Deltares

Huidige risico's van bestaande ontplofbare oorlogsresten in ongeroerde grond

Huidige risico's van bestaande ontplofbare oorlogsresten in ongeroerde grond

Auteur(s)
Imke Falkena
Pieter Doornenbal

Huidige risico's van bestaande ontplofbare oorlogsresten in ongeroerde grond

Opdrachtgever	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Contactpersoon	Jos van der Heijden
Trefwoorden	Ontplofbare oorlogsresten, ongeroerde grond, spontane ontploffing, risico.

Documentgegevens	
Versie	1.0
Datum	25-11-2025
Projectnummer	11211157-000
Document ID	11211157-000-BGS-0002
Pagina's	50
Classificatie	
Status	Definitief

Auteur(s)		
	Imke Falkena Pieter Doornenbal	

Gebruik van deze tabel is voor de controle van de juiste uitvoering door Deltares van de opdracht. Ieder ander klantgebruik en externe verspreiding is niet toegestaan.

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
1.0	Imke Falkena Pieter Doornenbal	Marc Verheul	Ane Wiersma

Samenvatting

Deltares heeft in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, voor het Kenniscentrum Ontplofbare Oorlogsresten onderzocht wat 80 jaar na het einde van de Tweede Wereldoorlog het risico is van een spontane ontploffing[1] van ontplofbare oorlogsresten (OO)[2] in ongeroerde grond[3]. Het rapport heeft als doel gemeenten een objectief beeld te geven van de kans op een spontane ontploffing en een inschatting te geven van het risico dat daarbij slachtoffers of gewonden vallen. Op deze manier kunnen gemeenten geholpen worden om weloverwogen beleid te maken op het gebied van veiligheid en openbare orde met betrekking tot OO. De belangrijkste factoren die een rol spelen bij het inschatten van de kans dat OO spontaan tot ontploffing komt zijn: veroudering, incidentstatistieken, en de mate waarin en waar mogelijk risicovolle munitie voorkomt. Voor een risicoschatting dat de spontane ontploffing van OO tot slachtoffers leidt is de locatie van de incidenten van belang. Dit rapport is gebaseerd op 34 aangeleverde rapporten (bijlage C) en een drietal interviews met betrokken experts op het gebied van OO.

Om gemeenten inzicht te geven in hun positie ten aanzien van de omgang met OO, wordt een kort overzicht gegeven van het historisch beleid en de huidige omgang, en wordt ingegaan op de gemeentelijke invulling hiervan.

In Nederland bestaat OO wat wordt aangetroffen bij toevalsvondsten voor bijna 90% uit geschutmunitie (60%), handgranaten (12%), klein kaliber munitie (10%), en ontstekingsinrichtingen (7%) (Elings en van den Burg, 2024). OO wordt voornamelijk gevonden in gebieden waar veel gevechtshandelingen hebben plaatsgevonden, zoals bijvoorbeeld bij strategische doelen. Een belangrijke factor voor de kans dat OO na 80 jaar in de ondergrond nog spontaan kan ontploffen is of de explosieketen[4] nog intact is. Veroudering speelt daarbij een rol, waarbij met name aantasting door vocht van belang is. Vocht kan zorgen voor corrosie van de metalen behuizing, maar ook voor aantasting van de initiaalspringstof. Bij munitie met een dunne mantel kan de hoofdlading vrijkomen of door vocht worden aangetast waardoor de kans op ontploffing mogelijk afneemt, terwijl munitie met een dikke mantel de lading beter beschermt. Voornamelijk blootstelling aan (zout) water kan ervoor zorgen dat munitie na tientallen jaren niet meer werkt. In Nederland zijn er 4 mogelijke situaties bekend bij de gesproken medewerkers van de EODD waarin sprake geweest zou kunnen zijn van een spontane ontploffing van OO in ongeroerde grond. Bij geen van deze mogelijke spontane ontploffingen zijn slachtoffers gevallen. Ook in onze buurlanden, waar spontane ontploffingen vaker voorkomen, zijn geen slachtoffers gevallen. Daarnaast zijn de risicovollere OO (vliegtuigbommen met een chemische of mechanische vertragingsontsteker) vaak toegepast op strategische doelen, zoals vliegvelden en havens. In gebieden die vandaag de dag nog steeds in gebruik zijn als vliegveld of haven is de grond vaak geroerd. De kans is klein dat er een persoon aanwezig is op een voormalig strategische locatie waar nog sprake is van ongeroerde grond. Hierdoor is de kans dat iemand in de buurt is bij een mogelijke spontane ontploffing klein.

[1] Onder spontane ontploffing wordt verstaan een explosie van OO zonder enige menselijke invloed.
[2] Onder OO wordt verstaan: alle conventionele explosieven afkomstig uit de Tweede Wereldoorlog, met uitzondering van geïmproviseerde, nucleaire, biologische of chemische explosieven.
[3] Met ongeroerde grond wordt gedoeld op bodem waarin geen werkzaamheden plaatsvinden, of hebben plaatsgevonden sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog.
[4] Met een explosieketen wordt de serie aan kleinere explosieven in munitie bedoeld die als doel hebben om de hoofdlading te laten ontploffen.

Op basis van incidentenstatistieken is het risico op overlijden door een spontane ontploffing van OO vele malen kleiner dan wat er in Nederland als aanvaardbaar risico op basis van het Nederlandse veiligheidsbeleid wordt beschouwd.

Inhoud

	Samenvatting	**4**
1	**Inleiding**	**8**
1.1	Achtergrond van de opdracht	8
1.2	Definitie Ontplofbare Oorlogsresten	8
1.3	Inkadering vraagstuk	9
1.4	Doelstelling van het onderzoek	9
1.5	Aanpak/ Leeswijzer	9
1.6	Beschikbaar gestelde literatuur, interviews, en review	9
2	**De omgang van gemeenten met Ontplofbare Oorlogsresten in ongeroerde grond**	**10**
2.1	Inleiding	10
2.2	Ongeroerde grond	10
2.3	Historisch overzicht van de omgang van overheden op OO	10
2.4	Huidige omgang van gemeenten met OO in ongeroerde grond	11
2.4.1	Huidige wet- en regelgeving OO	11
2.5	Gemeentelijke invulling beleid Ontplofbare Oorlogsresten	12
3	**OO na 80 jaar**	**13**
3.1	Kans op slachtoffers bij spontane ontploffing	13
3.2	Typen en geografische spreiding van OO	13
3.2.1	Wat voor OO wordt aangetroffen	14
3.2.2	Waar wordt OO aangetroffen	14
3.3	Explosieketen	15
3.4	Veroudering	15
3.5	Incidenten	17
3.6	Synthese	19
4	**Risico’s Ontplofbare Oorlogsresten in ongeroerde grond**	**21**
4.1	Risico OO in ongeroerde grond onder invloed van veroudering	21
4.2	Risico OO in ongeroerde grond op basis van incidenten	21
4.3	Risico OO in context	22
4.4	Synthese	23
5	**Synthese en kennislacunes**	**25**
5.1	Kennislacunes	26
5.1.1	Uit rapporten afkomstig	26
5.1.2	Nieuwe kennislacunes	26

6	Literatuur	28
A	Praktijkverhalen gemeenten	29
B	Overzicht verschillende type munitie	31
C	Tabel rapport	33
D	Korte samenvattingen literatuur	36
E	Uitwerking interview Explosive Remnants of War (ERW) assist/advice	38
F	Uitwerking interview Rijkswaterstaat	42
G	Uitwerking interview EODD	45

1 Inleiding

1.1 Achtergrond van de opdracht

Deltares is door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelatie gevraagd om een opdracht uit te voeren voor het Kenniscentrum Ontplofbare Oorlogsresten (Kenniscentrum OO). Deze opdracht behelst een onderzoek naar de vraag of Ontplofbare Oorlogsresten (OO) in de bodem 80 jaar na het einde van de Tweede Wereldoorlog nog spontaan tot ontploffing kunnen komen en daarmee mogelijk ook risico's opleveren in het kader van openbare orde en veiligheid, zonder dat er sprake is van enige activiteit in of op de bodem.

Niet iedere gemeente heeft veel ervaring en expertise op het gebied van OO, daarom worden gemeenten op dit gebied ondersteund door het Kenniscentrum OO. De doelgroep van dit rapport zijn ambtenaren van gemeenten. Dit rapport is dan ook zodanig opgesteld dat de uitkomsten begrijpelijk zijn voor gemeenten, en het gemeenten inzicht biedt in het objectieve risico wat uitgaat van spontane ontploffingen van OO in ongeroerde grond.
OO is op te delen in twee categorieën. Enerzijds zijn er OO die niet naar behoren heeft gefunctioneerd, waardoor deze onbedoeld niet tot ontploffing is gekomen. Anderzijds zijn er OO die nooit is verschoten en bijvoorbeeld is achtergelaten. De reden waarom munitie die is verschoten oorspronkelijk niet gefunctioneerd heeft kan heel divers zijn. In combinatie met het gegeven dat de omstandigheden waaronder OO zich sinds de Tweede Wereldoorlog in de bodem bevinden niet bekend zijn, maakt dit OO per definitie onvoorspelbaar. De expertise, kennis en kunde van de betrokken partijen, zoals de EODD en de politie, is essentieel om bij specifieke casussen het risico in te schatten. Dit rapport helpt om op een objectieve manier inzicht in de risico's op een spontane ontploffing van OO in ongeroerde grond te geven voor bij OO betrokken medewerkers van gemeenten. Door deze kennis kan de burgemeester een weloverwogen beslissing nemen over hoe ze met deze resten willen omgaan en of er specifiek beleid moet worden opgesteld om de veiligheid en openbare orde te waarborgen. Mocht er kennis ontbreken om dit objectief te kunnen kwantificeren zal een aanbeveling gemaakt worden om deze kennisleemtes op te vullen.

Het type munitie, de locatie, de diepte waarop de OO zich bevindt, alsmede de omgevingsinvloeden (bijvoorbeeld vocht) waaraan de OO wordt blootgesteld zijn van belang voor het bepalen van de risico's van OO die in de bodem zijn achtergebleven. Daarnaast kunnen voor het inschatten van het risico van OO de statistieken van incidenten met OO geraadpleegd worden. Om inzicht te krijgen in de risico's van een spontane ontploffing of ontbranding van OO in ongeroerde grond is aangeleverde literatuur geanalyseerd waarbij gekeken is welke factoren van belang zijn voor OO om tot ontploffing (of ontbranding) te komen. Tot slot is er een beoordeling gedaan op basis van risico scenario's.

1.2 Definitie Ontplofbare Oorlogsresten

De definitie van Ontplofbare Oorlogsresten betreft alle conventionele (dus niet geïmproviseerd, nucleair, biologisch of chemisch[5] van aard) explosieven uit voorgaande oorlogen. In het kader van deze opdracht ligt de focus specifiek op OO afkomstig uit de Tweede Wereldoorlog.

[5] Met uitzondering van fosformunitie

1.3 Inkadering vraagstuk

De onderzoeksvraag spitst zich toe op conventionele munitie die gebruikt of achtergelaten is tijdens de Tweede Wereldoorlog en zich nu in ongeroerde grond bevindt. Hierbij wordt expliciet gekeken naar wat de kans is op een spontane ontploffing van OO na 80 jaar, en wat het risico is van een eventuele spontane ontploffing. Met ongeroerde grond wordt bedoeld: grond waarin geen werkzaamheden plaatsvinden, of hebben plaatsgevonden sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog. Onder een spontane ontploffing wordt verstaan dat OO zonder menselijke invloed tot ontploffing komt. De milieurisico's die OO kunnen vormen in de bodem zijn geen onderdeel van deze opdracht. In dit onderzoek gaat het alleen om ongeroerde grond op land, en wordt het mariene systeem buiten beschouwing gelaten. Tijdens dit onderzoek gaan we niet in op beleidskeuzes en behandelen expliciet niet het aantreffen van OO tijdens werkzaamheden (met uitzondering van een feitenrelaas in hoofdstuk 2).
In dit rapport wordt regelmatig geoordeeld in termen van klein, zeer klein, of waarschijnlijk. Dit komt omdat het niet mogelijk is de betreffende oordelen te kwantificeren. De gebruikte termen berusten op een inschatting op basis van de geraadpleegde bronnen.

1.4 Doelstelling van het onderzoek

Het hoofddoel van dit onderzoek is het inzicht geven aan gemeenten van het risico op een spontane ontploffing van OO na 80 jaar in ongeroerde grond.
Subdoelen daarbij zijn:

1. Inventarisatie van bestaande kennis;
2. Toepasbaar maken van kennis;
3. Identificatie van ontbrekende kennis.

1.5 Aanpak/ Leeswijzer

Het is van belang inzicht te krijgen in de positie van gemeenten met betrekking tot OO in ongeroerde grond en het risico van een spontane ontploffing (hoofdstuk 2). Daaropvolgend is een overzicht gegeven wat voor OO in de ondergrond aanwezig is en waar het wordt aangetroffen (hoofdstuk 3). Daarbij wordt onder meer ingegaan op de explosieketen, verouderingsprocessen en incidenten. Vervolgens is een eerste risico-inventarisatie gemaakt op basis incidenten en status OO na 80 jaar in de grond (hoofdstuk 4). Hierna is in de synthese van dit onderzoek een kort overzicht gegeven van de proportionaliteit ten opzichte van andere risico's in de gemeente. Afsluitend is in dit rapport ingegaan op de kennislacunes die er zijn. De resultaten van dit onderzoek zijn kort en bondig in een managementsamenvatting gepresenteerd.

1.6 Beschikbaar gestelde literatuur, interviews, en review

De bevindingen van dit rapport zijn gebaseerd op door het Kenniscentrum OO beschikbaar gestelde literatuur (bijlage C) en drie gerichte interviews: een met een munitietechnicus van het bedrijf Explosive Remnants of War (ERW) assist/advice, een met twee OO-adviseurs van Rijkswaterstaat, en een met drie medewerkers van de EODD. De relevante gebruikte literatuur is per rapport samengevat en als bijlage toegevoegd (bijlage D). Daarnaast zijn de uitwerkingen van de interviews ook als bijlage toegevoegd (respectievelijk bijlage E, F en G). Het conceptrapport is extern gereviewd door de EODD en door TNO. De EODD heeft de definitieve versie van het rapport gelezen en onderschrijft de inhoud van het rapport.

2 De omgang van gemeenten met Ontplofbare Oorlogsresten in ongeroerde grond

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is ingegaan op de wettelijke verantwoordelijkheden van gemeenten met betrekking tot OO, en op welke vlakken dit van belang is voor de omgang met OO in ongeroerde grond. Hiervoor wordt de definitie van ongeroerde grond voor gemeenten neergezet. Daaropvolgend wordt kort een overzicht gegeven van het beleid van gemeenten door de tijd heen. Dit wordt ook vergeleken met een algemeen beeld van verschillende fases die geïdentificeerd worden omtrent de omgang van explosieven na een conflict. Afsluitend wordt het huidige beleid van gemeenten gepresenteerd.

2.2 Ongeroerde grond

Ongeroerde grond is grond die niet door mensen is omgewoeld of verstoord. Dit betekent dat dit grond is waarin geen grondverstorende werkzaamheden hebben plaatsgevonden. In dit rapport gaat het om de periode na de Tweede Wereldoorlog. Dit betekent dat explosieven die tijdens de Tweede Wereldoorlog in de grond terecht zijn gekomen niet door menselijk beïnvloeding verstoord zijn. Hierbij wordt naar de ondergrond gekeken in een ruimtelijk perspectief waarbij ook in diepte onderscheid wordt gemaakt. Dit betekent dat in gebieden waarbij ondiep werkzaamheden hebben plaatsgevonden de diepere ondergrond nog ongeroerd is. Hierbij kan gedacht worden aan natuurgebieden maar ook in stedelijk gebied kan ongeroerde grond voorkomen. Bijvoorbeeld bij de aanleg van een weg waarbij pakweg de bovenste meter geroerd wordt en er eventueel een extra laag ter ondersteuning van de weg wordt aangebracht, maar de grond hieronder niet geroerd is.

2.3 Historisch overzicht van de omgang van overheden op OO

Na een gewapend conflict zijn er over het algemeen verschillende fasen te duiden die indicatief zijn voor het risico dat uitgaat van OO (Wijdemans, 2024). In de basis is voor elke fase het beleid van overheden in de omgang met OO verschillend. De 3 fasen die geïdentificeerd kunnen worden omtrent de omgang met achtergebleven OO na het einde van een conflict zijn als volgt:

- **Fase 1**. Deze fase duurt tot 2 à 3 jaar na de oorlog en wordt gekenmerkt door een proactieve opruimingsstrategie waarbij de prioriteit ligt bij het ruimen van explosieven die het grootste risico vormen op slachtoffers (met name landmijnen). In deze fase worden kosten noch moeite gespaard om verdere slachtoffers te voorkomen.
- **Fase 2**. Deze fase begint na fase 1 en duurt 20 à 30 jaar. Aan het begin van deze fase is een groot deel van de explosieven die een acuut veiligheidsrisico vormt opgeruimd, waarna de aanpak verbreed wordt naar alle type OO. In deze fase is de opsporing van OO nog steeds proactief.
- **Fase 3**. Deze fase begint na het einde van fase 2 en wordt gekenmerkt door een meer reactieve benadering van OO. Het beleid met betrekking tot de omgang met OO is passiever, waarbij er meer oog is voor de balans tussen veiligheid en onkosten.

Nederland zit sinds de jaren ’70 van de vorige eeuw in fase 3 (Wijdemans, 2024). Volgens de fase indeling zoals besproken in Wijdemans (2024) en hierboven kort beschreven, betekent dit dat het risico van OO overgaat van een humanitair probleem naar een kwestie van maatschappelijke veiligheid, alsmede dat een groot deel van de OO inmiddels is opgeruimd

(interview ERW assist/advice, bijlage E). In deze fase is het veiligheidsrisico van OO relatief beperkt, waardoor er geen directe noodzaak is om actief OO te ruimen (Wijdemans, 2024). Vanaf het einde van Tweede Wereldoorlog tot ca. 1947 bevond Nederland zich in fase 1, waarbij de focus van explosieve opruiming op mijnen lag (Wijdemans, 2024). In 1947 ging Nederland over van fase 1 naar fase 2, waarbij de hulpverleningsdienst (HVD) werd opgericht (Wijdemans, 2024). In fase 2 werd de ondersteuning van de geallieerden bij het opruimen van explosieven stapsgewijs afgebouwd en overgeheveld naar de HVD (Wijdemans, 2024). Hiermee ging de verantwoordelijkheid omtrent OO over van Defensie naar het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (Wijdemans, 2024). In de jaren ’90 van de vorige eeuw is er in Nederland een omslag geweest in het beleid omtrent de omgang met OO. In deze periode werden vele gebieden ontwikkeld voor de bouw van Vinexwijken, waardoor er relatief meer OO werd aangetroffen. In combinatie met een tekort aan capaciteit bij Defensie en de trend dat steeds meer aan de markt werd overgelaten, schiep dit ruimte voor commerciële opsporingsbedrijven (interview ERW assist/advice).
Tot 2010 besloot de gemeente (wettelijk) over opsporing en ruiming van OO, en werden de financiële kosten ten dele betaald vanuit de bommenregeling[6] (Wijdemans, 2024; interview ERW assist/advice).

