



Annex Archeologienota
Reningelst - Heuvellandseweg
Probleemanalyse CTE

Datum: 27 februari 2026 - Kenmerk: 2026-B-045-RAArch-01

Kloosterweg 9 Bus 1 | B 3020 Herent

T: +32 16 3947 28 | G: +32 474 690280

info@bom-be.be | www.bom-be.be

BTW BE: 0822.791.810 | BNP PARISBAS FORTIS: BE40 0016 0345 5163

Opdrachtgever	Natascha Derweduwen RAAP Begoniastraat 13 9810 Eke
opgemaakt door	Cynrik De Decker cdedecker@bom-be.be +32 (0)479 92 30 43

INHOUDSTAFEL

1.	Inleiding.....	4
1.1	ALGEMEEN – RICHTLIJN CTE	4
1.2	PROJECTOMSCHRIJVING	5
2.	Probleemstelling	8
2.1	HISTORISCHE CONTEXT	8
2.2	BEPALING CTE-CONTAMINATIE	11
3	Projectgebonden risicoanalyse.....	13
3.1	RISICOANALYSE VAN KINNEY (ALGEMEEN).....	13
3.2	RISICOANALYSE	13
4.	Voorstel mitigerende maatregelen	15
4.1	MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN VAN DETECTIETECHNIEKEN	15
4.4	PROEFSLEUVEN	15
5.	Bijlage: Risico's als gevolg van een ongecontroleerde detonatie	18
5.1	SOORT CTE	18
5.2	GEVOELIGHEID	18
	Wapeningstoestand	19
5.3	CONSTRUCTIE.....	19
5.4	PLAATS VAN DE EXPLOSIE	19

1. INLEIDING

1.1 ALGEMEEN – RICHTLIJN CTE

De reden van opmaak van dit document dient men te kaderen binnen de richtlijn “Archeologie versus munitieopsporing” van 2024.¹ Vlaanderen was in het verleden het toneel van vele oorlogen en veldslagen. Vooral de 20ste-eeuwse conflicten lieten heel wat munitie achter in de bodem. Dergelijke munitie, ook CTE (Conventionele en Toxische Explosieven) genoemd, worden regelmatig aangetroffen bij graafwerken en vormen een veiligheidsrisico, ook bij archeologie. Desgevallend kan het om redenen van veiligheid en volksgezondheid noodzakelijk zijn dat er voorzien wordt in een CTE-luik.

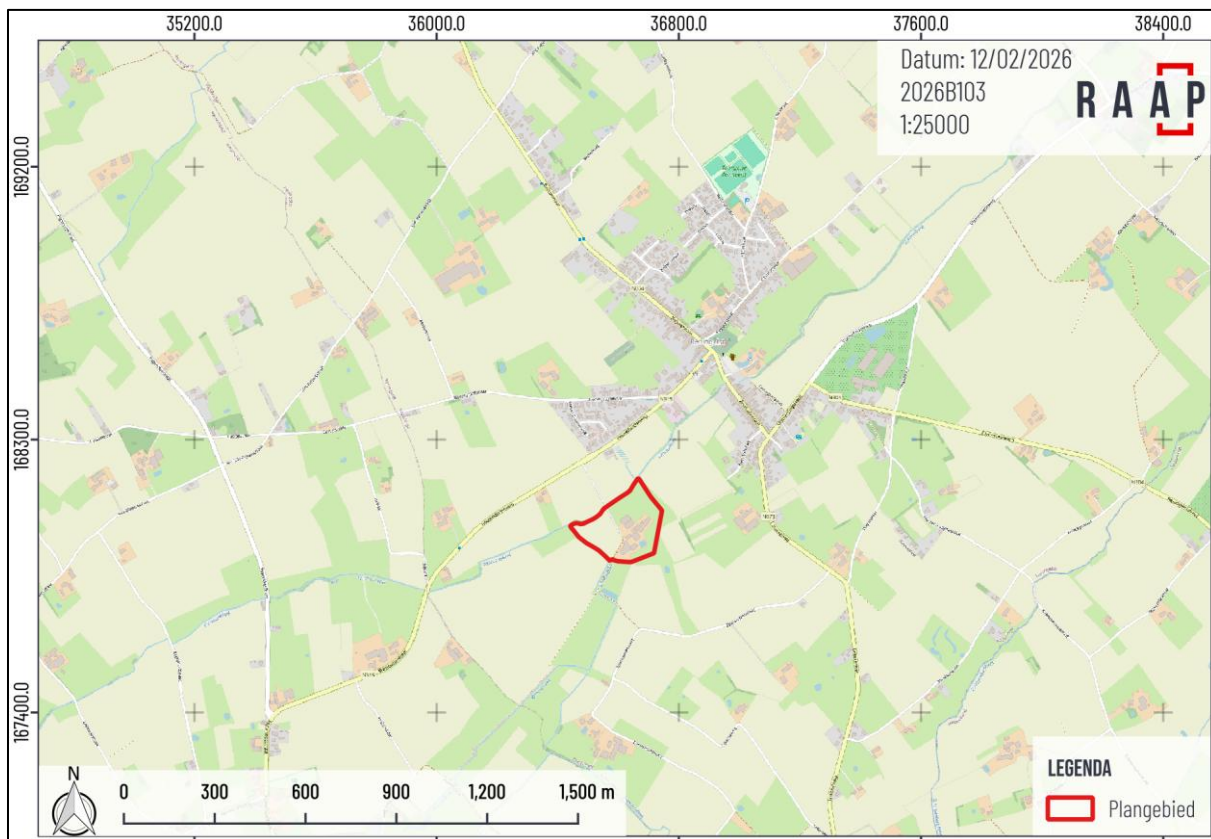
Als de erkende archeoloog een archeologisch onderzoek met ingreep in de bodem voorschrijft in een archeologienota, nota of aanvraag tot toelating en bij de opmaak van dit document detecteert dat er een kans is op de aanwezigheid van CTE, dan laat hij door een CTE-deskundige een risicoanalyse maken van het geplande archeologisch onderzoek (zie 4.5.2 van de Leidraad Explosieven in de ondergrond en waterbodems van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken²). Als uit deze risicoanalyse blijkt dat er een potentieel gevaar is voor de veiligheid van de betrokkenen of de omgeving, dan is het steeds de eerste prioriteit om dat risico te neutraliseren. Dit kan verhinderen dat een archeologisch onderzoek volgens de geldende normen kan worden uitgevoerd en/of dat bepaalde veiligheidsmaatregelen worden voorzien, zoals een CTE-opsporing die gekoppeld wordt aan het archeologisch onderzoek. De erkende archeoloog integreert de resultaten van de risicoanalyse en de eventuele veiligheidsmaatregelen in het programma van maatregelen van de archeologienota, nota of in het plan van aanpak van de toelating. Belangrijk hierbij is dat de CTE-deskundige exclusief bevoegd en verantwoordelijk is voor het inschatten van het veiligheidsrisico met betrekking tot CTE en voor alle handelingen die kaderen in het proces van de opsporing van de CTE. De uitwerking van het luik archeologie is dan weer de exclusieve verantwoordelijkheid van de erkende archeoloog.

