

PROJECTGEBONDEN RISICO ANALYSE ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN OPWIERDE TE APPINGEDAM



Report:	Projectgebonden Risicoanalyse Ontplobbare Oorlogsresten Opwierde te Appingedam
Client:	Gemeente Eemdelta
Report no.:	2023.02.347/UP0-574
Date:	8 maart 2023
Version:	0.1
Author:	E. van den Berg

PROJECTGEBONDEN RISICO ANALYSE ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN OPWIERDE TE APPINGEDAM

Revision	Status	Date	Written	Reviewed	Released
0.1	Concept	8 maart 2023	E. van den Berg	E.S. Wildeman	J. Bakker

NjordIC B.V.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "J. Bakker", written over a light blue grid background.

Dhr. J. Bakker
UXO consultant

Copyright NjordIC B.V.

All rights reserved. Disclosure to third parties of this document or any part thereof, or the use of any information contained therein for purposes other than provided for by this document, is not permitted, except with prior and express written permission.

Illustratie voorblad: Luchtfoto onderzoeksgebied. Bron: Dotkadata, 106G_3666_3080, 29 november 1944

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	4
1.1	Onderzoeksgebied	4
1.2	Leeswijzer	5
2	Beschrijving onderzoeksgebieden	6
2.1	Vooronderzoek Ontploffbare Oorlogsresten, Appingedam, Georg van Saksenlaan 2A	6
2.2	Aanvullende informatie Canadese War Diaries	7
2.3	Bombardementsgegevens	9
2.4	Luchtfoto's	10
2.5	Mijnevelden	13
2.6	MORA's	13
2.7	Horizontale afbakening verdachte gebieden	13
2.7.1	Mogelijk achtergebleven OO	14
2.8	Verticale afbakening verdachte gebieden	14
2.8.1	Bodemopbouw	15
2.8.2	Verticale afbakening geschutmunitie	16
2.8.3	Verticale afbakening gedumpte/achtergelaten OO	16
2.9	Invloed van naoorlogse ontwikkelingen	16
2.9.1	Situatie tijdens de Tweede Wereldoorlog	16
2.9.2	De bouw van de wijk Opwierde	17
2.10	Herstructurering Opwierde 2005 – 2015	19
3	Beschrijving van de werkzaamheden	22
3.1	Door gemeente Eemsdelta uit te voeren werkzaamheden	22
3.1.1	Deelgebied 01 (DG01): Noorderpoortlocatie	22
3.1.2	Deelgebied 02 (DG02): Abel Eppenstraat	22
3.1.3	Deelgebied 04 (DG04) nummer A tot en met D: Fokke Ukenlaan en Hofjes	23
3.1.4	Deelgebied 06B (DG06B): Burgemeester Klauckelaan	23
3.1.5	Deelgebied 08 (DG08): Harkenrothstraat	23
3.1.6	Deelgebied 11 en 12 (DG11/12): Opwierderweg	23
3.1.7	Deelgebied 9, 13 en 16 A, B en C (DG9/13/16ABC): Hart van Opwierde	23
3.2	Door derden uit te voeren werkzaamheden	24
3.2.1	Sloopwerkzaamheden	24

3.2.2	Bouwwerkzaamheden	24
3.2.3	Aanleg nutsvoorzieningen	24
4	Identificatie van invloedsfactoren op mogelijk achtergebleven OO	25
4.1	Invloedsfactoren op explosieve stoffen	25
4.2	Invloedsfactoren op ontstekers.....	25
4.3	Invloedsfactoren van de voorgenomen werkzaamheden.....	27
4.3.1	Opruimwerkzaamheden	27
4.3.2	Ontgraven.....	27
4.3.3	Plaatsen van funderingen, palen en damwanden.....	27
5	Identificatie van uitwerkingsfactoren	29
5.1	Scherfwerking.....	29
5.1.1	Schervengevarenzone	29
5.2	Gasdruk.....	30
5.3	Schokgolf	31
5.4	Hitte en brand	31
6	Risicoanalyse	32
6.1	Kans op een risicogebeurtenis	32
6.1.1	Kans op interactie met een OO	32
6.1.2	Gevoeligheid van het OO.....	33
6.1.3	Energie van de activiteiten	33
6.1.4	Kans op detonatie.....	33
6.2	Impact detonatie	34
6.3	Risicomatrix	35
6.4	Resultaten risicoanalyse.....	36
7	Geadviseerde mitigerende maatregelen.....	38
7.1	Maatregelen in onverdachte gebieden.....	38
7.2	Maatregelen bij werkzaamheden in naorlogs geroerde grond	38
7.3	Maatregelen bij werkzaamheden in naorlogs ongeroerde grond	39
Bijlage A:	Toelichting detectiemethoden	40
Bijlage B:	Protocol spontaan aantreffen van explosieven	43

1 INLEIDING

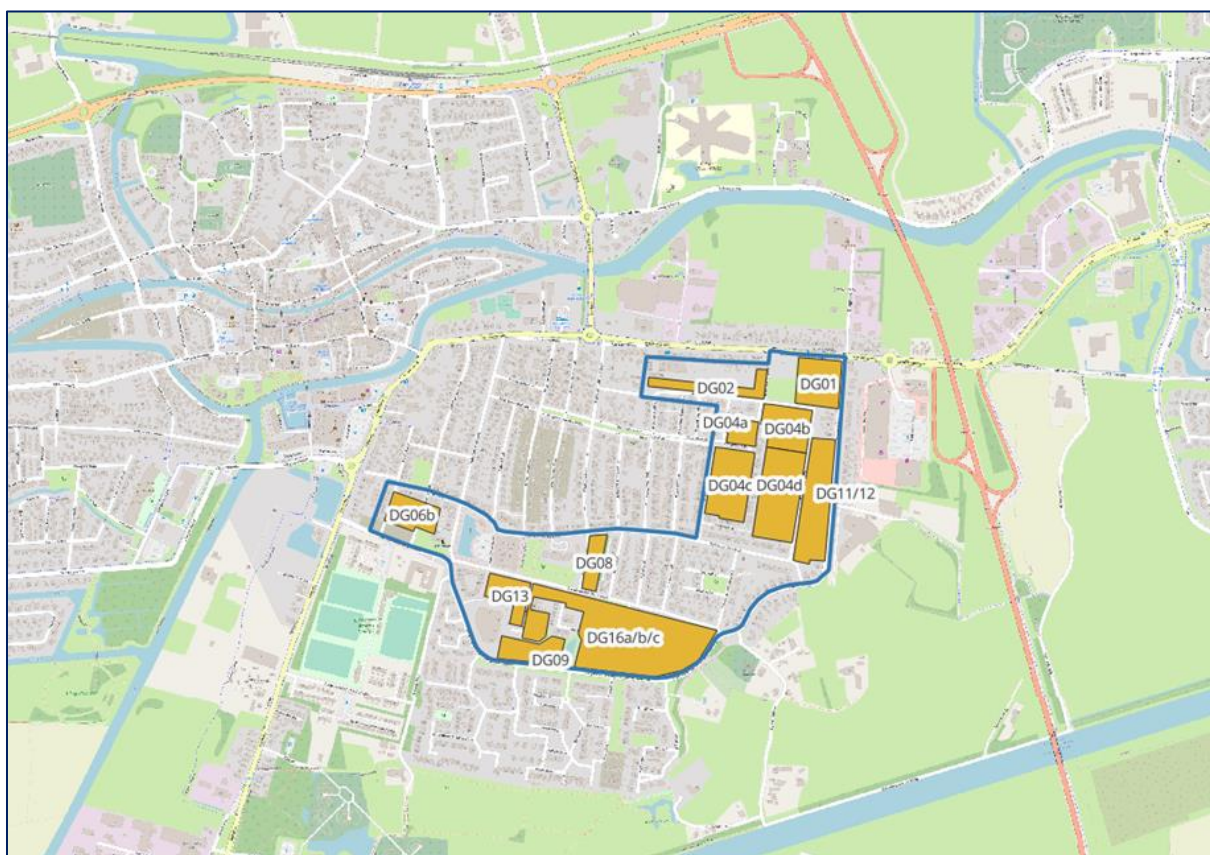
Samen met woongroep Marenland en Woonstichting Groninger Huis werkt de gemeente al enige jaren aan de herstructurering/revitalisering van de wijk Opwierde. In 2022 hebben de eerste verouderde woningen plaatsgemaakt voor nieuwe, toekomstbestendige woningen.

De woningen in de wijk Opwierde worden gesloopt en herbouwd wij zodat deze beter bestand zijn tegen aardbevingen. Deze gelegenheid wordt gelijk aangegrepen om de woningen ook duurzamer te maken. Zo worden de nieuwe woningen energiezuiniger, goed geïsoleerd en volledig elektrisch (geen gasaansluiting meer). Tegelijkertijd wordt ook de openbare ruimte opnieuw ingericht om ervoor te zorgen dat de wijk een prettige woonomgeving blijft.

Uit Vooronderzoek Ontploffbare Oorlogsresten is gebleken dat ter plaatse oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden. Hierdoor kunnen in (delen van) de wijk Opwierde Ontploffbare Oorlogsresten zijn achtergebleven. Gemeente Eemsdelta heeft NjordIC opdracht gegeven voor het uitvoeren van een Projectgebonden Risico Analyse (PRA) Ontploffbare Oorlogsresten (OO).

1.1 ONDERZOEKSGEBIED

Deze Projectgebonden Risico Analyse OO richt zich op de door gemeente Eemsdelta in de wijk Opwierde te Appingedam uit te voeren grondroerende werkzaamheden. De gebieden waar door Eemsdelta werkzaamheden worden uitgevoerd zijn in het oranje en voorzien van een nummer beginnend met DG weergegeven in Figuur 1. In hoofdstuk 3 worden de werkzaamheden beschreven.



Figuur 1: Ligging onderzoeksgebied Opwierde (groen en voorzien van een nummer beginnend met DG).

1.2 LEESWIJZER

In dit rapport worden allereerst in hoofdstuk 2 de onderzoeksgebieden beschreven. Er wordt ingegaan op de resultaten van het Vooronderzoek Ontplobbare Oorlogsresten, de horizontale en verticale afbakening en de naoorlogse grondroerende werkzaamheden die in het gebied zijn uitgevoerd. In hoofdstuk 3 worden de door gemeente Eemsdelta voorgenomen werkzaamheden beschreven. Voor de volledigheid wordt in dit hoofdstuk ook ingegaan op de werkzaamheden die door ontwikkelaars in het onderzoeksgebied worden uitgevoerd. Vervolgens vindt in hoofdstuk 4 de identificatie van de invloedfactoren op mogelijk achtergebleven OO plaats. Hoofdstuk 5 bevat de identificatie van de uitwerkingsfactoren (gevolgen) van een detonatie. Op basis van de identificatie van invloed- en uitwerkingsfactoren wordt in hoofdstuk 6 de risicoanalyse gepresenteerd. Tenslotte worden in hoofdstuk 7 de geadviseerde mitigerende maatregelen behandeld.

In de tekst wordt met onder andere voetnoten verwezen naar de gebruikte informatie.

2 BESCHRIJVING ONDERZOEKSGBIEDEN

In dit hoofdstuk wordt het onderzoeksgebied beschreven. Er wordt achtereenvolgens ingegaan op de horizontale en de verticale afbakening van het op OO verdachte gebied en de ter plaatse uitgevoerde naoorlogse werkzaamheden.

Het onderzoeksgebied ligt volledig binnen de voormalige gemeente Appingedam en maakt na de herindeling deel uit van de gemeente Eemsdelta. Er is door de voormalige gemeente Appingedam geen OO-risicokaart voor het beheersgebied opgesteld. Appingedam heeft een dergelijk onderzoek nooit laten uitvoeren.

In 2022 is door Lycens een historisch vooronderzoek (HVO) opgesteld in opdracht van de stichting Cosis voor een nieuw te bouwen kindcentrum aan de Georg van Saksenlaan 2A in Appingedam. Het plangebied van dit HVO valt volledig binnen het onderzoeksgebied van deze PRA (zie paragraaf 1.1). De informatie uit dit HVO is als input voor dit hoofdstuk. Deze informatie is verder aangevuld met informatie verkregen uit een nadere bestudering van de War Diaries van de Canadese troepen die ingezet zijn tijdens de bevrijding van Appingedam en Delfzijl (zie paragraaf 2.2).

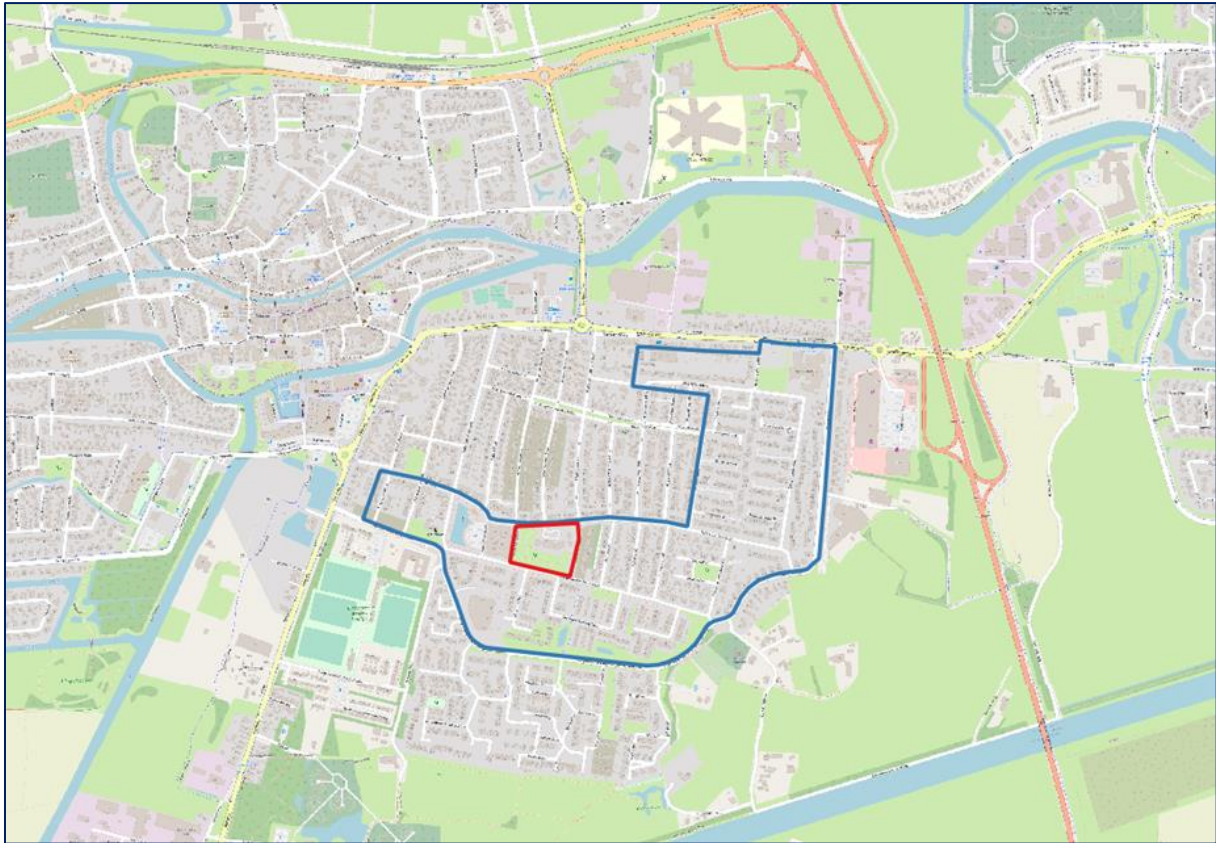
Daarnaast is gebruik gemaakt van de bombardementsgegevens die in het archief van NjordIC aanwezig zijn en zijn aanvullende luchtfoto's besteld en geanalyseerd.

