

Briefrapportage

Saricon B.V.

Aan: Aveco de Bondt: R. Arendsen

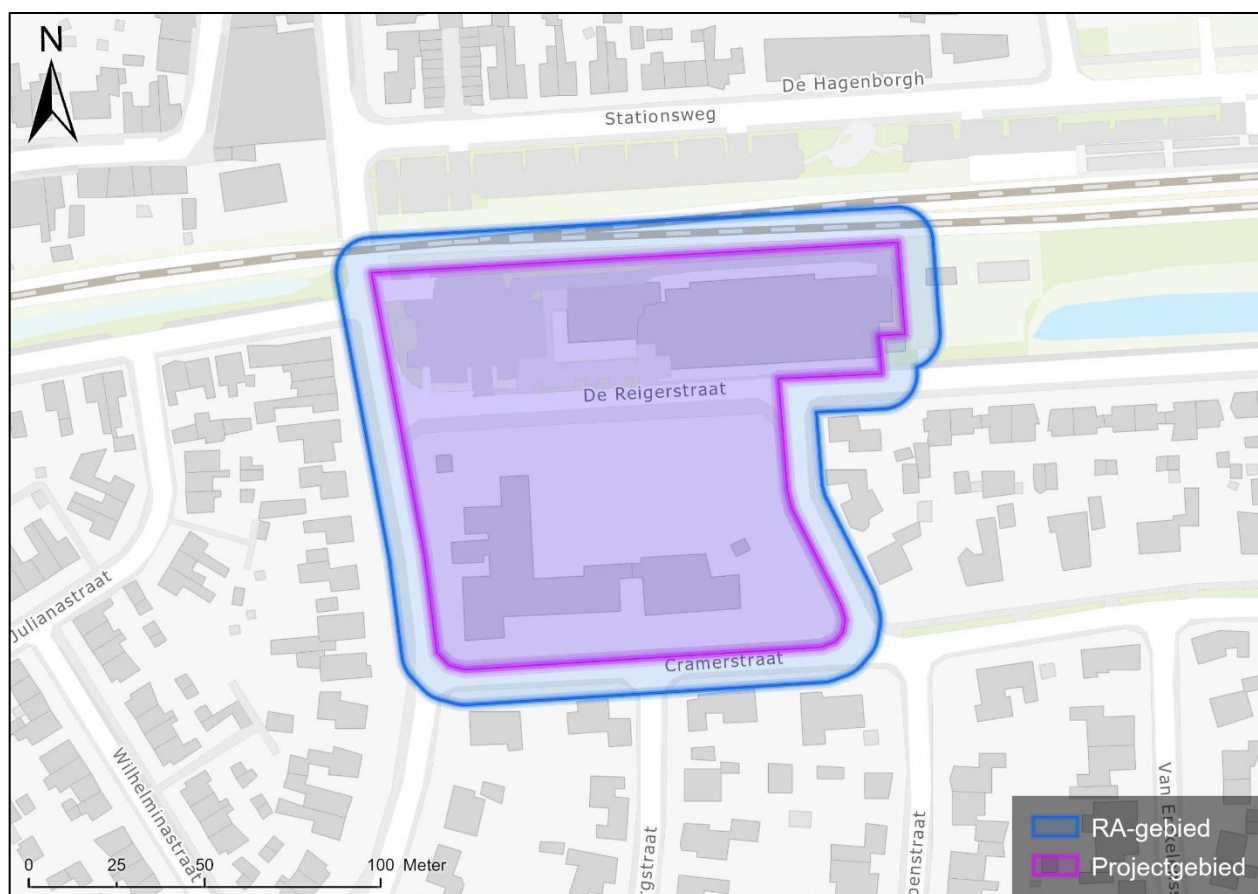
Van: Saricon: I te Duits, T.M. Blok

Datum: 10 november 2021

Betreft: **Briefrapportage 21S074-BR-01: Risicoanalyse Toonladder-Sporthal Delden**

Inleiding

Saricon heeft in opdracht van Aveco de Bondt een briefrapportage opgesteld ten behoeve van het project Risicoanalyse Ontploffbare Oorlogsresten (RA) Toonladder-Sporthal Delden te Delden, gemeente Hof van Twente. De briefrapportage is opgesteld conform de offerte 2021-S-043-AB-01, d.d. 2 maart 2021. De opdracht is verleend per e-mail d.d. 20 mei 2021.



Figuur 1. Weergave van het door de opdrachtgever aangeleverde projectgebied. Het RA-gebied is vergroot met een buffer van 10 meter.

Doel van deze rapportage is het opstellen van een risicoanalyse ontplofbare oorlogsresten ten behoeve van het project. Deze risicoanalyse bestaat uit de volgende onderdelen:

- Vaststellen van verdachte gebieden binnen het RA-gebied aan de hand van analyse van door de opdrachtgever aangeleverde vooronderzoeken;
- Onderzoek naar de verticale afbakening van de verdachte gebieden en eventuele contra-indicaties voor de aanwezigheid voor ontplofbare oorlogsresten;
- Inventarisatie en beoordeling van risico's;
- Advies met betrekking tot geplande werkzaamheden in verdacht gebied.

RA-gebied en voorgenomen werkzaamheden

Het projectgebied en het RA-gebied zijn weergegeven in figuur 1. Binnen het projectgebied zal gebiedsontwikkeling plaatsvinden in de vorm van woningbouw. De bestaande bebouwing zal geheel of gedeeltelijk gesloopt worden. De exacte werkzaamheden zijn ten tijde van het opstellen van deze Risicoanalyse nog niet bekend. In figuur 2 zijn de twee mogelijke ontwerpmodellen weergegeven.



Figuur 2. Ontwerpen herinrichting Projectgebied Toonladder

Analyse eerder uitgevoerd onderzoek

De gemeente Hof van Twente beschikt over een gemeentebreed historisch vooronderzoek ontplofbare oorlogsresten:

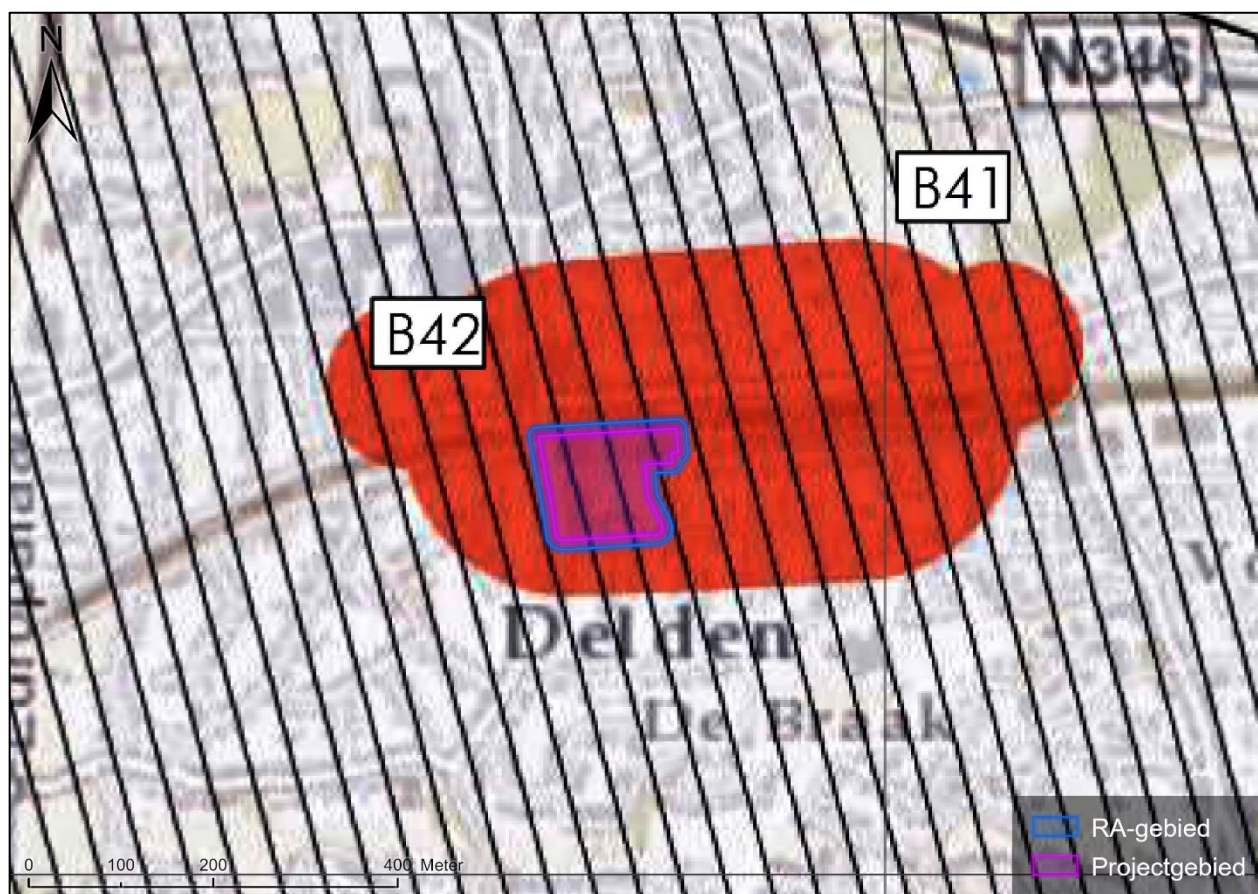
- AVG, 'Vooronderzoek gemeente Hof van Twente', kenmerk 1662059-VO-03, versie 2 definitief, d.d. 9 februari 2018.

