

Hulshout – Optimalisatie overstortleiding
RWZI Hulshout (23.029)
Archeologienota / Bureauonderzoek

Mark Groenhuijzen

VU

hbs

archeologie

VRIJE
UNIVERSITEIT
AMSTERDAM



Z u i d n e d e r l a n d s e A r c h e o l o g i s c h e N o t i t i e s

712

Z A N

Hulshout – Optimalisatie overstortleiding
RWZI Hulshout (23.029)
Archeologienota / Bureauonderzoek

Mark Groenhuijzen

Zuidnederlandse Archeologische Notities

712

Amsterdam 2019
VUhs archeologie

De serie *Zuidnederlandse Archeologische Notities* is een uitgave van VUhbs archeologie, Amsterdam

COLOFON

Opdrachtgever: Aquafin NV
Project: Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029)
Uitvoerder: VUhbs archeologie
Plaats documentatie: VUhbs archeologie
Projectcode: 2019G185
Erkend archeoloog: Johan van Kampen (OE/ERK/Archeoloog/2015/00028)
Coördinaten: noordoost: 178.827 / 195.462
zuidwest: 178.692 / 195.348
Provincie, gemeente: Antwerpen, Hulshout
Uitvoering: april 2019, juli 2019
Auteur: dr. M.R. Groenhuijzen
Illustraties: B. Bussemaker BSc, dr. M.R. Groenhuijzen
Omslagontwerp: M. Kriek

ISBN: 978-90-8614-690-1

Relevante thesauritermen: bureauonderzoek

©VUhbs archeologie, Amsterdam, juli 2019
De Boelelaan 1105
1081 HV AMSTERDAM

INHOUD

1	INLEIDING.....	4
1.1	Kader en motivatie.....	4
1.2	Plangebied en geplande werkzaamheden	6
1.2.1	Oppervlakte van het plangebied en ingreep	6
1.3	Bestaande situatie en bekende verstoringen.....	8
1.4	Archeologische voorkennis.....	10
1.5	Doel en vraagstelling van het onderzoek.....	10
1.6	Randvoorwaarden	10
1.7	Opzet van het rapport en motivatie bronnenmateriaal.....	10
2	BUREAUONDERZOEK (ASSESSMENT)	11
2.1	Aardkunde (landschap en bodem).....	11
2.1.1	Geologische ontwikkeling.....	11
2.1.2	Reliëf en bodem binnen het plangebied	13
2.2	Archeologische en historische situatie	16
2.2.1	Archeologische situatie.....	16
2.2.2	Historische situatie	17
2.2.3	Luchtfotografie (Nieuwste Tijd situatie)	21
2.3	Archeologische verwachting / synthese	23
2.3.1	Bestaande verstoringen (RWZI-terrein, rioleringen en waterloop).....	23
2.3.2	Gracht en naastgelegen werkzone.....	23
2.3.3	Conclusie.....	24
2.4	Samenvatting	25
3	LITERATUUR	26
4	LIJST VAN BIJLAGEN.....	26

1 INLEIDING

1.1 KADER EN MOTIVATIE

In opdracht van waterzuiveringsbedrijf Aquafin heeft VUHbs archeologie een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het project Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029) in de gemeente Hulshout (fig. 1.1 en 1.2). Binnen dit project is de optimalisatie van de overstort- en effluentleiding van RWZI Hulshout voorzien. De overstortleiding zal worden vervangen door een open gracht, en er wordt een nieuwe riolering met een terugslagklep aangebracht. Door de werken zullen de bodem en eventueel aanwezige archeologische resten worden verstoord.

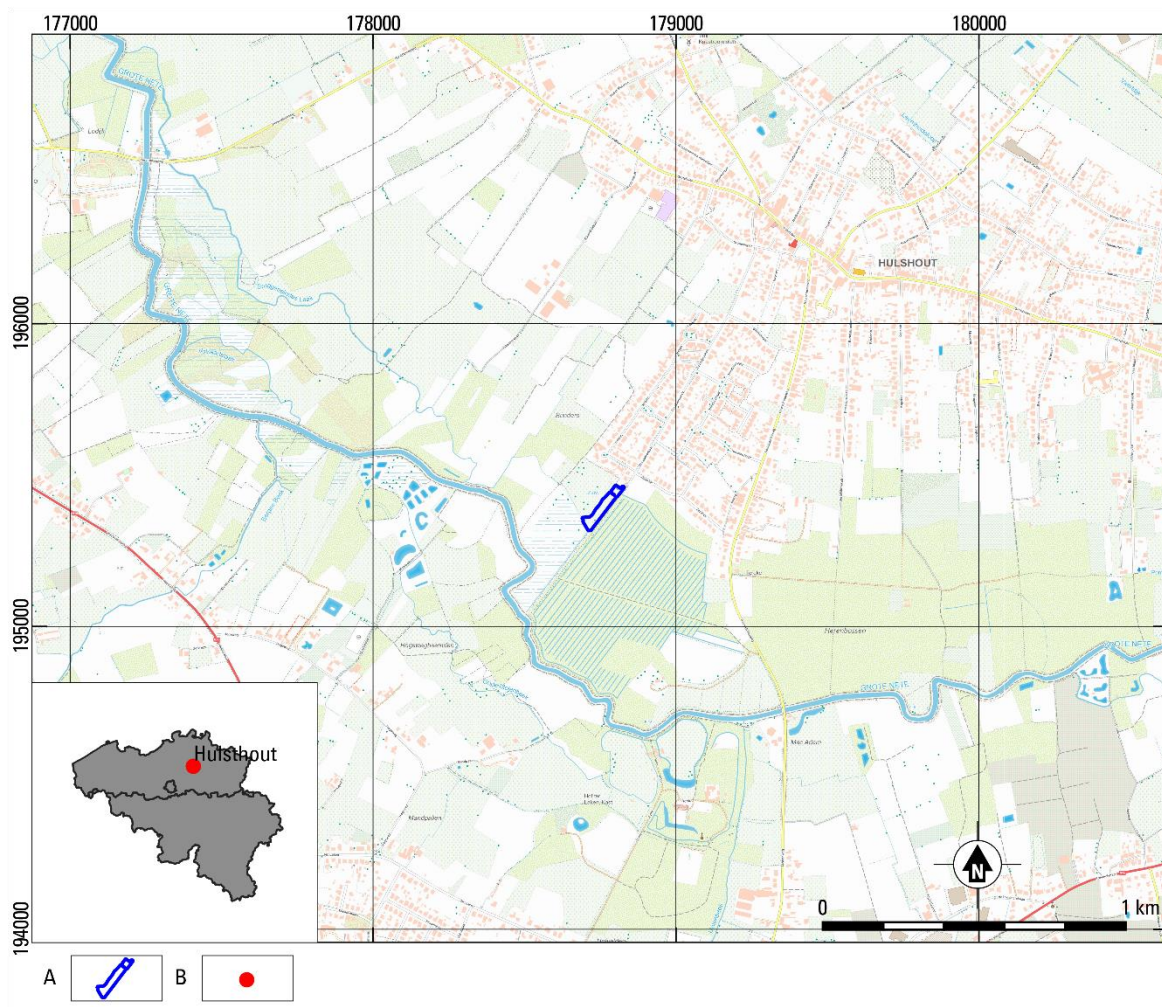


Fig. 1.1. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Locatie van het plangebied op de topografische kaart en de locatie van Hulshout in België. Bron: wms.ngi.be/cartoweb.

A plangebied; B locatie Hulshout.

Het onroerend erfgoed decreet van 12 juli 2013, artikel 5.4.1 stelt dat bij de aanvraag van een omgevingsvergunning voor stedenbouwkundige handelingen met ingreep in de bodem een archeologienota wordt toegevoegd wanneer de totale oppervlakte van de ingreep in de bodem 1000 m² of meer beslaat en de totale oppervlakte van de kadastrale percelen waarop de vergunning betrekking heeft 3000 m² of meer bedraagt, als het plangebied niet gelegen is in een archeologische zone, in een

beschermde archeologische site of opgenomen is in de vastgestelde inventaris van archeologische zones. Het plangebied en de oppervlakte van de ingrepen overschrijden deze criteria (zie *infra*).

De wijziging van het decreet op 5 jul 2017 geeft vrijstelling van de verplichting tot onderzoek bij werken aan lijninfrastructuur (niet gelegen in een archeologische zone of beschermde archeologische site) van meer dan 1000 m, waarbij de oppervlakte van de bodemingrepen buiten het gabarit de 1000 m² niet overschreden wordt. Deze wijziging is niet van toepassing op het plangebied. Het plangebied is niet gelegen in een zone waarin geen archeologisch erfgoed meer te verwachten valt.



Fig. 1.2. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Locatie van het plangebied op het Groot Referentie Bestand. Bron: geopunt.be
A plangebied.

1.2 PLANGEBIED EN GEPLANDE WERKZAAMHEDEN

Het plangebied is gelegen aan de Doodsbroekstraat in de plaats en gelijknamige gemeente Hulshout. Ten dele betreft het een terrein van het reeds bestaande RWZI Hulshout. De voorgenomen werkzaamheden maken onderdeel uit van het project Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Binnen dit project zal de overstort- en effluentleiding van RWZI Hulshout worden geoptimaliseerd. De overstort ligt in toekomstig Sigmagebied.¹ Dit heeft tot gevolg dat de nabijgelegen waterloop Bruggeneindse Laak en de daarop aangesloten riolering onderhevig zullen worden aan opstuwning vanuit het overstromingsgebied. Om terugstroming naar het RWZI en wateroverlast te voorkomen zijn daarom de hieronder genoemde aanpassingen voorzien. Er zal een nieuwe gracht worden gegraven vanaf het RWZI, waarvoor aan de noordwestzijde een werkzone in gebruik zal worden genomen van circa 10 m breed. Hier zal het terrein ook deels worden afgegraven. Aan de zuidoostzijde van de gracht is ook een werkzone voorzien, maar dit zal enkel gebruikt worden om te voet toegang te kunnen nemen. De gracht begint net ten zuidwesten van het terrein van de RWZI en wordt aangesloten op de Bruggeneindse Laak. Ter hoogte van de aansluiting wordt de Bruggeneindse Laak over een afstand van 17 m van steenbestorting voorzien. De bestaande riolering vanaf de Doodsbroekstraat tot aan de Bruggeneindse Laak via de RWZI zal niet worden opgebroken. Deze wordt wel vervangen door een nieuwe riolering met terugslagklep, die niet doorloopt naar de Bruggeneindse Laak maar wordt aangesloten op de nieuwe gracht. Daarnaast zal de afsluiting inclusief poort van het RWZI-terrein worden vervangen. Ten behoeve van de werkzaamheden zal de bestaande wegeis geheel of gedeeltelijk afgebroken worden. Naderhand zullen deze hersteld worden naar oude toestand. Hierbij zijn geen uitbreidingen of verfraaiingen voorzien. In bijlage 2 zijn de gedetailleerde plannen van de werkzaamheden terug te vinden.

zone	werkzaamheden	verstoringdiepte
Gehele plangebied	Nieuwe riolering (250/400/800/1000 mm), lengte 71 m	Ca. 1.40-2.50 m
	Werken aan overstortdrempel, oppervlak 34 m ²	Ca. 2.50 m
	Werken aan terugslagklep, oppervlak 14 m ²	Ca. 1.85 m
	Gracht, lengte 133 m, oppervlak ca. 1353 m ²	Ca. 1.15-1.35 m
	Werkzone noordwestzijde gracht, oppervlak ca. 1453 m ²	Ca. 0.30 m
	Werkzone zuidoostzijde gracht, oppervlak ca. 1464 m ²	n.v.t.
	Vervanging afsluiting inclusief poort RWZI, lengte 46 m	n.v.t.

Tabel 1.1. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Overzicht van de geplande werkzaamheden.

1.2.1 OPPERVLAKTE VAN HET PLANGEBIED EN INGREEP

Het totale oppervlak van het plangebied bedraagt ca. 5321 m². De totale strekkende meter van het plangebied bedraagt ca. 188 m. Doordat de oppervlakte van het plangebied groter is dan 3000 m² en de strekkende meter niet hoger dan 1000 m, de oppervlakte van de bodemingreep groter is dan 1000 m² en de werkzaamheden buiten het huidige gabarit plaatsvinden, is het volgens het nieuwe archeologiedecreet nodig een archeologienota bij de vergunningsvraag toe te voegen. De kadastrale gegevens zijn weergegeven in tabel 1.2 en fig. 1.3.

¹ Het Sigmaphan is een project van de Vlaamse overheid dat het risico op overstromingen rond de Schelde en haar zijrivieren moet verkleinen.

