

Handboringen in OO verdacht gebied

Een risicoanalyse voor het zetten van handboringen in OO verdacht gebied



I. Helsloot
M. Helsloot

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van SIVOON. Contactpersonen voor ons bij SIVOON zijn Guido de Jong (Havenbedrijf Rotterdam), Niels van der Lee (ProRail), Luuk Arlar (Rijkswaterstaat) en Fred Kramer (Schiphol).

Auteurs

prof. dr. Ira Helsloot

Marijn Helsloot MSc

September 2022

SIVOON staat voor: *Samenwerking Infrabeheerders voor het Veilig Omgaan met de Ondergrond in Nederland*. Participerende infrabeheerders zijn Schiphol, ProRail, Rijkswaterstaat, Havenbedrijf Rotterdam, Gasunie, TenneT en Rijksvastgoedbedrijf. Doel van dit samenwerkingsverband is een eenduidig en proportioneel beleid tot stand te brengen op het gebied van OO. Om dit doel te bereiken wordt er kennis uitgewisseld maar ook onderzoek uitgevoerd.

Crisislab is de onderzoeksgroep die het onderzoek van de leeropdracht Besturen van Veiligheid van de Radboud Universiteit Nijmegen ondersteunt. De doelstelling van Crisislab is de ontwikkeling en verspreiding van kennis op het domein van crisisbeheersing en veiligheidszorg. Voor Crisislab is een kernactiviteit het verrichten van empirisch gefundeerd onderzoek op het veiligheidsdomein, omdat momenteel feiten vaak ontbreken bij beleidsvorming en discussies op het terrein van het besturen van veiligheid. Op basis van dit onderzoek adviseren we overheden en bedrijven om tot redelijk en proportioneel veiligheidsbeleid te komen. De oefeningen en trainingen die wij verzorgen zijn gericht op het realistisch leren omgaan met crisismechanismen en met de veerkrachtige samenleving.

Crisislab

Dashorsterweg 1

3927 CN Renswoude

www.crisislab.nl

Managementsamenvatting

Aanleiding

Sinds enkele jaren is het gebruikelijk om als preventieve maatregel Ontplobbare Oorlogsresten (OO)-begeleiding te organiseren bij het zetten van handboringen in OO-verdacht gebied. Bij diverse partijen leeft de vraag of er bij het zetten van handboringen daadwerkelijk een verhoogd risico is en of deze beheersmaatregel noodzakelijk en proportioneel is.

Om het risico te beheersen zonder OO-begeleiding heeft Expload een veldwerkinstructie opgesteld.

Aan Crisislab is daarom gevraagd om een risicoanalyse op te stellen waarin gekeken wordt of (additionele) beheersmaatregelen noodzakelijk zijn bij het zetten van handboringen of dat de veldwerkinstructie ook volstaat in het beheersen van het risico.

Rekenwijze

Om het risico te bepalen moet er zowel worden gekeken naar kans op een ongecontroleerde uitwerking c.q. ongewenste gebeurtenis als het mogelijke effect. Hiervoor hebben wij de volgende formule opgesteld:

$$p(\text{overlijden (totaal)}) = p(\text{aantreffen OO}) \times p(\text{uitwerking na aantreffen OO}) \times p(\text{overlijden (of letsel) persoon na uitwerking})$$

De uitkomst van de berekening spiegelen wij aan de geaccepteerde norm voor het individueel risico. Sinds in 1989 de nota 'Omgaan met risico's' is verschenen, staat in het hele Nederlandse veiligheidsbeleid de normering van de kans op overlijden per jaar centraal, dit wordt het individueel risico genoemd. De nota stelde een norm voor van een overlijdenskans van eens per honderdduizend jaar (kortweg, een IR van 10^{-5}) per risicocompartiment. De 10^{-5} norm wordt bijvoorbeeld toegepast bij de risico's op overlijden door overstromingen en de blootstelling aan gevaarlijke stoffen.

Wij onderzoeken de kans op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen op drie manieren:

- wij maken gebruik van twee (voor)onderzoeken in verdacht gebied om de kans op aantreffen te bepalen en de gevaarsinschatting van Expload om de kans op uitwerking en het effect van OO te bepalen.
- wij valideren het vooronderzoek en de uitgangspunten met beschikbare data.
- wij berekenen op eenzelfde manier als de validatiestudie de kans op overlijden wanneer de veldwerkinstructie niet wordt toegepast.

Risicoanalyse

Risicoanalyse volgens vooronderzoek en geaccepteerde uitgangspunten

Het risico dat is bepaald aan de hand van (voor)onderzoeken en de uitgangspunten uit veldwerkinstructie van Explod is $< 3,8 * 10^{-11}$ per boring. Gemiddeld zet een medewerker 553 boringen per jaar, waarvan 20% in verdacht gebied. Het individueel risico volgens deze benadering is daarmee $< 4,2 * 10^{-9}$ per medewerker.

Het risico is daarmee acceptabel volgens geaccepteerd veiligheidsbeleid dat uitgaat van een 10^{-5} kans op overlijden waardoor er geen additionele beheersmaatregelen getroffen hoeven te worden.

In de berekening zijn wij uitgegaan van het gemiddeld aantal handboringen per medewerker. Ook bij het *fulltime* zetten van handboringen (dus 2.000 tot 3.000 per jaar) is het risico acceptabel volgens geaccepteerd veiligheidsbeleid.

Risicoanalyse volgens de validatiestudie

Wij hebben de uitkomsten gevalideerd met beschikbare datasets. Met behulp van de beschikbare data kunnen wij 'slechts' met voldoende zekerheid en statistische onderbouwing aantonen dat het risico **kleiner is dan p(overlijden(totaal))**. Het risico zal in de praktijk (veel) kleiner zijn zo laten de kwalitatieve beschouwingen in deze rapportage zien.

Het risico volgens het validatieonderzoek is $< 6,8 * 10^{-9}$ per boring en het individueel risico per medewerker is daarmee $< 7,6 * 10^{-7}$. Het risico is daarmee acceptabel volgens geaccepteerd veiligheidsbeleid.

In de berekening zijn wij uitgegaan van het gemiddeld aantal handboringen per medewerker. Ook bij het *fulltime* zetten van handboringen (dus 2.000 tot 3.000 per jaar) is het risico acceptabel volgens geaccepteerd veiligheidsbeleid. Het individueel risico is bij 3.000 boringen per medewerker per jaar $< 4,1 * 10^{-6}$.

Risicoanalyse zonder veldwerkinstructie

Tot slot hebben wij op eenzelfde manier als de validatiestudie gekeken naar het risico als er gewerkt wordt zonder veldwerkinstructie. De kans op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen zonder het toepassen van de veldwerkinstructie is kleiner dan $1,9 * 10^{-7}$ per boring. Het individueel risico op basis van het gemiddeld aantal boringen per persoon is kleiner dan $2,1 * 10^{-5}$.

Op basis van de data die wij tot onze beschikking hebben concluderen we dat wij niet met voldoende zekerheid en statistische onderbouwing kunnen zeggen dat het risico op handboringen in verdacht gebied zonder OO-begeleiding en instructie acceptabel is.

Maatschappelijke kosten-batenanalyse

Om te kijken of de beheersmaatregelen proportioneel zijn, is een maatschappelijke kosten-batenanalyse noodzakelijk. De baten berekenen we met gebruik van DALYs (Disability-adjusted life years) zoals o.a. door de WHO aanbevolen en we rekenen €80.000,- per DALY. De kosten die gemaakt worden zijn de directe kosten voor OO-begeleiding.

De baten van OO-begeleiding zijn gezien de kleine kans op slachtofferschap ook beperkt tot ongeveer €120.000,- per jaar. De kosten die gemaakt worden door het toepassen van OO-begeleiding kunnen worden geschat op €14.700.000 per jaar. Daarmee is het duidelijk dat er een negatieve balans is zodat we bijvoorbeeld in de zorg niet tot deze 'behandeling' zouden besluiten.

Het toepassen van OO-begeleiding is dus vanuit de maatschappelijke kosten-batenanalyse gezien niet verantwoord.

Conclusie

Op basis van deze studie kan worden gesteld dat het risico op overlijden door een ongecontroleerde uitwerking van OO tijdens het zetten van handboringen door het toepassen van de veldwerkinstructie voldoende wordt beheerst. Het individueel risico is volgens zowel de aannames in de veldwerkinstructie als de validatiestudie ver onder de 10^{-5} -norm en hiermee acceptabel volgens geaccepteerde en gangbare maatstaven. Extra beheersmaatregelen, specifiek het inzetten van OO-begeleiding, zijn hierdoor dus niet noodzakelijk.

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	3
1 Inleiding	8
1.1 Aanleiding en doelstelling	8
1.2 Onderzoeksmethoden	9
1.3 Kanttekening vooraf: conservatieve berekening	13
1.4 Leeswijzer	13
2 Kerngegevens voor de berekening	14
2.1 Wat verstaan wij onder handboringen?	14
2.2 Wat verstaan wij onder OO?	15
2.3 Wat verstaan wij onder verdacht gebied?	20
3 Kans op aantreffen	23
3.1 Opmerking vooraf: verschil aantreffen en treffen	23
3.2 Eerste analyse: kans op treffen volgens (voor)onderzoek	23
3.3 Validatie: kans op aantreffen volgens medewerkers	26
3.4 Wat is de kans op treffen?	29
4 Kans op een ongecontroleerde uitwerking	31
4.1 Opmerking vooraf: de kans op een uitwerking na treffen	31
4.2 Eerste analyse: kans op uitwerking volgens de uitgangspunten van Expload	31
4.3 Validatie: kans op uitwerking bij zachte boringen na aantreffen	33
4.4 De kans op explosie zonder de veldwerkinstructie	38
4.5 Wat is de kans op een ongecontroleerde uitwerking?	43
5 Kans op overlijden door OO	44
5.1 Opmerking vooraf: het effect na detonatie	44
5.2 Validatiestrategie 1: ongecontroleerde uitwerkingen in het verleden door slag, stoot of deformatie	45
5.3 Validatiestrategie 2: ongecontroleerde uitwerkingen in het verleden zonder afstand	47
5.4 Fosformunitie	48
5.5 Wat is de kans op overlijden?	49
6 Zijn maatregelen noodzakelijk?	51
6.1 Het risico op basis van (voor)onderzoek	51
6.2 Validatiestudie: risico met veldwerkinstructie	52
6.3 Risico zonder veldwerkinstructie	53

7	Zijn de beheersmaatregelen proportioneel?	56
7.1	Kosten en baten	56
7.2	Beheersmaatregel OO-begeleiding	59
7.3	Beheersmaatregel veldwerkinstructie	59
8	Het geheel overziend	61
8.1	Aanleiding en aanpak	61
8.2	Risicoanalyse	62
8.3	Maatschappelijke kosten-batenanalyse	65
8.4	Conclusie	66
Bijlage 1.	Uitkomsten vragenlijst	67
Bijlage 2.	Risiconormen in historisch perspectief	71
Bijlage 3.	Bekende incidenten tot 2015	75
Bijlage 4.	Veldwerkinstructie Expload (Edelmanboor)	86

1. Inleiding

In dit inleidende hoofdstuk schetsen we de aanleiding voor en de onderzoeksmethode van dit onderzoek.

1.1 Aanleiding en doelstelling

Jaarlijks worden er in Nederland duizenden handboringen gezet. Een risico is dat er tijdens de handboring op onontplofte munitie uit de Tweede Wereldoorlog wordt gestuit en dat hierdoor een explosie ontstaat die iemand verwondt of doodt. Voor zover bekend heeft dit risico zich in Nederland nooit gematerialiseerd. Rond 2010 is het gebruikelijk geworden om in gebieden met een aannemelijke kans op aanwezigheid van Ontplobbare Oorlogsresten (OO), in jargon ‘verdacht gebied’, beheersmaatregelen te treffen om het risico te verkleinen. In de praktijk wil dat vaak zeggen dat op deze locaties de boringen gezet worden onder begeleiding van een daarvoor gecertificeerd opsporingsbedrijf. Bij de vertegenwoordigers van de beheerders van de nationale infrastructuur verenigd in SIVOON leeft de vraag of er een verhoogd risico is en of deze beheersmaatregelen wel noodzakelijk zijn om de veiligheid van werknemers in voldoende mate te kunnen garanderen en proportioneel zijn bij het zetten van handboringen.

Om het risico tijdens grondboringen te beheersen heeft Expload een veldwerkinstructie opgesteld.¹ Specifiek voor handboringen geldt dat het risico op een andere manier wordt beheerst dan door het toepassen van OO-begeleiding.

Aan Crisislab is daarom gevraagd om, in samenwerking met experts uit de werkgroep SIVOON, een onderbouwde risicoanalyse uit te voeren voor werkzaamheden met handboringen in verdacht gebied. Meer concreet is de onderzoeksvraag:

Kan er met een voldoende wetenschappelijke onderbouwing worden geconcludeerd dat er (vanuit arbo-oogpunt) wel of geen acceptabel risico bestaat bij het uitvoeren van handboringen, al dan niet met nadere instructie?

Het onderzoek hebben we in nauwe samenwerking met de experts van SIVOON uitgevoerd. Zij hebben toegang tot datasets die noodzakelijk zijn voor het maken van een risicoanalyse.

¹ Expload (2020). Veldwerkinstructie bodemonderzoeken binnen verdacht gebied ontplofbare oorlogsresten. Versie: 22/02/2022.

1.1.1 Wat weten we op voorhand?

Er zijn geen incidenten bekend waarbij OO onverwacht tot uitwerking is gekomen tijdens het zetten van een handboring. In ieder geval vanaf 1980 hebben wij de incidenten met OO in beeld. In bijlage 3 hebben wij de bij ons bekende incidenten met OO weergegeven. Ook bij de respondenten en leden van SIVOON zijn geen ongecontroleerde uitwerkingen bekend.

Daarnaast is er pas sinds grofweg 2011/2012 OO-begeleiding als beheersmaatregel ingevoerd.² Daarmee kunnen we in ieder geval stellen dat van 1980 tot en met 2011 geen ongecontroleerde uitwerkingen zijn geweest tijdens het zetten van handboringen waar dat in theorie wel had gekund.

Een grove schatting laat zien dat er in de periode 1980 tot 2011 naar verwachting 6.289.088 boringen in verdacht gebied zijn gezet. In hoofdstuk 4, paragraaf 4.3.1, lichten we deze schatting verder toe. Concreet betekent dit dat er, ondanks dat er ruim 6 miljoen boringen zijn gezet, dit tot een (dodelijk) slachtoffer.

Hiermee schatten we op voorhand in dat de kans op een incident tijdens het zetten van handboringen in ieder geval **kleiner is dan 1** (incidenten) / 6.289.088 (aantal boringen) = **$1,6 * 10^{-7}$ per handboring**. Zoals wij later zullen beschrijven, zou dit risico in ieder geval acceptabel zijn wanneer er slechts een handboring per medewerker per jaar zal worden gezet, waardoor het de opdracht is geworden om te onderzoeken hoeveel handboringen een medewerker per jaar mag zetten om aan reguliere/geaccepteerde veiligheidsnormen te voldoen. Alvast ter illustratie: het individueel risico voor mensen die in de bouw werken is $5 * 10^{-5}$.

In de rest van de rapportage berekenen wij het risico meer in detail. Daarmee kunnen we verklaren waardoor het risico dat wij op voorhand al kunnen berekenen inderdaad relatief klein is.

1.2 Onderzoeksmethoden

1.2.1 Formule

Bij het bepalen van het objectieve risico van OO zal er rekening moeten worden gehouden met zowel de kans op een ongewenste gebeurtenis als het effect van deze ongewenste gebeurtenis. Daarom gebruiken wij, zoals al vaker op dit risicodomein toegepast³, de volgende formule om het individueel risico te bepalen:

² Het jaartal 2011 is ter sprake gekomen tijdens de sessies die wij hebben gehouden met de experts van SIVOON. Het Havenbedrijf Rotterdam heeft ons daarom van data voorzien over de gezette handboringen tot en met 2011.

³ Bijvoorbeeld: Rijkswaterstaat, TenneT en Havenbedrijf Rotterdam (2019). Noordzee: pilot onderzoek conventionele explosieven. RAP01803005.

$$p(\text{overlijden (totaal)}) = p(\text{aantreffen OO}) \times p(\text{uitwerking na aantreffen OO}) \times p(\text{overlijden (of letsel) persoon na uitwerking})^4$$

De formule is simpel maar betekenisvol. Bij een voldoende kleine kans op aantreffen hoeft niet meer naar de andere factoren te worden gekeken. Of juist omgekeerd: als het effect klein is, hoeft niet naar de kans op aantreffen te worden gekeken.

De verschillende kansen in de formule zijn onafhankelijke 'stochastische variabelen', dat wil zeggen dat de kansen geen invloed op elkaar hebben (en dus met elkaar vermenigvuldigd kunnen worden voor de totale kans) en dat ze afzonderlijk van elkaar kunnen worden berekend.

Voor de 'casus' handboringen in verdacht gebied zullen de verschillende 'kansen' moeten worden bepaald zodat het risico nauwkeuriger kan worden afgeschat. De verschillende kansen kunnen daarnaast ook verklaren waarom het risico dat wij op voorhand hebben afgeschat relatief klein is.

1.2.2 De databronnen

Een belangrijk document in dit onderzoek is de veldwerkinstructie van Expload die breed wordt gedragen. In bijlage 4 staat de veldwerkinstructie voor het zetten van boringen met een Edelmanboor weergegeven. De assumpties in en gevaarsinschatting van deze veldwerkinstructie zullen wij daarom ook toepassen in de risicoanalyse.

Primair uitgangspunt voor handboringen met een edelmanboor

Veldwerkinstructie: De boringen [met een Edelmanboor] worden handmatig uitgevoerd. Hierbij voelt de persoon die de boring uitvoert of hij op een hard voorwerp boort zonder daarbij kracht uit te oefenen op het onderliggende object. De mogelijkheid bestaat dat een explosief wordt getouchéerd, aangeraakt. De impuls (massa x de snelheid) die hierbij ontstaat levert onvoldoende (kinetische) energie op om de ontstekingsinrichting te initiëren.

Deze gevaarsinschatting wordt gevolgd in deze rapportage. Meer concreet betekent dit dat wij, in navolging van OO-experts, de assumptie ondersteunen dat OO na treffen met een (Edelman-)handboor alleen leidt tot de invloedsfactor 'aanraken/toucheren' en niet tot de invloedsfactoren 'slag/stoot' en/of 'deformatie'.

Op drie manieren zijn wij aan data gekomen voor de risicoanalyse en het berekenen van de 'sub-kansen'. We hebben:

- gebruik gemaakt van interne datasets zoals het aantal handboringen in verdacht gebied en het aantal uitvoeringsopdrachten door de EOD en interne documentatie over uitgevoerde onderzoeken aangeleverd door het Havenbedrijf Rotterdam, Pro-Rail en Rijkswaterstaat (RWS).

⁴ Deze formule kan op verschillende (beleids)terreinen (rondom OO) worden toegepast en daarom mogelijk ook in een later stadium op werkzaamheden anders dan bodemonderzoek middels handboringen.

- gebruik gemaakt van een eerder uitgevoerd onderzoek, door Crisislab en Expload, waarin historische gebeurtenissen met OO staan omschreven.⁵
- twee vragenlijsten uitgezet: een onder de uitvoerende medewerkers die handboringen zetten en een onder de bedrijven die handboringen zetten. In bijlage 1 zijn de belangrijkste uitkomsten van de vragenlijsten opgenomen.

Ook hebben wij de uitkomsten van de risicoanalyse tussentijds meermaals voorgelegd aan de experts van het Havenbedrijf Rotterdam, ProRail en RWS.

1.2.3 Norm

Wanneer het risico op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen ‘voldoende klein’ is, zullen beheersmaatregelen niet noodzakelijk zijn. Wat ‘voldoende klein’ is, is uiteindelijk een bestuurlijke keuze van opdrachtgevers en -nemers. Idealiter landt een besluit daarover in een arbo-catalogus.

Een dergelijke richtlijn ontbreekt vooralsnog in OO-beleid. Om tot proportioneel veiligheidsbeleid te komen is een dergelijke (uniforme) richtlijn echter van belang. Er zal aansluiting moeten worden gevonden bij geaccepteerd Nederlands arbo-veiligheidsbeleid, waar bijvoorbeeld voor de totale blootstelling aan gevaarlijke stoffen als verbodswaarde een individueel risico van 10^{-5} wordt gehanteerd en per specifieke stof 10^{-6} .

Normering individueel veiligheidsrisico per jaar op overlijden⁶

Goed openbaar bestuur kenmerkt zich door het verantwoord omgaan met veiligheidsrisico's. Het onderwerp heeft dan ook in verschillende sectoren de aandacht en er zijn daarin verschillende afwegingskaders ontwikkeld. Sinds in 1989 de nota ‘Omgaan met risico's’⁷ is verschenen, staat in het hele Nederlandse veiligheidsbeleid de normering van de kans op overlijden per jaar centraal, dit wordt het individueel risico genoemd.⁸ De nota stelde een norm voor van een overlijdenskans van eens per honderdduizend jaar (kortweg, een IR van 10^{-5}) per risicocompartiment. Hierbij staat ‘risicocompartiment’ voor een verzameling van vergelijkbare risico's zoals blootstelling aan toxische stoffen of het instorten van bouwwerken door storm. Een risicocompartiment heeft dus mogelijk verschillende risicomponenten (zoals blootstelling aan verschillende soorten toxische stoffen) die tezamen aan de IR 10^{-5} moeten voldoen. De keuze wat een risicocompartiment is, is een politieke, zo heeft de minister van EZK het risico van geïnduceerde aardbevingen (in Groningen) door zijn keuze voor de 10^{-5} risiconorm daarvoor tot één risicocompartiment verklaard. In de

⁵ Zie hiervoor: Helsloot, I., van Melick, G., Vlagsma, J., Blokvoort, J., Blokvoort, R. (2016). *Proportionaliteit bij de omgang met conventionele explosieven*.

⁶ Dit intermezzo komt uit: Advies hooglerarenpanel Risicobeleid seismiteit overige mijnbouw: *Algemene uitgangspunten voor de omgang met de seismische risico's van overige mijnbouw* (versie 31 augustus 2021)

⁷ Omgaan met risico's, Kamerstukken II 1988/89, 21 137, nr. 5.

⁸ Gedurende jaren heeft ook het zogenaamde groepsrisico een rol gespeeld, dat wil zeggen de kans dat een grotere groep mensen tegelijkertijd om het leven komt. Deze vorm risicoberekening vanuit het domein chemische veiligheid waar (zie het advies van het panel van hoogleraren over risicobeleid en veiligheidsmaatregelen geïnduceerd aardbevingsrisico uit 2018) veel methodologische kanttekeningen bij te plaatsen zijn, is grotendeels als normstelling verdwenen in het Nederlandse veiligheidsbeleid. Zo komt het groepsrisico ook niet meer terug voor (chemische) externe veiligheid in de nieuwe Omgevingswet.

jaren sindsdien zijn er meerdere specifieke aanvullingen op die eerste nota verschenen. Zo heeft het Ministerie van Infrastructuur en Milieu in 2014 het kader 'Bewust omgaan met veiligheid'⁹ opgesteld, dat een vervolg was op de eerdere visie 'Nuchter omgaan met risico's'.¹⁰

In 2015 heeft het kabinet laatstelijk zijn visie op veiligheidsbeleid geformuleerd in een brief aan de Tweede Kamer.¹¹ Daarin zijn drie uitgangspunten benoemd voor de bestuurlijke omgang met risico's en verantwoordelijkheden:

- Het is wenselijk om burgers zo direct en transparant mogelijk te betrekken bij de besluitvorming over de omgang met risico's en de reactie op incidenten die hen betreffen;
- Waar mogelijk laat openbaar bestuur de samenleving de ruimte door ook op het veiligheidsaspect burgers en bedrijven minder regels op te leggen. Wie wil en kan, moet de mogelijkheid krijgen zelf over veiligheid te besluiten;
- De overheid beslist op proportionele, goed afgewogen wijze over het omgaan met risico's, ook naar aanleiding van incidenten.

Wij zien het risico op overlijden door een ongecontroleerde uitwerking van OO tijdens het zetten van handboringen in OO-verdacht gebied als een risicocompartiment. In vergelijking: bij bijvoorbeeld metaalbewerking loopt de werknemer verschillende risico's zoals blootstelling aan stoffen en aan de bewegende delen van de machines. Elk wordt gezien als een eigen risicocompartiment (met dus voor de blootstelling aan stoffen de al eerdergenoemde 10^{-5} norm).

In bijlage 2 worden de risiconormen ook vanuit historisch perspectief belicht.

Voor deze risicoanalyse spiegelen wij het risico aan de geaccepteerde norm voor individueel risico, d.w.z. 10^{-5} . Hiermee kunnen we uiteindelijk concluderen of aanvullende beheersmaatregelen *noodzakelijk* zijn om het risico onder de geaccepteerde norm te houden.

1.2.4 Maatschappelijke kosten-batenanalyse beheersmaatregelen

Zoals beschreven wordt in bijlage 2 is internationaal het begrip 'as low as reasonable possible (ALARP)' gangbaar. Ten minste vanuit dat perspectief geeft een maatschappelijke kosten-batenanalyse inzicht in de noodzakelijke investeringen die gedaan moeten of mogen worden om het risico te beheersen.

Met behulp van de formule kunnen we vervolgens ook aantonen of de beheersmaatregelen wel of niet *proportioneel* zijn. Wij zien een (beheers)maatregel als proportioneel als het aantoonbaar 'gezonde levensjaren' bespaart en dit niet 'onredelijk' veel veiligheidseuro's kost. 'Onredelijk' zal dan nader moeten worden gedefinieerd. Wij zullen

⁹ Bewust Omgaan met Veiligheid: rode draden, Kamerstukken II 2014/15, bijlage bij Kamerstuk 28663, nr. 60.

¹⁰ Nuchter omgaan met risico's, RIVM rapport 251701047/2003.

¹¹ Kamerbrief Tweede Kamer der Staten-Generaal, Bestuurlijk balanceren met risico's en verantwoordelijkheden, 9 november 2015, kenmerk 2015-0000650903.

hiervoor uitgaan van €80.000 per gewonnen levensjaar. In hoofdstuk 7 wordt dit meer in detail besproken.

