

PROJECTGEBONDEN RISICO ANALYSE

PERSPECTIEFLOCATIES JAN LIGHTHART, VIKINGLOCATIE EN LANDENBUURT FASE 2 TE DELFZIJL



Report:	Projectgebonden Risicoanalyse Perspectieflocaties, Jan Lighthart, Vikinglocatie en Landenbuurt fase 2 te Delfzijl
Client:	RHO Adviseurs
Report no.:	2023.02.277/UP0-610
Date:	9 juni 2023
Version:	0.2
Author:	E. van den Berg

PROJECTGEBONDEN RISICO ANALYSE

PERSPECTIEFLOCATIES JAN LIGHTHART, VIKINGLOCATIE EN LANDENBUURT FASE 2 TE DELFIJL

Revision	Status	Date	Written	Reviewed	Released
0.1	Eerste uitgifte	8 juni 2023	E. van den Berg	E. Wildeman	
0.2	Concept	9 juni 2023	E. van den Berg	E. 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 & EOD manager

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.

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	4
1.1	Mogelijk achtergebleven Niet Gesprongen Explosieven.....	4
1.2	Onderzoeksgebied.....	5
1.3	Doel Projectgebonden Risicoanalyse	5
1.4	Projectteam	5
1.5	Leeswijzer	5
2	Afbakening OO-risicogebieden.....	6
2.1	Horizontale afbakening OO-risicogebieden	6
2.1.1	Vikinglocatie	8
2.1.2	Landenbuurt fase 2.....	11
2.1.3	Jan Ligthart	6
2.2	Verticale afbakening Vikinglocatie	12
2.3	Invloed van naoorlogse ontwikkelingen.....	13
2.3.1	Situatie tijdens de Tweede Wereldoorlog.....	13
3	Beschrijving van de werkzaamheden	18
3.1	Uit te voeren werkzaamheden	19
3.1.1	Grondboringen	19
3.1.2	Geotechnisch sondeonderzoek.....	20
3.1.3	Ontgravingen	20
3.1.4	Plaatsen van funderingspalen	20
3.1.5	Terreininrichting	21
4	Identificatie van invloedsfactoren op mogelijk achtergebleven OO.....	22
4.1	Invloedsfactoren op explosieve stoffen	22
4.2	Invloedsfactoren op ontstekers.....	22
5	Identificatie van uitwerkingsfactoren	24
5.1	Scherfwerking.....	24
5.1.1	Schervengevarezone	24
5.2	Gasdruk.....	24
5.3	Schokgolf	25
5.4	Hitte en brand	25
6	Risicoanalyse	26
6.1	Kans op een risicogebeurtenis	26
6.1.1	Kans op interactie met een OO	26
6.1.2	Gevoeligheid van het OO.....	27

6.1.3	Energie van de activiteiten	27
6.1.4	Kans op detonatie.....	27
6.2	Impact detonatie	28
6.3	Risicomatrix	29
6.4	Resultaten risicoanalyse.....	30
7	Geadviseerde mitigerende maatregelen.....	32
7.1	Maatregelen in onverdachte gebieden	32
7.2	Maatregelen bij werkzaamheden in naoorlogs geroerde grond	32
7.3	Maatregelen bij werkzaamheden in naoorlogs ongeroerde grond	32
Bijlage A:	Toelichting detectiemethoden	34
Bijlage B:	Protocol spontaan aantreffen van explosieven	37

1 INLEIDING

Als gevolg van de gaswinning vinden er in het gaswinningsgebied in Groningen aardbevingen plaats. Met ingang van 2016 werd onder regie van Nationaal Coördinator Groningen (NCG) voor alle woningen en gebouwen met een verblijfsfunctie in het gaswinningsgebied een beoordeling van de capaciteit ten tijde van een seismische activiteit gemaakt. Dit gebeurde in de periode 2016 – 2018 in verschillende batches waarbij stapsgewijs het gebied doorlopen werd. Begin 2019 werd duidelijk dat meerdere gebouwen in Delfzijl niet veilig zijn en dat versterken zoveel kost dat sloop en nieuwbouw een betere oplossing lijkt. Om de eigenaren en bewoners van deze gebouwen perspectief te bieden op een nieuwe leefomgeving is het project perspectieflocaties opgericht. Binnen dit project wordt voldoende nieuwbouw (hét perspectief) gerealiseerd om alle bewoners zicht te bieden op een nieuwe leefomgeving.

In opdracht van gemeente Eemsdelta stelt RHO Adviseurs twee ontwerpbestemmingsplannen op voor in totaal drie van de perspectieflocaties. Het betreft de volgende locaties:

1. Jan Lighthart;
2. Vikinglocatie;
3. Landenbuurt fase 2.

Op basis van de Arbowetgeving en de gemeentelijke zorg voor de Openbare Orde en Veiligheid dienen alle risico's met betrekking tot Ontploffbare Oorlogsresten (OO) tijdens de voorbereiding van de werkzaamheden in kaart te worden gebracht. De geïdentificeerde risico's dienen vervolgens door mitigerende maatregelen te worden vermeden of gereduceerd.

Om de risico's voortvloeiende uit de eventuele aanwezigheid van OO in kaart te brengen heeft RHO aan NjordIC opdracht verleend voor het opstellen van deze Projectgebonden Risico Analyse.

1.1 MOGELIJK ACHTERGEBLEVEN NIET GESPRONGEN EXPLOSIEVEN

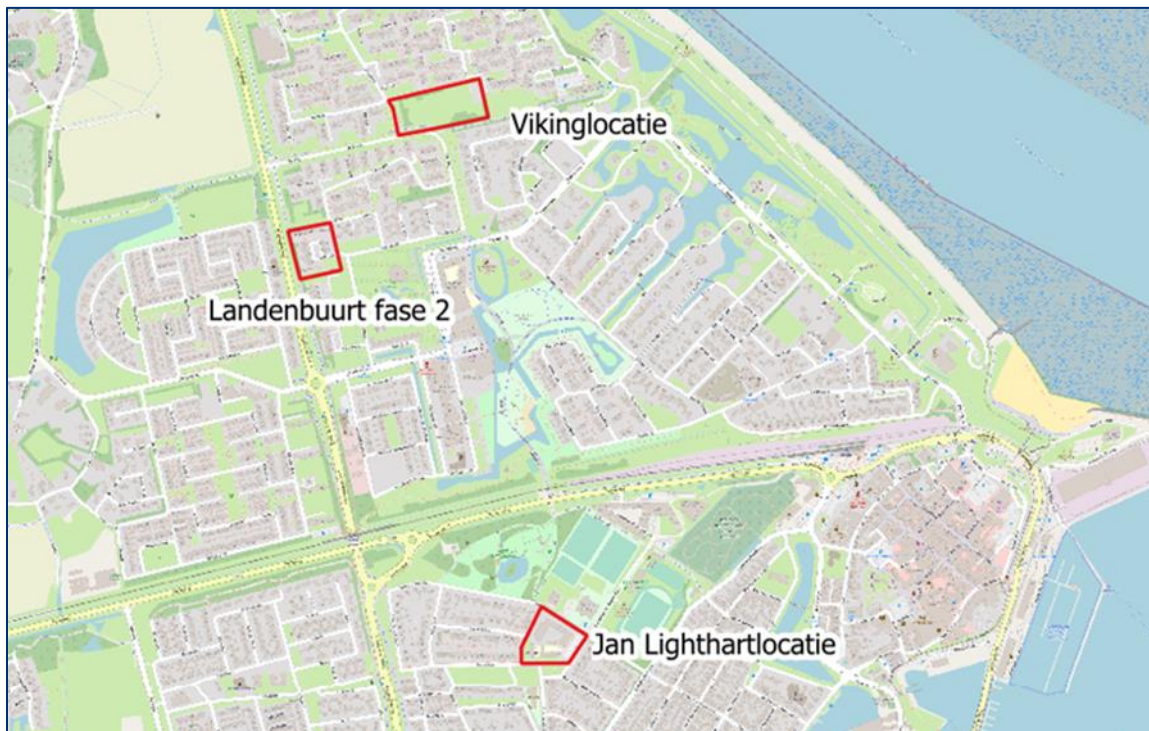
De gemeente Delfzijl is tijdens de Tweede Wereldoorlog (WOII) zwaar getroffen door oorlogsgeweld. De gemeente werd onder de Duitse bezetting opgenomen in het Duitse luchtverdedigingssysteem. De voornaamste taak was het bewaken van de Eems en de havenstad Emden. Hiertoe werden geschutbatterijen gebouwd o.a. bij Delfzijl, Nansum en Termunten, die inzetbaar waren tegen luchtdoelen en op schepen die de Eems binnenkwamen.

Delfzijl is door de Duitse aanwezigheid tijdens de bezettingsperiode meerdere keren gebombardeerd door de geallieerde luchtmacht. Na het mislukken van geallieerde operatie Market Garden eind 1944 troffen de Duitsers maatregelen om het nog bezette deel van Nederland te verdedigen. Delfzijl werd om zijn strategische ligging ingericht als vesting, met een uitgebreid stelsel van verdedigingswerken in een halve cirkel rondom de stad. Na de bevrijding van Groningen halverwege april 1945 trokken ongeveer 4.000 Duitse militairen zich terug in Delfzijl en de omliggende dorpen. Op 20 april 1945 begonnen Canadese eenheden een offensief om Delfzijl en omgeving te bevrijden, de zogenaamde slag om "Delfzijl Pocket". Een operatie die meer voeten in de aarde had dan vooraf werd gedacht. Op 2 mei 1945 werd Delfzijl na zware gevechten bevrijd.