Kadastrale gegevens

Hulshout, 1e afdeling, sectie D
309/2B, 309/2C, 309/2D, 309/2E, 310E, 310F, 310G, 310H

Tabel 1.2. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Kadastrale gegevens. Bron: CadGIS Viewer.



Fig. 1.3. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Locatie van het plangebied op het Groot Referentie Bestand met de kadastrale gegevens. Bron: geopunt.be

1.3 BESTAANDE SITUATIE EN BEKENDE VERSTORINGEN

Het huidige gebruik van het plangebied staat weergegeven op de bodembedekkingskaart (fig. 1.4). Het grootste deel van het plangebied, in het bijzonder de zone die gebruikt wordt voor de nieuw te graven gracht en de naastgelegen werkzone, is in gebruik als grasland met enkele geïsoleerde bomen. Een deel van het terrein, vanaf de Doodsbroekstraat in het noordoosten tot en met het terrein van de RWZI, is bestraat met asfalt en klinkerverharding. Op het terrein van de RWZI is bebouwing aanwezig van deze installatie.

In de ondergrond van het plangebied zijn ook enkele verstoringen reeds bekend (tabel 1.3). Binnen het plangebied is reeds riolering aanwezig, die binnen dit project niet zal worden afgebroken. Deze is gelegen op 1.50-1.60 m onder maaiveld. Daarnaast kan de bestaande wegenis ter hoogte van de Doodsbroekstraat en het RWZI-terrein de bodem tot circa 0.50 m onder maaiveld hebben verstoord. De bebouwing op het RWZI-terrein zal ook voor verstoring hebben gezorgd; de mate van verstoring hier is onbekend maar ook niet relevant in het kader van de voorgenomen werkzaamheden.

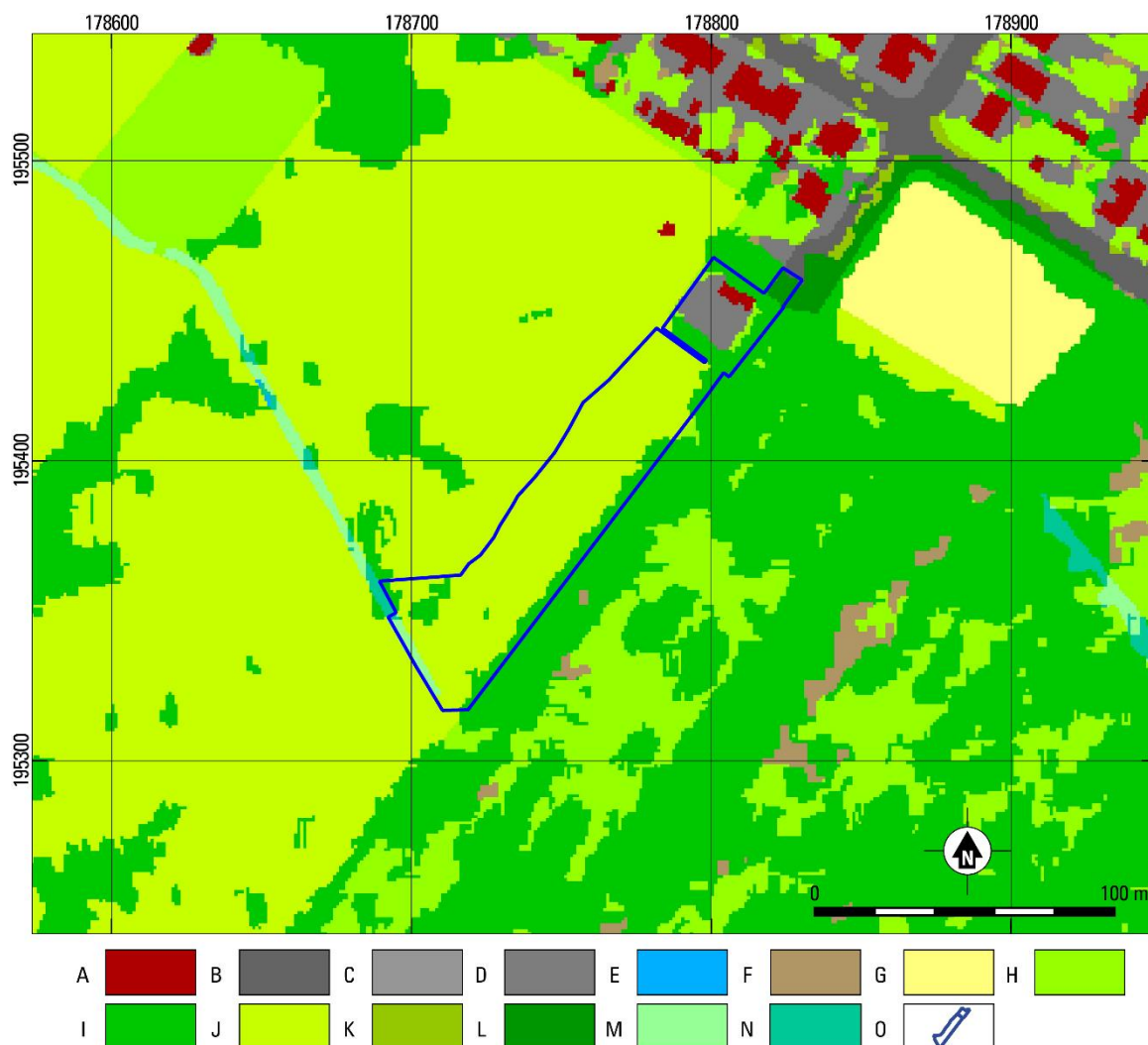


Fig. 1.4. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Uitsnede van de bodembedekkingskaart (2012). Bron: geopunt.be.

A gebouwen; B autowegen; C overig afgedekt; D spoorwegen; E water; F overig afgedekt; G akker; H gras / struiken; I bomen; J gras / struiken (landbouwgebruiksperceel); K gras / struiken (WBN); L gras / struiken (WTZ); M bomen (WTZ); N plangebied; O plangebied.

zone	Aanwezige verstoring	verstoringsdiepte
Gehele plangebied	Wegenis	Ca. 0.50 m
	Riolering met overstortdrempe	Ca. 1.50-1.60 m
	Bebouwing RWZI-terrein	Onbekend
	Bruggeneindse Laak	Onbekend

Tabel 1.3. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Overzicht van de bekende verstoringen.

1.4 ARCHEOLOGISCHE VOORKENNIS

Binnen het plangebied is niet eerder archeologisch onderzoek uitgevoerd.

1.5 DOEL EN VRAAGSTELLING VAN HET ONDERZOEK

Het doel van het onderzoek als geheel is het opsporen en in kaart brengen van de eventueel in het plangebied aanwezige archeologische vindplaatsen. Allereerst dient door middel van het bureauonderzoek aan de hand van bestaande bronnen informatie verworven te worden over bekende of te verwachten archeologische sporen en resten. De volgende onderzoeksvragen dienen beantwoord te worden:

- Zijn er aanwijzingen voor verstoringen binnen het plangebied? (paragraaf 1.3)
- Wat is de geologische opbouw van het plangebied? (paragraaf 2.1)
- Wat zijn de bekende en verwachte archeologische sporen en resten binnen het plangebied? Wat is bekend van het karakter, de omvang, datering, gaafheid en conservering van deze sporen en resten? (paragraaf 2.2)
- Wat is de impact van de geplande werkzaamheden? (paragraaf 2.3)

Na het uitvoeren van een bureauonderzoek zal bekend zijn of archeologische waarden aanwezig zijn en op welke manier deze waarden beschermd dienen te worden. Dit kan *in situ* als de waarden niet in gevaar komen door de geplande werkzaamheden of *ex situ* als de waarden onomkeerbaar vernietigd worden.

1.6 RANDVOORWAARDEN

Het betreft een bureauonderzoek voor een ingreep in de bodem met uitgesteld vervolgonderzoek. De percelen binnen het plangebied zijn op het moment van bureauonderzoek niet toegankelijk, waardoor iedere vorm van vervolgonderzoek in uitgesteld traject plaats zal vinden. Dit geldt voor vooronderzoek zonder ingreep in de bodem (landschappelijke boringen) en vervolgonderzoek met ingreep in de bodem (verkenkende en waarderende archeologische boringen, proefputten en proefsleuven).

1.7 OPZET VAN HET RAPPORT EN MOTIVATIE BRONNENMATERIAAL

De verslaglegging is per uitgevoerd onderdeel van het onderzoek samengesteld. In hoofdstuk 2 zullen de resultaten (assessment) van het bureauonderzoek worden beschreven. Hierbij zal eerst de geologische ontwikkeling voor het plangebied besproken worden alsmede de bodemontwikkeling. Daarna zal de archeologische en historische situatie geschetst worden aan de hand van een historisch kaart materiaal en literatuur. Voor wat betreft de historische gegevens is gebruik gemaakt van de beschikbare literatuur – voornamelijk online (zie literatuur). De historische cartografische bronnen (Ferrariskaart, Atlas der Buurtwegen, Vandermaelenkaart) zijn geraadpleegd via de raadpleegdienst voor historische cartografie (Agiv). De bodemkundige kaarten zijn geraadpleegd op de website www.dov.vlaanderen.be. De bekende archeologische gegevens zijn opgezocht op de Centrale Archeologische Inventaris. De afgebeelde kaarten zijn vervaardigd in QGIS en weergegeven in Lambert 1972 projectiesysteem.

2 BUREAUONDERZOEK (ASSESSMENT)

2.1 AARDKUNDE (LANDSCHAP EN BODEM)

2.1.1 GEOLOGISCHE ONTWIKKELING

Het plangebied ligt geomorfologisch gezien in het dal van de Grote Nete en maakt daarmee onderdeel uit van het stroomgebied van de Schelde. Aan de zuidoostzijde van het plangebied is de Bruggeneindse Laak gelegen, een kleine beek die een sterk meanderende loop kent en parallel ligt aan de Grote Nete over een afstand van circa 2.7 km. De Bruggeneindse Laak mondt uit in de Grote Nete bij de Herentalseweg ten noordwesten van het plangebied.

De top van de Tertiaire ondergrond van het plangebied bestaat volgens de Tertiairgeologische kaart (fig. 2.1) uit afzettingen van de Formatie van Diest. De Formatie van Diest is gevormd in een mariene omgeving tijdens het Tortoniaan en Vroeg-Messiniaan in het Late Mioceen (circa 11-7 miljoen jaar geleden). Dit is de laatste grote transgressie van de zee vanuit het noorden waarbij een groot deel van Vlaanderen onder water lag. De sedimenten die hierbij zijn afgezet omvatten voornamelijk groene en bruine, glauconietrijke, grove zanden met kleirijke en glimmerrijke zones en ijzerzandsteenbanken. De afzettingen van de Formatie van Diest liggen in het plangebied rond 5 m onder maaiveld.²

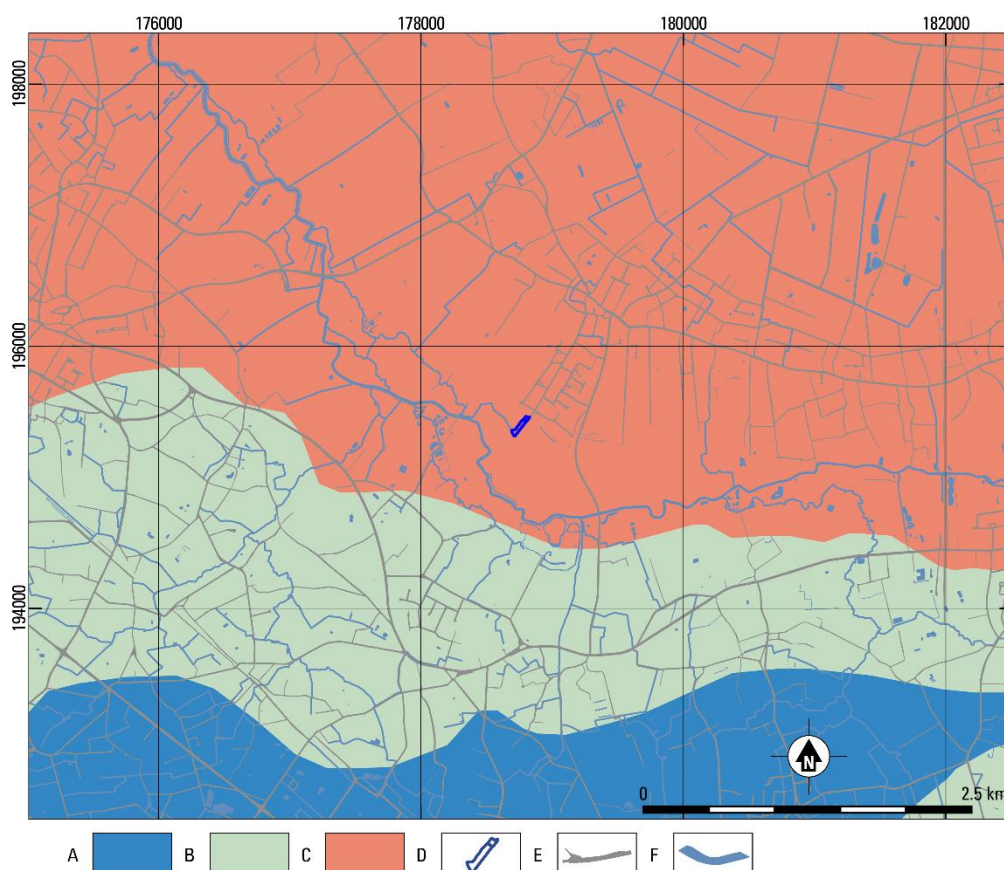


Fig. 2.1. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Uitsnede van de Tertiaire geologische kaart. Bron: dov.vlaanderen.be.