1.3 Kanttekening vooraf: conservatieve berekening

In deze rapportage wordt telkens gebruik gemaakt van de meest conservatieve aanname. Een voorbeeld hiervan is dat er in deze studie geen rekening gehouden wordt met de diepteligging van OO. Over de diepteligging van aangetroffen OO hebben wij geen data beschikbaar. Er wordt daarom uitgegaan dat de uitwerking van OO in de bodem aan de oppervlakte of net onder het maaiveld plaatsvindt in plaats van diep(er) in de ondergrond. In ieder geval in dat opzicht zijn wij dus conservatief aangezien het effect van kleinere munitieartikelen logischerwijs beperkter is onder de grond dan boven de grond.

De conservatieve aannames staan opgesomd in het geheel overziend in tabel 8.1.

1.4 Leeswijzer

In het vervolg van de rapportage zullen wij eerst in hoofdstuk 2 de kerngegevens presenteren om tot een risicoanalyse te komen. Vervolgens bespreken en berekenen wij in de hoofdstukken 3 tot en met 5 de 'sub-kansen' uit de formule.

In de hoofdstukken 3 tot en met 5 bespreken wij de sub-kansen. Hiervoor geldt dat wij steeds op twee manieren tot een afschatting van de kans te komen. In de eerste plaats kijken wij naar onderzoek dat eerder is uitgevoerd en rapportages die eerder zijn uitgebracht, bijvoorbeeld vooronderzoeken, detectiestudies en de veldwerkinstructie van Expload. In de tweede plaats trachten we deze inzichten te valideren met eigen data en onderzoek.

Hoofdstuk 6 bevat de uitkomst van de risicoanalyse. Hierbij kijken we of het risico wel of niet acceptabel is en of er dus wel of geen beheersmaatregelen moeten worden getroffen. In hoofdstuk 7 kijken wij of de huidige beheersmaatregelen proportioneel zijn.

Wij sluiten de rapportage af in hoofdstuk 8 waarin wij het geheel overzien.

2. Kerngegevens voor de berekening

In dit tweede hoofdstuk schetsen wij de afbakening van het onderzoek en geven wij de kerngegevens voor de berekening waarmee de risicoanalyse is vormgegeven.

2.1 Wat verstaan wij onder handboringen?

Voor deze analyse kijken we alleen naar handboringen. Concreet betekent dit dat wij niet kijken naar machinale boringen. Zo weten wij dat er in de praktijk vaak een ramguts wordt gebruikt om boringen te zetten. Deze en andere machinale boringen vallen echter buiten de scope van dit onderzoek.

Ondanks dat wij alleen naar handboringen kijken, zien wij toch ook een onderscheid in type handmatige werkzaamheden. Zoals wij later zullen zien maakt de *intensiteit* van de boring een groot verschil in de risicoberekening. Wij onderscheiden hierdoor:

- Zachte boringen: in de berekening nemen wij enkel de **edelmanboor** mee maar we gaan ervan uit dat dit ook representatief is voor onder andere zuigerboor en het handmatig plaatsen van peilbuizen,
- Harde boringen: in de praktijk zal dit voornamelijk een **stootijzer** zijn.

Door dit onderscheid te maken, sluiten we aan bij de veldwerkinstructie van Expload die voor 'zachte boringen' uitgaat van de invloedsfactor 'aanraken/toucheren' en voor harde boringen uitgaat van de invloedsfactoren 'slag/stoot' en 'deformatie'. Hieronder wordt verstaan:

Aanraken/toucheren: *In direct contact komen met het explosief zonder dat hierbij een impuls (massa x de snelheid) ontstaat die voldoende (kinetische) energie oplevert om de ontstekingsinrichting te initiëren waardoor het explosief tot uitwerking komt. Het explosief wordt hierbij niet bewogen en/of gedeformeerd.*

Slag/stoot: *In direct contact komen met het explosief waarbij een impuls (massa x de snelheid) ontstaat die voldoende (kinetische) energie oplevert om de ontstekingsinrichting te initiëren waardoor het explosief tot uitwerking komt.*

Deformatie: *In direct contact komen met het explosief waarbij een impuls (massa x de snelheid) ontstaat die voldoende (kinetische) energie oplevert waardoor het lichaam van het explosief en/of ontstekingsinrichting kan verbuigen, doorboren en vervormen.*

De meest voorkomende boring is de edelmanboor. Deze nemen wij daarom ook als uitgangspunt in de analyse. Wij hebben de volgende oppervlakte voor de gaten van handboringen gehanteerd:

Type boring	Diameter	Oppervlakte
Edelmanboor (zachte boring)	0,1 m	0,008 m ²

Tabel 2.1: Gehanteerde afmetingen en oppervlakte van een handboring.

Wij zijn hier uitgegaan van een ‘realistische bovengrens’, d.w.z. een realistische maar waarschijnlijk wel relatief hoge inschatting van de afmetingen van een boorgat.¹²

Andere boringen en in ieder geval de ‘harde boringen’ kennen in de regel een kleiner oppervlak waardoor de kans op treffen kleiner is.

2.2 Wat verstaan wij onder OO?

2.2.1 Type OO

Voor de (kwantitatieve) risicoanalyse categoriseren we de verschillende typen OO in de hoofdsoorten OO:

- Handgranaten (inclusief geweergranaten)¹³,
- Geschutmunitie,
- Vliegtuigbommen (en andere afwerpmunitie),
- Landmijnen,
- Raketten,
- Klein kaliber munitie.

Belangrijk voor deze analyse is dat wij alleen kijken naar OO die nog tot uitwerking kunnen komen en die door oorlogshandelingen in de grond terecht zijn gekomen. De volgende explosieven zullen wij daarom niet meenemen in de risicoanalyse aangezien deze geen risico vormen voor handboorders, niet tot OO behoren of niet zullen worden aangetroffen:

- Oefenmunitie,
- Lege explosieven (OO die al tot uitwerking zijn gekomen en geen risico meer vormen),
- Andere type explosieven die niet gerelateerd zijn aan oorlogshandelingen, zoals vuurwerkbommen, bombrieven, etc.,
- Onderwatermunitie.

¹² Wij gaan uit van een gemiddelde van een diameter van 10 cm. Experts van SIVOON geven aan dat er ook boringen worden gezet met handboren met een diameter van 12 cm, voornamelijk voor peilbuizen en asbestboringen. De oppervlakte van deze boringen zal dan 0,011 zijn waardoor de *theoretische* kans op treffen iets groter zal zijn bij deze boringen. Het is voor ons echter onbekend hoe vaak deze boringen worden gezet in vergelijking met andere, kleinere handboringen. Andersom geldt dit natuurlijk ook: wij weten niet hoe vaak er gebruik wordt gemaakt van kleinere (bijvoorbeeld 7 cm boringen) boringen.

¹³ In de analyse nemen wij handgranaten en geweergranaten als een categorie mee aangezien deze een min of meer gelijke omvang en impact hebben. Het merendeel van de aangetroffen hand- en geweergranaten tussen 2010 en 2020 blijken handgranaten te zijn: van de 2.911 uitvoeringsopdrachten zijn er slechts 169 gericht op aantoonbare geweergranaten.

2.2.2 Afmetingen OO

Om de kans op treffen te kunnen berekenen, hebben we ook de afmetingen van OO nodig. Wij gaan ook nu uit van een 'realistische bovengrens', d.w.z. een realistische maar waarschijnlijk wel conservatieve inschatting van de afmetingen van een type OO. Wij hebben de volgende oppervlakte van de verschillende type OO gehanteerd:

Type OO	Realistische bovengrens	Lengte	Breedte	Oppervlakte
Hand- en geweergraanaat	Mills 36	0,095 m	0,061 m	0,006 m ²
Geschutmunitie	155 mm	0,65 m	0,155 m	0,101 m ²
Vliegtuigbom	1.000 lbs	1,33 m	0,5 m	0,665 m ²
Mijn	Tellermine 43	Diameter: 0,32 m		0,080 m ²
Raket	Nebelwerfer 42	0,7 m	0,3 m	0,210 m ²
Klein kaliber munitie	Brandsprenggranaatpatrone 151	0,06 m	0,015 m	0,001 m ²

Tabel 2.2: Gehanteerde afmetingen en oppervlakte van OO.¹⁴

2.2.3 Verhoudingen aangetroffen OO

Om de kans op aantreffen te kunnen bepalen hebben wij, naast het opvragen van data en studies, ook een vragenlijst uitgezet onder bedrijven en medewerkers. Zoals wij later in de rapportage zullen zien is het niet altijd duidelijk welk type OO is aangetroffen. Om deze reden geven wij een schets van het aantal aangetroffen OO in Nederland zodat we in een later stadium de verhoudingen kennen.

In samenwerking met Expload hebben we in 2016 gekeken naar het aantal aangetroffen OO c.q. ruimingen per jaar in de periode 2011-2015.¹⁵

Type OO	Totaal (2011-2015)	Gemiddeld per jaar
Hand- en geweergraanaat	3.312	662
Geschutmunitie	13.659	2.732
Vliegtuigbom	1.218	244
Mijn	311	62
Raket	378	76
Klein kaliber munitie	179.020	35.804
Totaal	197.898	39.580

Tabel 2.3: Geruimde OO tussen 2011 en 2015 (o.b.v. eerder onderzoek door Expload en Crisislab).

¹⁴ Er is in deze studie enkel naar de oppervlakte van het object gekeken en niet naar de oppervlakte/afmetingen van de ontstekers. De ontsteker van bijvoorbeeld een vliegtuigbom is veel kleiner dan het object zelf (naar schatting 5 cm bij 5 cm, dus slechts 0,4% van de gehele oppervlakte) waardoor de kans op treffen van een ontsteker (waardoor het object in theorie af zou kunnen gaan) kleiner is.

¹⁵ Zie hiervoor: Helsloot, I., van Melick, G., Vlagsma, J., Blokvoort, R. (2016), pagina 43.

Wij hebben daarnaast een meer recent overzicht ontvangen van het aantal uitvoeringsopdrachten en het aantal geruimde artikelen door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EOD). Een uitvoeringsopdracht is een opdracht voor de EOD om een explosief onschadelijk te maken na een melding. Tussen augustus 2010 en mei 2020 zijn er 29.313 uitvoeringsopdrachten geweest door de EOD en zijn er ongeveer 500.000 *explosieven* aangetroffen. Met andere woorden: de EOD wordt ongeveer 3.000 keer per jaar opgeroepen om een vermeend explosief onschadelijk te maken. Het betreft echter dikwijls schoot, vuurwerk, oefenmunitie, leeg of andere type niet-OO.

In onze analyse hebben we dit overzicht met een aantal zoektermen doorzocht. Wij gebruiken hiervoor de filteropties 'bevat...' en de optie 'bevat niet ...' om zo veel mogelijk dubbeltellingen en 'type niet-OO' te voorkomen. In tabel 2.4 zijn de zoektermen opgenomen.

Type OO	Bevat	Bevat niet
Hand- en geweergranaat	Handgranaat of handgranaten of geweergranaat of geweergranaten	Leeg en lege en oefen
Geschutmunitie	Granaat of granaten of geschutmunitie	Leeg en lege en oefen en handgrana(a)t(en) en geweergrana(a)t(en)
Vliegtuigbom	Bom of afwerpmunitie	Leeg en lege en oefen en granaat en granaten en geschutmunitie en 4()lb(s) ¹⁶ en brief en vuurwerk ¹⁷
Mijn	Mijn (inclusief ontsteker) ¹⁸	Leeg en lege en oefen en granaat en granaten en geschutmunitie en bom
Raket	Raket	Leeg en lege en oefen en granaat en granaten en geschutmunitie en bom en mijn
Klein kaliber munitie	Klein of KKM	Leeg en lege en oefen en granaat en granaten en geschutmunitie en bom en raket en mijn

Tabel 2.4: De zoektermen en gebruikte filters voor de analyse van het aantal uitvoeringsopdrachten.

Ook in het vervolg van de rapportage hebben wij deze zoektermen gebruikt als filter voor de nadere analyse van de EOD uitvoeringsopdrachtenlijst.

¹⁶ Met de gebruikte filtermethode komt in de categorie 'vliegtuigbom' veelvuldig (99 keer) de met thermiet gevulde 4 lbs staaftandbom naar voren. In de meeste gevallen betreft het een risicoloos restant, oftewel een los valgewicht of resten van een uitgebrande staaftandbom. Intacte staaftandbommen worden in de gangbare risicoanalyses uitgesloten van beheersmaatregelen, omdat het risico voor de werkzaamheden nagenoeg nihil is. Een uitzondering vormt het zogenaamde "x-type" staaftandbom met explosieve lading. Dit type is in Nederland vooralsnog niet aangetroffen. De 4 lbs wordt om deze redenen uitgesloten in de analyse.

¹⁷ 4 lbs, brief en vuurwerk zijn ook gefilterd voor de overige type OO maar deze filters zijn waarschijnlijk enkel relevant voor vliegtuigbommen.

¹⁸ Meermaals is enkel een mijnontsteker aangetroffen. Deze hebben wij in het overzicht meegenomen maar deze zullen in werkelijkheid (bij detonatie) niet hetzelfde effect hebben als een 'echte' mijn. Dit is dus een van de conservatieve aannames in dit rapport.

Type OO	Aantal UO nummers	% van totaal	Aantal artikelen	% van totaal
Hand- en geweergroanaat	2.911	17%	5.268	1%
Geschutmunitie	11.870	70%	34.267	8%
Vliegtuigbom	374	2%	510	0,1%
Mijn	250	1%	1.486	0,3%
Raket	176	1%	300	0,1%
Klein kaliber munitie	1.347	8%	390.178	90%
Totaal	16.928	100%	432.009	100%

Tabel 2.5: Het aantal uitvoeringsopdrachten voor EOD en objecten tussen 2010 en 2020 inclusief verhoudingen. Hierbij is alleen gekeken naar uitvoeringsopdrachten naar OO uit de categorieën zoals genoemd in paragraaf 2.2.1.

In tabel 2.5 staan de aangetroffen artikelen en uitvoeringsopdrachten weergegeven. Voor het aantal artikelen hebben wij een schatting moeten maken aangezien niet bij elke uitvoeringsopdracht het aantal geruimde artikelen wordt gegeven. In deze gevallen zijn wij uitgegaan van het gemiddeld aantal geruimde artikelen per zoekterm.

Wij zijn in de berekeningen uitgegaan van een periode van 10 jaar en een gelijke verdeling. De uitvoeringsopdrachten lijken per jaar redelijk constant, m.u.v. 2020.¹⁹ Een waarschijnlijke verklaring voor de relatief grote toename in 2020 is de toename van hobbyzoekers, magneetvissers, tuiniers en wandelaars, mede ingegeven door de coronacrisis.²⁰ Dit sluit aan bij de constatering dat OO vooral wordt aangetroffen door particulieren en in veel mindere mate door opsporingsbedrijven (zie hiervoor paragraaf 4.2.1).

2.2.3.1 Conclusie aangetroffen OO

De gevonden data op basis van de uitvoeringsopdrachten komt redelijk overeen met de eerdere studie. Hiermee kunnen wij in ieder geval stellen dat er jaarlijks ongeveer:

- 600 stuks hand- en geweergroanaten,
- 3.000 stuks geschutmunitie,
- 35.000 stuks klein kaliber munitie wordt aangetroffen.

¹⁹ Dit is eigenlijk opvallend aangezien je zou verwachten dat het *reservoir* steeds leger wordt (en dit feitelijk natuurlijk ook zo is) maar dat dit geen weerslag heeft op het aantal aangetroffen OO.

²⁰ Nu.nl (2020). *EOD krijgt in coronacrisis opvallend veel meldingen over explosieven* via <https://www.nu.nl/>.

Type OO	Studie 2016	Studie 2021
Hand- en geweerga- naat	662	527
Geschutmunitie	2.732	3.427
Vliegtuigbom	244	51
Mijn	62	149
Raket	76	30
Klein kaliber munitie	35.804	39.018
Totaal	39.580	43.202

Tabel 2.6: Een vergelijking tussen eerdere analyse (2016) en nieuwe analyse (2021).

Ingewikkelder is het aantal mijnen, raketten en vliegtuigbommen. Het verschil in aangetroffen vliegtuigbommen kan mogelijk verklaard worden doordat sub-munitie in de eerdere studie wel is meegenomen bij vliegtuigbommen en in de nieuwe studie niet. Het verschil in aangetroffen mijnen kan mogelijk verklaard worden doordat wij nu ook de ontstekers hebben meegenomen in de analyse.

Aangezien er vaak meerdere objecten worden geruimd bij ruimingen, zullen wij in het vervolg van de rapportage de verhoudingen o.b.v. de uitvoeringsopdrachten hanteren (zie tabel 2.7). Vooral klein kaliber munitie wordt relatief weinig aangetroffen (8% van alle uitvoeringsopdrachten) maar dan wel in grote aantallen per uitvoeringsopdracht (90% van alle objecten). Wij gaan ervan uit dat, wanneer er een object wordt aangetroffen, werkzaamheden worden gestopt zodat de overige objecten niet zullen worden aangetroffen bij de werkzaamheden maar pas door de EOD.

Type OO	Te hanteren verhouding
Hand- en geweerga- naat	17%
Geschutmunitie	70%
Vliegtuigbom	2%
Mijn	1%
Raket	1%
Klein kaliber munitie	8%
Totaal	100%

Tabel 2.7: Gehanteerde verhouding van aangetroffen OO.

2.2.4 Fosformunitie

Zoals ook de veldwerkinstructie van Explod laat zien, kent fosformunitie een extra risicofactor: blootstelling aan de buitenlucht. Witte fosfor is een zelf-ontbrandbare stof die ontbrandt bij blootstelling aan de buitenlucht en waardoor er dus brand en rook ontstaat.

Een grove filtering laat zien dat een klein deel van de munitie die wordt aangetroffen fosfor bevat (zie tabel 2.8). Wij hebben gezocht naar het aantal uitvoeringsopdrachten waarbij *fosfor*, *brand-*, *rook-* of *wp* (white phosphorus) wordt genoemd. Voornamelijk bij geschutmunitie en vliegtuigbommen wordt er munitie met fosfor aangetroffen.

Type OO	Fosfor/ brand- / rook-, wp (uitvoeringsopdrachten)	Totaal (uitvoe- ringsopdrachten)	Percentage
Hand- en geweergraanaat	208 (505 objecten)	2.911	7%
Geschutmunitie	2.003 (5.996 objecten)	11.870	17%
Vliegtuigbom	106 (192 objecten)	374	28%
Mijn	n.v.t.	250	0%
Raket	n.v.t.	176	0%
Klein kaliber munitie	5 (88 objecten)	1.347	0,4%

Tabel 2.8: Het aantal uitvoeringsopdrachten met een explosief met (mogelijk) fosfor.

2.3 Wat verstaan wij onder verdacht gebied?

In de huidige praktijk wordt er onderscheid gemaakt tussen verdacht gebied (d.w.z. gebieden met een verhoogde kans op aantreffen van OO) en onverdachte gebieden. In deze analyse kijken we alleen naar de verdachte gebieden.

Wij kunnen onderscheid maken tussen:

- Verdachte gebieden,
- Verdachte lagen.

2.3.2 Verdacht gebied

Voor handboringen in verdachte gebieden in Nederland zal deze risicoanalyse toegepast kunnen worden.

Op basis van de vraaglijst kunnen we stellen dat er ten minste 62.800 boringen per jaar worden gezet waarvan 12.625 in verdacht gebied.²¹ Dit betekent dat 20% van de boringen in verdacht gebied worden gezet. Wij gaan ervan uit dat dit representatief is en dat dus 20% van Nederland verdacht is.

Ter indicatie laten we zien wat dit betekent als we Nederland in verdacht en onverdacht gebied verdelen.

²¹ In bijlage 1 staan de antwoorden van de respondenten weergegeven. Voor deze berekening zijn wij alleen uitgegaan van de respondenten waarbij zowel het aantal boringen in totaal als het aantal boringen in verdacht gebied bekend is.

Verdacht/onverdacht gebied	Verdacht gebied	Onverdacht gebied	Totaal
In procenten	20%	80%	100%
In km ²	6.734 km ²	26.937 km ²	33.671 km ²

Tabel 2.9: Verdeling verdacht en onverdacht in Nederland (landoppervlakte²²).

Verdacht gebied voor strategische locaties

Ongeveer 20% van Nederland wordt nu aangeduid als verdacht gebied. Naar verwachting zal dit percentage hoger zijn op 'strategische locaties'.

Kijken we naar het Havengebied van Rotterdam, dan blijkt dat uit interne data dat 12.677 van de 43.973 boringen (dit is 29% en dus meer dan gemiddeld in Nederland) voor 2011 in verdacht gebied zijn gezet.

Dit komt min of meer overeen met de verdachte gebieden op en rond het spoor. Data van ProRail laat zien dat een derde van de *gebieden* van ProRail nu aangemerkt is als verdacht.²³

Gebied	Zuid	Randstad Zuid	Noordoost	Randstad Noord	Totaal
Verdacht	126,1 km ²	40,4 km ²	108,8 km ²	44,8 km ²	320,2 km ²
Onverdacht	125,1 km ²	84,3 km ²	272,1 km ²	169,0 km ²	650,5 km ²
% verdacht	50%	32%	29%	21%	33%

Tabel 2.10: Verdacht en onverdacht gebied op en rond het spoor.

Wij zijn ons ervan bewust dat het havengebied en het spoor (mogelijk) strategische punten zijn waardoor deze gebieden mogelijk eerder doelwit zouden zijn geweest van oorlogshandelingen en de kans op aanwezigheid van OO dus groter is.

2.3.3 Verdachte laag

Naast onderscheid in verdacht en onverdacht gebied kan er ook onderscheid worden gemaakt naar verdachte - en onverdachte laag. Dat wil zeggen dat het verdacht gebied zich ook kan beperken tot een verdachte laag. Boringen in verdacht gebied die niet in de verdachte laag worden gezet, zullen dan geen risico vormen.

Data van het Havenbedrijf Rotterdam over boringen in de Eerste Petroleumhaven laten zien dat 83% van de handboringen in verdacht gebied ook in de verdachte laag zijn gezet (976 van de 1.174 boringen). Wij gaan ervan uit dat dit representatief is voor andere gebieden. Gezien het hoge percentage lijkt dit een conservatieve aanname.

In deze rapportage gaan we uit van generieke/gemiddelde waarden en variabelen. Een voorbeeld van een locatie specifieke risicoanalyse kan Schiphol zijn, waarbij

²² Data verkregen op 10 januari 2022 via <https://opendata.cbs.nl/>.

²³ Dit is in overeenstemming met de bevindingen van T&A Survey B.V. (2020), zie Kwantitatieve Risicoanalyse Explosieven. Projectnummer: GPR8563.2.

afwerpmunitie enkel op meerdere meters diepte kan worden aangetroffen. Grondbo-
ringen in de lagen erboven zullen dus risicoloos zijn.

3. Kans op aantreffen

In hoofdstuk 3 berekenen wij op verschillende wijze de kans op aantreffen van OO. Wij maken gebruik van twee casestudies en valideren deze kans met behulp van de uitgezette vragenlijst.

3.1 Opmerking vooraf: verschil aantreffen en treffen

In de formule onderscheiden wij drie componenten (zie hoofdstuk 1) die de kans op overlijden door OO tijdens werkzaamheden bepalen. Een daarvan is de kans op aantreffen: wat is de kans dat een medewerker tijdens werkzaamheden direct of indirect in aanraking komt met OO?

In de gesprekken die wij hebben gevoerd met de experts uit de werkgroep SIVOON is meermaals het verschil tussen aantreffen en treffen benadrukt. De kans op treffen is 'de kans dat OO wordt geraakt, maar hiervan hoeft de medewerker zich niet bewust te zijn' en de kans op aantreffen is 'de kans dat OO wordt geraakt en dit ook geconstateerd wordt door de medewerker'. Hiermee is het nadrukkelijk meer dan een semantisch verschil. De kans op aantreffen zal in ieder geval niet groter kunnen zijn dan de kans op treffen.

Op twee manieren hebben wij de kans op (aan)treffen berekend:

1. Twee casestudies: een afgebakend verdacht gebied waarbinnen in meer of mindere mate bekend hoeveel OO er aanwezig is.
2. Een vragenlijst onder veldwerkers: hoe vaak hebben veldwerkers OO aangetroffen tijdens het zetten van handboringen?

Wij zijn in deze studie op zoek naar de kans op treffen aangezien het in de formule gaat om het contactmoment.

Met behulp van de casestudies kan de kans op treffen worden bepaald: wanneer we weten wat er ligt, kunnen we met de standaardafmetingen ook de kans op treffen bepalen.

De kans op treffen die wij berekenen met behulp van de casestudies, zullen wij valideren door gebruik te maken van de vragenlijst onder veldwerkers. Op basis van de vragenlijst kunnen wij alleen achterhalen wat de kans op aantreffen is. De kans op aantreffen zal naar verwachting kleiner zijn dan de kans op treffen.

3.2 Eerste analyse: kans op treffen volgens (voor)onderzoek

Om de kans op treffen te bepalen hebben wij gebruik gemaakt van interne data van RWS en het Havenbedrijf Rotterdam. Hiervoor is de volgende formule opgesteld:

$$p(\text{treffen per handboring}) = \text{aantal aanwezige OO} * \text{oppervlakte OO} / \text{verdacht gebied in m}^2 * \text{oppervlakte gat handboor} * \% \text{ boringen in de verdachte laag.}^{24}$$

Casestudies zijn in dit onderzoek verdachte locaties waarbij OO is aangetroffen of kan worden aangetroffen. Er worden twee casestudies belicht om de kans op treffen te vast te stellen:

- De Kop van de Beer (Haven Rotterdam);
- A2 tussen Het Vlonderen en Kerensheide.

3.2.1 De Kop van de Beer

In de Kop van de Beer te Rotterdam is een uitgebreide UXO-survey uitgevoerd. Tijdens deze survey zijn 5.631 objecten gedetecteerd. Hiervan bleken er 60 een 'echte' OO te zijn. De onderzochte oppervlakte is 142.310 m².

