

# RISICOANALYSE

## AANTREFFEN VAN CONVENTIONELE EN TOXISCHE EXPLOSIEVEN (CTE) TIJDENS GRONDROERENDE WERKEN TER HOOGTE VAN ROOIENBERG TE DUFFEL (PROV. ANTWERPEN)



### Bijlage bij archeologienota 2588 ABO Archeologische Rapporten

Rapport opgemaakt door: Pedro Pype (CTE-deskundige)



Derbystraat 55

9051 Gent

april 2026

Dossiennr. 43467.R.01

Projectcode OE: 2026B168

# COLOFON

## **Titel**

Risicoanalyse. Aantreffen van Conventionele en Toxische Explosieven (CTE) tijdens grondroerende werken ter hoogte van de Rooienberg te Duffel (Prov. Antwerpen).

## **Auteur**

Pedro Pype (gekwalificeerd CTE-deskundige)

## **Projectnummer**

- 43467 (intern)
- 2026B168 (Agentschap Onroerend Erfgoed)

## **Plaats en Datum**

Gent, februari 2026

## **Reeks en nummer**

ABO archeologische rapporten 2588

ISSN 2406-3940

# RAPPORTFICHE

Versies		
Versie	Datum	Status
v0	23/02/2026	Interne draft
v1	27/03/2026	Externe draft / definitieve versie
v2	27/03/2026	Definitieve versie

Projectteam	
<i>Functie</i>	<i>Naam</i>
CTE-deskundige	Pedro Pype
Business Unit Manager	Sam hertsens
Kwaliteitscontrole	Jan Coenaerts
General Director	Patrick Hambach

# INHOUD

1	Inleiding.....	6
1.1	Bronnen.....	6
1.2	Aanleiding, omschrijving en doelstelling van de werkzaamheden .....	6
1.3	Historisch onderzoek.....	8
2	Risico-analyse .....	12
2.1	mogelijk aan te treffen munitiesoorten Eerste Wereldoorlog .....	14

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: GRB basiskaart met aanduiding van het onderzoeksgebied (ABO nv 2026)	7
Figuur 2: Onderzoeksgebied aangeduid op de meest recente luchtfoto (ABO nv 2026)	7
Figuur 3: De Grote Steenweg na de beschietingen van 1914 (( <a href="https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624">https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624</a> ))	9
Figuur 4: De Grote Steenweg na de beschietingen van 1914 (( <a href="https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624">https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624</a> ))	10
Figuur 5: Het gemeentehuis na de beschietingen van 1914 (( <a href="https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624">https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624</a> ))	10
Figuur 6: De papierfabriek na de beschietingen van 1914 (( <a href="https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624">https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624</a> ))	11

# 1 INLEIDING

## 1.1 BRONNEN

- Actueel: Bommenkaart.be VOCTEx (Vakvereniging Opsporing Conventionele & Toxische Explosieven)
- 16-11-2023: Richtlijn Archeologie versus Munitieopsporing. Agentschap Onroerend Erfgoed
- 2023: Praktische Leidraad: Preventief opsporen en ruimen van niet ontplofte conventionele en toxische explosieven in de ondergrond en waterbodems. Beleidsdomein Mobiliteit & Openbare Werken.
- 2024: Veiligheidshandboek "Munitie op de werkplaats" ABO nv
- Stichelbaut, B., Chielens, P. 2013: De oorlog vanuit de lucht. 1914-1918 Het front in België. Mercatorfonds België
- (<https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624>)
- <https://martinusevers.org/2014/09/30/duffel-onder-duitse-granaten/>
- <https://pieterserrien.be/boeken/elke-dag-angst/overzicht-v-inslagen-op-belgie/>

