

TNO-rapport  
NITG 00-113-B

## Geo-archeologisch profiel Broekpolder 1999

Vertrouwelijk

Datum

mei 2000

Auteur(s)

P.C. Vos

Dokter van Deenweg 130  
Postbus 511  
8000 AM Zwolle

Telefoon (038) 45 74 545  
Fax (038) 45 74 557

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-  
hebbenden is toegestaan.

© 2000 TNO

Projectnummer

005.30195/01.01

Opdrachtgever

Project Wetland West: Broekpolder  
Amsterdams Archeologisch Centrum-Universiteit van Amsterdam

Goedgekeurd

Projectleider



## Inhoud

1	Kader van het onderzoek .....	1
2	Geo-archeologische observaties (Bijlage A) .....	5
2.1	Opname .....	5
2.2	Laagbeschrijving .....	6
3	Geo-archeologisch profiel (bijlage B) .....	12
3.1	Ontstaan van de rug .....	12
4	Profielreconstructies (bijlage C) .....	14
4.1	Basisgegevens en uitgangspunten .....	14
4.2	Toelichtende beschrijving bij de profielreconstructies .....	23
5	Referenties .....	26

### Bijlagen

- A Geo-archeologische profielkuil opnamen A-U:  
Broekpolder
- B Geo-archeologisch profiel: Broekpolder 1A en 1B
- C Profielreconstructies: Broekpolder

## 1 Kader van het onderzoek

Het archeologische Project 'Wetland West' van het Amsterdams Archeologisch Centrum (AAC) van de Universiteit van Amsterdam onderzoekt van 1998-2001 de VINEX-locatie 'Broekpolder' die binnen de grenzen van de gemeenten Beverwijk en Heemskerk ligt (Therkorn e.a., 2000). Het studiegebied beslaat 150 ha (figuur 1). Getracht wordt om in de onderzoeksperiode van 3,7 jaar een zo compleet mogelijk beeld te vormen van het cultuurlandschap van de Broekpolder, dat in het gebied vanaf ca. 800 voor Chr. tot en met het heden aanwezig was. Het cultuurlandschap wordt onderzocht door middel van opgravingen, analyse van veldnamen, historische gegevens, luchtfoto's en socio-antropologisch onderzoek.

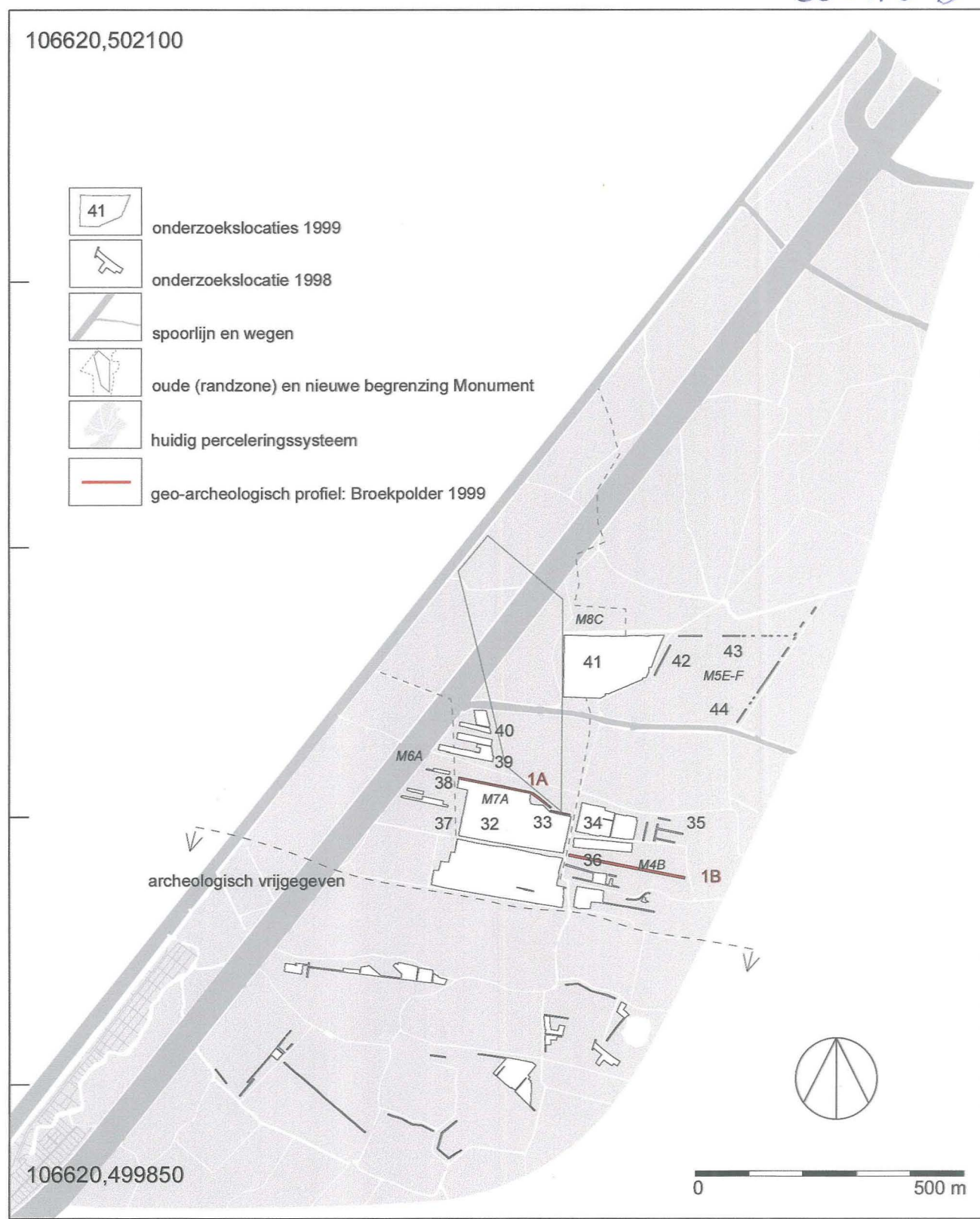
De Broekpolder ligt binnen het oude 'Oer-IJ estuarium', een voormalig getijde systeem waarvan de monding bij Bakkum lag. Het voormalige getijde gebied liep tussen de plaatsen Uitgeest – Heemskerk en Beverwijk – Assendelft door en had via het gebied van de IJ-polders contact met het Flevomeer (voorloper Zuiderzee) en de rivier 'de Vecht' (Zagwijn, 1986). Rond de Late IJzer Tijd - Romeinse Tijd slibde het zeegat bij Bakkum dicht en verloor het Oer-IJ gebied het directe contact met de zee.

Uit geologisch onderzoek in de Uitgeesterbroekpolder, Assendelverpolders en de Velslerbroek is gebleken dat de invloed van de zee in het Oer-IJ estuarium niet constant was (Vos, 1983 en 1985), maar dat er perioden zijn geweest met verhevigde mariene activiteit (uitbreiding getijde gebied) en perioden met beperkte invloed van de zee (uitbreiding van veen). De prehistorische mens speelde in op deze landschappelijke veranderingen, zowel wat betreft de keuze van woonlocatie als de keuze van landgebruik.

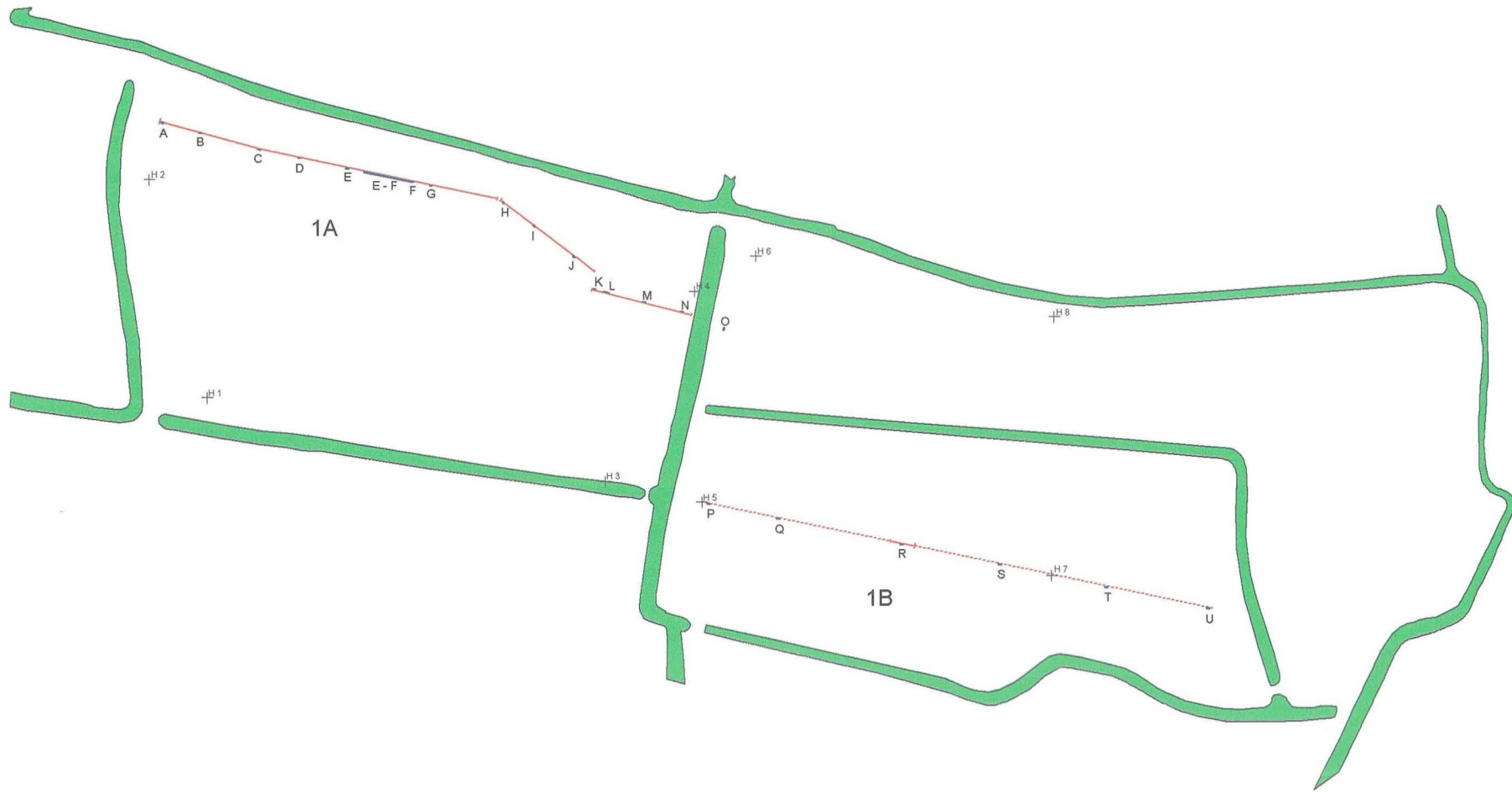
In het gebied van de Broekpolder is de relatie tussen menselijke activiteiten en landschapsontwikkeling tot nu toe niet duidelijk. Tijdens de Bronstijd en IJzertijd kwamen in dit gebied kwelders, waddegebieden en getijde geulen voor. De ligging van deze verschillende getijde milieus is echter niet bekend. Ook de genese van de morfologische rug waar het beschermde archeologische monument op ligt is niet duidelijk.