Type OO	Aantal aangetroffen	Oppervlakte munitie	Verdacht gebied	Oppervlakte handboor	Boringen in verdachte laag	Kans op treffen
Hand- en geweergranaat	1	0,006 m ²	142.310 m ²	0,008 m ²	83%	2,8E-10
Geschutmunitie	28	0,101 m ²	142.310 m ²	0,008 m ²	83%	1,3E-07
Vliegtuigbom	0	0,665 m ²	142.310 m ²	0,008 m ²	83%	0
Mijn	2	0,080 m ²	142.310 m ²	0,008 m ²	83%	7,5E-09
Raket	0	0,210 m ²	142.310 m ²	0,008 m ²	83%	0
Klein kaliber munitie + huls	29	0,001 m ²	142.310 m ²	0,008 m ²	83%	1,4E-09
Leeg	33	n.v.t.				n.v.t.
Totaal	93	n.v.t.				1,4E-07

Tabel 3.1: Kans op treffen o.b.v. de casus de Kop van de Beer. E-0X staat voor * 10^{-X}.

De kans dat er met een handboring een object geraakt wordt is daarmee maximaal **1,4 * 10⁻⁷**. Volgens DinoLoket zijn er in dit onderzochte gebied ten minste 4 geologische grondboringen en 3 geotechnische sonderingsonderzoeken uitgevoerd tussen 1945 en 2011. De kleine kans op treffen verklaart waarom er nooit wat is aangetroffen tijdens de boringen in dit gebied.

Bij twee andere surveys in dit gebied (Stenenterrein, locatie 3 & 4) met een survey-oppervlakte van 13.302 m² en 3.892 m² zijn wel (190 en 41) objecten benaderd, respectievelijk 190 en 41 objecten, maar is er geen explosief aangetroffen.

²⁴ Bovendien, alvast vooruitlopend, kunnen we op eenzelfde manier het 'triggergebied' bepalen. T&A survey gaat uit van een veilige zone (i.v.m. trillingen) van 10 meter bij vliegtuigbommen. Bij handboringen geldt echter (volgens Expload) dat deze niet voor voldoende trillingen zorgen om OO te laten exploderen. Wanneer dit onderzoek zich zou uitbreiden naar 'mechanische boringen' zal dit interessant kunnen zijn.

3.2.2 A2 tussen Het Vonderen en Kerensheide

Op en rond de A2 tussen Het Vonderen en Kerensheide zijn tussen 1945 en 2011 ten minste 64 boringen uitgevoerd (een grove schatting met behulp van Dinoloket).

In totaal betreft dit gebied bijna 13 km²:

- 5,63 km² is onverdacht,
- 7,29 km² is verdacht (waarvan 0,50 km² verdacht op afwerpmunitie)

Het grootste deel van dit gebied is *verdacht gebied* (57%, dus 7,3 km²). In dit gebied zal OO (mogelijk) kunnen worden aangetroffen.

In het vooronderzoek wordt gesproken over *enkele* en *enkele honderden*. Wij gaan ervan uit dat *enkele* in ieder geval niet meer dan 10 is (zie tabel 3.2). Het betreft een conservatieve schatting: volgens deze assumptie zullen er dan bijvoorbeeld nog maximaal 1010 hand- en geweergrenaten in het gebied aanwezig zijn.

Type OO	Volgens rapportage	Schatting
Hand- en geweergrenaat*	Enkele honderden + enkele	< 1010
Geschutmunitie	Enkele honderden + enkele	< 1010
Vliegtuigbom	Enkele + enkele + enkele + enkele + enkele	< 50
Mijn	Enkele + enkele	< 20
Raket	0	0
Klein kaliber munitie*	Enkele honderden + enkele	< 1010

Tabel 3.2: Verwacht aantal OO in de verdachte gebieden rondom de A2. *In het vooronderzoek zijn klein kaliber munitie en handgranaten als een categorie meegenomen, door de auteurs aangeduid als gevechtmunitie. Wij maken hiertussen wel onderscheid en hebben dit daarom nu dubbel meegenomen in de analyse.

Met bovenstaande gegevens en aannames zal de kans op treffen met een handboor in dit gebied naar verwachting maximaal **1,3 * 10⁻⁷** zijn. Het is hierdoor verklaarbaar waardoor er geen bekende vondsten zijn tijdens de handboringen in dit gebied.

Type OO	Schatting aantal objecten aanwezig in verdacht gebied o.b.v. vooronderzoek	Oppervlakte	Verdacht gebied	Oppervlakte handboor (zacht)	% boringen in verdachte laag	Kans op treffen bij boring
Hand- en geweergranaat	< 1010	0,006 m ²	7,29 km ²	0,008 m ²	83%	5,5E-09
Geschutmunitie	< 1010	0,101 m ²	7,29 km ²	0,008 m ²	83%	9,3E-08
Vliegtuigbom	< 50	0,665 m ²	7,29 km ²	0,008 m ²	83%	3,0E-08
Mijn	< 20	0,080 m ²	7,29 km ²	0,008 m ²	83%	1,5E-09
Raket	0	0,210 m ²	7,29 km ²	0,008 m ²	83%	0,00
Klein kaliber munitie	< 1010	0,001 m ²	7,29 km ²	0,008 m ²	83%	9,2E-10
Totaal	n.v.t.					1,3E-07

Tabel 3.3: Kans op treffen o.b.v. de casus de A2.

Als we ervan uitgaan dat vliegtuigbommen alleen in gebieden worden aangetroffen die verdacht zijn op afwerpmunitie, en dat in deze gebieden geen andere munitie zal worden aangetroffen, dan is de kans op treffen maximaal $5,5 \cdot 10^{-7}$.

3.2.3 Tussenconclusie

Volgens twee (voor)onderzoeken zal de kans op treffen van OO in OO-verdacht gebied grofweg variëren tussen 10^{-6} tot 10^{-7} .

3.3 Validatie: kans op aantreffen volgens medewerkers

3.3.1 De vragenlijst

Er zijn twee vragenlijsten uitgezet:

- Een vragenlijst onder veldwerkers (22 keer ingevuld),
- Een vragenlijst onder bedrijven die handboringen zetten (4 keer ingevuld).

Met behulp van deze vragenlijsten hebben we getracht om inzicht te krijgen in het aantal aangetroffen explosieven en de blootstelling van individuele medewerkers aan het risico.

Resultaten o.b.v. vragenlijst veldwerkers (zie ook bijlage 1)

Uitgevoerde boringen

Gemiddeld geven de respondenten aan **3.140 boringen per medewerker** per jaar te zetten.²⁵ Zoals hieronder te zien duurt het zetten van een boring 05-1,0 uur. Hierdoor achten wij

²⁵ Wij hebben in deze berekening alleen de medewerkers meegenomen die antwoord hebben gegeven op de vragen hoeveel boringen zij jaarlijks zetten en hoeveel boringen zij jaarlijks in OO-verdacht gebied zetten.

het niet waarschijnlijk dan een medewerker meer dan 2.000 boringen per jaar zet. Vijfmaal hebben respondenten aangegeven meer dan 2.000 boringen per jaar te zetten (3.000, 5.000, 6.500 en 20.000 (2x)). In deze berekening gaan wij ervan uit dat deze vijf respondenten het aantal boringen hebben gegeven dat een bedrijf in zijn geheel zet per jaar zet. Sluiten we deze vijf respondenten uit, dan geven de respondenten gemiddeld aan **553 boringen per jaar** te zetten.

Boringen in verdacht gebied

De medewerkers geven aan dat 12.575 van de 62.800 (boringen totaal door alle respondenten samen) boringen per jaar in verdacht gebied worden gezet. Dit komt neer op 20%.

Harde boringen

Er worden door jaarlijks 7.740 harde boringen uitgevoerd door de respondenten die vragenlijst hebben ingevuld, waarvan 1.473 in verdacht gebied. Als we ervan uitgaan dat er altijd een zachte boring voor een harde boring heeft plaatsgevonden, dan zal er in 17% van de boringen een stootijzer (o.i.d.) worden gebruikt.²⁶ Het procentueel aantal harde boringen in verdacht gebied is ongeveer gelijk aan het procentueel aantal lichte boringen in verdacht gebied.

Jaren actief

Gemiddeld geven de medewerkers aan 18,3 jaar actief te zijn in de branche.²⁷

Aangetroffen OO

Er is door de respondenten aangegeven dat zij 4 maal OO hebben aangetroffen. Geen van deze respondenten geeft echter aanvullende informatie over het type, datum of locatie hoewel daar wel om gevraagd werd.²⁸ Vanuit SIVOON is getracht om deze respondenten op te sporen en te bevragen naar de gegeven situaties. Dit heeft geleid tot een gesprek met een respondent en hierdoor hebben we eenmaal OO kunnen identificeren.

Aanvullend: Tijdens grondroerende werkzaamheden in zijn geheel (dus ook andere type werkzaamheden dan handboringen) is er door de respondenten in totaal 94 keer OO aangetroffen.

²⁶ Een van de respondenten gaf aan dat het voor hem onbekend was hoeveel harde boringen er zijn gezet. Deze respondent hebben we daarom niet meegenomen in deze analyse. Een andere respondent gaf aan niet te weten hoeveel boringen er per jaar in verdacht gebied worden gezet, maar wel te weten hoeveel harde boringen er per jaar worden gezet. Deze respondent hebben we wel meegenomen. In totaal zijn er door de respondenten die hebben aangegeven harde boringen te zetten 44.800 lichte boringen per jaar gezet.

²⁷ Eenmaal is 80 jaar ingevuld. Deze hebben we niet meegenomen in deze berekening.

²⁸ Er is geen informatie beschikbaar over de aangetroffen OO tijdens handboringen. Twee van de drie respondenten die hebben aangegeven OO tijdens handboringen te hebben aangetroffen, hebben ook aangegeven meer dan 2.000 handboringen per jaar te zetten. De andere medewerker die OO heeft aangetroffen gaf aan dat het een vondst van een collega betrof. In de kansberekening (kans op aantreffen) nemen wij daarom ook de 'onredelijke hoge aantallen gezette handboringen per medewerker' mee (d.w.z. dus ook de boringen die waarschijnlijk door het bedrijf in zijn geheel zijn gezet).

Resultaten o.b.v. vragenlijst organisatie (zie ook bijlage 1)

Gemiddeld voeren de 4 bedrijven 13.125 boringen per organisatie per jaar uit. Het is onbekend welk deel hiervan in verdacht gebied wordt gezet. Daarnaast is het ook onbekend hoe vaak boringen worden gestaakt vanwege een mogelijk OO-verdacht object.

De organisaties hebben gemiddeld 24,3 medewerkers in dienst die handboringen zetten. Dit zou betekenen dat medewerkers gemiddeld $(13.125 / 24,3 \approx)$ 540 boringen per jaar zetten.²⁹

Volgens deze respondenten duurt het zetten van een handboringen ongeveer 0,5 tot 1,0 uur.

Op basis van deze vragenlijst is niet te concluderen of en hoeveel OO er is aangetroffen tijdens het zetten van handboringen (twee respondenten geven aan geen voorbeelden te kennen en twee respondenten geven aan enkel aan 'dat het er niet veel zullen zijn'). Er zijn bij geen van deze respondenten incidenten met OO bekend na werkzaamheden.

We zullen de cijfers uit de vragenlijst met veldwerkers aanhouden. Op basis van deze cijfers kunnen we uitrekenen hoeveel boringen er zijn gezet in verdacht gebied en wat de kans op aantreffen is.

Er zijn door deze medewerkers naar verwachting $(3.140 \text{ boringen per jaar} * 18,3 \text{ jaar} * 22 \text{ medewerkers} * 20\% \text{ in verdacht gebied} \approx)$ 252.833 boringen gezet in verdacht gebied. Er is bij deze handboringen maximaal 4 keer OO aangetroffen.

Een groot deel van deze 252.833 boringen is (waarschijnlijk) gezet met OO-begeleiding. Sinds grofweg 2012 wordt OO-begeleiding ingezet waardoor het risico wordt beheerst. Met andere woorden: na 2011 tot medio 2021 (toen de vragenlijst is uitgezet) beschouwen wij de kans op aantreffen als 0,0 waardoor deze 4 aangetroffen OO daarmee ook voor 2011 zouden moeten zijn aangetroffen.

Concreet betekent dit wij ervan uitgaan dat slechts 48% (immers 8,8 jaar van de 18,3 jaar) zonder begeleiding is gezet en er dus een mogelijkheid was op aantreffen OO. De kans op aantreffen OO schatten wij daarom in op $(4 \text{ maal aangetroffen OO} / (252.833 \text{ handboringen in verdacht gebied} * 48\% \text{ boringen zonder begeleiding in verdacht gebied})) = 3,3 * 10^{-5}$.

De vragenlijst is anoniem uitgezet. Achtergrondinformatie over de aangetroffen OO, zoals diepte, type, datum, locatie, etc., ontbreekt. Het is gelukt om 1 respondent te achterhalen en te spreken. Deze respondent gaf aan dat een collega van hem 10 á 15 jaar geleden een handgranaat heeft aangetroffen tijdens archeologisch onderzoek, waarschijnlijk op het maaiveld.³⁰

²⁹ Merk op dat dit overeenkomt met het hierboven genoemde aantal boringen per medewerker zonder 'onredelijke hoge aantallen'.

³⁰ Merk op dat dit explosief dus waarschijnlijk niet is aangetroffen tijdens het zetten van een boring maar vooraf. Aangezien het een voorbeeld 'uit tweede hand' is, hebben we deze toch meegenomen in de risico-analyse.

Bij de data kunnen daarom ten minste twee kanttekeningen worden gemaakt:

- 1) De medewerkers geven in totaal 4 gebeurtenissen, maar zonder aanvullende informatie. Dit kunnen mogelijk overlappende gebeurtenissen zijn of gebeurtenissen waarbij het toch geen handboring betreft.
- 2) Een respondent geeft aan: *'Dit [het aantreffen van OO] kan eigenlijk niet. Een Edelmanboor heeft een diameter van 7 cm. Alleen de aller kleinste munitieartikelen kunnen in de boor terecht komen. Dit is KKM of 20 mm granaten. Alle overige munitieartikelen kunnen niet met een Edelmanboor omhooggehaald worden.'*³¹

Slechts 1 van de 4 aangetroffen OO hebben we kunnen identificeren: een handgranaat. Om tot een kans op aantreffen te komen per type OO, hebben wij de andere 3 aangetroffen explosieven gerelateerd aan de verhouding van aantreffen door de EOD.

Type OO	Verhouding	Geïdentificeerd + verwacht	Kans op aantreffen per boring ³²
Hand- en geweergranaat	17%	1 + 0,516	1,2E-05
Geschutmunitie	70%	0 + 2,104	1,7E-05
Vliegtuigbom	2%	0 + 0,066	5,5E-07
Mijn	1%	0 + 0,044	3,6E-07
Raket	1%	0 + 0,031	2,6E-07
Klein kaliber munitie	8%	0 + 0,239	2,0E-06
Totaal	100%	1 + 3	3,3E-05

Tabel 3.4: Kans op aantreffen o.b.v. de vragenlijst.

Deze berekening gaat uit van twee (conservatieve) aannames:

- OO kan alleen worden aangetroffen in verdacht gebied,
- OO kan alleen worden aangetroffen zonder begeleiding.

Wij stellen daarom dat de kans op aantreffen kleiner is dan $3.3 \cdot 10^{-5}$.

3.4 Wat is de kans op treffen?

Op verschillende manieren hebben wij de maximale kans op treffen bepaald:

³¹ Dit is het antwoord van een van de respondenten van de uitgezette vragenlijst onder veldwerkers op de vraag: hoe vaak heeft u OO aangetroffen tijdens handboringen?

³² Wij gaan ervan uit dat de medewerkers ten minste $(3.140 \cdot (18,3-9,5) \cdot 22 \cdot 0,2 =)$ 121.581 boringen hebben gezet in verdacht gebied zonder begeleiding.

- Met behulp van twee casestudies hebben wij de kans op treffen in verdacht gebied bepaald. Op basis van de casestudies kunnen we de kans bepalen op maximaal $1,4 * 10^{-7}$ (De Kop van de Beer te Rotterdam) en $1,3 * 10^{-7}$ (A2) per boring.
- Door gebruik te maken van vragenlijsten hebben we getracht dit te valideren. Met behulp van de vragenlijsten kunnen we alleen stellen dat de kans op aantreffen (en daarmee op treffen) ten minste kleiner dan $3,3 * 10^{-5}$ is.

In de rest van de validatie gebruiken wij de opgave van de respondenten en dus een (conservatieve) kans op treffen van $3,3 * 10^{-5}$.

4. Kans op een ongecontroleerde uitwerking

In hoofdstuk 4 berekenen wij de kans op een ongecontroleerde uitwerking van OO. Als leidraad nemen wij hiervoor de werkinstructie is opgesteld door Expload.

4.1 Opmerking vooraf: de kans op een uitwerking na treffen

In het voorgaande hoofdstuk hebben we de kans op treffen berekend. De tweede stap om het risico te bepalen, is het berekenen van de kans op detonatie van een OO ten gevolge van een handboring. Dit zullen wij wederom doen aan de hand van twee stappen:

1. Wij kijken allereerst naar de uitgangspunten voor de veldwerkinstructie van Expload. Deze uitgangspunten komen erop neer alleen landmijnen een risico vormen bij zachte grondboringen als de instructie wordt toegepast.
2. Omdat er nog geen 'harde' onderbouwing van dit uitgangspunt bestaat en er (daarom) discussie in de branche bestaat, berekenen we ook het risico uitgaande van de assumptie dat de meeste OO kunnen exploderen bij grondboringen. Hiermee valideren wij, net als in hoofdstuk 3, de uitgangspunten die eerder zijn opgesteld.

Bovendien kunnen we op deze manier ook uitrekenen wat de kans op een ongecontroleerde uitwerking is wanneer de veldwerkinstructie niet wordt toegepast.

4.2 Eerste analyse: kans op uitwerking volgens de uitgangspunten van Expload

De kans op detonatie na treffen door een handboring volgens de veldwerkinstructie staat schematisch weergegeven in tabel 4.1.

Type OO	Zachte boringen	Harde boringen
Hand- en granaten-granaten	Ja, maar alleen fosfor	Ja
Geschutmunitie	Ja, maar alleen fosfor	Ja
Vliegtuigbommen	Ja, maar alleen fosfor	Ja
Landmijnen	Ja (alleen anti-personeel)	Ja
Raketten	Nee	Ja
Klein kaliber munitie	Onbekend	Onbekend

Tabel 4.1: Een schematische weergave van de kans op detonatie na treffen handboor volgens Expload.

Expload onderscheidt grofweg twee type uitwerkingen: fosfor en detonatie. De uitwerkingsfactor *fosfor* kan worden beheerst door het toepassen van de veldwerkinstructie (let op: dit is eigenlijk onderdeel van de kans op overlijden na uitwerking, dus hoofdstuk 5, maar we nemen het in deze paragraaf niet mee omdat de uiteindelijke kans dan alsnog 0,0 zou zijn, zie ook de formule in paragraaf 1.2.1).

De uitwerkingsfactor *detonatie* kan voor bijna alle type OO worden beheerst door het niet toepassen van harde boringen in OO-verdacht gebied. Enkel voor landmijnen geldt een uitzondering: ook deze kunnen detoneren bij zachte boringen.

Kortom: volgens de experts van Expload hoeft er, indien de veldwerkinstructie wordt toegepast, alleen gekeken te worden naar het risico op een ongecontroleerde uitwerking van een landmijn.

4.2.1 Landmijnen

In de periode van 2010 tot augustus 2020 zijn er, zoals we hebben laten zien in hoofdstuk 2, 1.403 mijnen aangetroffen (ruim 140 per jaar) verdeeld over 250 uitvoeringsopdrachten. We merken op dat een deel van de 250 aangetroffen tijdens uitvoeringsopdrachten mijnen waarschijnlijk niet meer tot uitwerking zal kunnen komen aangezien de ontsteker ontbreekt (42 van de 250) of dat alleen de mijnontsteker is aangetroffen (53 van de 250).

Het merendeel van aangetroffen OO blijkt toevallig aangetroffen te worden, liefst 86%.³³ De spontaan aangetroffen OO wordt niet aangetroffen tijdens opsporingswerkzaamheden. Aangezien er bij de spontaan aangetroffen OO dus niet vooraf is gedetecteerd, zal de OO naar de oppervlakte c.q. op maaiveld moeten zijn gebracht, en dus beroerd moeten zijn, door particulieren.

Als we kijken naar het aantal uitvoeringsopdrachten naar mijnen (250) en dit vermenigvuldigen met de kans dat het een toevallige vondst was (0,86), dan zullen er in de periode van 2010 tot 2020 ongeveer 215 mijnen 'spontaan' zijn aangetroffen.

Volgens de werkinstructie detoneren alleen anti-personeelsmijnen bij de invloedsfactoren aanraken of toucheren. Wanneer er gekeken wordt naar het aantal uitvoeringsopdrachten, dan blijkt:

- 95 van de 250 aangetroffen mijnen een antitankmijn te zijn³⁴;
- 43 van de 250 aangetroffen mijnen een antipersoneelsmijn te zijn³⁵;

³³ Uit eerder onderzoek door Expload en Crisislab (2016, p. 44): *In 2015 zijn in totaal 2075 meldingen van conventionele explosieven binnengekomen bij de EOD. Van deze meldingen waren 1789 (86%) CE die spontaan gevonden zijn en 286 (14%) meldingen bij aannemers die opsporing verrichten.*

³⁴ Gezocht door de filters: AT, Anti-tank of Antitank.

³⁵ Gezocht door de filters: AP, Anti-personeel of Antipersoneel.

Van de 138 geïdentificeerde mijnen, blijken er dus slechts 43 (=31%) een antipersoneelsmijn te zijn en daardoor vatbaar voor detonatie door aanraken of toucheren.

Tegelijkertijd kennen we geen incidenten in deze periode waarin een mijn in Nederland ongecontroleerd tot uitwerking is gekomen.³⁶ Ondanks dat er dus ($215 * 31\% =$) 67 antipersoneelsmijnen spontaan zijn aangetroffen en dus zijn aangeraakt, heeft dit in geen enkel geval geleid tot een bekende ongecontroleerde uitwerking. De kans dat op een ongecontroleerde detonatie van een antipersoneelsmijn na aantreffen zal dan kleiner zijn dan ($1 / 67 =$) **0,015**.

4.2.2 *Tussenconclusie*

Volgens de experts van Expload is er, wanneer de veldwerkinstructie wordt toegepast, enkel een risico op een ongecontroleerde uitwerking van een antipersoneelsmijn. De kans dat een antipersoneelsmijn ongecontroleerd detoneert na aanraking schatten wij op grond van bovenstaande op $< 0,015$.

4.3 **Validatie: kans op uitwerking bij zachte boringen na aantreffen**

Volgens de veldwerkinstructie van Expload geldt voor een Edelmanboor (dus een zachte boring) dat de boringen alleen kunnen zorgen voor de invloedsfactoren: toucheren/aanraken en blootstelling aan buitenlucht.³⁷ In bijlage 4 staat de werkinstructie voor werken met een Edelmanboor opgenomen.

Volgens de veldwerkinstructie kan een boring met een Edelmanboor alleen leiden tot een ontploffing van landmijnen en een uitwerking van munitie met fosfor.³⁸ Andere type OO zullen volgens de veldwerkinstructie niet door de impuls (massa x snelheid) tot uitwerking komen na het toucheren.

4.3.1 *Validatiestrategie 1: Kans op detonatie na treffen handboor*

Mede op basis van de data uit het voorgaande hoofdstuk kunnen we berekenen hoeveel OO er in theorie al geraakt is door een handboring.

³⁶ Een logische verklaring hiervoor is dat veel mijnen zonder ontsteker worden aangetroffen.

³⁷ Magnetische signalen is een van de invloedsfactoren die een Edelmanboor zou kunnen veroorzaken maar dat zal niet van toepassing zijn op deze studie. Wij laten deze invloedsfactor daarom buiten beschouwing.

³⁸ De laatste, munitie met fosfor, kan worden uitgesloten wanneer de werkinstructie 'als er rook uit het boorgat omhoog komt duidt dit op brandende fosfor. Het boorgat moet dan worden afgevuld met grond. Hierdoor zal de fosfor stoppen met branden. De boring wordt op een andere locatie uitgevoerd op een minimale afstand van 2 meter.'

Formule: aantal ongecontroleerde uitwerkingen door handboring / (verwacht aantal gezette handboringen van 1980 tot en met 2011 * de kans op treffen (zie hoofdstuk 3)).

Er zijn geen incidenten of (ongecontroleerde) uitwerkingen bekend na treffen door handboringen. Voor elk type OO zullen we daarom uitgaan van het aantal ongecontroleerde uitwerkingen door handboring = < 1

De vragenlijst onder bedrijven laat zien dat er gemiddeld 13.125 boringen per organisatie worden gezet.

Wij kennen geen incidenten waarbij OO onverwachts is gedetoneerd tijdens het zetten van handboringen. Vanaf 1980 hebben we de bekende incidenten in beeld, zie hiervoor bijlage 3. Dat wil zeggen dat er in ieder geval ruim 32 jaar (1980 tot 2011) handboringen zijn gezet zonder begeleiding en incidenten.

Er zijn in 2021 982.670 boringen gezet volgens data van TerraIndex.³⁹ Veel veldwerkbureaus maken gebruik van software van TerraIndex.

Wij gaan ervan uit dat het aantal boringen dat bekend is bij TerraIndex relatief dekkend is en dat er jaarlijks gemiddeld evenveel boringen worden gezet. In dat geval zullen er ten minste (982.670 boringen * 20% in verdacht gebied * 32 jaar =) 6.289.088 boringen in verdacht gebied zijn gezet zonder dat dit heeft geleid tot een incident.

Met de kans op treffen zoals bepaald in het vorige deel ($3,3 \cdot 10^{-5}$) zullen er 207 OO-objecten zijn geraakt. Dit heeft niet tot een bekende ongecontroleerde uitwerking geleid.

Type OO	Kans aantreffen	Incidenten	Kans op uitwerking
Hand- en geweergranaat	1,2E-05	< 1	< 0,013
Geschutmunitie	1,7E-05	< 1	< 0,009
Vliegtuigbom	5,5E-07	< 1	< 0,292
Mijn	3,6E-07	< 1	< 0,436
Raket	2,6E-07	< 1	< 0,620
Klein kaliber munitie	2,0E-06	< 1	< 0,081
OO algemeen	3,3E-05	< 1	< 0,005

Tabel 4.2: Kans op uitwerking op basis van de vragenlijsten.