## 1.2 AANLEIDING, OMSCHRIJVING EN DOELSTELLING VAN DE WERKZAAMHEDEN

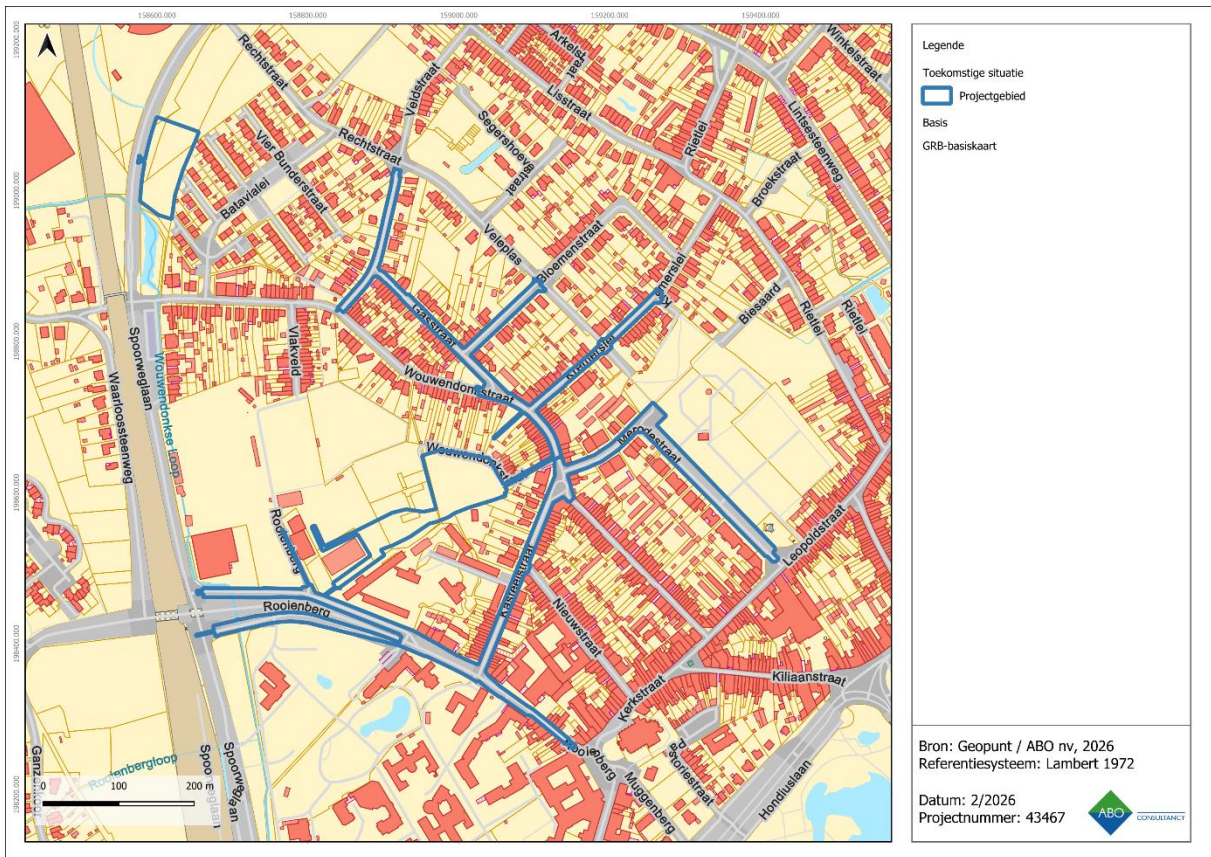
In het kader van de aanpassing van een archeologienota (projectcode OE 2026B168) voor een projectlocatie ter hoogte van Rooienberg (zn) te Duffel (Prov. Antwerpen) (zie Figuur 1 en 2) werd vastgesteld dat er een zeer hoog risico is op het aantreffen van oorlogsmunitie, in Vlaanderen genoemd CTE (Conventionele en Toxische Explosieven).

De geplande werkzaamheden aan de RWA Rooienberg te Duffel houden werken aan nutsleidingen, heraanleg van wegenis en aanleg van bufferbekkens in. De geplande werken van 49.564;50m<sup>2</sup> worden beschouwd als een ingreep in de bodem.