Het vooronderzoek is opgesteld conform de eisen van het WSCS-OCE. Binnen het RA-gebied zijn door AVG verdachte gebieden aangemerkt:

- Verdacht gebied afwerpmunitie

Binnen het RA-gebied werden door AVG gebieden als verdacht aangemerkt op afwerpmunitie. Op grond van meldingen dat het stationsgebied van Delden bij luchtaanvallen getroffen zou zijn, en op luchtfoto's waargenomen kraters, werd het stationsgebied als verdacht aangemerkt (B41 in onderstaande figuur). De achtergronden van de luchtaanval, zoals de datum en bommenlading etc., zijn niet in het rapport opgenomen. Het verdacht gebied werd horizontaal afgebakend als 'pin point target.'. Daarnaast werd in verband met een melding uit het gemeentearchief dat bij het Kerkpad 15 een niet ontplofte bom neer zou zijn gekomen een verdacht gebied 'situationeel afgebakend'. Dit betreft het gebied B42 in onderstaande figuur.¹

¹ AVG, 'Vooronderzoek Hof van Twente' p 173, 221, 229, 231, 233



Figuur 3. De in het vooronderzoek van AVG aangemerkte verdachte gebieden. De rode gebieden B41 en B42 zijn verdacht op afwerpmunitie, het gearceerde gebied is verdacht op geschutmunitie (Bron: AVG, 'vooronderzoek Hof van Twente', p 257).

Het vooronderzoek bevat alleen een algemene opsomming van munitiesoorten die als gevolg van luchtaanvallen kunnen zijn achtergebleven. Over de in de gebieden B41 en B42 te verwachten munitiesoorten is het rapport dan ook niet eenduidig. Behalve afwerpmunitie van 250 lb, 500 lb. en 1.000 lb worden ook 25 lb. oefenbommen, 20 lb. clustermunitie, 3 inch raketten en vliegtuigboordwapenmunitie genoemd.² Omdat deze munitiesoorten echter niet voor de hand liggen heeft Saricon voor deze RA de volgende munitiesoorten aangehouden:

Hoofdsoort	Nationaliteit	Type / kaliber	Verschijningsvorm
Afwerpmunitie	Geallieerd	250 lb. 500 lb. en/of 1.000 lb.	Afgeworpen

Ten aanzien van de verticale afbakening is in het vooronderzoek vastgesteld dat afwerpmunitie van 250 lb., 500 lb. en 1.000 lb. kunnen worden aangetroffen 'tot een maximale conusweerstand van 10 MPa met een minimale laagdikte van 1 meter. De bovengrens is de NAP-hoogte uit de Tweede wereldoorlog.'³

Deze afbakening zal nader moeten worden bepaald.

² AVG, 'Vooronderzoek Hof van Twente' p 240.

³ AVG, 'Vooronderzoek Hof van Twente' p 244.

- Verdacht gebied geschutmunitie / grondgevechten

In verband met artilleriebeschietingen en grondgevechten die in april 1945 in en rond Delden hebben plaatsgevonden is door AVG een verdacht gebied aangemerkt met kenmerk B85. Op de bij het rapport behorende Bodembelastingkaart staat dit gebied aangegeven als verdacht op geschutmunitie. In het rapport worden echter nog meer hoofdsorten genoemd die in dit gebied aangetroffen zouden kunnen worden⁴:

Hoofdsoort	Nationaliteit	Type / kaliber	Verschijningsvorm
Hand- en geweergrenaten	Duits, Geallieerd	Steelhandgranaten, Gewehrgranaten No. 30, ei-handgranaten, Mills 36	Gedumpte, achtergelaten, verschoten
Kleinkalibermunitie	Duits, Geallieerd	9 mm, 7,92 mm, .303 inch	Gedumpte, achtergelaten
Geschutgranaten	Duits, Geallieerd	2 cm t/m 5,5 inch	Verschoten, achtergelaten

Het verdacht gebied is door AVG 'situationeel afgebakend'. Hoe deze horizontale afbakening tot stand is gekomen is niet uit het rapport te herleiden, maar vermoedelijk is de afbakening niet gebaseerd op analyse van bij luchtfoto-interpretatie waargenomen inslagen.

Over de verticale afbakening van het verdacht gebied is in het vooronderzoek het volgende opgenomen:

*'De zwaarste categorie geschutmunitie die kan worden aangetroffen is volgens de beschikbare gegevens geschutmunitie van 3,5 inch geschut die tot maximaal 3,5 meter minus de NAP hoogte uit de Tweede Wereldoorlog kan worden aangetroffen. De NAP hoogte uit de Tweede Wereldoorlog is de bovengrens van het CE verdachte gebied.'*⁵

Het hier genoemde zwaarste kaliber van 3,5 inch komt niet overeen met de in de tabel genoemde zwaarste te verwachten geschutmunitie (5,5 inch). Desondanks zal voor deze Risicoanalyse een diepteligging van 3,5 meter onder het historisch maaiveld worden aangehouden.

Beoordeling Saricon

Uit het onderzoek van AVG blijkt dat in de omgeving van het RA-gebied grondgevechten en beschietingen hebben plaatsgevonden. De locaties van deze gevechten zijn, voor zover uit het rapport is af te leiden, slechts indicatief vastgesteld. Ten aanzien van de afbakening van het verdacht gebied B85 is alleen bekend dat dit gebied 'situationeel' werd afgebakend. Het afbakenen van een groot verdacht gebied zonder een concrete locatiebepaling is naar huidige inzichten echter discutabel: een verdacht gebied moet immers te herleiden zijn naar een vast punt in de topografie dat bepaald is aan de hand van luchtfoto's, kaartmateriaal of een andere concrete historische bron.

In hoeverre aan de afbakening van het verdacht gebied B85 concrete locaties ten grondslag liggen is uit het vooronderzoek niet te reproduceren. Mogelijk werd door AVG gebruik gemaakt van op luchtfoto's waargenomen inslagen of schade, maar dit blijkt niet uit het rapport. Saricon beschikt momenteel niet over luchtfoto's van geschikte datum om de afbakening van dit verdacht gebied te kunnen verifiëren.

Binnen het gebied B85 wordt onderscheid gemaakt tussen verschoten munitie (artilleriegranaten die als gevolg van beschieting in de bodem zijn ingedrongen) en achtergelaten munitie (hand- en geweergrenaten, kleinkalibermunitie en geschutmunitie, die tijdens of na de gevechten in het gebied kunnen zijn achtergebleven). Indien het gehele gebied B85 beschoten werd, kan worden aangenomen dat in dit gebied verschoten geschutmunitie in de bodem kan zijn achtergebleven. Het ligt naar inzicht van Saricon echter niet voor de hand dat in het gehele gebied achtergelaten munitiesoorten in de bodem aanwezig zullen zijn. Dergelijke munitiesoorten zullen bij de gevechten

⁴ AVG, 'Vooronderzoek Hof van Twente' p 240

⁵ Idem, p 244

in de regel aan de oppervlakte blijven liggen, en alleen in de bodem indringen als zij worden gedumpt in militaire objecten, watergangen of andere logische dumpplekken.⁶

Voor deze Risicoanalyse zal het door AVG vastgestelde verdacht gebied dan ook gedeeltelijk worden overgenomen. Binnen het verdacht gebied B85 zal rekening worden gehouden met de aanwezigheid van verschoten geschutmunitie. De achtergelaten munitie (hand- en geweergranaten, kleinkalibermunitie en geschutmunitie) zal, vanwege de geringere kans op indringen en achterblijven in de bodem, als vervallen worden beschouwd. Derhalve worden voor deze RA de volgende verdachte gebieden aangehouden:

Verdachte gebieden:

Verdacht gebied	Hoofdsoort	Nationaliteit	Type / kaliber	Verschijningsvorm
B41/B42	Afwerpmunitie	Geallieerd	250 lb. 500 lb. en/of 1.000 lb.	Afgeworpen
B85	Geschutgranaten	Duits, Geallieerd	2 cm t/m 5,5 inch	Verschoten, achtergelaten

Aanvullend onderzoek verticale afbakening

Voor het op afwerpmunitie verdachte gebied is in het vooronderzoek nog geen verticale afbakening vastgesteld. De verticale afbakening van verdachte gebieden bestaat uit het vaststellen van de maximale indringingsdiepte (op basis van een rekenmodel en de bodemsamenstelling ter plaatse), en het vaststellen van de historische en actuele maaiveldhoogten.

Maaiveldhoogte

De actuele maaiveldhoogte is vastgesteld met behulp van het Actueel Hoogtebestand Nederland⁷ en varieert van ca. 19,70 meter NAP in de noordwestelijke hoek van het RA gebied tot ca. 18,70 meter NAP in de zuidoostelijke hoek.

Op historische stafkaarten (zie figuren 4 t/m 7) is de ontwikkeling van het RA-gebied weergegeven van de vooroorlogse situatie tot de aanleg van de wijk Hooijerinks van het midden van de jaren zestig. Met betrekking tot het maaiveld ten tijde van de Tweede Wereldoorlog zijn slechts weinig gegevens voorhanden. Ook wordt een inschatting van het historisch maaiveld bemoeilijkt door de grote hoogteverschillen die in de omgeving voorkomen. Even ten westen van het RA-gebied is op de stafkaart uit 1915 een hoogte van 20,50 meter NAP aangegeven. De actuele maaiveldhoogte in dit gebied varieert tussen ca. 20,00 en 20,40 meter, en lijkt daarmee niet significant veranderd. Daarnaast is op de kaart uit 1945 zichtbaar dat de kruising van de (huidige) Bernhardstraat en Wilhelminastraat (circa 100 meter zuidelijk van zowel de uit 1915 bekende waarde van 20,50 meter NAP als het RA-gebied) op 17,9 meter NAP lag. De huidige maaiveldhoogte ligt hier op ca. 18,7 meter NAP.⁸ Dit zou betekenen dat ter plaatse ca. 80 centimeter grond werd opgebracht.