2.1 VOORONDERZOEK ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN, APPINGEDAM, GEORG VAN SAKSENLAAN 2A

Lycens heeft een HVO ¹ opgesteld voor de toekomstige bouw van een kindcentrum. In dit HVO is veel informatie opgenomen over het gebied rondom het plangebied van Lycens. Daarom is deze informatie betrokken in voorliggend onderzoek. Het plangebied van dit HVO is weergegeven in Figuur 2.

De analyse van Lycens heeft inzichtelijk gemaakt dat binnen het plangebied oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden. Lycens concludeert dat het onderzochte gebied verdacht is op geschutmunitie 8cm t/m 28cm (Duits) en 25-pdr (geallieerd).

¹ Lycens, *Vooronderzoek Ontplobbare Oorlogsresten, Appingedam, Georg van Saksenlaan 2A*, projectnummer 2022-0746, rapportnummer 2022-013, versie 1.2, december 2022.



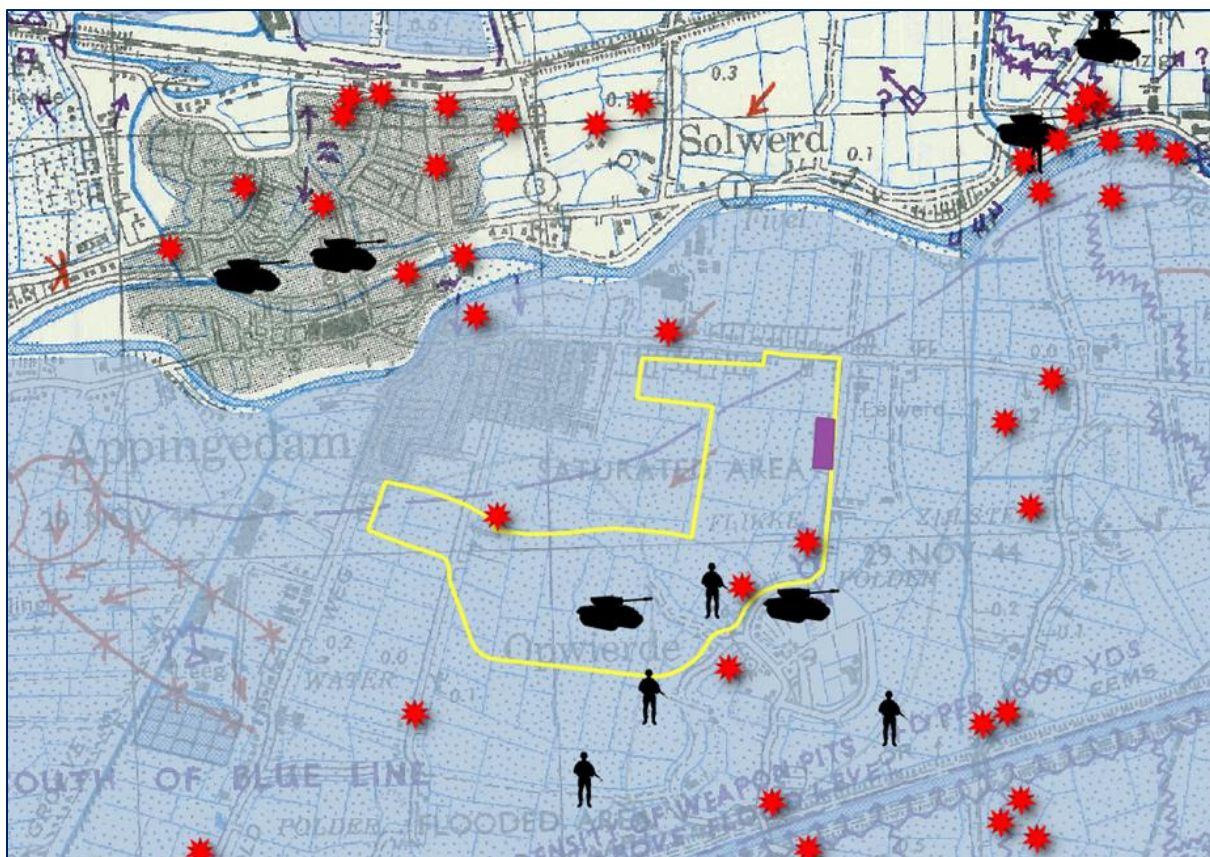
Figuur 2: Overzicht onderzoeksgebied Lycens (rood) ten opzichte van het onderzoeksgebied van deze PRA (blauw).

2.2 AANVULLENDE INFORMATIE CANADESE WAR DIARIES

Er zijn twee eenheden van het Canadese leger actief geweest nabij het onderzoeksgebied, te weten de Royal Winnipeg Rifles (RWR - infanterie) en de British Columbia Dragoons (BCD - gepantserd verkenningsregiment inclusief infanterie). Beide eenheden zijn actief geweest tijdens de bevrijding van Appingedam, waarbij met name de BCD actief was in en rondom het onderzoeksgebied. De oorlogshandelingen vonden met name plaats in de periode tussen 24 april 1945 en 2 mei 1945.

Op 24 april 1945 trok BCD ten noorden van het Damsterdiep en ten zuiden van de spoorlijn op richting Delfzijl. Het zwaartepunt van de route liep langs het Damsterdiep. Tijdens hun opmars kwamen de eenheden zwaar onder artillerievuur van de Duitsers te liggen. Deze gebruikten hiervoor zowel hun mobiele opstellingen als ook de kustbatterijen (Borkum, Emden, Nansum) die landinwaarts vuurden. Ook werden eenheden van de BCD gestuurd in de richting van het Eemskanaal via Opwierde. Deze wierde lag in een geïnundeerd gebied, maar lag nog boven het water, evenals de toegangsweg. Nabij het Eemskanaal hebben rondom de bruggen over het Eemskanaal gevechten plaatsgevonden, waarbij de Duitsers vrij snel zijn verdreven. Op 2 mei 1945, toen Delfzijl was gevallen, werd het A-squadron naar Opwierde gestuurd om het gebied te ontdoen van de laatste restanten Duitse bezetters.

De BCD hield nauwkeurig per dag bij welke handelingen en acties werden verricht. Ze hielden daarbij ook nauwkeurig bij waar ze onder artillerievuur kwamen te liggen en waar ze zelf op vuurden met Sherman tanks en geschutopstellingen.



Figuur 3: Overzicht van de door BCD gerapporteerde handelingen, acties en beschietingen. In rood de gerapporteerde beschietingen. In paars is een gerapporteerd munitiedepot van de Duitse bezetter aangegeven, in zwart de troepen en tankplatoons van de BCD en in geel is het onderzoeksgebied weergegeven

In Figuur 3 is een overzicht opgenomen van de diverse gevechtshandelingen, acties en beschietingen die worden beschreven in War Diaries van de BCD. Deze War Diaries beslaan de periode van 21 april 1945 t/m 2 mei 1945.

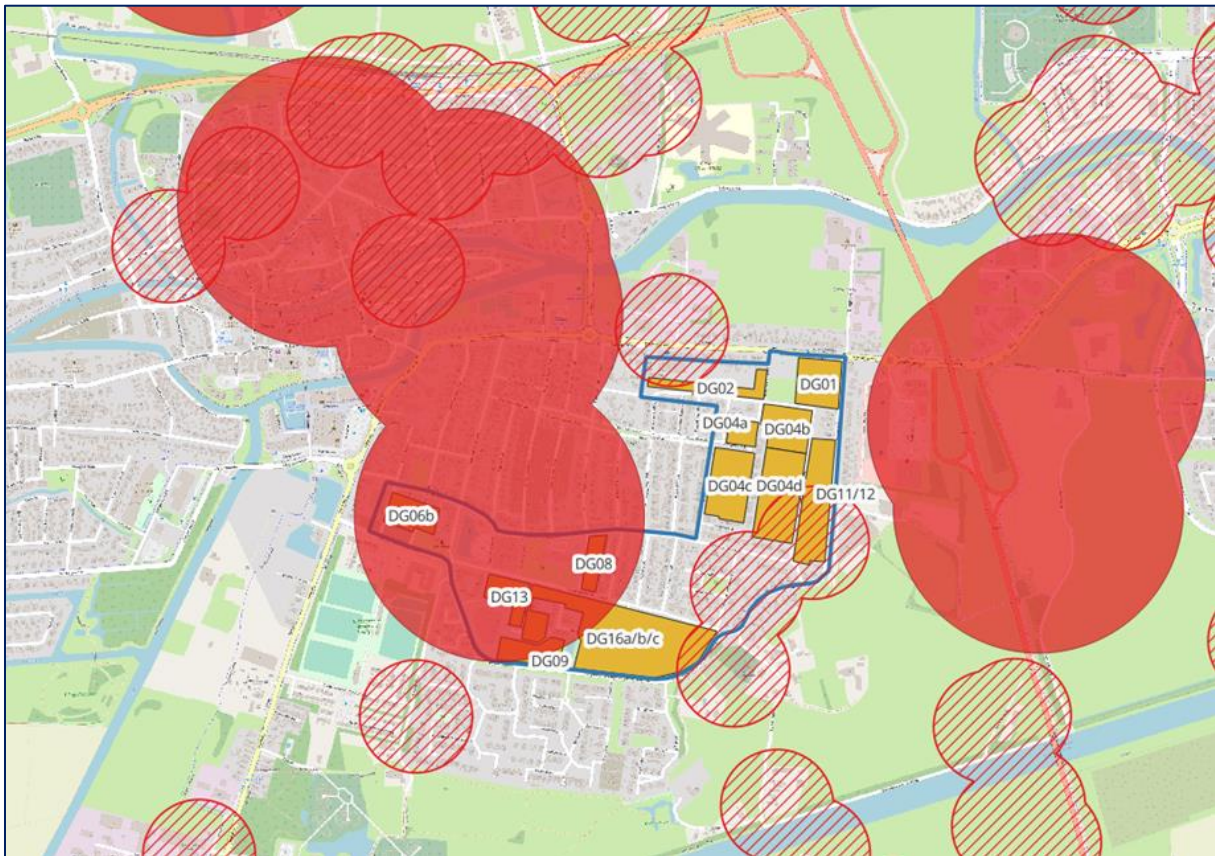
In Figuur 4 is de afbakening doorgevoerd gebaseerd op de beschreven oorlogshandelingen. Hierbij is met een rode arcering het verdachte gebied weergegeven, waarbinnen een verhoogd risico geldt op ten gevolge van lokale beschietingen achtergebleven geschutmunitie.² Het verdachte gebied is afgebakend door rondom de coördinaten van de beschreven “lokale” beschieting – zoals vermeld in de War Diaries van de BCD – een cirkel met een straal van 132m te trekken. Deze afstand is bepaald aan de hand van geallieerde beproevingen die na de oorlog zijn uitgevoerd om de nauwkeurigheid van artilleriebeschietingen te bepalen. In dit geval is uitgegaan van een maximale schootsafstand van 3,3 km (batterij Nansum). Op basis van het uitgevoerde onderzoek is uitgegaan van een onnauwkeurigheid van 2% (Pe) van de schootsafstand. In het onderzoek is vastgesteld dat alle granaten vallen binnen 4xPe, hetgeen neerkomt op 132m rondom de vermelde coördinaten.

In rood is het verdachte gebied aangegeven waar geschutmunitie met een kaliber tot en met 15 cm kan zijn achtergebleven. De afbakening van deze gebieden is gebaseerd op beschietingen met geschutmunitie vanaf Emden.

² Lokale beschietingen zijn beschietingen met tanks en mobiele stellingen. Tevens zijn de beschietingen vanuit kustbatterij Nansum hierbij meegenomen.

De War Diaries maken ook melding van een munitiedepot. Aangezien er geen beschietingen zijn gedocumenteerd op dit depot en er geen data beschikbaar is van het exploderen van dit depot, is ter plaatse geen verdacht gebied afgebakend.

Op basis van de informatie uit de War Diaries van met name de BCD is vastgesteld dat het onderzoeksgebied verdacht is op achtergebleven geschutmunitie. In paragraaf 2.7.1 wordt een totaal overzicht gegeven van de mogelijk achtergebleven Ontploffbare Oorlogsresten.



Figuur 4: Overzicht van op geschutmunitie verdachte gebieden binnen en rondom het onderzoeksgebied.

2.3 BOMBARDEMENTSgegevens

NjordIC beschikt in haar interne database over informatie over de luchtoorlog o.a. boven de voormalige gemeente Appingedam. De volgende mogelijk relevante informatie is geanalyseerd:

- The National Archives (TNA) te Londen (Verenigd Koninkrijk):
 - o TNA UK, AIR14/2672;
 - o TNA UK, AIR14/2673;
 - o TNA UK, AIR14/2674;
 - o TNA UK, AIR14/2675;
 - o TNA UK, AIR14/3363;
- Bundesarchiv-Militärarchiv (BaMa) Freiburg:
 - o BaMa, RL 2/II-205-II-250;
- Bundesarchiv (BArch) Berlijn-Lichterfelde:
 - o BArch, R58, inv.nr. 3580;
 - o BArch, toeg.nr. 58, inv.nr. 3578;

- Gemeentehuis Appingedam (GHA):
 - o GHA, toeg. nr. NL-ApgGA-000033-000041, inv. nr. 1268;
- Nationaal Archief:
 - o NA, toeg.nr. 2.04.53.15, inv.nr. 45;
 - o NA, toeg.nr. 2.04.53.15, inv. nr. 69;
- Regionaal Historisch Centrum Groninger Archieven (RHCGA) Groningen:
 - o RHCGA, toeg. nr. 800, inv. nr. 5624.
- Literatuur:
 - o Baarschers & Sentener, Appingedam ,’40-’45, 33-35

Op basis van de geraadpleegde informatie zijn een viertal mogelijk relevante gebeurtenissen geïdentificeerd (zie Tabel 1). Een aantal bombardementen heeft plaatsgevonden binnen de voormalige gemeente Appingedam. Van een drietal bombardementen is vastgesteld dat deze ver buiten het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden. Van het neerkomen van brandbommen in juni 1942 is niet vast te stellen welke locaties zijn getroffen. Er is daarom geen verdacht gebied afgebakend op blindgangers van afwerpmunitie.

Datum	Omschrijving	Locatie
31 oktober 1941	Door de luchtbeschermingsdienst worden 7 kraters aangetroffen in het land van boer Holwerda te Marsum, gemeente Appingedam.	Ten westen van Appingedam. Ver buiten het onderzoeksgebied
19, 20 en 22 juni 1942	Duizenden brandbommen en enkele brisantbommen komen neer in de gemeenten Delfzijl en Appingedam. Her en der op de weilanden in Appingedam liggen complete containers vol met brandbommen	Exacte locatie onbekend.
1942	Bom slaat grote krater in het land achter de boerderij van dhr. J. Boshuis in Garreweer	Ten westen van Appingedam. Ver buiten het onderzoeksgebied
22 februari 1945	Enige bommen worden afgeworpen door een enkele bommenwerper vlak bij de spoorbaan, niet ver van de Jukwerderweg. De woning van familie Swint aan het spoordok wordt grotendeels verwoest.	Ten noorden van Appingedam. Ver buiten het onderzoeksgebied

Tabel 1: Bombardementen in de omgeving van het onderzoeksgebied.

