

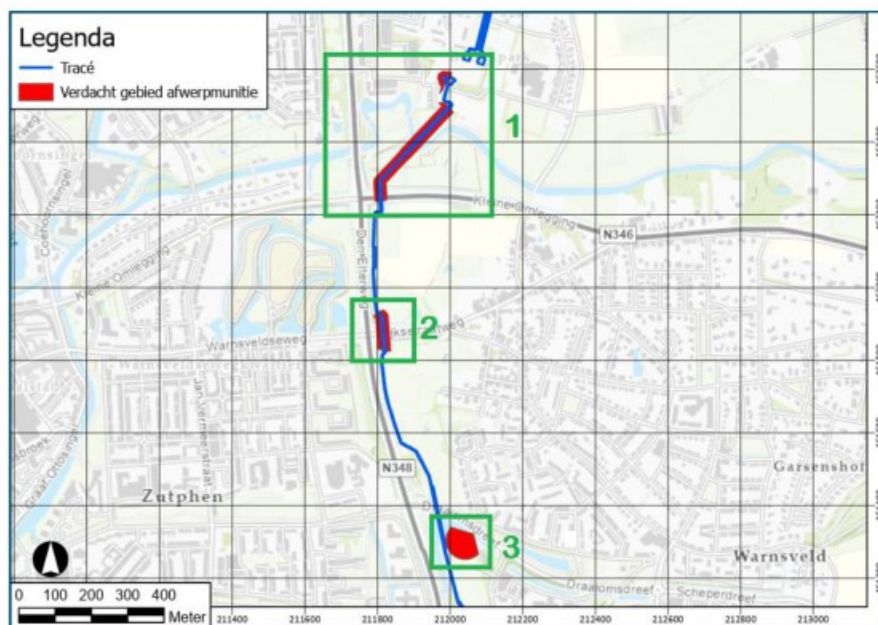
Qirion B.V.
t.a.v. [REDACTED]
Dijkgraaf 4
6921 RL DUIVEN

datum 12 maart 2024
projectnummer 0486826.100
onderwerp Rapportage indringingsdiepte Ontploffbare Oorlogsresten Verkabeling Zutphen

Geachte heer [REDACTED]

Hierbij ontvangt u de rapportage indringingsdiepte Ontploffbare Oorlogsresten (hierna: OO) met betrekking tot de voorgenomen werkzaamheden ten behoeve van de verkabeling te Zutphen. Het doel van deze rapportage is vast te stellen tot welke maximale diepte de verwachte afwerpmunitie kan zijn achtergebleven binnen het projectgebied om zo de juiste opsporingsmethode voor het project te kunnen inzetten.

Het tracé is in zijn geheel onderzocht door AVG in een risicoanalyse¹. Hierbij zijn de resultaten opgenomen van het historisch onderzoek van ExploVision, welke in 2015 voor de gemeente Zutphen de gemeentelijke bodembelastingkaart CE² heeft opgesteld. In deze bodembelastingkaart zijn een drietal gebieden welke binnen het tracé vallen die verdacht zijn bevonden op afwerpmunitie. De gebieden waar dit rapport op is gericht zijn weergegeven in **Figuur 1**.



Figuur 1. Verdachte gebieden afwerpmunitie.

¹ Verkabeling Zutphen Risicoanalyse OO, AVG, projectnr. 144000032, versie 04d, datum 1 september 2023

² De kaart benoemd nog de oude term Conventionele Explosieven (CE), thans is dit Ontploffbare Oorlogsresten (OO)

contactpersoon:
e-mail:
gecontroleerd:

Methodiek

Om de indringingsdiepte te bepalen maakt Antea Group gebruik van sondeergegevens welke door de opdrachtgever zijn aangeleverd³. Deze sondeergegevens worden ingevoerd in een speciaal voor dit doel ontwikkelde rekenmodel waarbij de bodemweerstand in combinatie met de gegevens van het bombardement, zoals kaliber en type vliegtuigbom en de vliegsnelheid en afwerphoogte bepalen wat de ondergrens van de verdachte laag is. Hier wordt ook wel gesproken van de maximale penetratie- of indringingsdiepte. De sondeergegevens worden vervolgens gerelateerd aan de bodemopbouw waarbij bijvoorbeeld zand een grotere weerstand en remmende uitwerking heeft dan klei of veen. Dit helpt om de juistheid van de berekening te verifiëren.

In dit geval is sprake van jachtbombardementen door Britse toestellen van het type *Supermarine Spitfire*. Hierbij is gebruik gemaakt van bommen met het kaliber 250 lb. en 500 lb. waarbij de *500 lb. Medium Capacity* leidend is als het zwaarste mogelijke kaliber met de meeste indringingspotentie. De afwerphoogte en snelheid is niet bekend, maar voor het soort bombardement en het type toestel kan uitgegaan worden van een afwerphoogte van circa 400 meter met een snelheid van maximaal 600 km/u.