2.4 Huidige omgang van gemeenten met OO in ongeroerde grond

In deze paragraaf wordt ingegaan op de huidige omgang van gemeenten met betrekking tot OO in ongeroerde grond. De rol die gemeenten kunnen hebben in relatie tot OO kunnen verschillend zijn. Zo kunnen gemeenten een rol hebben als werkgever en als opdrachtgever, maar ook als bevoegd gezag. Gezien de focus van het rapport ligt op het risico van een spontane explosie van OO in ongeroerde grond, zal niet uitgebreid ingegaan worden op de rollen en bevoegdheden van gemeenten met betrekking tot OO in het kader van spontane vondsten of werkzaamheden. Voor een uitgebreide toelichting over de rollen en bevoegdheden van gemeenten met betrekking tot alle facetten van OO wordt verwezen naar het rapport ’Wie is verantwoordelijk?’ van Helsloot en Helsoot (2022), en naar de website van het Kenniscentrum OO.

2.4.1 Huidige wet- en regelgeving OO

Relevante wetgeving omtrent de omgang met OO is vastgelegd in de Politiewet artikel 59, en in het Arbobesluit. De Politiewet valt onder de verantwoordelijkheid van het Ministerie van Veiligheid en Justitie. Het Arbobesluit valt onder de verantwoordelijkheid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. De Politiewet gaat over de openbare veiligheid. Met betrekking tot OO vallen onder meer de toevalsvondsten hieronder. Het Arbobesluit gaat over de situatie dat er werkzaamheden in de grond gaan plaatsvinden. Met betrekking tot OO gaat het Arbobesluit dus over het risico van OO wanneer de grond geroerd wordt voor werkzaamheden.
In de Politiewet is onder andere vastgelegd dat de EODD verantwoordelijk is voor de ruiming van explosieven, en zijn de taken van de politie omtrent OO vastgelegd (Politiewet, artikel 59, 2012). De burgemeester is bevoegd gezag voor taken die voortvloeien uit de Politiewet artikel 59.
In het Arbobesluit is vastgelegd dat de opdrachtgever voor werkzaamheden moet bepalen of er risico voor de veiligheid of gezondheid van werknemers is door de mogelijke aanwezigheid van OO (Arbobesluit; Elings en van den Burg, 2024). Dit betekent dat een opdrachtgever inzichtelijk moet maken wat de kans op aanwezigheid van OO is (Elings en van den Burg, 2024). Het inzichtelijk maken van het mogelijke risico van OO kan gedaan worden door

[6] De bommenregeling is onderdeel van het gemeentefonds en is in het beheer van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

middel van bijvoorbeeld een vooronderzoek (bommenkaart[7]) of een opsporingsonderzoek (Elings en van den Burg, 2024).
Wanneer het aankomt op OO in ongeroerde grond is de Politiewet relevant, omdat het een kwestie van omgevingsveiligheid betreft. Dit betekent dat de burgemeester verantwoordelijk is met betrekking tot het risico van OO in ongeroerde grond. Het Arbobesluit sluit niet aan op de situatie van ongeroerde grond, omdat er niet gewerkt wordt.

2.5 Gemeentelijke invulling beleid Ontplofbare Oorlogsresten

Aanvullend op wetgeving omtrent OO kunnen gemeenten ook zelf beleid opstellen. Zo is er een aantal gemeenten die in de Algemene Plaatselijke Verordening (APV) heeft vastgelegd dat er niet bewust naar munitie uit de Tweede Wereldoorlog mag worden gezocht (Wijdemans, 2024). Daarnaast kan een gemeente op basis van een bommenkaart beleid maken met betrekking tot in welke mate onderzoek naar OO op een locatie nodig is op basis van de mate waarin en welk type OO op die specifieke locatie verwacht kan worden (Elings en van den Burg, 2024). Het Kenniscentrum OO heeft een aantal praktijkverhalen verzameld, die nuttig kunnen zijn voor gemeenten hoe er bij andere gemeenten wordt omgegaan met OO (zie bijlage A).

Een voorbeeld van een praktijkverhaal van een gemeente die betrekking heeft op OO in ongeroerde grond is de gemeente Goirle. Deze gemeente heeft daarbij een inventarisatiekaart gemaakt van gebieden waarin na de Tweede Wereldoorlog geroerd, ontgraven en opgehoogd is, waardoor de kans op het aantreffen van OO wordt verkleind en waardoor het risico wordt verminderd. Echter kan er voor deze gebieden niet helemaal worden uitgesloten of er nog OO aanwezig is en mag de gemeente zelf bepalen in welke gebieden en in welke mate sprake is van een vermindering van het risico tot aanvaardbaar niveau (*uit: beleidsnota omgaan met niet gesprongen explosieven uit de tweede wereldoorlog, geldend van 19-11-2020 t/m heden*).

Om de kans op het aantreffen van OO en het daarmee gepaarde risico van interactie met OO te verminderen heeft bijvoorbeeld de gemeente Amersfoort een verbod op magneetvissen opgenomen in de algemeen plaatselijke verordening. Dit heeft de gemeente gedaan omdat er een toenemende populariteit van magneetvissen is, waarbij in Amersfoort steeds vaker (bewust) OO werd opgevist. Door het verbod is er onder de magneetvissers nu duidelijk dat je niet meer voor magneetvissen in Amersfoort moet zijn (https://kenniscentrum-oo.nl/praktijkverhalen/verhalen/magneetvisser-werpt-hengel-amersfoort/).

In Arnhem, waar veel oorlogsmateriaal in de grond zit, werken archeologen en opsporingsbedrijven samen. Arnhem heeft in verschillende perioden tijdens de Tweede Wereldoorlog in het frontgebied gelegen. Archeologen van de gemeente hebben veel kennis van oorlogsresten in deze omgeving. De gemeente werkt aan een kaart met archeologische vondsten uit de Tweede Wereldoorlog. De exacte locaties waar oorlogsresten zich bevinden kunnen alleen geraadpleegd worden bij de gemeente. Daarnaast is metaaldetectie binnen de gemeente verboden zonder ontheffing. De samenwerking van de gemeente Arnhem, de archeologen en de explosieven opsporingsdiensten zijn van toegevoegde waarde omdat ze elkaar versterken in de kennis over het risico van OO in ongeroerde grond. (https://kenniscentrum-oo.nl/praktijkverhalen/verhalen/ontplofbare-oorlogsresten-archeologie/).

[7] Een bommenkaart geeft weer waar in een gebied tijdens de Tweede Wereldoorlog gevechtshandelingen hebben plaatgevonden, en dus mogelijk munitie ligt. Een bommenkaart wordt ook wel bodembelastingkaart genoemd. (handvat bodembelastingkaart - Kenniscentrum Ontplofbare Oorlogsresten, Bombs Away, 2024).

3 OO na 80 jaar

In dit hoofdstuk is een overzicht gegeven van OO in de bodem na 80 jaar in ongeroerde grond, waarbij specifiek gekeken wordt naar het risico op een spontane ontploffing van OO na 80 jaar. Bij de geïnterviewde EODD'ers waren 4 situaties bekend waarbij mogelijk sprake is geweest van een spontane ontploffing. Echter is er in deze gevallen weinig tot geen onderzoek geweest naar de toedracht en omstandigheden waaronder deze ontploffingen hebben plaatsgevonden (interview EODD, bijlage 6G). Daarom is het van belang inzicht te vergaren met betrekking tot het type en de hoeveelheid munitie die in Nederland wordt aangetroffen. Om een indicatie te krijgen van wat er in Nederland aan OO in de ondergrond zit, is ingegaan op wat er in de afgelopen jaren middels toevalsvondsten is aangetroffen. Vervolgens wordt ingegaan op hoe munitie tot ontploffing komt. In combinatie met kennis over de veroudering van munitie kan zo een beeld geschetst worden van de kans dat OO na 80 jaar nog tot ontploffing kan komen, alsmede voor welk type munitie de kans op ontploffing het grootst is. Als laatste wordt in dit hoofdstuk kort ingegaan op incidenten met OO sinds 1970.

3.1 Kans op slachtoffers bij spontane ontploffing

Een belangrijk onderscheid dat gemaakt dient te worden is dat de kans op een spontane ontploffing of een spontane ontploffing met slachtoffers niet voor ieder type munitie even groot is en bovendien afhangt van of er mensen in de buurt zijn. In de basis wordt de kans op een spontane ontploffing van OO het grootst geschat voor munitie met een (chemische of mechanische) vertragingsontsteker en voor fosformunitie (Kroon, van Ham, en Bouma, 2015; interview EODD). Chemisch lange vertragingsontstekers zijn gebruikt in vliegtuigbommen. De ERW stelt dat de kans op een spontane ontploffing van OO specifiek opgaat voor vliegtuigbommen met een Amerikaanse chemisch lange vertragingsontsteker, en dat het risico van Duitse en Engelse lange vertragingsontstekers zeer laag is (interview ERW assist/advice). Bij het bepalen van het risico van vliegtuigbommen maakt de EODD echter geen onderscheid tussen Amerikaanse, Engelse, of Duitse vertragingsontstekers met betrekking tot de kans op een explosie. Het risico op slachtoffers door een spontane ontploffing van OO is significant groter bij munitie met een grote explosieve lading, denk hierbij aan vliegtuigbommen, omdat de effecten groter zijn dan bij een kleine explosieve lading. Het mogelijke risico dat uitgaat van fosformunitie wordt nader besproken in het kader onder 3.5.
Naast het soort munitie en de ontsteker is ook de diepte waarop OO ligt van belang. Bij het gecontroleerd tot ontploffing brengen van OO houdt de EODD als vuistregel aan dat er ongeveer 15 keer het kaliber aan grond bovenop gelegd moet worden (interview EODD). De vraag is in hoeverre een ontploffing van OO op bijvoorbeeld 10 meter diepte werkelijk gevolgen zal hebben aan de oppervlakte en op die manier mogelijk tot slachtoffers kan leiden, alsmede welke (niet menselijke) trigger OO op 10 meter diepte spontaan kan laten ontploffen?

3.2 Typen en geografische spreiding van OO

OO worden vandaag de dag nog regelmatig aangetroffen in Nederland. Zo wordt de EODD ongeveer 2000 tot 2500 keer per jaar ingezet (Wijdemans, 2024). Niet iedere keer dat de EODD uitrukt betreft het ook OO. Elings en van den Burg (2024) stellen dat op basis van gegevens over toevalsvondsten van de EODD sinds 2010 zeker 8% van de toevalsvondsten geen OO betreft.

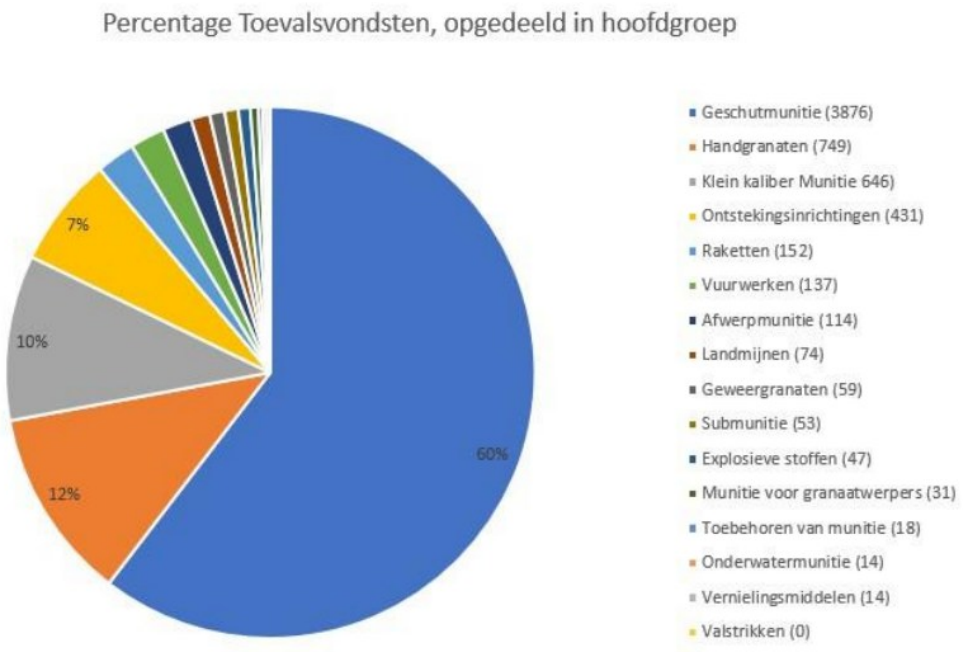
3.2.1 Wat voor OO wordt aangetroffen

In bijlage B wordt een overzicht gegeven van welke munitie in Nederland wordt aangetroffen bij toevalsvondsten sinds 2010 (Elings en van den Burg, 2024). Veruit het grootste deel van de aangetroffen munitie betreft geschutmunitie (60%). Overige munitie die met regelmaat wordt aangetroffen betreft handgranaten (12%), klein kaliber munitie (10%), en ontstekingsinrichtingen (7%) (zie Figuur 3-1). Niet alles wat aangetroffen wordt betreft een individuele vondst. Het kan voorkomen dat er meerdere munitieartikelen tegelijk worden aangetroffen. Volgens Helsloot en Helsloot (2023) gaat dit met name op wanneer er klein kaliber munitie, mijnen, of geschutmunitie wordt aangetroffen.

In Kroon, van Ham en Bouma (2015) is een overzicht gegeven van hoe vaak afwerpmunitie met een bepaald type ontsteker wordt aangetroffen. In 2014 heeft TNO een inventarisatie uitgevoerd om zicht te krijgen op het type ontsteker dat aanwezig is op in de Nederlandse bodem aangetroffen vliegtuigbommen (Kroon, van Ham en Bouma, 2015). Voor de inventarisatie is gebruik gemaakt van gegevens uit de PLANON database tussen 2008 en 2014, een inventarisatie van het archief van de Koninklijke Luchtmacht gericht op bekende relatief grote bombardementen tussen 1957 en 2008, en een enquête onder 16 EODD'ers. Op basis van de inventarisatie zijn er van 1116 vliegtuigbommen de ontstekers aangetroffen en geïdentificeerd, waarvan 544 Amerikaans, 525 Engels, en 47 Duits. Van de ontstekers met chemisch lange vertraging betreft het 14 Amerikaanse ontstekers en 142 Engelse ontstekers (Kroon, van Ham en Bouma, 2015). De door ERW als risicovol ingeschatte Amerikaanse ontstekers met chemisch lange vertraging betreffen pakweg 1% van de in totaal aangetroffen ontstekers.

3.2.2 Waar wordt OO aangetroffen

Wanneer gekeken wordt naar de geografische verdeling van toevalsvondsten, dan komt naar voren dat de meeste OO worden aangetroffen in de zuidelijke helft van Nederland en langs de kustlijn (Elings en van den Burg, 2024). Deze ruimtelijke verdeling kan in ieder geval deels verklaard worden doordat er in de noordelijke helft ten opzichte van de zuidelijke helft van Nederland minder ruimtelijke ontwikkeling en minder gevechtshandelingen hebben



Figuur 1: Toevalsvondsten op hoofdgroep

Figuur 3-1. Overzicht van hoe vaak een bepaalde hoofdsoort munitie wordt aangetroffen bij toevalsvondsten. Afbeelding uit Elings en van den Burg (2024).

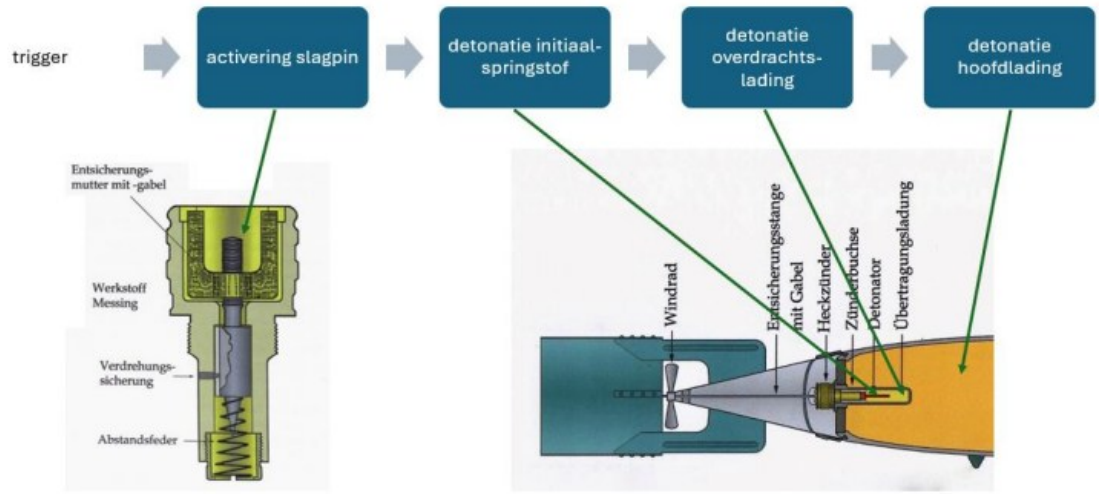
plaatsgevonden, alsmede dat het front in de noordelijke helft van Nederland tijdens de Tweede Wereldoorlog heeft stilgestaan (Elings en van den Burg, 2024).
Uit het interview met Rijkswaterstaat (bijlage F) kwam naar voren dat de diepte waarop vliegtuigbommen worden aangetroffen kan wisselen tussen pakweg 1 meter tot wel 12 meter diep, afhankelijk van de grondopbouw of bodemtype.
Sommige munitiesoorten worden alleen op specifieke locaties aangetroffen. Dit gaat met name op voor vliegtuigbommen met lange vertragingsontstekers. Vliegtuigbommen met dit type ontsteker zijn tijdens de Tweede Wereldoorlog in Nederland primair op strategische doelen gegooid (interview ERW assist/advice). Bij strategische doelen kan gedacht worden aan vliegvelden, treinstations en havens. Desalniettemin kunnen vliegtuigbommen met vertragingsontstekers sporadisch ook op andere plekken aangetroffen worden. Dit kan komen doordat het bijvoorbeeld voor een piloot door omstandigheden niet mogelijk was om het doel te bereiken waardoor de afwerpmunitie op een secundair doel is afgeworpen, of omdat de afwerpmunitie enkele kilometers naast het doel terecht is gekomen (interview EODD).

3.3 Explosieketen

Een explosieketen of detonatieketen bestaat uit een reeks stapjes die, wanneer ze elkaar opvolgen, ertoe leiden dat munitie tot ontploffing komt. In Figuur 3-2 is schematisch weergegeven welke stappen een explosieketen bevat en op welke locatie in de munitie deze stappen zich bevinden. De trigger in een explosieketen is de ontsteker. Wanneer de ontsteker afgaat (activering slagpin) ontstaat er een klein vonkje die de initiaalspringstof ontsteekt. Iedere stap binnen een explosieketen is relevant voor het tot ontploffing komen van de hoofdlading. Dit betekent dat als een van de tussenstappen niet functioneert de kans op detonatie van de hoofdlading sterk afneemt (GICHD, 2023).

