupte								handmatig	L	Le		bruin beige
8	3	61	187			WAAR	vochtig		abrupte					gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs oranje
8	4	187	400			ONWAAR	nat							gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs
9	1	0	53			WAAR	droog	Ap	abrupte								handmatig	E	Ea		donker bruin
9	2	53	58			WAAR	droog	Bw	duidelijk								handmatig	L	Le		bruin beige
9	3	58	202			WAAR	vochtig		onduidelijk					gelamineerd, veen			handmatig	Z			grijs oranje
9	4	202	400			ONWAAR	nat							gelamineerd, veen			handmatig	Z			donker grijs

Foto's boorkolommen







Nota

Brugge, Boudewijnkanaal

Verslag van Resultaten –

DEEL II PROEFSLEUVENONDERZOEK

BAAC Vlaanderen bvba

Hendekenstraat 49

9968 BASSEVELDE

info@baac.be

5 Proefsleuvenonderzoek

5.1 Werkwijze en strategie

5.1.1 Onderzoeksdoelstellingen

Proefsleuvenonderzoek is erg geschikt voor het opsporen van archeologische ensembles onder de vorm van grondsporen op rurale terreinen met een grote oppervlakte. Belangrijk hierbij is dat het sleuvenonderzoek aanleiding is voor een verdere evaluatie van het terrein in een archeologienota.

Indien de kans op aanwezigheid van waardevolle archeologische ensembles vrijwel onbestaande wordt ingeschat, is het sleuvenonderzoek in regel het eindpunt van het archeologisch traject. Wanneer de kans hoog wordt ingeschat, wordt binnen de archeologienota een advies voor een vervolgetraject geformuleerd. Vaak bestaat dit uit een vlakdekkende opgraving op specifiek afgebakende zones van het onderzoeksterrein.

Tijdens dergelijk onderzoek is het van belang dat slechts een beperkt deel van het plangebied onderzocht wordt. Archeologische sporen worden tijdens een sleuvenonderzoek immers niet volledig onderzocht. Om de kans op de beschadiging van het archeologisch ensemble te beperken, wordt een dekkingsgraad van 10%-15% vooropgesteld. Zo wordt het resultaat van het onderzoek bereikt met een minimum aan destructie van het archeologisch erfgoed.

Deze onderzoeksoopdracht kadert binnen de doelstelling van het vooronderzoek – het vaststellen van de aanwezigheid van een archeologische site en de karakteristieken en bewaringstoestand van deze site, alsook een analyse van de relatie met het landschap, de waarde en de impact van de geplande werken – die tijdens het voorgaande vooronderzoek niet werd gehaald.

5.1.2 Onderzoeksvragen

Bij het proefsleuvenonderzoek moeten volgens het PvM van de archeologienota *Brugge Boudewijnkanaal* (ID9194) minstens volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

- Zijn er sporen of structuren aanwezig?
- Zijn de sporen natuurlijk of antropogeen?
- In hoeverre is de bodemopbouw intact?
- Is er sprake van begraven bodems? Zo ja, welke en op welke diepte bevinden deze zich?
- Wat is de implicatie voor de bewaringstoestand van de sporen?
- Maken de sporen deel uit van één of meerdere structuren?
- Behoren de sporen tot één of meerdere periodes?
- Kan op basis van het sporenbestand binnen het projectgebied een uitspraak worden gedaan over de aard en omvang van occupatie?
- Zijn er indicaties voor sporen/vondstenclusters uit de ijzertijd of later?
- Zijn er indicaties (greppels, grachten, lineaire paalzettingen, ...) die kunnen wijzen op een inrichting van een erf/nederzetting?
- Zijn er indicaties voor de aanwezigheid van funeraire contexten?

- Komt het projectgebied in aanmerking voor een eventuele archeologische opgraving voorafgaand aan de werken? Wat is de verwachte sporendensiteit?
- Welke onderzoeksvragen en aandachtspunten kunnen geformuleerd worden na uitvoering van een prospectie met ingreep in de bodem in functie van een eventueel vervolgonderzoek?

Na het geofysisch onderzoek en landschappelijk bodemonderzoek zijn geen bijkomende onderzoeksvragen geformuleerd.

5.1.3 Methoden en technieken

Algemene bepalingen

Voor de *algemene bepalingen* wordt verwezen naar de desbetreffende hoofdstukken in de Code Goede Praktijk.⁸



*Figuur 58: Foto's terrein voor aanvang proefsleuvenonderzoek
(links: oostelijk perceel, rechts: westelijk perceel)*

Specifieke methodologie

De specifieke methodologie werd gerapporteerd in het Programma van Maatregelen van de archeologienota “Archeologienota Brugge Boudewijnkanaal” (ID9194)⁹. Deze omvatte volgende elementen:

“Er worden continue proefsleuven geadviseerd. De sleuven zijn telkens minstens 1,8 à 2m breed (kraanbakbreedte). Lokaal moeten uitbreidingen op de proefsleuven (e.g. kijkvensters) worden uitgegraven om aangetroffen sporen, structuren of vondsten beter te evalueren. Ter hoogte van eventuele zones met meerdere archeologische niveaus (het vooronderzoek zonder ingreep in de bodem zal die zones aanduiden) zal het nodig zijn om de sleuf te verbreden en de sleuf getrapt te verdiepen om de onderliggende niveaus te evalueren. Dit verdiepen kan steeds pas te gebeuren na grondige registratie van grondvlakken en profielen. In een vooronderzoek zal ook max. tot 2 m diepte t.o.v. huidige maaiveld getrapt kunnen worden verdiept. Waar nodig dienen dan in de sleuf verder ook gerichte manuele boringen te worden geplaatst in samenspraak met de erkend archeoloog en de aardkundige. De beschrijving van deze boringen gebeurt door de aardkundige in samenspraak met de

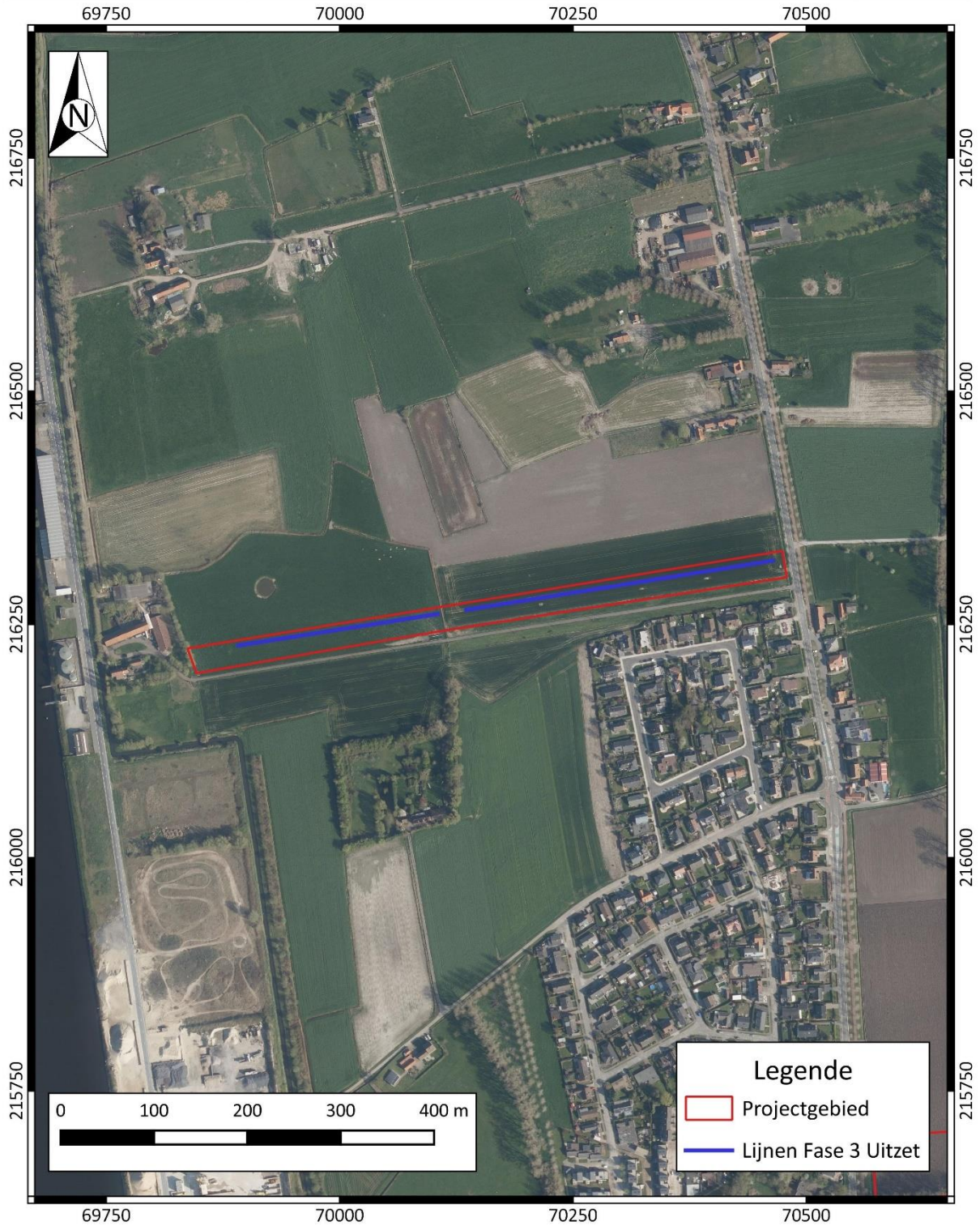
⁸ AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED 2020.

⁹ ONROEREND ERFGOED VLAANDEREN 2020b ID9194

veldwerkleider. Op regelmatige afstanden (gemiddeld om de 50m, maar tussenafstanden zullen in grote mate worden bepaald door inzichten uit het geofysisch én landschappelijk booronderzoek) worden bodemprofielen gezet, opgeschoond en geregistreerd conform de bepalingen daartoe in de CGP. We adviseren in desbetreffend geval om te werken met parallelle continue proefsleuven van elk 2 m breed. Tussenafstand tussen de sleuven bedraagt 15m (as op as). Op deze manier wordt een dekkingsgraad van ca. 10% van het projectgebied bereikt. Bij voorkeur worden de proefsleuven dan ook aangelegd in de late lente, zomer of vroege herfst.

Op zone 1 kunnen twee parallelle sleuven van elk 500 à 550m lang aangelegd worden waarvan 1 ten noorden en 1 ten zuiden van de huidige leiding, tenzij het vooronderzoek zonder ingreep in de bodem aantoont dat de werkzone nodig voor de aanleg van bestaande leiding het archeologisch potentieel heeft verstoord of vernietigd.”

BAAC ARCHEOLOGIE EN BOUWHISTORIE	Brugge Boudewijnkanaal Zone 1 Inplanting voorgeschreven sleuven op orthofoto		Datum: 19-5-2020
	Projectnummer BAAC 2020-0517	Projectcode proefsleuvenonderzoek 2020D302	Schaal: 1:5000



Figuur 59: Inplanting voorgeschreven proefsleuven op orthofoto (digitaal; 1:1; 19/05/2020)

5.1.4 Organisatie van het vooronderzoek

Het onderzoek werd uitgevoerd op 13 en 14 mei 2020 onder leiding van erkende archeoloog Tina Dyselinck. Zij werd hierbij bijgestaan door archeologen Sander De Ketelaere en Delphine Saelens.

Er werden 2 proefsleuven aangelegd en 1 kijkvenster voor een totale oppervlakte van 1.084,40 m². De totale advieszone voor proefsleuvenonderzoek in zone 1 omvat 17.307,78 m², waardoor 6,26 % onderzocht werd. Een groot deel van het plangebied was echter ontoegankelijk voor het onderzoek, door de aanwezigheid van reeds bestaande leidingen (zie 5.1.5).

