

TNO-rapport / TNO report

NITG 05-086-B

Geo-archeologisch vooronderzoek toekomstige
gastransportleiding A-653 (IJsselmeertracé tussen
Workum en Medemblik).



Nederlandse Organisatie
voor toegepast-
natuurwetenschappelijk
onderzoek / Netherlands
Organisation for Applied
Scientific Research



TNO-rapport

NITG 05-086-B

Geo-archeologisch vooronderzoek toekomstige
gastransportleiding A-653 (IJsselmeertracé tussen
Workum en Medemblik).

Princetonlaan 6
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T 030 256 42 56
F 030 256 44 75
info@nitg.tno.nl

Datum	22 juni 2005
Auteur(s)	P.C. Vos, E.K. Mietes, S. de Vries, S. van Gessel, M. van der Rijst
Opdrachtgever	Gasunie
Projectnummer	005.24140
Goedgekeurd door	C. Laban
Aantal pagina's	42 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Onderzoeksmethode	7
2.1	Geologisch verwachtingsmodel: landschapsgeschiedenis en bewoning.....	8
2.2	Samenstelling van de onderscheiden lithologische laageenheden	10
2.3	Archeologische verwachting op lithologisch laagniveau.....	12
3	Resultaten geologisch en archeologisch onderzoek	15
3.1	Geologisch onderzoek.....	15
3.2	Archeologische inventarisatie	17
3.3	Object-detectie met de Side-scan sonar	20
4	Conclusie	23
5	Aanbevelingen	25
6	Referenties	27
7	Bronnen	29
8	Figuren 1 t/m 6	31



1 Inleiding

De Nederlandse Gasunie is voornemens een tweetal gastransportleidingen aan te leggen. Het betreft de A-652, die gepland is van UGS Grijpskerk tot Workum, en de A-653, die zal lopen vanuit Workum - door het IJsselmeer - naar Medemblik. Het geplande tracégedeelte van de A-653 in het IJsselmeer ligt over een lengte van bijna 30 km tussen twee reeds bestaande leidingen (A-545 en A-546).

Voor de gastransportleiding A-653 in het IJsselmeergebied (figuur 1) is een (geo)archeologisch vooronderzoek gewenst, dit om de mogelijk voorkomende archeologische waarden binnen het te verstoren deel van de onderwaterbodem vast te stellen. Bij de aanleg van een leidingtracé wordt de ondergrond binnen het tracégebied tot een diepte van ca. 5 m onder de IJsselmeerbodem verstoord waardoor de mogelijk aanwezige archeologische waarden verloren kunnen gaan. Dieper liggende archeologische waarden worden door de pijplijnaanleg niet bedreigd.

De archeologische waarden die potentieel bedreigd worden zijn vooral oude scheepswrakken en prehistorische vindplaatsen. De scheepswrakken komen met name voor in de Zuiderzee afzettingen (laag) terwijl de grootste trefkans op prehistorisch materiaal aanwezig is op de top van het (oude en niet geërodeerde) Pleistocene oppervlak en de top van de getijde-afzettingen van het Laagpakket van Wormer (figuur 2).

De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, vervaardigd door de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek) geeft voor de onderwaterbodem van het betreffende tracégedeelte een verwachting die varieert tussen lage trefkans en een hoge trefkans. Probleem bij het gebruik van deze IKAW is dat in het IJsselmeergebied het verwachtingsmodel gebaseerd is op verouderde geologische gegevens en dat op de IKAW niet aangegeven wordt op welk niveau (diepte interval) de trefkans hoog of laag is. Om deze reden is in dit rapport een specifiek geoarcheologisch waarderend vooronderzoek met betrekking tot het pijplijntracé uitgevoerd.

De archeologische verwachting binnen het tracédeel A-653 is opgesteld aan de hand van een geoarcheologisch verwachtingsmodel en de bekende archeologische waarden in dit gebied. Het geoarcheologisch verwachtingsmodel geeft op lithologisch laagniveau aan welke archeologische waarden in de voorkomende lithologische lagen potentieel aanwezig kunnen zijn. De kennis over de ouderdom en het milieu van afzetting van de lagen (geogenese, figuur 3) vormen de bouwstenen van dit model.

Voor de inventarisatie van de archeologische waarden binnen het plangebied zijn de volgende archieven en instanties geraadpleegd: de archeologische database Archis-2, het CAA- en het CMA-archief van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek/Nederlands Instituut voor Scheepsarcheologie en de wrakkenregisters van Rijkswaterstaat en de Hydrografische Dienst van de Koninklijke Marine. Het onderzoek is uitgevoerd conform de eisen zoals die zijn vastgelegd in de Kwaliteitsnorm voor de Nederlandse Archeologie (KNA, versie 2.2).

Het geoarcheologisch verwachtingsmodel is voor een belangrijk deel gebaseerd op de geotechnische data en kennis die gegenereerd zijn tijdens het geologisch vooronderzoek toekomstige gastransportleidingen A-652 + A-653 (Van der Rijst en Van Gessel, 2005). De seismische gegevens van de X-star zijn gebruikt om de geologische laagopbouw in beeld te brengen. De lithologische laaginterpretatie is vervolgens bepaald aan de hand van de boorgegevens uit de database DINO (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) van het TNO-NITG, en de gegevens van de Geologische en

Bodemkundige Atlas van het IJsselmeergebied (Koopstra, e.a., 1993). Verder zijn bij de geologische interpretatie de waterbodemiepte gegevens gebruikt (morfologie van de onderwaterbodem) uit het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) en de Side-scan sonar opnamen. Naast geologische doeleinden zijn de Side-scan sonar opname ook gebruikt voor het opsporen van 'mogelijk archeologisch relevante fenomenen' (o.a. scheepswrakken).

Het overgrote deel van het toekomstige leidingtracé door het IJsselmeer wordt als sleuf uitgevoerd. Onder de dijken wordt een gestuurde boring uitgevoerd die op de sleuf aansluit. De aansluiting onder de dijken aan de Friese kust wordt gerealiseerd door middel van een gestuurde boring.

In de sleuf wordt een dekking gehanteerd van 2 m onder vaste waterbodem. De leiding zelf heeft een diameter van 1,2 m. Dit betekent dat de totale verstoringsdiepte circa minimaal 3,20 m onder vaste waterbodem bedraagt.

De diepte van de vaste waterbodem langs het tracé is, evenals de dikte van de aanwezige sliblaag alleen indicatief bekend. Door het uitgevoerde multibeam onderzoek is wel een nauwkeurig profiel van de bovenkant van de sliblaag bekend. Daarom is ervoor gekozen om uit te gaan van een maximale verstoringsdiepte in de sleuf van 4,5 m onder het bodemprofiel (0,4 m slib + 2 m gronddekking + 1,2 m leiding + 0,9 m extra veiligheid). Het bodemprofiel is bepaald door middel van het multibeam onderzoek.

De totale breedte van de sleuf bedraagt maximaal 10 m (5 m aan weerszijden van de hartlijn).

In de werkricting gezien wordt het opgebaggerde materiaal enkele honderden meters naar achteren in de sleuf teruggeplaatst.

Het project stond onder leiding van drs. M. van der Rijst van het TNO-NITG. Het geoarcheologisch onderzoek is uitgevoerd door drs. P.C. Vos (specialist geoarcheologie), drs. S. van Gessel (specialist lagenmodellen) en S. de Vries (assistent geoloog) van het TNO-NITG. De archeologische data-inventarisatie is verricht door drs. E.K. Mietes (archeoloog) van het archeologisch onderzoek- en adviesbureau Vestigia BV *Archeologie & Cultuurhistorie* te Amersfoort. Drs. M. van der Rijst heeft de mogelijk aanwezige archeologische fenomenen bekeken aan de hand van de Side-scan sonar opnamen.

2 Onderzoeksmethode

Het prospectief onderzoek naar de mogelijke archeologische waarden binnen de te verstoren onderwaterbodem van het aan te leggen pijplijntracé A-653 omvatte drie onderdelen:

- Inventarisatie van de bestaande geologische gegevens (hoofdstuk 3.1)
- Inventarisatie van de bestaande archeologische gegevens (hoofdstuk 3.2)
- Onderzoek naar mogelijke archeologische fenomenen op de onderwaterbodem (hoofdstuk 3.3)

In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de drie afzonderlijke onderdelen geïntegreerd en in hoofdstuk 5 worden aanbevelingen gedaan over het eventueel uit te voeren archeologisch vervolgonderzoek.

De inventarisatie van de archeologische waarden vond plaats binnen een onderzoeksgebied van 500 meter aan weerszijden van het leidingtracé. De verzamelde gegevens, afkomstig uit de archeologische database Archis-2, het CAA- en het CMA-archief van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek/Nederlands Instituut voor Scheepsarcheologie en de wrakkenregisters van Rijkswaterstaat en de Hydrografische Dienst van de Koninklijke Marine, zijn geprojecteerd op de IKAW-ondergrond (figuur 5). Behalve de geraadpleegde bronnen (zie hoofdstuk 6, Geraadpleegde Literatuur) is informatie ingewonnen bij de afdeling Maritiem Erfgoed van de ROB, dhr. M. Manders, mevr. W. van der Wens-Poulich van de afdeling Archis Maritiem, eveneens ROB en mevrouw A. Vrolijk, Rijksdienst IJsselmeer, Rijkswaterstaat.

De mogelijke archeologische fenomenen op de waterbodem langs het geplande tracé zijn nader in kaart gebracht met behulp van de CM 800 Side-scan sonar (325 kHz). Met dit instrument wordt een akoestisch signaal van één frequentie (bijvoorbeeld 325 kHz) door een sleepvis schuin naar beneden, naar stuur- en bakboord, uitgezonden. De signalen worden aan de zeebodem gereflecteerd en verstrooid, zodat een (klein) deel ervan terug bij de sleepvis aankomt. De hellingshoek en de ruwheid van de 'aangestraalde' zeebodem is hierbij van belang. De Side Scan Sonar is zeer geschikt om bodemvormen te detecteren en wordt vaak gebruikt voor geomorfologische doeleinden en om scheepswrakken en andere objecten op de bodem te detecteren. Objecten op de zeebodem zijn vaak goed zichtbaar door de op de registraties aanwezige slagschaduw.

Om uitspraken te kunnen doen over de mogelijk aanwezige ('onzichtbare') archeologische waarden onder het waterbodem oppervlak is een geoarcheologisch verwachtingsmodel opgesteld.

Dit verwachtingsmodel is gebaseerd op de kennis over de ondergrond (laagopbouw en genese) van de IJsselmeerbodem.

De lithostratigrafische laagopbouw onder het geplande pijplijntracé is bepaald aan de hand van:

- Seismische gegevens, die zijn verzameld tijdens het geologisch vooronderzoek van de aanleg van pijplijn A-653 (Van der Rijst & Van Gessel, 2005). Tijdens de survey is met de *Knudsen 320 M Dual – frequency echo sounder (12 + 210 kHz)* en de *Edgetech X-star 512 subbottom profiler* gemeten langs de hartlijn van de A-653. De Knudsen 320 M Dual was op de boeg van het schip gemonteerd, en dit apparaat is gebruikt om een beeld van de slibdikte langs het tracé te krijgen. De X-star 512 was aan de stuurboordzijde van het schip gemonteerd, en deze is gebruikt om de

geologische laagopbouw nader in beeld te brengen. Bij de opnames is gebruik gemaakt van een bronsignaal (sweep) van 2-8 kHz. Er is een opnametijd van 40 ms aangehouden.

- Boringen in de database DINO. Voor de geologische interpretatie van het profiel zijn 464 boringen gebruikt. Deze liggen binnen een buffer van 500 à 1000 meter rond de profiellijn.
- Interne werkkaart TNO met diepteligging van de top van de Pleistocene afzettingen (schaal 1: 50.000; contourinterval dieptelijnen 1 m).
- Geomorfologie van de waterbodem, verkregen uit het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN, Topgrafische Dienst) en uit de side-scan sonar opnames.
- Geologische kaartinformatie uit de 'Geologische en Bodemkundige Atlas van het IJsselmeer (Koopstra, e.a, 1993).

