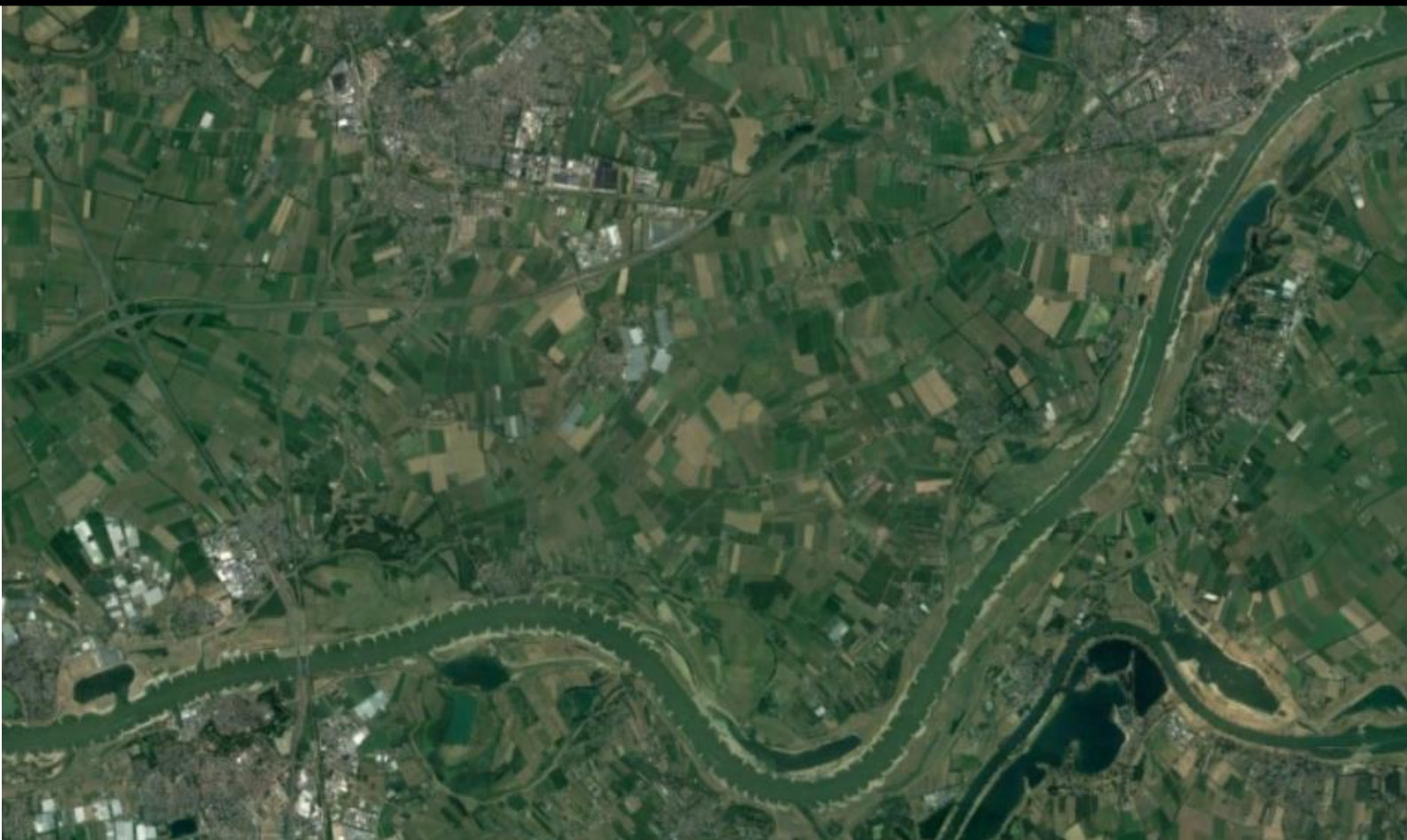


Projectgebonden Risico Analyse Conventionele Explosieven Dijk Tiel-Waardenburg Gemeenten Tiel en West-Betuwe Gelderland





Datum: 11 september 2019
Kenmerk: 19P070 eindrapport versie 0.2

**BOMBS
AWAY** 

Distributielijst

- Waterschap Rivierenland
- Bombs Away B.V.

Opdrachtgever: Dhr Ch. De Vente Namens het Waterschap Rivierenland	Opgesteld: Mw. drs E.J.M. van Riel Bombs Away B.V.	Geaccordeerd: Dhr J.J. Smulders Bombs Away B.V.	Kenmerk en status: 19P070 Eindrapport 0.2
Handtekening:	Handtekening: 	Handtekening: 	Datum: 11 september 2019

Bombs Away BV

Postbus 1148 3500 BC Utrecht www.bombsaway.nl KvK: 53705165	Maliebaan 742 3581 CV Utrecht info@bombsaway.nl BTW: 850983666B01
--	---

MANAGEMENT SAMENVATTING

Dit rapport behandelt de Projectgebonden Risico Analyse (PRA) Conventionele Explosieven (CE) van het onderzoeksgebied “Tiel-Waardenburg” in de provincie Gelderland, uitgevoerd door Bombs Away B.V. in opdracht van het Waterschap Rivierenland. Aanleiding voor het onderzoek zijn voorgenomen civieltechnische werkzaamheden ten behoeve van de dijkverbetering Tiel-Waardenburg.

Uit het Vooronderzoek CE Dijkverbetering Tiel – Waardenburg Gemeenten Tiel en Neerijnen, opgesteld door Bombs Away B.V. (met kenmerk 15P108 versie 4 d.d. 13 januari 2017) is naar voren gekomen dat er diverse op CE verdachte gebieden binnen het uitvoeringsgebied liggen. Verder onderzoek is daardoor noodzakelijk alvorens met de geplande civieltechnische werkzaamheden te kunnen starten. Het opstellen van deze PRA heeft als doel de risico's van de te verwachten CE te beoordelen in relatie tot de toekomstige werkzaamheden en het toekomstige gebruik van het onderzoeksgebied. Tevens zal inzicht worden gegeven in de mogelijke maatregelen om deze risico's te reduceren.

In deze PRA staan zeven punten centraal, deze punten zijn:

1. Analyse van het vooronderzoek;
2. Naoorlogse ontwikkelingen van het onderzoeksgebied;
3. Geplande civieltechnische werkzaamheden;
4. Aan te treffen CE;
5. Gevaars- en uitwerkingsfactoren CE;
6. Risico-inventarisatie;
7. Advies.

Deze punten worden in het rapport verder uitgediept en behandeld, maar worden in deze samenvatting verkort weergegeven.

Uit het vooronderzoek is gebleken dat er diverse op CE verdachte gebieden zijn binnen het onderzoeksgebied “Tiel-Waardenburg”, gebaseerd op bomkraters, artilleriebeschietingen en militaire aanwezigheid (geschut-, mitrailleur-, luchtafweerstellingen, mangaten, loopgraven, munitieopslagplaatsen). Dit betekent dat er tijdens de uitvoering van de geplande civieltechnische werkzaamheden een risico is op het aantreffen van CE en mogelijke detonatie hiervan. Er is sprake van het kunnen aantreffen van CE in de vorm van afwerpmunitie, geschutmunitie, Klein kalibermunitie, handgranaten, geweergrenaten, munitie voor granaatwerpers, ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren. Afwerpmunitie kan bijvoorbeeld verschillende gevaarsfactoren bevatten zoals bijvoorbeeld ontstekers met een (chemische) vertraginginrichting¹. Wanneer een vliegtuigbom tot uitwerking komt, zijn er verschillende uitwerkingsfactoren mogelijk, zoals bijvoorbeeld scherfwerking. Het op CE verdacht gebied en een uitgebreide beschrijving van de CE die zijn aan te treffen in het onderzoeksgebied, staan verder in hoofdstuk 5 benoemd.

Het onderzoeksgebied van een PRA betreft alleen de op CE verdachte gebieden, die binnen het uitvoeringsgebied vallen. In dit geval betreft het delen van het uitvoeringsgebied.

De geplande civieltechnische werkzaamheden bestaan uit dijkverbeteringswerkzaamheden, inclusief alle bijkomende infrastructurele werkzaamheden. Aangezien het nog niet duidelijk is waar exact welke civieltechnische werkzaamheden zullen worden uitgevoerd, zijn er diverse mogelijkheden (en/of een combinatie hiervan):

- Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden wel uitwerking van de (vermoede) CE verwacht, maar de uitwerkingsfactoren zijn door het treffen van effectgerichte maatregelen beheersbaar;
- Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden wel uitwerking van de (vermoede) CE verwacht en de effecten zijn niet beheersbaar, maar het project kan

¹ De chemisch lange vertraging ontstekers worden als zeer trillingsgevoelig ingeschat omdat het (plastic) celluloid plaatje dat de voorgespannen slaggin ophoudt, onderhevig is aan veroudering. Zie: TNO-rapport: TNO 2015 R10074, Inventarisatie van WOII vliegtuigbom ontstekers in NL bodem, datum 15 oktober 2015. Het is op dit moment niet bekend of deze binnen het onderzoeksgebied voorkomen.

(gedeeltelijk) worden aangepast. Indien het project niet (gedeeltelijk) kan worden aangepast, is opsporen van CE noodzakelijk.

Aangezien er tijdens het opstellen van deze PRA niet bekend is waar welke werkzaamheden gaan plaatsvinden, kunnen deze werkzaamheden ook niet per gebied locatiespecifiek worden uitgewerkt. In hoofdstuk 6 is daarom het volgende algemene advies gegeven:

Op basis van de informatie, verzameld ten behoeve van deze PRA kan worden aangenomen dat de weg op de dijk tot ca. 0,50 m-mv (bovengrond) geroerd is tijdens eerder uitgevoerde civieltechnische werkzaamheden. Om deze reden kunnen de civieltechnische werkzaamheden op de weg welke binnen de 0,00 m-mv - 0,50 m-mv vallen worden uitgevoerd zonder aanvullende werkzaamheden op het gebied van opsporing van CE. De werkzaamheden binnen het dijktaalud waar naorlogs ophogingen hebben plaatsgevonden kunnen eveneens regulier worden uitgevoerd tot de onderkant van de ophooglaag. Dit geldt ook voor eventueel nog aanwezige naorlogse fundering en/of de naorlogs gegraven funderingsleuf: tot onderkant van de funderings(sleuf) kunnen de werkzaamheden regulier worden uitgevoerd.

Voor de grond die buiten de naorlogse ophooglaag en buiten deze naorlogs gegraven sleuven valt én nog wel binnen het verdacht gebied, dienen wel opsporingswerkzaamheden plaats te vinden.

In de onderstaande tabel is een kort overzicht gegeven van het advies ten behoeve van opsporingswerkzaamheden.

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
01	Geschutstelling, loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
02	Bomkrater	Afwerpmunitie	Vanaf maaiveld WOII tot 10 Mpa laag	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud
	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie.
	Wapenopstellingen, loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Dieptedetectie (afwerpmunitie) -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
03	Bomkrater	Afwerpmunitie	Vanaf maaiveld WOII tot 10 Mpa laag	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud
	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie.
	Loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen,	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Dieptedetectie (afwerpmunitie) -Aansluitend significante verstoringen

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
		Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)		benaderen en identificeren.
04	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
05	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
06	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
07	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
08	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
09	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Wapenopstelling, loopgraven, munitieopslag (ten zuiden van de Molenstraat)	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
10	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Munitieopslag	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
11	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
12	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Wapenopstelling, loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
13	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Wapenopstelling, loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
14	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
15	Artilleriegevechten Loopgraaf	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
16	Artilleriegevechten Loopgraaf (zuidelijkste deel)	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
21	Loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud ² -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
23	Geschutstelling	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of

² Een deel van het verdachte gebied van de betreffende loopgraaf ligt momenteel onder het huidige dijklichaam. Het is niet bekend tot hoe diep de naoorlogse grondroerende werkzaamheden tbv de dijkverplaatsing hebben plaatsgevonden, aangezien hiervan geen bestek c.q. profieltekening bekend is. Waarschijnlijk is er op de locatie van de loopgraaf enkel of in hoofdzaak grond opgebracht. Deze naoorlogs opgebrachte grond kan als 'niet verdacht' worden beschouwd. Het verdachte gebied van de loopgraaf bevindt zich vanaf het maaiveldniveau uit de Tweede Wereldoorlog tot 2,00 m minus dit maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog, dus onder het huidige dijklichaam.

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
				opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
23-24	Loopgraven, mangaten	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
30-31	Loopgraven, mangaten	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
32	Loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
39	Geschutstellingen, munitieopslag	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
41	Bomkraters	Afwerpmunitie	Vanaf maaiveld WOII tot 16,25 m - mv	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie.
	Wapenopstellingen, geschutstellingen	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie.

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
		voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)		-Dieptedetectie (afwerpmunitie) -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	12
1.1	Algemeen.....	12
1.2	Aanleiding	12
1.3	Projectteam	13
1.4	Omschrijving en doelstelling opdracht	13
1.5	Status PRA in proces WSCS-OCE	14
1.6	Doelgroep	14
1.7	Wet en regelgeving ten aanzien van CE	15
1.8	Uitgangspunten.....	15
1.9	Geraadpleegde bronnen	16
1.10	Leeswijzer PRA	17
2	Analyse uitgevoerd vooronderzoek	18
2.1	Inleiding	18
2.2	Analyse vooronderzoek.....	18
2.3	Resultaten vooronderzoek	18
2.3.1	Hoeveelheid CE.....	19
2.3.2	Verschijningsvorm CE.....	19
2.4	Horizontale afbakening.....	19
2.5	Verticale afbakening	22
2.6	Maaiveldhoogten tijdens de Tweede Wereldoorlog.....	22
3	Onderzoeksgebied	39
3.1	Inleiding	39
3.2	Geplande werkzaamheden binnen PRA-gebied.....	39
3.3	Situatie ten tijde van de Tweede Wereldoorlog	39
3.4	Historie	40
3.4.1	Voor- en naoorlogse geschiedenis.....	40
3.4.2	Dijkverzwarringsproject 1995.....	43
3.4.3	Naoorlogse luchtfoto-analyse.....	58
3.5	Archeologisch onderzoek	58
3.6	Milieukundig onderzoek	58
3.7	Kabels en leidingeninformatie	60
3.8	Locatie inspectie.....	60
3.9	Bodemgesteldheid.....	63
3.10	Inventarisatie naoorlogse grondroerende activiteiten	63
4	Geplande civieltechnische werkzaamheden	77
4.1	Inleiding	77
4.2	Geplande civieltechnische werkzaamheden.....	77
4.3	Niet grondroerende werkzaamheden	78
4.4	Grondroerende werkzaamheden binnen verdacht gebied.....	79
4.5	Invloedsfactoren	79
5	Gevaars- en uitwerkingsfactoren CE	80
5.1	Inleiding	80
5.2	Mogelijk aan te treffen CE	80
5.3	Gevaarsfactoren.....	87
5.4	Uitwerkingsfactoren CE.....	88
6	Risicoinventarisatie.....	90
6.1	Inleiding	90
6.2	Risico-inventarisatie werkzaamheden.....	90
6.3	Beoordeling van de risico's	90

6.4	Mogelijke gevolgen ongecontroleerde detonatie	91
6.5	Veiligheidsafstanden en kwetsbare objecten	91
6.6	Trillingen.....	92
6.7	Grondwerkzaamheden.....	92
6.8	Opsporingstechnieken	92
6.9	Maatregelen.....	93
7	Conclusies en Advies.....	99
7.1	Inleiding	99
7.2	Conclusie vooronderzoek	99
7.3	Conclusie PRA	99
7.4	Opsporings- c.q. detectieadvies	99
7.5	Opsporingswerkzaamheden	100
7.6	Vervolgtraject opsporing CE.....	100
8	Bijlagen	102
	Bijlage 1 Checklist conform Eindversie methode PRA zoals door de Vereniging voor Explosieven Opsporing (VEO) aangeboden aan het CCvD-OCE (3VEO-CER.07024.V, november 2013).....	103
	Bijlage 2 Luchtfotodekking PRA.....	104
	Bijlage 3 Situatiekaarten verdachte gebieden in 1945 - 2017 (losse bijlage).....	107
	Bijlage 4 Kaarten met KLIC gegevens (losse bijlage)	108
	Bijlage 5 Kaart met geroerde gronden (losse bijlage).....	109

Afbeelding voorblad: Uitsnede recente luchtfoto van 8 juli 2018 van het onderzoeksgebied Tiel-Waardenburg (bron: Google Earth).

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Bombs Away B.V. heeft van het Waterschap Rivierenland opdracht gekregen om binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" in de gemeenten Tiel en West-Betuwe voor de gebieden waar een verhoogd risico bestaat op het kunnen aantreffen van Conventionele Explosieven (verder CE), een Projectgebonden Risico Analyse (PRA) op te stellen. Het betreft een PRA voor de voorgenomen civieltechnische werkzaamheden ten behoeve van de dijkverbetering binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" in de provincie Gelderland.

Deze PRA is opgesteld volgens de uitgangspunten van de "Eindversie methode PRA zoals door de Vereniging voor Explosieven Opsporing (VEO) aangeboden aan het CCvD-OCE (3VEO-CER.07024.V, november 2013)" (zie bijlage 1). In deze PRA zijn de onderstaande punten behandeld:

- Analyse uitgevoerd vooronderzoek;
- Vaststellen locatie specifieke omstandigheden m.b.v. de naoorlogse geschiedenis van de locatie;
- Omschrijving van de voorgenomen werkzaamheden (definitie van het project);
- Invloed op het van CE verdachte gebied op de voorgenomen werkzaamheden;
- Uitwerking van gevaars- en uitwerkingsfactoren CE;
- Beoordeling van de risico's;
- Advies (eventuele) vervolgstappen opsporing.

In dit hoofdstuk worden de aanleiding, omschrijving, doelstelling, doelgroep, wet & regelgeving ten aanzien van CE en uitgangspunten van de opdracht besproken.

1.2 Aanleiding

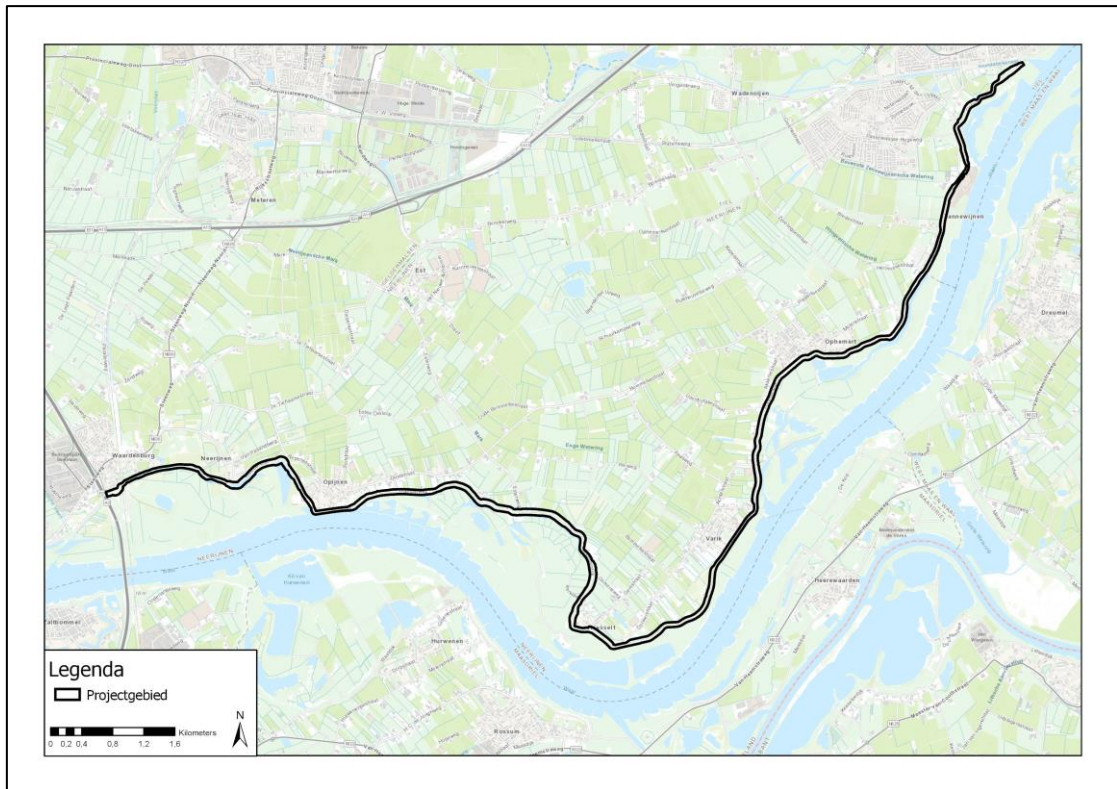
Er is een vooronderzoek opgesteld in het kader van de mogelijke aanwezigheid van CE binnen het onderzoeksgebied van deze PRA.

Het betreft het volgende vooronderzoek dat als basis voor deze PRA is gebruikt:

- Vooronderzoek Conventionele Explosieven Dijkverbetering Tiel – Waardenburg Gemeenten Tiel en Neerijnen, opgesteld door Bombs Away B.V. met kenmerk 15P108 versie 4 d.d. 13 januari 2017.

De aanleiding voor het uitvoeren van de PRA zijn de voorgenomen civieltechnische werkzaamheden ten behoeve van de dijkverbetering binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

In onderstaande afbeelding is het volledige uitvoeringsgebied aangegeven.



Afbeelding 1: uitvoeringsgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: opdrachtgever)

Eén van de voorbereidingen op de geplande werkzaamheden bestaat uit het inventariseren van de potentiële risico's op aanwezigheid van CE in de bodem in het gebied waar grondverzet gaat plaatsvinden. De omgang met CE is geborgd in de Arbeidsomstandighedenwet en de wet- en regelgeving in het kader van Openbare Orde en Veiligheid. Op basis van de Arbo-wetgeving en de wet- en regelgeving in het kader van de Openbare Orde en Veiligheid dienen alle risico's vooraf de voorgenomen werkzaamheden in kaart te worden gebracht waarbij de risico's zoveel mogelijk moeten worden ingeperkt.

De mogelijke aanwezigheid van CE vormt een risico voor personeel, omwonenden en de directe omgeving. Tijdens de realisatie van het project bestaat de mogelijkheid dat CE in de bodem door contact of grondtrillingen ongecontroleerd in werking kunnen treden. Voor een veilige en verantwoorde uitvoering van het project is het noodzakelijk om de specifieke risico's van CE voor de projectwerkzaamheden te inventariseren en te beoordelen, gevolgd door een advies over de te nemen maatregelen middels een PRA.

1.3 Projectteam

In het kader van deze PRA heeft Bombs Away B.V. een projectteam samengesteld dat de werkzaamheden heeft uitgevoerd. Het projectteam bestaat uit de volgende medewerkers:

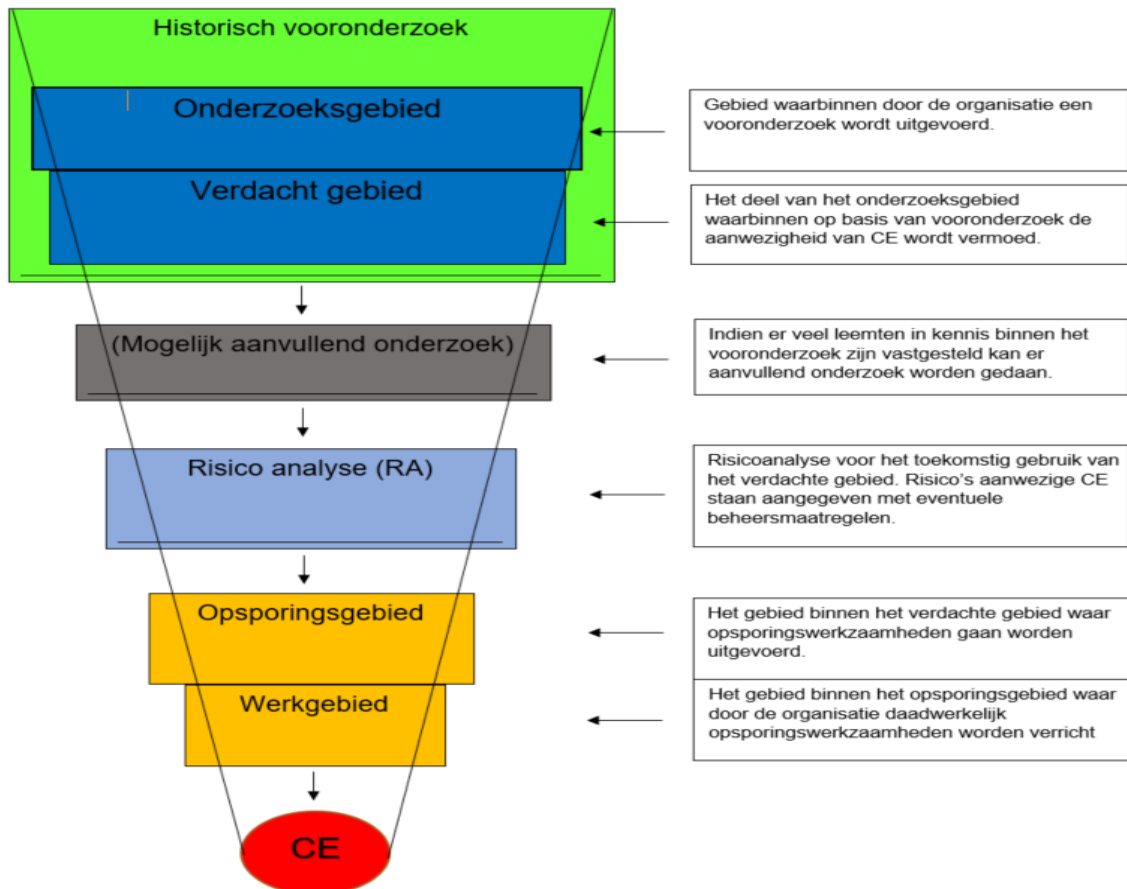
- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| • Dhr. J.J. Smulders | Senior OCE-adviseur |
| • Dhr. M. Kuiten | OCE-adviseur |
| • Mw. drs. E.J.M. van Riel | Historicus |
| • Mw. A. Costa Vieira MSc. | GIS-specialist/luchtfoto-analist |

1.4 Omschrijving en doelstelling opdracht

In opdracht van het Waterschap Rivierenland heeft Bombs Away B.V. een PRA uitgevoerd voor de gebieden binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg", waar een verhoogd risico bestaat op het kunnen aantreffen van CE (hierna verdacht gebied). Het opstellen van de PRA heeft als doel de risico's van de verwachten CE te beoordelen in relatie tot de toekomstige werkzaamheden en het toekomstige gebruik van het projectgebied. Tevens zal inzicht worden gegeven in de mogelijke maatregelen om deze risico's te reduceren.

1.5 Status PRA in proces WSCS-OCE

Binnen het proces van de WSCS-OCE volgt de PRA na het vaststellen van het op CE verdachte gebied middels een vooronderzoek. In afbeelding 2 is het proces met de processtap PRA schematisch weergegeven en hieruit blijkt dat de PRA een tussenstap is die het verdachte gebied nader inperkt tot het gebied waarbinnen opsporingswerkzaamheden gaan plaatsvinden.



Afbeelding 2: proces WSCS-OCE

Toekomstig gebruik en invloedsfactoren

Het inperken van het verdachte gebied is mogelijk door de voorgenomen grondwerkzaamheden te relateren aan de risico's van de mogelijk aan te treffen CE en/of restanten daarvan binnen het verdachte gebied. De grondwerkzaamheden zijn binnen de methodiek van de PRA ondergebracht in twee onderdelen, te weten identificatie van het toekomstig gebruik en de invloedsfactoren.

Onder toekomstig gebruik vallen de grondroerende werkzaamheden als heien, graven, ophogen, etc.; en onder invloedsfactoren vallen bewegingen, trillingen, hitte, elektriciteit, etc.. Omdat deze twee onderdelen bij het opstellen van een PRA maar voor een deel bekend zijn, is het niet mogelijk dat er een bindend advies wordt gegeven voor opsporing.

Onderstaand rapport bevat derhalve een niet-bindend advies voor WSCS-OCE gecertificeerde opsporingsbedrijven. De opsporingswerkzaamheden zoals het detectieonderzoek, mogen enkel door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf worden uitgevoerd. De exacte uitvoeringsmethode voor opsporingswerkzaamheden wordt uiteindelijk bepaald door het WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf dat de opsporingswerkzaamheden gaat verrichten en wordt verwoord in het Projectplan OCE.

1.6 Doelgroep

Deze PRA is specifiek bedoeld voor de opdrachtgever en het bevoegd gezag (gemeente Tiel en gemeente West-Betuwe), en alle bij de uitvoering betrokken partijen.

Daarnaast dient de rapportage te worden gebruikt bij de toekomstige aanbesteding voor opsporingswerkzaamheden.

De gemeente waarbinnen opsporingswerkzaamheden plaatsvinden is bevoegd gezag openbare orde en veiligheid ten aanzien van het opsporingsproces van CE. Alvorens er wordt gestart met opsporing dient er een projectplan OCE te worden opgesteld. Met het indienen van het projectplan OCE informeert het opsporingsbedrijf de gemeente/het bevoegd gezag openbare orde en veiligheid waarbinnen deze opsporing valt over de aanstaande opsporing. Hierbij is er een verschil inzake projectplannen voor detectie en projectplannen voor het gehele opsporingstraject:

- Voor projectplannen voor uitsluitend het detectie-onderzoek wordt het bevoegd gezag/de gemeente geïnformeerd en dient het projectplan te zijn goedgekeurd middels een handtekening van de opdrachtgever.
- Voor projectplannen voor het gehele opsporingstraject dient er goedkeuring middels een handtekening van het bevoegd gezag openbare orde en veiligheid van de betreffende gemeente en van de opdrachtgever te worden verkregen. De opsporingswerkzaamheden mogen dan pas aanvangen na goedkeuring van het projectplan OCE door het bevoegd gezag van openbare orde en veiligheid van de betreffende gemeente.

1.7 Wet en regelgeving ten aanzien van CE

De Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) bevat regels om, zowel voor werkgevers als werknemers de werkzaamheden te bevorderen ten aanzien van gezondheid, veiligheid en welzijn. Doel is om ongevallen en ziekten te voorkomen, die het werk kan veroorzaken.

De Arbowet is een kaderwet met algemene bepalingen en richtlijnen over het arbeidsomstandighedenbeleid. Vanaf 1994 geldt voor alle werkzaamheden een wettelijke verplichting om voorafgaand aan werkzaamheden een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) uit te voeren. Doel is vooraf bepalen of er tijdens de uitvoeringsfase van een project risico's te verwachten zijn en zo ja, hoe de betrokkenen risico's kunnen worden weggenomen of naar een aanvaardbaar veiligheidsniveau kunnen worden teruggebracht.

De regelgeving voor het opsporen van CE volgt uit artikel 4.10 van het Arbobesluit (Staatsblad 2006, nummer 142). Het betreft het Werkveld Specifieke Certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen van Conventionele Explosieven (WSCS-OCE). In de WSCS-OCE worden proceseisen gesteld aan het opsporen van CE. Het opsporen van CE omvat het geheel van werkvoorbereiding, detecteren, lokaliseren, laagsgewijs ontgraven, identificeren, tijdelijk veiligstellen van de situatie, de overdracht aan de EODD, proces-verbaal van oplevering en de gehele organisatie hiervan.

Meer algemeen is er vanuit de gemeentewet aandacht voor de openbare orde en veiligheid. De gemeenten waarbinnen opsporingswerkzaamheden plaatsvinden zijn bevoegd gezag ten aanzien van het opsporingsproces ten aanzien van CE.

1.8 Uitgangspunten

Binnen deze PRA zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De contouren van het te onderzoeken gebied zijn aangeleverd door het Waterschap Rivierenland;
- De op CE verdachte gebieden zijn afkomstig van het Vooronderzoek CE Dijkverbetering Tiel – Waardenburg gemeenten Tiel en Neerijnen, opgesteld door Bombs Away B.V. met kenmerk 15P108 versie 4 d.d. 13 januari 2017;
- De exacte omschrijving en locatie van de voorgenomen civieltechnische werkzaamheden in de op CE verdachte gebieden zijn tijdens het opstellen van deze PRA nog niet bekend;
- De naoorlogse werkzaamheden zijn met behulp van dossieronderzoek en luchtfoto-analyses bepaald;
- Er is een opsporingsadvies opgesteld op basis van de informatie die tijdens het opstellen van deze PRA bekend was;
- Het rapport bevat een niet-bindend advies voor gecertificeerde opsporingsbedrijven;

- De exacte uitvoeringsmethode voor opsporingswerkzaamheden wordt uiteindelijk bepaald door het WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf dat de opsporingswerkzaamheden gaat verrichten.

1.9 Geraadpleegde bronnen

Deze PRA is gebaseerd op informatie afkomstig uit rapporten, kaartmateriaal en overige informatie aangeleverd door de opdrachtgever. Tevens is informatie verzameld door Bombs Away B.V. Onderstaand wordt aangegeven welke informatie gebruikt is en welke uitgangspunten zijn gehanteerd.

1.9.1 Rapporten

Voor deze PRA zijn de volgende rapporten en websites geraadpleegd:

- Rapportage dijkversterkingsmogelijkheden, dijkversterking Tiel – Waardenburg, met kenmerk 353939/ SWNL0205563 eindconcept, opgesteld door SWECO, d.d. 18-12-2017 (eindconcept-rdm-exclusief-kosten_1712181);
- Vooronderzoek CE Dijkverbetering Tiel – Waardenburg gemeenten Tiel en Neerijnen, opgesteld door Bombs Away B.V. met kenmerk 15P108 versie 4 d.d. 13 januari 2017;
- Conditionerende onderzoeken, deelrapport: Vooronderzoek Bodem Dijkverbetering Tiel-Waardenburg, met projectnummer 20152701/ESTA en document kenmerk 20152701_a3RAP.docx, opgesteld door Geofoxx, d.d. 6 april 2016;
- RAAP-Rapport 3141 Kader Ruimtelijke Kwaliteit en Conditionerende onderzoeken (RKC), dijkverbetering Tiel-Waardenburg (TIWA): onderdeel aardkunde, archeologie en cultuurhistorie (RAAP, 2016);
- www.topotijdreis.nl;
- www.waterbodem.nl;
- www.grondwater.nl;
- www.archeologieinnederland.nl;
- www.bodemloket.nl;
- www.Dinoloket.nl.

1.9.2 Archiefonderzoek

De volgende instellingen zijn benaderd voor naoorlogse informatie over het onderzoeksgebied:

- Waterschap Rivierenland (zie verder onder 1.9.3);
- Regionaal Archief Rivierenland (RAR) in Tiel.

De volgende relevante dossiers zijn ingezien in het RAR:

- Toeg. nr. 0481 Archief van het polderdistrict Tielerwaard, 1939 – 1982:
 - Inv. nrs. 102, 105 en 106 Stukken betreffende het plan tot verhoging en verzwaring van de Waalbandijk tussen Tiel en Waardenburg, hmp 0-204, 1970-1972 (incl tekeningen);
 - Inv. nr. 1136 Stukken betreffende het verrichten van onderzoek naar de oorzaak en het uitvoeren van herstellingswerkzaamheden naar aanleiding van de afschuiving van het buitenbeloop van de Waalbandijk onder Waardenburg tussen hmp 206 en 207, 1952;
- Toeg. nr. 1500 Archief van het gemeentebestuur van Neerijnen, 1978 – 2005:
 - Inv. nr. 2003 Drukriolering Waalbandijk Heesselt, Ophemert en Opijnen, 1995-1996;
 - Inv. nr. 2022 Dijkverzwaring Ophemert-Opijnen (inclusief kwestie oprit Waalbandijk 86, Heesselt), 1995-1997;
- Toeg.nr. 2137 Archief van het gemeentebestuur van Ophemert, 1942 – 1977:
 - Inv. nrs. 79-80 Stukken betreffende de dijkverzwaring van de Waalbandijk (Tiel-Waardenburg) en het amoveren van woningen daarvoor, 1969-1977;

- Toeg.nr. 1577 Archief van het gemeentebestuur van Tiel, 1995 – 2004:
 - Inv. nr. 353 Herstel schade aan dijktafud Inundatatiekanaal en Waalbandijk 1994 en 1996, 24/02/1994 - 10/06/1996;
- Toeg. nr. 2185 Archief van het gemeentebestuur van Est en Opijnen, 1939 – 1977:
 - Inv. nr. 85 Stukken betreffende de behandeling van de plannen van het Polderdistrict Tielervaard tot dijkverzwaring en verhoging van de Waalbandijk tussen Tiel en Waardenburg, 1971-1977;
- Toeg. nr. 0402 Archief van het gemeentebestuur van Tiel, 1946 – 1984:
 - Inv. nr. 484 Stukken betreffende Dijkverzwaring Waalbandijk, 1969-1970;
- Toeg. nr. 1271 Waterschap Rivierenland, fotocollectie, 1910 – 2002:
 - Inv. nr. 1058 Foto's van oplevering van het dijkvak Tiel-Waardenburg 1996.

Tijdens het raadplegen van de archiefdossiers waren de volgende archieven niet toegankelijk waren omdat ze in bewerking waren vanwege de overdracht aan het RAR: de voormalige gemeente Lingewaal en de voormalige gemeente Neerijnen (met onder meer de bouw- en omgevingsvergunningen van Neerijnen, 2006-2015 en de Hinderwet- en milieuvergunningen van Neerijnen, 2006-2015). Eventuele relevante informatie uit deze archieven kon dus niet worden verwerkt ten behoeve van deze PRA.

1.9.3 Tekeningen

De volgende historische tekeningen en (ontwerp)tekeningen, aangeleverd door de opdrachtgever, zijn ten behoeve van deze PRA gebruikt:

- Oude tekeningen bestek Heesselt Tuil TG148-TG202;
- Oude tekeningen bestek Ophemert Opijnen TG042-TG170;
- Oude tekeningen bestek Opijnen Waardenburg TG170-TG202;
- Oude tekeningen bestek Tiel Belluve-Ophemert TG000-TG076;
- Oude tekeningen bestek Varik Heesselt TG076-TG148.

- pgDijkLichaam_Ontwerp_20190131;
- plDijkvakverdeling_20190319;
- DR43_DTM_N_TG010-TG205_VKV;
- DR43_DTM_TG010-TG205.dwg.

1.9.4 Wet- en regelgeving

- WSCS-OCE en de "Eindversie methode PRA zoals door de Vereniging voor Explosieven Opsporing (VEO) aangeboden aan het CCvD-OCE (3VEO-CER.07024.V, november 2013)";
- Arbo-wetgeving;
- Wet wapens en munitie;
- Wbb (Wet bodembescherming).

1.10 Leeswijzer PRA

In hoofdstuk 2 wordt een korte samenvatting gegeven van de resultaten van het historisch vooronderzoek. In hoofdstuk 3 komen de resultaten van het onderzoek ten behoeve van de PRA aan bod. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 een globaal overzicht gegeven van de geplande civieltechnische werkzaamheden. De gevaars- en uitwerkingsfactoren CE zijn in hoofdstuk 5 weergegeven. De risicoinventarisatie is in hoofdstuk 6 beschreven. In hoofdstuk 7 zijn tot slot de conclusie en het advies beschreven. In de bijlagen zijn diverse kaarten opgenomen, waaronder een checklist methode PRA en een kaart met geroerde gronden.

2 ANALYSE UITGEVOERD VOORONDERZOEK

2.1 Inleiding

Om te bepalen of er binnen een bepaald gebied sprake is van een (verhoogd) risico voor mogelijk achtergebleven CE, is een vooronderzoek conform de richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE uitgevoerd. In het WSCS-OCE is aangegeven waaraan een vooronderzoek minimaal dient te voldoen en hoe verdachte gebieden dienen te worden afgebakend. Het vooronderzoek heeft als doel om te beoordelen of er indicaties zijn die aangeven dat binnen het onderzoeksgebied CE aanwezig kunnen zijn, en, indien dit het geval is, om het verdachte gebied af te bakenen.

Op basis van bronnenmateriaal worden gebieden in het vooronderzoek aangeduid 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;
- In verdacht gebied dient extra beheersmaatregelen te worden genomen die de veiligheid waarborgen. Dit kan door het uitvoeren van een PRA en/of het laten uitvoeren van opsporing naar achtergebleven CE.

Het vooronderzoek bestaat dus uit zowel het inventariseren als beoordelen (analyseren) van bronnenmateriaal. Om een goede basis te hebben voor de PRA dienen in het vooronderzoek de resultaten beoordeeld te worden. Ook dient de afbakening verticaal en horizontaal bekend te zijn. Tevens dienen de hoofd- en subsoorten CE bekend te zijn. Eindresultaat is een rapportage met een digitale CE-bodembelastingkaart.

2.2 Analyse vooronderzoek

In het kader van deze PRA is het reeds uitgevoerde vooronderzoek CE Dijkverbetering Tiel – Waardenburg Gemeenten Tiel en Neerijnen beoordeeld. Bij deze beoordeling is gekeken naar de geraadpleegde bronnen, de horizontale en verticale afbakening van de op CE verdachte gebieden en de gegevens over de CE die kunnen worden aangetroffen.

Het vooronderzoek is uitgevoerd conform de richtlijnen van het WSCS-OCE 2012. In 2016 zijn er aanpassingen aan het WSCS-OCE geweest. De aanpassingen aan het WSCS-OCE zijn voornamelijk redactioneel en gericht op de opsporing van CE in het veld. De eisen aan het materieel zijn aangescherpt. Er zijn geen nieuwe eisen gesteld aan het vooronderzoek. Een update van het vooronderzoek is daarom niet noodzakelijk.