De sleuven werden aangelegd met behulp van een kraan op rupsbanden van 21 ton met een gladde graafbak van 2,00 m. Van alle sleuven werden overzichtsfoto's gemaakt. De sleuven en sporen werden ingetekend door middel van een GPS van het type Geomax Zenith 25 PRO en gedocumenteerd aan de hand van beschrijvingen. Indien een spoor zich tegen de putwand bevond, werd het werkputprofiel opgeschoond om de relatie tussen het spoor en de bodemhorizonten te registreren. Sporen-, foto- en vondstenlijsten werden digitaal geregistreerd in het veld. Gebruik makend van een GIS-omgeving werden de verzamelde data verwerkt tot een gedetailleerd en overzichtelijk grondplan.



Figuur 60: Foto's methodiek: kraan (links) en GPS (rechts)

5.1.5 Afwijkingen

Afwijkingen t.a.v. de CGP

Het onderzoek werd uitgevoerd volledig conform de Code van Goede Praktijk.

Afwijkingen t.a.v. de specifieke methodologie

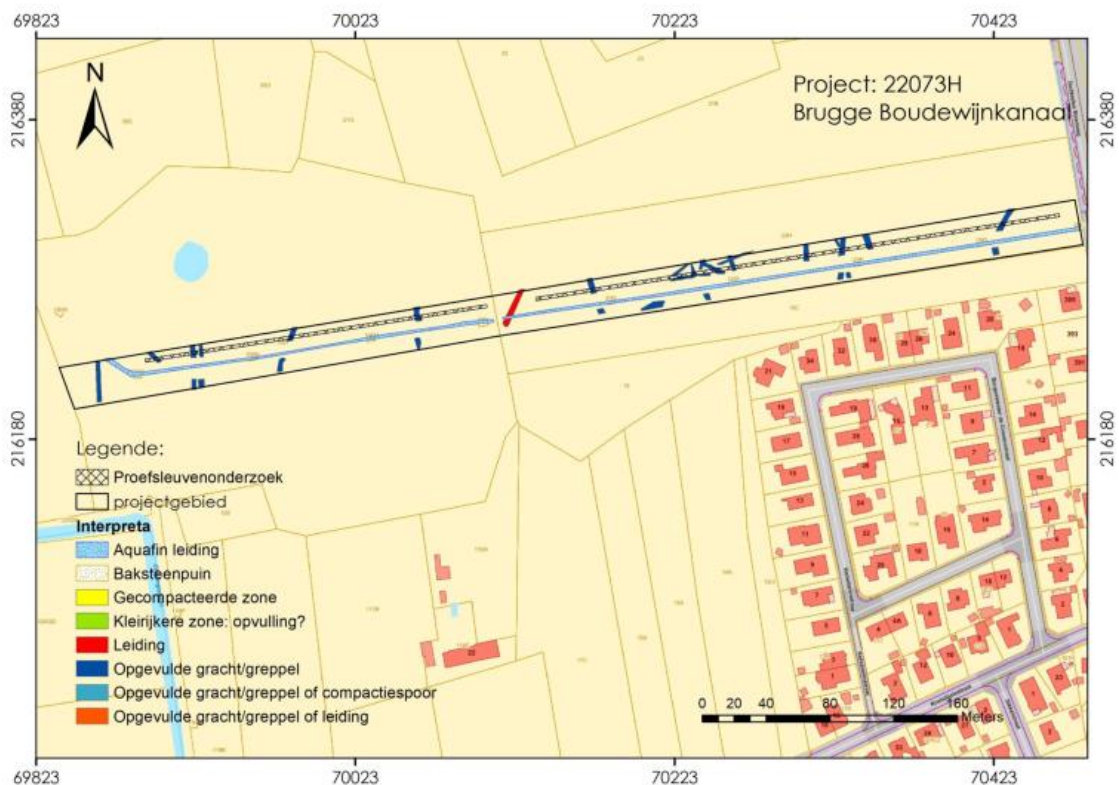
In regel werd het onderzoek uitgevoerd zoals voorgesteld in de specifieke methodologie.

In het programma van maatregelen van archeologienota Brugge Boudewijnkanaal ID9141 werd een proefsleuvenplan opgesteld voor zone 1 en zone 3 van het plangebied. Tijdens dit proefsleuvenonderzoek werd enkel het onderzoek ter hoogte van zone 1 uitgevoerd.

Het proefsleuvenonderzoek ter hoogte van zone 3 kon nog niet uitgevoerd worden. Wegens het vogelbroedseizoen zijn de terreinen ter hoogte van zone 3 namelijk nog niet toegankelijk. Deze terreinen zullen pas rond midden juni toegankelijk zijn om het vervolg van het onderzoek uit te voeren, in een tweede fase van het onderzoek. Wegens de deadline voor vrijgave van de terreinen, werd beslist

om de nota met proefsleuvenonderzoek van zone 1 reeds op te maken, in een eerste fase van het onderzoek. Zodoende kan zone 1 vrijgegeven worden en kunnen de werkzaamheden ter hoogte van deze zone reeds van start gaan.

Het vooropgestelde sleuvenplan uit de archeologienota ID9194 voor zone 1 werd licht gewijzigd op basis van de vooraf uitgevoerde vooronderzoeken en op basis van de KLIP-melding. In het programma van maatregelen werden ter hoogte van zone 1 twee parallelle sleuven ingepland van elk 500-550 m lang. Op basis van de inzichten uit het vooronderzoek zonder ingreep in de bodem wordt er nu een voorstel gedaan om in de meest noordelijke zone te werken met één sleuf van 2m breed. De bestaande en te vervangen leiding bevindt zich immers in de strook van de tweede sleuf die hier voorzien was. De ondergrond in deze strook zal bijgevolg al geroerd zijn bij aanleg van die bestaande leiding.



Figuur 61: Vooropgesteld sleuvenplan na afloop vooronderzoeken zonder ingreep in de bodem (bron: Gate)

Enkel de noordelijke van deze twee parallelle sleuven werd tijdens het proefsleuvenonderzoek opengelegd. Bovendien werd deze onderbroken aangezien een Fluxus leiding aanwezig was bij de perceelsgrens.

BAAC ARCHEOLOGIE EN BOUWHISTORIE	Brugge Boudewijnkanaal Zone 1 Aangelegde proefsleuven en kijkvensters		Datum: 19-5-2020
	Projectnummer BAAC 2020-0517	Projectcode proefsleuvenonderzoek 2020D302	Schaal: 1:3500



Plan 5: Aangelegde proefsleuven en kijkvensters (digitaal; 1:1; 02/06/2020)

5.1.6 Inbreng specialisten en externe wetenschappelijke begeleiding

Er werd geen beroep gedaan op externe specialisten. Raakvlak werd wel op de hoogte gesteld van het onderzoek.

5.2 Assessment

5.2.1 Landschappelijke en aardkundige situering

Voor een uitgebreide landschappelijke en aardkundige situering wordt verwezen naar het Verslag van Resultaten van de archeologienota "*Archeologienota Brugge Boudewijnkanaal*" (ID9194) en naar hoofdstuk 4 Landschappelijk booronderzoek.

5.2.2 Interpretatie profielen

Er werden over het gehele plangebied (zone 1) vijf profielen aangelegd in functie van de bepaling van het archeologisch niveau en om de bodemopbouw na te gaan. Er werd telkens bij de aanvang van de aanleg van een proefsleuf een profiel aangelegd (profielen PR1.1 en 1.2) en in de loop van de sleuf (profielen PR1.2, 1.3 en 2.2). In werkput 1 werden bijgevolg 3 profielen aangelegd en 2 profielen in werkput 2. Ze werden handmatig schoongemaakt, gefotografeerd, getekend en beschreven. De profielen in werkput 1 hadden allen een AC profiel, waarbij in profiel 1 en 3 tussen de A- en C-horizont een AC-horizont aanwezig was. In profiel 1.2 was deze AC overgangshorizont minder duidelijk zichtbaar. De A-horizont was ca. 40-60 cm dik en bestond uit een donkerbruin tot donkergrijs, vrij homogeen kleiig compact pakket. De AC-overgangshorizont bestond uit een kleiig, compact, grijsbruin tot lichtgrijs gevlekt heterogeen pakket. Deze AC-horizont was 15-25 cm dik in PR1.1 en PR1.3. De C-horizont bestond uit een bovenste lichtgrijs homogeen zandig pakket gevolgd door lichtgrijs zandig pakket met veel natuurlijke ijzeraccumulatie. In PR1.2 uitte deze ijzeraanrijking zich in een geconcentreerde band van ca. 10 cm dikte. Eveneens in PR1.2 bevond zich aan de bovenkant van de C-horizont een zeer dun donkergrijs tot zwart humeus bandje. In PR3.1 bestond het bovenste pakket van de C-horizont uit een lichtgrijs homogeen kleiig zandpakket van ca. 25-40 cm dik.

In werkput 2 werden twee profielen aangelegd en geregistreerd. De A-horizont was in beide profielen tussen 50 en 65 cm dik en bestond uit een zeer hard compact donkerbruine kleiige laag. De A-horizont werd gevolgd door een heterogene AC-horizont van ca. 10-20 cm dik die lichtgrijs tot bruin gevlekt was. In profiel 2.2 bestond het bovenste pakket van de C-horizont uit lichtgrijs homogeen kleiig zand van ca. 25 cm dik. Hieronder bevond zich vervolgens een zeer zandig lichtgrijs C-pakket met roestvlekken. In profiel 2.1 was dit kleiig zand pakket niet waarneembaar in de C-horizont.