Doel van het geo-archeologische onderzoek is om het inzicht in de landschapsontwikkeling, in de relatie met het landgebruik van de mens, te vergroten. Daarom is in het najaar van 1999 een geo-archeologisch oost-west profiel getrokken dat net ten zuiden van het archeologische monument in de Broekpolder gesitueerd is (figuur 1). De totale lengte van het profiel bedraagt ca. 450 meter en de diepte van het profiel varieert tussen de 1,25 – 2,00 meter. Het profiel doorsnijdt de morfologische rug, die zowel op de topografische kaart als in het veld duidelijk zichtbaar is. In het profiel zijn antropogene en natuurlijke lagen ontsloten. Deze lagen zijn geologisch, bodemkundig (micromorfologisch) en archeologisch onderzocht. Niet het hele profiel is opgenomen. Om praktische redenen is besloten 22 trajecten (profielkuilen; figuur 2) met een breedte variërend tussen de 1,5 en 20 m op te nemen en te beschrijven (hoofdstuk 2 en bijlage A). Het geo-archeologisch profiel (hoofdstuk 3 en bijlage B) is samengesteld op basis van deze profielkuil opnames. Het uiteindelijke doel, de landschapsgenese in relatie met het landgebruik van mens, is gevisualiseerd in 6 profielreconstructies (hoofdstuk 4. en bijlage C); het geo-archeologisch profiel fungeerde bij de

samenstelling van de reconstructies als 'sjabloon'. De profielreconstructies vallen binnen de periode tussen 1000 voor en 50 cal. na Chr; de tijdstappen tussen de reconstructies bedraagt 200 en 250 jaar.



Figuur 1. Overzichtskaart van de Broekpolder met daarop aangegeven de locatie en putnummers van de in 1999 opgegraven proefsleuven en werkputten. Cursief zijn de modules aangegeven. De werkputten zonder putnummers zijn in 1998 onderzocht. Het gebied ten zuiden van de stippellijn is vrijgegeven voor de bouw. In rood staan globaal de locaties van geo-archeologische profielen weergegeven.



### Coördinaten van de hoekpunten

Hoekpunt	Veldcoördinaten	RD-coördinaten
H1	820 / 1100	107.481 / 500.568
H2	780 / 1180	107.458 / 500.654
H3	980 / 1100	107.638 / 500.535
H4	1000 / 1180	107.673 / 500.610
H5	1020 / 1100	107.676 / 500.527
H6	1020 / 1200	107.697 / 500.624
H7	1160 / 1100	107.814 / 500.498
H8	1140 / 1200	107.815 / 500.600

Figuur 2: Ligging van het geo-archeologisch profiel: Broekpolder 1A en 1B plus de locaties van de profielkuilen A t/m U

20 0 20 40 Meters

Nederlands Instituut voor  
Toegepaste Geowetenschappen TNO



Kaart: Ligging geo-archeologisch profiel Broekpolder 1A + 1B

Project: Geo-archeologisch profiel Broekpolder  
Projectnr.: 005.30195/01.01  
Opdrachtgever: Project Wetland West Broekpolder (Univ. v. Amsterdam)  
Datum: 09-05-2000  
Samenstelling: P.C. Vos  
Vormgeving: F. Goedhart

## 2 Geo-archeologische observaties (Bijlage A)

### 2.1 Opname

Gedurende de maanden september en oktober 1999 hebben Sander Gerritsen (AAC) en Peter Vos (NITG-TNO) het geo-archeologisch profiel opgenomen. De diepte van het profiel varieert tussen 1.25 en 2.00 m. Het profiel is niet aaneengesloten maar 'verspringt' driemaal; de totale lengte van het (samengestelde) profiel bedraagt ca. 450 meter (figuur 1 en 2). Tijdens de opname stortte het profiel geregeld in. Dit was het gevolg van de relatief hoge grondwaterstand en de samenstelling van de lagen (zand/klei gelaagde afzettingen). Door het instortingsgevaar moest snel gewerkt worden. Het profiel werd geschaafd en opgenomen met een video camera. Vervolgens werd het profiel weer dichtgestort op een aantal profielkuilen (figuur 2 en 3) na. In het traject tussen de profielkuilen 'n' en 'u' werden alleen de kuilen ontsloten. Deze profielkuilen werden opgenomen en beschreven in de profieltekeningen. De profieltekeningen van de kuilen zijn weergegeven in bijlage A, de laagbeschrijvingen worden in dit hoofdstuk vermeld.

De afzettingscondities van de (natuurlijke en antropogene) lagen in het profiel zijn bepaald met behulp van de volgende technieken:

- Sedimentologisch onderzoek. In het veld werden de sedimentologische karakteristieken, die inzicht geven over de ontstaanswijze van de afzettingen zoals sedimentstructuren, korrelgroottesamenstelling en humus- en kalkgehalte, bepaald.
- Micromorfologie. Bakjes voor het micromorfologisch onderzoek zijn geslagen in profielkuil E-F, op de locaties E-F 1 en 2, zie bijlage A. De resultaten van het onderzoek zijn beschreven in het rapport van Kooistra (2000).
- Diatomeeën onderzoek. De monsterschuitjes voor het diatomeeënonderzoek zijn eveneens genomen op de locaties E-F 1, net naast de bakjes van het micromorfologisch onderzoek. Daarnaast zijn ook monsterschuitjes genomen in profielkuil D (bijlage A). De resultaten zijn beschreven in het rapport van De Wolf (2000).
- Mollusken. Eén slakkenmonster is genomen uit laag III in profielkuil E-F (v2893; bijlage A). De resultaten zijn beschreven in het rapport van Meijer (2000).

De ouderdom van de lagen is bepaald aan de hand van:

- 14C dateringsmethode. Bemonsterd en gedateerd zijn de humeuze afzettingen van laag V, IVc en III (resp. v2362, v2463 en v2464) in profielkuil C; humeuze afzettingen van Laag IIIb in profielkuil E-F; een rietblad fragment aan de basis van het veen in profiel kuil U (v2694); en de *Scrobicularia plana* schelpen in 'levensstand' uit de *Scrobicularia* laag (of 'sandy layer'), genomen in de profielkuilen O (v2695), S (v2668 en v2669) en U (v2693 en 2692), zie bijlage A. De 14C bepalingen zijn uitgevoerd door 14C laboratorium in Kiel en de resultaten worden besproken in een briefrapporten van Grootes (2000).

- Archeologische kenmerken in het profiel. De codes van de archeologische laagniveaus, die onderscheiden zijn in de opgravingsvlakken naast het profiel, zijn naast de profielkuil tekeningen aangegeven (bijlage A). In het geo-archeologische profiel (bijlage B) zijn de ploegsporen (laag I, II, III en V); de archeologisch gedateerde greppel/sloot niveaus mia (Middle Iron Age), lia (Late Iron Age) en ria (Roman Iron Age) die voorkomen in de lagen I en II; en de hoefafdrukken van 'romeinse' koeienpoten aan de basis van de Blub aangegeven.
- De stratigrafische positie. De relatieve ouderdom van de afzettingen is vastgesteld met behulp van de verticale opeenvolging van de lagen. Een belangrijk hulpmiddel bij de relatieve ouderdomsbepaling waren de in het veld doorlopende zandlaagjes ('tijdslijnen'). Waar archeologische of <sup>14</sup>C-dateringen beschikbaar waren kon de relatieve ouderdom van de lagen absoluut gemaakt worden (lagen I t/m III en V). In de lagen IV, VI en VII was geen geschikt materiaal voor absolute ouderdomsbepalingen voorhanden.

## 2.2 Laagbeschrijving

De profielopname startte in het westelijk deel van het profiel, namelijk het deel ten westen van de rug (ter hoogte van kuil E-F). De in dit deel ontsloten afzettingen werden onderverdeeld in 'geo-stratigrafische' lagen die de volgende veldcodes kregen: I t/m VII. De verstoorde bouwvoor werd apart onderscheiden (Bv). De detailniveaus binnen de lagen kregen de lettercodes a, b, enz. Lateraal kunnen binnen de lagen de detailverschillen vervagen en in de kuilen waar het onderscheid niet meer te maken is, worden de sub-niveaus gecombineerd; bijvoorbeeld IVc/d, kuil B. In het lager gelegen deel van het profiel, oostelijk van de rug (ter hoogte van kuil E-F) verandert het karakter van de meeste lagen. In dit deel werden aan de sublagen nieuwe lettercodes toegevoegd, zoals com, hum en x. Ook kwamen er in dit deel nieuwe lagen bij, die de volgende veldnamen kregen: Scrobicularia laag, Zandlaag, Blub en Pikklei.

Bij de profielkuil opnamen (bijlage A) zijn ook de 'archo-stratigrafische' veldcodes (spoornummers) vermeld, die tijdens de opgraving aan de natuurlijke en antropogene lagen zijn toegekend; dit om de vergelijking tussen 'geo-stratigrafie en archo-stratigrafie' te vergemakkelijken. Met opzet is gekozen voor twee aparte 'stratigrafieën', dit om tijdens de opname van het geo-archeologisch profiel 'onafhankelijk' te kunnen werken. Bij vergelijking achteraf blijken de twee veld stratigrafieën goed op elkaar aan te sluiten, hetgeen een prettige constatering is (stratigrafieën zijn grotendeels uitwisselbaar).

De sedimentaire karakteristieken van de geo-stratigrafische lagen en sub-niveaus zullen hieronder beschreven worden. De opeenvolging van de beschrijving is van oud naar jong.

### Laag VII

Deze laag is alleen ontsloten in de kuilen A t/m E-F. De laag bestaat uit een kalkhoudende grijze klei met zandlaagjes. De klei bevat ca. 25% lutum. De zandlaagjes zijn lichtgrijs, zijn niet 'kronkelig' en lopen vrijwel horizontaal (met



uitzondering van kuil A). Naar onder toe neemt het aantal zandlaagjes toe. De zandmediaan van de zandlaagjes bedraagt ca. 100  $\mu\text{m}$ . In de afzettingen komen weinig schelpmateriaal voor (spoor). Schelpen in 'levenstand' zijn niet aangetroffen.

