



Geo-Infrastructuur
Princetonlaan 6
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T 030 2564850
F 030 2564855
info@nitg.tno.nl

TNO-rapport

NITG 03-006-B

Geologisch profiel Hanzelijntracé

Geologisch onderzoek ten behoeve van de
archeologische bureaustudie Nieuwe land
(Flevoland) en Oude Land (Kamperveen)

Datum	19 maart 2003
Auteur(s)	Drs. P.C. Vos. Met bijdrage van drs. S. van Gessel (par. 2.3.3)
Exemplaarnummer	
Oplage	25
Aantal pagina's	3
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	ProRail B.V.
Projectnaam	Geologisch profiel Hanzelijntracé
Projectnummer	005.42041

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande 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 onderzoekopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

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

© 2003 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Werkwijze	4
2.1	Onderzoeksmethode: geogenetische aanpak.....	4
2.2	Stratigrafische indeling	5
2.2.1	Legenda Nieuwe Land	6
2.2.2	Legenda Oude Land.....	6
2.3	Boorbesteden	7
2.3.1	Nieuwe Land.....	7
2.3.2	Het Oude Land.....	7
2.3.3	Samenstelling hoogtelijnenkaart van de top van de pleistocene afzettingen in het Nieuwe Land.....	8
3	Resultaten	10
3.1	Het Nieuwe Land.....	10
3.1.1	Laagbeschrijvingen.....	10
3.1.2	Archeologisch belangrijke niveaus in het geologisch profiel van het Nieuwe Land	14
3.2	Oude Land	18
3.2.1	Laagbeschrijving.....	18
3.2.2	Archeologisch belangrijke niveaus in het geologisch profiel Oude Land	23
4	Conclusies	26
4.1	Nieuwe Land.....	26
4.2	Oude Land	27
5	Aanbevelingen	28
5.1	Kwaliteit boorbeschrijvingen.....	28
5.2	Ouderdomsbepalingen	28
5.3	Historisch- en slootkant onderzoek in het Oude land	29
6	Referenties	30
7	Bijlage	32

Bijlage A:

Locatiekaart van de boringen, ligging van het voorkeustracé van de Hanzelijn en de ligging van het geologisch profiel.

Bijlage A1a: Locatiekaart Nieuwe Land-westelijk deel

Bijlage A1b: Locatiekaart Nieuwe Land-oostelijk deel

Bijlage A2: Locatiekaart Oude Land

Bijlage B:

Contourlijnenkaart van de top van het pleistocene oppervlak van het gebied rond het Hanzelijntracé in het Nieuwe Land

Bijlage C:

Geologisch profiel Hanzelijntracé.

Bijlage C1: Geologisch profiel Nieuwe Land

Bijlage C2: Geologisch profiel Oude Land

1 Inleiding

Tussen Lelystad en Zwolle zal een nieuwe spoorlijnverbinding worden aangelegd, de zogenaamde Hanzelijn. De geplande werkzaamheden worden uitgevoerd in het kader van het standpunt Voorkeurstracé Hanzelijn, zoals vastgesteld door de Minister van Verkeer en Waterstaat op 24 augustus 2001. ProRail B.V. realiseert de aanleg van de Hanzelijn in opdracht van de Minister van Verkeer en Waterstaat. De benodigde archeologische werkzaamheden zullen in opdracht van ProRail worden uitgevoerd. Vestigia BV, Archeologie en Cultuurhistorie voert namens ProRail toezicht en directie op de archeologische uitvoeringscontracten.

De circa 50 kilometer lange spoorlijn zal gebruikt worden door zowel reizigers- als goederentreinen. Op het moment van schrijven is het de planning om de spoorlijn in 2004 in gebruik te nemen; dit op basis van de door de Minister van Verkeer en Waterstaat ingediende Rijksbegroting 2003.

Omdat de verwachte archeologische waarden in het Hanzelijngebied in verschillende grondlagen kunnen voorkomen, is door ProRail - in het kader van de archeologische bureaustudie - aan het Nederlands Instituut voor Toegepaste Wetenschappen TNO (TNO-NITG) de opdracht verleent om een geologisch lengteprofiel te maken. Dit lengteprofiel wordt gepresenteerd en besproken in dit rapport. Het profiel is samengesteld op basis van bestaande en nieuw verkregen geologische boorgegevens en loopt zo dicht mogelijk langs de as van het Voorkeurstracé van de Hanzelijn (Bijlage A). Het profiel geeft de lithologische en sedimentologische opbouw tot een diepte van ca. 1 m onder de top van het pleistocene zand. In dit rapport worden belangrijke trajecten in het Hanzelijnprofiel aangegeven (grondlagen of niveaus) waar op basis van geogenetische kennis archeologisch indicatoren te verwachten zijn. Aan de hand van de onderzoeksresultaten uit dit rapport zullen door Vestigia aanbevelingen worden gedaan met betrekking tot de onderzoeksstrategie en methodiek voor de uit te voeren fasen van het inventariserend archeologisch onderzoek.

Het plangebied van de Hanzelijn bestaat geografisch gezien uit twee delen; het Nieuwe Land (het gedeelte van het tracé in de Oostelijke Flevopolder tussen Lelystad en het Drontermeer; Bijlage A1) en het Oude Land (het gedeelte van het tracé tussen het Drontermeer en de stad Zwolle; Bijlage A2). De beschikbare databestanden, maar ook de geologische ontwikkeling van beide gebieden, verschillen sterk van elkaar. In de drooggemaakte polders van het Nieuwe Land zijn relatief veel boorgegevens beschikbaar die in het kader van de landaanwinningswerken in de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw verworven zijn (zie hoofdstuk 2.3.1). Op basis van deze gegevens kon voor dit gebied de geologische profielstudie uitgevoerd worden. Binnen het Oude Land tracé ontbraken echter de benodigde boorgegevens. Hier moest eerst geboord worden voordat het geologisch profiel gemaakt kon worden. Deze boringen, gezet in het kader van de eerste fase van het inventariserend archeologisch onderzoek, zijn uitgevoerd door het archeologisch adviesbureau RAAP. Om deze reden is het samenstellen van de geologische lengteprofielen (Bijlagen C1 en C2) in twee fasen uitgevoerd; het Nieuwe Land profiel is gemaakt in het tijdsbestek juni tot en met augustus 2002 en het Oude Land profiel is samengesteld in november en december 2002. De beide profielen worden toegelicht in dit eindrapport.

In het Nieuwe Land wordt in het kader van het inventariserend archeologisch onderzoek nog aanvullend geboord. Het Nieuwe Land profiel kan om die reden in de toekomst nog gedetailleerder gemaakt worden.

2 Werkwijze

2.1 Onderzoeksmethode: geogenetische aanpak

De geogenese speelt een belangrijke rol in de bureaustudie van de Hanzelijn omdat de bewoningsmogelijkheden in de voormalige kustregio's in hoge mate bepaald waren door de fysieke omstandigheden van het landschap. Voor de prospectie van prehistorische bewoning in het Nieuwe Land zijn met name de pleistocene dekzandruggen en de oeverwal- en kreeksystemen horende bij het voormalige zoet-/brakwater getijdegebied belangrijk omdat dit gunstige vestigingsplaatsen waren. In het Oude Land is eveneens het reliëf van het pleistocene oppervlak een belangrijk laagniveau voor het prospectief onderzoek; daarnaast is hier de top van het veen (mits niet sterk geërodeerd) een niveau dat speciale aandacht verdient, omdat veengebieden uitstekende vestigingsplaatsen zijn mits zij (kunstmatig) gedraineerd worden.

In de bureaustudie wordt een werkwijze gehanteerd, die gebaseerd is op de 'geogenetische aanpak' (Groenendijk & Vos, 2002; Vos, 2002): het gericht inventariseren en karteren van de archeologische waarden in de ondergrond op basis van bestaande geologische, paleo-landschappelijke en archeologische kennis. Met deze kennis wordt een archeologische verwachting per geologische (lithologische) laag / diepte gemaakt.

De geogenetische aanpak kan in vijf onderzoeksstappen worden samengevat:

1. *Geologisch lagenmodel opstellen*, in profiel (2D) of in ruimtelijk model (3D).
2. *Ouderdom per laagte vaststellen*, zoals 14C methode, archeologie of paleobotanie.
3. *Afzettingsmilieu per laagte vaststellen*, o.a. door sedimentologisch-, paleobotanisch- en paleofauna onderzoek.
4. *Landschap-bewoningmodel opstellen, per archeologische tijdeenheden landschapsreconstructiekaarten samenstellen*, daarop de bekende archeologische sites plotten en de potentiële woonlocaties aangeven.
5. *Archeologische verwachting per laag / diepte vaststellen*, landschap-bewoningmodel terugkoppelen naar het geologisch lagenmodel: op locatieniveau, per laag / diepte aangegeven waar archeologische waarden te verwachten zijn.

Door de geogenetische aanpak te gebruiken, kan het archeologisch veldonderzoek effectiever en efficiënter worden uitgevoerd (mens / middelen), omdat het prospectief onderzoek zich in de eerste fase van het inventariserend archeologisch onderzoek specifiek richt op de archeologisch relevante lagen en omdat de prospectieve onderzoekstechnieken worden afgestemd op het type ondergrond, de diepte-ligging van het laagniveau en het te verwachte archeologisch materiaal, zie onderstaande schematische tabel.

Te gebruiken prospectietechniek		Boor- Technieken	Geofysische Technieken	Proef- sleuven	Remote sensing
Diepteligging	Laag type a	X	X	X	X
	Laag type b	X	X		
	Laag type c	X			
	Laag type d	X			

In deze studie is de lithologische laaginformatie hoofdzakelijk verkregen uit boordata van derden. Deze boordata is ingevoerd in de database van het TNO-NITG (DINO: Data en Informatie Nederlandse Ondergrond). De laaginformatie wordt 2D weergegeven in een geologisch lengteprofiel (Bijlage C1 en 2). Het geologisch lengteprofiel is zodanig geconstrueerd dat het zo dicht mogelijk ligt tegen de as van het voorkeurstracé van de Hanzelijn (Bijlage A). Per onderscheiden laag wordt de sedimentsamenstelling (lithologie) beschreven (stap 1), en de ouderdom en het type afzettingmilieu van de laag bediscussieerd (stap 2 en 3). Vervolgens wordt op basis van het milieubeeld per laagniveau de archeologische relevantie besproken (stap 4/5).

2.2 Stratigrafische indeling

Omdat de lithostratigrafie (indeling van grondlagen op basis van superpositie en lithologische kenmerken) zo'n belangrijke rol speelt in het onderzoek wordt hieronder apart ingegaan op de gebruikte stratigrafische classificatie en de beschikbare boordata in het Oude en Nieuwe Land.

Momenteel wordt er bij het TNO-NITG gewerkt aan een nieuwe lithostratigrafische indeling van Nederland van de afzettingen uit het Tertiair en Kwartair. De meest recente naamgeving (Weerts e.a., 2001) zal in dit rapport gebruikt worden om de lagen die voorkomen in het geologisch lengteprofiel te benoemen. De mariene lagen (getijdeafzettingen) worden in de laatste versie van Weerts e.a. (2001) gerekend tot de Formatie van Naaldwijk (voorheen de Westland Formatie). De Afzettingen van Calais en Duinkerke van de voormalige Westland Formatie heten nu respectievelijk Laagpakket van Wormer en Laagpakket van Walcheren.

De holocene venen zijn thans ingedeeld bij de Formatie van Nieuwkoop. De namen Basisveen en Hollandveen zijn blijven bestaan in de nieuwe indeling. Het zijn nu respectievelijk een laag en een laagpakket binnen de Formatie van Nieuwkoop. De in deze studie gebruikte definitie van het Basisveen en Hollandveen wijkt om praktische redenen af van de traditionele definitie. In dit rapport wordt onder Basisveen verstaan: de veenlaag die direct op de pleistocene ondergrond ligt. Veenlagen, die ingeklemd liggen tussen mariene holocene klastische afzettingen (intervingeren), worden hier Hollandveenlagen of Hollandveenspits genoemd. In de oorspronkelijke definitie is het Basisveen gekoppeld aan het voorkomen van het Laagpakket van Wormer ('Calais'): alleen de veenlaag op de pleistocene afzettingen en onder het Laagpakket van Wormer wordt Basisveen genoemd. Het veen op de pleistocene afzettingen dat niet bedekt wordt door het Laagpakket van Wormer wordt gerekend tot het Hollandveen Laagpakket. Deze definitie komt uit de Zeeuwse en Hollandse kuststratigrafie. Voor de Flevopolders zou het gebruik van de oorspronkelijke definitie betekenen dat dezelfde doorlopende veenlaag op de pleistocene ondergrond de ene keer Basisveen heet (onder het Laagpakket van Wormer) en de andere keer Hollandveen (onder de Flevomeer afzettingen, waar het Laagpakket van Wormer ontbreekt); dit maakt het geheel onoverzichtelijk. Omdat de gebruikte Basisveen term in dit rapport niet overeenkomt met de oorspronkelijke definitie voor West Nederland wordt in dit rapport 'basisveen' met een kleine letter aangegeven, om aan te duiden dat in dit rapport niet de officiële definitie gebruikt wordt (de stratigrafie-commissie van TNO-NITG heeft overigens momenteel de intentie om de in dit rapport gebruikte basisveen definitie als nieuwe officiële definitie te gaan hanteren).

