vlaams nederlandse Schelde commissie

Nieuwe sluis Kanaal Gent-Terneuzen: archeologische begeleiding van de milieuhygiënische boringen

planuitwerkingsfase

Grote Zeesluis Kanaal Gent-Terneuzen

Rapport Vlaams Nederlandse Scheldecommissie

Onderwerp

Archeologische begeleiding milieuhygiënische boringen

Datum

20 augustus 2014

Auteur

Machteld Bats, dr. Frédérik Cruz, dr. Luc Allemeersch

Telefoon / Email

0032-486225612

Status

definitief

Documentnummer

VNZT-R-73-1

vlaams nederlandse Schelde commissie

Grote Zeesluis Kanaal Gent-Terneuzen: archeologische begeleiding van de milieuhygiënische boringen

planuitwerkingsfase
Grote Zeesluis Kanaal Gent-Terneuzen

Rapport Vlaams Nederlandse Scheldecommissie

Onderwerp

Auteur

Machteld Bats, dr. Frédéric Cruz, dr. Luc Allemeersch

Telefoon / Email

0032-486225612

Datum

20 augustus 2014

Status

Definitief

Inhoudsopgave

1	Administratieve gegevens	3
2	Inleiding	5
3	Doel van het onderzoek	6
4	Werkwijze	8
5	Theoretische omkadering	13
6	Resultaten	24
7	Archeologische verwachting	36
8	Conclusie en aanbevelingen	39
9	Bibliografie	44
10	Bijlagen	46

1 Administratieve gegevens

Soort onderzoek	Archeologisch Booronderzoek
Provincie	Zeeland
Gemeente	Terneuzen
Plaats	Terneuzen
Locatienaam	Grote Zeesluis Kanaal Gent - Terneuzen
Projectnaam	
RD-coördinaten	44.790/374.034 45.812/373.812 46.317/371.169 45.957/370.970
Kaartblad	54 E
Oppervlakte plangebied	257 ha
Archis-onderzoeksmeldings-nummer	604444
Uitvoerder	GATE bvba
Contactpersoon	Machteld Bats Eindeken 18 B-9940 Evergem M 0032 486 22 56 12 E machteld.bats@gatearchaeology.be
Periode onderzoek	Januari-februari 2014
Opdrachtgever	Lievense en CSO Adviesbureau voor Milieu, Ruimte, Water
Contactpersoon	Marieke Pfaff-Wagenaar Postbus 2 3980 CA Bunnik T 0031 30 659 43 57 M 0031 6 22 70 56 01 E m.pfaff@cso.nl
Bevoegd gezag	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Wettelijk adviseur	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Contactpersoon	E. Vreenegoor Postbus 1600 3800 BP Amersfoort T E E.Vreenegoor@cultureelerfgoed.nl
Beheer en plaats van documentatie	Zeeuws Archeologisch Archief Stichting Cultureel Erfgoed Zeeland De heer J.J.B. Kuipers Postbus 49 4330 AA Middelburg T 0118 670879 E jjb.kuipers@scez.nl
Beheer en plaats van digitale documentatie	Een digitale versie van het definitieve rapport wordt toegezonden aan de RCE. In het onderzoek gegenereerde digitale data wordt aangeleverd aan het e-depot.

2 Inleiding

Op 19 maart 2012 heeft het Politiek College van de Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC) besloten tot het uitwerken van de plannen voor de aanleg van een nieuwe, grote zeesluis binnen het sluizencomplex van Terneuzen. Voor de uitwerking van ontwerpvarianten is aanvullende informatie nodig over de opbouw van de bodem en de milieuhygiënische kwaliteit van de vrijkomende grond. De werkzaamheden hebben betrekking op het sluizencomplex Terneuzen dat de toegang vanaf de Westerschelde tot het Kanaal Gent-Terneuzen vormt. Het milieuhygiënisch bodemonderzoek wordt uitgevoerd door Sialtech. Op vraag van de Rijksdienst voor het Cultureel erfgoed werden de diepe mechanische boringen archeologisch begeleid.

3 Doel van het onderzoek

3.1 Inleiding

Doel van de archeologische begeleiding is het aanscherpen van het archeologische verwachtingsmodel uit de bureaustudie, via een archeologische begeleiding van de mechanische boringen uitgevoerd ten behoeve van verkennend milieuhygiënisch onderzoek. De landbodem binnen het plangebied werd opgedeeld in vier verschillende deelgebieden. In deelgebieden L1 (Zeevaartweg), L2 (Schependijk) en L3 (Sluiscomplex) van het plangebied zal zeker ontgraven worden; in deelgebied L4 (overige) wordt ontgraving voorzien in een ontwerpvariant (Timmerman 2014). De diepe mechanische boringen werden voorzien tot 0,5 m beneden de mogelijke ontgravingsdiepte.

3.2 archeologische verwachting volgens het bureauonderzoek

Uit het bureauonderzoek bleek al dat het plangebied voor bepaalde perioden een hoog archeologisch potentieel bevat (de Boer 2013). De archeologische verwachting werd opgedeeld per landschapslaag weergegeven. Samengevat kwam men in het rapport tot volgende vaststellingen met betrekking tot de mogelijk aanwezige archeologische waarden:

- algemeen is het huidige landschap sterk beïnvloed door infrastructuurwerken vanaf de 19e eeuw.

- in de naar verwachting onverstoorde pleistocene ondergrond (ca. 1,8 à 3 m -NAP) wordt een hoge verwachting toegekend voor archeologische waarden uit het paleolithicum tot en met het neolithicum.

- het pleistocene landschap wordt vanaf het laatneolithicum met veen bedekt. Op basis van vroeger onderzoek worden aan onverstoorde archeologische waarden (in het veen vanaf 0,75 à 1,5 m-NAP) uit de bronstijd, ijzertijd en vroege middeleeuwen een middelhoge verwachting toegekend en aan de Romeinse tijd een hoge verwachting.

- het veen is vanaf de vroege middeleeuwen afgedekt met mariene sedimenten. Vanwege de voortdurende invloed van de zee en de ingrijpende infrastructuurwerken van het begin van de 19^{e} eeuw wordt aan onverstoorde archeologische waarden uit de middeleeuwen en nieuwe tijd een zeer lage verwachting gegeven.

- Voor oude, 17^{e} eeuwse dijken geldt een hoge verwachting. Deze resten bevinden zich aan of nabij het oppervlak.

- voor kreken en kanalen geldt geen tot zeer lage archeologische verwachting voor het paleolithicum tot en met het neolithicum; voor jongere perioden werd hiervoor geen specifieke archeologische verwachting opgesteld.

3.3 Onderzoeksvragen

Naar aanleiding van dit onderzoek werden door de opdrachtgever geen andere specifieke onderzoeksvragen opgesteld dan het aanscherpen van het verwachtingsmodel uit het bureauonderzoek.

Uit de resultaten van het bureauonderzoek bleken nog hiaten in de kennis van de ondergrond ter hoogte van het onderzoeksgebied. De mechanische boringen t.b.v. het milieutechnisch onderzoek werden niet in functie van de archeologie geplaatst maar hun kwaliteit en kwantiteit werd toch voldoende groot geacht om een relevante bijdrage te kunnen leveren aan de archeologische voorkennis van het gebied. Concreet werd verwacht volgende informatie te winnen:

- informatie over de aanwezigheid, de aard en de conservering van de verschillende verwachte geologische lagen
- informatie over de archeologische verwachtingen in deze lagen
- toetsing van de vaststellingen met de gegevens uit het bureauonderzoek

4 Werkwijze

4.1 Inleiding

Het uitgevoerde onderzoek bestaat uit twee grote delen: het veldwerk en de dataverwerking.

4.2 veldwerk

Het veldwerk bestond in de dagelijkse archeologische opvolging van de mechanische boringen. De boringen werden uitgevoerd door *Sialtech Europe* met een *Sonic Sample Drill*[1] die werd uitgerust met een *aqualock sampler*. Eerst werd manueel voorgeboord tot op het niveau van de grondwatertafel (fig 1-a). Vervolgens werden machinaal continue steekbuizen met een lengte van 4 m en een diameter van 70 mm tot de gewenste diepte gebracht door middel van vibratie. De monsters worden in de boorkern vastgehouden via een piston. De opgehaalde monsters worden onder hoge druk uit de boorkern geperst en in plastic goten opgevangen (fig 1-b).

a

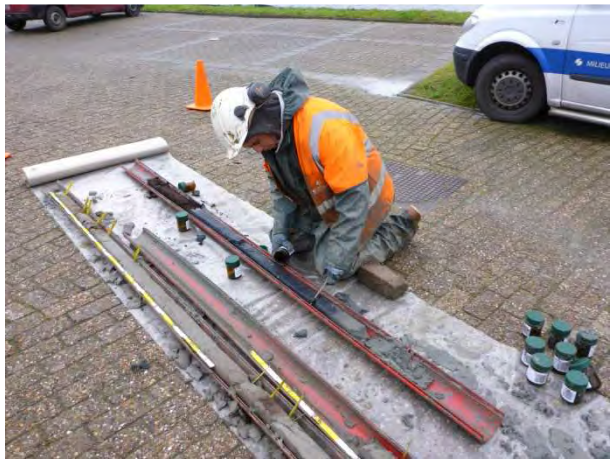
b

Figuur 1: a) manueel voorboren en b) het uitdrukken van het mechanisch opgeboorde sediment.

Deze uitgedrukte boorprofielen werden vervolgens door de archeoloog opgeschoond en in stratigrafische volgorde, voorzien van referenties (locatie, boornummer, diepte van de kern) en meetstokken, eerst gedetailleerd gefotografeerd en vervolgens uitvoerig beschreven op boorfiches op een tablet (fig 2-a). Hierbij werd in het bijzonder gelet op de diepte van het pleistoceen zand, het voorkomen/de bewaringstoestand van een ontwikkelde (podzol)bodem in de top van dit pleistoceen zand, de aanwezigheid en de bewaring (top en basis) van veen en de dikte en de aard van de afdekkende sedimenten,

[1] http://www.sonicsampdrill.com/

evenals het voorkomen van eventuele stabilisatiehorizonten of archeologische indicatoren hierin.

a

b

Figuur 2: a) de archeologische beschrijving van de opgeschoonde boorkern en b) het bemonsteren voor milieuhygiënische doeleinden

Vervolgens werden de boorkernen beschreven en bemonsterd voor milieutechnische doeleinden door de mensen van Sialtech (fig 2-b). Als dan nog voldoende sediment overbleef, werd - indien aanwezig - de top van het pleistocene zand en de basis van het veen bemonsterd voor archeologische doeleinden. In sommige gevallen kon de volledige top van het pleistoceen verzameld worden, in andere (bv bij boring L3.178, fig. 3) bleef na bemonstering door Sialtech slechts een beperkte hoeveelheid sediment over.

a

b

Figuur 3: a) de top van het pleistocene zand voor bemonstering door Sialtech en b) wat overbleef voor archeologische bemonstering (boring L3.178)

De archeologische monsters werden telkens genummerd en in een plastic zak meegenomen om naderhand over 1mm-mazen nat gezeefd te worden (fig. 4). Het overgebleven residu werd aan de lucht gedroogd en vervolgens uitgezocht op eventuele archeologische

indicatoren (zoals bv. vuurstenen artefacten, aardewerk, verkoolde hazelnootdoppen of botfragmenten).

a

b

Figuur 4: a) het zeven van het monster en b) het uitselecteren van het residu

4.3 Verwerking velddata

4.3.1 Kwaliteit van de boringen

De boringen werden uitgevoerd met een Sonic Sample Drill, uitgerust met een aqualocksysteem. Deze boortechniek wordt door de producent omschreven als snel en betrouwbaar voor het bemonsteren van alluviale sequenties.

Deze zeer efficiënte methode laat inderdaad toe om relatief snel weinig verstoorde stalen te nemen over een lengte van 4 m. De boorkernen geven een goed beeld van de stratigrafische opbouw van de ondergrond. De samendrukking van het sediment bleek echter soms zeer hoog, afhankelijk van de aard van de aangeboorde lagen (bv. fig. 5). Tijdens het veldwerk ondergingen sommige boorkernen een compactie tot 50%. De graad van compactie varieert volgens het type sediment terwijl de berekening van de decompactie lineair is gebeurd. Dit zorgt voor een onnauwkeurige begrenzing van de lagen, gaande van enkele centimeters tot meerdere decimeters. Hiermee dient rekening gehouden te worden voor de uiteindelijke interpretatie.
Een tweede probleem dat zich stelt bij deze boortechniek is het verlies aan sediment als het sediment bestaat uit zand dat relatief homogeen en waterverzadigd is. Het materiaal spoelt met het water uit de cilinder bij het uitduwen van de kern. In sommige gevallen gaat het om een aanzienlijk deel van het segment van de boorkern (bv. fig. 6). Het gebruik van een aluminium *core catcher* heeft dit fenomeen enigszins kunnen verminderen maar niet volledig kunnen tegenhouden.

Figuur 5: voorbeeld van een gecompacteerde boorkern. Uit het steekmonsters van 4 m blijft een boorkern van slechts ca. 2,60m over.

Figuur 6: voorbeeld van een deels uitgespoelde boorkern. Van de kern van 3 m blijft slechts 1,60 m over.

4.3.2 De beschrijving

De pedostratigrafische eenheden kregen in het terrein een eerste interpretatie. Dit gebeurde aan de hand van een gedetailleerde beschrijving van elke boring; de boorformulieren zijn opgenomen in bijlage 2 (DVD). De registratie gebeurde in het terrein enerzijds in gestandaardiseerde formulieren (opgemaakt in Excel) op een tablet (Sony ToughPad) en anderzijds via genummerde foto's (bijlage 3 - DVD).

4.3.3 Visualisatie van de resultaten

Met behulp van de terreingegevens (beschrijvingen en foto's) werden de boringen herbekeken om tot een definitieve interpretatie te komen en de boringen te hergroeperen in grotere formaties. De oorspronkelijke dikte van de lagen, voor de compactie door de boring, werd herberekend. Deze waarden zijn echter slechts indicatief (zie verder).

Vervolgens werd een grafische voorstelling van de boringen en drie transecten gecreëerd met behulp van het programma *Strater 3 (Golden Software)*. De kaarten met de aan- en afwezigheid van de Formatie van Boxtel en van de getijdengeulen werden vervaardigd in *ArcGis 10 (Esri)*.