¹ Te downloaden via <https://www.onroerenderfgoed.be/archeologie-versus-munitieopsporing>

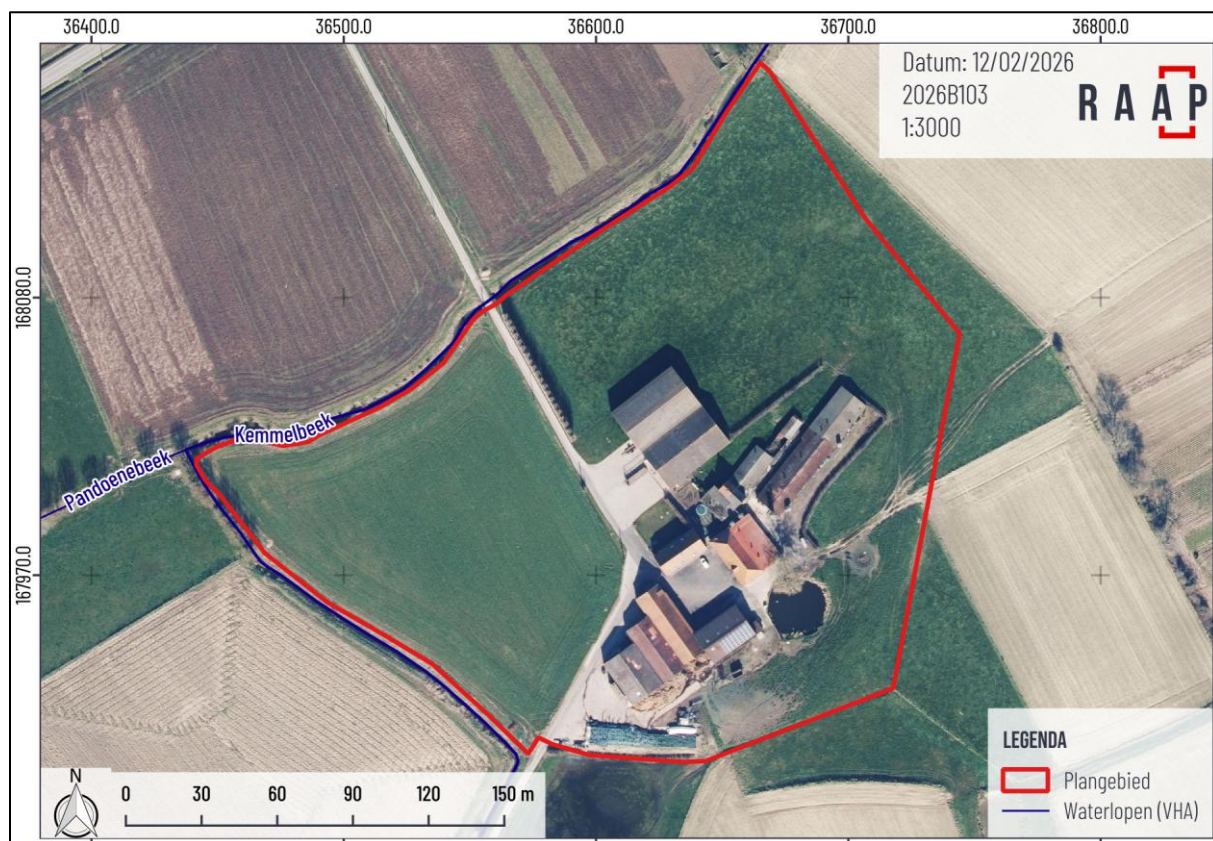
² Te downloaden via <https://www.vlaanderen.be/departement-mobiliteit-en-openbare-werken/infrastructuurprojecten/leidraad-explosieven-in-de-ondergrond-en-waterbodems>

1.2 PROJECTOMSCHRIJVING

In functie van de toekomstige werkzaamheden werd er een archeologienota opgemaakt. De projectzone bevindt zich in de Heuvellandstraat te Reningelst, deelgemeente van Poperinge. Het betreft hier een hoeve met landerijen errond, ten zuidwesten van de dorpskern.