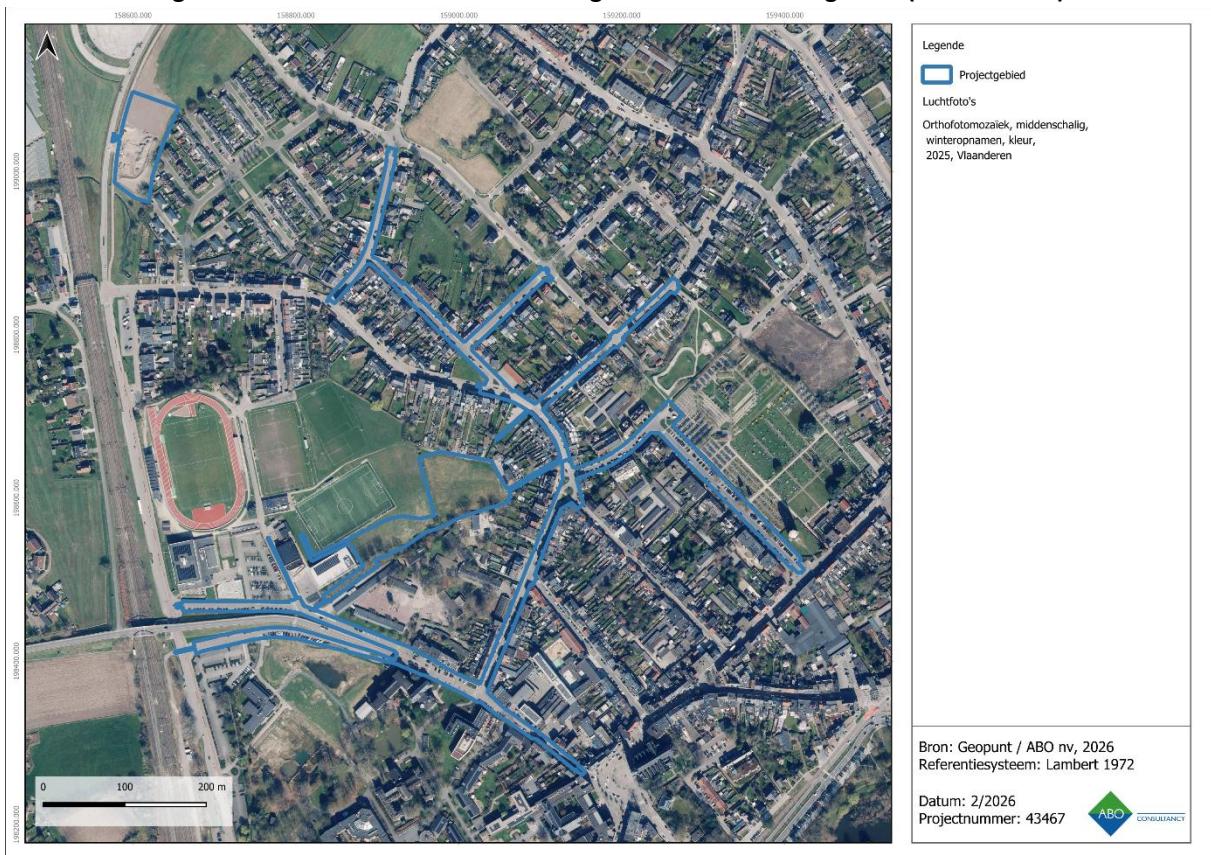
Het projectgebied komt overeen met reeds bestaande en verharde wegenis ter hoogte van de Rooienberg, Kasteelstraat, Wouwendonkstraat, Merodestraat, Rechtstraat, Gasstraat, Bloemenstraat en Kremerslei alsook (delen van) aangrenzende percelen te Duffel. Op basis van uitgevoerde boringen ter hoogte van de wegenis wordt de gemiddelde minimale verstoringsdiepte van wegenis binnen het projectgebied ingeschat op 0,40m-mv à 0,50m-mv.