2.3 Resultaten vooronderzoek

In de geraadpleegde bronnen zijn indicaties gevonden die erop wijzen dat binnen het onderzoeksgebied Dijkverbetering Tiel-Waardenburg (Gelderland) oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden in de Tweede Wereldoorlog, waardoor CE in de bodem zouden kunnen zijn achtergebleven. Het gaat om de volgende indicaties:

Indicatie	Aan te treffen CE	Sub-soort/nationaliteit
Bombardement Bron: <ul style="list-style-type: none"> • Literatuur • Gemeentearchief • TNA UK • Luchtfoto's • MORA's 	<ul style="list-style-type: none"> • Afwerpmunitie 	<ul style="list-style-type: none"> • Tot en met 1000 lbs brisantbommen (geallieerd)
Artilleriebeschieting Bron: <ul style="list-style-type: none"> • Literatuur • Gemeentearchief • Provinciaal archief • MORA's 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschutmunitie 	<ul style="list-style-type: none"> • Tot en met 155 mm (geallieerd)
Militaire aanwezigheid Bron: <ul style="list-style-type: none"> • Literatuur; 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschutmunitie; • Kleinkalibermunitie; • Handgranaten; 	<ul style="list-style-type: none"> • Tot en met 15 cm (Duits) • Tot 2 cm (Duits) • Ei- en steel (Duits);

Indicatie	Aan te treffen CE	Sub-soort/nationaliteit
<ul style="list-style-type: none"> Gemeentearchief Provinciaal archief Luchtfoto's MORA's 	<ul style="list-style-type: none"> Geweergrenaten; Munitie voor granaatwerpers; Ontstekingsinrichtingen; Munitietoeberehen. 	<ul style="list-style-type: none"> Brisant/rook (Duits); <i>Panzerfaust</i> (Duits) Voor geschut- en mortiergranaten (Duits); Verpakkingsmaterialen e.d. (Duits)

2.3.1 Hoeveelheid CE

Naast de aan te treffen soorten en sub-soorten CE zijn de hoeveelheden per soort CE per locatie vastgesteld, ondanks het ontbreken van aanwijzingen in de geraadpleegde bronnen.

Aan te treffen CE	Subsoort/nationaliteit	Hoeveelheden
Afwerpmunitie	Tot en met 1000 lbs brisantbommen (geallieerd)	Exemplarisch
Geschutmunitie	Tot met 155 mm (geallieerd)	Tientallen
Geschutmunitie	Tot en met 15 cm (Duits)	Tientallen
Klein kalibermunitie	Tot 2 cm (Duits)	Honderdtallen
Handgranaten	Ei- en steel (Duits);	Tientallen
Geweergrenaten	Brisant/rook (Duits);	Tientallen
Munitie voor granaatwerpers	<i>Panzerfaust</i> (Duits);	Exemplarisch
Ontstekingsinrichtingen	Voor geschut- en mortiergranaten (Duits)	Tientallen
Munitietoeberehen	Verpakkingsmaterialen e.d. (Duits)	Tientallen

2.3.2 Verschijningsvorm CE

De verschijningsvorm(en) van de aan te treffen CE in de verdachte gebieden zijn vastgesteld en per locatie weergegeven. De verschijningsvorm houdt verband met de manier waarop de explosieven in de bodem terecht zijn gekomen.

Aan te treffen CE	Subsoort/nationaliteit	Verschijningsvorm
Afwerpmunitie	Tot en met 1000 lbs brisantbommen (geallieerd)	Afgeworpen
Geschutmunitie	Tot met 155 mm (geallieerd)	Vershoten
Geschutmunitie	Tot en met 15 cm (Duits)	Gedumpte/achtergelaten
Klein kalibermunitie	Tot 2 cm (Duits)	Gedumpte/achtergelaten
Handgranaten	Ei- en steel (Duits);	Gedumpte/achtergelaten
Geweergrenaten	Brisant/rook (Duits);	Gedumpte/achtergelaten
Munitie voor granaatwerpers	<i>Panzerfaust</i> (Duits);	Gedumpte/achtergelaten
Ontstekingsinrichtingen	Voor geschut- en mortiergranaten (Duits)	Gedumpte/achtergelaten
Munitietoeberehen	Verpakkingsmaterialen e.d. (Duits)	Gedumpte/achtergelaten

2.4 Horizontale afbakening

Op basis van de geraadpleegde bronnen is vastgesteld dat binnen het onderzoeksgebied Dijkverbetering Tiel-Waardenburg oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden, waardoor het onderzoeksgebied verdacht is op de aanwezigheid van CE in de bodem. Aan de hand van de richtlijnen van het WSCS-OCE zijn de op CE verdachten gebieden vastgesteld per locatie en afgebakend in meters.

Aanvullend op de richtlijnen voor de horizontale afbakening in het WSCS-OCE is telkens een extra buffer van 5 meter aan de afbakening toegevoegd. Dit is het gevolg van het gebruik van luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog. Luchtfoto's wijken af van de daadwerkelijke situatie op de grond omdat een foto een vlakke weergave is van de bolling van de aarde en de cameraleens niet altijd loodrecht op het aardoppervlak was gericht. Om dit op te vangen is rondom de verdachte gebieden de bovengenoemde buffer van 5 meter toegevoegd. Bij de horizontale afbakening van de verdachte gebieden zullen de richtlijnen worden genoemd zoals die staan weergegeven in het WSCS-OCE, met daarachter tussen haakjes de afbakening inclusief de buffer om de luchtfotoafwijking op te vangen.

Bombardementen

Uit de bronnen is bekend geworden dat op enkele plaatsen binnen het onderzoeksgebied bombardementen hebben plaatsgevonden. Per bombardement is een horizontale afbakening conform de richtlijnen van het WSCS-OCE vastgesteld:

Inslagenpatroon

Op enkele plaatsen binnen het onderzoeksgebied zijn inslagenpatronen waargenomen. Volgens het WSCS-OCE dient in dergelijke gevallen de volgende afbakeningmethode te worden gehanteerd:

Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Tapijtbombardement	Gebied dat is getroffen door een bombardement met middelzware en/of zware bommenwerpers, met als doel om schade aan te richten over een groot gebied.	X		Op basis van een analyse van het inslagenpatroon ³ wordt de maximale afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslagpatroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste inslagen van het inslagenpatroon. Dat is exclusief de eventuele horizontale verplaatsing van de buitenste blindganger binnen het inslagenpatroon.

De inslagenpatronen binnen het onderzoeksgebied zijn als volgt afgebakend:

- Bij het inslagenpatroon bij Waardenburg (in dit geval VGA_14) was de maximale onderlinge afstand 121 (126) meter.

Solitaire kraters

Op enkele plaatsen binnen het onderzoeksgebied zijn solitaire kraters waargenomen waarbij geen duidelijk zichtbaar te bombarderen doelwit bij aanwezig was (in dit geval VGA_02 bij Tiel). Deze kraters kunnen afkomstig zijn van bommen die zijn neergekomen tijdens een noodafwerp of kunnen het gevolg zijn van een bombardement op een doelwit dat niet meer zichtbaar is op de geraadpleegde luchtfoto. In het WSCS-OCE zijn voor dergelijke gevallen geen richtlijnen beschikbaar. Op basis van ervaringen met soortgelijke situaties kan echter worden gesteld dat het verdachte gebied een cirkelvormig gebied is met een straal van 50 (55) meter, gemeten vanuit het hart van de krater⁴.

Beschietingen

Het onderzoeksgebied is gedurende de periode oktober 1944 tot mei 1945 regelmatig en continue is getroffen door geallieerde artilleriebeschietingen. Volgens het WSCS-OCE dient de horizontale afbakening als volgt te worden vastgesteld:

Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Artillerie-, mortier- of raketbeschieting	Gebied dat is beschoten door mobiel of vast geschut, mortieren of grondgebonden (meervoudige) raketwerpersysteem	X		Situationeel te bepalen

De horizontale afbakening is situationeel bepaalde aan de hand van de volgende beschikbare historische gegevens:

- Meldingen van neergekomen granaten of oorlogsschade ontstaan door granaatvuur in literatuur en archiefgegevens;

³ Verzameling van de locaties van inslagen van één bepaald toestel of één bepaald bombardement.

⁴ Op verzoek van de toenmalige opdrachtgever is in het VO een cirkel met een straal van 100 meter aangehouden, ondanks de aanbeveling om hierbij een straal van 50 meter aan te houden. In overleg met de huidige opdrachtgever het Waterschap Rivierenland, senior adviseur kust en rivieren Ruud Raaijmakers (Sweco) en projectmanager Jorick Palma (Sweco) is in deze PRA voor de afbakening een straal van 50 meter gekozen (email en telefonisch contact met adviseur waterbouw Roos van der Meer (Sweco) d.d. 09-09-2019). Dit is mede gebaseerd op het artikel 'Aanvallen met jachtbommenwerpers, tactieken en nauwkeurigheid/spreiding van inslagen', opgesteld door Expload in Informatiebundel IB-14021-1, d.d. 10 juni 2014.

- De MORA's (ruimrapporten) van de EODD, waarbij in veel gevallen sprake was van het vinden van verschoten geschutmunitie;
- De analyse van luchtfoto's, waarop in het landschap inslagen te zien zijn van ingeslagen geschutmunitie.

Voor de afbakening zijn de luchtfoto's leidend geweest: de vlakken binnen het onderzoeksgebied waar inslagen van geschutmunitie te zien zijn, zijn aangemerkt als verdacht op het aantreffen van geallieerde geschutmunitie.

Daar er in de geraadpleegde bronnen geen specifieke gegevens zijn aangetroffen over de gebruikte kalibers geschutmunitie, is in de conclusie aangehouden dat de geallieerden een kaliber van maximaal 155 mm hebben gehanteerd. Het gebied is dus verdacht op het aantreffen van geschutmunitie met een kaliber tot en met 155 mm.

Op verzoek van de toenmalige opdrachtgever is het gebied dat verdacht is op het aantreffen van geschutmunitie uitgebreid en in overeenstemming gebracht met de resultaten van de gemeentelijke CE-bodembelasting van de gemeente Tiel, opgesteld door T&A Survey.

Militaire aanwezigheid

De militaire werken in en nabij de grenzen van het onderzoeksgebied die zijn waargenomen op de geanalyseerde luchtfoto's zijn horizontaal afgebakend conform de richtlijnen zoals die zijn weergegeven in het WSCS-OCE:

Mangaten

In het WSCS-OCE zijn voor mangaten geen specifieke richtlijnen beschikbaar. Daar er in het onderzoeksgebied gevechten hebben plaatsgevonden zijn de mangaten afgebakend zoals loopgraven, waarvoor in het WSCS-OCE wel richtlijnen zijn gegeven (zie onder).

Loopgraven

Volgens het WSCS-OCE dient de horizontale afbakening als volgt te worden vastgesteld:

Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Loopgraaf	Militaire loopgraaf	X		Het gebied binnen de contouren van de loopgraaf is verdacht, bij voorkeur bepaald aan de hand van gegeorefereerde luchtfoto's.

Munitieopslag

Volgens het WSCS-OCE dient de horizontale afbakening als volgt te worden vastgesteld:

Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Munitieopslag in open veld	Locatie van munitievoorraad in het open veld, niet zijnde binnen een verdedigingswerk	X		Locatie van de veldopslaglocatie

Mitrailleurstellingen

Volgens het WSCS-OCE dient de horizontale afbakening als volgt te worden vastgesteld:

Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Wapenopstelling	Opstelling van handvuurwapen, machinegeweer of andere (semi)automatisch wapen, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk	X		Locatie van de wapenopstelling

Geschut- en luchtweerafstellingen

Volgens het WSCS-OCE dient de horizontale afbakening als volgt te worden vastgesteld:

Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Geschutopstelling (statisch en mobiel)	Locatie van geschut, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk.	X		25 meter rondom het hart van de geschutopstelling, maar niet verder dan een eventuele aangrenzende watergang.

2.5 Verticale afbakening

De maximale diepte van de mogelijk aan te treffen CE in het onderzoeksgebied is per locatie als volgt vastgesteld:

Soort CE	Sub-soort/ nationaliteit	Min. & max. diepteligging t.o.v. maaiveld ⁵
Afwerpmunitie	Tot en met 1000 lbs brisantbommen (geallieerd)	Net onder het maaiveld, indien de bodem sinds 1940-1945 niet geroerd is. Indien de bodem wel geroerd is, dan kan worden aangenomen dat er in de bodem vanaf het maaiveld tot de diepte waar de bodemroerende activiteiten hebben plaatsgevonden zich geen CE meer bevinden. Voor de maximale diepte wordt verwezen naar 2.6 Sonderingen hieronder.
Geschutmunitie	Tot met 155 mm (geallieerd) (verschoten)	Net onder het maaiveld, indien de bodem sinds 1940-1945 niet geroerd is. Indien de bodem wel geroerd is, dan kan worden aangenomen dat er in de bodem vanaf het maaiveld tot de diepte waar de bodemroerende activiteiten hebben plaatsgevonden zich geen CE meer bevinden. De maximale diepte is, op basis van ervaringen, maximaal 4 meter minus maaiveld.
Geschutmunitie	Tot en met 15 cm (Duits)(gedumpt)	Net onder het maaiveld, indien de bodem sinds 1940-1945 niet geroerd is. Indien de bodem wel geroerd is, dan kan worden aangenomen dat er in de bodem vanaf het maaiveld tot de diepte waar de bodemroerende activiteiten hebben plaatsgevonden zich geen CE meer bevinden. De maximale diepte is 2 meter minus maaiveld Tweede Wereldoorlog. Dit was de maximale diepte van de legger van de loopgraaf of de stelling.
Klein kalibermunitie	Tot 2 cm (Duits)	
Handgranaten	Ei- en steel (Duits)	
Geweergranaten	Brisant/rook (Duits)	
Munitie voor granaatwerpers	<i>Panzerfaust</i> (Duits)	
Ontstekingsinrichtingen	Voor geschut- en mortiergranaten (Duits)	
Munitietoebehoren	Verpakkingsmaterialen e.d. (Duits)	

2.6 Maaiveldhoogten tijdens de Tweede Wereldoorlog

Voor een verdere verticale afbakening is het belangrijk om te weten of de bodem in het werkgebied al dan niet na de Tweede Wereldoorlog is geroerd, verhoogd of afgegraven. Hierbij wordt, afgezien van de bestudering van luchtfotomateriaal, kaarten en archieven, uitgegaan van de huidige NAP-hoogten afgezet tegen die uit de Tweede Wereldoorlog.

Om vast te stellen op welke NAP-hoogten het maaiveld tijdens de Tweede Wereldoorlog binnen het onderzoeksgebied PRA heeft gelegen, is er ten behoeve van deze PRA hiernaar een onderzoek uitgevoerd.

De volgende bronnen zijn hierbij geraadpleegd:

- Militaire Stafkaarten (Duits en geallieerd);
- Historisch kaartmateriaal op de website www.topotijdreis.nl;
- Pdok Actueel Hoogte Bestand Data;
- Actueel Hoogte Bestand Online Viewer;

⁵ Maaiveld ten tijde van de Tweede Wereldoorlog.

- Ontwerptekeningen van de opdrachtgever.

Ten tijde van de Tweede Wereldoorlog zijn de hoogten van de dijk in het gebied Tiel – Waardenburg niet op de topografische kaarten vermeld. Pas in de naoorlogse periode, vanaf ca. 1957 zijn er incidenteel NAP-hoogten van de dijk genoemd. Het betreft echter maar twee locaties:

Jaar	Locatie	NAP-hoogten
1957	Heesselt, Waalbandijk t.h.v.hoek Donkerstraat	9,80 m +NAP
2019	Heesselt, Waalbandijk t.h.v.hoek Donkerstraat	10,51 m +NAP
1957	Opijnen, Waaldijk direct ten noorden van Waaldijk/Zandpad.	9,10 m +NAP
2019	Opijnen, Waaldijk direct ten noorden van Waaldijk/Zandpad.	9,986 m +NAP

Uit bovenstaande blijkt dat het niet mogelijk is om de exacte NAP-hoogten van het onderzoeksgebied tijdens de Tweede Wereldoorlog nauwkeurig vast te stellen. Daarom is binnen het onderzoeksgebied geen indicatieve hoogte vastgesteld voor het maaiveld tijdens de Tweede Wereldoorlog.

Sonderingen

Er zijn binnen het onderzoeksgebied van de PRA twee locaties die verdacht zijn op het kunnen aantreffen van afwerpmunitie, te weten bij Tiel en bij Waardenburg. Op deze locaties zijn sonderingen uitgevoerd. Tijdens het sonderen wordt de draagkracht van de grond gemeten. Het wordt uitgedrukt in MPa (oftewel mega-pascal overeenkomstig 1000 kN/m²). Is de waarde hoog dan is de draagkracht van de ondergrond goed. Uit ervaring is gebleken dat een vliegtuigbom niet door de harde laag van 10 MPa heen zal dringen, als deze één meter of meer dan één meter dik is. De maximale diepte van de ligging van een vliegtuigbom zal dus niet dieper zijn dan de 10 MPa-laag.

Tiel

Ter hoogte van het op afwerpmunitie verdachte gebied in Tiel zijn in de Ophemertsedijk drie sonderingen bekend⁶:

- CPT000000087021 (157411.340, 431824.040 (RD)), zijn op 09-05-2018 van 8,50 m -mv tot 9,00 m -mv en van 9,30 m -mv tot 11,00 m -mv een 10 MPa-laag (harde laag) gemeten;
- CPT000000087025 (157241.410, 431698.800 (RD)) is op 09-05-2018 van 8,20 m -mv tot 11,75 m -mv is een 10 MPa-laag (harde laag) gemeten;
- CPT000000087051 (157332.270, 431736.360 (RD)) is op 09-05-2018 van 9,10 m -mv tot 11,50 m -mv is een 10 MPa-laag (harde laag) gemeten.

Recent zijn er nog sonderingen gezet. Het op afwerpmunitie verdacht gebied bij Tiel valt onder de sonderingen TG018 en TG019. De 10 Mpa laag (harde laag) is aanwezig:

- tussen 2,40 m +NAP en 0,40 m +NAP (TG018.+004_DKMP2_BIT, x157199,070 - y431656,080),
- tussen 3,30 m -NAP en 4,20 m -NAP (TG018.+056_DKMP2_BIT, x157150,580 - y431637,740) en
- vanaf 3,50 m -NAP (TG019.+095_DKMP2_BIT, x157056,340 -y431527,810).

Op basis van deze sonderingen kan worden gesteld dat op de onderzoekslocatie in Tiel de maximale diepteligging van afwerpmunitie de betreffende 10 Mpa laag is.

Waardenburg

Ter hoogte van het op afwerpmunitie verdachte gebied in Waardenburg zijn op de Waalbandijk ten oosten van het verdachte gebied drie sonderingen bekend en ten westen een sondering⁷:

⁶ Dinoloket

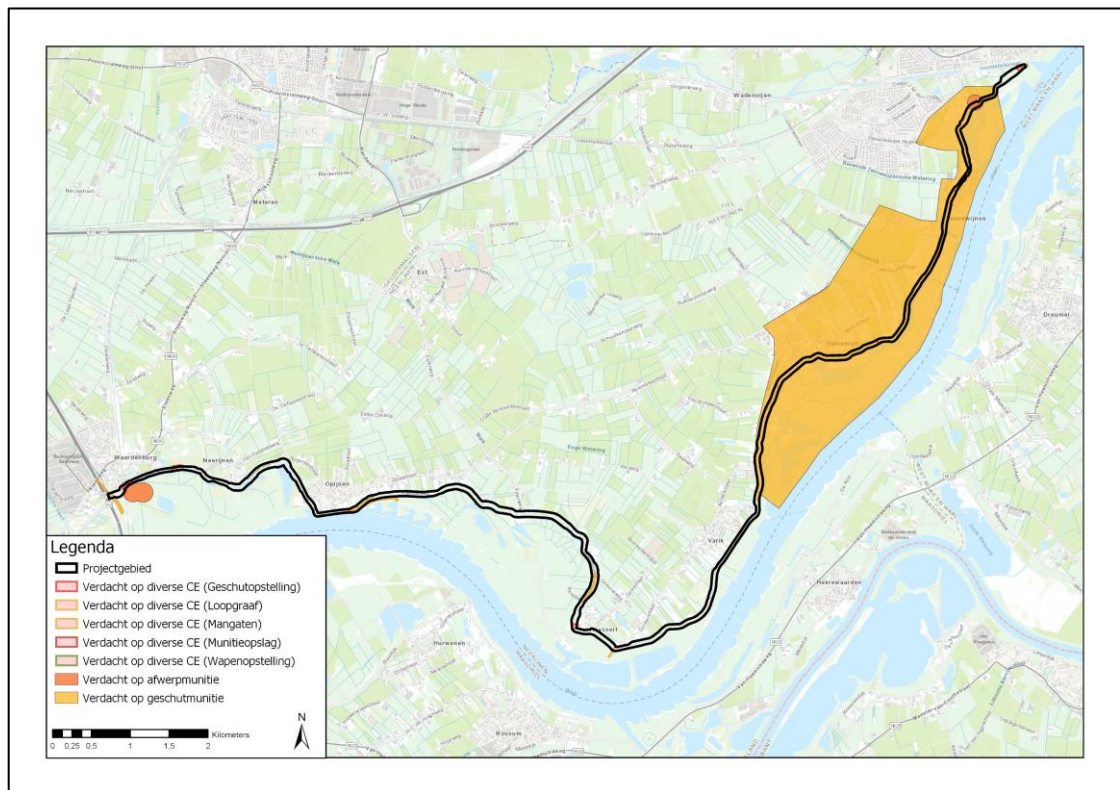
⁷ Dinoloket

- Westelijk: CPT000000073763 (146115.090, 426656.660 (RD)) is op 14-01-2017 van 8,75 m -mv tot 11,75 m -mv is een 10 MPa-laag (harde laag) gemeten;
- Oostelijk: CPT000000073762 (146482.580, 426874.000 (RD)) is op 14-01-2017 van 12,00 m -mv tot 12,30 m -mv is een 10 MPa-laag (harde laag) gemeten en vanaf 16,25 m – mv (diepte sondering 16,41 m);
- Oostelijk: CPT000000073761 (146496.240, 426897.680 (RD)) is op 14-01-2017 van 6,50 m -mv tot 6,80 m -mv is een 10 MPa-laag (harde laag) gemeten en vanaf 7,10 m – mv tot 7,60 m -mv en van 10,40 m -mv tot 12,40 m -mv;
- Oostelijk: CPT000000073760 (146614.670, 426918.330 (RD)) is op 14-01-2017 van 10,50 m -mv tot 12,75 m -mv is een 10 MPa-laag (harde laag) gemeten.

Recent zijn er nog sonderingen gezet. Van dit deel (TG201) zijn er echter geen sonderingen bekend. Op basis van deze sonderingen kan worden gesteld dat op de onderzoekslocatie in Waardenburg op circa 16,25 m –(huidig) mv een 10 MPa laag (harde laag) aanwezig is (worst case). De maximale diepteligging van afwerpmunitie betreft dus 16,25 m -mv.

Verdachte gebieden

In onderstaande afbeelding is een overzicht van het verdachte gebied binnen het onderzoeksgebied “Tiel-Waardenburg” weergegeven. In de niet verdachte gebieden kunnen de geplande werkzaamheden regulier, zonder opsporingswerkzaamheden, plaatsvinden.



Afbeelding 3: Overzicht verdacht gebied binnen het onderzoeksgebied “Tiel-Waardenburg” (bron: vooronderzoek)

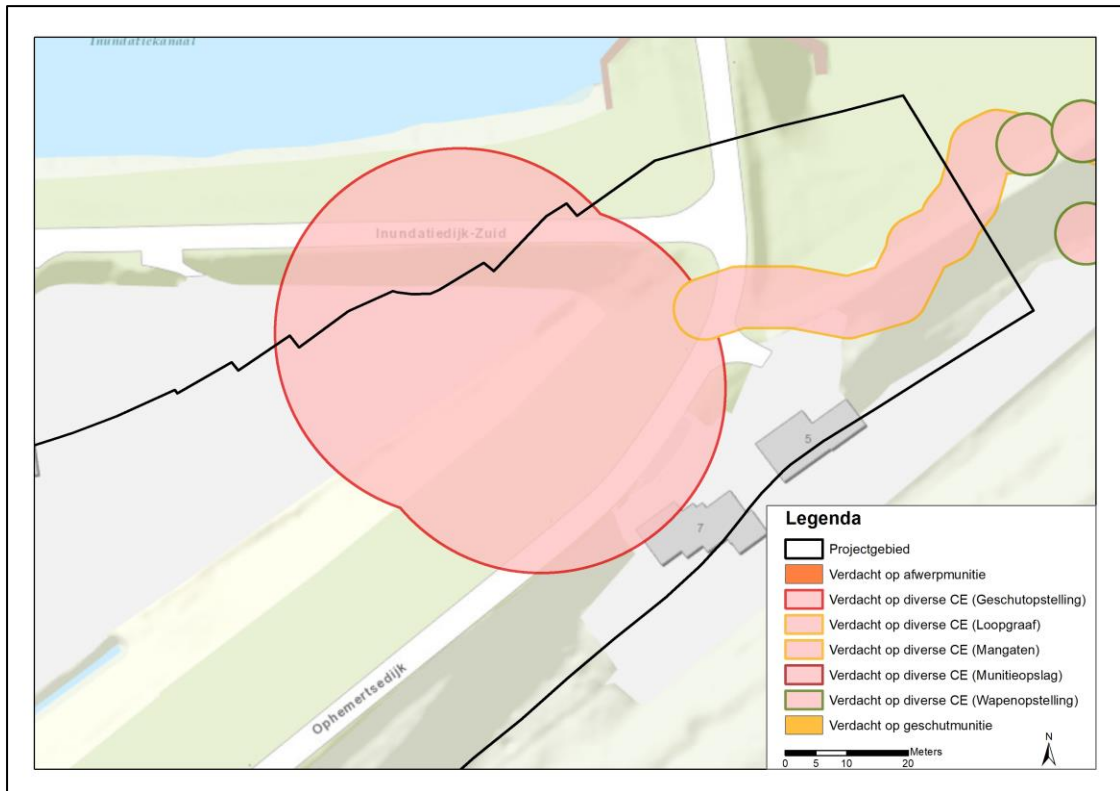
Het uitvoeringsgebied is in 23 delen verdeeld. Het betreft de volgende (verdachte) deelgebieden:

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE
01	Geschutstelling, loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
02	Bomkrater Artilleriegevechten Wapenopstellingen, loopgraaf	Afwerpmunitie Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren

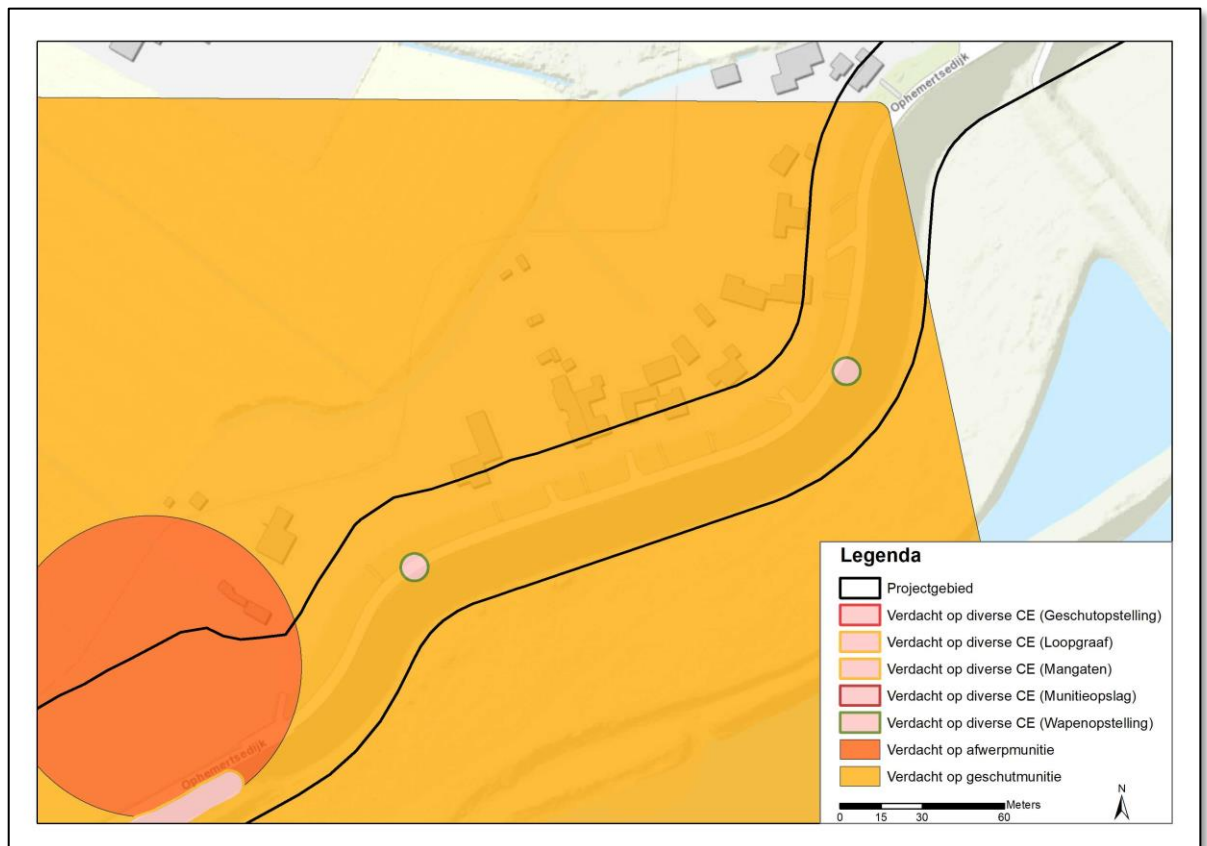
Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE
		Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
03	Bomkrater Artilleriegevechten Loopgraaf	Afwerpmunitie Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
04	Artilleriegevechten Loopgraven	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
05	Artilleriegevechten Loopgraven	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
06	Artilleriegevechten Loopgraven	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
07	Artilleriegevechten Loopgraven	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
08	Artilleriegevechten Loopgraven	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
09	Artilleriegevechten Wapenopstelling, loopgraven, munitieopslag (ten zuiden van de Molenstraat)	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
10	Artilleriegevechten Munitieopslag	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
11	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren
12	Artilleriegevechten Wapenopstelling, loopgraaf	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
13	Artilleriegevechten Wapenopstelling, loopgraven	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
14	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren
15	Artilleriegevechten Loopgraaf	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE
		granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
16	Artilleriegevechten Loopgraaf (zuidelijkste deel)	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
21	Loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
23	Geschutstelling	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
23-24	Loopgraven, mangaten	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
30-31	Loopgraven, mangaten	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
32	Loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
39	Geschutstellingen, munitieopslag	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)
41	Bomkraters Wapenopstellingen, geschutstellingen	Afwerpmunitie Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)

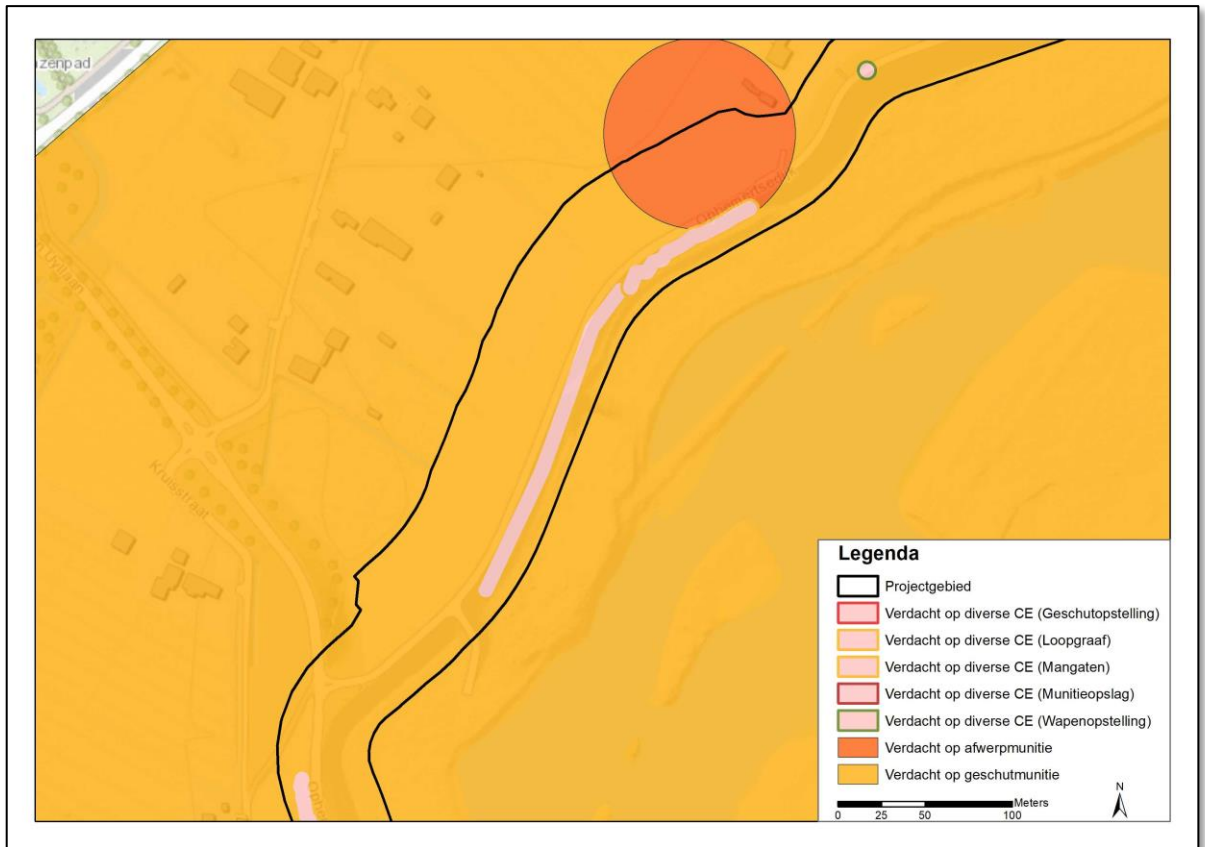
In onderstaande afbeeldingen zijn de deelgebieden getoond.



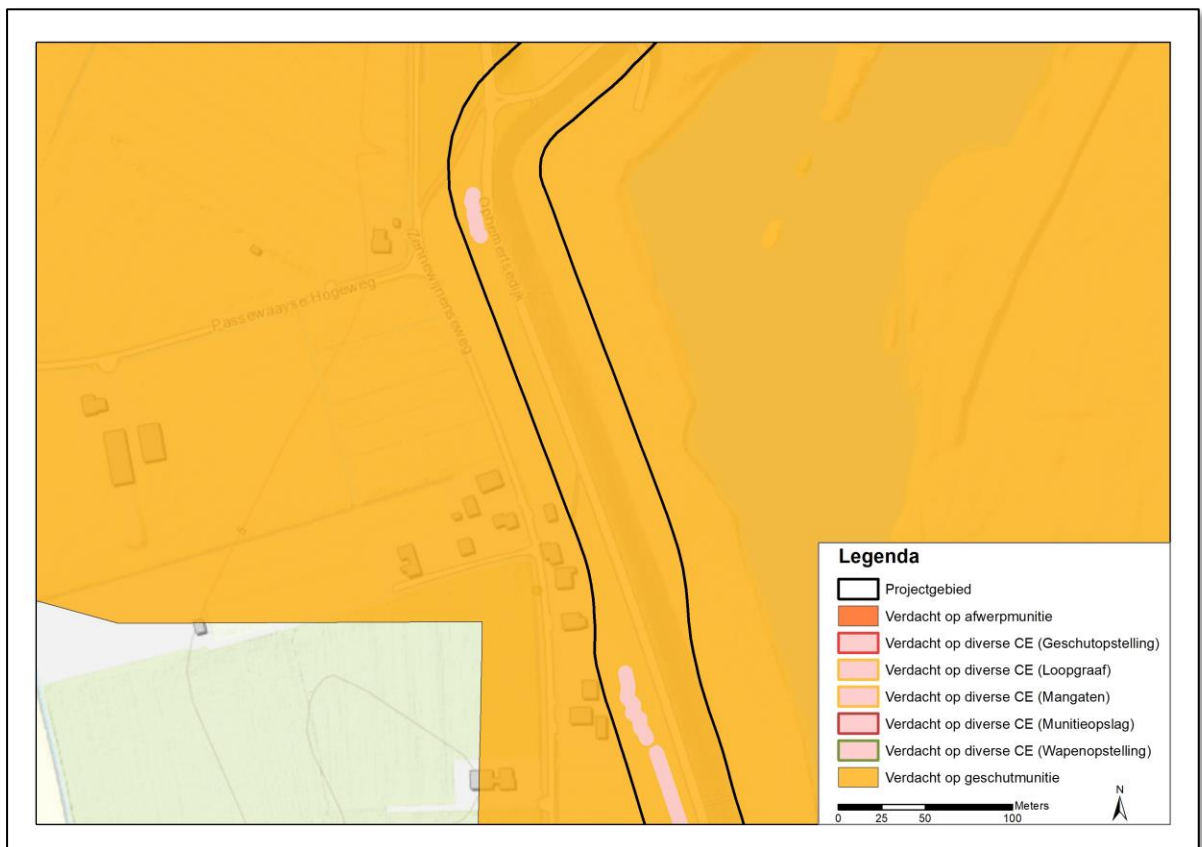
Afbeelding 4: verdacht gebied 01 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



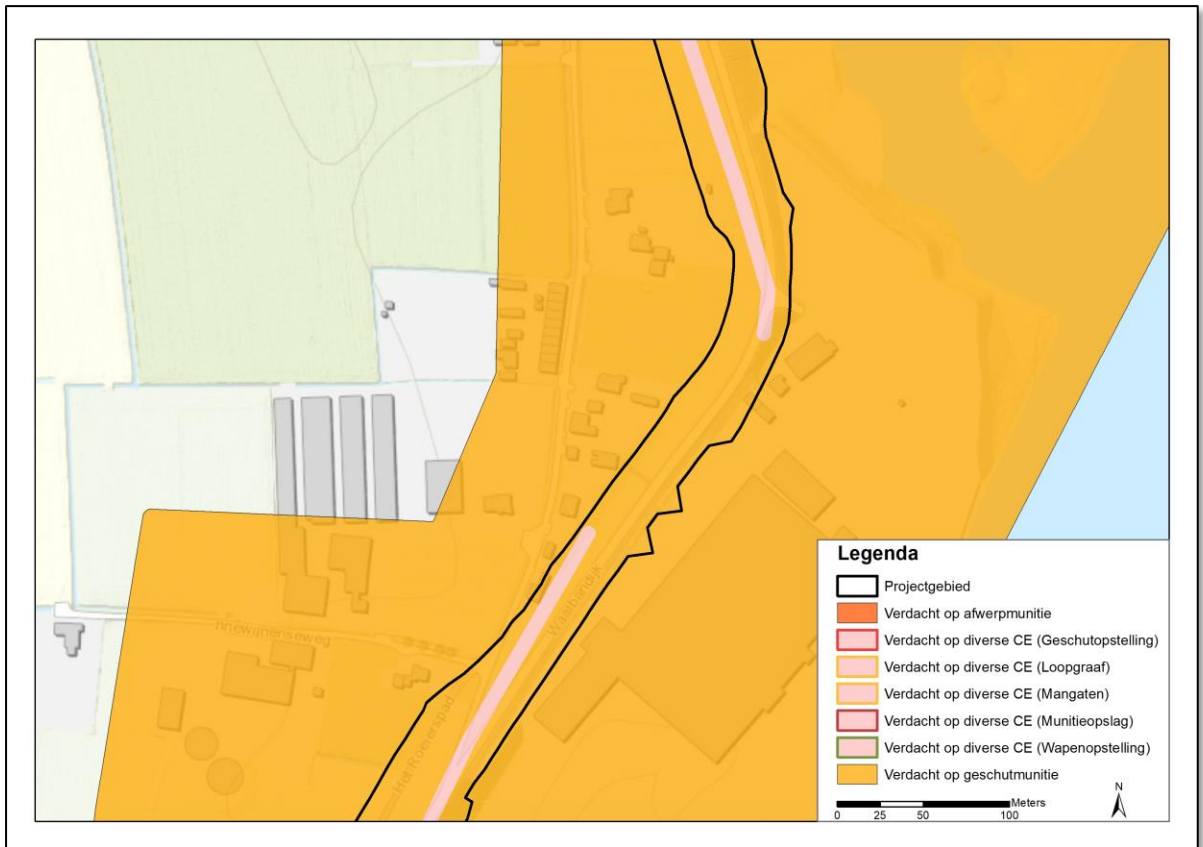
Afbeelding 5: verdacht gebied 02 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" met het gebied verdacht op afwerpmunitie donker (oranje) weergegeven (zie ook afbeelding 6 hieronder) (bron: vooronderzoek)



Afbeelding 6: verdacht gebied 03 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



Afbeelding 7: verdacht gebied 04 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



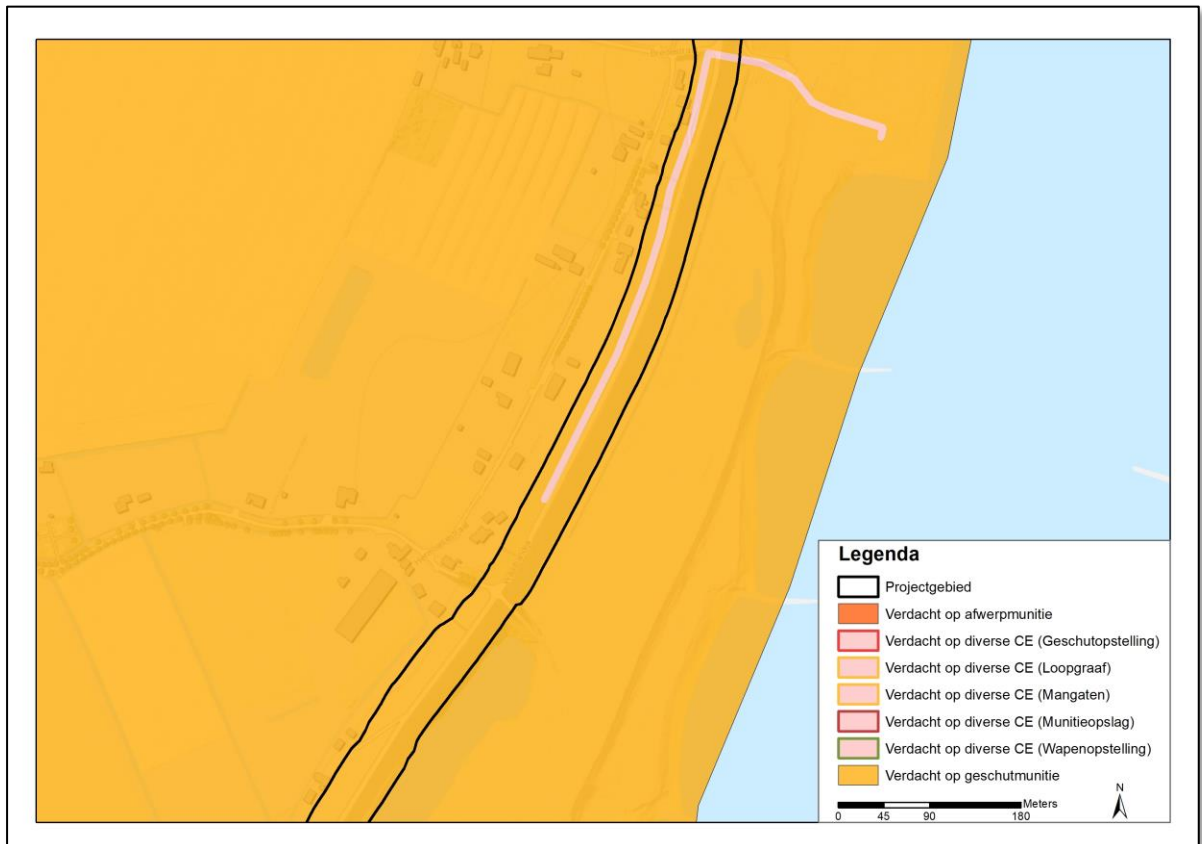
Afbeelding 8: verdacht gebied 05 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