Ten gevolge van de oorlogshandelingen in en rondom Delfzijl zijn in de bodem Ontploffbare Oorlogsresten (OO) achtergebleven. Deze OO kunnen een risico vormen tijdens de realisatie van de perspectieflocaties.

1.2 ONDERZOEKSGBIED

Het onderzoeksgebied bestaat uit drie afzonderlijke gebieden. De ligging van deze gebieden is in rood weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1: Onderzoeksgebied Perspectieflocaties Vikinglocatie, Jan Ligthart en Landenbuurt fase 2 (rood).

1.3 DOEL PROJECTGEBONDEN RISICOANALYSE

Het doel van deze Projectgebonden Risicoanalyse is vaststellen of bij het ontwikkelen van de perspectieflocaties risico's voor de arboveiligheid en openbare veiligheid op kunnen treden door de mogelijke aanwezigheid van OO en het definiëren van mitigerende maatregelen om de geïdentificeerde risico's tot aan acceptabel niveau te reduceren.

1.4 PROJECTTEAM

In het kader van deze Projectgebonden Risicoanalyse is een projectteam samengesteld dat de werkzaamheden heeft uitgevoerd. Het projectteam bestond uit de volgende medewerkers:

- Dhr. ing. E. van den Berg Project manager, auteur
- Dhr. ing. E. Wildeman Adviseur en tweede lezer

1.5 LEESWIJZER

De resultaten van het uitgevoerde historisch vooronderzoek worden beschreven in hoofdstuk 2. De verticale afbakening van de in het historisch vooronderzoek afgebakende verdachte gebieden is uitgewerkt in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de invloedsfactoren die kunnen leiden tot een detonatie van de mogelijk achtergebleven OO geïdentificeerd. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de geplande werkzaamheden beschreven. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de uitwerking van een detonatie. Op basis van de voorgaande hoofdstukken wordt in hoofdstuk 7 de OO-risicoanalyse behandeld. Hieruit blijkt welke activiteiten tot onacceptabele risico's leiden en welke niet. Ten slotte wordt in hoofdstuk 8 een advies gegeven over de benodigde mitigerende maatregelen.

2 AFBAKENING OO-RISICOGEBIEDEN

In dit hoofdstuk wordt de horizontale en verticale afbakening van de OO-risicogebieden ter plaatse van de drie onderzoekslocaties beschreven.

2.1 HORIZONTALE AFBAKENING OO-RISICOGEBIEDEN

De horizontale afbakening van de OO-risicogebieden is afgeleid uit de voor de onderzoekslocaties beschikbare onderzoeken. De gebruikte onderzoeken zijn gespecificeerd in Tabel 1.

Locatie	Vooronderzoek Ontploffbare Oorlogsresten
Jan Ligthart	Freyr, <i>Vooronderzoek Conventionele Explosieven Botterlaan Delfzijl</i> , kenmerk FR2020_DTS_019 EXT0-20, d.d. 17 april 2020.
	NjordIC, <i>Projectgebonden Risicoanalyse Ontploffbare Oorlogsresten Sloop/nieuwbouw Bleeksteen 1-3, Delfzijl</i> , kenmerk 2023.02.383/UP0-597, d.d. 1 mei 2023.
Vikinglocatie	Expload, <i>Aanvullend vooronderzoek en algemene risicoanalyse Conventionele Explosieven, Delfzijl Noord</i> , kenmerk RAP01822301, d.d. 20 maart 2019.
Landenbuurt fase 2	Expload, <i>Aanvullend vooronderzoek en algemene risicoanalyse Conventionele Explosieven, Delfzijl Noord</i> , kenmerk RAP01822301, d.d. 20 maart 2019.

Tabel 1: Gebruikte Vooronderzoeken Ontploffbare Oorlogsresten.

De informatie uit de beschikbare onderzoeken is door NjordIC geanalyseerd en verder aangevuld met informatie verkregen uit een nadere bestudering van de War Diaries van de Canadese troepen die zijn ingezet tijdens de bevrijding van Delfzijl.

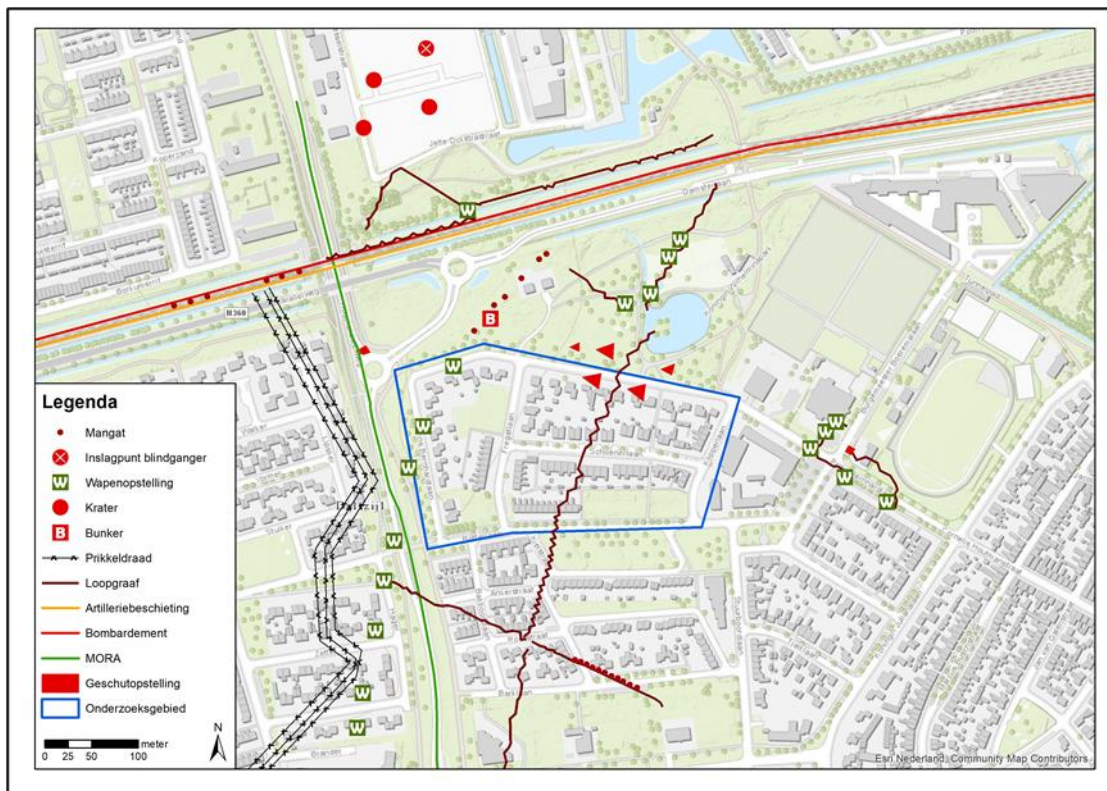
2.1.1 Jan Ligthart

De Jan Ligthart locatie grenst aan het onderzoeksgebied van het *Vooronderzoek Conventionele Explosieven Botterlaan Delfzijl*.¹ Dit onderzoek is in 2020 in opdracht van de voormalige gemeente Delfzijl opgesteld. Het onderzoek is uitgevoerd volgens de eisen van het voormalige WSCS-OCE.

In het onderzoek zijn geen indicaties aangetroffen van oorlogshandelingen in en nabij het onderzochte gebied. Wel zijn op de geraadpleegde luchtfoto's, loopgraven, wapenopstellingen en geschutstellingen waargenomen. Alle relevante gegevens met een geografisch component uit de geraadpleegde bronnen zijn ingetekend op een inventarisatiekaart (zie Figuur 2).

Uit de inventarisatiekaart blijkt dat ter plaatse van de Jan Ligthart locatie geen verdedigingswerken aanwezig waren. De dichtstbijzijnde verdedigingswerken (loopgraaf met wapenopstellingen) lagen ten noordoosten van de locatie (ter plaatse van de Prins Bernhardlaan).

¹ Freyr, *Vooronderzoek Conventionele Explosieven Botterlaan Delfzijl*, kenmerk FR2020_DTS_019 EXT0-20, d.d. 17 april 2020.