2.4 LUCHTFOTO'S

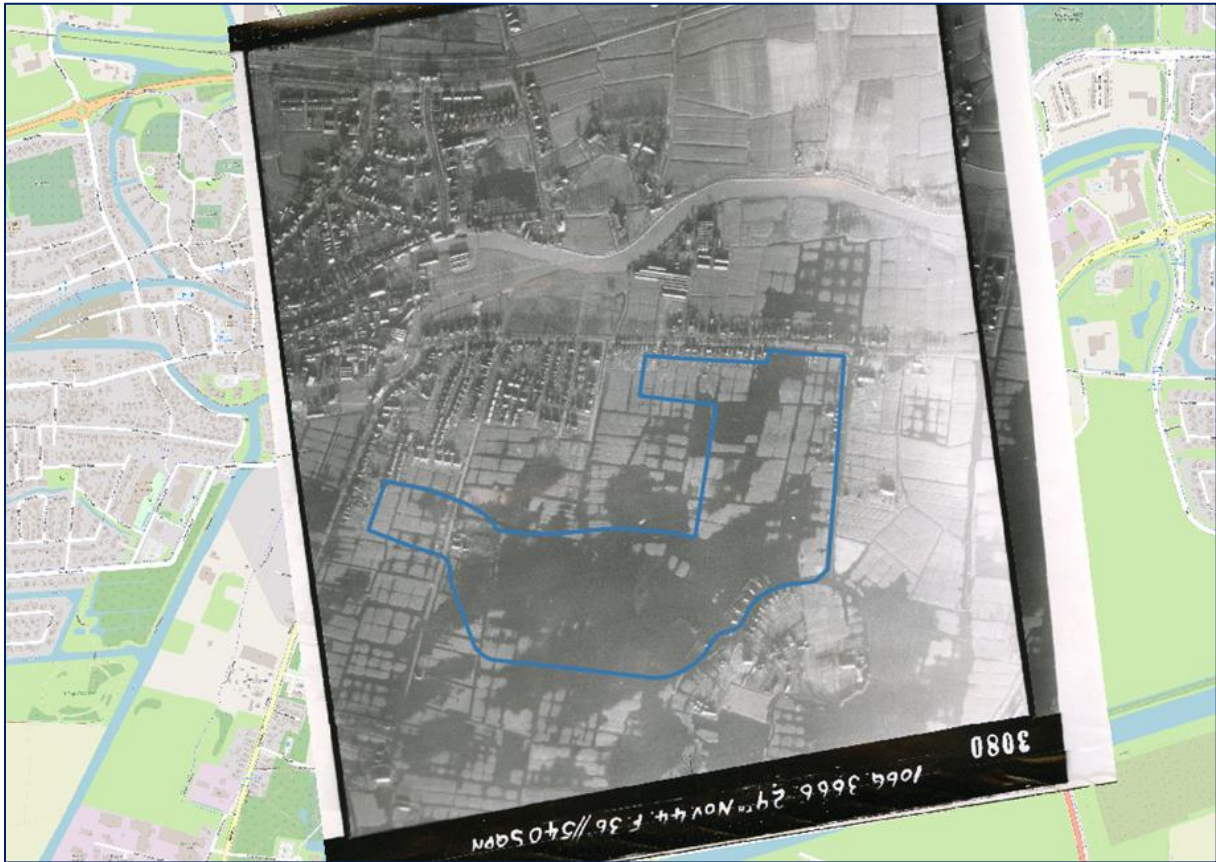
NjordIC heeft een zestal luchtfoto's besteld van Dotka Data en deze vervolgens gegeorefereerd om te kunnen analyseren. Het betreft de volgende luchtfoto's.

Fotocollectie	Fotonummer	Datum
Dotka Data	16_337_4008	06-11-1944
Dotka Data	16_337_4009	06-11-1944
Dotka Data	16_337_4010	06-11-1944
Dotka Data	16_337_4123	29-11-1944
Dotka Data	106G_3666_3080	29-11-1944
Dotka Data	106G_3666_3081	29-11-1944

Tabel 2: Geraadpleegde luchtfoto's.

Uit de informatie opgenomen in het HVO van Lycens is al vastgesteld dat op eerdere luchtfoto's (16-07-1943 en 08-10-1943) geen oorlogshandelingen of schade zichtbaar is binnen het

onderzoeksgebied. Op de aanvullend geraadpleegde foto's uit 1944 is te zien dat het onderzoeksgebied grotendeels geïnundeerd is (zie Figuur 5).

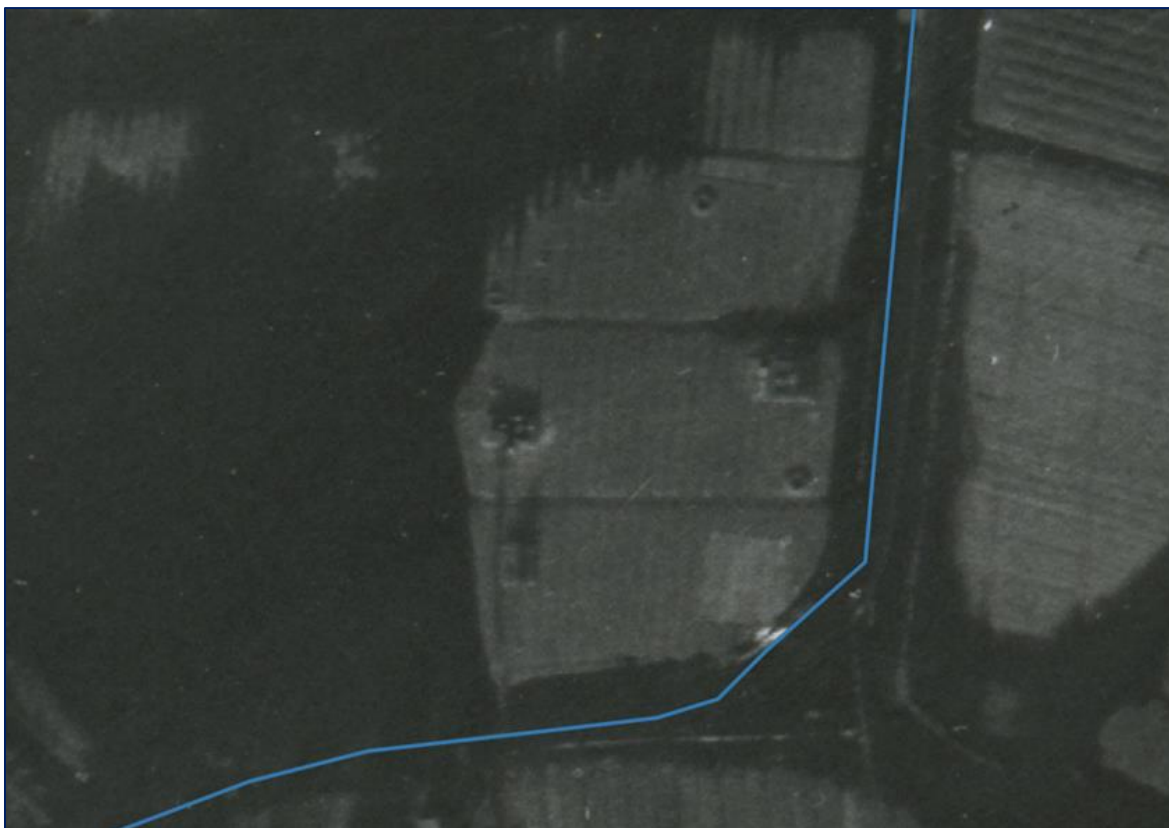


Figuur 5: Luchtfoto 3080 van 29 november 1944. Duidelijk is te zien dat het onderzoeksgebied (blauw) grotendeels onder water staat.

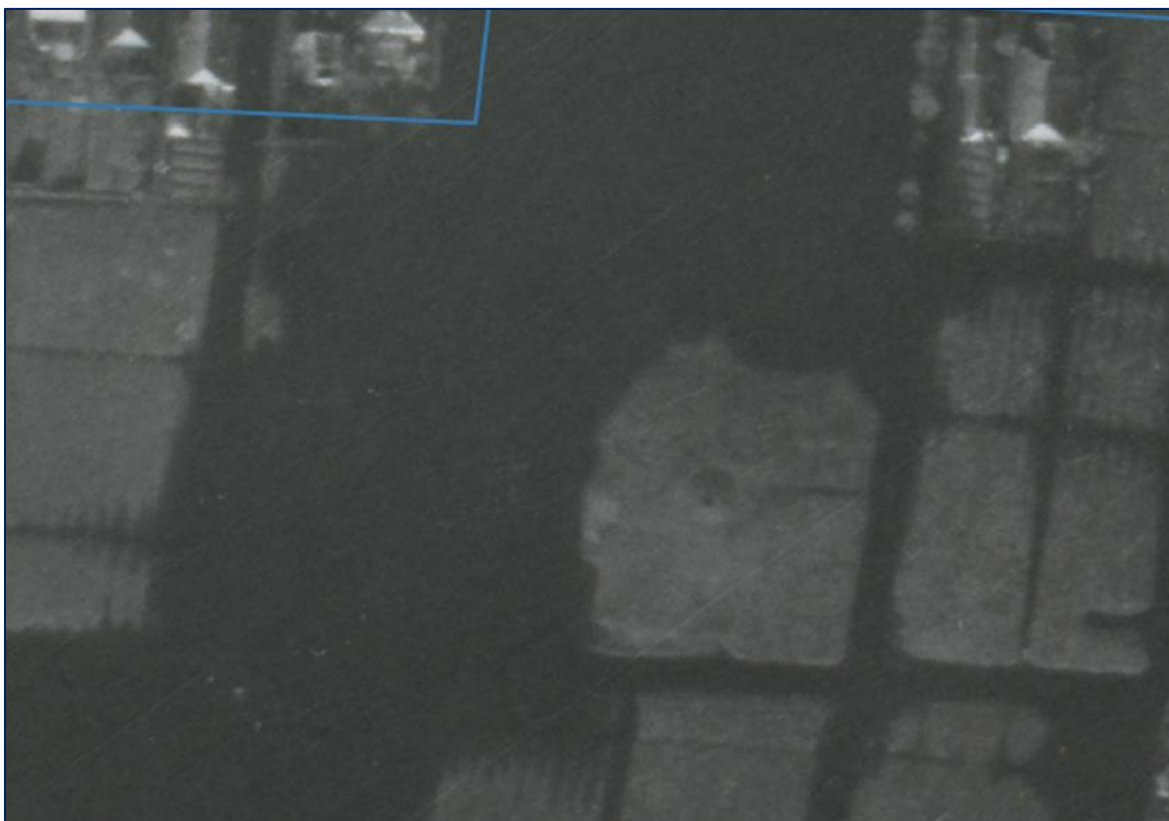
Op de luchtfoto's zijn binnen het onderzoeksgebied geschutopstellingen te zien. Deze zijn door de Duitsers opgebouwd om Delfzijl te verdedigen (zie Figuur 6).

Ook aan de noordkant van het onderzoeksgebied is een eerste aanzet van een geschutstelling zichtbaar (zie Figuur 7).

Verder zijn geen oorlogshandelingen of schade zichtbaar binnen het onderzoeksgebied.



Figuur 6: Luchtfoto 16_1435_4123 (29-11-1944) met daarop geschutstellingen nabij Opwierde. In blauw een deel van het onderzoeksgebied.



Figuur 7: Luchtfoto 16_1435_4123 (29-11-1944) met daarop geschutstelling aan de noordzijde van het onderzoeksgebied. In blauw is nog juist een grens van het onderzoeksgebied zichtbaar.

2.5 MIJNENVELDEN

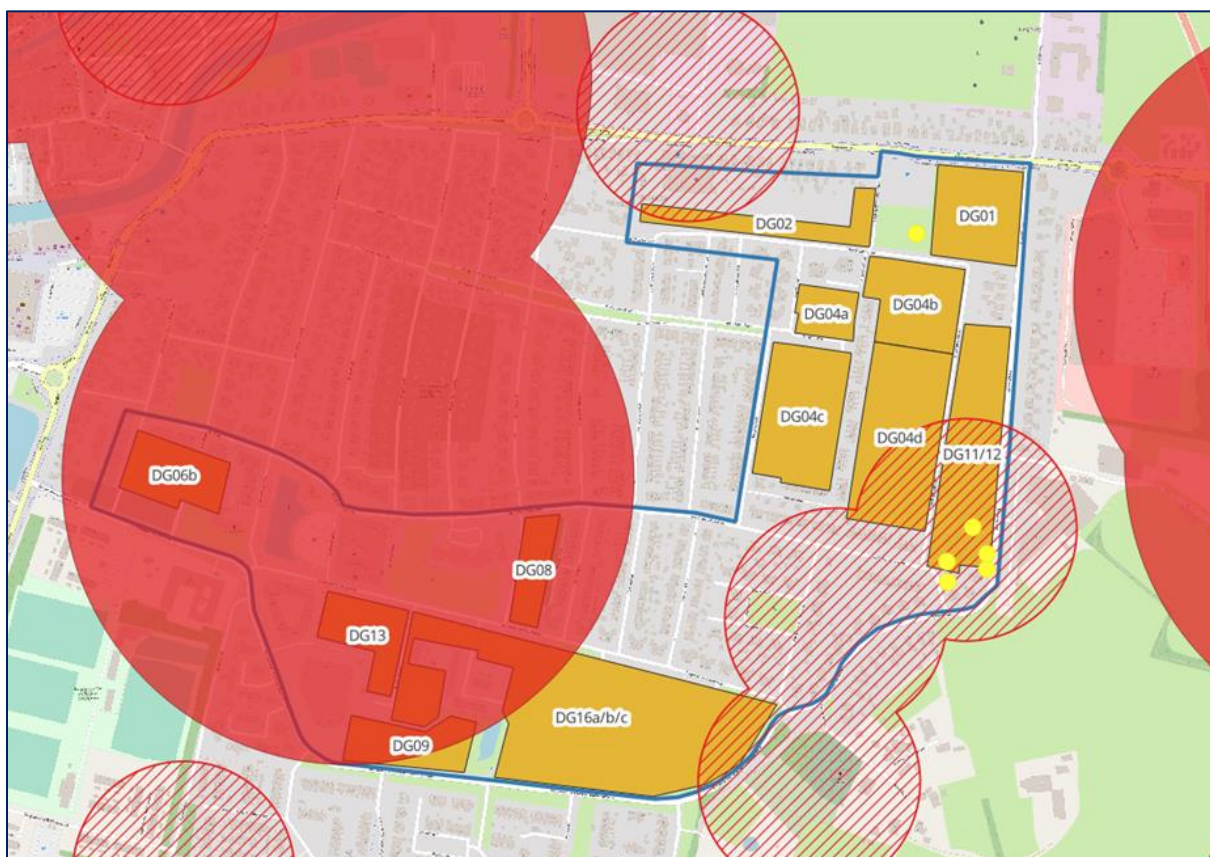
In het HVO van Lycens is voor het onderzoeksgebied geen informatie aangetroffen over de ligging van mijnenvelden. Gezien het feit dat het overgrote deel van het onderzoeksgebied geïnundeerd was en daardoor slecht begaanbaar, is het militair strategisch ook niet logisch om mijnenvelden te verwachten binnen het onderzoeksgebied.