3.4 Veroudering

In de basis zorgt veroudering ervoor dat OO minder voorspelbaar wordt. Dit komt omdat OO zich lange tijd onder onbekende omstandigheden in de grond bevindt. Dat OO minder voorspelbaar wordt betekent niet per se dat het risico dat uitgaat van OO ook groter wordt. Door verouderingsprocessen kan het voorkomen dat bepaalde onderdelen van de explosieketen niet meer werken, waardoor de kans op ontploffing verwaarloosbaar wordt. De mate waarin verouderingsprocessen OO beïnvloeden is afhankelijk van de omstandigheden waaronder OO zich in de bodem bevindt, het type munitie, en het materiaal waarvan de munitie en de ontsteker is vervaardigd.



Figuur 3-2. Overzicht van de stappen van een explosieketen. Afbeelding uit van Leuven (2024).

Een belangrijke factor in het verouderingsproces van munitie in de bodem is corrosie. Metalen onderdelen van munitie zijn gevoelig voor corrosie. Corrosie vindt altijd plaats, maar onder zure, zuurstofrijke omstandigheden wordt dit proces versterkt (GICHD, 2023). Ook het klimaat is relevant voor verouderingsprocessen, waarbij hogere temperaturen, cycli van vriezen en dooien, of nat-droogvariatie de veroudering van munitie kunnen versnellen (GICHD, 2023; Kroon, van Ham en Bouma, 2015). Daarnaast is de aanwezigheid van vocht vaak een voorwaarde voor veel verouderingsprocessen in de bodem (GICHD, 2023). Door corrosie kan de metalen mantel van een explosief dunner worden of vergaan, waardoor de lading bloot komt te liggen en kan gaan lekken (Kraak, 1971; Ressler, 2009). Daarentegen kan gecorrodeerd metaal ook een beschermende laag vormen tegen verdere corrosie van het interne mechanisme van munitie (Kroon, van Ham en Bouma, 2015; GICHD 2023). Hierdoor kan het interne mechanisme na lange tijd zelfs onder invloed van corrosie van de buitenkant van het munitieartikel nog steeds functioneren (Kroon, van Ham, en Bouma, 2015).

De kans op het lekken van explosieve stof of het vergaan van de metalen mantel van een explosief is groter wanneer de mantel van een explosief dunner is (GICHD, 2023). Bovendien is de kans op vochtindringing bij munitie mogelijk groter wanneer de munitie uit meerdere losse onderdelen bestaat. Zo schat ERW in dat de kans minimaal is dat de chemisch lange vertragingsontstekers van Engelse vliegtuigbommen na 80 jaar nog niet zijn aangetast door vochtindringing, omdat dit type ontsteker uit losse onderdelen bestaat (interview ERW assist/advice). De kans dat chemisch lange vertragingsontstekers van Amerikaanse vliegtuigbommen nog functioneren wordt door ERW groter ingeschat omdat deze ontstekers uit één stuk bestaan (interview ERW assist/advice), waardoor eventuele indringing van grond of water in de ontsteker kleiner is. Ook het materiaal van ontstekers is mogelijk relevant met betrekking tot de veroudering van munitie. Zo zijn Engelse vertragingsontstekers meestal gemaakt van messing, terwijl Amerikaanse ontstekers meestal gemaakt zijn van staal (interview EODD). Messing corrodeert nauwelijks waardoor de ontsteker na 80 jaar in de grond nog in zeer goede staat kan verkeren (interview EODD). Ontstekers van staal zijn gevoeliger voor corrosie, waardoor deze in ieder geval vaak visueel in minder goede staat verkeren na 80 jaar in de bodem (interview EODD).

Uit onderzoek blijkt dat de kans op functioneren klein is van ontstekers die zich onder het grondwaterpeil bevinden (Kroon, van Ham en Bouma, 2015). Een hoog zoutgehalte van het water versterkt bovendien het corroderende effect. Zo blijkt dat AT 26 ontstekers (gebruikt voor landmijnen) en mijnen die langere tijd aan zeewater worden blootgesteld na enkele weken tot jaren al niet meer functioneren (Aalbregt, Duvalois en van Ham, 2008; van Ham en Duvalois, 2003). Het corroderende effect van zout water wordt ook nog eens versneld wanneer er zand aanwezig is wat de buitenste laag van de munitie afslijt (GICHD, 2023). Bodemtype is niet alleen relevant als het aankomt op de slijtende werking, maar is ook bepalend voor de condities waaraan munitie wordt blootgesteld. Zo is in zandbodems de drainage relatief goed, waardoor de blootstelling van munitie in zandbodems aan vocht lager is (GICHD, 2023). Zand kan ook zorgen voor slijtage van munitie zoals eerder benoemd, alsmede fysieke blokkades van bepaalde onderdelen wanneer het zand de munitie indringt (GICHD, 2023). In kleibodems is de zuurstofindringing lager, waardoor munitie zich sneller onder zuurstofloze condities bevindt en munitie onder deze omstandigheden beter bestand is tegen corrosie (GICHD, 2023). Veenbodems zijn juist relatief corrosief vanwege het hoge waterpeil, zure grondwater en de hoge hoeveelheid organisch materiaal (GICHD, 2023).

Hoe lang OO zich in het milieu bevinden is in zichzelf niet per se een goede graadmeter voor het risico op een spontane explosie. Ondanks dat er vele factoren zijn die op een tijdsbestek van enkele weken tot jaren voor een significante veroudering zorgen van bijvoorbeeld ontstekers (van Ham en Duvalois, 2003; Aalbregt, Duvalois, en van Ham, 2008), kan het voorkomen dat het ontstekingsmechanisme van OO na tientallen jaren nog intact is (GICHD, 2023). Zo blijkt uit onderzoek van Aalbregt, Duvalois, en van Ham (2008) dat ontstekingsmechanismes van Duitse mijnen die in het zand liggen en niet zijn blootgesteld aan zeewater na 60 jaar nog steeds kunnen functioneren. De omgeving waarin de OO ligt is

dus in sterke mate bepalend voor het al dan niet functioneren van het ontstekingsmechanisme op langere termijn. Desalniettemin is van de buitenkant niet in te schatten of een ontsteker nog werkt. Zichtbare veroudering aan de buitenkant van de ontsteker hoeft niet te betekenen dat het mechanisme aan de binnenkant nog werkt en vice versa. Eventuele vervormingen die mogelijk ontstonden tijdens het neerkomen op de grond van munitie kunnen bovendien de mate waarin vocht eventueel zou kunnen indringen in de ontsteker beïnvloeden. Dit soort vervormingen kunnen subtiel zijn en hoeven niet per se zichtbaar te zijn aan de buitenkant. Bij het aantreffen van OO gaat de EODD er in de basis altijd vanuit dat de munitie nog functioneert, ongeacht in wat voor ondergrond de munitie wordt aangetroffen of in welke staat de ontsteker verkeerd (interview EODD).
De mate waarin veroudering van ontstekingsmechanismen leidt tot een hogere of juist lagere gevoeligheid is sterk afhankelijk van het type ontstekingsmechanisme, het materiaal, en de omgeving waaraan de munitie is blootgesteld. In enkele gevallen kan het voorkomen dat ontstekers gevoeliger worden voor ontploffing door veroudering. Dat kan bijvoorbeeld gelden voor chemisch lange vertragingsontstekers die op vliegtuigbommen zijn gebruikt. Sommige chemisch lange vertragingsontstekers bevatten een celluloid schijfje in de ontsteker. Wanneer het celluloid schijfje kapot gaat, kan de slagpin inslaan en zo de explosieketen in gang zetten. Wanneer het celluloid schijfje bij een blindganger[8] vergaat onder invloed van vocht, temperatuurwisselingen, of juist uitdroging, kan dit in theorie de explosieketen in gang zetten (Kroon, van Ham en Bouma, 2015). Een hogere gevoeligheid van munitie voor ontploffing kan ook voorkomen wanneer loodazide, een stof in ontstekers die voor ontploffing moet zorgen, in aanraking komt met koper waardoor het explosievere koperazide wordt gevormd (van Leuven, 2024). Koperazide is echter zeer instabiel en zal bij aanraking met water waarschijnlijk binnen een jaar doorreageren tot ongevaarlijke koperoxides (van Leuven, 2024). Bovendien zorgt de vlamdovende werking van vocht voor een afname van de gevoeligheid van de energetische lading. In het rapport van Kroon, van Ham, en Bouma (2015) wordt gesteld dat de kans op vorming van koperazide na 70 jaar zeer klein is. Recentelijk zijn door TNO trillingstesten uitgevoerd op 5 ontstekers met ophoudveren[9] die in de bodem zijn aangetroffen (Kroon, 2025). Voorafgaand aan de trillingstesten zijn de ontstekers schoongemaakt en gesmeerd. De trillingen die gesimuleerd werden waren indicatief voor trillingen die voorkomen bij het plaatsen van zware damwanden en heipalen. Bij geen van de geteste ontstekers sloeg de slagpin in de initiaalspringstof bij de toegediende trillingen (Kroon, 2025). Dit rapport omvat voorlopige bevindingen. TNO onderzoekt op dit moment of trillingen van de eigenfrequentie[10] van de ontstekers tot een ander resultaat leidt. De voorlopige bevindingen van het onderzoek van Kroon (2025) geven een indicatie dat ontstekers met ophoudveren na 80 jaar in de Nederlandse bodem niet trillingsgevoelig zijn. Onder gelijkblijvende omstandigheden is voor de meeste ontstekers, met uitzondering van chemische of mechanische lange vertragingsontstekers, de kans nagenoeg nul dat de ontsteker na 80 jaar opeens wel functioneert.

3.5 Incidenten

Er is in Nederland geen (verplicht) registratiesysteem waar OO-ontploffingen gemeld moeten worden. Het aantal spontane explosies van OO met slachtoffers is in Nederland nul. Wel zijn er 4 situaties bekend bij de geïnterviewde medewerkers van de EODD waarin er waarschijnlijk een spontane explosie van OO heeft plaatsgevonden (interview EODD). Deze incidenten zijn beschreven in de uitwerking van het gesprek met de EODD in bijlage G. Vanwege het gebrek aan slachtoffers en het gegeven dat de munitie al ontploft was, is er ten

[8] Een blindganger is een munitieartikel die niet op het bedoelde moment is afgegaan.
[9] Bij een ontsteker met een ophoudveer wordt de slagpin door een veer op afstand gehouden van de detonator. Munitie met een ophoudveer wordt als trillingsgevoelig ingeschat (Kroon, van Ham en Bouma, 2015).
[10] De eigenfrequentie van een voorwerp is de frequentie waarop het voorwerp uit zichzelf trilt. Wanneer de trilling van de lucht hetzelfde is als de eigenfrequentie van een brug, dan zal de brug gaan trillen (When resonance frequency matches wat happens (bridge frequency =air frequency)=Crash)

tijde van de vermoedelijke spontane ontploffingen over het algemeen geen verder onderzoek gedaan (interview EODD). Hierdoor is in geen van deze gevallen met zekerheid vast te stellen wat de potentiële trigger voor de ontploffing was, en in hoeverre deze dus werkelijk als spontaan is aan te merken.
Om toch een inschatting te kunnen maken over de hoeveelheid incidenten is er gekeken naar de mate waarin incidenten voorkomen tijdens werkzaamheden of bij toevalsvondsten.
Deze incidenten kunnen een indicatie geven van de mate waarin munitie na 80 jaar mogelijk nog functioneert. Wel moet hierbij gezegd worden dat in Nederland in de eerste jaren na de oorlog proactief OO is geruimd. Ook heeft de EODD veel expertise als het aankomt op het veilig onklaar maken van munitie, en weten burgers en politie vaak goed wat ze moeten doen wanneer er OO wordt aangetroffen. Dit draagt mogelijk mede bij aan het lage aantal incidenten met OO.
Op basis van Crisislab (2025) zijn er in Nederland in de afgelopen 20 jaar 8 incidenten met OO geweest. Bij 3 van deze incidenten zijn doden gevallen (5 doden in totaal), en bij 2 incidenten zijn er mensen gewond geraakt (2 gewonden in totaal) (Crisislab, 2023). Het type munitie dat de incidenten met slachtoffers (zowel doden als gewonden) veroorzaakte betrof eenmaal een 500 lb vliegtuigbom (3 doden), tweemaal een granaat (1 gewonde, 1 dode), en tweemaal een niet gespecificeerd explosief (1 gewonde, 1 dode). Het incident met 3 doden betrof 3 vissers die een vliegtuigbom hadden opgevist die vervolgens deflagreerde[11]. De overige 4 incidenten waarbij doden of gewonden vielen betrof burgers die bewust explosieven mee naar huis namen of probeerden te demonteren.
In de afgelopen 50 jaar zijn er 40 incidenten met OO bekend, en door ontploffing van aangetroffen OO zijn er in totaal 13 doden gevallen en zijn 16 mensen zwaargewond geraakt (Crisislab, 2025; Helsloot en Helsloot, 2023). 28 incidenten zijn veroorzaakt door particulieren die op een onverantwoorde manier met aangetroffen OO zijn omgegaan (Crisislab, 2025). Vrijwel altijd betrof dit het bewust mee naar huis nemen van OO, het proberen te demonteren van OO, het in het vuur gooien van OO, of het gooien met OO (Crisislab, 2025; Helsloot en Helsloot, 2023).
Bij incidenten is het niet altijd herleidbaar door welk type munitie het incident is veroorzaakt. Wanneer bekend is welk type munitie het incident heeft veroorzaakt, betreft dit in de meeste gevallen een granaat (23 incidenten met zekerheid een granaat en 3 incidenten vermoedelijk een granaat) (Crisislab, 2025; Helsloot en Helsloot, 2023). Een enkele keer worden incidenten veroorzaakt door mijnen (2 incidenten) of vliegtuigbommen (zeker 2 incidenten, mogelijk 3) (Crisislab, 2025).
Dat er incidenten zijn geweest, geeft aan dat munitie nog steeds kan functioneren na 80 jaar in de bodem te hebben gelegen. Desalniettemin is in veel gevallen de trigger een situatie die zich niet snel in ongeroerde grond voor zal doen, zoals bijvoorbeeld het in vuur terechtkomen van OO, of een grote kracht die uitgeoefend wordt op OO middels een boor of het gooien van OO.

[11] Bij deflagratie van OO ontbrandt de explosieve lading langzamer dan bij een explosie. Hierdoor is er bij een deflagratie geen sprake van een schokgolf, zoals dat bij een explosie wel is.

Fosformunitie
Munitie met fosfor kan als een aparte categorie worden aangemerkt ten opzichte van overige OO. Dit komt omdat fosfor spontaan ontbrandt bij blootstelling aan zuurstof in de lucht. Hierdoor is het bijvoorbeeld minder van belang de ontsteker van fosformunitie nog intact is. Fosfor komt in verschillende munitieartikelen voor, waaronder hand- mortier-, en geschutsgranaten (interview EODD). Munitie met fosfor heeft vaak een relatief dunne wand. Wanneer deze dunne wand door corrosie doorroest, kan het voorkomen dat er zuurstof bij de fosfor komt waardoor deze ontbrandt (interview EODD). Elementair fosfor is stabiel zolang het onder water ligt. Ook bij een verlaging van bijvoorbeeld de grondwaterstand kan het voorkomen dat fosformunitie eerst in anoxische omstandigheden onder de grondwaterspiegel ligt, waar na het zakken van de grondwaterspiegel de munitie wordt blootgesteld aan zuurstof en mogelijk kan ontbranden. Indien dit in de ondergrond plaatsvindt zal de snelheid van ontbranding beperkt worden door de toevoer van zuurstof naar de fosforgranaat. Een verandering in grondwaterspiegel kan voorkomen in ongeroerde grond. Theoretisch zou het spontaan ontbranden van fosformunitie tot natuurbranden kunnen leiden, maar hiervoor is geen enkel bewijs dat dit ook heeft plaatsgevonden. Ook het werken van de grond kan munitie met fosfor verplaatsen, waardoor na jaren bijvoorbeeld een fosforgranaat opeens aan het oppervlakte kan liggen en de fosfor ontbrandt.
Wanneer OO met fosfor ontbrandt zijn er twee scenario's. Het eerste scenario is dat er veel rook vrijkomt. Bij het tweede scenario bevat de fosformunitie een verspreidingslading die wordt geactiveerd door de warmteontwikkeling die bij het roken van de fosfor ontstaat. In het tweede geval kan fosformunitie tot een ontploffing leiden (interview EODD).
Op basis van een inschatting van de EODD ontbrandt er ongeveer 4 á 5 keer per jaar een fosforgranaat (interview EODD). Tijdens het interview met de EODD (bijlage G) werd een voorbeeld aangehaald van mannen die tijdens het magneetvissen een granaat opvisten die begon te roken. Op advies van de EODD namen de mannen snel afstand van de rokende granaat. Toen zij op ca. 200 meter afstand waren kwam de granaat tot ontploffing. Ondanks dat dit geen spontane ontploffing in ongeroerde grond betreft, is dit voorbeeld wel illustratief voor het gegeven dat fosforgranaten na 80 jaar in de bodem mogelijk nog tot ontploffing kunnen komen.

3.6 Synthese

De meeste munitie die wordt aangetroffen betreft geschutmunitie. Munitie wordt voornamelijk in het zuiden van Nederland en langs de kust aangetroffen. Een belangrijke voorwaarde voor of OO nog in staat is om tot ontploffing te komen is een intacte explosieketen. Veroudering zorgt ervoor dat OO onvoorspelbaarder wordt. Dit betekent niet per se dat het risico ook groter wordt. Een belangrijk proces bij veroudering van munitie is vochtindringing, omdat vochtindringing van invloed is op corrosie en eventuele veroudering van de initiaalspringstof. Bij munitie met een dunne mantel kan door corrosie de hoofdlading vrijkomen, waardoor deze door vocht kan worden aangetast of weg kan lekken. Bij fosformunitie kan het corroderen van een dunne mantel juist het risico verhogen, omdat hierdoor mogelijk zuurstof bij de fosfor kan komen waardoor deze ontbrandt. Bij munitie met een dikke mantel, zoals bijvoorbeeld vliegtuigbommen, is de hoofdlading beter beschermd, waardoor die vaak nog aanwezig is. Uit de praktijk blijkt dat de meeste ontstekers na tientallen jaren niet meer functioneren, zeker wanneer de ontsteker is blootgesteld aan (zout) water. Zandkorrels kunnen tussen de onderdelen van ontstekers terecht komen waardoor de ontsteker mogelijk niet meer werkt. De chemische en mechanische lange vertragingsontstekers zijn het type ontsteker waarvan de kans het grootst wordt ingeschat dat die na 80 jaar in de bodem nog zou kunnen werken. Vliegtuigbommen met chemisch lange vertragingsontstekers zijn

voornamelijk op strategische doelen afgeworpen, waarbij in Nederland voornamelijk Engelse vliegtuigbommen en slechts spaarzaam Amerikaanse vliegtuigbommen zijn afgeworpen. Spontane ontploffingen van munitie in Nederland zijn extreem zeldzaam. De spaarzame incidenten met OO komen voort uit toevalsvondsten door personen die vervolgens meestal onverantwoord met de munitie omgaan.

