



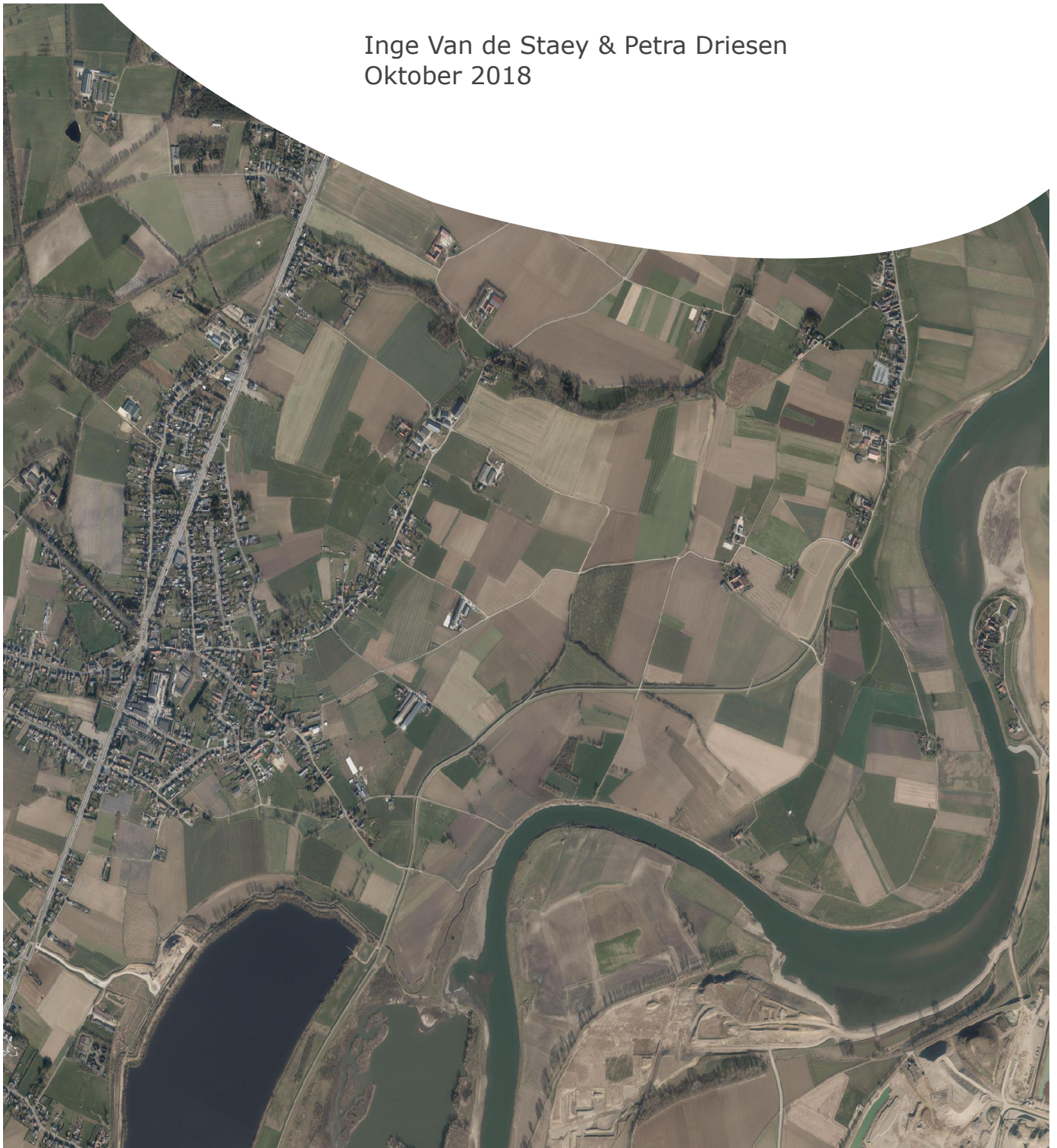
**ARON** bvba  
Archeologisch Projectbureau

## RAPPORT 671

### Archeologienota Elen, Elenweerd Projectgrindwinning

### Deel 2: Programma van maatregelen

Inge Van de Staey & Petra Driesen  
Oktober 2018



## DEEL 2. PROGRAMMA VAN MAATREGELEN

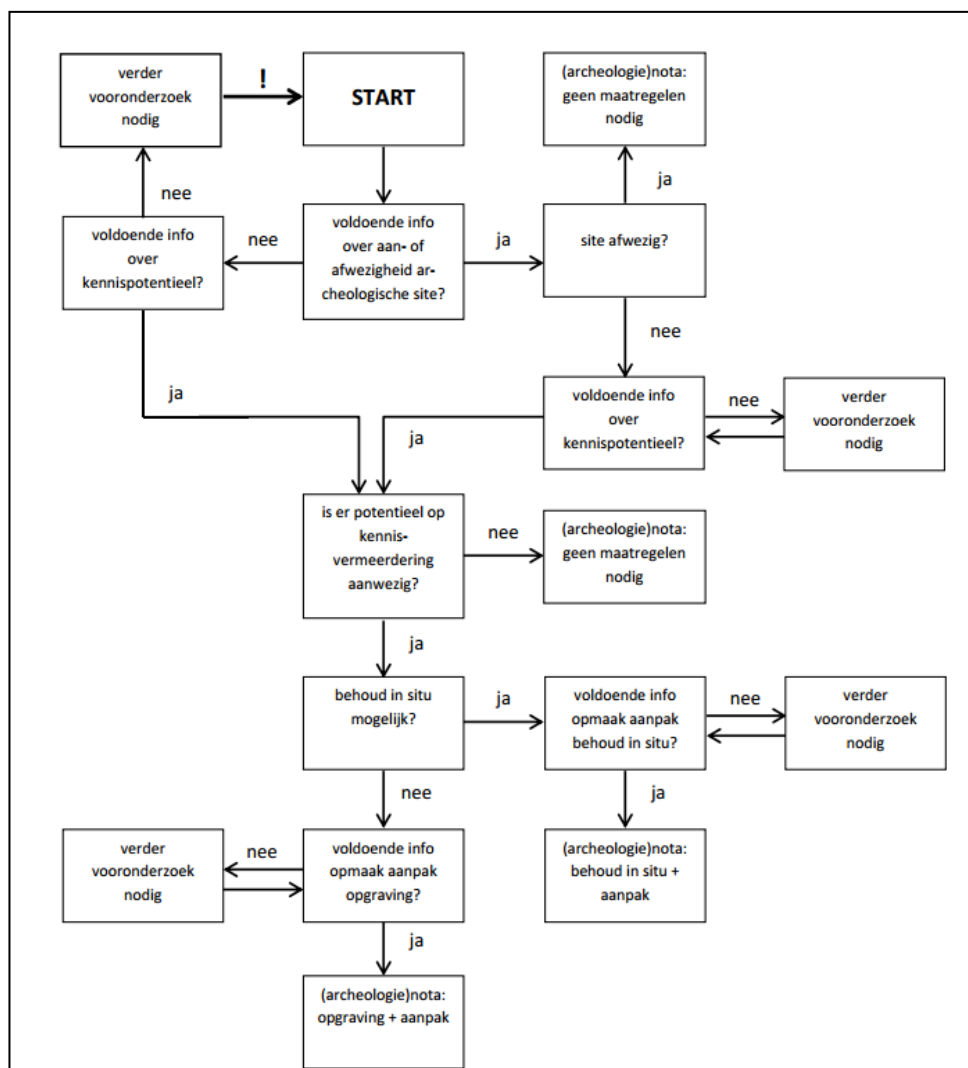
### 1. Gemotiveerd advies

#### 1.1 Volledigheid van het uitgevoerde vooronderzoek

Tot op heden kon enkel een vooronderzoek in de vorm van een bureauonderzoek (2018J41) uitgevoerd worden met betrekking tot een ca. 900 ha groot gebied dat zich vanaf het dorp Elen (deelgem. Dilsen-Stokkem) in noordelijke richting uitstrekt tot aan de Boudewijnlaan (N78) ten zuiden van de stad Maaseik. Verder omvat het onderzoeksgebied in het noordoosten het gehucht Heppeneert (gem. Maaseik) en loopt het in het zuiden tot Rotem (gem. Dilsen-Stokkem). De oostgrens wordt gevormd door de Maas, terwijl de Rijksweg N78 de westelijke begrenzing vormt. De kadastrale afbakening van het gebied is terug te vinden in *BIJLAGE 2 en 3*.

Het is voor de initiatiefnemer momenteel juridisch onmogelijk en onwenselijk om voorafgaand aan het aanvragen van de omgevingsvergunning verder aanvullend archeologisch vooronderzoek.

Op basis van het bureauonderzoek is het onmogelijk om met voldoende zekerheid een uitspraak te doen over de waarde van het archeologisch erfgoed (kennispotentieel) en de omgang hiermee.



Afb. 44.  
Beslissingsboom bij de afweging voor de noodzaak van verder vooronderzoek en/of een opgraving (Bron: OE, CGP 2.0, p. 31).

## 1.2 Duiding en waardering van de archeologie in het projectgebied

In 2012 werd door RAAP een verwachtingskaart opgemaakt die in 2018 werd bijgesteld.

Een hoge verwachting naar zowel bewoning, begraving, economische en rituele activiteiten werd toegekend aan de hoogste landschappelijke eenheid in het onderzoeksgebied, nl. de restanten van het laagterras (i.e. Terras van Mechelen-aan-de-Maas) grenzend aan de alluviale vlakte. Deze verwachting geldt voor alle periodes vanaf het Laat Paleolithicum. Het westelijke deel van de verwerkingszone heeft door zijn ligging tussen de geul van de Koggebeek - die volgens Paulissen op de Romeinse Maas teruggaat - en de Romeinse heirbaan een zeer hoge potentie op Romeinse sites. In deze zone kunnen archeologische resten relatief hoog in de bodem aanwezig zijn: in de top van de oude klei of, waar die ontbreekt, in de top van het terras zelf. Vaak is dit binnen circa 70 cm -Mv. Voor deze zone valt echter op te merken dat deze tussen 2015 en 2018 reeds grotendeels archeologisch onderzocht werd. Dit archeologisch onderzoek dat plaatsvond ter hoogte van de reeds gerealiseerde depotzone en toegangsweg vanaf de Rijksweg-N78 evenals ter hoogte van de toekomstige verwerkingszone en een klein deel van de toekomstige transportzone (cfr. aan te leggen werfweg) toonde echter geen indicaties dat het terrein in het verleden bewoond of gebruikt werd. Er werd dan ook geen vervolgonderzoek geadviseerd.

Een middelhoge verwachting werd gegeven aan de kronkelwaardruggen en de vlakten in de Holocene Maasdalvlakte. Dit geldt met name voor de zone ten westen van de Winterdijk. Dit deel van het onderzoeksgebied behoort tot de Holocene riviervlakte die een hogere ouderdom kent en waarin kronkelwaarden vanaf het neolithicum voorkomen. Mogelijk dekt de Holocene overstromingsvlakte in deze zone eveneens Jonge Dryasterras restanten af (cfr. resultaten booronderzoek uit 2012 en 2018). Het gaat in beide gevallen om relatief oude landvormen. Dat betekent dus dat in het gebied ten westen van de Pastoordijk oudere archeologische (bewonings)resten te verwachten zijn.

Op de Dryasterras restanten zijn dan archeologische resten vanaf het laat paleolithicum (waaronder kampementen en vuursteenbewerking sites) te verwachten. Uit verschillende studies is gebleken dat veel van de vindplaatsen met vuursteenartefacten uit het paleolithicum, mesolithicum en vroeg neolithicum voorkomen in overgangsgebieden van nat/laag naar droog/hoog: zogenaamde gradiënten. Dit verband is sterker naarmate de gradiënt markanter is, zoals op de randen van beek dalen. De meeste kampementen van jager-verzamelaars kunnen verwacht worden in de zogenaamde gradiëntzone, die zich uitstrekt vanaf de gradiënt (de grens tussen 'lage/natte' en 'hoge/droge' bodems) tot ca. 200 à 250 m in het droge deel.<sup>84</sup>

Op de Holocene kronkelwaarden zijn, afhankelijk van hun ouderdom, resten vanaf het neolithicum te verwachten. Vindplaatsen gelegen in de oude Mullem-klei zijn naar verwachting veelal ouder dan de bronstijd/ijzertijd, vindplaatsen gelegen in de jonge Heppeert-leem zijn jonger. De hoge verwachting betreft vindplaatsen gerelateerd aan bewoning (nederzettingen, kampementjes), begraving (grafvelden), economische (landgebruik, akkercomplexen) en rituele activiteiten (deposities, heiligdommen). Archeologische sporen en vondsten kunnen in principe vanaf het maaiveld worden aangetroffen, maar kunnen ook schuilgaan onder jongere overstromingslemen en -kleien. Zo zijn in Ooijen (Nederlands Limburg) zeker drie in diepte van elkaar gescheiden steentijd niveaus (mesolithicum, neolithicum) aangetroffen, met daarboven een ijzertijd niveau. Dit alles in een traject van ca. 3 m.

Aan het gebied ten oosten van de Winterdijk heeft men een verwachting gerelateerd aan economische en bijkomend rituele activiteiten. Deze activiteiten zullen echter niet ouder zijn dan post-middeleeuws. Dit gebied behoort immers tot de Holocene overstromingsvlakte van de Maas die zich de laatste eeuwen gevormd heeft. Op basis hiervan zijn bewoningsresten uit perioden ouder dan de Nieuwe tijd niet te verwachten. Bewoningssporen uit de Nieuwe tijd zijn al bekend in de vorm van de hoeves de Krauw en de Damiaan. Gezien de datering in de Nieuwe tijd zijn resten gerelateerd aan scheepvaart op de Maas wel te verwachten in en direct langs de oude geulen.

Aan de restgeulen (cfr. de oude Maasmeanders) is een middelhoge verwachting toegekend en dan vooral voor een bijzondere dataset in natte landschappen. Het gaat meestal om geïsoleerde vindplaatsen van geringe omvang, zoals bruggen, visfuisen, kano's, deposities, etc. Deze vindplaatsen dateren vanaf het midden neolithicum gezien oudere, prehistorische vindplaatsen door de Maas in de geul weggeërodeerd werden. Voor bewoningssporen en geldt een zeer lage verwachting gezien deze restgeulen vaak (lang) moerassig bleven en bij hoogwater vollieden

---

<sup>84</sup> Deeben, J. & E. Rensink (2005), 171-199; M. Verhoeven, G.R. Ellenkamp & D.M.G. Keijers (2010), 87, 101.



en mee overstroomden. Dit blijkt onder meer het geval te zijn voor de restgeul waarin de Koggebeek stroomt (zie paragraaf 2.3 *Landschappelijk bodemonderzoek Meerheuvel-Noord*).

Tot slot zijn verstoorde zones aangeduid waar de bodem is ontgrond en waarvoor geen archeologische verwachting bestaat. Meer concreet gaat het om de bestaande plas Meerheuvel.

Met betrekking tot de conservering van archeologische sporen in het plangebied is de kans reëel dat vervaging een rol speelt. Door dit bodemproces zijn archeologische sporen vaak moeilijk of zelfs geheel niet zichtbaar. Vervaging van grondsporen speelt in het Maasdal vooral een rol op vindplaatsen met sporen uit de periode ijzertijd of oudere perioden. Houtskoolrijke sporen uit de midden-bronstijd (vooral kuilen) zijn soms echter al beter zichtbaar en voor sporen uit jongere perioden lijkt vervaging van sporen een minder groot probleem te zijn.

### 1.3 Impact van de geplande bodemingrepen

De initiatiefnemer plant op de Elerweerd (incl. Bichterweerd) in Elen (deelgemeente van de Limburgse gemeente Dilsen-Stokkem) een grindwinning en weerdverlaging waarbij ook een transport- en verwerkingszone wordt ingericht en waarbij ook de aanleg van een irrigatienetwerk ten behoeve van landbouw plaatsvindt. Voor dit project is een omgevingsvergunning voor stedenbouwkundige handelingen vereist (*Afb. 41*).

Concreet omvat het project het volgende :

- De uitbouw van een beperkte verwerkingsinstallatie voor de delfstof, gelegen ten westen van de plas Meerheuvel, de uitbouw van een transportzone en de (stedenbouwkundige) hervergunning van de reeds bestaande toegangsweg en depotzone in een ca. 13 ha grote zone.

Voor de uitbouw van de **verwerkingszone** (ca. 4,5 ha) zullen de stallen van de boerderij die ter hoogte van de toekomstige bewerkingsinstallatie gelegen is, gesloopt worden waarna vervolgens over de volledige oppervlakte de teelaarde en de dekgrond (ca. 2,5 m dik) verwijderd wordt.

In de **transportzone** (ca. 5,4 ha) die van hieruit over een afstand van ca. 1000 m richting de grindwinning in de geul van de Koggebeek wordt aangelegd, is de uitbouw van een transportband voorzien evenals de aanleg van tijdelijke nutsleidingen en een tijdelijke werfweg. Voor de aanleg van de werfweg die 10 m breed is, wordt enkel de teelaarde afgegraven (ca. 1 ha). De transportband is vlak ten oosten van en grenzend aan de werfweg voorzien. Voor de bouw van deze band zal plaatselijk de teelaarde verwijderd worden en dit voor het plaatsen van een betonplaat als fundering van de overgang van de ene band naar de andere. De tijdelijke leidingen voor waswater worden bovengronds voorzien, de overige nutsleidingen worden ondergronds aangelegd. Hiervoor wordt grenzend aan de werfweg een ondiepe sleuf gegraven van 80 cm breed en maximaal 60 cm diep waarin de leidingen gelegd worden. In de overige delen van deze zone (ca. 4,4 ha) vinden geen bodemingrepen plaats.

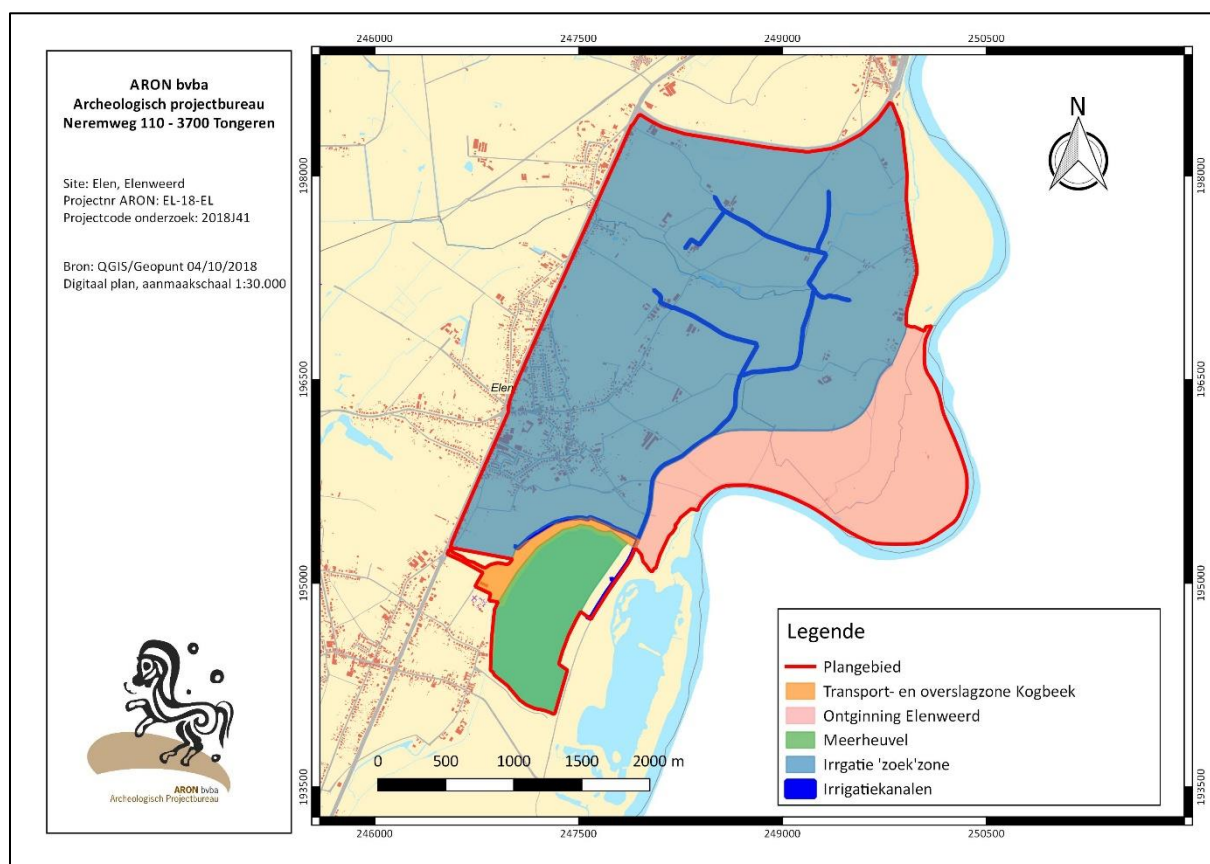
De **hervergunning** van de reeds bestaande toegangsweg richting de Rijksweg N78 met keerlus en flankerend geluidsbermen (ca. 1,6 ha) evenals van de reeds bestaande depotzone (ca. 1,8 ha) gaat niet gepaard met bodemingrepen.

- De terreinverlaging van het buitendijkse gebied Elerweerd door **grindwinning en weerdverlaging** evenals de heraanvulling tot aan een nieuw maaiveld en de afwerking en inrichting als riviernatuurgebied van het buitendijkse gebied Elerweerd (ca. 163 ha). Deze werken gaan gepaard met grootschalige bodemingrepen tot maximaal ca. 20 meter diepte. Langs de Maas, ten oosten van de Damiaanhoeve en in het zuiden van het Elerweerdgebied, zal de oever afgeschuind worden. De bodemingrepen bereiken hier een diepte van ca. 4,5 tot 6,5 m in het zuiden en tot max. 5 m ten oosten van de Damiaanhoeve bereiken. Ten gevolge van deze werken zal de hoeve 'De Krauw' die in het gebied gelegen is gesloopt worden. De hoeve 'Damiaan' en de rug waarop deze gelegen is blijven echter behouden. In deze zone die een oppervlakte van ca. 7 ha inneemt zullen dan ook geen bodemingrepen plaatsvinden.



- Een opvulzandwinning binnen de bestaande contour van de plas Meerheuvel. Hoewel deze winning met bodemingrepen gepaard gaan, zijn deze niet van belang gezien de plas een zone zonder archeologisch erfgoed betreft (zoals deze zijn vastgesteld in het Ministerieel besluit van 1 juli 2016).
- De uitbouw van een landbouwirrigatiezone (ca. 650 ha) als flankerende maatregel voor versterking van de landbouwwaarde in het gebied tussen de dorpen. De bodemingrepen in deze zone beperken zich tot een 7 km lang leidingnetwerk dat ondergronds hetzij vlak langs hetzij onder bestaande wegen aangelegd wordt. Hiertoe worden sleuven van 1 m breed en 1,5 m diep gegraven.

De werken zullen plaats vinden van zuid naar noord, waarbij eerst de transport- en verwerkingszone wordt gerealiseerd en voor de weerdverlaging<sup>85</sup> en grindwinning gestart wordt in het uiterste zuidelijke punt van het Elerweerdgebied (aansluitend bij het eerder door de nv De Scheepvaart uitgevoerde project 'Kogge Greend' ter hoogte van de nieuw aangelegde monding van de Koggebeek). Tijdens de grindwinning wordt gewerkt in afzonderlijke werkzones van ca. 10 ha groot.



Afb. 45: GRB met afbakening van het onderzoeksgebied in het rood en aanduiding van de verschillende deelgebieden.

In de verwerkingszone, ten westen van de plas Meerheuvel, vindt ter hoogte van de geplande bewerkinginstallatie een volledige ontgraving plaats van de dekgrond (ca. 2,5 m). In de transportzone wordt enkel de teelaarde verwijderd. In de restgeul waarin de Koggebeek stroomt kunnen archeologische resten aan het maaiveld, maar ook bedekt, voorkomen.

De hervergunning van de reeds aangelegde toegangsweg en depotzone, heeft geen impact gezien aan deze hervergunning geen bodemingrepen gekoppeld zijn.

De beoogde weerdverlaging en grindwinning gaan gepaard met grootschalige bodemingrepen tot circa 20 meter diepte. Dat betekent dat alle aanwezige landvormen en eventueel daarop aanwezige archeologische sites in deze

<sup>85</sup> Weerdverlaging is het verlagen van de overstromingsvlakte (weerden) zodat de overstromingsfrequentie toeneemt.

165 ha grote zone vergraven worden. Een uitzondering hierop betreft een gebied van 7 ha groot die de rug bevat waarop de Damiaanhoeve staat. Zowel de rug als de Damiaanhoeve blijven behouden.

Het 7 km lange irrigatienetwerk doorsnijdt relatief oude landvormen waar archeologische sites verwacht worden en ook al voorkomen. Deze kunnen bij de aanleg verstoord worden. De verstoring is echter maar 1 meter breed en 1,5 m diep. In de overige delen van de irrigatiezone (ca. 643 ha) is er geen impact op eventueel aanwezige archeologische vindplaatsen.

Hoewel de opvulzandwinning binnen de bestaande contour van de plas Meerheuvel met bodemingrepen gepaard gaan, zijn deze niet van belang gezien de plas een zone zonder archeologisch erfgoed betreft.

## 1.4 Bepaling van maatregelen

Verder aanvullend vooronderzoek is noodzakelijk. Het bureauonderzoek heeft de afwezigheid van archeologische vindplaatsen immers niet kunnen aantonen. Meer nog, uit het bureauonderzoek blijkt duidelijk dat het terrein over een potentieel beschikt voor archeologische vindplaatsen vanaf het Laat paleolithicum tot vandaag. Deze vindplaatsen kunnen zowel aan de oppervlakte als in een bedekte toestand voorkomen. Daarnaast is de impact van een deel van de werken van dien aard dat eventueel aanwezige sites geheel of gedeeltelijk verstoord gaan worden.