De naamgeving van de meer en lagunaire afzettingen in de IJsselmeer-regio sluit binnen de nieuwe stratigrafische indeling aan op de klassieke indeling van de voormalige Rijksdienst voor IJsselmeer Polders (RIJP), tegenwoordig Directie IJsselmeergebied van Rijkswaterstaat (Ente, e.a., 1986; Koopstra, e.a., 1993); respectievelijk van oud naar

jong: Flevomeer, Almere, Zuiderzee en IJsselmeer Laag. Deze lagen worden gerekend tot het Laagpakket van Lelystad, dat deel uitmaakt van de Formatie van Naaldwijk. De basislaag van het geo-archeologisch onderzoek - het substraat - wordt gevormd door de pleistocene afzettingen. De top hiervan bestaat overwegend uit dekzanden die gerekend worden tot de Formatie van Twente.

De lithologische laageenheden, zoals die voor de lagen binnen de Nieuwe- en Oude landprofielen onderscheiden zijn (Bijlage C1 en 2), worden hieronder samengevat met legendacodes (Nieuwe Land, hoofdstuk 2.2.1; Oude land, hoofdstuk 2.2.2). De lithologische samenstelling van deze lagen, de ouderdom, het milieutype en de archeologische verwachting wordt beschreven in hoofdstuk 3.

2.2.1 *Legenda Nieuwe Land*

Pleistoceen

Formatie van Twente

- Dekzand (TW)

Holoceen

Formatie van Nieuwkoop

- Basisveenlaag (BV)
- Hollandveenlaag (HV)

Formatie van Naaldwijk

- Laagpakket van Wormer, mariene beïnvloede getijdige afzettingen (Wo)
- Flevomeer Laag, lacustriene afzettingen (Fl)
- Almere Laag, lagunaire afzettingen, (Al)
- Zuiderzee Laag, lagunaire / getijdige afzettingen (Z)
- IJsselmeer Laag, lagunaire / meer afzettingen (IJ)
- Lelystad complex (samenvoeging van de Almere, Zuiderzee en IJsselmeer Lagen waar deze niet onderling van elkaar gescheiden konden worden (LC)
- Verspoelde pleistocene zanden (VP)

2.2.2 *Legenda Oude Land*

Pleistoceen

Formatie van Kreftenheye

- Rivierzanden van de Rijn (KR)

Formatie van Twente

- Dekzand, lacustriene en fluvio-periglaciale afzettingen (TW)
- Laagpakket van Singraven, beekafzettingen (SI)

Holoceen

Formatie van Nieuwkoop

- Basisveenlaag (BV)

Formatie van Naaldwijk

- Lelystad complex, kalkhoudende laag (LC/khl)
- Lelystad complex, kalkhoudende deklaag (LC/khd)
- Verspoelde pleistocene zanden (VP)

Formatie van Echteld

- Rivierzanden (EC/z)
- Rivierkleien (EC/k)
- Verspoelde pleistocene zanden, crevasse zanden (VP/cr)

2.3 Boorbesteden

2.3.1 *Nieuwe Land*

Het overgrote deel van het boorbestand van Oostelijk Flevoland dat in de DINO-database aanwezig is, bestaat uit handboringen, die in de jaren '50 en '60 door de RIJP zijn gemaakt. De RIJP-boringen zijn in raaien gezet met een onderlinge boorafstand van veelal 100 of 150 m (zie bijlage A1). In totaal zijn 233 handboringen gebruikt voor het geologisch profiel Nieuwe Land (Bijlage C1) met een boordiepte tot ca. 7 m diep. De meeste van de RIJP-boringen halen de top van de pleistocene ondergrond. Na de RIJP-kartering is het maaiveld in Oostelijk Flevoland sterk gedaald als gevolg van compactie en zetting. De daling kan meer dan 25 – 60 cm bedragen, afhankelijk van de dikte en samenstelling van het holocene dek. Diepte-correcties zijn in het geologisch profiel niet uitgevoerd. Het maaiveld en de bovenste lagen in het geologisch profiel liggen dus 'te hoog' ten opzichte van de huidige ligging. Indien de aanvullende boringen, die gezet worden in het kader van de volgende fase van het inventariserend archeologisch onderzoek, aan het profiel worden toegevoegd, dient er wel een diepte-correctie voor de RIJP-boringen te worden toegepast in het profiel; dit kan doormiddel van zettingsberekeningen over de holocene lithologische kolom.

Bij de kartering van RIJP lag de nadruk op het classificeren van de lagen in een stratigrafisch systeem (o.a. de Flevomeer-, Almere-, Zuiderzee- en IJsselmeer-afzettingen). Voordeel van de consequente stratigrafische beschrijving is dat laageenheden eenvoudig te vervolgen zijn en dat ze (geautomatiseerd) te groeperen en bevragen zijn. Nadeel is evenwel dat een stratigrafische bepaling altijd een subjectief element in zich heeft en dat door de beperkte lithologische informatie er weinig ruimte is voor eventuele herinterpretaties of controle.

2.3.2 *Het Oude Land*

Het boorbestand voor het Oude Land bestand bestaat voor het overgrote deel uit boringen die in het kader van de eerste fase van het inventariserend archeologisch onderzoek gezet zijn door RAAP. Het betreffen mechanische boringen die gemaakt zijn met het Aqualock steekapparaat met een boorkern diameter van 50 mm. De boringen zijn gezet in twee parallelle lengte raaien met een onderlinge afstand van 50 m. De raaien zijn zo gepland dat ze liggen over de aslijn van het voorkeurstracé van de Hanzelijn. De boorafstand binnen de raaien bedraagt 50 m. De boringen in de twee raaien verspringen 25 m van elkaar (ten opzichte van de noord-zuid as). De boordiepte

bedraagt in de meeste gevallen 4 m. In deze boringen ligt de top van de Pleistocene afzettingen op minder dan 3 m beneden maaiveld. Op die locaties waar de top van de Pleistocene afzettingen dieper ligt dan 3 m beneden maaiveld zijn de boringen dieper doorgezet zodat één meter Pleistocene ondergrond werd aangeboord. De maximale boordiepte bedraagt 7 m.

In totaal zijn er door RAAP 536 Aqualock boringen gemaakt in het Oude Land (Bijlage A2). Van deze boringen zijn er 295 gebruikt voor het geologisch profiel (Bijlage C2).

De boorbesteden van RAAP zijn via het BORingen InvoerSysteem (BORIS) geplaatst in de gegevensbank Data en Informatie Nederlandse Ondergrond (DINO) van TNO-NITG. De boorbeschrijvingen van RAAP voldoen aan de NEN 5104, de genormaliseerde boorbeschrijvingsmethode van Nederland. Probleem van de NEN 5104 is dat beschrijving 'sensu stricto' vrij beperkt is. Sediment kenmerken zoals veentypen, schelpensoorten, bontheidsklassen, korrelgrootte mediaan, sedimentstructuren e.a. hoeven niet te worden aangegeven. Deze sedimentkenmerken zijn belangrijk voor de stratigrafie toekenning en de milieu-interpretaties (lithogenese) die uit de boringen verkregen kunnen worden. Doordat alleen aan het NEN 5104 criterium is voldaan, zijn de boorbeschrijvingen van RAAP – zoals die overgezet zijn via BORIS in DINO – 'basaal'. Door de beperkte beschrijving is het lastig de door RAAP toegekende lithostratigrafie te verifiëren omdat onvoldoende zand-, klei-, en veenkenmerken beschreven zijn (stap 1 in de geogenetische aanpak, zie hoofdstuk 2.1). Ook is het lastig op basis van de beperkte informatie over de sedimentkenmerken (o.a. sedimentaire structuren, schelp- en veensoorten) de lithogenese te bepalen (stap 3 in de geogenetische aanpak). Ondanks de basale boorbeschrijving kon een betrouwbaar geologisch profiel van het Oude Land worden opgesteld (laagopbouw; Bijlage C2); voor het optimaal toepassen van de geogenetische aanpak (archeologische verwachting op basis van geogenese) was het evenwel gewenst geweest dat bovengenoemde aanvullende sedimentkenmerken beschreven waren (zie ook discussie hoofdstuk 5.1).

2.3.3 *Samenstelling hoogtelijnenkaart van de top van de pleistocene afzettingen in het Nieuwe Land*

Omdat de top van het pleistocene oppervlak een belangrijke kaart is met betrekking tot de archeologische prospectie is speciaal voor het Nieuwe Land een hoogtelijnenkaart van dit oppervlak gegenereerd (Bijlage B). Deze kaart - met de diepteligging van de top van de pleistocene afzettingen - is gemaakt op basis van de handgestoken boringen die afkomstig zijn van de RIJP. De diepteligging is uit de boorbeschrijvingen herleid middels een zoek-query die de textuele laagbeschrijvingen op aanduidingen van pleistocene afzettingen heeft doorzocht. Hierbij is tevens rekening gehouden met het wel of niet verspoeld zijn van deze afzettingen. Deze techniek werkt in dit geval zeer goed omdat de boringen zeer consequent zijn beschreven.

Het resulterende databestand - met de diepteligging uit de boringen - is gebruikt om een geïnterpoleerd kaartbeeld te genereren. Hier is gebruik gemaakt van de kriging interpolatie-methode waarbij een variogram model van de lokale variantie in de data wordt gebruikt om de diepte van het laagvlak tussen de boringen te schatten. Om een goede bepaling te kunnen maken van de lokale variantie in de dataset (benodigd voor de kriging-interpolatie) is deze eerst ontdaan van de regionale trend (dit is de algemene duiking van het vlak). Het trendvlak is herleid met de polynomiale regressie-methode waarbij in dit geval zo nauwkeurig mogelijk een tweede orde functievlak (ofwel quadratisch vlak) door de datapunten is berekend. De lokale variantie

is uiteindelijk bepaald op basis van het diepteverschil tussen het trendvlak en de werkelijke diepten in de boringen.

Op basis van het variantiebeeld (experimenteel variogram) is een variogram model gegenereerd dat als input dient voor de uiteindelijke kriging interpolatie. Dit variogram model is opgebouwd uit een factor die de variantie met toenemende afstand weergeeft (exponentiële model) en een factor die een algemeen geldende foutmarge (nugget) weergeeft. Omdat eventuele extremen van belang zijn in deze studie (zoals lokaal ondiep gelegen punten die kunnen behoren tot dekzand koppen), is ervoor gezorgd dat de interpolatie zoveel mogelijk de datapunten zelf honoreert. Hiervoor is in het variogram model gekozen voor een zeer lage nugget (lager dan de nugget die wordt gesuggereerd door de variantie in de data zelf). Bij de interpolatie is de zoekstraal opgedeeld in vier sectoren om eventuele onregelmatigheden in de dataverdeling zoveel mogelijk te compenseren.

Uiteindelijk is het geïnterpoleerde laagvlak met het regionale trendvlak gecombineerd waarna het complete kaartbeeld is verkregen.

3 Resultaten

3.1 Het Nieuwe Land

De lithologische samenstelling en genese van de in het Nieuwe Land tracé voorkomende laageenheden zullen in dit hoofdstuk - van oud naar jong - kort besproken worden.

3.1.1 Laagbeschrijvingen

De laagbeschrijving van het geologisch lengteprofiel is gemaakt aan de hand van de boorbeschrijvingen en de informatie uit de literatuur over deze lagen (o.a. Wiggers, 1955; Ente e.a., 1986). De onderstaande hoofdlagen komen in het profiel voor. De lithologische samenstelling, het voorkomen van sublagen, de diepteligging, en de genese en geschatte ouderdom worden hieronder kort beschreven. De laagcodes gebruikt in het geologisch profiel zijn tussen haakjes toegevoegd.

Pleistoceen

Formatie van Twente, dekzand (TW)

De top van de pleistocene afzettingen bestaat uit dekzanden (Formatie van Twente). Dit zijn eolische afzettingen die zijn gevormd aan het einde van de laatste ijstijd in het Weichselien (ca. 10000 – 18000 v. Chr). De top van het pleistocene zand ligt binnen het Nieuwe Land tracé van west naar oost circa tussen 12 en 3 m –NAP. Het pleistocene oppervlak helt globaal 1 m per 2 km in noordwestelijke richting. De top van de afzettingen bestaat uit zand met een korrelgrootte van rond 160 µm waarin vaak een haarpodzolbodem is ontwikkeld (A-E-B-C bodemprofiel). De beschrijving van dit bodemtype en andere bodemtypes (veldpodzolen, bosbodems, gedegradeerde bosbodems) vormt een belangrijke indicator of de top wel, niet of in geringe mate geërodeerd is.