4 Risico’s Ontplofbare Oorlogsresten in ongeroerde grond

Om een inschatting te maken van het risico op een spontane ontploffing van OO in ongeroerde grond waarbij slachtoffers kunnen vallen, zijn er drie richtingen waarop de inschatting gebaseerd kan worden. Ten eerste kan er gekeken worden naar de kans op aantreffen van munitie in een situatie waarbij de kans op slachtoffers groot is. Dit is besproken in hoofdstuk 3. Ten tweede kan er gekeken worden naar de kans op functioneren van OO onder invloed van veroudering. Ook dit is aan bod gekomen in hoofdstuk 3. Als laatste kan er gekeken worden naar het risico voor Nederlanders op basis van incidenten met OO in Nederland. Dat wordt in dit hoofdstuk besproken.

4.1 Risico OO in ongeroerde grond onder invloed van veroudering

Een risico bestaat uit de kans op aantreffen, maal de kans op initiatie, maal het effect. Op basis van de informatie met betrekking tot de invloed van veroudering op OO besproken in hoofdstuk 3, is de kans op initiatie van OO voor de meeste munitie verwaarloosbaar klein. Enkel voor munitie met een chemische of mechanische vertragingsontsteker is er een kans op spontane initiatie. Veroudering zorgt er in de basis voor dat munitie minder voorspelbaar wordt, waardoor niet met zekerheid is vast te stellen wat de precieze kans op spontane initiatie is. Desalniettemin is het aantal incidenten in Nederland waarbij OO spontaan tot ontploffing is gekomen zeer beperkt. Ook in bijvoorbeeld Duitsland, waar vele malen meer afwerpmunitie is gebruikt, is het aantal spontane ontploffingen beperkt. De kans op initiatie is dus minimaal.
Uit het vorige hoofdstuk kwam naar voren dat het type OO wat het grootste risico vormt afwerpmunitie met chemische of mechanische vertragingsontsteker betreft. Afwerpmunitie met dit type ontsteker is in Nederland slechts spaarzaam gebruikt, en dan met name op strategische doelen zoals vliegvelden, havens, of treinstations (Kroon, van Ham en Bouma, 2015; interview ERW assist/advice). Op basis van deze informatie kan gesteld worden dat in het grootste deel van Nederland de kans op aantreffen van vliegtuigbommen met dit type ontsteker minimaal is, omdat de kans klein is dat dit type munitie daar überhaupt gebruikt is. Daarnaast is er in de jaren na de Tweede Wereldoorlog prioriteit gegeven aan het opruimen van munitie in stedelijk gebied (interview EODD). Hierdoor wonen er vaak relatief weinig mensen in de buurt van strategische locaties waar minder actief geruimd is en nog sprake is van ongeroerde grond, en worden deze locaties ook niet veel gebruikt voor recreatie. Hierdoor is de kans dat er mensen in de buurt wonen, of in de buurt zouden zijn in de hypothetische situatie van een spontane ontploffing zeer klein. Mochten bommen in stedelijk gebied op bijvoorbeeld een diepte van 10 meter liggen, waar de grond mogelijk nog ongeroerd is, dan is bovendien de vraag in hoeverre een spontane ontploffing van een bom met meters grond erbovenop significante schade op zou leveren aan de oppervlakte. De kans op aantreffen van OO waarbij een kans op initiatie is, op een locatie waarbij mensen in de buurt zijn is zeer klein. Oftewel, het risico van OO in ongeroerde grond is zeer klein.

4.2 Risico OO in ongeroerde grond op basis van incidenten

In Nederland zijn 4 mogelijke spontane ontploffingen bekend van OO in ongeroerde grond bij de geïnterviewde medewerkers van de EODD (interview EODD). Bij geen van deze incidenten zijn slachtoffers gevallen. Door beperkt onderzoek naar de omstandigheden bij de vermoedelijke spontane ontploffingen van OO is niet met zekerheid vast te stellen in welke mate de ontploffingen als spontaan aangemerkt kunnen worden. Het is dan ook niet bekend wat de mogelijke trigger is geweest van deze spontane ontploffingen, aanwezigheid van

dieren, variatie in grondwaterstand, ontworteling van bomen of trillingen in de nabijheid. Desalniettemin kan het risico van OO in ongeroerde grond op basis van gegevens van spontane ontploffingen als verwaarloosbaar worden aangemerkt, omdat er in Nederland nog nooit slachtoffers bij gevallen zijn. Dit wordt mede onderschreven door het gebrek aan incidenten met slachtoffers in bijvoorbeeld Duitsland, waar spontane ontploffingen vaker voorkomen.
Gezien het gebrek aan incidenten door spontane ontploffingen van OO in ongeroerde grond is het niet mogelijk om een adequate inschatting te maken van het risico van een spontane ontploffing van OO op basis van de praktijk. Helsloot en Helsloot (2023) hebben berekend dat op basis van het gebrek aan incidenten de kans op overlijden van een persoon in Nederland door een spontane explosie van OO $1{,}3*10^{-9}$ per jaar is. Dit is een kans op overlijden van minder dan 1 persoon op 15 miljoen mensen over een tijdsspanne van 50 jaar. Aanvullend kan er ook gekeken worden naar een risico inschatting op basis van personen die zijn overleden door OO. Van de 17 personen die sinds 1970 zijn overleden door OO, zijn er 13 overleden door het bewust deformeren van OO, waardoor deze tot ontploffing kwam. De overige 4 personen die zijn omgekomen door OO betroffen vissers die OO hadden opgevist[12]. Geen van de incidenten met OO waarbij personen zijn overleden vallen dus onder het risico van OO in ongeroerde grond. Desalniettemin, zelfs wanneer deze incidenten worden meegenomen is de kans dat iemand overlijdt door OO $9*10^{-8}$ per jaar.
In Nederland zijn er algemeen gehanteerde grenzen met betrekking tot geaccepteerde risico's. Voor een individueel risico betreft de algemeen gehanteerde grens van de kans op overlijden per jaar van 10^{-5} voor een deelrisico, en 10^{-6} voor een hoofdrisico (Helsloot en Heijndijk, 2024). Deze waarden zijn gebaseerd op een nota van het Ministerie van VROM uit 1989, en wordt sinds publicatie van de nota op diverse domeinen geaccepteerd als een wettelijk verplichtende norm (Helsloot en Heijndijk, 2024). Het door Helsloot en Helsloot (2023) berekende kans op overlijden door een spontane explosie van OO van $9*10^{-8}$, waarbij data van incidenten met OO zijn meegenomen (dit betreft dus geen spontane explosies), is lager dan zowel het geaccepteerde individueel deel-, als hoofdrisico.

4.3 Risico OO in context

Zoals besproken in de twee voorgaande paragrafen is de kans op (overlijden door) een spontane ontploffing van OO op basis van data sinds 1970 zeer klein. Om een beeld te schetsen bij de kans op overlijden door een spontane explosie van OO hebben zowel Helsloot en Helsloot (2023) als Helsloot en Heijndijk (2024) een vergelijking gemaakt met andere risicobronnen (respectievelijk Tabel 4-1 en Tabel 4-2). Uit deze vergelijkingen komt naar voren dat het kans op overlijden door een spontane explosie van OO significant kleiner is dan de kans op overlijden door bijvoorbeeld deelname aan het verkeer, roken, of het passeren van beweegbare bruggen (Tabel 4-1 en Tabel 4-2). Daarnaast is ook het aantal verloren gezonde levensjaren als gevolg van een spontane explosie van OO vele malen kleiner dan verloren gezonde levensjaren door onder andere de hiervoor genoemde risico's (Tabel 4-1 en Tabel 4-2).

Risicobron	Kans op overlijden per jaar	Verloren DALYs per jaar
Het roken van sigaretten	1:700	440.000
Verkeersongeval	1:25.000	50.000
Door de bliksem getroffen	1:10.000.000	60
Bouwwerkzaamheden (werknemers)	1:20.000	2000
Ontplofbare oorlogsresten (spontane explosie in op OO verdacht gebied)	<1:10.000.000	<1

[12] Dit betreft het incident besproken in 3.5 waarbij 3 vissers omkwamen na deflagratie van OO en een incident waarbij een opgeviste granaat tot ontploffing kwam.

Ontplofbare oorlogsresten (bouwwerknemers in op OO verdacht gebied)	<1:1.000.000	<1

Tabel 4-1. Risico op overlijden per jaar en verloren DALYs (gezonde levensjaren) per jaar voor verschillende risicobronnen. Tabel uit Helsloot en Helsloot (2023).

Risicobron	Individueel risico (IR)	Verloren gezonde levensjaren per jaar in Nederland
Deelname verkeer	10^{-4} tot 10^{-5}	85.000
Norm overstroming volgens Deltabesluit	10^{-5}	<1
Aardgas	10^{-6} tot 10^{-7}	40 tot 200
Waterstof	10^{-7}	<40 tot 200
Passeren beweegbare bruggen	10^{-7}	27
Ontplofbare oorlogsresten (spontante explosie)	10^{-8} tot 10^{-9}	3,5 [13]
Bliksem	10^{-9}	60

Tabel 4-2. Individueel risico en verloren gezonde levensjaren per jaar in Nederland voor verschillende risicobronnen. Tabel uit Helsloot en Heijndijk (2024).

De berekening van Helsloot en Helsloot (2023) van het risico op overlijden door een spontane explosie is gebaseerd op de aanname dat pakweg 20% van het oppervlakte in Nederland op OO verdacht gebied betreft, en bij Helsloot en Heijndijk (2024) 50%. Zoals al aan bod gekomen in paragraaf 3.2.1., betreft het grootste deel van de aangetroffen OO munitie zoals geschutmunitie of klein kalibermunitie. De mogelijkheid dat bij een ondergrondse spontane explosie van dit type munitie slachtoffers vallen is vele malen kleiner dan bij een spontane explosie van bijvoorbeeld een vliegtuigbom, omdat de explosieve lading vele malen kleiner is. Wanneer deze afweging zou worden meegenomen, zal waarschijnlijk een significant kleiner aandeel van Nederland worden aangemerkt als op OO verdacht gebied waarbij het risico op overlijden door een spontane explosie aanwezig is, dan gedaan door Helsloot en Helsloot (2023) en Helsloot en Heijndijk (2024). Wanneer ook rekening gehouden wordt met de kans dat een vliegtuigbom een als risicovol geschatte lange vertragingsontsteker bevat, zal het aandeel op OO verdacht gebied waarbij het risico op een spontane explosie met dodelijke slachtoffers aanwezig is nog kleiner zijn. De door Helsloot en Helsloot (2023) en Helsloot en Heijndijk (2024) berekende risico's op overlijden door een spontane explosie van OO zijn dus zeer conservatief, en zullen in de praktijk voor een kleiner aantal mensen opgaan. Dit komt omdat de berekening gedaan is voor het risico op overlijden in OO verdacht gebied, en waarschijnlijk wonen er minder mensen in op OO verdacht gebied, dan in de berekeningen van Helsloot en Helsloot (2023) en Helsloot en Heijndijk (2024) is aangehouden.

4.4 Synthese

Het risico dat uitgaat van OO in ongeroerde grond bestaat uit de kans op aantreffen, maal de kans op initiatie, maal het effect. De kans op spontane initiatie van OO in ongeroerde grond is alleen mogelijk aanwezig voor OO met een chemische of mechanische vertragingsontsteker. Zelfs voor de OO met een risicovolle ontsteker is de kans op spontane initiatie zeer klein, en zijn er slechts 4 mogelijke situaties bekend bij de geïnterviewde medewerkers van de EODD waarin OO spontaan tot ontploffing is gekomen in Nederland.

[13] Het verschil in verloren gezonde levensjaren als gevolg van een spontane explosie van OO tussen Helsloot en Helsloot (2023) en Helsloot en Heijndijk (2024) kan verklaard worden door een andere kwalificatie van wat als verdacht gebied aangemerkt kan worden.

De kans dat iemand in de buurt is van OO met een risicovolle ontsteker is eveneens heel klein. Dit komt omdat in stedelijk gebied na de Tweede Wereldoorlog veel munitie is geruimd, en OO met vertragingsontstekers primair op strategische doelen is afgeworpen. De mogelijk nog aanwezige OO met vertragingsontstekers ligt vermoedelijk voornamelijk in gebieden die dunbevolkt zijn en die weinig voor recreatie gebruikt worden.
Als laatste is er in Nederland nog nooit iemand overleden of gewond geraakt door een spontane explosie van OO. In combinatie met de gegevens dat de kans op aantreffen en op initiatie zeer klein zijn, maakt dat het risico van spontane explosies van OO in ongeroerde grond zeer klein.
In vergelijking met ander risico's waar Nederlanders aan bloot gesteld worden is het risico op overlijden door een spontane explosie van OO in ongeroerde grond vele malen kleiner dan het risico op overlijden door een verkeersongeval, werken in de bouw, of het risico op overlijden door overstromingen wat als acceptabel wordt gezien volgens het Nederlandse deltabesluit.

5 Synthese en kennislacunes

Op basis van de literatuur en interviews, wordt het risico op slachtoffers door een spontane explosie van OO in ongeroerde grond als zeer klein ingeschat. De volgende punten zijn voor het maken van deze inschatting van belang:

- Het risico op (dodelijke) slachtoffers door ontploffing van munitie is sterk afhankelijk van het type munitie. Door de grote hoofdlading in afwerpmunitie (vliegtuigbommen) is bij een explosie het risico ten opzichte andere munitie het hoogst. Op basis van cijfers over het type munitie dat wordt aangetroffen bij toevalsvondsten betreft afwerpmunitie slechts 3-4% van alle aangetroffen munitie. Bovendien is meestal bekend welke gebieden gebombardeerd zijn waardoor er bij werkzaamheden actief OO wordt opgespoord, wat de kans verkleind om OO spontaan aan te treffen.
- OO die vandaag de dag nog in de grond ligt is destijds niet afgegaan. Dit kan bijvoorbeeld komen doordat de munitie niet op scherp staat (munitieopslag), of dat door omstandigheden de hoofdlading of ontsteker niet heeft gefunctioneerd. Onder gelijkblijvende omstandigheden is voor de meeste ontstekers, met uitzondering van chemische of mechanische lange vertragingsontstekers, de kans nagenoeg nul dat de ontsteker na 80 jaar opeens wel functioneert.
- Door veroudering wordt munitie in de basis minder voorspelbaar. Desalniettemin zal munitie die in aanraking komt met vocht zeer waarschijnlijk door veroudering niet meer functioneren. Dit komt doordat onderdelen door corrosie of de slijtende werking van bewegend zand kapot gaan, of doordat de hoofdlading weglekt door corrosie van de mantel van het explosief. Aan de buitenkant van munitie is niet af te zien of het interne mechanisme van munitie nog functioneert. Uitzondering hierop zijn ontstekers die loodazide bevatten. Wanneer er koper in de ontsteker is gebruikt kan onder invloed van vocht loodazide omgezet worden in het zeer explosieve, maar instabiele, koperazide, wat tijdelijk (pakweg een jaar) het risico op explosie verhoogt. Het is onbekend of alle loodazide in ontstekers uit de Tweede Wereldoorlog al is blootgesteld aan vocht. De kans dat de vorming van koperazide vandaag de dag nog een risico vormt voor het spontaan tot ontploffing komen van OO wordt als zeer klein geschat.
- Door de dikke metalen mantel van vliegtuigbommen is de kans groot dat de hoofdlading nog aanwezig is, ondanks corrosie. Chemische of mechanische lange vertragingsontstekers zijn door hun robuustheid relatief goed bestand tegen veroudering, waardoor ze in theorie nog kunnen functioneren na 80 jaar.
- Vliegtuigbommen met chemisch lange vertragingsontstekers zijn primair gebruikt op strategische doelen. Bommen met specifiek de Amerikaanse chemisch lange vertragingsontstekers zijn in Nederland slechts spaarzaam gebruikt, en dan met name in het oosten van het land. Het gebied waar het aannemelijk is dat er mogelijk vliegtuigbommen met Amerikaanse chemisch lange vertragingsontstekers liggen en er dus een mogelijk risico is, is dus zeer klein.
- Op basis van gegevens van incidenten met OO in Nederland sinds 1970 is de kans om te overlijden door OO zeer klein (ordegrootte 10^{-8}-10^{-9}) en valt binnen wat in Nederland als een acceptabel risico beschouwd wordt. Incidenten met OO betreffen vrijwel altijd toevalsvondsten door burgers die vervolgens het explosief deformeren. Deze incidenten betreffen dus geen spontane explosies. Er zijn mogelijk 4 spontane ontploffingen van OO geweest in Nederland, al is door gebrek aan onderzoek niet vast te stellen in hoeverre deze ontploffingen als spontaan aangemerkt kunnen worden. De kans op overlijden of gewond raken door een spontane explosie in ongeroerde grond van OO is dus nog kleiner dan wat er op basis van incidenten berekend is.

- Gebieden met ongeroerde grond komen in Nederland primair voor in dunbevolkt/onbewoond gebied. Op grotere diepte kan nog OO voorkomen, maar de vraag is in hoeverre dit mogelijk tot slachtoffers kan leiden aan de oppervlakte. De kans dat iemand zich in de buurt van een hypothetische spontane explosie bevindt en hierdoor sterft is daarom klein.
- Het risico dat er slachtoffers (of gewonden) vallen door het spontaan ontploffen van OO in ongeroerde grond is het resultaat van: de kans van aantreffen, maal de kans dat het spontaan ontploft, maal het effect (iemand in de buurt). Alle drie deze kansen zijn zeer klein.

5.1 Kennislacunes

Om het exacte risico dat uitgaat van OO in ongeroerde grond te bepalen kan eventueel aanvullend onderzoek gedaan worden. Kennislacunes uit de geëvalueerde rapporten (5.1.1) en door Deltares geïdentificeerde kennislacunes (5.1.2), zouden hierbij kunnen helpen. Een belangrijke afweging die gemaakt dient te worden is in hoeverre de kosten van een eventueel vervolgonderzoek opwegen tegen de extra kennis die een eventueel vervolgonderzoek oplevert. Er kan immers met vrij veel zekerheid gesteld worden dat het risico op een spontane ontploffing van OO in ongeroerde grond waarbij slachtoffers vallen zeer klein is, en dat het risico bovendien qua ordegrootte valt onder wat in Nederland als acceptabel gezien wordt.

5.1.1 Uit rapporten afkomstig

De volgende kennislacunes zijn benoemd in de geraadpleegde rapporten en zijn relevant voor de risicoschatting van OO in ongeroerde grond:

- GICHD (2023) stelt dat het nog onduidelijk is in welke mate langdurige blootstelling aan vocht (bijvoorbeeld wanneer OO zich onder de grondwaterspiegel bevindt)f de primaire explosieve lading, en dan specifiek loodazide en loodstyfnaat, in ontstekers beïnvloedt.
- In GICHD (2023) wordt benoemd dat er spaarzame voorbeelden zijn van munitie die langdurig blootgesteld zijn aan vocht en daardoor niet meer functioneren, maar die na drogen wel weer functioneren. Door gebrek aan onderzoek hebben we nog geen begrip van hoe dit proces werkt.
- Kroon, van Ham en Bouma (2015) geven aan dat het nog onbekend is in welke mate veroudering chemisch lange vertragingsontstekers beïnvloedt.