Op basis van het aantal zandlaagjes is een onderverdeling gemaakt:

VIIa: klei met weinig tot veel zandlaagjes (2-30%); de dikte van de zandlaagjes bedraagt 0.5 tot 1 cm.

VIIb: klei met zeer veel zandlaagjes / zand met zeer veel kleilaagjes (> 30%); de dikte van de zandlaagjes bedraagt 0.5 tot 2,5 cm.

In de lagen IV tot en met VI is de oorspronkelijke doorworteling geoxideerd. Wel is het doorwortel patroon hier nog te herkennen aan de roestverkleuringen. In de top van laag VII verdwijnt 'roestwortelverkleuring' en zijn de echte wortels bewaard gebleven (gereduceerde zone). De laag VII is zwak tot matig sterk doorworteld.

### **Laag VI**

Deze laag is ook alleen ontsloten in de kuilen A t/m E-F. De laag bestaat uit een kalkhoudende grijze klei met 'kronkelige' zandlaagjes. De klei bevat 20 - 30% lutum. Over de mate van 'kronkeligheid' bestond in het veld onzekerheid (discussie Vos – Beets op de videoband). Het vaststellen van 'kronkeligheid' is belangrijk omdat dit type gelaagdheid een indicatie vormt voor kwelderafzettingen (Van Straaten, 1954; Terwindt, 1988; Roep & Van Regteren Altena, 1988). Omdat de oeverwal ontwikkeling al vanaf laag VI begint (hfst. 3.1), – een oeverwal is een submileu binnen een kwelder – is besloten om in ieder geval de top van laag VI als kwelder te kwalificeren.

De zandlaagjes zijn lichtgrijs en de zandmediaan van de laagjes bedraagt ca. 100  $\mu\text{m}$ . In de laag komt weinig schelpmateriaal voor (spoor). De laag is niet verder onderverdeeld in sub-niveaus. De oorspronkelijke doorworteling komt tot uiting in het roestpatroon.

### **Laag V**

Deze laag is eveneens alleen ontsloten in de kuilen A t/m E-F. De laag bestaat uit een donkere vuilgrijze klei. De klei bevat 25% lutum en is kalkhoudend. In de kuilen A en B is de onderste zone van laag V sterker humeus ontwikkeld. Op basis van verschillen in humeusiteit is de laag in deze kuilen opgesplitst in Va en Vb, waarbij Vb humeuzer is dan Va.. Naar het oosten verdwijnt dit onderscheid. In de laag V zijn in het vlak ploegsporen aangetroffen.

### **Laag IV**

Deze laag is ontsloten in het westelijk deel van het profiel, in de kuilen A t/m H. De laag bestaat uit kalkhoudende, in het algemeen zandige klei met wisselende hoeveelheden 'kronkelige' zandlaagjes, plus één humeus laagje. De laag bevat schelpfragmenten (spoor).

In de kuilen C t/m E-F is de volgende onderverdeling gemaakt:

IVa: Zandige klei (8-10% lutum) zonder duidelijk herkenbare zandlaagjes

IVb: Zandige klei (10% lutum) met zwak ontwikkelde kronkelige zandlaagjes (mm schaal)

IVc: Humeuze laag, vuil donkergrijs en 1-1,5 cm dik.

IVd: Klei (25% lutum) met matig veel kronkelige, min of meer horizontaal gelaagde zandlaagjes (mm schaal).

Vanaf kuil A loopt de dikte van de laag IV in oostelijke richting op en de laag bereikt zijn maximum dikte (45 cm) in kuil E-F. In het oostelijk deel van de 20 m brede kuil E-F is te zien dat de sub-lagen naar het oosten gaan hellen ('wegduiken'). Ook in dit deel vindt binnen de top van de laag een truncatie (erosieve afsnijding) plaats. De hoek van de truncatie bedraagt 4°. Nog verder naar het oosten truncateert de laag IV geheel de oudere lagen V en VI.

### Laag III

Deze laag is ontsloten in de kuilen A t/m L. De laag bestaat uit een donkere vuilgrijze klei. De klei bevat 25% lutum en is kalkhoudend. Naar het oosten toe, voorbij kuil E-F, verandert het sedimentaire karakter van de humeuze klei (facies verandering).

In de kuilen A -E is de onderste zone van laag III sterker humeus en komen er vaak humeuze brokjes in voor. Op basis van humeusiteit en humeuze brokjes is de laag opgesplitst in niveaus IIIa en b. In het bovenste lichtere humeuze sub-niveau IIIa komen 'zandnesten' (nagel dikke zandinsluitels) in de klei voor en is in het vlak waargenomen dat deze laag geploegd is.

Oostelijk van de kuil E-F (tot en met kuil L waar de laag uit het profiel wegduikt) wordt de laag als geheel minder humeus en komen er meer zandlaagjes in voor.

Ook komen er ten oosten van kuil E-F enkele detritus en humeuze niveaus in de laag voor. De humus- en zandlaagjes (tevens tijdmarkers) hellen flauw in oostelijke richting (ca. 1°). Vanaf kuil I is het karakter van de laag zo veranderd dat de laag III x genoemd wordt.

In het oostelijk deel van kuil E-F, waar de lagen gaan 'wegduiken', zijn in de in de inmiddels lager gelegen en gereduceerde sub-laag III b rietstengels (plus rietdoorworteling) gevonden. Deze rietstengels worden in laag III b tot en met kuil I aangetroffen. Oostelijk, in de kuilen J, K en L, is alleen nog doorworteling waargenomen. De stengels geven aan dat tijdens de vorming van sub-laag III b heeft gegroeid aan de oostelijke zijde van de rug. Ook is in sub-laag III b van kuil E-F een slakkenniveau aangetroffen (Meijer, 2000).

### Laag II

Ook deze laag verandert facieel naar het oosten toe. Westelijk van de rug bestaat de laag uit een vrij zandige klei, met een lutum percentage van 15 – 20%. De klei is lichtgeel grijs met roestvlekken en is kalkhoudend. De klei is vrij homogeen, alleen aan de basis van de laag komen in een aantal kuilen (A en C) zwak ontwikkelde kronkelige zandlaagjes voor. Opvallend is dat de laag in de richting van de rug steeds dunner wordt en uiteindelijk ter hoogte van kuil E-F geheel uit het profiel verdwijnt. In het vlak en ook in het profiel zijn geen aanwijzingen gevonden die er op wijzen dat de laag ter hoogte van kuil E-F weggegraven is.

Aan de oostkant van de rug (oostelijk deel kuil E-F) komt de laag weer terug in het profiel. Het karakter van de laag is echter sterk veranderd. De klei bevat veel meer zandlaagjes. De klei is kalkhoudend en het lutumpercentage is 20-25%. Twee sub-niveaus worden in het oostelijk deel onderscheiden: IIb, klei met mm dunne

kronkelige zandlaagjes en II complex, klei met wisselend meer en minder kronkelige zandlaagjes (kleiige en zandige zones). In de zandige zones kunnen de zandlaagjes 2 cm dik worden. Oostelijk van kuil P bevat laag IIb meer zandlagen en ontstaat een meer 'lenticular bedding' achtige gelaagdheid. Net als in laag III hellen de zandlaagjes flauw in oostelijke richting. De hellingshoek bedraagt ca. 1°. Doordat de laag III in het oostelijk deel steeds minder humeus wordt, gaan de lagen II en III steeds meer op elkaar lijken.

#### Scrobicularia laag (of 'sandy layer')

Oostelijk van kuil L wordt op de laag II een zeer zandige kalkhoudende klei laag met een lutum percentage van 8 – 10%; aangetroffen. Soms is het lutum percentage zelfs beneden 8% en wordt de laag tot de categorie kleiig zand gerekend. De mediaan van de zandfractie ligt tussen 100 – 120  $\mu\text{m}$ . De laag bevat veel dubbelkleppige slijkgapers in 'levenspositie' (*Scrobicularia plana*). De laag is sterk gebioturbeerd: het sediment is sterk omgewoeld door de mariene bodemfauna waardoor sedimentaire structuren niet of nauwelijks meer te herkennen zijn. Verder bevat de laag enkelvoudige kleppen en fragmenten van de schelpensoorten *Cerestoderma edule* en *Mytilus edule* (kokkel en mossel).

De *Scrobicularia* laag wordt naar het oosten steeds dikker (> 2.5 m; kuilen T en U). Waar de laag dikker wordt (1.0 m) komen in het onderste deel minder *Scrobicularia*'s in levenspositie voor. Sediment structuren komen door de afnemende bioturbatie in de onderste zone beter tot uiting (zand / kleilaagjes). De *Scrobicularia* laag en laag II zijn in het veld goed van elkaar te scheiden. Alleen tussen kuil L en M, waar de *Scrobicularia* laag uitwigt, is het onderscheid tussen de lagen moeilijk te maken. *Scrobicularia*'s verdwijnen daar uit de laag en ook de pikklei snijdt een deel van de afzettingen af. Het lijkt er op dat de *Scrobicularia* laag tussen kuil K en M facieel overgaat in de top van laag II. Stratigrafisch wordt daarom de *Scrobicularia* laag onder laag I geplaatst.

#### Laag I

Laag I komt voor in de kuilen A-L en bestaat uit een vrij zandige klei (10-20% lutum), die - in tegenstelling tot de vorige lagen - kalkloos is. De laag bevat veel roestvlekken en bruin zwarte ijzerconcreties. Sedimentaire structuren worden in de laag niet aangetroffen. Binnen de laag worden twee sub-niveaus onderscheiden. De bovenste sub-laag Ia is iets lichte van textuur (10-15% lutum) en in het algemeen iets lichter van kleur dan de onderste sub-laag Ib. De grens tussen de twee sub-lagen is een archeologisch belangrijk niveau. Uit het onderzoek aan de opgravingsvlakken is gebleken dat de top van laag Ib het oppervlak vormde in de Late IJzertijd (Ia).

In tegenstelling tot de lagen II en III verandert het karakter van de laag I oostelijk van de rug nauwelijks. De laag I wordt in kuil L afgesneden door de Pikklei laag en wordt in oostelijke richting verder niet meer aangetroffen. Laag I wordt stratigrafisch gekoppeld aan de Zandlaag die in de kuilen Q – U op de *Scrobicularia* laag ligt; ook deze laag is kalkarm/loos.