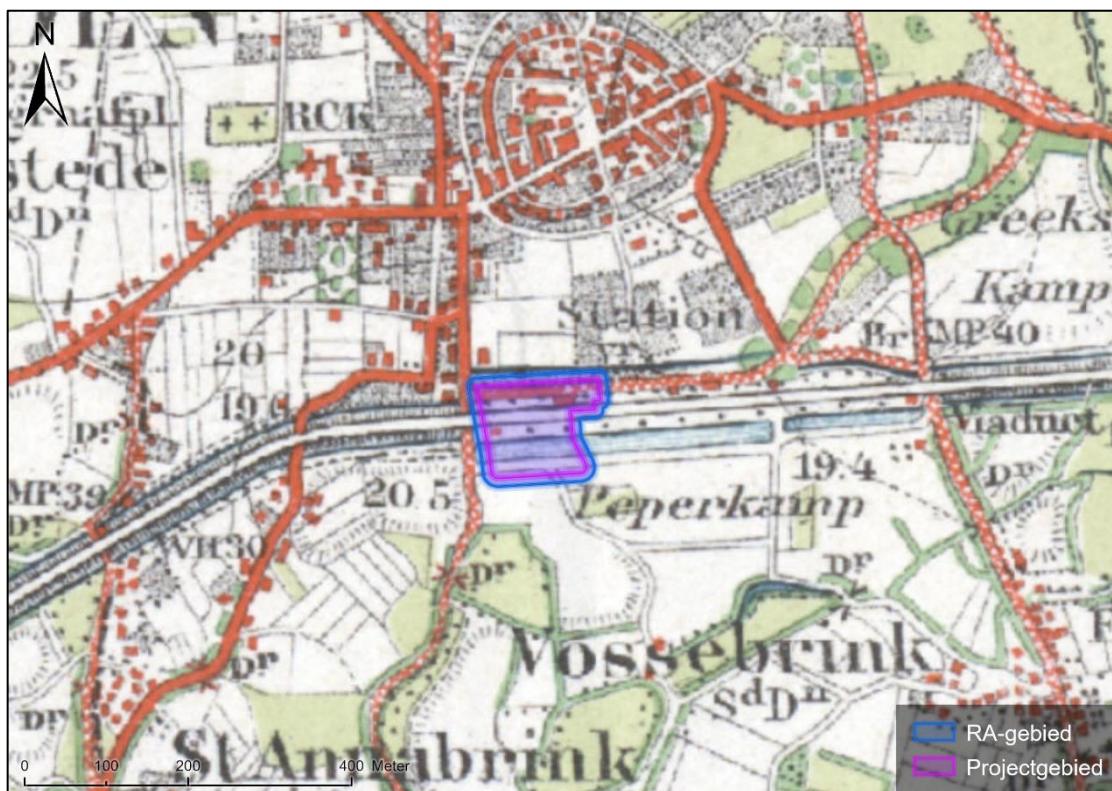
Op grond van de beschikbare gegevens wordt aangenomen dat het maaiveld ten opzichte van de Tweede Wereldoorlog niet ingrijpend werd gewijzigd en houdt dus het huidige maaiveld gelijk aan het maaiveld tijdens de Tweede Wereldoorlog.

Verder blijkt uit de kaarten dat in een gedeelte van het RA-gebied ten tijde van de Tweede Wereldoorlog water lag. Dit water werd met de aanleg van het station gedeeltelijk, en later met de aanleg van de woonwijk geheel gedempt. Over de diepte van de watergang zijn geen gegevens bekend.

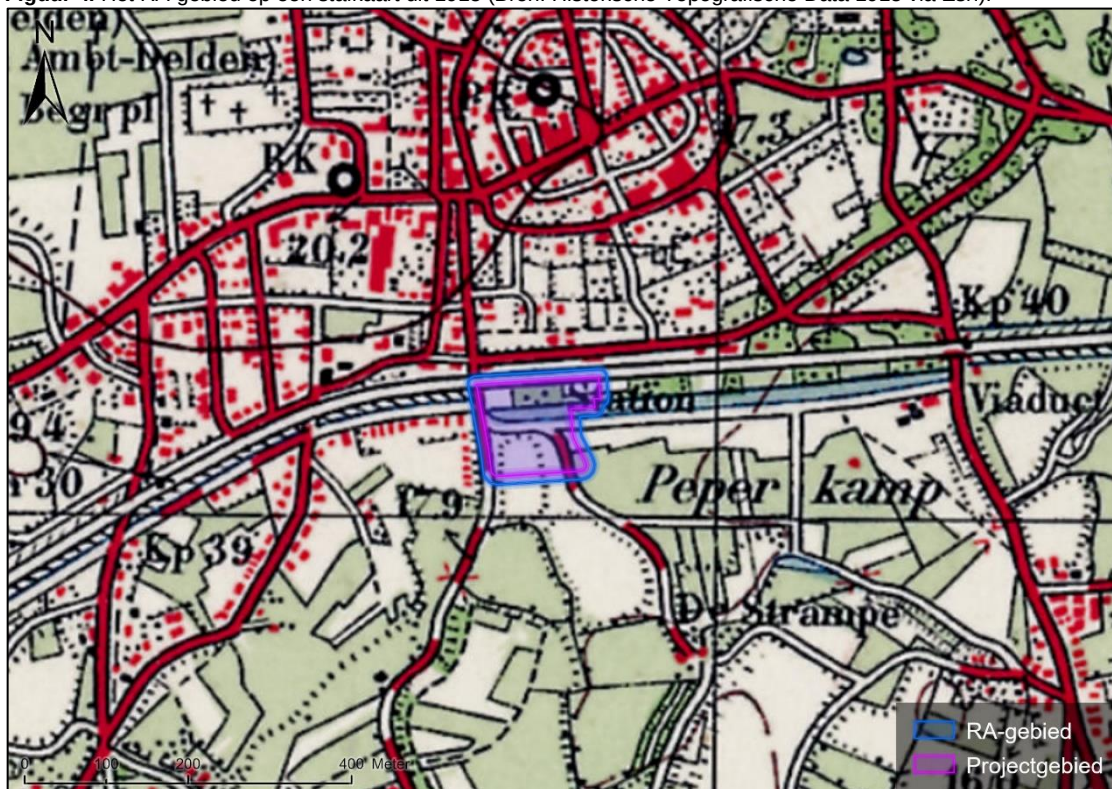
⁶ De in het vooronderzoek opgenomen EOD-meldingen in de omgeving van het RA-gebied hebben betrekking op verschoten geschutmunitie. Er zijn voor zover bekend na oorlogs door de EOD geen andere munitieartikelen aangetroffen.

⁷ Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3) via www.ahn.nl

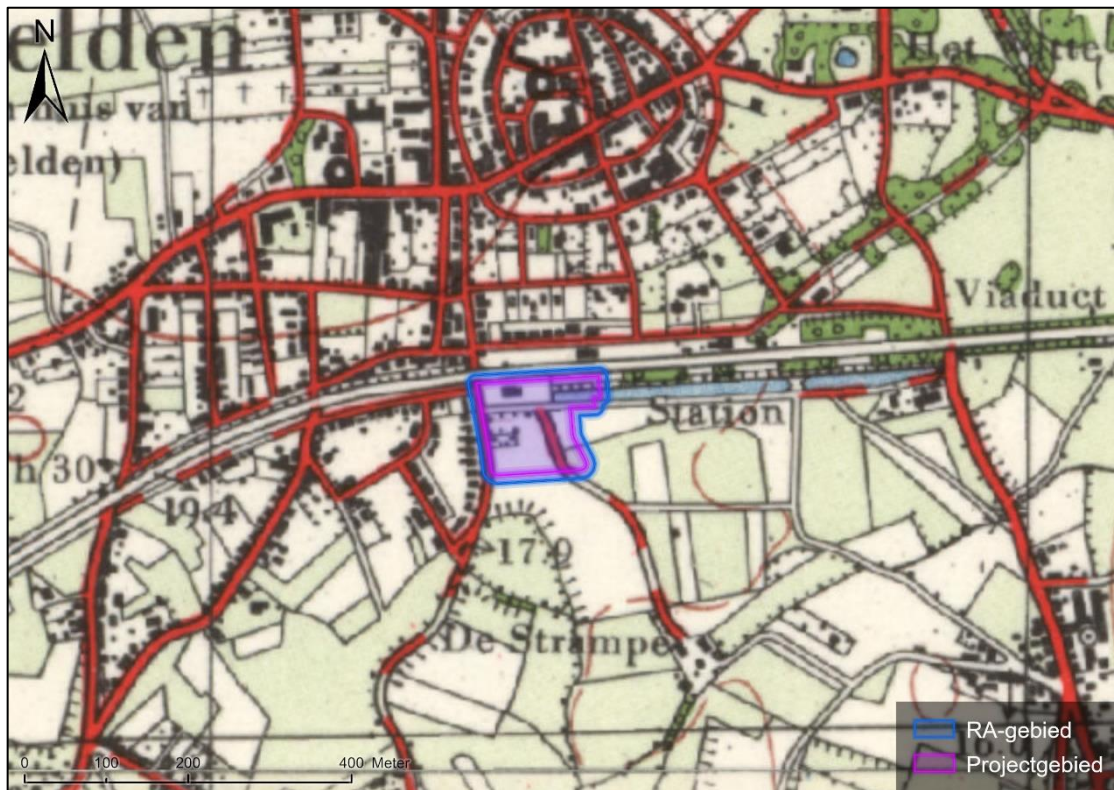
⁸ Historische maaiveldhoogte: www.topotijdreis.nl. Actuele maaiveldhoogte: Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN3) via www.ahn.nl.