De top van de dekzandafzettingen vormt een archeologisch belangrijk niveau omdat deze gedurende een lange periode in het Holoceen geologisch ongestoord aan het oppervlak heeft gelegen en daardoor geschikt was voor bewoning. Het pleistocene oppervlak laat in het profiel (bijlage C) een golvend patroon zien met 'dekzandkopjes'. Binnen circa 100 m kan het reliëfverschil tussen de hoogten ('duinkopjes') en laagten 1 m bedragen (boringen 501-160-13, 501-160-9, 502-161-8, 506-161-20 / 506-162-21, 506-163-3 in Bijlage C1/P1; 507-164-7, 506169-31, in Bijlage C1/P2; 506-171-13, 506-172-24, 507-173-12 in Bijlage C1/P3; en 504-183-8, 504-184-11 in Bijlage C1/P4). Mogelijk zijn de reliëfverschillen lokaal nog groter maar dat kan uit het huidige gegevensbestand niet afgeleid worden, omdat de boordichtheid hiervoor niet groot genoeg is.

Een belangrijk morfologisch fenomeen die uit de kaart van de top van de pleistocene afzettingen is af te leiden, is de oost-west georiënteerde rug die tussen Dronten en Lelystad loopt. Deze rug steekt 1 à 2 meter boven het noordelijk en zuidelijk ervan gelegen gebied uit. Het tracé van de Hanzelijn loopt net ten noorden van deze rug. In het westelijk deel, in de bocht bij Lelystad, kruist het tracé de rug ter hoogte van

tracédeel 506-161-20 / 506-162-20, in Bijlage C1/P1. Op deze locatie is het basisveen dun of niet aanwezig. Erosie van basisveen en de top van de pleistocene afzettingen heeft niet of nauwelijks plaatsgevonden. Het kleiige karakter van het bovenliggende Wormer Laagpakket, de afwezigheid van verspoelde pleistocene zanden in dit deel van het profiel en de aanwezigheid van een ongestoord podzol bodemprofiel duiden hierop. In het meest oostelijk deel van het tracé in het Nieuwe Land komt een hoge dekzandkop voor waarvan het pleistocene oppervlak boven de 4 m –NAP ligt. De Hanzelijn gaat over deze kop binnen het traject tussen de boringen 504-184-10 / 504-184-12; Bijlage C1/P4. Ook hier is het basisveen afwezig. Het basisveen is hier oorspronkelijk wel aanwezig geweest maar is geërodeerd tijdens de vorming van de Almere afzettingen. De erosie beperkte zich hoofdzakelijk tot het basisveen omdat op deze locatie de top van de pleistocene afzettingen nog geheel of gedeeltelijk intact zijn (geheel of gedeeltelijk bodemprofiel aanwezig).

Conclusie die uit het profielonderzoek getrokken kan worden is dat over het gehele tracé in het Nieuwe Land het pleistocene oppervlak geheel of vrijwel geheel intact is.

Holoceen

Formatie van Nieuwkoop, basisveen laag (BV)

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 12 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) en Flevomeer Laag. Met name in de Flevomeer Laag is veel van het verslagen basisveen (veendetritus) opgenomen in de afzetting. De ouderdommen van het begin van de basisveenvorming op de pleistocene ondergrond zijn in de Zuiderzee regio geschat op basis van de tijd-diepte relaties (tijd-diepte curven) van Gotjé, 1993 en Makaske, e.a., 2002. Ca. 6000 v. Chr begint de veenvorming globaal rond 12 m –NAP) en ca. 1500 v. Chr globaal rond 3 m –NAP. De venen zijn gevormd in de voormalige kustrandzone, waar het grondwater tot aan maaiveld steeg onder invloed van de stijgende holocene zeespiegel.

Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer (Wo)

De geometrie (dalsystemen en pleistocene koppen) van het pleistocene oppervlak heeft de mariene verdrinking aan het begin van het Holoceen in sterke mate gestuurd. Als gevolg van de relatieve holocene zeespiegelstijging verdronken eerst de laagst gelegen delen (nadat de ondergrond eerst was overveend). Vroeg holocene mariene afzettingen, die deel uitmaakten van het getijdesysteem van centraal Noord-Holland, worden dan ook gevonden in het uiterste noordwestelijk deel van het lengteprofiel gevonden; daar waar de pleistocene ondergrond beneden de ca. 8,5 m – NAP ligt (tracédeel 502-161-9 / 506-166-10 in Bijlage C1/P1 en 2). In de RIJP-kartering werden zij 'Oude Zeeklei of Oude Getijde Afzettingen' genoemd (Ente, e.a., 1986), thans worden ze gerekend tot het Laagpakket van Wormer. In Flevoland bestaan ze meestal uit kleien met een wisselend gehalte aan humus en kalk. De kreek- en oeverwalafzettingen zijn vaak kalkhoudend (met uitzondering van de top) en iets zandiger (15 –25 % lutum). De afzettingen verder van de kreek af (komafzettingen) zijn zwaar (20 –55 % lutum), vaak kalkloos, humeus en doorworteld. De kleien zijn veelal slap met uitzondering van die van de oeverwallen, die vaak tot grote diepte stevig zijn. De kreek-oeverwal systemen hebben in het noordwestelijk deel van Oostelijk Flevoland een maximale doorsnede van ca. 100 m (Ente, e.a., 1986). Echter, doordat het beschikbare RIJP-

boorinterval 100 – 150 m bedraagt, en doordat de RIJP-boorbeschrijving lithologisch beperkt is, zijn deze systemen aan de hand van deze data in het geologisch profiel niet te reconstrueren. Wel kan gesteld worden dat, waar de Wormer afzettingen rond de 6.5 m –NAP liggen, er terdege rekening gehouden moet worden met een kreek-oeverwal systeem in de directe nabijheid.

Het Laagpakket van Wormer ligt in het Nieuwe Land binnen een diepteinterval van ca. 6 – 11 m – NAP. In het laagpakket komt lokaal een laag Hollandveen voor. Waar deze veenlaag voorkomt, wordt de onderste klastische laag Wormer 1 genoemd (in de oude RIJP classificatie: Beemster Klei) en de bovenste laag Wormer 2 genoemd (in de oude RIJP classificatie: Wieringermeer Klei). Of het hier om twee sedimentatie fasen gaat is door het ontbreken van absolute ouderdomsgegevens niet te bepalen. Het is niet uit te sluiten, gezien de grote verschillen in de diepteligging van de Hollandveen Laag, dat de vorming van deze veenlaag tijdsdiachroon verliep.

De geschatte ouderdom van de afzettingen van het Laagpakket van Wormer ligt tussen de 5000 – 3500 v. Chr. Jongere mariene getijde-afzettingen, zoals de 'Cardium Klei' (Hauwert Afzettingen in de nieuwe lithologische classificatie; ca. 1700 v. Chr.), die kan voorkomen in restgeulsystemen van de Wormer-afzettingen, zijn binnen het geologisch profiel niet gevonden/aangetoond.

Formatie van Naaldwijk, Flevomeer Laag (Fl)

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 die bij blootstelling aan licht blauw kleurt, komt regelmatig tussen het organische materiaal in de laag voor.

De Flevomeer-afzettingen zijn ondiepe meerbodemaafzettingen die meest voorkomen in het diepteinterval tussen de 5 en 10 m –NAP. De (Flevo) meren lagen opgesloten in een groot veengebied dat ontstond nadat de Hollandse kust zich ging sluiten (tussen 3500 en 2000 v. Chr.). De meren hadden verbinding met elkaar en waterden in westelijke richting af via de getijsystemen horende bij het zeegat van Bergen en/of het Oer-IJ. Vanaf de Romeinse tijd waren deze zeegaten volledig dichtgeslibd (Vos, 1998) en kon het achterliggende Zuiderzee-gebied niet anders dan in noordelijke richting via het Waddengebied (Vlie) afwateren naar zee.

Formatie van Naaldwijk, Almere Laag (Al)

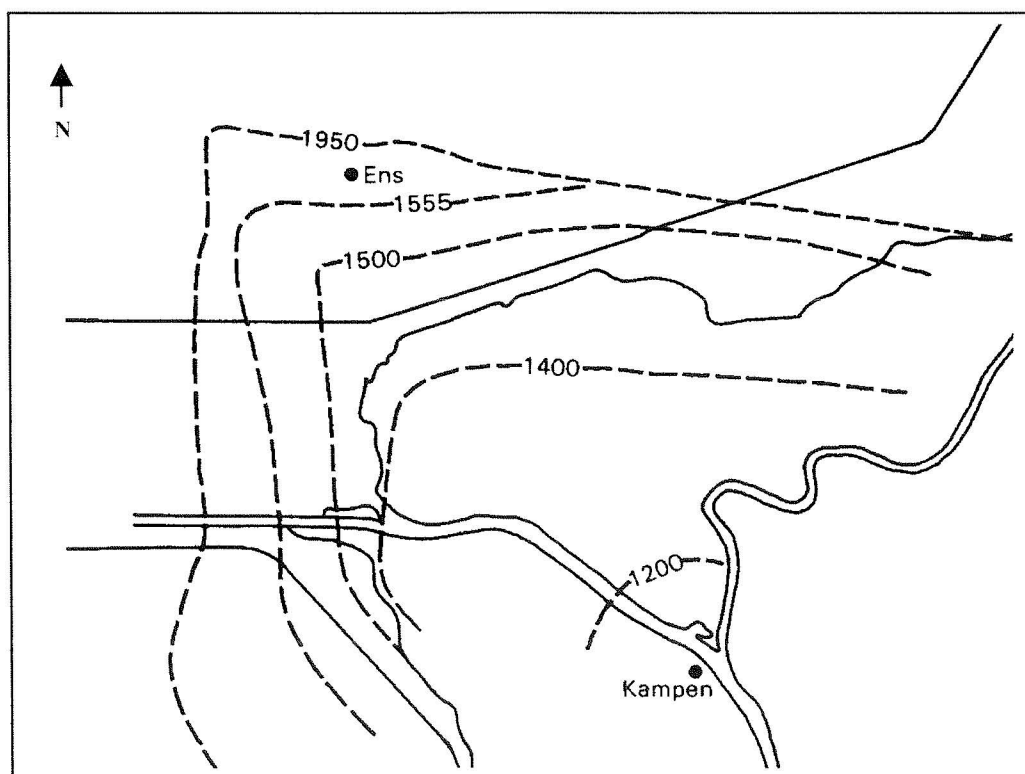
Deze afzettingen bestaan uit klei, gelaagd op verschillende gehalten in humus, detritus, kalk en ostracoden en op de aanwezigheid van uiterst fijne zandlaagjes. Op grond van de gelaagdheid worden de Almere afzettingen onderverdeeld in verschillende sublagen (Wiggers, 1955; Pons & Wiggers, 1959-1960; Ente e.a., 1986). Het onderste deel van de Almere Laag is doorgaans sterker humeus dan de bovenste lagen. De detritus in de Almere Laag is in het algemeen fijner dan in de Flevomeer Laag. De sterk humeuze sublaag in het onderste deel van de Almere Laag wordt in vrijwel het gehele gedeelte van het Nieuwe Land tracé gevonden. Daarop wordt een wat zandiger laag gevonden, die weer overdekt wordt met een zwak humeuze laag. De humeuze laag aan de basis

van de Almere afzettingen (legendacode Al/h) wordt in vrijwel alle boringen onderscheiden. De zandige Almere sublaag (code Al/z) en de zwak humeuze Almere sublaag (code Al/zh) zijn niet altijd herkend of beschreven in de boringen. Waar zij niet onderscheiden zijn worden deze lagen tot het 'Lelystad complex' gerekend, waar ook de Zuiderzee en IJsselmeer afzettingen toe behoren indien zij niet in de boorbeschrijving genoemd worden. De Almere Laag komt het meest voor in het diepteinterval tussen de 4 en 8 m -NAP.

Niet alle sublagen van de Almere Laag - zoals de humeuze basislaag Al/h - hebben een regionale verbreiding, sommige komen alleen lokaal voor. Dit zijn vooral de zandlagen die verband houden met erosie van de pleistocene ondergrond (verspoeld pleistoceen zand; code VP) of met zandaanvoer van de rivier de IJssel (Rampspolzand, figuur 1; Ente, 1973). Verspoeld pleistoceen zand komt in Oostelijk Flevoland vooral daar voor waar de pleistocene ondergrond relatief hoog ligt (bijv. Knarzand).