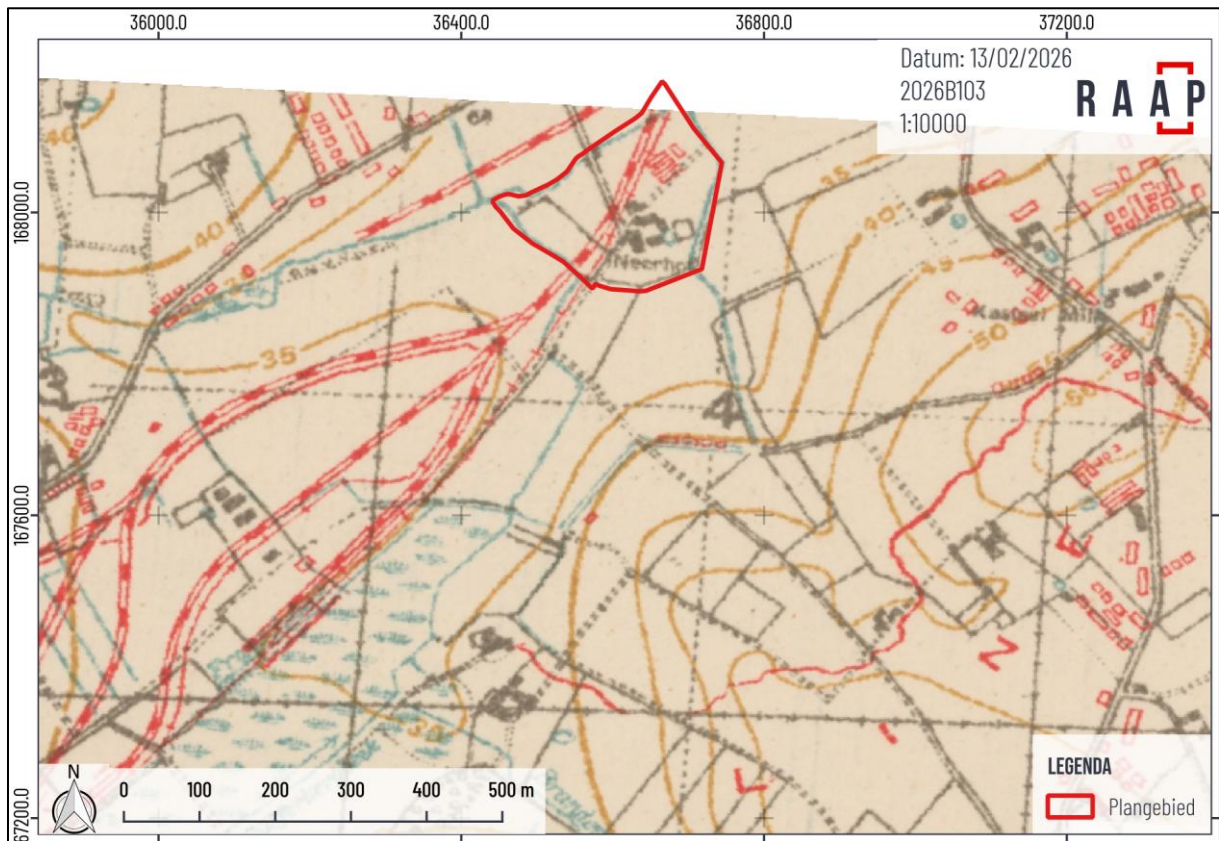
Figuur 1 Projectzone. (bron: RAAP)



Figuur 2 Projectzone. (bron: RAAP)

Het is bekend dat in de omgeving oorlogshandelingen plaatsvonden, en het is bijgevolg niet uit te sluiten dat tijdens de werken CTE worden aangetroffen. RAAP consulteerde zelf de loopgravenkaarten, die er al op wijzen dat hier militaire activiteiten plaatsvonden. De hoeve is hierop al ingetekend, en lijkt aan een militaire spoorlijn te liggen.

In dit rapport gaan we na of er ook sprake was van incidenten die konden zorgen voor een CTE-contaminatie, en zo ja, wat de risico's zijn en hoe er mee kan worden omgegaan.



Figuur 3 Projectzone op loopgravenkaart.