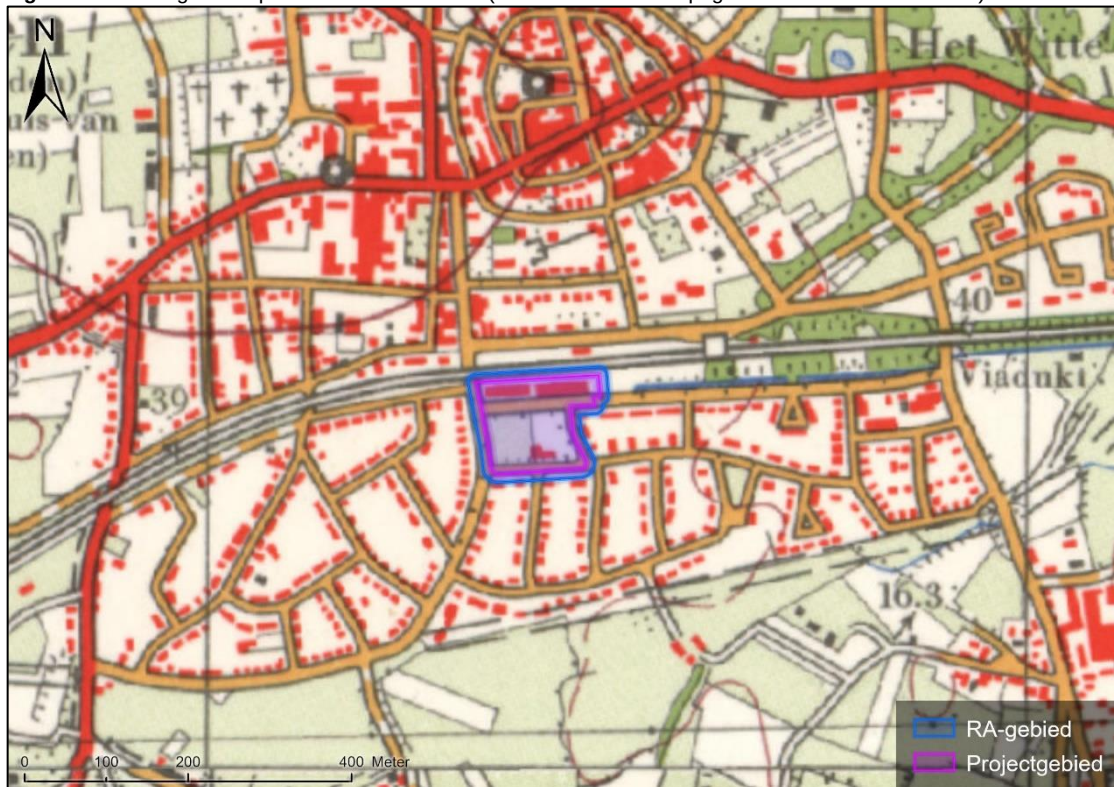
Figuur 4. Het RA-gebied op een stafkaart uit 1915 (Bron: Historische Topografische Data 1915 via Esri).



Figuur 5. Het RA-gebied op een stafkaart uit 1945 (Bron: Historische Topografische Data 1945 via Esri).



Figuur 6. Het RA-gebied op een stafkaart uit 1960 (Bron: Historische Topografische Data 1960 via Esri).

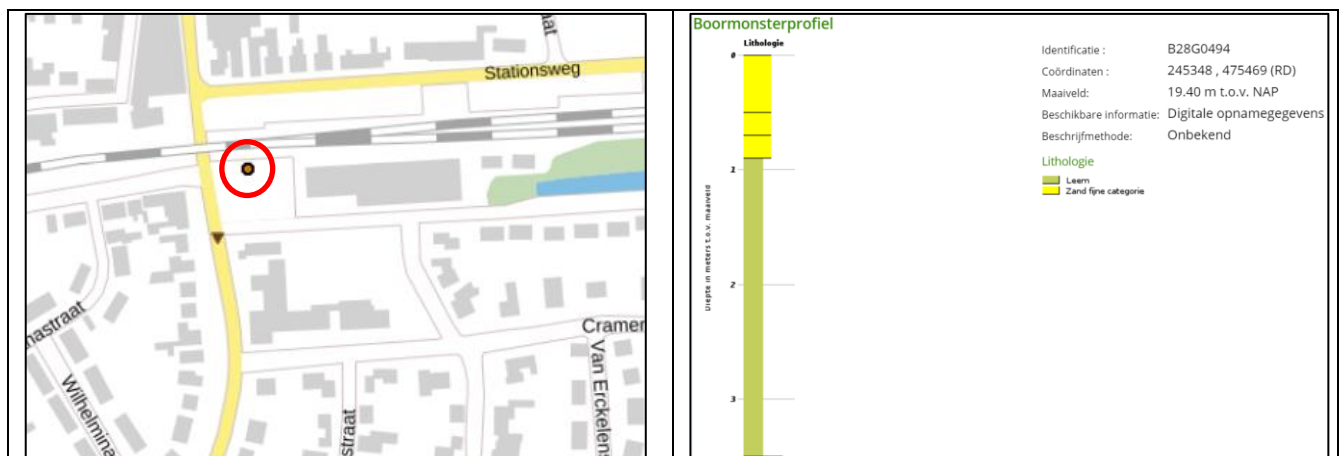


Figuur 7. Het RA-gebied op een stafkaart uit 1965 (Bron: Historische Topografische Data 1965 via Esri).

Indringingsdiepte afwerpmunitie

De indringingsdiepte van afwerpmunitie wordt bij voorkeur berekend aan de hand van het rekenvoorschrift 'Bepalen Indringingsdiepte Conventionele Explosieven' van het onderzoeksinstituut Deltares. Voor deze berekening zijn digitale sonderingsgegevens in de vorm van .gef-data benodigd. De berekening is gebaseerd op een worst-case scenario, waarbij als uitgangspunt is genomen dat de vliegtuigbom verticaal de bodem raakt en rechtstandig indringt met een volledig verticale indringing in de bodem, waarbij de neus van de bom op het diepste punt tot stilstand komt door opwaartse druk van de grond. In de praktijk zal een bom echter geen lineaire baan volgen en daarom minder diep indringen.

Saricon heeft via Dinoloket⁹ gezocht naar bruikbare sondeergegevens en -data in de omgeving van het RA-gebied. Hierbij zijn geen bruikbare .gef bestanden gevonden, waardoor de Deltares-methode niet gebruikt kon worden bij de diepteberekening. In plaats daarvan heeft Saricon gebruik gemaakt van een eigen rekenmethode die gebaseerd is op een classificatie van bodemsoorten. Binnen het RA-gebied is één sondering beschikbaar, met kenmerk B28G0494, waarmee een bodemprofiel tot 3,50 meter onder het maaiveld was vast te stellen. Hieruit blijkt dat de eerste 90 centimeter onder het maaiveld bestaat uit zand, terwijl de bodem daaronder bestaat uit leem.



Figuur 8. Locatie (rood omcirkeld) en boormonsterprofiel B28G0494 (Bron: www.dinoloket.nl)

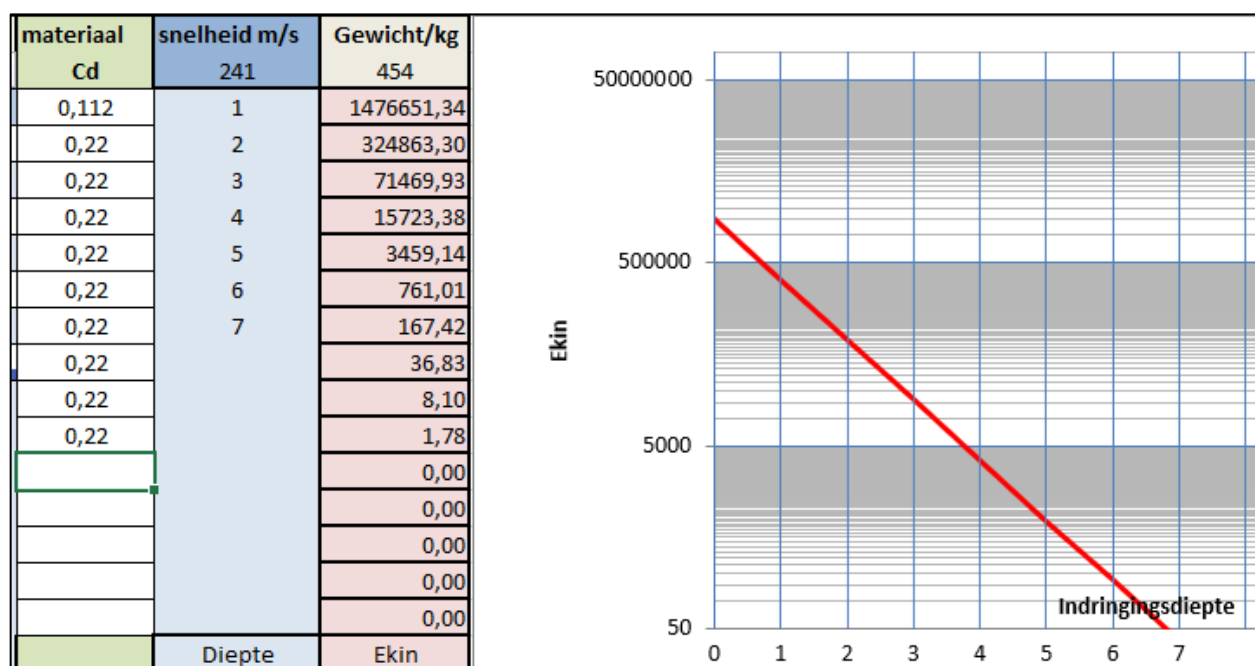
Deze bodemsamenstelling lijkt af te wijken van overige sonderingen die in een straal van ca. 500 meter rond het RA-gebied beschikbaar zijn. De overige sonderingen laten een bodemsamenstelling zien die overwegend uit zand bestaat.