2.6 MORA'S

Er zijn voor het onderzoeksgebied 4 MORA's geraadpleegd door Lycens. In 3 van de gevallen betrof het ruiming van handgranaten. Een vierde melding had betrekking op diverse munitieartikelen van een verzamelaar. Het feit dat er handgranaten zijn aangetroffen is merkwaardig, omdat geen man tegen man gevechten hebben plaatsgevonden in het gebied. Waarschijnlijk betrof het dumpingen of achterlatingen van munitie in de nadagen van de oorlog. Dit vormt naar de mening van NjordIC geen basis om een op handgranaten verdacht gebied af te bakenen.

2.7 HORIZONTALE AFBAKENING VERDACHTE GEBIEDEN

Op basis van de verzamelde informatie is een OO-bodembelastingkaart opgesteld. Deze is weergegeven in Figuur 8. Met rode arcering is het verdachte gebied weergegeven waarbinnen geschutmunitie met een kaliber tot en met 10,5 cm kan zijn achtergebleven. Het rode gebied is verdacht op geschutmunitie met een kaliber tot en met 15 cm. De gele gebieden zijn verdacht op gedumpte of achtergelaten OO van geschutstellingen.



Figuur 8: OO-bodembelastingkaart onderzoeksgebied Opwierde.

Uit de OO-belastingkaart blijkt dat diverse deelgebieden niet verdacht zijn op de aanwezigheid van OO. Het betreft de volgende deelgebieden:

- DG01;
- DG04a;
- DG04b;
- DG04c.

2.7.1 Mogelijk achtergebleven OO

Op basis van de geraadpleegde bronnen zijn de onderzoeksgebieden per indicatie VERDACHT op de volgende OO.

Hoofdsoort	Subsoort	Kaliber (nationaliteit)	Ontsteker	Hoeveelheden	Verschijningsvorm
Geschutmunitie	Brisant	7,5 cm tot en met 15 cm (Duits) ³ 75mm, 25-pdr en 3,7-inch ⁴	Schokbuis; Mechanische tijdbuis; Mechanische tijdschokbuis	Enkelen	Verschoten

Tabel 3: Mogelijk achtergebleven OO n.a.v. artilleriebeschietingen.

Hoofdsoort	Subsoort	Kaliber (nationaliteit)	Ontsteker	Hoeveelheden	Verschijningsvorm
KKM	Diversen	Diversen tot 2cm (Duits)	n.v.t.	Honderdtallen	Gedumpte, achtergelaten
Handgranaten	Scherf Aanvals Rook	n.v.t. (Duits)		Tientallen	Gedumpte, achtergelaten
Geweergranaten	Brisant Antitankbrisant	Diversen (Duits)	Schok/tijd	Enkele	Verschoten, achtergelaten
Munitie voor granaatwerpers	Antitankbrisant	Panzerfaust gevechtsskop t/m 14,9 cm (Duits)	Schok (BB)	Enkele	Gedumpte, achtergelaten
Toebehoren van munitie	Verpakkingen, beschermkappen e.d.	n.v.t. (Duits)	n.v.t.	Tientallen	Gedumpte, achtergelaten

Tabel 4: Mogelijk achtergebleven OO n.a.v. militaire aanwezigheid.

2.8 VERTICALE AFBAKENING VERDACHTE GEBIEDEN

Als naar achtergebleven OO gezocht moet worden is het belangrijk om te weten op welke diepte deze OO zich in de bodem bevinden. Het vaststellen van de diepte waarop OO zich kunnen bevinden wordt de verticale afbakening genoemd. In deze paragraaf wordt ingegaan op de verticale afbakening van de verschillende op OO verdachte gebieden.

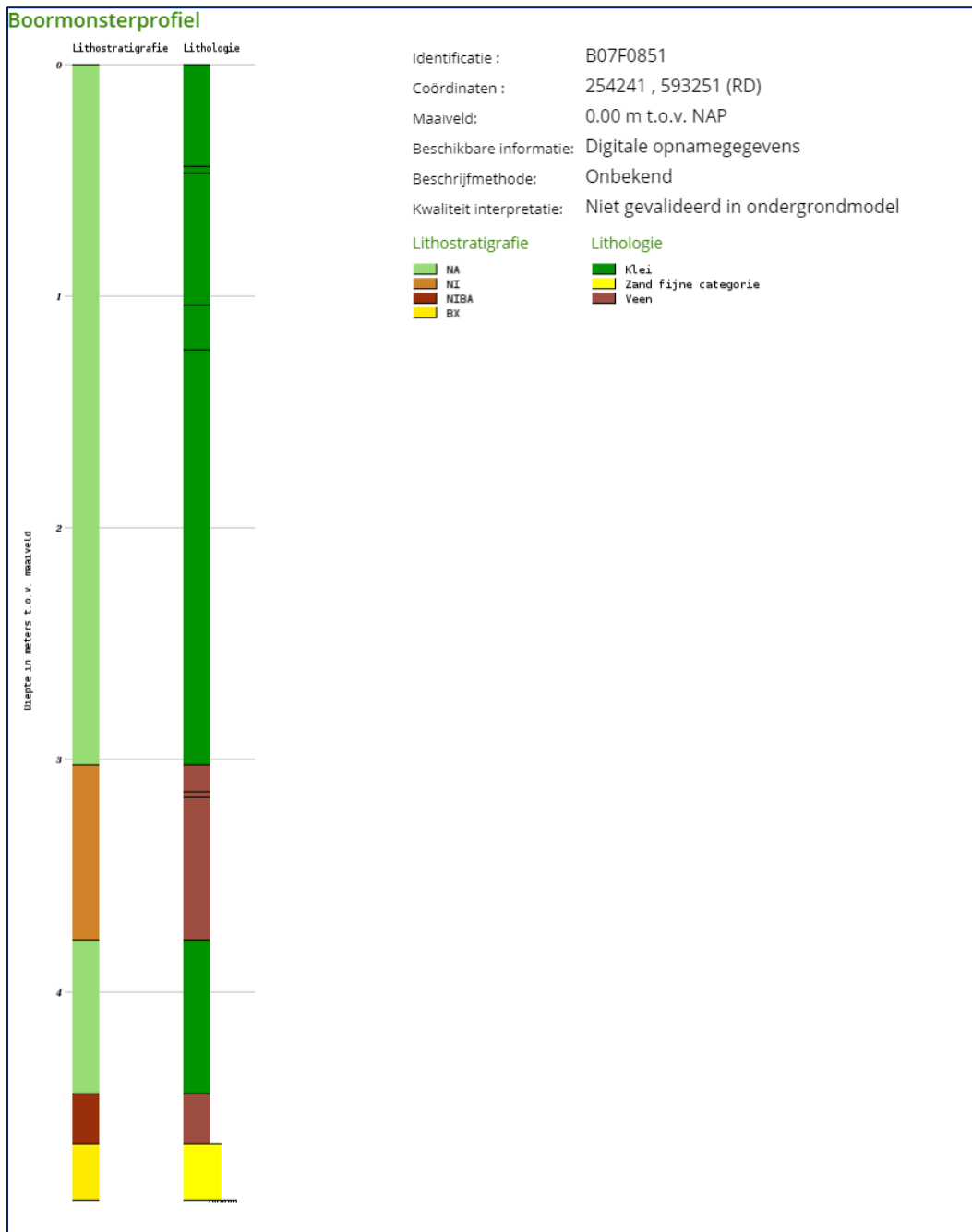
³ NjordIC wijkt hiermee af van het HVO van Lycens. Er zijn geen feitelijke aanwijzingen om te concluderen dat het gebied is beschoten met Duitse 28 cm granaten vanaf het Duitse eiland Borkum.

⁴ Ook hier wijkt NjordIC af van het HVO van Lycens. NjordIC heeft aanwijzingen gevonden dat er beschietingen zijn uitgevoerd door zowel Canadese artillerie-eenheden als door tankeenheden van BCD. Dit resulteert erin dat naast granaten van 25-pdr ook andere ontplofbare oorlogsresten kunnen zijn achtergebleven.

Hierbij wordt rekening gehouden met eventuele naoorlogse veranderingen van de maaiveldhoogte. Op deze wijze wordt zowel de minimale als maximale zoekdiepte bepaald.

2.8.1 Bodemopbouw

Om de bodemopbouw binnen het gebied vast te stellen is het Dinoloket geraadpleegd. In het Dinoloket zijn diverse boormonsterprofielen van het onderzoeksgebied beschikbaar. Uit deze boormonsterprofielen blijkt dat de bodem tot ongeveer 3 m-maaiveld bestaat uit klei. Lokaal is onder deze kleilaag een veenlaag aanwezig. In Figuur 9 is een representatief boormonsterprofiel weergegeven.



Figuur 9: Boormonsterprofiel boring B07F0851 (bron: Dinoloket).

2.8.2 Verticale afbakening geschutmunitie

In het onderzoeksgebied wordt uitsluitend geschutmunitie verwacht met een kaliber van 7,5 cm tot en met 15 cm. De penetratiediepte van deze granaten wordt op basis van de bodemopbouw ingeschat op 1,5 tot maximaal 2,5 m-maaiveld.

2.8.3 Verticale afbakening gedumpte/achtergelaten OO

De verticale afbakening voor gedumpte/achtergelaten OO wordt ingeschat op 1,5 m-maaiveld. Dit is ongeveer de maximale diepte van de stellingen die in het gebied aanwezig waren.

2.9 INVLOED VAN NAOORLOGSE ONTWIKKELINGEN

De na de oorlog in het onderzoeksgebied uitgevoerde grondroeringen kunnen van invloed zijn geweest op de horizontale en/of verticale afbakening van de op OO verdachte gebieden. Zo kan bijvoorbeeld plaatselijk de verdachte bodemlaag geheel zijn afgegraven. In dit geval is het betreffende gebied niet meer verdacht op OO. Ook is het mogelijk dat in het kader van bijvoorbeeld het bouwrijp maken een gebied is opgehoogd. Dit heeft invloed op de verticale afbakening van het verdachte gebied.

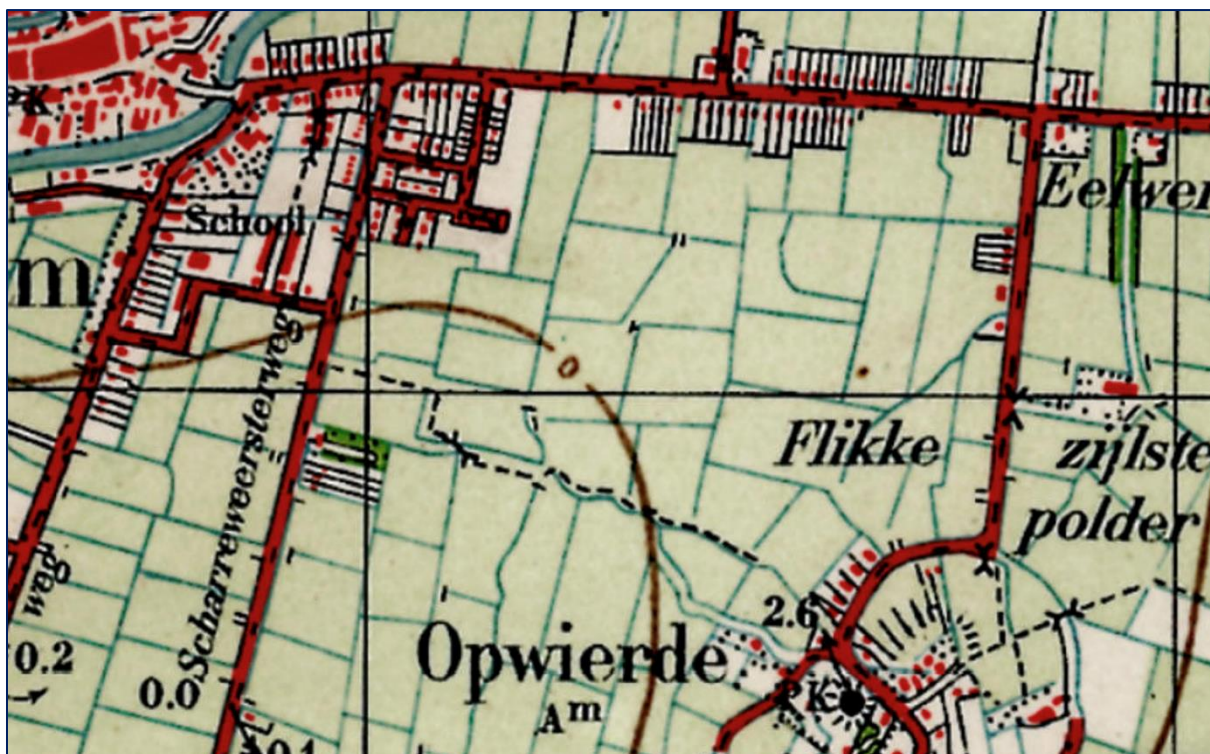
Om inzicht te krijgen in de naoorlogse grondroeringen, is met behulp van Topotijdreis een inventarisatie gemaakt van relevante wijzigingen in de omgeving van het onderzoeksgebied.

2.9.1 Situatie tijdens de Tweede Wereldoorlog

Opwierde is oorspronkelijk een dorpje in de voormalige gemeente Appingedam (sinds 2021 Eemsdelta). Het dorp ligt ten zuidoosten van de huidige wijk Opwierde. Het dorp bevond zich op een wierde, een kunstmatige heuvel opgeworpen om bij hoogwater een droge plek te hebben. De hoogte van de wierde bedroeg maximaal ongeveer NAP 2,6m. ⁵ De maaiveldhoogte ter plaatse van het onderzoeksgebied bevond zich rond NAP 0,0m. De situatie tijdens de Tweede Wereldoorlog is weergegeven in Figuur 10.

Het grootste deel van het onderzoeksgebied was in gebruik als grasland ten behoeve van de veehouderij. De Woldweg, Farmsumerweg, Opwierderweg en Scharreweesterweg waren tijdens de oorlog al aanwezig. De aanwezige bebouwing concentreerde zich langs deze wegen, met een zwaartepunt in de noordwestelijke hoek van het onderzoeksgebied. Hier bevond zich ook een school.

⁵ Bron: Topografische kaart 1945, <https://www.topotijdreis.nl>.



Figuur 10: Het onderzoeksgebied op de topografische kaart van 1945 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).

2.9.2 De bouw van de wijk Opwierde

In de periode van wederopbouw na de tweede wereldoorlog verwachtte de rijksoverheid dat noordoost-Groningen een belangrijk industriegebied zou worden waarbij Delfzijl en Appingedam samen 100.000 inwoners zouden krijgen.⁶

Eind jaren '50 van de vorige eeuw werd gestart met de ontwikkeling van de wijk Opwierde. De ontwikkeling van de wijk startte aan de westzijde van de wijk. Hierbij werd het gebied ten westen van de Rengerstraat ontwikkeld. Er werden grote hoeveelheden portiekflats, galerijflats en vliesgevelwoningen gerealiseerd (zie Figuur 11).

Eind jaren '60 van de vorige eeuw werd het gebied tussen de Rengerstraat en de Graaf Edzardstraat ontwikkeld. In dit gebied werden vooral rijtjeswoningen gebouwd (zie Figuur 12).