5.1.2 Nieuwe kennislacunes

Naast de relevante kennislacunes uit de aangeleverde rapporten zoals besproken in de vorige paragraaf, heeft Deltares ook enkele aanvullende kennislacunes geïdentificeerd:

- Zijn vliegtuigbommen die heden ten dage in Nederland worden aangetroffen in de ondergrond in staat om onder de aangetroffen omstandigheden nog tot ontploffing te komen?
    - Momenteel wordt aangenomen dat bepaalde type ontstekers risicovol zijn omdat ze mogelijk ondanks veroudering nog functioneren. De hoofdvraag van het onderzoek zou zijn in hoeverre de aanname klopt dat als risicovol ingeschatte ontstekers nog kunnen functioneren na jaren in de Nederlandse bodem en of dit tot een mogelijke spontane explosie van OO kan leiden.
- Wat is de invloed van microbiële corrosie met betrekking tot veroudering van OO?
    - De hoofdvraag van het onderzoek zou zijn of microbiële activiteit het corrosieproces versnelt en hierdoor het effect van veroudering toeneemt. Microbiële corrosie kan ook plaatsvinden onder zuurstofloze omstandigheden.
- Hoe vaak worden vliegtuigbommen met risicovolle ontstekers aangetroffen.

    - Er is geen recente inventarisatie waarbij ook naar ruimtelijke spreiding is gekeken van hoe vaak en waar vliegtuigbommen met risicovolle ontstekers worden aangetroffen. Kennis over hoe vaak en waar risicovolle ontstekers worden aangetroffen kan de inschatting van het werkelijke risico op een spontane explosie van OO verbeteren.
- In welke omgevingscondities wordt OO meestal aangetroffen (bodemtype, onder of boven grondwaterspiegel)?
    - Het bodemtype en of munitie is blootgesteld aan water hebben effect op het verouderingsproces. Kennis over waar OO wordt aangetroffen verbetert hierdoor het inzicht in welk aandeel van de OO in Nederland al dan niet is blootgesteld aan relevante verouderingsprocessen.
- Welke stap in de explosieketen is het meest gevoelig voor veroudering. Is dit de ontsteker, de initiaal springstof, een eventuele tussenstap, of de hoofdlading?
    - Onderzoek naar welke stap het meest gevoelig is voor veroudering kan richting geven aan de inschatting in hoeverre OO in ongeroerde grond nog kan functioneren, waardoor de risicoschatting verbeterd kan worden.

6 Literatuur

Aalbregt, M., W. Duvalois, en N.H.A. van Ham, 2008. Risk of old detonators. TNO rapport: TNO-DV 2008 C135.

Bombs Away, 2024. Handvat Bodembelastingkaart OO. In opdracht van Kenniscentrum OO.

Crisislab, 2025. Incidentenlijst. Groeidocument in opdracht van SIVOON.

Elings, M. en L. van den Burg, 2024. Omgang met toevalsvondsten OO. Antea Group, Zaaknummer 31195543.

GICHD, 2023. Guide to Ageing of Explosive Ordnance in the Environment.

Helsloot, I. en K. Heijndijk, 2024. Omgaan met risico's van ontplofbare oorlogsresten. Crisislab.

Helsloot, M. en I. Helsloot, 2023. Kennisdocument voor een proportionele omgang met OO. Crisislab.

Helsloot, I. en M. Helsloot, 2022. Wie is verantwoordelijk? Een verkenning van de gemeentelijke taken en bevoegdheden rond de omgang met Ontplofbare Oorlogsresten. Crisislab.

Kraak, F.A.J.Th, 1971. Slaghoedhouders 20 mm liab sub-kaliber Karl Gustav. TNO, opdracht nr. 9213.

Kroon, E., 2025. Notitie ten behoeve van het GO-NO GO moment v2. TNO.

Kroon, E.J., N.H.A. van Ham en R.H.B. Bouma, 2015. Inventarisatie van W011 vliegtuigbom ontstekers in NL bodem. TNO 2015 R10074.

Ressler, D., 2009. Scoping Study of the Effects of Aging on Landmines. CISR studies and reports, paper 2.

Van Ham, N.H.A. en W. Duvalois, 2003. Onderzoek AT 26 ontstekers. TNO rapport: PML 2003-A60.

Van Leuven, B., 2024. Veroudering van initiaalspringstoffen. Scriptie, HU.

Wijdemans, J.H.M., 2024. Explosieve oorlogsresten in Nederland.

A Praktijkverhalen gemeenten

In deze bijlage staat een tabel met daarin voorbeelden van praktijkverhalen van gemeente die op beleidsterrein met betrekking tot Ontplofbare Oorlogsresten aan de orde zijn.

Tabel 6-1 Overzicht van praktijkverhalen met daarbij een korte samenvatting van het verhaal (https://kenniscentrum-oo.nl/praktijkverhalen/)

Praktijkverhalen	Samenvatting
Samen meer zicht op de aanwezigheid van	Vanwege de energietransitie moeten er veel nieuwe kabels en leidingen onder de grond gelegd worden. Dat is nodig om elektriciteitsnetten uit te breiden of te verzwaren, of voor de aanleg van warmte- of waterstofnetten. Voor het veilig uitvoeren van die werkzaamheden is informatie over de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten essentieel.
Bommenkaart van de Rotterdamse bodem	Tijdens de Tweede Wereldoorlog vielen ongeveer 8.700 vliegtuigbommen op Rotterdam. De blindgangers werden vaak direct geruimd, maar sloegen soms metersdiep in en konden niet altijd worden opgegraven.
Gemeente Den Helder: financiën en beleid	Kevin van Duijn is projectleider bij Team Openbare Ruimte van de gemeente Den Helder. Hij houdt zich dagelijks bezig met het beleid rondom ontplofbare oorlogsresten. Zijn aanpak? Efficiënt werken, de gegevens up-to-date houden en een duidelijk verhaal naar buiten toe.
De heldere proportionele aanpak van de gemeente Den Bosch	Duidelijkheid scheppen, zodat iedereen weet wat er te doen staat. Dat wil de gemeente Den Bosch bereiken met het nieuwe beleid rondom ontplofbare oorlogsresten. Specialist Bodem & Bouwstoffen Geert Schuijers dook daarvoor de archieven in: “We wilden als gemeente een goed onderbouwd verhaal: op welke plekken moet je rekening houden met ontplofbare oorlogsresten? En wat moet er precies gebeuren als je iets aantreft?”
Sluis: financiën	Eén van de gebieden waar bij de bevrijding van Nederland het hardst gevochten is, is Zeeuw-Vlaanderen. In dit praktijkverhaal gaat Veronique de Caluwé in op de keuzes die de gemeente Sluis maakte bij het aanpakken van de grote hoeveelheid ontplofbare oorlogsresten daar.
Enschede – Digital Twin	Weten of, en zo ja, waar ontplofbare oorlogsresten zouden kunnen liggen is belangrijk om op een veilige manier grondwerkzaamheden uit te kunnen voeren. De gemeente Enschede is een 'level' hoger gegaan en heeft een 'digital twin' van de ondergrond laten maken. Marc de Jong van de gemeente Enschede en Maarten Welmers van Esri Nederland vertellen over het waarom, wat en hoe van dit project.
Gouda: omgaan met relatief beperkte hoeveelheid ontplofbare oorlogsresten	Gouda is één van die gemeenten waar de schade als gevolg van oorlogshandelingen relatief beperkt is. Dat alles neemt niet weg dat de gemeente zeker wel rekening moet houden met niet gesprongen explosieven.
Waalwijk en ontplofbare oorlogsresten	Esther Raats is beleidsmedewerkster milieu bij de gemeente Waalwijk. Het beleid rondom Ontplofbare Oorlogsresten (OO) vormt een onderdeel van haar takenpakket. De gemeente Waalwijk is een beetje een ‘tussen-in’ gemeente als het gaat over de omvang van de OO-problematiek.
De Explosieven Opruimingsdienst (EODD)	De Explosieven Opruimingsdienst (EODD) is de enige organisatie die in Nederland ontplofbare oorlogsresten uit de Tweede Wereldoorlog mag ruimen.
ProRail en ontplofbare oorlogsresten	Eén van de grote infrastructuurbeheerders van Nederland, ProRail, is ruim 75 jaar na de oorlog nog steeds volop bezig met het laten opsporen en ruimen van ontplofbare oorlogsresten. René Dijkmans is senior OO-deskundige in een team van 4 mensen dat daar fulltime mee bezig is. Daarbij werkt het team intensief samen met veel gemeenten

Ontplofbare oorlogsresten en archeologie	Archeologen en speurders naar ontplofbare oorlogsresten komen elkaar nogal eens tegen. Beiden wroeten regelmatig in de bodem. Ze kunnen elkaar tegenwerken maar ze kunnen elkaar ook versterken. Martijn Defilet werkt als archeoloog bij de gemeente Arnhem en beschrijft hoe de samenwerking daar verloopt.
De explosievenkaart van Rheden	De gemeente Rheden beschikt al weer een aantal jaren over een kaart met van explosieven verdachte gebieden(verwijst naar een andere website). Saskia Theuns, bodemadviseur bij de gemeente, was betrokken bij de totstandkoming ervan. In dit praktijkverhaal licht zij toe hoe Rheden deze kaart gebruikt.
Ruimen van vliegtuigbommen	De meeste ontplofbare oorlogsresten die gevonden worden zijn relatief klein. Regelmatig gaat het ook om zwaarder materiaal. Zo ook in Reimerswaal waar twee 500-ponders zijn gevonden.
Team Explosieven Veiligheid werkt samen met EODD en gemeenten bij ontplofbare oorlogsresten	Het Team Explosieven Veiligheid komt in actie bij de vondst van een explosief of verdacht pakketje. Maar ook als het gaat om ontplofbare oorlogsresten (OO). Wim Hendriks, werkzaam bij politie Nijmegen met als nevenfunctie onder meer Teamleider Explosieven Veiligheid, vertelt over de taken van zijn team en over samenwerking met de EODD en gemeenten.
Vernietigingslocatie Berg en Dal en Nijmegen	Na het opsporen en verwijderen van ontplofbare oorlogsresten volgt de volgende stap: het onschadelijk maken ervan. In de bossen tussen Groesbeek (gemeente Berg en Dal) en Nijmegen ligt een vaste vernietigingslocatie. Bram Kerkhoff (Berg en Dal) en Marius van Dam (Nijmegen) lichten toe hoe hun gemeenten tot het gezamenlijk gebruik van deze locatie zijn gekomen en wat er bij het beheer van deze locatie zoal komt kijken.
Omgevingsdienst helpt gemeenten met explosieve oorlogsresten	Sommige gemeenten maken als het om ontplofbare oorlogsresten gaat gebruik van hun Omgevingsdienst. In Midden-Holland is dat het geval. Mark de Boo licht toe hoe zijn Omgevingsdienst de gemeenten ondersteunt.
Gemeentelijk beleid over ontplofbare oorlogsresten: Breda	Veel gemeenten vragen zich af of het nuttig is om een beleidsnota op te stellen over het omgaan met ontplofbare oorlogsresten. Breda is één van de gemeenten die wel een dergelijke nota opstelde.
Magneetvisser werpt hengel niet meer in Amersfoort uit	De toenemende populariteit van magneetvissen veroorzaakt steeds vaker overlast. Verschillende gemeenten, waaronder Amersfoort, namen al een verbod in de APV (algemeen plaatselijke verordening) op om magneetvissen te verbieden.

B Overzicht verschillende type munitie

In het Certificerings Schema Opsporing Ontplofbare Oorlogsresten (CS-OOO) wordt munitie onderverdeeld in 16 hoofdsoorten[14], hieronder opgesomd. De beschrijving per hoofdsoort is gebaseerd op BeoBom (2014). Bij de 5 meest aangetroffen hoofdsoorten in Nederland sinds 2010 (zie Elings en van den Burg, 2024) is een afbeelding toegevoegd ter illustratie. Voor iedere hoofdsoort munitie is een beschrijving gegeven, gebaseerd op BeoBom (2014).

Figuur 6-1. Voorbeeld van kleinkalibermunitie. Uit Elings en van den Burg (2024).

1. **Kleinkalibermunitie** is munitie voor een handvuurwapen (bijvoorbeeld pistolen, revolvers, geweren, etc.) met een kaliber tot 20 millimeter (Figuur 6-1**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).
2. **Geschut- en mortiermunitie** is munitie met een kaliber groter dan 20 millimeter, en wordt verschoten met bijvoorbeeld kanonnen, houwitsers, of mortieren (Figuur 6-5Figuur 6-2).
3. **Handgranaten** zijn explosieven die gemaakt zijn om met de hand te werpen (Figuur 6-2**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).
4. **Geweergranaten** zijn explosieven die vergelijkbaar zijn met handgranaten, maar worden afgevuurd met een geweer.
5. **Munitie voor granaatwerpers** zijn explosieven vergelijkbaar met handgranaten, maar gemaakt om uit een wapensysteem afgevuurd te worden. Een voorbeeld van munitie voor granaatwerpers zijn antitankwapens.
6. **Raketten** zijn explosieven die worden afgevuurd en voortgestuwd door een raketmotor die aan het explosief is bevestigd (Figuur 6-4**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

Figuur 6-2. Voorbeeld van een handgranaat. Uit Elings en van den Burg (2024).

Figuur 6-3. Voorbeeld van een ontstekingsinrichting. Uit Elings en van den Burg (2024)

[14] Staatscourant 2024, 39688 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen.

7. **Afwerpmunitie** is munitie die gemaakt is om vanuit een vliegtuig te worden losgelaten.
8. **Submunitie** is munitie die in grotere aantallen is opgenomen in een ander munitieartikel. Tijdens de tweede wereldoorlog betrof het voornamelijk brandbommen die in afwerpmunitie waren opgenomen.

Figuur 6-5. Voorbeeld van geschutmunitie. Uit BeoBom (2014).

Figuur 6-4. Raketten worden onder een vliegtuigvleugel bevestigd. Uit BeoBom (2014).

9. **Onderwatermunitie** is munitie bestemd voor gebruik onder water.
10. **Landmijnen** zijn explosieven die op of in de grond worden geplaatst en worden geactiveerd door bijvoorbeeld een mens of een tank.
11. **Valstrikken** zijn installaties die door een onschuldige handeling afgaan. Valstrikken kunnen voorzien zijn van explosieven.
12. **Explosieve stoffen** zijn stoffen die explosieve eigenschappen hebben, maar niet zijn voorzien van een ontstekingsinrichting. Explosieve stoffen zijn explosieven die niet in een van de andere hoofdsoorten zijn onder te brengen.
13. **Vuurwerken** zijn explosieven voorzien van pyrotechnische mengsels (soort explosief) waarmee speciale effecten worden gecreëerd zoals bijvoorbeeld brand, licht, een knal, of gas.
14. **Vernielingsmiddelen** zin explosieven met als doel om dingen te vernietigen.
15. **Ontstekingsinrichtingen** vormen de eerste stap voor het tot ontploffing komen van een explosief (Figuur 6-3**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).
16. **Toebehoren van munitie** zijn onderdelen of voorwerpen die toebehoren aan munitie, maar zelf geen explosieve lading bevatten.

C Tabel rapport

Titel	Auteur	Datum	Organisatie/ opdrachtgever	Vertrouwelijkheid
Omgang met toevalsvondsten Ontplofbare Oorlogsresten	Elings, M.van der Burg, L.	2024	Antea group, in opdracht van Kenniscentrum OO (BZK)	
Guide To Ageing Of Explosive Ordnance In The Environment	GICHD	2023		
Risico CE in Hoog Soeren Cum Annexis	Kroon, E.J.	2016	TNO, in opdracht van gemeente Apeldoorn	Ongerubriceerd
Risicoanalyse van munitiegerelateerde bodemverontreiniging op de ASK en ISK schietterreinen	Bergers, W.W.A.	2004	TNO, in opdracht van defensie	Vertrouwelijk??
Scoping Study of the Effects of Aging on Landmines	Ressler, D.	2009	James Madison University	
Veroudering van initiaalspringstoffen	van Leuven, B.	2024	Scriptie HU, in opdracht van OTCGenie, in samenwerking met RWS	
Milieu- implicaties van Munitiegebruik	van Ham, N.H.A.	2002	TNO, in opdracht van??	Ongerubriceerd
Grondschok bij het springen van blindgangers op Enschede Airport Twente	van Wees, R.M.M. Kroon, E.J.	2013	TNO, in opdracht van Dienst Vastgoed Defensie Directie Noord	Ongerubriceerd
Assessment of impact of underwater clearance of historical explosives by the Royal Netherlands Navy on harbour porpoises in the North Sea	Von Benda-Beckman, A.M. et al.	2014	TNO, in opdracht van ministerie van Defensie	Ongerubriceerd
Inventarisatie van WOII vliegtuigbom ontstekers in NL bodem	Kroon, E.J. van Ham, N.H.A. Bouma, R.H.B.	2015	TNO, in samenwerking met EODD	Ongerubriceerd
Ontsteker trilexperiment	Sils, E., Van Everdinck, C. Bronkhorst, A.J., Kroon, E.	2016	TNO, in opdracht van gemeente Rotterdam en EODD	Ongerubriceerd
Houdbaarheid rookgranaten	Onleesbaar	1970	TNO	
Slaghoedhouders 20 mm liab sub-kaliber Karl Gustav	F.A.J.Th. Kraak	1971	TNO, in opdracht van ??	Ongerubriceerd
Effect van explosie blindganger op heipalen van 2e Lekbrug bij Vianen	van Wees, R.M.M.	2001	TNO, in opdracht van Bouwdienst Rijkswaterstaat	Ongerubriceerd
Eindrapportage programma 'Verbeteren EOD operaties tegen IED's en UXO's' (V701)	Schoolderman, A.J.	2011	TNO, in opdracht van ministerie van defensie	Ongerubriceerd

Evaluatie veiligheidssituatie oefenschietterrein Vliehors ten gevolge van niet gesprongen explosieven	Verboom, V. Rhijnsburger, M.P.M. van Ham, N.H.A. Creemers, A.F.L.	2005	TNO, in opdracht van ??	Ongerubriceerd
Detectie en ruimen van klein-kaliber projectielen	C.J.C.M. Smits, H.C.A. Romijn RSE	1999	TNO, in opdracht van HWO-CO	Ongerubriceerd
Beoordeling van de milieurisico's van gestorte munitie in de Oosterschelde - Bureaustudie op basis van metingen in 1999	van Ham, N.H.A. Van Dokkum, H.P. Blankendaal, V.G.	2000	TNO, in opdracht van ministerie van Defensie	Ongerubriceerd
Wrakopruiming Westerschelde Fase 1: milieuaspecten bij het al dan niet opruimen van de 'Fort Maisonneuve'	van Ham, N.H.A.	2000	TNO, in opdracht van Rijkswaterstaat, Vlissingen	Ongerubriceerd
Onderzoek in zee gestorte munitie	van Ham, N.H.A., Duvalois, W., Sabel, H.W.R.	2001	TNO, in opdracht van Directie Materieel van de Koninklijke Landmacht	Ongerubriceerd
Inventarisatie van spontane explosies van blindgangers	van Ham, N.H.A. Rooijers, A.J.Th.	1988	TNO, in opdracht van EOD	
Substantie uit 500 ponder	Duvalois, W.	2015	TNO, in opdracht van EODD	
Survey of Dutch methods of investigating sensitiveness and ignition phenomena	Janswoude, J.J.	1978	TNO	
Scaled caisson shock trials	van Aanhold, J.E.	2010	TNO	Ongerubriceerd
Risk of old detonators	Aalbregt, M. Duvalois, W., Van Ham, N.H.A.	2008	TNO, in opdracht van Danish Coast Directorate	Unclassified
Changes in the Mechanical Properties of Energetic Materials with aging	Wiegand, D.A.	??	TACOM-ARDEC	
Notitie ten behoeve van het GO-NO GO moment v2	Kroon, E.	2025	TNO, in opdracht van RWS/Kenniscentrum OO	Intern RWS/TNO
Kennisdocument voor een proportionele omgang met OO	Helsloot, M., Helsloot, I.	2023	Crisislab	
incidentenlijst	Crisislab	2025?	Crisislab	
Omgaan met risico's van ontplofbare oorlogsresten - Een handvat voor Nederlandse gemeenten voor risicomanagement in de omgang met ontplofbare oorlogsresten	Helsloot, M., Heijndijk, K.	2024	Crisislab, in opdracht van Kenniscentrum OO	
Basis OCE lesstof Versie 2014-01	BeoBOM	2014	BeoBOM	
Rapportage Effectmeting Ontplofbare Oorlogsresten	Chandler, A., van Leeuwen, J.	2022	Statisfact, in opdracht van Rijkswaterstaat	

Explosieve oorlogsresten in Nederland	Wijdemans, J.	2024	In opdracht van SIVOON	
Onderzoek AT 26 ontstekers	Van Ham, N.H.A. en W. Duvalois	2003	TNO, in opdracht van het ministerie van Defensie	Ongerubriceerd

D Korte samenvattingen literatuur

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven met een korte samenvatting van de bronnen waarnaar in het hoofdrapport verwezen wordt.

