

Aanvullend vooronderzoek - risicoanalyse Conventionele Explosieven

Rondweg Lochem



Kenmerk : RN-15091-01
Datum : 12 december 2015

ALGEMENE GEGEVENS:

Project Expload

Projectnummer : 15091
Projectnaam : Rondweg Lochem AVO-RA

Opdrachtgever

Naam : Gemeente Lochem
Bezoekadres : Hanzeweg 8
Postcode : 7241 CR LOCHEM
Postadres : Postbus 17
Postcode : 7240 AA LOCHEM

Contactpersoon : de heer P. Thämer
Functie : Medewerker handhaving en CE / afdeling Publiekscontacten
Telefoon : 0573 – 28 92 34 / 06 – 10913122

Opdrachtnemer

Naam : Expload
Bezoekadres : Irene Vorrinkstraat 29,
Postcode : 4105 JA CULEMBORG
Postadres : Postbus 85
Postcode : 4100 AB CULEMBORG

Contactpersoon : de heer Jos Walraven
Telefoon : 0345 – 778990 / 06 – 34230248

Document

Soort : Rapport AVO-RA
Kenmerk : RN-15091-01
Status : Definitief

Verzendlijst

Opdrachtgever
Provincie Gelderland
Archief Expload



INHOUDSOPGAVE:

1	ALGEMEEN	5
1.1	RELEVANTE WET- EN REGELGEVING	6
1.2	VOORONDERZOEK	6
1.3	PROJECT GEBONDEN RISICO ANALYSE	7
1.4	OPDRACHT EN ONDERZOEKSDOEL	8
1.5	ONDERZOEKSGEBIED	9
1.6	UITGANGSPUNTEN	10
1.7	LEESWIJZER	10
2	ANALYSE VOORONDERZOEK EN ANVULLEND VOORONDERZOEK.....	11
2.1	ALGEMENE OMSCHRIJVING VOORONDERZOEK CONFORM WSCS-OCE	11
2.2	ANALYSE VOORONDERZOEK	13
2.2.1	LUCHTAANVALLEN	14
2.2.2	NEERGEKOMEN VLIEGTUIGEN EN/OF V-WAPENS	23
2.2.3	GRONDGEVECHTEN	25
2.2.4	MILITAIRE AANWEZIGHEID	26
2.2.5	SPONTANE VONDSTEN VAN CE	27
2.2.6	LUCHTFOTO ONDERZOEK	31
2.3	AANVULLEND LUCHTFOTO- EN BRONNENONDERZOEK	36
2.3	HORIZONTALE AFBAKENING (PRIMAIR) VERDACHT (BESLISSING OPDRACHTGEVER)	36
2.4	TOELICHTING OP DE GEBRUIKSWIJZE VAN MOGELIJK ACHTERGEBLEVEN CE	37
2.5	VERTICALE AFBAKENING (PRIMAIR) VERDACHT GEBIED	40
2.5.1	FYSIEKE AARD VAN HET BODEMOPPERVLAK WOII	41
2.5.2	MAAIVELDHOOGTE	41
2.5.3	PENETRATIEBEREKENINGEN	42
2.6	NAOORLOGSE BODEMROERENDE WERKZAAMHEDEN EN ONDERZOEKEN NAAR CE	45
2.6.1	INDUSTRIETERREIN KWINKWEERD	45
2.6.2	INDUSTRIETERREIN AALSVOORT	47
2.6.3	EXELSE BRUG	47
2.6.4	MARKERING TERREIN EN STATIONSWEG TEN NOORDEN VAN HET TWENTHEKANAAL	48
2.6.5	STATIONSWEG TEN ZUIDEN VAN HET TWENTHEKANAAL	51
2.6.6	LOCATIE NIEUWE BRUG	52
2.6.7	GOORSEWEG	53
2.7	DEFINITIEVE AFBAKENING VERDACHT GEBIED	57
3	RISICO EN EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE CE	58
3.1	INVLOEDEN DIE KUNNEN LEIDEN TOT EEN ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE	58
3.2	RAPPORT IFCO	58
3.3	MOGELIJK ACHTERGEBLEVEN CE ((SUB)SOORT EN WAPENINGSTOESTAND)	61
3.4	KANS OP EEN ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE	63
3.5	EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE	63
3.6	CONCLUSIE RISICO EN EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE CE	65
3.7	VEILIGHEIDSAFSTANDEN	65
4	GBIEDEN WAAR BEHEERSMAATREGELEN NODIG ZIJN	66
4.1	WERKGEBIED	66
4.1.1	AANLEG VRIJ LIGGENDE FIETSBRUG EN KRUISING KWINKWEERD VOORZIEN VAN EXTRA OPSTELSTROKEN	67
4.1.2	AANBRENGEN PARALLELWEG, INCLUSIEF TOEGANGSPUNTEN	68
4.1.3	BOUW NIEUWE FIETSBRUG EN REALISEREN AANSLUITING AMPSENSEWEG EN STATIONSGEBIED	70
4.1.4	BOUW BRUG OVER HET TWENTHEKANAAL	72
4.1.5	KRUISING GOORSEWEG MET VERKEERSLICHTEN	73

4.1.6	ONTSLUITING VIA PARALLELWEG, VERBETEREN AANSLUITING INTRATUIN EN NIEUW EENZIDIG IN TWEERICHTINGEN FIETSPAD PARALLEL AAN GOORSEWEG	74
5	CONCLUSIES EN ADVIES.....	75
5.1	ANTWOORDEN ONDERZOEKSVRAGEN	75
5.1.1	ADVIES OPSPORINGSTECHNIKEN EN UITVOERINGSMETHODEN	85
5.1.2	ONDERZOEK VOORAF OF GECOMBINEERD MET DE REGULIER GEPLANEDE WERKZAAMHEDEN	87
5.2	VERANTWOORDELIJKHEDEN	88
5.3	WETGEVING BODEMONDERZOEK CE	88
5.4	BOMMENREGELING	88
6	BIJLAGEN.....	91
BIJLAGE 1	PROCES OCE – CONFORM VIGERENDE WET- EN REGELGEVING	92
BIJLAGE 2	SONDERINGSRAFIEKEN GEBRUIKT VOOR PENETRATIEBEREKENINGEN	94
BIJLAGE 3	VOORBEELD UITKOMST PENETRATIEBEREKENINGEN	97
BIJLAGE 4	ONDERZOEKSRÉSULTATEN CE-ONDERZOEK TIJDENS GRAVEN ASBESTSLEUVEN	99
BIJLAGE 5	TEKENING 141007_N346_ONTWERP_VOORKEURSARIANT_20141003	100
BIJLAGE 6	PROTOCOL ONVERWACHT AANTREFFEN CE	102
BIJLAGE 7	OPSPORINGSFASE CE-BODEMONDERZOEK	103
BIJLAGE 8	LIGGING OPSPORINGSGBIED	105
BIJLAGE 9	OPSPOREN VAN CE DOOR MIDDEL VAN DETECTIEONDERZOEK	112
BIJLAGE 10	NADERE UITLEG COMPUTERONDERSTEUNDE PASSIEVE OPPERVLAKTEDETECTIE	115



1 ALGEMEEN

De provincie Gelderland wil samen met de gemeente Lochem de verkeersproblemen rond Lochem oplossen. Het voorstel is om het bestaande tracé op te waarderen, gecombineerd met een nieuwe brug over het Twentekanaal ten oosten van de huidige Lochemse brug. De gezamenlijke doelen die provincie Gelderland en gemeente Lochem hebben met betrekking tot de verkeersstructuur in Lochem zijn als volgt samengevat:

- Verbeteren doorstroming van het regionaal verkeer (problematiek Lochemse brug);
- Ontlasten kern van doorgaand verkeer in combinatie met verbetering van leefbaarheid;
- Verbeteren verkeersveiligheid op doorgaande route;
- Voorkomen sluipverkeer op ongewenste routes;
- Goede bereikbaarheid van de regionale bedrijventerreinen en het station.

De geplande werkzaamheden worden weergegeven op de aan Expload aangeleverde tekening 141007_N346_ontwerp_voorkeursvariant_20141003.

Gemeente Lochem (verder opdrachtgever) en provincie Gelderland rekenen het tot hun verantwoordelijkheid te (laten) onderzoeken of binnen het projectgebied mogelijk sprake is van achtergebleven conventionele explosieven (CE) uit de Tweede Wereldoorlog (WOII). Om de mogelijke aanwezigheid van CE, of juist het ontkrachten daarvan, aan te tonen heeft provincie Gelderland voor projectgebied Rondweg Lochem een historisch vooronderzoek CE laten uitvoeren. De resultaten van dit onderzoek zijn omschreven in rapport met kenmerk NGE H4023 VO CE RONDWEG LOCHEM BODAC (Versie 1.1), d.d. 7 april 2014. Opgemerkt dient te worden dat dit rapport op pagina 2 is gekenmerkt als versie 1.

Het gebied waar werkzaamheden worden uitgevoerd is op basis van dit historisch vooronderzoek (primaair) aangemerkt als verdacht op het mogelijk voorkomen van CE. Er is geconcludeerd dat binnen het projectgebied 1 of meerdere CE terechtgekomen zijn, waarvan er mogelijk 1 of meerdere zijn achtergelaten en/of als blindganger(s) achtergebleven. We spreken van een blindganger als een afgeworpen, geworpen of verschoten CE ongewild niet tot explosie is gekomen. Er zijn tal van oorzaken waardoor dit niet gebeurde. Dit kunnen zowel menselijke fouten als constructie technische fouten zijn, of gewoon pure pech omdat het CE niet op de juiste wijze het doel heeft geraakt. De ervaring leert dat circa 10 tot 15% van alle tijdens WOII gebruikte CE niet functioneerde en als blindganger achterbleef.

Wanneer binnen een projectgebied of de directe omgeving hiervan één of meerdere CE zijn achtergebleven, kan dat een risico vormen in de uitvoeringsfase van het project. De kans dat een CE ongecontroleerd tot explosie komt door effecten die kunnen optreden bij voorgenomen werkzaamheden is gering, het effect is echter groot. Er geldt risico voor:

- openbare veiligheid
- het betrokken personeel (arboveiligheid)
- kostenverhogingen door stagnatie, als men CE (spontaan) aantreft

Aangezien het mogelijk aantreffen van CE met de daarbij behorende risico's een directe invloed hebben op zowel de openbare veiligheid en de Arbo veiligheid, is het noodzakelijk om verantwoord om te gaan met deze risico's.

1.1 RELEVANTE WET- EN REGELGEVING

De Arbeidsomstandighedenwet (kortweg Arbowet) is een Nederlandse wet die regels bevat voor werkgevers en werknemers om de gezondheid, de veiligheid en het welzijn van werknemers en zelfstandige ondernemers te bevorderen. Doel is om ongevallen en ziekten te voorkomen, die het werk kan veroorzaken. De Arbowet is een kaderwet. Dat betekent dat hierin geen concrete regels staan, maar algemene bepalingen en richtlijnen over het arbeidsomstandighedenbeleid (arbobeleid).

Vanaf 1994 geldt vanuit de Arbowet voor alle werkzaamheden een wettelijke verplichting om voorafgaande aan werkzaamheden een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) uit te voeren. Doel is vooraf bepalen of tijdens de uitvoeringsfase van een project risico's te verwachten zijn en zo ja, hoe we de betrokkenen risico's kunnen wegnemen of kunnen terugbrengen naar een aanvaardbaar veiligheidsniveau.

De belangrijkste regelgeving voor het opsporen van CE volgt uit artikel 4.10 van het Arbobesluit (Staatsblad 2006, nummer 142), de zogenaamde Beoordelingsrichtlijn Opsporen Conventionele Explosieven (BRL-OCE). Dit besluit is in werking getreden met ingang van 31 december 2006 (Staatsblad 2006, nummer 715). In de BRL-OCE werden proceseisen gesteld aan het opsporen van conventionele explosieven (OCE). Opsporen van CE omvat het geheel van organisatie en uitvoering binnen het opsporingsgebied van detecteren, lokaliseren, interpreteren, laagsgewijs ontgraven, identificeren van de vermoede explosieven, tijdelijk veiligstellen van de situatie, de overdracht aan de EODD en het proces-verbaal van oplevering.

De BRL-OCE is vanaf 1 juli 2012 vervangen door het Werkveld Specifiek Certificatieschema voor het Systeemcertificaat OCE (WSCS-OCE).

1.2 VOORONDERZOEK

Om te bepalen of binnen een bepaald gebied sprake is van een aantoonbare bovenmatig kans voor achtergebleven CE, is een vooronderzoek nodig. Op basis van artikel 4.10 van het Arbobesluit geldt voor het uitvoeren van een vooronderzoek (vooralsnog) geen certificatieplicht.

In het WSCS-OCE zijn richtlijnen omschreven waaraan een vooronderzoek minimaal dient te voldoen en hoe verdachte gebieden dienen te worden afgebakend. Op basis van herleidbaar feitenmateriaal worden gebieden gekenmerkt als 'verdacht' of 'niet verdacht':

- In niet verdacht gebied kunnen werkzaamheden regulier worden uitgevoerd. Dit betekent overigens niet dat er garantie is dat in niet verdacht gebied geen CE kunnen worden aangetroffen. Dit risico geldt overal in Nederland;
- In verdacht gebied is sprake van een aantoonbare bovenmatige kans op aantreffen en is meestal aanvullend explosievenonderzoek nodig, of men dient extra beheersmaatregelen te nemen die de veiligheid waarborgen.

Het vooronderzoek¹ dat voor het projectgebied Rondweg Lochem is uitgevoerd, is niet conform de vigerende richtlijn uitgevoerd. Hierdoor bestaat de kans dat verdachte gebieden ontoereikend zijn afgebakend, zodat in de uitvoering een risico bestaat voor zowel de Arbo- als ook de openbare veiligheid. Anderzijds bestaat de kans dat gebieden onterecht als verdacht aangemerkt zijn, waardoor mogelijk onnodig kosten voor het opsporen van CE worden gemaakt.

Op grond van het hierboven gestelde heeft de opdrachtgever besloten, het vooronderzoek te toetsen aan vigerende richtlijnen, waar nodig en zinvol eventueel aanvullend vooronderzoek en een Project gebonden Risico Analyse (PRA) te laten uitvoeren.

1.3 Project gebonden Risico Analyse

Het eindresultaat van een vooronderzoek is een gedeeltelijke, maar belangrijke input voor het uitvoeren van een PRA. In een vooronderzoek wordt op basis van feitenmateriaal het als verdacht aan te merken gebied gedefinieerd. Belangrijk is dat in een vooronderzoek de soort, sub soort en verschijningsvorm (en) van de vermoedelijk aanwezige CE bepaald zijn. Dit is van belang om te bepalen welke invloeden een ongecontroleerde explosie van een CE tot gevolg kunnen hebben.

Een PRA wordt uitgevoerd om te bepalen of de mogelijk achtergebleven CE bij de voorgenomen werkzaamheden daadwerkelijk een risico vormen. Het streven van de opdrachtgever is om bouwactiviteiten te kunnen uitvoeren, waarbij zowel de Arbo- als openbare veiligheid wordt gewaarborgd, met een minimum aan kosten voor CE onderzoek. Dit houdt in dat de PRA gebaseerd dient te worden op de uit te voeren bouwactiviteiten en niet direct als doel heeft het projectgebied compleet vrij te maken van eventueel achtergebleven CE.

Bij het uitvoeren van een PRA wordt in eerste instantie het definitieve verdachte gebied afgebakend. Dit gebeurt zowel in horizontale als verticale zin. Hierbij wordt beoordeeld welke activiteiten al eerder na WOII zijn uitgevoerd en worden berekeningen gemaakt om de maximale diepte van eventueel in de bodem gedrongen CE vast te stellen. Deze berekening(en) wordt uitgevoerd aan de hand van de specifieke bodemopbouw ter plaatse, de te verwachte soort CE, de snelheid en de invalshoek waarmee de te verwachte CE in de bodem terecht gekomen kunnen zijn.

Verder wordt beoordeeld of de maaiveldhoogte na de WOII gewijzigd is en welke grondroerende activiteiten al eerder na WOII uitgevoerd zijn. Als vastgesteld kan worden dat binnen een primair als verdacht aangemerkt gebied na WOII al eerder grondroerende werkzaamheden uitgevoerd zijn, kan het feit of hierbij wel of geen CE zijn aangetroffen in bepaalde situaties belangrijke informatie vormen om te bepalen of een gebied daadwerkelijk als verdacht aangemerkt dient te worden.

Nadat het verdacht gebied definitief bepaald is wordt beoordeeld welke activiteiten binnen of in de directe omgeving van dit gebied uitgevoerd gaan worden. Deze informatie komt uit een het bestek, opdracht aan de aannemer of bij particulieren uit de aanvraag voor de omgevingsvergunning. Gekeken wordt welke effecten geplande activiteiten kunnen veroorzaken en of deze onaanvaardbare invloed kunnen uitoefenen op eventueel aanwezige CE waardoor deze alsnog tot uitwerking kunnen komen.

¹ Rapport met kenmerk NGE H4023 VO CE RONDWEG LOCHEM BODAC (Versie 1.1)

Wanneer er nog geen concrete plannen zijn, kunnen alleen algemene richtlijnen voor veilig werken met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE worden gedefinieerd.

Indien wordt vastgesteld dat risico's door de mogelijk achtergebleven CE te verwachten zijn, zal worden aangegeven met welke beheersmaatregelen deze risico's voorkomen kunnen worden. In sommige gevallen zal opsporing van CE nodig zijn voordat de voorgenomen activiteiten veilig en verantwoord uitgevoerd kunnen worden. In andere gevallen kan het wijzigen van de (bouw)methode of activiteit, het aanpassen van een werkmethode of de inzet van extra beveiligd materieel een uitkomst bieden. Voor het uitvoeren van een PRA gelden (vooralsnog) geen richtlijnen.

Het proces OCE – conform vigerende wet- en regelgeving – is gevisualiseerd in een processchema. Dit schema is als **bijlage 1** opgenomen bij dit rapport en vormt de leidraad voor dit onderzoek.

1.4 OPDRACHT EN ONDERZOEKSDOEL

Aan Expload is opdracht verleend het vooronderzoek Rondweg Lochem te toetsen aan vigerende richtlijnen, eventueel aanvullend vooronderzoek en een Project gebonden Risico Analyse (PRA) uit te voeren. Doel is het verdacht gebied (binnen het onderzoeksgebied dat is gedefinieerd) af te bakenen conform vigerende richtlijnen en alle betrokken partijen voorafgaande aan de uitvoeringsfase van het project Rondweg Lochem te informeren hoe om te gaan met de mogelijk aanwezige CE en de daaraan gerelateerde risico's. Dit om zowel de arbeids- als de openbare veiligheid te waarborgen.

De voorliggende kwestie is als volgt vertaald:

Geldt ter plaatse van het projectgebied Rondweg Lochem en daar waar door werkzaamheden effecten kunnen ontstaan die invloed hebben op eventueel achtergebleven CE ja/nee een bovenmatig risico dat er CE achtergebleven zijn en zo ja, vormen deze een risico tijdens de geplande werkzaamheden of het toekomstige gebruik.

De onderzoeksresultaten dienen te worden gerapporteerd. In het rapport moeten antwoorden komen op de volgende onderzoeksvragen:

- Welke delen van het projectgebied dienen conform vigerende wet- en regelgeving zoals omschreven in het WSCS-OCE als verdacht te worden gekenmerkt?
- Wat is de horizontale en verticale afbakening?
- Is het mogelijk de horizontale en verticale afbakening(en) in te perken, door de naoorlogse werkzaamheden inzichtelijk te maken?
- Welke typen en hoeveelheden explosieven kunnen worden verwacht?
- Welke risico's kunnen ontstaan door de mogelijke aanwezigheid van CE?
- Welke technische maatregelen zijn nodig om het project veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren?
- Welke zones vereisen een nader (detectie-) onderzoek voordat veilig en verantwoord kan worden overgaan met bodem gerelateerde werkzaamheden? Hierbij moet worden aangegeven op welk moment onderzoek naar CE het beste uitgevoerd kan worden en welke detectiemethode wordt aanbevolen.

Noot: 100 procent uitsluiten van alle risico's is nooit te garanderen.

1.5 ONDERZOEKSGBIED

Rondom het projectgebied heeft Expload een gebied met een straal van 50 meter getrokken dat hiermee het onderzoekgebied voor deze PRA vormt (verder onderzoeksgebied PRA). De 50 meter straal is de maximale afstand tot waar effecten die door toekomstige werkzaamheden kunnen ontstaan volgens vigerende richtlijnen ² invloed kunnen hebben op eventueel achtergebleven CE.

² Bron: VS 9-861 (Opruimen en ruimen explosieven) 2011

1.6 UITGANGSPUNTEN

De PRA is gebaseerd op de volgende informatie:

Richtlijnen:

- Arbeidsomstandighedenwet;
- WSCS-OCE;
- VS 9-861 (Opruimen en ruimen explosieven) 2011.

Rapporten:

- Historisch vooronderzoek met kenmerk NGE H4023 VO CE RONDWEG LOCHEM BODAC (Versie 1.1), d.d. 7 april 2014;
- Historisch vooronderzoek ter plaatse van spoortracé Hengelo-Zutphen met kenmerk RON-112 versie 2.0, d.d. 20 juni 2012;

Kaarten en tekeningen:

- 141007_N346_ontwerp_voorkeursvariant_20141003;
- N346_60707010-306_v0.12 - DO Lochem 2015;
- KL Alle media (ongenummerd aangeleverd opdrachtgever).

1.7 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 zijn de analyseresultaten van vooronderzoek en door Expload uitgevoerd aanvullend vooronderzoek omschreven.

In hoofdstuk 3 zijn de risico's omschreven op het optreden van een ongecontroleerde explosie van CE en het effect dat hierbij kan ontstaan.

In hoofdstuk 4 is bepaald waar aantoonbaar risico kan ontstaan door de mogelijke aanwezigheid van CE. Hiervoor heeft Expload het vooronderzoek beoordeeld, aanvullend archiefonderzoek uitgevoerd, In GIS een risicoanalysekaart opgesteld en het verdacht gebied conform vigerende richtlijnen afgebakend.

In hoofdstuk 5 is een advies opgenomen hoe risico's weggenomen of beperkt kunnen worden.

In hoofdstuk 6 zijn de relevante documenten opgenomen die voor dit onderzoek zijn gebruikt om te komen tot ons advies en kaarten om onze adviezen te visualiseren.

2 ANALYSE VOORONDERZOEK EN ANVULLEND VOORONDERZOEK

In dit hoofdstuk komen de volgende onderdelen aan bod:

1. Analyse vooronderzoek en controle op uitvoering conform de richtlijnen van het WSCS-OCE.
2. Nieuwe analyse van het geraadpleegde bronnenmateriaal: Bekeken wordt of er aanvullend archiefonderzoek nodig is naar relevante indicaties uit het bronnenmateriaal voor het onderzoeksgebied. Tevens wordt een analyse van de meest waarschijnlijke scenario's van relevante oorlogshandelingen uitgevoerd.
3. Onderbouwen en weergeven van de horizontale afbakening van het verdachte gebied.
4. Onderbouwen en weergeven van de verticale afbakening van het verdachte gebied.
5. Indien delen als verdacht gekenmerkt worden, eventuele herziening van de typen en hoeveelheden te verwachten explosieven.
6. Nagaan of er mogelijkheden zijn het verdachte gebied verder in te perken, zowel in horizontale als verticale richting, door het uitvoeren van aanvullend archiefonderzoek naar naoorlogse activiteiten.

2.1 ALGEMENE OMSCHRIJVING VOORONDERZOEK CONFORM WSCS-OCE

Met een vooronderzoek wordt door het inventariseren en analyseren van historisch bronnenmateriaal vastgesteld of, en eventueel waar, binnen het onderzoeksgebied rekening moet worden gehouden met de mogelijke aanwezigheid van CE in de bodem. Het WSCS-OCE bevat de proceseisen voor het uitvoeren van een vooronderzoek. Een vooronderzoek conform WSCS-OCE resulteert in een rapportage met een bijbehorende CE bodembelastingkaart, waarop de verdachte gebieden zijn aangegeven.

Indien er sprake is van een verdacht gebied, heeft het historisch vooronderzoek bovendien tot doel om zo nauwkeurig mogelijk vast te stellen:

- de soorten, verschijningsvorm en aantallen CE;
- de minimale en maximale diepteligging van CE.

Conform het WSCS-OCE bestaat het vooronderzoek uit twee fasen: de inventarisatie van het bronnenmateriaal en de beoordeling van het bronnenmateriaal.

De inventarisatie van bronnenmateriaal bestaat uit 3 onderdelen:

1. **Literatuuronderzoek:** Het literatuuronderzoek is gericht op de grote lijnen van de explosieven gerelateerde geschiedenis van het onderzoeksgebied. Op basis hiervan hebben wij een chronologische lijst opgesteld van explosievengerelateerde gebeurtenissen die voor dit onderzoek relevant zijn. Het literatuuronderzoek resulteert daarom in een zgn. chronologische gebeurtenissenlijst.
2. **Archiefonderzoek:** Het archiefonderzoek volgt op het literatuuronderzoek. Het is gericht op het verzamelen van nadere, meer gedetailleerde gegevens betreffende explosievengerelateerde gebeurtenissen in het onderzoeksgebied. In deze fase worden in hoofdzaak primaire bronnen geraadpleegd. De archieven waaruit deze historische informatie wordt betrokken, bevinden zich zowel in Nederland als in het buitenland.

3. **Luchtfoto-onderzoek:** Het luchtfoto-onderzoek heeft tot doel de schade aan het landschap als gevolg van oorlogshandelingen en de posities van militaire werken te inventariseren en door middel van een geografisch informatie systeem (GIS) in kaart te brengen.

Voor de analyse van het bronnenmateriaal en het op basis hiervan afbakenen van verdacht(e) gebied(en) zijn richtlijnen opgesteld. Voor een gestructureerde verslaglegging van het onderzoek worden de CE-gerelateerde gebeurtenissen veelal onderverdeeld in acht categorieën. Deze categorieën zijn indicaties of contra-indicaties voor de aanwezigheid van CE:

1. **Militaire aanwezigheid** (indicatie): Als gevolg van militaire aanwezigheid in het onderzoeksgebied, bijvoorbeeld wapen- en geschutopstellingen, kunnen daar CE zijn achtergebleven.
2. **Luchtaanvallen** (indicatie): Luchtaanvallen omvatten naast bombardementen ook beschietingen vanuit vliegtuigen met raketten, boordwapens, enz. Als gevolg van luchtaanvallen kunnen afgeworpen of afgeschoten CE in de bodem terecht zijn gekomen.
3. **Grondgevechten** (indicatie): Grondgevechten omvatten man-tot-man gevechten, beschietingen met lichte vuurwapens of geschut, de inzet van handgranaten, enz. Als gevolg van grondgevechten kunnen de daarbij gebruikte CE in de bodem terecht zijn gekomen.
4. **Neergekomen vliegtuigen en/of V-wapens** (indicatie): Bij een vliegtuigcrash kunnen CE en/of wapens die het vliegtuig aan boord had in de (water)bodem terechtgekomen zijn. Gecrashte V-wapens kunnen niet of slechts gedeeltelijk zijn geëxplodeerd.
5. **CE dumps** (indicatie): Als gevolg van het moedwillig dumpen van CE door het Nederlandse leger in mei 1940 of het verzet en/of het Duitse leger in de bezettingsjaren kunnen CE zijn achtergebleven.
6. **Naoorlogse bodemroerende werkzaamheden** (contra-indicatie of indicatie): Als gevolg van naoorlogse bodemroerende werkzaamheden kunnen CE uit de bodem zijn verwijderd (bij graaf- of baggerwerkzaamheden) of met een laag van elders aangevoerde grond zijn bedekt (bij ophogingen of dempingen). Naoorlogse bodemroerende werkzaamheden betekenen daardoor in de regel een contra-indicatie. Het is echter ook denkbaar dat deze werkzaamheden juist een indicatie betekenen. Bij de aanvoer van grond kunnen in uitzonderlijke gevallen CE zijn meegevoerd.
7. **Eerder uitgevoerd CE onderzoek** (contra-indicatie): Als gevolg van opsporingswerkzaamheden kunnen CE uit de bodem zijn verwijderd. Opsporing en ruiming van CE kan zowel tijdens de Tweede Wereldoorlog als daarna hebben plaatsgevonden.
8. **Spontane vondsten van CE** (mogelijke indicatie): Deze CE kunnen ter plaatse aanwezig zijn geweest sinds de oorlog, maar ze kunnen ook nadien op die plaats zijn gedumpt of daar op andere wijze terecht zijn gekomen, bijv. in aangevoerde grond.

Expload gebruikt deze indeling voor het beschrijven van de onderzoeksresultaten van de analyse van het vooronderzoek en het aanvullend vooronderzoek.

2.2 ANALYSE VOORONDERZOEK

Het vooronderzoek is verricht voor het projectgebied Rondweg Lochem. De in het vooronderzoek genoemde mogelijk achtergebleven soorten CE zijn:

- Afwerpmunitie; vliegtuigbommen van 250 en 500 lbs (Brits) en flare 4, 5 inch (Brits), afgeworpen;
- Raketten; raketten 60 lbs. SAP (Brits), verschoten;
- Geschutmunitie; brisantgranaat 15 cm (Duits), rookgranaat 25 pond (Brits), brisantgranaat 8cm mortier (Duits), brisantgranaat 2 inch mortier (Brits). 20 mm boordgeschutmunitie (Brits), zowel achtergelaten en verschoten;
- Infanteriemunitie; klein-kalibermunitie, handgranaten en draagbare antitankwapens, zowel Brits en Duits, zowel achtergelaten en verschoten;
- Mijnen; Riegelmine, Shrapnelmine, Tellermine, Potmine (Duits), achtergelaten
- Vernielingsmiddelen (Duits), achtergelaten en in werking getreden.

In figuur 2 wordt een uitsnede uit de CE-bodembelastingkaart (met bijbehorende legenda) behorende bij het vooronderzoek weergegeven.



Legenda

	Onderzoeksgebied
	Werkgebied
	Opsporingsgebied raketten
	Opsporingsgebied afwerpmunitie
	Verdacht gebied raketten
	Verdacht gebied afwerpmunitie
	Opsporingsgebied mijnen
	Verdacht gebied mijnen
	Opsporingsgebied geschutmunitie+infanteriemunitie
	Verdacht gebied geschutmunitie + infanteriemunitie

Figuur 2 Uitsnede bodembelastingkaart vooronderzoek Rondweg Lochem

Uit de CE-bodembelastingkaart blijkt dat het volledige projectgebied is aangemerkt als verdacht op het voorkomen van geschutmunitie en infanteriemunitie. Daarnaast zijn bepaalde gebieden aangemerkt als verdacht op afwerpmunitie, raketten en/of mijnen.

Het vooronderzoek is geschreven naar de richtlijnen conform de WSCS-OCE. Geconstateerde afwijkingen van de huidige richtlijnen betreffen de wijze van afbakenen van het verdachte gebied (in horizontale en verticale zin), onvolledige interpretatie van geraadpleegde luchtfoto's, het in onvoldoende mate raadplegen van luchtfoto's, onvoldoende onderzoek naar eerder uitgevoerde onderzoeken naar CE en het ontbreken van consequenties voor het afbakenen van verdacht gebied na het in kaart brengen van naoorlogs uitgevoerde grondroerende werkzaamheden. Niet alle genoemde mogelijk achtergebleven soorten CE zijn herleid naar het onderzoeksgebied PRA.

Alle in het vooronderzoek voorkomende gebeurtenissen die oorlogshandelingen beschrijven waarbij CE binnen het onderzoeksgebied terecht gekomen en achtergebleven kunnen zijn, zijn uit het rapport vooronderzoek gedestilleerd en in een gebeurtenissenlijst ondergebracht. Deze lijst vormt een samenvatting van al het bij het vooronderzoek verzamelde bronnenmateriaal. De afzonderlijke gebeurtenissen zijn geanalyseerd op relevante indicaties voor achtergebleven CE binnen het onderzoeksgebied PRA. Uit de gebeurtenissenlijst zijn de volgende concrete indicaties opgemaakt die leiden tot verdacht gebied of waarvan wordt verondersteld dat er een leemte in kennis is om gericht een verdacht te kunnen afbakenen:

2.2.1 Luchtaanvallen

10-04-1942

Het vooronderzoek beschrijft een bombardement in de nacht van 10 april 1942 om 23.43 uur op Lochem. Het is een aanwijzing dat nabij het onderzoeksgebied PRA, waar mogelijk verdacht gebied uit voortkomt. De volgende passages zijn uit het rapport vooronderzoek overgenomen:

Getroffen wordt te Ampsen de boerderij van de familie Kupper.

In de nacht van 10 op 11 april 1942 worden er brandbommen afgeworpen op Ampsen. Bouw- en weiland nabij een boerderij in Ampsen wordt getroffen: ongeveer 110 brandgaten en 40 niet ontbrande bommen. Een getuige meldt dat een brandbom door het dak van de woning sloeg en door bewoners geblust.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. De kern van Ampsen ligt zo'n 195 m. van het projectgebied (inclusief 250 m. buffer). Met deze hoeveelheid afgeworpen bommen is het goed mogelijk dat de spreiding van het bombardement over het aandachtsgebied voor mogelijk achtergebleven CE valt. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om gericht een verdacht gebied aan te wijzen. Aanvullend onderzoek in politiedagrapporten zou kunnen uitwijzen waar de bommen zijn gevallen.

12-06-1942

Een bom viel neer in de buurt van het huis van Jan Willem Rood en bij het Lochemse spoorwegstation. Het Lochemse spoorwegstation lag binnen het aandachtsgebied voor mogelijk achtergebleven CE. De bom viel in het weiland terwijl de bewoners naar overvliegende bommenwerpers keken. De opperwachtmeester constateerde dat de krater drie meter diep en zeven meter in doorsnee was. Zestien gebouwen hadden schade en een persoon raakte gewond.

Het is niet bekend hoeveel bommen er bij de aanval zijn afgeworpen, maar er is sprake van meerdere bommenwerpers die tenminste 1 brisantbom hebben afgeworpen die is geëxplodeerd. Aanvullend onderzoek zou kunnen uitwijzen of er mogelijk sprake is van meerdere bommen en zo ja, waar bommen zijn gevallen.

26-03-1943

Het vooronderzoek beschrijft het bombardement op 26 maart 1943 om 21.24 op Lochem. Getroffen werd te Laren het terrein van J. Eekman, Verwolde, Ampense (Ampsense) bos en te Exel wijk G 27. In de archieven wordt gesproken over brisantbommen in het Ampsensebos en omgeving. De volgende passage is uit het rapport vooronderzoeken overgenomen:

Brandbommen komen neer op een boerderij en omgeving in Exel. In de buurtschappen Exel, Verwolde, Ampsen en gemeente Laren komen enkele honderdtallen brandbommen neer.

Ter verificatie heeft Expload een vooronderzoek geraadpleegd dat in opdracht van ProRail is uitgevoerd voor het spoortracé Hengelo-Zutphen³. Uit dit rapport is de volgende passage overgenomen | VO ProRail RON-112 Gemeentearchief Laren 1929-1971 Inv. nr 684 – Processen-verbaal luchtaanvallen, 1940-1945:

Op 26 maart 1943 zijn in Verwolde brandbommen afgeworpen waardoor boerderijen schade opliepen. Daarnaast waren in een weide bij het Ampsenskebosch twee brisantbommen neergekomen en ontploft. In het Ampsenskebosch was ook een brisantbom gevallen en ontploft. Verder zijn over een afstand van ongeveer 4 kilometer in de buurtschappen Verwolde, Exel en Ampsen enige honderden brandbommen gevallen.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Verwolde, het Ampsenskebosch, Exel en Ampsen liggen even ten noorden van het onderzoeksgebied PRA. Doordat over een afstand van ongeveer 4 kilometer honderden brandbommen zijn gevallen is het goed mogelijk dat de spreiding van het bombardement over het onderzoeksgebied valt. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om gericht een verdacht gebied aan te wijzen. Aanvullend onderzoek in politiedagrapporten en/of luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de bommen zijn gevallen.

13-06-1943

Het vooronderzoek beschrijft het bombardement in de nacht van 13 juni 1943 om 01.45. De volgende passage is uit het rapport vooronderzoeken overgenomen:

³ Rapport vooronderzoek met kenmerk RON-112 versie 2.0, d.d. 20 juni 2012

Een bom slaat in Ampsen in, met als gevolg dat gebouwen beschadigd raken en een persoon een been breekt. Na onderzoek bleek dat het een brisantbom betrof, die insloeg in een weiland van Johan Rood⁴. Naast de krater van deze bom, bevonden zich nog twee kleine kuilen waarvan niet zeker was of deze niet-ontplofte bommen bevatten.

De kern van Ampsen ligt zo'n 195 m. van het projectgebied (inclusief 250 m. buffer). Met deze hoeveelheid afgeworpen bommen is het goed mogelijk dat de spreiding van het bombardement over het aandachtsgebied voor mogelijk achtergebleven CE valt. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om gericht een verdacht gebied aan te wijzen. Aanvullend onderzoek in politiedagrapporten zou kunnen uitwijzen waar de bommen zijn gevallen.

06-09-1944

Het vooronderzoek beschrijft het bombardement om 13.30 uur op Lochem. De volgende passage is uit het rapport vooronderzoeken overgenomen:

Getroffen 2 schuren van Ten Broeke en Janse en het terrein van W. Kloosterboer in Wijk A62.

Het bombardement is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. De locatie kan op basis van deze informatie niet worden achterhaald. Het is daarom onduidelijk of er eventueel sprake is van verdacht gebied. Aanvullend onderzoek in het gemeentearchief naar de ligging van wijk A62 kan uitwijzen of de wijk in of nabij het onderzoeksgebied PRA lag.

06-10-1944

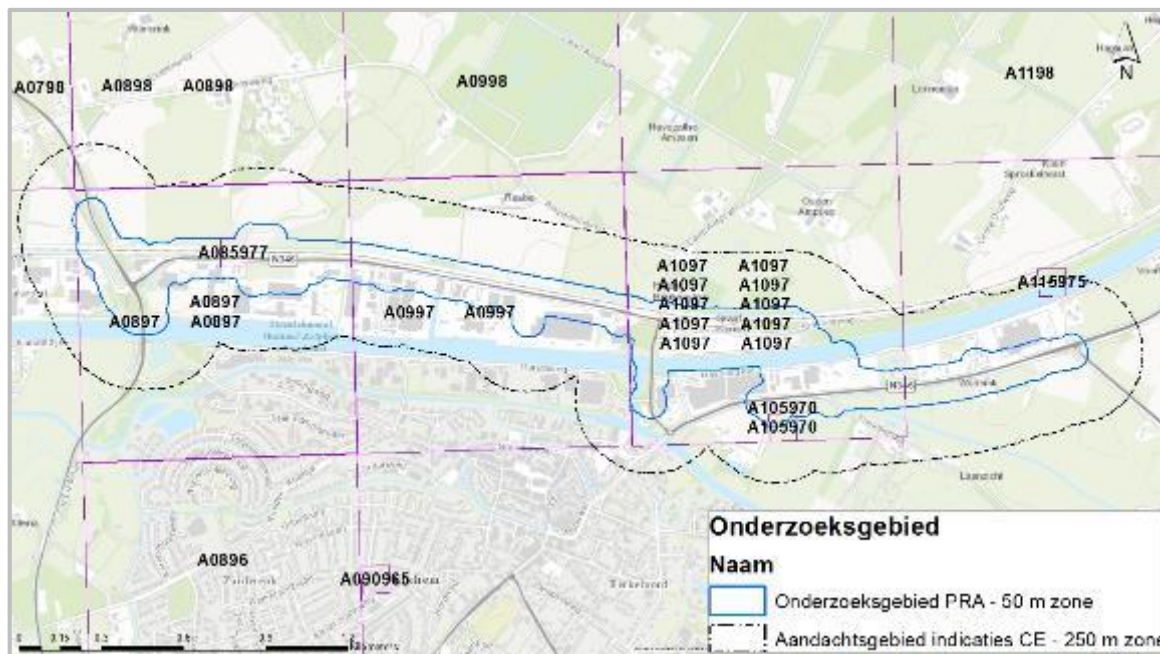
Op 6 oktober 1944 voerden 8 Hawker Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd Tactical Airforce (TAF) een aanval uit op een trein in oostelijke richting in kaartvierkant A.085977. De aanval is uitgevoerd door het 247^{ste} squadron (Sqdn) 124^{ste} WING (No. 124 WING). Door de aanval zijn een locomotief en 4 wagons vernietigd. Onduidelijk wat hier aan de hand is, waarschijnlijk gaat het om een treinbeschieting met boordkanonnen, maar een aanval met raketten behoort ook tot de mogelijkheden.

Toelichting: De RAF logboeken bevatten locatieverwijzingen in het coördinatensysteem Nord de Guerre (NDG) uit WOII. Deze NDG coördinaten bevatten een letter en vier, zes of acht cijfers (bijvoorbeeld D.6743) en verwijzen naar kaartvierkanten waar aanvallen volgens de Engelse luchtmacht zijn uitgevoerd. Hoe groter het aantal cijfers, hoe kleiner het kaartvierkant. Een NDG coördinaat met vier, zes of acht cijfers is een kaartvierkant van 1x1 km, 100x100 m respectievelijk 10x10 m. Om de NDG coördinaten te vertalen naar een locatie in RD, is een militaire stafkaart uit WOII ingewonnen en gepositioneerd. Het onderzoeksgebied PRA bevindt zich grofweg in de stafkaart vakken A0796 t/m A1197.

De ligging van NDG kaartvierkanten ten op zichte van het aandachtsgebied voor indicaties van CE voor dit onderzoek zijn afgebeeld in figuur 3. Binnen de kaartvierkanten zijn de het geraadpleegde bronnenmateriaal omschreven coördinaten weergegeven. Indien binnen een kaartvierkaart meermaals het zelfde coördinaat is weergegeven betekend dit dat in het betreffende kaartvierkant meerdere

⁴ Zie ook indicatie 18-10-1944. Hieruit blijkt dat genoemde locatie binnen het onderzoeksgebied PRA ligt.

aanvallen uitgevoerd zijn met in het bronnenmateriaal betreffend kaartvierkant genoemd. Iedere aanduiding symboliseert één aanval.



Figuur 3 Nord de Guerre coördinaten t.o.v. aandachtsgebied indicaties CE

De beschreven locatie van de aanval op 6 oktober 1944 (A.085977) valt in het onderzoeksgebied PRA, ter hoogte van Kwinkweerd 15. Het is een concrete aanwijzing waar verdacht gebied uit voortkomt. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen of sprake is geweest van vliegtuigbommen of luchtgrond doelraketten.

12-10-1944

Op 12 oktober 1944 voerden 8 Hawker Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (438 Sqdn, No. 143 WING) een aanval uit op een treinspoor, brug, locomotief en vrachtwagens in kaartvierkant A.1097. Er zijn 8 bommen van 500 lbs afgeworpen. Een brug op A.105970, een locomotief en 10 vrachtwagens werden vernietigd.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. De verwijzing naar de Brug op A.105970 klopt niet helemaal; hier ligt namelijk geen brug. Wel liggen er binnen enkele honderden meters 2 bruggen en 1 sluis, allen binnen het onderzoeksgebied PRA. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de bommen terecht gekomen zijn en of ze alle hebben gefunctioneerd.