Wij merken op dat deze cijfers te conservatief zijn en geen realistisch beeld geven van de kans op detonatie na aantreffen. Bij (machinale) werkzaamheden wordt de kans op detonatie van een vliegtuigbom op maximaal 5% geschat (zie paragraaf 4.4.2) terwijl wij met zachte boringen op maar liefst 29% zouden komen bij alleen aanraken/toucheren. De kans op treffen is daarmee te klein om een theoretische kans op detonatie te kunnen bepalen.

³⁹ Dit aantal is verkregen via interne communicatie.

Conclusie: Met behulp van data over de kans op treffen kunnen wij geen betrouwbare kans op detonatie bepalen. Om toch tot een kans te kunnen komen, kijken wij in de volgende paragraaf naar de kans op ‘detoneren na algemeen/generiek aantreffen’. Dit geeft volgens ons een meer betrouwbaar beeld.

4.3.2 Validatiestrategie 2: Ongecontroleerde uitwerkingen na spontaan aantreffen

In een eerder onderzoek hebben we al laten zien dat OO niet per definitie explodeert na aantreffen. Ondanks dat er jaarlijks ruim 2.000 uitvoeringsopdrachten zijn, zijn er maar enkele incidenten bekend.⁴⁰

Op basis van de dataset en het aantal incidenten bepalen we wat de *generieke* kans op detoneren is bij aanraken/toucheren (invloedsfactor) c.q. spontaan aantreffen van OO. Onder spontaan aantreffen verstaan wij ‘het handmatig aantreffen van OO door een werknemer of particulier, waarna de EOD direct wordt ingeschakeld’. Het meenemen van het explosief naar huis valt daarmee expliciet niet onder deze definitie.

We kennen in de periode van de dataset (2010-2020) slechts 4 incidenten met OO in Nederland (anders dan incidenten met fosformunitie):

- 1) Hedel: Een man uit Hedel komt om bij een explosie. De man was bezig om een handgranaat te demonteren (in 2011).⁴¹
- 2) Uffelte: Een granaat uit de Tweede Wereldoorlog ontploft tijdens maaiwerkzaamheden met een maaimachine (in 2015).⁴²
- 3) Nijkerkerveen: Een man raakt gewond na een uitwerking van een explosief in een schuur (in 2017).⁴³
- 4) Amsterdam: Een man raakt gewond na het schoonmaken van een handgranaat (in 2019).⁴⁴

De recente ongecontroleerde uitwerkingen die we kennen zijn dus ontstaan door deformatie of een machinale handelingen en niet door spontaan aantreffen. In de periode van de dataset is er dus geen explosief ongecontroleerd tot uitwerking gekomen door de invloedsfactor aanraken/toucheren.

In dezelfde periode zijn 16.927 uitvoeringsopdrachten gedaan, zie hoofdstuk 2. Een groot deel van de explosieven (86% dus 14.557) wordt spontaan aangetroffen. Voor de berekening wordt wederom uitgegaan van uitvoeringsopdrachten n.a.v. ‘spontaan’ aangetroffen OO aangezien deze munitie ten minste ‘ontdekt’ en dus beroerd moet zijn door particulieren.

⁴⁰ Vanaf 1980 tot 2016 zijn er bij Explod in Nederland slechts 8 incidenten met een ongecontroleerde uitwerking van OO bekend, dat wil zeggen 0,22 incidenten per jaar. In België en Duitsland zijn dit respectievelijk 0,75 en 1,16 per jaar.

⁴¹ Zie Helsloot e.a. (2016) maar ook bijlage 3.

⁴² Zie Helsloot e.a. (2016) maar ook bijlage 3.

⁴³ Via LexisNexis.

⁴⁴ Via LexisNexis.

Hiermee gaan wij er van uit dat de kans op detonatie bij treffen tijdens een handboring in ieder geval niet groter is dan de kans op detonatie na 'spontaan aantreffen van OO'. Dit is in lijn met de werkinstructie van Explod. Wij zeggen hier bewust 'detonatie' aanzien het risico door fosformunitie wordt beheerst door de werkinstructie en hierdoor apart wordt meegenomen in de risicoanalyse.

Type OO	Ongecontroleerde uitwerkingen	Spontaan aangetroffen	Kans op detonatie na treffen OO
Hand- en geweergranaat	< 1	2.503	< 4,0E-04
Geschutmunitie	< 1	10.208	< 9,8E-05
Vliegtuigbom	< 1	322	< 3,1E-03
Mijn	< 1	215	< 4,7E-03
Raket	< 1	151	< 6,6E-03
Klein kaliber munitie	< 1	1.158	< 8,6E-04

Tabel 4.3: De kans op detoneren na spontaan aantreffen. Net als bij de mijnen kijken we alleen naar de toevallige vondsten (86%) en naar de uitvoeringsopdrachten.

In tabel 4.3 hebben we de kans op een detonatie na aantreffen gegeven per type OO.

Impliciete assumptie: de kans op detonatie is bij elke toevallige vondst even groot, dus ook voor aangetroffen OO tijdens handboringen.

Vondsten en incidenten in de Westhoek (België)

Een granaat die is neergelegd in een betonnen elektriciteitspaal aan de rand van een veld waar de oogst net vanaf is gehaald. In Nederland zou dit meteen de hoogste alarmfase betekenen. In de Belgische Westhoek niet. Daar is een telefoontje naar de ontmijningsdienst voldoende (Reformatorisch Dagblad, 2018).⁴⁵

Er is in de Westhoek (België) in de Eerste Wereldoorlog zwaar gevochten, naar verwachting zijn er zo'n 1,5 miljard projectielen afgevuurd. Jaarlijks worden en nog vele duizenden granaten aangetroffen in dit gebied, vaak door landbouwers of tijdens werkzaamheden.⁴⁶ Opvallend voor Nederlanders is de luchtige(re) omgang met deze explosieven, zoals ook het artikel in het Reformatorisch Dagblad laat zien.

Sinds 1918 zijn er zeker 893 slachtoffers gevallen door OO in de Westhoek, waarvan 358 met een dodelijke afloop. De meeste van deze slachtoffers vielen in de jaren na de Eerste Wereldoorlog. Vanaf 1981 tot 2008 zijn er nog zeker 15 ongecontroleerde uitwerkingen (met

⁴⁵ Reformatorisch Dagblad (2018, 2 november). Op elke meter een explosief.

⁴⁶ Zie de Tweet van Belgian Defence op 19 februari 2018: Elk jaar rukt DOVO uit om 150 tot 200 ton munitie op te halen in de Westhoek. Gedurende WO1 zijn door alle partijen samen 1,5 miljard granaten afgevuurd.

slachtoffers, waarvan zevenmaal met een dodelijke afloop) geweest.⁴⁷ De ongecontroleerde uitwerkingen kwamen voort uit contact met vuur, landbouwwerkzaamheden met machines, het demonteren door ondeskundige, een spontane ontploffing onder een huis en een ongeval met de ontmijningsdienst.

Oorzaak	Incidenten	Slachtoffers	Overleden	Incident met ten minste een overlijdensgeval
Contact met vuur	2	2	1	1
Landbouwwerkzaamheden (machinaal)	5	4	1	1
Ondeskundig demonteren	6	7	4	4
Spontane ontploffing	1	0	0	0
Ongeval ontmijningsdienst	1	5	4	1

Tabel 4.4: De ongevallen in de Westhoek tussen 1981 en 2008.

Deze cijfers moeten echter wel in perspectief worden geplaatst. Met jaarlijks nog gemiddeld 0,5 ongecontroleerde explosie met slachtoffers en 2.300 DOVO/EOD-opdrachten, 20.000 aangetroffen exemplaren waarvan 8.000 (relatief grote) granaten zal de kans op een explosie met slachtoffers na aantreffen niet meer zijn dan $2 \cdot 10^{-4}$ tot $3 \cdot 10^{-5}$ (immers 0,5 gedeeld door 2.300 of 20.000). De kans op overlijden na het aantreffen van een explosief is dan volgens dezelfde berekening maximaal $2 \cdot 10^{-4}$ tot $1 \cdot 10^{-5}$. Merk op dat de bekende explosies werden veroorzaakt door grondroerende mechanische werkzaamheden of het demonteren van explosieven en niet door het aanraken/toucheren van explosieven met een handboor. De kans op een uitwerking met slachtoffers is bij 'normaal' contact waarschijnlijk veel kleiner.

4.3.4 Tussenconclusie

Door het aantal spontaan aangetroffen OO te vergelijken met het aantal incidenten hebben wij de uitgangspunten van Explod gevalideerd. Er zijn geen incidenten bekend waarbij het aanraken of toucheren van OO heeft geleid tot incidenten. Hierdoor kunnen we alleen stellen dat de kans op detoneren van een explosief kleiner is dan 1 / spontaan aangetroffen explosieven.

Voor geschutmunitie, klein kaliber munitie en hand- en geweergrenaten levert de validatiestrategie een relatief kleine kans ($< 0,001$) op. Voor vliegtuigbommen, mijnen en raketten is het ingewikkelder om het te valideren aangezien dit veel minder vaak wordt aangetroffen.

⁴⁷ De incidenten staan beschreven in Desreumaux, J. (2011). *Land van schroot en knoken*. Davidsfonds Uitgeverij. In het artikel van het Reformatorisch Dagblad staat gemeld dat 'er elk jaar granaten ontploffen in landbouwmachines'. Wij hebben, naast de incidenten die John Desreumaux noemt, geen indicaties dat er meer incidenten zijn waarbij slachtoffers zijn gevallen. Ook het artikel "'Heel veel geluk gehad'; Oorlogsmunitie ontploft tijdens maaien berm' (De Krant van West-Vlaanderen, 2011, 26 augustus) impliceert dat er (veel) meer ongecontroleerde explosies zijn, waarbij geen slachtoffers zijn gevallen. De kans op een ongecontroleerde detonatie zal daarmee groter zijn maar de kans op overlijden zal niet veranderen (immers resulteert het een kleinere kans om na detonatie te overlijden).

4.4 De kans op explosie zonder de veldwerkinstructie

Wanneer de veldwerkinstructie niet wordt toegepast, zullen er twee factoren bijkomen die de kans op overlijden beïnvloeden: de uitwerkingsfactor ontbranding van fosfor en de invloedsfactor ‘harde boring’ c.q. slag/stoot of deformatie.

4.4.1 Fosformunitie

In Nederland kennen wij enkele incidenten met fosformunitie in de periode van de dataset, d.w.z. tussen augustus 2010 en juni 2020.⁴⁸ Geen van deze situaties is veroorzaakt door handboringen. In bijlage 3 staan de ongecontroleerde uitwerkingen met fosformunitie genoemd.

In de berichtgeving van geen van deze situaties wordt genoemd dat er slachtoffers (overlijden of letsel) zijn.

Type OO	‘Spontane’ uitwerking	Uitwerking na beroering
Bom	1	4
Granaat	6	7
Handgranaat	-	1

Tabel 4.5: Het aantal incidenten met fosfor tussen 2010 en 2020. Onder ‘spontaan’ verstaan wij uitwerkingen waarbij geen achterliggende oorzaken of werkzaamheden worden genoemd (bijvoorbeeld bij een bermbrand).

In Duitsland zijn er meer ongevallen bekend waarbij fosfor ongecontroleerd tot uitwerking zijn gekomen:

Fosforincidenten aan de Duitse kust⁴⁹

- Oostzeekust (allen tijdens strandbezoek): 27 fosforincidenten bekend / 190 gewonden (maar met eenmaal 150 gewonden) / 0 doden van 1945 tot 2014
- Noordzeekust (allen tijdens strandbezoek): 5 fosforincidenten bekend/ 6 gewonden / 0 doden van 1945 tot 2014.
- Meer recent, in 2017, heeft een vrouw in het Duitse Oostzeegebied een stuk witte fosfor afkomstig uit een bom uit de tweede wereldoorlog in haar jaszak gestopt. Het explosief ontbrande vervolgens. Zij raakte niet gewond.⁵⁰

We merken op dat niet alle fosforincidenten per definitie hoeven te zijn veroorzaakt door munitie maar het kan bijvoorbeeld ook veroorzaakt zijn doordat brokken fosfor op het strand zijn aangespoeld.

⁴⁸ Met behulp van LexisNexis hebben wij gezocht op incidenten met fosfor in de periode april 2010 tot juni 2020 in Nederland. Hiervoor hebben wij de zoektermen ‘fosfor + bom of granaat’, ‘fosforbom’ en ‘fosforgranaat’ gebruikt.

⁴⁹ Zie hiervoor het Duitse tijdschrift Waterkant, jaargang 30, nummer 4.

⁵⁰ Via LexisNexis. Zie ook *vrouw ontsnapt aan vreselijke brandwonden na verwarren amber met witte fosfor* via <https://www.ad.nl/>.

In Nederland kennen we 12 recente voorbeelden waarbij aanraking met fosformunitie tot incidenten heeft geleid (let op: de aanraking was niet tijdens het zetten van handboringen!).

Er zijn echter veel meer munitieartikelen met fosfor gevonden. Ook hiervoor geldt dat het merendeel waarschijnlijk per toeval wordt aangetroffen en dus in aanraking moet zijn gekomen met de buitenlucht.

Wij kennen in deze periode geen voorbeelden waarbij fosfor tot het overlijden van een of meerdere personen heeft geleid in Nederland.⁵¹

Type OO	Aantal bekende incidenten	Aantal spontaan aangetroffen	Kans op uitwerking na treffen fosformunitie
Hand- en geweergranaat	1	179	5,6E-03
Geschutmunitie	7	1.726	4,1E-03
Vliegtuigbom	4	91	4,4E-02
Mijn	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Raket	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Klein kaliber munitie	0	4,3	< 2,33E-01

Tabel 4.6: De kans op ongecontroleerde uitwerking door explosief met fosfor in contact met buitenlucht in Nederland tussen 2010 en 2020. Net als bij de mijnen kijken we alleen naar de toevallige vondsten (86%) en naar de uitvoeringsopdrachten.

In tabel 4.6 hebben we de kans op een uitwerking na aantreffen van fosformunitie gegeven per type OO. Wij gaan er dus vanuit dat de kans op een ongecontroleerde uitwerking van OO dat fosfor bevat gelijk is voor alle type werkzaamheden en vondsten.

Ter illustratie: er is slechts 1 ongecontroleerde uitwerking met hand- en geweergranaten die fosfor bevatten bekend tussen 2010 en 2020, nadat deze zijn beroerd. In dezelfde periode zijn er naar verwachting 179 hand- en geweergranaten met fosfor 'spontaan' aangetroffen. De kans op een ongecontroleerde uitwerking na spontaan aantreffen c.q. beroering zou dan 1 / 179 zijn.

⁵¹ Wel zijn er in 1996 en 1989 twee incidenten bekend waarbij eenmaal iemand om het leven is gekomen door fosfor en eenmaal twee medewerkers (lichte) vergiftigingsverschijnselen opliepen. Deze incidenten zijn echter niet veroorzaakt door het zetten van handboringen.

4.4.2 *Kans op uitwerking bij harde boringen*

Voor de harde boringen geldt dat de boringen kunnen leiden tot de invloedsfactoren: toucheren/aanraken, slag/stoot en deformatie.⁵² Handboringen zorgen niet tot (vol-doende) trillingen of beweging dat tot detonatie zal kunnen leiden. Dit is wel het geval bij machinale boringen.⁵³

Concreet betekent dit dat in theorie alle OO (dus ook handgranaten, geschutmunitie, vliegtuigbommen) kunnen detoneren door een 'harde handboringen'.

4.4.2.1 *Kans op detonatie na treffen handboor (o.b.v. de vragenlijsten)*

Idealiter zouden we de formule uit paragraaf 4.3.1 toepassen op het zetten van harde handboringen. Net als voor zachte handboringen geldt echter dat de kans op treffen te klein is en er te weinig boringen zijn gezet om hier iets over te kunnen zeggen.

Ter illustratie: op basis van de vragenlijst onder medewerkers blijkt dat er in 17% van de handboringen een harde boring wordt gezet. In de periode tussen 1980 en 2011 zullen er dus $(6.289.088 * 0,17 =) 1.069.145$ harde boringen zijn gezet in verdacht gebied. Met de kans van $3,3 * 10^{-5}$ op treffen, zullen er slechts 35 objecten met een harde boring zijn geraakt. Dit is te weinig om een kans op detonatie te kunnen berekenen.

Conclusie: Met behulp van data over de kans op aantreffen kunnen wij geen betrouwbare kans op detonatie bepalen voor zowel harde als zachte boringen. Om toch tot een kans te kunnen komen voor harde boringen, kijken wij in de volgende paragraaf naar de kans op 'detoneren na aantreffen tijdens (machinale) werkzaamheden'. Dit geeft volgens ons een meer betrouwbaar beeld.

4.4.2.2 *Kans op detonatie na aantreffen tijdens **andere** grondroerende werkzaamheden*

Tijdens **andere** graafwerkzaamheden wordt er met enige regelmaat OO aangetroffen.

Kans op aantreffen per jaar tijdens andere grondroerende werkzaamheden

De respondenten geven in totaal 94 voorbeelden (dus gemiddeld 4 per persoon) waarbij zij OO hebben aangetroffen tijdens grondroerende werkzaamheden. Dit betekent dat zij gemiddeld per jaar $(94 \text{ voorbeelden} / 22 \text{ medewerkers} / 18 \text{ jaar werkzaam} =) 0,24$ OO aantreffen, dat wil zeggen eens in de vier tot vijf jaar. Berichtgeving in de media duidt in ieder geval op het (met enige regelmaat) tegenkomen van explosieven tijdens overige graafwerkzaamheden.

⁵² Deze harde boringen kunnen ook leiden tot akoestische signalen en magnetische signalen maar die zullen voor het zetten van handboringen minder relevant zijn.

⁵³ In de praktijk wordt voor een 'harde boring' vaak een ramguts gebruikt. In deze analyse wordt echter alleen gekeken naar handboringen dus laten we de ramguts buiten beschouwing. In plaats daarvan zal dan een stootijzer o.i.d. moeten worden gebruikt.

15 van de 22 respondenten geven aan wel eens OO te hebben aangetroffen tijdens werkzaamheden, slechts 3 van hen geven aanvullende informatie. De respondenten van de vragenlijst geven gemiddeld 4 voorbeelden van aangetroffen OO tijdens grondroerende werkzaamheden (in totaal 90 exclusief handboringen): eens in de 4 à 5 jaar treffen zij een explosief aan tijdens werkzaamheden.

Slechts een van de respondenten kent een voorbeeld waarbij OO ongecontroleerd tot uitwerking is gekomen, waarschijnlijk het incident uit 1996 in de Biesbosch (zie bijlage 3): 'detonatie nadat de bom door een graafmachine geraakt was'. Hiermee zou een schatting zijn dat slechts 1 op de 90 explosieven (1,1%) ongecontroleerd tot uitwerking komt na aantreffen tijdens andere grondroerende werkzaamheden. Wij hebben het aantal aangetroffen type OO wederom gerelateerd aan het aantal uitvoeringsopdrachten (exclusief fosformunitie).

Type OO	% harde handboringen	Ongecontroleerde uitwerkingen	Verwacht aantal aangetroffen	Kans op detonatie na treffen OO	Kans totaal na treffen
Hand- en geweergranaat	17%	≤ 1	15,5	0,065	≤ 0,011
Geschutmunitie	17%	≤ 1	63,1	0,016	≤ 0,003
Vliegtuigbom	17%	≤ 1	1,9	0,503	≤ 0,085
Mijn	17%	≤ 1	1,3	0,752	≤ 0,128
Raket	17%	≤ 1	0,9 (hanteren 1,0)	1,000	≤ 0,170
Klein kaliber munitie	17%	≤ 1	7,2	0,140	≤ 0,024

Tabel 4.7: Kans op uitwerking na treffen harde boring (o.b.v. vondsten tijdens andere werkzaamheden).

In tabel 4.7 hebben we de kans op een detonatie na aantreffen tijdens een grondroerende werkzaamheden gegeven per type OO gegeven. De schattingen blijken in ieder geval voor vliegtuigbommen conservatief te zijn: wij zijn uitgegaan van een kans op detonatie van 0,50 na treffen met een harde boring (exclusief fosformunitie). Volgens een Duitse Expert is dit voor vliegtuigbommen naar schatting slechts 0,02-0,05.⁵⁴ Dit is dus een van de conservatieve aannames in dit rapport, wij kunnen immers niet met voldoende zekerheid en statistische onderbouwing zeggen dat het risico daadwerkelijk slechts 2 tot 5% is.

⁵⁴ Bevraging van Duitse autoriteiten leidde tot een memo van de Duitse expert Winkelmann die stelt dat: 'The interaction of heavy construction equipment with bombs is the prime reason for accidents. My guess would be that an accident with a bomb happens in about 2 - 5 % of the cases when a bomb is moved by an excavator, or hit with an auger.' In: Afbakening van verdacht gebied in Amsterdam (2017).

Verder kunnen we uit de vragenlijst halen dat 17% van de handboringen wordt gedaan met behulp van een harde boring, ook in verdacht gebied. De kans dat bijvoorbeeld een handgranaat die wordt getroffen tijdens een boring explodeert, is: $0,17$ (immers 17% van de boringen bevat een harde boring) $\times 0,065$ (kans op uitwerking bij grondroerende werkzaamheden) $= 0,011$.

Bij gebrek aan andere (feitelijke) informatie zullen we deze conservatieve kans hanteren in de risicoanalyse.

Theoretisch uitstapje: palen gezet door en voor agrarische bedrijven

Naast grondroerende werkzaamheden door bodemonderzoeksbedrijven beroeren ook andere sectoren de bodem. Ter illustratie nemen wij het zetten van palen en omheiningen op agrarische grond: jaarlijks worden er (honderd)duizenden palen de grond ingeslagen om omheiningen te zetten. Een grove schatting van het aantal palen dat in verdacht gebied voor agrarische bedrijven zou zijn gezet, is:

- In 2020 hadden 52.315 landbouwbedrijven 196.732.506 are grondgebruik, gemiddeld had een bedrijf dus 376.054 m² aan grond.⁵⁵
- Een zijde van het grondgebruik van één agrarisch bedrijf is dan ($\sqrt{376.054 \text{ m}^2}$) 613 meter, en de omtrek van het land van een agrarisch is dan (613×4) 2.453 meter.
- Wanneer we ervan uitgaan dat al deze grond is omheind met palen om de drie meter, die na de tweede wereldoorlog eenmaal zijn vervangen, dan zullen er 818 palen per agrarisch bedrijf en dus 42.774.990 palen zijn gezet. Wij gaan ervan uit dat 20% van Nederland verdacht gebied is waardoor er 8.554.998 palen in verdacht gebied zijn gezet.

Wij gaan ervan uit dat dit zonder vooronderzoek en/of OO-begeleiding gebeurt. Er zullen dus naar verwachting (aantal palen (8.554.998) $\times$ kans treffen ($3,3 \times 10^{-5}$) 282 00 artikelen zijn geraakt.

Type OO	Aantal bekende uitwerkingen	Verwacht aantal getroffen OO	Kans op detoneren na zetten van palen
Handgranaat	< 1	107	< 0,009
Geschutmunitie	< 1	148	< 0,007
Vliegtuigbom	< 1	5	< 0,214
Mijn	< 1	4	< 0,321
Raket	< 1	2	< 0,456
Klein kaliber munitie	< 1	17	< 0,060
OO Algemeen	< 1	282	< 0,004

Tabel 4.8: Kans op uitwerking na treffen tijdens het zetten van palen (o.b.v. verwacht aantal geraakte explosieven).

⁵⁵ Data verkregen via <https://opendata.cbs.nl/>.

Desondanks kennen wij geen voorbeelden waarbij het zetten van omheiningen tot ongecontroleerde uitwerkingen van OO heeft geleid. De kans op detonatie zou dan (aantal uitwerkingen (< 1) / aantal getroffen objecten (282) $=$) < 0.004 zijn.

En simpeler berekend: de kans op overlijden of letsel tijdens het zetten van palen in verdacht gebied ($< 1 / 8.554.998 =$) zal minder dan $1.2 \cdot 10^{-7}$ zijn.

Om twee redenen is dit slechts indicatief:

- Wij weten niet hoeveel palen er daadwerkelijk worden gezet waardoor het een voorzichtige schatting is;
- De palen zullen in vergelijking met handboringen waarschijnlijk minder diep de grond in worden geslagen, waardoor het alleen de bovenste (verdachte) laag zal betreffen.

Nader onderzoek in deze elementen is nodig om te kijken in hoeverre het zetten van palen representatief en bruikbaar is in de analyse. Dit kan worden uitgevoerd door agrarische bedrijven (aantal palen en diepte) en de EOD (diepteligging explosieven) te bevragen.

4.5 Wat is de kans op een ongecontroleerde uitwerking?

Op basis van de uitgangspunten van de veldwerkinstructie van Expload vormt alleen de aanwezigheid van antipersoneelsmijnen een risico tijdens handboringen wanneer de instructie wordt toegepast. Andere type OO zullen dan niet tot uitwerking komen. De kans op een ongecontroleerde uitwerking van een antipersoneelsmijn hebben wij berekend door het aantal incidenten te delen door het aantal spontaan aangetroffen objecten. De kans op een ongecontroleerde uitwerking is dan $< 0,015$.

De uitgangspunten uit de veldwerkinstructie hebben wij gevalideerd.

Er kunnen drie risicofactoren worden onderscheiden bij het zetten van handboringen:

- Uitwerking van fosformunitie,
- Detonatie na treffen door een zachte boring,
- Detonatie na treffen door een harde boring.

Het effect van de eerste risicofactor kan worden uitgesloten door het toepassen van de veldwerkinstructie van Expload. De derde risicofactor kan in zijn geheel worden uitgesloten door het toepassen van de veldwerkinstructie van Expload door simpelweg geen harde boringen te zetten in verdacht gebied zonder detectie.

We merken op dat de validatie werkt voor objecten die vaak worden aangetroffen maar dat deze validatiestrategie minder geschikt is voor objecten die weinig worden aangetroffen.

5. Kans op overlijden door OO

In hoofdstuk 5 berekenen wij de kans op overlijden na een ongecontroleerde uitwerking van OO.

