



EXPLOAD

EXPLOSIEVEN ADVISEURS

Pascalweg 2E
4104 BG Culemborg
+31 (0)345 778 990
www.expload.nl

220260000
31/08/22
Definitief 1.0

AANVULLEND VOORONDERZOEK
EN RISICOANALYSE
ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN

Antea – HyTransport Leiding Oost

HTP.RTM-P-ANT-OMG-OND-EXP-002-
V00 Aanvullend vooronderzoek NGE en
Risicoanalyse - Lot Oost

ALGEMENE GEGEVENS

PROJECT EXPLOAD

Projectnummer: 220260000
Projectnaam: Antea-HyTransport-RA

OPDRACHTGEVER

Naam: Antea Group
Bezoekadres: Tolhuisweg 57
Postcode: 8440 AA HEERENVEEN
Postadres: Postbus 24
Postcode: 8440 AA HEERENVEEN
Contactpersoon: A. Wiegersma

OPDRACHTNEMER

Naam: Expload
Bezoekadres: Pascalweg 2E
Postcode: 4104 BG CULEMBORG
Postadres: Postbus 85
Postcode: 4100 AB CULEMBORG
Contactpersoon: Dhr. J. de Graaf
Telefoon: 0345 – 778990 (algemeen)
E-mailadres: projecten@expload.nl

IBAN: NL09ABNA0451910109
BIC: ABNANL2A
KVK: 54955890
BTW: NL851505971B01

DOCUMENT

Kenmerk: RAP2202602_1242D1
Status: Definitief 1.0

Bron afbeelding voorpagina: Archief Expload



Dit rapport is goedgekeurd volgens de interne procesgang binnen Expload.

In het bovenstaande grijze vlak is onze digitale goedkeuringsstempel toegevoegd. Deze stempel geeft aan dat onze interne bedrijfsprocessen met betrekking tot het opstellen en goedkeuren van deze rapportage zijn gevolgd. Indien deze stempel ontbreekt kunnen er geen rechten aan deze rapportage worden verleend.



MANAGEMENTSAMENVATTING

PROJECTSPECIFICATIES

Expload heeft op 24 maart 2022 van Antea Group opdracht ontvangen voor het uitvoeren van een aanvullend vooronderzoek over de (mogelijke) aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten en indien noodzakelijk een risicoanalyse voor het project HyTransPort.

Aanleiding van dit onderzoek is de aanleg van een leiding in het Rotterdamse havengebied. Bij de werkzaamheden zullen bodemroerende werkzaamheden plaatsvinden. Voorafgaande aan de werkzaamheden dient de mogelijke aanwezigheid van explosieven uit de Tweede Wereldoorlog onderzocht te worden om, zo nodig, in een vroeg stadium vervolgstappen te kunnen ondernemen.

Het doel van dit vooronderzoek is om op beredeneerde wijze te komen tot een uitspraak over de mogelijke aanwezigheid van explosieven binnen het onderzoeksgebied. Indien dit het geval is wordt het onderzoeksgebied of een gedeelte daarvan als “verdacht” gekenmerkt. Indien deze uitspraak, op basis van het beschikbare bronmateriaal niet mogelijk is wordt het gebied als “onverdacht” gekenmerkt.

BELANGRIJKE CONCLUSIES EN ARGUMENTEN

Expload heeft voor het gehele tracé bekeken of de voorziene werkzaamheden reiken tot verdacht gebied. Bij de plaatsen waar deze werkzaamheden horizontaal overlappen met verdacht gebied is gecontroleerd of deze ook verticaal met de verdachte gebieden kruisen. Hierbij is ook rekening gehouden met diepere ontgravingen en werkzaamheden bij kruisingen.

Op één plek na reiken de werkzaamheden niet tot verdachte gebieden. Naast deze uitzondering zijn er voor de algemene werkzaamheden dus geen risicogebieden en kunnen deze zonder beheersmaatregelen worden uitgevoerd. De bovengenoemde uitzondering is kruising K085-01, welke kruist met verdacht gebied A0265. Dit gebied is verdacht van Britse brisantbommen van 250 lb. (GP). Uit eerder uitgevoerd onderzoek is gebleken dat deze bommen kunnen voorzien zijn van chemisch lange vertraging ontstekers betreft. Eventuele blindgangers kunnen voorkomen vanaf 3 m -mv.

Vanwege grondroerende activiteiten in het kader van toekomstig gebruik kan uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten worden verwacht, maar de uitwerkingsfactoren zijn door het treffen van passende maatregelen beheersbaar.

Door trilling veroorzakende werkzaamheden of wanneer een achtergebleven blindganger met forse kracht wordt getouchéerd kan dit een ongecontroleerde explosie tot gevolg hebben. Een ongecontroleerde explosie van een vliegtuigbom kan ernstig lichamelijk letsel en schade aan omgeving en/of bestaande infrastructuur veroorzaken.



AANBEVELINGEN

In onverdacht gebied kan worden volstaan met het van toepassing verklaren van het protocol onverwachts aantreffen ontplofbare oorlogsresten. Werknemers dienen hierover vooraf te worden geïnformeerd. Het protocol is bijgevoegd als bijlage D.

Omdat in verdacht gebied A0265 enkel graafwerkzaamheden worden uitgevoerd (de kruising wordt in een open ontgraving gerealiseerd), kunnen trilling veroorzakende werkzaamheden die leiden tot een ongecontroleerde explosie worden uitgesloten. Er moet worden voorkomen dat eventuele blindgangers met forse kracht worden getoucheerd. Het vooraf opsporen en eventueel verwijderen van blindgangers (vliegtuigbommen) is dan ook noodzakelijk.

Voor de graafwerkzaamheden ter hoogte van kruising K085-01 is, gezien de reeds aanwezig infrastructuur het laagsgewijs detecteren en ontgraven de meest voor de hand liggende beheersmaatregel.

Deze beheersmaatregel dient ten allen tijde uitgevoerd te worden door een opsporingbedrijf dat beschikt over het Certificaat Opsporen Ontplofbare Oorlogsresten (CS-000).

Tevens adviseren wij ter informatie een afschrift van dit rapport aan het bevoegd gezag Openbare Orde en Veiligheid (OOV) van de gemeente Rotterdam te sturen als verantwoordelijke voor de openbare veiligheid.

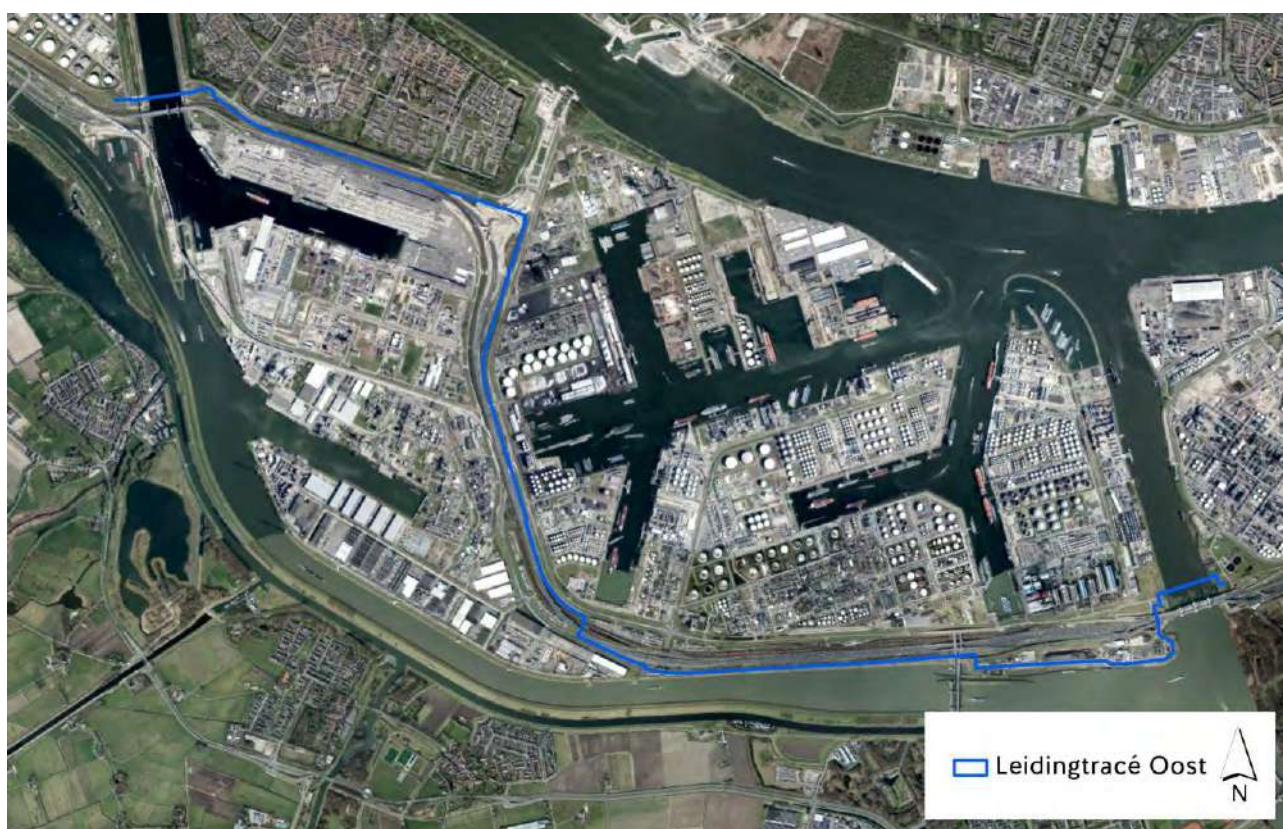
INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	6
1.1	Introductie en toekomstig gebruik.....	6
1.2	Onderzoeksdoel.....	7
1.3	eerder uitgevoerd onderzoek.....	7
1.4	doelgroep	8
1.5	uitgangspunten.....	9
2	AANVULLEND ONDERZOEK.....	11
2.1	Werkwijze.....	11
2.2	Horizontale wijzigingen.....	11
2.3	Relevante Verdachte gebieden in 2d.....	15
2.4	Relevante Verdachte gebieden in 3d.....	16
2.4.1	Open ontgraving, HDD-boringen en persingen.....	17
2.5	Conclusie vooronderzoek	20
3	RISICOANALYSE	21
3.1	Identificatie toekomstig gebruik.....	21
3.2	Soorten ontplofbare oorlogsresten.....	21
3.3	Invloedsfactoren	23
3.3.1	Trillingen/beweging.....	24
3.3.2	Slag/stoot of deformeren.....	29
3.3.3	Brand/temperatuur.....	29
3.4	Gevaarsfactoren.....	29
3.5	Uitwerkingsfactoren.....	30
3.5.1	Primaire effecten	30
3.5.2	Secundaire effecten explosieve.....	31
3.6	Beoordeling risico's	32
3.7	Locatiespecifieke omstandigheden	33
4	CONCLUSIES EN ADVIES.....	34
4.1	Gebieden waar beheersmaatregelen nodig zijn	34
4.2	Conclusie.....	34
4.3	Advies.....	35
4.4	Aanbeveling	35
5	BIJLAGEN	36
	Bijlage A – Bodembelastingkaart ontplofbare oorlogsresten	37
	Bijlage B – Kaart Risicogebieden ontplofbare oorlogsresten	39
	Bijlage C – Kaart Kwetsbare objecten.....	41
	Bijlage D – Protocol onverwachts aantreffen ontplofbare oorlogsresten.....	43
	Bijlage E – Deskundigheid.....	45
	Bijlage F – Distributielijst	46

1 INLEIDING

1.1 INTRODUCTIE EN TOEKOMSTIG GEBRUIK

Expload heeft op 24 maart 2022 van Antea Group opdracht ontvangen voor het opstellen van een aanvullend historisch vooronderzoek en indien noodzakelijk een risicoanalyse voor de aanleg van een waterstofleiding die door het havengebied van Rotterdam wordt aangelegd. Het leidingtracé is opgedeeld in 100 routekaarten. Antea Group heeft Expload verzocht het onderzoek te verdelen in twee rapporten voor deze opdracht; één voor de westzijde van het tracé en één voor de oostzijde. Dit document is een rapportage van de oostzijde van het tracé (routekaart 064 tot en met 100). De geografische afbakening van dit tracé is hieronder afgebeeld.



Figuur 1 Onderzoeksgebied HyTransPort Leidingtracé Oostzijde.

1.2 ONDERZOEKSDOEL

Het doel van dit onderzoek is om op beredeneerde wijze te komen tot een waarschijnlijkheidsuitspraak over de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten in het projectgebied en tot een uitspraak over de te nemen beheersmaatregelen om risico's van mogelijk aanwezige ontplofbare oorlogsresten te mitigeren. De onderzoeksresultaten worden vastgelegd in dit rapport en de bijbehorende kaarten zijn volgens de laatste richtlijnen in het Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse Ontplofbare Oorlogsresten 2021 (CS-VROO) opgesteld.

Het resultaat van het onderzoek dient een rapport te zijn dat voldoen aan de meest recente richtlijnen en waarin voor alle betrokkenen duidelijk wordt uitgelegd:

- Waar binnen de vernoemde gebieden ontplofbare oorlogsresten uit WO-II achtergebleven kunnen zijn in zowel horizontaal als verticaal vlak;
- Welke ontplofbare oorlogsresten aanwezig kunnen zijn;
- Welke beheersmaatregelen nodig zijn om de werkzaamheden met betrekking tot ontplofbare oorlogsresten uit WO-II veilig en verantwoord uit te kunnen voeren.