In alle straten van het projectgebied bevinden zich aan de randen, onder de trottoirs, bundels van nutsleidingen waaronder gas, elektriciteit en telecom ter hoogte waarvan een bodemverstoring tot op 1,00m-mv verwacht wordt. In het midden van de Rooienberg, Kasteelstraat, Merodestraat, Wouwendonkstraat, Bloemenstraat, Rechtstraat en Kremerslei bevindt zich steeds een rioleringsleiding met een variërende diepteligging van 1,50m-mv tot 2,00m-mv. Voor de exacte ligging van het groot aantal leidingen worden verwezen naar de plannenbundel in bijlage.

Gezien het onderzoeksgebied gesitueerd is binnen een zone waar er een **hoge kans** is op de aanwezigheid van CTE uit de Eerste Wereldoorlog in de bodem is er tijdens het uitvoeren van grondberoerende werkzaamheden dan ook een zeer hoge kans op het aantreffen van CTE.



**Figuur 1: GRB basiskaart met aanduiding van het onderzoeksgebied (ABO nv 2026)**



**Figuur 2: Onderzoeksgebied aangeduid op de meest recente luchtfoto (ABO nv 2026)**

## 1.3 HISTORISCH ONDERZOEK

Op basis van de bommenkaart<sup>1</sup> is er voor Diksmuide algemeen een **hoge kans** op het aantreffen van CTE. DOVO moet regelmatig interveniëren op het grondgebied van de gemeente omdat er artilleriemunitie wordt aangetroffen.

Of een bodemingreep nog een hoog risico inhoudt, is uiteraard afhankelijk van de exacte locatie en de aard van de bodemingreep. Een CTE-bureaustudie met risicoanalyse kan hier meer duiding brengen.

### 1.3.1 DE EERSTE WERELDOORLOG

Door haar strategische ligging aan de Nete had de gemeente fel te lijden onder de Eerste Wereldoorlog; vrijwel het volledige centrum werd vernield.

Tijdens de eerste oktoberdagen van 1914 had Duffel het zwaar te verduren gekregen. De Duitsers waren opgerukt naar de fortengordel rond Antwerpen. Duffel lag pal in de vuurlinie. Een regen van Duitse bommen en granaten, richtte een enorme ravage aan in het Duffelse dorpscentrum: 359 panden werden volledig verwoest, 59 huizen raakten deels vernield.

Toen de Duitse troepen de vesting Antwerpen vanuit de regio Leuven naderden, schakelden ze eerst de forten en schansen van de buitenste fortengordel uit (Inventaris Onroerend Erfgoed ID: 2671). Ook het fort van Duffel deelde in de klappen. Een batterij in Hofstade nam het tussen 29 september en 3 oktober onder vuur, van op een afstand van 8,8 km. Het licht bewapende fortje kon daar niet tegen op en de gevraagde versterking bleef uit. Nadat het zijn laatste projectielen had verschoten, mocht het garnizoen het fort verlaten. Maar eerst liet de fortcommandant de bewapening in de twee geschutkoepels en de betonnen kazematten aan de ingang opblazen. De meeste schade aan het fort was dus door Belgische troepen veroorzaakt.