2.1 Geologisch verwachtingsmodel: landschapsgeschiedenis en bewoning

De oudste archeologische sporen die in Noordwest-Europa zijn gevonden, dateren van ca. 500.000 jaar voor heden (Roebroeks & Van Kolfschoten 1994). De oudste archeologische resten die in Nederland zijn gevonden, zijn jonger en stammen uit de periode tussen 250.000 en 350.000 jaar voor heden (Roebroeks 1988). Archeologische resten kunnen om die reden verwacht worden in de Pleistocene afzettingen, gevormd na 350.000 voor heden. Voor wat betreft het onderzoeksgebied zijn dat de afzettingen die behoren bij de Formatie van Drente, Formatie van Boxtel (boven de keileem) en de Holocene laageenheden.

De afzettingen van Formaties van Drente en Boxtel (boven de keileem) zijn gevormd tijdens de koude klimaatperioden Saalien en Weichselien (ijstijden). Tijdens het Saalien heeft het ijs Nederland bereikt en zijn grondmoraine sedimenten (keileem / Laagpakket van Gieten) en glaciofluviale afzettingen (keizand of Laagpakket van Schaarsbergen) gevormd. Tijdens het Weichselien heeft het landijs Nederland niet bereikt. Tijdens deze periode zijn in het onderzoeksgebied fluvioperiglaciale en windafzettingen gevormd (dekzanden of Laagpakket van Wierden conform de nieuwe lithostratigrafie van Nederland; De Mulder, e.a. 2003). Getuige de Paleolithische vondsten die in de Formatie van Boxtel gevonden zijn, heeft de mens tijdens het Weichselien in Nederland gewoond. Ze leefden ondermeer van de jacht op groot wild (o.a. mammoeten).

De Holocene laageenheden zijn gevormd tijdens de jongste warme klimaatperiode waarin wij nu leven en dat 11.500 jaar geleden begon. De grote sturende factor achter de vorming van deze eenheden is de relatieve Holocene zeespiegelstijging geweest (o.a. Vos & Kiden, 2005). De zeespiegelstijging startte op het einde van de laatste ijstijd (Weichselien) toen grote hoeveelheden water vrijkwamen bij het afsmelten van grote delen van het landijs aan de poolkappen. Aan het begin van het Holoceen stond de zeespiegel nog zo laag dat grote delen van de Noordzee droog lagen. Als gevolg van deze zeespiegelstijging overstromde tussen 11.500 en 9.000 jaar voor heden het centrale deel van de Noordzee, en kwam de toenmalige kustlijn in de buurt van de huidige kustlijn te liggen. In het begin van het Holoceen heeft de mens in het nog droog liggende kustgebied gejaagd en gevestigd. Met het opdringen van het zeewater moest de mens dit leefgebied opgeven en schoof men op naar de aangrenzende hoger gelegen Pleistocene gronden.

Vanaf ca. 9.000 jaar voor heden werd, als gevolg van de steeds maar stijgende zeespiegel, ook het huidige kustgebied van West- en Noord-Nederland door de zee overstromd. De lager gelegen Pleistocene dalsystemen - zoals het grote Pleistocene dal

van de 'Oer-IJssel / Vecht' ten zuiden van pijplijntracé (figuur 3a) - veranderden in grote mariene getijde-bekken (figuur 3b). Tijdens dit mariene verdrinkingsproces werd het Pleistocene oppervlak niet onmiddellijk door kustafzettingen bedekt. Op de meeste plaatsen ontwikkelde zich de rand van het kustgebied op het Pleistocene oppervlak eerst nog veen. Omdat dit veen aan de basis van het pakket Holocene kustafzettingen ligt, wordt het Basisveen genoemd. Hoewel het Basisveen in de ondergrond van de Nederlandse kustvlakte bijna overal een vergelijkbare samenstelling heeft, is deze laag niet gelijktijdig gevormd. De dieper gelegen delen van het Basisveen zijn veel ouder dan de hoger gelegen delen. De overvening van de Pleistocene gronden had grote consequenties voor de bewoning in het Mesolithicum - Neolithicum (figuur 2) en het menselijk handelen in die perioden. Vanaf het moment dat het grondwater tot aan maaiveld gestegen was en zich (basis)veen begon te vormen, werd het gebied slecht begaanbaar en ongeschikt voor permanente bewoning.

Door Gotjé (1993) en Makaske (e.a. 2002) zijn tijd-diepte curves van de stijging van het grondwater geconstrueerd voor het gebied rond Schokland (Noordoostpolder) en Flevoland.

Op basis van deze tijd-diepte gegevens kan ruwweg gesteld worden dat:

- Rond 6000 v. Chr. (midden / laat Mesolithicum; figuur 2) de veengrens beneden 12 m –NAP lag en dat in principe het hele gebied van het pijplijntracé in die tijd en de voorafgaande periode bewoonbaar was.
- Rond 4000 v. Chr. (vroeg / midden Neolithicum) de veengrens rond 6 m –NAP lag, zodat Neolithische bewoning niet op veel grotere diepte onder deze grens is te verwachten.
- Aan het begin van de Bronstijd (2100 v. Chr.) de veengrens ruwweg rond 3 m – NAP lag. Dit houdt in dat resten van bewoning uit de Bronstijd en jonger vooral boven 3 m – NAP te verwachten zijn.

Binnen het pijplijntracé A-653 ligt de top van het - niet-geërodeerde - Pleistocene oppervlak in het zuidwestelijk tracédeel veel lager dan in het noordoostelijk tracédeel. Bij de dijk nabij Medemblik ligt de top van het ongeërodeerde Pleistocene oppervlak rond 10 m –NAP en bij de dijk nabij Workum ligt dit oude oppervlak rond de 3 m –NAP. Dit verschil in diepteligging hangt samen met de vorm van het Pleistocene 'Oer- IJssel / Vecht' dat ten zuiden van het pijplijntracé (figuur 3a).

Door de lagere ligging van het Pleistocene oppervlak in zuidwestelijk deel van de tracélijn kon de zee reeds in het midden Holoceen dit lager gelegen deel overstromen en zijn mariene afzettingen gevormd, die gerekend worden tot het Laagpakket van Wormer (voorheen: 'oude wadafzettingen' of 'Afzettingen van Calais'). In de periode tussen 3000 – 1500 v. Chr. (Neolithicum / Bronstijd) nam de mariene activiteit in dit gebied geleidelijk weer af en was een periode lang de top van deze mariene afzettingen bewoonbaar voor de mens. Terwijl de top van de mariene afzettingen bewoonbaar was, vormde zich noordoostelijk in het tracédeel veen (figuur 3c). Dit veengebied was niet geschikt voor menselijke bewoning.

Grote delen van het gevormde veen zijn als gevolg van latere erosie weer verdwenen. Deze erosie hing samen met de vorming van de Flevomeren en de Zuiderzee (figuur 3d). In de periode tussen ca. 2500 en 500 v. Chr. werd de Flevomeer Laag afgezet (hoofdzakelijk veendetritus met zandlaagjes). Rond de midden-IJzertijd kregen de Flevomeren een mariene verbinding met de zee en werden in dit gebied lagunaire afzettingen gevormd, die gerekend worden tot de Almere Laag (overwegend kleien met fijne silt en zandlaagjes). Na 1000 n. Chr. werden de lagunes en de verbinding naar zee steeds groter en ontstond de Zuiderzee. De afzettingen uit deze fase worden gerekend tot de Zuiderzee Laag (binnen het tracédeel overwegend zandige afzettingen). In 1932

is de Zuiderzee afgesloten van de zee door de Afsluitdijk en ontstond het IJsselmeer. De slappe kleiafzettingen die zich lokaal in de diepere delen van het meer hebben gevormd, worden gerekend tot de IJsselmeer Laag.

De onderwaterbodems van de meren, lagunes en Zuiderzee waren uiteraard ongeschikt voor bewoning. Wel kunnen in deze lagen archeologische resten gevonden worden zoals kano's en scheepswrakken.

2.2 Samenstelling van de onderscheiden lithologische laageenheden

De lithologische eenheden die boven de 15 m – NAP lijn in het IJsselmeer tracédeel van de A-653 voorkomen zijn:

- de Pleistocene Formaties van Boxtel (onder en boven de keileem), de formatie van Drente, en
- de Holocene laageenheden, Basisveen, Laagpakket van Wormer, Hollandveen Laag, Flevomeerlaag, Almere Laag, Zuiderzeelaag en IJsselmeer Laag.

De ruimtelijke verdeling van deze eenheden binnen het IJsselmeer tracédeel zijn weergegeven in de profielen van figuur 4.

Van de bovengenoemde laageenheden zal hieronder een korte lithologische beschrijving gegeven worden.

Pleistocene laageenheden tot 15 m -NAP

Formatie van Boxtel onder de keileem (Laagpakket van Drachten)

De afzettingen die tot 15 m –NAP onder de keileem (Formatie van Drente) voorkomen, worden gerekend tot het Laagpakket van Drachten. Dit zijn afzettingen van 'lokale oorsprong' (windafzettingen en beekdalafzettingen) die onderdeel uitmaken van de Formatie van Boxtel. De afzettingen van het Laagpakket van Drachten bestaan voornamelijk uit zeer fijn tot matig fijn zand.

Formatie van Drente

Glaciale afzettingen die samenhangen met de Saale ijstijd. Een belangrijke laag binnen het profiel wordt gevormd door het Laagpakket van Gieten, de zogenaamde keileem afzettingen (stugge, zandige klei en leem met grind). Het Laagpakket van Schaarsbergen omvat veelal grove, grindhoudende zanden.

Formatie van Boxtel boven de keileem

Dit zijn eveneens afzettingen van 'lokale oorsprong' (windafzettingen, beekdalafzettingen, en veen). In het tracédeel betreft het overwegend zeer fijne tot matig fijne zanden met weinig leem-, klei- of veeninschakelingen. Binnen de Formatie van Boxtel is in de geologisch profielen (figuur 4) een extra zone aangegeven waarbinnen meer klei-, leem- en veenlagen voorkomen. Met de beschikbare gegevens is het afzonderlijke verloop van deze lagen echter moeilijk vast te stellen.

Holocene laageenheden

Basisveenlaag

Het Basisveen bestaat veelal uit riet/zeggeveen, maar kan ook houtresten bevatten. Het veen is veelal een aantal decimeters tot 2,5 m dik en de basis ligt binnen het Nieuwe Land tracé van west naar oost op een diepte tussen 10 en 3 m –NAP. In de meeste gevallen is de top van het veen geërodeerd tijdens de vorming van de getijde-afzettingen (Laagpakket van Wormer), Flevomeer Laag, de Almere Laag en Zuiderzee Laag.

De ouderdommen van het begin van de basisveenvorming op de Pleistocene ondergrond zijn in de Zuiderzeeregio op basis van de tijd-diepte curven van Gotjé (1993) en Makaske, e.a. (2002), geschat op ca. 6000 v. Chr. (10 m –NAP) en ca. 2500 v. Chr. globaal rond 3 m –NAP.

Laagpakket van Wormer

De mariene afzettingen van het Laagpakket van Wormer - die dateren uit het midden Holoceen en onderdeel uitmaken van de getijde-bekken afzettingen van centraal Noord-Holland - komen voor in het zuidwestelijk deel van het IJsselmeer tracédeel, waar het (ongeërodeerde) Pleistocene oppervlak tot 5-6 m –NAP voorkomt. De afzettingen van dit laagpakket worden in de oude literatuur ook wel 'Oude Getijde Afzettingen' (Ente, e.a., 1986) of de Afzettingen van Calais (Westerhoff, e.a. (1987) genoemd. In het tracédeel bestaan ze uit kleien met een wisselend gehalte aan humus en kalk en zeer fijn tot matig fijn zand. De zandige afzettingen zijn grotendeels gevormd in geul of wadplaat milieu, terwijl de kleien vooral ontstaan zijn in een slikwad tot kwelder milieu. De kleiige afzettingen verder van de geulen en krekken af (komafzettingen) zijn zwaar (20 –55 % lutum), vaak kalkloos, humeus en doorworteld.