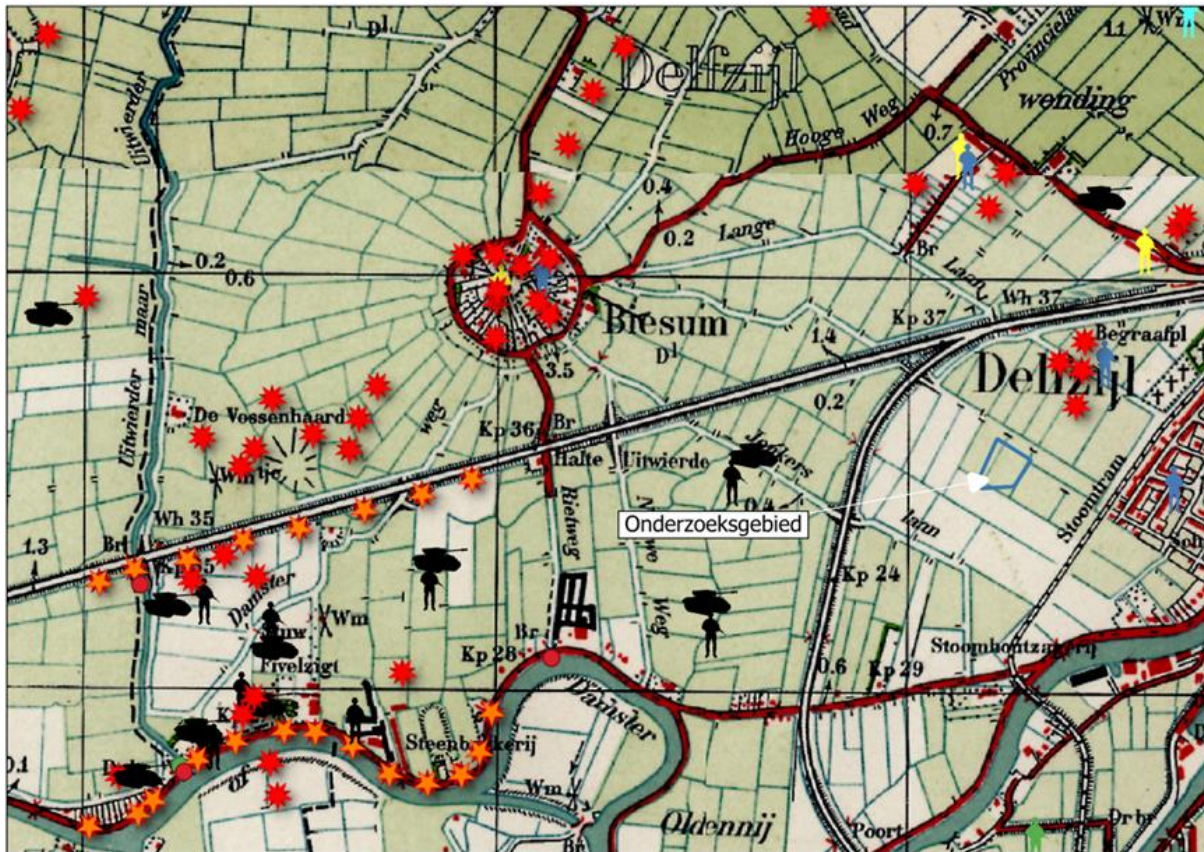
Figuur 2: Inventarisatiekaart Botterlaan.²

Uit bestudering van de Canadese War Diaries blijkt dat één eenheid van het Canadese leger actief geweest is in en nabij het onderzoeksgebied, te weten de British Columbia Dragoons (BCD - gepantserd verkenningregiment, inclusief infanterie). Deze eenheid is zeer actief geweest tijdens de bevrijding van Delfzijl, waarbij enerzijds opgetrokken werd vanuit Appingedam richting Delfzijl langs de bestaande spoorlijn Groningen – Delfzijl en anderzijds langs het Damsterdiep. De oorlogshandelingen vonden met name plaats in de periode tussen 1 en 2 mei 1945.

Het onderzoeksgebied werd rondom 1-2 mei 1945 bevrijdt. De Canadese eenheid maakte veel progressie en kon vrij snel het gebied tussen Appingedam en Delfzijl oversteken, omdat het Duitse verzet sterk gereduceerd was. De aanwezige natuurlijke dekking langs de spoorlijnen Groningen – Delfzijl en het Woltjerspoor vereenvoudigden de opmars, maar de aanwezigheid van anti-tankgrachten en -versperringen waren wel een punt van aandacht. Op 1 mei worden door de BCD nog beschietingen gemeld aan de noordoostelijke zijde van het onderzoeksgebied. Echter zijn er geen duidelijke gevechtshandelingen in het onderzoeksgebied uit de dagboeken te herleiden.

In Figuur 3 wordt een overzicht gegeven van de door de Canadezen gerapporteerde handelingen, acties en beschietingen.

² Bron: Freyr, *Vooronderzoek Conventionele Explosieven Botterlaan Delfzijl*, kenmerk FR2020_DTS_019 EXT0-20, d.d. 17 april 2020.



Figuur 3: Overzicht van de door de Canadezen gerapporteerde handelingen, acties en beschietingen. In rood de gerapporteerde beschietingen. In zwart zijn de infanterie- en tankplatoons van de BCD weergegeven. Het onderzoeksgebied Jan Ligthart is gemarkeerd met de witte pijl en blauw omlijnd (bron: NjordIC database).

Conclusie:

De Jan Ligthart locatie is ONVERDACHT op de aanwezigheid van OO. Omdat de locatie ONVERDACHT is wordt de locatie in het vervolg van deze PRA niet meegenomen. De werkzaamheden in het gebied kunnen zonder op OO gerichte veiligheidsmaatregelen worden uitgevoerd.

2.1.2 Vikinglocatie

De Vikinglocatie ligt volledig binnen het onderzoeksgebied van het *Aanvullend vooronderzoek en algemene risicoanalyse Conventionele Explosieven, Delfzijl Noord*.³ Dit onderzoek is in 2019 in opdracht van de voormalige gemeente Delfzijl opgesteld. Het onderzoek is uitgevoerd volgens de eisen van het voormalige WSCS-OCE.⁴

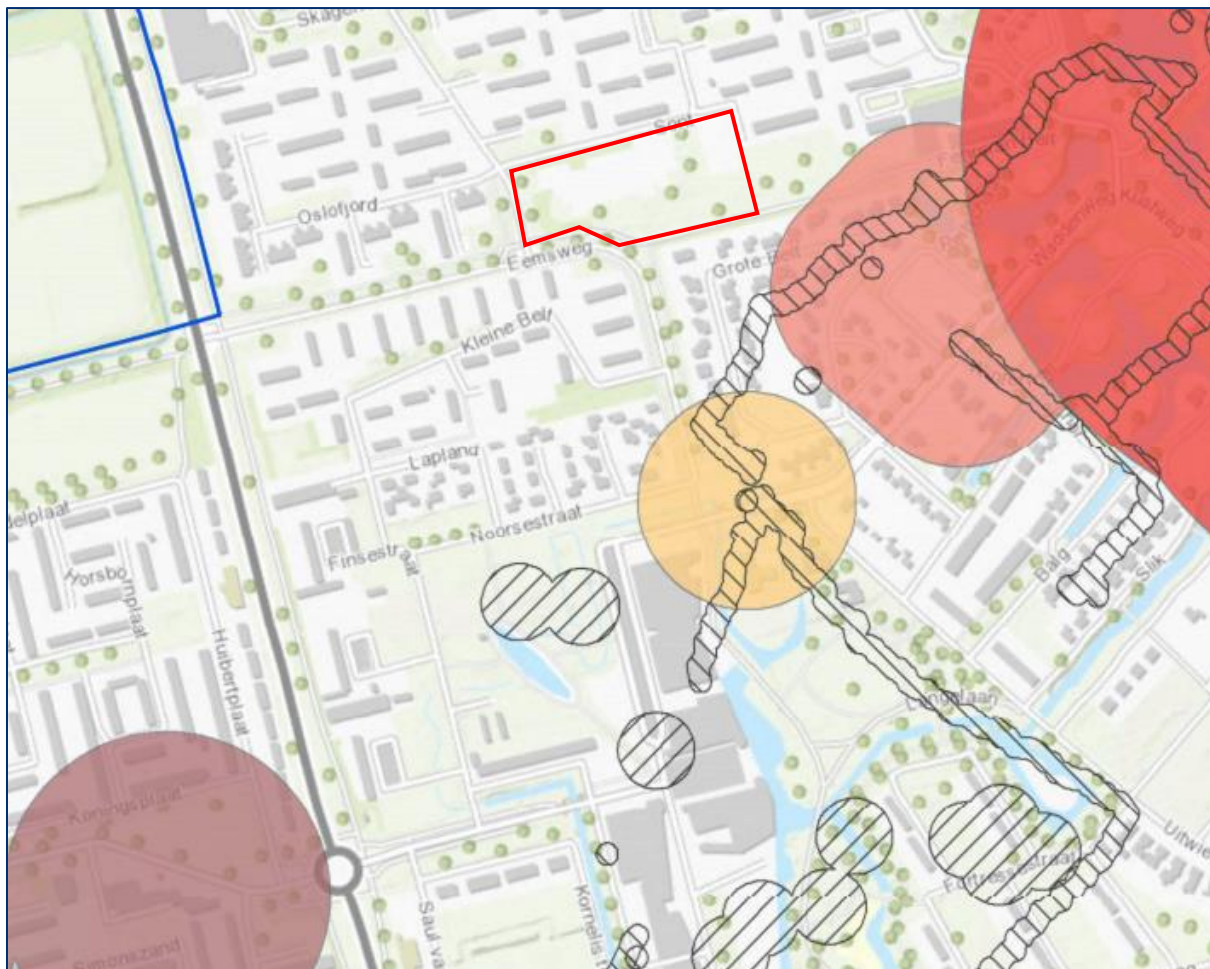
In het kader van het uitgevoerde onderzoek zijn alle verplichte en enkele aanvullende bronnen geraadpleegd. Het verzamelde bronnenmateriaal is vervolgens beoordeeld en geëvalueerd. Op basis hiervan zijn binnen het onderzoeksgebied diverse zogenaamde OO-risicogebieden afgebakend.