Raoul Snoeck noteert in zijn dagboek op 30 september 1914:<sup>2</sup>

*“Om vier uur ’s morgens zijn we weer van de partij. We zitten beschermd in een greppel. ’s Namiddags komen enkele obussen ons groeten. Twee vliegtuigen passeren. Een van onze kabelballons stijgt op, maar door het vuur van de Duitsers moeten we hem weer neerhalen. Om zes uur ’s avonds naar Lint, waar we aankomen om één uur ’s nachts. Bivak, zoals gewoonlijk. We hebben de rekruten gezien, naar het schijnt schiet hun opleiding goed op. Hoeven, schuren en paardenstallen steken vol vluchtelingen. Aan de horizon brandt de toren van Sint-Katelijne-Waver. Nachtelijk bombardement op alle forten. We slapen onder het gefluit van de obussen. Ze maken zo’n verschrikkelijk lawaai dat het lijkt of alle duivels van de hel zijn losgebroken. Het Duitse offensief verheugt nog en beangstigt ons. De forten worden voortdurend beschoten met obussen van het kaliber 420, die de gepantserde koepels vernietigen. Velen komen om in de loopgraven. De forten van de eerste lijn worden ingenomen. In Duffel vallen Duitse projectielen. Op welk front zullen we binnen enkele dagen vechten? Men meldt dat het 3e en 23e linie, die ons hebben vervangen in de loopgraven, vermord zijn door de ‘420’: een ware slachtpartij...En de vijandelijke opmars gaat maar door. Onze laatste schuilplaats (Antwerpen) zal in hun handen vallen. Een ketting van Teutoonse krachten spant zich aan rondom de laatste Belgische schuilschans, waarvan iedereen graag geloofde dat het een oninneembare vesting was. Antwerpen moet eraan geloven.”*

Na de eerste Wereldoorlog werd Duffel gerekend tot de “verwoeste gewesten” van Vlaanderen.<sup>3</sup> Dit betekent dat het gebied, net als andere steden in de regio, onder grote materiele schade viel tijdens de

---

<sup>1</sup> [www.bommenkaart.be](http://www.bommenkaart.be)

<sup>2</sup> <https://martinusevers.org/2014/09/30/duffel-onder-duitse-granaten>

<sup>3</sup> [www.duffel.be](http://www.duffel.be)

oorlog. De herstelmaatregelen, zoals het herstel van de landbouw en het heropbouwen van vernielde gebouwen van vernielde gebieden, waren cruciaal voor de wederopleving van de gemeente. De Dienst voor Landbouwherstel, opgericht na de oorlog, speelde een belangrijke rol in het herstel van de landbouw in Duffel. En andere verwoeste gewesten.

Om de woningnood zo snel mogelijk op te lossen, werden er in december 1918/januari 1919 door het Albertfonds houten noodwoningen opgetrokken op de driehoek gevormd door de Katelijnsessteenweg, de Provinciestraat en de Perwijsstraat en ook tussen de Voogdijstraat en de Dr. Jacobsstraat, ter plaatse van de huidige residentie Cardijn (1970); ondanks de bedoeling van tijdelijke huisvesting, werden de laatste "barakken" pas gesloopt in 1972.

De regionale beeldbank toont diverse prentbriefkaarten met beschadigde gebouwen in het stadscentrum van Duffel (Figuur 3, Figuur 4, Figuur 5, Figuur 6).



**Figuur 3: De Grote Steenweg na de beschietingen van 1914.<sup>4</sup>**

<sup>4</sup> (<https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624>)



**Figuur 4: De Grote Steenweg na de beschietingen van 1914.<sup>5</sup>**



**Figuur 5: Het gemeentehuis na de beschietingen van 1914.<sup>6</sup>**

<sup>5</sup> <https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624>

<sup>6</sup> <https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624>



Figuur 6: De papierfabriek na de beschietingen van 1914.<sup>7</sup>

#### Munitievondsten in de onmiddellijke omgeving:

Op 19 april 2011 werden tijdens het reinigen van een grachtkant te Duffel twee obussen (= artilleriegranaten) aangetroffen.<sup>8</sup> Meer info over de precieze vindplaats ontbreekt.

### 1.3.2 DE TWEDE WERELDOORLOG

Voor wat betreft de Tweede Wereldoorlog bleef de materiele schade heel beperkt. Er zijn voor Duffel wel een tweetal inslagen gekend van Duitse V1 vliegende bommen.<sup>9</sup> Op 6 november 1944, om 13u03 kwam een V1 terecht in de Stationstraat. Hierbij vielen 11 doden en 54 gewonden. Op 1 maart 1945, om 13u38 sloeg een V1 in ter hoogte van de Oude Liersebaan. Hierbij vielen 5 doden en 36 gewonden.