Tussen 1970 en 1982 is het gebied tussen de Burgemeester Klauckelaan en de Burgemeester Hooft van Iddekingensingel ontwikkeld. In dit gebied zijn rijtjeswoningen en eengezinswoningen gebouwd. Aan de westzijde van het gebied bevinden zich voorzieningen als scholen, een peuterspeelzaal en een fysiotherapiepraktijk (zie Figuur 13).

⁶ Bron: <https://www.stadappingedam.nl/over-appingedam/historisch-appingedam/>.



Figuur 11: Het onderzoeksgebied op de topografische kaart van 1962 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).



Figuur 12: Het onderzoeksgebied op de topografische kaart van 1970 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).



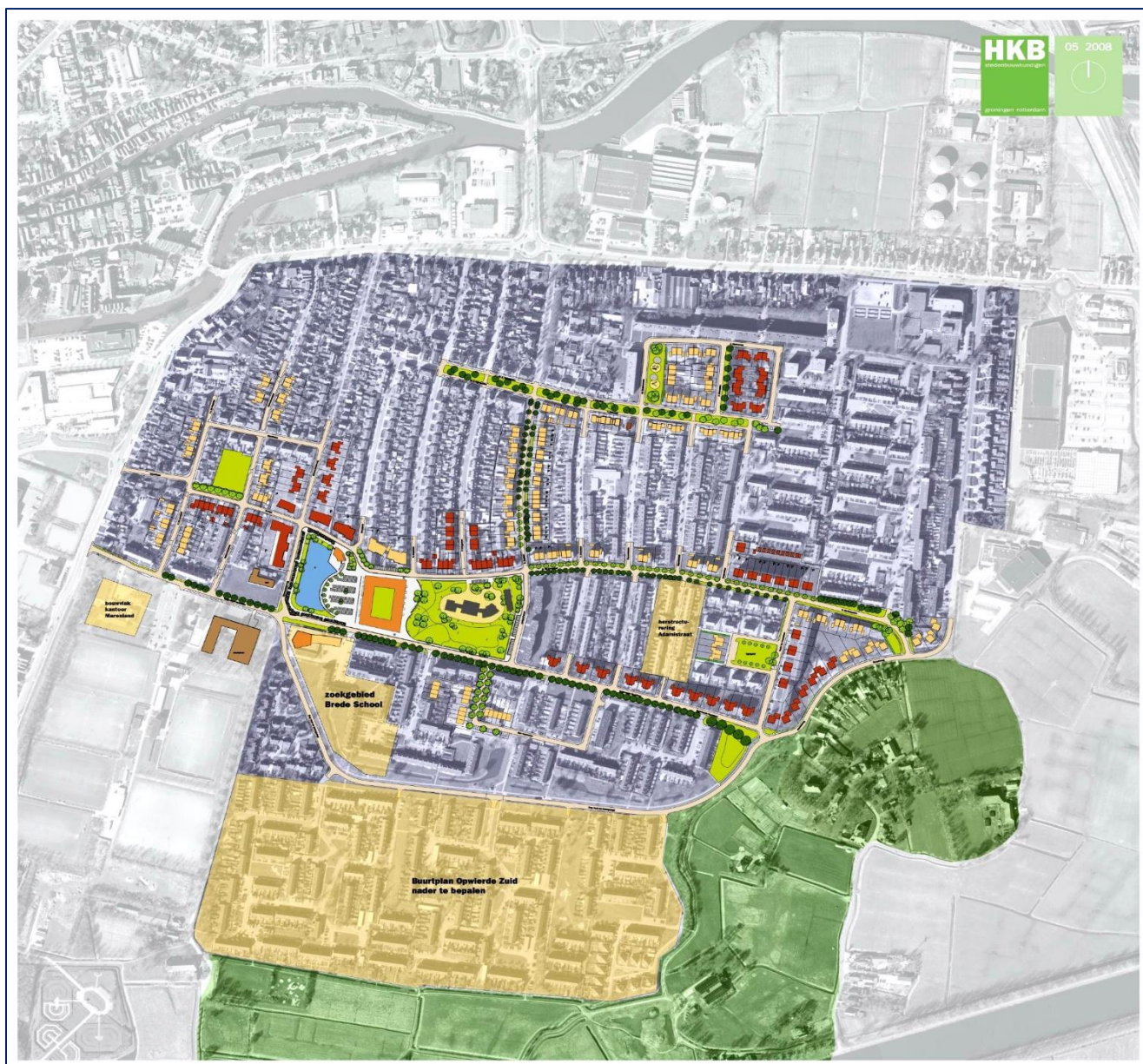
Figuur 13: Het onderzoeksgebied op de topografische kaart van 1970 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).

Aangenomen is dat de openbare ruimte en tuinen van de aanwezige woningen bij de bouw van de woningen en het gebruik in de jaren daarna tot ten minste 0,5 m-maaiveld zijn geroerd. Ter plaatse van aanwezige ondergrondse infra bevinden zich voormalige kabel- en leidingsleuven. Deze zijn afhankelijk van het soort kabel/leiding geroerd tot maximaal 2,5m-maaiveld.

2.10 HERSTRUCTURERING OPWIERDE 2005 – 2015

Tussen 2005 en 2015 heeft in de wijk Opwierde een grootschalige wijkvernieuwing plaatsgevonden. In het kader hiervan zijn duplexwoningen en flats gesloopt welke hebben plaats gemaakt voor twee-onder-één-kapwoningen, vrijstaande woningen en appartementen. In delen van de wijk zijn verouderde complexen gesloopt en vervangen door nieuwbouw. Ook de woonomgeving (infrastructuur, groen) is aangepast en verbeterd. De diverse deelprojecten die in het kader van de herstructurering zijn uitgevoerd zijn weergegeven in Figuur 14.

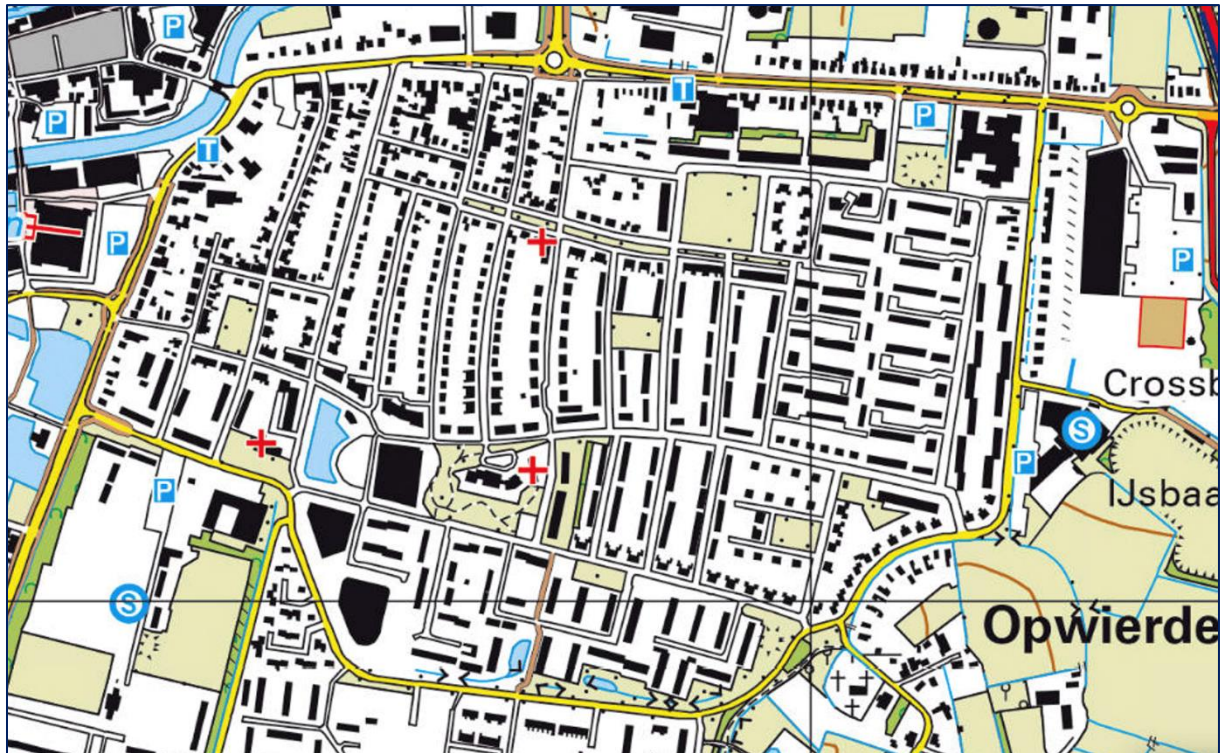
In 2011 werd het gebied tussen de Scharreweesterweg, de Burgemeester Klauckelaan en de Georg van Saksenlaan herontwikkeld. Hier werd een grote vijver gerealiseerd en het Harddraversplein werd gebouwd (zie Figuur 14 en Figuur 15).



Figuur 14: Herstructurering deelprojecten periode 2005 – 2015. ⁷

De uitgevoerde deelprojecten zijn te zien op de topografische kaart van 2022 (zie Figuur 15).

⁷ Bron: Gemeente Eemsdelta, *Werkboek ontwerp en inrichting openbare ruimte, versterkingsopgave Opwierde I*, 14 februari 2023.



Figuur 15: Het onderzoeksgebied op de topografische kaart van 2022 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).

3 BESCHRIJVING VAN DE WERKZAAMHEDEN

In dit hoofdstuk worden de in de wijk Opwierde uit te voeren werkzaamheden beknopt beschreven.

3.1 DOOR GEMEENTE EEMSDDELTA UIT TE VOEREN WERKZAAMHEDEN

In deze paragraaf worden de door gemeente Eemsdelta in de openbare ruimte uit te voeren werkzaamheden beschreven.

3.1.1 Deelgebied 01 (DG01): Noorderpoortlocatie

Binnen dit deelgebied wordt een nieuwe riolering aangelegd. De riolering wordt gelegd in de nieuwe rijlopers van de weg. De nieuwe rijlopers bevinden zich voor het belangrijkste deel ter plaatse van het door derden te slopen Noorderpoortcollege. Een deel van de rijlopers bevindt zich buiten de contouren van het Noorderpoortcollege.

De riolering wordt aangebracht op een diepte van 2,5 m-maaiveld (binnen onderkant buis). Voor het aanbrengen van de riolering wordt met een hydraulische kraan een sleuf gegraven. Onder de geplande sleufdiepte kan zich nog een veenlaag bevinden. Waar nodig wordt deze veenlaag ontgraven. Vervolgens wordt de sleuf tot 2,5 m-maaiveld aangevuld met Granulight. Hierna wordt de riolering gelegd. In de rioolstrengen worden enkele inspectieputten aangebracht. Deze putten worden waar nodig gefundeerd op palen met een paalpuntniveau van 5 m-maaiveld. Deze palen worden door middel van heien/hogfrequent trillen aangebracht.

Na het aanbrengen van de rioolbuizen worden de rioolsleuven laagsgewijs opgevuld met ophoogzand en verdicht.

Vervolgens wordt een funderings- en wegconstructie aangebracht. Deze constructie bestaat achtereenvolgens uit:

- 50 cm zand voor zandbed;
- 25 cm gebroken puin;
- 5 cm straatlaag van brekerzand;
- 8cm betonklinkers.

In de openbare ruimte worden ook voetpaden gerealiseerd. Deze voetpaden bestaan uit een fundering van 30 cm zand en betontegels van 4,5 cm dik.

Tenslotte worden diverse plantvakken voor nieuw te planten bomen gegraven. Deze plantvakken hebben een afmeting van ongeveer 3x3m bij 1 meter diepte.

3.1.2 Deelgebied 02 (DG02): Abel Eppenstraat

Binnen dit deelgebied wordt een nieuwe riolering gelegd naast een bestaand riool. De riolering wordt aangebracht op een diepte van 2,5 m-maaiveld (binnen onderkant buis). Voor het aanbrengen van de riolering wordt met een hydraulische kraan een sleuf gegraven. Vervolgens wordt het riool gelegd. Na het aanbrengen van de rioolbuizen wordt de rioolsleuf laagsgewijs opgevuld met ophoogzand en verdicht.

Vervolgens wordt een funderings- en wegconstructie aangebracht. De constructie hiervan is gelijk aan die beschreven onder paragraaf 3.1.1. Ook in dit gebied worden voetpaden gerealiseerd en plantvakken gegraven (zie ook paragraaf 3.1.1).

3.1.3 Deelgebied 04 (DG04) nummer A tot en met D: Fokke Ukenlaan en Hofjes

De werkzaamheden in DG04 zijn gelijk aan die in deelgebied DG01 (zie paragraaf 3.1.1). De enige uitzondering is dat in dit deelgebied de veenlaag niet wordt afgegraven. In plaats hiervan wordt de rioolsleuf gedicht met lichte ophoogmaterialen of wordt voorbelasting toegepast.

3.1.4 Deelgebied 06B (DG06B): Burgemeester Klauckelaan

In dit deelgebied bevindt de huidige riolering zich onder de voetpaden. Deze riolering wordt opgenomen en afgevoerd.

Vervolgens wordt de nieuwe riolering aangelegd onder de bestaande rijloper. De riolering wordt aangelegd op 2,5 m-maaiveld. Hiertoe wordt een sleuf gegraven met een hydraulische graafmachine. In het riool worden mogelijk enkele inspectieputten aangebracht. Deze putten worden waar nodig gefundeerd op palen met een paalpuntniveau van 5 m-maaiveld. Deze palen worden door middel van heien/hoogfrequent trillen aangebracht.

De overige werkzaamheden zijn gelijk aan die beschreven onder DG01 (zie paragraaf 3.1.1).

3.1.5 Deelgebied 08 (DG08): Harkenrothstraat

In dit deelgebied wordt de bestaande riolering verwijderd. Deze riolering bevindt zich op 2,5 m-maaiveld. De ontgraven sleuf wordt vervolgens laagsgewijs aangevuld en verdicht.

In het gebied worden verder plantvakken gegraven en voetpaden aangelegd. Voor een beschrijving van deze werkzaamheden wordt verwezen naar paragraaf 3.1.1.

3.1.6 Deelgebied 11 en 12 (DG11/12): Opwierderweg

In dit deelgebied bevindt de huidige riolering zich onder de voetpaden. Deze riolering wordt opgenomen en afgevoerd.

Vervolgens wordt de nieuwe riolering aangelegd onder de bestaande rijloper van de Opwierderweg. De riolering wordt aangelegd op 2,5 m-maaiveld. Hiertoe wordt een sleuf gegraven met een hydraulische graafmachine. In het riool worden mogelijk enkele inspectieputten aangebracht. Deze putten worden waar nodig gefundeerd op palen met een paalpuntniveau van 5 m-maaiveld. Deze palen worden door middel van heien/hoogfrequent trillen aangebracht.

In het gebied worden ook voetpaden aangelegd, zie paragraaf 3.1.1 voor een beschrijving van de werkzaamheden.

3.1.7 Deelgebied 9, 13 en 16 A, B en C (DG9/13/16ABC): Hart van Opwierde

De werkzaamheden in deze deelgebieden zijn gelijk aan die in DG01. De enige uitzondering is dat de veenlaag hier niet wordt afgegraven. In plaats hiervan wordt de rioolsleuf gedicht met lichte ophoogmaterialen of wordt voorbelasting toegepast.

3.2 DOOR DERDEN UIT TE VOEREN WERKZAAMHEDEN

In deze paragraaf worden de door derden uit te voeren werkzaamheden globaal beschreven.