Met de beschikbare gegevens kan de samenstelling van de bodem tot 3,50 meter onder het maaiveld worden vastgesteld. De indringingsdiepte van afwerpmunitie van 1.000 lb. is echter in de meeste gevallen dieper. De onbekende bodemsamenstelling dieper dan 3,50 meter onder het maaiveld is daarom relevant voor de berekening. Voor de diepteberekening in deze RA is aangenomen dat de bodem ook beneden 3,50 meter uit leem bestaat. Dit is een worst-case scenario: vermoedelijk bevinden zich hier zandlagen die een bom meer zullen afremmen dan leem.

Op basis van de rekenmethode, en uitgaande van een bodemsamenstelling die met uitzondering van de eerste 90 centimeter uit leem bestaat, is vastgesteld dat de maximale indringingsdiepte van een 1.000 lb. brisantbom in een worst-case scenario 6,80 meter onder het maaiveld ten tijde van de Tweede Wereldoorlog is. De berekening is weergegeven in figuur 9.¹⁰ Afwerpmunitie van 250 lb. en 500 lb. zal minder diep in de bodem indringen.

⁹ Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, via de website www.dinoloket.nl

¹⁰ NB. Wanneer de bodem vanaf 3,50 meter uit zand zou bestaan zou de diepteberekening op ca. 5 meter onder het historisch maaiveld uitkomen. Wanneer voor aanvang van de werkzaamheden nauwkeurigere sonderingsgegevens beschikbaar gesteld kunnen worden, zou een nauwkeuriger diepteberekening mogelijk zijn.



Figuur 9. Berekening indringingsdiepte van een 1.000 lb. brisantbom

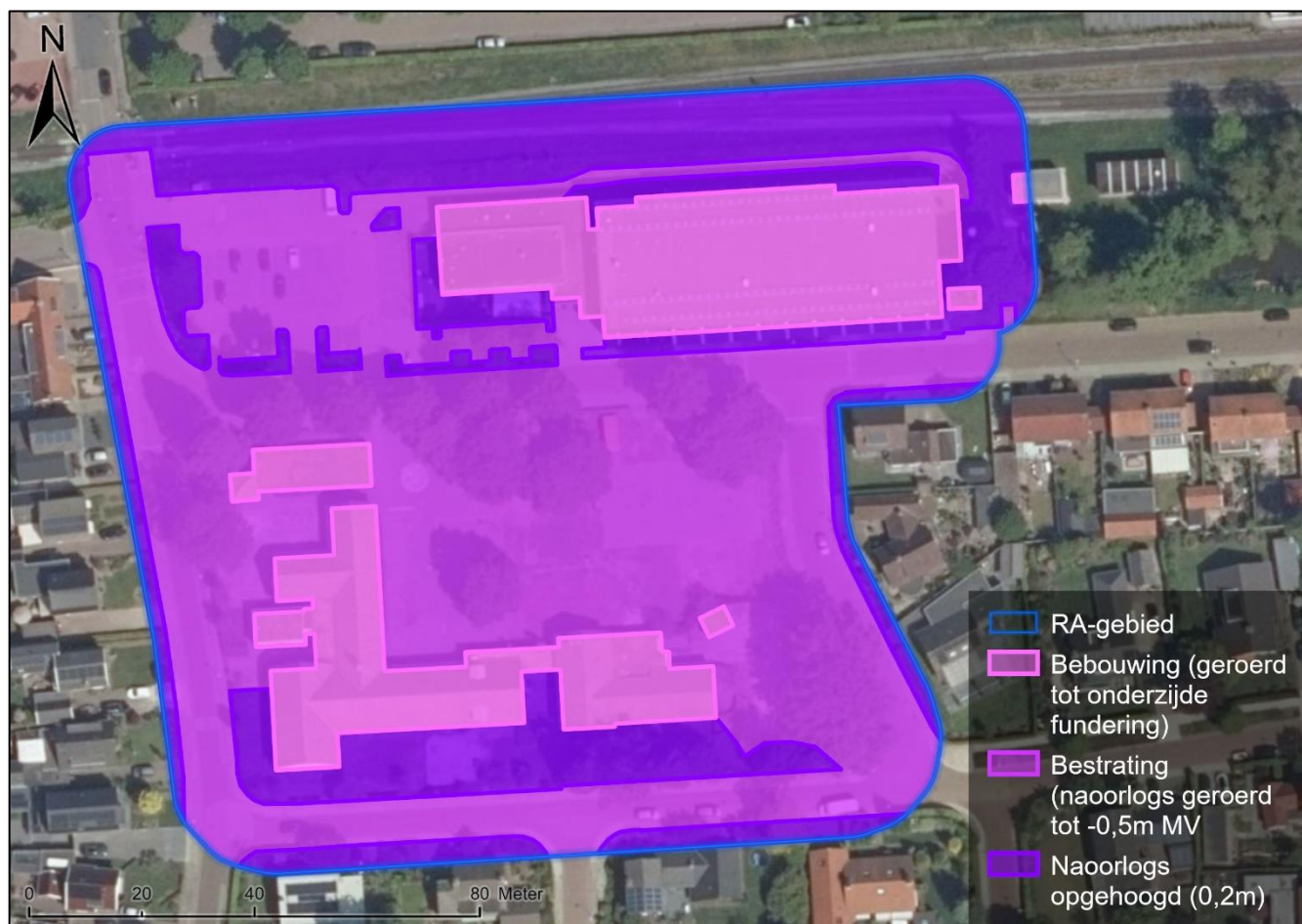
Contra-indicaties

Contra-indicaties

Naoorlogse werkzaamheden kunnen een contra-indicatie zijn voor de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten. Aangenomen wordt dat eventueel ter plaatse aanwezige ontplofbare oorlogsresten bij de werkzaamheden zullen zijn opgemerkt en verwijderd. Binnen het RA-gebied liggen naoorlogs aangelegde gebouwen: een sporthal met café en een schoolgebouw. Er is geen vooroorlogse bebouwing meer aanwezig. Daarnaast heeft vermoedelijk grondroering plaatsgevonden bij de aanleg van het parkeerterrein naast de sporthal, en bij de aanleg van het schoolplein.

Van de naoorlogse bebouwing zijn geen bouwtekeningen bekend, maar Saricon gaat hierbij uit van grondroering tot de onderkant van de fundering van deze bouwwerken. Voor het parkeerterrein en het schoolplein gaat Saricon uit van een geroerde grondlaag van 0,50 meter - MV. In de overige delen van het RA-gebied is grondroering op grond van de beschikbare gegevens niet aantoonbaar.

Tijdens de Tweede Wereldoorlog was er een watergang aanwezig in het RA-gebied. Aangezien er geen gegevens bekend zijn over deze watergang, kan dit niet worden meegenomen als contra-indicatie.



Figuur 10. Weergave van naoorlogse ontwikkelingen binnen het RA-gebied

Inventarisatie van risico's: geschutmunitie

De conditie en verschijningsvorm van geschutmunitie is van invloed op de risico's bij het aantreffen ervan. De verschijningsvormen voor het verdachte gebied is verschoten. De geschutmunitie met de grootste explosieve inhoud is een 5.5 inch brisantgranaat met een explosieve inhoud van 5.700 gram Amatol, TNT of TNT/RDX. Als gevolg van de mogelijke aanwezigheid van verschoten geschutmunitie in de verdachte delen van het RA-gebied ontstaan risico's. Deze vallen uiteen in invloedsfactoren, gevaarsfactoren en uitwerkingsfactoren.

Tijdens de Tweede Wereldoorlog zijn er van de 5.5 inch-granaat 2 gewichtsklassen verdeeld in diverse modellen gebruikt. De brisantgranaat van 80 lb. heeft een dunnere wand dan de 100 lb. uitvoering en bevat daarom meer springstof. Voorbeelden hiervan zijn weergegeven in figuur 11.



Figuur 11. Brisantgranaat 5.5 inch, 80 lb. (links) en een brisantgranaat 5.5 inch, 100 lb. (rechts).

Invloedsfactoren

Gezien de uit te voeren werkzaamheden zijn de volgende invloedsfactoren van toepassing:

- Slag op/ stoot;
- Manipulatie door ondeskundigen.

Bij het uitvoeren van de grondwerkzaamheden kan een eventueel aanwezige granaat (geschutmunitie) ongecontroleerd tot werking komen. Deze risicomomenten kunnen optreden bij:

- het ongecontroleerd ontgraven van grond in verdacht gebied;
- het uitvoeren van (gestuurde) boringen in verdacht gebied;
- het dumpen van in verdacht gebied ontgraven grond;
- het plegen van handelingen aan een explosief uit de Tweede Wereldoorlog door ondeskundigen.

Gevaarsfactoren

Gezien de geplaatste ontstekers en de inhoud van het explosief uit de Tweede Wereldoorlog zijn de volgende gevaarsfactoren van toepassing:

- (Gevoeligheid van) explosieven stoffen;
- Pyrotechnische of brandladingen;
- Witte fosfor;
- Veroudering;
- Wapeningstoestand van de ontsteker.

De slagpin van een schokontsteker kan bij verplaatsing van de grond, bij beweging van het granaatlichaam naar binnen worden gedrukt.