Op de hoek van de Veleplas en de Rechtstraat, op “enkele tientallen meters van de bewuste crash”, stortte op dinsdag 22 februari 1944 omstreeks 16u00 een Amerikaanse B-17 bommenwerper neer.<sup>10</sup> Het zou rakelings langs de Sint-Martinuskerk uiteindelijk in de Rechtstraat gecrasht zijn. Hierbij vielen geen burgerslachtoffers en bleef de materiële schade beperkt tot enkele daken en serres. Het vliegtuig droeg officieel de naam *Pluto's Avenger* maar werd plaatselijk na de crash ook *Eda Marie* genoemd, naar een naam die op de rechterzijde van de cockpit aangegeven stond.

<sup>7</sup> <https://www.regionalebeeldbank.be/beeldbank/1305624>

<sup>8</sup> [www.Nieuwsblad.be](http://www.Nieuwsblad.be)

<sup>9</sup> <https://pieterserrien.be/boeken/elke-dag-angst/overzicht-v-inslagen-op-belgie>

<sup>10</sup> <https://www.duffel.be/edamarie>

## 2 RISICO-ANALYSE

Onderstaande risicoanalyse kadert in de richtlijn van het Agentschap Onroerend Erfgoed, die stelt dat bij **hoge kans** op het aantreffen van CTE in de ondergrond een risicoanalyse dient opgemaakt te worden door een CTE-deskundige en bijgevoegd te worden bij de archeologienota (16-11-2023: Richtlijn Archeologie versus Munitieopsporing, Agentschap Onroerend Erfgoed).

Risico tijdens:

- Aanleggen van proefputten/proefsleuven (inzet graafmachine)
- Vlakdekkende opgraving (inzet graafmachine)

Archeologisch booronderzoek (= landschappelijke-, verkennende- en waarderende handboringen) worden niet als een risico gezien als gevolg van de zeer beperkte bodemingreep én beperkte mechanische druk die hierbij aan de orde is.

Zonder de uitvoering van een diepgaand historisch onderzoek, welke in dit geval het doel van de geplande werkzaamheden zou overschrijden, wordt gesteld, op basis van de informatie onder Hoofdstuk 1.2, dat voor deze locatie rekening gehouden moet worden met intense beschietingen tijdens de Eerste Wereldoorlog (artilleriegeschut) en is er dus een **hoge kans** op het aantreffen van CTE en hoofdzakelijk onontpofte artillerie- en mortiergranaten of fragmenten ervan waarin nog explosieve stoffen kunnen vevat zitten.

Wanneer men ervan uitgaat dat ongeveer 30% van de afgevuurde granaten niet ontploften betekent dit dan ook dat er met vrij grote zekerheid er nog heel wat ontplofte CTE in de ondergrond aanwezig zijn.

Vooraf tijdens de aanleg van de bufferbekkens, waarbij grondverzet door mechanische middelen aan de orde is, bestaat dan ook een **hoge kans** op het aantreffen van CTE. Het grootste risico is vooral bij het afgraven in weilanden, die tot op heden nog niet eerder omgeploegd werden. Bij akkerlanden is het risico dan vooral aanwezig onder het niveau van de huidige ploeglaag (gemiddeld -0,30m -mv), dus in de onderliggende ongeroerde bodem.