Flevomeer Laag

De Flevomeer Laag bestaat uit detritus of veendetritus; los verspoelde veendeeltjes - met diametergrootte die meestal variërend tussen millimeters tot enkele centimeters - en vaak gemengd met wisselende hoeveelheden klei, silt en zand. Het organische stofgehalte varieert in het algemeen tussen de 20-40% en het lutumgehalte tussen 18 en 31%. De detritus is kalkloos of kalkarm (0,5 – 1,8%). Vivianiet, een zwavel-ijzer verbinding, komt regelmatig tussen het organische materiaal in de laag voor.

De Flevomeer afzettingen zijn ondiepe meerbodem-afzettingen die lokaal in het zuidwestelijk deel van het tracé op een diepte tussen de 4 en 6 m –NAP voorkomen. In de Noordoostpolder en Flevoland komen deze afzettingen echter op grote schaal voor. Dat de Flevomeer afzettingen binnen het tracédeel slechts een bescheiden aandeel hebben, hangt samen met het gegeven dat de erosie in dit gebied vooral heeft plaatsgevonden in een latere fase, namelijk de periode dat de Zuiderzee ontstond (grote verbindingszone tussen de Waddenzee en de Flevomeren in het achterland).

Almere Laag

Deze afzettingen bestaan uit klei, gelaagd op verschillende gehalten in humus, detritus, kalk en ostracoden en op de aanwezigheid van uiterst fijne zandlaagjes. Op grond van de gelaagdheid worden de Almere afzettingen onderverdeeld in verschillende sublagen (Wiggers, 1955; Pons & Wiggers, 1959-1960; Ente e.a., 1986). Het onderste deel van de Almere Laag is doorgaans sterkere humeus dan de bovenste lagen. De detritus in de Almere Laag is in het algemeen fijner dan in de Flevomeer Laag.

Ook de Almere Laag heeft een beperkt voorkomen binnen het pijplijntracé. De afzettingen worden vooral gevonden in het centrale deel van het tracédeel waar in de periode van de Late IJzertijd – Vroege Middeleeuwen de eerste verbinding ontstond tussen de Flevomeeren in het achterland en de Waddenzee. De Almere-afzettingen komen daar voor binnen de 5 en 14 m –NAP.

Zuiderzee Laag

De Zuiderzee Laag bestaat in het tracédeel overwegend uit kalkhoudende en matig fijne zanden. Lokaal kan ook grover materiaal (waaronder grind) binnen deze afzettingen voorkomen. Kenmerkend voor de laag is de mariene schelpenfauna, waaronder *Mya arenaria*, *Cerastoderma edule* en *Macoma baltica*.

De Zuiderzee Laag vormt de zandige deklaag die voorkomt in het diepteinterval tussen 0 (nabij de dijk van Workum) en 8 m –NAP. De dikte van de laag varieert tussen enkele decimeters tot meer dan 2m.

IJsselmeer Laag

De IJsselmeer Laag bestaat overwegend uit slappe ongeconsolideerde kleien ('IJsselmeer slib'). Het lutumgehalte van de klei varieert tussen 17 – 50%. Een (autochtone) mariene schelpenfauna ontbreekt. De IJsselmeer Laag is een meerbodemaafzetting, die is ontstaan na de afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk in 1932. De afzettingen komen lokaal voor in met name de diepere delen van het IJsselmeer. In het tracédeel vooral tussen de 6 en 8 m –NAP.

2.3 Archeologische verwachting op lithologisch laagniveau

De archeologisch verwachting zal voor de voorkomende geologische laageenheden binnen het pijplijntracédeel A-653 in het IJsselmeergebied kort worden beschreven.

Oudere Pleistocene afzettingen

Paleolithische vondsten zijn mogelijk binnen de voorkomende Pleistocene lagen boven de keileem (Formatie van Boxtel). Ook paleo-zoölogische resten zoals resten van mammoeten kunnen in deze afzettingen aanwezig zijn.

De trefkans om deze oude Paleolithische vondsten in de Formatie van Boxtel aan te treffen is relatief klein.

Top van het niet-geërodeerde Pleistocene oppervlak

Dit laagniveau is archeologisch gezien relatief kansrijk (middelhoge tot hoge trefkans). Omdat er een relatie bestaat tussen de overvening van het Pleistocene oppervlak en de diepteligging ervan is er ook een koppeling te maken tussen ouderdom van de mogelijk voorkomende archeologisch resten en de diepteligging van het niet-geërodeerde oppervlak. Rond 6000 v. Chr. (midden / laat Mesolithicum; figuur 2) lag de veengrens rond 12 m –NAP, rond 4000 v. Chr. (vroeg / midden Neolithicum) lag de veengrens rond 6 m –NAP en rond 2100 v. Chr. (overgang Neolithicum – Bronstijd) lag de veengrens boven de 3 m –NAP.

Top van het Laagpakket van Wormer

Tijdens het laat-Neolithicum en Bronstijd slibde geleidelijk het Westfriese zeegat dicht bij Alkmaar en verlandden de achterliggende getijde afzettingen (Laagpakket van Wormer), die ook in het zuidwestelijk deel van het tracé voorkomen. De (ongestoorde) top van het Laagpakket van Wormer is dus archeologisch kansrijk (hoge trefkans). Ook

de restgeul en kreeksystemen van het verlande getijde-systeem zijn kansrijk op archeologisch materiaal. Te denken valt aan dumpplaatsen van afval, kano's, visfuiken en viswieren (Bulten, e.a. 2002).

De dieperliggende afzettingen van het Laagpakket van Wormer hebben een lage trefkans.

Almere afzettingen

De Almere Laag bestaat uit lagunaire afzettingen waar geen bewoningsresten zullen voorkomen. Wel kunnen er archeologische materialen in voorkomen, zoals kano's en visfuiken. De lagune van de Almere afzettingen had in de periode tussen Late IJzertijd en Vroege Middeleeuwen verbinding met de Waddenzee. Uit deze periode zijn dus in principe vondsten mogelijk, de kans om ze te vinden is relatief klein (lage tot middelhoge trefkans).

Zuiderzee en jongere afzettingen

Ook in de Zuiderzee- en IJsselmeerafzettingen zullen geen bewoningsporen (in situ) aanwezig zijn. Wel is de kans om scheepswrakken aan te treffen relatief hoog (hoge trefkans). Ook andere historisch gezien relevante fenomenen (bijvoorbeeld vliegtuigwrakken uit de tweede wereldoorlog) zijn mogelijk aanwezig in deze afzettingen.



3 Resultaten geologisch en archeologisch onderzoek

3.1 Geologisch onderzoek

De geologisch laagopbouw van het te onderzoeken pijplijntracé A-653 in het IJsselmeergebied is weergegeven in de profieldelen 1 t/m 7 (lokatie profieldelen, figuur 1; geologische profielen figuur 4 a t/m g). In dit hoofdstuk zal de archeologische verwachting op laagniveau en per profieldeel besproken worden. De archeologische verwachting in de 'toplaag' (sliblaag / IJsselmeer Laag en de Zuiderzeelaag) wordt behandeld in paragraaf 3.3 (object-detectie met de side sonar scan).

Voor de lokatieaanduiding in de profieldelen 1 t/m 7 wordt de km-schaal in de profiellijn gebruikt.

Profieldeel 1 (figuur 4a)

Profieldeel 1 ligt voor het overgrote deel binnen het landgedeelte van Noord-Holland en valt om die reden buiten de scope van dit onderzoek. Het tracé in profieldeel 1, op 4.7–5 km (aan de dijk en in het IJsselmeergebied) valt binnen de gestelde onderzoekvraag. Bij de aanleg van de pijplijn tot 5 m worden in dit traject twee relevante archeologische niveaus verstoord:

- Top van het Pleistocene oppervlak dat op Het Pleistocene oppervlak ligt hier rond 9.5 m –NAP. De top van het Pleistocene oppervlak is hier lokaal geërodeerd (Basisveen ontbreekt).
- Bovenste deel (1 m) van het laagpakket van Wormer (4 – 5 m –NAP). In deze top kunnen mogelijk resten voorkomen uit het Neolithicum en eventueel Bronstijd. De vraag is echter hoeveel van de oorspronkelijke top van het Laagpakket van Wormer verdwenen is door erosie tijdens de vorming van de Zuiderzee. Indien deze top deels geërodeerd is, neemt de archeologische verwachting af. Op basis van de beschikbare boorgegevens is dit niet te achterhalen.

Profieldeel 2 (figuur 4b)

Ook in dit profieldeel zijn de top van het Pleistocene oppervlak en de top van het Laagpakket van Wormer potentieel archeologisch relevant.

De top van het Pleistoceen is tussen profieldeel 2, op 5 – 10 km voor een groot deel intact. Het Pleistocene oppervlak ligt op een diepte tussen 9.5 m (westelijk deel) en 9.2 m (oostelijk deel). Alleen tussen profieldeel 2, op 7.5 – 9.2 km is het oude Pleistocene oppervlak geërodeerd door getijde-geulen horende bij Wormer Laagpakket. Daardoor heeft het oppervlak in deze zone een lage archeologische trefkans.

De diepteligging van de top van het Wormer Laagpakket ligt tussen 4.5 en 6 m –NAP. In het gebied waar de top van het laagpakket beneden de 5 m –NAP komt (profieldeel 2, op 6.1-10 km) is de top van de het oorspronkelijke aanwezige laagpakket geërodeerd. De trefkans op Neolithisch materiaal is daar klein, dit met uitzondering van de geulopvulling in profieldeel 2, op 7.7 - 8.3 km. Dit is mogelijk een restgeul waar archeologisch materiaal als kano's, visfuiken en ander dumpmateriaal aanwezig kunnen zijn (Neolithicum en eventueel Bronstijd). Indien deze vulling een restgeul blijkt te zijn, heeft deze restgeulvulling een middelhoge tot hoge archeologische verwachting.

Profieldeel 3 (figuur 4c)

In het westelijk deel van profieldeel 3, op 10 – 12 km is de top van het Pleistocene oppervlak rond 9 m –NAP grotendeels intact. Rond profieldeel 3, op 12 km gaat het Pleistocene oppervlak sterk omhoog. Dit wordt veroorzaakt door een keilemrug die tussen profieldeel 3, 12 – 15 km in de ondergrond voorkomt. Ook het Laagpakket van Wormer ligt tegen deze opduiking uit en dit Laagpakket komt verder noordoostelijk in het tracé niet meer voor.

De top van de keilemopduiking is geërodeerd (profieldeel 3, 12 – 15 km) tijdens de vorming van de Zuiderzee en dit oppervlak heeft dus een lage archeologische trefkans. De flank van de keilemopduiking (profieldeel 3, 12 km) kan archeologisch interessant zijn. Hoeveel van deze flank geërodeerd is tijdens verschillende erosiefasen (Midden Holoceen, getijde afzettingen Laagpakket van Wormer; en Laat Holoceen, Zuiderzee erosie) is echter op basis van de beschikbare geologische gegevens onduidelijk. Om die reden is niet goed aan te geven of deze overgangszone een lage of een hoge archeologische verwachting heeft.

Verder is in het tracégedeelte tussen profieldeel 3, 11 – 12 km een restant van de Flevomeer Laag en de Almere Laag bewaard gebleven. Dit restant – dat niet geërodeerd is tijdens de Zuiderzee erosiefasen – is op de AHN onderwaterbodemdieptekaart (figuur 1) goed waar te nemen. De archeologische verwachting van de bewaard gebleven lagen in dit gedeelte is laag, omdat het meer een lagunaire afzettingen betreft.

Profieldeel 4 (figuur 4d)

De keilemopduiking gaat in profieldeel 4 door tot 16.5 km. Ook de oostflank van de keilem opduiking is wat betreft laagopbouw onduidelijk, omdat de basisgegevens lastig te interpreteren waren. Om die reden is ook voor deze flank de archeologische verwachting (met betrekking van de top van het Pleistoceen) onduidelijk.