**Uitgaande van de impact van de werken wordt het aanvullend archeologisch vooronderzoek niet over alle delen van het onderzoeksgebied uitgevoerd.**

Zo wordt er voor de volgende deelgebieden **geen vervolgonderzoek** geadviseerd:

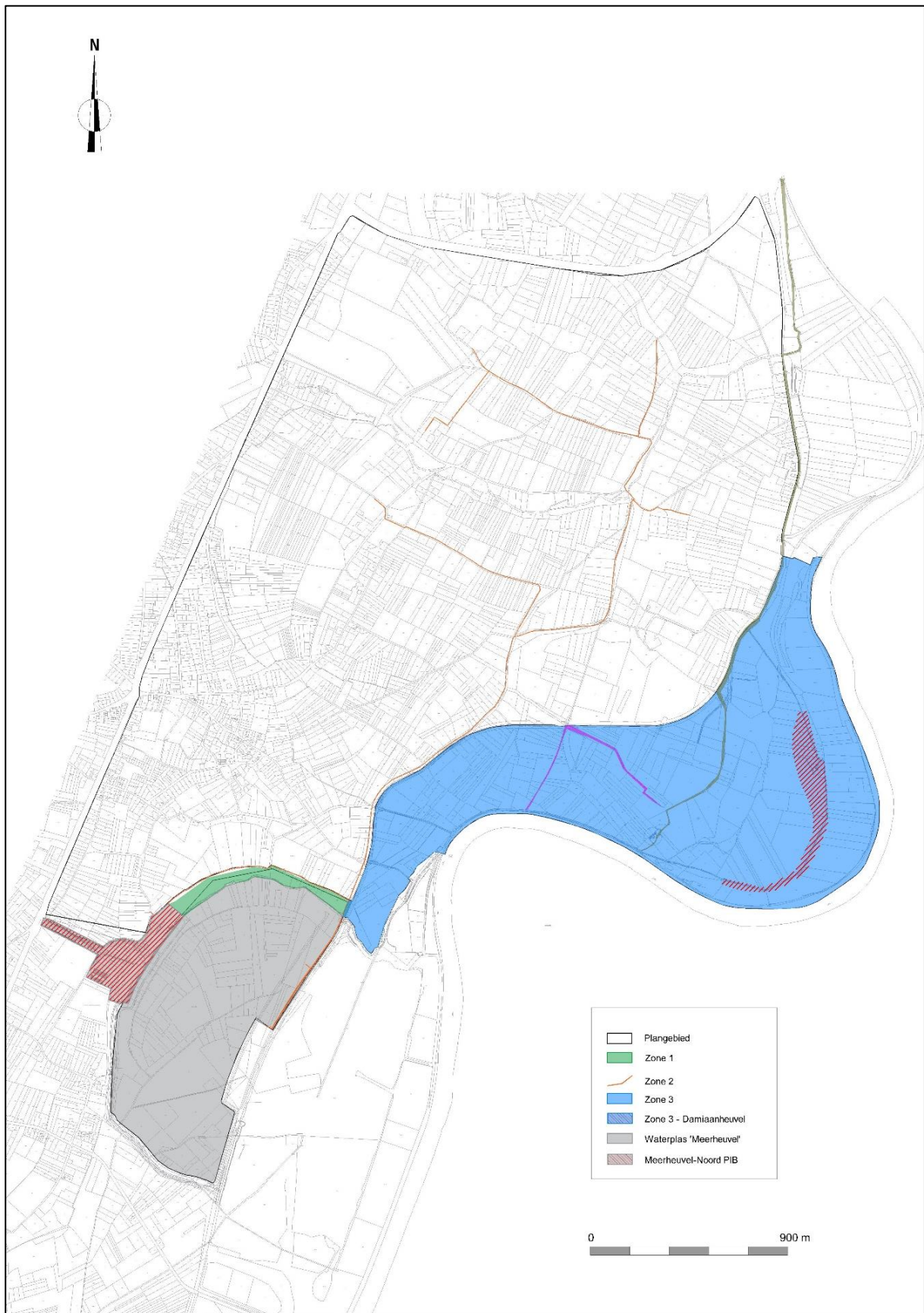
- Waterplas 'Meerheuvel' (66 ha, *Afb. 46, Grijs*) gezien gelegen in een zone waar geen archeologie te verwachten valt;
- Verwerkingszone Koggebeek (4,5 ha) en een klein deel van de transportzone (ca. 2600 m<sup>2</sup>) (*Afb. 46, Grijs/Rood gearceerd*) gezien deze zone reeds archeologisch werd onderzocht en dit onderzoek geen indicaties heeft opgeleverd dat het terrein in het verleden bewoond en/of gebruikt werd. Hoewel de zone rondom de toen nog bewoonde boerderij in het zuiden van de verwerkingszone niet onderzocht werd, wordt voor deze ca. 1500 m<sup>2</sup> grote zone (cfr. sloop stallen) geen vervolgonderzoek aanbevolen. Dit gezien de beperkte oppervlakte van het gebied, de afwezigheid van archeologische indicaties in de onmiddellijke omgeving ervan en de grote kans dat de bodem in het gebied door de bouw van de stallen reeds grotendeels verstoord werd.
- Toegangsweg (1,6 ha) en depotzone (1,8 ha) (*Afb. 46, Grijs/Rood gearceerd*) gezien ook deze reeds archeologisch onderzocht werden. Deze zijn bovendien reeds in functie van de grindontginning 'Brichterweerd' gerealiseerd werden. Deze zones maken deel uit van het huidige project omdat ze in het kader van de grindontginning 'Elerweerd' hervergund dienen te worden. Ter hoogte van deze zones vinden echter geen bodemingrepen plaats.

Voor volgende deelgebieden wordt wel **een aanvullend archeologisch vooronderzoek** geadviseerd:

- ZONE 1: De transportzone Koggebeek (5,2 ha<sup>86</sup>, *Afb. 46, Groen*)
- ZONE 2: De irrigatiezone (650 ha, *Afb. 46, Oranje*)
- ZONE 3: De grindwinning Elerweerd (163 ha, *Afb. 46, Blauw*)

---

<sup>86</sup> Omvat de ca. 5,4 ha grote zone exclusief het deel dat reeds door een prospectie met ingreep in de bodem onderzocht werd (nl. ca. 2600 m<sup>2</sup>).



Afb. 46: Onderzoeksgebied met aanduiding van de zones met vervolgonderzoek en de delen die van verder onderzoek worden uitgesloten.



Op basis van de archeologische verwachtingen voor deze deelgebieden en de evaluatie van de verschillende onderzoeksmethodes om deze verwachtingen in te vullen, wordt geopteerd voor volgende aanvullende archeologische vooronderzoeken:

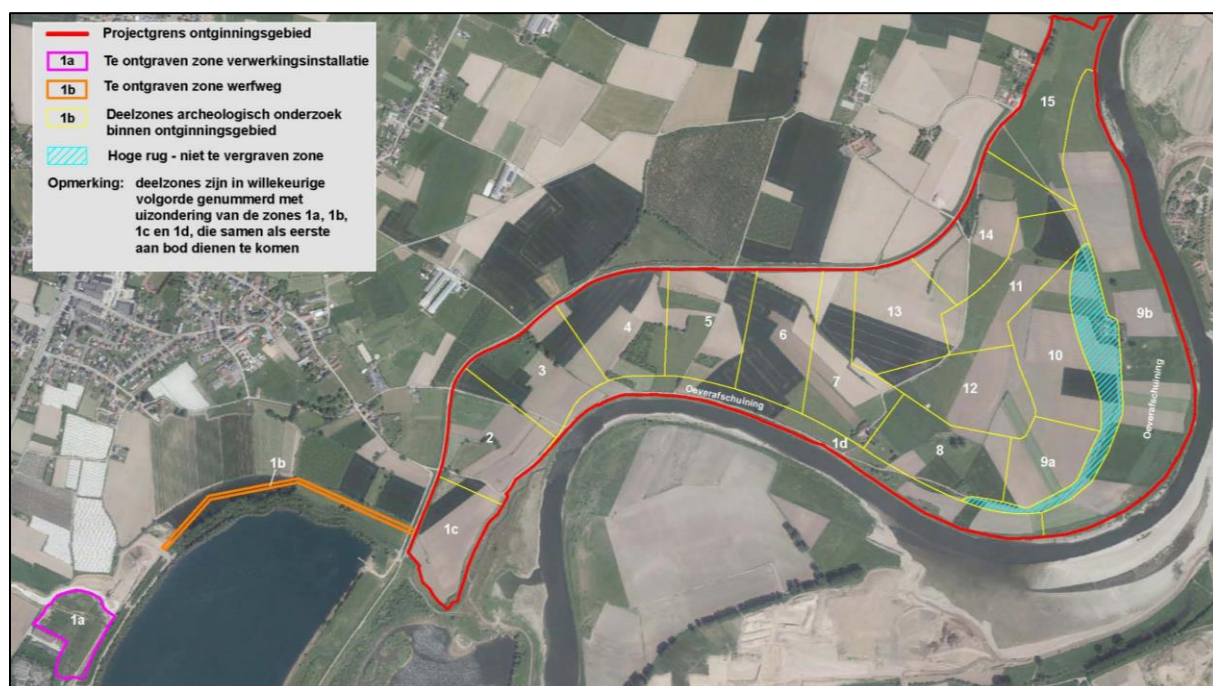
- een landschappelijk bodemonderzoek d.m.v. profielputten en boringen;
- optioneel: een veldkartering;
- optioneel: een geofysisch onderzoek;
- optioneel: een aanvullend vooronderzoek naar prehistorie. Dit onderzoek start met een verkennend booronderzoek dat in geval van een positief resultaat uitgebreid kan worden met een waarderend archeologisch booronderzoek en/of een proefputtenonderzoek in functie van prehistorie;
- een aanvullend vooronderzoek naar historische sites d.m.v. een proefsleuvenonderzoek.

Uitgaande van de impact van de geplande bodemingrepen dienen de geselecteerde deelgebieden niet allemaal even intensief onderzocht te worden:

- ZONE 1 (*Afb. 46, Groen*): Ter hoogte van de transportzone (5,2 ha), gelegen binnen een oude Maasgeul, wordt voorgesteld om op enkele locaties een landschappelijk bodemonderzoek door middel van profielputten uit te voeren en dit onder meer om de diepte van het archeologisch niveau te bepalen. Indien deze binnen de verstoringsdiepte gelegen is, dient vervolgens overgegaan te worden tot een proefsleuvenonderzoek (optioneel). De ligging van het onderzoeksgebied in een oude Maasgeul maakt dat de kans op het aantreffen van intacte prehistorische artefactensites zeer klein is, gezien deze door de vroegere aanwezigheid van Maas weggeërodeerd zijn. Er wordt voor deze zone dan ook geen aanvullend vooronderzoek naar prehistorische artefactensites geadviseerd.
- ZONE 2: (*Afb. 46, Oranje*). De irrigatiezone (650 ha): in het overgrote merendeel van deze zone (ca. 643 ha) vinden geen bodemingrepen plaats. Deze blijven immers beperkt tot de aanleg van een 7 km lang irrigatienetwerk. Dit irrigatienetwerk doorsnijdt relatief oude landvormen waar archeologische sites verwacht worden en ook al voorkomen. Deze kunnen bij de aanleg verstoord worden. De verstoring is echter maar 1 meter breed en 1,5 m diep en de ervaring leert dat in dergelijke ontsluitingen archeologische resten zeer lastig herkenbaar en interpreteerbaar zijn. De kosten voor de uitvoer van een aanvullend archeologisch vooronderzoek wegen dan ook niet op tegen de baten ervan. Anderzijds biedt de ontgraving een goede mogelijkheid om waarnemingen over het landschap te doen. Voorgesteld wordt dan ook om op enkele locaties langs het beoogde irrigatienetwerk een landschappelijk bodemonderzoek door middel van profielputten uit te voeren ten einde zicht te krijgen op de oorsprong en ouderdom van de aanwezige landschapsvormen;
- ZONE 3 (*Afb. 46, Blauw*): Grindwinning Elerweerd
  - Rug Damiaanhoeve (*Afb. 46, Blauw/Rood gearceerd, 7 ha*): hoewel deze rug tijdens de beoogde grindwinning behouden blijft en er geen bodemingrepen op zullen plaatsvinden, is de ouderdom ervan niet gekend (Dryasterras dan wel recentere grindkop). Voorgesteld wordt dan ook om op enkele locaties een landschappelijk bodemonderzoek door middel van profielputten en boringen uit te voeren ten einde een zicht hierop te krijgen.
  - Ter hoogte van het resterende deel van de grindwinning Elerweerd (ca. 154 ha), kunnen op basis van de resultaten van het landschappelijk bodemonderzoek (profielputten en boringen) en de veldkartering zones afgebakend worden waar het geofysisch onderzoek gaat plaatsvinden. Afhankelijk van de resultaten van deze vooronderzoeken, kan een aanvullend archeologisch vooronderzoek naar prehistorie uitgevoerd worden voorafgaand aan de uitvoer van het proefsleuvenonderzoek. Indien beide onderzoeken nodig zijn, gaat het onderzoek naar prehistorische artefactensites het onderzoek naar (proto-)historische vindplaatsen vooraf.

Vermits de werken gefaseerd zullen verlopen - met eerst de aanleg van de transportzone (zone 1) en vervolgens een weerdverlaging en grindontginning van zuid naar noord (zone 3) en de aanleg van het irrigatienetwerk (zone 2) - geldt dit ook voor het vervolgonderzoek. Er wordt dan ook voor zowel zone 1 als zone 2 een aparte nota opgemaakt. Gezien de werken voor zone 3 in afzonderlijke werkzones van ca. 10 ha groot zullen uitgevoerd worden, is het eveneens noodzakelijk om ook voor deze zone per werkzone een nota op te maken. Het is echter aan te raden om in deze zone het landschappelijk bodemonderzoek, de veldkartering en het geofysisch onderzoek in één fase over het onderzoeksgebied uit te voeren zodat een totaalbeeld ontstaat van het paleolandschap en de archeologische potentie. In dit geval behandelt de eerste nota van zone 3 de resultaten van deze onderzoeken over het volledige gebied evenals de resultaten van het aanvullend archeologisch vooronderzoek met ingreep in de bodem dat voor de eerste werkzone werd uitgevoerd. In de daaropvolgende nota's kan waar nodig naar de resultaten van de vooronderzoeken zonder ingreep in de bodem zoals omschreven in de eerste nota verwezen worden en worden per werkzone de resultaten van de uitgevoerde vooronderzoeken met ingreep in de bodem besproken.

Gezien de volgorde van de ontgrinding (zone 3) momenteel nog niet volledig vastligt, dient de gefaseerde uitvoer van het onderzoek wel steeds in nauw overleg met de bouwheer te gebeuren. Afb. 47 geeft een idee van de mogelijke fasering.



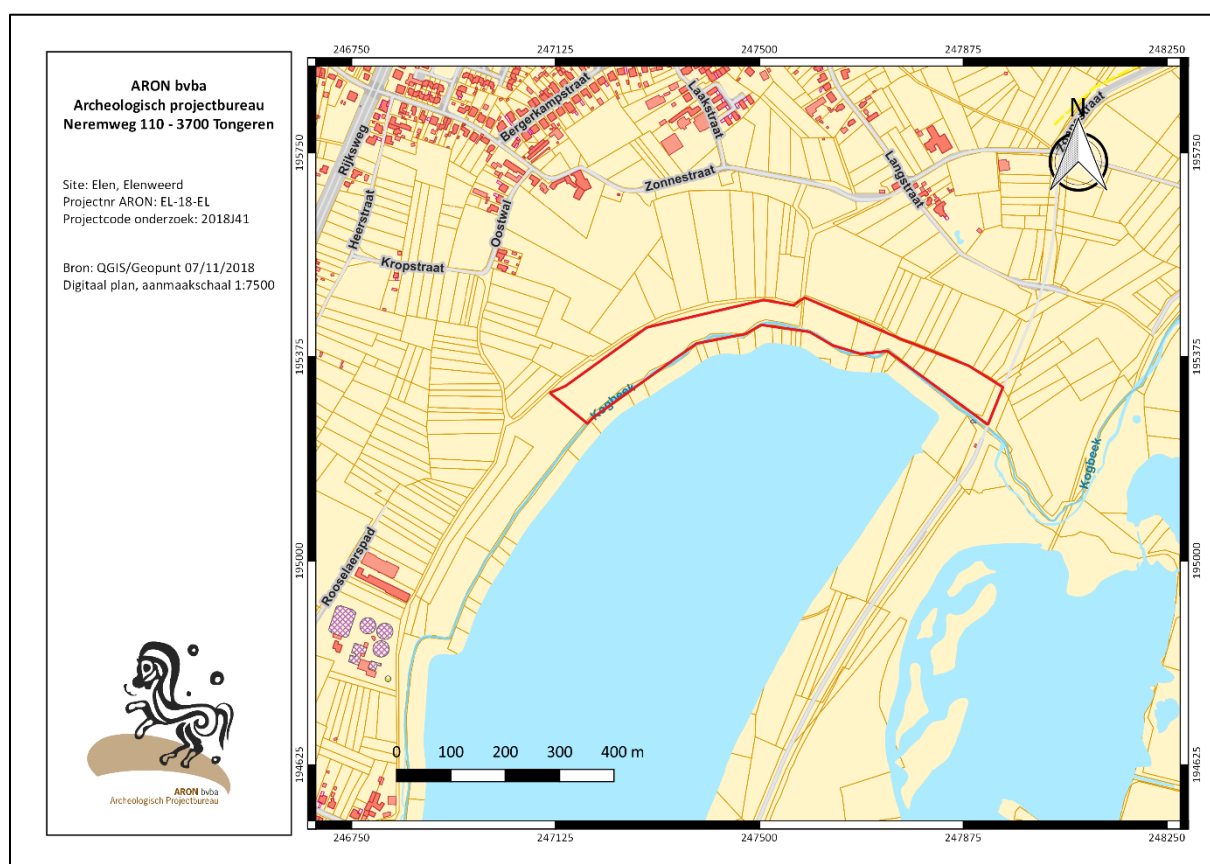
Afb. 47: Mogelijk faseringsplan projectgebied met aanduiding van de ontginning Elerweerd (rood), de werfweg (oranje) en de zone voor de verwerkingsinstallatie (paars) (Bron: Steengoed, digitaal plan, dd onbekend, aanmaakschaal onbekend, 2018J41).

## 2. Programma van maatregelen ZONE 1: Transportzone Koggebeek

### 2. 1 Landschappelijk bodemonderzoek

#### 2.1.1 Administratieve gegevens

|                                 |                                                                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Locatiegegevens</b>          | Limburg, Dilsen-Stokkem, Elen                                                     |
| <b>Oppervlakte</b>              | Het onderzoeksgebied betreft de transportzone met een oppervlakte van ca. 5,2 ha. |
| <b>Bounding box coördinaten</b> | xMin,yMin 247077.27,195141.93 : xMax,yMax 247947.93,195483.75                     |
| <b>Kadasternummers</b>          | Bijlage 15                                                                        |



Afb. 48: Kadastraal plan met perceelgrenzen en afbakening van het onderzoeksterrein voor vervolgonderzoek in de vorm van een landschappelijk bodemonderzoek.

#### 2.1.2 Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksvragen

Doel van dit landschappelijk bodemonderzoek is om de diepte waarop de archeologische relevante niveaus zich bevinden evenals de gaafheid ervan in kaart te brengen, om zo de verdere strategie van het vervolgonderzoek met ingreep in de bodem te kunnen bepalen.

In de geul van de Koggebeek zal de bodem tijdens dit onderzoek nauwkeurig beschreven waarbij sediment- en bodemkarakteristieken vertaald worden naar proces, afzettingsmilieu en daarmee landschapsdynamiek en archeologische potentie. Het landschappelijk bodemonderzoek heeft in eerste instantie als doel om de opvullingsgeschiedenis van de Koggebeek (cfr. de Maasgeul) te registreren en aldus de niveaus te bepalen te



archeologisch relevant kunnen zijn. Tevens tracht het onderzoek een uitspraak te doen over de ouderdom van de geul (Romeins of ouder).

Tijdens het vervolgonderzoek moeten minimaal volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

*Landschappelijk bodemonderzoek:*

- Welke zijn de waargenomen afzettingen en horizonten in de bodem, beschrijving en duiding?
- Wat is hun lithogenese en waar komen deze eenheden ruimtelijk in het onderzoeksgebied voor?
- Welke lithogenetische eenheden kunnen worden onderscheiden?
- Hoe oud zijn de aangetroffen lithogenetische eenheden? Kan de geul van de Koggebeek gerelateerd worden aan de Romeinse Maas of aan een oudere Maas?
- Welke lithologische karakteristieken (textuur, korrelgrootte, sortering, afronding en kleur) en sedimentaire structuren kenmerken deze lithogenetische eenheden?
- Hoe kunnen de lithogenetische eenheden vertaald worden naar proces en milieu?
- Wat zeggen de sedimenten over de waterhuishouding (oxidatie, oxidatie-reductie en reductiezone)?
- Welke fenomenen wijzen op stilstandsfasen in de sedimentatie en waar zijn deze aangetroffen? Beschrijf de kenmerken waaronder diepteligging, ligging ten opzichte van TAW en maaiveld, aard van het moedermateriaal en lithogenetische of geomorfologische eenheid, kleur en dikte.
- Wat is per lithogenetische eenheid het referentie bodemprofiel?
- Is er sprake van verstoring van het bodemprofiel/ of de verschillende gelaagdheden? Zo ja, waar en tot welke diepte is hier sprake van? Is er een natuurlijke of antropogene verklaring voor? Bovenal, is deze verstoring lokaal of representatief voor een groter gebied?
- Zijn er tekenen van erosie?
- Zijn er archeologisch relevante niveaus aanwezig? Op welk niveau of niveaus bevinden deze zich?
- Hebben de geplande bodemingrepen een impact op dit niveau of deze niveaus?
- Is verder aanvullend vooronderzoek nodig? Indien ja, motiveer de keuze van de te gebruiken methode.
- In hoeverre dient de vraagstelling, de voorziene onderzoeksstrategie- en methode van de volgende onderzoeksfasen bijgestuurd te worden?

### 2.1.3 Opgravingsstrategie en -methode

Het landschappelijk bodemonderzoek wordt uitgevoerd conform de *Code van Goede Praktijk (CGP 7.3.3, p. 51)*. Wegens de complexiteit van de bodemopbouw in de Maasvallei wordt gekozen voor profielputten. Profielputten geven immers een duidelijker beeld van de aanwezige afzettingen en horizonten dan boringen. De profielputten worden aangelegd langs de Koggebeek.

#### **Afbakening van het onderzoeksgebied**

Het landschappelijk bodemonderzoek in de vorm van proefputten zal plaatsvinden over een terrein van ca. 5,2 ha (cfr. transportzone).

#### **Criteria voor het niet uitvoeren van voorziene onderzoeksmethoden**

Indien tijdens het veldwerk van bovenstaande beschreven methode en technieken wordt afgeweken, wordt dit beschreven en verantwoord in de rapportering. Dit kan o.m. het geval zijn bij het aantreffen van voorziene verstoringen.

#### **Randvoorwaarden**

Dit onderzoek kan gelijklopend uitgevoerd worden met het landschappelijk bodemonderzoek ter hoogte van ZONE 2 en ZONE 3.

Voorafgaand aan het landschappelijk bodemonderzoek moet het terrein voldoende toegankelijk gemaakt worden, zodat de graafmachine de nodige graafwerken ongestoord kan uitvoeren.

Er wordt bijkomend gezorgd dat:

- Profielputten die dieper dan de toegestane wettelijke uitgraafdiepte worden aangelegd, gestaakt en/of getrapt aangelegd worden. Hierbij dient ten allen tijde eerst het getrapt aanleggen van sleuven en putten te worden overwogen, vooraleer de aanleg van putten of sleuven gestaakt wordt.
- Alle inmetingen gebeuren met een GPS-gestuurd en georeferencieerd meetsysteem.
- De weersomstandigheden dermate zijn dat ze een goede waarneming toelaten.
- Voorafgaand een KLIP-aanvraag plaats vindt en men rekening houdt met eventueel aanwezige nutsleidingen.
- De werf is ingericht conform de vigerende arbeidswetgeving.
- De werf is ingericht volgens, en wordt uitgevoerd volgens de vigerende veiligheids- en gezondheidswetgeving.
- De uitvoering van de prospectie in overeenstemming is met de wettelijke bepalingen inzake bodemverzet.

### Evaluatiecriteria

Het onderzoek is succesvol wanneer de vragen zowel wat betreft de lithogenese en ouderdom een inhoudelijk antwoord konden ontvangen.

Op basis van de resultaten en relevante gegevens (bijvoorbeeld Geomorfogenetische Kaart van het Maasdal) wordt een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel opgesteld. Hierin zijn in ieder geval opgenomen (voor zover vast te stellen met dit onderzoek):

1. Datering, minimaal in hoofdperioden (zoals Paleolithicum, Mesolithicum etc.);
2. Complextype (zoals nederzetting, grafveld, akkerlaag etc.);
3. Omvang;
4. Diepteligging (ook zichtbaar of niet-zichtbaar);
5. Locatie (eventueel met aanduiding in welk deelgebied);
6. Uiterlijke kenmerken (artefacten en type indicatoren);
7. Mogelijke verstoringen (waaronder ook veranderingen, veroorzaakt door post- depositionele processen).