A Formatie van Boom Lid van Putte; B Formatie van Berchem Lid van Antwerpen; C Formatie van Diest; D plangebied; E wegen; F water.

² Schiltz *et al.* 1993, 5, 10; Laga *et al.* 2001, 144.

Het Tertiair werd circa 1.8 miljoen jaar geleden opgevolgd door het Kwartair. Dit is de huidige geologische periode die wordt gekenmerkt door het voorkomen van een afwisseling van koudere en warmere fasen, de zogenaamde glacialen en interglacialen. Gedurende deze periode is het Tertiaire substraat afgedekt onder jongere Kwartaire afzettingen. In de omgeving van het plangebied zijn de bewaard gebleven afzettingen voornamelijk gevormd tijdens het Weichseliaan, de laatste ijstijd (circa 116.000-11.700 jaar geleden); oudere afzettingen zijn grotendeels geërodeerd. De Quartairgeologische kaart (fig. 2.2) geeft inzicht in de verspreiding van de Kwartaire afzettingen aan de hand van profieltypen.

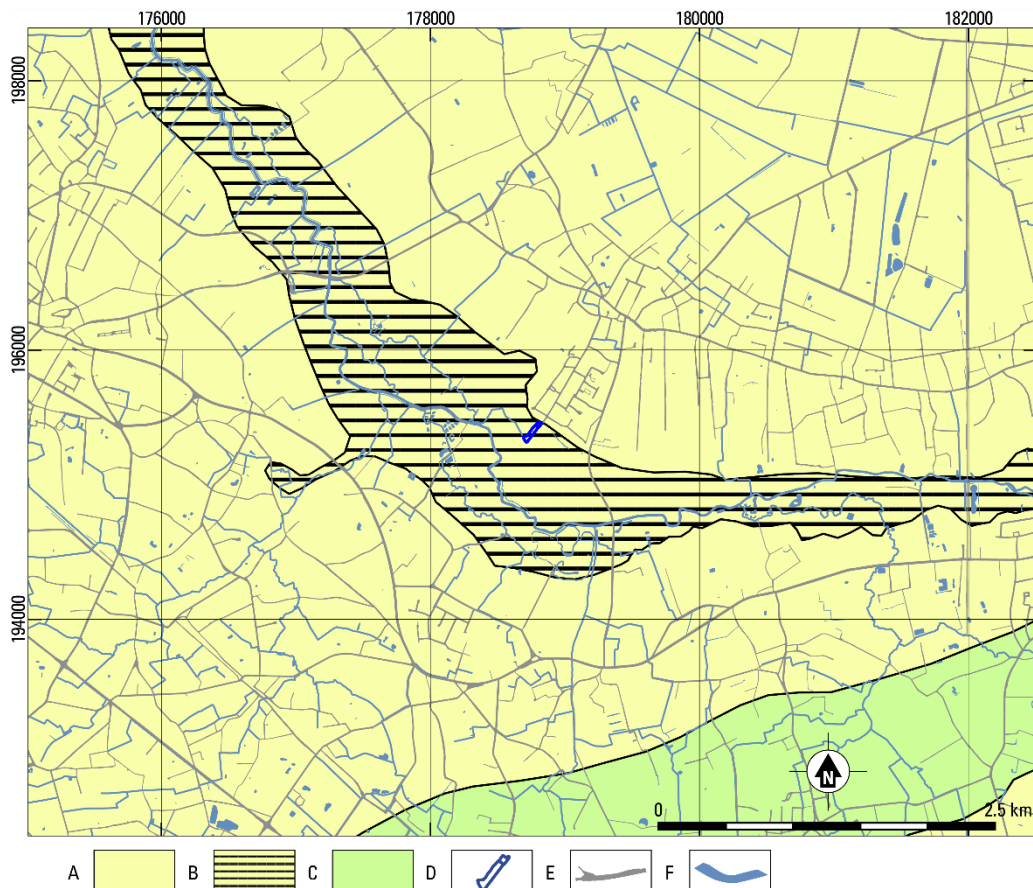


Fig. 2.2. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Uitsnede van de Quartair geologische kaart.
Bron: dov.vlaanderen.be

A profieltype 1: eolische afzettingen (zand/zandleem) uit het Weichselien en mogelijk Vroeg-Holoceen; B profieltype 1a: profieltype 1 afgedekt door Holocene fluviatiele afzettingen; C profieltype 3: eolische afzettingen uit het Weichselien en mogelijk Vroeg-Holoceen op fluviatiele afzettingen uit het Weichselien; D plangebied; E wegen; F water.

Hier is te zien dat het plangebied gelegen is op profieltype 1a, nabij de overgang naar profieltype 1. Bij profieltype 1 bestaat de volledige Kwartaire stratigrafie uit afzettingen uit het Weichseliaan die eolisch in oorsprong zijn. Tijdens deze ijstijd kon door gebrek aan vegetatie sediment op grote schaal door de wind verplaatst worden. Hierbij is een afdekkend pakket ontstaan wat door Vlaanderen van noord naar zuid een verloop kent van zand naar zandleem tot leem. De eolische afzettingen in het plangebied bestaan uit licht zandleem. Ze worden gerekend tot de Formatie van Gent.³ Plaatselijk kunnen de eolische afzettingen nog als colluvium zijn verschoven tijdens het Weichseliaan of het Holoceen, de huidige warme periode (sinds 11.700 jaar geleden).

³ Gullentops *et al.* 2001, 162; Bogemans/Van Molle 2007, 10-11.

Bij profieltype 1a zijn ook de eolische afzettingen uit het Weichseliaan in de ondergrond aanwezig, maar zijn deze afgedekt onder fluviale afzettingen tijdens het Holoceen. Zoals blijkt uit de kaart zijn deze afzettingen beperkt tot het huidige stroomdal van de Grote Nete. Deze afzettingen kunnen sterk heterogeen zijn en variëren van zuiver zand, kleig of leemhoudend zand, zandige of lemige klei tot zware klei. Daarnaast kan ook veen voorkomen. De Holocene fluviale afzettingen worden gerekend tot de Formatie van Arenberg.⁴

2.1.2 RELIËF EN BODEM BINNEN HET PLANGEBIED

De hoogtekaart van de omgeving van het plangebied (fig. 2.3) laat duidelijk de ligging in het stroomdal van de Grote Nete zien, omsloten door hogere heuvelrijen. Ten noordoosten van het plangebied lopen deze hoogten op tot 16-17 m TAW. De Grote Nete ligt ter hoogte van het plangebied op circa 7-8 m TAW. Het plangebied is gelegen tussen 8.8 en 8.1 m TAW, zwak aflopend richting het zuidwesten (fig. 2.4).

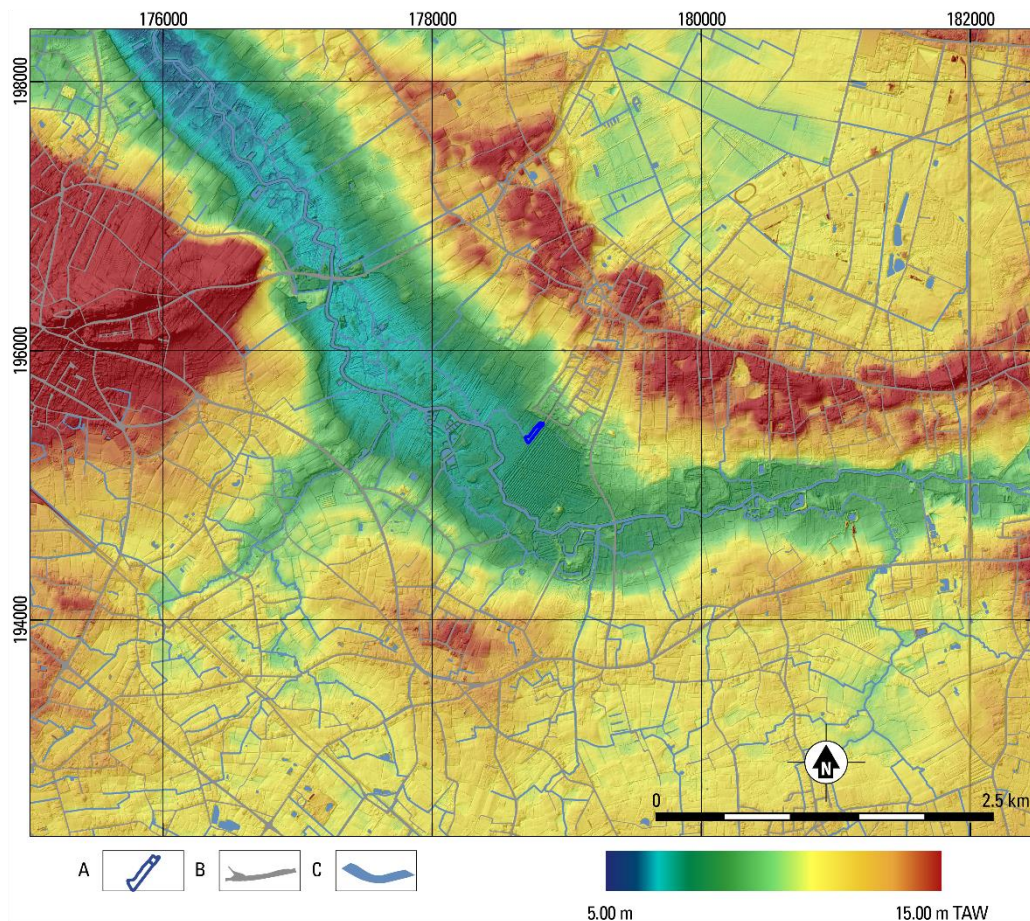


Fig. 2.3. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Uitsnede van het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II. Bron: dov.vlaanderen.be

A plangebied; B wegen; C water.

⁴ Gullentops *et al.* 2001, 161, Bogemans/Van Molle 2007, 11.