De Almere Laag bestaat uit lagunaire afzettingen, gevormd in een zoet/brak tot brak watermilieu met een beperkte getijdewerking (micro-tidal). De afzettingen hebben zich gevormd vanaf de Romeinse tijd toen de Flevomeren via de Waddenzee contact kregen met de Noordzee. In het oostelijk deel van het IJsselmeergebied is het zoutgehalte tijdens de afzetting over het algemeen wat lager geweest onder invloed van de IJssel en Overijsselse Vecht (Wiggers, 1955; Ente e.a., 1986).

Figuur 1: Verbreiding van het rivierzand van de IJsseldelta van 1200 naar Chr, naar Ente, 1973



zandlaagjes. Aan de basis van de laag komt in het oostelijk deel van het Nieuwe Land profiel regelmatig een zandige zone met schelpen en schelpfragmenten voor. De kleiige afzettingen zijn kalkhoudend en variëren wat betreft kleigehalte tussen licht (klei, matig zandig) en zwaar (klei, zwak siltig). Kenmerkend voor de klei is de mariene schelpenfauna, w.o. *Mya arenaria*, *Cerastoderma edule* en *Macoma baltica*. De Zuiderzee Laag komt het meest voor in het diepteinterval tussen de 3 en 5 m –NAP. Deze laag is veelal minder humeus dan de Almere Laag en ze bevat vaak ook minder detritus.

De Zuiderzee-afzettingen zijn gevormd in een getijdelaagune, waarvan het zoutgehalte brak tot marien was. De vorming van de Zuiderzee-afzettingen begint vanaf ca. 1250 AD, nabij het mondingsgebied van de Waddenzee nadat daar de opening naar zee sterk vergroot was (Lenselink & Menke, 1995; Schout, e.a., 1997). In het achterland, het oostelijk deel van het Zuiderzeegebied, vormen de Zuiderzee-afzettingen zich pas later, vanaf circa 1600 AD (Wiggers, 1955). De afzetting eindigt in 1932 met de voltooiing van de Afsluitdijk waarna de mariene invloed in het IJsselmeer gebied verdween. De Zuiderzee-afzettingen zijn in de boringen niet altijd herkend of beschreven. Waar dit niet gebeurd is, wordt de ongedifferentieerde top laag gerekend tot het Lelystad complex (LC).

Formatie van Naaldwijk, IJsselmeer Laag (IJ)

De IJsselmeer Laag bestaat uit kleien, die in de polders aan maaiveld liggen (gerijpt) of onder water als slappe ongeconsolideerde klei ('IJsselmeer slib'). Het lutumgehalte van de klei varieert tussen 17 – 50%. Een (autochtone) mariene schelpenfauna ontbreekt. De IJsselmeer Laag is een meerbodemafzetting, die is ontstaan na de afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk in 1932. Ze komen in het Nieuwe Land tracé veelal voor tussen de 3 en 5 m –NAP.

Door subrecente bodemvorming zijn in de polders de IJsselmeerafzettingen nauwelijks meer te herkennen. Tijdens de RIJP kartering zijn zij geregeld maar niet altijd als aparte laag gekarteerd. Waar de IJsselmeer laag in de RIJP-kartering niet als aparte laag beschreven is, maakt de laag onderdeel van het Lelystad complex (LC)

Formatie van Naaldwijk, Lelystad complex (LC)

Onder het Lelystad complex wordt in dit rapport verstaan het geheel van toplagen in het geologisch profiel die in boringen door de RIJP niet apart onderscheiden zijn. Het betreft de Almere Laag (Al/z; Al/zh), de Zuiderzee Laag (Z) en IJsselmeer Laag (IJ). Ook de mariene afzettingen (op veen) die voorkomen aan de westflank van het Oude Land worden tot dit complex gerekend. De verspoelde pleistocene zanden die in het Lelystad Complex (en in mindere mate ook in het Flevomeer Laag) voorkomen, worden kort besproken in hoofdstuk 3.2.1 (laag beschrijving Oude Land).

3.1.2 Archeologisch belangrijke niveaus in het geologisch profiel van het Nieuwe Land

Archeologisch relevante lagen / niveaus binnen het profiel zijn vooral de top van het pleistocene oppervlak en de top van de Wormer-afzettingen (Swifterbant cultuur). Het voorkomen van deze lagen en de kans op archeologische sporen zal hieronder behandeld worden.

3.1.2.1 Top van het pleistocene oppervlak

Tijd – diepte relatie bewoningsmogelijkheden

Tot het begin van de veenvorming is de top van het pleistocene oppervlak bewoonbaar geweest. Zodra de veengroei begint, zijn de condities voor bewoning ongunstig. Het begin van de veengroei is afhankelijk van de stijging van het grondwater, en deze is weer indirect gekoppeld aan de relatieve holocene zeespiegelstijging. Door Gotjé, 1993 (blz. 79) en Makaske, e.a. 2002 (blz. 63) zijn tijd-diepte curves van de stijging van het grondwater geconstrueerd voor het gebied rond Schokland (Noordoostpolder). Voor het pleistocene deel dieper dan 8 m -NAP is de tijd-diepte inschatting van het begin van de groei van het basisveen op basis van de curve van Van de Plassche (1982) gemaakt.

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

- Rond 6000 v. Chr. (eind Mesolithicum) de veengrens beneden 12 m –NAP lag en dat in principe het hele gebied van het Hanzelijn-tracé in die tijd en de voorafgaande periode bewoonbaar was.
- Rond 4000 v. Chr. (overgang Midden-Neolithicum naar Laat-Neolithicum) de veengrens rond 5.5-6 m –NAP lag, zodat laat-neolithische bewoning niet 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 Midden Bronstijd en jonger vooral boven 3 m – NAP te verwachten zijn.

Op die plaatsen waar lokaal een sterk pleistoceen relief voorkomt (bijvoorbeeld op een duinkop van meer dan 1 m hoog) kan het voorkomen dat het basisveen in de lagere delen naast de kop ook vondstmateriaal bevat. De droge pleistocene koppen waren bewoonbaar en materiaal van de bewoning kan in het aangrenzende veen terecht komen. Dergelijke vondsten zijn gedaan bij rivierduinen in de Noordoostpolder (Anscher & Gehasse, 1993; Gehasse 1995). Zoals reeds in het vorige hoofdstuk is gesteld kan op basis van de huidige gegevens niet vastgesteld worden of dergelijke kleinschalige pleistocene kopjes voorkomen binnen het tracé in het Nieuwe Land. De kaart van de top van het pleistocene oppervlak (Bijlage B) en het geologisch profiel (Bijlage C1) geven het grootschalige hoogtepatroon weer. Voor de details met betrekking tot het lokale pleistocene oppervlak is aanvullend (boor)onderzoek noodzakelijk.

De morfologie van het pleistocene oppervlak

Het trendvlak van het pleistocene oppervlak in het Nieuwe Land tracé helt in noordwestelijk richting. In het westelijk deel van het tracé ligt de top van het pleistocene oppervlak dieper dan 11 m; in het oostelijk deel ligt dit oppervlak het minst diep en komen hoogtes tot boven 4 m –NAP voor.

Opvallend is de vrij recht doorlopende rug die voorkomt in het noordelijk deel van Lelystad (tussen coördinaten 506/160 en 507/168; Bijlage B). In de bocht bij Lelystad loopt het tracé over de rug en vervolgens in west-oostelijke richting net aan de noordrand van dit systeem. De rug bereikt hier een hoogte tussen de 8,5 en 10 m –NAP. Op dit systeem zijn vroeg-neolithische en oudere bewoningsresten te verwachten; dit op basis van de tijd-diepte relatie van de veenontwikkeling in deze regio (Gotjé, 1993; Makaske, e.a., 2002; Peeters, e.a. 2002).

In het oostelijke deel van het Nieuwe Land tracé bereiken de pleistocene koppen hoogtes tot boven 4 m –NAP. Op deze koppen zijn laat-neolithische sporen mogelijk. Ook zijn iets jongere sporen niet uit te sluiten.

Vanwege de beperkte boordichtheid laat het geautomatiseerd verkregen hoogtelijnenpatroon van de top van de pleistocene afzettingen geen gedetailleerde afvoergeulsystemen (riviertjes/beken) zien. Toch kan aan de hand van de voorkomende laagtes op de kaart de grote lijnen van dergelijke afvoersystemen afgeleid worden. Uiteinden van twee dalsystemen die het tracé snijden zijn te vinden in het centrale deel en in het oostelijke deel (bij boring 505-172-14 (Bijlage A1) en bij boring 504-184-15 (in Bijlage A1 en Bijlage C1/P4).

3.1.2.2 *Top van de Wormer-afzettingen*

De Wormer-afzettingen zijn afgezet in een brak/zoetwater getijde-gebied. Rond 4000 v. Chr. nam de mariene activiteit in het gebied af (verlaging stormvloed en gemiddeld hoog water niveau) en werden met name de oeverwallen langs de kreken geschikt voor bewoning (Swifterbant cultuur, gevonden op de Wormer afzettingen ten noordoosten van Lelystad, 2.5 km boven het tracé; Hacquebord, 1976).

Voor de verlanding, ten tijde van de vorming van de Wormer-afzettingen, waren de bewoningscondities minder gunstig; dit als gevolg van de frequente getijde-overspoeling van het gebied. In de Wormer afzettingen zelf zijn daarom weinig sporen te verwachten.

Archeologisch bijzonder interessant is de relatief hoog gelegen top van de Wormer afzettingen die niet geërodeerd is tijdens de latere meer- en lagunevorming (Flevomeer- en Almere afzettingen).

De archeologische veldverkenning zal zich vooral moeten richten op de top van de Wormer afzettingen tussen 6 en 7.5 m –NAP, waar deze niet geërodeerd is tijdens jongere meer- en lagunaire fasen (Flevomeer- en Almere afzettingen).

Dit zijn de trajecten ter hoogte van het lengteprofiel nabij de boringen (Bijlage C1/P1 en 2):

- a. 502-161-8 en 503-161-21
- b. 503-161-4 en 503-161-1
- c. 504-160-8 en 504-160-6
- d. 504-160-4 en 504-161-9
- e. 505-161-7 en 505-161-5
- f. 505-161-3 en 506-161-31
- g. 506-161-22 en 506-161-20
- h. 506-162-20 en 506-162-16
- i. 506-162-10 en 506-163-17

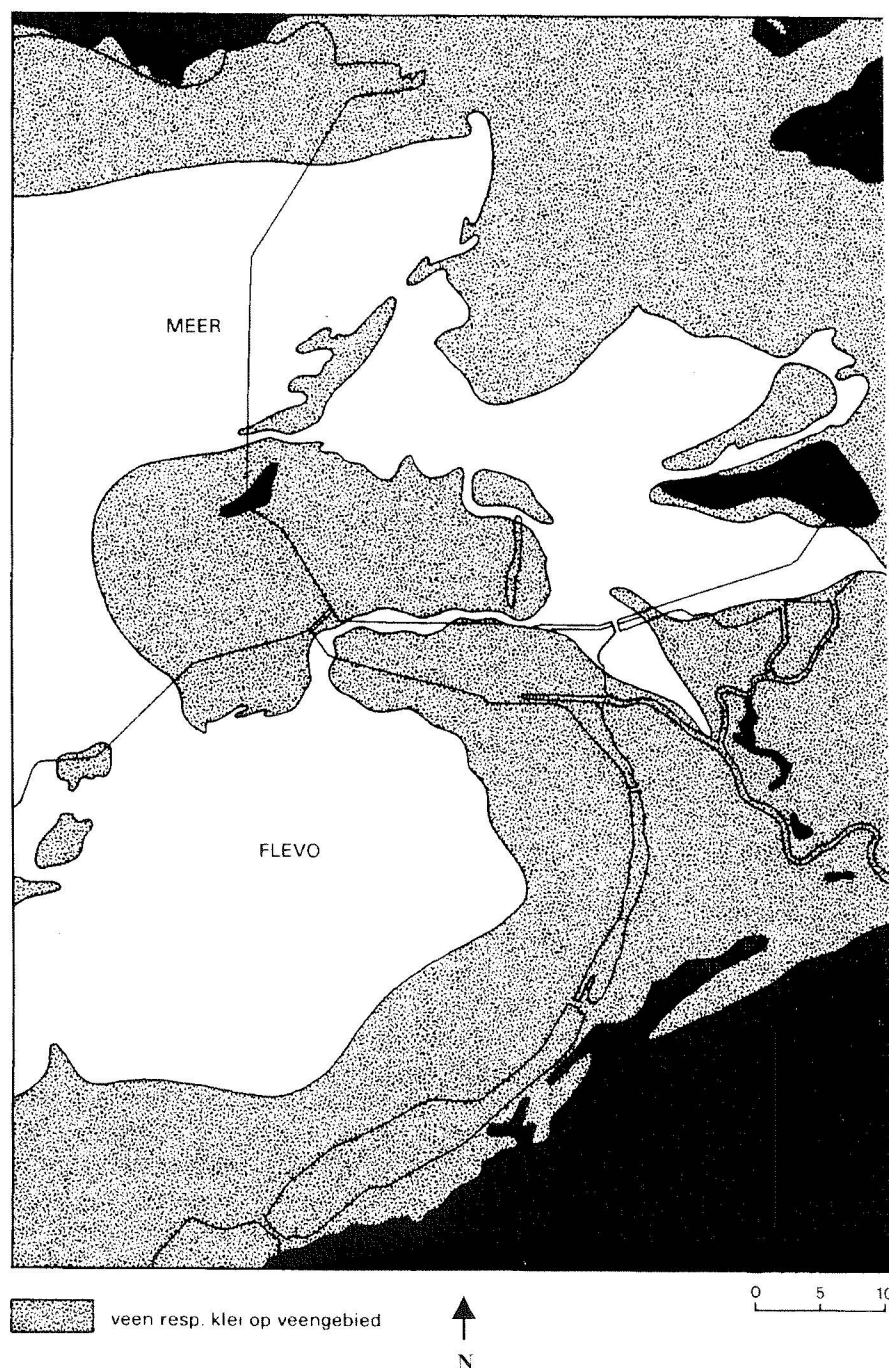
3.1.2.3 *Minder relevante archeologische lagen*