Uit bestudering van het rapport blijkt dat in het rapport ter plaatse van de Vikinglocatie geen op OO-verdachte gebieden zijn afgebakend.

³ Explod, *Aanvullend vooronderzoek en algemene risicoanalyse Conventionele Explosieven, Delfzijl Noord*, kenmerk RAP01822301, d.d. 20 maart 2019.

⁴ Werkveldspecifiek Certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven. Per 1 januari 2021 is het WSCS-OCE vervallen en is het Certificatieschema opsporen ontplofbare oorlogsresten (CS-OOO) CS-OOO ingevoerd. In het CS-OOO zijn de eisen voor bureaustudies geschrapt.

De dichtstbijzijnde op OO-verdachte gebieden bevinden zich ten zuidoosten van de Vikinglocatie (zie Figuur 4). Hier was een loopgravenstelsel aanwezig. Hierin kan infanteriemunitie zijn achtergelaten. Ook is naar aanleiding van artilleriebeschietingen door Duitse eenheden op oprukkende Canadese troepen een op blindgangers van Duitse 10,5 cm granaten verdacht gebied aanwezig.

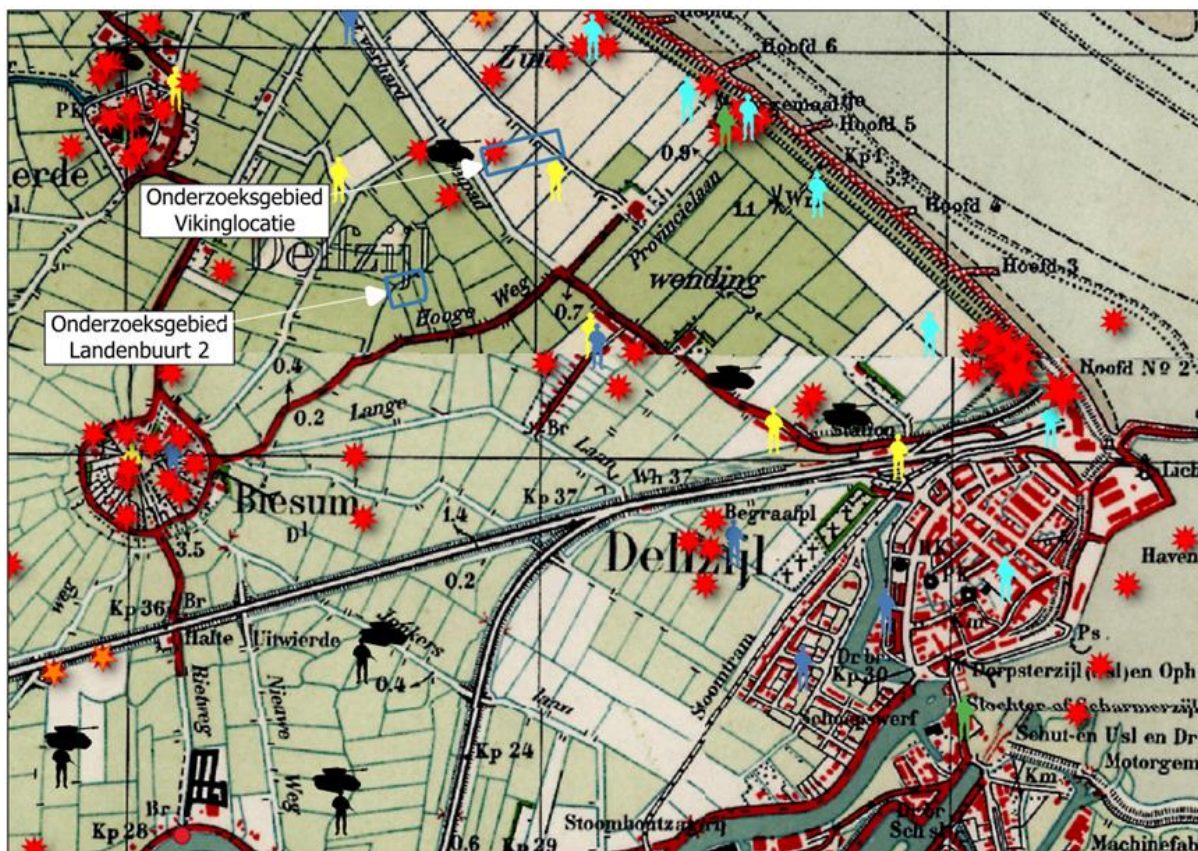


Figuur 4: Ligging Vikinglocatie ten opzichte van OO-risicogebieden (Bron: Expload, 2019).

Uit bestudering van de Canadese War Diaries blijkt dat rondom de Vikinglocatie twee eenheden van het Canadese leger actief zijn geweest, te weten de British Columbia Dragoons (BCD - gepantserd verkenningsregiment, inclusief infanterie) en de 8th New Brunswick Hussars (tankeenheid). Beide eenheden hebben vanuit Uitwierde en Biesum uitvallen gedaan om de noordkant van Delfzijl te verkennen en te bevrijden van de Duitse bezetter. De oorlogshandelingen vonden vooral plaats in de periode tussen 1 en 2 mei 1945.

Het A-squadron van de 8th New Brunswick Hussars vertrok op 1 mei vanuit Uitwierde om richting de noordkant van Delfzijl te gaan en ondersteuning te bieden aan de Cape Breton Highlanders die langs de zeedijk richting het centrum van Delfzijl optrokken. Tijdens de opmars van de 8th New Brunswick Hussars werden ze zwaar beschoten nabij en ter plaatse van de Vikinglocatie door 3 Duitse artilleriestellingen (8,8 cm AA guns) die onderdeel waren van Batterij Delfzijl. Ze meldden dat 1 tank werd verwoest door het Duitse vuur, maar voordat de tank werd verlaten, werd 1 van de Duitse kanonnen uitgeschakeld. De overige tanks werden ook door het Duitse vuur beschadigd. Hierdoor moest het A-squadron zich terugtrekken richting Uitwierde.

De BCD trok ook langs de Vikingbuurt op 1 mei, maar kon vrij snel progressie maken om uiteindelijk via de noordzijde Delfzijl in te trekken. In Figuur 5 wordt een overzicht gegeven van de door de Canadezen gerapporteerde handelingen, acties en beschietingen.



Figuur 5: Overzicht van de door de Canadezen gerapporteerde handelingen, acties en beschietingen. In rood de gerapporteerde beschietingen. In zwart zijn de infanterie- en tankplatoons van de BCD weergegeven. De onderzoeksgebied Vikinglocatie en Landenbuurt fase 2 zijn gemarkeerd met de witte pijl en blauw omlijnd (bron: NjordIC database).

In Figuur 6 is de horizontale afbakening van het OO-risicogebied weergegeven. De afbakening is gebaseerd op de beschreven oorlogshandelingen. Hierbij is met een rode arcering het verdachte gebied weergegeven, waarbinnen een verhoogd risico geldt op ten gevolge van beschietingen door Duitse tanks en mobiele stellingen achtergebleven geschutmunition. Het verdachte gebied is afgebakend door rondom de coördinaten van de beschreven beschieting – zoals vermeld in de War Diaries van de BCD – een cirkel met een straal van 112m 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 1,4 km (batterij Delfzijl). 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 $4 \times Pe$, hetgeen neerkomt op 112m rondom de vermelde coördinaten.



Figuur 6: Horizontale afbakening OO-risicogebied.

Conclusie:

De Vikinglocatie is gedeeltelijk VERDACHT op de aanwezigheid van OO. In Tabel 2 zijn de specificaties van de mogelijk achtergebleven OO weergegeven.

Hoofdsoort	Nationaliteit	Kaliber	Toestand	NEG ⁵ [kg]
Geschutmunitie	Duits	8,8 cm	Verschoten	0,73

Tabel 2: Specificaties van binnen het verdachte gebied mogelijk achtergebleven OO.

Voor de ontwikkeling van de Vikinglocatie worden de OO-gerelateerde risico's in het vervolg van deze PRA uitgewerkt.

2.1.3 Landenbuurt fase 2

Ook de Landenbuurt fase 2 ligt volledig binnen het onderzoeksgebied van het *Aanvullend vooronderzoek en algemene risicoanalyse Conventionele Explosieven, Delfzijl Noord*. ⁶

Uit bestudering van het rapport blijkt dat ter plaatse van de Landenbuurt fase 2 geen op OO-verdachte gebieden zijn afgebakend.

De dichtstbijzijnde op OO-verdachte gebieden bevinden zich ten zuidoosten van de Landenbuurt fase 2 locatie. Hier waren een tweetal geschutstellingen aanwezig (zie Figuur 7).

⁵ NEG = Netto Explosief Gewicht.

⁶ Explod, *Aanvullend vooronderzoek en algemene risicoanalyse Conventionele Explosieven, Delfzijl Noord*, kenmerk RAP01822301, d.d. 20 maart 2019.



Figuur 7: Ligging Landenbuurt fase 2 ten opzichte van OO-risicogebieden (Bron: Explod, 2019).

Uit bestudering van de Canadese War Diaries blijkt dat ter plaatse van het onderzoeksgebied Landenbuurt fase 2 geen oorlogshandelingen zijn gerapporteerd (zie Figuur 5).