Uitwerkingsfactoren

Bij de detonatie van een met springstof gevuld munitieartikel komt een zeer grote hoeveelheid energie vrij. De vrijgekomen energie uit zich in een deel thermische energie en een deel mechanische energie. De uitwerkingsverschijnselen van een detonatie zijn:

- Scherfwerking;
- Gasdruk;
- Schokgolf;
- Hitte.

De gasdruk, schokgolf en scherfwerking kunnen een alom vernietigende uitwerking hebben op de directe omgeving van het detonatiepunt en lichamelijk letsel veroorzaken met als mogelijk gevolg de dood.

Scherfwerking ontstaat doordat bij een explosie het stalen lichaam verscherft en door de drukwerking met een enorme snelheid wordt weggeblazen. Scherfwerking (fragmentatie) wordt onderscheiden in primaire scherven van het projectiellichaam en secundaire scherven, afkomstig uit de directe omgeving, zoals grind, puin, glasscherven, etc. Primaire en secundaire scherfwerking kunnen dodelijk letsel veroorzaken in de omgeving van het detonatiepunt. Het gebied rond de ligplaats van het munitieartikel waar bij een detonatie gerede kans bestaat dat men door scherven of secundaire scherven van bijvoorbeeld puin wordt getroffen, wordt de schervengevarenzone genoemd.

Het gebied rond de ligplaats van een 5,5 inch brisantgranaat waar bij detonatie een gerede kans bestaat dat men door scherven van de granaat of secundaire scherven van bijvoorbeeld puin wordt getroffen, wordt de schervengevarenzone genoemd en bedraagt 700meter¹¹ Let wel: het gaat bij deze afstand om een open ontgraving, zonder beschermende maatregelen en zonder afscherming van omringende gebouwen.

Hoe dieper een munitieartikel onder het maaiveld is gelegen bij detonatie, hoe minder ver de scherven zullen reiken. Dit betekent dat bij een detonatie waarbij de scherven niet volledig worden afgeschermd door een grondkolom zowel personeel in de uitvoering van het project als derden in de nabije omgeving risico lopen om door scherfwerking te worden getroffen.

Gasdruk is een direct gevolg van de uitwerking van een snelle uiteenzetting van de hete, gasvormige reactieproducten die worden gevormd tijdens de detonatie. Door gasdrukwerking, ook wel luchtdrukwerking genoemd kan kratervorming plaatsvinden aan de oppervlakte.

Een schokgolf is een heftige trilling die ontstaat bij de detonatie van springstof en zich voortplant door de omringende materie. Hoe dichter de omringende materie, hoe verder de schokgolf zich kan voortplanten en daardoor op grotere afstand leidingen, fundamenten enz. kan vernielen of beschadigen.

Bij de detonatie ontstaat een sterke temperatuuroptoe name door de exotherme chemische reactie. De hete gassen die ontstaan, veroorzaken een vuureffect bij contact met zuurstof in de lucht. De scherven die door de brisante werking bij detonatie ontstaan zijn roodgloeiend en vormen een risico voor brandgevoelige infrastructuur.

¹¹ Bron: Handboek Explosive Ordnance Disposal Support to National Operations (LAND-ENG-EOD-01), d.d. 12 juni 2020 van het ministerie van Defensie. Hiermee vervalt de VS 9-861 2^e druk.

Inventarisatie van risico's: Afwerpmunitie

Binnen het RA-gebied dient rekening te worden gehouden met het aantreffen van afwerpmunitie. De conditie, verschijningsvorm en gebruikte ontstekers zijn van invloed op de risico's bij het aantreffen van deze ontplofbare oorlogsresten. De verwachte ontstekers zijn in het vooronderzoek niet vastgesteld. Saricon verwacht de volgende ontstekers aan te kunnen treffen op de 250 lb, 500 lb. en/of 1000 lb. geallieerde vliegtuigbommen:

Ontstekers

Ontsteker	Soort ontsteker	Werkingsprincipe	Nationaliteit
Staartpistool No. 17	Chemisch lange vertraging	Voorgespannen slagpinveer	Verenigd Koninkrijk
Staartpistool No. 22	Schok	Ophoudveer	Verenigd Koninkrijk
Staartpistool No. 28	Schok	Ophoudveer	Verenigd Koninkrijk
Staartpistool No. 30	Schok	Ophoudveer	Verenigd Koninkrijk
Staartpistool No. 37	Chemisch lange vertraging	Voorgespannen slagpinveer	Verenigd Koninkrijk
Neuspistool No. 19	Schok	Scheurdraad	Verenigd Koninkrijk
Neuspistool No. 27	Schok	Scheurdraad	Verenigd Koninkrijk
Neuspistool No. 42	Schok	Scheurdraad	Verenigd Koninkrijk
Neuspistool No. 44	Schok	Diafragma	Verenigd Koninkrijk
Neusbuis AN-M103 serie	Schok	Scheurdraad	Amerikaans
Staartbuis AN-M100 serie	Schok	Ophoudveer	Amerikaans
Staartbuis AN-M123 serie	Chemisch lange vertraging	Voorgespannen slagpinveer	Amerikaans
Staartbuis AN-M101 serie	Schok	Ophoudveer	Amerikaans
Staartbuis AN-M102 serie	Schok	Ophoudveer	Amerikaans
Staartbuis M112 en AN-M117 series	Schok met vertraging variërend van 4 tot 15 sec	Ophoudveer	Amerikaans
Staartbuis M124	Chemisch lange vertraging	Voorgespannen slagpinveer	Amerikaans

Als gevolg van de mogelijke aanwezigheid van bovengenoemde ontplofbare oorlogsresten in de verdachte delen van het RA-gebied ontstaan risico's. Deze vallen uiteen in invloedsfactoren, gevaarsfactoren en uitwerkingsfactoren.

Invloedsfactoren

Gezien de uit te voeren werkzaamheden zijn de volgende invloedsfactoren van toepassing:

- Beweging;
- Trillingen;
- Slag op/ stoot op het explosief;

- Manipulatie van een spontaan aangetroffen explosief door ondeskundigen.

Bij het uitvoeren van de grondwerkzaamheden kan een eventueel aanwezige vliegtuigbom ongecontroleerd tot werking komen. Deze risicomomenten kunnen optreden bij:

- het ongecontroleerd ontgraven van grond in verdacht gebied;
- Het dumpen van in verdacht gebied ontgraven grond;
- Het inheien of intrillen van damwanden of palen in of nabij een verdacht gebied;
- Het verwijderen van damwanden of palen in of nabij een verdacht gebied;
- het uitvoeren van (gestuurde) boringen en/of sonderingen in verdacht gebied;
- het dumpen van in verdacht gebied ontgraven grond;
- het plegen van handelingen aan een aangetroffen explosief door ondeskundigen.

Bij werkzaamheden waarbij machines worden ingezet zoals trilblokken, heiblokken, trilplaten voor verdichting, etc. ontstaan schokgolven in de bodem. In veel gevallen zijn die schokgolven zodanig groot, dat zij de (achtergrond)trilling in de bodem verhogen tot minstens 1,0 m/s². Trillingen hebben de volgende effecten:

- Zetting van de bodem;

Door trillingen zal zetting van de bodem optreden. Grond verliest zijn samenhang (zetting) als de versnelling groter wordt dan 1,0 m/s². Saricon stelt dat door deze zetting een vliegtuigbom kan herpositioneren en een neusontsteker met een diafragma of een scheurdraad tot werking kan komen. De kans dat door zetting een ontsteker met scheurdraad tot werking komt is volgens Saricon verwaarloosbaar klein, maar voor een ontsteker met een diafragma groter. Op een afstand van 10,00 meter vanaf een volgens traditionele methoden te heien paal is de versnelling kleiner dan 1,0 m/s² (frequentie 10-20 Hz) en wordt geen verschuiving van betekenis verwacht. Zodoende is er theoretisch sprake van een risico op een ongecontroleerde detonatie van een vliegtuigbom met een neusontsteker met een diafragma of scheurdraad binnen een straal van 10,00 meter bij een (achter)grondtrilling vanaf 1,0 m/s² wanneer geen volledige zetting heeft plaatsgevonden en herpositionering van de bom mogelijk is.

- Trillingen op de ontsteker.

Er is heden ten dage nog steeds onduidelijkheid over de vraag welk trillingsniveau binnen een verdacht gebied aanvaardbaar is, in relatie tot het risico van het ongewenst tot werking komen van afwerpmunitie. In 2015 en 2016 heeft TNO hier wetenschappelijk onderzoek naar gedaan. TNO beveelt vervolgonderzoek aan om te komen tot een wetenschappelijk onderbouwde normstelling. Dit onderzoek heeft echter (nog) niet plaatsgevonden.

Nu een wetenschappelijke onderbouwing ontbreekt, moet in de praktijk op basis van beschikbare kennis en praktijkervaring worden gehandeld. Daarom hebben praktijkdeskundigen onder de leden van de Vereniging Explosieven opsporing (VEO) een "Afwegingskader Trillingen in CE (afwerpmunitie) verdacht gebied", versie april 2019, opgesteld. Dit afwegingskader is afgestemd met andere stakeholders. Het afwegingskader gaat over trillingen in de bodem die worden overgedragen op het bomlichaam en daardoor uiteindelijk kunnen inwerken op de ontsteker. Het afwegingskader heeft geen betrekking op zetting of verschuiving van de bodem die kunnen leiden tot wijzigen van de positie van het bomlichaam en de mogelijke gevolgen daarvan.

