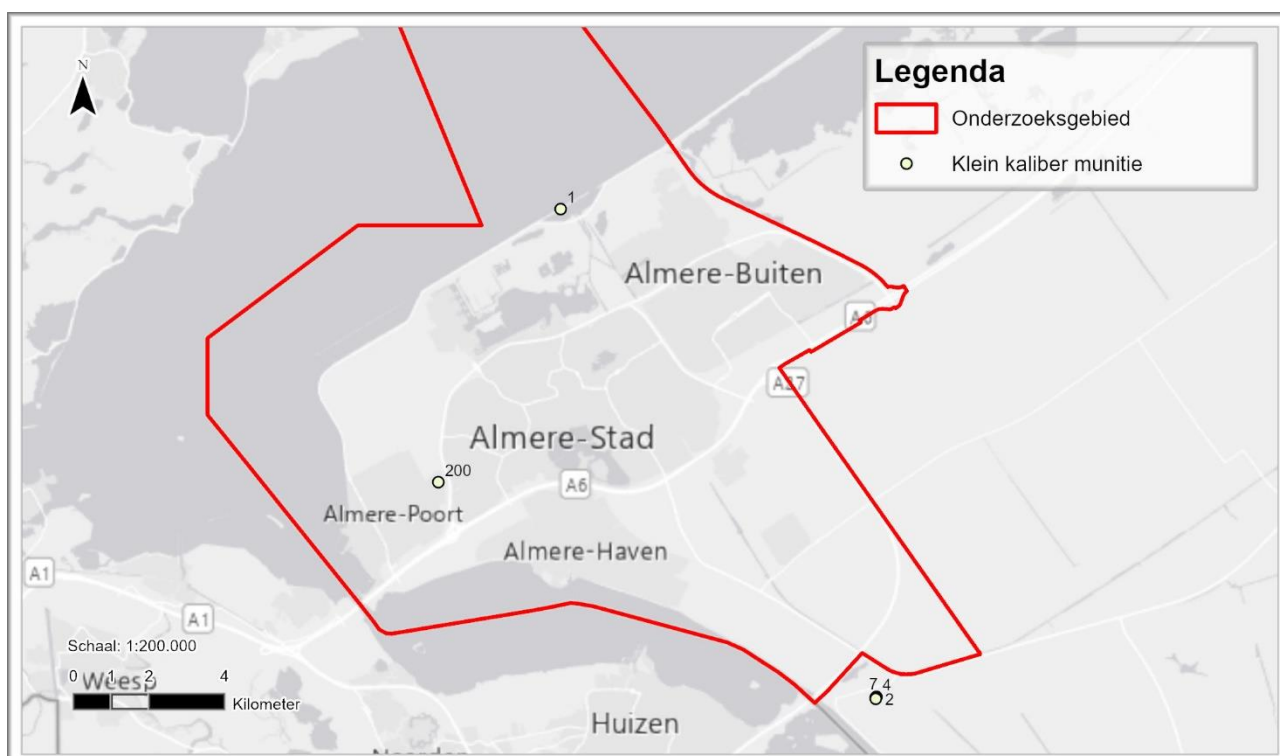


4.1.19 Klein kaliber munitie

Hoofdsort	Klein kaliber munitie
Subsoort	Diversen
Kaliber	Diversen
Herkomst	Duits, Geallieerd
Verschijningsvorm	Onbekend
Aantal feitelijk geruimd	214
Ruimtelijk vondstenpatroon	Op een aantal locaties verspreid over de gemeente (en net daarbuiten) is klein kaliber munitie aangetroffen. De ruimingslocaties liggen ver uit elkaar. Op een locatie ten zuiden van de gemeente zijn drie ruiming op hetzelfde adres uitgevoerd.
Horizontale afbakening	Er zijn geen gegevens achterhaald om de context van deze vondsten te kunnen bepalen. Er wordt geen horizontale afbakening toegepast.

Tabel 34: Afweging omtrent klein kaliber munitie.



Figuur 28: Ruimingslocaties klein kaliber munitie.

4.1.20 Aandachtsgebieden vliegtuigwrakken

Er is sprake van een viertal locaties waarvan niet kan worden uitgesloten dat er nog vliegtuigresten en/of ontplofbare oorlogsresten kunnen worden aangetroffen. In navolging op het uitgangspunt van RPS in het Vooronderzoek Zuiderzeeland (paragraaf 3.9 eerder in deze rapportage) worden de wraklocaties, zoals aangegeven op de Wrakkenkaart van Rijkswaterstaat, voorzien van een buffer van 500 meter.