Afbeelding 9: verdacht gebied 06 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



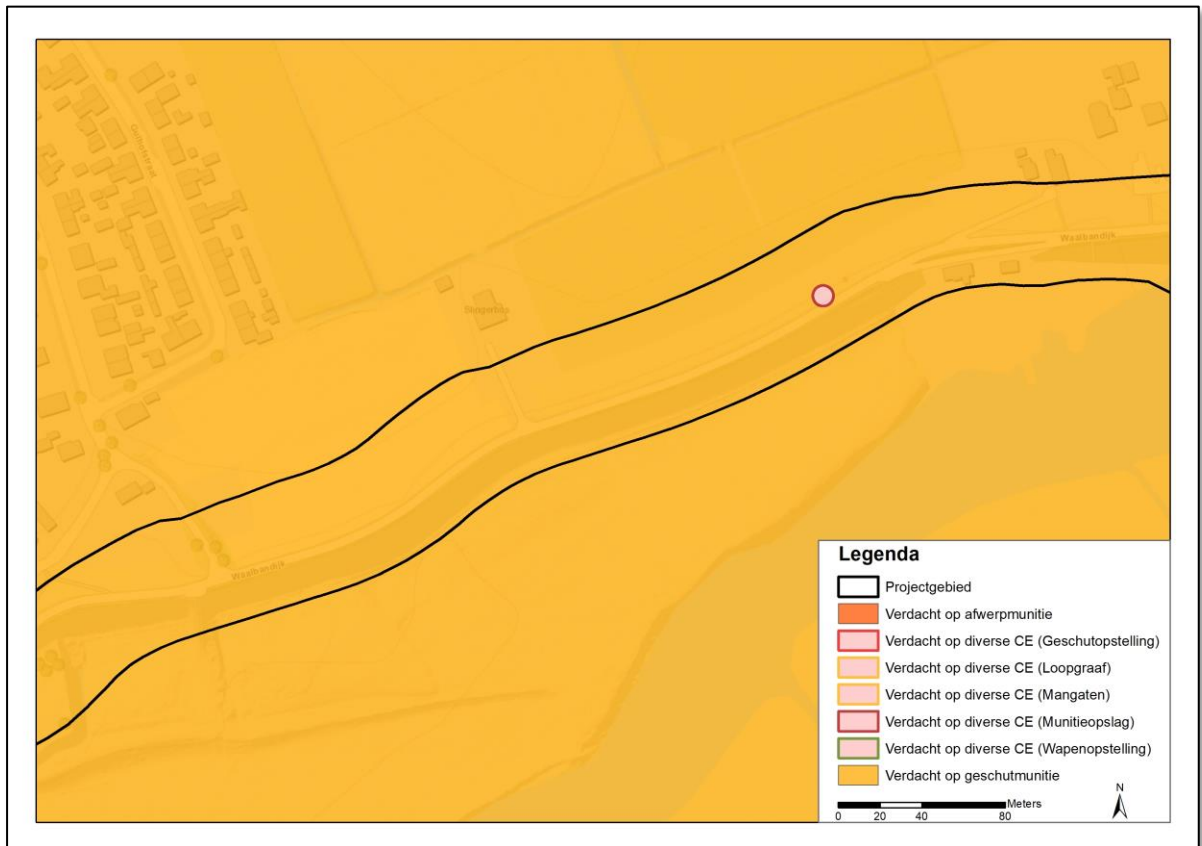
Afbeelding 10: verdacht gebied 07 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



Afbeelding 11: verdacht gebied 08 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



Afbeelding 12: verdacht gebied 09 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



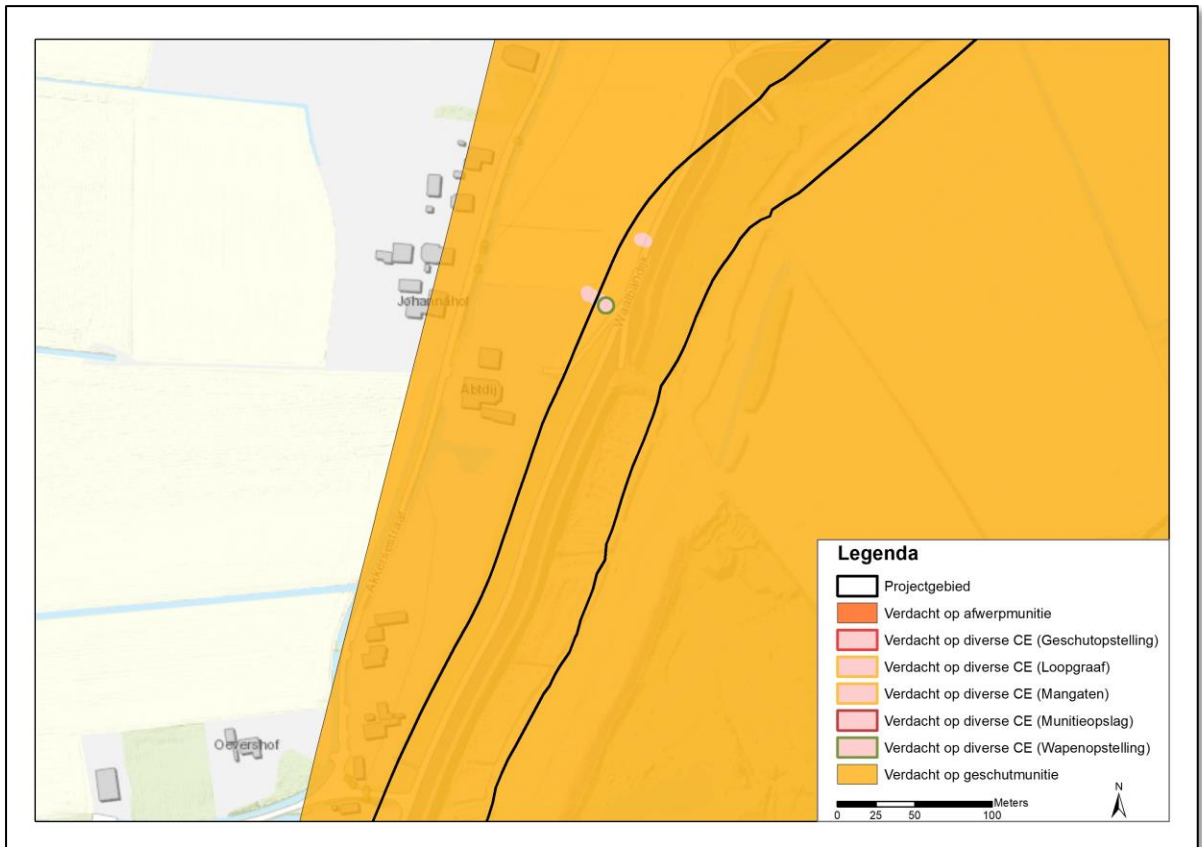
Afbeelding 13: verdacht gebied 10 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



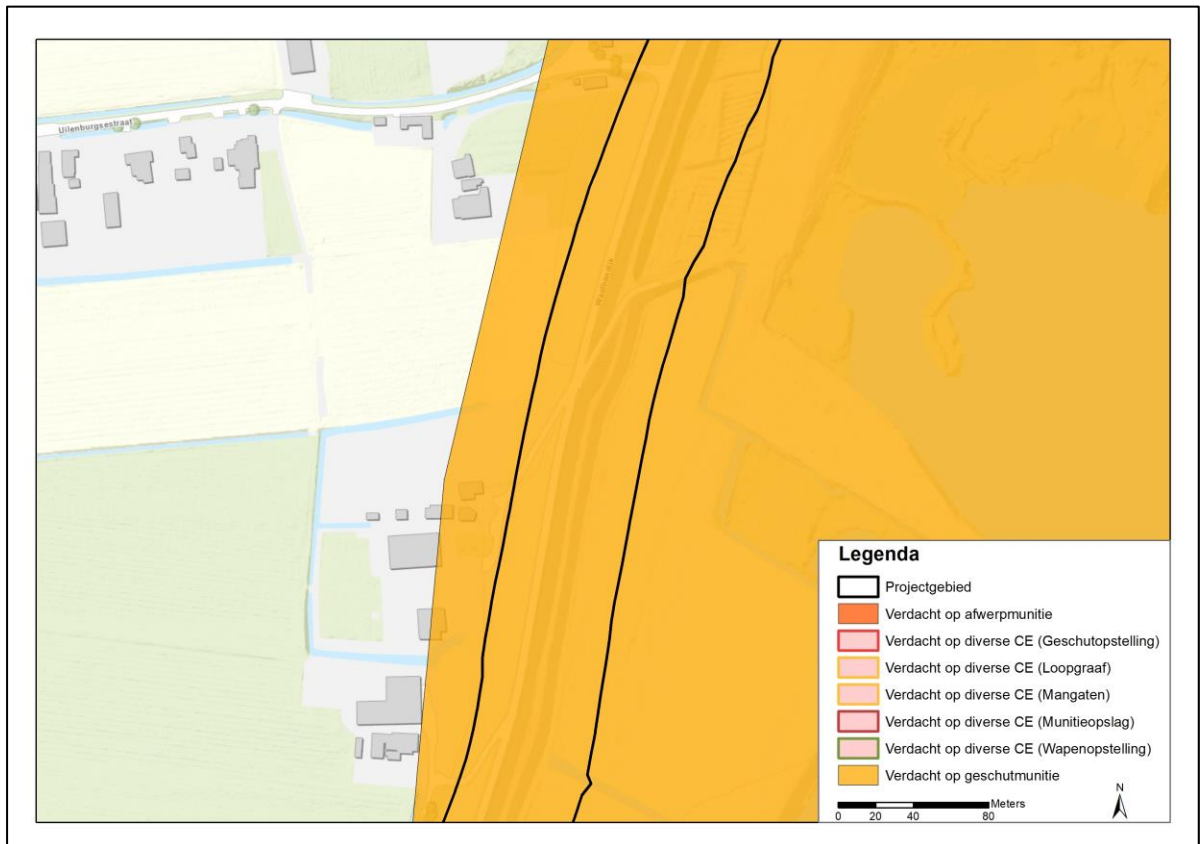
Afbeelding 14: verdacht gebied 11 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



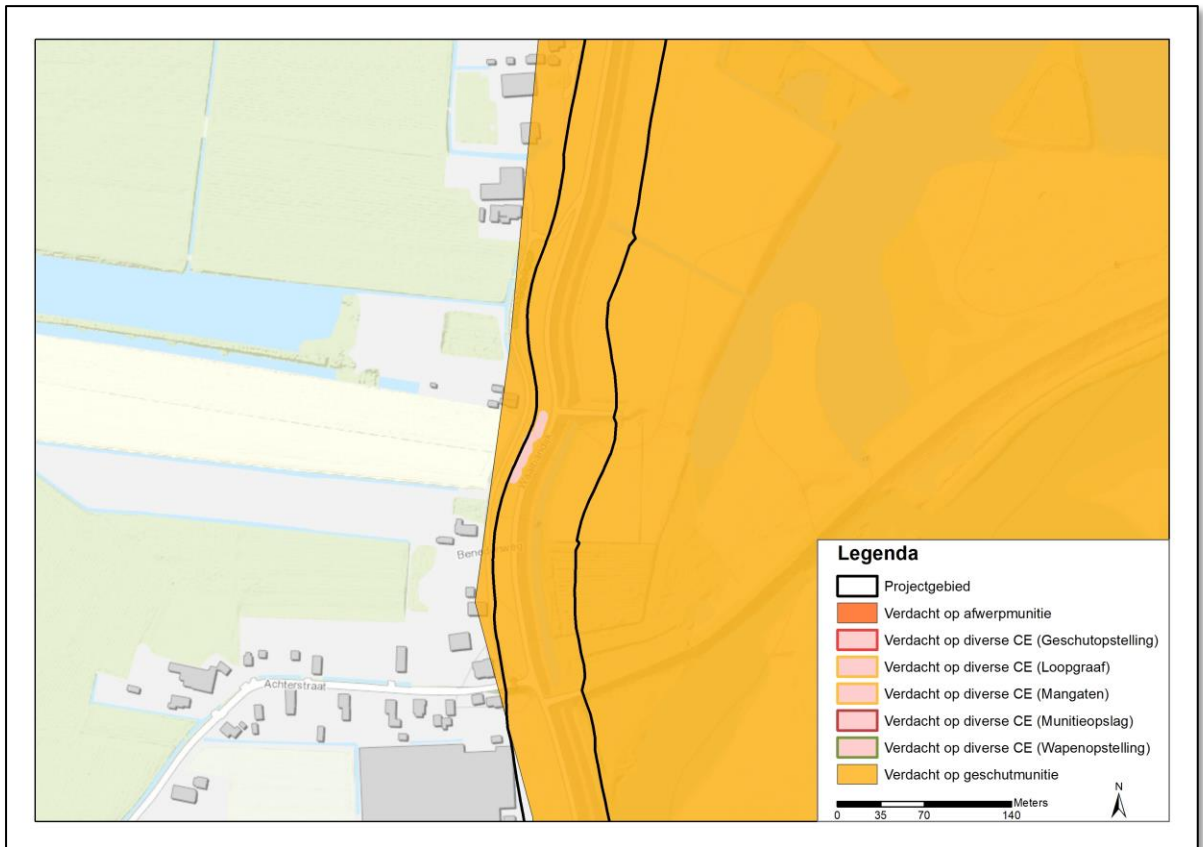
Afbeelding 15: verdacht gebied 12 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



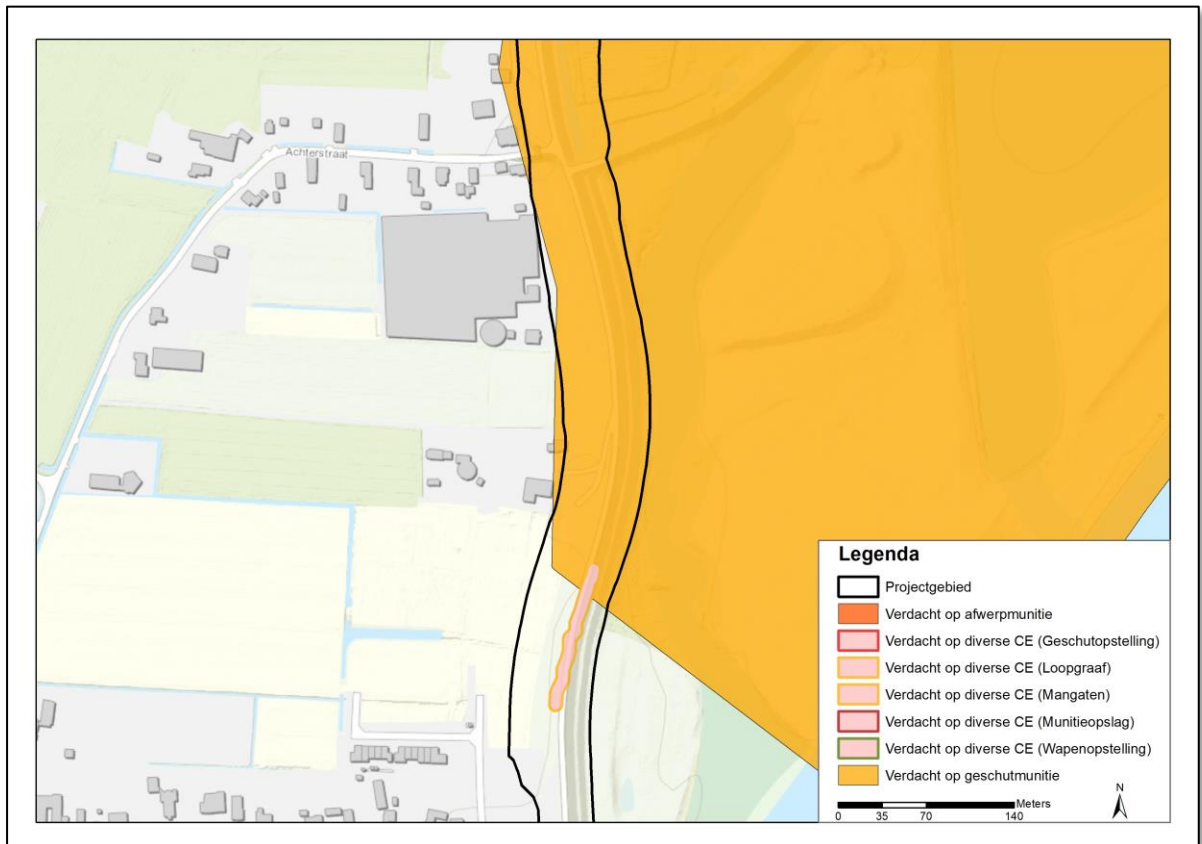
Afbeelding 16: verdacht gebied 13 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



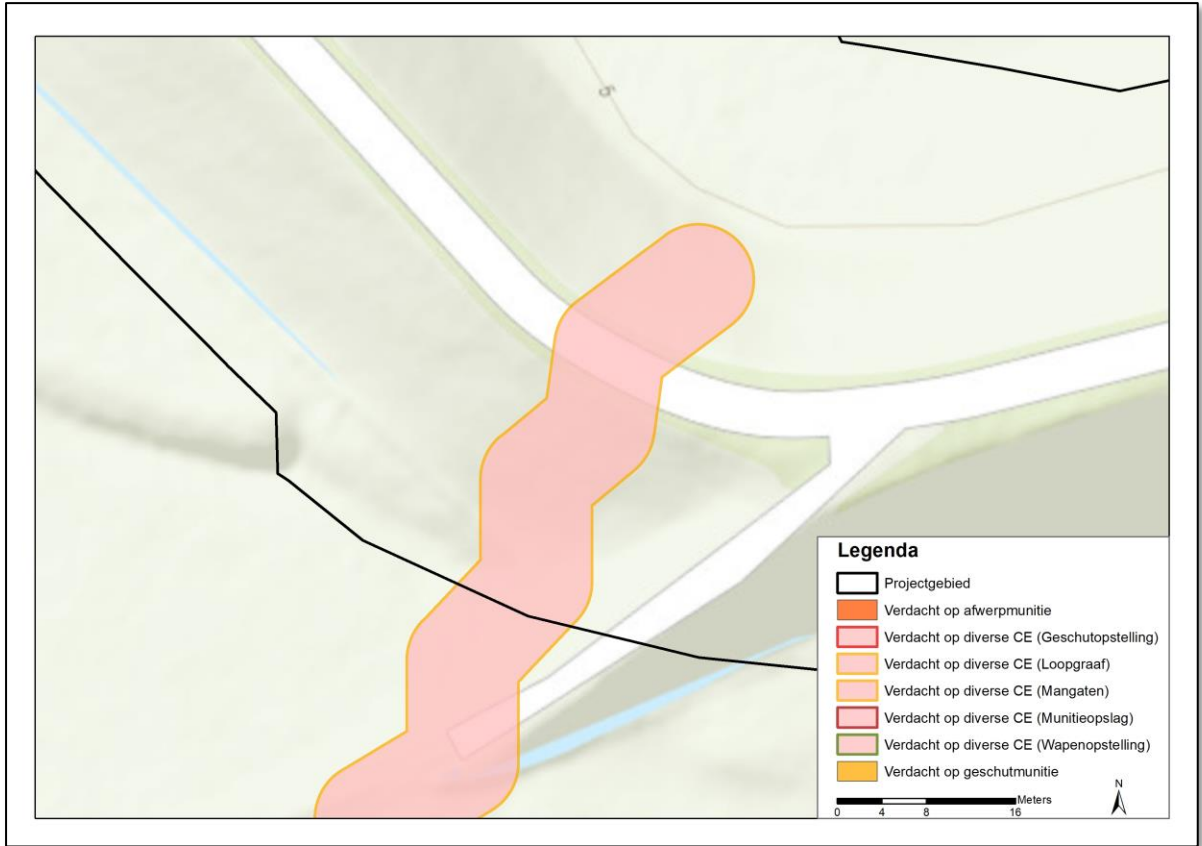
Afbeelding 17: verdacht gebied 14 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



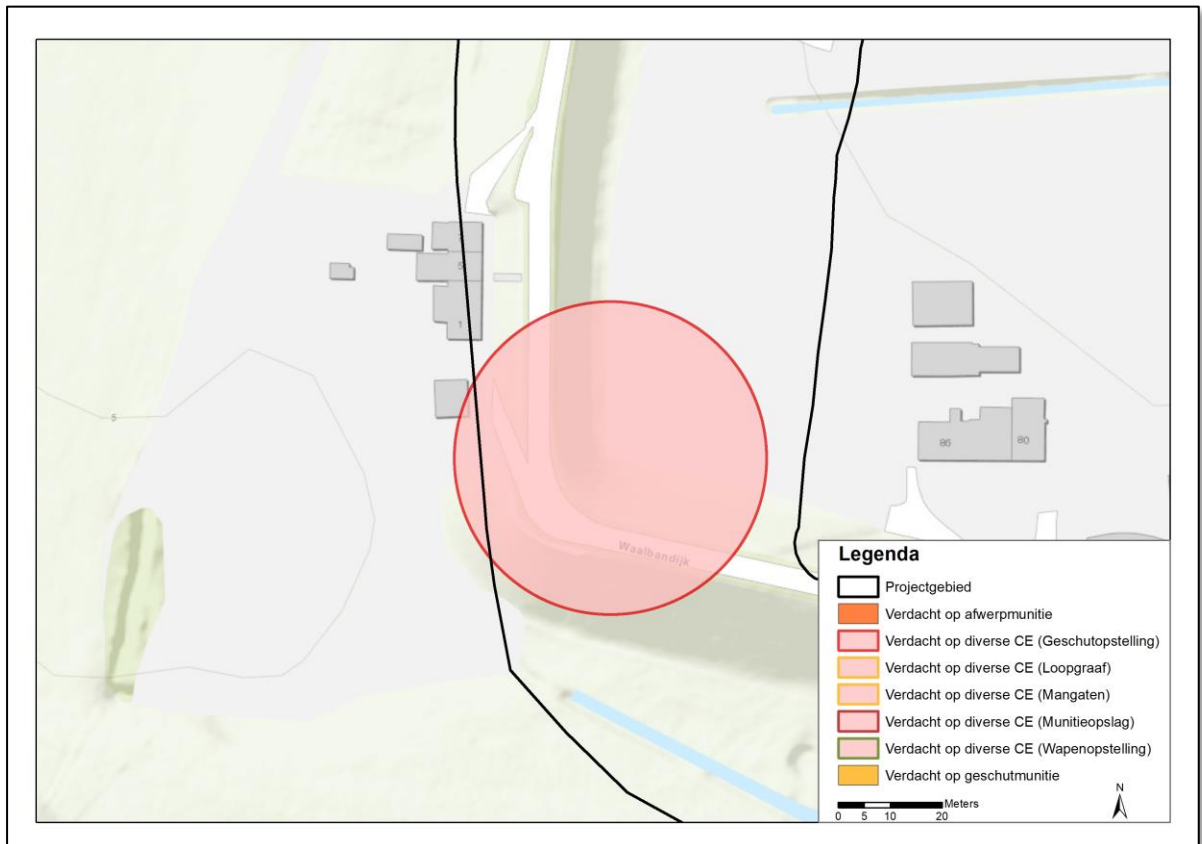
Afbeelding 18: verdacht gebied 15 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



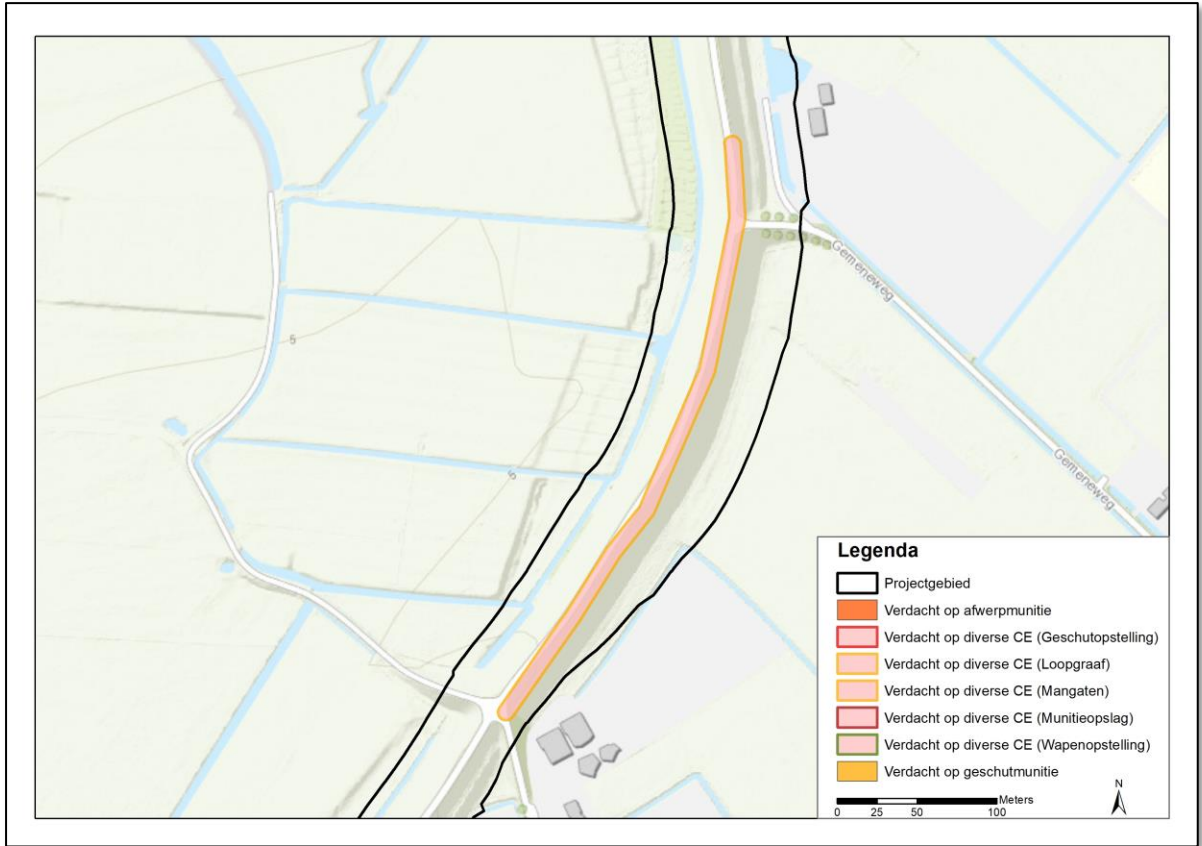
Afbeelding 19: verdacht gebied 16 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



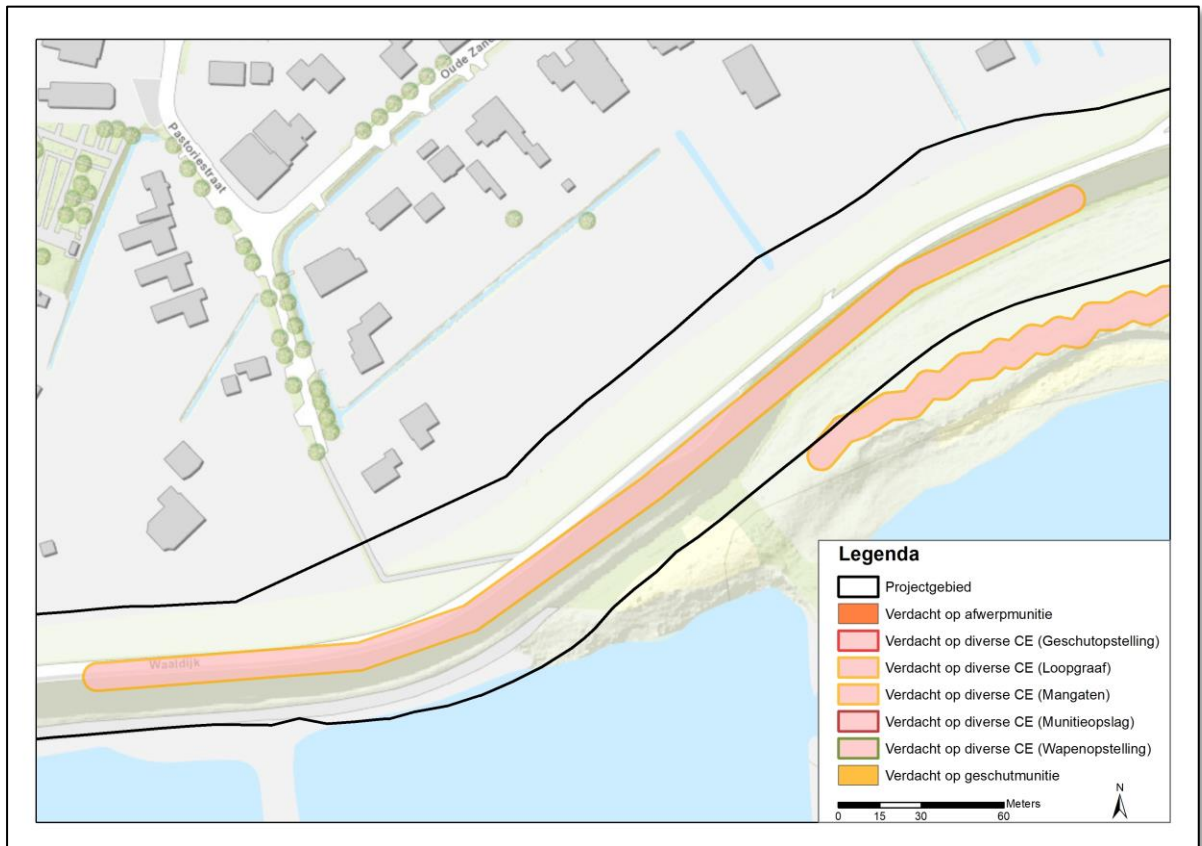
Afbeelding 20: verdacht gebied 21 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



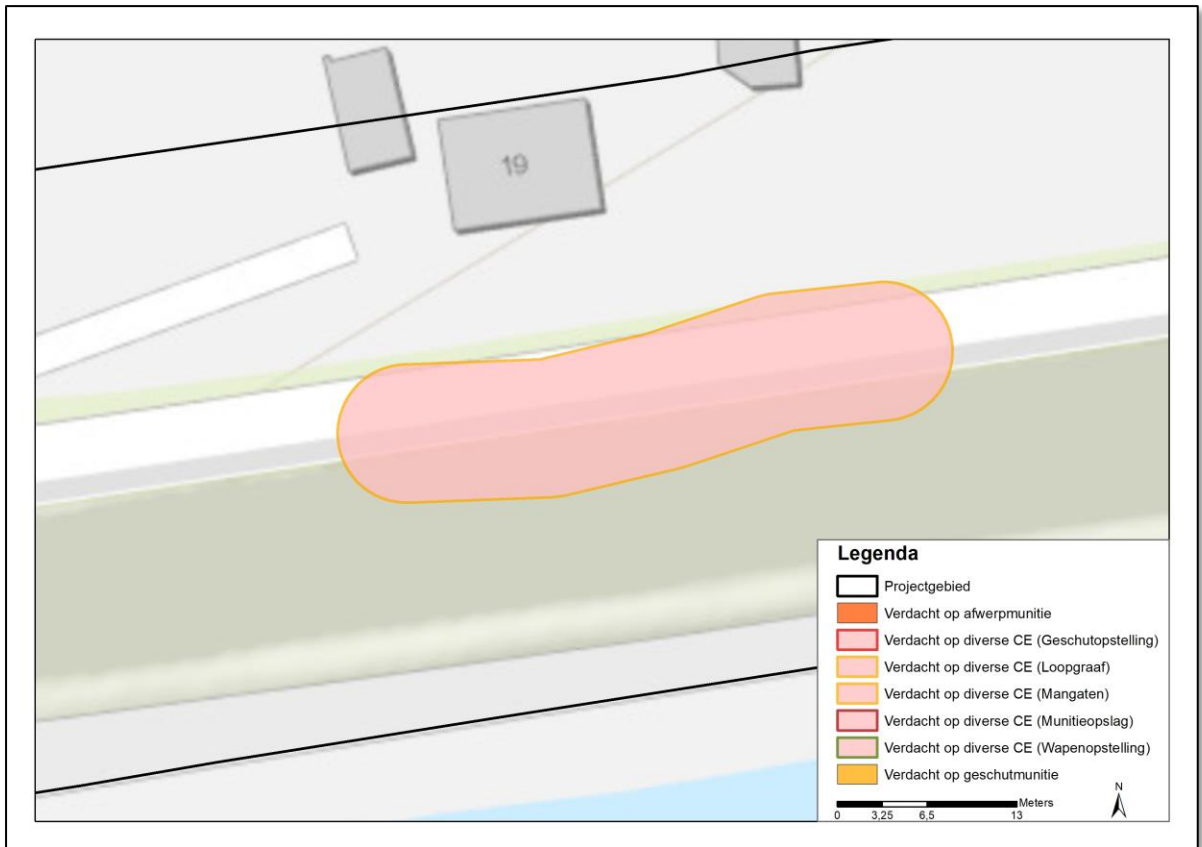
Afbeelding 21: verdacht gebied 23 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



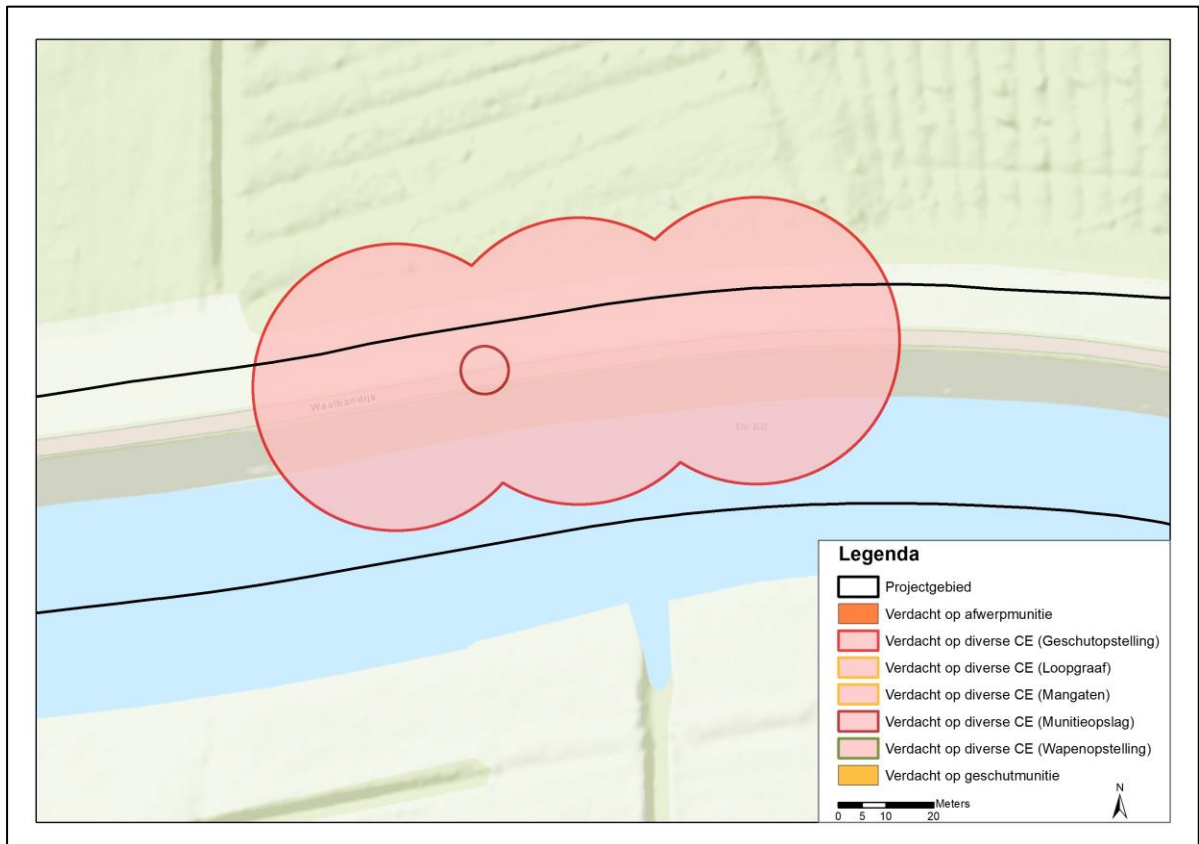
Afbeelding 22: verdacht gebied 23-24 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



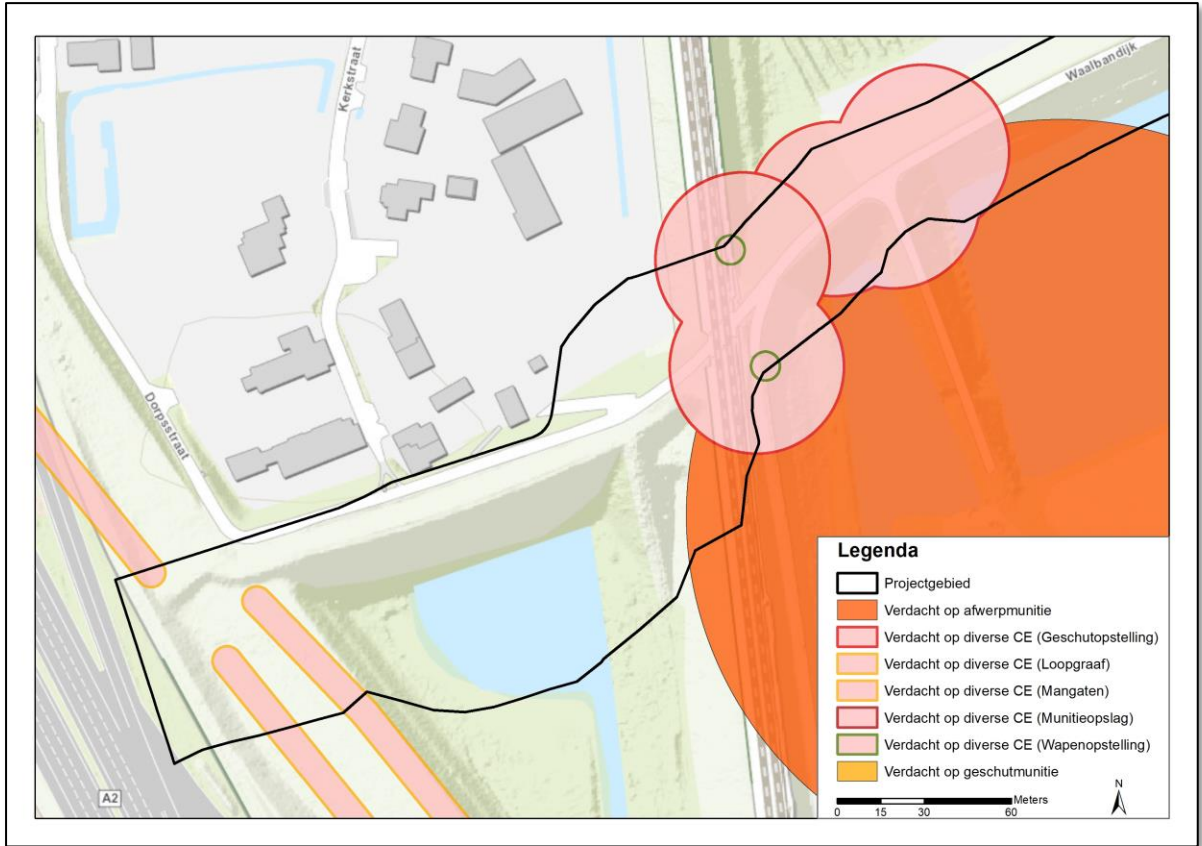
Afbeelding 23: verdacht gebied 30-31 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



Afbeelding 24: verdacht gebied 32 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



Afbeelding 25: verdacht gebied 39 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)



Afbeelding 26: verdacht gebied 41 binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" (bron: vooronderzoek)

3 ONDERZOEKSGBIED

3.1 Inleiding

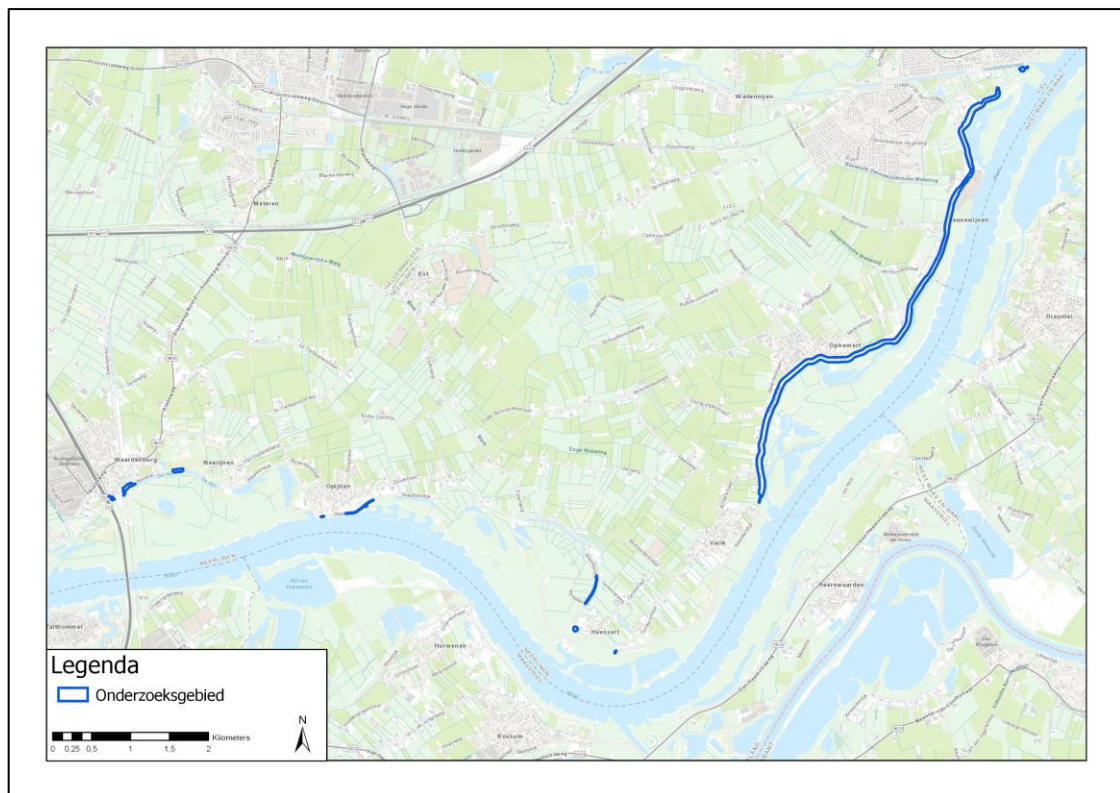
Gebieden waar na de Tweede Wereldoorlog aantoonbaar graafwerkzaamheden zijn uitgevoerd, zijn conform de richtlijnen zoals omschreven in het WSCS-OCE gedefinieerd als 'niet verdacht' tot aan de diepte waar eerder is gegraven. Voor deze gebieden geldt wel dat hierbij het uitgangspunt is dat eventueel achtergebleven CE bij eerdere graafwerkzaamheden zijn waargenomen en vervolgens verwijderd.