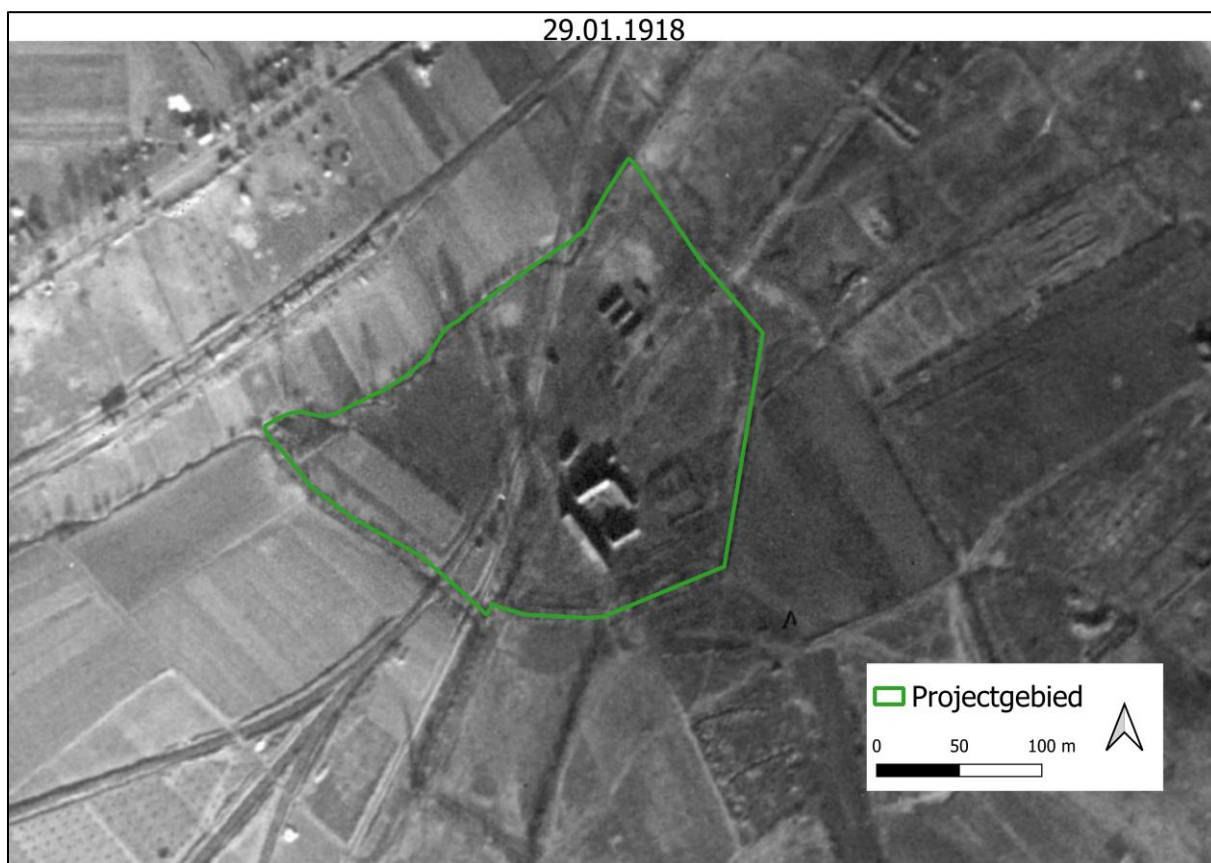
2. PROBLEEMSTELLING

2.1 HISTORISCHE CONTEXT

Reningelst is sinds 1977 een deelgemeente van Poperinge. Het dorp bleef de hele oorlog in Britse handen en hier werd het hoofdkwartier van de *41st Division* ingericht met de bijhorende rustkampen en veldhospitalen. Door de nabijheid van het front en belangrijke infrastructuur, zoals een nieuwe spoorlijn, had Reningelst regelmatig vijandelijke beschietingen te verduren.

Voor deze studie werd ondermeer de website <https://www.luchtfoto1914-1918.be/> geconsulteerd. De omgeving van een deel van de advieszone is hieronder weergegeven op een foto van 29 januari 1918. De hoeve is duidelijk waarneembaar alsook de spoorlijnen die de zone doorkruisen. Tevens merken we binnen het projectgebied enkele structuren die tenten kunnen zijn.

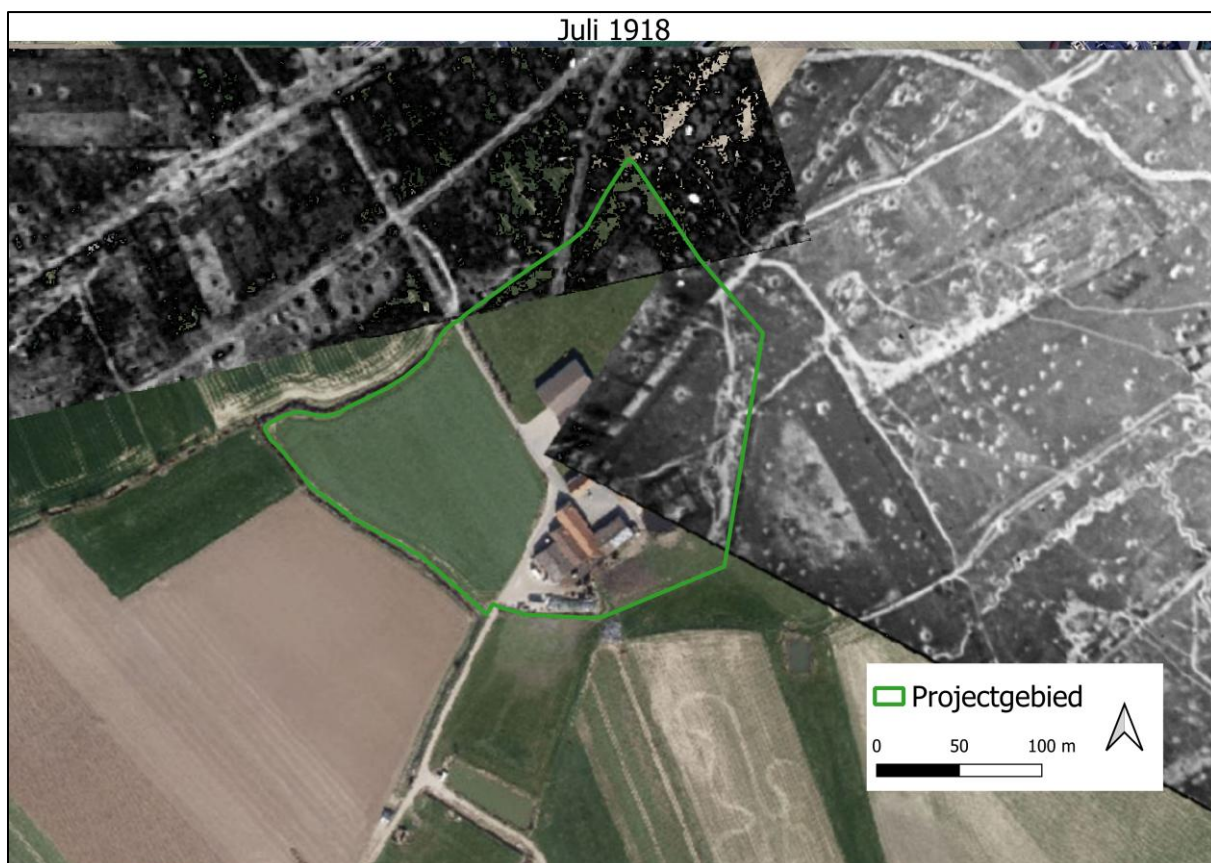
Een dicht kraterpatroon is evenwel niet te zien.