5 Theoretische omkadering

5.1 Inleiding

Het valt niet binnen de opdracht voor dit onderzoek om een uitgebreide studie te maken van bronnenmateriaal over het plangebied. Om het veldwerk in het juiste kader te plaatsen, is enige achtergrondinformatie echter onontbeerlijk. Voor het archeologische luik wordt hiervoor grotendeels gesteund op het rapport van de Boer (2013). We geven hiervan een korte samenvatting, hier en daar aangevuld met extra informatie. Op geologisch vlak was de informatie uit dit rapport o. i. echter niet voldoende voor een goed begrip van het landschap. Daarom werd een beperkte bureaustudie toegevoegd aan dit onderzoek.

5.2 Geologisch kader

Deze theoretische inleiding is in grote mate gebaseerd op www.dinoloket.nl. Om deze inleiding wat aanschouwelijker te brengen, tonen we hier drie simulaties van noord-zuid doorsneden ter hoogte van het studiegebied, geconstrueerd op bovengenoemde website (fig. 7-a, b en c). Naast de natuurlijke afzettingen zijn bovendien de antropogene pakketten (AAOP) aan de top aanwezig. Deze kunnen in een havengebied zowel verticaal als horizontaal aanzienlijk zijn.

5.2.1 Formatie van Naaldwijk – laagpakket van Walcheren(NAWA)

Lithologie: wordt gekenmerkt door een sterke variatie, die varieert van zand, zeer grof (300 - 420 µm) tot klei, zwak siltig. Is in veel gevallen kalkhoudend en dikwijls rijk aan schelpen. Bevat ook verspoeld veen uit de Formatie van Nieuwkoop.

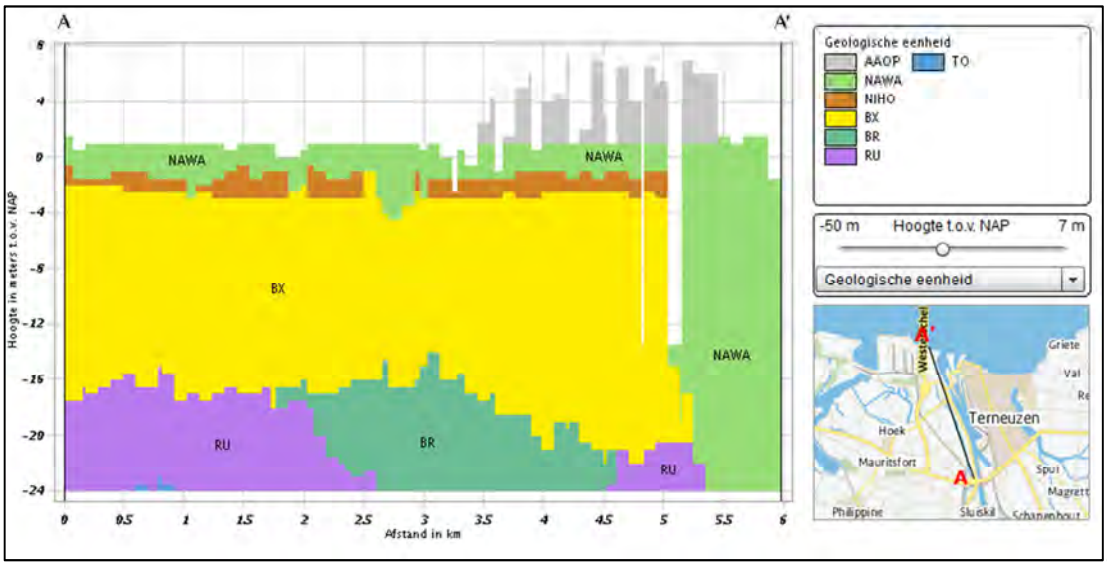
Ondergrens: meestal een erosieve, scherpe grens die zorgt voor duidelijke verschillen met de onderliggende laag. De Formatie van Naaldwijk kan in tientallen m diepe geulen (opgevulde getijdegeulen) voorkomen. Als deze geulen ingesneden zijn tot in de Eem-Formatie, kan het verschil soms moeilijk te maken zijn (gelijkaardige lithologie). Bij een niet-erosieve grens is er meestal onderaan een kleilaagje aanwezig op het veen. Sterk verweerd veen kan geleidelijk overgaan in humusrijke klei.

Bovengrens: in het plangebied is de Formatie van Naaldwijk de jongste natuurlijke afzetting.

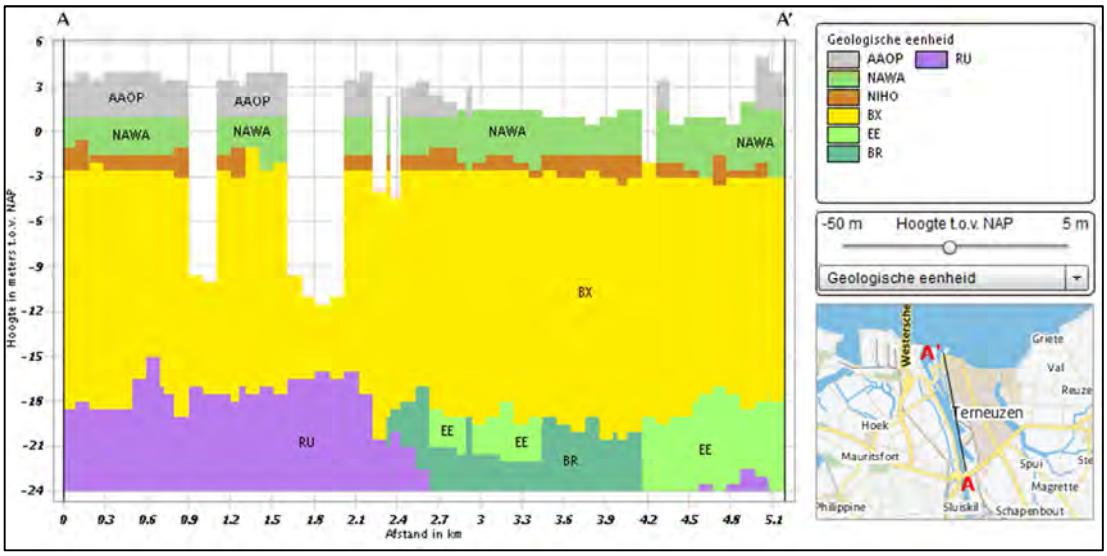
De ouderdom is voor Nederland Holoceen. In het plangebied is dit beperkt tot het Subatlanticum.

Genese: deze bestaan in het plangebied uit soms diepe getijdegeulen met ernaast wadden en kwelders.

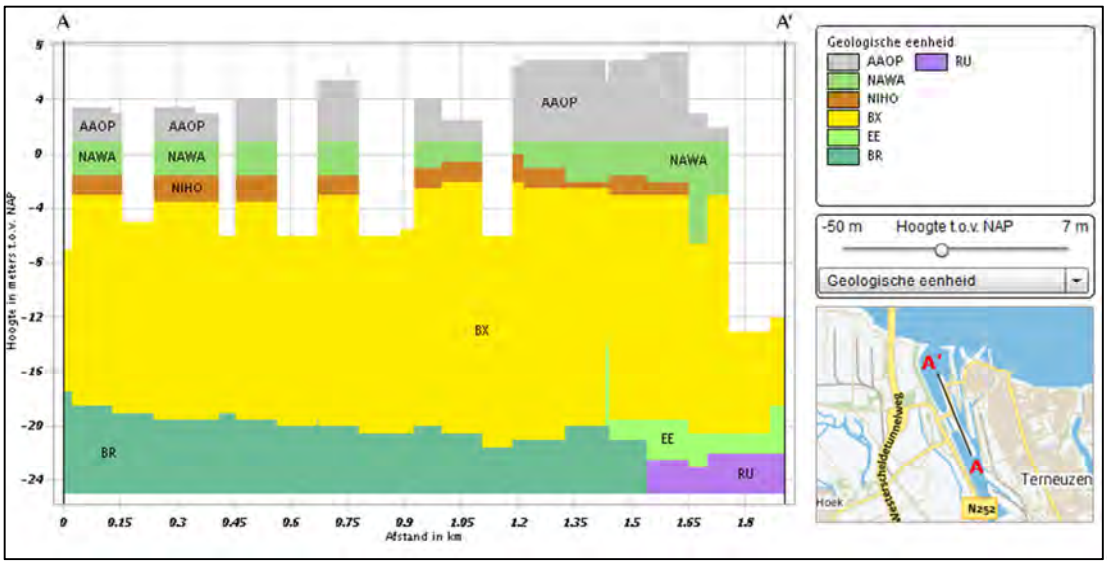
Archeologische betekenis: in getijdegeulen kunnen losse vondsten, zoals scheepswrakken, aanwezig zijn.



a



b



c

Figuur 7: doorsneden van het plangebied a) west b) oost en c) centraal, geconstrueerd op basis van de gegevens op www.dinoloket.be.

5.2.2 Formatie van Nieuwkoop – Hollandveenlaagpakket (NIHO)

Lithologie: hier bestaat de laag uit een zuiver veen. Ten westen van Terneuzen ontbreekt de (peri-) mariene kleilaag. Het veen rust er op de Formatie van Boxtel en wordt bedekt door de Formatie van Naaldwijk. In het studiegebied (ter hoogte van de voormalige Vlooswijkpolder, bij de aanleg van de Westsluis) is in het verleden een studie van het veen uitgevoerd door A. Munaut (1967).

In 1962 werd de Vlooswijkpolder ondiep afgegraven tot in het veen over een oppervlakte van 3 ha. Als de top van de Formatie van Boxtel (of de basis van het veen) een vergelijkbare NAP-waarde vertoont, kan een vergelijkbare evolutie van het veen verwacht worden in het plangebied. Daarom hier een korte samenvatting.

De basis van het veen schommelt tussen 180 cm (-NAP) en 300 cm (-NAP). Indien niet afgegraven of geërodeerd, varieert de dikte tussen 100 cm en 150 cm. Hierin kunnen vijf delen onderscheiden worden:

1) onderste amorf veen (dikte 0 tot 50 cm)
2) houtveen (dikte 10 tot 40 cm)
3) sterk gelaagd, weinig gehumificeerd mosveen (ook veenmos) met een dikte van 15 tot 25 cm
4) matig gehumificeerd veen met veenmos en wollegras (10 tot 30 cm dikte)
5) bovenste amorf (veraard) veen (dikte 10 tot 30 cm).

In het onderliggend substraat (Formatie van Boxtel) is een veldpodzol ontwikkeld. Deze ontwikkelde zich ook nog in het Atlanticum. Het houtveen wordt gekenmerkt door de massale aanwezigheid van grove den (*Pinus sylvestris*). Deze waren gedurende een korte periode van minder dan 300 jaar (rond 4400 BP) massaal aanwezig. Later zijn bij de pollenanalyse veel pollen van taxus (*Taxus baccata*) gevonden. De veengroei kan doorlopen tot meerdere eeuwen in het Subatlanticum (een maximum van *Fagus* op 2270 BP). Het bovenste veen is veraard, wat duidt op een vertraagde groei en misschien zelfs een stilstand.

Ondergrens: er is een scherpe grens met de onderliggende Formatie van Boxtel. Hier kan zich een veldpodzol in ontwikkeld hebben. Dit is niet altijd het geval.

Bovengrens: de bovengrens kan scherp zijn als die erosief is of als het veen gedeeltelijk afgegraven is. Een geleidelijke overgang is eveneens mogelijk: het amorf veen gaat over in humusrijke klei.

De ouderdom is Holoceen: in het plangebied is dit eerder het midden van het Holoceen.

Genese: dit veen ontstond door een natter worden van de bodem als het gevolg van de gemiddelde zeespiegelstijging.

Archeologische betekenis: zowel de ondergrens als de bovengrens zijn zeer belangrijk. Omwille van de natte omstandigheden kan organisch materiaal hier zeer goed bewaren. De bovengrens was mogelijk een loopvlak vanaf de Romeinse periode. In het veen zelf is de geschiedenis van het landschap en eventuele menselijke activiteiten geregistreerd.

5.2.3 Formatie van Boxtel (BX)

Lithologie: bestaat meestal uit fijn tot matig fijn zand. Het zand is meestal kalkarm. In hoofdzaak een eolisch sediment maar kan ook, als gevolg van herwerking en vermenging, uit eerder fijn grind, leem of klei bestaan. Laagjes van gyttja en veen zijn eveneens mogelijk.

Ondergrens: bij een overgang naar de Formatie van Koewacht is de grens dikwijls niet duidelijk. Indien de onderliggende laag uit mariene sedimenten bestaat, is de grens wel scherper. Deze bevatten veel mariene schelpen en soms veel glauconiet (Formatie van Breda).

Bovengrens: de bovengrens is scherp. Wanneer die niet erosief is, wordt de Formatie van Boxtel bedekt door de Formatie van Nieuwkoop (veen). In dit geval kon zich een bodem ontwikkelen in de top van de Formatie van Boxtel. Getijdegeulen, later opgevuld met sedimenten van de Formatie van Naaldwijk, kunnen gedeelten of zelfs het volledige pakket van de Formatie van Boxtel geërodeerd hebben. Deze mariene, aan de basis zandige en schelprijke sedimenten zijn goed te onderscheiden van de Formatie van Boxtel.

De ouderdom is middenpleistoceen (cromerien) t/m holoceen.

Genese: het zijn continentale afzettingen, meestal eolisch (door wind afgezet). Ze kunnen ook niveo-eolisch zijn of oppervlakkig verspoeld of afgestroomd. Plaatselijk kunnen er lacustriene afzettingen zijn (met gyttja) of dunne veenlaagjes. Omwille van de periglaciale omstandigheden waarin ze gevormd zijn, kunnen ze tijdens en na de afzetting nog sterk vervormd zijn door vorstwerking.

Archeologische betekenis: zeer belangrijk. De top van deze Formatie lag in het vroegholoceen en mogelijk ook in het laatglaciaal aan de oppervlakte. Achteraf is het afgedekt door de Formatie van Nieuwkoop (veen) en is het - indien niet geërodeerd door getijdengeulen - zonder verstoring bewaard gebleven. Hogere gedeelten van deze afzetting (laatglaciaal) kunnen archeologisch ook van groot belang zijn.

5.2.4 Eem Formatie (EE)

Lithologie: zand, matig fijn tot zeer grof zand (150 - 420 µm), mariene schelpen.

Ondergrens: in de omgeving ligt de eenheid lokaal op prequartaire mariene of op fluviatiele afzettingen. Omwille van de aanwezigheid van herwerkt materiaal kan de ondergrens bij de Formatie van Koewacht moeilijk te bepalen zijn. Ondergrens bij de zeer glauconiethoudende Formatie van Breda is wel scherp.

Bovengrens: op veel plaatsen is sprake van een overgang van kalkhoudend zand met mariene schelpen naar fossielloze, meestal kalkvrije zanden van de Formatie van Boxtel. Indien de bovengrens door de Formatie van Koewacht gevormd, is dit minder duidelijk omwille van het herwerkt materiaal.