De meren en lagunes (Flevomeer, Almere, Zuiderzee en IJsselmeer afzettingen) waren ongeschikt voor bewoning. Dit wil niet zeggen dat ze archeologisch totaal oninteressant zijn. Gedacht moet worden aan de aanwezigheid van scheepswrakken uit alle perioden, en aan vliegtuigen uit de Tweede Wereldoorlog. Hun locatie laat zich bodemkundig echter nauwelijks voorspellen. Ook zijn geremanieerde (verspoelde) archeologische vondsten in deze lagen niet uit te sluiten. Hun archeologische relevantie is echter beperkt.

Ook de moerassen (basisveen en Hollandveen) zijn ongeschikt voor bewoning geweest tenzij de venen (kunstmatig) gedraineerd werden. Grootschalige veenontginningen

hebben pas plaats gevonden vanaf de Middeleeuwen. Het is daarom waarschijnlijk dat de top van het oorspronkelijke Hollandveen middeleeuwse sporen bevat hebben. Echter, de top van het Hollandveen is tijdens de vorming van de Almere en Zuiderzee afzettingen geërodeerd zodat de oorspronkelijke sporen verdwenen zijn. Alleen rond de boring 504-182-8 (Bijlage A1 en Bijlage C1/P4) in het oostelijk deel van het Nieuwe Land tracé ligt de top van het Hollandveen relatief vrij hoog tussen de 3 en 4 m –NAP en zijn middeleeuwse bewoningssporen niet geheel uit te sluiten.

Figuur 2: De verdeling water en land in het IJsselmeergebied omstreeks het begin van de jaartelling, naar Ente, 1973



3.2 Oude Land

De lithologische samenstelling en genese van de in het Oude Land tracé voorkomende laageenheden zullen in dit hoofdstuk - van oud naar jong - kort besproken worden (Bijlage C2/P1 en 2).

3.2.1 Laagbeschrijving

Pleistoceen afzettingen

De pleistocene afzettingen - die zijn aangeboord door RAAP in de profielraai voor het Oude Land - bestaan overwegend uit zanden. Binnen dit pleistocene pakket zijn in het Oude Land gebied 3 lithologische lagen onderscheiden.

Formatie van Kreftenheye, rivierzanden van de Rijn (KR)

De onderste en stratigrafisch oudste Pleistocene afzettingen - die in het Oude land zijn aangeboord - zijn rivierafzettingen die behoren bij een voormalig fluviatueel systeem van de Rijn. Deze afzettingen zijn gevormd aan het einde van de Saale ijstijd tot aan het midden van het Weichselien (Den Otter en Van der Berg; mondelinge mededeling). De top van de Kreftenheye zanden komt tot ca. 1 m – NAP voor.

De Formatie van Kreftenheye bestaat in het algemeen uit zanden, die matig grof tot uiterst grof (210 - 2000 μm) zijn. De kleur is meestal grijs tot bruin en de afzettingen zijn meest kalkhoudend en zijn vaak ook grindhoudend. Kenmerkend voor Rijn afzettingen, waartoe de Formatie van Kreftenheye behoort, is dat zij 'bont' zijn; dat wil zeggen dat zij roze en groene en bruinig gekleurde kwartskorrels bevatten. Dit geeft de afzettingen een bont karakter.

De afzettingen van de Formatie van Twente (TW) die boven de Kreftenheye afzettingen liggen zijn veelal bleker en valer van kleur. Ook zijn deze afzettingen fijner en vaak kalkloos. De grens tussen de fijnere vaak kalkarme afzettingen van de Formatie van Twente en de grovere vaak kalkhoudende afzettingen van de Formatie van Kreftenheye is met een stippellijn (onzekere grens) in de profielen (Bijlage C2/P1 en 2) aangegeven, omdat niet altijd het grovere Kreftenheye niveau is gehaald in de RAAP boringen en omdat aan de hand van de RAAP boorbeschrijvingen de grens lang niet altijd met zekerheid kon worden vast gesteld.

Als zandige fluviatiele Rijnzanden van de Formatie van Echteld (EC/z) boven de Kreftenheye afzettingen liggen, kan de grens met de Formatie van Kreftenheye worden bepaald aan de hand van de duidelijk kleinere korrelgroottes, hogere glimmergehalten en aanwezigheid van organisch materiaal in de Formatie van Echteld. In lithologisch goed beschreven boringen kan de basis van de Formatie van Echteld worden aangetoond aan de hand van 'lag-deposits' waarin plaatselijk omgewerkt veen aanwezig kan zijn. Deze sedimentologische criteria zijn evenwel niet te gebruiken op basis van de RAAP boorbeschrijvingen. In het geologisch profiel zijn de fluviatiele Rijnzanden van de Formatie van Echteld vooral onderscheiden van de fluviatiele Kreftenheye zanden op basis van hun stratigrafische positie (grove bonte zanden waarvan de top hoger ligt dan de aangrenzende basis van het basisveen) en de ligging van de afzettingen ten opzichte van de huidige IJssel rivier.

Formatie van Twente, dekzand, lacustriene en fluvio-periglaciale afzettingen (TW)

De top van de pleistocene afzettingen in het gebied van het Oude Land bestaan uit afzettingen die behoren tot de Formatie van Twente. De aangeboorde afzettingen van de Formatie van Twente bestaan in dit gebied voor het grootste deel uit dekzanden die zijn gevormd aan het einde van de laatste ijstijd in het Weichselien (ca. 10000 – 18000 v. Chr). Wat betreft sedimentsamenstelling zijn deze afzettingen uit dit gebied gelijk aan de dekzanden in het Nieuwe Land gebied. Het betreffen in het algemeen goed gesorteerde matig fijne kwartszanden ('kleine spreiding') met een korrelgrootte rond de 160 µm. De kleur van de afzettingen varieert meestal tussen geel-grijs en grijs. Dekzanden zijn eolische afzettingen die in het bovenste deel van de Twente Formatie voorkomen. In het onderste deel van deze formatie komen ook lacustriene en fluvio-periglaciale afzettingen voor. Deze afzettingen zijn wat betreft korrelgrootte samenstelling veelal slechter gesorteerd ('grootte spreiding'), er kunnen dunne grindsnoerdjes en leemlaagjes in voorkomen. Uit boorinformatie is het maken van het onderscheid van deze verschillende lithogeneses vaak moeilijk. De RAAP boorbeschrijvingen waren niet van die kwaliteit dat de dekzanden van de lacustriene en fluvio-periglaciale afzettingen onderscheiden konden worden. Om die reden is het onderscheid ook niet gemaakt en zijn alle (kalkloze matig fijne) afzettingen gerekend tot de Twente Formatie (TW). De onderliggende grove grindhoudende zanden, die in het algemeen kalkhoudend zijn, zijn gerekend tot de Formatie van Kreftenheye (KR). De maximale hoogte van het dekzand in het Oude Land gebied bedraagt ca. 0.60 m +NAP.

Het reliëf van de top van het pleistocene oppervlak is aanzienlijk binnen het profiel van het Oude Land en kan op een afstand van 100 m tot enkele 100 m meer dan 4 m bedragen. Deze verschillen in hoogte zijn groter dan de reliëfverschillen in het Nieuwe Land, waar de reliëfverschillen 1 à 2 m kan bedragen. Een belangrijke verklaring is dat het tracé op het Oude Land voor een groot deel net ten zuidwesten van het oude IJsseldal ligt (tracédeel 21D309 – 221D181 en 21D368 – 21D432); Bijlage C2/P1 en 2), en dat zijtakken (tracédeel 21D180 – 21D358; Bijlage C2/ P1), van dit dalsysteem zich daar hebben ingesneden in het dekzandlandschap. Dit oude pleistocene dalsysteem (tracédeel 21D461 – 21G611; Bijlage C2/ P2), ligt ten noordoosten van het Kamperveen, waar de pleistocene ondergrond dieper ligt dan 4 m –NAP. De relatief jonge holocene IJssel ligt binnen de bedding van dit oude dal (tracédeel 21G620 – 21G611; Bijlage C2/ P2). Het oude IJsseldal maakte onderdeel uit van het fluviatiele Rijnsysteem van de Kreftenheye afzettingen en het dal werd tijdens het Laat-Glaciaal en Vroeg en Midden Holoceen gebruikt door lokale afwateringsrivieren zoals de Berkel, de Schipbeek, de Baakse Beek en de Oude IJssel (Den Otter, mondelinge mededeling).

Een andere bijkomende verklaring kan zijn dat het dekzandlandschap vooral behoorde tot de meer reliëfrijke Jonge Dekzanden en dat het Nieuwe Land dekzandlandschap meer tot het meer reliëfarme Oude Dekzand behoorde.

Bij de vergelijking van het reliëf in het Nieuwe- en Oude Land dient verder opgemerkt te worden dat de boorafstand in het Nieuwe Land (RIJP boringen; onderlinge afstand 100-150 m) minder dicht was dan op het Oude Land (RAAP boringen; onderlinge afstand in de boorraaien is 50 m); daardoor komen reliëf verschillen in het Nieuwe Land minder tot uiting. Ondanks dat is de minder grote boorafstand op het Nieuwe Land niet de factor die dit reliëfverschil verklaart.

Formatie van Twente, Laagpakket van Singraven, beekafzettingen (SI)

Binnen het oude pleistocene IJsseldal (tracédeel 21D461 – 21G611; Bijlage C2/ P2), en de zijdsystemen (tracédeel 21D180 – 21D358; Bijlage C2/P1) komen in de top van de pleistocene afzettingen kalkloze lemige zanden, lemen en kleien voor op een diepte van ca. 4.0 – 2.0 m –NAP. Dit zijn afzettingen die gevormd zijn door de lokale rivieren als de reeds eerder genoemde Berkel, de Schipbeek, de Baakse Beek en de Oude IJssel en Vecht. Deze beekafzettingen van de Formatie van Singraven zijn de lokale ‘rivier-equivalent’ van de Hochflut Lehm (Laagpakket van Wijchen) die in het gebied van de grote rivieren voorkomen (Den Otter en Van der Berg, mondelinge mededeling). De afzettingen zijn gevormd tijdens het Laat Glaciaal / vroeg Holoceen. Door het ontbreken van dateringen is een exacte ouderdomsbepaling niet mogelijk. De hoogvloed lemen worden geïnterpreteerd als komafzettingen die horen bij meanderende riviergeulsystemen die zich vanaf de Bølling - Allerød periode zich gaan insnijden in de Nederlandse rivierdelta.

In het noordoostelijk deel van het oude pleistocene IJsseldalsysteem hebben zich rond de overgang Pleistoceen – Holoceen rivierduinen gevormd, o.a. bij Leimuiden en in het zuid-oostelijk deel van de Noordoostpolder. In het zuidwestelijk deel van het oude IJsseldal systeem - het gebied van het Hanzelijntacé Oude Land en Nieuwe Land - komen deze rivierduinen niet voor.