Figuur 4 Luchtfoto van 29 januari 1918 (bron: <https://www.luchtfoto1914-1918.be/>)

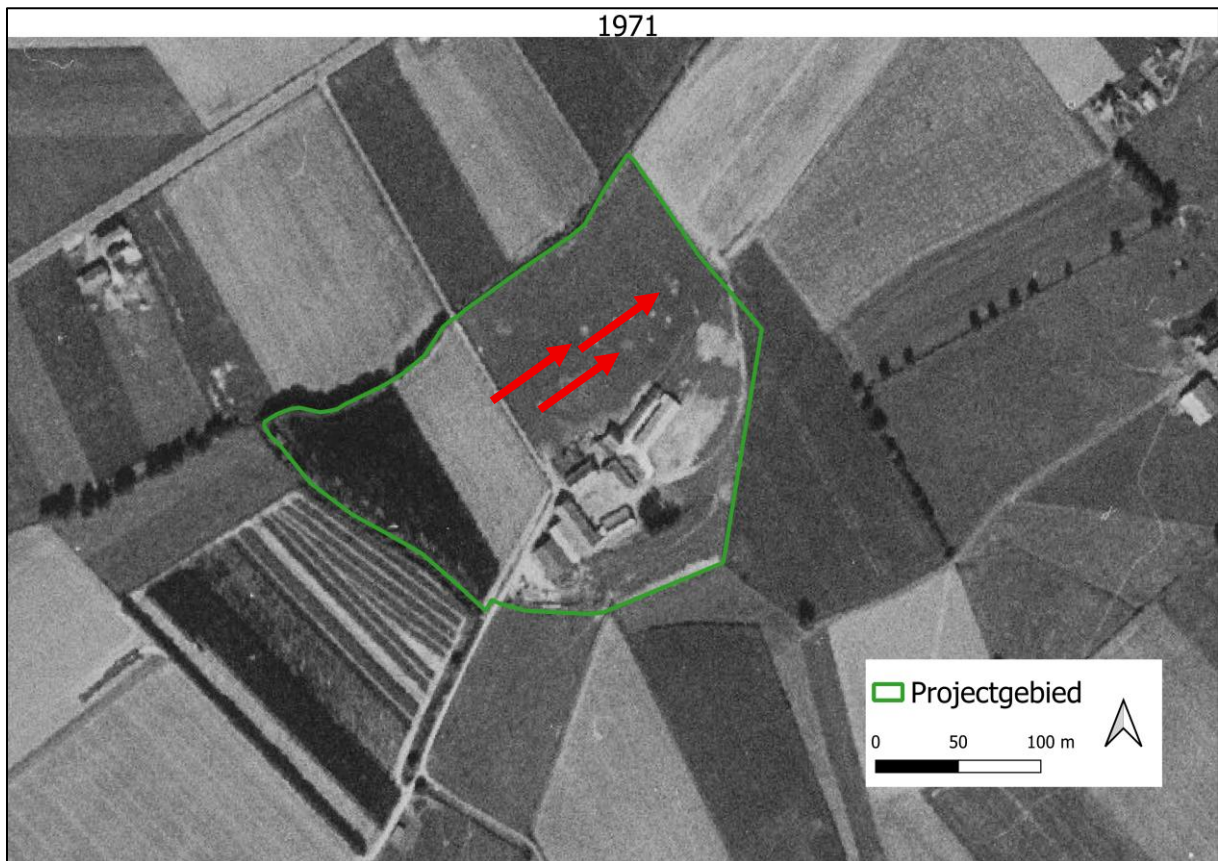
Een volgende reeks foto's werd een half jaar nadien genomen. Het projectgebied is slechts deels gedekt, maar hierop zien we talloze kraters afkomstig van Duitse artillerie. Aan de grootte van de kraters te zien gaat het over zeer zware kalibers, verdagend geschut.

Reningelst was een gemeente die na 1918 tot de "Verwoeste Gewesten" gecatalogeerd werd.



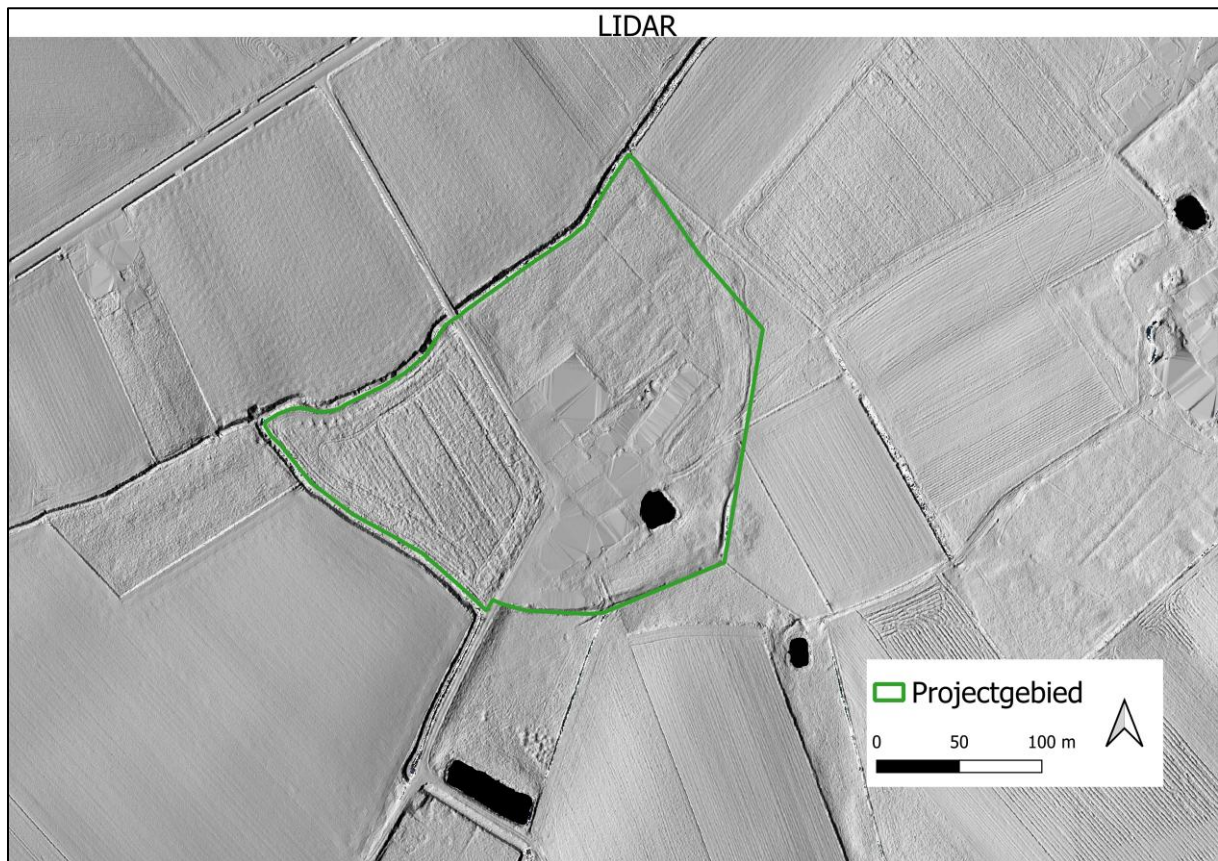
Figuur 5 Projectzone, deels bedekt met twee luchtfoto's genomen in juli 2018. (bron: <https://www.luchtfoto1914-1918.be/nl/geoportaal>)