In dit hoofdstuk wordt voor de voorgenomen werkzaamheden, de situatie na 1945 voor wat betreft: kabels & leidingen, de bodemopbouw, archeologische en de milieukundige situatie van het projectgebied besproken. In paragraaf 3.10 wordt met behulp van een tekening per deelgebied de naoorlogse grondroerende activiteiten samengevat.

3.2 Geplande werkzaamheden binnen PRA-gebied

De geplande werkzaamheden betreffen werkzaamheden ten behoeve van de dijkverbetering. In hoofdstuk 4 worden de werkzaamheden, voor zover bekend, nader toegelicht.

Het onderzoeksgebied van deze PRA in het verdachte gebied is hieronder aangegeven.



Afbeelding 27: onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" in verdacht gebied.

Er is sprake van het kunnen aantreffen van CE in de vorm van afwerpmunitie, geschutmunitie, Klein kalibermunitie, handgranaten, geweergrenaten, munitie voor granaatwerpers, ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren.

3.3 Situatie ten tijde van de Tweede Wereldoorlog

Ten tijde van de Tweede Wereldoorlog bestaat het onderzoeksgebied uit een dijk, maar de tegenwoordige ligging c.q. breedte is anders dan tijdens de Tweede Wereldoorlog. Voor de situatie ten tijde van de Tweede Wereldoorlog wordt verwezen naar bijlage 3 'Situatiekaarten verdachte gebieden in 1945 – 2017' (losse bijlage).

3.4 Historie

Naar aanleiding van de geraadpleegde dossiers wordt de voor- en naoorlogse geschiedenis beschreven wat betreft de historie van de dijk.

3.4.1 Voor- en naoorlogse geschiedenis

De dijk Tiel-Waardenburg is buitendijks geclassificeerd als een kronkelwaarddijk. De dijk bestaat binnenwaarts uit een deel dorpsdijk bij Waardenburg en Neerijnen, uit een landgoeddijk tussen Kasteel Waardenburg en de eerste bebouwing bij Neerijnen, en een landelijke oeverwaarddijk tussen Neerijnen en Opijnen.

Hieronder wordt de naoorlogse geschiedenis van de dijk Tiel – Waardenburg beschreven, zoals deze uit historische bronnen naar voren is gekomen. Rond 1995 heeft een grootschalig dijkverzwaringproject plaatsgevonden. Voor een groot deel van het onderzoeksgebied (maar niet voor het volledige onderzoeksgebied) zijn dwarsdoorsneden bekend van de dijkverzwaring. Deze dwarsdoorsneden zijn in een aparte paragraaf hieronder getoond.

1932-1934

Het betreft hier vooroorlogse werkzaamheden ten behoeve van het verbeteren van de dijk: uitgevoerde werken tot aanzienlijke verhoging en verzwaring van het dijkvak tussen Tiel en Heesselt, alsmede de aanleg van tal van bermen aan de binnenzijde van het meer benedenstrooms gelegen dijkgedeelte⁸. Het onderhavige dijkvak is buitendijks verzwaard ten behoeve van de instandhouding van de binnendijks aanwezige bebouwing.

26 mei 1952

Herstel van de afschuiving in het buitenbeloop van de Waalbandijk te Waardenburg tussen hmp 206 en 207 voor de helft van de dijk tot 5,60 m +NAP⁹. De voormalige bovenkant (weggedeelte) van de dijk (buitenbeloop) lag op 6,70 m +NAP. Hieronder bevindt zich vaste grijs bruine klei. De dijk wordt buitenloops opgehoogd tot 8,67 m +NAP (weggedeelte) met zandhoudende klei.

Over de samenstelling van dit dijkgedeelte wordt het volgende vermeld:

In het dijklichaam bevindt zich een zeer homogene kern van grijsbruine klei en, in tegenstelling daarmee, varieert de specie van het afgeschoven dijkgedeelte van vette klei tot zuiver zand, waarbij bovendien op 1,20 m à 1,30 m onder de dijk kruin een geheel intact gelaten verharding van een voormalige grindweg werd aangetroffen.

Hieruit blijkt dat het dijklichaam door herhaaldelijk verzwaren en verhogen op de huidige afmetingen is gebracht en dat de homogene kern zo niet als de oorspronkelijke dan toch als een lang tevoren opgeworpen waterkering moet worden aangemerkt.

Bij het herstellen van de dijk werd de voormalige grindweg verwijderd.

Op 40 m stroomopwaarts van de afschuiving werd de voormalige weg op ongeveer dezelfde hoogte eveneens aangetroffen.

1969

Plannen van het Polderdistrict Nederbetuwe voor dijkverzwaring van de Waalbandijk ten westen van het gedeelte gelegen tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en de Haven te Tiel¹⁰. Het betreft het gebied tussen hmp 201-207, hmp 208 – 214. Op de bijgevoegde tekeningen staat in rood 'voorlopige nieuwe teen van de dijk'. Het betreft een binnendijkse ophoging. Het maaiveld bevindt zich binnendijks op gemiddeld 6,00 m +NAP.

De gemeente Tiel geeft aan dat de weg, die parallel loopt aan de dijk vanaf hm 207,75 t/m hm 205,15 kan vervallen, mits een goede niet te steile afrit wordt aangebracht vanaf de dijk naar het wegje dat naar de vuilnisbelt loopt (nabij hm 205,30). Voor de ontsluiting van de belt zal nog een oprit moeten worden aangebracht, ongeveer nabij punt hm 201.

1970

Plan voor dijkverbetering van de bandijk lopende van de bij de binnenkruinlijn aansluitende afweg naar de Westluidenstraat in de kern Tiel tot de kruising van Rijksweg 2 te Waardenburg.

⁸ RAR, toeg. nr. 402 Gemeentebestuur Tiel 1946-1985, inv. nr. 484

⁹ RAR, toeg. nr. 0481 Polderdistrict Tielwaard 1939 – 1982, inv. nr. 1136

¹⁰ RAR, toeg. nr. 402 Gemeentebestuur Tiel 1946-1985, inv. nr. 484

De lengte van dit dijkgedeelte betreft ca. 20,3 km¹¹. De dijkhoogte is geprojecteerd op 0,50 m boven de maatgevende hoogwaterstand (M.H.W.), welke zal optreden bij een afvoer van de Rijn bij Lobith van 18.000 m³/sec.

Het plan voorziet in het geheel of gedeeltelijk dichten van kolken en watergangen tot op een afstand van ca. 30 m uit de toekomstige binnenteen, alsmede in de verwijdering van de in het bestaande dijklichaam en de binnen de toekomstige binnen- en buitenteen aanwezige bebouwing.

1994

Begin februari zijn er net als in 1989 opnieuw afschuivingen geweest van de dijk gelegen langs het Inundatiekanaal te Tiel¹². Er zijn wederom herstelwerkzaamheden uitgevoerd aan het wegdek door de gemeente Tiel zonder dat het Waterschap hiervan zelfs in kennis was gesteld. Het betreft de Inundatiedijk Zuid te Tiel (buiten het onderzoeksgebied).

1995

Rond 1995 heeft een grootschalige dijkverzwaring plaatsgevonden.

De landgoeddijk is bij de dijkversterking in 1995 aan zowel het landgoed aan de binnenzijde als in de Uiterwaarden deels met kistdammen versterkt. Dit heeft ter plaatse van kasteel Waardenburg en bij de zichtas van Kasteel Neerijnen plaatsgevonden. Om te voorkomen dat de dijk de Kil aan de buitenzijde zou raken is in het buitentalud over de hele lengte ook een spijkerwand opgenomen.

Het kasteel met gracht mocht niet worden aangetast net als een aantal monumentale gebouwen en de Molen. De Molen is bij de vorige dijkversterking opgevijseld om zo het molenbiotop te behouden die door een hogere dijk werd aangetast. Het witte huisje bij de molen (Gasthuisstraat 22) is bij de dijkversterking gesloopt en na een gerechtelijke procedure is het huisje in 1995 weer terug gebouwd.

Voor de dijkversterking van 1995 was de kruin van de landgoeddijk nog een autoweg, door de dijkversterking is de kruin van de dijk smal gemaakt en is de autoweg verdwenen. De landgoeddijk is alleen nog toegankelijk voor (brom)fietsers en voetgangers.

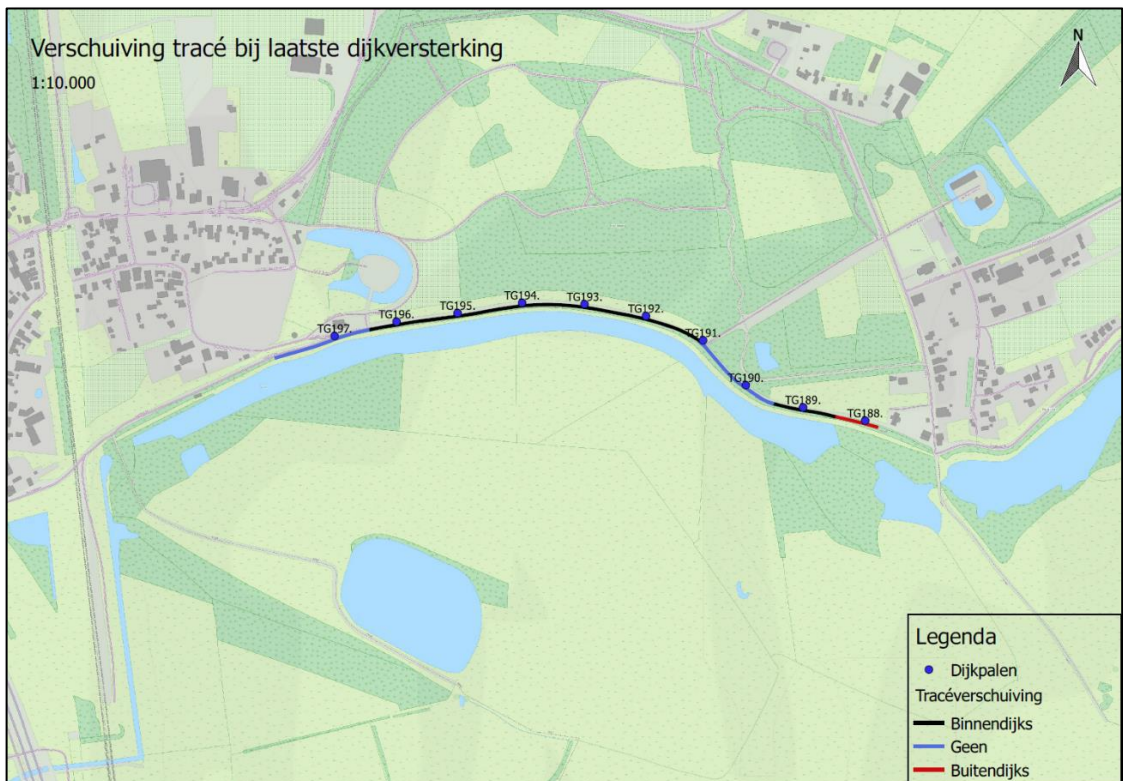
In onderstaande afbeeldingen zijn de locaties van de kistdammen en spijkerwand getoond en de lichte verschuivingen van het dijktracé bij de landgoeddijk Waardenburg – Neerijnen.

¹¹ RAR, toeg. nr. 402 Gemeentebestuur Tiel 1946-1985, inv. nr. 484; RAR, toeg. nr. 2137 Gemeentebestuur Ophemert 1942 – 1977, inv. nr. 79

¹² RAR, toeg. nr. 1577 Gemeentebestuur Tiel 1995 – 2004, inv. nr. 353



Afbeelding 28: Locaties van kistdammen en spijkerwand



Afbeelding 29: Verschuivingen dijktracé 1995 landgoeddijk Waardenburg - Neerijnen

1996

Aanschrijving van het Polderdistrict Betuwe aan de gemeente Tiel¹³ dat de illegaal aangebrachte grond op het binnentalud van de Waalbandijk tussen hmp (N) 203,00 en 204,00 dient te worden verwijderd en de oorspronkelijke taludbekleding dient te worden aangebracht.

2017***Buitendijks gebied***Waardmanshuis

In de Rijswaard heeft dicht tegen de rivier een Waardmanshuis gestaan, een opzichtershuis van de uiterwaard. Het huis is vervallen geraakt en gesloopt, de terp waarop het huis stond, is nog wel aanwezig. De plas die zich in de Rijswaard bevindt is vermoedelijk een zandwinput voor de aanleg van de A2.

Oude steenfabriek

De waterpartij in de knik van de dijk tussen Neerijnen en Opijnen is een winput voor de voormalige steenfabriek bij Opijnen, nu het Bitumarinterrein. Het terrein heeft nu een bedrijfsbestemming. Er zijn initiatieven geweest om het terrein van de oude steenfabriek bij Opijnen te ontwikkelen. Op dit moment zijn er geen concrete plannen van de eigenaar zijn om woningen te ontwikkelen op het terrein. Wel bestaat er al een beeldkwaliteitsplan voor woningbouw op de locatie.

Stroomlijn

In het kader van het project Stroomlijn van Rijkswaterstaat is vrij recent in de Rijswaard enkele bebossing weggehaald en hagen toegevoegd om het doorstroomprofiel van de rivier gladder te maken.

Binnendijks gebiedLandgoed

Het landgoed heeft een grote recreatieve functie. Er is een uitgebreid padenstelsel binnen het landgoedpark dat verbonden is aan de dijk en routes door de Uiterwaarden. De moestuinen behorende bij het landgoed genieten landelijke bekendheid. Daarnaast komen mensen voor de bijzondere botanische waarden die het landgoed bezit, zoals de stinzenflora en paddenstoelen.

De molen op de dijk is eigendom van Gelders Landschap en Kastelen. Veranderingen in een straal van 0-400 meter rond de molen kunnen effect hebben op de windvang van de molen.

3.4.2 Dijkverzwaringproject 1995

Rond 1995 heeft een grootschalige dijkverzwaring plaatsgevonden. In onderstaande afbeeldingen zijn per verdacht dijkvak de dwarsprofielen weergegeven met de ophoog- en afgraafwerkzaamheden die in de bestekken zijn vermeld.

Van de dijkvakken 01 t/m 07 zijn geen dwarsprofielen bekend. Het betreft het gebied van de Waalbandijk (Hermoesestraat) tot Ophemersedijk (Inundatiedijk Zuid). Ook van het dijkvak 21 zijn geen dwarsprofielen bekend. De exacte werkzaamheden die daar aan de dijk hebben plaatsgevonden zijn niet bekend¹⁴.

Van de overige dijkvakken zijn hieronder de dwarsprofielen getoond. De werkzaamheden die zijn uitgevoerd betreffen:

- Aan te vullen kernklei/afdekklei;
- Af te graven klei;
- Af te roven teelaarde, dik 0,30 m;
- Aan te vullen kleigrond;
- Aan te vullen zand;
- Wegfundering.

¹³ RAR, toeg. nr. 1577 Gemeentebestuur Tiel 1995 – 2004, inv. nr. 353

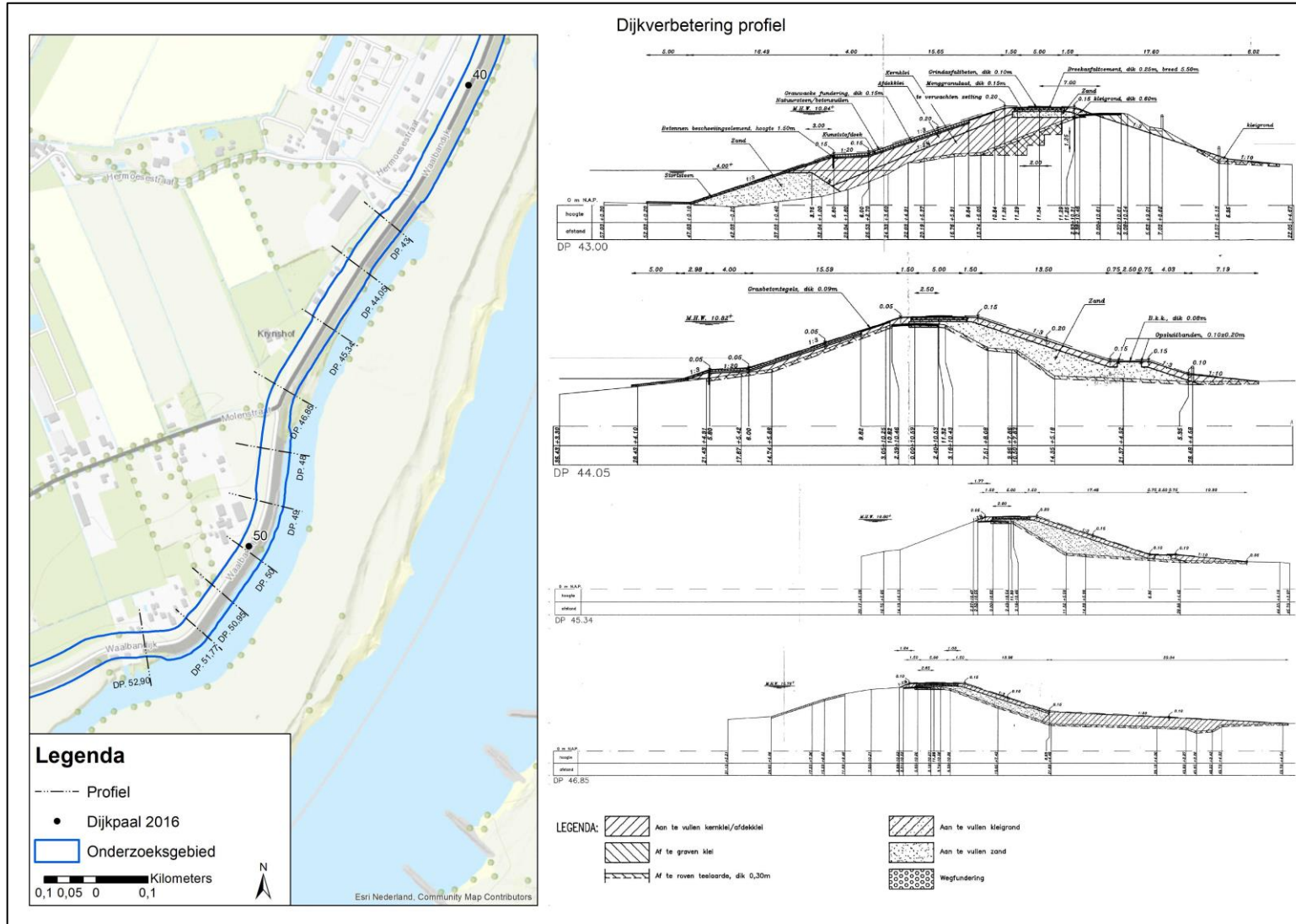
¹⁴Oude tekeningen bestek Tiel Belluve-Ophemert TG000-TG076\430410.B02 WT-14-5 BEstekstekeningen.pdf

Dijkvakken 01 t/m 07



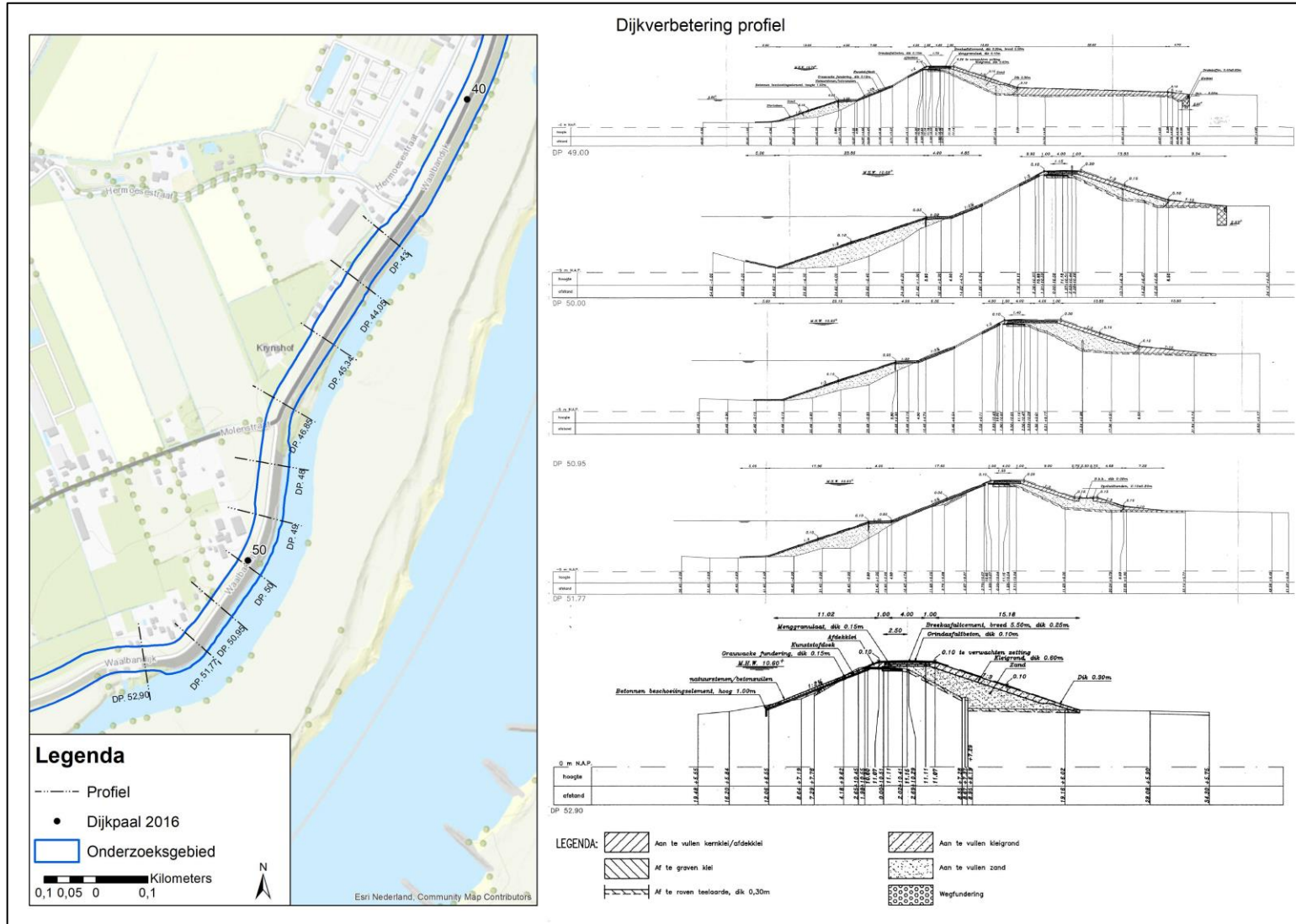
Afbeelding 30: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 01 t/m 07

Dijkvak 08 en 09



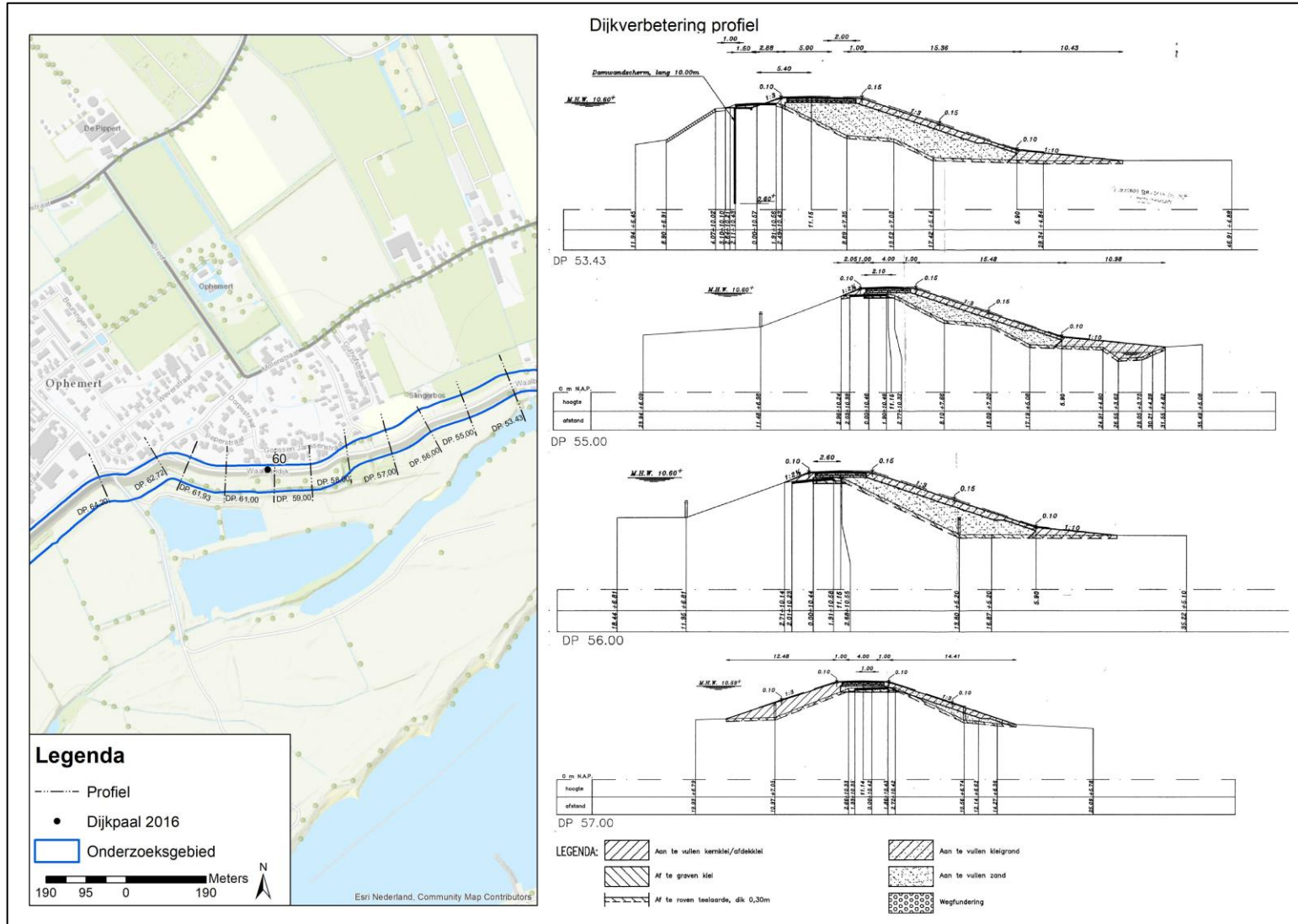
Afbeelding 31: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 08 en 09

Dijkvak 08 en 09 (vervolg)



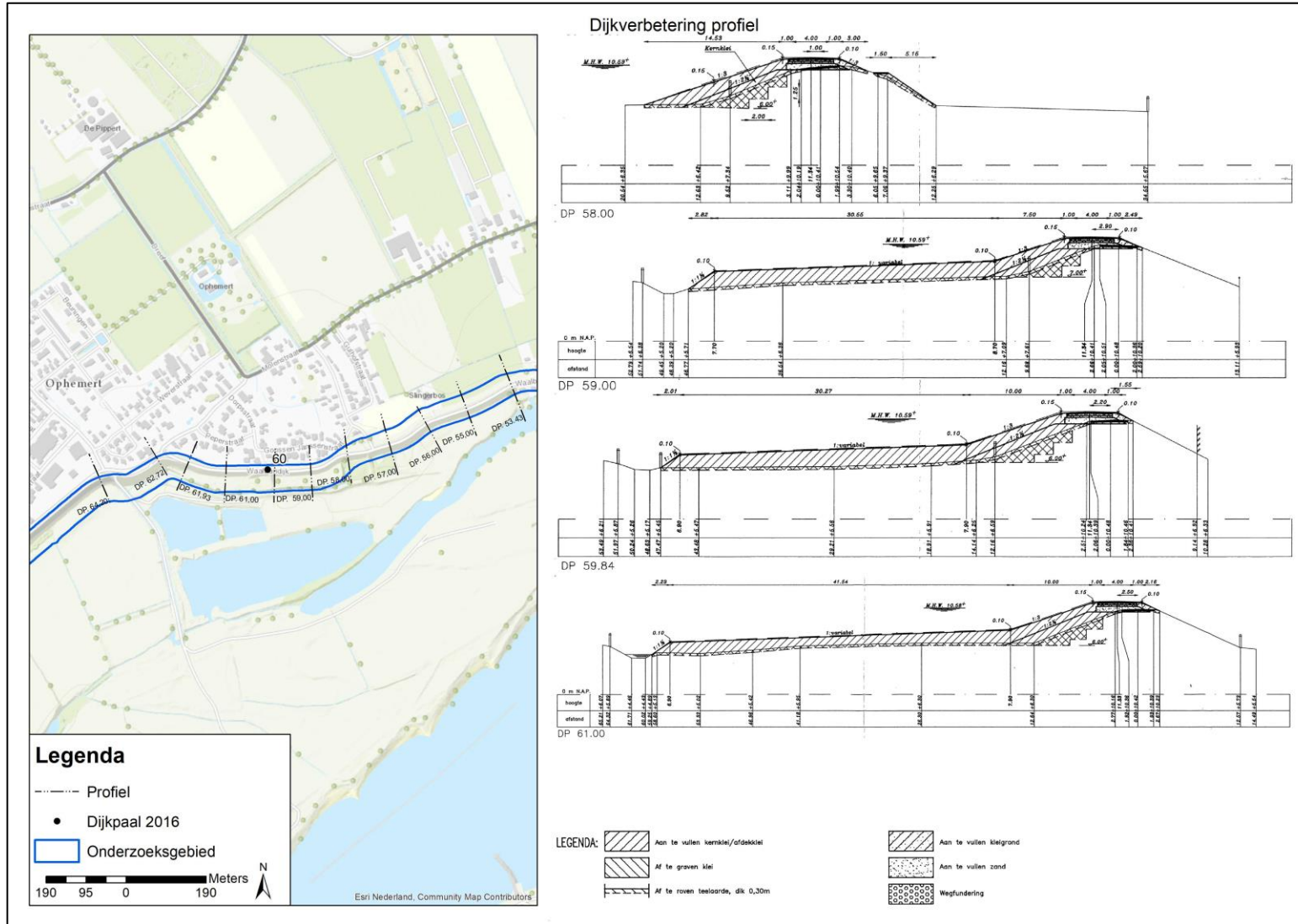
Afbeelding 32: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 08 en 09 (vervolg)

Dijkvak 10 en 11



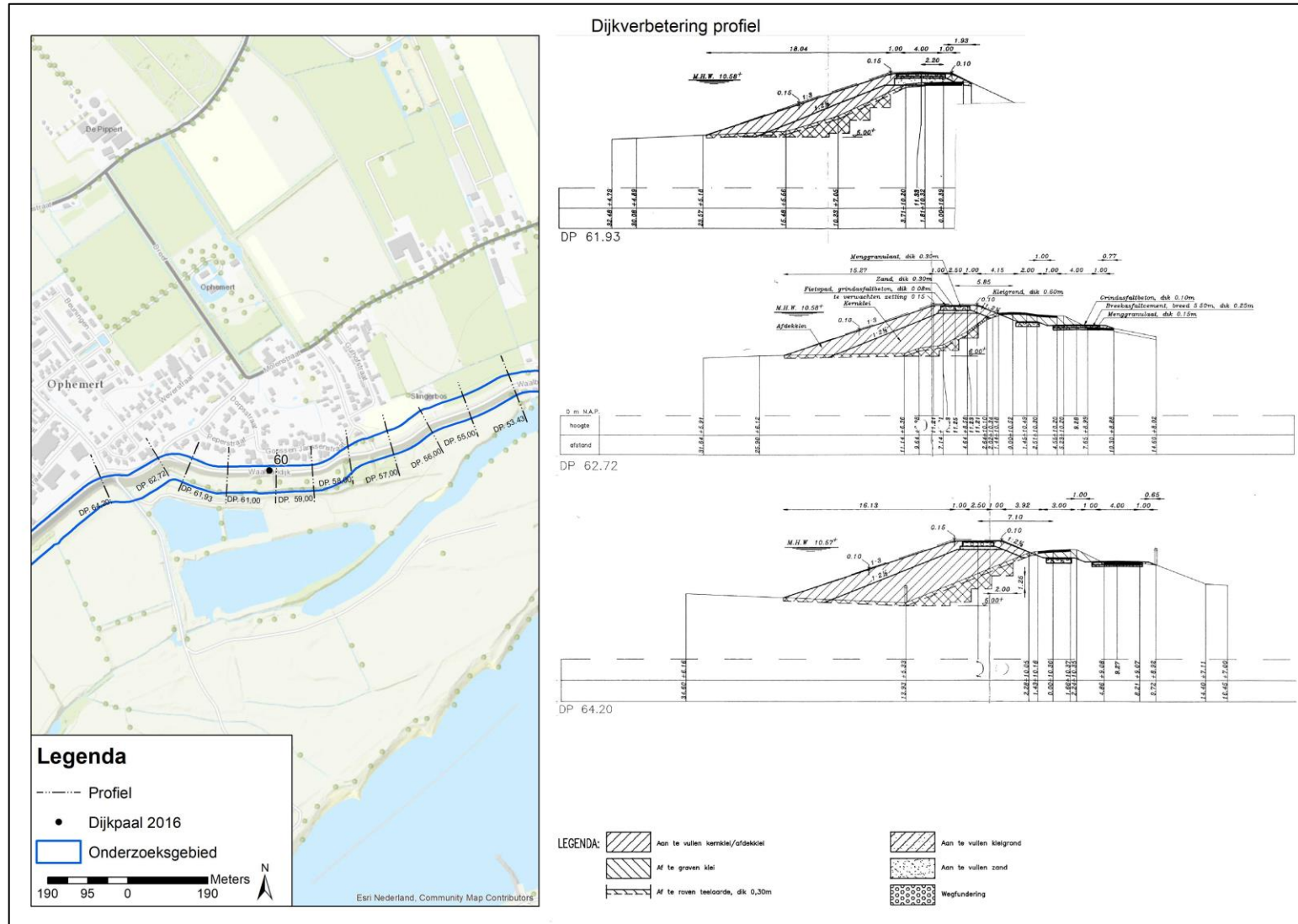
Afbeelding 33: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 10 en 11

Dijkvak 10 en 11 (vervolg)



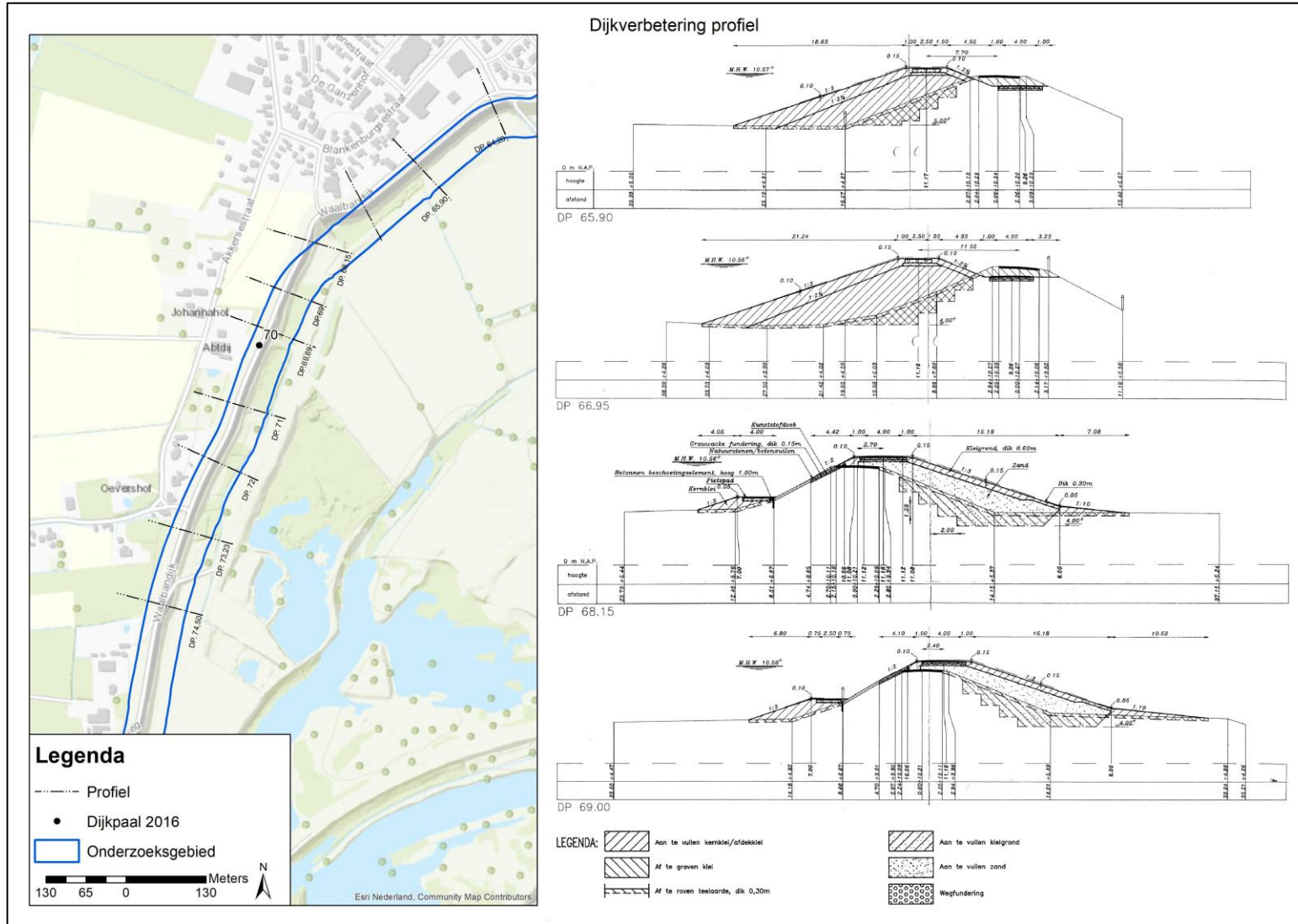
Afbeelding 34: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 10 en 11 (vervolg)

Dijkvak 10 en 11 (vervolg)



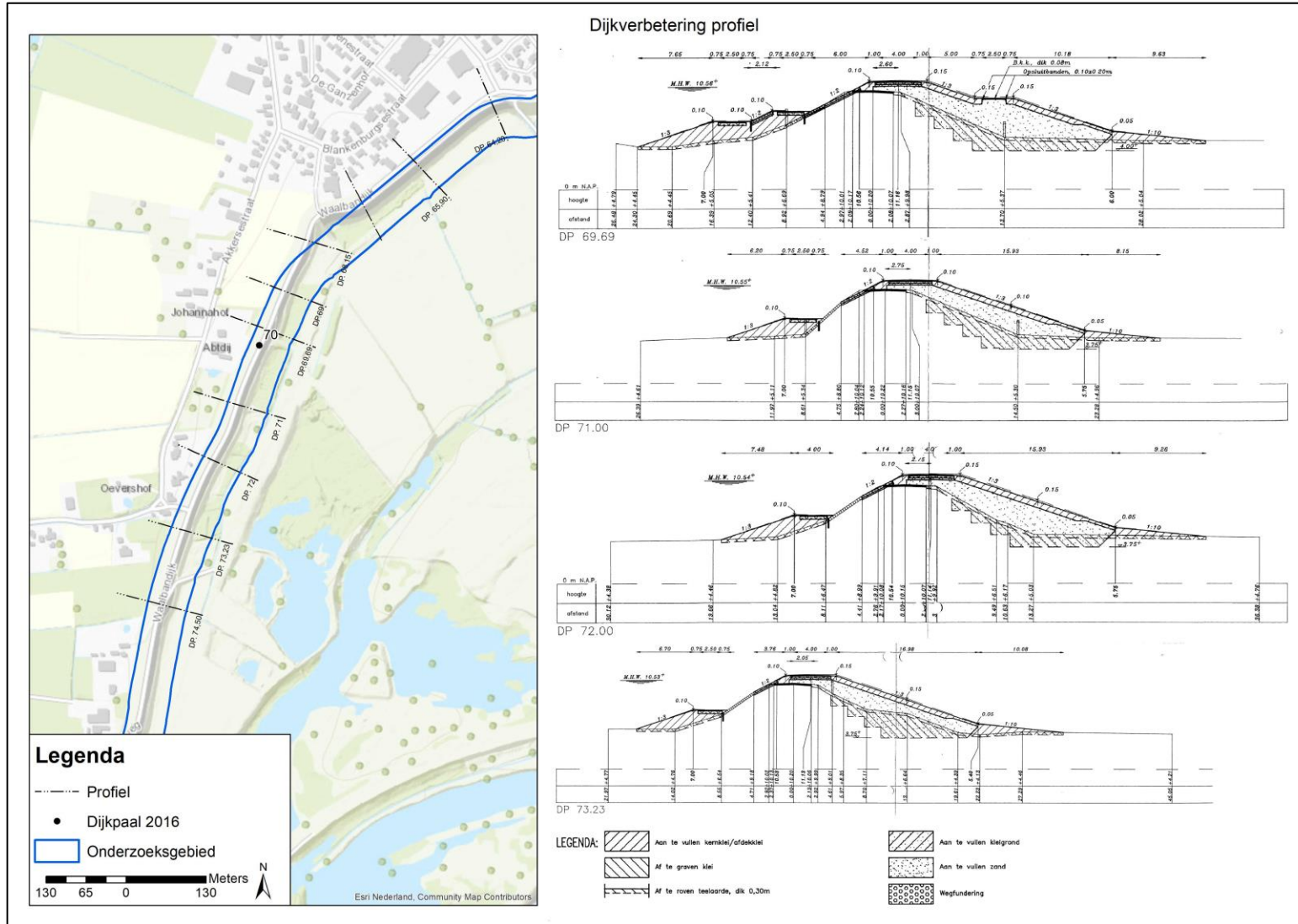
Afbeelding 35: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 10 en 11 (vervolg)