Holocene afzettingen

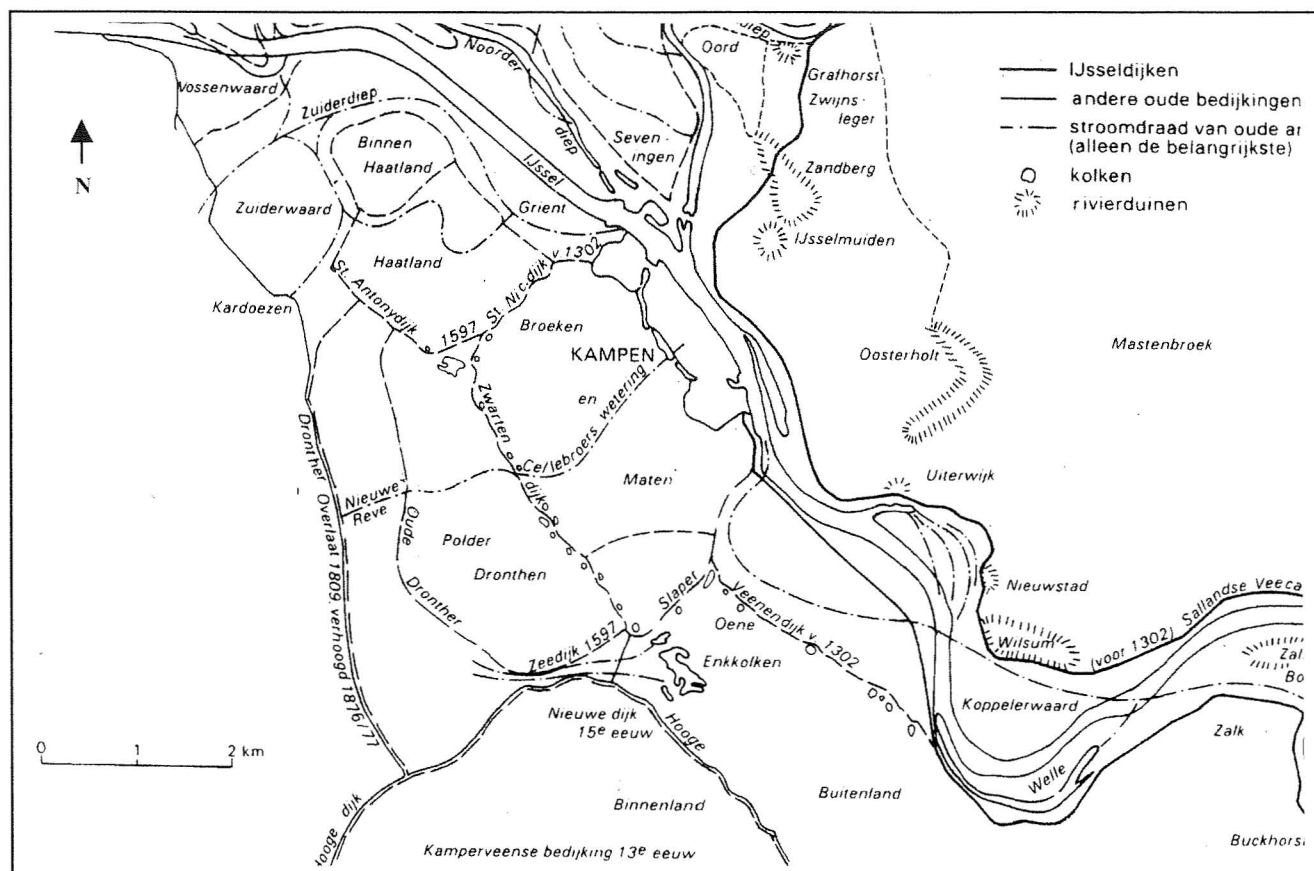
Formatie van Nieuwkoop, basisveenlaag (BV)

In het grootste deel van het Oude Land tracé komt op de pleistocene ondergrond een veenlaag voor die in dit rapport als ‘basisveen’ (‘veenlaag direct op de Pleistocene afzettingen’) wordt genoemd. Het basisveen ontbreekt direct langs de huidige rivier de IJssel (geërodeerd; tracédeel 21G620 – 21G611; Bijlage C2/P2) en op de pleistocene koppen die direct of vrijwel direct aan maaiveld voorkomen (vergraven / geoxideerd; boringen 21D312, 21D145, 21D159; Bijlage C2/P1; en boringen 21D377, 21D372-21D483, 21D507 – 21D233, 21D236, 21D277 – 21D275; Bijlage C2/P2). De top van het basisveen langs de IJssel (tracédeel 21D433 – 21G621; Bijlage C2/P2) is kleilig en een enkele keer geven de RAAP-boorbeschrijvingen aan dat er in het veen hout is aangetroffen. Het voorkomen van de klei en het hout duidt erop dat dit veen binnen de invloedssfeer van rivieren is gevormd. Dit kan lokale rivierinvloed zijn maar ook die van de holocene IJssel die vanaf de Romeinse tijd actief wordt.

Omdat RAAP tijdens de boorcampagne de veentypen niet of nauwelijks heeft beschreven, kan het basisveen pakket niet verder onderverdeeld worden op basis van macroscopische veensamenstelling. Uit informatie verkregen van de bodemkaart (top van de veenlaag; Eilander & Heijink, 1990) kan opgemaakt worden dat het veen in het gebied langs de IJssel uit zegge- / broekvenen (eutroof) bestaat en dat het veen in de kern van het Kamperveengebied (figuur 3) vooral uit veenmosveen bestaat (oligotroof). De dikte van het basisveen op de pleistocene koppen bedraagt veelal 0.5 – 2.0 m dik. In de gebieden waar het Pleistoceen lager ligt (pleistocene dalsysteem) is het veen dikker en kan de dikte meer dan 3 meter bedragen.

De holocene veenontwikkeling binnen het oude pleistocene dalsysteem (ca. 3 – 4 m – NAP) kan reeds in het Atlanticum zijn begonnen. De veenvorming op de pleistocene koppen is later begonnen, mogelijk vanaf het Subboreaal – Subatlaticum. Door het ontbreken van dateringen in dit gebied zijn exacte tijd-diepte relaties van het begin van de veenvorming niet te geven.

Figuur 3: Bedijkingsgeschiedenis van het Kamperveengebied, naar Eilander & Heijink, 1990



Formatie van Naaldwijk, Lelystad complex kalkhoudende laag (LC/khl)

De kalkrijke schelphoudende laag, die voorkomt in het westelijk deel van het Oude Land tracé (tracédeel 21C49 – 21C244; Bijlage C2/ P1) tussen de ca. 1 en 3 m -NAP, wordt gerekend tot de mariene afzettingen van het Lelystad Complex. Deze laag bestaat overwegend uit zandige kleien, die deels erosief liggen op het basisveen. De zandige kleien zijn grijs en vrij slap wat betreft textuur. Ter hoogte van het traject tussen de boringen 21C248 en 21C246 (Bijlage C2/P1) heeft de laag zich ingesneden tot in de pleistocene afzettingen (7 m -NAP). Het patroon van dit geulsysteem komt ook op de bodemkaart tot uiting (legenda eenheden Mn45A en Mo80A). De diepte ligging van de kleilaag (tussen 1 en > 3m -NAP) duidt er op dat het onderste deel van de laag onder water is afgezet (lagunair / geulmilieu).

De vorming van de kalkhoudende laag van het Lelystad complex hield verband met de mariene verdrinking van het Overijsselse veengebied die na de Romeinse tijd van het Flevomeer gebied plaatsvond (figuur 2). Door het ontbreken van dateringen is de precieze ouderdom van de verdrinking in het westelijk deel van het Kamperveen gebied niet bekend. Gelet op de bedijkingsgeschiedenis van het Oude Land gebied (Eilander & Heijink, 1990) heeft de mariene verdrinking van het westelijk randgebied van het Kamperveen plaatsgevonden voor de Laat Middeleeuwse ontginningen in de 13e / 14e eeuw (figuur 3).

Formatie van Naaldwijk, Lelystad complex, kalkhoudende deklaag (LC/khd)

De kalkhoudende deklaag van het Lelystad Complex (LC/khd) is de lichte, kalkhoudende oppervlakte kleilaag (klei, sterk zandig / sterk siltig) die is gevormd over de schelphoudende kalkhoudende laag (LC/khl) en over het basisveen. De laag ligt in het westelijk deel van het Kamperveen gebied (tracédeel 21C238 – 21C46; Bijlage C2/P1) op een niveau tussen de ca. 1.5 m –NAP en 0.3 m +NAP. In oostelijke richting gaat de kleilaag over (diffuse grens) in de zware kalkloze rivierkleien van de Formatie van Echteld (EC/k).

Omdat er een veenlaag in de ondergrond voorkomt, zal de klei laag oorspronkelijk wat hoger gelegen hebben. Door recente en subrecente drainage is het klei- op veengebied gedaald. Rekening houdend met deze daling (die meer dan één meter bedragen kan hebben) is de kalkhoudende deklaag gevormd in marien (door de zee beïnvloed) milieu dat voor het grootste deel van het jaar droog lag. Voor de bedijkingen was de laag afgezet in een kwelderachtig milieu dat tijdens extreem hoogwater onderwater stond (stormopzet van uit het Flevomeer / Zuiderzee). Na de bedijking is de sedimentatie niet gestopt. Als gevolg van dijkdoorbraken overstroomde het gebied nog incidenteel. Ook kon het gebied periodiek blank staan door hoogstaand binnenwater. De afzettingen die gevormd zijn na de bedijking zijn voor een groot deel opgenomen in de bouwvoor.

Formatie van Naaldwijk, verspoelde pleistocene zanden (VP)

In en op de kalkhoudende laag (LC/khl) en op de deklaag (LC/khd) van het Lelystad Complex komen zandlagen voor. De zandlichamen bestaan overwegend uit matig fijn zand en ze zijn kalkhoudend. Het betreffen verspoelde pleistocene zanden die geërodeerd zijn tijdens de uitbreiding van het Flevomeer / Zuiderzee tijdens de Vroege en Late Middeleeuwen en langs de randen van het meer / lacune weer zijn afgezet.

Formatie van Echteld, rivierzanden (EC/z)

De rivierzanden van de rivier de IJssel worden gerekend tot de Formatie van Echteld. De zanden liggen naast de huidige loop van de rivier en ze bestaan uit matig fijne tot uiterst grove grindhoudende en kalkhoudende zanden. De zanden zijn overwegend riviergeulafzettingen. Daarnaast komen langs de IJssel ook zandige oeverwal afzettingen voor. In de hoger gelegen zandige oeverwal afzettingen (boring 21G619; Bijlage C2/P2) zijn ook enkele kleilaagjes in de zanden aanwezig (matig fijn tot matig grof zand met spoor kleilagen; 0 – 3.5 m –maaiveld).

In de literatuur (o.a. Harberts & Mulder, 1981) wordt verondersteld dat de huidige IJsselloop in de Romeinse tijd is ontstaan en dat de Romeinen mogelijk hierin een belangrijke rol hebben gespeeld. Door het graven van een verbindingsgracht bij Nijmegen kon de Rijn weer via het oude IJsseldal in noordelijke richting afwateren. Tot ca. 1000 na Chr was de IJssel nog een traag stromende rivier en werden langs de rivierloop hoofdzakelijk kleien afgezet. Dit veranderde na het jaar 1000 na Chr. Door het groter worden van het debiet werden veel meer grovere rivierzanden afgezet en vormde zich in de zandige IJsseldelta bij Kampen (figuur 1), het zogenaamde Ramspolzand. Ente (1973) en Eilander & Heijink (1990) veronderstellen dat de debietvergroting van de rivier samenhangt met het begin van de bedijking van de rivier van de IJssel. Door de bedijking nam het kombergingsgebied van de rivier af en werden de rivierafvoeren geconcentreerd binnen een relatief smalle bedijkte bedding. Het gevolg was dat binnen deze bedding tijdens hoge rivierafvoeren de

debieten en daarmee het zandtransporten sterk toenamen. De rivierzanden die langs de huidige IJsselloop worden aangetroffen zijn dus waarschijnlijk vooral na 1000 na Chr gevormd.

Formatie van Echteld, rivierkleien (EC/k)

De rivierkleien van de (holocene) IJssel, die als deklaag over het basisveen in het oostelijk deel van het Kamperveen voorkomen (tracédeel 21C276 – 21D432; Bijlage C2/ P1 en 2), bestaan in het algemeen uit matig siltige tot sterk siltige kalkloze kleien. De afzettingen zijn gevormd in de riviervlakte, de zogenaamde rivierkommen. Een deel van de (kom)kleien is afgezet voor de bedijking en deze kleien zijn afgezet door de lokale rivieren, met name binnen de bedding van het oude IJsseldal. In het oostelijke deel van Kamperveen ligt dit oude dal in het gebied waar de Pleistocene ondergrond lager ligt dan 2 m -NAP.