Het risico bij de uit te voeren werkzaamheden bestaat in het ongewild tot uitwerking komen van CTE door mechanische interactie. Het ongewenst tot werking komen van munitie brengt verschillende ernstige gevaren met zich mee:

1. **Hitte:** temperatuur kan oplopen tot meer dan 4000°C
2. **Gasdruk:** explosie geeft een luchtschok (blast) die zich met grote snelheid door de lucht verplaatst
3. **Schokgolf:** gasdruk op de grond; grondschock die zich door de bodem verplaatst
4. **Brisantie:** allesvernietigende kracht
5. **Vrijkomen giftige gassen:** afkomstig van de explosieve stof zelf (chemische mengsels)

De methode van Fine & Kinney wordt gebruikt om risico's in te schatten en om te bepalen welke acties ondernomen moeten worden. Na inschatting van de **Waarschijnlijkheid** (kans dat uit een gevaar schade voortkomt), **Blootstelling** (duurtijd en frequentie van de blootstelling aan het gevaar) en **Ernst** (mogelijke en meest ernstige effecten) kan een risicocijfer voor de taak worden berekend.

We gaan uit van volgende werkzaamheden binnen het projectgebied (zonder preventieve maatregelen):

**risico bodemingreep:**  $W (10) \times B (6) \times E (7) = 420$  – zeer hoog, onaanvaardbaar

Voorafgaand aan de uitvoering van een bodemingreep kunnen volgende risico-beheersende maatregelen genomen worden:

- **Het uitvoeren van een uitgebreid historisch vooronderzoek.** Gezien de aard van het onderzoeksgebied én de hoge kost en tijdsbesteding gekoppeld aan archiefonderzoek achten wij dit in deze context **niet zinvol**. Op basis van de historische prentbriefkaarten genomen tijdens de Eerste Wereldoorlog is duidelijk aantoonbaar dat de omgeving hevig getroffen werd door artillerievuur en er dus een risico is op het aantreffen van eventuele onontplofte artilleriemunitie binnen het onderzoeksgebied.
- **Het uitvoeren van een detectie CTE voorafgaand aan de bodemingreep:** voor de zones ter hoogte van de bestaande en verharde wegen én de reeds vergraven aard ervan door de aanleg van bundels met allerhande nutsleidingen achten wij dit in deze context **niet zinvol**. Een CTE-detectie voorafgaand de bodemingreep ter hoogte van de zones van de geplande bufferbekkens achten wij **wel zinvol**.
- **Het begeleiden van de bodemingreep door een CTE-deskundige.** Grondroerende werkzaamheden kunnen, indien nodig, doelgericht en kostenefficiënt begeleid worden door een CTE-deskundige. Gezien de **hoge kans** op het aantreffen van CTE in de ondergrond, wordt deze maatregel **wel zinvol** geacht voor de hogergenoemde zones van de bufferbekkens. Hierbij wordt tijdens de graafwerken de bodem afgetast door middel van een metaaldetector en een magnetometer op de eventuele aanwezigheid van CTE.

Wanneer er tijdens grond beroerden werkzaamheden CTE wordt aangetroffen dient onderstaand veiligheidsprotocol strikt gevolgd te worden:

#### **Protocol aantreffen van CTE (veiligheidshandboek “munitie op de werkplaats” ABO nv 2024):**

Bij aantreffen van CTE neemt de CTE-deskundige en/of de werkverantwoordelijke de nodige veiligheidsmaatregelen en verwittigt in eerste instantie de lokale politie.

De Politie contacteert DOVO om melding te maken met de “graad van dringendheid” en vraag tot pick-up. Wanneer munitie wordt aangetroffen, wordt de situatie beoordeeld op basis van de ernst en het onmiddellijke gevaar dat het explosief vormt. Er zijn twee mogelijke scenario's voor de behandeling van gevonden munitie:

**"Onmiddellijk":** in situaties waar er sprake is van een acuut gevaar, zoals bij instabiele of direct bedreigende munitie, wordt er na coördinatie tussen de politie en DOVO onmiddellijk gehandeld. Hierbij worden oproepbare interventieploegen ingeschakeld die in nauwe samenwerking met de politie zo snel mogelijk ter plaatse komen om het gevaar te neutraliseren. De veiligheid van de omgeving heeft hierbij absolute prioriteit, en de interventie wordt zo spoedig mogelijk uitgevoerd om het risico voor omstanders en eigendommen te minimaliseren. Het aantreffen van afwerpmunitie wordt als “dringend” beschouwd.