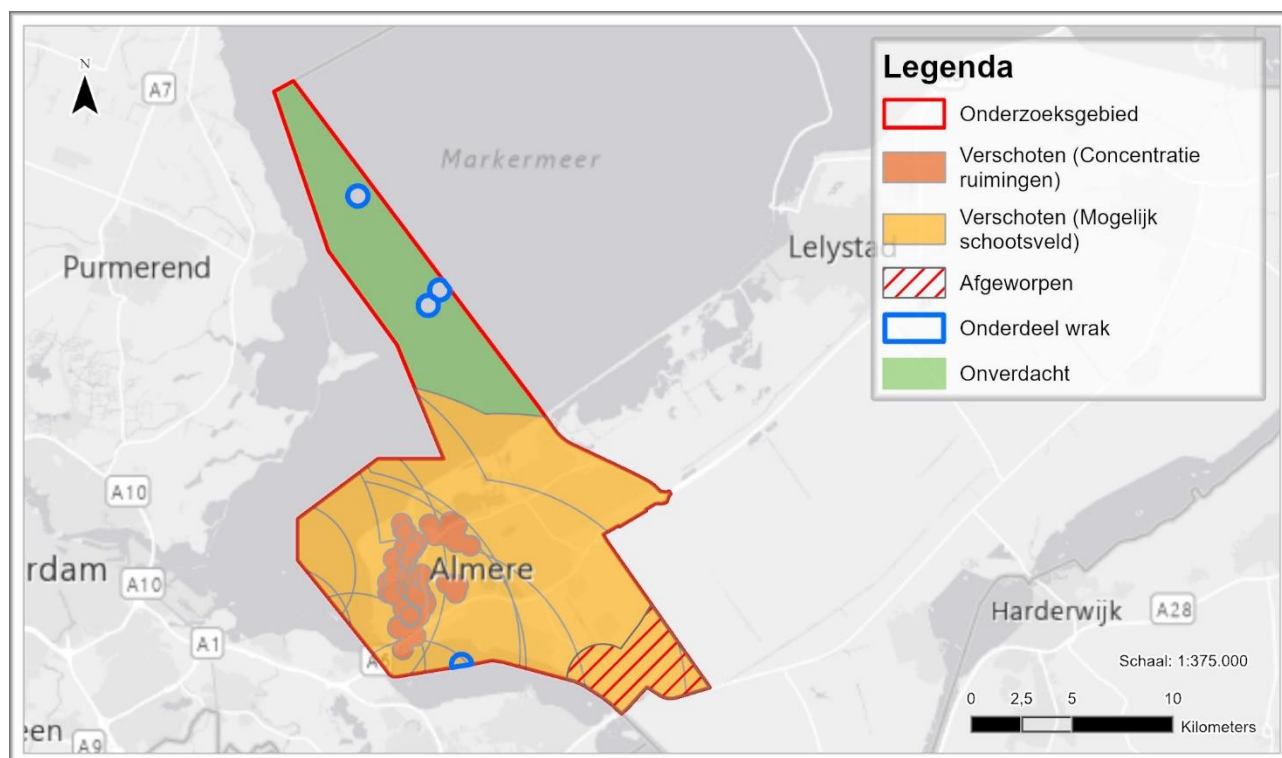


Figuur 29: Horizontale afbakening van aandachtsgebieden voor vliegtuigwrakken.

4.1.21 Initieel resultaat horizontale afbakening (zonder contra-indicaties)

De navolgende kaart toont het resultaat van de analyse van de historische bronnen en de afbakening van verdacht gebied voor 6cm, 7cm, 7,5cm, 8,8cm, 10cm, 12cm, 15cm en 24 cm geschutmunitie. Tevens zijn de aandachtsgebieden vliegtuigwrakken en het oefengebied voor Duitse bommenwerpers aangegeven.

In het volgende hoofdstukken vindt een verticale afbakening plaats en worden eventuele contra-indicaties betrokken bij de afbakening van verdacht gebied.



Figuur 30: Horizontale afbakening van verdacht gebied (zonder contra-indicaties).

4.2 Verticale afbakening

In dit hoofdstuk wordt een inschatting gemaakt van de maximale diepte waarop ontplofbare oorlogsresten kunnen worden aangetroffen. De diepteligging is afhankelijk van diverse factoren, waaronder:

- hoofdtype, kaliber en verschijningsvorm van aan te treffen OO;
- de hoek en snelheid waaronder OO in de bodem zijn gedrongen;
- afremmende factoren zoals een waterkolom en dichtheid van de bodem;
- ophogingen van het maaiveld.

4.2.1 Hoofdtype, kaliber en verschijningsvorm van aan te treffen OO

De te verwachten typen ontplofbare oorlogsresten kunnen op basis van de horizontale afbakening worden gedefinieerd als:

- verschoten geschutmunitie van 6cm (OH), 7cm (OH), 7,5cm (OH), 10cm (OH), 12cm (H), 15cm (OH), 24 cm (OH) en 8,8cm (Duits).
- Afgeworpen afwerpmunitie, subsoort brand en oefenbeton, 50kg (Duits) en 250kg en 500kg (oefenbeton)
- Restanten vliegtuigwrakken en eventueel bijbehorende ontplofbare oorlogsresten (typen onbekend)

4.2.2 De hoek en snelheid waaronder OO in de bodem zijn gedrongen

Vanwege een gebrek aan gegevens over dit thema zijn er geen op feiten gebaseerde uitspraken te doen.

4.2.3 Afremmende factoren zoals een waterkolom en dichtheid van de bodem

Verschoten geschutsgranaten kunnen zijn afgeremd door de waterkolom (Zuiderzee) en de dichtheid van de bodem.