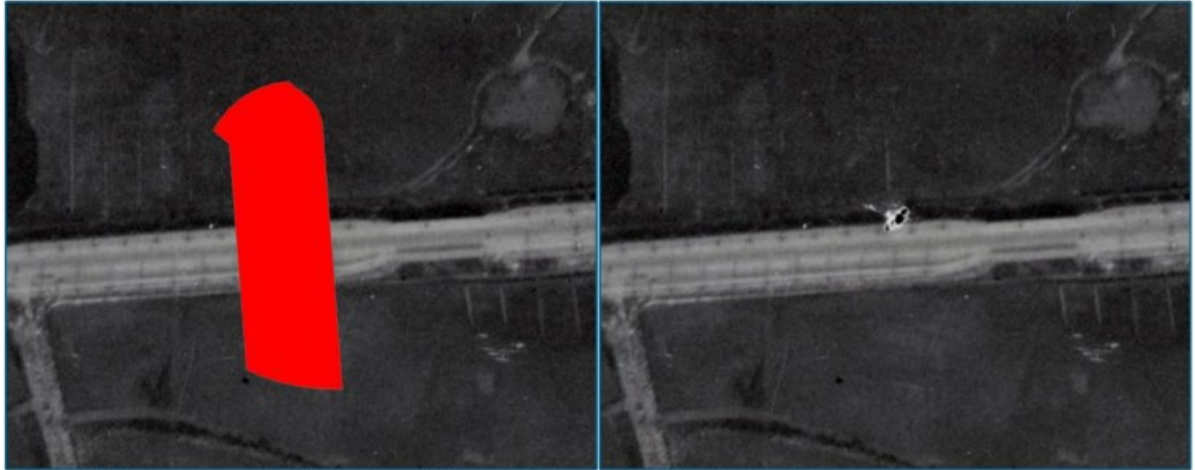


Figuur 2. Een Spitfire jachtbommenwerper wordt geladen met twee 250 lb. GP onder de vleugels en een 500 lb. MC bom onder de romp in 1944. (bron: Imperial War Museum).

Vervallen van Deelgebied 2

Bij een controle van de verdachte gebieden heeft Antea Group luchtfoto's van na de bombardementen op het gebied geraadpleegd. Uit analyse van deze foto's is gebleken dat ExploVision per abuis een beschadiging op de luchtfoto heeft aangemerkt als krater. Na intern overleg is besloten dat dit verdachte gebied op afwerpmunitie komt te vervallen en niet verder hoeft te worden behandeld in dit rapport. In **Figuur 3** hieronder is de afbakening van dit gebied weergegeven op de luchtfoto van 15 maart 1945.

³ Geonius Geothermisch onderzoek, kenmerk GA220999.R01.V1.0, datum 1 augustus 2022

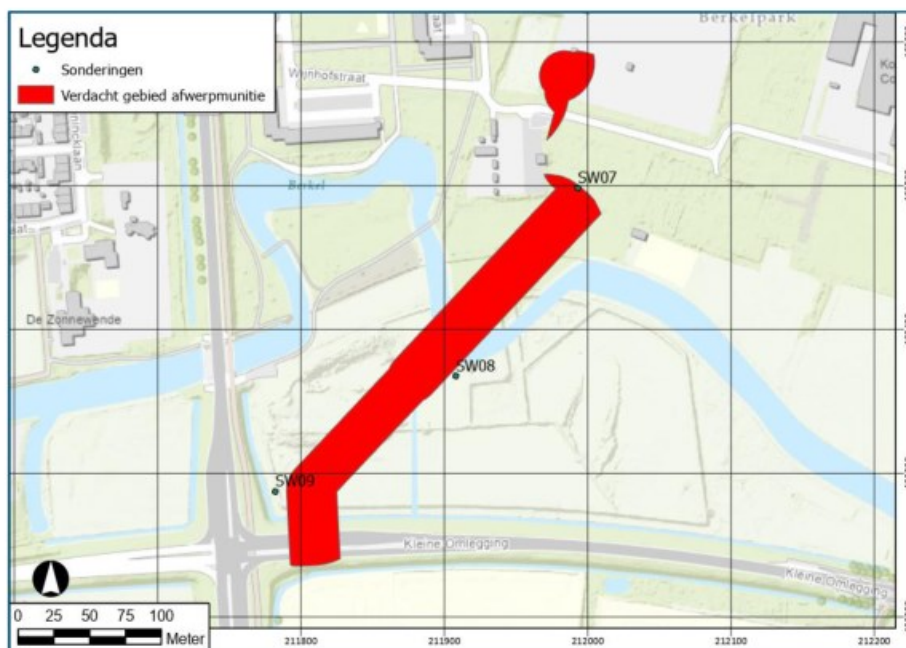


Figuur 3. Afbakening op vermeende inslagkrater (links) op luchtfoto van 1945 blijkt beschadiging op foto (rechts).