Hierna voegen we nog een opname die dateert van 1971, meer dan een halve eeuw later. In het perceel ten noorden van de hoeve lijken er nog sporen van de inslagkraters waarneembaar. Mocht dit zo zijn, kan dit er op wijzen dat dit perceel op dat moment nog niet "gediepgrond" was, wat wil zeggen dat men de jaren na de oorlog er niet toe gekomen was om alle kraters te dichten. We zien dat het hier dan meestal gaan over percelen die niet bewerkt werden, maar waar vee op stond.



Figuur 6 Ook een luchtfoto van 1971 zijn nog een aantal waarneembaar.

Tenslotte voegen we hierna nog een LIDAR-beeld toe. Hierop zijn geen overtuigende sporen meer te zien die kunnen wijzen op artillerieinslagen.



Figuur 7 LIDAR-beeld van projectgebied.

In Reningelst wordt regelmatig munitie aangetroffen, ook tijdens archeologisch onderzoek. Zo werd in opdracht van Archeo7 en het gemeentebestuur van Poperinge van 21 september tot en met 30 oktober 2009 een archeologische opgraving uitgevoerd door projectbureau Archaeological Solutions bvba. Het projectgebied omvatte de geplande voetbalterreinen van de gemeente Reningelst, gelegen in de velden achter de Kriekstraat. Tijdens dit onderzoek werden (onderdelen van) Britse granaten van het type 18pdr, geweer- en handgranaten, Duitse Houwitser zonder 92 (ontsteker), Wurfgranaten Taube (mortier), Britse Stokes 3"-mortieren, aangetroffen, alsook elf stuks 60pdr toxische granaten, en fosforgranaten (WP) (deze laatste ontbrandden).³

2.2 BEPALING CTE-CONTAMINATIE

De hiervoor opgenomen data en afbeeldingen laten er weinig twijfel over bestaan dat in de projectzone een grote kans is op aantreffen van niet-ontplofte

³ Bouckaert Kevin e.a.: *Archeologisch onderzoek, Reningelst - Kriekstraat 2000 jaar bewoning aan de Kriekstraat in Reningelst Definitieve rapportage van de bekomen resultaten* - AS-Rapportage 2009 - 25

Conventionele en Toxische explosieven (CTE). Het gaat over diverse types Duitse verschoten artilleriemunitie, ontstekers, niet-verschoten Britse artilleriemunitie, etc. Tot vandaag kent Poperinge, en ook Reningelst een vrij hoge vondstfrequentie van CTE.

Anderzijds moeten we er ook op wijzen dat in de teelaarde door landbouwactiviteiten de voorbije eeuw grondverzet werd gepleegd. We gaan er echter van uit dat bij het archeologisch onderzoek niet-verstoorde bodem zal worden beroerd.

Al deze indicaties (ligging tegenover frontgebied, terreinomstandigheden, frequentie van CTE-vondsten, reeds uitgevoerd luchtfoto-onderzoek én het gegeven dat de zone in de "Verwoeste Gewesten" ligt) zijn elementen om conform de Leidraad CTE van MOW deze zone als "hoog verdacht" te verklaren. De diepte waarop deze CTE kunnen aangetroffen worden varieert van het maaiveld tot ca. 4m eronder, maar het is gezien de zware kalibers die op deze site afgevuurd werden niet ondenkbaar dat er nog dieper CTE aangetroffen worden.

In de hiernavolgende hoofdstukken gaan we na hoe er met deze problematiek dient te worden omgegaan, zodat de geplande archeologische werkzaamheden veilig kunnen verlopen.

3 PROJECTGEBONDEN RISICOANALYSE

In dit hoofdstuk wordt een inschatting gemaakt van de risico's bij de werkzaamheden binnen het projectgebied, waar grondverzet zal worden gepleegd. Specifiek betreft het hier een archeologisch onderzoek waarbij proefsleuven (en eventueel vensters etc.) gegraven worden (zie figuren hierna).

Bij de onderstaande analyse wordt rekening gehouden met de in voorgaand hoofdstuk opgenomen historische gegevens. Voor de gevolgen van de uitwerking (ontploffing) van een explosief, verwijzen we naar hoofdstuk 5.

3.1 RISICOANALYSE VAN KINNEY (ALGEMEEN)

Het *worst case scenario* wordt gevormd door de ongecontroleerde explosie van één of meerdere projectielen welke bij een explosie dodelijk letsel kunnen veroorzaken. Of dodelijk letsel ontstaat is onder meer afhankelijk van beschermende omgevingsfactoren en diepte en ligging van het projectiel.

Het dient benadrukt dat er een verschil is tussen de *kans op aantreffen van CTE*, en de *kans op een ongeval* ten gevolge van het aantreffen van CTE. Hierbij wordt rekening gehouden met de data, bekend bij Bom-Be, van incidenten met ontploffende projectielen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog, zoals die in West-Europa aangewend werden.

Deze inschatting is verder verrekend conform de risicoanalyse van Kinney. Hierin wordt via de factoren "ernst" (E), "waarschijnlijkheid" (W), "blootstelling" (B), de "risicograad" (R) ingeschat.