1.3 EERDER UITGEVOERD ONDERZOEK

Expload heeft op 2 september 2021 een adviesrapport¹ opgeleverd aan het Havenbedrijf Rotterdam voor dit project. Expload heeft gebruik gemaakt van een serie vooronderzoeken in het Rotterdamse havengebied om te onderzoeken met welke verdachte gebieden het leidingtracé horizontaal en verticaal kruist en welke ontplofbare oorlogsresten in deze gebieden mogelijk aangetroffen kunnen worden. Het resultaat hiervan is een lijst met verdachte gebieden met bijbehorende ontplofbare oorlogsresten.

Dit bovengenoemde onderzoek vormt het eerste uitgangspunt voor dit rapport. Echter is sinds het opleveren van dit document het tracé gewijzigd. Hierdoor kunnen de conclusies van dit adviesrapport niet volledig overgenomen worden. Om deze reden is besloten om in het voorliggende document een update van dit rapport uit te voeren. Hierbij wordt gecontroleerd tot welk niveau het nieuwe tracé verschilt van het oude tracé en in hoeverre het nog kruist met verdachte gebieden. Het leidingtracé van het adviesrapport is hieronder afgebeeld.

¹ Expload, *Adviesrapport Ontplofbare Oorlogsresten Waterstof-transportleiding 2^e Maasvlakte-Pernis*, RAP2114002_0924D1, 2 september 2021.



Figuur 2 Onderzoeksgebied Adviesrapport door Explod d.d. 2 september 2021.

1.4 DOELGROEP

Het huidige rapport is gericht aan de volgende belanghebbenden:

- Antea Group als opdrachtgever van dit onderzoek;
- De Nederlandse Gasunie als opdrachtgever van het project;
- De gemeente Rotterdam als bevoegd gezag.

1.5 UITGANGSPUNTEN

Richtlijnen:

- Arbeidsomstandighedenbesluit;
- Certificatieschema voor het opstellen van Vooronderzoek en Risicoanalyse ontplofbare oorlogsresten (CS-VROO).

Rapporten:

- Expload, Adviesrapport Ontplofbare Oorlogsresten Waterstof-transportleiding 2^e Maasvlakte-Pernis, RAP2114002_0924D1, 2 September 2021.
- Saricon Vooronderzoek CE Gemeente Rotterdam, in drie delen, kenmerk 12S043-11-VO-A-01, 12S043-11-VO-B-01 en 12S-043-11-VO-C-01 d.d. 21 maart 2017.
- Saricon Vooronderzoek CE Waterkering traject 20-3 Voorne-Putten, kenmerk 18S087-VO-02 d.d. 1 november 2018.
- Expload, Rapport Aanvullend vooronderzoek Conventionele Explosieven uit de Tweede Wereldoorlog. Botlek. met kenmerk RN-16177B-1.0 d.d. 29 juni 2017.
- Expload, Rapport Aanvullend vooronderzoek Conventionele Explosieven uit de Tweede Wereldoorlog. Europoort. met kenmerk RN-17101B-1.0 d.d. 3 augustus 2018.
- Expload, Rapport Aanvullend vooronderzoek Conventionele Explosieven uit de Tweede Wereldoorlog. Omgeving 1^e Petroleumhaven. met kenmerk RAP1722201_1818D1 d.d. 17 juni 2019.
- Expload, Rapport Vooronderzoek Conventionele Explosieven. Maasvlakte. met kenmerk 1.0-20022020 d.d. 20 februari 2020

Het vooronderzoek van Expload betreffende de Waterstof-transportleiding 2^e Maasvlakte-Pernis is het onderzoek beschreven in paragraaf 1.3.

Het vooronderzoek van Saricon is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Rotterdam en heeft geleid tot de Rotterdamse bodembelastingkaart ontplofbare oorlogsresten. De overige onderzoeken zijn uitgevoerd door Expload in opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam en zijn een aanvulling op deze bodembelastingkaart.

De vooronderzoeken van Expload zijn getoetst door de gemeente Rotterdam en akkoord bevonden, waarna de resultaten door Saricon zijn verwerkt in een update van de bodembelastingkaart.

Aangeleverde projectdata:

- “X-860-KT-000-1 – rev.2 – tracekaart.pdf” d.d. 1-6-2022, aangeleverd op 14 juli 2022;
- Kaartenbundel 3.2 Routekaarten d.d. 30 september 2021 aangeleverd op 26 januari 2022, inclusief:
 - o “X-860-KR-035 – Rev.1 – Routekaart 035.pdf” d.d. 8 juli 2022, aangeleverd op 8 augustus 2022.
- Kaartenbundel Detailkaarten aangeleverd op 14 juli 2022, bestaande uit de volgende kaarten:
 - o “X-860-XL-044-01 – Rev.0-2 – Kruising Moezelweg.pdf” d.d. 5 mei 2022
 - o “X-860-XZ-032-1 – Rev.0-4 – Detailkaart 32-1.pdf” d.d. 30 september 2021
 - o “X-860-XZ-041-1- Rev.0-2 -Detailkaart Kruising Dintelhaven-X-860-XZ-041-1.pdf” d.d. 6 mei 2022
- “3.1 X-860-LA-000-1 Tekeningenlijst.pdf” aangeleverd op 26 januari 2022;
- Shapefile “Leidingtrace HyTransPort 30-05-2022.zip” aangeleverd op 14 juli 2022;
- Kruisingenlijst “HTP.RTM-P-NGU-ENG-DOR-LDL-001-V05 Kruisingenoverzicht DO fase (OTW-L 21.622)” d.d. 25-5-2022, aangeleverd op 8 juli 2022;
- “X-860-KR-041 – Routekaart 041 tbv E0013.pdf” aangeleverd op 11 mei 2022.
- Afbeelding “K085-01”, aangeleverd op 28 juni 2022.

In overleg met Antea Group zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd m.b.t. de ontgraving:

- Daar waar de leiding in open ontgraving wordt aangelegd wordt als maximale ontgravingsdiepte 1,6 m -mv. aangehouden. De Gemeente Rotterdam hanteert een veiligheidsmarge van 0,5 meter, vanwege onnauwkeurigheid in de diepte van de ontgraving. Om deze reden is een diepte van 2,1 m -mv als uitgangspunt voor dit onderzoek gehanteerd;
- De aangehouden breedte van de sleuf op de bodem is 0,8 m en op het maaiveld 4,0 m. De breedte is afgebakend door vanaf het hart van de aangeleverde shapefile van het leidingtracé een buffer van 2 meter aan weerszijden toe te passen.
- Plaatselijk komen er, conform de kruisingenlijst grotere/diepere werkputten, open ontgravingen en HDD-boringen, waarbij de diepte afwijkt van 1,6 m -mv.

2 AANVULLEND ONDERZOEK

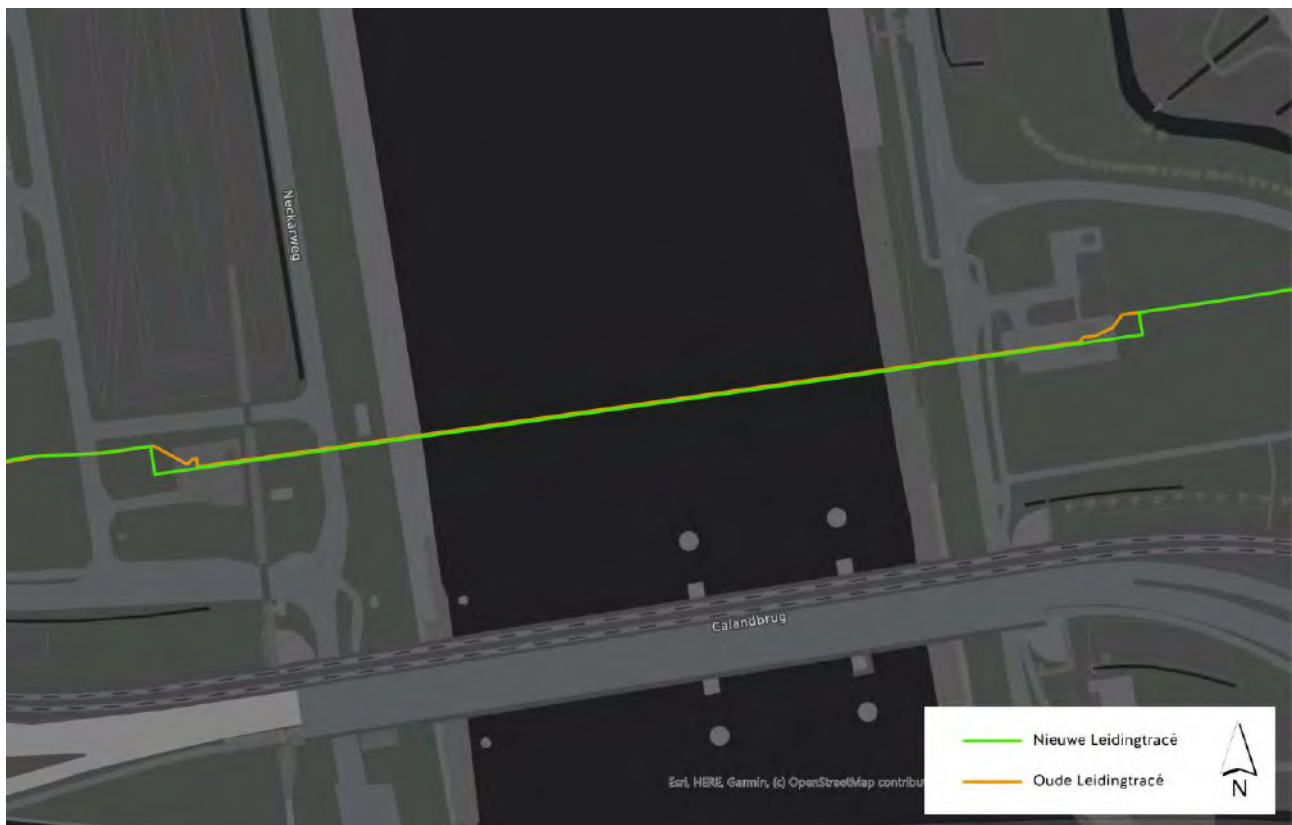
2.1 WERKWIJZE

Zoals eerder is vermeld is het leidingtracé aangepast sinds de oplevering van het adviesrapport van Explod (zie paragraaf 1.3). Op 14 juli 2022 leverde Antea Group aan Explod een nieuwe shapefile van het leidingtracé. Deze shapefile zijn in GIS verwerkt en vergeleken met het voorgaande leidingtracé.

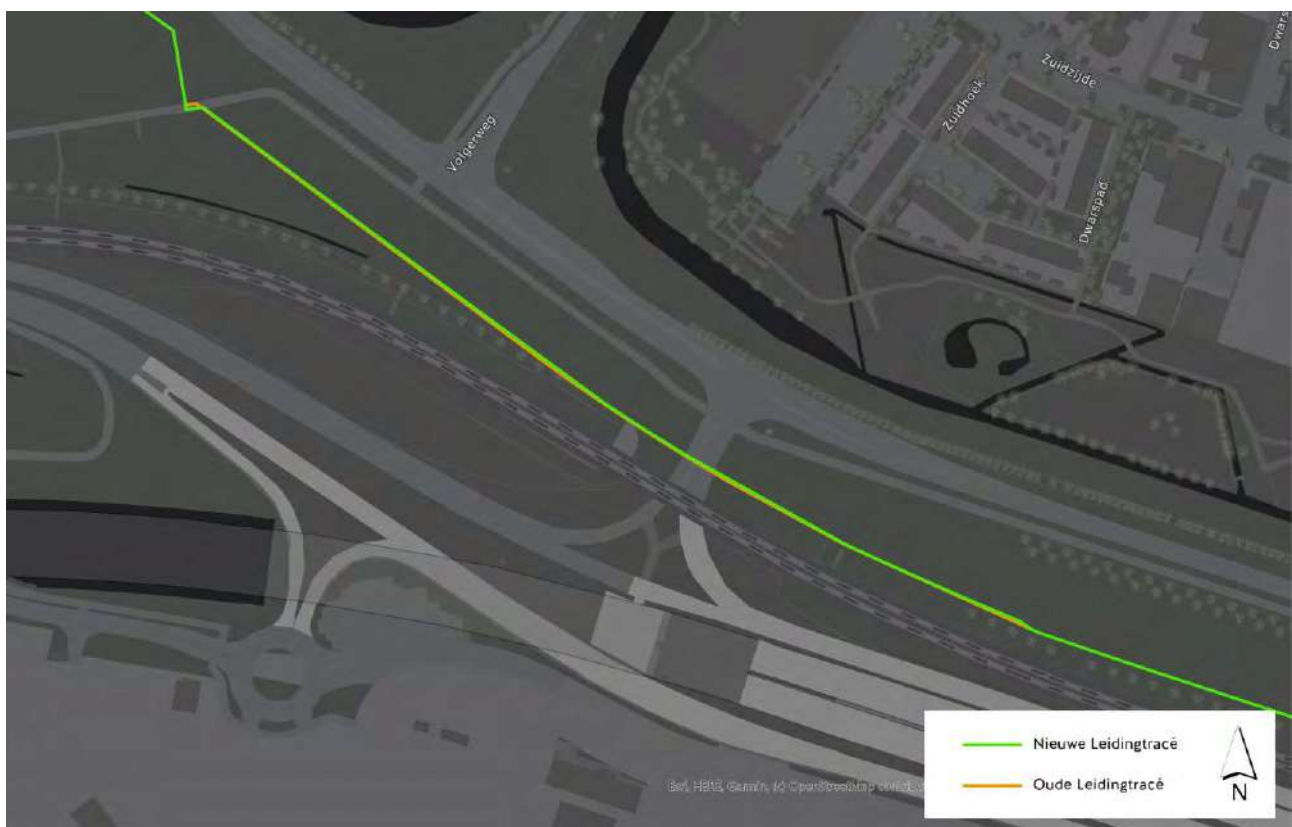
De eerste stap is controleren in hoeverre het leidingtracé horizontaal is gewijzigd. De tweede stap is bepalen of het leidingtracé horizontaal kruist met verdachte gebieden. Bij deze gevallen was er gecontroleerd of deze ook verticaal kruisen met de verdachte gebieden. Wanneer het tracé met een verdacht gebied kruist wordt bepaald van welke ontplofbare oorlogsresten dit gebied verdacht is.