Conclusie:

De Landenbuurt fase 2 locatie is ONVERDACHT op de aanwezigheid van OO. Omdat de locatie ONVERDACHT is wordt de locatie in het vervolg van deze PRA niet meegenomen. De werkzaamheden in het gebied kunnen zonder op OO gerichte veiligheidsmaatregelen worden uitgevoerd.

2.2 VERTICALE AFBAKENING VIKINGLOCATIE

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 het op OO verdachte gebied ter plaatse van de Vikinglocatie. De verticale afbakening wordt bepaald ten opzichte van het maaiveldniveau zoals dat tijdens de Tweede Wereldoorlog aanwezig was.

Tijdens de gevechten voorafgaand aan de bevrijding van Delfzijl zijn door de Duitse eenheden beschietingen uitgevoerd op de oprukkende Canadese eenheden met granaten van het kaliber 8,8 cm.

Gezien de bodemopbouw die tot ten minste 9 m-maaiveld bestaat uit zeelei (bron: Dinoloket, boormonsterprofiel B07F1066) is de verticale afbakening ingeschat op ongeveer 2 m-maaiveld. De verticale afbakening is weergegeven in Tabel 3.

Hoofdsort	Nationaliteit	Kaliber	Toestand	Verticale afbakening [m]
Geschutmunitie	Duits	8,8 cm	Verschoten	2,0

Tabel 3: Verticale afbakening van het op Duitse geschutmunitie verdachte gebied.

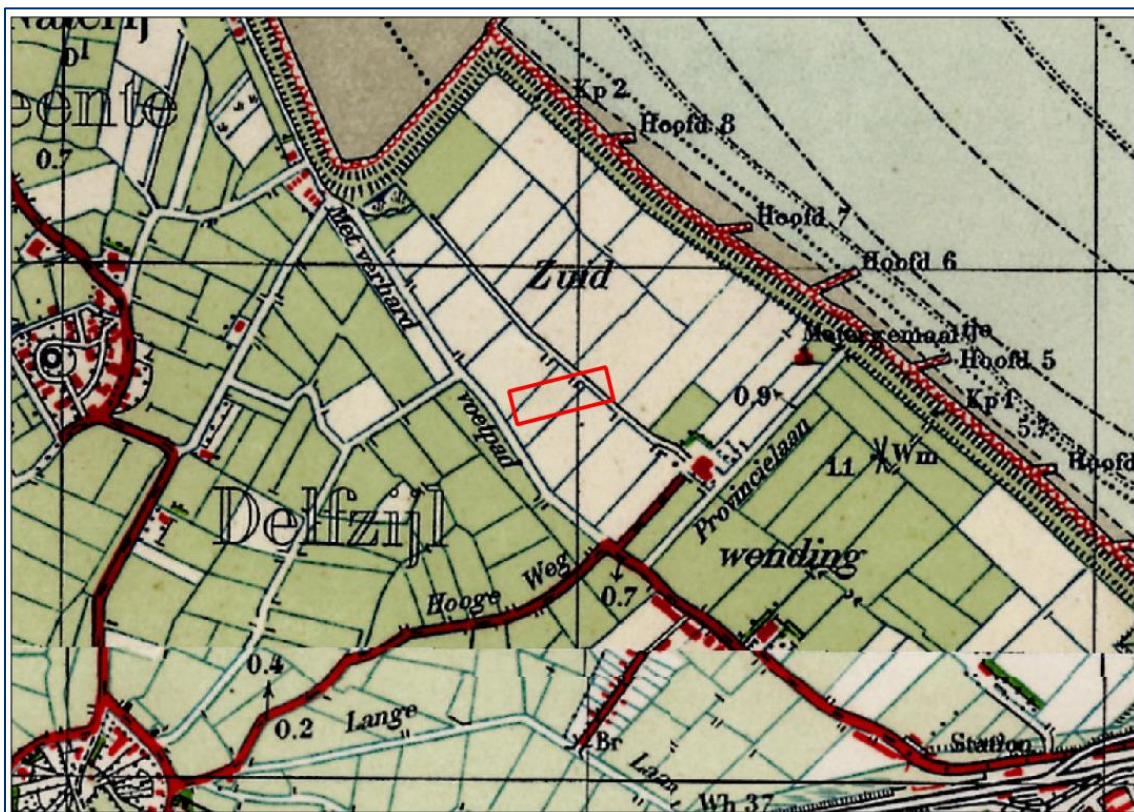
2.3 INVLOED VAN NAOORLOGSE ONTWIKKELINGEN

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 ter plaatse van de Vikinglocatie.

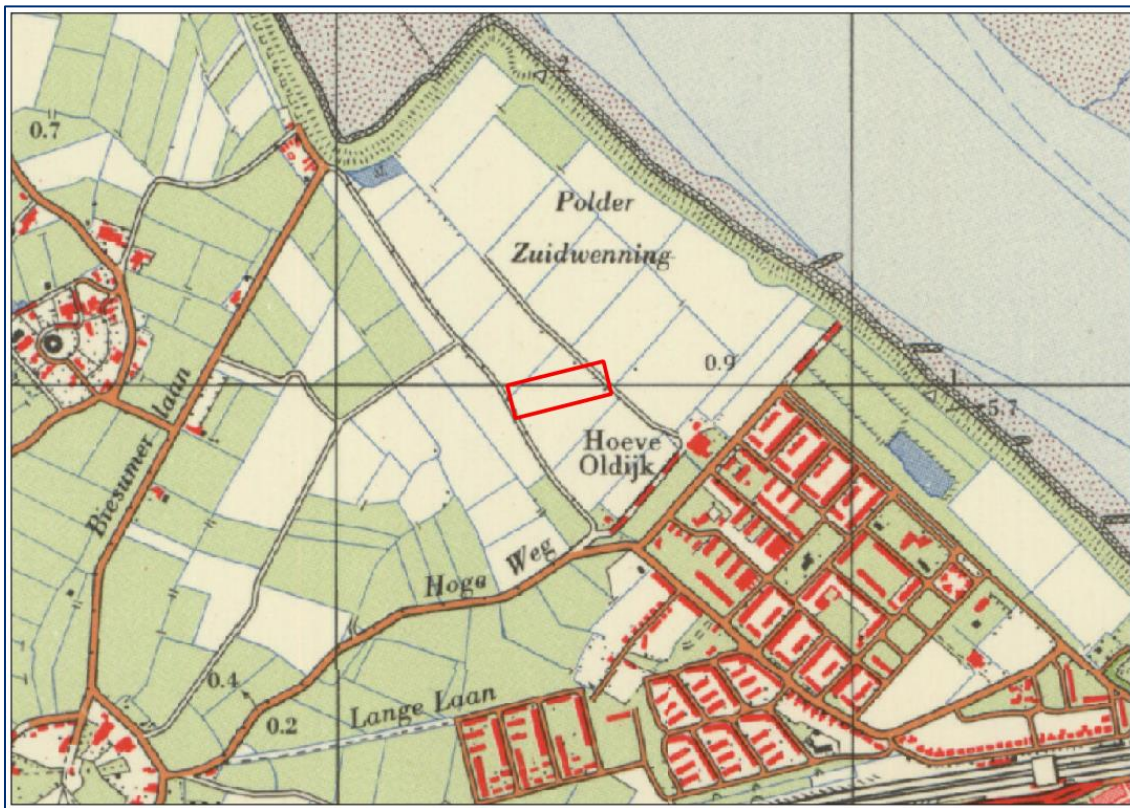
2.3.1 Situatie tijdens de Tweede Wereldoorlog

Tijdens de Tweede Wereldoorlog lag de Vikinglocatie in de polder Zuidwending. De maaiveldhoogte in het gebied bedroeg ongeveer NAP 0,9 m.



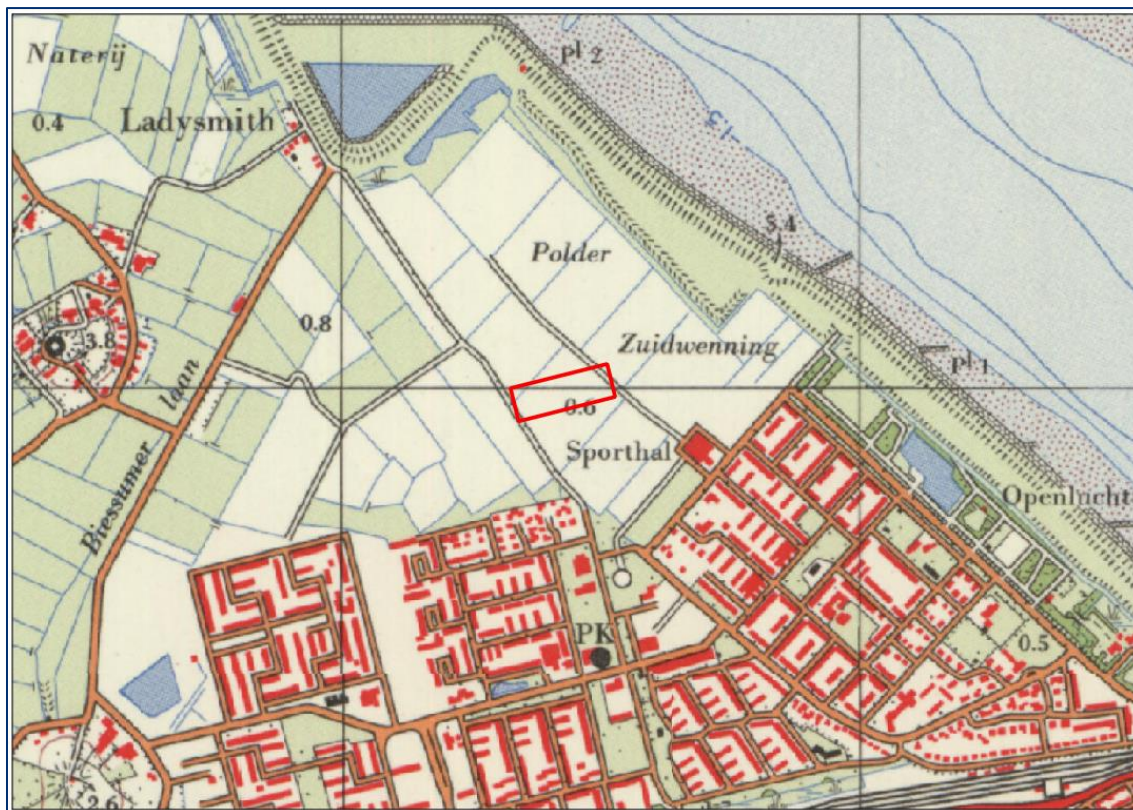
Figuur 8: Het onderzoeksgebied (rood) op de topografische kaart van 1945 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).