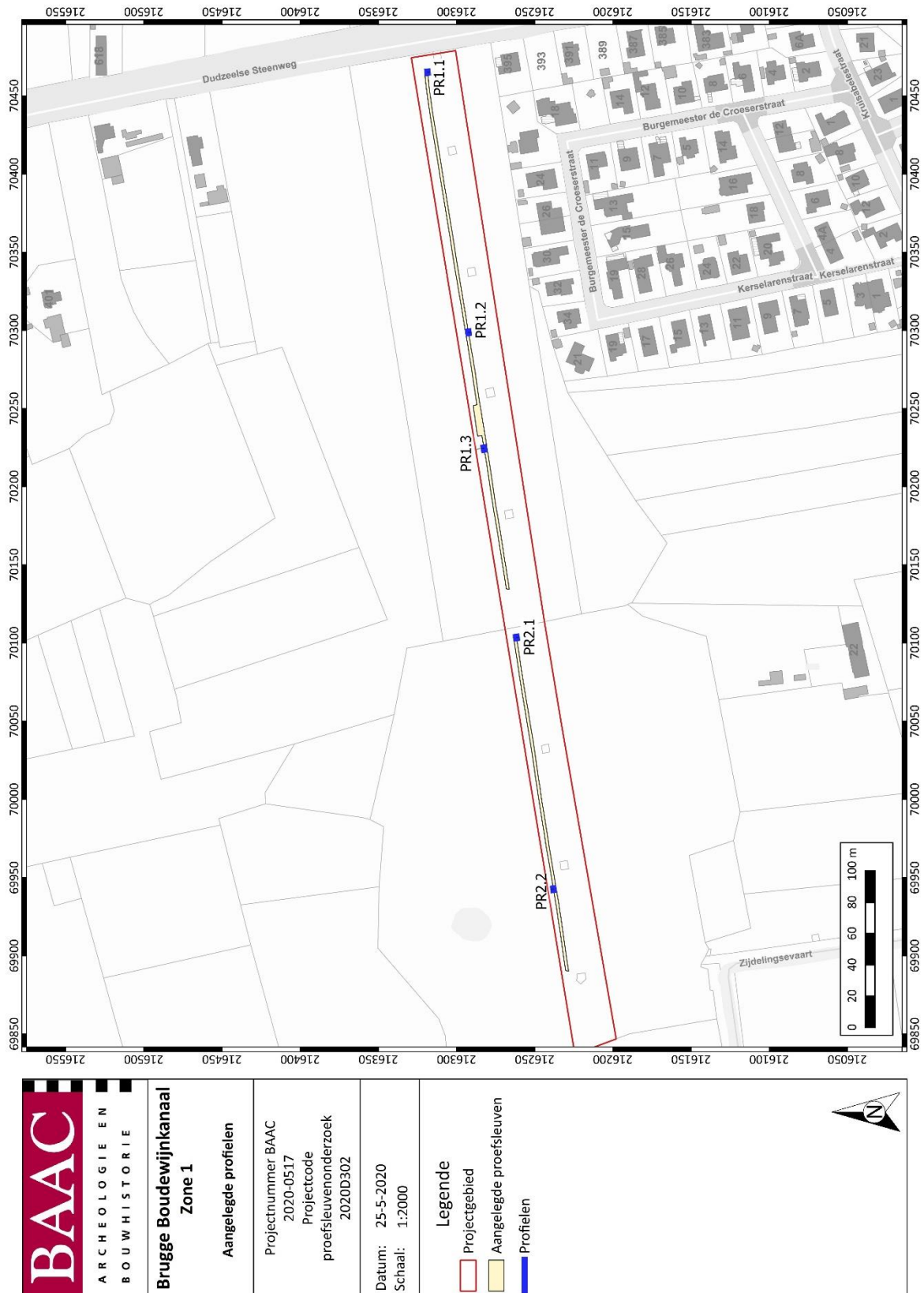
*Figuur 62: Profiel 1.1**Figuur 63: Profiel 1.2**Figuur 64: Profiel 1.3*



Figuur 65: Profiel 2.1



Figuur 66: Profiel 2.2



Plan 6: Overzichtskaart van de profielregistraties (digitaal; 1:1; 25/05/2020)

5.2.3 Sporen en structuren

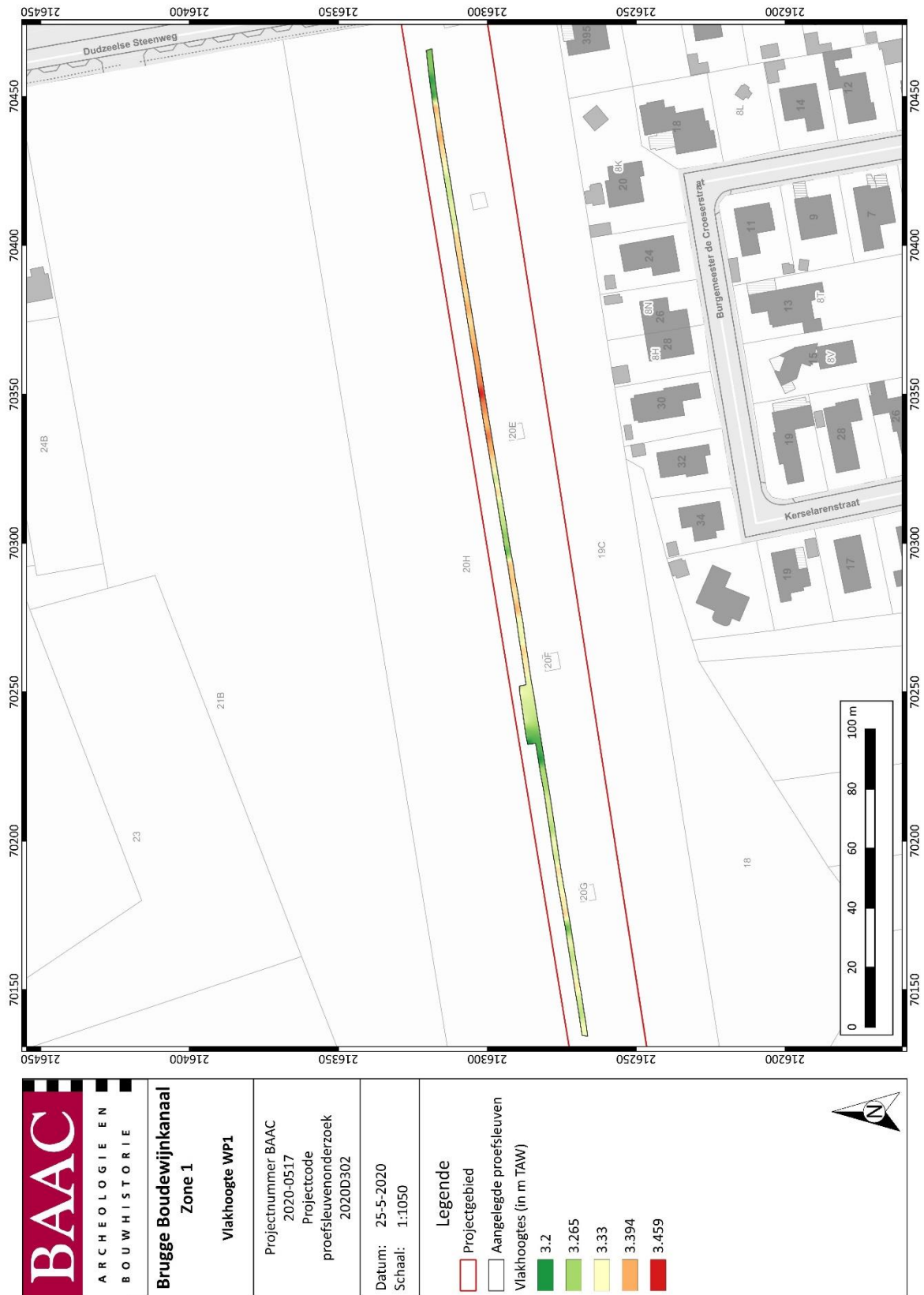
Manifestatie archeologische site aan huidig oppervlak

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

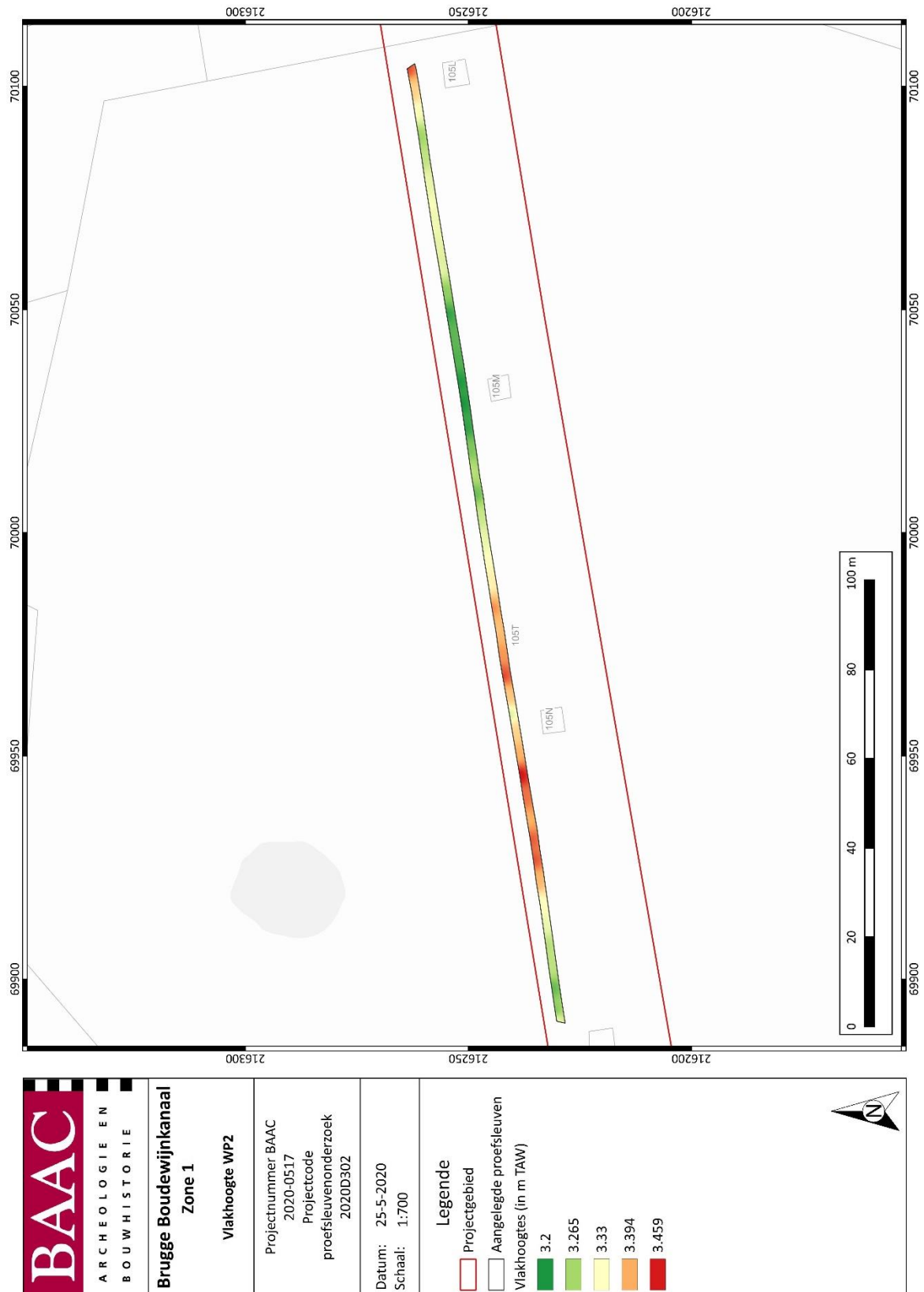
Stratigrafie van de site

Het bodemarchief omvatte één archeologisch relevant niveau, onmiddellijk onder de bouwvoor. Dit niveau bevond zich tussen 3,18 m TAW en 3,46 m TAW voor beide werkputten (Plan 10, Plan 11).