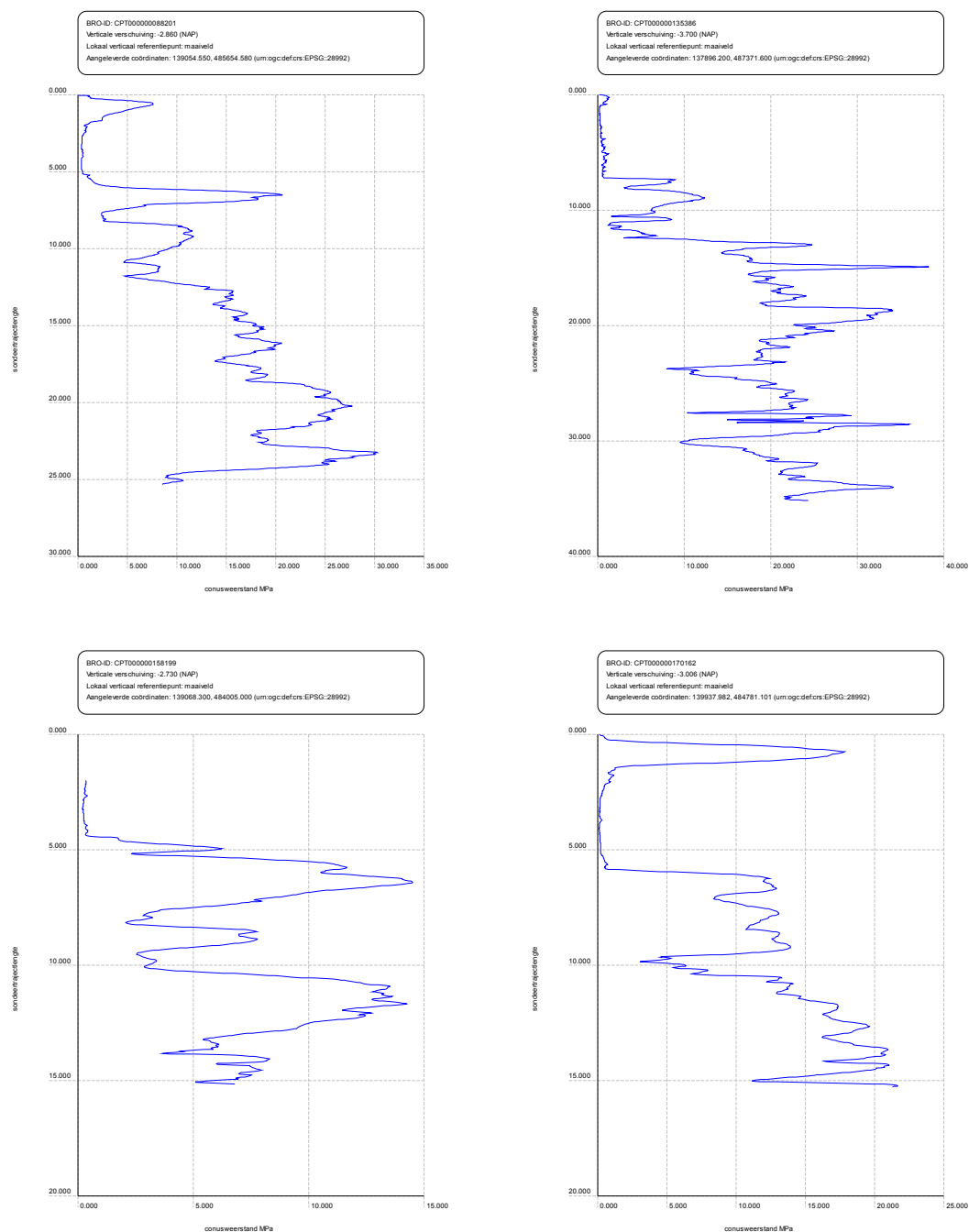
In het vooronderzoek Zuiderzeeland is aandacht besteed aan de waterdiepte van de Zuiderzee ten tijde van de Tweede Wereldoorlog. RPS hanteert een kaart van Rijkswaterstaat waarop de lokale waterdiepten in de Zuiderzee in 1920 zijn weergegeven.⁸⁹ Hieruit blijkt dat de waterdiepte in het westelijke deel van huidig Almere bij lokaal laag water tussen de 2,3 en 3,4 meter bedroeg. Met betrekking tot de werking van een waterkolom op 8,8cm granaten stelt RPS dat water een grotere afremmende werking heeft dan grond, en de verwachting is dat een 8,8 cm granaat in een waterkolom van 2,3 meter al geheel is afgeremd. De schatting dat verschoten 8,8cm granaten tot een diepte van maximaal 0,7 meter onder het toenmalige maaiveld zijn afgezonken, wordt ondersteund. Xplosure hanteert deze schatting ook voor de overige kalibers Oud-Hollandse geschutmunitie t/m 15cm.

Gezien het gegeven dat 24cm granaten een groter gewicht hebben (>200kg) bestaat de mogelijkheid dat de waterkolom en bodem niet genoeg afremmende werking hebben gehad, met als gevolg dat dit kaliber op grotere diepte kan worden aangetroffen. Gezien het feit dat 24cm granaten een gewicht hebben dat vergelijkbaar is met een vliegtuigbom, wordt een voor afwerpmunitie gangbare afbakeningsmethode toegepast waarbij de diepte van de 10Mpa-laag wordt gehanteerd als ondergrens van het verdachte gebied. De diepte van de 10Mpa kan lokaal verschillen, en blijkt volgens de geraadpleegde sonderingsgegevens te variëren

⁸⁹ RPS, Vooronderzoek Ontplofbare Oorlogsresten Waterschap Zuiderzeeland – Provincie Flevoland, Documentnummer NL202009816-R21-1008 (Leerdam, 28 oktober 2021) 458.

van 5m-Mv tot 13m-MV.⁹⁰ De daadwerkelijke diepte van de 10Mpa-laag dient dus lokaal te worden vastgesteld met recente en locatiespecifieke sonderingen.

De navolgende afbeeldingen tonen enkele voorbeelden van grafieken afkomstig van geotechnisch sondeeronderzoek. De bodemopbouw en diepte van de 10Mpa laag geven een wisselend beeld.⁹¹



Figuur 31: Sonderingsgrafieken van geotechnisch sondeeronderzoek op een viertal locaties in Almere.
Bron: <https://dinoloket.nl>

⁹⁰ <https://www.pdok.nl/geo-services/-/article/basisregistratie-ondergrond-bro-> (Geraadpleegd 28-07-2022).

⁹¹ Grafieken afkomstig van Dinoloket: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens> (Geraadpleegd 29-07-2022).