18-10-1944

Op 18 oktober 1944 voerde de Engelse luchtmacht opnieuw twee luchtaanvallen uit:

- Om 08.30 uur is de spoorlijn Zutphen - Hengelo ter hoogte van Ampsen aangevallen;
- Om 09.45 het spoorwegemplacement te Lochem. Getroffen wordt Ampsen de tuinmanswoning van huize Beukestein, het gebied tussen het spoorwegemplacement te Lochem en het Twentekanaal en het weiland van J. Rood te Ampsen.

Beide aanvallen zijn concrete aanwijzingen ter plaatse van het onderzoeksgebied PRA, waar verdacht gebied uit voortkomt. Er is niet achterhaald hoeveel en welke soorten CE zijn gebruikt.

VO ProRail RON-112

Dit rapport vermeld met betrekking tot de aanvallen van 18 oktober 1944:

Gemeentearchief Laren 1929-1971 Inventaris nummer (Inv. nr) 684 – Processen-verbaal luchtaanvallen, 1940-1945 | Op 18 oktober 1944 zijn in de buurt van het station Laren-Almen vier brisantbommen afgeworpen. Daarnaast waren in het buurtschap Groot-Dochteren twee zware en zes lichtere brisantbommen afgeworpen.

Gemeentearchief Laren 1929-1971 Inv. nr 684 – Processen-verbaal luchtaanvallen, 1940-1945 | Op 18 oktober 1944 zijn bij het spoorstation Laren-Almen vier bommen neergekomen. Daarnaast zijn in het buurtschap Groot-Dochteren twee zware en zes lichtere bommen afgeworpen. Schade ontstond aan het station Laren-Almen en aan de panden Wijk E75, E71, E76, E72, E68, E14, E29, E36, E42, E13, E10, E30, E26, E25 en E68 te Laren.

Aanvullend onderzoek in het gemeentearchief naar de ligging van genoemde wijken kan uitwijzen of de wijken in of nabij het onderzoeksgebied lagen. Anderzijds kan aanvullend luchtfoto-onderzoek mogelijk uitwijzen waar de bommen terecht gekomen zijn.

29-10-1944

Op 29 oktober 1944 voerden 6 Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (442 Sqdn, No. 126 WING) een aanval uit op een treinspoor in kaartvierkant A.0898 (omgeving Ampsenseweg/Exelseweg). Er zijn 2 x 500 lbs bommen en 4 x 250 lbs bommen op het treinspoor gegooit. De rest van de bommenlast werd gedumpt.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Het is een concrete aanwijzing ter plaatse van het onderzoeksgebied PRA, waar verdacht gebied uit voortkomt. A. 0898 is waarschijnlijk de locatie vanaf waar de bommen zijn afgeworpen en ligt op enkele honderden meters van het spoor. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de bommen terecht gekomen zijn.

06-11-1944

Op 6 november 1944 voerde de Engelse luchtmacht twee luchtaanvallen uit:

- Om 08.30 voerden 4 Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (441 Sqdn, No. 126 WING) een aanval uit op het station en/of de spoorlijn bij Ampsen in kaartvierkant A.115975 (weiland overzijde Twenthekanaal ter hoogte van de kruising Goorseweg - Nettelhorsterweg). Er zijn 4 x 500 lbs en 8 x 250 lbs bommen afgeworpen. Het spoor raakte beschadigd en een weiland langs de spoorlijn bij Ampsen en het station Lochem werden getroffen;
- Om 09.45 zijn 3 bommen afgeworpen op Lochem. Getroffen wordt te Ampsen het terrein achter huize Beukestein, een terrein tussen station en het Twenthekanaal en het terrein van dhr J. rood te Ampsen. Bij Huize Beukestein te Ampsen komt een brisantbom neer achter de tuinmanswoning. Een tweede bom ontploft tussen het spoorwegstation Lochem en het Twenthekanaal. Een derde bom valt in een weiland te Ampsen.

De aanval van 08.30 uur vormt een concrete aanwijzing ter plaatse van het onderzoeksgebied PRA, waar verdacht gebied uit voortkomt. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de bommen terecht gekomen zijn en of alle bommen hebben gefunctioneerd.

04-12-1944

Op 4 december 1944 voerden 6 Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (411 Sqdn, No. 126 WING) een aanval uit in kaartvierkanten A.1097 (stationsgebied) en A.105970 (ten zuiden Goorseweg ter hoogte Havenstraat). Bij de aanval zijn 6 x 500 lbs bommen en 12 x 250 lbs bommen afgeworpen. Alle bommen kwamen terecht in het doelgebied. Betreffende locatie is op basis van vooronderzoek opmerkelijk genoeg niet als verdacht aangemerkt.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de bommen terecht gekomen zijn en of ze allemaal hebben gefunctioneerd.

08-12-1944

Op 8 december 1944 vielen 8 Hawker Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (171 Sqdn, No. 121 WING) twee schuiten (*barges*) aan in kaartvierkant A.1097 (stationsgebied). Het is niet bekend welke CE zijn gebruikt en waar deze exact terecht gekomen zijn.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Mogelijk kan door aanvullend onderzoek (ORB's op WING-niveau) meer informatie worden achterhaald.

10-12-1944

Op 10 december 1944 voerden 6 Hawker Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (174 Sqdn, No. 121 WING) een aanval uit binnen kaartvierkant A.0897 (omgeving Lochemse brug). Bij de aanval zijn 48 stuks 3 inch luchtgronddoelraketten afgevuurd die waren voorzien van een 60 lb. Semi Armour Piercing (SAP) gevechtslading en werd met boordkanonnen of -mitrailleurs geschoten. 1 salvo van 8 raketten geraakt op noordoostelijke hoek van benadering, 2 geraakt op zuidwestelijke hoek. 3 schuiten oostelijk van de brug aangevallen, twee geraakt en beschadigd door aanval met boordkanon.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de raketten terecht gekomen zijn.

20-01-1945

Op 20 januari 1945 vielen 10 Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (302 Sqdn, No. 131 WING) 10 stilstaande voertuigen aan in kaartvierkant op A.0997 (omgeving industrieterrein Hanzeweg). Bij de aanval zijn 9 x 250 lbs bommen afgeworpen.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Niet het gehele coördinaat A0997 ligt binnen het onderzoeksgebied. Indicaties van CE binnen het onderzoeksgebied zijn niet uit te sluiten. De exacte locatie is onduidelijk. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de bommen terecht gekomen zijn en of alle bommen hebben gefunctioneerd.

22-01-1945

Op 22 januari 1945 voerden 6 Hawker Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (174 Sqdn, No. 121 WING) een aanval uit op een brug over het kanaal in kaartvierkant A.0897 (omgeving Lochemse brug). Bij de aanval zijn 6 x 3 inch luchtgronddoelraketten afgevuurd en is waarschijnlijk ook met boordwapens geschoten.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. De brug over het kanaal ligt in het onderzoeksgebied. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de raketten terecht gekomen zijn en of ze alle 6 hebben gefunctioneerd.

14-02-1945

Op 14 februari 1945 vielen 7 Hawker Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (257 Sqdn, No. 146 WING) doelen aan in kaartvierkant A.1097 (stationsgebied). Er zijn 6 x 500 lbs bommen afgeworpen maar geen resultaten waargenomen.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar de bommen terecht gekomen zijn en of alle bommen hebben gefunctioneerd.

24-02-1945

Op 24 februari 1945 voerden 12 Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF een aanval uit op doelen in kaartvierkant A.0798 (Omgeving Knibbeldijk). Bij de aanval zijn 12 x 500 lbs en 6 x 250 lbs bommen afgeworpen. Treffers zijn gemeld op Z.9817 en A.0798.

Dezelfde dag deden 3 Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF een aanval in kaartvierkant A.1097 (omgeving stationsgebied). Bij deze aanval zijn 3x 500 lbs bommen afgeworpen die waren voorzien van 11 seconde vertragingsontstekers. 4 Typhoon jachtbommenwerpers vuurde in het zelfde kaartvierkant 16 luchtgronddoelraketten af en er werd met boordwapens geschoten.

Beide aanvallen van 24 februari 1945 zijn indicaties van CE volgens het WSCS-OCE. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar bommen terecht gekomen zijn en of alle bommen hebben gefunctioneerd.

27-02-1945

In het rapport vooronderzoek is een aanval op 27 februari 1945 beschreven. De aanval werd uitgevoerd met 10 Mustang en een onbekend aantal Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (2/268 Sqdn, No. 35 WING). De piloten claimden een locomotief en TRG te hebben aangevallen binnen kaartvierkant A.1198.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. In het coördinaat A1198 ligt geen spoor; dit is waarschijnlijk de aanvliegroute/afvuurlocatie. Het is op basis van deze informatie niet goed mogelijk om te bepalen of de aanval binnen of buiten het onderzoeksgebied heeft plaatsgevonden, beide is mogelijk. Waarschijnlijk is geschoten met boordkanonnen. Er is sprake van leemte in kennis.

28-02-1945

Op 28 februari 1945 voerden 8 Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (322 Sqdn, No. 132 WING) een aanval uit op een gemechaniseerd vijandelijk transport binnen de kaartvierkanten E.9835 en A.1097 (omgeving stationsgebied). Door de aanval raakte 2 transporten beschadigd. Het is niet bekend welke soorten CE gebruikt zijn en waar deze terecht kwamen. Mogelijk kan aanvullend onderzoek meer duidelijkheid verschaffen.

13-03-1945

Op 13 maart 1945 om 16.00 voerden 9 Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (74 Sqdn, No. 345 WING) aanvallen uit op de spoorbaan bij Exel binnen kaartvierkant A.0898 (ten noorden Lochemse brug). Er zijn 7 bommen afgeworpen. Getroffen werd te Exel een weiland langs de spoorbaan Zutphen – Hengelo en de boerderijen van dhr. A ten Broeke Exel G58, J. Hagen Exel G59 en H. Marsman Exel G63.

Volgens rapporten die door de Luchtbeschermingsdienst (LBD) zijn opgesteld werden enkele brisantbommen afgeworpen op een weiland langs de spoorlijn Zutphen-Hengelo te Exel. Uit geraadpleegde schaderapporten blijkt dat woonhuizen en boerderijen beschadigd raakten. De Operational Record Books (ORB) van de 2nd TAF omschrijven dat bij de aanval 16 x 500 lbs bommen zijn afgeworpen waarbij 1 treffer werd gemeld.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Aanvullend luchtfoto-onderzoek zou kunnen uitwijzen waar bommen terecht gekomen zijn en of alle bommen hebben gefunctioneerd.

18-03-1945

Op 18 maart 1945 om 16.30 uur voerden de Engelse luchtmacht een aanval uit op de spoorlijn bij Ampsen. Bij deze aanval zijn een onbekend aantal brisantbommen afgeworpen. In rapporten die door de LBD zijn opgesteld is sprake van 'enkele brisantbommen'. Getroffen wordt te Ampsen nabij Laren een terrein op circa 100 meter van de spoorlijn Zutphen - Hengelo v.v. achter het gemeentehuis van Laren. Het gemeentehuis loopt glasschade op.

Het bombardement is een indicatie van CE volgens de WSCS-OCE. De beschreven inslagen bevinden zich (deels) binnen het onderzoeksgebied. De exacte locatie van de inslagen en schade is nog onduidelijk. Mogelijk kan aanvullend luchtfoto onderzoek meer duidelijk verschaffen. In het gebied zijn in relatief korte tijd echter meerdere aanvallen uitgevoerd.

21-03-1945

Op 21 maart 1945 zijn 3 aanvallen uitgevoerd waarbij steeds groepen van 4 Thypoon jachtbommenwerpers doelen bestookte met luchtgronddoelraketten en boordwapenmunitie:

Vliegtuigen van het 198^{ste} squadron de 123^{ste} Wing bestookte met 31 luchtgronddoelraketten 12 schuiten in het Twentekanaal in de kaartvierkanten A.0697 (buiten onderzoeksgebied PRA) en A.0997 (omgeving Kwinkweerd). Directe treffers werden gemeld op 2 schuiten en een andere raakte beschadigd door beschietingen met boordkanonnen.

Vliegtuigen van het 609^{ste} squadron de 123^{ste} Wing bestookte met 31 luchtgronddoelraketten 3 schuiten in kaartvierkanten A.1097 (omgeving stationsgebied). 1 schuit ontplofte.

Vliegtuigen van het 198^{ste} squadron de 123^{ste} Wing bestookte met 30 luchtgronddoelraketten doelen in de kaartvierkanten A.0097 (buiten onderzoeksgebied PRA) en A.1097 (omgeving stationsgebied). Bij deze aanval werd 1 schuit vernietigd.

De luchtaanvallen zijn indicaties van CE volgens het WSCS-OCE. Niet duidelijk is hoeveel van de 31 luchtgronddoelraketten zijn afgevuurd op coördinaat A0997 en hoeveel van de 30 R/P zijn afgevuurd op coördinaat A1097. Er is bovendien geschoten met boordkanonnen. Mogelijk kunnen de locaties waar schuiten zijn beschoten worden achterhaald door aanvullend luchtfoto-onderzoek. Omdat bij de aanvallen zeer waarschijnlijk veel CE in het water terecht gekomen zijn, kan nimmer worden achterhaald of alle verschoten CE daadwerkelijk hebben gefunctioneerd.

24-03-1945

Op 24 maar 1945 voerden 27 Spitfire jachtbommenwerpers van de Engelse luchtmacht aanvallen uit op doelen nabij Berkeloord, het station en zwembad in Lochem binnen kaartvierkant A.1097. Getroffen wordt de Berkeloord, het station en de omgeving van het zwembad. 3 transporten werden vernietigd en 4 raakte beschadigd.

Het bombardement is een indicatie van CE volgens de WSCS-OCE. De beschreven inslagen bevinden zich (deels) binnen het onderzoeksgebied PRA. De exacte locatie van de inslagen en schade is nog onduidelijk, evenals de soorten en aantallen gebruikte CE.

25-03-1945

Op 25 maart 1945 voerden 8 Spitfire jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (411 Sqdn, No. 126 WING) een aanval uit op een gemechaniseerd vijandelijke transporten bestaande uit 25+ onderdelen binnen kaartvierkant A.0897(omgeving Kwinkweerd).

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Waarschijnlijk is geschoten met boordkanonnen.

26-03-1945

Op 26 maart 1945 hebben 4 Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (18 Sqdn, No. 121 WING)aanvallen uitgevoerd op geschutopstellingen en gebouwen nabij kruising van weg en treinspoor binnen kaartvierkant A.090965.

De luchtaanval is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Waarschijnlijk is geschoten met boordkanonnen. Het coördinaat A090965 valt buiten het onderzoeksgebied, maar de verwijzing nabij weg/treinspoor duidt op een locatie binnen het onderzoeksgebied. De exacte locatie van de aanval is onduidelijk. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om gericht een verdacht gebied aan te wijzen. Aanvullend onderzoek in politiedagrapporten zou kunnen uitwijzen de aanvallen daadwerkelijk zijn uitgevoerd.

30-03-1945

Op 30 maart 1945 om 09.30 uur werd in Lochem de spoorlijn Zutphen – Deventer door de Engelse luchtmacht aangevallen. De spoorlijn werd getroffen tussen de wachtposten 24 en 25.

Op de spoorlijn Zutphen-Hengelo liggen de wachtposten 24 en 25 bij Goor, in ieder geval niet bij Laren. De spoorlijn Zutphen - Deventer ligt niet in de buurt van Laren. Het bericht is onduidelijk: waarom staat hier bombardement op Lochem? Het bombardement is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE, maar hier valt verder weinig over te zeggen. Er is duidelijk sprake van leemte in kennis.

31-03-1945

Op 31 maart 1945 vielen 2 Hawker Typhoon jachtbommenwerpers van de 2nd TAF (609 Sqdn, No. 123 WING) doelen in binnen de kaartvierkanten A.0896 / A.0998. Bij de aanvallen zijn 24 luchtgronddoelraketten afgevuurd en werd met boordwapen geschoten. Van de aanval is bekend dat boven Laren en omgeving Geallieerde vliegtuigen vlogen die verschillende wegen bestrijken en op voertuigen schoten. In Exel komt bij een aanval een Engels vliegtuig een jongetje om het leven. 3 transporten werden vernietigd en 7 raakte beschadigd.

Afgevuurde raketten zijn een indicatie van CE conform de WSCS-OCE. Zowel Laren als Exel liggen buiten het onderzoeksgebied PRA. De coördinaten verwijzen naar gebied in/in de directe omgeving van het onderzoeksgebied PRA. Onduidelijk is de afvuurrichting van de raketten en de exacte locaties van de doelen. Door de enorme snelheid van raketten kan niet worden uitgesloten dat er enkele binnen het onderzoeksgebied PRA terecht gekomen zijn. Mogelijk kan aanvullend luchtfoto-onderzoek meer duidelijk verschaffen over de getroffen locaties.

Samenvattend voor luchtaanvallen

Op basis van het bij het vooronderzoek verzamelde bronnenmateriaal en beperkt aanvullend vooronderzoek is vastgesteld dat er meerdere luchtaanvallen hebben plaatsgevonden waarbij vliegtuigbommen zijn afgeworpen en luchtgronddoelraketten en boordmunitie werd verschoten met directe relevantie voor het onderzoeksgebied PRA, te weten op: 12-10-1944, 29-10-1944, 6-11-1944, 6-11-1944, 4-12-1944, 10-12-1944, 20-1-1945, 22-1-1945, 14-2-1945, 24-2-1945, 24-2-1945, 13-3-1945, 18-3-1945, 21-3-1945, 21-3-1945, 21-3-1945 en 31-3-1945. Bij de aanvallen zijn minimaal 45 vliegtuigbommen met een kaliber van 500 lbs, 33 vliegtuigbommen van 250 lbs, 186 luchtgronddoelraketten met een 60 lbs SAP gevechtsskop en een onbekend aantal boordmunitie gebruikt. Van een aantal aanvallen is vastgesteld dat de locatieaanduidingen in het bronnenmateriaal onjuist zijn, maar waarvan het waarschijnlijk is dat ook hierbij meerdere CE binnen het onderzoeksgebied PRA terecht gekomen zijn. Het is niet waarschijnlijk dat alle afgeworpen en verschoten CE daadwerkelijk hebben gefunctioneerd. De kans is groot dat er blindgangers zijn achtergebleven.

2.2.2 Neergekomen vliegtuigen en/of V-wapens

Behalve luchtaanvallen, al of niet geslaagd, zijn er ook vliegtuigen neergestort waarvan er enkele binnen of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied PRA terecht gekomen zijn. Het is niet bekend welke soorten CE de vliegtuigen (nog) aan boord hadden. De volgende indicaties van vliegtuigcrashes zijn uit het rapport vooronderzoek overgenomen:

03-07-1942

Als gevolg van een luchtgevecht stortte op 3 juli 1942 een vliegtuig neer bij Ampsen. De vliegtuigcrash is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. De kern van Ampsen ligt nabij het onderzoeksgebied PRA. De crashlocatie kan zich mogelijk in het onderzoeksgebied bevinden.

10-10-1943

Op 10 oktober 1943 stort een Duitse Messerschmitt Bf-110 G-2 van 9./ZG 26 neer op de hoek Goorsweg – Tusselendijk te Lochem. De locatie bevindt zich binnen het onderzoeksgebied PRA.

21-09-1944

Op 21 september 1944 storten 6 Focke-Wulf 190 A-8 toestellen van het 13./JG54, 14./JG54 en 16./JG in de omgeving van Lochem neer. 1 stortte neer ter hoogte van de Ampsenseweg 24 te Lochem-Ampsen. Mogelijk is dit toestel binnen het aandachtsgebied voor indicaties van CE terecht gekomen, maar zeer waarschijnlijk niet binnen het onderzoeksgebied PRA. De precieze crashlocaties van de overige vijf zijn niet achterhaald.

10-02-1945

Op 10 februari 1945 stortte een Messerschmitt Bf-109 G-6 van 3./NAGr.1 neer te Lochem. De exacte crashlocatie is onduidelijk. Een Messerschmitt Bf-109 G-6 was bewapend met (een mogelijke combinatie van) 2x 13 mm machine geweren; 1x 20 mm Motorkanone; 1x 30 mm Motorkanone en 2x 20 MG onderwing cannon pods; 2x 21 cm raketten; 1x 250 kg bom of 4x 50 kg bom of 1x 300 liter drop tank. De vliegtuigcrash is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. Aanvullend archiefonderzoek in de politiearchieven kan mogelijk meer duidelijkheid over de crashlocatie verschaffen.

26-2-1945

Op 26 februari 1945 stortte een Mustang P-51 van 20 FG/79 neer bij de Exelsebrug te Lochem. De Exelsebrug ligt in het onderzoeksgebied. Een Mustang P-51 werd vaak ingezet als duikbommenwerper en kon worden bewapend met 2x 500 lbs bommen of 8x 60 lbs raketten (naast 6x 0.50 machine geweren). 0.50 patronen alleen al zijn een reden om gebied als verdacht aan te merken. Niet duidelijk is of het gecrashte toestel een bommenlast bij zich droeg. Aanvullend archiefonderzoek kan mogelijk meer duidelijkheid verschaffen over de CE aan boord van het toestel en de crashlocatie.

22-03-1945

Op 22 maart 1945 kwam in de wijk D46 in omgeving van de woning van G.J. Vreeman een Duitse V1 neer. Een V1 behoort tot de groep V-wapens. Dit is een afkorting van de Duitse naam Vergeltungswaffen, die de Duitse propagandaminister Joseph Goebbels introduceerde voor een aantal wapens die aan het einde van WOII door de Duitsers in gebruik werden genomen in een poging om het Duitse overwicht in de oorlog te herstellen. Hoewel Duitsland een groot aantal 'wonderwapens' ontwikkelde werd de aanduiding V-wapen slechts aan drie hiervan toegekend. Alleen de V1 en V2 zijn daadwerkelijk in gebruik genomen. Deze zogenaamde 'vliegende bommen' waren de voorlopers van de latere geleide wapens.

Een V-1 crash is een indicatie van CE volgens het WSCS-OCE. De exacte locatie waar de V1 terecht is gekomen kan op basis van de informatie niet worden achterhaald. Aanvullend archief- of luchtfoto-

onderzoek kan mogelijk meer duidelijkheid verschaffen en bepalen of de V1 i daadwerkelijk is geëxplodeerd of geruimd. Achterhaald dient te worden waar wijk D46 gelegen was en waar de woning van G.J. Vreeman stond.

31-03-1945

Op 31 maart 1945 stortte in de buurt van Lochem een Hawker Typhoon van het No. 247 China-British Squadron neer. Aanvullend archiefonderzoek kan mogelijk meer duidelijkheid verschaffen over de exacte crashlocatie.

De in het rapport vooronderzoek omschreven vliegtuigcrashes op 19 september 1944 en 21 februari 1945 hebben te ver van het onderzoeksgebied plaatsgevonden om invloed uit te oefenen op de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied PRA.

2.2.3 Grondgevechten

Er zijn enkele indicaties van grondgevechten binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied PRA gevonden vanaf 3 april 1945. De volgende passages zijn overgenomen uit het rapport.

Canadese verkenningstropen stuiten in de ochtend op Duitse tegenstand rond het Larens station. Bij het station worden de Duitsers verschillende aanvallen uitgevoerd tegen de troepen van het Royal Regiment of Canada. In de middag brengen de Canadezen zwaar materieel het kanaal over en zetten een tegenaanval in. De Duitsers blijven het gebied bestoken met granaten en de Canadezen zijn genoodzaakt zich terug te trekken. In de loop van de avond wordt het Duitse vuur zo hevig dat de genietroepen hun pogingen een brug over het Twentekanaal te bouwen tijdelijk staken. De komende dagen staan in het teken van de verovering van Laren, onder andere via Exel-Tol. Op 5 juni is deze operatie geslaagd, na zware strijd. **Conclusie:** Exel-Tol ligt net buiten het onderzoeksgebied PRA. Wanneer Canadese troepen vanaf het Larens station langs het kanaal door Exel-Tol zijn gekomen, zijn zij ook door het onderzoeksgebied gekomen, mogelijk al vechtend, maar hiervoor zijn geen concrete aanwijzingen.

Duitse artillerie begint in de ochtend vanuit Ampsen aan de noordzijde van het kanaal de toren in Lochem te beschieten. Er worden meerdere treffers gezien. Ook wordt de fabrieksschoorsteen van Naeff geschampt door een projectiel. 's middags komen er opnieuw granaten vanaf de overzijde van het kanaal. Ditmaal zijn de Geallieerde tanks het doelwit. Meerdere huizen worden getroffen door de granaten. **Conclusie:** De locaties van Duitse geschut opstellingen zijn niet achterhaald. Het is ook onduidelijk waarmee werd geschoten. Ampsen ligt net buiten het onderzoeksgebied en bij oprukkende troepen hebben de beschietingen mogelijk binnen het onderzoeksgebied plaatsgevonden. Er is onvoldoende informatie beschikbaar om te bepalen of er sprake is van verdacht gebied.

De Canadezen beschieten Ampsen om de Duitse weerstand te breken. Ooggetuigen zien Canadese soldaten met vlammenwerpers oprukken. **Conclusie:** Op basis van deze informatie is onvoldoende feitelijk aantoonbaar bronnenmateriaal beschikbaar om concreet verdacht gebied af te bakenen. Er is aanvullend onderzoek nodig om te achterhalen of en zo ja, waar gevechten en artilleriebeschietingen hebben plaatsgevonden.

Inzicht in waar daadwerkelijk oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden kan het beste worden verkregen door enerzijds luchtfotoanalyse en anderzijds door feitelijke informatie van vindplaatsen waar na WOII CE werden aangetroffen in kaart te brengen. In paragraaf 2.2.5. Spontane vondsten van CE gaan hier nader op in.

2.2.4 Militaire aanwezigheid

Er zijn meerdere indicaties aangetroffen van militaire aanwezigheid in Lochem. De volgende passages zijn overgenomen uit het rapport:

Lochem wordt bevrijd door troepen van de 129th Brigade van de 43e Wessex divisie. De eerste Britse soldaten trekken Lochem binnen zonder te hoeven vechten. De inname aan de zuidelijke kant van het kanaal loopt redelijk eenvoudig. De noordelijke kant van het kanaal is nog steeds in Duitse handen en vanuit de stellingen in Ampsen wordt er op de Lochemse kerktoren geschoten, waar de Nederlandse vlag reeds is gehesen door de bevolking. Er ontstaat verwarring onder inwoners en Geallieerde soldaten, die ten onrechte menen dat er zich Duitse sluipschutters in de toren ophouden. Daarop schiet één van de Canadese tanks enkele malen op de kerktoren, die daardoor zwaar beschadigd raakt. **Conclusie:** De kerktoren van Lochem ligt op ruime afstand buiten het onderzoeksgebied, daarbij is er geen feitelijk aantoonbaar verhoogde kans op aanwezigheid van CE. De gebeurtenis heeft te ver van het onderzoeksgebied plaatsgevonden om invloed uit te oefenen op de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied

Ondanks dat de zuidzijde van het kanaal in Geallieerde handen is, kan de bevolking niet lang genieten van deze bevrijding. De Duitsers hebben zich verschanst aan de noordzijde en in de namiddag beginnen de Duitsers met hun beschietingen op Lochem vanaf de noordzijde van het kanaal. Granaten beschadigen enkele huizen en er vallen gewonden. **Conclusie:** Exacte locatie van de beschieting en de schade onduidelijk.

In de gemeente Lochem bevonden zich vier lanceerplaatsen voor de V-1, de Duitse vliegende bom. Het kwam regelmatig voor dat er V-1's neerstortten in de omgeving. **Conclusie:** Onvoldoende gegevens om op basis van deze informatie verdacht gebied te kunnen afbakenen.

Tijdens de bevrijding wordt het dorp Lochem en haar directe omgeving zwaar getroffen. Door de aanhoudende gevechten rond en beschietingen op het dorp, zijn 57 woningen vernield, 71 huizen zwaar beschadigd en 260 woningen licht beschadigd. In de weilanden waar geschut heeft gestaan, staan kisten vol ongebruikte munitie. **Conclusie:** Exacte locatie van de beschieting en de schade is onduidelijk. Waarschijnlijk zijn er bij de beschietingen ook CE binnen het onderzoeksgebied PRA terecht gekomen, maar er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om doelmatig verdacht gebied af te bakenen.

Op basis van deze informatie kunnen geen gebieden worden afgebakend waar een feitelijk aantoonbaar verhoogde kans geldt op aanwezigheid van CE.

2.2.5 Spontane vondsten van CE

Om inzicht te krijgen in waar oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden is onderzoek gedaan naar locaties waar en de soorten CE die na WOII zijn aangetroffen.

In de periode van 1945-1972 zijn munitieruimingen door verschillende instanties uitgevoerd, die de ruiminggegevens over het algemeen zelf bijhielden. De gegevens, indien nog voorhanden, zijn nooit centraal gearchiveerd en ontsloten. Een klein deel van deze informatie bevindt zich in de collectie van de Mijn- en Munitie Opruimings Dienst (MMOD), in het archief van Semi Statistisch Informatiebeheer van de Defensie Materieel Organisatie. Hierin zijn de ruimingen in de periode 1945-1947 zo goed mogelijk ontsloten. Soms worden in andere archieven ook ruiminggegevens aangetroffen, maar het overgrote deel van deze gegevens is niet meer te achterhalen. Daardoor bestaat een leemte in kennis in de informatie over munitieruimingen voor de periode 1947-1972.

Over vondsten van CE in de periode van 1945 tot en met 1947 is het volgende bekend.

- Op 16 mei 1945 constateert J. Olijslag op de terugweg vanaf Laren naar Lochem, dat de bommen op de kanaaldijk zijn stukgeschoten. Bij het kanaal staat tevens een bord met opschrift "Levensgevaarlijke landmijnen". De Tolhuisbrug is nog intact, deze is niet ontploft. Wel liggen de springladingen er nog, deze zijn niet ontploft. Over deze springladingen is geen verdere informatie beschikbaar. De Tolhuisbrug ligt over de Berkel, naast de Larenseweg 56 en daarmee net buiten het aandachtsgebied voor achtergebleven CE. De Kanaaldijk en het kanaal liggen binnen het onderzoeksgebied. **Conclusie:** Expload concludeert dat rondom deze locaties werd geschoten. De voormalige aanwezigheid van mijnevelden is aangetoond op basis van mijnrapporten.
- Op 8 augustus 1945 schrijft de burgemeester van Laren in een brief aan de Commissaris van de Koningin in de provincie Gelderland, dat in sommige gedeelten van de gemeente het bezaaid ligt met achter gebleven munitie, granaten, V-1 projectielen en landmijnen. In een bijgevoegde lijst met achter gebleven oorlogsmaterieel zijn de volgende gegevens aangetroffen:
 - o Bij Exel zijn op verschillende plaatsen landmijnen, granaten en enkele stukken munitie voor de Panzerschreck (Duitse raketwerper) achtergebleven, o.a. Exel-Ampensche Broek en omgeving bakkerij Jansen.
 - o Aan de noordelijke oever van het Twente-Rijnkanaal bij Ampsen bevinden zich landmijnen.
 - o Bij de kromming van de verharde weg van Ampsen naar Exel liggen drie projectielen en een Panzerfaust.
 - o Aan de weg van Exel naar Dochteren liggen landmijnen.Deze indicaties bevestigen de aanwezigheid van Duitse mijnevelden en eenheden bij Exel en Ampsen.
- Na de oorlog ontploft er bij opruimingswerkzaamheden aan de Exelschebrug een landmijn, waarbij drie personen de dood vinden en twee personen ernstig gewond raken.
- Er zijn lijsten met onontplofte munitie aangetroffen die gedateerd zijn op 26 november 1945. Op enkele van deze lijsten zijn de volgende relevante gegevens gevonden:
 - o Mijnen in een roggeveld aan het Twente-Rijnkanaal;
 - o Mijnen op een bouwland aan het kanaal;
 - o Waarschijnlijk mijnen op het terrein achter het huis van Mees, aan het kanaal;

- Op 15 december 1945 zijn bij het op- en overslagbedrijf aan de haven een onbekend aantal mijnen aangetroffen.
- Op 28 maart 1946 zijn bij boerderij De Koppel (terrein Schekman) in Lochem 30 mijnen aangetroffen.
- Op 29 november 1946 bij boerderij De Koppel (terrein Schekman) in Lochem 15 Riegel Minen aangetroffen

Conclusie: De indicaties van 26-11-1945, 15-12-1945 en 29-11-1946 en de indicatie dat bij opruimingswerkzaamheden aan de Exelschebrug een landmijn is ontploft bevestigen dat binnen en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied PRA meerdere mijnenvelden zijn aangelegd die later zijn geruimd. De ligging van voormalige mijnenvelden is achterhaald.

- Volgens een briefschrijver (d.d. 4 december 1946) is door de Duitsers aan het einde van de oorlog een munitieopslag tot ontploffing gebracht en zijn er mortiergranaten gedumpt. **Conclusie:** Er is niet bekend waar dit gebeurd is.
- Op 17 juni 1947 zijn tijdens werkzaamheden met een grijper 3 Riegel Minen 43 uit het Twente-Rijnkanaal bij Lochem gevist. **Conclusie:** Hieruit blijkt dat er CE in het Twenthekanaal zijn gedumpt. De exacte locatie is echter niet achterhaald. Mogelijk kan aanvullend archiefonderzoek meer duidelijkheid brengen.

Vanaf 1971 worden alle aangetroffen CE uit de WOII via de politie gemeld bij de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EODD). Sinds die tijd worden ook alle meldingen geregistreerd.

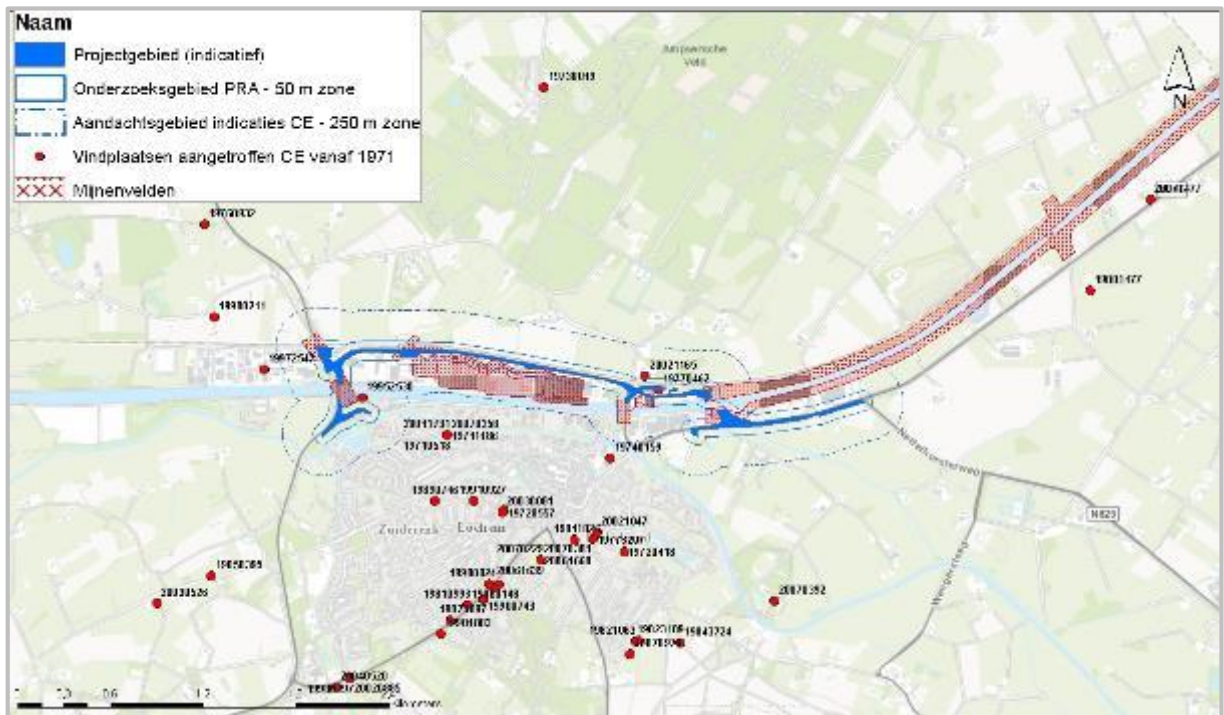
In tabel 1 is een overzicht opgesteld met de meldingen die zijn uitgevoerd binnen (of in de directe omgeving) van het onderzoeksgebied PRA. De meldingen zijn overgenomen uit het vooronderzoek. Expload heeft deze gecontroleerd op compleetheid vanuit de eigen database. Meldingen waarvan het type onbekend is of waarbij de melding geen explosief betreft zijn niet in de lijst opgenomen. De naoorlogs aangetroffen soorten CE zijn door Expload geanalyseerd in relatie tot het uitgevoerde vooronderzoek. Hieruit is gebleken dat alle meldingen in de buurt van het onderzoeksgebied PRA overeenkomen. Er wordt geconcludeerd dat alle aangetroffen CE in de categorieën vallen zoals in het vooronderzoek zijn aangegeven.

De meldingen van de EODD worden aangeduid met de afkorting MORA (Melding-Opdracht-Ruiming-Afdoening). De eerste 4 cijfers van het MORA nummer staan voor het jaartal van aantreffen, deze zijn aangevuld met een melding volgnummer. Tegenwoordig worden dit UO's genoemd (Uitvoerings-Opdrachten).

UO Nr.	Aangetroffen CE	Toestand	Vindplaats	Conclusie
19710430	8cm mortiergranaat	Verschoten	Langs kanaal Rijksopslagplaats aan de haven, Lochem	Locatie Rijksopslagplaats niet achterhaald. De vondst toont aan dat in de omgeving van het plangebied is geschoten met mortieren.
19740159	2 inch brisant mortiergranaat	Onbekend	Bouwplaats aan het Twentekanaal, Prins Bernhardstraat 25 Lochem	De Prins Bernhardstraat ligt op ca. 100 m. van het onderzoeksgebied. De vondst toont aan dat in de omgeving van het plangebied is geschoten met mortieren.
19760818	8cm brisant mortiergranaat met schokbuis	Verschoten	Langs de Berkel, Lochem	De Berkel ligt voornamelijk langs het onderzoeksgebied en maar een klein stukje in het onderzoeksgebied. De vondst toont aan dat in de omgeving van het plangebied is geschoten met mortieren.
19770462	25 pponder rookgranaat (leeg)	Verschoten	Station Lochem	Er is in de omgeving geschoten met 25 pounder geschut.
19801477	Vliegtuigbom	Onbekend	Nabij boerderij Kappelendarsweg 1, Lochem	Locatie op ca. 1,5 km van het onderzoeksgebied. De gebeurtenis heeft te ver van het onderzoeksgebied plaatsgevonden om invloed uit te oefenen op de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied
19952530	Flare van 4,5 inch met restant neusbuis No. 848	Onbekend	Kanaaldijk	Binnen onderzoeksgebied PRA
19972547	Gevechtsskop 60lbs SAP, van 3 inch raket met BB No. 865	Onbekend	Industrieterrein Aalsvoort, Lochem	Exacte locatie onduidelijk, industrieterrein Aalsvoort ligt gedeeltelijk/grotendeels binnen het onderzoeksgebied.
20021165	Brits gasmasker	N.v.t.	Proefdetectie en onderzoek naar mogelijke aanwezigheid munitieartikelen huize Beukenstein (Ampsenseweg naast spoorlijn), welke volgens ooggetuigen aanwezig zouden zijn	Mogelijk eerder onderzoek uitgevoerd!
20061669	1 anti-betonbrisantgranaat van 15cm type 19 met bodembuis Bd.Z./15cm Gr. Be	Verschoten	Twentekanaal ter hoogte van 13.4, Noordzijde	locatie 'ter hoogte van 13.4' onduidelijk.

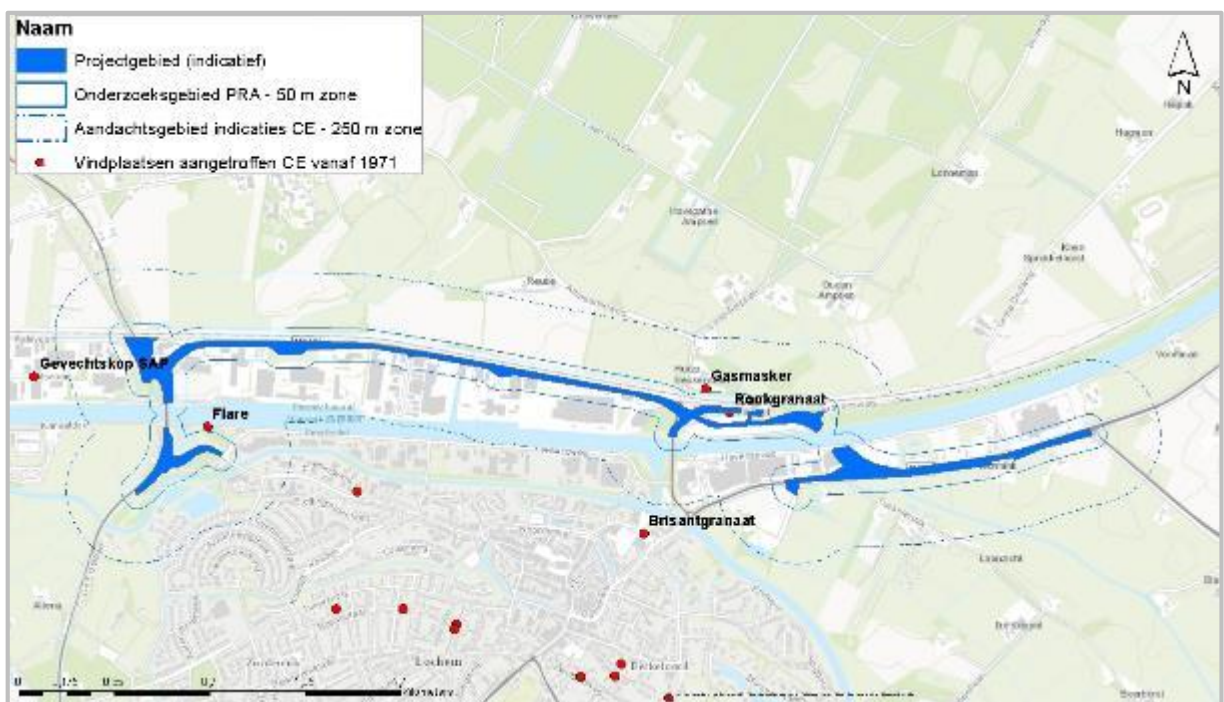
Tabel 1: Aangetroffen CE vanaf 1971 tot heden.

In figuur 4 zijn de vindplaatsen waar CE zijn aangetroffen in beeld gebracht. Om een goed beeld te krijgen van mogelijke conflictzones zijn voor de volledigheid ook de vindplaatsen van CE tot geruime afstand van het onderzoeksgebied PRA meegenomen. In figuur 4 is tevens de ligging van voormalige mijnen velden weergegeven, wat verklaard waarom in de periode van 1945 -1947 meerdere mijnen zijn aangetroffen.



Figuur 4 Vindplaatsen CE vanaf 1971 en ligging voormalige mijnenvelden

In figuur 5 is ingezoomd op het onderzoeksgebied PRA en zijn de voor dit onderzoek relevante soorten aangetroffen gespecificeerd.



Figuur 5 Vindplaatsen CE vanaf 1971 met specificatie soort

Noot: De vindplaats van de 8cm brisant mortiergranaat langs de Berkel is niet ingetekend, omdat de vindplaats onduidelijk is. De Berkel stroomt ten zuiden van het onderzoeksgebied PRA.

2.2.6 Luchtfoto onderzoek

Luchtfoto-onderzoek vormt een belangrijk onderdeel van een vooronderzoek om nauwkeurig te bepalen waar gebeurtenissen hebben plaatsgevonden. Op basis van luchtfoto-onderzoek kan worden bepaald waar schade aan het landschap is ontstaan als gevolg van oorlogshandelingen en kunnen posities van militaire werken of geschutsofstellingen worden bepaald.