5.1 Opmerking vooraf: het effect na detonatie

In deze paragraaf kijken wij enkel naar de kans op overlijden **na** detonatie. Dit wil zeggen dat wij in dit hoofdstuk niet terugkijken naar de vorige kansen. Ter illustratie: ondanks dat het nog nooit is voorgekomen dat een vliegtuigbom is gedetoneerd na het treffen met een handboor (de kans op treffen en de kans op detoneren is dus laag) zal het effect **na** detonatie, en dus de kans op overlijden, wel groot zijn.

Wij kennen geen studies waarbij de kans op overlijden na het treffen met een handboor en na detonatie is berekend. Ook de veldwerkinstructie van Explod noemt hier niks over. In dit hoofdstuk zullen we daarom de volgende assumpties valideren:

- De kans op overlijden na het aantreffen en detoneren van een vliegtuigbom bij handboring is 1,00.
- De kans op overlijden na het aantreffen en detoneren van klein kaliber munitie bij handboringen is 0,0.
- Voor andere OO (mijnen en granaten) zal dit anders zijn: explosie van een handgranaat of mijn zal niet per definitie leiden tot overlijden.

Naast de kans op overlijden kijken wij ook naar de kans op letsel. Dit is behulpzaam om uiteindelijk een zo volledig mogelijke kosten-batenanalyse op te stellen. Wij gaan vooraf uit van de volgende veronderstellingen:

- De kans op letsel na het aantreffen en detoneren van een vliegtuigbom bij handboring is 0,00 (immers is de kans op overlijden al 1,0).
- De kans op letsel na het aantreffen en detoneren van klein kaliber munitie bij handboringen zal ook 0,0 zijn. Wij weten dat ook kleine granaten soms als klein kaliber munitie worden gezien. Om twee redenen gaan wij er echter van uit dat (kleine) granaten in de risicoanalyse niet als klein kaliber munitie zijn meegenomen:
 - Bij een (beperkt) aantal uitvoeringsopdrachten voor klein kaliber munitie is het type of formaat gegeven, in al deze gevallen was de munitie 0,5 inch of kleiner.
 - Door de zoektermen zullen de (kleine) granaten die als klein kaliber munitie kunnen worden beschouwd zeer waarschijnlijk zijn meegenomen als geschut-munitie. Hierdoor zal naar verwachting het risico van de categorie

geschutmunition eerder overschat worden dan dat het risico van de categorie klein kaliber munitie wordt onderschat.

Bovenstaande assumpties valideren we op de volgende manier:

- Er zijn geen ongecontroleerde uitwerkingen tijdens het zetten van handboringen bekend. Om deze redenen kijken we breder naar de kans op overlijden en letsel door OO en analyseren we de ongecontroleerde uitwerkingen die wel bekend zijn. Uiteindelijk geven we op deze manier een afschatting van de kans op overlijden.
- Wanneer er geen conclusies kunnen worden getrokken gaan wij uit van een kans van 1,0 op overlijden aangezien we dan niet met voldoende zekerheid c.q. statistische onderbouwing kunnen stellen dat het risico minder is.

5.2 Validatiestrategie 1: ongecontroleerde uitwerkingen in het verleden door slag, stoot of deformatie

In bijlage 3 staan de bekende incidenten die Crisislab en Expload in 2016 hebben gevonden genoemd. Er zijn in Nederland sinds 1980 8 ongecontroleerde uitwerkingen van OO bekend, waarvan 5 door 'slag of stoot'. Bij deze 5 ongecontroleerde uitwerkingen zijn er tweemaal mensen, en in totaal vier mensen, overleden. Bij een andere uitwerking raakt iemand gewond. In dat geval zou de kans op overlijden door een ongecontroleerde uitwerking van OO na explosie neerkomen op 40% en de kans op letsel 20%.⁵⁶

Doen we hetzelfde in Duitsland en België, dan blijkt de kans op overlijden na een ongecontroleerde uitwerking van OO (vanaf 1970) respectievelijk 20% en 43% te zijn.

Type OO	Uitwerkingen totaal	Iemand overleden	Aantal mensen overleden	Aantal gewonden	Kans op overlijden
Nederland	5	2	4	1	0,4
Duitsland	22 (20) ⁵⁷	4	7	61	0,2
België	23 ⁵⁸	10	11	27	0,43
Totaal	50 (48)	16	22	89	0,33

Tabel 5.1: Aantal ongecontroleerde uitwerkingen van OO in Nederland, Duitsland en België.

⁵⁶ Een van deze incidenten betrof de deflagratie van een vliegtuigbom op een vissersboot op de Noordzee. Voor de volledigheid hebben we dit incident ook meegenomen in de analyse, ondanks dat het dus minder relevant is voor de kans op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen.

⁵⁷ Bij twee uitwerkingen is het onbekend of er personen zijn overleden of gewond geraakt. Deze nemen we daarom niet mee in de berekeningen. Bovendien er onder de 20 overige bekende uitwerkingen 2 brandbommen (en dus fosformunitie, dit heeft niet geleid tot een overlijdensgeval maar wel tot meerdere gewonden).

⁵⁸ Waarvan 1 keer fosformunitie (dit heeft geleid tot het overlijden van 1 persoon en 6 gewonden).

Zoals vermeld gaan wij uit van een kans van 1,0 op overlijden na aantreffen en detonen van een vliegtuigbom. Sluiten we deze explosieven uit voor de kans op overlijden, dan komen we uit op een kans van 0,25 (in Nederland) voor de overige OO.

Type OO	Uitwerkingen totaal	Iemand overleden	Aantal mensen overleden	Aantal gewonden	Kans op overlijden
Nederland	4	1	1	1	0,25
Duitsland	9	1	2	10	0,11
België	23	10	11	27	0,43
Totaal	36	12	14	38	0,33

Tabel 5.2: Aantal ongecontroleerde uitwerkingen van OO in Nederland, Duitsland en België zonder vliegtuigbommen.

Splitsen we bovenstaande data uit naar 'type OO', dan blijken, opvallend genoeg, vooral 'granaten (inclusief geschutmunitie)' en 'onbekende OO' te ontploffen door 'slag, stoot of deformatie'.

Type OO	Uitwerkingen totaal	Uitwerking door slag, stoot, etc.	Iemand overleden (na slag, stoot et.)	Aantal overleden (na slag, stoot et.)	Iemand gewond of overleden (na slag, stoot et.)	Kans op overlijden
Granaat (hand-granaat + geschutmunitie) ⁵⁹	25	19	8	9	19	0,421
Vliegtuigbom ⁶⁰	26	10	4	8	9	0,4
Mijn	8	4	1	2	4	0,25
Raket	0	0	0	0	0	n.v.t.
Klein kaliber munitie	0	0	0	0	0	n.v.t.
Onbekend	14	11	1	1	7	0,091
Anders (ontsteker)	1	1	1	1	0	1,0
Totaal	74	45	15	21	39	0,33

Tabel 5.3: Aantal ongecontroleerde uitwerkingen van OO in Nederland, Duitsland en België per type OO (exclusief fosformunitie).

Enkele conclusies op basis van het bovenstaande:

- Een ongecontroleerde explosie van vliegtuigbommen door slag, stoot etc. heeft een groot effect op personen in de (directe) omgeving. Desondanks is het niet

⁵⁹ In deze tabel nemen wij handgranaten en granaten/geschutmunitie samen aangezien het vaak onbekend is om welk type granaat het gaat.

⁶⁰ Zie de voetnoot in tabel 5.1.

vanzelfsprekend dat er ook iemand omkomt (40% van de ongecontroleerde uitwerkingen van vliegtuigbommen leidt tot overlijden van een of meer personen).

- Een ongecontroleerde explosie van granaten of geschutmunitie door slag of stoot veroorzaakt relatief vaak een overlijdensgeval. In tegenstelling tot vliegtuigbommen overlijdt er dan echter vaak 1 persoon.
- In 1 van de 4 ongecontroleerde uitwerkingen door slag of stoot bij mijnen is iemand overleden.
- Er zijn geen ongecontroleerde uitwerkingen van klein kaliber munitie en raketten bekend.

Mede vanwege het gebrek aan data (dat komt doordat er na 1980 überhaupt weinig ongecontroleerde uitwerkingen zijn voorgevallen) moeten er wel enkele, ten minste, drie kanttekeningen geplaatst worden:

- Allereerst zijn deze uitwerkingen in Nederland, maar naar alle waarschijnlijkheid ook in België en Duitsland, niet ontstaan na het zetten van handboringen. Logischerwijs zal het effect op een persoon groter zijn wanneer deze 'dichtbij het vuur zit' zoals bij handboringen het geval is, dan wanneer de afstand groter is. De factor afstand is niet meegenomen in deze analyse.
- Een tweede nuancerende opmerking is dat waarschijnlijk vooral de ongecontroleerde uitwerkingen worden gemeld die daadwerkelijk een effect hebben gehad (letsel of schade). Ongecontroleerde uitwerkingen zonder een daadwerkelijk effect, overlijden of letsel, zullen mogelijk niet gemeld worden.
- Ten derde blijkt deze lijst niet volledig en uitputtend te zijn:
 - Relatief veel OO, ongeveer 20%, staat als 'onbekend' geclassificeerd. Dit kunnen vliegtuigbommen zijn, maar waarschijnlijker is dat dit handgranaten of geschutmunitie is.
 - In ieder geval in Nederland blijken er meer ongevallen door OO bekend te zijn dan dat er in deze lijst staat (zie bijlage 3).

Om deze kanttekeningen te ondervangen berekenen wij op eenzelfde manier de kans op overlijden door een ongecontroleerde uitwerking van OO met behulp van andere bekende ongevallen.

5.3 Validatiestrategie 2: ongecontroleerde uitwerkingen in het verleden zonder afstand

Om kanttekening 1 uit paragraaf 5.2 mee te nemen kijken we ook specifiek naar uitwerkingen waarbij iemand zich op korte afstand van de explosie bevindt. Dit zijn meestal personen die zelf een explosief proberen te demonteren. De lijst omvat incidenten vanaf 1945 tot 2015 maar wij kijken enkel naar de ongevallen tussen 1970 en 2015.⁶¹

⁶¹ Als disclaimer staat er dat het document niet volledig is, maar slechts een indicatie geeft. Wij gaan ervan uit dat in ieder geval de incidenten waarbij iemand is omgekomen zijn genoteerd waardoor de kans op overlijden enkel lager kan zijn.

De incidenten staan in chronologische volgorde in bijlage 3. Voor deze analyse hebben wij enkel de door particulieren aangetroffen OO meegenomen. Militaire incidenten of incidenten op militair terrein hebben wij bewust uit de analyse gelaten.

Type OO	Uitwerkingen totaal	Uitwerking op korte afstand	Iemand overleden (na uitwerking op korte afstand)	Iemand gewond (na uitwerking op korte afstand)	Kans op overlijden (na uitwerking op korte afstand)
Granaat (hand-granaat + geschutmunitie) ⁶²	14	11	5	5	0,455
Vliegtuigbom	3	0	0	0	Onbekend
Mijn	4	0	0	0	Onbekend
Raket	0	0	0	0	N.v.t.
Klein kaliber munitie	0	0	0	0	n.v.t.
Onbekend	10	5	1	3	0,20
Anders (ontsteker)	1	1	0	0	0
Totaal	34	17	6	8	0,37

Tabel 5.4: Aantal ongecontroleerde uitwerkingen van OO in Nederland per type OO.

De percentages blijken niet heel erg af te wijken van eerdergenoemde cijfers. Bovendien blijkt dat personen niet per definitie omkomen bij het zelf demonteren of slijpen van granaten.

Er zijn in Nederland geen incidenten met vliegtuigbommen bekend waarbij iemand zich 'op korte afstand' begeeft van het incident doordat hij/zij een vliegtuigbom aan het demonteren was.

5.4 Fosformunitie

Als aparte uitwerkingsfactor nemen wij in deze analyse de uitwerking van fosfor mee. Er wordt nu enkel gekeken naar de uitwerking en niet naar de verschillende type OO (en dus ook niet naar de hoeveelheid fosfor in een artikel).

We kennen in Nederland:

- 12 recente incidenten met fosformunitie tussen 2010 en 2020 (waarbij zeker is dat fosformunitie is beroerd, in de berichten wordt geen melding gemaakt van overlijden of letsel);
- 2 historische incidenten in Nederland waarbij eenmaal iemand om het leven is gekomen en eenmaal twee mensen gewond zijn geraakt (beide in de jaren '80)

⁶² Exclusief fosformunitie.

Wij gaan ervan uit dat er jaarlijks ongeveer evenveel fosformunitie wordt aangetroffen en met een gelijke kans tot uitwerking komt. Van 2010 tot 2020 zijn er 4 vliegbommen, 7 granaten en 1 handgranaat met fosfor tot uitwerking gekomen. Extrapoleren wij dit naar 1970 tot 2020, dan zullen er naar verwachting 20 vliegbommen, 35 granaten en 5 handgranaten (60 in totaal) met fosfor zijn ontbrand. Wij kennen slechts 1 situatie waarbij de ontbranding van fosformunitie tot een overlijdensgeval heeft geleid en 1 situatie waarbij de ontbranding van fosformunitie tot letsel bij een persoon heeft geleid.

Op basis van deze extrapolatie kunnen we de kans op overlijden en letsel door de ontbranding van fosformunitie afschatten: respectievelijk $(1/60 =) 0,017$ en $(1/60 =) 0,017$. Aangezien het in de situatie van fosformunitie niet zozeer het explosief zelf is dat gevaarlijk is (voor werknemers), maar de fosfor, nemen wij het als geheel mee en splitsen we het niet verder uit naar type OO.

Deze uitwerkingsfactor kan worden beheerst door de veldwerkinstructie van Explod: 'als er rook uit het boorgat omhoogkomt duidt dit op brandende fosfor. Het boorgat moet dan worden afgevuld met grond. Hierdoor zal de fosfor stoppen met branden. De boring wordt op een andere locatie uitgevoerd op een minimale afstand van 2 meter.'. Door deze instructie toe te passen zal het risico op overlijden door fosformunitie 0,0 zijn.

5.5 Wat is de kans op overlijden?

Op basis van beide validatiestrategieën kunnen we concluderen dat granaten in ongeveer 45% tot een overlijdensgeval leiden. Een nuancerende opmerking die gemaakt moet worden is dat veel van deze uitwerkingen werden veroorzaakt door het demonteer/deformeren van een explosief door een particulier. Het betreft daardoor een conservatieve inschatting.

Een ongecontroleerde uitwerking van vliegtuigbommen leidt volgens validatiestrategie 1 in 40% van de gevallen tot het overlijden van werknemers. Op basis van validatiestrategie 2, uitwerkingen op korte afstand, kunnen we dit echter niet concluderen, waardoor wij uitgaan van een kans op overlijden van 100% na detonatie van een vliegtuigbom

Mijnen zullen vaak tot letsel leiden, maar het blijkt dat deze volgens validatiestrategie 1 slechts in een kwart van de gevallen na uitwerking tot een overlijdensgeval hebben geleid. Een logische verklaring hiervoor is dat mijnen er hoofdzakelijk voor zijn gemaakt om mensen te verwonden. Wij gaan daarom uit van een kans op overlijden na een uitwerking van een mijn van 25%.

Wij benadrukken dat geen van de incidenten in Nederland zijn veroorzaakt door het zetten van handboringen. Voor de incidenten uit Duitsland en België kunnen wij dit niet uitsluiten aangezien een verdere beschrijving ontbreekt.

Wij kennen geen incidenten met klein kaliber munitie en raketten waardoor de detonatiekans en/of overlijdenskans bij beide waarschijnlijk nihil is. Klein kaliber munitie wordt in Nederland niet als risico gezien vanwege de zeer geringe uitwerking. Wij sluiten hierbij aan en beschouwen daarom de kans op overlijden of letsel na aantreffen van klein kaliber munitie als 0%.

Ondanks dat wij geen incidenten kennen door een uitwerking van een raket, kunnen wij geen soortgelijke uitspraak doen over de uitwerkingskans of detonatiekans van raketten.

Type OO	Kans op overlijden	Kans overlijden of letsel
Granaat (hand- en geweergranaat + geschutmunitie)	0,455	0,909
Vliegtuigbom	1,0	1,0
Mijn	0,25	Onbekend (dus 1,0)
Raket	Onbekend (dus 1,0)	Onbekend (dus 1,0)
Klein kaliber munitie	0,0	0,0

Tabel 5.5: Gehanteerde kans op overlijden.

Merk op dat wij uitgaan van een kans op overlijden na detonatie van een vliegtuigbom van 1,0 ondanks dat de data uit paragraaf 5.2 wat anders laat zien. Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat detonatie van een vliegtuigbom niet tot overlijden leidt van een grondboorder (i.t.t. iemand die meer beschermd in de cabine van een shovel zit) waardoor we hier toch van afwijken. De impliciete veronderstelling is daarmee dat de ongecontroleerde uitwerkingen van vliegtuigbommen waarbij geen slachtoffers zijn gevallen, zijn veroorzaakt door machinale handelingen in plaats van een handmatige beroering. Dit is een van de conservatieve aannames in dit rapport.

In deze analyse wordt fosformunitie als aparte uitwerkingsfactor meegenomen. De kans op overlijden door deze uitwerking is volgens deze analyse 0,017. Bij het berekenen van de kans op overlijden of letsel door fosformunitie is geen rekening gehouden met het type OO.

6. Zijn maatregelen noodzakelijk?

In hoofdstuk 6 schetsen wij het risico op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen. Wij spiegelen dit aan de geaccepteerde risiconorm en geven aan of het risico als acceptabel kan worden beschouwd.

Op twee manieren kijken wij of additionele maatregelen noodzakelijk zijn om het risico in voldoende mate te beheersen: 1) wij kijken naar vooronderzoek en berekenen het risico aan de hand van de assumpties van de veldwerkinstructie (paragraaf 6.1) en 2) wij valideren de assumpties en berekenen wat het risico is wanneer de veldwerkinstructie wordt toegepast (paragraaf 6.2). Daarnaast berekenen wij op eenzelfde manier als de validatiestudie het risico wanneer de veldwerkinstructie niet wordt toegepast (paragraaf 6.3).

6.1 Het risico op basis van voorafgaand onderzoek

Wij hebben twee bronnen geraadpleegd die een deel van het risico op overlijden tijdens het zetten van handboringen beschrijven:

- Vooronderzoeken naar de aanwezigheid van OO in een afgebakend verdacht gebied (voor de kans op treffen),
- De veldwerkinstructie van Expload met uitgangspunten voor het veilig kunnen zetten van handboringen in verdacht gebied (voor de kans op uitwerking).

Met behulp van deze bronnen kunnen de kans op overlijden door het zetten van handboringen berekenen per type OO. De berekening hiervoor staat in tabel 6.1.

Mede op basis van (voor)onderzoek kunnen we dus concluderen dat het risico volgens de uitgangspunten van de werkinstructie kleiner dan $3,8 * 10^{-11}$ per handboring in verdacht gebied is. Met het gemiddeld aantal boringen per medewerker in verdacht gebied (553 boringen * 20%), zal het individueel risico kleiner dan $4,2 * 10^{-9}$ zijn.

De experts van SIVOON hebben aangegeven dat er ook medewerkers zijn die 'fulltime' handboringen zetten. Deze medewerkers zullen dus meer boringen dan gemiddeld zetten. Met 2.000 boringen per medewerker, waarvan 20% in verdacht gebied, zal het individueel risico kleiner dan $1,5 * 10^{-8}$ zijn. Met 3.000 boringen per medewerker, waarvan 20% in verdacht gebied, zal het individueel risico kleiner dan $2,3 * 10^{-8}$ zijn.

Door de uitgangspunten uit de werkinstructie te accepteren kan er alleen maar geconcludeerd worden dat het risico van het zetten van handboringen in verdacht gebied acceptabel is en dat er geen verdere beheersmaatregelen genomen hoeven te worden

Type OO	Kans treffen ⁶³	Kans uitwerking	Kans overlijden ⁶⁴	Kans overlijden totaal
Hand- en ge-weergranaat	5,5E-09	0,0	1,0	0,0
Geschutmunitie	1,3E-07	0,0	1,0	0,0
Vliegtuigbom	3,0E-08	0,0	1,0	0,0
Mijn	7,5E-09	< 0,005 *	1,0	< 3,8E-11
Raket	0,00	0,0	1,0	0,0
Klein kaliber munitie	1,4E-09	1,0	0,0	0,0
Totaal	n.v.t.			< 3,8E-11

Tabel 6.1: Kans op overlijden door OO tijdens het zetten van een handboring volgens voor-onderzoek en de veldwerkinstructie. * Wij hebben voor mijnen zelf de kans moeten onderzoeken aangezien de objectieve kans niet gegeven werd.

6.2 Validatiestudie: risico met veldwerkinstructie

Volgens de veldwerkinstructie wordt het risico voldoende beheerst als deze instructie wordt toegepast. De validatiestudie die wij hebben uitgevoerd, laat zien dat dit inderdaad het geval is.

In tabel 6.2 hebben wij de verschillende kansen, zoals geformuleerd in de validatiedelen in de voorgaande hoofdstukken, weergegeven wanneer de veldwerkinstructie wordt toegepast. Concreet betekent dit dat het risico op een uitwerking door een harde boring en het risico op overlijden door fosfor niet zijn meegenomen in de analyse.

Het risico op overlijden is daarmee kleiner dan $6,8 * 10^{-9}$ per boring in verdacht gebied is. Met het gemiddeld aantal boringen per medewerker in verdacht gebied (553 boringen * 20%), zal het individueel risico in ieder geval kleiner dan $7,6 * 10^{-7}$ zijn.

Met 2.000 boringen per medewerker, waarvan 20% in verdacht gebied, zal het individueel risico in ieder geval kleiner dan $2,7 * 10^{-6}$ zijn. Met 3.000 boringen per medewerker, waarvan 20% in verdacht gebied, zal het individueel risico kleiner dan $4,1 * 10^{-6}$ zijn. Het risico kan dus ook dan als acceptabel worden beschouwd.

De validatie van de assumpties van de veldwerkinstructie laat zien dat het risico van het zetten van handboringen in verdacht gebied met behulp van de veldwerkinstructie inderdaad acceptabel is volgens geaccepteerd (arbo)beleid.

⁶³ We zijn hier uitgegaan van de meest conservatieve inschatting en hebben daarom telkens gekeken welke kans het grootst is volgens de twee vooronderzoeken.

⁶⁴ Over de kans op overlijden na een uitwerking wordt niks vermeld, behalve dat het effect van klein kaliber munitie beperkt is en daarom niet wordt meegenomen. Wij hanteren daarom de kans van 1,0 op overlijden, behalve na treffen en uitwerken van klein kaliber munitie.

Type OO	Kans treffen	Kans uitwerking ⁶⁵	Kans overlijden	Kans overlijden totaal
Hand- en ge-weergranaat	1,2E-05	4,0E-04	0,455	2,3E-09
Geschutmunitie	1,7E-05	9,8E-05	0,455	7,7E-10
Vliegtuigbom	5,5E-07	3,1E-03	1,0	1,7E-09
Mijn	3,6E-07	4,7E-03	0,250	4,2E-10
Raket	2,6E-07	6,6E-03	1,0	1,7E-09
Klein kaliber munitie	2,0E-06	8,6E-04	0,0	0,0
Totaal	n.v.t.			< 6,8E-09

Tabel 6.2: Kans op overlijden door OO tijdens het zetten van een handboring volgens de validatiestudie.

In het validatieonderzoek hebben we gebruik gemaakt van conservatieve aannames. Concreet betekent dit dat het risico in ieder geval niet hoger is, maar waarschijnlijk lager. In hoofdstuk 8 doen we suggesties om het risico van het zetten van handboringen in verdacht gebied nauwkeuriger te kunnen bepalen.

6.3 Risico zonder veldwerkinstructie

Wanneer de veldwerkinstructie niet wordt toegepast, zullen er twee additionele risicofactoren zijn:

- Detonatie door slag/stoot of deformatie (ter vervanging van detonatie door aanraken/toucheren);
- Uitwerking van fosformunitie.

In tabel 6.3 en tabel 6.4 hebben wij de verschillende kansen, zoals geformuleerd in de voorgaande hoofdstukken, weergegeven voor beide risicofactoren.

⁶⁵ Dit betreft enkel de uitwerkingsfactor detonatie aangezien de uitwerking fosformunitie wordt beheerst door de veldwerkinstructie en we deze dus niet mee hoeven te nemen in de formule.

Type OO	Kans treffen	Kans uitwerking	Kans overlijden	Kans overlijden totaal
Hand- en geweergranaat	1,2E-05	$\leq 0,011$	0,455	6,2E-08
Geschutmunitie	1,7E-05	$\leq 0,003$	0,455	2,1E-08
Vliegtuigbom	5,5E-07	$\leq 0,085$	1,0	4,7E-08
Mijn	3,6E-07	$\leq 0,128$	0,250	1,2E-08
Raket	2,6E-07	$\leq 0,170$	1,0	4,4E-08
Klein kaliber munitie	2,0E-06	$\leq 0,024$	0,0	0,0
Totaal	1,2E-05			$< 1,9E-07$

Tabel 6.3: Kans op overlijden door OO tijdens het zetten van een handboring zonder veldwerkinstructie (risicofactor: harde boring).

Een deel van de munitie bevat fosfor. Naast de uitwerkingsfactor 'detonatie' kan bij de explosieven ook de fosfor zelf tot uitwerking komen (ontbranden). Er is hiervoor een aparte risicoanalyse gemaakt:

- De kans op aantreffen is bepaald door de conservatieve kans op aantreffen te vermenigvuldigen met de verhouding wel fosfor/geen fosfor per type OO.
- De kans op uitwerking en de kans op overlijden zijn respectievelijk in de hoofdstukken 4 en 5 berekend.

Type OO	Kans treffen	Kans uitwerking ⁶⁶	Kans overlijden ⁶⁷	Kans overlijden totaal
Hand- en geweergranaat	8,9E-07	5,6E-03	0,017	8,3E-11
Geschutmunitie	2,9E-06	4,1E-03	0,017	2,0E-10
Vliegtuigbom	1,5E-07	4,4E-02	0,017	1,1E-10
Mijn	0,0	n.v.t.	n.v.t.	0,0
Raket	0,0	n.v.t.	n.v.t.	0,0
Klein kaliber munitie	7,3E-09	$< 2,33E-01$	0	0,0
Totaal				3,9E-10

Tabel 6.4: Kans op overlijden door OO tijdens het zetten van een handboring zonder veldwerkinstructie (risicofactor: fosformunitie).