4.2.4 Ophoging van het maaiveld

Er moet rekening worden gehouden met de naoorlogse ophoging met zand om de verwachte diepteligging van de mogelijk aan te treffen ontplofbare oorlogsresten in te kunnen schatten. In gebieden waarin sprake is van een opgehoogde laag, zullen explosieven die voor of tijdens de Tweede Wereldoorlog in de bodem zijn ingedrongen, in absolute zin dieper liggen.

Zuidelijk Flevoland is in 1968 drooggemalen en kwam de Zuiderzeebodem bloot te liggen. In de decennia daarna werd het stedelijk gebied Almere gerealiseerd. Ten behoeve van het bouwrijp maken wordt op veel locaties in Nederland gebruik gemaakt van ophoging met zandgrond, en dat is ook in Almere het geval. Met uitzondering van Almere Hout is ter plaatse van de stadsuitbreidingen nagenoeg integraal opgehoogd met 1 meter zand.⁹²

Over dit onderwerp is diverse documentatie aangetroffen:

In 1972 werd door de Rijksdienst der IJsselmeerpolders opdracht verstrekt tot het opspuiten van 1 meter zand op polderland ten zuiden van Almere. Hoewel deze locatie in de voorgaande paragrafen niet als verdacht is aangemerkt, is de meter zandophoging mogelijk wel indicatief voor de mate waarin andere bebouwde delen van de gemeente Almere zijn opgehoogd.⁹³

In een later document van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders wordt het beleid voor zandophoging ten behoeve van de stedenbouwkundige ontwikkeling in Almere omschreven. In dit rapport wordt gesteld dat: *“De conventionele aanpak houdt in dat ter wille van begaanbaarheid een 1.0 m dikke laag zand op de oude zeebodem wordt gespoten ter plaatse van kernen en bedrijventerreinen.”*⁹⁴

Vanuit de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders werd in 1986 het volgende rapport uitgebracht:

- Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (RIJP); M.A. Viergever, De ondergrond van Almere: grondmechanische en funderingstechnische gegevens (Lelystad 01-01-1986).⁹⁵

In voornoemd rapport is te lezen dat er ter verkenning van de bouw van Almere grondmechanisch onderzoek is uitgevoerd, onder andere bestaande uit boringen, sonderingen, waarnemingen van maaiveldhoogten en grondwaterstanden. De gegevens zijn verwerkt tot overzichtskaarten met onder andere het tijdstip van opspuiten, zettingsprognoses en funderingsdiepten. De kaart op de navolgende pagina toont de voortgang van de ophogingswerkzaamheden op 1 januari 1985. De gele vlakken representeren de tot dan toe opgehoogde kavels met een zandpakket van 1 meter. Voor de roze en rode vlakken wordt op deze kaart een inschatting gegeven van de te verwachten zetting van de bodem bij een geplande ophoging van 1 meter. De zetting varieert van 30 cm in lichtroze vlakken tot 70 cm in de rood/bruine vlakken. Het is niet met zekerheid te zeggen of de ophogingen in alle roze tot rode locaties daadwerkelijk zijn uitgevoerd.

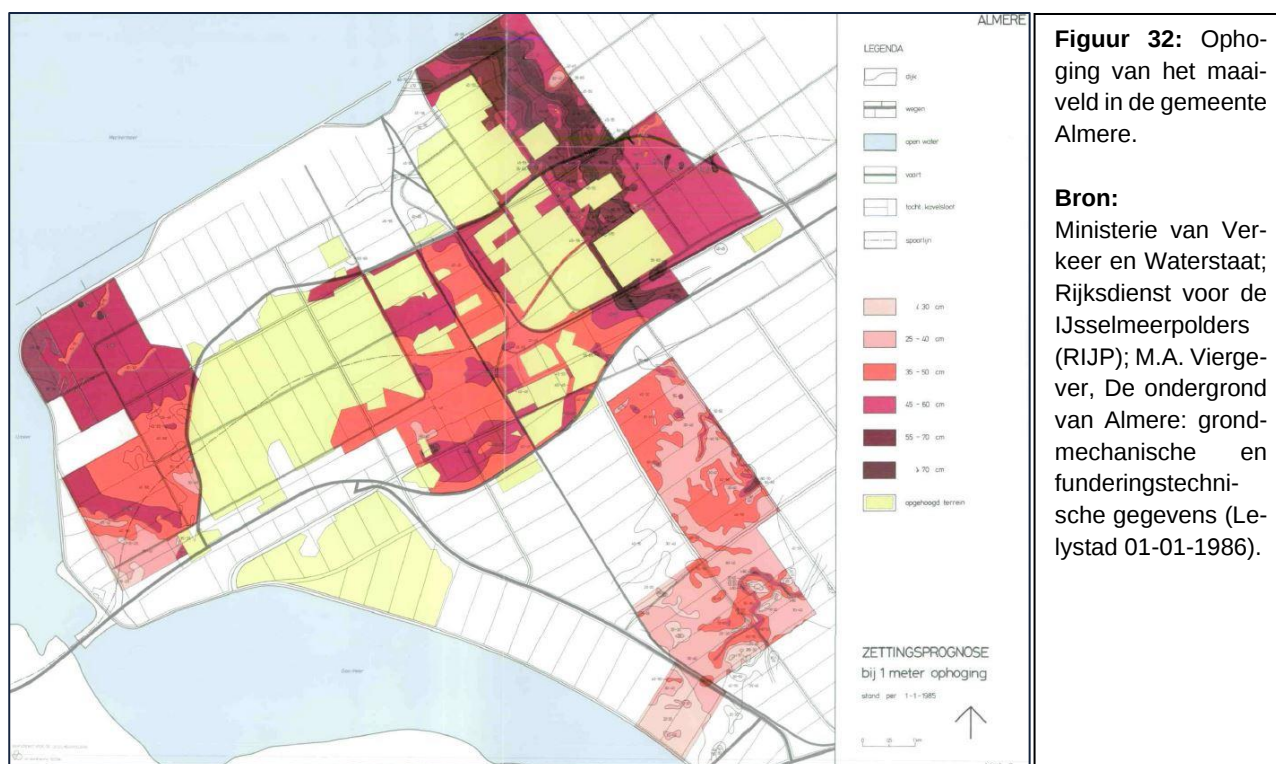
Doordat de kaart de ophogingen tot het jaar 1985 weergeeft, verschaft deze bron geen volledig beeld van de bebouwde locaties tot op heden. Ter aanvulling zijn recente satellietbeelden in een GIS geanalyseerd om na te gaan op welke locaties er sprake is van bebouwing. De contouren van de bebouwde kom zijn ingetekend (vectorisatie) en samengevoegd met de contouren van de ophogingsvlakken afkomstig van de kaart uit 1985.