3.2 RISICOANALYSE

Het risico binnen het projectgebied is als volgt berekend:

De ernst of mogelijke gevolgen (E)

Het betreft hier de gevolgen welke optreden wanneer een niet-ontplofte artillerie- of mortiergranaat wordt aangetroffen en ook (gedeeltelijk) ontploft. Of hierbij dodelijk letsel ontstaat is onder meer afhankelijk van beschermende omgevingsfactoren en diepte en ligging van het projectiel.

Deze gevolgen hiervan worden als "**zeer ernstig**" beschouwd, wat betekent dat er een enkele doden en/of schade veroorzaakt werd.

De waarde hiervoor bedraagt "**15**".

De waarschijnlijkheid (W)

De kans dat bij het geplande grondverzet dergelijk CTE aangetroffen wordt, wordt als "**goed mogelijk**" beschouwd.

De waarde hiervoor bedraagt "**6**".

De Blootstelling (B)

Op basis van het voorgaand onderzoek wordt de kans op het aantreffen van een munitie, welke ook ontploft als "**zelden**" (= enkele malen per jaar) beschouwd.

De waarde hiervoor bedraagt "**1**".

De Risicograad (R)

Deze waarde wordt berekend met de formule $E \times W \times B$.

Deze bedraagt dus

$$15 \times 6 \times 1 = 90$$

Een graad 70 tot 200 krijgt in de Kinney-analyse de omschrijving

"Hoog risico: onmiddellijke verbetering vereist"

4. VOORSTEL MITIGERENDE MAATREGELEN

In dit hoofdstuk gaan we na hoe de risico's binnen aanvaardbare perken kunnen gebracht worden, m.a.w. hoe we de "onmiddellijke verbeteringen" kunnen implementeren. Het gaat hier dus voor de werken waarbij effectief grondverzet wordt gepleegd voor de aanleg van proefsleuven. Het opzet is om noch de veiligheid, noch de werkwijze van de archeoloog en haar/zijn onderzoek in het gedrang te brengen.

4.1 MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN VAN DETECTIETECHNIEKEN

Vooraleer in detail de aanpak te bespreken, dient de lezer eerst op de hoogte te zijn van de mogelijkheden en beperkingen van wat men ook wel eens "bomopsporing" noemt. De projectielen die hier kunnen aangetroffen worden zijn grotendeels gemaakt van gedraaid/gefreesd staal, dat ijzer (Fe) bevat.

Een ijzeren object dat verscholen zit in de bodem, kan in theorie vrij makkelijk opgespoord worden met de techniek van magnetometrie. Hierbij wordt het aardmagnetisch veld gemeten (uitgedrukt in nanotesla (nT) – indien dergelijk ijzerhoudend projectiel zich onder de meetsonde bevindt, registreert deze sonde een verstoring in het magnetisch veld. Een metaaldetector is "minder" gevoelig, wat betekent dat hij vanop afstand minder gevoelig is dan een magnetometer. Het zal de CTE-deskundige zelf zijn die zal bepalen of hij een magnetometer kan gebruiken, dan wel een metaaldetector. Bovendien kan hij zijn apparatuur compenseren.

4.4 PROEFSLEUVEN

Teneinde na te gaan of er archeologisch relevante grondsporen aanwezig zijn op het terrein, dient gebruik gemaakt te worden van de inplanting van parallelle, ononderbroken proefsleuven. Voor de uitgraving wordt gebruik gemaakt van een niet-getande graafbak. De sleuven zijn 1,80 tot 2m breed. Daarnaast worden mogelijks volg-, dwarssleuven of kijkvensters aangelegd om beter inzicht te krijgen in de aard van de aangetroffen archeologische sporen. Deze worden gekozen door de uitvoerende erkende archeoloog tijdens het veldonderzoek.

Wij adviseren om de aanleg van de proefsleuven en andere graafwerken CTE-begeleiding te voorzien.

Bom-Be opteert om doorgaans met de ervaren machinist en graafmachine van de opdrachtgever te werken, weliswaar op een manier die veiligheid garandeert. De inzet van een zogenaamd "beveiligde" machine heeft geen nut,

omdat hier niet “blind” gegraven wordt, en omdat er ook naast de machine mensen aanwezig zijn, die geen bescherming genieten. Het komt erop neer dat de graafmachine enkel aangewend wordt om te graven naar het *target*, maar dit zonder het te beroeren/aan te raken.

Vooraleer te starten met de begeleiding zal de CTE-deskundige de personen aanwezig op de werf instrueren welke veiligheidsafstand zij desgevallend dienen te respecteren.

De machinist van de aannemer en de erkende archeoloog ontvangen een toolbox/kickoff waaruit blijkt dat een verdacht, niet-geïdentificeerd object niet zal aangeraakt worden met de machine. Deze kickoff wordt door alle aanwezigen ondertekend.

Vervolgens begint de handheld-detectie. De CTE-deskundige beschikt doorgaans over een metaaldetector of een magnetometer. Hij bepaalt de keuze naargelang de omgevingsfactoren (verstoring van buitenaf door betonwapening, kabels en leidingen e.d.m.).