De kans op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen zonder werkinstructie is maximaal $1,9 * 10^{-7}$ (=overlijden door harde boring) + $3,9 * 10^{-10}$ (=overlijden

⁶⁶ Dit zijn de uitwerkingsfactoren 'deformatie door aanraking', 'deformatie door slag/stoot of deformatie' en 'ontbranding van fosformunitie'.

⁶⁷ De kans op overlijden wijkt deels af van de kansen zoals gepresenteerd in hoofdstuk 5 en tabel 5.5. Dit komt doordat een deel van de munitie fosformunitie betreft. Fosformunitie kent een lagere kans op overlijden.

door fosformunitie) per boring. Gemiddeld (met 553 boringen * 20% in verdacht gebied) zal het individueel risico kleiner dan $2,1 * 10^{-5}$ zijn.

Met 2.000 boringen per medewerker, waarvan 20% in verdacht gebied, zal het individueel risico in ieder geval kleiner dan $7,4 * 10^{-5}$ zijn.

Op basis van de data die wij tot onze beschikking hebben concluderen we dat wij niet met voldoende zekerheid en statistische onderbouwing kunnen zeggen dat het risico op handboringen in verdacht gebied zonder OO-begeleiding en instructie acceptabel is.

Een eerste constatering is dat dit risico niet erg afwijkt van het risico dat wij op voorhand hebben kunnen afschatten ($< 1,6 * 10^{-7}$ per boring). De conservatieve inschattingen die wij in elk van de drie deelberekeningen hebben gemaakt, leiden ertoe dat het risico hoger uitvalt dan wij op voorhand konden berekenen. Hiermee is het relatief kleine risico ook verklaard.

Wij benadrukken nogmaals dat wij uit zijn gegaan van enkele conservatieve aannames. In paragraaf 8.2 hebben wij de conservatieve aannames in de rapportage genoteerd en gekeken in hoeverre nader onderzoek behulpzaam kan zijn en op welke manier dit vormgegeven zou kunnen worden.

7. Zijn de beheersmaatregelen proportioneel?

In dit hoofdstuk kijken wij of de maatregel die nu in de praktijk veel wordt genomen (het inzetten van OO-begeleiding door een deskundige) proportioneel is.

7.1 Kosten en baten

In dit hoofdstuk kijken wij of de maatregelen die nu in de praktijk veel worden genomen (het inzetten van OO-begeleiding door een deskundige) proportioneel is.

Wij zullen alleen naar de directe kosten kijken in deze maatschappelijke kosten-baten-analyse. Mogelijk indirecte kosten (zoals het incorrect afbreken van projecten vanwege een verdenking op OO) zullen niet mee worden genomen in de analyse.

Daarnaast zullen wij geen uitspraken doen over de effectiviteit van begeleiding tijdens het zetten van handboringen. Wij gaan ervan uit dat de OO-begeleiding correct wordt uitgevoerd en daardoor het treffen van een OO-object wordt voorkomen waardoor het risico uitgesloten wordt.

Onder de directe kosten en baten verstaan wij:

- De kosten door de inzet van OO-begeleiding (huidige beheersmaatregel),
- De kosten door het verplaatsen van boringen door het toepassen van de veldwerk-instructie van Expload (alternatieve beheersmaatregel),
- De baten door het aantal gewonnen DALYs (Disability-adjusted life years) door het toepassen van begeleiding. Hierbij wordt rekening gehouden met de kans op overlijden en de kans op letsel.

7.1.1 Kosten door de inzet van OO-begeleiding

De kosten van begeleiding schatten wij af op gemiddeld €1.200,- per dag per medewerker. Dit komt overeen met de gegevens van het Havenbedrijf Rotterdam, ProRail en RWS.

Een grove schatting laat zien dat er per jaar (982.670 boringen per jaar * 20% =) 196.534 boringen in verdacht gebied worden gezet (zie hoofdstuk 4 voor een toelichting).

Ter illustratie:

- ProRail heeft vorig jaar 1.852 boringen gezet waarvan 688 in verdacht gebied.
- Het Havenbedrijf Rotterdam heeft tot 2011 43.793 boringen gezet waarvan 12.677 in verdacht gebied. Waarvan de datum bekend is, is 98,5% gezet tussen 1990 en 2011. Dit zou betekenen dat er jaarlijks 1.960 boringen worden gezet waarvan 567 in verdacht gebied.

- Schiphol heeft in 2020 ten minste 2.671 boringen gezet waarvan 1.625 in verdacht gebied.

Een boring duurt gemiddeld 30 minuten tot 1 uur.⁶⁸ Dit betekent dat er $196.534 * 0,5$ tot $1,0$ uur = 98.267 tot 196.534 uur begeleiding georganiseerd zou moeten worden om het risico op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen te beheersen. Dit staat gelijk aan 12.283 tot 24.567 werkdagen van 8 uur. We gaan er hierbij dus vanuit dat een werkdag van een OO-begeleider optimaal en volledig wordt benut.

De kosten door de inzet van OO-begeleiding kunnen hiermee dus worden ingeschat op ten minste 12.283 dagen * €1.200 = €14.739.600,- per jaar.

7.1.2 Kosten van verplaatsen van boring

17% van de gezette handboringen is een 'harde boring'. Wanneer de veldwerkinstructie van Explod wordt toegepast, is het zetten van harde boringen niet langer toegestaan. Concreet betekent dit dat 17% van de boringen gestaakt wordt en elders moet worden uitgevoerd.

Van de 196.534 boringen in verdacht gebied zullen er dus 33.411 (=17%) worden gestaakt. De kostprijs van een boring varieert tussen €60,- en €80,-, waardoor wij uitgaan van €70,- per boring.⁶⁹ In dat geval zullen de jaarlijkse additionele kosten door het toepassen van de veldwerkinstructie ten minste (33.411 boringen * €60 =) €2.004.660,- zijn.

7.1.3 De baten door te winnen DALYs

DALYs zijn het aantal verloren levensjaren in combinatie met het aantal jaren dat geleefd wordt met een beperking door een ziekte of ongeluk. Er moet, zoals de definitie laat zien, zowel rekening worden gehouden met het risico op overlijden als het risico op letsel.

Wij gaan uit van de volgende (gebruikelijke) DALYs:

- Bij overlijden van een werknemer gaan er 40 DALYs verloren⁷⁰
- Bij letsel van een werknemer gaat er 1 DALY verloren⁷¹

⁶⁸ Vanuit SIVOON is aangegeven dat 30 tot 60 minuten mogelijk een te hoge inschatting is voor de duur van het zetten van handboringen. Aangezien het een grove inschatting betreft lijkt het ons niet noodzakelijk om af te wijken van de bevindingen uit de vragenlijst.

⁶⁹ Zie: Open ontgraven, Kosten geotechnisch/geohydrologisch onderzoek via: <https://www.bodemrichtlijn.nl/>.

⁷⁰ Met een levensverwachting van 80 jaar en een gemiddelde leeftijd van 40 jaar (beroepsbevolking is 15 tot 65) zullen er gemiddeld 40 DALYs verloren gaan bij het overlijden van een werknemer.

⁷¹ Gebrek aan informatie over het verlies aan DALYs door letsel door OO ontbreekt waardoor wij uitgaan van 1. Let op: dit is mogelijk conservatief. Het RIVM (2008, *Let op letsels*) laat bijvoorbeeld zien dat er in de periode 2001-2005 jaarlijks gemiddeld 85.000 arbeidsongevallen waarbij een SEH-behandeling noodzakelijk was. Daarnaast waren er in deze periode jaarlijks gemiddeld 855.000 SEH-benadelingen door privé-,

Als richtlijn sluiten wij aan bij de aanbeveling van de Raad voor Volksgezondheid en Zorg (RVZ) uit 2006.⁷² De RVZ noemt het bedrag van € 80.000 per DALY.

Bedrag per DALY⁷³

In belangrijke delen van de Nederlandse gezondheidszorg zoals voor het Rijksvaccinatieprogramma is het gebruikelijk een bovengrens van € 25.000,- per gezond levensjaar (QALY) te hanteren. Het RIVM hanteert een bedrag van € 60.000,- per gezond levensjaar. Op basis van voornamelijk de onderzoeken van Viscusi stellen Helsloot, Pieterman en Hanekamp voor een statisch mensenleven te waarderen met 6 miljoen euro. Bij een levensverwachting van 80 jaar houdt dit in dat voor elke QALY niet meer dan €75.000,- besteed mag worden per gewonnen gezond levensjaar. Dit is conform de grens gehanteerd in internationale veiligheidsnormen voor arbeidsveiligheid.

Het bedrag van € 80.000 per DALY is, zoals we in het intermezzo laten zien, een van de conservatieve aannames in de rapportage.

Afhankelijk van de mate van het risico kunnen wij het te winnen DALYs berekenen en hiermee ook het toegestane bedrag dat zou moeten/mogen worden uitgegeven om het risico te beheersen.

7.1.3.1 Zonder veldwerkinstructie

Zoals gezegd houden wij rekening met het risico op overlijden en het risico op letsel.

De kans op overlijden is maximaal $1,9 * 10^{-7}$ per boringen zonder de veldwerkinstructie. Wij gaan ervan uit dat er jaarlijks in totaal 196.534 boringen in verdacht gebied worden gezet. Hiermee zullen er per jaar maximaal 1,5 DALYs verloren gaan wanneer er geen beheersmaatregelen worden getroffen.

De kans op letsel is $1,2 * 10^{-7}$ per boring. Met 196.534 boringen in verdacht gebied gaan er maximaal 0,02 DALYs per jaar verloren door letsel na een ongecontroleerde uitwerking van OO.

Concreet betekent dit dat er maximaal 1,5 DALYs verloren gaan wanneer er geen beheersmaatregelen worden getroffen. De baten van OO-begeleiding zullen dan €118.658,- zijn.

verkeer-, arbeids- en sportongevallen. Tegelijkertijd is in deze periode de ziektelast (uitgedrukt in DALYs) 8.900 voor letsel door arbeidsongevallen en 188.800 voor letsel door privé-, verkeer-, arbeids- en sportongevallen. Hiermee zal het aantal verloren DALYs eerder $(8.900/85.000=)$ 0,1 of $(188.800/855.000=)$ 0,2 zijn.

⁷² RVZ (2006). *Zinnige en duurzame zorg*. Den Haag: RVS.

⁷³ Het intermezzo komt uit de eerdere studie van Helsloot e.a. (2016, 32).

En andersom: Jaarlijks zou er maximaal €118.658,- mogen worden uitgegeven om het risico proportioneel te beheersen. Dit komt neer op €0,60 per boring in verdacht gebied.

7.1.3.2 Met veldwerkinstructie

Op eenzelfde manier kan er worden gekeken naar het risico en de baten wanneer de veldwerkinstructie wel wordt toegepast. Ook na het toepassen van de veldwerkinstructie blijft er een (rest)risico van jaarlijks maximaal 0,055 DALYs. Dit staat gelijk aan maximaal €4.374,-.

7.2 Beheersmaatregel OO-begeleiding

Wanneer er alleen naar de directe kosten en baten wordt gekeken, blijkt dat het treffen van de huidige beheersmaatregelen (detectie c.q. OO-begeleiding) meer kost dan dat het oplevert. De maatschappelijke kosten-batenanalyse is negatief.

Baten:	€118.658,-	
Kosten:	€14.739.600,-	-
Totaal:	€-14.620.942,-	

De kosten van de huidige beheersmaatregelen blijken ten minste 120 keer hoger te zijn dan de baten. En met andere woorden: de baten van de beheersmaatregelen zijn beperkt en deze beheersmaatregel is disproportioneel.

Kosten-batenanalyse voor ProRail, Havenbedrijf Rotterdam en Schiphol

Op basis van de data zoals geschetst in paragraaf 7.1 kan er ook een kosten-batenanalyse gemaakt worden voor afzonderlijke opdrachtgevers. Voor **ProRail** geldt, met 688 boringen per jaar in verdacht gebied, dat het treffen van OO-begeleiding ten minste €51.185,- meer kost dan dat het oplevert. Voor het **Havenbedrijf Rotterdam** is dit, met 567 boringen per jaar in verdacht gebied, een negatief bedrag van ten minste €42.183,-. Tot slot is dit voor **Schiphol**, met 1.625 boringen per jaar in verdacht gebied, een negatief bedrag van ten minste €120.894,-.

7.3 Beheersmaatregel veldwerkinstructie

De kosten-batenanalyse ziet er anders uit wanneer de veldwerkinstructie wordt toegepast. In dit geval zijn de kosten het staken en uitvoeren van extra boringen en de baten het aantal gewonnen DALYs. Let op: door het toepassen van de veldwerkinstructie is er nog steeds een risico op overlijden waardoor deze (mogelijk verloren) DALYs er eerst moeten worden afgehaald.

Ook het treffen van deze maatregel om het risico op overlijden door een ongecontroleerde uitwerking van OO tijdens het zetten van handboringen te beheersen blijkt

disproportioneel te zijn. De kosten blijken ongeveer een factor 20 hoger te zijn dan de baten.

Baten:	€118.658,-	
	€4.374,-	-
	€114.284,-	
Kosten:		-
	€2.004.660,-	
Totaal:	€-	
	1.890.376,-	

Kosten-batenanalyse voor ProRail, Havenbedrijf Rotterdam en Schiphol

Op basis van de data zoals geschetst in paragraaf 7.1 kan er ook een kosten-batenanalyse gemaakt worden voor afzonderlijke opdrachtgevers wanneer de veldwerkinstructie wordt toegepast. Voor **ProRail** geldt, met 688 boringen per jaar in verdacht gebied, dat het toepassen van de werkinstructie ten minste €6.618,- meer kost dan dat het oplevert. Voor het **Havenbedrijf Rotterdam** is dit, met 567 boringen per jaar in verdacht gebied, een negatief bedrag van ten minste €5.454,-. Tot slot is dit voor **Schiphol**, met 1.625 boringen per jaar in verdacht gebied, een negatief bedrag van ten minste €15.630,-.

Er zullen mogelijk ook andere manieren zijn om het (mogelijke) risico op overlijden door OO tijdens uitvoeren van handboringen (nog verder) te beheersen.⁷⁴ Voor deze manieren zou eenzelfde kosten-batenanalyse kunnen worden gemaakt.

⁷⁴ Een andere strategie om het risico (mogelijk meer proportioneel) te beheersen is bijvoorbeeld om de medewerkers die handboringen zetten zelf te laten 'detecteren' met een metaaldetector. In diverse projecten wordt al gebruik gemaakt van een (andere) deskundige die voorkomt dat medewerkers in aanraking komen met leidingen of kabels. Op deze manier kan niet worden onderzocht of er daadwerkelijk OO aanwezig is, maar kan wel worden voorkomen dat een handboorder in aanraking komt met een potentieel explosief of dat een boring later verplaatst moet worden vanwege een hard object of verstoring.

8. Het geheel overziend

In hoofdstuk 8 vatten we het geheel samen en komen met aanbevelingen.

8.1 Aanleiding en aanpak

Sinds enkele jaren is het gebruikelijk om als preventieve maatregel OO-begeleiding te organiseren bij het zetten van handboringen in OO-verdacht gebied. Bij diverse partijen leeft de vraag of deze beheersmaatregel noodzakelijk is om het risico te beheersen.

Expload heeft een veldwerkinstructie opgesteld om het risico op een andere manier te beheersen. De tweede vraag die leeft is of deze veldwerkinstructie ook kan volstaan in het beheersen van het risico.

Aan Crisislab is daarom gevraagd om een risicoanalyse op te stellen waarin gekeken wordt of beheersmaatregelen noodzakelijk zijn bij het zetten van handboringen.

Op voorhand kunnen we stellen dat er geen incidenten met OO bekend zijn bij het zetten van handboringen en er grofweg 6.289.088 boringen in verdacht gebied zijn gezet in de periode dat geen maatregelen werden getroffen. Hiermee is de kans op overlijden door OO tijdens het zetten van een handboring zonder maatregelen ten minste kleiner dan $1,6 * 10^{-7}$ per handboring.

De dataset van verrichte handboringen in Nederland is daarmee te klein om met voldoende zekerheid te zeggen dat de kans 'klein genoeg' is, aangezien een medewerker meer dan één boring per jaar zet. We kijken hierna daarom meer precies naar de deelfactoren die de kans op overlijden bepalen.

Om deze analyse uit te voeren hebben wij gebruik gemaakt van:

- historische gegevens en gebeurtenissen (voornamelijk via LexisNexis),
- interne datasets en documentatie van en door Schiphol, RWS, ProRail en Havenbedrijf Rotterdam,
- de veldwerkinstructie van Expload,
- een eerdere studie naar het risico van OO uitgevoerd door Crisislab en Expload,
- een vragenlijst die is uitgezet onder bedrijven (4) die handboringen zetten, en
- een vragenlijst die is uitgezet onder medewerkers (23) die handboringen zetten.

Met behulp van deze bronnen hebben wij getracht het objectieve risico van het zetten in kaart te brengen. Om tot redelijk veiligheidsbeleid te komen rondom de omgang met OO bij handboringen is inzicht in het objectieve risico noodzakelijk.

Op twee manieren hebben we het risico berekend. Allereerst door ons te baseren op (voor)onderzoek en de uitgangspunten uit veldwerkinstructie van Expload. Daarnaast

hebben we deze (voor)onderzoeken en uitgangspunten gevalideerd met beschikbare datasets.

Het objectieve risico vergelijken we met de geaccepteerde veiligheidsnorm voor overlijden van 10^{-5} per jaar. Op deze manier concluderen we of het risico wel of niet acceptabel is en of beheersmaatregelen noodzakelijk zijn. Vervolgens kijken we met behulp van een kosten-batenanalyse of de beheersmaatregel OO-begeleiding proportioneel is.

8.2 Risicoanalyse

Om het risico te bepalen moet er zowel worden gekeken naar kans (op een ongecontroleerde uitwerking) als het effect. Hiervoor hebben wij de volgende formule opgesteld:

$$p(\text{overlijden (totaal)}) = p(\text{aantreffen OO}) \times p(\text{uitwerking na aantreffen OO}) \times p(\text{overlijden (of letsel) persoon na uitwerking})$$

8.2.1 Risicoanalyse op basis van vooronderzoek en geaccepteerde uitgangspunten

Op basis van twee onderzoeken (eenmaal detectie en eenmaal een vooronderzoek) en het uitgangspunt uit de veldwerkinstructie dat alleen anti-personeelsmijnen tot uitwerking kunnen komen (indien de instructie wordt toegepast) kunnen we het risico afschatten op $3,8 \times 10^{-11}$ per boring. Gemiddeld zet een medewerker 553 boringen, waarvan 20% in verdacht gebied. Het individueel risico volgens deze benadering is $4,2 \times 10^{-9}$ per medewerker.

Het risico is daarmee acceptabel volgens geaccepteerd veiligheidsbeleid waardoor er geen additionele beheersmaatregelen getroffen hoeven te worden.

8.2.2 Risicoanalyse volgens de validatiestudie

Wij hebben de uitkomsten gevalideerd met beschikbare datasets. Met behulp van de beschikbare data kunnen wij 'slechts' met voldoende zekerheid en statistische onderbouwing aantonen dat het risico **kleiner is dan $p(\text{overlijden(totaal)})$** . Het risico zal in de praktijk (veel) kleiner zijn zo laten de kwalitatieve beschouwingen in deze rapportage zien.

Het risico volgens het validatieonderzoek is $< 6,8 \times 10^{-9}$ per boring en het individueel risico per medewerker is daarmee $< 7,6 \times 10^{-7}$. Het risico is daarmee voldoende beheerst door het toepassen van de veldwerkinstructie.

8.2.3 Risicoanalyse zonder veldwerkinstructie

Tot slot hebben wij op eenzelfde manier als de validatiestudie gekeken naar het risico zonder veldwerkinstructie. De kans op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen zonder het toepassen van de veldwerkinstructie is kleiner dan $1,9 * 10^{-7}$ per boring. Het individueel risico op basis van het gemiddeld aantal boringen per persoon is kleiner dan $2,1 * 10^{-5}$.

Daarmee laat de validatiestudie (met dus de daarin gehanteerde conservatieve uitgangspunten) geen veel kleiner risico zien dan wij al op voorhand konden berekenen.

Het risico bij het zetten van handboringen in verdacht gebied zonder OO-begeleiding en instructie bevindt zich daarmee met deze conservatieve uitgangspunten net op de grens van acceptabel zijn.

8.2.4 Conservatieve aannames

In dit onderzoek hebben we een aantal conservatieve uitgangspunten gehanteerd om onderschatting te voorkomen. Deze staan genoteerd in tabel 8.1. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of deze conservatieve aannames terecht zijn. Wij hebben hiervoor enkele suggesties gedaan. Op voorhand merken wij op dat nader onderzoek valt en staat met de beschikbaarheid van data.

Onderwerp	Conservatisme	Suggesties voor nader onderzoek
Kerngegevens - Diepteligging OO	In deze rapportage wordt geen rekening gehouden met de diepteligging van OO tijdens (mogelijke) uitwerking. Het effect zal daarmee naar verwachting kleiner zijn dan nu gepresenteerd.	Om het effect van de diepteligging te bepalen zijn twee onderwerpen van belang: 1) <i>Op welke diepte liggen OO?</i> Wij verwachten dat de EOD hier gegevens over heeft. Anders zal er bij toekomstige opsporingswerkzaamheden een dataset bijgehouden kunnen worden. 2) <i>Wat is het effect van OO onder de grond?</i> In ieder geval voor (kleinere) granaten zal dit getest en/of gesimuleerd kunnen worden. Voor grotere explosieven als vliegtuigbommen lijkt dit weinig zinvol aangezien deze een dusdanige lading hebben dat het effect sowieso tot (kans op) overlijden zal leiden.
Kerngegevens - Oppervlakte handboor en OO	Wij zijn uitgegaan van een conservatieve bovengrens. Hoewel er dus ook grotere handboren zijn en grotere type OO, zal de meerderheid in praktijk kleiner of even groot zijn.	De afmetingen van Edelmanboren en OO zijn bekend. Nader onderzoek zal geen nieuw inzicht opleveren. Wij doen daarom geen suggesties voor aanvullend onderzoek. Enkel voor een plaatsgebonden risicoanalyse zou dit interessant kunnen zijn.

Kerngegevens - Aangetroffen mijnen	Wij hebben ook mijn-ontstekers meegenomen in deze rapportage. In werkelijkheid zullen er dus minder mijnen zijn aangetroffen dan gepresenteerd en/of zal het effect (veel) minder zijn bij de aangetroffen mijnen. Let op: in hoofdstuk 4 kijken we, mede op basis van aangetroffen OO, naar de kans op uitwerking.	Een nadere analyse zal kunnen uitwijzen hoeveel mijnen er daadwerkelijk nog worden aangetroffen en welk deel hiervan nog zal of kan detoneren. Voor de omgang met mijnen tijdens andere grondroerende werkzaamheden (vervolgonderzoek) zal dit behulpzaam kunnen zijn aangezien de verwachting is dat dit type OO in zijn geheel kan worden uitgesloten. De EOD speelt voor het kunnen maken van deze analyse een belangrijke rol aangezien zij verantwoordelijk zijn voor de opruiming van explosieven.
Kerngegevens - Verdachte laag	Bij gebrek aan data zijn we uitgegaan van 83% van de boringen in verdacht gebied in de verdachte laag (o.b.v. data Havenbedrijf). Dit is mogelijk een (te) hoge inschattingen.	Het Havenbedrijf Rotterdam heeft ons voorzien van deze data. Mochten er twijfels over de generaliteit van deze gegevens zijn, dan kunnen ook andere organisaties (denk aan Schiphol, gemeenten) een dergelijke analyse uitvoeren.
Kans op (aan)treffen - generiek	Wij hebben, als altijd conservatief redenerend, ons gebaseerd op de bevindingen uit de vragenlijst ondanks dat daar kanttekeningen bij gemaakt kunnen worden. De kans op basis van casestudies blijkt (veel) lager te zijn.	Om aan te tonen dat de kans op aantreffen zoals wij die in deze analyse hebben gehanteerd te conservatief is, zullen er meer casestudies moeten worden gedaan. In deze studie zijn er twee uitgewerkt, maar dit kunnen er gemakkelijk meer worden. Vooral studies zoals die in De Kop van de Beer zijn behulpzaam om de kans op treffen beter te bepalen.
Kans op detonatie – zachte boring	De veldwerkinstructie van Explodast stelt dat het niet mogelijk is om tijdens handmatige boringen OO (m.u.v. mijnen) te laten detoneren. In de validatieslag hebben wij op basis van de historische data een maximale kans berekend.	De door ons gevonden maximale kans op detonatie vliegtuigbommen en raketten is relatief hoog ondanks dat het niet aannemelijk lijkt dat deze kunnen detoneren bij aanraking. Dit komt doordat deze type OO relatief weinig worden aangetroffen en de af-schatting dus relatief hoog uitvalt. Om de kans op detonatie nauwkeuriger te bepalen zal de dataset moeten worden uitgebreid. Dit kan op twee manieren: 1) door een langere periode te nemen en ook te kijken naar aangetroffen OO voor 2010. 2) een internationale studie uit te voeren naar incidenten en aangetroffen OO. Ter illustratie hebben wij naar Westhoek (België) gekeken.
Kans op detonatie – harde boring	Om de kans op detonatie na een harde boring te bepalen sluiten wij aan bij de aangetroffen OO tijdens werkzaamheden. Dit betreft waarschijnlijk dikwijls	Voor vervolgonderzoek lijkt vooral inzicht in de kans op explosie na een harde boring (of machinale werkzaamheden) noodzakelijk. Op basis van de huidige dataset kan hier

	graafwerkzaamheden die machinaal worden uitgevoerd. De kans op een ongecontroleerde uitwerking zal, zeker voor vliegtuigbommen, bij een <i>handmatige</i> harde boring dus waarschijnlijk lager zijn.	eigenlijk geen valide uitspraak over worden gedaan, waardoor de kans erg conservatief is ingeschat. Ook hiervoor geldt dat de dataset te klein is en dat er mogelijk internationaal gekeken zal moeten worden naar (aan)getroffen OO tijdens handmatige of machinale boringen. Ter illustratie hebben wij naar het zetten van palen/omheiningen gekeken.
Kans op overlijden – vliegtuigbommen	Ondanks dat de data zoals beschreven in paragraaf 5.2 anders laat zien, sluiten wij toch aan bij de assumptie dat detonatie van een vliegtuigbom altijd tot overlijden van een medewerker leidt.	Een nadere analyse van specifieke incidenten met vliegtuigbommen kan leiden tot inzicht in situaties wanneer vliegtuigbommen wel en niet tot overlijdensgevallen zorgen. Vooral voor een risicoanalyse voor andere grondroerende werkzaamheden lijkt dit zinvol.
Maatschappelijke kosten-batenanalyse - DALYs	Wij sluiten aan bij de uitspraak van de RVZ die een bedrag van €80.000 euro noemen voor de waarde van een DALY. Andere instanties noemen een lager bedrag.	Het kiezen voor een bedrag dat uitgegeven mag worden voor het winnen van een DALY is een beleidskeuze. Wij doen hierdoor geen suggesties voor nader onderzoek.