⁹² TO2 Samenwerkende organisaties in toegepast onderzoek, Bodemdaling Almere: Consequenties voor gemeentelijke infrastructuur, status definitief (december 2015) 10.

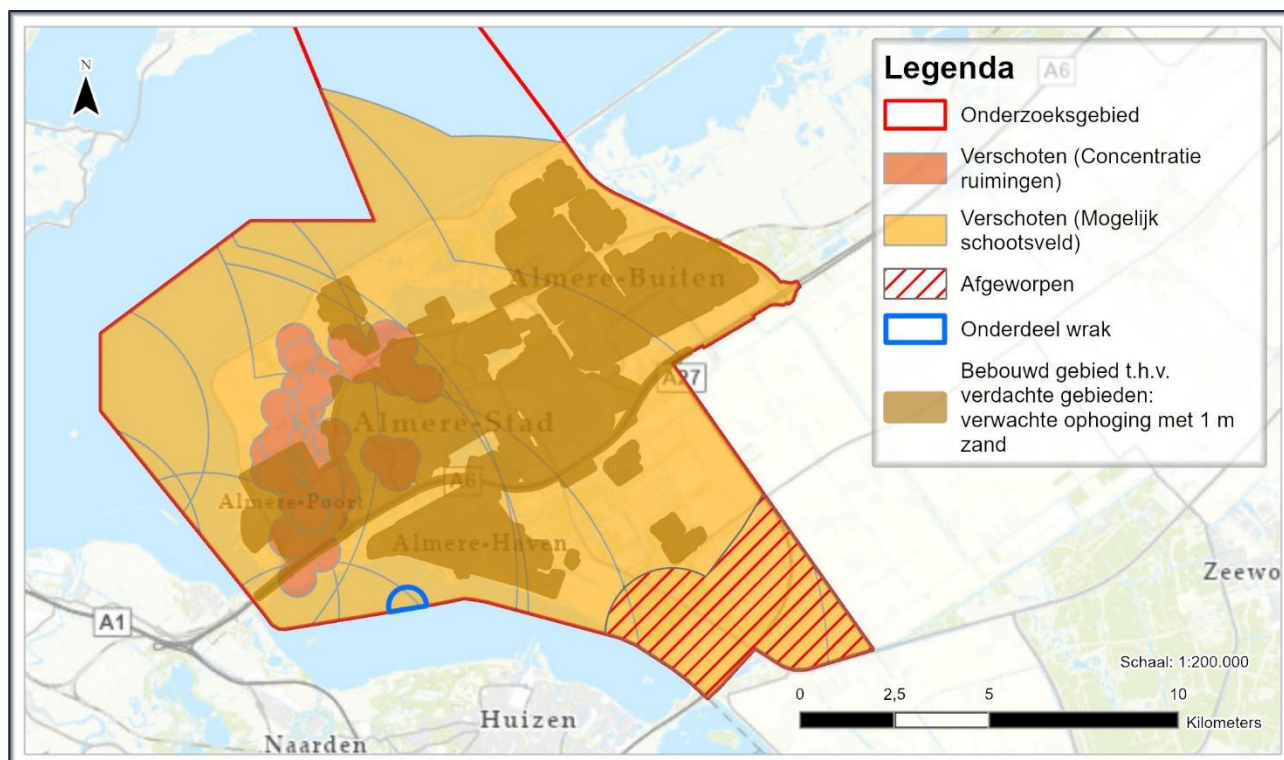
⁹³ Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Bestek 8100, Het opspuiten van 2.500.000 m3 zand op terreinen in Zuidelijk Flevoland (Zwolle, 10 maart 1972).

⁹⁴ Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Zand in Almere, door O.P. Landheer, 1978-1982.