1. **Aalbregt, M., W. Duvalois, en N.H.A. van Ham, 2008. Risk of old detonators. TNO rapport: TNO-DV 2008 C135.**
   Ontstekers van mijnen die aangetroffen zijn aan de Deense kust zijn onderzocht op functioneren. Ongeveer de helft van de 9 geteste ontstekers functioneerde nog. Mijnen uit de Tweede Wereldoorlog die niet zijn blootgesteld aan water kunnen in theorie na meer dan 60 jaar nog steeds afgaan door reactie van de ontsteker. Met deze mijnen moet voorzichtig worden omgegaan. Mijnen die zijn blootgesteld aan (zee)water hebben een verwaarloosbaar risico op ontploffing.
2. **Elings, M. en L. van den Burg, 2024. Omgang met toevalsvondsten OO. Antea Group, Zaaknummer 31195543.**
   De meeste OO wordt aangetroffen bij toevalsvondsten. In 60% van de gevallen wordt hierbij geschutmunitie aangetroffen. Activiteiten waarbij OO per toeval wordt aangetroffen zijn metaaldetectie/magneetvissen, bedrijfsmatige werkzaamheden (bijvoorbeeld aardappel verwerkende industrie), baggerwerkzaamheden, en landbewerking. Het grootste risico van OO gaat uit op het moment dat het wordt aangetroffen. Op basis van Arbowetgeving heeft de gemeente een taak met betrekking tot OO als opdrachtgever in bouwwerken. De gemeente heeft ook een taak als bevoegd gezag (politiewet). De gemeente kan hier invulling aangeven door inzicht en registratie, voorlichting, en het beperken van aantreffen van toevalsvondsten.
3. **GICHD, 2023. Guide to Ageing of Explosive Ordnance in the Environment.**
   Munitie met een dunnere metalen mantel is kwetsbaarder voor veroudering. Bij explosieven met een dikke metalen mantel blijft het explosieve materiaal goed bewaard, ondanks corrosie aan de buitenkant en het niet meer functioneren van het ontstekingsmechanisme. Het verouderingsproces van munitie wordt bepaald door de omgeving waarin het explosief ligt (bodemtype, pH, vocht, zout), alsmede het materiaal van de mantel (plastic, hout, metaal). Het risico van een oud explosief kan niet enkel op basis van de buitenkant bepaald worden.
4. **Helsloot, I. en K. Heijndijk, 2024. Omgaan met risico's van ontplofbare oorlogsresten. Crisislab.**
   Op het gebied van OO heeft de gemeente een taak als opdrachtgever van werkzaamheden (Arbo-wetgeving), en een taak als bevoegd gezag (gemeentewet). Het merendeel van de explosieven wordt spontaan aangetroffen. Incidenten door explosies tijdens werkzaamheden waarbij doden zijn gevallen zijn in Nederland slechts twee keer voorgekomen, beiden tijdens viswerkzaamheden op zee. Het gekwantificeerde risico van een spontane explosie van OO op basis van incidenten is significant kleiner dan de geaccepteerde risiconorm in Nederland. Op basis van de verloren gezonde levensjaren door OO op basis van incidenten, zou er in een gemeente pakweg 375 euro beschikbaar zijn om het risico van OO tot 0 terug te brengen.
5. **Helsloot, M. en I. Helsloot, 2023. Kennisdocument voor een proportionele omgang met OO. Crisislab.**
   In de afgelopen 50 jaar zijn er in Nederland 13 mensen overleden en 24 mensen gewond geraakt bij een incident met OO (incidenten die onder Arbo vallen niet meegerekend). Deze incidenten zijn vrijwel allemaal veroorzaakt doordat mensen zelf OO probeerde te demonteren of deformeren. Het risico wat uitgaat van OO

voldoet aan de reguliere veiligheidsnormen. Het huidige OO beleid is niet rationeel, want er worden slecht zeer beperkt incidenten voorkomen door OO (huidig beleid focust op grondroerende bouwwerkzaamheden, daar vallen vrijwel geen slachtoffers bij), terwijl er jaarlijks wel ruim 20 miljoen euro gemeenschapsgeld aan wordt uitgegeven.

6. **Kraak, F.A.J.Th, 1971. Slaghoedhouders 20 mm liab sub-kaliber Karl Gustav. TNO, opdracht nr. 9213.**
   Eind jaren ’70 van de vorige eeuw is bij een aantal 20mm Karl Gustav oefenpatronen een ernstige mate van corrosie geconstateerd. De corrosie werd veroorzaakt door kaliumnitraat uit het zwart buskruitkoekje. Migratie van kaliumnitraat wordt bevorderd door vocht.
7. **Kroon, E.J., N.H.A. van Ham en R.H.B. Bouma, 2015. Inventarisatie van W0ll vliegtuigbom ontstekers in NL bodem. TNO 2015 R10074.**
   De trillingsgevoeligheid van een onontploft explosief is mede afhankelijk van het ontstekingsmechanisme. Chemisch lange vertragingsontstekers, en bepaalde veer-gebaseerde en diafragma-gebaseerde mechanische ontstekers worden als gevoelig beschouwd. De celluloid disk in chemisch lange vertraging wordt gevoeliger voor ontsteking door veroudering. Veroudering van energetische materialen maakt deze ongevoeliger en de kans op correct functioneren van ontsteker neemt af. Een ingedrongen slagpin wordt als het meest risicovol beschouwd.
8. **Ressler, D., 2009. Scoping Study of the Effects of Aging on Landmines. CISR studies and reports, paper 2.**
   De eigenschappen van mijnen veranderen onder invloed van veroudering. Veel effecten van veroudering op mijnen zorgen er op termijn voor dat de mijn niet meer functioneert. Verouderde mijnen kunnen er heel anders uitzien dan nieuwe mijnen, waardoor ze mogelijk niet altijd als zodanig herkend worden. Veroudering van mijnen is van invloed op hoe succesvol opsporingstechnieken zijn in het opsporen van mijnen.
9. **Van Ham, N.H.A. en W. Duvalois, 2003. Onderzoek AT 26 ontstekers. TNO rapport: PML 2003-A60.**
   AT26 ontstekers zijn onderzocht op mogelijk functioneren nadat deze langere tijd aan zeewater zijn blootgesteld. Na een veroudering van 140 weken middels blootstelling aan zeewater bleek geen enkele van de onderzochte ontstekers nog te functioneren. Da kans dat ontstekers uit de Tweede Wereldoorlog die aanspoelen aan de Nederlandse kust nu nog functioneren is nihil.
10. **Van Leuven, B., 2024. Veroudering van initiaalspringstoffen. Scriptie, HU.**
    Detonatie van de initiaalspringstof vormt de basis voor de uiteindelijke detonatie van de hoofdlading, oftewel de ontploffing van bijvoorbeeld een bom. Loodazide, loodstyfnaat, en kwikfulminaat zijn de meest gebruikte initiaalspringstoffen in munitie uit de Tweede Wereldoorlog. Deze drie springstoffen zijn stabiel genoeg om niet thermisch te ontleden. Veroudering van de onderzochte initiaalspringstoffen vindt sneller plaats in een vochtige omgeving. De belangrijkste omgevingsfactoren voor veroudering van initiaalspringstoffen zijn de aanwezigheid van water en bodemsoort. Onder de meeste omstandigheden in de Nederlandse bodem zal de levensduur van kwikfulminaat niet meer dan 20 jaar bedragen. Loodazide kan tijdelijk gevoeliger worden als het in contact komt met koper waarbij koperazide vormt. Koperazide is zeer instabiel, waardoor binnen een jaar de explosieve eigenschappen verdwijnen.
11. **Wijdemans, J.H.M., 2024. Explosieve oorlogsresten in Nederland.**
    Voor de belangrijkste punten uit Wijdemans (2024) wordt verwezen naar het interview met Jan Wijdemans, opgenomen in bijlage E.

E Uitwerking interview Explosive Remnants of War (ERW) assist/advice

Dit interview is afgenomen op 1 april 2025 met Jan Wijdemans van Explosive Remnants of War (ERW) assist/advice.

Jan Wijdemans was tijdens zijn werkzame leven munitietechnicus bij de luchtmacht en werkzaam in de explosieven opruiming. In die hoedanigheid is hij ook de technisch adviseur geweest voor Nederland bij de ontwikkeling van het humanitair UN Protocol V Explosive Remnants of War (ERW) uit 2003.
Jan stelt dat de uitdaging omtrent Ontplofbare Oorlogsresten (OO) er om gaat dat er met explosieven niet wordt gepolariseerd. Hoe vaak is er nou werkelijk iets fout gegaan?

OO in Nederland
De term OO is juridisch vastgelegd door het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Onder OO vallen ongesprongen explosieven (bijvoorbeeld blindgangers) en explosieven die in de voorraad lagen en die na een gewapend conflict zijn achtergebleven (abandoned explosives). Militair gezien wordt er een onderscheid gemaakt tussen Explosive Ordnance Reconnaissance (EOR) en Explosive Ordnance Disposal (EOD). Onder EOR valt de opsporing en verkenning van explosieven en onder EOD valt het veiligstellen en de opruiming van explosieven.
De definitie van OO is gebaseerd op protocol V ERW van de VN, en komt voort uit de daar gehanteerde term Explosive Remnants of War. De ontwikkeling van de Nederlandse termen van conventionele explosieven (CE) en niet gesprongen explosieven (NGE) is nu vervangen door OO. Volgens het protocol V ERW is er een onderscheid tussen Bestaande Ontplofbare Oorlogsresten (BOO) (in het engels de Existing Explosive Remnants of War (E-ERW)), en Ontplofbare Oorlogsresten (OO) (in het engels de Explosive Remnants of War (ERW)).
Het protocol gaat in zodra de oorlog voorbij is. Strikt genomen zijn BOO oorlogsresten die aanwezig waren vóór het van kracht worden van het Protocol V ERW in 2006, zoals uit de tweede wereldoorlog, terwijl OO ontplofbare oorlogsresten zijn van een recenter conflict (na 2006). Belangrijk om te realiseren is dat protocol V een humanitair protocol is. Dat betekent dat wanneer je het over OO hebt in de context van protocol V ERW je het ook over een humanitaire situatie hebt vlak na een gewapend conflict. Volgens Jan was dit in Nederland hartstikke relevant tussen 1945 en 1970. De humanitaire veiligheid ging over naar een maatschappelijke veiligheid. Dat zie je ook terug in de omgang met OO, waarbij rond 1970 in ca. 10 jaar tijd de taak overgaat van de hulpverleningsdienst van het ministerie van Binnenlandse Zaken (BZK) naar de explosieven opruimingsdienst van Defensie (EOD).
In Nederland is tijdens de WOII vrijwel het hele spectrum aan munitie gebruikt. Alleen biologische, chemische, of nucleaire munitie zijn niet gebruikt. Afhankelijk van de locatie kan er redelijk ingeschat worden wat voor munitie daar kan liggen. Zo zijn landmijnen in Nederland door beide partijen gebruikt bij operaties zoals tijdens Market Garden om de vijand op afstand te houden, maar ook aan de kust als permanente verdediging. Vliegtuigbommen met vertragingsontstekers zijn primair gebruikt bij strategische doelen, zoals vliegvelden of havens. De vliegtuigbommen die op Nederland zijn afgeworpen zijn primair van Duitse, Amerikaanse en Engelse oorsprong.
De mate waarin OO worden aangetroffen is primair te koppelen aan bepaalde ontwikkelingen. Zo werd er ten tijde van de bouw van Vinex wijken relatief veel OO gevonden. Ook wanneer de suikerbieten worden geoogst, worden er relatief meer granaten gevonden. Per definitie tref je elk jaar minder OO aan, omdat er elk jaar minder OO in de bodem ligt. Wanneer er door opsporingsbedrijven actief naar OO wordt gezocht in verdacht gebied, wordt er in minder dan 10% van de gevallen iets aangetroffen.

Verantwoordelijkheid OO

In de jaren ’70is de omgang met OO van een humanitair probleem overgegaan naar een kwestie van maatschappelijke veiligheid. Dit komt omdat steeds minder mensen getroffen werden door OO. In de jaren ’90werd er in Nederland meer gebied ontwikkeld voor de bouw van bijvoorbeeld Vinex wijken waardoor er relatief meer OO werd aangetroffen. Daarnaast was er in de jaren ’90 de Schipholaffaire, waarbij OO ook een werkelijk probleem vormde en veel publiciteit kreeg waardoor opsporing van OO juist meer aandacht kreeg. Door het ingezette pro-actief opsporingsbeleid werd meer OO gevonden. Defensie had destijds geen capaciteit om in dit gat te springen. Bovendien waren de jaren ’90 een periode waarin steeds meer aan de markt werd overgelaten. Dit schiep ruimte voor commerciële opsporingspartijen. EODD’ers zijn vanuit professioneel oogpunt verplicht om OO altijd als gevaarlijk te zien. Dit komt omdat de EODD’er vooroploopt en de verantwoordelijkheid draagt. Vanuit beroepsethiek moet een EODD’er dan ook stellen dat OO een gevaar kan vormen. Een EODD’er kan dus niet stellen dat OO geen risico vormt. Dit droeg mede bij aan de ruimte die ontstond voor de opsporingsbranche, omdat er een beeld geschetst kon worden dat er een groot gevaar uitgaat van OO. Bij deze gevaarschets wordt ook gebruik gemaakt van het humanitaire Protocol V ERW van de VN (met de hieruit ontleende term OO, zie paragraaf OO in Nederland).
Tot 2010 ging de gemeente over de behoefte aan opsporing van OO terwijl het beleid bij het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) (met betrekking tot vergoedingen), en later bij het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) (ARBO/OOO-beleid) lag. Gemeenten moesten destijds een kosten-baten analyse maken voordat ze iets deden. Inmiddels is dat niet meer zo. Wanneer er OO wordt aangetroffen, dan betaalt het ministerie van BZK vanuit de bommenregeling, welke is overgeheveld naar het gemeentefonds, nog steeds een groot deel van de kosten voor gemeenten.
OO vallen momenteel onder de ARBORBO. Volgens Jan zou de verantwoordelijkheid omtrent OO beter passen bij het Ministerie van BZK, Defensie en/of Justitie en Veiligheid (J&V).

Bij de politie ligt een taak voor handhaving van veiligheid namens de burgemeester. Voorlichting over OO zodat burgers de risico’s van OO kennen en er niet dom mee omgaan kan een bijkomende taak zijn. Op het gebied van handhaving vervult de politie hierbij formeel de rol van de explosieven verkenner en houdt contact met de EODD. Deze politietaak is in Nederland verwaterd, onder andere door het ontstaan van de nationale politie en het afbouwen van specialistische kennis over OO bij de politie. Dat zie je ook terug in dat de politie niet meer bij de veiligheidsregio zit, maar alleen de brandweer, gemeente, en GHOR (gemeentelijke hulpverleningsorganisatie in de regio). Eigenlijk zou volgens Jan de lokale overheid bewuster en meer naar de politie moeten kijken in plaats van naar bedrijven met betrekking tot OO. Na herstel van kennis met betrekking tot OO bij de explosieven verkenners van de politie, kan de politie ook de gemeenten actief voorlichten. OO blijft immers geheel een overheidsverantwoordelijkheid.
In Nederland is er niemand beslissingsbevoegd op het gebied van OO maar meerdere partijen houden zich ermee bezig. Hierdoor is er niemand, op de EODD in haar taakuitvoering na, die alle informatie evalueert en risico’s inschat, en mist er richting in de omgang met OO. Een volgens Jan zogenoemde competente autoriteit zou hier aanvulling aan moeten geven. Hierdoor is het bijvoorbeeld gebeurd dat DCMR zelf verantwoordelijkheid nam op het gebied van ingevoerde munitie in de haven en daarbij een document van de NAVO heeft gebruikt met hierin geadviseerde veiligheidsafstanden. Volgens Jan is dit feitelijk erg goed, maar was dit idealiter vanuit een competente autoriteit ingegeven. Nu wordt er vaak gekeken naar de EODD op het gebied van verantwoordelijkheid voor OO, maar de EODD is een uitvoerende organisatie. De uiteindelijke beleidsverantwoordelijkheid ligt ergens in Den Haag. De Rijksoverheid zou eigenlijk meer verantwoordelijkheid moeten nemen voor OO uit WOII. Op dit moment is de omgang met OO ineffectief versplinterd. Hierdoor is het onduidelijk wie waarover gaat, en welke bevoegdheden bijvoorbeeld een gemeente heeft. Wat er volgens Jan mist is een competente autoriteit met leiderschap en onafhankelijke kennis. Een competente autoriteit is onafhankelijk en zou daardoor eenduidig de leiding moeten hebben. Vóór de WOII was er op het gebied van munitie bij Defensie nog wel een

competente autoriteit. Tegenwoordig wordt er bij defensie op departementaal niveau veel aandacht besteed aan het veilig opereren op land, in de lucht, en te water, maar er is geen gelijkwaardige militaire autoriteit op het gebied van wapens en munitie.

Risico's OO

Wanneer gekeken wordt naar de risico's van OO is het belangrijk om een onderscheid te maken tussen munitie uit munitievoorraden en blindgangers. Vanuit militair perspectief is munitie uit munitievoorraden veilig, omdat ze wel klaar zijn voor gebruik, maar niet op scherp staan. Munitie uit munitievoorraden kan je veilig op een schip laden en op zee dumpen. Na verloop van tijd valt deze munitie echter ook onder onveilige munitie, omdat de omstandigheden waaronder de munitie zich bevindt niet meer beheerst worden, en daarmee ook onzeker. Blindgangers zijn per definitie onveilig, omdat ze vrijwel zeker op scherp staan en de precieze omstandigheden waaraan ze zijn blootgesteld onbekend zijn.