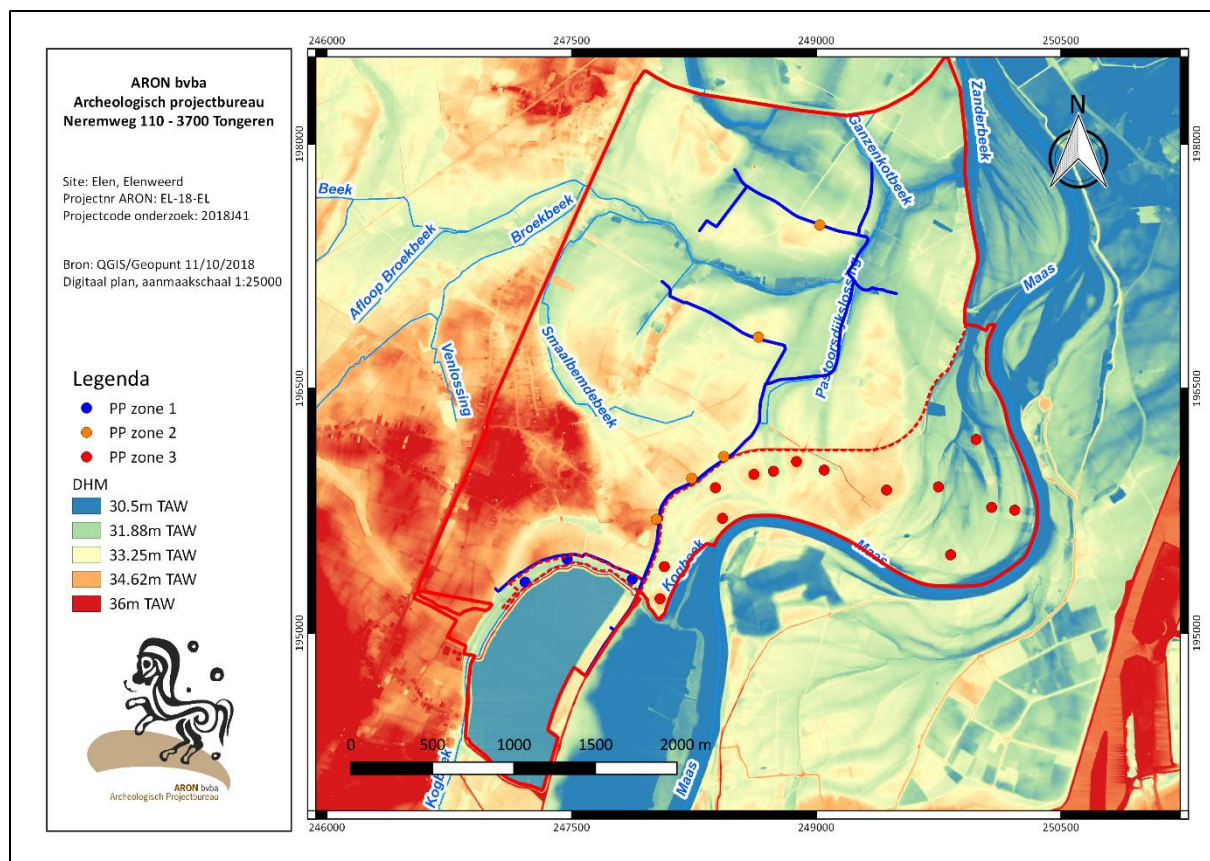
#### 2.1.4 Onderzoekstechnieken

Het landschappelijk profielputtenonderzoek wordt conform de *Code van Goede Praktijk* (CGP 7.3.3, p. 51) uitgevoerd.

Voor het onderzoeksterrein zijn in de geul van de Koggebeek drie profielputten voorzien (*Afb. 49, Blauw*). De precieze ligging van de profielputten wordt op het terrein bepaald door de veldwerkleider in functie van het beantwoorden van de onderzoeksvragen. Indien nodig kunnen er tussenboringen geplaatst worden en/of boringen haaks op de breedte van geul. Deze boringen kunnen noodzakelijk zijn indien daartoe lithogenetische overwegingen zijn zoals een nauwkeuriger begrenzing van een lithogenetische of morfogenetische eenheid (vb. in het landschap zichtbare kleinschalige fenomenen als restgeulen of rivierduinen) of bij de vaststelling van de geometrie van restgeulen uit het Holocene systeem. Vooral het diepste punt van de geul is van belang. Deze landschappelijke boringen worden conform de *Code van Goede Praktijk* (CGP 7.3.2, p. 49) uitgevoerd.

De oppervlakte van de profielputten is minimaal 2 x 2 m. De diepte is afhankelijk van de landschapsvorm, doch minimaal 2 m, zolang grondwatercondities dit toestaan. Indien uit veiligheidsoverwegingen onvoldoende diep gegraven kan worden, wordt dieper geboord om een zicht te krijgen op onderliggende aardkundige eenheden.

De profielputten worden machinaal aangelegd door een kraan op rupsbanden met een vlakke bak. Er wordt laagsgewijs afgegraven om de aanwezigheid van archeologische sporen / vondsten / indicatoren te kunnen controleren. Indien aanwezig worden deze conform de *Code van Goede Praktijk* geregistreerd.



Afb. 49: Profielputtenplan geprojecteerd op het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen met aanduiding van het onderzoeksterrein (rood), de profielputten ter hoogte van de transport- en overslagzone Koggebeek ZONE 1 (blauw), ter hoogte van het irrigatienetwerk ZONE 2 (zie infra, oranje) en ter hoogte van het grindwinning Elerweerd ZONE 3 (zie infra, rood).

Alle profielputten worden genummerd en ingemeten, incl. hoogtemeting. Van elke profielput wordt het referentieprofiel gefotografeerd, getekend en beschreven conform de *Code van Goede Praktijk*, 10.3. De inplanting van de profielputten met bijhorende nummers wordt aangeduid op een algemeen overzichtsplan met een leesbare schaal.

Cruciaal is de koppeling tussen sediment (aard textuur, korrelgrootte, sortering, humusgehalte, structuren), wijze van transport en kracht en daarmee afzettingsmilieu. Bijzondere aandacht is er voor erosieve contacten en sedimentaire structuren (indien deze zichtbaar zijn), alsmede verstoringen van het profiel als gevolg van menselijk handelen. Dit in termen van in de boorkern aangetroffen materiaal en verstoring van de stratigrafie.

De mediaanklasse van de zand- en grindfractie wordt in de boorstaten conform NEN 5104 als waarde (in mm b.v. 150-210  $\mu\text{m}$ ) en als omschrijving weergegeven (matig fijn). Daarnaast wordt de sortering van de (zand en grind) monsters in 5 klassen weergegeven: (1) slecht, (2) matig-slecht, (3) matig, (4) matig-goed, (5) goed;

Grondwatercondities (actueel en in het verleden) zijn van groot belang voor de conserveringspotentie van eventuele vindplaatsen. Verder wordt een bepaling gemaakt van de zones van oxidatie, oxidatie-reductie en reductie. Grondwaterstanden t.o.v. TAW en maaiveld worden altijd gedocumenteerd.

De dikte van de horizonten en/of afzettingen worden opgemeten vanaf het maaiveld tot de moederbodem met vermelding van de gaafheid (gaaf, verstoord maar herkenbaar, heterogeen). De beschrijving van de horizonten / afzettingen wordt gebaseerd op het FAO Unesco systeem (A, E, B, C; met waar nodig/mogelijk onderverdelingen). Indien er veen wordt aangetroffen, wordt de bewaringstoestand van het veen nauwkeurig beschreven (geoxideerd of niet).

Ter bepaling van de absolute ouderdom vindt op de voor de vraagstelling van belang zijnde fluviatiele of eolische afzettingen staalname plaats. Het betreft hier OSL alsmede  $^{14}\text{C}$  dateringen. Vooralsnog wordt uitgegaan van minimaal 10  $\text{C}^{14}$  en 15 OSL. Hierbij omvat zitten ook de uit te voeren dateringen voor het landschappelijk

bodemonderzoek ter hoogte van het irrigatienetwerk (ZONE 2, zie 3.1 *landschappelijk bodemonderzoek*) en de grindwinning Elerweerd (ZONE 3, zie 4.1 *landschappelijk bodemonderzoek*).

### 2.1.5 Actoren

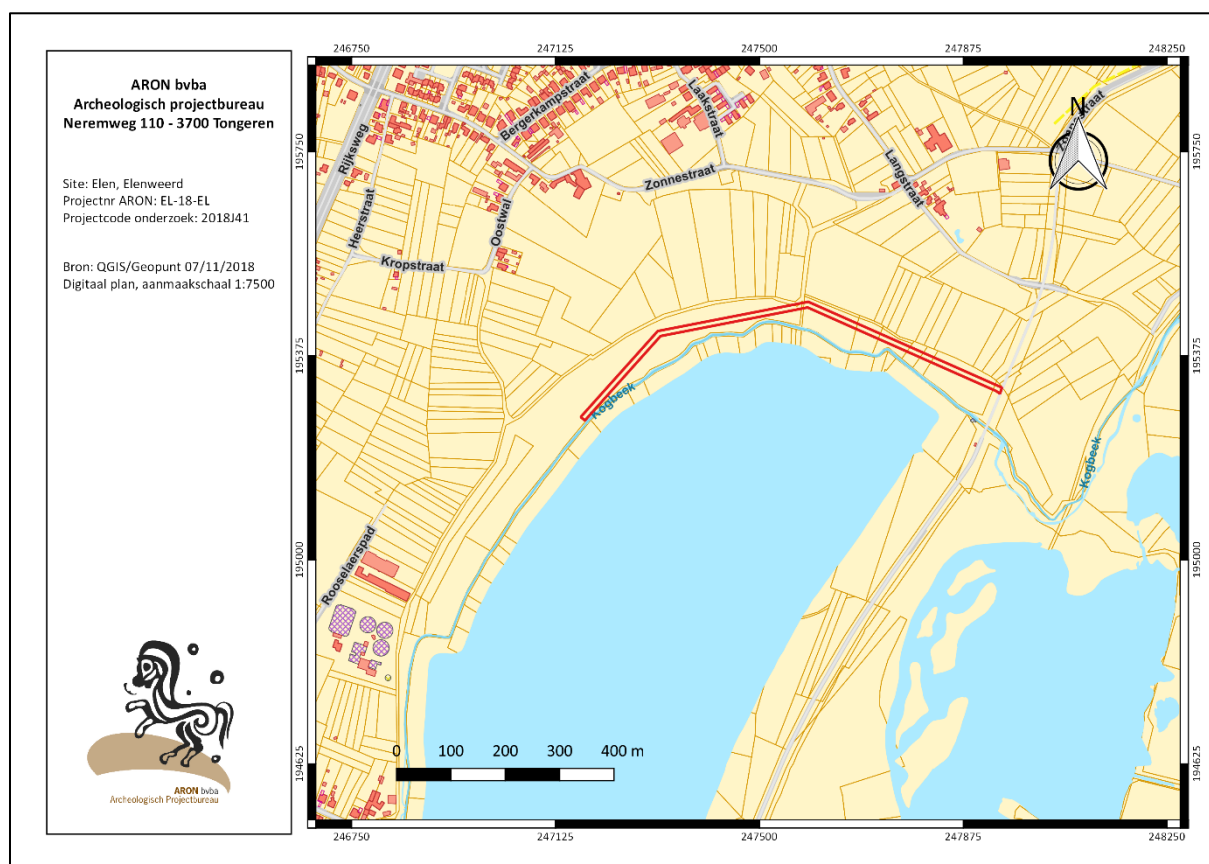
Het landschappelijk bodemonderzoek, wordt uitgevoerd door een veldwerkleider bijgestaan door een aardkundige met minimaal 5 jaar op basis van een cv aantoonbare ervaring in de Maasvallei.



## 2. 2 Optioneel: Prospectie met ingreep in de bodem d.m.v proefsleuven

### 2.2.1 Administratieve gegevens

|                                 |                                                                                               |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Locatiegegevens</b>          | Limburg, Dilsen-Stokkem, Elen                                                                 |
| <b>Oppervlakte</b>              | Het onderzoeksgebied heeft een oppervlakte van 8800 m <sup>2</sup> ter hoogte van de werfweg. |
| <b>Bounding box coördinaten</b> | xMin,yMin 247076.20,195149.74 : xMax,yMax 247932.54,195474.11                                 |
| <b>Kadasternummers</b>          | Bijlage 15                                                                                    |



Afb. 50: Kadastraal plan met perceelgrenzen en afbakening van het onderzoeksterrein voor optioneel vervolgonderzoek in de vorm van proefsleuven.

### 2.2.2 Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksvragen

Doel van het proefsleuvenonderzoek is het opsporen en registreren van (proto-)historische vindplaatsen, vnl. vanaf het neolithicum. Verder wordt de potentiële impact van toekomstige geplande werken op de al dan niet goed bewaarde bodems en het mogelijke aanwezige archeologisch erfgoed ingeschat.

Tijdens het vervolgonderzoek moeten minimaal volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

- Zijn er sporen aanwezig? Zo ja, geef een beknopte omschrijving.
- Zijn de sporen natuurlijk of antropogeen?
- Hoe is de bewaringstoestand van de sporen?
- Maken de sporen deel uit van één of meerdere structuren?

- Behoren de sporen tot één of meerdere periodes?
- Kunnen de sporen gelinkt worden aan archeologische vindplaatsen in de omgeving?
- Wat is de relatie tussen de bodem en de archeologische sporen?
- Wat is de relatie tussen de bodem en de landschappelijke context (landschap algemeen, geomorfologie, ...)?
- Is er een bodemkundige verklaring voor de partiële afwezigheid van archeologische sporen? Zo ja, waarom? Zo nee, waarom niet?
- Kunnen archeologische vindplaatsen in tijd, ruimte en functie afgebakend worden (incl. de argumentatie)?
- Wat is de vastgestelde en verwachte bewaringstoestand van elke archeologische vindplaats?
- Wat is de waarde van elke vastgestelde archeologische vindplaats?
- Wat is de potentiële impact van de geplande ruimtelijke ontwikkeling op de waardevolle archeologische vindplaatsen?
- Voor waardevolle archeologische vindplaatsen die bedreigd worden door de geplande ruimtelijke ontwikkeling: hoe kan deze bedreiging weggenomen of verminderd worden (maatregelen behoud in situ)?
- Voor waardevolle archeologische vindplaatsen die bedreigd worden door de geplande ruimtelijke ontwikkeling en die niet in situ bewaard kunnen blijven:
  - Wat is de ruimtelijke afbakening (in drie dimensies) van de zones voor vervolgonderzoek?
  - Welke aspecten verdienen bijzondere aandacht, zowel vanuit methodologie als aanpak voor het vervolgonderzoek?
- Welke vraagstellingen zijn voor vervolgonderzoek relevant?
- Zijn er voor de beantwoording van deze vraagstellingen natuurwetenschappelijke onderzoeken nodig? Zo ja, welke type staalnames zijn hiervoor noodzakelijk en in welke hoeveelheid?
- Wat is de aard van een aanvullend onderzoek? Hoe wordt deze best uitgevoerd en wat is de kostprijs hiervan?

### 2.2.3 Opgravingsstrategie en -methode

Een proefsleuvenonderzoek wordt uitgevoerd conform hoofdstuk 8.6 van de Code van Goede Praktijk.

Indien uit het landschappelijk proefputtenonderzoek (zie 2.1 *Landschappelijk bodemonderzoek*) blijkt dat het archeologisch niveau zich binnen de diepte van de geplande ingrepen bevindt (m.n. net onder de teelaarde), wordt aanbevolen om de zone van de werfweg door middel van een proefsleuvenonderzoek te onderzoeken.

#### Afbakening van het onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied heeft een oppervlakte van 8800 m<sup>2</sup> ter hoogte van de werfweg. Het deel dat reeds door een prospectie met ingreep in de bodem onderzocht werd, is hierin reeds uitgesloten.

#### Criteria voor het niet uitvoeren van voorziene onderzoeksmethoden

Indien tijdens het veldwerk van bovenstaande beschreven methode en technieken wordt afgeweken, wordt dit beschreven en verantwoord in de rapportering. Dit kan o.m. het geval zijn bij het aantreffen van onvoorziene verstoringen. Een andere mogelijkheid waarin kan afgeweken worden van de voorziene breedte / diepte van proefsleuven is als op het terrein blijkt dat er zodanig diep moet gegraven worden, dat de veiligheid in gedrang komt.

#### Randvoorwaarden

Het proefsleuvenonderzoek ter hoogte van de werfweg, wordt enkel uitgevoerd indien uit de resultaten van het voorafgaandelijke landschappelijk bodemonderzoek blijkt het archeologisch niveau zich binnen de diepte van de geplande ingrepen bevindt (m.n. net onder de teelaarde).

Bijkomend wordt gezorgd dat:

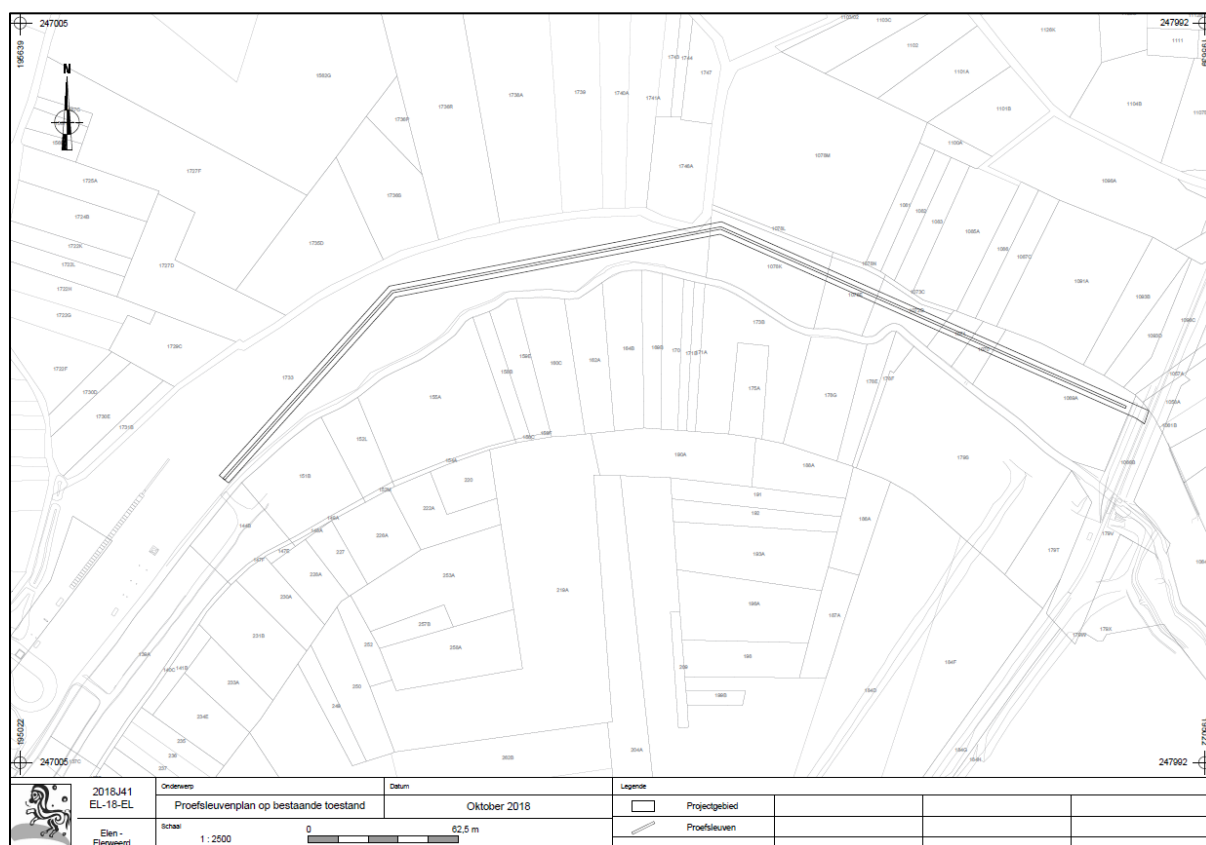
- Sleuven die dieper dan de toegestane wettelijke uitgraafdiepte worden aangelegd, worden gestaakt en/of getrapt aangelegd.
- Alle inmetingen gebeuren met een GPS-gestuurd en gegeorefereerd meetsysteem.
- De weersomstandigheden dermate zijn dat ze een goede waarneming toelaten.
- Voorafgaand een KLIP-aanvraag plaats vindt.
- De werf is ingericht conform de vigerende arbeidswetgeving.
- De werf is ingericht volgens, en wordt uitgevoerd volgens de vigerende veiligheids- en gezondheidswetgeving.
- De uitvoering van de prospectie in overeenstemming is met de wettelijke bepalingen inzake bodemverzet

### Evaluatiecriteria

Het onderzoek is succesvol wanneer de vragen zowel wat betreft de bodemkunde als de archeologie een inhoudelijk antwoord konden ontvangen.

## 2.2.4 Onderzoekstechnieken

Indien uit het landschappelijk proefputtenonderzoek (zie 2.1 *landschappelijk bodemonderzoek*) blijkt dat het archeologisch niveau zich binnen de diepte van de geplande ingrepen bevindt (m.n. net onder de teelaarde), wordt aanbevolen om de werfweg d.m.v. 1 proefsleuf te onderzoeken. Deze wordt centraal aangelegd in de 10 m brede strook. Het sleuvenplan hiervan is terug te vinden in Bijlage 16 en 17, zie ook Afb. 51.



Afb. 51: Sleuvenplan werfweg op bestaande toestand met aanduiding van het onderzoeksgebied (zwart) en de geplande sleuven in het zwart (Bron: Aron bvba, digitaal plan, dd. 08/11/2018, aanmaatschaal 1:2500, 2018J41).

### 2.2.5 Actoren

Het proefsleuvenonderzoek wordt uitgevoerd door een veldwerkleider met ervaring in het aanleggen van proefsleuven in de Kempen en de Maasvallei en een assistent-archeoloog.

De bodemprofielen worden door een assistent-aardkundige met ervaring met de bodem- en sedimenttypes die in het projectgebied voorkomen, beschreven.

Indien nodig wordt tijdens het proefsleuvenonderzoek een beroep gedaan op een fysisch antropoloog. Deze is gespecialiseerd in de studie van menselijke resten uit archeologisch onderzoek en hun begravingsomgeving.

Indien nodig wordt tijdens het proefsleuvenonderzoek een beroep gedaan op een conservator. Deze conservator is gespecialiseerd in handelingen om de bewaringstoestand van de archeologische vondsten of de omgeving daarvan te stabiliseren en verder verval te verhinderen of vertragen.

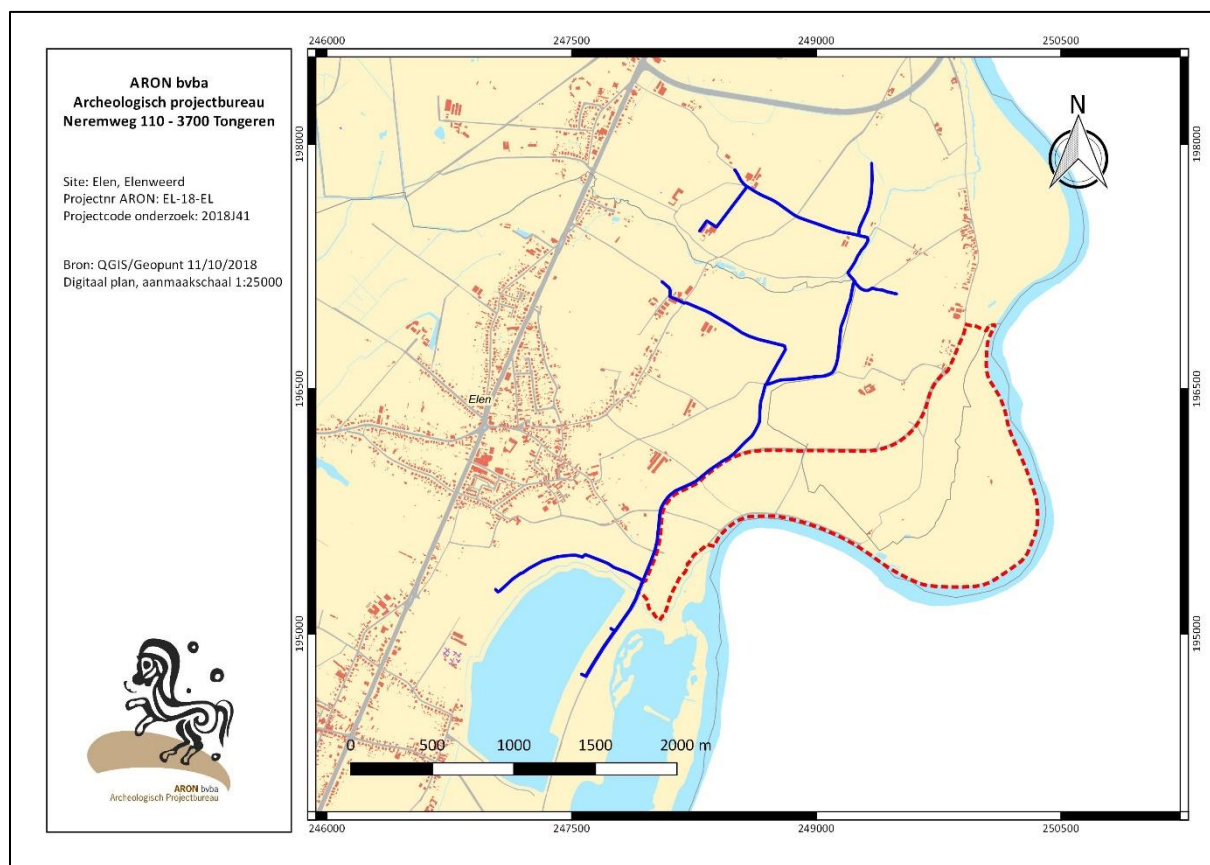


### 3. Programma van maatregelen ZONE 2: Irrigatienetwerk

#### 3. 1 Landschappelijk bodemonderzoek

##### 3.1.1 Administratieve gegevens

|                          |                                                                                                                                       |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Locatiegegevens          | Limburg, Dilsen-Stokkem, Elen – Maaseik, Heppeneert                                                                                   |
| Oppervlakte              | Het onderzoeksgebied sterkt zich uit over een afstand van 7 km ter hoogte van het beoogde irrigatienetwerk ( <i>Afb. 52, blauw</i> ). |
| Bounding box coördinaten | xMin,yMin 247029.10,194736.92 : xMax,yMax 249493.05,197884.29                                                                         |
| Kadasternummers          | Bijlage 15                                                                                                                            |



Afb. 52: Kadastraal plan met perceelgrenzen en afbakening van het onderzoeksterrein voor vervolgonderzoek in de vorm van een landschappelijk bodemonderzoek in functie van de vaststelling van de ouderdom, gaafheid en genese van het onderzoeksterrein, met aanduiding van het irrigatienetwerk (zone 2, Blauw) en de grindwinning Elerweerd (zone 3, Rood).