In de jaren '50 van de vorige eeuw gestart met de ontwikkeling van Delfzijl-Noord. Het resultaat is voor het eerst zichtbaar op de topografische kaart van 1962. Op deze kaart (zie Figuur 9) is te zien dat de buurt Kwelderland ontwikkeld is.



Figuur 9: Het onderzoeksgebied (rood) op de topografische kaart van 1962 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).

Na de ontwikkeling van Kwelderland wordt gestart met de ontwikkeling van de Landenbuurt, Schrijversbuurt en Vestingbuurt. Dit is voor het eerst te zien op de topografische kaart van 1970 (zie Figuur 10).

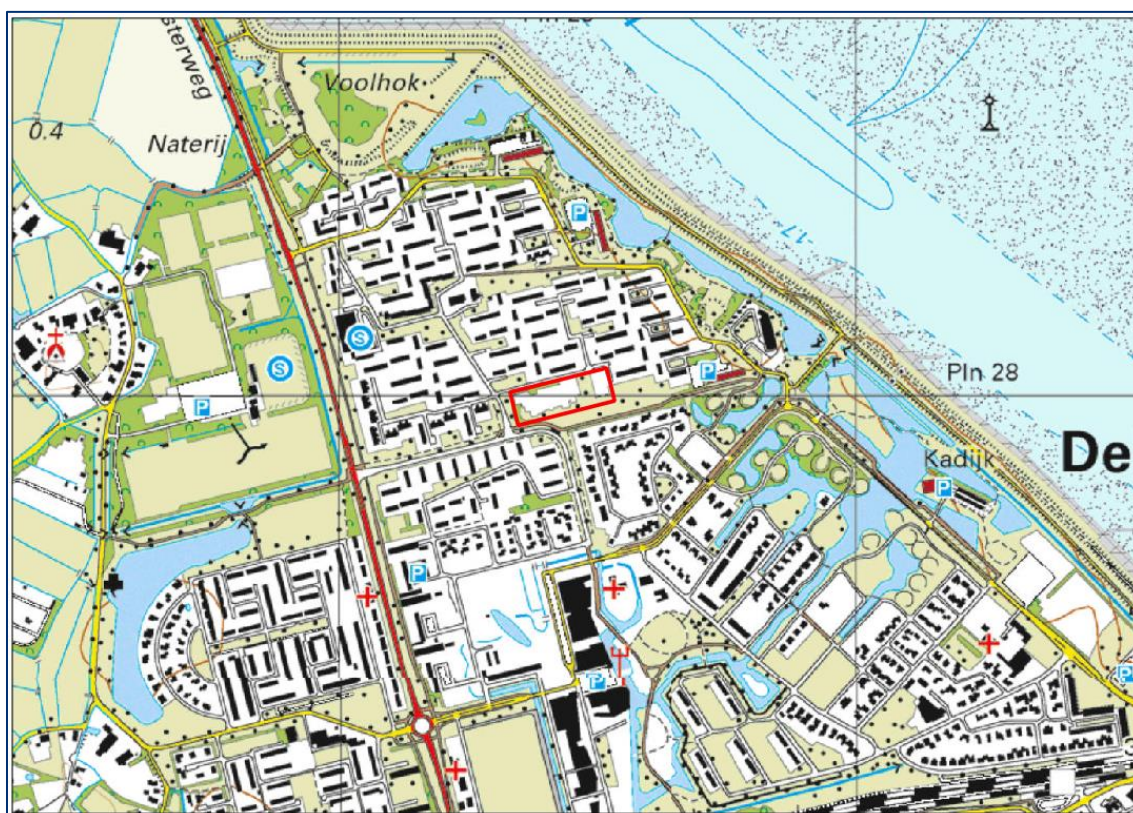


Figuur 10: Het onderzoeksgebied (rood) op de topografische kaart van 1970 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).

In de jaren '70 van de vorige eeuw is de buurt Bornholm gerealiseerd. De Vikinglocatie bevindt zich aan de zuidzijde van deze buurt. De buurt is voor het eerst zichtbaar op de topografische kaart van 1984 (zie Figuur 11). Op de Vikinglocatie is basisschool De Viking zichtbaar (zie rode cirkel in Figuur 11), waar de locatie naar vernoemd is.

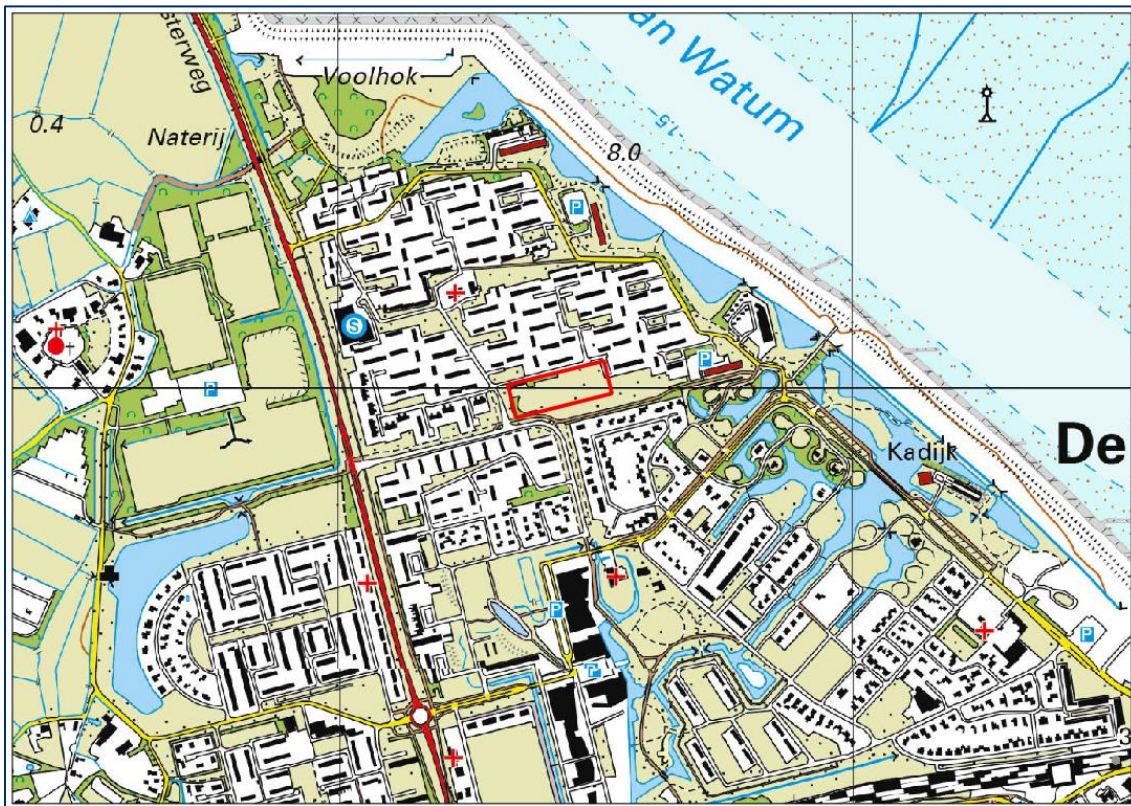


Figuur 11: Het onderzoeksgebied (rood) op de topografische kaart van 1984 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).



Figuur 12: Het onderzoeksgebied (rood) op de topografische kaart van 2014 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).

Op de topografische kaart van 2014 (zie Figuur 12) is te zien de basisschool De Viking is gesloopt. Na 2014 zijn er uitsluitend nog enkele grondwerkzaamheden geweest, maar dit heeft niet geleid tot noemenswaardige veranderingen in de ondergrond (zie figuur 13).



Figuur 13 Het onderzoeksgebied (rood) op de topografische kaart van 2019 (bron: <https://www.topotijdreis.nl>).

Uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (<https://www.ahn.nl/ahn-viewer>) blijkt dat de huidige maaiveldhoogte ter plaatse van de Vikinglocatie ongeveer NAP 0,60 m bedraagt.