2.2 HORIZONTALE WIJZIGINGEN

De onderstaande figuren beelden de voornaamste wijzigingen van het leidingtracé af. De oranje lijn is het leidingtracé van voorheen. De groene lijn is het nieuwe leidingtracé.



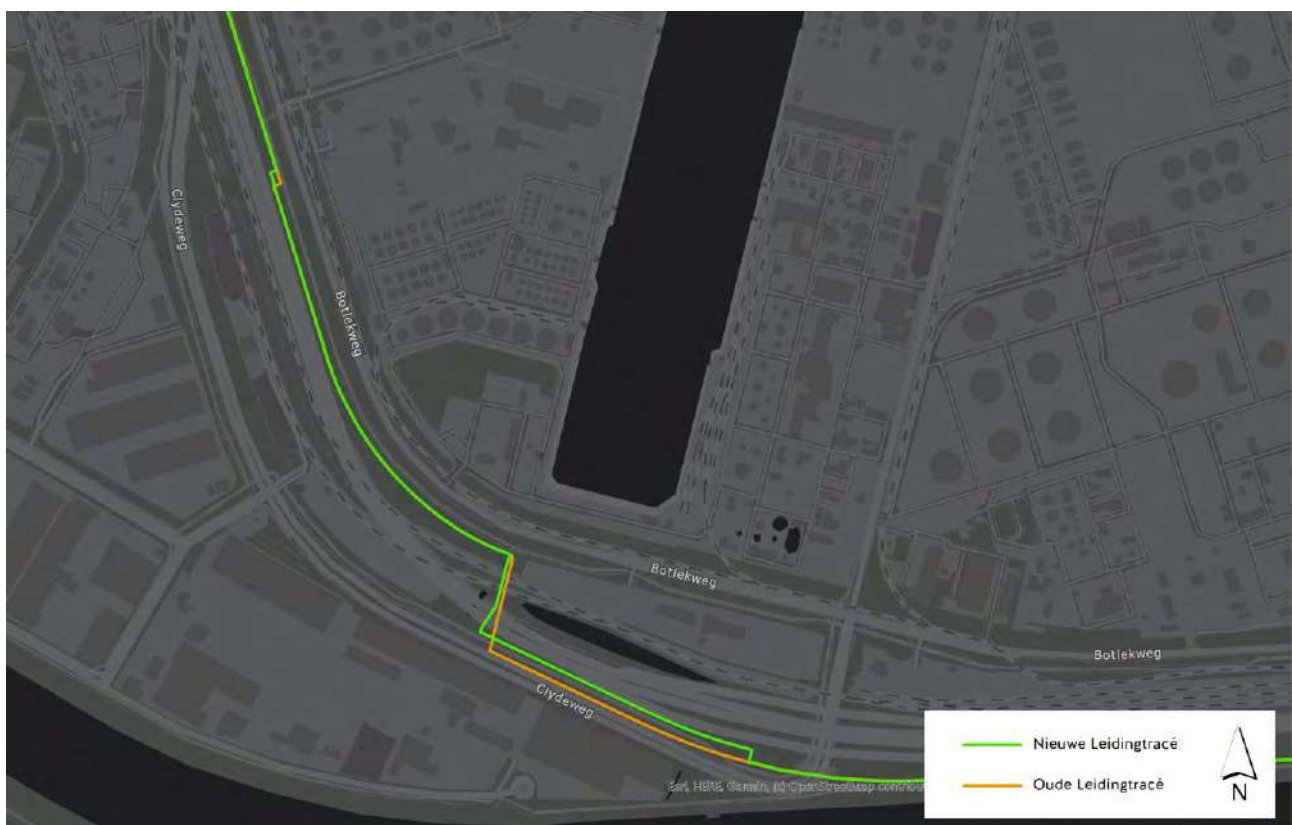
Figuur 3 Wijziging Tracé bij Routekaartnummer X-860-KR-064 en KR-065.



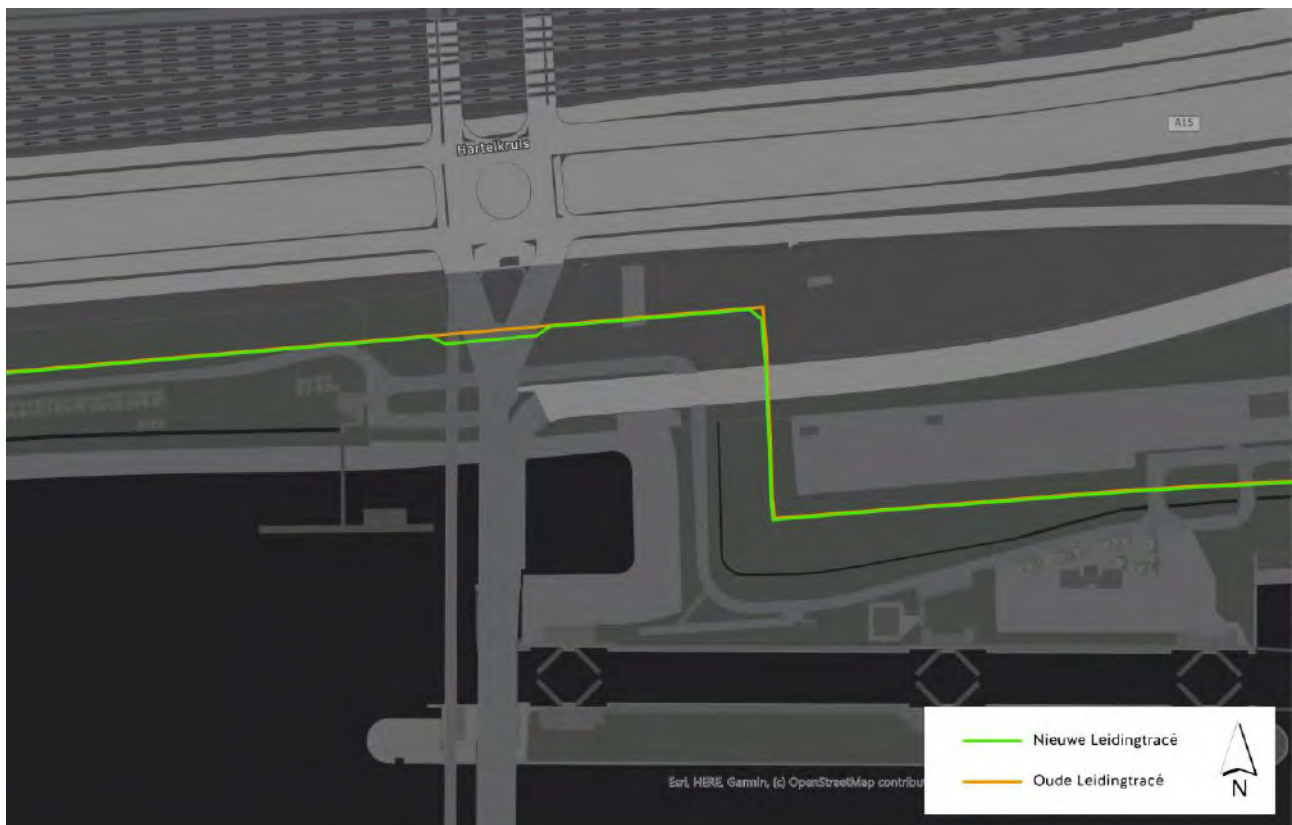
Figuur 4 Wijziging Tracé bij Routekaartnummer X-860-KR-066 en KR-067.



Figuur 5 Wijziging Tracé bij Routekaartnummer X-860-KR-071 tot en met KR-077.



Figuur 6 Wijziging Tracé bij Routekaartnummer X-860-KR-080 tot en met KR-085.



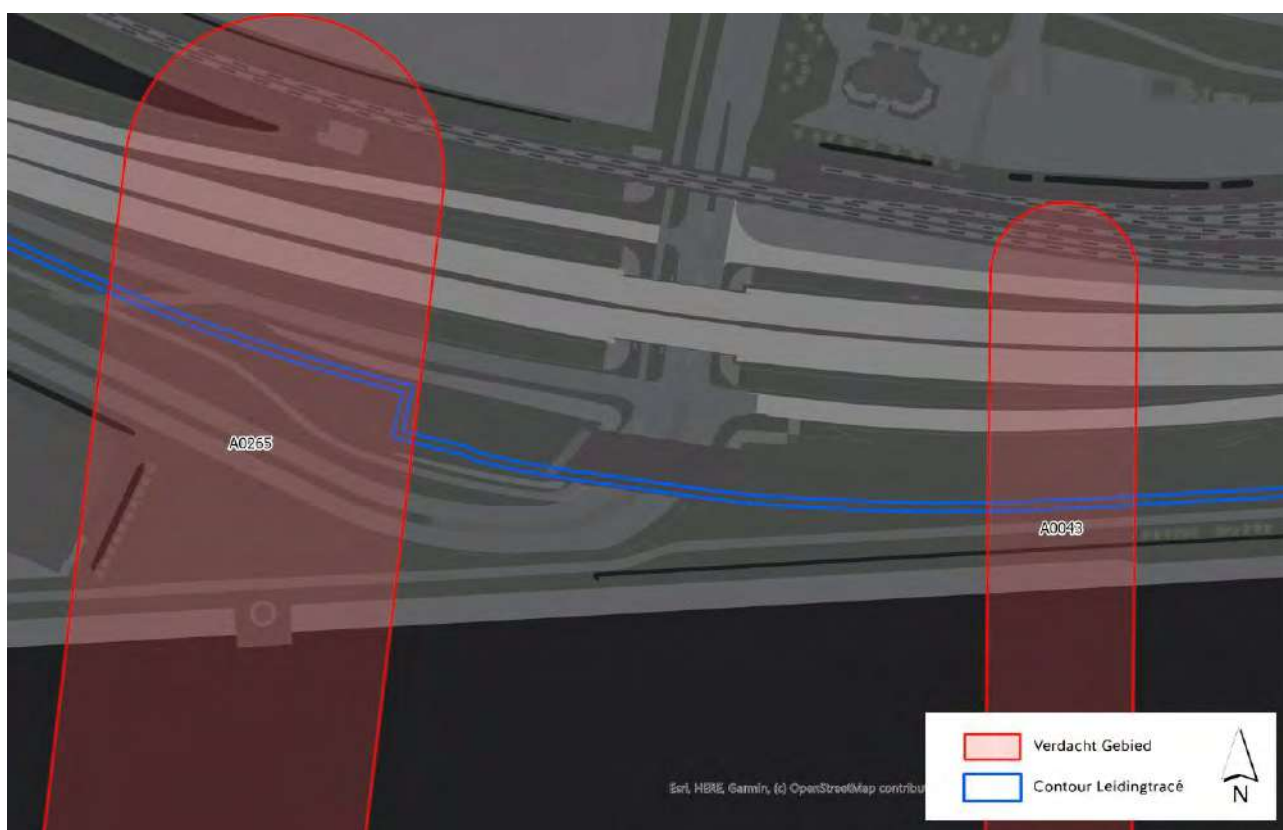
Figuur 7 Wijziging Tracé bij Routekaartnummer X-860-KR-091 en KR-092.



Figuur 8 Wijziging Tracé bij Routekaartnummer X-860-KR-098 tot en met KR-100.

2.3 RELEVANTE VERDACHTE GEBIEDEN IN 2D

Als uitgangspunt voor dit onderzoek is gehanteerd dat de sleuf tot maximaal 4 meter breed op het maaiveld wordt ontgraven. Om deze reden is een buffer van twee meter aan weerszijden van het hart van het leidingtracé aangehouden. Voor dit gebied is nagelopen met welke verdachte gebieden het overlapt op horizontaal vlak. Het onderstaande figuur geeft weer waar deze overlappen voorkomen. Verdachte gebieden welke niet overlappen met het werkgebied, zijn in de figuren achterwege gelaten. Zij zijn voor dit onderzoek niet relevant.



Figuur 9 Verdachte gebieden A0265 en A0043 bij Routekaartnummer X-860-KR-085 tot en met KR-087.