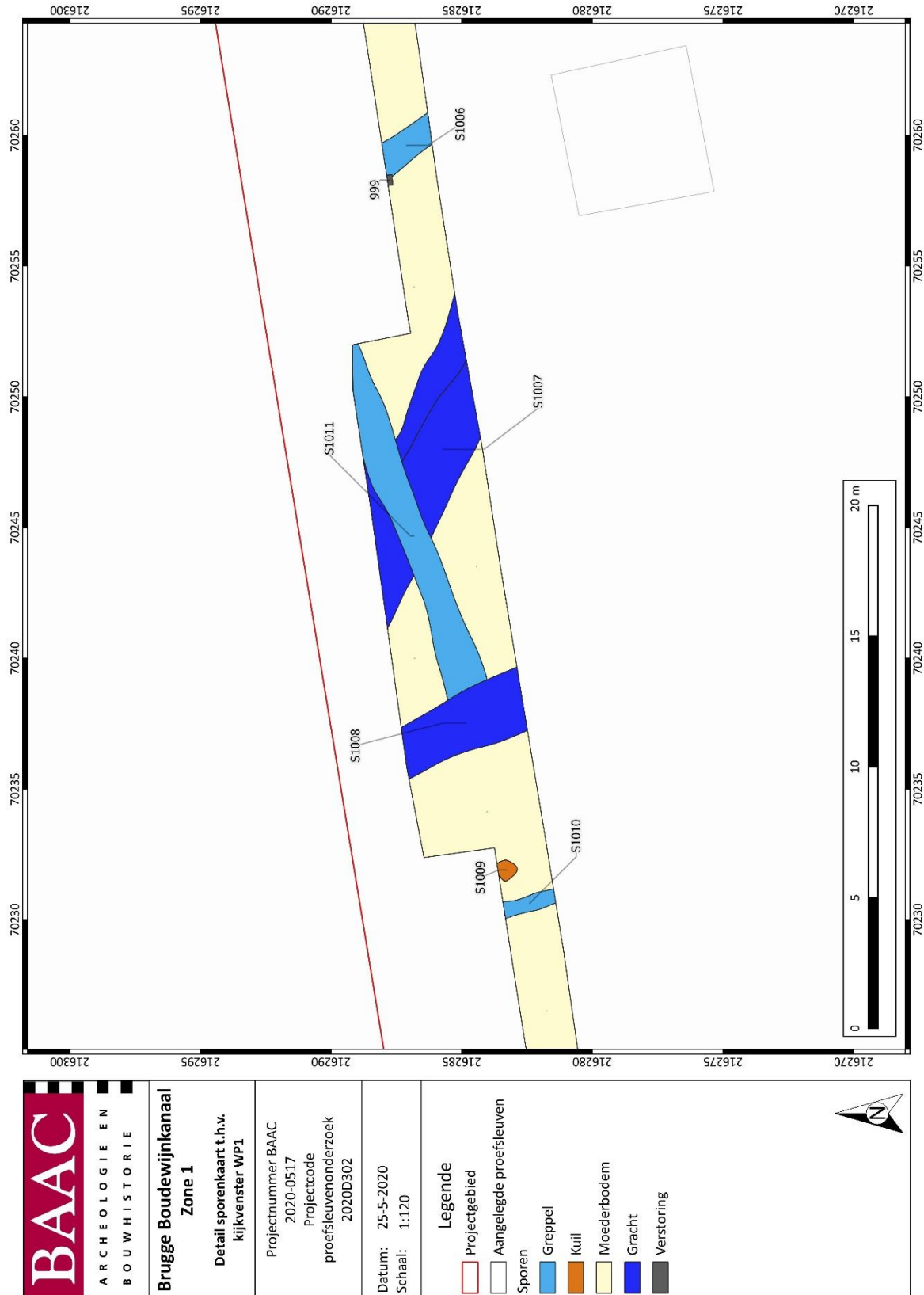
Het maaiveld ter hoogte van het perceel van werkput 2 (weiland) lag hoger dan het perceel van werkput 1 (akkerland) (Plan 12). Bijgevolg bevond het archeologisch vlak zich in werkput 2 dieper ten opzichte van het maaiveld. De maaiveldhoogtes van perceel 20H bevinden zich tussen 3,7 – 4,13 m TAW. Het maaiveld ter hoogte van perceel 105T bevindt zich tussen 4,05 en 4,35 m TAW.

Weergave onderzoek: kaarten¹⁰

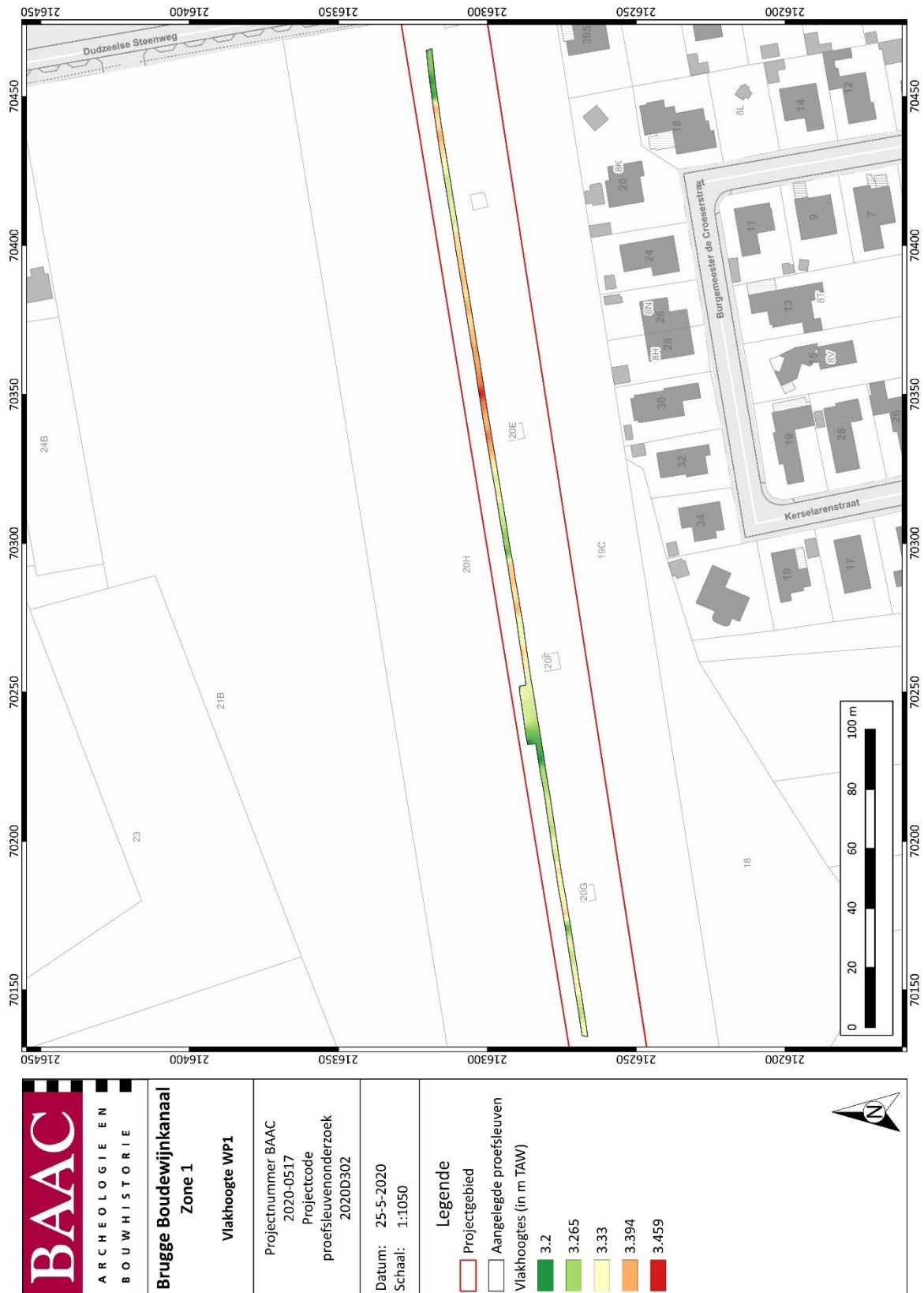
Plan 7: Algemeen sporenplan van het onderzoek t.h.v. WP1 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)



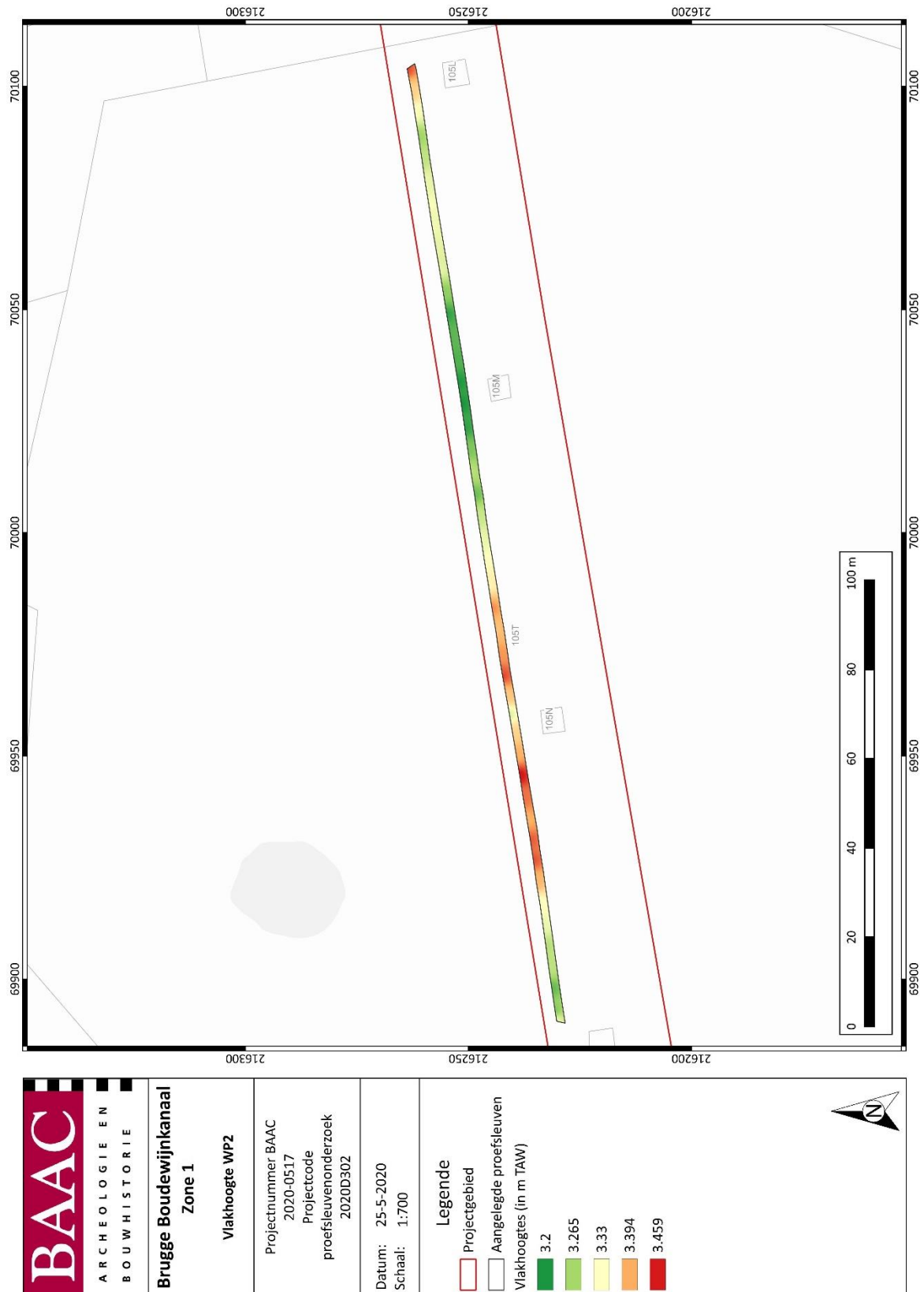
Plan 8: Algemeen sporenplan van het onderzoek t.h.v. WP2 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)