Vanaf de Romeinse tijd zijn komafzettingen waarschijnlijk ook afgezet door de holocene IJssel. De kleiige venen die de top vormen van het basisveen nabij de huidige IJssel zijn waarschijnlijk ook voor een groot deel vanaf de Romeinse tijd gevormd. Aanvullende dateringen zullen duidelijkheid moeten brengen of dit werkelijk zo is. In het hoger liggende Pleistocene gebied (het gebied in het profiel met de dekzand koppen; gelegen boven 2 m -NAP) zal het basisveen waarschijnlijk pas in de Late Middeleeuwen overstromd zijn. Deze overstromingen hangen voor een belangrijk deel samen met de ontginningen van het veen en de daaraan gekoppelde bodemdaling. Na de bedijking van het rivierkomgebied kunnen ook nog kleien zijn afgezet. Dit kan zijn na overstroming als gevolg van dijkdoorbraken en na perioden van hevige regenval wanneer door gebrekkige afwatering het gebied blank staat (hoogstaand binnenwater).

Formatie van Echteld, verspoelde pleistocene zanden, crevasse zanden (VP/cr)

De crevasse zanden zijn de zandlagen die in en op de rivierkombergingskleien van de Formatie van Echteld voorkomen. Het zijn matig fijne tot matig grove zanden, die soms kleihoudend zijn en kalk kunnen bevatten. De crevasse zanden bestaan hoofdzakelijk uit verspoelde pleistocene dekzanden en Kreftenheye zanden. De zanden zijn hoofdzakelijk afgezet na 1000 na Chr wanneer de rivierdebieten en de zandtransporten in de IJssel-bedding sterk toenemen. De zanden zijn gevormd tijdens periode van grote waterafvoer; in perioden van hoge waterstanden wanneer de rivier buiten het gebied van de oeverwallen trad en het – niet bedijkte - kombergingsgebied overstromde. Na de bedijking kunnen deze crevasse-inbraakzanden ook gevormd worden achter de dijkdoorbraken.

3.2.2 Archeologisch belangrijke niveaus in het geologisch profiel Oude Land

3.2.2.1 Top van het pleistocene oppervlak

Ook voor het Oude Land geldt dat de top van het pleistocene oppervlak tot aan het begin van de basisveenvorming bewoonbaar is geweest. Zodra de veengroei begon, werden de condities voor bewonen en werken door de vermatting ongunstig. De pleistocene ondergrond (hoofdzakelijk dekzanden) ligt in het Oude Land aanzienlijk hoger dan in het Nieuwe Land; namelijk tussen de 4.0 m -NAP en 0.5 m +NAP. Dit

houdt in dat het pleistocene gebied in het algemeen later is overveend en grote delen van het Oude Land (dekzand koppen) veel langer bewoonbaar is geweest.

De basisveenontwikkeling in het oude pleistocene IJsseldal, het gebied waar de pleistocene ondergrond op ca. 4 m –NAP voorkomt, kan de veenontwikkeling - lokaal - al vroeg zijn begonnen, namelijk in het Atlanticum. De overvening van de pleistocene dekzandkoppen op ca. 1 – 0 m –NAP zal waarschijnlijk in de Bronstijd en IJzertijd hebben plaats gevonden. De koppen die gelegen zijn boven NAP kunnen mogelijk nog later zijn overveend, in de Romeinse tijd. Deze tijd-diepte schattingen zijn ruw omdat exacte 14C gegevens over de veenontwikkeling ontbreken.

Archeologisch bijzonder interessant lijken de ‘steilrand’ gebieden langs het oude pleistocene IJsseldal (tracédeel 21D432 – 21D461; Bijlage C2/ P2), flanken van het zijdal (tracédeel 21D180 – 21D179 en 21D358 – 21D368; Bijlage C2/ P1) en de daarnaast gelegen dekzandkoppen. Deze landschappelijke overgangsgebieden (voor de grote vervening) lijken gunstige vestigingsplaatsen voor zowel prehistorische jagers als verzamelaars als boeren.

3.2.2.2 *Top van het veenpakket*

Het veengebied wordt een goede woon- en werklocatie indien het door de mens wordt ontwaterd. Vanaf de Vroege Middeleeuwen vinden systematische ontginningen plaats en om die reden is archeologisch vondstmateriaal in deze gebieden op het veen te verwachten. In het Kamperveen gebied wordt de Leidijk (gelegen in het Binnenland achter de Hooge dijk; figuur 2) als belangrijkste ontginningsbasis gezien (Van Engelen van der Veen, 1924; Eilander & Heijink, 1990). De Hanzelijn kruist de Leidijk niet, maar wel de Zwartendijk die noordelijker gelegen is. Mogelijk dat daar oude ontginningssites bewaard zijn gebleven. Op de bodemkaart (Eilander & Heijink, 1990) wordt in dit gebied ook een ‘oude bewoningsplaats’ aangegeven. Interessant om te weten is of de top van het veen in dit gebied waar de Zwartendijk de Hanzelijn kruist (tracédeel 21D 279 - 21D309; Bijlage C2/P1) oligotroof is (veenmos en heidevenen). Dit zijn ‘hoogvenen’ die (direct) na de ontginning zeer geschikt zijn voor akkerbouw en veenwinning (o.a. brandstof). Omdat de relatief hoog gelegen venen in het centrale deel van Kamperveen slechts onder een dunne kleilaag ligt, is het mogelijk dat de top van het veen geoxideerd (en vergraven) is. Uit de – in DINO ingevoerde – RAAP boorbeschrijvingen kwam de mate van oxidatie echter niet tot uiting zodat hier geen uitspraken over gedaan kunnen worden. Voordeel van een dun kleidek (< 0.6 m) is wel dat vondstmateriaal (scherven) uit het prospectief archeologisch slootkantenonderzoek naar voren moeten komen, nadat deze sloten in het najaar geschoond zijn.

De lager gelegen eutrofe – en kleiige – broekvenen langs de IJssel (tracédeel 21D433 – 21G621; Bijlage C2/P2) lijken minder geschikt voor bewoning. Als weideland waren zij wel geschikt.

3.2.2.3 *Archeologische relevantie overige lagen*

De beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven die grotendeels gevormd zijn tijdens het Laat Glaciaal hebben een lage archeologische verwachting. Paleolithische vondsten aan de basis (top Formatie van Twente / Kreftenheye) en in de top van deze afzettingen zijn evenwel niet uit te sluiten. De kans om met booronderzoek paleolithische sporen op deze niveaus te vinden is klein. De niveaus liggen te diep voor

proefsleuven onderzoek. Deze niveaus liggen namelijk meer dan 2 – 5 m onder het huidige maaiveld.

Het basisveen heeft in het algemeen een lage archeologische verwachting omdat het woon- en werkmilieu er tijdens de veenvorming ongunstig was (te nat). Toch zijn (interessante) vondsten in het veen zeker niet uit te sluiten. Te denken valt aan oude veenwegen en rituele offerplaatsen. Ook is niet uit te sluiten dat archeologisch materiaal aan de basis van het basisveen voorkomt. Vooral waar het pleistocene reliëf relatief groot is (dekzandkoppen / ‘steilrand’ oude IJssedal) is de kans om prehistorisch vondstenmateriaal te vinden aan de basis van het basisveen het grootst. Op die locaties kunnen veenontwikkeling en droge hoger liggende gronden direct naast elkaar voorkomen.

Kalkhoudende afzettingen van het Lelystad Complex zijn afgezet vanaf de Romeinse tijd tot in de Middeleeuwen. Het zijn mariene afzettingen die na erosie van het veen in het Zuiderzeegebied (figuur 2) zijn ontstaan. Het onderste deel van de afzettingen (onder de 1 à 2 m –NAP) zijn afgezet in een lagunair- of geulmilieu. Deze afzettingen hebben een lage archeologische verwachting. Hierbij moet wel aangetekend worden dat in deze onderwaterafzettingen resten van scheepswrakken uit de Vroege tot Late Middeleeuwen theoretisch niet uit te sluiten zijn.

Het bovenste deel (voornamelijk de dekafzettingen) zijn gevormd in een kweldermilieu die alleen overstromd werd tijdens hoogwater (stormopzet vanuit de Zuiderzee). Deze gronden zijn – wanneer zij niet overstromd zijn – in principe geschikt als weidegrond. Na de bedijking (figuur 3) van de kalkhoudende zeekleien zijn deze gebieden in het westelijk deel van Kamerveen ook geschikt voor permanente bewoning.

De zandige en kleijige afzettingen van de Formatie van Echteld zijn gevormd vanaf de Romeinse tijd. Vooral de rivierzanden en de crevasse zanden zijn relatief jong; deze zijn hoogst waarschijnlijk gevormd vanaf 1000 na Chr. De afzettingen van de Formatie van Echteld hebben een lage archeologische verwachting omdat in een actief fluviaal milieu de milieu condities ongunstig zijn voor bewoning. De komkleigebieden van de rivier zijn wel geschikt voor beweiding. Na indijking van rivierkomgebieden (Veenendijk, figuur 3) zijn deze delen uiteraard wel geschikt voor permanente bewoning.

4 Conclusies

4.1 Nieuwe Land

Geologische laag niveaus die een relatief hoge archeologische verwachting hebben in het Nieuwe Land zijn de top van het pleistocene oppervlak en de top Wormer afzettingen.

Het reliëf van de top van de pleistocene afzettingen bestaat uit een zacht glooiend en in noordwestelijke richting hellend oppervlak (Bijlage C1/P1 tm 4). Aan de noordkant van Lelystad komt een pleistocene rug voor, die wordt doorkruist door het Hanzelijntracé (Bijlage B). Ook zijn er dekzandkoppen aanwezig in het Hanzelijnprofiel (reliëf van meer dan 1 m). Mogelijk zijn de reliëfverschillen nog iets groter geweest dan in het profiel is getekend maar op basis van een boorinterval van 100 – 150 m zijn deze niet vast te stellen. Zolang het Pleistocene oppervlak niet werd overveend, was dit oppervlak geschikt om te wonen en te werken.

Wat betreft de hoogteligging van de top van het pleistocene oppervlak (tijd-diepte interpretaties begin veenontwikkeling op het Pleistoceen) kan de volgende archeologische verwachting gemaakt worden:

- dieper ca. 12 m –NAP: mogelijk sporen uit het Paleolithicum tot Mesolithicum.
- ca. 12 - 5.5 m –NAP: mogelijk sporen uit Paleolithicum - Laat Neolithicum.
- ca. 5.5 – 3 m –NAP: mogelijk sporen uit Paleolithicum – Vroege / Midden Bronstijd.

Op die locaties waar een sterk pleistoceen reliëf bestaat (dekzandkopjes in het profiel van meer dan 1 meter hoog) kan bewoning en veenvorming gelijktijdig optreden en op die locaties is het voorkomen van archeologisch materiaal aan de basis van het basisveen niet uit te sluiten.

Het tweede belangrijke archeologische niveau vormen de top van de Wormer afzettingen (Bijlage C1/P1 en 2) waar deze niet of nauwelijks zijn geërodeerd. Dit is het oppervlakte niveau van de Wormer afzettingen in het profiel tussen de 6 en 7.5 m – NAP. De Wormer afzettingen zijn in het noordoostelijk deel gevormd in een brak- tot zoetwater getijde milieu. Rond 4000 v. Chr. verlandde het getijde-gebied en kon op de oeverwalsystemen langs de getijde kreek worden gewoond (Swifterbant cultuur, gevonden 2.5 km ten noorden van het Hanzetracé). Vergelijkbare bewoningssporen als die bij Swifterbant gevonden zijn kunnen ook voorkomen binnen het Hanzelijntracé; en wel op die locaties die niet geërodeerd zijn door de latere erosie horende bij de Flevomeer afzettingen (diepte-interval 6 en 7.5 m –NAP). Vanwege de beperkte boordichtheid (interval 100-150 m) konden binnen het Wormer Laagpakket de archeologisch relevante kreek-oeverwalsystemen in het geologisch profiel niet aangegeven worden.

De top van het veen in het oostelijke deel van de Flevopolders (Bijlage C1/P4) kan mogelijk ook archeologisch interessant zijn. In dit gebied is de veenontwikkeling doorgestaan tot na in de Romeinse tijd (figuur 2). Indien dit veen ontgonnen wordt is in deze regio Romeinse en Vroeg-Middeleeuwse bewoning niet uit te sluiten. Echter het RIJP-booronderzoek laat zien dat de top van het veen verdwenen is als gevolg van erosie tijdens de vorming van de Almere afzettingen (onderdeel van het Lelystad Complex). De kans lijkt klein dat binnen het tracé nog een stuk veen bewaard is gebleven waarvan de top nog intact is.

4.2 Oude Land

Belangrijke geo-archeologische laag niveaus in het Oude Land zijn de top van het pleistocene oppervlak en de top van het veen dat ligt op het Pleistoceen.