Tabel 1 bevat een specificatie van de mogelijk aanwezige ontplofbare oorlogsresten per verdacht gebied.

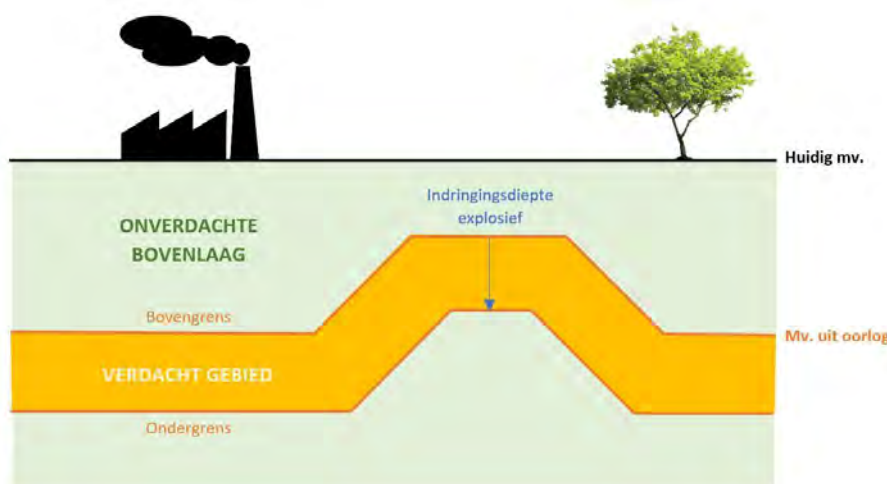
Routekaart nummer	Kenmerk verdacht gebied	Specificatie ontplofbare oorlogsresten	Aantal
X-860-KR-085 t/m X-860-KR-086	A0265	Afgeworpen vliegtuigbom 250 lb. GP (Brits)	Maximaal 4
X-860-KR-086 t/m X-860-KR-087	A0043	Afgeworpen vliegtuigbom 500 lb. GP (Brits)	Maximaal 1

2.4 RELEVANTE VERDACHTE GEBIEDEN IN 3D

De Haventerreinen, waarbinnen het werkgebied ligt, waren tijdens de Tweede Wereldoorlog nog niet aanwezig. Het Rotterdamse havengebied lag destijds verder oostelijk en heeft zich na de oorlog uitgebreid naar de kuststrook tegenover Hoek van Holland. Tijdens deze uitbreiding zijn de oorspronkelijke terreinen – voornamelijk landbouwgebieden en natuurreservaat – opgehoogd met specie. Deze laag na de oorlog opgebrachte grond is plaatselijk meters dik.

In de uitgevoerde vooronderzoeken van Expload, genoemd in paragraaf 1.5, zijn de horizontale en verticale dimensies van naoorlogse ophooglagen vastgesteld. Zij zijn in de vooronderzoeken als onverdacht van ontplofbare oorlogsresten beschouwd. De dikte van iedere onverdachte ophooglaag is per 0,5 m² in de vooronderzoeken vastgelegd met behulp van GIS.

Het principe van de onverdachte bovenlaag is afgebeeld in het onderstaande figuur.



Figuur 10 Principe van de onverdachte bovenlaag.

Tijdens het huidige onderzoek is per verdacht gebied bestudeerd of een onverdachte bovenlaag aanwezig is. Zo ja, dan is bepaald of de algemene open ontgraving van 2,1 m -mv kruist met de onderzijde van de onverdachte bovenlaag en doorzet tot in het onderliggende verdachte gebied. Alleen dan is er sprake van de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten.

De figuren hieronder geven aan of de ontgraving kruist met het verdachte gebied in het driedimensionale vlak. De kleuren lezen als volgt:

Groen	De ontgraving vindt niet plaats in verdacht gebied.
Oranje	De ontgraving vindt uitsluitend plaats in de onverdachte bovenlaag.
Rood	De ontgraving vindt plaats in de onverdachte bovenlaag én in de onderliggende verdachte laag.

De resultaten zijn onderstaand figuur in kaartvorm weergegeven:



Figuur 11 Verdachte gebieden A0265 en A0043 bij Routekaartnummer X-860-KR-086 en KR-087. De dikte van de onverdachte bovenlaag van verdachte gebieden A0265 en A0043 dat overlapt met het werkgebied varieert van 3 tot 4 meter.

Naast de aanleg door middel van een open ontgraving zullen op verscheidene plaatsen op het leidingtracé werkzaamheden plaatsvinden die dieper in de bodem treden. In het geval van dit project betreft dit diepere open ontgravingen, HDD-boringen, persingen en hier aan gerelateerde werkzaamheden, waaronder het plaatsen van kuipen.

2.4.1 Open ontgraving, HDD-boringen en persingen

In de aangeleverde kruisinglijst (d.d. 25-05-2022) staat vermeld welke aanvullende werkzaamheden plaatsvinden per routekaart. Expload heeft deze lijst gecontroleerd en gezocht naar werkzaamheden die dieper in de ondergrond reiken dan 1,6 m -mv (exclusief eerder genoemde veiligheidsmarge van 0,5 meter, omdat deze niet is meegenomen in de genoemde dieptes in de kruisinglijst) bij de routekaarten waar zich verdachte gebieden bevinden. In het geval van de oostzijde van het traject vinden de volgende werkzaamheden plaats die de grond dieper roeren dan 1,6 m -mv.

- Routekaart X-860-KR-085, kruising K085-01: Open ontgraving tot een diepte van 3,3 m -mv.

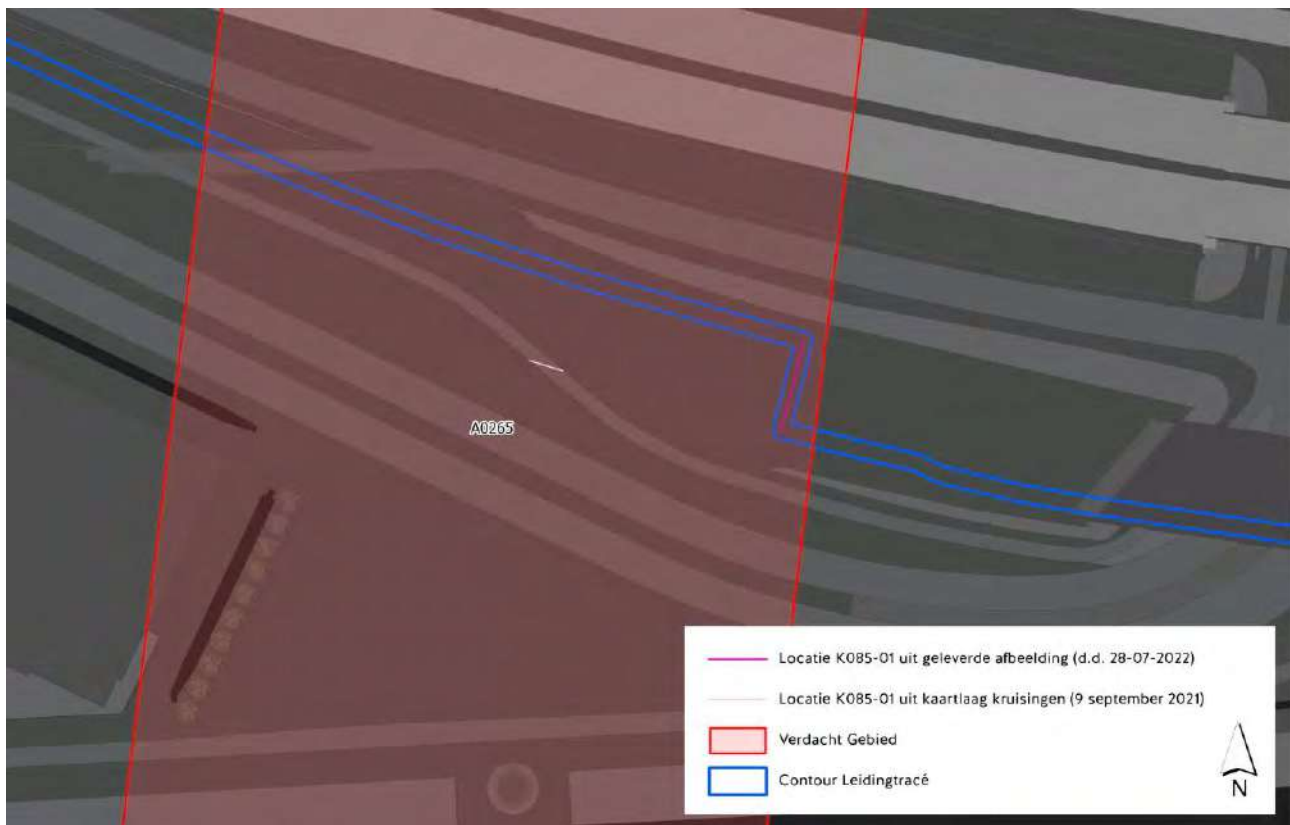
Uit de beschikbare data blijkt dat de locatie van kruising K085-01 is verplaatst ten opzichte van het originele tracé. Op 28 juni 2022 heeft Antea onderstaande afbeelding aangeleverd, waarin de ligging van deze kruising wordt aangeduid.



Figuur 12 Aangeleverde afbeelding met de nieuwe locatie van kruising K085-01.

Tijdens het originele vooronderzoek heeft Expload een kaartlaag genaamd “Kruisingen” aangeleverd op 9 september 2021. Echter ligt deze locatie niet in het nieuwe leidingtracé. Uit de bovenstaande afbeelding is te herleiden dat de nieuwe locatie van de kruising verder oostelijk is gepositioneerd.

Het onderstaande figuur geeft de twee locaties op kaartweergave aan.



Figuur 13 Locatieverwijzingen voor kruising K085-01 in relatie tot het contour van het leidingtracé en verdacht gebied A 0265.

Zoals te zien is in bovenstaand figuur overlapt de nieuwe locatie van deze kruising met verdacht gebied A0265. De voorgenomen diepte van deze open ontgraving (3,3 m -mv) loopt dieper dan de onverdachte bovenlaag die overlapt met het werkgebied (3 tot 4 meter). Voor deze kruising zal in hoofdstuk 3 “Risicoanalyse” verder gekeken worden naar de specifieke werkzaamheden die hier uitgevoerd zullen worden.

2.5 CONCLUSIE VOORONDERZOEK

Expload heeft gebruik gemaakt van een serie vooronderzoeken in het Rotterdamse havengebied, waarvan de referenties zijn opgenomen in paragraaf 1.5. Deze vooronderzoeken bevatten de horizontale en verticale grenzen van verdachte gebieden, waar ontplofbare oorlogsresten in de ondergrond kunnen zijn achtergebleven. Deze vooronderzoeken specificeren ook de soorten en subsoorten explosieven per verdacht gebied.

Paragraaf 1.5 bevat ook de gehanteerde uitgangspunten met betrekking tot de ligging van het toekomstige leidingtracé en het ontgravingsprofiel van de sleuf. Deze uitgangspunten zijn door Expload vertaald in 2D GIS. De resultaten hiervan zijn vergeleken met de driedimensionale grenzen van de verdachte gebieden, waarna de overlap in het 3D vlak is vastgesteld.

Bij de reguliere open ontgravingen is rekening gehouden met een maximale horizontale breedte van 4 meter en een diepte van 2,1 m -mv (1,6 meter ontgraving met 0,5 meter buffer gehanteerd door gemeente Rotterdam). Bij de uitvoering van de algemene ontgraving kruist het gehele leidingtracé niet met verdachte gebieden.

Dit houdt in dat de reguliere open ontgraving van 2,1 m -mv voor het gehele leidingtracé zonder beheersmaatregelen uitgevoerd kan worden.

Naast de reguliere open ontgravingen wordt er op bepaalde locaties dieper geroerd. Expload heeft gecontroleerd of op de routekaartnummers waar zich verdachte gebieden bevinden dieper wordt geroerd dan 2,1 meter. Deze controle is uitgevoerd met de aangeleverde kruisinglijst. Daarna is gekeken of met meer precisie vastgesteld kan worden of deze kruisingen daadwerkelijk overlappen met verdachte gebieden. Uit de aangeleverde informatie blijkt dat dit voor één kruising het geval is:

Kruising nummer	Kenmerk verdacht gebied	Specificatie ontplofbare oorlogsresten	Aantal
	A0265	Afgeworpen vliegtuigbom 250 lb. GP (Brits)	Maximaal 4

Dit houdt in dat de diepere grondroerende werkzaamheden voor het gehele leidingtracé zonder beheersmaatregelen uitgevoerd kan worden, met uitzondering van het gedeelte dat overlapt met verdacht gebied A0265. Voor dit gebied wordt in het volgende hoofdstuk een risicoanalyse uitgevoerd, waarbij de aard van de werkzaamheden dan ook in beschouwing wordt genomen.