In het rapport vooronderzoek is omschreven dat uit het archief van Dotkadata (DOTKA) en de Topografische Dienst Zwolle (TOPOD) 2 luchtfoto's van 29 november 1944 en 4 van 22 januari 1945 zijn verzameld en bestudeerd. Op verzoek van provincie Gelderland heeft Bodac de voor het vooronderzoek geraadpleegde foto's aangeleverd. Na ontvangst van de foto's bleek echter dat bij het vooronderzoek luchtfoto's zijn geraadpleegd die zijn genomen op 22 januari 1945 en 16 april 1945. De foto's van de 2 afzonderlijke data dekken het onderzoeksgebied PRA maar deels. De foto's van 22 januari 1945 worden gekenmerkt door een besneeuwd landschap. Er is vastgesteld dat de beoordeling van luchtfoto's in combinatie met de analyse van het verzamelde bronnenmateriaal niet volledig of onjuist is uitgevoerd, waardoor verdachte gebieden onvolledig/verkeerd zijn afgebakend.

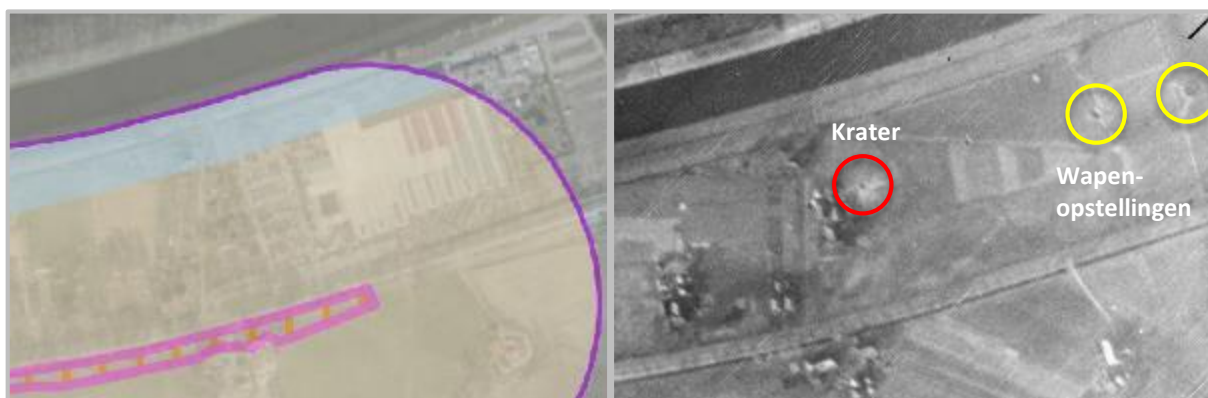
Een voorbeeld van één van de onvolkomenheden is afgebeeld in figuur 6. In deze afbeelding is de CE-bodembelastingkaart behorende bij het vooronderzoek doorzichtig afgebeeld op één van de voor het vooronderzoek gebruikte luchtfoto's van 22 januari 1945. Op de luchtfoto zijn duidelijk 3 kraters zichtbaar (rood omcirkeld, 1 grote en 2 kleinere) in een gebied dat niet als verdacht is aangemerkt voor blindgangers van afwerpmunitie, luchtgrond doelraketten en/of boordwapenmunitie. De waargenomen kraters liggen in een kaartvierkant (A1097). Op basis van het geraadpleegde bronnenmateriaal is vastgesteld dat binnen dit kaartvierkant in de periode van 4 december 1944 tot 21 maart 1945 tenminste 10 luchtaanvallen hebben plaatsgevonden, waarbij minimaal 23 stuks 500 lbs en 12 stuks 250 lbs vliegtuigbommen zijn afgeworpen, 77 luchtgrond doelraketten zijn afgevuurd en uitgebreid met boordwapens is geschoten. De aanvallen zijn uitgevoerd door meerdere typen vliegtuigen. Behalve dat er na de datum waarop de luchtfoto is genomen nog aanvallen zijn uitgevoerd, is het niet mogelijk krater analyse toe te passen, omdat er sprake is van meerdere aanvallen zonder dat tussendoor luchtfoto's genomen zijn. Kraters kunnen namelijk niet aan één specifieke aanval worden toebedeeld.



Figuren 6 Voorbeeld geconstateerde afwijking luchtfoto-analyse

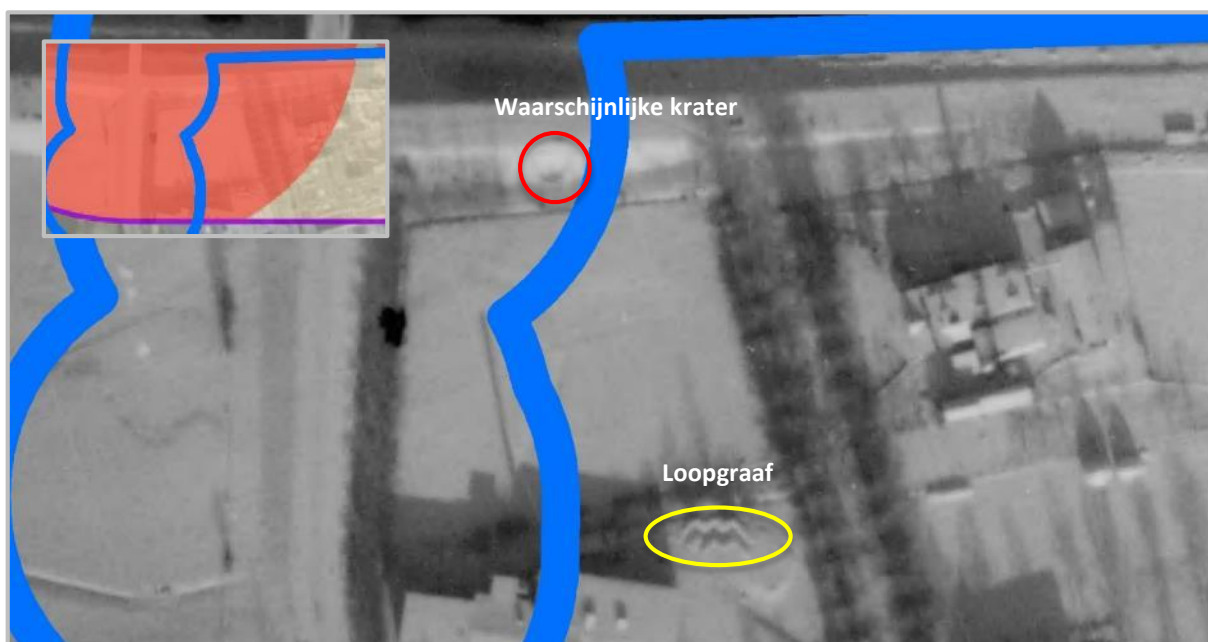
Een tweede voorbeeld is afgebeeld in figuur 7. In deze afbeelding is links de CE-bodembelasting doorzichtig afgebeeld over één van de aangeleverde luchtfoto's van 16 april 1945. De luchtfoto is van zeer matige kwaliteit. Er zijn bij het vooronderzoek geen kraters en stellingen waargenomen. Het gebied is als verdacht aangemerkt voor geschut- en infanteriemunitie.

Ter verificatie heeft Expload in haar eigendatabase gezocht naar betere luchtfoto's. Op een luchtfoto van 16 februari 1945 zijn in hetzelfde gebied duidelijk 1 bomkrater en 2 wapenopstellingen zichtbaar. Een uitsnede uit deze foto is rechts afgebeeld in figuur 7. In dit gebied kunnen derhalve blindgangers van vliegtuigbommen niet worden uitgesloten.



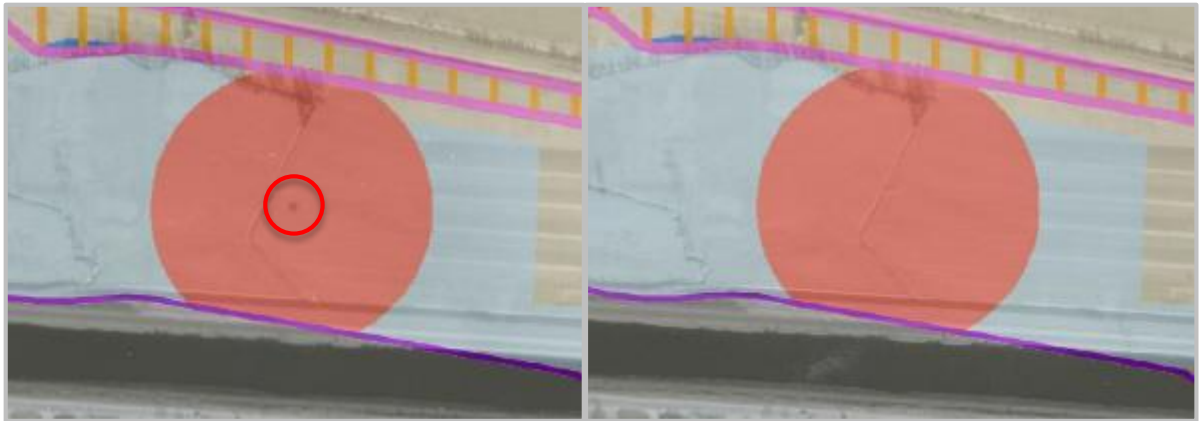
Figuur 7 Voorbeeld geconstateerde afwijking luchtfoto-analyse

Een volgend voorbeeld is weergegeven in figuur 8. Dit betreft een locatie nabij de Lochemse brug. Hier is op de voor het vooronderzoek gebruikte luchtfoto een duidelijk loograaf en een waarschijnlijke krater zichtbaar, die niet zijn waargenomen of ingetekend. Zowel de krater en de loopgraaf hebben een andere afbakening van verdacht gebied tot gevolg.



Figuur 8 Voorbeeld geconstateerde afwijking luchtfoto-analyse

Anderzijds is vastgesteld dat er verstoringen die op de voor het vooronderzoek gebruikte luchtfoto's aanwezig zijn, zijn aangemerkt als krater, terwijl uit foto's van dezelfde datum blijkt dat de verstoringen geen kraters kunnen zijn. Een eventuele krater zou namelijk op alle foto's van dezelfde datum (enigszins) zichtbaar moeten zijn. Figuur 9 geeft hiervan een voorbeeld. In de afbeelding is de CE-bodembelasting doorzichtig afgebeeld over 2 van de aangeleverde luchtfoto's van 22 januari 1945. Op de foto links zit een verstoring die op 2 andere foto's van dezelfde datum niet zichtbaar is. Dit verdacht gebied zou derhalve (mogelijk) kunnen vervallen.



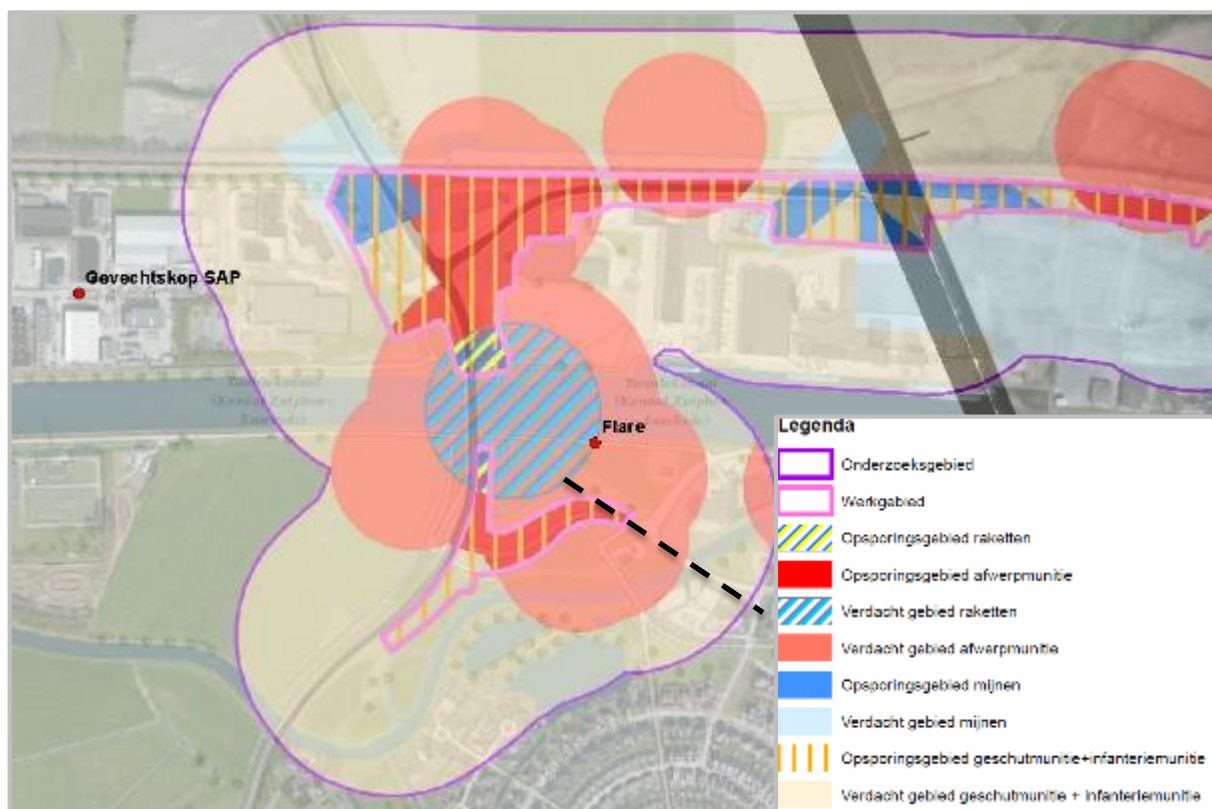
Figuur 9 Voorbeeld geconstateerde afwijking luchtfoto-analyse

Omdat bij het vooronderzoek luchtfoto's zijn geraadpleegd van 22 januari 1945 en 16 april 1945, de foto's van deze afzonderlijke data niet volledig het onderzoeksgebied PRA dekken, het onderzoeksgebied PRA op 22 januari 1945 bedekt was onder een laag sneeuw en er meerdere indicaties van gebeurtenissen zijn nadat de voor het vooronderzoek gebruikte luchtfoto's zijn genomen, kunnen de waargenomen kraters niet aan een specifieke aanval worden toegewezen. Daarnaast bestaat de kans dat er (meer) kraters niet zijn waargenomen of kraters op de geraadpleegde luchtfoto's niet meer zichtbaar zijn, omdat de periode tussen een gebeurtenis en het nemen van luchtfoto's te lang is. Bomkraters kunnen binnen enkele maanden en soms binnen enkele weken na een aanval al niet meer zichtbaar zijn op een luchtfoto.

Analyse bronnenmateriaal

Behalve onvolledig luchtfoto-onderzoek is ook sprake van onvolledige analyse van het geraadpleegde bronnenmateriaal. Een voorbeeld blijkt uit figuur 10. Nabij de Exelse brug is een gebied tot 108 m rondom een locatie ten oosten van de Exelse brug als verdacht voor blindgangers van raketten afgebakend. Uit de geraadpleegde bronnen blijkt echter dat in plaats van de brug schuiten in het Twentekanaal zijn aangevallen. Op 10 december 1944 en 22 januari 1945 hebben 12 Typhoon jachtbommenwerpers tenminste 54 raketten afgevuurd op schepen in het Twentekanaal en is tevens met boordkanonnen geschoten. Na de oorlog is op ruim 500 meter van de brug een blindganger van een luchtgronddoelraket aangetroffen. Dit wordt verklaard omdat raketten met zeer hoge snelheid worden verschoten en een eigen aandrijving in de vorm van een raketmotor hebben. Hierdoor kunnen raketten tot op grote afstand van een doel terecht komen. Verderop in rapport, bij de omschrijving van de verticale afbakening van het gebied, gaan wij hier nader op in.

Op basis van deze indicaties had dus tenminste een gebied vanaf de vindplaats van de blindganger tot aan de brug als verdacht voor blindgangers van luchtgronddoelraketten aangemerkt dienen te worden. Zeer waarschijnlijk zijn de luchtfoto's van 22 januari 1945 genomen voor de raketaanval van 22 januari 1945. Normaliter zijn explosies van luchtgronddoelraketten in een besneeuwd landschap duidelijk zichtbaar, omdat uitstoot van grond door een explosie op een besneeuwd landschap over het algemeen goed zichtbaar is.



Figuur 10 Voor blindgangers van raketten als verdacht aangemerkt gebied

Een tweede voorbeeld van onvolledige analyse van het geraadpleegde bronnenmateriaal is afgebeeld in figuur 11. Op de afbeelding is kaartvierkant A.105970 geprojecteerd op één van de voor het vooronderzoek gebruikte luchtfoto van 22 januari 1945. Op de foto zijn meerdere duidelijke kraters zicht. Na het bestuderen van de foto blijkt er ook 1 waarschijnlijke krater, evenals een Duitse stelling en een waarschijnlijke Duitse stelling zichtbaar te zijn. Opgemerkt dient te worden dat de foto ruim 49 dagen na het laatste bombardement is genomen.

Volgens de geraadpleegde bronnen zijn binnen het kaartvierkant op 4 december 1944 maar liefst 6 x 500 lbs en 12 x 250 lbs bommen afgeworpen. De verslagen van de Engelse luchtmacht omschrijven dat alle bommen in het doelgebied terecht gekomen zijn. Ook al eerder, namelijk op 12 oktober 1944, zijn in dit kaartvierkant waarschijnlijk bommen afgeworpen. Het aantal bommen wat daadwerkelijk binnen het kaartvierkant is afgeworpen is niet bekend, omdat tijdens de aanval op 12 oktober 1944 ook andere doelen zijn gebombardeerd. Ondanks deze concrete aanwijzingen is het gebied niet als verdacht voor blindgangers van vliegtuigbommen aangemerkt.



Figuur 11 Kaartvierkant A.105970 op luchtfoto 22 januari 1945

Er is vastgesteld dat verdachte (deel) gebieden ontoereikend zijn afgebakend voor blindgangers van afwerpmunitie en/of luchtgronddoelraketten, zodat in de uitvoering risico kan ontstaan voor zowel de Arbo- als ook de openbare veiligheid. Anderzijds bestaat de kans dat gebieden onterecht als verdacht zijn afgebakend waardoor onnodig onderzoek naar CE wordt geadviseerd.

Het volledige onderzoeksgebied is aangemerkt als verdacht voor blindgangers van geschutmunitie, terwijl de aanwijzingen hiervoor veelal niet concreet zijn. Grote delen van het gebied zijn aangemerkt als verdacht voor mijnen, terwijl uit de geraadpleegde documenten opgemaakt kan worden dat er ruimingsacties uitgevoerd zijn. Binnen deze gebieden heeft al eerder na WOII op uitgebreide schaal grondverzet plaatsgevonden. In bepaalde situaties kunnen verdachte gebieden worden ingeperkt, als vastgesteld kan worden dat er al eerder grondverzet heeft plaatsgevonden. In paragraaf 2.6 gaan wij hier nader op in.

Noot: *Bij de steller van dit rapport is bekend dat binnen de gemeente Lochem en binnen het onderzoeksgebied voor deze PRA al eerder onderzoeken naar CE zijn uitgevoerd. In het vooronderzoek is hierover niets omschreven. Navraag bij gemeente Lochem heeft geen informatie opgeleverd over eerder uitgevoerde onderzoeken naar CE, behoudens een projectplan waaruit dit blijkt zijn erin de Twentekanaal onderzoeken naar CE uitgevoerd zijn. De bijbehorende Processen Verbaal Van Oplevering van deze onderzoeken zijn voor zover bekend nooit aan gemeente Lochem aangeleverd. Hierdoor is niet bekend welke locatie zijn onderzocht en of deze zijn vrijgegeven.*

2.3 AANVULLEND LUCHTFOTO- EN BRONNENONDERZOEK

Uit voorgaande paragraaf is gebleken dat er behoefte is aan aanvullende luchtfoto's die de relevante gebeurtenissen ondersteunen en waarop inslagen van afwerpmunitie en luchtgronddoelraketten, sporen van gevechtshandelingen (grondgevechten en artilleriebeschietingen) en mogelijk de crashlocatie van het neergestorte vliegtuig (duidelijker) afleesbaar zijn. Ook is aanvullend archief onderzoek nodig om te achterhalen wanneer de bomkraters zijn ontstaan en hoeveel bommen er zijn afgeworpen. Dit is nodig om het verdacht gebied af te bakenen conform vigerende richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE.

Mogelijk kunnen kraters worden toebedeeld aan specifieke aanvallen, waardoor karakteranalyse kan worden toegepast. Als bij krateranalyse het aantal bommen en/of raketten dat op een bepaalde datum werd afgeworpen of verschoten bekend is en op luchtfoto's een zelfde aantal (nieuwe) kraters kan worden waargenomen, is vastgesteld dat alle CE hebben gefunctioneerd en is geen sprake van verdacht gebied rondom deze kraters. Dit kan in bepaalde gevallen zelfs voor aanvallen door individuele vliegtuigen, mits het type vliegtuig bekend is. Gezocht dient te worden naar een manier om een hogere beeldkwaliteit van situatie te krijgen, zoveel mogelijk recent na de verschillende gebeurtenissen waarbij CE binnen het onderzoeksgebied terecht gekomen zijn. Alleen op die manier kan met meer zekerheid worden geoordeeld waar CE terecht gekomen zijn.

Via Dotkadata (ontsluiting archieven Topografische Dienst/Kadaster en Wageningen Universiteit) en de Luftbilddatenbank (ontsluiting archief TARA en andere internationale archieven) is vastgesteld dat in deze archieven maar beperkt luchtfoto's beschikbaar zijn. In deze archieven zijn uitsluitend extra luchtfoto's beschikbaar die zijn genomen op 16 februari 1945. Deze foto's leveren waarschijnlijk niet of nauwelijks nieuwe informatie op.

Door de veelheid aan gevonden indicaties is niet te verwachten dat verdacht gebied ingeperkt kan worden, maar juist uitgebreid dient te worden. Voor een volledig overzicht van alle achterhaalde indicaties, de conclusies die op basis hiervan zijn getrokken en alle leemten in kennis verwijzen wij naar de chronologische gebeurtenissenlijst. De chronologische gebeurtenissenlijst is separaat met dit rapport meegestuurd.

2.3 HORIZONTALE AFBAKENING (PRIMAIR) VERDACHT (BESLISSING OPDRACHTGEVER)

In overleg met de opdrachtgever is besloten om geen aanvullend archief- en luchtfoto onderzoek uit te voeren, maar het volledige project gebied primair aan te merken als verdacht voor alle soorten CE zoals omschreven in het rapport vooronderzoek. Vanuit dit uitgangspunt is beoordeeld of het primair als verdacht aangemerkte gebied ingeperkt kan worden. Dit is gedaan door werkzaamheden die eerder

na WOII binnen het onderzoeksgebied PRA zijn uitgevoerd in kaart te brengen. Om te bepalen of binnen een bepaald gebied (nog) sprake is van verdacht gebied, is het van belang te weten tot welke diepte CE in de bodem verwacht kunnen worden.

2.4 TOELICHTING OP DE GEBRUIKSWIJZE VAN MOGELIJK ACHTERGEBLEVEN CE

Voordat over wordt gegaan tot berekening en/of bepaling van de bodempenetratiediepten van mogelijke achtergebleven afgeworpen of verschoten CE en de bepaling van diepten waarop eventueel gedumpte CE verwacht kan worden, volgt in de volgende paragraaf eerst een korte toelichting van de mogelijk achtergebleven CE.

Afwerpmunitie

Afwerpmunitie, ook wel vliegtuigbommen genoemd, zijn veelal (zware) stalen lichamen die (bij tactische bombardementen) vanuit aanstormende vliegtuigen van aanzienlijke hoogte op een doel werden afgeworpen en daardoor met grote snelheid in de bodem konden indringen. De maximale diepte van indringen wordt bepaald door de daadwerkelijke afwerphoogte, de diameter en het gewicht van de bom en de bodemweerstand. De afwerphoogte is bepalend voor de hoek en snelheid waarmee de bom uiteindelijk het doel bereikt. Bij tactische aanvallen werden de aanvallen uitgevoerd vanaf hoogte variërend van ca. 900 m. (dive-bombing) tot ca. 244 m. (low-level attack). Er is vastgesteld dat binnen het onderzoeksgebied PRA voornamelijk tactische bombardementen uitgevoerd zijn. In het bijzonder in klei- of veenbodem kunnen blindgangers van afwerpmunitie zeer diep indringen.

De verticale afbakening wordt bepaald op basis van penetratieberekeningen, waarbij de daadwerkelijke afwerphoogte, de diameter en het gewicht van de afgeworpen bommen en de bodemweerstand worden meegenomen. In geasfalteerde oppervlakten, ballastbedden, cunetten of anderszins hardere oppervlakten kunnen eventuele blindgangers aanzienlijk minder diep zijn ingedrongen. De verharding zelf veroorzaakt bij indringing al veel weerstand, evenals de hieronder veelal aanwezige zandlaag of puinfundering.

Raketten

Raketten werden meestal vanaf beperkte hoogte verschoten (maximaal 1219 meter). Raketten werden veelal in duikvlucht verschoten, in een hoek variërend van 30 tot 70 graden.

Raketten kennen een eigen voorstuwing in de vorm van de raketmotor. Bij het afvuren verliet de raket het vliegtuig met ongeveer 165 km/h (150 ft/s), waarna de raket door de voortstuwende lading ongeveer 1,5 seconde accelereerde tot meer dan 1080 km/h (1000 ft/s). Over de resterende afstand nam de snelheid geleidelijk af terwijl het projectiel het doel naderde. Bij het ontbreken van informatie van aanvalshoogte en afvuur hoek wordt voor het berekenen van de maximale indringingsdiepte uitgegaan van het worst-case scenario dat de raketten vanaf 1219 m hoogte werden afgeschoten, onder een hoek van 70 graden en met een snelheid van ongeveer 800 km/h in de bodem insloegen.

Figuur 12 is een samengestelde foto, met links een foto die vanuit een Hawker Typhoon jachtbommenwerper werd genomen, direct nadat de piloot een salvo van 4 raketten had afgevuurd. De voorstuwing door de raketmotor is duidelijk zichtbaar. Rechts is een foto waar 3 inch raketten

worden geprepareerd, voordat ze onder een vliegtuig werden gemonteerd. Dit geeft een goede indruk van de grootte van een 3 inch luchtgronddoelraket die was voorzien van een 60 lb. SAP gevechtsskop.



Figuur 12 Afvuren luchtgronddoelraketten vanuit een Hawker Typhoon jachtbommenwerper

Boordwapenmunitie

Boordwapenmunitie betreft een specifieke soort geschutmunitie die werd verschoten met boordkanonnen of -mitrailleurs die tot de bewapening van een jachtbommenwerper behoorde. Het belangrijkste verschil tussen boordkanonnen of -mitrailleurs is dat boordkanonnen projectielen verschoten die mogelijk een springstoflading bevatten en boordmitrailleurs voornamelijk projectielen verschoten die voornamelijk uit metaal bestonden. Dit resulteert in ander risicobeeld.

Met beide boordwapens werden over het algemeen grote aantallen projectielen afgevuurd (vuursnelheden van 160 tot 450 granaten per minuut afhankelijk van het soort wapen). Hierdoor is de spreiding van dit soort CE meestal erg groot. Tijdens tactische bombardementen werden vaak boordwapens ingezet ter verdediging tegen o.a. Flak (Flug Abwehr Kanone). Door het lichte gewicht van de projectielen die met boordwapens werden verschoten dringen deze over het algemeen niet diep in, zeker niet in geasfalteerde oppervlakten, ballastbedden, cunetten of anderszins hardere oppervlakten.

Geschutmunitie

Geschutmunitie is munitie die met kanonnen, houwitsers en mortieren werd verschoten. Deze drie verschillende soorten geschut kennen allemaal een geheel eigen karakter. Binnen het onderzoeksgebied PRA kunnen zowel artilleriegranaten en mortiermunitie terecht gekomen zijn, die over het algemeen redelijk diep in de bodem ingedrongen kunnen zijn.

De maximale diepte is afhankelijk van de bodemweerstand, voornamelijk van de bovenlaag. In het bijzonder in kleibodem kunnen blindgangers diep indringen. Er zijn voorbeelden bekend van 15 cm granaten die tot 3,5 meter in kleibodem zijn aangetroffen en geallieerde mortiergranaten van 3 inch op een diepte van ruim 2,5 meter. In geasfalteerde oppervlakten, ballastbedden, cunetten of anderszins hardere oppervlakten kunnen eventuele blindgangers van artilleriegranaten en

mortiermunitie aanzienlijk minder diep zijn ingedrongen. De verharding zelf veroorzaakt bij indringing al veel weerstand, evenals de hieronder veelal aanwezige zandlaag of puinfundering.

Infanteriemunitie

Bij grondgevechten werden veelal klein kaliber munitie, hand- en geweergrenaten, granaatwerpers en/of raketten gebruikt. Klein kaliber munitie, granaatwerpers en raketten zijn vlakkebaanmunitie. Dit wil zeggen dat CE met een hoge aanvangssnelheid in een vrijwel horizontale baan werden verschoten. CE dringen hierdoor niet diep in.

Handgranaten worden geworpen en geweergrenaten met relatief lage snelheid verschoten. Beide soorten CE zijn dermate licht, dat deze over het algemeen niet diep in de bodem indringen, tenzij ze in stellingen of loopgraven werden achtergelaten.

Mijnen

Mijnen zijn er een vele soorten en maten. Het belangrijkste onderscheidt wordt gemaakt tussen antitank en personeel mijnen.

Antitankmijnen zijn veelal lichte metalen constructie gevuld met een grote hoeveelheid springstof (tot circa 9 kg) en kunnen in allerlei vormen voorkomen. Vaak worden mijnen door leken niet herkend. In figuur 13 zijn enkele voorbeelden van Duitse antitankmijnen afgebeeld. De diameter bij alle deze mijnen bedraagt circa 32 cm.



Figuur 13 Voorbeeld antitank mijnen (Duitse Tellermine)

Een minder herkenbare mijn is de Duitse Richelmine (figuur 14). Dergelijke mijnen zijn direct na de oorlog binnen het onderzoeksgebied PRA aangetroffen (lengte circa 80 cm, breedte 9 cm).



Figuur 14 Voorbeeld antitank mijn (Duitse Richelmine)

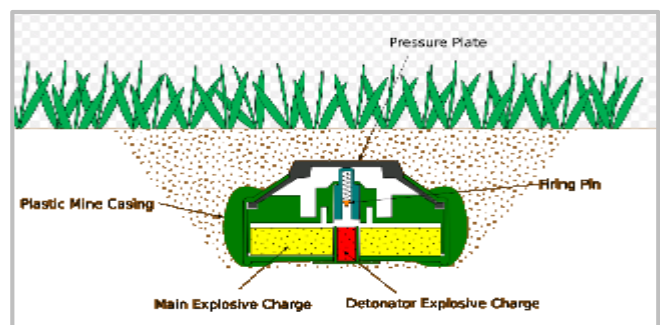
Anti-personeel mijnen zijn aanzienlijk kleiner, maar ook in deze groep komen diverse verschijningsvormen voor. Bepaalde soorten mijnen bevatten nauwelijks metalen onderdelen. Hierdoor kunnen ze niet of nauwelijks met metaaldetectie worden opgespoord. Enkele voorbeelden van Duitse AP-mijnen zijn afgebeeld in figuur 15. De Shumine links bevat nauwelijks metaal.



Figuur 15 Voorbeelden van Duitse AP-mijnen (van links naar rechts Schumine, S-mine 35, Stockmine)

Kenmerkend voor mijnen is dat ze direct onder of op het maaiveld worden geplaatst. (maximaal 30 cm)

De tijdens WOII gebruikte mijnen worden voornamelijk in werking gesteld door druk of het raken van een struikeldraad of antenne die aan een ontsteker verbonden was.



Alhoewel er soms nog mijnen worden aangetroffen, zijn voor zover bekend alle bekende mijnenvelden in Nederland geruimd.

2.5 VERTICALE AFBAKENING (PRIMAIR) VERDACHT GEBIED

De verticale afbakening van verdacht gebied wordt bepaald door de diepte tot waar CE maximaal ingedrongen kan zijn. Dit is afhankelijk van:

- Soort, diameter en gewicht mogelijk achtergebleven CE;
- Snelheid en de hoek waarmee een CE de bodem penetreert;
- Specifieke bodemweerstand;
- Maaiveldhoogte WOII.

Uitgangspunt is dat binnen het primaire als verdacht aangemerkte onderzoeksgebied PRA de volgende soorten CE achtergebleven zijn:

- Afwerpmunitie; vliegtuigbommen van 250 en 500 lbs (Brits) en flare 4, 5 inch (Brits), afgeworpen;
- Raketten; raketten 60 lbs. SAP (Brits), verschoten;
- Geschutmunitie; brisantgranaat 15 cm (Duits), rookgranaat 25 pond (Brits), brisantgranaat 8cm mortier (Duits), brisantgranaat 2 inch mortier (Brits). 20 mm boordgeschutmunitie (Brits), zowel achtergelaten en verschoten;
- Infanteriemunitie; klein-kalibermunitie, handgranaten en draagbare antitankwapens, zowel Brits en Duits, zowel achtergelaten en verschoten;
- Mijnen; Riegelmine, Shrapnelmine, Tellermine, Potmine (Duits), achtergelaten
- Vernielingsmiddelen (Duits), achtergelaten en in werking getreden.

Voordat wordt over gegaan tot het bepalen van de diepten tot waar eventuele blindgangers binnen het onderzoeksgebied PRA maximaal ingedrongen kunnen zijn wordt allereerst de afweging gemaakt in welke mate het voor welke soorten CE aannemelijk is dat deze binnen het projectgebied PRA terecht gekomen zijn en of het maaiveld na WOII is gewijzigd. De hardheid van het bodemoppervlak speelt een grote rol bij het indringen van CE.

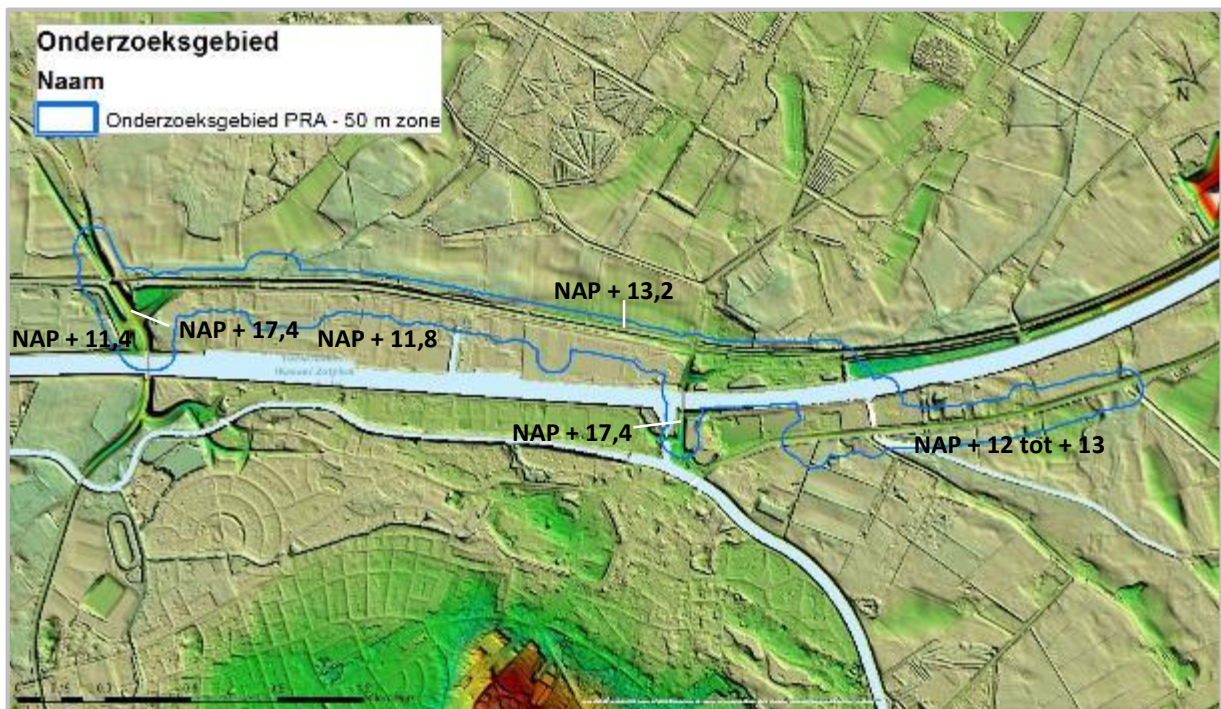
2.5.1 Fysieke aard van het bodemoppervlak WOII

Met betrekking tot de fysieke aard van het bodemoppervlak is vastgesteld dat vrijwel het volledige projectgebied ten tijde van WOII akkerland betrof. Alleen het tracé ter hoogte van de Goorseweg volgt het projectgebied het oude wegtracé. Hier was sprake van verhard terrein. Nabij de Stationsstraat lag op enkele plaatsen binnen het onderzoeksgebied PRA (half)verharde weg en stonden enkele gefundeerde gebouwen. Door de beperkte oppervlakte en breedte van betreffende locaties heeft dit niet of nauwelijks invloed op de verticale afbakening. CE kunnen nadat zij in de bodem indringen ondergronds verplaatsen. Expload heeft berekend tot welke afstand. Voor de uitkomsten verwijzen naar de uitkomsten van penetratieberekening (paragraaf 2.5.3.).

2.5.2 Maaiveldhoogte

Tussen 1937 en 1955 varieerde de maaiveldhoogte binnen het onderzoeksgebied PRA van circa NAP + 11,0 m tot NAP + 13,3m ter plaatse van de spoordijk ⁵.

De huidige maaiveld is afgeleid uit de Algemene Hoogtekaart Nederland. Een uitsnede uit de kaart is afgebeeld in figuur 16.



Figuur 16 Uitsnede Algemene Hoogtekaart Nederland

⁵ Bron: VO NGE H4023 VO CE RONDWEG LOCHEM BODAC (Versie 1.1) | kaarten watwaswaar.nl, bezocht op 5/11/14)

Uit de kaart blijkt dat de huidige maaiveldhoogte varieert van NAP + 11m. is oostelijke richting tot NAP +13 in oostelijke richting. De taluds naar de bruggen liggen op een hoogte tot circa NAP + 17,7 m. Het spoor ligt op een licht verhoogde dijk van circa NAP + 13m.

Op enkele locaties binnen het onderzoeksgebied PRA is het maaiveld na WOII gewijzigd. De Exelsebrug is verplaatst, waarbij de oprit naar de nieuwe brug ten noorden van het Twentekanaal deels is verplaatst. De oprit naar de nieuwe brug ten zuiden van het Twentekanaal is geheel nieuw. De oude opritten zijn afgegraven. Er zijn sloten gedempt en nieuwe gegraven. In hoofdstuk 4 bij de beschrijving van de eerder na WOII uitgevoerde grondroerende activiteiten gaan wij hier nader op in. Behalve plaatselijk heeft er geen noemenswaardige maaiveldverandering plaatsgevonden.

2.5.3 Penetratieberekeningen

Er zijn penetratieberekeningen uitgevoerd om te bepalen tot hoe diep afwerpmunitie en luchtgronddoelraketten in de grond ingedrongen kunnen zijn. Vanwege de duikbombardementen die met jachtbommenwerpers zijn uitgevoerd waarbij 250 en 500 lbs brisantbommen zijn afgeworpen, zijn voor alle berekeningen de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

Geallieerde 500 lbs brisantbom

Diameter	: 328 mm	
Gewicht	: 227 kg	
Afwerphoogte	: 915 m	(worst-case scenario aanval jachtbommenwerper)
Snelheid	: 450 km/h	
Hoek	: 70 graden	(worst-case scenario aanval jachtbommenwerper)

Geallieerde 250 lbs brisantbom

Diameter	: 254 mm	
Gewicht	: 119 kg	
Afwerphoogte	: 915 m	(worst-case scenario aanval jachtbommenwerper)
Snelheid	: 450 km/h	
Hoek	: 70 graden	(worst-case scenario aanval jachtbommenwerper)

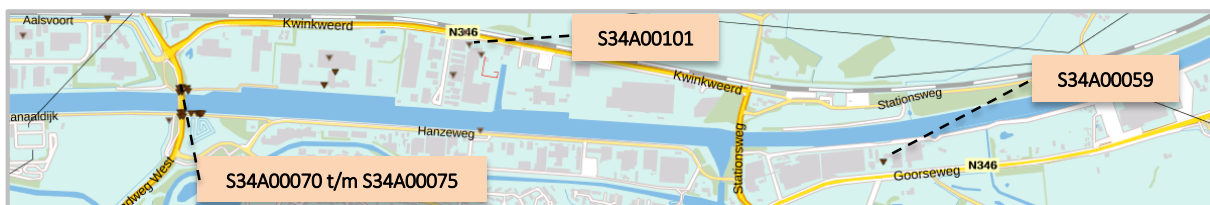
Vanwege de duikaanvallen die met Typhoon jachtbommenwerpers zijn uitgevoerd waarbij luchtgronddoelraketten zijn verschoten, zijn voor alle berekeningen de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

Geallieerde luchtgronddoelraket met 60 lb. SAP gevechtsskop

Diameter	: 152 mm	
Gewicht	: 27,8 kg	
Afwerphoogte	: 1219 m	(worst-case scenario aanval jachtbommenwerper)
Snelheid	: 800 km/h	(eindsnelheid raket)
Hoek	: 70 graden	(worst-case scenario)

Om de berekeningen te kunnen uitvoeren is gebruik gemaakt van sonderingsgegevens die via Dinoloket zijn verkregen. De volgende sonderingen zijn geraadpleegd: S34A00060, S34A00070 t/m

S34A00075 en S3400101. Alle geraadpleegd sonderingen bevestigen de eerder omschreven uitgangspunten voor de gehanteerde maaiveldhoogten. In figuur 17 zijn de locaties waar deze sonderingen zijn gemaakt weergegeven.



Figuur 17 Locatie voor penetratieberekening gebruikte sonderingen

Berekening 1, 2 en 3

Aan de noordkant van het Twentekanaal zijn ter hoogte van de Exselse brug 6 sonderingen gemaakt; S34A00070 t/m S34A00075. Van deze 6 sonderingen zijn er 3 in en 3 naast het verhoogde dijklichaam gemaakt. Uit de 3 sonderingen die naast het dijklichaam zijn gemaakt is de sondering geselecteerd waarvan op basis van worst-case scenario de grootst mogelijke penetratiediepte te verwachten is. Dit betreft sondering S34A00074 die in 1989 is gemaakt. Vervolgens zijn op basis van deze sonderingen 3 berekening gemaakt voor vliegtuigbommen van 250 en 500 lbs en luchtgronddoelraketten. De onderlinge verschillen tussen de 6 sonderingen zijn klein.

Berekening 4, 5 en 6

Ter hoogte van industrieterrein Kwinkweerd is voor de penetratieberekeningen sondering S34A00101 geselecteerd, omdat deze dicht bij het projectgebied is gemaakt. De sondering is in 1987 gemaakt. Omdat de locatie ten tijde van WOII akkerland was is voor de bovenste 0,5 meter een weerstand van 0,5 MPa aangehouden. Uitgangspunt is dat voor het bouwrijp maken de bovenste 0,5 m teelaarde werd vervangen door zand. Op basis van deze sondering zijn ook 3 berekening gemaakt, zowel voor vliegtuigbommen van 250 en 500 lbs en luchtgronddoelraketten.