Tabel 8.1: Conservatieve aannames in de rapportage.

8.3 Maatschappelijke kosten-batenanalyse

Om te kijken of de beheersmaatregelen proportioneel zijn, is een maatschappelijke kosten-batenanalyse noodzakelijk. De baten berekenen we door middel van DALYs (Disability-adjusted life year) en we rekenen €80.000,- per DALY. De kosten die gemaakt worden zijn de directe kosten voor OO-begeleiding.

De baten van OO-begeleiding zijn ongeveer €120.000,-. De kosten die gemaakt worden door het toepassen van OO-begeleiding kunnen worden geschat op ongeveer €14.700.000,-. Een grove schatting laat zien dat er sprake is van een negatieve balans van ten minste €-14.580.000,-.

Het toepassen van OO-begeleiding is dus vanuit de maatschappelijke kosten-batenanalyse gezien niet verantwoord.

En met andere woorden: de baten van OO-begeleiding bij het zetten van handboringen zijn beperkt en deze beheersmaatregel is disproportioneel.

Overigens is ook het toepassen van de veldwerkinstructie vanuit kosten-baten perspectief disproportioneel. Ook dan zijn immers de baten beperkter dan in Nederland gebruikelijk is om redelijk te achten. Een grove schatting laat zien dat er sprake is van een negatieve balans van ongeveer €-1.900.000,-.

8.4 Conclusie

Op basis van deze studie kan worden gesteld dat het risico op overlijden door een ongecontroleerde uitwerking van OO tijdens het zetten van handboringen door het toepassen van de veldwerkinstructie van Expload voldoende wordt beheerst. Het individueel risico is volgens zowel de risicoanalyse op basis van de veldwerkinstructie als risicoanalyse op basis van de validatiestudie onder de 10^{-5} -norm en hiermee acceptabel volgens geaccepteerde en gangbare maatstaven. Extra maatregelen (naast het toepassen van de veldwerkinstructie) om het risico verder te beheersen zijn hierdoor dus niet noodzakelijk.

Daarnaast kunnen we met behulp van de huidige dataset vooralsnog niet concluderen dat het risico op overlijden door OO tijdens het zetten van handboringen als acceptabel kan worden beschouwd wanneer de veldwerkinstructie niet wordt toegepast. Wij zijn hier echter uitgegaan van conservatieve uitgangspunten (zie tabel 8.1). Vanuit kosten-batenperspectief zal ook deze 'beheersmaatregel' disproportioneel zijn. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of deze conservatieve aannames terecht zijn en of het werkelijk noodzakelijk is om deze werkinstructie toe te passen.

Bijlage 1. Uitkomsten vragenlijsten

In deze bijlage geven we uitkomsten van de vragenlijsten.

B1.1 Vragenlijst onder medewerkers

Respondent	Lichte boringen in verdacht gebied per jaar	Harde boringen in verdacht gebied per jaar	Lichte boringen totaal per jaar	Harde boringen totaal per jaar	Aantal jaar werkzaam	Voorbeelden van aangetroffen OO	Hoeveel voorbeelden van aangetroffen OO	Voorbeelden van aangetroffen OO tijdens handboringen	Aanvullende informatie?	Voorbeelden van ongecontroleerde uitwerkingen	Geleid tot slachtoffers
1	Honderden ⁷⁵	0	Duizenden	Honderden	21	Ja	10	0	-	0	-
2	0	0	250	10	25	Nee	-	-	-	0	-
3	200	5	600 a 1000 ⁷⁶	15	25	Ja	10	0	-	0	-
4	25	0	500	50	3	Nee	-	-	-	0	-
5	20	0	50	0	20	Ja	10	0	-	0	-
6	20	0	200	20	25	Ja	3	0	Ockenburgh (1993 - 1997) o.a. 1 of (meerdere) granaten (10 cm o.i.d.) en aanzienlijke hoeveelheden klein kaliber munitie, tot 2 m onder maaiveld. In het gebied zijn enkele honderden boringen gezet; Westduinpark (2011) twee vlammenwerpers, vondst locatie niet goed bekend. Voorafgaand aan het grondwerk 20 boringen uitgevoerd. Wijndaelerplantsoen (2016 - 2018). O.a. Nederlandse helm uit 1940, munitie onbekend, diepteligging onbekend; 25 boringen.	0	-
7	10	10	100	100	8	Nee	-	-	-	0	-
8	0	0	120	0	0	Ja	2	0	Nieuwbouwwijk Rimpeler Puttem (nabij station). Hier een aantal bomkraters. Harderwijk binnenstad ligt binnen verdachte zone ivm beschieten haven in de oorlog	0	-
9	100	0	200	0	25	Ja	10	0	-	0	-
10	40	20	80	20	20	Ja	10	0	-	0	-

⁷⁵ Dit hebben wij geïnterpreteerd als respectievelijk 100 en 1000.

⁷⁶ Dit hebben wij geïnterpreteerd als 800.

11	300	10	1000	50	8	Nee	-	-	-	0	-
					wij voeren al 25 jaar bodemonderzoek uit. Beginperiode weinig bekend. Laatste 10 jaar meest bekend en ook derhalve in verdacht gebied.						
12	100	50	5000	2500	7	Ja	5	2	-	0	-
13	100	15	6500	650	7	Ja	5	0	-	0	-
14	100	50	2000	300	28	Nee	-	-	-	0	-
15	200	0	500	0	4	Ja	10	0	-	0	-
16	Onbekend	0	2000	0	10	Ja	10	0, dit kan eigenlijk ook niet. Een Edelmanboor heeft een diameter van 7 cm. Alleen de aller kleinste munitieartikelen kunnen in de boor terecht komen. Dit is KKM of 20 mm granaten. Een 20 mm granaat zal niet snel als munitieartikel herkend worden. Alle overige munitieartikelen kunnen niet met een Edelmanboor omhoog gehaald worden.	-	1, Detonatie nadat de bom door een graafmachine geraakt was	Ja, letsel
17	5000	300	3000	800	15	Ja	1	1	-	0	-
18	10 tot 50 ⁷⁷	5 tot 20	500	50 tot 100	18	Ja	2	1, tijdens archeologisch onderzoek van en collega	-	0	-

⁷⁷ Dit hebben wij geïnterpreteerd als respectievelijk 30, 15 en 75.

19	20 tot 40 ⁷⁸	0	1000	50	30	Nee	-	-	-	0	-
20	veel	0	Onbekend	Onbekend	80	Ja	5	0	-	0	-
21	6000	1000	20000	3000	25	Ja	1	0	De locatie van aantreffen van OO betrof een voormalige defensie-locatie (Hembrugterrein, Zaandam) waar munitie werd geproduceerd. Op de locatie werd, in verband met voorgenomen herinrichting, bodemsanering uitgevoerd. Onderdeel van de bodemsanering was het verwijderen van OO, die was achtergebleven als restant van de productie, maar ook als restant van gebruik van de locatie in WOII	0	-
22	200	Onbekend	20000	Onbekend	30	Nee	-	-	-	0	-
23/000-deskundige	50	-	-	-	8	Ja	8	onbekend, want boring gestaakt bij aantreffen metaal	-	0	-

B1.2 Vragenlijst onder bedrijven

- Hoeveel handboringen voeren jullie (als organisatie) gemiddeld uit per jaar?
 - Antwoorden: 1.500 + 15.000 + 30.000 + 6.000
- Hoeveel medewerkers zijn er binnen uw organisatie die (deze) handboringen uitvoeren?
 - Antwoorden: onbekend + 35 + 30 + 8
- Hoeveel van deze handboringen vonden in OO verdachte bodem plaats?
 - Antwoorden: onbekend + Voorgekomen bij minder dan 100 projecten (circa 300 boringen). Mogelijk veel meer, vooronderzoek is echter niet altijd uitgevoerd. + met regelmaat + Enkelen
- Hoelang duurt het uitvoeren van één handboring in verdacht gebied (inclusief voorgraven)?
 - Antwoorden: 30 minuten + onbekend + 1 uur + onbekend
- Heeft u of kent u voorbeelden van situaties waarbij tijdens bodemonderzoekswerkzaamheden (of later tijdens saneringen/graaferwerkzaamheden) OO zijn aangetroffen op plaatsen waar bodemonderzoek is uitgevoerd /specifiek handboringen zijn geplaatst. Zo ja, om welke aantallen en soorten OO ging het en was die locatie vooraf verdacht op de aangetroffen OO?
 - Antwoorden: < 5 + onbekend + 0 + 0

⁷⁸ Dit hebben wij geïnterpreteerd als 30.

- Hoe vaak zijn handboringen gestaakt vanwege een mogelijk OO verdacht object?
 - Antwoorden: 50% + 10-25 keer per jaar + onbekend + 0%
- Heeft u of kent u voorbeelden van incidenten (bij uw eigen bedrijf of elders) waarbij een OO ongecontroleerd tot uitwerking is gekomen?
 - Antwoorden : 0 + 0 + 0 + 0

Bijlage 2. Risiconormen in historisch perspectief

In deze bijlage geven we de risiconormen in historisch perspectief. De tekst in deze bijlage komt grotendeels uit 'Kader van normen en de risico-gebaseerde benadering van brandveiligheid in de Oostlijn' dat eerder door Crisislab is opgesteld.

Voor een goed begrip van het veiligheidsconcept dat wordt voorgesteld in deze notitie is het van belang om enkele aspecten van (de ontwikkeling van) het algemene veiligheidsbeleid in binnen- en buitenland te schetsen.

Historie van de risicobenadering in beleid en wetgeving in Nederland

Vanuit de wetenschapsfilosofie ten aanzien van veiligheid en beleid wordt regelmatig ter discussie gesteld wat de zin van risicobeleid is: in welke mate is de 'maatschappelijke norm' te sturen, of is deze eigenlijk altijd afhankelijk van de actualiteit en het sentiment daaromheen. Dit raakt aan de voorspelbaarheid van het maatschappelijke sentiment, en de discussie in welke mate te voeren beleid daarvoor gevoelig moet zijn.

Feit is dat tot halverwege jaren '80 er van overheidswege geen uitgangspunten waren vastgelegd hoe er met risico's omgegaan zou moeten worden. Diverse grote ongevallen in de jaren '70 vormden voor de regering reden om hier toch het een en ander over op papier te zetten, hetgeen uitmondde in het Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990. Het Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990 is het eerste beleidsdocument waar de term 'risicobenadering' wordt gehanteerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen 'ontoelaatbare risico's', 'risico reductie wenselijk' en 'verwaarloosbare risico's'. Het uitgangspunt was dat 'ten aanzien van de verschillende soorten milieurisico's een zoveel mogelijk gelijke benadering zal worden gehanteerd'.⁷⁹

Het Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990 leidde tot het Nationaal Milieubeleidsplan "Omgaan met risico's" uit 1989. Dit vormde een meer concreet beleidskader. In dit beleidskader werd voor het eerst gerept over de termen 'individueel risico' en 'groepsrisico'. Hierin wordt het begrip 'risico' gedefinieerd als 'ongewenste gevolgen van een bepaalde activiteit verbonden met de kans dat deze zich zullen voordoen'. Het onderscheid tussen de begrippen 'individueel risico' en 'groepsrisico' is dan dat het voor het individueel risico alleen gaat om de kans op voordoen van ongewenste effecten voor één persoon bij blootstelling aan een bepaalde 'agens', uitgedrukt in een kans op overlijden per jaar terwijl het groepsrisico gaat over de kans per jaar dat in één keer een groep van ten minste een bepaalde grootte het slachtoffer is van een ongeval.

⁷⁹ Kst. 19 204, nrs. 1-2 Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990, p.17.

In het beleidsplan worden dan voor beide ‘grenswaarden’ aangegeven. Voor het individueel risico wordt aangegeven dat het maximaal toelaatbaar niveau 10^{-6} /jaar is (de kans op overlijden in een jaar is 1 op de miljoen) en het verwaarloosbaar risiconiveau 10^{-8} /jaar is (de kans per jaar om te overlijden is aan 1 op de 100 miljoen). Het groepsrisico wordt in het beleidsplan uitgedrukt als “het maximaal toelaatbaar niveau bij calamiteiten van 10^{-5} /jaar bij $n=10$ of meer doden en 10^{-7} /jaar bij $n=100$ of meer doden, enzovoort. Ook hierbij geldt een factor 100 lager risico als een verwaarloosbaar risiconiveau.

De beleidsuitgangspunten die in “Omgaan met Risico’s” waren vastgelegd, waren niet juridisch verankerd hoewel via jurisprudentie van de Raad van State het beleid wel status kreeg. De vuurwerkramp in Enschede in 2000 vormde een belangrijke aanleiding om de normering voor externe veiligheid vast te leggen in de wet- en regelgeving. De 10^{-8} -norm is daar niet in teruggekomen, maar de 10^{-6} wel, als grenswaarde voor het ‘plaatsgebonden risico’ zoals het individueel risico dan genoemd wordt. Ook de omgang met het groepsrisico werd nu vastgelegd. Het groepsrisico is geen harde norm geworden maar is de opdracht aan het bevoegd gezag om bij vergunningverlening het groepsrisico uit te rekenen en te ‘verantwoorden’ d.w.z. uit te leggen waarom eventueel een referentiewaarde wordt overschreden. Dit gebeurt door het te vermelden in de motivering van een besluit omtrent een aanvraag voor een omgevingsvergunning.

Het individueel risico is sindsdien een centrale maat in het Nederlandse risicobeleid geworden. Zo is het bijvoorbeeld in het Delta-besluit vastgelegd als maat voor overstromingsveiligheid waarin in 2050 (!) voor heel Nederland moet worden voldaan.

Het groepsrisico stond feitelijk meteen ter discussie. Principieel is het merkwaardig dat om ‘maatschappelijke onrust te voorkomen’ de ongevalskans met een factor 100 af moet nemen, wanneer het aantal slachtoffers met een factor 10 toeneemt. Dat wil impliciet zeggen dat bijvoorbeeld een voor een groepsgrootte van 100 personen we 100 maal meer *per persoon* willen investeren om een ongeval te voorkomen: in een groep ben je beter beschermd dan alleen. Een tweede punt van ogenblikkelijke twijfel was dat voor dergelijke heel kleine kansen (waar dus een grote mate van onzekerheid over bestaat, vanwege het ontbreken van historische data) de berekeningen niet meer evidence-based kunnen zijn). Heel concreet: een ongeval met 1000 doden heeft zich in de Westerse wereld nog nooit voorgedaan zodat de berekening ervan erg veel aannames kent.

Opvallend was daarom dat de groepsrisiconorm gaandeweg wel in het andere beleids-terreinen als norm werd geïntroduceerd. Uit het oog werd daarbij verloren dat het oorspronkelijk als een oriënterende waarde bedoeld was, waarbij het bevoegd gezag alle beleidsruimte heeft om dit niet bepalend te laten zijn in de besluitvorming. Zo is de groepsrisiconorm is opgenomen voor *nieuwe tunnels* in de Warvw en WLS.

De genoemde problemen met de berekening van het groepsrisico en de onderkenning dat het bevoegd gezag geen ruimte meer voelt om een redelijke afweging te maken, hebben ertoe geleid dat het groepsrisico niet meer terugkomt in de nieuwe Omgevingswet voor omgevingsrisico's (dus het domein waar het ontstaan is) en bijvoorbeeld ook niet in nieuw risicobeleid zoals dat voor geïnduceerde aardbevingen in Groningen⁸⁰ of vanwege geothermie.

Een korte blik op de risicobenadering in onze buurlanden

Het is goed te beseffen dat de 'Nederlandse' benadering van risico's door normering op basis berekening van een combinatie van kans maal effect uniek is in de wereld.

Internationaal, bijvoorbeeld in het Verenigd Koninkrijk wordt veel gewerkt met het 'ALARP'-principe: As Low As Reasonably Practicable (of ALARA: as low as reasonably achievable). In deze terminologie ligt besloten dat er op een 'redelijke' manier wordt gekeken naar de afweging tussen kosten en opbrengst qua veiligheid. In deze afweging heeft het bevoegd gezag het eindoordeel over wat redelijk is.

Een manier die internationaal vaak gebruikt wordt bij de afweging van wat een redelijk restrisico is, is een 'risk-matrix'. Deze methode kent echter dezelfde tekortkoming, namelijk dat voor veel 'kleine kans – groot effect' risico's betrouwbare data ontbreekt. Om dit probleem te omzeilen, wordt enerzijds vaak voor kwalitatieve beschrijvingen gekozen. Deze aanpak lost echter het gebrek aan onderliggend concretiserend bewijs of duiding niet op. Anderzijds, wordt soms wordt een groep experts gevraagd om een inschatting te maken. Ook nu geldt dat als deze expert-inschattingen in risicobeleid worden opgenomen het gevaar bestaat dat deze inschattingen op een gegeven moment 'de waarheid' worden. Dit kan ook nu weer tot een schijn-nauwkeurigheid leiden.

Een weer andere risicofilosofie is de Duitse waar vergunningaanvragers moeten aantonen dat ze de best available technology gebruiken.

Ter illustratie risiconorm in praktijk⁸¹

Veel 'buiten-werk' blijkt in de praktijk niet aan de 10^{-5} norm te voldoen. Het individueel (arbo)risico in de bouwnijverheid is bijvoorbeeld $4,8 * 10^{-5}$.

⁸⁰ Ontwerp-instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018-2019, 21-8-2018, p.7-8

⁸¹ Uit de monitor arbeidsongevallen 2020 van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (p. 31-33).

Branche	Aantal dodelijke slachtoffers (gemiddeld per jaar, 2016-20)	Aantal banen/arbeidsvolume	Individueel risico
A. Landbouw, bosbouw en visserij	5	103.100	$4,8 * 10^{-5}$
B. Delfstoffenwinning	0,2	8.400	$2,4 * 10^{-5}$
C. Industrie	9,2	775.000	$1,2 * 10^{-5}$
D. Energievoorziening	0,4	28.000	$1,4 * 10^{-5}$
E. Waterleidingbedrijven en afvalbeheer	1,8	35.600	$5,1 * 10^{-5}$
F. Bouwnijverheid	16	332.800	$4,8 * 10^{-5}$
Totaal	62	8.126.900	$7,6 * 10^{-6}$

Tabel B2.1: Aantal dodelijke slachtoffers en banen volgens monitor arbeidsongevallen 2020 van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

Bijlage 3. Bekende incidenten tot 2015

In deze bijlage geven we de bekende incidenten tot en met 2015.

B3.1 Overzicht geregistreerde ongelukken met munitie⁸²

Bijlage 7: Overzicht geregistreerde ongelukken met munitie 1945 tot 2015

Onderstaand overzicht is opgenomen om aan te geven dat er, door de jaren heen, verschillende ongelukken met munitie, conventionele explosieven en overige explosieven hebben plaatsgevonden. Het doel hiervan is om aan te geven dat het een veiligheidsonderwerp is welke aandacht behoeft en waarvoor maatregelen nodig zijn om de risico's en effecten te voorkomen danwel te beperken. Het overzicht is slechts een indicatie van de vele ongelukken en is derhalve niet volledig.

Jaar	Plaats	Omschrijving	Doden	Gewonden
2015	Uffelte	Detonatie van onbekend explosief bij maaiwerkzaamheden op 10 september 2015	0	1
2011	Hedel	Detonatie van een handgranaat bij onschadelijk maken (particulier) op 28 januari 2011	1	0
2009	Ijmuiden	Op 15.12 is aan de Kotterkade een zwaar explosief tot ontploffing gekomen met een zandzuil van ca. 8 meter. Op basis van historisch onderzoek mogelijk torpedo of 500/1000 lbs. vliegtuigbommen. Geen letsel.	0	0
2006	Rijsbergen	De ontploffing maandagmiddag 23 januari in de houtkachel van Rijsbergenaar Piet van Dongen is veroorzaakt door een 20 millimeter granaat uit het boordkanon van een vliegtuig uit de Tweede Wereldoorlog. Geen gewonden	0	0
2006	Zwolle	Een man uit Zwolle is zaterdag 10 februari gewond geraakt bij de explosie van een stuk munitie uit de Tweede Wereldoorlog. Volgens de politie probeerde de 40-jarige man de munitie te doorboren. Hij raakte door rondvliegende scherven gewond aan zijn hoofd en lichaam. De man is aan zijn verwondingen geopereerd en verkeert niet in levensgevaar.	0	1
2005	Noordzee	Drie doden t.g.v. detonatie van een opgeviste bom aan boord van viskotter Ouddorp 1 begin april.	3	0
2005	Leuth	Een drempelemijn detoneert na activatie door de schep van een graafmachine, geen letsel.	0	0
2004	Bakel	Een militair deponeerde drie 20mm-granaten in zijn prullenbak. De vuilnismannen ontdekten het explosieve afval op tijd en schakelden de politie in.	0	0
2003	Vianen	Een 43-jarige inwoner van Vianen is dinsdag in zijn woonplaats gewond geraakt aan zijn borst en vingers toen een explosief in zijn hand ontplofte. Hij zag het projectiel liggen tijdens een wandeling langs de Lek. De man bekeek het ding, pakte het op en wilde het in de rivier gooien. Daarop volgde een explosie. Hij zou er niet ernstig aan toe zijn.	0	1
2002	Emmen	In de wijk Rietlanden hebben de bewoners van 27 huizen de nacht elders doorgebracht na een explosie waarbij één bewoner zwaargewond raakte. De man trachtte vuurwerk te maken. De buurt is ontruimd zodat de vele overgebleven explosieven in zijn schuur konden worden geruimd.	0	1

⁸² Gevonden via Gemeente Haarlemmermeer (2018). Beleidsplan Conventionele Explosieven (CE). Wij hebben het weergegeven tot 1970.