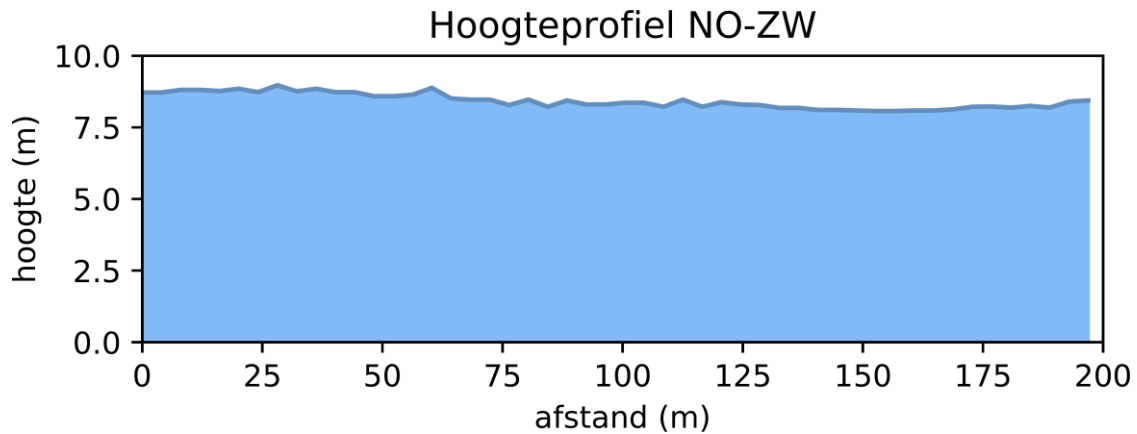


Fig. 2.4. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Hoogteverloop. Bron: geopunt.be

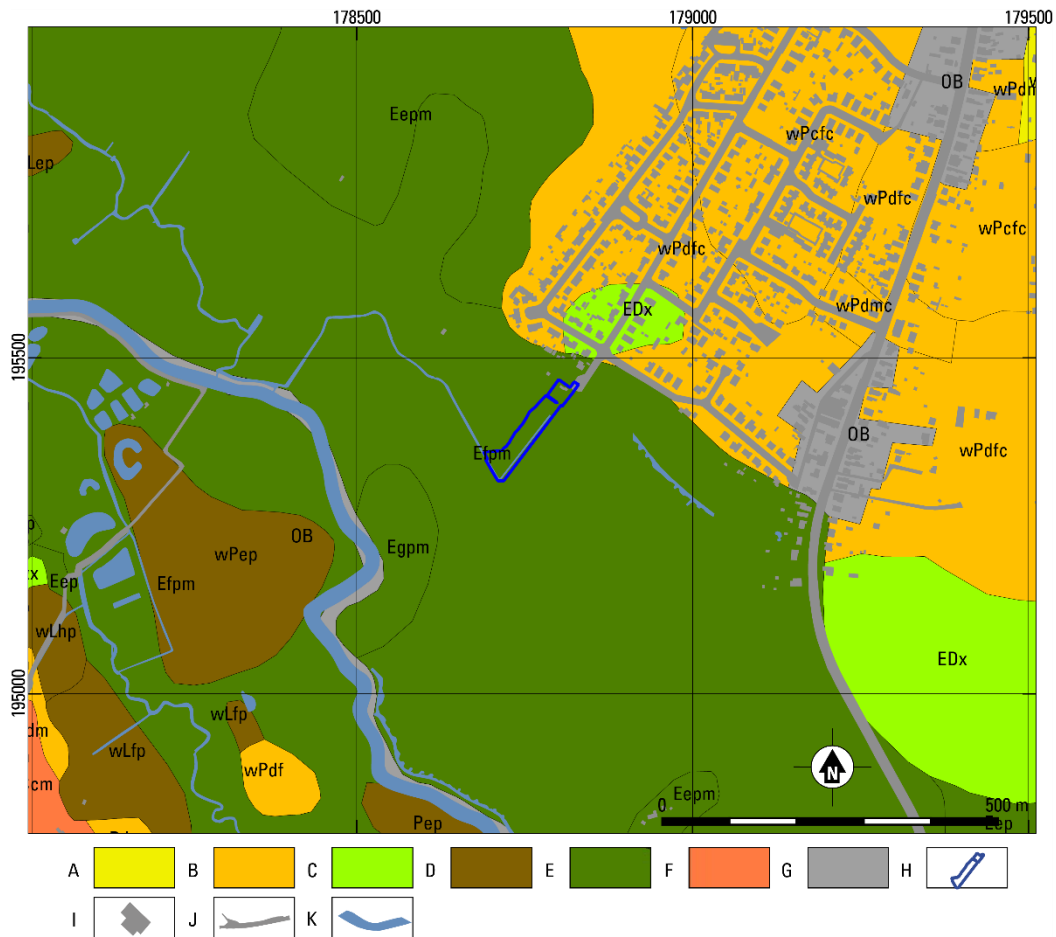


Fig. 2.5. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Uitsnede van de bodemkaart Vlaanderen.

Bron: dov.vlaanderen.be

A vochtig zand; B vochtig zandleem; C vochtig klei; D nat zandleem; E nat klei; F vochtig zand antropogeen; G antropogeen; H plangebied; I gebouwen; J wegen; K water.

Op basis van de bodemkaart (fig. 2.5) kan gesteld worden dat in het plangebied een zeer sterk gleyige kleibodem met mergelbijmenging aanwezig is, waarin geen profielontwikkeling valt waar te nemen (bodemtype Efp_m). Dit zijn natte bodems waar de gereduceerde ondergrond begint op 40-80 cm onder

maaveld. Dit bodemtype is kenmerkend voor de ligging in het dal van de Grote Nete op recent alluviaal moedermateriaal.⁵ In de ondergrond zullen de eolische lichte zandleemafzettingen voorkomen, sterk oplopend richting het noordoosten. Dit blijkt uit het voorkomen van deze lichte zandleemgronden aan het oppervlak ten noordoosten van het plangebied. Ook kunnen dergelijke Kwartaire eolische afzettingen voorkomen als opduikingen in het Holocene dal, blijkens het voorkomen van ‘eilanden’ van lichte zandleemgronden binnen de recente alluviale kleigronden.

Uit de potentiële bodemerosiekaart (fig. 2.6) kan worden afgeleid dat het plangebied een verwaarloosbaar potentieel voor bodemerosie heeft. Dit zal het resultaat zijn van een stabiele ligging en zeer zwak reliëf in het huidige stroomdal van de Grote Nete.

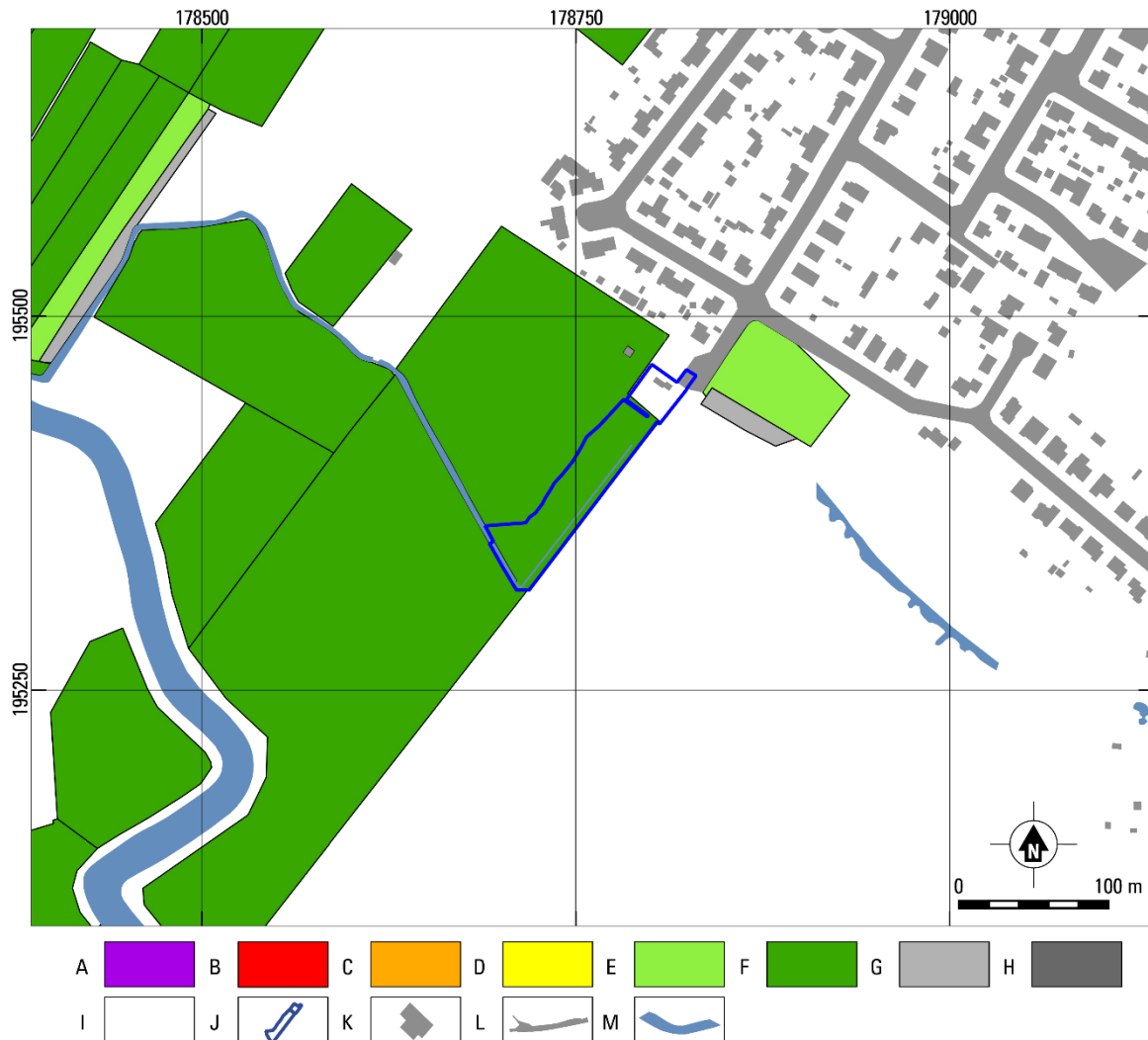


Fig. 2.6. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Uitsnede van Potentiële Erosiekaart per perceel 2018. Bron: dov.vlaanderen.be

A zeer hoog; B hoog; C gemiddeld; D laag; E zeer laag; F verwaarloosbaar; G bijzondere strook; H niet van toepassing; I geen info; J plangebied; K gebouwen; L wegen; M water.

⁵ Baeyens 1962, 66; Van Ranst/Sys 2000.

2.2 ARCHEOLOGISCHE EN HISTORISCHE SITUATIE

2.2.1 ARCHEOLOGISCHE SITUATIE

In de omgeving van het plangebied zijn een aantal CAI-locaties gelegen. De ruimtelijke verspreiding van deze locaties is weergegeven in fig. 2.7. Verdere gegevens met betrekking tot de CAI-locaties is opgenomen in tabel 2.1.

CAI-locatie	Datering	Klasse	Omschrijving
100802	Mesolithicum	Vondsten-concentratie	Ca. 20 artefacten, voornamelijk afslagen en een paar klingen; in Wommersom- en Tienenkwardsiet
101146	Late Middeleeuwen	Industrie	Windmolen (Groenmolen)
101182	Late Middeleeuwen	Bewoning	Omgracht kasteel, teruggaand tot de 14de eeuw (Kasteel Hof Ter Laken)
101857	19de eeuw	Losse vondst	Muntenvondst
101999	18de eeuw	Versterking	Schans (Koudenberg Schrans)
		Bewoning	Site met walgracht
103032	17de eeuw	Religie	Kapel (St. Annakapel)
103048	17de eeuw	Religie	Pastorij (Hulshout-pastorie)
103054	16de eeuw	Religie	Kerk (St. Mattheüskerk)
103056	17de eeuw	Bewoning	Voormalige pachthoeve van het kasteel Hof Ter Laken ('t Bergske)
103228	18de eeuw	Bewoning	Hoeve (Gasthuishoeve)
158713	Late Middeleeuwen	Losse vondst	Eén aardewerkscherf
158714	Nieuwe Tijd	Losse vondst	Eén aardewerkscherf
158715	Nieuwe Tijd	Losse vondst	Eén aardewerkscherf

Tabel 2.1. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). CAI-locaties in de omgeving van het plangebied

Uit de CAI-locaties in de omgeving blijkt dat er in de omgeving vooral informatie beschikbaar is met betrekking tot bewoning uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd. Hiertoe behoren onder meer de St. Mattheüskerk en naastgelegen pastorij in het huidige centrum van Hulshout ten noorden van het plangebied (103048, 103054), en een schans/site met walgracht met kapel nabij Varkensmarkt ten zuidoosten van het plangebied (101999, 103032). De meest nabije CAI-locaties zijn echter het terrein van het kasteel Hof Ter Laken (101182) met een nabijgelegen pachthoeve (103056). Het omgrachte kasteelterrein gaat terug tot in ieder geval de 14de eeuw, en mogelijk zelfs tot de 12de eeuw, en is opgericht als een waterburcht aan de zuidelijke rand van het dal van de Grote Nete. Het huidige kasteel is in 19de-eeuwse Vlaamse neorenaissancestijl.⁶

Er zijn veel minder gegevens beschikbaar over archeologische vindplaatsen ouder dan de Late Middeleeuwen. Aanwijzingen voor menselijke aanwezigheid in de periode Neolithicum-Vroege Middeleeuwen ontbreken volledig. Wel zijn er aanwijzingen voor steentijdbewoning uit het Mesolithicum (100802). Deze vindplaats is midden in het dal van de Grote Nete gelegen, ter hoogte van de brug van de Herentalsesteenweg over deze waterloop. Het is mogelijk dat deze vondsten zijn gedaan op een opduiking van Kwartaire eolische afzettingen in dit Holocene stroomdal.

⁶ <https://www.kempenslandschap.be/nl/over-kempens-landschap/domeinen/landgoederen/hof-ter-laken>.