Uit de inventarisatie van de naoorlogse ontwikkelingen blijkt dat het maaiveld voorafgaand aan de bouw van basisschool De Viking niet is opgehoogd. De huidige maaiveldhoogte ligt namelijk lager dan de maaiveldhoogte tijdens de oorlog. Ten behoeve van de bouw van de school hebben ontgravingen plaatsgevonden. Ook is het omliggende terrein ingericht (schoolplein, fietsenstallingen, beplantingen). Aangenomen is dat het maaiveld hierbij tot ongeveer 0,5 m-maaiveld is geroerd.

Na de sloop is het de achtergebleven ontgraving opgevuld. De herkomst van het gebruikte materiaal is niet bekend.

3 BESCHRIJVING VAN DE WERKZAAMHEDEN

In dit hoofdstuk worden de ter plaatse van de Vikinglocatie uit te voeren werkzaamheden beknopt beschreven. Het gebied waarbinnen de werkzaamheden gaan plaatsvinden is geel omlijnd in Figuur 14.



Figuur 14: Omtrek Vikinglocatie.⁷

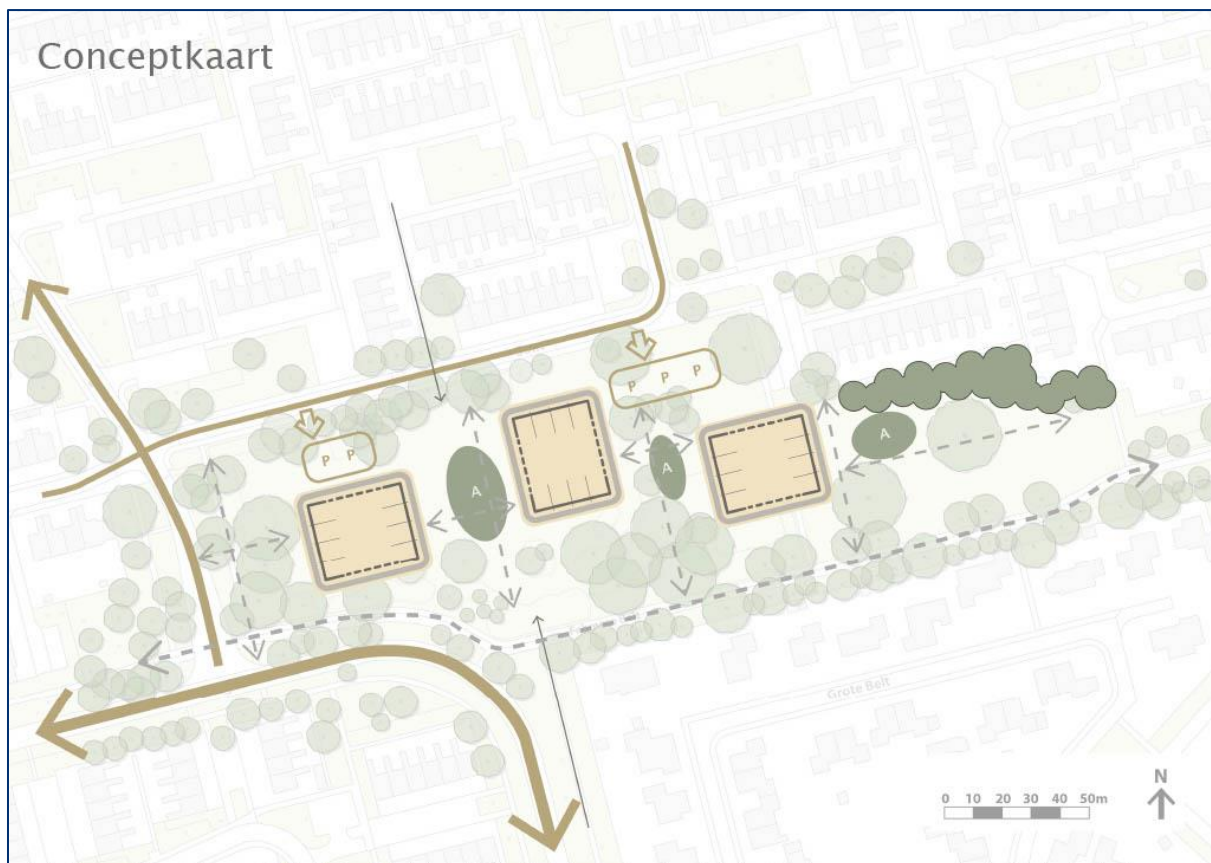
Binnen het in Figuur 14 weergegeven gebied worden ongeveer 25 huurwoningen gebouwd.⁸ Het wordt een mix van gezinswoningen en levensloopbestendige woningen. De woningen worden gebouwd in opdracht van woningbouwvereniging Acantus. De bouw start naar verwachting halverwege 2024.

In Figuur 15 is de conceptkaart van de Vikinglocatie weergegeven.⁹

⁷ Bron: <https://thuisindelfzijl.nl/stedenbouwkundig-concept-vikinglocatie-gepresenteerd/>.

⁸ Bron: Idem.

⁹ Bron: Idem.



Figuur 15: Conceptkaart Vikinglocatie. ¹⁰

3.1 UIT TE VOEREN WERKZAAMHEDEN

In deze paragraaf worden de binnen de Vikinglocatie uit te voeren werkzaamheden globaal beschreven.

3.1.1 Grondboringen

Op het terrein worden in het kader van de voorbereiding mogelijk diverse grondboringen uitgevoerd. Deze boringen worden uitgevoerd in het kader van bijvoorbeeld bodemkundig, geotechnisch, archeologisch en milieuhygiënisch onderzoek. De boringen worden doorgaans uitgevoerd met behulp van een edelmanboor. Het opgeboorde materiaal wordt op het maaiveld beschreven (bodemkartering) of verzameld in grondmonsters die later worden geanalyseerd (milieuhygiënisch en/of geotechnisch onderzoek).

In het boorgat kan een filterbuis worden geplaatst voor het bepalen van de grondwaterstand en/of het nemen van grondwatermonsters. Het plaatsen van een peilbuis vindt gewoonlijk plaats door het fluïdiseren van de ondergrond in combinatie met het direct inbrengen van de peilbuis. Dit fluïdiseren wordt gerealiseerd door handmatig een spuitlans in te brengen door het midden van de peilbuis.

Invloedsfactoren op OO:

Bij het uitvoeren van grondboringen en het plaatsen van peilbuizen kunnen de volgende invloedsfactoren optreden:

- Deformatie van de springstof (DS);

¹⁰ Bron: <https://thuisindelfzijl.nl/stedenbouwkundig-concept-vikinglocatie-gepresenteerd/>.

- 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).

3.1.2 Geotechnisch sondeonderzoek

Het geotechnisch sondeonderzoek, waarbij een sondering wordt uitgevoerd, is een type booronderzoek waarbij in het veld metingen aan de ondergrond worden gedaan door een kegelvormige sonde met een constante snelheid de grond in te drukken. Traditioneel is het doel met de sonde parameters te bepalen als de weerstand en de wrijving, die de conus op de weg naar beneden ondervindt, om daaruit mechanische eigenschappen van de ondergrond af te leiden.

Invloedsfactoren op OO:

Bij het uitvoeren van geotechnische sonderingen kunnen de volgende invloedsfactoren 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).

3.1.3 Ontgravingen

Ten behoeve van de ontwikkeling van de Vikinglocatie vinden diverse ontgravingen plaats ten behoeve van onder andere cunetten, bouwkuipen, kabels en leidingen. De ontgravingen worden uitgevoerd met behulp van een hydraulische graafmachine. De ontgravingsdiepte is afhankelijk van het type ontgraving en varieert naar verwachting tussen ongeveer 0,3 m (cunetten) tot 1,3 m (leidingen). Afhankelijk van de grondbalans van de ontwikkeling wordt mogelijk een deel van de vrijkomende grond binnen de locatie verwerkt in bijvoorbeeld de openbare ruimte. Het grondoverschot wordt afgevoerd en elders verwerkt of in depot gezet.

Invloedsfactoren op OO:

De volgende invloedsfactoren 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).

3.1.4 Plaatsen van funderingspalen

In het onderzoeksgebied worden funderingspalen aangebracht ten behoeve van de nieuw te bouwen woningen. De funderingspalen en damwanden worden door middel van heien en/of hoogfrequent trillen aangebracht.

Invloedsfactoren op OO:

Bij het aanbrengen van funderingen, palen en damwanden kunnen de volgende invloedsfactoren 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).

3.1.5 Terreininrichting

De openbare ruimte wordt opnieuw ingericht. Hierbij worden bijvoorbeeld verhardingen, hekwerken, beplantingen en straatmeubilair aangebracht.

Invloedsfactoren op OO:

Bij de terreininrichting kunnen de volgende invloedsfactoren op OO 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).

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.¹¹

4.1 INVLOEDSFACTOREN OP EXPLOSIEVE STOFFEN

In de OO die in het onderzoeksgebied kunnen zijn achtergebleven is 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 (inleidspringstof) 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 kan verschoten geschutmunitie zijn achtergebleven. De te verwachten munitie is 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 variëteit aan ontstekers worden toegepast. De factoren die van invloed kunnen zijn op ontstekers zijn afhankelijk van het werkingsprincipe van de ontstekers. In Tabel 4 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'.