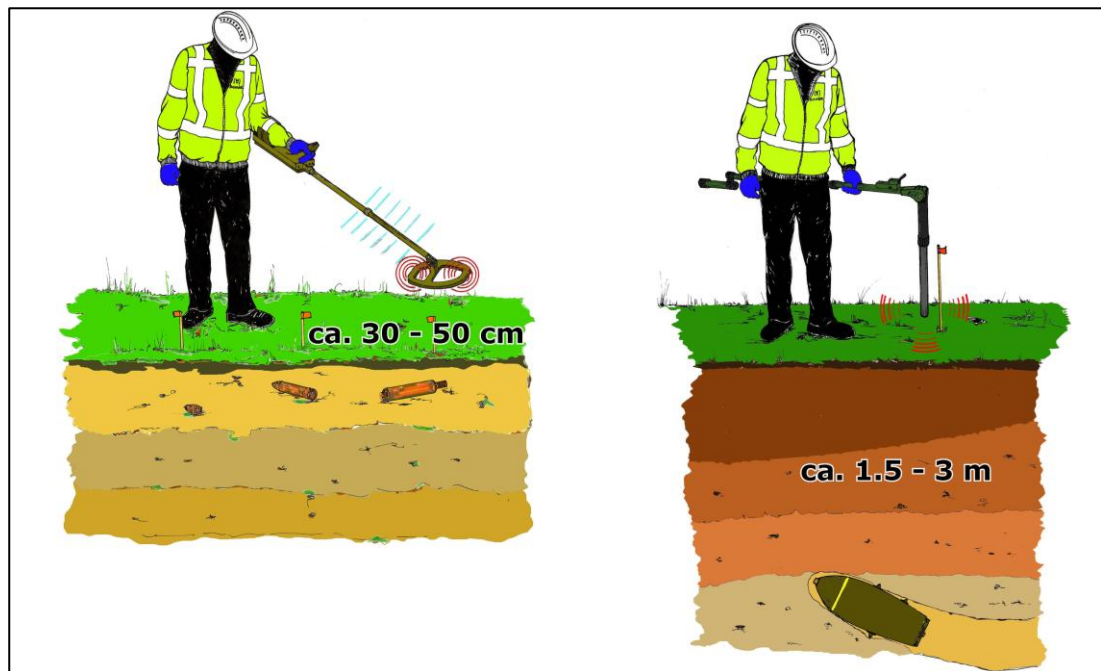
Eventuele verdachte objecten zal de CTE-deskundige enkel manueel benaderen en identificeren. Indien deze CTE blijken te zijn, zal de politie en de werfleiding verwittigd worden. Indien de situatie rond de explosieven niet veiliggesteld kan worden, zullen de werkzaamheden indien nodig stil gelegd worden en kan men bekijken of men op een andere zone verder kan werken.

Indien de objecten niet verdacht zijn, zal de CTE-deskundige een laag vrijgeven, waarna de machinist deze veilig kan verwijderen.

De dikte van de laag wordt bepaald door de CTE-deskundige. Na de ontgraving van de eerste laag detecteert de CTE-deskundige opnieuw en verwijdert wederom de gedetecteerde objecten.

In de vrijgegeven lagen kan de erkende archeoloog zijn onderzoek verderzetten.

Dit werk wordt herhaaldelijk uitgevoerd tot de gewenste diepte bereikt is.



Figuur 8 Inzet metaaldetector (links) en magnetometer (rechts) bij begeleid afgraven.

5. BIJLAGE: RISICO'S ALS GEVOLG VAN EEN ONGECONTROLEERDE DETONATIE

De risico's als gevolg van een ongecontroleerde detonatie worden bepaald door:

- Soort explosief
- Plaats van explosie

De voornaamste gevaren bij munitie zijn:

- Verscherving
- Schokgolf (ondergronds op kabels en leidingen) (bovengronds op infrastructuur)
- Brand
- Brisante werking
- Vergiftiging

5.1 SOORT CTE

Als de risico's van CTE beoordeeld worden, is het van belang om te weten welke soorten CTE verwacht kunnen worden. De grootte van een explosief bepaalt veelal de mate van effect op de omgeving. Hoe groter het explosief, hoe groter vaak het effect op de omgeving. Het effect op de omgeving wordt mede bepaald door het netto explosief gewicht (NEG) van de explosieve stof in het munitieartikel.

De kans dat een explosief ongecontroleerd tot detonatie komt is afhankelijk van de gevoeligheid van een explosief. De gevoeligheid van een explosief wordt bepaald door de gevoeligheid van de explosieve stof en/of de toestand van de geplaatste ontsteker.

5.2 GEVOELIGHEID

De gevoeligheid van een explosief is de neiging waardoor een explosief tot explosie zal komen. Hoe gevoeliger een explosief, hoe eerder een ongecontroleerde explosie zal plaatsvinden. De gevoeligheid van explosieve stoffen in de vorm van springstoffen neemt veelal toe door veroudering. De gevoeligheid van een ontsteker wordt voornamelijk bepaald door de wapeningstoestand.

Wapeningstoestand

De wapeningstoestand van een ontsteker wordt bepaald door de krachten die worden uitgeoefend op een ontsteker. Tijdens het verschieten, werpen of afwerpen van CTE worden krachten uitgeoefend op een ontsteker. In de regel worden deze krachten gebruikt voor het wapenen ervan. Tijdens het zogenaamde wapenen worden alle explosieketens in een lijn gebracht waardoor het explosief tot werking kan komen.

Er kan gesteld worden dat CTE voorzien van gewapende ontstekers gevaarlijker zijn dan CTE waarvan de ontsteker niet gewapend is. Het wapenen van een ontsteker wordt veelal verkregen door de krachten die vrijkomen bij het afgaan van het schot of het afwerpen van bijvoorbeeld afwerpmunitie. Binnen het onderzoeksgebied dient rekening te worden gehouden met het aantreffen van mogelijk gewapende CTE.

5.3 CONSTRUCTIE

Ook de constructie van een explosief of de constructie van de ontsteker die geplaatst is op een explosief, is bepalend voor de risico's van een explosief. Afhankelijk van de soort munitie en het soort geschut zijn er veel verschillende soorten CTE en ontstekers gebruikt ten tijde van oorlog.

5.4 PLAATS VAN DE EXPLOSIE

De ernst van de gevolgen van een ongecontroleerde detonatie wordt mede bepaald door de plaats waar de explosie plaatsvindt. Afhankelijk van de plaats kunnen scherfwerking, druk, schokgolf en temperatuur een andere uitwerking hebben op zijn omgeving. Een explosie op het land heeft daarom andere gevolgen dan een explosie in diep water. De diepte in de bodem, en de aard ervan, hebben eveneens een invloed. Tijdens het bepalen van de veiligheids- en beschermende maatregelen dient hier weloverwogen rekening mee te worden gehouden.