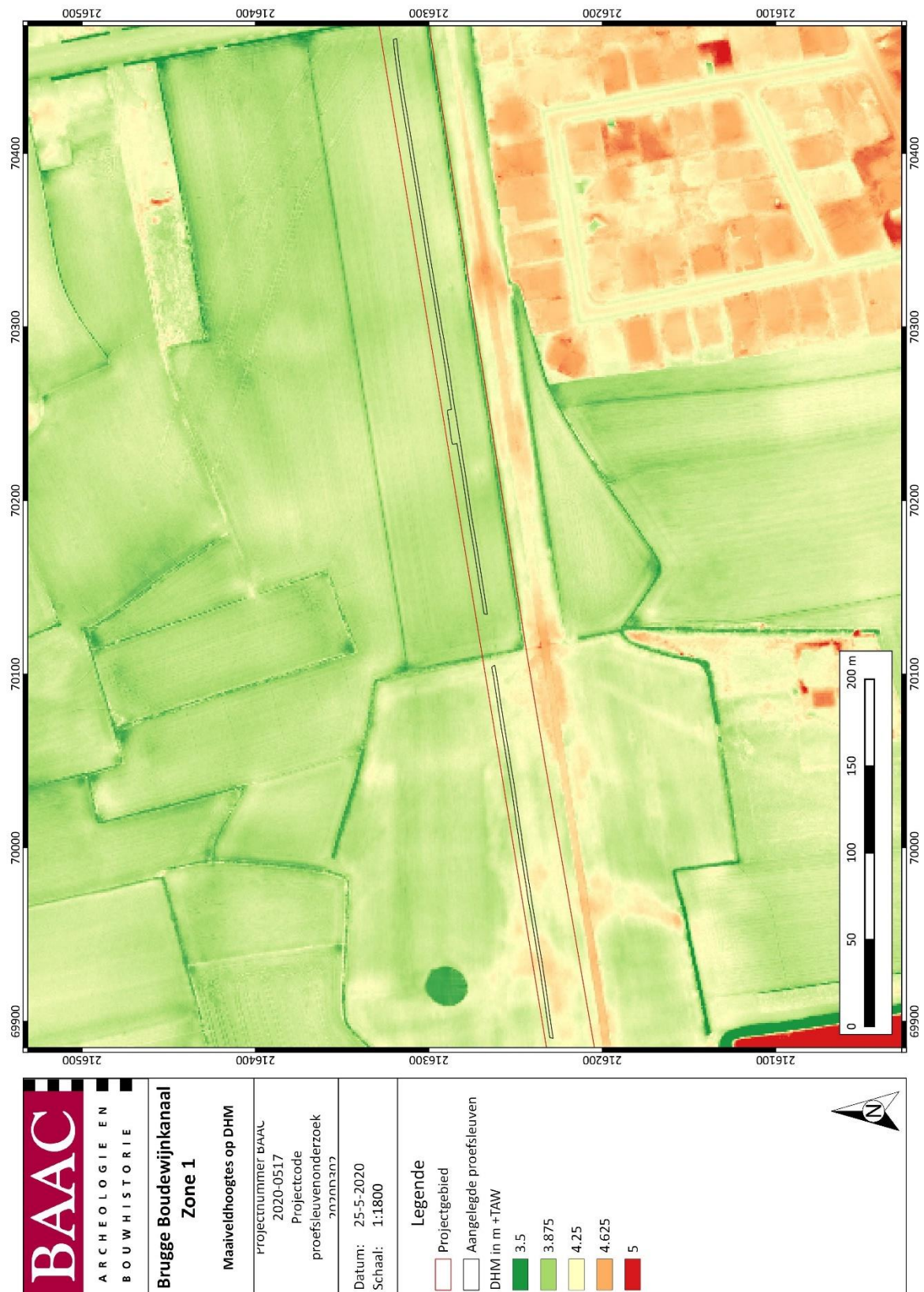
Plan 9: Detail sporenplan t.h.v. kijkvenster WP1 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)



Plan 10: Weergave van de vlakhoogtes t.h.v. WP1 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)



Plan 11: Weergave van de vlakhoogtes t.h.v. WP2 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)



Plan 12: Plangebied met maaiveldhoogte op DHM¹¹ (digitaal; 1:1; 25/05/2020)

Harrismatrix van complexe stratigrafie en complexe spoorcombinaties

Niet van toepassing.

Beschrijving sporenbestand**Werkput 1 (perceel 20H)**

In totaal werden 17 spoornummers uitgereikt: 5 greppelsegmenten, 4 kuilen, 1 laag en 7 grachtsegmenten. De meeste van de sporen (13 van de 17) werden in werkput 1 aangetroffen.

In werkput 1 (of proefsleuf 1) ter hoogte van perceel 20H werden in totaal 13 spoornummers uitgedeeld: 6 greppelsegmenten (S1001, S1005, S1006, S1010, S1011, S1013), 3 kuilen (S1002, S1009, S1012), 1 laag (S1003) en 3 grachtsegmenten (S1004, S1007, S1008).

Greppels

S1001, 1006, S1010, 1011, 1013

Greppels S1001, S1006, S1010 en 1013 hebben een noord-zuid oriëntatie. De sporen zijn lineair, hebben een overwegende grijze tot grijsbruine kleur. Enkel spoor 1006 wijkt af met een lichtgrijze tot grijze kleur (Figuur 67, rechts). Spoor 1001 en 1006 hebben een zandige textuur (Figuur 67). S1011 en S1013 hebben een grijsbruine kleur en hebben een kleiige textuur, S1010 heeft een kleiige textuur. Alle greppels zijn vrij homogeen en de mate van bioturbatie is matig.

Op greppel S1006 werd gecoupeerd in de sleufwand (Figuur 68 – rechts). Er konden twee lagen in de greppel herkend worden: een bovenste lichtgrijze laag met veel roestlagen uit zandige klei met daaronder een lichtgrijze laag zonder roest. De onderste vulling was kleiiger dan de bovenste. Het spoor bevond zich onder de AC-horizont.

Op greppel S1011 werd eveneens een coupe gezet (Figuur 70). De greppel had een homogene vulling en het spoor bevond zich tot ca. 40 cm onder het aanlegvlak. De coupe had een noord-zuid oriëntatie. De bodem aan beide zijden van de greppel is verschillend. Aan de noordzijde bestaat de bodem uit een kleiig pakket met veel roestspikkels. Aan de zuidzijde wordt echter een zandig pakket aangetroffen met grote, natuurlijke roestplekken. Onder deze pakketten komt een zandig, lichtgrijs pakket voor.

Op greppel S1013 werd een boring gezet waaruit een kleiig dondergrijsbruin pakket waarneembaar was tot op ca. 38 cm onder het vlak. Hieronder was de C-horizont waarneembaar bestaande uit een nat zandig pakket met veel roestvlekken.

S1005

Bij spoor S1005 is de interpretatie van greppel niet onbetwistbaar. Het kan hier ook om een restant van de bouwvoor (Ap2) gaan. Het spoor is slechts vaag aanwezig in het vlak, heeft een bruine kleur en een kleiige textuur met houtskoolspikkels en ijzerinclusies (Figuur 68 – links). De greppel is vrij homogeen en matig scherp afgelijnd. De restant van de greppel heeft een west-oost-oriëntatie.

¹¹¹¹ AGIV 2020b



Figuur 67: Links – S1001; rechts – S1006



Figuur 68: links - S1005; rechts – coupe S1006



Figuur 69: Overzichtsfoto t.h.v. kijkvenster met S1007, S1008 en S1011



Figuur 70: Coupe S1011

Grachten

S1004

Het grachtsegment in het oosten van de werkput heeft een noord-zuid oriëntatie en is ca. 4,4 m breed (Figuur 71). De gracht heeft een grijsbruine kleur en bestaat uit kleiig zand. De vulling vertoont inclusies

van houtskoolspikkels en baksteenspikkels. In deze gracht werd een boring gezet waaruit bleek dat de grachtvulling tot op ca. 40 cm onder het vlak aanwezig was. Deze vulling bestond uit een donkergrijs-bruin lemig pakket. Hieronder bevindt zich een zandig grijsbruine C-horizont met veel roestplekken van ca. 24 cm dikte met daaronder een nat zandig C-pakket met lichtgrijze tot grijze kleur.



Figuur 71: Overzichtsfoto gracht S1004

S1007 en S1008

Deze twee grachtsegmenten bevinden zich ter hoogte van het kijkvenster (Figuur 69). Beide grachten zijn lineair en kleilig van textuur met een grijze tot bruin grijze kleur, een diffuse aflijning, en een homogene vulling met weinig bioturbatie. Gracht S1008 oversnijdt greppel S1011. Deze greppel (S1011) oversnijdt gracht S1007. S1008 heeft als inclusies ijzerspikkels, houtskoolspikkels en baksteenfragmenten. S1007 kan mogelijk een geul zijn.

Op beide grachtsegmenten werd een boring uitgevoerd om de diepte van de grachten te bepalen. Bij S1007 bestond de eerste ca. 20 cm van de gracht uit een kleilig pakket, gevolgd door ca. 20 cm uit een kleilig zandpakket. Hieronder bevond zich de moederbodem. Bij S1008 kon de boring de grachtvulling – een donkergrijs tot donkerbruin kleilig pakket waarnemen tot ca. 50 cm onder het vlak. Hieronder was tot op het einde van de boring (ca. 100 cm onder het vlak) een gelijkaardige vulling zichtbaar, maar natter. De boring was hierdoor onduidelijk.

Kuilen

S1002 is een ovale kuil in het oosten van de werkput (Figuur 72 – links). De kuil heeft een grijsbruine tot bruine kleur en een zandige textuur, is homogeen van vulling en heeft weinig bioturbatie. Tijdens het couperen werden schelpfragmenten aangetroffen.

S1009 is eveneens een ovale kuil met een grijze, keilige vulling met ijzer-, houtskool- en mangaaninclusies (Figuur 72 – links). Het spoor is homogeen en diffuus afgelijnd en heeft weinig bioturbatie. De kuil was tot 24 cm onder het vlak bewaard.



Figuur 72: links – coupe S1002; rechts – coupe S1009

S1012 is een onregelmatige kuil die zich in het westen van de werkput bevond. De kleiige tot zandige homogene vulling heeft een grijze tot bruigrijze kleur en wordt gekenmerkt door ijzer- en mangaaninclusies. Het spoor wordt diffuus afgelijnd in het vlak en vertoont weinig bioturbatie.

Laag S1003

Dit zandige, lichtgrijze ovale spoor heeft als inclusies enkel een weinig aantal ijzerspikkels. De laag is verder homogeen en bevat weinig bioturbatie.

Werkput 2 (perceel 105T)

In werkput 2 – op het westelijke perceel van het plangebied – werden slechts vier spoornummers uitgedeeld: drie grachten en één kuil.

Grachten

S2001, S2002 en S2003 zijn allen lineaire grachten met een bruine kleur. S2001 heeft een kleiigere vulling dan S2002 en S2003 die een eerder kleiig zandige vulling hebben. Verder heeft de homogene vulling S2001 houtskool- en baksteeninclusies en wordt het spoor diffuus afgelijnd in de werkput (Figuur 73).

De vulling van S2002 is zandiger dan deze van S2001. Vermoedelijk is S2002 ouder dan spoor S2001. Verder werd de homogene vulling van S2002 gekenmerkt door mangaaninclusies, baksteenfragmenten en weinig bioturbatie. De vulling van S2003 bestaat uit een homogeen pakket met ijzerinclusies dat weinig gebioturbeerd is.

Op alle drie de grachtfragmenten werd een boring uitgevoerd om de diepte van de grachten te bepalen. Bij S2001 was de grachtvulling waarneembaar tot ca. 25 cm onder het vlak. Hieronder werd de moederbodem herkend als een nat, zandig pakket met veel roestvlekken. Bij S2002 was de grachtvulling waarneembaar tot ca. 20 cm onder het vlak met daaronder de moederbodem. Tot slot werd bij de boring van S2003 de grachtvulling waargenomen tot ca. 22 cm onder het vlak met daaronder de moederbodem.



Figuur 73: S2001 in sleufwand

Kuil S2004

In het westen van werkput 2 werd een onregelmatige kuil herkend (Figuur 74). S2004 heeft een donkergrijze, tot lichtgrijs gevlekte kleur en bestaat uit zandige klei. Het is spoor is vrij heterogeen, is matig gebioturbeerd en werd diffuus afgelijnd in het vlak. Verder heeft de vulling inclusies van ijzer, houtskool en mangaan.