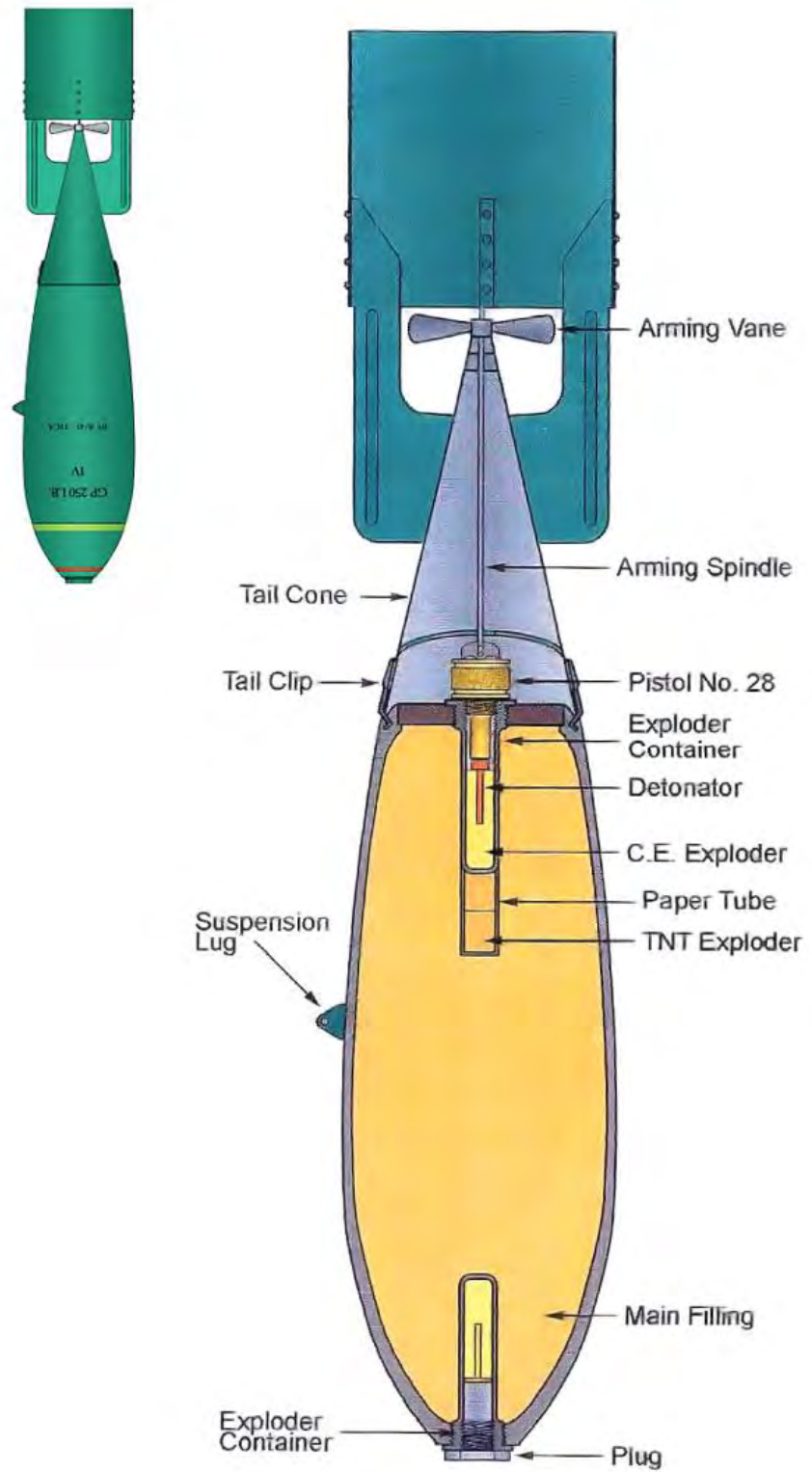
3 RISICOANALYSE

3.1 IDENTIFICATIE TOEKOMSTIG GEBRUIK

Deze werkzaamheden worden uitgevoerd voor het realiseren van de aanleg van een waterstofleiding door het havengebied van Rotterdam. Dit wordt uitgevoerd door middel van open ontgravingen en HDD-boringen. Bij één van deze open ontgravingen wordt tot in een verdacht gebied gegraven. Dit betreft kruising K085-01, welke kruist met verdacht gebied A0265. Voor deze kruising wordt deze risicoanalyse uitgevoerd.

3.2 SOORTEN ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN

Zoals aangegeven in hoofdstuk 2.5 beperken de soorten ontplofbare oorlogsresten zich tot de Britse vliegtuigbom van 250 lb. General Purpose (GP) in verdacht gebied A0265. De Britse GP-bom van 250 lb. is ontworpen in de dertiger jaren en past in de reeks 120 lb., 250 lb., en 500 lb. GP-bommen, wat de meest gangbare Britse bommen moesten worden in een nieuw militair conflict. Na 1942 zijn geen 250 lb. GP-bommen meer geproduceerd, mede doordat het GP-ontwerp werd ingeruild voor het MC (medium Capacity) concept. Gezien de aanwezige grote voorraden is de bom wél tot het eind van WO-II in gebruik gebleven. Zowel aan de voor- als achterkant waren ligplaatsen voor een ontsteker, waarvan die aan de achterkant vrijwel altijd was voorzien van een staartpistool. Aan de voorzijde was een neusontsteker geplaatst als detonatie op, of iets boven maaiveld werd verlangd.



Figuur 14 Diagram van doorsnede van een Britse vliegtuigbom (General Purpose) van 250 lb.

De functie van de ontsteker is de vliegtuigbom op de gewenste plaats en het juiste tijdstip tot uitwerking te laten komen. In de meeste gevallen is de ontsteker bepalend voor het risico dat kan optreden bij civieltechnische werkzaamheden. De meest gangbare configuratie van ontstekers voor de GP-bom 250 lb. is het staartpistool No. 28 of 30, samen met een neusplug of een neusontsteker, zoals het neuspistool No. 27. Daarnaast zijn andere ontsteker-configuraties mogelijk:

Staartontstekers

- Pistol No. 28
- Pistol No. 30
- Pistol No. 37

Neusontstekers

- Pistol No. 27
- Pistol No. 42
- Pistol No. 44

Expload hanteert als uitgangspunt dat voor deze vliegtuigbommen ~~geen~~ chemisch lange vertraging ontstekers zijn ingezet. Dit blijkt namelijk uit het bronmateriaal.² Chemisch lange vertraging ontstekers zijn voornamelijk ingezet om gebieden voor een verlengde periode onbruikbaar te maken. De ontstekers zorgden er namelijk voor dat een vliegtuigbom uren na de afworp af kon gaan. Wanneer het exacte moment van detonatie niet bekend is kan het gebied voor een lange periode onbruikbaar zijn. Om deze reden werd dit type ontsteker voornamelijk ingezet bij luchtaanvallen op bijvoorbeeld vliegvelden of spoorwegcomplexen. Uit het bronmateriaal blijkt dat het doel van de luchtaanval het vliegveld bij de Waalhaven was, waarbij bommen verspreid over het Rotterdamse stadsgebied vielen. Verdacht gebied A0265 is hiervan het resultaat. Het zou hier dan om staartontsteker Pistol No. 37 gaan.

3.3 INVLOEDSFACTOREN

Er is een mogelijkheid dat bij grondroerende werkzaamheden effecten worden veroorzaakt die kunnen leiden tot een ongecontroleerde explosie van een blindganger. Alle factoren, veroorzaakt van buitenaf, die invloed kunnen uitoefenen op in de bodem achtergebleven munitie waardoor deze kunnen detoneren noemen we invloedsfactoren.

²Saricon Vooronderzoek CE Waterkering traject 20-3 Voorne-Putten, kenmerk 18S087-VO-02 d.d. 1 november 2018.

De invloedsfactoren beperken zich tot:

- Trillingen;
- Bewegingen;
- Slag/stoot;
- Deformerende explosief;
- Brand/temperatuur;
- Wijziging van de (lucht/water/grond) druk;
- Blootstellen aan de buitenlucht;
- Statische elektriciteit;
- Akoestische signalen;
- Wijzigingen in het aardmagnetisch veld.

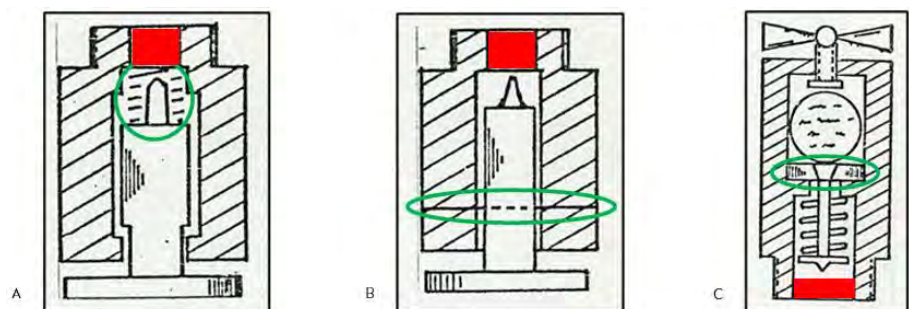
Voor zover op basis van het beschikbare archiefmateriaal bepaald kan worden kunnen in de bodem van het onderzoeksgebied alleen Britse brisantbommen van 250 lb. GP zijn achtergebleven. De voor dit onderzoek relevante invloedsfactoren beperken zich hierdoor tot: trillingen, beweging, slag/stoot, deformerende van een explosief en brand/temperatuur. De overige invloedsfactoren zijn vooral gerelateerd aan munitie met witte fosfor als hoofdloading en onderwatermunitie. Aanwijzingen voor de aanwezigheid van deze munitiesoorten is niet gevonden.

3.3.1 Trillingen/beweging

Effect van trillingen op het ontstekingsmechanisme

Trillingen in de ondergrond kunnen worden overgebracht naar objecten die zich in de ondergrond bevinden. Het object in de bodem gaat daardoor "meetrillen". Munitie technisch gezien kan dit meetrillen uitoefenen op losse onderdelen (b.v. de slagpin) in de ontsteker die veelal op munitie is geplaatst. Als deze trilling heftig genoeg is kan de slagpin door het meetrillen inslaan in het slaghoedje, waardoor een explosie kan ontstaan.

Bij ontstekers die werken op aanslag (direct werkend) wordt de slagpin geblokkeerd of tegengehouden door b.v. een ophoudveer of een scheurdraad (zie figuur hieronder a en b). De trilling moet dusdanig groot zijn dat hij de kracht van de blokkade/ophoudveer overwint en de kinetische energie overheeft om met voldoende kracht in het slaghoedje in te slaan om deze tot ontsteking te brengen.



Figuur 15 Principe weergave voorbeelden blokkeerinrichting resp. ophoudveer en scheurdraadtype en celluloid (groen omcirkeld). Slaghoedje is in rood weergegeven.

Specifiek voor de ontstekers met een slagpin die continue onder veerdruk staat geldt dat de kracht van de trilling dusdanig groot moet zijn dat er voldoende kinetische energie overblijft voor het ontsteken van het slaghoedje. Deze benodigde kinetische energie wordt namelijk verzorgd door de voorgespannen slagpinveer. Ook hier wordt de slagpin geblokkeerd door b.v. een ophoudveer, scheurdraad, uurwerkmechanisme.

Bij bepaalde bomontstekers, zogenaamde chemisch lange vertraging ontstekers, wordt de slagpin vastgehouden doordat deze in celluloid is ingegoten (zie bovenstaande figuur c). Door veroudering (invloed van grondwater etc.) kan de samenstelling van celluloidplaatjes veranderd zijn. De toestand en de kracht van het celluloid is onbekend en daarmee een leemte in kennis om de invloed van trillingen hierop wetenschappelijk vast te kunnen stellen.

Effect van trilling op de ondergrond

Onder grond wordt verstaan het losse materiaal dat men aan de oppervlakte van de aardkorst aantreft. Het volume van de grond hangt in belangrijke mate af van de ligging van 'elke korrel' ten opzichte van de andere korrel. Ofwel de loze ruimtes tussen de korrels in. Naarmate de tijd verstrijkt wordt de ruimte tussen de korrels kleiner, waardoor de grond dichter op elkaar komt. Dit fenomeen noemen we inklinken.

Door het veroorzaken van trillingen in de ondergrond kunnen bepaalde soorten grond worden verdicht (versneld inklinken). Door de trillingen komt de grond in beweging en worden de loze ruimtes tussen de zandkorrels "gevuld". Het gevolg hiervan is dat het zand inklinkt. De trillingen die hiervoor benodigd zijn hebben een trillingsversnelling groter of gelijk aan 1 m/sec^2 . Als de maximale verdichting is bereikt is het niet mogelijk de ondergrond nog verder te verdichten. Sommige grondsoorten zoals, drainagezand en metselzand laten zich niet verdichten door trillingen. Hetzelfde geldt ook voor kleigrond, andere leemsoorten en veengrond.

Voorbeeld:

Tijdens heiwerkzaamheden van b.v. prefab betonpalen wordt op maaiveldhoogte beweging waargenomen die als trillingen te boek staan. Deze trillingen worden veroorzaakt door een kortdurende samendrukking van de grond langs de paalschacht en onder de paalpunt als gevolg van de heistoot.

Als gevolg van die korte stoot ontstaat een puls vormige beweging van de grond die zich in alle richtingen in de vorm van golven voortplant. Deze trillingen veroorzaken een verdichting van de grondlaag tot een bepaalde afstand van het heipunt als verdichting nog mogelijk is. De afstand is gelijk aan de afstand waar de trillingen nog een trillingsversnelling hebben van 1 m/sec^2 . Dit betekent dat er een overgang ontstaat van een verdichte zandlaag en een niet verdichte zandlaag. De mogelijkheid bestaat dat deze twee zandlagen ten opzichte van elkaar gaan schuiven. Als zich in deze overgangslaag ontplofbare oorlogsresten bevinden dan zouden deze daardoor kunnen bewegen.