Dijkvak 12 t/m 14



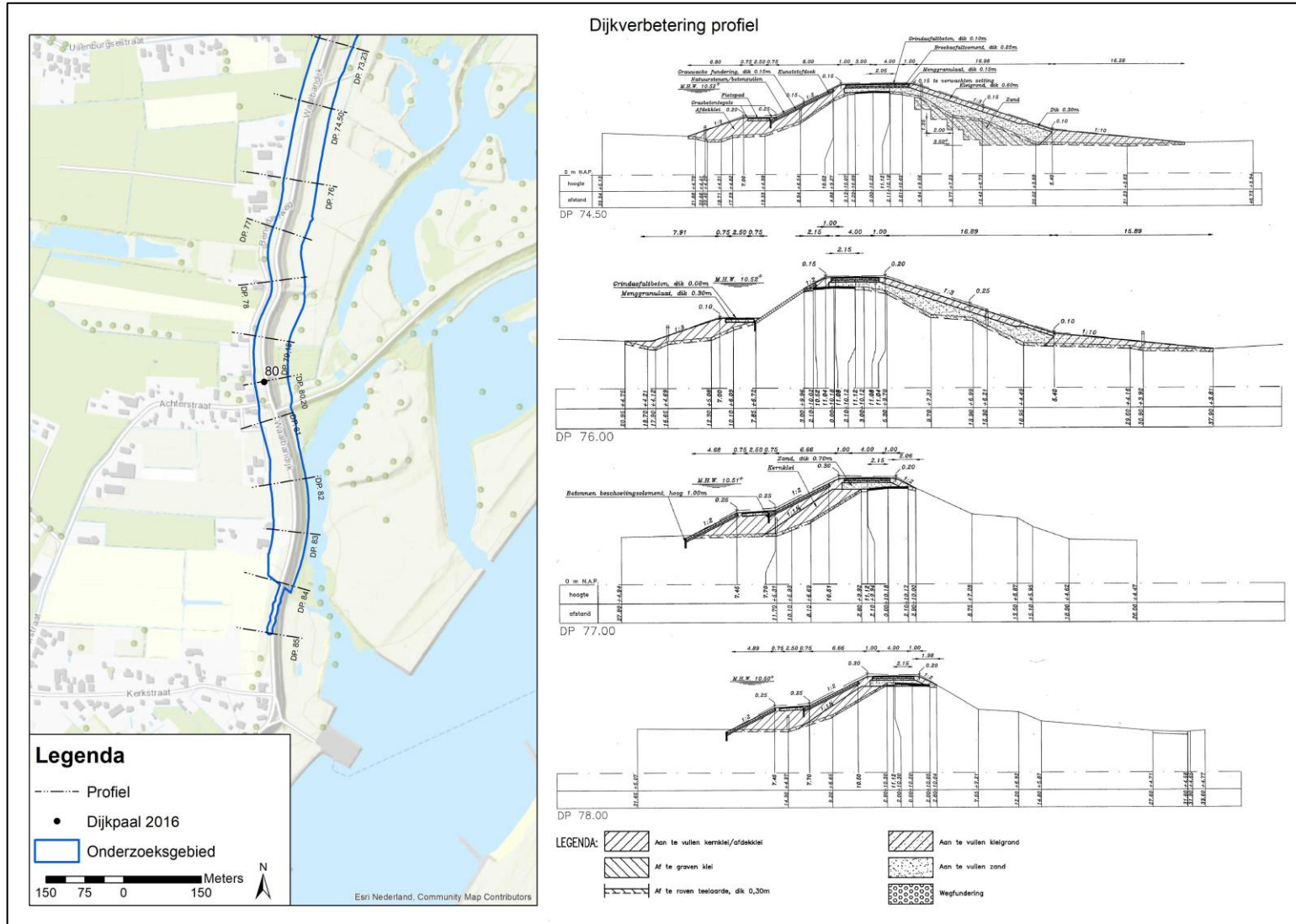
Afbeelding 36: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 12 t/m 14

Dijkvak 12 t/m 14 (vervolg)



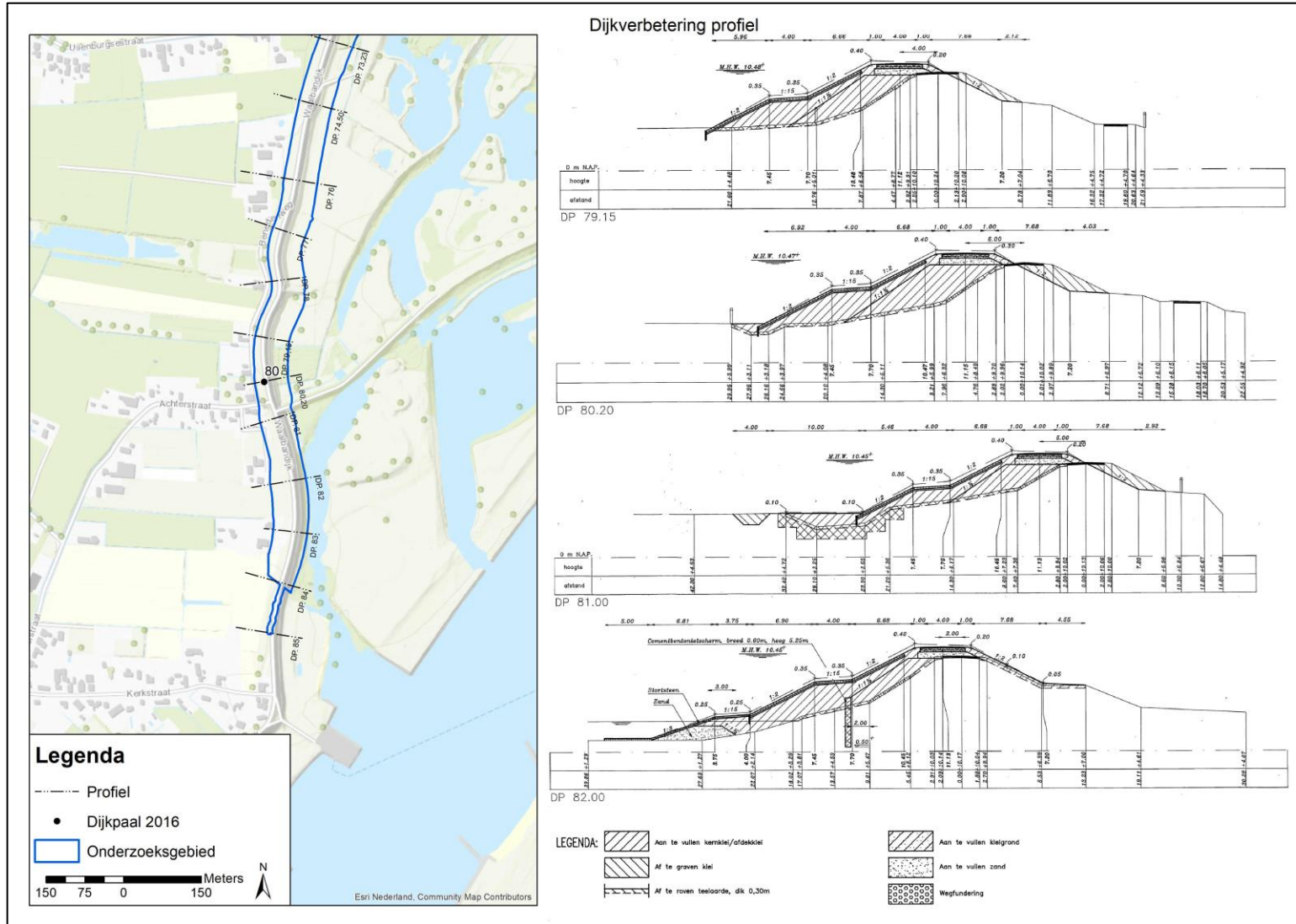
Afbeelding 37: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 12 t/m 14 (vervolg)

Dijkvak 15 en 16



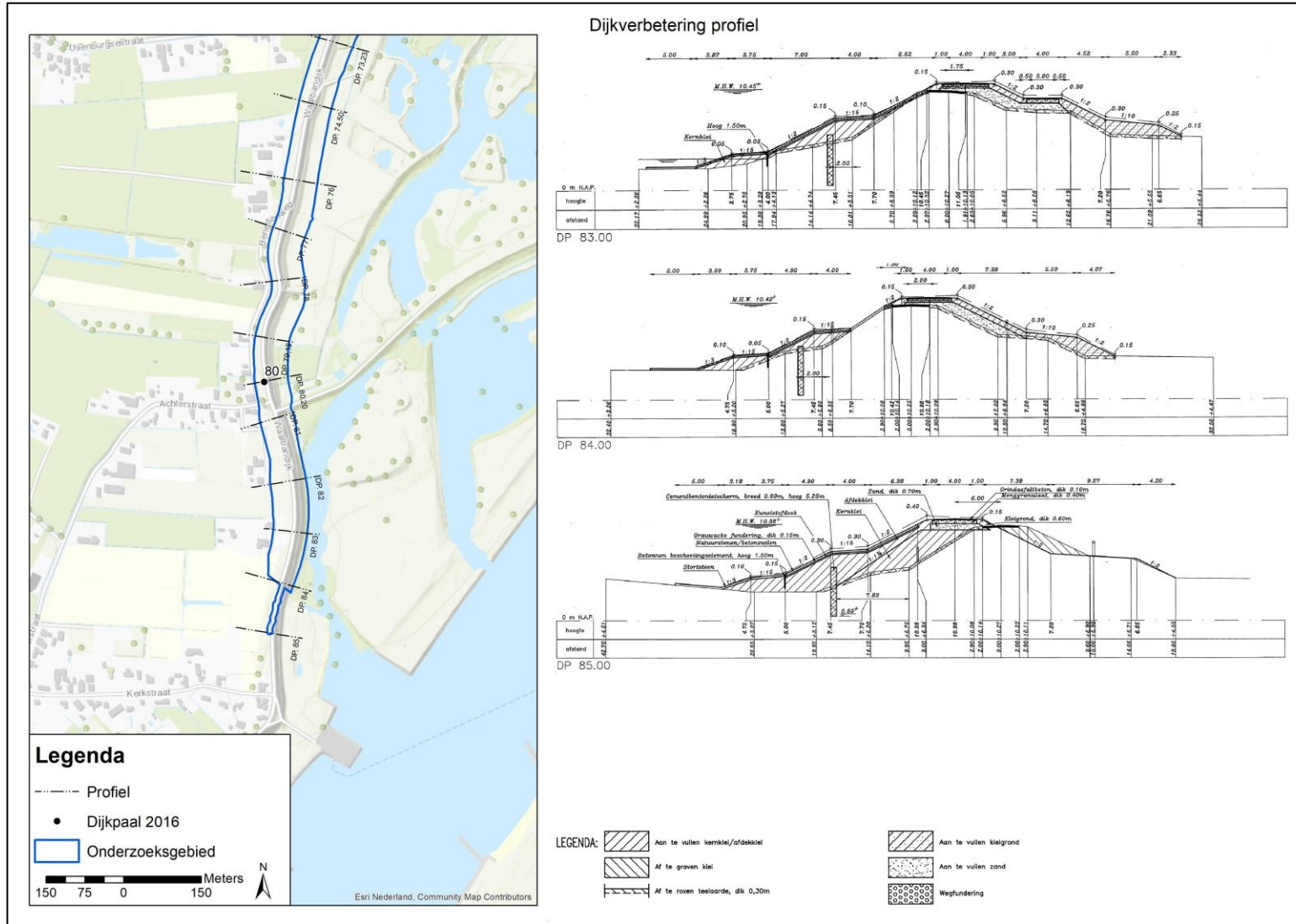
Afbeelding 38: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 15 en 16

Dijkvak 15 en 16 (vervolg)



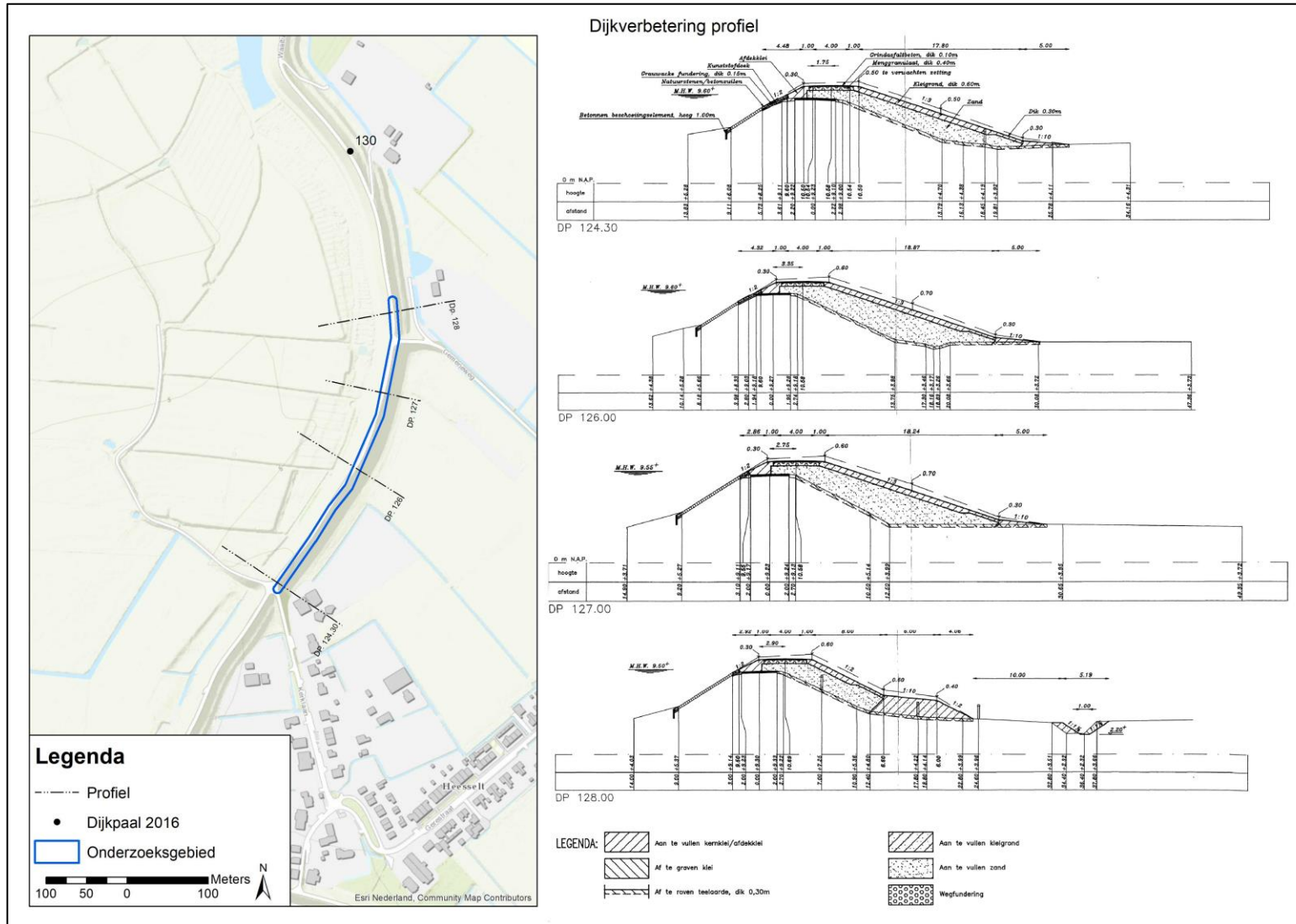
Afbeelding 39: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 15 en 16 (vervolg)

Dijkvak 15 en 16 (vervolg)



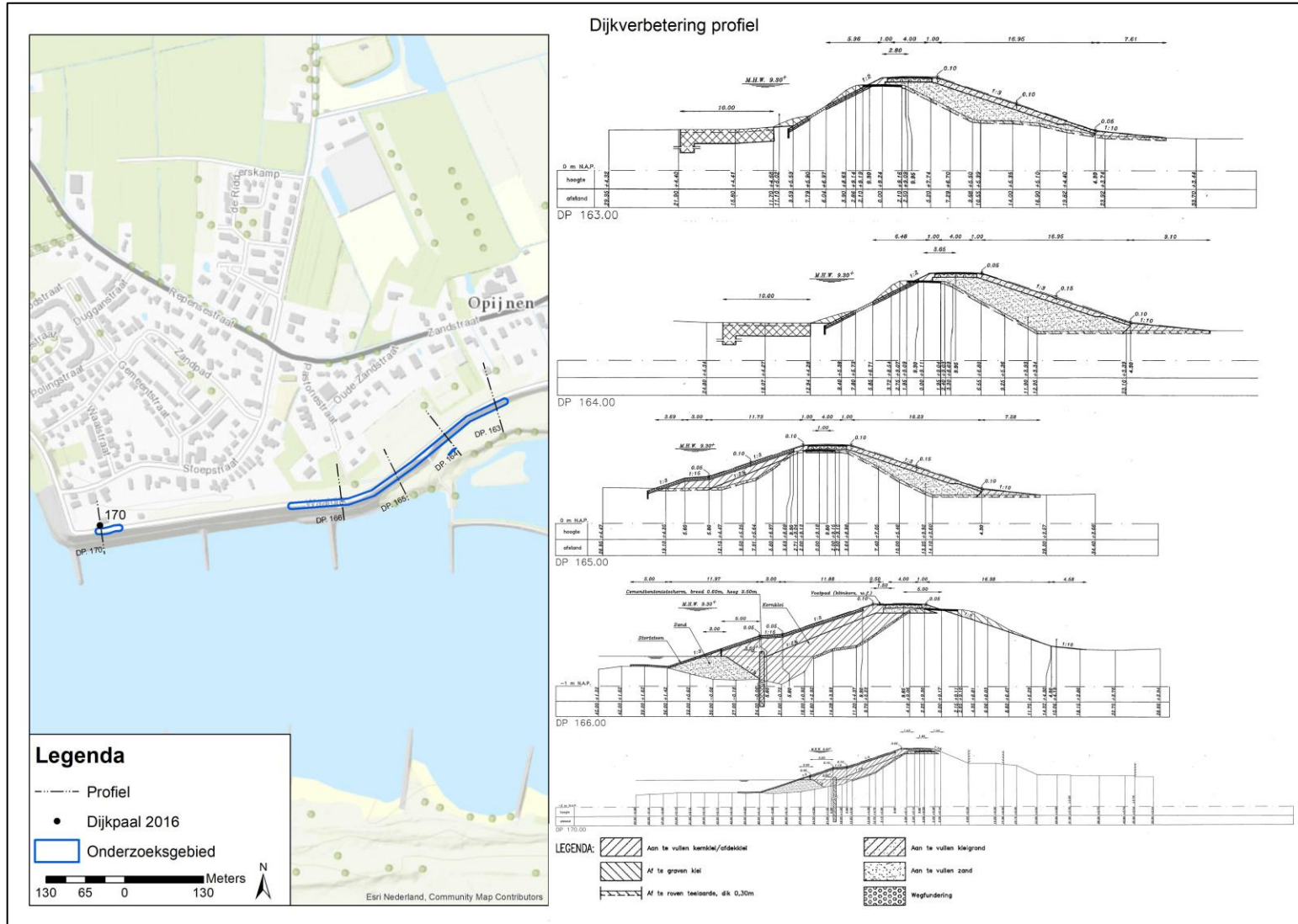
Afbeelding 40: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 15 en 16

Dijkvak 23 en 24



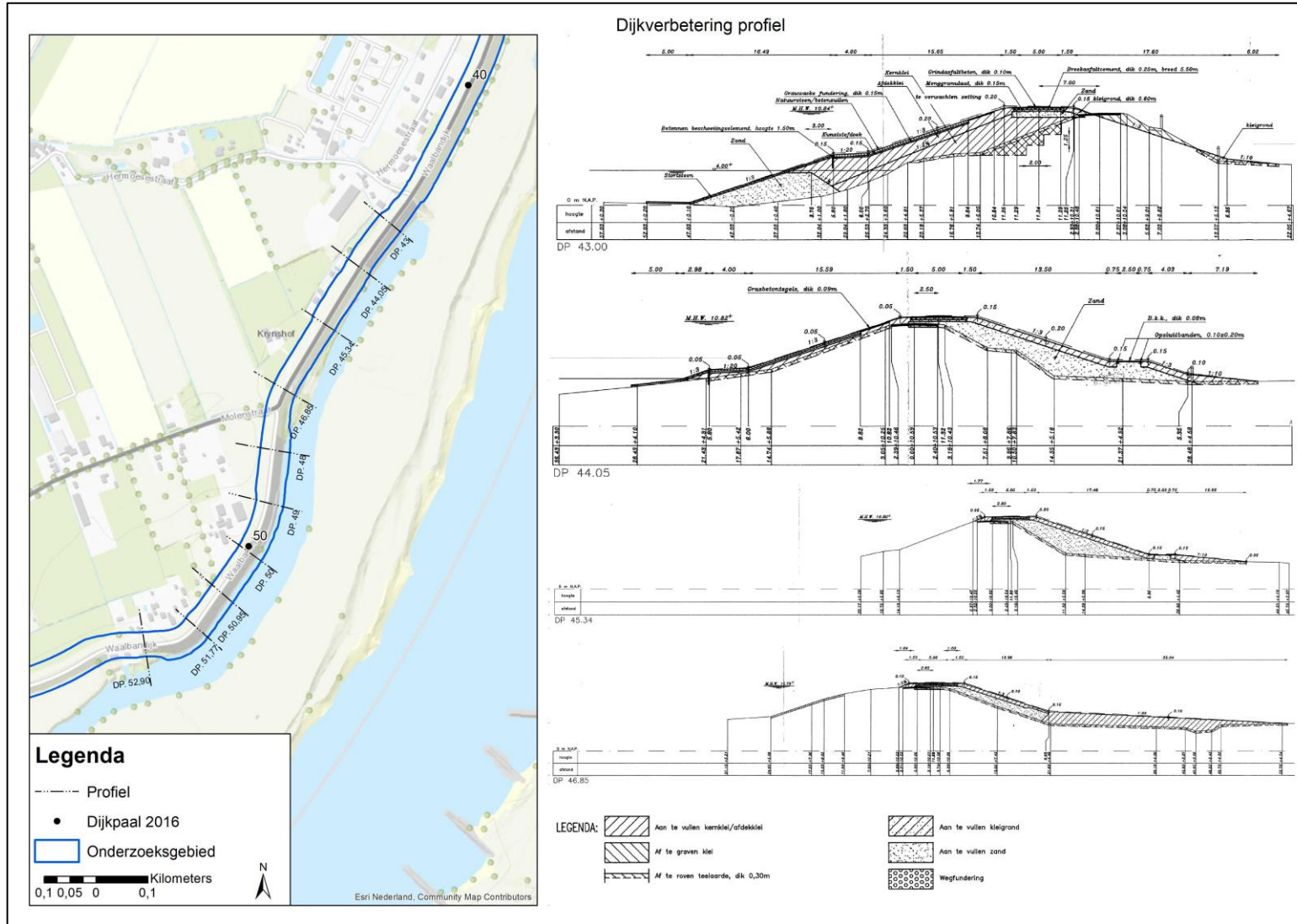
Afbeelding 41: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 23 en 24

Dijkvak 30 t/m 32



Afbeelding 42: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 30 t/m 32

Dijkvak 39 t/m 41



Afbeelding 43: Dijkverzwaring 1995 dijkvakken 39 t/m 41

Bovenstaande profielen geven een grillig beeld van de dijkverbeteringswerkzaamheden om de 10 meter. Er is geen informatie bekend over hoe de dijkverbetering tussen twee profielen heeft plaatsgevonden. Het is hierdoor niet mogelijk om een lijn tussen twee profielen te trekken om zo een volledig beeld van de dijkverbetering te krijgen. Daarom is er voor gekozen om de profielen in dit rapport af te beelden, maar niet op de kaart(en) te verwerken.

3.4.3 Naoorlogse luchtfoto-analyse

De naoorlogse geschiedenis is tevens gebaseerd op luchtfoto-analyse. Zo kan een goed beeld worden verkregen van de breedte van de wegen in de periode na 1945. Tevens is ook gekeken naar eventuele gebouwen die mogelijk zijn gesloopt in de jaren na de Tweede Wereldoorlog. Deze naoorlogse geschiedenis is gebaseerd op een uitgebreide luchtfotoanalyse met luchtfoto's uit de jaren 1954, 1974, 1998 en de huidige situatie (2017). Voor de situatie na de Tweede Wereldoorlog wordt verwezen naar bijlage 3 'Situatiekaarten verdachte gebieden in 1945 – 2017' (losse bijlage).

3.5 Archeologisch onderzoek

Ten behoeve van de dijkverbetering is een archeologische inventarisatie uitgevoerd. Hieruit blijkt dat er uit de Steentijd en Bronstijd nauwelijks vindplaatsen in het gebied voorkomen. De oudste nederzettingenlocaties die bekend zijn in het gebied dateren uit de Late IJzertijd. Vanaf deze periode is sprake van intensieve bewoning.

Uit de Romeinse tijd zijn veel nederzettingsterreinen bekend. In de vroege Middeleeuwen nam het bevolkingsaantal af. Vanaf de Karolingische tijd ontstonden de bestaande dorpen. Deze dorpen breidden zich geleidelijk aan verder uit. Ook werden er in de loop der jaren in de polder verspreid liggende boerderijen en diverse kastelen gebouwd. In de Volle en Late Middeleeuwen ontstonden ook kerken, kapellen en een klooster.

Uit de archeologische inventarisatie blijkt dat er in het dijkgebied veel vindplaatsen aanwezig zijn. Het betreft losse vondsten zonder context maar ook nederzettingsterreinen waarvan de grenzen grotendeels bekend zijn. Ook komen er in het dijkgebied elf Archeologische Monumenten Kaart (AMK) terreinen voor waarvan één een wettelijke bescherming heeft (dit terrein ligt tussen de woonwijk Passewaaij en de Waal en betreft een voormalige Romeinse villa).

Op archeologisch gebied zijn er de volgende aandachtspunten voor de dijkversterking:

- Locatie voormalig kasteel ten noorden van de kern Varik;
- Rijksmonument de Dikke Toren;
- Locatie archeologisch rijksmonument voormalige Romeinse villa tussen de Zennewijnseweg en de nieuwbouwwijk Passewaaij.

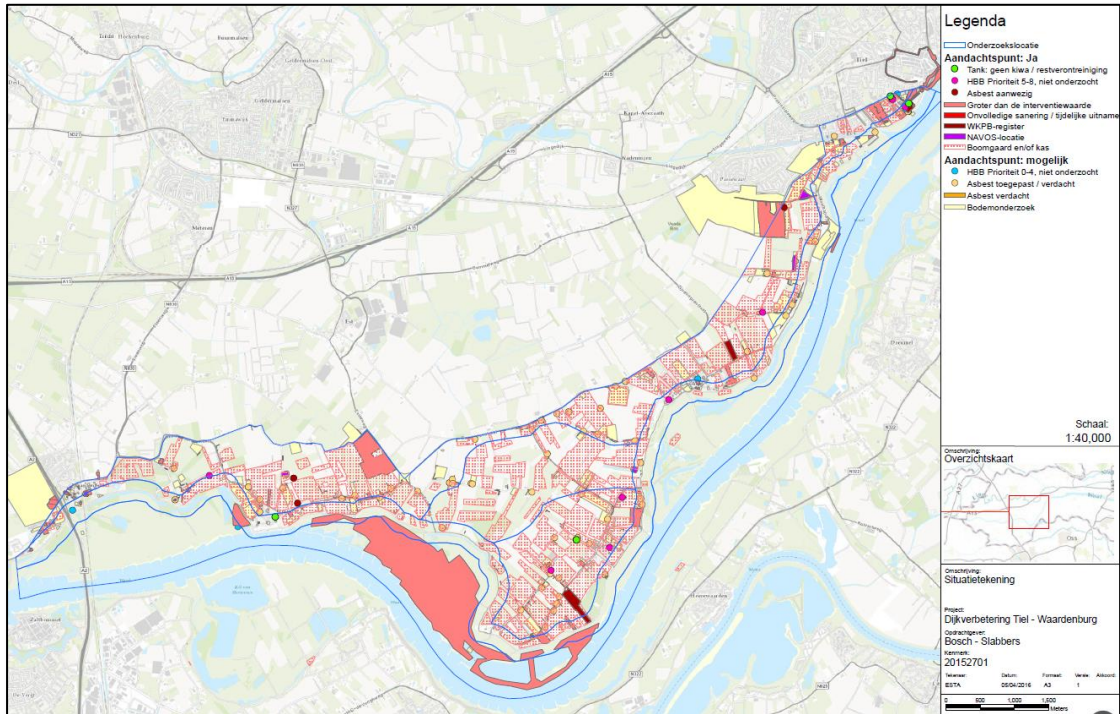
Daarnaast ligt er bij de dorpen Waardenburg en Neerijnen een waardevol ensemble van een landgoed met twee kastelen, één molen en diverse cultuurhistorische monumenten. Dit geheel vormt een rijksbeschermd landgoed en een beschermd dorpsgezicht.

3.6 Milieukundig onderzoek

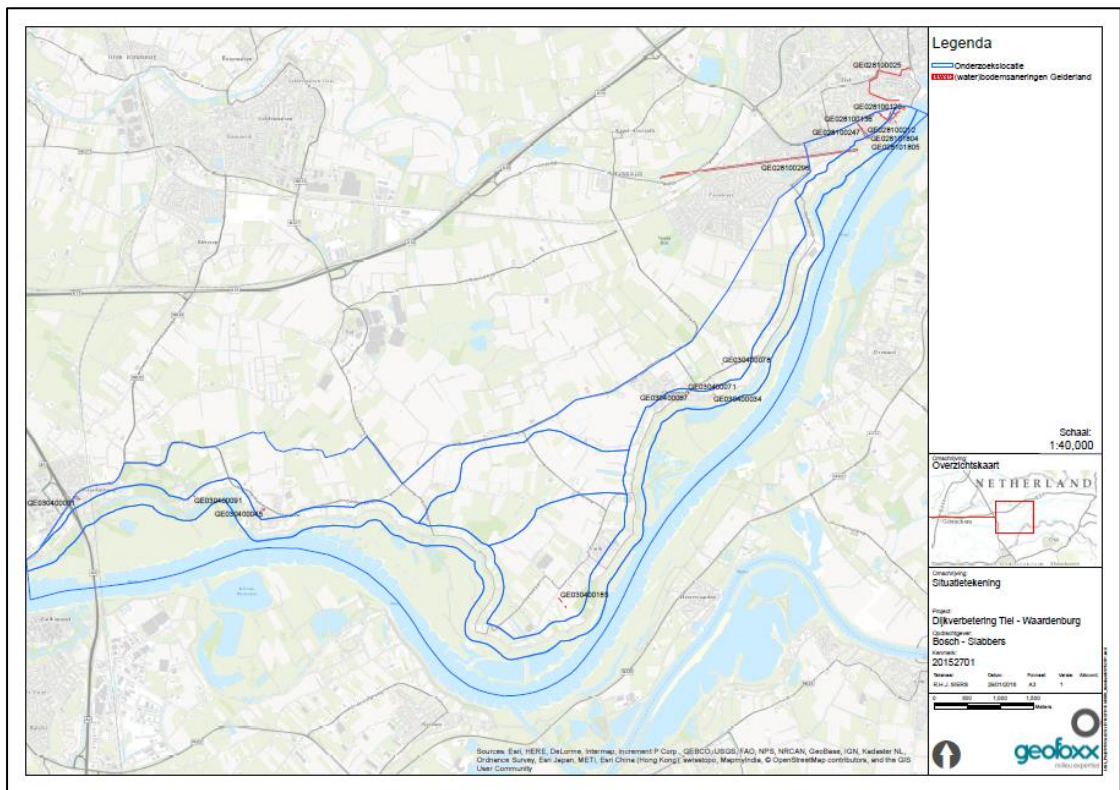
Uit het inventariserend bodemonderzoek¹⁵ blijkt dat ter plaatse van de dijkversterking Tiel – Waardenburg in het algemeen kan worden gesteld dat het stedelijk dijkgebied bestaat uit kwaliteitsklasse 'wonen' en het landelijk gebied bestaat uit kwaliteitsklasse 'landbouw/natuur'. In dijkgebied zijn in totaal vier voormalige stortplaatsen, twee nog niet (voldoende) gesaneerde ondergrondse brandstoftanks, twee nog niet onderzochte historisch verdachte locaties (potentieel geval bodemverontreiniging) en negen gevallen van bodemverontreiniging aanwezig. De voormalige stortplaatsen liggen in twee gevallen dicht bij de waterkering, namelijk nabij Tiel en Sprokkelenburg. Langs de gehele dijk liggen asbestverdachte locaties en op twee locaties is ook daadwerkelijk asbest aangetroffen, namelijk nabij Tiel-Passewaaij en Opijnen.

In onderstaande afbeeldingen is een overzicht van de uitgevoerde (water)bodemsaneringen weergegeven. Binnen het dijkgebied zijn in totaal 20 saneringslocaties bekend. De situering van de saneringslocaties zijn hieronder getoond. Het label op de kaart betreft een registratie van de locatiecode zoals deze teruggevonden kan worden in het bodeminformatiesysteem van Provincie Gelderland.

¹⁵ Conditionerende onderzoeken, deelrapport: Vooronderzoek Bodem Dijkverbetering Tiel-Waardenburg, met projectnummer 20152701/ESTA en document kenmerk 20152701_a3RAP.docx, opgesteld door Geofoxx, d.d. 6 april 2016



Abbeelding 44: overzicht resultaten milieukundige bodemonderzoeken “Tiel-Waardenburg”.



Abbeelding 45: overzicht milieukundige saneringen “Tiel-Waardenburg”.

De aanwezigheid van voormalig stortplaatsen ter plaatse van Sprokkelenburg en de bekende historische verontreinigingen zijn aandachtspunten omdat deze kostenverhogend kunnen zijn voor de dijkversterking, indien er sprake is van ontgravingswerkzaamheden. Een gerichte (bureau)studie naar de milieutechnische bodemkwaliteit is noodzakelijk zodra bekend is welke werkzaamheden waar gaan worden uitgevoerd.

3.7 Kabels en leidingeninformatie

Voor een overzicht van de huidige kabels en leidingeninformatie (KLIC) en de gronden die hierdoor naorlogs zijn geroerd, wordt verwezen naar bijlage 4 'Kaarten met KLIC gegevens (losse bijlage).

3.8 Locatie inspectie

Bombs Away B.V. heeft op 24 juni 2019 een locatie inspectie uitgevoerd en de huidige situatie bekeken. Hieronder zijn de foto's weergegeven.



Afbeelding 46: zicht op het begin van de Waalbandijk bij Waardenburg binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".



Afbeelding 47: zicht op de Waalbandijk met nr 12 bij Waardenburg binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".



Afbeelding 48: zicht op de Waaldijk bij Opijnen binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".



Afbeelding 49: zicht op de uiterwaarden bij Heesselt binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".



Afbeelding 50: zicht op Waalbandijk hoek Kerklaan bij Heesselt binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".



Afbeelding 51: zicht op de Waalbandijk bij Tiel binnen het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

3.9 Bodemgesteldheid

Uit de bodemkaart van Nederland blijkt dat de bodem in het gebied nabij de dijk bestaat uit kalkhoudende ooivaaggronden (lichte zavel, zware zavel en lichte klei) en voor een klein deel uit kalkhoudende poldervaaggronden (zavel en zware zavel en lichte klei). De dijk zelf is opgebouwd uit klei van een aantal meters dik met daaronder zand.

3.10 Inventarisatie naoorlogse grondroerende activiteiten

Naar aanleiding van bovenstaande informatie over de naoorlogse ontwikkelingen binnen het onderzoeksgebied is per verdacht deelgebied onderstaande inventarisatiekaart van naoorlogs grondroerende activiteiten opgesteld.

De bijbehorende legenda is hieronder apart toegevoegd. Deze legenda is van toepassing op alle inventarisatiekaarten van de naoorlogs grondroerende activiteiten.