De ouderdom is Eemien.

Genese: in het studiegebied ontstaan in een marien milieu, relatief dicht een kust in het zuiden.

Archeologische betekenis: beperkt. Bij de overgang naar de Formatie van Boxtel (of Formatie van Koewacht) kunnen deze sedimenten in het Weichselien tijdelijk aan de oppervlakte gelegen hebben. Bodemvorming wijst hier op.

5.2.5 Formatie van Koewach/Pleistocene Scheldeafzettingen (PSA)

Lithologie: bestaat in Zeeuws-Vlaanderen grotendeels uit zandige afzettingen van voornamelijk verwilderde rivieren, met een variabele maar geringe bijmenging van siltig-fijnzandige eolische sedimenten. Ze vertonen over het algemeen lateraal en verticaal relatief kleine lithologische verschillen, met slechts een geringe verfijning naar boven toe.

Ondergrens: er zijn minder problemen als die rust op de Formatie van Rupel of de Formatie van Boxtel. De overgang is meestal duidelijk en scherp en wordt dikwijls geaccentueerd door een wat grover *lag deposit* aan de basis van de Formatie van Koewacht. Het onderscheid tussen de afzettingen van de Formatie van Koewacht en de onderliggende afzettingen is goed vast te stellen op basis van verschillen in lithologie en kleur.

De Formatie van Koewacht kan ook vertand voorkomen met de Eem Formatie (de eerste ligt dan zowel op als onder de Formatie van Eem). Zo kan de Eem Formatie (perimarien en interglaciaal) herwerkt materiaal van de Formatie van Koewacht (fluviatiel en glaciaal) bevatten en omgekeerd. Dit maakt het onderscheid tussen beide Formaties moeilijk, vooral indien geen ongestoorde boormonsters beschikbaar zijn en sedimentaire structuren (fluviatiel vs. estuarien-marien) niet meer aanwezig zijn. Uit ongestoorde steekboringen blijkt dat de ondergrens van de Formatie van Koewacht naar de Eem Formatie erosief en scherp is, hoewel het verschil in lithologie gering is.

Bovengrens: indien aanwezig nabij Terneuzen ligt de Formatie van Koewacht onder de Formatie van Boxtel. De afzettingen van de Formatie van Koewacht worden fijner en siltiger naar boven toe en gaan in Zeeuws-Vlaanderen meestal zeer geleidelijk en met een diffuse grens over in de bovenliggende afzettingen van de Formatie van Boxtel. Rond de overgang van de Formatie van Koewacht naar de Formatie van Boxtel zijn de volgende trends aan te wijzen:

- afname van het gehalte aan matig grof zand en een gelijktijdige toename van het gehalte aan matig fijn tot uiterst fijn zand en silt
- sterke toename van het aantal fijn zand-, leem- (soms humeus) en veenlagen.
- afname/verdwijnen van schelpgruis, gepaard gaande met een afname van het kalkgehalte.
- verdwijnen van scheve gelaagdheid (‘cross bedding’).

Verwarring: uit het voorgaande blijkt dat bij monsters waarbij de gelaagdheid verdwenen is, verwarring mogelijk is. De Formatie van Koewacht ontbreekt op de drie simulaties van doorsnede in figuur 7.

Nochtans stroomt er volgens Slupik *et* al. (2013) een voorloper van de Schelde zowat op de plaats van het huidige kanaal Gent-Terneuzen naar het noorden.

De ouderdom is Saalien (en mogelijk ouder) tot Weichselien-laatglaciaal.

Genese: ontstaan als afzettingen van rivieren (Schelde) in een periglaciaal milieu.

Archeologische betekenis: bevat potentieel. Bij de overgang naar de Formatie van Boxtel, kunnen deze sedimenten in het Weichselien tijdelijk aan de oppervlakte gelegen hebben. Een bodemvorming wijst hier op.

5.2.6 Formatie van Breda (BR)

Lithologie: in Zeeland komen overwegend matig fijne tot matig grove (150 - 300 µm) zeer glauconietrijke zanden voor. Zowat overal is het talrijk voorkomen van glauconiet een algemeen kenmerk. De aanwezigheid van verspreid schelpgruis, schelpgruis in lagen en bruinkool is ondergeschikt.

Ondergrens: waar de Formatie van Breda op het Laagpakket van Boom (Formatie van Rupel) ligt, is de grens veelal scherp.

Bovengrens: deze wordt vooral gekenmerkt door een duidelijke afname van het glauconietgehalte van de afzettingen.

De ouderdom is laatoligoceen tot vroegplioceen.

Genese: ontstaan in een ondiep marien milieu.

Archeologische betekenis: niet van betekenis wegens hoge ouderdom.

5.2.7 Formatie van Rupel (RU)

Lithologie: dominant een donkere, bruingrijze, matig tot zwak siltige klei. Het kan de mineralen pyriet, fosforiet en glimmers bevatten. Vuursteen, fosforieten en grote septariënknollen (gekristalliseerde klei-/modderbollen) zijn in het sediment aanwezig. Het kan ook haaientanden, visresten en al dan niet herwerkt schelpgruis bevatten.

Het kleipakket in het Laagpakket van Boom, dat we hier aantreffen is door een oorspronkelijk grotere dikte en door overconsolidatie als zeer stevig tot hard te classificeren.

Bovengrens; deze is veelal scherp in het zuidwesten van Nederland, waar de bedekkende eenheid wordt gevormd door de Formatie van Breda of de Formatie van Naaldwijk.

Ondergrens; deze wordt in de boringen van onze studie niet bereikt.

De ouderdom is middenoligoceen.

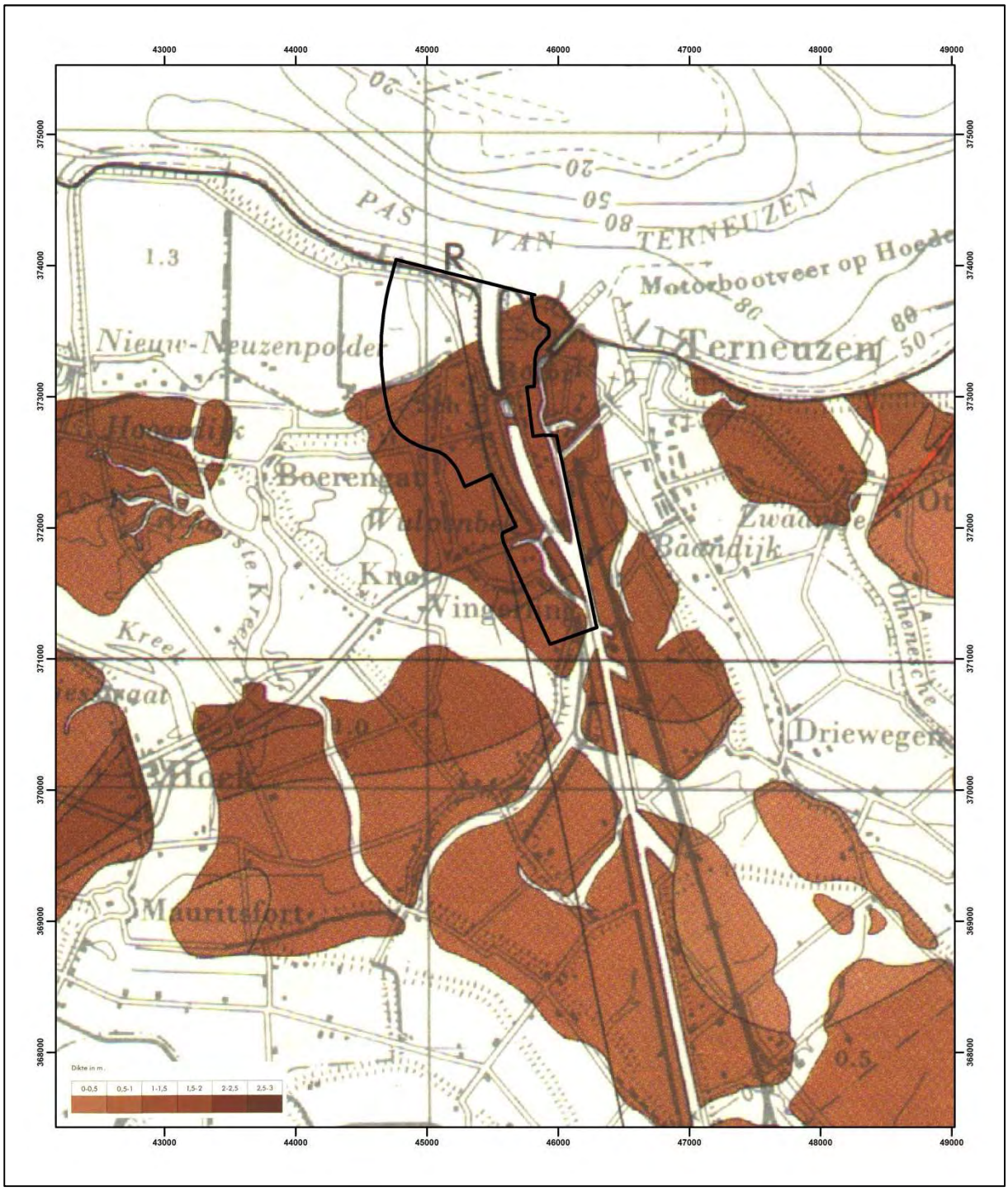
Genese: het kleipakket is ontstaan en marien milieu.

Archeologische betekenis: niet van betekenis wegens hoge ouderdom.

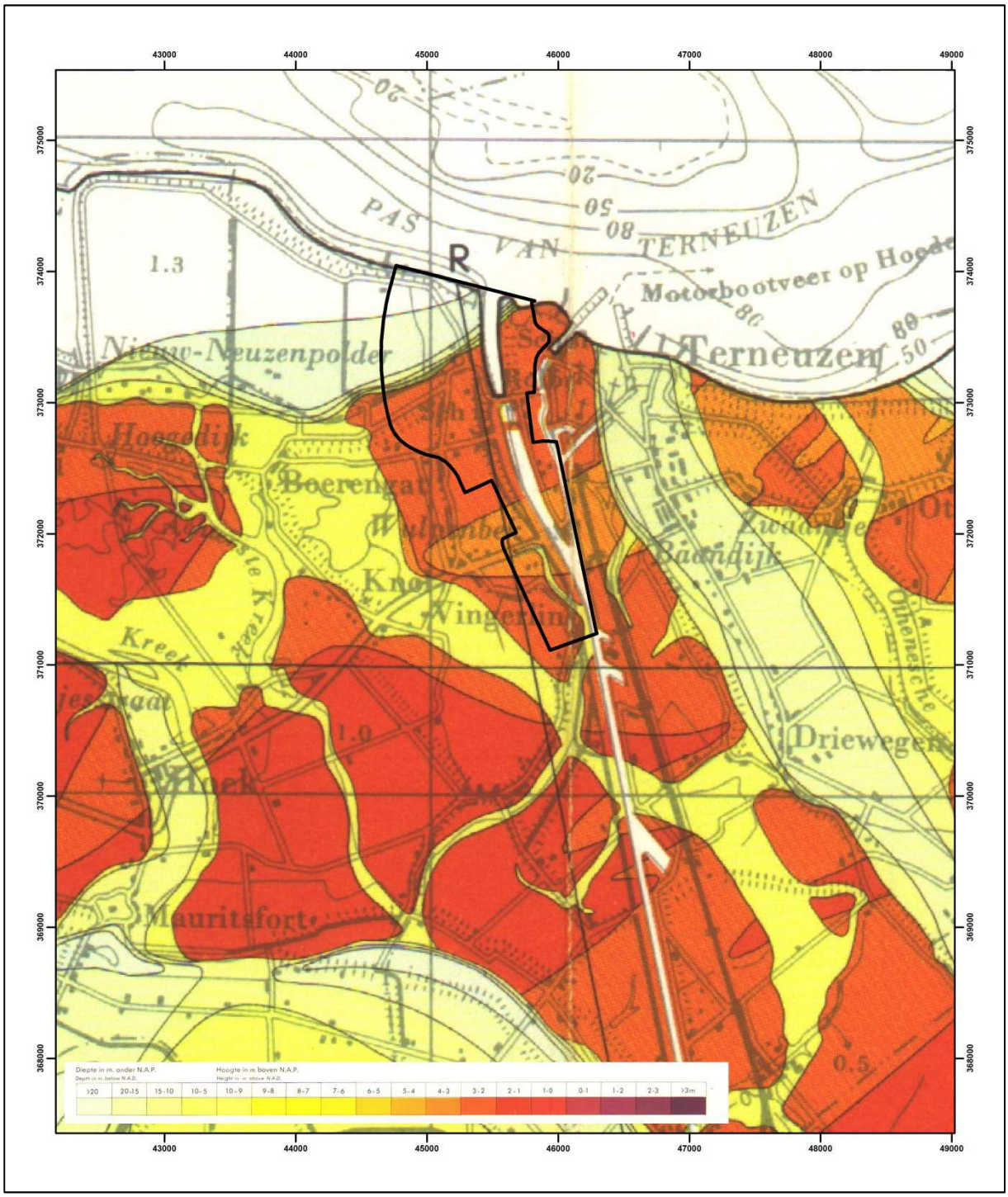
5.2.8 Geologische Kaart van Nederland

Het archeologische bureauonderzoek stelt dat het plangebied op de geomorfologische kaart van Nederland (1987) grotendeels gekarteerd staat als zee of kanaal, geflankeerd door dijken of soortgelijke kunstwerken. Het westelijke deel maakt deel uit van een vlakte van getijdenafzettingen die wordt doorsneden door getijdengeulen of kreken. Het meest noordelijke deel maakt deel uit van een strandvlakte, zandplaat of slik, al dan niet met lage duinen. Hieruit zou kunnen afgeleid worden dat het onderzoeksgebied grotendeels verstoord is. Dit beeld wordt versterkt door de bodemkaart, waar het onderzoeksgebied grotendeels niet gekarteerd is vanwege de bebouwing of omdat het water betreft.

De Geologische kaart Geologische kaart van Nederland. Zeeuwsch-Vlaanderen (KB 54-Oostblad) 1: 50.000 die beëindigd werd in 1960 (van Rummelen 1960) stamt echter van voor de uitbreiding van het sluizencomplex. Uitsneden van deze kaart tonen de verspreiding en dikte van het basisveen (fig. 8) en de diepteligging en erosie van pleistocene afzettingen (fig. 9) ter hoogte van het plangebied. Hieruit blijkt dat het pleistocene oppervlak aan weerszijden van het plangebied is aangetast door erosiegeulen. Het plangebied zelf is slechts minimaal beïnvloed met slechts een kleinere geul centraal in het zuiden van het plangebied en de rand van een zeer grote geul in de zuidwestelijke hoek (ter hoogte van de Neuzenpolder). Dit beeld wordt bevestigd in de veenkaart. De combinatie van deze twee kaarten lijkt er op te wijzen dat met uitzondering van de Neuzenpolder in het noordwesten van het plangebied, de bewaring van het pleistocene niveau en het veen op zijn minst tot voor de uitbreiding van het sluizencomplex in de jaren 1960, erg goed was. Dit is van belang voor de oudere archeologische perioden, die precies in deze niveaus te verwachten zijn.