#### Zandlaag

Zoals de veldnaam al zegt bestaat deze laag uit zand. Het zand is kalkloos tot kalkarm. De zandmediaan bedraagt 160  $\mu\text{m}$  en de spreiding is klein ('goed

gesorteerd zand'). De kleur van het zand is geelgrijs. De top van de zandlaag (onder het veen) is humeus en voelt het zand kleiig aan.

Tussen kuil P en Q wigt de Zandlaag uit. De grenzen van deze overgang zijn moeilijk waarneembaar door de koeienpoten vertrapping, die voorkomt aan de basis van de Blub.

### **Blub**

Blub is de veldnaam voor de bruine organogene (humeuze) klei, met een lutumpercentage van ca. 35 %, die oostelijk van de rug in een langgerekte baan in de opgravingsvlakken aanwezig was. Aan de basis van de Blub zijn afdrukken van koeienpoten gevonden.

### **Veen**

Veen is alleen aangetroffen in het laaggelegen oostelijk deel van het profiel (kuilen Q-U). Het veen is bruin en bestaat hoofdzakelijk uit riet. De top van het veen is geoxideerd en zwart (oxidatielaag). In deze zone worden geen herkenbare planten resten aangetroffen. De oxidatielaag is ook gevonden in kuil J en K. Elders is de laag mogelijk wel aanwezig geweest maar is deze niet meer herkenbaar door opname de bouwvoor.

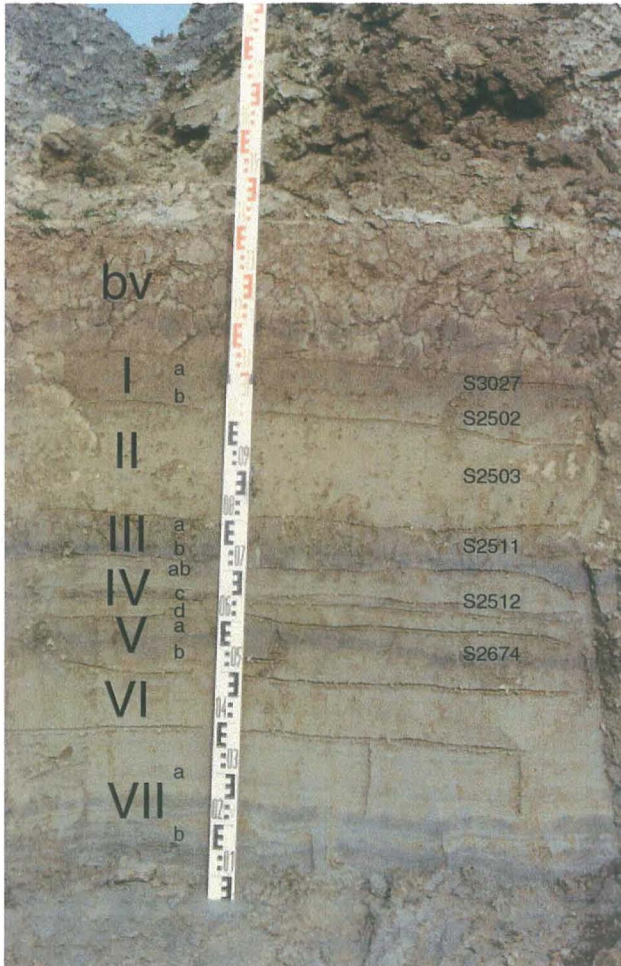
### **Pikklei**

Pikklei is de oude bodemkundige naam voor de zware, stugge, groengrijze, kalkloze, Middeleeuwse kleilaag, die aan het oppervlak van onder andere de Broekpolder en het westelijk deel van de Assendelverpolders wordt aangetroffen. Deze laag ligt als een deken over de oudere afzettingen heen. De dikte van de Pikklei laag ligt veelal tussen de 0.20 – 0.45 m.

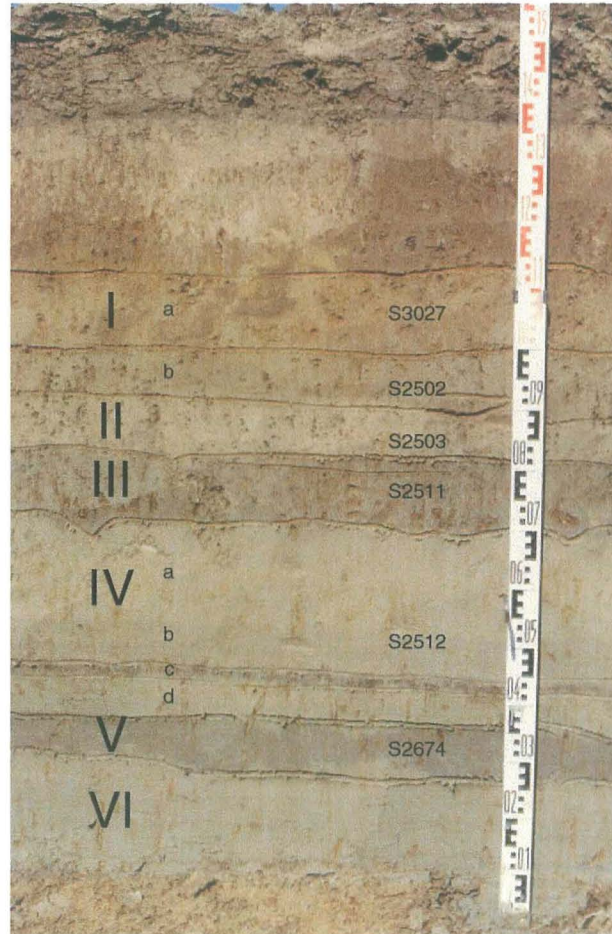
### **Bouwvoor**

De Bouwvoor is de verstoorde geploegde top van het profiel. De Bouwvoor bestaat overwegend uit pikklei; ter hoogte van de rug ook is materiaal van laag I in de Bouwvoor opgenomen.

## Kuil B

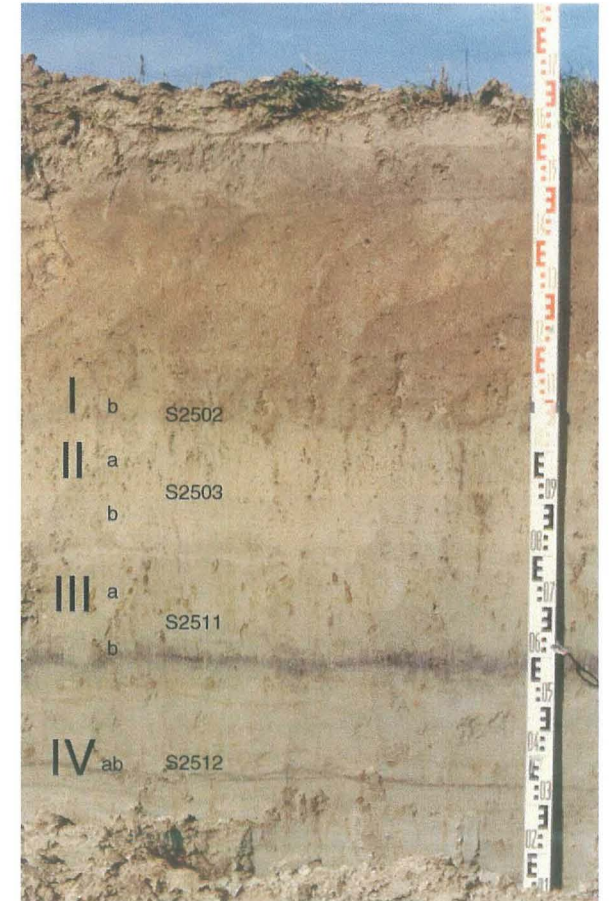


## Kuil E



## Kuil F

*achter pag: 10*



Figuur 3: Profielkuilen B, E en F, met daarin aangegeven de geo- en archeostratigrafische laagnummers (zie ook: Bijlage A)

### 3 Geo-archeologisch profiel (bijlage B)

Het geo-archeologisch profiel bestaat niet uit een aaneengesloten doorsnede.

Tussen de kuilen P en O zit een sprong naar het zuiden (figuur 1 en 2). Vanwege deze sprong is het profiel opgesplitst in twee delen: profiel Broekpolder 1A (kuilen A-O) en profiel Broekpolder 1B (kuilen P-U).

De gebruikte horizontale en verticale schalen zijn in het geo-archeologische profiel van bijlage B niet gelijk (dit in tegenstelling tot de afzonderlijke profielkuilopnamen van bijlage A). De schaalverhogingsfactor (horizontale schaal / verticale schaal) van het profiel bedraagt 50. Door de schaalverhoging (of 'verticale overdrijving') komen de relief verschillen in het profiel beter tot uiting.

De profiellijn staat niet geheel loodrecht op de as van de rug waarop het beschermde monument ligt (figuur 1). De hoek tussen de profiellijn en de as van de rug bedraagt ca. 65 graden.

Grenzen die in het veld zijn waargenomen zijn in het profiel getekend met een doorlopende zwarte lijn. Grenzen die in het veld niet waren ontsloten en de grenzen die in de profielontsluiting niet goed waar te nemen waren zijn aangegeven met een gestippelde zwarte lijn.

De volgende archeologische niveaus zijn met symbolen in het profiel weergegeven: ploeglagen, greppel/sloot niveaus uit de Midden-, Late- en Romeinse IJzertijd (mia, lia, en ria), nederzetting (lia) en koeienpoot (ria) afdrucken. Vaak zijn de archeologische sporen in het vlak duidelijker herkenbaar dan in het profiel (ploegsporen in laag I, II, III en V).

#### 3.1 Ontstaan van de rug

Het geo-archeologisch profiel laat duidelijk zien hoe de rug tijdens de verschillende afzettingsfasen is opgebouwd. De volgende conclusies kunnen op basis van het profiel worden getrokken:

- De rug is een oeverwal die gevormd is naast een grote voormalige getijde geul. De met sediment opgevulde paleo-geul vormt nog steeds een laagte in het landschap.
- De opbouw van de oeverwal begint reeds tijdens de afzetting van laag V en VI. Het hoogteverschil bedraagt 10 –15 cm. Mogelijk is de oeverwal tijdens deze fase groter en hoger geweest. Dit is echter niet meer te achterhalen, omdat de getijde geul, tijdens de vorming van laag IV, een deel van de lagen V en VI heeft opgeruimd.
- Een duidelijke oeverwal van 35 cm hoog wordt opgebouwd tijdens vorming van laag IV. Tijdens de afzetting van laag IV is een deel van de oorspronkelijk gevormde wal aangesneden door de in westelijke richting migrerende geul (truncatie in de top van laag IV).
- Tijdens de eindfase van de afzetting van laag IV gaan de geul / oeverwal zich in oostelijke richting uitbreiden. Deze uitbouw zet zich door tot aan de vorming van de Zandlaag.
- Tijdens deze uitbouw -en met name tijdens de vorming van de lagen I en II - wordt de oeverwal hoger en breder.