**"Routine":** wanneer de munitie geen direct gevaar vormt, wordt deze als een routinematige vondst behandeld. In dit geval wordt de munitie binnen 2 tot 3 werkdagen door DOVO opgeruimd. Hoewel er geen onmiddellijk gevaar is, wordt er nog steeds zorgvuldig en professioneel gehandeld om de munitie op een veilige manier te verwijderen.

DOVO komt langs qua beschikbaarheid en neemt de CTE mee of oordeelt tot een vernietiging ter plaatse.

Middels genoemde maatregelen wordt enerzijds de waarschijnlijkheid op schade en de ernst bij blootstelling gereduceerd. Dit brengt het risico voor een bodemingreep terug naar:

**risico bodemingreep: W (1) x B (6) x E (7) = 42– mogelijk aandacht vereist.**

## 2.1 MOGELIJK AAN TE TREFFEN MUNITIESOORTEN EERSTE WERELDOORLOG

Op basis van de historische gegevens is er ter hoogte van het onderzoeksgebied een **hoge kans** op het aantreffen van Duitse geschutsmunitie in de vorm van conventionele en mogelijk ook toxische artillerie- en mortiergranaten afgeschoten tijdens de beschieting in 1914.

Onderstaand volgt een algemene oplijsting van de mogelijk aan te treffen soorten (op basis van de 16 hoofdgroepen CTE), nl. geschutsmunitie, explosieve stoffen en ontstekingsinrichtingen:

- **Geschutsmunitie: artillerie- en mortiergranaten**

Geschutsmunitie is een verzamelnaam voor een aantal soorten munitie. Deze munitie wordt, afhankelijk van het gebruik, verschoten met kanonnen, houwitser, mortieren en terugstootloze vuurmonden (TLV). De voortdrijvende lading dient om de granaat door de loop uit de vuurmond te drijven. Afhankelijk van de wijze waarop de lading al dan niet is gecombineerd met de granaat, wordt geschutsmunitie in de volgende groepen ingedeeld:

- Patroonmunitie (compleet samengesteld);
- Gescheiden munitie (voortdrijvende lading en granaat gescheiden);
- Munitie met gescheiden lading (voortdrijvende lading, huls en granaat gescheiden).

De geschutsmunitie zijn in de volgende soorten te verdelen:

- Brisantgranaten;
- Pyrotechnische granaten;
- Chemische granaten.

Voor de periode van de Eerste Wereldoorlog is er voor wat betreft de Duitse artillerie- en mortiergranaten een zeer ruime verscheidenheid aan kalibers gaande van 3cm tot maximaal 42cm.

- **Explosieve stoffen**

Met explosieve stoffen worden bedoeld de eigenlijke op basis van chemische samenstellingen bekomen stoffen die gebruikt worden voor de hoofd- en aanzet (=voortdrijvende) ladingen van CTE. Deze kunnen bijvoorbeeld nog aanwezig zijn in fragmenten van ontplofte granaten.

- **Ontstekingsinrichtingen**

Een ontstekingsrichting is een munitieartikel, al dan niet voorzien van een explosieve stof, dat op of in een ander munitieartikel wordt geplaatst om op het gewenste tijdstip en/of plaats de verlangde uitwerking van dat munitieartikel te veroorzaken.

Ontstekingsinrichtingen worden in de volgende soorten ingedeeld:

- Mechanische ontstekingsinrichtingen;
- Elektrische ontstekingsinrichtingen;
- Pyrotechnische ontstekingsinrichtingen;
- Hydrostatische ontstekingsinrichtingen;
- Pneumatische ontstekingsinrichtingen;
- Chemische ontstekingsinrichtingen