In het profieldeel 4, op 16.5 – 18.5 km ligt het Pleistocene oppervlak grotendeel ongestoord (bedekt met Basisveen) op een diepte van 8.5 – 6.5 m –NAP en daar kan dus archeologisch materiaal (in situ) voorkomen.

Tussen profieldeel 4, op 16.5 – 20 km komen Almere afzettingen tot een diepte van c. 11 m –NAP voor. Dit kan de verbingsgeul zijn geweest tussen de Flevomeren en de Waddenzee gedurende de late IJzertijd – Vroege Middeleeuwen. Indien deze aanname juist is, zijn hier mogelijk archeologische vondsten zoals kano's, scheepsresten, en visfuiken niet uit te sluiten. De kans om dit materiaal te vinden binnen het te verstoren tracédeel lijkt evenwel niet groot omdat nooit eerder in het IJsselmeergebied dergelijke vondsten zijn gedaan in deze context.

Profieldeel 5 (figuur 4e)

In het profieldeel 5, op 20.2 - 22.3 km is de top van het Pleistocene oppervlak weer grotendeels ongestoord aanwezig (Basisveen bedekking). De top van het Pleistoceen ligt op een diepte van 5 – 6.5 m –NAP en het oppervlak lijkt - op basis van de seismische gegevens - een welvend verloop te hebben.

Oostelijk van profieldeel 5, op 22.3 km is het oorspronkelijke Pleistocene oppervlak geërodeerd tijdens de Zuiderzee erosiefasen. De Zuiderzeelaag ligt hier voor een groot deel op de keilem die in dat deel van het profiel weer ophoogt komt.

Profieldeel 6 (figuur 4f)

Profieldeel 6 lijkt sterk op profieldeel 5, oostelijk van het 22.3 km punt. Ook hier is de top van het (oorspronkelijke) Pleistocene oppervlak geheel geërodeerd tijdens de Zuiderzee erosiefasen.

De archeologische verwachting van de top van het Pleistoceen is voor heel profieldeel 6 dus laag.

Opvallend voor dit profieldeel is dat het keileem-hoog in oostelijke richting weer wegduikt. In de zanden van de Formatie van Boxtel, die de keileemlaag afdekken, lijken – op basis van seismische reflectoren – jongere kleine geultjes voor te komen. Deze geultjes zijn in het profiel geïnterpreteerd als Almere-afzettingen. Het is echter ook mogelijk dat dit geultjes behoren tot de Zuiderzee Laag. Scheeps- of kanoresten zijn in dit soortgeultjes nooit uit te sluiten.

Profieldeel 7 (figuur 4g)

Het westelijk profieldeel 7 (op 30 – 33 km) komt overeen met profieldeel 6. De top van de Pleistocene afzettingen is geërodeerd tijdens de Zuiderzeefase, lokaal komt een kleine geulinsnijding (vulling) voor die gerekend kan worden tot de Almere- of de Zuiderzee Laag. De archeologische verwachting voor de top van het Pleistocene oppervlak is in dit deel laag.

Naar de dijk van Workum toe (profieldeel 7, op 33-34 km) is het Pleistocene oppervlak niet geërodeerd en afgedekt met Basisveen. Dit niveau ligt hier op een diepte van 3 – 4 m –NAP.

Het profieldeel 7, op 34 – 35 km ligt op het vasteland van Friesland en valt daardoor buiten de scope van dit onderzoek.

De 'toplaag'

De 'top laag' bestaat uit de bovenste sliblaag (laag direct onder de waterbodem volgens de multi-beam-metingen; dunne rode lijn in de profielen 4 a t/m g), de IJsselmeer Laag en de Zuiderzee.

Op die lokaties waar de 'top laag' dunner is dan 50 cm, en waar geen 'mogelijk archeologische fenomenen' op de side-scan sonar zijn waargenomen, is de kans op het aantreffen van waardevolle resten (bijvoorbeeld scheepskotters) zeer gering. De 'mogelijk waardevolle archeologische fenomenen' worden in de profielen van figuur 4 a t/m g aangeduid met de codes F1 t/m 10. Deze fenomenen worden besproken in hoofdstuk 3.3.

Op die lokaties waar de toplaag dikker is dan 50 cm kunnen scheepswrakken (en andere obstakels) begraven liggen die aan het zicht van de side-scan sonar onttrokken zijn. Het betreft hier vooral de profieldelen 4, 5 en 6, op 16.5 – 26 km; en profieldeel 7, op 32 - 38.8 km waar het pakket Zuiderzee-afzettingen relatief dik is. In deze afzettingen kunnen scheepswrakken uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd voorkomen.

3.2 Archeologische inventarisatie

Voor de inventarisatie van archeologische waarden is een zone van 500 meter aan weerszijden van het leidingtracé afgebakend. Binnen dit onderzoeksgebied zijn archeologische waarden in kaart gebracht, waarvoor de volgende archieven en instanties zijn geraadpleegd: de archeologische database Archis-2, het CAA- en het CMA-archief van de ROB/NISA en de wrakkenregisters van Rijkswaterstaat en de Hydrografische Dienst van de Koninklijke Marine.

Op de IKAW - een door de ROB geproduceerde kaart op landelijk niveau met de verwachte relatieve of absolute dichtheid van archeologische verschijnselen in de bodem - ligt het onderzoeksgebied in een omgeving met een overwegend lage archeologische verwachtingswaarde (afbeelding 5). Direct vanaf de kust bij Medemblik

ligt het gebied in een ca. 900 meter lange zone met een hoge c.q. middelhoge verwachting. Halverwege het tracé ligt over een lengte van ca. 400 meter een zone met een hoge c.q. middelhoge verwachting. Tenslotte ligt voor de kust van Workum een 200 meter lange zone met een hoge verwachting. Het geologische onderzoek heeft de IKAW nader gedetailleerd (zie hoofdstuk 3.1).

Binnen het onderzoeksgebied komen één archeologisch monument en vier waarnemingen voor (zie afbeelding 5). Het archeologisch monument (Monumentnummer 1855, tevens ARCHIS-meldingsnummer 37712), een terrein van zeer hoge archeologische waarde, betreft een scheepswrak uit de Late Middeleeuwen - Nieuwe Tijd. Het schip, overmaads op de steven gebouwd, is wettelijk beschermd.

De Archis-waarnemingen zijn meldingen van archeologische vondsten en/of sporen van bijvoorbeeld nederzettingen of grafvelden, die nog niet gewaardeerd zijn. Voor de haven van Medemblik zijn een halve maanvormige vuurstenen sikkels uit de Late-Bronstijd en een kruithoorn van gewei uit de Nieuwe Tijd opgedoken (ARCHIS-meldingsnummer 15091). Nabij de haven bevindt zich het beschermde monumentale scheepswrak uit de Late Middeleeuwen - Nieuwe Tijd (ARCHIS-meldingsnummer 37712), nabij fragmenten van een schip met een kromme steven uit de Nieuwe Tijd (ARCHIS-meldingsnummer 46565).

Enkele kilometers uit de kust van Friesland ligt het wrak van een schip, eveneens uit de Nieuwe Tijd (ARCHIS-meldingsnummer 46540).

De Archis-waarnemingen en het monument worden niet bedreigd door de aanleg van de gasleiding.

ARCHIS nummer	Toponiem Gemeente	Coördinaten x/y	Vondst /Complex	Datering
1855 Monument	Oosterdijk Zeebad Medemblik	136.694/531.753	Schip	Late Middeleeuwen
15091	Medemblik Haven Medemblik	136.500/532.000	Vuurstenen sikkels Kruithoorn van gewei	Late Bronstijd Nieuwe Tijd
37712	Medemblik 1 Medemblik	136.690/531.800	Schip (compleet)	Nieuwe Tijd
46540	IJsselmeer Stavoren 1 Nijefurd	152.445/547.647	Schip (compleet)	Nieuwe Tijd
46565	Medemblik 2 Medemblik	136.735/531.810	Schip (fragmenten)	Nieuwe Tijd

Tabel 1: In ARCHIS gedocumenteerde monumenten en waarnemingen in plangebied Gasleiding NAM IJsselmeer, gemeenten Medemblik en Nijefurd

Periode	Van - tot		
Paleolithicum	tot 8800 voor Chr.	Vroeg-Paleolithicum Midden-Paleolithicum Laat-Paleolithicum	tot 300.000 voor Chr. 300.000-35.000 voor Chr. 35.000-8800 voor Chr.
Mesolithicum	8800 – 4900 voor Chr.	Vroeg-Mesolithicum Midden-Mesolithicum Laat-Mesolithicum	88.00-7100 voor Chr. 7100-6450 voor Chr. 6450-4900 voor Chr.
Neolithicum	5300 – 2000 voor Chr.	Vroeg-Neolithicum Midden-Neolithicum Laat-Neolithicum	5300-4200 voor Chr. 4200-2850 voor Chr. 2850-2000 voor Chr.
Bronstijd	2000 – 800 voor Chr.	Vroege-Bronstijd Midden-Bronstijd Late-Bronstijd	2000-1800 voor Chr. 1800-1100 voor Chr. 1100-800 voor Chr.
IJzertijd	800 – 12 voor Chr.	Vroege-IJzertijd Midden-IJzertijd Late-IJzertijd	800-500 voor Chr. 500-250 voor Chr. 250-12 voor Chr.
Romeinse tijd	12 voor Chr. – 450 na Chr	Vroeg-Romeinse tijd Midden-Romeinse tijd Laat-Romeinse tijd	12 voor-70 na Chr. 70-270 na Chr. 270-450 na Chr.
Middeleeuwen	450 – 1500 na Chr.	Vroege-Middeleeuwen Late-Middeleeuwen	450-1050 na Chr. 1050-1500 na Chr.
Nieuwe tijd	1500 – heden		

Tabel 2: Archeologische periodisering (zie ook figuur 2)

Amateurarcheologen

In het gebied zijn meerdere amateurarcheologen en -duikers actief, zoals de Miramar-groep, allen verenigd in de Landelijke Werkgroep Archeologie Onder Water (LWAOOW)¹. Informatie van deze vereniging, zoals jaarverslagen en meldingen, is aanwezig in het archief van de afdeling Maritiem Erfgoed van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, wat is geraadpleegd. Hierbij is geen aanvullende informatie aangetroffen

Wrakkenregister Rijkswaterstaat

In het logboek van de 'Eline', een schip van Rijkswaterstaat, staan diverse obstakels genoteerd die de bemanning tegenkwam tijdens het varen over het IJsselmeer. Nadere specificatie van deze obstakels ontbreekt. De 'Poolster' - eveneens van Rijkswaterstaat - had als taak om deze obstakels te verwijderen. Aangezien een afschrift van het logboek van de 'Poolster' ontbreekt bij de afdeling Maritiem Erfgoed van de ROB, is niet bekend welke van de obstakels nog in de bodem liggen en of deze zich in het onderzoeksgebied bevinden².

Rijkswaterstaat heeft een objectendatabase gegenereerd met wrakinformatie in het IJsselmeer³. De informatie is verkregen door in raaien met een onderlinge afstand van 200 meter over het meer te varen en middels lodingen (één straal) de ondergrond te detecteren⁴. Rijkswaterstaat informeert half april over relevante gegevens van deze database, maar gezien het grid en de soort detectie kan sowieso geen volledig beeld worden gegeven voor het onderzoeksgebied.

Deze leemte is voor het leidingtracé opgevuld door de objectdetectie met de Side-scan sonar (zie hoofdstuk 3.3).

Wrakkenregister Hydrografische Dienst van de Koninklijke Marine

Het wrakkenregister van de Hydrografische Dienst van de Koninklijke Marine bevatte geen wrakken die in het onderzoeksgebied liggen⁵.

Historische vaarroutes

Historische vaarroutes in de Zuiderzee, over het algemeen noord-zuid georiënteerd, binnen het ruimtebeslag van het onderzoeksgebied, zijn niet van invloed op de verwachting.⁶

3.3 Object-detectie met de Side-scan sonar

De side-scan sonar is een hoogfrequente sonar waarvan het signaal slechts een beperkte penetratie in de waterbodem kent.