Berekening 7, 8 en 9

Vervolgens zijn 3 berekeningen gemaakt op basis van sondering S34A00059. Deze sondering is in 1971 gemaakt in de nabij van de toekomstige nieuwe brug. Omdat de locatie ten tijde van WOII akkerland was is voor de bovenste 0,5 meter een weerstand van 0,5 MPa aangehouden. Uitgangspunt is dat voor het bouwrijp maken de bovenste 0,5 m teelaarde werd vervangen door zand.

De voor de penetratieberekeningen gebruikte sonderingsgrafieken zijn opgenomen in **bijlage 2**. De uitkomsten van de penetratieberekeningen (zowel maximale indringdiepte en zijdelingse ondergrondse verplaatsing) zijn weergegeven in tabel 1. Een voorbeeld van de uitkomst van een penetratieberekening is opgenomen als **bijlage 3**.

Eventuele blindgangers van bommen of luchtgronddoelraketten in het Twentekanaal.

Het Amerikaanse leger heeft onderzoek gedaan naar het gedrag van vliegtuigbommen die in het water terecht komen en de kans dat blindgangers vervolgens nog in de vaste waterbodem kunnen indringen. Uit dit onderzoek blijkt dat een projectiel dat in het water terecht komt veel van zijn voorwaartse snelheid verliest, doordat water een grote remmende werking heeft. Uit het onderzoek blijkt dat een

vliegtuigbom die in water met een waterkolom van 8 meter terecht komt niet meer in staat is de vaste waterbodem te penetreren en daardoor op de vaste waterbodem blijft liggen. In water met een waterkolom van 4 tot 8 meter zal indringen maar beperkt mogelijk zijn, maximaal 1 meter. Uitgangspunt is dat het Twenthekanaal ten tijde van WOII een diepte kende van maximaal 4 meter. Voor de verticale afbakening wordt een diepte van 2 m - vaste waterbodem WOII aangehouden.

Het Twenthekanaal werd tussen 2004 en 2007 verbreed en verdiept van een CEMT-klasse IV tot een CEMT-klasse Va waterweg. De diepte van de vaargeul wordt gespecificeerd als 5 meter ⁶. Na de werkzaamheden tussen 2004 en 2007 resteert ter plaatse van de vaargeul een verdacht gebied voor blindgangers van afwerpmunitie en luchtgronddoelraketten tot 1 m- huidige vaste waterbodem (vwb), maar buiten de vaargeul wordt geadviseerd 2 m- huidige vaste waterbodem aan te houden, omdat niet bekend is of ook hier baggerwerkzaamheden uitgevoerd zijn.

De verticale afbakening voor CE anders dan afwerpmunitie is bepaald op basis van de uitgebreide ervaringen van meerdere adviseurs van Expload tijdens onderzoeken naar CE in binnen- en buitenland. De verticale afbakening van primair als verdachte aan te merken gebieden is weergegeven in tabel 2.

Hoofdsoort CE	Berekende diepte / maximale zijdelingse verplaatsing									
	S34A00074			S34A00101			S34A00059			Twente- kanaal
	m-mv / NAP/ Max. zijdelingse verplaatsing (m)									m-vwb
Vliegtuigbom 250 lbs	3,3	+8,3	0,8	4,2	+7,76	0,9	3,0	+9,8	0,7	2,0
Vliegtuigbom 500 lbs	3,7	+8,0	0,8	4,3	+7,66	1,0	3,2	+9,6	0,7	2,0
Raket 60 lb. SAP	4,3	+7,4	1,2	4,6	+7,36	1,3	3,5	+9,3	1,0	2,0
	Vastgestelde diepte overige hoofdsoorten CE									
	Landbodem			Twentekanaal			Opmerking			
	m-mv			m-vwb						
Geschutmunitie, verschoten	2,5			1,0			Van 2 inch tot 15 cm			
Geschutmunitie, achtergelaten	0,5			0 (= op vaste waterbodem)			Geen sprake van ingegraven stellingen op loopgraven binnen onderzoeksgebied PRA			
20 mm Boordwapenmunitie	0,8			0						
Infanteriemunitie, verschoten: - Klein-kalibermunitie - Handgranaten - Draagbare antitankwapens	0,5			0						
Infanteriemunitie, achtergelaten	0,5			0			Geen sprake van ingegraven stellingen op loopgraven binnen onderzoeksgebied PRA			
Vernielingsladingen	0,5			0						
Mijnen	0,3			0						

Tabel 2: Verticale afbakening primair verdacht gebied per hoofdsoort CE

⁶ Bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Twenthekanaal>

2.6 NAOORLOGSE BODEMROERENDE WERKZAAMHEDEN EN ONDERZOEKEN NAAR CE

Bij het vooronderzoek zijn naoorlogse werkzaamheden in kaart gebracht, maar hieraan zijn geen consequenties verbonden met betrekking tot het inperken van verdacht gebied. Voor dit onderzoek is verder onderzoek gedaan naar werkzaamheden en onderzoeken naar CE die eerder na WOII zijn uitgevoerd.

In eerste instantie is bekeken hoe het projectgebied er uitzag tijdens de oorlog. Er is gekeken naar de toenmalige maaiveldhoogte en de destijds aanwezige infrastructuur. Dit is vastgesteld aan de hand van luchtfoto's en kaarten van die periode. Vervolgens is beoordeeld welke infrastructurele wijzigingen in de loop der jaren hebben plaatsgevonden. Ook zijn saneringsrapporten geraadpleegd, omdat bekend is dat binnen het projectgebied Rondweg Lochem na WOII saneringen zijn uitgevoerd waarbij tot aanzienlijke diepte is gegraven. Om te achterhalen of er al eerder onderzoek naar CE is uitgevoerd zijn processen verbaal van oplevering van eerdere opsporingsacties opgevraagd. Deze zijn niet bekend.

Door naoorlogs grondroerende werkzaamheden in kaart te brengen, bestaat de mogelijkheid dat bepaalde delen van het primair als verdacht aangemerkt gebied niet langer meer als verdacht worden aangemerkt. Hierbij wordt als uitgangspunt genomen dat aangetroffen CE tijdens deze werkzaamheden bij de politie zijn gemeld en dat deze door de EODD zijn geruimd. Door meldingen van spontaan aangetroffen CE in kaart te brengen en deze informatie te vergelijken met locaties waar al eerder na WOII op uitgebreide schaal werkzaamheden zijn uitgevoerd, ontstaat een beter beeld van de locaties waar oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden en de tijdens WOII binnen en in de directe omgeving van het projectgebied gebruikte CE.

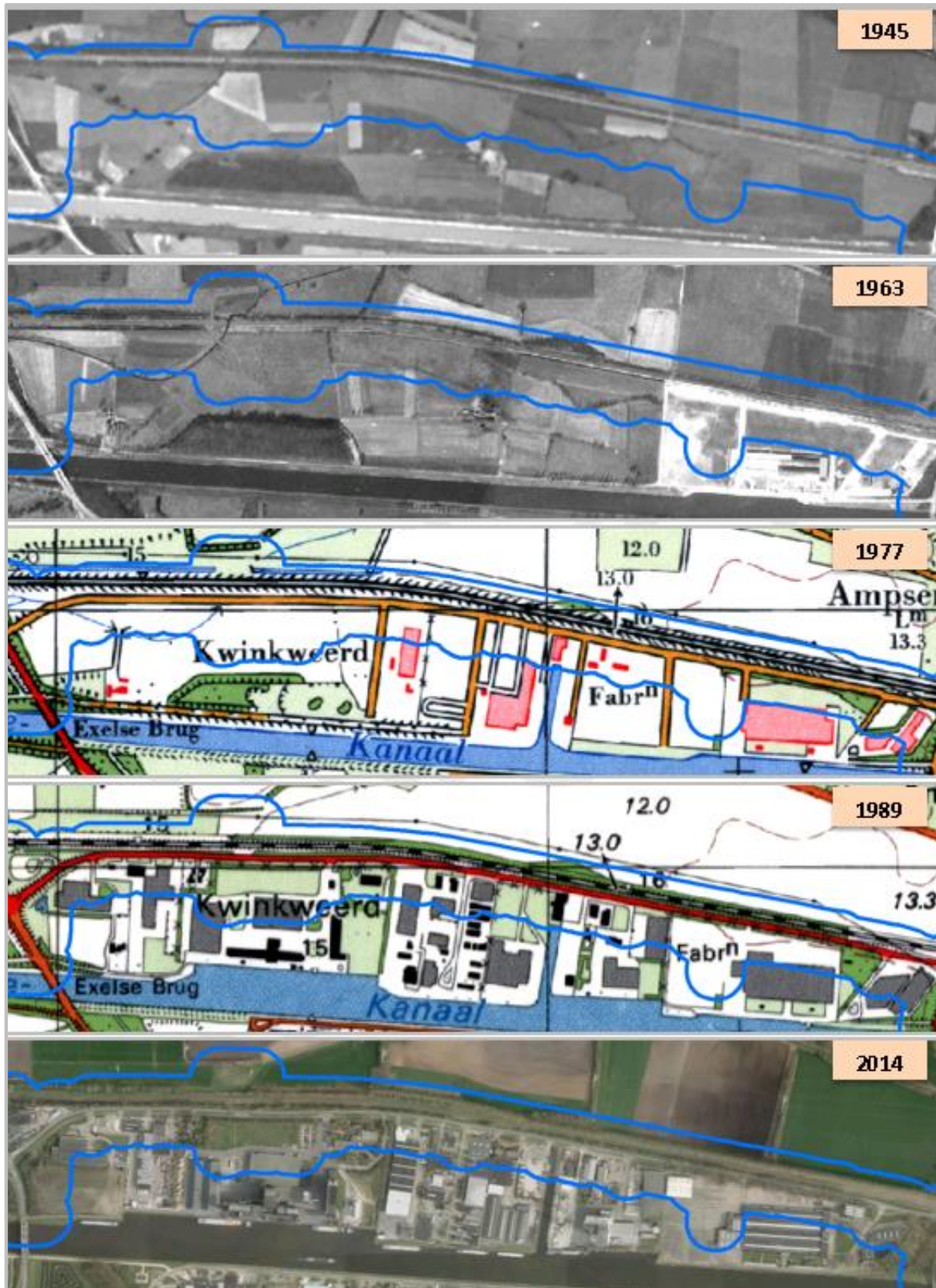
Als is vastgesteld dat in een bepaald gebied na 1971 op uitgebreide schaal graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd, zonder dat hierbij CE zijn aangetroffen, kan in bepaalde situaties worden gesteld dat er geen sprake (meer) is van een aantoonbare bovenmatige kans op het voorkomen van CE. Het jaar 1971 wordt aangehouden omdat vanaf dat jaar alle meldingen van spontaan aangetroffen CE nauwkeurig zijn bijgehouden. Op deze wijze is beoordeeld of het primair als verdacht aangemerkt gebied ingeperkt kan worden.

De voornaamste werkzaamheden zijn hierna beknopt opgeschreven en zichtbaar gemaakt met uitsneden uit de voor dit onderzoek geraadpleegde luchtfoto's en kadastrale kaarten. In hoofdstuk 3 is aangegeven of/en op welke locaties tot een bepaalde diepte werkzaamheden zonder aanvullende opsporingswerkzaamheden kunnen plaatsvinden.

2.6.1 Industrierrein Kwinkweerd

Industrierrein Kwinkweerd was tijdens WOII volledig in gebruik als akkerland. Alleen de spoorbaan liep destijds door dit gebied. De akkerlanden werden gescheiden door enkele sloten. In 1963 is gestart met de aanleg van industrierrein Kwinkweerd. De akkerlanden zijn bouwrijp gemaakt, sloten gedempt en er werd gestart met de aanleg van wegen. Aan de westkant van de Lochemse brug zijn destijds de eerste wegen aangelegd. In dezelfde periode verschenen ook de eerste fabrieksgebouwen. De weg Kwinkweerd is tussen 1965 en 1977 doorgetrokken richting de Exelse brug. Na 1977 verscheen er steeds meer industrie. Medio 1989 was industrierrein Kwinkweerd vrijwel volledig volgebouwd.

Een overzicht van de ontwikkelingen ter hoogte van industrieterrein Kwinkweerd is afgebeeld in figuur 18.



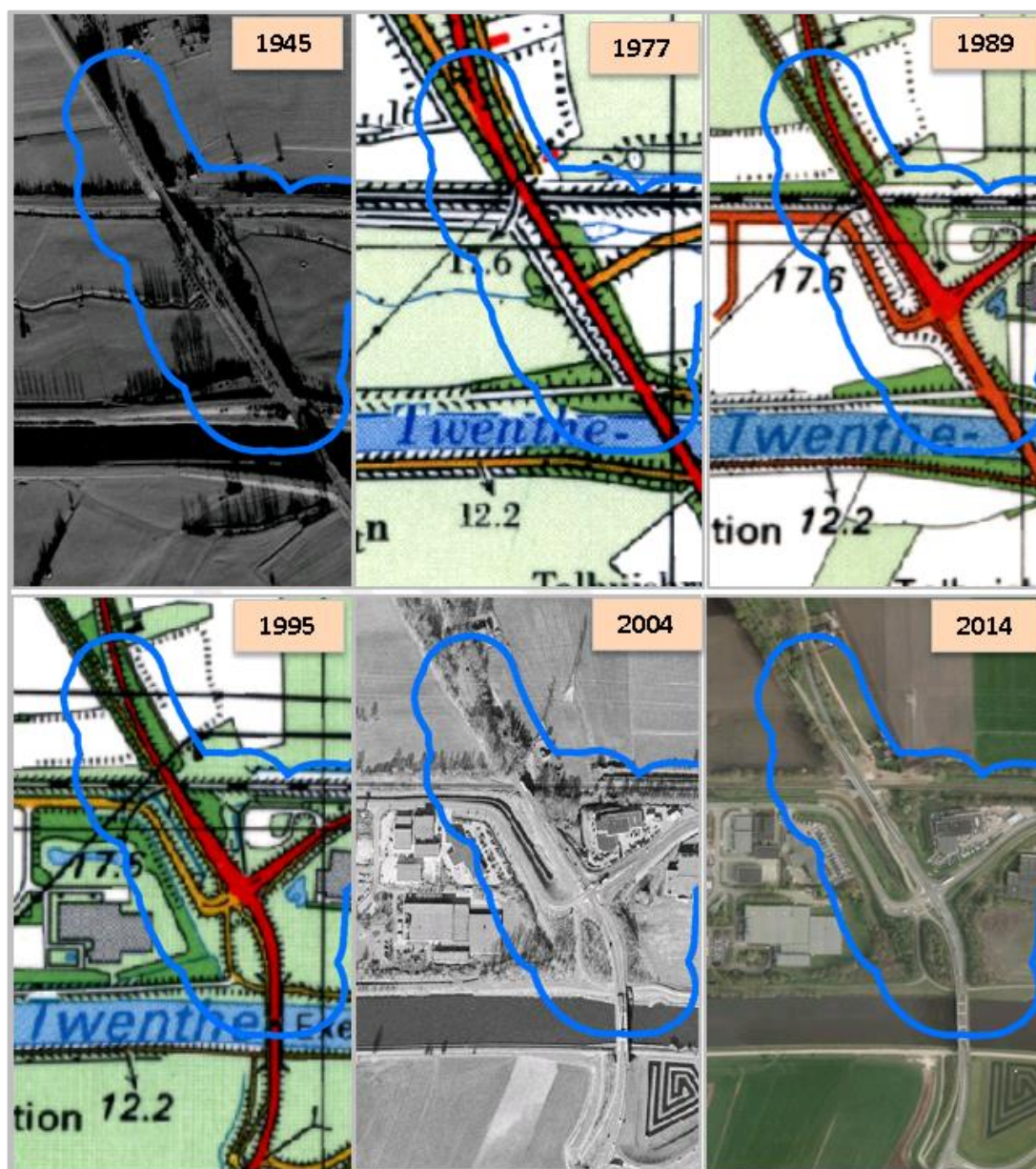
Figuur 18 Ontwikkelingen industrieterrein Kwinkweerd vanaf WOII tot heden ten dagen

2.6.2 Industrierterrein Aalsvoort

Tussen 1977-en 1989 is gestart met de realisatie van industrierterrein Aalsvoort. Ook dit gebied was ten tijde van WOII in gebruik als akkerland. In de periode van 1989 tot 2004 is industrierterrein Aalsvoort volledig volgebouwd. Voor de inrichting van beide industrierterrein zijn op uitgebreide schaal riolen, kabels en leidingen aangelegd en in de loop der jaren zijn veel nieuwe datakabels bijgelegd.

2.6.3 Exelse brug

In 1992 is de Exelse brug ruim 80 m in westelijke richting verplaatst door aannemer De Boer uit Baarn. Hiervoor heeft rondom de brug veel terreininrichting plaatsgevonden. Een overzicht van de ontwikkelingen ter hoogte van de Exelse brug, evenals een gedeelte van het industrierterrein Aalsvoort is afgebeeld in figuur 19.



Figuur 19 Ontwikkelingen industrierterrein Aalsvoort en rondom de Exelse brug WOII tot 2014

Voor de ontwikkeling van de industrieterreinen Kwinkweerd en Aalsvoort wordt als uitgangspunt gehanteerd dat overal tot minimaal 0,8 m-mv werd gegraven. Ter plaatse van kruising Kwinkweerd en aangrenzende wegen zijn graafwerkzaamheden uitgevoerd voor asfalteringswerkzaamheden en terreininrichting tot minimaal 0,5 m-mv. Alle aanwezige riolen, kabels en leiding zijn na WOII aangelegd of vernieuwd.

Ook ten zuiden van het Twentekanaal, ter hoogte van de oude en nieuwe locatie van de Exelse brug, zijn op uitgebreide schaal werkzaamheden uitgevoerd. Ter hoogte van dit projectgebied, waar de kruising Rondweg-Larenseweg van verkeerslichten zal worden voorzien, zijn nieuwe baanlichamen aangebracht. Voor dit gedeelte projectgebied is op verzoek van de opdrachtgever separaat in rapport PRA opgesteld.

2.6.4 Markering terrein en Stationsweg ten noorden van het Twentekanaal

In het terrein rondom de Stationsweg ten noorden van het Twentekanaal zijn na WOII maar beperkt werkzaamheden uitgevoerd. Dit gebied is vrijwel onveranderd gebleven. De aanwezige bebouwing dateert nog van voor WOII.

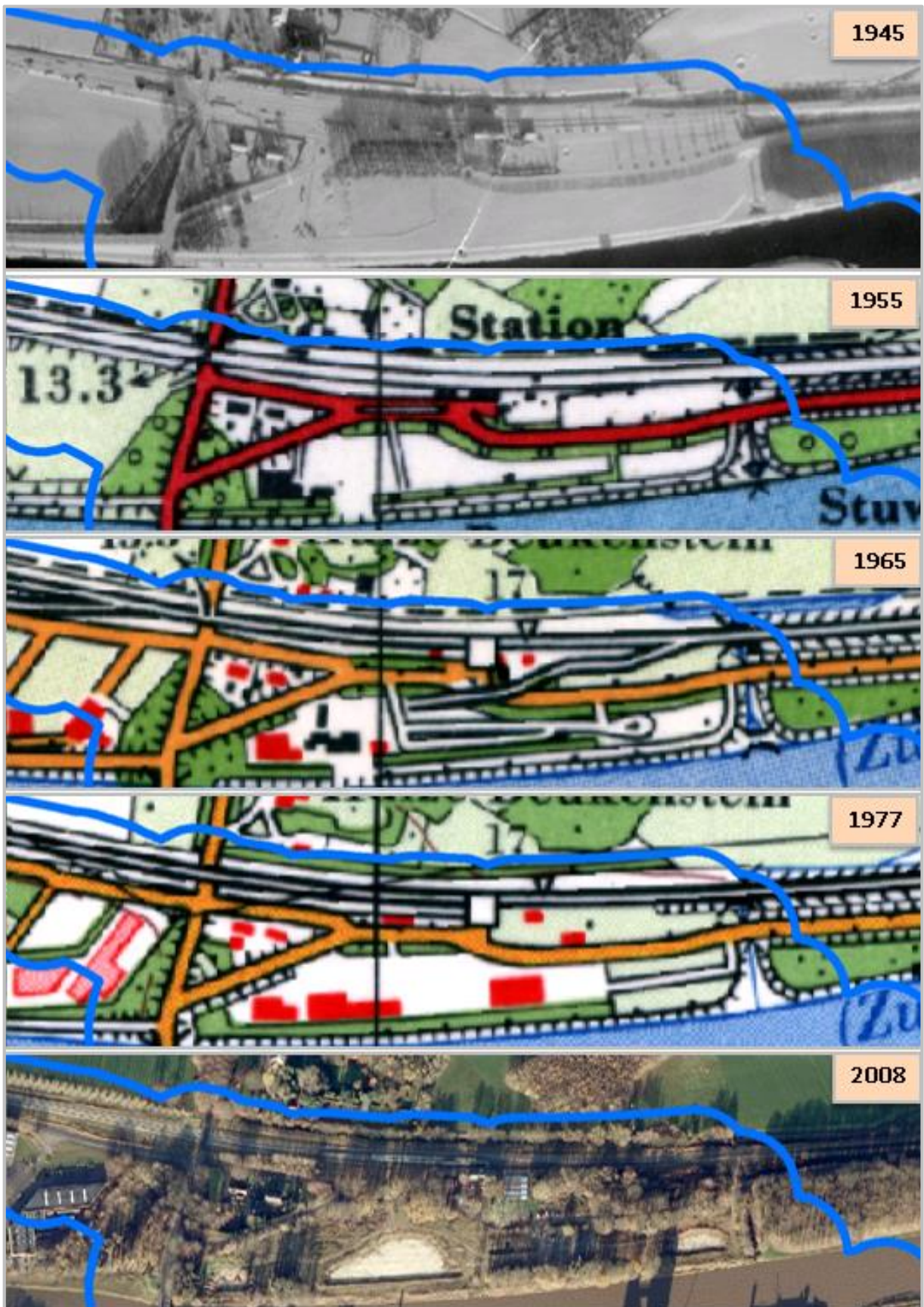
Het terrein ten oosten van de N346 dat opgesloten ligt tussen het Twentekanaal en de Stationsweg, ook wel bekend onder de naam Markering terrein, heeft in de loop der jaren wel een enorme transformatie doorgemaakt. Ten tijde van WOII was het Markering-terrein een braakliggend terrein ten zuiden van station Lochem.

Kort na WOII vestigde Markering's Houthandel, Zagerij en Impregneerbedrijf N.V. zich op dit terrein. Hiervoor zijn o.a. een zagerij, meerdere (droog)loodsen en een creosoteer-inrichting gebouwd en gewalste half verharde wegen aangelegd.

In de periode tussen 1950 en 1977 zijn diverse loodsen en gebouwen alweer gesloopt en nieuwe bijgebouwd en verbouwd. Alle gebouwen waren gefundeerd op staal. De gebouwen hebben er gestaan tot medio 1995-2003. In 2000 zijn de productiewerkzaamheden gestaakt en in de jaren daarna zijn alle gebouwen en overige infrastructuur verwijderd. Het terrein kwam weer braakliggend te liggen.

In de laatste productie jaren heeft KPN er nog diverse datakabels aangelegd, die deels zijn ingegraven en deels zijn aangelegd door middel van boringen. De ontwikkeling binnen het markeringsterrein zijn zichtbaar gemaakt in figuur 20.





Figuur 20 Ontwikkelingen Markering terrein vanaf WOII tot 2008

Door de aanwezigheid van de houtzagerij en impregneerbedrijf raakte het Markering-terrein sterk verontreinigd. In 2003 is gestart met het saneren van dit terrein. Als gevolg hiervan zijn op het terrein nog steeds drie ontgravingsputten aanwezig. Deze putten hebben een oppervlakte van respectievelijk 1.370, 4.600 en 1.230 m². De saneringsputten zijn slechts gedeeltelijk aangevuld. De putbodems liggen op circa 11,0 á 11,2 m+NAP.

Behalve de nog zichtbare ontgravingsputten is in 2006 nog een andere saneringsput ontgraven. In het archief van de gemeente Lochem is een tekening aangetroffen die door Royal Haskoning is aangemaakt. Op deze tekening zijn alle voor de sanering ontgraven putten opgetekend, evenals de ontgravingsdieptes. Uit de tekening blijkt dat 4 sanering putten tot minimaal 4 m-mv. zijn ontgraven. De betreffende tekening is afgebeeld in figuur 21.



Figuur 21 Saneringstekening Royal Haskoning

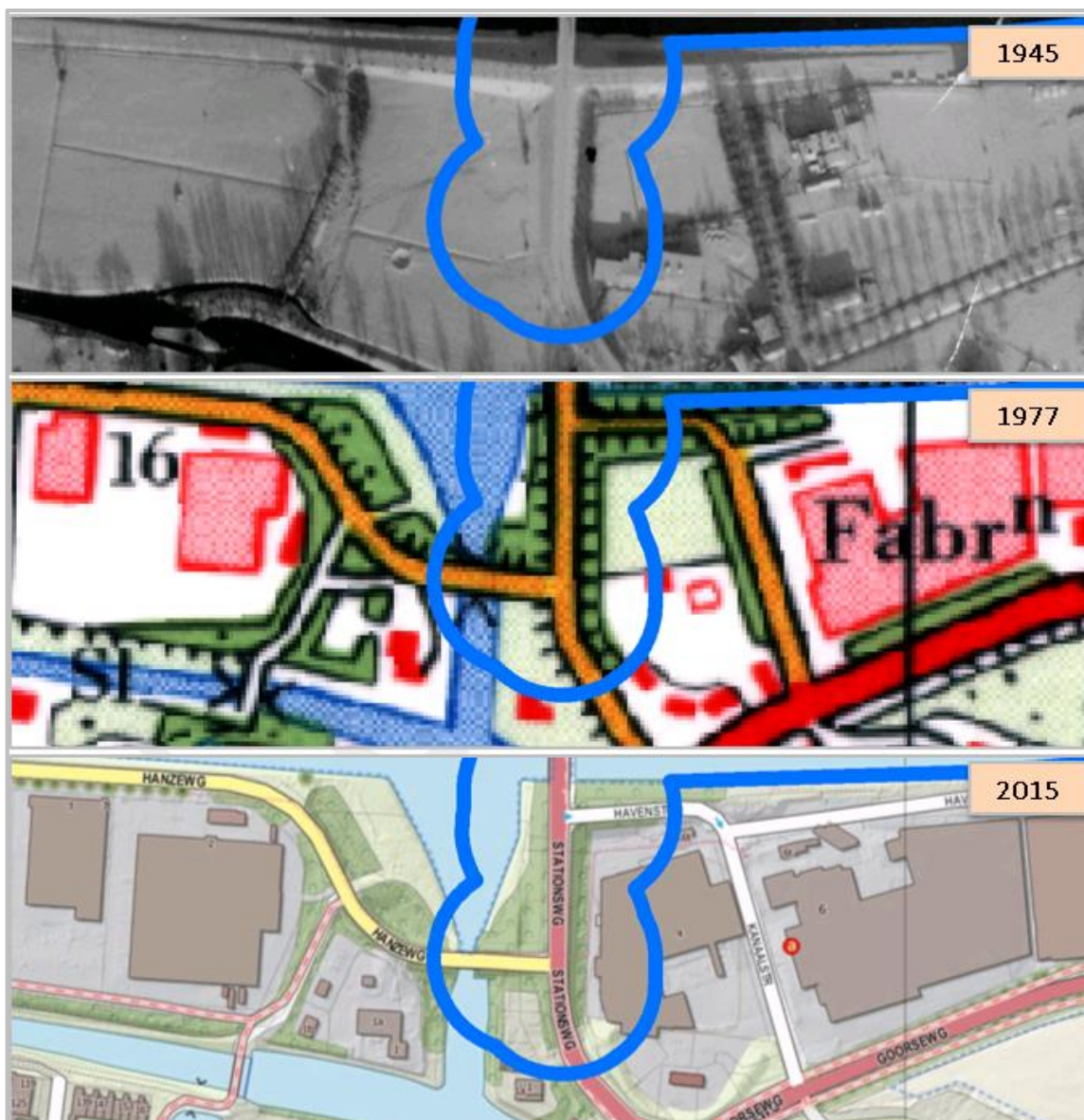
Voor zover bekend zijn er tijdens de saneringswerkzaamheden geen CE of onderdelen hiervan aangetroffen. In 2015 is het resterende terrein gesaneerd.

Onlangs zijn binnen het Markering-terrein in het kader van nader asbest onderzoek nog 130 proefsleuven tot circa 1 m-mv gegraven. De werkzaamheden zijn uitgevoerd onder toezicht van het explosieven opsporingsbedrijf Armaex. Tijdens het graven van proefsleuven is steeds laagsgewijze oppervlakedetectie toegepast, om hiermee eventueel achtergebleven CE op te sporen. Volgens opgave door Armaex zijn echter geen CE of sporen van oorlogshandelingen aangetroffen (zie bijlage 4). Ten tijde van het opstellen van dit rapport was er nog geen Proces Verbaal van Oplevering aangeleverd, maar volgens mondelinge opgave is het Markering-terrein vrij van explosieven verklaard.

2.6.5 Stationsweg ten zuiden van het Twenthekanaal

De Stationsweg aan de zuidkant van de Lochemse brug lag ten tijde van WOII op een baanlichaam met aan de westkant akkerland en aan de oostkant een fabriekscomplex. In de periode van 1965 tot 1977 is ten westen van de Stationsweg een passantenhaven met doorvaart van het Twenthekanaal naar de Berkel gegraven. Gelijktijdig is de huidige Hanzeweg die aansluit op de Stationsstraat aangelegd.

Vanaf 1977 verschenen op het industrieterrein aan de Havenstraat steeds meer fabrieksgebouwen. Zo is er op het terrein tussen de Stationsstraat en de Kanaalstraat een groot gebouw van de betoncentrale gebouwd. Een overzicht van de naoorlogse ontwikkeling in dit gebied is afgebeeld in figuur 22.



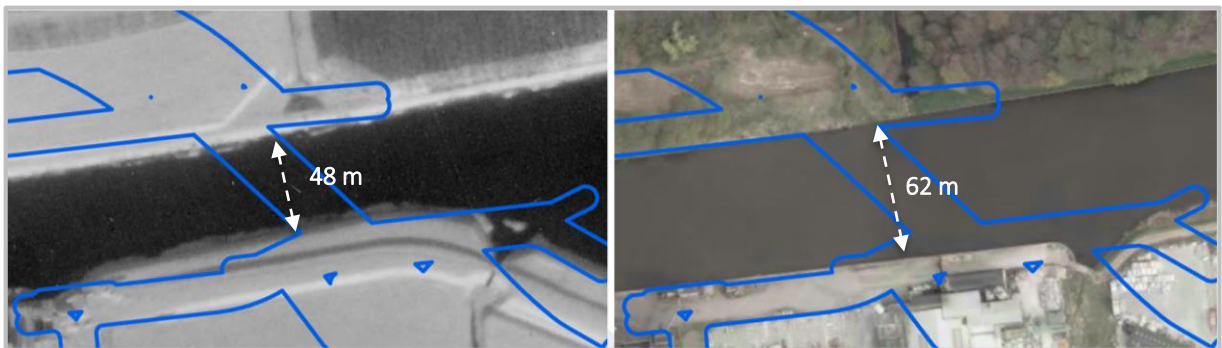
Figuur 22 Ontwikkelingen stationsweg en omgeving vanaf WOII tot 2015

Ter plaatse van de Stationsweg zijn in de loop der jaren asfalteringswerkzaamheden uitgevoerd en nieuwe kabels ingegraven.

2.6.6 Locatie nieuwe brug

Aan de noordkant van het Twentekanaal, ter hoogte van de locatie van de nieuwe brug, zijn na WOII op uitgebreide schaal graafwerkzaamheden uitgevoerd. Het Markering-terrein is gesaneerd en vrijgegeven op aanwezigheid voor achtergebleven CE.

Aan de zuidkant van het Twentekanaal is tussen 1955 en 1965 de kadeconstructie aangepast. Door vergelijking van luchtfoto's is vastgesteld dat het Twentekanaal ter hoogte van de locatie waar de nieuwe brug wordt gebouwd in de jaren zestig met circa 14 meter is verbreed, van 48 naar 62 meter. Uit de fotovergelijking blijkt dat zowel de noord- en de zuid kade zijn verplaatst. In figuur 23 is de locatie waar de nieuwe brug wordt gebouwd zoals die was tijdens WOII naast de huidige situatie afgebeeld, waardoor de veranderingen duidelijk zichtbaar zijn.

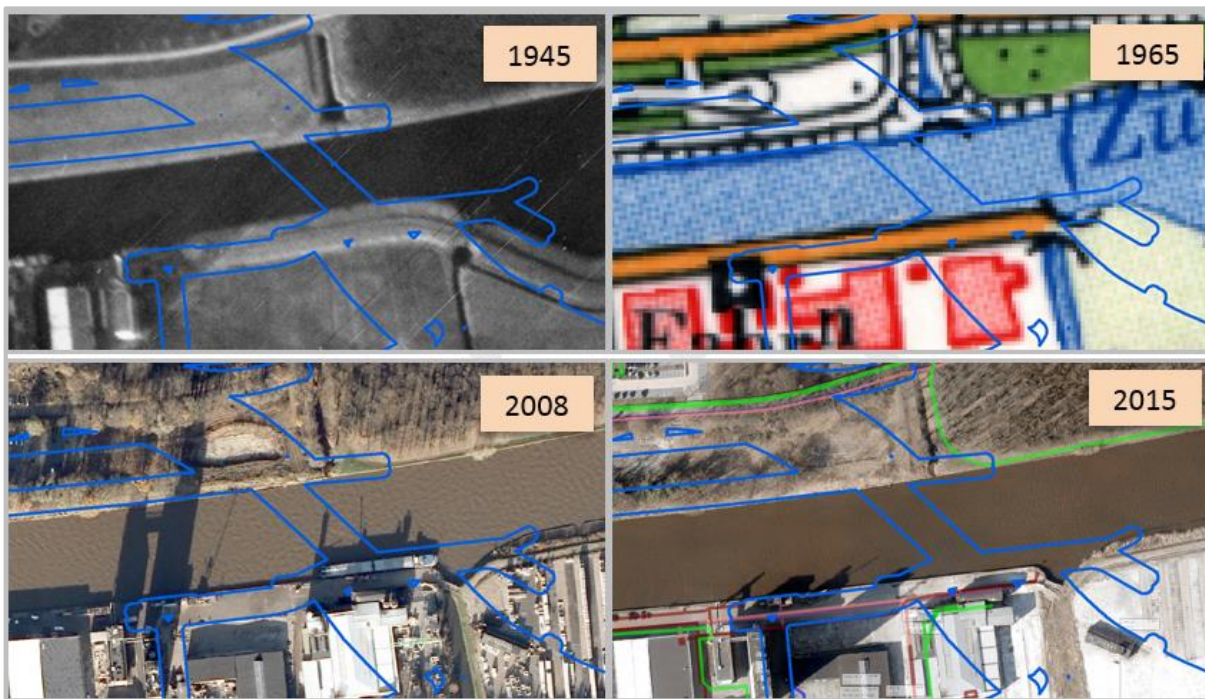


Figuur 23 Kadeverandering locatie nieuwe brug

Of ter hoogte van de locatie waar de nieuwe brug wordt gebouwd baggerwerkzaamheden zijn uit uitgevoerd en zo ja tot welke diepte is niet bekend. Op verzoek van de opdrachtgever is hier (door tijdsdruk in verband met voor de inpassingsplan procedure) vooralsnog geen onderzoek naar gedaan.

Nadat de kade was gereconstrueerd is aan de Havenstraat een groot fabrieksgebouw van Streekbeton gebouwd. Het terrein rondom dit gebouw is tot aan een onlangs gedempte watergang volledig geasfalteerd. De watergang is na WOII eerst verbreed.

Uitgangspunt is dat voor de bouw van het fabriekscomplex tot minimaal 1 m-mv is gegraven en voor het aanleggen van de parkeerplaats tot minimaal 0,8 m-mv. Voor de kadereconstructie zijn damwanden geplaatst en is parallel aan de kade tot minimaal 1 m-mv gegraven. Het dijklichaam en een gedeelte van de oude kade zijn volledig afgegraven. Destijds aanwezige sloten en watergang zijn gedempt. Gesteld is dat binnen het toekomstige werkgebied overal tot minimaal 0,8 m-mv is gegraven, met uitzondering van de oude waterbodem. Een overzicht van de ontwikkelingen rondom de locatie van de nieuwe brug is afgebeeld in figuur 24.



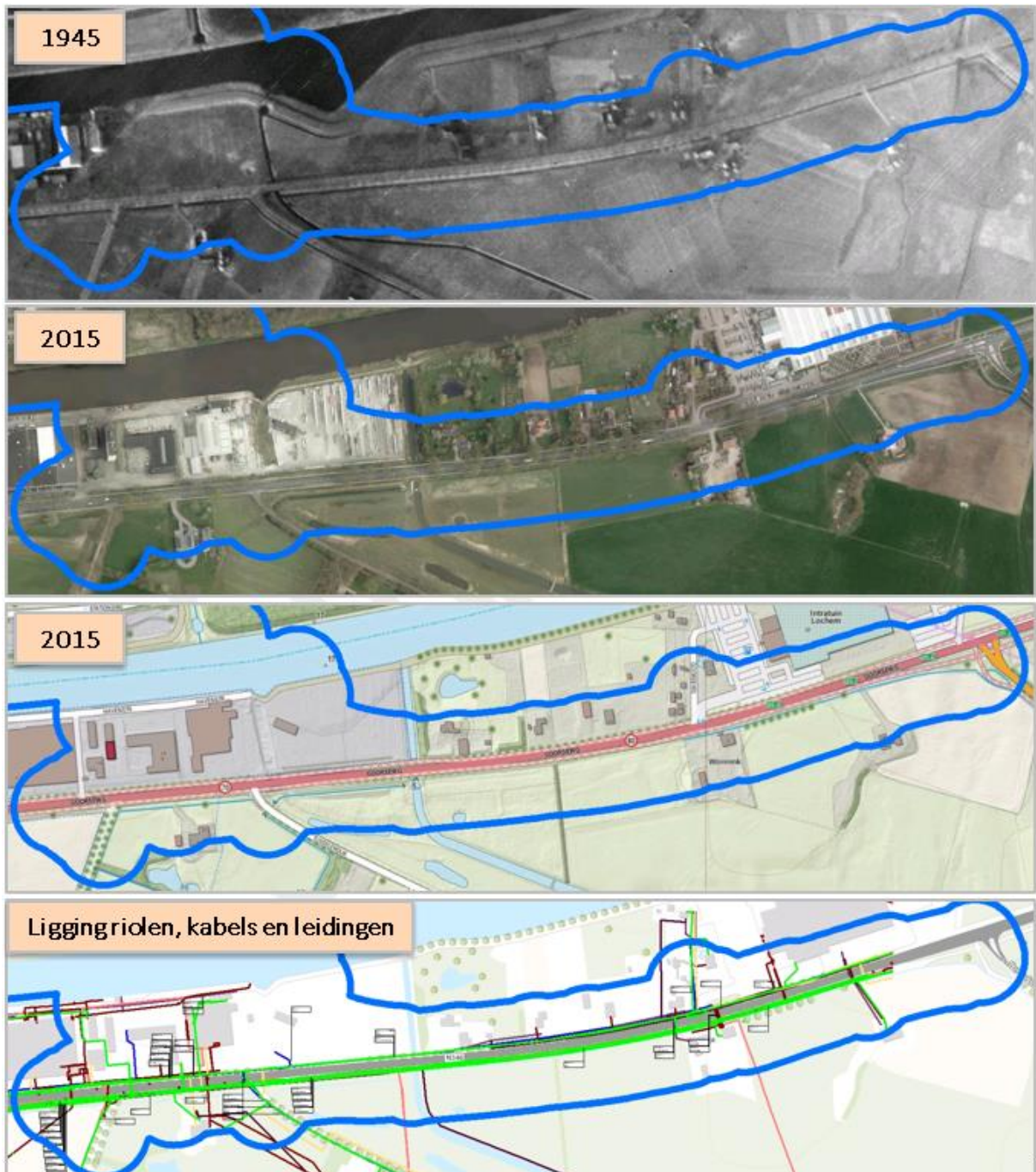
Figuur 24 Naoorlogse ontwikkelingen rondom locatie nieuwe brug

2.6.7 Goorseweg

Vanaf nieuwe brug wordt een aansluiting op de Goorseweg gerealiseerd. Op deze locatie is in de jaren tachtig een parkeerplaats aangelegd, zijn gebouwen gesloopt en is een watergang gedempt. Uitgangspunt is dat ter plaatse van de nieuwe aansluiting tot tenminste 0,8 m-mv is gegraven.

Parallel aan de Goorseweg, vanaf de nieuwe brug tot aan de Nettelhorsterweg, worden diverse werkzaamheden uitgevoerd. Op het industrieterrein aan de Havenstraat zijn in de loop der tijd diverse nieuwe fabrieksgebouwen verrezen. Langs de Goorseweg is het Intratuin-complex gebouwd en parallel aan de weg zijn riolen, kabels en leidingen ingegraven en aan beide zijde van de weg zijn fietspaden aangelegd. De Goorseweg is volledig gemoderniseerd.

De veranderingen rondom de Goorseweg zijn zichtbaar gemaakt in figuur 25.



Figuur 25 Ontwikkelingen Goorseweg en omgeving vanaf WOII tot 2015

Figuur 26 geeft een beeld van de huidige situatie. Boven kijkend over de Goorseweg vanaf het Intratuin-complex in westelijke richting. Onder kijkend vanaf de Goorseweg (kruising Tusselerdijk) naar de locatie waar de aansluiting vanaf de nieuwe brug wordt gerealiseerd.



Figuur 26 Huidige situatie Goorseweg en locatie aansluiting vanaf de nieuw te bouwen brug

Noot: Redelijkerwijs mag niet worden aangenomen dat van alle activiteiten de informatie kan worden achterhaald die nodig is om van elk geval afzonderlijk nauwkeurig te kunnen achterhalen tot welke diepte al eerder werd gegraven. Daarvoor zijn er te veel werkzaamheden uitgevoerd waarvan de informatie veelal niet meer te achterhalen is. Echter, het is van belang om te bepalen waar binnen het gebied waar toekomstig grondwerkzaamheden zullen worden uitgevoerd al eerder grondroerende werkzaamheden zijn uitgevoerd.

Ondanks de uitgebreide naoorlogse werkzaamheden is er in het onderzoeksgebied PRA vanaf 1971 maar 1 explosief aangetroffen, een lege rookgranaat van 25 pond. Het kan zijn dat eventueel aangetroffen explosieven al voor 1971 zijn geruimd toen dit nog niet centraal werd gemeld bij de EODD. Anderzijds is op basis van het geraadpleegde bronnenmateriaal vastgesteld dat direct na WOII al eerder op uitgebreide schaal naar CE werd gezocht en zijn geruimd. Zeer waarschijnlijk betreft dit CE die op het maaiveld of op beperkte diepte zijn aangetroffen. Het kan zijn dat explosieven zich dieper in de grond bevinden dan de diepte tot waarop grondroerende werkzaamheden zijn uitgevoerd of direct na de oorlog naar CE is gezocht.