Figuur 8: het plangebied weergegeven op een uitsnede van de Geologische kaart van Nederland- Zeeuwsch-Vlaanderen (Oostblad) met de kartering van de Formatie en Nieuwkoop (basisveen).



Figuur 9: het plangebied weergegeven op een uitsnede van de Geologische kaart van Nederland- Zeeuwsch-Vlaanderen (Oostblad) met de kartering van de diepte van het Pleistoceen.

5.3 Archeologisch kader

Voor een uitgebreid archeologische kader verwijzen wij naar het bureauonderzoek van de Boer (2013). We hernemen hier enkel de hoofdpunten, om onderhavig onderzoek beter te kunnen plaatsen.

Uit het bureauonderzoek blijkt dat zowel binnen als in de onmiddellijke omgeving van het plangebied weinig archeologische vindplaatsen gekend zijn die dateren uit de prehistorie (steentijden en metaaltijden) of de romeinse tijd. Dit betekent echter zeker niet dat deze perioden archeologisch niet aanwezig zijn in het gebied. Meer waarschijnlijk weerspiegelt dit eerder de stand van het onderzoek. Door de diepe ligging van deze bewoningsniveaus is onderzoek niet vanzelfsprekend.

Het bureauonderzoek maakt op basis van de archeologische databank ARCHIS II melding van enkele vondsten uit het begin van de 20^{e} eeuw die wijzen op menselijke aanwezigheid in het neolithicum (gepolijste bijl) en romeinse aardewerkfragmenten (*terra sigilata*). Persoonlijke mededelingen van lokale (amateur)archeologen maken tevens ook gewag van vondsten uit het mesolithicum (pijlpunt) en aanwijzingen voor romeinse bewoning op het veen. Ze wijzen ook op paleolithische dierlijke botfragmenten die geen direct bewijs vormen voor menselijke aanwezigheid in die periode, maar die wel aangeven dat het landschap toegankelijk was. Dit kan ook gelden voor het zgn. oerbos dat aangetroffen werd in de jaren 1960. Hiermee wordt wellicht het bos bedoeld dat ter hoogte van de Vlooswijckpolder werd beschreven door Munaut (1967). In 1902 werd bij de aanleg van de schutsluizen ook al een gelijkaardige vondst beschreven door Lorié. Interessant in dit opzicht is dat nabij Ellewoutsdijk (tegenover Terneuzen op de andere oever van de Westerschelde) een Romeinse nederzetting werd opgegraven in het veen. Hierbij werd eveneens een paleobotanisch onderzoek uitgevoerd waaruit o.a. blijkt dat hout van grove den (*Pinus sylvestris*) uit het neolithicum gebruikt werd als constructiemateriaal, samen met ander hout dat echter uit de Romeinse periode stamde Hänninen et al. 2003). Het hout van de grove den heeft een vergelijkbare ouderdom als het door Munaut (1967) gedateerde hout in de Vlooswijkpolder, terwijl er ter hoogte van de Romeinse vindplaats geen houtveen aanwezig is in het onderzochte profiel. De stammen van grove den blijken zo goed bewaard gebleven in het veen dat ze als bouwmateriaal gebruikt werden in de Romeinse tijd. Ze werden daartoe gewonnen op een andere locatie, mogelijk ter hoogte van Terneuzen of op een site met een gelijkaardige evolutie als bij Terneuzen. De veengroei stopte in Ellewoutsdijk ongeveer net vóór het begin van de Romeinse periode.
In het veen zijn volgens Munaut sporen van ontginning van het veen waargenomen, in de vorm van greppels waarvan de breedte en lengte varieert maar die steeds volgens een rechtlijnig patroon verlopen. Vanaf het oppervlak waren deze greppels 1 m diep en 60 cm breed en de wanden waren recht. Er werden ook sporen van scherpe voorwerpen in hout gevonden. Deze winning heeft zich voorgedaan na de afzetting van het onderste laagje polderklei want de greppelwanden liepen zo’n 50 cm door in de bovenliggende klei. Kort na de veenwinning moet het

gebied weer overspoeld zijn aangezien de wanden van het veen waren niet ingestort.

Ondanks deze duidelijke bewijzen van vroege menselijke aanwezigheid in en rond het plangebied wordt de bewoningsgeschiedenis in het bureauonderzoek pas aangevat vanaf de 6e eeuw (n. Chr.), wanneer de invloed van de zee minder wordt. Vanaf de 11e en 12e eeuw is een aanzienlijke hoeveelheid aan geschreven bronnen en kaartmateriaal beschikbaar over het gebied. In die periode gebeuren belangrijke bedijkingswerken door vnl. Vlaamse kloosterorden waardoor het uitzicht van het landschap sterk zal veranderen. De inpoldering van het landschap bracht een stijgende welvaart in het gebied teweeg, met het ontstaan van steden. Vermoedelijk is ook Terneuzen, met een eerste bekende vermelding als 'Ter Nosen' in 1325. Verschillende belangrijke overstromingen vanaf de 14e eeuw tekenen eveneens het landschap, met als een van de belangrijkste landschapsrelicten de Braakmangeul die ontstond tijdens de stormvloed van 1375. In de late 16e eeuw worden de dijken doorstoken zodat de polders opnieuw overspoeld worden. Pas vanaf de 17e eeuw zou gestart worden met de herstelling van de dijken.
Het huidige kanaal Gent-Terneuzen werd gegraven in tussen 1823 en 1827 en sindsdien nog in verschillende fasen aangepast en uitgebreid, o.a. met sluizencomplexen. Een van deze sluizen, de middensluis, werd als waardevol object en als industrieel erfgoed van redelijk hoge waarden gekarteerd. In het plangebied zijn nog een aantal recentere objecten als waardevol gekarteerd, zoals een zeldzame mijnenuitkijkpost uit de Koude Oorlog, een stoeppaal en een dijkpaal.

6 Resultaten

6.1 Booronderzoek

De boringen werden uitgevoerd verspreid over een periode van 13 januari tot 13 februari 2013. De lokalisatie van de boringen is weergegeven in figuur 10. In totaal werden 31 boringen voorzien, daarvan konden er 28 volledig uitgevoerd worden. De boorbeschrijvingen, boorstaten en foto's zijn terug te vinden in bijlagen 1, 2 en 3. Twee boringen werden moesten vroegtijdig worden afgebroken vanwege een ondoordringbare laag puin in de ondergrond (L4.3) en sporen van vervuiling in de bodem (L2.66). Eén boring was niet bereikbaar voor de boormachine (L4.8).
Gemiddeld werden twee boringen per dag afgewerkt. De diepte van de boringen varieert van minstens 18 tot maximaal 27 m beneden het maaiveld (-mv), met uitzondering van enkele boringen die vroegtijdig moesten afgebroken worden (L2.66, L4.3)

6.2 De aangetroffen facies

Het geheel van de geobserveerde lagen uit de boringen werd in functie van de lithologie en de stratigrafische positie gehergroepeerd in zes grote stratigrafische eenheden. De voorgestelde dateringen van deze eenheden zijn gebaseerd op Mulder et al. (2003) en de gegevens van het dinoloket. De dateringen blijven echter hypothetisch tot ze bevestigd worden door aanvullend veldwerk en absolute dateringen.

(1) Formatie van Naaldwijk

Binnen het plangebied kan de Formatie van Naaldwijk in twee verschillende facies onderverdeeld worden: het kleiig facies en het geulfacies.

<u>Het kleiig facies</u>
Alle eenheden met overwegend klei zijn binnen dit facies geplaatst. De verschillende texturen variëren van blauwgrijze, compacte klei met hier en daar spikkels van zwart organisch materiaal (fig. 11) tot afwisselende gelaagdheden van klei en zandige silt met een blauwgrijze tot lichtbruine kleur (fig. 12). De grovere delen van deze lagen bevatten fragmenten of volledige schalen van schelpdieren. In sommige boringen hebben we tweekleppigen in verticale stand of levenspositie kunnen waarnemen. Dit facies omvat stratigrafische eenheden die gevormd worden op wadden en kwelders.

Figuur 10: lokalisatie van de boringen.

Figuur 11: grijsblauwe klei met vlekken van zwart organisch materiaal (boring L1.37, segment 8-12m).

Figuur 12: laminatie van grijsbeige siltige en kleiige sedimenten met enkele lichtbruine organische laminae (boring L1.82, segment 8-12m).

Het geulfacies

De facies van getijdegeulen bestaan voornamelijk uit zand. Lithologisch is er een grote ruimtelijke variatie. Ze kunnen samengesteld zijn uit

- herwerkt bruin of zwart veen (ongetwijfeld afkomstig uit de Formatie van Nieuwkoop)
- relatief homogene, grijszwarte, soms groene (herwerkt uit tertiair materiaal?) fijne tot grove zanden
- soms compacte, grijszwarte kleien
- een afwisseling van fijne laminae van zand, silt en klei van diverse kleuren (fig. 13).

Figuur 13: vulling van een getijdengeul bestaande uit zwarte en bruine geremanieerde veenbrokken die elders geërodeerd werden, zandige en zandige kleiniveaus (boring L3.119a, segment 4-8m)

De grove delen bestaan van uit (resten van) schelpdieren met een grootteorde van mm tot cm, plantenresten, grind en fragmenten aardewerk. De basis van dit facies wordt gekenmerkt door een erosie-oppervlak. Afhankelijk van de diepte komt dit overeen met het contact met het kleiig facies, het venig facies, het pleistoceen facies of het tertiair facies.

Deze twee facies maken volledig deel uit van een van een milieu dat gaat van onder tot boven de getijdenzone. Dit milieu wordt

gekenmerkt door een sterke erosie in de getijdegeulen en een sterke sedimentatie.

Figuur 14: het bruin-zwarte veen uit de Formation van Nieuwkoop bevindt zich boven de kleiige Formatie van Boxtel (boring L3.75, segment 6-10m).

(1) Formatie van Nieuwkoop

Dit facies begint aan de basis meestal met een plastisch, zwart veen. Het is in veel gevallen niet mogelijk om een A-horizont te herkennen in de onderliggende pleistocene zanden. Naar boven toe ontwikkelt zich een min of meer vezelig, bruin veen met houtfragmenten variërend van enkele centimeters tot enkele decimeters (fig. 14).

In het middengedeelte van de veenprofielen kunnen er laagjes met donkerder veen aanwezig zijn. wanneer een dik pakket veen bewaard is gebleven, bestaat het bovenste gedeelte uit een sterk verweerd zwart veen. De top van het veen is echter in de meeste gevallen verdwenen door erosie. Een dunne, relatief zuivere zandlaag in L3.216 (fig. 15) kan overeenkomen met een zandige lens, die gevormd is op de bodem van een holocene waterloop.

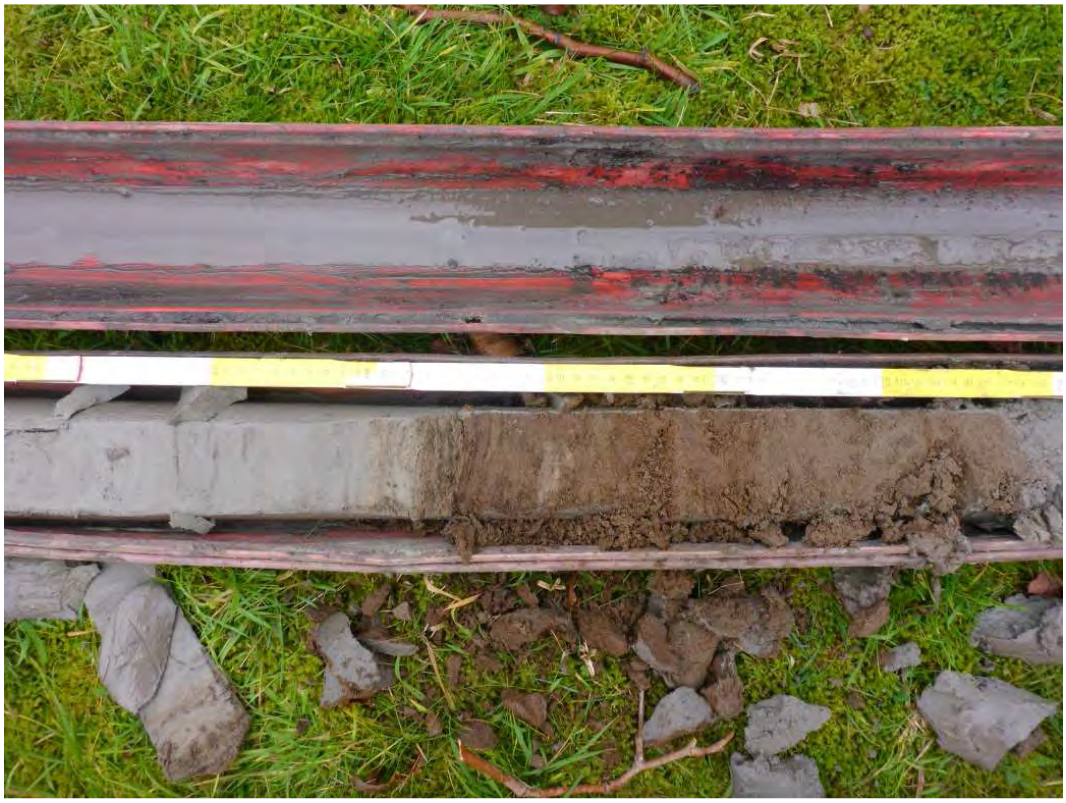
Figuur 15: links een wit zandlaagje in het zwarte veenpakket. Rechts een fijn, lichtgrijze zandlaag die de E-horizont van een podzol vertegenwoordigt (boring L3.216, segment 8-12).

(2) Formatie van Boxtel

Deze Formatie start aan de basis onder de vorm van fijn tot matig silthoudend zand. Er zijn intercalaties van venige niveaus (zowel herwerkt als *in situ* ontwikkeld), organische, silthoudende niveaus, kleiige niveaus of nog organisch rijke, kleiige niveaus (fig. 16). Niveaus met gyttja zijn duidelijk te onderscheiden in enkele boringen.