Conclusie effect trillingen op de ondergrond

Het is onbekend en niet wetenschappelijk te onderbouwen welke kracht benodigd is om de blokkade van de slagpin te overwinnen en er nog voldoende kinetische energie overblijft om de slagpin met voldoende kracht in het slaghoedje te laten slaan om deze tot ontsteking te brengen. Voor ontstekers met een voorgespannen slagpin is het niet nodig om voldoende kinetische energie over te houden voor initiatie van het explosief. In relatie tot een ongecontroleerde explosie zijn ontstekers met een voorgespannen slagpin gevoeliger voor trillingen dan andere type ontstekers. Als de trilling groot genoeg is bestaat technisch gezien de mogelijkheid dat een ongecontroleerde explosie plaatsvindt.

Conclusie effect trillingen op het ontstekings-mechanisme

Een trillingsversnelling van 1 m/sec² of groter in de ondergrond kan een beweging van een explosief veroorzaken in gevallen waarbij het mogelijk is dat de grondlaag, waarin het explosief zich bevindt, wordt verdicht door trillingen.

Afwegingskader trillingen

In 2015 en 2016 is door TNO 'wetenschappelijk' onderzoek uitgevoerd naar de trillingsgevoeligheid van ontstekers die tijdens WO-II gebruikt zijn. Dit heeft geresulteerd in het rapport: Inventarisatie van WO-II vliegtuigbom ontstekers in Nederlandse bodem met documentcode TNO 2015 R10074, d.d. 15 januari 2015. Dit rapport beschrijft de inventarisatie en trillingsgevoeligheid van ontstekers in blindgangers van vliegtuigbommen die in de Nederlandse bodem worden aangetroffen als gevolg van het niet functioneren van het ontstekingsmechanisme na afwerp. TNO heeft in samenwerking met de EOD de trillingsgevoeligheid van ontstekertypen geïnventariseerd, wat heeft geresulteerd in volgende tabel.

Type ontsteker	Aantal aangetroffen	Inschatting trillingsgevoeligheid
Engels no 30 staart pistool impact	280	niet - mogelijk
Amerikaans (AN-) M100, 101, 102 serie staart buis impact	235	niet - mogelijk
Engels no 37 staart pistool chemisch lange vertraging & anti-demonteer	111	zeer gevoelig
Amerikaans AN-M103 neus buis impact	104	niet - mogelijk
Amerikaans 110 serie neus buis impact	73	mogelijk
Amerikaans 163 serie neus buis impact	62	niet - mogelijk
Duits EIAZ 25, 55, C50 (15), C50 (28) elektrische buis impact	43	niet - mogelijk
Engels no 873 neus buis impact diafragma	34	mogelijk
Engels no 28 staart pistool impact	33	niet - mogelijk
Amerikaans 139 serie neus buis impact	20	mogelijk
Amerikaans M106 staart buis impact	19	mogelijk
Engels no 846 neus buis impact	16	mogelijk
Engels no 53 staart pistool chemisch lange vertraging	15	zeer gevoelig
Engels no 17 staart pistool chemisch lange vertraging & anti-demonteer	12	zeer gevoelig
Amerikaans M112 staart buis impact	11	mogelijk
Amerikaans M123 staart buis chemisch lange vertraging & anti-demonteer	10	gevoelig
Engels no 42 neus pistool impact	9	niet
Amerikaans 157 serie anemometer buis	4	zeer gevoelig
Engels no 44 neus pistool impact diafragma	4	mogelijk - gevoelig
Engels no 848 neus buis pyrotechnisch airburst met vertraging	4	mogelijk
Amerikaans M124 staart buis chemisch lange vertraging & anti-demonteer	3	zeer gevoelig
Amerikaans M131 butterfly midscheeps buis impact of bovengronds	2	zeer gevoelig
Engels no 36 neus pistool impact	2	niet beoordeeld
Duits nr 17BM transversaal mechanisch uurwerk	2	zeer gevoelig
Duits nr 80 transversaal impact all ways acting	2	zeer gevoelig
Amerikaans 132 serie staart buis chem. lange vertraging & anti-demonteer	1	zeer gevoelig
Engels no 29 neus pistool impact	1	niet beoordeeld
Engels no 38 MKII neus buis impact	1	niet beoordeeld
Engels no 45 neus pistool impact diafragma	1	niet beoordeeld
Engels no 52 neus pistool impact diafragma	1	gevoelig
Engels no 860 neus buis barometrisch	1	niet beoordeeld

Figuur 16 Samenvatting van de inventarisatie van het aantal aangetroffen ontstekers in de NL bodem en de ingeschatte trillingsgevoeligheid. Bron: Rapport Inventarisatie van WOII vliegtuigbom ontstekers in NL bodem met documentcode TNO 2015 R10074, d.d. 15 januari 2015.

In de tabel is onderscheid gemaakt in de volgende indeling:

- Niet trillingsgevoelig
- Mogelijk trillingsgevoelig
- Trillingsgevoelig
- Zeer trillingsgevoelig

Op basis van het werkingsmechanisme van ontstekers heeft TNO in samenwerking met de EOD een inschatting gemaakt van de trillingsgevoeligheid van een serie ontstekers, die naar voren gekomen zijn uit een inventarisatie. Hierbij is voor de relevante ontstekers geconcludeerd:

- Staartontstekers pistool No. 28 en 30 niet/mogelijk trillingsgevoelig zijn;
- Staartontsteker pistool No. 37 zeer trillingsgevoelig is;
- Neusontsteker pistool No. 42 niet trillingsgevoelig is;
- Neusontsteker pistool No. 44 mogelijk trillingsgevoelig is.

Neusontsteker pistool No. 27 komt in dit diagram niet voor. Echter verschilt deze weinig van neusontsteker pistool No. 42. Deze zijn namelijk identiek, afgezien van het feit dat het materiaal van het scheurdraad op de veiligheidspin verschillend is en het feit dat de punt van de slagpin van pistool No. 42 scherper is.

Indien daadwerkelijk chemisch lange vertraging ontstekers zijn ingezet, moet het staartontsteker pistool No. 37.

Naar aanleiding van dit onderzoek heeft TNO aanbevelingen voor vervolgonderzoek(en) gedaan, om te komen tot een wetenschappelijk onderbouwde normstelling. Dit heeft echter nog niet plaatsgevonden, waardoor er in de praktijk op basis van beschikbare kennis en praktijkervaring gehandeld dient te worden.

Zeer gevoelige ontstekers

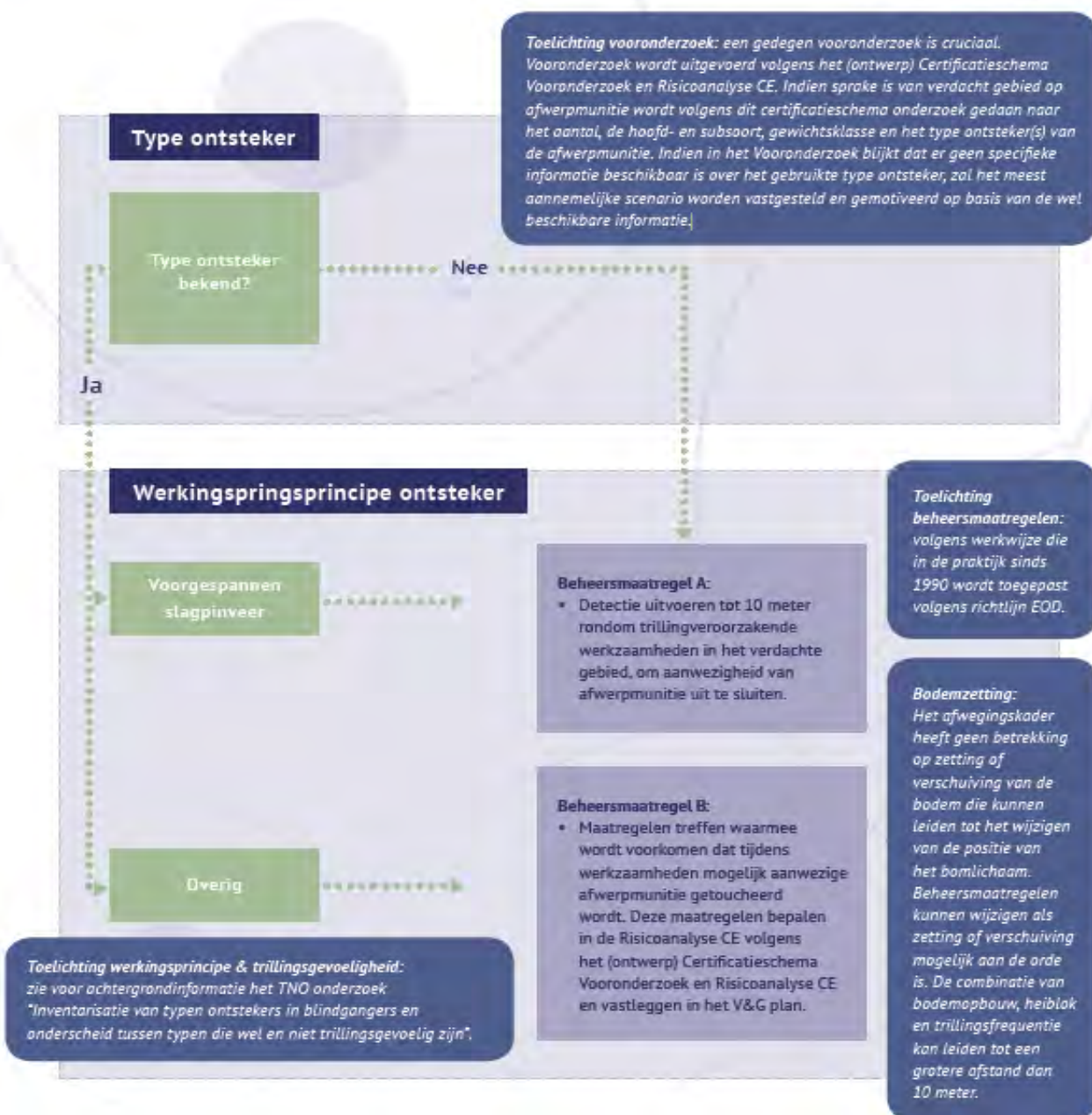
In het TNO-onderzoek worden ontstekers met een voorgespannen slagpinveer als zeer trillingsgevoelig aangemerkt. Dit zijn voornamelijk chemisch lange vertraging ontstekers, maar ook de Amerikaanse M131 (antistoring) ontsteker, de Duitse nr. 17BM (mechanisch uurwerk – lange vertraging) ontsteker, de Duitse nr. 80 (alzijdige) ontsteker en de Amerikaanse 157-serie anemometerbuis worden als zeer gevoelig aangemerkt. Deze andere typen ontstekers zijn waarschijnlijk niet op de betreffende 250 lb. GP brisantbommen gemonteerd. Omdat de nationaliteit van deze typen ontstekers anders is dan de vliegtuigbommen zelf zullen de mechanismen van de Britse vliegtuigbommen en de Duitse of Amerikaanse ontstekers niet goed op elkaar aan kunnen sluiten.

“Afwegingskader trillingen in CE (afwerpmunitie) verdacht gebied”

De VEO heeft in 2019 het “Afwegingskader trillingen in CE (afwerpmunitie) verdacht gebied. Hierin is omschreven:

“Indien sprake is van verdacht gebied op afwerpmunitie wordt volgens dit certificatieschema onderzoek gedaan naar het aantal, de hoof- en subsoort, gewichtsklasse en het type ontsteker(s) van de afwerpmunitie. Indien in het Vooronderzoek blijkt dat er geen specifieke informatie beschikbaar is over het type gebruikte ontsteker, zal het meest aannemelijke scenario worden vastgesteld en gemotiveerd op basis van de wel beschikbare informatie.”

Afwegingskader trillingen in CE (afwerpmunitie) verdacht gebied



Figuur 17 Afwegingskader trillingen in CE (afwerpmunitie) verdacht gebied.

Als uitgangspunt voor de toekomstige werkzaamheden in verdacht gebied A0265 wordt gehanteerd dat gezien de open ontgraving de werkzaamheden geen trillingen veroorzaken. In dit scenario is, bij het volgen van de bovenstaande diagram, beheersmaatregel B het resultaat:

“Maatregelen treffen waarmee wordt voorkomen dat tijdens werkzaamheden mogelijk aanwezige afwerpmunitie getouchéerd wordt. Deze maatregelen bepalen in de Risicoanalyse CE volgens het (ontwerp) Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse CE en vastleggen in het V&G plan.”

Beweging

Beweging is gedefinieerd als het veranderen van de positie van een explosief ten opzichte van zijn X, Y of Z-as. Het bewegen van een explosief kan een ongecontroleerde explosie veroorzaken als het explosief is voorzien van een ontstekingsmechanisme gebaseerd op het werkingsprincipe van chemisch lange vertraging, zoals de eerder genoemde Pistol No. 37.

3.3.2 Slag/stoot of deformeren

Wel bestaat de kans dat de slagpin bij machinale graaf- of andere vormen van mechanische werkzaamheden in het slaghoedje wordt geforceerd, met een ongecontroleerde explosie tot gevolg. Men dient zich wel te realiseren dat de wapeningsas normaliter tijdens de val uit de schokker wordt gedraaid, waardoor forse kracht precies op de ontstekers nodig is om een ongecontroleerde explosie te veroorzaken.

Het risicogebied invloedsfactoren is gevisualiseerd op de tekening “kaart risicogebieden ontplofbare oorlogsresten” in bijlage B.

3.3.3 Brand/temperatuur

Munitie technisch gezien bestaat ook een kans op het ontstaan van een ongecontroleerde explosie door verhitten, maar op basis van de aard van de voorgenomen werkzaamheden wordt dit risico als verwaarloosbaar klein ingeschat.

3.4 GEVAARSFACTOREN

Bij de invloedsfactoren spelen ook gevaarsfactoren een grote rol in de mogelijkheid of ontplofbare oorlogsresten tot explosie kunnen komen. Ook deze gevaarsfactoren zijn door hetzelfde college als volgt vastgesteld:

1. Voorgespannen slagpin;
2. (gevoeligheid van) explosieve stoffen;
3. Pyrotechnische of brandladingen;
4. Witte fosfor als hoofdlading;
5. Veroudering;
6. Vertraginginsinrichting;
7. Antistoringsinrichting (valstrik);
8. Wapeningstoestand van de ontsteker.

Voor de risicoanalyse zijn alleen gevaarsfactoren 1, 2, 5 en 8 relevant. In de voorgaande paragrafen en paragrafen die volgen zijn deze waar relevant benoemd.

3.5 UITWERKINGSFACTOREN

Bij de detonatie van een Britse brisantbom van 250 lb. ontstaan er een aantal effecten die hierna kort worden besproken, waarbij onderscheid wordt gemaakt in primaire en secundaire effecten.

3.5.1 Primaire effecten

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

Schokgolf en brisante werking

Bij detonatie (zeer krachtige explosie die kenmerkend is voor een springstof) ontstaat een zeer hoge druk (≥ 100.00 bar) op het omringend medium, waardoor in geval van een grotere blindganger gevuld met een springstof 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 (ca. 1/3 van de diameter van de springstof) een alles vernietigende brisante werking op, die de metalen buitenwand van het explosief verscheurt in honderden vlijmscherpe scherven. De schokgolf kan in de ondergrond grote schade aanrichten, bijvoorbeeld aan funderingspalen en ondergrondse infrastructuur zoals riolen, kabels, leidingen etc.

Hitte

Bij detonatie van springstof komen grote hoeveelheden gas vrij met extreem hoge temperatuur, die op het springpunt gedurende een korten tijd kan oplopen tot wel 4000°C . Scherven van materie in de directe omgeving van de springstof worden hierdoor gloeiendheet 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 (≥ 360 m/sec) en kan – bij een bovengrondse explosie – in een relatief groot gebied ernstige schade veroorzaken aan vooral lichte constructies. Dit effect kan zelfs worden versterkt door een laaghangende wolkendeek (reflectie). Effecten van “blasts” zijn voor wat betreft beeldvorming gelijk aan de verschijnselen die optreden als een vliegtuig door de geluidsbarrière gaat.

Scherfwerking

De genoemde gasdruk zorgt er ook voor dat de scherven die door de brisante werking zijn gevormd, met hoge snelheid ver weggeslingerd worden, variërend van enkele tot vele honderden meters. De grootte van scherven varieert van enige millimeters tot wel 80 centimeter.

De scherven kunnen onder invloed van hun kinetische energie (gewicht $\times$ snelheid²) tot vele honderden meters aanzienlijke materiële schade aanrichten en/of lichamelijk letsel veroorzaken. Zo kan de bodemplaat van de 250 lb. Brisantbom zich tot 1940 meter verplaatsen.

3.5.2 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 250 lb. zal de diameter van de krater ca. 4 tot 6 bedragen.

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 ondergrond zich op den duur weer vult met bovenliggende grond. Hierdoor kunnen tot in lengte van jaren verzakkingen van het maaiveld optreden. Door de aanwezige zandbodem en de hierdoor beperkte maximale indringingsdiepte van eventuele blindgangers zal dit verschijnsel binnen het projectgebied niet kunnen optreden.

(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 als de longen giftige rook opnemen. Ook kunnen de schadelijke stoffen in rook cumulatief worden opgeslagen in lichaamsorganen.

Het risicogebied uitwerkingsfactoren is gevisualiseerd op de tekening “kaart risicogebieden ontplofbare oorlogsresten” in bijlage B.

3.6 BEOORDELING RISICO'S

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

- De kans op het ontstaan van een ongecontroleerde explosie door trillingen van een Britse brisantbom van 250 lb. is gezien de werkzaamheden (open ontgraving) niet aanwezig;
- De kans op het ontstaan van een ongecontroleerde explosie van een explosief door het (met voldoende kracht) toucheren van de ontsteker is weliswaar klein, maar aanwezig.
- De kans op het ontstaan van een ongecontroleerde explosie van een explosief door verhitting is verwaarloosbaar klein en gezien de aard van de werkzaamheden niet aanwezig;

Op basis van dit onderzoek is vastgesteld dat door toekomstige grondroerende werkzaamheden uitwerking van een eventueel achtergebleven blindganger verwacht kan worden en met betrekking tot het effect van een ongecontroleerde explosie bepaald dat bijbehorende uitwerking en de effecten niet beheersbaar zijn. Voor zowel Arbo- en openbare veiligheid geldt een risico.

De beoordeling van de risico's resulteert in één van de volgende eindconclusies:

Conclusie I:

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 te worden genomen.

Conclusie II:

Er wordt vanwege de grondroerende activiteiten in het kader van het toekomstig gebruik wel uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten verwacht, de uitwerkingsfactoren vormen geen gevaar voor mens en dier. Er hoeven geen passende maatregelen te worden genomen.

Conclusie III:

Er wordt vanwege de grondroerende activiteiten in het kader van het toekomstig gebruik wel uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten verwacht, maar de uitwerkingsfactoren zijn door het treffen van passende maatregelen beheersbaar.

Zoals aangegeven zullen de grondroerende activiteiten kunnen leiden tot de uitwerking van de aanwezige ontplofbare oorlogsresten. Om deze uitwerking te voorkomen zullen passende maatregelen moeten worden getroffen. Het betreft in dit geval **conclusie III**.

3.7 LOCATIESPECIFIEKE OMSTANDIGHEDEN

Voor de risicoanalyse zijn de relevant locatiespecifieke omstandigheden in beeld gebracht. Hierbij is gekeken naar;

Kwetsbare objecten en plaatsen;

Voor de aanwezige kwetsbare objecten binnen het risicogebied uitwerkingsfactoren is gebruik gemaakt van de website www.risicokaart.nl. Deze kaart is opgenomen als bijlage C. Hieruit blijkt dat er diverse kwetsbare objecten binnen het risicogebied uitwerkingsfactoren aanwezig zijn waarvoor de uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten een gevaar kan opleveren.

Aanwezigheid van ondergrondse en bovengrondse infrastructuur;

Voor de aanwezige onder- en bovengrondse infrastructuur is de uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten verschillend. Dit is zeer afhankelijk van de afstand van de infrastructuur tot het explosiepunt. Uiteindelijk zal dit kunnen resulteren in materiële schade, maar zal niet een direct gevaar opleveren in het kader van veiligheid.

Grondwaterpeil en bodemsoort;

Het grondwaterpeil en bodemsoort zijn niet direct van invloed op het mogelijke gevaar en zijn daarom niet verder uitgewerkt.

Relevante bodemingrepen;

Er hebben geen relevante bodemingrepen plaatsgevonden in de na-conflictperiode in het onderzoeksgebied Risicoanalyse na datum van de uitvoering van het Vooronderzoek;

Huidig gebruik.

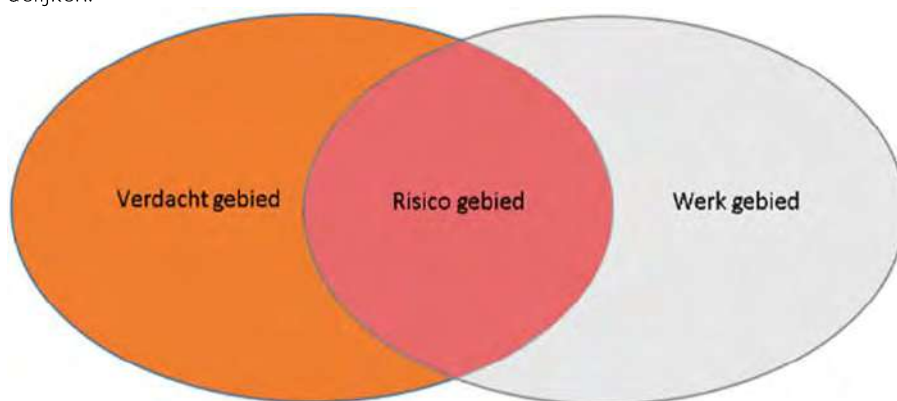
Het huidig gebruik bevat geen relevant aspecten die van belang zijn voor de risicoanalyse en derhalve niet verder uitgewerkt.

4 CONCLUSIES EN ADVIES

4.1 GEBIEDEN WAAR BEHEERSMAATREGELEN NODIG ZIJN

Het gebied waar mogelijk ontplofbare oorlogsresten in de bodem zijn achtergebleven heet verdacht gebied. Gebied waar werkzaamheden worden uitgevoerd of waar hierdoor invloeden kunnen ontstaan die effect uitoefenen op achtergebleven ontplofbare oorlogsresten, noemen we werkgebied.

Waar verdacht gebied en werkgebied elkaar overlappen ontstaat tijdens de uitvoering van het project risicogebied met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten. Het onderstaande figuur is een illustratie om dit te verduidelijken.



Figuur 18 Overzicht gebiedsindeling.

4.2 CONCLUSIE

Expload heeft voor het gehele tracé bekeken of de voorziene werkzaamheden reiken tot verdacht gebied. Op één plek na reiken de werkzaamheden niet tot verdachte gebieden. Naast deze uitzondering zijn er voor de algemene werkzaamheden dus geen risicogebieden en kunnen deze zonder beheersmaatregelen worden uitgevoerd. De bovengenoemde uitzondering is kruising K085-01, welke kruist met verdacht gebied A0265. Dit gebied is verdacht van Britse brisantbommen van 250 lb. (GP). Uit eerder uitgevoerd onderzoek blijkt dat deze brisantbommen mogelijk met chemisch lange vertraging ontstekers waren uitgerust. Eventuele blindgangers kunnen voorkomen vanaf 3 m -mv.

Vanwege grondroerende activiteiten in het kader van toekomstig gebruik kan uitwerking van de ontplofbare oorlogsresten worden verwacht, maar de uitwerkingsfactoren zijn door het treffen van passende maatregelen beheersbaar.

Wanneer een achtergebleven blindganger met forse kracht wordt getouchéerd kan dit een ongecontroleerde explosie tot gevolg hebben. Een ongecontroleerde explosie van een vliegtuigbom kan ernstig lichamelijk letsel en schade aan omgeving en/of bestaande infrastructuur veroorzaken. De effecten die hierdoor kunnen ontstaan zijn in hoofdstuk 3.5 van dit rapport omschreven.

4.3 ADVIES

In onverdacht gebied kan worden volstaan met het van toepassing verklaren van het protocol onverwachts aantreffen ontplofbare oorlogsresten. Werknemers dienen hierover vooraf te worden geïnformeerd. Het protocol is bijgevoegd als bijlage D.

Omdat in verdacht gebied A0265 enkel graafwerkzaamheden worden uitgevoerd (de kruising wordt in een open ontgraving gerealiseerd), kunnen trilling veroorzakende werkzaamheden die leiden tot een ongecontroleerde explosie worden uitgesloten. Er moet worden voorkomen dat eventuele blindgangers met forse kracht worden getouchéerd. Het vooraf opsporen en eventueel verwijderen van vliegtuigbommen is dan ook noodzakelijk.

Voor de graafwerkzaamheden ter hoogte van kruising K085-01 is, gezien de reeds aanwezig infrastructuur het laagsgewijs detecteren en ontgraven de meest voor de hand liggende beheersmaatregel.

Deze beheersmaatregel dient ten allen tijde uitgevoerd te worden door een opsporingsbedrijf dat beschikt over het Certificaat Opsporen Ontplofbare Oorlogsresten (CS-000).

4.4 AANBEVELING

Expload doet de aanbeveling aan de opdrachtgever om dit rapport voor te leggen aan het bevoegd gezag openbare orde en veiligheid van de gemeente Rotterdam.