### 3.1.2 Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksvragen

Doel van het landschappelijk bodemonderzoek is door gerichte waarnemingen, documentatie en staalname de aardkundige opbouw, bodembewaringstoestand, genese en, bovenal, de ouderdom van verschillende landschappelijke en lithogenetische eenheden in het onderzoeksgebied in kaart te brengen om zo de noodzaak en de strategie van bijkomend vooronderzoek te kunnen bepalen.

Concreet wordt de bodem tijdens dit onderzoek nauwkeurig beschreven waarbij sediment- en bodemkarakteristieken vertaald worden naar proces, afzettingsmilieu en daarmee landschapsdynamiek. Uiteindelijk doel zijn ouderdom van de in het plangebied aanwezige fluviatiele en eventuele eolische eenheden en daarmee de specifieke archeologische verwachting en potentie.

Tijdens dit landschappelijk onderzoek moeten minimaal volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

- Wat is de landschappelijke context van het projectgebied?
- Welke zijn de waargenomen afzettingen en horizonten in de bodem, beschrijving en duiding?
- Wat is hun lithogenese en waar komen deze eenheden ruimtelijk in het onderzoeksgebied voor?
- Welke lithogenetische eenheden kunnen worden onderscheiden?
- Hoe oud zijn de aangetroffen lithogenetische eenheden?
- Welke lithologische karakteristieken (textuur, korrelgrootte, sortering, afronding en kleur) en sedimentaire structuren kenmerken deze lithogenetische eenheden?
- Hoe kunnen de lithogenetische eenheden vertaald worden naar proces en milieu?
- Wat zeggen de sedimenten over de waterhuishouding (oxidatie, oxidatie-reductie en reductiezone)?
- Welke fenomenen wijzen op stilstandsfasen in de sedimentatie en waar zijn deze aangetroffen? Beschrijf de kenmerken waaronder diepteligging, ligging ten opzichte van TAW en maaiveld, aard van het moedermateriaal en lithogenetische of geomorfologische eenheid, kleur en dikte.
- Wat is per lithogenetische eenheid het referentie bodemprofiel?
- Zijn er tekenen van erosie?
- Wat is de diepte van de grondwatertafel?
- Wat is de landschappelijke gaafheid en wat betekent deze in termen van archeologische verwachting?

### 3.1.3 Opgravingsstrategie en -methode

Ervaringen uit de Nederlands Limburgse Maasvallei, waar ten behoeve van maatschappelijke projecten zeer veel onderzoek is en wordt gedaan (b.v. Grensmaas, Ooijen - Wanssum, Well-Aijen<sup>87</sup>) wijzen erop dat gedegen kennis van het (paleo)landschap cruciaal is om op effectieve en efficiënte wijze archeologisch onderzoek te kunnen uitvoeren. Archeo-landschappelijk onderzoek in de Maasvallei bestaat doorgaans uit boringen aangevuld met profielputten op de in het onderzoeksgebied aanwezige lithogenetische of geomorfologische eenheden. In het Nederlandse Maasdal wordt gesproken over een Verkenning<sup>PLUS</sup>. Hiermee zijn al zeer goede resultaten behaald.<sup>88</sup>

Ervaringen uit vergelijkbaar onderzoek in Boeien-Veurzen<sup>89</sup> leren dat ook in Elerweerd sprake kan zijn van ondiepe grindbanken die met de grondboor ondoordringbaar zijn. Door verspreid over de onderscheiden landvormen machinaal enkele profielputten te graven kan in eerste instantie een inzicht worden verkregen in de opbouw (ook onder de grindbanken) en kunnen monsters worden genomen om de lagen te dateren. Ook de aanwezigheid van steenkoolrijke lagen kan een goede datering worden verkregen.

Ter hoogte van het irrigatienetwerk worden, in samenhang met de te onderzoeken zone aan de Elenweerd (zie *infra* ZONE 3, 4.1 *landschappelijk bodemonderzoek*), profielputten ingepland op de te onderscheiden en mogelijk archeologisch relevante lithogenetische eenheden (met name kronkelwaardrug, kronkelwaardvlakte, kronkelwaardgeul<sup>90</sup>, overstromingsvlakte, oeverwal, vlechtend rivierterras, restgeul, rivierduin).

<sup>87</sup> Zie voor een overzicht Ball et al., 2018.

<sup>88</sup> Bijvoorbeeld Zuidhof & Huizer, 2015.

<sup>89</sup> Ellenkamp, 2018b

<sup>90</sup> De kronkelwaardvlakte is een (deel van een) alluviale vlakte met een door wisselende stromingen van een rivier gevormd patroon van ruggen en depressies. Door afzetting in de binnenbocht en erosie in de buitenbocht van de voormalige bedding

### Afbakening van het onderzoeksgebied

De uitvoering van deze onderzoekstechniek is gericht op het te ontwikkelen irrigatienetwerk dat over een afstand van ca. 7 km zal worden aangelegd (*Afb. 52, Blauw*).

### Criteria voor het niet uitvoeren van voorziene onderzoeksmethoden

Indien tijdens het veldwerk van bovenstaande en onderstaande beschreven methoden en technieken wordt afgeweken, wordt dit beschreven en verantwoord in de rapportering.

Dit kan o.m. het geval zijn bij het aantreffen van onvoorziene verstoringen. Een andere mogelijkheid waarin kan afgeweken worden van de voorziene breedte / diepte van de proefputten, is als op het terrein blijkt dat er zodanig diep moet gegraven worden, dat de veiligheid in gedrang komt.

### Randvoorwaarden

Dit onderzoek kan gelijklopend uitgevoerd worden met het landschappelijk bodemonderzoek ter hoogte van ZONE 1 en ZONE 3.

Er wordt bijkomend gezorgd dat:

- Profielputten die dieper dan de toegestane wettelijke uitgraafdiepte worden aangelegd, gestaakt en/of getrapt aangelegd worden.
- Alle inmetingen gebeuren met een GPS-gestuurd en gegeorefereerd meetsysteem.
- De weersomstandigheden dermate zijn dat ze een goede waarneming toelaten.
- Voorafgaand een KLIP-aanvraag plaats vindt en men rekening houdt met eventueel aanwezige nutsleidingen.
- De werf is ingericht conform de vigerende arbeidswetgeving.
- De werf is ingericht volgens, en wordt uitgevoerd volgens de vigerende veiligheids- en gezondheidswetgeving.
- De uitvoering van de prospectie in overeenstemming is met de wettelijke bepalingen inzake bodemverzet.

### Evaluatiecriteria

Het onderzoek is succesvol wanneer de vragen zowel wat betreft de lithogenese en ouderdom een inhoudelijk antwoord konden ontvangen.

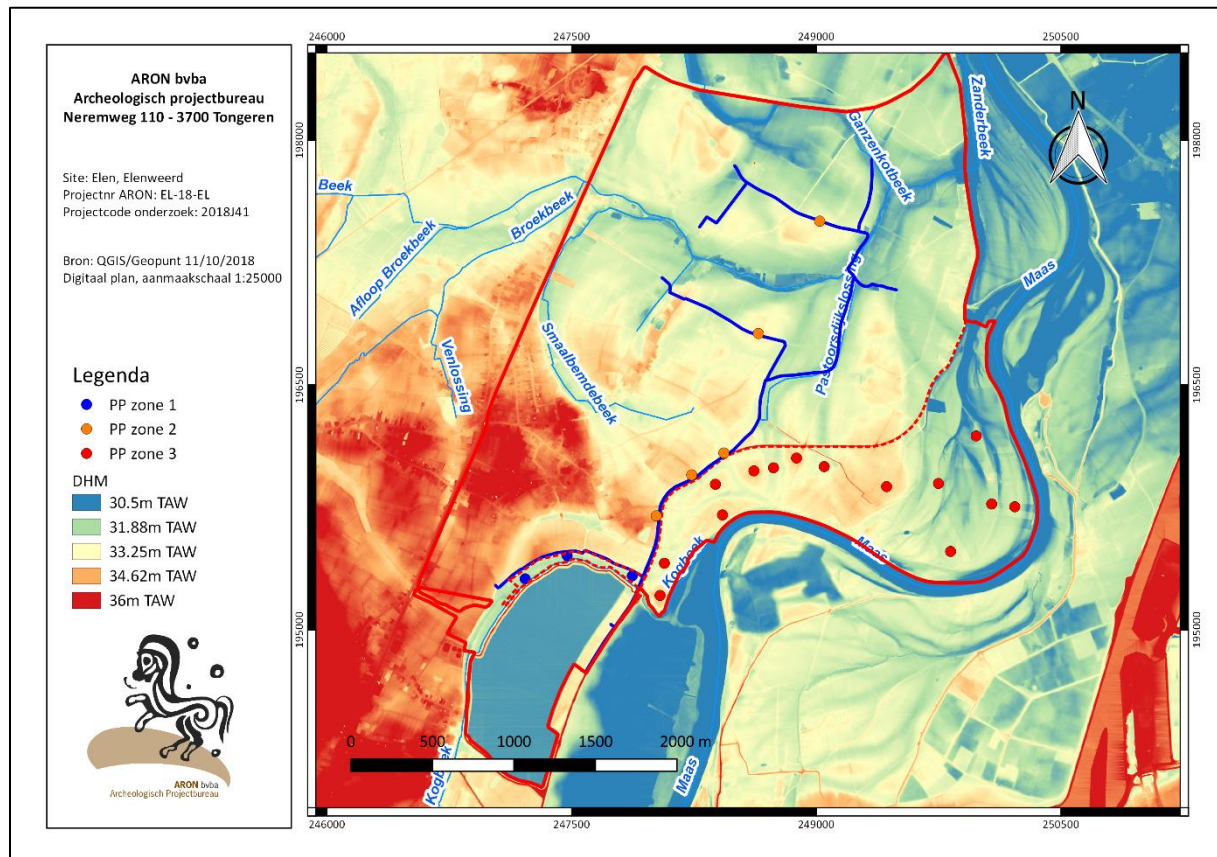
Op basis van de resultaten en relevante gegevens (bijvoorbeeld Geomorfogenetische Kaart van het Maasdal) wordt een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel opgesteld. Hierin zijn in ieder geval opgenomen (voor zover vast te stellen met dit onderzoek):

1. Datering, minimaal in hoofdperioden (zoals Paleolithicum, Mesolithicum etc.);
2. Complextype (zoals nederzetting, grafveld, akkerlaag etc.);
3. Omvang;
4. Diepteligging (ook zichtbaar of niet-zichtbaar);
5. Locatie (eventueel met aanduiding in welk deelgebied);
6. Uiterlijke kenmerken (artefacten en type indicatoren);
7. Mogelijke verstoringen (waaronder ook veranderingen, veroorzaakt door post- depositionele processen).

### 3.1.4 Onderzoekstechnieken

Het landschappelijk profielputtenonderzoek wordt conform de Code van Goede Praktijk (CGP 7.3.3, p. 51) uitgevoerd.

De profielputten worden, verspreid over het irrigatienetwerk en in samenhang met de aan te leggen proefputten ter hoogte van de grindwinning Elerweerd, zo aangelegd dat ze alle aardkundige eenheden omvatten die kunnen voorkomen en relevant zijn voor de vraagstellingen van het onderzoek. Te denken is aan de mogelijke verschillende rivierterrassen, eventuele rivierduinen, grindkoppen, restgeulen, kronkelwaard, kronkelwaardgeulen, kommen.



Afb. 53: Profielputtenplan geprojecteerd op het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen met aanduiding van het onderzoeksterrein (rood) en het irrigatienetwerk (blauw). Verder zijn aangeduid: de profielputten ter hoogte van de transport- en overslagzone Koggebeek (zone 1, Blauw, zie supra), ter hoogte van het irrigatienetwerk ZONE 2 (oranje) en ter hoogte van het grindwinning Elerweerd ZONE 3 (zie infra, rood).

Voor deze zone (zone 2: Irrigatienetwerk) wordt uitgegaan van 5 profielputten. De inplanting is weergegeven Afb. 53, *oranje*. De meest noordelijke profielput situeert zich zo op de restant van het laagterras de resterende 4 profielputten worden ingepland op de hoogtes en laagtes (geulen) binnen de Holocene Maasvlakte. Indien deze configuratie uit praktische overwegingen of vanwege veiligheidsredenen niet mogelijk is (vb. door de aanwezigheid van te bomen of door bebouwing), kan de ligging van de profielputten aangepast worden. Wel moet het mogelijk blijven om de onderzoeksvragen afdoende te beantwoorden.

De oppervlakte van de profielputten is minimaal 2 x 2 m. De diepte is afhankelijk van de landschapsvorm, doch minimaal 2 m, zolang grondwatercondities dit toestaan. Indien uit veiligheidsoverwegingen onvoldoende diep gegraven kan worden, wordt dieper geboord om een zicht te krijgen op onderliggende aardkundige eenheden.

De profielputten worden machinaal aangelegd door een kraan op rupsbanden met een vlakke bak. Er wordt laagsgewijs afgegraven om de aanwezigheid van archeologische sporen / vondsten / indicatoren te kunnen controleren. Indien aanwezig worden deze conform de *Code van Goede Praktijk* geregistreerd.

Alle profielputten worden genummerd en ingemeten, incl. hoogtemeting. Van elke profielput wordt het referentieprofiel gefotografeerd, getekend en beschreven conform de *Code van Goede Praktijk*, 10.3. De inplanting van de profielputten met bijhorende nummers wordt aangeduid op een algemeen overzichtsplan met een leesbare schaal.

Cruciaal is de koppeling tussen sediment (aard textuur, korrelgrootte, sortering, humusgehalte, structuren), wijze van transport en kracht en daarmee afzettingsmilieu. Bijzondere aandacht is er voor erosieve contacten en sedimentaire structuren (indien deze zichtbaar zijn), alsmede verstoringen van het profiel als gevolg van menselijk handelen. Dit in termen van in de boorkern aangetroffen materiaal en verstoring van de stratigrafie (verrommeling);

De mediaanklasse van de zand- en grindfractie wordt in de boorstaten conform NEN 5104 als waarde (in mm b.v. 150-210  $\mu\text{m}$ ) en als omschrijving weergegeven (matig fijn). Daarnaast wordt de sortering van de (zand en grind) monsters in 5 klassen weergegeven: (1) slecht, (2) matig-slecht, (3) matig, (4) matig-goed, (5) goed;

Grondwatercondities (actueel en in het verleden) zijn van groot belang voor de conserveringspotentie van eventuele vindplaatsen. Verder wordt een bepaling gemaakt van de zones van oxidatie, oxidatie-reductie en reductie. Grondwaterstanden t.o.v. TAW en maaiveld worden altijd gedocumenteerd.

De dikte van de horizonten en/of afzettingen worden opgemeten vanaf het maaiveld tot de moederbodem met vermelding van de gaafheid (gaaf, verstoord maar herkenbaar, heterogeen). De beschrijving van de horizonten / afzettingen wordt gebaseerd op het FAO Unesco systeem (A, E, B, C; met waar nodig/mogelijk onderverdelingen). Indien er veen wordt aangetroffen, wordt de

Ter bepaling van de absolute ouderdom vindt op de voor de vraagstelling van belang zijnde fluviatiele of eolische afzettingen staalname plaats. Het betreft hier OSL alsmede  $^{14}\text{C}$  dateringen. Vooralsnog wordt uitgegaan van minimaal 10  $\text{C}^{14}$  en 15 OSL. Hierbij omvat zitten ook de uit te voeren dateringen voor het landschappelijk bodemonderzoek ter hoogte van de transport- en overslagzone Koggebeek (ZONE 1, zie 2.1 *Landschappelijk bodemonderzoek*) en de grindwinning Elenweerd (ZONE 3, zie 4.1 *Landschappelijk bodemonderzoek*).

Indien noodzakelijk ter beantwoording van de vragen kunnen echter meer profielputten, en  $^{14}\text{C}$  en OSL- dateringen worden aangewend.

### 3.1.5 Actoren

Het landschappelijk bodemonderzoek, wordt uitgevoerd door een veldwerkleider bijgestaan door een aardkundige met minimaal 5 jaar op basis van een cv aantoonbare ervaring in de Maasvallei.

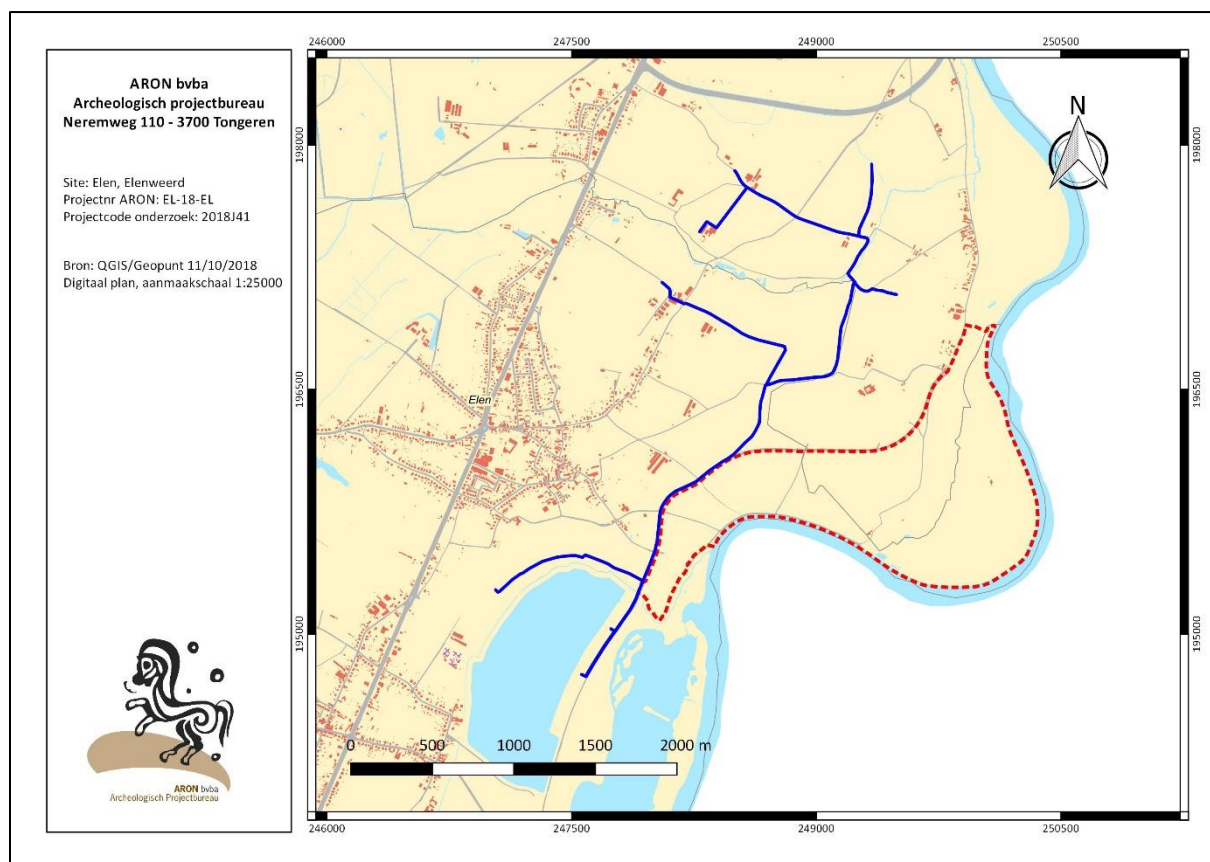


## 4. Programma van maatregelen ZONE 3: Grindwinning Elerweerd

### 4. 1 Landschappelijk bodemonderzoek

#### 4.1.1 Administratieve gegevens

|                                 |                                                                                                                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Locatiegegevens</b>          | Limburg, Dilsen-Stokkem, Elen – Maaseik, Heppeneert                                                                                 |
| <b>Oppervlakte</b>              | De uitvoering van deze onderzoekstechniek is gericht op de zone van de grindwinning Elerweerd, ca. 163 ha ( <i>Afb. 54, Rood</i> ). |
| <b>Bounding box coördinaten</b> | xMin,yMin 247905.93,195083.18 : xMax,yMax 250356.90,196895.97                                                                       |
| <b>Kadasternummers</b>          | Bijlage 15                                                                                                                          |



Afb. 54: Kadastraal plan met perceelgrenzen en afbakening van het onderzoeksterrein voor vervolgonderzoek in de vorm van een landschappelijk bodemonderzoek in functie van de vaststelling van de ouderdom, gaafheid en genese van het onderzoeksterrein, met aanduiding van het irrigatienetwerk (zone 2, Blauw) en de grindwinning Elerweerd (zone 3, Rood).

#### 4.1.2 Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksvragen

Doel van het landschappelijk bodemonderzoek is door gerichte waarnemingen, documentatie en staalname de aardkundige opbouw, bodembewaringstoestand, genese en de ouderdom van verschillende landschappelijke en lithogenetische eenheden in het onderzoeksgebied in kaart te brengen. Verder wordt getracht een grip te krijgen op de ruimtelijke begrenzing van de landschappelijke eenheden en bodemlagen en hun ontstaanswijze: de geomorfogenese en lithogenese en kan zo het gebied ruimtelijk in beeld gebracht worden. Tevens kan een zicht bekomen worden op de diepte van de archeologische niveau(s). Op basis hiervan kan de noodzaak en de strategie van bijkomend vooronderzoek verder bepaald worden.

Tijdens dit landschappelijk onderzoek moeten minimaal volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

- Welke zijn de waargenomen afzettingen en horizonten in de bodem, beschrijving en duiding?
- Wat is hun lithogenese en waar komen deze eenheden ruimtelijk in het onderzoeksgebied voor?
- Welke lithogenetische eenheden kunnen worden onderscheiden?
- Hoe oud zijn de aangetroffen lithogenetische eenheden?
- Welke lithologische karakteristieken (textuur, korrelgrootte, sortering, afronding en kleur) en sedimentaire structuren kenmerken deze lithogenetische eenheden?
- Hoe kunnen de lithogenetische eenheden vertaald worden naar proces en milieu?
- Wat zeggen de sedimenten over de waterhuishouding (oxidatie, oxidatie-reductie en reductiezone)?
- Welke fenomenen wijzen op stilstandsfasen in de sedimentatie en waar zijn deze aangetroffen? Beschrijf de kenmerken waaronder diepteligging, ligging ten opzichte van TAW en maaiveld, aard van het moedermateriaal en lithogenetische of geomorfologische eenheid, kleur en dikte.
- Wat is per lithogenetische eenheid het referentie bodemprofiel?
- Is er sprake van verstoring van het bodemprofiel/ of de verschillende gelaagdheden? Zo ja, waar en tot welke diepte is hier sprake van? Is er een natuurlijke of antropogene verklaring voor? Bovenal, is deze verstoring lokaal of representatief voor een groter gebied?
- Zijn er tekenen van erosie?
- Wat is de diepte van de grondwatertafel?
- Wat is de landschappelijke gaafheid en wat betekent deze in termen van archeologische verwachting?
- Wat zijn de verwachte conservering en gaafheid van eventuele archeologische resten, gelet op het voormalig grondgebruik, natuurlijke processen van erosie en verspoeling en de aard van de ondergrond?
- Wat is de landschapsdynamiek in verschillende archeologische perioden in termen van verwachtingen voor bewoning en andere vormen van landgebruik?
- Hoe verhouden de resultaten zich tot de resultaten van bekende studies en kaarten, zoals de Nederlandse Geomorfologische Kaart van het Maasdal?
- Welke zones kunnen in aanmerkingen komen voor een vervolgonderzoek?
- Zijn er in deze zones één of meer archeologisch relevante niveaus die door middel van verder onderzoek (aanvullend onderzoek naar prehistorie en/of proefsleuven) dienen te worden onderzocht?
- Welke aspecten verdienen bijzondere aandacht bij een vervolgonderzoek?
- Welke vraagstellingen dringen zich op voor een eventueel vervolgonderzoek?
- In hoeverre dient de vraagstelling, de voorziene onderzoeksstrategie- en methode van de volgende onderzoeksfasen bijgestuurd te worden?

#### 4.1.3 Opgravingsstrategie en -methode

Ervaringen uit de Nederlands Limburgse Maasvallei, waar ten behoeve van maatschappelijke projecten zeer veel onderzoek is en wordt gedaan (b.v. Grensmaas, Ooijen - Wanssum, Well-Aijen<sup>91</sup>) wijzen erop dat gedegen kennis van het (paleo)landschap cruciaal is om op effectieve en efficiënte wijze archeologisch onderzoek te kunnen uitvoeren. Archeo-landschappelijk onderzoek in de Maasvallei bestaat doorgaans uit boringen aangevuld met profielputten op de in het onderzoeksgebied aanwezige lithogenetische of geomorfologische eenheden. In het Nederlandse Maasdal wordt gesproken over een Verkenning<sup>PLUS</sup>. Hiermee zijn al zeer goede resultaten behaald.<sup>92</sup>

Ervaringen uit vergelijkbaar onderzoek in Booien-Veurzen<sup>93</sup> leren dat ook in Elerweerd sprake kan zijn van ondiepe grindbanken die met de grondboor ondoordringbaar zijn. Door verspreid over de onderscheiden landvormen machinaal enkele profielputten te graven kan in eerste instantie een inzicht worden verkregen in de opbouw (ook onder de grindbanken) en kunnen monsters worden genomen om de lagen te dateren. Ook de aanwezigheid van steenkoolrijke lagen kan een goede datering worden verkregen.

In samenhang met de zone van de aan te leggen irrigatiekanalen (*zie supra* ZONE 2, 3.1 Landschappelijk bodemonderzoek) worden profielputten ingepland op de te onderscheiden en mogelijk archeologisch relevante

<sup>91</sup> Zie voor een overzicht Ball et al., 2018.

<sup>92</sup> Bijvoorbeeld Zuidhof & Huizer, 2015.

<sup>93</sup> Ellenkamp, 2018b

lithogenetische eenheden (met name kronkelwaardrug, kronkelwaardvlakte, kronkelwaardgeul<sup>94</sup>, overstromingsvlakte, oeverwal, vlechtend rivierterras, restgeul, rivierduin).