De beschikbare dataset is opgenomen in januari 2005, met als voornaamste doel om mogelijke obstakels op de waterbodem langs het geplande pijpleidingtracé nader in kaart te brengen. De metingen zijn uitgevoerd met een CM 800 Side-scan sonar (325 kHz). Deze werd achter een meetschip voortgetrokken. Omdat de Side-scan sonar alleen opnames naar één kant loodrecht op de vaarlijn maakt, is de uiteindelijke dataset samengesteld uit de beelden van twee afzonderlijke vaarlijnen: De heenweg (west naar

¹ Mond. med. M. Manders, Afdeling Maritiem Erfgoed, ROB

² Mond. med. W. van der Wens-Poulich, Archis Maritiem, ROB

³ IMAGO-project Rijkswaterstaat.

⁴ Mond. med. A. Vrolijk, Rijksdienst IJsselmeergebied, Rijkswaterstaat

⁵ Med. G. de Bruin, Hydr. Dienst KM

⁶ Mond. med. M. Manders, Afdeling Maritiem Erfgoed, ROB

oost) is over de hartlijn gevaren, op de terugweg is op enige afstand naast de hartlijn gevaren (om te voorkomen dat er een blinde zone ter plaatse van de hartlijn ontstaat). Voor het geoarcheologisch vooronderzoek zijn de beschikbare side-scan sonar metingen visueel geïnterpreteerd, waarbij voornamelijk gelet is op fenomenen die kunnen wijzen op de aanwezigheid van grotere 'bodenvreemde objecten' op, of ondiep in de waterbodem, die mogelijk archeologisch relevant kunnen zijn. Individuele puntvormige objecten, zoals individuele palen zijn buiten beschouwing gelaten. In totaal zijn een tiental verdachte plekken aangetroffen. Deze zijn omschreven in tabel 3, en hun posities staan tevens gegeven in de geologische profielen (figuur 4 a t/m g).

Object	X (RD) in m	Y(RD) in m	Afstand tot centerline (m)	Ligging tov centerline	Omschrijving
F1	Gebied (begin-eind)				
	136297	532133	Circa 0	Noord	Zeer verdacht: parallelle lijnen met daartussen hoge objecten; figuur 6
	136311	532155			
F2	Gebied (hoekpunten)				
	141154	536912	Circa 22	Noord	Gebied met veel puntobjecten
	141174	536929			
	141161	536903			
	141180	536918			
	Objecten				
F3	140298	536037	27	Noord	Object
F4	140269	536009	28	Noord	2 parallelle lijnen
F5	141245	536881	50	Zuid	Lijnvormig
F6	141192	536841	41	Zuid	Lensvormige cluster
F7	141142	536900	37	Noord	Lijnvormig
F8	141963	537703	20	Noord	Cluster objecten
F9	149674	545459	14	Noord	Lensvormige cluster
F10	151302	547015	45	Zuid	1 'hoog' object

Tabel 3: De uit de side-scan sonar data geïnterpreteerde 'verdachte' objecten

Er kan niet worden geconcludeerd dat op plaatsen waar bij de interpretatie van de side-scan sonar data geen verdachte objecten zijn aangetroffen ook geen archeologische waarden in de diepere bodemlaag aanwezig kunnen zijn (hoofdstuk 3.1).

De interpretatie geeft aan waar 'verdachte' objecten op, of ondiep in de waterbodem aanwezig kunnen zijn. Deze structuren kunnen ook een natuurlijke oorzaak hebben (hoewel dit niet wordt verwacht), en hoeven geen archeologische waarden te vertegenwoordigen.

Gezien de beperkte breedte van de sleuf (maximaal 5 m vanuit de hartlijn van het tracé) valt alleen object F1 binnen het te verstoren deel.

4 Conclusie

De mogelijke archeologische waarden die in de ondergrond van het tracédeel (A-653) kunnen voorkomen, zullen per laagte (categorieën) worden samengevat.

Categorie 1: Oudere Pleistocene afzettingen

In de zanden van de Formatie van Boxtel (boven de keileem) zijn Paleolithische resten en waardevolle paleo-zoölogische resten nooit uit te sluiten. De kans om deze resten te vinden door middel van booronderzoek is uiterst klein. De kans om archeologisch of paleozoologisch materiaal te vinden door het zeven van uitgebaggerd materiaal van de Formatie van Boxtel (boven de keileem) is groter.

De plaatsen waar de Formatie van Boxtel (boven de keileem) wordt verstoord door de aanleg van het pijplijntracé (max. 4.5 m vanaf de waterbodem) is af te leiden uit de geologische profielen 1 t/m 7 (figuur 4 a t/m g), namelijk het gedeelte van de Formatie van Boxtel boven de stippellijn in de profielen.

Categorie 2: Pleistocene oppervlak, niet geërodeerd

Een relatief archeologisch kansrijk laagniveau is de top van de Pleistocene-afzettingen (Pleistocene oppervlak), waar deze niet opgeruimd is tijdens jongere erosiefasen. Op de lokaties in het tracé, waar de top van het Pleistocene oppervlak ongeschonden is, komt een Basisveenlaag voor.

Dit zijn de volgende trajectdelen in het tracé:

- Profieldeel 1 en 2, op 4.5 – 7.5 km
- Profieldeel 2 en 3, op 9.2 – 12 km
- Profieldeel 4, op 16.4 – 19.6 km
- Profieldeel 5, op 20.2 – 22.3 km
- Profieldeel 7, op 33 – 34 km

Het begin van de veenontwikkeling van de Pleistocene ondergrond wordt op c. 10 m –NAP geschat rond ca. 6000 v. Chr. en op 3 m –NAP rond c. 2500 v. Chr. Op de plaatsen waar veen begon te groeien werden de condities voor bewoning ongunstig. Jongere prehistorische resten dan het Neolithicum zijn op de Pleistocene ondergrond binnen het tracédeel niet te verwachten.

Categorie 3: Top van het Laagpakket van Wormer.

In West-Friesland zijn in de top van het Laagpakket Wormer ('Afzettingen van Hauwert'; Westerhoff, e.a., 1987) veel archeologische vondsten gedaan, die dateren uit het Neolithicum en de Bronstijd. Deze vondsten kunnen in principe ook gevonden worden in het bovenste deel van het Laagpakket van Wormer in het IJsselmeergebied. Een deel van deze archeologisch interessante top is tijdens de vorming van de Zuiderzee geërodeerd. Dit geldt met name voor het deel waar de top van het Laagpakket van Wormer nu onder de 5 m – NAP ligt (profieldeel 2 en 3, op 6.1 – 12.2 km). Mogelijk archeologisch relevant (middel hoge tot hoge trefkans) is dus het gedeelte op profieldeel 1 en 3, op 4.5 – 6.1 km. Mogelijk archeologisch relevant zijn ook de Wormer afzettingen in profieldeel 2, op 7.7 – 8.3 km. Hier komt mogelijk een restgeul voor. Indien dit juist blijkt te zijn, kan hier mogelijk restafval, visfuikeuren of kanoresten uit het Neolithicum of Bronstijd voorkomen.

Categorie 4: Almere afzettingen

In profieldeel 4 en 5 komt op 18.5 – 20.2 km een geul voor die – naar aller waarschijnlijkheid - opgevuld is met de Almere Laag. Deze geul heeft waarschijnlijk in de periode tussen de Late IJzertijd en de Vroege Middeleeuwen de verbinding gevormd tussen de Waddenzee en de Flevomeren in het achterland. De kans dat archeologische resten zoals scheepsresten in deze afzettingen aanwezig zijn is niet uit te sluiten. De kans om deze te vinden is klein. Tot nu toe zijn dergelijke vondsten nog niet bekend uit de Almere Laag.

Categorie 5: de toplaag (Zuiderzee Laag, IJsselmeer Laag en bovenste sliblaag)

Waar de toplaag dikker is dan 50 cm kunnen archeologische sporen zoals scheepswrakken bedekt zijn door de toplaag en daarmee aan het zicht van de side-scan sonar onttrokken zijn. Dit betreft de profieldelen 4, 5 en 6, op 16.5 – 26 km, en profieldeel 7, op 32 -38.8 km waar het pakket Zuiderzee-afzettingen relatief dik is. In deze afzettingen kunnen scheepswrakken uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd voorkomen.

Categorie 6: mogelijk relevante archeologische fenomenen nabij de waterbodem

In totaal zijn 10 mogelijk ‘relevante archeologische fenomenen nabij de waterbodem’ in de nabijheid van het leidingtracé. Over de archeologische waarde van deze ‘fenomenen’ kan niets gezegd worden, daar moet nader onderzoek naar gedaan worden.

Fenomeen 1 (nabij de dijk van Medemblik, figuur 4b, profieldeel 2, op 5.1 km) is optisch gezien de meest kansrijke (figuur 6) en het is ook het enige fenomeen dat daadwerkelijk binnen het aan te leggen tracé verstoord wordt. Dit fenomeen is een nader ‘kijkje’ waard.

5 Aanbevelingen

Uit hoofdstuk 4 blijkt dat met name de categorieën 2, 3, 5, en fenomeen F1 uit categorie 6, archeologisch interessant kunnen zijn.

Booronderzoek is aan te bevelen op die lokaties waar prehistorische vindplaatsen verwacht kunnen worden. Dit zijn de top van het Pleistocene oppervlak (dat niet geërodeerd is) en de top van het Laagpakket van Wormer (boven de 5 m –NAP; profieldeel 1 en 2), en tevens de (mogelijke) restgeul in het Laagpakket van Wormer (in profieldeel 2). Dit betreft de categorieën 2 en 3 in hoofdstuk 4. Op deze manier kunnen eventuele nieuwe vindplaatsen in kaart worden gebracht, wat een bijdrage levert aan een overzicht van de prehistorische bewoning in Nederland.

Een geschikte boormethode is die van de 'triflip'. Met dit apparaat kunnen op de zee/meerbodem kernen met een diameter van 10 cm tot een diepte van 5.5 m – gestoken worden. Het zijn ongestoorde steekkernen die bij uitstek geschikt zijn voor archeologisch onderzoek (nemen van archeologische monsters uit de kernen).

Bij Medemblik en Workum wordt - met de scheiding land/water - onder de dijken door geboord. Indien er een boorontvangst, c.q. startkuip, aan de IJsselmeerkust wordt aangelegd, dan wordt hiervoor een nader archeologische onderzoek aanbevolen doormiddel van (land)boringen.

Scheepswrakken (betreft categorie 5 in hoofdstuk 4) kunnen in de relevante zones in kaart worden gebracht via een booronderzoek. Er dient echter in een zeer dicht grid geboord te worden (ca. elke vijf meter een boring) voor een adequate trefkans. Dit is een kostbaar en tijdrovend onderzoek. Een alternatief is het begeleiden van de aanlegwerkzaamheden door een archeologisch team wanneer er tijdens de werkzaamheden een wrak wordt ontdekt. Hiertoe dient het baggerschip te worden uitgerust met een sonar zodat verstoringen voorafgaand aan de werkzaamheden zichtbaar zijn. Na melding aan het team wordt dat tracédeel archeologisch begeleid, waarbij de archeologen de werkzaamheden volgen en gegevens registreren.

Het 'mogelijk relevante archeologische fenomeen' F1 (betreft categorie 6 in hoofdstuk 4) aan de waterbodem kan met behulp van duikers onderzocht worden. Aanvullend onderzoek naar reeds bekende scheepswrakken, waar in het geval van F1 misschien sprake van is, kan het beste met seismisch onderzoek worden uitgevoerd. Het best inzetbaar systeem is de Chirp Sub Bottom Profiler die een akoestisch signaal uitzendt van een bepaalde duur en een oplopend frequentie-inhoud, bijvoorbeeld een 40 ms puls oplopend van 1 tot 6 kHz. Het akoestisch signaal gaat voornamelijk verticaal naar beneden in een soort bundel, waarvan de hoek 15 graden is ten opzichte van de verticaal. Dit betekent dat het signaal kan reflecteren aan objecten in de bodem zolang de diepte (z) groter is dan tweemaal de afstand in horizontale zin (d.) Dus als een wrakdeel van 1 m groot op 4 m diepte ligt, moeten de vaarlijnen minstens 2 m uit elkaar liggen om dit object te kunnen 'zien'.