Een van de belangrijkste voorwaarden voor of OO nog kan ontploffen is dat de explosieketen intact is. Wanneer een van de stappen uit de explosieketen niet meer functioneert, kan de bom eigenlijk niet meer ontploffen. De kans dat munitie die niet op scherp staat spontaan tot ontploffing komt is verwaarloosbaar, omdat een onderdeel van de explosieketen mist en deze dus niet in werking kan worden gezet.

Volgens Jan is de vraag waardoor munitie afgaat van belang als het aankomt op de risico's op een spontane ontploffing. In principe kan een trilling een potentieel faalmechanisme zijn. Immers, als een bom op scherp door een vliegtuig wordt afgeworpen dan gaat de bom af door de schok en trilling die ontstaat als de grond geraakt wordt. Een trilling is echter maar een klein stukje van potentiële omgevingsfactoren die een tot een ontploffing kunnen leiden. Een schok is bijvoorbeeld een stuk relevanter. Volgens Jan is het grootste risico bij OO als je met een heipaal op een bom ramt. Echter, zelfs als dit gebeurt hoeft de bom niet eens te ontploffen. In Rotterdam is dit bijvoorbeeld voorgekomen en is de bom niet afgegaan (de bom betrof een explosieve kop van een V1).

OO kan in principe afgaan door bijvoorbeeld een kraanmachinist die een explosief ongelukkig raakt, of een verzamelaar die OO tracht te ontmantelen door deze bijvoorbeeld in een bankschroef te klemmen. Het grootste risico is volgens Jan als mensen onoordeelkundig of onachtzaam OO gaan manipuleren. Hier kan op gereageerd worden als gemeente door een opsporingsverbod voor OO in te stellen, zoals gebeurt in bijvoorbeeld de gemeente Arnhem.

Munitie die een hoog risico kunnen vormen zijn landmijnen die aan de oppervlakte liggen, bepaalde Duitse vliegtuig-afgeworpen zeemijnen, en bepaalde vliegtuigbommen. Landmijnen die aan de oppervlakte liggen zijn enkel een humanitair probleem direct na een gewapend conflict, terwijl bepaalde vliegtuigbommen en zeemijnen nu nog wel een maatschappelijk veiligheidsprobleem zijn. Bij vliegtuigbommen gaat het hier specifiek om bommen met een chemische lange vertragingsontsteker. Duitse bommen met een antistoringsbuis zijn niet meer gevaarlijk, omdat de antistoringsbuis op een batterij werkt. Na 80 jaar is de batterij al lang leeg.

In Duitsland zijn spontane ontploffingen bekend van vliegtuigbommen met een Britse of Amerikaanse chemisch lange vertragingsontsteker. Omdat de Britse vertragingsontstekers uit een heel aantal losse onderdelen bestaat stelt Jan dat het niet aannemelijk is dat de Britse ontstekers na langdurige blootstelling aan water nog zouden werken (momenteel wordt hier door de EODD onderzoek naar verricht). Voor Amerikaanse vertragingsontstekers gaat dit niet op omdat deze van betere kwaliteit waren. In Nederland zijn deze Amerikaanse bommen met lange vertragingsontstekers incidenteel op strategische doelen in het oosten van ons land gebruikt. Zo is in Twente is wel eens een bom aangetroffen met Amerikaanse ontsteker. Uit de jaren 70vorige eeuw is er ook een situatie bekend waarin er mogelijk sprake is geweest van een spontane explosie van een vliegtuigbom op de vliegbasis Twente.

Het slagpijpje is het meest kritische onderdeel van OO en moeilijk van buitenaf te identificeren. Op Jans' aanbevelen worden in het kader van onderzoek naar de mate waarin explosieketenen nog functioneren slagpijpjes getest van aangetroffen Engelse bommen om te controleren of ze nog functioneren. Geen enkele van de acht recent geteste slagpijpjes functioneerde nog.

Omgang OO in de praktijk

Op basis van bureauonderzoek wordt het risico van OO vaak overschat. Dat komt omdat je niet weet wat er in de grond ligt en in welke staat totdat je het hebt gezien. Vaak gaat men uit van het grootste risico (bijvoorbeeld vliegtuigbom met Amerikaanse vertragingsontsteker), terwijl de kans dat dat er werkelijk ligt minimaal is.

Wanneer er OO spontaan wordt aangetroffen komt eerst de politie ter plaatse om de eerste risico inschatting te maken. Deze taak ligt bij de explosieven verkenner van de politie als gedelegeerde door de burgemeester voor interne veiligheid in de gemeente. Mede op basis van foto's kan wanneer nodig de EODD een risico inschatting maken.

Wanneer de EODD ter plaatse komt identificeert de EODD'er het type munitie, de ontsteker, en de conditie waarin de munitie zich verkeert. Wanneer de EODD ter plaatse komt houdt de EODD'er zich aan haar eigen veiligheidsafstanden, en niet aan bepaalde civiele veiligheidsmaatregelen zoals het houden van 10 of 50 meter afstand bij het aantreffen van OO. Ook persoonlijke veiligheidsmaatregelen zoals een beschermend pak worden niet altijd gebruikt, zeker niet bij grote munitie (als die ontploft biedt het pak geen bescherming op kleine afstand, het pak zit alleen maar in de weg). In de basis zijn EODD'ers altijd met zijn tweeën. Alleen wanneer de situatie extreem gevaarlijk is kan het zijn dat bewust één man het werk doet. Wanneer het om OO gaat komt het weinig voor dat de situatie als extreem gevaarlijk wordt ingeschat.

De EODD'er is een vakman die in kan schatten wat nodig is bij aantreffen. Vakmanschap is in het beroep ook belangrijk omdat de omstandigheden waarin munitie wordt aangetroffen steeds meer divergeren. Bovendien is werken bij de EODD een vak waarin per definitie situaties niet reproduceerbaar zijn. De EODD komt pas in actie bij niet-beheersbare situaties met munitie (denk bijvoorbeeld aan ongevallen waarbij munitie is betrokken), of als er iets onbekends wordt aangetroffen. Het betreft de omgang met munitie die niet reproduceerbaar, conventioneel, of gestandaardiseerd is.

Internationaal

De omgang omtrent opsporing van OO is anders in België en Duitsland dan in Nederland. In België is het beleid veel passiever dan in Nederland. Zoals in Nederland bij werkzaamheden in verdacht gebied opsporing wordt verricht, zou dat in België onbegonnen werk zijn omdat er zoveel munitie in de grond ligt. Bovendien liggen er in België ook nog OO uit de eerste wereldoorlog, waardoor er ook chemische munitie in de grond ligt. Tot ver na de oorlog werd munitie in België in zee gedumpt op de ondiepe zandplaat "Paardenmarkt". Dit betrof niet alleen munitie uit voorraden, maar ook blindgangers. Deze praktijk eindigde pas omdat België alternatieve munitieverwerkingscapactieit kreeg na een verbod op het dumpen in zee.

In Duitsland heeft iedere deelstaat een eigen EOD. De EOD is onderdeel van binnenlandse zaken (dus niet defensie zoals in Nederland). De overheid is in Duitsland verantwoordelijk met betrekking tot OO. Bovendien liggen in Duitsland vliegtuigbommen overal, ook veel in steden, omdat er aan carpetbombing is gedaan. In Nederland is dat, met uitzondering van enkele vergisbombardementen op bijvoorbeeld Nijmegen, veel minder het geval.

Het huidige gevaar in Duitsland van vliegtuigbommen komt vooral van bommen met Amerikaanse chemisch lange vertragingsontstekers.

F Uitwerking interview Rijkswaterstaat

Dit interview is afgenomen op 20 maart 2025 met Henk Neggers en Luuk Arlar, beiden werkzaam bij Rijkswaterstaat.

Henk Neggers en Luuk Arlar zijn beide adviseur ontplofbare oorlogsresten bij Rijkswaterstaat. Henk Neggers heeft ervaring in de wereld van explosieve opsporing sinds 2009. Luuk Arlar is van huis uit historicus en heeft vijf jaar gewerkt als onderzoeker bij een opsporingsbedrijf. Beiden zijn sinds 2019 vanuit Rijkswaterstaat aangesloten bij ‘’Samenwerking Infrabeheerders voor het Veilig Omgaan met de Ondergrond in Nederland’’ (SIVOON).
Henk Neggers heeft het initiatief genomen voor het interview. Het doel van Henk Neggers is toelichten hoe zij vanuit Rijkswaterstaat kijken naar de huidige balans tussen (project)kosten ten behoeve van het opsporen van ontplofbare oorlogsresten, feitelijke risico’s bij mogelijk achtergebleven ontplofbare oorlogsresten, risico’s bij mogelijk te treffen beheersmaatregelen en de veelvoorkomende verschillen in adviezen en werkwijze (soms ingegeven door het verdienmodel) binnen de opsporingsbranche.

De directe kosten die de overheid aan OO kwijt is liggen jaarlijks rond de 30 miljoen. Er wordt geschat dat de kosten bij de vrije sector infrabranche jaarlijks rond de 120 tot 150 miljoen liggen, al is dit bedrag moeilijk precies in kaart te brengen.

Incidenten
Wanneer gekeken wordt naar incidenten met OO dan blijkt dat in Nederland zelden voor te komen. Er is geen centraal register waar incidenten met OO gemeld worden. De enige bronnen de in dit geval erop nageslagen kunnen worden zijn de EODD, die direct na de tweede wereldoorlog is opgericht, en krantenknipsels. Op basis hiervan heeft SIVOON een incidentenoverzicht opgesteld van incidenten sinds 1970. Sinds de introductie van de commerciële opsporing van OO (omstreeks 2000), is het de verwachting dat de kans klein is dat er incidenten onder de radar blijven. De commerciële partijen hebben er immers belang bij om incidenten te melden, omdat dit de noodzaak benadrukt van het opsporen van OO. De meeste incidenten met OO zijn met granaten die mensen zelf in een bankschroef zetten om schoon te maken of door te zagen.

Buitenland
Een directe vergelijking met het buitenland om het risico van OO in Nederland in te schatten heeft volgens Henk Neggers niet altijd zin. Dit komt omdat er in andere landen andere typen (bijvoorbeeld oudere (chemische) munitie uit WO-1 zoals in België/Frankrijk) onder afwijkende omstandigheden in de bodem liggen. Daarnaast hebben we in Nederland veel watergebieden, een relatief hoge grondwaterstand en sowieso een vochtig klimaat. De verwachting is dat voor sommige soorten ontplofbare oorlogsresten onder deze omstandigheden de kans op uitwerking gering is. Toch zijn ook in het buitenland incidenten met typen OO die ook in Nederland voorkomen gering. Echter ontbreekt ook hier een centraal overzicht van alle incidenten door de tijd.
In de afhandeling van spontane vondsten van OO in België hanteert men een minder strikt protocol. Zo wordt aangetroffen OO in de Westhoek door de vinder langs de weg gelegd, gemeld bij de politie, en vervolgens opgehaald door de experts van DOVO (Belgische EOD). De opgehaalde explosieven worden zonder verdere voorzorgmaatregelen (zowel chemisch als conventioneel) verzameld en per militair voertuig vervoerd naar een centrale locatie in Poelkapelle. Hier wordt de munitie vervolgens gedroogd, schoon geklopt met een hamer, geïdentificeerd en afhankelijk van conventionele of chemische lading op deze centrale locatie vernietigd.

Type munitie
In Nederland is tijdens de Tweede Wereldoorlog nagenoeg geen chemische munitie gebruikt met uitzondering van fosfor. Fosfor is een stof die spontaan ontbrand bij blootstelling aan lucht bij 30 tot 40 graden Celsius. Met name nabij de IJssel is veel munitie met fosfor gebruikt. Op Nederlandse stranden wordt er met enige regelmaat (rokend) fosfor aangetroffen. Na onderzoek door Rijkswaterstaat bleek dat de fosfor op de stranden meestal niet direct afkomstig is van ontplofbare oorlogsresten, maar van bijvoorbeeld industrieel fosfor uit een scheepswrak, vuurwerk om in nood te seinen, of resten van vernietiging van fosformunitie op zandplaten en stranden. Als fosformunitie wordt aangetroffen, dan wordt dat in tegenstelling tot andere type munitie altijd op maaiveld vernietigd in plaats van onder de grond, zodat de munitie kan uitbranden.

Opsporing[15]
Voor er ergens grondroerende werkzaamheden worden verricht kan er eerst een vooronderzoek conflictperiode worden uitgevoerd naar mogelijk achtergebleven OO. Het vooronderzoek is een bureauonderzoek waarbij gekeken wordt naar archieven en eventueel andere historische bronnen. Op basis van dit vooronderzoek wordt een locatie als verdacht (mogelijk verdere opsporing nodig) of onverdacht (werkzaamheden zonder beheersmaatregelen uitvoeren) aangemerkt. Het oordeel verdacht of onverdacht is op basis van het Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse Ontplofbare Oorlogsresten (CS-VROO) aan de onderzoeker. Een bureauonderzoek moet zich soms voor het oordeel baseren op zeer beperkte informatie, omdat er tijdens de tweede wereldoorlog slechts beperkt informatie werd vastgelegd. De vraag is in hoeverre een bureauonderzoek geschikt is om de kans van aantreffen van OO in een bepaald gebied in te schatten. Er wordt in Nederland namelijk regelmatig munitie aangetroffen in onverdacht gebied.
Daarnaast leidt de huidige praktijk tot verschillende verdachte en onverdachte gebieden tussen gemeenten. Bij eenzelfde hoeveelheid bekende geworpen bommen kan het voorkomen dat in een gemeente waar niet exact bekend is waar de bommen terecht zijn gekomen er niet kan worden afgebakend en er dus geen verdachte locaties zijn, terwijl bij een gemeente waar ze wel weten waar de bommen precies geworpen zijn locaties wel als verdacht worden aangemerkt. Bovendien schatten de verschillende opsporingsbureaus de risico's niet hetzelfde in, of worden er andere bronnen gehanteerd.
Wanneer over wordt gegaan tot opsporing van OO kan er gebruik gemaakt worden van oppervlakte detectie van munitie (voor grotere kalibers afwerpmunitie 3 tot 4 meter diep), of dieptedetectie (wanneer grote kalibers OO dieper wordt verwacht). Bij dieptedetectie gaat er een sondering met magneto-sonde de grond in, wat arbeidsintensiever en kostbaarder is dan oppervlaktedetectie. De precieze betrouwbaarheid van een bepaalde detectiemethode is soms onduidelijk. Zo kan het per bedrijf wisselen tot welke detectiediepte- of straal dezelfde detectietechniek geschikt is om OO op te sporen. Bovendien komt het voor dat nadat er opsporing van OO heeft plaatsgevonden, er toch tijdens vervolgwerkzaamheden OO worden aangetroffen. Meermaals is er een vliegtuigbom aangetroffen na opsporing van OO.
Bij passieve detectie (magneto) genereren alle ijzerhoudende objecten een verstoring. Deze verstoringen komen mogelijk overeen met het zoekdoel (OO), waardoor er veel andere objecten worden benaderd in plaats van OO. Hierbij kan onder meer gedacht worden aan spijkers, ijzerdraad, hoefijzers, en dergelijke.
Particuliere opsporingsbedrijven sporen de OO op en maken een melding als er ook werkelijk OO wordt aangetroffen. Na het melden van de aangetroffen OO zorgt de EODD uiteindelijk voor het vernietigen en/of afvoeren van de OO.

[15] Enkele weken na het interview heeft Jos van der Heijden op verzoek van Henk Neggers via de mail een aanvulling gedaan met betrekking tot de rol van de gemeente, en wettelijke taken en bevoegdheden met betrekking tot (gemeentebreed) vooronderzoek. Hierbij werd verwezen naar ''Handvat bodembelastingkaart OO'', wat in 2024 is opgesteld in opdracht van het Kenniscentrum OO.

Risico OO

Tijdens de tweede wereldoorlog is veel munitie gebruikt in Nederland. Zo is de schatting dat er 146.000 brisantbommen op Nederland zijn afgeworpen, en dat er tientallen miljoenen granaten zijn verschoten. Van de vliegtuigbommen die op Nederland zijn gegooid tijdens de tweede wereldoorlog is vermoedelijk 3 tot 4% niet afgegaan, al lopen precieze schattingen uiteen. Bommen met chemisch lange vertragingsontstekers (die als risicovoller worden ingeschat) liggen in Nederland voornamelijk bij strategische doelen, zoals (schijn)vliegvelden. Onderzoek van de EODD stelt dat de Amerikaanse chemische langetijdvertragende ontstekers gevoeliger zijn dan de Britse. Het aantal Duitse bommen in Nederland is beperkt, en bevat ook niet het mechanisme van de eerdergenoemde chemisch langetijdvertragende ontsteker.

De diepte waarop bommen in Nederland worden aangetroffen wisselt tussen de pakweg 1,5 en 12 meter diepte. De precieze diepte waarop een bom ligt is afhankelijk van verschillende factoren, naast bodemtype, die ervoor zorgen dat het moeilijk is om in te schatten hoe diep een bom ligt. Sinds 2022 loopt er een onderzoek door Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat (fase 1) en SIVOON (fase 2) waarbij een 2D model wordt ontwikkeld voor het nauwkeurig bepalen van de penetratiediepte van afwerpmunitie in de Nederlandse (water)bodem.

In principe is een hoofdlading van een explosief ongevoelig. Om bijvoorbeeld een vliegtuigbom tot ontploffing te brengen zijn een aantal stappen (zgn. explosietrein) nodig van ontsteker met gevoelige initiaalspringstof tot de ongevoelige hoofdlading. Indien één of meerdere van deze stappen niet functioneert is het in essentie niet mogelijk om het explosief tot uitwerking te brengen. Gedumpte, niet verschoten en niet gewapende munitie leidt sowieso tot minder/geen explosiegevaar.

De laatste 10 jaren wordt er veel onderzoek verricht en discussie gevoerd over trillingsgevoelige ontstekers. Hierbij wordt het risico bekeken aan de hand van het mogelijk ongecontroleerd functioneren van een ontsteker.[16] De meningen over de trillingsgevoeligheid zijn sterk verdeeld.

SIVOON en de EODD proberen echter de focus te verleggen naar de vraag of de initiaalspringstof nog functioneert. Initiaalspringstof is zeer gevoelig voor vochtige omstandigheden. De kans dat initiaalspringstof na 80 jaar onder vochtige omstandigheden nog functioneert wordt als zeer klein ingeschat.

Qua gevoeligheid is er geen groot verschil tussen verschillende type munitie. Het principe met de explosietrein is in bijna alle gevallen hetzelfde. Door veroudering wordt munitie instabieler. Dat de munitie instabieler is betekent dat de munitie minder voorspelbaar wordt, maar niet per se risicovoller.

[16] Enkele weken na het interview heeft Jos van der Heijden de volgende aanvulling gedaan: In mei 2025 zijn proeven uitgevoerd door het KCWM naar de invloed van trillingen op het functioneren van ontstekers. Hieruit kwam naar voren dat trillingen zoals bij een zwaar heiblok of een grote damwandplank géén invloed hebben op ontstekingsmechanismen. Bij deze testen waren geen chemisch lange vertragingsontstekers betrokken.

G Uitwerking interview EODD

Dit interview is afgenomen op 8 september 2025 met Christian Hildenbrant, Ruurd van Drongelen, en Bart van Empel. Alle drie zijn zij werkzaam bij de EODD.