Op basis van de proefputten en reeds uitgevoerde bureauonderzoeken (inclusief deze uitgevoerd door RAAP in 2012 en 2018)<sup>95</sup> worden raaien of transecten ingepland, waarlangs landschappelijke boringen worden gezet. De raaien staan zoveel als mogelijk loodrecht op de stromingsrichting van Maas en oudere voorgangers, teneinde een adequaat beeld te verkrijgen van de ligging van de eenheden (waaronder bijvoorbeeld restgeulen) en genese. Extra tussenboringen kunnen noodzakelijk zijn indien daartoe lithogenetische overwegingen zijn zoals een nauwkeuriger begrenzing van een lithogenetische of morfologische eenheid (bv. in het landschap zichtbare kleinschalige fenomenen als restgeulen of rivierduinen);

Op strategische locaties, dan wel wanneer blijkt dat boringen al ondiep stuiten op ondoordringbare lagen, worden machinaal profielputten gezet. Dit ter beoordeling van de veldwerkleider, na afloop van het booronderzoek. Mede vanwege de complexiteit van de bodemopbouw in de Maasvallei leveren profielputten een belangrijke meerwaarde als aanvulling op het booronderzoek. In profielputten kunnen afzettingen en bodemopbouw immers in optima forma bestudeerd worden. De combinatie is effectief: boringen voor het ruimtelijk inzicht; de profielputten voor optimale diepte informatie en kennis van de sedimenten.

### Afbakening van het onderzoeksgebied

De uitvoering van deze onderzoekstechniek is gericht op de zone van de grindwinning Elerweerd, ca. 163 ha (*Afb. 54, Rood*).

### Criteria voor het niet uitvoeren van voorziene onderzoeksmethoden

Indien tijdens het veldwerk van bovenstaande en onderstaande beschreven methoden en technieken wordt afgeweken, wordt dit beschreven en verantwoord in de rapportering.

Dit kan o.m. het geval zijn bij het aantreffen van onvoorziene verstoringen. Een andere mogelijkheid waarin kan afgeweken worden van de voorziene breedte / diepte van de proefputten, is als op het terrein blijkt dat er zodanig diep moet gegraven worden, dat de veiligheid in gedrang komt.

### Randvoorwaarden

Dit onderzoek kan gelijklopend uitgevoerd worden met het landschappelijk bodemonderzoek ter hoogte van ZONE 1 en ZONE 2.

Er wordt bijkomend gezorgd dat:

- Profielputten die dieper dan de toegestane wettelijke uitgraafdiepte worden aangelegd, gestaakt en/of getrapd aangelegd worden.
- Alle inmetingen gebeuren met een GPS-gestuurd en georeferencieerd meetsysteem.
- De weersomstandigheden dermate zijn dat ze een goede waarneming toelaten.
- Voorafgaand een KLIP-aanvraag plaats vindt en men rekening houdt met eventueel aanwezige nutsleidingen.
- De werf is ingericht conform de vigerende arbeidswetgeving.
- De werf is ingericht volgens, en wordt uitgevoerd volgens de vigerende veiligheids- en gezondheidswetgeving.
- De uitvoering van de prospectie in overeenstemming is met de wettelijke bepalingen inzake bodemverzet.

---

<sup>94</sup> De kronkelwaardvlakte is een (deel van een) alluviale vlakte met een door wisselende stromingen van een rivier gevormd patroon van ruggen en depressies. Door afzetting in de binnenbocht en erosie in de buitenbocht van de voormalige bedding van de natuurlijke waterloop hebben meanders (kronkelwaardgeulen) zich zijdelings verplaatst en een microreliëfpatroon nagelaten met kronkelwaardruggen en -vlakten (<https://thesaurus.onroerendergoed.be/>)

<sup>95</sup> Van Dijk 2012; Ellenkamp & Hensen 2018.

## Evaluatiecriteria

Het onderzoek is succesvol wanneer de vragen zowel wat betreft de lithogenese en ouderdom een inhoudelijk antwoord konden ontvangen.

Op basis van de resultaten en relevante gegevens (bijvoorbeeld Geomorfogenetische Kaart van het Maasdal) wordt een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel opgesteld. Hierin zijn in ieder geval opgenomen (voor zover vast te stellen met dit onderzoek):

1. Datering, minimaal in hoofdperioden (zoals Paleolithicum, Mesolithicum etc.);
2. Complextype (zoals nederzetting, grafveld, akkerlaag etc.);
3. Omvang;
4. Diepteligging (ook zichtbaar of niet-zichtbaar);
5. Locatie (eventueel met aanduiding in welk deelgebied);
6. Uiterlijke kenmerken (artefacten en type indicatoren);
7. Mogelijke verstoringen (waaronder ook veranderingen, veroorzaakt door post- depositionele processen).

Op basis van de resultaten van het landschappelijk bodemonderzoek wordt overgegaan naar de volgende onderzoekstappen indien blijkt dat in het onderzoeksgebied (nog) archeologisch relevante niveau(s) aanwezig zijn. De ouderdom van de lithogenetische / landschappelijke eenheden is hier van groot belang. In combinatie met de gegevens uit het bureauonderzoek kunnen zo al dan niet zones vrijgegeven worden waar geen vervolgonderzoek nodig blijkt. Dit kan o.a. het geval zijn voor het gebied ten oosten van de Damiaanhoeve die volgens de GKM een datering 6 kent, i.e. een datering vanaf 1800 na Chr. Deze laatste datering correspondeert met de historische kaarten waarop te zien is dat de oostelijke strook van de Elerweerd vanaf het einde van de 18<sup>de</sup> eeuw tot in de 2<sup>de</sup> helft van de 19<sup>de</sup> eeuw actief gevormd werd.

## 4.1.4 Onderzoekstechnieken

### 4.1.4.1 Profielputten

Het landschappelijk profielputtenonderzoek wordt conform de Code van Goede Praktijk (CGP 7.3.3, p. 51) uitgevoerd.

De profielputten worden verspreid over de te realiseren grindwinning Elerweerd, en in samenhang met de aan te leggen proefputten ter hoogte van het irrigatienetwerk, zo aangelegd dat ze alle aardkundige eenheden omvatten die kunnen voorkomen en relevant zijn voor de vraagstellingen van het onderzoek. Te denken is aan de verschillende rivierterrassen, eventuele rivierduinen, grindkoppen, restgeulen, kronkelwaard, kronkelwaardgeulen, kommen.

Voor deze zone wordt vooralsnog uitgegaan van 14 profielputten. Deze worden ingepland op de voornaamste hoogtes (incl. de hoge rug van de Damiaanhoeve) en de rondom liggende geulen. De inplanting is weergegeven op *Afb. 55, Rood*. Indien deze configuratie uit praktische overwegingen of vanwege veiligheidsredenen niet mogelijk is, kan de ligging van de profielputten nog aangepast worden. Wel moet het mogelijk blijven om de onderzoeksvragen afdoende te beantwoorden.

De oppervlakte van de profielputten is minimaal 2 x 2 m. De diepte is afhankelijk van de landschapsvorm, doch minimaal 2 m, zolang grondwatercondities dit toestaan. Indien uit veiligheidsoverwegingen onvoldoende diep gegraven kan worden, wordt dieper geboord om een zicht te krijgen op onderliggende aardkundige eenheden.

De profielputten worden machinaal aangelegd door een kraan op rupsbanden met een vlakke bak. Er wordt laagsgewijs afgegraven om de aanwezigheid van archeologische sporen / vondsten / indicatoren te kunnen controleren. Indien aanwezig worden deze conform de *Code van Goede Praktijk* geregistreerd.

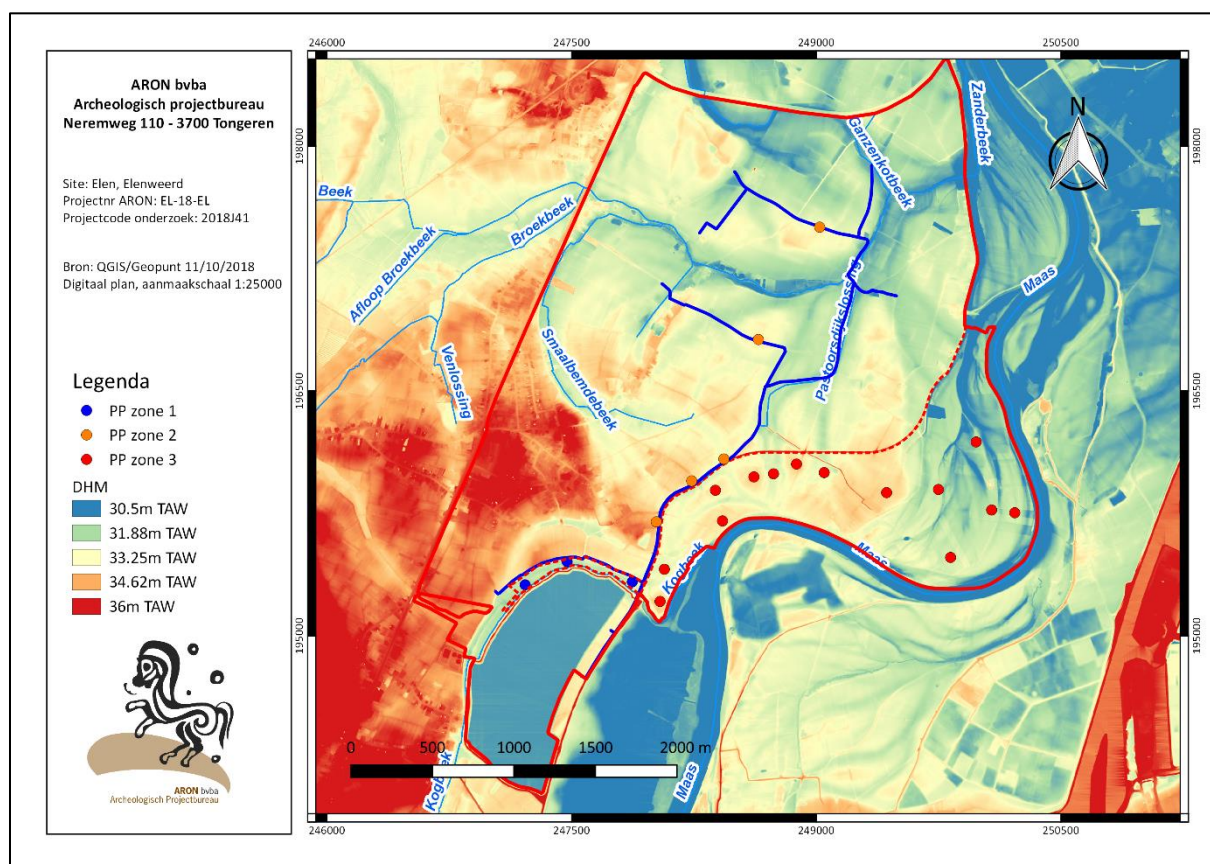
Alle profielputten worden genummerd en ingemeten, incl. hoogtemeting. Van elke profielput wordt het referentieprofiel gefotografeerd, getekend en beschreven conform de *Code van Goede Praktijk*, 10.3. De

inplanting van de profielputten met bijhorende nummers wordt aangeduid op een algemeen overzichtsplan met een leesbare schaal.

Cruciaal is de koppeling tussen sediment (aard textuur, korrelgrootte, sortering, humusgehalte, structuren), wijze van transport en kracht en daarmee afzettingsmilieu. Bijzondere aandacht is er voor erosieve contacten en sedimentaire structuren (indien deze zichtbaar zijn), alsmede verstoringen van het profiel als gevolg van menselijk handelen. Dit in termen van in de boorkern aangetroffen materiaal en verstoring van de stratigrafie (verrommeling);

De mediaanklasse van de zand- en grindfractie wordt in de boorstaten conform NEN 5104 als waarde (in mm b.v. 150-210  $\mu\text{m}$ ) en als omschrijving weergegeven (matig fijn). Daarnaast wordt de sortering van de (zand en grind) monsters in 5 klassen weergegeven: (1) slecht, (2) matig-slecht, (3) matig, (4) matig-goed, (5) goed;

Grondwatercondities (actueel en in het verleden) zijn van groot belang voor de conserveringspotentie van eventuele vindplaatsen. Verder wordt een bepaling gemaakt van de zones van oxidatie, oxidatie-reductie en reductie. Grondwaterstanden t.o.v. TAW en maaiveld worden altijd gedocumenteerd.



Afb. 55: Profielputtenplan geprojecteerd op het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen met aanduiding van het onderzoeksterrein (rood) en het irrigatienetwerk (blauw). Verder zijn aangeduid: de profielputten ter hoogte van de transport- en overslagzone Koggebeek ZONE 1 (zie supra, blauw), ter hoogte van het irrigatienetwerk ZONE 2 (zie supra, oranje) en ter hoogte van het grindwinning Elerweerd ZONE 3 (rood).

De dikte van de horizonten en/of afzettingen worden opgemeten vanaf het maaiveld tot de moederbodem met vermelding van de gaafheid (gaaf, verstoord maar herkenbaar, heterogeen). De beschrijving van de horizonten / afzettingen wordt gebaseerd op het FAO Unesco systeem (A, E, B, C; met waar nodig/mogelijk onderverdelingen). Indien er veen wordt aangetroffen, wordt de

Ter bepaling van de absolute ouderdom vindt op de voor de vraagstelling van belang zijnde fluviatiele of eolische afzettingen staalname plaats. Het betreft hier OSL alsmede  $^{14}\text{C}$  dateringen. Vooralsnog wordt uitgegaan van minimaal 10  $\text{C}^{14}$  en 15 OSL. Hierbij omvat zitten ook de uit te voeren dateringen voor het landschappelijk



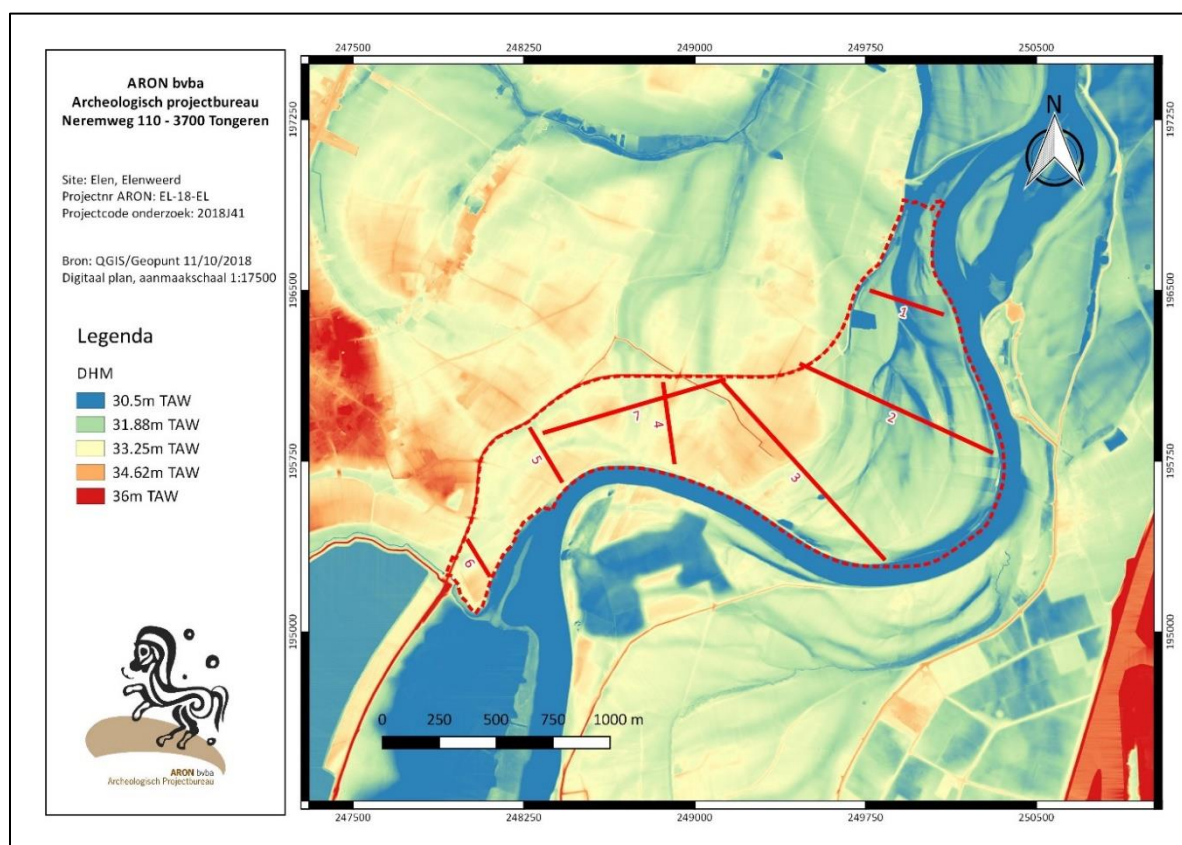
bodemonderzoek ter hoogte van de transport- en overslagzone (ZONE 1, zie 2.2 landschappelijk bodemonderzoek) en het irrigatienetwerk (ZONE 2, zie 3.1 landschappelijk bodemonderzoek).

Indien noodzakelijk ter beantwoording van de vragen kunnen meer profielputten, en  $^{14}\text{C}$  en OSL- dateringen worden aangewend.

#### 4.1.4.2 Landschappelijke boringen

Samen met het proefputtenonderzoek wordt een landschappelijk booronderzoek conform de *Code van Goede Praktijk* (CGP 7.3.2, p. 49) uitgevoerd.

Voor het plangebied wordt momenteel uitgegaan van 7 raaien of transecten (1 t.e.m. 7) waarop om de 25 m een boring wordt geplaatst. Afb. 56. geeft een indicatie van de ligging en richting van deze boorraaien. Een tussenboring kan noodzakelijk zijn indien daartoe lithogenetische overwegingen zijn, zoals een nauwkeuriger begrenzing van een lithogenetische of geomorfologische eenheid (bv. in het landschap zichtbare kleinschalige fenomenen als restgeulen of rivierduinen). Te oordelen naar het DHM zijn met de beoogde zeven boorraaien en een onderlinge boorafstand van 25 m alle aanwezige landschappelijke eenheden en hun onderlinge samenhang en ruimtelijk beeld adequaat vast te stellen. De lengte en richting van de boorraaien kan omwille van terreinomstandigheden of resultaten uit de eerste stap van het landschappelijk onderzoek aangepast worden. De totale lengte van de boorraaien is ca. 4,6 km. Dat betekent in totaal ca. 185 boringen. Als dit door de veldwerkleider noodzakelijk wordt geacht kunnen extra boringen worden uitgevoerd. Hierbij kan uitgegaan worden van ca. 20 boringen.



Afb. 56: Plan landschappelijk bodemonderzoek geprojecteerd op het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen met aanduiding van de grindwinning Elerweerd ZONE 3 (rood) en de vooropgestelde te onderzoeken raaien.

De boringen zullen uitgevoerd worden met een Edelmanboor met een diameter van 7 centimeter of met een guts met diameter 3 cm. De gehanteerde boor laat toe om een lithogenetisch profiel te bekomen van de aanwezige aardkundige eenheden. Er wordt geboord totdat het boorprofiel alle aardkundige eenheden omvat waarin archeologische sites in stratigrafisch primaire positie kunnen voorkomen die relevant zijn voor de vraagstellingen

van het onderzoek (CGP 7.3.2.3), of totdat fysiek niet verder geboord kan worden vanwege ondoordringbare (grind)lagen of grondwater.

Alle boorprofielen worden gefotografeerd en beschreven.

Cruciaal is de koppeling tussen sediment (aard textuur, korrelgrootte, sortering, humusgehalte, structuren), wijze van transport en kracht en daarmee afzettingsmilieu. Bijzondere aandacht is er voor erosieve contacten en sedimentaire structuren (indien deze zichtbaar zijn), alsmede verstoringen van het profiel als gevolg van menselijk handelen. Dit in termen van in de boorkern aangetroffen materiaal en verstoring van de stratigrafie (verrommeling);

De mediaanklasse van de zand- en grindfractie wordt in de boorstaten conform NEN 5104 als waarde (in mm b.v. 150-210  $\mu\text{m}$ ) en als omschrijving weergegeven (matig fijn). Daarnaast wordt de sortering van de (zand en grind) monsters in 5 klassen weergegeven: (1) slecht, (2) matig-slecht, (3) matig, (4) matig-goed, (5) goed;

Grondwatercondities (actueel en in het verleden) zijn van groot belang voor de conserveringspotentie van eventuele vindplaatsen. Verder wordt een bepaling gemaakt van de zones van oxidatie, oxidatie-reductie en reductie. Grondwaterstanden t.o.v. TAW en maaiveld worden altijd gedocumenteerd.

De dikte van de horizonten en/of afzettingen worden opgemeten vanaf het maaiveld tot de moederbodem met vermelding van de gaafheid (gaaf, verstoord maar herkenbaar, heterogeen). De beschrijving van de horizonten / afzettingen wordt gebaseerd op het FAO Unesco systeem (A, E, B, C; met waar nodig/mogelijk onderverdelingen). Indien er veen wordt aangetroffen, wordt de

De inplanting van de boringen wordt aangeduid op een algemeen overzichtsplan met een leesbare schaal.

De veldwerkleider stelt boorbeschrijvingen, een boorlijst en een gegeorefereerd overzichtsplan met daarop de inplanting van de boorpunten op. De boorprofielen worden dusdanig geanalyseerd en geïnterpreteerd naar zinvolle aardkundige eenheden. Voor elke aardkundige eenheid wordt een beschrijving geboden en voor elk boorprofiel wordt de ontstaansgeschiedenis gereconstrueerd. Op basis van de waargenomen variatie in aardkundige opbouw worden de boorlocaties aan een beperkt aantal typelocaties gekoppeld. Deze zijn representatief voor de onderscheiden variaties in aardkundige opbouw of bodemontwikkeling en –conservatie. Tenslotte wordt een overzichtsplan opgemaakt waarop deze variatie is aangeduid, evenals terreindoorsneden daarvan.

Van alle raaien worden lithogenetische profielen vervaardigd, waarbij de informatie van de profielputten wordt meegenomen in de profieltekening.

Indien noodzakelijk voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen kunnen extra profielputten geplaatst worden op basis van de resultaten van het booronderzoek. Het exacte aantal benodigde profielputten is op voorhand niet exact in te schatten. Vooralsnog wordt uitgegaan van 20 profielputten. Deze profielputten kunnen ingepland worden op de boorraai. Echter, ter begrenzing of nadere duiding van een landschappelijke eenheid, kunnen ook profielputten tussen de raaien worden aangelegd. Het uiteindelijke aantal profielputten en hun precieze locatie zijn naar inzicht, ervaring en voortschrijdend inzicht van de veldwerkleider. De uitvoering hiervan gebeurt conform de hierboven beschreven onderzoekstechniek betreffende het landschappelijk bodemonderzoek dmv profielputten (zie 4.1.4.1 Profielputten).

Indien noodzakelijk voor de beantwoording van de onderzoeksvragen of bij het aantreffen van een nog niet gedateerde landschappelijke eenheid vindt staalname plaats ter bepaling van de absolute ouderdom plaats. Het betreft hier OSL alsmede  $^{14}\text{C}$  dateringen. Vooralsnog wordt uitgegaan van minimaal 5  $^{14}\text{C}$  en minimaal 5 aanvullende OSL-dateringen. Indien noodzakelijk ter beantwoording van de vragen kunnen meer profielputten, en  $^{14}\text{C}$  en OSL- dateringen worden aangelegd of uitgevoerd.

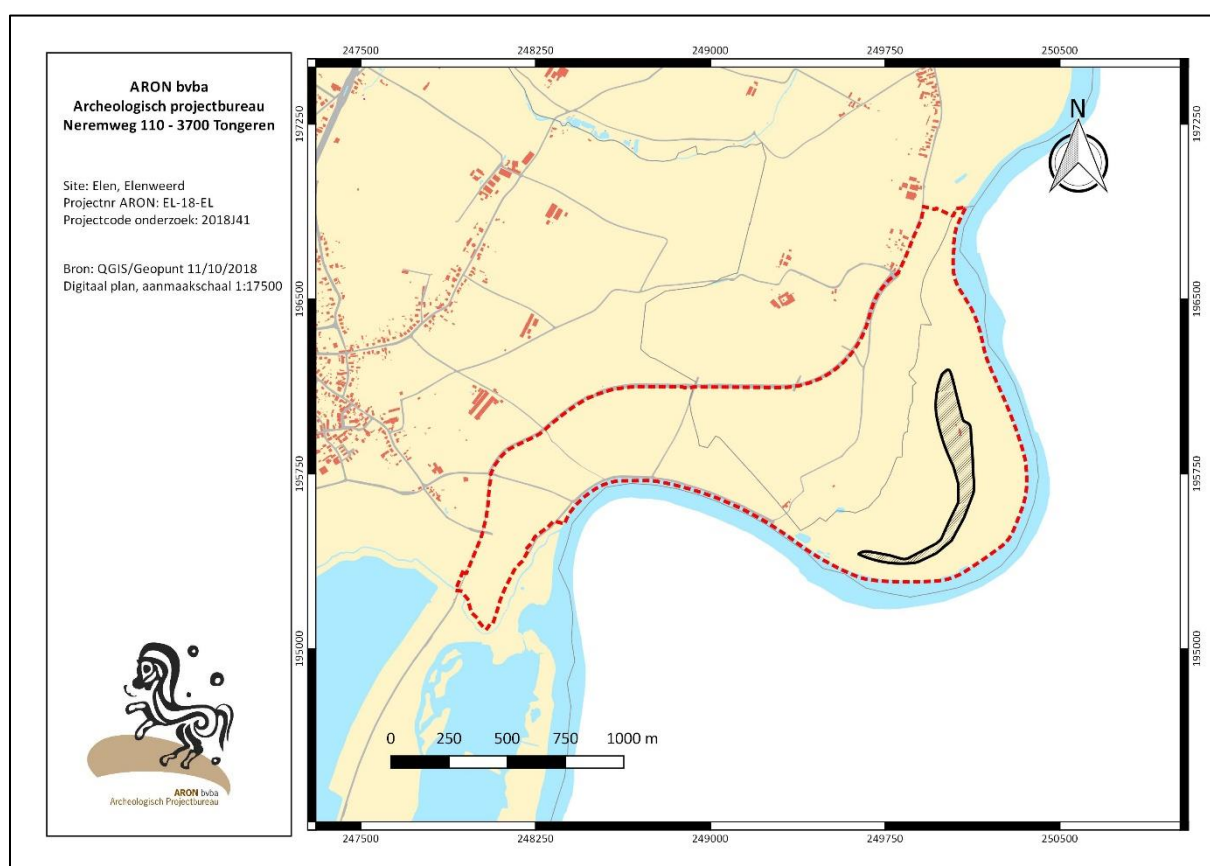
#### 4.1.5 Actoren

Het landschappelijk bodemonderzoek, wordt uitgevoerd door een veldwerkleider bijgestaan door een aardkundige met minimaal 5 jaar op basis van een cv aantoonbare ervaring in de Maasvallei.