3.2.1 Sloopwerkzaamheden

Nadat de huidige bewoners naar hun tijdelijke huisvesting zijn verhuisd worden de woningen afgesloten van de nutsvoorzieningen. Voordat de sloop van de woningen start worden de benodigde voorbereidende onderzoeken uitgevoerd (bijvoorbeeld asbestinventarisatie). Hierna worden de woningen gesloopt.

3.2.2 Bouwwerkzaamheden

Na de sloop worden nieuwe, aardbevingsbestendige woningen gebouwd. De nieuwe woningen worden ongeveer op dezelfde locatie gebouwd als de huidige woningen. Hiertoe wordt de ontgraving die achterblijft na de sloop van de woningen waar nodig aangevuld met zand/grond tot het bouwpeilniveau. Waar nodig (als de woning niet geheel op dezelfde locatie wordt gebouwd) wordt grond ontgraven. De diepte van de ontgraving is in dit geval ongeveer gelijk aan de hoogte van de balklaag (0,3 – 0,5 m). De nieuwe woningen worden op palen gefundeerd.

3.2.3 Aanleg nutsvoorzieningen

De nieuw gebouwde huizen dienen weer te worden aangesloten op de nutsvoorzieningen. Hiertoe worden kabels en leidingen aangelegd. Afhankelijk van het type kabel\leiding vinden hiervoor ontgravingen plaats tot ongeveer 1,3 m-maaiveld.

4 IDENTIFICATIE VAN INVLOEDSFACTOREN OP MOGELIJK ACHTERGEBLEVEN OO

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de invloedsfactoren die kunnen leiden tot het tot uitwerking komen van de mogelijk achtergebleven OO. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen invloedsfactoren op de in de OO aanwezige springstof en invloedsfactoren op de geplaatste ontstekers. De weergegeven informatie is ontleend aan het Informatiepakket-CE.⁸

4.1 INVLOEDSFACTOREN OP EXPLOSIEVE STOFFEN

In de OO die in het onderzoeksgebied kunnen zijn achtergebleven is veelal een lading bestaande uit springstof opgenomen. In een OO zijn doorgaans meerdere soorten explosieve stoffen opgenomen. Samen vormen deze de zogenaamde explosieketen. Dit is een opeenvolging van explosieve stoffen waarbij de aanvangsimpuls via een kleine hoeveelheid zéér gevoelige explosieve stof (inleidingspringstof) wordt overgebracht naar één of meerdere minder gevoelige explosieve stoffen (overdrachtsspringstoffen) die uiteindelijk de grotere hoeveelheid minst gevoelige explosieve stof (hoofdlading) tot uitwerking brengt. Het is dus een opeenvolging van een aantal explosieve stoffen waarvan iedere volgende stof door de vorige stof tot reactie wordt gebracht.

Bij het uitvoeren van civieltechnische werkzaamheden kunnen diverse factoren een eventueel aanwezig OO beïnvloeden. De belangrijkste invloedsfactor is de deformatie van de gevoelige springstof(fen) (inleid-, en/of overdrachtsspringstof) in de ontsteker en/of het lichaam van het OO.

4.2 INVLOEDSFACTOREN OP ONTSTEKERS

In het onderzoeksgebied kunnen verschoten geschutmunitie en gedumpte/achtergelaten hand- en geweergranaten en munitie voor granaatwerpers zijn achtergebleven. De te verwachten munitie is op de gedumpte munitie na, verschoten. Dit betekent dat de ontstekers in principe gewapend zijn. Bij het wapenen worden blokkeringen en/of veiligheidsvoorzieningen weggenomen. Hierdoor kunnen de inleidladingen op de beoogde wijze tot uitwerking worden gebracht, of worden de verschillende onderdelen van de explosieketen in één lijn gebracht. Over het algemeen kan gesteld worden dat een gewapende ontsteker gevaarlijker is dan een niet gewapende ontsteker.

Op de mogelijk achtergebleven OO kon een grote variëteit aan ontstekers worden toegepast. De factoren die van invloed kunnen zijn op ontstekers zijn afhankelijk van het werkingsprincipe van de ontstekers. In Tabel 5 is een overzicht opgenomen waarin is weergegeven welke werkingsprincipes werden toegepast in ontstekers die op de mogelijk achtergebleven OO kunnen zijn geplaatst.

Omdat het werkingsprincipe van mechanisch vertraagde tijdontstekers berust op de aanwezige voorgespannen slagpinveer worden deze typen ontstekers in de tabel niet afzonderlijk benoemd. Ze maken onderdeel uit van ontstekers op basis van het werkingsprincipe 'voorgespannen slagpinveer'. Klein kaliber munitie is doorgaans niet voorzien van een ontsteker. Daarom wordt deze hoofdgroep niet in Tabel 5 vermeld.⁹

⁸ Van den Berg, E. et al (NjordIC/REASeuro), *Informatiepakket-CE*, kenmerk RO-180223, d.d. 14-09-2018.

⁹ Een uitzondering wordt gevormd door Duitse 13 en 15 mm munitie die voorzien kan zijn van een ontsteker en een brisante of brandstichtende hoofdlading. Deze munitie wordt echter sporadisch aangetroffen en is daarom niet verder uitgewerkt in dit rapport.

Werkingsprincipe ontsteker	Afwerpmunitie	Geschutmunitie	Hand- en geweergranaten	Munitie voor granaatwerpers
Scheurdraad	X	X		
Ophoudveer	X	X	X	X
Diafragma	X	X		
Voorgespannen	X	X		
Pyrotechnisch	X	X	X	
Elektrisch		X		

Tabel 5: Overzicht van de werkingsprincipes van de op de mogelijk achtergebleven OO toegepaste ontstekers (gebaseerd op Van den Berg, E. et al, *Informatiepakket-CE*, kenmerk RO-180223, d.d. 14-09-2018).

Bij het uitvoeren van grondroerende werkzaamheden kunnen diverse factoren een eventueel aanwezig OO beïnvloeden, hierbij kan gedacht worden aan:

- Mechanische impact op het lichaam van een OO, waardoor zich een schokgolf door het OO-lichaam verplaatst, die zich doorzet in de ontsteker (MI);
- Deformatie van het OO en in het bijzonder de geplaatste ontsteker (DO);
- Beweging van een OO met een gewapende ontsteker van het voorgespannen slagpinveer type (BE).
- Het veroorzaken van versnellingen (trillingen) in de (water-)bodem waarin zich een OO met een gewapende ontsteker van het voorgespannen slagpinveer type bevindt (V).

In Tabel 6 zijn de invloedsfactoren samengevat die kunnen leiden tot initiatie van de beschreven typen ontstekers.

Werkingsprincipe ontsteker	MI	DO	BE
Scheurdraad	X	X	
Ophoudveer type	X	X	X
Diafragma type	X	X	X
Voorgespannen slagpinveer	X	X	X
Pyrotechnisch		X	
Elektrisch		X	

Tabel 6: Mogelijke invloedsfactoren op ontstekers met verschillende werkingsprincipes. Hierbij is MI = Mechanische Impact, DO = Deformatie Ontsteker, BE = Beweging (bron: Van den Berg, E. et al, *Informatiepakket-CE*, kenmerk RO-180223, d.d. 14-09-2018).

4.3 INVLOEDSFACTOREN VAN DE VOorgenomeen WERKZAAMHEDEN

De grondroeringen die in het kader van de voorgenomen werkzaamheden plaatsvinden bestaan uit ontgravingen en het aanbrengen van funderingspalen. In deze paragraaf worden de invloedfactoren op eventueel achtergebleven OO beschreven.

4.3.1 Opruimwerkzaamheden

Op diverse locaties vinden opruimwerkzaamheden plaats. Hierbij met gedacht worden aan het opnemen en verwijderen van bestaande verhardingen, inclusief hun fundering, riolering en kabels en leidingen.

Uit de analyse van de naoorlogse ontwikkelingen is gebleken dat de gehele wijk Opwierde na de oorlog is gebouwd. Dit betekent dat bij de opruimwerkzaamheden in principe alleen naoorlogs geroerde grond en naoorlogs aangebracht materiaal wordt geroerd.

In Nederland is het een algemeen gehanteerd en geaccepteerd uitgangspunt dat de kans op aanwezigheid van OO in naoorlogs geroerde grond acceptabel klein is.

Invloedfactoren op OO:

Bij de opruimwerkzaamheden treden geen OO-gerelateerde risico's op zolang de grondroeringen zich beperken tot de naoorlogs geroerde grond.

4.3.2 Ontgraven

Ten behoeve van nieuw aan te leggen riolering en nieuwe rijlopers en voetpaden vinden ontgravingen plaats. Deze ontgravingen vinden - afhankelijk van de locatie en de diepte – plaats in naoorlogs ongeroerde grond. Hierdoor bestaat een kans op interactie met in de bodem achtergebleven OO.

Invloedfactoren op OO:

De volgende invloedfactoren kunnen bij de ontgravingen optreden:

- Deformatie van de springstof (DS);
- Mechanische impact op het lichaam van een OO, waardoor zich een schokgolf door het OO-lichaam verplaatst, die zich doorzet in de ontsteker (MI);
- Deformatie van het OO en in het bijzonder de geplaatste ontsteker (DO);
- Beweging van een OO met een gewapende ontsteker van het voorgespannen slagpinveer type (BE).

4.3.3 Plaatsen van funderingen, palen en damwanden

In het onderzoeksgebied worden funderingspalen aangebracht ten behoeve van de in het riool aan te brengen inspectieputten. De funderingspalen worden door middel van heien en/of hoogfrequent trillen aangebracht.

Invloedfactoren op OO:

Bij het aanbrengen van funderingspalen kunnen de volgende invloedfactoren optreden:

- Deformatie van de springstof (DS);
- Mechanische impact op het lichaam van een OO, waardoor zich een schokgolf door het OO-lichaam verplaatst, die zich doorzet in de ontsteker (MI);
- Deformatie van het OO en in het bijzonder de geplaatste ontsteker (DO);

- Beweging van een OO met een gewapende ontsteker van het voorgespannen slagpinveer type (BE).
- Het veroorzaken van versnellingen (trillingen) in de (water-)bodem waarin zich een OO met een gewapende ontsteker van het voorgespannen slagpinveer type bevindt (V).

5 IDENTIFICATIE VAN UITWERKINGSFACTOREN

Bij de detonatie van een met springstof gevuld OO komt in een zeer korte tijd een grote hoeveelheid energie vrij. De vrijgekomen energie uit zich in een deel thermische energie en een deel mechanische energie. De uitwerkingverschijnselen van een detonatie zijn scherfwerking, gasdruk, schokgolf en hitte. De luchtdruk, schokgolf en scherfwerking kunnen een alom vernietigende uitwerking hebben op de omgeving van het detonatiepunt en schade en (dodelijk) letsel veroorzaken. In dit hoofdstuk worden de uitwerkingseffecten van de mogelijk achtergebleven soorten OO beschreven.

5.1 SCHERFWERKING

Scherfwerking ontstaat doordat bij een detonatie het stalen lichaam van het OO verscherft en door de drukwerking met een hoge snelheid wordt weggeblazen. Bij scherfwerking, ook wel fragmentatie genoemd, wordt onderscheid gemaakt tussen primaire en secundaire scherven. Primaire scherven zijn afkomstig van het OO-lichaam. Secundaire scherven zijn afkomstig van materialen uit de directe omgeving van het detonatiepunt, zoals puin.

5.1.1 Schervengevarezone

De schervengevarezone is het gebied rond de ligplaats van een explosief, waar bij een eventuele explosie gerede kans bestaat dat men door scherven van het explosief of secundaire scherven van bijvoorbeeld puin wordt getroffen.

De omvang van de schervengevarezone is afhankelijk van de hoeveelheid springstof die in het OO aanwezig is. In Tabel 7 zijn de schervengevarezones voor fragmenten van het OO-lichaam weergegeven en overige fragmenten. In de rechter kolom zijn voorbeelden gegeven van OO die in het onderzoeksgebied kunnen zijn achtergebleven. De vermelde afstanden zijn van toepassing op OO die zich op, of dicht onder het maaiveld bevinden.

NEG ¹⁰ [kg]	Schervengevarezone fragmenten [m]	Schervengevarezone overige fragmenten [m]	Typen en kalibers OO
0 – 0,5	200	-	Hand- en geweergranaten
0,5 – 1,0	250	-	Geschutmunitie 7,5 cm, 75 mm, 25-pdr, 8,8 cm, munitie voor granaatwerpers (Pantzerfaust)
1,5 – 2,0	360	-	Geschutmunitie 10,5 cm
5.0 - 10	700	1.420	Geschutmunitie 15 cm

Tabel 7: Straal van het gebied waarin tijdens demontagehandelingen of tijdens een “niet-afgedekte” vernietiging maatregelen tegen scherfwerking moeten worden genomen. ¹¹

¹⁰ Netto Explosief Gewicht.

¹¹ Bron: HB EOD, *Handboek Explosive Ordnance Disposal support to National Operations*, kenmerk LAND-ENG-EOD-01, d.d. 12-06-2020.

5.2 GASDRUK

Eén van de effecten van een explosie is de plotselinge drukverhoging. Dit is een direct gevolg van de snelle uitzetting van de hete, gasvormige reactieproducten die worden gevormd tijdens de explosie. Deze drukverhoging zal zich in de vorm van een golf van het explosiepunt af bewegen.

Gasdruk heeft effect op het menselijk lichaam. Het kan schade veroorzaken aan met name de met lucht gevulde organen (longen, oren). Longschade kan leiden tot overlijden.

Een sterke schokgolf of drukgolf wordt vergezeld door een explosiewind van orkaankracht. Deze wind kan mensen omverwerpen en/of meesleuren. Een persoon hierdoor op zijn hoofd terecht komen of tegen een hard en star object botsen. De eventuele letale gevolgen van meesleuren worden voornamelijk veroorzaakt door deze botsingen.

De gasdruk kan ook dakpannen van daken blazen, ruiten laten springen en lichte constructies omverblazen.

Om de veilige afstand te bepalen tegen de schadelijke uitwerking van de luchtdruk golf wordt de in Vergelijking 1 weergegeven formule gebruikt.

$$A = C \times \sqrt{L}$$

Vergelijking 1: Formule berekenen schokgolfwering in de lucht. ¹²

Hierin is:

A = Afstand object tot lading in meters

C = Constante afhankelijk van het type object

L = Het ladinggewicht in kilogrammen

In Tabel 8 zijn de veilige afstanden voor de uitwerking van de luchtdruk golf weergegeven voor verwonding van personen, vernieling van ruiten, schade aan stenen gebouwen en lichte bouwsels. Voor een detonatie tijdens de voorgenomen werkzaamheden zijn dit de meest relevante receptoren. De veilige afstanden zijn weergegeven voor de diverse typen munitie.

NEG [kg]	Voorkomen van schade van	C-waarde [#]	Veilige afstand [m]	Typen en kalibers OO
0,03	Verwonding van personen, vernieling van ruiten	10	1,7	Geweergranaat nr. 30 (D)
	Vernieling van stenen gebouwen	1,5	0,3	
	Vernieling van lichte bouwsels	5	0,9	
0,13	Verwonding van personen, vernieling van ruiten	10	3,6	Handgranaat nr. 39 (D)
	Vernieling van stenen gebouwen	1,5	0,5	
	Vernieling van lichte bouwsels	5	1,8	
0,82	Verwonding van personen, vernieling van ruiten	10	9,1	8,8 cm granaat (D), Pantzerfaust
	Vernieling van stenen gebouwen	1,5	1,4	
	Vernieling van lichte bouwsels	5	4,5	
1,7	Verwonding van personen, vernieling van ruiten	10	13,0	10,5 cm granaat (D)
	Vernieling van stenen gebouwen	1,5	2,0	
	Vernieling van lichte bouwsels	5,0	6,5	

¹² Bron: HB EOD, *Handboek Explosive Ordnance Disposal support to National Operations*, kenmerk LAND-ENG-EOD-01, d.d. 12-06-2020.