Analoog met de situatie in het Nieuwe Land was de top van het pleistocene oppervlak in het Oude Land geschikt voor bewoning tot dat de veenvorming begon. Gemiddeld genomen ligt het pleistocene oppervlak in het Oude Land aanzienlijk hoger dan die in het Nieuwe Land; namelijk tussen de 4.0 m –NAP en 0.5 m +NAP. Het gebied is dus later overveend en met name de dekzandkoppen zijn potentieel veel langer geschikt als vestigingsplaats, mogelijk tot in de Romeinse tijd.

In het oude IJsseldal (het gebied oostelijk van het Kamperveen waar de pleistocene ondergrond op ca. 4 m –NAP; Bijlage C2/P2) ligt, kan door slechte ontwatering lokaal de veenvorming reeds in het Atlanticum begonnen zijn. De overvening van de pleistocene dekzandkoppen op ca. 1 – 0 m –NAP zal waarschijnlijk in de Bronstijd en IJzertijd hebben plaats gevonden. Archeologisch interessant lijken vooral de ‘steilrand’ gebieden (helling tussen 4 en 1 m –NAP; Bijlage C2/P2) langs het oude pleistocene IJsseldal, het zijdal (Bijlage C2/P1) en de daarnaast gelegen dekzandkoppen, omdat in deze delen verschillende landschap typen naast elkaar voorkomen en te gebruiken zijn. Het dekzandrelief in het Oude Land is sterker dan in het Nieuwe Land. In het Nieuwe Land komen dekzandkoppen voor van meer dan 3 m. Hier geldt in sterkere mate dat op de locaties waar een sterk pleistoceen reliëf bestaat (naast dekzandkoppen ook het ‘steilrand’ gebied) bewoning en veenvorming gelijktijdig kan optreden en dat dus archeologisch materiaal aan de basis van het basisveen niet uit te sluiten is.

Het tweede belangrijke archeologische niveau op het Oude Land is de top van het veenpakket. In het Oude Land kan tot aan de Middeleeuwse ontginningen (figuur 3) de veenontwikkeling doorgegaan zijn. In tegenstelling tot het Nieuwe Land is de top van het veenpakket – in het centrale deel van het veengebied in het Oude Land (Kamperveen) - niet geërodeerd als gevolg van erosie die samenhangt met de middeleeuwse vergroting van het Zuiderzee gebied. Wel kan als gevolg van de ontginningen de top van het veen aanzienlijk zijn aangetast door oxidatie en ontgravingen. In de centrale hoogveengebieden van het Kamperveen zijn (Vroeg?)Middeleeuwse bewonings- en ontginningssporen dus zeer waarschijnlijk aanwezig. Probleem is evenwel dat deze hoogveen-gebieden in het geologisch profiel Hanzelijn niet aan te duiden zijn omdat de veensoorten in de boorbeschrijvingen van RAAP niet zijn aangegeven.

In het lager gelegen IJsseldal (Bijlage C2/P2) is de top van het veen kleiig en de top van dit veen ligt relatief laag; tussen 0 en 2 m –NAP. Waarschijnlijk bestaat deze top uit broekveen kleien (uit de RAAP boorbeschrijvingen is dit niet met zekerheid op te maken); in ieder geval zijn het kleiige venen die binnen de directe invloedssfeer van de rivieren lagen (lokale rivieren en de IJssel). Deze venen, die lagen binnen het kombergingsgebied van de rivieren, waren ongunstige vestigingsplaatsen voor de mens.

De klastische afzettingen (zanden en kleien) die zijn gevormd binnen de mariene invloedssfeer van de Zuiderzee (Lelystad Complex; Bijlage C2/P1) en de invloedssfeer van de rivier de IJssel (Formatie van Echteld; Bijlage C2/P2) hebben over het algemeen een lage archeologische verwachting. In de onder water afzettingen van het Lelystad complex en de Formatie van Echteld (geulen, lacunes) zijn archeologische resten zoals scheepswrakken niet uit te sluiten.

5 Aanbevelingen

5.1 Kwaliteit boorbeschrijvingen

De beschikbare boringen voor het geologisch profiel van de Hanzelijn zijn afkomstig van derden (boringen die niet gezet zijn door TNO-NITG). De boringen in het Nieuwe Land zijn voor het overgrote deel gemaakt door de RIJP, dit in het kader van de landaanwinnings-werken in de jaren '60. De boringen op het Oude Land zijn recentelijk gezet door RAAP, dit speciaal voor het Hanzelijn-project.

Zowel de boringen van de RIJP als die van RAAP waren redelijk van kwaliteit. Op basis van deze boorbestanden konden de voorkomende laageenheden goed herleid worden en konden deze lagen in het geologisch profiel getekend worden. Echter, zowel de boorbeschrijvingen van de RIJP als die van RAAP waren vrij beperkt wat betreft de beschrijving van de verschillende sedimentkenmerken, zoals korrelgrootte mediaan, sedimentaire gelaagdheid, schelp- en veensoorten e.d. Deze sedimentkenmerken zijn erg belangrijk voor het bepalen van de vormingscondities van de sedimenten (afzettingsmilieu / genese). Het afzettingsmilieu waarin een laag is afgezet, is een cruciaal element in de geogenetische aanpak: 'het gericht inventariseren en karteren van archeologische waarden in de ondergrond op basis van bestaande geologische, geogenetische en archeologische kennis' (hoofdstuk 2.1).

Het strekt daarom tot aanbeveling dat, in een vervolg fase, duidelijk wordt aangegeven in de booropdracht welke sedimentkenmerken essentieel zijn voor het prospectief archeologisch onderzoek en welke beschreven dienen te worden. De NEN 5104 boorbeschrijving voldoet hier niet aan, deze beschrijvingsmethode is te basaal (beperkt).

In het geval van de Hanzelijn zijn dat de hoofdveensoorten (rietveen, zeggeveen/onbestemd veen, broekveen, en veenmos-heideveen), de hoofdschelpensoorten (onderscheid zoet – brak – zout), korrelgrootte mediaan en spreiding, type gelaagdheid en structuren(aangeven aantal sublaagjes) en bodemtype.

5.2 Ouderdomsbepalingen

Behalve het afzettingsmilieu is ook de ouderdom van de laag een belangrijk gegeven voor de geogenetische aanpak / prospectief archeologisch onderzoek.

Ouderdomsbepalingen, zoals 14C-dateringen, ontbraken evenwel voor het onderzoeksgebied van de Hanzelijn. In deze studie is de ouderdom van de lagen geschat op basis van tijd-diepte relatie van het begin van de veengroei op de pleistocene ondergrond (Van de Plassche, 1982; Gotjé, 1993; en Makaske, e.a. 2002) en op basis van regionale geologische kennis.

Het strekt tot aanbeveling om binnen het inventariserend archeologisch onderzoek van de Hanzelijn een aantal 14C-dateringen te laten uitvoeren om – in de archeologisch kansrijke gebieden - de gemaakte ruwe ouderdom schattingen in dit rapport te checken en aan te vullen. In het Hanzelijng gebied zijn het vooral de veenniveaus die uitstekend dateerbaar zijn met behulp van de 14C -techniek. De ouderdomsgetallen versterken het geologisch / geogenetisch beeld van de regio (o.a. geschiedenis van de overvening van het pleistocene oppervlak, de oligotrope veenontwikkeling in de veenkernen, rivierinvloed in het oude IJsseldal).

5.3 Historisch- en slootkant onderzoek in het Oude land

Het oude veengebied in het Oude Land is ontgonnen in de Middeleeuwen en in de periode na de eerste ontginningen is het gebied overslibd en vervolgens bedijkt. Voor het herleiden van de eerste ontginnings locaties tijdens het inventariserend archeologisch onderzoek kan historisch- en naamkundig (o.a. oude perceelsnamen) onderzoek zeer waardevol zijn. Ook slootkantonderzoek kan zeer waardevol zijn omdat de middeleeuwse cultuurlaag slechts onder een relatief dunne kleilaag ligt (< 0.60 m).

6 Referenties

Eilander, D.A. & w. Heijink, 1990. Bodemkaart van Nederland 1:50.000, toelichting bij de kaartbladen 20 West Lelystad (gedeeltelijk) 20 Oost Lelystad en 21 West Zwolle. Staring Centrum, Wageningen. 165 pp.

Ente, P.J., 1973. De IJsseldelta. De Kamper Almanak. P. 137-164.

Ente, P.J. , J. Konings & R. Koopstra (1986): De bodem van Oostelijk Flevoland – Flevobericht nr. 258, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders.

Gehasse, E.F., 1995. Ecologisch-archeologisch onderzoek van het Neolithicum en de Vroege Bronstijd in de Noordoostpolder met de naderuk op vindplaats P14. Thesis, Amsterdam.

Gotjé, W., 1993. De Holocene laagveenontwikkeling in de randzone van de Nederlandse kustvlakte (Noordoostpolder). Thesis, Vrije Universiteit te Amsterdam, 173 pp.

Groenendijk, H.A. & P.C. Vos, 2002. Outside the terpen landscape: Detecting drowned settlements by using the geo-genetic approach in the coastal region of Grijpskerk (Groningen. The Netherlands). Ber. ROB, volume 45, p. 57-80.

Hacquebord, L., 1976. Holocene geology and palaeogeography of the environment of the levee sites near Swifterbant. Helinium 16, p. 36-42.

Harberts, P. & J.R. Mulder, 1981. Een poging tot reconstructie van het Rijnstelsel in het oostelijk rivierengebied tijdens het Holoceen, in het bijzonder in de Romeinse tijd. KNAG Geografisch Tijdschrift XV, 5. P. 404-421.

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

Lenselink G. & U. Menke (1995): Geologische en Bodemkundige Atlas van het Markermeer, Directoraat Rijkswaterstaat, directie Flevoland, Lelystad.

Makaske B., D. G. van Smeerdijk, J.R. Mulder & Th. Spek, 2002. De stijging van de waterspiegel nabij Almere in de periode 5300 – 2300 v. Chr. Alterra-rapport 478, Wageningen, 105 pp.

Peeters, H., B. Makaske, J. Mulder, A. Otte-Klomp, D. van Smeerdijk, S. Smit & Th. Spek, 2002. Elements for archaeological heritage management: exploring the archaeological potential of rowned mesolithic and early neolithic landscapes in Zuid Flevoland. Ber. ROB, volume 45, p. 81-123.

Pons, L.J. & A.J. Wiggers (1959 en 1960): De holocene wordingsgeschiedenis van Noord-Holland en het Zuiderzeegebied. – Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Genootsch. 76, p. 104-152 en 77, p. 3-57.

Schout, J.J., M. Stoffer & G. Lenselink (1997): Geologische en Bodemkundige Atlas van de Randmeren, Directoraat Generaal Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad.

Ten Anscher, T.J. & E.F. Gehasse, 1993. Neolithische en Vroege Bronstijd Bewoning langs de benedenloop van de Overijsselse Vecht. In: J.H.F. Bloemers, e.a. (eds), Voeten in de aarde: een kennismaking met de moderne Nederlandse archeologie, Amsterdam, p. 25-44.

Van Engelen van der Veen, G.A.J., 1924. De bedijking van de IJssel en zijn monden. Versl. En Meded. Ver. Tot Beoefening van Overijsselsch Regt en Gesch, 41e st, 2 e R, 17 e st., p. 1-44.

Van de Plassche, O., 1982. Sea-level change and water-level movements in the Netherlands during the Holocene. - Med. Rijks Geol. Dienst, 36 (1), p. 1-93.

Vos, P.C., 1998. 10 profiel reconstructies door de Zaanstreek tussen Groenedijk en Twiske (1000 v. Chr. – heden) t.b.v. de tentoonstelling 'De Dubbele Bodem' van het Zaanse Museum. Aanvullende geologische informatie. TNO-rapport, NITG 98-136-B, Zwolle.

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

Weerts, H.J.T., P. Cleveringa & J.H.J. Ebbing, 2001. Nieuwe lithostratigrafische indeling van Nederland, een dynamisch ordening systeem voor de ondergrond. Informatie, nr. 9, TNO-NITG, Delft, p. 15-19.

Wiggers, A.J. (1955): De wording van het Noordoostpoldergebied. – Proefschr. V.U. Amsterdam, Van Zee tot Land 14, 214 pp. Zwolle.

7 Bijlage

Bijlage A:

Locatiekaart van de boringen, ligging van het voorkeustracé van de Hanzelijn en de ligging van het geologisch profiel.

Bijlage A1a:

Locatiekaart Nieuwe Land-westelijk deel

Bijlage A1b:

Locatiekaart Nieuwe Land-oostelijk deel

Bijlage A2:

Loactiekaart Oude Land

Bijlage B:

Contourlijnenkaart van de top van het pleistocene oppervlak van het gebied rond het Hanzelijntacé in het Nieuwe Land; het contourinterval bedraagt 0,25 m.

Bijlage C:

Geologisch profiel Hanzelijntacé.

Bijlage C1:

Geologisch profiel Nieuwe Land

Bijlage C2:

Geologisch profiel Oude Land