Na de analyse van al het beschikbare bronmateriaal is geconcludeerd dat het primair als verdacht aangemerkt gebied in verticale richting aangepast kan worden. Voor het inperken van verdacht gebied in verticale richting zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Binnen het onderzoeksgebied PRA hebben mijnenvelden gelegen, terwijl niet aangetoond kan worden dat alle mijnen zijn geëxplodeerd of verwijderd. Conform de richtlijnen voor het afbakenen van verdachte gebieden zoals omschreven in bijlage 3 van het WSCS-OCE dienen voormalige mijnenvelden primair te worden aangemerkt als verdacht als niet vastgesteld kan worden dat alle mijnen geruimd zijn. Echter, gezien de vele grondroerende werkzaamheden die al eerder na WOII binnen het onderzoeksgebied PRA zijn uitgevoerd, mag worden aangenomen dat het onderzoeksgebied PRA niet meer verdacht is op de mogelijke aanwezigheid van (scherp gestelde)landmijnen. Landmijnen werden tot op enkele tientallen centimeters (ca. 30 cm) in de grond gelegd en functioneerde op druk, toucheren al of niet met struikeldraden, terwijl de bodem na WOII overal met tenminste 30 cm werd geroerd en er meermaals met zwaar materiaal over het terrein is gereden. De voor mijnen als verdacht aangemerkte gebieden komen op basis hiervan volledig te vervallen. Er is duidelijk geen sprake meer van een aantoonbare bovenmatige kans op het voorkomen van mijnen.
- Binnen de industrieterreinen Kwinkweerd en Aalsvoort is na WOII overal tot minimaal 0,8 m-mv gegraven;
- Ter plaatse van kruising Kwinkweerd en aangrenzende wegen zijn voor asfalteringswerkzaamheden en terreininrichting graafwerkzaamheden uitgevoerd tot minimaal 0,5 m-mv;
- Het Markering terrein is niet meer verdacht als gevolg van uitgebreide saneringswerkzaamheden en onderzoek naar CE;
- Ter plaatse van de Stationsstraat ten zuiden van het Twentekanaal zijn voor asfalteringswerkzaamheden graafwerkzaamheden uitgevoerd tot minimaal 0,5 m-mv;
- Aan de noordkant van het Twentekanaal zijn na WOII op uitgebreide schaal graafwerkzaamheden uitgevoerd ten behoeve van de sanering van het terrein. Hierbij zijn graafwerkzaamheden uitgevoerd tot minimaal 4 m-mv. Het gebied is (volgens opgave provincie Gelderland) door Armaex onderzocht op aanwezigheid voor achtergebleven CE en vrijgegeven.
- Aan de zuidkant van het Twentekanaal zijn op de locatie waar de nieuwe brug wordt gebouwd na WOII de volgende werkzaamheden uitgevoerd: Voor de bouw van het fabriekscomplex is minimaal tot 1 m-mv gegraven, voor het aanleggen van de parkeerplaats tot minimaal 0,8 m-mv en voor de kadereconstructie zijn damwanden geplaatst en is parallel aan de huidige kade gegraven tot minimaal 1 m-mv. Het voormalige dijklichaam en de oude kade zijn volledig afgegraven. Er zijn sloten en een watergang gedempt. Er is gesteld dat overal tot minimaal 0,8 m-mv is gegraven.
- Parallel aan de Goorseweg, tot aan de fietspaden, zijn voor asfalteringswerkzaamheden graafwerkzaamheden uitgevoerd tot minimaal 0,5 m-mv. Waar nieuwe sloten worden gegraven zijn nog niet eerder graafwerkzaamheden uitgevoerd.
- Alle binnen het onderzoeksgebied aanwezige riolen, kabels en leiding zijn na WOII aangelegd of vernieuwd.

Noot: *Locaties waar na WOII aantoonbaar graafwerkzaamheden werden uitgevoerd en die niet in dit rapport zijn omschreven, kunnen in overleg met bevoegd gezag alsnog worden gekenmerkt als 'niet verdacht'.*

2.7 DEFINITIEVE AFBAKENING VERDACHT GEBIED

Het is niet mogelijk het gebied af te bakenen conform de richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE, hiervoor is aanvullen archief- en luchtfoto onderzoek nodig. In overleg met opdrachtgever en bevoegd gezag was het volledige projectgebied primair aangemerkt als verdacht voor alle soorten CE zoals omschreven in het rapport vooronderzoek. Na de analyse van werkzaamheden die al eerder na WOII zijn uitgevoerd is dit uitgangspunt bijgesteld:

Binnen het onderzoeksgebied PRA hebben mijnenvelden gelegen, terwijl op basis van het voor het vooronderzoek geraadpleegde bronnenmateriaal niet aangetoond kan worden dat alle mijnen zijn geëxplodeerd of verwijderd. Conform de richtlijnen voor het afbakenen van verdachte gebieden zoals omschreven in bijlage 3 van het WSCS-OCE dienen voormalige mijnenvelden primair te worden aangemerkt als verdacht als niet vastgesteld kan worden dat alle mijnen geruimd zijn. Aangenomen mag worden dat het onderzoeksgebied PRA niet meer verdacht is op de mogelijke aanwezigheid van (scherp gestelde)landmijnen. Landmijnen werden tot op enkele tientallen centimeters (ca. 30 cm) in de grond gelegd en de tijdens WOII gebruikte mijnen functioneerde op druk of toucheren, al of niet met struikeldraden. Na WOII is de bodem overal met tenminste 30 cm werd geroerd en er meermaals met zwaar materiaal over het terrein is gereden. De voor mijnen als verdacht aangemerkte gebieden komen op basis hiervan volledig te vervallen.

De aanwezigheid van vernielingsmiddelen, klein-kalibermunitie, handgranaten en draagbare antitankwapens kan worden uitgesloten, omdat deze soorten over het algemeen niet diep indringen, terwijl direct na WOII is gezocht naar CE en na 1971 overal in de bovenlaag van het projectgebied is gegraven zonder dat hierbij CE zijn aangetroffen.

Dieper in het oorspronkelijk maaiveld (zie 2.5.2.), onder de bodemlagen waar na WOII al eerder grondroerende werkzaamheden zijn uitgevoerd en naar CE is gezocht, kunnen nog wel één of meerdere CE aanwezig zijn. Volgens huidig inzicht kunnen de volgende soorten worden verwacht:

- Blindgangers van vliegtuigbommen van 250 en 500 lbs en brandbommen (Brits),
- Blindgangers van luchtgronddoelraketten met een 60 lbs SAP gevechtsskop,
- Blindgangers van geschutmunitie 15 cm (Duits), 25 pondeur (Brits), 8cm mortier (Duits), 2 inch mortier (Brits) en 20 mm boordgeschutmunitie (Brits).

Er zijn in het geraadpleegde bronnenmateriaal weinig concrete aanwijzingen gevonden voor grondgevechten of artilleriebeschietingen waarbij CE binnen het projectgebied terecht zijn gekomen. Op de geraadpleegde luchtfoto zijn binnen het projectgebied geen stellingen of loopgraven zichtbaar. Ondanks de vele grondroerende werkzaamheden die zijn uitgevoerd na WOII is voor zover bekend nooit geschutmunitie en infanteriemunitie aangetroffen, met uitzondering van 1 lege rookgranaat die is gevonden nabij het voormalige stationsgebied. Wij achten dat met het uitvoeren van de uitgebreide naoorlogse werkzaamheden zonder dat hierbij CE zijn aangetroffen, voldoende is aangetoond dat binnen het overgrote deel van projectgebied geen sprake is van een aantoonbaar bovenmatige kans op het voorkomen van geschutmunitie en infanteriemunitie zoals bedoeld in de richtlijnen voor het afbakenen van verdacht gebied conform het WSCS-OCE. Alleen in de directe omgeving van het stationsgebied is mogelijk sprake van grondgevechten of artilleriebeschietingen, waardoor hier risico geldt voor geschut- en infanteriemunitie.

3 RISICO EN EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE CE

De mogelijke aanwezigheid van CE vormt een risico in de uitvoeringsfase van het project. Er is een kans dat een ongecontroleerde explosie wordt veroorzaakt door effecten die kunnen ontstaan door toekomstige grondroerende werkzaamheden. In dit hoofdstuk zijn de risico's omschreven.

3.1 INVLOEDEN DIE KUNNEN LEIDEN TOT EEN ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE

Aan de hand van mogelijk uit te voeren werkzaamheden en de daarbij optredende effecten, is het mogelijk een analyse te maken van de mogelijke invloed van deze effecten op eventueel aanwezige CE. Effecten die over het algemeen invloed kunnen hebben op CE zijn voornamelijk:

- **Trillingen in de omgeving van een CE:**

Als een trilling plaatsvindt met een versnelling van 1,0 m/s² of groter, dan bestaat de mogelijkheid dat dit effect leidt tot een ongecontroleerde explosie van bepaalde soorten CE;

- **Toucheren en/of bewegen van het CE:**

Toucheren en/of bewegen van een CE kan een ongecontroleerde explosie van CE veroorzaken, bijvoorbeeld door graafwerkzaamheden, het maken van sonderingen of het plaatsen van verticale drainage of damwandplanken;

- **Vrij graven van het CE:**

Het vrij graven van een CE gevuld met witte fosfor kan brand veroorzaken als de witte fosfor in contact komt met zuurstof uit de buitenlucht. Dit kan uiteindelijk zelfs een ongecontroleerde explosie van CE tot gevolg hebben.

3.2 RAPPORT IFCO

De bovengenoemde trillingen en de daarbij behorende waarden zijn afkomstig uit een rapport dat IFCO heeft opgemaakt. Het gaat om een onderzoek naar trillingen dat is verricht op Schiphol-Oost op 2 en 6 november 1989 voor de bouw van hangar 14. Het rapport is van 21 november 1989. Op basis van het IFCO-rapport is een ander rapport opgesteld dat dient als leidraad voor alle opsporingsacties in Nederland voor wat betreft de invloed van trillingen die optreden bij heikwerkzaamheden en welke invloed dit kan uitoefenen op achtergebleven blindgangers uit WOII.

In dit rapport leest men dat grond door trillingen met een versnelling groter dan 1 m/s² (*en een trillingsfrequentie van ca. 15 Hz*) zijn samenhang verliest en wordt verdicht. Door deze verdichting is het mogelijk dat grondlagen ten opzichte van elkaar gaan schuiven. Als zich in deze grond (losse) voorwerpen bevinden, verschuiven deze mee. Globaal komt het er op neer dat de trillingen met een versnelling van 1m/s² of groter optreden tot 10 meter vanaf de heipaal. De versnellingen zijn tot op 3 meter onder het maaiveld gelijk. Daarna worden ze snel kleiner. Beneden de 1m/s² worden geen verschuivingen van betekenis verwacht. Aangezien IFCO een grond mechanisch adviesbureau is, doet deze geen uitspraken over het feit of een blindganger in combinatie met het soort ontsteker door deze verschuiving (beweging) mogelijk tot detonatie kan komen. Dit vraagstuk is voorgelegd aan de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EODD).

De EODD geeft aan dat deze beweging bij blindgangers met bepaalde ontstekers kan leiden tot een ongecontroleerde detonatie. De ontstekers die hier worden bedoeld, zijn chemisch lange vertragingsonstekers.

In het defensievoorschrift VS9-861 2e druk is het rapport op navolgende wijze vertaald:

*Bij bepaalde **ontstekers van afwerpmunitie** is het mogelijk dat deze worden geïnitieerd door trillingen, waardoor de kans op een ongewilde werking ernstig toeneemt. Er zijn geen gegevens bekend over het effect van trillingen op andere soorten ontstekers.*

Veiligheidsmaatregelen / beschermende maatregelen:

Heien met een heiblok:

- *Op een afstand van minder dan 10 m van een mogelijke blindganger, kan zeer wel mogelijk detonatie van die blindganger veroorzaken.*
- *Het is onwaarschijnlijk dat heien op een afstand tussen de 10 en 50 m van een mogelijke blindganger detonatie van die blindganger veroorzaakt.*
- *Het is praktisch onmogelijk dat heien op een afstand van meer dan 50 m van een mogelijke blindganger detonatie van die blindganger veroorzaakt.*

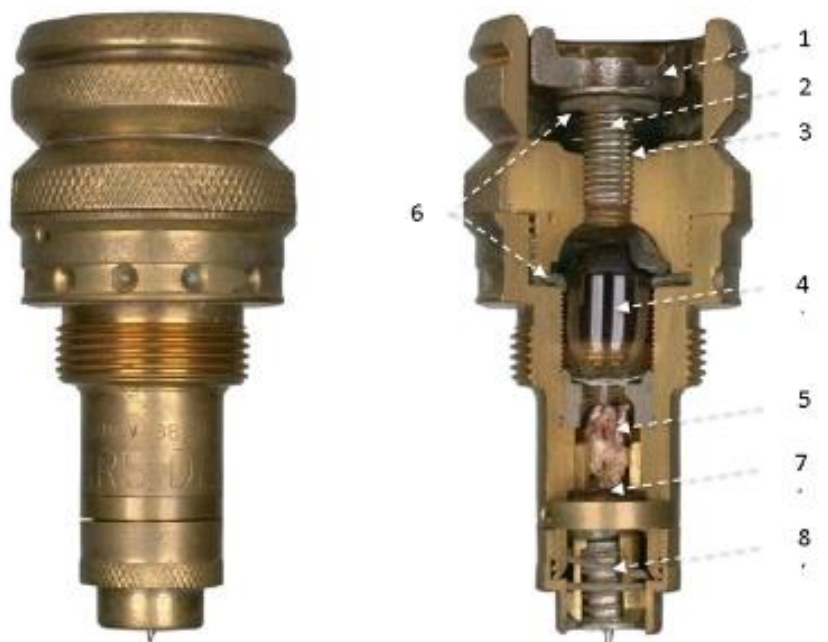
Bovenstaande moet u lezen als richtlijn voor het bepalen van de aanvaardbaarheid van het risico. Voor de uitvoering geldt dat de waarde van $>1,0 \text{ m/s}^2$ een risico vormt indien daadwerkelijk een blindganger achtergebleven is. Dit houdt in dat heiwerkzaamheden op een afstand >10 meter een aanvaardbaar risico oplevert. Deze norm wordt al jaren landelijk toegepast en geaccepteerd.

Chemische lange vertraging ontstekers

Een voorbeeld van een chemisch lange vertraging ontsteker is een Engels staartpistool No.37, deze ontsteker was voorzien van een anti-demonteerinrichting. Het werkingsprincipe van andere chemisch lange vertraging ontstekers is vergelijkbaar.

Het werkingsprincipe van dit type ontstekers is beknopt omschreven aan de hand van het Engelse staartpistool No.37. De belangrijkste onderdelen van chemisch lange vertraging ontstekers zijn over het algemeen:

1. Wapeningsvork
2. Wapeningsas
3. Groef in wapeningsvork
4. Capsule met aceton
5. Propje watten
6. Rubber afdichtring
7. Celluloid vertragingsschijfje(s)
8. Slagpin met voorgespannen veerconstructie



Het werkingsprincipe berust op de vluchtige en oplossende werking van aceton op celluloid. Celluloid vertragingsschijfjes (7) blokkeren een slagpin (8) die onder veerspanning in de ontsteker aangebracht is. Als de glazen ampul (4) waarin aceton opgenomen is breekt, komt het aceton vrij. Het aceton zal de celluloid vertragingsschijfjes aantasten waardoor na verloop van tijd de blokkering van de slagpin wordt opgeheven. Als het aceton de celluloidplaatjes in voldoende mate heeft aangetast, zal de veerspanning van de voorgespannen slagpinveer de weerstand die de celluloidplaatjes bieden overwinnen, waardoor de slagpin vrijkomt en in het slaghoedje van het duplexslagpijpje slaat. Door de dikte van celluloid vertragingsschijfjes te variëren kan een vertragingstijd worden gerealiseerd variërend van circa 4 tot 144 uur. De vertraagde werking zorgde ervoor dat herstelwerkzaamheden werden bemoeilijkt, omdat na verloop van tijd steeds bommen bleven exploderen. Het direct na een aanval demonteren van een bom werd bij bepaalde ontstekers vrijwel onmogelijk gemaakt door een anti-demonteerinrichting. Dit werd bereikt door het ontstekerlichaam dusdanig te fabriceren dat bij uitdraaien een gedeelte achterblijft en de voorgespannen slagpin wordt vrijgelaten en de bom alsnog explodeert. Onder normale omstandigheden is tijdens de val van de bom een impellor die in de bomstaart is opgenomen door luchtstroming gaan draaien, die via een vast gemonteerde impellor-as de wapeningsvork (1) in de ontsteker heeft gedraaid. Hierdoor is de wapeningsas (2) in de ontsteker bewogen, waardoor de glazen ampul (4) is gekraakt en het aceton is vrijgekomen. De aceton wordt (deels) opgenomen door een propje watten (5) dat boven de celluloid vertragingsschijfjes aangebracht is. Gelijktijdig met het indraaien van de wapeningsas is de ruimte waarin het aceton vrijkomt door een rubber afdichtingsring (6) luchtdicht afgesloten.

Blindgangers voorzien van een chemische lange vertraging ontsteker kunnen op verschillende wijze in de bodem achtergebleven zijn:

- De wapeningsas is niet volledig ingedraaid waardoor de glazen ampul niet werd gebroken. Of de ampul een klap die een vliegtuigbom bij inslag maakt onbeschadigd kan laten, is niet bekend. Als de wapeningsas niet volledig werd ingedraaid kan het aceton uit de ontsteker stromen via een groef in de wapeningsas (3). Of dit is gebeurd is afhankelijk van de positie van de bom. De groef in de wapeningsas dient oorspronkelijk als transport en opslagveiligheid, zodat als een ampul breekt tijdens het transport of bij het bevestigen van de bom aan het vliegtuig het aceton uit de ontsteker kan stromen zonder de celluloid vertragingsschijfjes aan te tasten. In hoeverre celluloid vertragingsschijfjes door veroudering aangetast kunnen worden is niet bekend.
- De wapeningsas is volledig ingedraaid waardoor de glazen ampul gebroken is en de ruimte waarin het aceton is vrijgekomen luchtdicht afgesloten. In hoeverre de celluloid vertragingsschijfjes zijn aangetast is niet te bepalen.

Door het verdichten van grond kunnen bodemverschuivingen optreden waardoor de positie van een eventueel achtergebleven bom kan veranderen. Het eventueel in de luchtdicht afgesloten ruimte nog achtergebleven aceton kan hierdoor alsnog invloed krijgen op de celluloid vertragingsschijfjes en een ongecontroleerde explosie veroorzaken. In beide gevallen kunnen trillingen mogelijk het breken van door veroudering aangetaste celluloid vertragingsschijfjes veroorzaken. De invloed die hiervoor nodig is, is niet bekend en nauwelijks te bepalen.

Noot: In theorie kunnen bommen die zijn voorzien van een chemisch lange vertraging ontsteker zelfs spontaan tot explosie komen. In het kader van risicoanalyse kan hier echter geen rekening mee gehouden worden. In voorkomend geval is sprake van onvoorspelbaar en onbeheersbaar risico. Er zijn voor zover bekend geen voorbeelden bekend of aangetoond van het spontaan tot explosie komen van CE doordat een chemisch lange vertraging ontsteker was geplaatst.

3.3 MOGELIJK ACHTERGEBLEVEN CE ((SUB)SOORT EN WAPENINGSTOESTAND)

Er is geconcludeerd dat binnen het onderzoeksgebied PRA de volgende soorten CE terecht gekomen kunnen zijn:

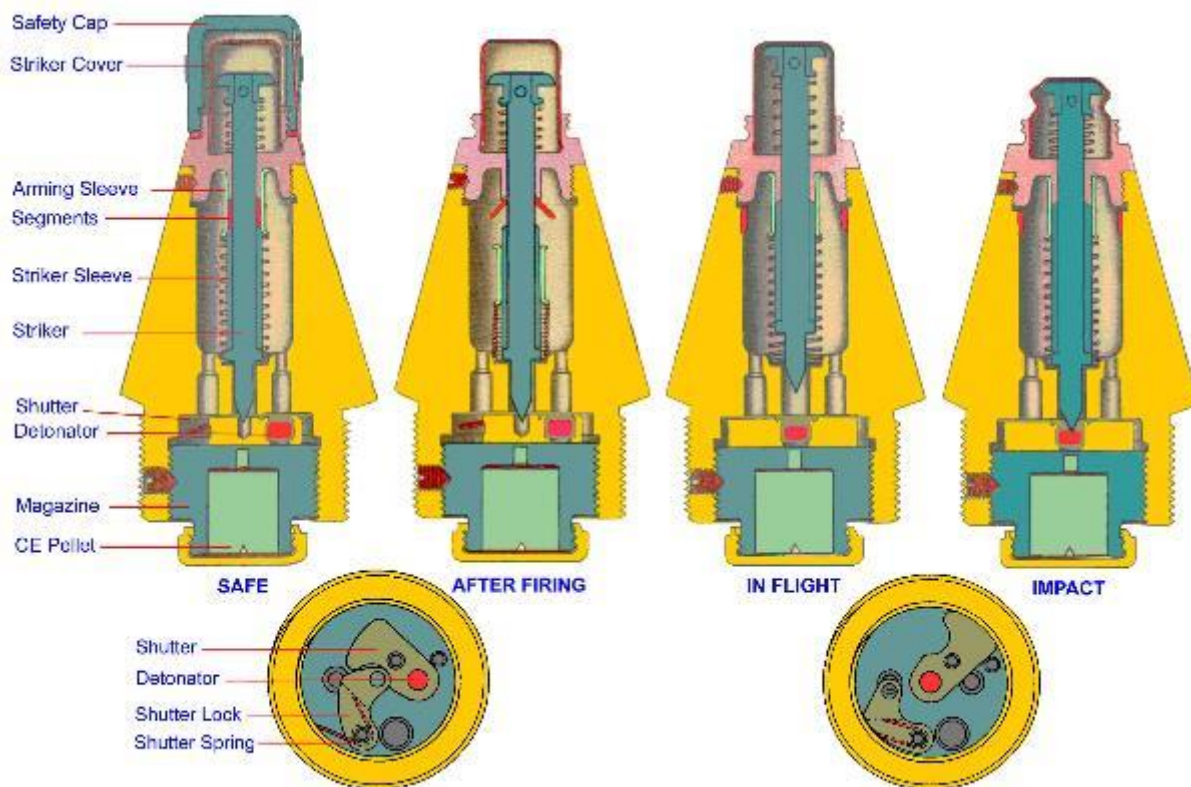
- Blindgangers van vliegtuigbommen met een kaliber van 250 of 500 lbs (Brits)
- Lichtfakkels van 4,5 inch (Brits en boordwapens van gecrashte vliegtuigen;
- Blindgangers van luchtgrond doelraketten met 60 lbs. SAP gevechtsskop (Brits);
- Blindgangers en achtergelaten geschutmunitie; brisantgranaat 15 cm (Duits), rookgranaat 25 pond (Brits), brisantgranaat 8cm mortier (Duits), brisantgranaat 2 inch mortier (Brits). 20 mm boordgeschutmunitie (Brits);
- Infanteriemunitie; klein-kalibermunitie, handgranaten en draagbare antitankwapens, zowel Brits en Duits, zowel achtergelaten en verschoten;
- Vernielingsmiddelen (Duits), achtergelaten en in werking getreden.

We spreken van een blindganger als een CE die werd (af)geworpen of verschoten ongewild niet tot explosie is gekomen. Er zijn tal van oorzaken waardoor dit niet gebeurde. Dit kunnen zowel menselijke fouten als constructie technische fouten zijn, of gewoon pure pech omdat het CE niet op de juiste wijze het doel heeft geraakt.

De functie van een ontsteker is om een CE op de gewenste plaats of het juiste tijdstip tot uitwerking te laten komen. De ontsteker is in de meeste gevallen bepalend voor het risico dat kan optreden. Bij een blindganger verkeerd de toestand van de ontsteker (meestal) in gewapende toestand, waardoor energie van buitenaf (bewegen of toucheren) de ontsteker en daarmee het CE alsnog tot explosie kan brengen. Verreweg het meest toegepaste werkingsprincipe zijn schokontsteker. Twee voorbeelden van door geallieerde eenheden veel gebruikte schokontstekers zijn hieronder afgebeeld, links de schokbuis No 161 die op 2 inch mortiergranaten werd gebruikt en rechts schokbuis No 117 die op diverse grotere kalibers werd gebruikt. Schokbuis No 117 werd o.a. veel op 25 ponde granaten gebruikt, van dit kaliber is binnen het onderzoeksgebied PRA een rookgranaat aangetroffen. Na het wapenen van deze ontstekers bevindt de slagpin zich direct onder een zeer dunwandig metalen kapje dat door graaf- of andere grondroerende werkzaamheden eenvoudig kan worden gedeformeerd. Hierdoor kan de granaat alsnog tot explosie komen. Bij normale werking deformeert het metalen kapje bij inslag. Zolang de veiligheid kap geplaatst is, is dit risico aanzienlijk minder groot.



Het werkingsprincipe voor het wapenen van schokontsteker No. 117 is zichtbaar gemaakt in onderstaande afbeelding. Het werkingsprincipe is vergelijkbaar met die van een schokbuis zoals gebruikt brisant- en springrookgranaten met een kaliber van 2 inch mortier.



Tijdens WOII zijn zeer veel verschillende ontstekers gebruikt. Dit komt doordat de geallieerde troepenmacht uit diverse nationaliteiten bestond die veelal gebruik maakte van eigen CE. Op geschutmunitie zijn naast ontstekers gebruikt waarvan de werking berust op schok, ook ontstekers gebruikt waarvan de werking berust het verlopen van tijd (zowel pyrotechnische en mechanische vertraging), druk etc. De meest gevaarlijke ontstekers zijn die waarvan de werking berust op basis van een voorgespannen slagpin. Iedere ontsteker kent zijn eigen specifieke gevaar factoren. Het zou te ver gaan om alle soorten te beschrijven. Om die reden is deskundigheid tijdens het opsporen van CE van essentieel belang!

Ontstekers van achtergelaten en/of gedumpte CE zijn meestal niet gewapend, maar kunnen daarentegen door veroudering alsnog gevoelig geworden zijn. Veiligheidsvoorzieningen kunnen zijn aangetast of door de loop der tijd volledig verdwenen.

Op de binnen het onderzoeksgebied PRA mogelijk achtergebleven vliegtuigbommen kunnen eveneens diverse soorten ontstekers gebruikt zijn. Verreweg de meeste vliegtuigbommen werden voorzien van zogenaamde schokontsteker. Ook bij dit soort ontstekers is het de bedoeling dat de slagpin die in de ontsteker opgenomen is tijdens de val wordt vrijgemaakt (het wapenen van de ontsteker) en bij inslag tegen de werking van een slagpinophoudveer in het slaghoedje slaat waardoor de bom tot explosie

komt. Een voorbeeld van een eenvoudige schokontsteker die veel op geallieerde bommen werd geplaatst is het 'British Tail Pistol No 28. Een doorsnede hiervan is hieronder afgebeeld.



Er is onvoldoende informatie achterhaald over de gebruikte soorten ontstekers. Op basis van het bronnenmateriaal kan niet worden achterhaald welke ontstekers zijn gebruikt. Het gebruik van chemisch lange vertraging ontstekers kan niet worden uitgesloten.

In opdracht van de Vereniging van Explosieven Opsporingsbedrijven voert TNO een onderzoek uit naar de effecten van trilling op ontstekers. De uitkomsten van dit onderzoek zijn nog niet bekend. Daarom wordt het ontstaan van trillingen met een versnelling van 1,0 m/s² of groter wel als risico beoordeeld.

3.4 KANS OP EEN ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE

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

- Als trillingen ontstaan is een kleine kans op het optreden van een ongecontroleerde explosie van CE ten gevolge van trillingen;
- Bij grondactiviteiten is de kans op een ongecontroleerde explosie van CE door beroering, toucheren of beweging van CE duidelijk groter - er is een reële kans op het optreden van een ongecontroleerde explosie indien daadwerkelijk 1 of meerdere CE zijn achtergebleven;
- Bij graafwerkzaamheden bestaat de kans dat CE gevuld met witte fosfor worden bloot gegraven, waardoor witte fosfor spontaan tot ontbranding kan komen en alsnog een ongecontroleerde explosie kan optreden. Ondanks dat er geen concrete aanwijzingen zijn voor het gebruik van CE gevuld met witte fosfor binnen het onderzoeksgebied PRA, leert de ervaring Canadese eenheden veel gebruikt hebben gemaakt van hand- en mortiergranaten gevuld met witte fosfor. Ook in 30 lb. brandbommen is witte fosfor opgenomen.

3.5 EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE

Het 'worst case'-scenario wordt gevormd door de ongecontroleerde explosie van een vliegtuigbom gevuld met een springstof. Een explosie van CE kan dodelijk letsel en aanzienlijke schade veroorzaken. Of dodelijk letsel ontstaat, is onder meer afhankelijk van beschermende omgevingsfactoren, de soort, grootte en diepteligging van het CE. Directe schade aan de omgeving zal voornamelijk worden

veroorzaakt door een krater die kan ontstaan, luchtdruk-, schokgolf- en scherfwerking. De verschillende uitwerkingsfactoren zijn hierna beknopt omschreven:

- **Luchtdrukwerking:** Dit is een direct gevolg van de snelle uitzetting van de hete, gasvormige reactieproducten die worden gevormd tijdens de explosie. Luchtdruk heeft effect op het menselijk lichaam en kan tot op grote afstand dakpannen van daken blazen, ruiten laten springen en lichte constructies omverblazen. Door druktoename bij een explosie kan glasschade ontstaan tot honderden meters vanaf een explosiepunt.
- **Schokgolfwerking:** Dit is de heftige trilling die ontstaat bij de explosie en zich voortplant door de omringende materie. Hoe dichter de omringende materie, hoe verder de schokgolf zich kan voortplanten en daardoor op grotere afstand leidingen, fundamenteën en cetera kan vernielen of beschadigen. Wanneer een explosief onder het aardoppervlak detoneert, ontstaat een schokgolf, die zich in de vorm van een aardshok voortplant door de grond en door alle daarin aanwezige voorwerpen. Wanneer een explosief in de lucht detoneert ontstaan vanuit het springpunt schokgolven, die in concentrische cirkels uitdijen. Zij hebben dezelfde aard als geluidsgolven en verplaatsen de lucht dus niet, maar geven de schok door aan de naastliggende luchtmoleculen. De eerste golf is het sterkst en zal dus de meeste schade aanrichten.
- **Scherfwerking:** Scherfwerking ontstaat doordat bij een explosie de omhulling van een explosieve stof zal verscheuren en door de drukwerking met een bepaalde snelheid zal worden weggeblazen. Scherfwerking (fragmentatie) wordt onderscheiden in primaire scherven (afkomstig van het lichaam van het explosief zelf) en secundaire scherven (afkomstig van het omringende medium zoals puin, glasscherven en cetera). Scherven kunnen tot grote afstand (honderden meters) worden rondgeslingerd.

Afhankelijk van de diepteligging zullen de scherfwerking en luchtdrukwerking op het maaiveld wijzigen. Hoe dieper de ligging van CE, des te minder scherfwerking en luchtdruk aan het oppervlak ontstaat. Dit geldt ook voor een situatie waarin het CE onder water ligt. De door de explosie ontstane schokgolf plant zich in dit geval voort door de bodem en kan schade toebrengen aan bestaande ondergrondse infrastructuur zoals kabels, leidingen, heipalen, funderingen en cetera. Bij een ongecontroleerde explosie zal ten gevolge van de aardshok aan fundamenteën van bouwwerken, ondergrondse kabels, pijpen, rioleringen schade worden verwacht aan:

- Stalen pijpen tot 12 meter vanaf het explosiepunt;
- Gietijzeren en betonnen buizen tot 17 meter vanaf het explosiepunt;
- Gemetselde rioleringen tot 27 meter; vanaf het explosiepunt;
- Fundamenteën tot 50 meter vanaf het explosiepunt.

Behalve bovenstaande effecten komen bij een explosie plaatselijk zeer hoge temperaturen vrij (tot 8.000 graden Celsius) en tijdelijk giftige dampen.

Wanneer een CE gevuld met witte fosfor ongecontroleerd tot uitwerking komt, kan in een worst-case scenario witte fosfor of een stroperige brandbare stof worden uitgestoten die tot ontbranding komt. Witte fosfor kan ernstige brandwonden veroorzaken en de rook die vrijkomt als witte fosfor tot ontbranding komt is giftig en kan luchtwegen en ogen doen irriteren.

Met betrekking tot het effect van een ongecontroleerde explosie van CE door invloeden van buitenaf, zijn de volgende scenario's te onderscheiden:

1. Geen uitwerking (omdat CE niet tot werking komt vanwege project);
2. Wel uitwerking, maar de effecten zijn voor het project aanvaardbaar;
3. Wel uitwerking, maar de effecten zijn door effectgerichte maatregelen beheersbaar (anders dan opsporing);
4. Wel uitwerking en de effecten zijn niet beheersbaar. Het project wordt (gedeeltelijk) aangepast;
5. Wel uitwerking en de effecten zijn niet beheersbaar, de enige oplossing is opsporen.

3.6 CONCLUSIE RISICO EN EFFECT ONGECONTROLEERDE EXPLOSIE CE

Bij werkzaamheden waarbij CE kunnen worden bewogen of getouchéerd of trillingen kunnen ontstaan binnen voor blindgangers van afwerpmunitie verdacht gebied, geldt kans op het optreden van een ongecontroleerde explosie van CE. Met betrekking tot het effect van een ongecontroleerde explosie is bepaald dat uitwerking en de effecten niet beheersbaar zijn. Er geldt risico voor zowel Arbo- en openbare veiligheid. Tevens geldt een risico dat als gevolg van een ongecontroleerde explosie van een CE andere risicovolle objecten worden getroffen, waardoor een secundair risico kan ontstaan.

Noot: Deze conclusies zijn bepalend of aanspraak gemaakt kan worden op een bijdrage in de onderzoekskosten vanuit het Ministerie van Binnenlandse zaken via de zogenaamde 'Bommenregeling'. Deze regeling is in hoofdstuk 5 beschreven.

3.7 Veiligheidsafstanden

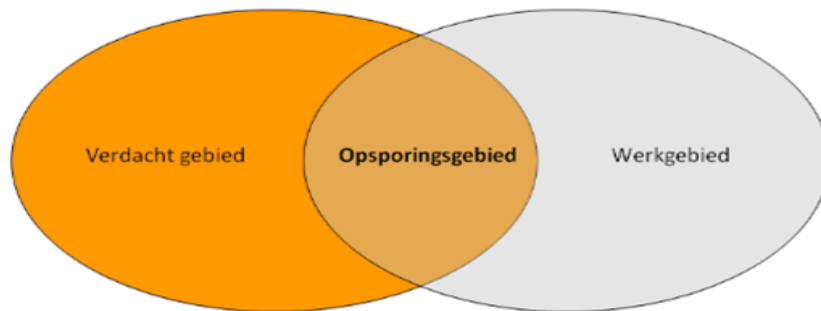
Het bepalen van veiligheidsafstanden vindt plaats op basis van de vermoedelijke soort en diepteligging van CE. Bepalend hierbij is het soort CE in relatie tot de diepte ten opzichte van het maaiveld. Er wordt onderscheid gemaakt tussen ingedrongen en niet ingedrongen CE. Onder ingedrongen CE verstaan we CE met minimaal een bovendeck van 15 maal de diameter van het explosief.

Veiligheidsafstanden worden bepaald op basis van de grootst mogelijke soort achtergebleven CE en de maximale hoeveelheid explosieve stof (NEG) die hierin kan zijn opgenomen. Uitgangspunt is dat binnen de voor blindgangers van afwerpmunitie verdachte gebieden de grootste mogelijke CE een 500 lb., brisantbom kan zijn. Deze heeft een explosieve inhoud tot circa 102 kilogram. Hierbij hoort een maximale schervengevarenszone van 2.260 m ingeval van explosie van een niet ingedrongen CE. Deze straal wordt geadviseerd als beheersmaatregel tegen scherfwerking tijdens eventuele demontagehandelingen ter plaatse, tijdens een 'niet-afgedekte' vernietiging. De straal kan worden teruggebracht door een beschermingsconstructie toe te passen. In de bestaande Arbowetgeving zijn voor het vaststellen van veiligheidsstralen nog geen richtlijnen opgegeven. Om veiligheidsstralen vast te stellen, hebben we gebruik gemaakt van een door de EODD gehanteerd (defensie)voorschrift VS 9-861 en een tabel hierin opgenomen is die de EODD aan de branchevereniging voor Explosieven Opsporing (VEO) beschikbaar heeft gesteld.

In hoofdstuk 4 staat de methode van analyseren omschreven, hoe wij op basis van het beschikbare bronmateriaal dat voor het uitvoeren van verschillende vooronderzoeken werd geraadpleegd en aanvullend onderzoek hebben bepaald of en zo ja, waar een aantoonbaar bovenmatig risico kan optreden door de mogelijke aanwezigheid van CE.

4 GEBIEDEN WAAR BEHEERSMAATREGELEN NODIG ZIJN

Gebied waar mogelijk CE in is achtergebleven, heet **verdacht gebied**. Gebieden waar werkzaamheden worden uitgevoerd of waar hierdoor invloeden kunnen ontstaan die invloed hebben op CE, noemen we **werkgebied**. Waar verdacht gebied en werkgebied elkaar overlappen ontstaat **opsporingsgebied**, ofwel het risicogebied met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE tijdens de uitvoering van het project. Figuur 27 is een illustratie om dit te verduidelijken.



Figuur 27 Gebiedsindeling

In dit hoofdstuk is omschreven bij welke werkzaamheden risico ontstaat door mogelijk achtergebleven CE en hoe het opsporingsgebied is bepaald.

4.1 WERKGEBIED

Om de bereikbaarheid, verkeersveiligheid en leefbaarheid van de gemeente Lochem te verbeteren komt er een nieuwe brug over het Twentekanaal ter hoogte van het voormalige Streekbeton terrein en het stationsgebied. De bestaande Lochemse brug wordt vervolgens afgewaardeerd tot fietsbrug. Daarnaast wordt de kruising Kwinkweerd-Rengersweg opnieuw ingericht. Dit leidt tot een betere verbinding van de Achterhoek naar de A1. De werkzaamheden worden weergegeven op de aan Expload aangeleverde tekening N346_60707010-306_v0.12 - DO Lochem 2015. Het project wordt aanbesteedt als design en construct project. Dit betekent dat er nog geen concrete werkdieptes en funderingsmethoden bekend zijn. Het ontwerp biedt ook kansen voor de herinrichting van het stationsgebied. Daarnaast wordt het Markerinkterrein in de planvorming betrokken. In 2015 wordt daar de sanering van de bovengrond afgerond waardoor er weer nieuwe functies mogelijk zijn zoals kantoor- en bedrijfsontwikkeling.

Op basis van de ontwerptekening zijn de werkzaamheden voor dit onderzoek onderverdeeld in:

1. Aanleg vrij liggende fietsbrug en kruising Kwinkweerd voorzien van extra opstelstroken;
2. Aanbrengen Parallelweg, inclusief toegangspunten;
3. Bouw nieuwe fietsbrug, en realiseren aansluiting Ampsenseweg en stationsgebied;
4. Bouw brug over het Twentekanaal ter hoogte van het voormalige Streekbeton terrein en het stationsgebied;
5. Kruising Goorseweg met verkeerslichten;
6. Ontsluiting via parallelweg en verbeteren aansluiting Intratuin
7. Optioneel: nieuw eenzijdig in twee richtingen fietspad parallel aan Goorseweg.

De indeling is afgeleid uit de tekening 141007_N346_ontwerp_voorkeursvariant_20141003. Deze tekening is in A3-formaat opgenomen als **bijlage 5**. De kruising Kwinkweerd wordt voorzien van verkeerslichten. Op verzoek van de opdrachtgever is hiervoor een separaat rapport PRA opgesteld.

4.1.1 Aanleg vrij liggende fietsbrug en kruising Kwinkweerd voorzien van extra opstelstroken

Om dit te realiseren worden:

- Fietspaden aangelegd (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,5 m-mv);
- Geleiders geplaatst (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,8 m-mv);
- Asfalteringswerkzaamheden uitgevoerd (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,5 m-mv);
- Taluds en bermen opnieuw geprofileerd (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,5 m-mv);
- Watergang gegraven (uitgangspunt werkzaamheden tot 1 m-mv).

De geplande werkzaamheden worden in figuur 28 indicatief weergegeven.



Figuur 28 Uit te voeren werkzaamheden (indicatief)

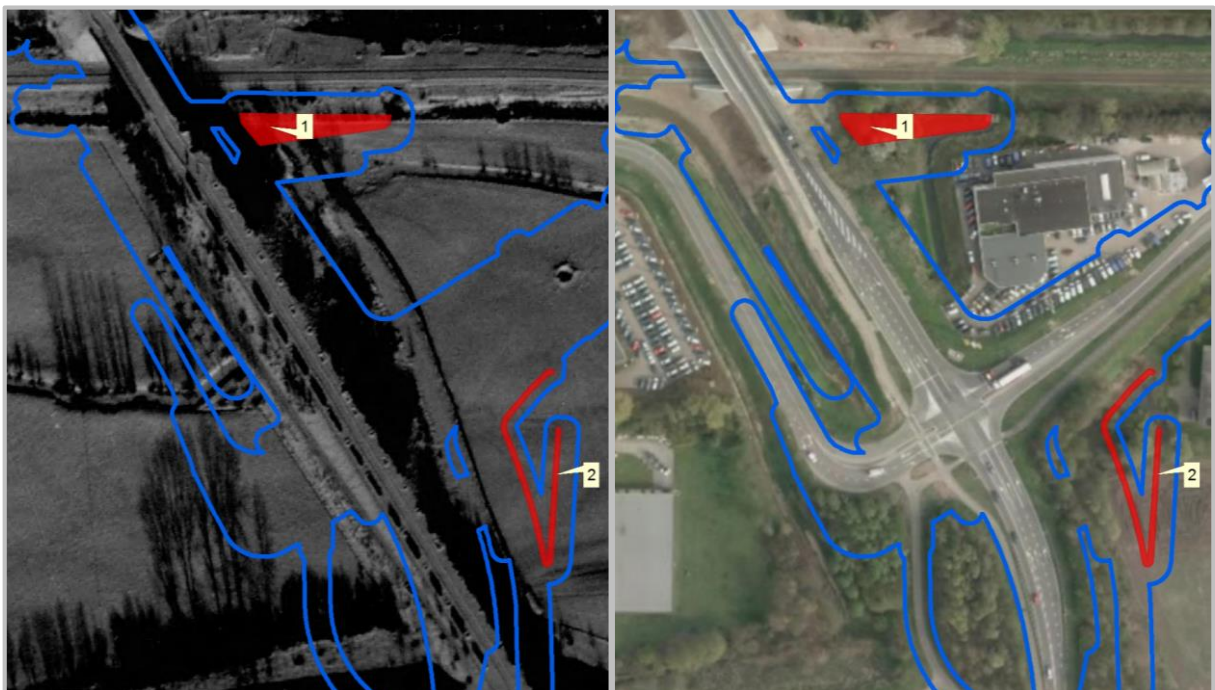
Er is vastgesteld dat binnen of in de directe omgeving van het werkgebied tenminste 3 maal doelen zijn aangevallen waarbij meerdere bommen en luchtgronddoelraketten in de omgeving van het werkgebied terechtgekomen zijn. Bij de aanvallen is ook met boordmunitie geschoten. Het is niet bekend of alle CE daadwerkelijk hebben gefunctioneerd. Er dient rekening te worden gehouden met achtergebleven blindgangers. Er is berekend dat eventuele blindgangers tot maximaal 4,3 m-mv ingedrongen kunnen zijn.