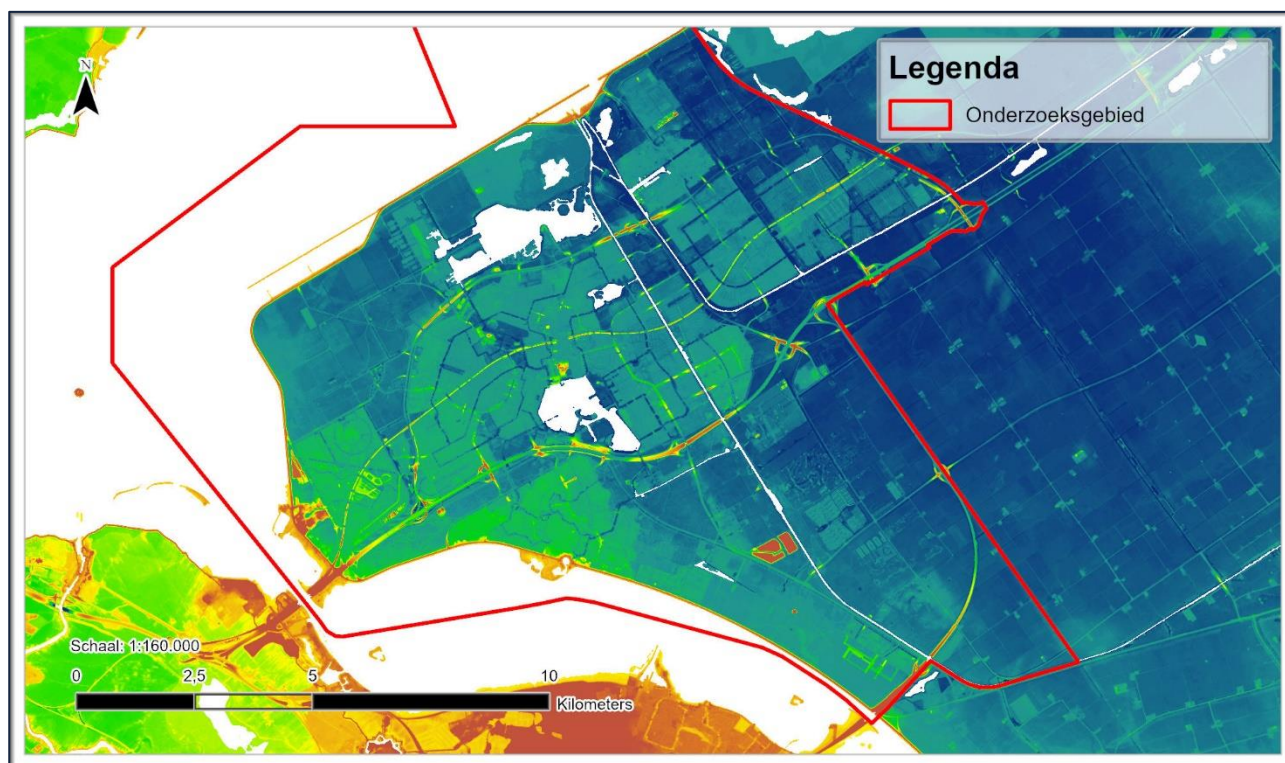
⁹⁵ Geraadpleegd via Rijkswaterstaat Rapportendatabank: https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_18620_31/



Op basis van het voorgaande wordt uitgegaan van een ophoging van het maaiveld op locaties die tot de bebouwde kom behoren. De betreffende gebiedsdelen zijn weergegeven op de onderstaande kaart.



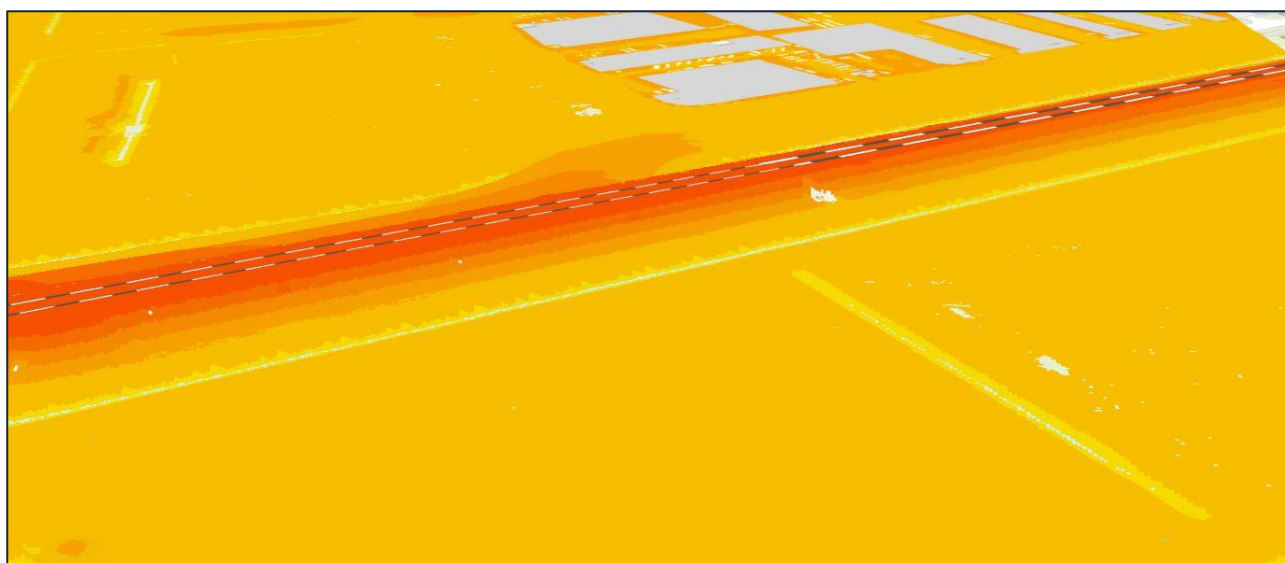
De vlakken die in de voorgaande stap als bebouwde kom zijn aangemerkt, zijn in het Actueel Hoogtebestand Nederland eveneens te herkennen als hoger gelegen delen. De noordwestelijke hoek van de gemeente ligt bijvoorbeeld beduidend lager (groen is hoger, blauw is lager).



Figuur 34: Hoogteverschillen in de gemeente Almere.

Bron: Kadaster, AHN4 (Actueel Hoogtebestand Nederland, 4^e editie, via ESRI Nederland).

Lokaal kan de ophoging afwijken van de generieke 1 meter ophoging. Dit is bijvoorbeeld het geval ter plaatse van de spoorbaan, welke op een metershoge dijk ligt.