De top van de Formatie van Boxtel vertoont bij een goede conservering in het algemeen een zwarte, plastische A-horizont en een heldere, bruine B-horizont. Lokaal is de Formatie van Boxtel goed gedraineerd door een sterk zandige textuur; in dat geval kon een podzol worden waargenomen met een witachtige E-horizont en een bruine tot roodachtige heterogeen gekleurde B horizont. Een goed voorbeeld hiervan is zichtbaar in figuur 15 (rechts). Hoewel enkel d.m.v. labo-analyses of een ruimer bodemprofiel (coupe) met zekerheid kan uitgemaakt worden of het hier wel degelijk om een podzol(achtige) bodem gaat met een dunne E-horizont, lijken alle waarnemingen hier toch op te wijzen. De ondergrens van de E-horizont vertoont immers een graduele verkleuring en in de onderliggende B-horizont zijn enkele organische laminae zichtbaar. Indien het licht gekleurde laagje een spoellaagje zou zijn, dan zou men een zeer scherpe, begrenzing verwachten gezien dergelijke laagjes het gevolg zijn van een sterke waterstroom, en tevens geen doorsijpeling van organisch materiaal in de onderliggende horizont.

Figuur 16: afwisseling van kleiige en organische niveaus in de Formatie van Boxtel (boring L1.54, segment 10-14m).



Figuur 17: zeer kleiig veen bovenop zand (rechts), eindigend met een intercalatie van organische en siltige laminae en verzegeld door een siltig-kleiig niveau (links) (boring L3.202 segment 12-16m).

Figuur 18: stabilisatiehorizont in de Formatie van Boxtel (boring L4.9a, segment 8-12 m).

In sommige delen van de boringen wordt een volledige, stratigrafische sequentie duidelijk. Deze bestaat aan de basis uit een erosie-oppervlak bedekt met een laag zand en een bruin, vezelig veen. Dit wordt gevolgd door een afwisseling van venige en anorganische sedimenten. De sequentie eindigt met een afzetting van fijn zand, silt en/of klei (fig. 15). Deze sequentie vertegenwoordigd ongetwijfeld de opvulling van verschillende takken van een verwilderde rivier die zich zowel ruimtelijk als in de tijd verspreid ontwikkeld hebben.
In de boringen werd nergens zand van eolische oorsprong vastgesteld. De aanwezigheid van eolisch zand in het plangebied kan echter zonder labo-analyses nooit volledig uitgesloten worden.

In boring L4.9a bevindt zich rond een diepte van 840 cm -mv (fig. 18) een eerder homogene laag wat textuur betreft. De kleur verandert wel over een tiental centimeter van donkerbruin aan de top tot lichter bruin aan de basis. Deze verkleuring is een gevolg van een verschil in hoeveelheid organisch materiaal. Het gaat hier om het wegvallen van een sedimentatiedynamiek die het begin van bodemvorming mogelijk maakte. Dit type weinig ontwikkelde bodems kan zich ontwikkelen op grote rivierbanken die gedurende een langere periode droog liggen. Dit komt bijvoorbeeld voor bij grote zandbanken of eilanden van vlechtende, alluviale rivieren.

(3) Formatie van Koewacht

Deze Formatie is over het algemeen samengesteld uit een relatief homogeen, matig tot grof zand met een licht grijze tot beige kleur. Er kunnen silthoudende laminae aanwezig zijn en intercalaties van grijze of glauconiethoudende zanden. Deze laagjes hebben een dikte van enkele cm tot enkele dm. De zanden zijn herwerkt materiaal van de onderliggende tertiaire Formaties. Deze Formatie valt te onderscheiden van de Formatie van Boxtel door de relatief belangrijke concentratie van schelpenfragmenten met een grootte van enkele millimeters.

(4) Eem Formatie

De facies, benoemd als Eem Formatie in het plangebied, bestaat uit een kleiig, grijs zand dat gekarakteriseerd wordt door een hoge concentratie aan schelpen. Dit zeer lokale niveau vertoont een diffuse grens met de Formatie van Koewacht.

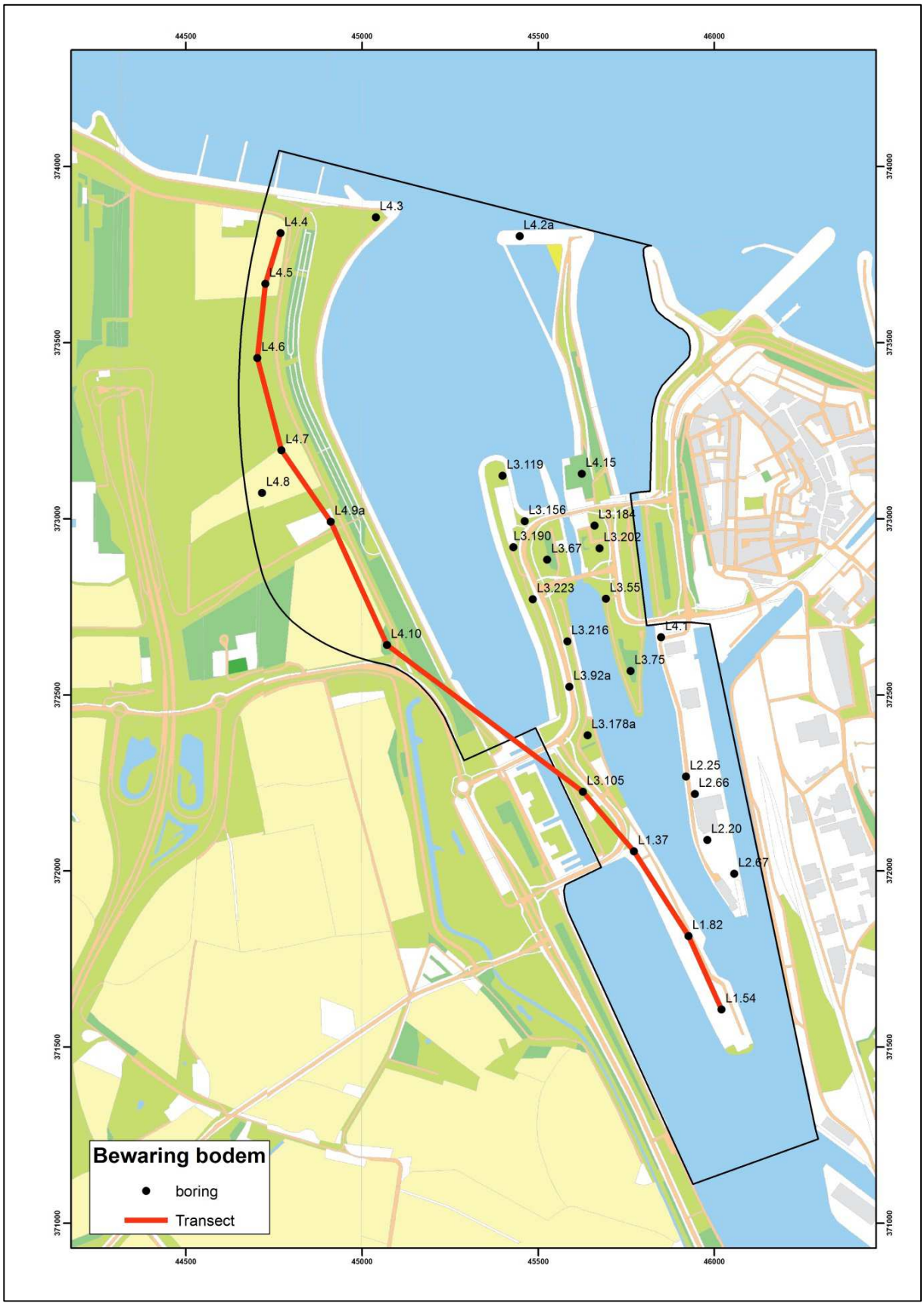
(5) Formatie van Breda

Deze Formatie lijkt goed op de Eem Formatie. De Formatie van Breda is te onderscheiden op basis van een meer of minder donkere groenachtige kleur. De Formatie bestaat uit fijn tot grof, glauconiethoudend zand met volledige of gefragmenteerde schelpen (fig. 19).

Figuur 19 : Formatie van Breda met een groene, glauconiethoudende zandige facies (links) met schelpenlagen en kleiige niveaus (rechts) (boring L1.82, segment 20-23 m).

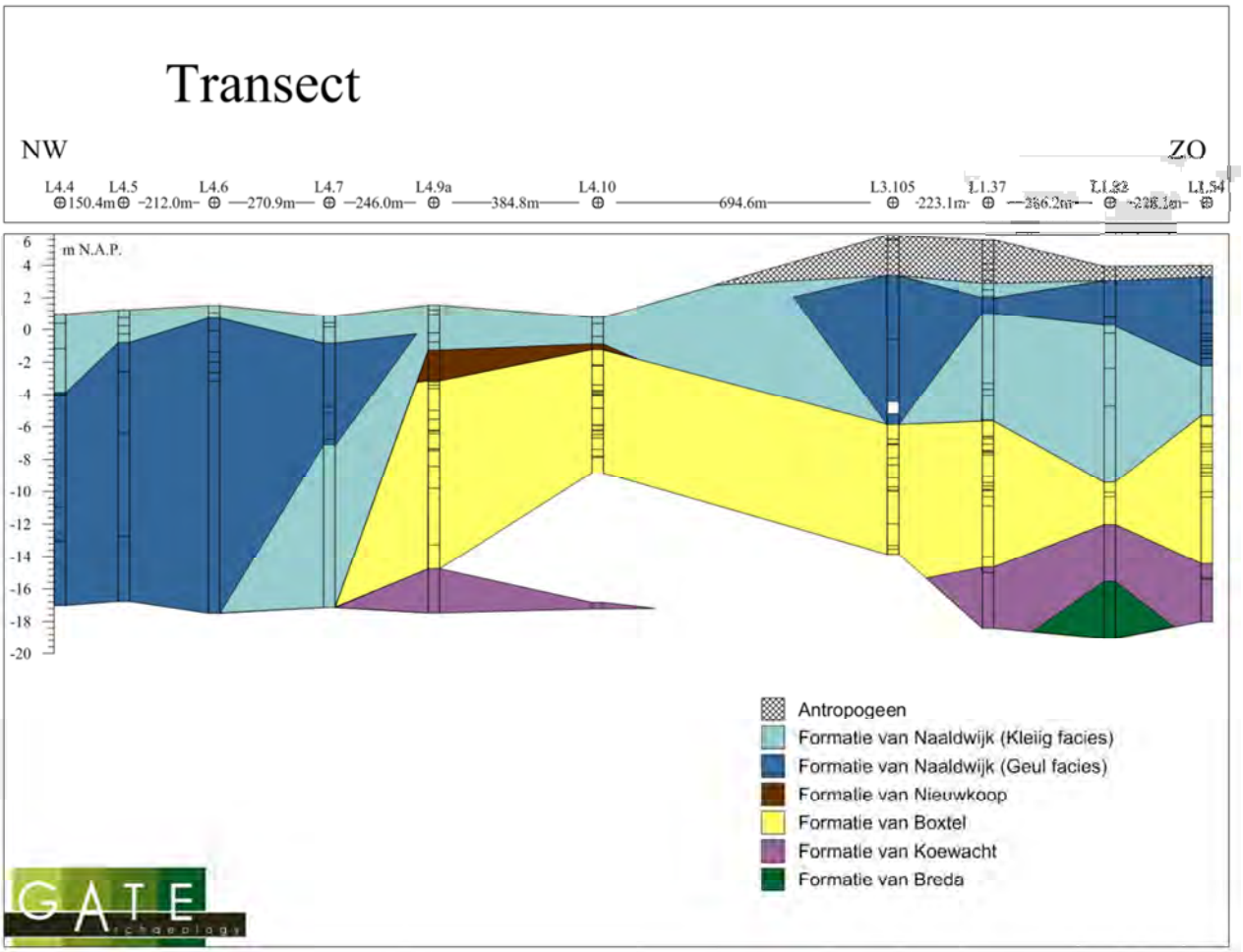
5.3.4. Transect

Op basis van 10 boringen (L1.54, L1.82, L1.73, L3.105, L4.9a, L4.10, L4.7, L4.6, L.45 en L4.4) werd een transect met stratigrafische correlaties gecreëerd (fig. 20 en 21). Deze dwarsdoorsnede door het landschap is 2700 m lang en heeft een NNW-ZZO oriëntatie. Het laat ons toe de ruimtelijke variatie van de verschillende onderscheiden facies, aanwezig langs deze as in de haven van Terneuzen, waar te nemen. Het voorgestelde transect laat toe het geologische en geomorfologische geheel goed te begrijpen. In bijlage 4 worden nog twee andere transecten weergegeven, die echter een gelijkaardig beeld van het landschap vertonen.



Figuur 20: lokalisatie van het noord-zuidtransect door het plangebied op basis van de mechanische boringen.

Het eerste deel van het transect bevindt zich in het zuidelijk gedeelte van het plangebied en omvat de boringen L1.54, L1.82, L1.73 en L3.105. De basis van dit segment bestaat uit de glauconiethoudende Formatie van Breda, zoals waargenomen boring L1.82. Deze is bedekt door de Formatie van Koewacht die in de drie meest zuidelijke boringen (L1.54, L1.82 en L1.73) aangetroffen is. De laag erboven bestaat uit het siltige zand met veen en gyttja van de Formatie van Boxtel. Deze wordt onmiddellijk afgedekt door de Formatie van Naaldwijk. Zowel onderaan als bovenaan vertoont het facies van deze laatste Formatie een grote ruimtelijke verscheidenheid. Er zijn getijdegeulen waar te nemen met sterk verschillende dieptes.



Figuur 21: noord-zuidtransect door het plangebied op basis van de mechanische boringen.

Het centrale deel van het transect bestaat uit boringen L4.9a en L4.10. Het onderscheidt zich van het zuidelijke deel van het transect door enerzijds een dikker pakket van de Formatie van Boxtel, en anderzijds de aanwezigheid van basisveen (Formatie van Nieuwkoop). De kleiige facies van de Naaldwijk Formatie is hier weinig uitgesproken.

In het noordelijke deel van het transect, ter hoogte van boringen L.4.4, L4.5, L4.6 et L4.7, bestaan de geobserveerde facies uitsluitend uit zand- en kleifacies uit de Formatie van Naaldwijk. In dit segment zijn

de Formaties uit het vroegholoceen, het Weichseliaan en deels uit het tertiaire weg geërodeerd door een diepe (getijden?)geul die nu volledig opgevuld is.

6.3 Archeologische waarnemingen

6.3.1 Veldwaarnemingen

In geen enkele van de boringen werden directe waarnemingen gedaan die wijzen op archeologische aanwezigheid. Ook aanwijzingen voor veenwinning, zoals in het verleden vastgesteld in de Vlooswijkpolder (Munaut 1967) konden niet aangetoond worden.