Christian Hildenbrant is officier en hoofd van het expertisecentrum EODD. Het expertisecentrum voorziet defensie van advies en informatie over explosieven opruiming en munitietechnische opleidingen. Daarnaast is het centrum verantwoordelijk voor het introduceren en implementeren van nieuwe concepten en innovaties op het gebied van explosieven opruiming, het ontwikkelen van de eigen EOD-opleiding en alle andere munitietechnische en EOD opleidingen binnen heel defensie.
Ruurd van Drongelen is al 25 jaar werkzaam bij de EODD en is nu officier Nationale Operaties. Dit bureau coördineert alle EOD inzet in Nederland Alle meldingen op het gebied van explosieven komen hier binnen.
Bart van Empel was tot 7 jaar geleden fulltime werkzaam bij de EODD en is nu voor 20 uur per week, na z'n pensionering, werkzaam als linkerhand van Ruurd. Bart is de voorganger van Ruurd bij de EODD.
Christian, Ruurd, en Bart zijn alle drie EOD opgeleid en hebben zich bezig gehouden met het opruimen van explosieven in het veld. Hierbij ging het om zowel conventionele explosieven, oftewel OO, als geïmproviseerde explosieven, oftewel IEDs (improvised explosive devices).

Meldingen OO
De meerderheid van de meldingen over OO-vondsten betreffen spontaan aangetroffen explosieven. Geschat wordt dat ongeveer 2500 keer per jaar spontaan munitie wordt aangetroffen. De mate waarin OO spontaan wordt aangetroffen wisselt sterk. Zo is er vaak een piek in meldingen zichtbaar in de periode waarin gewassen gerooid worden, alsmede wanneer het mooi weer is en mensen naar buiten gaan. Ook waren er meer meldingen in de covid periode, omdat mensen toen vaker met een metaaldetector op pad gingen. Ongeveer 50% van de meldingen waarbij OO spontaan wordt aangetroffen komt van mensen die magneetvissen of een metaaldetector gebruikten. Alle meldingen van OO en de aantallen aangetroffen munitie staan in de PLANON database.
Als er een melding van OO binnenkomt, wordt samen met politie of marechaussee een risico inschatting gemaakt waarbij bepaald wordt hoe snel de EODD ter plaatse moet komen. In ongeveer 15% van de gevallen komt de EODD direct ter plaatse. Dit kan komen doordat de kans dat de OO kan ontploffen als zeer groot wordt ingeschat. Hierbij kan gedacht worden aan een vliegtuigbom die door bijvoorbeeld een kraan is aangetikt, of aan munitie die mogelijk een vertragingsontsteker heeft. Men gaat ervanuit dat OO mogelijk een vertragingsontsteker of mechanische ontsteker heeft wanneer munitie wordt aangetroffen in munitieverdacht gebied. De EODD maakt hierbij geen onderscheid tussen het land van oorsprong van de vertragingsontstekers (bijvoorbeeld Engels of Amerikaans). Ook bij het aantreffen van fosforgranaten wordt de kans op ontploffing als groot ingeschat.
Ook komt het voor dat de EODD besluit om direct ter plaatse te komen vanwege (mogelijke) economische schade, wanneer de OO zich op een makkelijk toegankelijke locatie bevindt, of wanneer de OO al door vele omstanders is waargenomen. Bij (mogelijke) economische schade kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een granaat op een lopende band. Wanneer de EODD niet direct ter plaatse komt wordt meestal het advies gegeven de OO af te dekken met bijvoorbeeld een laag zand.
Met de meeste explosieven kan er in principe niets gebeuren zolang je ze niet aanraakt. Wanneer de EODD ter plaatse komt wordt beoordeeld hoe de OO het beste vernietigd kan worden. In het geval van brisant munitie die verschoten en gewapend is, wordt de munitie ter plekke vernietigd wanneer dat mogelijk is. Als de munitie ongewapend is dan wordt de munitie verplaatst en op een door het bevoegd gezag aangewezen terrein vernietigd. Het heeft de voorkeur van de EODD om munitie ter plekke te vernietigen in plaats van munitie te demonteren, omdat het risico bij ter plekke vernietigen voor de EODD kleiner is. Wanneer

een explosief toch gedemonteerd moet worden, zoals bijvoorbeeld bij afwerpmunitie in dichtbevolkt gebied, wordt de ontsteker op afstand met speciale apparatuur verwijderd. De verhouding tussen munitie die ter plaatse gesprongen wordt of gedemonteerd wordt is ongeveer 50/50.

Opsporingsbedrijven

Een klein deel van de meldingen komt van bedrijven die worden ingehuurd om OO op te sporen voorafgaand aan bijvoorbeeld bouwprojecten. Deze opsporingsbedrijven zijn gespecialiseerd in de identificatie en het veiligstellen van explosieven, en melden voorafgaand aan de opsporing bij de EODD dat ze OO gaan opsporen. Deze bedrijven kunnen dan zonder tussenkomst van de politie direct met de EODD contact opnemen. De OO die wordt aangetroffen tijdens de opsporing wordt door het opsporingsbedrijf tijdelijk opgeslagen in een Voorziening Tijdelijk Veiligstellen Situatie (VTVS, een soort speciale opslagcontainer). Wanneer de VTVS vol is wordt er een afspraak gemaakt met de EODD om de VTVS met OO op te halen. Meestal kan er 5 à 10 kg netto explosief gewicht (NEG) OO in een VTVS. Wanneer de VTVS wordt opgehaald beoordeeld de EODD ter plekke hoe de OO het beste vernietigd kan worden. Wanneer er nog explosieve stof in de OO zit, wordt de OO ter plaatse vernietigt. Dit komt voor in 70-80% van de gevallen. De overige explosieven (zonder explosieve stof) worden meegenomen naar de kazerne. Afhankelijk van het gebied kan het voorkomen dat bij opsporingswerkzaamheden meerdere VTVS voor explosieven staan, omdat de verwachting is dat er veel OO wordt aangetroffen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij Hoog Soeren, waar zo 3 VTVS voor OO staan.

Staat van OO bij aantreffen

Als de EODD ter plaatse komt ligt de OO vaak al aan de oppervlakte. De staat waarin OO wordt aangetroffen wisselt sterk. In de basis ligt het werk van de EODD op het opruimen van explosieven. Hierdoor is er in het verleden nooit een uitgebreide inventarisatie gedaan van de staat van OO (sporen van roest, functioneren van de ontsteker) onder bepaalde omstandigheden (bijvoorbeeld nabijheid van grondwater of bodemtype). Desalniettemin zijn er op basis van ervaring enkele uitspraken te doen over de staat van OO wanneer die wordt aangetroffen.

In klei worden bijvoorbeeld wel eens granaten aangetroffen die er nog bijna als nieuw uitzien, terwijl OO die in zand wordt aangetroffen vaak duidelijke sporen van erosie laat zien. Ook wanneer OO aan de buitenkant in grote mate sporen van erosie laat zien, betekent dit niet dat de OO niet meer zou kunnen functioneren. Zo kunnen de wanden van een explosief zo 1 cm dik zijn, waardoor het een lange tijd zou duren voordat de wanden helemaal doorgeroest zijn en de explosieve stof zou kunnen weglekken.

De staat waarin ontstekers worden aangetroffen wisselt sterk, zo zijn sommige ontstekers visueel in ieder geval nog praktisch in nieuwstaat, terwijl er ook ontstekers aangetroffen worden die sterk gecorrodeerd zijn. Ook het materiaal van de ontsteker doet ertoe. Engelse ontstekers uit de tweede wereldoorlog zijn vaak van messing waardoor ze niet roesten, terwijl Amerikaanse ontstekers van metaal zijn.

Het is wisselend op welke diepte OO wordt aangetroffen. In principe ligt een bom in klei of veen dieper dan in zand, maar het maakt ook uit wanneer en hoe een bom is afgeworpen. Zo zal een bom die in de winter bij vorst is afgeworpen minder diep liggen dan een bom die is afgeworpen in een zeer natte periode in het voorjaar. Ook de hoogte waarop een bom is afgeworpen doet ertoe. Daarnaast kan het voorkomen dat een bom op iets hards in de ondergrond afketst waardoor de bom minder diep kan liggen dan op basis van de ondergrond misschien verwacht zou worden. De vraag is in hoeverre een vliegtuigbom die op bijvoorbeeld 9 meter diepte tot ontploffing komt ook schade aanricht. De EODD hanteert als vuistregel bij het gecontroleerd tot ontploffing brengen van munitie dat er ongeveer 15 keer het kaliber aan grond bovenop gelegd moet worden.

Vliegtuigbommen

Gemiddeld wordt er 7 à 8 keer per jaar spontaan een vliegtuigbom aangetroffen, en 10 à 15 keer per jaar in het kader van opsporingsprojecten. Vliegtuigbommen met vertragingsontstekers worden op verschillende type locaties aangetroffen. In de basis betreft dit strategische doelen zoals havens, vliegvelden, of treinstations, maar ook op andere locaties kunnen vliegtuigbommen met vertragingsontstekers worden aangetroffen. Deze

bommen kunnen bijvoorbeeld afgeworpen zijn op een zogeheten ‘secondary target’ omdat het doel niet bereikbaar was en de piloot niet terug mag komen met munitie aan boord. Ook kan het voorkomen dat het beoogde doel niet direct geraakt is en de bommen enkele kilometers naast de strategische locatie terecht is gekomen.
Bij vliegvelden heeft ongeveer een op de drie vliegtuigbommen een chemisch lange vertragingsontsteker, maar ook in Rotterdam worden vliegtuigbommen met chemisch lange vertragingsontstekers aangetroffen.

Kans op explosie OO
Het is van belang dat de explosietrein functioneert voor munitie om te ontploffen. Als een stapje in de explosietrein niet werkt, werkt de munitie in principe niet meer. Bovendien is er een eerste klap nodig waardoor de explosietrein in gang wordt gezet. Het wisselt per initiaalspringstof of deze gevoeliger of juist minder gevoelig wordt met de tijd. Zo wordt bijvoorbeeld picrine gevoeliger door oxidatie. Dit gaat ook op voor loodazide, waarbij in de aanwezigheid van koper door oxidatie koperazide gevormd kan worden. Ook treft de EODD weleens TNT aan wat volledig gekristalliseerd is, wat betekend dat de TNT gevoeliger is voor explosie. In de basis ontploft springstof van 80 jaar geleden vandaag de dag nog even goed als tijdens de tweede wereldoorlog.
De gevaarsetting van OO wordt bepaald door het type ontsteker. Er zijn ontstekers die na een bepaalde tijdsduur afgaan (vertragingsontsteker), en er zijn ontstekers die juist bij een klap afgaan. Het grootste gevaar gaat uit van ontstekers met een voorgespannen slagpinveer en lange tijd vertragingsontstekers. Vertragingsontstekers komen voor op vliegtuigbommen, maar kunnen ook bevestigd zijn op kleinere granaten. Vertragingsontstekers op kleinere granaten zijn meestal mechanisch. Op vliegtuigbommen komen zowel mechanische als chemische vertragingsontstekers voor. Een mechanische ontsteker is in principe een soort uurwerkje wat langzaam draait, waarna na een bepaalde tijd de slagpin inslaat en de munitie ontploft. Van buitenaf is het niet te zien waarom een ontsteker niet gefunctioneerd heeft. In theorie kan de mechanische ontsteker zijn vastgelopen, waarbij die met een klein tikje weer opnieuw gaat lopen. Zo kan de slagpin mogelijk toch inslaan, waardoor de munitie explodeert. Vliegtuigbommen met een mechanische vertragingsontsteker worden vaak aangetroffen als blindganger.
De kans op een spontane ontploffing van OO wordt het grootst geacht voor munitie met een chemisch lange vertragingsontsteker. De EODD maakt hierbij geen onderscheid tussen Duitse, Amerikaanse, of Engelse ontstekers.
Triggers
In het geval van een mogelijke explosie van OO in ongeroerde grond, zal er nog steeds een trigger nodig zijn die de OO tot ontploffing brengt. Dit zou bijvoorbeeld het werken van de grond door vries/dooi cycli kunnen zijn. In principe springt OO niet zomaar door een trilling. Bovendien is het niet altijd duidelijk of OO door werking van de grond of door menselijk toedoen aan de oppervlakte of tot ontploffing komt. Als een boer bijvoorbeeld al decennia op dezelfde akker werkt en er ligt opeens een granaat aan de oppervlakte, komt dat dan door het ploegen of door de werking van de grond?
Fosfor
Fosfor komt in verschillende munitieartikelen voor, waaronder hand-, mortier-, en geschutsgranaten. Omdat fosforgranaten inmiddels al zeker 80 jaar in de grond liggen, komt het voor dat de huls van de granaat doorroest, waardoor de fosfor door blootstelling aan zuurstof ontbrandt. Ook spoelen fosforgranaten soms aan op het strand, waarna ze opdrogen en er zuurstof bij eventueel nog aanwezige fosfor kan komen. Ook lijken spontane ontbrandingen van fosfor munitie voor te komen, alhoewel ook hier, net als bij andere munitie, opgaat dat er iets moet zijn gebeurd waardoor er zuurstof bij de fosfor kan komen. De EODD schat in dat er jaarlijks ongeveer 4 à 5 keer een fosforgranaat ontbrandt.
Bij het ontbranden van een fosforgranaat kan veel rook vrijkomen. Soms is het vrijkomen van de rook het enige, maar het kan ook voorkomen dat er een werkelijke ontploffing plaatsvindt bij het ontbranden van een fosforgranaat. Dit komt omdat er in fosfor munitie vaak een verspreidingslading zit. In het midden van een fosforgranaat zit dan een buis met springstof. Wanneer de fosfor begint te roken komt de springstof tot ontploffing door de warmteontwikkeling.

Praktijkvoorbeelden ontploffingen OO

De EODD houdt geen overzicht bij van incidenten met OO of het aantal (vermoedens van) spontane ontploffingen. Wel kan de EODD middels praktijkvoorbeelden bijdragen aan het beeld van (mogelijk spontane) ontploffingen van OO . In deze paragraaf staat een opsomming van enkele praktijkvoorbeelden die bekend zijn bij de EODD en tijdens het gesprek aan bod zijn gekomen.

- Tijdens het magneetvissen troffen mannen een granaat aan die na het opvissen begon te roken. Op advies van de EODD hebben de mannen afstand genomen van de rokende granaat. Vervolgens explodeerde de fosforgranaat toen de mannen op ca. 200 meter afstand waren.
- Bij de vliegbasis Twente werd ’s ochtends een gat in de grond aangetroffen. Hierbij was vermoedelijk sprake van een spontane explosie.
- In IJmuiden waren werkzaamheden in de buurt van een bunker. Door een kapotte kraan lagen de werkzaamheden twee dagen stil. Er werd een schok gevoeld door een medewerker ter plaatse. Vermoedelijk ontplofte er een vliegtuigbom op 8 meter diepte.
- In 1983 in Horst is er vermoedelijk ’s nachts langs een kanaal een spontane explosie van mijnen geweest. De ochtend na de vermoedelijke explosie lag er allemaal modder op de weg. Vermoedelijk waren de mijnen gedumpt in het kanaal.
- In 1996 is in Werkendam bij een dijkverzwaring een forse explosie geweest. Er was alleen materiele schade. De luchtmacht EODD is langs geweest en heeft geconstateerd dat het vermoedelijk een 2000 lbs bom was.

Met uitzondering van het voorbeeld waarbij een fosforgranaat tijdens het magneetvissen is opgevist, kunnen de overige vier voorbeelden mogelijk als spontaan aangemerkt worden. Het is bij de hiervoor genoemde situaties moeilijk om met zekerheid vast te stellen of er sprake is geweest van een spontane explosie. Zo komt de EODD op plekken waar een sterk vermoeden is van een spontane explosie omdat er kruitdampen hangen en er een krater zichtbaar is, maar de gemeente is vaak niet bereid te betalen voor een onderzoek naar wat er gebeurd is. Bovendien is niet uit te sluiten dat er spontane ontploffingen van OO zijn geweest zonder dat de EODD hiervan op de hoogte is gebracht. In Nederland zijn geen slachtoffers van spontane explosies van OO bekend.
In Duitsland komen weleens spontane ontploffingen van vliegtuigbommen voor. Dit betreft vooral bommen met Amerikaanse vertragingsontstekers. Tijdens de tweede wereldoorlog zijn er in Duitsland veel meer bommen gebruikt, en meer bommen gericht op stedelijk gebieden afgeworpen dan in Nederland. Desalniettemin zijn er ook in Duitsland geen spontane ontploffingen van OO bekend waarbij slachtoffers gevallen zijn. Bovendien zijn er geen situatie bekend, zowel in Duitsland als in Nederland, waarbij OO spontaan tot ontploffing is gekomen in dichtbevolkt gebied.

Voor onderzoek naar de mate waarin OO na jaren in de grond nog kan functioneren is de EODD nu bezig met een onderzoek. Bij dit onderzoek onderwerpen ze het slagpijpje van Engelse bommen aan een valtest. Ze gebruiken hiervoor Engelse bommen omdat voor deze bommen het slagpijpje los zit van de ontsteker. De afgelopen 8 à 9 keer dat ze een slagpijpje hebben getest worden niet representatief geacht omdat de slagpijpjes lange tijd onder ongecontroleerde omstandigheden waren opgeslagen voordat ze getest werden. Inmiddels zijn ze begonnen met het testen van het slagpijpje direct na het verwijderen. Als het slagpijpje niet werkt, dan kan de bom ook niet ontploffen.

Risico OO

Het risico van een spontane explosie van OO bestaat uit de kans dat de OO tot ontploffing komt, keer de impact die de ontploffing heeft. Op basis van de huidige gegevens is de kans op een spontane explosie van OO heel klein, en is tot nu toe de impact nul. In de basis stelt de EODD dat OO in principe niet afgaat als je er niet aankomt. Bovendien is het mogelijk dat de kans op een spontane explosie en het gegeven dat er in Nederland nog geen enkel slachtoffer is gevallen door een spontane explosie deels komt doordat er al heel veel wordt gedaan om het risico van OO te beperken. Zo is de bodem in veel bewoonde gebieden al

afgezocht op OO, waarbij aangetroffen OO is vernietigd. Ook zijn de meeste mijnenvelden uit de tweede wereldoorlog al lang geruimd. Wanneer er vandaag de dag nog mijnen worden aangetroffen, dan zijn die vaak te linken aan mijnen waarvan bekend is dat die gemist zijn tijdens het opruimen van het mijnenveld. Daarnaast weten mensen vaak goed wat ze moeten doen wanneer ze OO aantreffen, en is de politie goed opgeleid om met dit soort situaties om te gaan. Hierdoor is de situatie vaak binnen enkele uren al opgelost.
Ook de EODD is zeer goed opgeleid, waardoor er sinds 1976 geen EODD'er meer tijdens diens werk is overleden. Daarentegen zijn er bijvoorbeeld in Duitsland 3 jaar terug EODD'ers omgekomen bij het demonteren van een vliegtuigbom met een Amerikaanse chemisch lange vertragingsontsteker. Het beleid in Nederland waarbij OO in principe ter plekke wordt gesprongen kan ongelukken voorkomen, omdat het transport van munitie risicovol is.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl