

## Rapport

Aanvullend historisch vooronderzoek en projectgebonden risicoanalyse Conventionele Explosieven

Spoorwegonderdoorgang N226 te Maasbergen

Kenmerk : RAP01811401  
Datum : 07/09/18



## ALGEMENE GEGEVENS:

### Project Expload

Projectnummer : 181140000  
Projectnaam : Maasbergen-Spoorwegonderdoorgang N226-RA

### Opdrachtgever

Naam : Provincie Utrecht  
Bezoekadres : Archimedeslaan 6  
Postcode : 3584 BA UTRECHT

Postadres : Postbus 80300  
Postcode : 3508 TH Utrecht

Contactpersoon : Dhr. P. Schravendijk (Peter)  
Telefoon : 06 – 125 35 198

### Opdrachtnemer

Naam : Expload  
Bezoekadres : Irene Vorrinkstraat 29,  
Postcode : 4105 JA CULEMBORG

Postadres : Postbus 85  
Postcode : 4100 AB CULEMBORG

Projectleider : Dhr. J.H.A. Walraven (Jos)  
Telefoon : 0345-778990 / 06-34230248

### Verzendlijst

Opdrachtgever  
Archief Expload



## INHOUDSOPGAVE:

|          |                                                                              |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>AANLEIDING EN OPDRACHT.....</b>                                           | <b>5</b>  |
| 1.1      | AANLEIDING                                                                   | 5         |
| 1.2      | PROBLEEMSTELLING                                                             | 6         |
| 1.3      | OPDRACHT                                                                     | 7         |
| 1.4      | ONDERZOEKSRÉSULTAAT                                                          | 8         |
| 1.5      | ONDERZOEKSMETHODE                                                            | 8         |
| 1.6      | UITGANGSPUNTEN ONDERZOEK                                                     | 9         |
| 1.7      | LEESWIJZER                                                                   | 9         |
| <b>2</b> | <b>ANALYSE HISTORISCHE VOORONDERZOEKEN EN AANVULLEND VOORONDERZOEK .....</b> | <b>10</b> |
| 2.1      | ONDERZOEKSGEBIED                                                             | 10        |
| 2.2      | LITERATUUR- EN ARCHIEFONDERZOEK                                              | 11        |
| 2.2.1    | BESCHIETING MET BOORDWAPENS OP 28 MEI 1944                                   | 11        |
| 2.2.2    | BEZETTINGSPERIODE                                                            | 12        |
| 2.2.3    | BESCHIETINGEN MET BOORDWAPENS OP 17 SEPTEMBER 1944                           | 12        |
| 2.2.4    | BESCHIETINGEN MET BOORDWAPENS OP 30 SEPTEMBER 1944                           | 14        |
| 2.2.5    | BOMBARDEMENT OP 1 NOVEMBER 1944                                              | 16        |
| 2.2.6    | BOMBARDEMENTEN EN BESCHIETING MET BOORDWAPENS OP 6 NOVEMBER 1944             | 16        |
| 2.2.7    | BOMBARDEMENTEN OP 30 NOVEMBER 1944                                           | 17        |
| 2.2.8    | BOMBARDEMENT OP 4 DECEMBER 1944                                              | 17        |
| 2.2.9    | BOMBARDEMENT OP 10 DECEMBER 1944                                             | 18        |
| 2.2.10   | BESCHIETINGEN MET LUCHTGRONDDOELRAKETTEN EN BOMBARDEMENT OP 5 JANUARI 1945   | 18        |
| 2.2.11   | BOMBARDEMENT OP 6 JANUARI 1945                                               | 19        |
| 2.2.12   | OVERIGE INDICATIES                                                           | 19        |
| 2.3      | AANVULLEND LUCHTFOTO-ONDERZOEK                                               | 20        |
| 2.3.1    | PROCEDURE AANKOOP LUCHTFOTO'S                                                | 24        |
| 2.3.2    | RESULTATEN AANVULLEND LUCHTFOTO-ONDERZOEK                                    | 24        |
| 2.3.3    | SAMENVATTEND CONCLUSIES AANVULLEND LUCHTFOTO-ONDERZOEK                       | 42        |
| 2.4      | HORIZONTALE AFBAKENING PRIMAIR VERDACHT GEBIED                               | 45        |
| 2.5      | VERTICALE AFBAKENING PRIMAIR VERDACHT GEBIED                                 | 48        |
| 2.5.1    | AFWERPMUNITIE                                                                | 48        |
| 2.5.2    | VOORMALIGE WAPENOPSTELLINGEN EN LOOPGRAVEN                                   | 50        |
| 2.6      | CONTRA-INDICATIES                                                            | 50        |
| 2.6.1    | EERDERE OPSPORINGSONDERZOEKEN NAAR CE                                        | 50        |
| 2.6.2    | FYSIEKE GESTELDHEID VAN HET AARDOPPERVLAK TEN TIJDE VAN WOII                 | 51        |
| 2.6.3    | NAORLOGS UITGEVOERDE BODEMROERENDE WERKZAAMHEDEN                             | 52        |
| 2.7      | DEFINITIEVE AFBAKENING VERDACHT GEBIED                                       | 58        |
| <b>3</b> | <b>BESCHRIJVING RISICO'S CE.....</b>                                         | <b>60</b> |
| 3.1      | HET ONTSTAAN VAN EEN BLINDGANGER                                             | 60        |
| 3.2      | INVLOEDEN DIE KUNNEN LEIDEN TOT EEN ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE                | 61        |
| 3.3      | EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE                                             | 61        |
| 3.3.1    | PRIMAIRE EFFECTEN                                                            | 61        |
| 3.3.2    | SECUNDAIRE EFFECTEN EXPLOSIE                                                 | 62        |
| 3.4      | KANS OP EEN ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE                                        | 63        |
| 3.5      | RISICOGEBIEDEN                                                               | 63        |
| 3.6      | SCHEMATISCHE SAMENVATTING VAN DE DREIGING EN IMPACT                          | 66        |
| 3.7      | CONCLUSIE RISICO EN EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE CE                      | 67        |
| <b>4</b> | <b>GEBIEDEN WAAR BEHEERSMAATREGELEN NODIG ZIJN .....</b>                     | <b>68</b> |
| 4.1      | WERKGEBIED                                                                   | 68        |
| 4.2      | RISICOGEBIED(EN)                                                             | 69        |

|            |                                                                   |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSIES EN ADVIES.....</b>                                  | <b>71</b> |
| 5.1        | BEANTWOORDING ONDERZOEKSVRAGEN                                    | 71        |
| 5.2        | AANDACHTSPUNTEN                                                   | 77        |
| 5.3        | WETGEVING BODEMONDERZOEK CE                                       | 77        |
| 5.4        | BOMMENREGELING                                                    | 77        |
| <b>6</b>   | <b>BIJLAGEN.....</b>                                              | <b>78</b> |
| BIJLAGE 1  | WETTELIJK EN FORMEEL KADER (ALGEMEEN)                             | 79        |
| BIJLAGE 2  | PROCES RI&E-CE (ALGEMEEN)                                         | 83        |
| BIJLAGE 3  | SONDERINGSGRAFIEKEN CPT000000003706 EN CPT0000000025509           | 86        |
| BIJLAGE 4  | VOORBEELD UITKOMST PENETRATIE DIEPTEBEREKENING                    | 88        |
| BIJLAGE 5  | CE-BODEMBELASTINGKAART ONDERZOEKSGBIED                            | 90        |
| BIJLAGE 6  | ALGEMENE WERKING CE                                               | 92        |
| BIJLAGE 7  | PROTOCOL ONVERWACHTS AANTREFFEN CE                                | 103       |
| BIJLAGE 8  | OPSPOREN VAN CE DOOR MIDDEL VAN DETECTIEONDERZOEK                 | 106       |
| BIJLAGE 9  | OPSPORINGSFASE CE-BODEMONDERZOEK                                  | 108       |
| BIJLAGE 10 | VEILIGHEIDSinSTRUCTIE T.B.V. BODEMONDERZOEK IN CE VERDACHT GEBIED | 110       |



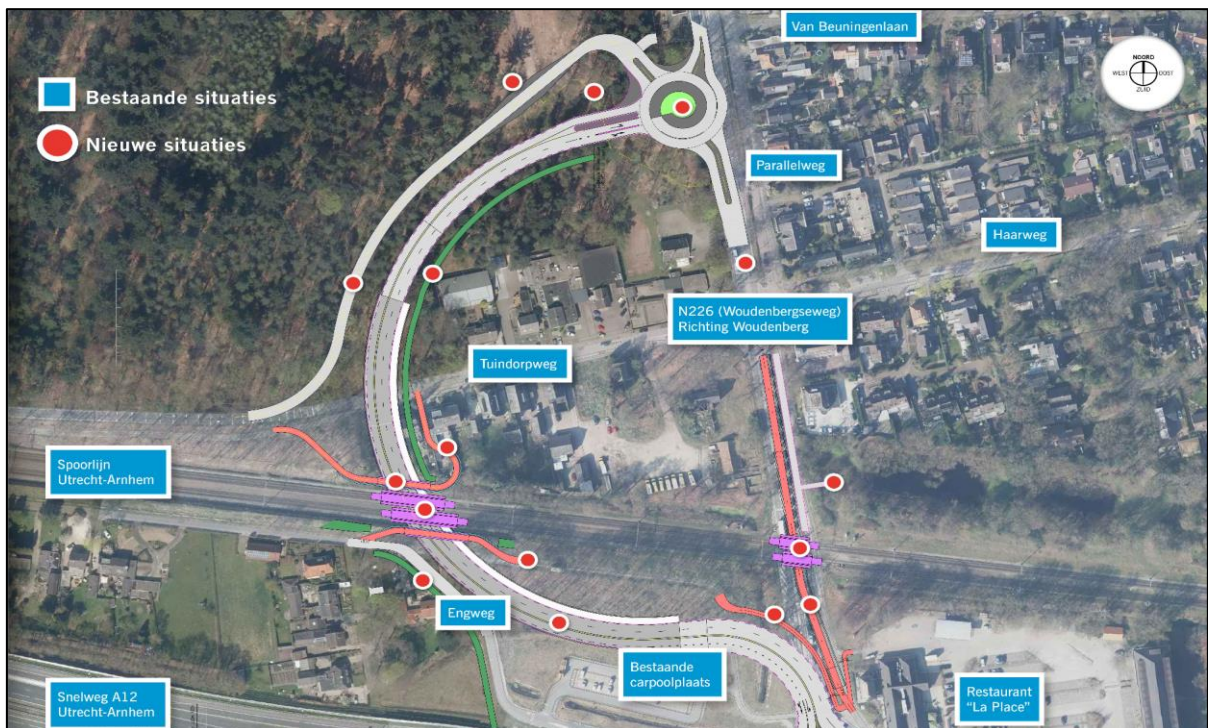


## 1 AANLEIDING EN OPDRACHT

### 1.1 AANLEIDING

De provincie Utrecht, ProRail en de gemeente Utrechtse Heuvelrug werken samen aan het ongelijkvloers maken van de kruising Woudenbergseweg met het spoor in Maarsbergen (geocode 035 - hm 56.2 tot hm 56.6).

Provinciale staten hebben op 13 maart 2017 besloten de ongelijkvloerse kruising vorm te geven via de zogenaamde Westvariant met gesloten Tuindorpweg. Hiermee wordt de N226 tussen de kluifrotonde (aansluiting A12) en de noordelijke rotonde ten zuiden van de brandstofverkooppunten in westelijke richting verlegd. De Tuindorpweg wordt hierbij geknipt. Maarsbergen wordt met de bestaande Woudenbergseweg aangesloten op de nieuwe noordelijke rotonde. Verkeer uit Maarn kan Maarsbergen bereiken via een nieuwe weg die parallel aan de verlegde N226 loopt en ook aansluit op de nieuwe noordelijke rotonde. De rijksweg A12 kan vervolgens via de verlegde N226 bereikt worden. Daarnaast wordt de Engweg plaatselijk omgelegd om de tunnel mogelijk te maken. Voor fietsers wordt een nieuwe fietstunnel gerealiseerd ter plaatse van de bestaande kruising N226/spoor, waarbij de definitieve locatie nog bepaald moet worden. Ook wordt een fietspad met viaduct aangelegd om de doorgaande fietsstructuur langs de Tuindorpweg te handhaven. Als laatste wordt voor de ontsluiting van de Engweg voor fietsers en voetgangers een fietsviaduct met fietspaden aangelegd. Een plattegrond met gewijzigde situatie wordt weergegeven als figuur 1.



Figuur 1: Plattegrond met gewijzigde situatie <sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://www.provincie-utrecht.nl/onderwerpen/alle-onderwerpen/spoorproject-tunnel-maarsbergen/westelijke-variant/>

Voor de realisatie van de tunnelbak is amovering van de woningen Tuindorpweg 5c en 5d en aanpassing van woning Tuindorpweg 5b noodzakelijk. Amovering van woning Engweg 1 is niet noodzakelijk, maar kan mogelijkruimte geven voor mitigerende maatregelen. Ten behoeve van de realisatie zal het bos ten noorden van de Tuindorpweg deels geamoveerd moeten worden. Dit geldt ook voor de bosplaanplant bij de carpoolplaats. Kortom de realisatie van dit project betekent dat er in de nabije toekomst op uitgebreide schaal grondroerende werkzaamheden nodig zijn.

## 1.2 PROBLEEMSTELLING

De spoorlijn in Maarsbergen is tijdens de Tweede Wereldoorlog (WOII) meerdere malen aangevallen door de geallieerde luchtmacht, omdat spoorverbindingen voor de Duitse bezetters strategisch van groot belang waren. Doel van de aanvallen was het treinverkeer zoveel mogelijk te verstoren. In Maarsbergen hadden de Duitsers direct naast de spoorlijn en dicht bij het station diverse verdedigingswerken ingericht, waarschijnlijk om de spoorverbinding zo goed mogelijk te beschermen tegen geallieerde aanvallen. Ook de verdedigingswerken waren waarschijnlijk doel van luchtaanvallen.

Op 5 mei 1945 werd Nederland officieel bevrijd van de Duitse overheersing, wat niet betekende dat het leven weer onmiddellijk zijn normale gang kon terugvinden zoals begin 1940 aan de orde. Eén van de zaken die achterbleven uit WOII was een groot aantal op en in de (water)bodem aanwezige conventionele explosieven (CE), zoals achtergelaten munitievoorraden, mijnenvelden en vele blindgangers van allerlei soorten munitie die tijdens het gebruik in de oorlog niet naar behoren hadden gefunctioneerd.

Wanneer binnen een projectgebied of de directe omgeving hiervan één of meerdere CE zijn achtergebleven, kan dat een risico vormen tijdens grondroerende werkzaamheden. De kans dat een CE ongecontroleerd tot explosie komt door effecten die kunnen optreden bij werkzaamheden is gering, het effect is echter groot. Risico geldt voor zowel de openbare veiligheid, het betrokken personeel (Arbo veiligheid) en/of kostenverhogingen door stagnatie, als men CE (spontaan) aantreft.

De kans op een ongeval door ongecontroleerde uitwerking van een CE is statistisch gezien klein, maar het effect kan enorm zijn. Buiten het toebrengen van (ernstig) lichamelijk letsel aan meerdere personen, het aanrichten van schade aan het milieu of materiële belangen, kan het ook de maatschappij (tijdelijk) ontwrichten. Daarnaast kan de aanwezigheid van CE een bedreiging vormen voor het milieu door de aanwezigheid van chemische stoffen in CE (b.v. springstof, pyrotechnische mengsels enz.). Het is vaak onduidelijk hoe de taken en verantwoordelijkheden met betrekking tot (mogelijk) aanwezige CE op een projectlocatie verdeeld zijn. In bijlage 1 is omschreven wat het wettelijk kader is met betrekking tot de aanwezigheid en/of het opsporen van CE. In bijlage 2 is het proces betreffende de Risico-inventarisatie & Evaluatie met betrekking tot CE verder uitgewerkt.

Om de mogelijke aanwezigheid van CE of juist het ontkrachten daarvan aan te tonen, heeft ProRail voor alle spoorlijnen in Nederland historische vooronderzoeken CE laten uitvoeren. Doel van deze onderzoeken is bepalen of en zo ja, waar ter plaatse van spoortracés en de directe omgeving hiervan rekening gehouden dient te worden met de mogelijke aanwezigheid van CE in de (water)bodem.

Voor de spoorlijn Utrecht-Veenendaal heeft BEOBOM uit Rotterdam het historisch vooronderzoek uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van een al eerder in 2012 door T&A Survey uitgevoerd historisch vooronderzoek, waarvan de onderzoeksresultaten zijn omschreven in het rapport met documentcode RNO-046. De onderzoeksresultaten van het door BEOBOM uitgevoerd Aanvullend historisch vooronderzoek zijn omschreven in het rapport vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018.

Op basis van dit onderzoek worden bepaalde delen van het projectgebied aangemerkt als verdacht op het voorkomen van CE, zowel voor blindgangers van geallieerde afwerpmunitie (vliegtuigbommen) met een kaliber van 250 lb. en 500 lb. (verdacht deelgebied nr. 6) en achtergelaten klein-kalibermunitie, hand- en geweergrenaten en (munitie voor) granaatwerpers (verdachte deelgebieden nr. 14). Er is berekend dat eventuele blindgangers van afwerpmunitie tot maximaal 3,5 meter minus maaiveld (m-mv) ingedrongen kunnen zijn, ofwel 3,70 m + NAP. De verticale afbakening voor achtergelaten klein-kalibermunitie, hand- en geweergrenaten en (munitie voor) granaatwerpers is bepaald op 2,5 m-mv.

Met het door BEOBOM uitgevoerde vooronderzoek CE is uitgebreid archiefonderzoek uitgevoerd, echter de analyse van het gevonden bronnenmateriaal is uitgevoerd voor een lang spoortracé, waardoor het ontbreekt aan een specifieke analyse voor het projectgebied in Maarsbergen. Ook zijn de voor CE verdachte gebieden nog niet met voldoende diepgang afgebakend, omdat de verticale afbakening niet specifiek voor de kruising N226 met het spoor in Maarsbergen bepaald is. Er is weliswaar onderzoek gedaan naar grondroerende werkzaamheden die al eerder na de oorlog hebben plaatsgevonden en waardoor verdachte gebieden mogelijk ingeperkt kunnen worden, maar hieraan zijn geen consequenties verbonden met betrekking tot het inperken van verdacht(e) gebied(en). Hierdoor zijn gebieden aangegeven als primair “verdachte” gebieden (te vertalen als aandachtsgebieden).

### 1.3 OPDRACHT

Provincie Utrecht heeft Expload opdracht verstrekt om aanvullend historisch vooronderzoek CE uit te voeren en indien nodig dit aan te vullen met een risicoanalyse CE. Uiteindelijk dient er een uitspraak te worden geformuleerd die aangeeft of er bij werkzaamheden die nodig zijn om de kruising N226 met het spoor in Maarsbergen ongelijkvloers te maken beheersmaatregelen getroffen moeten worden met betrekking tot mogelijk aanwezige CE in de bodem. Het onderzoek dient te resulteren in een rapport waarin antwoord wordt gegeven op de volgende onderzoeksvragen:

1. Welke delen van het projectgebied dienen conform vigerende regelgeving te worden gekenmerkt als verdacht?
2. Welke typen en hoeveelheden CE kunnen worden verwacht?
3. Is het mogelijk de huidige afbakening van het primair “verdachte” gebied in te perken?
4. Welke risico's kunnen ontstaan binnen de definitief verdachte gebieden bij de voorgenomen grondroerende activiteiten?
5. Welke technische maatregelen zijn mogelijk om het project veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren?
6. Welke zones vereisen een nader explosievenonderzoek voordat veilig en verantwoord kan worden overgaan tot bodem gerelateerde werkzaamheden?

#### 1.4 ONDERZOEKRESULTAAT

Het rapport dient als zelfstandig document bij het V&G-plan bijgevoegd te kunnen worden.

#### 1.5 ONDERZOEKSMETHODE

Expload is gestart met het bestuderen van beide rapporten Vooronderzoek CE.<sup>2</sup> Op basis van het met deze onderzoeken gevonden bronnenmateriaal en informatie die Expload heeft verkregen door aanvullend onderzoek uit te voeren, is een nieuwe analyse uitgevoerd. Doel is bepalen of en zo ja, waar en welke soorten CE in de bodem van het projectgebied en de directe omgeving hiervan terechtgekomen en achtergebleven kunnen zijn.

Bij een historisch vooronderzoek bestaat de inventarisatie van bronnenmateriaal uit 3 onderdelen:

1. Literatuuronderzoek:

Het literatuuronderzoek is gericht op de grote lijnen van de explosieven gerelateerde geschiedenis van het onderzoeksgebied. Het literatuuronderzoek resulteert in een chronologisch overzicht van gebeurtenissen.

2. Archiefonderzoek:

Het archiefonderzoek volgt op het literatuuronderzoek. Het is gericht op het verzamelen van nadere, meer gedetailleerde gegevens betreffende explosieven gerelateerde gebeurtenissen in het onderzoeksgebied. In deze fase worden in hoofdzaak primaire bronnen geraadpleegd. De archieven waaruit deze historische informatie wordt betrokken, bevinden zich zowel in Nederland als in het buitenland.

3. Luchtfoto-onderzoek:

Het luchtfoto-onderzoek heeft tot doel de schade aan het landschap als gevolg van oorlogshandelingen en de posities van militaire werken te inventariseren en door middel van een geografisch informatiesysteem (GIS) in kaart te brengen.

Het beoordelen/analyseren van het geraadpleegde bronnenmateriaal is een uitermate belangrijk onderdeel, waarbij de volgende aspecten van essentieel belang zijn:

- Grondige bestudering van archiefstukken (bronnenkritiek);
- Nauwkeurig omgaan met locatieverwijzingen;
- Eenduidige relatie tussen verdacht gebied en onderbouwing in het rapport;
- Kritische insteek van de analyse;
- Kennis en kunde van zowel oorlogsgebeurtenissen, de mogelijk gebruikte CE en wijze waarop deze in de bodem terechtgekomen kunnen zijn en de uitwerking van CE;

Nadat bekend was geworden waar en welke soorten CE in de bodem van het projectgebied kunnen voorkomen, is beoordeeld of deze een risico vormen bij de voorgenomen grondroerende werkzaamheden en zo ja, welke beheersmaatregelen nodig zijn om de voorgenomen werkzaamheden veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren.

<sup>2</sup> Rapport vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018 en rapport Historisch vooronderzoek naar de aanwezigheid van niet gesprongen conventionele explosieven ter plaatse van spoortracé Utrecht – Veenendaal met documentcode RNO-046 versie 5.0, d.d. 11 november 2013.



## 1.6 UITGANGSPUNTEN ONDERZOEK

Het aanvullend vooronderzoek is gebaseerd op de volgende informatie:

### Wet- en regelgeving:

- Arbeidsomstandighedenwet/ Gemeentewet;
- Vigerende WSCS-OCE 2016.

### Rapporten:

- Historisch vooronderzoek naar de aanwezigheid van niet gesprongen conventionele explosieven ter plaatse van spoortracé Utrecht – Veenendaal met documentcode RNO-046 versie 5.0, d.d. 11 november 2013;
- Vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018;
- Wegaanpassingsbesluit A12 Utrecht – Maarsbergen, Aanleg plusstroken en extra rijstroken in het kader van de Spoedwet wegverbreding, d.d. September 2009.

### Tekening:

- N226 Maarsbergen scopegrens DTM (ongenummerd en ongedateerd);
- Kabels en leidingen totaal.

## 1.7 LEESWIJZER

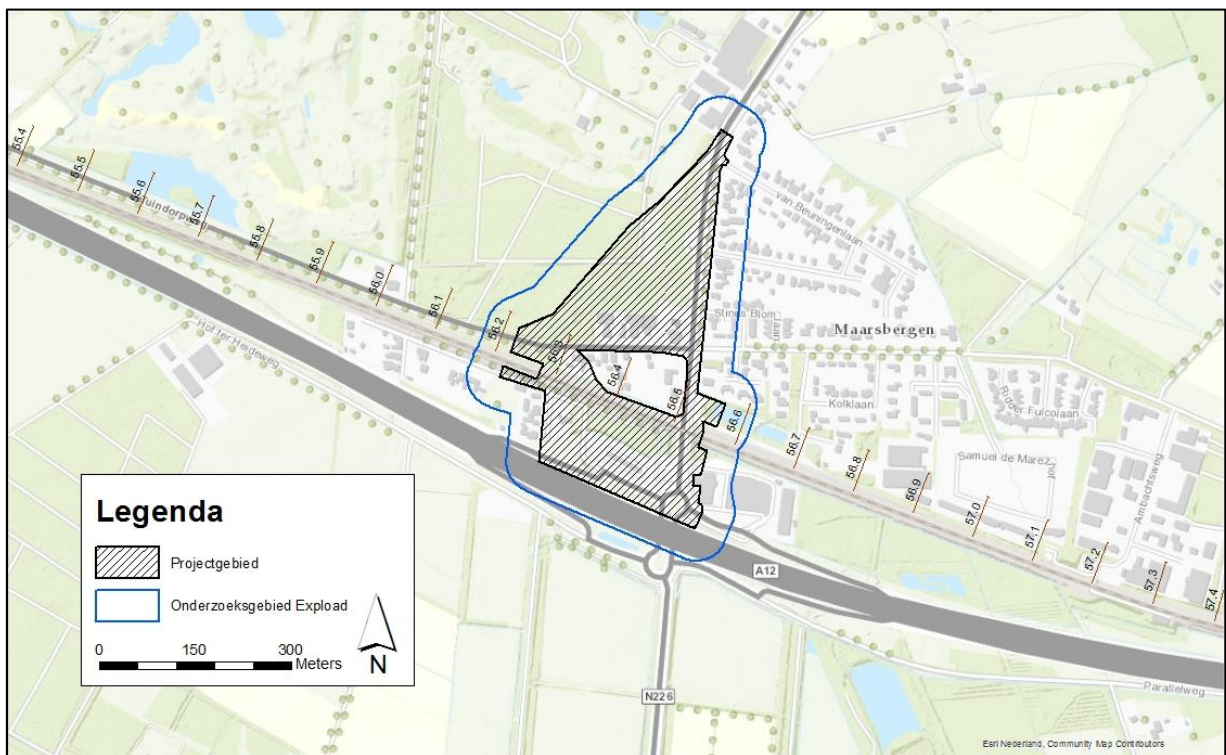
In hoofdstuk 2 zijn de analyseresultaten van de historisch vooronderzoeken omschreven, evenals de resultaten van het aanvullend vooronderzoek dat Expload heeft uitgevoerd en hoe tot de afbakening van verdachte gebieden gekomen is. In hoofdstuk 3 zijn de risico's omschreven op het optreden van een ongecontroleerde explosie van CE en het effect dat hierbij kan ontstaan. In hoofdstuk 4 is bepaald risico's kunnen ontstaan door de mogelijke aanwezigheid van CE. In hoofdstuk 5 is een advies opgenomen hoe risico's weggenomen of beperkt kunnen worden. Hoofdstuk 6 bevat de voor dit onderzoek relevante bijlagen met nadere toelichtingen.

## 2 ANALYSE HISTORISCHE VOORONDERZOEKEN EN AANVULLEND VOORONDERZOEK

In dit hoofdstuk zijn de resultaten omschreven van de analyse van al het met de historische vooronderzoeken <sup>3</sup> gevonden bronnenmateriaal en het door Expload uitgevoerde aanvullend Vooronderzoek CE. Eindresultaat is een rapportage met bijbehorende CE-bodembelastingkaart van het onderzoeksgebied. Uitgangspunt is dat met het uitvoeren van beide historische vooronderzoeken een volledig archief- en literatuuronderzoek uitgevoerd is, inzake oorlogshandelingen die hebben plaatsgevonden.

### 2.1 ONDERZOEKSGBIED

Door de provincie Utrecht is het projectgebied weergegeven op de voor dit onderzoek aangeleverde tekening genaamd: N226 Maarsbergen scopegrens DTM (ongenummerd en ongedateerd). Rondom het projectgebied heeft Expload een gebied met een straal van 50 meter getrokken, dat hiermee het onderzoeksgebied vormt. De 50 meter straal is de maximale afstand waar als gevolg van werkzaamheden effecten kunnen ontstaan die invloed kunnen hebben op achtergebleven CE.<sup>4</sup> De ligging van zowel het projectgebied en het onderzoeksgebied wordt weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Projectgebied, onderzoeksgebied en aandachtsgebied CE

Om te bepalen of er mogelijk CE in het onderzoeksgebied terechtgekomen is en zo ja waar, is een gebied tot minimaal 300 meter rondom het projectgebied beschouwd.

<sup>3</sup> Rapport vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018 en rapport Historisch vooronderzoek naar de aanwezigheid van niet gesprongen conventionele explosieven ter plaatse van spoortracé Utrecht – Veenendaal met documentcode RNO-046 versie 5.0, d.d. 11 november 2013  
<sup>4</sup> VS-9-861

## 2.2 LITERATUUR- EN ARCHIEFONDERZOEK

Met de literatuur- en archiefonderzoeken zijn geen indicaties gevonden van gevechten of beschietingen tijdens de Duitse inval die naar het onderzoeksgebied te herleiden zijn. Wel zijn met betrekking tot de bezettingsperiode de volgende (mogelijke) relevante indicaties gevonden van gebeurtenissen waardoor CE binnen het onderzoeksgebied terechtgekomen kunnen zijn.

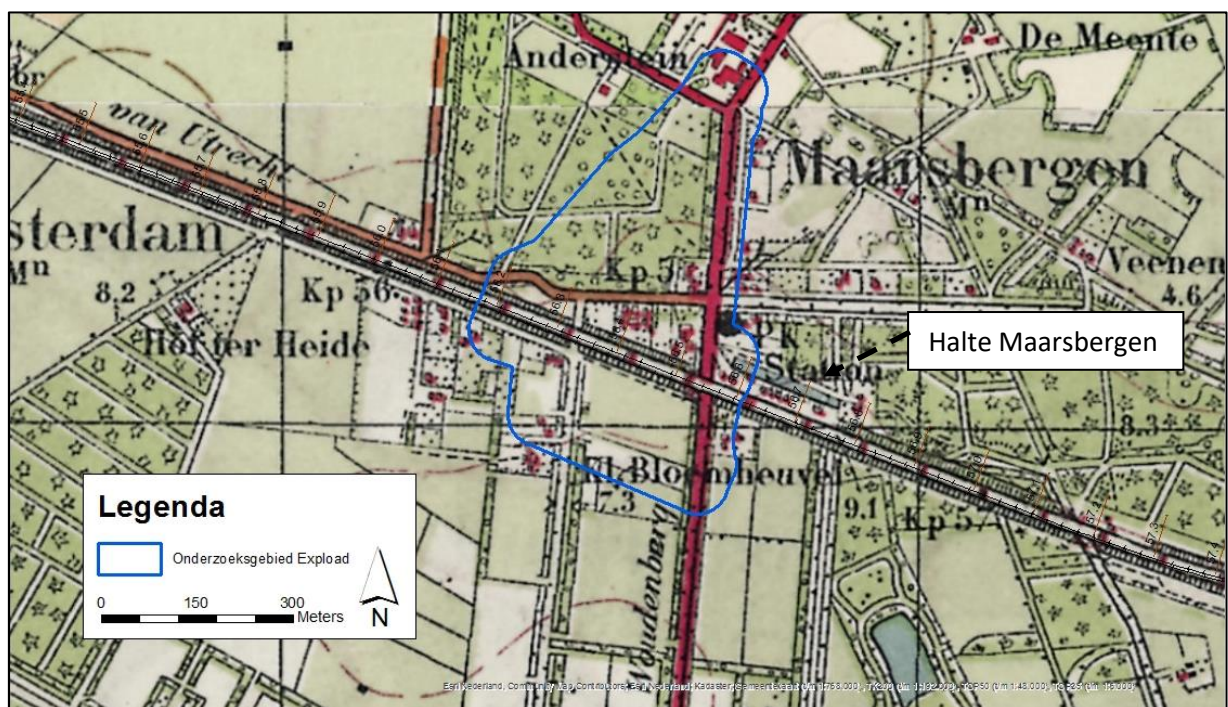
### 2.2.1 Beschieting met boordwapens op 28 mei 1944

De eerste datum waarvan aanwijzingen zijn gevonden van een luchtaanval binnen of in de directe omgeving van het onderzoek is 28 mei 1944. Voor die dag zijn de volgende indicaties gevonden:

- De Nederlandse Spoorwegen meldde dat op 28 mei 1944 tussen 15.20 en 15.40 uur tussen De Klomp en Maarsbergen een aanval op Trein 54 werd uitgevoerd.<sup>5</sup>
- Volgens een ander archiefstuk gebeurde dit net voorbij de halte bij Maarsbergen.<sup>6</sup>

**Conclusie:** Zeer waarschijnlijk werd de trein met boordwapens beschoten. De beschieting kan zowel binnen en buiten het onderzoeksgebied plaatsgevonden hebben, omdat Halte Maarsbergen deels binnen het onderzoeksgebied ligt en de beschieting zowel ten oosten of ten westen van de Halte uitgevoerd kan zijn. Uitgangspunt is dat met Halte Maarsbergen het station in Maarsbergen bedoeld wordt. De exacte locatie van de beschieting is echter niet meer te achterhalen, waardoor het niet mogelijk is om doelmatig verdacht gebied af te bakenen (leemte in kennis).

De ligging van halte/station Maarsbergen wordt weergegeven in figuur 3.



Figuur 3: Ligging Halte Maarsbergen tijdens WOII

<sup>5</sup> Zwanenburg, En Nooit was het Stil...Deel 2, p. 225. Ook NIMH, collectie 575 'Duitse verdedigingswerken', inventarisnummer 392.

<sup>6</sup> Regionaal Historisch Centrum Zuidoost Utrecht, toeg. nr. 264, inv. nr. 1608.



Ook de soort boordwapens waarmee werd geschoten (boordkanonnen of boordmitrailleurs) is niet bekend.

**Toelichting:** *Tijdens WOII werden bij luchtaanvallen met jachtbommenwerpers zowel boordkanonnen en boordmitrailleurs gebruikt, e.e.a. van het type jachtbommenwerper. Met boordmitrailleurs wordt klein kaliber munitie verschoten. Dit soort CE wordt over het algemeen als ongevaarlijk geclassificeerd door het (veelal) ontbreken van een explosieve lading in het projectiel dat wordt verschoten. Daarentegen kan in 20 mm boordwapenmunitie die met boordwapenkanonnen werd verschoten wel een kleine explosieve lading aanwezig zijn, waardoor dit soort CE bij grondroerende werkzaamheden alsnog ongecontroleerd tot uitwerking kunnen komen en er dus risico kan ontstaan.*

## 2.2.2 Bezettingsperiode

Uit een rapport van het plaatsvervangend hoofd van de Luchtbeschermingsdienst (LBD) te Maarsbergen van 11 januari 1942 blijkt dat er een granaattrechter (krater) werd aangetroffen aan de zuidzijde van de spoorlijn Utrecht-Arnhem, tegenover het café „de Kleine Bloemheuvel“ te Maarsbergen, welke op 10 januari 1942 was ontstaan. De krater duidt op het inslaan van een granaat die geëxplodeerd is. Er zijn geen andere bronnen die de herkomst van de granaat kunnen verklaren. Mogelijk was er sprake van een geëxplodeerde luchtafweergranaat.

**Conclusie:** Een geëxplodeerde luchtafweergranaat vormt geen aanleiding om aan te nemen dat er meer granaten in de bodem van het onderzoeksgebied terecht zijn gekomen, laat staan achtergebleven. Conform de richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE vormt de indicatie geen aanleiding om verdacht gebied af te bakenen.

## Luchtaanvallen

Spoorlijnen waren zoals al eerder vermeld tijdens de oorlog voor de Duitse bezetters van strategisch groot belang voor het vervoer van materieel en manschappen. De spoorlijn Utrecht – Veenendaal was in 1944 en 1945 meermaals doel van geallieerde luchtaanvallen, waarbij zowel vliegtuigbommen zijn afgeworpen en met boordwapens werd geschoten. Ook andere doelen in de omgeving van het onderzoeksgebied werden aangevallen. Met de historische vooronderzoeken zijn met betrekking tot luchtaanvallen de volgende voor het onderzoeksgebied (mogelijke) relevante indicaties gevonden:

## 2.2.3 Beschietingen met boordwapens op 17 september 1944

Op 17 september 1944 omstreeks 14.00 uur werd een goederenterrein staande op het spoorwegemplacement te Maarsbergen door Amerikaanse jagers beschoten. Er is niet achterhaald welk type toestel de aanval uitvoerde en waarmee werd geschoten (boordkanonnen of boordmitrailleurs).<sup>7</sup>

Uit een rapport van het wijkhoofd van de LBD van Maarsbergen blijkt dat op 17 september 1944 omstreeks 14.00 uur een militaire goederentrein staande op het spoorwegemplacement van Maarsbergen door Amerikaanse jachtvliegtuigen werd beschoten, ongeveer 400 meter van het station in Maarsbergen. In een tweetal wagons en een houten werkplaats van de NS brak hierdoor brand uit.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Indicatie niet opgenomen gebeurtenissenlijst behoren bij rapport vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17- 174-02, d.d. 20 maart 2018

<sup>8</sup> Archief van het gemeentebestuur van Maarn 1928-1981 (264), 1608 - Stukken betreffende uitvoering Luchtbescherming

Op basis van deze locatieaanduidingen 'spoorwegemplacement te Maarsbergen op ongeveer 400 meter van het station in Maarsbergen en een houten werkplaats van de NS waar brand uit brak', wordt geconcludeerd dat de beschieting zeer waarschijnlijk met boordkanonnen en buiten het onderzoeksgebied heeft plaatsgevonden. In het onderzoeksgebied was tijdens WOII namelijk geen sprake van een spoorwegemplacement en een houten werkplaats van de NS (zie figuur 4).



Figuur 4: Ligging station van Maarsbergen en spooreplacement (afgebeeld op luchtfoto van 14 januari 1945)

Waarschijnlijk heeft de beschieting ter hoogte van hm 57.2 plaatsgevonden, omdat hier wel sprake is van zowel een spooreplacement en schijnbaar een houten werkplaats (zie figuur 5).

**Conclusie:** De indicatie is daarom voor dit onderzoek verder niet relevant.



Figuur 5: : Spoor ter hoogte van hm 57.2

#### 2.2.4 Beschietingen met boordwapens op 30 september 1944

Op 30 september 1944 tussen 20.01 en 23.59 uur hebben acht Mosquito's van No 484 Squadron, No 140 WING beschietingen uitgevoerd waarbij met boordwapens werd geschoten. Het doel van de beschietingen was het uitschakelen van communicatielijnen/verbindingen in Nederland.<sup>9</sup>

Vier toestellen werden uitgezonden om communicatielijnen/verbindingen in Nederland aan te vallen. Warrant Officer De Souza beschoot een trein met 15 tot 20 wagons. Hij nam veel treffers waar. Ook Flight Lieutenant Clayton beschoot een trein, hij maakte eveneens melding van treffers. Flight Sergeant Wicky beschoot lichten en Flight Sergeant Mulligan heeft licht en rook in een station beschoten.<sup>10</sup> Welk van de bovenstaande vliegers de goederentrein bestookte kon niet worden vastgesteld.

Het Operations Record Book (ORB) van 2nd Tactical Air Force vermeldt slechts:  
*'5 a/c attacked with 15 flares, 1000 rds of cannon. E.4386 goods train strafed.'*<sup>11</sup>

De vermelding *'1000 rds of cannon'* betekent dat er zeer waarschijnlijk circa 1.000 granaten met een kaliber van 20 mm werd verschoten. Een Mosquito jachtbommenwerper was bewapend met een 20 mm kanon. De aanduiding *'E.4386'* betreft een kaartvierkant waar de beschieting werd uitgevoerd.

**Toelichting:** De RAF-logboeken bevatten locatieverwijzingen die gekoppeld zijn aan "Modified British" map coordinate systems, bijvoorbeeld het meest gebruikte coördinatensysteem Nord de Guerre (NDG) uit WOII. Deze coördinaten bevatten een letter en 4, 6 of 8 cijfers (bijvoorbeeld D.3429) en verwijzen naar kaartvierkanten waar aanvallen volgens de Engelse luchtmacht zijn uitgevoerd. Hoe groter het aantal cijfers, hoe kleiner het kaartvierkant. Een coördinaat met 4, 6 of 8 cijfers is een kaartvierkant van 1x1 km, 100x100 m respectievelijk 10x10 m.

*Om te bepalen waar aanvallen hebben plaatsgevonden is het van belang te weten welk coördinatenstelsel destijds door de eenheid die de aanval uitvoerde in gebruik was. Dit kon namelijk per gebied en/of eenheid verschillen. Door het verkeerd gebruik van coördinatensystemen kunnen aanzienlijke afwijkingen ontstaan (tot enkele honderden meters), e.e.a. afhankelijk van de locatie. Informatie over het gebruikte coördinatensysteem wordt over het algemeen niet teruggevonden archieven die volgens vigerende richtlijnen geraadpleegd dienen te worden. Daarom worden de RAF gerapporteerde coördinaten indicatief gebruikt en volgt luchtfoto-onderzoek.*

**Conclusie:** Het onderzoeksgebied ligt binnen de Nord du Guerre kaartvierkanten E.3986, E.3987, E.4086 en E.4087. Omdat volgens de rapporten van de RAF de aanval op 30 september 1944 heeft plaatsgevonden in kaartvierkant E.4386, wordt geconcludeerd dat de aanval op ruime afstand van het onderzoeksgebied (circa 4 km) heeft plaatsgevonden en daardoor voor dit onderzoek niet relevant is.

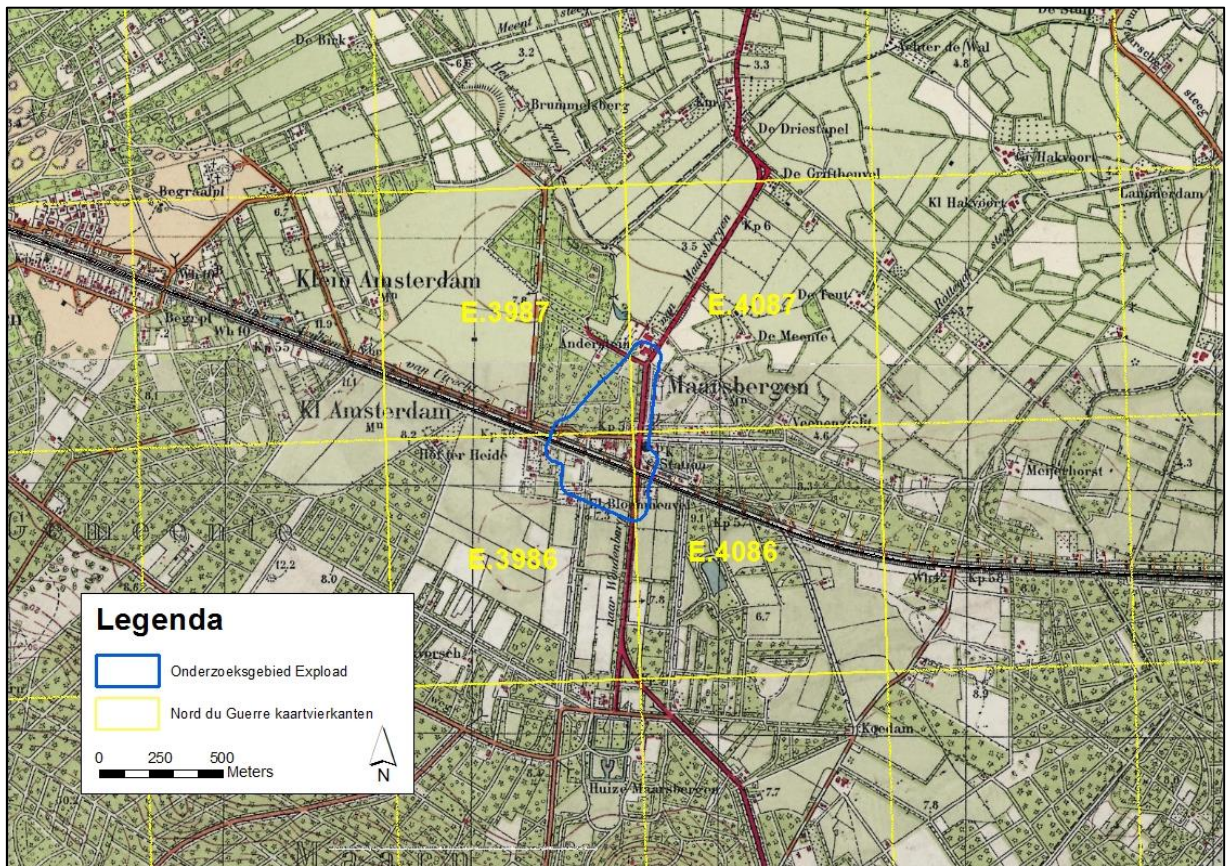
Op dezelfde wijze zijn alle meldingen van aanvallen door de RAF bestudeerd. Aanvallen binnen de kaartvierkanten E.3986, E.3987, E.4086 en E.4087 zijn beoordeeld als (mogelijk) relevant. De ligging van deze NDG-kaartvierkanten t.o.v. het onderzoeksgebied wordt weergegeven in figuur 6.

<sup>9</sup> 2nd Tactical Air Force, Daily Log: september-oktober 1944. NA, AIR37/715; Operations Record Book No 222 Squadron, AIR27/1372 september 1944.

<sup>10</sup> Operations Record Book No 484 Squadron, september 1944, NA, AIR27/1935.

<sup>11</sup> 2nd Tactical Air Force, Daily Log: september-oktober 1944. NA, AIR37/715.





Figuur 6: Nord du Guerre coördinatenstelsel

Volgens een proces-verbaal van de luchtbeschermingsdienst werden op 30 september 1944 door een viertal geallieerden jagers diverse vrachtwagens en een goeder trein geladen met fruit en auto's bij Maarsbergen beschoten.<sup>12</sup>

Uit een rapport van het wijkhoofd van de LBD van Maarsbergen blijkt dat op 30 september 1944 dezelfde militaire goederentrein staande op het spoorwegemplacement te Maarsbergen welke op 17 september 1944 al eerder werd beschoten, door vier geallieerde jachtvliegtuigen werd aangevallen.<sup>13</sup>

**Conclusie:** De gevonden indicaties maken duidelijk dat er die dag meerdere beschietingen met boordwapens hebben plaatsgevonden, o.a. een beschieting op een goederentrein staande op het spoorwegemplacement te Maarsbergen en één op diverse vrachtwagens. De beschietingen kunnen zowel binnen en buiten het onderzoeksgebied plaatsgevonden hebben. De exacte locaties zijn echter niet meer te achterhalen, waardoor het niet mogelijk is om doelmatig verdacht(e) (en) af te bakenen. Ook zijn de soort wapens waarmee bij de twee laatstgenoemde aanvallen werd geschoten niet bekend, boordkanonnen of boordmitrailleurs. ( leemte in kennis).

<sup>12</sup> Regionaal Historisch Centrum Zuidoost Utrecht, toeg. nr. 264, inv. nr. 1608

<sup>13</sup> Archief van het gemeentebestuur van Maarn 1928-1981 (264), 1608 - Stukken betreffende uitvoering Luchtbescherming



### 2.2.5 Bombardement op 1 november 1944

In het rapport vooronderzoek CE staat met betrekking tot een aanval op 1 november 1944 de volgende indicatie omschreven:

*Ook bij Maarsbergen worden een bom uitgeworpen door een Engelse jager. Het doel is dezelfde goederentrein die ook op 17 september en 1 oktober al gebombardeerd is. Het spoor raakt aan beide kanten beschadigd. De bomtrechter is circa 1,50 meter diep.*<sup>14</sup>

Met betrekking tot deze indicatie is bij het vooronderzoek CE geconcludeerd:

*Niet relevant, de aanval is niet terug te vinden in de relevante ORB's, mogelijk heeft deze aanval op een andere datum plaatsgevonden.*

Uit een rapport van het wijkhoofd van de LBD van Maarsbergen blijkt dat er op 1 november 1944 omstreeks 23.00 uur een boven Maarsbergen cirkelend vliegtuig begon te vuren. Niet veel later werden er lichtkogels uitgeworpen, waarna tevens een bom volgde. Tenslotte loste het toestel nog enige mitrailleurssalvo's. Het doel van deze aanval was wederom de militaire goederentrein, waarvan een gedeelte nog steeds op het spoorwegemplacement stond. De bom sloeg in ongeveer tegenover de woning B 70. Twee sporen werden daardoor beschadigd. De bomtrechter was circa 1,50 meter diep.<sup>15</sup>

**Conclusie:** Expload concludeert dat er ter hoogte van het spooremplaats in Maarsbergen en dus buiten het onderzoeksgebied, sprake was van beschietingen met boordmitrailleurs en het afwerpen van één bom die geëxplodeerd is. De gevonden indicaties met betrekking tot een aanval op 1 november 1944 zijn voor dit onderzoek daarom verder niet relevant.

### 2.2.6 Bombardementen en beschieting met boordwapens op 6 november 1944

Op 6 november 1944 werd door een geallieerd vliegtuig een bombardement uitgevoerd op het station van Maarsbergen.<sup>16</sup> (directe omgeving onderzoeksgebied)

Uit een rapport van de commandant van de LBD blijkt dat er op 6 november 1944 omstreeks 10.30 uur door geallieerde vliegtuigen bommen werden afgeworpen, vlakbij het station van Maarsbergen. Zware schade werd aangericht aan de stationswoningen en omliggende gebouwen. Tevens werd de militaire goederentrein die op het spoorwegemplacement stond door twee bommen getroffen. Verder van het station, in de nabijheid van de spoorlijn, viel een vierde bom. **Conclusie:** Dit betekent dat bij het bombardement van 10.30 uur drie bommen vlakbij het station van Maarsbergen zijn neergekomen.

Om 14.00 uur volgde een tweede bombardement, waarbij twaalf bommen werden afgeworpen. Een aantal vielen op het spoor, een aantal nabij het spoor en een aantal op geruime afstand van het spoor, allen vrij ver van de bebouwde kom. Wederom werd de Duitse goederentrein met boordwapens bestookt. Er was sprake van een blindganger van circa 150 kg<sup>17</sup> bij de spoorwegovergang en mogelijk ook één achter het station aan de spoorlijn.<sup>18</sup>

<sup>14</sup> Regionaal Historisch Centrum Zuidoost Utrecht, toeg. nr. 264, inv. nr. 1608.

<sup>15</sup> Archief van het gemeentebestuur van Maarn 1928-1981 (264), 1608 - Stukken betreffende uitvoering Luchtbescherming Caspers (2008).

<sup>17</sup> Vermoedelijk wordt een geallieerde brisantbom met een kaliber van 250 lb. Bedoeld.

<sup>18</sup> Archief van het gemeentebestuur van Maarn 1928-1981 (264), 1608 - Stukken betreffende uitvoering Luchtbescherming

**Conclusie:** Uit de informatie van de LBD blijkt dat er op 6 november 1944 twee bombardementen hebben plaatsgevonden, één om 10.30 uur en één om 14.00 uur. Bij het bombardement om 14.00 zijn ook beschietingen met boordwapens uitgevoerd, gericht op de militaire goederentrein waarvan een gedeelte nog steeds op het spoorwegemplacement stond. Bij het bombardement om 10.30 zijn vier bommen afgeworpen die voor bekend allemaal zijn geëxplodeerd. Hiervan zijn er drie vlakbij het station van Maarsbergen neergekomen. De vierde op groteré afstand van het onderzoeksgebied.

Bij het bombardement van 14.00 uur zijn twaalf bommen afgeworpen die zowel in de directe omgeving van het station en ten zuiden van het station neerkwamen. Na dit bombardement werd bij de spoorwegovergang één blindganger gevonden en mogelijk ook één achter het station aan de spoorlijn. Deze laatste wordt echter niet bevestigd. Op basis van het bronnenmateriaal wordt geconcludeerd dat het getroffen gebied visueel werd gecontroleerd. Er is geen informatie teruggevonden waaruit blijkt dat de gevonden blindganger(s) ook daadwerkelijk geruimd is.

**Noot:** *Dit bombardement wordt niet genoemd in het rapport vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018.*

#### 2.2.7 Bombardementen op 30 november 1944

Op 30 november 1944 tussen 10.30 en 11.30 uur hebben Acht Hawker Typhoons van het No 257 Squadron, 146 WING een bombardement uitgevoerd op de spoorbaan in kaartvierkant E.400870. Opgemerkt dient te worden dat in het rapport historisch vooronderzoek met documentcode RNO-046 versie 5.0 omschreven is dat de aanval heeft plaatsgevonden in kaartvierkant E.4087.

In beide genoemde NDG-kaartvierkanten ligt echter geen spoor (zie figuur 4). Dit betekent dat de piloot mogelijk kaartvierkant E.4086 bedoelde of dat er sprake was van een ander coördinatenstelsel dat destijds werd gebruikt en waardoor een (structurele) afwijking van minimaal 150 meter in noordelijke richting is ontstaan. In totaal wierpen de acht Hawker Typhoons zestien bommen met een kaliber van 500 lb. af. Dit betekent dat ieder toestel twee bommen heeft afgeworpen. De piloten claimden vier voltreffers, enkele ‘very near-misses’ op de spoordijk en twee breuken in het spoor.<sup>19</sup>

**Conclusie:** Het is onbekend of alle zestien bommen geëxplodeerd zijn, waardoor rondom het getroffen gebied primair sprake is van verdacht gebied. Luchtfoto-onderzoek zal moeten uitwijzen waar de bommen precies zijn neergekomen en of de bommen allemaal daadwerkelijk geëxplodeerd zijn.

#### 2.2.8 Bombardement op 4 december 1944

Op 4 december 1944 tussen 11.38 en 12.44 uur bombardeerden vier Typhoons van No 263 Squadron, 146 WING de spoorwegovergang tussen Maarn en Maarsbergen. Volgens rapporten van de RAF werd een spoorwegovergang op kaartcoördinaat E.395870 aangevallen, waardoor waarschijnlijk de spoorwegovergang Woudenbergseweg wordt bedoeld. Dit betekent dat de RAF destijds in de omgeving van het onderzoeksgebied waarschijnlijk een ander coördinatenstelsel in gebruik had, waardoor een afwijking t.o.v. het NDG-stelsel is ontstaan omdat op NDG-kaartcoördinaat E.395870 geen spoorwegovergang lag.

<sup>19</sup> Operations Record Book No 257 Squadron, december 1944. AIR27/1157. AIR37/716, Operations Record Book 2nd Tactical Air Force, Daily Log: november-december 1944.

De spoorwegovergang werd aangevallen met acht brisantbommen met een kaliber van 500 lb. Dit betekent dat ieder toestel twee bommen vervoerde en heeft afgeworpen. Door de piloten werden één voltreffer en twee 'near misses' waargenomen.<sup>20</sup>

**Conclusie:** Het is onbekend waar dit bombardement nu precies werd uitgevoerd en of alle acht bommen geëxplodeerd zijn, waardoor rondom het getroffen gebied primair sprake is van verdacht gebied. Luchtfoto-onderzoek zal moeten uitwijzen waar de bommen precies zijn neergekomen en of alle bommen daadwerkelijk geëxplodeerd zijn.

#### 2.2.9 Bombardement op 10 december 1944

Op 10 december 1944 tussen 12.20 en 16.09 uur hebben vier Supermarine Spitfires van No 308 Squadron, 131 WING een gewapende verkenning uitgevoerd. Tijdens deze missie voerde de toestellen een duikbombardement uit op de spoorlijn in kaartvierkant E.4087, waarbij acht bommen met een kaliber van 250 lb. werden afgeworpen. Hierbij werd één voltreffer waargenomen. Ook bij deze aanval waren de afzonderlijke toestellen bewapend met twee bommen.

**Conclusie:** Het is onbekend waar de bommen zijn neergekomen en of alle acht bommen geëxplodeerd zijn, waardoor rondom het getroffen gebied primair sprake is van verdacht gebied. Luchtfoto-onderzoek zal moeten uitwijzen waar de bommen precies zijn neergekomen en of alle bommen daadwerkelijk geëxplodeerd zijn.

#### 2.2.10 Beschietingen met luchtgronddoelraketten en bombardement op 5 januari 1945

Op 5 januari 1945 tussen 14.10 en 15.25 uur hebben acht Typhoons van No 266 Squadron, 146 WING het spoor bij Maarsbergen binnen de kaartvierkanten E. 435863 en E.400870 beschoten met 64 luchtgronddoelraketten. De spoorlijn werd geraakt en aan beide kanten afgesneden.<sup>21</sup>

Een andere bron vermeldt: In de middag werd de spoorlijn Utrecht-Arnhem te Maarsbergen door Typhoons op twee plaatsen met 'bommen' bestookt (waarschijnlijk worden luchtgronddoelraketten bedoeld). In totaal werden volgens deze bron namelijk een 18-tal 'raketbommen geworpen'. Geen enkele raket trof doel en er werd een huis verwoest.<sup>22</sup>

**Conclusie:** Waarschijnlijk wordt in beide bronnen dezelfde aanval bedoeld, waardoor Expload concludeert dat er 64 luchtgronddoelraketten werden verschoten, omdat de informatie van de geallieerde luchtmacht als meest betrouwbaar wordt ingeschat. Het is onbekend waar de raketten zijn ingeslagen en of alle raketten ook daadwerkelijk geëxplodeerd zijn, maar door het type ontsteker dat op dergelijke luchtgronddoelraketten werd gebruikt is dit onwaarschijnlijk. Bij luchtgronddoelraketten is het percentage blindgangers over het algemeen hoog. Hierdoor is sprake van primair verdacht gebied. Luchtfoto-onderzoek zal moeten uitwijzen waar de raketten precies zijn neergekomen om een verdacht gebied te kunnen afbakenen en of ze inderdaad allemaal geëxplodeerd zijn.

<sup>20</sup> Operations Record Book No 263 Squadron, december 1944. AIR27/1548. AIR37/716, Operations Record Book 2nd Tactical Air Force, Daily Log: november-december 1944.

<sup>21</sup> Operations Record Book No 331 Squadron, januari 1945, AIR27/1559. Zie ook: 2nd Tactical Air Force, Daily Log: januari-februari 1945. NA, AIR37/717

<sup>22</sup> Collectie 575 "Duitse verdedigingswerken in Nederland en rapporten van het Bureau Inlichtingen te Londen (1940-1945)" – 575/300/509 Bombardementen te Waalhaven, Hilversum, Maarsbergen, Schiedam, Hellevoetsluis, Poortershaven en Hoek van Holland.



Dezelfde dag omstreeks 14.45 uur voerde vier à vijf Engelse jagers een aanval uit op het spoor bij Maarsbergen. De vliegtuigen kwamen uit westelijke richting en lieten hun bommen vallen ter hoogte van de Engweg, hoek Wijkerweg.<sup>23</sup> Uit een rapport van de commandant van de LBD van 6 januari 1945 blijkt dat er op 5 januari 1945 om 14.45 uur door vier à vijf Engelse vliegtuigen uit westelijke richting in Maarsbergen bommen werden afgeworpen. Getroffen werd de hoek Engweg-Wijkerweg. Op de Wijkerweg kwamen vier bommen terecht, waaronder één blindganger. Tevens vielen er bommen aan het einde van de Haarweg, ten oosten van de spoorlijn. Ook hier was vermoedelijk sprake van één blindganger.

**Conclusie:** Op basis van het gevonden bronnenmateriaal concludeert Expload dat binnen en/of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied mogelijk bommen neerkwamen: vier op de hoek Engweg-Wijkerweg waarvan één blindganger en een onbekend aantal aan het einde van de Haarweg ten oosten van de spoorlijn waarvan één blindganger. Luchtfoto-onderzoek zal moeten uitwijzen waar de bommen precies zijn neergekomen, maar doordat niet bekend is hoeveel bommen er aan het einde van de Haarweg werden afgeworpen is voor deze locatie niet meer te achterhalen of alle afgeworpen bommen daadwerkelijk geëxplodeerd zijn. Derhalve dient hier rekening te worden gehouden met de mogelijke aanwezigheid van blindgangers.

**Noot:** *Dit bombardement wordt niet genoemd in het rapport vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018 en is van invloed op de afbakening van (primair) verdacht gebied.*

#### 2.2.11 Bombardement op 6 januari 1945

Op 6 januari 1945 omstreeks 14.30 uur wierpen circa zes Engelse jagers circa tien bommen af op de spoorlijn tussen Maarn en Maarsbergen bij het Poortse bos.<sup>24</sup> Het Poortse bos ligt echter bij Maarn en niet in Maarsbergen.

**Conclusie:** De gevonden indicatie bevat sowieso onvoldoende locatiegebonden informatie om doelmatig verdacht gebied te kunnen afbakenen. Op basis van de beperkte locatieaanduiding 'het Poortse bos' is geconcludeerd dat deze indicatie voor dit onderzoek niet relevant is. E.e.a. is geverifieerd middels luchtfoto-onderzoek.

#### 2.2.12 Overige indicaties

Met de uitgevoerde literatuur- en archiefonderzoeken zijn met betrekking tot het onderzoeksgebied geen indicaties gevonden van:

- De voormalige ligging van mijnevelden;
- Neergestorte vliegtuigen of V-wapens;
- Vernielingen;
- CE-vondsten.

Expload heeft hiervoor een gebied tot meer dan 300 meter rondom het onderzoeksgebied beschouwd.

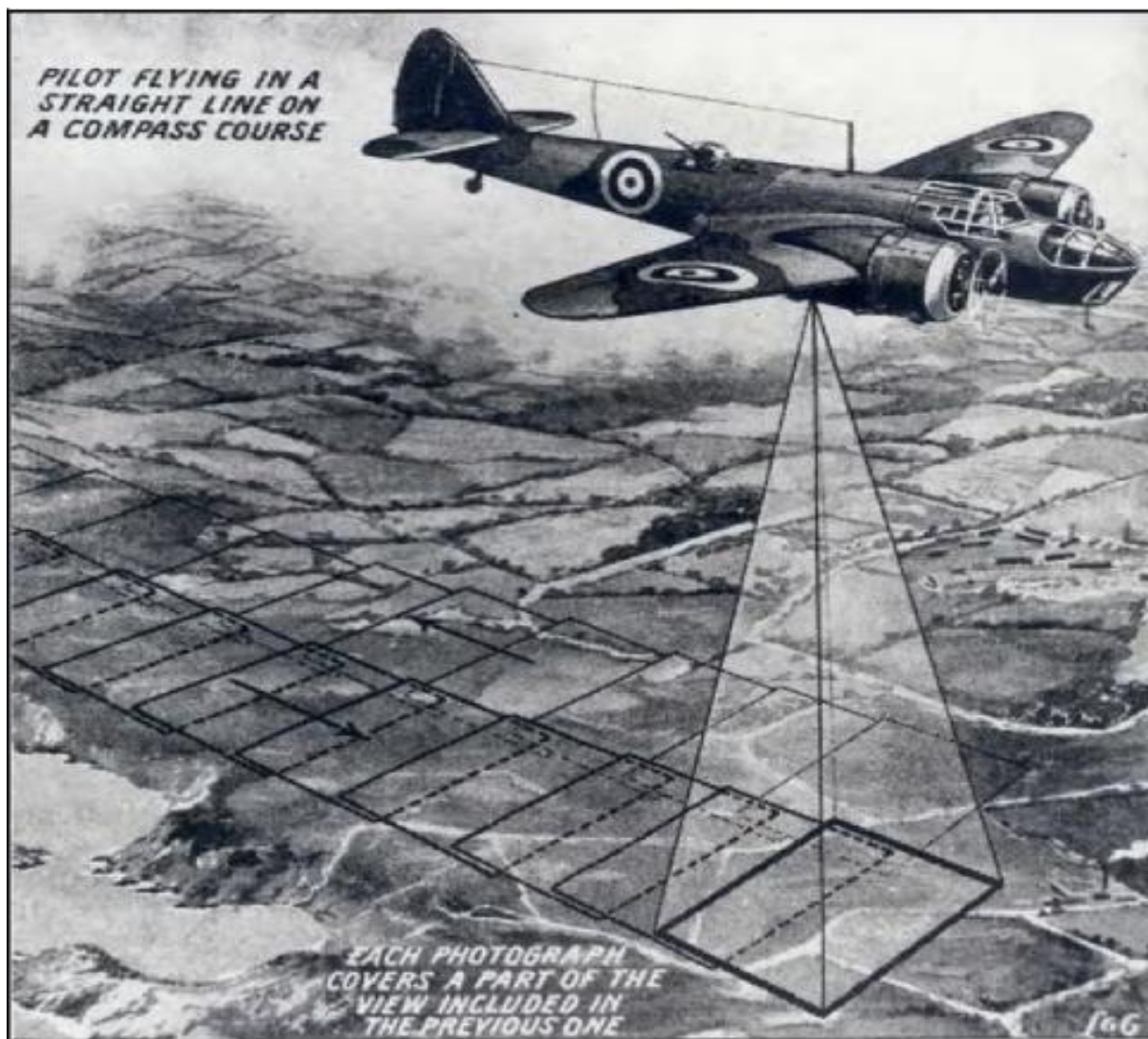
<sup>23</sup> Regionaal Historisch Centrum Zuidoost Utrecht, toeg. nr. 264, inv. nr. 1608.

<sup>24</sup> Regionaal Historisch Centrum Zuidoost Utrecht, toeg. nr. 264, inv. nr. 1608.

Wel zijn met het vooronderzoek CE middels luchtfoto-onderzoek binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied voormalige Duitse loopgraven en wapenopstellingen waargenomen, wat de voormalige militaire aanwezigheid bevestigt. In voormalige loopgraven en wapenopstellingen kan munitie zijn achtergebleven of na de oorlog gedumpt. Conform de richtlijnen voor het afbakenen van verdachte gebieden zoals omschreven in het WSCS-OCE dienen voormalige loopgraven en wapenopstellingen primair als verdacht aangemerkt te worden. De resultaten van het door BEOBOM uitgevoerde luchtfoto-onderzoek en het door Expload uitgevoerd aanvullend luchtfoto-onderzoek zijn in de volgende paragraaf omschreven.

### 2.3 AANVULLEND LUCHTFOTO-ONDERZOEK

In WO-II werden op grote schaal luchtfoto's gemaakt van Nederland door geallieerde vliegtuigen voorzien van camera's. Een verkenningvlucht (sortie) bestond uit meerdere runs over een doelgebied, waarbij de luchtfoto's voor zover mogelijk met 60% overlap werden genomen (zie figuur 7). Het raadplegen van luchtfoto's is een verplicht onderdeel in een historisch vooronderzoek.



Figuur 7: Het maken van luchtfoto's tijdens WO-II

In het WSCS-OCE is met betrekking tot het raadplegen van luchtfoto's het volgende voorgeschreven:  
*De organisatie dient beschikbare luchtfoto's betreffende de datum waarop de oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden te inventariseren. Daaruit worden de bruikbare luchtfoto's geselecteerd. Bij de selectie van luchtfoto's dient rekening te worden gehouden met: opnamedatum in relatie tot oorlogshandelingen, kwaliteit van het fotobeeld en de schaal. De organisatie interpreteert de geselecteerde luchtfoto's ten minste op schade aan het landschap als gevolg van oorlogshandelingen en indicaties zoals genoemd in bijlage 3. De interpretatie van luchtfoto's dient te geschieden door een deskundige met ervaring in de interpretatie van luchtfoto's uit het tijdvak 1940-1945. De organisatie dient de beschikbare luchtfoto's te rapporteren en daarin tevens de selectie te motiveren.*

Op basis van het met beide historische vooronderzoeken uitgevoerde literatuur- en archiefonderzoek zijn aanwijzingen van luchtaanvallen gevonden waarbij mogelijk CE binnen of in de directe omgeving van *het onderzoeksgebied neergekomen zijn. Een overzicht van de voor het onderzoeksgebied (mogelijk) relevante aanvallen en de conclusies die op basis van het gevonden bronnenmateriaal zijn getrokken (wel of niet relevant) wordt weergegeven in tabel 1.*

| Datum     | Soort aanval                                  | Locatieaanduiding                                                     | Aantal en soort CE                                                                                      | Relevant                              |
|-----------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 28 -05-44 | Beschieting met boordwapens                   | Tussen De Klomp en Maarsbergen / net voorbij de halte bij Maarsbergen | Onbekend                                                                                                | Mogelijk, locatie niet te achterhalen |
| 17-09-44  | Beschieting met boordwapens                   | Spoorwegemplacement te Maarsbergen                                    | Onbekend                                                                                                | Mogelijk                              |
| 30 -09-44 | Beschieting met boordwapens                   | Station / spoorwegemplacement te Maarsbergen                          | Circa 1000 x 20 mm                                                                                      | Mogelijk                              |
| 01-10-44  | Beschieting met boordwapens                   | Spoorwegemplacement                                                   | Onbekend                                                                                                | Mogelijk                              |
| 01-11-44  | Bombardement                                  | Spoorwegemplacement                                                   | Onbekend aantal en kaliber boordwapenmunitie en 1 bom geëxplodeerd                                      | Nee                                   |
| 06-11-44  | Bombardementen en beschieting met boordwapens | Station van Maarsbergen, inclusief omgeving                           | Onbekend aantal en kaliber boordwapenmunitie, 4 bommen geëxplodeerd en 12 bommen waarvan 2 blindgangers | Mogelijk                              |
| 30-11-44  | Bombardement                                  | Spoorbaan in kaartvierkant E.400870                                   | 16 bommen met een kaliber van 500 lb.                                                                   | Mogelijk                              |
| 04-12-44  | Bombardement                                  | Spoorwegovergang tussen Maarn en Maarsbergen                          | 8 bommen met een kaliber van 500 lb.                                                                    | Ja                                    |
| 10-12-44  | Bombardement                                  | Spoorlijn in kaartvierkant E.4087                                     | 8 bommen met een kaliber van 250 lb.                                                                    | Mogelijk                              |
| 05-01-45  | Beschieting met raketten                      | E.400870                                                              | 64 luchtgrond doelraketten                                                                              | Mogelijk                              |
|           | Bombardement                                  | Engweg, hoek Wijkerweg                                                | Onbekend                                                                                                | Ja                                    |
| 06-01-45  | Bombardement                                  | Poortse bos                                                           | Circa tien bommen                                                                                       | nee                                   |

Tabel 1: Overzicht achterhaalde (mogelijk relevante) luchtaanvallen



Voor het uitvoeren van het historisch vooronderzoek<sup>25</sup> zijn van het onderzoeksgebied luchtfoto's geraadpleegd van de volgende data: 14 januari 1945, 15 maart 1945 en 23 maart 1945. Hierdoor kunnen de met dit vooronderzoek middels het luchtfoto-onderzoek waargenomen kraters niet aan specifieke aanvallen worden toegewezen. Voordat de meest recente geraadpleegde luchtfoto's werden genomen waren er namelijk al zes verschillende (mogelijk) relevante bombardementen en een beschieting met luchtgronddoelraketten uitgevoerd.

Ook bestaat de kans dat kraters niet zijn waargenomen of kraters op de geraadpleegde luchtfoto's niet meer zichtbaar zijn, omdat de periode tussen een gebeurtenis en het nemen van luchtfoto's te lang is. Kraters kunnen binnen enkele maanden en soms binnen enkele weken na een aanval al niet meer zichtbaar zijn op een luchtfoto.

De kans dat op luchtfoto's sporen van beschietingen met boordwapens zichtbaar zijn is verwaarloosbaar klein, maar omdat een *“militaire goederentrein staande op het spoorwegemplacement van Maarsbergen, ongeveer 400 meter van het station in Maarsbergen”* meermaals doel was van geallieerde beschietingen met boordwapens (o.a. op 17 september 1944), is het wel belangrijk om te achterhalen waar deze goederentrein heeft gestaan. In de omgeving van de locatie waar de goederentrein heeft gestaan geldt immers primair een aantoonbaar verhoogde kans op het voorkomen van boordwapenmunitie.

Expload heeft via Dotkadata en de luftbilddatenbank gezocht naar luchtfoto's van het onderzoeksgebied en de directe omgeving hiervan die beschikbaar zijn, bij voorkeur luchtfoto's die werden genomen kort voor en na de data van iedere (mogelijk) relevante indicatie van bombardementen, beschietingen met luchtgronddoelraketten en de treinbeschietingen gericht op de kapotgeschoten goederentrein op het spooreplacement. In de binnenlandse en buitenlandse archieven zijn luchtfoto's beschikbaar van data zoals opgenomen in tabel 2.

---

<sup>25</sup> HVO CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018.

| Sortie    | Datum      | Aantal | Schaal (1:x) | Kwaliteit | Opmerking                                                                                  |
|-----------|------------|--------|--------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sortie 1  | 8-4-1941   | ca. 2  | ca. 22.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 2  | 17-6-1941  | ca. 4  | ca. 25.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 3  | 11-4-1942  | ca. 3  | ca. 24.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 4  | 16-8-1944  | ca. 5  | ca. 45.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 5  | 16-8-1944  | ca. 5  | ca. 40.000   | Matig     |                                                                                            |
| Sortie 6  | 16-8-1944  | ca. 2  | ca. 45.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 7  | 16-8-1944  | ca. 2  | ca. 60.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 8  | 19-8-1944  | ca. 1  | ca. 60.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 9  | 6-9-1944   | ca. 2  | ca. 60.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 10 | 12-9-1944  | ca. 4  | ca. 12.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 11 | 13-9-1944  | ca. 4  | ca. 17.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 12 | 19-9-1944  | ca. 1  | ca. 40.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 13 | 5-10-1944  | ca. 2  | ca. 17.000   | Zeer goed | Geen dekking                                                                               |
| Sortie 14 | 6-10-1944  | ca. 7  | ca. 70.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 15 | 6-10-1944  | ca. 5  | ca. 17.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 16 | 28-10-1944 | ca. 4  | ca. 17.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 17 | 7-11-1944  | ca. 23 | ca. 9.000    | Goed      | Relevant t.b.v. bombardement 6-11-1944, maar er bleken geen luchtfoto beschikbaar te zijn. |
| Sortie 18 | 26-11-1944 | ca. 9  | ca. 70.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 19 | 26-11-1944 | ca. 3  | ca. 18.000   | Zeer goed | Niet bruikbaar, bewolking                                                                  |
| Sortie 20 | 26-11-1944 | ca. 3  | ca. 8.000    | Matig     |                                                                                            |
| Sortie 21 | 26-11-1944 | ca. 3  | ca. 8.000    | Matig     | Aangekocht t.b.v. 1-11-1944 en 6-11-1944                                                   |
| Sortie 22 | 26-11-1944 | ca. 1  | ca. 8.000    | Goed      | Geen dekking                                                                               |
| Sortie 23 | 29-11-1944 | ca. 3  | ca. 25.000   | Goed      | Aangekocht t.b.v. 1-11-1944 en 6-11-1944                                                   |
| Sortie 24 | 29-11-1944 | ca. 1  | ca. 13.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 25 | 5-12-1944  | ca. 11 | ca. 7.000    | Goed      | Aangekocht t.b.v. 30-11-1944 en 4-12-1944                                                  |
| Sortie 26 | 11-12-1944 | ca. 2  | ca. 7.000    | Goed      | Aangekocht t.b.v. bombardement 10-12-1944                                                  |
| Sortie 27 | 23-12-1944 | ca. 4  | ca. 25.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 28 | 24-12-1944 | ca. 6  | ca. 70.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 29 | 26-12-1944 | ca. 4  | ca. 11.000   | Goed      | Beschikbaar in archief Expload                                                             |
| Sortie 30 | 1-1-1945   | ca. 4  | ca. 11.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 31 | 1-1-1945   | ca. 6  | ca. 11.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 32 | 5-1-1945   | ca. 3  | ca. 15.000   | Zeer goed | Mogelijk relevant raketbeschieting op 5-01-1945                                            |
| Sortie 33 | 5-1-1945   | ca. 5  | ca. 11.000   | Goed      | Mogelijk relevant raketbeschieting op 5-01-1945                                            |
| Sortie 34 | 14-1-1945  | ca. 8  | ca. 11.000   | Goed      | Aangeleverd bij historisch(e) vooronderzoek(en)                                            |
| Sortie 35 | 22-1-1945  | ca. 7  | ca. 11.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 36 | 3-2-1945   | ca. 2  | ca. 16.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 37 | 22-2-1945  | ca. 3  | ca. 50.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 38 | 1-3-1945   | ca. 2  | ca. 9.000    | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 39 | 2-3-1945   | ca. 15 | ca. 9.000    | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 40 | 2-3-1945   | ca. 4  | ca. 9.000    | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 41 | 14-3-1945  | ca. 5  | ca. 8.000    | Zeer goed | Luchtfoto's van deze datum aangeleverd bij historisch(e) vooronderzoek(en)                 |
| Sortie 42 | 15-3-1945  | ca. 3  | ca. 8.000    | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 43 | 15-3-1945  | ca. 2  | ca. 9.000    | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 44 | 15-3-1945  | ca. 3  | ca. 8.000    | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 45 | 21-3-1945  | ca. 7  | ca. 60.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 46 | 23-3-1945  | ca. 5  | ca. 8.000    | Goed      | Luchtfoto's van deze datum aangeleverd bij historisch(e) vooronderzoek(en)                 |
| Sortie 47 | 23-3-1945  | ca. 5  | ca. 8.000    | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 48 | 16-4-1945  | ca. 7  | ca. 65.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 49 | 19-4-1945  | ca. 5  | ca. 70.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 50 | 12-5-1945  | ca. 4  | ca. 70.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 51 | 9-7-1945   | ca. 5  | ca. 40.000   | Zeer goed |                                                                                            |
| Sortie 52 | 27-8-1945  | ca. 1  | ca. 40.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 53 | 27-8-1945  | ca. 1  | ca. 40.000   | Goed      |                                                                                            |
| Sortie 54 | 28-8-1945  | ca. 8  | ca. 15.000   | Goed      |                                                                                            |

Tabel 2: Beschikbare – geraadpleegde luchtfoto's

### 2.3.1 Procedure aankoop luchtfoto's

Via Dotkadata kunnen luchtfoto's via internet worden ingezien (beperkte weergave) en direct besteld. Foto's worden dezelfde dag aangeleverd.<sup>26</sup> De procedure voor het aankopen van bruikbare luchtfoto via de Luftbilddatenbank is als volgt:

1. Opvragen van een overzicht van de beschikbare luchtfoto's voor een bepaald gebied, tabel 2 is het resultaat<sup>27</sup>;
2. Selecteren mogelijk relevante luchtfoto's;
3. Aanvragen microfilms van mogelijk relevante luchtfoto's om te kunnen beoordelen of de foto's het onderzoeksgebied dekken en van voldoende kwaliteit zijn<sup>28</sup>. In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat luchtfoto's met de kwalificatie goed of zeer goed en een schaal van 1: <20.000 bruikbaar zijn. Foto's genomen vanaf grotere hoogte zijn meestal minder goed bruikbaar om kraters waar te nemen.
4. Aankopen relevante bruikbare luchtfoto's<sup>29</sup>;
5. Foto's positioneren en bestuderen.

De levertijd van foto's bedraagt normaliter tien tot vijftien werkdagen. Tegen meerkosten is spoedbestelling mogelijk, waardoor de levertijd wordt verkort tot vijf werkdagen.<sup>30</sup>

### 2.3.2 Resultaten aanvullend luchtfoto-onderzoek

In overleg met de opdrachtgever is besloten om aanvullend luchtfoto-onderzoek uit te voeren, omdat binnen het onderzoeksgebied het verdachte gebied hierdoor mogelijk beperkt kan worden. De voor dit onderzoek bestudeerde luchtfoto's zijn in tabel 2 gemarkeerd, waarbij onderscheid is gemaakt in aangekochte en aangeleverde luchtfoto's (respectievelijk rode en oranje markering) en een luchtfoto die al beschikbaar was in het archief van Expload (groene markering). De motivatie waarom voor het aanvullend luchtfoto-onderzoek bepaalde microfilms en luchtfoto's zijn aangekocht en geraadpleegd zijn en de bevindingen van het door Expload uitgevoerd aanvullend luchtfoto-onderzoek, is hierna omschreven:

#### *Beschietingen met boordwapens*

Op zowel 28 mei 1944, 17 september 1944, 30 september 1944, 1 oktober 1944 en 6 november 1944 zijn door jachtvliegtuigen beschietingen met boordwapens uitgevoerd, binnen en/of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

Op 28 mei 1944 was er een beschieting gericht op een trein die net voorbij de halte bij Maarsbergen (km. 56.556) stond. Waar de beschieting precies werd uitgevoerd is niet meer te achterhalen, dit kan zowel ten oosten of ten westen van de halte geweest zijn. De kans dat op luchtfoto's de sporen van een beschieting met boordwapens zichtbaar zijn is verwaarloosbaar klein, daarom is mede vanuit kosten efficiëntie besloten om geen luchtfoto's te bestellen die zijn genomen kort voor en kort na de data van deze beschieting. Op basis van het gevonden bronnenmateriaal is het niet mogelijk om naar aanleiding van deze beschieting verdacht gebied af te bakenen.

<sup>26</sup> Kosten per foto € 56

<sup>27</sup> Kosteloos, bij aankoop van luchtfoto's wordt een éénmalige bijdrage van € 350,- in rekening gebracht (zoeksleutel)

<sup>28</sup> Beperkte kosten per sortie € 35 per sortie

<sup>29</sup> Kosten afhankelijk van het aantal bestelde foto's, voor dit onderzoek € 156 per foto, (Eventuele spoedbestelling € 50)

<sup>30</sup> Meerkosten € 50

Expload heeft alleen luchtfoto's bestudeerd die kort voor en na de aanvallen zijn genomen, die aantoonbaar gecombineerd zijn met een bombardement en om de locatie te achterhalen waar meermaals beschietingen met boordwapens op een goederentrein werden uitgevoerd.

Op zowel 17 september 1944, 30 september, 1 oktober 1944 en 6 november 1944 werd door jachtbommenwerpers een goederenterrein staande op het spoorwegemplacement op ongeveer 400 meter van het station in Maarsbergen beschoten. Het spoorwegemplacement lag ten tijde van WOII van circa hm 56.53 tot hm 57.14. Dit betekent dat de trein ongeveer tussen hm 57.02 tot hm 57.13 moet hebben gestaan.

Als eerste zijn de microfilms van sortie 13 van 5 oktober 1944 geraadpleegd. Enerzijds om de locatie te achterhalen waar langere tijd een goederenterrein op het spoorwegemplacement in Maarsbergen heeft gestaan. Anderzijds omdat het de meest recente luchtfoto's zijn die zijn genomen voor de dag dat (volgens het gevonden bronnenmateriaal) het eerste bombardement in de omgeving van het onderzoeksgebied werd uitgevoerd (6 november 1944). Tevens ter verificatie van het gevonden bronnenmateriaal, door te controleren of er op de luchtfoto's van 5 oktober 1944 inderdaad nog geen bomkraters zichtbaar zijn. Sortie 13 bevat echter twee foto's die een gebied net buiten het onderzoeksgebied dekken, waardoor de luchtfoto's voor dit onderzoek niet bruikbaar zijn.

De positie van de goederentrein is wel teruggevonden op luchtfoto's van latere data. Op een luchtfoto van 26 december 1944 is de locatie zelfs gemarkeerd met een rode lijn (zie figuur 8). Een uitsnede uit de luchtfoto, inclusief de gemarkeerde locatie, is afgebeeld als figuur 8.



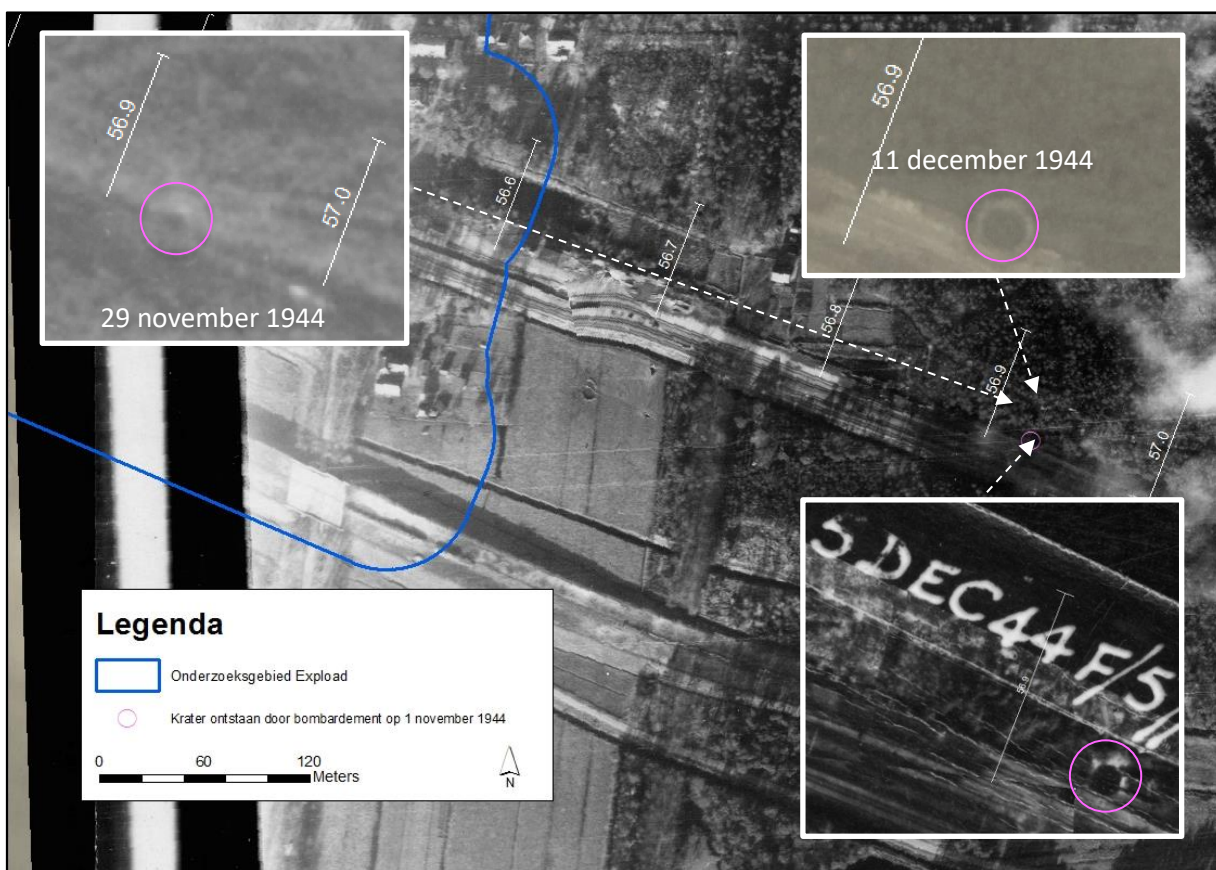
Figuur 8: Locatie goederentrein die meermaals werd beschoten en gebombardeerd (luchtfoto van 26 december 1944).



Na het bestuderen van de verschillende sorties luchtfoto's is duidelijk geworden dat dit de locatie geweest moet zijn waar de goederentrein heeft gestaan, omdat de locatie door de geallieerde luchtmacht uitzonderlijk veel aandacht kreeg en meerdere sorties slechts één luchtfoto van deze locatie bevatten en de trein herhaaldelijk werd aangevallen. Dit betekent dat de goederentrein op het spoorwegemplacement ter hoogte van circa hm 56.9 tot 57.1 heeft gestaan, ruim 300 meter ten oosten van het onderzoeksgebied. Rondom deze locatie is sprake van voor boordwapenmunitie verdacht gebied, maar de kans dat er bij de aanvallen gericht op de goederentrein CE binnen het onderzoeksgebied zijn neergekomen, is verwaarloosbaar klein.

### *Bombardement op 1 november 1944*

Op 1 november 1944 omstreeks 23.00 uur liet een rondcirkelend vliegtuig nabij de goederentrein één bom vallen, die volgens het gevonden bronnenmateriaal geëxplodeerd is. Twee sporen werden daardoor beschadigd en de bomtrechter was circa 1,50 meter diep. Op een luchtfoto van 26 november 1944 is direct naast het spoor ter plaatse van het spoorwegemplacement waar de goederentrein heeft gestaan inderdaad één bomkrater zichtbaar. De bomkrater is zichtbaar gemaakt in figuur 9, verduidelijkt met uitsneden van luchtfoto's van 29 november 1944, 11 november 1944 en 5 december 1944.



Figuur 9: Uitsnede luchtfoto van 11 december 1944

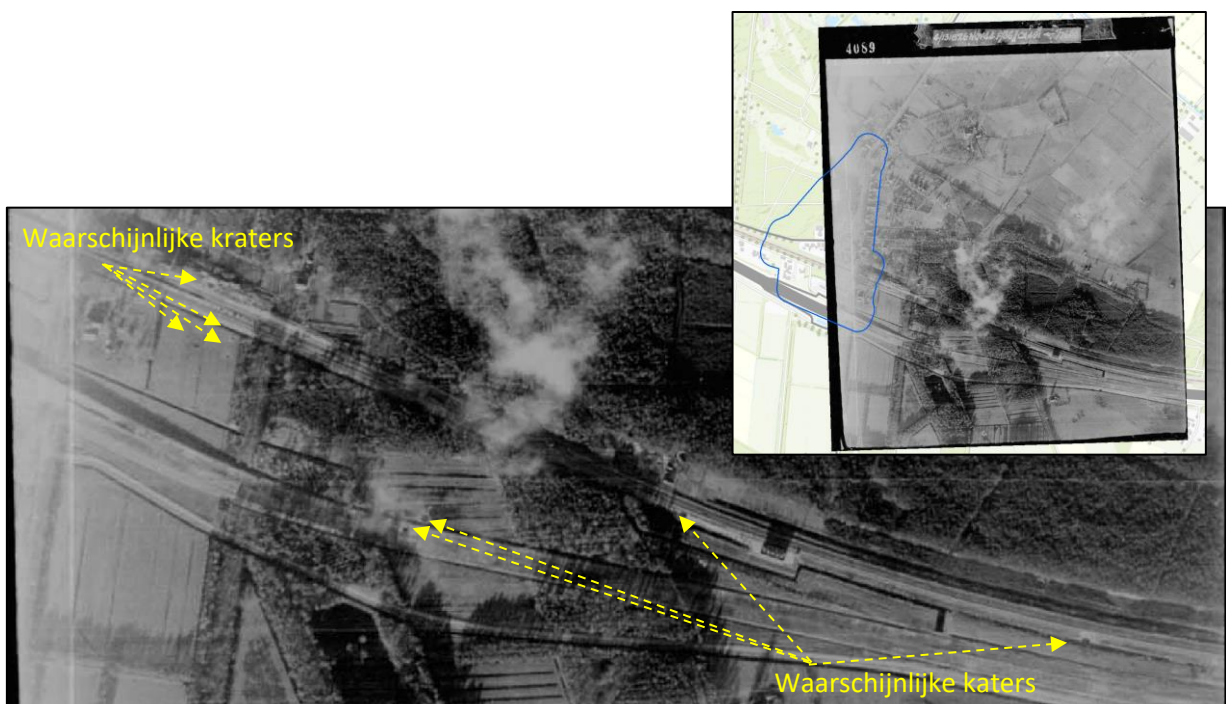
**Conclusie:** Rondom de bomkrater is geen sprake van verdacht gebied, omdat volgens het gevonden bronnenmateriaal sprake was van één bom die geëxplodeerd is.

## *Bombardement op 6 november 1944*

Om te achterhalen waar op 6 november 1944 omstreeks 10.30 uur de vier bommen in de omgeving van het station van Maarsbergen zijn neergekomen en geëxplodeerd (waarvan drie vlakbij het station) en de twaalf bommen die op dezelfde dag omstreeks 14.00 uur ergens op het spoor in Maarsbergen werden afgeworpen neergekomen zijn, zijn eerst de microfilms van sortie 17 van 7 november 1944 opgevraagd. In deze sortie zouden volgens opgave van de Luftbilddatenbank 23 luchtfoto's aanwezig zijn, die één dag nadat de twee bombardementen werden uitgevoerd genomen zijn. Nadat de sortie was aangevraagd bleken er in deze sortie echter geen luchtfoto's aanwezig te zijn. Dit betekent dat er geen bruikbare luchtfoto's beschikbaar zijn die zijn genomen één dag na de bombardementen op 6 november 1944.

De eerstvolgende beschikbare luchtfoto's zijn genomen op 26 november 1944 (meerdere sorties), twintig dagen na de bombardementen. Om de bruikbaarheid van deze foto's te beoordelen zijn eerst de microfilms van sortie 19 opgevraagd, omdat de sortie drie foto's van zeer goede kwaliteit zou bevatten. De foto's van sortie 19 worden echter gekenmerkt door veel bewolking, waardoor ze niet bruikbaar zijn.

Vervolgens zijn de microfilms van sortie 21 van 26 november 1944 opgevraagd. De drie in deze sortie opgenomen luchtfoto's zijn ondanks de aankondiging door de Luftbilddatenbank dat ze van 'matige kwaliteit' zijn van uitstekende kwaliteit, maar dekken alle drie een gebied dat grenst aan de oostkant van het onderzoeksgebied (de locatie waar de goederentrein op het spooremlacement heeft gestaan). Op de microfilms zijn de sporen van de bombardementen op 6 november 1944 al wel duidelijk zichtbaar, maar microfilms kunnen niet gebruikt worden om een volledig schadebeeld te krijgen en kraters waar te nemen, doordat de resolutie hiervoor te laag is. Een uitsnede uit fotonummer 4059 van deze microfilm is afgebeeld als figuur 10, waarbij de op de microfilm zelfs al zichtbare kraters worden aangegeven, evenals de dekking van de betreffende luchtfoto.



Figuur 10: Uitsnede microfilm fotonummer 4059 van sortie 21

Om te beoordelen of er luchtfoto's van dezelfde kwaliteit beschikbaar zijn die het onderzoeksgebied wel volledig dekken, zijn ook de microfilms van de sorties 22 en 23 geraadpleegd. Sortie 22, omdat de foto van dezelfde datum is, van beperkte hoogte genomen is en van goede kwaliteit is. Sortie 23 omdat sortie 22 maar één foto bevat en de luchtfoto's van sortie 23 maar 3 dagen later genomen zijn en deze sortie drie foto's van goede kwaliteit zou bevatten. De luchtfoto's in sortie 23 zijn weliswaar van iets grotere hoogte genomen, maar zijn ook nog eens de meest recente luchtfoto's die kort voor het bombardement op 30 november 1944 genomen zijn.

Nadat de microfilms van sortie 22 aangeleverd waren, bleek deze een foto te bevatten die het gebied bestrijkt ongeveer 400 ten oosten van het onderzoeksgebied. De luchtfoto's uit sortie 23 dekken het onderzoeksgebied wel volledig. Ondanks dat de foto's van grotere hoogte zijn genomen, zijn deze luchtfoto's aangekocht om in combinatie met foto met nummer 4059 uit sortie 21 te bepalen welke van de kraters veroorzaakt zijn door de bombardementen op 1 en/of 6 november 1944 en tevens ter verificatie of er eventueel kraters zichtbaar zijn die op luchtfoto's van latere datum zoals die zijn gebruikt voor het historisch vooronderzoek niet meer zichtbaar zijn en daardoor niet opgemerkt zijn.

Op de luchtfoto van 26 november 1944 is op de spoorbaan nabij het station in Maarsbergen één krater zichtbaar die bij het vooronderzoek niet is waargenomen. De zichtbare kraters bevestigen het neerkomen en exploderen van drie grote bommen in de directe omgeving van het station en tevens het ontstaan van meerdere bomkraters ten zuiden van het station door aanvallen met jachtbommenwerpers. De luchtfoto van 29 november 1944 leverde geen nieuwe informatie op.

Figuur 11 toont een uitsnede uit de luchtfoto's van 26 november 1944, waarbij de zichtbare kraters voor de lezer van dit rapport uitvergroot zijn.







Figuur 11: Uitsnede luchtfoto van 26 november 1944

Na het bestuderen van de luchtfoto's is vastgesteld dat er aan de oostkant van het onderzoeksgebied op of voor 26 november 1944 twaalf bomkraters ontstaan zijn, die met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid zijn ontstaan door de bombardementen op 6 november 1944. De onderlinge kraterafstanden maken duidelijk dat de kraters zijn ontstaan door bommen die met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid werden afgeworpen door jachtbommenwerpers. Alhoewel het bombardement van 6 november 1944 niet in de gebeurtenissenlijst behorende bij het rapport historisch vooronderzoek opgenomen is, blijkt uit de gebeurtenissenlijst dat op 6 november 1944 Spitfire jachtbommenwerpers in het gebied actief waren.

Ook de waargenomen kraterpatronen doen zeer sterk vermoeden dat tenminste zes van de twaalf zichtbare bomkraters zijn ontstaan door bommen die werden afgeworpen door Spitfire jachtbommenwerpers, bewapend met twee bommen met een kaliber van 250 lb. onder de vleugels en één bom met een kaliber van 500 lb. onder de romp. Dit resulteert over het algemeen in een kenmerkend kraterpatroon van twee kleinere en één grote bomkrater op korte onderlinge afstand. De locaties van deze kraters zijn in figuur 11 zichtbaar gemaakt met rode omkadering om de ingezoomde afbeeldingen.

**Noot:** *Opgemerkt dient te worden dat voor het verduidelijken van de waarneming op luchtfoto's, uitsneden uit luchtfoto's van andere data zijn gebruikt om de waarnemingen die met het aanvullend luchtfoto-Onderzoek gedaan zijn voor de lezer van dit rapport beter zichtbaar te maken.*



Waar de resterende bommen die bij de bombardementen op 6 november 1944 zijn afgeworpen neergekomen zijn is niet bekend, maar voor dit onderzoek verder ook niet relevant.

**Conclusie:** Uit een rapport van de commandant van de LBD blijkt dat er op 6 november 1944 omstreeks 10.30 uur door geallieerde vliegtuigen vier bommen werden afgeworpen, waarvan er drie vlakbij het station van Maarsbergen zijn neergekomen en geëxplodeerd. Bij de spoorwegovergang werd één blindganger aangetroffen. Op luchtfoto's van 26 november 1944 zijn ter hoogte van het station welliswaar drie grote bomkraters zichtbaar, maar gezien de onlinge kraterafstand zijn de bommen die de kraters hebben veroorzaakt zeer waarschijnlijk niet door één Spitfire jachtbommenwerper afgeworpen. Rondom het station dient daarom rekening te worden gehouden met de mogelijke aanwezigheid van meer blindgangers. Rondom de typische kraterpatronen veroorzaakt door Spitfirebommenwerpers waarbij sprake is van één grote en twee kleine kraters is geen sprake van verdacht gebied, omdat redelijkerwijs mag worden aangenomen dat bommen die door één Spitfire jachtbommenwerper werden afgeworpen geëxplodeerd zijn.

#### *Bombardement op 30 november 1944*

Op 30 november 1944 tussen 10.30 en 11.30 uur hebben Acht Hawker Typhoons van het No 257 Squadron, 146 WING een bombardement uitgevoerd dat gericht was op de spoorbaan in Maarsbergen. Door de piloten werd genoteerd dat de aanval plaats heeft gevonden in kaartvierkant E.400870, maar hier ligt geen spoor. In totaal wierpen de acht Typhoons zestien bommen met een kaliber van 500 lb. af. Dit betekent dat ieder toestel twee bommen heeft afgeworpen. De piloten claimden vier voltreffers, enkele 'very near-misses' op de spoordijk en twee breuken in het spoor.

Voor zover bekend zijn er geen luchtfoto's beschikbaar om deze aanval afzonderlijk te verifiëren, omdat volgens opgave van de Luftbilddatenbank de meest recente luchtfoto's die na dit bombardement genomen zijn dateren van 5 december 1944, terwijl volgens het gevonden bronnenmateriaal binnen of in de omgeving van het onderzoeksgebied ook op 4 december 1944 een bombardement uitgevoerd werd. Om die reden is de analyse van het bombardement op 30 november 1944 middels luchtfoto-onderzoek gecombineerd met de analyse van het bombardement op 4 december 1944.

#### *Bombardement op 4 december 1944*

Volgens het gevonden bronnenmateriaal bombardeerden op 4 december 1944 tussen 11.38 en 12.44 uur vier Typhoon jachtbommenwerpers de spoorwegovergang tussen Maarn en Maarsbergen met acht brisantbommen met een kaliber van 500 lb. Dit betekent dat ook bij deze aanval ieder toestel bewapend was met twee bommen. Door de piloten werden één voltreffer en twee 'near misses' waargenomen. Volgens rapporten van de RAF werd een spoorwegovergang op kaartcoördinaat E.395870 aangevallen, waardoor zeer waarschijnlijk de spoorwegovergang Woudenbergseweg wordt bedoeld.

Om te verifiëren of er op 30 november 1944 en/of 4 december 1944 bommen ter hoogte van het onderzoeksgebied en de spoorwegovergang neergekomen zijn en zo ja waar, zijn als eerste de microfilms van sortie 25 van 5 december 1944 opgevraagd. In deze sortie is o.a. een luchtfoto beschikbaar die van uitstekende kwaliteit is en het zuidelijke gedeelte van het onderzoeksgebied volledig dekt (fotonummer 2009). Een uitsnede uit de betreffende microfilm is afgebeeld als figuur 12.



Figuur 12: Uitsnede microfilm sortie 25, fotonummer 2009

Op de microfilm (fotonummer 2009) zijn binnen het onderzoeksgebied drie waarschijnlijke kraters zichtbaar op locaties waar met het historisch vooronderzoek ook kraters vastgesteld zijn, echter die niet aan een specifieke aanval of tijdsperiode toebedeeld konden worden. Betreffende kraterlocaties worden verderop in deze paragraaf zichtbaar gemaakt.

In dezelfde sortie is ook een luchtfoto beschikbaar (fotonummer 2010) die van redelijke kwaliteit is en het gebied ten zuidoosten van het onderzoeksgebied dekt. Een uitsnede uit deze luchtfoto van de microfilm en de dekking van de foto zijn is afgebeeld op figuur 13.



Figuur 13: Uitsnede luchtfoto met nummer 2010 van 5 december 1944

Beide foto's zijn aangekocht om te bepalen of en zo ja waar en hoeveel bommen er op 30 november en/of 4 december binnen het onderzoeksgebied zijn ingeslagen. Na het bestuderen van de luchtfoto's is vastgesteld dat er in de periode tussen 29 november 1944 en 5 december 1944 binnen het onderzoeksgebied (op de oprit van de rijksweg in aanleg) drie bomkraters ontstaan zijn, waarvan (gezien de beperkte onderlinge kraterafstand) één duidelijk kraterpaar. De op de luchtfoto van 5 december 1944 zichtbare kraters zijn afgebeeld als figuur 14.



Figuur 14: Uitsnede luchtfoto 5 december 1944

**Conclusie:** Rondom de enkele krater is sprake van verdacht gebied, omdat de toestellen die de aanvallen op 30 november 1944 en 4 december 1944 uitvoerden bewapend waren met twee bommen, waardoor het waarschijnlijk is dat er in de nabijheid van de enkele krater sprake is van één blindganger. Redelijkerwijs mag worden aangenomen dat de twee dicht bij elkaar gelegen kraters veroorzaakt zijn door een bomafwerp van één toestel (kraterpaar) en beide bommen geëxplodeerd zijn, waardoor rondom deze kraters geen sprake is van verdacht gebied.

#### *Bombardement 10 december 1944*

Op 10 december 1944 tussen 12.20 en 16.09 uur hebben vier Supermarine Spitfires jachtbommenwerper een gewapende verkenning uitgevoerd, waarbij een duikbombardement werd uitgevoerd gericht op de spoorlijn in kaartvierkant E.4087 en acht bommen met een kaliber van 250 lb. werden afgeworpen. Dit betekent dat ook bij deze aanval ieder toestel bewapend was met twee bommen. Door de piloten werd één voltreffer waargenomen.



Via Dotkadata is een luchtfoto van 11 december 1944 aangekocht <sup>31</sup>. De foto dekt nagenoeg het gehele onderzoeksgebied en een groot gebied aan de oostkant hiervan. De foto is van matige kwaliteit en is daardoor voornamelijk gebruikt om te bepalen of het spoor binnen het onderzoeksgebied werd aangevallen. Het onderzoeksgebied is op de foto deels bedekt onder lichte bewolking, waardoor individuele kraters moeilijk zichtbaar zijn. Binnen het onderzoeksgebied is aan het spoor geen schade zichtbaar of sprake van herstelde schade, terwijl de piloten claimde één voltreffer te hebben waargenomen. Redelijkerwijs mag worden aangenomen dat op een luchtfoto die één dag na het bombardement genomen werd, schade aan het spoor of herstelde schade zichtbaar is. De situatie t.o.v. van de luchtfoto van 4 december 1944 lijkt echter onveranderd. Een uitsnede uit de luchtfoto van 11 december 1944 is afgebeeld als figuur 15.



Figuur 15: Uitsnede luchtfoto van 11 december 1944

**Conclusie:** Voor zover beoordeeld kan worden zijn bij het bombardement van 10 december 1944 geen bommen binnen of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied neergekomen, maar opgemerkt dient te worden dat het gebied ter hoogte van de oprit van de rijksweg in aanleg ten tijde van het nemen van de foto verscholen lag onder lichte bewolking, waardoor individuele kraters over het hoofd gezien kunnen worden. Waar de bommen bij de aanval op 10 december 1944 wel zijn neergekomen is niet bekend en voor dit onderzoek verder niet relevant.

<sup>31</sup> Sortienummer R4/1408, Vlucht 247, run 05, fotonummer 4048, Dotka ID code 137390

Omdat de luchtfoto van 11 december 1944 van matige kwaliteit is heeft Expload ter verificatie van het bombardement op 10 december 1944 ook een luchtfoto van 26 december 1944 geraadpleegd. Deze foto is van uitstekende kwaliteit en dekt het onderzoeksgebied volledig, inclusief een ruim gebied daaromheen. Op de foto zijn ter hoogte van de oprit van de rijksweg in aanleg twee (nieuwe) kraters zichtbaar. De kraters worden weergegeven in figuur 16. Omdat de kraters lastig te herkennen zijn, worden ze verduidelijkt met uitsneden uit een luchtfoto van 14 januari 1945.



Figuur 16: Uitsnede luchtfoto 26 december 1944

**Conclusie:** Met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid heeft op 10 december 1944 één van de vier Supermarine Spitfires die bewapend waren met twee bommen en duikbombardementen uitvoerden, bommen binnen het onderzoeksgebied afgeworpen. Waar de overige toestellen hun bommen hebben neergeworpen is niet bekend en voor dit onderzoek niet relevant. Omdat er twee kraters zichtbaar zijn die gezien de beperkte onderlinge afstand door één toestel zijn afgeworpen en beide bommen geëxplodeerd zijn, is er rondom de twee kraters geen sprake van verdacht gebied. Het is namelijk hoogst onwaarschijnlijk dat bij de duikbombardementen op 10 december 1944 zes blindgangers neergekomen zijn.

#### *Raketbeschieting op 5 januari 1945*

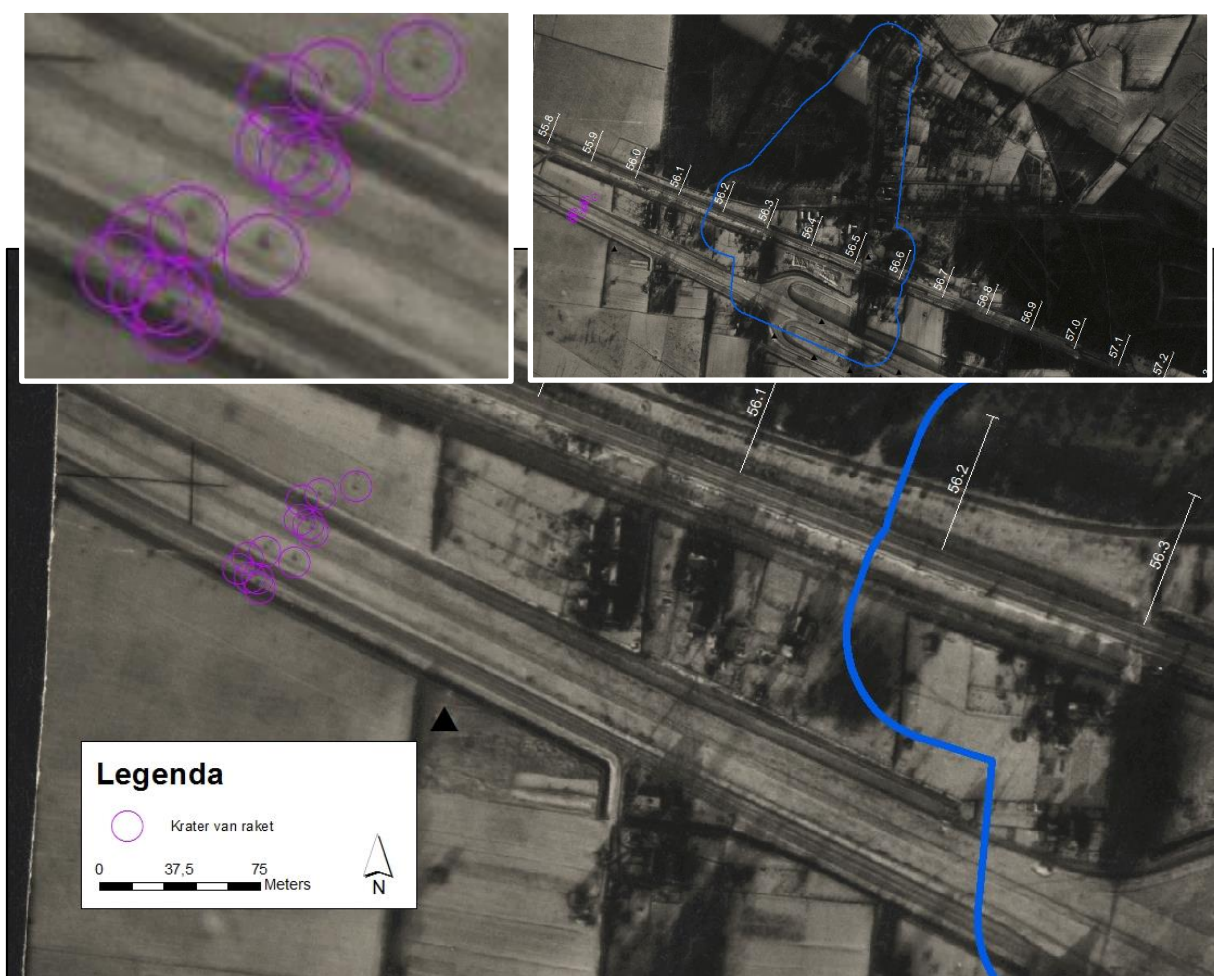
Volgens het gevonden bronnenmateriaal hebben acht Typhoon jachtbommenwerpers op 5 januari 1945 tussen 14.10 en 15.25 uur het spoor bij Maarsbergen binnen de kaartvierkanten E. 435863 en E.400870 beschoten met 64 luchtgronddoelraketten. Hoeveel raketten per kaartvierkant werden afgevuurd is niet bekend. Het gevonden bronnenmateriaal vermeld: *De spoorlijn werd geraakt en aan beide kanten afgesneden*. Een andere bron meldt dat geen enkele raket doel trof en er een huis werd verwoest.



Om de aanval te verifiëren zijn in eerste instantie de microfilm van sortie 32 van 5 januari 1945 bestudeerd, maar de luchtfoto's van deze sortie bleken van matige kwaliteit. Vervolgens is de door de opdrachtgever aangeleverde luchtfoto van 14 januari 1945 opnieuw bestudeerd <sup>32</sup>.

De luchtfoto werd genomen negen dagen na de aanval, is van uitstekende kwaliteit en dekt het onderzoeksgebied volledig, evenals de directe omgeving hiervan. Op de foto is te zien dat op ruim 150 meter ten westen van het onderzoeksgebied meerdere raketten ingeslagen zijn. Dit is vastgesteld doordat de kraters op de luchtfoto van 26 december 1944 nog niet aanwezig zijn en dus zijn ontstaan in de periode tussen 26 december 1944 en 14 januari 1945. Ook de diameters voldoen aan de afmetingen zoals je die verwacht van een raketbeschieting (circa 3 meter).

**Conclusie:** Rondom het ingeslagen gebied is sprake van verdacht gebied, maar doordat dit gebied op ruime afstand van het onderzoeksgebied ligt is dit voor dit onderzoek verder niet relevant. Binnen het onderzoeksgebied zijn geen sporen van een raketbeschieting zichtbaar, zowel geen kraters of schade die zijn ontstaan in de periode van de beschieting. Uitsneden uit de luchtfoto van 14 januari 1945 worden weergegeven als figuur 17.



Figuur 17: Door raketbeschieting op 5 januari 1945 getroffen gebied

<sup>32</sup> Fotonummer 4089



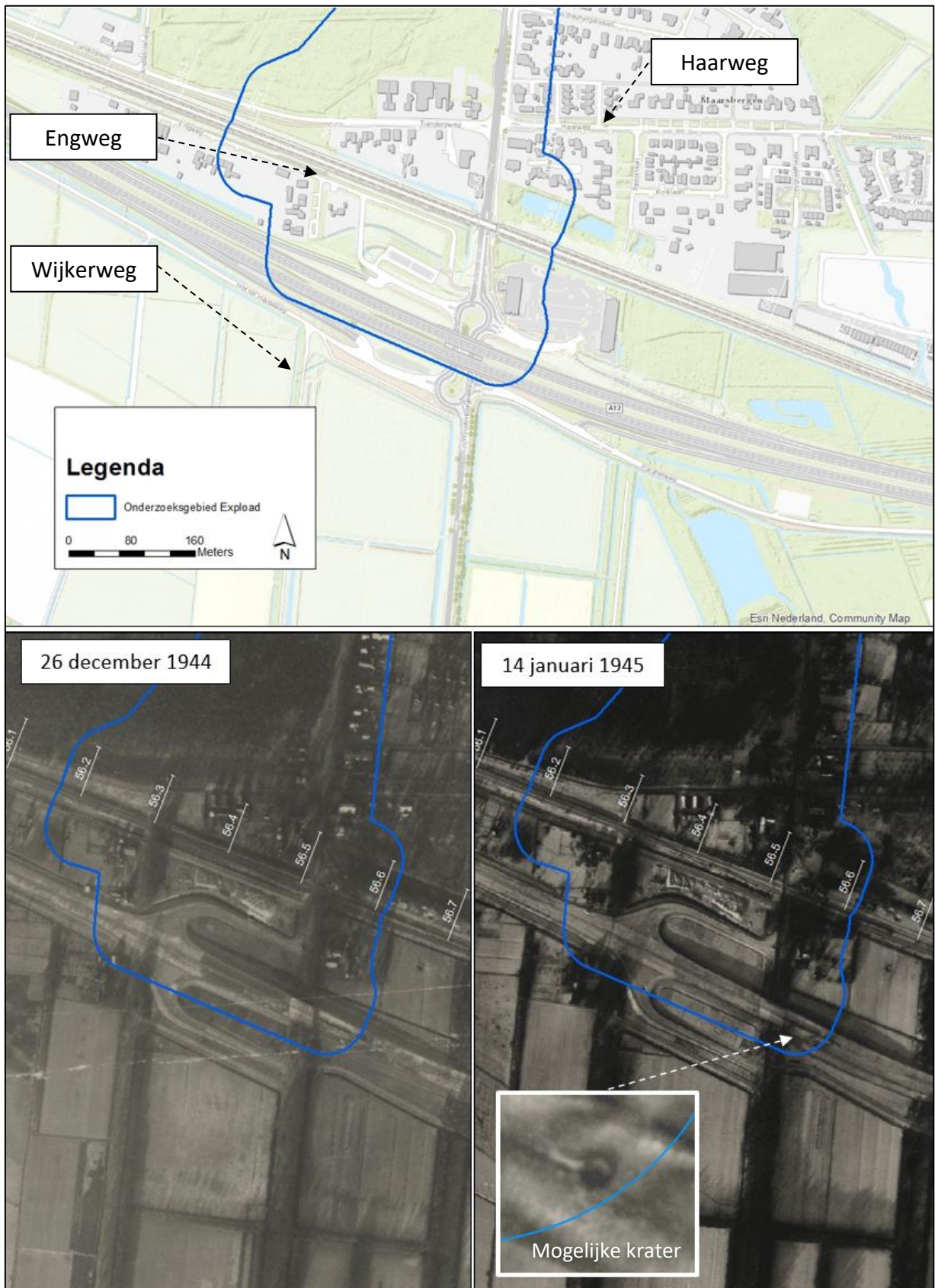
*Bombardement op 5 januari 1945*

Het bronnenmateriaal vermeldt dat vier à vijf Engelse jagers op 5 januari 1945 omstreeks 14.45 uur een aanval hebben uitgevoerd op het spoor bij Maarsbergen. De vliegtuigen kwamen uit westelijke richting en lieten hun bommen vallen ter hoogte van de Engweg, hoek Wijkerweg. Op de Wijkerweg zouden vier bommen terechtgekomen zijn, waaronder één blindganger. Ook zouden bommen gevallen zijn aan het einde van de Haarweg, ten oosten van de spoorlijn. Ook hier was vermoedelijk sprake van één blindganger, maar het aantal en kaliber(s) bommen dat aan het einde van de Haarweg werd afgeworpen is niet achterhaald.

Genoemde locaties liggen allemaal binnen en/of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied, maar op de luchtfoto van 14 januari 1945 die van uitstekende kwaliteit is en maar negen dagen na de aanval werd genomen, zijn geen sporen van de aanval zichtbaar. Op de luchtfoto is één mogelijke krater zichtbaar en de eerder benoemde bomkraters die aantoonbaar op eerdere data zijn ontstaan. Door de korte periode tussen het bombardement en het nemen van de luchtfoto's mag redelijkerwijs worden aangenomen dat op luchtfoto's die maar negen dagen na de aanval zijn genomen de sporen van een bombardement zichtbaar moeten zijn, hiervan is echter geen sprake.

In figuur 18 zijn de genoemde locaties weergegeven en uitsneden uit luchtfoto's ter hoogte van het onderzoeksgebied van zowel 26 december 1944 en 14 januari 1945 naast elkaar afgebeeld.





Figuur 18: Vergelijk luchtfoto's van 26 december 1944 en 14 januari 1945

Op basis de vergelijking van luchtfoto's van 26 december 1944 en 14 januari 1945 concludeert Expload dat er bij het bombardement op 5 januari mogelijk één brisantbom binnen het onderzoeksgebied geëxplodeerd is. Rondom de waargenomen mogelijke krater is sprake van verdacht gebied, omdat de aanwezigheid van een blindganger die ingeval van een krater door hetzelfde toestel werd afgeworpen niet uitgesloten kan worden. Waar de andere bommen op de Wijkerweg en aan het einde van de Haarweg ten oosten van de spoorlijn zijn neergekomen is niet achterhaald. De Wijkerweg is een lange weg die door doorloopt in zuidelijke richting. Met de locatieaanduiding 'de Haarweg ten oosten van de spoorlijn' wordt kennelijk een gebied op ruime afstand van het onderzoeksgebied bedoeld.

### Overige waarnemingen

Door de luchtfoto van 14 januari 1945 te vergelijken met de luchtfoto's van 15 maart 1945 die door de opdrachtgever voor dit onderzoek zijn aangeleverd, is vastgesteld dat in de periode van 14 januari 1945 tot 15 maart 1945 op de spoorbaan tussen hm 56.7 en 56.8 drie bommen geëxplodeerd zijn. Dit wordt opgemaakt uit de schade die aan het spoor was ontstaan en vrij snel hersteld werd. Op luchtfoto's zijn herstellingen aan het spoor zichtbaar als witte sporen, veroorzaakt door het oplichten van geroerde grond tijdens het nemen van de luchtfoto's door flitslicht. De op de luchtfoto's waargenomen herstelwerkzaamheden aan het spoor zijn in figuur 19 zichtbaar gemaakt, waarop de luchtfoto's van 15 maart 1945 en 14 januari 1945 boven elkaar afgebeeld zijn.

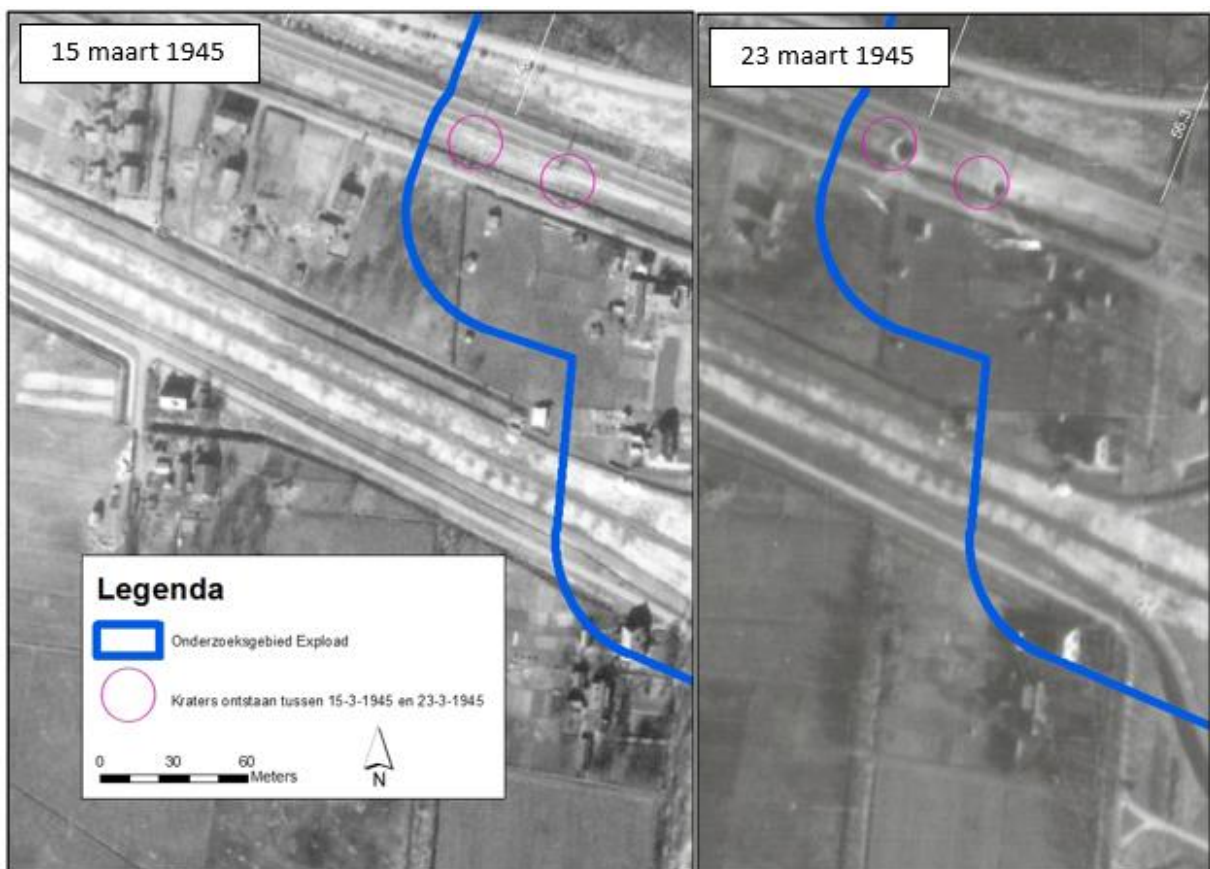


Figuur 19: Vergelijk luchtfoto's van 14 januari 1945 en 15 maart 1945



Met de voor de historische vooronderzoeken uitgevoerde literatuur- en archiefonderzoeken zijn geen indicaties gevonden van bombardementen in deze periode in de omgeving van Maarsbergen. Het patroon van de herstelde schade doet opnieuw zeer sterk vermoeden dat het om een bombardement door één Spitfire jachtbommenwerper gaat die waarschijnlijk een gelegenheidsdoel heeft aangevallen. Het kwam tijdens WOII vaker voor dat jachtvliegtuigen gelegenheidsdoelen aanvielen, waarvan in de verslagen van de RAF geen melding werd gemaakt. Op basis van de onderlinge afstanden van de herstellingen aan het spoor (16 tot 21 meter) is geconcludeerd dat de drie oorspronkelijke kraters met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid zijn ontstaan door drie bommen die door één Spitfire jachtbommenwerper werden afgeworpen. De kraters vormen hierdoor geen aanleiding om verdacht gebied af te bakenen. In paragraaf 2.4 gaan wij hier nader op in. Daarbij komt dat de bommen die de schade aan het spoor hebben veroorzaakt op te grote afstand van het onderzoeksgebied neerkwamen om voor dit onderzoek van invloed te zijn.

Vervolgens heeft Expload de luchtfoto's van 15 maart 1945 en 23 maart 1945 die bij het historisch vooronderzoek zijn gebruikt en door de opdrachtgever voor dit onderzoek aangeleverd, opnieuw bestudeerd. Door de foto's onderling te vergelijken is vastgesteld dat er in de periode tussen 15 maart 1945 en 23 maart 1945 in het onderzoeksgebied twee nieuwe kraters ontstaan zijn, terwijl er bij de voor de historische vooronderzoeken uitgevoerde literatuur- en archiefonderzoeken geen informatie is gevonden die een aanval in deze periode bevestigt. In figuur 20 is de vergelijking zichtbaar gemaakt en zij de twee nieuw ontstane kraters gemarkeerd.



Figuur 20: : Vergelijk luchtfoto's van 15 maart 1945 en 23 maart 1945

Ook op circa 200 meter ten zuidoosten van het onderzoeksgebied zijn in dezelfde periode twee nieuwe kraters ontstaan (zie figuur 21).



Figuur 21: Vergelijk luchtfoto's van 15 maart 1945 en 23 maart 1945

Volgens het gevonden bronnenmateriaal zijn er in de periode dat de vier bomkraters zijn ontstaan door de RAF vier bombardementsvluchten uitgevoerd met zowel Spitfire en Typhoon jachtbommenwerpers, maar allemaal gericht op doelen in Veenendaal. Dit is op ruime afstand van het onderzoeksgebied. Een uitsnede uit de gebeurtenissenlijst behorende bij het rapport Vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018 is afgebeeld als figuur 22.

|                  |      |   |    |      |       |       |                 |                        |        |          |                   |                       |   |               |                       |      |      |      |            |                                |
|------------------|------|---|----|------|-------|-------|-----------------|------------------------|--------|----------|-------------------|-----------------------|---|---------------|-----------------------|------|------|------|------------|--------------------------------|
| Duikbombardement | 1945 | 3 | 15 | onb. | 13:31 | 17:40 | ROYAL AIR FORCE | 2nd Tactical Air Force | No 340 | 145 WING | jachtbommenwerper | Supermarine Spitfires | 4 | Afwerpmunitie | onbekend              | onb. | onb. | onb. | Veenendaal | Scherpenzeelseweg              |
| Duikbombardement | 1945 | 3 | 19 | onb. | 08:40 | 09:35 | ROYAL AIR FORCE | 2nd Tactical Air Force | No 317 | 131 WING | jachtbommenwerper | Supermarine Spitfires | 4 | Afwerpmunitie | 4 x 500 en 6 x 250 lb | 10   | onb. | onb. | Veenendaal | Spookruising Overberg/De Groep |
| Duikbombardement | 1945 | 3 | 21 | onb. | 08:00 | 09:00 | ROYAL AIR FORCE | 2nd Tactical Air Force | No 308 | 131 WING | jachtbommenwerper | Supermarine Spitfires | 4 | Afwerpmunitie | 4x 500 en 6 x 250 lb  | 12   | onb. | onb. | Veenendaal | Spookruising Overberg/De Groep |
| Duikbombardement | 1945 | 3 | 22 | onb. | 11:00 | 14:47 | ROYAL AIR FORCE | 2nd Tactical Air Force | No 197 | 146 WING | jachtbommenwerper | Hawker Typhoon        | 7 | Afwerpmunitie | 500 lb                | 14   | onb. | onb. | Veenendaal | Spookruising Overberg/De Groep |

Figuur 22: Uitsnede gebeurtenissenlijst behorende bij rapport met documentcode BB17-174-02, d.d. 20-3-2018

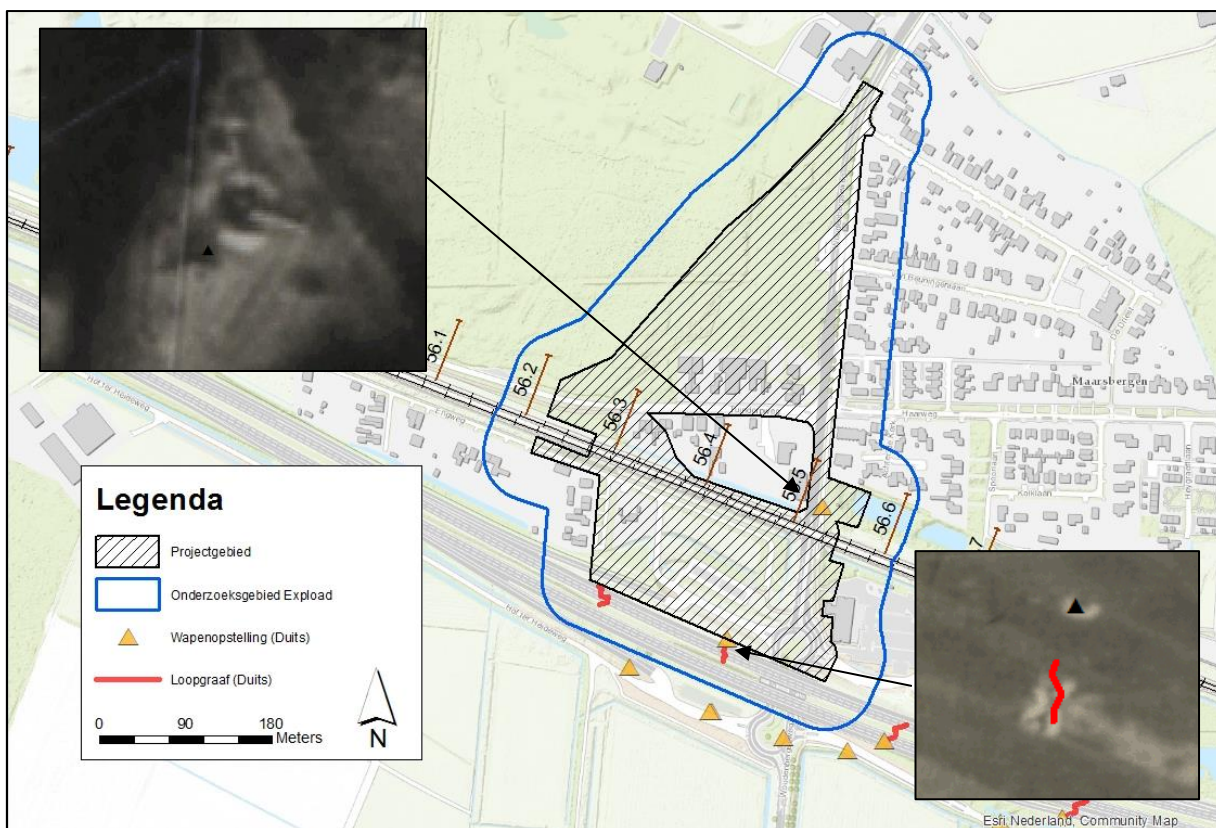


**Conclusie:** Het is niet bekend wanneer de vier bomkraters zijn ontstaan, door welk type toestel de bommen die de kraters hebben veroorzaakt werden afgeworpen en hoeveel bommen werden afgeworpen. De kraters binnen het onderzoeksgebied hebben niet dezelfde kraterdiameter, waardoor er waarschijnlijk sprake was van het exploderen van een brisantbom met een kaliber van zowel 250 lb. en 500 lb. Dit doet sterk vermoeden dat de bommen zijn afgeworpen door een Spitfire Jachtbommenwerper, mede omdat dergelijke toestellen in die periode in de omgeving actief waren (zie figuur 22). Dit betekent dat er rondom de kraters rekening gehouden dient te worden met een mogelijk blindganger. Een Spitfire jachtbommenwerper kon namelijk twee bommen met een kaliber van 250 lb. onder de vleugels vervoeren en één bom met een kaliber van 500 lb. onder de romp.

### *Wapen en geschutopstelling*

Met het luchtfoto-onderzoek dat voor het vooronderzoek CE is uitgevoerd zijn op luchtfoto's meerdere loopgraven en Duitse wapenopstellingen waargenomen, zowel binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied. Conform de richtlijnen voor het afbakenen van verdachte gebieden zoals omschreven in bijlage 3 van het WSCS-OCE dienen deze primair als verdacht te worden afgebakend <sup>33</sup>, omdat de ervaring leert dat hierin soms CE achtergebleven of gedumpt kan zijn.

De ligging van voormalige loopgraven en wapenopstellingen wordt weergegeven in figuur 23. Verder is te zien dat de wapenopstelling binnen het onderzoeksgebied een stelling betreft die op het maaiveld was aangelegd. Dit is herkenbaar aan de opgerichte zandwal.



Figuur 23: Ligging voormalige loopgraven en wapenopstellingen

<sup>33</sup> Loopgraven binnen de contouren van de loopgraaf, wapenopstellingen de locatie van de wapenopstelling



De afbakening van deze (primair) als verdacht aangemerkte gebieden is na het bestuderen van de luchtfoto's van de voor dit onderzoek relevante verdedigingswerken 1 op 1 overgenomen, behalve de verticale afbakening. In paragraaf 2.5 gaan wij hier nader op in.

### 2.3.3 Samenvattend conclusies aanvullend luchtfoto-onderzoek

Op basis van het geraadpleegde bronnenmateriaal is vastgesteld dat er in 1944 en 1945 in de directe omgeving van het onderzoeksgebied meerdere beschietingen met boordwapens hebben plaatsgevonden, waarvan het merendeel gericht was op een goederentrein die opgesteld stond op het spoorwegemplacement in de omgeving van station Maarsbergen. Middels aanvullend luchtfoto-onderzoek is vastgesteld dat de goederentrein ter hoogte van hm 56.9 tot 57.1 heeft gestaan, ruim 300 meter ten oosten van het onderzoeksgebied. Het is niet te verwachten dat er bij de beschietingen boordwapenmunitie binnen het onderzoeksgebied terechtgekomen is. Ook andere beschietingen met boordwapenmunitie zijn niet naar het onderzoeksgebied te herleiden, waardoor er n.a.v. beschietingen met boordwapens conform de richtlijnen voor het afbakenen van verdachte gebieden zoals omschreven in het WSCS-OCE geen reden is om binnen het onderzoeksgebied verdacht gebied af te bakenen.

Binnen het onderzoeksgebied is ook geen sprake van verdacht gebied naar aanleiding van beschietingen met luchtgronddoelraketten op 5 januari 1945, omdat door het bestuderen van luchtfoto's van 14 januari 1945 is vastgesteld dat de 64 raketten die werden afgeschoten bij de voor zover bekend enige raketbeschietingen die in de omgeving van het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden allemaal op ruime afstand van het onderzoeksgebied zijn ingeslagen.

Wel zijn er in 1944 en 1945 meerdere bombardementen uitgevoerd die aanleiding vormen om bepaalde gebieden binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied als primair verdacht aan te merken. Luchtfoto-onderzoek bevestigt namelijk dat zowel binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied meerdere bommen zijn neergekomen.

Na het bestuderen van luchtfoto's van zowel 26 november 1944 en 29 november 1944 is vastgesteld dat er ter hoogte van het station in Maarsbergen en verder in (zuid)oostelijke richting van het onderzoeksgebied op of voor 26 november 1944 twaalf kraters zijn ontstaan, waarvan er één met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid is ontstaan op 1 november 1944 en de resterende elf door de twee bombardementen op 6 november 1944, waarbij in totaal zestien bommen werden afgeworpen. De onderlinge kraterafstanden maken duidelijk dat de kraters zijn ontstaan door bommen die werden afgeworpen door meerdere jachtbommenwerpers. De kraterpatronen doen sterk vermoeden dat de kraters zijn ontstaan door bommen die werden afgeworpen door Spitfire jachtbommenwerpers die bewapend waren met twee bommen met een kaliber van 250 lb. onder de vleugels en één bom met een kaliber van 500 lb. onder de romp. Waar de resterende bommen bij de bombardementen zijn neergekomen is niet bekend, maar voor dit onderzoek verder ook niet relevant.

Omdat uit een rapport van de commandant van de LBD blijkt dat er op 6 november 1944 omstreeks 10.30 uur door geallieerde vliegtuigen vier bommen werden afgeworpen, waarvan er drie vlakbij het station van Maarsbergen zijn neergekomen en geëxplodeerd, ter hoogte van het station welliswaar drie grote bomkraters zichtbaar zijn die zeer waarschijnlijk niet door één Spitfire zijn afgeworpen en er na de bombardementen op 6 november 1944 bij de spoorwegovergang op korte afstand van het station één blindganger werd aangetroffen, dient rondom het station rekening te worden gehouden

met de mogelijke aanwezigheid van wellicht meer blindgangers. Rondom de typische kraterpatronen veroorzaakt door één Spitfirebommenwerper waarbij sprake is van één grote en twee kleine kraters is geen sprake van verdacht gebied, omdat redelijkerwijs mag worden aangenomen dat alle afgeworpen bommen geëxplodeerd zijn.

Na het bestuderen van luchtfoto's van 5 december 1944 is vastgesteld dat bij tenminste één van de bombardementen van 30 november 1944 of 4 december 1944 binnen het onderzoeksgebied drie bommen zijn neergekomen en geëxplodeerd, getuige het ontstaan van drie kraters waarvan er twee worden getypeerd als kraterpaar. Rondom de enkele krater is sprake van verdacht gebied, omdat de toestellen die deze aanvallen uitvoerden bewapend waren met twee bommen, waardoor het waarschijnlijk is dat er in de nabijheid van de enkele krater sprake van één blindganger is. Redelijkerwijs mag worden aangenomen dat de twee dicht bij elkaar gelegen kraters zijn veroorzaakt door een bomafworp van één toestel (kraterpaar) en dus beide bommen geëxplodeerd zijn.

Met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid heeft op 10 december 1944 één van de vier Spitfires die bewapend waren met twee bommen en duikbombardementen uitvoerden, zijn bommen binnen het onderzoeksgebied afgeworpen. Omdat er twee kraters zichtbaar zijn die gezien de beperkte onderlinge afstand door één toestel zijn afgeworpen en beide bommen geëxplodeerd zijn, is er geen sprake van verdacht gebied.

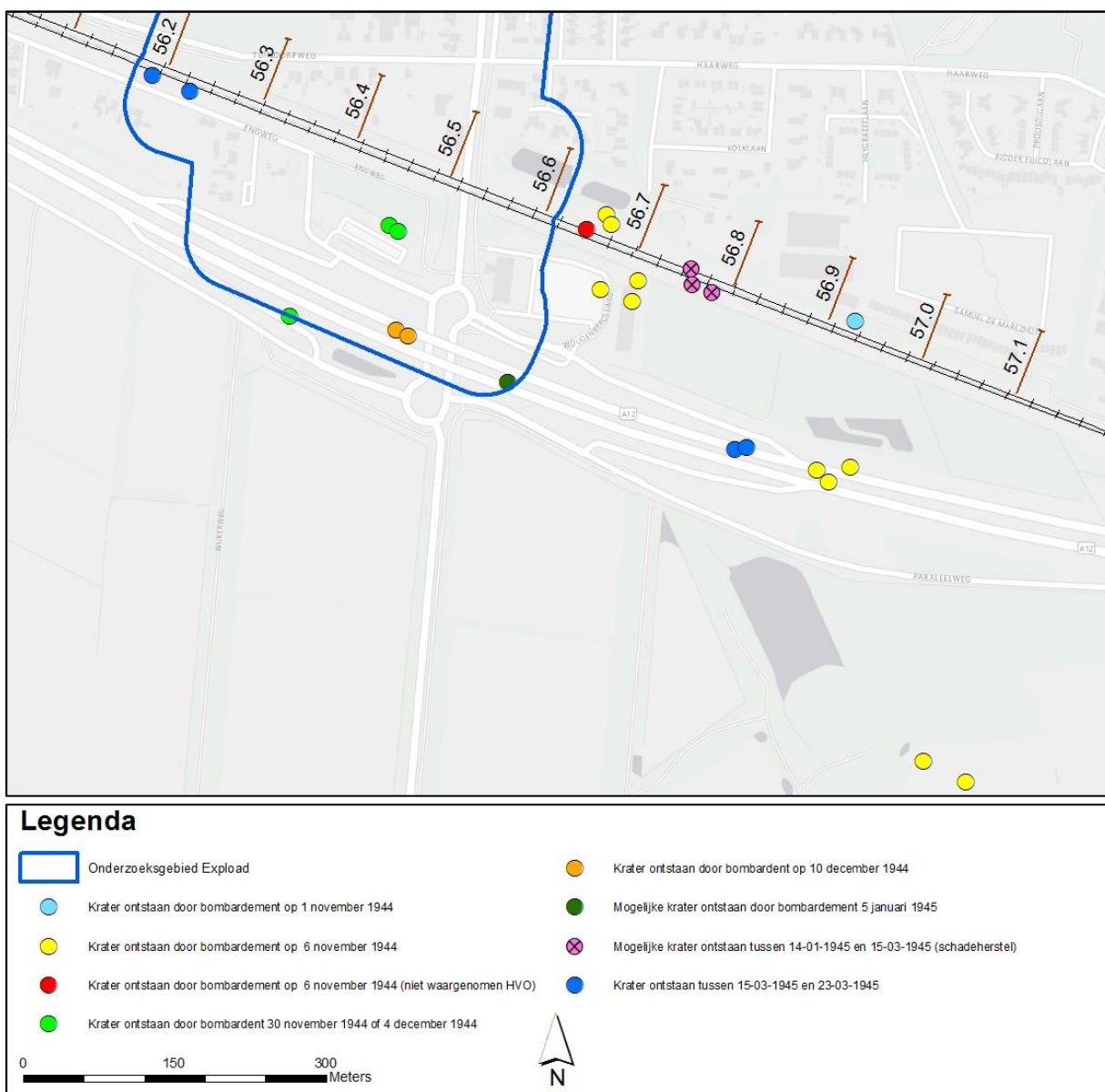
Het gevonden bronnenmateriaal vermeldt dat op 5 januari 1945 omstreeks 14.45 uur vier à vijf Engelse jagers uit westelijke richting kwamen en hun bommen lieten vallen ter hoogte van de Engweg, hoek Wijkerweg en aan het einde van de Haarweg ten oosten van de spoorlijn. Op de Wijkerweg zouden vier bommen neergekomen zijn, waaronder één blindganger. Aan het einde van de Haarweg ten oosten van de spoorlijn zouden ook bommen zijn neergekomen en was vermoedelijk sprake van één blindganger. Het aanvullend luchtfoto-onderzoek toont echter aan dat de bommen zeer waarschijnlijk op een andere locatie neergekomen zijn, omdat op luchtfoto's die van uitstekende kwaliteit zijn en maar negen dagen na het betreffende bombardement zijn genomen, geen sporen van het bombardement zichtbaar zijn. In de zuidoosthoek van het onderzoeksgebied is één verstoring zichtbaar die mogelijk een krater betreft. Omdat het bronnenmateriaal duidelijk naar dit gebied verwijst dient rondom deze verstoring rekening te worden gehouden met mogelijke aanwezigheid van een blindganger.

Door een luchtfoto van 14 januari 1945 te vergelijken met luchtfoto's van 15 maart 1945 is vastgesteld dat in de periode van 14 januari 1945 tot 15 maart 1945 op de spoorbaan tussen hm 56.7 en 56.8 drie bommen geëxplodeerd zijn. Dit wordt opgemaakt uit de schade die aan het spoor was ontstaan en vrij snel daarna hersteld werd. Uitgangspunt is dat de drie kraters zijn ontstaan door afworp van één Spitfire jachtbommenwerper en alle bommen geëxplodeerd zijn. De getroffen locaties liggen op ruime afstand van het onderzoeksgebied, waardoor deze indicatie voor dit onderzoek verder niet relevant is.

Door luchtfoto's van 15 maart 1945 en 23 maart 1945 onderling te vergelijken is vastgesteld dat er in de periode tussen 15 en 23 maart 1945 zowel binnen het onderzoeksgebied en op circa 200 meter ten zuidoosten van het onderzoeksgebied twee nieuwe kraters ontstaan zijn, terwijl er bij de voor de historische vooronderzoeken uitgevoerde literatuur- en archiefonderzoeken geen informatie is gevonden die een aanval in deze periode bevestigt. Hierdoor is niet bekend hoeveel bommen er werden afgeworpen, waardoor de aanwezigheid van eventuele blindgangers niet uitgesloten kan worden.

In die periode werden in de wijde omgeving bombardementen uitgevoerd door zowel Thyphoon en Spitfire jachtbommenwerpers. Omdat de twee kraters die binnen het onderzoeksgebied zichtbaar zijn duidelijk niet dezelfde kraterdiameter hebben, is het meest waarschijnlijke scenario dat de bommen werden afgeworpen door een Spitfire jachtbommenwerper. Dit betekent dat rondom de twee kraters een eventuele derde bom neergekomen kan zijn, een brisantbom met een kaliber van 250 lb. die als blindganger is achtergebleven. Deze conclusie is gebaseerd op de maximale bommenlast van een Spitfire jachtbommenwerper.

Door het uitvoeren van aanvullend luchtfoto-onderzoek kunnen kraters nu aan een specifieke aanval of een tijdsperiode worden gekoppeld. Een overzicht van de onderzoekresultaten wordt weergegeven in figuur 24.



Figuur 24: Overzicht bomkraters met periode van ontstaan



## 2.4 HORIZONTALE AFBAKENING PRIMAIR VERDACHT GEBIED

### Conclusie historisch vooronderzoek

Op basis van de met de historische vooronderzoeken gevonden indicaties en de geraadpleegde luchtfoto's heeft BEOBOM met betrekking tot het onderzoeksgebied de volgende conclusie getrokken:

*Volgens de bronnen was de spoorlijn ter hoogte van Maarsbergen het doelwit van meerdere bombardementen. **De spoorlijn dient daarom beschouwd te worden als line targets.** Conform het WSCS-OCE wordt een risicostraal van 91 meter genomen vanuit het hart van de spoorlijn. Verder wordt er rekening gehouden met een luchtfotocorrectie en een horizontale verplaatsing van CE. Derhalve is het gebied als volgt afgebakend: 91 meter (WSCS-OCE) + 10 meter (luchtfotocorrectie) + 8 meter <sup>34</sup> (maximale horizontale verplaatsing) = 109 meter vanuit het hart van de spoorlijn.*

*Enkele waargenomen kraters liggen op enige afstand van de spoorlijn en vallen daarmee buiten de buffer van 109 meter vanuit het hart van de spoorlijn. **Om te voorkomen dat hier ten onrechte gebieden als onverdacht worden beschouwd, is conform het WSCS-OCE gekeken naar duidelijke opeenvolgende kraters.** De grootste van deze afstanden is vervolgens rond de 'losse' kraters genomen. In het geval van voorliggend projectgebied is het lastig gebleken om patronen te ontwaren in de spreiding van de losse bominslagen. Twee bomkraters op het luchtfotomateriaal van 23 maart 1945 lijken echter afkomstig te zijn van hetzelfde bombardement. Deze kraters liggen op 46 meter afstand van elkaar. Dit leidt vervolgens tot een buffer van 46 meter (kraterafstand) + 10 meter (luchtfotocorrectie) + 8 meter (maximale ondergrondse horizontale verplaatsing) = 64 meter.*

Het door BEOBOM als verdacht aangemerkt gebied wordt weergegeven in figuur 25.



Figuur 25: Conclusie BEOBOM

<sup>34</sup> Meijer, A., Offset vliegtuigbommen versie 9, p. 1.

## *Conclusie Expload*

Door het uitvoeren van aanvullend luchtfoto-onderzoek kunnen de individuele kraters nu aan een bepaald bombardement en/of tijdsperiode worden toebedeeld (zie figuur 24). Hiermee is aangetoond dat er binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied meerdere aanvallen met jachtbommenwerpers werden uitgevoerd en dat er in tegenstelling tot de conclusie die bij het historisch vooronderzoek is getrokken, geen sprake is van zogenaamde line targets in combinatie met duidelijke opeenvolgende kraters. De kraters zijn immers ontstaan door individuele aanvallen met jachtbommenwerpers op verschillende data, die per toestel twee of drie bommen afgeworpen hebben.

Expload heeft een uitgebreid literatuur- en archiefonderzoek uitgevoerd naar jachtbommenwerper-aanvallen op het spoor, dat resulteerde in een informatiebundel<sup>35</sup>. De feiten uit deze bundel bevatten bronverwijzingen die als extra bewijs kunnen worden ingebracht bij de analyse van een bepaalde jachtbommenwerper-aanval op het spoor. Als per set van 1-3 kraters kan worden aangetoond dat alle afgeworpen bommen zijn gedetoneerd, dan is geen sprake (meer) van een verdacht gebied. Als daarentegen niet kan worden aangetoond dat alle bommen zijn gedetoneerd, kan tenminste de begrenzing van het verdachte gebied worden aangepast op basis van feiten m.b.t. maximale onderlinge afstanden tussen bominslagen uit één jachtbommenwerper.

Conform deze informatiebundel wordt een gebied tot 100 meter rondom de kraters en/of locaties waar sprake is geweest van het herstel van schade veroorzaakt door afworp van één toestel, afgebakend als verdacht voor blindganger van geallieerde vliegtuigbommen met een kaliber van 250 en/of 500 lb. Door het hanteren van een verdacht gebied tot 100 meter rondom kraters en/of locaties waar sprake was van het herstel van schade, is het niet nodig om ook nog een extra marge te hanteren voor ondergrondse verplaatsing en/of onnauwkeurigheid door het positioneren van luchtfoto's, doordat in deze afstand al rekening is gehouden met een voldoende veiligheidsmarge.

Dit resulteert binnen het onderzoeksgebied tot de volgende verdachte gebieden:

- Een gebied tot 100 meter rondom de kraters die ter hoogte van het station van Maarsbergen zichtbaar zijn, omdat uit een rapport van de commandant van de LBD blijkt dat er op 6 november 1944 omstreeks 10.30 uur door geallieerde vliegtuigen vier bommen werden afgeworpen, waarvan er drie vlakbij het station zijn neergekomen en geëxplodeerd, ter hoogte van het station weliswaar drie grote bomkraters zichtbaar zijn die zeer waarschijnlijk niet door één Spitfire zijn afgeworpen en er na de bombardementen op 6 november 1944 bij de spoorwegovergang op korte afstand van het station één blindganger werd aangetroffen;
- Een gebied tot 100 meter rondom de enkele bomkrater die is ontstaan door de bombardementen op 30 november 1944 of 4 december 1944, waarvan is vastgesteld dat ze werden uitgevoerd door jachtbommenwerpers die per toestel twee bommen hebben afgeworpen;
- Een gebied tot 100 meter rondom de mogelijke bomkrater die is ontstaan door het bombardement op 5 januari 1945, waarbij volgens het gevonden bronnenmateriaal vier à vijf Engelse jagers een aanval hebben uitgevoerd op het spoor bij Maarsbergen ter hoogte van de Engweg, hoek Wijkerweg en aan het einde van de Haarweg ten oosten van de spoorlijn, maar waarvan de omschrijving in het

---

<sup>35</sup> INFORMATIEBUNDEL IB-14021-1, d.d. 10 JUNI 2014

bronnenmateriaal niet wordt ondersteund door de luchtfoto die van uitstekende kwaliteit is en maar negen dagen na het bombardement genomen is;

- De locaties waar Duitse wapeningsopstellingen hebben gestaan en loopgraven hebben gelegen, waarbij rekening is gehouden met 10 meter onnauwkeurigheid bij het inpassen van luchtfoto's.

De ligging van deze primair verdachte gebieden wordt weergegeven in figuur 26. De afbakening van de primair verdachte gebied is afgebeeld op de laatst genomen luchtfoto die tijdens WOII van het onderzoeksgebied werd genomen en voor dit onderzoek is gebruikt. Hierdoor ontstaat een zo reëel mogelijk beeld van de situatie, nadat de voor dit onderzoek relevante gebeurtenissen hebben plaatsgevonden.



Figuur 26: Ligging primair verdachte gebieden

**Noot:** De afbakening van de gebieden die op basis van de in dit rapport omschreven met literatuur- en archiefonderzoek gevonden indicaties primair als verdacht aangemerkt dienen te worden en buiten het onderzoeksgebied vallen, zijn voor dit onderzoek niet nader uitgewerkt. Het verdient wel de aanbeveling om deze opnieuw te laten beschouwen. De locaties waar bomkraters zijn waargenomen zijn overgenomen uit de door de opdrachtgever aangeleverde shapefile. Expload heeft voor dit onderzoek geen herpositionering van aangeleverde luchtfoto's uitgevoerd.



## 2.5 VERTICALE AFBAKENING PRIMAIR VERDACHT GEBIED

De verticale afbakening van verdacht gebied wordt bepaald door de diepte tot waar CE maximaal ingedrongen kan zijn. Voor blindgangers van geallieerde vliegtuigbommen is dit afhankelijk van:

- Soort, diameter en gewicht mogelijk achtergebleven CE;
- Snelheid en de hoek waarmee een CE de bodem penetreert;
- Specifieke bodemweerstand;
- Maaiveldhoogte WOII.

De verticale afbakening van verdacht gebied voor achtergelaten of gedumpte CE in voormalige Duitse wapenopstellingen of loopgraven wordt bepaald door een reële inschatting te maken van de diepte van deze werken.

### 2.5.1 Afwerpmunitie

Afwerpmunitie, ook wel vliegtuigbommen genoemd, zijn veelal (zware) stalen lichamen die bij tactische bombardementen vanuit aanstormende vliegtuigen vanaf aanzienlijke hoogte op een doel werden afgeworpen en daardoor met grote snelheid in de bodem kunnen indringen.

*Soort, diameter en gewicht mogelijk achtergebleven CE*

Binnen het onderzoeksgebied kunnen zowel geallieerde Medium Capacity (MC) en General Purpose (GP) brisantbommen met een kaliber van 250 lb. en 500 lb. neergekomen zijn. De diameters en gewichten van deze soorten CE worden weergegeven in tabel 3.

| Soort                              | Diameter (mm) | Gewicht (kg) |
|------------------------------------|---------------|--------------|
| MC bom met een kaliber van 250 lb. | 259           | 102          |
| GP bom met een kaliber van 250 lb. | 260           | 104          |
| MC bom met een kaliber van 500 lb. | 328           | 226          |
| GP bom met een kaliber van 500 lb. | 326           | 200          |

Tabel 3: Diameter en gewicht CE

*Snelheid en de hoek waarmee een CE de bodem penetreert*

De afwerphoogte is bepalend voor de hoek en snelheid waarmee een bom het doel bereikt. Er is vastgesteld dat binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied uitsluitend tactische aanvallen werden uitgevoerd. Dit soort aanvallen werden uitgevoerd vanaf hoogten variërend van 244 tot 900 meter.

We onderscheiden Low-level attacks en Dive Bombing aanvallen:

#### - Low-level attacks:

Dit zijn bombardementen die in een duik werden ingezet onder een hoek van circa 30 graden, waarbij de bommen werden afgeworpen van een hoogte van 800 feet <sup>36</sup>. Het vliegtuig vloog op hoge snelheid om aan eventueel luchtafweergeschut en de uitwerking van de detonaties te ontsnappen.

<sup>36</sup> Circa. 244 m

## - Dive bombing:

Bij Dive bombing benaderde het vliegtuig het doel horizontaal met een snelheid van ongeveer 220-230 mph <sup>37</sup> en dook vervolgens in de richting van het doelwit in een hoek van 45-60 graden. Deze aanval werd doorgaans uitgevoerd door een formatie van vliegtuigen, waarbij de leider in de aanval werd gevolgd. De bommen werden afgeworpen op een hoogte van circa 3.000 ft <sup>38</sup>.

Voor een uitgebreide beschrijving van de door jachtbommenwerpers tijdens WOII toegepaste aanvalstechnieken verwijzen wij naar de informatiebundel <sup>39</sup> die Expload hiervan heeft opgesteld.

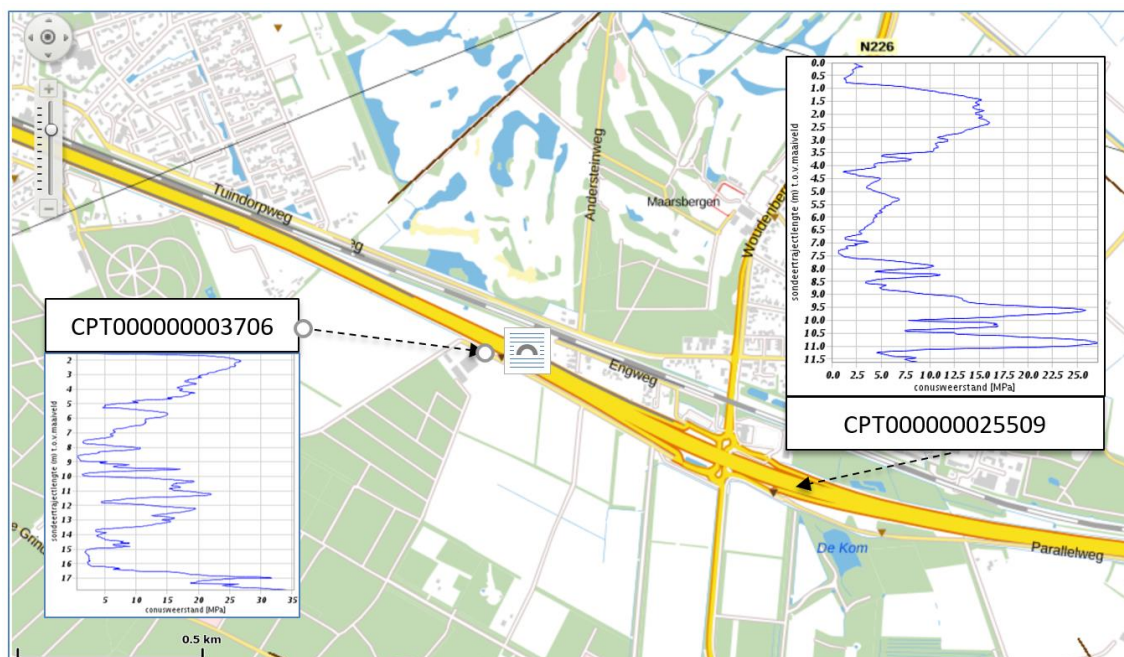
Conform de richtlijnen voor het afbakenen van verdachte gebieden dient de verticale afbakening van een voor blindgangers van afwerpmunitie verdacht gebied bepaald te worden middels diepte penetratieberekeningen, waarbij de daadwerkelijke afwerphoogte, de diameter en het gewicht van de gebruikte bommen en de bodemweerstand worden meegenomen.

### *Specifieke bodemweerstand*

De bodemopbouw binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied bestaat voornamelijk uit zandgrond. Om de bodemweerstand te bepalen zijn via Dinoloket een tweetal sonderingen geraadpleegd die in de directe omgeving van de verdachte gebieden gemaakt zijn:

- Sondering met kenmerk CPT000000003706, gemaakt op 19 augustus 2005;
- Sondering met kenmerk CPT000000025509, gemaakt op 11 augustus 1998;

De locaties waar deze sonderingen gemaakt zijn wordt weergegeven in figuur 27. De sondeergrafieken behorende bij deze sonderingen zijn opgenomen onder bijlage 3.



Figuur 27: Sonderingslocaties van sonderingen gebruikt voor penetratie diepte berekeningen

<sup>37</sup> Circa. 354 tot 370 km/h

<sup>38</sup> Circa. 900 m

<sup>39</sup> INFORMATIEBUNDEL IB-14021-1, d.d. 10 JUNI 2014

Sondering CPT000000003706 is circa 1,5 meter voorgeboord, waardoor van de bovenlaag geen weestandgegevens opgenomen zijn. Voor deze bovenlaag is een weersstand van 5 MPa aangehouden, gebaseerd op zand.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten is berekend dat een eventuele blindganger van vliegtuigbommen tot maximaal 1,6 m-mv ten tijde van WOII ingedrongen kunnen zijn. De uitkomsten van de berekeningen bevestigen de over het algemeen grote indringingsweerstand van de bodem binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied. Een voorbeeld van de uitkomst van een penetratie diepteberekening is opgenomen als bijlage 4.

#### *Maaiveldhoogte WOII*

Het maaiveld is na WOII plaatselijk aanzienlijk gewijzigd. In paragraaf 2.6.3 wordt hier nader op ingegaan.

### 2.5.2 Voormalige wapenopstellingen en loopgraven

De verticale afbakening van de primair verdachte gebieden waarbinnen achtergelaten en/of gedumpte CE in voormalige wapenopstellingen en loopgraven kan voorkomen, is als volgt bepaald:

- Voormalige wapenopstelling maximaal 0,5 m-mv WOII, omdat op basis van luchtfoto-onderzoek is vastgesteld dat de wapenopstelling nagenoeg op het maaiveld heeft gestaan met een opgerichte zandwal (zie figuur 22);
- Voormalige loopgraven maximaal 1,5 m-mv, gebaseerd op de meest waarschijnlijke diepte van loopgraven ten tijde van WOII.

## 2.6 CONTRA-INDICATIES

Om te bepalen of de primair als verdacht aangemerkte gebieden ingeperkt kunnen worden, is verder aanvullend vooronderzoek uitgevoerd. Hiervoor zijn de volgende onderwerpen nader onderzocht:

1. Eerdere opsporingsonderzoeken naar CE;
2. Fysieke gesteldheid van het aardoppervlak ten tijde van WOII;
3. Naoorlogs uitgevoerde bodemroerende werkzaamheden (mede in relatie tot naoorlogs aangetroffen CE).

In de volgende sub paragrafen zijn de onderzoeksresultaten beknopt omschreven.

### 2.6.1 Eerdere opsporingsonderzoeken naar CE

Bekend is dat er door de LBD direct na de bombardementen visuele controles werden uitgevoerd, maar er zijn geen rapporten teruggevonden die bevestigen dat gevonden blindgangers geruimd zijn.

In opdracht van Rijkswaterstaat zijn voor zover bekend binnen het onderzoeksgebied in 2011-2012 al eerder opsporingsonderzoeken naar CE uitgevoerd voor de verbreding van de Rijksweg A12 en de sloop en bouw van het viaduct N226. Hiervan zijn echter geen vrijgavetekeningen teruggevonden. Onderzoek is (waar nodig voor de destijds uitgevoerde werkzaamheden) uitgevoerd tot 4,3 m-mv.<sup>40</sup>

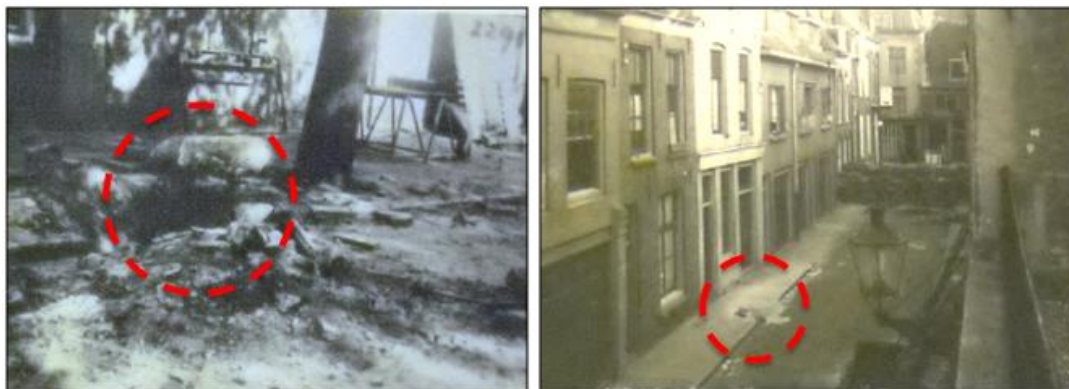
<sup>40</sup> Rapport Wegaanpassingsbesluit A12 Utrecht – Maarsbergen, Aanleg plusstroken en extra rijstroken in het kader van de Spoedwet wegverbreding, d.d. September 2009.



## 2.6.2 Fysieke gesteldheid van het aardoppervlak ten tijde van WOII

Vervolgens is beoordeeld hoe de oppervlaktegesteldheid binnen de primair als verdacht aangemerkte gebieden ten tijde van WOII was en hoe groot de kans is dat een eventuele blindganger daadwerkelijk in de bodem van het onderzoeksgebied ingedrongen kan zijn. Binnen de primair als verdacht aangemerkte gebieden kan de fysieke gesteldheid van het aardoppervlak ten tijde van WOII in grote worden onderverdeeld in: Spoorbaan, zandbaan voor de destijds nog in aanleg zijnde rijksweg A12 en onbebouwd terrein (zie figuur 26).

Uitgangspunt is dat een eventuele blindganger van een grote vliegtuigbom die in de spoorbaan terechtgekomen zou zijn niet onopgemerkt dwars door de spoorbaan was ingeslagen, zonder dat deze tijdens de visuele controles die aantoonbaar door de LBD werden uitgevoerd en/of herstelwerkzaamheden aan het spoorbaan die getuigen het luchtfoto-onderzoek steeds werden uitgevoerd, waargenomen en gerapporteerd zou zijn. Door de kinetische energie die vrijkomt bij de inslag van een zware bom die vanaf grote hoogte werd afgeworpen ontstaat namelijk duidelijk zichtbare schade, ondanks dat een bom niet explodeert. Twee voorbeelden van het effect van een inslag van een blindganger wordt weergegeven in figuur 28. Links een inslagopening van een blindganger die op 25 oktober 1940 terechtkwam in de Lampsinstraat 19 in Vlissingen <sup>41</sup>. De blindganger die werd verwijderd ligt naast de inslagopening. Rechts een inslagopening van een blindganger die is gevonden in de Vlamingstraat in Vlissingen. <sup>42</sup>



Figuur 28: Effect van de inslag van een blindganger (Inslagopening)

**Noot:** Ondanks dat de foto's van zeer matige kwaliteit zijn, zie je op de foto's duidelijk het effect door kinetische energie van een bom met een gewicht van circa 250 kilogram die vanaf grote hoogte werd afgeworpen en hierdoor met grote snelheid op het maaiveld terecht komt, maar desondanks niet explodeerde. Dit bevestigt de conclusie dat het hoogst onwaarschijnlijk is dat blindgangers in of direct naast de spoorbaan tijdens visuele controles of herstelwerkzaamheden niet gezien en gerapporteerd zijn.

Om basis van dit uitgangspunt wordt de spoorbaan als niet verdacht aangemerkt. Wel is rekening gehouden met het gegeven dat een eventuele blindganger die vlak naast de spoorbaan is ingeslagen door ondergrondse verplaatsing onder de spoorbaan terecht is gekomen. Middels diepte penetratieberekeningen is berekend dat dit tot maximaal 0,3 meter kan zijn.

<sup>41</sup> Bron collectie Tuynman pagina 5543 t/m 5465

<sup>42</sup> Bron Tuynman pagina 5543 t/m 5465

### 2.6.3 Naoorlogs uitgevoerde bodemroerende werkzaamheden

Vervolgens is beoordeeld of er binnen de primair als verdacht aangemerkte gebieden al eerder na WOII grondroerende werkzaamheden hebben plaatsgevonden en zo ja, waar en tot welke diepte. Door luchtfoto's die tijdens WOII zijn genomen te vergelijken met de bestaande situatie is vastgesteld dat er binnen het onderzoeksgebied al eerder grondroerende werkzaamheden uitgevoerd zijn. De vergelijking is zichtbaar gemaakt in figuur 29, met links de situatie tijdens WOII en rechts de bestaande situatie. De veranderde situatie is duidelijk herkenbaar.



Figuur 29: Vergelijk toe en nu

Door naoorlogs grondroerende werkzaamheden in kaart te brengen, bestaat de mogelijkheid bepaalde delen (of bodemlagen) binnen een primair als verdacht aangemerkt gebied niet langer meer als verdacht aan te merken. Hierbij wordt als uitgangspunt genomen dat aangetroffen CE tijdens deze werkzaamheden zijn opgemerkt en bij de politie zijn gemeld, waarna deze door de EOD zijn geruimd.

In de periode van 1945-1971 zijn munitieruiming door verschillende instanties uitgevoerd, die de ruiminggegevens over het algemeen zelf bijhielden. De gegevens, indien nog voorhanden, zijn nooit centraal gearchiveerd en ontsloten. Een klein deel van deze informatie bevindt zich in het Archief van de Mijn- en Munitie Opruimings Dienst (MMOD), in het Centraal Archief van de Ministerie van Defensie. Hierin zijn de ruiming in de periode 1945-1947 zo goed mogelijk ontsloten.

Soms worden in andere archieven ook ruiminggegevens aangetroffen, maar het overgrote deel van deze gegevens is niet meer te achterhalen. Daardoor bestaat een hiaat in de informatie over munitieruiming voor de periode 1947-1971.

Vanaf 1971 heeft de EODD, de enige instantie die in Nederland ruiming uitvoert, de meldingen van aangetroffen CE die via de Politie zijn gedaan gerapporteerd en gearhiveerd. In een Meldingsopdracht en ruimrapportages (MORA) die door ruimploegen na afhandeling van een melding worden ingevuld, is omschreven of en zo ja, welke soorten CE daadwerkelijk zijn aangetroffen en wat er met deze vondsten gedaan is. Voor zover bekend zijn er binnen het onderzoeksgebied nooit CE aangetroffen of hebben zich incidenten met CE voorgedaan, ondanks dat is vastgesteld dat er na WOII op uitgebreide schaal grondverzet heeft plaatsgevonden.

### **Naoorlogse veranderingen**

Zoals eerder omschreven bestonden de primair als verdachte aangemerkte gebieden ten tijde uit spoorbaan, zandbaan voor de destijds nog in aanleg zijnde rijksweg A12 en onbebouwd terrein.

#### *Spoorbaan*

Na WOII werd in Nederland een groot programma opgezet om alle belangrijke lijnen van het Nederlandse spoorwegnet onder draad te brengen. Hiermee werd tevens een groot deel van de schade en achterstallig onderhoud die het gevolg was van de oorlogsjaren hersteld. Voorts was dit een belangrijk aspect van de modernisering van de Nederlandse infrastructuur in de jaren vijftig.

De spoorlijn Utrecht - Veenendaal die dwars door het onderzoeksgebied loopt werd pas begin jaren vijftig geëlektrificeerd. Dit betekent dat redelijkerwijs mag worden aangenomen dat alle spoorkabels binnen de primair verdachte gebieden na WOII zijn ingegraven en hierdoor als niet verdacht kunnen worden aangemerkt. Ook alle bovenleidingportalen zijn na de oorlog geplaatst, uitgangspunt is dat hiervoor tot 1 m-mv werd gegraven.

#### *Rijksweg A12*

In de meidagen van 1940 was rijksweg 12 tussen verkeersplein Oudenrijn en Houten in aanleg. Ondanks de bezetting ging de aanleg van de A12 door, met name aan de zuidkant van Utrecht en verder richting Arnhem. De reden hiervoor was gelegen in het feit dat de Duitse bezetter bij monde van Dr. Ing. Fritz Todt de autosnelweg Kriegswichtig had verklaard. Deze drang om de snelweg naar de Heimat aan te leggen leidde bij de bevolking tot de wens dat de bezetter er ooit over zou vertrekken, wat leidde tot de naam het Hazepad.

Zoals te zien is op de vele in dit rapport afgebeelde luchtfoto's die tijdens WOII zijn genomen, lag in de periode dat de voor dit onderzoek relevante bombardementen werden uitgevoerd de zandbaan (fundering) van de weg er al. Direct na WOII werd de oorlogsschade hersteld en begonnen met de verdere bouw, waarbij in 1947 de tweede rijbaan tussen Laagraven en Houten opende. In 1955 volgde het deel van Houten naar Bunnik met de tweede rijbaan. In 1947, 1949 en 1951 werd de eerste rijbaan tussen Bunnik en Veenendaal geopend. In 1955 en 1956 volgde hiervan de tweede rijbaan. Het verdere in oostelijke richting gelegen wegtracé werd pas daarna aangelegd.



Ter hoogte van Maarsbergen werd de weg begin jaren vijftig afgebouwd op de zandbaan die er al in de oorlog al lag. In de zandbaan ter hoogte van de kruising met de Woudenbergsestraat zijn graafwerkzaamheden uitgevoerd voor de bouw van het viaduct om de kruising met de rijksweg met de te realiseren. Voor de bouw van het viaduct is dieper gegraven dan de diepte tot waar eventuele blindgangers konden voorkomen, waardoor dit gebied als niet meer verdacht wordt aangemerkt.

Even ten noordoosten van het viaduct, waar nu het La Place restaurant staat, werd verharding aangebracht, maar omdat in dit gebied voor het project geen grondroerende werkzaamheden zijn voorzien is hier geen nader onderzoek naar uitgevoerd. De veranderde situatie in de periode van WOII tot 1960 is zichtbaar gemaakt in figuur 30.



Figuur 30: Situatie onderzoeksgebied 1960 ( met rechts bovenin de situatie in WOII)

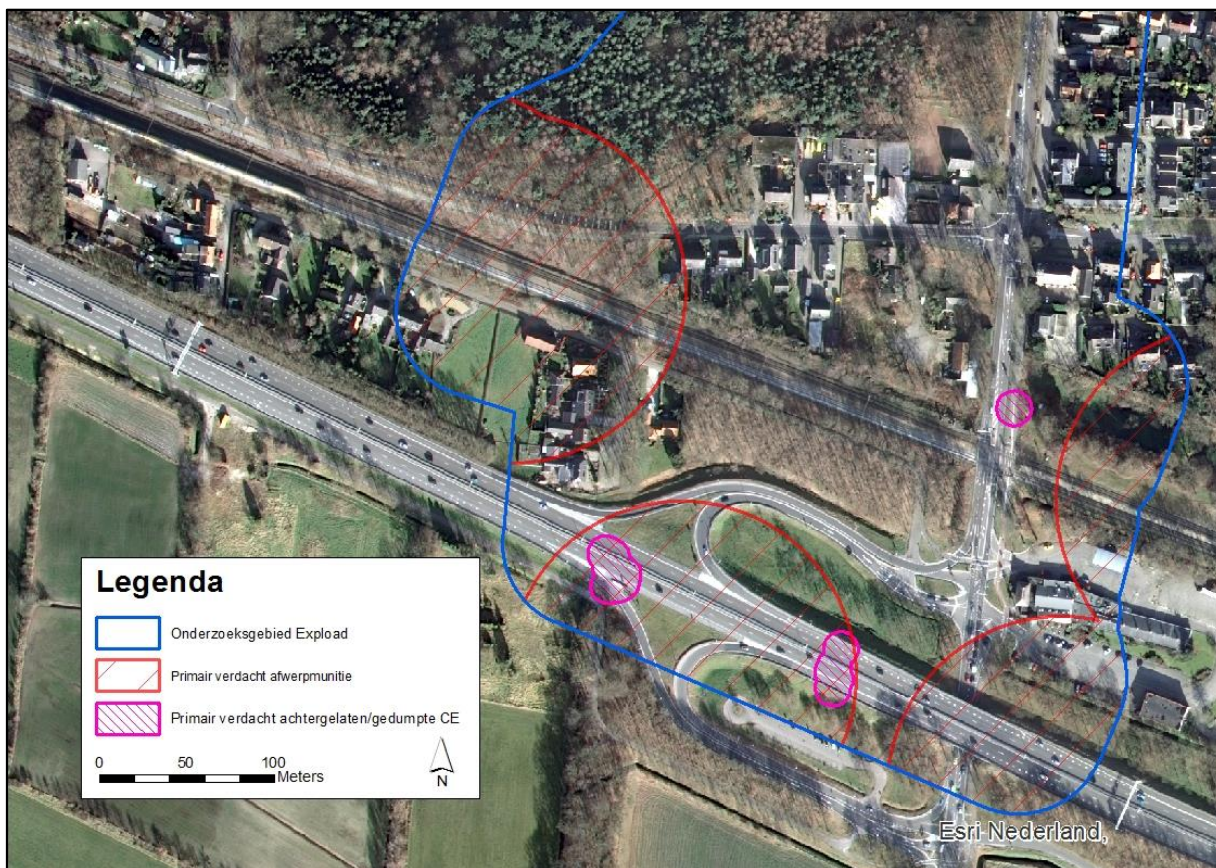
In de periode van 1960 tot 1989 is de ten noorden van de rijksweg gelegen op- en afrit verlegd, om een aansluiting te maken naar Motel Maarsbergen wat begin jaren zestig tussen de rijksweg en de spoorbaan werd gebouwd. Op nagenoeg dezelfde locatie is later het Amrâth Hotel gebouwd. De situatie in 1989 wordt weergegeven in figuur 31.



Figuur 31: Situatie onderzoeksgebied in 1989

In de jaren daarna tot aan medio 2012 zijn er binnen de primair als verdacht aangemerkte gebieden voor zover bekend geen noemenswaardige grondroerende werkzaamheden uitgevoerd. Figuur 32 toont een luchtfoto die in 2008 werd genomen. De situatie t.o.v. 1989 is nagenoeg onveranderd.





Figuur 32: Situatie onderzoeksgebied in 2008

Medio 2011 werd in opdracht van Rijkswaterstaat gestart met de verbreding van de rijksweg A12. Ter hoogte van Maarsbergen zijn in beide richtingen een spitsstrook aangelegd en de toe- en afritten verlegd. De nieuwe aansluiting op de Woudenbergseweg is gerealiseerd met een zogenaamde “Kluifrotonde” (vorm van een hondenbot) en het viaduct is vervangen, zodat een nieuwe doorrijhoogte van 4.60 meter gerealiseerd is.

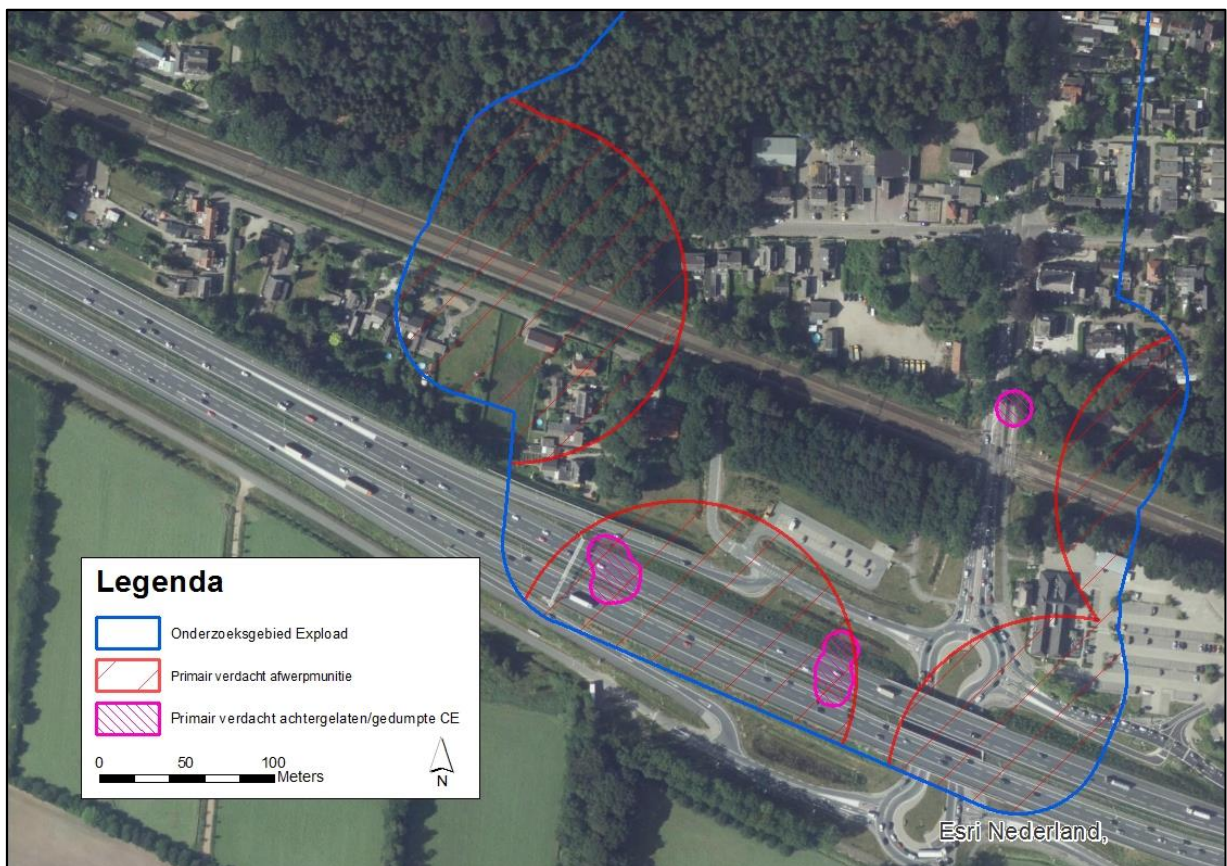
Bij het ontwerp van de A12 en de aansluitvorm is op deze locatie rekening gehouden met een toekomstige ongelijkvloerse kruising van het spoor. Dit betekent onder meer dat de A12 hier iets naar het zuiden is verschoven en dat de Engweg met de toegangsweg van motel Maarsbergen verlegd is. Het profiel van de Woudenbergseweg met de aanwezige fietspaden is aangepast (verbreding ca. 20 m) aan de nieuwe vormgeving van de aansluiting Maarsbergen. Aan de zuidzijde is een keerwandconstructie aangebracht (lengte 220 meter, hoogte 1,50-4,80 meter). Aan de noordkant is een carpoolplaats aangelegd.

Voor deze grootschalige aanpassingen is op uitgebreide schaal grondverzet uitgevoerd. In figuur 33 is te zien dat de werkzaamheden in volle gang zijn. De nieuwe situatie is afgebeeld in figuur 34





Figuur 33: Situatie onderzoeksgebied in 2012



Figuur 34: Situatie onderzoeksgebied in 2016

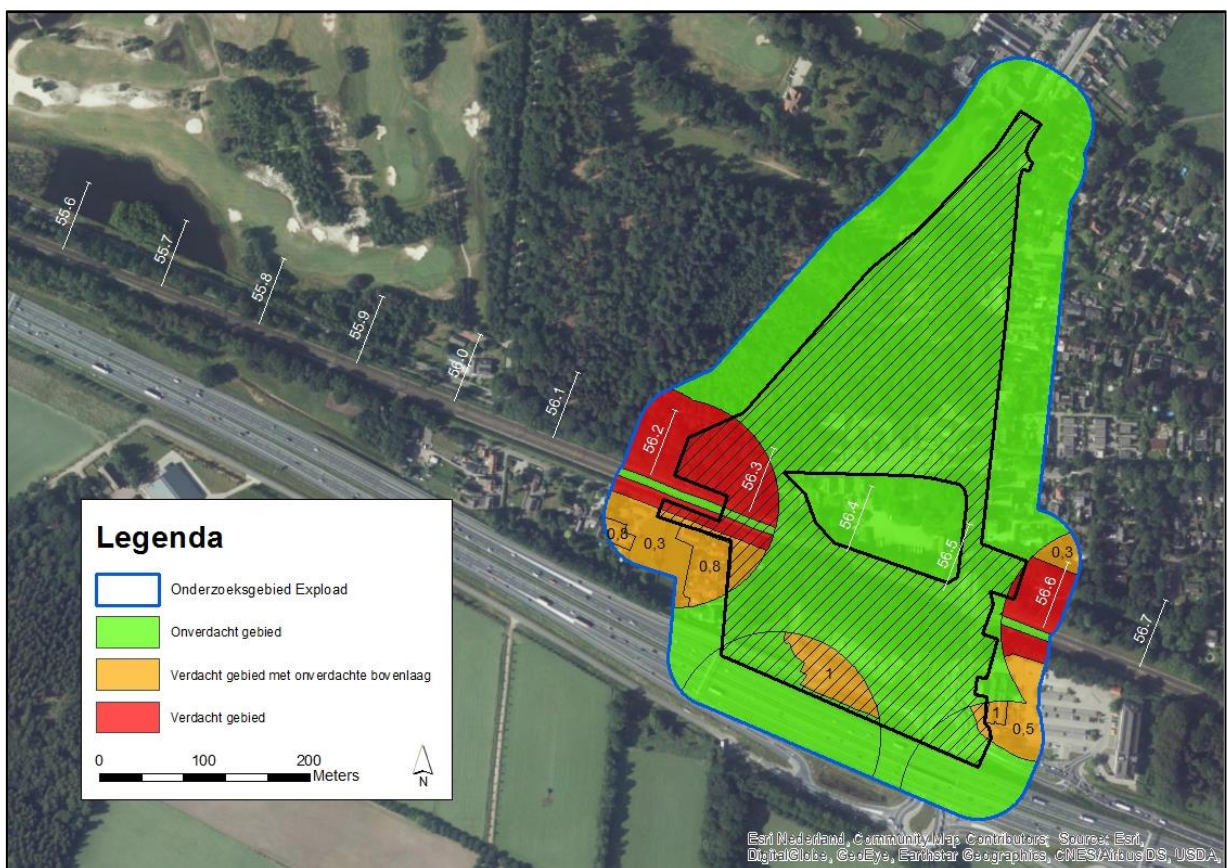


## 2.7 DEFINITIEVE AFBAKENING VERDACHT GEBIED

Op basis van de analyse van het met de vooronderzoeken gevonden bronnenmateriaal en aanvullend luchtfoto-onderzoek was vastgesteld dat binnen bepaalde delen van het onderzoeksgebied naar de situatie ten tijde van WOII een aantoonbare bovenmatige kans geldt op het voorkomen van:

- Blindgangers van geallieerde MC en GP-brisantbommen met een kaliber van 250 lb. en 500 lb.;
- Duitse klein kaliber munitie, hand- en geweergranatengranaten en munitie voor granaatwerpers.

Met in acht neming van de contra – indicaties zoals omschreven in paragraaf 2.6 komt Expload tot de afbakening van verdacht gebied voor blindgangers van geallieerde MC en GP brisantbommen met een kaliber van 250 lb. en 500 lb. zoals weergegeven in figuur 35. De primair als verdacht aangemerkte gebieden voor Duitse klein kaliber munitie, hand- en geweergranaten en munitie voor granaatwerpers zijn door eerder naoorlogs uitgevoerd grondverzet volledig komen te vervallen.



Figuur 35: Afbakening verdacht gebied

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Alle spookkabels en bovenleidingportalen zijn na WOII aangelegd/geplaatst;
- Redelijkerwijs mag worden aangenomen dat voor de bouw van Motel Maarsbergen met alle bijbehorende voorzieningen (o.a. de aanleg van een vijver, graven fundering, aanleg riolen, kabels en leidingen etc.) tot minimaal 1 m-mv is gegraven;

- Redelijkerwijs mag worden aangenomen dat eventuele blindgangers van vliegtuigbommen aangetroffen zouden zijn bij het opsporingsonderzoek dat in 2011-2012 in opdracht van RWS is uitgevoerd in het kader van de verbreding van de rijksweg A12, de sloop en bouw van het viaduct, de aanleg van de Kluifrotonde, het verleggen van de rijbaan en de grondverbetering die hiervoor toegepast is, de verbreding van het profiel van de Woudenbergseweg en de aanleg van de carpoolplaats, gezien de beperkte diepte tot waar deze werden verwacht;
- Op de locatie waar ten tijde van WOII-wapenopstellingen hebben gestaan en een loopgraaf heeft gelegen is dieper gegraven dan de diepte tot waar CE naar de situatie in WOII werden verwacht.

De CE-bodembelastingkaart voor het onderzoeksgebied die het resultaat is van aanvullen vooronderzoek is opgenomen onder bijlage 5.

**Noot:** *Het afbakenen van verdachte gebieden op basis van historisch feitenmateriaal is geen 'exacte wetenschap'. Bij een vooronderzoek wordt in een beperkte tijd en met een afgebakend budget getracht voldoende feitelijk bronmateriaal te raadplegen, op basis waarvan het gerede vermoeden op het aantreffen van CE al of niet kan worden onderbouwd. Gezien de reikwijdte en diepgang van een dergelijk onderzoek, kan nooit 100 procent garantie worden gegeven met betrekking tot de afbakening van verdachte gebieden en de soorten CE die hierbinnen kunnen zijn achtergebleven.*

*Anderzijds is nooit met 100 procent zekerheid te bepalen tot waar na WOII al eerder werd gegraven. Op grond van het geraadpleegde feitenmateriaal, aangeleverde tekeningen en 'expert judgement' is getracht het verdachte gebied zo goed mogelijk af te bakenen. Gebieden waar na WOII aantoonbaar graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd en die niet in dit rapport omschreven zijn kunnen in overleg met het bevoegd gezag van de gemeente Utrechtse Heuvelrug alsnog als onverdacht aangemerkt worden.*



### 3 BESCHRIJVING RISICO'S CE

In hoofdstuk 2 is uitgelegd waar en waarom er binnen het onderzoeksgebied een aantoonbare bovenmatige kans geldt op het voorkomen van één of meerdere blindgangers van geallieerde MC en GP brisantbommen met een kaliber van 250 lb. en 500 lb. Dit soort bommen zijn gevuld met een zeer krachtige springstof. De mogelijke aanwezigheid hiervan vormt een risico in de uitvoeringsfase van het project. Er is een kans dat toekomstige grondroerende werkzaamheden effecten veroorzaken die kunnen leiden tot een ongecontroleerde explosie van een blindganger. Een explosie kan dodelijk letsel en aanzienlijke schade veroorzaken, maar of dodelijk letsel ontstaat is onder meer afhankelijk van beschermende omgevingsfactoren, de soort, grootte en diepteligging van het CE. In dit hoofdstuk wordt uitleg gegeven over de invloeden die het optreden van een ongecontroleerde explosie van een blindganger kunnen veroorzaken en de effecten die hierbij kunnen ontstaan.

#### 3.1 HET ONTSTAAN VAN EEN BLINDGANGER

Het ontstaan van een blindganger - *het explosief heeft niet gewerkt zoals ontworpen* - kent vele mogelijke oorzaken en houdt wapen/munitie ontwerpers al decennialang bezig. Munitie wordt vaak ontworpen en getest in “laboratoriumomstandigheden” en blijkt vervolgens in de praktijk, waar vele variabele invloeden aanwezig zijn, soms niet te doen wat vooraf werd verwacht. De dingen die mis kunnen gaan bij een bom zijn o.a. te laag afgeworpen, te zachte ondergrond voor de gebruikte ontsteker, constructiefout in de bom of ontsteker, sabotage in het fabricageproces (dwangarbeiders en krijgsgevangenen), of de bom heeft bóven het maaiveld een hard object geraakt en is daardoor onder een kleine hoek ten opzichte van het aardoppervlak ingedrongen, in plaats van verticaal. Ter voorbeeld: De foto die als figuur 36 is afgebeeld laat een blindganger zien die het maaiveld onder een zeer kleine hoek heeft geraakt en op een diepte van nauwelijks 75cm langs een spoorbaan lag.



Figuur 36: Ligging van een blindganger van een brisantbom op nauwelijks 75cm diepte langs een spoorbaan.

In geval van een blindganger is de werkingscyclus niet volgens plan verlopen, waardoor een minder voorspelbare en potentieel gevaarlijke situatie is ontstaan. Zoals eerder vermeld zijn er vele redenen denkbaar waarom een blindganger is ontstaan, maar na ruim 75 jaar na de oorlog kan dat vrijwel zeker niet meer worden achterhaald. Er is een kans dat toekomstige grondroerende werkzaamheden effecten veroorzaken die alsnog kunnen leiden tot een ongecontroleerde explosie van een CE.

### 3.2 INVLOEDEN DIE KUNNEN LEIDEN TOT EEN ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE

Effecten die over het algemeen invloed kunnen hebben op CE zijn voornamelijk:

- **Trillingen in de omgeving van een CE:**

Als een trilling plaatsvindt met een versnelling van  $1,0 \text{ m/s}^2$  of groter, dan bestaat de mogelijkheid dat dit effect leidt tot een ongecontroleerde explosie van bepaalde soorten CE;

- **Toucheren en/of bewegen van het CE:**

Toucheren en/of bewegen van een CE kan een ongecontroleerde explosie van CE veroorzaken, bijvoorbeeld door graafwerkzaamheden, het maken van boringen en/of sonderingen of het plaatsen van damwanden en/of funderingspalen etc.;

Voor de algemene werking van CE verwijzen wij naar bijlage 6.

### 3.3 EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE

Als het gehele afwerpproces van een vliegtuigbom goed verloopt zal explosie van de bom plaatsvinden op de juiste plaats en het juiste tijdstip. Dit wordt bepaald door de ontstekers die op een bom geplaatst is. Met literatuur- en archiefonderzoek is niet achterhaald welke soorten ontstekers op de bommen die binnen het onderzoeksgebied zijn afgeworpen zijn geplaatst, maar gezien de aard van de aanvallen mag redelijkerwijs worden aangenomen dat de bommen zijn voorzien van één of twee schokontsteker(s), zowel direct werkende ontstekers of ontstekers met een zeer korte tijdvertraging (enkele milliseconde).

Bij het gebruik van een schokontsteker explodeert de bom op of direct onder het maaiveld. Als vervolgens de explosie optreedt ontstaan er een aantal effecten die hierna kort worden besproken, waarbij onderscheid wordt gemaakt in primaire en secundaire effecten.

#### 3.3.1 Primaire effecten

De primaire effecten die ontstaan bij een explosie van een CE gevuld met een springstof zijn:

- **Schokgolf en brisante werking:**

Bij explosie van de springstof ontstaat een zeer hoge druk ( $\geq 100.000 \text{ bar}$ ) op het omringend medium, waardoor een schokgolf ontstaat die vergelijkbaar is met een aardbeving en vanaf het explosiepunt cirkelvormig uitdijt. Onder invloed van de hoge explosiedruk treedt op korte afstand van de springstof een alles vernielende brisante werking op, die de metalen buitenwand van de bom verscheurt in honderden vlijmscherpe scherven. De schokgolf kan in de ondergrond grote schade aanrichten aan kabels en leidingen, funderingen, funderingspalen et cetera.

- **Hitte:**

Bij detonatie (explosie) van springstof komen grote hoeveelheden gas vrij met extreem hoge temperatuur, die op het springpunt gedurende een korte tijd kan oplopen tot wel 4000 °C. Scherven van materie in de directie omgeving van de springstof worden hierdoor gloeiend heet en kunnen brand veroorzaken als die scherven terecht komen in een brandbare omgeving.

- **Gasdruk:**

Bij detonatie van springstof expanderen de vrijkomende gassen zeer snel en wordt de omringende lucht met grote snelheid verdrongen. Deze luchtschok, in Engelse vaktaal “blast” genoemd, plant zich met hoge snelheid voort door de omringende lucht. De optredende blast is voor wat betreft snelheid supersonisch ( $\geq 360$  m/sec) en kan - bij een bovengrondse explosie - in een groot gebied ernstige schade veroorzaken aan vooral lichte constructies. Dit effect kan zelfs worden versterkt door een laaghangend wolkendek (reflectie). Effecten van “blast” zijn voor wat betreft beeldvorming gelijk aan de verschijnselen die optreden als een vliegtuig door de geluidsbarrière gaat.

- **Scherfwerking:**

De hierboven genoemde gasdruk zorgt er ook voor dat de scherven die door de brisante werking zijn gevormd, met hoge snelheid vele honderden meters ver weggeslingerd worden. De grootte van scherven van een bom met een kaliber van 250 lb. of 500 lb. varieert van enige millimeters tot wel 80 centimeter lengte bij een gewicht van enige tientallen kilo's. De scherven kunnen onder invloed van hun kinetische energie (gewicht  $\times$  snelheid<sup>2</sup>) meer dan een kilometer ver aanzienlijke materiële schade aanrichten en/of lichamelijk letsel veroorzaken.

### 3.3.2 Secundaire effecten explosie

Behalve deze primaire effecten kunnen er ook secundaire effecten ontstaan, e.e.a. afhankelijk van de plaats van een explosief:

- **Secundaire scherfwerking**

Afhankelijk van de locatie van de explosie bestaat de mogelijkheid dat omliggend materiaal zoals stenen, puin et cetera door de blast wordt verspreid in de directe omgeving. Ook deze secundaire scherven kunnen grote schade en/of lichamelijk letsel veroorzaken op grote afstand.

- **Kratervorming**

Het ontstaan van een krater en de afmetingen daarvan is in grote mate afhankelijk van de exacte plaats waar de explosie plaatsvindt. In geval van een explosie van een brisantbom met een kaliber van 500 lb. op het maaiveld zal de diameter van de krater een meter of drie/vier bedragen, terwijl dit bij een dieper ingedrongen bom wel 6 tot 8 meter kan zijn, afhankelijk van de grondsoort.<sup>43</sup>

- **Camoufletvorming**

Als de bom nog verder indringt, komt zij uiteindelijk op een diepte terecht waar de explosiekracht onvoldoende zal zijn om nog een echte krater te vormen. We krijgen dan een ondergrondse explosie die niet meer de kracht heeft om naar buiten te treden; de grond wordt niet meer voldoende opgestuwd. Er ontstaat een ondergrondse holte, in vaktaal “camouflet” genoemd. Het gevaar hierbij is dat de ondergrondse zich op den duur weer vult met bovenliggende grond. Hierdoor kunnen tot in lengte van jaren verzakkingen van het maaiveld optreden.

---

<sup>43</sup> US Department of Defence, 1977



- **(Giftige) rook en damp**

Bij een explosie ontstaat rook; iets wat in het verleden vaak in ernstige mate is onderschat. Alle rook is schadelijk voor mens en dier, alleen al omdat bij een concentratie die hoog genoeg is, onvoldoende zuurstof door de longblaasjes kan worden opgenomen, waardoor het slachtoffer letterlijk stikt. Of er kan vergiftiging optreden indien de longen giftige rook opnemen. Ook kunnen de schadelijke stoffen in rook cumulatief worden opgeslagen in lichaamsorganen.

### 3.4 KANS OP EEN ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE

Voor de kans dat een ongecontroleerde explosie optreedt door effecten die kunnen ontstaan tijdens de voorgenomen werkzaamheden, is het volgende vastgesteld:

- Als trillingen ontstaan is een zeer kleine kans op het optreden van een ongecontroleerde explosie van CE ten gevolge van trillingen, indien daadwerkelijk één of meerdere CE zijn achtergebleven;
- Bij grondactiviteiten zoals bijvoorbeeld graven, het plaatsen van damwanden en/of funderingspalen of het maken van boringen en/of sonderingen etc., is de kans op een ongecontroleerde explosie van CE door beroering, toucheren of beweging van een CE duidelijk groter. Er is een reële kans op het optreden van een ongecontroleerde explosie;

### 3.5 RISICOGEBIEDEN

Het bepalen van risicogebieden vindt plaats op basis van de vermoedelijke soort en diepteligging van eventueel achtergebleven CE. Bepalend hierbij is het soort CE in relatie tot de diepte ten opzichte van het maaiveld. Onderscheid wordt gemaakt tussen ingedrongen en niet ingedrongen CE. De term ingedrongen wordt gehanteerd als de bom minimaal 15 maal de diameter van het explosief onder het maaiveld is gelegen.

Risicogebieden worden bepaald op basis van de grootst mogelijke soort achtergebleven CE en de maximale hoeveelheid explosieve stof (NEG) die hierin kan zijn opgenomen. Uitgangspunt is dat binnen het onderzoeksgebied de grootste mogelijke CE een brisantbom met een kaliber van 500 lb. kan zijn. Deze heeft een explosieve inhoud tot circa 102 kilogram, e.e.a. afhankelijk van het type en nationaliteit. De diameter bedraagt circa 32,8 centimeter. Het onderscheid tussen ingedrongen en niet ingedrongen ligt derhalve op circa 5 meter, waardoor bij het bepalen van risicogebieden rekening is gehouden met niet ingedrongen CE.

In de bestaande Arbowetgeving zijn voor het vaststellen van risicogebieden nog geen richtlijnen opgegeven. Om risicogebieden vast te stellen, hebben we gebruik gemaakt van een (defensie)voorschrift met documentcode VS 9-861 dat door de EOD wordt gebruikt om veiligheidsafstanden te bepalen bij het demonteren en vernietigen van CE. Hierin is o.a. een tabel met veiligheidsstralen opgenomen die de EODD aan de branchevereniging voor Explosieven Opsporing (VEO) beschikbaar heeft gesteld. De tabel is afgebeeld als tabel 4.

| Netto explosief gewicht NEG (kg)) | Schervengevarenzone fragmenten (m) | Schervengevarenzone overige fragmenten (m) | Schervengevarenzone met beveiligingsconstructie (m) |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 0 - 0,5                           | 200                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 0,5 – 1,0                         | 250                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 1,0 – 1,5                         | 310                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 1,5 – 2,0                         | 360                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 2,0 – 2,5                         | 410                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 2,5 – 3,0                         | 460                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 3,0 – 3,5                         | 510                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 3,5 – 4,0                         | 560                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 4,0 – 4,5                         | 610                                | -                                          | n.v.t.                                              |
| 4,5 – 5,0                         | 670                                | 1140                                       | n.v.t.                                              |
| 5,0 – 10                          | 700                                | 1420                                       | n.v.t.                                              |
| 10 – 15                           | 800                                | 1660                                       | n.v.t.                                              |
| 15 – 20                           | 860                                | 1720                                       | n.v.t.                                              |
| 20 – 25                           | 880                                | 1780                                       | n.v.t.                                              |
| 25 – 50                           | 970                                | 1940                                       | 250                                                 |
| 50 – 75                           | 1020                               | 2040                                       | 250                                                 |
| 75 – 125                          | 1130                               | 2260                                       | 250                                                 |
| 125 – 250                         | 1320                               | 2630                                       | 500                                                 |
| 250 – 500                         | 1540                               | 3050                                       |                                                     |
| 500 – 750                         | 1690                               | 3050                                       |                                                     |
| NEG > 750                         | 2000                               | 3050                                       |                                                     |

Tabel 4: Risicogebied ten gevolge van scherfwerking: gemarkeerd- worst case 500 lb. (Bron: VS-9-861)

Hieruit volgt dat ingeval van een (ongecontroleerde) explosie van een brisantbom met een kaliber van 500 lb. rekening gehouden dient te worden met een risicogebied van 1130 meter voor scherfwerking en 2260 meter voor overige fragmenten, denk hierbij aan onderdelen van het CE die door de explosie met grote kracht uit de bom wordt gestoten en rond wordt geslingerd zoals bijvoorbeeld de ontsteker. Deze stralen uit de tabel worden door de EOD geadviseerd als beheersmaatregel tegen scherfwerking tijdens eventuele demontagehandelingen ter plaatse of een zogenaamde 'niet-afgedekte' vernietiging.

#### *Omgevingsaspect externe veiligheid bij een ongecontroleerde explosie van een CE*

Wanneer een CE in het onderzoeksgebied wordt aangetroffen zal de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EOD) bepalen of het explosief verplaatst kan worden of ter plaatse moet worden geruimd of gesprongen. In dit proces kan het van belang zijn om te weten welke inrichtingen, contouren, leidingen en kwetsbare objecten zich binnen de invloedssfeer van te nemen acties bevinden. Voor het omgevingsaspect externe veiligheid is de Risicokaart Nederland geraadpleegd. Op basis hiervan is vastgesteld dat de schervengevarenzones het Gasverdeelstation Valkenheide (W-271) aan Scherpenzeelseweg 40, rijksweg A12, de spoorlijn en woongebied overlappen.

Anderzijds is het omgevingsaspect externe veiligheid van belang om te bepalen welke effecten een ongecontroleerde explosie van CE op de omgeving kan hebben. Wanneer grondroerende werkzaamheden worden uitgevoerd zonder dat vooraf onderzoek is gedaan naar CE, vormt het optreden van een ongecontroleerde explosie van een CE namelijk ook een risico voor de omgeving.

## Ondergrondse explosie

Afhankelijk van de diepteligging zullen de scherfwerking en luchtdrukwerking op het maaiveld wijzigen. Hoe dieper de ligging van CE, des te minder scherfwerking en luchtdruk aan het oppervlak ontstaat. In dit geval plant de door de explosie ontstane schokgolf zich voort door de bodem en kan schade toebrengen aan bestaande ondergrondse infrastructuur zoals kabels, leidingen, heipalen, et cetera.

Bij een ongecontroleerde explosie van een ingedrongen brisantbom met een kaliber van 500 lb. (dieper dan 5 meter) dient ten gevolge van de aardschok rekening te worden gehouden met schade tot de afstanden zoals weergegeven in tabel 5.

| Netto explosief gewicht NEG (kg) | Afstand tot CE in meters |                                |                      |             |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|
|                                  | Stalen pijpen            | Gietijzeren en betonnen buizen | Gemetselde riolering | Fundamenten |
| 0-25                             | 7                        | 9                              | 14                   | 17          |
| 25-125                           | 7                        | 14                             | 14                   | 17          |
| 125-250                          | 12                       | 17                             | 27                   | 50          |
| 250-500                          | 17                       | 22                             | 40                   | 84          |

Tabel 5: Effecten ongecontroleerde explosie brisantbom met een kaliber van 500 lb. ten gevolge van de aardschok.

44

Doordat is berekend dat een eventueel achtergebleven blindganger binnen het onderzoeksgebied tot maximaal 1,6 m-mv WOII ingedrongen kan zijn, maar na WOII plaatselijk aanzienlijke ophoging heeft plaatsgevonden, zullen de in tabel 5 genoemde afstanden binnen het onderzoeksgebied sterk variëren. Omdat voor het project alleen grondroerende werkzaamheden zijn voorzien in niet of nauwelijks opgehoogd terrein, zullen de in tabel 5 genoemde afstanden circa 40% van de genoemde afstanden bedragen, maar de exacte afstanden zijn niet of nauwelijks te bepalen.

Doordat binnen het onderzoeksgebied eventueel achtergebleven blindgangers vanwege de bodemopbouw niet diep ingedrongen kunnen zijn, is de kans op het ontstaan van camouflet verwaarloosbaar klein. Dit kan theoretisch wel voorkomen in gebied dat na WOII met meer dan 3,4 meter opgehoogd is, maar voor zover bekend zijn er in deze gebieden geen grondroerende werkzaamheden voorzien.

In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de locaties waar voor het ongelijkvloers maken van de kruising Woudenbergseweg met het spoor in Maarsbergen grondronverzet in verdacht gebied wordt uitgevoerd en waar beheersmaatregelen nodig zijn om de geplande werkzaamheden met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren.

<sup>44</sup> Bron: VS-9-861



### 3.6 SCHEMATISCHE SAMENVATTING VAN DE DREIGING EN IMPACT

Bij een explosie van een 500 lb. brisantbom op een diepte van maximaal 1.6 meter onder maaiveld is de impact op het projectgebied als volgt samengevat uit de informatie in voorgaande paragrafen.

| Dreiging                    | Impact                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Schokgolfwerking/ brisantie | <p>Ondergronds:<br/>Schokgolfwerking kan in de ondergrond grote schade aanrichten aan kabels, leidingen (o.a. defensietransportleiding) en riolen en funderingen, verzakking van de rijksweg en de spoorbaan met bovenleidingportalen tot gevolg hebben.</p> <p>Bovengronds:<br/>Ernstig lichamelijk letsel met vrijwel zeker dodelijke afloop binnen 10 meter van het explosiepunt.</p>                                                |
| Gasdrukwerking              | <p>Ernstig lichamelijk letsel met mogelijk dodelijke afloop binnen 100 meter van het explosiepunt.</p> <p>Ernstige schade aan bovengrondse constructies tot enkele honderden meters, met name glasschade.</p>                                                                                                                                                                                                                           |
| Hitte                       | <p>Op het springpunt kan de temperatuur gedurende een korte tijd oplopen tot wel 4000 graden Celsius.</p> <p>Scherven van materie in de directie omgeving van de springstof worden hierdoor gloeiend heet en kunnen brand veroorzaken als die scherven terecht komen in een brandbare omgeving.</p>                                                                                                                                     |
| Scherfwerking               | <p>Scherfwerking van het gietstalen lichaam van de bom en secundaire scherfwerking van de oppervlakteverharding aan/boven het maaiveld. Scherfwerking tot circa 1130 meter rondom het explosiepunt en onderdelen van een blindgangers kunnen tot zelfs 2260 meter worden rondgeslingerd. De risicogebieden overlappen het Gasverdeelstation Valkenheide (W-271) aan Scherpenzeelseweg 40, rijksweg A12, de spoorlijn en woongebied.</p> |
| Kratervorming               | Krater aan het maaiveld, Ø 4 á 5 meter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Camoufletvorming            | Uitsluitend onder de naoorlogs aangebrachte rijkbaan van rijksweg A12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Giftige rook en damp        | Rook en damp aan/boven het maaiveld                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### 3.7 CONCLUSIE RISICO EN EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE CE

Tijdens grondroerende werkzaamheden in verdacht gebied, waarbij CE kunnen worden bewogen of getoucheerd en/of trillingen (kunnen) ontstaan met een versnelling van  $1,0 \text{ m/s}^2$  of groter, geldt kans op het optreden van een ongecontroleerde explosie van CE.

Met betrekking tot het effect van een ongecontroleerde explosie van CE door invloeden van buitenaf, zijn de volgende scenario's te onderscheiden:

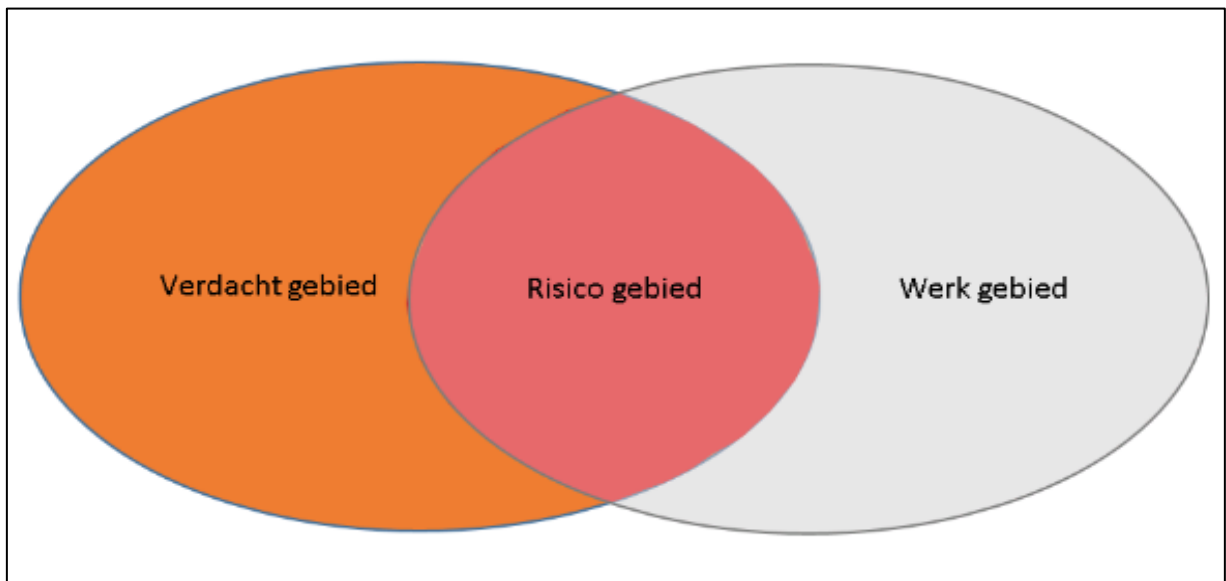
1. Geen uitwerking (omdat het CE niet tot werking komt vanwege project);
2. Wel uitwerking, maar de effecten zijn voor het project aanvaardbaar;
3. Wel uitwerking, maar de effecten zijn door andere effectgerichte maatregelen dan opsporing van CE beheersbaar;
4. Wel uitwerking en de effecten zijn niet beheersbaar. Het project wordt (gedeeltelijk) aangepast;
5. Wel uitwerking en de effecten zijn niet beheersbaar, de enige oplossing is opsporen.

Om basis van dit onderzoek is met betrekking tot het effect van een ongecontroleerde explosie voor de realisatie van de spoorwegonderdoorgang te Maasbergen bepaald dat bijbehorende uitwerking en de effecten niet beheersbaar zijn. Voor zowel Arbo- en openbare veiligheid geldt een risico.

**Noot:** *Deze conclusies zijn bepalend of door de gemeente Utrechtse Heuvelrug aanspraak kan worden gemaakt op een bijdrage in de onderzoekskosten vanuit het Ministerie van Binnenlandse zaken via de zogenaamde 'Bommenregeling'. Deze regeling is in hoofdstuk 5 beschreven.*

#### 4 GEBIEDEN WAAR BEHEERSMAATREGELEN NODIG ZIJN

Gebied waar mogelijk CE in achtergebleven is, heet verdacht gebied. Hoe verdacht gebied bepaald is, is omschreven in hoofdstuk 2. Gebied waar werkzaamheden worden uitgevoerd of waar hierdoor invloeden kunnen ontstaan die invloed hebben op CE, noemen we werkgebied. Waar verdacht gebied en werkgebied elkaar overlappen ontstaat opsporingsgebied, ofwel het risicogebied met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE tijdens de uitvoering van het project. Figuur 37 is een illustratie om dit te verduidelijken.



Figuur 37: Gebiedsindeling

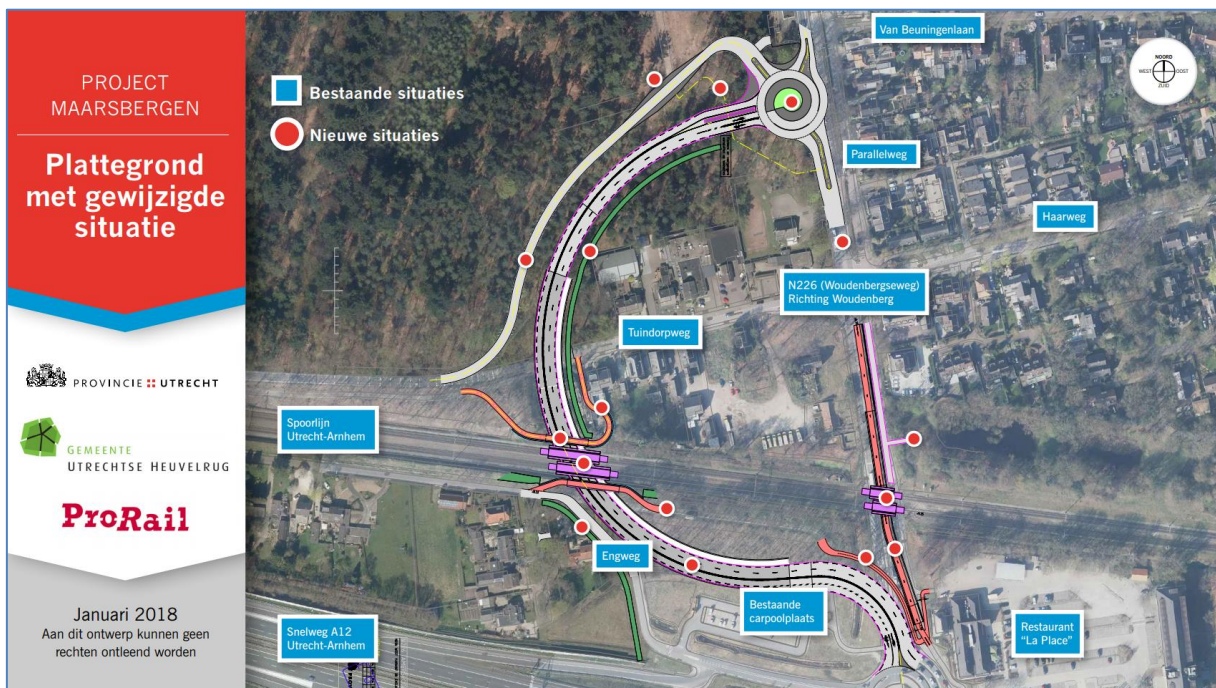
##### 4.1 WERKGEBIED

De provincie Utrecht, ProRail en de gemeente Utrechtse Heuvelrug streven naar een kwalitatief hoogwaardig infrastructureel resultaat dat zo goed mogelijk in de omgeving is ingepast. Deze integrale benadering moet ruimte bieden aan geïnteresseerde marktpartijen om duurzame, innovatieve oplossingen toe te passen en slimme ideeën voor fasering en bereikbaarheid. Om zo veel mogelijk ruimte voor innovatie en slimme oplossingen te bieden aan de marktpartij(en) die het project willen realiseren, willen de provincie Utrecht, ProRail en de gemeente Utrechtse Heuvelrug voldoende flexibiliteit houden in het inpassingsplan. Mede daarom wordt in het inpassingsplan geen (referentie)ontwerp van de nieuwe onderdoorgang met bijbehorende wegenstructuur opgenomen, maar zijn de grenzen van het inpassingsplan vastgelegd waarbinnen het project gerealiseerd wordt. Hierdoor zijn in deze fase de precieze ligging van de te realiseren functies nog niet vastgelegd en kunnen opsporingsgebieden (gebieden waar nader onderzoek nodig is om grondroerende werkzaamheden met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren) niet nauwkeurig worden bepaald.

Het werkgebied is indicatief bepaald op basis van de 'Plattegrond met gewijzigde situatie project Maarsbergen', d.d. januari 2018 (zie figuur 38).

**Noot:** De plattegrond is ingepast in GIS, waardoor afwijkingen ontstaan kunnen zijn (figuur 39).





Figuur 38: Plattegrond met gewijzigde situatie PROJECT MAARSBERGEN <sup>45</sup>

## 4.2 RISICOGEBIED(EN)

Op basis van het aanvullend historisch vooronderzoek dat Expload in opdracht van de Provincie heeft uitgevoerd is vastgesteld dat het merendeel van de voorgenomen grondroerende werkzaamheden voor de realisatie van de onderdoorgang onder het spoor worden uitgevoerd in gebied dat niet (meer) verdacht is voor achtergebleven CE (zie hoofdstuk 2).

Risico's door achtergebleven CE worden verwacht bij de realisatie van de onderdoorgang onder het spoor ter hoogte van de Engweg, maar uitsluitend buiten de spoorbaan. Verder kan eventueel risico door achtergebleven CE ontstaan bij het verleggen van de Engweg, de aanleg van fietspaden en de nieuwe weg die parallel aan de verlegde N226 wordt gerealiseerd, door de nieuw te realiseren onderdoorgang voert en aansluit op de nieuwe noordelijke rotonde, e.e.a. van de hiervoor benodigde ontgravingsdiepte.

Voor alle overige werkzaamheden wordt geen risico door achtergebleven CE verwacht, ook niet bij het opgraven van riolen, kabels en leiding en het opbreken van bestaande wegen, het amoveren van de woningen Tuindorpweg 5c en 5d en eventueel Engweg 1, het aanpassen van woning Tuindorpweg 5b en voor de bosaanplant bij de carpoolplaats. Het gebied waar op basis van uitgebreid bronnenonderzoek eventueel risico door achtergebleven CE kan ontstaan en waar nader onderzoek wordt geadviseerd, wordt weergegeven in figuur 39. In deze figuur wordt de nieuwe situatie ten op zichte van de nieuwe afbakening van verdacht gebieden weergegeven.

<sup>45</sup> Bron: [https://www.provincie-utrecht.nl/onderwerpen/alle-onderwerpen/spoorproject-tunnel-maarsbergen/westelijke-variant - 22521\\_plattegrond\\_situatie01.pdf](https://www.provincie-utrecht.nl/onderwerpen/alle-onderwerpen/spoorproject-tunnel-maarsbergen/westelijke-variant - 22521_plattegrond_situatie01.pdf)



Figuur 39: Verdachte gebieden geprojecteerd op de nieuwe situatie

In hoofdstuk 5 worden de conclusies samengevat, zijn adviezen omschreven hoe risico's kunnen worden weggenomen, is omschreven aan welke randvoorwaarden met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE volgens vigerende wet- en regelgeving bij het uitvoeren van het project dient te worden voldaan en worden de onderzoeksvragen die met dit onderzoek beantwoord moeten worden beantwoord.



## 5 CONCLUSIES EN ADVIES

De provincie Utrecht, ProRail en de gemeente Utrechtse Heuvelrug werken samen aan het ongelijkvloers maken van de kruising Woudenbergseweg met het spoor in Maarsbergen. Tijdens WOII en met name in de periode 1944 - 1945 vonden in en rondom Maarsbergen tal van oorlogshandelingen plaats, waarbij meerdere vliegtuigbommen zijn afgeworpen en geschoten werd met luchtgronddoelraketten en boordwapens. De ervaring leert dat circa 10 tot 15% van de tijdens de oorlog gebruikte CE niet naar behoren heeft gefunctioneerd en als blindganger in de bodem zijn achtergebleven. Daarnaast leert de ervaring dat in voormalige verdedigingswerken soms CE zijn achtergebleven of gedumpt of tijdens het dichten hiervan.

De provincie Utrecht heeft Expload opdracht verleend om te onderzoeken of er bij toekomstige grondroerende werkzaamheden voor de realisatie van dit project beheersmaatregelen nodig zijn om de geplande bouwactiviteiten met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE uit WOII veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren. De vraag die voorligt, is in de kern: geldt op of in de directe omgeving van het projectgebied een aantoonbaar verhoogde kans op de aanwezigheid van CE in de bodem? Zo ja, vormt dit dan een risico in de uitvoeringsfase van het project? Bij het antwoord hierop geldt te allen tijde: het volledig uitsluiten van alle risico's met betrekking tot CE is nooit te garanderen.

De onderzoeksvragen voor dit onderzoek zijn als volgt gedefinieerd:

1. Welke delen van het projectgebied dienen conform vigerende wet- en regelgeving te worden gekenmerkt als verdacht?
2. Is het mogelijk de huidige horizontale en verticale afbakening van het als verdacht aangemerkt gebied in te perken door de naoorlogse werkzaamheden inzichtelijk te maken?
3. Welke typen en hoeveelheden explosieven kunnen verwacht worden?
4. Welke risico's kunnen ontstaan door de mogelijke aanwezigheid van CE bij de voorgenomen grondroerende activiteiten?
5. Welke technische maatregelen zijn nodig om het project veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren?
6. Welke zones vereisen een nader (detectie) onderzoek voordat veilig en verantwoord kan worden overgaan met bodem gerelateerde werkzaamheden? Hierbij dient aangegeven te worden op welk moment het best gedetecteerd kan worden en welke detectiemethode wordt aanbevolen.

De onderzoeksvragen worden beantwoord in de volgende paragraaf.

### 5.1 BEANTWOORDING ONDERZOEKSVRAGEN

**Onderzoeksvraag 1:** Welke delen van het projectgebied dienen conform vigerende wet- en regelgeving als verdacht te worden gekenmerkt?

**Antwoord onderzoeksvraag 1:** Conform de richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE worden gebieden waar op basis van minimaal 2 aantoonbare bronnen CE achtergebleven kan zijn en er geen contra-indicaties zijn die dit vermoeden kunnen weerleggen, gekenmerkt als verdacht.



Expload heeft gebruik gemaakt van een historisch vooronderzoek dat in 2018 door BEOBOM is uitgevoerd voor de spoorlijn Utrecht-Veenendaal, waarbij gebruik gemaakt is van een al eerder in 2012 door T&A Survey uitgevoerd historisch vooronderzoek waarvan de onderzoeksresultaten zijn omschreven in het rapport met documentcode RNO-046. De onderzoeksresultaten van het door BEOBOM uitgevoerd Aanvullend historisch vooronderzoek zijn omschreven in het rapport vooronderzoek CE PGO Eemland Utrecht – Veenendaal km 39.0 – 67.2 (035, 562 en 108) met documentcode BB17-174-02, d.d. 20 maart 2018.

Bij de beoordeling en evalueren van het met deze vooronderzoeken gevonden bronnenmateriaal heeft Expload conform de WSCS-OCE 2016 o.a. de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Indien sprake is van de vermoedelijke aanwezigheid van CE, is de conclusie VERDACHT gerapporteerd. Indien er geen sprake is van de vermoedelijke aanwezigheid van CE, is de conclusie ONVERDACHT gerapporteerd.
- Indicaties/contra-indicaties dienen een locatieverwijzing te hebben, aangezien deze essentieel is om te bepalen of de informatie relevant is voor de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied. Voor de locatieverwijzing gelden de volgende uitgangspunten:
  - Indicaties/contra-indicaties moeten worden vertaald naar een locatie in de huidige topografie;
  - Waar sprake is van onduidelijkheid/onbetrouwbaarheid in de locatieverwijzing, is dit gedocumenteerd;
  - Als er geen indicaties zijn die wijzen op de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied, is de conclusie ONVERDACHT. Dit betekent niet dat er binnen deze gebieden geen CE aanwezig kunnen zijn maar dat dit niet kan worden vastgesteld aan de hand van het beschikbare bronmateriaal.
  - Als er indicaties zijn dat bij oorlogshandelingen in het onderzoeksgebied bepaalde hoofdsoorten van CE zijn gebruikt/betrokken geweest, dan is (een deel van) het onderzoeksgebied VERDACHT op de aanwezigheid van deze hoofdsoorten CE.

Na het bestuderen van beide rapporten en het aanvullend luchtfoto- en contra-indicatie onderzoek dat Expload heeft uitgevoerd, is vastgesteld dat er sprake is van drie verdachte gebieden:

- Een gebied tot 100 meter rondom bomkraters die op een luchtfoto van 26 november 1944 ter hoogte van het station van Maarsbergen zichtbaar zijn, omdat uit een rapport van de commandant van de LBD blijkt dat er op 6 november 1944 omstreeks 10.30 uur door geallieerde vliegtuigen vier bommen in de omgeving van het station werden afgeworpen, waarvan er drie vlakbij het station zijn neergekomen en geëxplodeerd, ter hoogte van het station op de luchtfoto weliswaar drie grote bomkraters zichtbaar zijn die zijn veroorzaakt door bommen die zeer waarschijnlijk niet door één Spitfire afgeworpen zijn en er na de bombardementen op 6 november 1944 bij de spoorwegovergang op korte afstand van het station één blindganger werd aangetroffen;
- Een gebied tot 100 meter rondom één enkele bomkrater die is ontstaan door bombardementen op 30 november 1944 of 4 december 1944, waarvan is vastgesteld dat de aanvallen zijn uitgevoerd door jachtbommenwerpers die per toestel twee bommen hebben afgeworpen;
- Een gebied tot 100 meter rondom één mogelijke bomkrater die is ontstaan door een bombardement op 5 januari 1945, waarbij vier à vijf Engelse jagers een aanval hebben uitgevoerd op het spoor bij Maarsbergen ter hoogte van de Engweg, hoek Wijkerweg en aan het einde van de Haarweg ten

oosten van de spoorlijn, maar waarvan de omschrijving in het bronnenmateriaal niet wordt ondersteund door de luchtfoto die van uitstekende kwaliteit is en maar negen dagen na het bombardement genomen is.

De afbakening van deze verdachte gebieden is weergegeven op de CE-bodembelastingkaart die als bijlage 5 bij dit rapport opgenomen is. Digitale begrenzingen van de contouren van de verdachte gebieden is separaat met dit rapport meegeleverd als shapefile. Voor een uitgebreide omschrijving hoe Expload tot deze afbakening van de verdachte gebieden is gekomen verwijzen wij naar hoofdstuk 2 van dit rapport.

**Onderzoeksvraag 2:** Is het mogelijk de huidige horizontale en verticale afbakening van het als verdacht aangemerkt gebied in te perken door de naoorlogse werkzaamheden inzichtelijk te maken?

**Antwoord onderzoeksvraag 2:** Ja, gebieden waar na WOII aantoonbaar al eerder graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd worden conform de richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE gedefinieerd als 'niet verdacht'. Bij het bepalen of binnen het onderzoeksgebied sprake is van verdacht gebied en het opstellen van de CE- bodembelastingkaart (bijlage 5) is hier rekening mee gehouden.

**Noot:** *Het afbakenen van verdachte gebieden op basis van historisch feitenmateriaal is geen 'exacte wetenschap'. Bij een vooronderzoek wordt in een beperkte tijd en met een afgebakend budget getracht voldoende feitelijk bronmateriaal te raadplegen, op basis waarvan het gerede vermoeden op het aantreffen van CE al of niet kan worden onderbouwd. Gezien de reikwijdte en diepgang van een dergelijk onderzoek, kan nooit 100 procent garantie worden gegeven met betrekking tot de afbakening van verdachte gebieden en de soorten CE die hierbinnen kunnen zijn achtergebleven. Anderzijds is nooit met 100 procent zekerheid te bepalen tot waar na WOII al eerder werd gegraven. Op grond van het geraadpleegde feitenmateriaal en 'expert judgement' is getracht het verdachte gebied, zo goed mogelijk af te bakenen.*

**Onderzoeksvraag 3:** Welke typen en hoeveelheden explosieven kunnen verwacht worden?

**Antwoord onderzoeksvraag 3:** Eén of meerdere blindgangers van geallieerde MC en GP brisantbommen met een kaliber van 250 lb. en 500 lb.

**Onderzoeksvraag 4:** Welke risico's kunnen ontstaan door de mogelijke aanwezigheid van CE bij de voorgenomen grondroerende activiteiten?

**Antwoord onderzoeksvraag 4:** Bij grondroerende werkzaamheden kunnen eventueel achtergebleven blindgangers worden bewogen en/of getouchéerd, met een ongecontroleerde explosie van een CE tot gevolg. Ook bestaat een kleine kans op het optreden van een ongecontroleerde explosie van een CE door het ontstaan van trillingen met een versnelling van 1,0 m/s<sup>2</sup> of groter als gevolg van heiwerkzaamheden. Een ongecontroleerde explosie van een CE kan dodelijk letsel en aanzienlijke schade veroorzaken. Risico's op het optreden van een ongecontroleerde explosie van CE en de effecten die hierbij kunnen optreden zijn omschreven in hoofdstuk 3 van dit rapport.

**Onderzoeksvraag 5:** Welke technische maatregelen zijn nodig om het project veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren?

**Antwoord onderzoeksvraag 5:** Om het project met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren, dienen voorafgaande aan bepaalde grondroerende werkzaamheden beheersmaatregelen genomen te worden om te voorkomen dat CE ongecontroleerd tot uitwerking kan komen en waardoor schade aan de omgeving, lichamelijk letsel of zelfs dodelijke afloop kan ontstaan.

Bij alle grondroerende werkzaamheden binnen niet verdacht gebied (zie CE-bodembelastingkaart bijlage 5), het opgraven van bestaande riolen, kabels of leidingen of het opbraken van bestaande infrastructuur kan worden volstaan het toepassen van het protocol 'Onverwachts aantreffen CE'. Hiermee wordt voorkomen dat er bij het onverwacht aantreffen van CE binnen de projectlocatie alsnog risico's ontstaan. Het protocol 'Onverwachts aantreffen CE' is als bijlage 7 bij dit rapport bijgevoegd.

Mogelijk dient in verdacht gebied nog milieukundig- en/of grond mechanisch bodemonderzoek uitgevoerd te worden. Voor het veilig uitvoeren van deze werkzaamheden verwijzen wij naar de algemene 'Veiligheidsinstructie t.b.v. bodemonderzoek in CE verdacht gebied'. De Veiligheidsinstructie is als bijlage 10 bij dit rapport opgenomen.

Om het risico op het optreden van een ongecontroleerde explosie van CE bij grondroerende werkzaamheden in verdacht gebied te voorkomen, wordt het vooraf opsporen en verwijderen van CE geadviseerd. Voor een nadere toelichting m.b.t. het opsporen van CE door middel van detectieonderzoek verwijzen wij naar bijlage 8. De zogenaamde opsporingsfase CE-bodemonderzoek is nader omschreven in bijlage 9.

**Onderzoeksvraag 6:** Welke zones vereisen een nader (detectie) onderzoek voordat veilig en verantwoord kan worden overgaan met bodem gerelateerde werkzaamheden?

**Antwoord onderzoeksvraag 6:** Overall waar grondroerende werkzaamheden in verdacht gebied worden uitgevoerd, waarbij eventueel achtergebleven CE kunnen worden bewogen en/of getoucheerd en waar als gevolg van heiwerkzaamheden trillingen met een versnelling van  $1,0 \text{ m/s}^2$  of groter in verdacht gebied kunnen ontstaan. Onderzoek wordt geadviseerd tot minimaal de diepte tot waar grondroering gaat plaatsvinden, waarbij 0,5 meter veiligheidsmarge wordt geadviseerd. De maximale diepte tot waarop onderzoek nodig is bedraagt 1,6 m-mv.

**Aanvullende onderzoeksvraag a** Op welk moment kan het best gedetecteerd worden?

**Antwoord:** Er bestaan diverse mogelijkheden om een CE-bodemonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek vindt plaats voordat de geplande werkzaamheden van start gaan of gelijktijdig in combinatie met de reguliere werkzaamheden. Het is verstandiger om een CE-bodemonderzoek vooraf te doen omdat zo stagnatie tijdens de realisatiefase wordt voorkomen.



Voordelen van vooraf onderzoek:

- Aannemer heeft geen beperkingen meer voor de uitvoering;
- Geen stagnatie in bouwproces bij aantreffen CE;
- Opsporingskosten zijn beter beheersbaar.

**Aanvullende onderzoeksvraag b:** Welke detectiemethode/uitvoeringsmethode wordt aanbevolen?

**Antwoord:** Wij adviseren non-realtime passieve oppervlakedetectie uit te laten voeren, eventueel in combinatie met grondradaronderzoek. Met deze opsporingstechniek kan (normaliter) vanaf het maaiveld voldoende detectiebereik gehaald worden om het verdacht gebied vanaf maaiveld tot 1,6 m-mv te onderzoeken voor achtergebleven blindgangers van afwerpmunitie met een kaliber van 250 lb. en 500 lb. In de nabijheid van de spoorbaan worden detectieresultaten van passieve detectietechniek zeer waarschijnlijk verstoord door aanwezigheid van de spanning voerende bovenleiding van de spoorbaan, waardoor zeer waarschijnlijk hier grondradaronderzoek nodig is om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de mogelijke aanwezigheid van blindgangers.

Op basis van de detectieresultaten kan het opsporingsgebied worden opgedeeld in drie terreintypen:

- **Categorie A-terreinen:**

Dit zijn gebieden waarvan is vastgesteld dat er geen significante verstoringen zijn gedetecteerd. In deze gebieden kunnen werkzaamheden tot aan de bepaalde onderzoekdiepte veilig en verantwoord worden uitgevoerd;

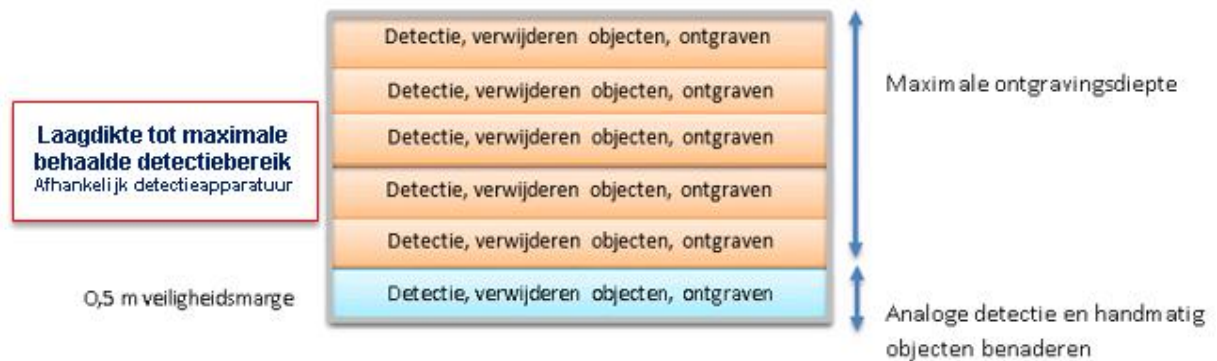
- **Categorie B-terreinen:**

Dit zijn gebieden met individueel te onderscheiden significante verstoringen. Wij adviseren om objecten die deze verstoringen veroorzaken, laagsgewijs te ontgraven en te identificeren om vast te stellen of er daadwerkelijk CE aanwezig zijn. Eventueel aanwezige CE dienen vooraf verwijderd te worden voordat veilig en verantwoord grondroerende werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd;

- **Categorie C-terreinen:**

Dit zijn gebieden waarin gedetecteerde verstoringen niet individueel te onderscheiden zijn. Verstoringen beïnvloeden de detectieresultaten dusdanig, dat er op basis van de detectieresultaten geen uitspraak kan worden gedaan over de aanwezigheid van CE. De verstoringen kunnen zowel in de omgeving als in de bodem aanwezig zijn. In overleg met de verantwoordelijke betrokkene moet worden bepaald welke aanvullende onderzoeken nodig zijn om te komen tot een aanvaardbaar veiligheidsrisico.

Binnen gebieden die na het uitvoeren van oppervlakedetectie als categorie C-terreinen worden aangemerkt en waar na WOII niet aantoonbaar graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd, kan laagsgewijze detectie met een actieve metaaldetector worden toepast. Een metaaldetector is weinig gevoelig voor omgevingsfactoren maar heeft daardoor slechts een beperkt meetbereik. Bij deze onderzoeksmethode wordt het te ontgraven gebied laagsgewijs onderzocht. Nadat een deel van het te ontgraven gebied is onderzocht, kan tot een bepaalde diepte veilig en verantwoord worden gegraven. Deze werkmethode wordt in figuur 40 schematisch weergegeven.



Figuur 40: Schematische weergave werkmethode laagsgewijze oppervlakedetectie

Afhankelijk van de detectieapparatuur die voor de laagsgewijze detectie ingezet kan worden (passief of actief), zal het gebied in één of enkele detectiegangen kunnen worden onderzocht en vrijgegeven. Indien na het verwijderen van de verstoorde bovenlaag passieve detectie mogelijk is, kan worden volstaan met 1 of 2 detectiegangen omdat met passieve detectie normaliter een detectiebereik van circa 2,5 meter gehaald kan worden.

Indien alleen actieve detectietechniek mogelijk is, doordat in een gebied te veel metaalverstoringen in de te ontgraven bodemlaag aanwezig zijn, dient rekening te worden gehouden met meerdere detectiegangen. Bij actieve detectie kan per laag circa 30 centimeter worden onderzocht. Vertraging kan ontstaan door het benaderen en identificeren van verdachte objecten die worden gedetecteerd en na het aantreffen van CE. Met deze onderzoeksmethode kan normaliter circa 300 m<sup>2</sup> per dag worden onderzocht, e.e.a. afhankelijk van de veelheid aan metaalverstoringen in de bodem.

Bij het (onvoorzien) aantreffen van een CE met een NEG > 10 kg zullen werkzaamheden stagneren. In overleg met bevoegd gezag en EOD zal een geschikt moment gekozen moeten worden wanneer een dergelijk CE gedemonteerd en vernietigd kan worden. Tijdens de demontage zijn maatregelen naar de omgeving nodig.

In de huidige situatie is het niet zondermeer mogelijk om overal vooraf CE op te sporen. Bepaalde opsporingsgebieden dienen eerst detectie gereed gemaakt te worden. Detectie gereed maken is het geschikt maken van het opsporingsgebied voor het uitvoeren van detectiewerkzaamheden, met een minimum aan risico's voor het uitvoerende personeel en een optimaal detectieresultaat.

Een opsporingsgebied dient hiervoor:

- Goed beloopbaar, vlak en toegankelijk te zijn;
- Bij passieve oppervlakedetectie (zoveel mogelijk) vrij te zijn van ferromagnetische verstoringen.

## 5.2 AANDACHTSPUNTEN

Met betrekking tot opsporing gelden de volgende aandachtspunten:

- Personen die aanwezig zijn binnen een OCE-werkgebied, dienen te beschikken over een certificaat Basiskennis OCE. Zo niet, mogen ze het OCE werkgebied uitsluitend betreden onder begeleiding van ten minste een Assistent OCE-deskundige <sup>46</sup>.
- Indien bij het benaderen van CE wordt gebruik gemaakt van materieel, dient dit te voldoen aan de eisen zoals vermeld in bijlage 4 van het WSCS-OCE. Vanuit praktisch oogpunt is het veelal verstandig om tijdens (laagsgewijze) ontgravingen direct een machine in te zetten die voldoet aan deze eisen.

## 5.3 WETGEVING BODEMONDERZOEK CE

Opsporen van CE is uiteraard niet zonder risico. Dat dit zorgvuldig en veilig gebeurt, is in het belang van zowel de opdrachtgever, het civiele opsporingsbedrijf, de personen op de projectlocatie als de omgeving. Daarom moet een gecertificeerd opsporingsbedrijf aan strenge eisen voldoen. Deze eisen zijn geformuleerd in de WSCS-OCE.

Eén van de eisen die de WSCS-OCE stelt, is dat het explosieven opsporingsbedrijf de processen die nodig zijn voor een veilige, deskundige en juiste uitvoering van het project moet identificeren en plannen. Dit houdt in dat de werkvoorbereiding schriftelijk wordt vastgelegd in een projectplan.

In het projectplan wordt onder meer aandacht besteed aan de projectorganisatie, taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden, communicatie, wijze van uitvoeren, planning, veiligheid, gezondheid en milieuplan (VGM-plan), verzekeringen en certificaten en vergunningen.

Het projectplan moet worden opgesteld voor de opdrachtgever en alle bij de uitvoering van een CE-bodemonderzoek betrokken partijen. Het bevoegde gezag (gemeente) moet het projectplan goedkeuren in het kader van haar verantwoordelijkheden op het gebied van openbare veiligheid.

## 5.4 BOMMENREGELING

De kosten van werkzaamheden die verband houden met de opsporing en ruiming van conventionele explosieven zijn voor rekening van de gemeente, met dien verstande dat voor bepaalde kostensoorten van rijkswege een bijdrage kan worden verstrekt via het gemeentefonds. Vanaf 2015 is de Bommenregeling gewijzigd en kunnen alle gemeenten in geval van opsporing en ruiming van explosieven een bijdrage van 70% in de kosten ontvangen door het indienen van een raadsbesluit.

De kosten die in aanmerking komen voor vergoeding zijn gelijk aan de kosten die onder het oude Bijdragebesluit gedeclareerd konden worden, inclusief de daaromtrent eerder gecommuniceerde beleidsregels. Met de overheveling naar het gemeentefonds werd geen verandering in het soort kosten dat voor vergoeding in aanmerking komt, beoogd.

---

<sup>46</sup> WSCS-OCE hoofdstuk 6.6.1. sub 2



## 6 BIJLAGEN



## **BIJLAGE 1      WETTELIJK EN FORMEEL KADER (ALGEMEEN)**

Veiligheid is primair een verantwoordelijkheid van de Centrale overheid. Deze verantwoordelijkheid is door middel van het opstellen van wetgeving gedelegeerd. De centrale overheid heeft de verantwoordelijkheid voor de openbare veiligheid gedelegeerd naar het lokaal bevoegd gezag (burgemeester van de gemeente/veiligheidsregio) en voor de Arbo veiligheid naar opdrachtgevers en opdrachtnemers. Het is een verplichting om bekende, aanwezige informatie te verstrekken aan derden over risico's binnen de fysieke leefomgeving/projectlocatie. Hiervoor zijn/worden (regionale/projectlocatiespecifieke) risicokaarten opgesteld. De risicokaarten worden onder andere gebruikt door de overheid voor een betere voorbereiding op calamiteiten en/of een goede ruimtelijke inpassing.

Deze verplichting geldt ook voor de risico's met betrekking tot achtergebleven explosieven na oorlogshandelingen. Internationaal zijn hierover afspraken gemaakt binnen de Hoge Verdragsluitende Partijen van de Verenigde Naties. Het "Protocol V inzake ontplofbare oorlogsresten" is voor Nederland op 12 november 2006 in werking getreden. In dit Protocol wordt aangegeven, dat zo snel als haalbaar na een gewapend conflict, maatregelen genomen dienen te worden om risico's met betrekking tot ontplofbare oorlogsresten (CE) te beperken of te voorkomen.

Hoewel het Protocol niet van toepassing is verklaard op reeds aanwezige CE voordat het protocol in werking trad, blijkt hieruit onmiskenbaar dat de Nederlandse overheid achtergebleven CE als een risico beoordeelt en deze zo spoedig mogelijk na een gewapend conflict dienen te worden geruimd in het kader van zowel de openbare als Arboveiligheid.

Een uitwerking (b.v. explosie) van een CE kan materiële schade en/of lichamelijk letsel veroorzaken tot op kilometers afstand van de plaats waar de uitwerking plaatsvindt. Bovendien beperken rampen en crisis zich vaak niet tot de gemeentegrens. Hiermee is de link gelegd naar zowel de openbare- als de Arboveiligheid.

### **Wet Veiligheidsregio's/ Gemeentewet**

Sinds 11 februari 2010 is in Nederland de Wet Veiligheidsregio's van kracht, waarin de rampenbestrijding en crisisbeheersing opgenomen.

Het beleid van de Veiligheidsregio's op het gebied van achtergebleven CE is echter niet altijd uitgewerkt in een regionaal Risicoprofiel. In dergelijke situaties wordt de organisatie, voorbereiding en uitvoering van CE-risicobeheersing toegekend aan het College van B&W van de betreffende gemeente.

Dit is gebaseerd op de gemeentewet, die aangeeft dat de risico's met betrekking tot de openbare veiligheid een verantwoordelijkheid is voor het lokaal bevoegd gezag, in deze de burgemeester van de gemeente(n) waarbinnen het risicogebied gelegen is.

### **Arbidsomstandighedenwet (Arbowet)**

Als opdrachtgever van infrastructuure- en onderhoudswerkzaamheden liggen de taken en verantwoordelijkheden van zowel opdrachtgevers als opdrachtnemers verankerd binnen de Arbowet, het Arbobesluit en Arboregeling. De Arbowet vormt de basis van de Arbowetgeving. Hierin staan de

algemene bepalingen die gelden voor alle plekken waar arbeid wordt verricht. De Arbowet is een kaderwet. Dat betekent dat er geen concrete regels in staan. Die zijn verder uitgewerkt in het Arbobesluit en de Arboregeling.

#### Het Arbobesluit

Het Arbobesluit is een uitwerking van de Arbowet. Hierin staan de regels waar zowel opdrachtgever, werkgever als werknemer zich aan moeten houden om arbeidsrisico's tegen te gaan. Met betrekking tot de (mogelijke) aanwezigheid van CE zijn de volgende artikelen van belang:

#### *Artikel 2.26 Algemene uitgangspunten inzake veiligheid en gezondheid bij het ontwerpen van een bouwwerk;*

In artikel 2.26. Arbobesluit is een algemeen punt inzake veiligheid en gezondheid bij het ontwerpen van een bouwwerk opgenomen. De opdrachtgever is verplicht in de ontwerpfase zich ervan te vergewissen dat de betrokken werkgevers en zelfstandigen in staat zijn de verplichtingen voor de arbeidsomstandigheden die gelden in de uitvoeringsfase na te komen.

#### *Artikel 2.28 Veiligheids- en gezondheidsplan;*

In artikel 2.28. Arbobesluit is aangegeven dat er, onder verantwoordelijkheid van de opdrachtgever, een Veiligheids- en gezondheidsplan ontwerpfase (VG-O) moet worden opgesteld en waaraan deze minimaal moet voldoen. Onderstaand zijn deze vertaald naar het risico met betrekking tot mogelijk aanwezige CE:

1. De opdrachtgever zorgt ervoor dat ten aanzien van bouwwerken die voor de veiligheid en gezondheid van werknemers bijzondere gevaren met zich meebrengen of een bouwwerk ten aanzien waarvan een melding verplicht is, een veiligheids- en gezondheidsplan wordt opgesteld.
2. Afhankelijk van de voortgang in het bouwproces, worden in het veiligheids- en gezondheidsplan ten minste vermeld en opgenomen:
  - a) een beschrijving van het tot stand te brengen bouwwerk, een overzicht van de betrokken ondernemingen op de bouwplaats, de naam van de coördinator voor de ontwerp- en uitvoeringsfase;
  - b) een inventarisatie en evaluatie van de specifieke gevaren voor het betreffende bouwwerk en specifieke risico's (b.v. uitwerking van Conventionele Explosieven) die het gevolg (kunnen) zijn van de uitvoering van de bouwwerkzaamheden.
  - c) de maatregelen die volgen uit de risico-inventarisatie en -evaluatie, bedoeld onder b;
  - d) de afspraken met betrekking tot de uitvoering van de maatregelen, bedoeld onder c;
  - e) de wijze waarop toezicht op de maatregelen wordt uitgeoefend;
  - f) de bouwkundige, technische en organisatorische keuzen die in verband met de veiligheid en gezondheid van de werknemers en zelfstandigen worden gemaakt alsmede de onderzoeken en rapporten die de onderbouwing van deze keuzen ondersteunen;
  - g) de wijze waarop voorlichting en instructie aan de werknemers op de bouwplaats wordt gegeven.



*Artikel 4.10 Conventionele explosieven;*

In art. 4.10 Arbobesluit zijn onder hoofdstuk 4 afdeling 1 §4 de maatregelen bij specifieke omstandigheden uitgewerkt. Hierin staat beschreven wat wordt verstaan onder conventionele explosieven en dat het opsporen hiervan is voorbehouden aan gecertificeerde bedrijven.

In 'artikel 4.10 – Conventionele explosieven' is het volgende opgenomen:

1. In dit artikel wordt verstaan onder:
  - a) conventionele explosieven:  
*elk explosief dat geen geïmproviseerd, nucleair, biologisch of chemisch explosief is;*
  - b) opsporen:  
*het detecteren, lokaliseren, laagsgewijs ontgraven, identificeren, tijdelijk veiligstellen van de situatie en overdragen;*
  - c) detecteren:  
*het vaststellen van de aanwezigheid van een object dat mogelijk een conventioneel explosief is op basis van de beoordeling van meetgegevens;*
  - d) lokaliseren:  
*het driedimensionaal vaststellen van de ligplaats van het gedetecteerde object;*
  - e) identificeren:  
*het vaststellen of het gelokaliseerde object een conventioneel explosief is en het bepalen van de soort, sub soort, wapeningstoestand, kaliber en nationaliteit van het object;*
  - f) tijdelijk veiligstellen van de situatie:  
*de activiteiten die volgen op het identificeren en die nodig zijn voor het beheersen van de uitwerkingsrisico's van het conventionele explosief in de relatie tot de omgeving tot het tijdstip van overdragen;*
  - g) overdragen:  
*het overdragen van de conventionele explosieven aan een van de explosieven opruimingsdiensten van het ministerie van Defensie.*
2. Arbeid bestaande uit het opsporen van conventionele explosieven wordt verricht door een bedrijf dat voor de te verrichten arbeid in het bezit is van een procescertificaat opsporen conventionele explosieven dat is afgegeven door Onze Minister van SZW of een certificerende instelling.
3. Het certificaat, bedoeld in het tweede lid, of een afschrift daarvan is op de arbeidsplaats aanwezig en wordt desgevraagd getoond aan de toezichthouder.

De Arboregeling

De Arboregeling is weer een verdere uitwerking van het Arbobesluit. Het gaat hierbij om concrete voorschriften. Om het maatschappelijk belang van veiligheid en gezondheid van en rondom de arbeid te waarborgen, is door de overheid gekozen voor een wettelijk verplichte certificatieregeling voor de borging van de kwaliteit/veiligheid voor het opsporen van CE. Dit is uitgewerkt in artikel 4.17f van de Arboregeling.

Artikel 4.17f: Afgifte procescertificaat opsporen conventionele explosieven

Een procescertificaat opsporen conventionele explosieven als bedoeld in artikel 4.10, tweede lid, van het besluit, wordt door de certificerende instelling afgegeven indien de aanvrager voldoet aan de eisen zoals vastgelegd in het Werkveld Specifieke Certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporing Conventionele Explosieven, document WSCS-OCE zoals opgenomen in bijlage XII bij de regeling.

De regelgeving betreffende Arboveiligheid voor het opsporen van CE is opgenomen in bijlage XII (behorend bij artikel 4.17 f) en benoemd als “Werkveld specifiek Certificatieschema voor het systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven” (WSCS-OCE).

Voor de vigerende inhoud van de genoemde wet- en regelgeving wordt verwezen naar [www.wetten.nl](http://www.wetten.nl).

## **Handhaving veiligheid CE**

### Arbo veiligheid

In het kader van de Arbowet wordt de controle op veilige werkomstandigheden uitgevoerd door Inspectie SZW van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW). Inspectie SZW is op 1 januari 2012 ontstaan door samenvoeging van de Arbeidsinspectie, de Inspectie Werk en Inkomen en de Sociale Inlichtingen- en Opsporingsdienst. De Arbowet, het Arbobesluit en de Arboregeling bepalen voor werkgevers en werknemers wat de rechten en plichten zijn op het terrein van veilig en gezond werken.

Inspectie SZW heeft in de periode april 2012 t/m juni 2013 inspecties uitgevoerd waar in de grond werd gewerkt. Eén van de controles betrof de risico's met betrekking tot achtergebleven CE uit WOII. Het rapport van deze controle is als bijlage 2 toegevoegd aan dit rapport. Aan de hand van deze resultaten heeft de inspectie SZW aangegeven de komende jaren op grote schaal projecten te toetsen op de RI&E betreffende achtergebleven CE.

### Openbare Veiligheid

Voor de Openbare Orde en Veiligheid (OOV) binnen de gemeente is de burgemeester verantwoordelijk. De burgemeester is voorzitter van de gemeenteraad, van het college van burgemeester en wethouders (B&W) en is bestuurslid van de Veiligheidsregio. Controle op een veilige uitvoering van werkzaamheden en onderzoeken naar CE valt onder zijn verantwoordelijkheid.

Door een gecertificeerd opsporingsbedrijf wordt in het geval van opsporing van CE een projectplan (rapportage van de werkvoorbereiding) opgesteld dat vervolgens door het bevoegd gezag en (gemandateerd) opdrachtgever goedgekeurd moeten worden in het kader van de openbare veiligheid en technische uitvoering, alvorens opsporingswerkzaamheden mogen worden uitgevoerd.

## **BIJLAGE 2      PROCES RI&E-CE (ALGEMEEN)**

In het kader van het Arbobesluit heeft de opdrachtgever, samen met de opdrachtnemer, de verplichting de risico's die in de uitvoering van een project kunnen ontstaan te inventariseren en te evalueren (RI&E). De inventarisatie houdt in dat de mogelijke gevaren binnen het project met betrekking tot de veiligheid, de gezondheid en het welzijn van de werknemers en derden worden vastgesteld. In de evaluatie wordt van deze gevaren een risico-inschatting gemaakt, waarbij gekeken wordt naar de kans dat een gevaar zich voordoet en het effect dat het teweegbrengt. In de RI&E moet een Plan van Aanpak (PVA) worden opgenomen waarin is aangegeven welke beheersmaatregelen de opdrachtnemer gaat nemen in verband met de geconstateerde risico's.

Een RI&E met betrekking tot eventueel achtergebleven CE, omvat een vooronderzoek CE en indien sprake is van de mogelijke aanwezigheid van CE een risicoanalyse CE. De verschillen tussen beide onderzoeken worden hierna kort toegelicht.

### **Vooronderzoek CE**

Om te kunnen bepalen of in een projectgebied en/of in de directe omgeving hiervan sprake is van een aantoonbare bovenmatige kans op het voorkomen van CE, moet een vooronderzoek worden uitgevoerd. Het vooronderzoek heeft tot doel om door middel van het inventariseren en analyseren van historisch bronnenmateriaal (indicaties en contra-indicaties voor de mogelijke aanwezigheid van CE) te bepalen of en zo ja, waar binnen het gebied rekening moet worden gehouden met de mogelijke aanwezigheid van CE in de bodem.

Op basis van artikel 4.10 van het Arbobesluit geldt voor het uitvoeren van een vooronderzoek geen certificatieplicht. Wel bevat het eerdergenoemde WSCS-OCE richtlijnen voor de inventarisatie en de beoordeling van het bronnenmateriaal:

- Indien er sprake is van een feitelijk aantoonbaar verhoogde kans op aanwezigheid van CE, dan wordt beoordeeld of bepaalde gebieden binnen het onderzoeksgebied hierdoor moeten worden aangemerkt als verdacht gebied. In verdacht gebied zijn meestal beheersmaatregelen nodig om de veiligheid te waarborgen. Een mogelijke beheersmaatregel is de opsporing van CE.
- Resterende gebieden worden als niet verdacht aangemerkt. De uitspraak niet verdacht betekent overigens niet dat in het gebied geen CE kunnen worden aangetroffen. Het vooronderzoek leidt tot waarschijnlijkheidsuitspraken op basis van een historische bewijslast.

De mogelijkheid bestaat dat al eerder een vooronderzoek is uitgevoerd. In verband met de grootte van het onderzoeksgebieden kan een keuze zijn gemaakt om de naoorlogse ontwikkelingen en/of de verticale afbakening van het verdachte gebied niet mee te nemen in de initiële fase van het vooronderzoek CE maar deze te verplaatsen naar een andere fase binnen het proces. Om het Vooronderzoek CE compleet te maken moet een aanvullend Vooronderzoek CE worden uitgevoerd.

Een aanvullend vooronderzoek CE begint met het bestuderen van het eerder uitgevoerde vooronderzoek CE en het op basis van het gebruikte archiefmateriaal afbakenen van (primair) verdacht(e) gebied(en), in horizontale en verticale zin.



Wanneer in het vooronderzoek CE geen of in onvoldoende mate onderzoek is gedaan naar contra-indicaties van CE en/of de verticale afbakening van het verdacht gebied nog niet is vastgesteld, dient aanvullend brononderzoek uitgevoerd te worden.

Onderzoek naar contra-indicaties betreft het in beeld brengen van activiteiten die al eerder na WOII in het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden, zoals opsporings- en/of ruimingsacties, naoorlogse uitgevoerde bodemroerende werkzaamheden en/of maaiveldhoogtewijzigingen. Bij deze activiteiten kunnen CE al zijn verwijderd uit een op basis van een historisch vooronderzoek primair als verdacht aangemerkt gebied. Tijdens de analyse van het gevonden archiefmateriaal wordt nadrukkelijk gekeken óf bij opsporingsacties of het naoorlogs grondverzet wel of geen CE zijn aangetroffen, omdat dit over het algemeen een betrouwbare indicatie is voor het bepalen of daadwerkelijk sprake is van verdacht gebied. Men dient zich te realiseren dat bij een historisch vooronderzoek niet altijd al het beschikbare archiefmateriaal wordt gevonden en niet alle oorlogshandelingen werden gedocumenteerd.

Ten behoeve van de verticale afbakening van verdacht(e) gebied(en) worden waar nodig berekeningen gemaakt om de maximale indringingsdiepte van CE vast te stellen aan de hand van locatie specifieke geotechnische gegevens, zoals bijvoorbeeld sondecurves. In de berekeningen worden tevens de CE-specifieke factoren meegenomen, zoals gewicht, diameter, snelheid en de invalshoek waarmee CE in het gebied terecht gekomen kan zijn.

Indien er op basis van het (aanvullend) vooronderzoek CE sprake is van verdacht gebied, dient in vervolg op het vooronderzoek CE een risicoanalyse CE uitgevoerd te worden. Indien er geen verdacht gebied wordt vastgesteld zal er geen Risicoanalyse CE worden opgesteld. De werkzaamheden worden dan uitgevoerd onder het Protocol Toevalsvondst CE (zie bijlage 4)

### **Risicoanalyse CE**

In een risicoanalyse CE wordt bepaald of er sprake is van een risico met betrekking tot CE. Als uit het Vooronderzoek CE blijkt dat de projectlocatie als verdacht gebied is aangemerkt, moet een risicoanalyse CE worden uitgevoerd voorafgaand aan de uitvoering van de werkzaamheden. Afhankelijk van de bekende projectinformatie kan er een risicoanalyse CE worden opgemaakt. In de praktijk wordt de algemene risicoanalyse opgemaakt in de ontwerpfase en de projectgebonden risicoanalyse in de uitvoeringsfase omdat de uitvoering en werkmethode dan bekend is.

#### Algemene Risicoanalyse CE

Indien nog niet bekend is waar precies welk type bodemroerende werkzaamheden zullen worden uitgevoerd, b.v. bij geïntegreerde contractvormen of in een voorfase waarin het definitieve ontwerp ontbreekt, kan worden volstaan met een beperkte risicoanalyse CE. Deze analyse is gebaseerd op de mogelijk aan te treffen CE zoals aangegeven in het vooronderzoek CE en op algemeen bekende invloedsfactoren die kunnen ontstaan tijdens grondroerende werkzaamheden.

Een risicoanalyse CE kan project specifiek worden uitgevoerd indien bekend is welke bodemroerende werkzaamheden binnen het verdachte gebied worden uitgevoerd. Er wordt beoordeeld welke daadwerkelijke invloedsfactoren de bodemroerende werkzaamheden veroorzaken en of deze invloed kunnen uitoefenen op de mogelijk aanwezige CE.

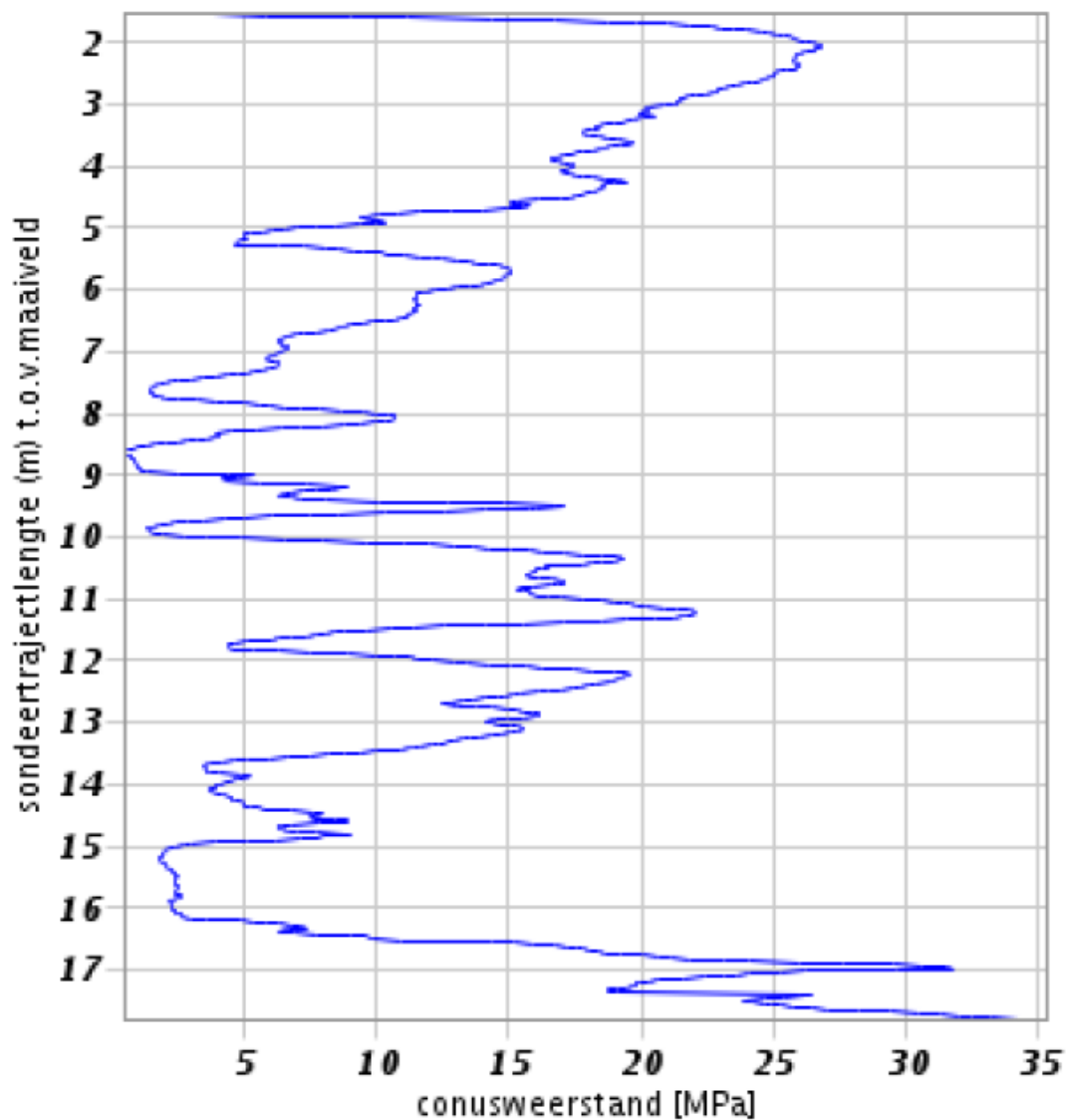
In de risicoanalyse CE worden de mogelijke uitwerkingsfactoren van CE vastgesteld zodat het risico in het kader van de Arboveiligheid en de openbare veiligheid kan worden ingeschat. Op basis hiervan moet de opdrachtnemer bepalen met welke beheersmaatregelen de gedefinieerde risico's kunnen worden voorkomen of beperkt in het kader van de Arboveiligheid. Het bevoegd gezag is verantwoordelijk voor de beheersmaatregelen met betrekking tot de openbare veiligheid. De beheersmaatregelen die worden getroffen worden opgenomen in het V&G plan - Uitvoering. Het V&G plan-Uitvoering moet voor de start van de werkzaamheden worden goedgekeurd door de opdrachtgever en bij mogelijke risico's met betrekking tot de openbare orde en veiligheid (OOV) ook door het bevoegd gezag OOV.



## Geotechnisch sondeonderzoek BRO

Identificatie: CPT000000003706

Coördinaten: 155433.000, 452125.000 (RD)

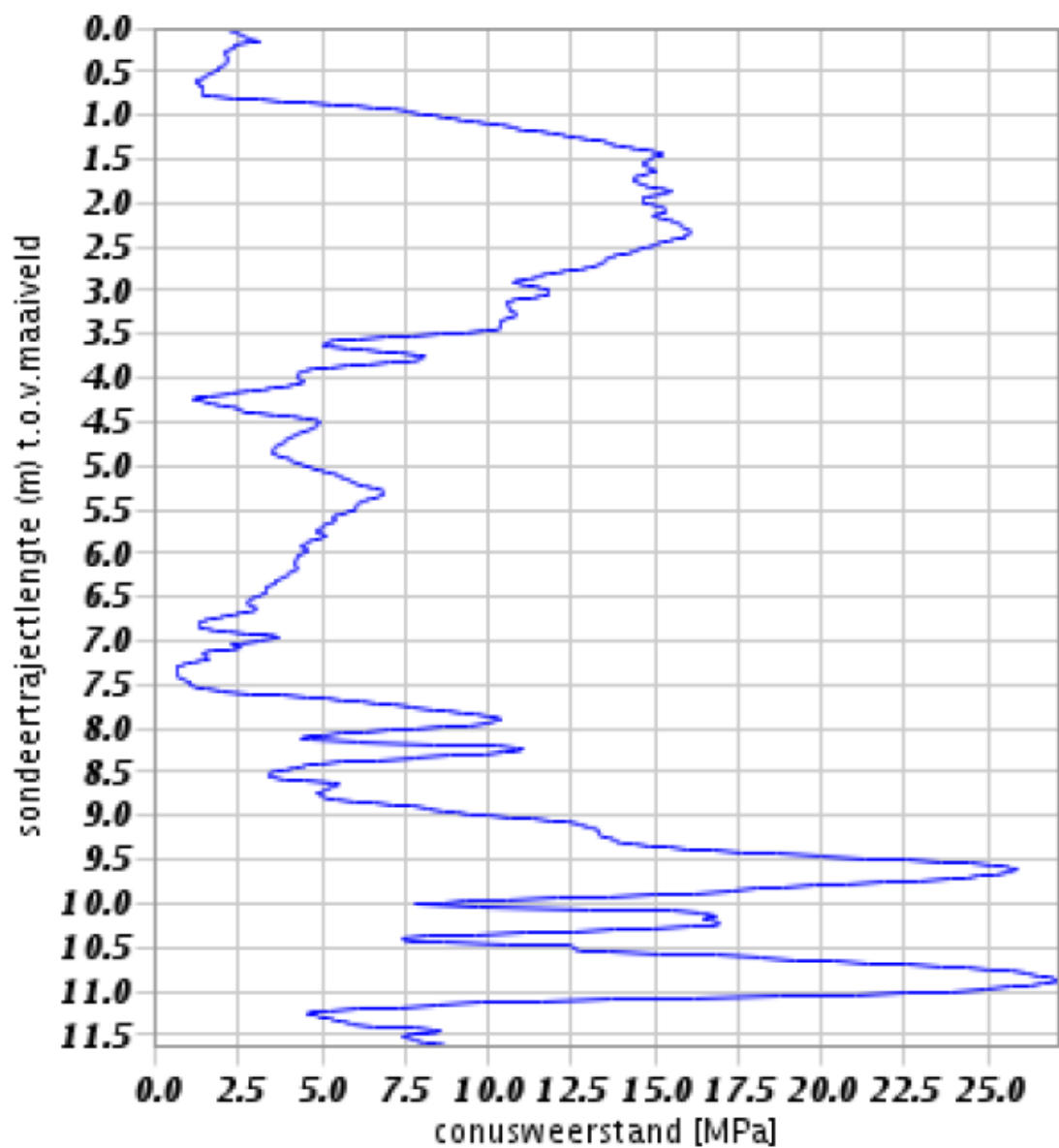




## Geotechnisch sondeonderzoek BRO

Identificatie: CPT000000025591

Coördinaten: 156208.000, 451739.000 (RD)





**Project 18114:**

**Sondering CPT000000003706:**

**Maaiveld:**

**Datum:**

Spoorwegonderdoorgang Maasbergen 19-8-2005

8m NAP

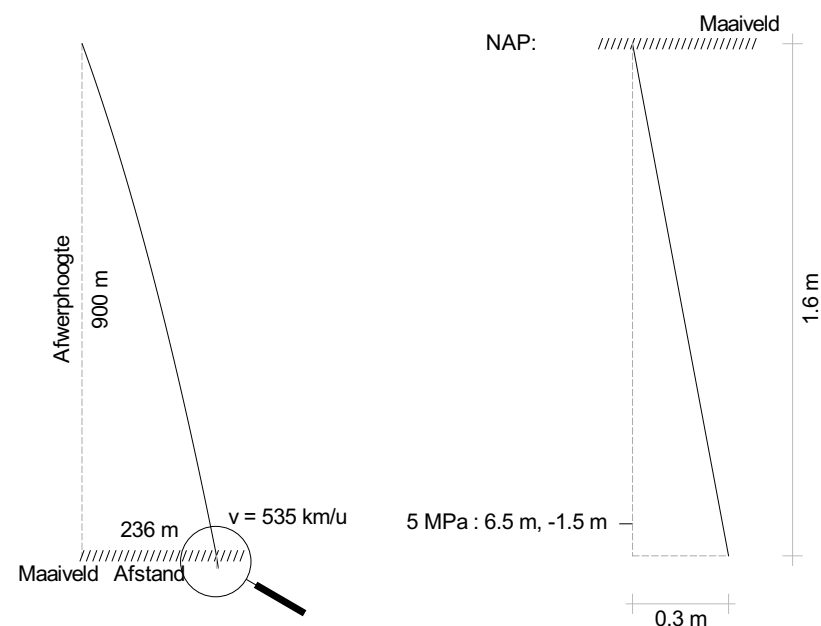
27-07-2018

### Gegevens:

Massa object: 226 kg  
 Diameter object: 328 mm  
 Afwerphoogte: 900 m  
 Vliegtuigsnelheid: 370 km/u  
 Afwerphoek: 70°

### Berekeningsresultaten:

Afstand tot doel: 236 m  
 Penetratieafstand: 0.3 m  
 Penetratiediagonaal: 1.6 m  
**Penetratiediepte: 1.6 m**





BIJLAGE 5      CE-BODEMBELASTINGKAART ONDERZOEKSGBIED









## BIJLAGE 6 ALGEMENE WERKING CE

CE worden ingezet voor het uitschakelen van doelen, zowel mens en materiaal of het verkrijgen van speciale effecten. Denk hierbij aan het opwerpen van een rookgordijn, het tijdelijk maken van licht, het veroorzaken van brand etc.

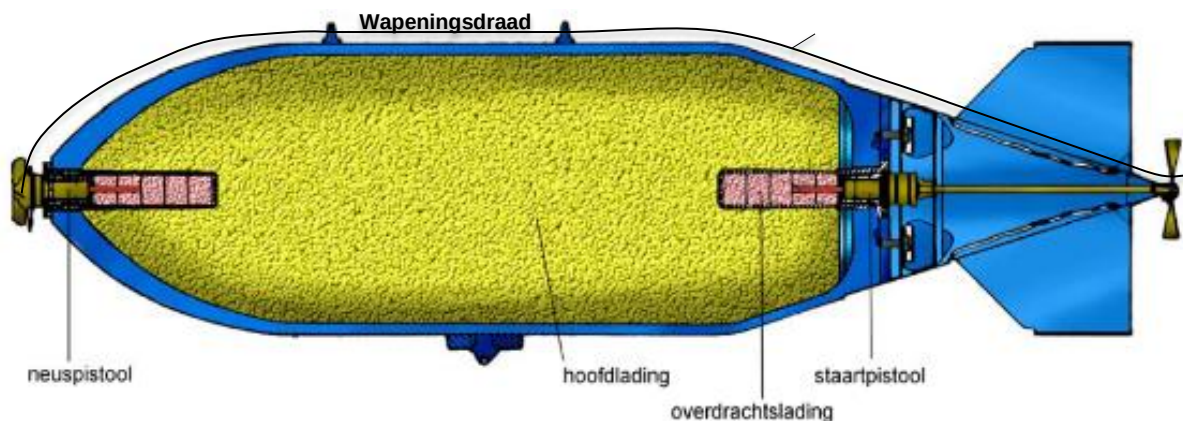
Op of in een CE is meestal één (of meerdere) ontsteker(s) geplaatst. De functie van een ontsteker is om het CE op de gewenste plaats of het juiste tijdstip tot uitwerking te laten komen. Dit is nodig om het beoogde effect van het CE te bereiken. In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat de ontstekers die gebruikt zijn op de CE, bepalend zijn voor het risico dat kan optreden bij de voorgenomen werkzaamheden. Een belangrijk aspect vormt de wapeningstoestand van een ontsteker.

Vrijwel alle ontstekers worden bij normale werking, ergens tussen het moment van (af)werpen of verschieten van het CE en het moment dat het CE het doel bereikt, gewapend. Dit wil zeggen dat er in de ontsteker iets gebeurt, waardoor het CE door invloeden van buitenaf of het verlopen van tijd tot uitwerking kan komen. Dit kan bijvoorbeeld zijn het in lijn brengen van explosieve ladingen en/of het opheffen van een blokkering. We noemen dit *'het op scherp stellen van een CE'*. Bij bepaalde soorten ontstekers dient de gebruiker voor het (af)werpen of verschieten van een CE één of meerdere veiligheidsvoorzieningen te verwijderen, bijvoorbeeld het verwijderen van een veiligheidspin, -kap of -draad. Voordat een ontsteker gewapend is, is het voor de gebruiker mogelijk het CE veilig op te slaan, te behandelen, te vervoeren, te verschieten of (af) te werpen.

Tijdens WOII zijn vele verschillende soorten ontstekers gebruikt, zowel ontstekers die in gewapende toestand gevoelig zijn voor effecten die kunnen ontstaan bij grondroerende werkzaamheden en ontstekers die in gewapende toestand niet of nauwelijks gevoelig zijn voor invloeden van buitenaf.

Om het wapenen van een ontsteker te verduidelijken nemen we het afwerpen van een geallieerde vliegtuigbom als voorbeeld. Het wapeningsproces voor andere hoofdsoorten CE is in grote lijnen vergelijkbaar.

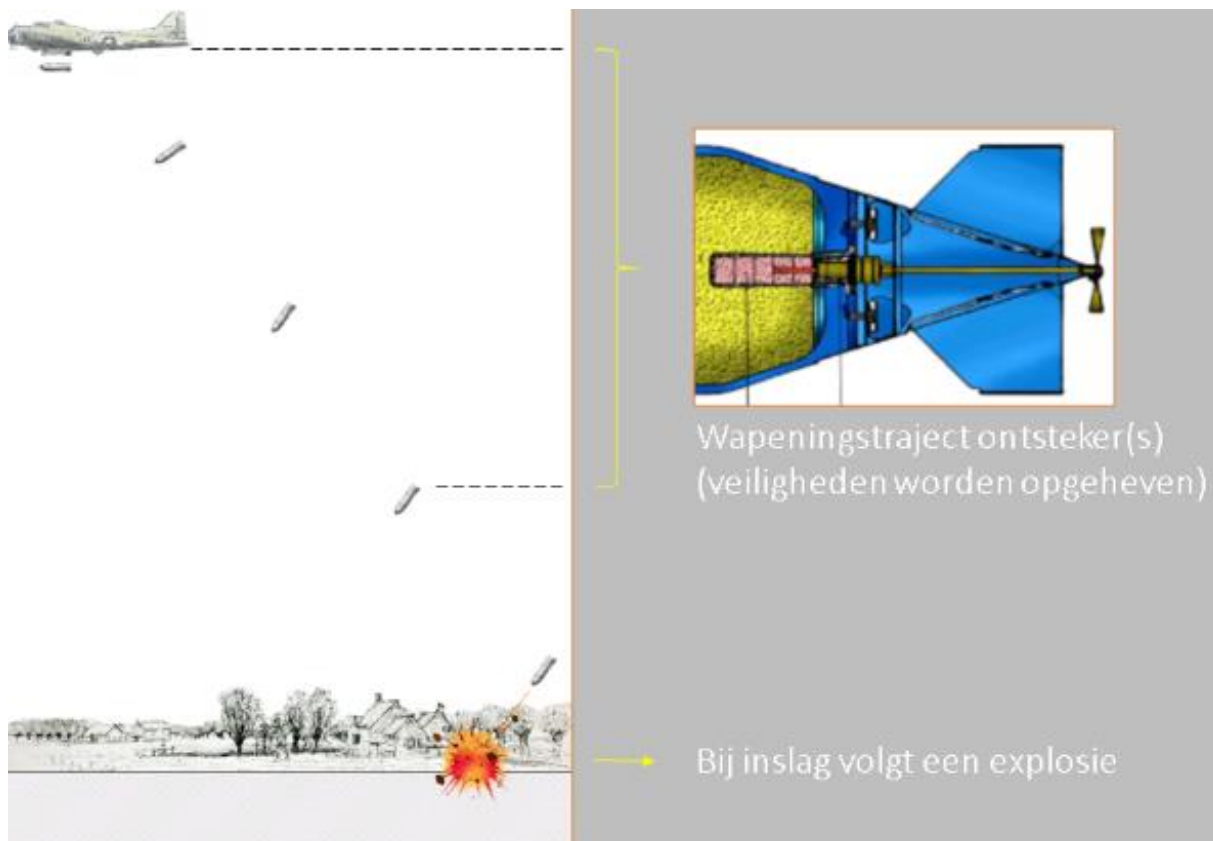
Een vliegtuigbom is meestal voorzien van één of meerdere ontstekers. Bij een geallieerde vliegtuigbom kunnen ontstekers zowel in de neus en/of staart van de bom worden geplaatst (zie figuur 1).



Figuur 1: Algemene opbouw afwerpmunitie



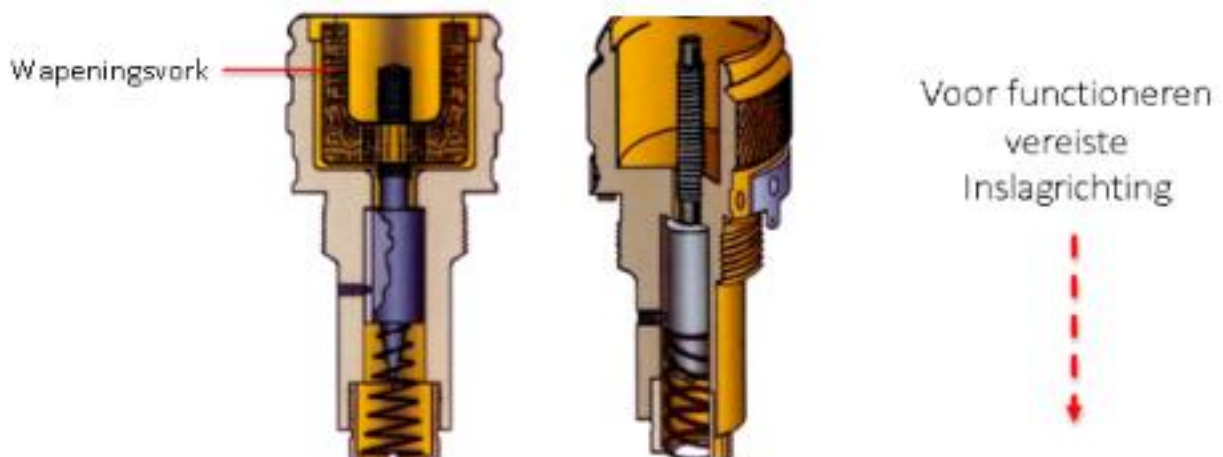
Nadat een geallieerde vliegtuigbom wordt afgeworpen, zal door luchtstroming meestal een impeller gaan draaien die in verbinding staat met de ontsteker. Bij veel ontstekers wordt het draaien van de impeller gebruikt voor wapenen van de ontsteker. De periode waarin dit gebeurt wordt het wapeningstraject genoemd (zie figuur 2). Het draaien van de impeller tijdens de vlucht van het vliegtuig wordt voorkomen door een wapeningsdraad die gelijktijdig met het afwerpen van de bom wordt verwijderd (zie figuur 1).



Figuur 2: Wapeningstraject ontsteker

Met het draaien van de impeller kon bijvoorbeeld een wapeningsvork van een slagpinconstructie worden afgedraaid. In figuur 3 wordt een eenvoudig staartpistool (bomontsteker) weergegeven die tijdens WOII veel op Engelse vliegtuigbommen is gebruikt. Links is de wapeningsvork nog aanwezig en blokkeert de slagpin in zijn beweging naar voren. Rechts is de wapeningsvork afgedraaid en is sprake van een gewapende ontsteker.

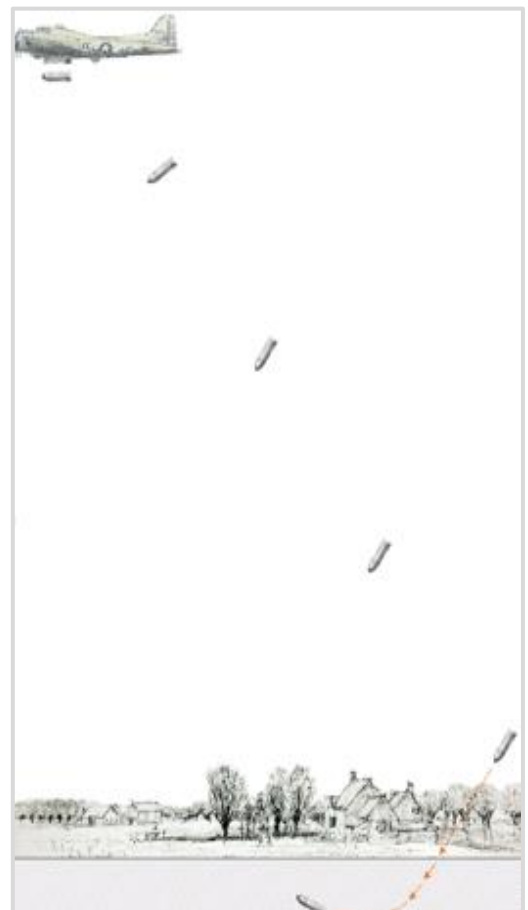
In deze zogenaamde gewapende toestand kan de slagpin bij inslag tegen de werking van de ophoudveer naar voren bewegen en inslaan in het duplexslagpijpje dat voor de ontsteker werd geplaatst. De bom komt hierdoor bij inslag tot explosie, mits deze in de juiste richting op het doel terecht komt. Verreweg de meeste vliegtuigbommen waren voorzien van een schokontsteker gebaseerd op dit werkingsprincipe.



Figuur 3: Werking schokontsteker

Wanneer een bom voorzien van een dergelijke schokontsteker om wat voor reden dan ook verkeerd op het doel terecht komt, of bij inslag onvoldoende remmende werking ondervindt om de slagpin tegen de werking van de slagpin ophoudveer naar voren te bewegen (bijvoorbeeld als een bom in het water terechtkomt), zal de slagpin niet of met onvoldoende kracht in het duplexslagpijpje slaan. De bom functioneert dan niet en komt als blindganger in de (water)bodem terecht. Het verkeerd neerkomen, kan bijvoorbeeld voorkomen als bommen elkaar tijdens de val fase raken, of vlak voordat ze de grond bereiken een ander object raken zoals bijvoorbeeld een boom of hoogspanningskabel. Wanneer de wapeningsdraad bij het afwerpen niet volledig vrijkomt, zal de impeller niet gaan draaien en wapent de bom niet en komt ook niet tot uitwerking.

Bij een blindganger verkeerd de toestand van de ontsteker (meestal) in gewapende toestand, waardoor energie van buitenaf het CE alsnog tot explosie kan brengen. Door het over het algemeen zware gewicht van een bom en de voorwaartse snelheid die een bom mee krijgt vanuit het vliegtuig, kan een bom van diep in een (water)bodem indringen.



Figuur 2: Ondergrondse baan blindganger

Tijdens WOII zijn in Nederland zeer veel verschillende ontstekers gebruikt. Dit komt in belangrijke mate omdat de geallieerde troepenmacht uit diverse nationaliteiten bestond, die veelal gebruik maakten van eigen wapens en CE. De meest gebruikte ontstekers zijn ontstekers waarvan het werkingsprincipe berust op schok, het verlopen van tijd (zowel pyrotechnische en mechanische vertraging), druk etc.

Iedere ontsteker kent zijn eigen specifieke gevaar factoren. Hierbij speelt vooral de wapeningstoestand van de ontsteker een grote rol. Over het algemeen kan worden gesteld dat gewapende ontstekers gevaarlijker zijn dan niet gewapende ontstekers. Ontstekers waarvan de werking berust op een voorgespannen slagpin zijn het gevaarlijkst. In de volgende paragraaf gaan wij hier verder op in.

Ontstekers van achtergelaten en/of gedumpte CE zijn meestal niet gewapend, maar kunnen daarentegen door veroudering alsnog gevoelig geworden zijn, doordat de veiligheidsvoorzieningen in de loop der jaren zijn aangetast of zelfs volledig verdwenen. Het zou te ver gaan om alle voorkomende ontstekers te beschrijven.

Indien de daadwerkelijk binnen het onderzoeksgebied gebruikte ontstekers en wapeningstoestanden niet bekend zijn, dient bij het uitvoeren van een risicoanalyse te worden uitgegaan van de gevaarlijkste soorten die gebruikt kunnen zijn.

### **Invloeden die kunnen leiden tot een ongecontroleerde explosie**

Door de geplande werkzaamheden in beeld te brengen, kunnen de daarbij optredende effecten worden bepaald. Vervolgens kan de mogelijke invloed van deze effecten op eventueel aanwezige CE worden geanalyseerd. Effecten die over het algemeen invloed kunnen hebben op CE zijn voornamelijk:

- **Trillingen in de omgeving van een CE:**

Als een trilling plaatsvindt met een versnelling van  $1,0 \text{ m/s}^2$  of groter, dan bestaat de mogelijkheid dat dit effect leidt tot een ongecontroleerde explosie van bepaalde soorten CE;

- **Toucheren en/of bewegen van het CE:**

Toucheren en/of bewegen van een CE kan een ongecontroleerde explosie van CE veroorzaken, bijvoorbeeld door graafwerkzaamheden, het maken van sonderingen of het plaatsen van verticale drainage of damwandplanken;

- **Vrij graven van het CE:**

Het vrij graven van een CE gevuld met witte fosfor kan brand veroorzaken als de witte fosfor in contact komt met zuurstof uit te buitenlucht. Dit kan uiteindelijk zelfs een ongecontroleerde explosie van CE tot gevolg hebben. Zoals eerder genoemd heeft een dergelijke situatie zich in 1974 voorgedaan in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

De hierboven genoemde effecten trillingen en het toucheren en bewegen van een CE worden in de volgende twee sub paragrafen nader toegelicht.

### **Trillingen (rapport IFCO)**

Het rapport IFCO gaat om een onderzoek naar trillingen dat is verricht op Schiphol-Oost op 2 en 6 november 1989 voor de bouw van hangar 14. Het rapport is van 21 november 1989. Op basis van het IFCO-rapport is door de EODD een rapport<sup>47</sup> opgesteld dat dient als leidraad voor alle opsporingsacties in Nederland voor wat betreft de invloed van trillingen die optreden bij heiwerkzaamheden en welke invloed dit kan uitoefenen op achtergebleven blindgangers van afwerpmunitie uit WOII.

---

<sup>47</sup> Defensievoorschrift VS9-861 2e druk



In dit rapport leest men dat grond door trillingen met een versnelling groter dan  $1 \text{ m/s}^2$  (en een trillingsfrequentie van ca. 15 Hz) zijn samenhang verliest en wordt verdicht. Door deze verdichting is het mogelijk dat grondlagen ten opzichte van elkaar gaan schuiven. Als zich in deze grond (losse) voorwerpen bevinden, verschuiven deze mee. Globaal komt het erop neer dat de trillingen met een versnelling van  $1 \text{ m/s}^2$  of groter optreden tot 10 meter vanaf de heipaal. De versnellingen zijn tot op 3 meter onder het maaiveld gelijk. Daarna worden ze snel kleiner. Beneden de  $1 \text{ m/s}^2$  worden geen verschuivingen van betekenis verwacht.

Aangezien IFCO een grond mechanisch adviesbureau is, doet deze geen uitspraken over het feit of een blindganger in combinatie met het soort ontsteker door deze verschuiving (beweging) mogelijk tot detonatie kan komen. Dit vraagstuk is voorgelegd aan de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EODD). De EODD geeft aan dat deze beweging bij blindgangers met bepaalde ontstekers kan leiden tot een ongecontroleerde detonatie. De ontstekers die hier worden bedoeld, zijn chemisch lange vertragingsonstekers.

In het defensievoorschrift VS9-861 2e druk is het rapport op navolgende wijze vertaald:

*Bij bepaalde **ontstekers van afwerpmunitie** is het mogelijk dat deze worden geïnitieerd door trillingen, waardoor de kans op een ongewilde werking ernstig toeneemt. Er zijn geen gegevens bekend over het effect van trillingen op andere soorten ontstekers.*

*Veiligheidsmaatregelen / beschermende maatregelen:*

*Heien met een heiblok:*

- *Op een afstand van minder dan 10 m. van een mogelijke blindganger, kan zeer wel mogelijk detonatie van die blindganger veroorzaken.*
- *Het is onwaarschijnlijk dat heien op een afstand tussen de 10 en 50 m. van een mogelijke blindganger detonatie van die blindganger veroorzaakt.*
- *Het is praktisch onmogelijk dat heien op een afstand van meer dan 50 m. van een mogelijke blindganger detonatie van die blindganger veroorzaakt.*

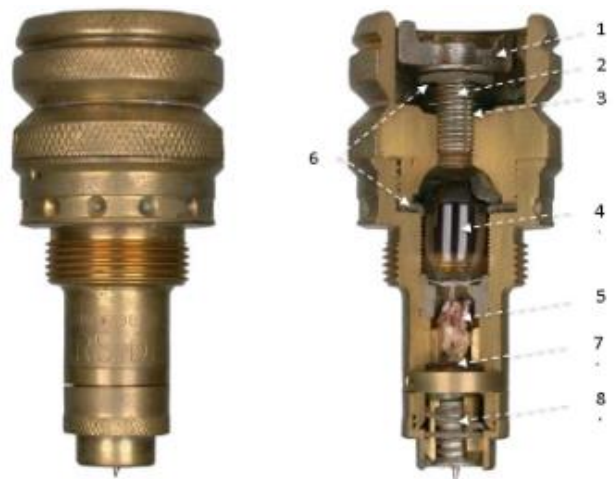
Bovenstaande moet u lezen als richtlijn voor het bepalen van de aanvaardbaarheid van het risico. Voor de uitvoering geldt dat de waarde van  $>1,0 \text{ m/s}^2$  een risico vormt indien daadwerkelijk een blindganger achtergebleven is. Dit houdt in dat heiwerkzaamheden op een afstand  $>10 \text{ m.}$  een aanvaardbaar risico oplevert. Deze norm wordt al jaren landelijk toegepast en geaccepteerd.

## Chemische lange vertraging ontstekers

Een voorbeeld van een chemisch lange vertraging ontsteker is een Engels staartpistool No.37, deze ontsteker was voorzien van een anti-demonteerinrichting. Het werkingsprincipe van andere chemisch lange vertraging ontstekers is vergelijkbaar.

Het werkingsprincipe van dit type ontstekers is beknopt omschreven aan de hand van het Engelse staartpistool No.37. De belangrijkste onderdelen van chemisch lange vertraging ontstekers zijn over het algemeen:

1. Wapeningsvork
2. Wapeningsas
3. Groef in wapeningsvork
4. Capsule met aceton
5. Propje watten
6. Rubber afdichtring
7. Celluloid vertragingsschijfje(s)
8. Slagpin met voorgespannen veerconstructie

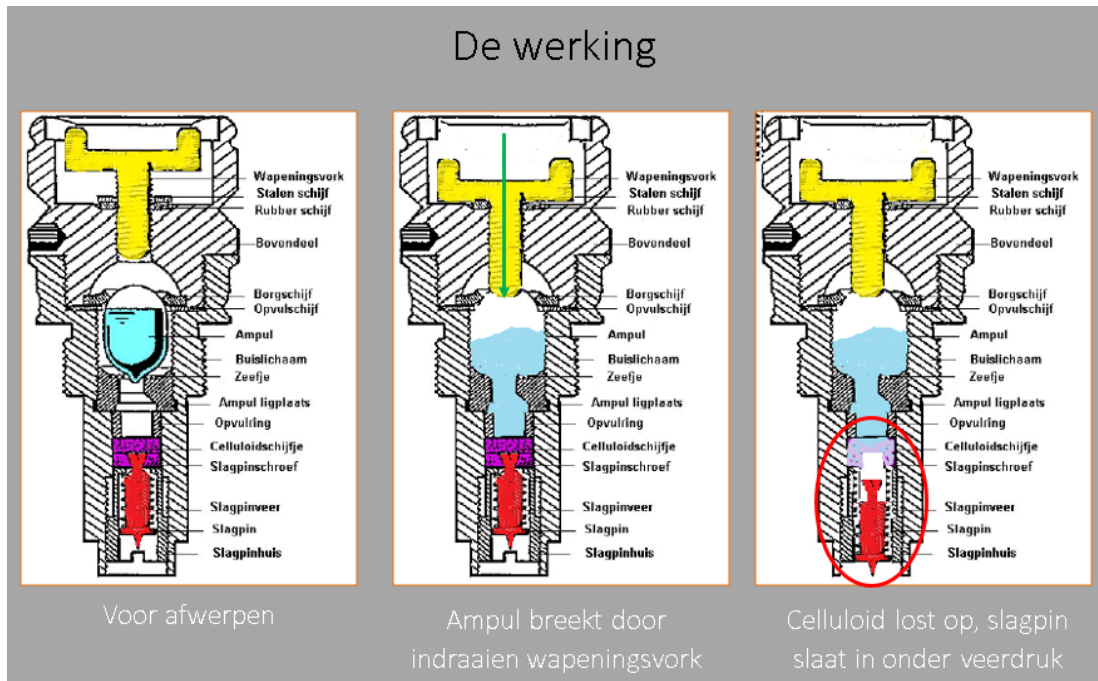


Figuur 5: Chemisch lange vertraging ontsteker

Het werkingsprincipe berust op de vluchtige en oplossende werking van aceton op celluloid. Celluloid vertragingsschijfjes (7) blokkeren een slagpin (8) die onder veerspanning in de ontsteker aangebracht is.

Onder normale omstandigheden zal een impeller die in de bomstaart is opgenomen tijdens de val van de bom gaan draaien door luchtstroming. Via een vast gemonteerde impeller-as wordt de wapeningsvork (1) in het ontstekerlichaam gedraaid. Hierdoor wordt de glazen ampul (4) gekraakt en komt het aceton vrij. De aceton wordt (deels) opgenomen door een propje watten (5) dat boven de celluloid vertragingsschijfjes is aangebracht. Gelijktijdig met het indraaien van de wapeningsas wordt de ruimte waarin het aceton vrijkomt luchtdicht afgesloten door een rubber afdichtingsring (6). Het aceton zal de celluloid vertragingsschijfjes aantasten en na verloop van tijd worden deze week. Als het aceton de celluloidplaatjes in voldoende mate heeft aangetast, zal de veerspanning van de voorgespannen slagpinveer de weerstand die de celluloidplaatjes bieden overwinnen en slaat de slagpin in het slaghoedje van het duplexslagpijpje.

Door de dikte van celluloid vertragingsschijfjes te variëren kan de vertragingstijd onder normale omstandigheden variëren van circa 4 tot 144 uur. Dit werkingsprincipe wordt weergegeven in figuur 6.



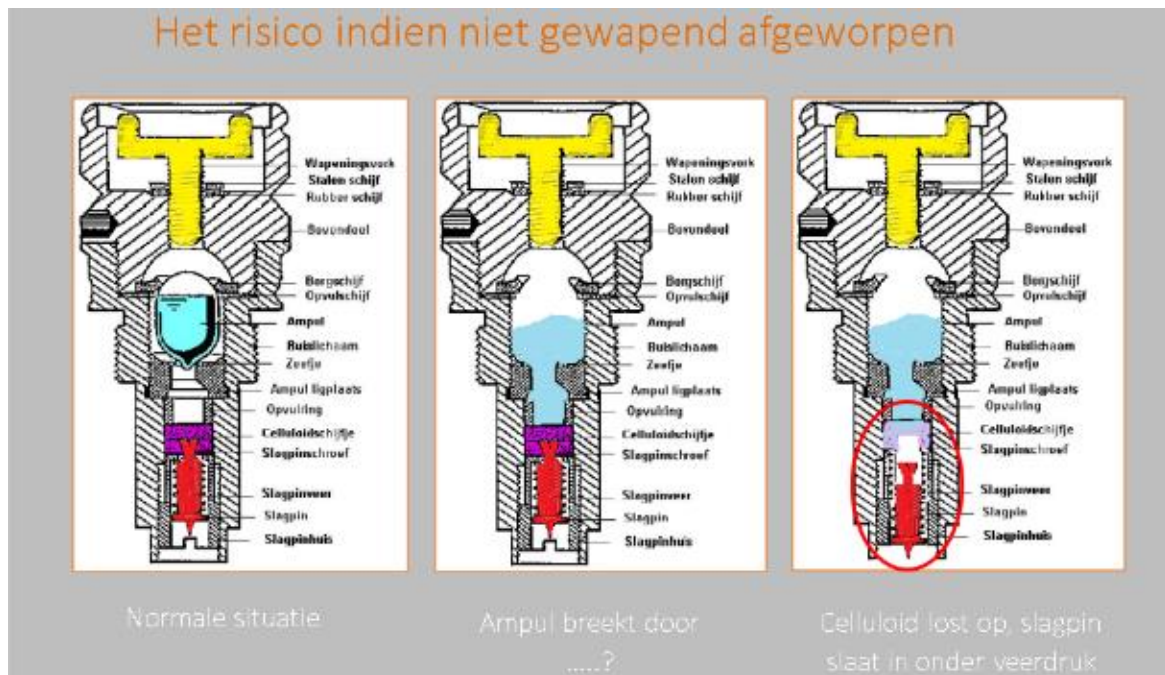
Figuur 6: Werkingsprincipe normale werking

De vertraagde werking had tot doel om herstelwerkzaamheden zoveel als mogelijk te bemoeilijken, doordat na verloop van tijd steeds bommen bleven exploderen. Door bij bepaalde chemisch lange vertraging ontstekers een anti-demonteerinrichting te monteren, werd het vrijwel onmogelijk gemaakt om al direct na een aanval bommen te demonteren. Dit werd bijvoorbeeld bereikt door een ontstekerlichaam dusdanig te fabriceren, dat bij het uitdraaien van de ontsteker het gedeelte waarin de voorgespannen slagpin is opgenomen achterblijft en bij het uitdraaien van de ontsteker de voorgespannen slagpin alsnog wordt vrijgelaten. De bom explodeert hierdoor alsnog.

Blindgangers voorzien van een chemische lange vertraging ontsteker kunnen op verschillende wijze in de bodem terechtgekomen zijn:

- De wapeningsas is volledig ingedraaid, heeft de glazen ampul gebroken en de ruimte waarin het aceton is vrijgekomen is luchtdicht afgesloten (zie figuur 34). In hoeverre de celluloid vertragingsschijfjes zijn aangetast is niet te bepalen;
- De wapeningsas is niet volledig ingedraaid en de glazen ampul is niet gebroken door het indraaien van de impeller-as. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen wanneer als de wapeningdraad niet volledig is verwijderd. Of de glazen ampul breekt door de klap die een vliegtuigbom bij inslag maakt is niet te bepalen, maar wel denkbaar. Als de wapeningsas niet volledig ingedraaid is maar de glazen ampul door de klap toch gebroken is, kan het aceton via een groef in de wapeningsas (3) uit de ontsteker stromen. Of dit is gebeurd is afhankelijk van de positie van de bom. De groef in de wapeningsas dient oorspronkelijk als transport en opslagveiligheid, zodat ingeval van een onvoorzien breuk van een ampul tijdens transport of het bevestigen van de bom aan het vliegtuig, het aceton uit de ontsteker kan stromen zonder de celluloid vertragingsschijfjes aan te tasten. In hoeverre celluloid vertragingsschijfjes door veroudering aangetast kunnen worden is niet bekend. Er dient echter rekening gehouden te worden dat de celluloid vertragingsschijfjes zijn aangetast door grondwater dat in de ontsteker ingedrongen kan zijn. Deze wapeningstoestand is weergegeven in figuur 7.





Figuur 7: Wapeningstoestand chemisch lange vertraging ontsteker bij niet of veilig afwerpen

Door het verdichten van grond kunnen bodemverschuivingen optreden waardoor de positie van een blindganger kan veranderen. Eventueel achtergebleven aceton kan hierdoor alsnog invloed uitoefenen op de celluloid vertragingsschijfjes en een ongecontroleerde explosie veroorzaken.

In beide gevallen kunnen trillingen mogelijk het breken van (door veroudering aangetaste) celluloid vertragingsschijfjes veroorzaken. De invloed die hiervoor nodig is, is niet bekend en nauwelijks te bepalen.

**Noot:** *In theorie kunnen bommen die zijn voorzien van een chemisch lange vertraging ontsteker zelfs spontaan tot explosie komen. In het kader van risicoanalyse kan hier echter geen rekening mee gehouden worden. In voorkomend geval is sprake van onvoorspelbaar en onbeheersbaar risico. Er zijn meerdere concrete voorbeelden bekend van het spontaan tot explosie komen doordat een chemisch lange vertraging ontsteker was geplaatst.*

Op basis van het geraadpleegde bronnenmateriaal is er geen aanleiding om aan te nemen dat in het onderzoeksgebied vliegtuigbommen neergekomen kunnen zijn, waarop chemisch lange vertraging ontstekers gebruikt kunnen zijn.

## Bewegen en toucheren

Over het algemeen vormt het ongecontroleerd bewegen of toucheren van een CE het grootste risico, e.e.a. afhankelijk van het soort CE en de hierop geplaatste ontsteker. Verreweg de meest tijdens WOII gebruikte ontstekers zijn schokontsteker. Het werkingsprincipe van dit type ontstekers berust veelal op een slagpin die bij inlag in een (duplex)slagpijpje moet slaan, of andersom. Er bestaan ook principes waarbij geen slagpin wordt gebruikt, bijvoorbeeld een explosie die wordt geïnitieerd door het samenpersen van lucht in een afgesloten ruimte, zogenaamde compressieontstekers.

Twee voorbeelden van veel gebruikte schokontstekers zijn afgebeeld in figuur 8. Links de schokbuis No. 161 die op 2 inch mortiergranaten werd gebruikt en rechts een schokbuis No 117 die op diverse grotere kalibers is gebruikt, o.a. 25 pponder granaten. Alhoewel beide ontstekers worden gebruikt op geschutprojectielen en niet op vliegtuigbommen, is het werkingsprincipe van bomontstekers waarvan de werking berust op schok vergelijkbaar.

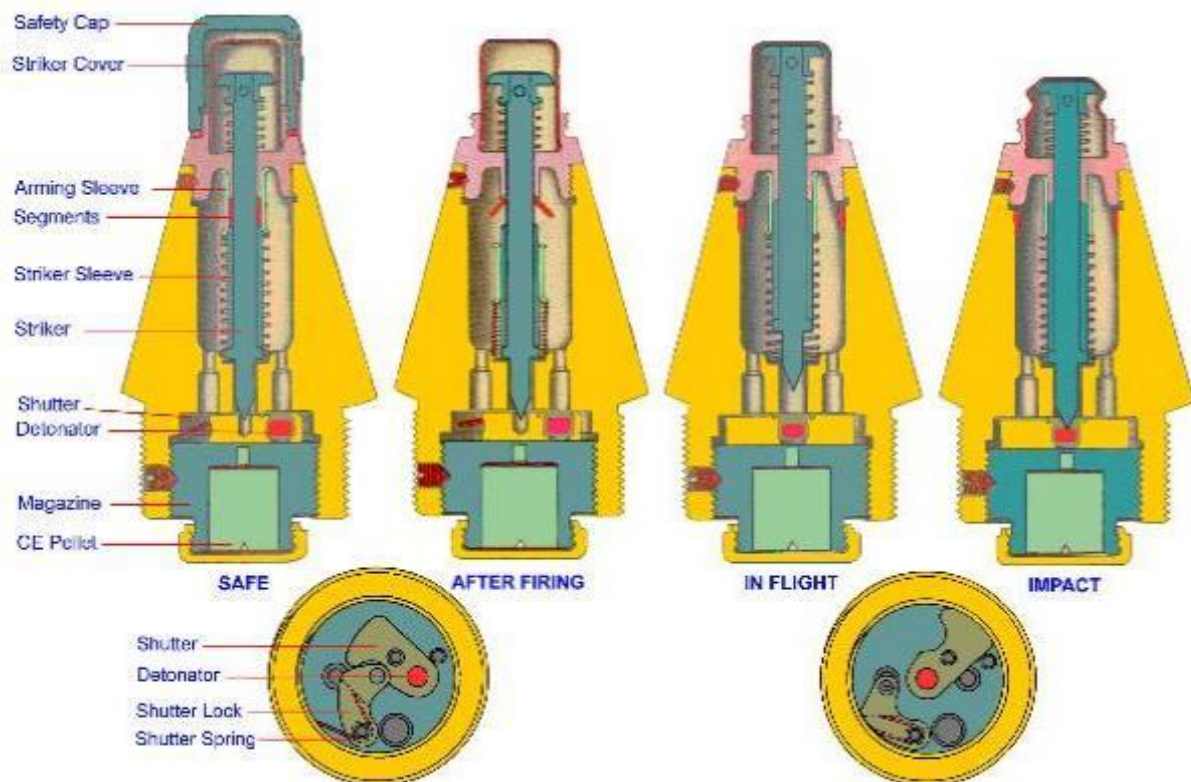


Figuur 83: Voorbeelden schokontstekers

In beide ontstekers is een slagpin opgenomen die in de niet gewapende toestand wordt geblokkeerd. In beide ontstekers is een element aanwezig dat een slagpijpje bevat, de zogenaamde sluiters. Tijdens het wapeningstraject dient de sluiters te verdraaien, waardoor het slagpijpje onder de slagpin wordt bewogen.

Bij normale werking zal de slagpin bij inslag in het slagpijpje slaan en komt de granaat tot explosie. Voor een goede werking diende de schutter voor het vuren een veiligheidskap te verwijderen. De ervaring leert dat dit soms werd vergeten of bewust niet werd gedaan. De kans op blindgangers neemt hierdoor aanzienlijk toe.

Na het wapenen van een dergelijke ontsteker bevindt de slagpin zich direct onder een zeer dunwandig metalen kapje. Bij normale werking deformeert het kapje bij inslag en komt de granaat tot explosie. Raakt een granaat het doel niet met de voorzijde, verkeerd en met onvoldoende kracht, zal het CE niet functioneren en blijft het CE als blindganger achter. Dit werkingsprincipe is in figuur 9 weergegeven a.d.h.v. de Engelse schokbuis No. 117.



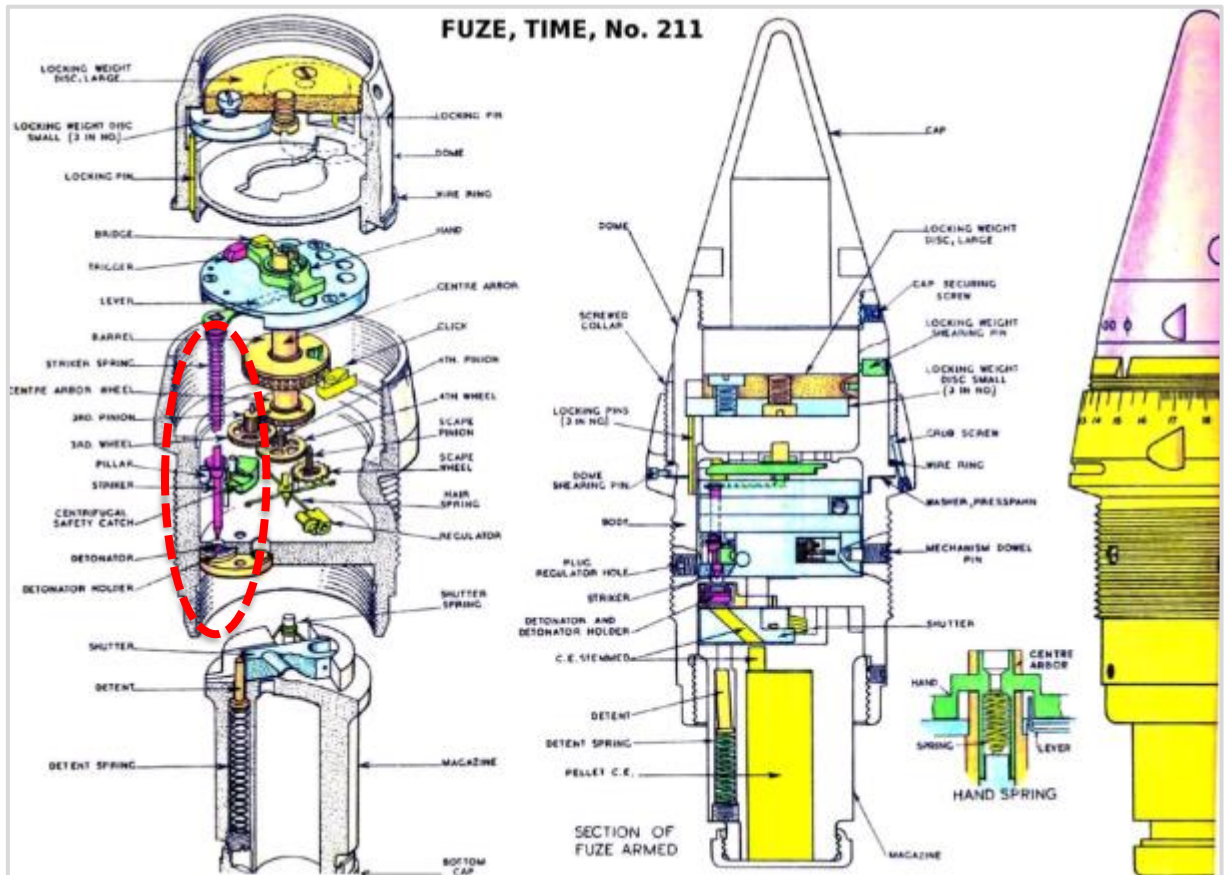
Figuur 9: Werkingsprincipe Engelse schokbuis No.117

Bij een blindganger met hierop een dergelijke schokontsteker kan het dunwandig metalen kapje door graaf- of andere grondroerende werkzaamheden eenvoudig worden gedeformeerd, waardoor de granaat alsnog tot explosie kan komen. Wanneer de veiligheidsskap nog geplaatst is, dit is veelal het geval bij gedumpte CE, is dit risico minder groot maar kan desondanks niet worden uitgesloten.

Het grootste risico vormen CE die zijn voorzien van een ontsteker waarin een voorgespannen slagpin is opgenomen. Dit zien we bijvoorbeeld bij de chemisch lange vertraging ontsteker (zoals eerder omschreven), handgranaten, maar ook regelmatig bij geschutmunitie in de vorm van luchtafweermunitie. Doordat het raken van een vliegtuig uitermate moeilijk is, werden veelal granaten ingezet met hierop een ontsteker geplaatst die na verloop van een vooraf ingestelde tijd tot explosie moest komen, een zogenaamde mechanische tijd (schok) ontsteker. Het was voor de schutter zaak dat de tijdsvertraging dusdanig werd ingesteld dat de granaat op de juiste hoogte en daarmee in de buurt van een vliegtuig tot explosie kwam.

Een voorbeeld is een mechanische tijd (schok) ontsteker. Hierin is een uurwerk opgenomen, dat na verloop van tijd een onder veerdruk staande slagpin dient vrij te geven. Door de vaak ingewikkelde constructie zijn er tal van oorzaken waarom dit soort ontstekers niet functioneerde. Een minimale beweging kan een uurwerk alsnog weer starten en vervolgens de slagpin vrijlaten. Een voorbeeld van een dergelijke ontsteker is afgebeeld in figuur 10.





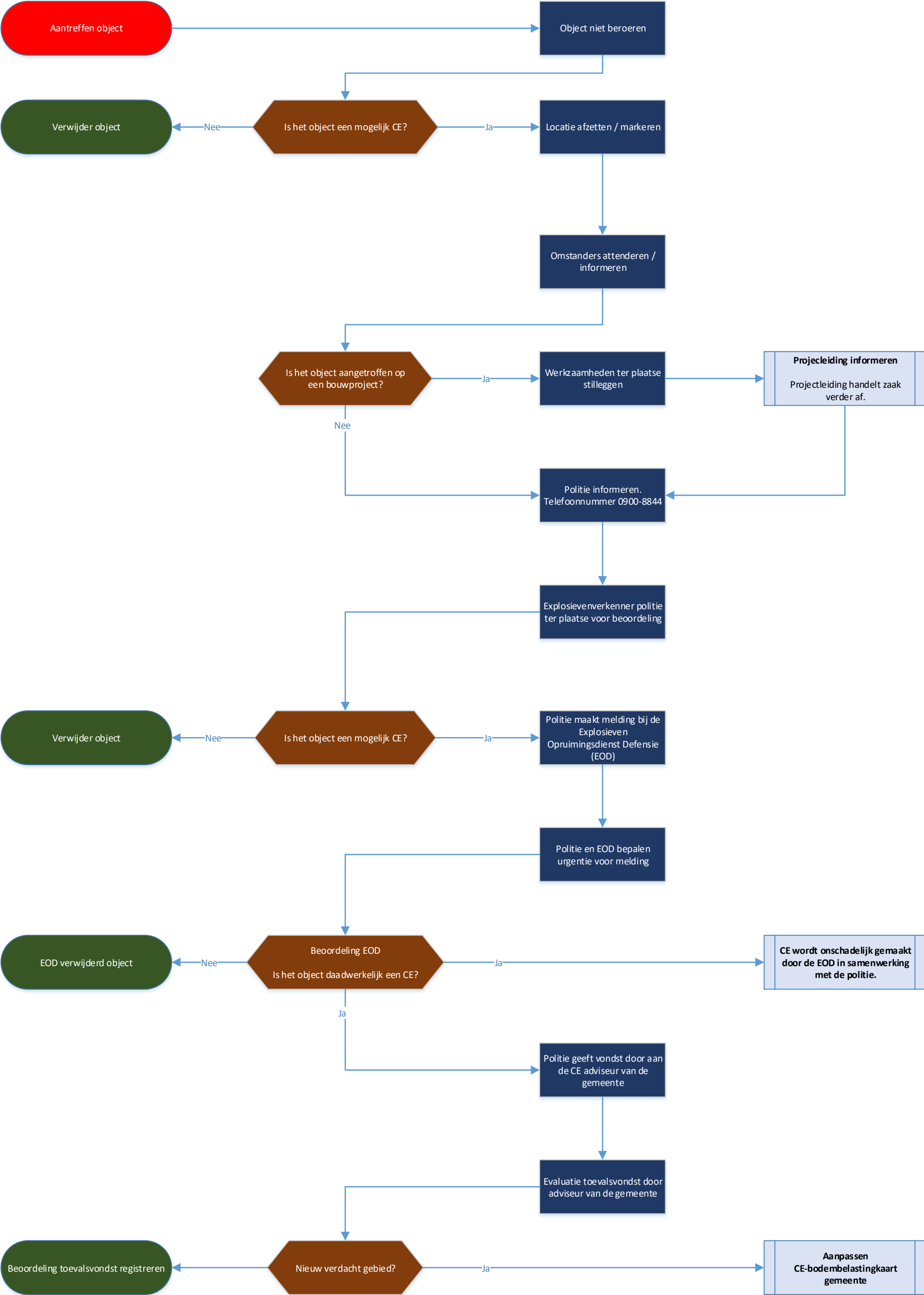
Figuur 10: Voorbeeld mechanische tijdbuis met voorgespannen slagpin

BIJLAGE 7      PROTOCOL ONVERWACHTS AANTREFFEN CE

- Processchema
- Wat te doen bij een toevalsvondst van een vermoedelijk explosief uit WOII



# Processchema Toevalsvondst





Wat te doen bij een het onverwachts aantreffen van een vermoedelijk explosief uit WOII?



**Aantreffen “vermoedelijk” explosief**

1. Het object niet beroeren
- 2. Afzetten / markeren locatie**
3. Informeer omgeving / derden
4. Ter plaatse evt. werkzaamheden staken en projectleiding informeren
5. Informeer de politie evt. via projectleiding (0900-8844)
6. Politie stuurt een explosievenverkenner ter beoordeling wel/geen explosief
7. De politie geeft de melding door aan EOD en bepaalt de urgentie voor ruiming
8. De ruimploeg van de EOD komt vervolgens om het CE onschadelijk te maken

## BIJLAGE 8      OPSPOREN VAN CE DOOR MIDDEL VAN DETECTIEONDERZOEK

Vanaf WOII is metaaldetectie de standaard opsporingsmethode voor CE, hoewel er tegenwoordig ook andere detectiemethoden zijn. Metaaldetectie kan op basis van het werkingsprincipe worden ingedeeld in twee hoofdgroepen:

- Passieve detectietechniek;
- Actieve detectietechniek.

Bij *passieve detectietechniek* worden verstoringen in het aardmagnetisch veld gedetecteerd. De eigenschappen van een passieve detector zijn:

- Relatief groot detectiebereik (bij ideale omstandigheden van circa 4,5 tot 8 meter vanaf de onderzijde van de detectiesonde);
- Gevoelig voor omgevingsfactoren (ferromagnetische verstoringen);
- Detecteert uitsluitend ferromagnetische verstoringen waardoor klein kaliber munitie niet wordt gedetecteerd, uitzonderingen daargelaten.

Bij *actieve detectietechniek* wordt met de detectieapparatuur een magnetisch veld opgewekt, waarin verstoringen worden gedetecteerd. De eigenschappen van een actieve metaaldetector zijn:

- Relatief beperkt detectiebereik (bij ideale omstandigheden van circa 0,3 tot maximaal 2,5 meter voor afwerpmunitie, afhankelijk van het type detectieapparatuur);
- Minder gevoelig voor omgevingsfactoren;
- Detecteert zowel ferro- als non-ferrometalen (wel klein kaliber munitie).

Een derde steeds vaker toegepaste detectietechniek is *grondradaronderzoek*. Bij deze techniek worden gestuurde radarsignalen in de ondergrond gezonden, die door (non-)metallische objecten en laagovergangen worden gereflecteerd, als er voldoende elektromagnetisch contrast bestaat tussen de omgeving en het object of bodemlaag. De gereflecteerde signalen worden opgevangen en geïnterpreteerd.

Bij radaronderzoek is het belangrijk dat de antenne waarmee signalen in de bodem worden gestuurd, goed contact maakt met de bodem. Er kunnen antennes worden gebruikt, die via verschillende frequenties uitzenden. Kleibodem en (brak)grondwater beïnvloeden het detectiebereik nadelig. Het dieptebereik van grondradardetectie is meestal niet vooraf te bepalen. Grondradaronderzoek is minder geschikt om kleinere soorten CE op te sporen van (ter indicatie: kleiner dan projectielen met een diameter van 75 mm). Als kleinere soorten CE moeten worden opgespoord, neemt het detectiebereik aanzienlijk af. Hierdoor wegen de voordelen meestal niet meer op tegen de nadelen. Bij grondradaronderzoek is de beoordeling van de detectieresultaten arbeidsintensief, waardoor deze onderzoeksmethode relatief duur is.

## **Uitvoeringsmethoden**

De verschillende opsporingstechnieken kunnen op verschillende manieren worden toegepast.

### *Analoog of computerondersteund*

Detectie kan zowel analoog of computerondersteund worden uitgevoerd:

- Bij analoge oppervlakedetectie worden gedetecteerde verdachte objecten direct benaderd. Een verstoring wordt waargenomen door een akoestisch signaal, soms in combinatie met een visuele weergave op de detectieapparatuur. Deze uitvoeringsmethode is geschikt voor het onderzoeken van kleinere en/of moeilijk toegankelijke gebieden. Het voordeel is dat kleinere oppervlakte snel kunnen worden onderzocht zodat die direct daarna veilig kunnen worden ontgraven. Het nadeel is dat de uitvoeringsduur meestal niet vooraf kan worden bepaald;
- Bij *computerondersteunde oppervlakedetectie* worden alle gedetecteerde afwijkingen geregistreerd en opgeslagen in een datalogger. De detectieresultaten worden op een later moment geïnterpreteerd. Tijdens het interpreteren wordt beoordeeld of de gedetecteerde verstoringen mogelijk worden veroorzaakt door CE. Het is belangrijk dat de koppeling tussen de gedetecteerde meetwaarden en de posities waar deze zijn gedetecteerd nauwkeurig worden vastgelegd. Hoe nauwkeuriger de positie van de gedetecteerde verstoring wordt gekoppeld aan de ene positie, hoe beter de kwaliteit van de metingen. Voordeel van deze uitvoeringsmethode is dat de uitvoeringsduur van de detectie en in een latere fase ook de benaderfase, vooraf vrij nauwkeurig bepaald kan worden. Hierdoor heeft de opdrachtgever inzicht in de detectieresultaten en de onderzoekskosten voor de benaderfase binnen de opsporingsfase CE-bodemonderzoek.

### *Oppervlakte- of dieptedetectie*

Zowel passieve als actieve detectietechnieken kunnen vanaf de oppervlakte worden toegepast maar zijn ook geschikt voor dieptedetectie:

- Bij *oppervlakedetectie* wordt er vanaf de oppervlakte gedetecteerd. Het meetbereik is hierdoor enigszins beperkt;
- *Dieptedetectie* wordt toegepast wanneer oppervlakedetectie niet mogelijk is. Bijvoorbeeld omdat de toplaag is vervuild. Maar ook als het vermoeden bestaat dat CE zich op grotere diepte bevindt dan tot waar het beperkte detectiebereik van oppervlakedetectie reikt. Bij dieptedetectie wordt de detectiesonde in de (water)bodem gebracht. Dit is uitsluitend geschikt voor het opsporen voor grotere soorten conventionele explosieven. Dieptedetectie resulteert over het algemeen in aanzienlijke meerkosten.

## **Onderzoek vooraf of gecombineerd met reguliere werkzaamheden**

Er bestaan diverse mogelijkheden om een CE-bodemonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek vindt plaats voordat de geplande werkzaamheden van start gaan of gelijktijdig in combinatie met de reguliere werkzaamheden. Het is verstandiger om een CE-bodemonderzoek vooraf te doen omdat zo stagnatie tijdens de realisatie wordt voorkomen.

### *Voordelen van vooraf onderzoek:*

- Aannemer heeft geen beperkingen meer voor de uitvoering;
- Geen stagnatie in bouwproces bij aantreffen CE.



**BIJLAGE 9      OPSPORINGSFASE CE-BODEMONDERZOEK**

De opsporingsfase omvat het geheel van organisatie en uitvoering binnen het opsporingsgebied van achtereenvolgens:

- werkvoorbereiding;
- detecteren, lokaliseren en interpreteren;
- laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven;
- tijdelijk veiligstellen van de situatie;
- de overdracht aan de EODD;
- proces-verbaal van oplevering.

**Werkvoorbereiding**

CE opsporen is uiteraard niet zonder risico. Dat dit zorgvuldig en veilig gebeurt, is in het belang van zowel de opdrachtgever, het civiele opsporingsbedrijf, de personen op de projectlocatie als de omgeving. Daarom moet een gecertificeerd opsporingsbedrijf aan strenge eisen voldoen. Deze eisen zijn geformuleerd in de WSCS –OCE (Werkveld Specifiek Certificering Schema Opsporing Conventionele Explosieven).

Het WSCS-OCE is vastgesteld door het College van Deskundigen OCE. Dit college is samengesteld uit vertegenwoordigers van opdrachtgevers, opdrachtnemers, rijksoverheid en diverse adviserende partijen. Gelet op de grote gevaren voor veiligheid en gezondheid van bij het opsporen van CE betrokken werknemers en andere personen, is in het Arbeidsomstandighedenbesluit (art.4.10 lid 2) voorgeschreven dat deze werkzaamheden alleen door WSCS-OCE gecertificeerde bedrijven mogen worden uitgevoerd.

Eén van de eisen die de WSCS-OCE stelt, is dat het explosievenopsporingsbedrijf de processen die nodig zijn voor een veilige, deskundige en juiste uitvoering van het project moet identificeren en plannen. Dit houdt in dat de werkvoorbereiding schriftelijk wordt vastgelegd in een projectplan.

Dit projectplan omschrijft de werkvoorbereiding van het onderzoek naar CE. Hierin wordt aandacht besteed aan:

- projectorganisatie;
- taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden;
- communicatie;
- wijze van uitvoeren;
- planning;
- veiligheid, gezondheid en milieuplan (VGM-plan);
- verzekeringen, certificaten en vergunningen.

Het projectplan moet worden opgesteld voor de opdrachtgever en alle bij de uitvoering van een CE-bodemonderzoek betrokken partijen. Het projectplan moet worden goedgekeurd door het bevoegde gezag (gemeente) in het kader van de verantwoordelijkheden op het gebied van openbare veiligheid.

### **Detecteren, interpreteren en lokaliseren**

Detecteren is vaststellen van de aanwezigheid van (mogelijke) CE met behulp van detectieapparatuur, uitvoeren van een meting en de beoordeling van de meetgegevens. Lokaliseren betekent het driedimensionaal vaststellen van de ligplaats van gedetecteerde objecten.

### **Laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven**

Door het laagsgewijs ontgraven wordt het object voor het oog blootgelegd.

Identificeren is vaststellen of men al dan niet met een explosief te maken heeft en daarna bepalen van de soort, subsoort, wapeningstoestand, kaliber en nationaliteit van het explosief en eventueel geplaatste ontstekers.

### **Tijdelijk veiligstellen van de situatie tot aan overdracht aan de EODD**

Alle activiteiten na benadering en identificatie die nodig zijn om de uitwerkingsrisico's van het explosief in relatie tot de omgeving te beheersen, tot aan het tijdstip van overdracht van het explosief aan de EODD. Er worden bij het tijdelijk veiligstellen van de situatie geen handelingen aan het explosief zelf verricht anders dan het eventueel verplaatsen naar een tijdelijke opslagplaats.

### **Proces-verbaal van oplevering**

Na uitvoering van het project moet het terrein conform afspraak worden opgeleverd. De wijze van opleveren is omschreven in het projectplan. Als daarin desondanks niets is vermeld, dient het terrein in de oorspronkelijke staat te zijn teruggebracht. Deze oorspronkelijke staat dient in dat geval te zijn beschreven en opgenomen in het projectdossier.

Als na oordeel van de senior OCE-deskundige de locatie voldoet aan de vastgelegde afspraak, vraagt de organisatie opname van het werk aan bij de opdrachtgever.

Voor opneming, goedkeuring en oplevering geldt het U.A.V. 2012







ADVIESBUREAU  
VOOR EXPLOSIEVEN  
GERELATEERDE  
VRAAGSTUKKEN



## Veiligheidsinstructie t.b.v. bodemonderzoek in CE verdacht gebied

## Inhoud:

|          |                                          |           |
|----------|------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding .....</b>                   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Doel van de rapportage.....</b>       | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>Werkmethoden bodemonderzoek .....</b> | <b>5</b>  |
| 3.1      | Gebruik edelmanboor .....                | 5         |
| 3.2      | Gebruik stootijzer.....                  | 6         |
| 3.3      | Gebruik ramguts.....                     | 7         |
| 3.4      | Peilbuizen plaatsen .....                | 8         |
| 3.5      | Gebruik zuigerboor .....                 | 9         |
| 3.6      | Zetten van sonderingen .....             | 10        |
| 3.7      | Inzet pulsboor .....                     | 11        |
| 3.8      | Graven proefsleuven .....                | 12        |
| <b>4</b> | <b>Analyse werkzaamheden.....</b>        | <b>13</b> |
|          | <b>Bijlagen .....</b>                    | <b>15</b> |
| 4.1      | Bijlage 1: Risicotabel .....             | 16        |



## 1 Inleiding

Vooraf aan een bouwproject dienen meestal bodemonderzoeken te worden uitgevoerd. Het betreft dan een onderzoek om kabels en leidingen op te sporen, de kwaliteit van de bodem te bepalen, de milieutechnische verontreinigingen op te sporen en/of de bodemopbouw in beeld te brengen. Deze werkzaamheden worden uitgevoerd door het graven van proefsleuven, het nemen van grondmonsters of het plaatsen van een sondering. Bij deze werkzaamheden wordt de bodem geroerd. In sommige gevallen is de locatie waar deze werkzaamheden dienen plaats te vinden verdacht op de mogelijke aanwezigheid van achtergebleven conventionele explosieven (CE) uit de Tweede Wereldoorlog. Bij het roeren van de ondergrond bestaat de mogelijkheid dat men ongewild in aanraking komt met deze ondergrondse CE.

Invloeden van buitenaf die kunnen leiden tot een ongecontroleerde explosie van een achtergebleven CE uit de Tweede Wereldoorlog worden als volgt omschreven:

- **Trillingen in de omgeving van het CE:**  
Trillingen met een versnelling van  $1,0 \text{ m/s}^2$  of groter, dienen in de directe omgeving van afwerpmunitie te worden voorkomen. Door deze trillingen bestaat de mogelijkheid dat aardlagen ten opzichte van elkaar, door verdichting, gaan schuiven. Door deze verschuiving kan aanwezige afwerpmunitie in deze grondlaag mee verschuiven en daardoor bewegen c.q. kantelen. Bij sommige ontstekers, in het bijzonder chemisch lange vertragsontstekers, kan een dussdanige beweging leiden tot een ongecontroleerde explosie van het CE.
- **Toucheren van het CE:**  
Toucheren van een CE kan worden veroorzaakt door graafwerkzaamheden of contact van het CE met een funderingspaal of damwandplank tijdens drukken, intrillen of heien. De impact die dit met zich meebrengt kan door de schokgolf een verschuiving of beweging veroorzaken van (losse) onderdelen in het ontstekingsmechanisme waardoor het CE ongecontroleerd tot explosie kan komen.
- **Bewegen van het CE:**  
Bewegen van een CE kan worden veroorzaakt door graafwerkzaamheden of contact van het CE met een funderingspaal of damwandplank tijdens drukken, intrillen of heien. Het bewegen van CE met sommige ontstekers, in het bijzonder chemisch lange vertragsontstekers, kan leiden tot een ongecontroleerde explosie van het CE.
- **CE in contact brengen met zuurstof uit de buitenlucht:**  
CE waarin witte fosfor is opgenomen, kan spontaan tot ontbranding komen als de witte fosfor in contact komt met zuurstof uit de buitenlucht. Dit kan resulteren in een ongewenste explosie van de springlading die in de meeste gevallen in het CE is opgenomen. De fosfor kan tot op tientallen meters worden rondgeslingerd en verspreid. In contact brengen met zuurstof kan worden veroorzaakt door graaf / baggerwerkzaamheden.



## 2 Doel van deze bijlage

Het doel van deze veiligheidsinstructie is om het mogelijk te maken op eenvoudige wijze te beoordelen op welke wijze bodemonderzoeken zonder risico's kunnen plaatsvinden binnen CE verdachte gebieden.

Alle bekende werkmethoden voor bodemonderzoek zijn in deze veiligheidsinstructie beoordeeld. Dit betekent niet dat al deze werkmethoden worden ingezet binnen het project. Deze keuze wordt gemaakt door de opdrachtnemer, hierbij kan hij de veiligheidsinstructie als leidraad gebruiken.

Deze rapportage dient niet te worden verward met een projectgebonden risicoanalyse (PRA). De PRA richt zich op **alle** werkzaamheden die in het verdachte gebied gaan plaatsvinden. Deze algemene veiligheidsinstructie kan wel als onderdeel van een PRA worden geaccepteerd voor de werkzaamheden die betrekking hebben op bodemonderzoeken. De acceptatie dient te worden gedaan door zowel de opdrachtgever, opdrachtnemer als het bevoegd gezag.

### **Onverwacht aantreffen CE**

Mocht er buiten verwachting een CE worden aangetroffen tijdens de werkzaamheden, dan dient het protocol toevalstreffer te worden gevolgd.



### 3 Werkmethoden bodemonderzoek

#### 3.1 Gebruik edelmanboor

Een edelmanhandboor is een grondboor voor het nemen van grondmonsters bij een bodemonderzoek. Dit is het meest gebruikte type boor bij handboringen voor bodemonderzoek. Het boorlichaam van de edelmanboor wordt door gelijktijdig duwen en draaien, met de klok mee, de grond ingebracht. De schroefachtige punt dringt in de bodem waarna het bodemonster tussen twee verticale schoepen wordt verzameld en vastgehouden. De vorm en de afmetingen van de schoepen variëren naargelang de bodemsoort. De lengte van de steel is variabel zodat tot op relatief grote diepte handmatige boringen kunnen worden uitgevoerd.



##### **Risico t.a.v. CE edelmanboor:**

De boringen worden handmatig uitgevoerd. Hierbij voelt de persoon die de boring uitvoert of hij op een hard voorwerp boort zonder daarbij veel kracht uit te oefenen op het onderliggende object. De impact op het mogelijke CE is hierbij onvoldoende om een ontstekingsmechanisme in werking te stellen door de ontstane aanraking. Het object dat nog is omringd door grond zal hierdoor ook niet bewegen of kantelen. Het blootstellen aan de buitenlucht is tijdelijk omdat na de boring het boorgat wordt afgevuld met grond of grondwater. Indien een object in de ondergrond wordt aangeboord dient de boring te worden gestaakt en wordt de boring op een andere locatie uitgevoerd.

## 3.2 Gebruik stootijzer

Indien men bij een boring op verontreinigingen in de bodem stuit (b.v. puinlagen), dan wordt het stootijzer vaak gebruikt om deze



ondiepe, harde lagen los te maken. Dit gebeurt door middel van het handmatig rammen met een zware ijzeren staaf. Hierbij wordt veelal fors geweld toegepast. Bij het gebruik van het stootijzer treden trillingsversnellingen op die groter zijn dan  $1 \text{ m/sec}^2$ . Het is niet aannemelijk dat hierdoor grondverschuivingen ontstaan die invloed hebben op de beweging van het object. Het betreft een werkmethode die niet vooraf wordt gepland maar wordt ingezet indien nodig. Het stootijzer kan worden ingezet in naorlogs opgebrachte grondlagen en/of in onverdacht gebied.

### Risico t.a.v. CE stootijzer:

Bij het gebruik van het stootijzer wordt zeer veel kracht uitgeoefend op het onderliggende object. Het rechtstreekse contact met het object kan een schokgolf veroorzaken die een verschuiving of beweging veroorzaakt van (losse) onderdelen in het ontstekingsmechanisme. Hierdoor kan het CE ongecontroleerd tot explosie komen.

### 3.3 Gebruik ramguts

De ramguts is een mechanische combinatie van de handboor en het stootijzer. De ramguts is uitermate geschikt voor het doorboren van verhardingslagen. Bij verhardingslagen moet u denken aan b.v. puinhoudende lagen etc. in de bodem.

Tijdens het bodemonderzoek wordt de ramguts de grond in gedreven met een elektrische, pneumatische of hydraulische hamer. Dit kan vanuit de hand gedaan worden of vanuit een statief. Verlengstangen worden ingezet om de gewenste diepte te bereiken. Na het terughalen van de ramguts kan een beschrijving worden gemaakt of een proefmonster genomen worden van de grond die zich in de guts bevindt.



Bij het gebruik van de ramguts merkt de persoon die de ramguts gebruikt niet of minder snel dat hij op een hard object stuit. Dit komt doordat het een mechanische bewerking is. De hamerbewegingen (trillingen) die door de ramguts worden veroorzaakt kunnen een enorme impact veroorzaken op het onderliggende object. Bij het gebruik van de ramguts treden trillingsversnellingen op die groter zijn dan  $1 \text{ m/sec}^2$ . Het is niet aannemelijk dat hierdoor grondverschuivingen ontstaan die invloed hebben op de beweging van het object. De ramguts kan worden ingezet in naoorlogs opgebrachte grondlagen en/of in onverdacht gebied.

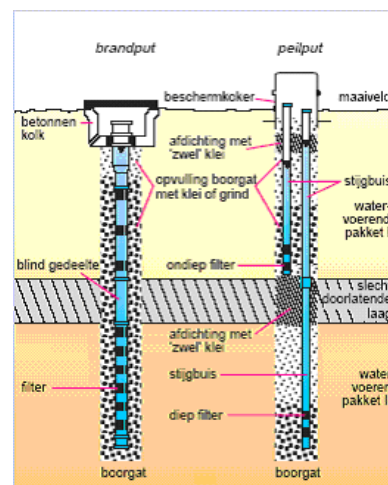
#### Risico t.b.v. CE ramguts

De ramguts veroorzaakt bij direct contact van een CE een schokgolf die een verschuiving of beweging kan veroorzaken van (losse) onderdelen in het ontstekingsmechanisme. Hierdoor kan het CE ongecontroleerd tot explosie komen.

### 3.4 Peilbuizen plaatsen

In de grond wordt met de hand (of machinaal), binnen een mantelbuis, tot de gewenste diepte een gat geboord. Vervolgens wordt de peilbuis in het gat gehangen. Rond het filterdeel wordt doorgaans een kous aangebracht en grof zand "grind" gestort om dichtslibben tegen te gaan. Als bij het boren afsluitende kleilagen worden doorboord, wordt op het filtergrind bentoniet aangebracht om de doorboorde kleilaag te herstellen en verticale toestroming uit een bovenliggend watervoerend pakket te voorkomen.

De grondroerende werkzaamheden bestaan uit het handmatig of machinaal boren binnen een mantelbuis. De verschillen tussen deze twee werkmethodes t.a.v. CE zijn hieronder verder uitgewerkt.



#### Risico t.a.v. CE plaatsen peilbuizen handmatig:

De boringen worden handmatig uitgevoerd. Hierbij voelt de persoon die de boring uitvoert of hij op een hard voorwerp boort zonder daarbij veel kracht uit te oefenen op het onderliggende object. De impact op het mogelijke CE is hierbij onvoldoende om een ontstekingsmechanisme in werking te stellen door de ontstane aanraking. Het object dat nog is omringd door grond zal hierdoor ook niet bewegen of kantelen. Het blootstellen aan de buitenlucht is tijdelijk omdat na de boring het boorgat wordt afgevuld met grond of grondwater. Indien een object in de ondergrond wordt aangeboord dient de boring te worden gestaakt en wordt de boring op een andere locatie uitgevoerd.

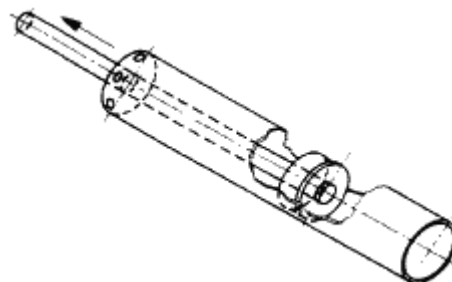
#### Risico t.a.v. CE plaatsen peilbuizen machinaal:

De boringen worden machinaal uitgevoerd. Hierbij voelt de persoon die de boring uitvoert niet of minder snel of hij op een hard voorwerp boort. Bij het machinaal boren wordt veel kracht uitgeoefend op het onderliggende object. De impact op het mogelijke CE is hierbij voldoende om een ontstekingsmechanisme in werking te stellen door de ontstane aanraking. Afhankelijk van de methode van machinaal boren bestaat ook de mogelijkheid dat door de enorme krachten het CE in de ondergrond wordt bewogen (gekanteld). Door het bovenstaande bestaat de mogelijkheid dat het CE tot explosie komt.



### 3.5 Gebruik zuigerboor

De zuigerboor bestaat uit een roestvrijstalen of kunststof steekbuis waaraan verlengstangen kunnen worden bevestigd. De steekbuis wordt door middel van het stangenstelsel in de bodem gedrukt. De zuiger, die omhoog getrokken wordt in de steekbuis zorgt voor een onderdruk, waardoor het bodemmonster gemakkelijker in de buis wordt opgenomen. Hierbij worden verder geen krachten uitgeoefend op de ondergrond. De steekbuis zakt onder zijn eigen gewicht naar beneden. De lengte van de steekbuis varieert naar behoefte. Er zijn er vele types in gebruik. De types verschillen voornamelijk in diameter en lengte van de steekbuis. De zuigerboor is goed inzetbaar bij bemonstering van de waterbodems bestaande uit vast slib en/of zand. Bij landbodem boringen wordt de zuigerboor veel gebruikt om tot onder de grondwaterspiegel te boren.



#### **Risico t.a.v. CE bij de zuigerboor:**

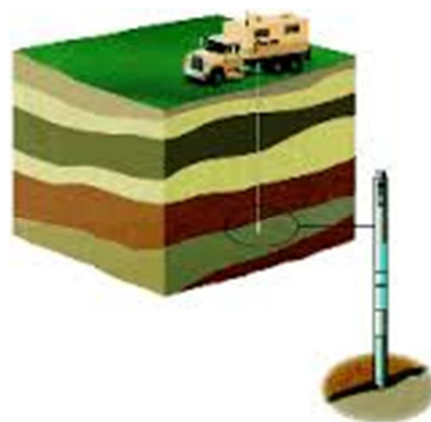
De “boring” wordt handmatig uitgevoerd. Hierbij voelt de persoon die de boring uitvoert of hij op een hard voorwerp boort zonder daarbij kracht uit te oefenen op het onderliggende object. De impact op het mogelijke CE is hierbij onvoldoende om een ontstekingsmechanisme in werking te stellen door de ontstane aanraking. Het object dat nog is omringd door grond zal hierdoor ook niet bewegen of kantelen. Het blootstellen aan de buitenlucht is tijdelijk omdat na de boring het boorgat wordt afgevuld met grond of grondwater. Indien een object in de ondergrond wordt aangeboord dient de boring te worden gestaakt en wordt de boring op een andere locatie uitgevoerd.

### 3.6 Zetten van sonderingen

Het uitvoeren van een sondering, als begrip uit de grondmechanica is het bepalen van het draagvermogen van de grond door een staaf met kegelvormige punt met een tophoek van 60°, de sondeerconus, in de grond te drukken en daarbij de mechanische weerstand van de grond te meten.

Sonderingen worden meestal uitgevoerd door een sondeerwagen, doorgaans een zware 6x6 vrachtwagen of een voertuig op rupsbanden. In de sondeerwagen bevindt zich een hydraulische pers welke de sondeerstaven de grond in drukt.

Het gewicht van de sondeerwagen levert hierbij de reactiekracht. Hierbij kan met gemak een kracht van 20 ton worden veroorzaakt op een onderliggend object. De snelheid waarmee de conus de grond wordt ingedrukt bedraagt 20 mm per seconde. Dit houdt in dat het een proces is waarbij geen schokken worden veroorzaakt.



#### **Risico t.a.v. CE bij sonderingen:**

Door het mogelijk toucheren van een onderliggend CE bestaat de mogelijkheid dat door de enorme (druk) kracht het CE in de ondergrond wordt gekanteld. Het bewegen (kantelen) van CE met sommige ontstekers, in het bijzonder chemisch lange vertragingsonstekers, kan leiden tot een ongecontroleerde explosie van het CE.

## 3.7 Inzet pulsboor

De puls, een ijzeren buis van één à anderhalve meter lengte met aan de onderkant een klep die alleen naar binnen (= naar boven) open kan (een zogenoemde terugslagklep), wordt aan een kabel de mantelbuis in gelaten. Met de kabel wordt de puls in het water enkele decimeters opgetrokken en daarna losgelaten waardoor deze op de bodem valt. Door de val op de bodem raakt sediment daaruit los. Tijdens de val staat de klep door de waterstroom omhoog open en kan sediment de puls binnen. Tijdens het optrekken sluit de klep zich weer door de omgekeerde waterstroom waardoor het verzamelde sediment binnen de puls blijft. Het optrekken zuigt ook sediment uit de bodem wat in suspensie gaat. Op deze wijze wordt een bodemonster verzameld. Het op- en neer bewegen van de puls wordt pulsen genoemd.



Het zetten van de mantelbuis om een puls boring te kunnen uitvoeren kan met de hand worden uitgevoerd maar tegenwoordig wordt dit vaak mechanisch gedaan. Deze handeling valt onder de grondroerende werkzaamheden waarbij een mogelijk risico bestaat t.a.v. mogelijk aanwezige CE in de ondergrond. Of er risico's zijn t.a.v. CE hangt voornamelijk af van de gekozen werkmethode. De verschillen zijn hieronder aangegeven.

### Risico t.a.v. CE plaatsen pulsboor handmatig:

De boringen worden handmatig uitgevoerd. Hierbij voelt de persoon die de boring uitvoert of hij op een hard voorwerp boort zonder daarbij veel kracht uit te oefenen op het onderliggende object. De impact op het mogelijke CE is hierbij onvoldoende om een ontstekingsmechanisme in werking te stellen door de ontstane aanraking. Het object dat nog is omringd door grond zal hierdoor ook niet bewegen of kantelen. Het blootstellen aan de buitenlucht is tijdelijk omdat na de boring het boorgat wordt afgevuld met grond of grondwater. Indien een object in de ondergrond wordt aangeboord dient de boring te worden gestaakt en wordt de boring op een andere locatie uitgevoerd.

### Risico t.a.v. CE plaatsen pulsboor machinaal:

De boringen worden machinaal uitgevoerd. Hierbij voelt de persoon die de boring uitvoert niet of minder snel of hij op een hard voorwerp boort. Bij het machinaal boren wordt veel kracht uitgeoefend op het onderliggende object. De impact op het mogelijke CE is hierbij voldoende om een ontstekingsmechanisme in werking te stellen door de ontstane aanraking. Afhankelijk van de methode van machinaal boren bestaat ook de mogelijkheid dat door de enorme krachten het CE in de ondergrond wordt bewogen (gekanteld). Door het bovenstaande bestaat de mogelijkheid dat het CE tot explosie komt.



### 3.8 Graven proefsleuven

Proefsleuven (handmatig voorgraven) worden gebruikt voor het opsporen van kabels en leidingen en bij asbestonderzoek om te voorkomen dat deze bij groot grondverzet worden beschadigd of dat een asbestvervuiling ongewild wordt verspreid. Deze werkzaamheden worden voornamelijk in de bovengrond uitgevoerd.

Het graven van de proefsleuven kan zowel handmatig als machinaal worden uitgevoerd.



Het graven van proefsleuven t.b.v. kabels en leidingen wordt veelal haaks op het verwachte K&L tracé uitgevoerd. Hierdoor kan er niet standaard vanuit gegaan worden dat de locatie van de proefsleuven naorlogs geroerde grond betreft, ook niet als de kabels en leidingen naorlogs zijn aangelegd. Het ontgraven van de kabelsleuf zelf kan wel aan deze eis voldoen indien deze naorlogs is aangelegd.

#### **Risico t.a.v. CE bij graven proefsleuven:**

Bij het graven van proefsleuven vindt er grondverzet plaats. Hierbij bestaat de mogelijkheid dat er CE worden getoucheerd, bewogen en aan de buitenlucht worden blootgesteld doordat ze ongemerkt met de ontgraven grond worden verplaatst. Dit kan gebeuren bij zowel het handmatig als bij het machinaal graven van proefsleuven. Deze effecten kunnen leiden tot een ongecontroleerde explosie van het CE.

#### **Risico t.a.v. CE bij graven proefsleuven:**

Als de ontgravingen plaatsvinden in naorlogs geroerde grond is er geen risico op het ongecontroleerd tot werking komen van een CE.



## 4 Analyse werkzaamheden

Aan de hand van de uit te voeren werkzaamheden en de daarbij optredende effecten, is het mogelijk een analyse te maken van de invloed van de uit te voeren werkzaamheden op eventueel aanwezige CE. In onderstaand schema zijn de **algemene risico's** zoals omschreven in hoofdstuk 2 per werkmethode opgenomen en samengevat:

| Werkmethode                      | Trillingen<br>> 1 m/sec <sup>2</sup> | Toucheren<br>CE | Bewegen<br>CE | Blootstellen aan<br>zuurstof |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|------------------------------|
| Edelmanboor<br>handmatig         | nee                                  | Ja              | nee           | nee                          |
| Stootijzer                       | ja                                   | ja              | nee           | nee                          |
| Ramguts<br>machinaal             | ja                                   | ja              | nee           | nee                          |
| Plaatsen peilbuizen<br>handmatig | nee                                  | ja              | nee           | nee                          |
| Plaatsen peilbuizen<br>machinaal | nee                                  | ja              | ja            | nee                          |
| Zuigerboor                       | nee                                  | ja              | nee           | nee                          |
| Sonderingen                      | nee                                  | ja              | ja            | nee                          |
| Pulsboor<br>handmatig            | nee                                  | ja              | nee           | nee                          |
| Pulsboor<br>machinaal            | nee                                  | ja              | ja            | nee                          |
| Proefsleuven<br>handmatig        | nee                                  | ja              | ja            | ja                           |
| Proefsleuven<br>machinaal        | nee                                  | ja              | ja            | ja                           |

Of bovenstaande werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd is tevens afhankelijk van de mate van verdachtheid van de locatie en welke specifieke CE hier worden verwacht aan te treffen. Van groot belang hierbij is het type ontsteker welke geplaatst kan zijn op het CE. Daarnaast wordt gekeken naar de krachten die vrijkomen bij de specifieke werkzaamheden en welke invloed dit heeft op het CE.

Algemeen wordt aangenomen dat handelingen die handmatig worden uitgevoerd (met uitzondering van ontgravingen) geen dusdanige invloed hebben op het CE dat deze ongecontroleerd tot uitwerking komt. Degene die de handelingen uitvoert dient hiervoor wel een extra werkinstructie te ontvangen en zich te houden aan deze werkinstructie.

Dit dient per project te worden vastgelegd en getoetst aan de resultaten van het vooronderzoek. Indien de werkzaamheden worden uitgevoerd in naoorlogs geroerde grond of in een naoorlogs opgebrachte grondlaag wordt als uitgangspunt gehanteerd dat deze grond(laag) als niet verdacht

wordt aangemerkt en dat de werkzaamheden op reguliere wijze kunnen worden uitgevoerd. Wel dient er rekening te worden gehouden met eventuele trillingen die worden veroorzaakt in de directe omgeving.

In de analyse wordt tevens gekeken of de toegepaste werkmethode dusdanig is dat het CE gelijktijdig wordt “opgeboord” met het bodemonmonster en/of residu. Indien dit mogelijk is zal het specifiek worden benoemd. De analyse zal voornamelijk zijn gebaseerd op de afmetingen van de mogelijk aan te treffen CE in combinatie met de in te zetten apparatuur en werkmethode.

### **Algemeen**

Klein kaliber munitie (geweerpatronen) worden in Nederland primair niet als risico beoordeeld door de zeer geringe uitwerking. In sommige gevallen wordt Klein Kaliber Munitie (KKM) als risico meegenomen. Dit heeft voornamelijk te maken met het eventueel hergebruik van KKM verdachte grond. Binnen de projecten waar alleen bodemonderzoek wordt uitgevoerd is dit niet het geval. Dit is de reden dat de analyse niet heeft plaatsgevonden met betrekking tot KKM.

De analyse heeft betrekking op (brisante) CE vanaf een kaliber van 20mm / 2cm.



Klein Kaliber Munitie (KKM)

## Bijlagen



#### 4.1 Bijlage 1: Risicotabel

| Werkmethode                  | Toelichting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Edelmanboor handmatig</b> | <b>Algemeen risico: Toucheren CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Analyse resultaat            | Bij handmatige boringen worden geen krachten uitgeoefend die voldoende impact geven om het mogelijk aanwezige CE ongecontroleerd tot werking te brengen.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Aanvullend CE onderzoek?     | Nee                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Aanvullende werkinstructie   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Indien een hard object in het als verdacht aangemerkte gebied wordt aangeboord dient de boring te worden gestaakt.</li> <li>– Er dient een nieuwe locatie te worden gekozen op minimaal 2,5 m afstand (max. lengte mogelijk aan te treffen CE).</li> <li>– Indien CE met een kaliber van 20mm / 2 cm wordt opgeboord wordt het Protocol toevalstreffer (bijlage 3) gevolgd.</li> </ul> |
| <b>Stootijzer</b>            | <b>Algemeen risico: Toucheren CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Analyse resultaat            | Bij het gebruik van een stootijzer worden krachten uitgeoefend die voldoende impact geven om het mogelijk aanwezige CE ongecontroleerd tot werking te brengen. Het stootijzer kan wel gebruikt worden in onverdacht gebied en grondlagen.                                                                                                                                                                                       |
| Aanvullend CE onderzoek?     | Ja, de locatie dient te worden vrijgegeven door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Aanvullende werkinstructie   | Volgens vrijgaverapport opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Ramguts</b>               | <b>Algemeen risico: Trillingen en toucheren CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Analyse resultaat            | Bij het gebruik van een ramguts worden krachten en trillingen uitgeoefend die voldoende impact geven om het mogelijk aanwezige CE ongecontroleerd tot werking te brengen. Dit geldt voor gebruik van een ramguts in als verdacht aangemerkt gebied.                                                                                                                                                                             |
| Aanvullend CE onderzoek?     | Ja, de locatie dient te worden vrijgegeven door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Aanvullende werkinstructie   | Ja, volgens vrijgaverapport opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Peilbuizen handmatig</b>  | <b>Algemeen risico: Toucheren CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Analyse resultaat            | Bij het handmatig plaatsen van peilbuizen worden geen krachten uitgeoefend die voldoende impact geven om het mogelijk aanwezige                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aanvullend CE onderzoek?             | CE ongecontroleerd tot werking te brengen.<br>Nee                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Aanvullende werkinstructie           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Indien een hard object in het als verdacht aangemerkte gebied wordt aangeboord dient de boring te worden gestaakt.</li> <li>– Er dient een nieuwe locatie te worden gekozen op minimaal 2,5 m afstand (max. lengte mogelijk aan te treffen CE).</li> <li>– In het niet als verdacht aangemerkte gebied kan eventueel een stootijzer worden gebruikt.</li> <li>– Indien CE met een kaliber van 20mm / 2 cm wordt opgeboord wordt het Protocol toevalstreffer (bijlage 3) gevolgd.</li> </ul>        |
| <b>Plaatsen peilbuizen machinaal</b> | <b>Algemeen risico: Toucheren of bewegen CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Analyse resultaat                    | Door de krachten die vrijkomen bij het mechanisch plaatsen van peilbuizen bestaat de mogelijkheid dat deze leiden tot een ongecontroleerde explosie van het CE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Aanvullend CE onderzoek?             | Ja, vooraf laten vrijgegeven door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Aanvullende werkinstructie           | Volgens vrijgaverapport opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Zuigerboor</b>                    | <b>Algemeen risico: Toucheren CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Analyse resultaat                    | Bij het gebruik van de zuigerboor worden geen krachten uitgeoefend die voldoende impact geven om de mogelijk aanwezige CE ongecontroleerd tot werking te brengen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Aanvullend CE onderzoek?             | Nee                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Aanvullende werkinstructie           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Indien een hard object in het als verdacht aangemerkte gebied wordt aangeboord dient de boring te worden gestaakt.</li> <li>– Er dient een nieuwe locatie te worden gekozen op minimaal 2,5 m afstand (max. lengte mogelijk aan te treffen CE).</li> <li>– In het niet als verdacht aangemerkte gebied (laag) kan eventueel een stootijzer worden gebruikt.</li> <li>– Indien CE met een kaliber van 20mm / 2 cm wordt opgeboord wordt het Protocol toevalstreffer (bijlage 3) gevolgd.</li> </ul> |
| <b>Sonderingen</b>                   | <b>Algemeen risico: Toucheren en bewegen CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Analyse resultaat                    | Door de krachten die vrijkomen bij het plaatsen van sonderingen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | bestaat de mogelijkheid dat deze leiden tot een ongecontroleerde explosie van het CE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Aanvullend CE onderzoek?      | Ja, vooraf laten vrijgeven door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Aanvullende werkinstructie    | Volgens vrijgaverapport opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Pulsboor handmatig</b>     | <b>Algemeen risico: Toucheren CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Analyse resultaat             | Bij het handmatig gebruik van de pulsboor worden geen krachten uitgeoefend die voldoende impact geven om de mogelijk aanwezige CE ongecontroleerd tot werking te brengen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Aanvullend CE onderzoek?      | Nee                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Aanvullende werkinstructie    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Indien een hard object in het als verdacht aangemerkte gebied wordt aangeboord dient de boring te worden gestaakt.</li> <li>– Er dient een nieuwe locatie te worden gekozen op minimaal 2,5 m afstand (max. lengte mogelijk aan te treffen CE) .</li> <li>– In het niet als verdacht aangemerkte gebied (laag) kan eventueel een stootijzer worden gebruikt.</li> <li>– Indien CE met een kaliber van 20mm / 2 cm wordt opgeboord wordt het Protocol toevalstreffer (bijlage 3) gevolgd.</li> </ul> |
| <b>Pulsboor mechanisch</b>    | <b>Algemeen risico: Toucheren en bewegen CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Analyse resultaat             | Door de krachten die vrijkomen bij het mechanisch plaatsen van de pulsboor bestaat de mogelijkheid dat deze leiden tot een ongecontroleerde explosie van het CE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Aanvullend CE onderzoek?      | Ja, vooraf laten vrijgeven door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Aanvullende werkinstructie    | Volgens vrijgaverapport opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Proefsleuven handmatig</b> | <b>Algemeen risico: Toucheren, bewegen en blootstellen aan buitenlucht</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Analyse resultaat             | Bij het handmatig graven van proefsleuven vindt er grondverzet plaats. Hierbij bestaat de mogelijkheid dat er CE worden getouchéerd, bewogen en aan de buitenlucht worden blootgesteld doordat ze ongemerkt met de ontgraven grond worden verplaatst. Als de ontgravingen plaatsvinden in naoorlogs geroerde grond vervalt dit risico en kunnen de werkzaamheden regulier worden uitgevoerd.                                                                                                                                                 |



|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aanvullend CE onderzoek?      | <b>Naoorlogs geroerde grond:</b> nee<br><b>Niet naoorlogs geroerde grond:</b> ja, vooraf laten vrijgeven door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                 |
| Aanvullende werkinstructie    | Volgens vrijgaverapport opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Proefsleuven machinaal</b> | <b>Algemeen risico: Toucheren, bewegen en blootstellen aan buitenlucht</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Analyse resultaat             | Bij het handmatig graven van proefsleuven vindt er grondverzet plaats. Hierbij bestaat de mogelijkheid dat er CE worden getouchéerd, bewogen en aan de buitenlucht worden blootgesteld doordat ze ongemerkt met de ontgraven grond worden verplaatst. Als de ontgravingen plaatsvinden in naoorlogs geroerde grond vervalt dit risico en kunnen de werkzaamheden regulier worden uitgevoerd. |
| Aanvullend CE onderzoek?      | <b>Naoorlogs geroerde grond:</b> nee<br><b>Niet naoorlogs geroerde grond:</b> ja, vooraf laten vrijgeven door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                 |
| Aanvullende werkinstructie    | Volgens vrijgaverapport opsporingsbedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Indien wordt afgeweken van de vooraf bepaalde werkmethode of onderzoeksdiepte dient deze bijlage te worden gehanteerd om de risico's te bepalen in relatie tot de gekozen werkmethode.