- Opvallend is dat de wal/geul sequentie naar de top zandiger wordt ('coarsening upward' sequentie): de lagen VII t/m de Zandlaag bevatten gemiddeld steeds meer zand.
- Het profiel doorsnijdt niet de hele paleo-geul. De oostelijke 'stootover' is niet bereikt.

## 4 Profielreconstructies (bijlage C)

### 4.1 Basisgegevens en uitgangspunten

In deze paragraaf worden kort de basisgegevens en uitgangspunten besproken die gebruikt zijn bij de profielreconstructies.

#### De sjabloon

Het geo-archeologisch profiel vormt het belangrijkste basis element voor de reconstructies. Dit profiel wordt gebruikt als 'sjabloon' voor het weer te geven lagenpatroon in de verschillende reconstructies. Voor het overzicht is besloten om de profielreconstructies als één geheel weer te geven en de verspringing in het profiel buiten beschouwing te laten. Daarom zijn voor de profielreconstructies de deelprofielen Broekpolder 1 A en B aan elkaar gevoegd. Omdat de twee deelprofielen elkaar enigszins overlappen, mede gelet op de as van de rug, is kuil O bij het samengevoegde profiel komen te vervallen en sluit kuil P direct aan op kuil N.

#### Milieu van afzetting

Het geo-archeologisch profiel toont duidelijk de algehele landschappelijke setting van de site: het betreft een kwelder milieu waar zich een oeverwal (de rug) heeft gevormd langs een geul die tijdens de laatste fase in oostelijke richting uitbouwt en dichtslibt. Omdat het geo-archeologische profiel niet dieper reikt dan max 3 m – NAP zijn de 'echte' (sub-getijde) dieper liggende geulafzettingen slechts in beperkte mate ontsloten. In hoofdzaak komen in het profiel de kwelder (supra-getijde) en wadden (intergetijde) afzettingen voor. De overgang van wad naar kwelder en het paleo-zoutgehalte is gereconstrueerd met behulp van sedimentaire structuren, micromorfologie, diatomeeën en mollusken. De belangrijkste milieuconclusies uit de het micromorfologische, diatomeeën en mollusken rapporten zullen kort worden samengevat.

*Micromorfologie (Kooistra, 2000).*

Sectie E-F/1:

Toplaag VI (1.30 – 1.28 m – NAP): Kalkrijke, hoog opgeslibde, zandige, onbegroeide, mariene afzetting, die vergelijkbaar is met een hoge slik- of zandplaat, waarin fragmenten van verkoold organisch materiaal aanwezig zijn. De verkoold fragmentjes organisch materiaal zijn afkomstig van een verbrande kruidvegetatie.

Laag V (1.28 – 1.18 m – NAP): Vergelijkbaar met toplaag VI, maar meer gelaagde afzetting.

Laag IVd (1.18– 1.09 m – NAP): Vergelijkbaar met toplaag VI, maar hoger opgeslibd.

Laag IVc (1.09 – 1.07 m – NAP): Stormvloedlaagje met een hoog gehalte aan organisch materiaal dat zwart gekleurd is door de aanwezigheid van polysulfiden en/of clusters van framboïdale pyrietbolletjes. Dit laagje ligt op de overgang van onbegroeid sediment naar een open vegetatie.



Laag IVa/b (1.07 – 0.76 m –NAP): Begroeide kalkrijke, gelaagde mariene, zandige klei, die te vergelijken is met een laag schor, eventueel nog met open plekken.

Laag III (0.76 – 0.67 m –NAP): Grotendeels begroeide, kalkrijke, zwak gelaagde mariene, zandige klei, die te vergelijken is met een begroeide schor net onder gemiddeld hoogwater, vlak bij een kreek/geul.

Laag IIb (0.67 – 0.61 m –NAP): Kalkloze, begroeide, mariene zavel, die te vergelijken is met een schor dat net boven gemiddeld hoogwater ligt.

Laag I b (0.61- 0.50 m –NAP): Kalkloze wat zandigere zavel dan in laag II b. Begroeid marien sediment dat te vergelijken is met een hoog opgeslibd schor dat boven gemiddeld hoogwater ligt, in de buurt van een kreek/geul. Afzetting ligt in het bereik van de huidige vegetatie.

Laag Ia (0.50 – 0.34 m –NAP): In essentie hetzelfde hoog opgeslibde sediment als laag Ib.

#### Sectie E-F/2:

Laag IV a/b (1.16 – 1.12 m –NAP): Kalkrijke, zwak gelaagde, fijnzandige, mariene, getijde-afzetting, vergelijkbaar met een hoog opgeslibd, onbegroeid schor in een marien getijden gebied.

Laag III b (1.12 – 1.04 m –NAP): Kalkrijke, sterk gelaagde, mariene getijde-afzetting, bestaande uit afwisselend fijnzandige en kleirijke lagen. Onbegroeid schor tegen begroeiing aan.

Laag III a (1.04 – 0.84 m –NAP): Kalkrijke, kleirijke begroeide mariene afzetting, vergelijkbaar met een situatie gelegen net onder gemiddeld hoog water.

Laag II b (0.84 – 0.73 m –NAP): Hetzelfde type afzetting als laag III a, maar iets zandiger. Dit wijst op een ligging in de buurt van een aanvoerbron van sediment.

Laag II a (0.73 – 0.58 m –NAP): Verdere opslibbing vorige lagen. Situatie vergelijkbaar met een ligging rond gemiddeld hoogwater. Kalkrijk, iets zandiger dan laag II b, met lichte vlekken van een latere oxidatie van ijzer en mangaan.

Laag I b (0.58 – 0.38 m –NAP): Iets hogere opslibbing tot net boven gemiddeld hoogwater. Hier heeft een afwisseling van oxidatie en reductie van sulfiden/pyriet plaatsgevonden waarbij sterk zwavelzuur gevormd is. Het zwavelzuur heeft de kalk in de afzetting geheel opgelost.

#### *Diatomeeën (De Wolf, 2000)*

De monsters uit de secties D en E-F/1 bevatten geen of een spoor aan diatomeeën (alleen brokstukken). Ook Sectie E-F/2 bevat geen of is arm aan diatomeeën.

Alleen het onderste monster in sectie E-F/2 (1.45 cm –NAP) is rijk aan diatomeeën. Het gegeven dat de onderzochte afzettingen niet of nauwelijks diatomeeën bevatten, houdt in dat tot grote diepte de sedimenten zijn ontkiezeld.

De ontkiezeling heeft grotendeels plaats gevonden tijdens, en vlak na de vorming van de afzettingen en is niet het gevolg van recente bodemvorming. De meest waarschijnlijke verklaring voor de ontkiezeling is dat de kweldervegetatie het relatief makkelijk oplosbare reactieve kiezel van de diatomeeën heeft opgenomen.

Interessante (autochtone) soorten die in sectie E-F/1 zijn aangetroffen, zijn:

- Bouwvoor (0.15 – 0.35 m –NAP): *Hantzschia amphioxys*, *Navicula mutica* en *Pinnularia borealis*. Deze soorten zijn kenmerkend voor een zoet tot licht brakke vochtige bodem met een laag nitraat en fosfaat gehalte. Omdat deze monsters uit de bouwvoor komen, is het waarschijnlijk dat deze soorten afkomstig zijn uit de Pikklei.

- Laag III (1.05 m –NAP): Dit monster bevat de (autochtone) soorten *Nitzschia navicularis*, *Nitzschia vitrea* en *Diploneis interrupta*. Deze soorten zijn kenmerkend voor brakke supragetijde condities (begroeide kwelder).
- Laag IVa/b (1.45 m –NAP): Dit monster bevat grotendeels allochtone soorten, afkomstig uit zowel een vol marien (zijn dominant) als een zoet (o.a. *Cocconeis placentula* en *Fragilaria construens*) milieu. Het sediment van dit monster is afgezet in een getijde geul waardoor ook zoetwater uit het achterland naar zee stroomde. Tijdens hoge zoetwaterafvoer kan het zoutgehalte dalen naar 1000 – 5000 mg Cl/l.

#### *Mollusken*(Meijer 2000)

Het mollusken monster is genomen uit laag III, kuil E-F op 1.03 m –NAP (v2893). De mollusken fauna valt uiteen in een land- en in een mariene component. De landcomponent bestaat uit 4 soorten die in dezelfde associatie passen. Al het landmateriaal heeft vergelijkbare preservatiekenmerken. Er wordt daarom vanuit gegaan dat er sprake is van een (par)autochtone fauna die min of meer in situ aanwezig is. *Vallonia pulchella* en *Succinea elegans* zijn de dominante soorten. Zij wijzen op een vochtig/nat open terrein. Er is geen permanente schaduw op de plek van bemonstering geweest. Van de andere twee taxa wijst *Arianta arbustorum* op licht beschutte vrij vochtige biotopen in (verspreid voorkomende) bosjes, een heesterbegroeiing en/of een oeverbegroeiing zoals een rietkraag. De *kleine Limacidae* (naaktslakken) zijn niet tot op soort te determineren. In het algemeen worden vochtige biotopen geprefereerd. De meest waarschijnlijke biotoop waarin deze associatie heeft geleefd is een oeverbegroeiing op vochtige tot natte bodem waarin riet een hoofdrol speelt.

De tweede molluskenfauna-component bestaat uit 'broedval' van mariene soorten. Hierbij sluiten zich enkele andere mariene diergroepen aan (*Ostracoda*, *Foraminifera*, *Hydroidea*). Op de monsterplaats zijn de broedvalstadia niet uitgegroeid tot volwassen individuen. Ook juveniele exemplaren ontbreken. Er is ter plaatse dus geen geschikt biotoop geweest voor deze mariene elementen. Deze component wijst daarom alleen op nabije invloed van zout water. Uit het voorkomen van de landsoorten is duidelijk dat de bodem niet zeer zout geweest kan zijn. Er moet daarom eerder aan een zoet tot zwak brakwater milieu gedacht worden met een verbinding op enige afstand naar zee.

#### **Ouderdom van de lagen**

De ouderdom van de lagen in het profiel is bepaald aan de hand van archeologisch gedateerde niveaus en <sup>14</sup>C gedateerd organisch materiaal afkomstig uit de diverse lagen.