Indringingsdiepte Deelgebied 1

Voor het bepalen van de indringingsdiepte van deelgebied 1 is gebruik gemaakt van sondering met kenmerk SW07. Deze sondering bleek het meest representatief voor een intacte bodem in dit deelgebied. Bij twee overige sonderingen bij dit gebied, namelijk SW08 en SW09 lijkt in de sondeergegevens en in een vergelijking met de luchtfoto's van 1945 en heden sprake te zijn van verstoring in de bovenlaag waardoor deze een verkeerd beeld zouden kunnen geven van de indringingsdiepte. De locaties van de sonderingen zijn weergegeven in **Figuur 4**.

Met behulp van het rekenmodel is vastgesteld dat de maximale indringingsdiepte van een 500 lb. MC bom niet meer dan **3 meter minus maaiveld** is. Dit is te relateren aan de bodemopbouw welke voornamelijk bestaat uit fijn, tot middelgrof zand met een vrij hoge weerstand.

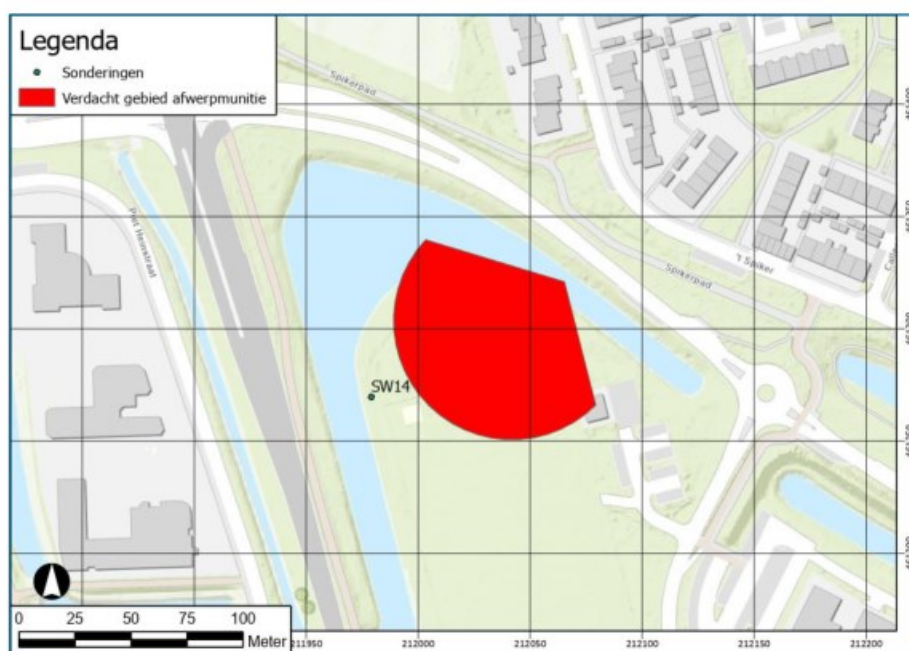


Figuur 4. Locaties van sonderingen in Deelgebied 1 ten opzichte van verdacht gebied.

Indringingsdiepte Deelgebied 3

Voor het bepalen van de indringingsdiepte van deelgebied 3 is gebruik gemaakt van sondering met kenmerk SW14. Deze sondering bleek het meest representatief voor een intacte bodem in dit deelgebied. De locatie van deze sondering is weergegeven in **Figuur 4**.

Met behulp van het rekenmodel is vastgesteld dat de maximale indringingsdiepte van een 500 lb. MC bom niet meer dan **2,5 meter minus maaiveld** is. Dit is te relateren aan de bodemopbouw welke voornamelijk bestaat uit fijn, tot middelgrof zand met een vrij hoge weerstand.



Figuur 5. Locaties van sondering in Deelgebied 3 ten opzichte van verdacht gebied.

Conclusie en advies

Op basis van de uitkomsten van het rekenmodel en heranalyse van de luchtfoto zijn de volgende conclusies vastgesteld:

- Deelgebied 1: Maximale indringingsdiepte 3,0 m-mv van 500 lb. MC bom;
- Deelgebied 2: Verdacht gebied afwerpmunitie komt te vervallen;
- Deelgebied 3: Maximale indringingsdiepte 2,5 m-mv van 500 lb. MC bom.

Met deze relatief beperkte indringingsdiepte volstaat opsporing met behulp van oppervlakedetectie en wordt de inzet van dieptedetectie niet noodzakelijk geacht. Wel wordt geadviseerd om een veiligheidsmarge te hanteren van +0,5 m bij de vrijgave om eventuele grilligheden in de bodemopbouw te ondervangen.

Antea Group,
Oosterhout, maart 2024