2001	Rotterdam	Een lid van de Explosieven Opruimingsdienst (EODD) uit Culemborg raakt bij politiebureau 'Boezembocht' tijdens de demontage van een geïmproviseerd explosief zijn hand kwijt.	0	1
2001	Nijmegen	Een kraan van 42 ton stuit tijdens graafwerkzaamheden op een antitankmijn, die daardoor ontploft. Er vielen geen gewonden, alleen de kraan raakte beschadigd.	0	0
2001	Culemborg	Een medewerker van de EODD raakt lichtgewond bij het uitboren van een onschadelijk geachte ontsteker van een vliegtuigbom.	0	1
2001	Moerdijk	Op een bouwplaats aan de Moerdijk stuit men met een heistelling op een conventioneel explosief. Het explosief ontploft en richt aan de heistelling veel materiele schade aan. Er was geen sprake van persoonlijk letsel.	0	0
2001	Rotterdam	Een 38-jarige man raakt ernstig gewond toen hij een kist met munitie probeerde te openen met een slijptol. Het slot van de munitiekist was defect geraakt. Omwonenden werden opgeschrikt door de enorme knal die de explosie veroorzaakte.	0	1
2000	Enschede	De vuurwerkfabriek van SE-Fireworks lag in de bebouwde kom van Enschede. Na een brand en enkele heftige explosies volgt na ruim een uur de eerste explosie van opslagbunkers. Een minuut daarna volgt de tweede explosie waardoor de gehele woonwijk werd weggevaagd. De oorzaak van de enorme explosies was vermoedelijk de opslag van grote hoeveelheden rookzwak buskruit in combinatie met schietkatoen uit zogenaamde titaniumbommen. 23 doden, 950 mensen gewond	23	950
2000	Groesbeek	Een 63-jarige verzamelaar probeert voor zijn munitieverzameling een 2cm-granaat uit te branden en overlijdt na explosie van het artikel.	1	0
2000	Veere	Nabij Veere ontploft spontaan een zeemijn.	0	0
2000	Groesbeek	Een anti-personeelsmijn ontploft tijdens het uitgraven van een sloot aan de Nieuwedruiseweg. Niemand raakte gewond.	0	0
1999	Gennep	Buurtbewoners in Gennep hebben kinderen dagenlang ongehinderd met een levensgevaarlijke granaat laten spelen. Het explosief was bij graafwerkzaamheden naar boven gekomen, waarna de kinderen het als speelgoed adopteerden.	0	0
1999	Scherpenzeel	Tijdens een onderzoek met een munitiescheidingsinstallatie, springt een beugel van een Engelse 'mills 36' voor het gezicht van een medewerker eraf. De handgranaat gaat gelukkig niet af.	0	0
1999	Heerlen	Twee dagen voor kerstmis ontploft er een explosief in een schuur in de wijk Heerlerbaan. Een 30-jarige klusjesman uit Landgraaf, die bij de bewoners op bezoek was, verliest het leven, de schuur werd vernield en 10 woningen in de omgeving raakten beschadigd door brokstukken.	1	0
1999	Werkendam	Bij graafwerkzaamheden aan een dijkproject ontploft spontaan een explosief. Een (onbemande) graafmachine en een boerderij raken ernstig beschadigd door rondvliegende scherven, brokstukken, zand en klei. Niemand raakte gewond.	0	0
1998	Zaandam	Tijdens periodiek onderzoek aan een Amerikaanse mechanische schokbuis type M577, ging één van de slaghoedjes per ongeluk af. De munitietechnicus raakte gewond in zijn gezicht.	0	1
1998	Hengelo	Een verzamelaar poetst een 'metalen blikje' op met een slijptol en loopt door de explosie zware verwondingen op.	0	1
1998	Woensdrecht	Bij de munitiefabriek Franerex doet zich een explosie voor tijdens het persen van lichtas-pallets, die waren bestemd voor oefenbrisantgranaten. Er viel slechts één lichtgewonde, omdat de constructie van het totaal vernielde bouwwerk hem heeft	0	1

		beschermd.		
1998	't Harde	Bij een munitieproef met 81mm en 120mm mortiergranaten raakt een burgerfunctionaris van de marine zijn hand en een deel van zijn arm kwijt.	0	1
1997	Ruurlo	Een leek probeert een granaat te demonteren. De granaat ontploft en de man verwond zichzelf.	0	1
1996	Biesbosch	In de Biesbosch onder Werkendam is maandagmorgen 15 juli een bom ontploft tijdens graafwerkzaamheden voor de aanleg van een dijk. Daarbij hebben zich geen persoonlijke ongelukken voorgedaan	0	0
1996	Arnhem	Twee werklieden stuiten bij graafwerkzaamheden op een fosforgranaat en lopen lichte vergiftigingsverschijnselen op.	0	1
1996	Zeeland	In een opslagbunker van de EODD in de provincie Zeeland valt een Duitse 5cm mortier en explodeert.	0	0
1995	Boekel	Een vader maakt samen met een 18-jarige vriend van zijn zoon een 3,7cm granaat schoon in een schuur. Hiertoe is de granaat vastgezet in de bankschroef en wordt met een schroevendraaier het vuil van de granaat afgekrabbd. Een detonatie volgt. Beide mannen zijn op slag dood.	2	0
1995	Deventer	Bij werkzaamheden langs het spoor raakt een Duitse 10,5cm brisantgranaat verstrikt in een kettinghor. Niet wetende dat het hier een explosief betreft, wordt deze met een snijbrander losgesneden, waardoor de springstof plots begint te branden.	0	0
1992	Bergen op Zoom	Een zesjarig kind vindt een granaat, speelt ermee en loopt zware verwondingen op.	0	1
1992	Venray	Twee bouwvakkers proberen met een granaat golfplaten op een dak vast te slaan en raken door de explosie zwaargewond.	0	2
1992	Vlieland	Tijdens militaire oefeningen boven Vlieland, vuurt een Noors gevechtsvliegtuig per ongeluk enkele raketten af op een observatietoren. Omdat het hier geen gevechtsraketten betroffen, vielen er 'slechts' lichtgewonden.(2?)	0	2
1991	Culemborg	In de vuurwerkfabriek van MS Vuurwerk BV volgen enkele explosies elkaar op, gevolgd door de verwoesting van de fabriek in één klap. Een tweede explosie, van een opslagbunker gevuld met rookzwak buskruit, bleef gelukkig uit. Als gevolg van de eerste explosie verloren twee mensen het leven.	2	0
1991	Venray	Een verzamelaar bewaart zijn 'expositie' in zijn schuur. Een 2cm granaat wordt door anderen als een drevell aangezien en wordt met een slijptol aangescherpt. Toen de ontstekers met de slijptol werd aangeraakt, bleef de explosie van de granaat niet uit. Er vielen twee zwaargewonden.	0	2
1990	Diepenheim	Een verzamelaar wordt gedood toen hij een explosief probeerde te ontmantelen.	1	0
1990	Ermelo	Bij een militaire oefening in de heide bij Ermelo wordt een mitrailleurvuur nagebootst met een zogenaamde 'nabootser' die verbonden was aan een stuk prikkeldraad. Een toevallige passant struikelt over de draad en raakt gewond door de opspringende scherven van de nabootser.	0	1
1989	onbekend	Een verzamelaar activeert een ontstekingsmechanisme van een granaat en overlijdt aan zijn verwondingen.	1	0
1989	Beegden	Een verzamelaar activeert het ontstekingsmechanisme van een granaat en overlijdt ter plaatse. Door de detonatie brandt de schuur volledig af.	1	0
1989	Horn	In Limburg heeft een lid van een schietvereniging een grote	1	0

		munitieverzameling in de kelder van een naast de woning gelegen schuur. Er breekt een felle brand uit, waarbij de man verongelukt. De oorzaak is vermoedelijk het demonteren van een fosformortiergranaat, waarbij de fosfor in contact met zuurstof uit de buitenlucht, spontaan is gaan branden.		
1988	Goor	Een jonge man verliest het leven wanneer in de garage naast de woning waar hij verbleef een brisantgranaat van 122mm explodeert. De hele woning en garage werden vernield.	1	0
1984	't Harde	Tijdens een militaire proef met een anti-personeelsmijn (type AP23), weigerde één mijn te functioneren. Toen een medewerker per plaatse ging kijken explodeerde de mijn alsnog. De medewerker overleefde het ongeluk niet.	1	0
1983	Muiden	Bij de kruifabriek 'Muiden Chemie' vindt een grote explosie plaats. De reden is nooit achterhaald.	1	2
1983	Muiden	Bij de kruifabriek 'Muiden Chemie' vindt in mei een grote explosie plaats	3	0
1983	Griendtsveen	Spontane explosie van een Richelmijn op de walkant van de Griendtsveense Vaart. Geen gewonden	0	0
1983	't Harde / Oldebroek	In een leslokaal ontploft op 18.7.1983 een anti-personeelsmijn in de handen van de docent. Er vielen 7 doden en vele gewonden(15). Reden van het ongeluk is onwetendheid over munitieartikelen, waardoor een echte mijn tussen het lesmateriaal terecht kon komen.	7	15
1982	't Harde	Tijdens een oefening met 81mm mortieren ontbranden door een ongeluk de aanvuurladingen.	0	0
1982	't Harde	Bij een presentatiedag van een veldartillerie, werd voor de simulering van brand gebruik gemaakt van verschillende rookpotten. Tijdens de demonstratie raakten een sergeant en drie soldaten onwel door het inademen van de giftige rook. De sergeant overleed na anderhalve week aan de vergiftiging.	1	3
1980	Harskamp	Op een schietkamp van de infanterie werd met raketten van het type 66mm LAW geschoten. Toen er sprake was van een blindganger, ging een sergeant-majoor kijken. Doordat de raket alsnog ontplofte, raakte hij zwaargewond. Reden voor het ongeluk is nooit gevonden.	0	1
1975	Harderwijk	Bij een presentatiedag bij een opleidingsdag van de Landmacht was een demonstratie van munitie gepland. Tegen de voorschriften in werden de explosieven met extra kneedspringstof ontstoken. De vaandrig die als schutter fungeerde, raakte dodelijk gewond.	1	0
1974	Twente	Tijdens de bouw van een betonnen vliegtuigshelter op de basis Twente ontploft een blindganger Het massieve fundament komt hierdoor anderhalve meter omhoog kwam. Het gebeurde 's nachts, daardoor vielen er geen slachtoffers.	0	0
1973	Vlieland	Twee leden van een Landmacht Cavalerie eskadron raakten gewond toen hun tank waarmee zij oefenden weigerden en het explosief vast bleef zitten.	0	2
1973	Amsterdam	Tijdens het testen van anti-personeelsmijnen ontplofte de drukontsteker van een mijn en verwonde een militair.	0	1
1972	Muiden	In de kruifabriek 'Muiden Chemie' was een fabriek waar schietkatoen werd bereid. Tijdens het vervaardigen van verschillende vaten deed zich op 8 december een explosie voor, waarvan de oorzaak nooit is vastgesteld. Door de kracht van de	2	18

		explosie werden twee werknemers gedood en een derde ernstig gewond. In totaal werden 18 mensen gewond		
1967	Utrecht	In de kernhaven van Utrecht lag een binnenvaartuig dat werd beladen met dumpklaargemaakte munitie. Na een plotselinge brand uit de munitiekisten, ontplofte na circa 1 minuut het hele schip. Twee personen werden hierbij gedood en een schade van circa 5 miljoen euro was ontstaan. De precieze reden voor het ongeval is nooit achterhaald.	2	0
1967	Zaandam	Tijdens het persen van munitieartikelen vond een explosie plaats. Door de beheersmaatregelen raakte niemand gewond.	0	0
1966	Oirschot	Bij een oefening van de Landmacht werd oefenmunitie met scherpe munitie verwisseld, waardoor het kon gebeuren dat iemand op een anti-personeelsmijn trapte en zijn rechtvoet verloor: door onwetendheid had men de coderingen door elkaar gebruikt.	0	1
1966	Muiden	In de munitiefabriek 'KNSF De Krijgsman' ontploften 6 ton rookzwak buskruit en 2000 kilogram trotyl. Tot op twee kilometer afstand werd schade aangericht aan gebouwen. Meerdere lichtgewonden (5)	0	5
1963	Muiden	In de munitiefabriek 'KNSF De Krijgsman' ontploften 25 ton zwart buskruit en trotyl. Een krater met een diameter van circa 25 meter ontstond. Tot in de wijde omtrek was veel schade.	0	0
1960	Culemborg	Bij de EODD was men in een bunker klein-kaliber-munitie door middel van verbranding aan het vernietigen. Gedurende twaalf minuten vond een regelmatige explosieve verbranding plaats, waarna plotseling een onverwachte en onregelmatige volgde. De oorzaak was vermoedelijk het in klein-kaliber munitie opgesloten nitroglycerinekruit dat kan detoneren.	0	0
1959	Kornwerderzand	Bij het beproeven van een Brits 17-ponder geschut langs de afsluitdijk, komt bij het afgaan van het schot in de directe omgeving een enorme gasdruk vrij. Twee landmachtmilitairen komen om.	2	0
1948	Schaarsbergen	De verwijdering van een luchtmijn /1500 kg/ 500-ponder op 8 juni uit een opslagbunker resulteert in vijf doden en grote materiële schade.	5	0
1947	Muiden	Bij de N.V Nederlandse Springstoffenfabrieken te Muiden vond een militair munitietransport plaats door het onverwacht exploderen van een granaat. Een grote hoeveelheid granaten en een nabijgelegen magazijn kwamen als gevolg daarvan ook tot ontploffing. 17 mensen vonden de dood en 4 mensen raakten zwaargewond.	17	4
1947	Maarn	Een aangetroffen Duitse vliegtuigbom van 1000kg wordt door burgers achter de auto gebonden om naar de hei te slepen. OP de provinciale weg tussen Maarn en Amersfoort ontploft de bom.	0	0
1947	De Peel	Een aantal kinderen lichten een aangetroffen antitankmijn uit zijn ligplaats en slepen deze naar de weg. Bij het uit elkaar halen van de mijn ontploft deze. Drie kinderen vonden de dood.	3	0
1947	Hoek van Holland	Werklieden waren bezig met het opruimen van palen van een Duitse verdedigingslinie. Plots deed zich een explosie voor waarbij beide mannen om het leven kwamen.	2	0
1947	Kennemerland	Tijdens het ploegen is een boer uit Beverwijk op een antitankmijn gereden. Hij heeft het met de dood moeten bekopen.	1	0

B3.2 Overzicht gevonden ongecontroleerde uitwerkingen in Nederland, Duitsland en België door Expload en Crisislab tot 2016⁸³

EXPLOAD

 risislab

B3.2 Gedetailleerde tabellen incidenten NL, BE & DUI

Jaar	Plaats	Benaming CE	Invloedsfactor	Doden	Gewonden
1983	Griendtsveen	Riegelmine 43	Veroudering	0	0
1996	Werkendam / Biesbosch	Onbekend	Slag / stoot	0	0
1999	IJmuiden	Vliegtuigbom	Trillingen	0	0
2001	Termuntenzijl	Onbekend	Slag / stoot / druk / deformeren	0	0
2002	Enschede	Riegelmine 43	Veroudering	0	0
2005	IJmuiden, Noordzee	Bom 250 lb (US)	Slag / stoot	3	0
2011	Hedel	Onbekend	Slag / stoot	1	0
2015	Uffelte	Onbekend	Slag / stoot	0	1
Totaal				4	1

Tabel 18: 'De bij Expload bekende ongecontroleerde uitwerkingen in Nederland. Spontane uitwerkingen zijn groen gekleurd'

Jaar	Plaats	Benaming CE	Invloedsfactor	Doden	Gewonden
1945	Ieper	Onbekend	Onbekend	1	0
1945	Vlamertinge	Onbekend	Onbekend	0	1
1947	St. Juliaan - Langemark	Dynamiet	Deformeren / hitte	1	0
1947	St. Juliaan - Langemark	Granaat / Obus	Slag / Stoot / Deformeren	1	0
1948	Ploegsteert	Ontsteker	Beweging	0	1
1948	Reningelst	Onbekend	Slag / stoot / deformeren / Trillingen	0	1
1948	Ieper	Onbekend	Slag / stoot / deformeren / Trillingen	4	0
1949	Voormezele	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren / Trillingen	1	0
1951	Poperinge	Landmijn	Slag / stoot / deformeren	1	2
1951	Zonnebeke	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	1
1951	Beselare	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1951	Houthem	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	2	0
1952	Wijtschate	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1952	Langemark	Granaat / Obus	Hitte	0	5
1952	Westrozenbeke	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	2	0
1953	Langemark	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1953	Voormezele	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	2	0

December 2016

109

⁸³ Ook bij (Explosive Clearance Group) ECG zijn geen andere incidenten bekend dan de incidenten die in deze lijst staan, zie ECG (2020). Risicoanalyse Conventionele Explosieven (Ontploffbare Oorlogsresten) Ho-
levoetplein 282 te Scherpenzeel. Pagina 28-30.

EXPLOAD



Jaar	Plaats	Benaming CE	Invloedsfactor	Doden	Gewonden
1954	Ieper	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1955	Passendale	Onbekend	Slag / stoot / deformeren / Trillingen	0	1
1955	Poelkapelle	Onbekend	Slag / stoot / deformeren / Trillingen	1	2
1956	Langemark	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1956	Zonnebeke	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1957	Gits	Onbekend	Slag / stoot / deformeren	1	1
1968	Waasten	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	1
1970	Westrozenbeke	Fosformunitie	Slag / stoot	1	6
1972	Kemmel	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	2
1972	Waasten	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1973	Boezinge	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	5
1974	Moorslede	Ontsteker	Slag / stoot / deformeren	1	0
1975	Zonnebeke	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1975	Passendale	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	1
1976	Westouter	Onbekend	Slag / stoot / deformeren / Trillingen	0	1
1978	Waasten	Onbekend	Slag / stoot / deformeren	0	1
1978	Staden	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	2	0
1978	Passendale	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1979	Komen	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	1
1979	Ieper	Onbekend	Slag / stoot / deformeren	0	1
1982	Zillebeke / Ieper	Granaat / Obus	Onbekend	1	0
1983	Loker	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1983	Zillebeke	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	1
1983	Langemark	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	1
1984	Boezinge	Granaat / Obus	Hitte	0	1
1986	Poelkapelle	Onbekend	Beweging	4	1
1992	Waasten	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	1
1995	Wijtschate	Granaat	Slag / stoot / deformeren	0	1
1998	Wijtschate	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	1
2000	Langemark	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	0	1

December 2016

110

Jaar	Plaats	Benaming CE	Invloedsfactor	Doden	Gewonden
2001	Waasten	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	1
2007	Loker	Granaat / Obus	Hitte	1	0
2008	Ploegsteert	Granaat / Obus	Slag / stoot / deformeren	1	0
1990	Rieme	Onbekende bom	Slag / stoot / deformeren	0	2
2014	Ieper	Artilleriegranaat WO-I	Onbekend	2	2
2015	Poelkapelle	Onbekend	Beweging	0	1
Totaal				42	48

Tabel 19: 'De bij Expload bekende ongecontroleerde uitwerkingen in België. Mogelijk spontane uitwerkingen zijn groen gekleurd'

Jaar	Plaats	Benaming CE	Invloedsfactor	Doden	Gewonden
1979	Schleswig Holstein	Riegelmine 43	Veroudering	?	?
1979	Rheinland Pfalz	Granaat van 3 cm	Veroudering	?	?
1986	Heinsberg	Riegelmine 43	Slag / stoot / druk / deformeren	0	2
1986	Hückelhoven	Riegelmine 44	Slag / stoot / druk / deformeren	0	2
1988	Schwennenz	Riegelmine 43	Slag / stoot / druk / deformeren	2	1
1990	Wetzlar	Bom SAP 1000 lb (US)	Beweging	2	3
1993	Essen	MC vliegtuigbom	Slag / stoot	0	4
1993	Deschka	Onbekende vliegtuigbom	blikseminslag	0	0
1994	Kranenburg	Riegelmine	Slag / stoot / druk / deformeren	0	2
1994	Berlijn	Bom GP 500 lb (US)	Slag / stoot	3	17
1998	Göttingen	Onbekende vliegtuigbom	Veroudering	0	2
1999	Hannover	30 lb brandbom (GB)	deformeren / slag / stoot	0	6
2000	Offenburg	Bom 500 lb	Slag / stoot	0	3
2000	Wolfenbüttel	Onbekend	Onbekend	0	1
2000	Burbach	Bom 1000 lb	Veroudering	0	0
2001	Ludwigshaven	Bom 500 lb	Veroudering	0	0
2002	Stadtlohn	Vliegtuigbom	Veroudering	0	0
2003	Jettenbach	Bom 500 lb	Slag / stoot / druk / deformeren	0	0
2003	Bremerhaven	granaat (FLAK)	Onbekend	?	?
2005	Schleswig Holstein (Preetz)	30 lb brandbom (GB)	deformeren / slag / stoot	?	?

Jaar	Plaats	Benaming CE	Invloedsfactor	Doden	Gewonden
2005	Dieburg (Hessen)	Granaat 13 mm	Slag / stoot	0	1
2005	Offenbach	Bom 500 lb	Veroudering	0	0
2005	Wiesbaden (Hessen)	Bom 250 lb	Slag / stoot / druk / deformeren	0	1
2005	Dyrotz (Brandenburg)	Onbekend	Slag / stoot / druk / deformeren	0	0
2006	Grabow	Brandbom	Deformeren	?	?
2006	Hamburg	30 lb brandbom (GB)	deformeren / slag / stoot	0	2
2006	Aschaffenburg	Bom 500 lb (GB)	Slag / stoot / druk / deformeren	1	2
2007	Kassel (Hessen)	Bom 1000 lb	Veroudering	0	0
2007	Kranenburg	3,7 inch luchtdoelgranaat	Deformeren	0	1
2008	Wien Liesing	Vliegtuigbom 500 lb	Veroudering	0	0
2008	Hattingen	Bom 500 lb (US)	Trillingen	0	17
2009	Nidda-Harp	Bom 500 lb	Veroudering	0	0
2009	Ulm	Vermoedelijk 250 lb bom	Slag / stoot / druk / deformeren	0	1
2009	Wilhelmshaven	Onbekend explosief	Slag / stoot / druk / deformeren	0	0
2010	Göttingen	Bom SAP 1000 lb (US)	Veroudering	3	2
2011	Unterföhring	Bom 250 lb	Veroudering	0	0
2011	Karlsruhe	Scherfbom (US)	Slag / stoot / deformeren	0	2
2011	Cottbus	Riegelmine 43	Veroudering	0	0
2012	Schwabing-München (Bayern)	Vliegtuigbom 500 lb	Vernietiging	0	0
2013	Ludwigshafen	Onbekende bom	Slag / stoot / deformeren	0	1
2013	Buseck	Bom 1000 lb	Veroudering	0	0
2014	Euskirchen	Bom HC 4000 lb	Slag / stoot / deformeren	1	13
2015	Saksen Anhalt	Brandbom	Beweging	0	4
Totaal				≥12	≥90

Tabel 20: 'De bij Expload bekende ongecontroleerde uitwerkingen in Duitsland. Spontane uitwerkingen zijn groen gekleurd'.

B3.3 Fosforincidenten tussen augustus 2010 en mei 2020 (via LexisNexis)

Type OO	'Spontane' uitwerking	Uitwerking na beroering
Bom	1	4
Granaat	6	7
Handgranaat	-	1

Tabel B3.1: aantal incidenten met fosformunitie tussen 2010 en 2020.

Onder 'spontaan' verstaan wij uitwerkingen waarbij geen achterliggende oorzaken of werkzaamheden worden genoemd (bijvoorbeeld bij een bermbrand).

Onder beroering verstaan wij uitwerkingen waarbij een achterliggende oorzaak wordt genoemd of waarbij wij beroering aannemelijk achten.

3.3.1 Spontane uitwerking vliegtuigbom

1. 29 augustus 2016 – De Stentor – Hoog-Soeren – Bom lijkt oorzaak heidebrand 2014.

3.3.2 Uitwerking vliegtuigbom na beroering

1. 27 september 2013 – Leeuwarder Courant – Dokkum – Bom uit oorlog in de gracht;
2. 16 april 2011 – AD/Haagsche Courant – Scheveningen – Brandbom uit WOII in haven;
3. 22 augustus 2011 – Dagblad van het Noorden – Oudeschild – Fosforbom in visnetten;
4. 29 oktober 2016 – BN/DeStem – Fijnaart – Resten van fosforbom gevonden in Fijnaart.

3.3.3 Spontane uitwerking granaat

1. 24 juli 2019 – Eindhovens Dagblad – Son en Beugel – Bermbrand door fosforgranaat;
2. 2 juni 2019 – AD/Algemeen Dagblad.nl – Plasmolen – Rokende fosforgranaat gevonden in bosgebied Plasmolen;
3. 6 mei 2013 – De Gelderlander – Groesbeek – Rokende fosforgranaat zorgt voor onrust.
4. 16 juli 2018 – Eindhovens Dagblad – Sint-Oedenrode – Rokende granaat in aardappelveld.
5. 24 juli 2019 – Eindhovens Dagblad.nl – Son en Breugel – Fosforgranaat gevonden in Sonse Berm, brandweer heeft anderhalf uur nodig om brand uit te krijgen.
6. 24 september 2013 – Limburgs Dagblad – Geleenbeek – Witte rook bij Geleenbeek.

3.3.4 Uitwerking granaat na beroering

1. 15 mei 2019 – Eindhovens Dagblad.nl – Son – Explosief gevonden tijdens graafwerkzaamheden in Ekkersrijt in Son;
2. 18 april 2013 – De Limburger – Tegelen – Fosforgranaat afgegraven;
3. 3 oktober 2019 – Eindhovens Dagblad.nl – Son en Breugel – Fosforgranaat blijft in Wilhelminakanaal, EOD zoekt niet meer verder;
4. 24 juni 2019 – AD/Algemeen Dagblad.nl – Hoenderloo – Fosforgranaat gaat af bij spelende kinderen in Hoenderloo;
5. 18 maart 2017 – De Limburger – Sint Joost – Granaat leidt tot ophef;
6. 15 oktober 2010 – De Gelderlander – Nijmegen – Machinist van graafmachine schrikt als voor hem de aarde ontbrandt;
7. 12 augustus 2019 – De Stentor – Deventer – Rook leidt naar vondst tientallen stuks oorlogsmunitie.

3.3.5 Spontane uitwerking handgranaat

-

3.3.6 Uitwerking handgranaat na beroering

1. 21 juni 2017 – Dagblad van het Noorden – Assen – Gebaggerd fosfor uit granaat WOII.

Bijlage 4. Veldwerkinstructie Expload (Edelmanboor)

In deze bijlage geven we de veldwerkinstructie voor het zetten van handboringen met een Edelmanboor in OO-verdacht gebied. De veldwerkinstructie komt uit 'Veldwerkinstructie bodemonderzoeken binnen verdacht gebied ontplofbare oorlogsresten (Expload, versie 22/02/2022.).

A – Monstername met de edelmanboor

Werkmethode

Een edelmanhandboor is een grondboor voor het nemen van grondmonsters bij een bodemonderzoek. Dit is het meest gebruikte type boor bij handboringen voor bodemonderzoek. Het boorlichaam van de edelmanboor wordt door gelijktijdig duwen en draaien, met de klok mee, de grond ingebracht. De schroefachtige punt dringt in de bodem waarna het bodemonster tussen twee verticale schoepen wordt verzameld en vastgehouden. De vorm en de afmetingen van de schoepen variëren naargelang de bodemsoort. De lengte van de steel is variabel zodat tot op relatief grote diepte handmatige boringen kunnen worden uitgevoerd.



Invloedsfactoren

Toucheren, aanraken

De boringen worden handmatig uitgevoerd. Hierbij voelt de persoon die de boring uitvoert of hij op een hard voorwerp boort zonder daarbij kracht uit te oefenen op het onderliggende object. De mogelijkheid bestaat dat een explosief wordt getouchéerd, aangeraakt. De impuls (massa x de snelheid) die hierbij ontstaat levert onvoldoende (kinetische) energie op om de ontstekingsinrichting te initiëren.



Blootstellen aan buitenlucht

Dit geldt voor gebieden waar mogelijk fosfor houdende munitie kan worden aangetroffen. Als de mantel van het munitieartikel is doorgeroest wordt de fosfor blootgesteld aan de buitenlucht waardoor deze kan gaan roken/branden.

Magnetische signalen

Omdat de edelmanboor is gemaakt van ijzer kan dit gevolgen hebben voor ontstekers die werken op een wijziging van het aardmagnetisch veld. Het betreft hier gebieden die verdacht zijn op onderwatermunitie. Deze onderwatermunitie werkt op batterijen.

Door veroudering leveren deze batterijen geen spanning meer waardoor magnetische signalen geen invloed meer hebben op het explosief.

Aanvullende instructies

Indien een object in de ondergrond wordt aangeboord moet de boring worden gestaakt en wordt de boring op een andere locatie uitgevoerd op een minimale afstand van 2 meter.

Als er rook uit het boorgat omhoog komt duidt dit op brandende fosfor. Het boorgat moet dan worden afgevuld met grond. Hierdoor zal de fosfor stoppen met branden. De boring wordt op een andere locatie uitgevoerd op een minimale afstand van 2 meter.

Binnen gebieden die als verdacht zijn aangemerkt op anti-personeelsmijnen bestaat de mogelijkheid dat door het uitoefenen van minimale druk op de mijn een explosie kan ontstaan.

Binnen deze gebieden is opsporingsbegeleiding noodzakelijk.

In de overige verdachte gebieden kunnen de werkzaamheden worden uitgevoerd met aanvullende instructies.