NEG [kg]	Voorkomen van schade van	C-waarde [#]	Veilige afstand [m]	Typen en kalibers OO
8,8	Verwonding van personen, vernieling van ruiten	10	29,7	15 cm granaat (D)
	Vernieling van stenen gebouwen	1,5	4,4	
	Vernieling van lichte bouwsels	5	14,8	

Tabel 8: Veilige afstanden voor de uitwerking van de luchtdruk golf.

Uit Tabel 8 blijkt dat verwonding van personen ten gevolge van de gasdruk (in geval van een detonatie aan het maaiveld/in een open ontgraving) kan optreden tot afstanden tot 154 m (afhankelijk van de explosieve inhoud van het OO).

5.3 SCHOKGOLF

Dit is de heftige trilling die ontstaat bij de explosie en zich voortplant door de omringende materie. Hoe dichter de omringende materie, hoe verder de schokgolf zich kan voortplanten. Wanneer een explosief onder het aardoppervlak detoneert ontstaat een schokgolf, die zich in de vorm van een aardschok voortplant door de grond en door alle daarin aanwezige voorwerpen. Hierbij kunnen op grotere afstand gelegen leidingen, fundamente, etc. vernield of beschadigd raken.

Wanneer een explosief in de lucht detoneert ontstaan vanuit het springpunt schokgolven, die in concentrische cirkels uitdijen. Zij hebben dezelfde aard als geluidsgolven en verplaatsen de lucht dus niet, maar geven de schok door aan de naastliggende luchtmoleculen. De eerste golf is het sterkst en zal dus de meeste schade aanrichten.

5.4 HITTE EN BRAND

Bij explosies is er altijd sprake van hitteontwikkeling. Bij bepaalde groepen van munitie, zoals licht-, sein-, rook-, brand- en springrook munitie, is het gevaar van hitte en brand langer aanwezig. Op basis van het uitgevoerde Vooronderzoek Ontplobbare Oorlogsresten wordt in het onderzoeksgebied geen licht-, sein-, rook-, brand- en springrook munitie verwacht.

6 RISICOANALYSE

In dit hoofdstuk wordt op basis van de uitwerking van de invloed- en uitwerkingsfactoren bepaald welke risico's aanvaardbaar zijn en welke niet.

Voor het beoordelen van de OO-gerelateerde risico's is de systematiek toegepast die is opgenomen in de Amerikaanse BOEM ¹³ richtlijnen. Deze systematiek is gebaseerd op de methoden die zijn beschreven in de richtlijnen van de Construction Industry Research and Information Association (CIRIA 2015). ¹⁴

6.1 KANS OP EEN RISICOGEBEURTENIS

Het BOEM-risicomodel integreert de kans op interactie met een OO, de gevoeligheid van het OO en de energie van een specifieke activiteit om op een gestructureerde manier de kans op een risicogebeurtenis (detonatie) te bepalen.

6.1.1 Kans op interactie met een OO

Wanneer een OO is achtergebleven in het onderzoeksgebied, betekent dit niet automatisch dat er interactie zal zijn met de werkzaamheden. Daarom wordt de kans op interactie met een OO beoordeeld. Op basis hiervan wordt een waarschijnlijkheidsklasse tussen 1 (zeer onwaarschijnlijk) en 5 (zeer waarschijnlijk) toegekend (zie Tabel 9) op basis van de kans op aanwezigheid van een bepaald type OO en de omvang van de bodemroeringen (een activiteit waarbij 1 km² bodem wordt geroerd, heeft meer kans op interactie met een OO dan een activiteit waarbij slechts 1 m² van de bodem wordt geroerd).

Waarschijnlijkheids-klasse	Omschrijving	Definitie
1	Zeer onwaarschijnlijk	Mogelijke interactie met OO, maar onwaarschijnlijk
2	Onwaarschijnlijk	Incidentele interacties met OO
3	Mogelijk	Enkele interacties met OO
4	Waarschijnlijk	Meerdere interacties met OO
5	Zeer waarschijnlijk	Regelmatige, bijna onvermijdelijke interactie met OO

Tabel 9: Waarschijnlijkheidsklasse interactie met OO.

De kans op interactie bij het graven van de cunnetten ten behoeve van de nieuwe rijlopers en voetpaden en de plantvakken is ingeschat op **Onwaarschijnlijk (2)**. De reden is dat de diepte van deze ontgravingen beperkt is tot 0,35 tot 1,0m. Vanwege de uitgebreide omvang van de naoorlogse werkzaamheden is (een deel van) deze bodemlaag op veel locaties al geroerd. Hierdoor is de kans op interactie met OO gedaald.

De kans op interactie tijdens de het graven van de nieuwe rioolsleuven is ingeschat op **Mogelijk (3)**. De nieuwe rioolsleuven worden gegraven in grond die na de oorlog nog niet eerder geroerd is geweest.

¹³ Carton G, DuVal C, Trembanis A, Edwards M, Rognstad M, Briggs C, Shjegstad S. 2017. *Munitions and Explosives of Concern Survey Methodology and In-field Testing for Wind Energy Areas on the Atlantic Outer Continental Shelf*. US Department of Interior, Bureau of Ocean Energy Management. OCS Study 2017-063.

¹⁴ Cooper, N, Cooke. 2017. *Assessment and management of unexploded ordnance (UXO) risk in the marine environment*. CIRIA C754.

6.1.2 Gevoeligheid van het OO

Voor alle mogelijk achtergebleven OO is door een OO-expert de gevoeligheid vastgesteld. Hierbij is rekening gehouden met de verschijningsvorm, wapeningstoestand, geplaatste ontstekers en de gevoeligheid van de springstof. Deze informatie is afgeleid uit het Vooronderzoek Ontplobbare Oorlogsresten. Op basis van het oordeel van de OO-expert is aan de OO een gevoeligheidsfactor van 1 (ongevoelig) tot 4 (hoog) toegekend (zie Tabel 10).

Gevoeligheids-klasse	Omschrijving	Voorbeelden
1	Ongevoelig	OO zonder explosieve lading Pyrotechnische stoffen Bulk voortstuwende ladingen en explosieve stoffen
2	Laag	OO met een onvolledige explosieve trein, zoals in zee gedumpte OO en OO met een ongewapende ontsteker
3	Gemiddeld	Blindgangers van OO met een gewapende ontsteker Gevoelige gedumpte OO met een geplaatste ontsteker
4	Hoog	Gevoelige OO met een ontsteker, zoals een zeemijn met chemische hoorns OO met een gevoelige lading zoals picrinezuur

Tabel 10: Gevoeligheidsklassen OO.

In het onderzoeksgebied kan zowel verschoten (gewapende) geschutmunitie zijn achtergebleven als gedumpte (ongewapende) hand- en geweergranaten en granaatwerpers. Aan verschoten geschutmunitie is de gevoeligheidsklasse **Gemiddeld (3)** toegekend. Aan alle gedumpte/achtergelaten OO is de gevoeligheidsklasse **Laag (2)** toegekend.

6.1.3 Energie van de activiteiten

De kans op een risicogebeurtenis (een detonatie) wordt ook bepaald door de hoeveelheid energie die aan het OO-item wordt overgedragen tijdens de geplande bodemroerende activiteiten. Aan elke activiteit wordt een relatieve energieklassse tussen 1 (zeer laag) en 5 (zeer hoog) toegekend (zie Tabel 11).

Energieklasse	Omschrijving	Voorbeelden
1	Zeër laag	Niet intrusieve onderzoeken (bijvoorbeeld geofysisch onderzoek)
2	Laag	Geotechnisch onderzoek
3	Gemiddeld	Gestuurde boringen Aanbrengen van horizontale drainage
4	Hoog	Ontgravingen Hoogfrequent trillen van funderingspalen
5	Zeër hoog	Heien van funderingspalen

Tabel 11: Energieklassen geplande activiteiten.

Aan alle ontgravingen en het hoogfrequent trillen van funderingspalen is de energieklassse **Hoog (4)** toegekend. Aan het heien van funderingspalen is de energieklassse **Zeër Hoog (5)** toegekend.

6.1.4 Kans op detonatie

De bepaling van de kans op een detonatie is gebaseerd op een combinatie van factoren, waaronder de kans aanwezigheid van een bepaald type OO, de kans op interactie met het OO, de gevoeligheid van het OO en de overgedragen energie (zie Tabel 12).

Energieklasse (Tabel 11)	Gevoeligheids- klasse (Tabel 10)	Waarschijnlijkheidsklasse (Tabel 9)				
		Ze er on waarschijnlijk	On waarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk	Ze er waarschijnlijk
1 – Zeer laag	1 - Ongevoelig	1	2	3	4	5
	2 - Laag	2	4	6	8	10
	3 - Gemiddeld	3	6	9	12	15
	4 - Hoog	4	8	12	16	20
2 - Laag	1 - Ongevoelig	2	4	6	8	10
	2 - Laag	4	8	12	16	20
	3 - Gemiddeld	6	12	18	24	30
	4 - Hoog	8	16	24	32	40
3 - Gemiddeld	1 - Ongevoelig	3	6	9	12	15
	2 - Laag	6	12	18	24	30
	3 - Gemiddeld	9	18	27	36	45
	4 - Hoog	12	24	36	48	60
4 - Hoog	1 - Ongevoelig	4	8	12	16	20
	2 - Laag	8	16	24	32	40
	3 - Gemiddeld	12	24	36	48	60
	4 - Hoog	16	32	48	64	80
5 – Zeer hoog	1 - Ongevoelig	5	10	15	20	25
	2 - Laag	10	20	30	40	50
	3 - Gemiddeld	15	30	45	60	75
	4 - Hoog	20	40	60	80	100

Tabel 12: Kans op detonatie matrix.

6.2 IMPACT DETONATIE

Een impact klasse wordt toegekend op basis van het type receptor en de waarschijnlijke impact op die receptor ten gevolge van een detonatie (zie Tabel 13). De impact van een detonatie is gebaseerd op verschillende factoren. De belangrijkste factor is het netto explosieve gewicht van het OO.

De effecten kunnen worden verzacht door de aanwezige waterkolom. Andere factoren zijn onder meer de afstand tot de receptor (bijvoorbeeld de hydraulische graafmachine) en de robuustheid van de receptor (bijvoorbeeld een hydraulische graafmachine of een grondwerker).

Impact klasse	Omschrijving	Definitie	Samengevat
1	Gering	Personeel – Voorval dat een kleine verstoring van de activiteit veroorzaakt. Apparatuur/infrastructuur – Schade die de bruikbaarheid niet aantast (bijvoorbeeld cosmetisch) of vergelijkbaar is met normale slijtage die gemakkelijk kan worden gerepareerd door personeel ter plaatse.	Geen letsel of verlies, met minimale schade of impact op de activiteiten.
2	Klein	Personeel – Een of meer verwondingen waarvoor niet meer dan eerste hulp ter plaatse nodig is (bijvoorbeeld snijwond, blauwe plek), poliklinische medische zorg en kan resulteren in een arbeidsbeperking of overplaatsing naar een andere baan. Apparatuur/infrastructuur – Relatief kleine schade die de bruikbaarheid kan beïnvloeden en moet worden gerepareerd.	Minimaal letsel, verlies of schade. Weinig of geen impact op de activiteiten.
3	Matig	Personeel – Ongeval met verzuim van één of twee personen. Apparatuur/infrastructuur – Aanzienlijke schade beperkt tot een klein gebied.	Licht letsel, ziekte, verlies of schade.

Impact klasse	Omschrijving	Definitie	Samengevat
			Verminderd vermogen om de activiteiten te voltooien
4	Groot	Personeel - Verwondingen aan drie of meer personen die ziekenhuisopname vereisen of resulteren in één of meer blijvende gedeeltelijke handicaps. Uitrusting/infrastructuur - Aanzienlijke schade aan een belangrijk item dat de operaties belemmert en waarvoor reparatie noodzakelijk is.	Ernstig letsel, ziekte, verlies of schade. Aanzienlijk verslechterd vermogen om de activiteiten te voltooien.
5	Catastrofaal	Personeel – Verwondingen aan één of meer personen resulterend in blijvende totale invaliditeit of één of meer dodelijke slachtoffers. Uitrusting/infrastructuur - Aanzienlijke schade aan een belangrijk item dat een ingrijpende verbouwing of reparatie vereist, schade aan nabijgelegen infrastructuur (bijvoorbeeld een pijpleiding) of bebouwing.	Dood, onaanvaardbaar verlies of schade. Totaal verlies van het vermogen om de activiteiten te voltooien.

Tabel 13: Impactklassen.

De impact van een detonatie van gedumpte/achtergelaten hand- en geweergranaten en granaatwerpers wordt ingeschat op **Matig (3)** vanwege de diepteligging van de OO (op de bodem van voormalige geschutopstellingen) en de relatief geringe explosieve inhoud.

De impact van een detonatie van een geschutgranaat wordt ingeschat op **Matig (3)** tijdens het aanbrengen van de funderingspalen en **Groot (4)** tijdens de ontgravingen.

6.3 RISICOMATRIX

De risicomatrix gebruikt de kans op een risicogebeurtenis (detonatie) door een specifieke intrusieve activiteit in de bodem en de ernst van de gevolgen als die zich voordoen, om het relatieve risico te bepalen (zie Tabel 14). De initiatiefnemer (gemeente Eemsdelta) moet beslissen of het risico toelaatbaar is of dat mitigerende maatregelen nodig zijn. Het voordeel van het gebruik van een risicomatrix als instrument voor risicobeoordeling is dat de OO-gerelateerde risico's snel kunnen worden beoordeeld. Ook biedt het de mogelijkheid om de relatieve risiconiveaus van verschillende activiteiten met elkaar te vergelijken. Hierdoor kunnen de activiteiten met een gering risico eenvoudig worden geïdentificeerd en kunnen de mitigerende maatregelen worden gericht op de meer significante OO-gerelateerde risico's.

Alle intrusieve activiteiten in de bodem brengen een zeker risico met zich mee. Het uitvoeren van een semi-kwantitatieve risicobeoordeling stelt besluitvormers in staat om de risico's van de beoogde activiteiten te begrijpen en om te bepalen wanneer het nodig is om actie te ondernemen om de risico's te beperken.

De risicobeoordeling beschouwt alle OO waarvan in de vooronderzoeken is geconcludeerd dat ze mogelijk in het werkgebied zijn achtergebleven, de kans op een detonatie en de gevolgen van een detonatie. De uitkomsten kunnen door de initiatiefnemer worden gebruikt om de toelaatbaarheid van de theoretische OO-gerelateerde risico's te bepalen. De risico's wordt vastgesteld dat ze mogelijk moeten worden beperkt, worden doorgaans gemitigeerd door middel van veldwerk (detectie).