Legenda

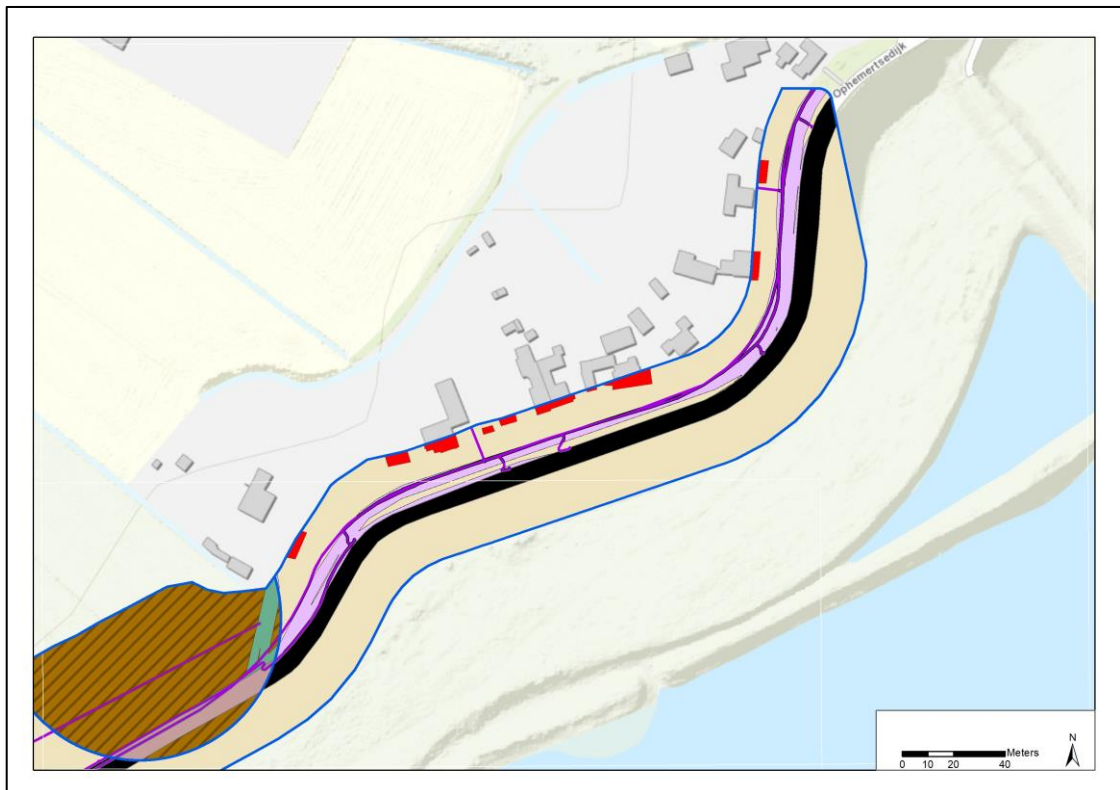
-  Onderzoeksgebied
-  Asfalt geroerd tot 0,50m -mv , Verdacht vanaf 0.50m tot -mv 4.00 m -mv
-  Asfalt geroerd tot 0,50m -mv , Verdacht vanaf 0.50m -mv
-  Asfalt geroerd tot 0,50m -mv , Verdacht vanaf 0.50m tot 10 Mpa laag
-  Kabels en leidingen geroerd tot onderkant sleuf , Verdacht vanaf onderkant naorlogs gegraven sleuf
-  Onverhard niet aantoonbaar geroerd , Verdacht vanaf maaiveld tot 16.25 m -mv
-  Onverhard niet aantoonbaar geroerd , Verdacht vanaf maaiveld tot 2.00 m -mv
-  Onverhard niet aantoonbaar geroerd , Verdacht vanaf maaiveld tot 4.00 m -mv
-  Onverhard niet aantoonbaar geroerd , Verdacht vanaf maaiveld tot 10 Mpa laag
-  Spoortracé geroerd tot onderkant ballast , Verdacht vanaf 0.4 m tot 16.25 m -mv
-  Spoortracé geroerd tot onderkant ballast , Verdacht vanaf 0.4 m tot 2.00 m -mv
-  Structuur met fundering geroerd tot onderkant fundering , Verdacht vanaf onderkant fundering
-  Verharding geroerd onbekend, Verdacht vanaf maaiveld tot 16.25 m -mv
-  Verharding geroerd onbekend, Verdacht vanaf maaiveld tot 2.00 m -mv
-  Verharding geroerd onbekend, Verdacht vanaf maaiveld tot 4.00 m -mv
-  Verharding geroerd onbekend, Verdacht vanaf maaiveld tot 10 Mpa laag
-  Water WOII niet aantoonbaar geroerd, Verdacht vanaf onderkant waterbodem tijdens WOII
-  Water geroerd tot onderkant waterbodem, Verdacht vanaf onderkant waterbodem

Dijkvak 01



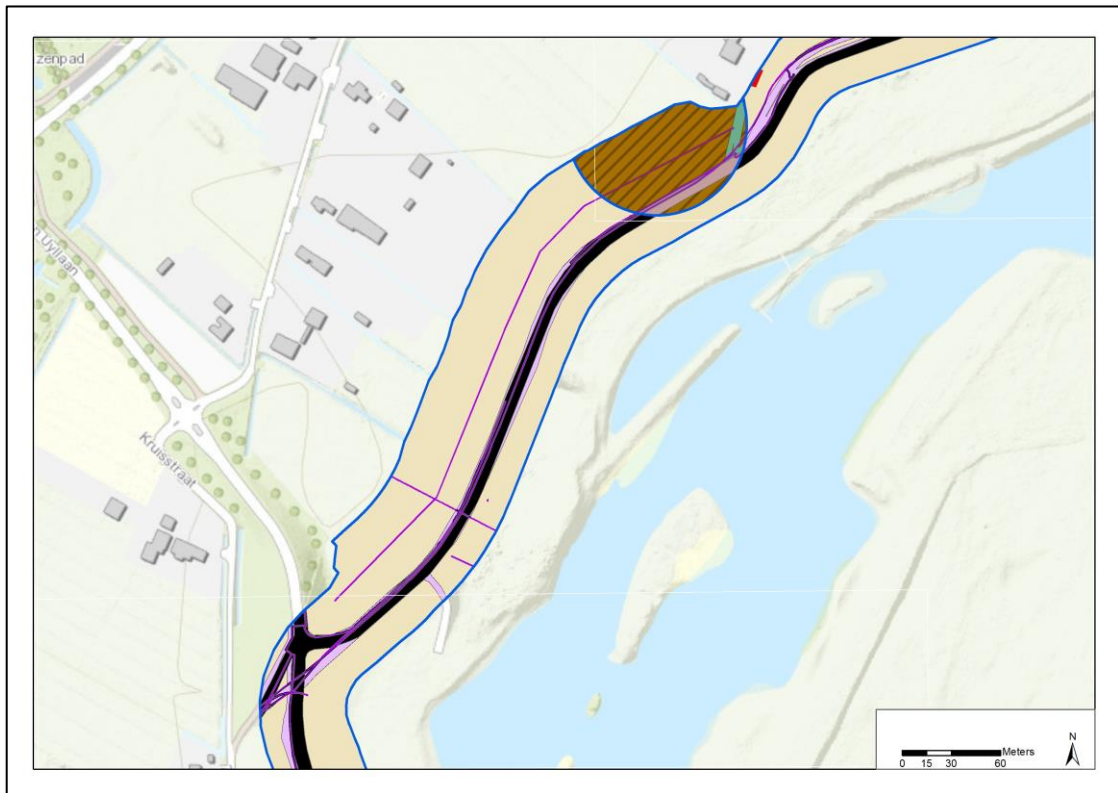
Afbeelding 52: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 02



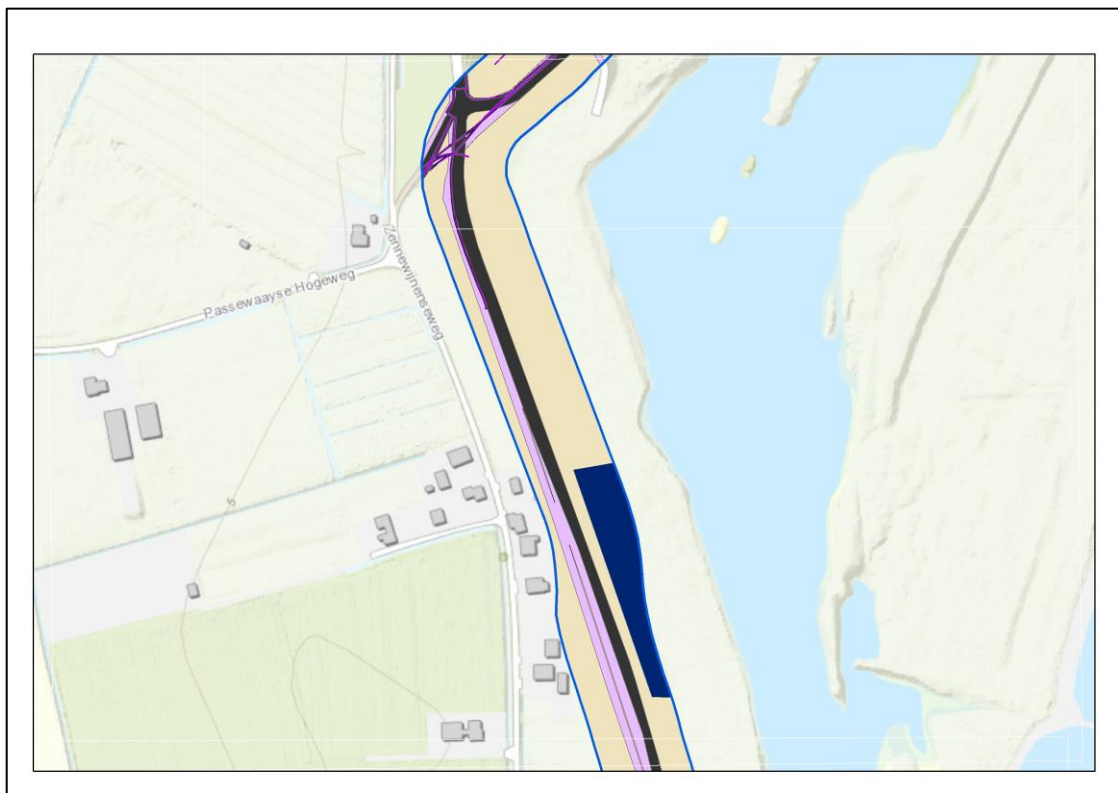
Afbeelding 53: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 03



Afbeelding 54: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 04



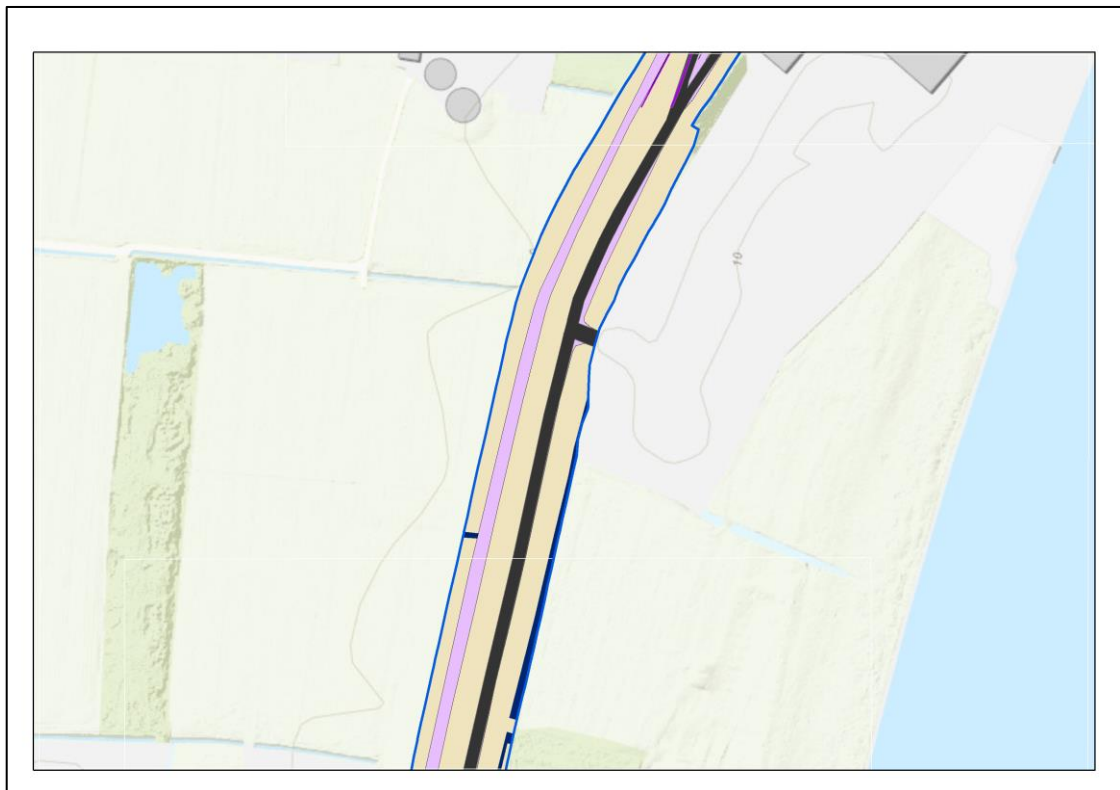
Afbeelding 55: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 05



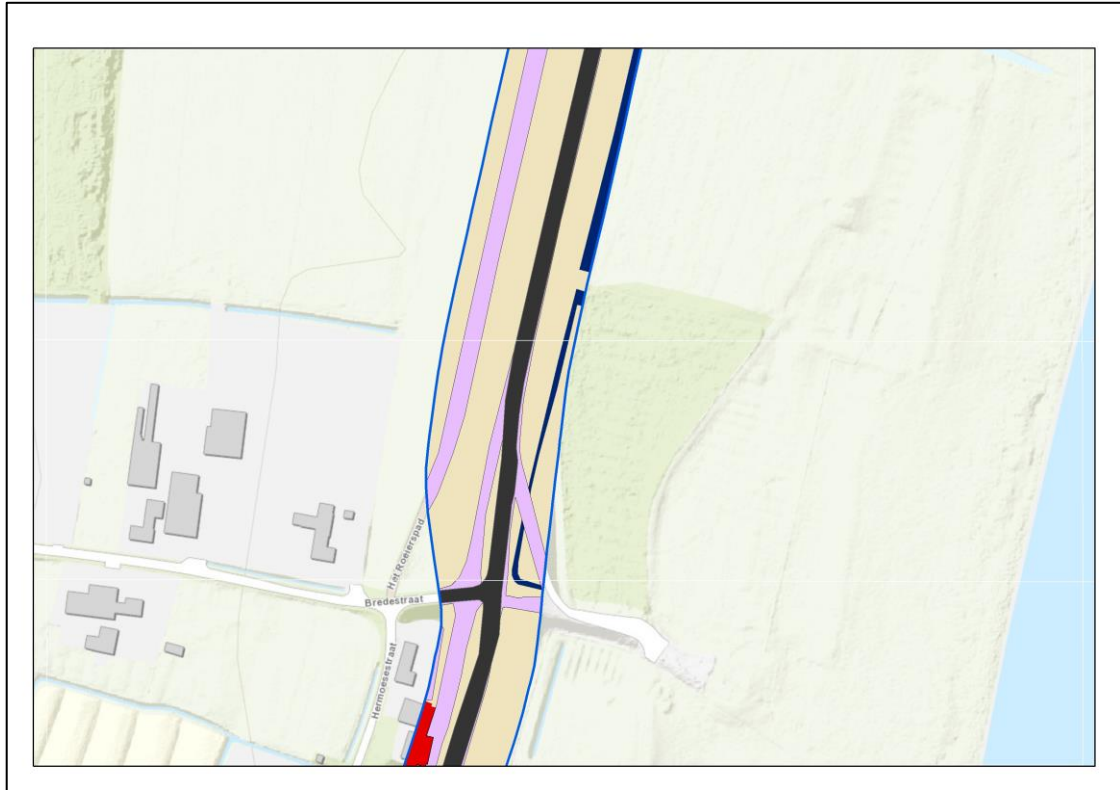
Afbeelding 56: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 06



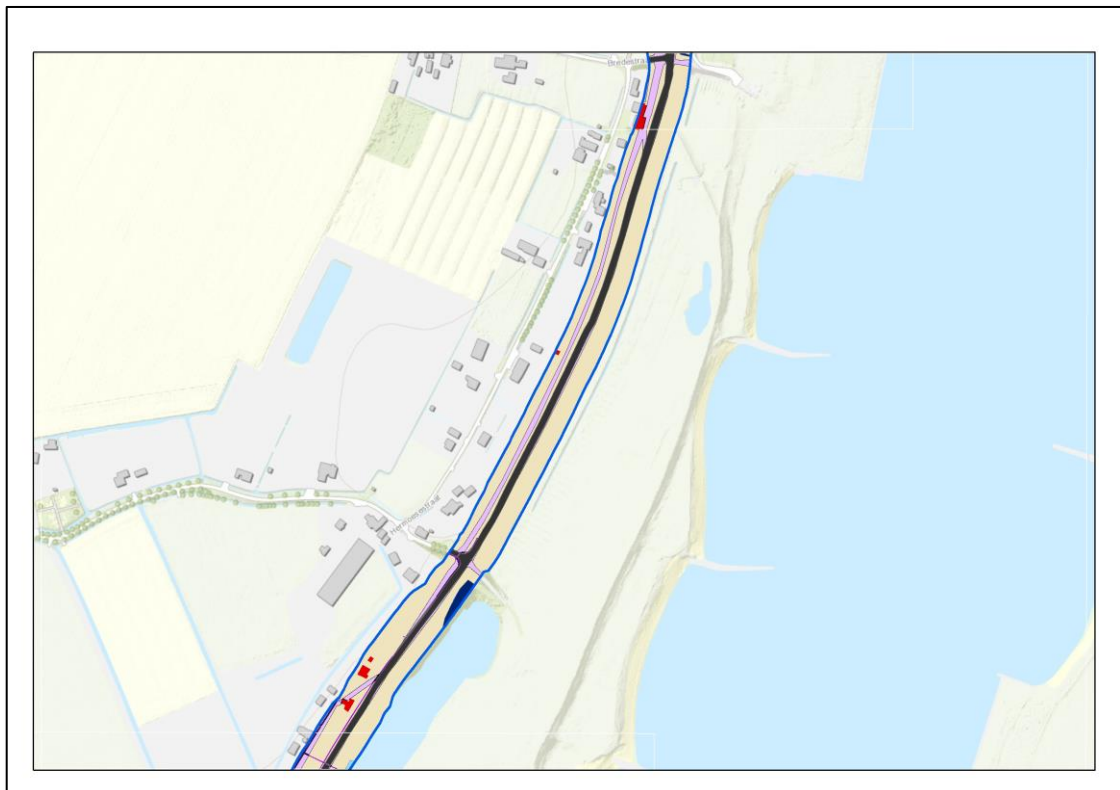
Afbeelding 57: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 07



Afbeelding 58: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 08



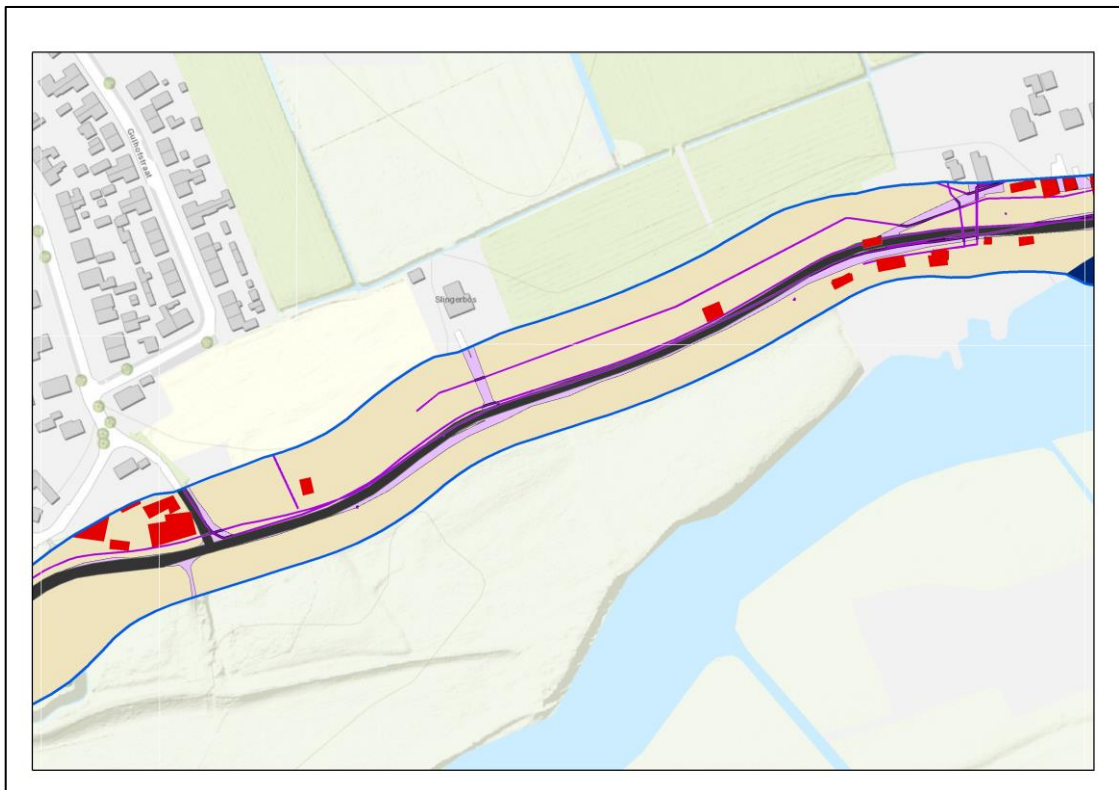
Afbeelding 59: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 09



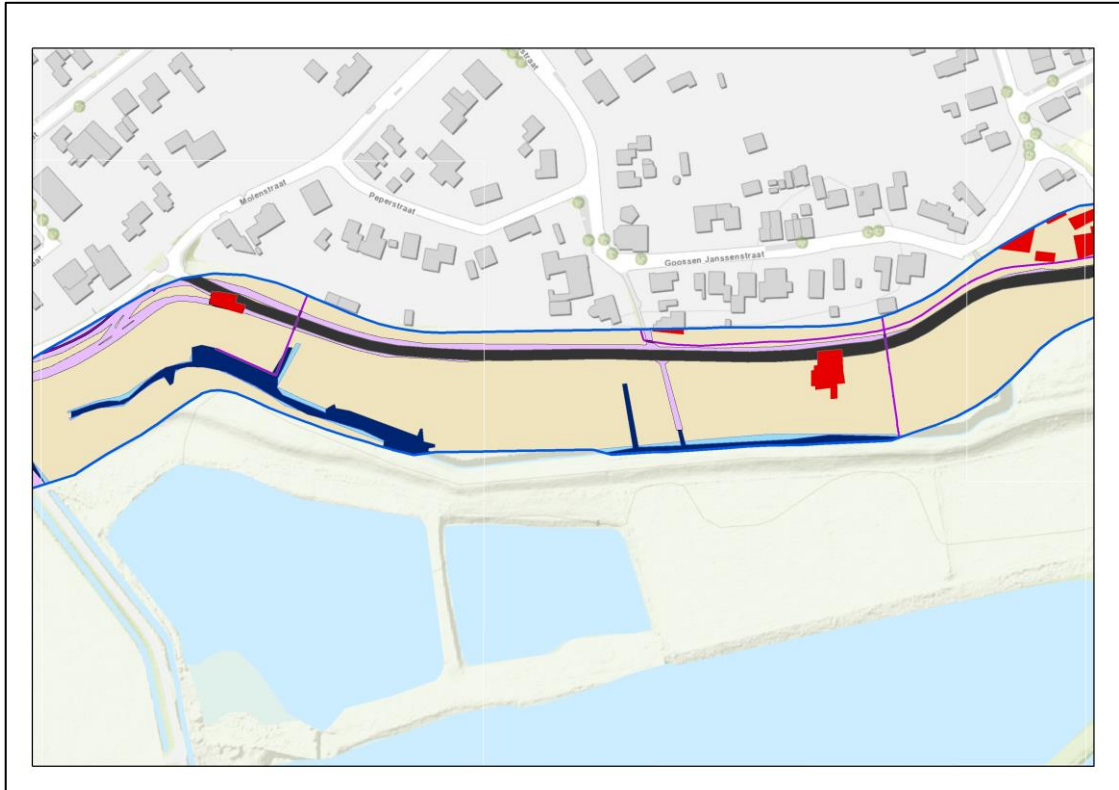
Afbeelding 60: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 10



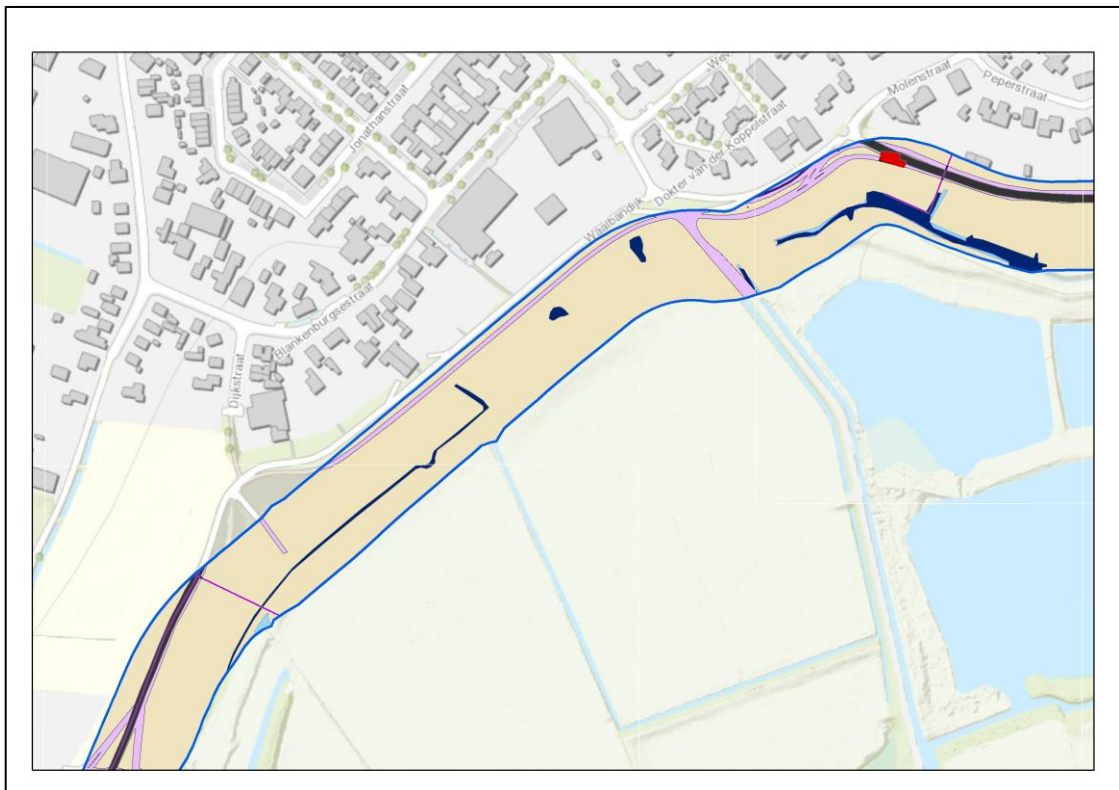
Afbeelding 61: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 11



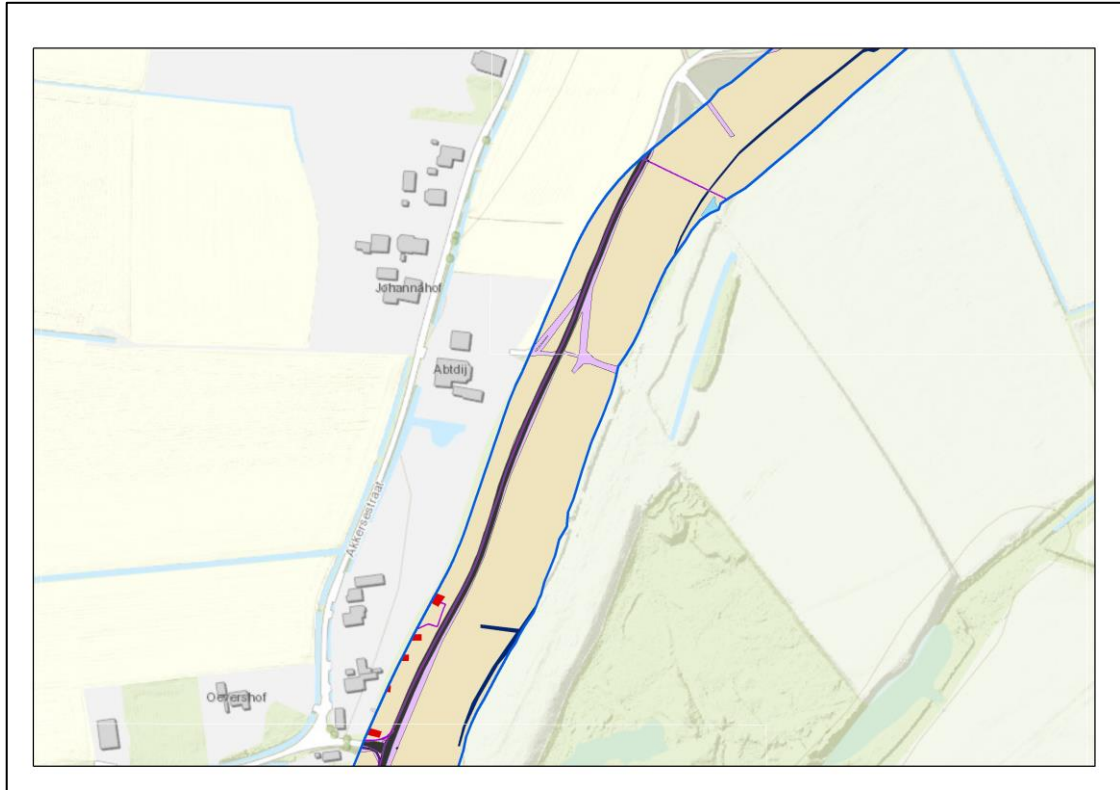
Afbeelding 62: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 12



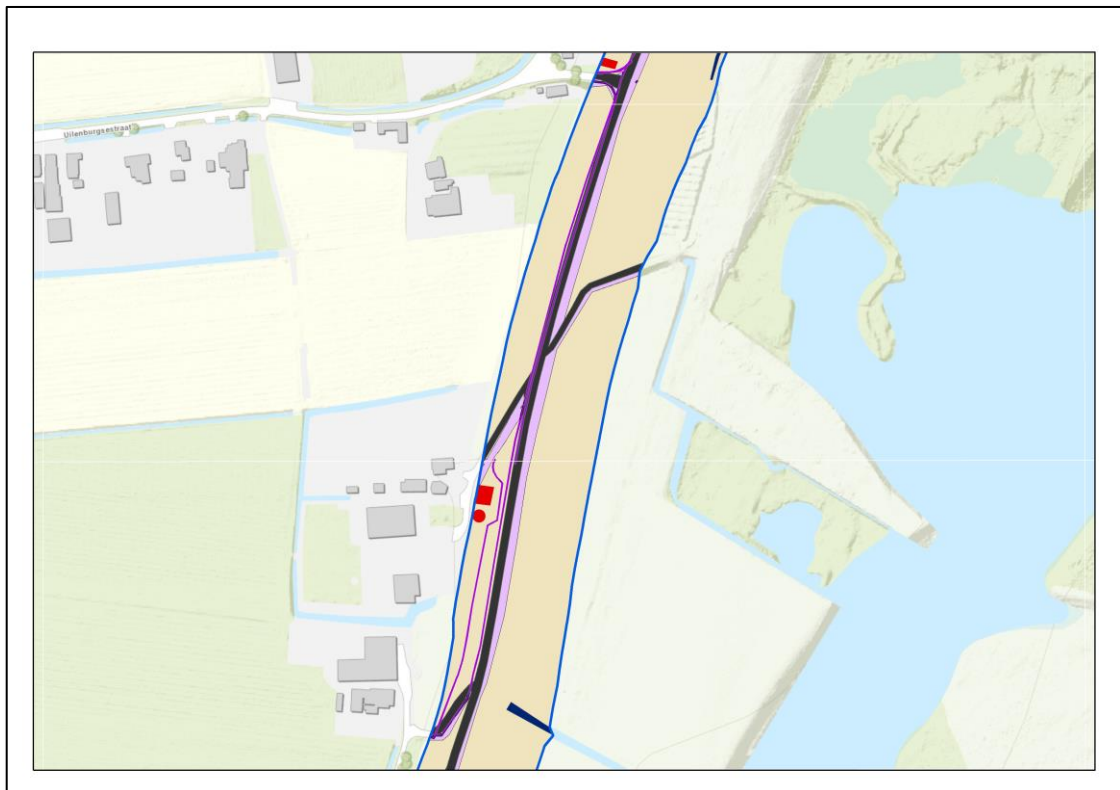
Afbeelding 63: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 13



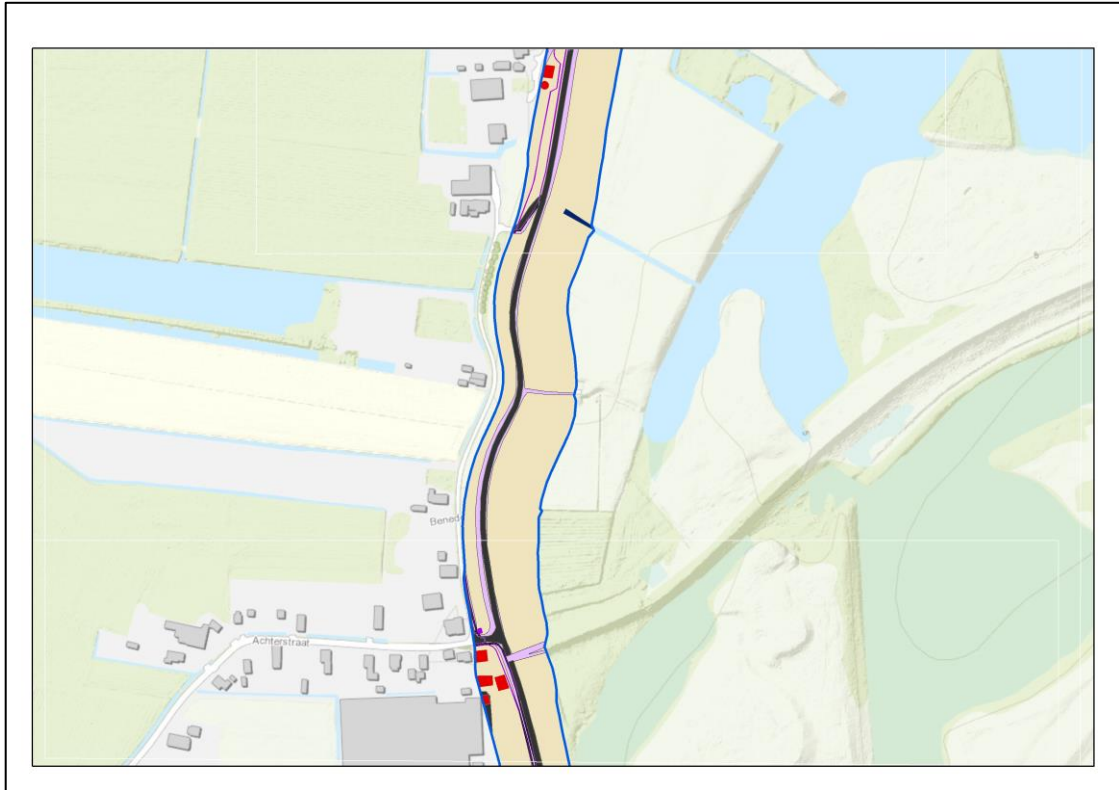
Afbeelding 64: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 14



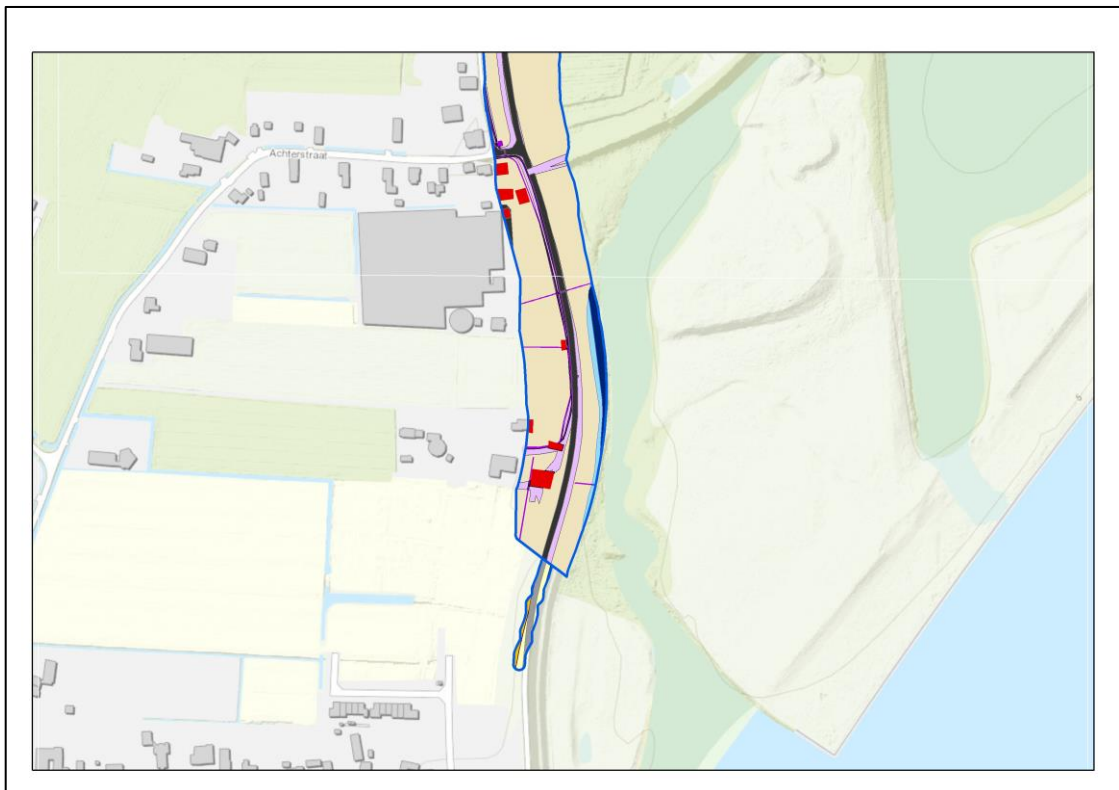
Afbeelding 65: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 15



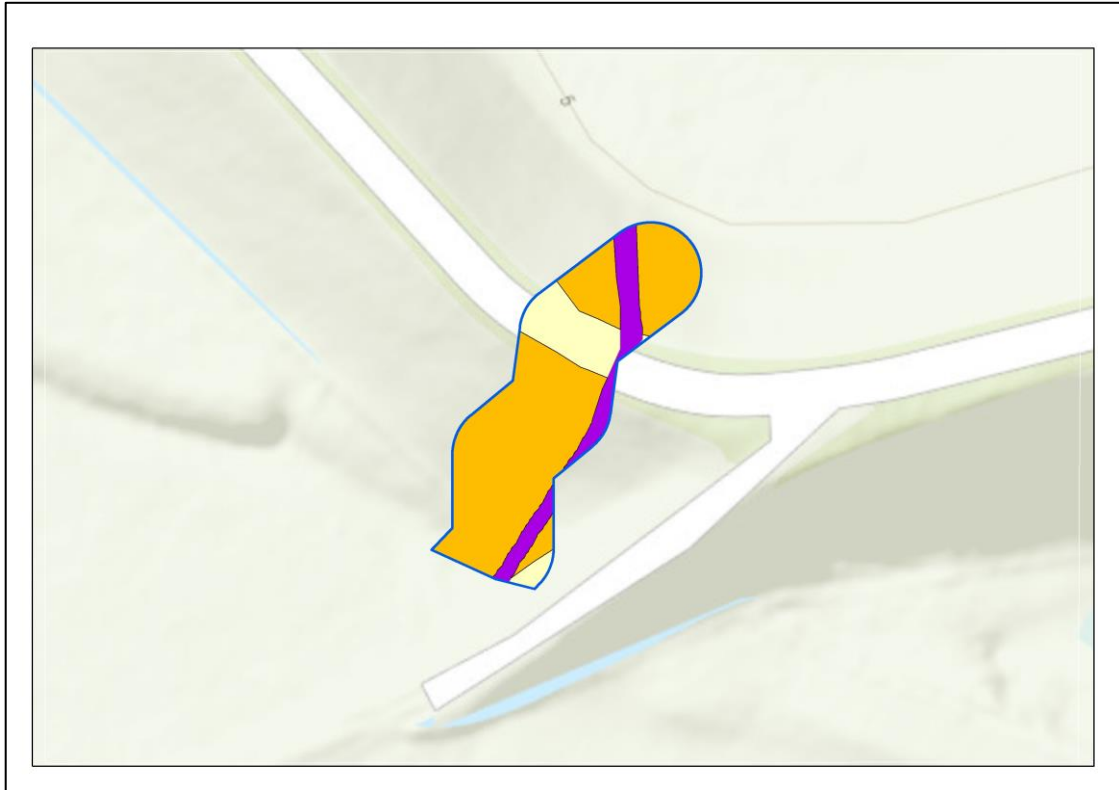
Afbeelding 66: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 16



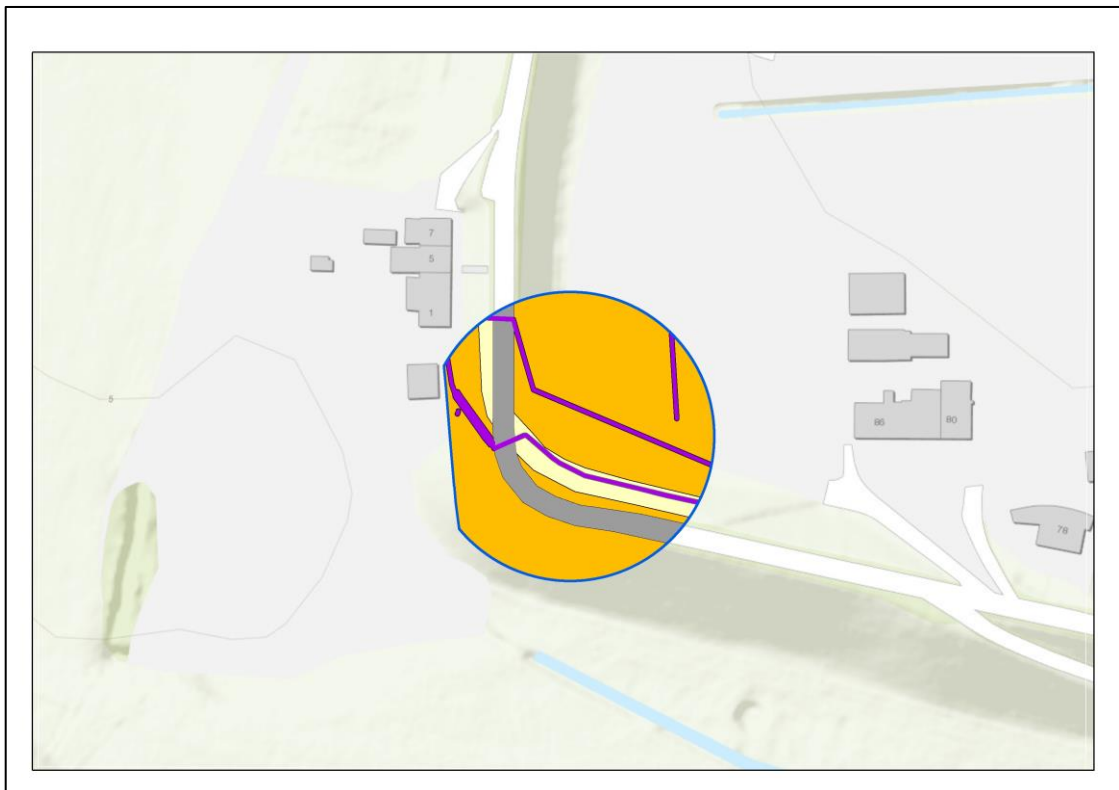
Afbeelding 67: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 21



Afbeelding 68: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 23



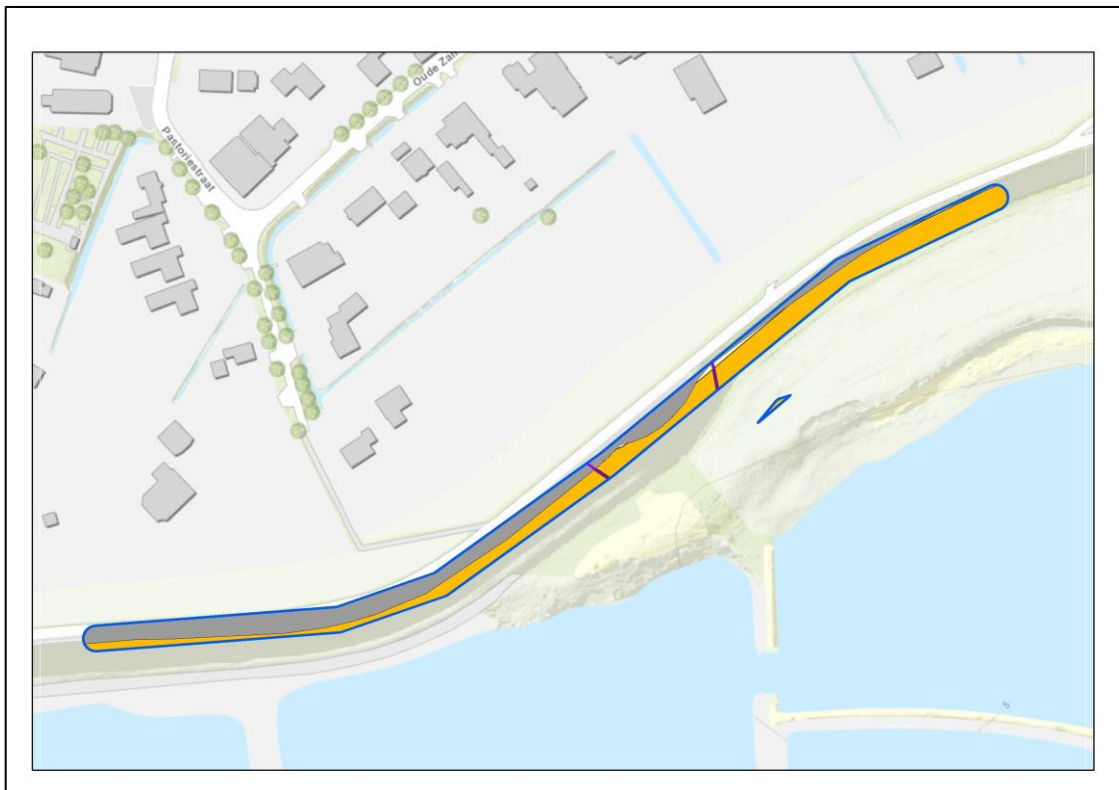
Afbeelding 69: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 23 en 24



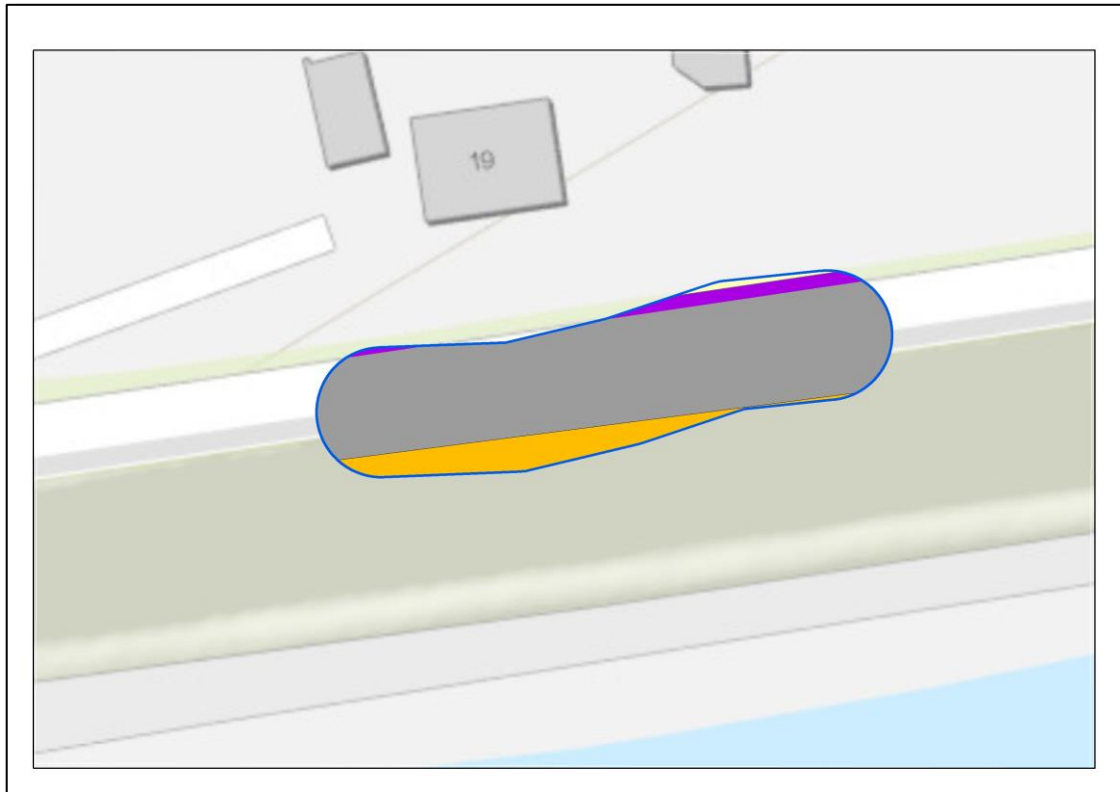
Afbeelding 70: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 30 en 31



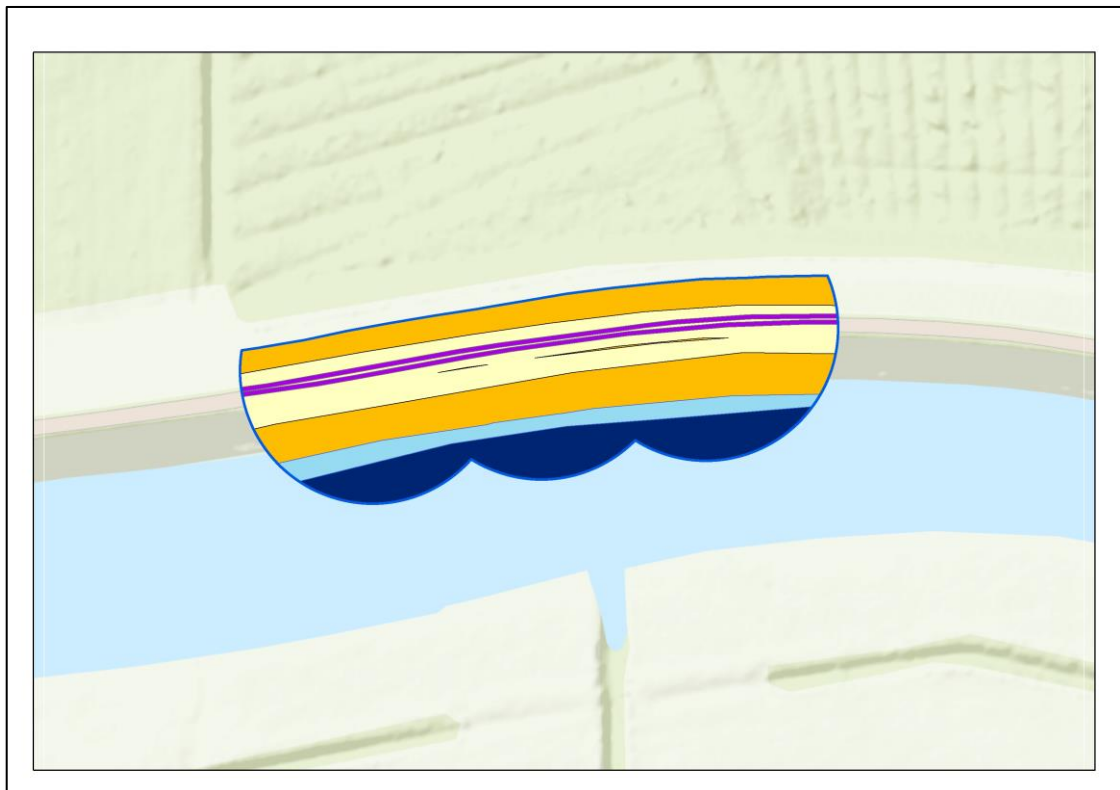
Afbeelding 71: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 32



Afbeelding 72: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 39



Afbeelding 73: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

Dijkvak 41



Afbeelding 74: inventarisatiekaart naoorlogs geroerde gronden onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg".