De 'zichtbaarheid' van objecten wordt bemoeilijkt indien de reflectie van het object samenvalt met reverberaties van de waterbodem. Deze reverberaties (ook wel multiples genoemd) zijn herhalingen van reflecties in het ontvangen signaal doordat het wateroppervlak en de waterbodem zeer goede reflectors zijn.

Als de Chirp Sub Bottom Profiler in een slede over de bodem gesleept wordt, is de multiple een stuk minder duidelijk dan bij het slepen aan het wateroppervlak. Voor objecten die even diep onder de waterbodem liggen als de waterbodem onder het

wateroppervlak liggen, wordt de slede aanbevolen. Voor de slede is het wel belangrijk dat geen objecten *op* de bodem liggen omdat die de slede en profiler kunnen vernielen. Een survey met side scan sonar om onregelmatigheden op de bodem op te sporen, is dan eveneens aan te bevelen.

Verder wordt aanbevolen om een raster van onderling loodrechte lijnen te varen, waarbij de lijnafstand half zo groot is als het kleinste object wat waargenomen moet worden.

In deze voorstudie worden alleen de potentieel archeologisch waardevolle (kansrijke) lagen en laagniveaus aangegeven binnen het te verstoren deel van het pijplijntracé A-653, en op welke wijze deze in het vervolgonderzoek onderzocht zouden kunnen worden.

Welke tracédelen in aanmerking komen voor vervolgonderzoek, evenals de aard van dit onderzoek, zal worden besloten in overleg met het bevoegd gezag.

6 Referenties

Grote Topografische Atlas van Nederland, schaal 1:50.000, deel I: West-Nederland, Wolters-Noordhoff Atlasproducties, Groningen;

Grote Topografische Atlas van Nederland, schaal 1:50.000, deel II: Noord-Nederland, Wolters-Noordhoff Atlasproducties, Groningen.

Koopstra, R., G. Lenselink & U. Menke (1993). Toelichting 'Geologische en Bodemkundige Atlas van het IJsselmeer'. Directoraat Rijkswaterstaat, directie Flevoland, Lelystad.

Mulder, E.F.J. de, M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff & T.E. Wong (2003): De ondergrond van Nederland. Geologie van Nederland, deel 7, Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Utrecht, 379 pp.

Rijst, M.C., van der & S. van Gessel, 2005. Geologisch vooronderzoek toekomstige gastransportleiding A-652 + A-653. TNO-rapport, NITG 05-027-B.

Roebroeks, W. (1988). From flint scatters to early hominid behaviour: a study of Middle Palaeolithic riverside at Maastricht-Belvedere. Leiden (Analecta Praehistorica Leidensia 21).

Roebroeks, W. & T. van Kolfschoten (1994): The earliest occupation of Europe: a short chronology. *Antiquity* 68, 489-503.

Vos P.C., & J.G.A. Bazelmans (2002). De geogenetische aanpak: gericht prospectief archeologisch onderzoek op geologisch laagniveau. *Archeologische Monumentenzorg – Nieuwsbrief van de ROB* 2, 28-29.

Vos, P.C. & p. Kiden, 2005. De landschapsvorming tijdens de Steentijd. In: J. Deeben, e.a., *De Steentijd van Nederland*, Archeologie 11/12, 7-37.

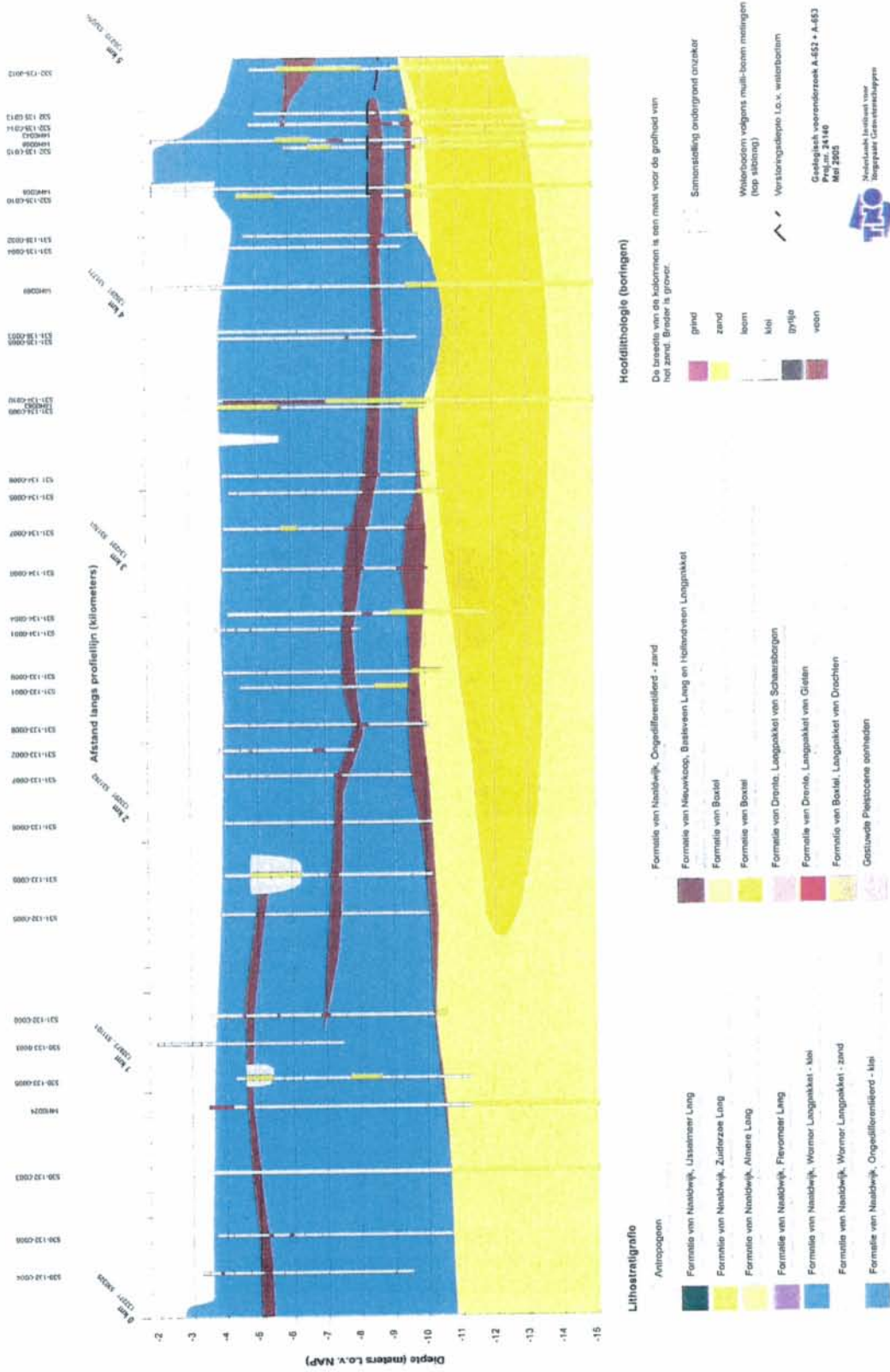
Westerhoff, W.E., E.F.J. de Mulder & W. de Gans (1987): Toelichting bij de geologische kaart van Nederland, 1 : 50.000, blad Alkmaar West en blad Alkmaar Oost. *Rijks Geologische Dienst*. Haarlem, 1-227.



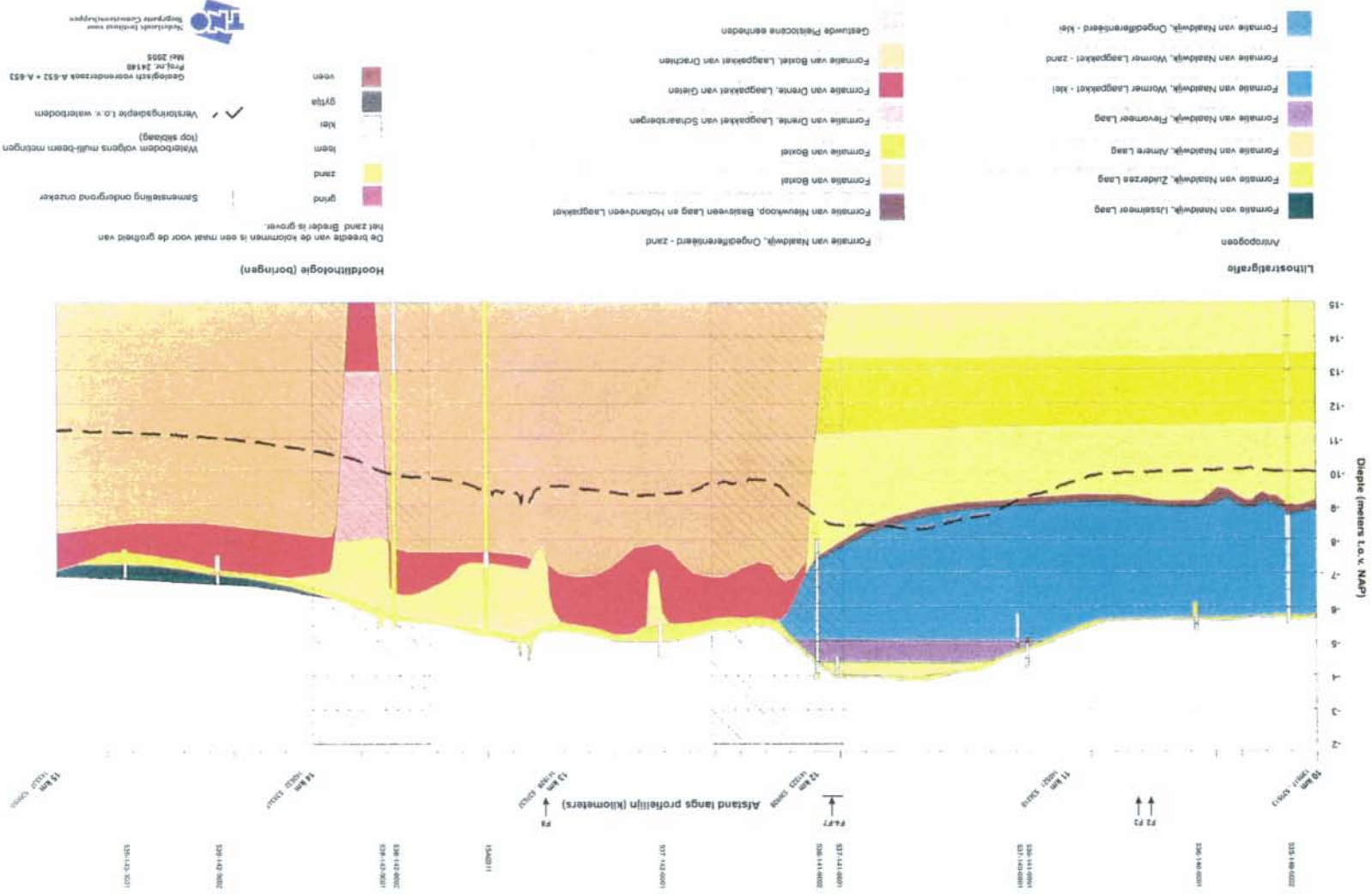
7 Bronnen

- het Centraal Archeologisch Archief (CAA);
- het Centraal Monumenten Archief (CMA);
- de Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW);
- het Archeologisch Informatie Systeem (Archis);
- Top pleistoceenkaart bodem IJsselmeer;