¹¹ Van den Berg, E. et al (NjordIC/REASeuro), *Informatiepakket-CE*, kenmerk RO-180223, d.d. 14-09-2018.

Werkingsprincipe ontsteker	Geschutmunitie
Scheurdraad	X
Ophoudveer	X
Diafragma	X
Voorgespannen slagpinveer	X
Pyrotechnisch	X
Elektrisch	X

Tabel 4: 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 bodem waarin zich een OO met een gewapende ontsteker van het voorgespannen slagpinveer type bevindt (V).

In Tabel 5 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 5: 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).

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 uitwerkingsverschijnselen 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 Schervengevarenzone

De schervengevarenzone 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 schervengevarenzone is afhankelijk van de hoeveelheid springstof die in het OO aanwezig is. In Tabel 6 zijn de schervengevarenzones 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 ¹² [kg]	Schervengevarenzone fragmenten [m]	Schervengevarenzone overige fragmenten [m]	Typen en kalibers OO
0,5 – 1,0	250	-	Geschutmunitie 8,8 cm

Tabel 6: Straal van het gebied waarin tijdens demontagehandelingen of tijdens een “niet-afgedekte” vernietiging maatregelen tegen scherfwerking moeten worden genomen. ¹³

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.

¹² Netto Explosief Gewicht.

¹³ Bron: HB EOD, *Handboek Explosive Ordnance Disposal support to National Operations*, kenmerk LAND-ENG-EOD-01, d.d. 12-06-2020.

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 schokgolfwerking in de lucht. ¹⁴

Hierin is:

A = Afstand object tot lading in meters

C = Constante afhankelijk van het type object

L = Het ladinggewicht in kilogrammen

In Tabel 7 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
0,73	Verwonding van personen, vernieling van ruiten	10	3,65	8,8 cm granaat (D)
	Vernieling van stenen gebouwen	1,5	0,55	
	Vernieling van lichte bouwsels	5	1,83	

Tabel 7: Veilige afstanden voor de uitwerking van de luchtdruk golf.

Uit Tabel 7 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 3,65 m.

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 Ontploffbare Oorlogsresten wordt in het onderzoeksgebied geen licht-, sein-, rook-, brand- en springrook munitie verwacht.

¹⁴ Bron: HB EOD, *Handboek Explosive Ordnance Disposal support to National Operations*, kenmerk LAND-ENG-EOD-01, d.d. 12-06-2020.

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 BOEM¹⁵ richtlijnen. Deze systematiek is gebaseerd op de methoden die zijn beschreven in de richtlijnen van de Construction Industry Research and Information Association (CIRIA 2015).¹⁶

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 8) 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 8: Waarschijnlijkheidsklasse interactie met OO.

De kans op interactie tijdens de voorbereidende werkzaamheden is ingeschat op **Zeer Onwaarschijnlijk (1)**. De reden is de zeer beperkte oppervlakte die in het kader van deze werkzaamheden wordt geroerd.

De kans op interactie tijdens de ontgravingen is ingeschat op **Mogelijk (3)**. De reden hiervoor is de aanzienlijke gezamenlijke oppervlakte van de ontgravingen.

De kans op interactie tijdens de plaatsen van funderingspalen is ingeschat op **Onwaarschijnlijk (2)**. De reden is de geringe oppervlakte die in het kader van deze werkzaamheden wordt geroerd.

¹⁵ 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.

¹⁶ 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 9).

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 9: Gevoeligheidsklassen OO.

In het onderzoeksgebied kan verschoten (gewapende) geschutmunitie zijn achtergebleven. Aan verschoten geschutmunitie is de gevoeligheidsklasse **Gemiddeld (3)** 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 10).

Energieklasse	Omschrijving	Voorbeelden
1	Zeet 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	Zeet hoog	Heien van funderingspalen

Tabel 10: Energieklassen geplande activiteiten.

Aan de voorbereidende onderzoeken is de energieklassse **Laag (2)** toegekend.

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

Aan het heien van funderingspalen is de energieklassse **Zeet 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 11).

Energieklasse (Tabel 10)	Gevoeligheids- klasse (Tabel 9)	Waarschijnlijkheidsklasse (Tabel 8)				
		Zeer onwaarschijnlijk	Onwaarschijnlijk	Mogelijk	Waarschijnlijk	Zeer 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 11: 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 12). 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	<u>Personeel</u> – Voorval dat een kleine verstoring van de activiteit veroorzaakt. <u>Apparatuur/infrastructuur</u> – 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	<u>Personeel</u> – 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. <u>Apparatuur/infrastructuur</u> – 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	<u>Personeel</u> – Ongeval met verzuim van één of twee personen. <u>Apparatuur/infrastructuur</u> – 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	<u>Personeel</u> - Verwondingen aan drie of meer personen die ziekenhuisopname vereisen of resulteren in één of meer blijvende gedeeltelijke handicaps. <u>Uitrusting/infrastructuur</u> - 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	<u>Personeel</u> – Verwondingen aan één of meer personen resulterend in blijvende totale invaliditeit of één of meer dodelijke slachtoffers. <u>Uitrusting/infrastructuur</u> - 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 12: Impactklassen.

De impact van een detonatie van een geschutgranaat tijdens de voorbereidende onderzoeken wordt ingeschat op **Catastrofaal (5)**. De reden is dat deze werkzaamheden handmatig worden uitgevoerd. Het betrokken personeel bevindt zich daarom direct boven het detonatiepunt.

De impact tijdens de ontgravingen wordt ingeschat op **Groot (4)** tot **Catastrofaal (5)**.

De impact tijdens het aanbrengen van de funderingspalen (afhankelijk van de aanwezige gronddekking) wordt ingeschat op **Matig (3)** tot **Groot (4)**. De machinist van de funderingsmachine bevindt zich op enige afstand van het detonatieput.

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 13). 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 12)				
		1	2	3	4	5
		Gering	Klein	Matig	Groot	Catastrofaal
Kans op detonatie (Tabel 11)	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 13: 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 de voorbereidende werkzaamheden;
2. Detonatie tijdens ontgravingen of het hoogfrequent trillen van funderingspalen;
3. 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 14, Tabel 15 en Tabel 16 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.

Hoofdsoort	Subsrt.	Kaliber / gewicht	Gevoeligheids-klasse	Energieklasse	Kans op detonatie	Impact	Risico
Geschutmunitie	Brisant	8,8 cm	Gemiddeld (3)	Hoog (4)	6	5	Hoog

Tabel 14: Naakt risico voor de mogelijk achtergebleven OO bij het uitvoeren van voorbereidend onderzoek.

Hoofdsoort	Subsrt.	Kaliber / gewicht	Gevoeligheids-klasse	Energieklasse	Kans op detonatie	Impact	Risico
Geschutmunitie	Brisant	8,8 cm	Gemiddeld (3)	Hoog (4)	36	4-5	Gem. Hoog

Tabel 15: Naakt risico voor de mogelijk achtergebleven OO bij het ontgraven en hoogfrequent trillen van funderingspalen.

Hoofdsoort	Subsrt.	Kaliber / gewicht	Gevoeligheids-klasse	Energieklasse	Kans op detonatie	Impact	Risico
Geschutmunitie	Brisant	8,8 cm	Gemiddeld (3)	Zeer hoog (5)	30	3-4	Gemiddeld

Tabel 16: Naakt risico voor de mogelijk achtergebleven OO bij heien 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 en deformatie van de ontsteker.

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

De Kan Ligthart en Landenbuurt fase 2 locaties zijn ONVERDACHT. De werkzaamheden in deze gebieden kunnen zonder op OO gerichte veiligheidsmaatregelen worden uitgevoerd. 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 opruimwerkzaamheden 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 grondroeringen in op OO verdachte gebieden waarvan de diepte groter is dan 0,5 m-maaiveld geldt dat naoorlogs ongeroerde grond wordt geroerd. In deze bodemlaag is de kans op interactie met OO onverminderd verhoogd.

Geadviseerd wordt om de Vikinglocatie eerst te laten detecteren door middel van non-realtime (digitale) detectie met een passief detectiesysteem (magnetometer). De reden is dat dit type detectie relatief goedkoop is. De hele locatie kan 1 tot 2 dagen worden gedetecteerd. De opsporing van OO dient te worden uitgevoerd door een daartoe gecertificeerd opsporingsbedrijf (overeenkomstig het CS-OOO). Aanwezige significante verstoringen (anomalieën gelijkend op 8,8 cm granaten) dienen te worden benaderd en geïdentificeerd. Als het OO betreft dienen deze ter vernietiging aan de EOD te worden overgedragen.

Omdat op de locatie een school heeft gestaan die is gesloopt bestaat de mogelijkheid dat puin in de bodem is achtergebleven. Dit puin kan een versturende invloed hebben op de detectieresultaten. Geadviseerd wordt om ter plaatse van aanwezige detectieverstoringen de ontgravingen in het werk te (laten) begeleiden door middel van realtime (analoge) laagsgewijze detectie met een actief detectiesysteem (metaaldetector).

Het zoekdoel voor de detectie bestaat uit OO van de categorie geschutmunitie met een kaliber van 8,8 cm. De OO dienen te worden opgespoord tot de maximale ontgravingsdiepte vermeerderd met 0,5 m veiligheidsmarge of 2,0 m-maaiveld waar de grondroeringen dieper reiken dan de verticale afbakening (2,0 m-maaiveld).

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, berijd- 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