Figuur 74: Kuil S2004

5.2.4 Vondsten

Administratieve gegevens

Tabel 1: Vondsten

Vondst	WP	Vlak	Spoor	Laag/Vulling	Kwadrant	Profiel	Context	Categorie	Subcategorie	Aanvullende info	Datum
1	1	1		UIT AC			PV	AW			12/05/2020
2	1	1		UIT C			PV	ORG	SCH		12/05/2020
3	2	1	2002				AAVL	BK			13/05/2020

Methode en technieken

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

Volgende binnen BAAC Vlaanderen aanwezige materiaalspecialisten werden geraadpleegd (zie Tabel 2).

Tabel 2: Geraadpleegde specialisten

VONDSTCATEGORIE	SPECIALIST
MIDDELEEUWS AARDEWERK EN BOUWKERAMIEK	O. VAN REMOORTER

Uit Tabel 1 blijkt dat tijdens het proefsleuvenonderzoek slechts 4 vondsten zijn aangetroffen waaronder één fragment aardewerk, een fragment schelp en twee fragmenten bouwkeramiek.

Interpretatie

Aardewerk

Vondstnummer 1 – het aardewerkfragment – betreft een randfragment van een voorraadpot in gedraaid grijs aardewerk met een bandvormige rand. Vermoedelijk dateert dit uit de 14^e-15^e eeuw.

Bouwkeramiek

Er zijn twee fragmenten bouwkeramiek aangetroffen – vondstnummer 3 – in S2002 bij de aanleg van het vlak. Het betreft twee fragmenten bakstenen: 1 rood en 1 geel. De bakstenen laten geen specifiekere datering toe dan laatmiddeleeuws. De gele baksteen is een zogenaamde polderbaksteen, die vaak voorkomt in de kustregio.

Naast het aardewerk en de bouwkeramiek zijn enkele schelpfragmenten ingezameld.

Conservatie en behandeling

De ingezamelde vondsten hebben geen conservatie of behandeling nodig.

Potentieel op kenniswinst

De ingezamelde vondsten hebben in de eerste plaats een waarde als chronologische marker voor de antropogene sporen. De verdere archeologische en cultuurhistorische waarde van de vondsten wordt bijzonder laag ingeschat.

5.2.5 Stalen

Er werden geen grondstalen genomen voor verdere analyse ten behoeve van absolute dateringen (^{14}C , OSL), micromorfologisch onderzoek, textuuranalyse of palynologisch onderzoek. Het aanwenden van deze technieken valt niet binnen de doelstelling van dit vooronderzoek.

5.3 Synthese onderzoeksresultaten

5.3.1 Datering en interpretatie onderzoeksterrein

De enige sporen die werden aangetroffen waren ondateerbare greppels, grachten of kuilen of recente en natuurlijke sporen. Het enige spoor dat gedateerd kon worden op basis van vondstmateriaal, is kuil S2002. Dit spoor werd ruim gedateerd op basis van de twee fragmenten bouwkeramiek van de late middeleeuwen. Eén van de twee fragmenten betrof een fragment van een gele polderbaksteen. De greppels en grachten met een donkere kleur en kleigere textuur zijn vermoedelijk jonger dan de lichtgrijze, zandige greppels en grachten.

De profielen aangelegd tijdens het proefsleuvenonderzoek hebben aangetoond dat het plangebied een dikke A-horizont heeft die ofwel op een AC-horizont ligt ofwel meteen op de moederbodem – het zandpakket van geulopvullingen dat ook tijdens het landschappelijk booronderzoek vastgesteld werd.

Het merendeel van het plangebied bestaat tot 3-4 m uit een zandige opvulling van getijdengeulen. Het prehistorische niveau bevindt zich bijgevolg dieper en zal niet worden aangetast of verstoord door de geplande werken. De geulopvulling laat een datering vanaf de middeleeuwen toe.

5.3.2 Confrontatie met resultaten eerder vooronderzoek

Geofysisch onderzoek

Tijdens het geofysisch onderzoek werden ter hoogte van het plangebied naast de Aquafin-leiding of buis en een leiding, sporen herkend in de vorm van opgevulde grachten of greppels, mogelijk uit de middeleeuwen. De sporen die tijdens het proefsleuvenonderzoek herkend konden worden bevestigden deze gegevens aangezien het onderzoek meerdere greppels en grachten blootlegde.

Landschappelijk booronderzoek

Het landschappelijk booronderzoek wees uit dat over het volledige plangebied enkel geulopvullingen aanwezig zijn in de bovenste 4 m onder het maaiveld, waardoor het prehistorische niveau zich dieper bevindt en niet aangetast of verstoord wordt door de geplande werken. Het zandpakket bleek afkomstig te zijn van geulopvullingen onder kleirijkere, bovenliggende geulafzettingen. Tijdens het proefsleuvenonderzoek werd het Ap-pakket aangetroffen en de zandige geulopvulling. Ook werden enkele bovenliggende kleirijkere geulafzettingen aangetroffen.

Historisch en cartografische bronnen

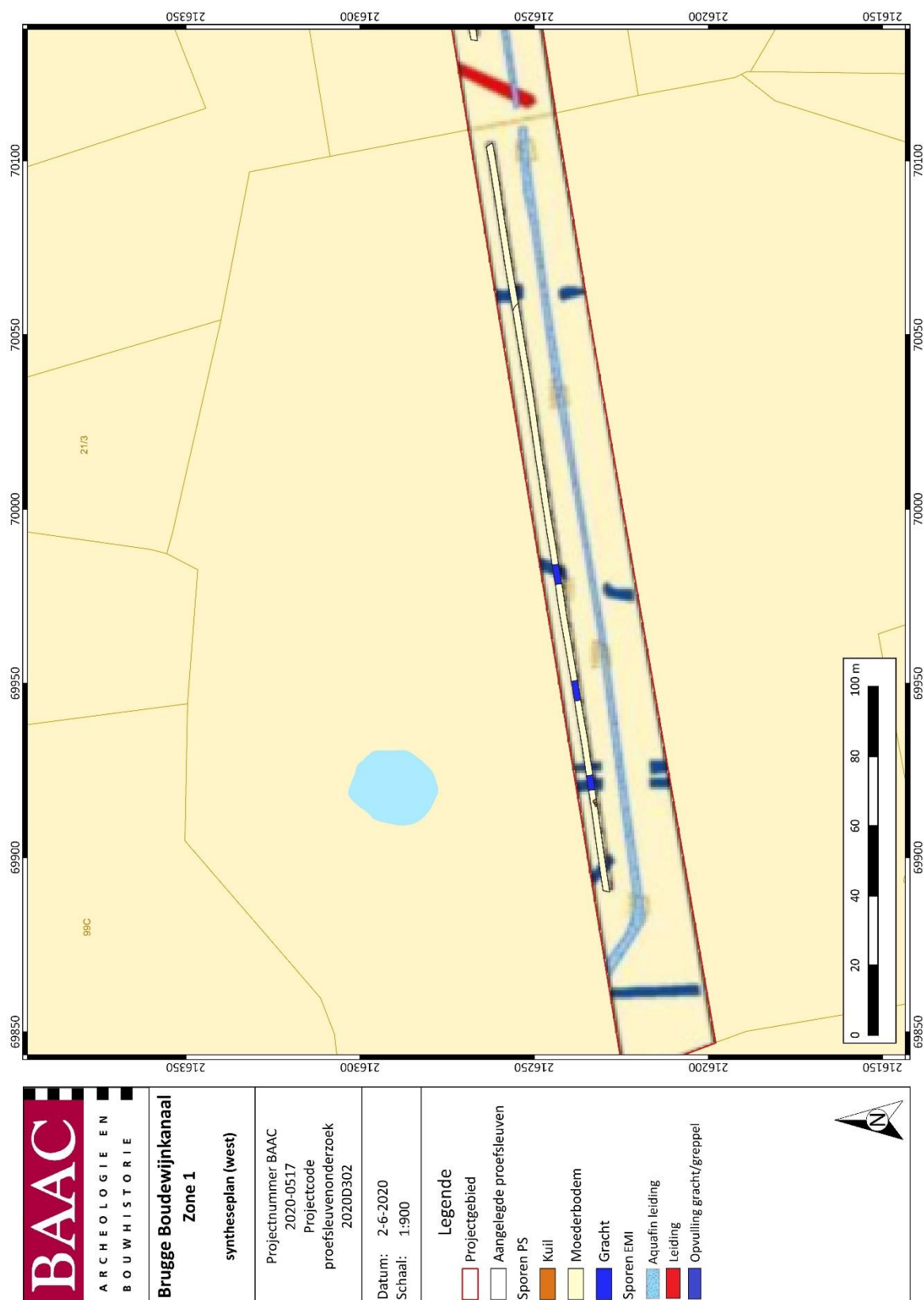
Zone 1 – waar het proefsleuvenonderzoek plaatsvond – bevindt zich langs de randen van de Blankenbergse geul. Door de aanwezigheid van de geul zijn pre-middeleeuwse sporen in deze geul hoogstwaarschijnlijk geërodeerd en is er dus voornamelijk potentieel voor rurale sporen vanaf de volle middeleeuwen. Aan de randen van de geul daarentegen is het mogelijk dat pre-middeleeuwse sporen bewaard zijn gebleven en er bijgevolg een potentieel is voor het aantreffen van sporen en vondsten vanaf de prehistorie. Dit kan echter na het vooronderzoek bijgeschaafd worden. Het geofysisch onderzoek en landschappelijk booronderzoek wezen immers uit dat er tot minstens 4 meter diepte een zandig pakket van geulopvullingen aanwezig is. Bijgevolg kon de verwachting voor steentijdsites bijgeschaafd worden naar laag tot onbestaand. Op historische kaarten zijn geen van de sporen zichtbaar die tijdens het proefsleuvenonderzoek zijn aangetroffen, dus vermoedelijk hebben die een oudere datering.