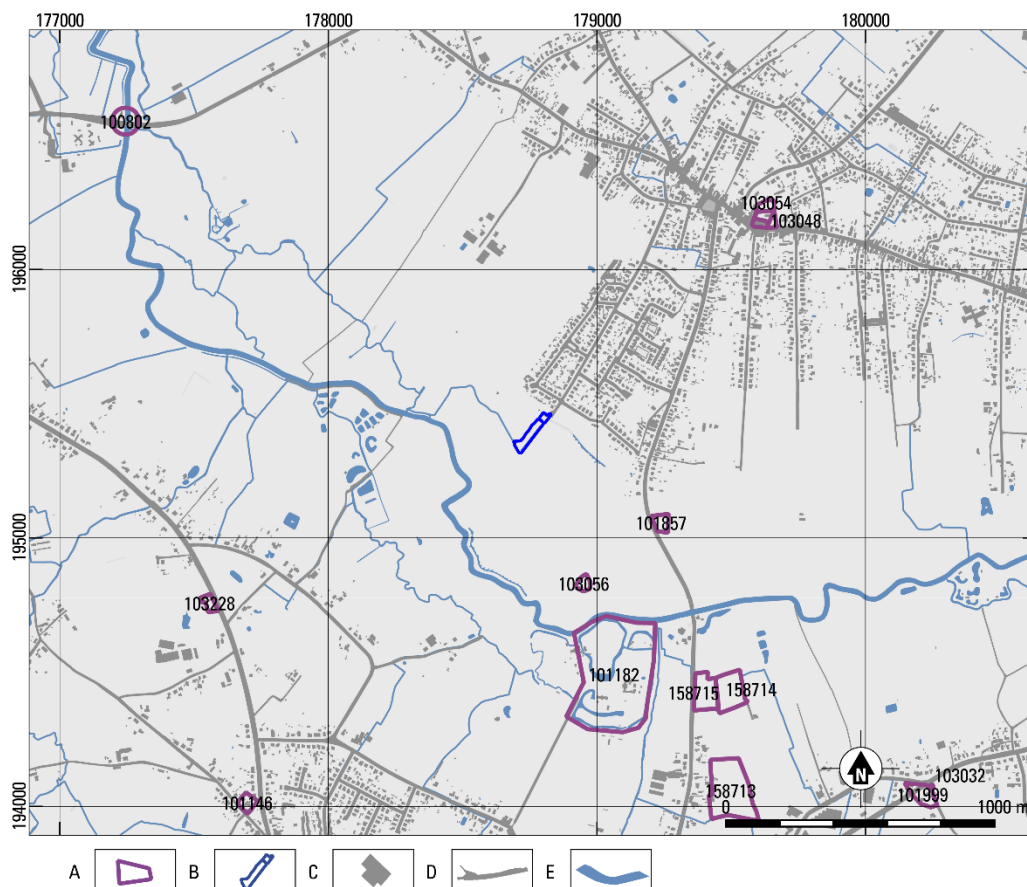


Fig. 2.7. Hulshout–Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Aanduiding van de locaties uit de Centrale Archeologische Inventaris en andere vastgestelde inventarissen in de omgeving van het plangebied. Bron: CAI en geo.onroerendergoed.be

A CAI-locatie; B plangebied; C gebouwen; D wegen; E water.

2.2.2 HISTORISCHE SITUATIE

Het toponiem Hulshout komt voor het eerst voor in historische bronnen uit het begin van de 9de eeuw als ‘Hulsholt’ en betekent letterlijk ‘hulstbos’, ofwel een bos met hulstbomen.⁷ Dit bos zal dan hebben gelegen op de hoger gelegen gronden boven het dal van de Grote Nete, waar de plaats Hulshout is ontstaan. Het hydroniem ‘Grote Nete’ is bekend uit bronnen vanaf de 15de eeuw.⁸ De meest waarschijnlijke oorsprong van deze naam is van de Proto-Indo-Europese stam ‘*nid-’, wat simpelweg ‘vloeien’ of ‘stromen’ betekent. De Bruggeneindse Laak wordt voor het eerste genoemd in bronnen uit de 18de eeuw en is vernoemd naar de wijk Bruggeneind te Hulshout. Het woord ‘laak’ is afgeleid van het Germaanse ‘*lako’ en betekent ‘lekken’. Het is dikwijls gebruikt voor kunstmatig gegraven afwateringsgrachten in moerassige terreinen nabij grotere rivieren, wat ook het geval kan zijn voor de Bruggeneindse Laak.⁹

Het oudste kaartmateriaal waar het plangebied betrouwbaar op staat afgebeeld is de Ferraris-kaart (fig. 2.8) uit de tweede helft van de 18de eeuw. Hier is te zien dat het plangebied ligt op de overgang van het bouwland naar het moerassige rivierdal. Ten zuidwesten van het plangebied stroomt de ‘Hulshout Lac’,

⁷ Debrabandere *et al.* 2010, 117.

⁸ Kempeneers *et al.* 2016, 117, 237-238.

⁹ Kempeneers *et al.* 2016, 68, 185.

de voorloper van de Bruggeneindse Laak, over een korte afstand parallel aan de Grote Nete. Deze zijloop vloeit weer samen met de Grote Nete, maar wordt vlak daarna opgevolgd door een tweede zijloop met de naam 'Brugenen Lac'. Deze configuratie bestaat thans niet meer; hoewel de huidige Bruggeneindse Laak de Grote Nete wel tot op korte afstand nadert, is de eerste samenvloeiing pas op 1.9 km ten noordwesten van het plangebied. Er is geen bebouwing in de nabijheid van het plangebied; de dichtstbijzijnde bebouwing bevindt zich in de kern van Hulshout, circa 800 m richting het noordoosten.

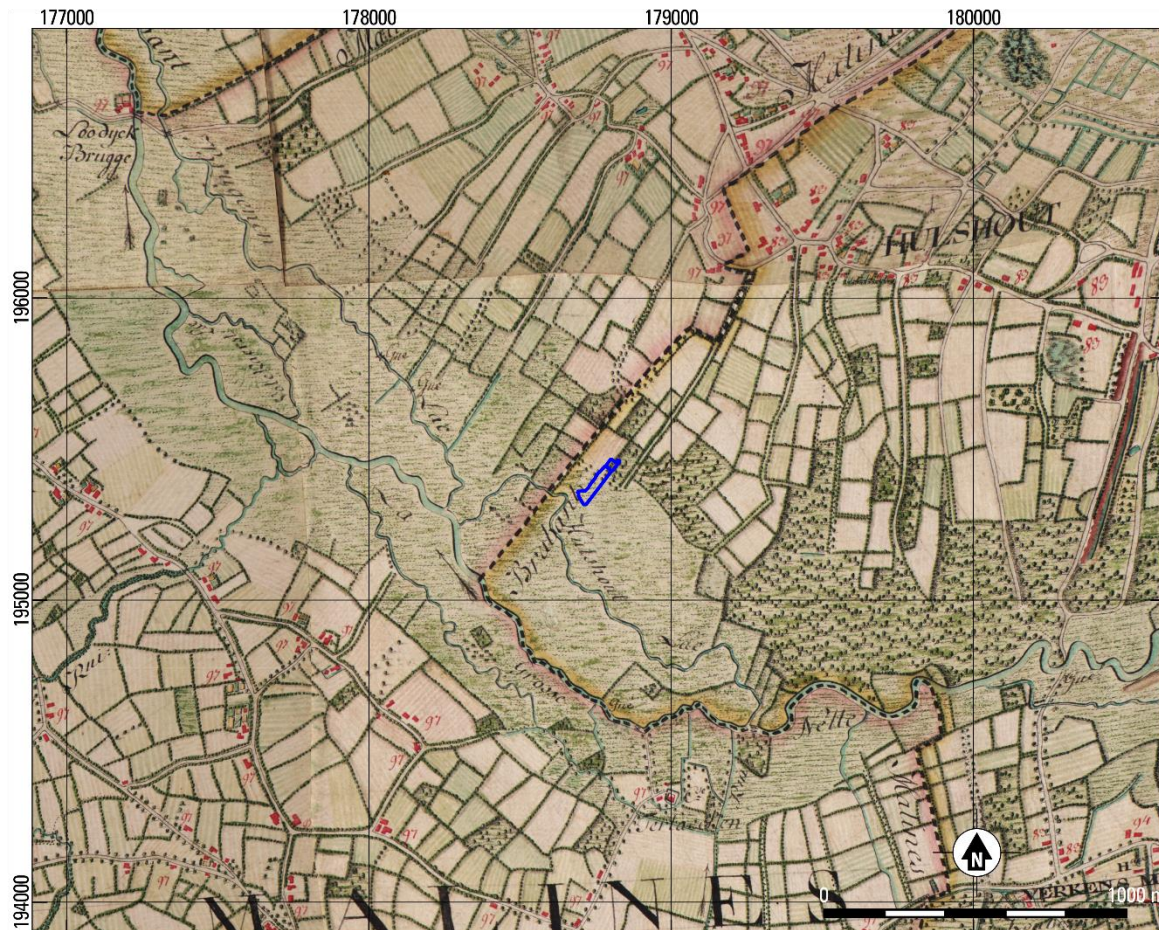


Fig. 2.8. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Plangebied geprojecteerd op een uitsnede van de Ferraris-kaart (1771-1778). Bron: geo.onroerenderfgoed.be

Het volgende kaartbeeld is van de Atlas der Buurtwegen (fig. 2.9) uit het midden van de 19de eeuw. Hierop is te zien dat het plangebied is gekarteerd op de 'Bruggen Eyndsche Laek'. Het is daarom niet uit te sluiten dat in het plangebied ook een oudere geul van deze waterloop aanwezig is. De kartering op deze waterloop kan echter ook een resultaat zijn van een inaccuraat georeferentie. Het plangebied ligt dicht bij de straat 'Chemin No 10', de voorloper van de Doodsbroekstraat.

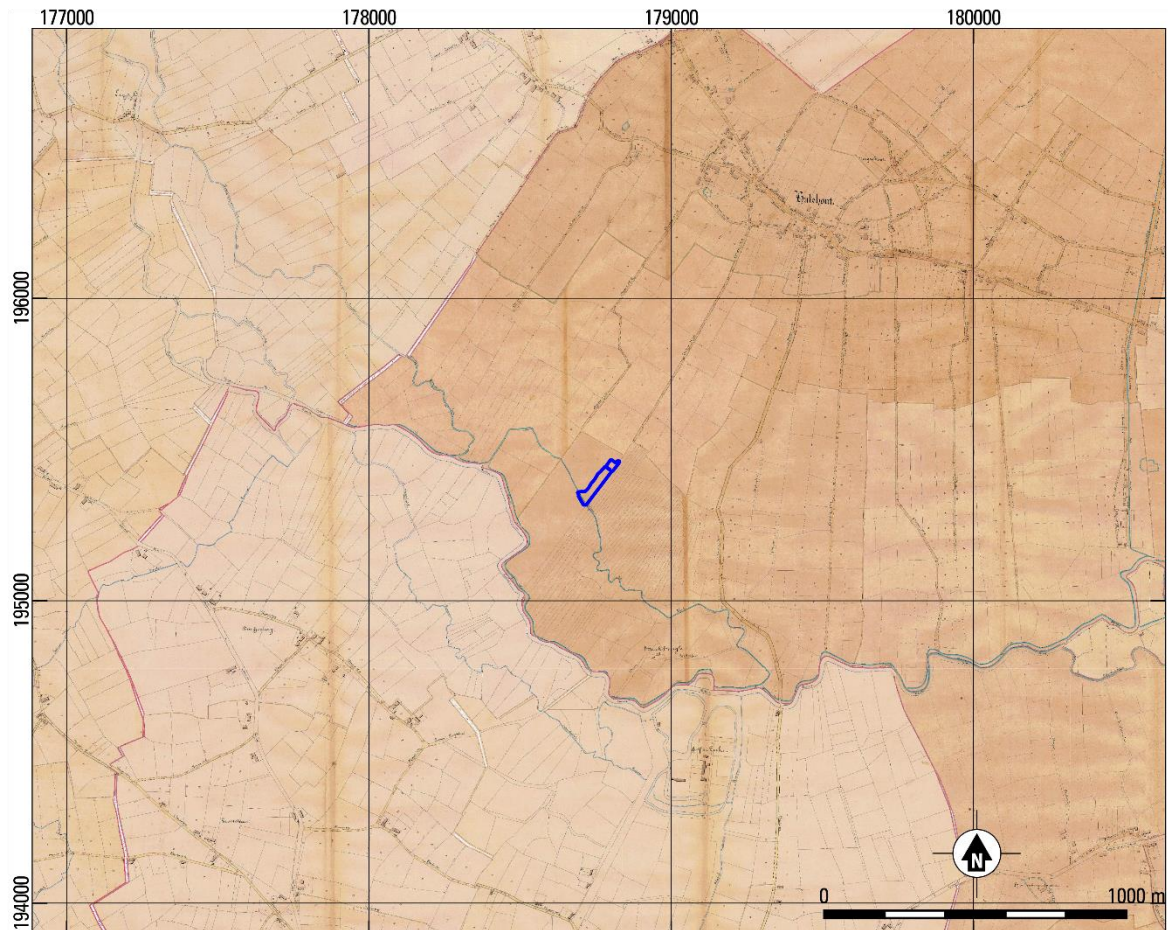


Fig. 2.9. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Plangebied geprojecteerd op een uitsnede van de Atlas der Buurtwegen (1843-1845). Bron: geo.onroerenderfgoed.be

De Vandermaelenkaart (fig. 2.10) laat net als de Atlas der Buurtwegen zien dat het plangebied gelegen kan zijn ter hoogte van een inmiddels verplaatste geul van de Bruggeneindse Laak. Het plangebied is hier gelegen in het moerassige rivierdal, vlak ten zuidoosten van de bouwlandgebieden van Hulshout en aan het uiteinde van de voorloper van de Doodsbroekstraat. Net als in de eerdere kaartbeelden blijft de bebouwing nog beperkt tot de kern van Hulshout.