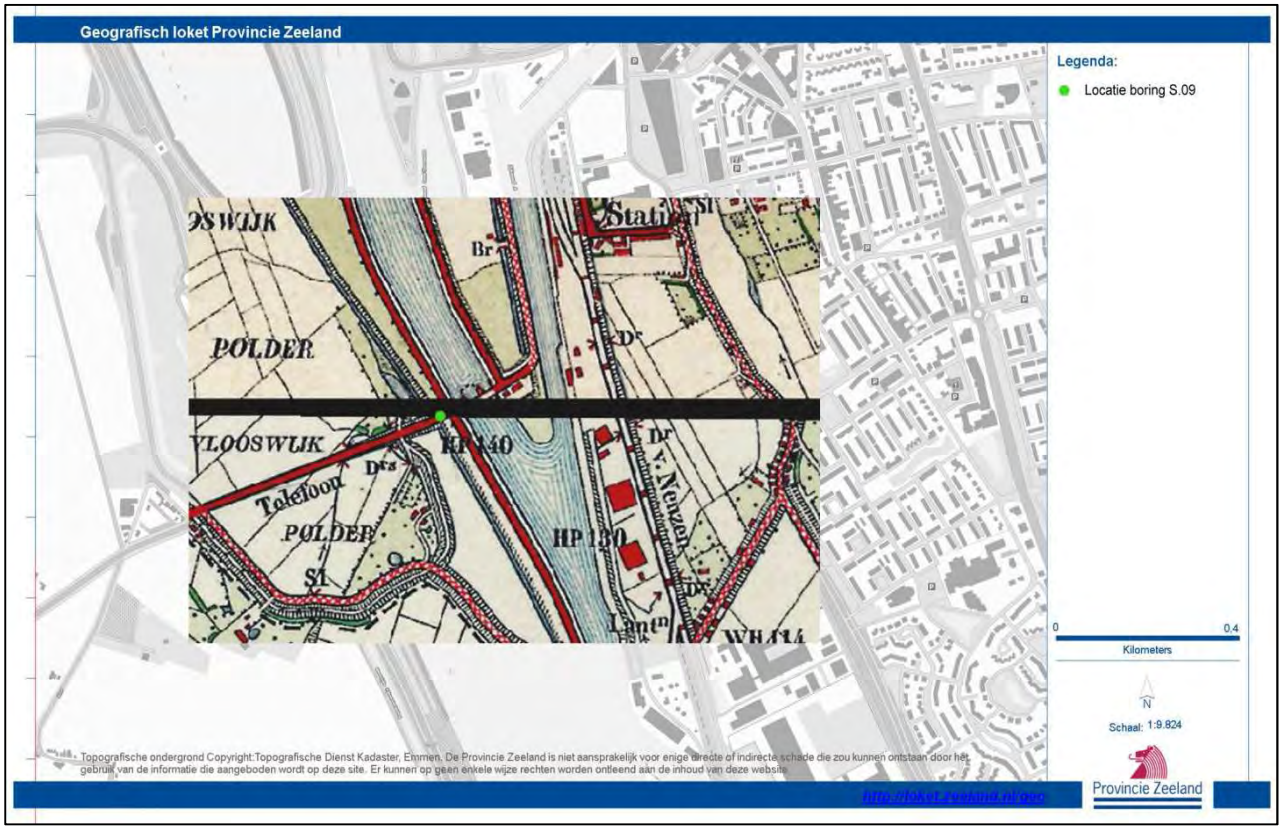
In boring L2.20 bestond het bovenste pakket tot op een diepte van bijna 2 m grotendeels uit puin (grind, baksteen, mosselschelpen) (fig.22). Waarschijnlijk werd hier een met afval gedempte kuil aangeboord. Uit deze stortlaag werden ook twee recente fragmenten van porseleinen vaatwerk verzameld, wat duidt op een (zeer) recente datering.

Figuur 22: de stortlaag in boring L2.20

Gelijktijdig met de diepe mechanische boringen door Sialtech werden ook diepe sonderingen uitgevoerd door Fugro. Volgens dhr. J. van Willigen (RWS) maakte Fugro melding van een boring die vastliep op ca. 6 m beneden het maaiveld. Deze boring[2] lag op het schiereiland in zone L1, nabij de Zeehavenweg. Wij hebben deze boring niet zelf kunnen controleren, maar door de mensen van Fugro werd verondersteld dat zich op ca. 6 m diepte stenen (of steenpuin) bevonden. Op de website van de Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS) van de provincie Zeeland

[2] Vermoedelijk gaat het om boring S.09, dit kon echter niet tijdig bevestigd worden door CSO of Fugro.

(http://provincie.zeeland.nl/cultuur/chs) kan op zeer eenvoudige wijze een overlap gecreëerd worden van de huidige topografische kaart van het gebied met deze van 1916 (fig. 23). Hierop is duidelijk te zien dat ter hoogte van de boorlocatie aan het begin van de 20e eeuw de aanzet naar een brug over het Kanaal Gent-Terneuzen lag. Deze kaartstudie is slechts oppervlakkig gebeurd gezien de vage beschikbare data, maar ze toont wel aan dat een grondige studie van het beschikbare kaartmateriaal meer informatie betreffende de archeologie uit de historische perioden kan opleveren. In het geval van deze locatie zou dan ook achterhaald kunnen worden wat de ouderdom van deze brug(fundamenten?) zou kunnen zijn.
Omdat we de boring niet zelf gezien hebben, kunnen we echter niet uitsluiten dat deze evengoed kan vastgelopen zijn op een ander hard obstakel. In de eerste plaats denken we dan aan bomen uit het veenbos waarvan al resten werden waargenomen in de onmiddellijke nabijheid (Munaut 1967).



Figuur 23: uitsnede van de topografische kaart uit 1913 op deze van 2013, met lokalisatie van de boring uitgevoerd door Fugro (Bron: CHS Zeeland, eigen bewerking)

6.3.2 Resultaten van het zeefwerk

In totaal werden 16 aantal monsters uit evenveel boringen gezeefd. De verzamelde monsters waren afkomstig van boringen L.2.20, L2.67, L3.55, L3.67, L3.75, L3.119, L3.156, L3,178a, L3.184, L3.190, L3.202, L3.216, L4.1, L4.9a, L4.10, L4.15. Telkens werd de basis van het veen

en de top van het dekzand gezeefd. Dit kwam neer op monsters van ca. 30 cm lengte (goed voor ruim 1l monster).

Geen enkel van de gezeefde monsters was positief aan archeologische indicatoren. Vanwege het ontbreken van een dicht boorgrid en de beperkte boordiameter zijn de resultaten van het zeven niet van dien aard dat definitieve conclusies kunnen getrokken worden over de eventuele aan- of afwezigheid van archeologische vindplaatsen (Noens et al. 2013, De Clercq et al. 2012). Hiertoe zijn een regelmatig en dicht boorgrid en een grotere boordiameter in combinatie met de hier gekozen zeefmaaswijdte noodzakelijk. Echter, gezien de diepte van de pleistocene afzettingen en dus de moeilijke bereikbaarheid, leek het een gemiste kans het opgeboorde sediment hier niet te onderzoeken. Bij een positieve uitkomst zou dan, in combinatie met een goede bodembewaring, immers meteen een onomstotelijk bewijs voor prehistorische menselijke aanwezigheid geleverd zijn. Dat is nu niet gebeurd .

7 Archeologische verwachting

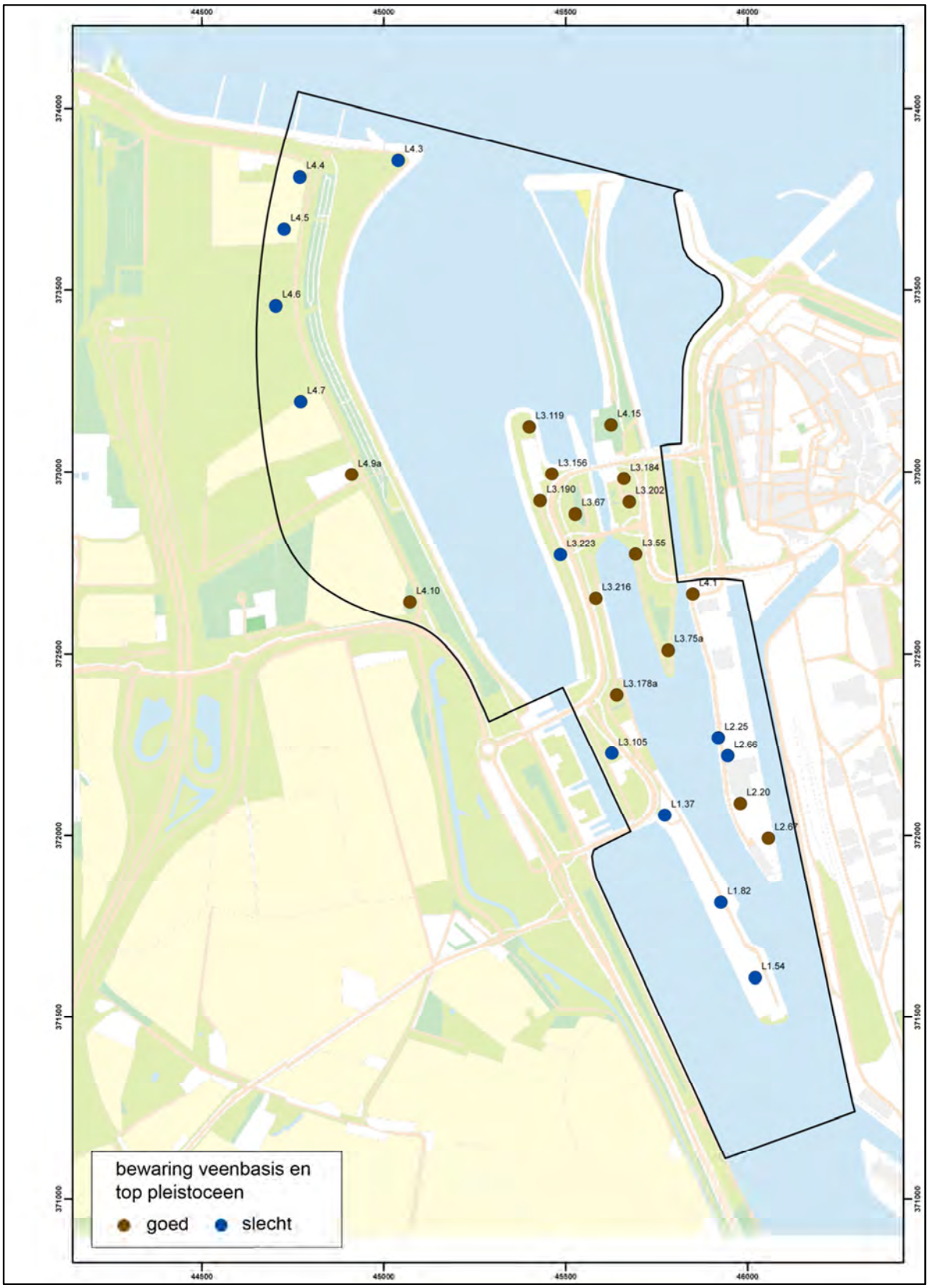
De archeologische verwachting voor het studiegebied moet opgevat worden als een aanvulling bij de bureaustudie uitgevoerd door Baac (de Boer 2013). Hierbij dient rekening gehouden worden met de beperkingen van de methode (zie hoger). De archeologische verwachting wordt opgesplitst per geologische laag.

Voor de top van de Formatie van Boxtel is de archeologische verwachting hoog tot zeer hoog: hier kunnen prehistorische vindplaatsen in situ (steentijdsites uit het laatglaciaal-vroegholoceen) verwacht worden indien deze top niet geërodeerd is. De aanwezigheid van bodemvorming (bv. podzolisatie of verbruining) kan hierop wijzen. gekenmerkt door een bodem én in of bovenaan het veen.
Er zijn verschillende boringen in het studiegebied die wijzen op afzettingen met bodemvorming in de Formatie van Boxtel. Dit wijst op een goed bewaard bodemoppervlak (fig. 24). Het gaat om alluviale afzettingen uit de weichselijstijd (zgn. pleistocene Scheldeafzettingen), gekenmerkt door een sterke sedimentatie. De aanwezigheid van deze bodems kan het gevolg zijn van droge 'eilanden' te midden van een alluviale vlakte tijdens een warmere periode. Voor een beter begrip van het leefmilieu tijdens deze periode is een meer gedetailleerde studie van de bodemopbouw noodzakelijk. Indien geen bodems worden aangetroffen in de Formatie van Boxtel, kan verwacht worden dat het prehistorische loopvlak hier geërodeerd is waardoor ook de eventueel aanwezige archeologie verdwenen zal zijn.

Een gelijkaardige hoge verwachting kan gesteld worden voor de basis en de top van de Formatie van Nieuwkoop (basisveen), indien dit veen goed bewaard is. Hier kunnen in de basis resten vanaf de late steentijd (neolithicum) verwacht worden, tot aan de Romeinse tijd en in principe zelfs tot aan de grote overstromingen vanaf ca. de 14^{e} eeuw AD aan de top.
In een groot aantal boringen is de basis van het veen zeer goed bewaard, maar is de top aangetast door erosie of door antropogene activiteiten.

Op basis van het beperkte aantal boringen lijkt de zone met goed bewaarde Formaties van Boxtel en Nieuwkoop overeen te stemmen met de zones met veengroei zoals aangeduid op de Geologische kaart uit 1977 (van Rummelen) (zie fig. 8). Vooral centraal in het studiegebied lijkt deze conservering uitstekend. In het zuidelijke deel lijken er enkele kleinere geulen tot zeer lokale erosie geleid te hebben. Dit werd ook waargenomen in de boringen (fig. 24). In deze zone is de impact van deze geulen op het landschap echter, vanwege hun geringe omvang, vermoedelijk beperkt. In de noordwestelijke hoek van het studiegebied is het archeologische archief zo goed als zeker weg geschuurd door een grote getijdengeul

Vanaf de Late Middeleeuwen tot en met de Moderne Tijden bevinden de eventueel aanwezige sites zich in het bovenste gedeelte van de afzettingen. In het zuidelijk gedeelte van het plangebied zijn grote oppervlakken verstoord voor een eerste uitbreiding van de haven. Het noordwestelijk gedeelte van het onderzoeksgebied, en met name ter hoogte van de westelijke oever van de kanaalmonding, lijkt daarentegen nog goed bewaard en het archeologisch materiaal bevindt zich nog in situ. Het mechanisch booronderzoek is echter geen geschikte methode om dit erfgoed archeologisch te waarderen.