Op 26 februari 1945 is binnen of in de directe omgeving van het werkgebied een Mustang P-51 van 20 FG/79 neergestort. Er zijn aanwijzingen dat ten zuiden van dit werkgebied artilleriegranaten terecht gekomen zijn. Er is echter onvoldoende bronnenmateriaal achterhaald waarmee dit bevestigd kan worden.

Binnen dit werkgebied zijn na de oorlog al eerder op uitgebreide schaal grondroerende werkzaamheden uitgevoerd (zie hoofdstuk 2.6.3). Zowel de kruising en wegen zijn na de oorlog

aangelegd en er zijn op uitgebreide schaal riolen kabels en leidingen ingegraven. Hierbij zijn geen CE aangetroffen. Uitgangspunt is dat binnen het werkgebied vrijwel overal tot minimaal 0,8 m-mv werd gegraven. Op basis hiervan concluderen wij dat er bij werkzaamheden tot 0,8 m-mv geen sprake meer is van een aantoonbare bovenmatige kans voor achtergebleven CE.

Bij werkzaamheden dieper dan 0,8 m-mv WO en locaties waar na WOII nog niet eerder grondroerende werkzaamheden zijn uitgevoerd dient rekening te worden gehouden met achtergebleven CE. Hiervan is alleen sprake bij het graven van 2 watergangen. De locaties waar deze werkzaamheden zijn gepland zijn **opsporingsgebied 1 en 2** genoemd. De ligging van deze opsporingsgebieden is weergegeven in figuur 29, hierop is de situatie binnen en in de directe omgeving van opsporingsgebied 1 en 2 ten tijde van WOII en de huidige situatie naast elkaar afgebeeld.



Figuur 29 Opsporingsgebieden 1 en 2

4.1.2 Aanbrengen Parallelweg, inclusief toegangspunten

Voor het aanbrengen van de Parallelweg met toegangspunten worden:

- Asfalteringswerkzaamheden uitgevoerd (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,5 m-mv);
- Taluds en bermen opnieuw geprofileerd (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,5 m-mv);
- Fietspaden aangelegd (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,5 m-mv);
- Geleiders geplaatst (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,8 m-mv);

Er is vastgesteld dat de spoorbaan parallel aan industrieterrein en de weg Kwinkweerd tijdens WOII meermaals is aangevallen met jachtbommenwerpers. In het gebied zijn meerdere bommen, luchtgronddoelraketten en boordmunitie terechtgekomen. Het is niet bekend of alle CE daadwerkelijk hebben gefunctioneerd. Er is berekend dat een eventuele blindgangers tot maximaal 4,6 m-mv ingedrongen kunnen zijn.

Na de oorlog zijn in dit gebied op zeer uitgebreide schaal grondroerende werkzaamheden uitgevoerd (zie hoofdstuk 2.6.1). Uitgangspunt is dat binnen dit werkgebied vrijwel overal tot minimaal 0,8 m-mv werd gegraven. Bij deze werkzaamheden zijn nooit CE aangetroffen. Op basis hiervan concluderen wij dat bij werkzaamheden tot 0,8 m-mv geen sprake (meer) is van een aantoonbare bovenmatige kans voor achtergebleven CE. Dieper kunnen wel CE zijn achtergebleven, maar voor zover bekend worden geen diepere werkzaamheden uitgevoerd. Bij de geplande werkzaamheden in dit gebied is geen sprake van een aantoonbaar bovenmatig risico door achtergebleven CE. Uitzondering vormt 1 locatie aan de noordkant van het spoor. Hier wordt een watergang gegraven in gebied waar voor zover beoordeel kan worden na WOII niet of nauwelijks grondroerende werkzaamheden zijn uitgevoerd. Dit werkgebied is aangeduid als **opsporingsgebied 3**.

In figuur 30 is de situatie binnen industrieterrein Kwinkweerd ten tijde van WOII en de huidige situatie inclusief alle aanwezige kabels en leidingen naast elkaar afgebeeld.



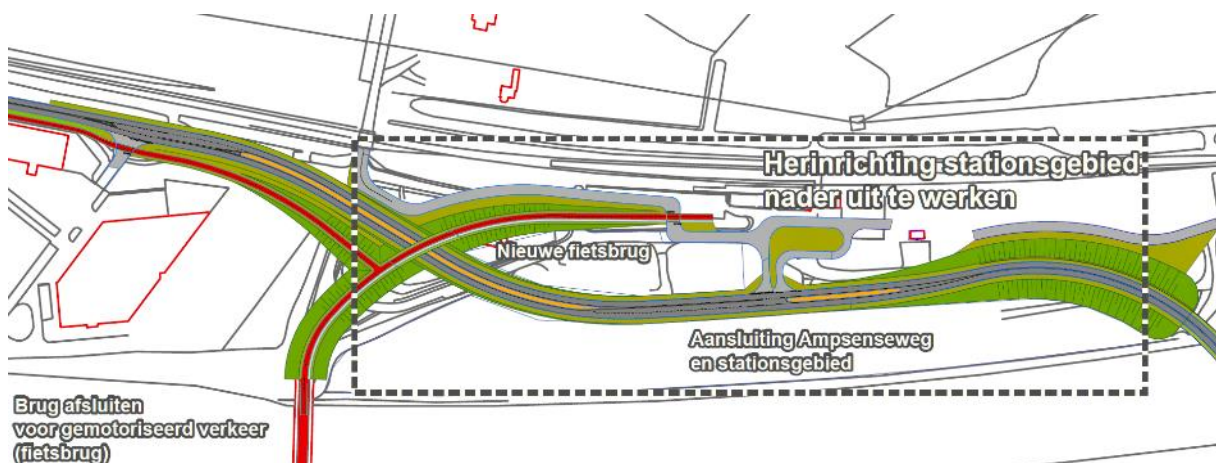
Figuur 30 Opsporingsgebied 3

4.1.3 Bouw nieuwe fietsbrug en realiseren aansluiting Ampsenseweg en stationsgebied

Hiervoor worden:

- Woningen gesloopt;
- Fietspaden aangelegd (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,5 m-mv);
- Geleiders geplaatst (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,8 m-mv);
- Asfalteringswerkzaamheden uitgevoerd (uitgangspunt werkzaamheden tot 1 m-mv);
- Taluds en bermen opnieuw geprofileerd (uitgangspunt werkzaamheden tot 0,5 m-mv);
- 2 waterpartij gegraven (uitgangspunt werkzaamheden tot 1 m-mv);
- Een nieuwe fietsbrug gebouwd (funderingsmethode onbekend).

De geplande werkzaamheden worden indicatief weergegeven in figuur 31



Figuur 31 Geplande werkzaamheden

Er is vastgesteld dat zowel de Lochemse brug en het station Lochem veelvuldig zijn aangevallen door jachtbommenwerpers. In het gebied zijn minimaal 23 x 500 lbs bommen, 12 x 250 lbs bommen, 77 luchtgronddoelraketten en een onbekende hoeveelheid boordmunitie. Het is niet bekend of alle CE daadwerkelijk hebben gefunctioneerd. Er is berekend dat een eventuele blindgangers tot maximaal 4,6 m-mv is ingedrongen. Er is ook een concrete aanwijzing dat er in de omgeving van het stationsgebied artilleriegranaten terecht gekomen zijn, namelijk de vondst van een lege rookgranaat van 25 pond. Er is echter onvoldoende bronnenmateriaal achterhaald waarmee aangetoond kan worden of en zo ja, tot hoever rondom het stationsgebied andere granaten terecht gekomen zijn. Rookgranaten werden veelal afgevuurd ter voorbereiding op grondgevechten. Wij gaan er daarom vanuit dat binnen dit werkgebied mogelijk grondgevechten hebben plaatsgevonden.

In een groot gedeelte van dit werkgebied zijn na de oorlog al eerder op uitgebreide schaal grondroerende werkzaamheden uitgevoerd, voornamelijk binnen het voormalige Markeringsterrein (zie hoofdstuk 2.6.4). Bij werkzaamheden binnen het voormalige Markeringsterrein zijn nooit CE aangetroffen. Op basis hiervan is vastgesteld dat de kans klein is dat rondom het stationsgebied grootschalige artilleriebeschietingen of grondgevechten hebben plaatsgevonden.

Omdat het voormalige Markeringsterrein werkzaamheden al is onderzocht op aanwezigheid van CE, is er bij werkzaamheden in dit gebied geen verder onderzoek naar CE nodig.

Binnen het terrein dat opgesloten ligt tussen de Spoorlaan en de Stationsweg en de strook parallel aan de Stationsweg richting de Lochemse brug zijn na WOII nog niet of nauwelijks werkzaamheden uitgevoerd. Ten tijde van WOII was het terrein voor een belangrijk deel begroeid. De kans dat achtergelaten CE of blindgangers bij (visuele) controles die tijdens WOII zijn uitgevoerd niet zijn waargenomen is reëel.

De woningen binnen dit gebied dateren van voor WOII. De woningen hebben niet of nauwelijks schade opgelopen. Onder de woningen worden daarom geen CE verwacht. Bij het slopen van woningen ontstaat geen risico, mits hierbij geen trillingen in de ondergrond ontstaan.

Op locaties waar graafwerkzaamheden dieper dan 0,5 m-mv worden uitgevoerd, bijvoorbeeld ter voorbereiding op asfalteringswerkzaamheden of het graven van 2 waterpartijen, is sprake van opsporingsgebied. De 2 locaties waar watergangen worden gegraven zijn **opsporingsgebied 4 en 5** genoemd. Het gebied waar ter voorbereiding op asfalteringswerkzaamheden graafwerkzaamheden worden uitgevoerd is **opsporingsgebied 6** genoemd. De ligging van de opsporingsgebieden en de naoorlogse veranderingen zijn zichtbaar gemaakt in figuur 32.



Figuur 32 Opsporingsgebieden 4, 5 en 6

Indien voor de bouw van de nieuwe fietsbrug funderingspalen en/of (tijdelijke) damwand worden geplaatst er geldt ook risico door mogelijk achtergebleven CE. Dit opsporingsgebied valt echter volledig binnen opsporingsgebied 6. Het betekent alleen dat onderzoek nodig is tot 4,6 m-mv. De grootte van dit opsporingsgebied wordt bepaald door de uitvoeringsmethode van het plaatsen van funderingspalen en/of damwand. Indien funderingspalen of damwanden worden ingeheid vormt het ontstaan van trillingen een risico tot 10 meter rondom betreffende locaties. Er is echter nog niet bekend hoe de nieuwe fietsbrug eruit komt te zien en waar grondroerende werkzaamheden worden uitgevoerd.

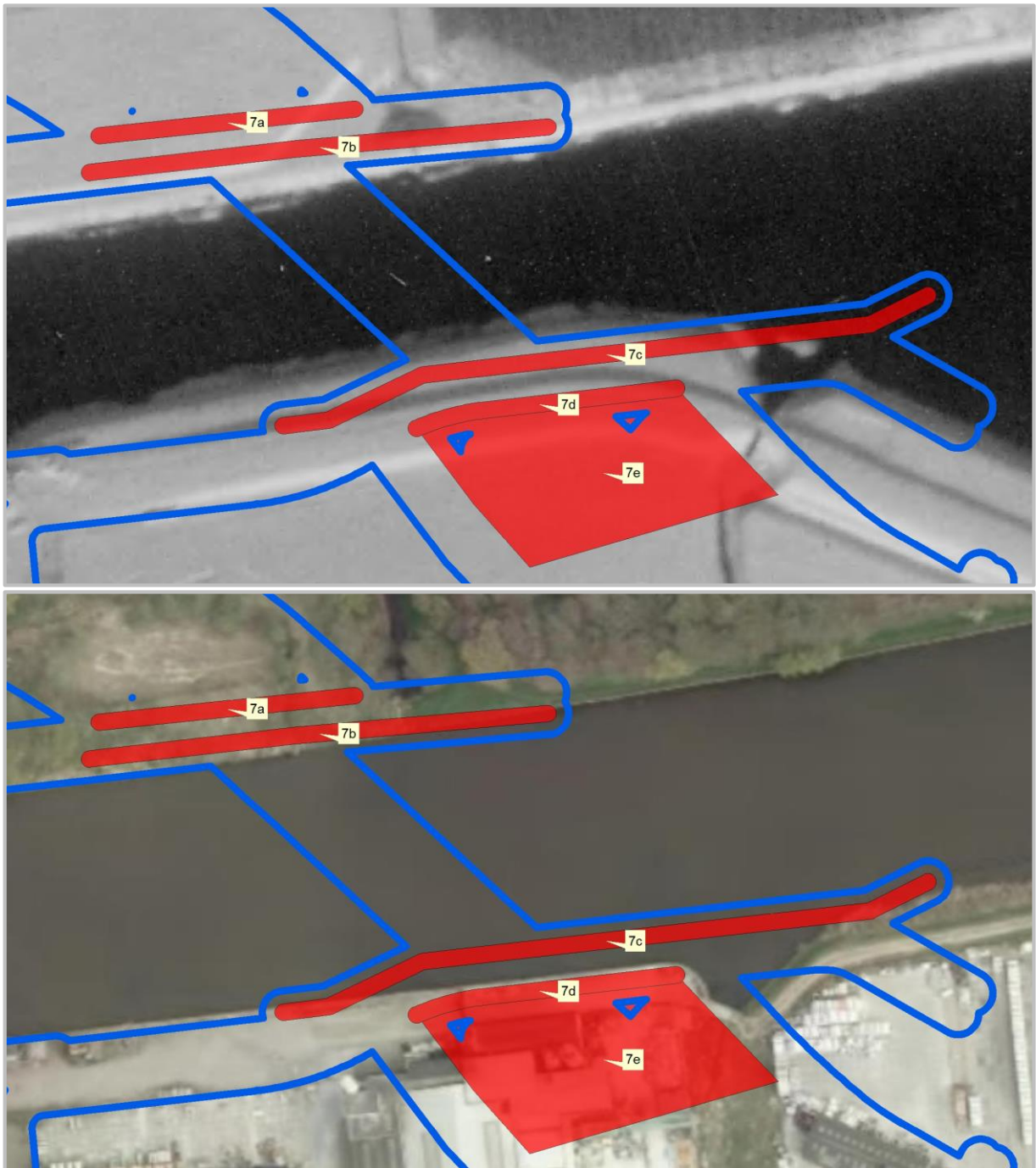
4.1.4 Bouw brug over het Twentekanaal

Het is nog niet bekend hoe de nieuwe brug over het Twentekanaal gebouwd wordt. In de directe omgeving van de locatie waar de nieuwe brug wordt gebouwd zijn meerdere vliegtuigbommen en/of luchtgronddoelraketten terecht gekomen. Er is berekend dat een eventuele blindgangers aan de noordzijde van het Twentekanaal tot maximaal 4,6 m-mv ingedrongen kan zijn, aan de zuidzijde tot maximaal 3,5 m-mv en in het kanaal tot circa 2 meter min vaste waterbodem. Met vaste waterbodem wordt de vaste waterbodem WOII bedoeld.

Aan de noordkant van het Twentekanaal zijn na WOII op uitgebreide schaal graafwerkzaamheden uitgevoerd ten behoeve van de sanering van het Markering-terrein. Hierbij zijn graafwerkzaamheden uitgevoerd tot 4 m-mv en het gebied is onderzocht op aanwezigheid voor achtergebleven CE en vrijgegeven. Er heeft nog geen verificatie van het onderzochte en vrijgegeven gebied plaatsgevonden, omdat ten tijde van het opstellen van deze PRA nog geen PVVO beschikbaar was. Voor de bouw van het bruggenhoofd worden damwanden geplaatst. Voorafgaande aan het inbrengen van damwand dient met zich te overtuigen van het feit dat de volledige locatie waar de damwand wordt geplaatst is vrijgegeven van CE tot 4,6 m-mv. Is dit niet het geval is sprake van opsporingsgebied. De locaties zijn opsporingsgebied 7a en 7b genoemd.

Aan de zuidkant zijn al eerder op uitgebreide schaal grondroerende werkzaamheden uitgevoerd (zie paragraaf 2.6.6.). Voor de bouw van het bruggenhoofd worden aan de zuidkant van het Twentekanaal ook damwanden geplaatst. Eén damwand wordt geplaatst in het water, in gebied dat ten tijde van WOII nog landbodem betrof. Het is echter niet bekend of er zoveel grond is weggegraven dat het gebied als niet meer verdacht aangemerkt kan worden (minimaal 3,5 m). Door tijdsdruk in verband met de inpassingsplan procedure is hier nog geen onderzoek naar uitgevoerd. Voorafgaande aan het inbrengen van damwand dient alsnog onderzocht te worden tot welke diepte inde jaren zestig graafwerkzaamheden uitgevoerd zijn en of er daadwerkelijk nog sprake van verdacht gebied is. Deze locaties zijn opsporingsgebied 7c en 7d genoemd.

Bij de bouw van de bruggenhoofden is (mogelijk) sprake van opsporingsgebied omdat funderingspalen en damwanden worden geplaatst in verdacht gebied. De grootte van dit gebied wordt bepaald door de locaties waar en de wijze waarop funderingspalen en damwanden worden geplaatst. Indien damwanden en/of funderingspalen worden ingeheid dient rekening te worden gehouden met een extra opsporingsgebied tot 10 meter rondom de locatie van de damwand of funderingspaal in verband met het ontstaan van trillingen. Hiervoor is indicatief opsporingsgebied 7E ingetekend. De opsporingsgebied zijn zichtbaar gemaakt in figuur 34.



Figuur 33 Opsporingsgebieden ter plaatse locatie nieuwe brug

4.1.5 Kruising Goorseweg met verkeerslichten

Ter plaatse van de parkeerplaats bij de voormalige betoncentrale wordt de kruising Goorseweg met verkeerslichten gerealiseerd. Hier is alleen sprake van opsporingsgebied indien graafwerkzaamheden dieper dan het cunet van de parkeerplaats worden uitgevoerd. Voor zover bekend is hiervan geen sprake.

4.1.6 Ontsluiting via parallelweg, verbeteren aansluiting Intratuin en nieuw eenzijdig in tweerichtingen fietspad parallel aan Goorseweg

Voor de ontsluiting via de parallelweg, het verbeteren van de aansluiting Intratuin en de aanleg van een fietspad worden voornamelijk grondroerende werkzaamheden uitgevoerd in een bodemlaag die na WOII al eerder werd geroerd. De Goorseweg is volledig vernieuwd, er zijn fietspaden aangelegd en diverse datakabels ingegraven. Derhalve is geen sprake van risicogebied.

Het graven van de nieuwe watergang parallel aan de zuidkant van de Goorseweg gebeurt wel in naoorlogs niet geroerde grond. Hier is daarom wel sprake van risico door achtergebleven CE, **opsporingsgebied 8**.



In hoofdstuk 5 zijn de conclusies samengevat en adviezen omschreven hoe risico's door achtergebleven CE weggenomen kunnen worden.

5 CONCLUSIES EN ADVIES

De onderzoeksvragen voor dit onderzoek luiden:

1. Welke delen van het projectgebied dienen conform vigerende wet- en regelgeving zoals omschreven in het WSCS-OCE als verdacht te worden gekenmerkt?
2. Wat is de horizontale en verticale afbakening?
3. Is het mogelijk de horizontale en verticale afbakening(en) in te perken, door de naoorlogse werkzaamheden inzichtelijk te maken?
4. Welke typen en hoeveelheden explosieven kunnen worden verwacht?
5. Welke risico's kunnen ontstaan door de mogelijke aanwezigheid van CE?
6. Welke technische maatregelen zijn nodig om het project veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren?
7. Welke zones vereisen een nader (detectie-) onderzoek voordat veilig en verantwoord kan worden overgaan met bodem gerelateerde werkzaamheden? Hierbij moet worden aangegeven op welk moment onderzoek naar CE het beste uitgevoerd kan worden en welke detectiemethode wordt aanbevolen.

5.1 ANTWOORDEN ONDERZOEKSVRAGEN

Onderzoeksvraag 1

Welke delen van het projectgebied dienen conform vigerende wet- en regelgeving zoals omschreven in het WSCS-OCE als verdacht te worden gekenmerkt?

Antwoord onderzoeksvraag 1

Conform de richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE worden gebieden waar op basis van minimaal 2 aantoonbare bronnen CE achtergebleven kunnen zijn en waar geen contra-indicaties zijn die dit vermoeden kunnen weerleggen, gekenmerkt als verdacht. Indien slechts één bron is aangetroffen en het gebied op basis van deze ene bron als verdacht wordt aangemerkt, dient in de rapportage duidelijk te worden aangegeven en gerapporteerd hoe de betrouwbaarheid van de bronnen is ingeschat.

Voor het projectgebied Rondweg Lochem is een vooronderzoek uitgevoerd. De onderzoeksresultaten zijn omschreven in het rapport met kenmerk NGE H4023 VO CE RONDWEG LOCHEM BODAC (Versie 1.1). Op basis van dit vooronderzoek is het volledige projectgebied (primaire) aangemerkt als verdacht op het voorkomen van geschutmunitie en infanteriemunitie en bepaalde gebieden als verdacht op afwerpmunitie, raketten en/of mijnen. De afbakening van verdacht(e) gebied(en) is vastgesteld op basis van meerdere bronnen.

Alle in het vooronderzoek voorkomende gebeurtenissen die oorlogshandelingen beschrijven waarbij CE binnen het onderzoeksgebied terecht gekomen en achtergebleven kunnen zijn, zijn door Expload uit het rapport gedestilleerd en in een gebeurtenissenlijst ondergebracht. Deze lijst vormt een samenvatting van al het bij het vooronderzoek verzamelde bronnenmateriaal.

De afzonderlijke gebeurtenissen zijn geanalyseerd op relevante indicaties voor achtergebleven CE binnen het onderzoeksgebied PRA:

- Er zijn 40 indicaties van luchtaanvallen (bombardementen en/of beschietingen met luchtgronddoelraketten en boordkanonnen) gevonden, waarvan:
 - o 25 indicaties van mogelijk achtergebleven CE volgens het WSCS-OCE die informatie bevatten om op basis hiervan verdacht gebied aan te wijzen. Bij de luchtaanvallen zijn minimaal 78 vliegtuigbommen afgeworpen, 186 luchtgronddoelraketten met een 60 lbs SAP gevechtsskop en een onbekende hoeveelheid boordmunitie verschoten. In veel gevallen zijn kaartvierkanten van 1x1 kilometer als locatieaanduidingen genoemd, waardoor het op basis van de indicaties nodig is uitermate grote verdachte gebieden aan te wijzen;
 - o 7 indicaties die onvoldoende informatie bevatten om gericht een verdacht gebied aan te kunnen wijzen;
 - o 8 indicaties die te ver van het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden om invloed uit te oefenen op de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied.
- 9 indicaties van vliegtuigcrashes, waarvan:
 - o Is 1 indicatie die voldoende informatie bevat om een verdacht gebied aan te wijzen;
 - o Zijn 6 indicaties die onvoldoende informatie bevatten om gericht verdacht gebied te kunnen aanwijzen;
 - o Zijn 2 indicaties die te ver van het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden om invloed uit te oefenen op de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied.
- 8 indicaties van grondgevechten of militaire aanwezigheid, waarvan:
 - o 6 mogelijke indicaties van mogelijk achtergebleven CE volgens het WSCS-OCE, maar die onvoldoende informatie bevatten om gericht verdacht gebied aan te kunnen wijzen;
 - o 2 indicaties die te ver van het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden om invloed uit te oefenen op de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied of waarvan het onduidelijk is of de indicatie verdacht gebied tot gevolg heeft.
- 18 indicaties van aangetroffen CE. Binnen het werkgebied of waar door de geplande werkzaamheden effecten kunnen ontstaan die invloed kunnen hebben op eventueel achtergebleven CE zijn slechts 2 CE aangetroffen, 1 lege rookgranaat 25 ponden en 1 lichtfakkel van 4,5 inch. Alle overige CE zijn op ruime afstand van het projectgebied aangetroffen of bevestigen dat direct na de oorlog uitgebreid is gezocht naar achtergebleven CE.
- 3 indicaties van vernielingen waarbij gebruikt is gemaakt van explosieven. 1 hiervan heeft te ver van het onderzoeksgebied plaatsgevonden om invloed uit te oefenen op de aanwezigheid van CE in het onderzoeksgebied.

Het vooronderzoek is geschreven naar de richtlijnen conform de WSCS-OCE, maar bij de analyse van het vooronderzoek zijn afwijkingen ten opzichte van de huidige richtlijnen voor het uitvoeren van vooronderzoeken geconstateerd. De afwijkingen bestaan in grote lijnen uit:

- De wijze van afbakenen van het verdachte gebied, zowel in horizontale en verticale zin;
- Het in onvoldoende mate raadplegen van luchtfoto's die zijn genomen binnen korte tijd na de afzonderlijke aanvallen;

- Onvolledige interpretatie van de geraadpleegde luchtfoto's;
- Het ontbreken van consequenties voor de afbakening van verdacht(e) gebied(en) na het in kaart brengen van grondroerende werkzaamheden die al eerder na WOII zijn uitgevoerd;
- Niet alle genoemde mogelijk achtergebleven soorten CE zijn herleid naar het onderzoeksgebied voor de PRA.

Hierdoor bestaat de kans dat verdachte gebieden ontoereikend zijn afgebakend, zodat in de uitvoering een risico bestaat voor zowel de Arbo- als ook de openbare veiligheid. Anderzijds bestaat de kans dat gebieden onterecht als verdacht aangemerkt zijn, waardoor mogelijk onnodig kosten voor het opsporen van CE worden gemaakt.

Eenzijds is vastgesteld dat de afbakening van verdacht gebied voor blindgangers van vliegtuigbommen en luchtgronddoelraketten te beperkt is vastgesteld, omdat concrete aanwijzingen niet hebben geleid tot afbakening van verdacht gebied en onvoldoende luchtfoto's zijn geraadpleegd om gebeurtenissen nauwkeurig te kunnen lokaliseren. Anderzijds is vastgesteld dat de afbakening van verdacht gebied voor geschut- en infanteriemunitie uitermate ruim is vastgesteld op basis van onvoldoende concrete aanwijzingen. Voor een uitgebreide analyse van het vooronderzoek wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

Om te komen tot een onderbouwde afbakening van verdacht gebied is behoefte aan aanvullende luchtfoto's die de relevante gebeurtenissen ondersteunen en waarop inslagen van afwerpmunitie en luchtgronddoelraketten op sporen van gevechtshandelingen (grondgevechten en artilleriebeschietingen) duidelijker afleesbaar zijn. Mogelijk kunnen kraters worden toebedeeld aan specifieke aanvallen, waardoor karakteranalyse mogelijk is. Alleen op die manier kan met meer zekerheid worden geoordeeld waar CE terecht gekomen zijn.

Door de veelheid aan gevonden indicaties is niet te verwachten dat verdacht gebied ingeperkt kan worden, maar juist uitgebreid dient te worden. Voor een volledig overzicht van alle achterhaalde indicaties, de conclusies die op basis hiervan zijn getrokken en alle leemten in kennis verwijzen wij naar de chronologische gebeurtenissenlijst. De chronologische gebeurtenissenlijst is separaat met dit rapport meegestuurd.

Onderzoeksvraag 2

Wat is de horizontale en verticale afbakening?

Antwoord onderzoeksvraag 2

In overleg met de opdrachtgever is besloten om geen aanvullend archief- en luchtfoto onderzoek uit te voeren, maar primair het volledige project gebied aan te merken als verdacht voor alle soorten CE zoals omschreven in het rapport vooronderzoek. Vanuit dit uitgangspunt is beoordeeld of het primair als verdacht aangemerkte gebied ingeperkt kan worden.

Onderzoeksvraag 3

Is het mogelijk de horizontale en verticale afbakening(en) in te perken, door de naoorlogse werkzaamheden inzichtelijk te maken?

Antwoord onderzoeksvraag 3

Ja, gebieden waar na WOII aantoonbaar al eerder graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd kunnen conform de richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE worden gedefinieerd als 'Niet verdacht'. Er wordt aangenomen dat indien daadwerkelijk één of meerdere CE zouden zijn achtergebleven, deze mede zijn ontgraven en (onbewust) verwijderd bij graafwerkzaamheden die al eerder na WOII zijn uitgevoerd. Uitzondering vormen kleinere soorten CE (tot circa 37 mm). De ervaring leert dat kleine CE niet altijd worden waargenomen. Wanneer alleen (tijdelijke) grondverplaatsing heeft plaatsgevonden, kunnen in de naoorlogs ontgraven grondlagen nog kleine CE worden aangetroffen.

Vast staat dat binnen het projectgebied na WOII al eerder op uitgebreide schaal grondroerende werkzaamheden uitgevoerd zijn, maar veelal tot beperkte diepte. Binnen het primair als verdacht aangemerkt gebied zijn o.a. de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- De industrieterreinen Kwinkweerd en Aalsvoort zijn aangelegd, waarbij vrijwel overal tot minimaal 0,8 m-mv is gegraven;
- De Exelsebrug is verlegd. Rondom de brug heeft veel terreininrichting plaatsgevonden, het talud aan de noordkant van het Twenthekanaal is verlegd en zijn er nieuwe wegen aangelegd, o.a. de kruising Kwinkweerd. Bij de terreininrichting en de aanleg van nieuwe wegen zijn graafwerkzaamheden uitgevoerd tot minimaal 0,5 m-mv;
- Op het Markering terrein vestigde zich na WOII Markering's Houthandel, Zagerij en Impregneerbedrijf N.V. In de loop der jaren zijn diverse gebouwen gerealiseerd met alle bijbehorende infra. Als gevolg van de productie raakte het terrein verontreinigd. Sinds 2003 zijn er op uitgebreide schaal saneringswerkzaamheden uitgevoerd en onderzoeken naar CE uitgevoerd. Het terrein is vrijgegeven voor de mogelijke aanwezigheid van CE;
- Aan de Stationsstraat ten zuiden van het Twentekanaal zijn voor asfalteringswerkzaamheden uitgevoerd. Hierbij zijn graafwerkzaamheden uitgevoerd tot minimaal 0,5 m-mv;
- Aan de noordkant van het Twentekanaal, op de locatie waar de nieuwe brug wordt gebouwd, zijn na WOII op uitgebreide schaal graafwerkzaamheden uitgevoerd ten behoeve van de sanering van het terrein. Hierbij zijn graafwerkzaamheden uitgevoerd tot minimaal 4 m-mv. Het gebied is (volgens opgave provincie Gelderland) door Armaex onderzocht op aanwezigheid voor achtergebleven CE en vrijgegeven;
- Aan de zuidkant van het Twentekanaal, op de locatie waar de nieuwe brug wordt gebouwd, zijn na WOII een fabriekscomplex gebouwd waarvoor tot minimaal 1 m-mv is gegraven, een parkeerplaats aangelegd waarvoor tot minimaal 0,8 m-mv is gegraven en is de kade aangepast. Hiervoor zijn parallel aan de kade damwanden geplaatst en is tot minimaal 1 m-mv gegraven. Het voormalige dijklichaam is volledig afgegraven. Anderzijds zijn sloten en de watergang gedempt. Er is gesteld dat aan de zuidkant van het Twentekanaal, op de locatie waar de nieuwe brug wordt gebouwd, overal tot minimaal 0,8 m-mv is gegraven;
- De Goorseweg is volledig gemoderniseerd. Aan beide zijden van de weg zijn fietspaden aangelegd. Voor asfalteringswerkzaamheden zijn graafwerkzaamheden uitgevoerd tot minimaal 0,5 m-mv. Direct langs de Goorseweg is het Intratuin-complex gebouwd en de eerder benoemde parkeerplaats op het Streekbeton-complex aangelegd;
- Alle binnen het onderzoeksgebied aanwezige riolen, kabels en leiding zijn na WOII aangelegd of vernieuwd.

De naoorlogs ontwikkelingen zijn gevisualiseerd in hoofdstuk 2.6 van dit rapport.

Voor zover bekend is bij al deze werkzaamheden maar 1 keer een CE aangetroffen, namelijk in de directe omgeving van het voormalige stationsgebied een lege rookgranaat van 25 ponder. Binnen het onderzoeksgebied PRA hebben mijnenvelden gelegen, terwijl op basis van het voor het vooronderzoek geraadpleegde bronnenmateriaal niet aangetoond kan worden dat alle mijnen zijn geëxplodeerd of verwijderd. Conform de richtlijnen voor het afbakenen van verdachte gebieden zoals omschreven in bijlage 3 van het WSCS-OCE dienen voormalige mijnenvelden primair te worden aangemerkt als verdacht als niet vastgesteld kan worden dat alle mijnen geruimd zijn. Door de vele grondroerende werkzaamheden die al eerder na WOII binnen het onderzoeksgebied PRA zijn uitgevoerd, mag worden aangenomen dat het onderzoeksgebied PRA niet meer verdacht is op de mogelijke aanwezigheid van (scherp gestelde)landmijnen. Landmijnen werden tot op enkele tientallen centimeters (ca. 30 cm) in de grond gelegd. De tijdens WOII gebruikte mijnen functioneerde op druk of toucheren, al of niet met struikeldraden, terwijl de bodem na WOII overal met tenminste 30 cm werd geroerd en er meermaals met zwaar materiaal over het terrein is gereden. De voor mijnen als verdacht aangemerkte gebieden komen op basis hiervan volledig te vervallen.

Er zijn in het geraadpleegde bronnenmateriaal geen concrete aanwijzingen gevonden voor grondgevechten of artilleriebeschietingen waarbij CE binnen het projectgebied terecht gekomen zijn en op luchtfoto zijn geen stellingen of loopgraven binnen het projectgebied zichtbaar. Ondanks de vele grondroerende werkzaamheden die binnen het projectgebied zijn uitgevoerd, is nooit geschutmunitie en infanteriemunitie aangetroffen. Uitzondering vormt de vondst van 1 lege rookgranaat nabij het voormalige stationsgebied. Wij achten dat met het uitvoeren van de uitgebreide naoorlogse werkzaamheden zonder dat hierbij CE zijn aangetroffen voldoende is aangetoond dat er binnen het overgrote gedeelte van projectgebied geen sprake is van een aantoonbaar bovenmatige kans op het voorkomen van geschutmunitie en infanteriemunitie zoals bedoeld in de richtlijnen voor het afbakenen van verdacht gebied zoals omschreven in het WSCS-OCE. De voor geschutmunitie en infanteriemunitie als verdacht aangemerkte gebieden komen op basis hiervan volledig te vervallen. Alleen in de directe omgeving van het stationsgebied is mogelijk sprake van grondgevechten of artilleriebeschietingen.

Onderzoeksvraag 4

Welke typen en hoeveelheden explosieven kunnen worden verwacht?

Antwoord onderzoeksvraag 4

Binnen het volledige projectgebied geldt dieper dan de naoorlogs geroerde bodemlagen een aantoonbaar verhoogde kans op het voorkomen van blindgangers van van geallieerde vliegtuigbommen met een kaliber van 250 en 500 lbs en brandbommen. Op basis van penetratieberekening is vastgesteld dat CE tot maximaal 4,6 m-mv (NAP +7,36m) ingedrongen kunnen zijn.

Rondom het voormalige stationsgebied geldt daarnaast ook een aantoonbare verhoogde kans op het voorkomen van blindgangers van geschutmunitie die tot maximaal 2,5 m-mv ingedrongen kunnen zijn. Voor de afbakening van voor blindgangers van geschutmunitie verdacht gebied is een gebied tot

250 meter rondom het voormalige stationsgebied (vindplaats van de rookgranaat) aangehouden. Dit uitgangspunt kan worden bijgesteld indien nieuwe informatie over grondgevechten of artilleriebeschietingen beschikbaar komt, bijvoorbeeld het onvoorzien aantreffen van CE.

Noot: *Het afbakenen van verdachte gebieden op basis van historisch feitenmateriaal is geen 'exacte wetenschap'. Bij een vooronderzoek wordt in een beperkte tijd en met een afgebakend budget getracht voldoende feitelijk bronmateriaal te raadplegen, op basis waarvan het gerede vermoeden op het aantreffen van CE al of niet kan worden onderbouwd. Gezien de reikwijdte en diepgang van een dergelijk onderzoek, kan nooit 100 procent garantie worden gegeven met betrekking tot de afbakening van verdachte gebieden en de soorten CE die hierbinnen kunnen zijn achtergebleven. Anderzijds is nooit met 100 procent zekerheid te bepalen tot waar na WOII al eerder werd gegraven. Op grond van het geraadpleegde feitenmateriaal, aangeleverde tekeningen en 'expert judgement' is getracht het verdachte gebied, zo goed mogelijk af te bakenen.*

Onderzoeksvraag 5

Welke risico's kunnen ontstaan door de mogelijke aanwezigheid van CE?

Antwoord onderzoeksvraag 5

Binnen het volledige projectgebied geldt dieper dan de naoorlogs geroerde bodemlaag een aantoonbare bovenmatige kans op het voorkomen van blindgangers van vliegtuigbommen van 250 en 500 lbs en luchtgrond doelraketten. Rondom het stationsgebied geldt daarnaast ook een aantoonbaar verhoogde kans op het voorkomen van blindgangers van geschut- en infanteriemunitie.

We spreken van een blindganger als een CE die werd (af)geworpen of verschoten ongewild niet tot explosie is gekomen. Er zijn tal van oorzaken waardoor dit niet gebeurde. Dit kunnen zowel menselijke fouten als constructie technische fouten zijn, of gewoon pure pech omdat het CE niet op de juiste wijze het doel heeft geraakt.

Op een CE is vrijwel altijd een ontsteker geplaatst. De functie van de ontsteker is om een CE op de gewenste plaats of het juiste tijdstip tot uitwerking te laten komen. De ontsteker is (in de meeste gevallen) bepalend voor de gevoeligheid van een CE. Ontstekingsinrichtingen van blindgangers zijn over het algemeen gewapend. Een gewapende ontsteker kan door invloeden van grondroerende werkzaamheden relatief eenvoudig alsnog worden geactiveerd, met een ongecontroleerde explosie van het CE tot gevolg.

Indien daadwerkelijk CE zijn achtergebleven, vormen deze een risico tijdens grondroerende werkzaamheden. Zowel het ontstaan van trillingen met een versnelling van $1,0 \text{ m/s}^2$ of groter, toucheren en bewegen of eventueel het vrij graven van een CE gevuld met witte fosfor vormen een risico met in een worst-case scenario het optreden van een ongecontroleerde explosie van een CE tot gevolg.

Een ongecontroleerde explosie van een CE kan ernstig lichamelijk letsel en schade aan omgeving en/of bestaande infrastructuur veroorzaken. Het effect is afhankelijk van de grootte en de explosieve inhoud

van het CE. De risico's door mogelijk achtergebleven CE en de effecten die kunnen ontstaan bij het optreden van een explosie van CE zijn in hoofdstuk 3 nader omschreven.

Er is vastgesteld dat risico's door achtergebleven CE te verwachten zijn bij:

- Graafwerkzaamheden voor 2 watergangen ten noorden en zuiden van de kruising Kwinkweerd;
- Grondroerende werkzaamheden voor de bouw van de nieuwe fietsbrug;
- Grondroerende werkzaamheden rondom het stationsgebied, o.a. het graven van 2 watergangen;
- Het plaatsen van funderingspalen voor de bouw brug over het Twentekanaal ter hoogte van het voormalige Streekbeton terrein;
- Het graven van een watergang parallel aan Goorseweg.

Onderzoeksvraag 6

Welke technische maatregelen zijn nodig om het project veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren?

Antwoord onderzoeksvraag 6

De vraag die voorligt, is in de kern: Geldt binnen het onderzoeksgebied PRA ja/nee een aantoonbaar bovenmatig risico dat CE zijn achtergebleven? Zo ja, vormen achtergebleven CE een risico bij de geplande grondroerende werkzaamheden?

Werkzaamheden in niet (meer) verdacht gebied

Veel van de voor het project geplande werkzaamheden worden uitgevoerd in bodemlagen waar na WOII al eerder aantoonbaar graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd. Uitgangspunt is dat hierin geen sprake (meer) is van een aantoonbaar bovenmatig op het voorkomen van CE. Deze conclusie is mede gebaseerd op het gegeven dat ondanks de vele naoorlogse werkzaamheden voor zover bekend nooit CE zijn aangetroffen of incidenten door achtergebleven CE hebben voorgedaan, met uitzondering van de vondst van 1 lege rookgranaat.

Werkzaamheden in bodemlagen waar na WOII al eerder aantoonbaar graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd kunnen worden uitgevoerd zonder onderzoek vooraf. Voorwaarde is dat door de werkzaamheden in diepere gelegen bodemlagen geen effecten ontstaan die invloed kunnen hebben op eventueel achtergebleven CE. Wij adviseren in naoorlogs geroerde grond geen nader onderzoek naar CE uit te voeren, maar te volstaan met het toepassen van het 'Protocol toevalsvondst'. Het 'Protocol toevalsvondst' is als **bijlage 6** opgenomen bij dit rapport.

Alle in de uitvoeringsfase betrokken werknemers dienen hier vooraf over te worden geïnformeerd. Belangrijke stap in dit proces is het CE het heroverwegen van uitgangspunten zoals bepaald op basis van dit onderzoek na het onvoorziën aantreffen van een. De vraag die in voorkomend geval gesteld dient te worden is: zijn er inderdaad al eerder na WOII graafwerkzaamheden uitgevoerd?

In het V&G plan uitvoeringsfase van de aannemer dient te worden beschreven hoe wordt voorkomen dat tijdens de werkzaamheden nog niet eerder na WOII geroerde grond wordt geroerd. Indien twijfel bestaat tot welke diepte al eerder na WOII werd gegraven, wordt geadviseerd de werkzaamheden te laten begeleiden door een detectieteam. Dit team kan met behulp van detectieapparatuur vooraf controleren of in de te ontgraven bodem CE aanwezig zijn en beoordelen waar sprake is van naoorlogs geroerde grond.

Werkzaamheden in verdacht gebied

Er zijn bepaalde locaties waar grondroerende werkzaamheden worden uitgevoerd dieper dan de bodemlagen waar na WOII al eerder is gegraven:

- Graven van 2 watergangen ten noorden en zuiden van de kruising Kwinkweerd;
- Graafwerkzaamheden voor de bouw van de nieuwe fietsbrug;
- Grondroerende werkzaamheden rondom het stationsgebied, o.a. het graven van 2 watergangen;
- Het plaatsen van funderingspalen voor de bouw brug over het Twentekanaal ter hoogte van het voormalige Streekbeton terrein;
- Graven van een watergang parallel aan Goorsegweg

Indien bij deze werkzaamheden CE worden getouchéerd of bewogen of CE gevuld met witte fosfor worden bloot gegraven en/of trillingen met een versnelling van $1,0 \text{ m/s}^2$ of groter ontstaan, kan dit een ongecontroleerde explosie van een eventueel achtergebleven CE veroorzaken. Er is sprake van risico gebied, ook wel opsporingsgebied genaamd.

Met betrekking tot het effect van een ongecontroleerde explosie van CE door invloeden van buitenaf is vastgesteld dat de effecten niet beheersbaar zijn, de enige oplossing is opsporen. Als wordt besloten om onderzoek naar CE uit te voeren, kan als volgende stap in het proces OCE onderzoek worden gedaan door middel van detectieonderzoek tijdens de zogenaamde opsporingsfase CE-Bodemonderzoek. De opsporingsfase CE-Bodemonderzoek is in **bijlage 7** nader omschreven.

Onderzoeksvraag 7

Welke zones vereisen een nader (detectie-) onderzoek voordat veilig en verantwoord kan worden overgaan met bodem gerelateerde werkzaamheden? Hierbij moet worden aangegeven op welk moment onderzoek naar CE het beste uitgevoerd kan worden en welke detectiemethode wordt aanbevolen.