5.3.3 Verwachting archeologisch erfgoed

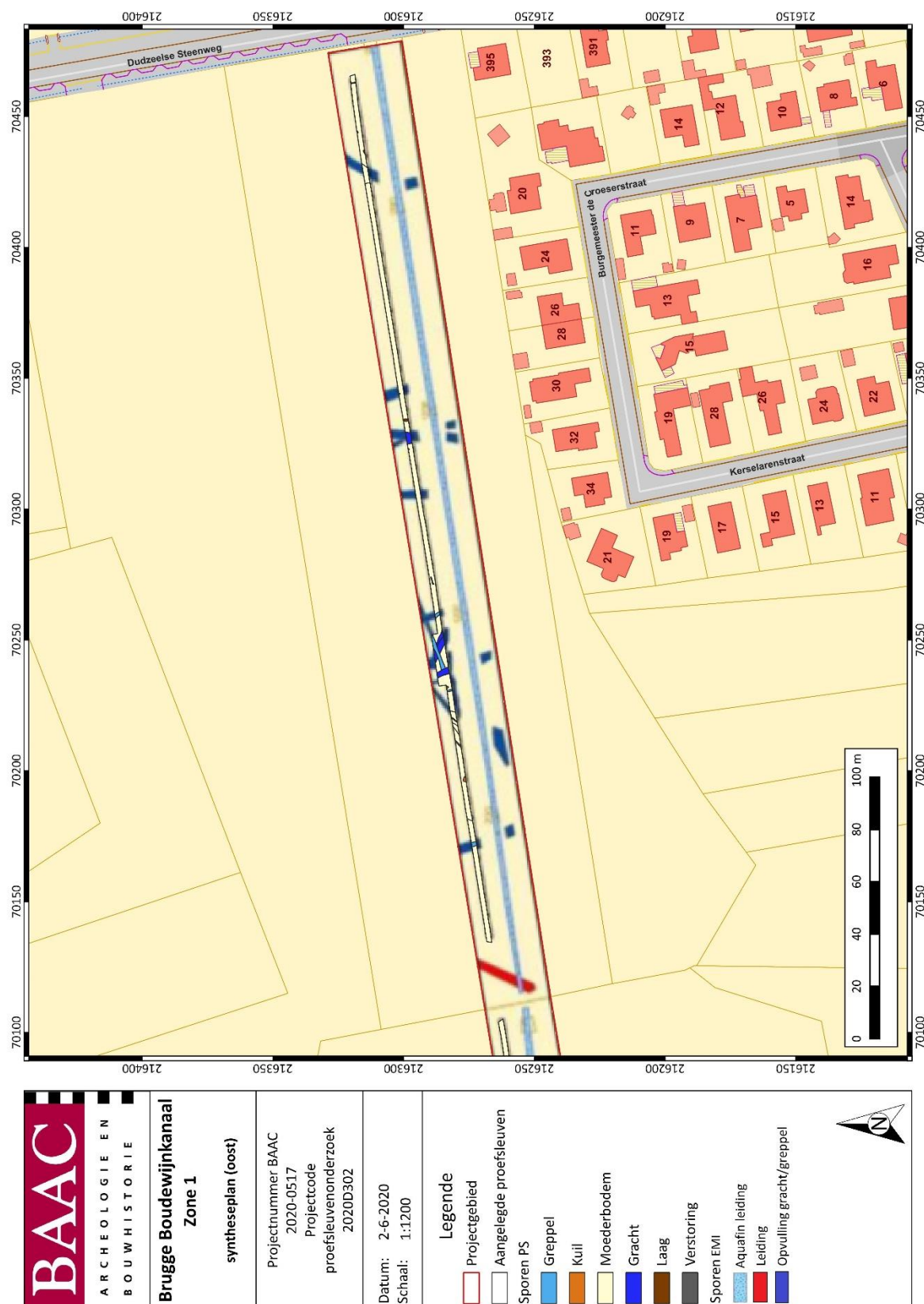
Na het proefsleuvenonderzoek kan de archeologische verwachting voor het aantreffen van archeologische sporen en structuren bijgesteld worden naar een lage tot zeer lage verwachting. De verwachting van het archeologisch erfgoed in het plangebied is laag. Er zijn tijdens het proefsleuvenonderzoek geen aanwijzingen aangetroffen die er op wijzen dat er binnen het plangebied nog rurale sporen bewaard zijn gebleven met potentieel op kenniswinst.

5.3.4 Syntheseplan

Op het syntheseplan worden de archeologische sporen weergegeven die tijdens het proefsleuvenonderzoek aangetroffen werden. Helaas kan er over de datering van de sporen weinig gezegd worden. De greppels komen niet overeen met deze op historisch kaartmateriaal zoals de Popp kaart. De greppels aangetroffen tijdens het proefsleuvenonderzoek komen overeen met deze geïdentificeerd met het geofysisch onderzoek.



Plan 13: Synthesepan proefsleuvenonderzoek op resultaten voorgaande onderzoeken (westelijke deel) (digitaal; 1:1; 02/06/2020)



Plan 14: Synthesepan proefsleuvenonderzoek op resultaten voorgaande onderzoeken (oostelijk deel)
(digitaal; 1:1; 02/06/2020)

5.3.5 Onderzoeksvragen: antwoorden

Zijn er sporen of structuren aanwezig?

Tijdens het proefsleuvenonderzoek werden in totaal 17 sporen geregistreerd waarvan 5 greppelsegmenten, 4 kuilen, 1 laag en 7 grachtfragmenten. De meerderheid van de sporen (13 van de 17) werd in werkput 1 aangetroffen.

- Zijn de sporen natuurlijk of antropogeen?

Er zijn zowel natuurlijke als antropogene sporen aangetroffen. In werkput 1 kwam vermoedelijk een jongere kreekvulling aan het licht waarlangs een gracht is aangelegd. Een aantal van de geregistreerde grachten lijken ook eerder de onderkant van de tweede, meer kleiige Ap, dan dat het daadwerkelijk gegraven grachten betreffen. Dit geldt eveneens voor een deel van de geregistreerde grachten in werkput 2. De grachten zijn eveneens duidelijk merkbaar op de resultaten van de EMI.

- In hoeverre is de bodemopbouw intact?

Het meest gave referentieprofiel (PR1.1) werd waargenomen in werkput 1. De top werd gevormd door een donkerbruine tot donkergrijze ploeglaag (Ap-horizont), eronder bevond zich een grijsbruine tot lichtgrijs gevlekte overgangshorizont (AC-horizont) van 15-25 cm dik rustend op de C-horizont. De C-horizont bestaat uit een homogeen zandig pakket met lokale ijzer aanrijningspakketten.

- Is er sprake van begraven bodems? Zo ja, welke en op welke diepte bevinden deze zich?

Neen.

- Wat is de implicatie voor de bewaringstoestand van de sporen?

De sporen kennen over het algemeen een goede bewaring. Ondanks de geringe aanwezigheid van archeologische sporen, waren de sporen duidelijk te herkennen in het vlak.

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

Neen, de aangetroffen sporen maken geen deel uit van één of meerdere structuren. De gedocumenteerde kuilen komen geïsoleerd voor en maken geen deel uit van andere structuren. Er zijn bijgevolg geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van een bewoningssite. Ook de greppelsegmenten konden geen ruimtelijk verband aantonen.

- Behoren de sporen tot één of meerdere periodes?

Aangezien slechts enkele vondsten ingezameld werden bij het vrijleggen en registeren van de sporen, kunnen de vulling van de greppels en kuilen niet gedateerd worden. Slechts bij één greppel was het mogelijk een ruime datering toe te kennen in de late middeleeuwen aan de hand van twee fragmenten bouwkeramiek.

- Kan op basis van het sporenbestand binnen het projectgebied een uitspraak worden gedaan over de aard en omvang van occupatie?

Niet van toepassing. Er zijn geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van een bewoningssite.

- Zijn er indicaties voor sporen/vondstenclusters uit de ijzertijd of later?

Neen, tijdens het proefsleuvenonderzoek werden geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van een bewoningssite vastgesteld.

- *Zijn er indicaties (greppels, grachten, lineaire paalzettings, ...) die kunnen wijzen op een inrichting van een erf/nederzetting?*

Neen, tijdens het proefsleuvenonderzoek werden geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van een bewoningssite vastgesteld.

- *Zijn er indicaties voor de aanwezigheid van funeraire contexten?*

Neen, er werden geen funeraire contexten aangesneden tijdens het proefsleuvenonderzoek.

- *Komt het projectgebied in aanmerking voor een eventuele archeologische opgraving voorafgaand aan de werken? Wat is de verwachte sporendensiteit?*

Neen, gezien de aangetroffen sporen niet relevant bleken en bovendien niet gedateerd konden worden, is het potentieel op kenniswinst enorm laag. Bijgevolg is verder onderzoek niet aangewezen.

- *Welke onderzoeksvragen en aandachtspunten kunnen geformuleerd worden na uitvoering van een prospectie met ingreep in de bodem in functie van een eventueel vervolgonderzoek?*

Niet van toepassing.

5.4 Besluit

5.4.1 Potentieel op kennisvermeerdering

Tijdens het proefsleuvenonderzoek werden een aantal archeologische sporen aangesneden. Door het grotendeels ontbreken van vondstmateriaal uit de aangetroffen sporen is het niet mogelijk de greppels en kuilen te dateren. De enige uitzondering hierop is de greppel S2002 in werkput 2 waar twee baksteenfragmenten gedateerd konden worden in de late middeleeuwen. De overige greppels konden niet gedateerd worden. Deze greppels zijn tevens niet zichtbaar op historisch kaartmateriaal, waardoor deze een oudere datering dan recent hebben.

Het ontbreken van enige waardevolle archeologische vindplaats of ensemble, houdt in dat de potentiële kennisvermeerdering van verder archeologisch onderzoek op het terrein quasi onbestaande is. De aangetroffen sporen zijn te gering in aantal en niet specifiek genoeg om van een waardevolle archeologische site te kunnen spreken. De waarde het aangetroffen archeologische ensemble is met andere woorden te beperkt waardoor bij vervolgonderzoek geen kennis meer te behalen is.

5.4.2 Afweging noodzaak verder vooronderzoek

Volgens de beslissingsboom voor verder archeologisch vooronderzoek¹² is er voldoende informatie over de aan- of afwezigheid van een archeologische site ter hoogte van zone 1. Het kennispotentieel kon voldoende bepaald worden. **Verder vooronderzoek is niet aangewezen ter hoogte van zone 1.**

¹² ONROEREND ERFGOED VLAANDEREN 2020a fig.3

Zoals vermeld betreft dit slechts de eerste fase van het proefsleuvenonderzoek. **Het onderzoek ter hoogte van zone 3 dient nog uitgevoerd te worden in een uitgesteld traject. Dit wordt toegelicht in het programma van maatregelen.**

6 Samenvatting

De voorliggende nota is een verslag van resultaten van een geofysisch onderzoek en landschappelijk vooronderzoek voorafgaand aan de werken door Aquafin ter hoogte van Dudzele, Brugge over twee zones. De nota omvat ook de eerste fase van een archeologisch proefsleuvenonderzoek en dit ter hoogte van zone 1.

Dit onderzoek kwam er naar aanleiding van de archeologienota ID9194 “**Brugge – Boudewijnkanaal**”. Deze archeologienota bestond enkel uit een bureauonderzoek. De opdrachtgever plant op het terrein enkele ingrepen ter optimalisering van het collectorenstelsel stroomafwaarts van het pompstation Polderstraat. Er wordt een nieuwe knijpconstructie met overschot op het bestaand gemengde stelsel in de Kruisabelestraat gerealiseerd en een nieuwe collectorleiding als bypass naast de bestaande collectorleiding tussen de L. Coiseaukaai en de Brugse Steenweg. Aangezien bij de geplande ingrepen voor de aanleg hiervan potentieel aanwezig archeologisch erfgoed vernietigd zou worden, werd verder vooronderzoek geadviseerd. Ter hoogte van **zone 1** aan de Lodewijk Coiseaukaai en Dudzeelse Steenweg, bevond zich de rand van de “Blankenbergse geul”. In deze geul zelf zijn premiddeleeuwse sporen vermoedelijk geërodeerd en is er dus voornamelijk potentieel voor het aantreffen van rurale sporen vanaf de volle middeleeuwen op de verlande getijdengeul. Net ten noorden van het projectgebied werden in 2015 reeds bewoningssporen uit de 13^e-15^e eeuw aangetroffen. Op de rand van de “Blankenbergse geul” en net daarbuiten bestaat de mogelijkheid dat pre-middeleeuwse sporen wel bewaard gebleven zijn en is er dus potentieel voor het aantreffen van sporen en vondsten vanaf de prehistorie. **Zone 3** – tussen de Dudzeelse Steenweg en Brugse Steenweg – bevindt zich grotendeels te midden van de Blankenbergse geul. hierdoor zijn pre-middeleeuwse sporen vermoedelijk geërodeerd en is er voornamelijk potentieel voor rurale sporen vanaf de volle middeleeuwen. Voor beide zones werd een vooronderzoek zonder ingreep in de bodem in de vorm van een geofysisch onderzoek (EMI) en landschappelijk booronderzoek (LB) geadviseerd en uitgevoerd. Na afloop van deze vooronderzoeken werd een proefsleuvenonderzoek geadviseerd voor beide zones.