Figuur 24: lokalisatie van de mechanische boringen met een goede conservatie van de basis van het veen (bruin) en deze waar het veen geërodeerd is (blauw).Waar de veenbasis goed bewaard was, bleek ook de onderliggende pleistocene bodem (Formatie van Boxtel) goed bewaard.

8 Conclusie en aanbevelingen

8.1 conclusie

Aan de hand van de mechanische boringen kon voornamelijk de conservering van de verschillende geologische formaties in het plangebied getoetst worden. Met het plangebied worden de vier deelzones (L1 t.e.m. 4) bedoeld die buiten de huidige kanaalgeulen (waterbodems) gelegen zijn.

De conservering van deze formaties is van cruciaal belang om het potentieel voor archeologische vindplaatsen in te schatten. Uit de boringen is gebleken dat de Formaties van Boxtel en Nieuwkoop in de noordwestelijke hoek van het plangebied grotendeels zijn weg geërodeerd door een latere getijdengeul. In deze zones zijn archeologische nederzettingen niet te verwachten. Losse of geïsoleerde vondsten zoals bv. boten, visweren en dergelijke, kunnen in dit milieu niet uitgesloten worden.

In de rest van het plangebied blijken deze formaties goed tot zeer goed bewaard en is de kans op archeologische aanwezigheid, met name uit de pre- en protohistorie (laatpaleolithicum tot Romeinse tijd), bijzonder groot. De aanwezigheid van de Formatie van Koewacht was meestal zeer moeilijk herkenbaar in het veld maar hier zouden, voor Zeeland zeer zeldzame, paleolithische vondsten kunnen *in situ* verwacht worden. De boortechniek en de ruime spreiding van de boringen liet niet toe zones met een verhoogd potentieel af te bakenen. De top van de Formatie van Nieuwkoop (basisveen) was regelmatig verweerd of zelfs erosief. Of dit op veenwinning duidt, kon niet met zekerheid vastgesteld worden.

De daarboven liggende Formatie van Naaldwijk bestaat uit een kleiig en een geulfacies. In de top van het kleiig facies zouden resten uit de historische perioden kunnen aangetroffen worden. In de geulfacies zijn, op losse vondsten na, de verwachtingen voor archeologie zeer laag. In een aantal boringen worden deze Formaties nog afgedekt door recent opgebracht zandig sediment.

In de diepgelegen Formatie van Breda moeten, vanwege de hoge ouderdom, geen archeologische resten verwacht worden.

8.2 aanbevelingen per eenheid

Op basis van de resultaten van het veldwerk kunnen de aanbevelingen met betrekking tot de archeologie uit het bureauonderzoek (de Boer 2013) als volgt worden aangescherpt.

- Formatie van Breda

Voor deze formatie is er, vanwege de hoge ouderdom, geen archeologische verwachting.

- Formatie van Koewacht

De kennis van het paleolithicum in Zeeland is erg beperkt en vormt dan ook een van de Speerpunten in het Archeologische Onderzoek van Zeeland. In de Formatie van Koewacht, die gedateerd wordt van het Saalien (en mogelijk ouder) tot het Weichselien-laatglaciaal, zouden vindplaatsen uit deze periode (midden- en laatpaleolithicum) aanwezig kunnen zijn maar het opsporen is niet eenvoudig, vanwege de grote diepte en zeker ook gezien de gebrekkige kennis hieromtrent. Met name ter hoogte van locaties waar erg diepe verstoringen van de bodem gepland worden, is verder onderzoek gewenst. Aan de hand van het huidige booronderzoek kunnen echter geen zones met hoog potentieel afgebakend worden. Hiervoor is een gedetailleerde landschapskartering nodig. Om vervolgens archeologische vindplaatsen in deze formatie op te sporen is het bemonsteren van afgebakende zones in een dicht grid aangewezen (maximaal 10m-driehoeksgrid, bij voorkeur 5m-driehoeksgrid).
Indien diepe afgravingen droog zouden uitgevoerd worden, en indien technisch haalbaar, kan ook geopteerd worden voor een uitgebreide archeologische begeleiding van de werken.
Tevens is meer studiewerk nodig om het leefmilieu in die periode beter te begrijpen. Daarom is de studie van profielwanden tijdens graafwerkzaamheden zeer interessant. Dergelijke werken zouden daarom niet alleen door archeologen maar tevens door door kwartairgeologen, paleoecologen en paleopedologen moeten opgevolgd worden om deze afzettingen nauwkeurig te omschrijven en om kwalitatieve monsters te verzamelen voor analyse en absolute dateringen. Dit sluit aan bij de aandachtspunten voor toekomstig onderzoek, zoals geformuleerd in het onderzoek naar de Zeeuwse Archeologiebeoefening (Hessing et al. 2008). Dit geldt eveneens voor de bovenliggende formaties.

- Formatie van Boxtel:

In de top van deze formatie (in het bureauonderzoek ook omschreven als Pleistocene landschap - dekzand, maar op basis van de observaties binnen dit onderzoek lijkt het hier eerder om rivierafzettingen te gaan i.p.v. rivierafzettingen) kan archeologie aangetroffen worden van het finaalpaleolithicum tot en met het neolithicum. Bodemvorming in de top van deze afzetting is een goede indicator voor een uitstekende conservatie van het prehistorische loopvlak. Ook hier liet de boormethode (te groot grid en te veel compactie van het sediment) niet toe om precieze zones met hoog potentieel af te bakenen en is een verdere landschappelijk kartering nodig om dit te verwezenlijken. Deze kartering dient zowel de conservering als de microtopografie in kaart te brengen.
De top van de formatie in de afgebakende zones dient vervolgens in een voldoende dicht grid (maximaal 10m-driehoeksgrid) bemonsterd te worden met een voldoende grote diameter (min. 12 cm). Deze monsters moeten vervolgens nat gezeefd worden over een maaswijdte van max. 1 mm om te garanderen dat archeologische indicatoren weerhouden worden.
Volgens het bureauonderzoek zijn grote delen van het pleistocene oppervlak binnen het plangebied geërodeerd. Dit strookt niet met de

bevindingen uit onderhavig veldwerk. Enkel het noordwesten is vrijwel zeker volledig aangetast door een grote getijdegeul; de rest van het pleistoceen oppervlak binnen het gebied is vermoedelijk goed tot zeer goed bewaard (zie fig. 21 en 24).

- Formatie van Nieuwkoop (basisveen)

Voor de basis van het veen geldt eveneens dat dat dit waarschijnlijk goed tot zeer goed bewaard is in het grootste deel van het plangebied; de conserveringsgraad zal vermoedelijk sterk parallel lopen met de top van de Boxtelformatie. Daarom wordt aanbevolen om bij het bemonsteren van de top van de pleistocene afzettingen, eveneens de basis van het veen (bij voorkeur apart) te bemonsteren volgens dezelfde methode.
De top van de formatie is niet altijd goed bewaard; scherpe, erosieve grenzen kunne wijzen op veenontginning. Sporen van veraarding kunnen dan weer wijzen op uitdroging van het veen wat mogelijkheden schept naar bewoning toe. Volgens het geogenetische model van Vos en van Heeringen (1997) is het veen pas overspoeld na de Romeinse tijd en bewoning op het ontwaterde veen in de ijzertijd/romeinse tijd kan dus niet uitgesloten worden. Dit wordt o.m. aangetoond door de vindplaats te Ellewoutsdijk (Sier 2003). Dergelijke vindplaatsen, grotendeels bestaande uit sporen en structuren, laten zich niet efficiënt opsporen d.m.v. booronderzoek omdat echte vondstlagen of vondststrooiingen meestal ontbreken. Onderzoek met proefsleuven, zeker in grote plangebieden, is de daarvoor meest aangewezen methode (zie bv. Brun et al. 2006, De Clercq et al. 2012, Hey & Lacey 2001).

- Formatie van Naaldwijk

Vanaf de vroege middeleeuwen kunnen resten van menselijke activiteit worden verwacht. Het gaat enerzijds om sporen die gerelateerd zijn aan de rijke inpolderings- en bedijkingsgeschiedenis van het gebied, en anderzijds om bouwwerken voor verschillende doeleinden. Dit geldt eveneens voor de in het bureauonderzoek apart opgenomen vestingwerken en kanaalwerken.
Het mechanisch booronderzoek is echter geen geschikte methode om op dit vlak het verwachtingsmodel uit het bureauonderzoek aan te scherpen.
Een snelle lokalisatie op een oude topografische kaart van een tot 6 m -MV uitgevoerde boring door Fugro heeft echter aangetoond dat een uitvoerige studie van bestaande bronnen zeer veel extra informatie zou kunnen opleveren. Onderzoeken over de periodes vanaf de late middeleeuwen moet vooral aan de hand van een doorgedreven studie van literatuur, historische kaarten en archieven gebeuren, aangevuld met een gedegen verwerking van de verzamelde data in een GIS-omgeving. Deze data moeten gecontroleerd worden met zeer gelokaliseerde boringen en een archeologische begeleiding van graafwerken tijdens de herinrichtingswerken in archeologisch gevoelige zones.

8.3 onderzoeksvragen

Het doel was om de resultaten van het bureauonderzoek scherper te stellen. Hier wordt getracht de antwoorden op de onderzoeksvragen uit die onderzoek verder uit te diepen.

- Zijn binnen het plangebied bekende archeologische waarden aanwezig? Zo ja, zijn er gegevens bekend over de omvang, ligging aard en datering hiervan.
Een aanvullend literatuuronderzoek was niet voorzien in de opdracht maar het is wel gebleken dat bepaalde archeologische data niet werd opgenomen. Zeker met betrekking tot het paleolithicum en de recentere historische perioden vertoont het onderzoek hiaten.

- Wat is de verwachte bodemopbouw in het gebied en zijn er gegevens bekend over bodemverstorende ingrepen in het verleden binnen het plangebied?

De bodemopbouw verloopt algemeen vrij uniform over het gebied met opeenvolgend de Formaties van Breda, Koewacht, Boxtel, Nieuwkoop en Naaldwijk. Lokaal worden deze geërodeerd door een of meerdere, soms erg diepe, getijdengeulen, vooral in het noordwestelijk deel van het plangebied.
Over het algemeen wordt in het bureauonderzoek aangenomen dat grote delen van de pleistocene ondergrond verstoord zijn. In de zones L1 t.e.m. 4 zijn deze echter, met uitzondering van het noordelijk deel van L4 ter hoogte van de geul, opvallend goed bewaard.

- Wat is de specifieke archeologische verwachting voor het gebied, indien mogelijk gespecifieerd naar aard, vindplaats(en) en periode(n)?

Op basis van het bureauonderzoek krijgt het onverstoorde deel van het plangebied een hoge verwachting voor archeologische waarden vanaf het paleolithicum tot het neolithicum. Het booronderzoek heeft inderdaad aangetoond dat de omstandigheden gunstig zijn voor bewoning van het finaalpaleolithicum tot het neolithicum in de zones waar de top van het pleistoceen goed bewaard is. De aard van de vindplaatsen is moeilijk in te schatten op basis van de boorgegevens. In de Formatie van Koewacht kunnen archeologische resten uit het midden- tot laatpaleolithicum aanwezig zijn.
Ook voor de Romeinse periode wordt een hoge archeologische verwachting aangegeven in de onverstoorde delen van het plangebied, terwijl dit voor de ijzertijd slechts middelhoog is. Nochtans zijn volgens ons de bewoningsomstandigheden gelijkaardig en moet voor beide perioden een hoge verwachting toegekend worden. Aan de hand van de mechanische boringen is het echter niet mogelijk zones af te bakenen die geschikt waren voor bewoning.
Aan de vroege middeleeuwen wordt een middelhoge en voor de late middeleeuwen een lage verwachting toegeschreven. Dit kan in overeenstemming gebracht worden met de waarnemingen uit het booronderzoek, maar moet verder getoetst worden aan bronnenstudie. Vooral voor bewoning uit de middeleeuwen bestaat de kans dat deze

wel degelijk aanwezig was. Aan oude dijken is terecht een hoge verwachting toegekend voor late middeleeuwen en nieuwe tijd. Voor andere structuren uit de nieuwe en nieuwste tijden werd geen archeologische verwachting gegeven; dit kan niet op basis van het booronderzoek aangevuld worden maar dat zou wel aan de hand van bronnenstudie moeten kunnen.

- In hoeverre worden archeologische resten bedreigd en is vervolgonderzoek nodig en zo ja, in welke vorm?

De plannen voor de inrichtingswerken zijn nog niet in detail gekend. Veel hangt uiteraard af van de aard en de diepte van de bodemingrepen in het kader van deze werken en de uiteindelijke wijze waarop het vervolgonderzoek kan uitgevoerd worden zal in grote mate mee bepaald worden door het verloop van deze werken. In zones met (zeer) lage verwachting wordt in het bureauonderzoek geen vervolgonderzoek geadviseerd bij bodemingrepen. Op basis van het booronderzoek betreft dit enkel de zone in het noordwesten van het plangebied.

In zones met hoge verwachting voor de late middeleeuwen en nieuwe tijden (dijken) wordt geadviseerd bij bodemverstoringen (dwz het afgraven van oude dijklichamen) een proefsleuvenonderzoek uit te voeren, waarbij de dwarsdoorsnede van de dijken in kaart wordt gebracht. Het lijkt ons echter wenselijk om eerst op basis van oude kaarten en bronnen, deze dijken trachten in kaart te brengen en op te sporen d.m.v. landschappelijke boringen. Indien bodemingrepen gepland worden die dan dergelijke oude, nu door overstromingssedimenten aan het oog onttrokken dijken lopen dan kunnen deze werken archeologisch begeleid worden. Er dient dan tijd en ruimte gecreëerd te worden voor het bestuderen van het doorsneden dijkprofiel en voor bemonstering ten behoeve van absolute datering.

Voor de zones met (middel)hoge verwachting van paleolithicum tot neolithicum die verstoord worden wordt een proefsleuvenonderzoek voorgesteld. Dit lijkt ons enerzijds onrealistisch, gezien de grote diepte van de relevante bodemlagen, en anderzijds weinig zinvol gezien vuursteenvindplaatsen moeilijk op te sporen zijn met proefsleuven. Wij stellen daarom een gefaseerd onderzoek voor, bestaande uit een gedetailleerde landschappelijke kartering om zones met potentieel af te bakenen. Deze kartering kan gebeuren aan de hand van boringen of een combinatie van boringen en geofysische prospectie voor zover de toestand van het terrein dat toelaat. Ze wordt gevolgd door een intensief archeologisch booronderzoek waarbij in een dicht grid monsters met voldoende volume verzameld worden uit de relevante lagen. De monsters moeten met zorg nat gezeefd worden over fijne mazen (max. 1 mm) en door specialisten uitgezocht worden op archeologische indicatoren. Op basis van deze resultaten kan indien nodig verder onderzoek, in de vorm van testputten en/of opgraving, worden uitgeschreven.