Uit dit afwegingskader blijkt dat ontstekers met voorgespannen slagginveer vallen in beheersmaatregel A: Detectie uitvoeren tot 10 meter (invloedsgebied) rondom trillingveroorzakende werkzaamheden in het verdachte gebied, om aanwezigheid van afwerpmunitie uit te sluiten.

Vliegtuigbommen met overige ontstekers vallen onder beheersmaatregel B: Maatregelen treffen waarmee wordt voorkomen dat tijdens werkzaamheden mogelijk aanwezige afwerpmunitie getouchéerd wordt. Binnen de verdachte gebieden dient er rekening te worden gehouden met het invloedsgebied van trillingen (10 meter).

Tevens heeft het inbrengen van palen het volgende effect:

- Zijdelingse verdringing van de bodem.

Bij het inbrengen van een (funderings)paal zal de grond zijdelings worden verdrongen waarbij verdichting van de grond tot 10 maal de diameter van de funderingspaal plaatsvindt. Dit neemt binnen deze afstand wel exponentieel af. Zodoende is er theoretisch sprake van een risico op een ongecontroleerde detonatie van een vliegtuigbom met een neusontsteker met een diafragma of scheurdraad binnen een straal van 10 maal de diameter van de funderingspaal. In de straal die uit de berekening volgt zal opsporing moeten plaatsvinden. Tevens is Saricon van mening dat onderzoek naar het effect van zetting en zijdelingse verdringing op vliegtuigbomontstekers nog niet voldoende is onderzocht. Op dit moment loopt binnen Saricon een (bureau)studie naar deze effecten. Wel kan worden gesteld dat er in Nederland sinds de Tweede Wereldoorlog (75 jaar na dato) geen incidenten bekend zijn, waarbij een vliegtuigbom is gedetoneerd door deze effecten.

Gevaarsfactoren

Gezien de geplaatste ontstekers en de inhoud van het explosief uit de Tweede Wereldoorlog zijn de volgende gevaarsfactoren van toepassing:

- Voorgespannen slagpinveer;
- (Gevoeligheid van) explosieven stoffen;
- Vertragingssinrichting;
- Wapeningstoestand van de ontsteker.

De slagpin van een schokontsteker kan bij verplaatsing van de grond, bij beweging van het bomlichaam naar binnen worden gedrukt. De voorgespannen slagpinveer van een ontsteker met chemisch lange vertraging kan bij beweging of trillingen vrijkomen en de ontsteker laten werken waardoor de bom detoneert.

Uitwerkingsfactoren

Bij de detonatie van een met springstof gevuld munitieartikel komt een zeer grote hoeveelheid energie vrij. De vrijgekomen energie uit zich in een deel thermische energie en een deel mechanische energie. De uitwerkingsverschijnselen van een detonatie zijn:

- Scherfwerking;

Scherfwerking ontstaat doordat bij een explosie het stalen lichaam verscherft en door de drukwerking met een enorme snelheid wordt weggeblazen. Scherfwerking (fragmentatie) wordt onderscheiden in primaire scherven van het projectiellichaam en secundaire scherven, afkomstig uit de directe omgeving, zoals grind, puin, glasscherven, etc. Primaire en secundaire scherfwerking kunnen dodelijk letsel veroorzaken in de omgeving van het detonatiepunt. Het gebied rond de ligplaats van het munitieartikel waar bij een detonatie gerede kans bestaat dat men door scherven of secundaire scherven van bijvoorbeeld puin wordt getroffen, wordt de schervengevarenzone genoemd. Het gebied rond de ligplaats van een 1.000 lb. brisantbom waar bij detonatie een gerede kans bestaat dat men door scherven van de bom of secundaire scherven van bijvoorbeeld puin wordt getroffen, wordt de schervengevarenzone genoemd en bedraagt 1.540 meter¹² Let wel: het gaat bij deze afstand om een open ontgraving, zonder beschermende maatregelen en zonder afscherming van omliggende gebouwen.

Hoe dieper een munitieartikel onder het maaiveld is gelegen bij detonatie, hoe minder ver de scherven zullen reiken. Dit betekent dat bij een detonatie waarbij de scherven niet volledig worden afgeschermd door een grondkolom zowel personeel in de uitvoering van het project als derden in de nabije omgeving risico lopen om door scherfwerking te worden getroffen.

¹² Bron: Handboek Explosive Ordnance Disposal Support to National Operations (LAND-ENG-EOD-01), d.d. 12 juni 2020 van het ministerie van Defensie. Hiermee vervalt de VS 9-861 2e druk.

- Gasdruk;

Gasdruk is een direct gevolg van de uitwerking van een snelle uiteenzetting van de hete, gasvormige reactieproducten die worden gevormd tijdens de detonatie. Door gasdrukwerking, ook wel luchtdrukwerking genoemd kan kratervorming plaatsvinden aan de oppervlakte. De diameter van een krater die wordt veroorzaakt door een ondiep gelegen brisantbom GP van 1.000 lb. varieert volgens het Handboek Explosive Ordnance Disposal Support to National Operations tussen de 25,00 meter en 36,00 meter. Hierbij wordt uitgegaan van kleigrond. Indien een vliegtuigbom detoneert na te zijn geraakt door een heipaal of damwand volgt de gasdruk de weg van de minste weerstand naar het aardoppervlak. De machine kan door de gasdruk en rondvliegend puin zwaar beschadigd raken en omver worden geworpen. Personen die zich achter glas bevinden in de directe omgeving van het detonatiepunt lopen tevens risico te worden geraakt door glassplinters van de door de gasdruk bezwijkende ramen.

- Schokgolf;

Een schokgolf is een heftige trilling die ontstaat bij de detonatie van springstof en zich voortplant door de omringende materie. Hoe dichter de omringende materie, hoe verder de schokgolf zich kan voortplanten en daardoor op grotere afstand leidingen, fundamente enz. kan vernielen of beschadigen. Bij een detonatie van een brisantbom GP van 1.000 lb. ondergronds kunnen fundamente van bouwwerken, ondergrondse kabels, pijpen, rioleringen en infrastructuur tussen de 17,00 meter en 84,00 meter schade oplopen (ten gevolge van de grondschok).

- Hitte

Bij de detonatie ontstaat een sterke temperatuuroptoe name door de exotherme chemische reactie. De hete gassen die ontstaan, veroorzaken een vuureffect op het punt van detonatie.

De gasdruk, schokgolf en scherfwerking kunnen een alom vernietigende uitwerking hebben op de directe omgeving van het detonatiepunt en lichamelijk letsel veroorzaken met als mogelijk gevolg de dood.

Beoordeling van risico's

Waarschijnlijkheid dat ontplofbare oorlogsresten tot uitwerking komen

De kans dat ontplofbare oorlogsresten ongewenst tot uitwerking komen ten gevolge van het project. De ontstekers van de eerder genoemde soorten geschutmunitie zijn alle gevoelig voor slag of stoot, mechanische belasting of herpositionering door grondverzet, waardoor ze tot werking kunnen komen. Gezien de voorgenomen werkzaamheden zit het risico voornamelijk in het toucheren van een geschutgranaat, waardoor het munitieartikel tot uitwerking kan komen. De kans dat ontplofbare oorlogsresten ongewenst tot uitwerking komen ten gevolge van het project is een niet aanvaardbaar risico gezien de gevolgen die dit kan hebben in de omgeving van het onderzoeksgebied.

Kwantitatieve risicobeoordeling

De risicobeoordeling wordt uitgevoerd op basis van de methode van Fine & Kinney. Hierbij worden de risico's benoemd die op basis van de uit te voeren werkzaamheden verwacht worden. Vervolgens wordt er per risico een kwantitatieve inschatting gemaakt. Dit gebeurt op basis van kans (waarschijnlijkheid), blootstelling (duur) en het effect (gevolgen). Er wordt een som uitgevoerd waarbij de kans (K), blootstelling (B) en het effect (E) wordt vermenigvuldigd. Hieruit volgt een risicoscore (R) waaraan een risicoklasse is gekoppeld.

K*B*E	Waarde	Aard te nemen maatregelen
>320	5	Zeer hoog risico, overweeg stopzetting
160 - 320	4	Hoog risico, directe maatregelen vereist
70 - <160	3	Wezenlijk risico, maatregelen noodzakelijk
20 - < 70	2	Mogelijk ernstig risico, aandacht vereist
< 20	1	Zeer licht risico, mogelijk aanvaardbaar

Aan de hand van deze risicoklasse wordt bepaald of beheersmaatregelen noodzakelijk zijn en worden deze indien nodig gegeven. Op basis van de aard van de te nemen maatregelen wordt een conclusie gekoppeld afkomstig uit het CS-VROO die geldig is voor de verdachte gebieden.

Conclusies afkomstig uit het CS-VROO	
1	Er wordt vanwege de grondroerende activiteit in het kader van het voorgenomen toekomstig gebruik geen uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten verwacht. Er hoeven geen passende maatregelen worden genomen
2	Er wordt vanwege de grondroerende activiteit in het kader van het toekomstig gebruik wel uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten verwacht, maar de uitwerkingsfactoren vormen geen gevaar voor mens en dier. Er hoeven geen passende maatregelen worden genomen.
3	Er wordt vanwege de grondroerende activiteit in het kader van het toekomstig gebruik wel uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten verwacht, maar de uitwerkingsfactoren zijn door het treffen van maatregelen (opsporing) beheersbaar.