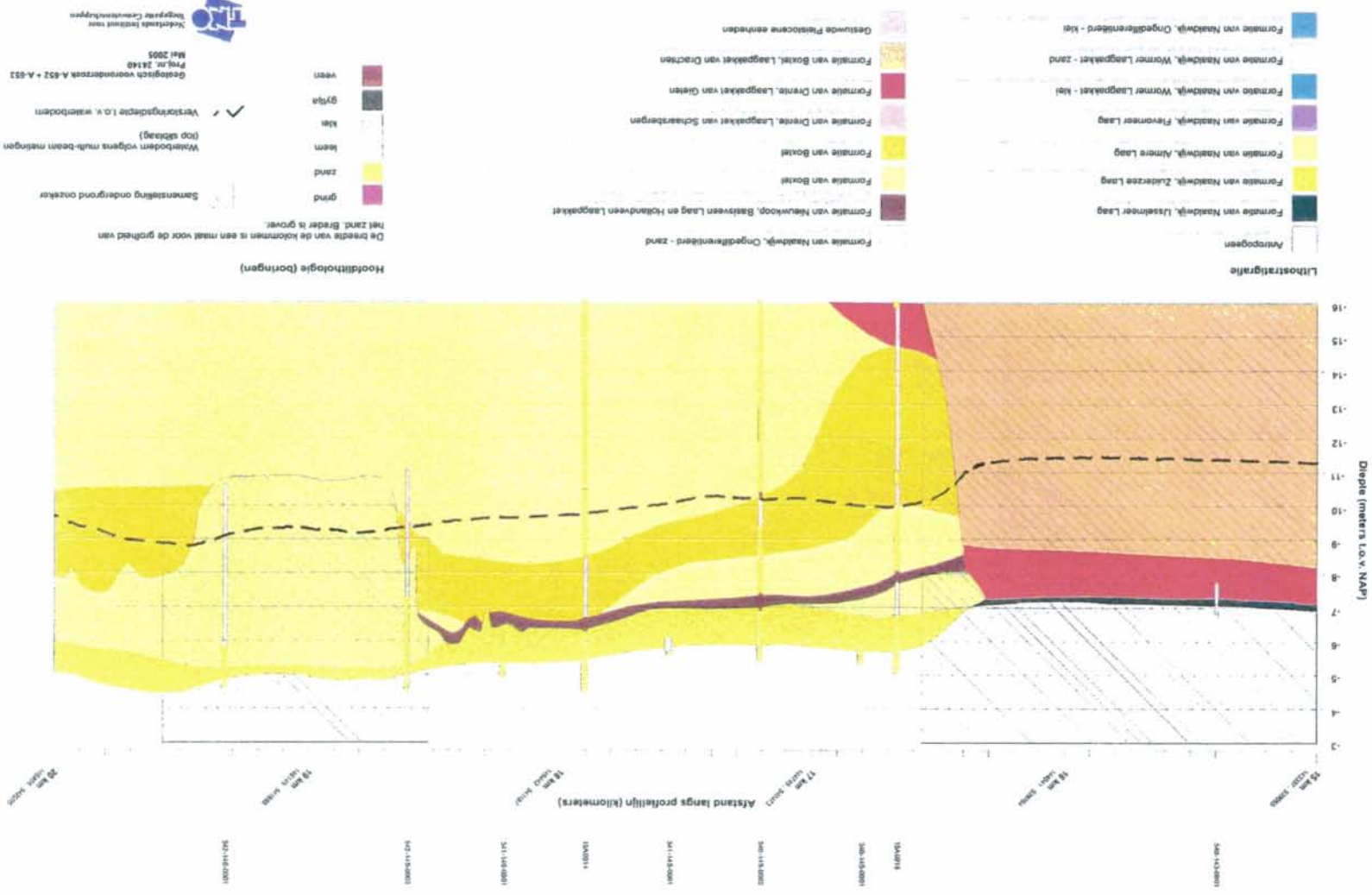
Figuur 4A: Geologisch Profiel toekomstige gastransportleiding A-653 (Traject Medemblik - Workum, deel 1)



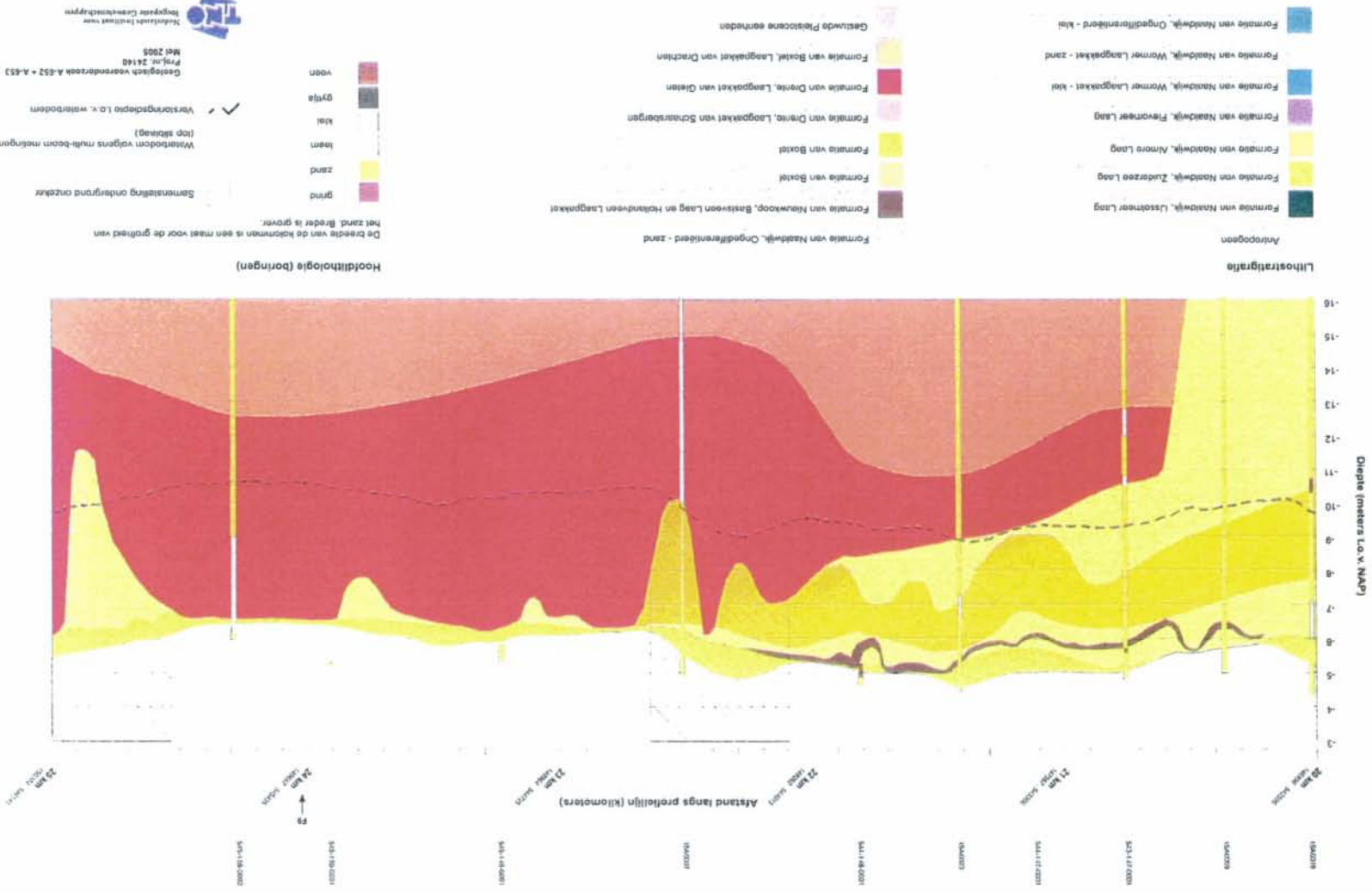
Figuur 4C: Geologisch Profiel toekomstige gastransportleiding A-53 (Traject Medemblik - Workum, deel 3)



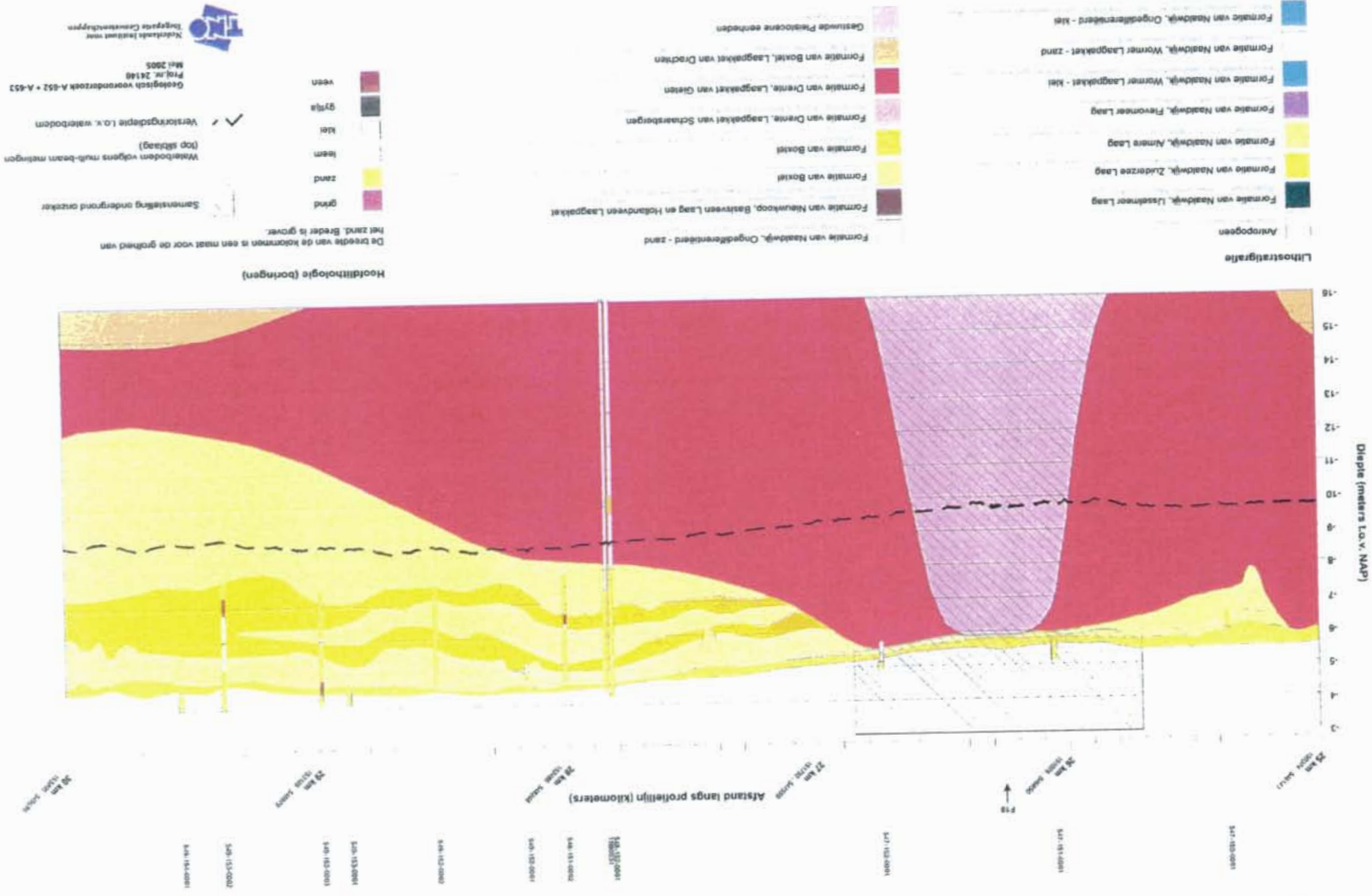
Figuur 4D: Geologisch Profiel toekomstige gastransportleiding A-653 (Traject Medemblik - Workum deel 4)



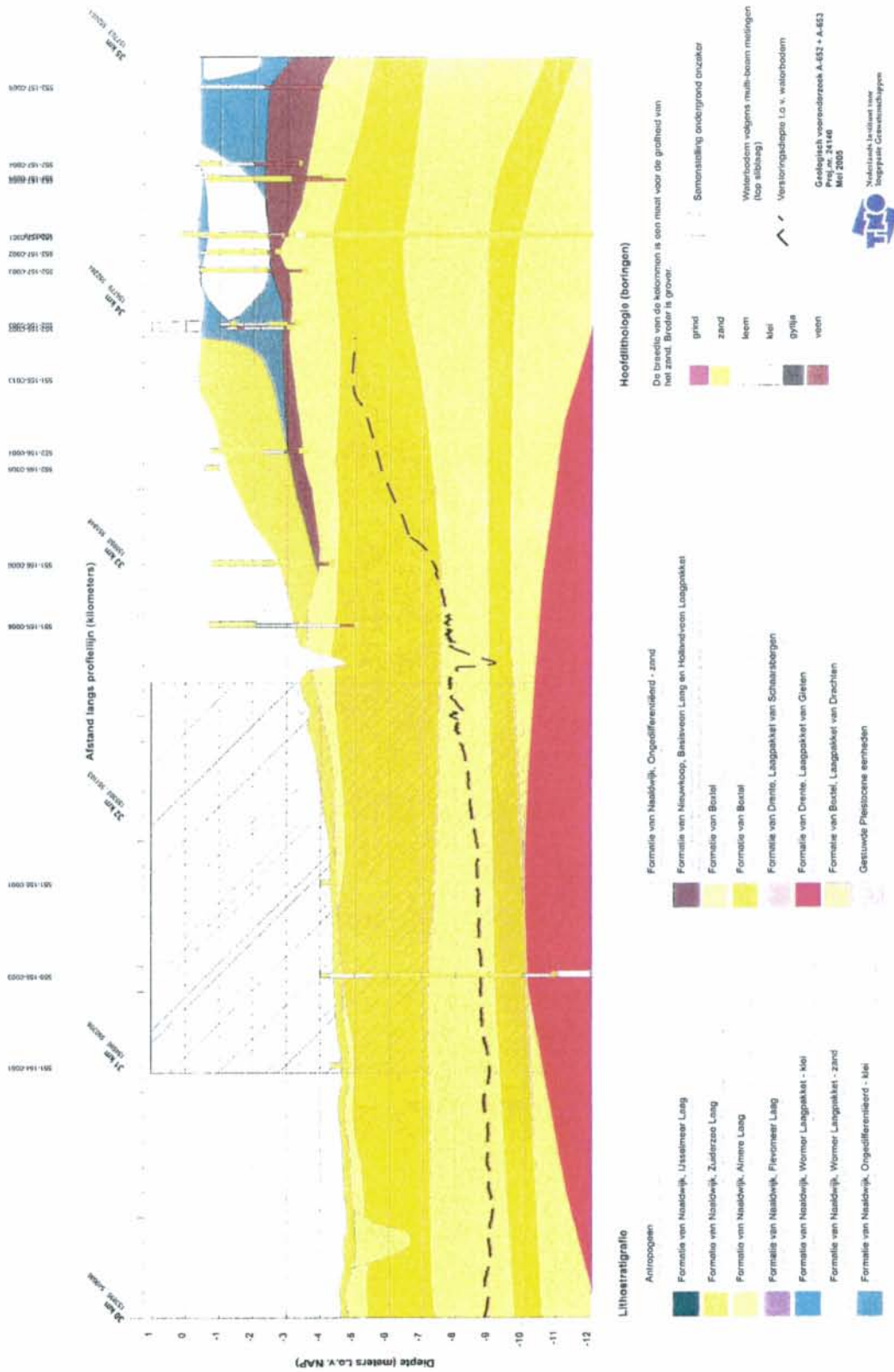
Figuur 4E: Geologisch Profiel toekomstige gasttransportleiding A-653 (Traject Medemblik - Workum, deel 5)

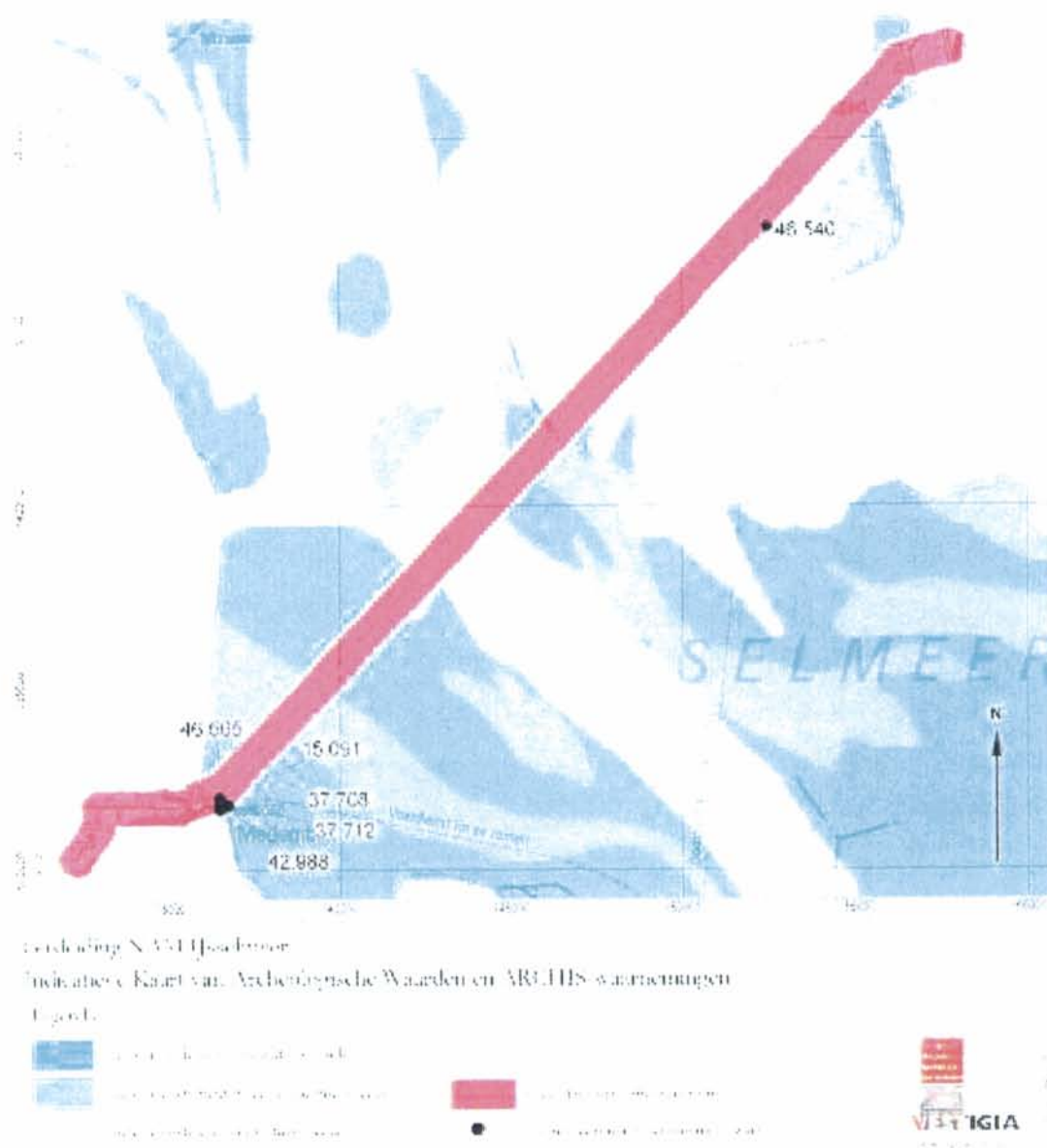


Figuur 4f: Geologisch Profiel toekomstige gastransportleiding A-653 (Traject Medemblik - Workum, deel 6)

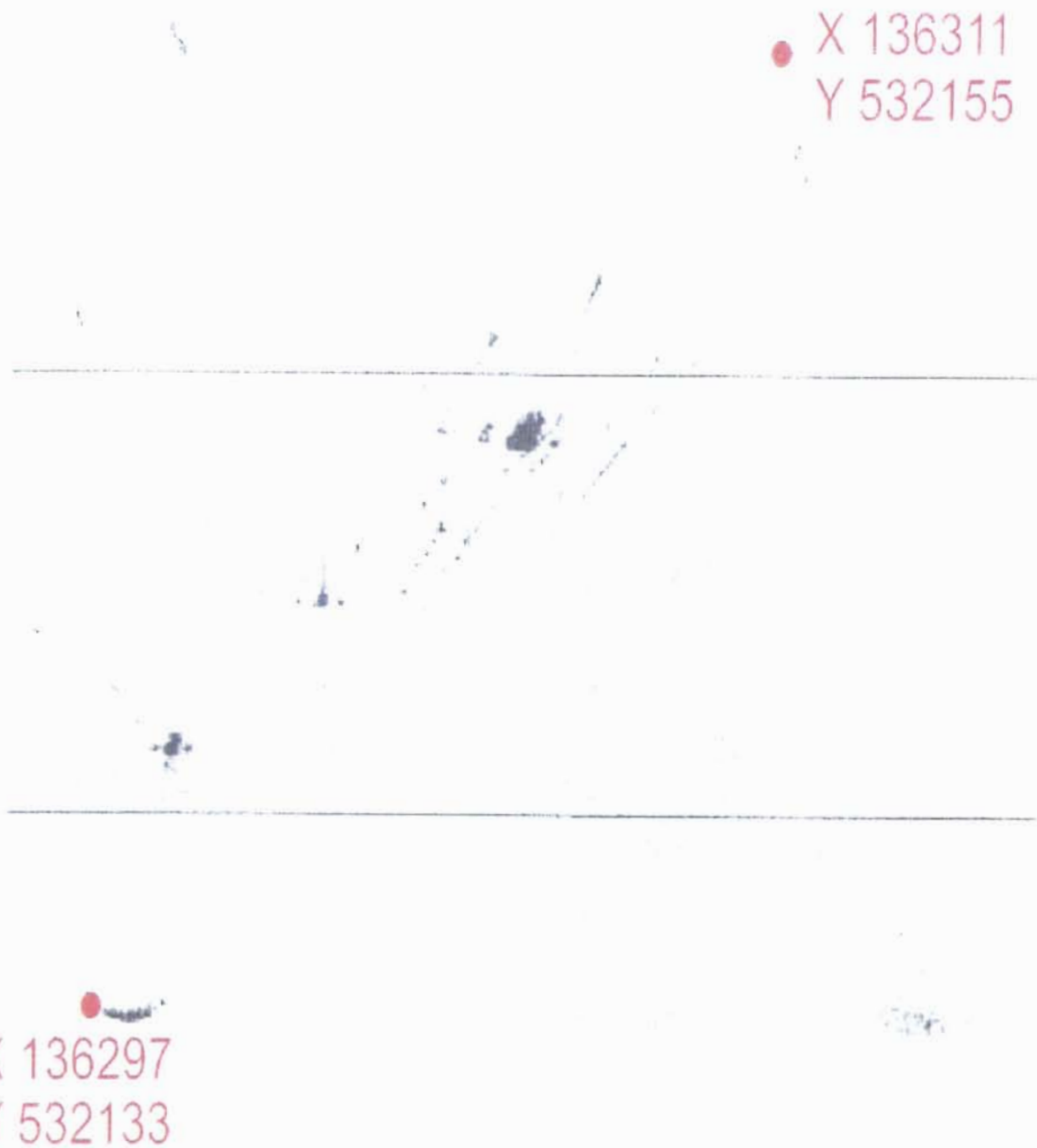


Figuur 4G: Geologisch Profiel toekomstige gastransportleiding A-653 (Traject Medemblik - Workum, deel 7)





bFiguur 5: Archeologisch vondstlokaties binnen het onderzoeksgebied, geplote op de Indicatieve Kaart voor Archeologische waarden (IKAW).



Figuur 6: Afbeelding van de Side-scan sonar opname van 'mogelijk archeologisch relevant fenomeen' F1 (zie ook tabel 3), dat ligt binnen het te verstoren deel van de tracélijn A-653.