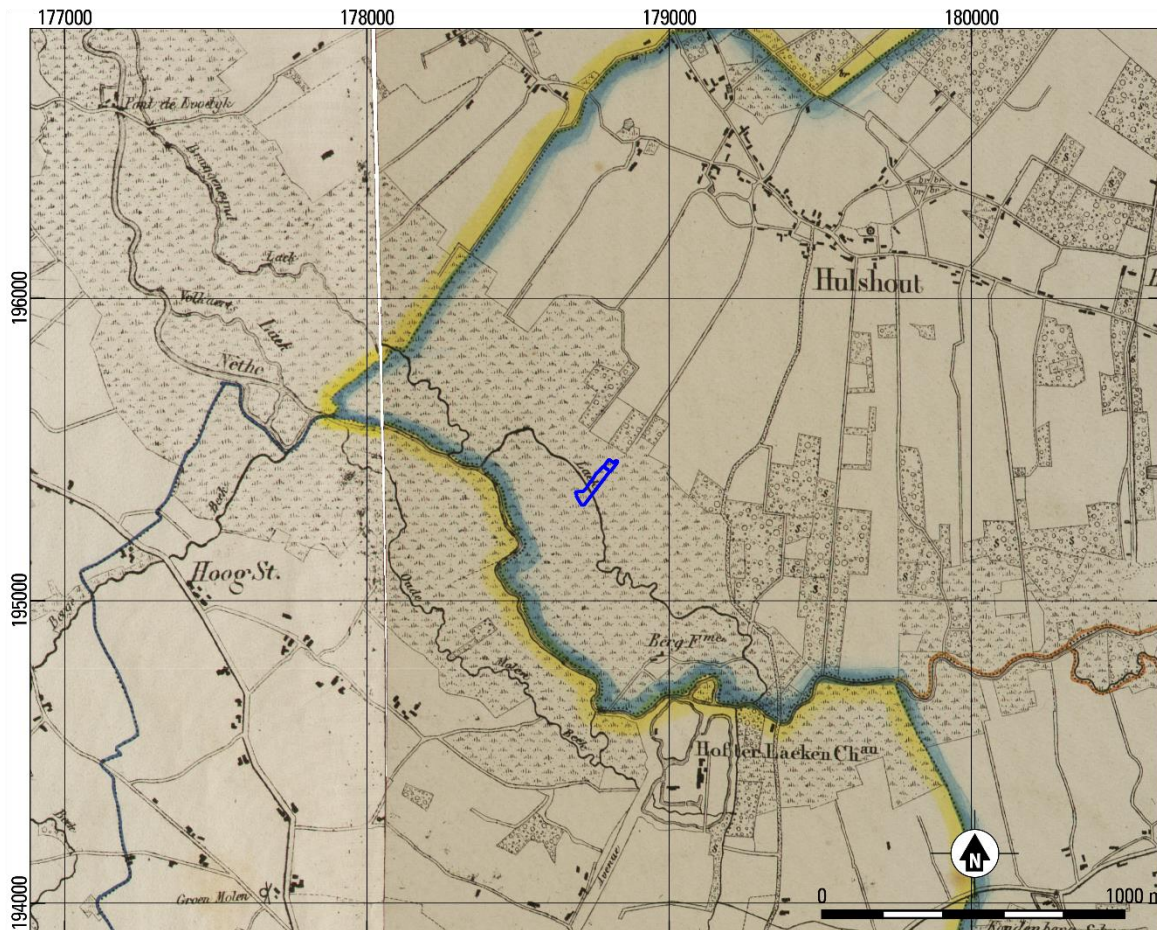


Fig. 2.10. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Plangebied geprojecteerd op een uitsnede van de Vandermaelenkaart (ca. 1850). Bron: geo.onroerendergoed.be

Overige bekende historische kaarten, zoals de Villaretkaart (1745-1748) en de Poppkaart (1842-1879), zijn helaas niet beschikbaar voor het plangebied, en leveren derhalve geen informatie op over de historische gegevens van het gebied.

2.2.3 LUCHTFOTOGRAFIE (NIEUWSTE TIJD SITUATIE)

De luchtfoto van 1971 (fig. 2.11) laat nog een grotendeels onveranderd beeld zien ten opzichte van het kaartmateriaal uit de 19de eeuw. Een duidelijk merkbare verandering is echter de uitbreiding van de bebouwing van Hulshout, met name langs de Doodsbroekstraat ten noordoosten van het plangebied. Het plangebied zelf ligt echter nog altijd in het grasland tussen deze bebouwing en de Grote Nete. Wat verder opvalt is dat de Bruggeneindse Laak lijkt drooggevallen tot aan het plangebied; deze waterloop ontspringt niet meer uit de Grote Nete maar is nu voor het eerst watervoerend direct ten westen van het plangebied. Ten zuidoosten van het plangebied is nu een aangeplant bos aanwezig, op korte en regelmatige afstand doorsneden door kleine sloten die loodrecht staan op de Grote Nete.



Fig. 2.11. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Plangebied geprojecteerd op de luchtfoto van 1971. Bron: geopunt.be

In vergelijking met de luchtfoto van 1971 is op de luchtfoto van 2018 (fig. 2.12) duidelijk te zien dat de bebouwing van Hulshout sterk is uitgebreid. Dit heeft ook een weerslag binnen het plangebied, waar een RWZI is ingericht. Verder blijft het plangebied in gebruik als grasland en veranderd er ook weinig aan de landschapsinrichting en landgebruik rondom het gebied.

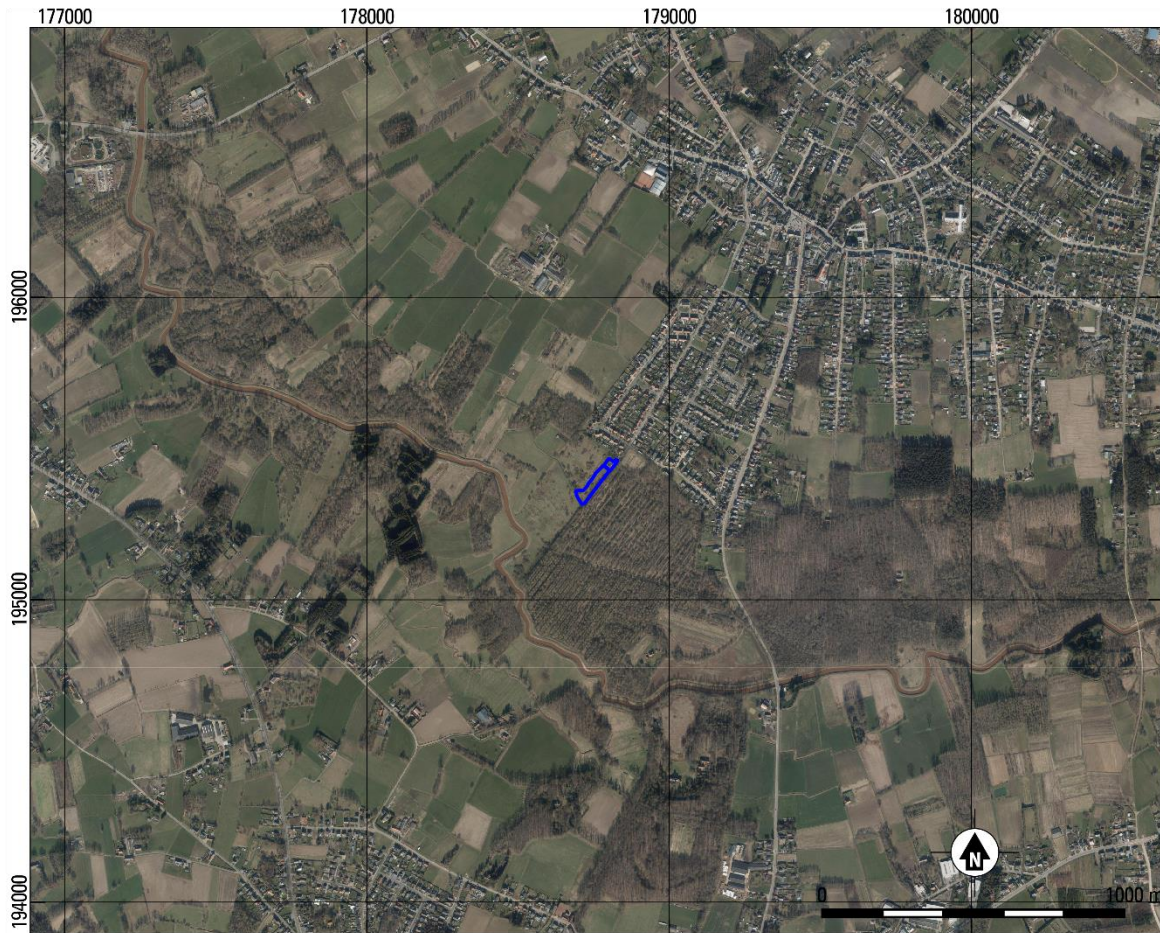


Fig. 2.12. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Plangebied geprojecteerd op de meest recente luchtfoto. Bron: geopunt.be

2.3 ARCHEOLOGISCHE VERWACHTING / SYNTHESE

In paragraaf 1.5 zijn de doel- en vraagstellingen van het onderzoek geformuleerd. In deze paragraaf zullen deze in de lopende tekst behandeld worden.

In het plangebied is de optimalisatie van de overstort- en effluentleiding van RWZI Hulshout voorzien. Er zal een open gracht worden gegraven en er wordt een nieuwe riolering met een terugslagklep aangebracht (zie paragraaf 1.2). Voor het plangebied is daarom een bureauonderzoek uitgevoerd om een inschatting te maken van de archeologische potentie en kenniswinst.

De archeologische waarde van het plangebied wordt als middelhoog ingeschat op basis van het uitgevoerde assessment. In het plangebied kunnen opduikingen voorkomen van eolische afzettingen in het rivierdal van de Grote Nete, mogelijk afgedekt onder Holocene fluviatiele afzettingen. Dergelijke opduikingen kunnen aantrekkelijke bewoningsplaatsen hebben gevormd in de steentijd, zoals is gebleken uit de aanwezigheid van een Mesolithicumvindplaats in het dal van de Grote Nete ten noordwesten van het plangebied. Gedurende het Holoceen is het plangebied vernaat en is er een kleipakket afgezet. Dit betekent dat het plangebied waarschijnlijk minder aantrekkelijk is geweest voor bewoning in de periode Bronstijd-Vroege Middeleeuwen, blijken ook uit het ontbreken van vindplaatsen uit deze periode in de omgeving. Wel kunnen eventuele vindplaatsen uit de periode Late Middeleeuwen-Nieuwe Tijd in het dal van de Grote Nete voorkomen die zijn gerelateerd aan het zuidelijk gelegen kasteelterrein Hof Ter Laken. De middel hoge waarde van het plangebied kan derhalve gespecificeerd worden als een middel hoge verwachting op het aantreffen van resten uit de periode Mesolithicum-Neolithicum, een lage verwachting op het aantreffen van sporen en resten uit de periode Bronstijd-Vroege Middeleeuwen, en een middel hoge verwachting op het aantreffen van sporen en resten uit de periode Late Middeleeuwen-Nieuwe Tijd.