In totaal zijn tijdens de opname elf <sup>14</sup>C monsters genomen. Het rietstengel monster (v2845) is helaas tijdens de uitwerking van het materiaal niet meer terug gevonden. De vier humeuze klei monsters (v2464, laag III, kuil C; v2463, laag IV c, kuil C; v2362, laag V, kuil C; en v2892, laag III b, kuil E-F) blijken aanzienlijke hoeveelheden omgewerkte oudere koolstof in het totale koolstof residue te bevatten. Dit is af te leiden uit de veel te oude dateringen van de *leach residues* tot meer dan 6000 BP. Het meer oplosbare *humic acid* bevat in het algemeen minder oud omgewerkt organisch materiaal omdat het minder stabiel is dan de oudere organische componenten. Daarom geven de *humic acid fraction* bepalingen meer realistische waarden, hoewel ook deze onzeker zijn (Grootes, 2000). Omdat de

humic acid bepalingen, verricht aan de monsters v2464 en v2362, meer 'realistische' waarden geven, zijn deze getallen opgenomen in de 14Clijst van tabel 1.

Tabel 1: 14C dateringen van monsters genomen uit de stratigrafische lagen van het Broekpolder profiel '99 (Grootes, 2000)

Sample name	Analysed fraction	Strat. layer / kuil	Depth m NAP	KIA Nr.	•13C [p.mil]	Age [BP]	Calibrated age, 2 sigma (max – min)	Calibrated age, best guesst
WWBP 99 V2362	Humic layer, Sediment, humid acids, 1,8 mg C	V / C	- 1.32	9492	-25,29	3430 ±35	Cal BC: 1876 - 1636	Cal BC: 1707
WWBP 99 V2362	Humic layer, Sediment, Humic Acids, 0,4 mg C	III / C	- 1.09	9490	-31,17	2605 ±50	Cal BC: 831 - 594	Cal BC: 798
WWBP 99 V2694	Phragmites fragment	Veen / U	- 165	9493	-25.48	1465 ±35	Cal AD: 537 - 657	Cal AD: 603
WWBP 99 V2692	Shell, Scrobicularia	SL/U	- 285	9489	-6,14	2213 ±37*	Cal BC: 400 - 254	Cal BC: 361
WWBP 99 V2669	Shell, Scrobicularia	SL / S	- 202	9486	-6,22	2460 ±27*	Cal BC: 770 - 628	Cal BC: 740
WWBP 99 V2693	Shell, Scrobicularia	SL /U	- 186	9495	-3,88	2343 ±26*	Cal BC: 595-398	Cal BC: 500
WWBP 99 V2668	Shell, Scrobicularia	SL / S	- 175	9487	-5,77	2338 ±27*	Cal BC: 589 – 384	Cal BC: 491
WWBP 99 V2695	Shell, Scrobicularia	SL /O	- 150	9488	-12,72	2206 ±32*	Cal BC: 393 – 257	Cal BC: 357

\*: Correctie van 402 jaar toegepast voor het 'reservoir effect'

De archeologische niveaus die in het geo-archeologisch profiel voorkomen zijn als volgt gedateerd:

- Niveau binnen sub-laag IIcom: Mia (Middle Iron Age): ca. 400-300 voor Chr.
- Grensniveau tussen sub-laag Ia en Ib: Lia (Late Iron Age): ca. 200-0 voor Chr.
- Basis Bouwvoor, top laag I: Ria (Roman Iron Age): ca. 0-200 na Chr.
- Basis Blub: Koeienpoten (Roman Iron Age): ca. 0-200 na Chr.

De ploegsporen in laag III en V konden niet archeologisch worden gedateerd omdat geen (geschikt) vondstenmateriaal in deze lagen is aangetroffen.

### Het Assendelver referentie kader

De geologische ontwikkeling is dank zij de uitgebreide opgravingen in het kader van het Assendelverpolder project in begin jaren '80 en recentelijk in het kader van de aanleg van de Vinex locatie goed bekend (Vos, 1983 en 1985; Brandt e.a., 1987, Therkorn e.a., 1997). Op grond van de veenontwikkeling en mariene kleidekken over het veen zijn 'actieve en minder actieve' fasen binnen de wordingsgeschiedenis van het Oer-IJ worden herkend.

In tabel 2 zijn de (hierboven) gedateerde lagen uit het Broekpolderprofiel afgezet tegen de landschappelijke gebeurtenissen in de Assendelverpolders voor de periode tussen 1000 – 0 voor Chr. De proceskennis, opgedaan in de Assendelverpolder studies, is gebruikt bij de reconstructie van getij – en overstromingshoogtes in de Broekpolder tussen 1000 – 0 voor Chr. (volgende sectie).

Tabel 2: Het Assendelver-referentiekader

Jaren voor Chr.	Events in het Assendelverpolder gebied	Processen in het Oer-IJ gebied	Lagen in het Broek-polder profiel
± > 1000	Vorming mariene kleilaag onder huis Q. 'Rietveenwig' breidt zich in oostelijke richting uit over het oligotrofe veen.	<u>Actieve mariene fase.</u> Grote getijslag in het estuarium. Hoge extreme waterstanden; niet alleen veroorzaakt door de mariene activiteit, maar ook door zoet 'drangwater' uit het IJsselmeergebied	IV
± 1000 – 850	Rietveen in de Assendelverpolders breidt zich in westelijke richting uit over de mariene Oer-IJ afzettingen (rietveen op klei; onder huis Q).	<u>Rustige mariene fase.</u> Opslibbing en overvening van de Assendelftse Oer-IJ randzone. Veen randzone wordt geregeld gevoed met voedselrijk water door afwateringsproblemen	III
± 850 – 800	Oligotrofe veenvorming aan de veenrand van het Oer-IJ (oligotroofveen op rietveen op klei; onder huis Q).	<u>Rustige mariene fase.</u> Delen van het randveen worden niet meer overstroomd (relatieve daling EHW)	III
± 800 – 750	Permanente bewoning (vlaknederzetting) op oligotroof veen op rietveen op klei; onder huis Q	<u>Rustige mariene fase.</u> Delen van het oligotrofe randveen worden ontwaterd: natuurlijk (vergroting krekken) en kunstmatig (sloten).	III
± 750 – 600	Overstroming huis Q, vergroting/insnijding van de getijde geulen en krekken	<u>Actieve mariene fase.</u> Vergroting van het kombergingsgebied door	II

	(o.a. site F). Rietveen vorming in de veen-randzone.	daling van het veen/klei gebied als gevolg van ontwatering en autoloading. Door de toename van het getijvolume in het Oer-IJ worden ook de geulen en de getijslag groter, en stijgt het EHW niveau. Als gevolg van het laatste proces wordt de veen-randzone regelmatig overstroomd.	
± 600 – 400	Geleidelijke opslibbing van het Oer-IJ (o.a. Scrobicularia laag in het zuidwestelijk deel van de Uitgeesterbroekpolder). Rietveen vorming in de veen-randzone.	<u>Omslag in de mariene fase.</u> Rond 600 voor Chr. ontstaat er een evenwichtsituatie tussen enerzijds vergroting van het getijvolume door (natuurlijke) en drainage en autoloading en anderzijds verkleining van het volume door sedimentatie. Na ca. 600 voor Chr. wordt het opslibbingsproces sterker dan het dalingsproces. Het getij volume wordt geleidelijk kleiner. Daardoor nemen ook de geul groottes af, wordt de getijslag verkleind, en daalde het EHW .	II / SL
± 400 – 300	Opvulling van de kwelderkreken (bot in basis restvulling site N). Begin oligotrofe veenvorming op rietveen in de veen-randzone (onder site O/R).	<u>Afloop actieve mariene fase.</u> Het proces van opslibbing en de daaraan gekoppelde daling van de hoogwaterstanden gaat door. Delen van de veen-randzone worden niet meer overstroomd met voedselrijk water en de oligotrofe veenontwikkeling begint.	II / SL
± 300 – 200	Permanente bewoning (vlaknederzetting) naast en op de oligotrofe veenontwikkeling in de veenrandzone (o.a. site L en O/R). De kleiige kwelders worden nog niet bewoond.	<u>Afloop actieve mariene fase.</u> Het proces van opslibbing en de verlaging van de hoogwaterstanden zet verder door en de kwelders worden minder frequent overstroomd. Door het graven van sloten worden delen van de veen-randzone bewoonbaar.	I / Z
± 200 – 0	Doorgaande bewoning (vlaknederzetting) in de	<u>Fase van de incidentele stormvloed.</u> Kwelders worden	I / Z

	veen randzone. Stormzandlaagjes in de top van de Oer-IJ kwelder klei.	nog slechts een enkele keer overstromd. Het zeegat voor de kust is vrijwel gesloten. Alleen tijdens extreme stormen breekt de zee nog door in het Oer-IJ gebied en worden grote hoeveelheden zand van het mondings en duinengebied het Oer-IJ in gestuwd.	
0-200 na Chr.	Permanente bewoning (vlaknederzetting) op de kwelderafzettingen (o.a. site N, P, en F) en op het veen in de veen-randzone (o.a. Therkorn, et al., 1997).	De zoete landfase. De strandwal voor de kust heeft het Oer-IJ van de zee afgesloten en er is geen mariene invloed meer merkbaar in het achterland van het Oer-IJ. Dit gebied watert af naar zee via het IJsselmeergebied.	Blub

### Reconstructie getij – en overstromingshoogtes

Uitgangspunt bij de reconstructie van de zeespiegelstanden tussen 1000 – 0 voor Chr. is de gekalibreerde zeespiegelcurve voor de Hollandse kust van Van de Plassche & Roep (1989), figuur 4a. Deze curve is voor een belangrijk deel gebaseerd op hoog- en laagwater kenmerken uit de Hollandse kustsequentie. De gereconstrueerde MHW, MSL en MLW curves geven de waterstanden op een bepaald tijdstip voor de Nederlandse kust. In estuaria, zoals het Oer-IJ, zijn deze waterniveaus aan verandering onderhevig. Een belangrijke factor is de bodemweerstand. Indien de opening naar zee klein is, ontmoet de inkomende getij golf direct veel weerstand en wordt deze gedempt. Hierdoor neemt de getijslag af, hetgeen inhoudt dat het MHW niveau daalt en het MLW niveau stijgt. Indien het zeegat klein is, zijn ook de stormvloedhoogtes beperkt. Tijdens stormen kan door het zeegat maar een beperkte hoeveelheid water binnen dringen.

In de Broekpolderreconstructies is rekening gehouden met de vervormingen van het getij in een estuarium. Tijdens 'rustige' periodes – gebaseerd op het Assendelver-referentiekader – is de getijslag gereduceerd t.o.v. de grafiek van Van de Plassche & Roep, 1989 en wordt het EHW niveau verlaagd. Tijdens de actieve fasen wordt de getijslag vergroot en stijgt het EHW. De hypothetische curven voor de Broekpolder zijn grafisch weergegeven in figuur 4b en de gebruikte waterstanden per reconstructie worden gegeven in tabel 3.