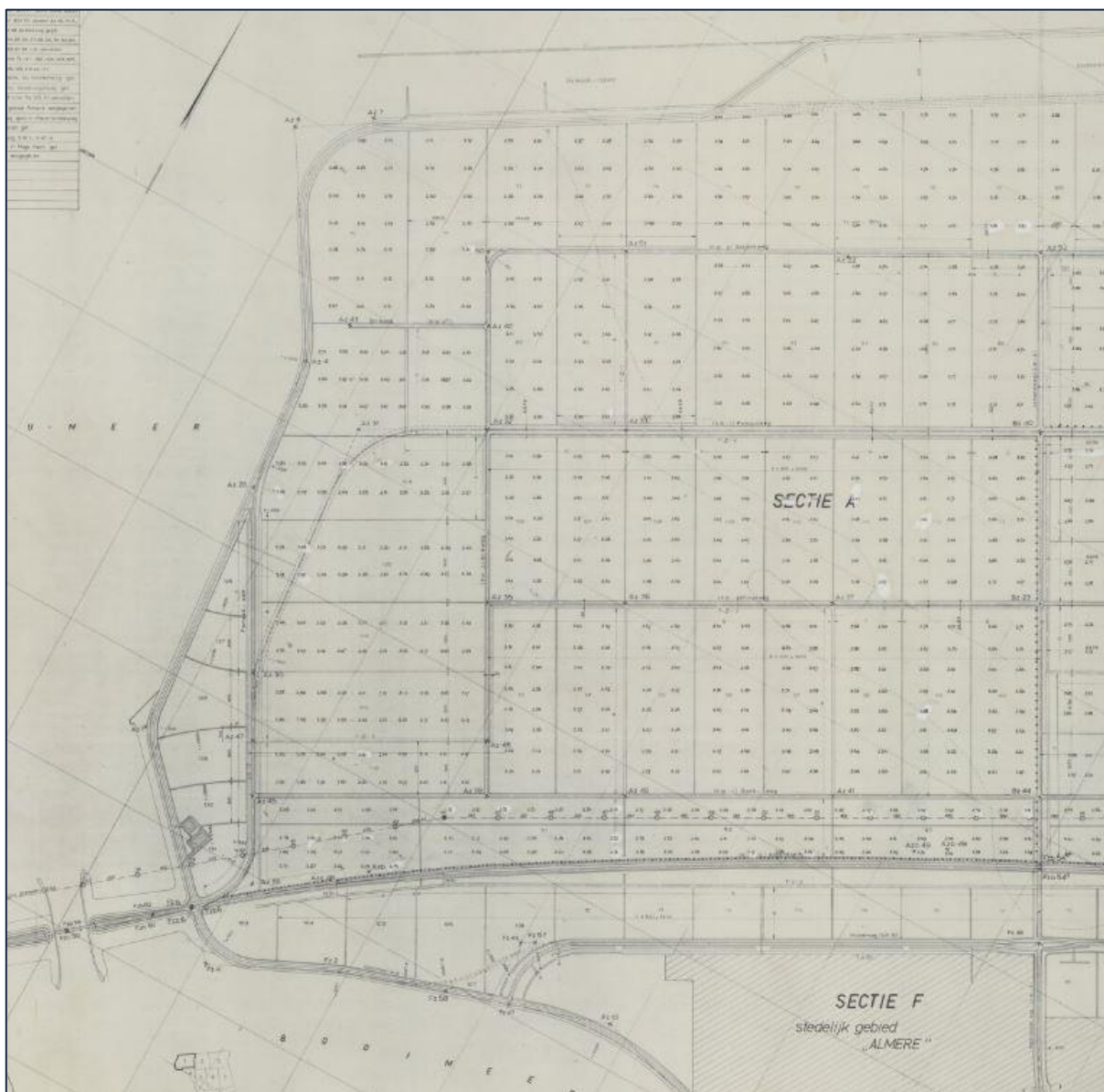


Figuur 35: 3D-Visualisatie van het hoogteverschil tussen de spoordijk en omringend landschap.

Bron: Kadaster, AHN4 (Actueel Hoogtebestand Nederland, 4^e editie) via ESRI Nederland.

4.2.5 Verschil in maaiveldhoogtes

In de voorgaande paragrafen is een inschatting gemaakt van de mate van ophoging ter hoogte van bebouwde terreinen. In deze paragraaf is beschreven in hoeverre er verschillen optreden tussen het huidige maaiveld en het maaiveld tijdens de Tweede Wereldoorlog. In het archief van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders is de hieronder weergegeven kaart uit 1976 aangetroffen waarop de toenmalige hoogtes van het maaiveld (t.o.v. NAP) in Almere zijn weergegeven. De kaart is enkele jaren na de inpoldering van Zuidelijk Flevoland opgesteld en het is dus aannemelijk dat de NAP-hoogtes op deze kaart overeenkomen met het maaiveld ten tijde van de Tweede Wereldoorlog (voordat de ophogingen hebben plaatsgevonden t.b.v. de aanleg van de hedendaagse bebouwing).⁹⁶



Figuur 36: NAP-Maaiveldhoogtes in 1976.

Bron: Flevolands Archief, 0004 Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders en rechtsvoorgangers, tekeningen, Hoogtecijfers secties Az en Bz. Stedelijk gebied, inv.nr. 2759, tekeningnummer RIJP-132216 schaal 1:5000.

⁹⁶ Flevolands Archief, 0004 Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders en rechtsvoorgangers, tekeningen, Hoogtecijfers secties Az en Bz. Stedelijk gebied, inv.nr. 2759, tekeningnummer RIJP-132216 schaal 1:5000.

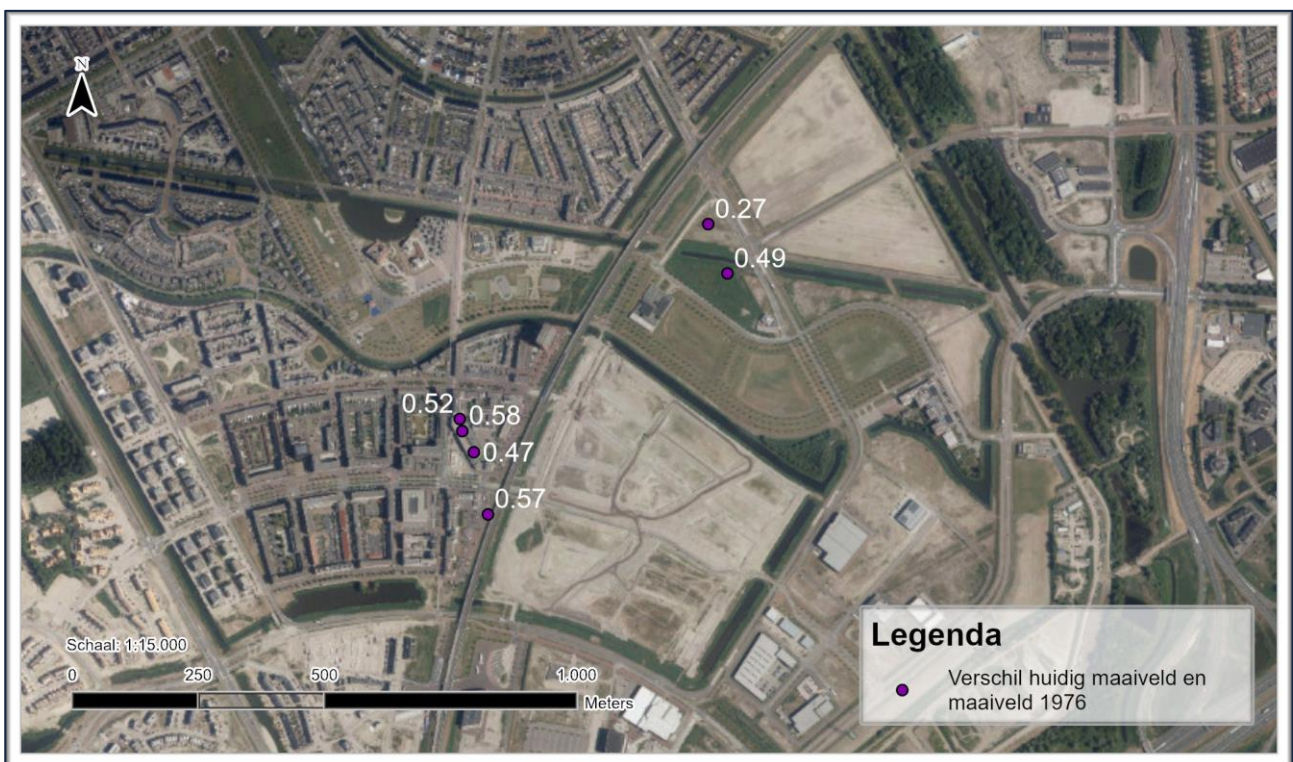
Met behulp van sonderingen uit het Dinoloket is de hoogte van het maaiveld ter hoogte van diverse sondeerlocaties in de verdachte gebieden vastgesteld.⁹⁷ Vervolgens is het verschil in maaiveldhoogte (t.o.v. NAP) berekend tussen het huidige maaiveld en de dichtstbijzijnde waarde op de kaart uit 1976. Aan de hand van deze berekening kan worden vastgesteld in hoeverre er sprake is van zetting, en is bevestigd op welke locaties er inderdaad ophoging heeft plaatsgevonden.

Er zijn grofweg drie categorieën te onderscheiden:

- Bebouwd gebied met een ophoging van 1 meter. Het maaiveld ligt +/- 0,5 meter t.o.v. NAP hoger dan in de periode 1940-1945;
- Infrastructurele locaties (wegen, bruggen) waar vermoedelijk ophoging heeft plaatsgevonden. Het maaiveld is nagenoeg gelijk aan het maaiveld in de oorlogsperiode;
- Locaties waar vermoedelijk geen ophoging heeft plaatsgevonden. Het maaiveld ligt tegenwoordig tot 0,7m t.o.v. NAP lager dan ten tijde van de Tweede Wereldoorlog.⁹⁸

De afbeeldingen op de navolgende pagina's tonen voorbeelden van de berekende maaiveldverschillen t.o.v. NAP.

Categorie 1: De navolgende twee kaarten tonen sonderingslocaties in de bebouwde kom en op locaties die vermoedelijk ten behoeve van toekomstige bouw zijn opgehoogd. Het hedendaagse maaiveld ligt rond de 0,5 meter hoger dan het maaiveld op de kaart uit 1976.



Figuur 37: Verschil tussen de hoogte van het huidige maaiveld en het maaiveld in 1976 in de bebouwde kom (opgehoogde locaties).

Bron: Dinoloket.nl en Flevolands Archief, 0004 Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders en rechtsvoorgangers, tekeningen, Hoogtecijfers secties Az en Bz. Stedelijk gebied, inv.nr. 2759, tekeningnummer RIJP-132216 schaal 1:5000.

⁹⁷ <https://www.pdok.nl/geo-services/-/article/basisregistratie-ondergrond-bro-> (Geraadpleegd 28-07-2022).

⁹⁸ Categorieën houden geen rekening met uitzonderingen zoals spoortaluds en watergangen.



Figuur 38: Verschil tussen de hoogte van het huidige maaiveld en het maaiveld in 1976 in de bebouwde kom (opgehoogde locaties).

Bron: Dinoloket.nl en Flevolands Archief, 0004, inv.nr. 2759, tekeningnummer RIJP-132216 schaal 1:5000.