Voor de zones met (middel)hoge verwachting vanaf de ijzertijd tot de vroege middeleeuwen (top veen) is proefsleuvenonderzoek wel de aangewezen onderzoeksmethode, gezien het hier om perioden gaat waarvan vooral archeologische sporen en structuren worden verwacht. Dit proefsleuvenonderzoek moet een voldoende dekkingsgraad hebben om eventuele vindplaatsen, ook deze met een lage densiteit aan sporen en structuren, aan het licht te brengen. Onderzoek in gelijkaardige contexten, zoals bv. te Ellewoutsdijk of aan het Kluizendok Gentse havengebied, België) heeft immers aangetoond dat woonerven uit deze perioden slechts door een beperkt aantal sporen en structuren gedefinieerd worden.

Tevens dient volgens ons steeds voldoende aandacht besteed te worden aan de landschappelijke context waarbij aandacht is voor gedetailleerde studie van profielen en bemonstering voor paleo-ecologische en bodemkundige en voor absolute dateringen.

9 Bibliografie

Brun, P., Marcigny, C., Vanmoerkerke, J. (2006) Essai d'évaluation des opérations de grandes surfaces. In: Brun, P., Marcigny, C., Vanmoerkerke, J. (éd.) *Une archéologie des résaux locaux. Quelles surfaces étudier pour quelle représentativité? Actes de la table ronde des 14 et 15 juin 2005 à Chalons-en-Champagne* (= les Nouvelles de l'Archéologie, 104-105). Ed. errance, Paris, 88-96.

de Boer, E.A.M. (2013) *Archeologisch bureauonderzoek Planuitwerkingsfase Grote Zeesluis Kanaal Gent-Terneuzen*. Rapport Vlaams Nederlandse Scheldecommissie.

De Clercq W., Bats M., Bourgeois J., Crombé P., Mulder G., De Reu J., Herremans D., Laloo P., Lombaert L., Plets G., Sergant J., Stichelbaut B. (2012). Developer-led archaeology in Flanders. An overview of practices and results in the period 1990-2010. In: Bradley R., Haselgrove C., Vander Linden M., Webley L. (eds), *Development-led archaeology in northwest Europe*. Oxford, Oxbow books, 29-55.

De Mulder, E.F.J., M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff & Th.E. Wong (red.), *De ondergrond van Nederland. Geologie van Nederland*. Utrecht, TNO-NITG.

Hänninen K., Kubiak, L., van Rijn, P., van Smeerdijk, D.G. (2003). Hout-, pollen- en zadenonderzoek van de Romeinse vindplaats Ellewoutsdijk 2002, gemeente Borsele, Zeeland. Zaandam, Biax, Biaxiaal rapport nr. 162

Hessing, W.A.M., Alkema, M.M.M., van Heeringen, R.M., Schrijvers, R., van Dierendonck, R.M.(2008). *Archeologie naar deltahoogte. Een onderzoek naar de Zeeuwse archeologiebeoefening*. Zierikzee, provincie Zeeland.

Hey, G., Lacey, M. (2001) *Evaluation of archaeological decision-making processes and sampling strategies*. Planarch/Oxford Archaeological Unit, Oxford.

Hissel, M., van Londen, H., Tiggelman, L., van Deen, J.K. (2005) Een oog voor de archeoloog. De waarde van boormethoden uit de geotechniek voor de archeologie. *Geotechniek*, 9, 30-35.

Lorié, J. (1912) Het verzonken bosch van Terneuzen. De Natuur, 1912, 194-5.

Noens G., Bats, M., Van Baelen, A., Crombé, P. (2013)**.** Archeologische (lithische) indicatoren met geringe afmetingen en hun rol bij het opsporen van afgedekte prehistorische vindplaatsen: experimentele en archeologische observaties. *Notae Praehistoricae*, 33, 193-215.

Slupik,A.A., Wesselingh, F.P., Mayhew, D.F., Janse, A.C., Dieleman, F.E., van Strydonck, M., Kiden, P., Burger, A.W., Reumer, J.W.F. (2013). The role of a proto-Schelde River in the genesis of the southwestern Netherlands, inferred from the Quaternary successions and fossils in

Moriaanshoofd Borehole (Zeeland, the Netherlands*). Geologie en Mijnbouw*, 92 (1), 69-86.

Sier, M. (2003) *Ellewoutsdijk in de Romeinse tijd*. ADC, Amersfoort (= ADC-rapport 200).

Timmerman, K.B. (2014) *Werkplan aanvullend onderzoek landbodems fase 1*. Rapport Vlaams Nederlandse Scheldecommissie.

Van Rummelen, F.F.F.E (1960) Geologische Kaart van Nederland 1:50.000 - Blad 54 Zeeuwsch-Vlaanderen (oost). Haarlem, Geologische Stichting Afd. Geologische Dienst.

Vos, P.C., van Heeringen, R.M. (1997) *Holocene geology and occupation history of the Province of Zeeland (SW Netherlands).* In: M.M. Fisher (ed.) Holocene evolutionof Zeeland (SW Netherlands). Haarlem, mededelingen van het NITG-NTO, 59, 5-109.

10 Bijlagen

10.1 Boorstaten (DVD)

10.2 Boorformulieren (DVD)

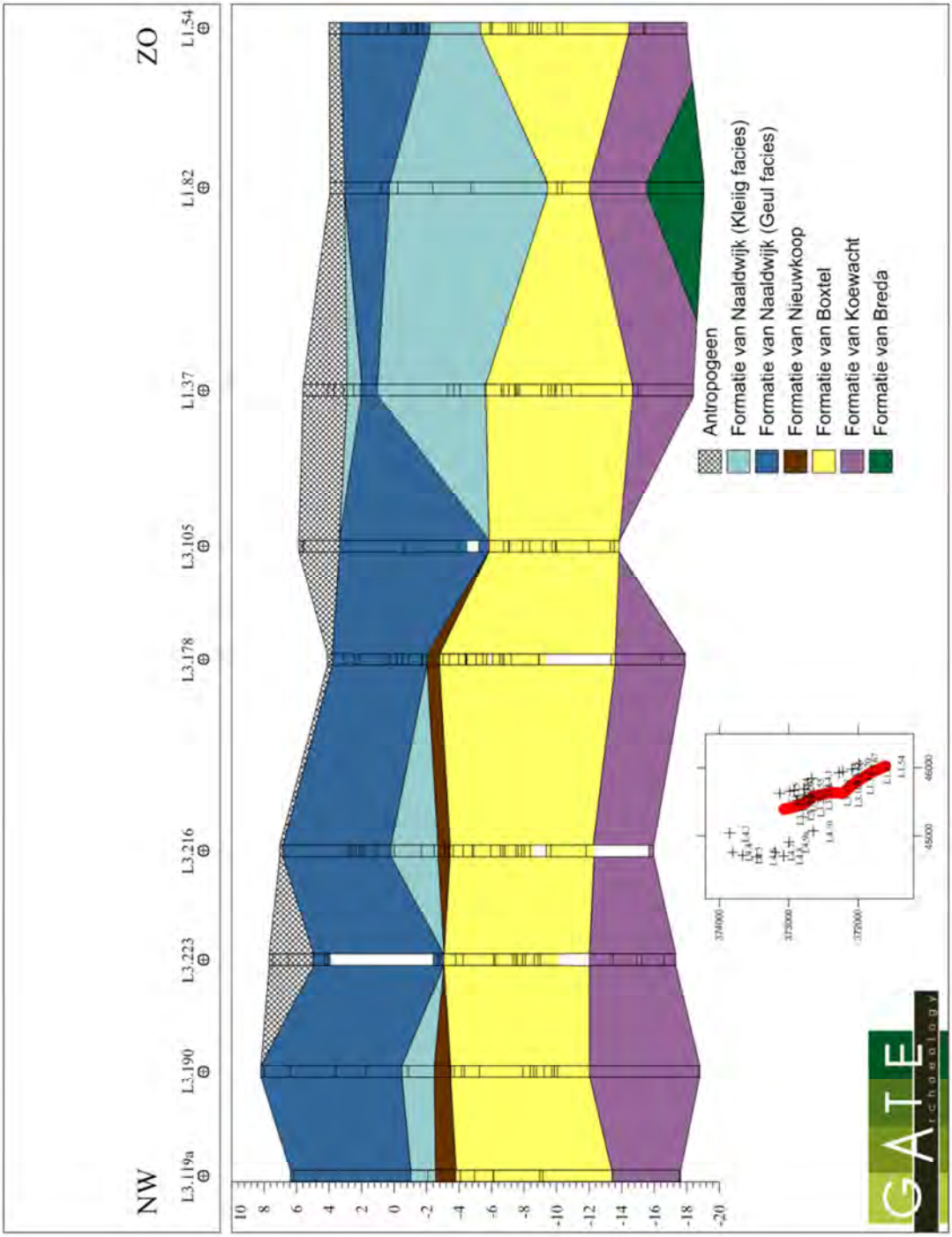
10.3 Foto's van de veldwaarnemingen (DVD)

10.4 Transecten

10.4 Transecten

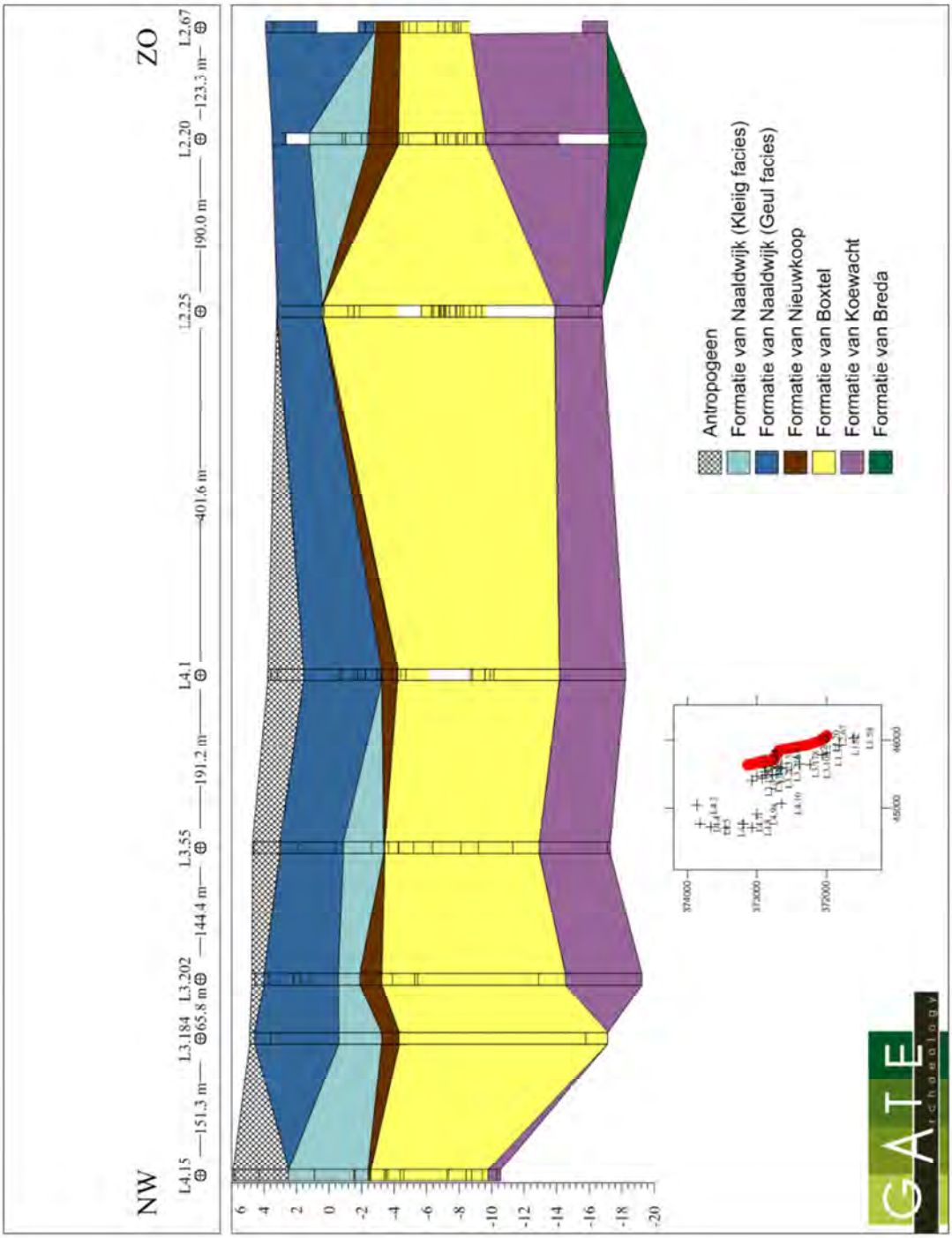
Transect A

Dit transect loopt van noordwest naar zuidoost en omvat boringen L3.119a, L3.190, 3.223, L3.216, L3.178, L3.105, L1.37, L1.82 en L1.54.



Transect B

Dit transect loopt van noordwest naar zuidoost en omvat boringen L4.15, L3.184, L3.202, L3.55, L4.1, L2.25, L2.20, L2.67.



VLAAMS NEDERLANDSE SCHELDECOMMISSIE

UITVOEREND SECRETARIAAT

Postbus 299 • NL 4600 AG Bergen op Zoom

Jacob Obrechtlaan 3 • NL 4611 AP Bergen op Zoom

+ 31 (0)164 212 800

zeesluis@vnsc.eu | www.vnsc.eu

In deze publicatie wordt slechts de mening van de auteur weergegeven.
De Europese Unie is niet aansprakelijk voor het gebruik
dat eventueel wordt gemaakt van de informatie in deze publicatie.

medegefinancierd door de Europese Unie

Trans-Europees vervoersnetwerk (TEN-T)

VLAAMS NEDERLANDSE SCHELDECOMMISSIE

UITVOEREND SECRETARIAAT

Postbus 299 • NL 4600 AG Bergen op Zoom

Jacob Obrechtlaan 3 • NL 4611 AP Bergen op Zoom

+ 31 (0)164 212 800

zeesluis@vnsc.eu | www.vnsc.eu

In deze publicatie wordt slechts de mening van de auteur weergegeven.
De Europese Unie is niet aansprakelijk voor het gebruik
dat eventueel wordt gemaakt van de informatie in deze publicatie.

medegefinancierd door de Europese Unie

Trans-Europees vervoersnetwerk (TEN-T)