Op basis van het **geofysisch onderzoek** kon een inschatting gemaakt worden van de laterale en verticale variaties in bodemstratigrafie. Ook konden een groot aantal antropogene sporen van mogelijke archeologie origine herkend worden. In zone 1 betrof dit enkele greppels, vermoedelijk van middeleeuwse oorsprong. In het noorden van zone 3 werd een grote structuur herkend, die mogelijk een restant van een oudere weg is.

Het landschappelijk booronderzoek wees uit dat het merendeel van het projectgebied binnen de 3 tot 4 m onder het maaiveld uit zandige opvulling van getijdengeulen bestaat. Dit bevestigt de bevindingen van de EMI-survey. Enkel ter hoogte van boring 7 werd onder de boorkolom een veenpakket aangetroffen waarvoor de bovenzijde geërodeerd was. Aangezien er over het volledige projectgebied geulopvullingen aanwezig zijn binnen de bovenste 4 meter onder het maaiveld, kan aangenomen worden dat het prehistorische niveau zich dieper bevindt en bijgevolg niet geroerd wordt door de geplande werken. Een proefsleuvenonderzoek werd geadviseerd naar sporen en structuren vanaf de middeleeuwen, dit zeker na de resultaten van de EMI-survey.

Deze nota omvat de resultaten van het **proefsleuvenonderzoek ter hoogte van zone 1**. Er werden enkele sporen aangesneden: kuilen, greppels en enkele grachten. Er werden geen vondsten aangetroffen in de sporen behalve bij greppel S2002 waarbij een baksteenfragment de greppel kan dateren in de late middeleeuwen. Het ontbreken van enige waardevolle archeologische vindplaats of ensemble, houdt in dat er geen potentiële kennisvermeerdering bij verder archeologisch onderzoek op het terrein mogelijk is. **Het proefsleuvenonderzoek ter hoogte van zone 3 dient nog uitgevoerd te worden en wordt toegelicht in het programma van maatregelen.**

7 Lijsten

7.1 Figurenlijst

Figuur 1 : Lokalisatie projectgebied t.o.v. de archeoregio's.	10
Figuur 2 : Aanduiding van de gescande (rood) en vooropgestelde (zwart) zones 1, 2 en 3 op een hedendaagse luchtfoto en op het GRB (Informatie Vlaanderen) met aanduiding van kadastrumnummers van de meest prominente percelen.	13
Figuur 3 : principe van elektromagnetische inductie.	15
Figuur 4 : De opbouw van de gebruikte meerspoelige EMI sensor (T = zendspoel en R = ontvangstspoel).	16
Figuur 5 : mobiele sensorconfiguratie met de EMI sensor in de slede en RTK-GPS.	16
Figuur 6 : EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte) in zone 1.	19
Figuur 7: EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte) in zone 2.	20
Figuur 8 : EG opgemeten met de 1PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.5 m diepte) in zone 3.	21
Figuur 9 : EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) in zone 1.	23
Figuur 10 : EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) in zone 2.	24
Figuur 11 : EG opgemeten met de 2PRP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.0 m diepte) in zone 3.	25
Figuur 12 : EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte) in zone 1.	26
Figuur 13 : EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte) in zone 2.	27
Figuur 14: EG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.6 m diepte) in zone 3.	28
Figuur 15 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) in zone 1.	30
Figuur 16 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) in zone 2.	31
Figuur 17 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) in zone 3.	32
Figuur 18 : EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 1.	33
Figuur 19 : EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 2.	34
Figuur 20 : EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 3.	35
Figuur 21: 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 1.	36
Figuur 22 : 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 2.	36
Figuur 23 : 'High-pass' gefilterde EG opgemeten met de 4HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 6.4 m diepte) in zone 3.	37
Figuur 24 : MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte) in zone 1.	38
Figuur 25 : MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte) in zone 2.	38

Figuur 26 : MG opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.4 m diepte) in zone 3.	39
Figuur 27 : MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte) in zone 1.	40
Figuur 28 : MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte) in zone 2.	40
Figuur 29 : MG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte) in zone 3.	41
Figuur 30 : Aanduiding van de door ondiepe begraven metalen objecten verstoorde zones in zone 1.	42
Figuur 31 : Aanduiding van de door ondiepe begraven metalen objecten verstoorde zones in zone 2.	42
Figuur 32 : Aanduiding van de door ondiepe begraven metalen objecten verstoorde zones in zone 3.	43
Figuur 33 : Contouren en legende van de bodemkaart van Vlaanderen geplot op de 2PRP-EG meting in zone 1.	44
Figuur 34 : Contouren en legende van de bodemkaart van Vlaanderen geplot op de 2PRP-EG meting in zone 2.	45
Figuur 35 : Contouren en legende van de bodemkaart van Vlaanderen geplot op de 2PRP-EG meting in zone 3.	45
Figuur 36 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) met aanduiding van transect AB.	47
Figuur 37 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) met aanduiding van transect CDEFG.	48
Figuur 38 : EG opgemeten met de 2HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 3.2 m diepte) met aanduiding van transect HI.	48
Figuur 39 : Gemodelleerde EG in functie van de diepte langsheen transecten AB, CDEFG en HI.	49
Figuur 40 : Gemodelleerde EG van de bovenste meter van zone 1.	50
Figuur 41 : Gemodelleerde EG van de bovenste meter van zone 2.	51
Figuur 42 : Gemodelleerde EG van de bovenste meter van zone 3.	51
Figuur 43 : Gemodelleerde diepte van de resistieve (zandige) laag onder het maaiveld in zone 1.	53
Figuur 44 : Gemodelleerde diepte van de resistieve (zandige) laag onder het maaiveld in zone 2.	53
Figuur 45 : Gemodelleerde diepte van de resistieve (zandige) laag onder het maaiveld in zone 3.	54
Figuur 46 : Sporen met nummering op basis van de EG en MG metingen in zone 1.	56
Figuur 47 : Sporen met nummering op basis van de EG en MG metingen in zone 2.	56
Figuur 48 : Sporen met nummering op basis van de EG en MG metingen in zone 3.	57
Figuur 49 : Voorgestelde boorlocaties geplot op een kaart van de voorspelde diepte van het zand onder de klei in zones 1, 2 en 3.	61
Figuur 50: Situering van boringen op orthofoto (bron: orthofotomozaïek 2019; Geopunt/AGIV).	64
Figuur 51: boring 5.	65
Figuur 52: boring 7.	65
Figuur 53 :Boorraaien samengesteld uit de boorkolommen van de 9 boringen.	66
Figuur 54 : De locaties van de 9 uitgevoerde mechanische boringen geplot op een kaart van de voorspelde diepte van het zand onder de klei in zones 1, 2 en 3.	68
Figuur 55: Voorstel tot proefsleuvenonderzoek in de meest westelijke zone (ten oosten van Boudewijnkanaal).	70
Figuur 56: Voorstel tot proefsleuvenonderzoek in het centraal gedeelte van het traject.	70
Figuur 57: Voorstel tot proefsleuvenonderzoek in het zuidoostelijke gedeelte van het traject.	71

Figuur 58: Foto's terrein voor aanvang proefsleuvenonderzoek (links: oostelijk perceel, rechts: westelijk perceel)	78
Figuur 59: Inplanting voorgeschreven proefsleuven op orthofoto (digitaal; 1:1; 19/05/2020)	80
Figuur 60: Foto's methodiek: kraan (links) en GPS (rechts)	81
Figuur 61: Vooropgesteld sleuvenplan na afloop vooronderzoeken zonder ingreep in de bodem (bron: Gate) ..	82
Figuur 62: Profiel 1.1	85
Figuur 63: Profiel 1.2	85
Figuur 64: Profiel 1.3	85
Figuur 65: Profiel 2.1	86
Figuur 66: Profiel 2.2	86
Figuur 67: Links – S1001; rechts – S1006	96
Figuur 68: links - S1005; rechts – coupe S1006	96
Figuur 69: Overzichtsfoto t.h.v. kijkvenster met S1007, S1008 en S1011	97
Figuur 70: Coupe S1011	97
Figuur 71: Overzichtsfoto gracht S1004	98
Figuur 72: links – coupe S1002; rechts – coupe S1009	99
Figuur 73: S2001 in sleufwand	100
Figuur 74: Kuil S2004	100

7.2 Plannenlijst

Plan 1: Plangebied op topografische kaart (digitaal; 1:10.000; 02/06/2020)	2
Plan 2: Plangebied zone 1 op kadasterkaart (GRB) (digitaal; 1:250; 02/06/2020)	3
Plan 3: Plangebied zone 3 op kadasterkaart (GRB) (digitaal; 1:250; 02/06/2020)	4
Plan 4: Plangebied zone 1 op kadasterkaart (GRB) (digitaal; 1:250; 02/06/2020)	5
Plan 5: Aangelegde proefsleuven en kijkvensters (digitaal; 1:1; 02/06/2020)	83
Plan 6: Overzichtskaart van de profielregistraties (digitaal; 1:1; 25/05/2020)	87
Plan 7: Algemeen sporenplan van het onderzoek t.h.v. WP1 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)	89
Plan 8: Algemeen sporenplan van het onderzoek t.h.v. WP2 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)	90
Plan 9: Detail sporenplan t.h.v. kijkvenster WP1 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)	91
Plan 10: Weergave van de vlakhoogtes t.h.v. WP1 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)	92
Plan 11: Weergave van de vlakhoogtes t.h.v. WP2 (digitaal; 1:1; 25/05/2020)	93
Plan 12: Plangebied met maaiveldhoogte op DHM (digitaal; 1:1; 25/05/2020)	94
Plan 13: Synthesepan proefsleuvenonderzoek op resultaten voorgaande onderzoeken (westelijke deel) (digitaal; 1:1; 02/06/2020)	104
Plan 14: Synthesepan proefsleuvenonderzoek op resultaten voorgaande onderzoeken (oostelijk deel) (digitaal; 1:1; 02/06/2020)	105

7.3 Tabellenlijst

Tabel 1: Vondsten	101
Tabel 2: Geraadpleegde specialisten	101

8 Bibliografie

- AGENTSCHAP ONROEREND ERFGOED, 2020. *Code van goede praktijk voor de uitvoering van en rapportering over archeologisch vooronderzoek en archeologische opgravingen en het gebruik van metaaldetectoren (versie 4.0)*, Brussel. Available at: https://www.onroenderfgoed.be/sites/default/files/2019-03/CGP_V4_geen_TC_20190322.pdf.
- AGIV, 2020a. Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen: Bodemerosiekaart.
- AGIV, 2020b. Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen: Digitaal Hoogte Model.
- AGIV, 2020c. Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen: Grootschalig Referentiebestand (GRB).
- AGIV, 2020d. Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen: Topografische Kaart NGI 1:10000 raster, klassieke reeks. Available at: <http://www.geopunt.be>.
- ALUWE, K. & LALOO, P., 2018. *Brugge Boudewijnkanaal. Aquafin 22.073H. Archeologienota 2018/194*, Bredene. Available at: <https://loket.onroenderfgoed.be/archeologie/notas/archeologienotas/9194>.
- ONROEREND ERFGOED VLAANDEREN, 2020a. Een beslissingsboom voor verplicht archeologisch vooronderzoek. Available at: https://www.onroenderfgoed.be/assets/files/content/images/stroomschema_stedenbouwkundig-verkaveling_v7.pdf.
- ONROEREND ERFGOED VLAANDEREN, 2020b. Loker onroerend erfgoed: archeologienota's. Available at: <https://loket.onroenderfgoed.be/archeologie/notas/archeologienotas/goedgekeurd> [Accessed May 24, 2017].

9 Bijlagen

9.1 Fotolijst proefsleuven

9.2 Sporenlijst proefsleuven

9.3 Tekeningenlijst proefsleuven