Antwoord onderzoeksvraag 7

Het project wordt aanbesteedt als design en construct project. Dit betekent dat er nog geen concrete werkdieptes en funderingsmethoden bekend zijn. De uit te voeren werkzaamheden worden indicatief weergegeven op de aan Expload aangeleverde tekening N346_60707010-306_v0.12 - DO Lochem 2015. Op basis van deze tekening is vastgesteld dat er 8 gebieden zijn waar sprake is van opsporingsgebied. Hoe de gebieden zijn bepaald is omschreven in hoofdstuk 4.

De opsporingsgebieden welke detectiemethode binnen deze gebieden worden aanbevolen en op welk moment onderzoek naar CE het beste uitgevoerd kan worden is hierna kort toegelicht.

Opsporingsgebied 1

Dit betreft een gebied parallel aan de spoorbaan Hengelo-Zutphen nabij de Exelsebrug (Rengersweg). Het gebied heeft een oppervlakte van 490 m^2 . In dit gebied wordt een watergang gegraven. De directe omgeving van het gebied is tenminste 3 maal vanuit de lucht aangevallen, zowel op 10 december 1944, 22 januari 1945 en 25 maart 1945. Bij de aanvallen zijn minimaal 54 luchtgronddoelraketten afgevuurd en is met boordkanonnen of -mitrailleurs geschoten. In het gebied zijn na WOII nog niet of nauwelijks

werkzaamheden uitgevoerd. Er wordt geadviseerd voorafgaande aan de graafwerkzaamheden onderzoek naar CE uit te voeren tot 0,5 m onder de ontgravingsdiepte.

Opsporingsgebied 2

Dit betreft een strook met een lengte van circa 140 meter waar een nieuwe watergang wordt gegraven ten zuiden van de kruising Kwinkweerd. Het gebied ligt dicht bij opsporingsgebied 1 en kent hierdoor dezelfde risico's door achtergebleven CE. Ook hier wordt geadviseerd vooraf CE op te sporen tot minimaal 0,5 m onder de ontgravingsdiepte.

Opsporingsgebied 3

Opsporingsgebied 3 is een gebied met een oppervlakte van circa 1182 m² waar een watergang wordt gegraven ten noorden van de spoorlijn Hengelo-Zutphen. Deze locatie is specifiek genoemd in de Operational Record Books van de Engelse Luchtmacht. Hierin staat vermeld dat op deze locatie op 6 oktober 1944 een trien is aangevallen. Onduidelijk wat hier aan de hand is geweest, waarschijnlijk gaat het om een treinbeschieting met boordkanonnen, maar een aanval met raketten behoort ook tot de mogelijkheden. Opsporingsgebied 3 bevindt zich tevens in het kaartvierkant dat zowel op 10 december 1944, 22 januari 1945 en 25 maart 1945 is aangevallen waarbij minimaal 54 luchtgronddoelraketten zijn afgevuurd en met boordkanonnen of -mitrailleurs is geschoten.

Binnen opsporingsgebied 3 zijn na WOII nog geen werkzaamheden uitgevoerd, behoudens oppervlakkige land bewerking. Wij adviseren voorafgaande aan de geplande graafwerkzaamheden vooraf CE op te sporen tot minimaal 0,5 m onder de ontgravingsdiepte.

Opsporingsgebied 4 en 5

Dit zijn 2 gebieden waar watergangen worden gegraven in de directe omgeving van het stationsgebied aan de noordkant van de Lochemse brug. De gebieden hebben ieder een oppervlakte van circa 930 m². De omgeving van deze gebieden is tijdens WOII zwaar getroffen. Het stationsgebied, de Lochemse brug en de nabij gelegen spoorlijn zijn tezamen tenminste 13 keer doelwit geweest van geallieerde luchtaanvallen. Hierbij zijn minimaal 23 vliegtuigbommen afgeworpen, 77 luchtgronddoelraketten afgevuurd en is meermaals met boordkanonnen of -mitrailleurs geschoten. Mogelijk hebben er binnen of in de directe omgeving van dit gebied grondgevechten plaatsgevonden. Dit blijkt uit het feit dat bij eerdere graafwerkzaamheden een rookgranaat is aangetroffen. Ter plaatse van opsporingsgebieden 4 en 5 is na WOII nog niet of nauwelijks gegraven.

Wij adviseren voorafgaande aan het graven van de watergangen CE op te sporen tot minimaal 0,5 m onder de ontgravingsdiepte.

Opsporingsgebied 6

Binnen opsporingsgebied 6 wordt een nieuwe weg aangelegd en een nieuwe fietsbrug gebouwd in gebied waar na WOII nog niet of nauwelijks grondroerende werkzaamheden uitgevoerd zijn. Het risicoprofiel met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van CE is gelijk aan dat zoals omschreven bij opsporingsgebieden 4 en 5.

Het ingetekend gebied heeft een grootte van 11400 m², maar onderzoek is alleen nodig waar grondroerende werkzaamheden worden uitgevoerd. Voorafgaande aan graafwerkzaamheden wordt onderzoek naar CE geadviseerd tot minimaal 0,5 m onder de ontgravingsdiepte.

Indien voor de bouw van de fietsbrug funderingspalen worden geplaatst is onderzoek naar CE nodig tot minimaal 4,6 m-mv. Er wordt geadviseerd 0,5 m veiligheidsmarge aan te houden. De grootte van het te onderzoeken gebied is afhankelijk van de wijze waarom funderingspalen worden geplaatst. Indien funderingspalen worden geheid dient een gebied tot 10 meter rondom alle funderingspalen te worden aangehouden als opsporingsgebied in verband met het ontstaan van trillingen met een versnelling van 1,0 m/s² of groter. Indien funderingspalen trillingvrij worden geplaatst dienen alleen te paallocaties onderzocht te worden.

Voor de aanleg van de weg worden de woningen gesloopt. De woningen dateren van voor WOII, waardoor onder de woningen geen CE worden verwacht. Sloopwerkzaamheden kunnen regulier worden uitgevoerd.

Opsporingsgebied 7

Opsporingsgebied 7 betreft 5 kleinere locaties waar voor de bouw van de nieuwe brug over het Twentekanaal bruggenhoofden worden gebouwd. Alhoewel de kans voor achtergebleven blindgangers van vliegtuigbommen en luchtgronddoelraketten op deze locatie aanzienlijk kleiner is dan in opsporingsgebied 4, 5 en 6, geldt op basis van het geraadpleegde bronnenmateriaal het zelfde risicoprofiel. Dit wordt veroorzaakt omdat de locatie binnen het kaartvierkant ligt dat in de verslagen van de Engelse luchtmacht wordt genoemd. Uitzondering vormt het aantreffen van geschut- en infanteriemunitie. Op de locatie waren geen aanwijsbare doelen aanwezig en de locatie ligt op ruim 200 meter van het spoor en het station.

Voorafgaande aan het inbrengen van damwand aan de noord kade van het Twentekanaal dient men zich op basis van het PVVO dat door Armaex wordt opgesteld te overtuigen van het feit dat de volledige locatie waar de damwand wordt geplaatst tot 4,6 m-mv is vrijgegeven van CE. De locaties zijn opsporingsgebied 7a en 7b genoemd. Indien dit niet vastgesteld kan worden is onderzoek naar CE nodig.

Aan de zuidkant wordt damwand in het water geplaatst, in gebied dat ten tijde van WOII nog landbodem betrof. Het is echter niet bekend of er zoveel grond is weggegraven dat het gebied als niet meer verdacht aangemerkt kan worden (minimaal 3,5 m). Voorafgaande aan het inbrengen van damwand dient alsnog onderzocht te worden tot welke diepte in de jaren zestig graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd en of er daadwerkelijk nog sprake van verdacht gebied is. Deze locaties zijn opsporingsgebied 7c en 7d genoemd. Indien met onvoldoende zekerheid gesteld kan worden dat de locaties vrij zijn van CE is onderzoek naar CE nodig

Na de oorlog zijn op de locatie al diverse malen grondroerende werkzaamheden uitgevoerd, maar voornamelijk oppervlakkig tot circa 0,8 m-mv. Bij het aanbrengen van voorbelasting ontstaat geen aantoonbaar risico door mogelijk achtergebleven CE, maar wel als funderingspalen of damwanden worden geplaatst. Voorafgaan hieraan wordt geadviseerd CE op te sporen tot minimaal 3,5 m-mv en

tevens een veiligheidsmarge van 0,5 m aan te houden. De grootte van het te onderzoeken gebied is afhankelijk van de wijze waarom funderingspalen en/of damwanden worden geplaatst. Indien deze worden geheid dient een gebied tot 10 meter rondom alle funderingspalen en of het volledige damwand tracé te worden aangehouden als opsporingsgebied in verband met het ontstaan van trillingen. Indien funderingspalen en/of de damwand trillingvrij worden geplaatst dienen alleen de paallocaties en/of het damwand tracé te worden onderzocht.

Opsporingsgebied 8

Dit betreft de strook waar parallel aan de Goorseweg een nieuwe watergang wordt gegraven. In deel van het gebied ligt binnen het kaartvierkant waar op basis van het voor het vooronderzoek geraadpleegde bronnenmateriaal tenminste 13 geallieerde luchtaanvallen zijn uitgevoerd, waarbij minimaal 23 vliegtuigbommen en 77 luchtgronddoelrakkers zijn afgevuurd en afgeworpen en tevens meermaals met boordkanonnen of -mitrailleurs is geschoten. Op de hoek Goorseweg- Tusselerdijk is op 10 oktober 1943 een Duitse Messerschmit neergestort.

Meer richting het Intratuin-complex ligt een gebied waar op basis van het voor het vooronderzoek geraadpleegde bronnenmateriaal geen directe indicaties zijn gevonden van gebeurtenissen waardoor CE in het gebied terecht gekomen zijn, maar waar door aanvullend is vastgesteld dat hier ook enkele bommen terecht gekomen zijn.

Voorafgaande aan het graven van de watergang wordt geadviseerd onderzoek naar CE uit te voeren tot minimaal 0,5 m onder de ontgravingsdiepte.

Een overzicht van de ligging van de verschillende opsporingsbieden en kaarten waarop de afzonderlijke opsporingsgebieden zijn weergegeven zijn opgenomen onder **bijlage 8**.

5.1.1 Advies opsporingstechnieken en uitvoeringsmethoden

Vanaf WOII is metaaldetectie de standaard opsporingsmethode voor CE, hoewel er tegenwoordig ook andere detectiemethoden zijn. De verschillende opsporingstechnieken en uitvoeringsmethoden die veelal door gecertificeerde explosieven opsporingsbedrijven worden gebruikt zijn in **bijlage 9** beknopt omschreven.

Binnen alle opsporingsbieden dienen CE opgespoord te worden tot relatief beperkte diepten. Er wordt geadviseerd de opsporingsgebieden waar mogelijk te onderzoeken middels passieve computerondersteunde oppervlakedetectie, eventueel gecombineerd met actieve detectie omdat verstoring door de bovenleiding van de spoorbaan te verwachten is.

Voordeel van computerondersteunde oppervlakedetectie is dat relatief snel inzicht verkregen kan worden in de verstoringen die in de bodem aanwezig zijn. Passieve computerondersteunde oppervlakedetectie is in **bijlage 10** nader toegelicht.

Nadat het gebied is gedetecteerd, kan vrij nauwkeurig worden bepaald hoeveel aanvullend onderzoek nodig is, of benaderingen van significante objecten nodig zijn en worden bepaald wat de minimale laagdikte van de voorbelasting moet zijn om voldoende vrije bovendekking te realiseren om in een later fase dieptedetectie kunnen uitvoeren en verticale drainage aan te brengen.

Op basis van de detectieresultaten kan het opsporingsgebied worden opgedeeld in drie terreintypen:

- **Categorie A-terreinen:** Dit zijn gebieden waarvan is vastgesteld dat er geen significante verstoringen zijn gedetecteerd. In deze gebieden kunnen werkzaamheden tot aan de bepaalde onderzoekdiepte veilig en verantwoord worden uitgevoerd;
- **Categorie B-terreinen:** Dit zijn gebieden met individueel te onderscheiden significante verstoringen. Objecten die verstoringen veroorzaken die mogelijk worden veroorzaakt door CE dienen vervolgens laagsgewijs ontgraven en geïdentificeerd te worden om vast te stellen of er daadwerkelijk CE aanwezig zijn;
- **Categorie C-terreinen:** Dit zijn gebieden waarin gedetecteerde verstoringen niet individueel te onderscheiden zijn. Verstoringen beïnvloeden de detectieresultaten dusdanig, dat er op basis van de detectieresultaten geen uitspraak kan worden gedaan over de aanwezigheid van CE. De verstoringen kunnen zowel in de omgeving als in de bodem aanwezig zijn.

In categorie C-terrein kan analoge laagsgewijze oppervlakedetectie te worden toegepast, bijvoorbeeld met een metaaldetector. Een metaaldetector is weinig gevoelig voor omgevingsfactoren maar heeft daardoor slechts een beperkt meetbereik. Analooch houdt in detectiegegevens niet digitaal worden bewerkt maar tijdens de werkzaamheden gelijktijdig door de operator worden geïnterpreteerd op de mogelijke aanwezigheid van CE. Een verstoring wordt waargenomen door een akoestisch signaal, soms in combinatie met een visuele weergave op de detectieapparatuur.

Bij deze onderzoeksmethode wordt het te ontgraven gebied laagsgewijs onderzocht. Nadat een deel van het te ontgraven gebied is onderzocht, kan tot een bepaalde diepte veilig en verantwoord worden gegraven. Vertraging kan ontstaan door het benaderen en identificeren van verdachte objecten, als verdachte objecten worden gedetecteerd en na het aantreffen van CE. In de praktijk betekent dit dat een team van deskundige de graafwerkzaamheden continu begeleid. Goede afspraken tussen aannemer, eventuele milieukundige en archeologische onderzoeksbureaus en het explosieven opsporingsbedrijf voorkomen stagnatie. Vertraging zal voornamelijk ontstaan indien daadwerkelijk een blindganger wordt aangetroffen. Deze werkmethode is schematisch weergegeven in figuur 34.



Figuur 34 Schematische weergave werkmethode laagsgewijze oppervlakedetectie

Voornamelijk binnen de opsporingsgebieden 1 t/m 6 kunnen blindgangers van boordmunitie of verschoten klein kaliber munitie worden aangetroffen. Wij adviseren in eerste instantie geen

onderzoek naar 20 mm boordmunitie of klein kaliber munitie uit te voeren. Enerzijds omdat het gebied waar dit soort CE terecht gekomen kan zijn op basis van het geraadpleegde feitenmateriaal niet nauwkeurig bepaald kan worden. Anderzijds omdat risico's door dit soort CE bij machinale graafwerkzaamheden beperkt zijn.

Opsporen van 20 mm boordmunitie en/of klein kaliber munitie is technisch niet of nauwelijks mogelijk. Het resulteert in hoge onderzoekskosten, terwijl op basis van detectieonderzoek nimmer 100 procent garantie gegeven kan worden. Met detectieapparatuur kan 20 mm boordmunitie en/of klein kaliber munitie onder ideale omstandigheden met enige mate van zekerheid worden opgespoord tot maximaal 25 centimeter diepte. Er wordt verwacht dat de detectieresultaten worden verstoord door kabels en leidingen, waardoor zelfs 25 centimeter niet haalbaar is.

Door bij machinale graafwerkzaamheden minimaal 25 meter afstand te houden tot onbeschermde personen, ontstaat geen bovenmatig risico. Waar nodig kunnen scherfwerende maatregelen naar de omgeving worden getroffen door het ophangen van scherfwerende deken.

Als tijdens de uitvoeringsfase van het project meerdere 20 mm boordmunitie of klein kaliber munitie worden aangetroffen kan alsnog worden besloten 20 mm op te sporen of kunnen aanvullende beschermende maatregelen worden genomen.

5.1.2 Onderzoek vooraf of gecombineerd met de regulier geplande werkzaamheden

Er bestaan diverse mogelijkheden om een CE-bodemonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek vindt plaats voordat de geplande werkzaamheden van start gaan of gelijktijdig in combinatie met de reguliere werkzaamheden. Er dient rekening mee te worden gehouden dat iedereen die tijdens het opsporen van CE werkzaamheden uitvoert binnen het OCE werkgebied minimaal dient te beschikken over het opleidingsniveau voor Basiskennis OCE. In paragraaf 6.2.1 en bijlage 2 van het WSCS-OCE zijn de eisen betreffende de personele deskundigheid opgenomen.

Het is meestal verstandiger om een CE-bodemonderzoek vooraf te doen omdat zo stagnatie tijdens de realisatie wordt voorkomen. Voordelen van vooraf onderzoek:

- aannemer heeft geen beperkingen meer voor de uitvoering;
- geen stagnatie in bouwproces bij aantreffen CE;
- aanvullende opleidingen voor personeel van de aannemer zijn niet nodig.

Het is niet zondermeer mogelijk om alle opsporingsgebieden vooraf te onderzoeken. Bepaalde opsporingsgebieden dienen eerst detectiegereed te worden gemaakt. Detectiegereed maken is het geschikt maken van het opsporingsgebied voor het uitvoeren van detectiewerkzaamheden, met een minimum aan risico's voor het uitvoerende personeel en een optimaal detectieresultaat.

Een opsporingsgebied dient hiervoor:

- goed beloopbaar, vlak en toegankelijk te zijn
- bij passieve oppervlakedetectie (zoveel mogelijk) vrij te zijn van ferromagnetische verstoringen

Voor zover in deze fase beoordeeld kan worden dienen de opsporingsgebieden 1, 2, 4, 5, 6, 7d, 7e en 8 detectiegereed gemaakt te worden. Dit betreft veelal het verwijderen van begroeiing of verharding. Verder wordt geadviseerd vooraf zoveel mogelijk zichtbare verstoringen te verwijderen, zoals hekwerken etc. Dit vergoot de kans op goede detectieresultaten en beperkt de inzet van laagsgewijze detectie.

5.2 VERANTWOORDELIJKHEDEN

De verantwoordelijkheid voor acceptatie van risico's in het kader van de Openbare veiligheid kan alleen het Bevoegd Gezag vaststellen en opleggen. De Gemeentewet bepaalt dat de handhaving van de openbare orde en veiligheid een primaire verantwoordelijkheid is van de gemeenten. De beslissingsbevoegdheid ten aanzien van het al dan niet laten uitvoeren van onderzoek, opsporingen of ruiming van explosieven, ligt dan ook bij het gemeentebestuur.

Die beslissingsbevoegdheid is primair gebaseerd op de verantwoordelijkheid van de burgemeester voor de openbare orde en veiligheid in zijn gemeente. Naast het feit dat de burgemeester het beste in staat is om de lokale situatie, omstandigheden en overige betrokken belangen bij zijn beslissing te betrekken. Op grond van de artikelen 175 en 176 van de Gemeentewet kan de burgemeester bij bergingen, opsporingen en ruiming - indien daartoe aanleiding bestaat - bevelen of algemeen bindende voorschriften geven die hij voor de handhaving van de openbare orde of voor de beperking van gevaar nodig acht.

Alle betrokken partijen hebben binnen het wettelijke kader (Arbo) een eigen verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid in relatie tot het vaststellen van de (aanvaardbare) risico's.

5.3 WETGEVING BODEMONDERZOEK CE

Opsporen van CE is uiteraard niet zonder risico. Dat dit zorgvuldig en veilig gebeurt, is in het belang van zowel de opdrachtgever, het civiele opsporingsbedrijf, de personen op de projectlocatie als de omgeving. Daarom moet een gecertificeerd opsporingsbedrijf aan strenge eisen voldoen. Deze eisen zijn geformuleerd in de WSCS-OCE. Eén van de eisen die de WSCS-OCE stelt, is dat het explosieven opsporingsbedrijf de processen die nodig zijn voor een veilige, deskundige en juiste uitvoering van het project moet identificeren en plannen. Dit houdt in dat de werkvoorbereiding schriftelijk wordt vastgelegd in een projectplan. In het projectplan wordt onder meer aandacht besteed aan de projectorganisatie, taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden, communicatie, wijze van uitvoeren, planning, veiligheid, gezondheid en milieuplan (VGM-plan), verzekeringen en certificaten en vergunningen.

Het projectplan moet worden opgesteld voor de opdrachtgever en alle bij de uitvoering van een CE-bodemonderzoek betrokken partijen. Het bevoegde gezag (gemeente) moet het projectplan goedkeuren in het kader van haar verantwoordelijkheden op het gebied van openbare veiligheid.

5.4 BOMMENREGELING

De kosten van werkzaamheden die verband houden met de opsporing en ruiming van conventionele explosieven zijn voor rekening van de gemeente, met dien verstande dat voor bepaalde kostensoorten van rijkswege een bijdrage kan worden verstrekt via het gemeentefonds. Uitzondering vormen kosten van werkzaamheden die verband houden met opsporingen die het gevolg zijn van door het rijk of door

een houder van een concessie als bedoeld in artikel 6, eerste lid van de Spoorwegwet (Rijkswaterstaat en ProRail) geïnitieerd grootschalige infrastructurele projecten, zoals de aanleg en onderhoud van wegen en spoorlijnen, baggerwerken en dijkverbeteringen.

Tot oktober 2009 was het voor gemeenten mogelijk om een deel van de kosten, die gemaakt worden in het kader van de opsporing en ruiming van conventionele explosieven (ORCE), te declareren bij het Rijk via het bijdrage besluit 'kosten opsporing en ruiming conventionele explosieven Tweede Wereldoorlog 2006'. Dit bijdragebesluit is per 1 oktober 2009 ingetrokken en is vervangen door de 'Bommenregeling'. De regeling voor een bijdrage voor opsporing en ruiming van CE verloopt sinds 1 oktober 2009 via een regeling in het gemeentefonds. Na onderzoek is gekozen voor de verdeling van middelen voor opsporing en ruiming van conventionele explosieven uit WO II via het gemeentefonds. Vanaf 2015 is de Bommenregeling gewijzigd en kunnen alle gemeenten in geval van opsporing en ruiming van explosieven een bijdrage van 70% in de kosten ontvangen door het indienen van een raadsbesluit. Als gevolg van deze wijzigingen komen de maatstaf nieuwbouwwoningen en de vaste bedragen van Amsterdam, Den Haag en Rotterdam met ingang van 2015 te vervallen.

De kosten die in aanmerking komen voor vergoeding zijn gelijk aan de kosten die onder het oude Bijdragebesluit gedeclareerd konden worden, inclusief de daaromtrent eerder gecommuniceerde beleidsregels. Met de overheveling naar het gemeentefonds werd geen verandering in het soort kosten dat voor vergoeding in aanmerking komt, beoogd. De kosten die gedeclareerd konden en kunnen worden zijn:

Vooronderzoek en PRA

- Kosten die worden gemaakt bij het vaststellen van risico's en de vermoedelijke ligging van CE waarbij gebruik wordt gemaakt van hulpmiddelen zoals: archieven, krater/schadekaarten, luchtfoto's, processen verbaal, getuigenverklaringen, literatuuroverzicht et cetera.

Opsporing / Ruiming

- milieutechnisch- en grond mechanisch bodemonderzoek;
- bouwkundige vooropname van belendende percelen;
- aanvullende verzekeringen;
- aan- en afvoer van materiaal en materieel;
- inrichten van het werkterrein waaronder verwijderen van obstakels, omleggen kabels en leidingen, afzetten werkterrein, noodzakelijke dienstverblijven, aansluitingen op nutsvoorzieningen, voorziening voor het tijdelijk opslaan van CE et cetera;
- inzet beveiligde bouwmachines;
- inzet detectieapparatuur;
- Inrichten en verwijderen vernietigingslocatie;
- Inzet noodzakelijk personeel betreffende uurtarieven, reisen en reiskosten, risicotoeslag en overnachtingskosten;
- Herstelwerkzaamheden op de opsporings- en vernietigingslocaties;
- directievoering / toezichthouder (maximaal 1 Fte).

Preventieve maatregelen

- Plaatsen, in stand houden en verwijderen beschermende maatregelen zoals: Containers, mega Blocks, beschermende wanden, scherfwerende dekens, afschermingsconstructie bij ruiming EOD et cetera.

Spoed/nood voorzieningen

- Aanbrengen, in stand houden en verwijderen van grond kerende voorzieningen;
- Aanbrengen, in stand houden en verwijderen van (grond)waterkerende voorzieningen;
- Aanbrengen, in stand houden en verwijderen verkeersmaatregelen.

Grondwerkzaamheden

- Algemeen grondverzet;
- (grond)werkzaamheden als gevolg van ruiming EODD.

Niet Declarabele kosten opsporing en ruiming zijn

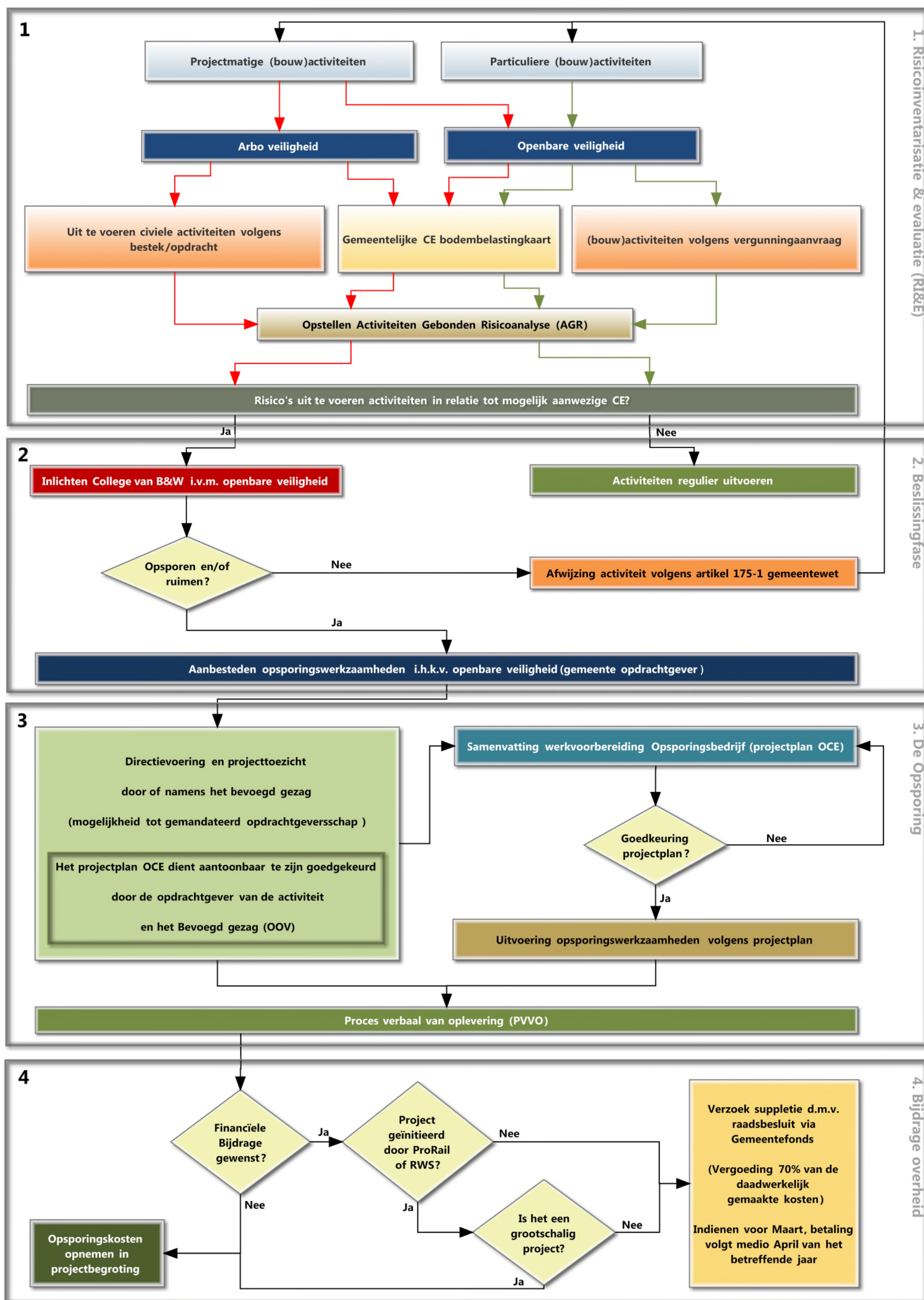
- Kosten van Procesverbaal van oplevering;
- Schade als gevolg van veiligheidsmaatregelen, zoals ontruiming of wegafzetting;
- Gemeentelijke administratieve kosten, juridische ondersteuning en voorlichting;
- Inzet van hulpverleningsdiensten;
- Evacuatiekosten voor personen en/of dieren;
- Opleidingen.

Noot: *Hoelang de regeling nog van kracht blijft is niet bekend. De Raad voor de financiële Verhoudingen heeft op 26 juni 2015 de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties schriftelijk geadviseerd de regeling aan te passen. Voor zover nu beoordeeld kan worden de kosten voor onderzoek naar CE in de nabije toekomst doorberekend aan de partij die grondroering gaat uitvoeren. In 2016 worden gemeenten hierover nader geïnformeerd.*

6 BIJLAGEN



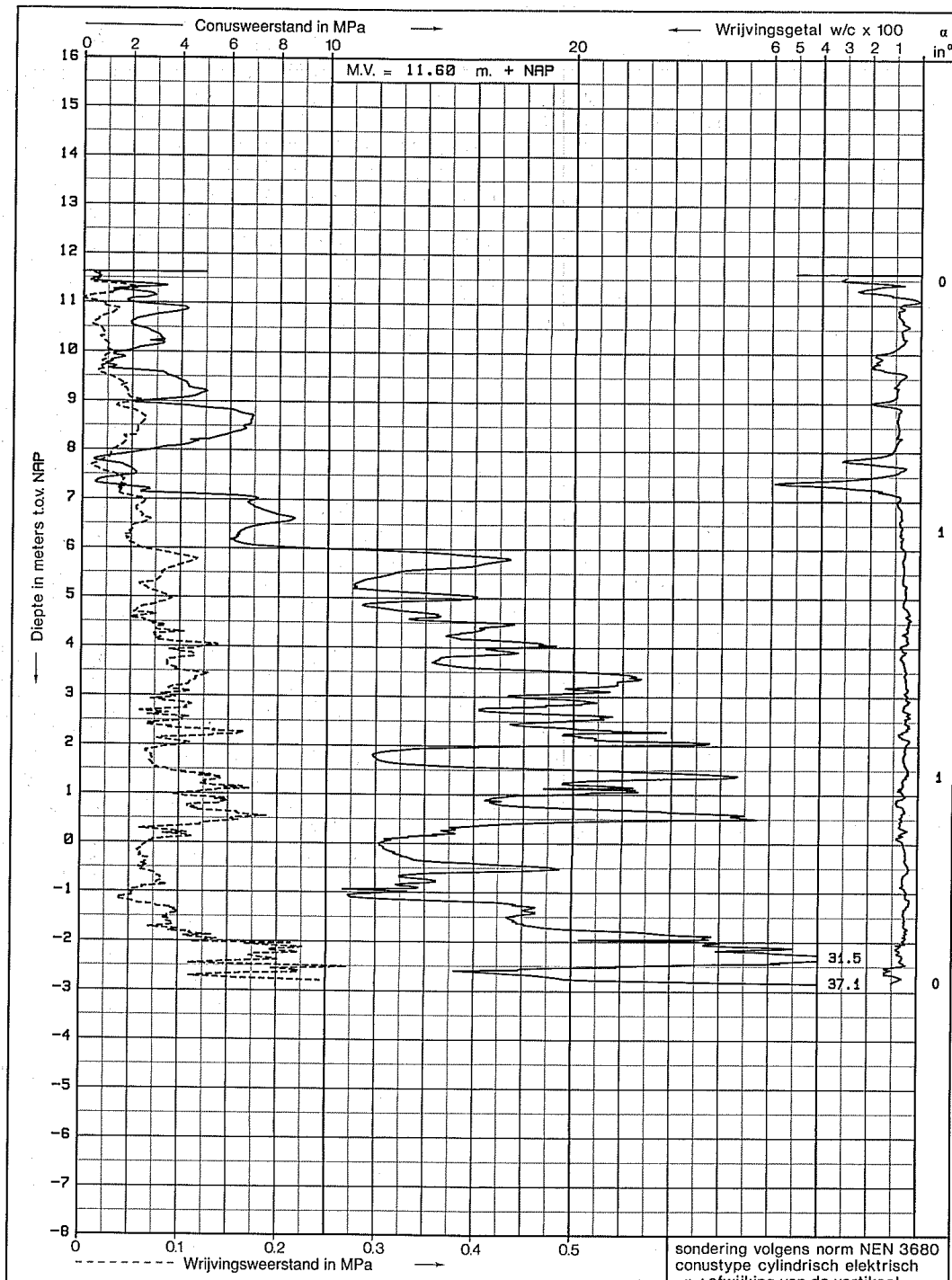




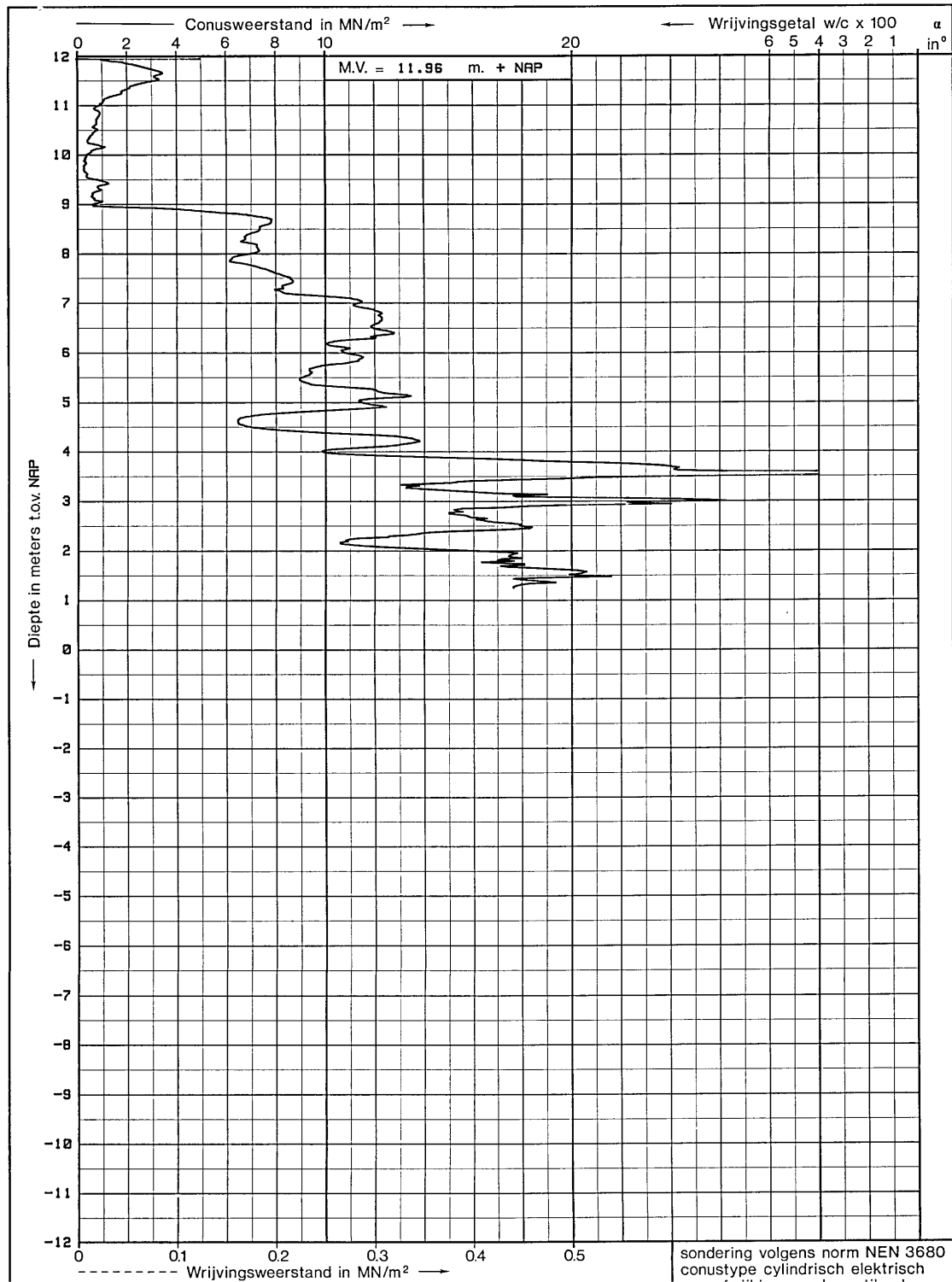
BIJLAGE 2

SONDERINGSRAFIEKEN GEBRUIKT VOOR PENETRATIEBEREKENINGEN

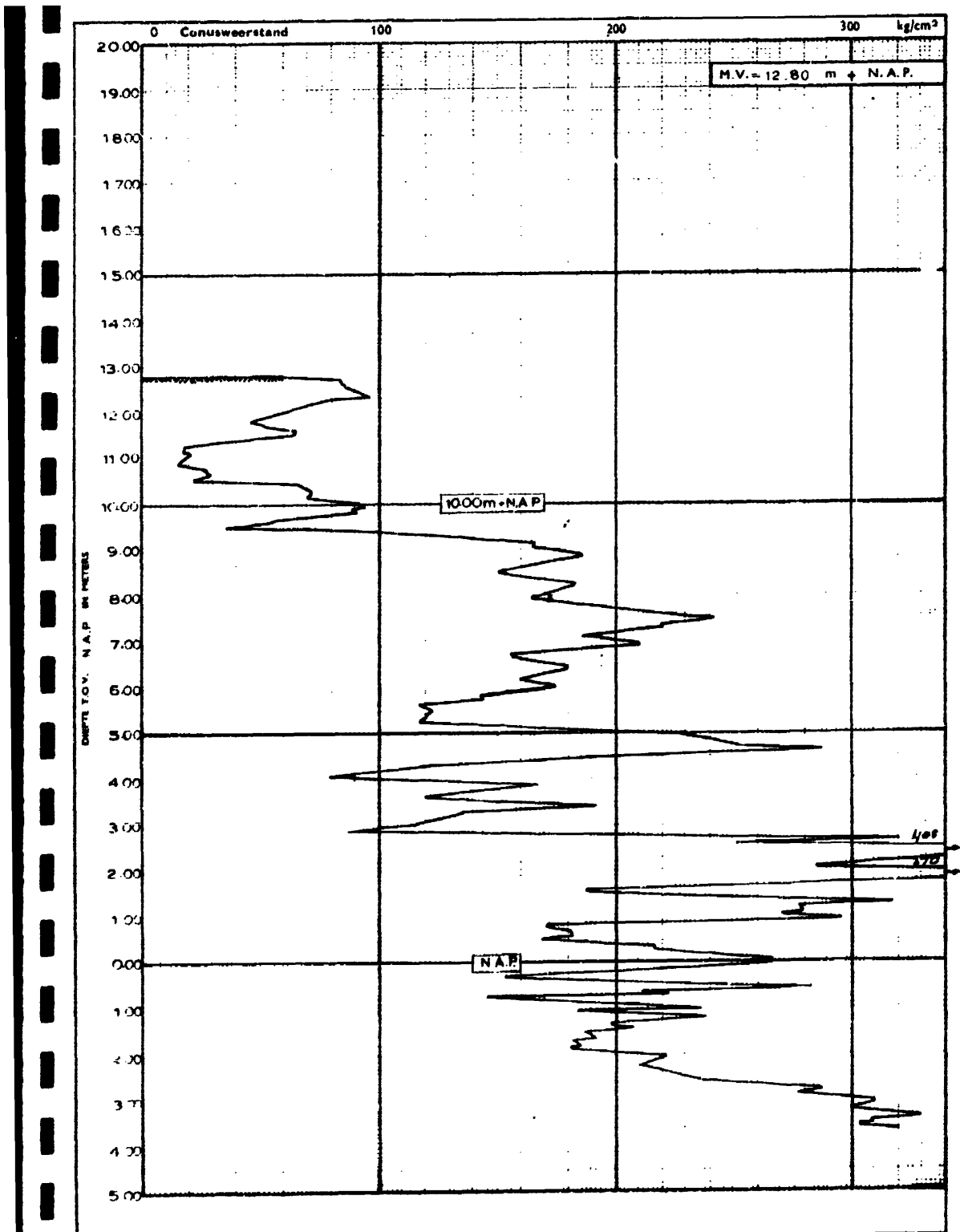
Sondering S34A00074



Sondering S34A00101



Sondering S34A00059



BIJLAGE 3 VOORBEELD UITKOMST PENETRATIEBEREKENINGEN



Project 15091:

Rondweg Lochem

Sondering S34A00101:

1987

Maaiveld:

11,96m NAP

Datum:

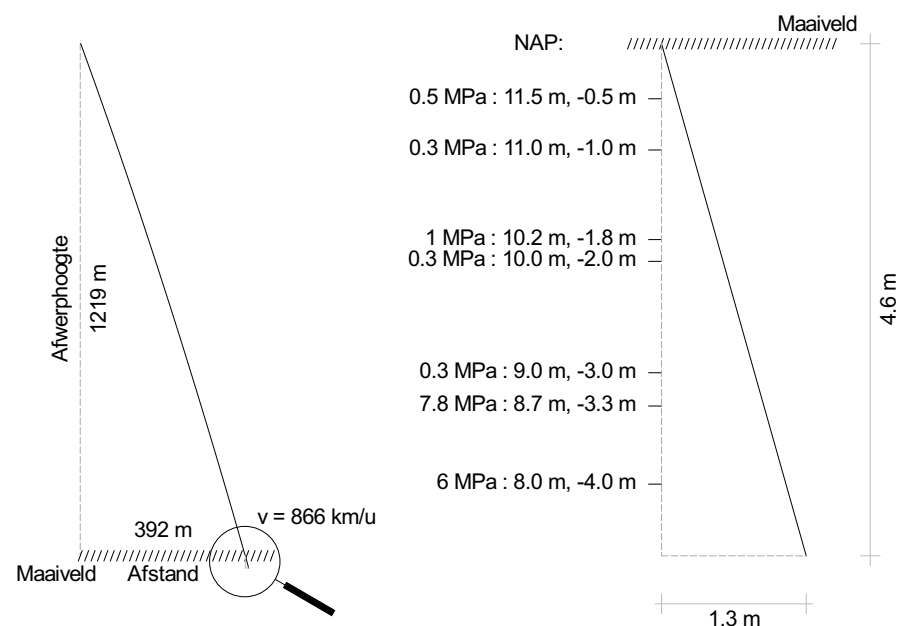
20-11-2015

Gegevens:

Massa object: 27.8 kg
 Diameter object: 152 mm
 Afwerphoogte: 1219 m
 Vliegtuigsnelheid: 800 km/u
 Afwerphoek: 70°

Berekeningsresultaten:

Afstand tot doel: 392 m
 Penetratieafstand: 1.3 m
 Penetratiediagonaal: 4.8 m
Penetratiediepte: 4.6 m



BIJLAGE 4 ONDERZOEKSRISULTATEN CE-ONDERZOEK TIJDENS GRAVEN ASBESTSLEUVEN

Beantwoorden Allen beantwoorden Doorsturen



ma 24-8-2015 13:31

Jan Slagers <Jan.Slagers@armaex.nl>

RE: Bestand beschikbaar op Antea Group File-Exchange

Aan: 'Henk Aalpoel'; Jos Walraven

Cc: 'Peter Vending'

Er zijn extra regelsleinden verwijderd in dit bericht.