Tabel 3: Waterstanden en het laagste kweldervegetatie niveau in de Broekpolder, voor de tijdstippen 1000, 800, 600, 400 200 en 0 voor Chr; gereconstrueerd op basis van figuur 4b.

Profiel reconstructie	Gemiddeld laag water (GLW) [m. NAP]	Gemiddeld hoog water (GHW) [m. NAP]	Basis kwelder-vegetatie [m. NAP]	Extreem hoog water (EHW) [m. NAP]
0 voor Chr.	--	--	--	- 0.65**
200 voor Chr.	- 0.90	- 0.70	- 0.90	- 0.50*
400 voor Chr.	- 1.60	- 0.55	- 0.75	+ 0.10
600 voor Chr.	- 1.95	- 0.35	- 0.55	+ 0.55
800 voor Chr.	- 1.65	- 0.90	- 1.10	- 0.25
1000 voor Chr.	- 2.25	- 0.80	- 1.00	+ 0.05

\* : Tijdens exceptionele vloed hoger

\*\* : Geen getij invloed meer in het Oer-IJ systeem

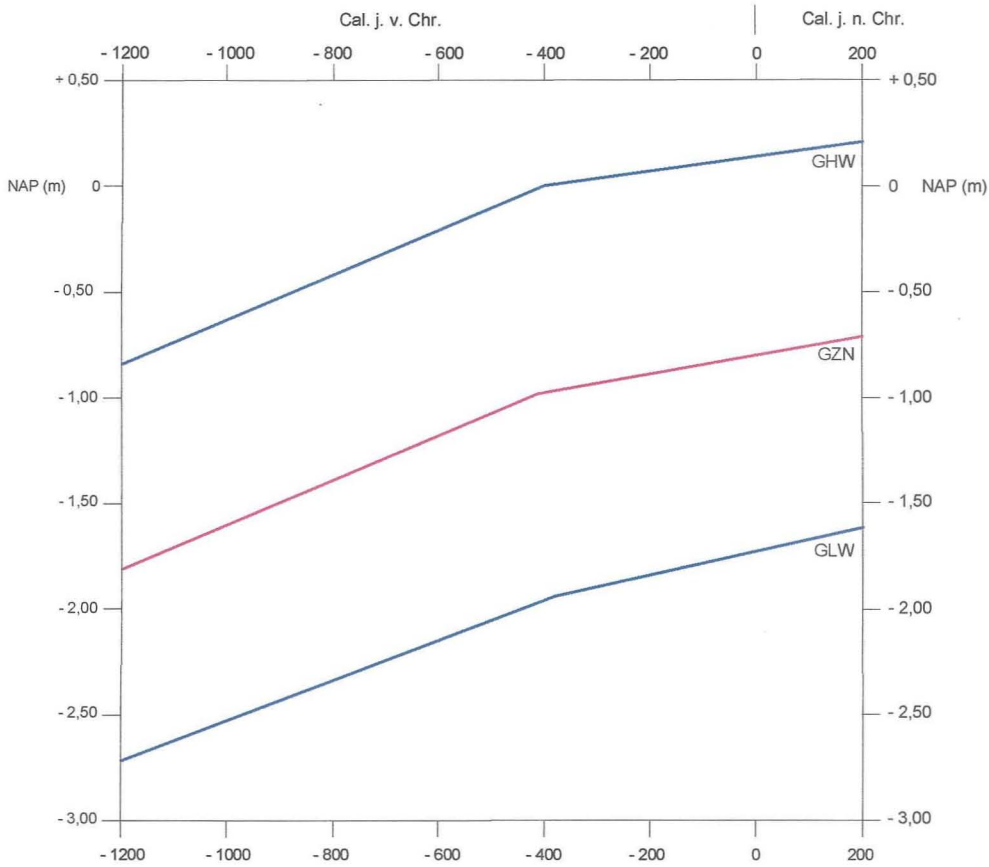
### Compactie

Een belangrijk referentie niveau voor de compactie zijn de ‘Romeinse’ koeienpoot afdrucken aan de basis van de blub. De afdrucken geven aan dat de koeien in een vrij drassige omgeving liepen, rond of net iets boven het waterpeil in de restgeul; gereconstrueerd op 0.65 cm –NAP (tabel 3).

De basis van de blub ligt in het profiel op max op 1.40 –NAP. Dit betekent dat tussen de Romeinse tijd – heden de basis blub met 75 cm is gezakt. Aangenomen wordt dat de relatief snel gevormde (overwegend) geulafzettingen in het oostelijk deel van het profiel sterker gezakt zijn dan de langzamer gevormde (overwegend) kwelderafzettingen in het westelijke deel. De compactie van de westelijke kwelderafzettingen na de Romeinse tijd is geschat op 30 cm.

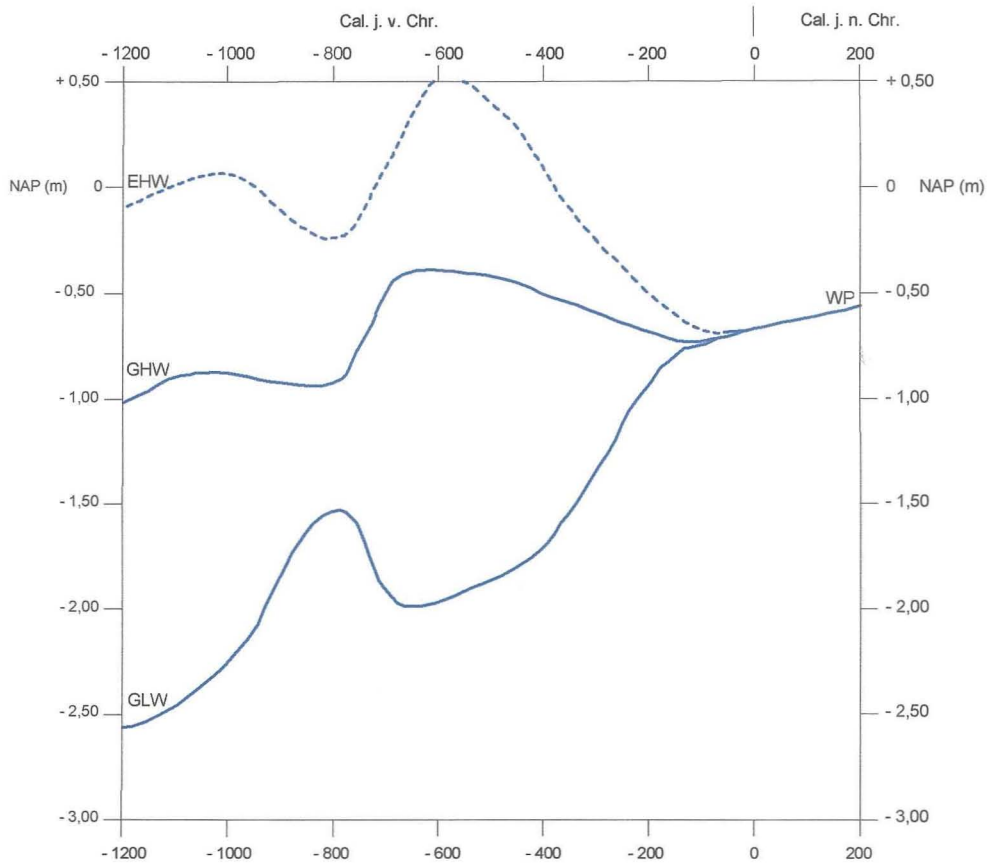
Bij de reconstructies in de periode 1000 – 0 voor Chr. is rekening gehouden met een algehele zetting van 2,5 cm per 200 jaar. Dit betekent dat in de profielreconstructie van 1000 voor Chr., in het westelijke deel, rekening gehouden is met 40 cm compactie; of wel: de top laag IV ligt in de reconstructie van 1000 voor Chr. 40 cm hoger dan in het opgenomen geo-archeologisch profiel; of wel: in de 1000 voor Chr. reconstructie is het ‘sjabloon’ 40 cm omhoog geschoven.

4a



Achter pag: 24

4b



**Figuur 4a:** Zeespiegel curves van gemiddeld hoogwater(GHW), gemiddeld zeeniveau(GZN) en gemiddeld laagwater(GLW), gebaseerd op hoog- en laagwaterkenmerken uit de strandwallen voor de Hollandse kust (naar Van de Plassche en Roep, 1989)

**Figuur 4b:** Gereconstrueerde zeespiegelcurves voor het Oer-IJ estuarium (zie hfst. 4). EHW is extreem hoogwater; WP is het waterpeil in de geul nadat het getij in het Oer-IJ systeem is weggevallen



## 4.2 Toelichtende beschrijving bij de profielreconstructies

### 1000 voor Chr.

De profiel reconstructie begint 1000 v Chr, aan het eind van een actieve mariene fase die in oude stratigrafische termen ook wel de Duinkerke 0 wordt genoemd. In de reconstructie wordt er vanuit gegaan dat tijdens deze actieve mariene fase de zandige oeverwalafzettingen van laag IV zijn gevormd. Absolute dateringen uit de laag IV ontbreken, de ouderdom is geschat op basis van de 14C gedateerde humeuze lagen III en V onder en boven laag IV (v2462 en 2362; tabel 1) en het Assendelft referentie kader (tabel 2). De truncaties die in laag IV zijn gevonden geven aan dat een deel van laag IV en de oudere lagen V t/m VII zijn geërodeerd door de getijde geul die in die tijd zich in westelijke richting uitbreidde. Uit het diatomeeën onderzoek blijkt dat ook relatief grote hoeveelheden zoetwater vanuit het achterland via de geul naar zee werden afgevoerd (hoofdstuk 4: milieu van afzetting). De verplaatsing van de geul tijdens fase IV bedroeg hooguit een tiental meters gezien het feit dat het grootste deel van de oeverwal van laag IV bewaard is gebleven. De eerste aanzet voor de oeverwal vorming lijkt al te beginnen tijdens de vorming van laag V en VI.

De oeverwal is gevormd in een kwelder milieu (supra-getijde zone). Het is waarschijnlijk dat de kwelder ontwikkeling in het westelijke deel van het profiel reeds tijdens de vorming van laag VI begonnen is (waarschijnlijk Vroege Bronstijd). De ('vermeende') kronkelige zandlaagjes in laag VI, het restant van een oeverwal en de ploeglaag gevonden in laag V, wijzen hierop. Op basis van deze argumenten wordt de wad- kweldergrens iets lager gelegd dan bij het micromorfologisch onderzoek van Kooistra, (2000). Kooistra laat de kwelderontwikkeling beginnen vanaf laag IV a/b (hoofdstuk 4: milieu van afzetting).