Onderwerp	21S075 Toonladder te Delden	Datum	25-6-2021	SARICON			
Naam	I. te Duits	Risico bepaling F&K				SAFETY & RISK CONSULTANCY	
Risico		K	B	E	R	Klasse	Beheersmaatregel
1	Ongewenst tot uitwerking komen van een munitieartikel door heiwerkzaamheden in een verdacht gebied.	6	1	40	240	4	Hieronder uitgewerkt in noodzakelijke maatregelen
2	Ongewenst tot uitwerking komen van een munitieartikel tijdens het inbrengen van een damwand in verdacht gebied	3	1	40	120	3	
3	Ongewenst tot uitwerking komen van een munitieartikel tijdens graafwerkzaamheden in verdacht gebied door slag of stoot	6	1	40	240	4	
4	Ongewenst tot uitwerking komen van een munitieartikel tijdens het machinaal uitvoeren van sonderingen en/of boringen	3	1	40	120	3	
5	Verwijderen van (naoorlogse) bestaande bebouwing / infrastructuur	0,2	1	1	0,2	1	
6	Graafwerkzaamheden in de vastgestelde naoorlogs geroerde grondlagen	0,2	1	1	0,2	1	

Figuur 12. Risico inventarisatie volgens de Fine & Kinney methode.

Risico verw.	Noodzakelijke beheersmaatregelen						Conclusie CS-VROO
1	Opsporing conform CS-000 t.b.v. het vrijgeven van de werkzaamheden in verdacht gebied						3
2	Opsporing conform CS-000 t.b.v. het vrijgeven van de werkzaamheden in verdacht gebied						3
3	Opsporing conform CS-000 t.b.v. het vrijgeven van de werkzaamheden in verdacht gebied						3
4	Opsporing conform CS-000 t.b.v. het vrijgeven van de werkzaamheden in verdacht gebied						3
5	Geen noodzakelijke beheersmaatregelen nodig. Werkzaamheden kunnen op reguliere wijze plaatsvinden						1
6	Geen noodzakelijke beheersmaatregelen nodig. Werkzaamheden kunnen op reguliere wijze plaatsvinden						1

Figuur 13. Noodzakelijke beheersmaatregelen gekoppeld aan de conclusies uit het CS-VROO.

Noodzakelijke maatregelen

De gevolgen bij een ongecontroleerde detonatie van een explosief zijn in een worstcasescenario catastrofaal. Bij een detonatie kan levensgevaar of schade aan de gezondheid van personeel betrokken bij de uitvoering van het project optreden. Er is bovendien sprake van een gevaar voor veiligheid of gezondheid van derden. Krachtens de Arbowetgeving is de werkgever verplicht doeltreffende maatregelen te nemen om dit gevaar te voorkomen. Gezien de inventarisatie van de risico's is volgens Saricon een opsporing noodzakelijk binnen het RA-gebied.

Conclusie en Advies

Het RA-gebied is geheel verdacht op geschutmunitie en afwerpmunitie. Bij werkzaamheden binnen verdachte gebieden kan deze geschutmunitie ongecontroleerd tot uitwerking komen. De gevolgen hiervan zijn niet aanvaardbaar. De risico's dienen door maatregelen te worden beheerst. Voor de verdachte lagen in het RA-gebied adviseert Saricon een vervolgonderzoek te doen in de vorm van detectieonderzoek.

Saricon adviseert op basis van het gedane onderzoek het volgende:

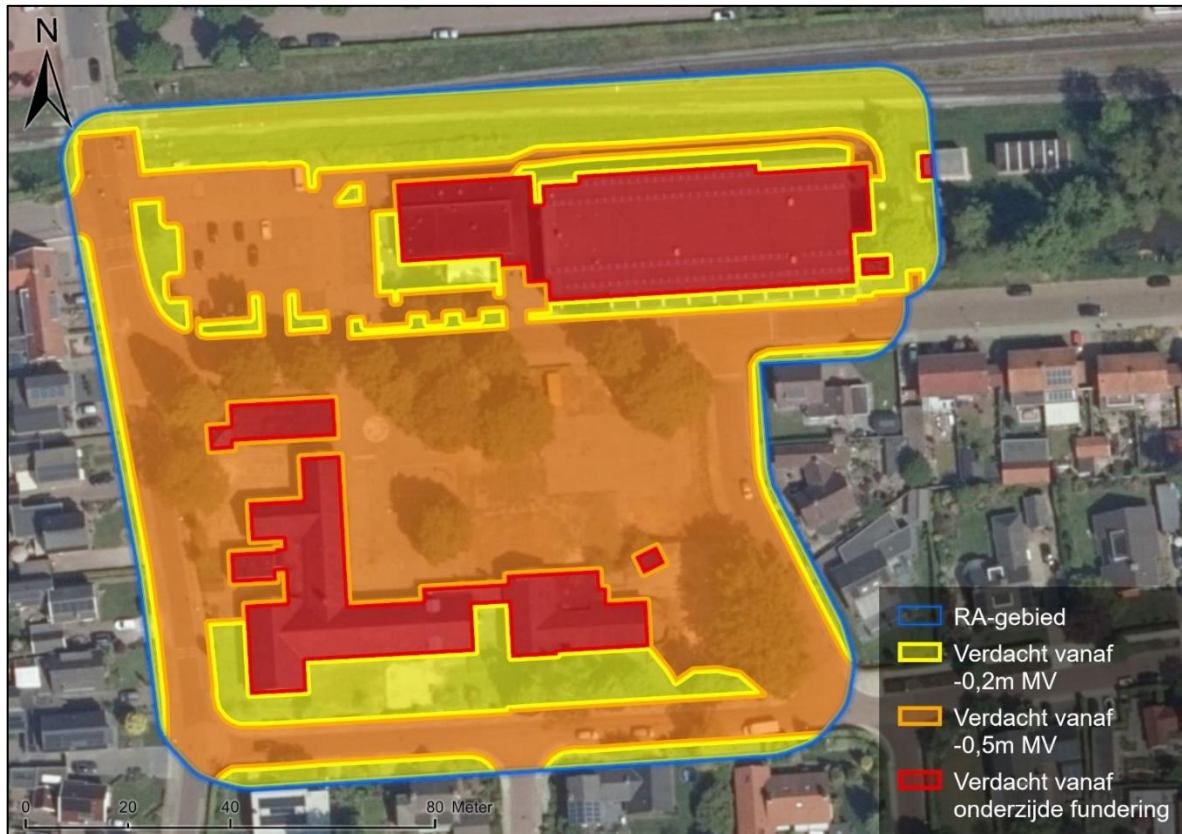
- Buiten de verdachte gebieden kunnen alle werkzaamheden op een reguliere wijze worden uitgevoerd;
- Naoorlogs aangebrachte objecten zoals bestrating, hekwerken, eventuele lantaarnpalen, etc., binnen het verdachte gebied kunnen op reguliere wijze worden verwijderd.
- Naoorlogse kabels en leidingen kunnen op reguliere wijze worden verwijderd.
- Bij het verwijderen van bomen binnen het verdachte gebied dienen de bomen afgezaagd te worden tot aan het maaiveld. Dit kan op reguliere wijze plaatsvinden. Voor het verwijderen van stobben dient vooraf detectie plaats te vinden.
- Werkzaamheden die binnen naoorlogs geroerde grond plaatsvinden, kunnen op reguliere wijze uitgevoerd worden. Saricon heeft in het RA-gebied bepaald dat door naoorlogse activiteiten die hebben plaatsgevonden, de bovenste laag geroerd is geweest (0,20/0,50 meter minus maaiveld en onderzijde fundering). Deze locaties en diepten zijn in figuur 14 weergegeven.

- Voor werkzaamheden in de verdachte gebieden (bijvoorbeeld voor het uit te graven cunet voor de toekomstige fundering en het leggen van kabels en leidingen) adviseert Saricon een vervolgonderzoek uit te voeren in de vorm van een detectieonderzoek uit te voeren tot maximaal 6,80 meter beneden maaiveld (de maximaal verdachte diepte).

Ten tijde van het opstellen van deze rapportage is niet bekend op welke wijze de toekomstige gebouwen gefundeerd zullen worden. Daarom adviseert Saricon het volgende:

- Ter plaatse van toekomstig aan te brengen funderingspalen een detectie uit te voeren tot de maximale indringingsdiepte (6,80 meter onder maaiveld).
- Bij het inbrengen van funderingspalen door middel van heien, ontstaan trillingen groter dan $1,0 \text{ m/s}^2$ in de ondergrond. Het complete gebied waarbinnen deze trillingen optreden (veiligheidsstraal invloedsfactoren) dient gedetecteerd te worden op aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten. Dit omvat het RA-gebied (projectgebied + 10,00 meter straal). Bij het uitvoeren van deze detectie dient men tevens rekening te houden met een veiligheidsstraal van 10,00 meter rondom de aan te brengen palen.
- Indien schroefpalen/grondverdringende funderingspalen trillingsarm worden ingebracht, dient er geen rekening te worden gehouden met de veiligheidsstraal van 10,00 meter.

Uitvoeringstechnisch en met oog op het toekomstig gebruik adviseert Saricon overkoepelend het vervolgonderzoek in te starten door eerst een oppervlakedetectie (en eventuele benadering) uit te voeren, om vervolgens ter plaatste van de kavels een dieptedetectie (en eventuele benadering) uit te voeren tot 6,80 meter minus maaiveld (maximale indringingsdiepte). Dit om de kavels vrij van eventuele ontplofbare oorlogsresten op te kunnen leveren, zodat toekomstige bouwplannen en uitvoeringsmethoden geen risico's zullen vormen in het kader van de openbare orde en veiligheid op het gebied van ontplofbare oorlogsresten.



Figuur 14. Conclusies uit de risicoanalyse. HET RA-gebied is inclusies het invloedgebied van trillingen (10 meter straal).

Opgesteld door:


T.M. Blok
Historisch onderzoeker

Goedgekeurd door:

J.T.A.C. Huijbers
Manager

Opgesteld door:


I. te Duits
Integraal Veiligheidskundige