In het plangebied worden verschillende werkzaamheden uitgevoerd, die een verschillende impact op het bodemarchief maken. Deze impact hangt sterk samen met het potentieel tot kenniswinst binnen de verschillende delen van het plangebied. Voor twee afzonderlijke zones (fig. 2.13) zal hieronder een gespecificeerd potentieel tot kenniswinst worden opgesteld.

2.3.1 BESTAANDE VERSTORINGEN (RWZI-TERREIN, RIOLERINGEN EN WATERLOOP)

De werkzaamheden gerelateerd aan de aanleg van de Doodsbroekstraat, het huidige RWZI-complex met rioleringen en overstortdrempel, de riolering richting de Bruggeneindse Laak en deze waterloop zelf hebben reeds gezorgd voor een hoge mate van verstoring (tabel 1.3). De impact van de toekomstige werken is dan ook eerder beperkt. Omwille van deze verstoringen is het potentieel op kenniswinst zeer gering. Binnen het plangebied zullen rioleringen dieper ingegraven worden dan de bestaande. Gezien de bestaande verstoringen zullen eventuele steentijdvindplaatsen op opduikingen van eolische afzettingen niet meer *in situ* voorkomen en van eventuele sporensites enkel de onderzijden van diepe sporen verwacht kunnen worden. De baten van een onderzoek wegen hierbij niet op tegen de kosten. Voor het deel van het plangebied dat gelegen is ter hoogte van de bestaande verstoringen geldt dat er geen verder onderzoek nodig is. Het voorkomen van archeologische sporen of vondsten kan niet volledig uitgesloten worden. Daarom wordt gewezen op de bij wet verplichte meldingsplicht, indien bij de geplande graafwerken toch op archeologische sporen van enige omvang of belang zou gestoten worden.

2.3.2 GRACHT EN NAASTGELEGEN WERKZONE

Met betrekking tot de graafwerkzaamheden van de gracht en de naastgelegen werkzone zijn geen aanwijzingen voor bestaande verstoringen van het oorspronkelijke bodemprofiel. Hier kunnen nog steentijdvindplaatsen evenals sporensites voorkomen. Daarmee is de impact op het bodemarchief

aanzienlijk te noemen voor de delen die worden bedreigd door de werkzaamheden. Dit geldt voor de zone van de gracht en de aan de noordwestzijde gelegen werkzone. Samen met de middelhoge archeologische verwachting kan aan dit deel van het plangebied daarom een hoog potentieel tot kenniswinst gegeven worden. Voor dit deel wordt vervolgonderzoek geadviseerd. Binnen de werkzone ten zuidoosten van de gracht zullen geen werkzaamheden plaatsvinden, dit zal enkel worden gebruikt voor betreding te voet. Voor dit deel wordt daarom geen vervolgonderzoek geadviseerd.

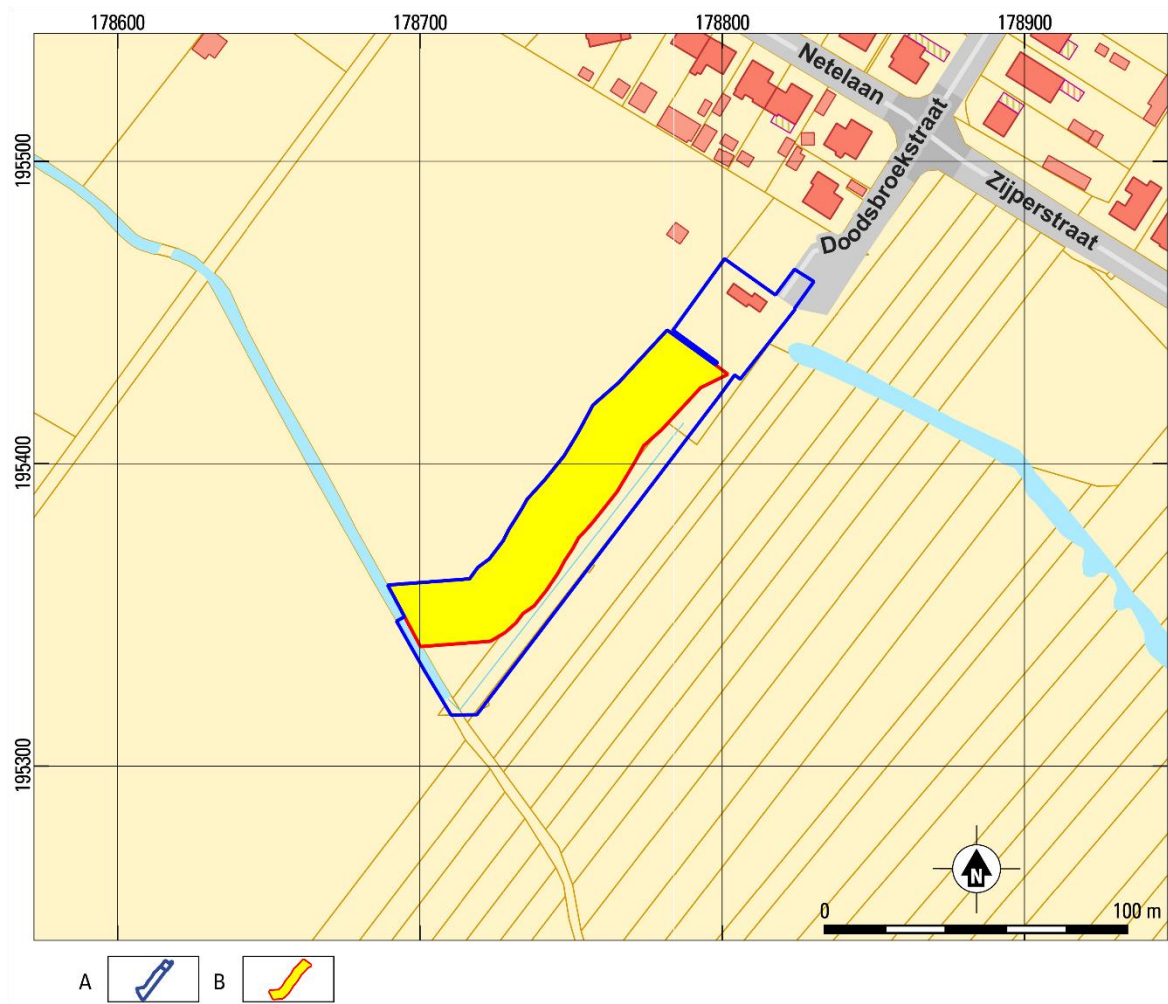


Fig. 2.13. Hulshout-Optimalisatie overstortleiding RWZI Hulshout (23.029). Aanduiding van de geselecteerde onderzoeksgebieden, geprojecteerd op het Groot Referentie Bestand. Bron: geopunt.be.

A plangebied; B onderzoeksgebied.

2.3.3 CONCLUSIE

In bovenstaande paragrafen is voor het plangebied het potentieel tot kenniswinst besproken. De locaties waar werkzaamheden plaatsvinden ter hoogte van de reeds bestaande verstoringen hebben een zeer laag potentieel tot kenniswinst. Gezien de bestaande verstoringen zullen eventuele steentijdvindplaatsen niet meer *in situ* voorkomen en kunnen enkel de onderzijden van eventueel aanwezige diepe sporen uit de periode Neolithicum-Nieuwe Tijd aangetroffen worden. In deze zones is dan ook geen vervolgonderzoek nodig.

Er is wel een hoog potentieel tot kenniswinst toegekend aan het gebied van de gracht en de aan de noordwestzijde gelegen werkzone (fig. 2.13). Dit gebied heeft een potentie op kennisvermeerdering met betrekking tot zowel steentijdvindplaatsen als sporensites, de laatste vooral uit de periode Late Middeleeuwen-Nieuwe Tijd. Voor sporensites uit andere perioden geldt een lage verwachting, hoewel deze ook niet geheel uit te sluiten zijn (voor meer specificaties zie paragraaf 2.3). De eventueel aanwezige archeologische waarden worden hier bedreigd door de geplande werkzaamheden (impact). Voor deze onderzoeksgebieden wordt dan ook archeologisch vervolgonderzoek geadviseerd. Dit onderzoek dient gefaseerd uitgevoerd te worden. In eerste instantie dient een landschappelijk booronderzoek uitgevoerd te worden. Hieruit zal moeten blijken wat de beste vervolgstategie is (archeologische boringen, proefsleuven of geen vervolg).

2.4 SAMENVATTING

In het plangebied zullen werkzaamheden gerelateerd aan de optimalisatie van de overstort- en effluentleiding van RWZI Hulshout uitgevoerd worden (zie paragraaf 1.2). Voor het plangebied is een bureauonderzoek uitgevoerd om een inschatting te maken van de archeologische potentie en kenniswinst (hoofdstuk 2). De aanleg van de Doodsbroekstraat, het huidige RWZI-complex met rioleringen en overstortdrempel, de riolering richting de Bruggeneindse Laak en deze waterloop zelf hebben reeds gezorgd voor een hoge mate van verstoring (paragraaf 1.3). De impact van de geplande werkzaamheden is beperkt ter hoogte van deze bestaande verstoringen. Omwille van de verstoringen is het potentieel op kenniswinst zeer gering. De baten van een eventueel onderzoek wegen niet op tegen de kosten.

Binnen het plangebied komt één zone wel in aanmerking voor vervolgonderzoek. De onderzoeksgebieden betreffen het gebied van de gracht en de aan de noordwestzijde gelegen werkzone. Deze zone binnen het plangebied heeft potentie op kennisvermeerdering met betrekking tot zowel steentijdvindplaatsen als sporensites, de laatste vooral uit de periode Late Middeleeuwen-Nieuwe Tijd. De eventueel aanwezige archeologische waarden worden hier bedreigd door de geplande werkzaamheden (impact). Voor deze onderzoeksgebieden wordt dan ook archeologisch vervolgonderzoek geadviseerd. Dit onderzoek dient gefaseerd uitgevoerd te worden. In eerste instantie dient een landschappelijk booronderzoek uitgevoerd te worden. Hieruit zal moeten blijken wat de beste vervolgstategie is (archeologische boringen, proefsleuven of geen vervolg).

3 LITERATUUR

- Baeyens, L., 1962: *Bodemkaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad Booischot 60 W*, Gent.
- Bogemans, F./M. Van Molle, 2007: *Kaartblad 24 Aarschot. Toelichting bij de Quartairgeologische kaart*, Brussel.
- Debrabandere, F./M. Devos/P. Kempeneers/V. Mennen/ H. Ryckeboer/W. Van Osta, 2010: *De Vlaamse gemeentenamen. Verklarend woordenboek*, Brussel.
- Gullentops, F./F. Bogemans/G. de Moor/E. Paulissen/A. Pissart, 2001: Quaternary lithostratigraphic units (Belgium), *Geologica Belgica* 4, 1-2, 153-164.
- Kempeneers, P./K. Leenders/V. Mennen/B. Vannieuwenhuyze, 2016: *De Vlaamse waternamen. Verklarend en geïllustreerd woordenboek. Deel I. De provincies Antwerpen, Limburg, Vlaams-Brabant en het Brussels hoofdstedelijk Gewest*, Leuven (Werken van de Koninklijke Commissie voor Toponymie en Dialectologie. Vlaamse afdeling 29).
- Laga, P./S. Louwye/S. Geets, 2001: Paleogene and Neogene lithostratigraphic units (Belgium), *Geologica Belgica* 4, 1-2, 135-152.
- Schiltz, M./N. Vandenberghe/F. Gullentops, 1993: *Kaartblad 24 Aarschot. Toelichtingen bij de Geologische Kaart van België, Vlaams Gewest*, Brussel.
- Ranst, E. Van/C. Sys, 2000: *Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen (schaal 1:20.000)*, Gent.

websites

<https://cai.onroenderfgoed.be>
<http://dov.vlaanderen.be>
<https://geo.onroenderfgoed.be>
<https://inventaris.onroenderfgoed.be>
<http://www.geopunt.be>
<https://www.cartesius.be/CartesiumPortal/>