5 BIJLAGEN

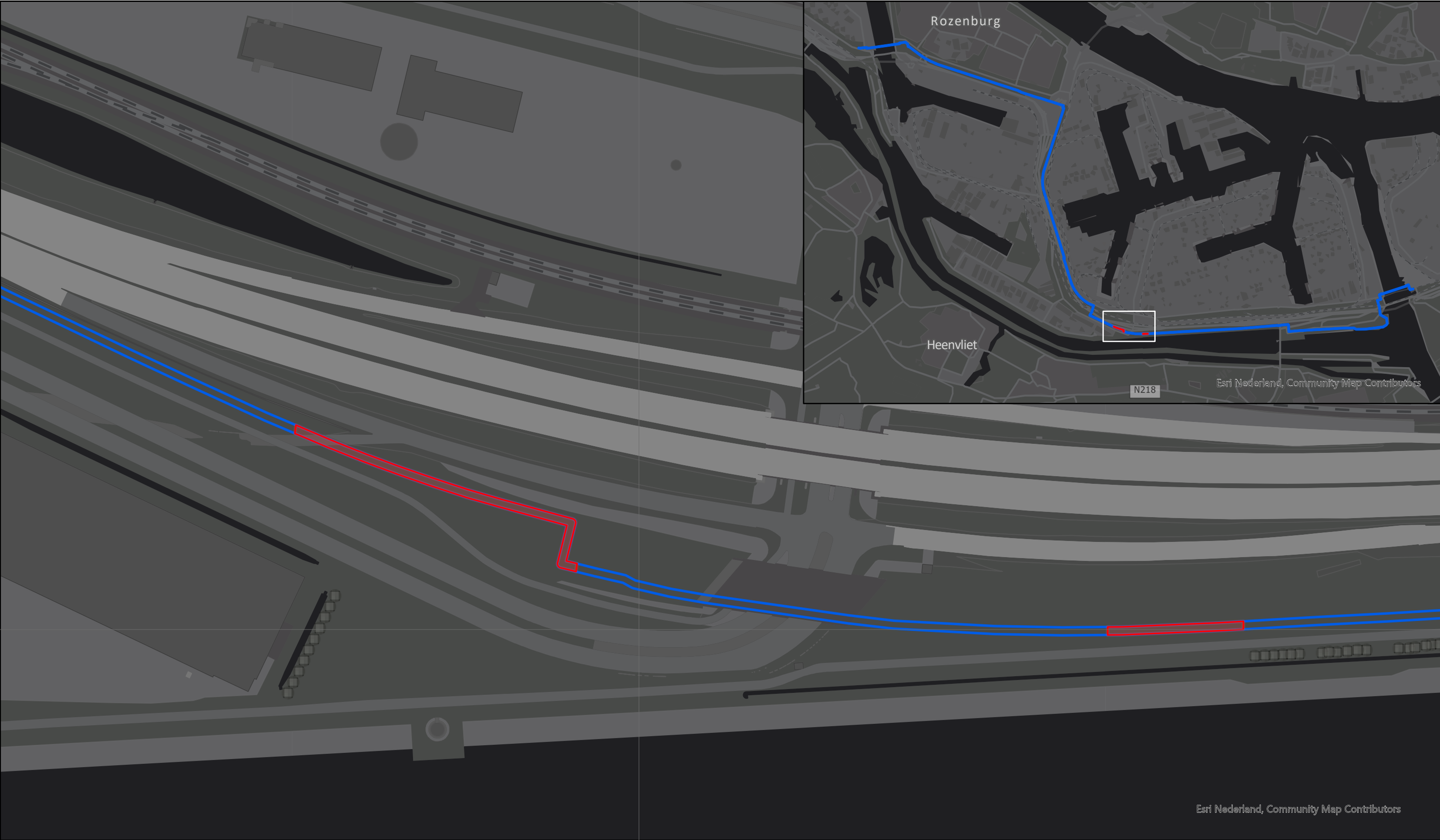
BIJLAGE A – BODEMBELASTINGKAART ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN



 Verdacht Gebied
 Onderzoeksgebied



Exploitatie BV Postbus 90 4100 AB Culemborg Tel: (045) 719990 info@exploitatie.nl Pascallweg 2E 4100 BC Culemborg Rijk 54000000 www.exploitatie.nl Opdrachtgever Antea Group Project HyTransPort Onderdeel Bodembelastingkaart ontplofbare oorlogsresten Datum: 02/08/2022 Get.: Mark Groenendijk Gec.: Jacco de Graaf Schaal 1:20.000 Projectnummer 22026 Versienummer 1.0 Status DEFINITIEF Formaat A3



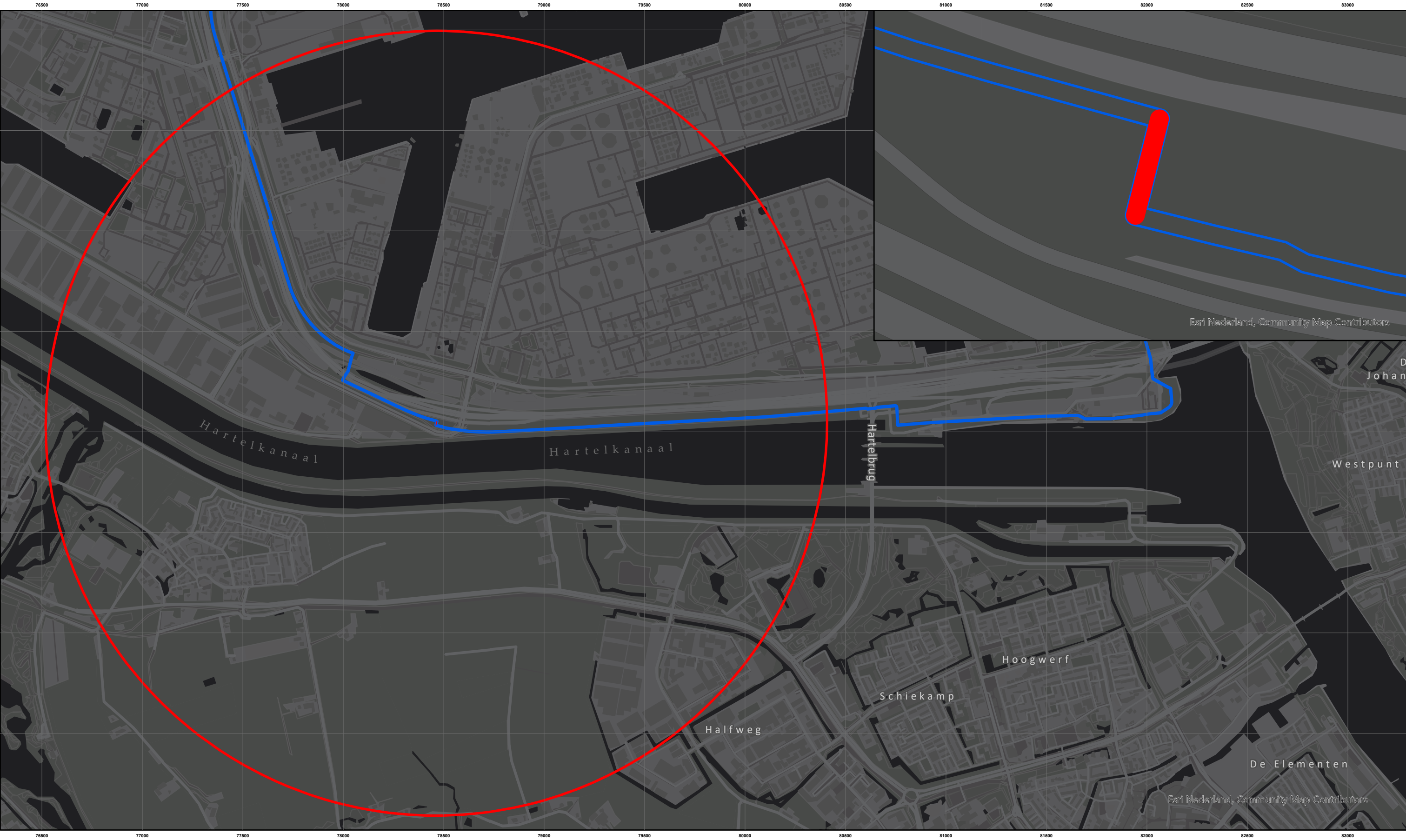
Verdacht Gebied

Onderzoeksgebied



Exploitatie BV Postbus 90 4100 AB Culemborg Tel: (0445) 719990 info@exploitatie.nl Pascaling 2E 4100 EC Culemborg Rijk 54000000 www.exploitatie.nl Opdrachtgever Antea Group Project HyTransPort Onderdeel Bodembelastingkaart ontplofbare oorlogsresten			
Datum 02/08/2022 Gec. Mark Groenendijk Gec. Jacco de Graaf		Schaal 1:1.800	
Projectnummer 22026	Versienummer 1.0	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BIJLAGE B – KAART RISICOGEBIEDEN ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN



Risicogebied invloedsfactoren

Risicogebied uitwerkingsfactoren

Onderzoeksgebied

Opdrachtgever

Antea Group

Project

HyTransPort

Onderdeel

Kaart Risicogebieden ontplofbare oorlogsresten

Datum

29-08-2022

Get.

Mark Groenendijk

Gec.

Jacco de Graaf

Projectnummer

22026

Versienummer

1.0

Status

DEFINITIEF

Formaat

A3

Esri Nederland, Community Map Contributors

0

250

500

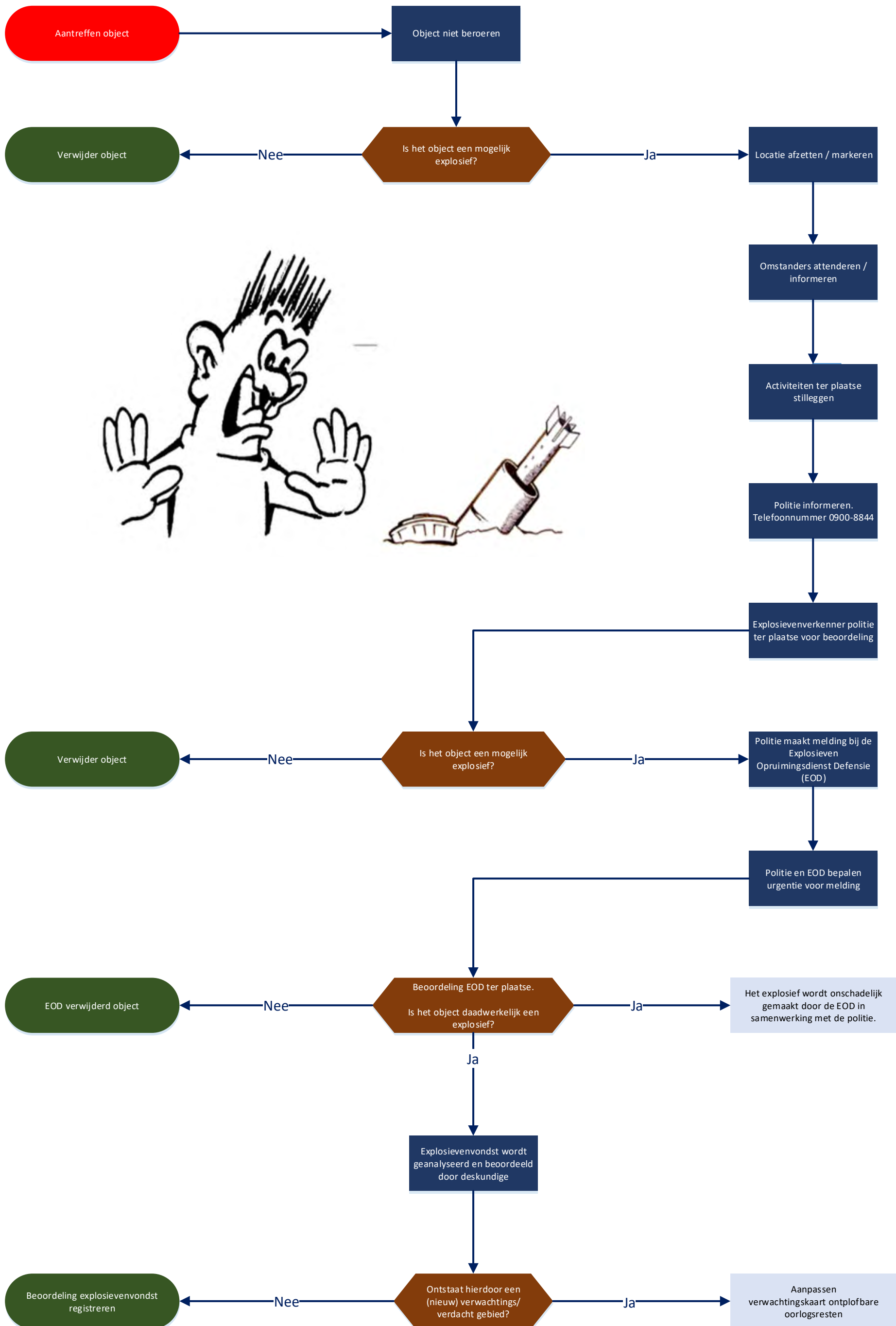
Meters

N

BIJLAGE C – KAART KWETSBARE OBJECTEN

BIJLAGE D – PROTOCOL ONVERWACHTS AANTREFFEN ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN

Processchema onverwacht aantreffen ontplofbare oorlogsresten



BIJLAGE E – DESKUNDIGHEID

	Historisch onderzoek	Deskundigheid ontplobbare oorlogsresten	Civiele techniek	Risico analyse	Luchtfoto interpretatie	Geografische informatie systemen
J. de Graaf	X	X	X	X	X	X
M.C. Groenendijk						

BIJLAGE F – DISTRIBUTIELIJST

Expload B.V.
Opdrachtgever
Gemeente Rotterdam