4 GEPLANDE CIVIELTECHNISCHE WERKZAAMHEDEN

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bestaat uit een inventarisatie van de voorgenomen werkzaamheden. Na de inventarisatie van de voorgenomen werkzaamheden zal worden gekeken welke risico's zijn te relateren aan het verdachte gebied.

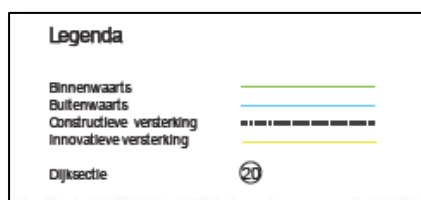
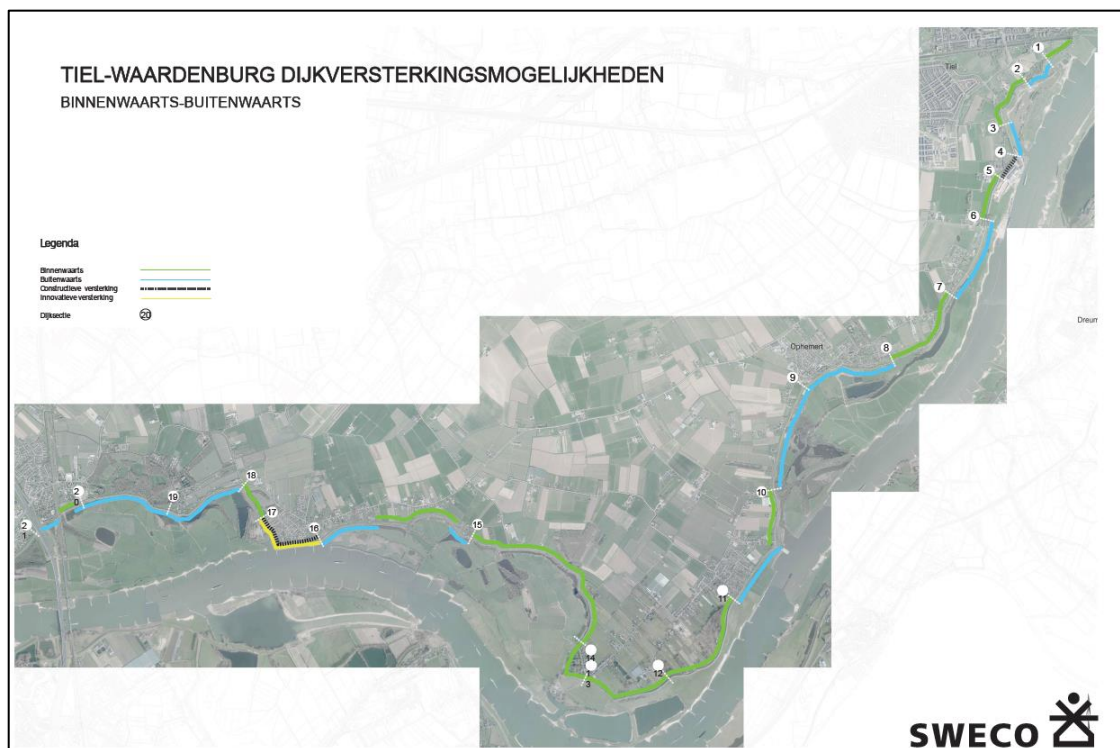
4.2 Geplande civieltechnische werkzaamheden

Ten behoeve van de dijkverbetering zullen verscheidene civieltechnische werkzaamheden worden uitgevoerd. Op dit moment zijn de exacte werkzaamheden nog niet bekend.

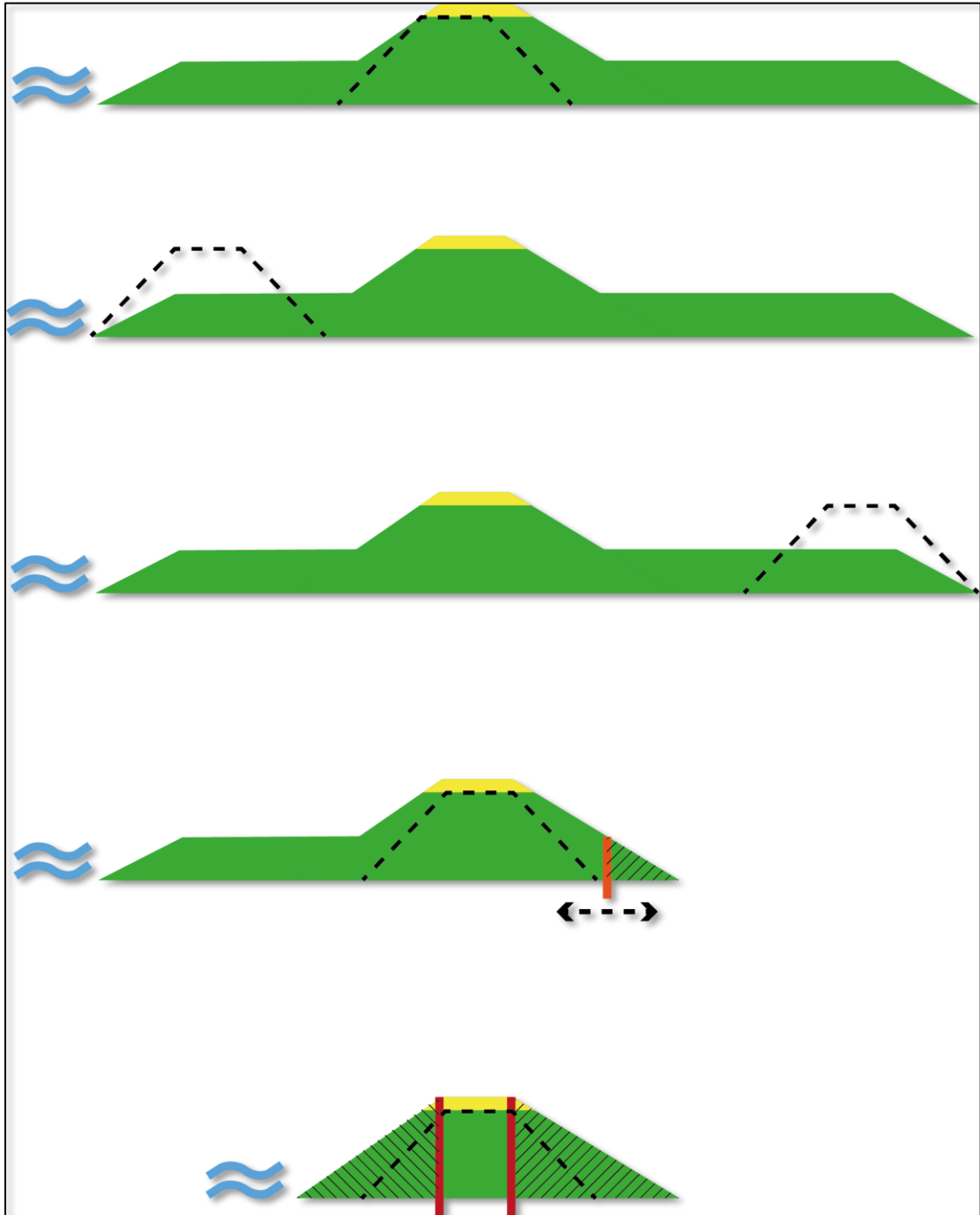
Op hoofdlijnen worden de volgende dijkversterkingsmogelijkheden onderscheiden:

- A. Grondoplossingen:
 - Binnenwaartse versterking;
 - Buitenwaartse versterking;
 - Combinatie van binnen- en buitenwaartse versterking.
- B. Ruimtebesparende oplossing:
 - Versterking in grond met constructies/innovaties.

Deze dijkversterkingsmogelijkheden worden opgebouwd uit allerlei "bouwstenen" (steunberm, taludverflauwing, verhoging, damwand, aanpassen bebouwing, etc.)



Afbeelding 75: Overzicht kansarm en kansrijk per dijksectie in het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" wat betreft binnenwaarts/buitenwaarts en constructieve versterking, zoals deze is beschreven in de Rapportage dijkversterkingsmogelijkheden, dijkversterking Tiel – Waardenburg, d.d. 18-12-2017.



Afbeelding 76: Dwarsprofielen in het onderzoeksgebied "Tiel-Waardenburg" wat betreft 5 principes binnenwaarts/buitenwaarts en constructieve versterking, aangeleverd door de opdrachtgever d.d. 01-08-2019.

Aangezien er tijdens het opstellen van deze PRA niet bekend is waar welke werkzaamheden gaan plaatsvinden, kunnen deze werkzaamheden ook niet per gebied locatie specifiek worden uitgewerkt. Hieronder is daarom een algemeen advies opgesteld.

4.3 Niet grondroerende werkzaamheden

Werkzaamheden waarbij de grond niet wordt geroerd, zoals ophoogwerkzaamheden, waarbij enkel grond wordt opgebracht, of het verwijderen van de bestaande naoorlogse bestrating (asfalt/klinkers), zijn niet van invloed op mogelijk aanwezig CE. Deze werkzaamheden kunnen regulier zonder aanvullende opsporingswerkzaamheden worden uitgevoerd.

4.4 Grondroerende werkzaamheden binnen verdacht gebied

Werkzaamheden waarbij de grond wel wordt geroerd, zoals graafwerkzaamheden in de bodem zijn van invloed op mogelijk aanwezig CE. Voor deze werkzaamheden dienen mogelijk aanvullende opsporingswerkzaamheden te worden uitgevoerd.

Werkzaamheden	Geen invloed op CE	Mogelijk van invloed op CE	Maximale diepte aan te treffen CE
Civieltechnische werkzaamheden	Grondroerende werkzaamheden in naoorlogs geroerde grond	Grondroerende werkzaamheden binnen verdacht gebied CE	Afwerpmunitie: zie sonderingen; Geschutmunitie (verschoten): 4,00 m -mv WOII; Geschutmunitie Klein kalibermunitie Handgranaten Geweergranaten Munitie voor granaatwerpers Ontstekingsinrichtingen Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten): 2,00 m -mv WOII

Tabel 1: Grondroerende werkzaamheden

4.5 Invloedsfactoren

Invloedsfactoren zijn factoren van buitenaf die kunnen leiden tot een ongecontroleerde werking van het CE. Tabel 2 toont de werkzaamheden die van invloed zijn op CE in relatie met de invloedsfactoren.

Werkzaamheden	Invloedsfactoren
Civieltechnische werkzaamheden	Trillen, bewegen CE, toucheren CE

Tabel 2: Grondroerende werkzaamheden

5 GEVAARS- EN UITWERKINGSFACTOREN CE

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden eerst de mogelijk aan te treffen CE en vervolgens de gevaars- en uitwerkingsfactoren van deze mogelijk aan te treffen CE besproken.

5.2 Mogelijk aan te treffen CE

Klein kaliber munitie (KKM)

KKM is munitie met een kaliber tot 20 mm en wordt verschoten uit handvuurwapens of mitrailleurs, bijvoorbeeld boordmitrailleurs van vliegtuigen. In het algemeen vormt verschoten Klein kaliber munitie nauwelijks gevaar. De verschoten kogels bestaan uit metaal zonder explosieve stof, met hooguit een zeer kleine lading als lichtspoor. Dit is een kleine explosieve lading die een fel licht veroorzaakt dat door de schutter wordt gebruikt bij het richten. Niet verschoten Klein kaliber munitie bevat een kruitlading, de zogenaamde voortdrijvende lading. Deze lading moet de kogel bij het afgaan van het schot voldoende snelheid geven om op afstand doelen te raken of uit te schakelen. De druk die hierbij vrijkomt, is groot en wordt bij normaal gebruik opgevangen door het wapen waarmee het patroon wordt verschoten. Indien een patroon buiten een wapen tot explosie komt, vormen scherfjes afkomstig van de huls en de kogel een risico in de directe omgeving van het explosiepunt. Om een explosie te veroorzaken moet het slaghoedje met voldoende kracht worden geraakt. De kans dat dat gebeurt met machinale graafwerkzaamheden is nihil. Er zijn enkele kalibers - voornamelijk Duitse - die kogels bevatten voorzien van een kleine springstoflading of fosfor, bijvoorbeeld 13 mm (Du) en 15 mm (Du). Door de kleine afmetingen van dit soort kogels is de gebruikte veiligheidsvoorziening (ontsteker) vaak ernstig aangetast door weersinvloeden. Hierdoor is dit soort munitie gevoelig voor beroering of toucheren.

Door de beperkte grootte van Klein kaliber munitie is het opsporen technisch nauwelijks mogelijk en resulteert in aanzienlijk onderzoekskosten.



Geschutmunitie

Dit zijn projectielen van 20 mm en groter die worden verschoten uit kanonnen, howitzers en overeenkomstig geschut. Geschut- en mortiermunitie zijn over het algemeen relatief kleine stalen lichamen, vaak gevuld met springstof en soms met explosief brandende explosieven stoffen, geheel of gedeeltelijk met (witte) fosfor. Vanaf het kaliber 13 mm bezitten de projectielen een of meer geleide banden. Brisantgranaten worden gebruikt als artillerie-, mortier-, en luchtafweergranaat. Blindgangers kunnen hierdoor over het algemeen diep in de bodem ingedrongen zijn. Er kunnen blindgangers van diverse soorten Duitse en geallieerde geschut- en mortiermunitie achtergebleven zijn:

- brisantgranaten;
- brisantpantsergranaten;
- antitankbrisantgranaten;

- pantsergranaten;
- rookgranaten;
- springrookgranaten;
- lichtgranaten.

Onderstaand zijn de verschillende type granaten en hun werkingsprincipes besproken.

Brisantgranaten

Een brisantgranaat heeft een betrekkelijk dunwandig stalen lichaam geheel gevuld met een krachtige springstof. Bij de explosie zal het granaatlichaam in vele kleine scherven verscheuren welke met grote snelheid worden rondgeslingerd en daardoor schade toebrengen. De al vernietigende en versplinterende werking wordt ook wel brisantie genoemd. Brisantgranaten komen voor in vrijwel alle kalibers en nationaliteiten. Er kunnen brisantgranaten worden aangetroffen tot een kaliber van 15 centimeter Duits en 155 mm geallieerd. Een brisantgranaat is voorzien van een ontsteker op de kop van het granaatlichaam. Deze ontsteker, ook wel buis genoemd, is bepalend voor het risico dat geldt indien een CE is achtergebleven.

Op brisantgranaten worden diverse soorten ontstekers gebruikt, ieder met hun specifieke gevaarsfactoren. Brisantgranaten die worden verschoten om vliegtuigen neer te halen, zijn veelal voorzien van een ontsteker waarvan het werkingsprincipe berust op tijd. Bij dit type ontsteker is soms gebruik gemaakt van voorgespannen slagpinveren, waardoor blindgangers uitermate gevoelig kunnen zijn. Het is niet duidelijk waarom een bepaalde granaat zijn werking niet heeft meegekregen en om deze reden kan hij bij de minste beweging alsnog zijn werking meekrijgen. Bij het gebruik tegen grondtroepen zijn veelal direct werkende schokontstekers gebruikt. In enkele gevallen zijn schokontstekers gebruikt met een kleine vertraging, bijvoorbeeld bij beschietingen van een gebied waar militairen zijn ingegraven in verdedigingswerken. In plaats van de scherfwerking moet de schokgolf die ontstaat bij de explosie van de springstoflading schade aanrichten. Over het algemeen kan worden gesteld dat blindgangers van brisantgranaten gevoelig zijn voor bewegen en toucheren.

Brisantpantsergranaten

Het voornaamste doel van een brisantpantsergranaat is het uitschakelen van (licht) gepantserde doelen, door het pantser eerst te doorboren en vervolgens een springstoflading tot explosie te laten komen. Kenmerkend verschil met een brisantgranaat is het veel steviger uitgevoerde granaatlichaam, de veel kleinere springstoflading en de plaatsing van de ontsteker.

Bij een brisantpantsergranaat is de ontsteker in de achterzijde van het projectiel geplaatst. De werking van de ontsteker berust op massastraagheid (schok), waardoor het aantal blindgangers over het algemeen relatief groot is. Als een granaat het doel niet of onvoldoende raakt, functioneert de granaat meestal niet en blijft de granaat als blindganger achter. Tijdens de Tweede Wereldoorlog is dit type granaten soms aan de voorzijde voorzien van een indringingskap en/of een ballistische kap, om de kans op goed indringen te vergroten en de ballistische eigenschappen van de granaat te verbeteren. Voornamelijk Duitse en Amerikaanse eenheden maken gebruik van brisantpantsergranaten.

Over het algemeen kan worden gesteld dat blindgangers van brisantpantsergranaten gevoelig zijn voor bewegen en toucheren, waarbij voornamelijk Duitse varianten (7,5 cm, 8,8 cm en 10,5 cm) extreem gevoelig kunnen zijn, als deze zijn voorzien van een bodemontsteker die een voorgespannen slagpin bevat. Dat wil zeggen dat de slagpin in de bodemontsteker onder constante veerspanning staat en er maar weinig energie voor nodig is om de granaat alsnog te laten exploderen. Brisantpantsergranaten zijn meestal met tanks verschoten (vlakkebaanmunitie), waardoor eventuele blindgangers over het algemeen niet erg diep zijn ingedrongen. Voorgespannen slagpinnen zijn niet bij mortieren toegepast.

Antitankbrisantgranaten

Een antitankbrisantgranaat is een granaat die is voorzien van een springstoflading waarbij het werkingsprincipe berust op basis van het holle lading principe. Dat wil zeggen dat de springstoflading op een bijzondere manier is vormgegeven, waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van de brisante werking van springstof. Door een holle ruimte in een kegelvorm te

fabriceren en deze te bekleden met een materiaal dat verscherft (veelal koper), ontstaat door de explosie van de springstoflading een straal van dit materiaal die een zeer grote penetrerende werking tegen gepantserde doelen heeft. Over het algemeen kan gepantserd staal tot een dikte van enkele keren de diameter van de granaat worden doorboord (maximaal tot 7 maal de diameter van de granaat). Het gevaar bij de holle lading is het uitstoten van de straal.

Meestal is dit principe toegepast voor granaten die worden verschoten met geweergrenaten, granaatwerpers of raketten, maar bepaalde kalibers geschutmunitie hadden ook granaten in het arsenaal die gebaseerd waren op dit principe. Bij mortiermunitie wordt dit principe niet toegepast.

Antitankbrisantgranaten zijn meestal voorzien van een bodemontsteker, soms in combinatie met een inrichting op de neus van de granaat. Over het algemeen zijn antitankbrisantgranaten gevoelig voor bewegen en toucheren. Antitankbrisantgranaten worden met tanks verschoten, waardoor eventuele blindgangers over het algemeen niet diep zijn ingedrongen.

Pantsergranaten

In tegenstelling tot Duitse en Amerikaanse eenheden verschoten Engelse eenheden vaak pantsergranaten in plaats van brisantpantsergranaten. Dit is een zwaar massief projectiel dat met hoge snelheid is verschoten. Het werkingsprincipe berust uitsluitend op kinetische energie. Het projectiel bevat geen springstoflading, soms een lichtsporelement dat de schutter moest helpen bij het richten. Dit soort projectielen worden regelmatig in zijn geheel aangetroffen, maar vormen tijdens de uitvoering van projecten geen risico. Ze komen voor in kalibers vanaf 20 mm tot 25 Pr (87 mm).

Rookgranaten

Een rookgranaat is een granaat die vaak voorafgaand aan grondgevechten is verschoten om daarmee het zicht van de tegenstander te ontnemen. De rookgranaat is als het ware een transportcontainer voor een aantal rookelementen, dat door een zwartbuskruitlading in de granaat boven het doel aan de achterzijde uit de granaat wordt gestoten en gelijktijdig tot ontbranding wordt gebracht. Door het ontbranden van de zwartbuskruitlading wordt de bodemplaat aan de achterzijde van de granaat uit de granaat gedrukt. Het granaatlichaam blijft nagenoeg intact over en wordt nog steeds zeer regelmatig teruggevonden. Soms zijn niet alle rookpotten uitgestoten of heeft de uitstootlading helemaal niet gefunctioneerd. Over het algemeen zullen rookgranaten niet diep indringen in de bovengrond. In rookgranaten wordt over het algemeen hexiet als rookvormer ingezet. Dit is een sas (pyrotechnisch mengsel) van hexachloorethaan en zink, dat bij het ontsteken een dichte rook van zinkchloride geeft. Deze rook wordt nog dichter naarmate ze waterdamp uit de lucht opneemt. Risico's door achtergebleven rookgranaten zijn beperkt, al komen bij het ontbranden van hexiet hoge temperaturen vrij. Rookgranaten komen voor bij zowel geschut- als mortiermunitie, al is het werkingsprincipe bij mortieren meestal anders. Er worden dan niet altijd rookpotten uitgestoten, maar de hexiet is vaak direct in het granaatlichaam opgenomen en de rook stroomt via uitstroomopeningen naar buiten. Een voorbeeld hiervan is de 2 inch rookgranaat mortier.

Lichtgranaten

Een lichtgranaat is een granaat die wordt gebruikt om een bepaald gebied te verlichten. De werking van een lichtgranaat is vergelijkbaar met de werking van een rookgranaat, met dat verschil dat in plaats van een aantal rookpotten 1 lichtelement verbonden aan een parachute wordt uitgestoten. In plaats van een dichte rook ontstaat gedurende langere periode (variërend van circa 20 seconden tot enkele minuten) een intens helder licht. Lichtgranaten komen zowel bij geschut- als mortiermunitie voor. Ook bij lichtgranaten fungeert het granaatlichaam als het ware als een transportcontainer waardoor het granaatlichaam vaak in zijn geheel wordt teruggevonden. Over het algemeen dringen lichtgranaten niet diep in. Bij het ontbranden van het lichtsas zal veel warmte en rook vrijkomen.

Springrookgranaten

Springrookgranaten zijn een bijzonder soort rookgranaten waarvan de werking berust op het ontbranden van witte fosfor. Als witte fosfor in contact komt met zuurstof uit de buitenlucht ontbrandt de fosfor spontaan en ontstaat een dichte witte rook. De rook is giftig en werkt irriterend op ogen en luchtwegen. De witte fosfor wordt uit de granaat geslingerd door een springstoflading

(verspreidingspringlading) in de granaat te laten exploderen

Springrookgranaten komen zowel bij geschut- als mortiermunitie voor en kunnen hierdoor vaak diep zijn ingedrongen als de granaat niet functioneert. Ook in geallieerde handgranaten wordt dit werkingsprincipe veel toegepast. Als het (granaat)lichaam door veroudering aangetast is (dit komt voornamelijk voor bij 2 inch mortiergranaten of handgranaten) kunnen blindgangers van springrookgranaten, als deze worden vrij gegraven, spontaan tot ontbranding komen. Door de brandverschijnselen kan na verloop van tijd de verspreidingspringlading alsnog tot explosie komen waardoor de resterende witte fosfor wordt rondgeslingerd. Dit vorm een wezenlijk risico.

Over het algemeen kan worden gesteld dat blindgangers van springrookgranaten gevoelig zijn voor bewegen en toucheren en dat er een risico kan ontstaan als de granaat wordt vrij gegraven waardoor de witte fosfor in contact kan komen met zuurstof uit de buitenlucht. Soms worden delen van een granaten aangetroffen waarin nog grote stukken witte fosfor aanwezig zijn die nog kunnen ontbranden in contact met zuurstof.



Handgranaten

Handgranaten zijn over het algemeen relatief kleine lichamen die met de hand geworpen moeten worden en tijdens hun baan door de lucht zichzelf scherpstellen of onmiddellijk hun werking beginnen. Vaak zijn ze gevuld met springstof en soms met explosief brandende explosieve stof, geheel of gedeeltelijk gevuld met (witte) fosfor.

Bij handgranaten maakt men veelal gebruik van zeer gevoelige ontstekers, bijvoorbeeld ontstekers met voorgespannen slagpinveer, wrijvingsontstekers of chemische ontstekers. Door veroudering kunnen handgranaten soms extra gevoelig worden voor beroering en toucheren. Een uitzondering op de ontsteker is de Always fuze. De Always fuze kan bij de geringste beweging alsnog in werking gesteld worden en de handgranaat tot ontploffing brengen.

Wanneer een handgranaat gevuld met witte fosfor wordt vrij gegraven, zoals bijvoorbeeld een Britse springrookhandgranaat No.77, kan het CE spontaan tot ontbranding komen als de buitenmantel van het CE beschadigd of aangetast is. Bij handgranaten bestaat de ontsteker vaak uit een slagpin die onder constante veerdruk staat. Een veiligheidspin moet voorkomen dat de slagpin kan inslaan. Voor het werpen wordt de slagpin verwijderd en wordt de slagpin alleen nog geblokkeerd door de veiligheidsbeugel die de werper tegenhoudt totdat de handgranaat wordt geworpen. Na het werpen zal een deel van de slagpinveer ervoor zorgen dat de beugel wordt verwijderd en komt de handgranaat tot explosie. Door veroudering zijn veiligheidspinnen vaak aangetast waardoor deze handgranaten voorzien van dit type ontsteker vaak gevoelig geworden kunnen zijn.



Geweergranaten

Een geweergranaat is een munitieartikel dat speciaal is ontworpen om met behulp van een handvuurwapen, soms in combinatie met een afvuur- c.q. scherp patroon, te worden verschoten. Voor het schieten van deze granaten kan men het geweer voorzien van een schietbeker en schiettap. Het lichaam van de geweergranaat is gevuld met een spring-, een chemische-, een pyrotechnische- of ander soort lading en al dan niet voorzien van een ontsteker met het doel te detoneren, brand te stichten, een rookscherm te leggen, etc., afhankelijk van de soort geweergranaat en haar vulling. De risico's zijn vergelijkbaar met die van handgranaten.

Meer dan bij handgranaten komen hier antitankbrisantgeweergranaten (holle lading) voor. Antitankbrisantgeweergranaten worden gebruikt voor het buiten werking stellen van 'licht' gepantserde doelen. Met het intreden van de geweergranaat was de infanterist beter opgewassen tegen de inzet van tanks. Een door Duitse eenheden vaak gebruikte geweergranaat is de Antitankbrisant geweergranaat 30.



Munitie voor granaatwerpers

Munitie voor granaatwerpers zijn munitieartikelen die met een speciaal wapensysteem worden verschoten, gelanceerd of weggeslingerd. Munitie voor granaatwerpers verschilt van geweergranaten in die zin, dat zij een speciaal wapensysteem behoeven om verschoten of gelanceerd te worden. Het gebruik van de speciale afschiet- of lanceerinrichting wordt niet direct geaccepteerd in militaire kringen, omdat dit inhoudt dat de militair een extra wapen moet dragen, meestal ten koste van zijn persoonlijk handvuurwapen. Op het slagveld blijken deze lanceerinrichtingen echter zeer doeltreffend te zijn, aangezien hiermee de vuurkracht van een kleine eenheid vergroot wordt. Bovendien kunnen allerlei soorten granaten nauwkeurig gericht en verschoten worden op diverse vijandelijke doelen op uiteenlopende afstand.

Duitse infanterie-eenheden maken vaak gebruik van zogenaamde 'Panzerfäusten'. Ook deze zijn voorzien van een gevechtslading waarbij het werkingsprincipe berust op basis van holle lading.



Afwerpmunitie

Afwerpmunitie, ook wel vliegtuigbommen genoemd, zijn munitieartikelen bedoeld om vanaf een vliegtuig losgelaten, uitgestoten of geworpen te worden. Afwerpmunitie kan voorkomen in de vorm van een brisant, brand of pantser doorborende vliegtuigbom. Het gevaar van afwerpmunitie is de hevige mate van uitwerking. De gevarenczones zijn groter dan van andere soorten CE. De explosieve stof(fen) in afwerpmunitie kunnen instabiel en/of gevoeliger zijn geworden in de loop der jaren. Het grootse gevaar bij afwerpmunitie zijn de ontstekers omdat deze erg gevoelig kunnen zijn. Ontstekers met een lange vertraging ($\frac{1}{2}$ tot 144 uur vertraging) kunnen door een ongecontroleerde beweging van afwerpmunitie of door een stoot weer geactiveerd worden. Ook zijn er antidemontage-inrichtingen of anti-storing ontstekers gebruikt. De laatste zijn zeer gevoelig voor beweging of (lichte) schok. Detonatie van afwerpmunitie met een brisante lading kan tot in verre omgeving materiele schade en dodelijk letsel veroorzaken. Grote brandbommen zijn vaak met fosfor en rubber/benzeen gevuld, hebben een relatief dunwandig lichaam en vormen hierdoor een extra risico bij het bewegen.



Ontstekingsinrichtingen

De functie van een ontsteker is om de CE op de gewenste plaats of het juiste tijdstip tot uitwerking te laten komen. Het type ontsteker is in de meeste gevallen bepalend voor het risico dat kan optreden. Als een verschoten CE ongewild niet tot explosie is gekomen, spreken we

van een blindganger. Er is een tal van oorzaken waardoor dit niet is gebeurd. 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. Bij een blindganger verkeert 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. Bij achtergelaten of gedumpte CE zijn ontstekers meestal niet gewapend, waardoor het risico op het optreden van een ongecontroleerde explosie aanzienlijk kleiner is. Bepaalde ontstekers kunnen in ongewapende toestand door veroudering toch gevoelig worden, doordat veiligheidsvoorzieningen door corrosie zijn aangetast of verdwenen.

Na het wapenen van de ontsteker bevindt de slagpin zich direct onder een zeer dunwandig metalen kapje dat door graaf- of andere werkzaamheden eenvoudig te deformeren is. Hierdoor kan de slagpin in het slagpijpje worden gedrukt en kan de bom of 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.

Er is een enorme hoeveelheid verschillende ontstekers gebruikt. Zo zijn er op geschutmunitie bijvoorbeeld ontstekers gebruikt waarvan de werking berust op schok, 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 vaak zijn eigen specifieke gevaarsfactoren. Er kunnen diverse soorten ontstekers op geschutmunitie worden geplaatst. In het kader van de leesbaarheid van de rapportage zijn deze niet toegevoegd.



Toebehoren van munitie

De omschrijving voor toebehoren van munitie is dat het hier voorwerpen betreft die toebehoren aan CE en geen explosieve stof bevatten. Verder zijn deze niet onder te brengen bij een van de andere hoofdgroepen. Het risico bij het aantreffen van dergelijke toebehoren moet om deze reden voornamelijk worden gezocht in het feit dat er mogelijk in de directe omgeving CE aanwezig zijn.



5.3 Gevaarsfactoren

Onder gevaarsfactoren worden factoren verstaan die betrekking hebben op de CE zelf, waardoor de CE ongecontroleerd in werking kunnen treden. Er worden de volgende gevaarsfactoren onderscheiden.

5.3.1 Voorgespannen slagpinveer

Ontstekers met voorgespannen slagpinveer zijn extra gevoelig voor trillingen en beweging. Voor dit onderzoek is dit relevant.

5.3.2 Vertragsingsinrichting

Voor ontstekers met een (chemische¹⁶) vertragsingsinrichting (in afwerpmunitie) geldt dat ze trillingsgevoelig zijn en ze daarom een risico kunnen vormen bij werkzaamheden waarbij grote trillingen worden veroorzaakt (zoals bij heien). Voor dit onderzoek (afwerpmunitie) is dit mogelijk relevant.

5.3.3 Antistoringsinrichting bij valstrik

Valstrikken betreffen CE die worden geplaatst met als doel om door het uitvoeren van een onschuldige handeling tot werking te komen. Een valstrik wordt in de regel in werking gezet door het slachtoffer. Er zijn valstrikken met bijvoorbeeld een drukontsteker of met een trekontsteker. Voor dit onderzoek is dit niet relevant.

5.3.4 (Gevoeligheid van) explosieve stoffen

Wat explosieve stoffen onderscheidt is de gevoeligheid. Sommige explosieve stoffen kunnen al door een geringe stoot of aanraking ontploffen, bij andere is een ontsteker noodzakelijk. De gevoeligheid van explosieve stoffen in de vorm van springstoffen neemt veelal toe door corrosie en/of kristalvorming. Onduidelijk is wat gedurende jaren de invloed van geofysische bodemomstandigheden op de CE zijn geweest. Door roestvorming kan het ontstekingsmechanisme onbetrouwbaar zijn geworden. Daarnaast kan de stabiliteit van de springstof veranderd zijn door zogenaamde kristalvorming. Bij het afbreken van zo'n kristal kan het CE spontaan detoneren. De gevoeligheid van een ontsteker wordt voornamelijk bepaald door de wapeningstoestand. Voor dit onderzoek is dit relevant.

5.3.5 Veroudering

Over het algemeen geldt:

- Secundaire springstoffen zoals TNT, Amatol en Tetryl, worden niet gevoeliger door veroudering;
- Primaire springstoffen zoals loodazide en loodstyfnaat worden ongevoeliger door veroudering, echter correct functioneren kan niet worden uitgesloten;
- Mechanische onderdelen worden niet gevoeliger door veroudering. Een uitzondering is de celluloid disk die aanwezig is in ontstekers met chemische lange vertraging in afwerpmunitie. Dit materiaal is onderhevig aan veroudering. Door degradatie verzwakt de celluloid disk; de ontsteker functioneert zodra de kritische grens bereikt is waarbij de disk de veerspanning van de voorgespannen slagpin niet langer kan dragen. Vanwege de volgende ontbrekende parameters is het onmogelijk te voorspellen wanneer de kritische grens voor degradatie wordt bereikt:
 - De materiaalkwaliteit van het celluloid;
 - De schade die mogelijk is toegebracht door vrijgekomen aceton of acetondamp na inslag van de bom;
 - De eventuele aanwezigheid van vocht;
 - De mogelijke invloed van temperatuur op inwendige materiaalspanningen en chemische degradatie.

¹⁶ De chemisch lange vertragsings ontstekers worden als zeer trillingsgevoelig ingeschat omdat het (plastic) celluloid plaatje dat de voorgespannen slagpin ophoudt, onderhevig is aan veroudering. Zie: TNO-rapport: TNO 2015 R10074, Inventarisatie van WOII vliegtuigbom ontstekers in NL bodem, datum 15 oktober 2015

5.3.6 Wapeningstoestand van de ontsteker

De wapeningstoestand van een ontsteker wordt in de regel bepaald door de krachten die worden uitgeoefend op een ontsteker tijdens het verschieten, werpen, afwerpen of plaatsen van het CE. Tijdens het zogenaamde wapenen van een ontsteker worden alle explosieve en/of mechanische componenten in één lijn gebracht waardoor het CE tot werking kan komen.

Echter het wapenen kan ook gebeuren doordat CE worden rondgeslingerd als gevolg van een explosie. De explosie kan het gevolg zijn van vernietigingswerkzaamheden of een ongecontroleerde explosie. Er kan gesteld worden dat CE voorzien van gewapende ontstekers gevaarlijker zijn dan CE waarvan de ontsteker niet gewapend is.

5.3.7 Pyrotechnische of brandladingen

Pyrotechnische of brandladingen detoneren doorgaans niet, maar verbranden explosief, waarbij in de regel weinig gasvormige producten ontstaan. Voor dit onderzoek is dit relevant.

5.3.8 Witte fosfor

Witte fosfor is zelf ontbrandbaar. Wanneer witte fosfor vrijkomt aan de buitenlucht zal het spontaan reageren. Bij contact met de huid ontstaan zeer diepe en ernstige brandwonden. Naast brandwonden kan de toxiciteit van witte fosfor van zowel de stof zelf als van de vrijkomende rook ook schade aan belangrijke organen zoals lever, longen en hart veroorzaken. Voor dit onderzoek is dit relevant.

5.4 Uitwerkingsfactoren CE

Uitwerkingsfactoren zijn de effecten, die optreden na het in werking treden van een CE. Er zijn vijf mogelijke uitwerkingsfactoren. Deze worden hieronder besproken.

5.4.1 Scherfwerking

Scherfwerking (fragmentatie) ontstaat door de detonatie van de springstof die het stalen granaatlichaam verscherft en door de drukwerking met een enorme snelheid wordt weggeblazen. Scherfwerking wordt onderscheiden in primaire scherven van het granaatlichaam en secundaire scherven, afkomstig van eventuele infra uit de directe omgeving, zoals puin en glasscherven. Primaire en secundaire scherfwerking kunnen (dodelijk) letsel veroorzaken in de directe omgeving van het detonatiepunt.

5.4.2 Luchtdruk

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 schade aan infrastructuur toebrengen.

5.4.3 Schokgolf

Een schokgolf is een heftige trilling die ontstaat bij de detonatie en die zich voortzet door de omringende materie. Hoe dichter deze materie, hoe verder de schokgolf zich zal doorzetten. Door de schokgolfwerking kan schade ontstaan aan fundamenteën, rioleringen en kabels en leidingen.

Wanneer een CE onder het aardoppervlak detoneert, ontstaat een schokgolf die zich in de vorm van een aardshok door de grond en alle daarin aanwezige infrastructuren verplaatst. Wanneer een CE in de lucht detoneert ontstaan vanuit het springpunt schokgolven, die in concentrische cirkels uitdijen. Zij hebben dezelfde aard als geluidsgolven en verplaatsen de lucht dus niet, maar geven de schok door aan de naastliggende luchtmoleculen. De eerste golf is het sterkst en zal dus de meeste schade aanrichten.