		Impact (Tabel 13)				
		1	2	3	4	5
		Gering	Klein	Matig	Groot	Catastrofaal
Kans op detonatie (Tabel 12)	1 tot 20	LAAG	LAAG	GEMIDDELD	GEMIDDELD	HOOG
	21 tot 40	LAAG	LAAG	GEMIDDELD	HOOG	HOOG
	41 tot 60	LAAG	GEMIDDELD	GEMIDDELD	HOOG	ZEER HOOG
	61 tot 80	LAAG	GEMIDDELD	HOOG	ZEER HOOG	ZEER HOOG
	81 tot 100	LAAG	GEMIDDELD	HOOG	ZEER HOOG	ZEER HOOG

Tabel 14: Risicomatrix.

6.4 RESULTATEN RISICOANALYSE

In deze paragraaf worden de resultaten van de risicoanalyse voor de volgende situaties gepresenteerd voor alle soorten en typen mogelijk achtergebleven OO:

1. Detonatie tijdens ontgravingen of het hoogfrequent trillen van funderingspalen;
2. Detonatie tijdens het heien van funderingspalen.

Voor alle soorten en typen OO met een risicoscore van gemiddeld tot en met zeer hoog worden risicobeperkende of -mitigerende maatregelen geadviseerd om het risico tot een aanvaardbaar niveau terug te dringen (zie hoofdstuk 7).

In Tabel 15, Tabel 16 en Tabel 17 is het zogenaamde naakte risico voor de verschillende OO voor de verschillende mogelijk achtergebleven OO weergegeven. Het naakte risico is het risico zonder enige vorm van risico mitigatie.

Hoofdsort	Subsoort	Kaliber / gewicht	Gevoeligheids-klasse	Energieklasse	Kans op detonatie	Impact	Risico
Geschutmunitie	Brisant	7,5 cm, 75 mm, 8,8 cm, 25-pdr	Gemiddeld (3)	Hoog (4)	24	4	Hoog
		10,5 cm	Gemiddeld (3)	Hoog (4)	24	4	Hoog
		15 cm	Gemiddeld (3)	Hoog (4)	24	4	Hoog
Hand- en geweergranaten	Diverse	Diverse	Laag (2)	Hoog (4)	16	3	Gemiddeld
Granaatwerpers	Anti-tank	Pantzerfaust	Laag (2)	Hoog (4)	16	3	Gemiddeld

Tabel 15: Naakt risico voor de mogelijk achtergebleven OO bij ontgravingen in naoorlogs ongeroerde grond en hoogfrequent trillen van funderingspalen.

Hoofdsort	Subsoort	Kaliber / gewicht	Gevoeligheids-klasse	Energieklasse	Kans op detonatie	Impact	Risico
Geschutmunitie	Brisant	7,5 cm, 75 mm, 8,8 cm, 25-pdr	Gemiddeld (3)	Hoog (4)	24	3	Gemiddeld
		10,5 cm	Gemiddeld (3)	Hoog (4)	24	3	Gemiddeld
		15 cm	Gemiddeld (3)	Hoog (4)	24	3	Gemiddeld
Hand- en geweergranaten	Divers		Laag (2)	Hoog (4)	16	3	Gemiddeld
Granaatwerpers	Anti-tankl	Pantzerfaust	Laag (2)	Hoog (4)	16	3	Gemiddeld

Tabel 16: Naakt risico voor de mogelijk achtergebleven OO bij het hoogfrequent trillen van funderingspalen.

Hoofdsort	Subsoort	Kaliber / gewicht	Gevoeligheids-klasse	Energieklasse	Kans op detonatie	Impact	Risico
Geschutmunitie	Brisant	7,5 cm, 75 mm, 8,8 cm, 25-pdr	Gemiddeld (3)	Zeer hoog (5)	30	3	Gemiddeld
		10,5 cm	Gemiddeld (3)	Zeer hoog (5)	30	3	Gemiddeld
		15 cm	Gemiddeld (3)	Zeer hoog (5)	30	3	Gemiddeld
Hand- en geweergranaten	Divers		Laag (2)	Zeer hoog (5)	20	3	Gemiddeld
Granaatwerpers	Anti-tankl	Pantzerfaust	Laag (2)	Zeer hoog (5)	20	3	Gemiddeld

Tabel 17: Naakt risico voor de mogelijk achtergebleven OO bij heinen van funderingspalen.

In hoofdstuk 8 worden voor het reduceren van alle als gemiddeld en hoog geclassificeerde risico's beheersmaatregelen voorgesteld om de risico's te reduceren.

7 GEADVISEERDE MITIGERENDE MAATREGELEN

Uit de identificatie van invloedfactoren blijkt dat de mogelijk in het onderzoeksgebied achtergebleven OO, afhankelijk van de geplaatste ontstekers, gevoelig kunnen zijn voor mechanische impact, deformatie van de ontsteker, beweging en versnellingen.

De risicoanalyse wijst uit dat bij verschillende van de geplande werkzaamheden ontoelaatbare risico's optreden. Om de geïdentificeerde risico's te beheersen worden risicobeperkende maatregelen in de vorm van opsporing van OO geadviseerd.

In dit hoofdstuk worden de geadviseerde mitigerende maatregelen beschreven. Voor een toelichting op de detectiemethoden wordt verwezen naar bijlage 2.

7.1 MAATREGELEN IN ONVERDACHTE GEBIEDEN

Als in het vooronderzoek OO gebieden als onverdacht zijn aangemerkt betekent dit dat geen feitelijk bewijs is gevonden op basis waarvan is geconcludeerd dat OO kunnen zijn achtergebleven. Voor al deze gebieden geldt dat de werkzaamheden regulier (zonder extra op OO gerichte veiligheidsmaatregelen) kunnen worden uitgevoerd. Het betreft de volgende deelgebieden:

- DG01;
- DG04a;
- DG04b;
- DG04c.

Voor het geval dat onverwacht toch een OO wordt aangetroffen wordt geadviseerd het '*Protocol spontaan aantreffen explosieven*' te volgen. Dit protocol is als bijlage B toegevoegd.

7.2 MAATREGELEN BIJ WERKZAAMHEDEN IN NAOORLOGS GEROERDE GROND

De kans op interactie met OO tijdens werkzaamheden in naoorlogs geroerde grond wordt in Nederland als een algemeen geaccepteerd risico gezien. Alle opruimwerkzaamheden vinden plaats in naoorlogs geroerde grond. Daarnaast vinden enkele overige werkzaamheden (graven van cunetten, sleuven en plantvakken) gedeeltelijk plaats in naoorlogs geroerde grond. Aangenomen is dat binnen het gehele onderzoeksgebied de bodem tot ten minste 0,5 m-maaiveld is geroerd.

Alle opruimwerkwerkzaamheden en ontgravingen tot 0,5 m-maaiveld kunnen regulier (zonder extra op OO gerichte veiligheidsmaatregelen) worden uitgevoerd.

Als in de naoorlogs geroerde grond toch onverwacht een (vermeend) OO wordt aangetroffen wordt geadviseerd het protocol spontaan aantreffen van explosieven (zie bijlage B) te volgen.

7.3 MAATREGELEN BIJ WERKZAAMHEDEN IN NAOORLOGS ONGEROERDE GROND

Voor alle ontgravingen in op OO verdachte gebieden waarvan de ontgravingsdiepte groter is dan 0,5 m-maaiveld geldt dat gegraven wordt in naoorlogs ongeroerde grond. In deze bodemlaag is de kans op interactie met OO onverminderd verhoogd.

De (gedeeltelijk) op OO verdachte gebieden zijn:

- DG02
- DG04d
- DG06b
- DG08
- DG11/12
- DG9/13/16a, b en c

Geadviseerd wordt de ontgravingen ongeroerde grond in het werk te (laten) begeleiden door middel van realtime (analoge) laagsgewijze detectie met een actief detectiesysteem (metaaldetector). De opsporing van OO dient te worden uitgevoerd door een daartoe gecertificeerd opsporingsbedrijf (overeenkomstig het CS-OOO).

Het zoekdoel voor de detectie bestaat uit OO van de categorie geschutmunitie met een kaliber ≥ 75 mm/7,5 cm.

Voor de op gedumpte/achtergelaten OO verdachte gebieden ter plaatse van DG11/12 (zie gele stippein in Figuur 8) wordt een zoekdoel ≥ 5 cm geadviseerd.

BIJLAGE A: TOELICHTING DETECTIEMETHODEN

Onder detecteren wordt verstaan: “het vaststellen van de aanwezigheid van (mogelijke) OO door het, met behulp van detectieapparatuur, uitvoeren van een meting en de beoordeling van de meetgegevens”.

In deze bijlage wordt op hoofdlijnen ingegaan op de toepasbaarheid van verschillende detectiemethoden.

Realtime detectie

Realtime detectie is een detectiemethode waarbij, na detectie van mogelijk verdachte objecten, direct wordt overgaan tot het lokaliseren en benaderen. De verkregen meetgegevens worden niet digitaal opgeslagen/vastgelegd. Realtime detectie wordt vooral toegepast voor:

- het inmeten van restgebieden na het uitvoeren van computerondersteunde oppervlakedetectie;
- laagsgewijze detectie in gebieden waar veel ferromagnetische verstoringen en/of bijmengingen aanwezig zijn;
- het vrijgeven van locaties voor milieukundig, bodemkundig, grondmechanisch en archeologisch onderzoek;
- het lokaliseren van objecten die door middel van computerondersteunde detectie zijn geïnterpreteerd.

Analoge detectie kan worden uitgevoerd met zowel actieve als passieve detectieapparatuur.

Analoge detectie wordt in principe alleen uitgevoerd op locaties waar computerondersteunde detectie niet mogelijk is. De reden hiervan is dat de beslissing om wel of niet over te gaan tot het benaderen van een object bij één persoon ligt (de operator). Ook ligt de kostprijs van deze vorm van detectie hoger dan die voor Non-realtime detectie.

Non-realtime detectie

Bij het uitvoeren van non-realtime detectie worden de meetgegevens opgeslagen en op een later tijdstip worden geïnterpreteerd. Deze opsporingsmethode kan worden toegepast als de OO worden verwacht tot een diepte die binnen het meetbereik ligt van de in te zetten detectieapparatuur. Bij non-realtime detectie worden de meetgegevens digitaal verzameld in een datalogger of computer. Hierbij worden de posities van gedetecteerde ferro-houdende objecten (waaronder mogelijke OO) in X-, Y- en Z-richting vastgelegd. De meetgegevens worden op een later tijdstip geïnterpreteerd. Hiervoor wordt een speciaal voor dat doel ontwikkeld softwarepakket gebruikt. Hiermee kan de meetdata worden omgezet in een visualisatie (2D of 3D) van het ingemeten gebied. Hierop zijn alle magnetische verstoringen zichtbaar. De operator kan met het computerprogramma de data op diverse manieren bewerken, zodat de meetgegevens kunnen worden geïnterpreteerd.

Uitvoering vindt plaats door het opsporingsgebied systematisch en vlakdekkend in te meten. Voor het inmeten van een opsporingsgebied kan, afhankelijk van de grootte, berijds- en beloopbaarheid, een detectiesysteem met één of meerdere sondes worden ingezet. Voor het inmeten van grotere gebieden kan een voertuig voor de voortbeweging van het meersondesysteem worden ingezet. De detectieapparatuur kan worden gekoppeld aan GPS-apparatuur. Non-realtime detectie met een meersonde detectiesysteem is de opsporingsmethode met de laagste kostprijs per vierkante meter.

Passieve detectie

Voor passieve detectie wordt gebruik gemaakt van een magnetometer. Deze detector zendt zelf geen signaal uit, daarom wordt deze vorm van detectie passieve detectie genoemd. Een magnetometer meet verstoringen van het aardmagnetisch veld. Verstoringen van het aardmagnetisch veld worden veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-houdende objecten. Met passieve detectie kunnen geen non-ferro OO (zoals messing hulzen) worden opgespoord.

In homogeen samengestelde bodems zonder ferro-magnetische verstoringen kunnen grote ferro-houdende objecten (zoals grote kalibers vliegtuigbommen) worden gemeten. Omdat een magnetometer erg gevoelig is, hebben ondiep gelegen verstoringen in het opsporingsgebied, zoals puin, sintels, (restanten van) funderingen en kabels en leidingen een sterk nadelige invloed op de detectieresultaten en het meetbereik. Ook is de apparatuur gevoelig voor verstoringen van ferro-houdende objecten in de omgeving van het opsporingsgebied zoals hekwerken, afrasteringen, kabels en leidingen, spoorlijnen, wegen, etc. In de nabijheid van deze objecten kunnen geen of slecht interpreteerbare detectieresultaten worden verkregen.

Actieve detectie

Een actieve meting wordt uitgevoerd met een metaaldetector. Bij deze detectietechniek wordt gebruik gemaakt van een detector die zelf een pulserend magnetisch veld opwekt en vervolgens de verstoringen in dat veld (veroorzaakt door metalen) meet. Omdat de detector zelf een signaal uitzendt, wordt de techniek actieve detectie genoemd. Deze apparatuur detecteert zowel ferro- als non-ferro metalen. Actieve detectoren worden over het algemeen gebruikt in projecten waar men niet ijzerhoudende OO verwacht (bijvoorbeeld KKM of anti- personeelsmijnen). De zoekdiepte en het zoekoppervlak zijn beperkt. Dit heeft echter als groot voordeel dat minder invloed wordt ondervonden van ferro-houdende objecten in de omgeving. Hierdoor is het mogelijk om in de dichte nabijheid van damwanden, afrasteringen enz. te zoeken naar OO. De laagdikte die in één keer kan worden vrijgegeven, is echter wel beperkt.

Vanwege het beperkte meetbereik dient, als de zoekdiepte groter is dan het meetbereik, in lagen gedetecteerd te worden tot de te onderzoeken diepte is bereikt. Als de gedetecteerde laag kan worden vrijgegeven van objecten kan deze laag worden verwijderd.

Het verwijderen van deze laag kan zowel machinaal (met beveiligde graafmachine) als met de hand. Het detecteren en ontgraven wordt cyclisch uitgevoerd tot de vrij te geven diepte is bereikt.

Oppervlakedetectie

Oppervlakedetectie wil zeggen dat men vanaf het oppervlak metingen verricht. Dit is een relatief goedkope methode om OO in de bodem op te sporen.

Dieptedetectie

Dieptedetectie wordt toegepast wanneer oppervlakedetectie niet mogelijk is doordat:

- de op te sporen OO ten gevolge van de relatie tussen meettechniek, diepte en massa niet middels oppervlakedetectie detecteerbaar zijn;
- bovenliggende grond-, verhardings-, funderings- en verontreinigingslagen een betrouwbare meting onmogelijk maken en niet verwijderd kunnen/mogen worden. Rail- en weginfrastructuur is hiervan een voorbeeld.

Bij dieptedetectie worden metingen verricht in het verticale vlak. Er wordt ten minste gemeten tot de diepte waarop OO aanwezig kunnen zijn. Er zijn diverse mogelijkheden om computerondersteunde dieptedetectie uit te voeren.

De eerste methode is de traditionele non-realttime dieptedetectie. Hierbij worden kunststofbuizen in de grond geplaatst. De meetsonde wordt in de buis neergelaten om aansluitend de computerondersteunde metingen uit te voeren.

De tweede methode is realtime dieptedetectie. Hierbij wordt een meetsonde met behulp van een sondeermachine of drukstelling in de grond gedrukt. Tijdens het sonderen/drukken wordt met een ingebouwde meetsonde de verstoring van het aardmagnetisch veld gemeten.

BIJLAGE B: PROTOCOL SPONTAAN AANTREFFEN VAN EXPLOSIEVEN