Dag Heren,

Ik heb intern even navraag gedaan naar de resultaten en bevindingen van de uitgevoerde opsporingswerkzaamheden op het Markerinkterrein tot nu toe. Hieronder de resultaten hiervan:

Asbest onderzoek (proefsleuven):

Hierbij zijn geen CE of delen hiervan aangetroffen.

Bovenlaag was veelal verstoord met puin en ander bodemvreemd materiaal, niet bekend is of deze materialen hier voor of naoorlogs zijn terecht gekomen.

Detectieresultaten:

De gebieden die tot nu toe digitaal zijn gedetecteerd zijn door de aanwezige bodemvreemde materialen te verstoord om individuele objecten te selecteren. De verwachting is dat de resterende gebieden het zelfde beeld zullen geven.

Hopend u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,

G.J. (Jan) Slagers
Directeur

BIJLAGE 5

TEKENING 141007_N346_ONTWERP_VOORKEURSVARIANT_20141003



Voorkeursvariant N346 Lochem
Informatieavond 2 oktober 2014

Legenda

Voorkeursvariant

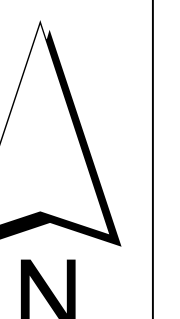
- asfalt hoofdrijbaan
- asfalt lokale wegen
- bermen
- fietspad
- geleiders
- inrit
- kunstwerk
- talud
- voetpad
- watergang bodem

provincie
Gelderland

Opdrachtgever: Erik Vermeulen projectmanager Uitvoering Werken
Datum: 2 oktober 2014

0 100 200 400 Meters

N



WAT TE DOEN BIJ HET ONVERWACHT AANTREFFEN VAN EEN VERMOEDELIJK CE UIT WOII?

Het onverwacht aantreffen van een (vermoedelijk) CE op een locatie en/of tijdstip houdt in dat dit niet in de risico beoordeling is voorzien. Het kan plaatsvinden in gebieden die als “onverdacht” zijn aangemerkt, maar ook binnen gebieden die als “verdacht” zijn aangemerkt maar waar op dat moment geen geplande grondroerende en/of opsporingswerkzaamheden plaatsvinden.



STAPPENPLAN AANTREFFEN “VERMOEDELIJK” CE

1. Het object niet beroeren
2. Afzetten / markeren locatie
3. Informeer omgeving / derden
4. Ter plaatse evt. werkzaamheden staken en projectleiding informeren
5. Informeer de politie evt. via projectleiding (0900-8844)
6. Politie stuurt een explosievenverkenner ter beoordeling wel/geen CE
7. De politie geeft de melding door aan Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EODD) en bepaalt de urgentie voor ruiming
8. De ruimploeg van de EODD komt vervolgens om het CE onschadelijk te maken
9. De toevalsvondst wordt geëvalueerd door de adviseur OCE en toegevoegd aan de CE bodembelastingskaart / risicokaart
10. Indien noodzakelijk wordt een gebied afgebakend en als “verdacht” gebied gekenmerkt.

BIJLAGE 7 OPSPORINGSFASE CE-BODEMONDERZOEK

De opsporingsfase omvat het geheel van organisatie en uitvoering binnen het opsporingsgebied van achtereenvolgens:

- werkvoorbereiding;
- detecteren, lokaliseren en interpreteren;
- laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven;
- tijdelijk veiligstellen van de situatie;
- de overdracht aan de EODD;
- proces-verbaal van oplevering.

Werkvoorbereiding

CE opsporen is uiteraard niet zonder risico. Dat dit zorgvuldig en veilig gebeurt, is in het belang van zowel de opdrachtgever, het civiele opsporingsbedrijf, de personen op de projectlocatie als de omgeving. Daarom moet een gecertificeerd opsporingsbedrijf aan strenge eisen voldoen. Deze eisen zijn geformuleerd in de WSCS –OCE (Werkveld Specifiek Certificering Schema Opsporing Conventionele Explosieven).

Het WSCS-OCE is vastgesteld door het College van Deskundigen OCE. Dit college is samengesteld uit vertegenwoordigers van opdrachtgevers, opdrachtnemers, rijksoverheid en diverse adviserende partijen. Gelet op de grote gevaren voor veiligheid en gezondheid van bij het opsporen van CE betrokken werknemers en andere personen, is in het Arbeidsomstandighedenbesluit (art.4.10 lid 2) voorgeschreven dat deze werkzaamheden alleen door WSCS-OCE gecertificeerde bedrijven mogen worden uitgevoerd.

Eén van de eisen die de WSCS-OCE stelt, is dat het explosievenopsporingsbedrijf de processen die nodig zijn voor een veilige, deskundige en juiste uitvoering van het project moet identificeren en plannen. Dit houdt in dat de werkvoorbereiding schriftelijk wordt vastgelegd in een projectplan. Dit projectplan omschrijft de werkvoorbereiding van het onderzoek naar CE. Hierin wordt aandacht besteed aan:

- projectorganisatie;
- taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden;
- communicatie;
- wijze van uitvoeren;
- planning;
- veiligheid, gezondheid en milieuplan (VGM-plan);
- verzekeringen, certificaten en vergunningen.

Het projectplan moet worden opgesteld voor de opdrachtgever en alle bij de uitvoering van een CE-bodemonderzoek betrokken partijen. Het projectplan moet worden goedgekeurd door het bevoegde gezag (gemeente) in het kader van de verantwoordelijkheden op het gebied van openbare veiligheid.

Detecteren, interpreteren en lokaliseren

Detecteren is vaststellen van de aanwezigheid van (mogelijke) CE met behulp van detectieapparatuur, uitvoeren van een meting en de beoordeling van de meetgegevens. Lokaliseren betekent het driedimensionaal vaststellen van de ligplaats van gedetecteerde objecten.

Laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven

Door het laagsgewijs ontgraven wordt het object voor het oog blootgelegd.

Identificeren is vaststellen of men al dan niet met een explosief te maken heeft en daarna bepalen van de soort, subsoort, wapeningstoestand, kaliber en nationaliteit van het explosief en eventueel geplaatste ontstekers.

Tijdelijk veiligstellen van de situatie tot aan overdracht aan de EODD

Alle activiteiten na benadering en identificatie die nodig zijn om de uitwerkingsrisico's van het explosief in relatie tot de omgeving te beheersen, tot aan het tijdstip van overdracht van het explosief aan de EODD. Er worden bij het tijdelijk veiligstellen van de situatie geen handelingen aan het explosief zelf verricht anders dan het eventueel verplaatsen naar een tijdelijke opslagplaats.

Proces-verbaal van oplevering

Na uitvoering van het project moet het terrein conform afspraak worden opgeleverd. De wijze van opleveren is omschreven in het projectplan. Als daarin desondanks niets is vermeld, dient het terrein in de oorspronkelijke staat te zijn teruggebracht. Deze oorspronkelijke staat dient in dat geval te zijn beschreven en opgenomen in het projectdossier.

Als na oordeel van de senior OCE-deskundige de locatie voldoet aan de vastgelegde afspraak, vraagt de organisatie opname van het werk aan bij de opdrachtgever.

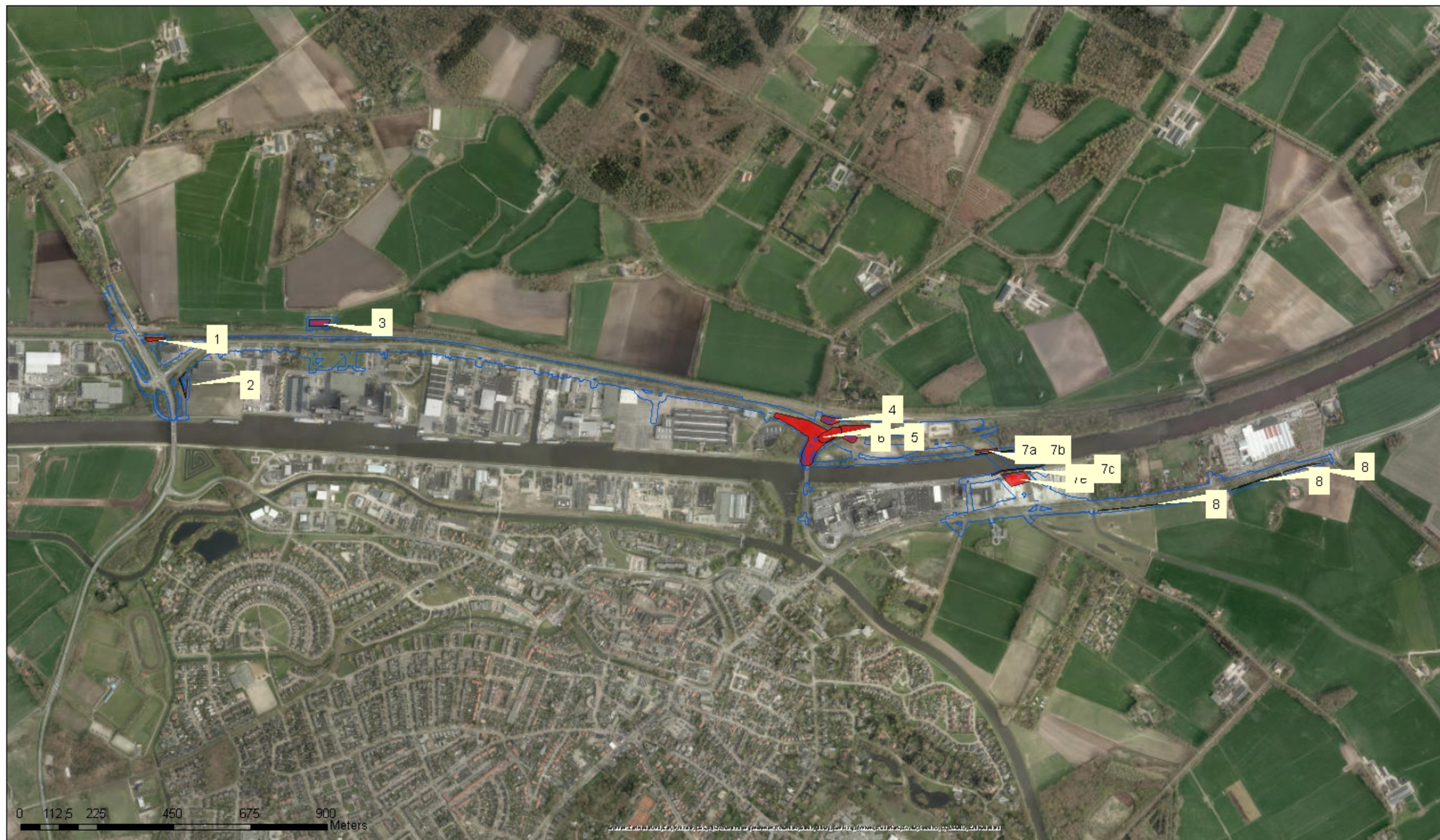
Voor opneming, goedkeuring en oplevering geldt het U.A.V. 2012



BIJLAGE 8 LIGGING OPSPORINGSGEBIED

- 8a Overzichtskaart
- 8b Opsporingsgebied 1 en 2
- 8c Opsporingsgebied 3
- 8d Opsporingsgebied 4, 5 en 6
- 8e Opsporingsgebied 7
- 8f Opsporingsgebied(en) 8





Legenda

Naam

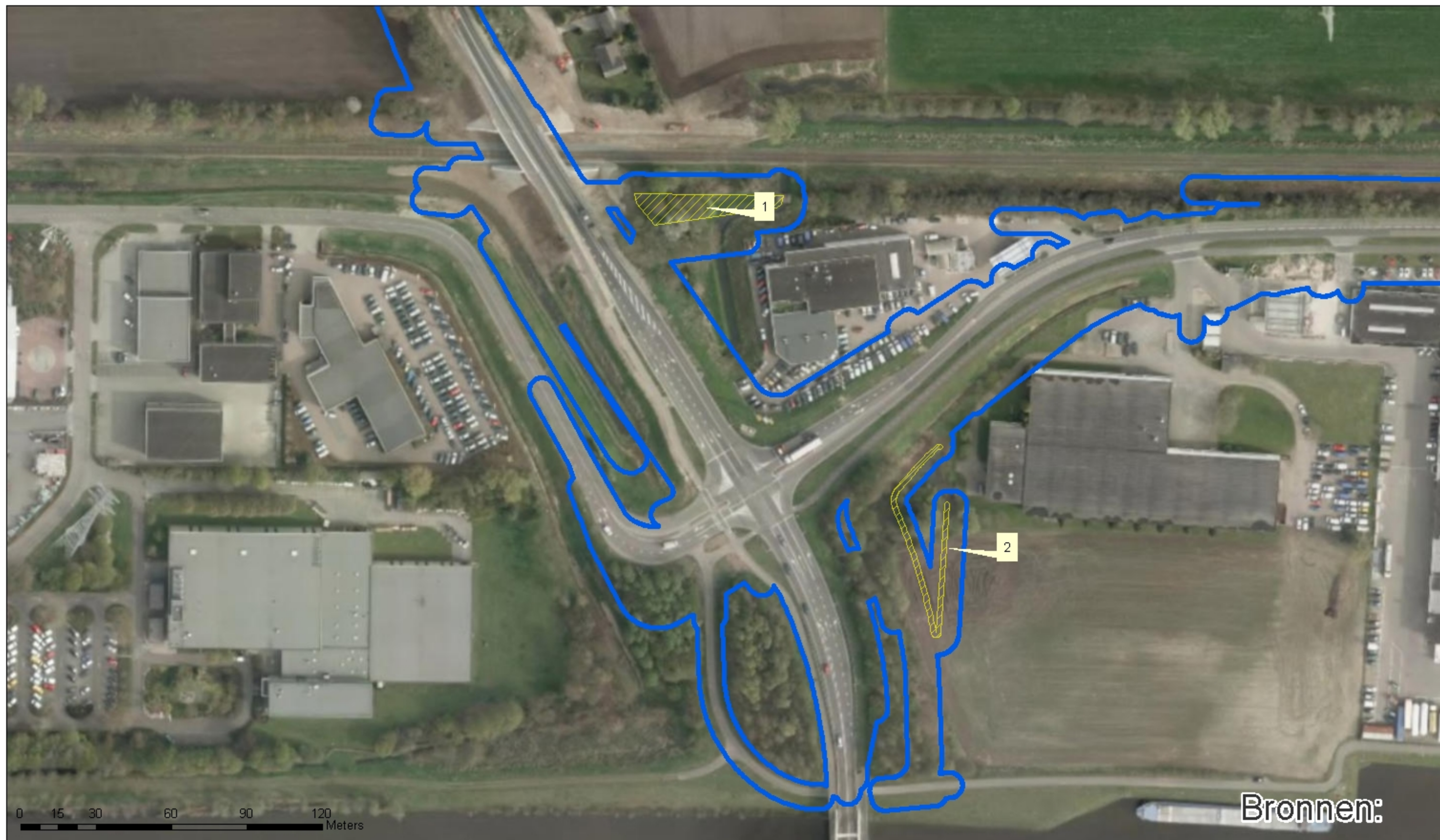
- Projectgebied
- Opsporingsgebieden

EXPLOAD

Opdrachtgever:
Gemeente Lochem
Project:
Rondweg Lochem
Omschrijving:
Overzicht opsporingsgebieden



Datum: 20-10-2018	Uitgever: P.M.J.
Doel: 20	Revisie: 01
Projectnummer: 15051	Uitgever: 20
Staat: Definitief	Formaat: A3



Legenda

Naam

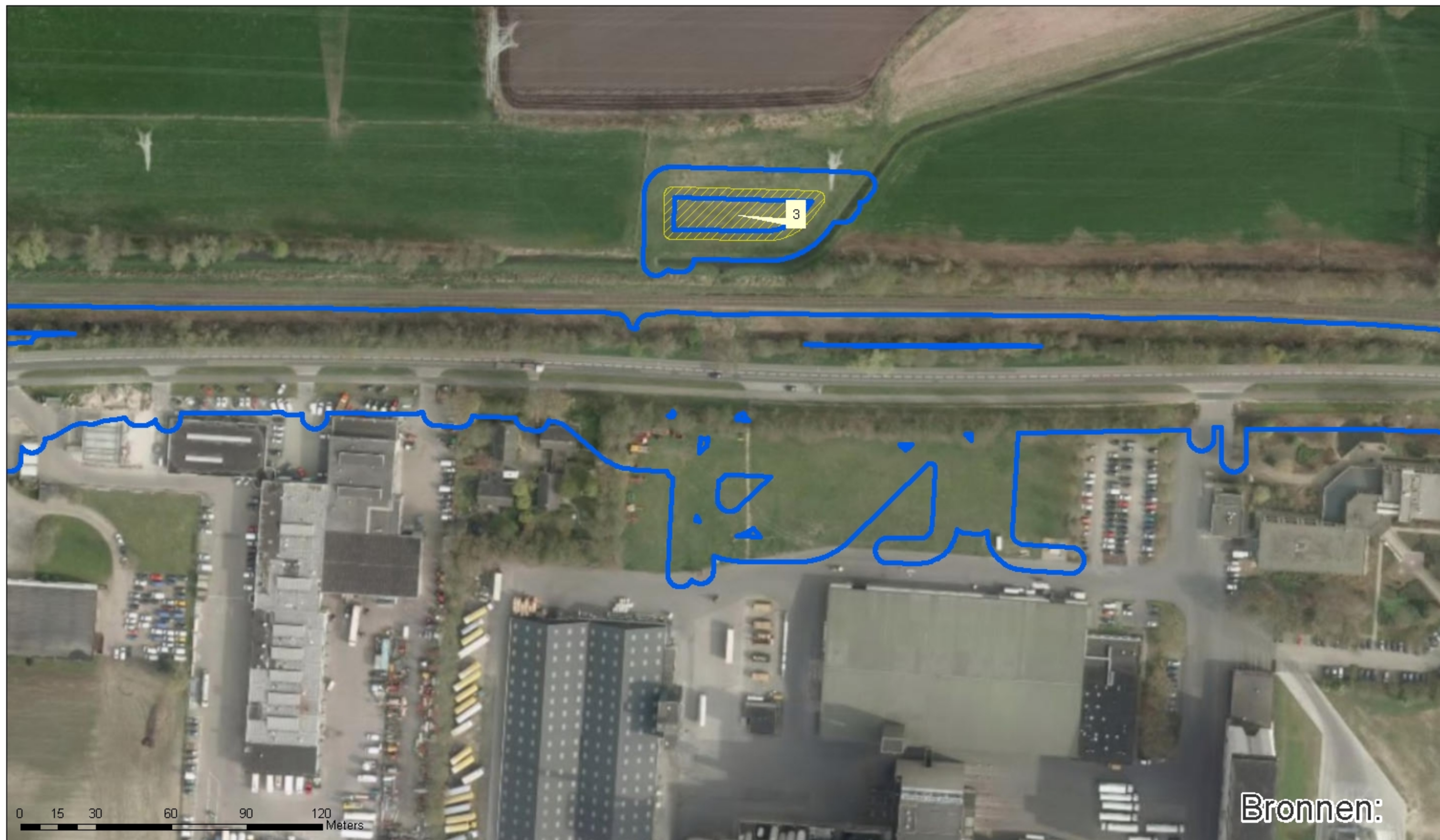
- Projectgebied
- Opsporingsgebieden

EXPLOAD

Opdrachtgever:
Gemeente Lochem
Project:
Rondweg Lochem
Onderwerp:
Opsporingsgebieden 1 en 2



Datum: 20-10-2018	Staat: N.A.L.
Doel: 20	Formaat: A3
Plaats: 15051	Staat: 20
Plaats: 15051	Staat: 20



Legenda

Naam

- Projectgebied
- Opsporingsgebieden

EXPLOAD

Gemeente Lochem

Project

Rondweg Lochem

Opsporingsgebied 3



Datum: 20-10-2024

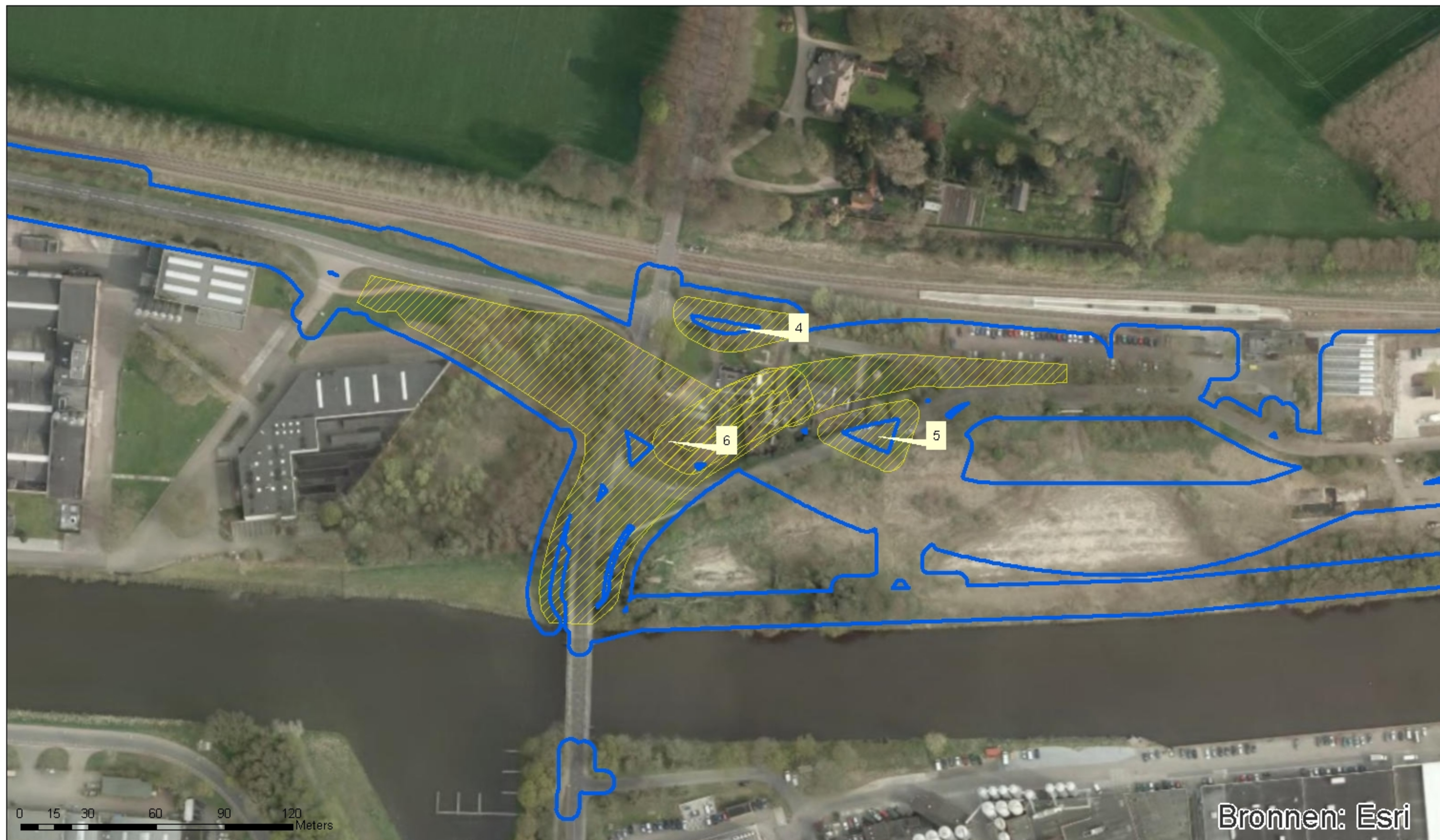
Uitgever: J. J.

Projectnummer: 15051

Titel: N.A.L.

Staat: Deel 1 van 1

Formaat: A3



Legenda

Naam

- Projectgebied
- Opsporingsgebieden

EXPLOAD

Opdrachtgever:
Gemeente Lochem
Project:
Rondweg Lochem
Omschrijving:
Opsporingsgebieden 4, 5 en 6



Datum: 20-10-2023	Uitgever: N.M.I.
Doel: 20	Projectnummer: 15051
Doel: 20	Uitgever: 20
Projectnummer: 15051	Uitgever: 20
Projectnummer: 15051	Uitgever: 20



Legenda

Naam

- Projectgebied
- Opsporingsgebieden

EXPLOAD

Opdrachtgever:
Gemeente Lochem
Project:
Rondweg Lochem
Omschrijving:
Opsporingsgebieden 7 a t/m e



Deel:	20-11-2018	Staat:	N.A.L.
Deel:	20	Staat:	N.A.L.
Deel:	20	Staat:	N.A.L.
Projectnummer:	15051	Staat:	Definitief
Projectnummer:	20	Staat:	Definitief
Projectnummer:	20	Staat:	Definitief

BIJLAGE 9 OPSPOREN VAN CE DOOR MIDDEL VAN DETECTIEONDERZOEK

Vanaf WOII is metaaldetectie de standaard opsporingsmethode voor CE, hoewel er tegenwoordig ook andere detectiemethoden zijn. Metaaldetectie kan op basis van het werkingsprincipe worden ingedeeld in twee hoofdgroepen:

- Passieve detectietechniek;
- Actieve detectietechniek.

Bij *passieve detectietechniek* worden verstoringen in het aardmagnetisch veld gedetecteerd. De eigenschappen van een passieve detector zijn:

- Relatief groot detectiebereik (bij ideale omstandigheden van circa 4,5 tot 8 meter vanaf de onderzijde van de detectiesonde);
- Gevoelig voor omgevingsfactoren (ferromagnetische verstoringen);
- Detecteert uitsluitend ferromagnetische verstoringen waardoor klein kaliber munitie niet wordt gedetecteerd, uitzonderingen daargelaten.

Bij *actieve detectietechniek* wordt met de detectieapparatuur een magnetisch veld opgewekt, waarin verstoringen worden gedetecteerd. De eigenschappen van een actieve metaaldetector zijn:

- Relatief beperkt detectiebereik (bij ideale omstandigheden van circa 0,3 tot maximaal 2,5 meter voor afwerpmunitie, afhankelijk van het type detectieapparatuur);
- Minder gevoelig voor omgevingsfactoren;
- Detecteert zowel ferro- als non-ferrometalen (wel klein kaliber munitie).

Een derde steeds vaker toegepaste detectietechniek is *grondradaronderzoek*. Bij deze techniek worden gestuurde radarsignalen in de ondergrond gezonden, die door (non-)metallische objecten en laagovergangen worden gereflecteerd, als er voldoende elektromagnetisch contrast bestaat tussen de omgeving en het object of bodemlaag. De gereflecteerde signalen worden opgevangen en geïnterpreteerd.

Bij radaronderzoek is het belangrijk dat de antenne waarmee signalen in de bodem worden gestuurd, goed contact maakt met de bodem. Er kunnen antennes worden gebruikt, die via verschillende frequenties uitzenden. Kleibodem en (brak)grondwater beïnvloeden het detectiebereik nadelig. Het dieptebereik van grondradardetectie is meestal niet vooraf te bepalen. Grondradaronderzoek is minder geschikt om kleinere soorten CE op te sporen van (ter indicatie: kleiner dan projectielen met een diameter van 75 mm). Als kleinere soorten CE moeten worden opgespoord, neemt het detectiebereik aanzienlijk af. Hierdoor wegen de voordelen meestal niet meer op tegen de nadelen. Bij grondradaronderzoek is de beoordeling van de detectieresultaten arbeidsintensief, waardoor deze onderzoeksmethode relatief duur is.

Uitvoeringsmethoden

De verschillende opsporingstechnieken kunnen op verschillende manieren worden toegepast.

Analoog of computerondersteund

Detectie kan zowel analoog of computerondersteund worden uitgevoerd:

- Bij analoge oppervlakedetectie worden gedetecteerde verdachte objecten direct benaderd. Een verstoring wordt waargenomen door een akoestisch signaal, soms in combinatie met een visuele weergave op de detectieapparatuur. Deze uitvoeringsmethode is geschikt voor het onderzoeken van kleinere en/of moeilijk toegankelijke gebieden. Het voordeel is dat kleinere oppervlakte snel kunnen worden onderzocht zodat die direct daarna veilig kunnen worden ontgraven. Het nadeel is dat de uitvoeringsduur meestal niet vooraf kan worden bepaald;
- Bij *computerondersteunde oppervlakedetectie* worden alle gedetecteerde afwijkingen geregistreerd en opgeslagen in een datalogger. De detectieresultaten worden op een later moment geïnterpreteerd. Tijdens het interpreteren wordt beoordeeld of de gedetecteerde verstoringen mogelijk worden veroorzaakt door CE. Het is belangrijk dat de koppeling tussen de gedetecteerde meetwaarden en de posities waar deze zijn gedetecteerd nauwkeurig worden vastgelegd. Hoe nauwkeuriger de positie van de gedetecteerde verstoring wordt gekoppeld aan de ene positie, hoe beter de kwaliteit van de metingen. Voordeel van deze uitvoeringsmethode is dat de uitvoeringsduur van de detectie en in een latere fase ook de benaderfase, vooraf vrij nauwkeurig bepaald kan worden. Hierdoor heeft de opdrachtgever inzicht in de detectieresultaten en de onderzoekskosten voor de benaderfase binnen de opsporingsfase CE-bodemonderzoek.

Oppervlakte- of dieptedetectie

Zowel passieve als actieve detectietechnieken kunnen vanaf de oppervlakte worden toegepast maar zijn ook geschikt voor dieptedetectie:

- Bij *oppervlakedetectie* wordt er vanaf de oppervlakte gedetecteerd. Het meetbereik is hierdoor enigszins beperkt;
- *Dieptedetectie* wordt toegepast wanneer oppervlakedetectie niet mogelijk is. Bijvoorbeeld omdat de toplaag is vervuild. Maar ook als het vermoeden bestaat dat CE zich op grotere diepte bevindt dan tot waar het beperkte detectiebereik van oppervlakedetectie reikt. Bij dieptedetectie wordt de detectiesonde in de (water)bodem gebracht. Dit is uitsluitend geschikt voor het opsporen voor grotere soorten conventionele explosieven. Dieptedetectie resulteert over het algemeen in aanzienlijke meerkosten.

Onderzoek vooraf of gecombineerd met reguliere werkzaamheden

Er bestaan diverse mogelijkheden om een CE-bodemonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek vindt plaats voordat de geplande werkzaamheden van start gaan of gelijktijdig in combinatie met de reguliere werkzaamheden. Het is verstandiger om een CE-bodemonderzoek vooraf te doen omdat zo stagnatie tijdens de realisatie wordt voorkomen.

Voordelen van vooraf onderzoek:

- Aannemer heeft geen beperkingen meer voor de uitvoering;
- Geen stagnatie in bouwproces bij aantreffen CE.

Moeilijkheid is dat het CE-bodemonderzoek wordt bemoeilijkt, of zelfs onmogelijk wordt gemaakt door de bestaande infrastructuur. Het opsporingsgebied moet soms eerst detectiegereed worden gemaakt om het detectieonderzoek veilig en verantwoord te kunnen uitvoeren en er met enige mate van zekerheid bruikbare detectieresultaten worden verzameld, waardoor onderzoekskosten kunnen toenemen.

Waar opsporingsgebieden overlappen met eventuele archeologische opgravingsputten, dienen benaderwerkzaamheden binnen het proces OCE eerst te worden voorgelegd aan een archeologisch deskundige, teneinde tot een beoordeling te komen of de archeologische waarden niet (te veel) worden aangetast. Indien de kans aanwezig is dat de archeologische waarden onevenredig zullen worden aangetast, dan moeten de benaderwerkzaamheden worden uitgevoerd onder archeologische begeleiding.

Verstorende factoren

De onderzoek diepte die met behulp van detectieonderzoek vanaf de oppervlakte behaald kan worden, kan niet vooraf worden bepaald. Dit is afhankelijk van:

- toegepaste opsporingstechniek;
- detectiebereik van de gebruikte detectieapparatuur;
- grootte en vermoedelijke diepte;
- eventuele verstorende factoren die in de bodem en/of de omgeving aanwezig kunnen zijn.



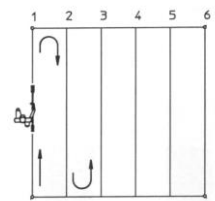
BIJLAGE 10 NADERE UITLEG COMPUTERONDERSTEUNDE PASSIEVE OPPERVAKTEDETECTIE

Computerondersteunde oppervlakedetectie bestaat uit de fasen detecteren en interpreteren.

Detecteren

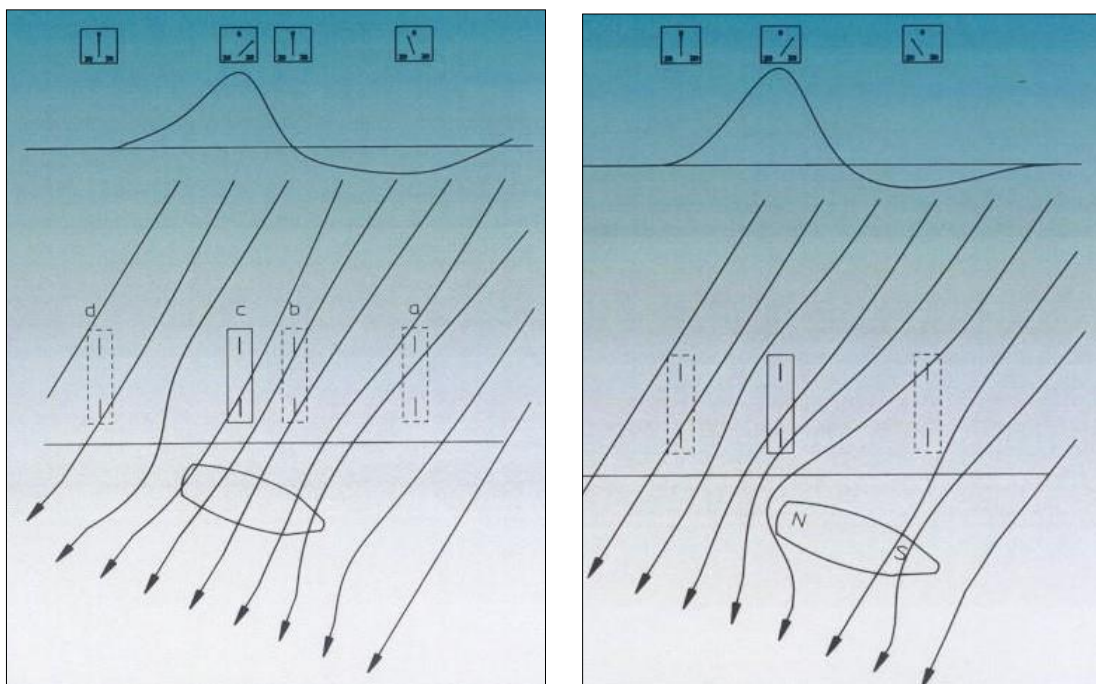
Bij passieve detectie worden verstoringen in het aardmagnetisch veld gedetecteerd met behulp van 1 of meerdere gradiometers. Een gradiometer is een detector waarin 2 magnetometers boven elkaar gepositioneerd zijn, die afzonderlijk van elkaar het verschil in het aardmagnetisch veld van de aarde meten. Verstoring worden veelal veroorzaakt door ijzerhoudende objecten in de bodem of de directe omgeving.

Terreinen worden volgens een vast patroon (in banen met gelijke onderlinge tussenafstand) gedetecteerd, terwijl een ingebouwde computer-unit de gemeten waarde van de afwijkingen in het aardmagnetisch veld koppelt aan de positie in het veld en deze opslaat.



Interpreteren

Na het inmeten van het terrein wordt de detector verbonden aan een computer waar met behulp van speciaal ontwikkelde software de verkregen meetgegevens worden geïnterpreteerd. Na het interpreteren worden de als verdacht gekenmerkte objecten weergegeven in een objectenlijst. Op basis van de objectlijst worden de als verdacht gekenmerkte verstoringen benaderd. Afhankelijk van de magnetische polarisatie van een object zal een object - bijvoorbeeld een blindganger - de krachlijnen van het aardmagnetisch veld op een andere manier verstoren.



Het afbuigen van aardmagnetische krachtlijnen

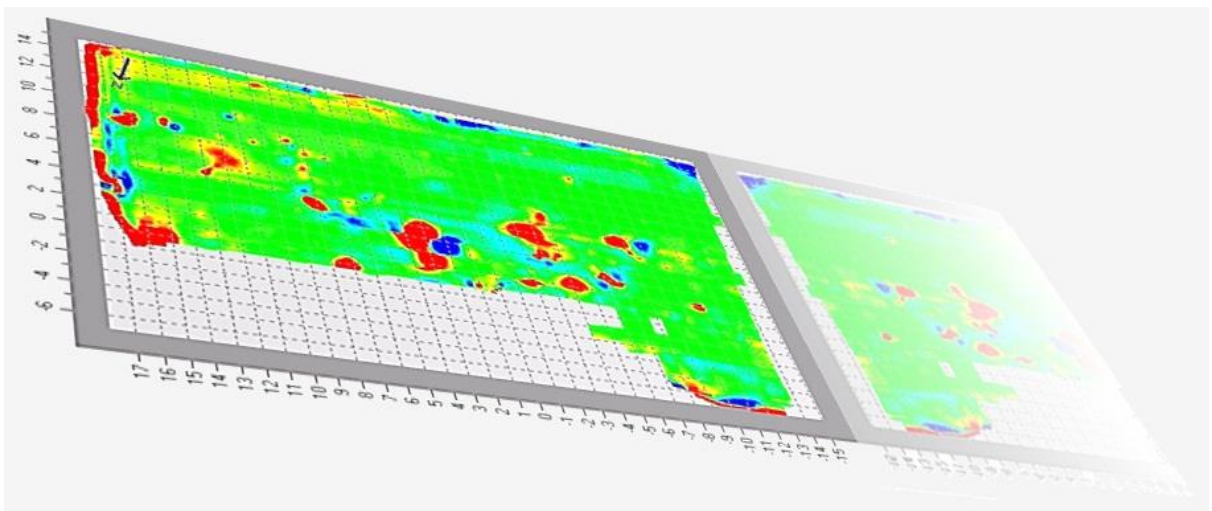
Op de twee afbeeldingen is te zien hoe de krachlijnen worden afgebogen en welk effect dit heeft op de gemeten uitslag, wanneer de sonde in een rechte lijn over het aardoppervlak voortbeweegt.

De afmeting van een voorwerp heeft invloed op de gedetecteerde verstoring:

- een ondiep klein voorwerp zal over het algemeen een snel op- en af lopende verstoring veroorzaken
- een ondiep groot voorwerp zal over het algemeen een geleidelijk op- en af lopende verstoring met een hoge maximale meetwaarde veroorzaken
- een dieperliggend groot voorwerp zal een geleidelijk op- en aflopende verstoring met een lage maximale meetwaarde (nT) veroorzaken
- de afstand tussen de maximale positieve en negatieve waarden geeft inzicht in de grootte en vorm van de gedetecteerde ferromagnetische verstoring

Deze uitgangspunten worden gebruikt om te bepalen of een gedetecteerde verstoring mogelijk door een CE wordt veroorzaakt.

De meetwaarden voor de verstoring van het magnetisch veld van de aarde worden bij computerondersteunde detectie gekoppeld aan de positie. Door de evaluatiesoftware wordt aan elk gegevensgebied een kleur toegekend. Hierdoor is het mogelijk de detectieresultaten te visualiseren door middel van kleurenkaarten zoals hieronder afgebeeld.



Kleurenkaart detectieresultaten oppervlakedetectie

De waarde die aan een kleur wordt toegekend is variabel. Bij de meest gebruikte softwareprogramma's kan de gebruiker de kleurinstelling eenvoudig veranderen om de uitslag beter in beeld te kunnen brengen. Een kleurenafbeelding zonder verdere gegevens zegt dus niet zo veel over een object. Pas wanneer we weten welk kleurenspectrum bij een uitslag hoort, of we kunnen het aantal nT met de muiscursor op de afbeelding aflezen, kan een compleet beeld worden verkregen van deze uitslag.

The screenshot displays the WinCC Graphics Designer software interface. At the top, a data table is visible, listing various parameters such as 'Pos', 'Time', 'Temp', 'Current', 'Voltage', 'Power', 'Flow', 'Speed', 'COP', 'Auto', 'Status', and 'Forecast'. Below the table, there are two main graphical elements: a line graph on the left and a 2D color-coded map on the right. The line graph shows multiple data series plotted over time, with a grid background. The 2D map is a rectangular area filled with a color gradient from blue to red, representing different values or states across a spatial domain. A color scale bar is visible on the right side of the map, indicating the range of values represented by the colors.

Bij bepaalde softwareprogramma's kan gebruik worden gemaakt van interpretatieprogramma's, die het interpreteren geheel overnemen. Hoewel men op dit gebied al veel heeft bereikt, is voor dit project voorgeschreven dat deze methoden slechts ondersteunend mogen worden gebruikt.

Bij het interpreteren van uitslagen wordt overwegend gezocht naar significante positieve en -negatieve uitslagen die 'bij elkaar horen'. Op deze manier kunnen ferro-verstoringen, mogelijk afkomstig van explosieven, het best worden bekeken. De onderlinge afstand tussen de hoogste positieve waarde en de hoogste negatieve waarde geeft inzicht in de grootte en vorm van een object.

De afstand tussen het maaiveld en het hoogstgelegen deel van het mogelijk explosief (de diepte) wordt door het softwareprogramma berekend via de zogenaamde 'halve piek methode'. Vooral bij kleinere objecten is een grote afwijking te verwachten omdat het object uitsluitend door de onderste magnetometerspoel wordt gedetecteerd en niet door de bovenste. Hierdoor ontstaan aanzienlijke afwijkingen. Diepte, doorsnede en volume worden door de software berekend op basis van gedetecteerde meetwaarden en handelingen die de deskundige uitvoert bij het interpreteren van meetresultaten.

De combinatie van de diepteligging, de maximale nT-waarde, het magnetisch moment of volume en de fitting-area (oppervlakte waarbinnen het object is gedetecteerd ook wel bekend als signaallengte en -breedte) is van invloed bij het bepalen of een object als verdacht wordt aangemerkt. Bijvoorbeeld een object met een ondiepe ligging, een hoge nT-waarde en lage fitting-area kan duiden op een niet-verdacht object.

Er bestaat echter geen 'perfecte' combinatie tussen deze waarden. Inzicht voor iedere specifieke omgeving kan worden verkregen door (proef)benaderingen. Op basis van voortschrijdend inzicht kunnen uitgangspunten worden bijgesteld.

Objectlijsten

In de objectlijsten worden alle als verdacht gekenmerkte objecten weergegeven waarbij over het algemeen de volgende parameters worden getoond:

- objectnummer
- locatie in RD
- maximale positieve en negatieve meetwaarde (nT)
- diepte (m-mv)
- doorsnede (m)
- (magnetisch) volume
- signaallengte en- breedte
- oppervlakte gedetecteerde verstoring

Restrisico's

Er bestaat altijd een kleine kans dat bepaalde objecten niet worden gedetecteerd omdat:

- deze het magnetische veld van de aarde in onvoldoende mate verstoren om te kunnen worden gedetecteerd (te kleine nT waarde)
- de magnetische verstoring wegvalt, als gevolg van de richting waarin de objecten liggen ten opzichte van het magnetische veld van de aarde
- onnauwkeurigheid bij het opnemen van de detectiedata

Hoe vaak dit voorkomt is niet bekend. Als dit al voorkomt, is dit veelal bij dieper gelegen of kleine objecten. Als het maximaal haalbare veiligheidsniveau moet worden gerealiseerd, is het nodig alle verstoringen - hoe klein dan ook - te benaderen.