## 4. 2 Optioneel: Veldkartering

### 4.2.1 Administratieve gegevens

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Locatiegegevens</b> | Limburg, Dilsen-Stokkem, Elen – Maaseik, Heppeneert                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Oppervlakte</b>     | Het onderzoeksgebied heeft een oppervlakte van ca. 156 ha. Het betreft de grindwinning Elerweerd excl. de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.<br><br>Dit gebied dient echter niet vlakdekkend gekarteerd te worden (zie afbakening van het onderzoeksgebied). |
| <b>Bounding Box</b>    | xMin,yMin 247905.93,195083.18 : xMax,yMax 250356.90,196895.97                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Kadasternummers</b> | Bijlage 15                                                                                                                                                                                                                                                                |



Afb. 57: Kadasterplan met afbakening van de maximale zone van veldkartering, rood en aanduiding van de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.

### 4.2.2 Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksvragen

Veldkartering heeft tot doel om relevante archeologische indicatoren te zoeken door een visuele inspectie van het terrein. Een veldkartering wordt alleen uitgevoerd als uit het landschappelijke bodemonderzoek is gebleken dat relevante archeologische niveaus (en daarmee mogelijke vindplaatsen) binnen ploegdiepte aanwezig zijn. Dieper dan 50 cm gelegen mogelijk archeologisch kansrijke niveaus zullen niet aangeploegd zijn, waarmee deze niet middels veldkartering kunnen worden geprospecteerd.

Tijdens de veldkartering wordt gepoogd om een antwoord te geven op:

- Zijn op het onderzoeksterrein vondsten aanwezig? Zo ja, geef een beknopte omschrijving van het soort vondsten, het aantal, de ouderdom en de bewaringstoestand.
- Is er sprake van clustering of een anderszins verklaarbare verspreiding van vondstmateriaal? Zo ja, welke?
- Op welke wijze kunnen de gegevens uit de veldkartering bijkomende informatie aanleveren die toelaten de hypothesen - gebaseerd op het bureauonderzoek en het landschappelijk onderzoek - te bevestigen, te verfijnen of bij te sturen op het vlak van verwachte periodes en eventuele aard van de site?
- In hoeverre dient de vraagstelling, de voorziene onderzoeksstrategie- en methode van de volgende onderzoeksfasen bijgestuurd te worden?

#### 4.2.3 Opgravingsstrategie en -methode

##### Afbakening van het onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied heeft een oppervlakte van ca. 156 ha. Het betreft de grindwinning Elerweerd excl. de 7 ha grote te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.

Het onderzoeksgebied dient echter niet volledig onderzocht te worden. De afbakening van het effectief te onderzoeken gebied gebeurt op basis van:

- 1) De resultaten van het voorafgaandelijk uitgevoerd landschappelijk bodemonderzoek. Een veldkartering heeft namelijk alleen zin als het verwachte archeologische niveau binnen de ploegdiepte gelegen is.
- 2) Een topografisch gunstige ligging: de voorkeur gaat uit naar zones die topografisch gunstig gelegen zijn zoals bijvoorbeeld gradiënten en hoger (en droger) gelegen delen in het landschap (zie *supra*, DEEL 1, 2.5.2 *Archeologische verwachting*).
- 3) Het huidige landgebruik en hieraan gekoppelde vondstzichtbaarheid: enkel gebieden die een voldoende vondstzichtbaarheid kunnen garanderen (i.e. akkers) komen in aanmerking voor een veldkartering.

De gebieden die op basis van bovenstaand beschreven criteria geselecteerd werden, dienen vlakdekkend gekarteerd te worden.

##### Criteria voor het niet uitvoeren van voorziene onderzoeksmethode

Indien de uitvoer van deze methode niet nuttig (levert het iets op?) en/of niet noodzakelijk (kosten-batenanalyse) blijkt om voldoende en relevante info te genereren over het archeologisch potentieel van het onderzoeksgebied, dan dient overgeschakeld te worden naar de volgende onderzoeksmethode (cfr. Code Goede Praktijk paragraaf 5.3).

Indien bij het veldwerk van de beschreven methode en technieken wordt afgeweken, wordt dit beschreven en gemotiveerd in de rapportering.

##### Randvoorwaarden

De betreffende percelen dienen in goede omstandigheden te worden gekarteerd. Onder goede omstandigheden wordt verstaan: in omstandigheden die maximaal de detectie van archeologische vondsten aan de oppervlakte toelaten. Concreet houdt dit in: nadat de gewassen geoogst zijn en/of de akkers geploegd zijn en bij voorkeur ook vlak nadat het heeft geregend, zodat de vondstzichtbaarheid goed is.

##### Evaluatiecriteria

Het onderzoek is succesvol wanneer de vragen zowel wat betreft de bodemkunde als de archeologie een inhoudelijk antwoord konden ontvangen.



Op basis van de resultaten van de veldkartering wordt het bestaande gespecificeerde archeologisch verwachtingsmodel aangescherpt. Hierin zijn in ieder geval opgenomen (voor zover mogelijk):

1. Datering, minimaal in hoofdperioden (zoals Paleolithicum, Mesolithicum etc.);
2. Complextypen (zoals nederzetting, grafveld, akkerlaag etc.);
3. Omvang;
4. Diepteligging (ook zichtbaar of niet-zichtbaar);
5. Locatie (eventueel met aanduiding in welk deelgebied);
6. Uiterlijke kenmerken (artefacten en type indicatoren);
7. Mogelijke verstoringen (waaronder ook veranderingen, veroorzaakt door post-depositionele processen).

#### 4.2.4 Onderzoekstechnieken

De terreinen worden geprospecteerd in parallelle raaien van ongeveer 5 meter tussenafstand. De oriëntering van de raaien wordt op het terrein bepaald door de veldwerkleider. Bij de keuze voor een bepaalde oriëntering laten men zich het best leiden door de lokale topografie waarbij raaien dwars op oude maasgeulen de voorkeur genieten. Bij de vaststelling van een archeologisch relevante vondstenconcentratie, wordt de afstand tussen de raaien verkleind tot 1 m om de spreiding van de concentratie gedetailleerd in kaart te brengen. Indien deze methode bijkomende vondsten oplevert, wordt verder vlakdekkend geprospecteerd in vakken van 0,5 m x 0,5 m.

Iedere relevante vondst krijgt een uniek vondstnummer. Van een dergelijke vondst worden tevens de X- en Y coördinaten individueel ingemeten.

Het terrein wordt minstens tweemaal gekarteerd: hetzij door twee verschillende personen (de veldwerkleider en een assistent-archeoloog) op hetzelfde moment en onder dezelfde terrein- en weersomstandigheden, hetzij door eenzelfde persoon (veldwerkleider) op verschillende momenten, onder andere terrein- en weersomstandigheden.<sup>96</sup>

Indien er twijfel bestaat over het feit of het aangetroffen materiaal zich ter hoogte van de locatie van de originele depositie bevindt, dienen één of meerdere landschappelijke boringen gezet te worden om zich hiervan te vergewissen.

#### 4.2.5 Actoren

De veldkartering wordt minimaal uitgevoerd door een ervaren veldwerkleider en assistent-archeoloog met voldoende ervaring in de Maasvallei.

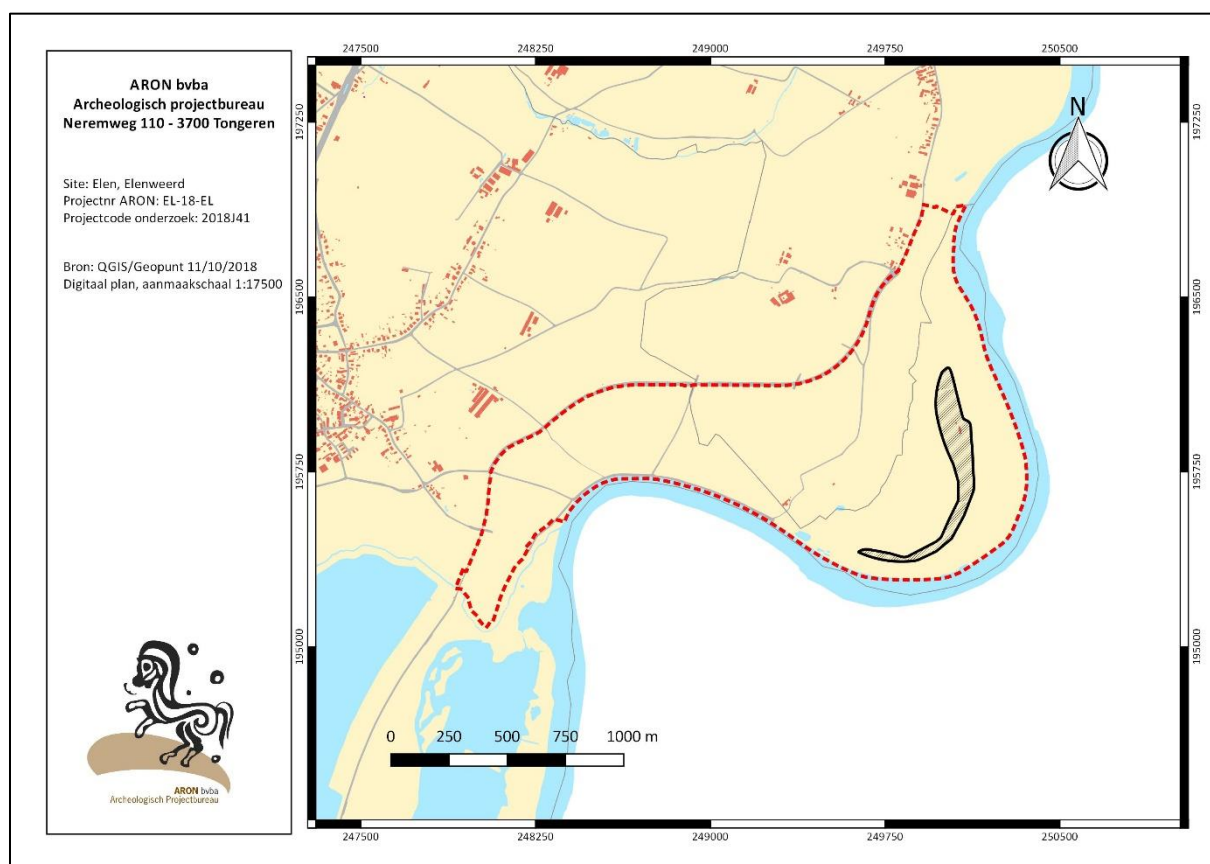
---

<sup>96</sup> Conform CGP, 55.

## 4. 3 Optioneel: Geofysisch onderzoek

### 4.3.1 Administratieve gegevens

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Locatiegegevens</b>          | Limburg, Dilsen-Stokkem, Elen – Maaseik, Heppeneert                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Oppervlakte</b>              | De uitvoering van deze onderzoekstechniek is gericht op de zone van de grindwinning Elerweerd, nl. 156 ha (excl. de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve).<br><br>Van dit gebied dient ca. 20 % van de verschillende landschapsoorten aanwezig op het onderzoeksterrein onderzocht te worden (ca. 32 ha). |
| <b>Bounding box coördinaten</b> | xMin,yMin 247905.93,195083.18 : xMax,yMax 250356.90,196895.97                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Kadasternummers</b>          | Bijlage 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



Afb. 58: Kadasterplan met afbakening van de maximale zone van geofysisch onderzoek, rood en aanduiding van de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.

### 4.3.2 Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksvragen

Geofysisch onderzoek heeft tot doel om antropogene fenomenen te onderscheiden van natuurlijk sediment of om een morfologische reconstructie van het natuurlijke landschap te maken, door contrasten in elektrische, elektromagnetische, magnetische of akoestische kenmerken of de resistentie van de ondergrond te meten. Zo kunnen grote terreinen archeologisch onderzocht worden op weinig destructieve wijze.

De resultaten van het geofysisch onderzoek dienen zowel voor:

- Het verkrijgen van een gedetailleerd opname van het onderliggende landschap, gelinkt aan de aanwezige archeologische niveaus gekend uit het proefputtenonderzoek
- Inzicht verwerven in de ruimtelijke inrichting van het gebied, met kennis van de aard en structuur van de sporen

Tijdens **het geofysisch onderzoek** moeten volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

- Zijn er anomalieën waargenomen? Zo ja, geef een beschrijving.
- Wijzen de waargenomen anomalieën op de aanwezigheid van archeologische resten?
- Op welke diepte bevinden deze sporen zich?
- Kunnen de waargenomen anomalieën geïdentificeerd worden? Wat is de aard van deze anomalieën?
- Kunnen de waargenomen anomalieën afgebakend worden in ruimte en tijd?
- Kunnen de waargenomen anomalieën aan een bepaalde periode toegeschreven worden en aan welke periode?
- Kunnen anomalieën / mogelijke archeologische sporen met elkaar in verband gebracht worden?
- Kunnen eventuele archeologische sporen in verband gebracht worden met een archeologische site?
- Kan de eventuele afwezigheid van anomalieën / archeologische sporen verklaard worden?
- Bevestigen de resultaten van het geofysisch onderzoek de archeologische verwachtingen van het bureauonderzoek?
- Welke aanwijzingen bevat het geofysisch onderzoek over het archeologisch potentieel van het terrein?
- Kunnen op basis van deze gegevens zones afgebakend worden die interessant zijn naar verder onderzoek? Indien ja, motiveer de keuze van de te gebruiken methode.
- Welke onderzoeksvragen moeten bijkomend beantwoord worden?
- Welke aspecten verdienen bijzondere aandacht bij een aanvullend onderzoek?
- In hoeverre dient de vraagstelling, de voorziene onderzoeksstrategie- en methode van de volgende onderzoeksfasen bijgestuurd te worden?

### 4.3.3 Onderzoeksstrategie en -methode

#### 4.3.3.1 Algemeen

Het geofysisch onderzoek wordt uitgevoerd volgens de wettelijke bepalingen, conform hoofdstuk 7.4 van de *Code van Goede Praktijk*<sup>97</sup>. De onderstaande beschrijving dient als aanvullend en richtinggevend te worden beschouwd bij de bepalingen in de CGP 2.0.

De bodem verkennen en karakteriseren zonder te graven vormt de kern van geofysische prospectie. Hierbij wordt een sensor ingezet die ofwel actief of passief de veranderingen van een bepaalde bodemeigenschap in kaart brengt. Door het gebruik van een nauwkeurige GPS-plaatsbepaling (RTK) kunnen deze metingen gelokaliseerd worden. Interpolatie van deze data zorgt dan voor een beeld waarbij afwijkingen en variatie van het gekarteerde kenmerk worden gevisualiseerd<sup>98</sup>.

Het belangrijkste voordeel van geofysisch onderzoek is dat het de mogelijkheid biedt om met niet-destructieve technieken de ondergrondse aspecten van het aardoppervlak zichtbaar te maken.

- Met een toegenomen aandacht voor behoud in site, en het beschermen en beheren van gekende archeologische sites, biedt een niet-destructieve techniek een kans om zonder gravend onderzoek (wat op zich ook vernieling betekent) uit te voeren op fragiele of beschermde gekende historische locaties.
- Terwijl de meeste mensen zich wel bewust zijn van de vernieling van archeologische resten door bebouwing en ontwikkeling, is de snelle en omvangrijke erosie van archeologische sites door het proces van landbewerking een gegeven dat tot nu toe veelal onopgemerkt voorbij is gegaan buiten de

<sup>97</sup> CGP (2016), 52-53.

<sup>98</sup> <http://www.wo1.ugent.be/nl/technieken-methodes/geofysisch/>

archeologische gemeenschap. De toenemende snelheid waaronder beide soorten vernieling momenteel voorkomen, heeft de nood aan snelle niet invasieve onderzoekstechnieken sterk doen toenemen.

- Gezien geofysisch onderzoek in de eerste plaats als een karteringstechniek kan worden gezien, is het resultaat goed combineerbaar met de standaard archeologische gekarteerde informatie. Een van de grote voordelen van de uitvoering van een geofysisch onderzoek in een vooronderzoek, is dat er bij goede resultaten na het afdrukken van het geïnterpreteerde eindresultaat een voor alle betrokken actoren letterlijk een eerste beeld van de archeologie binnen een bepaald projectgebied 'op de tafel' ligt. Dit verhoogt de aandacht voor de archeologische waarde van een gebied, vergemakkelijkt het planproces, en zorgt dat concrete gesprekken over aanvullend vooronderzoek met de overige actoren in een concreet kader gevoerd kunnen worden.
- Een kleine maar steeds aangroeiende groep van archeologen heeft geofysica reeds vele jaren geïntegreerd in de standaardprocedures voor vooronderzoek. De geofysische kaarten worden vervolgens gebruikt als een leidraad om proefsleuven, proefputten en opgravingsputten gericht in te planten, of om gevoelige zones te definiëren, en gebieden met bijzondere culturele resten net te vermijden met gravend onderzoek. M.a.w. de combinatie van geofysica met goed overwogen, gerichte controlerende bodemingrepen, kan meer informatie leveren tijdens het vooronderzoek, terwijl er minder gravend onderzoek wordt uitgevoerd<sup>99</sup>.

Geofysisch onderzoek kan met drie onderscheiden doestellingen ingezet worden, waarvoor die verschillende niveaus van ruimtelijke resolutie en gevoeligheid van de meetinstrumenten vooropgesteld worden (naar Gaffney & Gater (2003)).

|          |                                                                                                                                                                                                      |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niveau 1 | de doelstelling is prospecterend. Zones met mogelijk archeologisch potentieel worden onderscheiden van zones die dit niet hebben, en van individuele sterk zichtbare anomalieën in beeld te brengen. |
| Niveau 2 | de doelstelling is aflijning van archeologische sites en individuele features.                                                                                                                       |
| Niveau 3 | de doelstelling is karakteriseren. De survey onderscheidt een hoge mate van details, en kan de vorm en de aard van individuele anomalieën in beeld brengen.                                          |

#### 4.3.3.2 Methode

Uit verschillende projecten die in Vlaanderen werden uitgevoerd in de voorbije jaren, bleek duidelijk dat het combineren van verschillende geofysische technieken complementaire resultaten oplevert, en corrigerend werkt met betrekking tot de aanwezigheid van verstoringen in en om het landschap, alsook op de 'ruis' die veroorzaakt wordt door bodemkundige fenomenen, erosie en landbouwactiviteiten. Het inzetten van minstens twee technieken wordt door geofysici als een must gezien<sup>100</sup>.

Voor dit onderzoeksgebied worden een gecombineerde techniek aanbevolen waarmee het landschap in verschillende niveaus kan bekeken worden. Er wordt gekozen voor **een combinatie van EMI met Magnetometrie**. In de eerste plaats wordt **elektromagnetische inductie** (EMI) ingezet als verkennende prospectietechniek om de geselecteerde locaties in het studiegebied in kaart te brengen. Aanvullend worden de magnetische anomalieën in een groter detail door middel van **magnetometrie** (MG) in kaart gebracht.

Beide technieken zijn de meest geschikte methoden voor het gebruik in rivierlandschappen (en beekdalen) en op leemgebieden. Bovendien zijn deze technieken het meest geëvolueerd en het meest geschikt om onderzoek uit te voeren op grote landschapsgehelen, dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld grondradar. Beide types sensoren kunnen door middel van bevestiging aan een quad instaan voor een snelle prospectie van een groot oppervlak, wat als extra voordeel heeft dat het aanwenden van deze technieken op grote terreinen kostenbesparend is.<sup>101</sup>

<sup>99</sup> Gaffney C. en Gater J. 2010, 12; Conyers L. B. 2013, 1-6.; Gaffney C. 2008, 313-336; [http://old.european-archaeological-council.org/files/eac\\_guidelines\\_2\\_final.pdf](http://old.european-archaeological-council.org/files/eac_guidelines_2_final.pdf)

<sup>100</sup> <https://www.onroerendergoed.be/actueel/agenda/studiedag-de-rol-van-geofysisch-onderzoek-in-het-archeologieproces/> en <https://www.slideshare.net/VIOE/>

<sup>101</sup> Visser ea. 2011, 39; Schmidt ea.. 2015, 45-47; 51-53.

Indien echter tijdens het onderzoek blijkt dat beide of één van bovenstaande beschreven technieken geen goede resultaten oplevert, kan overgeschakeld worden naar een andere techniek. Om dit uit te maken wordt er gewerkt met testzones (zie *infra* 4.3.3 *Onderzoekstechnieken, stap 1*).

#### 1. Magnetometrie (6-kanaals-magnetometer systeem met GPS)<sup>102</sup>

De techniek van de magnetometrie brengt variaties in het aardmagnetisme in kaart die voortvloeien uit natuurlijke bodemprocessen en menselijk handelen. Het gaat om erosie en sedimentatie, uitgraven en opvullen, compactatie, landbouwactiviteiten, bouwwerken, verbrandingsprocessen en organische verrijking van de bodem.

Magnetometrie wordt in de archeologie doorgaans toegepast voor het onderzoeken van grote landschappelijke gehelen, zoals begraven nederzettingen en verlaten dorpen, legerplaatsen, ceremoniële complexen, grachten en metaalbewerkingsplaatsen.<sup>103</sup> Eén van de grote nadelen van magnetometrie is de gevoeligheid t.a.v. grote 'verstoringen' van het magnetisch veld in de buurt van de metingen, bijvoorbeeld de aanwezigheid van grote hoeveelheden metaal van spoorwegen, gebouwen, etc.<sup>104</sup> Aangezien het onderzoeksterrein een vrij intact tuin en landbouwgebied betreft, is de methode van de magnetometrie op deze locatie wel geschikt.

Het in kaart brengen van deze gebieden wordt gedaan met behulp van een reeks magnetische sensoren uit cesium of fluxgate om het volledig magnetische veld van de aarde of variaties in de verticale component van de aarde te meten. Het verzamelt data langs parallelle lijnen van 0,5 tot 1 meter van elkaar, op intervallen van 10 tot 12 cm op elke lijn.

De techniek van de magnetometrie brengt contrasten uit het bodemmagnetisme in kaart die voortvloeien uit verbrandingsprocessen, vergraving, ophoging, compactatie en organische verrijking van de grond tijdens menselijke bewoning en activiteit. Magnetometrie wordt doorgaans toegepast voor het onderzoeken van begraven nederzettingen en verlaten dorpen, legerplaatsen, ceremoniële complexen, grachten en metaalbewerkingsplaatsen. Eén van de grote nadelen van magnetometrie is de gevoeligheid t.a.v. grote 'verstoringen' van het magnetisch veld in de buurt van de metingen, bijvoorbeeld de aanwezigheid van grote hoeveelheden metaal van spoorwegen, gebouwen, etc.

Aangezien het onderzoeksterrein een vrij intact tuin en landbouwgebied betreft, is de methode van de magnetometrie op deze locatie erg geschikt.

We gaan voor het onderzoek uit van een magnetometrische setup die **niveau 3** kan leveren.

Standaard verwerkingsroutines voor de voorlopige en definitieve rapportage omvatten onder meer:

- 1) De 'Zero Mean Traverse' functie wordt gebruikt om randen te verbinden en om de schuine effecten gegenereerd door de magnetometer en het EMI systeem door drift van de instrumenten, kantelen van de toestellen en bijkomende fouten die optreden tijdens het doorlopen van het veld, bij te stellen.
- 2) Op elke magnetometer en EMI dataset wordt interpolatie uitgevoerd, met behulp van zowel 'kriging' en methodes voor de rastering van ruwe onderzoeksgegevens en het genereren van 'afgevlakte' percelen.

Na een eerste verwerking van de geofysische gegevens van de magnetometer worden deze geïmporteerd in een GIS-systeem. Dit zorgt voor de productie van ruwe en geïnterpoleerde plannen in grijsintinten, in combinatie met een geografisch referentiekader, aflijning van de percelen, en XY coördinaten. Deze plannen worden georeferereerd in Lambert 72 en verwerkt in AutoCAD 2011, en uitgevoerd als .dwg, .gtiff en shapefile voor de uiteindelijke presentatie van de resultaten.

In het eindrapport wordt een overzicht geboden van alle data die gerelateerd zijn aan de beelden, zoals info over de onderzoekslocaties, GPS tie-ins, de bodemgesteldheid, en alle andere veldwaarnemingen. Dit overzicht steunt op dagrapporten die dagelijks tijdens het veldwerk worden aangevuld. Dit is een standaard werkmethode voor alle archeologische geofysische onderzoek en is in lijn met de Vlaamse en internationale richtlijnen.

Het ontwerprapport presenteert de resultaten van het geofysisch onderzoek met een reeks locatie diagrammen, onbewerkt en bewerkt met grijsintinten, en aantekeningen met interpretaties, op een door de opdrachtgever

---

<sup>102</sup> Target geophysics.

<sup>103</sup> <http://targetgeophysics.com/nl/technologie/magnetometry>

<sup>104</sup> [https://onderzoeksbalans.onroenderfgoed.be/onderzoeksbalans/archeologie/methoden\\_en\\_technieken/terreinevaluatie/geofysisch\\_en\\_geochemisch](https://onderzoeksbalans.onroenderfgoed.be/onderzoeksbalans/archeologie/methoden_en_technieken/terreinevaluatie/geofysisch_en_geochemisch)



gewenste schaal. Het rapport bevat een samenvatting van de projectachtergrond en de projectlocatie, de archeologische omgeving, de gevolgde onderzoeksmethodiek, een bespreking van de resultaten en conclusie. Voor de interpretatiekaarten worden consistente kleurenschema's gehanteerd en de legendes worden in alle relevante kaartlagen weergegeven.

## 2.EMI<sup>105</sup>

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 2). 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 het vochtgehalte, het gehalte aan klei en de hoeveelheid organisch materiaal. De aanwezigheid van zout doet de elektrische geleidbaarheid in de hoogte schieten, net als de aanwezigheid van begraven metalen objecten.

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 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.

De meting met de EMI sensor is een integratie van een volume aan bodem en omvattende objecten onder en tussen de zend- en ontvangspoel, waardoor de metingen meestal uitgedrukt worden als schijnbare elektrische geleidbaarheid (EGs) en schijnbare magnetische gevoeligheid (MGs).

De EMI sensor voor het scannen bestaat uit één zendspoel en zes ontvangspoelen op een verschillende afstand van de zendspoel. 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. Vermits de ontvangspoelen op verschillende afstanden staan van de zendspoel en in een verschillende orientatie 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 zes ontvangspoelen die zich op drie verschillende afstanden van een zendspoel (op 1, 2 en 4 m) bevinden met twee verschillende oriëntaties ten opzichte van het bodemoppervlak: 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 cumulatieve 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), 0-4m (4PRP), 0-3.2 m (2HCP) en 0-6.4 m (4HCP) en voor de drie meest 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 3.2 tot 6.4 m onder de sensor.

---

<sup>105</sup> 3DSoil

We gaan voor het onderzoek uit van een EMI setup die **niveau 3** kan leveren.

### Afbakening van het onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied heeft een oppervlakte van ca. 156 ha. Het betreft de grindwinning Elerweerd excl. de 7 ha grote te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.

Het onderzoeksgebied dient echter niet volledig onderzocht te worden. De afbakening van het effectief te onderzoeken gebied gebeurt op basis van:

- De topografisch meest gunstige locaties. De voorkeur gaat uit naar zones die topografisch gunstig gelegen zijn zoals bijvoorbeeld gradiënten en hoger (en droger) gelegen delen in het landschap (zie *supra*, DEEL 1, 2.5.2 Archeologische verwachting).

### Criteria voor het niet uitvoeren van voorziene onderzoeksmethoden

Indien de uitvoer van deze methode niet nuttig (levert het iets op?) en/of niet noodzakelijk (kosten-batenanalyse) blijkt om voldoende en relevante info te genereren over het archeologisch potentieel van het onderzoeksgebied, dan dient overgeschakeld te worden naar de volgende onderzoeksmethode (cfr. Code Goede Praktijk paragraaf 5.3).

Indien van de beschreven methode en technieken wordt afgeweken, wordt dit beschreven en gemotiveerd in de rapportering.

### Randvoorwaarden

- De percelen dienen in goede omstandigheden te worden onderzocht. Onder goede omstandigheden wordt verstaan: in omstandigheden die maximale dataresultaten kunnen garanderen. Concreet houdt dit in: goed begaanbaar, niet te nat en niet geploegd.
- De toegankelijkheid wat betreft begroeiing op en rond het projectgebied.
- De aanwezigheid van elementen in het landschap die storingen in de data veroorzaken. Het gaat in de praktijk meestal om elektrische kasten, kabels en metalen objecten, omheiningen of straatmeubilair.

### Evaluatiecriteria

Het onderzoek is succesvol wanneer de onderzoeksvragen een inhoudelijk antwoord konden ontvangen.

Indien echter tijdens het onderzoek blijkt dat beide of één van bovenstaande beschreven technieken geen goede resultaten oplevert, kan overgeschakeld worden naar een andere techniek. Om dit uit te maken wordt er gewerkt met testzones (zie *infra* 4.3.3 Onderzoekstechnieken, stap 1).

Op basis van de resultaten van het geofysisch onderzoek, en in samenhang met de reeds uitgevoerde onderzoekstechnieken, kunnen verder zones afgebakend worden waar eventueel verder onderzoek zal plaatsvinden. Geofysisch onderzoek geeft immers slechts beperkt gegevens over de chronologie van de eventueel gedetecteerde fenomenen, informatie die in elk geval nodig is om het programma van maatregelen te kunnen opstellen. Een controle van de gebieden die door middel van geofysica en veldkartering als 'leeg' gekarteerd werden, maakt ook deel uit van een controlerend proefsleuvenonderzoek

Op basis van de resultaten van het geofysisch onderzoek wordt het bestaande gespecificeerde archeologisch verwachtingsmodel aangescherpt. Hierin zijn in ieder geval opgenomen (voor zover mogelijk):

1. Datering, minimaal in hoofdperioden (zoals Paleolithicum, Mesolithicum etc.);
2. Complextype (zoals nederzetting, grafveld, akkerlaag etc.);
3. Omvang;
4. Diepteligging (ook zichtbaar of niet-zichtbaar);
5. Locatie (eventueel met aanduiding in welk deelgebied);
6. Uiterlijke kenmerken (artefacten en type indicatoren);

7. Mogelijke verstoringen (waaronder ook veranderingen, veroorzaakt door post-depositionele processen).

#### 4.3.4 Onderzoekstechnieken

De uitvoering van deze onderzoekstechniek is gericht op de zone van de grindwinning Elerweerd, nl. 156 ha (excl. de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve). Hiervan dient ca. 20 % van het onderzoeksterrein onderzocht te worden. Om te bepalen hoe deze 31 ha (=20%) aan onderzoeksoppervlakte het efficiëntste wordt geschikt in het volledige ontginningsgebied van 156 ha, wordt het geofysisch onderzoek in twee stappen verdeeld.

**Stap 1:** Bestaat uit het uitvoeren van een testgebied, bestaande uit telkens 2 ha aaneengesloten onderzoeksgebied in ieder van de 3 geomorfogenetische eenheden binnen het ontginningsgebied (= 10 ha).

**Stap 2:** Na evaluatie van de resultaten in de testfase wordt bepaald op welke locaties en welke geomorfogenetische eenheden binnen het ontginningsgebied het uitvoeren van de overige 25 ha onderzoek tot het meeste kenniswinst zullen leiden.

Voor zowel het bepalen van de ligging van de testgebieden als voor de definitieve onderzoeksgebieden wordt alle voorafgaandelijke ingewonnen kennis over de bodemkunde, de paleo-topografie en de archeologische en historische aspecten van het landschap in ogenschouw genomen.

De 3 geomorfogenetische eenheden (*Afb. 16*) die zich voordoen binnen het ontginningsgebied zijn als volgt te omschrijven:

1) Maasoever bestaande uit een kronkelwaard met datering 1 (*Afb. 16, Geel*). Datering vanaf 1800 na Chr. Deze laatste datering correspondeert met de Ferrariskaart, de Tranchotkaart en de Vandermaelenkaart, waarop te zien is dat de oostelijke strook van de Elerweerd vanaf het einde van de 18<sup>de</sup> eeuw tot in de 2<sup>de</sup> helft van de 19<sup>de</sup> eeuw actief gevormd werd. Omstreeks 1873 kent de Maas zijn huidige loop. Binnen dit gebied bevindt zich de Damiaanhoeve, die evenwel niet zal verstoord worden. Het testgebied wordt bij voorkeur aangelegd in de nabijheid van de hoeve.

2) Een kronkelwaard met datering 5 (*Afb. 16, Lichtbruin*) met een datering vanaf 1050 na Chr.

3) Een kronkelwaard met datering 2 (*Afb. 16, Donkerbruin*) wat correspondeert met het Subboreaal (3700 – 450 v.Chr.). In archeologische termen komt dit overeen met de periode van het midden-neolithicum tot aan de Midden-IJzertijd.<sup>106</sup> De Maasgeul waarin de Koggebeek stroomt zou in de loop van de ijzertijd verlegd zijn. Volgens Paulissen zou deze Maasgeul op de Romeinse Maas teruggaan.<sup>107</sup>

#### 4.4.4 Actoren

Bij het geofysisch onderzoek wordt een veldwerkleider met aantoonbare ervaring met het werken met geofysische bodemsensoren steeds bijgestaan door de geofysicus, die verantwoordelijk is voor het uitvoeren van de metingen.

---

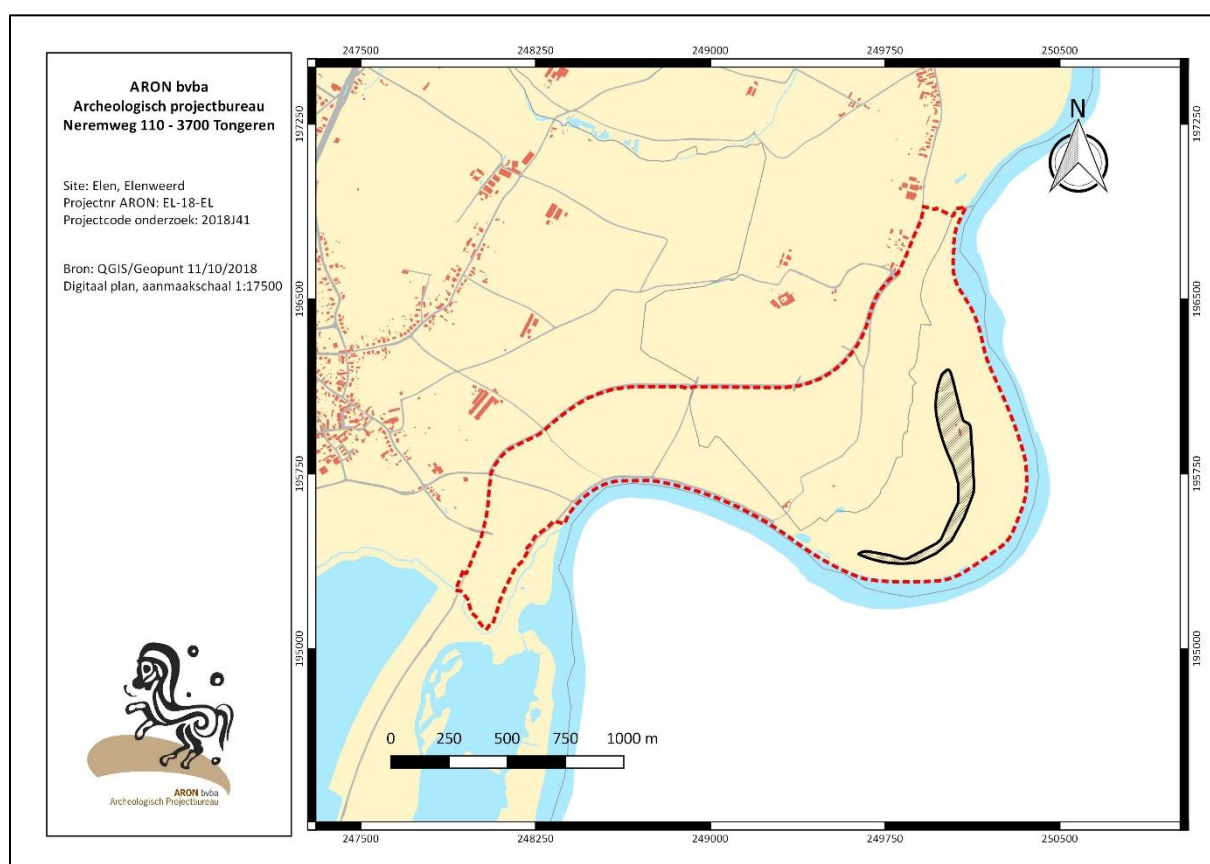
<sup>106</sup> Dateringen zoals vermeld in Isarin et al. 2015a.

<sup>107</sup> Paulissen 1973b.

## 4.4 Optioneel: Aanvullend vooronderzoek naar prehistorie

### 4.4.1 Administratieve gegevens

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Locatiegegevens</b> | Limburg, Dilsen-Stokkem, Elen – Maaseik, Heppeneert                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Oppervlakte</b>     | <p>Het onderzoeksgebied heeft een oppervlakte van ca. 156 ha. Het betreft de grindwinning Elerweerd excl. de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.</p> <p>Dit gebied dient echter niet vlakdekkend onderzocht te worden (zie afbakening van het onderzoeksgebied).</p> |
| <b>Kadasternummers</b> | Bijlage 15                                                                                                                                                                                                                                                                       |



Afb. 59: Kadasterplan met afbakening van de maximale zone van het optioneel aanvullend onderzoek naar prehistorie, rood en aanduiding van de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.

#### 4.4.2 Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksvragen

Doel van dit aanvullend vooronderzoek met ingreep in de bodem, is het opsporen, determineren, en waarderen van prehistorische artefactensites. Verder wordt de potentiële impact van toekomstige geplande werken op de al dan niet goed bewaarde bodems en het mogelijke aanwezige archeologisch erfgoed ingeschat.

Tijdens dit vervolgonderzoek moeten minimaal volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

*Verkenkend archeologisch booronderzoek:*

- Komen de aardkundige bevindingen overeen met deze uit het landschappelijk bodemonderzoek?
- Zijn er indicaties die kunnen wijzen op de aanwezigheid van een steentijd artefactensite?

Indien ja:

*Waarderend archeologisch booronderzoek en/of proefputtenonderzoek i.f.v. steentijd artefactensites:*

- Wat is de aard (basiskamp,...), de bewaringstoestand (primaire context, secundair, ...) van de prehistorische vindplaats?
- Wat is de vermoedelijke verticale en horizontale verspreiding van de site (afbakening)?
- Wat is de relatie tussen de bodem en de artefacten?
- Wat is de relatie tussen de bodem en de landschappelijke context (landschap algemeen, geomorfologie, ...)?
- Kunnen prehistorische vindplaatsen in tijd, ruimte en functie afgebakend worden (incl. de argumentatie)?
- Wat is de vastgestelde en verwachte bewaringstoestand van elke prehistorische vindplaats?
- Wat is de waarde van elke vastgestelde prehistorische vindplaats?
- Wat is de potentiële impact van de geplande ruimtelijke ontwikkeling op de waardevolle prehistorische vindplaatsen?
- Voor waardevolle prehistorische vindplaatsen die bedreigd worden door de geplande ruimtelijke ontwikkeling: hoe kan deze bedreiging weggenomen of verminderd worden (maatregelen behoud in situ)?
- Voor waardevolle prehistorische vindplaatsen die bedreigd worden door de geplande ruimtelijke ontwikkeling en die niet in situ bewaard kunnen blijven:
  - o Wat is de ruimtelijke afbakening (in drie dimensies) van de zones voor vervolgonderzoek?
  - o Welke aspecten verdienen bijzondere aandacht, zowel vanuit methodologie als aanpak voor het vervolgonderzoek?
- Welke vraagstellingen zijn voor vervolgonderzoek relevant?
- Zijn er voor de beantwoording van deze vraagstellingen natuurwetenschappelijke onderzoeken nodig? Zo ja, welke type staalnames zijn hiervoor noodzakelijk en in welke hoeveelheid?

#### 4.4.3 Opgravingsstrategie en -methode

Indien bij het landschappelijk bodemonderzoek blijkt dat in het onderzoeksgebied een bodemvorming aanwezig is, ontwikkeld in een lithogenetische / landschappelijke eenheid van voldoende ouderdom (ouder dan het neolithicum), dan bezit het terrein een hoog potentieel op het aantreffen van prehistorische artefactensites.

In dit geval dient een vooronderzoek naar prehistorische artefactensites uitgevoerd te worden. Dit onderzoek start met een verkennend archeologisch booronderzoek dat zal uitgevoerd worden conform de *Code van Goede Praktijk* 8.4. Indien de resultaten van het verkennend archeologisch booronderzoek positief zijn, i.e. er één of meerdere lithische artefacten aangetroffen worden, dan wordt ter hoogte van de positieve boringen een waarderend archeologisch booronderzoek (CGP 8.5) uitgevoerd en dit om de site horizontaal af te bakenen. Afhankelijk van de resultaten van dit onderzoek, kan nadien besloten worden om bijkomend proefputten aan te leggen om de verticale spreiding van de vondsten te kennen.



## Afbakening van het onderzoeksgebied

De afbakening van de zone waarin het verkennend archeologisch booronderzoek dient plaats te vinden, gebeurt op basis van:

- 1) De ouderdom van de landschappelijke elementen, nl. ouder dan het neolithicum.
- 2) De gekende paleo-topografie (bekomen uit het landschappelijk bodemonderzoek en het geofysisch onderzoek)
- 3) De gradiëntzone: uit verschillende studies is gebleken dat veel van de vindplaatsen met vuursteenartefacten uit het paleolithicum, mesolithicum en vroeg neolithicum voorkomen in overgangsgebieden van nat/laag naar droog/hoog: zogenaamde gradiënten. Dit verband is sterker naarmate de gradiënt markanter is, zoals op de randen van beek dalen. De meeste kampementen van jager-verzamelaars kunnen verwacht worden in de zogenaamde gradiëntzone, die zich uitstrekt vanaf de gradiënt (de grens tussen 'lage/natte' en 'hoge/droge' bodems) tot ca. 200 à 250 m in het droge deel.<sup>108</sup>

De uitvoering van een waarderend archeologisch booronderzoek hangt af van de resultaten van het verkennend archeologisch booronderzoek. Dit onderzoek zal namelijk bepalen of een deel, meerdere delen of niets van het onderzoeksgebied beboord moet worden. Een boring waarin een lithisch artefact wordt vastgesteld wordt als positieve boring ervaren.

## Criteria voor het niet uitvoeren van voorziene onderzoeksmethoden

Indien tijdens het veldwerk van bovenstaande beschreven methode en technieken wordt afgeweken, wordt dit beschreven en verantwoord in de rapportering. Dit kan o.m. het geval zijn bij het aantreffen van voorziene verstoringen.

## Randvoorwaarden

Vermits de werken ter hoogte van de grindwinning gefaseerd zullen uitgevoerd worden, dient de uitvoering van dit vervolgonderzoek tevens gefaseerd te gebeuren. Hierbij dient de richting van de ontgrinding gevolgd te worden. Gezien de volgorde van de afzonderlijke fasen nog niet volledig vastligt, dient dit steeds in overleg met de initiatiefnemer te bepalen.

Tevens geldt dat:

- Alle inmetingen gebeuren met een GPS-gestuurd en georeferencieerd meetsysteem.
- De weersomstandigheden dermate zijn dat ze een goede waarneming toelaten.
- Voorafgaand een KLIP-aanvraag plaats vindt.
- De werf is ingericht conform de vigerende arbeidswetgeving.
- De werf is ingericht volgens, en wordt uitgevoerd volgens de vigerende veiligheids- en gezondheidswetgeving.

## Evaluatiecriteria

Het onderzoek is succesvol wanneer de vragen zowel wat betreft de bodemkunde als de archeologie een inhoudelijk antwoord konden ontvangen.

Indien geen diagnostisch materiaal aangetroffen wordt of het materiaal behoort tot het neolithicum of later, dient overgegaan te worden naar het proefsleuvenonderzoek.

---

<sup>108</sup> Deeben, J. & E. Rensink (2005), 171-199; M. Verhoeven, G.R. Ellenkamp & D.M.G. Keijers (2010), 87, 101.

#### 4.4.4 Onderzoekstechnieken

##### 4.4.4.1 Verkennend archeologisch onderzoek

Indien tijdens het landschappelijk bodemonderzoek bodems aangetroffen zijn die voldoende waardevol zijn voor prehistorie, wordt overgegaan tot een verkennend archeologisch booronderzoek (CGP 8.4).

In principe wordt tijdens dit onderzoek geboord in een verspringend driehoeksgrid van minimaal 10 x 12 m, wat aansluit bij de methode die in het afgelopen decennium in Vlaanderen werd gebruikt voor het opsporen van prehistorische sites, wat in de CGP als een minimaal grid staat vermeld en wat in de evaluatie van de strategieën voor booronderzoek van J. Verhagen, E. Rensink, M. Bats & Ph Crombé (2011)<sup>109</sup> tussen het grid voor sites met een lage vondstdichtheid-verwachting en sites met een matig-hoge vondstdichtheid-verwachting in valt. Gezien de te onderzoeken zone afgebakend wordt a.h.v. de resultaten van het landschappelijk bodemonderzoek, kan het aantal megaboringen momenteel nog niet bepaald worden.

De boringen worden uitgevoerd met een megaboer met een minimale diameter van 15 cm. Iedere boring wordt uitgevoerd tot minimaal 20 cm in de natuurlijke moederbodem. Het opgeboorde sediment wordt per stratigrafische bodemeenheid en per laag van maximaal 20 cm dikte gezeefd. De maaswijdte van de zeef bedraagt maximaal 2 mm. Eventuele vondsten van silex, verbrande hazelnootdoppen, bot, gewei en/of aardewerkfragmenten worden geregistreerd en verpakt conform de richtlijnen in de CGP.

Indien blijkt dat dat manueel boren niet mogelijk is wegens de aanwezigheid van grind en/of het voorkomen van het archeologisch niveau op grote diepte, wordt overgeschakeld op mechanische boringen. Hiervoor moet een techniek gebruikt worden waarbij de boorkop voldoende groot is en waarbij het grondstaal zo weinig mogelijk geroerd wordt (bv Avegaar of Aqualock).

Alle boringen worden geregistreerd conform de CGP, p. 59. en digitaal ingemeten d.m.v. een landmeetkundige GPS/Total Station, inclusief hoogtemeting in TAW.

De inplanting van de boringen wordt aangeduid op een algemeen overzichtsplan met een leesbare schaal. Het opmetingsplan is georefereerd en digitaal (inplantingen boringen op kadaster, in pdf-formaat) beschikbaar.

De rapportage en interpretatie gebeuren conform de richtlijnen in de CGP p. 61.

Op basis van de resultaten van het landschappelijk bodemonderzoek kunnen bovenstaande onderzoekstechnieken steeds aangepast worden, mits dit voldoende beargumenteerd wordt.

##### 4.4.4.2 Waarderend archeologisch booronderzoek en proefputten i.f.v. steentijd artefactensites

Indien tijdens het verkennend archeologisch booronderzoek onderzoek lithische artefacten worden aangetroffen, wordt overgegaan tot een waarderend archeologisch booronderzoek (CGP 8.5). Dit heeft als doel een reeds opgespoorde archeologische site af te bakenen en te evalueren d.m.v. boringen.

Afhankelijk van de resultaten van dit onderzoek, kan nadien besloten worden om proefputten in functie van steentijd artefactensites aan te leggen. Waar de boringen vooral een licht zullen werpen op de horizontale spreiding van lithische vondsten, kunnen proefputten immers een beter licht werpen op de verticale spreiding van de vondsten. Afhankelijk van de diepte van het archeologisch niveau kan geopteerd worden om de toplaag machinaal te verdiepen. Hierbij wordt er laagsgewijs (in lagen van 5 cm) afgegraven om de aanwezigheid van archeologische sporen/vondsten/indicatoren te kunnen controleren.

Deze onderzoeken zullen uitgevoerd worden conform de *Code van Goede Praktijk* (CGP 8.5 en 8.7). De exacte onderzoekstechnieken (afbakening onderzoeksterrein, aantal proefputten en boringen e.d.) die gehanteerd zullen

---

<sup>109</sup> Verhagen J., E. Rensink, M. Bats & Ph Crombé (2011), 35-38.

worden, kunnen pas bepaald worden nadat de resultaten van het verkennend archeologisch booronderzoek gekend zijn, maar zijn steeds conform de *Code van Goede Praktijk*.

#### 4.4.5 Actoren

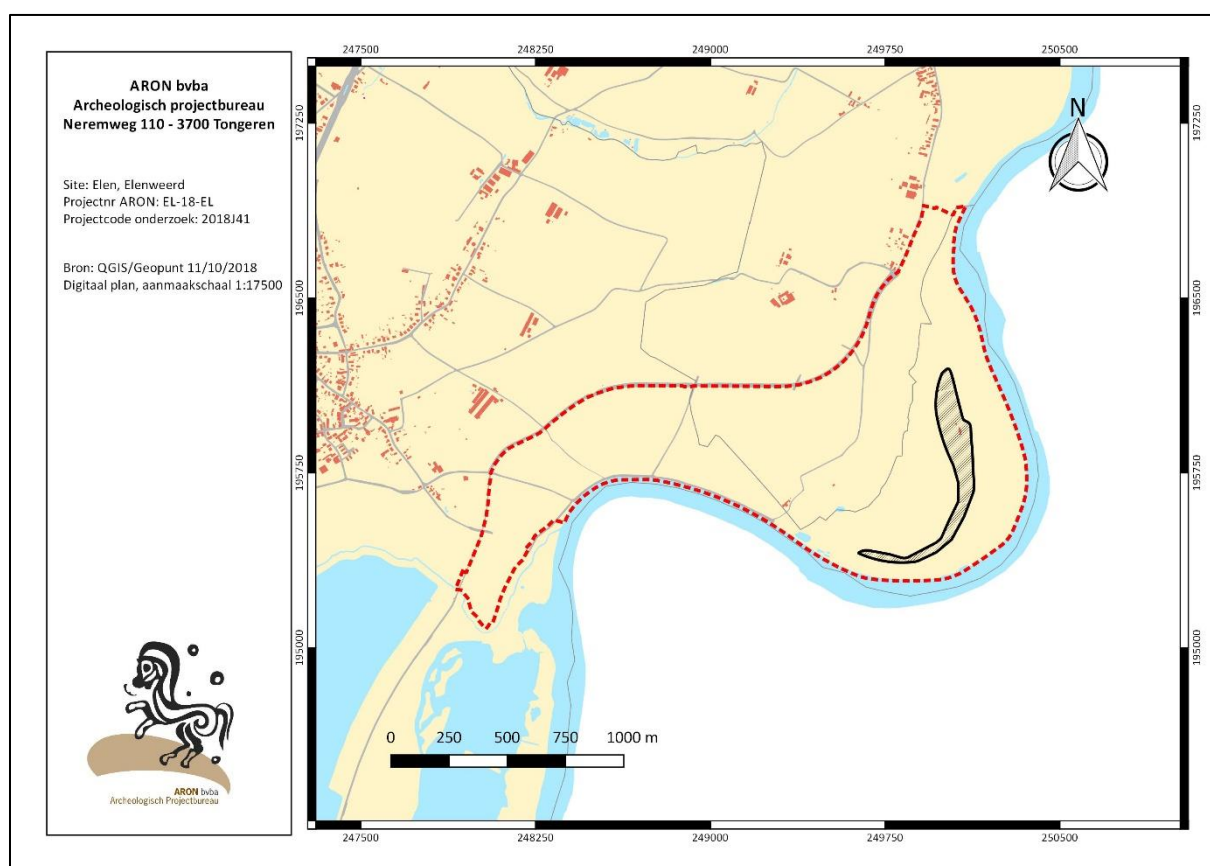
Het vooronderzoek naar steentijd artefactensites wordt uitgevoerd door een veldwerkleider met ervaring met prehistorische artefactensites en het uitvoeren van een booronderzoek in de Maasvallei en op zandleembodems.

Indien er stenen artefacten worden aangetroffen moet de veldwerkleider deze voorleggen aan een materiaalspecialist, gespecialiseerd in lithische artefacten.

## 4. 5 Prospectie met ingreep in de bodem d.m.v. proefsleuven

### 4.5.1 Administratieve gegevens

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Locatiegegevens</b> | Limburg, Dilsen-Stokkem, Elen – Maaseik, Heppeneert                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Oppervlakte</b>     | <p>Het onderzoeksgebied heeft een oppervlakte van ca. 156 ha. Het betreft de grindwinning Elerweerd excl. de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.</p> <p>Dit gebied dient echter niet vlakdekkend onderzocht te worden (zie afbakening van het onderzoeksgebied).</p> |
| <b>Kadasternummers</b> | Bijlage 15                                                                                                                                                                                                                                                                       |



Afb. 60: Kadasterplan met afbakening van de maximale zone van het proefsleuvenonderzoek, rood en aanduiding van de te behouden rug ter hoogte van de Damiaanhoeve.

### 4.5.2 Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksvragen

Doel van het proefsleuvenonderzoek is het opsporen en registreren van (proto-)historische vindplaatsen, vnl. vanaf het neolithicum. Verder wordt de potentiële impact van toekomstige geplande werken op de al dan niet goed bewaarde bodems en het mogelijke aanwezige archeologisch erfgoed ingeschat.

Op basis van de resultaten van het landschappelijk onderzoek, het aanvullende landschappelijk onderzoek, het geofysisch onderzoek en de veldkartering, worden zones afgebakend waar een proefsleuvenonderzoek zal

plaatsvinden. Van groot belang voor de exacte omvang en strategie, en daarmee dekkingsraad, is het op grond van de eerdere fasen opgestelde gespecificeerde verwachtingsmodel.

Een controle van de gebieden die door middel van geofysica en veldkartering als 'leeg' gekarteerd werden en/of van de niet onderzochte gebieden, maakt ook deel uit van een controlerend proefsleuven –en proefputtenonderzoek.

Door middel van de aanleg **proefsleuven** kan vervolgens een antwoord gegeven worden op onderstaande onderzoeksvragen:

- Zijn er sporen aanwezig? Zo ja, geef een beknopte omschrijving.
- Zijn de sporen natuurlijk of antropogeen?
- Hoe is 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 in de proefsleuven een uitspraak worden gedaan over de aard en omvang van occupatie?
- Zijn er indicaties (greppels, grachten, lineaire paalzettings, ...) die kunnen wijzen op een inrichting van een erf/nederzetting?
- Zijn er indicaties voor de aanwezigheid van funeraire contexten? Zo ja;
  - Hoeveel niveaus zijn er te onderscheiden?
  - Wat is de omvang?
  - Komen er oversnijdingen voor?
  - Wat is het, geschatte, aantal individuen?
- Kunnen de sporen gelinkt worden aan andere nabijgelegen archeologische vindplaatsen?
- Wat is de relatie tussen de bodem en de archeologische sporen?
- Wat is de relatie tussen de bodem en de landschappelijke context (landschap algemeen, geomorfologie, ...)?
- Is er een bodemkundige verklaring voor de partiële afwezigheid van archeologische sporen? Zo ja, waarom? Zo nee, waarom niet?
- Kan aangetoond worden dat op de geofysische beelden 'lege gebieden' effectief vrij zijn van archeologische sporen?
- Kunnen archeologische vindplaatsen in tijd, ruimte en functie afgebakend worden (incl. de argumentatie)?
- Wat is de vastgestelde en verwachte bewaringstoestand van elke archeologische vindplaats?
- Wat is de waarde van elke vastgestelde archeologische vindplaats?
- Wat is de potentiële impact van de geplande ruimtelijke ontwikkeling op de waardevolle archeologische vindplaatsen?
- Voor waardevolle archeologische vindplaatsen die bedreigd worden door de geplande ruimtelijke ontwikkeling en die niet in situ bewaard kunnen blijven:
  - o Wat is de ruimtelijke afbakening (in drie dimensies) van de zones voor vervolgonderzoek?
  - o Welke aspecten verdienen bijzondere aandacht, zowel vanuit methodologie als aanpak voor het vervolgonderzoek?
- Welke vraagstellingen zijn voor vervolgonderzoek relevant?
- Zijn er voor de beantwoording van deze vraagstellingen natuurwetenschappelijke onderzoeken nodig? Zo ja, welke type staalnames zijn hiervoor noodzakelijk en in welke hoeveelheid?
- Wat is de aard van een aanvullend onderzoek? Hoe wordt deze best uitgevoerd en wat is de kostprijs hiervan?

#### 4.5.3 Opgravingsstrategie en -methode

De uitvoering van het onderzoek wordt uitgevoerd zoals bepaald onder *Hoofdstuk 8: vooronderzoek met ingreep in de bodem* uit de *CGP 2.0*.

Een proefsleuvenonderzoek is de meest geschikte methode om zowel nederzettingenresten en/of andere sporen vanaf het neolithicum vast te stellen.



De ligging van de proefsleuven wordt bepaald op basis van een analyse van de bestaande gegevens. Deze analyse volgt uit de studie van de bureauonderzoek, het landschappelijke bodemonderzoek, het geofysische onderzoek en/of de veldkartering. Op basis van de resultaten van de eerdere onderzoeken, kan nl. een gerichte strategie voor een proefsleuvenonderzoek uitgewerkt worden. Op basis van de vastgestelde anomalieën tijdens het onderzoek worden verspreid over het onderzoeksgebied controlerende proefsleuven en putten ingepland.

Op plaatsen waar op basis van het bureauonderzoek, de landschappelijke bodemonderzoeken, de veldkartering en/of het geofysisch onderzoek een concentratie van archeologische sporen kan worden vermoed, is het doel de aflijning van de zone(s) met sporen (anomalieën met archeologische potentie), en de aard en datering van de sporen duidelijk te stellen.

Een controle van de gebieden die door middel van geofysica en veldkartering als 'leeg' gekarteerd werden en van de nog niet onderzochte zones, maakt ook deel uit van een controlerend proefsleuvenonderzoek.

### **Afbakening van het onderzoeksgebied**

Dit onderzoek zal plaatsvinden in zone 3. Grindwinning Elerweerd.

De afbakening van dit vervolgonderzoek is afhankelijk van:

1. De ouderdom van de landschappelijke elementen.
2. De gekende paleo-topografie (bekomen uit het landschappelijk bodemonderzoek en/of het geofysisch onderzoek) en bodemkundige situatie.
3. De gekende archeologische gegevens uit het geofysisch onderzoek en/of de veldkartering.

### **Criteria voor het niet uitvoeren van voorziene onderzoeksmethoden**

Indien tijdens de uitvoer van het onderzoek blijkt dat de gehanteerde methode en technieken, niet nuttig blijken te zijn, kan hiervan afgeweken worden. Indien dit het geval is, dan wordt dit beschreven en verantwoord in de rapportering.

### **Randvoorwaarden**

Vermits de werken ter hoogte van de grindwinning gefaseerd zullen uitgevoerd worden, dient de uitvoering van dit vervolgonderzoek tevens gefaseerd te gebeuren. Hierbij dient de richting van de ontgrinding gevolgd te worden. Gezien de volgorde van de uitvoer van de afzonderlijke fasen nog niet volledig vastligt, dient dit steeds in overleg met de initiatiefnemer te bepalen.

In een eventueel afgebakende steentijd artefactensite mag in geen geval het proefsleuvenonderzoek worden uitgevoerd.

Bijkomend wordt gezorgd dat:

1. Sleuven die dieper dan de toegestane wettelijke uitgraafdiepte worden aangelegd, worden gestaakt en/of getrapt aangelegd.
2. Alle inmetingen gebeuren met een GPS-gestuurd en georeferencieerd meetsysteem.
3. De weersomstandigheden dermate zijn dat ze een goede waarneming toelaten.
4. Voorafgaand een KLIP-aanvraag plaats vindt.
5. De werf is ingericht conform de vigerende arbeidswetgeving.
6. De werf is ingericht volgens, en wordt uitgevoerd volgens de vigerende veiligheids- en gezondheidswetgeving.
7. De uitvoering van de prospectie in overeenstemming is met de wettelijke bepalingen inzake bodemverzet

## Evaluatiecriteria

Het onderzoek is succesvol wanneer de vragen zowel wat betreft de bodemkunde als de archeologie een inhoudelijk antwoord konden ontvangen.

### 4.5.4 Onderzoekstechnieken

Voor het uitvoeren van de proefsleuven wordt voorlopig geen proefsleuvenplan opgesteld. De inplanting van de sleuven wordt bepaald en gemotiveerd door de erkend archeoloog, op basis van voorgaande onderzoeken.

In de zones met sporen en/of een vondstconcentratie gekend uit de veldkartering en/of het geofysisch onderzoek kan uitgegaan worden van een gericht onderzoek waarbij 7,5 % van het terrein onderzocht wordt d.m.v. proefsleuven en proefputten.<sup>110</sup> De proefsleuven zijn minimaal 2 m breed.<sup>111</sup>

Van de 'lege' en/of niet onderzochte gebieden worden eveneens de zones die volgens de resultaten van de vorige onderzoeksstappen een archeologische verwachting hebben en kenniswinst kunnen opleveren, d.m.v. proefsleuven onderzocht. De voorkeur gaat uit naar topografisch gunstig gelegen gebieden zoals gradiënten en hoger (en droger) gelegen delen in het landschap (zie *supra*, DEEL 1, 2.5.2 Archeologische verwachting) en/of zones die een gelijkaardige bodemkundige situatie kennen als de zones met sporen en/of vondstconcentraties. Deze zones worden door middel van een klassiek proefsleuvenonderzoek met continue parallelle 2 meter brede sleuven, die 15 meter (van middelpunt tot middelpunt) van elkaar gelegen zijn. De dekkingsgraad bedraagt standaard 12,5%. Deze wordt opgedeeld in 10% sleuven en 2,5% kijkvensters, dwarsseuven en volgsleuven. Indien afgeweken wordt van deze dekkingsgraad op basis van de bekomen inzichten tijdens de uitvoering van het onderzoek – bijvoorbeeld deze niet nuttig (cfr. Code Goede Praktijk paragraaf 5.3) blijkt te zijn - wordt dit beschreven en verantwoord in de rapportering.

De sleuven en kijkvensters worden aangelegd tot op het eerste archeologisch relevante vlak. Indien uit het landschappelijk bodemonderzoek (zie DEEL 2, 4.1 Landschappelijk bodemonderzoek) blijkt dat er meerdere relevante archeologische vlakken aanwezig zijn, dient men – afhankelijk van de diepte van deze niveaus - over te schakelen op een 4 m brede sleuf die getrapt wordt aangelegd. De configuratie en sleuvenafstand kan identiek blijven aan bovenstaande methode of kan aangepast worden. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat indien de profielputten aantonen dat slechts in bepaalde zones meerdere relevante vlakken aanwezig zijn, enkel de desbetreffende zones op deze wijze onderzocht moeten worden. Van belang is wel dat de beoogde dekkingsgraad van 12,5 % voor elk relevant archeologisch niveau steeds gehaald wordt.

De uitgraving gebeurt door een graafmachine met platte graafbak, onder begeleiding van de veldwerkleider en een assistent-archeoloog.

### 4.5.5 Actoren

Het proefsleuvenonderzoek wordt uitgevoerd door een veldwerkleider met ervaring in het aanleggen van proefsleuven in de Maasvallei en een assistent-archeoloog.

De bodemprofielen worden door een assistent-aardkundige met ervaring met de bodem- en sedimenttypes die in het projectgebied voorkomen, beschreven.

Indien nodig wordt tijdens het proefsleuvenonderzoek een beroep gedaan op een fysisch antropoloog. Deze is gespecialiseerd in de studie van menselijke resten uit archeologisch onderzoek en hun begravingssomgeving.

---

<sup>110</sup> Op basis van eerdere ervaring met deze werkwijze, nl. te Tongeren 'Industrie Oost' (ARON rapport 530) en te Lanaken, Industrieweg 'Grenspaal 96' (ARON rapport 273), waarbij goede resultaten behaald werden met een percentage van 5,5 %. Hoewel deze terreinen niet in de alluviale Maasvlakte gelegen zijn, kunnen deze resultaten doorgetrokken worden naar het onderzoeksterrein dat eveneens gekenmerkt wordt door een lemige bodem.

<sup>111</sup> Uit simulaties uitgevoerd in het kader van een studie door De Clerq et.al (2001), kwam naar voor dat het gebruik van 4 m brede proefsleuven minder betrouwbare resultaten oplevert. Het gebruik van brede sleuven verhoogt de kans aanzienlijk dat de sporendensiteit geobserveerd in de sleuven niet representatief is voor de volledige site. Er is m.a.w. een verhoogde kans op een aanzienlijke over – of onderschatting van de werkelijke sporendensiteit (Onderzoeksrapport 48, OE, 56).

Indien nodig wordt tijdens het proefsleuvenonderzoek een beroep gedaan op een conservator. Deze conservator is gespecialiseerd in handelingen om de bewaringstoestand van de archeologische vondsten of de omgeving daarvan te stabiliseren en verder verval te verhinderen of vertragen.

## 5. Voorziene afwijkingen ten aanzien van de Code van Goede Praktijk

Nvt.

## 6. Bewaring van het archeologisch ensemble

Wat betreft de bewaring van de artefacten en documenten die deel zullen uitmaken van het archeologisch ensemble gelden, zowel op het terrein, tijdens het onderzoek, of op de locatie voor langdurige bewaring, geen randvoorwaarden die een afwijking van de bepalingen in de CGP inhouden.

De zakelijkrechthouder dient het archeologisch ensemble na oplevering ervan conform afdeling 2. Verplichtingen zakelijkrechthouders en gebruikers archeologische artefacten en archeologische ensembles van het Decreet van 12 juli 2013 betreffende het onroerend erfgoed, gewijzigd bij het decreet van 4 april 2014, als een geheel te bewaren, in goede staat te behouden en voor wetenschappelijk onderzoek beschikbaar te houden (art. 5.2.1).

De zakelijkrechthouders die het beheer van een archeologisch ensemble toevertrouwt aan een erkend onroerend erfgoeddepot voldoet aan de hierboven vermelde verplichtingen.

Indien de bewaarplaats van de vondsten gewijzigd wordt binnen het Vlaamse Gewest, dient dit binnen 30 dagen aan het *Agentschap Onroerend Erfgoed* gemeld te worden (art. 5.2.2). Indien de vondsten buiten het Vlaamse Gewest gebracht worden, dient dit minstens 30 dagen voorafgaand hieraan aan het Agentschap gemeld worden (art. 5.2.3).

## 7. Vervolgtraject

De nota's die resulteren uit het uitgesteld vooronderzoek, dienen ter bekrachtiging te worden ingediend bij *Onroerend Erfgoed*. *Onroerend Erfgoed* beschikt over een termijn van 21 kalenderdagen om deze nota te bekrachtigen, al dan niet met bijkomende voorwaarden, of te weigeren.

In geval er een bekrachtigd Programma van Maatregelen werd opgesteld dient over gegaan te worden naar de uitvoering van dit Programma van Maatregelen, conform de bepalingen in de *Code van Goede Praktijk 2.0* en de eventuele bijkomende voorwaarden opgelegd door *Onroerend Erfgoed*. Het Programma van Maatregelen dient te worden uitgevoerd voorafgaand aan de start van de door de initiatiefnemer geplande bodemingrepen.

# BIBLIOGRAFIE

ARCHEOLOGISCHE VERWACHTINGSKAART MAASGOUW (2009)

[www.sam-limburg.nl/download-document/216.html](http://www.sam-limburg.nl/download-document/216.html)

BAEYENS, L. & SANDERS, J. (1989) *Bodemkaart van België. Verklarende tekst bij de kaartblad Stokkem 64W & Heppeneert 64E*, Brussel..

BAEYENS, J. & SANDERS, J. (1990) *Bodemkaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad Ophoven 49E*, Brussel.

BALL, TEBBENS & VAN DE LINDE (red.) (2018), Het Maasdal tussen Eijsden en Mook. De bewonings- en gebruiksgeschiedenis van het Maasdal op basis van archeologisch onderzoek in het Malta-tijdperk. (*Nederlandse Archeologische Rapporten* 060), Amersfoort.

BEERTEN, K. (2005) *Toelichting bij de Quartairgeologische Kaart: kaart 26 (Rekem)*, Leuven.

BESTEMMINGSPLAN OHÉ EN LAAK, GEMEENTE MAASGOUW (2011)

[https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.1641.BPL009-OH01/t\\_NL.IMRO.1641.BPL009-OH01.pdf](https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.1641.BPL009-OH01/t_NL.IMRO.1641.BPL009-OH01.pdf)

CAMMAER C. (sd) *Geologie en morfologische ontwikkeling van de Maasvallei*.

CELIS D., STEEGMANS J., VAN DE STAEP I. EN WESEMAEL E. (2016) *Prospectie met ingreep in de bodem aan de Industrieweg te Lanaken (grenspaal 96, deel 1). Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Leembank cvba*. ARON Rapport 273.

CGP: Code van goede praktijk voor de uitvoering van en rapportering over archeologisch vooronderzoek en archeologische opgravingen en het gebruik van metaaldetectoren, versie 2.0.

CONYERS L.B. (2013) *Ground-Penetrating Radar for Archaeology, 3th ed.*, Plymouth, p. 1-6.

DE CLERCQ W., BASTIAENS W., DEFORCE K., DESENDER K., ERVYNCK A., GELORINI V., HANCA K., LANGOHR R. EN VAN PETEGEM A. (2001) Waarderend en preventief archeologisch onderzoek op de Axxes-locatie te Merelbeke (prov. Oost-Vlaanderen): een grafheuvel uit de Bronstijd en een nederzetting uit de Romeinse periode, *Archeologie in Vlaanderen* VIII, 123 – 164.

DEEBEN, J. & E. RENSINK (2005) Het Laat-Paleolithicum in Zuid-Nederland, In: Deeben et al. (eds.), *De Steentijd van Nederland*, *Archeologie* 11/12, 171-199.

DE WINTER N. & WESEMAEL E. (2014) *Archeologische evaluatie en waardering van een Romeinse site op het plateau 'De Kommel' (Dilsen-Stokkem, Provincie Limburg)*. Studie in opdracht van de Vlaamse Overheid, Agentschap Onroerend Erfgoed.

ELLENKAMP G.R. (2017) *Meerheuvel Noord. Weerdverlaging Grensmaas te Dilsen-Stokkem. Verkennend booronderzoek met profielputten (RAAP Notitie 6170)*.

ELLENKAMP & HENSEN (2018a), Projectgrindwinning Elerweerd en Flankerend Irrigatieprojec te Dilsen-Stokkem en Maaseik. Update bureauonderzoek. Archeologienota Archeologisch Vooronderzoek – 2018G37. RAAP-Rapport 3430, Weert.

ELLENKAMP G.R. (2018b), Booien, Veurzen, Molenveld-Groeskens en Meeswijk. Weerdverlaging Grensmaas te Dilsen-Stokkem. Verkennend Booronderzoek en profielputten. RAAP-notitie 6318, WEEP.

GAFFNEY C. (2008) *Detecting trends in prospecting for the past: fifty years of geophysical survey* (Archaeometry, 50) p. 313-336.

GAFFNEY, C. & J. GATER (2010) *Revealing the Buried Past. Geophysics for Archaeologists*, Stroud.

HANECA, K., DEBRUYNE S., VANHOUTTE S. EN ERVYNCK A. (2016) Archeologisch vooronderzoek met proefsleuven. Op zoek naar een optimale strategie. (Onderzoeksrapport 48, OE), Brussel.

HOEBRECKX M. & WESEMAEL E. (2017) *Nota Tongeren, Industrie Oost. Uitbreiding van het bedrijventerrein Tongeren Oost: Fase 2*. ARON rapport 530, Tongeren.

ISARIN, R., R. ELLENKAMP, E. HEUNKS, J. DE KRAMER, R. PAULUSSEN, L. TEBBENS & F. ZUIDHOFF, (2015a), *Geomorfogenetische kaart Maasdal (GKM) tussen Mook en Eijsden*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed & Rijkswaterstaat.

ISARIN, R., E. RENSINK, R. ELLENKAMP EN E. HEUNKS, (2015b), *Archeologische verwachtingskaart Maasdal (AVM) tussen Mook en Eijsden, Verantwoording Methodiek en Kaartbeeld*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed & Rijkswaterstaat, Amersfoort.

NIJSSEN E., COENAERTS J. & VAN DIJK X. (2017) Prospectie met ingreep in de bodem te Meerheuvel-Noord, Dilsen-Stokkem (Provincie Limburg) (ABO Archeologische Rapporten 218).

PALS A., INDEHERBERG M., CAMMAER C., PUTZEYS G. en BEYENS W. (2018) *Infrastructuurwerken Haensberg te Ophoven. Aanmelding project-MER*

PAULISSEN E. (1973a) *Morfologie en Kwartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg*, Leuven.

PAULISSEN E. (1973b) *Het landschap van de Romeinse Maasvallei in Belgisch Limburg*, Brussel.

SCHMIDT A., LINFORD P., LINFORD N., DAVID A., GAFFNEY Ch., SARRIS A. & FASSBINDER J. (2015) *EAC Guidelines for the Use of Geophysics in Archeology: Questions to Ask and Points to Consider*.

TOELICHTINGSNOTA (v4 – 18/09/2018), *Aanvraag Omgevingsvergunning: Projectgrindwinning Elerweerd Dilsen-Stokkem en Maaseik*.

TOL A.J., VERHAGEN J.W.H.P. & VERBRUGGEN M. (2012) *Leidraad inventariserend veldonderzoek. Deel: karterend booronderzoek versie 2.0*.

VAN DIJK, X. (2012), Een archeologische waarden- en verwachtingskaart voor plangebied Elerweerd, gemeente Dilsen-Stokkem en Maaseik. *RAAP-rapport 2608*. Weesp.

VAN RANST E. EN SYS C. (2000) *Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen*, Gent.

VERHAGEN, J.W.H.P., RENSINK E., M. BATS & CROMBÉ PH. (2011) Optimale strategieën voor het opsporen van Steentijdvindplaatsen met behulp van booronderzoek. Een statistisch perspectief (*Rapportage Archeologische Monumentenzorg 197*).

M. VERHOEVEN, G.R. ELLENKAMP & D.M.G. KEIJERS (2010) Een archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart voor de gemeente Echt-Susteren. Deelrapport II: Landschap en archeologie, *RAAP-rapport*. 1951.

VISSER C.A., GAFFNEY C. en HESSING W.A.M. (2011) *Het gebruik van geofysische prospectietechnieken in de Nederlandse archeologie. Inventarisatie, analyse en evaluatie van uitgevoerde onderzoeken tussen 1996 en 2010*, V10-1968.

ZUIDHOFF J. & HUIZER J. (2015), *De noordelijke Maasvallei door de eeuwen heen. ADC Monografie 19*, Amersfoort.



### Websites:

cartoweb.be  
dov.vlaanderen.be  
klip.agiv.be  
<http://cai.onroenderfgoed.be>  
<http://codex.vlaanderen.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1024695&param=inhoud&ref=search>  
<http://codex.vlaanderen.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1023317&param=inhoud&ref=search>  
<http://imagebase.ubvu.vu.nl/cdm/fullbrowser/collection/krt/id/5616/rv/compoundobject/cpd/5629/rec/1>  
[http://old.european-archaeological-council.org/files/eac\\_guidelines\\_2\\_final.pdf](http://old.european-archaeological-council.org/files/eac_guidelines_2_final.pdf)  
<http://targetgeophysics.com/nl/technologie/magnetometry>  
<https://archeologieinnederland.nl>  
<https://besluiten.onroenderfgoed.be/besluiten/5968/bestanden/16752>  
<https://geo.onroenderfgoed.be/>  
<https://id.erfgoed.net/erfgoedobjecten>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/thesaurus>  
[https://onderzoeksbalans.onroenderfgoed.be/onderzoeksbalans/archeologie/methoden\\_en\\_technieken/terre\\_inevaluatie/geofysisch\\_en\\_geochemisch](https://onderzoeksbalans.onroenderfgoed.be/onderzoeksbalans/archeologie/methoden_en_technieken/terre_inevaluatie/geofysisch_en_geochemisch)  
[https://www.onroenderfgoed.be/assets/files/content/images/Code\\_van\\_Goede\\_Praktijk.pdf](https://www.onroenderfgoed.be/assets/files/content/images/Code_van_Goede_Praktijk.pdf)  
[https://www.onroenderfgoed.be/assets/files/projects/downloads/Begrippenlijst\\_feb2013.pdf](https://www.onroenderfgoed.be/assets/files/projects/downloads/Begrippenlijst_feb2013.pdf)  
[https://www.onroenderfgoed.be/assets/files/news/downloads/stroomschema\\_stedenbouwkundig-verkaveling\\_v7.pdf](https://www.onroenderfgoed.be/assets/files/news/downloads/stroomschema_stedenbouwkundig-verkaveling_v7.pdf)  
<http://www.projectgrindwinningscomite.be/projecten.html>  
<http://www.rlkm.be/nl/hoge-kempen/erfgoed-databank/text/>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/121924>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/121703>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/121933>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/86166>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/71351>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/71350>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/86059>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/73362>  
<https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/300128>  
www.cartesius.be  
www.geopunt.be  
[www.onroenderfgoed.be/assets/files/content/downloads/140915\\_LV\\_RWO\\_Brochure\\_regelgeving.pdf](http://www.onroenderfgoed.be/assets/files/content/downloads/140915_LV_RWO_Brochure_regelgeving.pdf)