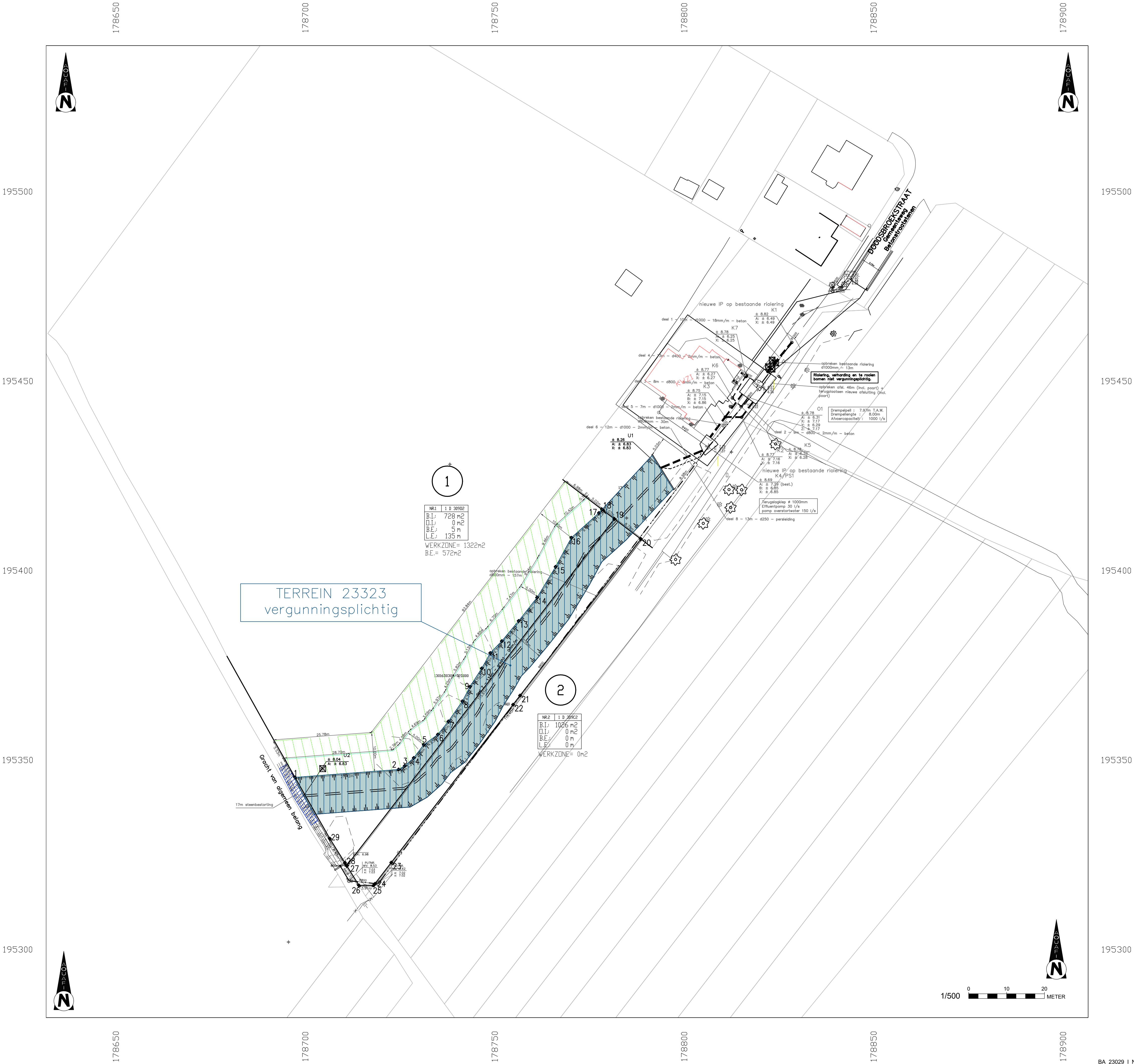
4 LIJST VAN BIJLAGEN

1. Overzicht van de archeologische perioden
2. Gedetailleerde weergave van de werkzaamheden
3. Richtlijnen aanleg rioolbuizen en schematische weergave

BIJLAGE 1

OVERZICHT VAN ARCHEOLOGISCHE PERIODEN

Begin		Eind	Periode
1789 na Chr.	-	heden	Nieuwste Tijd
1500 na Chr.	-	1789 na Chr.	Nieuwe Tijd
1200 na Chr.	-	1500 na Chr.	Late Middeleeuwen
900 na Chr.	-	1200 na Chr.	Volle Middeleeuwen
430/450 na Chr.	-	900 na Chr.	Vroege Middeleeuwen
275 na Chr.	-	430/450 na Chr.	Laat-Romeinse Tijd
69 na Chr.	-	275 na Chr.	Midden-Romeinse Tijd
57 voor Chr.	-	69 na Chr.	Vroeg-Romeinse Tijd
250 voor Chr.	-	69 voor Chr.	Late IJzertijd
475/450 voor Chr.	-	250 voor Chr.	Midden IJzertijd
800 voor Chr.	-	475 / 450 voor Chr.	Vroege IJzertijd
1050 voor Chr.	-	800 voor Chr.	Late Bronstijd
1800/1750 voor Chr.	-	1050 voor Chr.	Midden Bronstijd
2100/2000 voor Chr.	-	1800/1750 voor Chr.	Vroege Bronstijd
5300 voor Chr.	-	2100/2000 voor Chr.	Neolithicum
9500 voor Chr.	-	5300 voor Chr.	Mesolithicum
Tot		9500 voor Chr.	Paleolithicum



BIJLAGE 3 RICHTLIJNEN AANLEG RIOOLBUIZEN

Voor de aanleg van rioolbuizen gelden richtlijnen. Deze richtlijnen bepalen de ontgravingsdiepte en breedte van de sleuf waarin de buis wordt geplaatst. De ontgraving bepaalt de verstoring van de bodem en van de eventuele archeologische sporen. Om een beeld te krijgen van hoeveel bodem wordt verstoord worden hier de richtlijnen uitgelegd.

Zo wordt de diepte van de sleuf deels bepaald door de diameter van de leiding. Voor de buis dient in de sleuf een fundering gelegd te worden. Voor buizen met een diameter die kleiner is dan 1.00 m moet de fundering (b) ten minste 20 cm bedragen. Voor grotere buizen dient dit 30 cm te zijn. Daarnaast moet de buis omhuld worden tot minstens 30 cm boven de buis (Fig. I).

De breedte van de sleuf is afhankelijk van de diepte en de diameter van de buis. Bij een sleufdiepte van 0 tot 50 cm dient ten minste 20 cm ruimte aan weerszijden van de buis (a) te zijn. Deze ruimte wordt per 50 cm diepte 10 cm breder tot een sleufdiepte van meer dan 2 m. Daarbij dient de ruimte (a) ten minste 50 cm te zijn.

Verder moeten de wanden van de sleuf tot 50 cm boven de buis verticaal zijn. Daarboven mogen de wanden onder een helling worden gegraven van maximaal 70 graden.

Voor de berekening van de breedte van de werkzone (Fig. II) wordt in het ideale geval het schema in onderstaande figuur aangehouden. Daarbij wordt over het plangebied eerst de bovenste 30 cm van het maaiveld/wegdek verwijderd, met uitzondering van enkele meters voor het plaatsen van de afgegraven grond. Binnen het uitgegraven gebied zal gewerkt worden met machines voor het uitgraven en omzetten van grond uit de rioolsleuven. Die grond zal ook weer tijdelijk binnen de werkzone geplaatst worden. In bovenstaand schema wordt de bovengrond uitgegraven over een breedte van 16 m. In werkelijkheid zal men vaak te maken hebben met bestaande wegtracés en aangrenzende bebouwing. Daardoor zal deze breedte niet altijd gehaald kunnen worden. Wel kan men ervan uitgaan dat de werkzone zo breed mogelijk zal worden getrokken. Binnen de gehele werkzone bestaat het risico op verstoren van eventueel aanwezige archeologische resten.

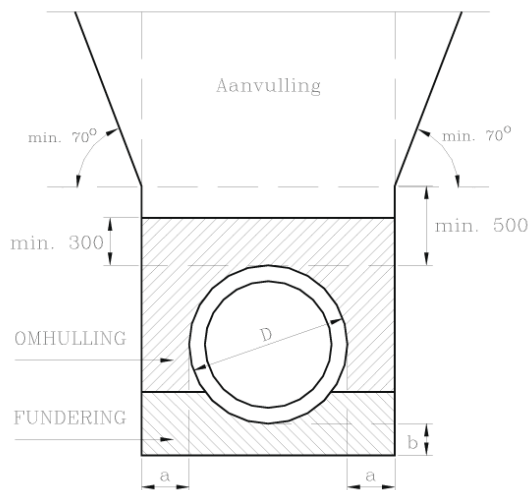


Fig. I. Schematische weergave van de richtlijnen voor aanleg van rioolbuizen. Bron Aquafin.

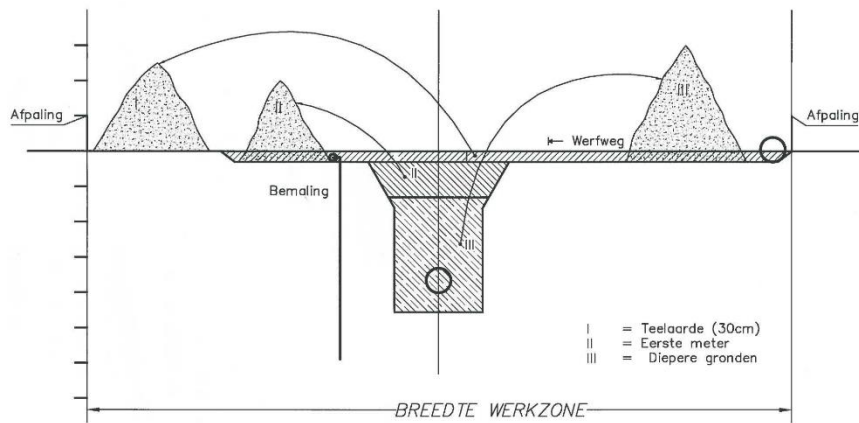


Fig II. Schematische weergave van de ontgraving van de werkzone. Bron: Aquafin.

Bij de aanleg van een riolering kan gekozen worden voor een gestuurde boring (=directional drilling) i.p.v. de aanleg met een open sleuf. Een gestuurde boring is een geavanceerde techniek om kabels en/of leidingen sleufloos onder hindernissen door te voeren zonder overlast voor de bovengrondse infrastructuur (fig. III). Het wordt gebruikt om o.a. waterwegen, spoorwegen, wegencomplexen en natuurgebieden te kruisen. Vandaag de dag is de techniek niet meer weg te denken bij de aanleg van leiding- en kabelnetwerken van enige omvang.

Bij een gestuurde boring wordt een werkkerrein met rijplaten van dezelfde lengte als de aan te leggen riolering voorzien om de rioolbuis alvast klaar te leggen. Dit gebeurt aan één kant van de aan te leggen leiding. Aan de andere kant wordt de leiding vervolgens aangesloten op een pompstation of al aanwezige leiding.

De verstoring van archeologische resten op het werkkerrein is minimaal en door het gebruik van de rijplaten worden deze optimaal beschermd. Voor de plaats waar de gestuurde boring door heen gaat, kunnen wel archeologische resten beschadigd worden, zij het op een klein oppervlak. Hierbij zal een afweging gemaakt moeten worden over de kosten en baten van een onderzoek aan de hand van de archeologische verwachting en de diepte waar de eventuele sporen verwacht kunnen worden.

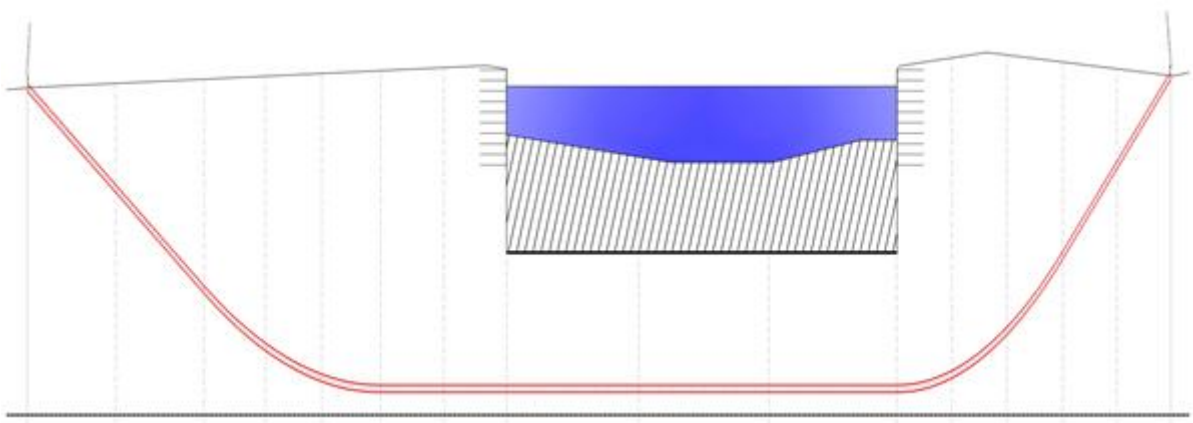


Fig. III. Schematische weergave van een gestuurde boring. Bron: Aquafin.