### 800 voor Chr.

Rond 800 voor Chr. bevond het Oer-IJ zich in een relatief rustige mariene fase. Tijdens deze rustige fase is laag III gevormd. Langs de getijde geul bevonden zich rietkragen waar de 'landslakken' zoals *Vallonia pulchella* en *Succinea elegans* leefden. De schelpen duiden op een paleo-saliniteitsrange van zoet naar zoet-brak; de diatomeeën, zoals *Diploneis interrupta*, wijzen op een brak milieu, waarbij zoet-brakke condities niet zijn uitgesloten (hoofdstuk 4: milieu van afzetting). Tijdens hoge zoetwater afvoeren uit het achterland of tijdens stormopzet uit de kustzone overstroomde de kwelder (inclusief de wal) en werd een sedimentlaagje afgezet. Echter tijdens grote delen van het jaar was de kelder 'droog' en was het gebied geschikt voor akkerbouw.

### 600 voor Chr.

Na ca. 750 voor Chr. neemt de mariene activiteit in het Oer-IJ gebied weer sterk toe. Tijdens deze actieve mariene fase (volgens de oude stratigrafie: 'Duinkerke I') wordt de relatief zandige laag II afgezet. Het archeologisch gedateerde mia niveau in het middelste deel van laag II en de schelpdateringen uit de *Scrobicularia* laag, lateraal van laag II, duiden hierop.

Opvallend is dat laag II op de top van de oeverwal ontbreekt. Uit de opgravingen bleek dat de mens hiervoor niet verantwoordelijk gesteld kan worden. Er zijn geen sporen gevonden van vergraving of het 'afploegen' van de laag.

Het is mogelijk (de profielreconstructie suggereert dit) dat, door de getijslag vergroting, het GHW niveau hoger is komen te liggen dan het kwelderoppervlak. Dit betekent dat tijdens hoogwater (gemiddeld genomen) het kwelderoppervlak onder water staat en dat door golfwerking het oorspronkelijke oeverwal relief 'gevlakt' wordt. De waterdiepte tijdens hoogwater op de kwelder was gering: 20, hooguit 30 cm. De kweldersedimentatie weet zich in ieder geval te handhaven; er zijn geen indicaties voor zand/slikwad condities in laag II in het westelijk deel van het profiel.

Tijdens de actieve fase migreert de getijde geul in oostelijke richting. Het westelijk deel van het profiel bevindt zich in de binnenbocht van het grote geulstelsel en in deze bocht vindt aanslibbing plaats en schuiven de sub-getijde-, intergetijde- en supra-getijde milieus in oostelijke richting op. Bij deze faciële verschuiving van sub- naar supra-getijde milieu worden de afzettingen steeds zandiger (meer en dikkere zandlaagjes).

#### **400 voor Chr.**

Rond 400 voor Chr. wordt de mariene activiteit in het Oer-IJ estuarium geleidelijk minder. De mia ploegsporen en het slootniveau, die in het westelijk deel van het profiel in laag II zijn aangetroffen, wijzen erop dat tijdens deze fase de kwelder minder frequent wordt overspoeld en dat in de zomer akker activiteiten mogelijk zijn.

De mariene fase is evenwel nog niet voorbij. Tijdens deze periode wordt - in de intergetijde zone / bovenste deel sub-getijde zone - de Scrobicularia laag gevormd. De schelpdateringen (v2694, 2692, 2693 en 2695; tabel 1), met uitzondering van een 'uitbijter v2669' ('te oud' en ouder dan de onderliggende 14C datering), geven aan dat de Scrobicularia laag gevormd is tussen ca. 500 – 350 v Chr. Deze datering wordt ook bevestigd door de goede stratigrafische correlatie tussen mia niveau van laag II en de positie van de Scrobicularia laag.

De Scrobicularia plana schelpen die massaal in 'levenstand' in deze laag worden aangetroffen duiden op brakke tot mariene omstandigheden in het estuarium.

#### **200 voor Chr.**

Vanaf 200 voor Chr. neemt de getij-invloed sterk af in het Oer-IJ estuarium. In de veenrandzone van Assendelft wordt gewoond (tabel 2) en ook op de kwelder van de Broekpolder wordt gewoond (lia nederzetting ter hoogte van kuil E-F), geakkerd en gegraven.

Toch was het gebied van de Broekpolder niet geheel gevrijwaard van exceptioneel hoge vloed. De zandige laag Ia en de zandlaag in het profiel duiden hierop. Een 14C gedateerde stormlaag (*Maetra coralina*: 2290±60) in de kustzone bij Bakkum (Jelgersma et al., 1995) geeft aan dat in de IJzertijd het stormvloed niveau voor kust tot 2.3 m +NAP kan reiken. Het zeegat van het Oer-IJ was in de Late IJzertijd grotendeels gesloten; echter tijdens deze exceptionele vloed kon de zee nog met kracht in het Oer-IJ systeem breken. Door de grote kracht van de inbraken werden grote hoeveelheden zand uit de kustzone (strandwallen en off-shore gebied) in het estuarium 'gestort'. De vorming van zandige laag Ia en de zandlaag (coarsening upward sequentie) wordt door dit proces verklaard. De exceptionele stormvloed in deze periode reiken hoger dan de EHW; het stormvloed niveau dat gemiddeld

één keer per 20 jaar voorkomt (cf. definitie van Vos en Van Heeringen, 1997). Het is goed mogelijk dat bewoners van de lia nederzetting in de Broekpolder verrast zijn door een exceptioneel hoge vloed, die gemiddeld minder dan één keer in de 20 jaar voorkwam, en dat zij door die vloed de nederzetting verlaten hebben.

#### **50 na Chr.**

In de Romeinse tijd is de invloed van de zee niet meer merkbaar in het gebied van de Assendelver- en Broekpolder. Er worden uit die tijd geen mariene afzettingen in en op de archeologische niveaus meer aangetroffen. De getij-invloed in het Oer-IJ gebied is volledig weggevallen en de (voormalige) kwelder- en waddegebieden worden in deze tijd continue bewoond. De afwatering van het Oer-IJ estuarium loopt niet meer via het zeegat maar via het IJ en de Zuiderzee. Het milieu is volledig verzoet.

Na de Romeinse tijd is het Veen gevormd en vanaf de (Late) Middeleeuwen de Pikklei. De vorming van deze lagen vallen buiten het bestek van de profielreconstructie.

## 5 Referenties

- Brandt, R.W., W. Groenman-van Waateringe & S.E. van der Leeuw (eds.), 1987. Assendelver Polder Papers I. Cingula 10, Universiteit van Amsterdam, p 1-352.
- De Wolf, H., 2000. Diatomeeënonderzoek van het geo-archeologisch profiel Broekpolder, TNO rapport, NITG 00-56-B, p.1-2.
- Grootes, P.M., 2000. Regarding: Results of radiocarbon dating your samples KIA 9486 to KIA 9495. Briefrapport van 07.04.2000. Leibniz labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung, Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- Grootes, P.M., 2000. Request reservoir age correction samples KIA 9486 - 9489. Briefrapport van 18.04.2000. Leibniz labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung, Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- Jelgersma, S., M.J.F. Stive & L. van der Valk, 1994. Holocene storm surge signatures in the coastal dunes of the western Netherlands. *Marine geology*, 125, p. 95-110.
- Kooistra, M., 2000. Micromorfologisch onderzoek aan twee secties in profiel EF van het archeologisch project Westland West: Broekpolder. Altera, Wageningen.
- Meijer, T., 2000. Molluskenrapport Broekpolder. Rapport molluskenlab 1678, TNO rapport, NITG 00-97-B, p.1-3.
- Roep, Th.B., Van Regteren Altena, J.F., 1988. Paleotidal levels in tidal sediments (3800-3635 BP); compaction, sea-level rise and human occupation (3275-2620 BP) at Bovenkarspel, NW Netherlands. In: P.L. de Boer, Van Gelder, A., Nio, S.D. (Eds.), *Tide-influenced Sedimentary Environments and Facies*. Reidel, Dordrecht, p. 215-231.
- Therkorn, L., E.A. Besselsen & J.F.S. Oversteegen, 1997. Assendelver Polders Revisited: excavations 1997. Faculty for Environmental Sciences, Universiteit van Amsterdam, p 1-59.
- Therkorn, L., 2000. Project Wetland West:Broekpolder. Voortgangverslag van het tweede opgravingsseizoen (1e halfjaar) april – november 2000. Amsterdams Archeologisch Centrum, Universiteit van Amsterdam, p 1-9.
- Terwindt, J.H.J., 1988. Palaeo-tidal reconstructions of inshore tidal depositional environments. In: P.L. de Boer, Van Gelder, A., Nio, S.D. (Eds.), *Tide-influenced Sedimentary Environments and Facies*. Reidel, Dordrecht, pp. 233-263.
- Van de Plassche, O. & Roep, 1989. Sea-level changes in the Netherlands during the last 6500 years: Basal Peat vs. coastal barrier data. In D.B. Scott et al.(eds), *Late Quaternary sea-level correction and applications*, p.41-56.

Van Straaten, L.M.J.U., 1954. Composition and structure of recent marine sediments in The Netherlands. Leidse Geologische Mededelingen 19, pp.1-110.

Vos, P.C., 1983. De relatie tussen de geologische ontwikkeling en de bewoningsgeschiedenis in de Assendelver Polders vanaf 1000 voor Chr. In: R.W. Brandt et al.(eds.), De Zaanstreek archeologisch bekeken. Zaanstad, p. 6-32.

Vos, P.C., 1985. De geologie van de Uitgeester- en Assendelver Polders. Notitie IPP 85-376, Universiteit van Amsterdam. Eveneens verschenen in: P.C.A. Vos, 1998. 10 profiel reconstructies door de Zaanstreek tussen Groenedijk en Twiske (1000 voor 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. & R.M. van Heeringen, 1997. Holocene geology and occupation history of the Province of Zeeland (SW Netherlands). In: M.M. Fischer (ed.), Holocene evolution of Zeeland (SW Netherlands). Meded. NITG-TNO, nr 59, Haarlem, 5-109.

Zagwijn, W.H., 1986. Nederland in het Holoceen. Geologie van Nederland, deel I, Rijks Geologische Dienst, Haarlem, p. 1-46.

**Bijlage A      Geo-archeologische profielkuil opnamen A-U:  
Broekpolder**

**Bijlage B      Geo-archeologisch profiel: Broekpolder 1A en  
1B**

**Bijlage C      Profielreconstructies: Broekpolder**