5.4.4 Hitte/brand

Bij de detonatie ontstaat een sterke temperatuuroename. De hete gassen die ontstaan, veroorzaken een vuureffect bij contact met zuurstof in de lucht. De scherven die door de scherfwerking ontstaan zijn roodgloeiend en vormen een risico voor brandgevoelige infrastructuur. Specifiek gevaar ontstaat in de nabijheid van (gas en brandstof) leidingen.

5.4.5 Rook

Bij een explosie komt altijd rook vrij. Rook en springrookmunitie (fosfor) is speciaal ontworpen om rook te produceren. Rook is een aerosol van verbrandingsproducten in lucht. Witte rook bestaat vooral uit waterdamp, zwarte rook vooral uit roet. De koolmonoxide in rook en de in de hete (rook)gassen kan verstikkend zijn. Verder komen bij een detonatie giftige dampen vrij die schadelijk zijn voor de mens.

5.5 Gevaars- en uitwerkingsfactoren in relatie tot aan te treffen CE

Op basis van de gegevens uit het vooronderzoek kunnen in (de omgeving van) het onderzoeksgebied de volgende CE in de bodem aangetroffen worden: afwerpmunitie. In onderstaande tabel zijn de gevaars- en uitwerkingsfactoren van deze CE weergegeven.

Gevaarsfactor	Van toepassing	Uitwerkingsfactor	Van toepassing
Voorgespannen slagpinveer	V	Scherfwerking	V
Vertragingsinrichting	V	Schokgolf	V
Antistoringsinrichting (valstrik)	X	Luchtdrukwerking	V
Gevoeligheid explosieve stoffen	V	Hitte/brand	V
Pyrotechnische of brandladingen	V	Ontstaan toxische rook	V
Witte fosfor	V		

Tabel 3: gevaars- en uitwerkingsfactoren CE

6 RISICOINVENTARISATIE

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de risico-inventarisatie weergegeven en tevens worden de te nemen maatregelen besproken.

6.2 Risico-inventarisatie werkzaamheden

In de tabel 4 is de risico-inventarisatie weergegeven.

Werkzaamheden	Maximale diepte aantreffen CE	Mogelijk aan te treffen CE	Werkzaamheden van invloed op CE	Invloedsfactoren	Uitwerkingsfactoren
Civiel-technische werkzaamheden (zie hoofdstuk 4)	Zie sonderingen	Afwerpmunitie	Grondroerende werkzaamheden binnen ongeroerd verdacht gebied CE	Trillen Toucheren Bewegen	Scherfwerking, luchtdruk, schokgolf, hitte/brand
	4,00 m - mv WOII	Geschutmunitie (verschoten)			
	2,00 m - mv WOII	Geschutmunitie Kleinkalibermunitie Handgranaten Geweergranaten Munitie voor granaatwerpers Ontstekingsinrichtingen Munitietoebehoren (gedumpte/achtergelaten)			

Tabel 4: Risico-inventarisatie onderzoeksgebied Tiel-Waardenburg

6.3 Beoordeling van de risico's

Op basis van deze risicoanalyse is vervolgens vastgesteld welke van de volgende scenario's van toepassing (kunnen) zijn:

1. Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden geen uitwerking van de (vermoede) CE verwacht;
2. Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden wel uitwerking van de (vermoede) CE verwacht, maar de uitwerkingsfactoren zijn aanvaardbaar;
3. Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden wel uitwerking van de (vermoede) CE verwacht, maar de uitwerkingsfactoren zijn door het treffen van effectgerichte maatregelen beheersbaar;
4. Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden wel uitwerking van de (vermoede) CE verwacht en de effecten zijn niet beheersbaar, maar het project kan (gedeeltelijk) worden aangepast;
5. Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden wel uitwerking van de (vermoede) CE verwacht, de effecten zijn niet beheersbaar en het project kan niet (gedeeltelijk) worden aangepast. Opsporen van CE noodzakelijk.

Samenvatting risicoanalyse

Aangezien het nog niet duidelijk is waar exact welke civieltechnische werkzaamheden zullen worden uitgevoerd, zijn er diverse mogelijkheden (en/of een combinatie hiervan):

- Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden wel uitwerking van de (vermoede) CE verwacht, maar de uitwerkingsfactoren zijn door het treffen van effectgerichte maatregelen beheersbaar;
- Er wordt voor het toekomstige gebruik/de geplande werkzaamheden wel uitwerking van de (vermoede) CE verwacht en de effecten zijn niet beheersbaar, maar het project kan (gedeeltelijk) worden aangepast. Indien het project niet (gedeeltelijk) kan worden aangepast, is opsporen van CE noodzakelijk.

De te nemen maatregelen worden in paragraaf 6.9 *Maatregelen* beschreven.

6.4 Mogelijke gevolgen ongecontroleerde detonatie

Bij een ongecontroleerde detonatie zullen, afhankelijk van de diepteligging van het CE, de effecten van 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 plaatst zich in dit geval voort door de bodem en kan schade toebrengen aan bestaande ondergrondse infrastructuur zoals kabels, leidingen, heipalen, funderingen et cetera.

Bij een ongecontroleerde detonatie van in de grond ingedrongen CE nemen risico's af. De kans op schade aan bestaande (ondergrondse) infrastructuur blijft echter aanwezig en neemt zelfs toe. Ter bescherming van de gevolgen van een ongecontroleerde detonatie kunnen diverse maatregelen worden genomen. Hierbij moet worden gedacht aan:

- Scherfwerende dekens plaatsen;
- Graven van sleuven tussen de werkzaamheden en de ondergrondse infra om zo de eventuele ontploffing c.q. blast op te vangen;
- Bovengrondse scherfwerende constructies.

6.5 Veiligheidsafstanden en kwetsbare objecten

In en om het uitvoeringsgebied is gekeken naar mogelijk kwetsbare objecten. Kwetsbare objecten zijn verschillende soorten accommodaties, hieronder vallen: flats, appartementen, boerderijen en vakantiehuisjes, maar ook scholen, gezondheidsinstellingen en kinderopvang. Deze kwetsbare objecten zouden in het geval van een bewuste dreiging nooit binnen het effect van een explosie mogen liggen. Om hier rekening mee te houden zijn veiligheidsafstanden voor ontruiming vastgesteld.

Veiligheidsafstanden worden bepaald op basis van de grootst mogelijke soort achtergebleven CE en de maximale hoeveelheid explosieve stof (NEG) die hierin opgenomen kan zijn. In de onderstaande tabel staat weergegeven hoe groot de ontruimingsstraal is bij elke Netto-explosieve massa of gewicht.

Netto Explosief Gewicht NEG (kg)	Schervengevarezone fragmenten (m)	Schervengevarezone overige fragmenten (m)	Schervengevarezone met beschermingsconstructie (m)
4,00 - 4,50	610	xx	nvt
4,50 - 5,00	670	1140	nvt
5,00 - 10,00	700	1420	nvt
10,00 - 15,00	800	1660	nvt
15,00 - 20,00	860	1720	nvt
20,00 - 25,00	880	1780	nvt
25,00 - 50,00	970	1940	250
50,00 - 75,00	1020	2040	250
75,00 - 125,00	1130	2260	250
125,00 - 250,00	1320	2630	500
250,00 - 500,00	1540	3050	xx
500,00 - 750,00	1690	3050	xx

Tabel 5: Effecten bij een explosie van CE¹⁷

Deze stralen worden geadviseerd als beheersmaatregel tegen scherfwerking tijdens eventuele demontagehandelingen, tijdens een 'niet-afgedekte' vernietiging of tijdens ontgravingen zonder dat het gebied vooraf is onderzocht en eventueel achtergebleven CE zijn verwijderd. Bij het uitvoeren van een detectie-onderzoek is er dus geen schervengevarezone van toepassing. Bij het benaderen van significante verstoringen kunnen de kolommen 1 en 2 (schervengevarezone fragmenten en overige fragmenten) van toepassing zijn.

Stralen kunnen worden teruggebracht door het toepassen van een beschermingsconstructie.

Kwetsbare objecten in het uitvoeringsgebied zijn in hoofdzaak aanwezig in de vorm van woningen en woonkernen.

¹⁷ Voor het vaststellen van de veiligheidsstralen hebben we gebruik gemaakt van een tabel die de EODD aan de branchevereniging voor Explosieven Opsporing (VEO) beschikbaar heeft gesteld. Deze tabel is opgenomen in een door de EODD gehanteerd (defensie)voorschrift VS 9-861.

Indien er echter binnen de veiligheidsstraal hoge gebouwen, zoals bijvoorbeeld flats aanwezig zijn, zullen de kwetsbare objecten, gelegen áchter deze flats, niet of nauwelijks beïnvloed worden door een eventuele explosie, daar de flats dan als barrière of buffer fungeren. Indien er dus hoge gebouwen binnen de veiligheidsstraal aanwezig zijn, worden de er achtergelegen kwetsbare objecten niet meer als kwetsbaar geclassificeerd.

6.6 Trillingen

Objecten welke dieper dan de vergravingscontouren liggen kunnen in principe genegeerd worden, tenzij er sprake is van werkzaamheden met trillingen, zoals heien of het intrillen van damwanden. De maximale te onderzoeken diepte is afhankelijk van de maximale diepte van de bodemingrepen. Er hoeft niet dieper te worden onderzocht dan voor de bodemingrepen noodzakelijk is. Er dient wel te worden bekeken of er in de directe omgeving een risico bestaat door het uitvoeren van werkzaamheden welke trillingen kunnen veroorzaken, zoals heien of aantrillen van grond. In een gebied dat verdacht is op de aanwezigheid van afwerpmunitie (vliegtuigbommen) dient er rekening gehouden te worden met het feit dat grote trillingen in de ondergrond een aanwezig CE kunnen laten detoneren. Dit is een risico dat aanwezig is naast het risico bij direct contact met een CE.

Voor grondwerkzaamheden en overige werkzaamheden waarbij trillingen worden veroorzaakt in de bodem geldt in het algemeen een aantal voorwaarden:

- Voor werkzaamheden, zoals het zetten van heipalen of intrillen van damwanden, waarbij in de bodem trillingen ($>1 \text{ m/s}^2$) worden veroorzaakt, dient voor aanvang van deze werkzaamheden tenminste een profiel worden onderzocht met een straal van minimaal 10 meter vanaf het punt waar de trillingen worden veroorzaakt¹⁸.

6.7 Grondwerkzaamheden

Voor grondwerkzaamheden ten behoeve van het aanleggen van kabel-, leiding- en rioolsleuven geldt het volgende:

- Als de grondwerkzaamheden binnen het profiel van bestaande sleuven (naoorlogs) worden uitgevoerd dan kunnen deze voorgenomen grondwerkzaamheden uitgevoerd worden zonder opsporingswerkzaamheden te laten uitvoeren. Het profiel van de oude kabels- en leidingensleuven kan worden vastgesteld door middel van proefsleuven.
- Indien men dieper en/of breder gaat dan de oude legger van het profiel van de bestaande sleuven, dan dient er opsporing plaats te vinden.
- Indien er kabels- en leidingen worden aangelegd in verdacht gebied buiten de profielen van bestaande sleuven dient er ten alle tijden opsporing plaats te vinden. Het is ook belangrijk om vast te stellen of de oude sleuven met of zonder talud zijn gegraven.

6.8 Opsporingstechnieken

Op basis van theoretische kennis, praktijkervaring en locatie specifieke omstandigheden wordt bepaald welke maatregel oftewel onderzoekstechniek (of combinatie van onderzoekstechnieken) ingezet kan worden ten behoeve van de opsporing van mogelijk aanwezige CE. Er zijn verschillende onderzoekstechnieken welke onderstaand worden besproken.

In het kader van de opsporing van CE wordt veelal geadviseerd om de meetwerkzaamheden op basis van magnetometrie uit te voeren. Bij magnetometrische metingen worden de afwijkingen van het aardmagnetische veld gemeten welke door significante verstoringen worden veroorzaakt. Deze magnetometers zijn passieve meetinstrumenten, of actieve meetinstrumenten.

¹⁸ Op basis van een onderzoeksrapport hanteert de EODD de richtlijn dat het risico op een ongewenste detonatie van een vliegtuigbom reëel is bij trillingen met een versnelling van 1 m/s^2 of meer. In de regel kunnen werkzaamheden, die trillingen kunnen veroorzaken, tot een afstand van 10 meter een dergelijke versnelling veroorzaken.

Indien er werkzaamheden met trillingen met een versnelling van 1 m/s^2 of meer plaatsvinden, dienen er aanvullende detectiewerkzaamheden binnen een cirkel van 10 meter vanaf de geplande werkzaamheden, te worden uitgevoerd.

Passieve meetinstrumenten zijn geschikt voor opsporing van FERRO-verstoringen. Afhankelijk van de grootte van het zoekdoel kan een meetbereik worden afgegeven.

Actieve meetinstrumenten zijn geschikt voor opsporing van zowel FERRO als NON-FERRO-verstoringen. Afhankelijk van de grootte van het zoekdoel kan een meetbereik worden afgegeven. Actieve detectoren, zogenaamde mijn/ metaaldetectoren of EMD1/3 kanal zijn voorbeelden van actieve detectoren. Het nadeel van mijn/ metaaldetectoren is het geringde detectiebereik van max 0,50 cm-mv. Het nadeel van een EMD 1/3 kanal is het detectiebereik van maximaal 2,50 m-mv.

6.9 Maatregelen

Hieronder is het advies beschreven van de te nemen maatregelen die toegepast kunnen worden ten behoeve van de mogelijk aanwezig CE in het algemeen. Er is geen koppeling gemaakt met de civieltechnische werkzaamheden, daar tijdens het opstellen van deze PRA het niet bekend is op welke locaties welke werkzaamheden gaan plaatsvinden.

Op basis van de informatie, verzameld ten behoeve van deze PRA kan worden aangenomen dat de weg op de dijk tot ca. 0,50 m-mv (bovengrond) geroerd is tijdens eerder uitgevoerde civieltechnische werkzaamheden. Om deze reden kunnen de civieltechnische werkzaamheden op de weg welke binnen de 0,00 m-mv - 0,50 m-mv vallen worden uitgevoerd zonder aanvullende werkzaamheden op het gebied van opsporing van CE. De werkzaamheden binnen het dijktaalud waar naoorlogs ophogingen hebben plaatsgevonden kunnen eveneens regulier worden uitgevoerd tot de onderkant van de ophooglaag. Dit geldt ook voor eventueel nog aanwezige naoorlogse fundering en/of de naoorlogs gegraven funderingsleuf: tot onderkant van de funderings(sleuf) kunnen de werkzaamheden regulier worden uitgevoerd.

Voor de grond die buiten de naoorlogse ophooglaag en buiten deze naoorlogs gegraven sleuven valt én nog wel binnen het verdacht gebied, dienen wel opsporingswerkzaamheden plaats te vinden.

De exacte uitvoeringsmethode zal uiteindelijk worden bepaald door het WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf dat de opsporingswerkzaamheden gaat verrichten.

In onderstaande tabel staat het advies van de te nemen maatregelen die toegepast kunnen worden ten behoeve van de mogelijk aanwezig CE in het algemeen.

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
01	Geschutstelling, loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
02	Bomkrater	Afwerpmunitie	Vanaf maaiveld WOII tot 10 Mpa laag	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud
	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie.
	Wapenopstellingen, loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Dieptedetectie (afwerpmunitie) -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
03	Bomkrater	Afwerpmunitie	Vanaf maaiveld WOII tot 10 Mpa laag	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Dieptedetectie (afwerpmunitie) -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	
	Loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
04	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
05	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
06	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
07	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebereiden	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
08	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Loopgraven	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
09	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Wapenopstelling, loopgraven, munitieopslag (ten zuiden van de Molenstraat)	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
10	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Munitieopslag	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	
11	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
12	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
	Wapenopstelling, loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
13	Artilleriegevechten Wapenopstelling, loopgraven	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
14	Artilleriegevechten	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
15	Artilleriegevechten Loopgraaf	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
16	Artilleriegevechten Loopgraaf (zuidelijkste deel)	Geschutmunitie (verschoten), ontstekingsinrichtingen en munitietoebehoren Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 4,00 m - mv WOII Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
21	Loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebehoren (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud ¹⁹ -Buiten het naorlogs gegraven en/of

¹⁹ Een deel van het verdachte gebied van de betreffende loopgraaf ligt momenteel onder het huidige dijklichaam. Het is niet bekend tot hoe diep de naorlogse grondroerende werkzaamheden tbv de dijkverplaatsing hebben plaatsgevonden, aangezien hiervan geen bestek c.q. profieltekening bekend is. Waarschijnlijk is er op de locatie van de loopgraaf enkel of in hoofdzaak grond opgebracht. Deze naorlogs opgebrachte grond kan als 'niet verdacht' worden beschouwd. Het verdachte gebied van de loopgraaf bevindt zich vanaf het maaiveldniveau uit de Tweede Wereldoorlog tot 2,00 m minus dit maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog, dus onder het huidige dijklichaam.

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
				opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
23	Geschutstelling	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
23-24	Loopgraven, mangaten	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
30-31	Loopgraven, mangaten	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
32	Loopgraaf	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
39	Geschutstellingen, munitieopslag	Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporings-werkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie.

Dijkvak	Indicatie	Aan te treffen CE	Minimale en Maximale diepte aantreffen CE	Maatregel
				-Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.
41	Bomkraters Wapenopstellingen, geschutstellingen	Afwerpmunitie Geschutmunitie, Klein kalibermunitie, Handgranaten, Geweergranaten, Munitie voor granaatwerpers, Ontstekingsinrichtingen, Munitietoebereiden (gedumpt/achtergelaten)	Vanaf maaiveld WOII tot 16,25 m - mv Vanaf maaiveld WOII tot 2,00 m - mv WOII	-Geen opsporingswerkzaamheden binnen het bestaande naoorlogs opgehoogde deel van het dijktaalud -Buiten het naoorlogs gegraven en/of opgehoogde dijktaalud: Oppervlakte-detectie. -Dieptedetectie (afwerpmunitie) -Aansluitend significante verstoringen benaderen en identificeren.

Tabel 6: Maatregelen

7 CONCLUSIES EN ADVIES

7.1 Inleiding

Bombs Away B.V. heeft in opdracht van het Waterschap Rivierenland voor het onderzoeksgebied “Tiel-Waardenburg” een PRA uitgevoerd voor de gebieden waar een verhoogd risico bestaat op het kunnen aantreffen van CE.

7.2 Conclusie vooronderzoek

Op basis van de geraadpleegde bronnen, de beoordeling en evaluatie van de indicaties is vastgesteld dat in het onderzoeksgebied “Tiel-Waardenburg” oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden waardoor er mogelijk CE in de bodem kunnen zijn achtergebleven. Het gaat om de volgende CE:

Aan te treffen CE	Subsoort/nationaliteit	Hoeveelheden	Verschijningsvorm
Afwerpmunitie	Tot en met 1000 lbs brisantbommen (geallieerd)	Exemplarisch	Afgeworpen
Geschutmunitie	Tot met 155 mm (geallieerd)	Tientallen	Verschoten
Geschutmunitie	Tot en met 15 cm (Duits)	Tientallen	Gedumpte/achtergelaten
Klein kalibermunitie	Tot 2 cm (Duits)	Honderdtallen	Gedumpte/achtergelaten
Handgranaten	Ei- en steel (Duits);	Tientallen	Gedumpte/achtergelaten
Geweergranaten	Brisant/rook (Duits);	Tientallen	Gedumpte/achtergelaten
Munitie voor granaatwerpers	<i>Panzerfaust</i> (Duits);	Exemplarisch	Gedumpte/achtergelaten
Ontstekingsinrichtingen	Voor geschut- en mortiergranaten (Duits)	Tientallen	Gedumpte/achtergelaten
Munitietoebehoren	Verpakkingsmaterialen e.d. (Duits)	Tientallen	Gedumpte/achtergelaten

Tabel 7: Conclusies vooronderzoek

Het verdachte gebied is vastgesteld aan de hand van de beschikbare gegevens uit de geraadpleegde bronnen en luchtfoto's. Een deel van het onderzoeksgebied “Tiel-Waardenburg” is verdacht op het aantreffen van CE.

7.3 Conclusie PRA

Op basis van de analyse van het reeds uitgevoerde vooronderzoek kan worden vastgesteld dat oorlogshandelingen in het onderzoeksgebied van de PRA hebben plaatsgevonden waardoor er mogelijk CE in de bodem achtergebleven kunnen zijn.

Op basis van de uitgevoerde PRA worden de volgende conclusies getrokken:

- Op een groot deel van het onderzoeksgebied hebben grondroerende werkzaamheden plaatsgevonden ten behoeve van de dijkverzwaring rond 1995;
- Een klein deel van het onderzoeksgebied is bebouwd geweest in de jaren na de Tweede Wereldoorlog. Het is niet bekend in hoeverre de funderingen in de grond zijn verwijderd;
- Op het onderzoeksgebied zijn kabels en leidingen aanwezig welke naoorlogs zijn aangelegd;
- Aangenomen mag worden dat CE, welke tijdens eerdere werkzaamheden zijn aangetroffen, reeds geruimd zijn door de EODD;
- Niet van alle dijkvakken zijn dwarsprofielen bekend van de werkzaamheden in rond de dijkverzwaring van 1995 zijn uitgevoerd;
- Tijdens het opstellen van deze PRA is het nog niet duidelijk waar exact welke civieltechnische werkzaamheden zullen worden uitgevoerd. Er is dus in het advies nog geen koppeling gemaakt met de geplande civieltechnische werkzaamheden.

7.4 Opsporings- c.q. detectieadvies

Op basis van de informatie, verzameld ten behoeve van deze PRA kan worden aangenomen dat de weg op de dijk tot ca. 0,50 m-mv (bovengrond) geroerd is tijdens eerder uitgevoerde civieltechnische werkzaamheden. Om deze reden kunnen de civieltechnische werkzaamheden op de weg welke binnen de 0,00 m-mv - 0,50 m-mv vallen worden uitgevoerd zonder aanvullende werkzaamheden op het gebied van opsporing van CE. De werkzaamheden binnen

het dijktalud waar naoorlogs ophogingen hebben plaatsgevonden kunnen eveneens regulier worden uitgevoerd tot de onderkant van de ophooglaag. Dit geldt ook voor eventueel nog aanwezige naoorlogse fundering en/of de naoorlogs gegraven funderingsleuf: tot onderkant van de fundering(sleuf) kunnen de werkzaamheden regulier worden uitgevoerd.

Voor de grond die buiten de naoorlogse ophooglaag en buiten deze naoorlogs gegraven sleuven valt én nog wel binnen het verdacht gebied, dienen wel opsporingswerkzaamheden plaats te vinden.

In bijlage 5 is een overzichtskaart met de geroerde gronden toegevoegd (losse bijlage).

7.5 Opsporingswerkzaamheden

Bovenstaand rapport betreft een niet-bindend advies voor WSCS-OCE gecertificeerde opsporingsbedrijven. De opsporingswerkzaamheden mogen enkel door een WSCS-OCE gecertificeerd opsporingsbedrijf worden uitgevoerd.

De exacte uitvoeringsmethode voor opsporingswerkzaamheden wordt uiteindelijk bepaald door het WSCS-OCE gecertificeerde opsporingsbedrijf dat de opsporingswerkzaamheden gaat verrichten.

7.6 Vervoltraject opsporing CE

Hieronder volgt een beschrijving welke opsporingswerkzaamheden dienen te worden uitgevoerd.

Opstellen projectplan OCE

Alvorens er wordt gestart met opsporing dient er een projectplan OCE te worden opgesteld. Met het indienen van het projectplan OCE informeert het opsporingsbedrijf de gemeente/het bevoegd gezag waarbinnen deze opsporing valt over de aanstaande opsporing. Hierbij is er een verschil inzake projectplannen voor detectie en projectplannen voor het gehele opsporingstraject.

Voor projectplannen voor detectie wordt de gemeente geïnformeerd. Voor projectplannen voor het gehele opsporingstraject dient er goedkeuring middels ondertekening van het bevoegd gezag openbare orde en veiligheid van de gemeente waarbinnen het onderzoek plaats vindt, worden opgenomen. De opsporingswerkzaamheden mogen dan pas aanvangen na goedkeuring van het projectplan OCE door het bevoegd gezag openbare orde en veiligheid van de gemeente.

Oppervlakte detectie

Onder oppervlakte detectie naar CE wordt verstaan: het vanaf het maaiveld detecteren van verstoringen in het aardmagnetisch veld veroorzaakt door bodemvreemde ijzerhoudende verstoringen.

Laagsgewijs ontgraven

Indien er binnen het onderzoeksgebied verstoringen aanwezig zijn welke niet te verwijderen zijn en daarom de metingen verstoren, wordt er ook wel gekozen om laagsgewijs te ontgraven. Hierbij worden door het toepassen van mijn/metaal detectoren lagen van maximaal 20 cm vrijgegeven om door een beveiligde kraan te worden afgegraven.

Dit herhaalt zich tot de maximaal te ontgraven diepte bereikt is.

Diepte detectie

Diepte detectie wordt uitgevoerd als objecten zich dieper dan 5,0 m-mv bevinden. Vanaf het maaiveld is het dan niet meer mogelijk om deze dieper gelegen objecten te detecteren. Diepte detectie wordt veelal uitgevoerd door sondeerauto's, Chaindrives, maar ook door speciaal hiervoor ingerichte boorstellingen. De meest gebruikte detectietechniek hiervoor is magnetometertechniek; dit is een passieve meettechniek welke de verstoring van het aardmagnetisch veld waarneemt.

Na het detecteren worden de door de computer opgenomen data geïnterpreteerd (analyse van de meetgegevens) en worden de geselecteerde significante objecten weergegeven in een objectenlijst, voorzien van een x-, y- en z-waarde.

Benaderen significante verstoringen

Alle geïnterpreteerde significante verstoringen dienen te worden benaderd om vast te stellen of het hier gaat om een CE of een ander bodemvreemd materiaal. Significante verstoringen welke

gelegen zijn tot 50 cm -mv worden handmatig (met een schep) onderzocht. Verstoringen welke dieper dan 50 cm -mv gelegen zijn, worden onderzocht met ondersteuning van een beveiligde (mini)kraan. Deze beveiligde (mini)kraan graaft niet naar de significante verstoringen, maar maakt het mogelijk voor het personeel van het opsporingsbedrijf om veilig te kunnen werken op een grotere diepte.

Identificeren en veiligstellen CE

Significante verstoringen welke een CE blijken te zijn, dienen door een senior OCE-deskundige te worden geïdentificeerd. Na de positieve identificatie bepaalt de senior OCE-deskundige of het aangetroffen CE mag worden verplaatst naar een VTVS (voorziening tijdelijk veiligstellen situatie). De senior OCE-deskundige kan ook bepalen dat het aangetroffen CE ter plekke veilig wordt gesteld.

Overdracht CE aan EODD

Na het veiligstellen van het CE dient dit te worden gemeld aan de opdrachtgever en de EODD (Explosieven Opruimingsdienst Defensie) (optioneel aan het bevoegd gezag, politie, brandweer). In goed overleg met de EODD en het bevoegd gezag wordt de aangetroffen CE aangeboden ter ruiming/vernietiging.

Proces-verbaal van oplevering

Na het overdragen van de CE aan de EODD kan het proces-verbaal van oplevering worden opgesteld. Hiermee wordt het onderzoeksgebied vrijgegeven van CE en kunnen de reguliere werkzaamheden aanvangen.

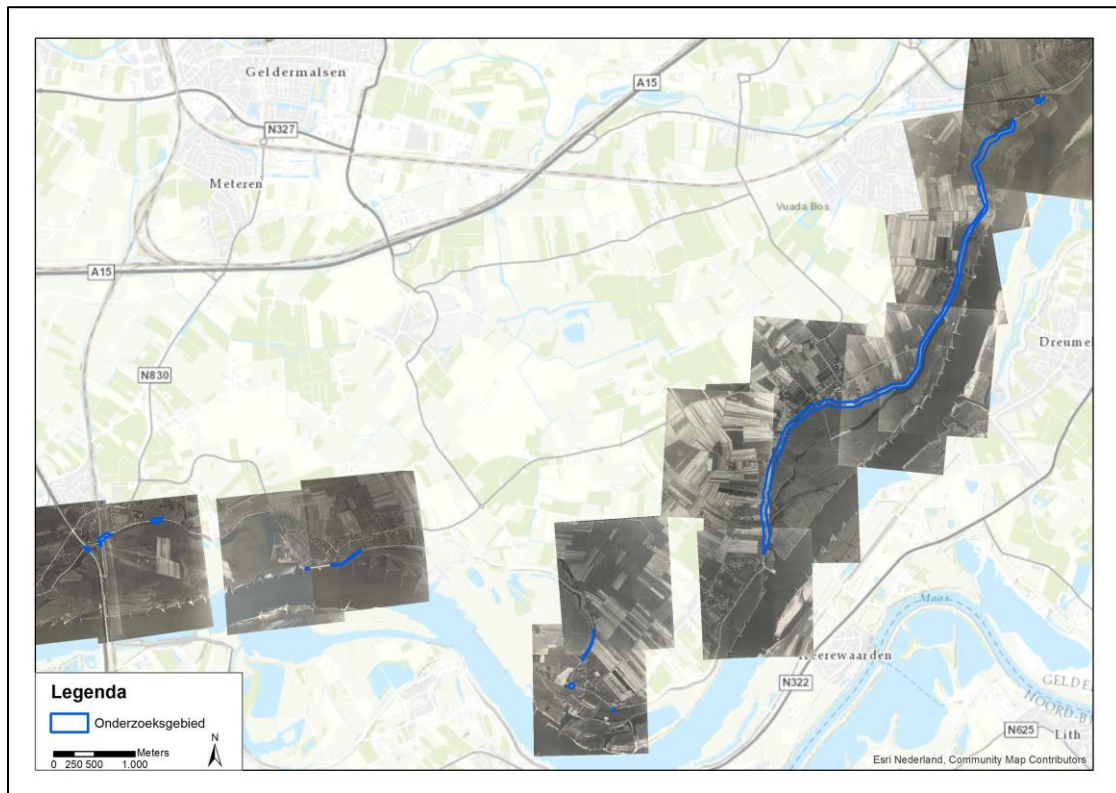
8 BIJLAGEN

Bijlage 1 Checklist conform Eindversie methode PRA zoals door de Vereniging voor Explosieven Opsporing (VEO) aangeboden aan het CCvD-OCE (3VEO-CER.07024.V, november 2013)

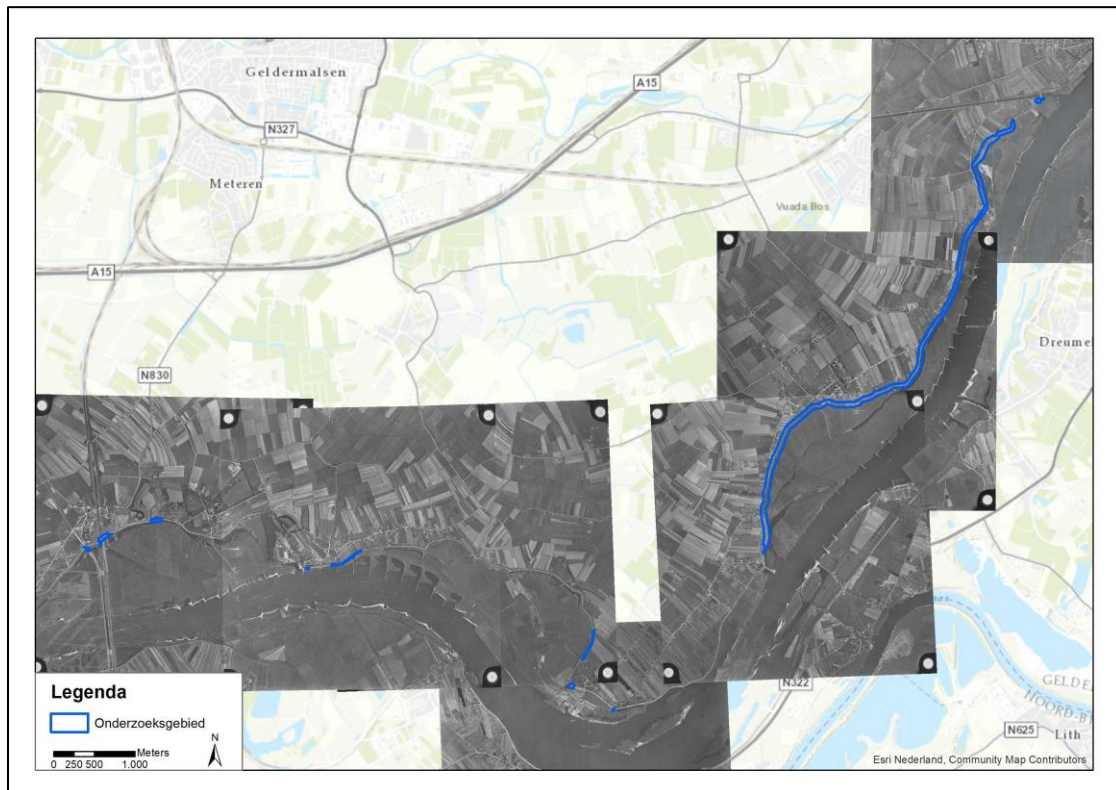
Projectgebonden Risicoanalyse		Checklist	Door Bombs Away uitgevoerd
1	Vaststellen projectgebied	<i>In overleg met de opdrachtgever</i>	V
2	Analyse uitgevoerde vooronderzoek(en)	<i>Uitgevoerd conform WSCS-OCE</i>	V
		<i>Verticale afbakening verdacht gebied</i>	V
		<i>Inventarisatie aantal, soort, subsoort en verschijningsvorm van vermoedelijke CE</i>	V
		<i>(Contra-)indicaties (naoorlogse ontwikkelingen)</i>	V
3	Vaststellen locatie specifieke omstandigheden	<i>Aanwezigheid van onder- en bovengrondse kwetsbare infrastructuur</i>	V
		<i>Omgevingsfactoren die een detectieonderzoek kunnen verstoren of hinderen</i>	V
		<i>Grondwaterpeil en (water)bodemsoort en in geval van waterbodem de waterdiepte</i>	V
		<i>Beschikbare informatie over bodemverontreiniging en te verwachten archeologische vondsten</i>	V
		<i>Eventuele relevante naoorlogse ontwikkelingen in het projectgebied na datum van de uitvoering van de vooronderzoek(en)</i>	V
4	Identificatie toekomstig gebruik (definitie van het project)	<i>Voorgenomen werkzaamheden</i>	V
5	Identificatie van invloedsfactoren	<i>Beweging</i>	V
		<i>Grondtrillingen</i>	V
		<i>Toucheren van het CE</i>	V
		<i>Brand/temperatuur</i>	V
		<i>(lucht)druk</i>	V
6	Studie van gevaarsfactoren	<i>Blootstellen aan de buitenlucht</i>	V
		<i>Voorgespannen slagpinveer</i>	V
		<i>Vertragingsinrichting</i>	V
		<i>Antistoringsinrichting (valstrik)</i>	V
		<i>(gevoeligheid van) explosieve stoffen</i>	V
		<i>Pyrotechnische of brandladingen</i>	V
7	Identificatie van uitwerkingsfactoren	<i>Witte fosfor</i>	V
		<i>Scherfwerking</i>	V
		<i>Schokgolf</i>	V
		<i>Luchtdrukwerking</i>	V
8	Beoordeling van de risico's (scenariostudie)	<i>Hitte/brand</i>	V
		<i>Kans dat CE ongewenst tot uitwerking komen ten gevolge van het project</i>	V
9	Conclusie en aanbevelingen	<i>Uitwerkingsfactoren ten gevolge daarvan (onder- en bovengrondse explosies), inclusief de maximale uitwerkings sfeer</i>	V
		<i>Scenario I: geen uitwerking van de (vermoede) CE</i>	V
		<i>Scenario II: wel uitwerking van de (vermoede) CE, maar uitwerkingsfactoren aanvaardbaar</i>	V
		<i>Scenario III: wel uitwerking van de (vermoede) CE, maar uitwerkingsfactoren beheersbaar met effectgerichte maatregelen</i>	V
		<i>Scenario IV: wel uitwerking van de (vermoede) CE, de effecten zijn niet beheersbaar, maar het project kan (gedeeltelijk) worden aangepast</i>	V
		<i>Scenario V: wel uitwerking van de (vermoede) CE, de effecten zijn niet beheersbaar, geen aanpassing van het project: opsporen CE noodzakelijk</i>	V

Bijlage 2 Luchtfotodekking PRA

1945



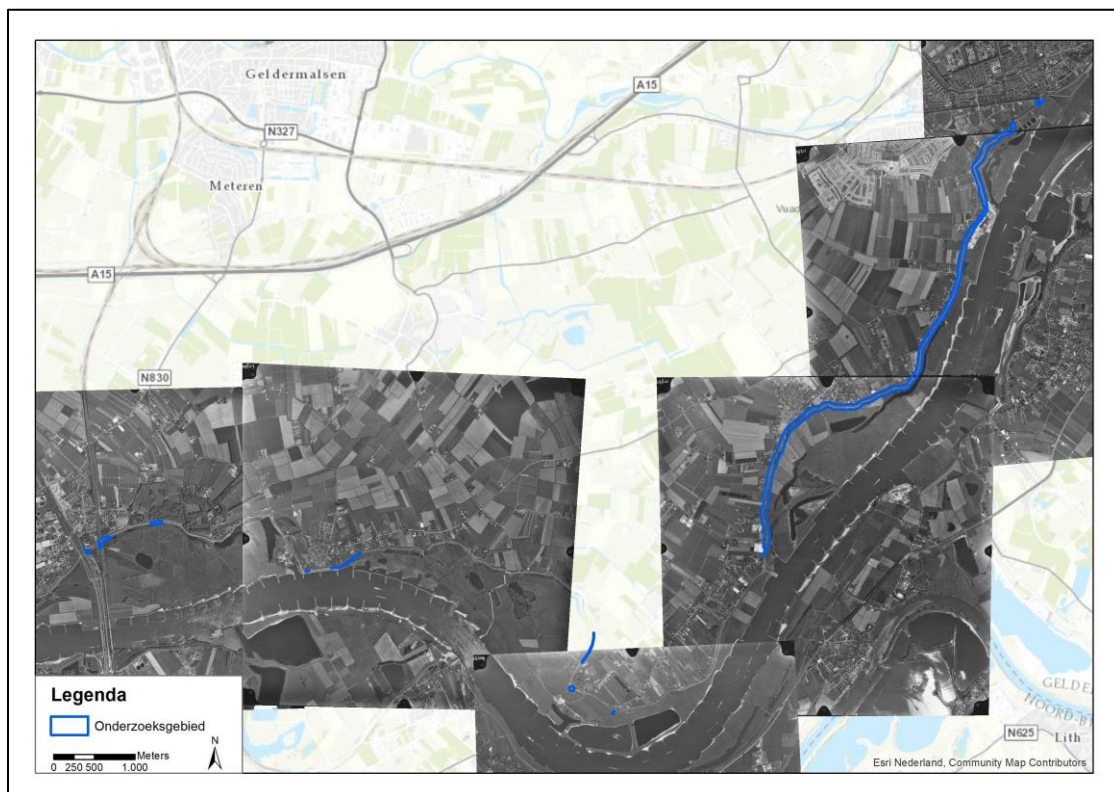
1954



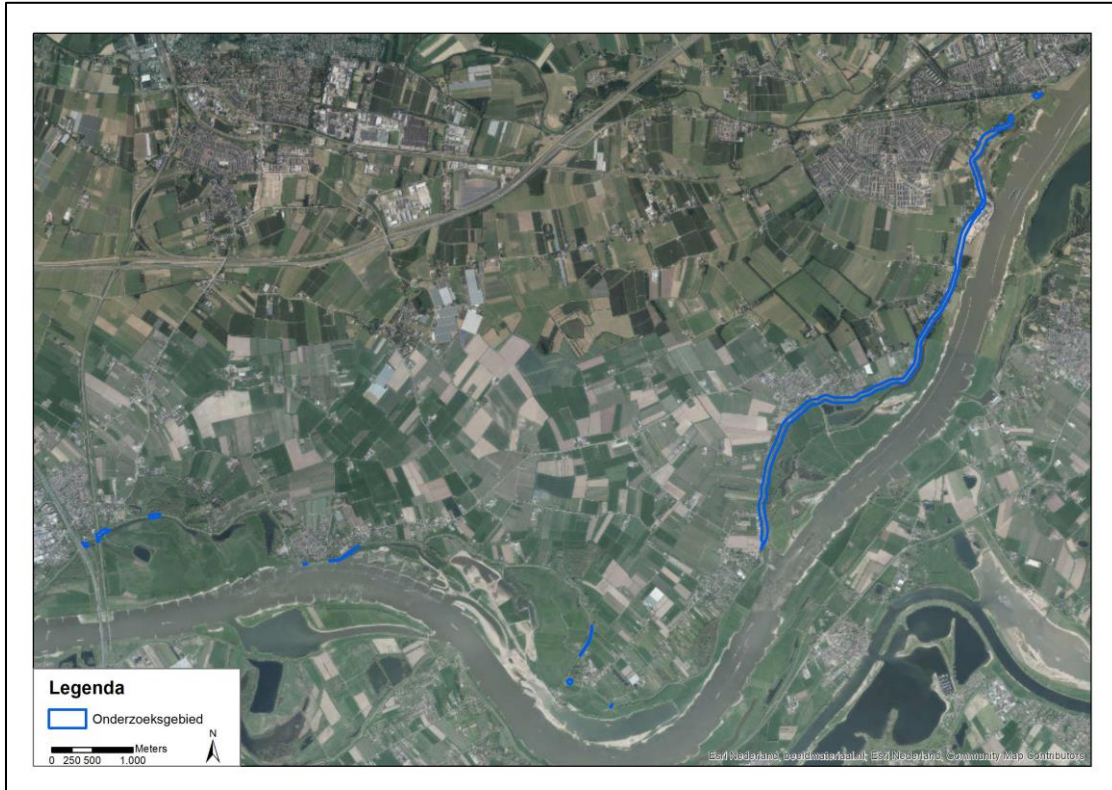
1974



1998



2017



Bijlage 3 Situatiekaarten verdachte gebieden in 1945 - 2017 (losse bijlage)

Bijlage 4 Kaarten met KLIC gegevens (losse bijlage)

Bijlage 5 **Kaart met geroerde gronden (losse bijlage)**